市　　政

目　录

1K410000　市政公用工程技术 1
1K411000　**城镇道路工程** 1
1K411010　城镇道路工程结构与材料 1
1K411011　掌握城镇道路分类与分级 1
1K411012　掌握沥青路面结构组成特点 2
1K411013　掌握水泥混凝土路面构造特点 6
1K411014　熟悉沥青混合料组成与材料 8
1K411015　了解沥青路面材科的再生应用 12
1K411020　城镇道路路基施工 14
1K411021　掌握城镇道路路基施工技术 14
1K411022　掌握城镇道路路基压实作业要点 15
1K411023　热悉岩土分类与不良土质处理方法 17
1K411024　了解水对城镇道路路基的危害 20
1K411030　城镇道路基层施工 22
1K411031　掌握不同无机结合料稳定基层特性 22
1K411032　掌握城镇道路基层施工技术 24
1K411033　了解土工合成材料的应用 26
1K411040 城镇道路面层施工 28
1K411041　掌握沥青混合料面层施工技术 28
1K411042　掌握改性沥青混合料面层施工技术 33
1K411043　掌握水泥混凝土路面施工技术 35
1K411044　熟悉城镇道路大修维护技术要点 39
1K412000　**城市桥梁工程** 41
1K412010　城市桥梁工程结构与材料 41
1K412011　掌握城市桥梁结构组成与类型 41
1K412012　掌握不同形式挡土墙的结构特点 44
1K412013　掌握钢筋混凝土施工技术 47
1K412014　掌握预应力混凝土施工技术 54
1K412015　熟悉预应力材料的技术要求 58
1K412016　熟悉混凝土强度及配比要求 62
1K412020　城市桥梁下部结构施工 63
1K412021　掌握桩基础施工方法与设备选择 63
1K412022　掌握墩台、盖梁施工技术 69
1K412023　熟悉各类围堰施工要求 71
1K412030　城市桥梁上部结构施工 74
1K412031　掌握现浇预应力(钢筋)混凝土连续梁施工技术 74
1K412032　掌握装配式梁(板)施工技术 79
1K412033　掌握钢一混凝土结合梁施工技术 82
1K412034　熟悉钢梁制作与安装要求 83
1K412035　熟悉钢筋(管)混凝土拱桥施工要点 86
1K412036　了解斜拉桥施工技术要点 88
1K412040　管涵和箱涵施工 91
1K412041　掌握管涵施工技术要点 91
1K412042　掌握箱涵顶进施工技术要点 92
1K413000　**城市轨道交通工程** 94
1K413010　城市轨道交通工程结构与特点 94
1K413011　掌握地铁车站结构与施工方法 94
1K413012　掌握地铁区间隧道结构与施工方法 102
1K413013　熟悉轻轨交通高架桥梁结构与施工要点 107

1K413014　了解城市轨道交通的轨道结构组成 110
1K413020　明挖基坑施工 111
1K413021　掌握深基坑支护结构与变形控制 111
1K413022　掌握基槽土方开挖及护坡技术 118
1K413023　熟悉地基加固处理方法 122
1K413024　熟悉工程降水方法 126
1K413030　盾构法施工 128
1K413031　掌握盾构施工条件与现场布置要求 128
1K413032　掌握盾构法始发与接收施工技术 131
1K413033　掌握盾构掘进技术 134
1K413034　熟悉盾构法施工地层变形控制措施 142
1K413035　了解盾构机型选择要点 147
1K413040　喷锚暗挖(矿山)法施工 153
1K413041　掌握喷锚暗挖法的掘进方式选择 153
1K413042　掌握喷锚加固支护施工技术 156
1K413043　掌握衬砌及防水施工要求 161
1K413044　熟悉小导管注浆加固技术 162
1K413045　熟悉管棚施工技术 164
1K414000　城市给水排水工程 166
1K414010　给水排水厂站工程结构与特点 166
1K414011　掌握厂站工程结构与施工方法 166
1K414012　熟悉给水与污水处理工艺流程 169
1K414013　了解给水与污水处理厂试运行 173
1K414020　给水排水厂站工程施工 174
1K414021　掌握现浇(预应力)混凝土水池施工技术 174
1K414022　掌握装配式预应力混凝土水池施工技术 177
1K414023　掌握构筑物满水试验的规定 181
1K414024　掌握沉井施工技术 182
1K414025　熟悉水池施工中的抗浮措施 185
1K415000　城市管道工程 186
1K415010　城市给水排水管道工程施工 186
1K415011　掌握开槽管道施工技术 186
1K415012　掌握不开槽管道施工方法选择要点 189
1K415013　掌握管道功能性试验的规定 193
1K415014　熟悉砌筑沟道施工要点 196
1K415015　了解给排水管网维护与修复技术 197
1K415020　城市供热管道工程施工 201
1K415021　掌握供热管道施工与安装要求 201
1K415022　掌握供热管道功能性试验的规定 207
1K415023　熟悉供热管网附件及供热站设施安装要点 208
1K415024　了解供热管道的分类 214
1K415030　城市燃气管道工程施工 215
1K415031　掌握燃气管道施工与安装要求 215
1K415032　掌握燃气管道功能性试验的规定 220
1K415033　熟悉燃气管道的分类 223
1K415034　了解燃气管网附属设备安装要点 225
1K416000　生活垃圾填埋处理工程 226
1K416010　生活垃圾填埋处理工程施工 226
1K416011　熟悉泥质防水层及膨润土垫(GCIJ)施工技术 226
1K416012　熟悉聚乙烯(HDPE)膜防渗层施工技术 228
1K416013　了解垃圾填埋与环境保护要求 229
1K416020　施工测量 231
1K416021　熟悉场区控制测量 231

1K416022 了解竣工图编绘与实测 233
1K417000 **城市绿化与园林工程** 234
1K417010 城市绿化工程施工 234
1K417011 掌握草坪与花坛施工技术 234
1K417012 掌握城市绿化植物与有关设施的距离要求 238
1K417013 熟悉树木栽植与大树移植技术 242
1K417020 园林工程施工 248
1K417021 掌握园路与广场工程施工技术 248
1K417022 掌握园林给排水工程施工技术 251
1K417023 熟悉园林假山掇石工艺与技术要点 256

1K420000 市政公用工程项目施工管理 260

1K420010 **市政公用工程施工招标投标管理** 260
1K420011 掌握市政公用工程施工招标投标管理要求 260
1K420012 掌握市政公用工程施工招标条件与程序 264
1K420013 掌握市政公用工程施工投标条件与程序 266
1K420020 **市政公用工程造价管理** 269
1K420021 掌握施工图预算的应用 269
1K420022 掌握市政公用工程工程量清单计价的应用 270
1K420023 了解设计概算的应用 274
1K420030 **市政公用工程合同管理** 277
1K420031 掌握施工阶段合同履约与管理要求 277
1K420032 掌握工程索赔的应用 280
1K420033 熟悉施工合同风险防范措施 282
1K420040 **市政公用工程施工成本管理** 284
1K420041 掌握施工成本管理的应用 284
1K420042 掌握施工成本目标控制的措施 287
1K420043 熟悉施工成本核算的应用 291
1K420050 **市政公用工程施工组织设计** 295
1K420051 掌握施工组织设计编制注意事项 295
1K420052 掌握施工方案确定的依据 298
1K420053 熟悉专项方案编制与论证要求 302
1K420054 熟悉交通导行方案设计要点 305
1K420060 **市政公用工程施工现场管理** 307
1K420061 掌握施工现场布置与管理要点 307
1K420062 掌握环境保护和文明施工管理要点 313
1K420063 掌握实名制管理有关规定 315
1K420070 **市政公用工程施工进度管理** 317
1K420071 掌握施工进度计划编制方法的应用 317
1K420072 掌握施工进度计划调控措施 320
1K420073 掌握施工进度报告的注意事项 321
1K420080 **市政公用工程施工质量管理** 323
1K420081 掌握质量计划编制注意事项 323
1K420082 掌握质量计划实施要点 324
1K420083 掌握施工准备阶段质量管理措施 326
1K420084 掌握施工过程的质量事故预防措施 327
1K420090 **城镇道路工程质量检查与检验** 330
1K420091 掌握无机结合料稳定基层施工质量检查与验收 330
1K420092 掌握沥青混合料面层施工质量检查与验收 332
1K420093 掌握水泥混凝土面层施工质量检查与验收 333
1K420094 掌握冬、雨期施工质量保证措施 334
1K420095 熟悉压实度的检测方法与评定标准 337
1K420100 **城市桥梁工程质量检查与检验** 339

1K420101 掌握钻孔灌注桩施工质量事故预防措施 339
1K420102 掌握大体积混凝土浇筑施工质量检查与验收 343
1K420103 掌握预应力张拉施工质量事故预防措施 346
1K420104 了解钢管混凝土浇筑施工质量检查与验收 348
1K420110 城市轨道交通工程质量检查与检验 349
1K420111 掌握地铁车站工程施工质量检查与验收 349
1K420112 掌握喷锚支护施工质量检查与验收 352
1K420113 掌握盾构法隧道施工质量检查与验收 355
1K420120 城市给排水场站工程质量检查与检验 359
1K420121 掌握给水排水混凝土构筑物防渗漏措施 359
1K420122 熟悉城市给水工程滤池与滤板施工质量检查与验收 361
1K420130 城市管道工程质量检查与检验 362
1K420131 掌握城市燃气，供热管道施工质量检查与验收 362
1K420132 熟悉柔性管道回填施工质量检查与验收 369
1K420140 市政公用工程施工安全管理 371
1K420141 掌握施工安全风险识别与预防措施 371
1K420142 掌握施工安全保证计划编制要点 375
1K420143 掌握施工安全检查内容与方法 378
1K420150 明挖基坑施工安全事故预防 381
1K420151 掌握防止基坑坍塌、淹埋的安全措施 381
1K420152 掌握开挖过程中地下管线的安全保护措施 383
1K420153 熟悉施工监控量测内容与方法 384
1K420160 城市桥梁工程施工安全事故预防 389
1K420161 掌握桩基施工安全措施 389
1K420162 掌握模板支架和拱架施工安全措施 392
1K420163 掌握箱涵顶进施工安全措施 393
1K420164 掌握旧桥梁拆除施工安全措施 394
1K420170 隧道工程施工安全事故预防 400
1K420171 掌握盾构法施工安全措施 400
1K420172 掌握喷锚暗挖法施工安全措施 403
1K420180 市政公用工程职业健康安全与环境管理 406
1K420181 掌握职业健康安全体系的要求 406
1K420182 掌握环境管理体系的要求 410
1K420190 市政公用工程竣工验收与备案 412
1K420191 掌握工程竣工验收注意事项 412
1K420192 掌握工程档案编制要求 415
1K420193 熟悉工程竣工备案的有关规定 417
1K420194 了解城市建设档案管理与报送的规定 419

1K430000 市政公用工程项目施工相关法规与标准 421

1K431000 相关法律法规 421
1K431010 《城市道路管理条例》有关规定 421
1K431011 掌握道路与其他市政公用设施建设应遵循的原则 421
1K431012 掌握关于占用或挖掘城市道路的管理规定 421
1K431020 《城市绿化条例》有关规定 421
1K431021 掌握保护城市绿地的规定 421
1K431022 掌握保护城市的树木花草和绿化设施的规定 422
1K432000 相关技术标准 422
1K432010 《城镇道路工程施工与验收规范》的有关规定 422
1K432011 掌握城镇道路工程施工过程技术管理的规定 422
1K432012 掌握城镇道路工程施工开放交通的规定 422
1K432020 《城市桥梁工程施工与验收规范》的有关规定 422
1K432021 掌握城市桥梁工程施工过程质量控制的规定 422

1K432022 了解悬索桥的索鞍、索夹与吊索施工技术要点 422
1K432030 《地下铁道工程施工及验收规范》的有关规定 423
1K432031 掌握喷锚暗挖法隧道施工的规定 423
1K432032 了解盾构法隧道掘进速度控制的规定 423
1K432040 《给水排水构筑物施工及验收规范》的有关规定 423
1K432041 掌握给排水构筑物工程所用材料、产品的规定 423
1K432042 掌握水池气密性试验的要求 423
1K432050 《给水排水管道工程施工及验收规范》的有关规定 424
1K432051 掌握给水排水管道工程施工质量控制的规定 424
1K432052 熟悉给水排水管道沟槽回填的要求 424
1K432060 《城市供热管网工程施工及验收规范》的有关规定 424
1K432061 掌握供热管道焊接施工单位应具备条件 424
1K432062 掌握直埋保温接头的规定 424
1K432070 《城镇燃气输配工程施工及验收规范》的有关规定 424
1K432071 掌握钢管焊接人员应具备的条件 424
1K432072 掌握聚乙烯燃气管道连接的要求 425
1K432080 《城市绿化工程施工及验收规范》的有关规定 425
1K432081 掌握种植穴、槽的挖掘要求 425
1K432082 熟悉园林植物生长所必需的最低种植土层厚度 426
1K433000 一级建造师(市政公用工程)注册执业管理规定及相关要求 427
1K433001 掌握一级建造师(市政公用工程)注册执业工程规模标准 427
1K433002 熟悉一级建造师(市政公用工程)注册执业工程范围 430
1K433003 了解一级建造师(市政公用工程)施工管理签章文件目录 433

历年分值分布

知识点		2011	2010	2009	2007	2006	2005	2004
市政公用工程技术	城镇道路工程	1+2＝**3**	16	8	8	5	6	10
	城市桥梁工程	5+2＝**7**	27	13	17	27	5	9
	城市轨道交通工程	3+4＝**7**	8	10	3	12	7	8
	城市给水排水工程	2	8	15	12	6	4	6
	城市管道工程	3+6＝**9**	28	5	7	20	12	7
	生活垃圾填埋处理工程	3+4＝**7**	3	17	2		2	2
市政公用工程项目管理实务	质量管理	3+2＝**5**	24	39	10	25	4	38
	安全管理			5	31	30	36	20
	合同管理		17	11	30	5	10	12
	进度管理		18	26	22	11	42	12
	成本管理			5	13		20	8
	现场管理		4				8	20
	招投标资料管理					5		2
市政公用工程法规、规范	相关法律法规			6	1	6	3	3
	相关技术规范(程)		7	1	4	8	1	3

1K410000　市政公用工程技术

1K411000　城镇道路工程

1K411010　城镇道路工程结构与材料

1K411011　掌握城镇道路分类与分级

本条文介绍了城镇道路的分类和分级，常规的城镇道路路面等级和面层的类型。

一、城镇道路分类

(一)城镇道路的功能是综合性的，为发挥其不同功能，保证城镇的生产、生活正常进行，交通运输经济合理，应对城镇道路进行科学的分类。

(二)分类方法有多种形式，根据**道路在城镇规划道路系统中所处的地位**划分为**快速路、主干路、次干路及支路**(参见表 1K411011)；根据道路对交通运输所起的作用分为全市性道路、区域性道路、环路，放射路、过境道路等；根据承担的主要运输性质分为公交专用道路、货运道路、客货运道路等；根据道路所处环境划分为中心区道路、工业区道路、仓库区道路、文教区道路、行政区道路、住宅区道路、风景游览区道路，文化娱乐性道路、科技卫生性道路、生活性道路、火车站道路、游览性道路、林荫路等。在以上各种分类方法中，主要是**满足道路在交通运输方面的功能**。

(三)我国现行《城市道路设计规范》CJJ 37 以道路在城市**道路网中的地位、交通功能**为基础，同时也考虑对**沿线的服务功能**，将城镇道路分为四类，即**快速路、主干路、次干路与支路**。

快速路，又称城市快速路，**完全为交通功能服务**，是**解决城市大容量、长距离、快速交通**的主要道路。

主干路以交通功能为主，为连接城市各主要分区的干路，是城市道路网的主要**骨架**。

次干路是城市区域性的交通干道，为**区域交通**集散服务，**兼有服务功能**，结合主干路组成道路网。

支路为次干路与居住小区的连接线路，解决局部地区交通，**直接与两侧建筑物出入口相接，以服务功能为主**。

二、城镇道路分级

大、中、小城镇现有道路行车速度、路面宽度、路面结构厚度、交叉口形式等都有区别。为了使道路既能满足使用要求，又节约投资及土地，现行《城市道路设计规范》CJJ37 规定：**除快速路外的各类道路根据城市规模、设计交通量、地形等分为Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ级。一般情况下，大城市**应采用各类指标中的**Ⅰ级标准，中等城市**应采用**Ⅱ级标准，小城市采用Ⅲ级标准**。不同类别的同一级别道路的设计速度是不同的。

三、城镇道路路面分类

(一)按结构**强度**分类(参见表 1K411011)

1.**高级路面**：**路面强度高、刚度大、稳定性好**是高级路面的特点。它使用年限长，适应繁重交通量，且路面平整、车速高、运输成本低，**建设投资高，养护费用少**，适用于城市快速

路、主干路、公交专用道路。

2.**次高级路面：路面强度、刚度、稳定性、使用寿命、车辆行驶速度、适应交通量等均低于高级路面，但是维修、养护、运输费用较高**，城市次干路、支路可采用。

城市道路分类、路面等级和面层材料　　表 1K411011

城市道路分类	路面等级	**面层材料**	使用年限(年)
快速路、主干路	高级路面	**水泥混凝土**	**30**
		沥青混凝土，沥青碎石、天然石材	**15**
次干路、支路	**次高级路面**	沥青贯入式碎(砾)石	12
		沥青表面处治	8

（06 年:2.面层为沥青表面处治的道路，其路面等级属于(　)路面。P2

A.高级　　B.次高级　　C.中级　　D.低级）

(二)按**力学特性**分类

1.柔性路面：**荷载作用下产生的弯沉变形较大、抗弯强度小，在反复荷载作用下产生累积变形，它的破坏取决于极限垂直变形和弯拉应变**。柔性路面主要代表是**各种沥青类路面**，包括**沥青混凝土(英国标准称压实后的混合料为混凝土)面层、沥青碎石面层、沥青贯入式碎(砾)石面层**等。

2.刚性路面：**行车荷载作用下产生板体作用，抗弯拉强度大，弯沉变形很小，呈现出较大的刚性，它的破坏取决于极限弯拉强度**。刚性路面主要代表是**水泥混凝土路面**，包括**接缝处设传力杆、不设传力杆及设补强钢筋网的水泥混凝土路面**。

1K411012　掌握沥青路面结构组成特点

本条文以城镇沥青路面为主简要介绍柔性路面结构组成及性能要求。

一、结构组成

(一)基本原则

1.**城镇沥青路面结构**由**面层**、**基层**和**路基**组成，层间结合必须紧密稳定，以保证结构的整体性和应力传递的连续性。大部分道路结构组成是多层次的，但层数不宜过多。

2.**行车载荷和自然因素对路面的影响随深度的增加而逐渐减弱；对路面材料的强度、刚度和稳定性的要求也随深度的增加而逐渐降低。**各结构层的材料回弹模量应自上而下递减，基层材料与面层材料的回弹模量比应大于或等于 0.3；土基回弹模量与基层(或底基层)的回弹模量比宜为 0.08～0.4。

3.按使用要求、受力状况、土基支承条件和自然因素影响程度的不同，在路基顶面采用不同规格和要求的材料分别铺设基层和面层等结构层。

4.面层、基层的结构类型及厚度应与交通量相适应。交通量大、轴载重时，应采用高等级

面层与强度较高的结合料稳定类材料基层。

5.基层的结构类型可分为**柔性基层**、**半刚性基层**；在**半刚性基层上铺筑面层时**，城市主干路、快速路应适当**加厚面层**或采取**其他措施**以**减轻反射裂缝**。

(二)路基与填料

1.路基分类

从材料上，路基可分为土方路基、石方路基、特殊土路基。**路基断面形式**有：**路堤**——路基顶面高于原地面的填方路基；**路堑**——全部由地面开挖出的路基(又分重路堑、半路堑、半山峒三种形式)；**半填、半挖**——横断面一侧为挖方，另一侧为填方的路基。

2.路基填料

高液限黏土、高液限粉土及含有机质细粒土，不适用做路基填料。因**条件限制**而必须采用上述土做填料时，应**掺加石灰或水泥等结合料**进行改善。

地下水位高时，宜提高路基顶面标高。在设计标高受限制，未能达到中湿状态的路基临界高度时，应选用**粗粒土或低剂量石灰或水泥稳定细粒土做路基填料**。同时应采取在边沟下设置排水渗沟等降低地下水位的措施。

岩石或填石路基顶面应铺设**整平层**。整平层可采用**未筛分碎石**和**石屑或低剂量水泥稳定粒料**，其厚度视路基顶面不平整程度而定，一般 100～150mm。

(三)基层与材料

1.**基层是路面结构中的承重层**，主要承受车辆荷载的竖向力，并把面层下传的应力扩散到土基。基层可分为上基层和底基层，各类基层结构性能、施工或排水要求不同，厚度也不同。

2.应根据道路***交通等级***和***路基抗冲刷能力***来选择基层材料。**湿润**和**多雨地区**，宜采用**排水基层**。**未设垫层**，且路基填料为细粒土、黏土质砂或级配不良砂(承受特重或重交通)，或者为细粒土(承受中等交通)时，应设置**底基层**。底基层可采用级配粒料、水泥稳定粒料或石灰粉煤灰稳定粒料等。

【09 年】：25．水泥混凝土道路基层材料主要根据（）选用。P6

A．道路交通等级　　B．地基容许承载力

C．传递荷载能力　　D．路基抗冲刷能力 E．材料供应能力

3.常用的基层材料

(1)**无机结合料稳定粒料**

无机结合料稳定粒料基层包括石灰稳定土类基层、石灰粉煤灰稳定砂砾基层、石灰粉煤灰钢渣稳定土类基层、水泥稳定土类基层等，其强度高，整体性好，适用于交通量大、轴载重的道路。工业废渣(粉煤灰、钢渣等)混合料的强度、稳定性和整体性均较好，适用于各种路面的基层，但所用工业废渣应性能稳定、无风化、无腐蚀。

(2)**嵌锁型**和**级配型材料**

级配砂砾及级配砾石基层可用作城市**次干道及其以下道路上基层**。**为防止冻胀**和**湿软**，天然砂砾应质地坚硬，**含泥量不应大于砂质量(粒径小于 5mm)的 10%**。级配砾石作次干道及其以下道路底基层时，级配中最大粒径宜小于 53mm，做基层时最大粒径不应大于 37.5mm。

级配碎石及级配砾石基层可用作城市快速路、主干路、次干路及其以下道路基层，也可作为城市快速路、主干路、次干路及其以下道路底基层。嵌缝料应与骨料的最小粒径衔接。

(四)面层与材料

1.高等级沥青路面面层可划分为**磨耗层、面层上层、面层下层**，或称之为上(表)面层、中面层、下(底)面层。

2.沥青路面面层类型

①热拌沥青混合料面层(详见 1K411014)

热拌沥青混合料(HMA)，**包括 SMA**(沥青玛蹄脂碎石混合料)和 **OGFC(大空隙开级配排水式沥青磨耗层)**等嵌挤型热拌沥青混合料；适用于各种等级道路的面层，其种类应按集料公称最大粒径、矿料级配、孔隙率划分。

②冷拌沥青混合料面层

冷拌沥青混合料适用于支路及其以下道路的路面、支路的表面层，以及各级沥青路面的基层、连接层或整平层；**冷拌改性沥青混合料**可用于**沥青路面的坑槽冷补**。

③温拌沥青混合料面层

在**沥青混合料拌制过程中添加合成沸石产生的发泡润滑作用**，使沥青混合料在 120～130℃时拌合。温拌沥青混合料与热拌沥青混合料可以同样适用。

④沥青贯入式面层

沥青贯入式面层宜做**城市次干路以下路面层使用**，其主石料层厚度应依据碎石的粒径确定，厚度不宜超过 100mm。

⑤沥青表面处治面层

主要起**防水层**、**磨耗层**、**防滑层**或**改善碎(砾)石路面**的作用。沥青表面处治面层的集料最大粒径与处治层厚度相匹配。

二、结构层与性能要求

(一)路基

1.路基既为车辆在道路上行驶提供基础条件，也是道路的支撑结构物，对路面的使用性能有重要影响。路基应稳定、密实、均质，对路面结构提供均匀的支承，即路基在环境和荷载作用下不产生不均匀变形。

2.性能主要指标

①**整体稳定性**

在地表上开挖或填筑路基，必然会改变原地层(土层或岩层)的受力状态；原先处于稳定状态的地层，有可能由于填筑或开挖而引起不平衡，导致路基失稳。软土地层上填筑高路堤产生的填土附加荷载如超出了软土地基的承载力，就会造成路堤沉陷；在山坡上开挖深路堑使上侧坡体失去支承，有可能造成坡体坍塌破坏。在不稳定的地层上填筑或开挖路基会加剧滑坡或坍塌。因此，必须保证路基在不利的环境(地质、水文或气候)条件下具有足够的整体稳定性，以发挥路基在道路结构中的强力承载作用。

②**变形量控制**

路基及其下承的地基，在自重和车辆荷载作用下会产生变形，如地基软弱填土过分疏松或潮湿时，所产生的沉陷或固结、不均匀变形，会导致路面出现过量的变形和应力增大，促使路面过早破坏并影响汽车行驶舒适性。因此，必须尽量控制路基、地基的变形量，才能给

路面以坚实的支承。

(二)基层

1.**基层是路面结构中的承重层，主要承受车辆荷载的竖向力，并把面层下传的应力扩散到土基**。且为面层施工提供稳定而坚实的工作面，控制或减少路基不均匀冻胀或沉降变形对面层产生的不利影响。基层受自然因素的影响虽不如面层强烈，但面层下的基层应有足够的水稳定性，以防基层湿软后变形大，导致面层损坏。

2.性能主要指标

①基层应具有足够的、均匀一致的**承载力**和较大的**刚度**；有足够的**抗冲刷能力**和**抗变形能力**，坚实、平整、整体性好。

②**不透水性好**。底基层顶面宜铺设沥青封层或防水土工织物；为防止地下渗水影响路基，排水基层下应设置由水泥稳定粒料或密级配粒料组成的不透水底基层。

(三)面层

1.面层直接承受行车的作用。设置面层结构可以改善汽车的行驶条件，提高道路服务水平(包括舒适性和经济性)，以满足汽车运输的要求。

2.面层是直接同行车和大气相接触的层位，承受行车荷载引起的**竖向力**、**水平力**和**冲击力**的作用，同时又受降水的侵蚀作用和温度变化的影响。因此**面层应具有较高的强度、刚度、耐磨、不透水和高低温稳定性，并且其表面层还应具有良好的平整度和粗糙度**。

3.路面使用指标

①**承载能力**

当车辆荷载作用在路面上，使路面结构内产生应力和应变，如果路面结构整体或某一结构层的强度或抗变形能力不足以抵抗这些应力和应变时，路面便出现开裂或变形(沉陷、车辙等)，降低其服务水平。路面结构暴露在大气中，受到温度和湿度的周期性影响，也会使其承载能力下降。路面在长期使用中会出现疲劳损坏和塑性累积变形，需要维修养护，但频繁维修养护势必会干扰正常的交通运营。为此，路面必须满足设计年限的使用需要，具有足够抗疲劳破坏和塑性变形的能力，即具备相当高的强度和刚度。

②**平整度**

平整的路表面可减小车轮对路面的冲击力，行车产生附加的振动小不会造成车辆颠簸，能提高行车速度和舒适性，不增加运行费用。依靠先进的施工机具、精细的施工工艺、严格的施工质量控制及经常、及时的维修养护，可实现路面的高平整度。为减缓路面平整度的衰变速率，应重视路面结构及面层材料的强度和抗变形能力。

③**温度稳定性**

路面材料特别是表面层材料，长期受到水文、温度、大气因素的作用，材料强度会下降，材料性状会变化，如沥青面层老化，弹性一黏性一塑性逐渐丧失，最终路况恶化，导致车辆运行质量下降。为此，路面必须保持较高的稳定性，即具有较低的温度、湿度敏感度。

④**抗滑能力**

光滑的路表面使车轮缺乏足够的附着力，汽车在雨雪天行驶或紧急制动或转弯时，车轮易产生空转或溜滑危险，极有可能造成交通事故。因此，路表面应平整、密实、粗糙、耐磨，

具有较大的摩擦系数和较强的抗滑能力。路面抗滑能力强，可缩短汽车的制动距离，降低发生交通安全事故的频率。

⑤**透水性**

一般情况下，城镇道路路面应具有不透水性，以防止水分渗入道路结构层和土基，致使路面的使用功能丧失。

⑥噪声量

城市道路使用过程中产生的交通噪声，使人们出行感到不舒适，居民生活质量下降。城市区域应尽量使用低噪声路面，为营造静谧的社会环境创造条件。

近年我国城市开始修筑降噪排水路面，以提高城市道路的使用功能和减少城市交通噪声。沥青路面结构组合：**上面(磨耗层)层采用 OGFC 沥青混合料，中面层、下(底)面层等采用密级配沥青混合料**。既满足沥青路面强度高、高低温性能好和平整密实等路用功能，又实现了城市道路排水降噪的环保功能。

1K411013　掌握水泥混凝土路面构造特点

本条文介绍了水泥混凝土路面结构特点及主要原材料选择。水泥混凝土路面结构的组成包括**路基**(见 1K411012)、**垫层**、**基层**以及**面层**。

一、构造特点

(一)垫层

在**温度和湿度状况不良的环境下**，城市水泥混凝土道路应设置**垫层**，以改善路面结构的使用性能。

1.在**季节性冰冻地区**，道路结构设计总厚度小于最小防冻厚度要求时，根据路基干湿类型和路基填料的特点设置垫层；其差值即是垫层的厚度。**水文地质条件不良**的土质路堑，路基土湿度较大时，宜设置排水垫层。路基可能产生**不均匀沉降或不均匀变形**时，宜加设半刚性垫层。

2.垫层的宽度应与路基宽度相同，其最小厚度为 **150mm**。

3.**防冻垫层和排水垫层**宜采用**砂、砂砾**等颗粒材料。**半刚性**垫层宜采用**低剂量水泥、石灰等无机结合稳定粒料或土类材料**。

(二)基层

1.水泥混凝土道路**基层作用：防止或减轻由于唧泥产生板底脱空和错台等病害**；与垫层共同作用，可**控制或减少**路基不均匀冻胀或体积**变形**对混凝土面层产生的不利影响；为混凝土面层施工**提供稳定而坚实的工作面**，并改善接缝的传荷能力。

2.基层材料的选用原则：根据道路**交通等级**和**路基抗冲刷能力**来选择基层材料。特重交通宜选用贫混凝土、碾压混凝土或沥青混凝土；重交通道路宜选用水泥稳定粒料或沥青稳定碎石；中、轻交通道路宜选择水泥或石灰粉煤灰稳定粒料或级配粒料。湿润和多雨地区，繁重交通路段宜采用排水基层。

3.**基层的宽度**应根据混凝土两层施工方式的不同，比混凝土面层每侧至少宽出 **300mm**(**小型机具**施工时)或 **500mm**(**轨模或摊铺机**施工时)或 **650mm**(**滑模或摊铺机**施工时)。

4.各类基层结构性能、施工或排水要求不同，厚度也不同。

5.为防止下渗水影响路基，排水基层下应设置由水泥稳定粒料或密级配粒料组成的不透水底基层，底基层顶面宜铺设沥青封层或防水土工织物。

6.碾压混凝土基层应设置与混凝土面层相对应的接缝。

(三)面层

1.面层混凝土板通常分为**普通(素)混凝土板、钢筋混凝土板、连续配筋混凝土板、预应力混凝土板等**。目前**我国多采用普通(素)混凝土板**。水泥混凝土面层应具有足够的强度、耐久性(抗冻性)，表面抗滑、耐磨、平整。

2.混凝土板在温度变化影响下会产生胀缩。为防止胀缩作用导致板体裂缝或翘曲，混凝土板设有垂直相交的纵向和横向缝，将混凝土板分为矩形板。一般相邻的接缝对齐，不错缝。每块矩形板的板长按面层类型、厚度并由应力计算确定。

3.**纵向接缝**是根据**路面宽度**和**施工铺筑宽度**设置。一次铺筑宽度小于路面宽度时，应设置带拉杆的平缝形式的纵向施工缝。一次铺筑宽度大于 4.5m 时，应设置带拉杆的假缝形式的纵向缩缝，纵缝应与线路中线平行。

横向接缝：横向施工缝尽可能选在**缩缝或胀缝**处。前者采用加传力杆的平缝形式，后者同胀缝形式。特殊情况下，采用设拉杆的企口缝形式。

胀缝设置：除**夏季施工的板**，且**板厚大于等于 200mm 时可不设胀缝外**，其他季节施工时均应设胀缝。**胀缝间距一般为 100～200m**。**混凝土板边与邻近桥梁等其他结构物相接处或板厚有变化或有竖曲线时**，一般也设胀缝。横向缩缝为假缝时，可等间距或变间距布置，一般不设传力杆。

4.对于特重及重交通等级的混凝土路面，**横向胀缝、缩缝均设置传力杆**。

当板厚按设传力杆确定的混凝土板的自由边不能设置传力杆时，应增设边缘钢筋，自由板角上部增设角隅钢筋。

混凝土既是刚性材料，又属于脆性材料。因此，混凝土路面板的构造，都是为了最大限度发挥其刚性特点，使路面能承受车轮荷载，保证行车平顺；同时又为了克服其脆性的弱点，防止在车载和自然因素作用下发生开裂、破坏，最大限度提高其耐久性，延长服务周期。

5.抗滑构造

混凝土面层应具有较大的粗糙度，即应具备较高的抗滑性能，以提高行车的安全性。因此可采用**刻槽、压槽、拉槽或拉毛**等方法形成一定的构造深度。

二、主要原材料选择

(一)城市快速路、主干路应采用**道路硅酸盐水泥**或**硅酸盐水泥**、**普通硅酸盐水泥**；其他道路可采用矿渣水泥。**水泥**应有**出厂合格证**(含化学成分、物理指标)，**并经复验合格，方可使用。不同等级、厂牌、品种、出厂日期的水泥不得混存、混用。出厂期超过三个月或受潮的水泥，必须经过试验，合格后方可使用**。

(二)粗骨料应采用质地坚硬、耐久、洁净的碎石、砾石、破碎砾石，技术指标应符合规范要求，粗骨料宜使用人工级配，粗骨料的最大公称粒径，碎砾石不得大于 **26.5mm**，碎石不得大于 **31.5mm**，砾石不宜大于 **19.0mm**；钢纤维混凝土粗骨料最大粒径不宜大于 **19.0mm**。

(三)宜采用质地坚硬，**细度模数在 2.5 以上**，符合级配规定的洁净**粗砂、中砂**，技术指标

应符合规范要求。使用机制砂时，还应检验砂浆磨光值，其值宜大于 35，不宜使用抗磨性较差的水成岩类机制砂。**海砂不得直接用于混凝土面层。淡化海砂不得用于城市快速路、主干路、次干路，可用于支路**。

(四)外加剂应符合国家现行《混凝土外加剂》GB 8076 的有关规定，并有合格证。使用外加剂应经掺配试验，确认符合国家现行《混凝土外加剂应用技术规范》 GB 50119 的有关规定方可使用。

(五)钢筋的品种、规格、成分，应符合设计和现行国家标准规定，**具有生产厂的牌号、炉号，检验报告和合格证**，并经复试(含见证取样)合格。钢筋不得**有锈蚀、裂纹、断伤和刻痕等缺陷**。传力杆(拉杆)、滑动套材质、规格应符合规定。

(六)**胀缝板宜用厚 20mm，水稳定性好，具有一定柔性的板材制作**，且**经防腐处理**。填缝材料宜用树脂类、橡胶类、聚氯乙烯胶泥类、改性沥青类填缝材料，并宜加入耐老化剂。

1K411014　熟悉沥青混合料组成与材料

本条文介绍了沥青混合料组成与材料，以及按级配原则划分的结构形式、特点。

一、结构组成与分类

(一)材料组成

1.沥青混合料是一种复合材料，主要由**沥青、粗骨料、细骨料、矿粉**组成，有的还加入**聚合物和木纤维素**拌合而成的混合料的总称；由这些不同质量和数量的材料混合形成不同的结构，并具有不同的力学性质。

2.沥青混合料结构是材料单一结构和相互联系结构的概念的总和，包括沥青结构、矿物骨架结构及沥青—矿粉分散系统结构等。沥青混合料的结构取决于下列因素：矿物骨架结构、沥青的结构、矿物材料与沥青相互作用的特点、沥青混合料的密实度及其毛细孔隙结构的特点。

3.沥青混合料的力学强度，主要由矿物颗粒之间的内摩阻力和嵌挤力，以及沥青胶结料及其与矿料之间的粘结力所构成。

(二)基本分类

1.按**材料组成**及结构分为**连续级配、间断级配混合料**。按**矿料级配组成**及空隙率大小分为**密级配、半开级配、开级配**混合料。

密级配			开级配		半开级配
连续级配		间断级配	间断级配		沥青碎石
沥青混凝土	沥青稳定碎石	沥青玛蹄脂碎石	排水式沥青磨耗层	排水式沥青碎石基层	

2.按**公称最大粒径**的大小可分为**特粗式**(公称最大粒径大于 31.5mm)、**粗粒式**(公称最大粒径等于或大于 26.5mm)、**中粒式**(公称最大粒径 16mm 或 19mm)、**细粒式**(公称最大粒径 9.5mm 或 13.2mm)、**砂粒式**(公称最大粒径小于 9.5mm)沥青混合料。

3.按**生产工艺**分为**热拌沥青混合料、冷拌沥青混合料、再生沥青混合料**等。详见 1K411012。

(三)结构类型

沥青混合料，可分为按**嵌挤原则构成**和按**密实级配原则构成**的两大结构类型。

1.**按嵌挤原则构成的沥青混合料的结构强度，是以矿质颗粒之间的嵌挤力和内摩阻力为主、沥青结合料的粘结作用为辅而构成的。**这类路面是以较粗的、颗粒尺寸均匀的矿物构成骨架，沥青结合料填充其空隙，并把矿料粘结成一个整体。这类沥青混合料的结构强度**受自然因素(温度)的影响较小**。

2.**按密实级配原则构成**的沥青混合料的结构强度，**是以沥青与矿料之间的粘结力为主**，矿质颗粒间的嵌挤力和内摩阻力为辅而构成的。这类沥青混合料的结构强度**受温度的影响较大**。

3.**按级配原则构成**的沥青混合料，其结构组成通常有下列三种形式：

(1)**密实——悬浮结构**：由次级骨料填充前级骨料(较次级骨料粒径稍大)空隙的沥青混凝土具有很大的密度，但由于前级骨料被次级骨料和沥青胶浆分隔，不能直接互相嵌锁形成骨架，因此该结构具有**较大的黏聚力 c，但内摩擦角 φ 较小，高温稳定性较差。通常按最佳级配原理进行设计**。

(2)**骨架——空隙结构**：粗骨料所占比例大，细骨料很少甚至没有。粗骨料可互相嵌锁形成骨架，嵌挤能力强；但细骨料过少不易填充粗骨料之间形成的较大的空隙。该结构**内摩擦角 φ 较高，但黏聚力 c 也较低。沥青碎石混合料**(AN)和 **OGFC 排水沥青混合料**是这种结构**典型代表**。

(3)**骨架——密实结构**：较多数量的**断级配**粗骨料形成空间骨架，发挥嵌挤锁结作用，同时由适当数量的细骨料和沥青填充骨架间的空隙形成既嵌紧又密实的结构。**该结构不仅内摩擦角 φ 较高，黏聚力 c 也较高，是综合以上两种结构优点的结构。沥青玛谛脂混合料(简称 SMA)是这种结构典型代表**。

三种结构的沥青混合料由于密度 ρ、空隙率 VV、矿料间隙率 VMA 不同，使它们在稳定性和路用性能上亦有显著差别。它们的典型结构组成示意图见图 1K411014。

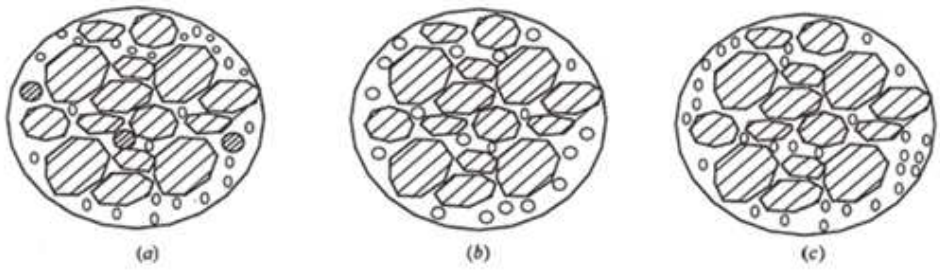


图 1K411014　沥青混合料的结构组成示意图

(a)　悬浮密实结构；(b)骨架空隙结构；(c)骨架密实结构

二、主要材料与性能

(一)沥青

我国行业标准《城镇道路工程施工与质量验收规范》 CJJ 1 规定：**城镇道路面层宜优先采用 A 级沥青，不宜使用煤沥青**。其主要技术性能如下：

1.粘结性

沥青材料在外力作用下，沥青粒子产生相互位移的抵抗变形的能力即**沥青的黏度**。常用的是条件黏度，我国《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40 也列入了 **60℃动力黏度**(绝对黏

度)作为**道路石油沥青的选择性指标**。对高等级道路，夏季高温持续时间长、重载交通、停车场等行车速度慢的路段，尤其是**汽车荷载剪应力大的结构层，宜采用稠度大(针入度小)**的沥青；**对冬季寒冷地区、交通量小的道路宜选用稠度小的沥青**。当需要满足高、低温性能要求时，应优先考虑高温性能的要求。

2.感温性

沥青材料的黏度**随温度变化的感应性。表征指标之一是软化点**，指的是沥青在特定试验条件下达到一定黏度时的条件温度。软化点高，意味着等黏温度也高，因此软化点可作为反应感温性的指标。《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40 规范新增了**针入度指数(PI)**这一指标，它是应用针入度和软化点的试验结果来表征沥青感温性的一项指标。对**日温差、年温差大的地区宜选用针入度指数大的沥青**。高等级道路，夏季高温持续时间长的地区、重载交通、停车站、有信号灯控制的交叉路口、车速较慢的路段或部位需选用软化点高的沥青；反之，则用软化点较小的沥青。

3.**耐久性**

沥青材料在生产、使用过程中，受到热、光、水、氧气和交通荷载等外界因素的作用而逐渐变硬变脆，改变原有的黏度和低温性能，这种变化称为沥青的老化。**沥青应有足够的抗老化性能即耐久性**，使沥青路面具有较长的使用年限。我国相关规范规定，采用**薄膜烘箱加热试验**，测老化后沥青的质量变化、残留针人度比、残留延度(10℃或 5℃)等来反映其抗老化性。通过水煮法试验，测定沥青和骨料的黏附性，反映其抗水损害能力，等级越高，黏附性越好。

4.**塑性**

沥青材料**在外力作用下发生变形而不被破坏的能力**，即反映沥青**抵抗开裂的能力**。过去曾采用 25℃的延度而不能比较黏稠石油沥青的低温性能。现行规范规定：25℃延度改为 **10℃延度或 15℃延度**，不同标号的沥青延度就有了明显的区别，从而反映出它们的低温性能，一般认为，**低温延度越大，抗开裂性能越好。在冬季低温或高、低温差大的地区，要求采用低温延度大的沥青，**

5.安全性

确定沥青**加热熔化时的安全温度界限**，使沥青安全使用有保障。有关规范规定，通过闪点试验测定沥青加热点闪火的温度——闪点，确定它的安全使用范围。沥青越软(标号高)，闪点越小。如沥青标号 110 号到 160 号，闪点不小于 230℃，标号 90 号不小于 245℃。

(二)粗骨料

1.粗骨料应洁净、干燥、表面粗糙；质量技术要求应符合《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1 有关规定。

2.每种粗骨料的粒径规格(即级配)应符合工程设计的要求。

3.粗骨料应具有较大的表观相对密度，较小的压碎值、洛杉矶磨耗损失、吸水率、针片状颗粒含量、水洗法＜0.075mm 颗粒含量和软石含量。如**城市快速路、主干道路表面层粗骨料压碎值不大于 26%**、吸水率不大于 2.0%等。

4.城市快速路、主干道路的表面层(或磨耗层)的粗骨料的磨光值 PSV 应不少于 36～42(雨

量气候分区中干旱区一潮湿区)，以满足沥青路面耐磨的要求。

5.粗骨料与沥青的黏附性应有较大值，城市快速路、主干道的骨料对沥青的黏附性不应大于等于 4 级，次干路及以下道路在潮湿区应大于或等于 3 级。

(三)细骨料

1.细骨料应洁净、干燥、无风化、无杂质，质量技术要求应符合《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1 有关规定。

2.**热拌密级配沥青混合料**中**天然砂**用量不宜超过骨料总量的 **20%**，**SMA**、**OGFC 不宜**使用**天然砂**。

(四)矿粉

1.应采用石灰岩等**憎水性石料**磨成，且应洁净、干燥，不含泥土成分，外观无团粒结块。

2.城市快速路、主干道的沥青路面**不宜采用粉煤灰**作填料。

3.沥青混合料用矿粉质量要求应符合《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1 有关规定。

(五)纤维稳定剂

1.木质纤维技术要求应符合《城镇道路工程施工与质量验收规范》 CJJ 1 有关规定。

2.**不宜使用石棉纤维**。

3.纤维稳定剂应在 **250℃**高温条件下不变质。

三、热拌沥青混合料主要类型

(一)普通沥青混合料即 AC 型沥青混合料，适用于城市次干道、辅路或人行道等场所。

(二)改性沥青(Modified bitumen)混合料

1.改性沥青(Modified bitumen)混合料是指掺加橡胶、树脂、高分子聚合物、磨细的橡胶粉或其他填料等外掺剂(改性剂).使沥青或沥青混合料的性能得以改善制成的沥青混合料。

2.**改性沥青(Modified bitumen)混合料**与 AC 型混合料相比具有较高的路面抗流动性**即高温下抗车辙的能力**，良好的路面柔性和弹性即**低温下抗开裂的能力**，**较高的耐磨耗能力**和**延长使用寿命**。

3.改性沥青(Modified bitumen)混合料面层适用城市主干道和城镇快速路。

(三)沥青玛蹄脂碎石混合料(Stone mastic asphalt，简称 SMA)

1.SMA(混合料)是一种以沥青、矿粉及纤维稳定剂组成的沥青玛蹄脂结合料，填充于间断级配的矿料骨架中，所形成的混合料。

2.**SMA 是一种间断级配的沥青混合料**，5mm 以上的粗骨料比例高达 70%～80%。矿粉的用量达 7% ～13%(“粉胶比”超出通常值 1.2 的限制)；沥青用量较多；高达 6.5%～7%，粘结性要求高，且**选用针入度小、软化点高、温度稳定性好的沥青**。

3.SMA 是当前国内外使用较多的一种抗变形能力强，耐久性较好的沥青面层混合料；**适用于城市主干道和城镇快速路。**

(四)改性(沥青)SMA

1.采用改性沥青，材料配比采用 SMA 结构形式。

2.路面有非常好的高温抗车辙能力、低温变形性能和水稳定性，且构造深度大，抗滑性能

好、耐老化性能及耐久性等路面性能都有较大提高。

3.适用于交通流量和行驶频度急剧增长，客运车的轴重不断增加，严格实行分车道单向行驶的城镇主干道和城镇快速路。

1K411015　了解沥青路面材料的再生应用

本条文介绍了沥青路面材料再生利用技术机理、再生剂的技术要求、再生沥青混合料配合比的确定因素及厂拌生产工艺。

一、再生目的与意义

(一)再生机理

1.沥青路面材料在沥青混合料拌制、运输、施工和沥青路面使用过程中，由于加热和各种自然因素的作用，沥青逐渐老化，胶体结构改变，导致沥青针入度减小、黏度增大，延度降低，反映沥青流变性质的复合流动度降低，沥青的非牛顿性质更为显著。沥青的老化削弱了沥青与骨料颗粒的粘结力，造成沥青路面的硬化，进而使路面粒料脱落、松散，降低了道路耐久性。

2.**旧沥青路面材料的再生，关键在于沥青的再生。沥青的再生是沥青老化的逆过程**。在已老化的旧沥青中，加入某种组分的低黏度油料(即再生剂)，或者加入适当稠度的沥青材料，经过科学合理的工艺，调配出具有适宜黏度并符合路用性能要求的再生沥青。再生沥青比旧沥青复合流动度有较大提高，流变性质大为改善。

(二)再生效益

1.沥青路面材料再生技术是将需要翻修或者废弃的旧沥青混凝土路面，经过翻挖、回收、破碎、筛分，再添加适量的新骨料、新沥青，重新拌合成为具有良好路用性能的再生沥青混合料，用于铺筑路面面层或基层的整套工艺技术。

2.沥青路面材料再生利用，能够节约大量的沥青和砂石材料，节省工程投资。同时，有利于处理废料，节约能源，保护环境，因而具有显著的经济效益和社会效益。

二、再生剂技术要求与选择

(一)再生剂**作用**

1.当沥青路面中的旧沥青的黏度高于 106Pa·s 或针入度小于 40 (0.1mm)时，应在旧沥青中加入低黏度的胶结料——再生剂，**调节过高的黏度并使脆硬的旧沥青混合料软化**，便于充分分散，和新料均匀混合。

2.再生剂还能渗入旧沥青中，使其已凝聚的沥青质重新熔解分散，调节沥青的胶体结构，**改善沥青流变性质**。

3.再生剂主要采用**低黏度石油系的矿物油**，如精制润滑油时的抽出油、润滑油、机油和重油等，为节省成本，工程上可用上述各种油料的废料。

(二)技术要求

1.具有软化与渗透能力，即具备适当的**黏度**；

2.具有良好的**流变性质**，复合流动度接近 1，显现牛顿液体性质；

3.具有溶解分散沥青质的能力，即应**富含芳香酚**。可以再生效果系数 K——再生沥青的延度与原(旧)沥青延度的比值表征旧沥青添加再生剂后恢复原沥青性能的能力；

4.具有**较高的表面张力**；

5.必须具有良好的**耐热化**和**耐候性**(以试验薄膜烘箱试验前后黏度比衡量)。

【10 年】：23．沥青混凝土路面的再生利用中，对采用的再生剂的技术要求有（　　）。

A．具有良好的流变性质　　B．具有适当黏度 C．具有良好的塑性　　D．具有溶解分散沥青质的能力

E．具有较高的表面张力

【答案】ABDE

(三)技术指标

1.根据我国目前研究成果，再生剂的推荐是：25℃黏度：0.01～20Pa·s；25℃复合流动度＞0.90；芳香酚含量＞30%；25℃表面张力＞36×10^{-3} N/m；薄膜烘箱试验黏度比($\eta_{后}/\eta_{前}$)＜3。

2.日本的再生剂质量标准还要求：不含有毒物质；根据施工性能和旧料物理性能恢复的能力确定 60℃黏度；应有足够高的闪点(施工安全性)；规定了薄膜烘箱试验后的黏度比和质量变化(保证再生路面的耐久性)。

三、再生材料生产与应用

(一)再生混合料配合比

1.再生沥青混合料配合比设计可采用普通热拌沥青混合料的设计方法，包括骨料级配、混合料的各种物理力学性能指标的确定。经验表明：再生沥青混合料的配合比设计，应考虑旧路面材料的品质，即回收沥青的老化程度，旧料中沥青的含量和骨料级配，必须在旧料配合比、骨料级配、再生沥青性能等方面调配平衡。

2.再生剂选择与用量的确定应考虑**旧沥青的黏度、再生沥青的黏度、再生剂的黏度**等因素。

3.再生沥青混合料中旧料含量：如直接用于路面面层，**交通量较大**，则**旧料**含量取低值，占 **30%～40%**；**交通量不大时**用高值，旧料含量**占 50%～80%**。

(二)生产工艺

1.再生沥青混合料生产可根据再生方式、再生场地、使用机械设备不同而分为热拌、冷拌再生技术，人工、机械拌合，现场再生、厂拌再生等。采用间歇式拌合机拌制时，旧料含量一般不超过 30%，采用滚筒式拌合机拌制时，旧料含量可达 40%～80%。

2.目前**再生沥青混合料最佳沥青用量的确定方法**采用**马歇尔试验方法**，技术标准原则上参照热拌沥青混合料的技术标准。由于再生沥青混合料组成的复杂性，个别指标可适当放宽或不予要求，并根据试验结果和经验确定。

【07 年】：4.确定再生沥青混合料最佳沥青用量的方法是(　)。P13

A.马歇尔试验法　　B.针入度试验法　　C.延度试验法　　D.水煮试验法

3.再生沥青混合料性能试验指标有：**空隙率、矿料间隙率、饱和度、马歇尔稳定度、流值**等。

4.再生沥青混合料的检测项目有**车辙试验动稳定度、残留马歇尔稳定度、冻融劈裂抗拉强度比**等，其技术标准参考热拌沥青混合料标准。

(三)再生混合料用于路面下层时，在保证再生混合料质量的基础上宜尽可能多地使用旧料。

1K411020　城镇道路路基施工

1K411021　掌握城镇道路路基施工技术

本条介绍了城市道路路基工程施工的特点、施工程序、施工要求及质量检验的要点。

一、路基施工特点与程序

(一)施工特点

1.城市道路路基工程施工处于露天作业，受自然条件影响大；在工程施工区域内的专业类型多、结构物多、各专业管线纵横交错；专业之间及社会之间配合工作多、干扰多，导致施工变化多。

2.城市道路路基工程包括**路基(路床)本身及有关的土(石)方、沿线的涵洞、挡土墙、路肩、边坡、排水管线**等项目。

3.路基施工以**机械作业为主，人工配合为辅**；**人工配合土方作业时，必须设专人指挥**；采用**流水或分段平行作业方式**。

(二)基本流程

1.**准备工作**

(1)按照**交通导行方案**设置围挡，导行临时交通。

(2)开工前，**施工项目技术负责人**应依据获准的施工方案向施工人员进行**技术安全交底**，强调工程难点、技术要点、安全措施。使作业人员掌握要点，明确责任。

(3)施工控制桩**放线测量**，建立测量控制网，恢复中线，补钉转角桩、路两侧外边桩等。

2.**附属构筑物**

(1)地下管线、涵洞(管)等构筑物是城镇道路路基工程中必不可少的组成部分。涵洞(管)等构筑物可与路基(土方)同时进行，但**新建的地下管线施工必须遵循“先地下，后地上”、“先深后浅”的原则**。

(2)既有地下管线等构筑物的拆改、加固保护。

(3)修筑地表水和地下水的排除设施，为后续的土、石方工程施工创造条件。

3.**路基(土、石方)施工**

开挖路堑、填筑路堤，整平路基、压实路基、修整路床，修建防护工程等。

二、路基施工要点

(一)填土路基

当原地面标高低于设计路基标高时，需要填筑土方(即填方路基)。

1.路基填土不得使用腐殖土、生活垃圾土、淤泥、冻土块或盐渍土。填土内不得含有草、树根等杂物，粒径超过 100mm 的土块应打碎。

2.排除原地面积水，清除树根、杂草、淤泥等。应妥善处理坟坑、井穴，并分层填实至原基面高。

3.填方段内应事先找平，当地面坡度陡于 1:5 时，需修成台阶形式，每层台阶高度不宜大于 300mm，宽度不应小于 1.0m。

4.根据测量中心线桩和下坡脚桩，**分层填土，压实**。

5.碾压前检查铺筑土层的**宽度与厚度**，合格后即可碾压，碾压**“先轻后重”，最后碾压应采用不小于 12t 级的压路机。**

6.填方高度内的管涵顶面填土 **500mm** 以上才能用压路机碾压。

7.**填土至最后一层时，应按设计断面、高程控制填土厚度，并及时碾压修整**。

(二)挖土路基

当路基设计标高低于原地面标高时，需要挖土成型——挖方路基。

1.路基施工前，应将现况地面上积水排除、疏干，将树根坑、粪坑等部位进行技术处理。

2.根据测量中线和边桩开挖。

3.**挖方段不得超挖，应留有碾压而到设计标高的压实量。**

4.**压路机不小于 12t 级，碾压应自路两边向路中心进行，直至表面无明显轮迹为止。**

5.碾压时，**应视土的干湿程度而采取洒水或换土、晾晒等措施**。

6.**过街雨水支管沟槽及检查井周围应用石灰土或石灰粉煤灰砂砾填实**。

(三)石方路基

1.修筑填石路堤应进行地表清理，先码砌边部，然后逐层水平填筑石料，确保边坡稳定。

2.**先修筑试验段**，以确定**松铺厚度、压实机具组合、压实遍数及沉降差**等施工参数。

3.填石路堤宜选用 **12t 以上的振动压路机、25t 以上轮胎压路机或 2.5t 的夯锤压(夯)实**。

4.路基方范围内管线、构筑物四周的沟槽宜回填土料。

三、质量检查与验收

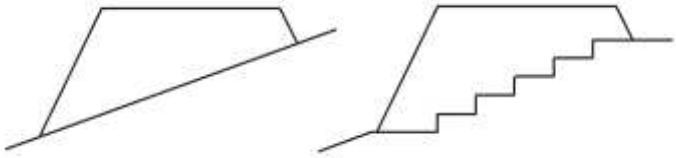
检验与验收项目：主控项目为**压实度**和**弯沉值**(mm/100)；**一般项目**有**路基允许偏差**和**路床**、**路堤边坡**等要求。

1K411022　掌握城镇道路路基压实作业要点

本条介绍了城市道路路基压实作业的要点，应掌握：依据工程的实际情况，合理选用压实机具、压实方法与压实厚度三者的关系，达到所要求的压实密度。

一、路基材料与填筑

(一)材料要求



1.应符合设计要求和有关规范的规定。**填料的强度(CBR)值**应符合设计要求，其最小强度值应符合表 1K411022 的规定。

2.不应使用**淤泥、沼泽土、泥炭土、冻土、有机土及含生活垃圾的土**做路基填料。

路基填料强度(CBR)的最小值　　**表 1K411022**

填方类型	路床顶面以下深度(cm)	最小强度(%)	
		城市快速路、主	其他等级道路

		干路	
路床	0～30	8.0	6.0
路基	30～80	5.0	4.0
路基	80～150	4.0	3.0
路基	＞150	3.0	2.0

(二)填筑

1.填土应分层进行。下层填土合格后，方可进行上层填筑。**路基填土宽度应比设计宽度宽500mm**。

2.对过湿土翻松、晾干，或对过干土均匀加水，使其**含水量接近最佳含水量**范围之内。

二、路基压实施工要点

(一)试验段

1.在正式进行路基压实前，有条件时应做试验段，以便取得路基或基层施工相关的技术参数。

2.试验目的主要有：

(1)**以便确定路基预沉量值**。

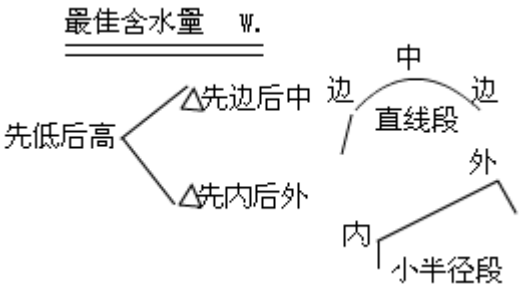
(2)**合理选用压实机具**；选用机具考虑因素有道路不同等级、工程量大小、施工条件和工期要求等。

(3)按压实度要求，**确定压实遍数**。

(4)**确定路基宽度内每层虚铺厚度**。

(5)根据**土的类型、湿度、设备及场地条件，选择压实方式**。

(二)路基下管道回填与压实



1.当管道位于路基范围内时，其沟槽的回填土压实度应符合《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 的规定，且**管顶以上 500mm** 范围内**不得使用压路机**。

2.当管道结构顶面至路床的**覆土厚度不大于 500mm** 时，应**对管道**结构进行**加固**。

3.当管道结构顶面至路床的**覆土厚度在 500～800mm** 时，路基压实对**应对管道结构采取保护或加固措施**。

(三)路基压实

1.压实方法(式)：**重力压实(静压)**和**振动压实**两种。

2.土质路基压实原则：**“先轻后重、先静后振、先低后高、先慢后快，轮迹重叠”**。压路机最快速度不宜超过 4km/h。

【10 年】：22．城市道路土质路基压实的原则有（　　）。

A．先轻后重　B．先慢后快 C．先静后振　D．轮迹重叠 E．先高后低

【答案】ABCD

3.碾压应**从路基边缘向中央进行，压路机轮外缘距路基边应保持安全距离。**

4.**碾压不到的部位**应采用**小型夯压机夯实，防止漏夯**，要求**夯击面积重叠 1/4～1/3**。

三、土质路基压实质量检查

(一)主要检查各层压实度和弯沉值，不符合质量标准时应采取措施改进。

(二)路床应平整、坚实，无显著轮迹、翻浆，波浪、起皮等现象。

(三)路堤边坡应密实，稳定，平顺。

1K411023　热悉岩土分类与不良土质处理方法

本条文以道路工程为主介绍常见土的分类及不良土质(路基)常见处理方法。

一、工程用土分类

(一)工程用土分类

1.依据《土的工程分类标准》 GB/T 50145，工程用土指工程勘察、建筑物地基、堤坝填料和地基处理等所涉及的土类，有机土指土料中大部分成分为有机物质的土。

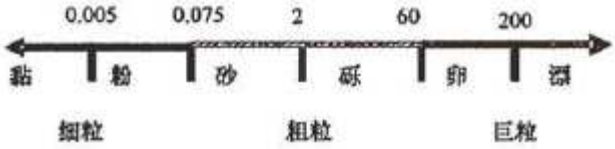


图 1K411023　土的分类和土颗粒粒径关系（单位：mm）

2.工程用土的类别应根据下列土的指标确定：

(1)土颗粒组成及其特征：土的分类和土颗粒粒径关系见图 1K411023 所示。

(2)土的塑性指标：液限(ω_L)、塑限(ω_P)和塑性指数(I_P)。

(二)按照土的坚实系数分类

1.一类土，**松软土**

主要包括砂土、粉土、冲积砂土层、疏松种植土、淤泥(泥炭)等，坚实系数为 0.5～0.6。

2.二类土，**普通土**

主要包括粉质黏土，潮湿的黄土，夹有碎石，卵石的砂，粉土混卵(碎)石；种植土、填土等，坚实系数为 0.6～0.8。

3.三类土，**坚土**

主要包括软及中等密实黏土，重粉质黏土，砾石土，干黄土、含有碎石卵石的黄土、粉质黏土；压实的填土等；坚实系数为 0.8～1.0。

4.四类土，**砂砾坚土**

主要包括坚硬密实的黏性土或黄土，含有碎石卵石的中等密实的黏性土或黄土，粗卵石；天然级配砂石，软泥灰岩等；坚实系数为 1.0～1.5。

5.五类土，**软石**

主要包括硬质黏土，中密的页岩、泥灰岩、白垩土；胶结不紧的砾岩，软石灰及贝壳石灰石等；坚实系数为 1.5～4.0。

二、土的性能参数

(一)土的工程性质

1.土的强度性质

土的工程性质除表现为坚实系数外，还表现在土的强度性质。土的强度性质与其颗粒粒径级配有关外，还与土的三相(固体颗粒、水和气)组成部分之间的比例有关。土体由固、液、气三相组成。其中固相是以颗粒形式的散体状态存在。固、液、气三相间相互作用对土的工程性质有很大的影响。

2.土体应力应变

土体应力应变关系的复杂性从根本上讲都与土颗粒相互作用有关，土的密实状态决定其力学性质。通过土中固、液、气相的相互作用研究还有助于促进非饱和土力学理论的发展，有助于进一步了解各类非饱和土的工程性质。

(二)路用工程(土)主要性能参数

含水量 W：土中水的质量与干土粒质量之比，即 $W=W_w/W_s$，%；

天然密度 ρ：土的质量与其体积之比，即 ρ=W/V，(g/cm^3，t/m^3)；

孔隙比 e：土的孔隙体积与土粒体积之比，即 $e=V_v/V_s$；

塑限 ω_p:土由可塑状态转为半固体状态时的界限含水量为塑性下限，称为塑性界限，简称塑限；

塑性指数 I_p：土的液限与塑限之差值，$I_p=\omega_L-\omega_p$，即土处于塑性状态的含水量变化范围，表征土的塑性大小；

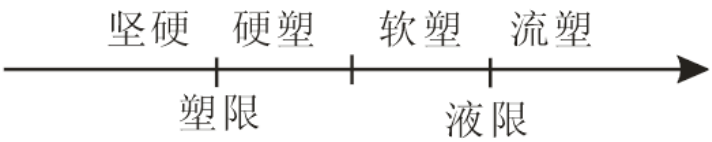
液性指数 I_L：土的天然含水量与塑限之差值对塑性指数之比值，$I_L=(\omega-\omega_p)/I_p$，$I_L$ 可用以判别土的软硬程度；

$I_L<0$ 坚硬、半坚硬状态，

$0\le I_L<0.5$ 硬塑状态，

$0.5\le I_L<1.0$ 软塑状态，

$I_L\ge 1.0$ 流塑状态。



【09 年】：5．路基土液性指数 IL=0.5，则该土属于（）状态。P17

A．流塑　　B．软塑　　C．硬塑　　D．半坚硬

孔隙率 n：土的孔隙体积与土的体积(三相)之比，即 $n=V_v/V$，%。

土的压缩性指标 E_s：$E_s=1+e_c/a$，为土的天然孔隙比，a 为从土的自重应力至土的自重加附加应力段的压缩系数。

(三)土的强度性质通常是指土体的抗剪强度，即土体抵抗剪切破坏的能力。土体会因受拉而开裂，也可因受剪而破坏。土体中各点的力学性质会因其物理状态的不均而不同，因此土体的剪切破坏可能是局部的，也可能是整体破坏。

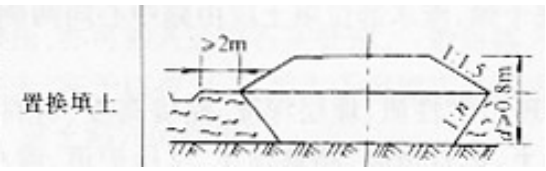
道路工程中不良土质路基需解决的主要问题是**提高地基承载力、土坡稳定性等**，处理方法选择应经技术经济比较，因地制宜。

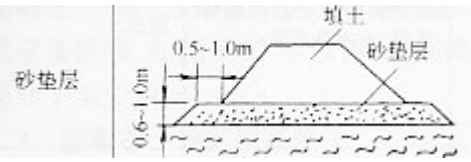
三、不良土质路基的处理方法：

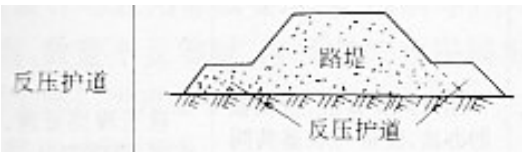
(一)淤泥、淤泥质土及天然强度低、压缩性高、透水性小的一般黏土统称为软土。由淤泥、淤泥质土、水下沉积的饱和软黏土为主组成的软土在我国南方有广泛分布，这些土都具有**天然含水量较高、孔隙比大**、透水性差、压缩性高、**强度低**等特点。软土地区路基的主要**破坏形式**是**沉降过大引起路基开裂损坏**。在较大的荷载作用下，地基易发生整体剪切、局部剪切或刺入破坏，造成路面沉降和路基失稳；因孔隙水压力过载(来不及消散)、剪切变形过大，会

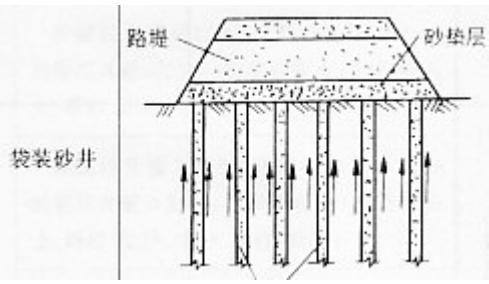
造成路基边坡失稳。

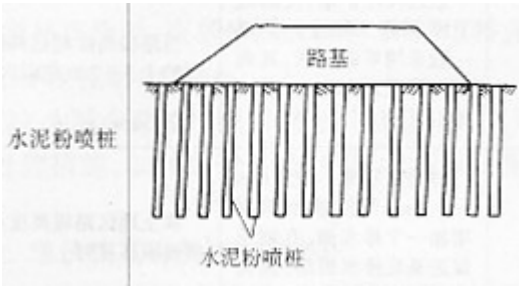
软土基处理施工方法有数十种，常用的处理方法有**表层处理法**、**换填法**、**重压法**、**垂直排水固结法**等方法；具体可采取**置换土**、**抛石挤淤**、**砂垫层置换**、**反压护道**、**砂桩**、**粉喷桩**、**塑料排水板及土工织物**等处理措施。除选择就地处理方法时应满足安全可靠的要求外，还应综合考虑**工程造价**、**施工技术**和**工期等因素**，选择一种或数种方法综合应用。

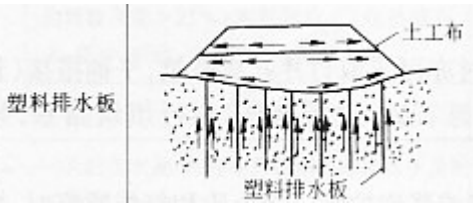












(二)湿陷性黄土土质较均匀、结构疏松、孔隙发育。在**未受水浸湿时，一般强度较高，压缩性较小。当在一定压力下受水浸湿，土结构会迅速破坏**，产生较大附加下沉，**强度迅速降低**。由于大量节理和裂隙的存在，黄土的抗剪强度表现出明显的各向异性。主要病害**有路基路面发生变形、凹陷、开裂，道路边坡发生崩塌、剥落，道路内部易被水冲蚀成土洞和暗河**。为保证路基的稳定，在湿陷性黄土地区施工应注意采取特殊的加固措施，减轻或消除其湿陷性。

湿陷性黄土路基处理施工除采用**防止地表水下渗**的措施外，可根据工程具体情况采取**换土法**、**强夯法**、**挤密法**、**预浸法**、**化学加固法**等方法因地制宜进行处理，并采取措施做好路基的防冲、截排、防渗。**加筋土挡土墙**是湿陷性黄土地区得到迅速推广的有效防护措施。

【10 年】：21．深厚的湿陷性黄土路基，可采用（　　）处理。

A．堆载预压法　　B．灰土垫层法　　C．强夯法　　D．排水固结法　　E．灰土挤密法

【答案】BCE

【06 年】3.为保证湿陷性黄土路基的稳定，宜采取的加固措施是(　)。P18

A.强夯法　　B.换填法　　C.排水固结法　　D.堆载预压法

(三)具有吸水膨胀性或失水收缩特性的高液限黏土称为**膨胀土**，该类土具有**较大的塑性指数**。在坚硬状态下该土的工程性质较好。但其**显著的胀缩特性**可使路基发生变形、位移、开裂、隆起等严重的破坏。

膨胀土路基应主要解决的问题是减轻和消除路基胀缩性对路基的危害，可采取的措施包括用**灰土桩、水泥桩或用其他无机结合料对膨胀土路基进行加固和改良**；也可用**开挖换填、堆载预压**对路基进行加固。**同时应采取措施做好路基的防水和保湿**，如设置排水沟，采用不透水的面层结构，在路基中设不透水层，在路基裸露的边坡等部位植草、植树等措施；可调节路基内干湿循环，减少坡面径流，并增强坡面的防冲刷、防变形、防溜塌和滑坡能力。

(四)冻土分为季节性冻土和多年性冻土两大类。冻土在冻结状态强度较高、压缩性较低。融化后承载力急剧下降，压缩性提高，地基容易产生**融沉**。而冻土中产生的**冻胀**对地基不利。一般土颗粒愈细，含水量愈大，土的冻胀和融沉性愈大，反之愈小。在城市道路中，土基冻胀量与冻土层厚度成正比。不同土质与压实度不均匀也容易发生不均匀沉降。

对于季节性冻土，为了防止路面因路基冻胀发生变形而破坏，在路基施工中应注意以下几点：

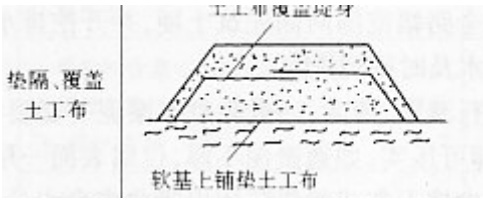
1.应尽量**减少和防止道路两侧地表水或地下水在冻结前或冻结过程中渗入到路基顶部**，可增加路基总高度，使其满足最小填土高度要求。

2.**选用不发生冻胀的路面结构层材料**。了解不同路面材料、土基及路面下的冰冻深度与温度之间的关系，使土基冻层厚度不超过一定限度。控制土基的冻胀量不超过允许值。

3.对于不满足防冻胀要求的结构，可采用**调整结构层的厚度或采用隔温性能好的材料等措施来满足防冻胀要求**。多孔矿渣是较好的隔温材料。

4.为防止不均匀冻胀，**防冻层厚度**(包括路面结构层)应不低于标准的规定。

1K411024　了解水对城镇道路路基的危害



本条以城镇道路工程为主简要介绍地表水、地下水分类及对工程施工的不利影响。

一、地下水分类与水土作用

(一)地下水分类

1.地下水是埋藏在地面以下土颗粒之间的孔隙、岩石的孔隙和裂隙中的水。土中水有固、液、气三种形态，其中液态水有**吸着水、薄膜水、毛细水和重力水**，其中**毛细水可在毛细作用下逆重力方向上升一定高度，在 0℃以下毛细水仍能移动、积聚，发生冻胀**。

2.从工程地质的角度，根据**地下水的埋藏条件**又可将地下水分为**上层滞水、潜水、承压水**(图 1K411024)。**上层滞水分布范围有限，但接近地表**，水位受气候、季节影响大，大幅度的水位变化会给工程施工带来困难。潜水分布广，与道路等市政公用工程关系密切。在干旱和半干旱的平原地区，若**潜水的矿化度较高**，而水位埋藏较浅，应**注意土的盐渍化**。盐渍土可使路基出现盐胀和吸湿软化，因此在该地区筑路要做好排水工作，并可以采用隔离层等措施。**承压水**存在于地下两个隔水层之间，**具有高水头补给，一般需注意其向上的排泄**，即对潜水和地表水的补给或以上升泉的形式出露。

【07 年】：24，从工程地质的角度，根据埋藏条件可将地下水分为(　)。P19

A.毛细水　　B.上层滞水　　C.重力水　　D.潜水　　E.承压水

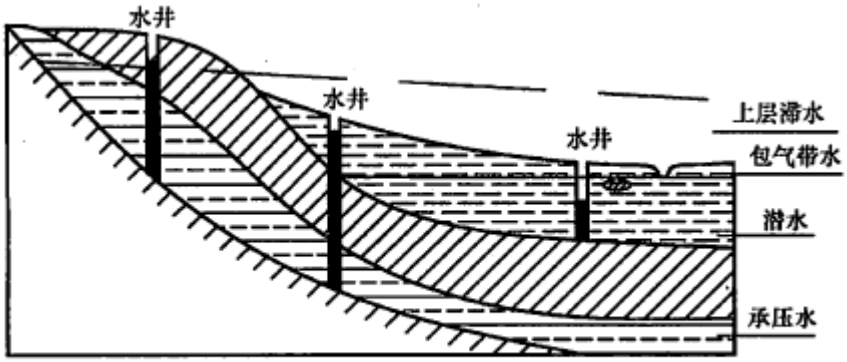


图 1K411024　地下水埋藏条件与分类示意图

(二)水土作用

1.工程实践表明：给道路路基的施工、运行与维护造成危害的诸多因素中，**影响最大、最持久的是地下水**。水与土体相互作用，可以使土体的强度和稳定性降低，致使道路路基或地下构筑物周围土体软化，并可能产生滑坡、沉陷、潜蚀、管涌、冻胀、翻浆等事故。因此市政公用工程，特别是城镇道路的安全运行必须考虑沿线地下水的类型、埋藏条件及活动规律，以便采取措施保证工程安全。

2.道路沿线地表水积水及排泄方式，临近的河道洪水位和常水位的变化；也会给路基带来滑坡、沉陷、冻胀、翻浆等危害。为防止水流等因素对路堤或路堑边坡的危害，保证路基边坡的稳定性，应根据当地的具体条件和工作特点，分别采取防护与加固措施，并应考虑与当地环境协调，注意街道美观。

3.地下水位和地下水的运动规律，其他形式的水文和水文地质因素对路基或其他构筑物基础的稳定性有影响，也是影响主体结构安全和运行安全的重要因素，需要在工程建设和维护运行中采取必要措施。

二、地下水和地表水的控制

(一)路基排水

1.路基的各种病害或变形的产生，都与地表水和地下水的浸湿和冲刷等破坏作用有关。要保证路基的稳定性，提高路基抗变形能力，必须采取相应的排水措施或隔水措施，以消除或减轻水对路基稳定的危害。

2.路基排水分为**地面**和**地下**两类。一般情况下可以通过设置各种管渠、地下排水构筑物等办法达到迅速排水的目的。在有地下水或地表水水流危害路基边坡稳定时，可设置渗沟或截水沟。边坡较陡或可能受到流水冲刷时，可设置各种类型的护坡、护墙等。

(二)路基隔(截)水

1.地下水位接近或高于路槽地面标高时，应设置**暗沟、渗沟**或**其他设施**，以排除或截断地下水流，降低地下水位。

2.地下水位或地面积水水位较高，路基处于过湿状态，或强度与稳定性不符合要求的潮湿状态时，可设置**隔离层**或采取**疏干路基**等措施。路基疏干可采用**土工织物、塑料板等材料**或**超载预压法稳定处理**。

三、危害控制措施

(一)路基与面层

1.路基结构形式要满足设计要求，**施工严格控制基层内的细料含量。在潮湿路段，应采用水稳定好且透水的基层**。对于冻深较大的季节性冻土地区，应有预防冻胀和翻浆的危害的具体措施。

2.面层结构除满足其他设计要求外，应考虑地表水的排放，防止地表水渗入基层；且其总厚度要满足防冻层厚度的要求，避免路基出现较厚的聚冰带而导致路面开裂和过量的不均匀冻胀。如果面层厚度不足，可设置以水稳定性好的砂砾料或隔温性好的材料组成垫层。

(二)附属构筑物

1.过街支管与检查井周接合部应采取密封措施，防止渗漏水造成路面早期塌陷。

2.管道与检查井、收水井周围回填压实要达到设计要求和规范相关规定，防止地表水渗入造成对道路的破坏。

1K411030　城镇道路基层施工

1K411031　掌握不同无机结合料稳定基层特性

无机结合料稳定基层是一种半刚性基层，本条介绍了其定义、分类及常用基层材料的特性。

一、无机结合料稳定基层

(一)定义

1.基层是路面结构中直接位于面层下的**承重层**。**基层的材料与施工质量**是影响路面使用性能和使用寿命的最关键因素。

【07 年】：1.城市道路的路面结构常由多层次构成，其中主要起承重作用的是(　)。P3

A.上面层　　B.下面层　　C.基层　　D.垫层

2.目前大量采用**结构较密实、孔隙率较小、透水性较小、水稳性较好**、适宜于机械化施工、技术经济较合理的水泥、石灰及工业废渣稳定材料做路面基层，通常称之为无机结合料稳定基层。

(二)分类

1.在粉碎的或原状松散的土(包括各种粗、中、细粒土)中，掺入一定量的水泥或石灰等无机结合料和水。经拌合、压实及养护后得到的混合料，称为水泥或石灰稳定材料。视所用材料，分别称为水泥稳定土、石灰稳定土、水泥稳定粒料、石灰稳定粒料等。

2.用一定量的石灰和粉煤灰与其他骨料相配合、并加入适量的水，经拌合压实及养护后得到的混合料，称为石灰粉煤灰稳定土或稳定粒料。

二、常用的基层材料

(一)石灰稳定土类基层

1.石灰稳定土有**良好的扳体性，但其水稳性、抗冻性以及早期强度不如水泥稳定土**。石灰土的强度随龄期增长，并与养护温度密切相关，**温度低于 5℃时强度几乎不增长**。

2.石灰稳定土的**干缩和温缩**特性十分明显，且都会导致裂缝。与水泥土一样，由于其**收缩裂缝严重**，强度未充分形成时表面会遇水软化以及表面容易产生唧浆冲刷等损坏，石灰土已

被**严格禁止用于高等级路面的上基层**，只能用作高级路面的底基层。

(二)水泥稳定土基层

1.水泥稳定土有良好的板体性，其**水稳性**和**抗冻性**都比石灰稳定土好。水泥稳定土的**初期强度高，其强度随龄期增长**。水泥稳定土在暴露条件下容易**干缩**，低温时会**冷缩**，而导致裂缝。

2.**水泥稳定细粒土(简称水泥土)的干缩系数、干缩应变以及温缩系数都明显大于水泥稳定粒料，水泥土产生的收缩裂缝会比水泥稳定粒料的裂缝严重得多；水泥土强度没有充分形成时，表面遇水会软化，导致沥青面层龟裂破坏**；水泥土的抗冲刷能力低，当水泥土表面遇水后，容易产生唧浆冲刷，导致路面裂缝、下陷，并逐渐扩展。为此，**水泥土只用作高级路面的底基层**。

(三)石灰工业废渣稳定土基层

1.石灰工业废渣稳定土中，**应用最多、最广**的是**石灰粉煤灰类的稳定土**，简称**二灰稳定土**，其特性在石灰工业废渣稳定土中具有典型性。

2.二灰稳定土有良好的力学性能、板体性、水稳性和一定的抗冻性，其**抗冻性能比石灰土高很多**。

【10 年】：1．道路无机结合料稳定基层中，二灰稳定土的（　　）高于石灰土。P21

A．板体性　　B．早期强度 C．抗冻性　　D．干缩性

3.**二灰稳定土早期强度较低**，随龄期增长，并与养护温度密切相关，**温度低于 4℃时强度几乎不增长**；二灰中的粉煤灰用量越多，早期强度越低，3 个月龄期的强度增长幅度也越大。

4.二灰稳定土也具有**明显的收缩特性，但小于水泥土和石灰土**，也**被禁止用于高等级路面的基层，而只能做底基层**。二灰稳定粒料可用于高等级路面的基层与底基层。

【07 年】：17.悬浮式二灰粒料的特点是(　)。

A.石灰粉煤粉与粒料之比为 15：85～20：80　　B.混合料中的粒料能形成骨架

C.收缩性大，易产生干缩裂缝　　D.在快速公路上使用较多

【案例 1K411031】

1.背景

某公司中标城市主干道路面大修工程，其中包括部分路段的二灰料路基施工。施工项目部为了减少对城市交通的影响，采取**夜间运输基层材料，白天分段摊铺碾压**。施工中发现基层材料明显离析，压实后的表面有松散现象，局部厚度不均部位采用**贴料法补平**。负责此段工程的监理工程师发现问题并认定为重大质量事故的隐患，要求项目部采取措施进行纠正。

2.问题

(1)从背景材料看，控制基层**材料离析**应从哪些方面入手？

(2)试分析压实后的基层表面会产生松散现象？

(3)厚度不均的基层局部采用补平法是否可行？

(4)监理工程师为何认定为重大质量的隐患？

3.参考答案

(1)问题 1

应从以下三个方面控制基层材料离析：

①**基层材料生产**

a.骨料堆放要采用小料堆，避免大料堆放时大颗粒流到外侧；

b.二灰的含量应严格控制，减少混合料中小于 0.075mm 颗粒的含量；

c.混合料的总拌合时间一般在 35s 左右。

②**基层材料运输堆放**

为避免运输堆放的离析现象，装料时应分次，均匀上料；卸料时要尽量使混合料整体卸落；堆放料堆应便于摊铺，避免二次倒运。

③**基层材料摊铺**

尽可能连续摊铺混合料。施工场地受到限制时应尽可能减少停顿和重新启动次数；特别是调整摊铺机的速度，使摊铺机的产量和拌合机的产量相匹配等。

(2)问题 2

从背景材料看，可能原因有：**混合料运送堆放未很好覆盖，且摊铺前堆放时间长**，混合料含水量未视条件适当调整使现场的混合料含水量接近最佳含水量。

(3)问题 3

不可行。有关规范规定：**禁止用薄层贴补的方法进行找平。施工现场应经试验控制虚铺厚度**。

(4)问题 4

因为基层设置在面层之下，并与面层一起将车轮荷载的反复作用传布到底基层、垫层、土基，起主要的承重作用；对基层材料的强度指标应有较高的要求；**出现背景所说的路面基层问题将直接影响到道路的使用质量，所以可以认定为重大质量隐患**。

1K411032　掌握城镇道路基层施工技术

本条介绍了石灰稳定土、水泥稳定土、石灰粉煤灰稳定砂砾等半刚性基层的施工技术，同时也介绍了级配碎石、级配砾石等柔性基层的施工技术要点。

一、石灰稳定土基层与水泥稳定土基层

(一)材料与拌合

1.**石灰、水泥、土、拌合用水等原材料应进行检验**，符合要求后方可使用，并严格按照标准规定进行材料配比设计。

2.城区施工应采用**厂拌**(异地集中拌合)方式，**不得使用路拌方式**；以保证配合比准确，且达到文明施工要求。

3.应根据原材料含水量变化、骨料的颗粒组成变化，及时调整拌合用水量。

4.稳定土拌合前，应先筛除骨料中不符合要求的粗颗粒。

5.宜用**强制式拌合机**进行拌合，拌合应均匀。

(二)运输与摊铺

1.拌成的稳定土应及时运送到铺筑现场。

2.**运输中应采取防止水分蒸发**和**防扬尘措施**。

3.**宜在春末**和**气温较高季节施工**，施工**最低气温为 5℃**。

4.厂拌石灰土摊铺时**路床应湿润**。

5.雨期施工应防止石灰、水泥和混合料淋雨；降雨时应停止施工，已摊铺的应尽快碾压密实。

(三)压实与养护

1.压实系数应经试验确定。

2.摊铺好的稳定土应当天碾压成活，。碾压时的含水量宜在最佳含水量的±2%范围内。

3.直线和不设超高的平曲线段，应由两侧向中心碾压；设超高的平曲线段，应由内侧向外侧碾压。.纵、横接缝(槎)均应设直槎。

4.纵向接缝宜设在路中线处，横向接缝应尽量减少。

5.压实成活后应立即洒水(或覆盖)养护，保持湿润，直至上部结构施工为止。

6.稳定土养护期应封闭交通。

二、石灰工业废渣(石灰粉煤灰)稳定砂砾(碎石)基层(也可称二灰混合料)

(一)材料与拌合

1.对石灰、粉煤灰等原材料应进行质量检验，符合要求后方可使用。

2.按规范要求进行混合料配合比设计，使其符合设计与检验标准的要求。

3.采用厂拌(异地集中拌合)方式，且宜采用强制式拌合机拌制，配料应准确，拌合应均匀。

4.拌合时应先将石灰、粉煤灰拌合均匀，再加入砂砾(碎石)和水均匀拌合。

5.混合料含水量宜略大于最佳含水量。混合料含水量应视气候条件适当调整，使运到施工现场的混合料含水量接近最佳含水量。

(二)运输与摊铺

1.运输中应采取防止水分蒸发和防扬尘措施。

2.应在春末和夏季组织施工，施工期的日最低气温应在 5℃以上，并应在第一次重冰冻(-3～-5℃)到来之前一个月到一个半月完成。

(三)压实与养护

1.混合料施工时由摊铺时根据试验确定的松铺系数控制虚铺厚度，混合料每层最大压实厚度为 200mm，且不宜小于 100mm。

2.碾压时采用先轻型、后重型压路机碾压。

3.禁止用薄层贴补的方法进行找平。

4.混合料的养护采用湿养，始终保持表面潮湿，也可采用沥青乳液和沥青下封层进行养护，养护期为 7～14d。

三、级配砂砾(碎石)、级配砾石(碎砾石)基层

(一)材料与拌合

1.级配砂砾、级配砾石基层、级配碎石、级配碎砾石基层所用原材料的压碎值、含泥量及细长扁平颗粒含量等技术指标应符合规范要求，颗粒范围也应符合有关规范的规定。

2.采用厂拌方式和强制式拌合机拌制，符合级配要求。

(二)运输与摊铺

1.运输中应采取防止水分蒸发和防扬尘措施。

2.宜采用机械摊铺且厂拌级配碎石，级配砂砾应摊铺均匀一致，发生粗、细骨料离析(“梅

花”、“砂窝”)现象时，应及时翻拌均匀。

3.两种基层材料的压实系数均应通过试验段确定，每层应按虚铺厚度一次铺齐，颗粒分布应均匀，厚度一致，不得多次找补。

(三)压实与养护

1.碾压前和碾压中应先适量洒水。

2.控制碾压速度，碾压至轮迹不大于 5mm，表面平整、坚实。

3.可采用沥青乳液和沥青下封层进行养护，养护期为 7～14d。

4.未铺装面层前不得开放交通。

1K411033　了解土工合成材料的应用

本条介绍了土工合成材料的定义、功能、分类及应用于加筋路堤、筋、路面裂缝防治、路基防护等方面的施工要点与质量验收标准。

一、土工合成材料

(一)分类

1.土工合成材料是以人工合成的聚合物为原料制成的各类型产品，工程中应用的一种新型工程材料的总称。

2.土工合成材料可分为土工织物、土工膜、特种土工合成材料和复合型土工合成材料等类型。

(二)功能与作用

1.土工合成材料可设置于岩土或其他工程结构内部、表面或各结构层之间，具有加筋、防护、过滤、排水、隔离等功能，应用时应按照其在结构中发挥的不同功能进行选型和设计。

2.当工程中使用土工合成材料兼有其他功能且要考虑这些功能的作用时，还需进行相应项目的校核设计。

二、工程应用

(一)路堤加筋

1.采用土工合成材料加筋，以提高路堤的稳定性。当加筋路堤的原地基的承载力不足时，应先行技术处理，以确保路堤的整体稳定。加筋路堤填方的压实度必须达到现行路基设计规范规定的压实标准。土工格栅、土工织物、土工网等土工合成材料均可用于路堤加筋，其中用作路堤单纯加筋目的时，宜选择强度高、变形小、糙度大的土工格栅。土工合成材料应具有足够的抗拉强度，且应具有较高的撕破强度、顶破强度和握持强度等性能。

2.加筋路堤的施工原则是应能充分发挥土工合成材料的加筋效果。合成材料连接应牢固，在受力方向处的连接强度不得低于该材料设计抗拉强度，其叠合长度不应小于 150mm。铺设土工合成材料的土层表面应平整，表面严禁有碎、块石等坚硬凸出物。土工合成材料摊铺后宜在 48h 以内填筑填料，以避免其过长时间受阳光直接暴晒。填料不应直接卸在土工合成材料上面，必须卸在已摊铺完毕的土面上；卸土高度不宜大于 1m，以防局部承载力不足。卸土后立即摊铺，以免出现局部下陷。

3.第一层填料宜采用轻型压路机压实，当填筑层厚度超过 600mm 后，才允许采用重型压路机。边坡防护与路堤的填筑应同时进行。

(二)台背路基填土加筋

1.采用土工合成材料对台背路基填土加筋的目的是为了减少路基与构造物之间的不均匀沉降。加筋台背适宜的高度为 5.0～10.0m。加筋材料宜选用土工网或土工格栅，其 20℃时抗拉强度(kN/m^2)应达到大于 6(纵向)和大于 5(横向)，拉伸模量(kN/m)＞100。台背填料应有良好的水稳定性与压实性能，以碎石土、砾石土为宜。土工合成材料与填料之间应有足够的摩阻力。

2.土工合成材料与构造物应相互连接，并在相互平行的水平面上分层铺设，加筋材料间距应经计算。在路基顶面以下 5.0m 的深度内，铺网间距宜不大于 1.0m。纵向铺设长度宜上长下短，可采用缓于或等于 1:1 的坡度自下而上逐层增大，最下一层的铺网长度应不小于计算的最小纵向铺设长度。

3.台背加筋的施工程序：清地表→地基压实→锚固土工合成材料、摊铺、张紧并定位。分层摊铺、压实填料至下一层土工合成材料的铺设标高，进行下一层土工合成材料锚固、摊铺、张紧与定位。**相邻两幅加筋材料应相互搭接，宽度宜不小于 200mm**，并用牢固方式连接，连接强度不低于合成材料强度的 60%。台背填料应在最佳含水量时分层压实，每层压实厚度宜不大于 300mm，边角处厚度不得大于 150mm。压实标准按相关规范执行。施工时应设法避免任何机械、外物对土工合成材料造成推移或损伤，并做好台背排水，避免地表水渗入、滞留。

(三)路面裂缝防治

1.土工合成材料如玻纤网、土工织物，铺设于旧沥青路面、旧水泥混凝土路面的沥青加铺层底部或新建道路沥青面层底部，可减少或延缓由旧路面对沥青加铺层的反射裂缝，或半刚性基层对沥青面层的反射裂缝。用于裂缝防治的玻纤网和土工织物应分别满足抗拉强度、最大负荷延伸率、网孔尺寸、单位面积质量等技术要求。玻纤网网孔尺寸宜为其上铺筑的沥青面层材料最大粒径的 0.5～1.0 倍。土工织物应能耐 170℃以上的高温。

【09 年】: 2. 道路改造工程中，常采用土工织物铺在新铺沥青混凝土底部，以减少沥青路面的反射裂缝，按要求土工织物应能耐（）℃以上的高温。P25

A. 140　　B. 150　　C. 160　　D. 170

2.用土工合成材料和沥青混凝土面层对旧沥青路面裂缝进行防治，首先要对旧路进行外观评定和弯沉值测定，进而确定旧路处理和新料加铺方案。施工要点是：旧路面清洁与整平，土工合成材料张拉，搭接和固定，洒布粘层油，按设计或规范规定铺筑新沥青面层。

3.旧水泥混凝土路面裂缝处理要点是：对旧水泥混凝土路面评定；旧路面清洁和整平，土工合成材料张拉、搭接和固定，洒布粘层油，铺沥青面层。

为防止新建道路的半刚性基层养护期的收缩开裂，应将土工合成材料置于半刚性基层与下封层之间，以防止裂缝反射到沥青面层上。施工方法同旧沥青面裂缝防治。

(四)路基防护

1.路基防护主要包括；坡面防护——防护易受自然因素影响而破坏的土质或岩石边坡；冲刷防护——防护水流对路基的冲刷与淘刷。土质边坡防护可采用拉伸网草皮、固定草种布或网格固定撒草种。岩石边坡防护可采用土工网或土工格栅。沿河路基可采用土工织物软体沉排、土工模袋等进行防冲刷保护。

2.坡面防护

土质边坡防护的边坡坡度宜在 1:1.0～1:2.0 之间；岩石边坡防护的边坡坡度宜缓于 1:0.3。土质边坡防护应做好草皮的种植、施工和养护工作。施工步骤是：整平坡面，铺设草皮或土工网，草皮养护。易碎岩面和小量的岩崩可采用土工网或土工格栅加固。以裸露式或埋藏式两种方式进行防护。岩石边坡防护施工步骤是：清除坡面松散岩石，铺设固定土工网或土工格栅，喷护水泥砂浆，岩面排水设置孔。

3.冲刷防护

冲刷防护是保证路基坚固与稳定的重要措施。

土工织物软体沉排系指在土工织物上放置块石或预制混凝土块体为压重的护坡结构，适用于水下工程及预计可能发生冲刷的路基坡面。排体材料宜采用聚丙烯编织型土工织物。土工织物软体沉排防护，应验算排体抗浮、排体压块抗滑、排体整体抗滑三方面的稳定性。土工模袋是一种双层织物袋，袋中充填流动性混凝土、水泥砂浆或稀释混凝土，凝固后形成高强度和高刚度的硬结板块。采用土工模袋护坡的坡度不得陡于 1:1。模袋选型应根据工程设计要求和当地土质、地形、水文、经济与施工条件等确定。确定土工模袋的厚度应考虑抵抗弯曲应力、抵抗浮动力两方面因素。土工模袋不允许在沿坡面的分力作用下产生滑动。模袋铺设流程：卷模袋，设定位桩及拉紧装置，铺层模袋；模袋铺层、压稳后，应拉紧上缘固定绳套，防止模袋下滑。模袋铺设后及时充灌混凝土或砂浆，并及时清扫模袋表面、滤孔和进行养护。

(五)过滤与排水

土工合成材料可单独或与其他材料配合，作为过滤体和排水体用于暗沟、渗沟、坡面防护，支挡结构壁墙后排水，软基路堤地基表面排水垫层，处治翻浆冒泥和季节性冻土的导流沟等道路工程结构中。

三、施工质量检验

(一)基本要求

1.土工合成材料质量应符合设计要求或相关标准规定，外观无破损、无老化、无污染。

2.在平整的下承层上按设计要求铺设、固定土工合成材料，并应按设计要求张拉、无皱折、紧贴下承层，锚固端施工应符合设计要求。

3.接缝连接强度应符合要求，上、下层土工合成材料搭接缝应交替错开。

(二)施工质量资料

1.新型材料的验收、铺筑试验段、施工过程中的质量管理和检查验收。

2.由于土工合成材料大多用于隐蔽工程，应加强旁站监理和施工日志记录。

1K411040 城镇道路面层施工

1K411041　掌握沥青混合料面层施工技术

本条重点介绍热拌沥青混合料路面施工工艺，其主要包括沥青混合料的运输、摊铺、沥青路面的压实和成型、接缝，开放交通等内容。

一、施工准备

(一)透层与粘层

1.沥青混合料面层应在基层**表面喷洒透层油**，在**透层油完全渗入基层后方可铺筑面层**。施工中应根据基层类型选择渗透性好的液体沥青、乳化沥青做透层油。沥青路面透油层材料的规格、用量和撒布养护应符合《城镇道路施工与验收规范》CJJ 1 的有关规定。

2.**双层式或多层式热拌热铺沥青混合料面层之间应喷洒粘层油**，或**在水泥混凝土路面、沥青稳定碎石基层、旧沥青路面上加铺沥青混合料时**，应在**既有结构、路缘石和检查井等构筑物与沥青混合料层连接面喷洒粘层油**。宜采用快裂或中裂乳化沥青、改性乳化沥青，也可采用快凝或中凝液体石油作粘层油。粘层油材料的规格、用量和洒布养护应符合《城镇道路施工与验收规范》CJJ 1 的有关规定。

3.《城镇道路施工与验收规范》CJJ 1 中强制性条文规定：沥青混合料面层**不得**在**雨、雪天气**及环境**最高温度低于 5℃**时施工。

(二)运输与布料

1.为防止沥青混合料粘结运料车**车厢板**，装料前应**喷洒**一薄层**隔离剂或防粘结剂**。运输中沥青混合料上宜用**篷布覆盖保温、防雨和防污染**。

2.运料车轮胎上不得沾有泥土等可能污染路面的脏物，施工时**发现沥青混合料不符合施工温度要求或结团成块、已遭雨淋现象**不得使用。

3.**应按施工方案安排运输和布料，摊铺机前应有足够的运料车等候；对高等级道路，开始摊铺前等候的运料车宜在 5 辆以上**。

4.**运料车应在摊铺机前 100～300mm 外空挡等候**，被摊铺机缓缓顶推前进并逐步卸料，**避免撞击摊铺机**。每次卸料必须倒净，如有余料应及时清除，防止硬结。

二、摊铺作业

(一)机械施工

1.热拌沥青混合料应采用**履带式**或**轮胎式**沥青摊铺机。摊铺机的受料斗应涂刷薄层隔离剂或防粘结剂。

2.铺筑高等级道路沥青混合料时，**1 台摊铺机的铺筑宽度不宜超过 6(双车道)～7. 5m(三车道以上)**，通常采用 **2 台或多台摊铺机前后错开 10～20m 呈梯队方式同步**摊铺，**两幅之间应有 30～60mm 左右宽度的搭接**，并应避开车道轮迹带，上下层搭接位置宜错开 200mm 以上。

3.摊铺机**开工前应提前 0.5～1h 预热熨平板**使其**不低于 100℃**。铺筑时应选择适宜的熨平板振捣或夯实装置的振动频率和振幅，以提高路面初始压实度。

4.**摊铺机必须缓慢、均匀、连续不间断地摊铺**，不得随意变换速度或中途停顿，以提高平整度，减少沥青混合料的离析。**摊铺速度宜控制在 2～6 m/min 的范围内**。当发现沥青混合料出现明显的离析、波浪、裂缝、拖痕时，应分析原因，予以及时消除。

5.摊铺机**应采用自动找平方式**。下面层宜采用**钢丝绳引导的高程控制方式**。上面层宜采用**平衡梁或滑靴并辅以厚度控制方式摊铺**。

6.热拌沥青混合料的最低摊铺温度根据铺筑层厚度、气温、风速及下卧层表面温度，并按现行规范要求执行。例如，铺筑普通沥青混合料，下卧层的表面温度为 15～20℃，铺筑层厚度为＜50mm、50～80mm、＞80mm 三种情况下，最低摊铺温度分别是 140℃、135℃、130℃。

7.沥青混合料的**松铺系数**应根据**试铺试压**确定。应随时检查铺筑层厚度、路拱及横坡，并辅以使用的沥青混合料总量与面积校验平均厚度。松铺系数的取值可参考表 1K411041-1 中所给的范围。

沥青混合料的松铺系数　　表 1K411041-1

种类	机械摊铺	人工摊铺
沥青混凝土混合料	1.15～1.35	1.25～1.50
沥青碎石混合料	1.15～1.30	1.20～1.45

8.摊铺机的螺旋布料器转动速度与摊铺速度应保持均衡。为减少摊铺中沥青混合料的离析，布料器两侧应保持有不少于送料器 2/3 高度的混合料。摊铺的混合料，不宜用人工反复修整。

(二)人工施工

1.不具备机械摊铺情况下，可采用人工摊铺作业。

2.半幅施工时，路中一侧宜预先设置挡板；摊铺时应扣锹布料，不得扬锹远甩；边摊铺边整平，严防骨料离析；摊铺不得中途停顿，并尽快碾压；低温施工时，卸下的沥青混合料应覆盖篷布保温。

三、压实成型与接缝

(一)压实成型

1.沥青路面施工应配备足够数量、状态完好的压路机，选择合理的压路机组合方式，根据摊铺完成的沥青混合料温度情况严格控制**初压、复压、终压**(包括成型)时机。**压实层最大厚度不宜大于 100mm**，各层应符合压实度及平整度的要求。

2.碾压速度做到慢而均匀，应符合规范要求的压路机碾压速度(km/h)　(表 1K411041-2)。

压路机碾压速度(km/h)　　表 1K411041-2

压路机类型	初压		复压		终压	
	适宜	最大	适宜	最大	适宜	最大
钢筒式压路机	1.5～2	3	2.5～3.5	5	2.5～3.5	5
轮胎压路机	—	—	3.5～4.5	6	4～6	8
振动压路机	1.5～2(静压)	5(静压)	1.5～2(振动)	1.5～2(振动)	2～3(静压)	5(静压)

3.**压路机的碾压温度应根据沥青和沥青混合料种类、压路机、气温、层厚等因素经等因素经试压确定**。规范规定的碾压温度见表 1K411041-3。

热拌沥青混合料的碾压温度(℃)　　表 1K411041-3

施工工序		石油沥青的标号			
		50 号	70 号	90 号	110 号
开始碾压的混合料内部温度，不低于	正常施工	135	130	125	120
	低温施	150	145	135	130

	工				
碾压终了的表面温度，不低于	钢轮压路机	80	70	65	60
	轮胎压路机	85	80	75	70
	振动压路机	75	70	60	55
开放交通的路表温度，不高于		50	50	50	45

4.**初压**宜采用**钢轮压路机静压 1～2 遍。碾压时应将压路机的驱动轮面向摊铺机，从外侧向中心碾压：在超高路段和坡道上则由低处向高处碾压。复压应紧跟在初压后开始，不得随意停顿。碾压路段总长度不超过 80m**。

5.**密级配沥青混合料复压**宜优先采用**重型轮胎压路机**进行碾压，**以增加密水性，其总质量不宜小于 25t。相邻碾压带应重叠 1/3～1/2 轮宽**。对粗骨料为主的混合料，宜优先采用振动压路机复压(厚度宜大于 30mm)，振动频率宜为 35～50Hz，振幅宜为 0.3～0.8mm。**层厚较大**时宜采用**高频大振幅，厚度较薄**时宜采用**低振幅**，以防止骨料破碎。相邻碾压带宜重叠 100～200mm。**当采用三轮钢筒式压路机时，总质量不小于 12t**，相邻碾压带宜重叠后轮的 1/2 轮宽，并不应小于 200mm。

6.**终压应紧接在复压后进行。终压**应选用**双轮钢筒式压路机**或**关闭振动的振动压路机**，碾压**不宜少于 2 遍**，至无明显轮迹为止。

7.**为防止沥青混合料粘轮，对压路机钢轮可涂刷隔离剂或防粘结剂，严禁刷柴油**。亦可向碾轮喷淋添加少量表面活性剂的雾状水。

8.压路机不得在未碾压成型路段上*转向、掉头、加水*或*停留*。在当天成型的路面上，不得停放各种机械设备或车辆，不得散落矿料、油料及杂物。

【06 年】：21.在未碾压成型并冷却的沥青路面上，压路机不得进行(　)。P29

A.倒驶　　B.转向　　C.调头　　D.刹车

(二)接缝

1.沥青混合料路面接缝必须紧密、平顺。**上、下层的纵缝应错开 150mm(热接缝)**或 **300～400mm(冷接缝)**以上。相邻两幅及**上、下层的横向接缝均应错位 1m** 以上。应采用 **3m 直尺**检查，确保平整度达到要求。

2.采用**梯队作业摊铺**时应**选用热接缝**，将已铺部分留下 100～200mm 宽暂不碾压，作为后续部分的基准面，然后跨缝压实。如半幅施工采用冷接缝时，宜加设挡板或将先铺的沥青混合料刨出毛槎，涂刷粘层油后再铺新料，新料重叠在已铺层上 50～100mm，软化下层后铲走，再进行跨缝压密挤紧。

3.**高等级道路的表面层横向接缝**应采用**垂直的平接缝，以下各层和其他等级的道路**的各层**可采用斜接缝**。平接缝宜采用机械切割或人工刨除层厚不足部分，使工作缝成直角连接。清除切割时留下的泥水，干燥后涂刷粘层油，铺筑新混合料接头应使接槎软化，压路机先进

行横向碾压，再纵向充分压实，连接平顺。

四、开放交通

《城镇道路施工与验收规范》CJJ 1 强制性条文规定：**热拌沥青混合料路面应待摊铺层自然降温**至表面温度**低于 50℃**后，方可开放交通。

【案例 1K411041】

1.背景

甲公司中标承包某市主干道路工程施工，其路面结构为 20mm 细粒式沥青混凝土表面层，40mm 中粒式沥青混凝土中面层，60mm 粗粒式沥青混凝土底面层，300mm 石灰粉煤灰稳定碎石基层和 200mm 石灰土底基层。路面下设有给水排水、燃气、电力、通信管线，由建设方直接委托专业公司承建。

该工程年初签了承包施工合同，合同约定当年年底竣工。受原有管线迁移影响，建设方要求甲公司调整施工部署，主要道路施工安排在 9 月中旬开始，并保持总工期和竣工日期不变。为此项目部决定：

(1)为满足进度要求，项目部负责人下达了提前开工令，见缝插针，抢先施工能施工部位。

(2)项目部安排 9 月中旬完成管道回填压实、做挡墙等工程，于 10 月底进入路基结构施工，施工期日最低温度为-1℃；石灰粉煤灰稳定碎石基层**采用沥青乳液和沥青下封层进行养护 3d 后进入下一道工序施工**。

(3)开始路面面层施工时，**日最低温为-3℃，最高温度为+3℃**，但天气晴好；项目部组织突击施工面层，**没有采取特殊措施**。

(4)为避免对路下管道和周围民宅的损坏，振动压路机作业时取消了振动压实。

工程于 12 月底如期竣工，开放交通。次年 4 月，该引道路面出现成片龟裂，6 月中旬沥青面层开始出现车辙。

2.问题

(1)项目部下达提前开工令的做法对吗？为什么？

(2)指出路基结构施工不妥之处。

(3)分析道路面出现龟裂、车辙的主要成因。

3.参考答案

(1)问题 1

项目负责人下达开工令是错误做法：因为，工程施工承包合同中对开工日期都有约定。项目部应根据合同安排进度，并且在开工前先应向监理工程师提交开工申请报告，由**监理工程师下达开工令**，项目部应按监理的命令执行。

(2)问题 2

不妥之处主要是：

①不符合规范关于施工期的日最低气温应在 5℃以上的规定；

②不符合规范关于基层**采用沥青乳液和沥青下封层养护 7～14d 的规定**。

(3)问题 3

引道路面出现龟裂和车辙主要成因：

①路面基层采用的是石灰稳定类材料，属于半刚性材料，其强度增长与温度有密切关系。温度低时强度增长迟缓。为使这类基层施工后能尽快增长其强度，以适应开放交通后的承载条件，规范规定这类基层应在 5℃以上的气温条件下施工，且应在出现第一次冰冻之前 1～1.5 个月以上完工。

开放交通后，在交通荷载作用下，基层强度不足，是整个路面结构强度不足，出现成片龟裂的质量事故。

②**沥青路面必须在冬期施工时，一应采取提高沥青混合料的施工温度，并应采取快卸、快铺、快平、快压等措施，以保证沥青面层有足够的碾压温度和密实度**。

③次年 6 月以后出现车辙，主要原因是振动压路机作业时取消了振动压实，致使沥青混合料的压实密度不够，在次年气温较高时，经车轮碾压压实，形成车辙。

1K411042　掌握改性沥青混合料面层施工技术

本条简要介绍了改性沥青混合料和改性沥青 SMA 混合料(通称改性沥青混合料)面层的施工工艺，主要包括生产和运输、摊铺、碾压、接缝、开放交通等内容。

一、生产和运输

(一)生产

改性沥青混合料的生产除遵照普通沥青混合料生产要求外，尚应注意以下几点：

1.改性沥青混合料**生产温度**应根据**改性沥青品种、黏度、气候条件、铺装层的厚度**确定，改性沥青混合料的正常生产温度根据实践经验并参照表 1K411042 选择。**通常宜较普通沥青混合料的生产温度提高 10～20℃**。当采用表 1K411042 以外的聚合物或天然沥青改性沥青时，生产温度由试验确定。

【07 年】：21.改性沥青及改性沥青混合料的生产温度应根据(　)来确定。P31

A.改性沥青品种　B.改性沥青黏度　C.辗压机械类型　D.气候条件　E.铺装层的厚度

改性沥青混合料的正常生产温度范围(℃)　　表 1K411042

工　　序	改性沥青品种		
	SBS 类	SBR 胶乳类	EVA 、PE 类
基质沥青加热温度	160～165		
改性沥青现场制作温度	165～170	—	165～170
成品改性沥青加热温度，不大于	**175**	—	**175**
骨料加热温度	190～220	200～210	185～195
改性沥青混合科出厂温度	170～185	100～180	165～180
混合料最高温度(废弃温度)	**195**		
混合料贮存温度	拌合出料后降低不超过 **10**		

【07 年】：3.EVA、PE 类聚合物改性沥青混合料的废弃温度为(　)。P31

A.165℃　B.175℃　C.185℃　D.195℃

2.改性沥青混合料宜采用**间歇式拌合设备生产**，这种设备除尘系统完整，能达到环保要求；给料仓数量较多，能满足配合比设计配料要求；且具有添加纤维等外掺料的装置。

3.改性沥青混合料拌合时间根据具体情况**经试拌确定**，以沥青均匀包裹骨料为度。间歇式拌合机每盘的生产周期不宜少于 45s(其中干拌时间不少于 5～10s)。**改性沥青混合料的拌合时间应适当延长**。

4.间歇式拌台机宜备有保温性能好的成品储料仓，**贮存过程中混合料温降不得大于 10℃**，且具有沥青滴漏功能。**改性沥青混合料的贮存时间不宜超过 24h；改性沥青 SMA 混合料只限当天使用；OGFC 混合料宜随拌随用。**

5.添加纤维的沥青混合料，纤维必须在混合料中充分分散，拌合均匀。拌合机应配备同步添加投料装置，松散的絮状纤维可在喷入沥青的同时或稍后采用风送装置喷入拌合锅，拌合时间宜延长 5s 以上。颗粒纤维可在粗骨料投入的同时自动加入，经 5～10s 的干拌后，再投入矿粉。

6.使用改性沥青时应随时检查沥青泵、管道、计量器是否受堵，堵塞时应及时清洗。

(二)运输

改性沥青混合料运输应按照普通沥青混合料运输要求执行，还应做到：运料车卸料必须倒净，如有粘在车厢板上的剩料，必须及时清除，防止硬结。在运输、等候过程中，如发现有沥青结合料滴漏时，应采取措施纠正。

二、施工

(一)摊铺

1.改性沥青混合料的摊铺在满足普通沥青混合料摊铺要求外，还应做到：**摊铺在喷洒有粘层油的路面上铺筑改性沥青混合料时，宜使用履带式摊铺机**。摊铺机的受料斗应涂刷薄层隔离剂或防粘结剂。**SMA 混合料施工温度应经试验确定**，一般情况下，**摊铺温度不低于 160℃**。

2.**摊铺机必须缓慢、均匀、连续不间断地摊铺**，不得随意变换速度或中途停顿，以提高平整度，减少混合料的离析。**改性沥青混合料的摊铺速度宜放慢至 1～3m/min**。当发现混合料出现明显的离析、波浪、裂缝、拖痕时，应分析原因，予以及时排除。摊铺系数应通过试验段取得，一般情况下改性沥青混合料的压实系数在 1.05 左右。

3.**摊铺机应采用自动找平方式**，中、下面层宜采用钢丝绳或铝合金导轨引导的高程控制方式，**铺筑改性沥青混合料和 SMA 混合料路面**时宜采用**非接触式平衡梁**。

(二)压实与成型

1.改性沥青混合料除执行普通沥青混合料的压实成型要求外，还应做到：**初压**开始温度**不低于 150℃**，**碾压终了**的表面温度应**不低于 90℃**。

【2011】:8、改性沥青温度的（B）P32 道路

A.摊铺温度 150°，碾开始温度 140°　B.摊铺温度 160°，碾压终了温度 90°

C.碾压温度 150°，碾压终了温度 80°　D.碾压温度 140°，碾压终了温度 90°。

2.摊铺后应紧跟碾压，保持较短的初压区段，使混合料碾压温度不致降得过低。碾压时应将压路机的驱动轮面向摊铺机，从路外侧向中心碾压。在超高路段则由低向高碾压，在坡道上应将驱动轮从低处向高处碾压。

3.**改性沥青混合料路面**宜采用**振动压路机**或**钢筒式压路机碾压**，**不宜采用轮胎压路机**碾

压。**OGFC** 混合料宜采用**不超过 12t 钢筒式压路机**碾压。

【09 年】：3．SMA 沥青混合料面层施工时，不得使用（）。P32

A．小型压路机　　B．平板夯 C．振动压路机　　D．轮胎压路机

4.**振动压路机应遵循“紧跟、慢压、高频、低幅”**的原则，即紧跟在摊铺机后面，采取高频率、低振幅的方式慢速碾压。这也是保证平整度和密实度的关键。压路机的碾压速度参照表 1K411041-2。**如发现 SMA 混合料高温碾压有推拥现象，应复查其级配是否合适。不得采用轮胎压路机碾压，以防沥青混合料被搓擦挤压上浮，造成构造深度降低或泛油。**

5.施工过程中应密切注意 SMA 混合料碾压产生的压实度变化，以防止过度碾压。

(三)接缝

1.改性沥青混合料路面冷却后很坚硬，冷接缝处理很困难，因此应**尽量避免出现冷接缝**。

2.摊铺时应保证充分的运料车，以满足摊铺的需要，使纵向接缝成为热接缝。在摊铺特别宽的路面时，可在边部设置挡板。在处理横接缝时，应在当天改性沥青混合料路面施工完成后，在其冷却之前垂直切割端部不平整及厚度不符合要求的部分(先用 3m 直尺进行检查)，并冲净、干燥，第二天，涂刷粘层油，再铺新料。其他接缝做法执行普通沥青混合料路面施工要求。

三、开放交通及其他

1.热拌改性沥青混合料路面开放交通的条件应同于热拌沥青混合料路面的有关规定。需要**提早开放交通**时，**可洒水冷却**降低混合料温度。

2.改性沥青路面的雨期施工应做到：**密切关注气象预报与变化，保持现场、沥青拌合厂及气象台站之间气象信息的沟通，控制施工摊铺段长度，各项工序紧密衔接。运料车和工地应备有防雨设施，并做好基层及路肩排水的准备。**

3.改性沥青面层施工应严格控制开放交通的时机。做好成品保护，保持整洁，不得造成污染，**严禁在改性沥青面层上堆放施工产生的土或杂物，严禁在已完成的改性沥青面层上制作水泥砂浆等可能造成污染成品的作业。**

1K411043　掌握水泥混凝土路面施工技术

本条介绍了水泥混凝土路面的施工技术，包括普通混凝土的配合比设计、搅拌、运输、浇筑施工、接缝设置及养护等。

一、混凝土配合比设计、搅拌和运输

(一)混凝土配合比设计

混凝土的配合比设计在兼顾技术经济性的同时应满足**抗弯强度、工作性、耐久性**三项指标要求；符合《城镇道路施工与验收规范》的有关规定。

根据《公路水泥混凝土路面设计规范》的规定，并按统计数据得出的变异系数、试验样本的标准差，保证率系数确定配制 **28d 弯拉强度值**。不同摊铺方式混凝土最佳工作性范围及最大用水量、混凝土含气量、混凝土最大水灰比和最小单位水泥用量应符合规范要求，严寒地区路面混凝土抗冻等级不宜小于 F250，寒冷地区不宜小于 F200。**混凝土外加剂的使用**应符合：**高温施工**时，混凝土拌合物的**初凝时间不得小于 3h**，**低温施工**时，**终凝时间不得大于 10h**；外加剂的**掺量**应由混凝土**试配试验确定**；当引气剂与减水剂或高效减水剂等外加剂复配在同

一水溶液中时，不得发生絮凝现象。

混凝土配合比参数的计算应符合下列要求：

1.水灰比的确定应按《公路水泥混凝土路面设计规范》的经验公式计算，并在满足弯拉强度计算值和耐久性两者要求的水灰比中取小值。

2.应根据砂的细度模数和粗骨料种类按设计规范查表确定砂率。

3.根据粗骨料种类和适宜的坍落度，，按规范的经验公式计算单位用水量，并取计算值和满足工作性要求的最大单位用水量两者中的小值。

4.根据水灰比计算确定单位水泥用量，并取计算值与满足耐久性要求的最小单位水泥用量中的大值。

5.可按密度法或体积法计算砂石料用量。

6.必要时可采用正交试验法进行配合比优选。

按照以上方法确定的普通混凝土配合比、钢纤维混凝土配合比应在试验室内经试配检验弯拉强度、坍落度、含气量等配合比设计的各项指标，从而依据结果进行调整，并经试验段的验证。

(二)搅拌

1.搅拌设备应优先选用**间歇式拌合设备**，并在投入生产前进行标定和试拌，搅拌楼配料计量偏差应符合规范规定。根据拌合物的黏聚性、均质性及强度稳定性经试拌确定最佳拌合时间。单立轴式搅拌机总拌合时间宜为 80～120s，全部材料到齐后的最短纯拌合时间不宜短于 40s；行星立轴和双卧轴式搅拌机总拌合时间为 60～90s，最短纯拌合时间不宜短于 35s；连续双卧轴搅拌楼最短拌合时间不宜短于 40s。

2.搅拌过程中，应对拌合物的**水灰比及稳定性、坍落度及均匀性、坍落度损失率、振动黏度系数、含气量、泌水率、视密度、离析**等项目进行检验与控制，均应符合质量标准的要求。

3.钢纤维混凝土的搅拌应符合《城镇道路施工与验收规范》CJJ 1 的有关规定。

(三)运输

1.应根据施工进度、运量、运距及路况，选配车型和车辆总数。不同摊铺工艺的混凝土拌合物从搅拌机出料到运输、铺筑完成的允许最长时间应符合规定。如施工气温 10～19℃时，滑模、轨道机械施工 2.0h，三辊轴机组、小型机具施工 1.5h；20～29℃时，前者 1.5h，后者 1.25h；30～35℃时，前者 1.25h，后者 1.0h。

2.混凝土拌合物**出料到运输、铺筑完毕允许最长时间**(h)见表 1K411043。

混凝土拌合物出料到运输、铺筑完毕允许最长时间(h)　　表 1K411043

施工气温*(℃)	到运输完毕允许最长时间		到铺筑完毕允许最长时间	
	滑模、轨道	三辊轴、小机具	滑模、轨道	三辊轴、小机具
5～9	2.0	1.5	2.5	2.0
10～19	1.5	1.0	2.0	1.5
20～29	1.0	0.75	1.5	1.25

30～35	0.75	0.50	1.25	1.0

注：表中*指施工时间的日间平均气温，使用缓凝剂延长凝结时间后，本表数值可增加0.25～0.5h。

二、混凝土面板施工

(一)模板

1.宜使用**钢模板**，钢模板应顺直、平整，**每 1m 设置 1 处支撑装置。如采用木模板**，应质地坚实，变形小，无腐朽、扭曲、裂纹，且**用前须浸泡，木模板直线部分板厚不宜小于 50mm，每 0.8～1m 设 1 处支撑装置；弯道部分板厚宜为 15～30mm，每 0.5～0.8m 设 1 处支撑装置**，模板与混凝土接触面及模板顶面应刨光。模板制作偏差应符合规范规定要求。

2.模板安装应符合：支模前应核对路面标高、面板分块、胀缝和构造物位置；模板应安装稳固、顺直、平整，无扭曲，相邻模板连接应紧密平顺，不得错位；**严禁在基层上挖槽嵌入模板**；使用轨道摊铺机应采用专用钢制轨模；模板安装完毕，应进行检验合格方可使用；模板安装检验合格后表面应涂脱模剂或隔离剂，接头应粘贴胶带或塑料薄膜等密封。

(二)钢筋设置

钢筋安装前应检查其原材料品种、规格与加工质量，确认符合设计要求与规范规定；钢筋网、角隅钢筋等安装应牢固、位置准确。钢筋安装后应进行检查，合格后方可使用；传力杆安装应牢固、位置准确。

(三)摊铺与振动

1.**三辊轴机组铺筑混凝土面层**时，**辊轴直径**应与**摊铺层厚度匹配**，且必须同时配备一台安装插入式振捣器组的排式振捣机；**当面层铺装厚度小于 150mm 时，可采用振捣梁**；当一次摊铺双车道面层时应配备纵缝拉杆插入机，并配有插入深度控制和拉杆间距调整装置。

铺筑时卸料应均匀，布料应与摊铺速度相适应；设有纵缝、缩缝拉杆的混凝土面层，应在面层施工中及时安设拉杆；三辊轴整平机分段整平的作业单元长度宜为 20～30m，振捣机振实与三辊轴整平工序之间的时间间隔不宜超过 15min；在一个作业单元长度内，应采用**前进振动、后退静滚**方式作业，**最佳滚压遍数**应经过**试铺段**确定。

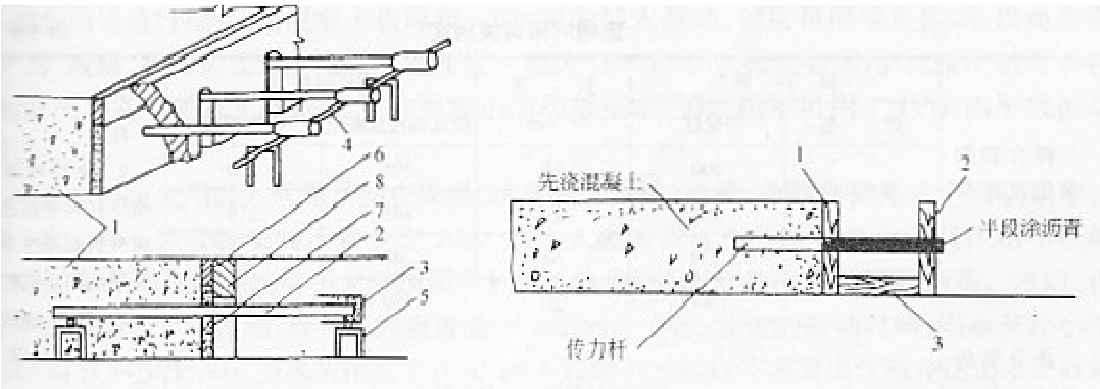
2.采用**轨道摊铺机铺筑**时，**最小摊铺宽度不宜小于 3.75m，并选择适宜的摊铺机；坍落度宜控制在 20～40mm**，根据不同坍落度时的松铺系数计算出松铺高度；轨道摊铺机应配备振捣器组，当面板厚度超过 150mm，坍落度小于 30mm 时，必须插入振捣；轨道摊铺机应配备振动梁或振动板对混凝土表面进行振捣和修整，使用振动板振动提浆饰面时，提浆厚度宜控制在(4±1) mm；面层表面整平时，应及时清除余料，用抹平板完成表面整修。

3.采用**人工摊铺混凝土施工**时，松铺系数宜控制在 1.10～1.25；摊铺厚度达到混凝土板厚的 2/3 时，应拔出模内钢钎，并填实钎洞；**混凝土面层分两次摊铺**时，**上层混凝土的摊铺应在下层混凝土初凝前**进行，且**下层厚度宜为总厚的 3/5**；混凝土摊铺应与钢筋网、传力杆及边缘角隅钢筋的安放相配合；一块混凝土板应一次连续浇筑完毕。

(四)接缝

1.普通混凝土路面的**胀缝**应设置**胀缝补强钢筋支架、胀缝板**和**传力杆**。胀缝应与路面中心线垂直；缝壁必须垂直；缝宽必须一致，**缝中不得连浆。缝上部灌填缝料，下部胀缝板**和

安装传力杆。



2.**传力杆的固定安装方法有**两种。**一种是端头木模固定传力杆**安装方法，**宜用于混凝土板不连续浇筑时设置的胀缝**。传力杆长度的一半应穿过端头挡板，固定于外侧定位模板中。混凝土拌合物浇筑前应检查传力杆位置；浇筑时，应先摊铺下层混凝土拌合物用插入式振捣器振实，并应在校正传力杆位置后，再浇筑上层混凝土拌合物。浇筑邻板时应拆、除端头木模，并应设置胀缝板、木制嵌条和传力杆套管。**胀缝宽 20～25mm**，使用沥青或塑料薄膜滑动封闭层时，胀缝板及填缝宽度宜加宽到 25～30mm。传力杆一半以上长度的表面应涂防黏涂层。**另一种是支架固定传力杆**安装方法，**宜用于混凝土板连续浇筑时设置的胀缝**。传力杆长度的一半应穿过胀缝板和端头挡板，并应采用钢筋支架固定就位。浇筑时应先检查传力杆位置，再在胀缝两侧前置摊铺混凝土拌合物至板面，振捣密实后，抽出端头挡板，空隙部分填补混凝土拌合物，并用插入式振捣器振实。宜在混凝土未硬化时，剔除胀缝板上的混凝土，嵌入(20～25)mm×20mm 的术条，整平表面。胀缝板应连续贯通整个路面板宽度。

3.**横向缩缝采用切缝机施工，切缝方式**有**全部硬切缝、软硬结合切缝**和**全部软切缝**三种。应由施工期间混凝土面板摊铺完毕到切缝时的昼夜温差确定切缝方式。如**温差＜10℃**，最长时间不得超过 24h，**硬切缝 1/4～1/5 板厚**。**温差 10～15℃**时，**软硬结合切缝，软切深度不应小于 60mm**；不足者应硬切补深到 1/3 板厚。**温差＞15℃**时，**宜全部软切缝**，抗压强度等级为 1～1.5MPa，人可行走。**软切缝不宜超过 6h**。**软切深度应大于等于 60mm，未断开的切缝，应硬切补深到不小于 1/4 板厚。对已插入拉杆的纵向但缩缝.切缝深度不应小于 1/3～1/4 板厚，最浅切缝深度不应小于 70mm**，

有传力杆，不小于面层 1/3 且不小于 7cm。

无传力杆，不小于面层 1/4 且不小于 6cm。

纵横缩缝宜同时切缝。**缩缝切缝宽度控制在 4～6mm**，填缝槽深度宜为 25～30mm，宽度宜为 7～10mm。纵缝施工缝有平缝、企口缝等形式。混凝土板养护期满后应及时灌缝。

4.**灌填缝料**前，缝中清除砂石、凝结的泥浆、杂物等，冲洗干净。缝壁**必须干燥、清洁。缝料灌注深度宜为 15～20mm，热天施工时缝料宜与板面平，冷天缝料应填为凹液面，中心宜低于板面 1～2mm**。填缝必须饱满均匀、厚度一致、连续贯通，填缝料不得缺失、开裂、渗水。填缝料养护期间应封闭交通。

(五)养护

混凝土浇筑完成后应及时进行养护，可采取**喷洒养护剂**或**保湿覆盖**等方式；在雨天或养护用水充足的情况下，可采用保温膜、土工毡、麻袋、草袋、草帘等覆盖物**洒水湿养护方式**，

不宜使用围水养护；昼夜温差大于 10℃以上的地区或日均温度低于 5℃施工的混凝土板应采用保温养护措施。养护时间应根据混凝土弯拉强度增长情况而定，**不宜小于设计弯拉强度的 80%，一般宜为 14～21d。应特别注重前 7d 的保湿(温)养护**。

(六)开放交通

在混凝土达到设计**弯拉强度 40%**以后，可**允许行人通过**。混凝土**完全达到设计弯拉强度**后，方**可开放交通**。

【10 年】：3．普通混凝土路面施工完毕并经养护后，在混凝土达到设计（　　）强度的 40%以后，允许行人通过。P36

A．抗压　　B．弯拉　　C．抗拉　　D．剪切

1K411044　熟悉城镇道路大修维护技术要点

本条介绍城镇道路的大修维护施工工艺及其技术要点。

一、微表处(Micro-Surfacing Technique)工艺

(一)工艺适用条件

1.技术城镇道路进行大修养护时，**原有路面结构应能满足使用要求，原路面的强度满足设计要求、路面基本无损坏，经微表处大修后可恢复面层的使用功能**。

2.微表处技术应用于城镇道路大修，可达到**延长道路使用期**目的，且**工程投资少、工期短**。

3.微表处大修工程施工基本要求如下：

(1)对原有路面病害进行处理、刨平或补缝，使其符合设计要求。

(2)宽度大于 5mm 的裂缝进行灌浆处理。

(3)路面局部破损处进行挖补处理。

(4)深度 15～40mm 的车辙可采取填充处理，壅包应进行铣刨处理。

(5)微表处混合料的质量应符合《公路沥青路面施工技术规程》JTG F40 有关规定。

(二)施工流程与要求

1.清除原路面的泥土、杂物。

2.**可采用半幅施工，施工期间不断行**。

3.微表处一摊铺机专用施工机械，速度 1.5～3.0km/h。

4.橡胶耙人工找平，清除超大粒料。

5.**不需碾压成型，摊铺找平后必须立即进行初期养护**，禁止一切车辆和行人通行。

6.通常，气温 25～30℃时养护 30min 满足设计要求后，即可开放交通。

7.**微表处施工前**应**安排试验段**，长度**不小于 200m**；以便确定施工参数。

二、旧路加铺沥青混合料面层工艺

(一)旧沥青路面作为基层加铺沥青混合料面层

1.旧沥青路面作为基层加铺沥青混合料面层时，应对原有路面进行处理、整平或补强，符合设计要求。

2.施工要点：

(1)**符合设计强度、基本无损坏的旧沥青路面经整平后可作基层使用**。

(2)旧沥青路面有明显的损坏，但强度能达到设计要求的，应对损坏部分进行处理。

(3)填补旧沥青路面，凹坑应按高程控制、分层摊铺，**每层最大厚度不宜超过 100mm**。

【2011】: 25、不属于大修微表处的是（ P37 A E ）质量

A.沥青密封膏处理水泥混凝土板缝 B.旧水泥道路做弯沉实验 C 加铺沥青面层碾压 D 清除泥土杂物 E 剔除局部破损的混凝土面层

(二)旧水泥混凝土路作为基层加铺沥青混合料面层

1.旧水泥混凝土路作为基层加铺沥青混合料面层时，应对原有水泥混凝土路面进行处理、整平或补强，符合设计要求。

2.**施工要点**

(1)**对旧水泥混凝土路作弯沉试验，符合设计要求，经处理后可作为基层使用**。

(2)对旧水泥混凝土路面层与基层间的空隙，应作填充处理。

(3)对局部破损的原水泥混凝土路面层应剔除，并修补完好。

(4)对旧水泥混凝土路面层的胀缝、缩缝、裂缝应清理干净，并应采取防反射裂缝措施。

三、加铺沥青面层技术要点

(一)面层水平变形反射裂缝预防措施

1.水平变形反射裂缝的产生原因是旧水泥混凝土路板上存在接缝和裂缝，如果直接加铺沥青混凝土，在温度变化和行车荷载的作用下，水泥混凝土路面沿着接缝和裂缝处伸缩，当沥青混凝土路面的伸缩变形与其不一致时，就会在这些部位开裂，这就是产生反射裂缝的机理。因此，在旧水泥混凝土路面加铺沥青混凝土必须处理好反射裂缝，尽可能减少或延缓反射裂缝的出现。

2.**在沥青混凝土加铺层与旧水泥混凝土路面之间设置应力消减层，具有延缓和抑制反射裂缝产生的效果**。

3.**采取土工织物处理技术措施**参见 1K411033 所述。

(二)面层**垂直变形**破坏预防措施

1.在大修前对局部破损部位进行过修补，应将这些破损部位彻底剔除并重新修复；不需要将板体整块凿除重新浇筑，采用局部修补的方法即可。

2.使用**沥青密封膏**处理**旧水泥混凝土板缝**。沥青密封膏具有很好的粘结力和抗水平与垂直变形能力，可以有效防止雨水渗入结构而引发冻胀。施工时**首先采用切缝机结合人工剔除缝内杂物破除所有的破碎边缘**，按设计要求剔除到足够深度；**其次**用**高压空气清除缝内灰尘**，保证其洁净；**再次**用 **M7.5 水泥砂浆灌注板体裂缝或用防腐麻绳填实板缝下半部**，上部预留 70～100mm 空间，待水泥砂浆初凝后，在砂浆表面及接缝两侧涂抹混凝土接缝粘合剂后，**填充密封膏，厚度不小于 40mm**。

(三)基底处理要求

1.**基底的不均匀垂直变形**导致原水泥混凝土路**面板局部脱空，严重脱空部位的路面板**局部断裂或碎裂。为保证水泥混凝土路面板的整体刚性，加铺沥青混合料面层前，必须对脱空和路面板局部破裂处的基底进行处理，并对破损的路面板进行修复。基底处理方法有两种：**一种**是**换填基底材料**，**另一种**是**注浆填充脱空部位的空洞**。

2.**开挖式基底处理**。对于原水泥混凝土路面局部断裂或碎裂部位，将破坏部位凿除，换填基底并压实后，重新浇筑混凝土。这种常规的处理方法，工艺简单，修复也比较彻底，但对

交通影响较大，**适合交通不繁忙的路段**。

3.**非开挖式基底处理**。对于脱空部位的空洞，采用从**地面钻孔注浆的方法进行基底处理**。这是城镇道路大修工程中使用比较广泛和成功的方法。处理前应采用探地雷达进行详细探查，测出路面板下松散、脱空和既有管线附近沉降区域。

1K412000　城市桥梁工程

1K412010　城市桥梁工程结构与材料

1K412011　掌握城市桥梁结构组成与类型

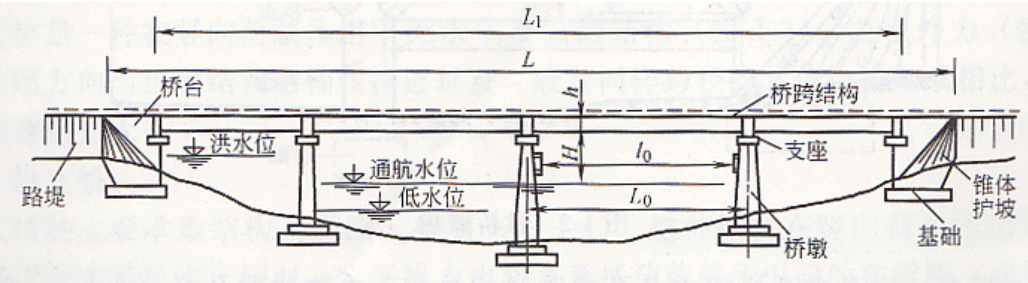
本条文简要介绍城市桥梁结构组成与类型。

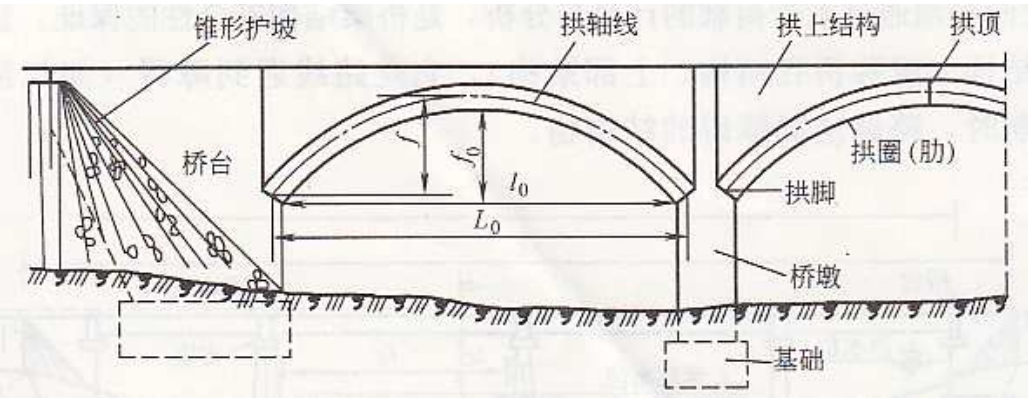
一、桥梁基本组成与常用术语（*了解*）

(一)桥梁的定义

道路路线遇到江河湖泊、山谷深沟以及其他线路(铁路或公路)等障碍时，为了保持道路的连续性而专门建造的人工构造物。桥梁既要保证桥上的交通运行，也要保证桥下水流的宣泄、船只的通航或车辆的通行。

(二)桥梁的基本组成





1.**桥跨结构**：在线路中断时跨越障碍的主要**承载结构**，也叫上部结构。

2.**桥墩**和**桥台**(通称**墩台**)：支承桥跨结构并将恒载和车辆等活载传至地基的构筑物，也叫下部结构。设置在桥两端的称为桥台，它除了上述作用外，还与路堤相衔接，抵御路堤土压力；防止路堤填土的滑坡和塌落。桥墩和桥台中使全部荷载传至地基的底部奠基部分，通常称为基础。

3.**支座**：在桥跨结构与桥墩或桥台的支承处所设置的传力装置。它不仅要传递很大的荷载，并且还要保证桥跨结构能产生一定的变位。

4.锥形护坡：在路堤与桥台衔接处设置的圬工构筑物，它保证迎水部分路堤边坡的稳定。

(三)相关常用术语

1.**净跨径**：相邻两个桥墩(或桥台)之间的净距。对于拱式桥是每孔拱跨两个拱脚截面最低点之间的水平距离。

2.**总跨径**：多孔桥梁中各孔净跨径的总和，也称桥梁孔径。

3.**计算跨径**：对于具有支座的桥梁，是指桥跨结构相邻两个支座中心之间的距离；对于拱式桥，是指两相邻拱脚截面形心点之间的水平距离，即拱轴线两端点之间的水平距离。

4.拱轴线：拱圈各截面形心点的连线。

5.**桥梁全长**：是桥梁两端两个桥台的侧墙或八字墙后端点之间的距离，简称桥长。

6.**桥梁高度**：指桥面与低水位之间的高差，或指桥面与桥下线路路面之间的距离，简称桥高。

7.**桥下净空高度**：设计洪水位、计算通航水位或桥下线路路面至桥跨结构最下缘之间的距离。

8.建筑高度：桥上行车路面(或轨顶)标高至桥跨结构最下缘之间的距离。

【2011】: 10、桥面行车面标高到桥跨结构最下缘之间的距离为（ A ）P39 桥

A.建筑高度 B.桥梁高度 C.净失高 D.计算失高

9.**容许建筑高度**：公路或铁路定线中所确定的桥面或轨顶标高，对通航净空顶部标高之差。

10.净矢高：从拱顶截面下缘至相邻两拱脚截面下缘最低点之连线的垂直距离。

11.计算矢高：从拱顶截面形心至相邻两拱脚截面形心之连线的垂直距离。

12.矢跨比：计算矢高与计算跨径之比，也称拱矢度，它是反映拱桥受力特性的一个重要指标。

13.**涵洞**：用来宣泄路堤下水流的构造物。通常在建造涵洞处路堤不中断。凡是多孔跨径的全长不到 8m 和单孔跨径不到 5m 的泄水结构物，均称为涵洞。

二、桥梁的主要类型

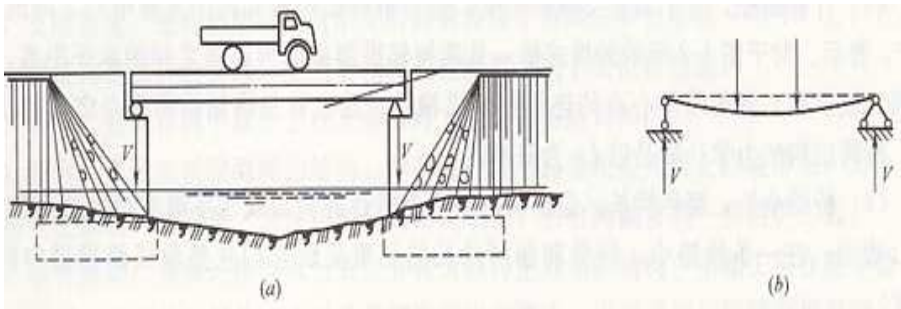
桥梁分类的方式很多，通常从受力特点、建桥材料、适用跨度、施工条件等方面来划分。

(一)按受力特点分

结构工程上的受力构件，总离不开拉、压、弯三种基本受力方式，由基本构件组成的各种结构物，在力学上也可归结为**梁式、拱式、悬吊式**三种基本体系以及它们之间的各种组合。

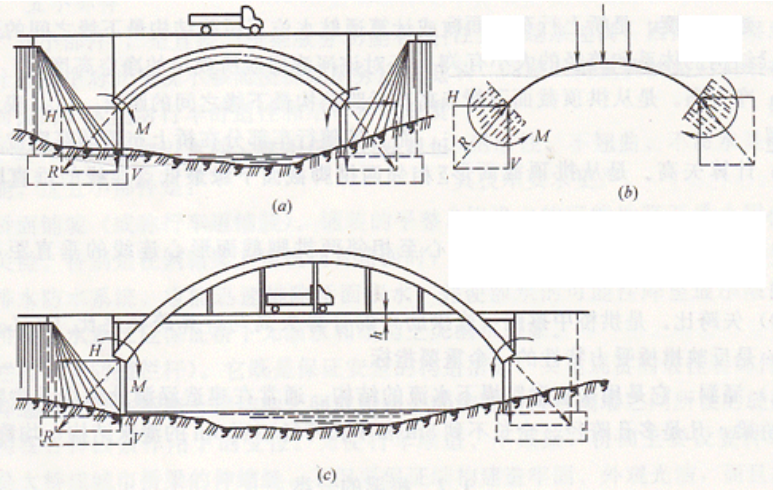
1.梁式桥

梁式桥是一种在**竖向荷载作用下无水平反力的结构**。由于外力(恒载和活载)的作用方向与承重结构的轴线接近垂直，故与同样跨径的其他结构体系相比，**梁内产生的弯矩最大**，通常需用抗弯能力强的材料(钢、木、钢筋混凝土、预应力钢筋混凝土等)来建造。



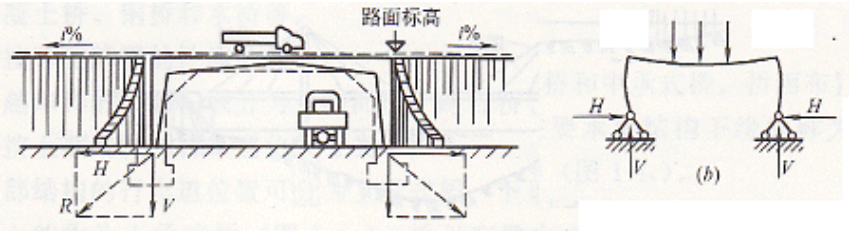
2.拱式桥

拱式桥的主要承重结构是**拱圈或拱肋**。这种结构在竖向荷载作用下，**桥墩或桥台将承受水平推力**，同时这种水平推力将显著抵消荷载所引起的在拱圈(或拱肋)内的弯矩作用。**拱桥的承重结构以受压为主，通常用抗压能力强的圬工材料**(砖、石、混凝土)和**钢筋混凝土等来建造**。



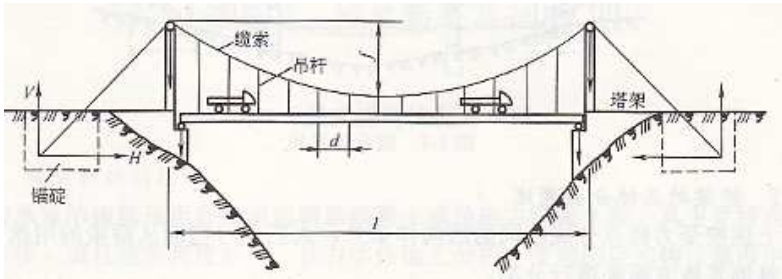
3.刚架桥

刚架桥的主要承重结构是梁或板和立柱或竖墙整体结合在一起的刚架结构。**梁和柱的连接处具有很大的刚性，在竖向荷载作用下，梁部主要受弯，而在柱脚处也具有水平反力，其受力状态介于梁桥和拱桥之间**。同样的跨径在相同荷载作用下，刚架桥的正弯矩比梁式桥要小，**刚架桥的建筑高度就可以降低**。但刚架桥施工比较困难，用普通钢筋混凝土修建，梁柱刚结处易产生裂缝。



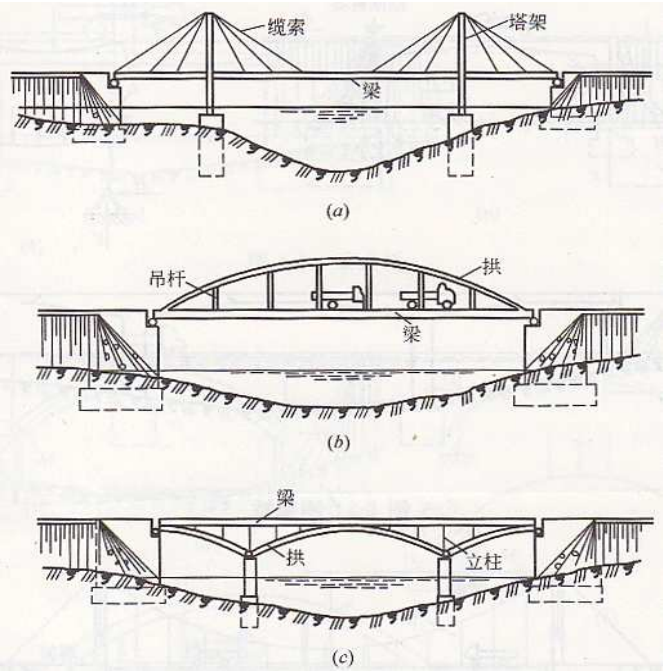
4.悬索桥

悬索桥以悬索为主要**承重结构，结构自重较轻，构造简单**，受力明确，能以较小的建筑高度经济合理地修建大跨度桥。由于这种桥的结构自重轻，刚度差，在车辆动荷载和风荷载作用下**有较大的变形和振动**。



5.组合体系桥

组合体系桥由几个不同体系的结构组合而成，最常见的为连续刚构，梁、拱组合等。斜拉桥也是组合体系桥的一种。



(二)其他分类方式

1.按用途划分，有公路桥、铁路桥、公铁两用桥、农用桥、人行桥、运水桥(渡槽)及其他专用桥梁(如通过管路、电缆等)。

2.按桥梁全长和跨径的不同分为特大桥、大桥、中桥、小桥。

3.按主要承重结构所用的材料来分，有圬工桥、钢筋混凝土桥、预应力混凝土桥、钢桥、钢一混凝土结合梁桥和木桥等。

4.按跨越障碍的性质来分，有跨河桥、跨线桥(立体交叉桥)、高架桥和栈桥。

5.按上部结构的行车道位置分为**上承式**(桥面结构布置在主要承重结构之上)桥、**下承式桥**、**中承式桥**。

1K412012　掌握不同形式挡土墙的结构特点

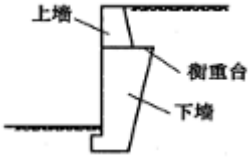
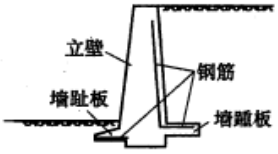
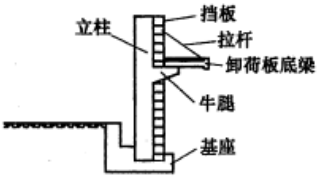
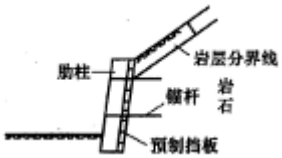
本条介绍了城市道路桥梁工程中常用的挡土墙结构形式及结构特点。

一、常见挡土墙的结构形式及特点

在城市道路桥梁工程常见的有**现浇钢筋混凝土结构**(见 1K412013)**挡土墙**、**装配式钢筋混凝土结构**(见 1K412032)挡土墙、**砌体结构**(见 1K415014)**挡土墙**和**加筋土挡土墙**。按照挡土墙结构形式及结构特点，可分为**重力式**、**衡重式**、**悬臂式**、**扶壁式**、**柱板式**、**锚杆式**、**自立式**、**加筋土**等不同挡土墙；其结构形式及结构特点简述见表 1K412012。

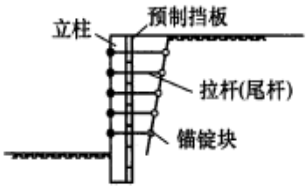
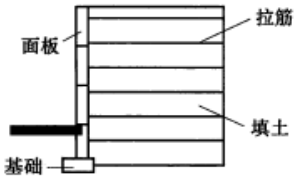
挡土墙结构形式及分类　　表 1K412012

类型	结构示意图	结构特点
重力式		1. 依靠墙身自重抵挡土压力作用； 2. 一般用浆砌片石砌筑，缺乏石料地区可用混凝土浇

		筑； 3．形式简单，取材容易，施工简便
重力式		在墙背**设少量钢筋**，并将墙趾展宽(必要时设少量钢筋)或基底设凸榫抵抗滑动，可减薄墙身，节省混凝土用量
衡重式		1. 上墙利用衡重台上填土的下压作用和全墙重心的后移增加墙身稳定； 2．墙胸坡陡，下墙倾斜，可降低墙高，减少基础开挖
钢筋混凝土悬臂式		1．采用钢筋混凝土材料，由立壁、墙趾板、墙踵板三部分组成； 2．墙高时，立壁下部弯矩大，费钢筋，不经济
钢筋混凝土扶壁式		沿墙长，隔相当距离**加筑肋板**(扶壁)，使墙面与墙踵板连接，比悬臂式受力条件好，**在高墙时较悬臂式经济**
带卸荷板的柱板式		1．由立柱、底梁、拉杆、挡板和基座组成，借卸荷板上的土重平衡全墙； 2．基础开挖较悬臂式少； 3．可预制拼装，快速施工
锚杆式		1.由肋柱、挡板和锚杆组成，靠锚杆固定在岩体内拉住肋柱； 2.锚头为楔缝式或砂浆锚杆

续表

类型	结构示意图	结构特点

自立式(尾杆式）		1.由拉杆、挡板、立柱、锚锭块组成，靠填土本身和拉杆、锚定块形成整体稳定； 2.结构轻便、工程量节省，可以预制、拼装、快速施工； 3.基础处理简单，有利于地基软弱处进行填土施工，但分层碾压需慎重，土也要有一定选择。
加筋土		1.加筋土挡墙是填土、拉筋和面板三者的结合体。拉筋与土之间的摩擦力及面板对填土的约束，使拉筋与填土结合成一个整体的柔性结构，**能适应较大变形，可用于软弱地基，耐震性能好于刚性结构**； 2.可解决很高的垂直填土(国内有 3.6～12m 的实例)，减少占地面积； 3.挡土面板、加筋条定型预制，**现场拼装，土体分层填筑，施工简便、快速、工期短**； 4.**造价较低**，为普通挡墙(结构)造价的 40%～60%； 5.立面美观，造型轻巧、多变

重力式挡土墙依靠墙体的自重抵抗墙后土体的侧向推力(土压力)，以维持土体稳定，多用料石或混凝土预制块砌筑，或用混凝土浇筑，是目前城镇道路常用的一种挡土墙形式。

衡重式挡土墙的墙背在上下墙间设衡重台，利用衡重台上的填土重量使全墙重心后移增加墙体的稳重。

挡土墙基础地基承载力必须符合设计要求，并经检测验收合格后方可进行后续工序施工。施工中应按设计规定施作挡土墙的排水系统、泄水孔、反滤层和结构变形缝。挡土墙投入使用时，应进行墙体变形观测，确认合格要求。

二、挡土墙结构受力

挡土墙结构会受到土体的侧压力作用，该力的总值会随结构与土相对位移和方向而变化，侧压力的分布会随结构施工程序及变形过程特性而变化。挡土墙结构承受土压力有：**静止土压力、主动土压力**和**被动土压力**。

静止土压力[图 1K412012-(a)]：若刚性的挡土墙保持原位静止不动，墙背土层在未受任何干扰时，作用在墙上水平的压应力称为静止土压力。其合力为 E_0(kN/m)、强度为 P_0(kPa)。

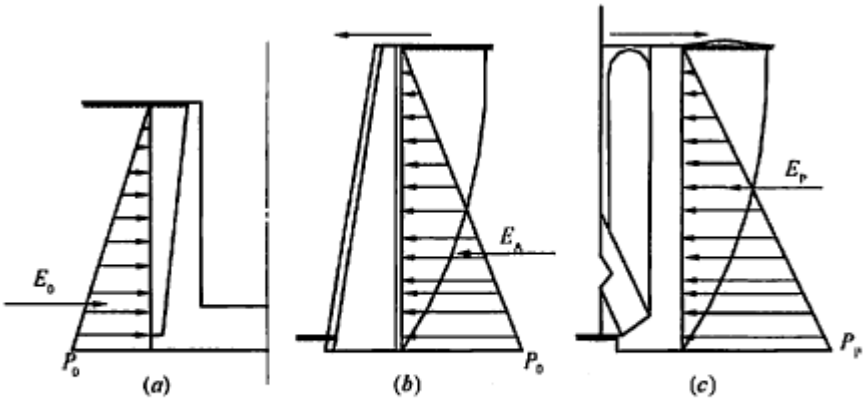


图 1K412012　土压力的三种形式

(a) 静止土压力；(b) 主动土压力；(c) 被动土压力

主动土压力[图 1K412012-(b)]：若刚性挡土墙在填土压力作用下，**背离填土一侧移动，这时作用在墙上的土压力将由静止压力逐渐减小，当墙后土体达到极限平衡**，土体开始剪裂，并产生连续滑动面，使土体下滑。这时土压力减到最小值，称为主动土压力。合力和强度分别用 E_A (kN/m)和 P_A (kPa)表示。

被动土压力[图 1K412012-(c)]：**若刚性挡土墙在外力作用下，向填土一侧移动**，这时作用在墙上的土压力将由静止压力逐渐增大，**当墙后土体达到极限平衡**，土体开始剪裂，出现连续滑动面，墙后土体向上挤出隆起，这时土压力增到最大值，称为被动土压力。

三种土压力中，**主动土压力最小；静止土压力其次；被动土压力最大，位移也最大。**

【07 年】: 2.刚性挡土墙在外力作用下向填土一侧移动，使墙后土体向上挤出隆起，则作用在墙上的水平压力称为(　)。P43

A.水平推力　　B.主动土压力　　C.被动土压力　　D.静止土压力

【10 年】: 4．刚性挡土墙与土相互作用的最大土压力是（　　）土压力。P43

A．静止　　B．被动　　C．平衡　　D．主动

1K412013　掌握钢筋混凝土施工技术

本条文以城市桥梁为主简要介绍钢筋混凝土结构施工要点，包括钢筋施工、混凝土施工、模板支架与拱架。

一、钢筋施工

钢筋施工包括**钢筋加工、钢筋连接、钢筋骨架**和**钢筋网的组成**与**安装**等内容。

(一)一般规定

1.钢筋混凝土结构所用钢筋的品种、规格、性能等均应符合设计要求和现行国家标准《钢筋混凝土用钢第 1 部分：热轧光圆钢筋》GB 1499.1、《钢筋混凝土用钢第 2 部分：热轧带肋钢筋》GB 1499.2、《冷轧带肋钢筋》GB13788 和《环氧树脂涂层钢筋》JG3042 等的规定。

2.钢筋应按不同钢种、等级、牌号、规格及生产厂家**分批验收，确认合格**后方可使用。

3.钢筋在运输、储存、加工过程中应防止锈蚀、污染和变形。

4.钢筋的级别、种类和直径应按设计要求采用。**当需要代换时，应由原设计单位作变更**

设计。

5.预制构件的吊环必须采用未经冷拉的 HPB230 热轧光圆钢筋制作，不得以其他钢筋替代。

6.在浇筑混凝土之前应对钢筋进行隐蔽工程验收，确认符合设计要求。

(二)钢筋加工

1.钢筋弯制前应先调直。钢筋宜优先选用机械方法调直。当采用冷拉法进行调直时，HPB235 钢筋冷拉率不得大于 2%；HRB335、HRB400 钢筋冷拉率不得大于 1%。

2.钢筋下料前，应核对钢筋品种、规格、等级及加工数量，并应根据设计要求和钢筋长度配料。下料后应按种类和使用部位分别挂牌标明。

3.受力钢筋弯制和末端弯钩均应符合设计要求或规范规定。

4-箍筋末端弯钩形式应符合设计要求或规范规定。箍筋弯钩的弯曲直径应大于被箍主钢筋的直径，且 HPB235 不得小于箍筋直径的 2.5 倍，HRB335 不得小于箍筋直径的 4 倍；弯钩平直部分的长度，一般结构不宜小于箍筋直径的 5 倍，有抗震要求的结构不得小于箍筋直径的 10 倍。

5.钢筋宜在常温状态下弯制，不宜加热。钢筋宜从中部开始逐步向两端弯制，弯钩应一次弯成。

6.钢筋加工过程中，应采取防止油渍、泥浆等物污染和防止受损伤的措施。

(三)钢筋连接

1.热轧钢筋接头

热轧钢筋接头应符合设计要求。当设计无规定时，应符合下列规定：

(1)钢筋接头宜采用焊接接头或机械连接接头。

(2)焊接接头应优先选择闪光对焊。焊接接头应符合国家现行标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 的有关规定。

(3)机械连接接头适用于 HRB335 和 HRB400 带肋钢筋的连接。机械连接接头应符合国家现行标准《钢筋机械连接通用技术规程》JGJ 107 的有关规定。

(4)当普通混凝土中钢筋直径等于或小于 22mm 时，在无焊接条件时，可采用绑扎连接，但受拉构件中的主钢筋不得采用绑扎连接。

(5)钢筋骨架和钢筋网片的交叉点焊接宜采用电阻点焊。

(6)钢筋与钢板的 T 形连接，宜采用埋弧压力焊或电弧焊。

2.钢筋接头设置

钢筋接头设置应符合下列规定：

(1)在同一根钢筋上宜少设接头。

(2)钢筋接头应设在受力较小区段，不宜位于构件的最大弯矩处。

(3)在任一焊接或绑扎接头长度区段内，同一根钢筋不得有两个接头，在该区段内的受力钢筋，其接头的截面面积占总截面积得百分率应符合规范规定。

(4)接头末端至钢筋弯起点的距离不得小于钢筋直径的 10 倍。

(5)施工中钢筋受力分不清受拉、受压的，按受拉办理。

(6)**钢筋接头部位横向净距不得小于钢筋直径，且不得小于 25mm**。

【2011】: 26、钢筋混凝土桥梁的钢筋接头说法，正确的有（ P44 A B D ）桥梁

A.同一根钢筋宜少设接头　　B 钢筋接头宜设在受力较小区段　　C 钢筋接头部位横向净距为 20mm

D 同一根钢筋在接头区段内不能有两个接头　E 受力不明确时，可认为是受压钢筋。

(四)钢筋骨架和钢筋网的组成与安装

施工现场可根据结构情况和现场运输起重条件，先分部预制成钢筋骨架或钢筋网片，入模就位后再焊接或绑扎成整体骨架。为确保分部钢筋骨架具有足够的刚度和稳定性，可在钢筋的部分交叉点处施焊或用辅助钢筋加固。

1.钢筋骨架制作和组装

钢筋骨架制作和组装应符合下列规定：

(1)钢筋骨架的焊接应在坚固的工作台上进行。

(2)组装时应按设计图纸放大样，放样时应考虑骨架预拱度。简支梁钢筋骨架预拱度应符合设计和规范规定。

(3)组装时应采取控制焊接局部变形措施。

(4)骨架接长焊接时，不同直径钢筋的中心线应在同一平面上。

2.钢筋网片电阻点焊规定

钢筋网片采用电阻点焊应符合下列规定：

(1)当焊接网片的受力钢筋为 HPB235 钢筋时，如焊接网片只有一个方向受力，受力主筋与两端的两根横向钢筋的全部交叉点必须焊接；如焊接网片为两个方向受力，则四周边缘的两根钢筋的全部交叉点必须焊接，其余交叉点可间隔焊接或绑、焊相间。

(2)当焊接网片的受力钢筋为冷拔低碳钢丝，而另一方向的钢筋间距小于 100mm 时，除受力主筋与两端的两根横向钢筋的全部交叉点必须焊接外，中间部分的焊点距离可增大至 250mm。

3.钢筋现场绑扎规定

现场绑扎钢筋应符合下列规定：

(1)**钢筋的交叉点**应采用**绑丝绑牢**，必要时可辅以点焊。

(2)**钢筋网的外围两行钢筋交叉点**应**全部扎牢**，中间部分交叉点可间隔交错扎牢，但双向受力的钢筋网，钢筋交叉点必须全部扎牢。

(3)梁和柱的箍筋，除设计有特殊要求外，应与受力钢筋垂直设置；箍筋弯钩叠合处，应位于梁和柱角的受力钢筋处，并错开设置(同一截面上有两个以上箍筋的大截面梁和柱除外)；螺旋形箍筋的起点和终点均应绑扎在纵向钢筋上，有抗扭要求的螺旋箍筋，钢筋应伸入核心混凝土中。

(4)矩形**柱角部竖向钢筋的弯钩平面与模板面的夹角应为 45^0；多边形柱角部竖向钢筋弯钩平面应朝向断面中心**；圆形柱所有竖向钢筋弯钩平面应朝向圆心。小型截面柱当采用插入式振捣器时，弯钩平面与模板面的夹角不得小于 15^0。

(5)绑扎接头搭接长度范围内的箍筋间距：当钢筋受拉时应小于 5d，且不得大于 100mm；当钢筋受压时应小于 10d，且不得大于 200mm。

(6)钢筋骨架的多层钢筋之间，应用短钢筋支垫，确保位置准确。

4.钢筋的混凝土保护层厚度

钢筋的混凝土保护层厚度，必须符合设计要求。设计无规定时应符合下列规定：

(1)普通钢筋和预应力直线形钢筋的最小混凝土保护层厚度不得小于钢筋公称直径，后张法构件预应力直线形钢筋不得小于其管道直径的 1/2。

(2)当受拉区主筋的混凝土保护层厚度大于 50mm 时，应在保护层内设置直径不小于 6mm、间距不大于 100mm 的钢筋网。

(3)钢筋机械连接件的最小保护层厚度不得小于 20mm。

(4)应在**钢筋与模板之间设置垫块，确保钢筋的混凝土保护层厚度**，垫块应与钢筋绑扎牢固、错开布置。

二、混凝土施工

混凝土的施工包括**原材料的计量，混凝土的搅拌、运输、浇筑和混凝土养护**等内容。

(一)原材料计量

各种计量器具应按计量法的规定定期检定，保持计量准确。在混凝土生产过程中，应注意控制原材料的计量偏差。**对骨料的含水率的检测，每一工作班不应少于一次**。雨期施工应增加测定次数，根据骨料实际含水量调整骨料和水的用量。

(二)混凝土搅拌、运输和浇筑

1.混凝土搅拌

混凝土拌合物应均匀，颜色一致，不得有离析和泌水现象。搅拌时间是混凝土拌合时的重要控制参数，使用机械搅拌时，自全部材料装入搅拌机开始搅拌起，至开始卸料时止，延续搅拌的最短时间应符合表 1K412013-1 的规定。

混凝土最短搅拌时间表　　表 1K412013-1

搅拌机类型	搅拌机容量(1)	混凝土**坍落度**(mm)		
		＜30	30～70	＞70
		混凝土最短搅拌时间(min)		
强制式	≤400	1.5	1.0	1.0
	≤1500	2.5	1.5	1.5

注：1.当掺入外加剂时，外加剂应调成适当浓度的溶液再掺入，搅拌时间宜延长；

2.采用分次投料搅拌工艺时，搅拌时间应按工艺要求办理，

3.当采用其他形式的搅拌设备时，搅拌的最短时间应按设备说明书的规定办理，或经试验确定。

混凝土拌合物的坍落度应在**搅拌地点**和**浇筑地点**分别随机取样检测。**每一工作班或每一单元结构物不应少于两次。评定时应以浇筑地点的测值**为准。如混凝土拌合物从搅拌机出料起至浇筑入模的时间不超过 15min 时，其坍落度可仅在搅拌地点检测。在检测坍落度时，还应观察混凝土拌舍物的黏聚性和保水性。

2.混凝土运输

(1)混凝土的运输能力应满足混凝土凝结速度和浇筑速度的要求，使浇筑工作不间断。

(2)运送混凝土拌舍物的容器或管道应不漏浆、不吸水，内壁光滑平整，能保证卸料及输送畅通。

(3)**混凝土拌合物运输在过程中，应保持均匀性，不产生分层、离析等现象，如出现分层、离析现象，则应对混凝土拌合物进行二次快速搅拌**。

(4)**混凝土拌台物运输到浇筑地点后，应按规定检测其坍落度，坍落度应符合设计要求和施工工艺要求**。

(5)预拌混凝土在卸料前需要掺加外加剂时，外加剂的掺量应按配合比通知书执行。掺入外加剂后，应快速搅拌，搅拌时间应根据试验确定。

(6)**严禁在运输过程中向混凝土拌合物中加水**。

(7)采用**泵送混凝土时，应保证混凝土泵连续工作，受料斗应有足够韵混凝土。泵送间歇时间不宜超过 15min**。

3.混凝土浇筑

(1)浇筑前的检查

浇筑混凝土前，应检查**模板、支架的承载力、刚度、稳定性，检查钢筋及预埋件的位置、规格**，并做好记录，符合设计要求后方可浇筑。**在原混凝土面上浇筑新混凝土时，相接面应凿毛**，并清洗干净，表面湿润但不得有积水。

(2)混凝土浇筑

①混凝土一次浇筑量要适应各施工环节的实际能力，以保证混凝土的连续浇筑。**对于大方量混凝土浇筑，应事先制定浇筑方案**。

②混凝土运输、浇筑及间歇的全部时间不应超过混凝土的初凝时间。同一施工段的混凝土应连续浇筑，并应在底层混凝土初凝之前将上一层混凝土浇筑完毕。

③采用振捣器振捣混凝土时，每一振点的振捣延续时间，应以**使混凝土表面呈现浮浆、不出现气泡和不再沉落为准**。

(三)混凝土养护

1.一般混凝土浇筑完成后，应在收浆后尽快予以覆盖和洒水养护。对**干硬性混凝土、炎热天气浇筑的混凝土、大面积裸露的混凝土**，有条件的可在**浇筑完成后立即加设棚罩，待收浆后再予以覆盖和养护**。

2.**洒水养护的时间，采用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥或矿渣硅酸盐水泥的混凝土，不得少于 7d**。掺用**缓凝型外加剂或有抗渗等要求**以及**高强度混凝土，不少于 14d**。使用真空吸水的混凝土，可在保证强度条件下适当缩短养护时间。采用涂刷**薄膜养护剂养护**时，**养护剂应通过试验确定**，并应制定操作工艺。采用塑料膜覆盖养护时，应在混凝土浇筑完成后及时覆盖严密，保证膜内有足够的凝结水。

3.**当气温低于 5℃时，应采取保温措施，不得对混凝土洒水养护**。

三、模板、支架和拱架

(一)模板、支架和拱架的设计与验算

1.模板、支架和拱架应结构简单、制造与装拆方便，应具有**足够的承载能力、刚度和稳定性**，并应根据工程结构形式、设计跨径、荷载、地基类别、施工方法、施工设备和材料供应

等条件及有关的设计、施工规范进行施工设计。

2.钢、木模板、拱架和支架的设计应符合国家现行标准《钢结构设计规范》GB50017、《木结构设计规范》GB 50005、《组合钢模板技术规范》GB 50214 和《公路桥涵钢结构及木结构设计规范》JTJ 025 的有关规定。

3.设计模板、支架和拱架时应按表 1K412013-2 进行荷载组合。

设计模板、支架和拱架的荷载组合表　　表 1K412013-2

模板构件名称	荷载组合	
	计算强度用	验算刚度用
梁、板和拱的底模及支承板、拱架、支架等	①+②+③+④+⑦	①+②+⑦
缘石、人行道、栏杆、柱、梁板、拱等的侧模板	④+⑤	⑤
基础、墩台等厚大建筑物的侧模板	⑤+⑥	⑤

表中：**①模板、拱架和支架自重；**

②新浇筑混凝土、钢筋混凝土或圬工、砌体的自重力；

③施工人员及施工材料机具等行走运输或堆放的荷载；

④振捣混凝土时的荷载；

⑤新浇筑混凝土对侧面模板的压力；

⑥倾倒混凝土时产生的荷载；

⑦其他可能产生的荷载，如风雪荷载、冬季保温设施荷载等。

4.验算**模板、支架和拱架的抗倾覆稳定**时，各施工阶段的稳定系数均不得小于 1.3。

5.验算模板、支架和拱架的刚度时，其变形值不得超过下列规定：

(1)结构**表面外露**的模板挠度为模板构件跨度的 **1/400**；

(2)结构**表面隐蔽**的模板挠度为模板构件跨度的 **1/250**；

(3)拱架和支架受载后挠曲的杆件，其弹性挠度为相应结构跨度的 1/400；

(4)钢模板的面板变形值为 1.5mm；

(5)钢模板的钢楞、柱箍变形值为 L/000 及 B/500 (L—计算跨度，B—柱宽度)。

6.模板、支架和拱架的设计中应设施工预拱度。**施工预拱度应考虑下列因素**：

(1)设计文件规定的**结构预拱度**；

(2)支架和拱架承受全部施工荷载引起的**弹性变形**；

(3)受载后由于杆件接头处的挤压和卸落设备压缩而产生的**非弹性变形**；

(4)支架、拱架**基础受载后的沉降**。

7.设计预应力混凝土结构模板时，应考虑施加预应力后构件的弹性压缩、上拱及支座螺栓或预埋件的位移等。

8.支架立柱在排架平面内应设水平横撑。立柱高度在 5m 以内时，水平撑不得少于两道，立柱高于 5m 时，水平撑间距不得大于 2m，并应在两横撑之间加双向剪刀撑。在排架平面外应设斜撑，斜撑与水平交角宜为 45^0。

(二)模板、支架和拱架的制作与安装

1.模板与混凝土接触面应平整、接缝严密。组合钢模板的制作、安装应符合现行国家标准《组合钢模板技术规范》GB 50214 的规定；钢框胶合板模板的组配面板宜采用错缝布置；高分子合成材料面板、硬塑料或玻璃钢模板，应与边肋及加强肋连接牢固；土、砖等胎模制作的场地应平整、坚实，胎模表面应平整、光滑；拱桥施工，在条件适宜处可使用土牛拱胎，但雨期不宜采用土牛拱胎。

2.**支架立柱**必须落在有**足够承载力的地基上**，立柱**底端必须放置垫板或混凝土垫块**。支架地基严禁被水浸泡，冬期施工必须采取防止冻胀的措施。

3.**支架通行孔**的**两边应加护桩，夜间应设警示灯**。施工中易受漂流物冲撞的河中支架应设牢固的防护设施。

4.安设支架、拱架过程中，应随安装随架设临时支撑。采用多层支架时，支架的横垫板应水平，立柱应铅直，上下层立柱应在同一中心线上。

5.**支架或拱架不得与施工脚手架、便桥相连**。

6.**支架、拱架安装完毕，经检验合格后方可安装模板**；安装模板应与钢筋工序配合进行，妨碍绑扎钢筋的模板，应待钢筋工序结束后再安装；安装墩、台模板时，其底部应与基础预埋件连接牢固，上部应采用拉杆固定；模板在安装过程中，必须设置防倾覆设施。

7.采用脚手架作支架时应遵守国家现行标准《建筑施工碗扣式脚手架安全技术规范》JGJ 166 或《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》JGJ 130 的规定。

8.采用滑模应遵守现行国家标准《滑动模板工程技术规范》GB 50113 的规定。

9.**浇筑混凝土和砌筑前，应对模板、支架和拱架进行检查和验收，合格后方可施工**。

10.**模板工程及支撑体系**满足下列条件的，还应进行危险性较大分部分项工程**安全专项施工方案专家论证**。

(1)**工具式模板工程：包括滑模、爬模、飞模工程**。

(2)**混凝土模板支撑工程：搭设高度 8m 及以上、搭设跨度 18m 及以上**；施工总荷载 15kN/m^2 及以上；集中线荷载 20kN/m 及以上。

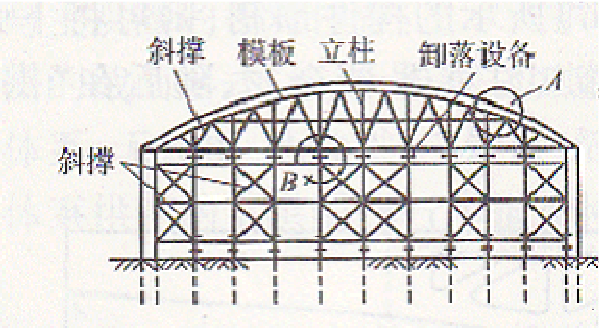
(3)**承重支撑体系：用于钢结构安装等满堂支撑体系，承受单点集中荷载 700kg 以上**。

(三)模板、支架和拱架的拆除

1.模板、支架和拱架拆除应符合下列规定：

(1)**非承重侧模**应在混凝土强度能保证结构**棱角不损坏**时方可拆除，混凝土强度宜为 **2.5MPa 及以上**。

(2)**芯模**和**预留孔道内模**应在混凝土抗压强度能保证**结构表面不发生塌陷和裂缝**时，方可拔出。



2.浆砌石、混凝土砌块拱桥拱架的卸落应遵守下列规定：

(1)浆砌石、混凝土砌块拱桥应在砂浆强度达到设计要求强度后卸落拱架，设计未规定时，砂浆强度应达到设计标准值的 80%以上。

(2)跨径小于 10m 的拱桥宜在拱上结构全部完成后卸落拱架；中等跨径实腹式拱桥宜在护拱完成后卸落拱架；大跨径空腹式拱桥宜在腹拱横墙完成(未砌腹拱圈)后卸落拱架。

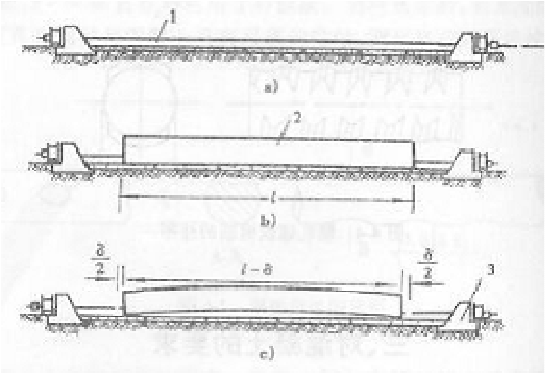
(3)在裸拱状态卸落拱架时，应对主拱进行强度及稳定性验算并采取必要的稳定措施。

3.**模板**、**支架**和**拱架拆除**应遵循**先支后拆**、**后支先拆**的原则。支架和拱架应按几个循环卸落，卸落量宜由小渐大。每一循环中，**在横向应同时卸落、在纵向应对称均衡卸落**。

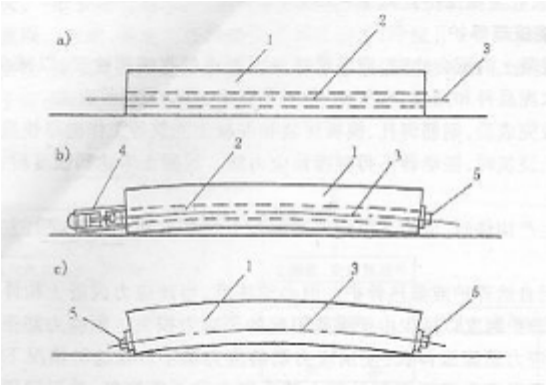
4.**预应力混凝土结构的侧模应在预应力张拉前拆除；底模应在结构建立预应力后拆除**。

1K412014　掌握预应力混凝土施工技术

本条文以桥梁工程为主介绍有粘结预应力混凝土施工技术。



先张法



后张法

一、预应力混凝土配制与浇筑

(一)配制

1.预应力混凝土应优先采用**硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥**，**不宜使用矿渣硅酸盐水泥，不得使用火山灰质硅酸盐水泥及粉煤灰硅酸盐水泥**。粗骨料应采用碎石，其粒径宜为 5～25mm。

【09 年】：6．配制预应力混凝土时应优先采用（）。

A．普通硅酸盐水泥　B．矿渣硅酸盐水泥 C．火山灰质硅酸盐水泥　D．粉煤灰质硅酸盐水泥

2.**混凝土中的水泥用量不宜大于 550kg/m^3**。

3.混凝土中严禁使用**含氯化物的外加剂及引气剂或引气型减水剂**。

4.**从各种材料引入混凝土中的氯离子总含量(折合氯化物含量)不宜超过水泥用量的**

0.06%。超过 0.06%时，宜采取掺加阻锈剂、增加保护层厚度、提高混凝土密实度等防锈措施。

(二)浇筑

1.浇筑混凝土时，对预应力筋锚固区及钢筋密集部位，应加强振捣。

2.对先张构件应避免振动器碰撞预应力筋，对后张构件应避免振动器碰撞预应力筋的管道。

二、预应力张拉施工

(一)基本规定

1.预应力筋的张拉控制应力必须符合设计规定。

2.预应力筋采用**应力控制方法张拉**时，应以**伸长值**进行校核。**实际伸长值与理论伸长值的差值应符合设计要求**；设计无规定时，**实际伸长值与理论伸长值之差应控制在 6%以内。否则应暂停张拉，待查明原因并采取措施后**，方可继续张拉。

3.**预应力张拉时，应先调整到初应力**(σ_0)，该初应力宜为张拉控制应力(σcon)的 10%～15%，伸长值应从初应力时开始量测。

4.预应力筋的锚固应在张拉控制应力处于稳定状态下进行，锚固阶段张拉端预应力筋的内缩量，不得大于设计或规范规定。

(二)先张法预应力施工

1.**张拉台座应具有足够的强度和刚度，其抗倾覆安全系数不得小于 1.5，抗滑移安全系数不得小于 1.3**。张拉横梁应有足够的刚度，受力后的最大挠度不得大于 2mm。锚板受力中心应与预应力筋合力中心一致。

2.预应力筋连同隔离套管应在钢筋骨架完成后一并穿入就位。就位后，严禁使用**电弧焊对梁体钢筋及模板进行切割或焊接**。隔离套管内端应堵严。

3.同时张拉多根预应力筋时，各根预应力筋的初始应力应一致。张拉过程中应使活动横梁与固定横梁始终保持平行。

4.张拉程序应符合设计要求，设计未规定时，其张拉程序应符合表 1K412014-1 的规定。

先张法预应力筋张拉程序　　表 1K412014-1

预应力筋种类	张　拉　程　序
钢筋	0→初应力→1.05σcon→0.9σcon→σcon(锚固)
钢丝、钢绞线	**0→初应力→1.05σcon(持荷 2min) →0→σcon(锚固)**
	对于夹片式等具有自锚性能的锚具： **普通松弛力筋 0→初应力→1.03σcon(锚固)** 低松弛力筋 0→初应力→σcon(持荷 2min 锚固)

注：1.表中 σcon 为张拉时的控制应力值，包括预应力损失值；

2.张拉钢筋时，为保证施工安全，应在超张拉放张至 0.9σcon 时安装模板、普通钢筋

及预埋件等。

5.张拉过程中，预应力筋的**断丝**、**断筋数量**不得超过表 1K412014-2 的规定。

先张法预应力筋断丝限制　　表 1K412014-2

预应力筋种类	项　　目	控　制　值
钢　筋	断筋	**不允许**
钢丝、钢绞线	同一构件内断丝数不得超过钢丝总数的	**1%**

6.放张预应力筋时混凝土强度必须符合设计要求，设计未规定时，不得低于强度设计值的**75%**。放张顺序应符合设计要求，设计未规定时，应**分阶段**、**对称**、**交错地放张**。放张前，应将限制位移的模板拆除。

(三)后张法预应力施工

1.预应力管道安装应符合下列要求：

(1)管道应采用**定位钢筋牢固地定位于设计位置**。

(2)金属管道接头应采用**套管连接**，连接套管宜采用大一个直径型号的同类管道，且应与金属管道封裹严密。

(3)**管道应留压浆孔与溢浆孔；曲线孔道的波峰部位应留排气孔；在最低部位宜留排水孔**。

(4)管道安装就位后应立即**通孔检查**，发现堵塞应及时疏通。管道经检查合格后应及时将其端面封堵，防止杂物进入；

(5)管道安装后，需在其附近进行焊接作业时，必须对管道采取保护措施。

2.预应力筋安装应符合下列要求：

(1)先穿束后浇混凝土时，浇筑混凝土之前，必须检查管道并确认完好；浇筑混凝土时应定时抽动、转动预应力筋。

(2)先浇混凝土后穿束时，浇筑后应立即疏通管道，确保其畅通。

(3)混凝土采用**蒸汽养护时，养护期内不得装入预应力筋**。

(4)穿束后至孔道灌浆完成应控制在下列时间以内，否则应对预应力筋采取防锈措施：

空气湿度大于 70%或盐分过大时，7d；

空气湿度 40%～70%时，15d；

空气湿度小于 40%时，20d。

(5)**在预应力筋附近进行电焊时，应对预应力筋采取保护措施**。

3.预应力筋张拉应符合下列要求：

(1)混凝土强度应符合设计要求，设计未要求时，不得低于强度设计值的 **75%**。

(2)预应力筋张拉端的设置应符合设计要求。当设计未要求时，应符合下列规定：

曲线预应力筋或长度大于等于 25m 的直线预应力筋，宜在两端张拉；长度小于 25m 的直线预应力筋，可在一端张拉。

当同一截面中有多束～端张拉的预应力筋时，张拉端宜均匀交错的设置在结构的两端。

(3)张拉前应根据设计要求对孔道的摩阻损失进行实测，以便确定张拉控制应力值，并确定预应力筋的理论伸长值。

(4)预应力筋的张拉顺序应符合设计要求。当设计无要求时，可采取**分批、分阶段对称张拉。宜先中间，后上、下或两侧**。

(5)预应力筋张拉程序应符合表 1K412014-3 的规定。

后张法预应力筋张拉程序表　　1K412014-3

预应力筋种类		张　拉　程　序
钢绞线束	对于夹片式等有自锚性能的锚具	普通松弛力筋 0→初应力→1.03σcon(锚固) 低松弛力筋 0→初应力→σcon(持荷 2min 锚固)
	其他锚具	0→初应力→1.05σcon(持荷 2min) →σcon(锚固)
钢丝束	对于夹片式等有自锚性能的锚具	普通松弛力筋 0→初应力→1.03σcon(锚固) 低松弛力筋 0→初应力→σcon(持荷 2min 锚固)
	其他锚具	0→初应力→1.05σcon(持荷 2min)→0→σcon(锚固)
精轧螺纹钢筋	直线配筋时	0→初应力→σcon(持荷 2min 锚固)
	曲线配筋时	0→σcon(持荷 2min) →0(上述程序可反复几次) →初应力→σcon(持荷 2min 锚固)

注：1.表中 σcon 为张拉时的控制应力值，包括预应力损失值；

2.梁的竖向预应力筋可一次张拉到控制应力，持荷 5min 锚固。

(6)张拉过程中预应力筋断丝、滑丝、断筋的数量不得超过表 1K412014-4 的规定。

后张法预应力筋断丝、滑丝、断筋控制值表　　表 1K412014-4

预应力筋种类	项　目	控制值
钢丝束、钢绞线束	每束钢丝断丝、滑丝	1 根
	每束钢绞线断丝、滑丝	1 丝
	每个断面断丝之和不超过该断面钢丝总数的	1%
钢　筋	断筋	不允许

注：1.钢绞线断丝系指单根钢绞线内钢丝的断丝；

2.超过表列控制数量时，原则上应更换。当不能更换时，在条件许可下，可采取补救措施，如提高其他钢丝束控制应力值，应满足设计上各阶段极限状态的要求。

4.张拉控制应力达到稳定后方可锚固。锚具应用封端混凝土保护，当需较长时间外露时，应采取防锈蚀措施。锚固完毕经检验合格后，方可切割端头多余的预应力筋。

(四)孔道压浆

1.预应力筋张拉后，应及时进行孔道压浆，多跨连续有连接器的预应力筋孔道，应张拉完一段灌注一段。孔道压浆宜采用**水泥浆**。水泥浆的强度应符合设计要求，设计无要求时不得

低于 **30MPa**。

【10 年】: 7. 后张法预应力筋张拉后孔道压浆采用的水泥浆强度在设计无要求时，不得低于（　　）MPa。

A. 15　　B. 20　　C. 30　　D. 35

【07 年】: 7. 后张法预应力施工中，预应力筋张拉后应及时进行孔道压浆，下列关于孔道压浆说法错误的是（　）。P52, P321

A. 当白天气温高于 35℃时，压浆宜在夜间进行

B. 压浆完成 24 小时以后，结构混凝土的温度可以低于 5℃

c. 压浆作业每一工班应留取不少于 3 组砂浆试块，标养 28 天

D. 水泥浆的强度应符合设计要求，设计无要求时不得低于 30MPa

2.压浆后应从检查孔抽查压浆的密实情况，如有不实，应及时处理。**压浆作业，每一工作班应留取不少于 3 组砂浆试块，标养 28d，以其抗压强度作为水泥浆质量的评定**依据。

3.压浆过程中及压浆后 **48h 内**，结构混凝土的**温度不得低于 5℃**，否则应采取保温措施。当白天**气温高于 35℃**时，压浆**宜在夜间**进行。

4.**埋设在结构内的锚具，压浆后应及时浇筑封锚混凝土。封锚混凝土的强度等级应符合设计要求，不宜低于结构混凝土强度等级的 80%，且不低于 30MPa**。

5.孔道内的**水泥浆强度**达到设计规定后方可吊移预制构件；设计未要求时，应**不低于砂浆设计强度的 75%**。

1K412015　熟悉预应力材料的技术要求

本条文简要介绍有后张有粘结预应力的材料、锚具和连接器的技术要求。

一、后张预应力材料

常用后张预应力材料主要有预应力筋和管道。

(一)后张预应力筋

1.后张预应力筋主要有**钢丝**、**钢绞线**和**精轧螺纹钢筋**等。预应力筋的质量及使用方法是否正确，关系到预应力结构施工时的安全和结构本身的质量与安全。

2.预应力混凝土结构所采用预应力筋的质量应符合现行国家标准《预应力混凝土用钢丝》GB/T 5223、《预应力混凝土用钢绞线》GB/T 5224 等的规定。**每批钢丝、钢绞线、钢筋应由同一牌号、同一规格、同一生产工艺的产品组成**。

3.新产品及进口材料的质量应符合相应现行国家标准的规定。

4.预应力筋进场时，应对其**质量证明文件**、**包装**、**标志**和**规格**进行检验，并应符合下列规定：

(1)钢丝检验每批重量不得大于 **60t**；**从每批钢丝中先抽查 5%，且不少于 5 盘，进行形状、尺寸和表面质量检查，检查不合格，则将该批钢丝全数检查。从检查合格的钢丝中抽查 5%且，不少于 3 盘，在每盘钢丝的两端取样进行抗拉强度、弯曲和伸长率试验。试验结果有一项不合格则该盘钢丝报废，并从同批次未试验过的钢丝盘中取双倍数量的试样进行该不合格项的复验。如仍有一项不合格，则该批钢丝为不合格**。

(2)**钢绞线检验每批重量不得大于 60t**；从每批钢绞线中任取 3 盘，并从每盘所选的钢绞线端部正常部位截取一根试样，进行表面质量、直径偏差和力学性能试验。如每批少于 3 盘，应全数检验。检验结果如有一项不合格时，则不合格盘报废，并再从该批未试验过的钢绞线

中取双倍数量的试样进行该不合格项的复验。如仍有一项不合格，则该批钢绞线为不合格。

【09 年】：22.下列对绞线进场的检验要求，正确的有（）。P53

A．检查质量证明书和包装 B．分批检验，每批重量不大于 65t

C．每批大于 3 盘则任取 3 盘 D．每批少于 3 盘应全数检验 E．检验有一项不合格则该批钢绞线报废

(3)**精轧螺纹钢筋**检验每批重量不得大于 **60t**；对其表面质量应逐根进行外观检查，外观检查合格后**每批中任选 2 根钢筋截取试件进行拉伸试验。试验结果有一项不合格，则取双倍数量的试样重做试验。如仍有一项不合格，则该批钢筋为不合格**。

(4)预应力筋必须保持清洁。在存放、搬运、施工操作过程中应避免机械损伤和有害的锈蚀。如长时间存放，必须安排定期的外观检查。

5.**存放的仓库应干燥、防潮、通风良好、无腐蚀气体和介质。存放在室外时不得直接堆放在地面上，必须垫高、覆盖、防腐蚀、防雨露，时间不宜超过 6 个月**。

类型	分批	取样	检验	不合格
钢丝	60t	5%且 5 盘 合格中 5%且 3 盘	形状尺寸表观 抗拉弯曲伸长率	逐盘检查 盘报废，双倍取样 批不合格
钢绞线	60t	3 盘	表观直径力学	盘报废，双倍取样 批不合格
热处理钢筋	60t	10%且 25 盘 合格中 5%且 3 盘	尺寸表观后力学性能	盘报废，双倍取样 批不合格
冷拉钢筋	20t	逐根 2 根	外观 强度伸长率 冷弯	盘报废，双倍取样 批不合格
冷拔低碳钢丝	逐盘		抗拉弯曲伸长率	
精轧螺纹钢筋	100t	逐根 2 根	外观 拉伸	规定方法

6.预应力筋的制作

(1)预应力筋下料长度应通过**计算确定**，计算时应考虑**结构的孔道长度或台座长度、锚夹具长度、千斤顶长度、焊接接头或镦头预留量，冷拉伸长值、弹性回缩值、张拉伸长值和外露长度**等因素。

钢丝束的两端均采用墩头锚具时，同一束中各根钢丝下料长度的相对差值，当钢丝束长度小于或等于 20m 时，不宜大于 1/3000；当钢丝束长度大于 20m 时，不宜大于 1/5000，且不大于 5mm。

(2)预应力筋宜使用**砂轮锯或切断机**切断，不得采用**电弧切割**。

(3)预应力筋采用镦头锚固时，**高强钢丝**宜采用**液压冷镦**；**冷拔低碳钢丝**可采用**冷冲镦粗**；

钢筋宜采用电热镦粗，但Ⅳ级钢筋镦粗后应进行电热处理。冷拉钢筋端头的镦粗及热处理工作，应在钢筋冷拉之前进行，否则应对镦头逐个进行张拉检查，检查时的控制应力应不小于钢筋冷拉时的控制应力。

(4)预应力筋由多根钢丝或钢绞线组成时，在同束预应力钢筋内，应采用强度相等的预应力钢材。编束时，应逐根梳理直顺不扭转，绑扎牢固(用火烧丝绑扎，每隔 1m -道)，不得互相缠绕。编束后的钢丝和钢绞线应按编号分类存放。钢丝和钢绞线束移运时支点距离不得大于 3m，端部悬出长度不得大于 1.5m。

7.预应力筋安装时应注意：

(1)预应力筋可在混凝土浇筑之前穿束，也可在浇筑之后穿束。预应力筋为钢绞线时，可将一根钢束中的全部钢绞线编束之后整体穿入管道，也可以逐根将钢绞线穿入管道。穿束前应确认锚垫板位置准确、孔道畅通、无积水。采用蒸养的结构，养护完成前不应安装预应力筋。

(2)预应力筋安装后直至孔道压浆时，预应力筋在孔道内处于暴露状态，因此应注意采取防锈或防腐措施，防止预应力筋发生锈蚀或腐蚀。在安装预应力筋的构件附近进行电焊时，要对预应力筋和金属件进行保护，防止溅上焊渣或造成损坏。

(二)管道

1.后张有粘结预应力混凝土结构中，预应力筋的孔道一般由浇筑在混凝土中的刚性或半刚性管道构成。一般工程可由钢管抽芯、胶管抽芯或金属伸缩套管抽芯预留孔道。浇筑在混凝土中的管道应具有足够强度和刚度，不允许有漏浆现象，且能按要求传递粘结力。

2.刚性或半刚性管道应是金属的。刚性管应内壁光滑，可弯曲成适当的形状而不出现卷曲或被压扁。半刚性管应是波纹状的金属螺旋管。

3.金属螺旋管的检验

(1)金属螺旋管道进场时，应检查出厂合格证和质量保证书，核对其类别、型号、规格及数量，对外观、尺寸、集中荷载下的径向刚度、荷载作用后的抗渗及抗弯曲渗漏等进行检验。检验方法应按有关规范、标准进行。

(2)金属螺旋管按批进行检验。每批由同一生产厂家，同一批钢带所制作的金属螺旋管组成，累计半年产量或 50000m 生产量为一批。不足上述条件的则取产量最多的规格作为一批。

4.管道的其他要求

(1)在桥梁的某些特殊部位，设计无要求时，可采用符合要求的平滑钢管或高密度聚乙烯管，其管壁厚不得小于 2mm。

(2)管道的内横截面积至少应是预应力筋净截面积的 2.0～2.5 倍。不足这一面积时，应通过试验验证其可否进行正常压浆作业。超长钢束的管道也应通过试验确定其面积比。

(3)采用胶管抽芯法制孔时，胶管内应插入芯棒或充以压力水，以增加刚度。采用钢管抽芯法时，钢管表面应光滑，焊缝应平顺。抽芯法的抽芯时间应由试验确定，以混凝土抗压强度达到 0.4～0.8MPa 为宜，抽拔时不应损伤结构混凝土。抽芯后应用通孔器或压气、压水等方法，检查孔道是否有堵塞、残留物或与邻孔串通现象，一旦发现应及时处理。

(4)预留孔道的尺寸与位置应正确，孔道应平顺，孔道端部的预埋钢锚垫板应垂直于孔道

中心线。

(5)预留孔道用的管道应采用定位钢筋固定安装，使其能牢固的置于模板内的设计位置，并在浇筑混凝土时不产生位移。定位钢筋的间距，对于钢管不宜大于 1m，波纹管不宜大于 0.8m，胶管不宜大于 0.5m。曲线管道适当加密固定筋。

(6)金属管道接头处的连接套管采用大一个直径级别的同类型管道。套管长度为被连接管道内径的 5～7 倍。管道接头处不应产生角度变化，在浇筑混凝土时不应发生管道转动或位移。管道接头连接处应缠裹紧密，防止水泥浆渗入。

(7)管道需设压浆孔，还应在最高点处设排气孔，需要时在最低点设排水孔。

(8)管道在模板内安装就位后，应盖好其端部，防止水或其他杂物进入。

(9)金属螺旋管道宜采用镀锌材料制作，制作金属螺旋管的钢带厚度不宜小于 0.3mm。金属螺旋管性能应符合国家现行标准《预应力混凝土用金属螺旋管》JG/T 3013 的规定。

(10)预应力原材料必须保持清洁，在存放和运输时应避免损伤、锈蚀和腐蚀。预应力筋和金属管道在室外存放时，时间不宜超过 6 个月。预应力锚具、夹具和连接器应在仓库内配套保管。

【2011】：1、预应力混凝土管道最低点应设置（ A ）P50 桥

A.排水孔 B.排气孔 C.注浆孔 D.溢浆孔

二、锚具和连接器

常用后张预应力锚具包括各类锚具以及连接器。

(一)基本要求

1.后张预应力锚具和连接器按照锚固方式不同，可分为夹片式(单孔和多孔夹片锚具)、支承式(镦头锚具、螺母锚具)、锥塞式(钢制锥形锚具)和握裹式(挤压锚具、压花锚具等)。

【06 年】：22.预应力张拉锚固体系，按错固原理可分为(BCDE)等体系。P55

A.融合锚固 B.支承锚固 C.楔紧锚固

D.握裹锚固 E.组合锚固

2.预应力锚具、夹具和连接器应具有可靠的锚固性能、足够的承载能力和良好的适用性，并应符合现行国家标准《预应力筋用锚具、夹具和连接器》GB/T 14370 和《预应力筋用锚具、夹具和连接器应用技术规程》JGJ 85 的规定。

3.适用于高强度预应力筋的锚具(或连接器)，也可以用于较低强度的预应力筋。仅能适用于低强度预应力筋的锚具(或连接器)，不得用于高强度预应力筋。

4.锚具应满足分级张拉、补张拉和放松预应力的要求。锚固多根预应力筋的锚具，除应有整束张拉的性能外，尚宜具有单根张拉的可能性。

5.用于后张法的连接器，必须符合锚具的性能要求。

6.当锚具下的锚垫板要求采用喇叭管时，喇叭管宜选用钢制或铸铁产品。锚垫板应设置足够的螺旋钢筋或网状分布钢筋。

7.锚垫板与预应力筋(或孔道)在锚固区及其附近应相互垂直。后张构件锚垫板上宜设灌浆孔。

(二)验收规定

1.锚具、夹具及连接器进场验收时，应按出厂合格证和质量证明书核查其锚固性能类别、

型号、规格、数量，确认无误后**进行外观检查、硬度检验**和**静载锚固性能试验**。

2.**验收应分批进行**，批次划分时，同一种材料和同一生产工艺条件下生产的产品可列为同一批量。**锚具、夹片应以不超过 1000 套**为一个验收批。**连接器**的每个验收批不宜超过 **500 套**。

(1)外观检查

从每批锚具中抽取 **10%且不少于 10 套**，进行外观质量和外形尺寸检查。所抽全部样品表面均不得有裂纹，尺寸偏差不能超过产品标准及设计图纸规定的尺寸允许偏差。当有一套不合格时，另取双倍数量的锚具重做检查，如仍有一套不符合要求时，则逐套检查，合格者方可使用。

(2)硬度检验

从每批锚具中抽取 5%且不少于 5 套进行硬度检验。对硬度有要求的零件做硬度试验，对多孔加片式锚具的夹片，每套至少抽取 5 片，每个零件测试 3 点，其硬度应在产品设计要求范围内。有一个零件不合格时，则应另取双倍数量的零件重做检验，仍有一件不合格时，则应对该批产品逐个检查，合格者方可使用。

3.静载锚固性能试验：**对大桥、特大桥等重要工程**，当**质量证明书不齐全、不正确**或**质量有疑点**时，在通过外观和硬度检验的同批中抽取 **6 套**锚具(夹片或连接器)，组成 **3 个预应力筋锚具组装件**，**由国家或省级质量技术监督部门授权的专业质量检测机构进行静载锚固性能试验。如有一个试件不符合要求时，则应另取双倍数量的锚具(夹具或连接器)重做试验，如仍有一个试件不符合要求时，则该批产品视为不合格品。**

对用于**中小桥梁的锚具**(夹片或连接器)进场验收，其**静载锚固性能**可由锚具**生产厂提供试验报告**。

三、张拉后预应力筋与锚具的保护

后张预应力张拉作业应按规范要求严格执行。预应力筋在张拉控制应力达到稳定后方可锚固。预应力筋锚固后的**外露长度不宜小于 30mm**，**锚具应用封端混凝土保护**。预应力筋张拉后，**孔道应尽早压浆**。

1K412016　熟悉混凝土强度及配比要求

本条文简要介绍常用的混凝土抗压强度及配比要求。

一、混凝土的抗压强度

(一)在进行混凝土强度试配和质量评定时，**混凝土的抗压强度应以边长为 150mm** 的立方体标准试件测定。试件以**同龄期者 3 块为一组**，并以同等条件制作和养护。

(二)现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GBJ 107 中规定了评定混凝土强度的方法，包括**方差已知统计方法**、**方差未知统计方法**以及**非统计方法**三种。工程中可根据具体条件选用，但应优先选用统计方法。

(三)对 C50 及其以上的高强度混凝土，当混凝土方量较少时，**宜留取不少于 10 组的试件**，采用**方差未知的统计方法**评定混凝土强度。

二、混凝土原材料

(一)混凝土原材料包括**水泥、粗细骨料、矿物掺合料、外加剂**和**水**。对预拌混凝土的生产、运输等环节应执行现行国家标准《预拌混凝土》GB/T 14902。配制混凝土用的水泥等各种原

材料，其质量应分别符合相应标准。

(二)配制高强混凝土的**矿物掺合料**可选用**优质粉煤灰**、**磨细矿渣粉**、**硅粉**和**磨细天然沸石粉**。

(三)常用的外加剂有减水剂、早强剂、缓凝剂、引气剂、防冻剂、膨胀剂、防水剂、混凝土泵送剂、喷射混凝土用的速凝剂等。

三、混凝土配合比设计步骤

(一)**初步配合比**设计阶段，根据配制强度和设计强度相互间关系，用水灰比计算方法，水量、砂率查表方法以及砂石材料计算方法等确定计算初步配合比。

(二)**试验室配合比**设计阶段，根据**施工条件的差异和变化，材料质量的可能波动调整配合比**。

(三)**基准配合比**设计阶段，根据**强度验证原理**和**密度修正方法**，确定每立方米混凝土的材料用量。

(四)**施工配合比**设计阶段，根据实测**砂石含水率**进行配合比调整，提出施工配合比。

在施工生产中，对首次使用的混凝土配合比(施工配合比)应进行开盘鉴定，开盘鉴定时应检测混凝土拌合物的工作性能，并按规定留取试件进行检测，其检测结果应满足配合比设计要求。

【07 年】：6.市政公用工程中，混凝土配合比设计要经过四个步骤，其中在施工配合比设计阶段进行配合比调整并提出施工配合比的依据是(　)。P56

A.实测砂石含水率　　B.配制强度和设计强度间关系

C.施工条件差异和变化及材料质量的可能波动　　D.强度验证原理和密度修正方法

1K412020　城市桥梁下部结构施工

1K412021　掌握桩基础施工方法与设备选择

城市桥梁工程常用的桩基础通常可分为**沉入桩基础**和**灌注桩基础**，按成桩施工方法又可分为：沉入桩、钻孔灌注桩、人工挖孔桩；本条文简要介绍施工方法及其机械设备选择要点。

一、沉入桩基础

常用的沉入桩有钢筋混凝土桩、预应力混凝土桩和钢管桩。

(一)准备工作

1.沉桩前应掌握**工程地质钻探资料**、**水文资料**和**打桩资料**。

2.沉桩前必须处理地上(下)障碍物，平整场地，并应满足沉桩所需的地面承载力。

3.应根据现场环境状况采取降噪声措施；**城区、居民区等人员密集的场所不应进行沉桩施工。**

4.对**地质复杂的大桥、特大桥**，为检验桩的承载能力和确定沉桩工艺应进行**试桩**。

5.**贯入度应通过试桩**或**做沉桩试验后会同监理及设计单位研究确定**。

6.用于地下水有侵蚀性的地区或腐蚀性土层的钢桩应按照设计要求做好防腐处理。

(二)施工技术要点

1.预制桩的接桩可采用**焊接、法兰连接或机械连接**，接桩材料工艺应符合规范要求。

2.沉桩时，桩帽或送桩帽与桩周围间隙应为 5～10mm；**桩锤、桩帽或送桩帽应和桩身在同一中心线上**；桩身垂直度偏差不得超过 0.5%。

3.**沉桩顺序**：**对于密集桩群，自中间向两个方向或四周对称施打；根据基础的设计标高，宜先深后浅；根据桩的规格，宜先大后小，先长后短**。

4.施工中若锤击有困难时，可在管内助沉。

5.桩终止锤击的控制应以**控制桩端设计标高为主，贯入度为辅**。

6.沉桩过程中应加强邻近建筑物、地下管线等的观测、监护。

(三)沉桩方式及设备选择

1.**锤击沉桩**宜用于**砂类土、黏性土**。桩锤的选用应根据地质条件、桩型、桩的密集程度、单桩竖向承载力及现有施工条件等因素确定。

2.振动沉桩宜用于锤击沉桩效果较差的密实的黏性土、砾石、风化岩。

3.在密实的砂土、碎石土、砂砾的土层中用锤击法、振动沉桩法有困难时，可采用射水作为辅助手段进行沉桩施工。在黏性土中应慎用射水沉桩；在重要建筑物附近不宜采用射水沉桩。

4.**静力压桩**宜用于**软黏土**(标准贯入度 N＜20)、**淤泥质土**。

5.**钻孔埋桩**宜用于黏土、砂土、碎石土，且河床覆土较厚的情况。

【2011】：2、沉桩施工时不宜用射水方法的施工的土层（A ）P57 桥

A.黏性土 B.砂层 C.卵石地层 D.粉细砂层

二、钻孔灌注桩基础

(一)准备工作

1.施工前应掌握工程地质资料、水文地质资料，具备所用各种原材料及制品的质量检验报告。

2.施工时应按有关规定，制定安全生产、保护环境等措施。

3.灌注桩施工应有齐全、有效的施工记录。

(二)成孔方式与设备选择

依据成桩方式可分为**泥浆护壁成孔、干作业成孔、护筒(沉管)灌注桩及爆破成孔**，施工机具类型及土质适用条件可参考表 1K412021（了解）。

成桩方式与适用条件　　表 1K412021

序号	成桩方式与设备		土质适用条件
1	**泥浆护壁成孔桩**	**冲抓钻**	黏性土、粉土、砂土、填土、碎石土及风化岩层
		冲击钻	

		旋挖钻	
		潜水钻	黏性土、淤泥、淤泥质土及砂土
2	**干作业成孔**桩	**长螺旋钻孔**	地下水位以上的黏性土、砂土及人工填土非密实的碎石类土、强风化岩
		钻孔扩底	地下水位以上的坚硬、硬塑的黏性土及中密以上的砂土风化岩层
		人工挖孔	地下水位以上的黏性土、黄土及人工填土
3	沉管灌注桩	夯扩	桩端持力层为埋深不超过 20m 的中、低压缩性黏性土、粉土、砂土和碎石类土
		振动	黏性土、粉土和砂土
4	爆破成孔		地下水位以上的黏性土、黄土碎石土及风化岩

(三)泥浆护壁成孔

1.泥浆制备

(1)泥浆制备根据施工机械、工艺及穿越土层情况进行配合比设计，**宜选用高塑性黏土或膨润土**。

(2)**泥浆护壁施工期间护筒**内的**泥浆面应高出地下水位 1.0m** 以上，在清孔过程中应不断置换泥浆，直至灌注水下混凝土。

(3)灌注混凝土前，孔底 500mm 以内的泥浆相对密度应小于 1.25；含砂率不得大于 8%；黏度不得大于 28s。

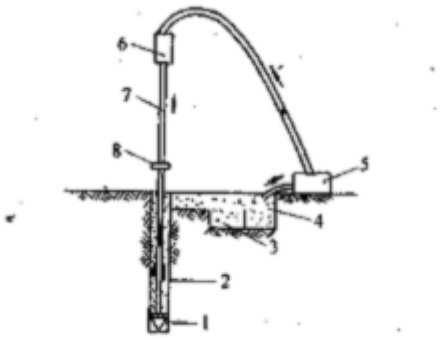
(4)现场应设置**泥浆池和泥浆收集设施，废弃的泥浆、渣应进行处理，不得污染环境**。

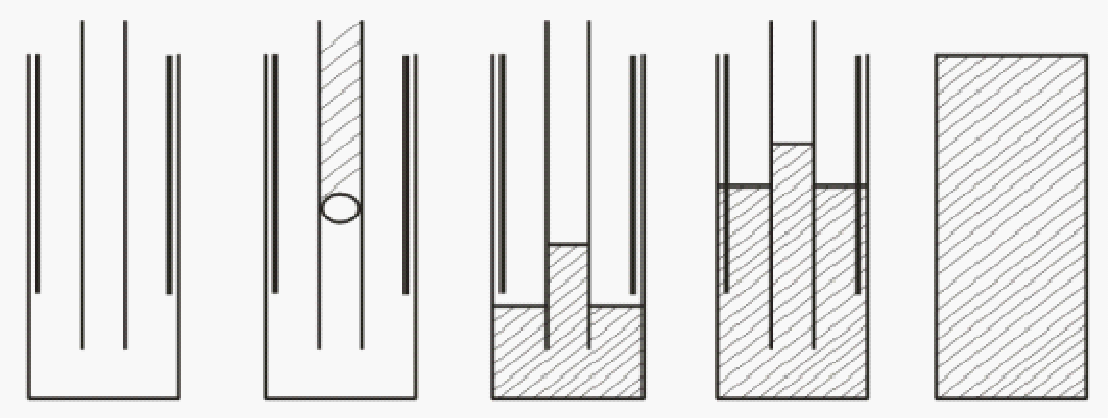
2.正、反循环钻孔

(1)泥浆护壁成孔时根据泥浆补给情况控制钻进速度；保持钻机稳定。

(2)钻进过程中如发生斜孔、塌孔和护筒周围冒浆、失稳等现象时，应先停钻，待采取相应措施后再进行钻进。

(3)**钻孔达到设计深度，灌注混凝土之前，孔底沉渣厚度应符合设计要求。设计未要求时端承型桩的沉渣厚度不应大于 100 mm；摩擦型桩的沉渣厚度不应大于 300 mm**。





3.冲击钻成孔

(1)冲击钻开孔时，应**低锤密击**，反复冲击造壁，保持孔内泥浆面稳定。

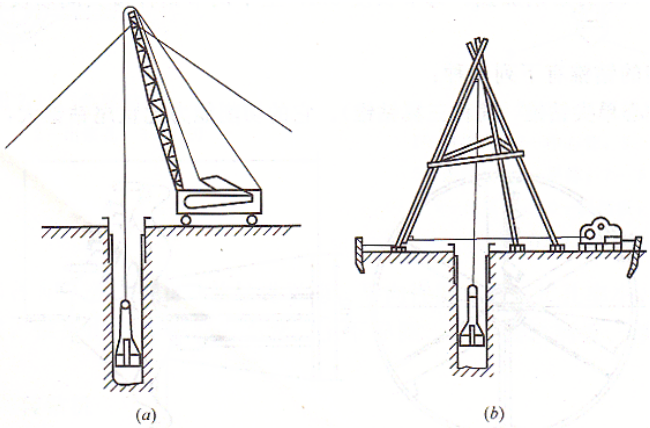
(2)应采取有效的技术措施防止扰动孔壁、塌孔、扩孔、卡钻和掉钻及泥浆流失等事故。

(3)**每钻进 4～5m 应验孔一次**，在更换钻头前或容易缩孔处，均应验孔并应做记录。

(4)排渣过程中应及时补给泥浆。

(5)**冲孔中遇到斜孔、梅花孔、塌孔等情况时，应采取措施后方可继续施工**。

(6)稳定性差的孔壁应采用泥浆循环或抽渣筒排渣，清孔后灌注混凝土之前的泥浆指标符合要求。



4.旋挖成孔

(1)旋挖钻成孔灌注桩应根据不同的地层情况及地下水位埋深，采用不同的成孔工艺。

(2)泥浆制备的能力应大于钻孔时的泥浆需求量，每台套钻机的泥浆储备量不少于单桩体积。

(3)成孔前和每次提出钻斗时，应检查钻斗和钻杆连接销子、钻斗门连接销子以及钢丝绳的状况，并应清除钻斗上的渣土。

(4)旋挖钻机成孔应采用跳挖方式，并根据钻进速度同步补充泥浆，保持所需的泥浆面高度不变。

(5)孔底沉渣厚度控制指标符合要求。

(四)干作业成孔

1.长螺旋钻孔

(1)**钻机定位后，应进行复检，钻头与桩位点偏差不得大于 20mm，开孔时下钻速度应缓慢；钻进过程中，不宜反转或提升钻杆**。

(2)在钻进过程中遇到卡钻、钻机摇晃、偏斜或发生异常声响时，应立即停钻，查明原因，采取相应措施后方可继续作业。

(3)钻至设计标高后，应先泵入混凝土并停顿 10～20s，再缓慢提升钻杆。提钻速度应根据土层情况确定，并保证管内有一定高度的混凝土。

(4)混凝土压灌结束后，应立即将钢筋笼插至设计深度，并及时清除钻杆及泵(软)管内残留混凝土。

2.钻孔扩底

(1)钻杆应保持垂直稳固，位置准确，防止因钻杆晃动引起扩大孔径。

(2)钻孔扩底桩施工扩底孔部分虚土厚度应符合设计要求。

(3)灌注混凝土时，第一次应灌到扩底部位的顶面，随即振捣密实；**灌注桩顶以下 5m 范围内混凝土时，应随灌注随振动，每次**灌注高度**不大于 1.5m**。

3.人工挖孔

(1)人工挖孔桩必须在保证施工安全前提下选用。

(2)挖孔桩截面一般为圆形，也有方形桩；孔径 1200～2000mm，最大可达 3500mm；挖孔深度不宜超过 25m。

(3)采用**混凝土或钢筋混凝土支护孔壁技术**，护壁的厚度、拉接钢筋、配筋、混凝土强度等级均应符合设计要求；井圈中心线与设计轴线的偏差不得大于 20mm；**上下节护壁混凝土的搭接长度不得小于 50mm**；每节护壁必须保证振捣密实，并应当日施工完毕；应根据土层渗水情况使用速凝剂；**模板拆除应在混凝土强度大于 2. 5MPa** 后进行。

(4)挖孔达到设计深度后，应进行孔底处理。必须做到孔底表面无松渣、泥、沉淀土。

(五)钢筋笼与灌注混凝土施工要点

1.钢筋笼加工应符合设计要求。钢筋笼制作、运输和吊装过程中应采取适当的加固措施，防止变形。

2.吊放钢筋笼入孔时，不得碰撞孔壁，就位后应采取加固措施固定钢筋笼的位置。

3.沉管灌注桩内径应比套管内径小 60～80mm，用导管灌注水下混凝土的桩应比导管连接

处的外径大 100mm 以上。

4.灌注桩采用的水下灌注混凝土宜采用**预拌混凝土，其骨料粒径不宜大 40mm**。

5.灌注桩各工序**应连续施工，钢筋笼放入泥浆后 4h 内必须浇筑混凝土**。

6.**桩顶混凝土**浇筑完成后应**高出设计标高 0.5～1m**，确保桩头浮浆层凿除后桩基面混凝土达到设计强度。

7.当气温低于 0℃以下时，浇筑混凝土应采取保温措施，**浇筑时混凝土的温度不得低于 5℃**。当气温高于 30℃时，应根据具体情况对混凝土采取缓凝措施。

8.**灌注桩的实际浇筑混凝土量不得小于计算体积**；套管成孔的灌注桩任何一段平均直径与设计直径的比值不得小于 1.0。

9.场地为**浅水**时宜采用**筑岛法施工**，筑岛面积应按钻孔方法、机具大小而定。**岛的高度应高出最高施工水位 0.5～1.0m**。

10.场地为**深水或淤泥层较厚时**，可采用**固定式平台**或**浮式平台**。平台须稳固牢靠，能承受施工时的静载和动载；并考虑施工机械进出安全。

(六)水下混凝土灌注

1.桩孔检验合格，吊装钢筋笼完毕后，安置导管浇筑混凝土。

2.**混凝土配合比应通过试验确定，须具备良好的和易性，坍落度宜为 180～220mm**。

3.导管应符合下列要求：

(1)导管内壁应光滑圆顺，**直径宜为 20～30cm，节长宜为 2m**。

(2)**导管不得漏水，使用前应试拼、试压，试压的压力宜为孔底静水压力的 1.5 倍。**

(3)导管轴线偏差不宜超过孔深的 0.5%，且不宜大于 10cm。

(4)导管采用法兰盘接头宜加锥形活套；采用螺旋丝扣型接头时必须有防止松脱装置。

4.使用的**隔水球**应有良好的隔水性能，并应保证顺利排出。

5.**开始灌注混凝土时，导管底部至孔底的距离宜为 300～500mm；导管一次埋入混凝土灌注面以下不应少于 0.8m；导管埋入混凝土深度宜为 2～6m**。

6.灌注水下混凝土必须连续施工，并**应控制提拔导管速度，严禁将导管提出混凝土灌注面**。灌注过程中的故障应记录备案。

【案例 1K412021】

1.背景

某市迎宾大桥工程采用沉入桩基础，承台平面尺寸为 5m×30m，布置 145 根桩，为群桩形式：顺桥方向 5 行桩，桩中心距为 0.8m，横桥方向 29 排，桩中心距 1m；设计桩长 15m，分两节预制，采用法兰盘等强度接头。由施工项目部经招标程序选择专业队伍分包打桩作业，在施工组织设计编制和审批中出现了下列事项；

(1)鉴于现场条件，预制桩节长度分为 4 种，其中 72 根上节长 7m，下节长 8m(带桩靴)，其中 73 根上节长 8m，下节长 7m。

(2)为了挤密桩间土，增加桩与土体的摩擦力，**打桩顺序**定为**四周向中心打**。

(3)为防止桩顶或桩身出现裂缝、破碎，**决定以贯入度为主控制**。

2.问题

(1)分述上述方案和做法是否符合规范的规定，若不符合，请说明。

(2)在沉桩过程中，遇到哪些情况应暂停沉桩？并分析原因，采取有效措施**（作为知识点）**。

(3)在沉桩过程中，如何妥善掌握控制桩桩尖标高与贯入度的关系**（作为知识点）**？

3.参考答案

(1)问题 1

①预制桩节符合《城市桥梁工程施工与质量验收规范》CJJ 2 规定。

②打桩顺序不符合规范规定，沉桩顺序应从中心向四周进行。

③以贯入度为主控制不符合规范规定，沉桩时，应以控制桩尖设计标高为主。

(2)问题 2

在沉桩过程中，若遇到贯入度剧变，桩身突然发生倾斜、位移或有严重回弹，桩顶或桩身出现严重裂缝、破碎等情况时，应暂停沉桩，分析原因，采取措施。

(3)问题 3

首先明确沉柱时以控制桩尖设计标高为主，当桩尖标高，高于设计标高，而贯入度较大时，应继续锤击，使贯入度接近控制贯入度，当贯入度已达到控制贯入度，而桩尖标高未达刘设计标高时：应在满足冲刷线下最小嵌固深度后继续锤击 100mm 左右(或 30～50 击)，如无异常变化，即可停止，若桩尖标高比设计值高得多，应与设计和监理单位研究决定。

1K412022　掌握墩台、盖梁施工技术

本条文简要介绍城市桥梁下部结构中的墩台、盖梁施工技术，模板与支架、钢筋、混凝土、预应力混凝土具体内容详见 1K412013 和 1K412014。

一、现浇混凝土墩台、盖梁

(一)重力式混凝土墩、台施工

1.墩台混凝土浇筑前应对基础混凝土顶面做凿毛处理，清除锚筋污锈。

2.**墩台混凝土宜水平分层浇筑，每层高度宜为 1.5～2m**。

3.墩台混凝土**分块浇筑**时，接缝应与墩台截面尺寸较小的一边平行，邻层分块接缝应错开，接缝宜做成企口形。分块数量，**墩台水平截面积在 200m^2 内不得超过 2 块；在 300m^2 以内不得超过 3 块。每块面积不得小于 50m^2**。

4.明挖基础上灌筑墩、台第一层混凝土时，要防止水分被基础吸收或基顶水分渗入混凝土而降低强度。

5.大体积混凝土浇筑及质量控制，详见 1K420102。

(二)柱式墩台施工

1.**模板、支架除应满足强度、刚度外，稳定计算中应考虑风力影响**。

2.墩台柱与承台基础接触面应凿毛处理，清除钢筋污锈。浇筑墩台柱混凝土时，应铺同配合比的水泥砂浆一层。**墩台柱的混凝土宜一次连续浇筑完成**。

3.**柱身高度内有系梁连接时，系梁应与柱同步浇筑。V 型墩柱混凝土应对称浇筑**。

4.采用预制混凝土管做柱身外模时，预制管安装应符合下列要求：

(1)基础面宜采用凹槽接头，凹槽深度不得小于 50mm。

(2)上下管节安装就位后，应采用四根竖方木对称设置在管柱四周并绑扎牢固，防止撞击错位。

(3)混凝土管柱外模应设斜撑，保证浇筑时的稳定。

(4)管节接缝应采用水泥砂浆等材料密封。

5.**墩柱滑模浇筑应选用低流动度的或半干硬性的混凝土拌合料**，分层分段对称浇筑，并应同时浇完一层；各段的浇筑应到距模板上缘 100～150mm 处为止。

6.钢管混凝土墩柱应采用**微膨胀混凝土**，一次连续浇筑完成。钢管的焊制与防腐应符合设计要求或相关规范规定。

(三)在城镇交通繁华路段施工盖梁时，宜采用整体组装模板、快装组合支架；以减少占路时间。**盖梁为悬臂梁时，混凝土浇筑应从悬臂端开始**；预应力钢筋混凝土盖梁拆除底模时间应符合设计要求；如设计无要求，**孔道压浆强度应达到设计强度后，方可拆除底模板**。

二、预制混凝土柱和盖梁安装

(一)预制柱安装

1.基础杯口的混凝土强度必须达到设计要求，方可进行预制柱安装。**杯口在安装前应校核长、宽、高，确认合格**。杯口与预制件接触面均应凿毛处理，埋件应除锈并应校核位置，合格后方可安装。

2.预制柱安装就位后应采用**硬木楔**或**钢楔固定**，并加斜撑保持柱体稳定，在确保稳定后方可摘去吊钩。

3.**安装后应及时浇筑杯口混凝土**，待混凝土硬化后拆除硬楔，浇筑二次混凝土，**待杯口混凝土达到设计强度 75%后方可拆除斜撑**。

(二)预制钢筋混凝土盖梁安装

1.预制盖梁安装前，应对**接头混凝土面凿毛处理**，设埋件时应除锈。

2.**在墩台柱上安装预制盖梁时，应对墩台柱进行固定和支撑**，确保稳定。

3.盖梁就位时，应检查轴线和各部尺寸，确认合格后方可固定，并浇筑接头混凝土。接头混凝土达到设计强度后，方可卸除临时固定设施。

(三)重力式砌体墩台

1.**墩台砌筑前，应清理基础，保持洁净，并测量放线，设置线杆**。

2.墩台砌体应采用**坐浆法分层砌筑，竖缝均应错开，不得贯通**。

3.砌筑墩台镶面石应从曲线部分或角部开始。

4.**桥墩分水体镶面石的抗压强度不得低于 40MPa**。

5.砌筑的石料和混凝土预制块应清洗干净，保持湿润。

1K412023　熟悉各类围堰施工要求

本条目介绍了桥梁工程基坑施工中各类围堰施工的基本要求和方法，.介绍了在施工中应掌握的技术质量的控制要点。

一、围堰施工的一般规定

(一)**围堰高度应高出施工期间可能出现的最高水位(包括浪高)0.5～0. 7m**。

【07 年】: 5.围堰使用期间河流的常水位为+2.0m，可能出现的最高水位(包括浪高)为+3.0m，则该围堰项的最低标高应为(　)。P63

A.+2.5m　　B.+3.0m　　C.+3.5m　　D.+4.0m

(二)围堰外形一般有圆形、圆端形(上、下游为半圆形，中间为矩形)：矩形、带三角的矩形等。围堰外形直接影响堰体的受力情况，必须考虑堰体结构的承载力和稳定性。围堰外形还应考虑水域的水深，以及因围堰施工造成河流断面被压缩后，流速增大引起水流对围堰、河床的集中冲刷，对航道、导流的影响。

(三)堰内平面尺寸应满足基础施工的需要。

(四)围堰要求防水严密，减少渗漏。

(五)堰体外坡面有受冲刷危险时，应在外坡面设置防冲刷设施。

二、各类围堰适用范围

各类围堰适用范围见表 1K412023。

围堰类型及适用条件（掌握）　　表 1K412023

围堰类型		适　用　条　件
石围堰	**土围堰**	水深≤1.5m，流速≤0.5m/s，河边**浅滩**，河床**渗水性较小**
	土袋围堰	水深≤3.0m，流速≤1.5m/s，河床**渗水性较小**，或**淤泥较浅**
	木桩竹条土围堰	水深 1.5～7m，流速≤2.0m/s，河床**渗水性较小**，能打桩，盛产**竹木**地区
	竹篱土围堰	水深 1.5～7m，流速≤2.0m/s，河床**渗水性较小**，能打桩，盛产**竹木**地区
	竹、铅丝笼围堰	水深 4m 以内，河床**难以打桩，流速较大**

	堆石土围堰	河床**渗水性很小**，流速≤3.0m/s，**石块**能就地取材
桩围堰	**钢板桩围堰**	**深水**或**深基坑**，流速较大的砂类土、黏性土、碎石土及风化岩等坚硬河床。防水性能好，整体刚度较强
	钢筋混凝土板桩围堰	**深水**或**深基坑**，流速较大的砂类土、黏性土、碎石土河床。除用于挡水防水外还可作为基础结构的一部分，亦可采取拔除周转使用，能节约大量木材
钢套筒围堰		流速≤2.0m/s，覆盖层较薄，平坦的岩石河床，**埋置不深的水中基础**，也可用于修建桩基承台
双壁围堰		**大型河流的深水基础**，覆盖层较薄、平坦的岩石河床

【06 年】:4.在深水和深基坑、流速较大的坚硬河床进行基础工程施工时，应采用(　)围堰。P63

A.土　B.土袋　C.铅丝笼　D.板桩

三、土围堰施工要求

(一)筑堰材料**宜用黏性土、粉质黏土**或**砂质黏土**。填出水面之后应进行夯实。填土应**自上游开始至下游合龙**。

(二)筑堰前，必须将堰底下河床底上的杂物、石块及树根等清除干净。

(三)**堰顶宽度可为 1～2m**。机械挖基时不宜小于 3m。堰外边坡迎水流一侧坡度宜为 1:2～1:3，背水流一侧可在 1:2 之内。堰内边坡宜为 1:1～1:1.5。**内坡脚与基坑的距离不得小于 1m**。

四、土袋堰施工要求

(一)围堰两侧用草袋、麻袋、玻璃纤维袋或无纺布袋装土堆码。**袋中宜装不渗水的黏性土**，装土量为土袋容量的 1/2～2/3。袋口应缝合。堰外边坡为 1:0.5～1:1，堰内边坡为 1:0.2～1:0.5。**围堰中心部分可填筑黏土及黏性土芯墙**。

(二)堆码土袋，**应自上游开始至下游合龙**。上下层和内外层的土袋均应相互错缝，尽量堆码密实、平稳。

(三)筑堰前，堰底河床的处理、内坡脚与基坑的距离、堰顶宽度与土围堰要求相同。

五、钢板桩围堰施工要求

(一)有**大漂石及坚硬岩石**的河床**不宜**使用钢板桩围堰。

【09 年】：4．有大漂石及坚硬岩石的河床不宜使用（）。P64

A．土袋围堰　B．堆石土围堰 C．钢板桩围堰　D．双壁围堰

(二)钢板桩的机械性能和尺寸应符合规定要求。

(三)施打钢板桩前，应在围堰上下游及两岸设测量观测点，控制围堰长、短边方向的施打定位。施打时，必须备有导向设备，以保证钢板桩的正确位置。

(四)施打前，应对**钢板桩的锁口用止水材料捻缝**，以防漏水。

(五)施打顺序一般**从上游向下游合龙**。

(六)钢板桩可用**捶击、振动、，射水**等方法下沉，但在**黏土中不宜使用射水**下沉办法。

(七)经过整修或焊接后的钢板桩应用同类型的钢板桩进行锁口试验、检查。接长的钢板桩，其相邻两钢板桩的接头位置应上下错开。

(八)施打过程中，应随时检查桩的位置是否正确、桩身是否垂直，否则应立即纠正或拔出重打。

六、钢筋混凝土板桩围堰施工要求

(一)板桩断面应符合设计要求。板桩桩尖角度视土质坚硬程度而定。沉入砂砾层的板桩桩头，应增设加劲钢筋或钢板。

(二)钢筋混凝土板桩的制作，应用刚度较大的模板，榫口接缝应顺直、密合。如用中心射水下沉，板桩预制时，应留射水通道。

(三)目前**钢筋混凝土板桩中，空心板桩较多。空心多为圆形**，用钢管作芯模。板桩的榫口一般圆形的较好。桩尖一般斜度为 1:2.5～1:1.5。

七、套箱围堰施工要求

(一)无底套箱用木板、钢板或钢丝网水泥制作，内设木、钢支撑。套箱可制成整体式或装配式。

(二)制作中应防止套箱接缝漏水。

(三)下沉套箱前，同样应清理河床。若套箱设置在岩层上时，应整平岩面。当岩面有坡度时，套箱底的倾斜度应与岩面相同，以增加稳定性并减少渗漏。

八、双壁钢围堰施工要求

(一)双壁钢围堰应作专门设计，其**承载力、刚度、稳定性、锚锭系统及使用期**等应满足施工要求。

(二)双壁钢围堰应按设计要求在工厂制作，其分节分块的大小应按工地吊装、移运能力确定。

(三)双壁钢围堰各节、块拼焊时，应按预先安排的顺序对称进行。拼焊后应进行焊接质量检验及水密性试验。

(四)钢围堰浮运定位时，应对**浮运、就位和灌水着床时的稳定性**进行验算。尽量安排在能保证浮运顺利进行的低水位或水流平稳时进行，宜在白昼无风或小风时浮运。在水深或水急处浮运时，可在围堰两侧设导向船。围堰下沉前初步锚锭于墩位上游处。**在浮运、下沉过程中，围堰露出水面的高度不应小于 1m**。

(五)就位前应对所有缆绳、锚链、锚锭和导向设备进行检查调整，以使围堰落床工作顺利进行，并注意水位涨落对锚锭的影响。

(六)锚锭体系的锚绳规格、长度应相差不大。锚绳受力应均匀。边锚的预拉力要适当，避免导向船和钢围堰摆动过大或折断锚绳。

(七)准确定位后，应向堰体壁腔内迅速、对称、均衡的灌水，使围堰落床。

(八)落床后应随时观测水域内流速增大而造成的河床局部冲刷，必要时可在冲刷段用卵石、碎石垫填整平，以改变河床上的粒径，减小冲刷深度，增加围堰稳定性。

(九)钢围堰着床后，应加强对冲刷和偏斜的情况进行检查，发现问题及时调整。

(十)钢围堰浇筑水下封底混凝土之前，应按照设计要求进行清基，并由潜水员逐片检查合格后方可封底。

(十一)钢围堰着床后的允许偏差应符合设计要求。当作为承台模板用时，其误差应符合模板的施工要求。

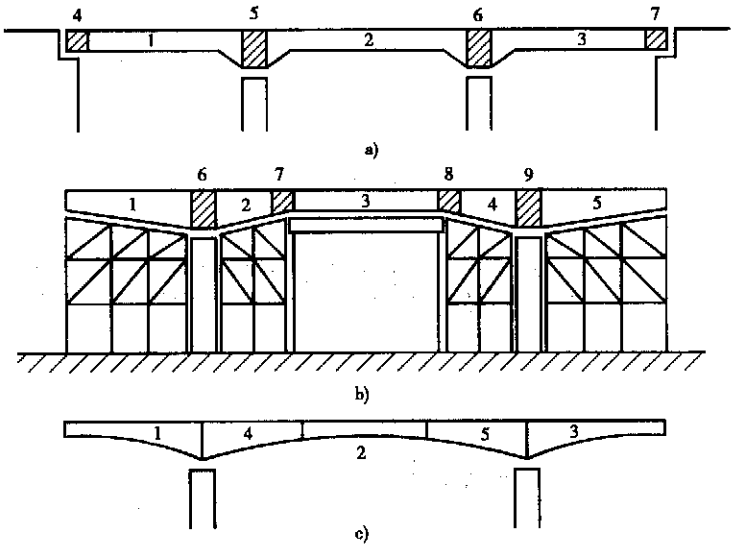
1K412030　城市桥梁上部结构施工

1K412031　掌握现浇预应力(钢筋)混凝土连续梁施工技术

本条文简要介绍现浇预应力(钢筋)混凝土连续梁常用的支(模)架法和悬臂浇筑法施工技术。

一、支(模)架法

(一)支架法现浇预应力混凝土连续梁



1.支架的地基承载力应符合要求，必要时，应采取加强处理或其他措施。
2.应有简便可行的落架拆模措施。
3.各种支架和模板安装后，宜采取预压方法消除拼装间隙和地基沉降等非弹性变形。
4.安装支架时，应根据梁体和支架的弹性、非弹性变形，设置预拱度。
5.支架底部应有良好的排水措施，不得被水浸泡。
6.浇筑混凝土时应采取防止支架不均匀下沉的措施。

(二)移动模架上浇筑预应力混凝土连续梁

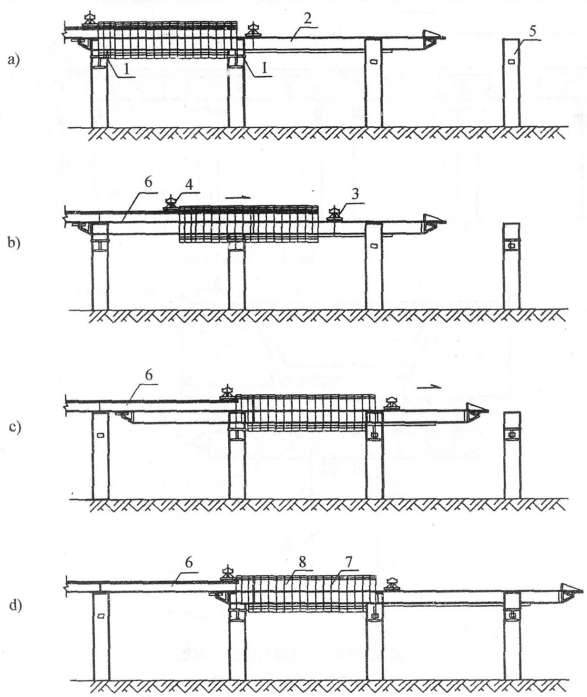


图 13-158　承托式移动模架移动程序

a)脱模、解拆模板;b)主桁梁前进;c)导梁前进;d)导梁及模板就位

1-托架;2-导梁;3-前方台车;4-后方台车;5-桥墩;6-已浇梁段;7-模板系统;8-待浇梁段

1.支架长度必须满足施工要求。

2.支架应利用专用设备组装，在施工时能确保质量和安全。

3.浇筑分段工作缝，必须设在弯矩零点附近。

4.箱梁内、外模板在滑动就位时，模板平面尺寸、高程、预拱度的误差必须控制在容许范围内。

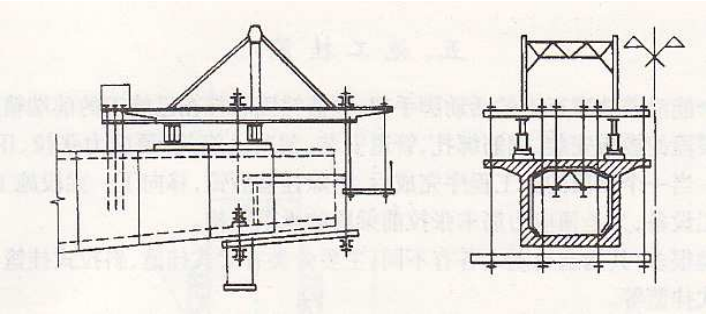
【09 年】：23．在移动模架上浇筑预应力混凝土连续梁，箱梁内、外模板在滑动就位时，模板的（）误差必须在容许范围内。P65

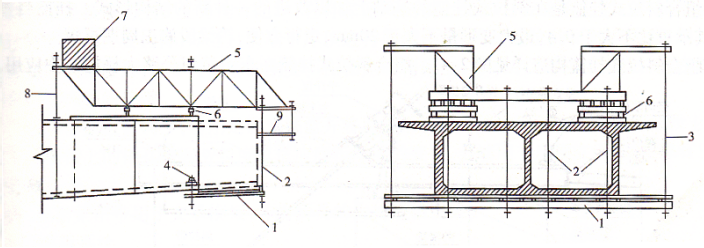
A．预拱度　　B．平面尺寸　　C．高程　　D．变形　　E．挠度

5.混凝土内预应力筋管道、钢筋、预埋件设置应符合规范规定和设计要求。

二、悬臂浇筑法

悬臂浇筑的**主要设备是一对能行走的挂篮**。挂篮在已经张拉锚固并与墩身连成整体的梁段上移动。**绑扎钢筋、立模、浇筑混凝土、施加预应力都在其上进行**。完成本段施工后，挂篮对称向前各移动一节段，进行下一梁段施工，循序前进，直至悬臂梁段浇筑完成。





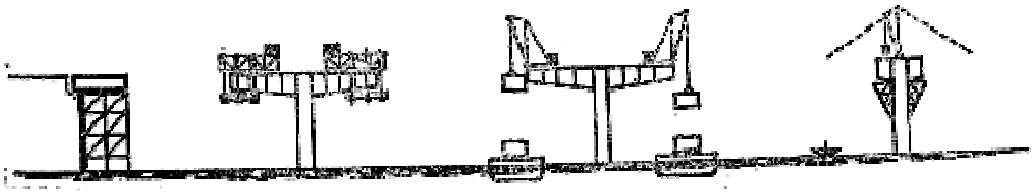


图2-8-33 悬臂施工法程序

(一)挂篮设计与组装

1.挂篮结构主要设计参数应符合下列规定：

(1)挂篮质量与梁段混凝土的质量比值控制在 0.3～0.5.特殊情况下不得超过 0.7。

(2)允许最大变形(包括吊带变形的总和)为 20mm。

(3)施工、行走时的抗倾覆安全系数不得小于 2。

(4)自锚固系统的安全系数不得小于 2。

(5)斜拉水平限位系统和上水平限位安全系数不得小于 2。

2.挂篮组装后，应全面检查安装质量，并应按设计荷载做载重试验，以消除非弹性变形。

(二)浇筑段落

悬浇梁体一般应分**四大部分浇筑：**

1.墩顶梁段(0 号块)；

2.墩顶梁段(0 号块)两侧对称悬浇梁段；

3.边孔支架现浇梁段；

4.主梁跨中台龙段。

(三)悬浇顺序及要求

1.在墩顶托架或府架上浇筑 0 号段并实施墩梁临时固结；

2.在 0 号块段上安装悬臂挂篮，向两侧依次对称分段浇筑主梁至合龙前段；

3.在支架上浇筑边跨主梁合龙段；

4.最后浇筑中跨合龙段形成连续梁体系。

托架、膺架应经过设计，计算其弹性及非弹性变形。

在梁段混凝土浇筑前，应对挂篮(托架或府架)、模板、预应力筋管道、钢筋、预埋件，混凝土材料、配合比、机械设备、混凝土接缝处理等情况进行全面检查，经有关方签认后方准浇筑。

悬臂浇筑混凝土时，宜从悬臂前端开始，最后与前段混凝土连接。

桥墩两侧梁段悬臂施工应**对称、平衡**，平衡偏差不得大于设计要求。

【10 年】：24．关于现浇预应力混凝土连续梁施工的说法，正确的有（　　）。

A．采用支架法，支架验算的倾覆稳定系数不得小于 1.3

B．采用移动模架法时，浇筑分段施工缝必须设在弯矩最大值部位

C．采用悬浇法时，挂篮与悬浇梁段混凝土的质量比值不应超过 0.7

D．悬臂浇筑时，0 号段应实施临时固结　E．悬臂浇筑时，通常最后浇筑中跨合龙段

【答案】ACDE

(四)张拉及合龙

1.预应力混凝土连续梁悬臂浇筑施工中，顶板、腹板纵向预应力筋的**张拉顺序一般为上下、左右对称张拉**，设计有要求时按设计要求施做。

2.预应力混凝土连续梁合龙顺序一般是**先边跨、后次跨、再中跨**。

【06 年】: 7.现浇预应力混凝土连续梁采用悬臂浇筑施工，合龙顺序一般是( )。P66

A.先中跨、后次跨、再边跨　B.先次跨、后边跨、再中跨

C.先边跨、后次跨、再中跨　　D.先边跨、后中跨、再次跨

3.连续梁(T 构)的合龙、体系转换和支座反力调整应符合下列规定：

(1)合龙段的长度宜为 **2m**。

(2)合龙前应观测气温变化与梁端高程及悬臂端间距的关系。

(3)**合龙前**应按设计规定，**将两悬臂端合龙口予以临时连接**，并将合龙跨一侧墩的**临时锚固放松或改成活动支座**。

(4)合龙前，**在两端悬臂预加压重，并于浇筑混凝土过程中逐步撤除**，以使悬臂端挠度保持稳定。

(5)**合龙宜在一天中气温最低时进行**。

(6)**合龙段的混凝土强度宜提高一级，以尽早施加预应力**。

(7)连续梁的梁跨体系转换，应在合龙段及全部纵向连续预应力筋张拉、压浆完成，并解除各墩临时固结后进行。

(8)梁跨体系转换时，**支座反力的调整应以高程控制为主**，反力作为校核。

【2011】：3、桥梁施工时合龙段说法错误的是（D）P67 桥

A.合拢前应观测气温变化与梁端高程及悬臂端间距的关系

B.合龙段的混凝土强度宜提高一级 C.合龙段长度宜为 2m　　D.气温最高时浇筑

(五)高程控制

预应力混凝土连续梁，**悬臂浇筑段前端底板和桥面标高的确定是连续梁施工的关键问题之一，确定悬臂浇筑段前段标高时应考虑**：

1.挂篮前端的垂直变形值；

2.预拱度设置；

3.施工中已浇段的实际标高；

4.温度影响。

因此，**施工过程中的监测项目为前三项**；必要时结构物的变形值、应力也应进行监测，保证结构的强度和稳定。

【案例 1K412031】

1.背景

某市新建道路跨线桥，主桥长 520m，桥宽 22.15m，桥梁中间三孔为钢筋混凝土预应力连续梁，跨径组合为 30m+35m+30m，需现场浇筑，做预应力张拉，其余部分为 T 形 22m 简支梁。部分基础采用沉入桩，平面尺寸 5m×26m，布置 128 根桩的群桩形式，中间三孔模板支架有详细专项方案设计，并经项目经理批准将基础桩施工分包给专业公司，并签订了分包合同。施工日志有以下记录。

(1)**施工组织设计经项目经理批准签字**后，上报监理工程师审批。

(2)为增加桩与土体的摩擦力，**沉桩顺序**定为从四周向中心打。为了防止桩顶或桩身出现裂缝、破碎，决定以贯入度为主进行控制。

(3)专项方案提供了支架的**强度验算**，符合规定要求。

(4)由于拆迁影响了工期，**项目总工程师**对**施工组织设计作了变更**，并及时请示项目经理，经批准后付诸实施。

(5)为加快桥梁应力张拉的施工进度，从其他工地**借来几台千斤顶**与**项目部现有的油泵配套使用**。

2.问题

(1)施工组织设计的审批和变更程序的做法是否正确，应如何办理？

(2)沉桩方法是否符合规定？如不符合，请指出正确做法。

(3)专项方案提供支架的强度验算是否满足要求？如不满足要求，请予补充。

(4)在支架上现浇混凝土连续梁时，支架应满足哪些要求，有哪些注意事项？

(5)从其他工地借用千斤顶与现有设备配套使用违反了哪些规定？

3.参考答案

(1)问题 1

不正确。工程施工组织设计应经项目经理签批后，必须经企业(施工单位)负责人审批，并加盖公章后方可实施；有变更时，应有变更审批程序。

(2)问题 2

不符合。依据相关规范的正确做法：**沉桩时的施工顺序应是从中心向四周进行；且沉桩时应以控制桩尖设计高程为主**。

(3)问题 3

不满足专项方案的要求。还应提供支架刚度和稳定性方面的验算。并且专项方案应由施工单位专业工程技术人员编制，.施工企业技术部门的专业技术人员和监理工程师进行审核，审核合格后，由施工企业技术负责人、监理单位总监理工程师签认后实施。

(4)问题 4

支架应满足：

①支架的强度、刚度、稳定性验算倾覆稳定系数不应小于 1.3，受载后挠曲的杆件弹性挠度不大于 L/400 (L 为计算跨度)。

②支架的弹性、非弹性变形及基础的允许下沉量，应满足施工后梁体设计标高的要求。

③注意事项有：整体浇筑时应采取措施防止不均匀下沉，若地基下沉可能造成梁体混凝土产生裂缝时，应分段浇筑。

(5)问题 5

违反了有关规范的下列规定：张拉机具设备应与锚具配套使用，并应在进场时进行检验和校验。千斤顶与压力表应配套校验，以确定张拉力与压力表之间的关系曲线。

1K412032　掌握装配式梁(板)施工技术

本条文介绍装配式梁(板)施工，包括预应力、(钢筋)混凝土简支梁(板)施工技术。

一、装配式梁(板)施工方案

(一)**装配式梁(板)施工方案编制前，应对施工现场条件和拟定运输路线社会交通进行充分调研和评估**。

(二)预制和吊装方案

1.应按照设计要求，**并结合现场条件确定梁板预制和吊运方案**。

2.应依据施工组织进度和现场条件，选择构件厂(或基地)预制和施工现场预制。

3.依照吊装机具不同，梁板架设方法分为**起重机架梁法、跨墩龙门吊架梁法和穿巷式架桥机架梁法**；每种方法选择都应在充分调研和技术经济综合分析的基础上进行。

二、技术要求

(一)预制构件与支承结构

1.安装构件前必须**检查构件外形**及其**预埋件尺寸和位置**，其偏差不应超过设计或规范允许值。

2.装配式桥梁构件在脱底模、移运、堆放和吊装就位时，混凝土的强度不应低于设计要求的吊装强度，一般**不应低于设计强度的 75%**。预应力混凝土构件吊装时，其孔道水泥浆的强度不应低于构件设计要求。如设计无要求时，**一般不低于 30MPa**。吊装前应验收合格。

3.安装构件前，**支承结构(墩台、盖梁等)的强度应符合设计要求，支承结构和预埋件的尺寸、标高及平面位置应符合设计要求且验收合格**。桥梁支座的安装质量应符合要求，其规格、位置及标高应准确无误。墩台、盖梁、支座顶面清扫干净。

(二)吊运方案

1.**吊运(吊装、运输)应编制专项方案**，并按有关规定进行论证、批准。

2.**吊运方案应对各受力部分的设备、杆件应经过验算，特别是吊车等机具安全性验算，起吊过程中构件内产生的应力验算必须符合要求。梁长 25m 以上的预应力简支梁应验算裸梁的稳定性**。

3.应按照起重吊装的有关规定，选择吊运工具、设备，确定吊车站位、运输路线与交通导行等具体措施。

(三)技术准备

1.按照有关规定进行技术安全交底。

2.对操作人员进行培训和考核。

3.测量放线，给出高程线、结构中心线、边线，并进行清晰的标识。

三、安装就位的技术要求

(一)吊运要求

1.构件移运、吊装时的吊点位置应按设计规定或根据计算决定。

2.吊装时构件的吊环应顺直，**吊绳与起吊构件的交角小于 60^0 时**，应设置**吊架**或**吊装扁担**，**尽量使吊环垂直受力**。

3.**构件移运、停放的支承位置应与吊点位置一致，并应支承稳固。在顶起构件时应随时置好保险垛**。

4.吊移板式构件时，不得吊错板梁的上、下面，防止折断。

(二)就位要求

1.每根大梁就位后，应及时设置保险垛或支撑，将梁固定并用钢板与已安装好的大梁预埋横向连结钢板焊接，防止倾倒。

2.构件安装就位并符合要求后，方可允许焊接连接钢筋或浇筑混凝土固定构件。

3.待全孔(跨)大梁安装完毕后，再按设计规定使全孔(跨)大梁整体化。

4.梁板就位后应按设计要求及时浇筑接缝混凝土。

【案例 1K412032】

1.背景

A 公司中标承建一座城市高架桥，上部结构为 30m 预制 T 梁，采用先简支后连续的结构形式，共 12 跨，桥宽 29.5m，为双幅式桥面。项目部在施工方案确定后，便立即开始了预制场的施工。但因为处理 T 梁预制台座基础沉降影响了工程进度，为扭转工期紧迫的被动局面，项目部负责预制施工人员在施工质量控制中出现纰漏，如千斤顶张拉超限未安排重新标定和 T 梁张拉后便立即把 T 梁吊移到存梁区压浆，以加快台座的周转率。被监理工程师要求停工整顿。

2.问题

(1)预制场的施工方案如何确定？

(2)预制台座基础怎样保证不发生沉降？

(3)千斤顶张拉超过 200 次，但钢绞线的实际伸长量满足规范要求，即±6%以内，千斤顶是否可以不重新标定？

(4)T 梁张拉后便立即把 T 梁吊移到存梁区压浆，以加快台座的周转率这种做法正确吗？为什么？

3.参考答案

(1)问题 1

预制场的施工方案，由项目部总工组织编制，经项目部负责人讨论优化，在项目负责人(经理)批准后，**报上一级技术负责人审批，并加盖公章，批准后，施工方案才能实施**。

(2)问题 2

张拉台座应具有足够的强度和刚度，台座基础应根据场地情况而定：地质条件良好，地基承载力足以**满足梁重承重要求的，可直接在此地基上做台座基础。如果地基达不到承载力要求，则须对地基进行处理。采用换填灰土夯实的方法，或者采用打挤密木桩的形式**，保证处理后的地基的承载力满足规范或设计要求，然后，再在上面浇筑混凝土基础。另外，**做好预制场场地排水工作也至关重要**，以防止雨水浸泡地基。只有这样，才能保证台座基础不发生沉降。

(3)问题 3

依据相关规范的规定，**张拉满 6 个月或者张拉次数达到 200 次的千斤顶，必须重新进行标定方能够继续投入使用**。

(4)问题 4

项目部做法不正确。按照施工规范要求，**T 梁在台座上张拉压浆后，其水泥浆强度满足设计要求或者达到 T 梁混凝土同等强度后，才能吊移**。否则，会因为不小心的磕碰，容易发

生锚具破损、钢绞线断丝现象，从而直接导致安全质量事故发生。

1K412033　掌握钢一混凝土结合梁施工技术

本条文简要介绍城镇桥梁工程中钢一混凝土结(组)合梁的施工技术。

一、钢一混凝土结合梁的构成与适用条件

(一)钢一混凝土结合梁一般由**钢梁**和**钢筋混凝土桥面板**两部分组成：

1.钢梁由工字形截面或槽形截面构成，钢梁之间设横梁(横隔梁)，有时在横梁之间还设小纵梁。

2.钢梁上浇筑预应力钢筋混凝土，形成钢筋混凝土桥面板。

3.在钢梁与钢筋混凝土板之间设**传剪器**，**二者共同工作**。对于连续梁，可在负弯矩区施加预应力或通过“强迫位移法”调整负弯矩区内力。

(二)钢一混凝土结(组)合梁结构适用于城市**大跨径**或**较大跨径的桥梁工程**，**目的是减轻桥梁结构自重，尽量减少施工对现况交通与周边环境的影响。**

二、钢一混凝土结合梁施工

(一)基本工艺流程**（了解）**

钢梁预制并焊接传剪器→架设钢梁→安装横梁(横隔梁)及小纵梁(有时不设小纵梁) →安装预制混凝土板并浇筑接缝混凝土或支搭现浇混凝土桥面板的模板并铺设钢筋→现浇混凝土→养护→张拉预应力束→拆除临时支架或设施。

(二)施工技术要点

1.钢梁制作、安装应符合 1K412034 节的有关规定。

2.钢主梁架设和混凝土浇筑前，应**按设计要求或施工方案设置施工支架**。**施工支架设计验算除应考虑钢梁拼接荷载外，应同时计入混凝土结构和施工荷载**。

3.**混凝土浇筑前，应对钢主梁的安装位置、高程、纵横向连接及施工支架进行检查验收，各项均应达到设计要求或施工方案要求。钢梁顶面传剪器焊接经检验合格后，方可浇筑混凝土**。

4.现浇混凝土结构宜采用缓**凝、早强、补偿收缩性混凝土**。

5.混凝土桥面结构应全断面连续浇筑，**浇筑顺序：顺桥向应自跨中开始向支点处交汇，或由一端开始浇筑；横桥向应先由中间开始向两侧扩展**。

6.桥面混凝土表面应符合纵横坡度要求，表面光滑、平整，应采用原浆抹面成活，并在其上直接做防水层。不宜在桥面板上另做砂浆找平层。

7.施工中，应随时**监测主梁和施工支架的变形及稳定**，确认符合设计要求{当发现异常应立即停止施工并启动应急预案。

8.设有施工支架时，必须待混凝土强度达到设计要求，且预应力张拉完成后，方可卸落施工支架。

【案例 1K412033】

1.背景

某城市环路立交桥工程长 1.5km，其中跨越主干道路部分采用钢——混凝土结合梁结构，跨径 47.6m，鉴于吊装的单节钢梁重量大，又在城市主干道上施工，承建该工程的施工项目部

为此制订了专项施工方案，拟采取以下措施：

(1)为保证吊车的安装作业，占用一条慢行车道，选择在夜间时段，自行封路后进行钢梁吊装作业。

(2)请具有相关资质的研究部门对钢梁结构在安装施工过程中不同受力状态下的强度、刚度及稳定性进行分析。

(3)将安全风险较大的临时支架的搭设，通过招标程序分包给专业公司，签订分包合同，并按有关规定收取安全风险保证金。

2.问题

(1)结合本工程说明专项施工方案与施工组织设计的关系，施工方案应包括哪些主要内容？

(2)项目都拟采取的措施(1)不符合哪些规定？

(3)项目部拟采取的措施(2)验算内容和项目齐全吗？如不齐全请补充。

(4)从项目安全控制的总包和分包责任分工角度来看，项目部拟采取的措施(3)是否全面？如不全面，还应做哪些补充？

3.参考答案

(1)问题 1

施工方案是施工组织设计的核心部分，主要包括**施工方法的确定、施工机具的选择，施工顺序的确定，还应包括季节性措施、四新技术措施以及结合市政公用工程特点**和**由施工组织设计安排的、工程需要所应采取的相应方法**与**技术措施等方面的内容**。

(2)问题 2

项目部拟采取的措施(1)不符合关于占用或挖掘城市道路的管理规定：因特殊情况需要临时占用城市道路的，**须经市政工程行政主管部门**和**公安交通管理部门批准，方可按照规定占用**。

(3)问题 3

项目部拟采取的措施(2)验算内容和项目不齐全。**钢梁安装前应对临时支架、支承、吊机等临时结构**和**钢梁结构本身在不同受力状态下的强度、刚度及稳定性进行验算**。

(4)问题 4

项目部拟采取的措施(3)不全面。**应审查分包方的安全施工资格**和**安全生产保证体系**，不应将工程分包给不具备安全生产条件的分包方；在分包合同中应明确分包方安全生产责任和义务；**对分包方提出安全要求，并认真监督，检查**；对违反安全规定冒险蛮干的分包方，应令其停工整改。

1K412034　熟悉钢梁制作与安装要求

本条文简要介绍钢梁制作与现场安装的基本技术要求。

一、钢梁制造

(一)钢梁应由**具有相应资质的企业制造**，并应符合国家现行标准《铁路钢桥制造规范》TB10212 的有关规定。

(二)钢梁制作基本要求

1.钢梁制作的工艺流程：包括钢材矫正，放样画线，加工切割，再矫正、制孔，边缘加工、组装、焊接，构件变形矫正，摩擦面加工，试拼装、工厂涂装、发送出厂等，

2.钢梁制造焊接环境相对湿度**不宜高于 80%**。

3.**焊接环境温度：低合金高强度结构钢不得低于 5℃，普通碳素结构钢不得低于 0℃**。

4.主要杆件应在组装后 **24h 内焊接**。

5.钢梁出厂前必须进行**试拼装**，并应按设计和有关规范的要求验收。

6.钢梁出厂前，安装企业应对钢梁质量和应交付的文件进行验收，确认合格。

(三)钢梁制造企业应向安装企业提供下列文件：（了解）

1.产品合格证；

2.钢材和其他材料质量证明书和检验报告；

3.施工图，拼装简图；

4.工厂高强度螺栓摩擦面抗滑移系数试验报告；

5.焊缝无损检验报告和焊缝重大修补记录；

6.产品试板的试验报告；

7.工厂试拼装记录；

8.杆件发运和包装清单。

二、钢梁安装

(一)安装方法选择

1.城区内常用安装方法：**自行式吊机整孔架设法、门架吊机整孔架设法、支架架设法、缆索吊机拼装架设法、悬臂拼装架设法、拖拉架设法**等。

2.**钢梁工地安装，应根据跨径大小、河流情况、交通情况和起吊能力等条件选择安装方法**。

(二)安装前检查

1.钢梁安装前**应对临时支架、支承、吊机等临时结构和钢梁结构本身在不同受力状态下的强度、刚度及稳定性进行验算**。

2.应对**桥台、墩顶顶面高程、中线及各孔跨径**进行复测，误差在允许偏差范围内方可安装。

3.应按照构件明细表，核对进场的构件、零件，查验产品出厂合格证及钢材的质量证明书。

4.对杆件进行全面质量检查，对装运过程中产生缺陷和变形的杆件，应进行矫正。

(三)安装要点

1.**钢梁安装前应清除杆件上的附着物。摩擦面应保持干燥、清洁。安装中应采取措施防止杆件产生变形**。

2.在满布支架上安装钢梁时，冲钉和粗制螺栓总数不得少于孔眼总数的 1/3，其中冲钉不得多于 2/3。孔眼较少的部位，冲钉和粗制螺栓不得少于 6 个或将全部孔眼插入冲钉和粗制螺栓。

3.用悬臂和半悬臂法安装钢梁时，连接处所需冲钉数量应按所承受荷载计算确定，且不得少于孔眼总数的 1/2，其余孔眼布置精制螺栓。冲钉和精制螺栓应均匀安放。

4.高强度螺栓栓合梁安装时，冲钉数量应符合上述规定，其余孔眼布置高强度螺栓。

5.安装用的冲钉直径宜小于设计孔径 0.3mm，冲钉圆柱部分的长度应大于板束厚度；安装用的精制螺栓直径宜小于设计孔径 0.4mm；安装用的粗制螺栓直径宜小于设计孔径 1.0mm。冲钉和螺栓宜选用 Q345 碳素结构钢制造。

6.吊装杆件时，必须**等杆件完全固定后方可摘除吊钩**。

7.钢梁安装过程中，每完成一节段应测量其位置、标高和预拱度，不符合要求应及时校正。

8.钢梁杆件工地焊缝连接，应按设计的顺序进行。无规定时，**焊接顺序宜为纵向从跨中向两端、横向从中线向两侧对称进行**。

9.钢梁采用**高强螺栓连接前，应复验摩擦面的抗滑移系数**。高强螺栓连接前，应按出厂批号，每批抽验不小于 8 套扭矩系数。高强螺栓穿入孔内应顺畅，不得强行敲入。穿入方向应全桥一致。**施拧顺序为从板束刚度大、缝隙大处开始，由中央向外拧紧，并应在当天终拧完毕**。施拧时，不得采用冲击拧紧和间断拧紧。

【06 年】: 6.钢梁采用高强螺栓连接，施拧顺序从板束(　)处开始 P73

A.刚度小、缝隙小　　B.刚度小、缝隙大

C.刚度大、缝隙小　　D.刚度大、缝隙大

10.**高强度螺栓终拧完毕必须当班检查。每栓群应抽查总数的 5%，且不得少于 2 套。抽查合格率不得小于 80%，否则应继续抽查，直至合格率达到 80%以上。对螺栓拧紧度不足者应补拧，对超拧者应更换、重新施拧并检查**。

三、钢梁安装质量验收

(一)落梁就位应符合下列规定：

1.钢梁就位前应清理支座垫石，其标高及平面位置应符合设计要求。

2.固定支座与活动支座的精确位置应按设计图并考虑安装温度、施工误差等确定。

3.落梁前后应检查其建筑拱度和平面尺寸、校正支座位置。

4.连续梁落步骤应符合设计要求。

(二)质量验收主控项目

1.**钢材、焊接材料、涂装材料应**符合国家现行标准规定和设计要求。

2.**高强度螺栓连接副**等**紧固件**及其连接应符合国家现行标准规定和设计要求。

3.**高强螺栓的栓接板面**(摩擦面)除锈处理后的**抗滑移系数**应符合设计要求。

4.**焊缝探伤检验**应符合设计要求和《城市桥梁工程施工与质量验收规范》CJJ 2 有关规定。

5.**涂装检验**应符合《城市桥梁工程施工与质量验收规范》CJJ 2 第 14.3.1 条规定。

【案例 1K412034】

1.背景

某公司中标承建城市立交桥工程，该立交主桥为全钢结构，最大跨度 79m，最宽 44m，最高 35m，用钢总量近 7000t。项目部依据工程设计要求和现场施工条件，将钢桥分块进行预制拼装，纵向共分成 8 块，横向共 9 段，采用工地焊缝连接。所编制的施工组织设计在报审过程中遭到了质疑，经过组织专家进行论证后经过修改补充方被批准实施。

2.问题

(1)钢桥预制前还应做好哪些工作？

(2)钢结构桥梁吊装前应做哪些准备工作？

(3)工地焊接时应按什么顺序进行？

3.参考答案

(1)问题 1

根据选用的吊机能力、运输能力及工厂制作的实际情况，确定该立交桥纵横向分割方案。**分割方案必须与设计单位、制造单位、建设单位和监理单位共同商定，并逐级报批**，特别要考虑分割后钢梁的稳定性及桥梁整体的拱度和分割后刚性变化对拱度的影响，通过建立模拟计算修正分割后单片钢梁的制造预拱度。

(2)问题 2

钢结构桥梁吊装前应做下列准备工作：

①根据施工现场情况，在不影响道路、管线施工及水、电、热供应方便的地域设置办公区、生活区及材料仓库。

②施工区域地下各种市政管线复杂及军用、专用光缆等，涉及产权单位，应事先走访沿线及配合单位，充分做好调整，在运输和吊装过程中，确保各种管线的安全。

③根据横向分配的情况，设立临时支撑，施工前要对临时支架在不同受力状态下的强度、刚度和稳定性进行验算。

④对桥墩的顶面高程，中线及跨距进行复测，误差在允许范围内方可安装。

⑤由于钢梁构件较宽，体型较大，在运输和吊装过程中会涉及地面道路及高架道路的交通，除制定切实可行的运输吊装方案外还应制定相应的交通导行方案，向交通管理部门汇报，取得交通管理部门的支持与配合。

(3)问题 3

依据分割方案，制定专门的焊接方案。焊接方案必须考虑现场施焊和工厂焊接的区别。**除高空作业外，应注意防风的措施。焊缝的连接顺序设计有规定的按设计要求做，无规定时焊接顺序顺桥向宜为从跨中向两端，横向从中线向两侧对称进行。**

1K412035　熟悉钢筋(管)混凝土拱桥施工要点

本条文简要介绍城镇桥梁工程中钢筋混凝土和钢管混凝土拱桥的施工要点。

一、拱桥的类型与施工方法

(一)主要类型

1.按拱圈和车行道的相对位置以及承载方式分为**上承式、中承式和下承式**；

2.按拱圈混凝土浇筑的方式分为**现浇混凝土拱和预制混凝土拱再拼装**。

(二)主要施工方法

1.**按拱圈施工的拱架**(支撑方式)可分为**支架法、少支架法和无支架法**；其中无支架施工包括缆索吊装、转体安装、劲性骨架、悬臂浇筑和悬臂安装以及由以上一种或几种施工组合的方法。

2.选用施工方法应根据拱桥的跨度、结构形式、现场施工条件、施工水平等因素，并经方案的技术经济比较确定合理的施工方法。

(三)拱架种类与形式

1.拱架种类按材料分为木拱架、钢拱架、竹拱架、竹木混合拱架、钢木组合拱架以及土牛

拱胎架。

2.按结构形式分为排架式、撑架式、扇架式、桁架式、组合式、叠桁式、斜拉式。

3.在选择拱架时，应结合桥位处地形、地基、通航要求、过水能力等实际条件进行多方面的技术经济比较。主要**原则是拱架应有足够的强度、刚度**和**稳定性，同时要求取材容易、构造简单、受力明确、制作及装拆方便，并能重复使用**。

二、现浇拱桥施工

(一)一般规定

1.钢管混凝土拱桥、劲性骨架拱桥及钢拱桥的钢构件制造应符合《城市桥梁工程施工与质量验收规范》CJJ 2 第 14 章钢梁制造的有关规定。

2.**装配式拱桥构件在吊装时，混凝土的强度不得低于设计要求；设计无要求时，不得低于设计强度值的 75%**。

3.拱圈(拱肋)放样时应按设计要求预加拱度，当设计无要求时，可根据跨度大小、恒载挠度、拱架刚度等因素**计算预拱度，拱顶宜取计算跨度的 1/1000～1/500**。放样时。水平长度偏差及拱轴线偏差，当跨度大于 20m 时，不得大于计算跨度的 1/5000；当跨度等于或小于 20m 时，不得大于 4mm。

4.拱圈(拱肋)封拱合龙温度应符合设计要求，当设计无要求时，**宜在当地年平均温度或 5～10℃时进行**。

(二)在拱架上浇筑混凝土拱圈

1.**跨径小于 16m 的拱圈或拱肋混凝土，应按拱圈全宽从两端拱脚向拱顶对称、连续浇筑，并在拱脚混凝土初凝前全部完成。不能完成时，则应在拱脚预留一个隔缝，最后浇筑隔缝混凝土**。

【2011】：4、15m 拱桥说法正确的是（C）P75 桥

A.视桥梁宽度采用分块浇筑的方法 B.宜采用分段浇筑的方法 C.宜在拱脚混凝土初凝前完成浇筑 D.拱桥的支架

2.**跨径大于或等于 16m 的拱圈或拱肋，宜分段浇筑。分段位置，拱式拱架宜设置在拱架受力反弯点，拱架节点、拱顶及拱脚处**；满布式拱架宜设置在拱顶、1/4 跨径、拱脚及拱架节点等处。各段的接缝面应与拱轴线垂直，各分段点应预留间隔槽，其宽度宜为 0.5～1m。当预计拱架变形较小时，可减少或不设间隔槽，应采取分段间隔浇筑。

3.**分段浇筑程序**应符合设计要求，**应对称于拱顶**进行。各分段内的混凝土应一次连续浇筑完毕，因故中断时，应将施工缝凿成垂直于拱轴线的平面或台阶式接合面。

4.间隔槽混凝土应待拱圈分段浇筑完成后，其强度达到 75%设计强度，接合面按施工缝处理后，**由拱脚向拱顶对称进行浇筑**。拱顶及两拱脚的间隔槽混凝土，应在最后封拱时浇筑。

5.**分段浇筑钢筋混凝土拱圈(拱肋)时，纵向不得采用通长钢筋**，钢筋接头应安设在后浇的几个间隔槽内，并应在浇筑间隔槽混凝土时焊接。

6.浇筑大跨径拱圈(拱肋)混凝土时，宜采用**分环(层)分段方法浇筑**，也可纵向分幅浇筑，中幅先行浇筑合龙，达到设计要求后，再横向对称浇筑合龙其他幅。

7.**拱圈(拱肋)封拱合龙时混凝土强度应符合设计要求，设计无要求时，各段混凝土强度应达到设计强度的 75%**；当封拱合龙前用千斤顶施加压力的方法调整拱圈应力时，拱圈(包括已

浇间隔槽)的混凝土强度应达到设计强度。

三、装配式桁架拱和刚构拱安装

(一)安装程序：在墩台上**安装预制的桁架(刚架)拱片，同时安装横向联系构件，在组合的桁架拱(刚构拱)上铺装预制的桥面板**。

(二)安装技术要点

1.**装配式桁架拱、刚构拱采用卧式预制拱片**时，为防止拱片在起吊过程中产生扭折，起吊时必须将全片水平吊起后，再悬空翻身竖立。在拱片悬空翻身整个过程中，各吊点受力应均匀，并始终保持在同一平面内，不得扭转。

2.**大跨径桁式组合拱，拱顶湿接头混凝土，宜采用较构件混凝土强度高一级的早强混凝土**。

3.安装过程中应采用全站仪，对拱肋、拱圈的挠度和横向位移、混凝土裂缝、墩台变位、安装设施的变形和变位等项目进行观测。

4.拱肋吊装定位合龙时，应进行接头高程和轴线位置的观测，以控制、调整其拱轴线，使之符合设计要求。拱肋松索成拱以后，从拱上施工加载起，一直到拱上建筑完成，应随时对1/4跨、1/8跨及拱顶各点进行挠度和横向位移的观测。

5.大跨度拱桥施工观测和控制宜在每天气温、日照变化不大的时候进行，尽量减少温度变化等不利因素的影响。

四、钢管混凝土拱

(一)钢管拱肋制作应符合下列规定：

1.**拱肋钢管的种类、规格应符合设计要求，应在工厂加工，具有产品合格证**。

2.钢管拱肋加工的分段长度应根据材料，工艺、运输、吊装等因素确定。在制作前，应根据温度和焊接变形的影响，确定合龙节段的尺寸，并绘制施工详图，精确放样。

3.弯管宜采用**加热顶压**方式，加热温度不得超过**800℃**。

4.拱肋节段焊接强度不应低于母材强度。**所有焊缝均应进行外观检查**；**对接焊缝应100%进行超声波探伤**，其质量应符合设计要求和国家现行标准规定。

5.在钢管拱肋上应设置混凝土压注孔、倒流截止阀、排气孔及扣点、吊点节点板。

6.钢管拱肋外露面应按设计要求做长效防护处理。

(二)钢管拱肋安装应符合下列规定：

1.钢管拱肋成拱过程中，应同时安装横向连系，未安装连系的不得多于一个节段，否则应采取临时横向稳定措施。

2.节段间环焊缝的**施焊应对称进行**，并应采用定位板控制焊缝间隙，不得采用堆焊。

3.合龙口的焊接或栓接作业应选择在环境温度相对稳定的时段内快速完成。

4.采用斜拉扣索悬拼法施工时，扣索采用钢绞线或高强钢丝束时，安全系数应大于2。

(三)钢管混凝土浇筑施工质量控制，参见1K420104节中的相关内容。

1K412036　了解斜拉桥施工技术要点

本条文简要介绍斜拉桥施工技术要点。

一、斜拉桥类型与组成

(一)斜拉桥类型通常分为：**预应力混凝土斜拉桥、钢斜拉桥、钢一混凝土叠合梁斜拉桥、混合梁斜拉桥、吊拉组合斜拉桥**等。

(二)斜拉桥组成

斜拉桥有**索塔**、**钢索**和**主梁**组成。

二、施工技术要点

(一)索塔施工的技术要求和注意事项

1.索塔的施工可视其结构、体形、材料、施工设备和设计要求综合考虑，选用适合的方法。裸塔施工宜用爬模法，横梁较多的高塔，宜采用劲性骨架挂模提升法。

2.斜拉桥施工时，应避免塔梁交叉施工干扰。必须交叉施工时应根据设计和施工方法，采取保证塔梁质量和施工安全的措施。

3.倾斜式索塔施工时，必须对各施工阶段索塔的强度和变形进行计算，应分高度设置横撑，使其线形、应力、倾斜度满足设计要求并保证施工安全。

【07 年】：8.斜拉桥的斜塔柱施工时，应分高度设置横撑，使其线形、应力和(　)满足设计要求并保证施工安全。

A.变形　　B.强度　　C.稳定性　　D.倾斜度

4.索塔横梁施工时应根据其结构、重量及支撑高度，设置可靠的模板和支撑系统。要考虑弹性和非弹性变形、支承下沉、温差及日照的影响，必要时，应设支承千斤顶调控。体积过大的横梁可分两次浇筑。

5.索塔混凝土现浇，**应选用输送泵施工**，超过一台泵的工作.高度时，允许接力泵送，但必须做好接力储料斗的设置，并尽量降低接力站台高度。

6.必须避免上部塔体施工时对下部塔体表面的污染。

7.索塔施工必须制定整体和局部的安全措施，如设置塔吊起吊重量限制器、断索防护器、钢索防扭器、风压脱离开关等；防范雷击、强风、暴雨、寒暑、飞行器对施工影响；防范掉落和作业事故，并有应急的措施；**应对塔吊、支架安装、使用和拆除阶段的强度稳定等进行计算和检查**。

(二)主梁施工技术要求和注意事项

1.混凝土主梁

(1)斜拉桥的零号段是梁的起始段，一般都在支架和托架上浇筑。支架和托架的变形将直接影响主梁的施工质量。在零号段浇筑前，应消除支架的**温度变形、弹性变形、非弹性变形和支承变形**。

(2)当设计采用**非塔、梁固结形式**时，施工时必须采用**塔、梁临时固结措施**，必须加强施工期内对临时固结的观察，并按设计确认的程序解除临时固结。

(3)采用挂篮悬浇主梁时，挂篮设计和主梁浇筑应考虑抗风振的刚度要求；**挂篮制成后应进行检验、试拼、整体组装检验、预压**，同时测定悬臂梁及挂篮的弹性挠度、调整高程性能及其他技术性能。

(4)主梁采用悬拼法施工时，预制梁段宜选用长线台座或多段联线台座，每联宜多于 5 段，各端面要啮合密贴，不得随意修补。

(5)大跨径主梁施工时，应缩短双向长悬臂持续时间，尽快使一侧固定，以减少风振时不

利影响，必要时应采取临时抗风措施。

(6)为防止合龙梁段施工出现的裂缝，在梁上下底板或两肋的端部预埋临时连接钢构件，或设置临时纵向预应力索，或用千斤顶调节合龙口的应力和合龙口长度，并应不间断地观测合龙前数日的昼夜环境温度场变化与合龙高程及合龙口长度变化的关系，确定适宜的合龙时间和合龙程序。合龙两端的高程在设计允许范围之内，可视情况进行适当压重。合龙浇筑后至预应力索张拉前应禁止施工荷载的超平衡变化。

2.钢主梁

(1)**钢主梁应由资质合格的专业单位加工制作、试拼**，经检验合格后，安全运至工地备用。堆放应无损伤、无变形和无腐蚀。

(2)钢梁制作的材料应符合设计要求。焊接材料的选用、焊接要求、加工成品、涂装等项的标准和检验按有关规定执行。

(3)应进行钢梁的连日温度变形观测对照，确定适宜的合龙温度及实施程序，并应满足钢梁安装就位时高强螺栓定位所需的时间。

3.斜拉桥主梁施工方法

(1)施工方法与梁式桥基本相同，大体上可分为**顶推法、平转法、支架法**和**悬臂法**；悬臂法分悬臂浇筑法和悬臂拼装法。由于悬臂法适用范围较广而成为斜拉桥主梁施工最常用的方法。

(2)悬臂浇筑法，在塔柱两侧用挂篮对称逐段浇筑主梁混凝土。

(3)悬臂拼装法，是先在塔柱区浇筑(对采用钢梁的斜拉桥为安装)一段放置起吊设备的起始梁段，然后用适宜的起吊设备从塔柱两侧依次对称拼装梁体节段。

三、斜拉桥施工监测

(一)施工监测目的与监测对象

1.**施工过程中，必须对主梁各个施工阶段的拉索索力、主梁标高、塔梁内力以及索塔位移量等进行监测。**

2.**监测数据应及时将有关数据反馈给设计等单位**，以便分析确定下一施工阶段的拉索张拉量值和主梁线形、高程及索塔位移控制量值等，直至合龙。

(二)施工监测主要内容

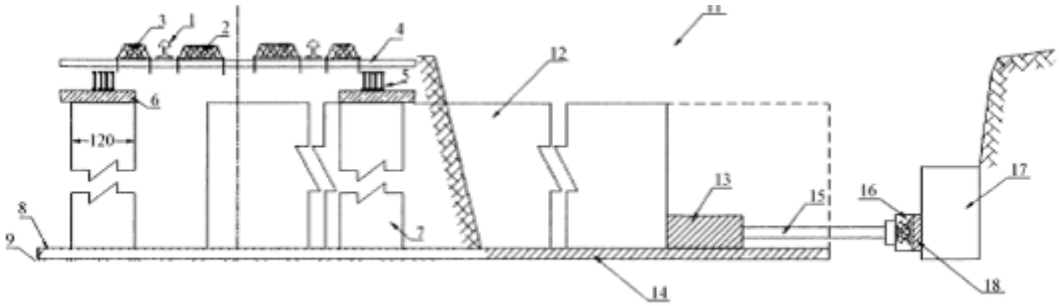
1.变形：主梁线形、高程、轴线偏差、索塔的水平位移；

2.应力：拉索索力、支座反力以及梁、塔应力在施工过程中的变化；

3.温度：温度场及指定测量时间塔、梁、索的变化。

1K412040　管涵和箱涵施工

1K412041　掌握管涵施工技术要点



涵洞是城镇道路路基工程重要组成部分，涵洞有管涵、拱形涵、盖板涵、箱涵。小型断面涵洞通常用作排水，一般采用管涵形式，统称为管涵。大断面涵洞分为拱形涵、盖板涵、箱涵用作人行通道或车行道。本条文介绍管涵、拱形涵、盖板涵洞与路基(土方)同步配合施工技术要点；道路建成后采用暗挖方法施工见其他条文。

一、管涵施工技术要点

(一)管涵通称采用工厂预制钢筋混凝土管的成品管节，管节断面形式分为**圆形、椭圆形、卵形、矩形**等。

(二)当管涵设计为混凝土或砌体基础时，基础上面应设混凝土管座，其顶部弧形面应与管身紧贴合，使管节均匀受力。

(三)当管涵为无混凝土(或砌体)基础、管体直接设置在天然地基上时，应按照设计要求将管底土层夯压密实，并做成与管身弧度密贴的弧形管座，安装管节时应注意保持完整。管底土层承载力不符合设计要求时，应按规范要求进行处理、加固。

(四)**管涵的沉降缝应设在管节接缝处**。

(五)管涵进出水口的沟床应整理直顺，与上下游导流排水系统连接顺畅、稳固。

(六)采用预制管埋设的管涵施工，应符合现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 有关规定。

(七)管涵出入端墙、翼墙应符合现行国家标准《给水排水构筑物工程施工及验收规范》GB 50141 第 5.5 节规定。

二、拱形涵、盖板涵施工技术要点

(一)与路基(土方)同步施工的拱形涵、盖板涵可分为预制拼装钢筋混凝土结构、现场浇注钢筋混凝土结构和砌筑墙体、预制或现浇钢筋混凝土混合结构等结构形式。

(二)依据道路施工流程可采取**整幅施工**或**分幅施工**。分幅施工时，临时道路宽度应满足现况交通的要求，且边坡稳定。需支护时，应在施工前对支护结构进行施工设计。

(三)挖方区的涵洞基槽开挖应符合设计要求，且边坡稳定；填方区的涵洞应在填土至涵洞基地标高后，及时进行结构施工。

(四)**遇有地下水**时，应**先将地下水降至基底以下 500mm 方可施工**，且降水应连续进行直至工程完成到地下水位 500mm 以上且具有抗浮及防渗漏能力方可停止降水。

(五)涵洞地基承载力必须符合设计要求，并应经检验确认合格。

(六)拱圈和拱上端墙应由两侧向中间同时、对称施工。

(七)涵洞两侧的回填土，应在主结构防水层的保护层完成，且保护层砌筑砂浆强度达到3MPa 后方可进行。回填时，两侧应对称进行，高差不宜超过 300mm。

(八)伸缩缝、沉降缝止水带安装应位置准确、牢固，缝宽及填缝材料应符合要求。

(九)为涵洞服务的地下管线，应与主体结构同步配合进行。

1K412042　掌握箱涵顶进施工技术要点

当新建道路下穿铁路、公路、城市道路路基施工时，通常采用箱涵顶进施工技术。本条介绍箱涵顶进施工技术要点。

一、箱涵顶进准备工作

(一)作业条件

1.现场具备“三通一平”，满足施工方案设计要求。

2.完成线路加固工作和既有线路监测的测点布置。

3.完成工作坑作业范围内的地上构筑物、地下管线调查，并进行改移或采取保护措施。

4.工程降水(如需要)达到设计要求。

(二)机械设备、材料按计划进场，并完成验收。

(三)技术准备

1.施工组织设计已获批准，施工方法、施工顺序已经确定。

2.全体施工人员进行培训、技术安全交底。

3.完成施工测量放线。

二、工艺流程与施工技术要点

(一)工艺流程

现场调查→工程降水→工作坑开挖→后背制作→滑板制作→铺设润滑隔离层→箱涵制作→顶进设备安装→既有线加固→箱涵试顶进→吃土顶进→监控量测→箱体就位→拆除加固设施→拆除后背及顶进设备→工作坑恢复。

(二)箱涵顶进前检查工作

1.箱涵主体结构混凝土强度必须达到设计强度，防水层级保护层按设计完成。

2.顶进作业面包括路基下地下水位已降至基地下 500mm 以下，并宜避开雨期施工，若在雨期施工，必须做好防洪及防雨排水工作。

3.后背施工、线路加固达到施工方案要求；顶进设备及施工机械符合要求。

4.顶进设备液压系统安装及预顶试验结果符合要求。

5.工作坑内与顶进无关人员、材料、物品及设施撤出现场。

6.所穿越的线路管理部门的配合人员、抢修设备、通信器材准备完毕。

(三)箱涵顶进启动

1.启动时，现场必须有主管施工技术人员专人统一指挥。

2.液压泵站应空转一段时间，检查系统、电源、仪表无异常情况后试顶。

3.液压千斤顶顶紧后(顶力在 0.1 倍结构自重)，应暂停加压，检查顶进设备、后背和各部位，无异常时可分级加压试顶。

4.**每当油压升高 5～10MPa 时，需停泵观察**，应严密监控顶镐、顶柱、后背、滑板、箱涵结构等部位的变形情况，如发现异常情况，立即停止顶进；找出原因采取措施解决后方可重新加压顶进。

5.当顶力达到 0.8 倍结构自重时箱涵未启动，应立即停止顶进；找出原因采取措施解决后方可重新加压顶进。

6.箱涵启动后，应立即检查后背、工作坑周围土体稳定情况，无异常情况，方可继续顶进。

(四)顶进挖土

1.根据桥涵的净空尺寸、土质概况，可采取**人工挖土**或**机械挖土**。一般宜选用**小型反铲按设计坡度开挖，每次开挖进尺 0.4～0. 8m**。配装载机或直接用挖掘机装汽车出土。**顶板切土，侧墙刃脚切土及底板前清土须由人工配合。挖土顶进应三班连续作业**，不得**间断**。

2.**两侧应欠挖 50mm，钢刃脚切土顶进**。当属斜交涵时，前端锐角一侧清土困难应优先开挖。如没有中刃脚时应紧切土前进，使上下两层隔开，不得挖通漏天，平台上不得积存土壤。

3.列车通过时严禁继续挖土，人员应撤离开挖面。当挖土或顶进过程中发生塌方，影响行车安全时，应迅速组织抢修加固，作出有效防护。

4.挖土工作应与观测人员密切配合，随时根据桥涵顶进轴线和高程偏差，采取纠偏措施。

(五)顶进作业

1.每次顶进应检查**液压系统、顶柱(铁)安装**和**后背变化情况**等。

2.**挖运土方**与**顶进作业循环交替进行。每前进一顶程，即应切换油路，并将顶进千斤顶活塞后回复原位；按顶进长度补放小顶铁，更换长顶铁，安装横梁**。

3.**桥涵身每前进一顶程，应观测轴线**和**高程，发现偏差及时纠正**。

4.箱涵吃土顶进前，应及时调整好箱涵的轴线和高程。在铁路路基下吃土顶进，不宜对箱涵作较大的轴线、高程调整动作。

(六)监控与检查

1.桥涵顶进前，应对箱涵原始(预制)位置的里程、轴线及高程测定原始数据并记录。**顶进过程中，每一顶程要观测并记录各观测点左、右偏差值；高程偏差值**和**顶程及总进尺**。观测结果要及时报告现场指挥人员，用于控制和校正。

2.桥涵自启动起，对顶进全过程的每一个顶程都应详细记录千斤顶开动数量、位置，油泵压力表读数、总顶力及着力点。如出现异常应立即停止顶进，检查分析原因，采取措施处理后方可继续顶进。

3.桥涵顶进过程中，每天应定时观测箱涵底板上设置观测标钉的高程，计算相对高差，展图，分析结构竖向变形。对中边墙应测定竖向弯曲，当底板侧墙出现较大变位及转角时应及时分析研究采取措施。

4.顶进过程中要定期观测箱涵裂缝及开展情况，重点监测底板、顶板、中边墙，中继间牛腿或剪力铰和顶板前、后悬臂板，发现问题应及时研究采取措施。

三、季节性施工技术措施

(一)箱涵顶进应**尽可能避开雨期**。需在雨期施工时，应在汛期之前对拟穿越的路基、工作坑边坡等采取切实有效的防护措施。

(二)雨期施工时应做好地面排水，工作坑周边应采取挡水围堰、排水截水沟等防止地面水流入工作坑的技术措施。

(三)雨期施工开挖工作坑(槽)时，应注意保持边坡稳定。必要时可适当放缓边坡坡度或设置支撑；并经常对边坡、支撑进行检查，发现问题要及时处理。

(四)冬雨期现浇箱涵场地上空宜搭设固定或活动的作业棚，以免受天气影响。

(五)冬雨期施工应确保混凝土入模温度满足规范规定或设计要求。

1K413000　城市轨道交通工程

1K413010　城市轨道交通工程结构与特点

1K413011　掌握地铁车站结构与施工方法

地下铁道(本书简称为地铁)工程，包括轻轨交通，已成为城市基础设施的重要组成部分。本条文简要介绍车站形式、结构组成及常用的施工方法。

一、地铁车站形式与结构组成

(一)地铁车站形式分类

地铁车站根据其所处位置、埋深、运营性质、结构横断面、站台形式等进行不同分类，具体详见表 1K413011。

地铁(轻轨交通)车站的分类（了解）　　表 1K413011

分类方式	分类情况	备　注
车站与地面相对位置	高架车站	车站位于地面高架结构上，分为路中设置和路侧 设置两种
	地面车站	车站位于地面，采用岛式或侧式均可，路堑式为其特殊形式
	地下车站	车站结构位于地面以下，分为浅埋、深埋车站
运营性质	中间站	仅供乘客上、下乘降用，是最常用、数量最多的车站形式
	区域站	在一条轨道交通线中，由于各区段客流的不均匀性，行车组织往往采取长、短交路(亦称大、小交路)的运营模式。设予两种不同行车密度交界处的车站，称之为区域站(即中间折返站，短交路列车在此折返)
	换乘站	位于两条及两条以上线路交叉点上的车站。具有中间站的功能外，还可让乘客在不同线上换乘
	枢纽站	枢纽站是由此站分出另一条线路的车站。该站可接、送两条线路上的列车
	联运站	指车站内设有两种不同性质的列车线路进行联运及客流换乘。联运站具有中间站及换乘站的双重功能

	终点站	设在线路两端的车站。就列车上、下行而言，终点站也是起点站(或称始发站)。终点站设有可供列车全部折返的折返线和设备，也可供列车临时停留检修
结横断面	**矩形**	矩形断面是车站中常选用的形式。一般用于浅埋、明挖车站。车站可设计成单层、双层或多层，跨度可选用单跨、双跨、三跨及多跨形式
	拱形	拱形断面多用于深埋或浅埋暗挖车站，有单拱和多跨连拱等形式。单拱断面由于中部起拱较高，而两侧拱脚相对较低，中间无柱，因此建筑空间显得高大宽阔。如建筑处理得当，常会得到理想的建筑艺术效果。明挖车站采用单跨结构时也有采用拱形断面的
	圆形	为盾构法施工时常见的形式
	其他	如马蹄形、椭圆形等
站台形式	**岛式**站台	站台位于上、下行线路**之间**。具有站台面积利用率高、提升设施共用，能灵活调剂客流、使用方便、管理较集中等优点。常用于较大客流量的车站。其派生形式有曲线式、双鱼腹式、单鱼腹式、梯形式和双岛式等
	侧式站台	站台位于上、下行线路的**两侧**。侧式站台的高架车站能使高架区间断面更趋合理。常见于客流不大的地下站和高架的中间站。其派生形式有曲线式，单端喇叭式，双端喇叭式，平行错开式和上、下错开式等形式
	岛、侧混合站台	将岛式站台及侧式站台同设在一个车站内。常见的有一岛一侧，或一岛两侧形式。此种车站可同时在两侧的站台上、下车。共线车站往往会出现此种形式

(二)构造组成

1.地铁车站通常由**车站主体**(站台、站厅、设备用房、生活用房)，**出入口及通道，通风道及地面通风亭**等三大部分组成。

2.车站主体是列车在线路上的停车点，其作用既是供乘客集散、候车、换车及上、下车；又是地铁运营设备设置的中心和办理运营业务的地方。

3.出入口及通道(包括人行天桥)是供乘客进、出车站的建筑设施。

4.通风道及地面通风亭的作用是保证地下车站有一个舒适的地下环境。

二、施工方法(工艺)与选择条件

地铁工程通常是在城镇中修建的，其施工方法选择会受到地面建筑物、道路、城市交通、环境保护、施工机具以及资金条件等因素影响。因此，施工方法的决定，不仅要从技术、经济、修建地区具体条件考虑，而且还要考虑施工方法对城市生活的影响。

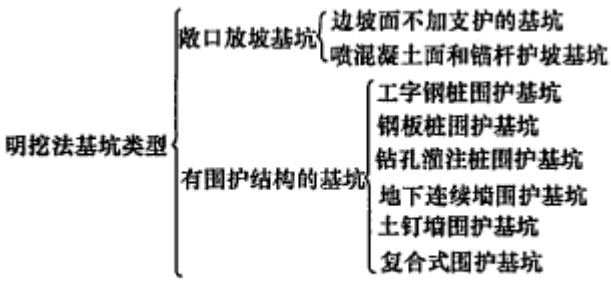


图 1K413011-1　明挖法基坑类型

(一)明挖法施工

1.明挖法是先从地表面向下开挖基坑至设计标高，然后在基坑内的预定位置由下而上地建造主体结构及其防水措施，最后回填土并恢复路面。

2.明挖法是修建地铁车站的常用施工方法，具有施工作业面多、速度快、工期短、易保证工程质量、工程造价低等优点，因此，在地面交通和环境条件允许的地方，应尽可能采用。

3.明挖法施工基坑(详见 1K413020)可以分为敞口放坡基坑和有围护结构的基坑两类。若基坑所处地面空旷，周围无建筑物或建筑物间距很大，地面有足够空地能满足施工需要又不影响周围环境时，则采用敞口放坡基坑施工。这种基坑施工简单、速度快、噪声小，无需做围护结构。如果因场地限制，基坑边坡坡度稍陡于规范规定时，则可采用适当的挡土结构，如土钉加混凝土喷抹面对边坡加以支护。即使如此，该方法的造价仍然是较低的。

如果基坑很深，地质条件差，地下水位高，特别是又处于繁华市区，地面建筑物密集，交通繁忙，无足够空地满足施工需要，没有条件采用敞口放坡基坑时，则可采用有围护结构的基坑。其中，敞口放坡基坑分为边坡面不加支护的基坑以及喷混凝土面和锚杆护坡基坑两类；有围护结构基坑的围护结构又分为不同类型，具体见图 1K413011-1。

(二)盖挖法施工

1.盖挖法施工也是明挖施工的一种形式，与常见的明挖法施工的主要区别在于施工方法和顺序不同：盖挖法是先盖后挖，即先以临时路面或结构顶板维持地面畅通，再向下支护的基坑施工。施工基本流程：在现有道路上按所需宽度，以定型标准的预制棚盖结构(包括纵、横梁和路面板)或现浇混凝土顶(盖)板结构置于桩(或墙)柱结构上维持地面交通，在棚盖结构支护下进行开挖和施做主体结构、防水结构。然后回填土并恢复管、线、路或埋设新的管、线、路。最后恢复道路结构。

2.盖挖法具有诸多优点：围护结构变形小，能够有效控制周围土体的变形和地表沉降，有利于保护临近建筑物和构筑物；基坑底部土体稳定，隆起小，施工安全；盖挖逆作法施工一般不设内部支撑或锚锭，施工空间大；盖挖逆作法用于城市街区施工时，可尽快恢复路面，对道路交通影响较小。

盖挖法也存在一些缺点：盖挖法施工时，混凝土结构的水平施工缝的处理较为困难；盖挖逆作法施工时，暗挖施工难度大、费用高；盖挖法每次分部开挖与浇筑或衬砌的深度，应综合考虑基坑稳定、环境保护、永久结构形式和混凝土浇筑作业等因素来确定。

3.盖挖法可分为盖挖顺作法、盖挖逆作法及盖挖半逆作法。目前，城市中施工采用最多的是盖挖逆作法。

(1)盖挖顺作法

盖挖顺作法的具体施工流程见图 1K413011-2。

盖挖顺作法主要依赖坚固的挡土结构，根据现场条件、地下水位高低、开挖深度以及周围建筑物的邻近程度可选择钢筋混凝土钻(挖)孔灌注桩或地下连续墙，对于饱和的软弱地层应以刚度大、止水性能好的地下连续墙为首选方案。目前，盖挖顺作法中的挡土结构常用来作为主体结构边墙体的一部分或全部。

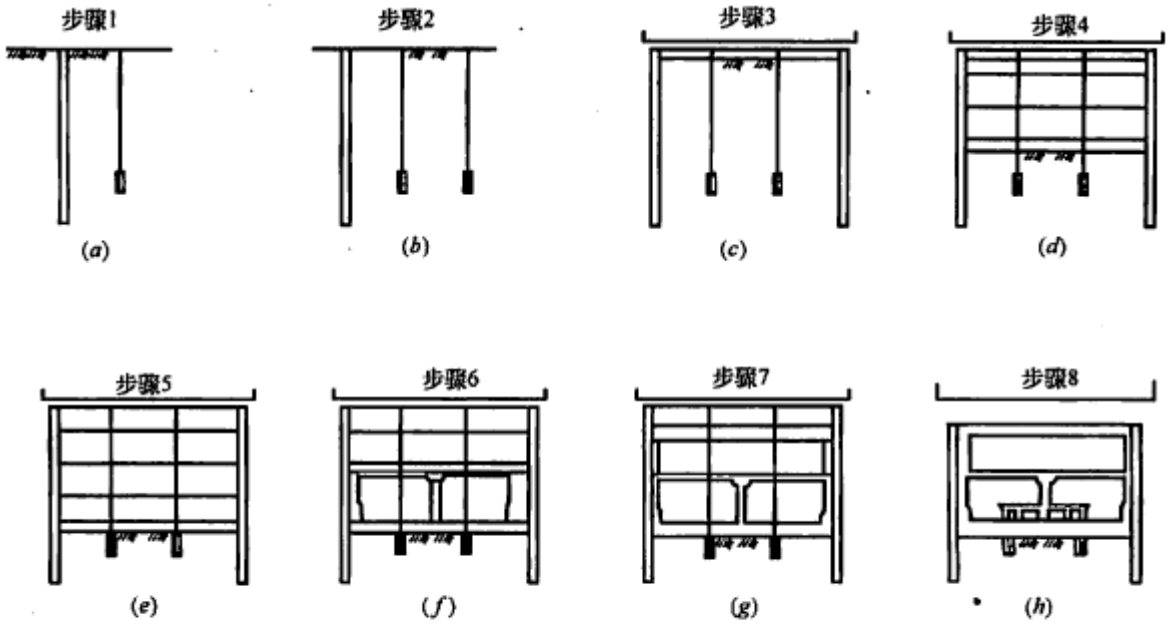


图 1K413011-2　盖挖顺作法施工流程

（a）构筑连续墙；（b）构筑中间支承桩；（c）构筑连续墙及覆盖板；（d）开挖及支撑安装；（e）开挖及构筑底板；（f）构筑侧墙、柱（g）构筑侧墙及顶板；（h）构筑内部结构及路面复旧

(2)盖挖逆作法

盖挖逆作法的具体施工流程见图 1K413011.3。盖挖逆作法施工时，**先施作车站周边围护桩和结构主体桩柱，然后将结构盖板置于桩(围护桩)、柱(钢管柱或混凝土柱)上，自上而下完成土方开挖和边墙、中隔板及底板衬砌的施工**。盖挖逆作法是在明挖内支撑基坑基础上发展起来的，施工过程中不需设置临时支撑，而是借助结构顶板、中板自身的水平刚度和抗压强度实现对基坑围护桩(墙)的支护作用。

其工法特点是：快速覆盖、缩短中断交通的时间；自上而下的顶板、中隔板及水平支撑体系刚度大，可营造一个相对安全的作业环境；占地少、回填量小、可分层施工，**也可分左右两幅施工，交通导改灵活；不受季节影响、无冬期施工要求，低噪声、扰民少；设备简单、不需大型设备，操作空间大、操作环境相对较好**。

盖挖逆作法没有太复杂技术，它是将若干简单的、原始的技术巧妙地有机组合，形成的一套完整的施工工法。盖挖逆作法对钢管柱的加工、运输、吊装、就位要求精度极高，不论是旋挖桩钢管基础或条形基础都有一套完整的工艺流程。

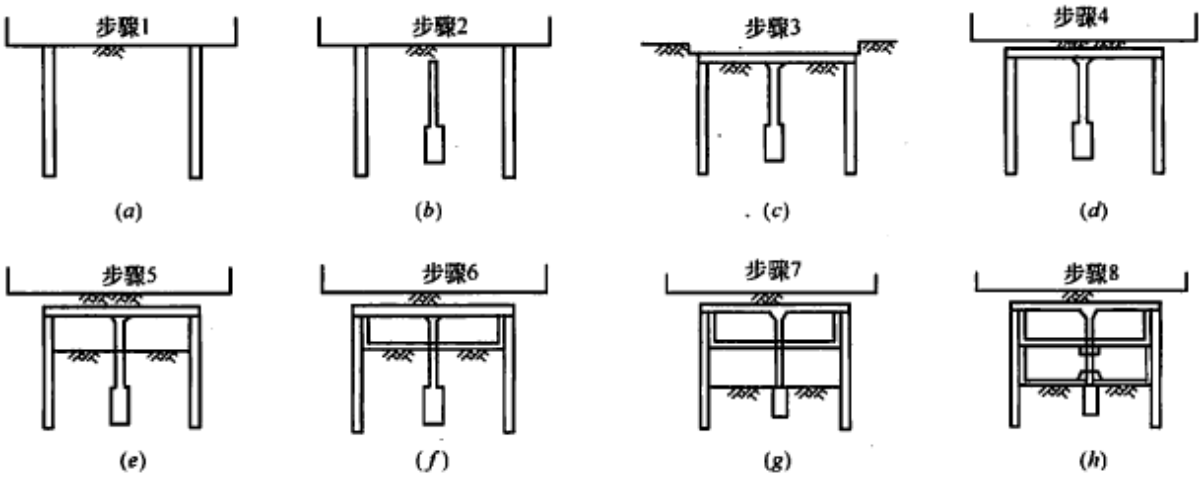


图 1K413011-3　盖挖逆作法施工流程

（a）构筑围护结构；（b）构筑主体结构中间立柱；（c）构筑顶板；（d）回填土、恢复路面；（e）开挖中层土；（f）构筑上层主体结构；（g）开挖下层土；（h）构筑下层主体结构

(3)盖挖半逆作法

类似逆作法，其**区别仅在于顶板完成及恢复路面过程**，盖挖半逆作法的施工步骤见图1K413011-4。在半逆作法施工中，一般都必须设置横撑并施加预应力。

采用**逆作或半逆作法施工时都要注意混凝土施工缝的处理问题**，由于它是在上部混凝土达到设计强度后再接着往下浇筑的，而混凝土的收缩及析水，施工缝处不可避免地要出现 3～10mm 宽的缝隙，将对结构的强度、耐久性和防水性产生不良影响。

在逆作法和半逆作法施工中，如主体结构的中间立柱为钢管混凝土柱，而柱下基础为钢筋混凝土灌注桩时，需要解决好两者之间的连接问题。一般是将钢管柱直接插入灌注桩的混凝土内 1.0m 左右，并在钢管柱底部均匀设置几个孔，以利混凝土流动，同时也可加强桩、柱间连接。有时也可在钢管柱和灌注桩之间插入 H 型钢加以连接。

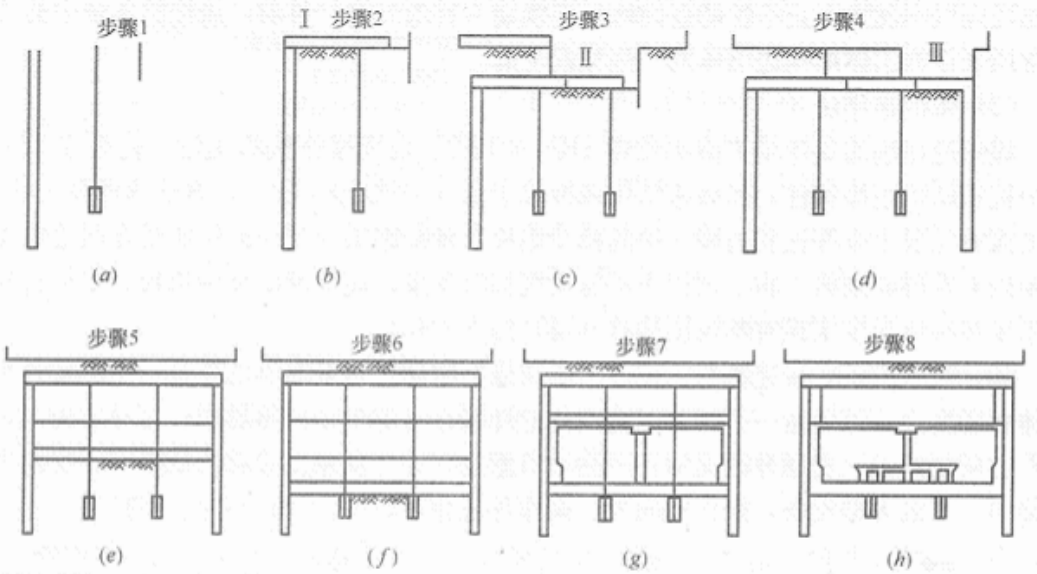


图 1K413011-4　盖挖半逆作法施工流程

（a）构筑连续墙中间支承桩及临时性挡土设备；（b）构筑顶板（Ⅰ）；（c）打设中间桩、临时性挡土及构筑顶板（Ⅱ）；（d）构筑连续墙及顶板（Ⅲ）；（e）依序向下开挖及逐层安装水平支撑；（f）向下开挖、构筑底板；（g）构筑侧墙、柱及楼板；（h）构筑侧墙及内部之其余结构物

(三)喷锚暗挖法

喷锚暗挖法(又称矿山法，详见 1K413041)**对地层的适应性较广，适用于结构埋置较浅，地面建筑物密集、交通运输繁忙、地下管线密布，及对地面沉降要求严格的城镇地区地下构筑物施工**。

1.新奥法

“新奥法”是以维护和利用**围岩的自承能力**为基点，使围岩成为支护体系的组成部分，支护在与围岩共同变形中承受的是形变应力。因此，**要求初期支护有一定柔度**，以利用和充分发挥围岩的自承能力。而作用于浅埋隧道上的地层压力是覆盖层的全部或部分土柱重，其地层压力和支护刚柔度关系不大，**从减少地表沉陷的城市要求角度出发，还要求初期支护有一定刚度**。**设计时并投有充分考虑利用围岩的自承能力，这是浅埋暗挖法与“新奥法”主要区别**。

2.浅埋暗挖法。

在城镇软弱围岩地层**中，在浅埋条件下修建地下工程，以改造地质条件为前提，以控制地表沉降为重点**，以**格栅**(或其他钢结构)和**锚喷**作为初期支护手段，遵循“新奥法”大部分原理。按照**“十八字”**原则(即**管超前、严注浆、短开挖、强支护、快封闭、勤量测**)进行隧道的设计和施工，称之为浅埋暗挖技术。

浅埋暗挖技术从减少城市地表沉陷考虑，还必须辅之以其他配套技术，比如地层加固、降水等。浅埋暗挖法十分讲究施工方法的选择(尤其是地铁车站多跨结构和大跨结构)，一个合理的结构形式和正确的施工方法能起到事半功倍的作用。

采用**浅埋暗挖法**时要注意其**适用条件**。**首先，浅埋暗挖法不允许带水作业**。如果含水地层达不到疏干，带水作业是非常危险的，开挖面的稳定性时刻受到威胁，甚至发生塌方。大

范围的淤泥质软土、粉细砂地层，降水有困难或经济上选择此工法不合算的地层，不宜采用此法。**第二，采用浅埋暗挖法要求开挖面具有一定的自立性和稳定性**。我国规范对土壤的自立性从定性上提出了要求：工作面土体的自立时间，应足以进行必要的初期支护作业。**对开挖面前方地层的预加固和预处理**，视为浅埋暗挖法的必要前提，目的就在于加强开挖面的稳定性，增加施工的安全性。

常用的单跨隧道浅埋暗挖方法选择(根据开挖断面大小)见图 1K413011-5；具体详见 1K413041。

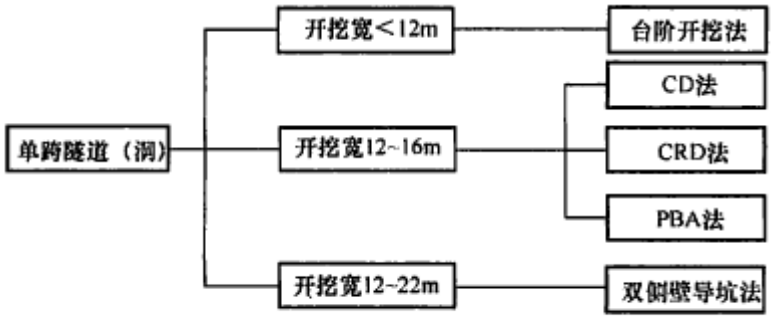


图 1K413011-5　常用的单跨隧道浅埋暗挖方法选择

三、不同方法施工的地铁车站结构

(一)明挖法施工车站结构

明挖法施工的车站主要采用**矩形框架结构**或**拱形结构**。

1.矩形框架结构

这是明挖车站中采用最多的一种形式，根据功能要求，可以双层于单跨、双跨或多层多跨等形式。侧式车站一般采用双跨结构；岛式车站多采用双跨或三跨结构。站台宽度≤10m 时宜采用双跨结构，有时也采用单跨结构。在道路狭窄的地段建地铁车站，也可采用上、下行线重叠的结构。

明挖地铁车站结构由底板、侧墙及顶板等围护结构和楼板、梁、柱及内墙等内部构件组合而成。它们主要用来承受施工和运营期间的内中外部荷载，提供地铁必需的使用空间，同时也是车站建筑造型的有机组成部分。构件的形式和尺寸将直接影响内部的使用空间和管线布置等，所以必须综合受力、使用、建筑、经济和施工等因素合理选定。

(1)顶板和楼板

可采用单向板(或梁式板)、井字梁式板、无梁板或密肋板等形式。井字梁式板和无梁板可以形成美观的顶棚或建筑造型，但造价较高，只有在板下不走管线时方可考虑采用。

(2)底板

底板主要按受力和功能要求设置。**几乎都采用以纵梁和侧墙为支承的梁式板结构**，这有利于整体道床和站台下纵向管道的铺设。埋置于无地下水的岩石地层中的明挖车站，可不设受力底板，但铺底应满足整体道床的使用要求。

(3)侧墙

当采用放坡开挖或用工字钢桩、钢板桩等作基坑的临时护壁时，侧墙多采用以顶、底板及楼板为支承的单向板，装配式构件也可采用密肋板。

当采用地下连续墙或钻孔桩护壁时，可利用它们作为主体结构侧墙的一部分或全部。这种情况下的侧墙，视场地土质条件不同，基本可分为两大类：一类是由灌注桩与内衬墙组成的桩墙结构；另一类是地下连续墙或地下连续墙与内衬墙组成的结构。在无水地层中，可选用分离式灌注桩；在保证柱间土稳定(必要时可施作喷混凝土层)的前提下，选择较大的桩径；当有地下水时，可结合注浆形成止水帷幕或改用相互搭接的灌注桩(钻孔咬合桩)。但在饱和软土或流沙地层中，从提高围护结构的强度、刚度、止水性和保护环境等方面考虑，**尤其当挖**

深超过 10m 时，多采用地下连续墙。

当连续墙直接作为主体结构的侧墙或与内衬墙形成整体结构时，设计中需要考虑先期修建的连续墙与顶、楼、底板等水平构件的连接。

(4)立柱

明挖车站的立柱一般采用钢筋混凝土结构，可采用方形、矩形、圆形或椭圆形等截面。按常规荷载设计的地铁车站站台区的柱距一般取 6～8m。当车站与地面建筑合建或为特殊荷载控制设计，柱的设计荷载很大时，可采用钢管混凝土柱、劲性钢筋高强凝土柱。

2.拱形结构

一般用于站台宽度较窄的单跨单层或单跨双层车站。**结构**由**拱形**和**平底板**组成，**墙脚与底板之间采用铰接**，并**在其外侧设有与底板整体浇筑的挡墙**，用以抵抗刚架的水平推力。

(二)盖挖法施工车站结构

1.结构形式

在城镇交通要道区域采用**盖挖法施工的地铁车站多采用矩形框架结构**。

软土地区地铁车站一般**采用地下墙**或**钻孔灌注桩作为施工阶段的围护结构**。地下墙可作侧墙结构的一部分，与内部现浇钢筋混凝土组成双层衬砌结构；也可将单层地下墙作为主体结构侧墙结构。单、双层墙应经工程造价、进度、结构整体性、防水堵漏、施工处理等综合比较后，根据不同地质、周围环境等选用。

2.侧墙

单层侧墙即地下墙在施工阶段作为基坑围护结构，建成后使用阶段又是主体结构的侧墙，内部结构的板直接与单层墙相接。在地下墙中可采用预埋“锥螺纹钢筋连接器”将板的钢筋与地下墙的钢筋相接，确保单层侧墙与板的连接强度及刚度。**砂性地层中不宜采用单层侧墙**。

双层侧墙即地下墙在施工阶段作为围护结构，回筑时在地上墙内侧现浇钢筋混凝土内衬侧墙，与先施工的地下墙组成叠合结构，共同承受使用阶段的水土侧压力，板与双层墙组成现浇钢筋混凝土框架结构。

3.中间竖向临时支撑系统

中间竖向临时支撑系统由临时立柱及其基础组成，系统的设置方法有三种：①在永久柱的两侧单独设置临时柱；②临时柱与永久柱合一；③临时柱与永久柱合一，同时增设临时柱。

(三)喷锚暗挖(矿山)法施工车站结构

喷锚暗挖(矿山)法施工的地铁车站，视地层条件、施工方法及其使用要求的不同，可**采用单拱式车站、双拱式车站或三拱式车站**，并根据需要可作成单层或双层。此类车站的开挖断面一般为 150～250m^2。由于断面较大，开挖方法对洞室稳定、地面沉降和支护受力等有重大影响，在第四纪地层中开挖时常需采用辅助施工措施。

1.单拱车站隧道

这种结构形式由于可以获得宽敞的空间和宏伟的建筑效果，**在岩石地层中采用较多**；近年来国外在第四纪地层中也有采用的实例，但施工难度大、技术措施复杂，造价也高。

2.双拱车站隧道

双拱车站有两种基本形式，即双拱塔柱式和双拱立柱式。

3.三拱车站

三拱车站亦有塔柱式和立柱式两种基本形式，但三拱塔柱式车站现已很少采用，土层中大多采用三拱立柱式车站。

1K413012　掌握地铁区间隧道结构与施工方法

本条文简要介绍地铁区间隧道结构形式及施工方法。

一、不同方法施工地铁区间隧道

(一)明挖法施工隧道

1.**在场地开阔、建筑物稀少、交通及环境允许的地区，应优先采用施工速度快、造价较低的明挖法施工**。**明挖法施工**的地下铁道区间隧道结构**通常采用矩形断面**，一般为整体浇注或装配式结构，其优点是其内轮廓与地下铁道建筑限界接近，内部净空可以得到充分利用，结构受力合理，顶板上便于敷设城市地下管网和设施。

2.整体式衬砌结构

明挖现浇隧道结构断面分单跨、双跨等形式，由于结构整体性好，防水性能容易得到保证，可适用于各种工程地质和水文地质条件；但是，施工工序较多，速度较慢。

3.预制装配式衬砌

预制装配式衬砌的结构形式应根据工业化生产水平、施工方法、起重运输条件、场地条件等因地制宜选择，目前以单跨和双跨较为通用。关于装配式衬砌各构件之间的接头构造，除了要考虑强度、刚度、防水性等方面的要求外，还要求构造简单、施工方便。装配式衬砌整体性较差，对于有特殊要求(如防护、抗震等)的地段要慎重选用。

(二)喷锚暗挖(矿山)法施工隧道

1.在城市区域、交通要道及地上地下构筑物复杂地区，隧道施工喷锚暗挖法常是一种较好的选择；隧道施工时，一般采用拱形结构，其基本断面形式为单拱、双拱和多跨连拱。前者多用于单线或双线的区间隧道或联络通道，后两者多用在停车线、折返线或喇叭口岔线上。**采用喷锚暗挖法隧道衬砌又称为支护结构，其作用是加固围岩并与围岩一起组成一个有足够安全度的隧道结构体系，共同承受可能出现的各种荷载，保持隧道断面的使用净空，防止地表下沉，提供空气流通的光滑表面，堵截或引排地下水**。根据对隧道衬砌结构的基本要求以及隧道所处的围岩条件、地下水状况、地表下沉的控制、断面大小和施工方法等，可以采用基本结构类型及其变化方案。

2.衬砌的基本结构类型——复合式衬砌

这种衬砌结构是由**初期支护、防水隔离层和二次衬砌所组成**，复合式衬砌外层为初期支护，其作用是加固围岩，控制围岩变形，防止围岩松动失稳，是衬砌结构中的主要承载单元。一般应在开挖后立即施作，并应与围岩密贴。所以，最适宜采用**喷锚支护**，根据**具体情况，选用锚杆、喷混凝土、钢筋网和钢支撑等单一或并用而成**。

3.衬砌结构的变化方案

在**干燥无水的坚硬围岩**中，区间隧道衬砌亦**可采用单层的喷锚支护，不做防水隔离层和二次衬砌**，但此时对喷混凝土的施工工艺和抗风化性能都应有较高的要求，衬砌表面要平整，不允许出现大量的裂缝。

在防水要求不高，围岩有一定的自稳能力时，区间隧道亦可采用单层的模注混凝土衬砌，不做初期支护和防水隔离层。施工时如有需要可设置用木料、钢材或喷锚做成的临时支撑。不同于受力单元，一般情况下，在浇注混凝土时需将临时支撑拆除，以供下次使用。单层模注衬砌又称为整体式衬砌，为适应不同的围岩条件，整体式衬砌可做成等截面直墙式和等截面或变截面曲墙式，前者适用于坚硬围岩，后者适用于软弱围岩。

(三)盾构法施工隧道

1.在松软含水地层、地面构筑物不允许拆迁，施工条件困难地段，采用盾构法施工隧道能显示其优越性：振动小、噪声低、施工速度快、安全可靠，对沿线居民生活、地下和地面构筑物及建筑物影响小等。盾构法修建的区间隧道衬砌有预制装配式衬砌、预制装配式衬砌和模注钢筋混凝土整体式衬砌相结合的双层衬砌以及挤压混凝土整体式衬砌三大类。见图1K413012-1。

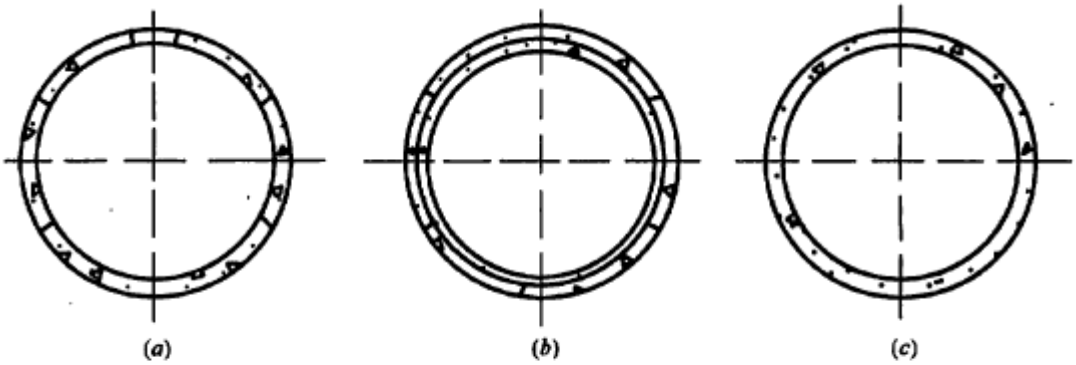


图 1K413012-1　盾构法隧道衬砌横断面示意图

（a）单层装配式衬砌；（b）双层复合式衬砌；（c）挤压混凝土整体式衬砌

2.预制装配式衬砌

预制装配式衬砌是用工厂预制的构件，称为管片，在盾构尾部拼装而成的。管片种类按材料可分为钢筋混凝土、钢、铸铁以及由几种材料组合而成的复合管片。

钢筋混凝土管片的耐压性和耐久性都比较好；目前已可生产抗压强度达 60MPa、渗透系数小于 10^{-11}m/s 的管片，而且，这几种管片刚度大，由其组成的衬砌防水性能有保证。钢管片的强度高，具有良好的可焊接性，便于加工和维修，重量轻也便于施工。与混凝土管片相比，其刚度小、易变形，而且钢管片的抗锈性差，在不做二次衬砌时，必须有抗腐、抗锈措施。铸铁管片强度高，防水和防锈蚀性能好，易加工。和钢管片相比，刚度亦较大，故在早期的地下铁道区间隧道中得到广泛的应用。

钢和铸铁管片价格较贵，现在除了在需要开口的衬砌环或预计将承受特殊荷载的地段采用外，一般都采用钢筋混凝土管片。

按管片螺栓手孔成型大小，可将管片分为箱型和平板型两类。箱型管片是指因手孔较大而呈肋板型结构，手孔较大不仅方便了接头螺栓的穿入和拧紧，而且也节省了材料，使单块管片重量减轻，便于运输和拼装。但因截面削弱较多，在盾构千斤顶推力作用下容易开裂，故只有强度较大的金属管片才采用箱型结构。当然，直径和厚度较大的钢筋混凝土管片也有采用箱型结构的。在箱型管片中纵向加劲肋是传递千斤顶推力的关键部位，一般沿衬砌环向

等距离布置，加劲肋的数量应大于盾构千斤顶的台数，其形状应根据管片拼装和是否需要灌注二次衬砌的施工要求而定，见圈 1K413012-2。**平板型管片是指因螺栓手孔较小或无手孔而呈曲板型结构的管片**，由于管片截面削弱少或无削弱，故对盾构千斤顶推力具有较大的抵抗力，对通风的阻力也较小。无手孔的管片也称为砌块，**现代的钢筋混凝土管片多采用平板型结构**见图 1K413012-3。

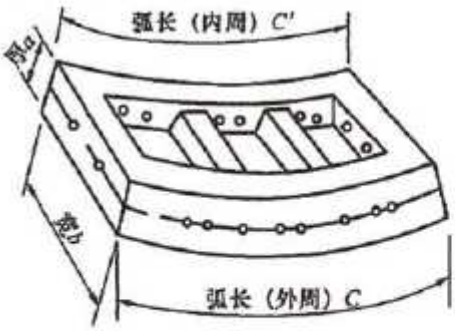


图 1K413012-2　钢筋混凝土箱型管片示意图

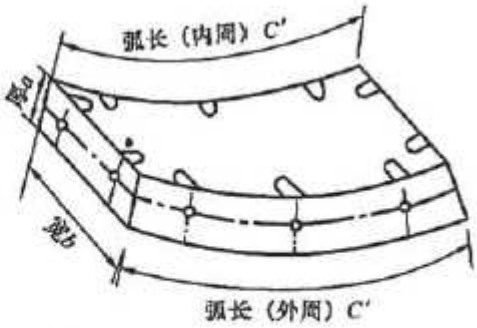


图 1K413012-3　钢筋混凝土平板型管片示意图

衬砌环内管片之间以及各衬砌环之间的**连接方式**，从其力学特性来看，可分为**柔性连接**和**刚性连接**，前者允许相邻管片间产生微小的转动和压缩，使衬砌环能按内力分布状态产生相应的变形，以改善衬砌环的受力状态。后者则通过增加连接螺栓的排数，力图在构造上使接缝处的刚度与管片本身相同。实践证明，刚性连接不仅拼装麻烦、造价高，而且会在村砌环中产生较大的次应力，带来不良后果，**因此，目前较为通用的是柔性连接，常用的有：单排螺栓连接、销钉连接及无连接件等**。

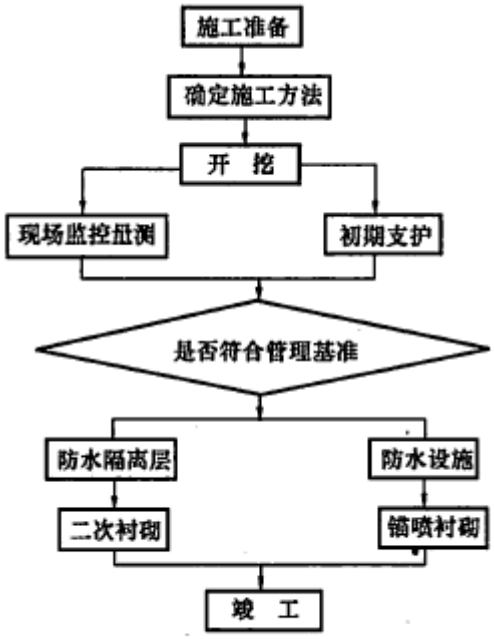


图 1K413012-4　喷锚暗挖法施工流程

3.双层衬砌

为了防止隧道渗水和衬砌腐蚀，修正隧道施工误差，减少噪声和振动以及作为内部装饰，可以在装配式衬砌内部再做一层整体式混凝土或钢筋混凝土内衬。根据需要还可以在装配式衬砌与内层之间铺设防水隔离层。**双层衬砌主要用在含有腐蚀性地下水的地层中**。

4.挤压混凝土整体式衬砌

挤压混凝土衬砌(Extrude Concrete Lining，简称 ECL)**就是随着盾构向前掘进，用一套村砌施工设备在盾尾同步灌注的混凝土或钢筋混凝土整体式衬砌，困其灌注后即承受盾构千斤顶推力的挤压作用，故有此称谓。挤压混凝土衬砌可以是素混凝土，也可以是钢筋混凝土，但应用最多的是钢纤维混凝土**。

挤压混凝土衬砌一次成型，内表面光滑，村砌背后无空隙，故无需注浆，且对控制地层移动特别有效。但因挤压混凝土衬砌需要较多的施工设备，其中包括混凝土成型用的框模，拼拆框模的系统，混凝土配制车、泵、阀、管等组成的混凝土配送系统。而且，混凝土制备、

配送、钢筋架立等工艺较为复杂，在渗漏性较大的土层中要达到防水要求尚有困难。故挤压混凝土衬砌的应用尚不广泛。

二、施工方法比较与选择

(一)喷锚暗挖(矿山)法

1.喷锚暗挖法施工基本流程见图 1K413012-4。

2.新奥法施工

新奥法施工隧道适用于稳定地层，应根据地质、施工机具条件，尽量采用对围岩扰动少的支护方法。岩石地层当采用钻爆法开挖时，应采用**光面爆破、预裂爆破技术，尽量减少欠挖、超挖**。

围岩开挖后应立即进行必要的支护，并使支护与围岩尽量密贴，以稳定围岩。围岩条件比较好时可简单支护或不支护。采用**喷混凝土锚杆**作为初期支护时的**施工顺序**一般为**先喷混凝土后打锚杆**；**围岩条件恶劣时，则采用初喷混凝土→架钢支撑→打锚杆→二次喷混凝土**。锚杆杆位、孔径、孔深及布置形式应符合设计要求，锚杆杆体岩面的长度不宜大于喷混凝土层厚度，锚杆施工质量应符合有关规范要求。

3.浅埋暗挖法施工

浅埋暗挖法的工艺流程和技术要求主要是**针对埋置深度较浅、松散不稳定的土层和软弱破碎岩层施工面而形成的**。

浅埋暗挖法与新奥法相比，更强调地层的预支护和预加固。因为地铁工程基本是在城镇施工，对地表沉降的控制要求比较严格。浅埋暗挖法支护衬砌的结构刚度比较大，初期支护允许变形量比较小。这样对保护周围地层的自承作用和减少对地层的扰动是必须的。

(1)地层预加固和预支护

在城市地铁隧道施工中，经常遇到砂砾土、砂性土、黏性土或强风化基岩等不稳定地层。这类地层在隧道开挖过程中自稳时间短暂。往往在初期支护尚未来得及施作，或喷射混凝土尚未获得足够强度时，拱墙的局部地层已开始坍塌。为此，需采用地层预加固、预支护的方法，以提高周围地层的稳定性。**常用的预加固和预支护方法有：小导管超前预注浆、开挖面深孔注浆及管棚超前支护**；详见 1K413044 和 1K413045。

(2)隧道土方开挖与支护

采用浅埋暗挖法开挖作业时，所选用的施工方法及工艺流程，应保证最大限度地减少对地层的扰动，提高周围地层自承作用和减少地表沉降。根据不同的地质条件及隧道断面，选用不同的开挖方法，但其**总原则是：预支护、预加固一段，开挖一段；开挖一段，支护一段；支护一段，封闭成环一段**。初期支护封闭成环后，隧道处于暂时稳定状态，通过监控量测，确认达到基本稳定状态时，可以进行二次衬砌的混凝土灌注工作。如量测结果证明尚未稳定，则需继续监测；如监测结果证明支护有失稳的趋势时，则需及时通过设计部门共同协商，确定加固方案；详见 1K413041。

(3)初期支护形式

在软弱破碎及松散、不稳定的地层中采用浅埋暗挖法施工时，除需对地层进行预加固和预支护外，隧道初期支护施作的及时性及支护的强度和刚度，对保证开挖后隧道的稳定性、

减少地层扰动和地表沉降，都具有决定性的影响。在诸多支护形式中，**钢拱锚喷混凝土支护是满足上述要求的最佳支护形式**；详见 1K413042。

(4)二次衬砌

在浅埋暗挖法中，初期支护的变形达到基本稳定，且防水结构施工验收合格后，可以进行二次混凝土衬砌灌注工序。**通过监控量测，掌握隧道动态，提供信息，指导二次衬砌施作时机。这是浅埋暗挖法中二次衬砌施工与一般隧道衬砌施工的**主要区别。其他灌注工艺和机械设备与一般隧道衬砌施工基本相同。

二次衬砌模板可以采用临时木模板或金属定型模板，更多情况则使用模板台车，因为区间隧道的断面尺寸基本不变，有利于使用模板台车，加快立模及拆模速度。衬砌所用的模板、墙架，拱架均应式样简单、拆装方便、表面光滑、接缝严密。使用前应在样板台上校核；重复使用时，应随时检查并整修；详见 1K413043。

(5)监控量测

利用监控量测信息指导设计与施工**是浅埋暗挖施工工序的重要组成部分。在设计文件中应提出具体要求和内容，监控量测的费用应纳入工程成本。在实施过程中施工单位要有专门机构执行与管理，并由项目技术负责人统一掌握、统一领导**。经验证明**拱顶下沉**是**控制稳定较直观的和可靠的判断依据，水平收敛**和**地表下沉**有时**也是重要的判断依据**。**对于地铁隧道**来讲，**地表下沉测量**显得**尤为重要**；详见 1K420153。

(二)盾构法施工

1.盾构法施工见图 1K413012-5 所示，其**基本施工步骤**：**（了解）**

(1)在盾构法隧道的始发端和接收端各建一个工作(竖)井；

(2)盾构在始发端工作井内安装就位；

(3)依靠盾构千斤顶推力(作用在已拼装好的衬砌环和工作井后壁上)将盾构从始发工作井的墙壁开孔处推出；

(4)盾构在地层中沿着设计轴线推进，在推进的同时不断出土和安装衬砌管片；

(5)及时地向衬砌背后的空隙注浆，防止地层移动和固定衬砌环位置；

(6)盾构进入接受工作井并被拆除，如施工需要，也可穿越工作井再向前推进。

【07 年】：23.盾构法的主要施工步骤包括(　)。P93

A.工作井建造　　B.掘进出土(泥)　　C.管片安装　　D.地表注浆　　E.衬砌背后注浆

2.盾构法施工隧道具有以下优点：

(1)除竖井施工外，施工作业**均在地下进行**，既不影响地面交通，又可减少对附近居民的噪声和振动影响；

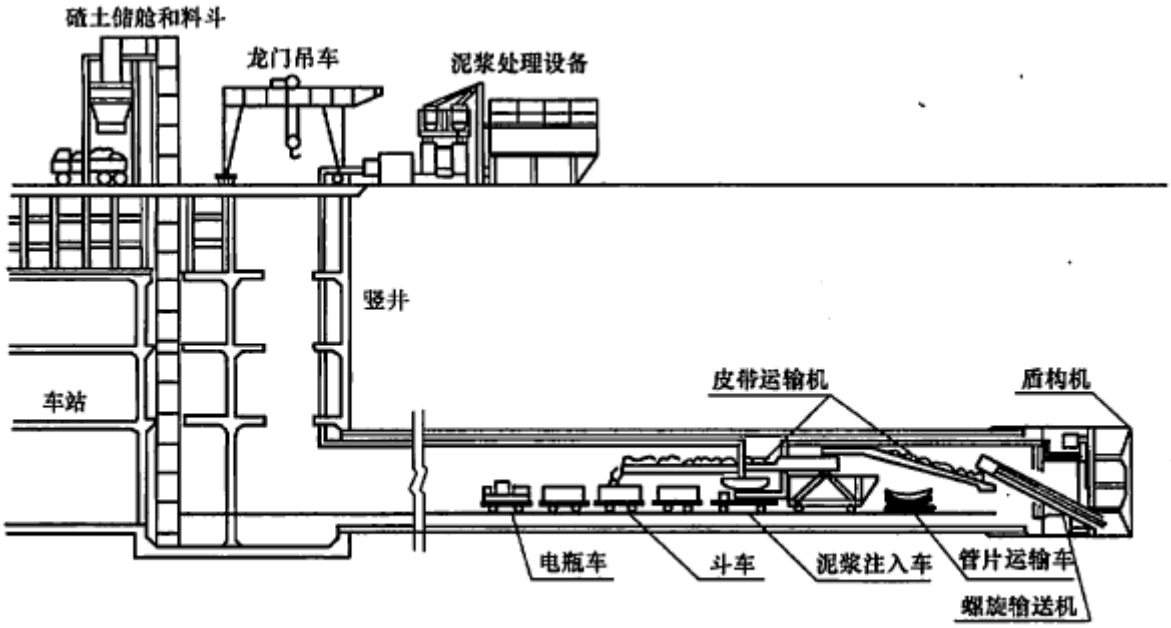


图 1K413012-5　盾构法施工示意图

(2)盾构推进、出土、拼装衬砌等主要工序循环进行，施工易于管理，施工人员也较少；

(3)隧道的施工费用不受覆土量多少影响，适宜于建造覆土较深的隧道；

(4)施工不受风雨等气候条件影响；

(5)当隧道穿过河底或其他建筑物时，不影响施工；

(6)只要设法使盾构的开挖面稳定，则隧道越深，地基越差，土中影响施工的埋设物等越多，与明挖法相比，经济上、施工进度上越有利。

3.盾构法施工也存在以下一些问题；

(1)当隧道曲线半径过小时，施工较为困难；

(2)在陆地建造隧道时，如隧道覆土太浅，则盾构法施工困难很大，而在水下时，如覆土太浅则盾构法施工不够安全；

(3)盾构施工中采用全气压方法以疏干和稳定地层时，对劳动保护要求较高，施工条件差；

(4)盾构法隧道上方一定范围内的地表沉陷尚难完全防止，特别在饱和含水松软的土层中，要采取严密的技术措施才能把沉陷限制在很小的限度内；

(5)在饱和含水地层中，盾构法施工所用的拼装衬砌，对达到整体结构防水的技术要求较高。详见 1K413030 有关内容。

1K413013　熟悉轻轨交通高架桥梁结构与施工要点

轻轨交通常与地铁交通组合形成城市轨道交通体系。轻轨交通一般位于城区或郊区，与地铁交通工程相比，具有施工速度快、投资相对少等优点，但对线路景观要求高，施工工期及环保要求也有所不同。本条文简要介绍城市轻轨交通高架桥梁结构特点及施工要点。

一、高架桥结构与特点

(一)高架桥结构与运行特点：

1.轻轨交通列车的运行速度快，运行频率高，维修时间短。

2.桥上多铺设无缝线路无砟轨道结构，因而对结构形式的选择及上、下部结构的设计造成特别的影响。

3.高架桥应考虑管线设置或通过要求，并设有紧急进出通道，防止列车倾覆的安全措施及在必要地段设置防噪屏障，还应设有防水、排水措施。

4.高架桥大都采用预应力或部分预应力混凝土结构，构造简单，结构标准，安全经济，耐久适用，同时满足城镇景观要求，力求与周围环境相协调。

5.高架桥墩位布置应符合城镇规划要求，跨越铁路、公路、城市道路和河流时的桥下净空应满足有关规范的限界规；**上部结构优先采用预应力混凝土结构，其次才是钢结构**，须有足够的竖向和横向刚度。

6.**高架桥应设有降低振动和噪声**(设置声屏障)、**消除楼房遮光和防止电磁波干扰等系统**。

(二)高架桥的基本结构

1.高架桥墩台和基础

高架桥墩台的基础应根据当地地质资料确定。当**地质情况良好**时，应**尽可能采用扩大基础。软土地基条件下**，为保证基础的承载能力，防止沉陷，**宜采用桩基础**。

高架桥墩除应有足够的强度和稳定性外，还应结合上部结构的选型使上下部结构协调一致，轻巧美观，与城市景观和谐、匀称，尽量少占地，透空好，保证桥下行车有较好的视线，给行人一种愉快感。常用的桥墩形式有以下几种。

(1)倒梯形桥墩【图 1K413013 (a)】

倒梯形桥墩构造简单，施工方便，受力合理，具有较大的强度、刚度和稳定性，**对于单箱单室箱梁和脊梁来说，选用倒梯形桥墩在外观和受力上均较合理**。

(2)T 形桥墩墩【图 1K413013 (b)】

T 形桥墩占地面积小，是城镇轻轨高架桥最常用的桥墩形式。这种桥墩既为桥下交通提供最大的空间.又能减轻墩身重量，节约圬工材料。**特别适用于高架桥和地面道路斜交的情况**。墩身一般为普通钢筋混凝土结构，圆形、矩形或六角形，具有较大的强度和刚度，与上部结构的轮廓线过渡平顺，受力合理。大伸臂盖梁，承受较大的弯矩和剪力，可采用预应力混凝土结构。墩身高度一般不超过 8～10m。

(3)双柱式桥墩【图 1K413013(c)]

双柱式墩在横向形成钢筋混凝土刚架，**受力情况清晰，稳定性好，其盖梁的工作条件比 T 形桥墩的盖梁有利，无须施加预应力，其使用高度一般在 30m 以内**。上海市明珠线的双柱式桥墩设计成无盖梁结构，上部结构箱梁直接支承在双柱上，双柱上部设一横系梁。这种构造须在箱梁内设置强大的端横隔板。

(4)Y 形桥墩【图 1K413013(d)]

Y 形桥墩结合了 T 形桥墩和双柱式墩的优点，**下部成单柱式，占地少**，有利于桥下交通，透空性好，而**上部成双柱式，对盖梁工作条件有利**，无须施加预应力，造型轻巧，比较美观。

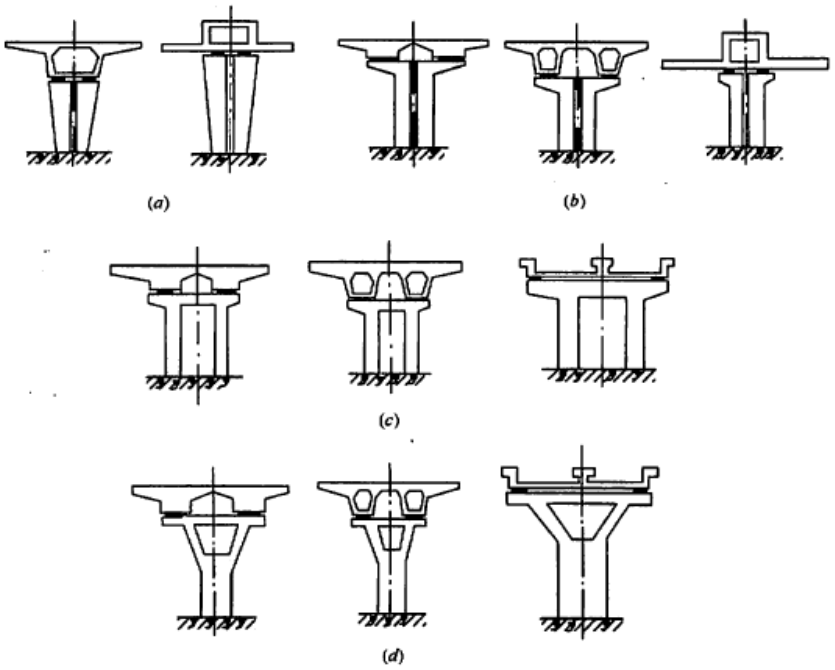


图 1K413013　桥墩基本形式示意图

2.高架桥的上部结构

站间高架桥可以分为一般地段的桥梁和主要工程节点的桥梁。跨越主要道路、河流及其他市内交通设施的主要工程节点可以采用任何一种适用于城市桥梁的大跨度桥梁结构体系。采用**最多的是连续梁、连续刚构、系杆拱**。

一般地段的桥梁虽然结构形式简单，然而就工程数量和土建工程造价而言，却可能占据全线高架桥的大部份额。对于城市景观和道路交通功能的影响不可轻视。因此，其结构形式的选择必须慎重其事，多方比较。从**城市景观**和**道路交通功能**考虑，**宜选用较大的桥梁跨径给人以空透舒适感**，按**桥梁经济跨径的要求，当桥跨结构的造价**和**下部结构(墩台、基础)造价接近相等时最为经济**；从**加快施工进度**着眼，**宜大量采用预制预应力混凝土梁**。桥梁形式的选定往往是因地制宜综合考虑的结果。

在建筑高度不受限制，或刻意压低建筑高度得不偿失的场合，一般适用于城市桥或公路桥的正常高度桥跨结构均可用于城市轨道交通的高架桥。

二、高架桥施工要点

(一)桩基础

1.高架桥成桩工艺应根据地质条件、地面建筑和地下管线的分布状况等确定，宜采用施工速度快、技术成熟的成桩工艺。

2.**钻孔灌注桩施工时应采取有效措施防止泥浆外溢污染道路，影响正常交通**和**道路排水设施，保持环境清洁**。

(二)桥墩

1-高架桥墩造型轻巧，比较美观，结构相对来说较复杂，施工有一定难度。

2.**高架桥墩混凝土现浇施工应采用专门设计加工的钢模板**。

(三)上部结构

1.**高架桥上部结构宜采用工厂预制结构**，对于跨度 22m 以内的桥跨，可采用梁宽 1.5m 的

先张法空心板梁；工厂预制易于保证施工质量，运输吊装容易解决，可缓解施工期间场地紧张的矛盾，适用于直线地段和半径较大的曲线地段。

2.T 梁设计和施工经验成熟，可以预制也可观浇，避免了箱梁内模的拆除困难；建筑高度稍高，预拱度加以控制可以在很大程度上减轻混凝土收缩徐变影响。

3.箱梁结构(单室双箱梁、单室单箱梁、双室单箱梁)抗扭刚度大，整体受力性能好，线条流畅，造型美观，设计及施工经验成熟。但箱梁不便整体运输吊装，一般需就地浇筑，相应工期较长，适用于小半径曲线地段和跨越道路、河流跨度较大的情况。采用钢一混凝土组合梁结构，可减少现场施工时间和难度。

4.高架桥两侧挡板通常采用定型设计，应考虑与主体结构连接牢固性和预留声屏障的安装施工，人行道板的边缘设置栏杆；同时应考虑运营过程中对其进行检查、维修所需的空间及设施。曲线地段及道岔区的桥面宽度，根据曲线半径和渡线形式分别进行加宽。

1K413014　了解城市轨道交通的轨道结构组成

轨道(通称为线上)结构是由钢轨、轨枕、连接零件、道床、道岔和其他附属设备等组成的构筑物。本条文简要介绍城市轻轨交通和地铁交通的轨道结构与组成。

一、轨道组成

(一)轨道结构

1.要求组成轨道部件材料的力学性质差异极大，通过科学而可靠的方式把它们组合在一起，用以导向列车的运行、承受高速行驶列车的荷载并把荷载传递给支撑轨道结构的基础。

2.轨道结构应具有足够的强度、稳定性、耐久性和适量弹性，以确保列车安全、平稳、快速运行和乘客舒适。轨道结构应采用成熟、先进的技术和施工工艺。

(二)轨道结构特点

城市轨道交通的轨道结构由于线路一般穿过居民区(地下、地面或高架)，还要另外考虑以下一些问题：

(1)为保护城市环境，对噪声控制要求较高，除了车辆结构采取减振措施，必要时修筑声屏障外，轨道也应采用相应的减振轨道结构。

(2)轨道交通行车密度大，运营时间长，留给轨道维修作业的时间很短，因而一般采用较强的轨道部件。近年新建轨道交通系统的浅埋隧道和高架桥结构，基本采用无碴道床等少维修轨道结构。

(3)轨道交通车辆一般采用电力牵引，以走行轨作为供电回路。为减小因漏泄电流而造成周围金属设施的腐蚀，要求钢轨与轨下基础有较高的绝缘性能。

(4)受原有街道和建筑物所限，城市轨道交通曲线区段占很大比重，曲线半径一般比常规铁路小得多。在正线半径小于 400m 的曲线地段，应采用全长淬火钢轨或耐磨钢轨。钢轨铺设前应进行预弯，运营时钢轨应进行涂油以减少磨耗。

二、轨道形式与选择

(一)轨道形式及扣件、轨枕

1.地铁正线及辅助线钢轨应依据近、远期客流量，并经技术经济综合比较确定，宜采用 60kg/m 钢轨，也可采用 50kg/m 钢轨。车场线宜采用 50kg/m 钢轨。

2.不同道床形式的扣件宜符合表 1K413014 规定。

扣件类型　　表 1K413014

<table>
<tr><th>道床形式</th><th>类型</th><th>扣压件</th><th>与轨枕连接方式</th></tr>
<tr><td>一般整体道床</td><td rowspan="2">弹性分开式</td><td>有螺栓弹条、无螺栓弹条</td><td rowspan="2">在轨枕预埋套管</td></tr>
<tr><td>高架桥上整体道床</td><td>有螺栓弹条、小阻力</td></tr>
<tr><td>混凝土枕碎石道床</td><td>弹性不分开式</td><td>有螺栓弹条、无螺栓弹条</td><td>在轨枕内预埋螺检或铁座</td></tr>
<tr><td>木枕碎石道床</td><td rowspan="2">弹性分开式</td><td rowspan="2">有螺栓弹条、无螺栓弹条</td><td>采用螺纹道钉</td></tr>
<tr><td>车场库内整体邀床、检查坑</td><td>在轨枕或立柱内预埋套管</td></tr>
</table>

(二)道床与轨枕

1.长度大于 100m 的隧道内和隧道外 U 形结构地段及高架桥和大于 50m 的单体桥地段，宜采用**短枕式**或**长枕式整体道床**。

2.**地面正线宜采用混凝土枕碎石道床**，基底坚实、稳定，排水良好的地面**车站地段**可采用**整体道床**。

3.车场库内线应采用短枕式整体道床，地面出入线、试车线和库外线宜采用混凝土枕碎石道床或木枕碎石道床。

(三)减振结构

1.一般减振轨道结构可采用**无缝线路、弹性分开式扣件**和**整体道床**或**碎石道床**。

2.线路中心距离住宅区、宾馆、机关等建筑物小于 20m 及穿越地段，宜采用较高减振的轨道结构，即在一般减振轨道结构的基础上，采用**轨道减振器扣件**或**弹性短枕式整体道床**或其他**较高减振轨道结构**形式。

3.线路中心距离医院、学校、音乐厅、精密仪器厂、文物保护和高级宾馆等建筑物小于 20m 及穿越地段，宜采用特殊减振轨道结构，即在一般减振轨道结构的基础上，采用**浮置板整体道床**或其他特殊减振轨道结构形式。

1K413020　明挖基坑施工

1K413021　掌握深基坑支护结构与变形控制

基坑工程是由地面向下开挖一个地下空间，深基坑四周一般设置垂直的挡土围护结构，围护结构一般是在开挖面基底下有一定插入深度的板(桩)墙结构；板(桩)墙有**悬臂式、单撑式、多撑式**。支撑结构是为了减小围护结构的变形，控制墙体的弯矩；分为内撑和外锚两种。本条文主要以地铁车站为主介绍基坑开挖支护与变形控制。

一、围护结构

(一)基坑围护结构体系

1.**基坑围护结构体系**包括**板(桩)墙**、**围檩(冠梁)**及其他**附属构件**。板(桩)墙主要承受基坑开挖卸荷所产生的土压力和水压力，并将此压力传递到支撑，是稳定基坑的一种施工临时挡墙结构。

2.地铁基坑所采用的围护结构形式很多，其施工方法、工艺和所用的施工机械也各异；因此，应根据基坑深度、工程地质和水文地质条件、地面环境条件等，特别要考虑到城市施工特点，经技术经济综合比较后确定。

(二)深基坑围护结构类型

1.在我国应用较多的有板柱式、柱列式、重力式挡墙、组合式以及土层锚杆、逆筑法、沉井等。

2.不同类型围护结构的特点见表 1K413021-1。

不同类型围护结构的特点（了解） 表 1K413021-1

类　型	特　　点
桩板式墙板式桩	1.H 钢的间距在 1.2～1.5m； 2.**造价低，施工简单，有障碍物时可改变间距**； 3.**止水性差，地下水位高的地方不适用**，坑壁不稳的地方不适用； 4.开挖深度上海达到 6m 左右，无支撑；而日本用于开挖深度 10m 以内的基坑(有支撑)
钢板桩	1.成品制作，可反复使用； 2.施工简便，但施工有噪声； 3.刚度小，变形大，与多道支撑结合，在软弱土层中也可采用； 4.新的时候止水性尚好，如**有漏水现象**，需增加防水措施

板式钢管桩	1.截面刚度大于钢板桩，在软弱土层中开挖深度可大，在日本开挖深度达 30m； 2.需有防水措施相配合
预制混凝土板桩	1.施工简便，但施工有噪声； 2.需辅以止水措施； 3.自重大，受起吊设备限制，不适合大深度基坑。 国内用于 10m 以内的基坑，法国用于 15m 以内深基坑
灌注桩	**1.刚度大，可用在深大基坑；** 2.施工对周边地层、**环境影响小**； **3.需降水或和止水措施配合使用**，如搅拌桩、旋喷桩等
地下连续墙	**1.刚度大，开挖深度大，可适用于所有地层；** 2.强度大，变位小，隔水性好，同时可兼作主体结构的一部分； 3.可临近建筑物、构筑物使用，环境影响小； 4.**造价高**
SMW 工法桩	1.强度大，止水性好； 2.**内插的型钢可拔出反复使用，经济性好**； 3.开挖深度 8.65m。 具有较好发展前景，国内上海等城市已有工程实践
自立式水泥土挡墙/水泥土搅拌桩挡墙	1.无支撑，墙体止水性好，造价低； 2.墙体变位大

(1)工字钢桩围护结构

作为基坑围护结构主体的工字钢，一般采用Ⅰ50 号、Ⅰ55 号和Ⅰ60 号大型工字钢。基坑开挖前，在地面用冲击式打桩机沿基坑设计边线打入地下，**桩间距一般为 1.0～1.2m**。若地层为饱和淤泥等松软地层也可采用静力压桩机和振动打桩机进行沉桩。基坑开挖时，随挖土方随在桩间插入 50mm 厚的水平木板，以挡住桩间土体。基坑开挖至一定深度后，若悬臂工字钢的刚度和强度都够大，就需要设置腰梁和横撑或锚杆(索)，腰梁多采用大型槽钢、工字钢制成，横撑则可采用钢管或组合钢梁。

工字钢桩围护结构适用于黏性土、砂性土和粒径不大于 100mm 的砂卵石地层；当地下水位较高时，必须配合人工降水措施。打桩时，施工噪声一般都在 100dB 以上，大大超过环境保护法规定的限值。因此，**这种围护结构一般宜用于郊区距居民点较远的基坑施工中**。当基坑范围不大时，例如地铁车站的出入口，临时施工竖井可以考虑采用工字钢做围护结构。

(2)钢板桩围护结构

钢板桩强度高，桩与桩之间的连接紧密，隔水效果好，可重复使用。因此，沿海城市如上海、天津等地区修建地下铁道时，在地下水位较高的基坑中采用较多；北京地铁一期工程在木樨地过河段也曾采用过。

钢板桩常用断面形式，多为 U 形或 Z 形。我国地下铁道施工中多用 U 形钢板桩，其沉放和拔除方法、使用的机械均与工字钢桩相同，但其构成方法则可分为单层钢板桩围堰、双层钢板桩围堰及屏幕等。由于地铁施工时基坑较深，为保证其垂直度且方便施工，并使其能封闭合龙，多采用帷幕式构造。

(3)钻孔灌注桩围护结构

钻孔灌注桩一般采用机械成孔。地铁明挖基坑中多采用螺旋钻机、冲击式钻机和正反循环钻机等。对正反循环钻机，由于其采用泥浆护壁成孔，故成孔时噪声低，适于城区施工，在地铁基坑和高层建筑深基坑施工中得到广泛应用。

【09 年】：24．地铁车站明挖基坑采用钻孔灌注桩围护结构时，围护施工常采用的成孔设备有（）。

A．水平钻机　B．螺旋钻机 C．夯管机　D．冲击式钻机 E．正反循环钻机

(4)深层搅拌桩挡土结构

深层搅拌桩是用搅拌机械将水泥、石灰等和地基土相拌合，从而达到加固地基的目的。作为挡土结构的搅拌桩一般布置成格栅形，深层搅拌桩也可连续搭接布置形成止水帷幕。

(5) SMW 桩

SMW 桩挡土墙是利用搅拌设备就地切削土体，然后注入水泥类混合液搅拌形成均匀的挡墙，最后，在墙中插入型钢，即形成一种劲性复合围护结构。

这种围护结构的特点主要表现在止水性好，构造简单，型钢插入深度一般小于搅拌桩深度，施工速度快，型钢可以部分回收、重复利用。

【10 年】：17．下列基坑围护结构中，主要结构材料可以回收反复使用的是（　）。

A．地下连续墙　B．灌注桩　C．水泥挡土墙　D．组合式 SMW 桩

(6)地下连续墙

地下连续墙主要有预制钢筋混凝土连续墙和现浇钢筋混凝土连续墙两类，通常地下连续墙一般指后者。地下连续墙有如下优点：施工时振动小、噪声低，墙体刚度大，对周边地层扰动小；可适用于多种土层，除夹有孤石、大颗粒卵砾石等局部障碍物时影响成槽效率外，对黏性土、无黏性土、卵砾石层等各种地层均能高效成槽。

地下连续墙施工采用专用的挖槽设备，沿着基坑的周边，按照事先划分好的幅段，开挖狭长的沟槽。挖槽方式可分为抓斗式、冲击式和回转式等类型。在开挖过程中，为保证槽壁的稳定，采用特制的泥浆护壁。泥浆应根据地质和地面沉降控制要求经试配确定，并在泥浆配制和挖槽施工中对泥浆的相对密度、黏度、含砂率和 pH 等主要技术性能指标进行检验和控制。每个幅段的沟槽开挖结束后，在槽段内放置钢筋笼，并浇筑水下混凝土。然后将若干个幅段连成一个整体，形成—个连续的地下墙体，即现浇钢筋混凝土壁式连续墙。

【09 年】：8．下列基坑围护结构中，采用钢支撑时可以不设置围檩的是（）。2011 版没找到

A．钢板桩　B．钻孔灌注桩 C．地下连续墙　D．SMW 桩

二、支撑结构类型

(一)支撑结构体系

1.**内支撑一般由各种型钢撑、钢管撑、钢筋混凝土撑等构成支撑系统**；**外拉锚**有**拉锚**和**土锚**两种形式。

2.在软弱地层的基坑工程中，支撑结构承受围护墙所传递的土压力、水压力。支撑结构挡土的应力传递路径是**围护(桩)墙——围檩(冠梁)——支撑**，在地质条件较好的有锚固力的地层中，基坑支撑可采用土锚和拉锚等外拉锚形式。

3.在深基坑的施工支护结构中，常用的支撑系统按其材料可分为**现浇钢筋混凝土支撑体系**和**钢支撑体系**两类，其形式和特点见表 1K413021-2（了解特点）。

两类支撑体聚的形式和特点　　表 1K413021-2

材　料	截面形式	布置形式	特　点
现浇钢筋混凝土	可根据断面要求确定断面形状和尺寸	有对撑、边桁架、环梁结合边桁架等，形式灵活多样	混凝土结硬后**刚度大，变形小，强度的安全、可靠性强**，施工方便，但支撑浇制和养护时间长，围护结构处于无支撑的暴露状态的时间长、软土中被动区土体位移大，如对控制变形有较高要求时，需对被动区较土加固，施工工期长，拆除困难，爆破拆除对周围环境有影响
钢结构	单钢管，双刚管、单工字钢，双工字刚、H 型钢，槽钢及以上钢材的组台	竖向布置有水平撑，斜撑；平面布置形式一般为对撑、井宇撑，角撑，也有与钢筋混凝土支撑结合使用，但要谨慎处理变形协调问题	**装、拆除施工方便，可周转使用**，支撑中可加预应力，**可诃整轴力而有被控制圈护墙变形**； **施工工艺要求较高**，如节点和支撑结构处理不当，或施工支撑不及时、不准确，会造成失稳

现浇钢筋混凝土支撑体系由围檩(圈梁)、支撑及角撑、立柱和围檩托架或吊筋、立柱，托架锚固件等其他附属构件组成。

钢结构支撑(钢管、型钢支撑)体系通常为装配式的，由围檩、角撑、支撑、预应力设备(包括千斤顶自动调压或人工调压装置)、轴力传感器、支撑体系监测监控装置、立柱桩及其他附属装配式构件组成。

(二)支撑体系布置

1.能够园地制宜、合理选择支撑材料和支撑体系布置形式，使其技术经济综合指标得以优化。

2.支撑体系受力明确，充分协调发挥各杆件的力学性能，安全可靠，经济合理，能够在稳定性和控制变形方面满足对周围环境保护的要求。

3.支撑体系布置能在安全、可靠的前提下，最大限度地方便土方开挖和主体结构的快速施工。

三、基坑的变形控制

(一)基坑变形特征

1.基坑开挖时，由于坑内开挖卸荷造成围护结构在内外压力差作用下产生水平向位移，近而引起围护外侧土体的变形，造成基坑外土体或建(构)筑物沉降；同时，开挖卸荷也会引起坑底土体隆起。可以认为，**基坑周围地层移动主要是由于围护结构的水平位移和坑底土体隆起造成的**。

2.**围护墙体水平变形**

当基坑开挖较浅，还**未设支撑时**，不论对刚性墙体(如水泥土搅拌桩墙、旋喷桩墙等)还是柔性墙体(如钢板桩、地下连续墙等)，均**表现为墙顶位移最大，向基坑方向水平位移，呈三角形分布**。随着基坑开挖深度的增加，刚性墙体继续表现为向基坑内的三角形水平位移或平行刚体位移，而一般**柔性墙如果设支撑**，则**表现为墙顶位移不变或逐渐向基坑外移动，墙体腹部向基坑内凸出**。

3.**围护墙体竖向变位**

在实际工程中，墙体竖向变位量测往往被忽视，事实上由于基坑开挖土体自重应力的释放，**致使墙体产生竖向变位：上移或沉降**。墙体的竖向变位给基坑的稳定、地表沉降以及墙体自身的稳定性均带来极大的危害。**特别是对于饱和的极为软弱的地层中的基坑工程，当围护墙底下因清孔不净有沉渣时，围护墙在开挖中会下沉，地面也随之下沉**；另外，当围护结构下方有顶管和盾构穿越时，也会引起围护结构突然沉降。

4.**基坑底部的隆起**

随着基坑的开挖卸载，基坑底出现隆起是必然的，但过大的坑底隆起往往是基坑险情的征兆。过大的坑底隆起可能是两种原因造成的：**①基坑底不透水土层由于其自重不能够承受不透水土层下承压水水头压力而产生突然性的隆起；②基坑由于围护结构插入坑底土层深度不足而产生坑内土体隆起破坏**。基坑底土体的过大隆起可能会造成基坑围护结构失稳。另外，由于坑底隆起会造成立柱隆起，进一步造成支撑向上弯曲，可能引起支撑体系失稳。因此，基坑底土体的过大隆起是施工时应该尽量避免的。但由于基坑一直处于开挖过程，**直接监测坑底土体隆起较为困难**，一般通过**监测立柱变形来反映基坑底土体隆起情况**。

5.地表沉降

围护结构的水平变形及坑底土体隆起会造成地表沉降，引起基坑周边建(构)筑物变形。根据工程实践经验，基坑围护**呈悬臂状态时，较大的地表沉降出现在墙体旁；施加支撑后，地表沉降的最大值会渐渐远离围护结构，位于距离围护墙一定距离的位置上**。

(二)基坑的变形控制

1.当基坑邻近建(构)筑物时，必须控制基坑的变形以保证邻近建(构)筑物的安全。

2.控制基坑变形的主要方法有：

(1)增加围护结构和支撑的**刚度**；

(2)增加围护结构的**入土深度**；

(3)**加固基坑内被动区土体**。加固方法有**抽条加固、裙边加固及二者相结合**的形式；

(4)**减小**每次开挖围护结构处**土体的尺寸**和**开挖支撑时间**，这一点在软土地区施工时尤其有效；

(5)通过**调整围护结构深度**和**降水井布置**来控制降水对环境变形的影响。

【2011】: 21、基坑开挖时防止坑底土体过大隆起可采取的措施（ P102 BCDE ）轨道???

A 增加围护机构刚度　B 围护结构入土深度　C 坑底土体加固　D 降压井点降水 E 适时施作底板

(三)坑底稳定控制

1.保证深基坑坑底稳定的方法有加**深围护结构入土深度、坑底土体加固、坑内井点降水**等措施。

2.适时**施作底板结构**。

【案例 1K413021】

1.背景

A 公司中标某市地铁车站工程。车站为地下双层三跨箱形框架结构，采用明挖顺作法施工，车站主体基坑长度约 212m，宽度约 21m，基坑平面呈长方形，开挖深度为 16m，围护结构标准段为 Φ1000@1600 钻孔桩加三道 Φ609 钢支撑。基坑所在位置均为现状道路，基坑长边临近运河，车站围护桩外皮与河堤最近距离约 9m，且基坑周边存在多条重要地下管线，基坑安全等级设计定为一级。工程项目部在 A 公司批准了项目部施工组织设计及安全保证计划等文件后，组织了实施。

2.问题

(1)试分析本工程施工重点和难点

(2)简述一级基坑施工安全的主要控制指标（**作为知识点**）

(3)给出基坑开挖和基坑支护的主要技术措施

3.参考答案

(1)**问题 1**

从背景介绍，本工程施工的重点和难点是施工期间确保运河的河堤安全及航道正常使用；车站主体施工期间加强围护结构刚度和内撑刚度，如采取增大钻孔桩直径和内撑壁厚等措施，以控制基坑变形在设计允许范围内。

(2)**问题 2**

据有关规范规定，安全等级为一等的标准段基坑变形控制标指应为：最大地表沉降≤0.15%H 且≤30mm；围护结构最大水平位移≤0.2%H 且≤30mm。

(3)**问题 3**

基坑开挖和基坑支护应采取的主要技术措施

①基坑开挖前，应对周围管线进行确认，并采取适当的保护措施。

②对基坑临近河堤上部及下部的杂填土、素填土进行地面注浆加固，可采用单液水泥浆，土体加固体强度应达到 0.3～0.5 MPa，加固纵向、横向范围应经论证确定。

③基坑开挖过程中随挖随锚喷桩间混凝土，并按设计位置架设钢管支撑。

④临近河堤保护段范围，**基坑开挖应严格遵循平面分层分步，纵向拉槽开挖，充分考虑空间效应，以控制基坑变形，**减少土体开挖对河堤的影响。并对河堤进行严密监测。

⑤**加强基坑量测监控**，**做到信息化施工**。

⑥**基坑开挖至坑底后应及时施作垫层和结构底板**。

1K413022　掌握基槽土方开挖及护坡技术

本条文以地铁工程为主，简要介绍明挖基(槽)坑的土方开挖及护坡技术。

一、基(槽)坑土方开挖

(一)基本规定

1.基坑开挖应根据支护结构设计、降排水要求，**确定开挖方案**。

2.**基坑周围地面应设排水沟，且应避免雨水、渗水等流入坑内**；同时，**基坑也应设置必要的排水设施**，保证开挖时通过及时排出雨水；放坡开挖时，**应对坡顶、坡面、坡脚采取降排水措施**。

3.**软土基坑必须分层、分块、均衡地开挖，分块开挖后必须及时施工支撑**。对于有预应力要求的钢支撑或锚杆，还必须按设计要求施加预应力。

4.基坑开挖过程中，**必须采取措施防止开挖机械等碰撞支护结构**、格构柱、降水井点或扰动基底原状土。

(二)发生下列异常情况时，应立即停止挖土，并应立即查清原因和及时采取措施后，方能继续挖土：**（了解）**

1.围护结构变形明显加剧。

2.支撑轴力突然增大。

3.围护结构或止水帷幕出现渗漏。

4.开挖暴露出的基底出现明显异常。包括黏性土时强度明显偏低或砂性土层时水位过高造成开挖施工困难时。

5.围护结构发生异常声响。

6.边坡出现失稳征兆时。

二、护坡技术

(一)基坑边(放)坡

1.地质条件、现场条件等允许时，通常采用敞口放坡基坑形式修建地下工程或构筑物的地下部分。但保持基坑边坡的稳定是非常重要的，否则，一旦边坡坍塌，不但地基受到扰动，影响承载力，而且也影响周围地下管线、地面建筑物、交通和人身安全。

2.基坑边坡稳定影响因素

基坑边坡坡度是直接影响基坑稳定的重要因素。当基坑边坡土体中的剪应力大于土体的抗剪强度时，边坡就会失稳坍塌。其次，施工不当也会造成边坡失稳，**主要表现为：（了解）**

(1)没有按设计坡度进行边坡开挖；

(2)基坑边坡坡顶堆放材料、土方及运输机械车辆等增加了附加荷载；

(3)基坑降排水措施不力，地下水未降至基底以下，而地面雨水、基坑周围地下给水排水

管线漏水渗流至基坑边坡的土层中，使土体湿化，土体自重加大，增加土体中的剪应力；

(4)基坑开挖后暴露时间过长，经风化而使土体变松散；

(5)基坑开挖过程中，未及时刷坡，甚至挖反坡.使土体失去稳定性。

3.基坑放坡要求

按是否设置分级过渡平台，边坡可分为一级放坡和分级放坡两种形式。在场地土质较好、基坑周围具备放坡条件、不影响相邻建筑物的安全及正常使用的情况下，基坑宜采用全深度放坡或部分深度放坡。

放坡应以控制分级坡高和坡度为主，必要时辅以局部支护结构和保护措施，，放坡设计与施工时应考虑雨水的不利影响。

当存在影响边坡稳定性的地下水时，应采取降水措施或深层搅拌桩、高压旋喷桩等截水措施。

分级放坡时，宜设置分级过渡平台。分级过渡平台的宽度应根据土(岩)质条件、放坡高度及施工场地条件确定，**对于岩石边坡不宜小于 0.5m，对于土质边坡不宜小于 1.0m**。下级放坡坡度宜缓于上级放坡坡度。

(二)长基坑开挖与过程放坡

1.地铁车站等构筑物的长条形基坑在开挖过程中通常**考虑纵向放坡目的：一是保证开挖，安全防止滑坡**(见图 1K413022-1)；**二是保证出土运输方便**。

2.**坑内纵向放坡是动态的边坡，在基坑开挖过程中不断变化，其安全性在施工时往往被忽视，非常容易产生滑坡事故**。纵向边坡一旦坍塌，就可能冲断横向支撑并导致基坑挡墙失稳，酿成灾害性事故。上海等地软土地区曾多次发生放坡开挖的工程事故，分析原因大都是由于坡度过陡、雨期施工、排水不畅、坡脚扰动等引起。

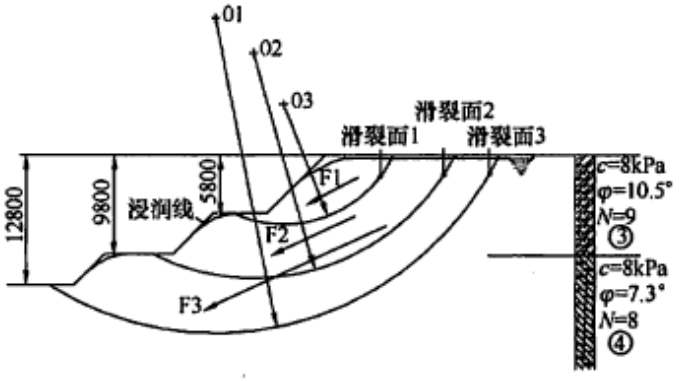


图 1K413022-1　基坑纵向滑坡机制图

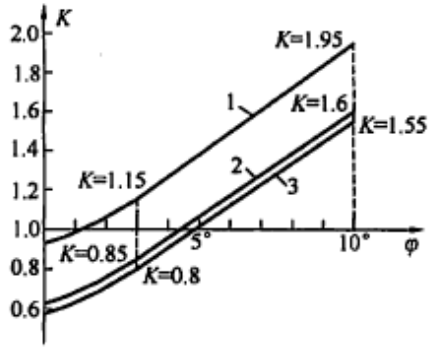


图 1K413022-2　降雨降低边坡安全系数

3.**应编制开挖方案，慎重确定放坡坡度**。在施工期间，特别是**雨天必须制定监护与保护措施**。上海等地软土地区施工经验表明，降雨可能使土坡的安全系数降低 40%～50%(见图 1K413022-2)，应严密监护，做好坡面的保护工作，必要时可事先在放坡处加固土体，严防土坡失稳。

车站基坑纵向放坡较大处，往往是坑外地表纵向差异沉降较大处，土坡越缓，沉降曲线就越平缓。因此，若在土坡附近有需保护的建筑或管线，应减缓该处坡度以减小管线弯曲和建筑物的差异沉降。

三、边坡保护

(一)基坑边坡稳定措施

1.根据土层的物理力学性质确定基坑边坡坡度，并于**不同土层处做成折线形边坡**或**留置台阶**。

2.必须做好**基坑降排水**和**防洪工作**，保持基底和边坡的干燥。

3.基坑边坡坡度受到一定限制而采用围护结构又不太经济时，可采用**坡面土钉、挂金属网喷混凝土**或**抹水泥砂浆护面**等措施。

4.**严格禁止在基坑边坡坡顶 1～2m 范围堆放材料、土方**和**其他重物以及停置**或**行驶较大的施工机械。**

5.基坑开挖过程中，随挖随刷边坡，不得挖反坡。

6.暴露时间较长的基坑，应采取护坡措施。

(二)护坡措施

1.基坑土方开挖时，应按设计要求开挖土方，不得超挖，不得在坡顶随意堆放土方、材料和设备。在整个基坑开挖和地下工程施工期间，应严密监测坡顶位移，随时分析观测数据。**当边坡有失稳迹象时，应及时采取削坡、坡顶卸荷、坡脚压载或其他有效措施。**

2.放坡开挖时应及时作好坡脚、坡面的保护措施。常用的保护措施有：

(1)**叠放砂包**或**土袋**：用草袋、纤维袋或土工织物袋装砂(或土)，沿坡脚叠放一层或数层，沿坡面叠放一层；

(2)**水泥抹面**：在人工修平坡面后，用水泥砂浆或细石混凝土抹面，厚度宜为 30～50mm，并用水泥砂浆砌筑砖石护坡脚，同时，将坡面水引入基坑排水沟。抹面应预留泄水孔，泄水孔间距不宜大于 3～4m；

(3)**挂网喷浆**或**混凝土**：在人工修平坡面后，沿坡面挂钢筋网或铁丝网，然后喷射水泥砂浆或细石混凝土，厚度宜为 50～60mm，坡脚同样需要处理；

(4)**其他措施：包括锚杆喷射混凝土护面、塑料膜**或**土工织物覆盖坡面**等。

【案例 1K413022】

1.背景

某市政工程基础采用明挖基坑施工，基坑挖深为 5.5m，地下水在地面以下 1.5m。坑壁采用网喷混凝土加固。基坑附近有高层建筑物及大量地下管线。设计要求每层开挖 1.5m，即进行挂网喷射混凝土加固。某公司承包了该工程，由于在市区，现场场地狭小，项目负责人(经理)决定把钢材堆放在基坑坑顶附近；为便于出土，把开挖的弃土先堆放在基坑北侧坑顶，然后再装入自卸汽车运出。由于工期紧张，施工单位把每层开挖深度增大为 3.0m，以加快基坑挖土加固施工的进度。

在开挖第二层土时，基坑变形量显著增大，变形发展速率越来越快。随着开挖深度的增加，坑顶地表面出现许多平行基坑裂缝。但施工单位对此没有在意，继续按原方案开挖。当基坑施工至 5m 深时，基坑出现了明显的坍塌征兆。项目负责人(经理)决定对基坑进行加固处理，组织人员在坑内抢险，但已经为时过晚，基坑坍塌造成了多人死亡的重大事故，并造成了巨大的经济损失。

2.问题

(1)按照《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120-99，本基坑工程侧壁安全等级应属于哪一级？

(2)本工程基坑应重点监测哪些内容？当出现本工程发生的现象时，监测工作应做哪些调整？

(3)本工程基坑施工时存在哪些重大工程事故隐患？

(4)项目负责人(经理)在本工程施工时犯了哪些重大错误？

3.参考答案

(1)问题 1

基坑工程具有地域性，许多地区对基坑的分类做了规定。《建筑基坑支护技术规程》JG 120-1999 第 3.1.3 条对基坑侧壁安全等级做了如表 1K413022 所示规定：

基坑侧壁安全等级　　表 1K413022

安全等级	破坏后果
一级	支护结构破坏，土体失稳或过大变形对基坑周边环境及地下结构施工影响很严重
二级	支护结构破坏，土体失稳或过大变形对基坑周边环境及地下结构施工影响一般
三级	支护结构破坏，土体失稳或过大变形对基坑周边环境及地下结构施工影响不严重

本工程基坑周围有高层建筑和大量地下管线，如果支护结构破坏、土体失稳或过大变形对周边环境影响很严重，因此，基坑侧壁安全等级应定为一级。

(2)问题 2

基坑开挖卸裁必然引起基坑侧壁水平位移，基坑侧壁水平位移越大，坑后土体变形越大。过大的侧壁水平位移必然会造成建筑物沉降及管线变形。因此，**任何环境保护要求高的基坑，侧壁水平位移都是监测的重点**。

本工程基坑周围建筑物及地下管线是基坑环境保护的主要内容，其变形也应该是基坑监测的重点。

本工程地下水位在坑底以上，必须采取降水措施。施工时需要监测地下水位，因此，**地下水位也应该是监测的重点**。

另外，地下水中的承压水对基坑的危害很大，尤其要注意接近坑底的浅层承压水对基坑的影响。如果承压水上面有不透水层，随着基坑开挖，当承压水层上部土重不能抵抗承压水水头压力时，基坑坑底会出现突然的隆起，极容易引起基坑事故。**如果坑底存在承压水层时，坑底隆起也是基坑监测的重点内容**。但由于基坑开挖施工，**直接监测坑底隆起并不容易，可以通过监测埋设在坑底的立柱的上浮来间接监测坑底隆起**。

当基坑变形超过有关标准或监测结果变化速率较大时，应加密观测次数。当有事故征兆时，应连续监测。本工程应加密观测次数，如果变形发展较快应连续监测。

(3)问题 3

本工程施工中存在的重大事故隐患：**不按设计要求加大每层开挖深度是引发事故的主要**

原因之一，基坑设计单位都应该根据其设计时的工况对施工单位的基坑开挖提出要求，不按设计要求施工，**在施工时超挖极容易引起基坑事故。在基坑顶大量堆荷是引发基坑事故的另一重要原因**，背景介绍未提及考虑这些荷载的安全性设计验算，因此本工程把大量钢材及弃土堆集于坑顶也是重大事故隐患。

(4)问题 4

对于基坑变形量显著增大，变形发展速率越来越快现象，施工单位应该对基坑进行抢险，对基坑做必要的加固和卸载；并且应调整设计和施工方案。**基坑危险征兆没有引起注意，仍按原方案施工是施工项目负责人(经理)一大失误**。

当基坑变形急剧增加，基坑已经接近失稳的极限状态，种种迹象表明基坑即将坍塌时，**项目负责人(经理)应以人身安全为第一要务，人员要及早撤离现场。组织人进入基坑内抢险，造成人员伤亡是项目负责人(经理)指挥的一个重大错误**。

1K413023　熟悉地基加固处理方法

本条文以地铁工程为主简要介绍明挖基(槽)坑地基加固处理技术。

一、地基加固处理作用与方法选择

(一)地基加固处理作用

1.提高地基的承载能力，满足设计要求；以保证拟建或邻近结构不致发生超过允许的沉降。

2.提高土体的强度和土体的侧向抗力，减少围护结构位移，以保证围护结构或邻近结构不致发生超过允许的位移。

(二)方法选择

1.**换填材料加固处理法**，以提高地基承载力为主，**适用于较浅基坑**，方法简单操作方便。

2.采用**水泥土搅拌、高压喷射注浆、注浆或其他方法对地基掺入一定量的固化剂或使土体固结**，以提高土体的强度和土体的侧向抗力为主，**适用于深基坑**。

二、常用方法与技术要点

(一)注浆法

1.注浆法是利用**液压、气压**或**电化学原理**，通过注浆管把浆液均匀地注入地层中，浆液以填充、渗透和挤密等方式，赶走土颗粒间或岩石裂隙中的水分和空气后占据其位置，经人工控制一定时间后，浆液将原来松散的土粒或裂隙胶结成一个整体，形成一个结构新、强度大、防水性能好和化学稳定性良好的“结石体”。

2.**注浆法所用的浆液**是由**主剂(原材料)、溶剂(水或其他溶剂)及各种外加剂**混合而成。通常所提的**注浆材料是指浆液中所用的主剂**。外加剂可根据在浆液中所起的作用，分为固化剂、催化剂、速凝剂、缓凝剂和悬浮剂等。注浆材料有很多，其中，**水泥浆材是以水泥浆液为主的浆液**，适用于岩土加固，是**国内外常用的浆液**。

3.在地基处理中，注浆工艺所依据的理论主要可分为**渗透注浆、劈裂注浆、压密注浆和电动化学注浆**四类；其应用条件见表 1K413023（了解）。

不同注浆法的适用范围　　表 1K413023

注浆方法	适用范围
渗透注浆	只适用于中砂以上的砂性土和有裂隙的岩石

劈裂注浆	适用于低渗透性的土层
压密注浆	**常用于中砂地基，黏土地基中若有适宜的排水条件也可**采用。如遇排水困难而可能在土体中引起高孔隙水压力时，这就必须采用很低的注浆速率。挤密注浆可用于非饱和的土体，以调整不均匀沉降以及在大开挖或隧道开挖时对邻近土进行加固
电动化学注浆	地基土的渗透系数 $k<10^{-4}$cm/s，只靠一般静压力难以使浆液注入土的孔隙的地层

4.注浆法可以采用两种溶液(如水泥浆和水玻璃)混合的方式控制浆液凝胶时间。施工方法可以分为以下三种形式：

(1)一种溶液一个系统方式

将所有的材料放进同一箱子中，预先做好混合准备，再进行注浆，这**适合于凝胶时间较长的情况**。

(2)两种溶液一个系统方式

将 A 溶液和 B 溶液预先分别装在各自准备的不同箱子中，分别用泵输送，在注浆管的头部使两种溶液会合。这种在注浆管中混合进行灌注的方法，**适用于凝胶时间较短的情况**。

作为这种方式的变化，有的方法分别将准备在不同箱子中的 A 溶液和 B 溶液送往泵中前使之混合，再用一台泵灌注。另外，也有不用 Y 字管，而仍只用上述一个系统方式将 A 溶液和 B 溶液交替注浆的方式。

(3)两种溶液两个系统方式

将 A 溶液和 B 溶液分别准备放在不同的箱子中，用不同的泵输送，在注浆管(并列管、双层管)顶端流出的瞬间，两种溶液就汇合而注浆。这种方法**适用于凝胶时间是瞬间的情况**。

也有采用在注浆 A 溶液后，继续灌注 B 溶液的方法。

具体应该采取哪种方法，应该根据注浆的目的确定。

(二)水泥土搅拌法

1.**水泥土搅拌法适用于加固饱和黏性土和粉土等地基**。它利用水泥(或石灰)等材料作为固化剂通过特制的搅拌机械，就地将软土和固化剂.(浆液或粉体)强制搅拌，使软土硬结成具有整体性、水稳性和一定强度的水泥加固土，从而提高地基土强度和增大变形模量。根据固化剂掺入状态的不同，它可分为浆液搅拌和粉体喷射搅拌两种。前者是用浆液和地基土搅拌，后者是用粉体和地基土搅拌。目前，喷浆型湿法深层搅拌机械在国内常用的**有单轴、双轴、三轴及多轴搅拌机，喷粉搅拌机目前仅有单轴搅拌机一种机型**。

2.水泥土搅拌法加固软土技术具有其独特优点：

(1)最大限度地利用了原土；

(2)搅拌时无振动、无噪声和无污染，可在密集建筑群中进行施工，对周围原有建筑物及地下沟管影响很小；

(3)根据上部结构的需要，可灵活地采用柱状、壁状、格栅状和块状等加固形式；

(4)与钢筋混凝土桩基相比，可节约钢材并降低造价。

水泥固化剂一般适用于正常固结的淤泥与淤泥质土(避免产生负摩擦力)、黏性土、粉土、素填土(包括冲填土)、饱和黄土、粉砂以及中粗砂、砂砾(当加固粗粒土时，应注意有无明显的流动地下水，以防固化剂尚未硬结而遭地下水冲洗掉)等地基加固。

石灰固化剂一般适用于黏土颗粒含量大于 20%，粉粒及黏粒含量之和大于 35% ，黏土的塑性指数大于 10，液性指数大于 0.7，土的 pH 为 4～8，有机质含量小于 11%，土的天然含水量大于 30%的偏酸性的土质加固。

3.水泥土搅拌法施工步骤由于湿法和于法的施工设备不同而略有差异，具体见图 1K413023-1、图 1K413023-2。其主要步骤应为：（了解施工过程）

(1)搅拌机械就位、调平；

(2)预搅下沉至设计加固深度；

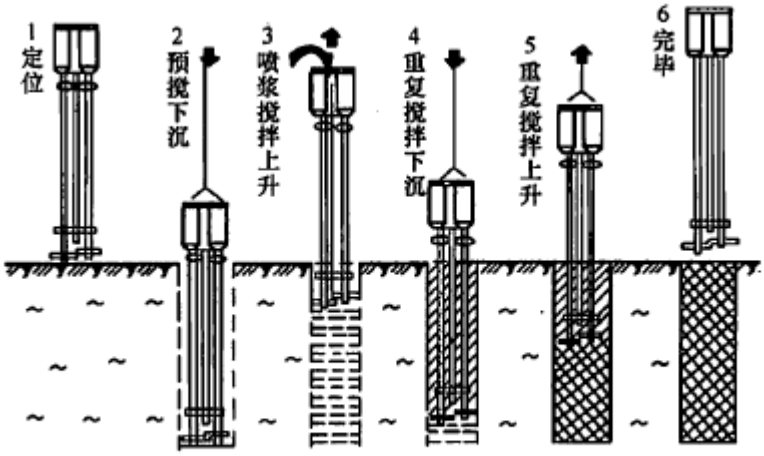


图 1K413023-1　喷浆型深层搅拌桩施工顺序

(3)边喷浆(粉)、边搅拌提升直至预定的停浆(灰)面；

(4)重复搅拌下沉至设计加固深度；

(5)根据设计要求，喷浆(粉)或仅搅拌提升直至预定的停浆(灰)面；

(6)关闭搅拌机械。

在预(复)搅下沉时，也可采用喷浆(粉)的施工工艺，但必须确保全桩长上下至少再重复搅拌一次。

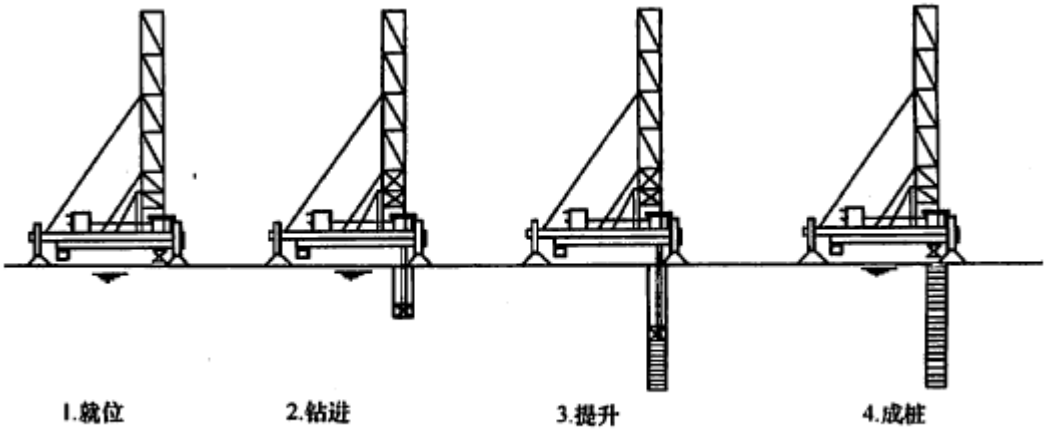


图 1K413023-2　喷粉型深层搅拌桩施工顺序

(三)高压喷射注浆法

1.由于高压喷射注浆使用的压力大，因而喷射流的能量大、速度快。当它连续和集中地作用在土体上，压应力和冲蚀等多种因素便在很小的区域内产生效应，对从粒径很小的细粒土到含有颗粒直径较大的卵石、碎石土，均有巨大的冲击和搅动作用，使注入的浆液和土拌合凝固为新的固结体。

2.实践表明，**本法对淤泥、淤泥质土、流塑或软塑黏性土、粉土、砂土、黄土、素填土和碎石土等地基都有良好的处理效果。但对于硬黏性土，含有较多的块石或大量植物根茎的地基，因喷射流可能受到阻挡或削弱，冲击破碎力急剧下降，切削范围小或影响处理效果。**而对于含有过多有机质的土层，其处理效果取决于固结体的化学稳定性。鉴于上述几种土的组成复杂、差异悬殊，高压喷射注浆处理的效果差别较大，应根据现场试验结果确定其适用程度。对于湿陷性黄土地基，也应预先进行现场试验。

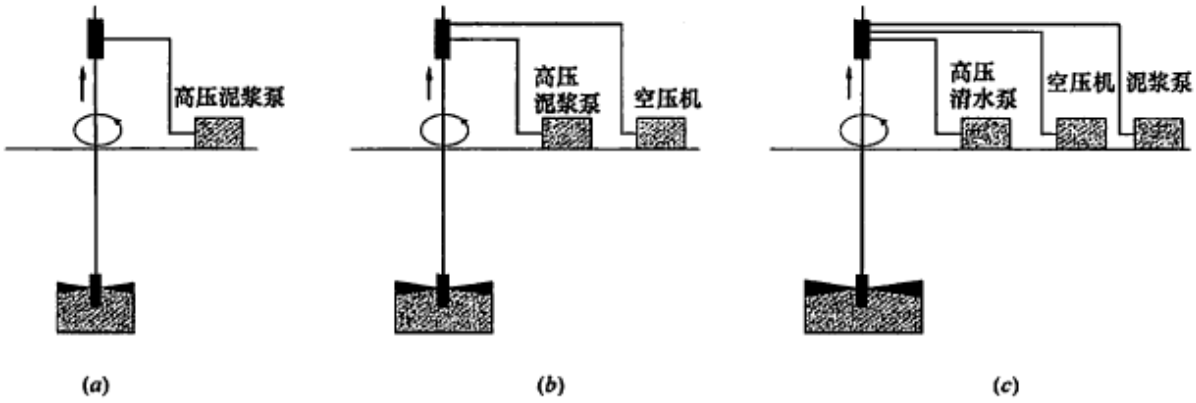


图 1K413023-3　喷射注浆法施工工艺流程

（a）单管法；（b）双管法；（c）三管法

3.高压喷射有**旋喷**(固结体为圆柱状)、**定喷**(固结体为壁状)和**摆喷**(固结体为扇状)等三种基本形状，它们均可用**下列方法实现**(图 1K413023-3)；

(1)单管法：喷射高压水泥浆液一种介质；

(2)双管法：喷射高压水泥浆液和压缩空气两种介质；

(3)三管法：喷射高压水流、压缩空气及水泥浆液等三种介质。

由于上述三种喷射流的结构和喷射的介质不同，有效处理长度也不同，以**三管法最长，双管法次之，单管法最短**。实践表明，**旋喷**形式可采用**单管法**、**双管法**和**三管法中的任何一种**方法。**定喷**和**摆喷**注浆**常用双管法**和**三管法**。

4.高压喷射注浆的施工参数应根据土质条件、加固要求通过试验或根据工程经验确定，并在施工中严格加以控制。**单管法及双管法的高压水泥浆**和**三管法高压水的压力应大于 20MPa**。**高压喷射注浆的主要材料为水泥**，对于无特殊要求的工程，**宜采用强度等级为 32.5 级及以上的普通硅酸盐水泥**。根据需要可加入适量的外加剂及掺合料。外加剂和掺合料的用量，应通过试验确定。水灰比通常取 0.8～1.5，常用为 1.0。

5.高压喷射注浆的全过程为钻机就位、钻孔、置入注浆管、高压喷射注浆和拔出注浆管等基本工序。施工结束后应立即对机具和孔口进行清洗。在高压喷射注浆过程中出现压力骤然下降、上升或冒浆异常时，应查明原因并及时采取措施。

1K413024　熟悉工程降水方法

明挖基坑或暗挖(人工)隧道施工均需降低地下水，阱保证安全施工。本条文简要介绍常见的降水方法及选择条件。

一、降水方法选择

(一)基本要求

1.当地下水位高于基坑开挖面，需要采用降低地下水方法疏干坑内土层中水。疏干水有增加坑内土体强度的作用，有利于控制基坑围护结构变形。**在软土地区基坑开挖深度趋过 3m，一般就要用井点降水**。开挖深度浅时，亦可边开挖边用排水沟和集水井进行集水明排。

2.当基坑底为隔水层且层底作用有承压水时，应进行坑底突涌验算，必要时可采取水平封底隔渗或钻孔减压措施，保证坑底土层稳定。**当坑底含承压水层上部土体压重不足以抵抗承压水水头时，应布置降压井降低承压水水头压力，防止承压水突涌，确保基坑开挖施工安全**。

3.**当因降水而危及基坑及周边环境安全时**，宜采用**截水**或**回灌方法**。

(二)工程降水有多种技术方法，可根据土层情况、渗透性、降水深度、周围环境、支护结构种类按表 1K413024 选择和设计。

井点降水方法的选用（了解）　　表 1K413024

降水方法		适用地层	渗透系数(m/d)	降水深度(m)	地下水类型
集水明排		黏性土、砂土	—	＜2	潜水 地表水
轻型井点	一级 二级 三级	砂土，粉土，古薄层柑砂的淤泥质(粉质)黏土	0.1～20	3～6 6～9 9～12	潜水
喷射井点				8～20	潜水、承压水
管井	疏干	砂性土，粉土，宙薄层粉砂的淤泥质(粉质)黏土	0.02 ～ 0.1	＞15	潜水
	减压	砂性土，粉土	＞0.1	＞20	承压水

【2011】: 5、降水工程说法正确的是（ P111　C　)轨道

A.降水施工有利于增强土体强度

B.

C.环境安全考虑，要回灌

二、常见降水方法

(一)明沟、集水井排水

1.**当基坑开挖不很深，基坑涌水量不大时，集水明排法是应用最广泛，亦是最简单、经济的方法**。明沟、集水井排水多是在基坑的两侧或四周设置排水明沟，**在基坑四角或每隔 30～40m 设置集水井，使基坑渗出的地下水通过排水明沟汇集于集水井内**，然后用水泵将其排出基坑外(图 1K413024-1)。

2.排水明沟宜布置在拟建建筑基础边 0.4m 以外，沟边缘离开边坡坡脚应不小于 0.3m。**排水明沟的底面应比挖土面低 0.3～0.4m。集水井底面应比沟底面低 0.5m 以上**，并随基坑的挖深而加深，以保持水流畅通。

3.明沟、集水井排水，视水量多少连续或间断抽水，直至基础施工完毕、回填土为止。

4.当基坑开挖的土层由多种土组成，**中部夹有透水性能的砂类土，基坑侧壁出现分层渗水时，可在基坑边坡上按不同高程分层设置明沟和集水井构成明排水系统**，分层阻截和排除上部土层中的地下水，避免上层地下水冲刷基坑下部边坡造成塌方。

(二)井点降水

1.当基坑开挖较深，基坑涌水量大，且有围护结构时，应选择井点降水方法。即用真空(轻型)井点、喷射井点或管井深入含水层内，用不断抽水方式使地下水位下降至坑底以下，同时使土体产生固结以方便土方开挖。

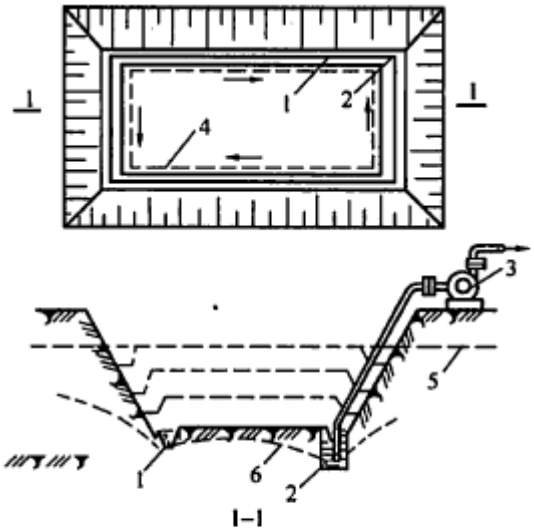


图 1K413024-1　明沟、集水井排水方法

1—排水明沟；2—集水井；3—离心式水泵；4—设备基础或建筑物基础边线；5—原地下水位线；6—降低后地下水位线

2.井点布置应根据基坑平面形状与大小、地质和水文情况、工程性质、降水深度等而定。**当基坑(槽)宽度小于 6m 且降水深度不超过 6m 时，可采用单排井点**，布置在地下水上游一侧；**当基坑(槽)宽度大于 6m 或土质不良，渗透系数较大时，宜采用双排井点，布置在基坑(槽)的两侧，当基坑面积较大时，宜采用环形井点**。挖土运输设备出入道可不封闭，间距可达 4m，一般留在地下水下游方向。

3.**井点管距坑壁不应小于 1.0～1.5m，距离太小，易漏气。井点间距一般为 0.8～1.6m**。集水总管标高宜尽量接近地下水位线并沿抽水水流方向有 0.25%～0.5%的上仰坡度，水泵轴心与总管齐平。井点管的人土深度应根据降水深度及储水层所有位置决定，但必须将滤水管埋入含水层内，并且比挖基坑(沟、槽)底深 0.9～1.2m，井点管的埋置深度应经计算确定。

三、基坑的隔(截)水帷幕与坑内外降水

(一)隔(截)水帷幕

1.**采用隔(截)水帷幕的目的是切断基坑外的地下水流入基坑内部**。截水帷幕的厚度应满足基坑防渗要求，截水帷幕的渗透系数宜小于 1.0×10^{-6}cm/s。

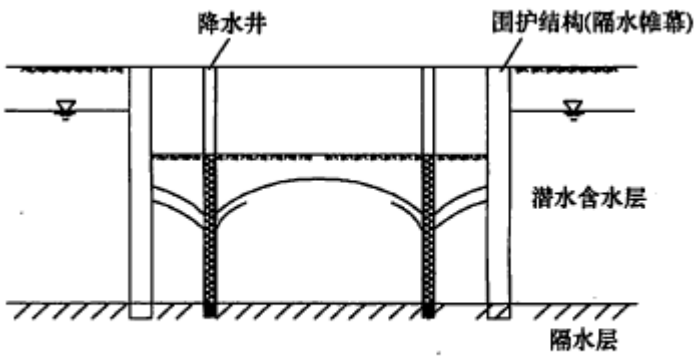


图 1K413024-2　隔水帷幕深入降水含水层底板

2.当地下含水层渗透性较强、厚度较大时，可采用悬挂式竖向截水与坑内井点降水相结合或采用悬挂式竖向截水与水平封底相结合的方案。

3.截水帷幕目前常用**注浆、旋喷法、深层搅拌水泥土桩挡墙**等结构形式。

4.基坑的隔(截)水帷幕(或可以隔水的围护结构)周围的地下水渗流特征与降水目的、隔水帷幕的深度和含水层位置有关，利用这些关系布置降水井可以提高降水的效率，减少降水对环境的影响。

5.隔(截)水帷幕与降水井布置大致可分成三种类型，需要依据有关条件综合考虑。

(二)隔(截)水帷幕与降水井布置

1.隔水帷幕隔断降水含水层

基坑隔水帷幕**深入降水含水层的隔水底板中，井点降水以疏干基坑内的地下水为目的**，见图 1K413024-2。这类隔水帷幕将基坑内的地下水与基坑外的地下水分隔开来，基坑内、外地下水无水力联系。此时，应把降水井布置于坑内，降水时，基坑外地下水不受影响。

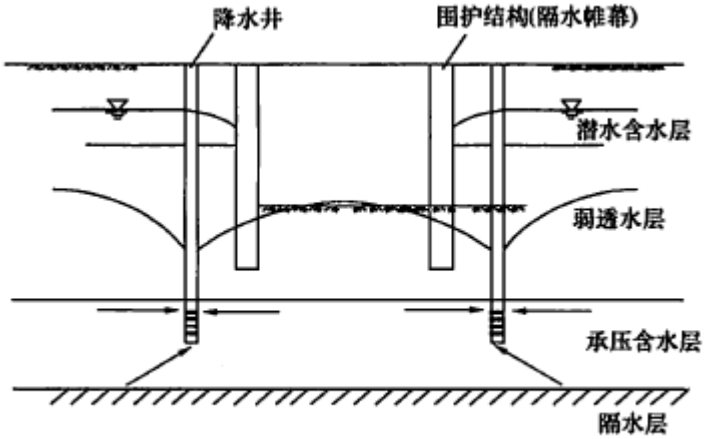


图 1K413024-3　隔水帷幕底位于承压含水层隔水顶板

2.隔水帷幕底位于承压水含水层隔水顶板中

隔水帷幕位于承压水含水层顶板中，**井点降水以降低基坑下部承压含水层的水头，防止基坑底板隆起或承压水突涌为目的**，见图 1K413024-3。这类隔水帷幕未将基坑内、外承压含水层分隔开。由于不受围护结构的影响，基坑内、外地下水连通，这类井点降水影响范围较大。此时，**应把降水井布置于基坑外侧**。因为即使布置在坑内，降水依然会对基坑外水位有明显影响，如果布置在基坑内反而会多出封井问题。

3.隔水帷幕底位于承压水含水层中

隔水帷幕底位于承压水含水层中，**如果基坑开挖较浅，坑底未进入承压水含水层，井点降水以降低承压水水头为目的；如果基坑开挖较深，坑底已经进入承压水含水层**，井点降水前期以降低承压水水头为目的，后期以疏干承压含水层为目的，见图 1K413024-4。这类隔水帷幕底位于承压水含水层中，基坑内、外承压含水层部分被隔水帷幕隔开，仅含水层下部未被隔开。由于受围护结构的阻挡，在承压含水层上部基坑内、外地下水不连续，下部含水层连续相通，地下水呈三维流态。随着基坑内水位降深的加大，基坑内、外水位相差较大。在这类情况时，应把降水井布置于坑内侧，这样可以明显减少降水对环境的影响，而且隔水帷幕插入承压含水层越深，这种优势越明显。

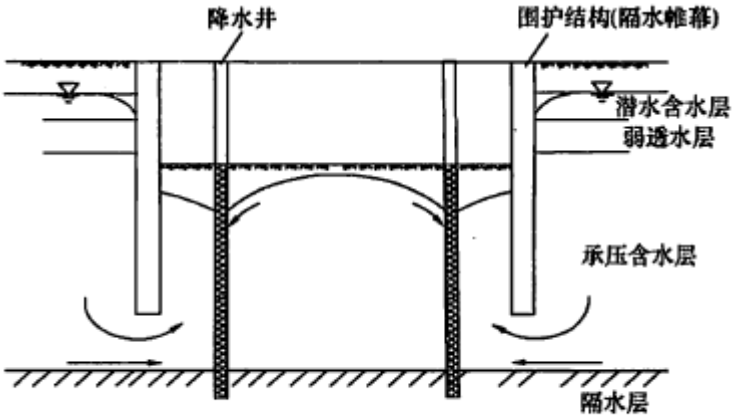
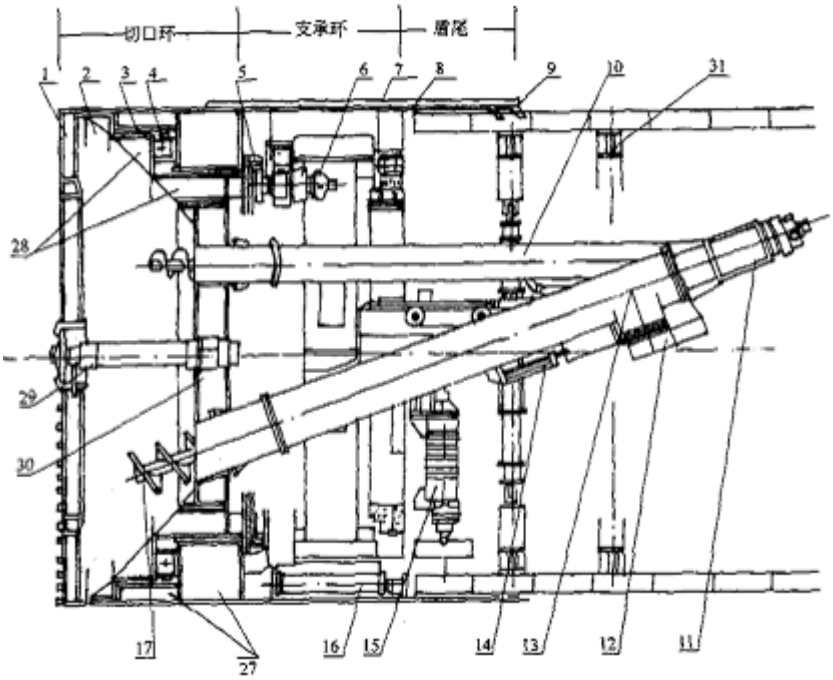


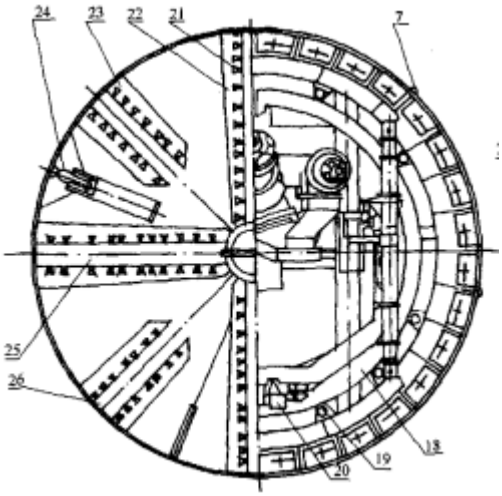
图 1K413024-4　隔水帷幕底位于承压水含水层中

1K413030　盾构法施工

1K413031　掌握盾构施工条件与现场布置要求

本条文简要介绍盾构施工条件选择和现场布置的要点。





一、盾构法施工条件

(一)盾构与盾构法施工

1.盾构是用来**开挖土砂类围岩**的隧道机械，**由切口环、支撑环及盾尾三部分组成，也称盾构机械**。

2.盾构法是用盾构壳体防止围岩的土砂坍塌，进行开挖、推进，并在盾尾进行衬砌作业从而修建隧道的方法。

3.盾构机的种类繁多，**按开挖面是否封闭**划分有**密闭式**和**敞开式**两类；**按平衡开挖面的土压与水压的原理**不同，密闭式盾构机分为**土压式**(常用泥土压式)和**泥水式**两种。国内用于地铁工程的盾构主要是**土压式**和**泥水式**两种(详见 1K413035)。

(二)盾构法施工适用条件

1.**在松软含水地层，相对均质的地质条件**。

2.盾构法施工隧道应有**足够的埋深，覆土深度宜不小于 6m**。隧道覆土太浅，盾构法施工难度较大；在水下修建隧道时，覆土太浅盾构施工安全风险较大。

3.**地面上必须有修建用于盾构进出洞和出土进料的工作井位置。**

4.隧道之间或隧道与其他建(构)筑物之间所夹土(岩)体**加固处理的最小厚度为水平方向1.0m，竖直方向1.5m**。

5.从经济角度讲，连续的**盾构施工长度不宜小于300m**。

(三)城镇施工注意事项

1.工作井位置选择

盾构施工隧道，除了工作竖井外，作业均在地下进行。因此工作竖井位置选择要考虑不影响地面社会交通，对附近居民的噪声和振动影响较少区域；且能满足施工生产组织的需要。

2.工作井断面尺寸确定

拼装和拆卸用的工作井平面尺寸应根据盾构装拆的施工要求来确定。拼装井的井壁上设有盾构出洞口，井内设有盾构基座和盾构推进的后座。**井的宽度一般应比盾构直径大1.6～2.0m**，以满足操作的空间要求。井口长度，除了满足盾构内安装设备的要求外，还要考虑盾构推进出洞时，拆除洞门封板和在盾构后面设置后座，以及垂直运输所需的空间。

3.施工环境条件限制

在城镇内选择盾构法施工前提条件：

(1)必须掌握隧道穿过区域地上和地下建(构)筑物的详尽资料，并做好处理保护方案。

(2)必须采取严密的技术措施，把地表沉陷限制在允许的限度内。

(3)选择泥水式盾构必须设置封闭式泥水储存和处理设施。

二、盾构施工现场布置

(一)施工组织设计

1.盾构施工组织设计、施工方案应满足合同工期和施工进度的要求，在规定的施工区域内正确处理施工期间所需各项设施之间的空间关系。

2.在建设方提供的施工用地范围内，对施工现场的道路交通、材料仓库、材料堆场、临时房屋、大型施工设备、集土(泥)坑、拌浆系统、临时水电管线、消防器材等做出合理的规划布置。

(二)施工现场平面布置

1.盾构施工的**现场平面布置**：包括盾构工作竖井、竖井防雨棚及防淹墙、垂直运输设备、管片堆场、管片防水处理场、拌浆站、料具间及机修间、两回路的变配电间等设施以及进出通道等。

2.盾构施工现场设置：

(1)工作井施工需要采取降水措施时，应设相当规模的降水系统(水泵房)。

(2)采用**气压法盾构施工**时，施工现场应设置**空压机房**，以供给足够的压缩空气。

(3)采用**泥水平衡盾构机施工**时，施工现场应设置**泥浆处理系统**(中央控制室)、泥浆池。

(4)采用**土压平衡盾构**施工时，应设置**电机车电瓶充电间**等设施。

【10年】：25．关于盾构法隧道现场设施布置的手法，正确的有（　　）。

A．盾构机座必须采用钢筋混凝土结构

B．采用泥水机械出土时，地面应设置水泵房

C．采用气压法施工时，地面应设置空压机房

D．采用泥水式盾构时，必须设置泥浆处理系统及中央控制室
E．采用土压式盾构时，应设置地面出土和堆土设施
【答案】BCDE

1K413032　掌握盾构法始发与接收施工技术

始发与接收是盾构法施工两个重要阶段。本条文简要介绍盾构法施工始发与接收技术，包括：洞口土体加固技术、盾构始发技术和盾构接收技术。

一、洞口土体加固技术

(一)洞口土体加固必要性

1.盾构从始发工作井进入地层前，首先应拆除盾构掘进开挖洞体范围内的工作井围护结构；以便将盾构推入土层开始掘进；盾构到达接收工作井前，亦应先拆除盾构掘进开挖洞体范围内的工作井围护结构，以便隧道贯通、盾构进入接收工作井。

2.**由于拆除洞口围护结构会导致洞口土体失稳、地下水涌入**，且盾构进入始发洞口开始掘进的一段距离内或到达接收洞口前的一段距离内难以建立起土压(土压平衡盾构)或泥水压(泥水平衡盾构)以平衡开挖面的土压和水压，**因此拆除洞口围护结构前必须对洞口土体进行加固，通常在工作井施工过程中实施**。

3.在特定地质条件下(如富水软土地层)，洞口围护结构可采用混凝土或纤维混凝土施作。盾构始发或接收施工时，可直接利用盾构刀具切除。

(二)洞口土体加固目的

洞口土体加固的主要目的：

1.拆除工作井洞口围护结构时，**确保洞口土体稳定**，防止地下水流入。

2.盾构掘进通过加固区域时，防止盾构周围的地下水及土砂流入工作井。

3.拆除洞口围护结构及盾构掘进通过加固区域时，防止地层变形对施工影响范围内的地面建筑物及地下管线与构筑物等的破坏。

(三)确定加固方案的方法

洞口土体加固前，要根据地质条件、地下水位、盾构种类与外形尺寸、覆土深度及施工环境条件等，明确加固目的后，按照图 1K413032 所示程序确定加固方案。

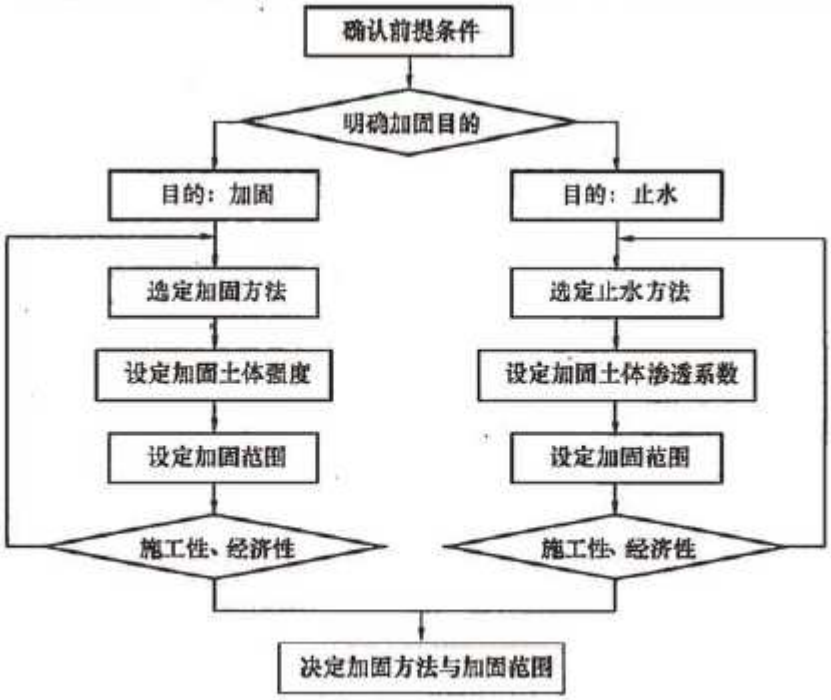


图 1K413032　确定加固方案流程图

(四)加固方法

常用加固方法主要有：**注浆法、高压喷射搅拌法**和**冻结法**。

1.注浆法

按其原理分为两种：不改变土颗粒排列、只使注入材料渗透到土颗粒间隙并固结的渗透注浆法；沿注浆层面地层形成脉状裂缝、注浆材料使土颗粒间隙减小、土体被挤密的**挤密注浆法(或劈裂注浆法)。前者适合于砂质土层，后者适合于黏性土层**。详见 1K413044。

2.高压喷射搅拌法

高压喷射加固材料，使其与被搅动的土砂混合，或置换被搅动的土砂，形成具有一定强度的改良地层。

3.冻结工法

对软弱地层或含地下水土层实施冻结，冻结的土体具有高强度和止水性，**特别适用于大断面盾构施工**和**地下水压高的场合**。

二、盾构始发施工技术

盾构始发是指盾构自始发工作井内盾构基座上开始推进到完成**初始段(通常 50～100m)**掘进止，亦可划分为：洞口土体加固段掘进、初始掘进两个阶段。

(一)盾构始发特点（**了解**）

1.一般后续设备临时设置于地面。在地铁工程中，多利用车站作为始发工作井，后续设备可在车站内设置。

2.大部分来自后续设备的油管、电缆、配管等，随着盾构掘进延伸，部分管线必须接长。

3.由于通常在始发工作井内拼装临时管片，故向隧道内运送施工材料的通道狭窄。

4.由于始发处于试掘进状态，且施工运输组织与正常掘进不同，因此施工速度受到制约。

(二)始发段长度的确定

决定始发段长度有两个因素：**一是衬砌与周围地层的摩擦阻力，二是后续台车长度**。

始发结束后要拆除临时管片、临时支撑和反力架，将后续台车移入隧道内，以便后续正常掘进。由于此后盾构的掘进反力只能由衬砌与周围地层的摩擦阻力承担，因此初始掘进长度 L 必须符合以下条件。

$L > F/2\pi rf$

式中　L——从始发井开始的衬砌长度(m)；

F——盾构千斤顶推力(N)；

r——衬砌外半径(m)；

f——注浆后的衬砌与地层的摩擦阻力(N/m^2)。

若 L 大于后续台车长度，则取 L 为初始掘进长度；若 L 小于后续台车长度，则可综合权衡利弊后，确定 L 或后续台车长度为初始掘进长度。

(三)洞口土体加固段掘进技术要点

1.盾构基座、反力架与管片上部轴向支撑的制作与安装要具备足够的刚度，保证负载后变形量满足盾构掘进方向要求。

2.安装盾构基座和反力架时，要确保盾构掘进方向符合隧道设计轴线。

3.由于临时管片(负环管片)的椭圆度直接影响盾构掘进时管片拼装精度，因此安装临时管片时，必须保证其椭圆度，并采取措施防止其受力后旋转、径向位移与开口部位(临时管片安装时通常不形成封闭环，在其上部预留运输通道)变形。

4.拆除洞口围护结构前要确认洞口土体加固效果，必要时进行补注浆加固，以确保拆除洞口围护结构时不发生土体坍塌、地层变形过大，且盾构始发过程中开挖面稳定。

5.由于拼装最后一环临时管片(负一环，封闭环)前，盾构上部千斤顶一般不能使用(最后一环临时管片拼装前安装的临时管片通常为开口环)，**因此从盾构进入土层到通过土体加固段前，要慢速掘进，以便减小千斤顶推力，使盾构方向容易控制；盾构到达洞口土体加固区间的中间部位时，逐渐提高土压仓(泥水仓)设定压力，出加固段达到预定的设定值**。

6.通常盾构机盾尾进入洞口后，拼装整环临时管片(负一环)，并在开口部安装上部轴向支撑，使随后盾构掘进时全部盾构千斤顶都可使用。

7.盾构机盾尾进入洞口后，将洞口密封与封闭环管片贴紧，以防止泥水与注浆浆液从洞门泄漏。

8.加强观测工作井周围地层变形、盾构基座、反力架、临时管片和管片上部轴向支撑的变形与位移，超过预定值时，必须采取有效措施后，才可继续掘进。

(四)初始掘进的主要任务

初始掘进的主要任务：收集盾构掘进数据(推力、刀盘扭矩等)及地层变形量测量数据，判断土压(泥水压)、注浆量、注浆压力等设定值是否适当，并通过测量盾构与衬砌的位置，及早把握盾构掘进方向控制特性，为正常掘进控制提供依据。因此，初始掘进阶段是盾构法隧道施工的重要阶段。

【09 年】：9．下列任务中，不属于土压平衡盾构初始掘进的主要任务是（）。P118

A．判断注浆量、注浆压力是否适当　　B．收集盾构掘进数据及地层变形量数据

C．把握盾构掘进方向控制特性　　D．确定盾构以后掘进的土压设定值

三、盾构接收施工技术要点

盾构接收是指自掘进距接收工作井一定距离(通常 100m 左右)到盾构机落到接收工作井内接收基座上止。

当盾构正常掘进至离接收工作井一定距离’(通常 50～100m)时，盾构进入到达掘进阶段。到达掘进是正常掘进的延续，是保证盾构准确贯通、安全到达的必要阶段。其施工技术要点如下。

(一)盾构暂停掘进，准确**测量盾构机坐标位置与姿态**，确认与隧道设计中心线的偏差值。

(二)根据测量结果制订到达掘进方案。

(三)继续掘进时，及时测量盾构机坐标位置与姿态，并依据到达掘进方案进行及时进行方向修正。

(四)掘进至接收井洞口加固段时，确认洞口土体加固效果，必要时进行补注浆加固。

(五)进入接收井洞口加固段后，**逐渐降低土压(泥水压)设定值至 0MPa，降低掘进速度**，适时**停止加泥、加泡沫**(土压式盾构)、**停止送泥与排泥**(泥水式盾构)、停止注浆，并加强工作井周围地层变形观测，超过预定值时，必须采取有效措施后，才可继续掘进。

(六)拆除洞口围护结构前要确认洞口土体加固效果，必要时进行注浆加固，以确保拆除洞口围护结构时不发生土体坍塌、地层变形过大。

(七)盾构接收基座的制作与安装要具备足够的刚度，且安装时要对其轴线和高程进行校核，保证盾构机顺利、安全接收。

(八)**拼装完最后一环管片，千斤顶不要立即回收**，及时将洞口段数环管片纵向临时拉紧成整体，拧紧所有管片连接螺栓，防止盾构机与衬砌管片脱离时衬砌纵向应力释放。

(九)盾构机落到接收基座上后，及时封堵洞口处管片外周与盾构开挖洞体之间空隙，同时进行填充注浆，控制洞口周围土体沉降。

1K413033　掌握盾构掘进技术

本条文以密闭式盾构为例简要介绍掘进技术。

一、盾构法施工现场如图 1K413012-5 所示，其主要施工步骤为：

(一)一段隧道的起始端和终止端各建一个工作井(城市地铁一般利用车站的端头)作为始发或接受工作井。

(二)盾构在始发工作井内安装就位。

(三)依靠盾构千斤顶推力(作用在工作井后壁或新拼装好的衬砌上)将盾构从起始工作井的墙壁开孔处推出。

(四)盾构在地层中沿着设计轴线推进，在推进的同时不断出土(泥)和安装衬砌管片。

(五)及时向衬砌背后的空隙注浆，防止地层移动和固定衬砌环位置。

(六)盾构进入接收工作井并被拆除，如施工需要，也可穿越工作井再向前推进。

盾构掘进控制的目的是确保开挖面稳定的同时，构筑隧道结构、维持隧道线形、及早填充盾尾空隙。因此，**开挖控制、一次衬砌、线形控制和注浆构成了盾构掘进控制四要素**。施工前必须根据地质条件、隧道条件、环境条件、设计要求等，在试验的基础上，确定具体控制内容与参数；施工中根据包括量测监控的各项数据调整控制参数，才能确保实现施工安全、

施工质量、施工工期与施工成本预期目标。盾构掘进控制的具体内容见表 1K413033。

【07 年】：9.盾构掘进控制"四要素"是指(　)。P119

A.始发控制、初始掘进控制、正常掘进控制、到达控制

B.开挖控制、一次衬砌控制、线形控制、注浆控制

C.安全控制、质量控制、进度控制、成本控制

D.业主控制、设计控制、监理控制、施工控制

密闭式盾构掘进控制内容构成**(了解)**　　表 1K413033

控制要素		内　　容	
开挖	泥水式	开挖面稳定	**泥水压、泥浆性能**
		排土量	排土量
	土压式	开挖面稳定	**土压、塑流化改良**
		排土量	排土量
		盾构参数	总推力、推进速度、刀盘扭矩、千斤顶压力等
线形		**盾构姿态、位置**	**倾角、方向、旋转**
			铰接角度、超挖量、蛇行量
注浆		注浆状况	注浆量、注浆压力
		注浆材料	稠度、泌水、凝胶时间、强度、配比
一次村砌		管片拼装	椭圆度、螺栓紧固扭矩
		防水	漏水、密封条压缩量、裂缝
		隧道中心位置	蛇行量、直角度

二、开挖控制

开挖控制的根本目的**是确保开挖面稳定**。

土压式盾构与泥水式盾构的开挖控制内容略有不同。

(一)土压(泥水压)控制

1.土压式盾构，以**土压**和**塑流性改良控制**为主，辅以**排土量、盾构参数控制**。泥水式盾构，以**泥水压**和**泥浆性能控制为主，辅以排土量控制**。

2.开挖面的土压(泥水压)控制值，按**地下水压(间隙水压)+土压+预备压设定**。

(1)地下水压可从钻孔数据正确掌握，但要考虑季节性变动。靠近河流等场合，要考虑水面水位变动的影响。

(2)**土压有静止土压、主动土压**和**松弛土压**，要根据地层条件区别使用。**按静止土压设定控制土压，是开挖面不变形的最理想土压值**，但控制土压相当大，必须加大设备装备能力。

主动土压是开挖面不发生坍塌的临界压力，控制土压最小。地质条件良好、覆土深、能形成土拱的场合，可采用松弛土压。

(3)预备压，用来补偿施工中的压力损失，土压式盾构通常取 10～20kN/m2，泥水式盾构通常取 20～50kN/m^2。

3.计算土压(泥水压)控制值时，一般沿隧道轴线取适当间隔(例如 20m)，按各断面的土质条件，计算出上限值与下限值，并根据施工条件在其范围内设定。**土体稳定性好的场合取低值，地层变形要求小的场合取高值**。

(上限值)Pmax=**地下水压**+**静止土压**+**预备压**

(下限值)Pmin=**地下水压**+(**主动土压**或**松弛土压**)+**预备压**

为使开挖面稳定，土压(泥水压)变动要小，变动大的情况下，一般开挖面不稳定。

(二)土压式盾构泥土的塑流化改良控制

1.土压式盾构掘进时，理想地层的土特性是：**（了解）**

(1)塑性变形好；

(2)流塑至软塑状；

(3)内摩擦小；

(4)渗透性低。

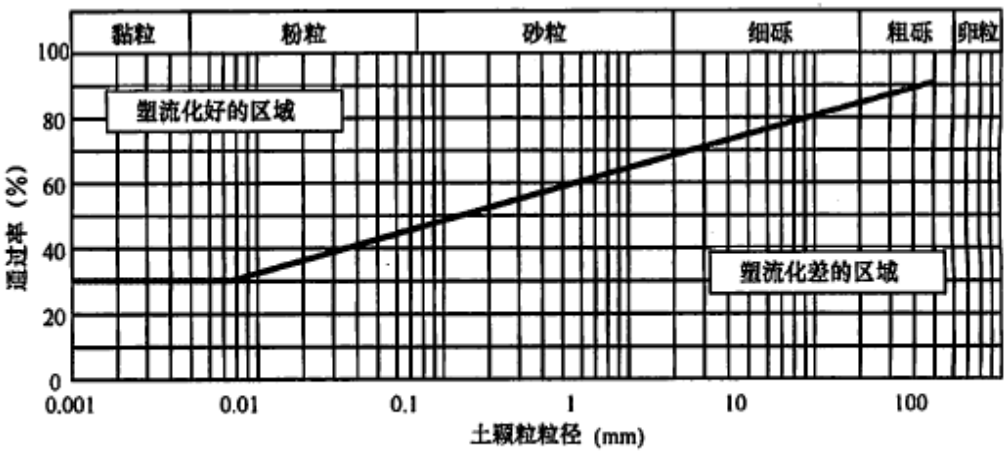


图 1K413033-1　土的粒径分布与塑流化改良

细颗粒(75μm 以下的粉土与黏土)含量 30%以上的土砂，塑性流动性满足要求。在细颗粒含量低于 30%、或砂卵石地层，必须加泥或加泡沫等改良材料，以提高塑性流动性和止水性(见图 1K413033-1)。

改良材料必须具有流动性、易与开挖土砂混合、不离析、无污染等特性。**一般使用的改良材料有矿物系(如膨润土泥浆)、界面活性剂系(如泡沫)、高吸水性树脂系**和**水溶性高分子系四类(我国目前常用前两类)，可单独**或**组合使用**。

2.选择改良材料要依据以下条件：

(1)土质(粒度分布、砾石粒径、砾石含量、黏性土含量、均等系数等)；

(2)透水系数；

(3)地下水压；

(4)水离子电性；

(5)是否泵送排土；

(6)加泥(泡沫等)设备空间(地面、隧道内)；

(7)掘进长度；

(8)弃土处理条件；

(9)费用(材料价格、注入量、材料损耗、用电量，设备费等)。

3.**流动化改良控制是土压式盾构施工的最重要要素之一**，要随时把握土压仓内土砂的塑性流动性。一般按以下方法掌握塑流性状态。**（了解标题）**

(1)**根据排土性状**

取样测定.(或根据经验目视)**土砂的坍落度**，以把握土压仓内土砂的流动状态。采用的坍落度控制值取决于土质、改良材料性状与土的输送方式。

(2)**根据土砂输送效率**

按螺旋输送机转数计算的排土量与按盾构推进速度计算的排土量进行比较，以判断开挖土砂的流动状态。一般情况下，土压仓内土砂的塑性流动性好，盾构掘进就正常，两者高度相关。

(3)**根据盾构机械负荷**

根据刀盘油压(或电压)、刀盘扭矩、螺旋输送机扭矩、千斤顶推力等机械负荷变化，判断土砂的流动状态。一般根据初始掘进时的机械负荷状况和地层变化结果等因素，确定开挖土砂的最适性状和控制值的容许范围。

(三)泥水式盾构的泥浆性能控制

泥水式盾构掘进时，泥浆起着**两方面的重要作用：一是依靠泥浆压力在开挖面形成泥膜或渗透区域，开挖面土体强度提高**，同时泥浆压力平衡了开挖面土压和水压，**达到了开挖面稳定的目的；二是泥浆作为输送介质，担负着将所有挖出土砂运送到工作井外的任务**。因此，泥浆性能控制是泥水式盾构施工的最重要要素之一。

泥浆性能包括：**相对密度、黏度、pH、过滤特性和含砂率**。

(四)排土量控制

1.开挖土量计算

单位掘进循环(一般按一环管片宽度为一个掘进循环)开挖土量 Q，　一般按下式计算：

$Q=\pi/4\cdot D^2\cdot St$

式中　　Q——开挖土计算体积(m^3)；D——盾构外径(m)；St——掘进循环长度(m)。

当使用仿形刀或超挖刀时，应计算开挖土体积增加量。

2.土压式盾构出土运输方法与排土量控制

土压式盾构的出土运输(二次运输)一般采用轨道运输方式。

土压式盾构排土量控制方法分为**重量控制**与**容积控制**两种。重量控制有检测运土车重量、用计量漏斗检测排土量等控制方法。容积控制一般采用比较单位掘进距离开挖土砂运土车台数的方法和根据螺旋输送机转数推算的方法。**我国目前多采用容积控制方法**。

3.泥水式盾构排土量控制

泥水式盾构排土量控制方法分为容积控制与干砂量(干土量)控制两种。

容积控制方法如下，检测单位掘进循环送泥流量 Q_1 与排泥流量 Q_2，按下式计算排土体积 Q_3：

$Q_3= Q_2- Q_1$

式中　Q_3——排土体积(m^3)；

Q_2——排泥流量(m^3)；

Q_1——送泥流量(m^3)。

对比 Q_3 与 Q，**当 $Q>Q_3$ 时，一般表示泥浆流失(泥浆或泥浆中的水渗入土体)；$Q<Q_3$ 时，一般表示涌水(由于泥水压低，地下水流入)。正常掘进时，泥浆流失现象居多**。

干砂量表征土体或泥浆中土颗粒的体积，开挖土干砂量 V 按下式计算：

$V_3=Q\cdot 100/(Gs\cdot\omega+100)$

式中　V——开挖土干砂量(m^3)；Q——开挖土计算体积(m^3)；Gs——土颗粒比重；ω——土体的含水量(%)。

干砂量控制方法是，检测单位掘进循环送泥干砂量 V_1 与排泥干砂量 V_2，按下式计算排土干砂量 V_3：

$V_3=V_2-V_1=【(G_2-1)\cdot Q_2-(G_1-1)\cdot Q_1]/(G_1-1)$

式中　V_3——排土干砂量(m^3)；V_2——排泥干砂量(m^3)；V_2——送泥干砂量(m^3)；G_2——排泥相对密度；

G_1——送泥相对密度。

对比 V_3 与 V，当 $V>V_3$ 时，一般表示泥浆流失；$V<V_3$ 时，一般表示超挖。

三、管片拼装控制

(一)拼装方法

1.拼装成环方式

盾构推进结束后，迅速拼装管片成环。除特殊场合外，**大都采取错缝拼装**。在纠偏或急曲线施工的情况下，有时采用**通缝拼装**。

2.拼装顺序

一般从下部的**标准(A 型)**管片开始，**依次左右两侧交替安装标准管片**，然后拼装**邻接(B 型)管片**，最后安装**楔形(K 型)管片**。

3.盾构千斤顶操作

拼装时，若盾构千斤顶同时全部缩回，则在开挖面土压的作用下盾构会后退，开挖面将不稳定，管片拼装空间也将难以保证。因此，**随管片拼装顺序分别缩圆盾构千斤顶非常重要**。

4.紧固连接螺栓

先紧固环向(管片之间)连接螺栓，**后紧固轴向**(环与环之间)连接螺栓。采用扭矩扳手紧固，紧固力取决于螺栓的直径与强度。

5.楔形管片安装方法

楔形管片安装在邻接管片之间，为了不发生管片损伤、密封条剥离，必须充分注意正确地插入楔形管片。为方便插入楔形管片，**可装备能将邻接管片沿径向向外顶出的千斤顶，以增大插入空间**。

拼装径向插入型楔形管片时，楔形管片有向内的趋势，在盾构千斤顶推力作用下，其向内的趋势加剧。拼装轴向插入型楔形管片时，管片后端有向内的趋势，而前端有向外的趋势。

6.连接螺栓再紧固

一环管片拼装后，利用全部盾构千斤顶均匀施加压力，**充分紧固轴向连接螺栓**。

盾构继续掘进后，在盾构千斤顶推力、脱出盾尾后土(水)压力的作用下衬砌产生变形，拼装时紧固的连接螺栓会松弛。为此，待推进到千斤顶推力影响不到的位置后，用扭矩扳手等，再一次紧固连接螺栓。再紧固的位置随隧道外径、隧道线形、管片种类、地质条件等而不同。

(二)真圆保持

管片拼装呈真圆，并保持真圆状态，对于确保隧道尺寸精度、提高施工速度与止水性及减少地层沉降非常重要。

管片环从盾尾脱出后，到注浆浆体硬化到某种程度的过程中，多采用真圆保持装置。

(三)管片拼装误差及其控制

管片拼装时，若管片间连接面不平行，导致环间连接面不平，则拼装中的管片与已拼管片的角部呈点接触或线接触，在盾构千斤顶推力作用下，发生破损(见图 1K413033-2)。为此，拼装管片时，各管片连接面要拼接整齐，连接螺栓要充分紧固。

另外，盾构掘进方向与管片环方向不一致时，盾构与管片产生干涉，将导致管片损伤或变形。伴随管片宽度增加，上述情况增多。为防止管片损伤，预先要根据曲线半径管片图 1K413033-2 管片环间连接面不平状况示意图与管片宽度对适宜的盾构方向控制方法进行详细研究，施工中对每环管片的盾尾间隙认真检测，并对隧道线形与盾构方向严格控制。在盾构与管片产生干涉的场合，必须迅速改变盾构方向、消除干涉：

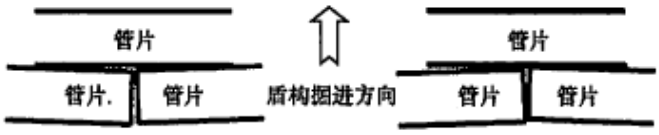


图 1K413033-2 管片环间连接面不平状况示意图

盾构纠偏应及时、连续，过大的偏斜量不能采取一次纠偏的方法，纠偏时不得损坏管片，并保证后一环管片的顺利拼装。

(四)楔形环的使用

在盾构工程中，除**曲线施工外，为进行蛇行修正，也可使用楔形环管片**。

四、注浆控制

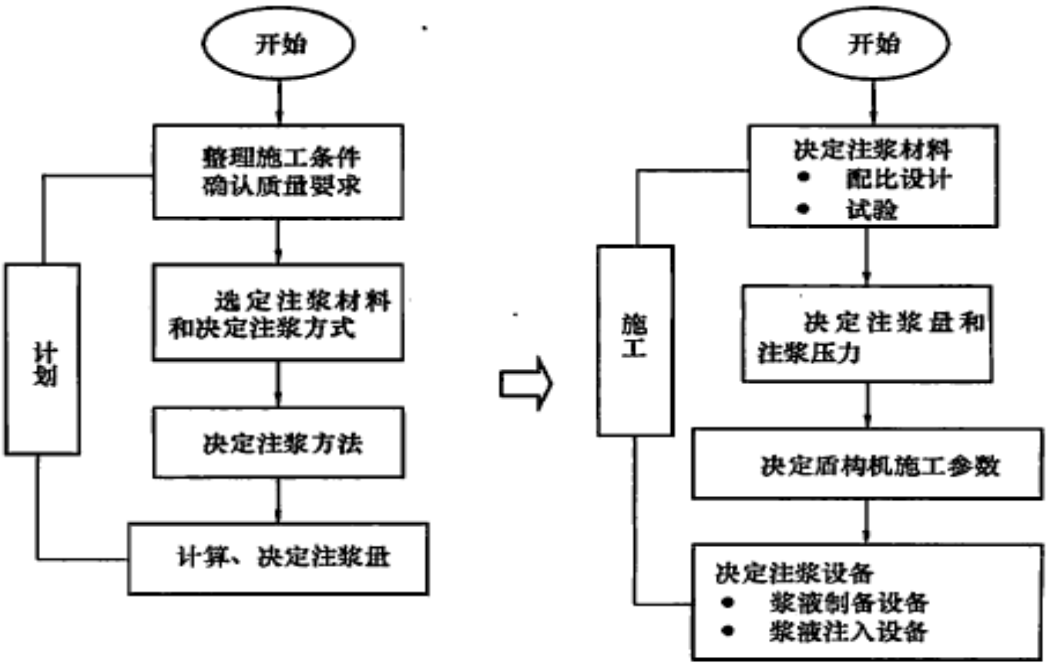


图 1K413033-3　注浆计划、施工流程图

注浆是向管片与围岩之间的空隙注入填充浆液，向管片外压浆的工艺，应根据所建工程对隧道变形及地层沉降的控制要求选择同步注浆或壁后注浆，一次压浆或多次压浆，由计划到施工的流程如图 1K413033-3 所示。

(一)注浆目的

管片拼装完成后，随着盾构的推进，管片与洞体之间出现空隙。如不及时充填，地层应力得以释放，而产生变形。其结果发生地面沉降，邻近建(构)筑物沉降、变形或破坏等。注浆的主要目的就是防止地层变形，还有其他重要目的，具体如下。

1.抑制隧道周边地层松弛，防止地层变形。

2.及早使管片环安定，千斤顶推力平滑地向地层传递。作用于管片的土压力平均，能减小作用于管片的应力和管片变形，盾构的方向控制容易。

3.形成有效的防水层。

(二)注浆材料的性能

一般对注浆材料的性能有如下要求：

1.流动性好；

2.注入时不离析；

3.具有均匀的高于地层土压的早期强度；

4.良好的充填性；

5.注入后体积收缩小；

6.阻水性高；

7.适当的黏性，以防止从盾尾密封漏浆或向开挖面回流；

8.不污染环境。

(三)一次注浆

一次注浆分为同步注浆、即时注浆和后方注浆三种方式，要根据地质条件、盾构直径、环境条件、注浆设备的维护控制、开挖断面的制约与盾尾构造等充分研究确定。

1.同步注浆

同步注浆是在空隙出现的同时进行注浆、填充空隙的方式，分为从设在盾构的注浆管注入和从管片注浆孔注入两种方式。前者，其注浆管安装在盾构外侧，存在影响盾构姿态控制的可能性，每次注入若不充分洗净注浆管，则可能发生阻塞，但能实现真正意义的同步注浆。后者，管片从盾尾脱出后才能注浆，为与前者区别，可被称作半同步注浆。

2.即时注浆

一环掘进结束后从管片注浆孔注入的方式。

3.后方注浆

掘进数环后从管片注浆孔注入的方式。

一般盾构直径大，或在冲积黏性土和砂质土中掘进，多采用同步注浆；而在自稳性好的软岩中，多采取后方注浆方式。

(四)二次注浆

二次注浆是以弥补一次注浆缺陷为目的进行的注浆。具体作用如下：（了解）

1.补足一次注浆未充填的部分；

2.补充由浆体收缩引起的体积减小；

3.以防止周围地层松弛范围扩大为目的的补充。

以上述 1、2 为目的的二次注浆，多采用与一次注浆相同的浆液；若以 3 为目的，多采用化学浆液。

(五)注浆量与注浆压力

注浆控制分为压力控制与注浆量控制两种。压力控制是保持设定压力不变，注浆量变化的方法。注浆量控制是注浆量一定，压力变化的方法。一般仅采用一种控制方法都不充分，**应同时进行压力和注浆量控制。**

1.注浆量

注浆量除受浆液向地层渗透和泄漏外.还受曲线掘进、超挖和浆液种类等因素影响，不能准确确定。一般采用以下方法确定。

按下式计算注浆量 Q:

$Q=V\times\alpha$

$V=\pi(D_s^2-D_0^2)\times v/4$

式中　V——计算空隙量；

α——注入率；

D_s——开挖外径；

D_0——管片外径；

v——掘进速度。

注入率 α 是根据浆液特性(体积变化)、土质及施工损耗考虑的比例系数，基于经验确定。

2.注浆压力

注浆压力应根据土压、水压、管片强度、盾构形式与浆液特性综合判断决定，但施工中通常基于施工经验确定。

从管片注浆孔注浆，**注浆压力一般取 100～300kN/m^2**(1～3kg/cm^2)，或间隙水压+200kN/m^{2}左右。

注浆量与注浆压力要经过一定的反复试验，确认注浆效果、对周围地层和建(构)筑物的影响等，并在施工中进行一定范围内的效果确认，反馈其结果指导施工。

五、隧道的线形控制

线形控制的主要任务**是通过控制盾构姿态，使构建的衬砌结构几何中心线线形顺滑**，且位于偏离设计中心线的容许误差范围内。

(一)掘进控制测量

随着盾构掘进，**对盾构及衬砌的位置进行测量，以把握偏离设计中心线的程度**。测量项目包括：盾构的位置、倾角、偏转角、转角及盾构千斤顶行程、盾尾间隙和衬砌位置等。基于上述测量结果，作图画出盾构及村砌与设计中心线的位置关系，宜接预测下一环盾构掘进偏差十分重要。

(二)方向控制

掘进过程中，主要**对盾构倾斜及其位置，以及拼装管片的位置进行控制**。

盾构方向(偏转角和倾角)修正**依靠调整盾构千斤顶使用数量进行**。若遇硬地层或曲线掘进，要进行大的方向修正场合，须采用**仿形刀向调整方向超挖**。此时，盾尾间隙减小，管片拼装困难，为确保盾尾间隙，必须进行方向修正。盾尾间隙大大减小的情况下，要拼装楔形环管片，以确保盾尾间隙。

盾构转角的修正，可采取**刀盘向盾构偏转**同一方向旋转方法，利用所产生的回转反力进行修正。

1K413034　熟悉盾构法施工地层变形控制措施

本条文以密闭式盾构为主简要介绍盾构施工地层变形其控制措施。

一、**近接施工**与地层变形

(一)新建盾构隧道**穿越或邻近既有地下管线、交通设施，建(构)筑物(以下简称既有结构物)的施工**被称为**近接施工**。在城市中近接施工不可避免，且随着地下空间的开发利用会日益增多。因此，盾构施工必须考虑控制影响区域的地层变形，采取有效的环境保护措施。

(二)**近接施工**管理

1.盾构近接施工会引发地层变形，对既有结构物会造成不同程度的有害影响；因此有必要采取系统性措施控制地层变形以保护既有结构物。**首先，应详细调查工程条件、地质条件、环境条件**(即既有结构物现况与安全要求)，在调查的基础上进行分析与预测，制定防护措施；**其次，制定专项施工方案**；**最后，施工过程中通过监控量测反馈指导施工而确保既有结构物安全**。

2.近接施工管理流程如图 1K413034-1 所示。

3.近接施工的管理措施

(1)盾构掘进引起的周边地层变形状态及其原因，包括：变形程度与主要原因之间的关系、对既有结构物承载能力的影响程度。

(2)预测盾构掘进引起产生地层变形的解析方法，预测对既有结构物影响的解析模型。

(3)减小地层变形与防止对既有结构物影响措施的选择，及其与工程条件、地质条件和环境条件相适应措施的确定方法。

(4)监控量测管理系统、监测项目、监测方法、监测数据的反馈方法。

二、盾构施工与地层变形控制

(一)地层变形原因

1.**地层变形的主要原因**大致分为**条件因素**和**直接原因**两类。条件因素主要有：**覆土厚度、盾构直径、隧道线形、衬砌背后间隙、衬砌种类**等。

2.**直接原因由盾构掘进引发**，主要有开挖面失稳、地下水位降低、推力过大、频繁纠偏、洞体土层失稳、盾体与洞体的摩擦力、衬砌背后产生间隙、注浆压力、衬砌变形、衬砌漏水等。虽然地层变形的直接原因有很多，但大体可分为以下 4 类：

(1)地层**应力释放产生**的弹塑性变形，导致地层反力降低；

(2)土压增大产生的压缩变形，导致**垂直土压增大**或**地层反力降低**；

(3)附加土压产生的**弹塑性变形**，导致作用土压增大；

(4)伴随土的物理性能变化产生的**弹塑性变形以及徐变变形**，导致地层承载能力降低。

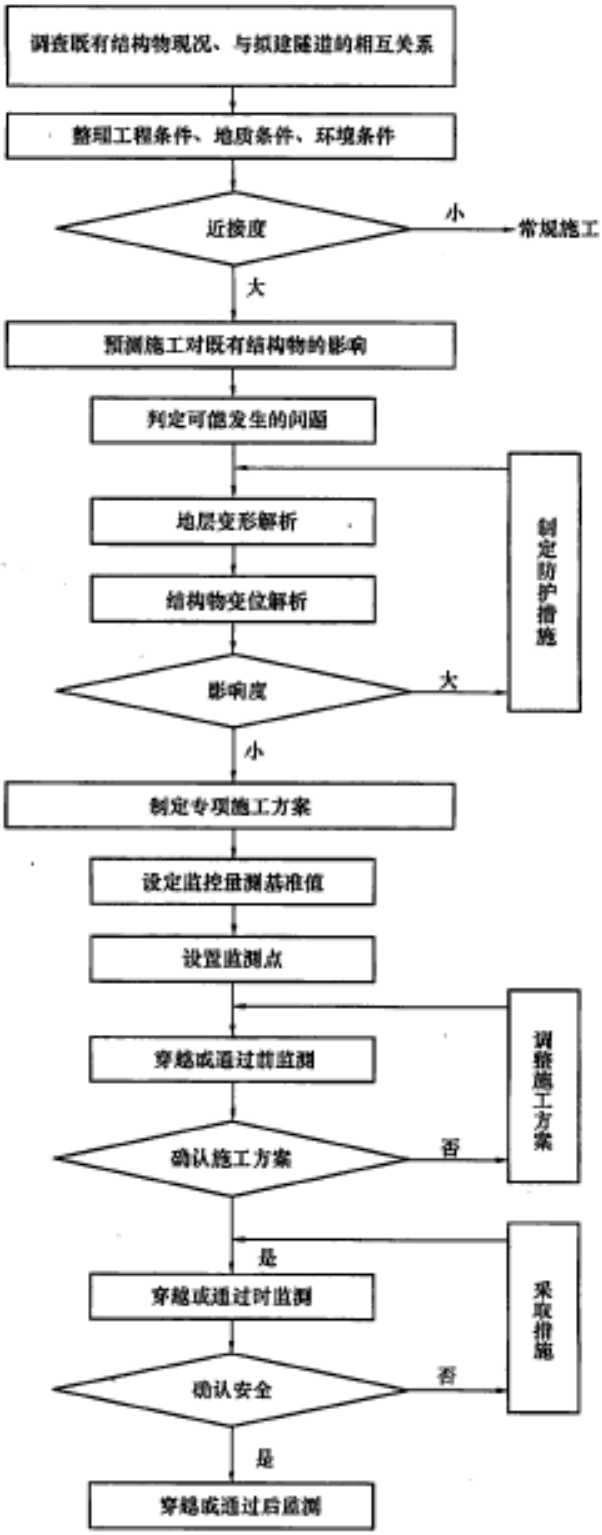


图 1K413034-1　近接施工管理流程图

(二)地层变形机理

1.盾构掘进通过某一断面的地层变形时间曲线与盾构掘进过程中所处位置相关。如图 1K413034-2 所示，某一断面地层变形的**变形一时间曲线划分为 5 个阶段**，各阶段变形原因不同，变形机理各异。

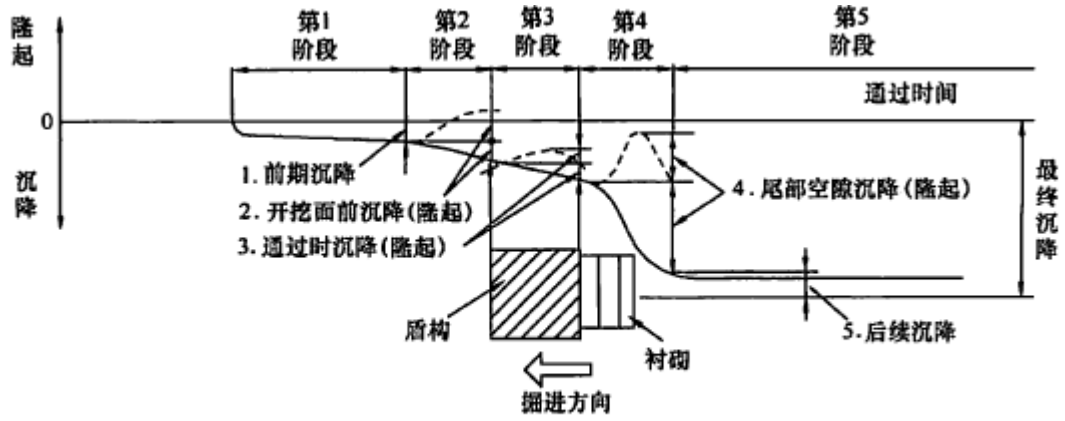


图 1K413034-2　盾构掘进地层变形阶段示意图

2.某一断面地层变形的**第 1 阶段**：发生在盾构到达该断面之前，主要表现为地下水位降低产生**固结沉降**。**第 2 阶段**：盾构通过该断面前，若盾构控制土压(泥水压)不足或过大，则**开挖面正前方土体弹塑性变形引起地层沉降或隆起**。**第 3 阶段**：**发生在盾构通过该断面时，由于超挖、纠偏、盾构外周与周围土体的摩擦等原因而发生地层沉降或隆起**。**第 4 阶段**：**盾构通过该断面后产生的弹塑性变形**；若衬砌背后与洞体的空隙填充不及时，造成地层应力释放，则土体的弹塑性变形引起地层沉降；若衬砌背后的填充注浆压力过高，则附加土压引发地层隆起。**第 5 阶段**：**盾构通过该断面后长时间地发生后续沉降**，主要由于盾构掘进造成的地层扰动、松弛等引起，在软弱黏性土地层中施工表现最为明显，而在砂性土或密实的硬黏性土中施工基本不发生。

(三)既有结构物变形与变位

1.盾构掘进产生地层变形的同时，既有结构物的外力条件或承载能力发生变化。

2.外力条件或承载能力的变化使得既有结构物发生沉降、倾斜、断面变形等变位与变形现象，其变位与变形的程度取决于工程条件、地质条件与既有结构物构造特征。这里，工程条件主要是指隧道线形、近接施工区间的长度、是否采取隔离措施等；地质条件是指既有结构物与隧道之间地层的物理力学参数；既有结构物构造特征主要包括断面形状、强度、变形特性。

三、密闭式盾构掘进地层变形控制措施

由于盾构掘进地层变形各阶段的机理不同，因此必须有针对性地采取控制措施。

(一)前期沉降控制

1.前期沉降控制的**关键是保持地下水压**。

2.**保持地下水压措施**：

(1)**合理设定土压(泥水压)控制值**并在掘进过程中保持稳定，以平衡开挖面土压与水压。

(2)保持开挖面土压(泥水压)稳定的前提条件：对于土压式盾构是泥土的塑流化改良效果，应根据地层条件选择适宜的改良材料与注入参数；而对于泥水式盾构则是泥浆性能，应根据地层条件选择适宜的泥浆材料与配合比。

【2011】: 11、土压式盾构减少土体隆起的措施是（ P129 A ）轨道

A.改良塑流性 B.排土量减少 C.注浆压力 D.同步注浆

(3)**防止地下水从盾构机、盾尾以及拼装好的衬砌结构渗入**。为此，应保持盾构机刀盘驱

动、铰接、盾尾等部位密封完好，保证盾尾密封油质注入压力与注入量，管片密封与拼装质量满足规范要求。

(4)土压式盾构在地下水位高且渗透性好的地层掘进时，**采取有效的防喷涌措施**，以防止地下水从螺旋输送机涌入。

(二)开挖面前沉降(隆起)控制

1.开挖面前**沉降(隆起)控制的**主要措施是**土压(泥水压)管理**，真正实现土压(泥水压)平衡。

2.通常采取的措施有：

(1)合理设定土压(泥水压)控制值并在掘进过程中保持稳定，以平衡开挖面土压与水压。

(2)保持开挖面土压(泥水压)稳定的前提条件：对于土压式盾构是泥土的塑流化改良效果，应根据地层条件选择适宜的改良材料与注入参数；而对于泥水式盾构则是泥浆性能，应根据地层条件选择适宜的泥浆材料与配合比。

(3)加强排土量控制。

(4)对于土压式盾构，必要时还应对盾构推力、推进速度、刀盘扭矩等盾构参数进行控制。

(三)通过时沉降(隆起)控制

通过时沉降(隆起)控制措施主要有 2 种：

1.**控制好盾构姿态，避免不必要的纠偏作业**。出现偏差时，应本着**“勤纠、少纠、适度”的原则**操作。在较硬地层中掘进的场合，纠偏时或曲线掘进时需要超挖，应合理确定超挖半径与超挖范围，尽可能减少超挖。

2.土压式盾构在软柔或松散地层掘进时，盾构外周与周围土体的黏滞阻力或摩擦较大时，应采取注浆减阻措施。

(四)尾部空隙沉降(隆起)控制

尾部空隙沉降(隆起)控制的**关键是采用适宜的衬砌背后注浆措施**，主要有：

1.**用同步注浆方式，及时填充尾部空隙**。

2.根据地质条件、工程条件等因素，合理选择单液注浆或双液注浆，正确选用注浆材料与配合比，以便拼装好的衬砌结构及时稳定。

3.加强注浆量与注浆压力控制。

4.**及时进行二次注浆**。

(五)后续沉降控制

后续沉降主要在软弱黏性土地层中施工时发生，**主要控制措施**是：

1.盾构掘进、纠偏、注浆等作业时，**尽可能减小对地层的扰动**。

2.若后续沉降过大不满足地层沉降要求，**可采取向特定部位地层内注浆的措施**。

四、盾构施工与既有结构物防护

(一)接近施工中既有结构物防护措施，按实施对象划分可以分为三种：

1.盾构施工措施；

2.对既有结构物采取措施；

3.盾构隧道与既有结构物之间采取措施。

(二)盾构施工措施

盾构施工措施，主要是控制地层变形，同时减少对地层的扰动。

(三)对既有结构物采取的措施

对既有结构物采取的措施通常有结构物加固、下部基础加固及基础托换三类。结构物加固包括墙体加固、增设闭合框架加固、增加支撑等方式，以增强结构物本身抵抗变形的能力。下部基础加固有加固桩、网状桩和锚杆等方法，以提高结构基础的抗变形能力。基础托换是用新的基础结构替换受施工影响的结构物下部基础。

(四)新建隧道与既有结构物之间采取的措施

1.新建隧道与既有结构物之间采取的措施，主要有三种(如图 1K413034-3 所示)：

(1)盾构隧道周围地层加固；

(2)既有结构物基础地层加固；

(3)隔断盾构掘进地层应力与变形。

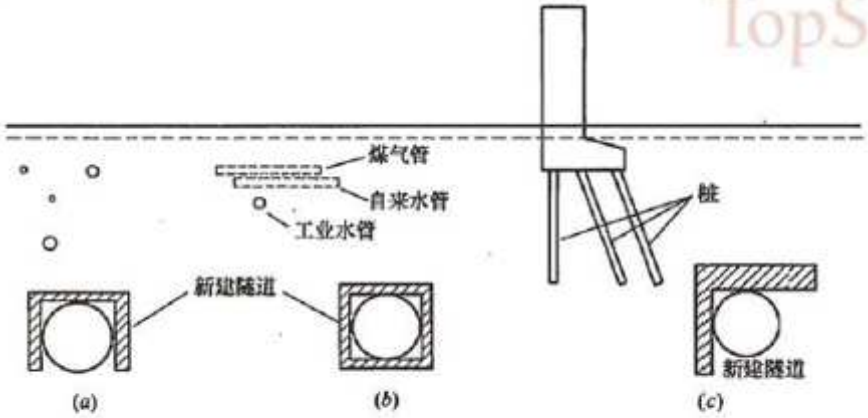


图 1K413034-3　盾构掘进地层变形阶段示意图

(a) 周围地层加固；(b) 基础地层加固；(c) 隔断地层应力与变形

2.盾构隧道周围地层加固

盾构隧道周围地层加固的目的是提高周围土体强度，以减小盾构掘进时对周围地层的扰动，使加固区以外的地层不产生松弛，从而保护既有结构物。通常采用的方法有：**注浆加固、高压喷射搅拌**等。

3.既有结构物基础地层加固

既有结构物基础地层加固，是**以提高结构物地基承载力、减小结构物地基变形为目的**。通常采用的方法同样是：**注浆加固、高压喷射搅拌**等。

4.隔断盾构掘进地层应力与变形

隔断盾构掘进地层应力与变形，就是**在盾构隧道与既有结构物之间构筑刚性好的构造体，以隔断地层变形对既有结构物**的影响。通常的方法就是在盾构隧道与结构物之间**施作隔断桩**，具体可选用**高压旋喷桩、钢管桩、柱桩、连续墙**等形式。

1K413035　了解盾构机型选择要点

本条文简要介绍盾构机形式与分类。

一、盾构机的选择

(一)选择的目的

1 盾构机的选择是保障工程项目安全顺利实施的前提条件与设备保障。

2.盾构机的选择除满足隧道断面形状与外形尺寸外，还应包括盾构机类型、性能、配套设备、辅助工法等。

(二)选择的依据

盾构机的选择依据主要有：工程地质与水文地质条件、隧道断面形状、隧道外形尺寸、隧道埋深、地下障碍物、地下构筑物、地面建筑物、地表隆沉要求等，经过技术、经济比较后确定。

(三)选择的主要原则

1.适用性原则

盾构机的断面形状与外形尺寸适用于隧道断面形状与外形尺寸，种类与性能要适用工程地质与水文地质条件、隧道埋深、地下障碍物、地下构筑物与地面建筑物安全需要、地表隆沉要求等使用条件。若所选盾构机不能充分满足上述使用条件，应增加相应的辅助工法，如压气工法、注浆工法等，以确保开挖面稳定。

由于盾构机具有较长使用寿命，可用于多项施工工程，因此应根据使用寿命期内预计的常用使用条件或最不利使用条件选择盾构机，以便具有较广泛的适用性。

2.技术先进性原则

技术先进性有两方面含义：-是不同种类盾构机技术先进性不同，二是同一种类盾构机由于设备配置的差异与功能的差异而技术先进性不同。

选择技术先进的盾构机，一方面为了更好地适应建设单位当前及今后的工程施工要求，提高施工单位的市场竞争力；另一方面在合理使用寿命期内保持技术先进性。

技术先进性要以可靠性为前提，要选择经过工程实践验证、可靠性高的先进技术。

当前，技术最先进的盾构机是泥土压式与泥水式盾构机，随着盾构机的设计与制造技术不断完善与提高，其适用范围愈加广泛，已成为盾构隧道施工使用最多的盾构机。

3.经济合理性原则

经济合理性是指，所选择的盾构机及其辅助工法用于工程项目施工，在满足施工安全、质量标准、环境保护要求和工期要求的前提下，其综合施工成本合理。

二、盾构机类型与适用条件

(一)盾构机类型

盾构机可按照不同的分类方法进行分类。

1.按开挖面是否封闭划分(见图 1K413035-1)，可分为**密闭式**和**敞开式**两类。

2.按平衡开挖面土压与水压的原理不同，密闭式盾构机又可分为**土压式**(常用泥土压式)和**泥水式**两种。敞开式盾构机按开挖方式划分，可分为**手掘式、半机械挖掘式和机械挖掘式**三种。

3.按盾构机的断面形状划分，有圆形和异形盾构机两类，其中异形盾构机主要有多圆形、马蹄形和矩形。

(二)各种盾构机对地质条件的适用性根据当前盾构

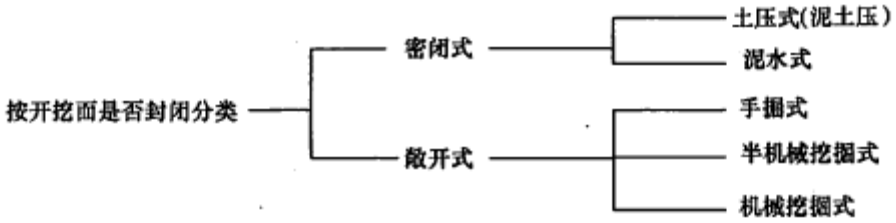


图 1K413035-1　盾构机分类

机的技术水平，各种盾构机对地质条件的适用性如表 1K413035 所示。

盾构机对地质条件的适用性一览表　　表 1K413035

盾构机 土质			敞开式						密闭式			
			手掘式		半机械挖掘式		机械挖掘式		泥土压式		泥水式	
分类	土质	N 值	适用性	注意点	适用性	注意点	适用性	注意点	适用性	注意点	适用性	注意点
冲积黏性土	腐殖土	0	×		×		×		△	地层变形	△	地层变形
	粉土、黏土	0～2	△	地层变形	×		×		○		○	
	砂质粉土、砂质黏土	0～5	△	地层变形	×		×		○		○	
		5～10	△	地层变形	△	地层变形	△	地层变形	○		○	
洪积黏性土	粉质黏土、黏土	10～20	○		○		△	泥土堵塞	○		○	
	黏质粉土、黏土	15～25	○		○		○		○		○	
		25 以上	△	开挖机械	○		○		○		○	
软岩	黏土岩、泥岩	50 以上	×		△	地下水压	△	地下水压	△	刀具磨损	△	刀具磨损
砂质	混有粉土、黏土的砂	10～15	△	地下水压	△	地下水压	△	地下水压	○		○	

土	松散砂	10～30	△	地下水压	×		△	地下水压	○		○	
	密实砂	30 以上	△	地下水压	△	地下水压	△	地下水压	○		○	
砂砾、卵石	松散砂砾	10～40	△	地下水压	△	地下水压	△	地下水压	○		○	
	固结砂砾	40 以上	△	地下水压	△	地下水压	△	刀盘与刀具磨损、地下水压	○	刀具磨损	○	刀具磨损
	混有卵石的砂砾		△	人员安全、地下水压	△	地下水压、超挖量	△	刀盘与刀具磨损、地下水压	○	刀具磨损	△	刀具选择、送泥对策
	卵石、巨砾		△	砾石破碎、地下水压	△	地下水压、超挖量	△		△	刀具与螺旋机选择	△	砾石破碎、送泥对策

注：1.表中符号○表示原则上适用；△表示必须进行辅助工法、辅助设备等充分论证后适用；×表示原则上不适用。

2.选择敞开式盾构多同时采用压气、注浆等辅助工法，其适用性要经过充分论证。

三、盾构机选择的基本程序

(一)盾构机选择应遵循基本原则，采取科学的方法，经过策划、调查、可行性研究、综合比选评价等步骤，按照可行的程序进行。

(二)盾构机选择的基本流程，如图 1K413035-2 所示，以供参考。

【案例 1K413035】

1.背景

某地铁隧道盾构法施工，隧道穿越土层有黏土、粉土、细砂、小粒径砂卵石、含有上层滞水，覆土厚度 8～14m，采用土压平衡盾构施工。施工项目部依据施工组织设计在具备始发

条件后开始隧道施工，掘进过程中始终按施工组织设计规定的各项施工参数执行。

施工过程中发生以下事件：

事件一：拆除始发工作井洞口围护结构后发现洞口土体渗水，洞口土体加固段掘进时地表沉降超过允许值。

事件二：在细砂、砂卵石地层中掘进时，土压计显示开挖面土压波动较大；从螺旋输送机排出的土砂坍落度较低。

2.问题；

(1)施工项目部依据施工组织设计开始隧道施工是否正确？如不正确，写出正确做法。

(2)掘进过程中始终按施工组织设计规定的各项施工参数执行是否正确？如不正确，写出正确做法。

(3)分析事件一发生的主要原因以及正确的做法。

(4)分析事件二发生的主要原因以及应采取的对策。

3.参考答案

(1)不正确。根据住房和城乡建设部《危险性较大的分部分项工程安全管理办法》(建质(2009) 87 号)的规定，盾构工程属于危险性较大的分部分项工程，开工前施工单位必须编制专项施工方案，并应组织专家对专项方案进行论证。

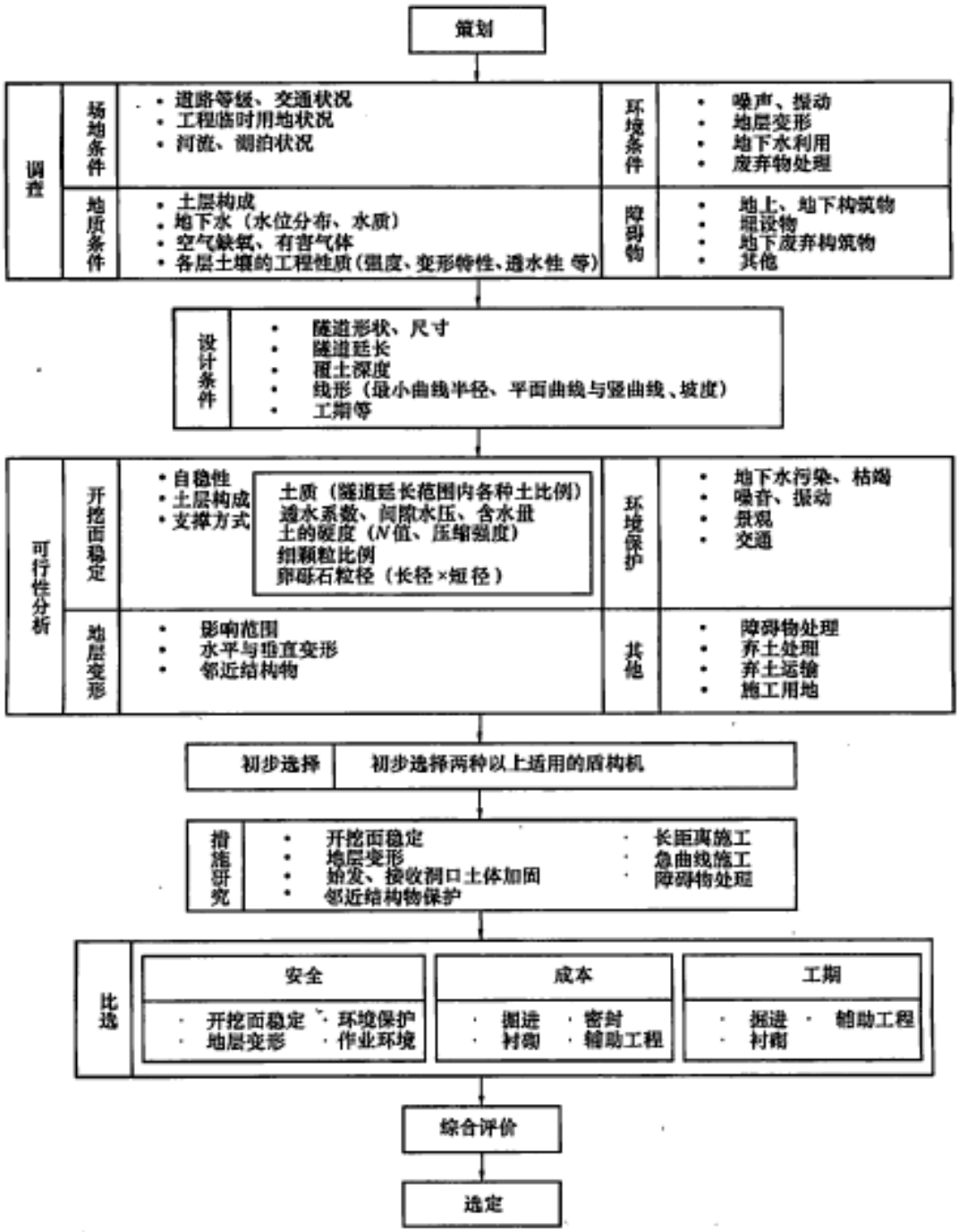


图 1K413035-2　盾构机选择流程图

(2)不正确。首先，在初始掘进过程中应根据收集的盾构掘进数据(推力、刀盘扭矩等)及地层变形量测量数据，判断土压(泥水压)、注浆量、注浆压力等设定值是否适当，及时进行调整，并通过测量盾构与衬砌的位置，及早把握盾构掘进方向控制特性，为正常掘进控制提供依据。其次，由于掘进过程中地层条件、覆土厚度等差异很大，应根据**实际情况适时调整施工参数**。第三，根据**反馈的监控量测数据及时调整相关的施工参数**。

(3)事件一发生的主要原因**是洞口土体加固效果不满足要求**。正确作法是：

①根据地质条件、地下水位、盾构种类与外形尺寸、覆土深度及施工环境条件等，明确加固目的后，合理确定加固方法与加固范围；**本案例的加固目的，既要加固又应止水**。

②拆**除洞口围护结构前要确认洞口土体加固效果，必要时进行补注浆加固**。

(4)事件二发生的主要原因是塑流化改良效果欠佳。应采取的对策主要有：

①选择适宜的改良材料，并适当提高添加比例。

②开挖面土压波动大的情况下，开挖面一般不稳定，此时应加强出土量管理。

1K413040　喷锚暗挖(矿山)法施工

1K413041　掌握喷锚暗挖法的掘进方式选择

市政公用地下工程，因地下障碍物和周围环境限制通常采用喷锚暗挖(矿山)法施工，本条以浅埋暗挖法为主介绍喷锚暗挖(矿山)法掘进方式选择。

一、浅埋暗挖法与掘进方式

浅埋暗挖法施工因掘进方式不同，可分为众多的具体施工方法，如全断面法、正台阶法、环形开挖预留核心土法、单侧壁导坑法、双侧壁导坑法、中隔壁法、交叉中隔壁法、中洞法、侧洞法、柱洞法等。

(一)全断面开挖法

1.全断面开挖法适用于**土质稳定、断面较小的隧道施工**，适宜人工开挖或小型机械作业。

2.**全断面开挖法采取自上而下一次开挖成形**，沿着轮廓开挖，按施工方案一次进尺并及时进行初期支护。

3.全断面开挖法的**优点**是可以**减少开挖对围岩的扰动次数**，有利于围岩天然承载拱的形成，工序简便；**缺点**是**对地质条件要求严格，围岩必须有足够的自稳能力**。

(二)台阶开挖法

1.台阶开挖法**适用于土质较好的隧道施工，软弱围岩、第四纪沉积地层隧道**。

2.台阶开挖法将结构断面分成两个以上部分，即分成上下两个工作面或几个工作面，分步开挖。根据地层条件和机械配套情况，台阶法又可分为正台阶法和中隔壁台阶法等。正台阶法能较早使支护闭合，有利于控制其结构变形及由此引起的地面沉降。

3.台阶开挖法**优点是具有足够的作业空间和较快的施工速度，灵活多变，适用性强**。

4.台阶开挖法注意事项

(1)台阶数不宜过多，台阶长度要适当，对城市第四纪地层，台阶长度一般以控制在 1D 内(D 一般指隧道跨度)为宜。

(2)对岩石地层，针对破碎地段可配合挂网喷锚支护施工，以防止落石和崩塌。

(三)环形开挖预留核心土法

1.**环形开挖预留核心土法适用于一般土质或易坍塌的软弱围岩、断面较大的隧道施工**。

2.一般情况下，将断面分成环形拱部(见表 1K413041 示意图中的 1、2、3)、上部核心土(4)、下部台阶(5)等三部分。根据断面的大小，环形拱部又可分成几块交替开挖。**环形开挖进尺为 0.5～1.0m**，不宜过长。**台阶长度一般以控制在 1D 内**(D 一般指隧道跨度)为宜。

3.施工作业流程：用人工或单臂掘进机开挖环形拱部→架立钢支撑→喷混凝土。在拱部初次支护保护下，为加快进度，宜采用挖掘机或单臂掘进机开挖核心土和下台阶，随时接长钢支撑和喷混凝土、封底。视初次支护的变形情况或施工步序，安排施工二次衬砌作业。

4.方法的主要优点

(1)**因为开挖过程中上部留有核心土支承着开挖面，能迅速及时地建造拱部初次支护，所**

以开挖工作面稳定性好。

(2)和台阶法一样，核心土和下部开挖都是在拱部初次支护保护下进行的，施工安全性好。与超短台阶法相比，台阶长度可以适度加长，以减少上、下台阶施工干扰。与下述的侧壁法相比，施工机械化程度可相对提高，施工速度可加快。

5.注意事项

(1)虽然核心土增强了开挖面的稳定，但**开挖中围岩要经受多次扰动**，而且断面分块多，支护结构形成全断面封闭的时间长，这些都有可能使围岩变形增大。因此，常要结合辅助施工措施对开挖工作面及其前方岩体进行预支护或预加固。

(2)由于**拱形开挖高度较小**，或**地层松软**锚杆不易成型，所以对城市第四纪地层，施工中**一般不设或少设锚杆**。

(四)单侧壁导坑法

1.**单侧壁导坑法适用于断面跨度大，地表沉陷难于控制的软弱松散围岩中隧道施工**。

2.单侧壁导坑法是将断面横向分成 3 块或 4 块：侧壁导坑(1)、上台阶(2)、下台阶(3)(见表 1K413041 中的示意图)，侧壁导坑尺寸应本着充分利用台阶的支撑作用，并考虑机械设备和施工条件而定。

3.一般情况下**侧壁导坑宽度不宜超过 0.5 倍洞宽，高度以到起拱线**为宜，这样导坑可分二次开挖和支护，不需要架设工作平台，人工架立钢支撑也较方便。

4.导坑与台阶的距离没有硬性规定，但一般应以导坑施工和台阶施工不发生干扰为原则。上、下台阶的距离则视围岩情况参照短台阶法或超短台阶法拟定。

5.**单侧壁导坑法每步开挖的宽度较小，而且封闭型的导坑初次支护承载能力大，因而变形较大**。

(五)双侧壁导坑法

1.**双侧壁导坑法又称眼镜工法。当隧道跨度很大，地表沉陷要求严格，围岩条件特别差，单侧壁导坑法难以控制围岩变形时，可采用双侧壁导坑法**。

2.双侧壁导坑法一般是将断面分成四块：左、右侧壁导坑、上部核心土(2)、下台阶(3)(见表 1K413041 中示意图)。**导坑尺寸拟定的原则同前，但宽度不宜超过断面最大跨度的 1/3**。左、右侧导坑错开的距离，应根据开挖一侧导坑所引起的围岩应力重分布的影响不致波及另一侧已成导坑的原则确定。

3.施工顺序：开挖一侧导坑，并及时地将其初次支护闭合。相隔适当距离后开挖另一侧导坑，并建造初次支护。开挖上部核心土，建造拱部初次支护，拱脚支承在两侧壁导坑的初次支护上。开挖下台阶，建造底部的初次支护，使初次支护全断面闭合。拆除导坑临空部分的初次支护。施作内层衬砌。

4.优缺点：

(1)**双侧壁导坑法虽然开挖断面分块多，扰动大，初次支护全断面闭合的时间长，但每个分块都是在开挖后立即各自闭合的，所以在施工中间变形几乎不发展。现场实测结果表明，双侧壁导坑法所引起的地表沉陷仅为短台阶法的 1/2**。

(2)双侧壁导坑法施工较为安全，但**速度较慢，成本较高**。

(六)中隔壁法和交叉中隔壁法

1.**中隔壁法也称 CD 工法**，主要适用于地层较差和不稳定岩体、且地面沉降要求严格的地下工程施工。

2.当 CD 工法不能满足要求时，可在 CD 工法基础上加设临时仰拱，即所谓的交叉中隔壁法(CRD 工法)。

3.CD 工法和 CRD 工法在大跨度隧道中应用普遍，在施工中应严格遵守正台阶法的施工要点，尤其要考虑时空效应，每一步开挖必须快速，必须及时步步成环，工作面留核心土或用喷混凝土封闭，消除由于工作面应力松弛而增大沉降值的现象。

(七)中洞法、侧洞法、柱洞法、洞桩法

当地层条件差、断面特大时，一般设计成多跨结构，跨与跨之间有梁、柱连接，一般采用中洞法、侧洞法、柱洞法及洞桩法等施工，**其核心思想是变大断面为中小断面，提高施工安全度**。

【10 年】: 8．采用喷锚暗挖法施工多层多跨结构隧道时，宜采用的施工方法为（　　）。

A．全断面法　　B．正台阶法　　C．单侧壁导坑法　　D．柱洞法

1.**中洞法施工**就是**先开挖中间部分(中洞)，在中洞内施作梁、柱结构，然后再开挖两侧部分(侧洞)，并逐渐将侧洞顶部荷载通过中洞初期支护转移到梁、柱结构上**。由于中洞的跨度较大，施工中一般采用 CD、CRD 或双侧壁导坑法进行施工。中洞法施工工序复杂，但两侧洞对称施工，比较容易解决侧压力从中洞初期支护转移到梁柱上时的不平衡侧压力问题，施工引起的地面沉降较易控制。中洞法的特点是初期支护自上而下，每一步封闭成环，环环相扣，二次衬砌自下而上施工，施工质量容易得到保证。

2.侧洞法施工就是先开挖两侧部分(侧洞)，在侧洞内做梁、柱结构，然后再开挖中间部分(中洞)，并逐渐将中洞顶部荷载通过初期支护转移到梁、柱上，这种施工方法在处理中洞顶部荷载转移时，相对于中洞法要困难一些。两侧洞施工时，中洞上方土体经受多次扰动，形成危及中洞的上小下大的梯形、三角形或楔形土体，该土体直接压在中洞上，中洞施工若不够谨慎就可能发生坍塌。

3.**柱洞法施工是先在立柱位置施做一个小导洞**，当小导洞做好后，在洞内再做底梁，形成一个细而高的纵向结构，柱洞法施工的关键是如何确保两侧开挖后初期支护同步作用在顶纵梁上，而且柱子左右水平力要同时加上且保持相等。

4.**洞桩法就是先挖洞，在洞内制作挖孔桩，梁柱完成后，再施作顶部结构**，然后在其保护下施工，实际上就是将盖挖法施工的挖孔桩梁柱等转入地下进行。

二、掘进方式与选择条件

(一)虽然掘进方式不同，各种具体施工方法都有其优点和缺点(施工注意事项)；选择前必须经过现场条件调研分析，在技术经济综合比较基础上选择较适宜的施工方法。

(二)上述不同掘进(开挖)方式与选择考虑主要条件见表 1K413041 所示，以供工程实践中参考。

三、掘进(开挖)方式及其选择条件见表 1K413041。

1K413042　掌握喷锚加固支护施工技术

本条文以浅埋暗挖法为主简要介绍喷锚支护技术和超前加固技术。

一、喷锚暗挖与初期支护

(一)喷锚暗挖与支护加固

1.浅埋暗挖法施工地下结构需采用喷锚初期支护，主要包括**钢筋网喷射混凝土、锚杆一钢筋网喷射混凝土、钢拱架一钢筋网喷射混凝土等支护结构形式**；可根据围岩的稳定状况，采用一种或几种结构组合。

2.在浅埋软岩地段、自稳性差的软弱破碎围岩、断层破碎带、砂土层等不良地质条件下施工时，若围岩自稳时间短、不能保证安全地完成初次支护，为确保施工安全，加快施工进度，应采用各种辅助技术进行加固处理，使开挖作业面围岩保持稳定。

(二)支护与加固技术措施

1.**暗挖隧道内常用的技术措施**

(1)超前锚杆或超前小导管支护；

(2)小导管周边注浆或围岩深孔注浆；

(3)设置临时仰拱。

2.**暗挖隧道外常用的技术措施**

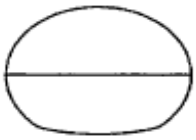
(1)管棚超前支护；

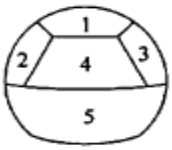
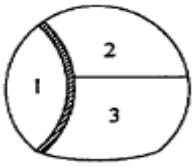
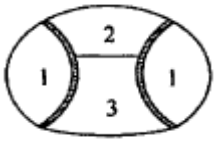
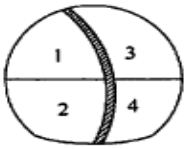
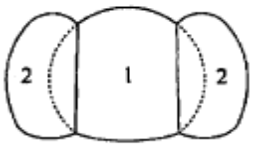
(2)地表锚杆或地表注浆加固；

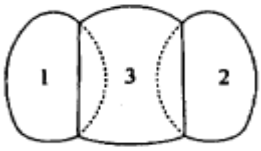
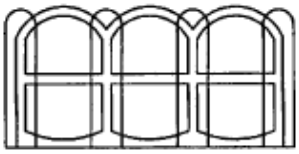
(3)冻结法固结地层；

(4)降低地下水位法。

喷锚暗挖(矿山)法开挖方式与选择条　　表 1K413041

施工方法	示意图	重要指标比较					
		适用条件	沉降	工期	防水	初期支护拆除量	造价
全断面法		地层好，跨度≤8m	一般	**最短**	好	无	低
正台阶法		地层较差，	一般	短	好	无	低

		跨度≤10m					
环形开挖预留核心土法		地层差，跨度≤12m	一般	短	好	无	低
单侧壁导坑法		地层差，跨度≤14m	较大	较短	好	小	低
双侧壁导坑法		小跨度，连续使用可扩大跨度	大	长	效果差	大	高
中隔壁法(CD工法）		地层差，跨度≤18m	较大	较短	好	小	偏高
交叉中隔壁法（CRD工法）		地层差，跨度≤20m	较小	长	好	大	高
中洞法		小跨度，连续使用可扩成	小	长	效果差	大	较高

		大跨度					
侧洞法		小跨度，连续使用可扩成大跨度	大	长	效果差	大	高
柱洞法		多层多跨	大	长	效果差	大	高

【2011】12、暗挖施工中防水效果差的工法是（ C ）轨道

A.全断面 B.中隔壁法 C.侧洞法 D.单侧壁导坑法

二、暗挖隧道内加固支护技术

(一)主要材料

1.喷射混凝土应采用**早强混凝土**，其强度必须符合设计要求。**严禁选用具有碱活性集料**。可根据工程需要掺用外加剂，**速凝剂**应根据**水泥品种、水灰比**等，通过**不同掺量的混凝土试验**选择最佳掺量，**使用前应做凝结时间试验**，要求**初凝时间不应大于 5min，终凝时间不应大于 10min**。

2.**钢筋网**材料宜采用 Q235 钢，钢筋直径宜为 6～12mm，网格尺寸宜采用 150～300mm，搭接长度应符合规范。钢筋网应与锚杆或其他固定装置连接牢固。

3.钢拱架宜选用钢筋、型钢、钢轨等制成，采用钢筋加工而成格栅的主筋直径不宜小于 18mm。

(二)喷射混凝土前准备工作

1.喷射混凝土前，应检查开挖断面尺寸，清除开挖面、拱脚或墙脚处的土块等杂物，设置控制喷层厚度的标志。**对基面有滴水、淌水、集中出水点的情况**，采用**埋管**等方法进行引导疏干。

2.应根据工程地质及水文地质、喷射量等条件选择喷射方式，**宜采用湿喷方式；喷射厚度宜为 50～100mm**。

3.钢架应在开挖或喷射混凝土后及时架设；超前锚杆、小导管支护宜与钢拱架、钢筋网配合使用；长度宜为 3.0～3.5m，并应大于循环进尺的 2 倍。

4.**超前锚杆、小导管支护是沿开挖轮廓线，以一定的外插角**，向开挖面前方安装锚杆、导管，形成对前方围岩的预加固。

(三)喷射混凝土

1.喷射混凝土应紧跟开挖工作面，应分段、分片、分层，由下而上顺序进行，当岩面有较大凹洼时，应先填平。分层喷射时，一次喷射厚度可根据喷射部位和设计厚度确定。

2.钢架应与喷射混凝土形成一体，钢架与围岩间的间隙必须用喷射混凝土充填密实，钢架应全部被喷射混凝土覆盖，保护层厚度不得小于 40mm。

3.临时仰拱应根据围岩情况及量测数据确定设置区段，可采用型钢或格栅并喷混凝土修筑。

(四)隧道内小导管注浆技术详见 1K413044，管棚超前支护详见 1K413045。

(五)隧道内锚杆注浆加固，锚杆施工应保证孔位的精度在允许偏差范围内，钻孔不宜平行于岩层层面，宜沿隧道周边径向钻孔。锚杆必须安装垫板，垫板应与喷混凝土面密贴。钻孔安设锚杆前应先进行喷射混凝土施工，孔位、孔径、孔深要符合设计要求，锚杆露出岩面长不大于喷射混凝土的厚度，锚杆施工应符合质量要求。

三、暗挖隧道外的超前加固技术

(一)降低地下水位法

1.当浅埋暗挖施工地下结构处于富水地层中，且地层的渗透性较好，应首选降低地下水位法达到稳定围岩、提高喷锚支护安全的目的。含水的松散破碎地层宜采用降低地下水位法，不宜采用集中宣泄排水的方法。

2.在城市地下工程中采用降低地下水位法时，最重要的决策因素是确保降水引起的沉降不会对已存在构筑物或拟建构筑物的结构安全构成危害。

3.降低地下水位通常采用地面降水方法或隧道内辅助降水方法。

4.当采用降水方案不能满足要求时，应在开挖前进行帷幕预注浆，加固地层等堵水处理。根据水文、地质钻孔和调查资料，预计有大量涌水或涌水量虽不大，但开挖后可能.引起大规模塌方时，应在开挖前进行注浆堵水，加固围岩。

(二)地表锚杆(管)

1.地表锚杆(管)是一种地表预加固地层的措施，适用于浅埋暗挖、进出工作井地段和岩体松软破碎地段。

2.地面锚杆(管)按矩形或梅花形布置，先钻孔→吹净钻孔→用灌浆管灌浆→垂直插入锚杆杆体→孔口将杆体固定。地面锚杆(管)支护，是由普通水泥砂浆和全粘结型锚杆构成地表预加固地层或围岩深孔注浆加固地层。

3.锚杆类型应根据地质条件、使用要求及锚固特性进行选择，可选用中空注浆锚杆、树脂锚杆、自钻式锚杆、砂浆锚杆和摩擦型锚杆。

(三)冻结法周结地层

1.冻结法是利用人工制冷技术，用于富水软弱地层的暗挖施工固结地层。通常，当土体的含水量大于 2.5%、地下水含盐量不大于 3%、地下水流速不大于 40m/d 时，均可适用常规冻结法，当土层含水量大干 10%和地下水流速不大于 7～9m/d 时，冻土扩展速度和冻结体形成的效果最佳。

2.在地下结构开挖断面周围需加固的含水软弱地层中钻孔敷管，安装冻结器，通过人工制冷作用将天然岩土变成冻土，形成完整性好、强度高、不透水的临时加固体，从而达到加固

地层、隔绝地下水与拟建构筑物联系的目的。

3.在冻结体的保护下进行竖井或隧道等地下工程的开挖施工，待村砌支护完成后，冻结地层逐步解冻，最终恢复到原始状态。

4.冻结法主要优缺点

(1)主要**优点**：冻结加固的地层强度高；地下水封闭效果好；地层整体固结性好；对工程环境污染小。

(2)主要**缺点**：成本较高；有一定的技术难度。

【案例 1K413047】

1.背景

某公司施工项目部承建城市地铁 3 号标段，包含一段双线区间和一个车站，区间隧道及风道出入口采用暗挖法施工，**车站的主体结构采用明开法**施工。区间**隧道上方为现况道路**，路宽 22.5 m，**道路沿线的地下埋设有雨污水、天然气、电信、热力等管线**，另外还有一座公共厕所。隧道埋深 15m 左右，并有 100m 左右长度内遇有中风化石灰岩。岩层以上分别为黏土 2m，砂卵石 5～7m，粉细砂 2m，粉质黏土 3m，回填土 2～2.5m。施工日志记录如下事件：

(1)设计文件提供的相关地下管线及其他构筑物的资料表明：隧道距所有地下管线的垂直净距都在 3.5m 以上；经过分析，项目部认为地下管线对暗挖隧道施工的影响不大。但在**挖到地面的公共厕所位置时隧道发生塌方**。

(2)隧道基底施工遇有风化岩段，项目部拟采用松动爆破法移除岩石；施工前编制了松动爆破施工专项方案，但在专家评审时被否定，最后采取了机械凿除法施工。

(3)由于隧道喷射混凝土施工采用干喷方式，没有采用投标施工方案中的湿法喷射混凝土方式，被质量监督部门要求暂停喷射混凝土施工。

(4)在隧道完成后发现**实际长度比工程量清单中长度少 1.5m**。**项目部仍按清单长度计量**。当被监理发现后要求项目部扣除 1.5m 的长度。

2.问题

(1)事件 1 中最可能引起塌方的原因是什么？

(2)事件 2 中专家为什么否定爆破法专项方案？

(3)质量监督部门为什么要求暂停喷射混凝土施工？

(4)事件 4，监理要求项目部扣除 1.5m 的隧道长度的做法是否正确，为什么？

3.参考答案

(1)问题 1

从背景分析，引起塌方可能成因是公共厕所的化粪池渗漏。较旧的污水混凝土管线、方沟、化粪池等渗漏情况比较多，致使隧道顶部土体含水量增大引起塌方，所以要特别引起注意。一般情况地下、地上建筑物比较复杂，参考设计资料是一方面，更重要的是核对资料，现场实地调查。正确的方法是：**在开工前，首先核对地质资料，现场调查沿线地下管线、各构筑物及地面建筑物基础等情况，并制定保护措施**。

(2)问题 2

因为背景介绍隧道位于城市现况路下，上方有多种管线，采用**松动爆破法移除风化岩石**

应充分考虑爆破风险及其后果的影响；采取机械凿除施工风险较低，且容易控制。项目部原拟施工专项方案选择不当，被专家否定是必然的。

(3)问题 3

因为采用干法射喷混凝土，方法简单易行；但是工作空间粉尘危害较大；湿法喷射混凝土，需要较严格的施工配合，费用较高；但是可有效减少粉尘污染；符合施工现场预防职业病消除粉尘危害的要求。

质量监督部门要求暂停喷射混凝土施工应主要出于以下考虑：

一是承包方应按投标文件中的施工方案施工，如果需改变施工方案应按有关规定，办理变更手续。

二是采用干法射喷混凝土现场施工粉尘较严重，通风换气装置、除尘设备不符合职业卫生要求或有关规定。

(4)问题 4

监理要求是正确的。因为据有关规定：当清单与实际发生的数量不符时，应以实际数量为准，清单中的单价不变。因此计算工程量应按实际发土生的长度，扣除 1.5m 长度土。

1K413043　掌握衬砌及防水施工要求

喷锚暗挖(矿山)法施工隧道通常采用，以便保证隧道结构使用功能和运行安全。本条文简要介绍防水结构施工要点。

一、防水结构施工原则

(一)相关规范规定

1.《地下工程防水技术规范》GB 50108 规定：地下工程防水的设计和施工应遵循**“防、排、截、堵相结合，刚柔相济，因地制宜，综合治理”**的原则。

2.《地铁设计规范》GB 50157 规定：地下铁道隧道工程的防水设计，应根据工程地质、水文地质、地震烈度、结构特点、施工方法和使用要求等因素进行，并应遵循**“以防为主，刚柔结合，多道防线，因地制宜，综合治理”的原则，采取与其相适应的防水措施**。

(二)复合式衬砌与防水体系

1.喷锚暗挖(矿山)法施工隧道通常采用**复合式衬砌设计，衬砌结构**是由**初期(一次)支护、防水层**和**二次衬砌所组成**。

2.喷锚暗挖(矿山)法施工隧道的复合式衬砌，以结构，自防水为根本，辅加防水层组成防水体系，以变形缝、施工缝、后浇带、穿墙洞、预埋件、桩头等接缝部位混凝土及防水层施工为防水控制的重点。

二、施工方案选择

1.施工期间的防水措施主要是**排**和**堵**两类。施工前，根据资料预计可能出现的地下水情况，估计水量，选择防水方案。施工中要做好出水部位、水量等记录，按设计要求施作排水系统，确保防水效果。当结构处于贫水稳定地层，同时位于地下潜水位以上时，在确保安全的条件下，可考虑限排方案。

2.在**衬砌背后设置排水盲管(沟)或暗沟和在隧底设置中心排水盲沟时，应根据隧道的渗漏水情况，配合衬砌一次施工**。施工中应防止衬砌混凝土或压浆浆液侵入盲沟内堵塞水路，盲

管(沟)或暗沟应有足够数量和过水能力的断面，组成完整有效的排水系统并应符合设计要求。

3.**衬砌背后可采用注浆或喷涂防水层等方法止水**。施工前应根据工程地质和水文地质条件，通过试验作出设计，并在施工过程中修正各项参数。

三、复合式衬砌防水施工

(一)**复合式衬砌防水层施工应优先选用射钉铺设**，结构组成如图 1K413043 所示。

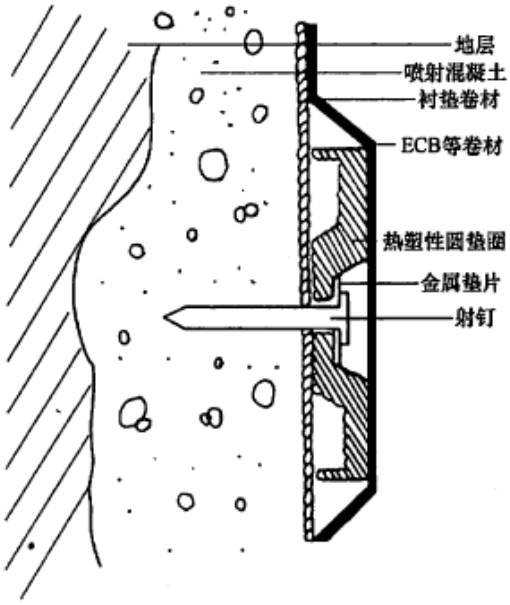


图 1K413043　复合式衬砌防水层结构示意图

(二)防水层施工时喷射混凝土表面应平顺，不得留有锚杆头或钢筋断头，表面漏水图 1K413043 复合式衬砌防水层结构示意图应及时引排，防水层接头应擦净。防水层可在拱部和边墙按环状铺设，开挖和衬砌作业不得损坏防水层，铺设防水层地段距开挖面不应小于爆破安全距离，防水层纵横向铺设长度应根据开挖方法和设计断面确定。

(三)衬砌施工缝和沉降缝的止水带不得有割伤、破裂，固定应牢固，防止偏移，提高止水带部位混凝土浇筑的质量。

(四)二衬混凝土施工

1.**二衬采用补偿收缩混凝土**，具有良好的抗裂性能，主体结构防水混凝土在工程结构中不但承担防水作用，还要和钢筋一起承担结构受力作用。

2.二衬混凝土浇筑应采用**组合钢模板体系**和**模板台车**两种模板体系。**对模板及支撑结构进行验算，以保证其具有足够的强度、刚度和稳定性**，防止发生变形和下沉。模板接缝要拼贴平密，避免漏浆。

3.混凝土浇筑采用**泵送模注，两侧边墙采用插入式振捣器振捣，底部采用附着式振动器振捣。混凝土浇筑应连续进行，两侧对称，水平浇筑**，不得出现水平和倾斜接缝；如混凝土浇筑因故中断，则必须采取措施对两次浇筑混凝土界面进行处理，以满足防水要求。

1K413044　熟悉小导管注浆加固技术

小导管注浆是喷锚暗挖法隧道施工是浅埋暗挖隧道的常规施工工序。本条文简要介绍小导管注浆加固技术及其施工要点。

一、适用条件与基本规定

(一)适用条件

1.小导管注浆支护加固技术**可作为暗挖隧道常用的支护措施和超前加固措施**，能配套使用多种注浆材料，施工速度快，施工机械简单，工序交换容易。

2.**在软弱、破碎地层中成孔困难或易塌孔，且施作超前锚杆比较困难或者结构断面较大时，宜采取超前小导管注浆和超前预加固处理方法**。

(二)基本规定

1.**小导管支护和超前加固必须配合钢拱架使用**。用作小导管的钢管钻有注浆孔，以便向土体进行注浆加固，也有利于提高小导管自身刚度和强度。

2.采用小导管加固时，为保证工作面稳定和掘进安全，应**确保小导管安装位置正确和足够**

的有效长度，严格控制好小导管的钻设角度。

3.在条件允许时，应配合地面超前注浆加固；有导洞时，可在导洞内对隧道周边进行径向注浆加固。

二、技术要点

(一)小导管布设

1.常用设计参数：钢管直径 **30～50mm**，钢管长 **3～5m**，**焊接钢管或无缝钢管**；钢管钻设注浆孔间距为 **100～150mm**，钢管沿拱的环向布置间距为 300～500mm，钢管沿拱的环向外插角为 50～15^0，**小导管是受力杆件**，因此**两排小导管在纵向应有一定搭接长度，钢管沿隧道纵向的搭接长度一般不小于 1m**。

2.导管安装前应将工作面封闭严密、牢固，清理干净，并测放出钻设位置后方可施工。

(二)注浆材料

1.**应具备良好的可注性，固结后应有一定强度、抗渗、稳定、耐久和收缩小，浆液须无毒**。注浆材料可采用**改性水玻璃浆、普通水泥单液浆、水泥一水玻璃双液浆、超细水泥**四种注浆材料。一般情况下**改性水玻璃浆**适用于**砂类土**，**水泥浆和水泥砂浆**适用于**卵石地层**。

2.**水泥浆或水泥砂浆**主要成分为 **P·O42.5 级及以上的硅酸盐水泥、水泥砂浆**；水玻璃浓度应为 40～45Be，外加剂应视不同地层和注浆法工艺进行选择。

3.注浆材料的**选用和配比的确定**，应根据工程条件，**经试验确定**。

(三)注浆工艺.

1.注浆工艺应简单、方便、安全，应根据土质条件选择注浆工艺(法)。

2.**在砂卵石地层中宜采用渗入注浆法；在砂层中宜采用劈裂注浆法；在黏土层中宜采用劈裂或电动硅化注浆法；在淤泥质软土层中宜采用高压喷射注浆法**。

3.选择条件详见 1K413023 有关内容。

三、施工控制要点

(一)控制加固范围

1.按设计要求，严格控制小导管的长度、开孔率、安设角度和方向。

2.小导管的尾部必须设置封堵孔，防止漏浆。

(二)保证注浆效果

1.浆液必须配比准确，符合设计要求。

2.**注浆时间和注浆压力应由试验确定，应严格控制注浆压力**。一般条件下：改性水玻璃浆、水泥浆初压宜为 0.1～0.3MPa，砂质土终压一般应不大于 0.5MPa，黏质土终压不应大于 0.7MPa。水玻璃一水泥浆初压宜为 0.3～1.0MPa，终压宜为 1.2～1.5MPa。

3.注浆施工期应进行监测，**监测项目**通常有**地(路)隆起面、地下水污染**等，特别是要采取必要措施**防止注浆浆液溢出地面**或**超出注浆范围**。

【案例 1K413044】

1.背景

某热力管线暗挖隧道，长 3.2km，断面尺寸为 3.2m×2.8m，埋深 3.5m。隧道穿越砂土层和砂砾层，除局部有浅层滞水外，无需降水。承包方 A 公司通过招标将穿越砂砾层段 468m

隧道开挖及支护分包给 B 专业公司。B 公司依据 A 公司的施工组织设计，**进场后由工长向现场作业人员交代**了施工做法后开始施工。

施工中 B 公司在距工作竖井 48m 时，发现开挖面**砂砾层**有渗水且土质松散，有塌方隐患。B 公司立即向 A 公司汇报。经有关人员研究，决定采用小导管超前加固措施。B 公司采用**劈裂注浆法**，根据以往**经验**确定**注浆量**和**注浆压力**，注浆过程中地面监测发现**地表有隆起现象**。随后 A 公司派有经验的专业人员协助 B 公司研究解决。

质量监督部门在工程施工前的例行检查时，发现 A 公司项目部工程资料中初期支护资料不全，部分资料保留在 B 公司人员手中。

2.问题

(1)暗挖隧道开挖前的技术交底是否妥当？如有不妥，写出正确做法。

(2)B 公司采用劈裂注浆法是否正确？如不正确，应采取什么方法？哪些浆液可供选用？

(3)分析注浆过程中地表隆起的主要原因，给出防止地表隆起的正确做法。

(4)说明 A、B 公司在工程资料管理方面应改进之处。

3.参考答案

(1)问题 1

不妥当。正确作法：单位工程、分部工程和分项工程开工前，**工程施工项目部技术负责人应对承担施工的负责人**或**分包方全体人员进行书面技术交底。技术交底资料应办理签字手续并归档**。

(2)问题 2

不正确。注浆施工应根据土质条件选择注浆法，在砂砾石地层中应采用渗入注浆法，不宜采用劈裂注浆法；注浆浆液可选用水泥浆或水泥砂浆。

(3)问题 3

从背景材料介绍，分析注浆过程中地表隆起的主要原因是注浆量和注浆压力控制不当引起的；防止地表隆起的正确做法，应经试验确定注浆量和注浆压力。

(4)问题 4

A 公司作为总承包单位负责汇集，随施工进度及时整理所有有关施工技术资料；B 公司应主动向总承包单位移交有关施工技术资料。

1K413045　熟悉管棚施工技术

管棚超前支护是喷锚暗挖(矿山)施工隧道超前加固的辅助施工方法(简称管棚法)。

本条文简要介绍管棚法的施工技术。

一、结构组成与适用条件

(一)结构组成

1.管棚法为**防止隧道开挖引起的地表下沉**和**围岩松动，开挖掘进前沿开挖工作面的上半断面设计周边打入厚壁钢管**，在地层中构筑的临时承载棚防护下，为安全开挖预先提供增强地层承载力的临时支护方法，与小导管注浆法相对应，通常又称为大管棚超前支护法。

2.**管棚是由钢管**和**钢拱架组成**。钢管入土端制作成尖靴状或楔形，沿着开挖轮廓线，以较小的外插角，向开挖面前方打入钢管或钢插板，末端支架在钢拱架上，形成对开挖面前方围

岩的预支护。

3.管棚中的钢管应按照设计要求进行加工和开孔，**管内应灌注水泥浆或水泥砂浆**，以便提高钢管自身刚度和强度。

(二)适用条件

1.适用于**软弱地层**和**特殊困难地段**，如极破碎岩体、塌方体、砂土质地层、强膨胀性地层、强流变性地层、裂隙发育岩体、断层破碎带、浅埋大偏压等围岩，**并对地层变形有严格要求的工程**。

2.通常，在下列施工场合应考虑采用管棚进行超前支护：

(1)穿越铁路修建地下工程；

(2)穿越地下和地面结构物修建地下工程；

(3)修建大断面地下工程；

(4)隧道洞口段施工；

(5)通过断层破碎带等特殊地层；

(6)特殊地段，如大跨度地铁车站、重要文物保护区、河底、海底的地下工程施工等。

【09 年】：10．浅埋暗挖法施工时，如浆处于砂砾地层，并穿越既有铁路，宜采用的辅助施工方法是（）。P146

A．地面砂浆锚杆　　B．小导管注浆加固　C．管棚超前支护　　D．降低地下水位

二、技术要点

(一)主要材料要求

1.管棚所用钢管一般选用**直径 70～180mm，壁厚 4～8mm 无缝钢管**。管节长度是工程具体情况而定，一般情况下**短管棚**采用的钢管**每节长小于 10m，长管棚**采用的钢管**每节长大于 10m**，或可采用出厂长度。

2.**水泥砂浆**主要成分为 **P·O42.5 级及以上的硅酸盐水泥**，水泥砂浆宜采用**中砂或粗砂**；外加剂应视不同地层选用；配比应根据工程土质条件，经试验确定。

(二)施工技术要点

1.施工工艺流程：(了解)

测放孔位→钻机就位→水平钻孔→压入钢管→注浆(向钢管内或管周围土体) →封口→开挖。

2.管棚一般是沿地下工程断面周边的一部分或全部，以一定的间距环向布设，形成钢管棚护，沿周边布设的长度及形状主要取决于地形、地层、地中或地面及周围建筑物的状况，有帽形、方形、一字形及拱形等。

3.管棚钢管环向布设间距对防止上方土体坍落及松弛有很大影响，施工中须根据结构埋深、地层情况、周围结构物状况等选择合理间距。**一般采用的间距为 2.0～2.5 倍的钢管直径。纵向两组管棚搭接的长度应大于 3m**。在铁路、公路正下方施工时，要采用刚度大的钢管连续布设。

三、施工质量控制要点

(一)钻孔精度控制

1.钻孔开始前应在管棚孔口位置埋置套管，把钢管放在标准拱架上，测定钻孔孔位和钻机的中心，使两点一致。为了防止钻孔中心振动，**钢管应用 U 形螺栓与拱架稍加固定**，以仿止

弯曲，**并应每隔 5m(视情况可调整，一般为 2～6m)对正在钻进的钻孔及插入钢管的弯曲及其趋势进行孔弯曲测定检查**。

2.在松软地层或不均匀地层中钻进时，管棚应设定外插角，角度一般不宜大于 3^0。避免管节下垂进入开挖面，应注意检测钻孔的偏斜度，发现偏斜度超出要求应及时纠正。

(二)钢管就位控制

1.钢管的打入隧钻孔同步进行，并按设计要求接长，接头应采用厚壁管箍，上满丝扣，确保连接可靠。

2.**钢管打入土体就位后，应及时隔(跳)孔向钢管内及周围压注水泥浆或水泥砂浆，使钢管与周围岩体密实，并增加钢管的刚度**。

【2011】: 22、管棚施工描述正确的是（ P147 ABD ）轨道
A.管棚打入地层后，应及时隔跳孔向钢管内及周围压注水泥砂浆
B.必要时在管棚中间设置小导管 C.管棚打设方向与隧道纵向平行
D.管棚可应用于强膨胀的地层 E.管棚末端应支架在坚硬地层上

(三)注浆效果控制

1.严格控制管棚间距，防止管棚出现间距过大或出现偏离。

2.严格按试验参数，控制注浆量，防止注浆效果不好、出现流沙等现象。

3.必要时宜与小导管注浆相结合，开挖时可在管棚之间设置小导管。

1K414000　城市给水排水工程

1K414010　给水排水厂站工程结构与特点

1K414011　掌握厂站工程结构与施工方法

本条文简要介绍给排水厂站工程结构特点与施工方法。

一、给排水厂站工程结构特点

(一)厂站构筑物组成（了解标题）

1.**水处理(含调蓄)构筑物**，指按水处理工艺设计的构筑物。给水处理构筑物包括配水井、药剂间、混凝沉淀池、澄清池、过滤池、反应池、吸滤池、清水池、二级泵站等。污水处理构筑物包括进水闸井、进水泵房、格筛间、沉砂池、初沉淀池、二次沉淀池、曝气池、氧化沟、生物塘、消化池、沼气储罐等。

2.**工艺辅助构筑物**，指主体构筑物的走道平台、梯道、设备基础、导流墙(槽)、支架、盖板、栏杆等的细部结构工程，各类工艺井(如吸水井、泄空井、浮渣井)、管廊桥架、闸槽、水槽(廊)、堰口、穿孔、孔口等。

3.**辅助建筑物**，分为生产辅助性建筑物和生活辅助性建筑物。生产辅助性建筑物指各项机械设备的建筑厂房如鼓风机房、污泥脱水机房、发电机房、变配电设备房及化验室、控制室、仓库、砂料场等。生活辅助性建筑物包括综合办公楼、食堂、浴室、职工宿舍等。

4.**配套工程**，指为水处理厂生产及管理服务的配套工程，包括厂内道路、厂区给排水、照明、绿化等工程。

5.**工艺管线**，指水处理构筑物之间、水处理构筑物与机房之间的各种连接管线；包括进水管、出水管、污水管、给水管、回用水管、污泥管、出水压力管、空气管、热力管、沼气管、投药管线等。

(二)构筑物结构形式与特点

1.水处理(调蓄)构筑物和泵房**多数采用地下或半地下钢筋混凝土结构**，特点是**构件断面较薄**，属于薄板或薄壳型结构，配筋率较高，具有**较高抗渗性**和**良好的整体性要求**。少数构筑物采用土膜结构如氧化塘或生物塘等，面积大且有一定深度，抗渗性要求较高。

2.工艺辅助构筑物多数采用钢筋混凝土结构，特点是构件断面较薄，结构尺寸要求精确；少数采用钢结构预制，现场安装，如出水堰等。

3.辅助性建筑物视具体需要采用钢筋混凝土结构或砖砌结构，符合房建工程结构要求。

4.配套的市政公用工程结构符合相关专业结构与性能要求。

5.工艺管线中给排水管道越来越多采用水流性能好、抗腐蚀性高、抗地层变位性好的 PE 管、球墨铸铁管等新型管材。

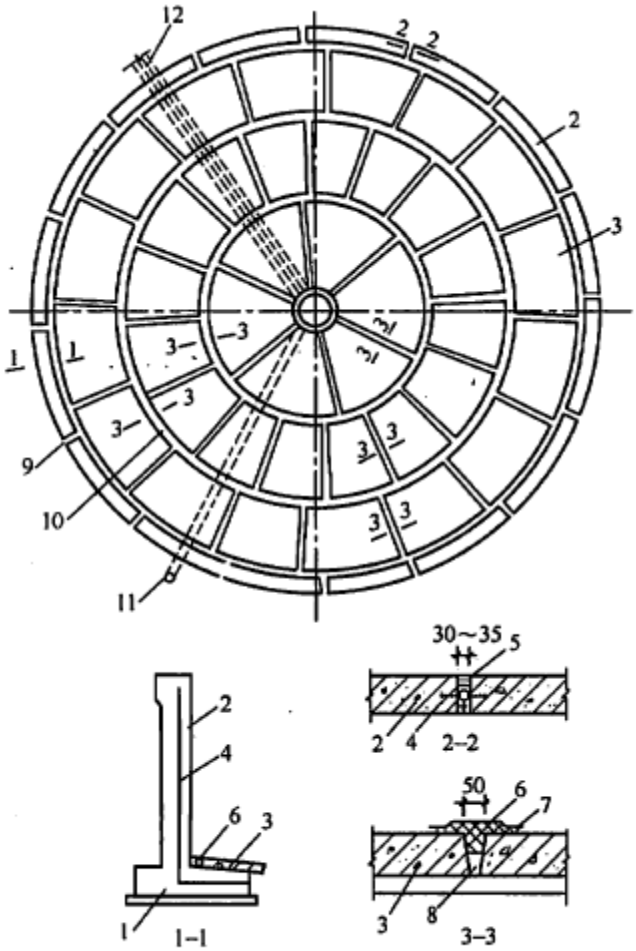


图 1K414011-1　圆形水池单元组合结构

二、构筑物与施工方法

(一)全现浇混凝土施工

1.水处理(调蓄)构筑物的钢筋混凝土池体**大多采用现浇混凝土施工。浇筑混凝土时应依据结构形式分段、分层连续进行**，浇筑层高度应根据**结构特点、钢筋疏密决定，一般为振捣器作用部分长度的 1.25 倍，最大不超过 500mm**。现浇混凝土的配合比、强度和抗渗、抗冻性能必须符合设计要求，构筑物不得有露筋、蜂窝、麻面等质量缺陷；且整个构筑物混凝土应做到颜色一致、棱角分明、规则，体现外光内实的结构特点。

2.水处理构筑物中**圆柱形混凝土池体结构**，当**池壁高度大**(12～18m)时**宜采用整体现浇施工**，支模方法有：**满堂支模法**及**滑升模板法**。前者模板与支架用量大，后者宜在池壁高度≥15m时采用。

3.污水处理构筑物中**卵形消化池**，通常采用**无粘结预应力筋、曲面异型大模板**施工。消化池钢筋混凝土主体外表面，需要做保温和外饰面的保护，但必须在主体结构施工质量验收合格后施工；保温层、饰面层和骨架施工应符合设计要求。

【2011】13、曲面异面的构筑物（C）排水

A.矩形水池　B.圆柱形消化池　C.卵形消化池　D 圆形蓄水池

(二)单元组合现浇混凝土施工

1.**沉砂池、生物反应池、清水池**大型池体的断面形式可分为**圆形水池**和**矩形水池**，宜采

用单元组合式现浇混凝土结构，池体由相类似底板及池壁板块单元组合而成。

2.以圆形储水池为例，池体通常由 38 块厚扇形底板单元和 16 块倒 T 形壁板单元组成，一般不设顶板。单元一次性浇注而成，**底板单元间**用**聚氯乙烯胶泥嵌缝**，**壁板单元间用橡胶止水带接缝**，如图 1K414011-1 所示。这种单元组合结构可有效防止池体出现裂缝渗漏。

3.大型矩形水池为避免裂缝渗漏

设计通常采用单元组合结构将水池分块(单元)浇筑。**各块(单元)间留设后浇缝带，池体钢筋按设计要求一次绑扎好，缝带处不切断，待块(单元)养护 28d 后**，再采用**比块(单元)强度高一个等级的混凝土或掺加 UEA 的补偿收缩混凝土灌筑后浇缝带使其连成整体**。如图 1K414011-2 所示。

4.圆柱形消化池的池壁高度大(12～18m)，多采用整体现浇施工，其支模方法有：**满堂支模法**及**滑升模板法**。前者模板与支架用量大，后者宜在池壁高度≥15m 时采用。

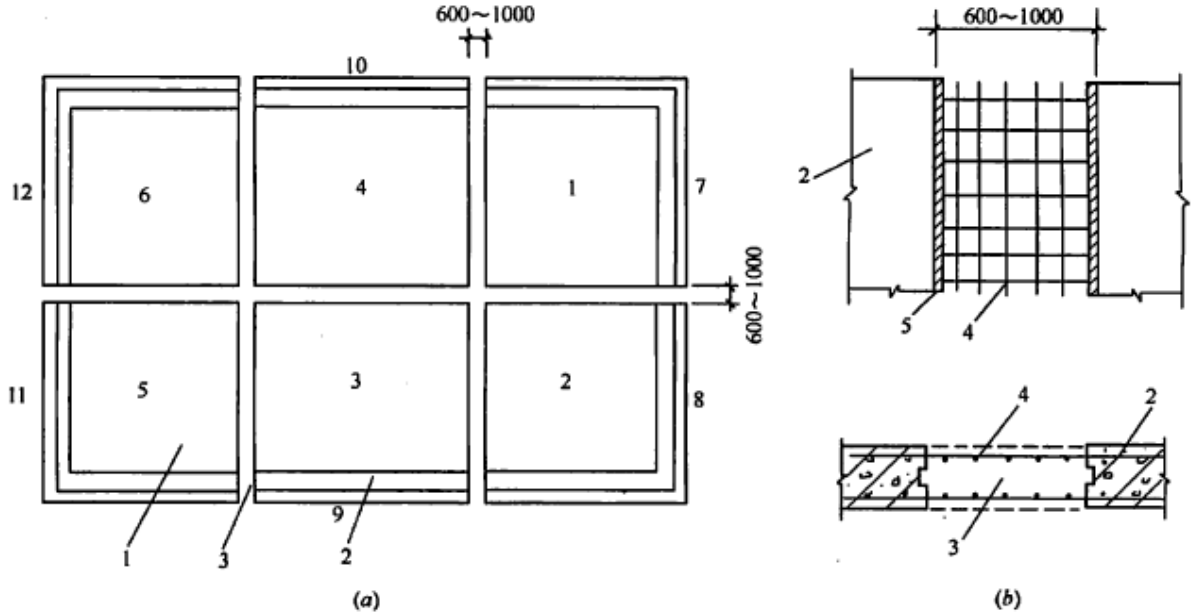


图 1K414011-2　矩形水池单元组合结构

(三)预制拼装施工

1.水处理构筑物中**沉砂池、沉淀池、调节池**等混凝土圆形水池宜采用**装配式预应力钢筋混凝土结构**，以便获得较好的抗裂性和不透水性。

2.预制拼装施工的圆形水池可采用**绕丝法、电热张拉法**或**径向张拉法**进行壁板环向预应力施工。

3.预制拼装施工的圆形水池在水池**满水试验合格后**，应及时进行**钢丝保护层喷射混凝土施工**。

(四)砌筑施工

1.行近渠道、下游渠道和静水井等**工艺辅助构筑物**，可采用**砖石砌筑结构**，砌体外需抹水泥砂浆层，且应压实赶光，以满足工艺要求。

2.量水槽(标准巴歇尔量水槽和大型巴歇尔量水槽)、出水堰等工艺辅助构筑物宜用耐腐蚀、耐水流冲刷、不变形的材料预制，现场安装而成。

(五)预制沉井施工

1.**钢筋混凝土结构泵房、机房**通常采用**半地下式**或**完全地下式结构**，在有地下水、流沙、软土地层的条件下，应选择预制沉井法施工。

2.预制沉井法施工通常采取**排水下沉干式沉井方法**和**不排水下沉湿式沉井方法**。前者适用于渗水量不大、稳定的黏性土；后者适用于比较深的沉井或有严重流沙的情况。排水下沉分为人工挖土下沉、机械挖土下沉、水力机械下沉。不排水下沉分为水下抓土下沉、水下水力吸泥下沉、空气吸泥下沉。

(六)土膜结构水池施工

1.**氧化塘、生物塘**等水池又**称为塘体构筑物**，因其施工简便、造价低，近些年来在工程实践中应用较多，如 BIOLAKE 工艺中的氧化塘。

2.**基槽施工是塘体构筑物施工关键的分项工程**，必须做好基础处理和边坡修整，以保证构筑物的整体结构稳定。

3.**衬里施工是塘体的衬里，类型有多种(如 PE、PVC、沥青、水泥混凝土、CPE 等)，设计根据处理污水的水质类别和现场条件进行选择，施工应按设计要求施工和相关材料标准检验**。

4.**塘体结构水工构筑物防渗施工是塘体结构施工的关键环节**，应按设计要求控制防渗材料类型、规格、性能、质量，严格控制连接、焊接部位的施工质量，以保证防渗性能要求。

1K414012　熟悉给水与污水处理工艺流程

本条文简要介绍常见的城镇给水处理和污水处理工艺流程。

一、给水处理

(一)处理方法与工艺

1.**处理对象通常为天然淡水水源**，主要有来自江河、湖泊与水库的地表水和地下水(井水)两大类。水中含有的杂质，分为无机物、有机物和微生物三种，也可**按杂质的颗粒大小**以及存在形态分为**悬浮物质**、**胶体**和**溶解物质**三种。

2.**处理目的是去除或降低原水中悬浮物质、胶体、有害细菌生物以及水中含有的其他有害杂质，使处理后的水质满足用户需求**。基本原则是利用现有的各种技术、方法和手段，采用尽可能低的工程造价，将水中所含的杂质分离出去，使水质得到净化。

3.常用的给水处理方法(见表 1K414012-1)常用的给水处理方法

常用的给水处理方法（了解）　　表 1K414012-1

自然沉淀	用以去除水中**粗大颗粒杂质**
混凝沉淀	使用混凝药剂沉淀或澄清去除**水中胶体**和**悬浮杂质等**
过滤	使水通过细孔性滤料层，截流去除经沉淀或澄清后剩余的**细微杂质**；或不经过沉淀。原水直接加药、混凝、过滤去除水中胶体和悬浮杂质
消毒	去除水中病毒和细菌，保证饮水卫生和生产用水安全
软化	降低水中钙、镁离子含量，使硬水软化
除铁除锰	去除地下水中所含过量的铁和锰，使水质符合饮用水要求

(二)工艺流程与适用条件(见表 1K414012-2)

常用处理工艺流程及适用条件（记忆）　　表 1K414012-2

工艺流程	适用条件
原水——简单处理(如筛网隔滤或消毒)	水质较好
原水—接触过滤—消毒	一般用于**处理浊度和色度较低的湖泊水和水库水**，进水悬浮物一般小于 100mg/L，水质稳定、变化小且无藻类繁殖
原水—混凝、沉淀或澄清—过滤—消毒	**一般地表水处理厂广泛采用的常规处理流程，适用于浊度小于 3mg/L 河流水**。河流小溪水浊度经常控低，洪水时含砂量大，可采用此流程对低蚀度、无污染的水不加凝聚剂或跨越沉淀直接过滤
原水—调蓄预沉—自然预沉淀或混凝沉淀—混凝沉淀或澄清—过滤—消毒	**高浊度水**二级沉淀，**适用于含砂量大，砂峰持续时间长**。预沉后原水含砂量应降低到 1000mg/L 以下，黄河中上游的中小型水厂和长江上游高浊废水处理多采用二级沉淀(澄清)工艺，适用于中小型水厂，有时在滤池后建造清水调蓄池

【2011】:14、水质较好处理过程是（ A ）排水

A 原水-筛网过滤或消毒 B.原水-沉淀-过滤

C.原水-接触过滤-消毒 D.原水-调蓄预沉-澄清

【07 年】：12.某一水库的原水悬浮物一般在 50～80mg/L，水质稳定，合理的给水处理工艺流程是(　)。

A.原水→沉淀→消毒　　B.原水→接触过滤→消毒

C.原水→澄清→过滤→消毒　　D.原水→混凝、沉淀→过滤→消毒

【09 年】：16．对浊度小于 3mg / l 的河水。一般给水处理厂广泛采用的常规处理流程是（）。P151

A．原水一过滤一消毒　　B．原水一接触过滤一消毒

C．原水一混凝、沉淀或澄清一过滤一消毒

D．原水一预沉淀一混凝、沉淀一过滤一消毒

【2010】：16．一般地表水处理厂采用的常规处理流程为（　　）。P151

A．原水→沉淀→混凝→过滤→消毒　　B．原水→混凝→沉淀→过滤→消毒

C．原水→过滤→混凝→沉淀→消毒　　D．原水→混凝→消毒→过滤→沉淀

【答案】B

(三)预处理和深度处理为了进一步发挥给水处理工艺的整体作用，提高对污染物的去除效果，善和提高饮

用水水质，除了常规处理工艺之外，还有预处理和深度处理工艺。

1.按照对污染物的去除途径不同，预处理方法可分为**氧化法**和**吸附法**，其中氧化法又可分为**化学氧化法**和**生物氧化法**。化学氧化法预处理技术主要有氯气预氧化及高锰酸钾氧化、紫外光氧化、臭氧氧化等预处理；生物氧化预处理技术主要采用生物膜法，其形式主要是淹没式生物滤池，如进行 TOC 生物降解、氮去除、铁锰去除等。吸附预处理技术，如用粉末活性炭吸附、黏土吸附等。

2.**深度处理**是指在常规处理工艺之后：再通过适当的处理方法，将常规处理工艺不能有效

去除的污染物或消毒副产物的前身物加以去除，从而提高和保证饮用水质。目前，应用较广泛的深度处理技术主要有**活性炭吸附法**、**臭氧氧化法**、**臭氧活性炭法**、**生物活性炭法**、**光催化氧化法**、**吹脱法**等。

二、污水处理

(一)处理方法与工艺

1.处理目的是将输送来的污水通过必要的处理方法，使之达到国家规定的水质控制标准后回用或排放。从污水处理的角度，污染物可分为**悬浮固体污染物**、**有机污染物**、**有毒物质**、**污染生物**和**污染营养物质**。**污水中有机物浓度**一般用**生物化学需氧量(BOD_5)**、**化学需氧量(COD)**、**总需氧量(TOD)**和**总有机碳(TOC)**来表示。

2.处理方法可根据**水质类型**分为**物理处理法**、**生物处理法**、污水处理产生的**污泥处置**及**化学处理法**，还可根据处理程度分为**一级**处理、**二级**处理及**三级**处理等工艺流程。

(1)物理处理方法是利用物理作用分离和去除污水中污染物质的方法。常用方法有筛滤截留、重力分离、离心分离等，相应处理设备主要有**格栅**、**沉砂池**、**沉淀池及离心机**等。其中沉淀池同城镇给水处理中的沉淀池。

【06 年】：26.城市污水处理厂的典型污水处理工艺单元有(　)。P152

A.格栅　　B.沉砂池　　C.澄清池　　D.二次沉淀池　　E.生物处理池

(2)生物处理法是利用微生物的代谢作用，去除污水中有机物质的方法。常用的有活**性污泥法**、**生物膜法**等，还有**氧化塘及污水土地处理法**。

(3)**化学处理**法，用于城市**污水处理混凝法**类同于城市给水处理。

3.**污泥**需处理才能防止二次污染，其处置方法常有**浓缩**、**厌氧消化**、**脱水**及**热处理**等。

(二)工艺流程

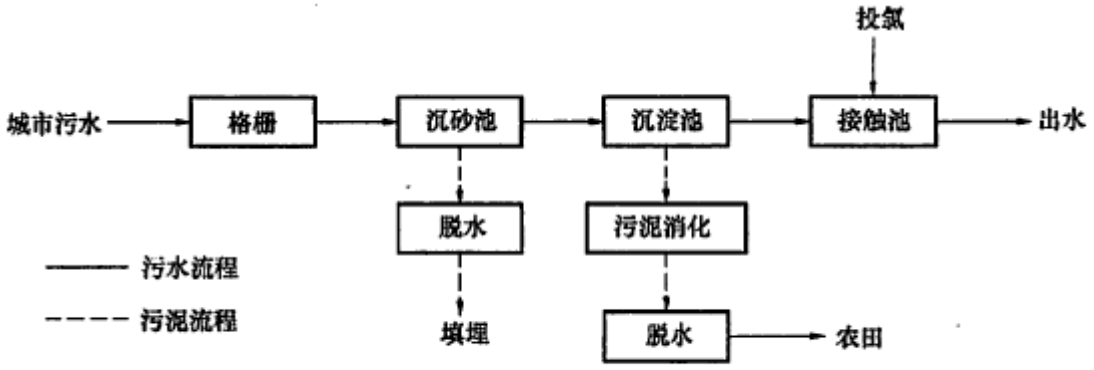


图 1K414012-1　一级处理工艺流程

1.一级处理工艺流程如图 1K414012-1 所示。主要针对水中**悬浮物质**，常采用**物理的方法**，经过一级处理后，污水悬浮物去除可达 40%左右，附着于悬浮物的有机物也可去除 30%左右。

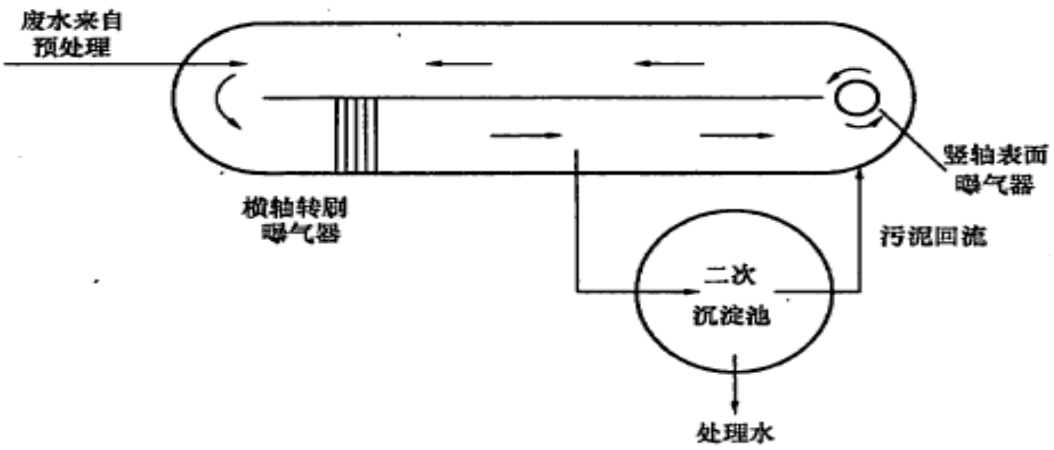


图 1K414012-2　氧化沟系统平面示意图

2.二级处理以氧化沟为例。其工艺流程如图 1K414012-2 所示。**主要去除**污水中呈**胶体**和**溶解状态的有机污染物质**。通常**采用的方法是微生物处理法**，具体方式有**活性污泥法**和**生物膜法**。**经过二级处理后，BOD_5 去除率可达 90%以上，二沉池出水能达标排放**。

(1)**活性污泥**处理系统，在当前污水处理领域，**是应用最为广泛的处理技术之一，曝气池是其反应器**。污水与污泥在曝气池中混合，污泥中的微生物将污水中复杂的有机物降解，并用释放出的能量来实现微生物本身的繁殖和运动等。

(2)**氧化沟**是传统活性污泥法的一种改型，污水和活性污泥混合液在其中循环流动，动力来自于转刷与水下推进器。**一般不需要设置初沉池**，并且经常采用**延时曝气**。

氧化沟工艺构造形式多样，一般呈环状沟渠形，其平面可为圆形或椭圆形，或与长方形的组合状。主要构成有氧化沟沟体、曝气装置、进出水装置、导流装置。传统的氧化沟具有延时曝气活性污泥法的特点，通过调节曝气的强度和水流方式，可以使氧化沟内交替出现厌氧、缺氧和好氧状态或出现厌氧区、缺氧区和好氧区，从而脱氮除磷。根据形式的不同，氧化沟可以分为卡罗赛尔氧化沟、奥贝尔氧化沟、交替式氧化沟、一体式氧化沟及其他类型的氧化沟。

3.**三级处理**是在一级处理、二级处理之后，进一步**处理难降解的有机物**既可导致水体**富营养化的氮、磷**等可溶性无机物等。三级处理常用于二级处理以后，以进一步改善水质和达到国家有关排放标准为目的。三级处理使用的方法有**生物脱氮除磷**、**混凝沉淀(澄清、气浮)**、**过滤**、**活性炭吸附**等。

【07 年】26.导致水体富营养化的物质包括(　)。P153

A.氮　　B.磷　　C.重金属　　D.致病微生物　　E.可溶性无机物

三、再生水回用

1.再生水，又称为**中水**，是指污水经适当处理后，达到一定的水质指标、满足某种使用要求供使用的水。

2.**再生回用处理系**统是将经过**二级处理后**的污水再**进行深度处理**，以去除二级处理剩余的污染物，如难以生物降解的有机物、氨、磷、致病微生物、细小的固体颗粒以及无机盐等，使净化后的污水达到各种回用目的的水质要求。**回用处理技术的选择主要取决于再生水水源的水质和回用水水质的要求**。

3.污水再生回用分为以下五类：

(1)**农、林、渔业用水**：含农田灌溉、造林育苗、畜牧养殖、水产养殖。

(2)**城市杂用水**：含城市绿化、冲厕、道路清扫、车辆冲洗、建筑施工、消防。

(3)**工业用水**：含冷却、洗涤、锅炉、工艺、产品用水。

(4)**环境用水**：含娱乐性景观环境用水、观赏性景观环境用水。

(5)**补充水源水**：含补充地下水和地表水。

1K414013　了解给水与污水处理厂试运行

给水与污水处理构筑物和设备安装、试验、验收完成后，正式运行前必须进行**全厂试运行**：本条文简要介绍试运行的技术要点。

一、试运行目的与内容

(一)试运行目的

1.对土建工程和设备安装进行全面、系统的质量检查和鉴定，以作为工程质量验收的依据。

2.通过试运行发现土建工程和设备安装存在的缺陷，以便及早处理，避免事故发生。

3.通过试运行考核主辅机械协联动作的正确性，掌握设备的技术性能，制定运行必要的技术数据和操作规程。

4.结合运行进行一些现场测试，以便进行技术经济分析，满足设备运行安全、低耗、高效的要求。

5.通过试运行确认水厂土建和安装工程质量符合规程、规范要求，以便进行全面的验收和移交工作。

(二)主要内容与程序

1.主要内容

(1)检验、试验和监视运行，设备首次启动，以试验为主，通过试验掌握运行性能。

(2)按规定全面详细记录试验情况，整理成技术资料。

(3)试运行资料，交工程鉴定、验收、交接等方面进行正确评估并建立档案。

2.基本程序。

(1)**单机试车**。

(2)设备机组**充水试验**。

(3)设备机组**空载试运行**。

(4)设备机组**负荷试运行**。

(5)设备机组**自动开停机试运行**。

二、试运行要求

(一)准备工作

1.**所有单项工程验收合格，并进行现场清理**。

2.机械部分、电动部分检查。

3.辅助设备检查与单机试车。

4.编写试运行方案并获准。

5.成立试运行组织，责任清晰明确。

6.参加试运行人员培训考试合格。

(二)单机试车要求

1.单机试车，一般空车试运行不少于 **2h**。

2.各执行机构运作调试完毕，动作反应正确。

3.自动控制系统的信号元件及元件动作正常。

4.监测并记录单机运行数据。

(三)联机运行要求

1.按工艺流程各构筑物逐个通水连机试运行正常。

2.全厂联机试运行、协联运行正常。

3.先采用手工操作，处理构筑物和设备全部运转正常后，方可转入自动控制运行。

4.全厂联机运行应不少于 24h。

5.监测并记录各构筑物运行情况和运行数据。

(四)设备及泵站空载运行

1.处理设备及泵房机组首次启动。

2.处理设备及泵房机组运行 4～6h 后，停机试验。

3.机组自动开、停机试验。

4.泵房试运行同时，各水池可进行做闭水试验或闭气试验。

(五)设备及泵站负荷运行

1.用手动或自动启动负荷运行。

2.检查、监视各构筑物负荷运行状况。

3.不通水情况下，运行 6～8h 一切正常后停机。

4.停机前应抄表一次。

5.检查各台设备是否出现过热、过流、噪声等异常现象。

(六)连续试运行

1.处理设备及泵房**单机组累计运行达 72h**。

2.连续试运行期间，开机、停机不少于 3 次。

3.处理设备及泵房机组联合试运行时间，一般不少于 6h。

4.水处理和泥处理工艺系统试运行满足工艺要求。

5.填写设备负荷联动(系统)试运行记录表。

6.整理分析试运行技术经济资料。

1K414020　给水排水厂站工程施工

1K414021　掌握现浇(预应力)混凝土水池施工技术

本条文介绍给排水构筑物工程中现浇(预应力)钢筋混凝土水池施工技术，并介绍无粘结预应力施工技术。

一、施工方案与流程

(一)施工方案

施工方案应包括结构形式、材料与配比、施工工艺及流程、模板及其支架设计(支架设计、验算)、钢筋加工安装、混凝土施工、预应力施工等主要内容。

(二)整体式现浇钢筋混凝土池体结构施工流程

测量定位→土方开挖及地基处理→垫层施工→防水层施工→底板浇筑→池壁及柱浇筑→顶板浇筑→功能性试验。

(三)单元组合式现浇钢筋混凝土水池工艺流程

土方开挖及地基处理→中心支柱浇筑→池底防渗层施工→浇筑池底混凝土垫层→池内防水层施工→池壁分块浇筑→底板分块浇筑→底板嵌缝→池壁防水层施工→功能性试验。

二、施工技术要点

(一)模板、支架施工

1.**模板及其支架应满足浇筑混凝土时的承载能力、刚度**和**稳定性要求**，且应安装牢固。

2.**各部位的模板安装位置正确、拼缝紧密不漏浆**；对拉螺栓、垫块等安装稳固；模板上的预埋件、预留孔洞不得遗漏，且安装牢固；在安装池壁的最下一层模板时，应在适当位置预留清扫杂物用的窗口。在浇筑混凝土前，应将模板内部清扫干净，经检验合格后，再将窗口封闭。

3.采用**穿墙螺栓**来平衡混凝土浇筑对模板侧压力时，应选用**两端能拆卸的螺栓**或**在拆模板时可拔出的螺栓**。**对跨度不小于 4m 的现浇钢筋混凝土梁、板，其模板应按设计要求起拱；设计无具体要求时，起拱高度宜为跨度的 1/1000～3/1000**。

4.池壁模板施工时，应设置确保**墙体顺直**和**防止浇筑混凝土时模板倾覆**的装置。

5.固定在模板上的预埋管、预埋件的安装必须牢固，位置准确。安装前应清除铁锈和油污，安装后应作标志。

6.**池壁与顶板连续施工时，池壁内模立柱不得同时作为顶板模板立柱**。顶板支架的斜杆或横向连杆不得与池壁模板的杆件相连接。池壁模板可先安装一侧，绑完钢筋后，分层安装另一侧模板，或采用一次安装到顶而分层预留操作窗口的施工方法。

(二)止水带安装

1.塑料或橡胶止水带的形状、尺寸及其材质的物理性能，应符合设计要求，且无裂纹，无气泡。

2.**塑料或橡胶止水带接头应采用热接，不得采用叠接**；接缝应平整牢固，不得有裂口、脱胶现象；T 字接头、十字接头和 Y 字接头，应在工厂加工成型。

【07 年】：10.水池施工中，橡胶止水带的接头方法是(　)。P156

A.热接　　B.搭接　　C.粘接　　D.叠接

3.金属止水带应平整、尺寸准确，其表面的铁锈、油污应清除干净，不得有砂眼、钉孔。

4.金属止水带接头应按其厚度分别采用**折叠咬接或搭接**；搭接长度不得小于 20mm，咬接或搭接必须采用双面焊接。

5.金属止水带在伸缩缝中的部分应涂**防锈和防腐涂料**。

6.止水带安装应牢固，位置准确，其中**心线**应与变形缝中心线对正，带面不得有裂纹、孔洞等。不得在止水带上穿孔或用铁钉固定就位。

(三)钢筋施工

1.加工前对进场原材料进行复试，合格后方可使用。

2.根据设计*保护层厚度*、*钢筋级别*、*直径*和*弯钩要求*确定下料长度并编制钢筋下料表。

【09年】27．确定钢筋下料长度，应考虑（）等因素。P156

A．保护层厚度 B．钢筋级别 C．加工设备 D．弯钩要求 E．钢筋直径

3，钢筋连接的方式：根据钢筋直径、钢材、现场条件确定钢筋连接的方式。主要采取**绑扎**、**焊接**、**机械连接**方式。

4.加工及安装应满足《给水排水构筑物施工及验收规范》GB 50141 等现行规定和设计要求。

5.钢筋安装质量检验应在**混凝土浇筑之前**对安装完毕的**钢筋进行隐蔽验收**。

(四)无粘结预应力施工

1.无粘结预应力筋技术要求

(1)**预应力筋外包层材料**，应采用**聚乙烯**或**聚丙烯**，**严禁使用聚氯乙烯**；外包层材料性能应满足《无粘结预应力混凝土结构技术规程》JGJ 92 的要求。

(2)预应力筋**涂料层**应采用**专用防腐油脂**，其性能应满足《无粘结预应力混凝土结构技术规程》JGJ 92 的要求；

(3)必须采用**Ⅰ类锚具**，锚具规格应根据无粘结**预应力筋的品种**、**张拉吨位**以及**工程使用情况**选用。

2.无粘结预应力筋布置安装

(1)**锚固肋数量和布置，应符合设计要求；设计无要求时，应保证张拉段无粘结预应力筋长不超过 50m，且锚固肋数量为双数**。

(2)**安装时，上下相邻两无粘结预应力筋锚固位置应错开一个锚固肋**；以锚固肋数量的一半为无粘结预应力筋分段(张拉段)数量；每段无粘结预应力筋的计算长度应考虑**加入一个锚固肋宽度**及**两端张拉工作长度**和**锚具长度**。

(3)**应在浇筑混凝土前**安装、放置；浇筑混凝土时，严禁踏压撞碰无粘结预应力筋、支撑架以及端部预埋件。

(4)无粘结预应力筋**不应有死弯**，有死弯时必须切断。

(5)无粘结预应力筋中**严禁有接头**。

3.无粘结预应力张拉

(1)**张拉段无粘结预应力筋长度小于 25m 时，宜采用一端张拉；张拉段无粘结预应力筋长度大于 25m 而小于 50m 时**，宜采用**两端张拉**；张拉段无粘结预应力筋长度**大于 50m 时**，宜采用**分段张拉**和**锚固**。

(2)安装张拉设备时，对直线的无粘结预应力筋，应使张拉力的作用线与预应力筋中心重合；对曲线的无粘结预应力筋，应使张拉力的作用线与预应力筋中心线末端重合。

4.封锚要求：

(1)凸出式锚固端锚具的保护层厚度**不应小于 50mm**；

(2)外露预应力筋的保护层厚度**不应小于 50mm**；

(3)封锚混凝土强度等级不得低于相应结构混凝土强度等级，且不得低于 **C40**。

(五)混凝土施工

1.**钢筋(预应力)混凝土水池(构筑物)是给水排水厂站工程施工控制的重点**。对于结构混凝土外观质量、内在质量有较高的要求，设计上有*抗冻、抗渗、抗裂*要求。对此，**混凝土施工必须从原材料、配合比、混凝土供应、浇筑、养护各环节加以控制**，以确保实现设计的使用功能。

【10 年】：13．现浇混凝土水池的外观和内在质量的设计要求中，没有（　　）要求。P157

A．抗冻　　B．抗碳化　　C．抗裂　　D．抗渗

2.混凝土施工、验收和试验严格按《给水排水构筑物施工及验收规范》GB 50141 等规范规定和设计要求执行。

3.**混凝土浇筑后应加遮盖洒水养护**，保持湿润并**不应少于 14d**。洒水养护至达到规范规定的强度。

(六)模板及支架拆除

1.应按模板支架设计方案、程序进行拆除。

2.采用整体模板时，**侧模板**应在混凝土强度能**保证其表面及棱角不因拆除模板而受损坏**时，方可拆除；**底模板**应在与结构同条件养护的混凝土试块达到表 **1K414021** 规定强度，方可拆除。

3.模板及支架拆除时，应划定安全范围，设专人指挥和值守。

整体现浇混凝土底模板拆模时所需混凝土强度　　表 1K414021（记忆几个数字）

号	构件类型	构件跨度 L (m)	达到设计的混凝土立方体抗压强度标准值的百分率(%)
	板	**≤2**	**≥50**
		2＜1≤**8**	**≥75**
		＞8	**≥100**
	梁、拱、壳	**≤8**	≥75
		＞8	≥100
	悬臂构件	—	≥100

1K414022　掌握装配式预应力混凝土水池施工技术

本条文介绍了预制装配式预应力混凝土水池的施工技术，并介绍缠钢丝预应力施工技术。

一、预制构件吊运安装

(一)构件吊装方案

预制构件吊装前**必须编制吊装方案**。吊装方案应包括以下内容：

1.**工程概况**，包括施工环境、工程特点、规模、构件种类数量、最大构件自重、吊距以及设计要求、质量标准。

2.**主要技术措施**，包括吊装前环境、材料机具与人员组织等准备工作、吊装程序和方法、构件稳固措施，不同气候施工措施等。

3.**吊装进度计划**。

4.**质量安全保证措施**，包括管理人员职责，检测监控手段，发现不合格的处理措施以及吊装作业记录表格等安全措施。

5.**环保、文明施工等保证措施**。

【06 年】：25.装配式预应力混凝土水池的吊装方案应包括(　)。P158

A.工程概况　　B.安全措施　　C.构件预制方案

D.交通方案　　E.吊装进度网络计划

(二)预制构件安装

1.安装前应经**复验合格**；**有裂缝的构件，应进行鉴定**。**预制柱、梁及壁板等构件应标注中心线，并在杯槽、杯口上标出中心线**。预制壁板安装前应将不同类别的壁板按预定位置顺序编号。**壁板两侧面宜凿毛**，应将浮渣、松动的混凝土等冲洗干净，并应将杯口内杂物清理干净，界面处理满足安装要求。

2.预制构件应按设计位置起吊，曲梁宜采用**三点吊装**。**吊绳与预制构件平面的交角不应小于 45^0；当小于 45^0 时，应进行强度验算**。预制构件安装就位后，应采取临时固定措施。曲梁应在梁的跨中临时支撑，待上部二期混凝土达到设计强度的 75%及以上时，方可拆除支撑。安装的构件，必须在轴线位置及高程进行校正后焊接或浇筑接头混凝土。

【09 年】：14．装配式预应力混凝土水池吊装中，当预制构件平面与吊绳的交角小于（）时，应对构件进行强度验算。P158

A．45°　　B．50°　　C．55°　　D．60°

3.预制混凝土壁板(构件)安装位置应准确、牢固、不应出现扭曲、损坏、明显错台等现象。池壁板安装应垂直、稳固，相邻板湿接缝及杯口填充部位混凝土应密实。池壁顶面高程和平整度应满足设备安装及运行的精度要求。

二、现浇壁板缝混凝土

预制安装水池满水试验能否合格，除底板混凝土施工质量和预制混凝土壁板质量满足抗渗标准外，现浇壁板缝混凝土也是防渗漏的关键；必须控制其施工质量，**具体操作要点**如下：

1.**壁板接缝的内模宜一次安装到顶**；**外模**应**分段随浇随支**。分段支模高度不宜超过 **1. 5m**。

2.浇筑前，接缝的壁板表面应洒水保持湿润，模内应洁净；**接缝的混凝土强度应符合设计规定，设计无要求时，应比壁板混凝土强度提高一级**。

3.**浇筑时间应根据气温和混凝土温度选在壁板间缝宽较大时进行**；混凝土如有离析现象，应进行二次拌合；**混凝土分层浇筑厚度不宜超过 250mm，并应采用机械振捣，配合人工捣固**。

4.**用于接头或拼缝的混凝土或砂浆，宜采取*微膨胀和快速水泥*，在浇筑过程中应振捣密实并采取必要的养护措施**。

【07 年】：11.下列关于装配预应力水池施工的错误说法是(　)。P159

A.提高接缝用混凝土或砂浆的水灰比　　B.壁板接缝的内模宜一次安装到顶

C.接缝混凝土分层浇筑厚度不宜超过 250mm D.接缝用混凝土或砂浆宜采用微膨胀和快速水泥

三、绕丝预应力施工

(一)环向缠绕预应力钢丝

1.准备工作

(1)预应力钢丝材料、锚具和张拉设备符合设计要求；

(2)缠丝施加预应力前，应先清除池壁外表面的混凝土浮粒、污物，壁板外侧接缝处宜采用水泥砂浆抹平压光，洒水养护；

(3)施加预应力前，应在池壁上标记预应力钢丝、钢筋的位置和次序号。

2.缠绕钢丝施工

(1)预应力钢丝接头应密排绑扎牢固，其搭接长度不应小于 250mm；

(2)缠绕预应力钢丝，应由池壁顶向下进行，第一圈距池顶的距离应按设计要求或按缠丝机性能确定，并不宜大于 500mm；

(3)池壁两端不能用绕丝机缠绕的部位，应在顶端和底端附近局部加密或改用电热张拉；

(4)池壁缠丝前，在池壁周围，必须设置防护栏杆；已缠绕的钢丝，不得用尖硬或重物撞击；

(5)施加预应力时，每缠一盘钢丝应测定一次钢丝应力，并应按规范 GB 50141 附录表 C.0.2 的规定作记录。

(二)电热张拉施工

1.准备工作

(1)张拉前，应根据电工、热工等参数计算伸长值，并应取一环作试张拉，进行验证；

(2)预应力筋的弹性模量应由试验确定；

(3)张拉可采用螺丝端杆，墩粗头插 U 形垫板，帮条锚具 U 形垫板或其他锚具。

2.张拉作业

(1)张拉顺序，设计无要求时，可由池壁顶端开始，逐环向下；

(2)与锚固肋相交处的钢筋应有良好的绝缘处理；

(3)端杆螺栓接电源处应除锈，并保持接触紧密；

(4)通电前，钢筋应测定初应力，张拉端应刻划伸长标记；

(5)通电后，应进行机、具、设备、线路绝缘检查，测定电流、电压及通电时间；

(6)电热温度不应超过 350℃；

(7)在张拉过程中、应采用木锤连续敲打各段钢筋；

(8)伸长值控制允许偏差不得超过±6%；经电热达到规定的伸长值后，应立即进行锚固，锚固必须牢固可靠；

(9)每一环预应力筋应对称张拉，并不得间断；

(10)张拉应一次完成；必须重复张拉时，同一根钢筋的重复次数不得超过 3 次；发生裂纹时，应更换预应力筋；

(11)张拉过程中，发现钢筋伸长时间超过预计时间过多时，应立即停电检查；

(12)应在每环钢筋中选一根钢筋，在其两端和中间附近各设一处测点进行应力值测定；初读数应在钢筋初应力建立后通电前测量，末读数应在断电并冷却后测量。

(三)预应力钢丝用绕丝机连续缠绕于池壁的外表面，预应力钢丝的端头用锲形锚具锚固在沿池壁四周特别的锚固槽内。

四、喷射水泥砂浆保护层施工

(一)准备工作

1.**喷射水泥砂浆保护层，应在水池满水试验后施工**(以便于直观检查壁板及板缝有无渗漏，也方便处理)，**而且必须在水池满水状况下施工**。

2.喷浆前必须对池外壁油、污进行清理、检验。

3.水泥砂浆配合比应符合设计要求，所用砂子最大粒径不得大于 5mm，细度模量 2.3～3.7 为宜。

4.正式喷浆前应先作试喷，对水压及砂浆用水量调试，以喷射的砂浆不出现干斑和流淌为宜。

(二)喷射作业

1.喷射机罐内压力宜为 0.5(0.4)MPa，输送干拌料管径不宜小于 25mm，管长适度(不宜小于 10m)。输水管压力要稳定，喷射时谨慎控制供水量。

2.**喷射距离以砂子回弹量少为宜，斜面喷射角度不宜大于 15^0。喷射应从水池上端往下进行**，用连环式喷射不能停滞一点上喷射，并随时控制喷射均匀平整，厚度满足设计要求。

3.喷浆宜在气温高于 15℃时施工，当有六级(含)以上大风、降雨、冰冻时不得进行喷浆施工。

4.一般条件下，喷射水泥砂浆保护层厚 50mm。

5.在进行下一工序前，应对水泥砂浆保护层外观和粘结情况进行检查，当有空鼓现象时应作处理。

6.**在喷射水泥砂浆保护层凝结后，应加遮盖、保持湿润不应小于 14d**。

【案例 1K414022】

1.背景

某市自来水厂进行扩建，新建沉淀池一座，设计为无盖圆形，直径 30m，池壁应用预制板吊装外缠预应力钢丝结构。A 市政公司中标承建项目，并针对工程成立了项目部。项目部组织编写了池壁预制板吊装施工方案，包含工程概况，主要技术措施、安全措施三个方面；工程开工前，项目部技术质量部长组织了图纸会审；并与项目技术负责人根据质量和价格，确定了钢丝供应厂商。在池壁预制板拼装完毕后，板缝采用与池壁预制板强度等级一致的普通混凝土灌注。

2.问题

(1)池壁预制板吊装施工方案还要补充哪些主要内容？

(2)项目部技术质量部长做法是否符合要求？给出正确做法。

(3)指出池壁预制板板缝混凝土灌注不妥之处。

3.参考答案

(1)问题 1

尚需补充：**吊装进度网络计划，质量保证措施，安全保证措施和环保、文明施工措施等主要内容**。

(2)问题 2

不符合要求。**正确做法：应由项目技术负责人主持对图纸的审核，并应形成会审记录，应由项目负责人**(经理)**按施工组织设计中质量计划关于物资采购的规定，经过招标程序选择预**

应力钢丝供应厂家。

(3)问题 3

有两点不正确：**一是灌注板缝混凝土要采用微膨胀混凝土；二是混凝土强度应大于预制板混凝土强度一个等级。**

1K414023　掌握构筑物满水试验的规定

满水试验是给水排水构筑物的主要功能性试验，本条文介绍了水池满水试验的技术要点。

一、试验必备条件与准备工作

(一)满水试验前必备条件

1.池体的混凝土或砖、石砌体的砂浆已达到设计强度要求；池内清理洁净，池内外缺陷修补完毕。

2.现浇钢筋混凝土池体的防水层、防腐层施工之前；装配式预应力混凝土池体施加预应力且锚固端封锚以后，保护层喷涂之前；砖砌池体防水层施工以后，石砌池体勾缝以后。

3.设计预留孔洞、预埋管口及进出水口等已做临时封堵，且经验算能安全承受试验压力。

4.池体抗浮稳定性满足设计要求。

5.试验用的充水、充气和排水系统已准备就绪，经检查充水、充气及排水闸门不得渗漏。

6.各项保证试验安全的措施已满足要求；满足设计的其他特殊要求。

(二)满水试验准备工作

1.选定好洁净、充足的水源；注水和放水系统设施及安全措施准备完毕。

2.有盖池体顶部的通气孔、人孔盖已安装完毕，必要的防护设施和照明等标志已配备齐全。

3.安装水位观测标尺、标定水位测针。

4.准备现场测定蒸发量的设备。一般采用严密不渗，直径 500mm、高 300mm 的敞口钢板水箱，并设水位测针，注水深 200mm。将水箱固定在水池中。

5.对池体有观测沉降要求时，应选定观测点，并测量记录池体各观测点初始高程。

二、水池满水试验与流程

(一)试验流程

试验准备→水池注水→水池内水位观测→蒸发量测定→整理试验结论

【09 年】：15．有盖水池满水试验程序为（）。P162

A．水池注水—池内水位观测—整理试验结论

B．试验准备—水池注水—池内水位观测——整理试验结论

C．水池注水—池内水位观测—蒸发量测定—整理试验结论

D．试验准备—水池注水—蒸发量测定—整理试验结论

(二)试验要求

1.池内注水

(1)**向池内注水宜分 3 次进行，每次注水为设计水深的 1/3。对大、中型池体，可先注水至池壁底部施工缝以上，检查底板抗渗质量，当无明显渗漏时，再继续注水至第一次注水深度。**

(2)**注水时水位上升速度不宜超过 2m/d。相邻两次注水的间隔时间不应小于 24**h。

【10 年】：15．某贮水池设计水深 6m，满水试验时，池内注满水所需最短时间为（　　）。

A．3.5d　　B．4.0d　　C．4.5d　　D．5.0d

【答案】D

(3)**每次注水宜测读 24h 的水位下降值，计算渗水量**。在注水过程中和注水以后，应对池体作外观检查。当发现渗水量过大时，应停止注水。待作出妥善处理后方可继续注水。

(4)当设计有特殊要求时，应按设计要求执行。

【07 年】：25.水池满水试验的做法包括(　)。P161

A.设计预留孔洞、预埋管口及进出水口等已做临时封堵并达到强度要求

B.向池内注水宜分三次进行，每次注水高度为设计水深的三分之一

C.相邻两次注水的间隔时间不应小于 24 小时

D.注水时水位上升速度不宜超过 2 米/天

E.注水至设计水位 12 小时后，开始测读水位测针的初读数

2.水位观测

(1)利用水位标尺测针观测、记录注水时的水位值。

(2)注水至**设计水深**进行水量测定时，应采用水位测针测定水位。**水位测针的读数精确度应达 1/10mm**。

(3)**注水至设计水深 24h 后，开始测读水位测针的初读数**。

(4)**测读水位的初读数与末读数之间的间隔时间应不少于 24h**。

(5)测定时间必须连续。测定的渗水量符合标准时，须连续测定两次以上；测定的渗水量超过允许标准，而以后的渗水量逐渐减少时，可继续延长观测。延长观测的时间应在渗水量符合标准时止。

3.蒸发量测定

(1)池体有盖时可不测，蒸发量忽略不计。

(2)池体无盖时，须作蒸发量测定。

(3)每次测定水池中水位时，同时测定水箱中蒸发量水位。

三、满水试验标准

(一)水池渗水量计算，按池壁(不含内隔墙)和池底的浸湿面积计算。

(二)渗水量合格标准。**钢筋混凝土结构水池不得超过 2L/(m2·d)；砌体结构水池不得超过 3L/(m2·d)**。

1K414024　掌握沉井施工技术

预制、沉井施工技术是市政公用工程常用的施工方法，适用于**含水、软土地层条件下半地下或地下泵房**等构筑物施工。本条文简要介绍预制、沉井施工技术。

一、沉井准备工作

(一)基坑准备

1.按施工方案要求，进行施工平面布置，设定沉井中心桩，轴线控制桩，基坑开挖深度及边坡。

2.**沉井施工影响附近建(构)筑物、管线或河岸设施**时，应采取控制措施，并**应进行沉降和位移监测**，测点应设在不受施工干扰和方便测量的地方。

3.地下水位应控制在沉井基坑以下 0.5m，基坑内的水应及时排除；采用沉井筑岛法制作

时，岛面标高应比施工期最高水位高出 0.5m 以上。

4.**基坑开挖应分层有序进行，保持平整和疏干状态。**

(二)地基与垫层施工

1.制作沉井的地基应具有足够的承载力，地基承载力不能满足沉井制作阶段的荷载时，应按设计进行地基加固。

2.**刃脚的垫层采用砂垫层上铺垫木或素混凝土**，且应满足下列要求：

(1)**垫层的结构厚度和宽度应根据土体地基承载力、沉井下沉结构高度和结构形式，经计算确定；素混凝土垫层的厚度还应便于沉井下沉前凿除；**

(2)**砂垫层分布在刃脚中心线的两侧范围，应考虑方便抽除垫木；砂垫层宜采用中粗砂，并应分层铺设、分层夯实；**

(3)垫木铺设应使刃脚底面在同一水平面上，并符合设计起沉标高的要求；平面布置要均匀对称，每根垫木的长度中心应与刃脚底面中心线重合，定位垫木的布置应使沉井有对称的着力点；

(4)采用素混凝土垫层时，其强度等级应符合设计要求，表面平整。

3.沉井刃脚采用砖模时，其底模和斜面部分可采用砂浆、砖砌筑；每隔适当距离砌成垂直缝。砖模表面可采用水泥砂浆抹面，并应涂一层隔离剂。

二、沉井预制

(一)结构的钢筋、模板、混凝土工程施工应符合 1K414021 有关规定和设计要求；**混凝土应对称、均匀、水平连续分层浇筑，并应防止沉井偏斜。**

(二)分节制作沉井

1.每节制作高度应符合施工方案要求，且第一节制作高度必须高于刃脚部分；井内设有底梁或支撑梁时应与刃脚部分整体浇捣。

2.**设计无要求时，混凝土强度应达到设计强度等级 75%后，方可拆除模板或浇筑后节混凝土。**

3.混凝土施工缝处理应采用凹凸缝或设置钢板止水带，施工缝应凿毛并清理干净；内外模板采用对拉螺栓固定时，其对拉螺栓的中间应设置防渗止水片；钢筋密集部位和预留孔底部应辅以人工振捣，保证结构密实。

4.沉井每次接高时各部位的轴线位置应一致、重合，及时做好沉降和位移监测；必要时应对刃脚地基承载力进行验算，并采取相应措施确保地基及结构的稳定。

5.分节制作、分次下沉的沉井，前次下沉后进行后续接高施工。

(1)应验算接高后稳定系数等，并应及时检查沉井的沉降变化情况，严禁在接高施工过程中沉井发生倾斜和突然下沉；

(2)后续各节的模板不应支撑于地面上，模板底部应距地面不小于 1m。

三、下沉施工

(一)排水下沉

1.应采取措施，确保下沉和降低地下水过程中不危及周围建(构)筑物、道路或地下管线，并保证下沉过程和终沉时的坑底稳定。

2.下沉过程中应进行**连续排水，保证沉井范围内地层水疏干**。

3.**挖土应分层、均匀、对称进行**；对于有底梁或支撑梁沉井，其相邻格仓高差不宜超过0.5m；开挖顺序应根据地质条件、下沉阶段、下沉情况综合运用和灵活掌握，严禁超挖。

4.**用抓斗取土时，井内严禁站人，严禁在底梁以下任意穿越**。

(二)不排水下沉

1.**沉井内水位应符合施工设计控制水位；下沉有困难时，**应根据内外水位、**井底开挖几何形状、下沉量及速率、地表沉降等监测资料综合分析调整井内外的水位差**。

2.机械设备的配备应满足沉井下沉以及水中开挖、出土等要求，运行正常；废弃土方、泥浆应专门处置，不得随意排放。

3.水中开挖、出土方式应根据井内水深、周围环境控制要求等因素选择。

(三)沉井下沉控制

1.下沉应平稳、均衡、缓慢，发生偏斜应通过调整开挖顺序和方式“随挖随纠、动中纠偏”。

2.应按施工方案规定的顺序和方式开挖。

3.沉井下沉影响范围内的地面四周不得堆放任何东西，车辆来往要减少震动。

4.沉井下沉监控测量

(1)下沉时标高、轴线位移每班至少测量一次，每次下沉稳定后应进行高差和中心位移量的计算；

(2)终沉时，每小时测一次，严格控制超沉，沉井封底前自沉速率应小于 10mm/8h；

(3)如发生异常情况应加密量测；

(4)大型沉井应进行结构变形和裂缝观测。

(四)辅助法下沉

1.**沉井外壁采用阶梯形以减少下沉摩擦阻力时**，在井外壁与土体之间应有专人随时用黄砂均匀灌入，四周灌入黄砂的高差不应超过 500mm。

2.**采用触变泥浆套助沉时**，应采用自**流渗入、管路强制压注补给等方法**；触变泥浆的性能应满足施工要求，泥浆补给应及时以保证泥浆液面高度；施工中应采取措施防止泥浆套损坏失效，下沉到位后应进行泥浆置换。

3.采用**空气幕助沉时，管路和喷气孔、压气设备及系统装置的设置应满足施工要求**；开气应自上而下，停气应缓慢减压，压气与挖土应交替作业；确保施工安全。

4.**沉井采用爆破方法开挖下沉时，应符合国家有关爆破安全的规定**。

四、沉井封底

(一)干封底

1.**在井点降水条件下施工的沉井应继续降水，并稳定保持地下水位距坑底不小于 0.5m；在沉井封底前应用大石块将刃脚下垫实**。

2.封底前应整理好坑底和清除浮泥，对超挖部分应回填砂石至规定标高。

3.采用**全断面封底时，混凝土垫层应一次性连续浇筑；有底梁或支撑梁分格封底时，应对称逐格浇筑**。

4.钢筋混凝土底板施工前，井内应无渗漏水，且新、老混凝土接触部位凿毛处理，并清理

干净。

5.**封底前应设置泄水井，底板混凝土强度达到设计强度等级且满足抗浮要求时，方可封填泄水井、停止降水。**

(二)水下封底

1.基底的浮泥、沉积物和风化岩块等应清除干净；软土地基应铺设碎石或卵石垫层。

2.混凝土凿毛部位应洗刷干净。

3.浇筑混凝土的导管加工、设置应满足施工要求。

4.浇筑前，每根导管应有足够的混凝土量，浇筑时能一次将导管底埋住；

5.**水下混凝土封底的浇筑顺序，应从低处开始，逐渐向周围扩大；井内有隔墙、底梁或混凝土供应量受到限制时，应分格对称浇筑。**

6.**每根导管的混凝土应连续浇筑，且导管埋入混凝土的深度不宜小于 1.0m；各导管间混凝土浇筑面的平均上升速度不应小于 0.25m/h；相邻导管间混凝土上升速度宜相近，最终浇筑成的混凝土面应略高于设计高程。**

7.水下封底混凝土强度达到设计强度等级，沉井能满足抗浮要求时，方可将井内水抽除，并凿除表面松散混凝土进行钢筋混凝土底板施工。

1K414025　熟悉水池施工中的抗浮措施

当地下水位较高或雨汛期施工时，水池等给水排水构筑物施工过程中需要采取措施防止水池浮动，本条文简要介绍一些具体技术措施。

一、当构筑物设有抗浮设计时

1.**当地下水位高于基坑底面时，水池基坑施工前必须采取人工降水措施，把水位降至基坑底下不少于** 500mm，**以防止施工过程中构筑物浮动，保证工程施工顺利进行。**

2.在水池底板混凝土浇筑完成并达到规定强度时，应及时施做抗浮结构。

二、当构筑物无抗浮设计时，水池施工应采取抗浮措施

(一)下列水池(构筑物)工程施工应采取降排水措施

1.**受地表水、地下动水压力作用影响的地下结构工程。**

2.**采用排水法下沉和封底的沉井工程。**

3.**基坑底部存在承压含水层**(见 1K411024)，**且经验算基底开挖面至承压含水层顶板之间的土体重力不足以平衡承压水水头压力，需要减压降水的工程。**

(二)施工过程降排水要求

1.**选择可靠的降低地下水位方法，严格进行降水施工，对降水所用机具随时做好保养维护，并有备用机具。**

2.基坑受承压水影响时，应进行承压水降压计算，对承压水降压的影响进行评估。

3.降排水应输送至抽水影响半径范围以外的河道或排水管道。并防止环境水源进入施工基坑。

4.在施工过程中不得间断降排水，并应对降排水系统进行检查和维护；构筑物未具备抗浮条件时，严禁停止降排水。

三、当构筑物无抗浮设计时，雨汛期施工过程必须采取抗浮措施

1.雨期施工时，基坑内地下水位急剧上升，或外表水大量涌入基坑，使构筑物的自重小于浮力时，会导致构筑物浮起。施工中常采用的*抗浮措施*如下：

(1)**基坑四周设防汛墙，防止外来水进入基坑；建立防汛组织，强化防汛工作**。

(2)**构筑物下及基坑内四周埋设排水盲管(盲沟)和抽水设备，一旦发生基坑内积水随即排除**。

(3)**备有应急供电和排水设施并保证其可靠性**。

2.当构筑物的自重小于其承受的浮力时，会导致构筑物浮起；应考虑因地制宜措施：**引入地下水和地表水等外来水进入构筑物，使构筑物内、外无水位差，以减小其浮力**，使构筑物结构免于破坏。

【09 年】：13．大型水池施工中的实用抗浮措施不包括（）。P166

A．降低地下水位　　B．基坑四周设防汛墙　　C．使水池内外无水位差　　D．构筑物增设锚杆

1K415000　城市管道工程

1K415010　城市给水排水管道工程施工

1K415011　掌握开槽管道施工技术

开槽铺设预制成品管是目前国内外地下管道工程施工的主要方法，本条文简要介绍开槽施工沟埋式管道的技术要点。

一、沟槽施工方案

(一)主要内容

1.**沟槽施工平面布置图及开挖断面图**。

2.**沟槽形式、开挖方法及堆土要求**。

3.无支护沟槽的边坡要求；有支护沟槽的支撑形式、结构、支拆方法及安全措施。

4.**施工设备机具的型号、数量及作业要求**。

5.**不良土质地段沟槽开挖时采取的护坡和防止沟槽坍塌的安全技术措施**。

6.施工安全、文明施工、沿线管线及构(建)筑物保护要求等。

(二)确定沟槽底部开挖宽度

1.沟槽底部的开挖宽度应符合设计要求。

2.当设计无要求时，可按经验公式计算确定：

$$B=D_0+2\times(b_1+b_2+b_3)$$

式中　B——管道沟槽底部的开挖宽度(mm)；

D_0——管外径(mm)；

b_1——管道一侧的工作面宽度(mm)，可按表 1K415011-1 选取；

b_2——有支撑要求时，管道一侧的支撑厚度，可取 150～200mm；

b_3——现场浇筑混凝土或钢筋混凝土管渠一侧模板厚度(mm)。

管道一侧的工作面宽度　　**表 1K415011-1**

管道的外径 D_0	管道一侧的工作面宽度 b_1 (mm)

(mm)	混凝土类管道		金属类管道、化学建材管道
$D_0 \leq 500$	刚性接口	400	300
	柔性接口	300	
$500 < D_0 \leq 1000$	刚性接口	500	400
	柔性接口	400	
$1000 < D_0 \leq 1500$	刚性接口	600	500
	柔性接口	500	
$1500 < D_0 \leq 3000$	刚性接口	800～1000	700
	柔性接口	600	

注：1.槽底需设排水沟时；b_1 应适当增加 1

2.管道有现场施工的外防水层时，b_1 宜取 800mm；

3.采用机械回填管道侧面时，b_1 需满足机械作业的宽度要求。

(三)确定沟槽边坡

1.当地质条件良好、土质均匀、地下水位低于沟槽底面高程，且开挖深度在 5m 以内、沟槽不设支撑时，沟槽边坡最陡坡度应符合表 1K415011-2 的规定。

深度在 5m 以内的沟槽边坡的最陡坡度　　表 1K415011-2

土的类别	边坡坡度(高：宽)		
	坡顶无荷载	坡顶有静载	坡顶有动载
中密的砂土	1：1.00	1:1.25	1:1.50
中密的碎石类土(充填物为砂土)	1:0.75	1:1.00	1:1.25
硬塑的粉土	1:0.67	1:0.75	1:1.00
中密的碎石类土(充填物为黏性土)	1:0.50	1:0.67	1:0.75
硬塑的粉质黏土、黏土	1:0.33	1:0.50	1:0.67
老黄土	1:0.10	1:0.25	1:0.33
软土(经井点降水后)	1:1.25	—	—

2.**当沟槽无法自然放坡时，边坡应有支护设计，并应计算每侧临时堆土或施加其他荷载，进行边坡稳定性验算**。

二、沟槽开挖与支护

(一)分层开挖及深度

1.人工开挖沟槽的槽深超过 3m 时应分层开挖，每层的深度不超过 2m。

2.人工开挖多层沟槽的层间留台宽度：放坡开槽时不应小于 0.8m，直槽时不应小于 0.5m，

安装井点设备时不应小于 1.5m。

3.采用机械挖槽时，沟槽分层的深度按机械性能确定。

(二)沟槽开挖规定

1.槽底原状地基土不得扰动，机械开挖时槽底预留 200～300mm 土层，由人工开挖至设计高程，整平。

2.槽底不得受水浸泡或受冻，槽底局部扰动或受水浸泡时，宜采用天然级配砂砾石或石灰土回填；槽底扰动土层为湿陷性黄土时，应按设计要求进行地基处理。

3.槽底土层为杂填土、腐蚀性土时，应全部挖除并按设计要求进行地基处理。

4.槽壁平顺，边坡坡度符合施工方案的规定。

5.在沟槽边坡稳固后设置供施工人员上下沟槽的安全梯。

(三)支撑与支护

1.采用木撑板支撑和钢板桩，应经计算确定撑板构件的规格尺寸；其他形式支护见 1K413022。

2.撑板支撑应随挖土及时安装。

3.在软土或其他不稳定土层中采用横排撑板支撑时，开始支撑的沟槽开挖深度不得超过 1.0m；开挖与支撑交替进行，每次交替的深度宜为 0.4～0.8m。

4.支撑应经常检查，当发现支撑构件有弯曲、松动、移位或劈裂等迹象时，应及时处理；雨期及春季解冻时期应加强检查。

5.拆除支撑前，应对沟槽两侧的建筑物、构筑物和槽壁进行安全检查，并应制定拆除支撑的作业要求和安全措施。

6.施工人员应由安全梯上下沟槽，不得攀登支撑。

7.拆除撑板应制定安全措施，配合回填交替进行。

三、地基处理与安管

(一)地基处理

1.管道地基应符合设计要求，管道天然地基的强度不能满足设计要求时应按设计要求加固。

2.槽底局部超挖或发生扰动时，超挖深度不超过 150mm 时，可用挖槽原土回填夯实，其压实度不应低于原地基土的密实度；槽底地基土壤含水量较大，不适于压实时，应采取换填等有效措施。

3.排水不良造成地基土扰动时，扰动深度在 100mm 以内，宜填天然级配砂石或砂砾处理；扰动深度在 300mm 以内，但下部坚硬时，宜填卵石或块石，并用砾石填充空隙并找平表面。

4.设计要求换填时，应按要求清槽，并经检查合格；回填材料应符合设计要求或有关规定。

5.柔性管道地基处理宜采用砂桩、搅拌桩等复合地基。

6.其他形式地基处理方法见 1K413023。

(二)安管

1.管节及管件下沟前准备工作。管节、管件下沟前，必须对管节外观质量进行检查，排除缺陷，以保证接口安装的密封性。

2.采用**法兰和胶圈接口时，安装应按照施工方案严格控制上、下游管道接装长度、中心位移偏差及管节接缝宽度和深度**。

3.采用**焊接接口时，两端管的环向焊缝处齐平，错口的允许偏差应为 0.2 倍壁厚，内壁错边量不宜超过管壁厚度的 10%，且不得**大于 **2mm**。

4.采用**电熔连接、热熔连接接口时，应选择在当日温度较低或接近最低时进行**；电熔连接、热熔连接时电热设备的温度控制、时间控制，挤出焊接时对焊接设备的操作等，必须严格按接头的技术指标和设备的操作程序进行；接头处应有沿管节圆周平滑对称的内、外翻边；接头检验合格后，内翻边宜铲平。

5.金属管道应按设计要求进行内外防腐施工和施做阴极保护工程。

1K415012　掌握不开槽管道施工方法选择要点

不开槽管道施工方法是相对于开槽管道施工方法而言，不开槽管道施工方法通常也称为暗挖施工方法。本条文仅简要介绍市政公用工程常用**顶管法、盾构法、浅埋暗挖法、地表式水平定向钻法、夯管法**等施工方法选择与设备选型。

一、方法选择与设备选型依据

(一)工程设计文件和项目合同。施工单位应按中标合同文件和设计文件进行具体方法和设备的选择。

(二)工程详勘资料

1.由于城市地下情况的复杂性和给水排水管道工程的特殊性，工程勘察报告虽反映沿线地质的总体情况，但却没有反映一些特殊情况。**开工前施工单位应仔细核对建设单位提供的工程勘察报告，进行现场沿线的调查；特别是已有地下管线和构筑物应进行人工挖探孔(通称坑探)确定其准确位置，以免施工造成损坏**。

2.在掌握工程地质、水文地质及周围环境情况和资料的基础上，正确选择施工方法和设备选型。

(三)可供借鉴的施工经验和可靠的技术数据

二、施工方法与适用条件

(一)施工方法与设备分类见图 1K415012

(二)不开槽施工法与适用条件见表 1K415012

三、施工方法与设备选择的有关规定：

(一)**顶管顶进方法的选择，应根据工程设计要求、工程水文地质条件、周围环境和现场条件，经技术经济比较后确定**，并应符合下列规定：

1.采用**敞口式(手掘式)顶管机**时，应将地下水位降至管底以下不小于 0.5m 处，并应采取措施，防止其他水源进入顶管的管道；

2.当周围环境要求控制地层变形、或无降水条件时，宜采用**封闭式的土压平衡**或泥**水平衡顶管机**施工；目前城市改扩建给水排水管道工程多数采用**顶管法施工**，机械顶管技术获得了飞跃性发展。

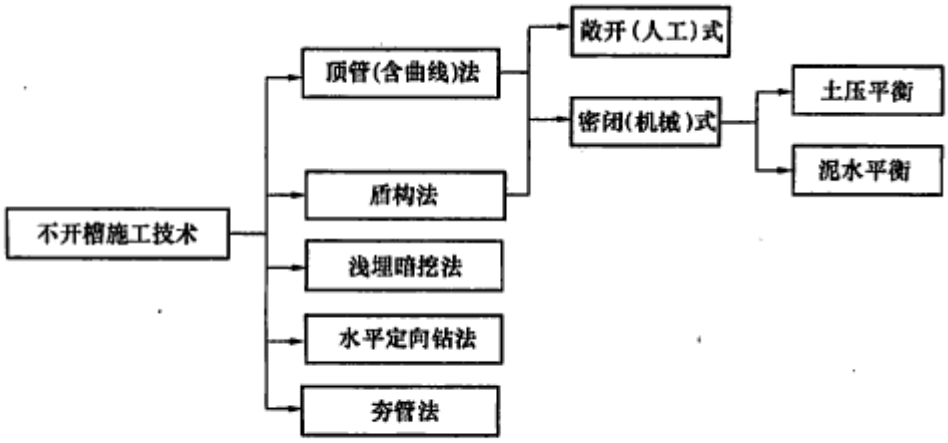


图 1K415012　施工方法与设备分类

不开槽法施工方法与适用条件　　表 1K415012

施工工法	密闭式顶管	盾构	浅埋暗挖	定向钻	夯管
工法优点	施工精度高	施工速度快	适用性强	施工速度快	施工速度快、成本较低
工法缺点	施工成本高	施工成本高	施工速度慢 施工成本高	控制精度低	控制精度低，适用于钢管
适用范围	给水排水管道综合管道	给水排水管道综合管道	给水排水管道综合管道	给水管道	给水排水管道
适用管径(mm)	Φ300～Φ4000	Φ3000 以上	Φ1000 以上	Φ300～Φ1000	Φ200～Φ1800
施工精度	小于±50mm	不可控	小于±1000mm	小于±1000mm	不可控
施工距离	较长	长	较长	较短	短
适用地质	各种土层	各种土层	各种土层	砂卵石及含	含水地层不

条件				水地层不适用	适用，砂卵石地层困难

【2011】: 15、管道施工中速度快、成本低、不开槽的施工方法是（ C??? ）管道

A.浅埋暗挖法 B.定向钻施工 C.夯管法 D.盾构

3.穿越建(构)筑物、铁路、公路、重要管线和防汛墙等时，应制订相应的保护措施；根据工程设计、施工方法、工程和水文地质条件，对**邻近建(构)筑物、管线**，应采用**土体加固或其他有效的保护措施**。

4.小口径的金属管道，当无地层变形控制要求且顶力满足施工要求时，可采用一次顶进的挤密土层顶管法。

(二)盾构机选型，应根据工程设计要求(管道的外径、埋深和长度)，工程水文地质条件，施工现场及周围环境安全等要求，经技术经济比较确定；**盾构法施工用于穿越地面障碍的给水排水主干管道工程，直径一般 3000mm 以上**。

(三)浅埋暗挖施工方案的选择，应根据工程设计(隧道断面和结构形式、埋深、长度)，工程水文地质条件，施工现场和周围环境安全等要求，经过技术经济比较后确定：**在城区地下障碍物较复杂地段，采用浅埋暗挖施工管(隧)道会是较好的选择**。

(四)定向钻机的回转扭矩和回拖力确定，应根据终孔孔径、轴向曲率半径、管道长度，结合工程水文地质和现场周围环境条件，经过技术经济比较综合考虑后确定，并应有一定的安全储备；导向探测仪的配置应根据定向钻机类型、穿越障碍物类型、探测深度和现场探测条件选用。**定向钻机在以较大埋深穿越道路桥涵的长距离地下管道的施工中会表现出优越之处**。

(五)夯管锤的锤击力应根据管径、钢管力学性能、管道长度，结合工程地质、水文地质和周围环境条件，经过技术经济比较后确定，并应有一定的安全储备；夯管法在特定场所是有其优越性，**适用于城镇区域下穿较窄道路的地下管道施工**。

四、设备施工安全有关规定

(一)施工设备，装置应满足施工要求，并符合下列规定：

1.施工设备、主要配套设备和辅助系统安装完成后，**应经试运行及安全性检验**，合格后方可掘进作业。

2.操作人员应经过培训，掌握设备操作要领，熟悉施工方法、各项技术参数，考试合格方可上岗。

3.管(隧)遭内涉及的水平运输设备、注浆系统、喷浆系统以及其他辅助系统应满足施工技术要求和安全、文明施工要求。

4.**施工供电应设置双路电源，并能自动切换；动力，照明应分路供电，作业面移动照明应采用低压供电**。

5.采用顶管、盾构、浅埋暗挖法施工的管道工程，应根据管(隧)道长度、施工方法和设备条件等确定管(隧)道内通风系统模式；设备供排风能力、管(隧)道内人员作业环境等还应满足国家有关标准规定。

6.采用起重设备或垂直运输系统

(1)起重设备必须经过起重荷载计算；

(2)使用前应按有关规定进行检查验收，合格后方可使用；

(3)起重作业前应试吊，吊离地面 100mm 左右时，应检查重物捆扎情况和制动性能，确认安全后方可起吊；起吊时工作井内严禁站人，当吊运重物下井距作业面底部小于 500mm 时，操作人员方可近前工作；

(4)严禁超负荷使用；

(5)工作井上、下作业时必须有联络信号。

7.所有设备、装置在使用中应按规定定期检查、维修和保养。

(二)监控测量

施工中应根据设计要求、工程特点及有关规定，**对管(隧)道沿线影响范围地表或地下管线等建(构)筑物设置观测点，进行监控测量。监控测量的信息应及时反馈，以指导施工，发现问题及时处理。**

熟悉普通顶管法施工技术

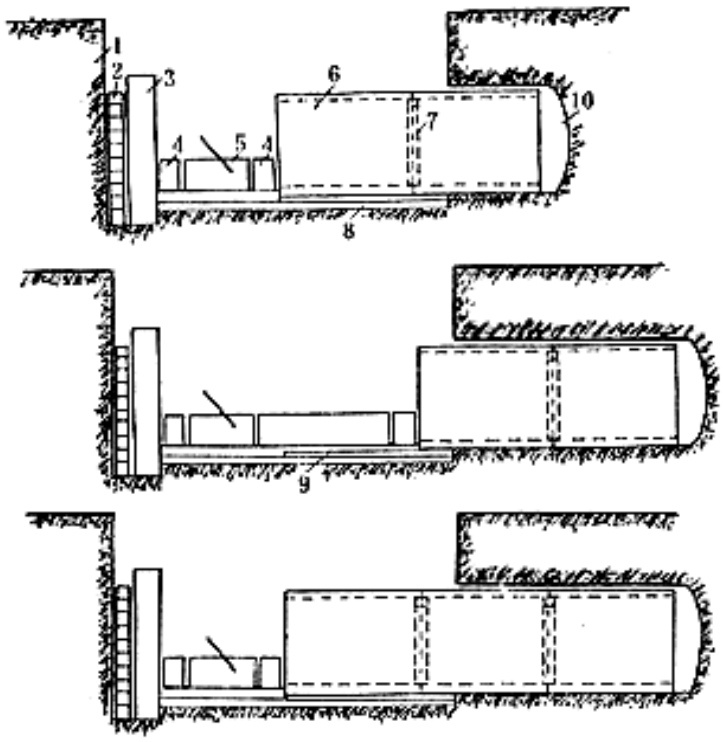


图 6-1 掘进顶管过程示意

1—后座墙；2—后背；3—立铁；4—横铁；5—千斤顶；6—管子；7—内涨圈；8—基础；9—导轨；10—掘进工作面

一 、工作坑

1 ．顶管工作坑的位置设置应**便于排水、出土和运输**，并易于对地上与地下建筑物、构筑物采取保护和安全生产措施.

2 采用的装配式后背墙由方木、型钢或钢板等组装而成，组装后的**后背墙具有足够的强度和刚度**

3 工作坑的支撑应形成封闭式框架，矩形工作坑的四角应加斜撑。

二、*设备安装*

1 **导轨**：选用钢质材料制作．两导轨安装牢固顺直、平行、等高，其**纵坡与管道设计坡度一致**。在使用中经常检查校核导轨，防止产生位移。

2 **千斤顶**：安装时固定在支架上，并与管道中心的垂线对称，其**合力的作用点在管道中心的垂线上**.

3 **油泵**：**应与千斤顶相匹配**，并有备用油泵．安装完毕后进行试运转。顶进过程中油压突然增高时，应立即停止顶进，检查原因并经处理后方可继续顶进。

4 **顶铁**：分块拼装式顶铁应有**足够的刚度**，并且顶铁的**相邻面相互垂直**。安装后的顶铁轴线应与管道轴线平行、对称，顶铁与导轨之间的接触面不得有泥土、油污。更换顶铁时，先使用长度大的顶铁，拼装后应锁定。顶进时工作人员不得在顶铁上方及侧面停留，并随时观察顶铁有无异常现象。顶铁与管口之间采用缓冲材料衬垫，当顶力接近管节材料的允许抗压强度时，管口应增加 U 形或环形顶铁。

5 起重设备．正式作业前应试吊，检查重物捆扎清况和制动性能．严禁超负荷吊装。

（1）挖土校正法：

（2）木杠支撑法：

中继间、泥浆套

【10 年】：26．采用顶管法施工时，应在工作坑内安装的设备有（　　）。

A．导轨　　B．油泵　　、C．顶铁　　D．起重机　　E．千斤顶

【答案】ABCE

1K415013　掌握管道功能性试验的规定

本条文简要介绍了给水排水管道功能性试验的有关规定，给水排水管道功能性试验分为压力管道的**水压试验**和无压管道的**严密性试验**。

一、基本规定

(一)*水压试验*

1.压力管道分为预试验和主试验阶段；试验合格的判定依据分为允许压力降值和允许渗水量值，按设计要求确定。设计无要求时，应根据工程实际情况，选用其中一项值或同时采用两项值作为试验合格的最终判定依据；水压试验合格的管道方可通水投入运行。

2.压力管道水压试验进行实际渗水量测定时，宜采用注水法进行。

3.管道采用两种(或两种以上)管材时，宜按不同管材分别进行试验；不具备分别试验的条件必须组合试验，且设计无具体要求时，应采用不同管材的管段中试验控制最严的标准进行试验。

【07 年】：13.给排水压力管道的水压试验包括(　)。P171-174，184

A.强度试验和严密性试验　B.强度试验和抗渗试验 C.满水试验和气密性试验 D.满水试验和严密性试验

(二)严密性试验

1.污水、雨污水合流管道及湿陷土、膨胀土、流砂地区的雨水管道，必须经严密性试验合格后方可投入运行。

2.管道的严密性试验分为**闭水试验**和**闭气试验**，应按设计要求确定；设计无要求时，应根据**实际情况选择闭水试验或闭气试验**。

3.全断面整体现浇的钢筋混凝土无压管渠处于地下水位以下时，除设计要求外，管渠的混凝土强度等级、抗渗等级检验合格，可采用**内渗法**测渗水量；渗漏水量测方法按《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 附录 F 的规定检查符合设计要求时，可不必进行闭水试验。

4.**不开槽施工的内径大于或等于 1500mm 钢筋混凝土结构管道，设计无要求且地下水位高于管道顶部时**，可采用**内渗法**测渗水量；渗漏水量测方法按 GB 50268 附录 F 的规定进行，符合有关规定时，则管道抗渗能力满足要求，不必再进行闭水试验。

(三)大口径球墨铸铁管、玻璃钢管、预应力钢筒混凝土管或预应力混凝土管等管道单口水压试验合格，且设计无要求时：

1.压力管道可免去预试验阶段，而直接进行主试验阶段；

2.无压管道应认同严密性试验合格，无需进行闭水或闭气试验。

(四)管道的试验长度

1.**除设计有要求外，压力管道水压试验的管段长度不宜大于 1.0km；对于无法分段试验的管道，应由工程有关方面根据工程具体情况确定。**

2.**无压力管道的闭水试验**，试验管段应按井距分隔，抽样选取，带井试验；若条件允许可一次试验不超过 5 个连续井段。

3.**当管道内径大于 700mm 时，可按管道井段数量抽样选取 1/3 进行试验；试验不合格时，抽样井段数量应在原抽样基础上加倍进行试验。**

二、管道试验方案与准备工作

(一)试验方案

试验方案主要内容包括：后背及堵板的设计；进水管路、排气孔及排水孔的设计；加压设备、压力计的选择及安装的设计；排水疏导措施；升压分级的划分及观测制度的规定；试验管段的稳定措施和安全措施。

(二)压力管道试验准备工作

1.试验管段所有敞口应封闭，不得有渗漏水现象；

2.试验管段**不得用闸阀做堵板**，不得含有消火栓、水锤消除器、安全阀等附件；

3.水压试验前应清除管道内的杂物；

4.应做好水源引接、排水等疏导方案。

(三)无压管道闭水试验准备工作

1.管道及检查井外观质量已验收合格；

2.管道未回填土且沟槽内无积水；

3.全部预留孔应封堵，不得渗水；

4.**管道两端堵板承载力经核算应大于水压力的合力；除预留进出水管外，应封堵坚固，不得渗水；**

5.**顶管施工，其注浆孔封堵且管口按设计要求处理完毕，地下水位于管底以下；**

6.应做好水源引接、排水疏导等方案。

【10 年】：12．关于排水管道闭水试验的条件中，错误的是（　　）。173

A．管道及检查井外观质量已验收合格 B．管道与检查井接口处已回填

C．全部预留口已封堵，不渗漏 D．管道两端堵板密封且承载力满足要求

(四)闭气试验适用条件

1.混凝土类的无压管道在回填土前进行的严密性试验。

2.地下水位应低于管外底 150mm，环境温度为-15～50℃。

3.下雨时不得进行闭气试验。

(五)管道内注水与浸泡

1.**应从下游缓慢注入，注入时在试验管段上游的管顶及管段中的高点应设置排气阀，将管道内的气体排除。**

2.试验管段注满水后，宜在不大于工作压力条件下充分浸泡后再进行水压试验，浸泡时间规定：

(1)球墨铸铁管(有水泥砂浆衬里)、钢管(有水泥砂浆衬里)、化学建材管不少于 24 h；

(2)内径大于 1000mm 的现浇钢筋混凝土管渠、预(自)应力混凝土管、预应力钢筒混凝土管不少于 72 h；

(3)内径小于 1000mm 的现浇钢筋混凝土管渠、预(自)应力混凝土管、预应力钢筒混凝土管不少于 48 h。

三、试验过程与合格判定

(一)水压试验

1.预试验阶段

将管道内水压缓缓地升至规定的试验压力并稳压 30min，期间如有压力下降可注水补压，补压不得高于试验压力；检查管道接口、配件等处有无漏水、损坏现象；有漏水、损坏现象时应及时停止试压，查明原因并采取相应措施后重新试压。

2.主试验阶段

停止注水补压，稳定 15min；15min 后压力下降不超过所允许压力下降数值时，将试验压力降至工作压力并保持恒压 30min，进行外观检查若无漏水现象，则水压试验合格。

(二)闭水试验

1.试验水头

试验段上游设计水头不超过管顶内壁时，试验水头应以试验段**上游管顶内壁加 2m 计**。试验段上游设计水头超过管顶内壁时，试验水头应以试验段上游设计水头加 2m 计；计算出的试验水头小于 10m，但已超过上游检查井井口时，试验水头应以上游检查井井口高度为准。

2.**从试验水头达规定水头开始计时，观测管道的渗水量，直至观测结束，应不断地向试验管段内补水，保持试验水头恒定。渗水量的观测时间不得小于 30min，渗水量不超过允许值试验合格。**

(三)闭气检验

1.**将进行闭气检验的排水管道两端用管堵密封，然后向管道内填充空气至一定的压力，在规定闭气时间测定管道内气体的压降值。**

2.管道内气体压力达到 2000Pa 时开始计时，满足该管径的标准闭气时间规定时，计时结束，记录此时管内实测气体压力 P，如 P≥1500Pa 则管道闭气试验合格，反之为不合格。

1K415014　熟悉砌筑沟道施工要点

给水排水工程中砌筑结构的构筑物，主要是沟道(管渠)、工艺井、闸井和检查井等；本条文以砌筑管渠为主简要介绍市政公用工程砌筑施工要点。

一、基本要求

(一)材料

1.**用于砌筑结构的机制烧结砖应边角整齐、表面平整、尺寸准确；强度等级符合设计要求，一般不低于 MU10**；其外观质量应符合《烧结普通砖》GB/T 5101 一等品的要求。

2.**用于砌筑结构的石材强度等级应符合设计要求，设计无要求时不得小于 30MPa**。石料应质地坚实均匀，无风化剥层和裂纹。

3.用于砌筑结构的混凝土砌块应符合设计要求和相关标准规定。

4.**砌筑砂浆应采用水泥砂浆**，其强度等级应符合设计要求，**且不应低于 M10**；水泥应采用砌筑水泥，并符合《砌筑水泥》GB/T 3183 标准。

(二)一般规定

1.**砌筑前应检查地基或基础，确认其中线高程、基坑(槽)应符合规定，地基承载力符合设计要求，并签验**。

2.砌筑前砌块(砖、石)应充分湿润；砌筑砂浆配合比符合设计要求，现场拌制应拌合均匀、随用随拌；砌筑应立皮数杆、样板挂线控制水平与高程。砌筑应采用满铺满挤法。砌体应上下错缝、内外搭砌、丁顺规则有序。

3.**砌筑砂浆应饱满，砌缝应均匀不得有通缝或瞎缝，且表面平整**。

4.砌体的沉降缝、变形缝、止水缝应位置准确、砌体平整、砌体垂直贯通，缝板、止水带安装正确，**沉降缝、变形缝应与基础的沉降缝、变形缝贯通**。

5.**砌筑结构管渠宜按变形缝分段施工，砌筑施工需间断时**，应预留阶梯形斜茬；接砌时，应将斜茬冲净并铺满砂浆，**墙转角和交接处应与墙体同时砌筑**。

6.采用混凝土砌块砌筑拱形管渠或管渠的弯道时，宜采用楔形或扇形砌块；当砌体垂直灰缝宽度大于 30mm 时，应采用细石混凝土灌实，混凝土强度等级不应小于 C20。

7.砌筑后的砌体应及时进行养护，并不得遭受冲刷、振动或撞击。

二、砌筑施工要点

(一)变形缝施工

1.变形缝内应清除干净，两侧应涂刷冷底子油一道。

2.缝内填料应填塞密实。

3.灌注沥青等填料应待灌注底板缝的沥青冷却后，再灌注墙缝，并应连续灌满灌实。

4.缝外墙面铺贴沥青卷材时，应将底层抹平，铺贴平整，不得有壅包现象。

(二)砖砌拱圈

1.拱胎的模板尺寸应符合施工设计要求，并留出模板伸胀缝，板缝应严实平整。

2.拱胎的安装应稳固，高程准确，拆装简易。

3.砌筑前，拱胎应充分湿润，冲洗干净，并均匀涂刷隔离剂。

4.**砌筑应自两侧向拱中心对称进行，灰缝匀称，拱中心位置正确；灰缝砂浆饱满严密**。

5.应采用退茬法砌筑，每块砌块退半块留茬，拱圈应在 24h 内封顶，两侧拱圈之间应满铺砂浆，拱顶上不得堆置器材。

(三)反拱砌筑

1.砌筑前，应按设计要求的弧度制作反拱的样板，沿设计轴线每隔 10m 设一块。

2.根据样板挂线，先砌中心的一列砖、石，并找准高程后接砌两侧，灰缝不得凸出砖面，反拱砌筑完成后，**应待砂浆强度达到设计抗压强度的 25%时，方可踩压**。

3.反拱表面应光滑平顺，高程允许偏差应为±10mm。

4.拱形管渠侧墙砌筑完毕，并经养护后，在安装拱胎前，两侧墙外回填土时，墙内应采取措施，保持墙体稳定。

5.**当砂浆强度达到设计抗压强度标准值的 25%时，方可在无振动条件下拆除拱胎**。

(四)圆井砌筑

1.**排水管道检查井内的流槽，宜与井壁同时进行砌筑**。

2.砌块应垂直砌筑；收口砌筑时，应按设计要求的位置设置钢筋混凝土梁；圆井采用砌块逐层砌筑收口时，**四面收口的每层收进不应大于 30mm，偏心收口的每层收进不应大于 50mm**。

3.砌块砌筑时，铺浆应饱满，灰浆与砌块四周粘结紧密、不得漏浆，上下砌块应错缝砌筑。

4.砌筑时应同时安装踏步，踏步安装后在砌筑砂浆未达到规定抗压强度等级前不得踩踏。

5.内外井壁应采用水泥砂浆勾缝；有抹面要求时，抹面应分层压实。

(五)砂浆抹面

1.墙壁表面粘结的杂物应清理干净，并洒水湿润。

2.**水泥砂浆抹面宜分两道，第一道抹面应刮平使表面造成粗糙纹，第二道抹平后，应分两次压实抹光**。

3.抹面应压实抹平，施工缝留成阶梯形；接槎时，应先将留茬均匀涂刷水泥浆一道，并依次抹压，使接槎严密；阴阳角应抹成圆角。

4.**抹面砂浆终凝后，应及时保持湿润养护，养护时间不宜少于 14d**。

(六)石砌体勾缝

1.勾缝前，应清扫干净砌体表面上粘结的灰浆、泥污等，并洒水湿润。

2.**勾缝灰浆**宜采用**细砂拌制的 1∶1.5 水泥砂浆；砂浆嵌入深度不应小于 20mm**。

3.勾缝宽窄均匀、深浅一致，不得有假缝、通缝、丢缝、断裂和粘结不牢等现象。

4.勾缝完毕应清扫砌体表面牿附的灰浆。

5.勾缝砂浆凝结后，应及时养护。

1K415015　了解给排水管网维护与修复技术

本条文简要介绍采用非开挖方式维护与修复城市管网的施工技术。

一、城市管道维护

(一)城市管道巡视检查

1.管道巡视检查内容包括管道漏点监测、地下管线定位监测、管道变形检查、管道腐蚀与结垢检查、管道附属设施检查、管网的介质的质量检查等。

2.管道检查主要方法包括人工检查法、自动监测法、分区检测法、区域泄露普查系统法

等。检测手段包括探测雷达、声纳、红外线检查、闭路监视系统(CCTV)等方法及仪器设备。

(二)城市管道抢修

1.不同种类、不同材质、不同结构管道抢修方法不尽相同。如钢管多为焊缝开裂或腐蚀穿孔，一般可用朴焊或盖压补焊的方法修复；预应力钢筋混凝土管采用补麻、补灰后再用卡盘压紧固定；若管身出现裂缝，可视裂缝大小采用两合揣袖或更换铸铁管或钢管，两端与原管采用转换接口连接。

2.各种水泵、闸阀等管道附属设施也要根据其使用情况定期进行巡查，发现问题及时进行维修与更换。对管网系统的调度系统中的所有设备和监测仪表也应遵照规定的工况和运行规律正确地操作和保养。

3.对管道检查、清通、更新、修复等维护中产生的大量数据要进行细致系统的处理，做好存档管理，以便为管网系统正常工作提供基础信息和保障。有条件时可利用地理信息系统在管网中进行应用。

(三)管道维护安全防护

1.**养护人员必须接受安全技术培训，考核合格后方可上岗。**

2.作业人员必要时可戴上防毒面具，防水表、防护靴、防护手套、安全帽等，穿上系有绳子的防护腰带，配备无线通信工具和安全灯等。

3.针对管网维护可能产生的气体危害和病菌感染等危险源，在评估基础上，采取有效的安全防护措施和预防措施，作业区和地面设专人值守，确保人身安全。

二、管道修复与更新

(一)局部修补

1.局部修补是在基本完好的管道上纠正缺陷和降低管道的渗漏量等。当管道的结构完好，仅有局部性缺陷(裂隙或接头损坏)时，可考虑使用局部修补。

2.局部修补要求解决的问题包括：

(1)提供附加的结构性能，以有助于受损坏管能承受结构荷载；

(2)提供防渗的功能；

(3)能代替遗失的管段等。

局部修补主要**用于管道内部的结构性破坏以及裂纹等的修复**。目前，进行局部修补的方法很多，主要有**密封法、补丁法、铰接管法、局部软衬法、灌浆法、机器人法**等。

(二)全断面修复

1.**内衬法**

传统的内衬法也称为插管法，是采用比原管道直径小或等径的化学建材管插入原管道内，在新旧管之间的环形间隙内灌浆，予以固结，形成一种管中管的结构，从而使化学建材管的防腐性能和原管材的机械性能合二为一，改善工作性能。该法适用于管径 60～2500mm、管线长度 600m 以内的各类管道的修复。化学建材管材主要有醋酸一丁酸纤维素(CAB)、聚氯乙烯(PVC)、PE 管等。**此法施工简单，速度快，可适应大曲率半径的弯管**。但存在管道的断面受损失较大、环形间隙要求灌浆、一般**只用于圆形断面管道等缺点**。

为了减少修复后管道过流断面的损失，可以采用改进的内衬法。施工前首先将新管(主要

是聚乙烯管)通过机械变形，使其断面产生变形(直径变小或改变形状)，随后将其送人旧管内，最后通过加热、加压或靠自然作用使其恢复到原来的形状和尺寸，从而与旧管形成紧密的配合。改进的内衬法适用于管径为 75～1200mm，长度在 1000m 以内的各类管道的修复。

2.**缠绕法**

缠绕法是借助螺旋缠绕机，将 PVC 或 PE 等塑料制成的、带连锁边的**加筋条带缠绕在旧管内壁上形成一条连续的管状内衬层**。通常，衬管与旧管直径的环形间隙需灌浆。此法适用于管径为 50～2500mm，管线长度为 300m 以内的各种圆形断面管道的结构性或非结构性的修复，尤其是污水管道。**其优点是可以长距离施工，施工速度快**，可适应大曲率半径的弯管和管径的变化，可利用现有检查井，**但管道的过流断面会有损失**，对施工人员的技术要求较高。

3.**喷涂法**

喷涂法主要用于管道的防腐处理，也可用于在旧管内形成结构性内衬。施工时，高速回转的喷头在绞车的牵引下，一边后退一边将水泥浆或环氧树脂均匀地喷涂在旧管道内壁上，喷头的后退速度决定喷涂层的厚度。此法适用于管径为 75～4500mm、管线长度在 150m 以内的各种管道的修复。**其优点是不存在支管的连接问题，过流断面损失小，可适应管径、断面形状、弯曲度的变化**，但树脂固化需要一定的时间，管道严重变形时施工难以进行，对施工人员的技术要求较高。

(三)管道更新

随着城市化快速发展，原有的管道直径有时就会显得太小，不能再满足需要；另外，旧管道也会破损不能再使用，而新管道往往没有新的位置可铺设，这两种情况都需要管道更新。常用的管道更新是指以待更新的旧管道为导向，在将其破碎的同时，将新管拉入或顶入的管道更新技术。这种方法可用相同或稍大直径的新管更换旧管。根据破碎旧管的方式不同，常见的有破管外挤和破管顶进两种方法。

1.**破管外挤**

破管外挤也称爆管法或胀管法，是使用爆管工具将旧管破碎，并将其碎片挤到周围的土层，同时将新管或套管拉入，完成管道更换的方法。**爆管法的优点是破除旧管和完成新管一次完成，施工速度快，对地表的干扰少；可以利用原有检查井。其缺点是不适合弯管的更换；在旧管线埋深较浅或在不可压密的地层中会引起地面隆起；可能引起相邻管线的损坏；分支管的连接需开挖进行**。按照爆管工具的不同，又可将爆管分为气动爆管、液动爆管、切割爆管等三种。

气动或液动爆管法一般适用于管径小于 1200mm、由脆性材料制成的管如陶土管、混凝土管、铸铁管等，新管可以是聚乙烯(PE)管、聚丙烯(PP)管、陶土管和玻璃钢管等。新管的直径可以与旧管的直径相同或更大，视地层条件的不同，最大可比旧管大 50%。

与上述两种爆管法不同的是，切割爆管法主要用于更新钢管。这种爆管工具由爆管头和扩张器组成，爆管头上有若干盘片，由它在旧管内划痕，随后扩张器上的刀片将旧管切开，同时将切开后的旧管撑开，以便将新管拉入。切割爆管法适用于管径 50～150mm、长度在 150m 以内的钢管，新管多用 PE 管。

2.**破管顶进**

如果管道处于较坚硬的土层，旧管破碎后外挤存在困难。此时可以考虑使用破管顶进法。该法是使用经改进的微型隧道施工设备或其他的水平钻机，以旧管为导向，将旧管连同周围的土层一起切削破碎，形成直径相同或更大直径的孔，同时将新管顶入，完成管线的更新，破碎后的旧管碎片和土由螺旋钻杆排出。

破管顶进法主要用于直径 100～900mm、长度在 200m 以内、埋深较大(一般大于 4m)的陶土管、混凝土管或钢筋混凝土管，新管为球墨铸铁管、玻璃钢管、混凝土管或陶土管。**该法的优点是对地表和土层无干扰；可在复杂的土层中施工，尤其是含水层；能够更换管线的走向和坡度已偏离的管道；基本不受地质条件限制。其缺点是需开挖两个工作井，地表需有足够大的工作空间。**

泥水钻进机前面安装一台清管器，随着顶过将旧管道内的残留物和污水推着前移，不使其污染管道四周的土体。进入锥形碎石机的旧管道被破碎，连同泥土一起被运载泥浆通过管路排放到地面。就这样边破碎、边顶进，直至将旧管道全部粉碎排出地层，用新管道代替。这种施工方法的工作井可以较小。旧井如能满足，就不需要建新工作井，这样可以减少投资，同时还可以缩短工期。这是一种旧管更新的理想施工法。

【案例 1K415015】

1.背景

某公司承担了排水管道维护及其管道修复工程。在维护巡视中发现新建北路下的某段管道是盲端，经公司研究决定于 2010 年 7 月 15 日准备将新建北路的排水管道与已建成的管道井堵口打开连通。公司派新进场的几名临时工人进行该项目作业。第 1 名作业人员打开第一个井立即下井作业，由于管道内涌出大量硫化氢气体，致使该作业人员当场晕倒，地面的 5 名作业人员见状后先后下井救人，也相继晕倒，待消防队员赶来时，已造成 3 人死亡，3 人重伤。

调查中发现：已建成管道为钢筋混凝土管，直径 1500mm，由于年久疏于维护管理，已存在多处局部损坏，其中三个井段由于地面超载等原因造成管道裂缝，经鉴定结构尚可满足承载要求，拟采用全断面修复法实施修复。

2.问题

(1)第 1 名作业人员的作业程序和随后施救人员的做法是否正确？

(2)造成本次事故的原因有哪些？

(3)三个井段可以采用哪些修复方法？

3.参考答案

(1)问题 1

不正确。**应在进行检查之前，将进出检查井盖及其上、下游检查井盖打开一段时间，再使用气体监测装置检查有无有毒有害气体。作业人员未经培训，不懂对井下中毒人员的救助方法和注意事项盲目下井，作业现场又未准备救援器材，致使事故扩大。**

(2)问题 2

造成本次事故的原因包括：原有管道已投入使用，管道井下作业前没有按规定先监测井下有毒气体含量及氧气含量；打通旧管道堵口没有采取安全防范措施，导致作业人员中毒；

施救人员不懂对井下中毒人员的救助方法和注意事项盲目下井，作业现场又未准备救援器材，致使事故扩大；派临时工人不经培训就上岗作业，施工现场无专人监管，整个管理处于失控状态。在维护作业之前，必须采取有效的安全防护措施，确保人身安全。

(3)问题 3

三个井段的修复为全断面修复，可以采用内衬法、缠绕法、喷涂法等方法。

1K415020　城市供热管道工程施工

1K415021　掌握供热管道施工与安装要求

一、施工前的准备工作

(一)技术准备

1.组织有关技术人员熟悉施工图纸，搞好各专业施工图纸的会审，了解工程的特点、重点、难点所在。认真听取设计入员的技术交底，领会设计意图，了解相关专业工种之间的配合要求。组织编制施工组织设计(施工方案)，按要求履行审批手续。**对危险性较大的分部、分项工程，按住房和城乡建设部要求组织专家进行论证**，依据论证要求补充、修改施工方案。

2.做好施工中所用的有关施工及验收规范、标准等技术资料的准备工作。

3.开工前详细了解工程项目所在地区的气象自然条件情况，建设场地和水文地质情况，以便有针对性地做好施工平面布置，确保施工顺利进行。需要降水时，应执行当地水务和建设主管部门的规定，必要时应将降水方案报批或组织进行专家论证，以确保地下水的保护。应按降水工程设计实施，完成降水方案的降水井和排水设施的全过程，经过降水试验合格。在降水施工的同时，应做好降水监测、环境影响监测和防治，以及水土资源的保护工作。

4.组织技术及测量人员对现场进行详细勘测交桩，了解掌握线路走向、地形地貌等自然条件，对建设单位提供的地下管线等设施情况组织进行探查，对管道开槽范围内已知的各种障碍物进行现场核查，逐项查清障碍物构造情况，以及与工程的相对位置关系。**与建设单位办理地下管线及建(构)筑物资料移交手续**，确保在施工过程中地下设施和施工人员的安全。

5.对管线及障碍物保护、加固、交通导改的技术措施进行讨论、分析，并确定最优方案。

6.穿越既有设施或建(构)筑物的施工方法、工作坑的位置及工程进行步骤应取得穿越部位相关产权或管理单位的同意与配合，并保证地下管线和构筑物能正常使用，地上建筑物和设施不发生沉降、倾斜、塌陷。

(二)物资准备

1.全面了解和熟悉标书、承包合同等有关文件，按照计划落实好主要材料的货源，做好订货采购、催交和验货工作，并根据施工进度的所需，组织好材料进场及施工机具的进场工作。**对管材和附件进行入场检验，钢管的材质、规格和壁厚偏差应符合国家现行钢管制造技术标准和设计文件规定，必须具有制造厂的合格证书或质量证明书及材料质量复验报告**，资料中所缺项目应做补充检验。对受监察的承压元件(管子、弯头、三通等)，其质量证明文件和制造资质还应符合特种设备安全监察机构的有关规定。实物标识应与质量证明文件相符。钢外护管真空复合保温管和管件应逐件进行外观检验和电火花检测。

2.供热管网中所用的阀门等附件，必须有制造厂的产品合格证。*一级管网主干线*所用阀门

及与一级管网主干线直接相连通的阀门，支干线首端和供热站人口处起关闭、保护作用的阀门及其他重要阀门，**应由工程所在地有资质的检测部门进行强度和严密性试验，检验合格后，定位使用**。

【2011】: 23、以下需要有资质的检测部门进行强度和严密性试验的阀门是（ ACD ）管道

A 一级管网主干线　B 二级管网主干线　C 支干线首端　D 供热站入口　E 与二级管网主干线直接连通

二、施工技术及要求

(一)**土方开挖至槽底标高后，应由施工和监理(无监理的工程由建设单位项目负责人)等单位共同验收地基，必要时还应有勘察、设计入员参加。对松软地基及坑洞应由设计(勘察)人提出处理意见。**

(二)管道安装前，应完成支、吊架的安装及防腐处理。支架的制作质量应符合设计和使用要求，支、吊架的位置应准确、平整、牢固，标高和坡度符合设计规定。管件制作和可预组装的部分宜在管道安装前完成，并经检验合格。

(三)**供热管道的连接方式主要有：*螺纹连接(丝接)*、*法兰连接*和*焊接连接*。螺纹连接仅适用于小管径、低压力和较低温度的情况。供热网管道的连接一般应采用焊接连接方式。**

【06 年】:　28.城市热力管道工程施工中,热力管道的连接方式主要有(　).P180

A.螺纹连接　B.卡箍连接　C.法兰连接　D.承插连接　E.焊接

(四)**对接管口时，应检查管道平直度，在距接口中心 200mm 处测量，允许偏差 1mm，在所对接管子的全长范围内，最大偏差值应不超过 10mm**。

(五)**采用偏心异径管(大小头)时，蒸汽管道的变径以管底相平(俗称底平)安装在水平管路上，以便于排除管内冷凝水；热水管道变径以管顶相平(俗称顶平)安装在水平管路上，以利于排除管内空气。**

(六)**施工间断时，管口应用堵板封闭，雨期施工时应有防止管道漂浮、泥浆进入管腔，以及防止直埋蒸汽管道工作管和保温层进水的措施**。

(七)直埋保温管安装过程中，出现折角或管道折角大于设计值时，必须经过设计确认。距补偿器 12m 范围内管段不应有变坡和转角。两个固定支座之间的直埋蒸汽管道，不宜有折角。已安装完毕的直埋保温管道末端必须按设计要求进行密封处理。

(八)**直埋蒸汽管道的工作管**，必须采用**有补偿的敷设方式**，钢质外护管宜采用无补偿方式敷设；钢质外护管必须进行外防腐。必须设置*排潮管*。外护管防腐层应进行全面在线电火花检漏及施工安装后的电火花检漏，耐击穿电压应符合国家现行标准的要求，对检漏中发现的损伤处须进行修补，并进行电火花检测，合格后方可进行回填。

【2011】:17、直埋蒸汽管要加什么管（ B ）管道

A.排气管 B.排潮管 C.排水管 D.放散管

(九)管道穿过基础、墙壁、.楼板处，应安装**套管**或**预留孔洞**，且焊口不得置于套管中、孔洞内以及隐蔽的地方，**穿墙套管每侧应出墙 20～25mm**；**穿过楼板的套管应高出板面 50mm**；套管与管道之间的空隙可用柔性材料填塞；套管直径应比保温管道外径大 50mm；套管中心的允许偏差为 10mm，预留孔洞中心的允许偏差为 25mm。

(十)沟槽、检查室的主体结构经隐蔽工程验收合格及竣工测量后，应及时进行回填。

三、管道附件安装要求

(一)*补偿器安装*

有补偿器装置的管段，在补偿器安装前，管道和固定支架之间不得进行固定。

【07 年】：14.有补偿器装置的热力管道，在补偿器安装前，管道和(　)不得进行固定连接。P181

A.导向支架　　B.悬吊支架　　C.固定支架　　D.滚动支架

L 形，Z 形，Π 形补偿器一般在施工现场制作，制作应采用优质碳素钢无缝钢管。通常 Π 形补偿器应水平安装，平行臂应与管线坡度及坡向相同，垂直臂应星水平。垂直安装时，不得在弯管上开孔安装放风管和排水管。

在直管段中设置补偿器的最大距离和补偿器弯头的弯曲半径应符合设计要求。在靠近补偿器的两端，至少应各设有一个导向支架，保证运行时自由伸缩，不偏离中心。

当安装时的环境温度低于补偿零点(设计的最高温度与最低温度差值的 1/2)时，应对补偿器进行预拉伸，拉伸的具体数值应符合设计文件的规定。经过预拉伸的补偿器，在安装及保温过程中应采取措施保证预拉伸不被释放。

在安装波形补偿器或填料式补偿器时，补偿器应与管道保持同轴，不得偏斜，有流向标记(箭头)**的补偿器，安装时应使流向标记与管道介质流向一致。**

填料式补偿器芯管的外露长度或其端部与套管内挡圈之间的距离应大于设计规定的变形量。

球形补偿器安装时，与球形补偿器相连接的两垂直臂的倾斜角度应符合设计要求，外伸部分应与管道坡度保持一致。

采用直埋补偿器时，在回填后其固定端应可靠锚固，活动端应能自由变形。

补偿器的临时固定装置在**管道安装、试压、保温完毕后，应将紧周件松开**，保证在使用中可以自由伸缩。

【10 年】：27．关于供热管道补偿器安装的说法，正确的有（　　）。

A．管道补偿器的两端，应各设一个固定支座

B．靠近补偿器的两端，应至少各设有一个导向支座

C．应对补偿器进行预拉伸

D．填料式补偿器垂直安装时，有插管的一段应置于上部

E．管道安装、试压、保温完毕后，应将补偿器临时固定装置的紧固件松开

【答案】BDE

(二)管道支架(托架、吊架、支墩、固定墩等)安装

除埋地管道外，管道支架制作与安装是管道安装中的第一道工序。固定支架必须严格安装在设计规定的位置，并与土建结构牢固结合，当固定支架的混凝土强度没有达到设计要求时，固定支架不得与管道固定，并应防止外力破坏。

支架在预制的混凝土墩上安装时，混凝土的抗压强度必须达到设计要求；滑动支架的滑板面露出混凝土表面的允许偏差为-2mm，预埋件的纵向中心线与管道中心线的偏差不应大于 5mm。

支架的位置应正确，埋设平整、牢固，坡度符合设计规定，支架处不得有环焊缝。支架顶面高程允许偏差为-5～0mm，活动支座支承管道滑托的钢板面的高程允许偏差为-10～0mm。**管道支架的支承表面的标高可以采用在其上都加设金属垫板的方式进行调整，但金属垫板不得超过两层，垫板应与预埋铁件或钢结构进行焊接。**

具有不同位移量或位移方向不同的管道，当设计无特殊要求时，不得共用同一吊杆或滑托。

支架上承接滑托的滑动支承板、滑托的滑动平面和导向支架的导向板滑动平面应平整、光滑、接触良好，不得有歪斜和卡涩现象。

固定支架处的固定角板，只允许与管道焊接，切忌与固定支架结构焊接，以防形成“死点”，限制了管道的伸缩，极易发生事故。

管沟敷设时，在距沟口 0.5m 处应设支(吊)架。无热位移管道滑托、吊架的吊杆应垂直于管道轴线安装；有热位移管道滑托、吊架的吊杆中心应处于与管道位移方向相反的一侧，其位移量应按设计要求进行安装，设计无要求时应为计算位移量的 1/2。

弹簧支、吊架的安装高度应按设计要求进行调整。弹簧的临时固定件，应待管道安装、试压、保温完毕后拆除。

直埋供热管道和在外力作用下不允许有变形的管道的折点处应按设计的位置和要求设置固定墩，以保证管道系统的稳定性。当设计未要求时，固定墩的质量应符合如下要求：混凝土固定墩的强度等级不低于 C20；钢筋直径不应小于 8mm，其间距不应大于 250mm；钢筋应双层布置，保护层不应小于 30mm；管道穿过固定墩处，孔边应设置加强筋。直埋供热管道与其他设施的最小净距见表 1K415021，钢外护管真空复合保温管的布置要求同此表。这里需要注意的是，不同的标准对净距的要求有所差异，在实际施工过程中，尚应符合相关专业设施、管道的标准要求，同时应尊重其产权单位的意见，当保证净距确有困难时，可以采取必要的措施，经设计单位同意后，按设计文件的要求执行。

直埋供热管道与其他设施的最小净距(m)　　表 1K415021

设施、管道		蒸汽管道(CJJ 104-2005)		热水管道(CJJ/T 81-1998)	
		最小水平净距	最小垂直净距	最小水平净距	最小垂直净距
给水、排水管道		1.5	0.15	1.5	0.15
燃气管道(钢)	P≤0.4MPa	1.0	0.15	1.0	0.15
	P≤0.8MPa	1.5	0.15	1.5	0.15
	P＞0.8MPa	2.0	0.15	2.0	0.15
压缩空气、二氧化碳管道		1.0	0.15	1.0	0.15
乙炔、氧气管道		1.5	0.25	1.5	0.25
易燃、可燃液体管道		1.5	0.30		

架空管道管架基础边缘		1.5	—		
排水盲沟沟边		1.5	0.50	1.5	0.50
地铁		5.0	0.80	5.0	0.80
电气铁路接触电杆基础		3.0	—	3.0	—
道路、铁路路基边坡底脚		1.0	0.70(路面)	1.0	—
道路路面				—	0.70
铁路		3.0(钢轨)	1.20(轨底)		
灌溉渠沟边缘		2.0	—		
桥梁支鹰基础(高架桥、栈桥)		2.0	—		
照明、通信电杆中心		1.0	—		
建筑物基础边缘	DN≤250mm	3.0	—	2.5	—
	DN≥300mm			3.0	—
围墙基础边缘		1.0	—		
乔术或灌木中心		3.0	—		
电缆	通信电缆管块	1.0	0.30	1.0	0.30
	电力电缆≤35kV	2.0	0.50	2.0	0.50
	电力电缆≤110kV	2.0	1.00	2.0	1.00
架空输电线电杆基础	≤1kV	1.0	—		
	35～220kV	3.0	—		
	330～500kV	5.0	—		

注：表格内为空白时为相应标准未作规定。

(三)阀门安装

安装前应仔细核对阀门的型号、规格是否与设计相符。查看阀门是否有损坏，阀杆是否歪斜、灵活，指示是否正确等。阀门搬运时严禁随手抛掷，应分门别类进行摆放。**阀门吊装搬运时，钢丝绳应拴在法兰处，不得拴在手轮或阀杆上**。阀门应清理干净，**并严格按指示标记及介质流向确定其安装方向，采用自然连接，严禁强力对口**。

阀门的开关手轮应放在便于操作的位置，水平安装的闸阀、截止阀的阀杆应处于上半周范围内。

当阀门与管道以法兰或螺纹方式连接时，阀门应在关闭状态下安装，以防止异物进入阀门密封座。当阀门与管道以**焊接方式连接时**，宜采用**氩弧焊打底**，这是因为氩弧焊所引起的变形小，飞溅少，背面透度均匀，表面光洁、整齐，很少产生缺陷，另外，**焊接时阀门不得关闭**，以防止受热变形和因焊接而造成密封面损伤，焊机地线应搭在同侧焊口的钢管上，严禁搭在阀体上。对于承插式阀门还应在承插端头留有 1.5mm 的间隙，以防止不在焊接时和在以后的操作过程中附加不合理的受力。

集群安装的阀门应按整齐、美观、便于操作的原则进行排列。

(四)已预制防腐层和保温层的管道及附件的保护措施

对已预制了防腐层和保温层的管道及附件，在吊装、运输和安装前必须制定严格的防止防腐层和保温层损坏以及防水的技术措施，并认真实施。

四、管道回填

按照设计要求进行回填作业。在回填时，回填土应分层夯实，回填土中不得含有碎砖、石块、大于 100mm 的冻土块及其他杂物。管顶或结构顶以上 500mm 范围内，应采用轻夯夯实，严禁采用动力夯实机或压路机压实。各部位的夯实密实度应符合标准要求。回填压实时，应确保管道或结构的安全。当管道回填土夯实至距管顶不小于 0.3m 后，将黄色印有文字的聚乙烯警示带连续平敷在管道正上方的位置，每段搭接处不少于 0.2m，带中间不得撕裂或扭曲。管道的竣工图上除标注坐标外还应标栓桩位置。

【09 年】：17．热力管道回填土夯实到管项 0.5m（2011 改为 0.3m）以后，应在管道位置上方平敷塑料标志带，标志带的颜色是（）。P183

A．黄色　　B．蓝色　　C．红色　　D．绿色

【案例 1K415021】

1.背景

某供热管线工程，长 729m，DN250，采用 Q235B 管材，直埋敷设，全线共设 4 座检查室。在 2 号检查室内热机安装施工时，施工单位预先在管道上截下一段短节，留出安装波纹管补偿器的位置，后因补偿器迟迟未到货，只好将管端头临时用彩条布封堵。

2.问题

(1)施工单位的此种做法是否妥当？如不妥当，请写出正确的程序。

(2)波纹管补偿器安装时，对其安装方向是否有要求？

(3)对波纹管补偿器与管道连接处的焊缝是否需要进行无损探伤检验？检验比例是多少？

3.参考答案

(1)问题 1

不妥当。波纹管补偿器应与管道保持同轴，但按背景中介绍的情况，不一定能保证。正确的做法应是在补偿器运至安装现场时，再在已固定好的钢管上切口吊装焊接。

(2)问题 2

安装波纹管补偿器时，有流向标记(箭头)的补偿器，安装时应使流向标记与管道介质流向一致。

(3)问题 3

按规范要求，波纹管补偿器与管道连接处的焊缝应进行 100%无损探伤检验。

1K415022　掌握供热管道功能性试验的规定

供热管道压力试验分为**强度**和**严密性试验**。强度试验是超过设计参数的压力试验，是用以检查由于设计或安装原因可能存在的质量隐患而使结构承载能力不足的缺陷。由于是超压试验，对系统本身是不利的，因此不应反复、多次进行。严密性试验是略超设计参数的压力试验，是在系统设备全部安装齐全且防腐保温完成的情况下，用以检查可能存在的微渗漏缺陷。

试验中所用压力表的精度等级不得**低于 1.5 级**，量程应为试验压力的 1.5～2 倍，数量不得少于 2 块，表盘直径不应小于 100mm，**应在检定有效期内**。压力表应安装在**试验泵出口**和**试验系统末端**。

一、强度试验

管线施工完成后，经检查除现场组装的连接部位(如：焊接连接、法兰连接等)外，其余均符合设计文件和相关标准的规定后，**方可以进行强度试验**。

强度试验应在试验段内的管道接口防腐、保温施工及设备安装前进行，**试验介质为洁净水，环境温度在 5℃以上，试验压力为设计压力的 1.5 倍，充水时应排净系统内的气体，在试验压力下稳压 10min，检查无渗漏、无压力降后降至设计压力，在设计压力下稳压 30min，检查无渗漏、无异常声响、无压力降为合格。**

当管道系统存在较大高差时，试验压力以最高点压力为准，同时最低点的压力不得超过管道及设备的承受压力。

当试验过程中发现渗漏时，严禁带压处理。消除缺陷后，应重新进行试验。

试验结束后，应及时拆除试验用临时加固装置，排净管内积水。排水时应防止形成负压，严禁随地排放。

二、严密性试验

严密性试验应在试验范围内的管道全部安装完成后进行，且各种支架已安装调整完毕，固定支架的混凝土已达到设计强度，回填土及填充物已满足设计要求，管道自由端的临时加固装置已安装完成，并安全可靠。**严密性试验压力为设计压力的 1.25 倍，且不小于 0.6MPa。一级管网稳压 1h 内压力降不大于 0.05MPa；二级管网稳压 30min 内压力降不大于 0.05MPa，且管道、焊缝、管路附件及设备无渗漏，固定支架无明显变形的为合格。**

钢外护管焊缝的严密性试验应在工作管压力试验合格后进行。试验介质为**空气**，试验压力为 0.2MPa。试验时，压力应逐级缓慢上升，至试验压力后，稳压 10min，然后在焊缝上涂

刷中性发泡剂并巡回检查所有焊缝，无渗漏为合格。

三、试运行

工程已经过有关各方预验收合格且热源已具备供热条件后，对热力系统应按建设单位、设计单位认可的参数进行试运行，试运行的时间应为连续运行 72h。

试运行过程中应缓慢提高工作介质的升温速度，应控制在不大于 10℃/h。在试运行过程中对紧固件的热拧紧，应在 0. 3MPa 压力以下进行。

试运行中应对管道及设备进行全面检查，**特别要重点检查支架的工作状况**。

对于已停运两年或两年以上的直埋蒸汽管道，运行前应按新建管道要求进行**吹洗和严密性试验**。新建或停运时间超过半年的直埋蒸汽管道，冷态启动时必须进行**暖管**。

1K415023　熟悉供热管网附件及供热站设施安装要点

本条文简要介绍了供热管网附件及供热站相关设施安装的有关规定和技术要点。

一、供热管网附件

(一)补偿器

1.任何材料随温度变化，其几何尺寸将发生变化，变化量的大小取决于某一方向的线膨胀系数和该物体的总长度。线膨胀系数是指物体单位长度温度每升高 1℃后物体的相对伸长。当该物体两端被相对固定，则会因尺寸变化产生内应力。

供热管网的介质温度较高，供热管道本身长度又长，敬管道产生的温度变形量就大，其热膨胀的应力也会很大。**为了释放温度变形，消除温度应力，以确保管网运行安全**，必须根据供热管道的热伸长量及应力计算(计算式见表 1K415023)设置适应管道温度变形的补偿器。

名　称	计 算 式	说　明
热伸长量计算	$\triangle L=\alpha L\triangle t$	△L——热伸长（m）；α——管材线膨胀系数，碳素钢 $\alpha=12\times10^{6}$m/(m·℃)；L——管段长度(m)；△t——管道在运行时的温度与安装时的环境温度差(℃)
热膨胀应力计算	$\sigma= E\alpha\triangle t$	σ——热应力(MPa)，E——管材弹性模量(MPa)，碳素钢 $E=20.14\times10^{4}$MPa，其余同上

2.供热管道的热伸长及应力计算实例

已知一条供热管道的某段长 200m，材料为碳素钢，安装时环境温度为 0℃，运行时介质温度为 125℃，设定此段管道两端刚性固定，中间不设补偿器，求运行时的最大热伸长量△1 及最大热膨胀应力 σ。

解：$\triangle L=\alpha L\triangle t=12\times10^{-6}\times200\times(125-0)=0.3m$

$\sigma=E\alpha\triangle t=20.14\times10^{4}\times12\times10^{-6}\times(125-0)=302.1MPa$

由上可知，供热管道在运行中其产生的热胀应力极大，远远超过钢材的许用应力(【σ]≈140MPa)，故在工程中只有选用合适的补偿器，才能消除热胀应力，从而确保供热管道的安全运行。

3.补偿器类型

补偿器分为**自然补偿器**和**人工补偿器**两种。目前常用的补偿器主要有：1 形补偿器，Z 形

补偿器、Π 形(或 Ω 形)补偿器、波形(波纹)补偿器、球形补偿器和填料式(套筒式)补偿器等几种形式。

(1)**自然补偿是利用管路几何形状所具有的弹性来吸收热变形**。最常见的管道自然补偿法是将管道两端以任意角度相接，多为两管道垂直相交。自然补偿的**缺点是管道变形时会产生横向的位移，而且补偿的管段不能很大**。

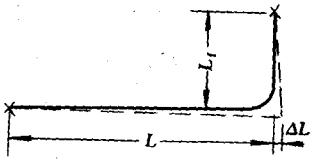


图 3-4-6.1 “L”形补偿器

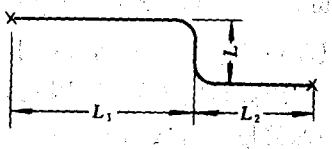


图 3-4-6.2 “Z”形补偿器

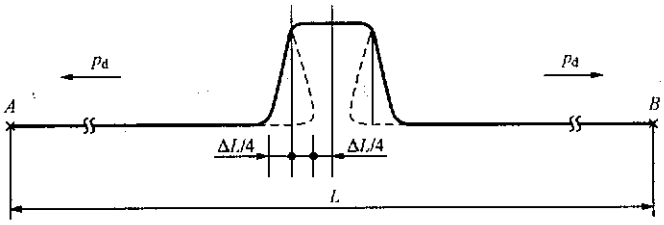


图 6-2 方形补偿器受热变形示意图

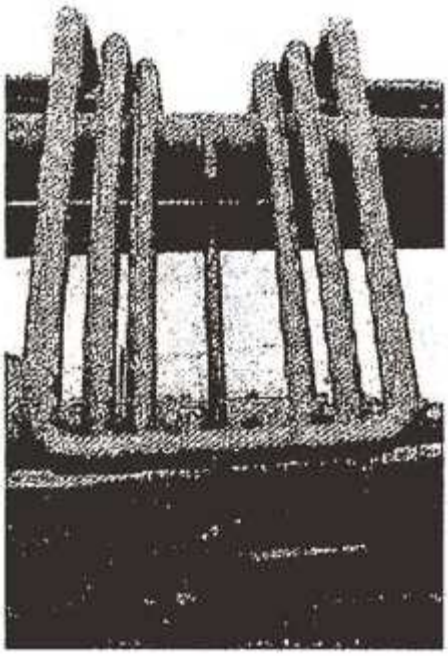


图 1K415023-1 方形补偿器

自然补偿器分为 *L 形*(管段中 90^0～150^0 弯管)和 *Z 形*(管段中两个相反方向 90^0 弯管)两种，**安装对应正确确定弯管两端固定支架的位置**。

【10 年】: 9. 下列供热管道的补偿器中，属于自然补偿方式的是（　　）。186

A. 波形补偿器　　B. Z 型补偿器　　C. 方型补偿器　　D. 填充式补偿器

(2)人工补偿是利用管道补偿器来吸收热变形的补偿方法，常用的有方形补偿器、波形补偿器、球形补偿器和填料式补偿器等。

方形补偿器　方形补偿器(如图 1K415023-1 所示)由管子弯制或由弯头组焊而成，利用刚性较小的回折管挠性变形来消除热应力及补偿两端直管部分的热伸长量。**其优点是制造方便，补偿量大，轴向推力小，维修方便，运行可靠；缺点是占地面积较大**。

填料式补偿器　填料式补偿器又称套筒式补偿器(如图 1K415023-2 所示)，主要由三部分组成：带底脚的套筒、插管和填料函。在内外管间隙之间用填料密封，内插管可以随温度变化自由活动，从而起到补偿作用。其材质有铸铁和钢质两种，铸铁的适用于压力在 1.3MPa 以

下的管道，钢质的适用于压力不超过 1.6MPa 的热力管道，其形式有单向和双向两种。

填料式补偿器安装方便，占地面积小，流体阻力较小，抗失稳性好，补偿能力较大，可以在不停热的情况下进行检修；缺点是轴向推力较大，**易漏水漏气，需经常检修和更换填料**，如管道变形有横向位移时，易造成填料圈卡住。这种补偿器一般只用于安装方形补偿器有困难的地方。

球形补偿器　球形补偿器(如图 1K415023-3 所示)是由外壳、球体、密封圈压紧法兰组成，它是利用球体管接头随机转弯运动来补偿管道的热伸长而消除热应力的，**适用于三向位置的热力管道。其优点是占用空间小，节省材料，不产生推力；缺点是易漏水漏汽，要加强维修。**

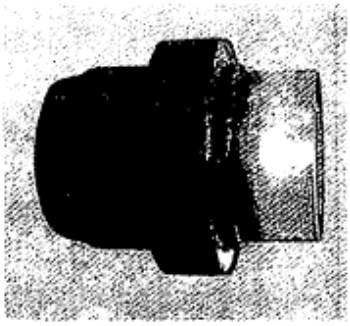


图1K415023-2　填料式补偿器

图 1K415023-3　球形补偿器

波形补偿器　波形补偿器(如图 1K415023-4 所示)**是靠波形管壁的弹性变形来吸收热胀或冷缩量**，按波数的不同分为一波、二波、三波和四波，按内部结构的不同分为带套筒和不带套筒两种。它的优点是结构紧凑，只发生轴向变形，**与方形补偿器相比占据空间位置小；缺点是制造比较困难，耐压低，补偿能力小，轴向推力大。**它的补偿能力与波形管的外形尺寸、壁厚、管径大小有关。

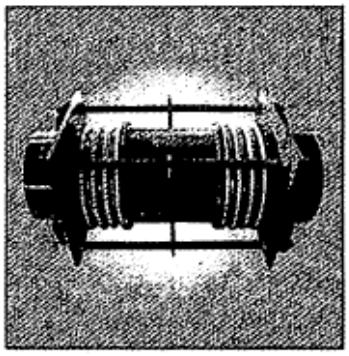


图 1K415023-4　波形补偿器

图 1K415023-5　旋转补偿器

上述补偿器中，**自然补偿器、方形补偿器和波形补偿器是利用补偿材料的变形来吸收热伸长的**，而填料式补偿器和球形补偿器则是利用管道的位移来吸收热伸长的。

近年来，又发展起来一种新型补偿器，即**旋转补偿器**(如图 1K415023-5 所示)，作为一种专利技术已在部分地区被采用。它主要由旋转管、密封压盖、密封座、锥体连接管等组成，主要用于蒸汽和热水管道，设计介质温度为-60～485℃，设计压力为 0～5MPa。其补偿原理是通过成双旋转筒和 L 力臂形成力偶，使大小相等、方向相反的一对力，由力臂回绕着 Z 轴中心旋转，就像杠杆转动一样，支点分别在两侧的旋转补偿器上，以达到力偶两边管道产生的热伸长量的吸收。这种补偿器安装在热力管道上需要 2 个或 3 个成组布置，形成相对旋转结构吸收管道热位移，从而减少管道应力。突出特点是其在管道运行过程中处于无应力状态。**其他特点**：补偿距离长，一般 200～500m 设计安装一组即可(但也要考虑具体地形)；无内压推力；密封性能好，由于密封形式为径向密封，不产生轴向位移，尤其耐高压。采用该型补偿器后，固定支架间距增大，为避免管段挠曲要适当增加导向支架，为减少管段运行的摩擦阻力，在滑动支架上应安装滚动支座。

旋转补偿器动作原理如图 1K415023-6 所示。

旋转补偿器现场安装情况如图 1K415023-7 所示。

(二)管道支架

管道的支承结构称为支架，其作用是支承管道，并限制管道的变形和位移，承受从管道传来的内压力、外载荷及温度变形的弹性力，通过它将这些力传递到支承结构上或地上。根据支架对管道的约束作用不同，可分为**活动支架**和**固定支架**；按结构形式可分为托架、吊架和管卡三种。

1.**固定支架**

固定支架主要用于固定管道，均匀分配补偿器之间管道的伸缩量，保证补偿器正常工作，多设置在补偿器和附件旁。固定支架承受作用力较为复杂，不仅承受管道、附件、管内介质及保温结构的重量，同时还承受管道因温度、压力的影响而产生的轴向伸缩推力和变形应力，并将这些力传到支承结构上去，所以固定支架必须有足够的强度。其主要分为卡环式(用于不

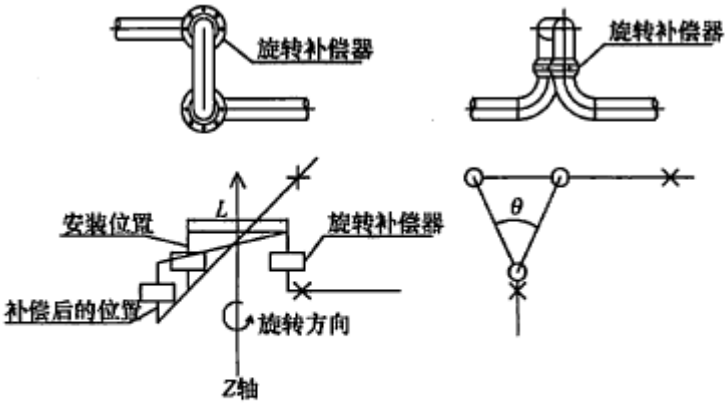


图 1K415023-6　旋转补偿器动作原理

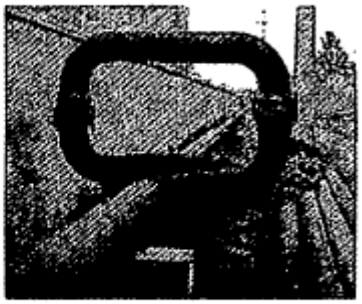


图 1K415023-7　旋转补偿器的现场安装情况

需要保温的管道上)和挡板式(用于保温管道上)。

在直埋敷设或不通行管沟中，固定支座也有做成钢筋混凝土固定墩的形式。

2.**活动支架**

活动支架的作用是直接承受管道及保温结构的重量，并允许管道在温度作用下，沿管轴线自由伸缩。活动支架可分为：**滑动支架、导向支架、滚动支架和悬吊支架**等四种形式。

(1)**滑动支架**：滑动支架是能使管子与支架结构间自由滑动的支架，其主要承受管道及保温结构的重量和因管道热位移摩擦而产生的水平推力，可分为低位支架和高位支架，前者适用于室外不保温管道，后者适用于室外保温管道。滑动支架形式简单，加工方便，使用广泛。

(2)**导向支架**：导向支架的作用是使管道在支架上滑动时不致偏离管轴线。一般设置在补偿器、铸铁阀门两侧或其他只允许管道有轴向移动的地方。

(3)**滚动支架**：滚动支架是以滚动摩擦代替滑动摩擦，以减少管道热伸缩时的摩擦力。可分为滚柱支架及滚珠支架两种。

滚柱支架用于直径较大而无横向位移的管道；滚珠支架用于介质温度较高、管径较大而无横向位移的管道。

(4)**悬吊支架**：可分为普通刚性吊架和弹簧吊架。普通刚性吊架主要用于伸缩性较小的管道，加工、安装方便，能承受管道荷载的水平位移；弹簧吊架适用于伸缩性和振动性较大的管道，形式复杂，使用在重要场合。普通吊架由卡箍、吊杆、支承结构组成。

(三)阀门

阀门是用以启闭管路，调节被输送介质的流向、压力、流量，以达到控制介质流动、满足使用要求的重要管道部件。供热管道工程中常用的阀门有：闸阀、截止阀、止回阀、柱塞阀、蝶阀、球阀、减压阀、安全阀、疏水阀及平衡阀等。

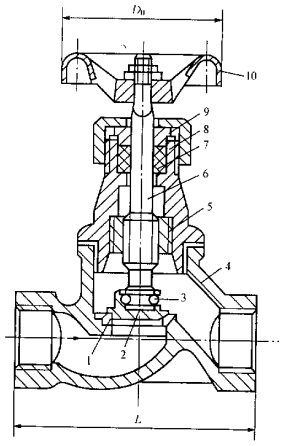
1.**闸阀**

闸阀是用来以一般汽、水管路作**全启**或**全闭操作**的阀门。按阀杆所处的状况可分为明杆式和暗杆式；按闸板结构特点可分为平行式和楔式。

闸阀的特点是安装长度小，无方向性；全开启时介质流动阻力小；密封性能好；加工较为复杂，密封面磨损后不易修理。**当管径 DN＞50mm 时宜选用闸阀**。

2.**截止阀**

截止阀主要**用来切断介质通路，也可调节流量**和**压力**。截止阀可分直通式、直角式、直流式。直通式适用于直线管路，便于操作，但阀门流阻较大；直角式用于管路转弯处；直流式流阻很小，与闸阀接近，但因阀杆倾斜，不便操作。



截止阀的特点是制造简单、价格较低、调节性能好；安装长度大，流阻较大；密封性较闸阀差，密封面易磨损，但维修容易；**安装时应注意方向性，即低进高出，不得装反。当管径** DN≤50 **时宜选用截止阀**。

3.柱塞阀

柱塞阀主要用于密封要求较高的地方，使用在水、蒸汽等介质上。

柱塞阀的特点是密封性好，结构紧凑，启门灵活，寿命长，维修方便；但价格相对较高。

4.**止回阀**

止回阀是利用本身结构和阀前阀后介质的压力差来自动启闭的阀门，它的作用是使介质**只做一个定方向的流动**，而阻止其逆向流动。按结构可分为升降式和旋启式，前者适用于小口径水平管道，后者适用于大口径水平或垂直管道。止回阀常设在水泵的出口、**疏水器的出口管道以及其他不允许流体反向流动的地方**。

5.**蝶阀**

蝶阀主要用于低压介质管路或设备上进行全开全闭操作。按传动方式可分为手动、涡轮传动、气动和电动。手动蝶阀可以安装在管道任何位置，带传动机构的蝶阀，必须垂直安装，保证传动机构处于铅垂位置。**蝶阀的特点是体积小，结构简单，启闭方便、迅速且较省力，密封可靠，调节性能好**。

6.**球阀**

球阀主要用于管路的快速切断。主要特点是流体阻力小，启闭迅速，结构简单，密封性能好。

球阀适用于低温(≤150℃)、高压及黏度较大的介质以及要求开关迅速的管道部位。

7.安全阀

安全阀是一种安全保护性的阀门，主要用于管道和各种承压设备上，当介质工作压力超过允许压力数值时，安全阀自动打开向外排放介质，随着介质压力的降低，‘安全阀将重新关闭，从而防止管道和设备的超压危险。安全阀分为杠杆式，弹簧式、脉冲式。安全阀适用于锅炉房管道以及不同压力级别管道系统中的低压侧。

8.减压阀

减压阀主要用于蒸汽管路，是靠开启阀孔的大小对介质进行节流而达到减压目的的，它能以自力作用将阀后的压力维持在一定范围内。减压阀可分为活塞式、杆杠式、弹簧薄膜式、气动薄膜式。减压阀的特点是体积小，重量轻，耐温性能好，便于调节，制作难度大，灵敏度低。

9.疏水阀

疏水阀安装在蒸汽管道的末端或低处，主要用于自动排放蒸汽管路中的凝结水，阻止蒸汽逸漏和排除空气等非凝性气体，对保证系统正常工作，防止凝结水对设备的腐蚀以及汽水混合物对系统的水击等均有重要作用。常用的疏水阀有浮桶式、热动力式及波纹管式等几种，其中热动力疏水阀因其体积小、排水量大，在实际工程中应用较多。

10.平衡阀

平衡阀对供热水力系统管网的阻力和压差等参数加以调节和控制，以满足管网系统按预定要求正常和高效运行。分静态和动态两类，动态又分自力式流量控制阀和自力式压差控制阀。

二、供热站

供热站是供热管网的重要附属设施，是供热网路与热用户的连接场所。它的作用是根据热网工况和不同的条件，采用不同的连接方式，将热网输送的热媒加以调节、转换，向热用户系统分配热量以满足用户需要；并根据需要，进行集中计量、检测供热热媒的参数和数量。

(一)供热站房设备间的门应向外开。当热水热力站站房长度大于 12m 时应设两个出口，热力网设计水温小于 100℃时可只设一个出口。蒸汽热力站不论站房尺寸如何，都应设置两个出口。安装孔或门的大小应保证站内需检修更换的最大设备出入。多层站房应考虑用于设备垂直搬运的安装孔。

(二)管道及设备安装前，**土建施工单位、工艺安装单位及监理单位**应对预埋吊点的数量及位置，设备基础位置、表面质量、几何尺寸、标高及混凝土质量，预留孔洞的位置、尺寸及标高等**共同复核检查，并办理书面交验手续**。

(三)管道支吊架位置及数量应满足设计及安装要求。

(四)安装前，应按施工图和相关建(构)筑物的轴线、边缘线、标高线，划定安装的基准线。

(五)应仔细核对一次水系统供回水管道方向与外网的对应关系，切忌接反。

(六)站内管道焊缝的无损探伤检验应按设计要求进行，在设计无要求时，应按《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ 28 中有关焊接质量检验的规定执行。

(七)设备基础地脚螺栓底部锚固环钩的外缘与预留孔壁和孔底的距离不得小于 15mm，拧

紧螺母后，螺栓外露长度应为 2～5 倍螺距；灌筑地脚螺栓用的细石混凝土(或水泥砂浆)应比基础混凝土的强度等级提高一级；拧紧地脚螺栓时，灌筑的混凝土应达到设计强度 75%以上。

(八)蒸汽管道和设备上的安全阀应有通向室外的排汽管，热水管道和设备上的安全阀应有接到安全地点的排水管，并应有足够的截面积和防冻措施确保排放通畅。在排汽管和排水管上不得装设阀门。排放管应固定牢固。

(九)泵的吸入管道和输出管道应有各自独立、牢固的支架，泵不得直接承受系统管道、阀门等的重量和附加力矩。

(十)管道与泵连接后，不应在其上进行焊接和气割；当需焊接和气割时，应拆下管道或采取必要的措施，并应防止焊渣进入泵内。

(十一)泵的试运转应在其各附属系统单独试运转正常后进行，且应在有介质情况下进行试运转，试运转的介质或代用介质均应符合设计的要求。**泵在额定工况下连续试运转时间不应少于 2h**。

(十二)供热站内所有系统应进行严密性试验。试验前，管道各种支吊架已安装调整完毕，安全阀、爆破片及仪表组件等已拆除或加盲板隔离，加盲板处有明显的标记并做记录，安全阀全开，填料密实，试验管道与无关系统应采用盲板或采取其他措施隔开，不得影响其他系统的安全。**试验压力为 1.25 倍设计压力**，且不得低于 0.6MPa.稳压在 1h 内，详细检查管道、焊缝、管路附件及设备等无渗漏，压力降不大于 0.05MPa 为合格；开式设备只做满水试验，以无渗露为合格。

(十三)供热站在试运行前，站内所有系统和设备须经有关各方预验收合格，供热管网与热用户系统已具备试运行条件。**试运行应在建设单位、设计单位认可的参数下进行，试运行的时间应为连续运行 72h**。

1K415024　了解供热管道的分类

一、按热媒种类分类(图 1K415024-1)

《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ 28 适用于：

(一)工作压力小于或等于 1.6MPa，介质温度小于或等于 350℃的蒸汽管网。

(二)工作压力小于或等于 2.5MPa，介质温度小于或等于 200℃的热水管网。

二、接所处位置分类(图 1K415024-2)

三、按敷设方式分类(图 1K415024-3)

四、按系统形式分类(图 1K415024-4)

五、按供回分类(图 1K415024-5)

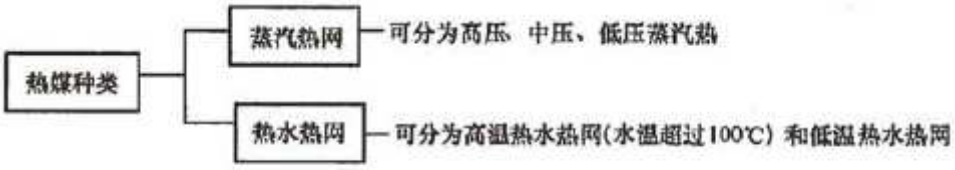


图 1K415024-1

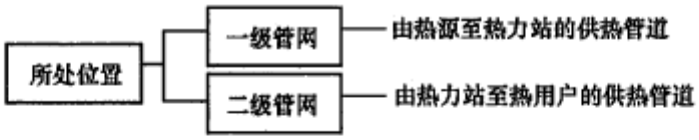


图 1K415024-2

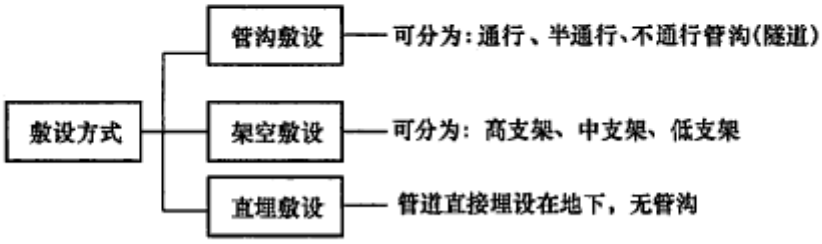


图 1K415024-3

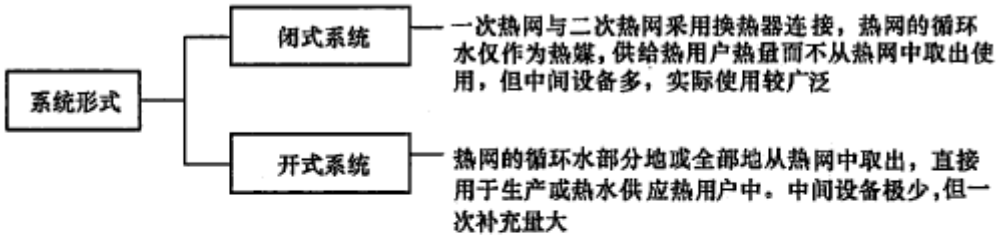


图 1K415024-4

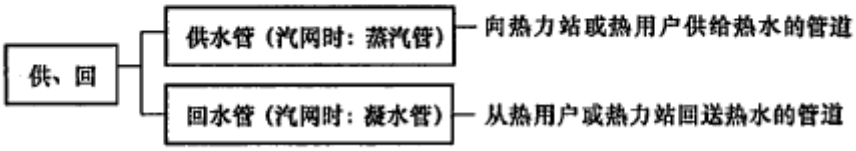


图 1K415024-5

1K415030　城市燃气管道工程施工

1K415031　掌握燃气管道施工与安装要求

本条主要介绍燃气管道工程施工的有关规定，工程施工准备工作和安装施工的技术要求可参考 1K415021 的相关内容。

一、工程基本规定

(一)燃气管道对接安装引起的误差不得大于 3^0，否则应设置弯管，次高压燃气管道的弯管应考虑盲板力。管道回填同 1K415021 的要求。

(二)管道与建筑物、构筑物、基础或相邻管道之间的水平和垂直净距

1.燃气管道与建筑物、构筑物、基础或相邻管道之间的水平和垂直净距，不应小于表 1K415031-1、表 1K415031-2 的规定。**当要求不一致时，应满足要求严格的**。

2.**无法满足上述安全距离时，应将管道设于管道沟或钢性套管的保护设施中，套管两端应用柔性密封材料封堵**。

3.保护设施两端应伸出障碍物且与被跨越的障碍物间的距离不应小于 0.5m。对有伸缩要

求的管道，保护套管或地沟不得妨碍管道伸缩且不得损坏绝热层外部的保护壳。

(三)管道埋设的最小覆土厚度

地下燃气管道埋设的最小覆土厚度(路面至管顶)应符合下列要求：埋设在车行道下时，不得小于 0.9m；埋设在非车行道下时，不得小于 0.6m；埋设在庭院时，不得小于 0.3m；埋设在水田下时，不得小于 0.8m(当采取行之有效的防护措施后，上述规定均可适当降低)。

(四)地下燃气管道不宜与其他管道或电缆同沟敷设。当需要同沟敷设时，必须采取防护措施。

地下燃气管道与建(构)筑物等最小水平净距(m）　　表 1K415031-1

序号	项目		地下燃气金属管道							地下燃气塑料管道	
			低压	中压		次高压		高压		低压	中压
				B	A	B	A	B	A		
1	建筑物	基础外墙面(出地面处）	0.7—	1.0—	1.5—	—5.0	—13.5	见GB50028—2006 表6.4.11 表 6.4.12		1.2—	1.5—
2	给水管		0.5	0.5	0.5	1.0	1.5			0.5	
3	污水、雨水、排水管		1.0	1.2	1.2	1.5	2.0			1.2	
4	电力电缆(含电车电缆)	直埋	0.5	0.5	0.5	1.0	1.5			1.0	
		在导管内	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5				
5	通信电缆	直埋	0.5	0.5	0.5	1.0	1.5			0.5	

		在导管内	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5			1.0
6	其他燃气管道	DN≤300mm	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4			0.4
		DN＞300mm	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5			0.5
7	热力管 ＜150℃直埋	供水	1.0	1.0	1.0	1.5	2.0			3.0
		回水								2.0
	＜150℃管沟(至外壁）	热水	1.0	1.5	1.5	2.0	4.0			1.5
		蒸汽								3.0
8	电杆(塔)的基础	≤35kV	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0			1.0
		＞35 kV	2.0	2.0	2.0	5.0	5.0			5.0
9	通信、照明电杆(至电杆中心)		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0			1.0
10	铁路路堤坡角		5.0	5.0	5.0	5.0	5.0			5.0
11	有轨电车钢轨		2.0	2.0	2.0	2.0	2.0			2.0
12	街树(至树中心）		0.75	0.75	0.75	1.2	1.2			1.2
13	人防通道外墙		—	—	—	—	—			2.0

地下燃气管道与建(构)筑物之间的最小垂直净距(m）　　表 1K415031-2

序号	项目		地下燃气管道		
			钢管道	塑料管道	
				在该设施上方%	在该设施下方
1	给水管、燃气管道		0.15	0.15	0.15
2	排水管		0.15	0.15	0.20(加套管)
3	热力管	＜150℃直埋供热管	0.15	0.50(加套管)	1.30(加套管)
		＜150℃热水供热管沟，蒸汽供热管沟	0.15	0.40 或 0.20(加套管)	0.30(加套管)
		＜280℃蒸汽供热管沟	0.15	1.00(加套管)套管有降温措施可缩小	不允许
4	电缆	直埋	0.50	0.50	0.50
		在导管内	0.15	0.20	0.20
5	铁路(轨底)		1.20	—	1.20(加套管)
6	有轨电车(轨底)		1.00	—	—

二、燃气管道穿越构建筑物

(一)不得穿越的规定

1.**地下燃气管道不得从*建筑物*和*大型构筑物*的下面穿越**。

2.地下燃气管道不得在堆积易燃、易爆材料和具有腐蚀性液体的场地下面穿越。

【06 年】: 27.地下燃气管道不得在(　)下面穿越。P194

A.电车轨道　　B.大型建筑物　　C.小型建筑物　　D.大型构筑物　　E.热力管沟

【2011】:27、燃气管不穿越的设施有（P194ABC ）管道

A.化工厂　B.加油站　C.热电厂　D.花坛　E.高速公路

(二)**地下燃气管道穿过排水管、热力管沟、联合地沟、隧道及其他各种用途沟槽时，应将燃气管道敷设于套管内**。套管伸出构筑物外壁不应小于表 1K415031-1 中燃气管道与构筑物的水平距离。套管两端的密封材料应采用柔性的防腐、防水材料密封。

(三)燃气管道穿越铁路、高速公路、电车轨道和城镇主要干道时应符合下列要求：

1.穿越铁路和高速公路的燃气管道，其外应加套管，并提高绝缘、防腐等措施。

2.穿越铁路的燃气管道的套管，应符合下列要求：

(1)套管埋设的深度：铁路轨道至套管顶不应小于 1.20m，并应符合铁路管理部门的要求。

(2)套管宜采用钢管或钢筋混凝土管。

(3)套管内径应比燃气管道外径大 100mm 以上。

(4)套管两端与燃气管的间隙应采用柔性的防腐、防水材料密封，其一端应装设检漏管。

(5)套管端部距路堤坡脚外距离不应小于 2.0m。

3.燃气管道穿越电车轨道和城镇主要干道时宜敷设在套管或地沟内；穿越高速公路的燃气管道的套管、穿越电车轨道和城镇主要干道的燃气管道的套管或地沟，应符合下列要求：

(1)套管内径应比燃气管道外径大 100mm 以上，套管或地沟两端应密封，在重要地段的套管或地沟端部宜安装检漏管。

(2)套管端部距电车边轨不应小于 2.0m；距道路边缘不应小于 1.0m。

(3)燃气管道宜垂直穿越铁路、高速公路、电车轨道和城镇主要干道。

【09 年】：29．当燃气管道穿越（）时，宜将燃气管道敷设在套管内。P194

A．铁路　　B．河底　　C．高速公路　　D．电车轨道

E．城镇主干道

三、燃气管道通过河流

燃气管道通过河流时，可采用穿越河底或采用管桥跨越的形式。

(一)当条件允许时，可利用道路、桥梁跨越河流，并应符合下列要求：

1.利用道路、桥梁跨越河流的燃气管道，其管道的输送压力不应大于 0.4MPa。

2.当燃气管道随桥梁敷设或采用管桥跨越河流时，必须采取安全防护措施。

3.燃气管道随桥梁敷设，宜采取如下安全防护措施：

(1)敷设于桥梁上的燃气管道应采用加厚的无缝钢管或焊接钢管，尽量减少焊缝，对焊缝进行 100%无损探伤。

(2)跨越通航河流的燃气管道管底标高，应符合通航净空的要求，管架外侧应设置护桩。

(3)在确定管道位置时，应与随桥敷设的其他可燃的管道保持一定间距。

(4)管道应设置必要的补偿和减震措施。

(5)过河架空的燃气管道向下弯曲时，向下弯曲部分与水平管夹角宜采用 45^0 形式。

(6)对管道应做较高等级的防腐保护。对于采用阴极保护的埋地钢管与随桥管道之间应设置绝缘装置。

(二)燃气管道穿越河底时，应符合下列要求：

1.燃气管道宜采用钢管。

2.燃气管道至规划河底的覆土厚度，应根据水流冲刷条件确定，对不通航河流不应小于 0.5m；对通航的河流不应小于 1.0m，还应考虑疏浚和投锚深度。

3.稳管措施应根据计算确定。

4.在埋设燃气管道位置的河流两岸上、下游应设立标志。

【案例 1K415031】

1.背景

某公司中标承建中压燃气管线工程，管径 DN300mm，长 26km，合同价 3600 万元。管道沟槽开挖过程中，遇地质勘察未探明的废弃砖沟，经现场监理口头同意，施工项目部组织人员、机具及时清除了砖沟，进行换填级配石处理，使工程增加了合同外的工程量。项目部就此向发包方提出计量支付，遭到计量工程师的拒绝。

监理在工程检查中发现：

(1)现场正在焊接作业的两名焊工是公司临时增援人员，均已在公司总部从事管理岗位半年以上；

(2)管道准备连接施焊的数个坡口处有油渍等杂物，检查后向项目部发出整改通知。

2.问题

(1)项目部处理废弃砖沟在程序上是否妥当？如不妥当，写出正确的程序。

(2)简述计量工程师拒绝此项计量支付的理由。

(3)两名新增焊工是否符合上岗条件？为什么？

(4)管道连接施焊的坡口处应如何处理方能符合有关规范的要求？

3.参考答案

(1)问题 1

不妥当，有关规范规定：应由设计方及有关方面验槽，并应有设计方提出变更设计。

(2)问题 2

计量支付的依据是工程合同，变更设计应履行程序，监理工程师应有书面指令。

(3)问题 3

不符合，**因为间断焊接时间超过 6 个月，再次上岗前应重新考试；承担其他材质燃气管道安装的人员，必须经过培训，并经考试合格。**

【07 年】19.燃气管道的安装人员必须经过培训 1 并考试合格，当间断安装时间超过(　)，再次上岗前应重新考试和进行技术评定。P196

A.3 个月　　B.6 个月　　C.12 个月　　D.18 个月

(4)问题 4

规范规定；连接坡口处及两侧 10mm 范围应清除油渍、锈、毛刺等杂物，清理合格后应及时施焊。

1K415032　掌握燃气管道功能性试验的规定

燃气管道在安装过程中和投入使用前应进行管道功能行试验，统称为压力试验。**燃气管道压力试验根据检验目的分为强度试验和气密性试验。**本条文简要介绍燃气管道功能性试验技术要点。

一、强度试验

(一)试验前应具备条件

1.**试验用的压力计及温度记录仪应在校验有效期内。**

2.编制的试验方案已获批准，有可靠的通信系统和安全保障措施，已进行了技术交底。

(1)压力和介质应符合《城镇燃气输配工程施工及验收规范》CJJ 33 有关规定。

(2)**管道应分段进行压力试验**，试验管道分段最大长度宜按《城镇燃气输配工程施工及验收规范》CJJ 33 有关规定执行。

3.**管道焊接检验、清扫合格**。

4.埋地管道回填土宜回填至管上方 0.5m 以上，并留出焊接口。

5.管道试验用仪表安装完毕，且符合规范要求。

(1)试验用压力计的量程应为试验压力的 1.5～2 倍，其精度不得低于 1.5 级。

(2)压力计及温度记录仪表均不应少于两块，并应分别安装在试验管道的两端。

(二)气压试验

1.试验介质为**空气**，利用空气压缩机向燃气管道内充人压缩空气，借助空气压力来检验管道接口和材质的致密性的试验。

2.一般情况下试验压力为设计输气压力的 1.5 倍，但钢管不得低于 0.3MPa，化工管不得低于 0.1MPa。当压力达到规定值后，应稳压 1h，然后用*肥皂水*对管道接口进行检查，全部接口均无漏气现象认为合格。若有漏气处，可放气后进行修理，修理后再次试验，直至合格。

【2011】: 16、用肥皂泡沫检查试验是（ A ）管道

A.气压试验 B.严密性实验 C.通球扫线 D.水压试验

(三)水压试验

1.水压试验时，试验管段任何位置的管道环向应力不得大于管材标准屈服强度的 90%。架空管道采用水压试验前，应核算管道及其支撑结构的强度，必要时应临时加固。**试压宜在环境温度 5℃以上进行**，否则应采取防冻措施。

2.水压试验应符合现行国家标准《液体石油管道压力试验》GB/T 16805 的有关规定。

3.试验压力应逐步缓升，首先升至试验压力的 50%，应进行初检，如无泄漏、异常，继续升压至试验压力，然后宜稳压 1h 后，观察压力计不应少于 30min，无压力降为合格。

4.水压试验合格后，应及时将管道中的水放(抽)净，并按《城镇燃气输配工程施工及验收规范》CJJ 33 有关规定进行吹扫。

5.**经分段试压合格的管段相互连接的焊缝，经射线照相检验合格后，可不再进行强度试验**。

二、严密性试验

(一)试验前应具备条件

1.**严密性试验应在强度试验合格且燃气管道全部安装完成后进行。若是埋地敷设，必须回填土至管顶 0.5m 以上后才可进行**。

2.**编制的试验方案已获批准**，有可靠的通信系统和安全保障措施，已进行了技术交底。

(1)压力和介质应符合《城镇燃气输配工程施工及验收规范》 CJJ 33 有关规定，宜采用气密性试验。

(2)气密性试验是用**空气**(试验介质)压力来检验在近似于输气条件下燃气管道的管材和接口的致密性。

3.试验压力应满足下列要求

(1)设计压力小于 5kPa 时，试验压力应为 20kPa。

(2)设计压力大于或等于 5kPa 时，试验压力应为设计压力的 1.15 倍，且不得小于 0.1MPa。

4.**试验用的压力计应在校验有效期内**，其量程应为试验压力的 1.5～2 倍，其精度等级、最小分格值及表盘直径应满足《城镇燃气输配工程施工及验收规范》CJJ 33 表 124.2 的要求。

(二)试验

1.试验设备向所试验管道充气逐渐达到试验压力，升压速度不宜过快。

2.**设计压力大于 0.8MPa 的管道试压，压力缓慢上升至 30%和 60%试验压力时，应分别停止升压，稳压 30min，并检查系统有无异常情况，如无异常情况继续升压。管内压力升至严密性试验压力后，待温度、压力稳定后开始记录。**

3.稳压的持续时间应为 24h，每小时记录不应少于 1 次，修正压力降不超过 133Pa 为合格。

4.**所有未参加严密性试验的设备、仪表、管件，应在严密性试验合格后进行复位，然后按设计压力对系统升压**，应采用**发泡剂**检查设备、仪表、管件及其与管道的**连接处**，不漏为合格。

三、管道通球扫线

管道及其附件组装完成并试压合格后，应进行通球扫线，并不少于 2 次。每次吹扫管道长度不宜超过 3km，通球应按介质流动方向进行，以避免补偿器内套筒被破坏，扫线结果可用贴有纸或白布的板置于吹扫口检查，当球后的气体无铁锈脏物则认为合格。通球扫线后，将集存在阀室放散管内的脏物排出，清扫干净。

【案例 1K415032】

1.背景

某新建经济技术开发区综合市政配套工程，一期主干道长 2. 5km，其下敷设有 DN1200mm 雨水、DN1000mm 污水、DN500mm 给水(钢管)、DN400mm 燃气(钢管)、DN300mm 供热(钢管)等管道工程。计划工期为 2004 年 3 月 1 日至 2004 年 6 月 10 日。由于拆迁拖期、专业管线施工发生质量返工，致使工期延误，6 月 15 日各专业管线才告竣，使沥青混凝土道路工程处于雨期施工。

2.问题

(1)在专业分包选择施工单位时，供热管道施焊单位应具备什么条件？

(2)污水、给水、供热、燃气管道的功能性试验包括什么项目？详述燃气管道工程功能性试验要求。

(3)叙述道路工程雨期施工特点及质量控制要求。

3.参考答案

(1)问题 1

根据《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ 28 第 5.1.1 条的规定，**施焊的单位应符合下列要求：**

①有负责焊接工程的焊接技术人员、检查人员和检验人员；

②有符合焊接工艺要求的焊接设备且性能稳定可靠；

③有精度等级符合要求、灵敏度可靠的焊接检验设备；

④保证焊接工程质量达到设计和规范规定的标准。

(2)问题 2

污水管道：采用闭水检验方法进行管道密闭性检验。

给水管道和供热管道：应进行水压试验。燃气管道：需进行压力试验，分强度试验和气密性试验。

燃气管道工程功能性试验的要求分为：

①强度试验：一般情况下试验压力为设计输气压力的 1.5 倍，但钢管不得低于 0. 3MPa，化学管不得低于 0.1MPa。当压力达到规定值后，应稳压 1h，然后用肥皂水对管道接口进行检查，全部接口均无漏气现象认为合格。若有漏气处，可放气后进行修理，修理后再次试验，直至合格。

②气密性试验：气密性试验是用空气压力来检验在近似于输气条件下燃气管道的管材和接口的致密性。气密性试验需在燃气管道全部安装完成后进行，若是埋地敷设，必须回填土至管顶 0.5m 以上后才可进行。气密性试验压力根据管道设计输气压力而定，当设计输气压力＜5kPa 时，试验压力为 20kPa；当 P≥5kPa 时，试验压力应为设计压力的 1.15 倍，但不得低于 0.1MPa。气密性试验前应向管道内充气至试验压力。燃气管道的气密性试验持续时间一般不少于 24h，实际压力降不超过允许值为合格。

(3)问题 3

道路雨期施工特点及质量要求：

①雨期施工准备

以预防为主，掌握天气预报和施工主动权。

工期安排紧凑，集中力量打歼灭战。

做好排水系统，防、排相结合。

准备好防雨物资，如篷布、罩棚等。

加强巡逻检查，发现积水、挡水处，及时疏通。道路工程如有损坏，应及时修复。

②施工特点及质量控制要求

土路基：有计划地集中力量，组织快速施工，分段开挖，切忌全面开挖或战线过长。挖方地段要留好横坡，做好截水沟。坚持当天挖完、填完、压完，不留后患。因雨翻浆地段，坚决换料重做。路基填土施工，应按 2%～4%以上的横坡整平压实，以防积水。

基层：对稳定材料基层，应坚持拌多少、铺多少、压多少、完成多少。下雨来不及完成时，也要碾压 1～2 遍，防止雨水渗透。

面层：沥青面层不允许下雨时或下层潮湿时施工。雨期应缩短施工长度，加强工地现场与沥青拌合厂联系，应做到及时摊铺、及时完成碾压。

1K415033　熟悉燃气管道的分类

一、燃气分类

燃气是以可燃气体为主要组分的混合气体燃料。城镇燃气是指符合国家规范要求的，供给居民生活、公共建筑和工业企业生产作燃料用的公用性质的燃气。主要有人工煤气(简称煤气)、天然气和液化石油气。

二、燃气管道分类

(一)根据用途分类

1.长距离输气管道：其干管及支管的末端连接城市或大型工业企业，作为供应区气源点。

2.城市燃气管道

(1)分配管道：在供气地区将燃气分配给工业企业用户、公共建筑用户和居民用户。分配管道包括街区和庭院的分配管道。

(2)用户引入管：将燃气从分配管道引到用户室内管道引入口处的总阀门。

(3)室内燃气管道：通过用户管道引入口的总阀门将燃气引向室内，并分配到每个燃气用具。

3.工业企业燃气管道

(1)工厂引入管和厂区燃气管道：将燃气从城市燃气管道引入工厂，分送到各用气车间。

(2)车间燃气管道：从车间的管道引入口将燃气送到车间内各个用气设备(如窑炉)。

(3)车间燃气管道包括干管和支管。

(4)炉前燃气管道：从支管将燃气分送给炉上各个燃烧设备。

(二)根据敷设方式分类

1.地下燃气管道：一般在城市中常采用地下敷设。

2.架空燃气管道：在管道通过障碍时在工厂区为了管理维修方便，采用架空敷设。

(三)根据输气压力分类

1.燃气管道设计压力不同，对其安装质量和检验要求也不尽相同，燃气管道按压力分为不同的等级，其分类见表 1K415033(表压力)。

城镇燃气管道压力分类(MPa)　　表 1K415033

低压	中　压		次高压		高　压	
	B	A	B	A	B	A
＜0.01	0.01，0.2	＞0.2，≤0.4	＞0.4，≤0.8	＞0.8，≤1.6	＞1.6，≤2.5	＞2.5，≤4.0

2.**高压和中压 A 燃气管道**，应采用**钢管**；**中压 B 和低压燃气管道**，宜采用**钢管或机械接口铸铁管**。**中、低压地下燃气管道**采用**聚乙烯管材**时，应符合有关标准的规定。

3.燃气管道之所以要根据输气压力来分级，是因为燃气管道的气密性与其他管道相比，有特别严格的要求，漏气可能导致火灾、爆炸、中毒或其他事故。燃气管道中的压力越高，管道接头脱开或管道本身出现裂缝的可能性和危险性也越大。**当管道内燃气的压力不同时，对管道材质、安装质量、检验标准和运行管理的要求也不同**。

4.中压 B 和中压 A 管道必须通过区域调压站、用户专用调压站才能给城市分配管网中的低压和中压管道供气，或给工厂企业、大型公共建筑用户以及锅炉房供气。

一般由城市高压 B 燃气管道构成大城市输配管网系统的外环网。高压 B 燃气管道也是给大城市供气的主动脉。高压燃气必须通过调压站才能送入中压管道、高压储气罐以及工艺需要高压燃气的大型工厂企业。

5.高压 A 输气管通常是贯穿省、地区或连接城市的长输管线，它有时构成了大型城市输配管网系统的外环网。城市燃气管网系统中各级压力的干管，特别是中压以上压力较高的管道，应连成环网，初建时也可以是半环形或枝状管道，但应逐步构成环网。

6.城市、工厂区和居民点可由长距离输气管线供气，个别距离城市燃气管道较远的大型用户，经论证确系经济合理和安全可靠时，可自设调压站与长输管线连接。除了一些允许设专用调压器的、与长输管线相连接的管道检查站用气外，单个的居民用户不得与长输管线连接。

在确有充分必要的理由和安全措施可靠的情况下，并经有关上级批准之后，城市里采用高压的燃气管道也是可以的。同时，随着科学技术的发展，有可能改进管道和燃气专用设备的质量，提高施工管理的质量和运行管理的水平，在新建的城市燃气管网系统和改建旧有的系统时，燃气管道可采用较高的压力，这样能降低管网的总造价或提高管道的输气能力。

1K415034　了解燃气管网附属设备安装要点

为了保证管网的安全运行，并考虑到检修、接线的需要，在管道的适当地点设置必要的附属设备。这些设备包括阀门、补偿器、排水器、放散管等。

一、阀门

(一)阀门特性

1.阀门是管道主要附件之一，是用于启闭管道通路或调节管道介质流量的设备。

2.阀体的机械强度高，转动部件灵活，密封部件严密耐用，对输送介质的抗腐性强。

3.阀体上通常有标志，箭头所指方向即介质的流向，必须特别注意，不得装反。

4.要求介质单向流通的阀门有：**安全阀、减压阀、止回阀**等。

5.要求介质由下而上通过阀座的阀门：**截止阀**等，起作用是为了便于开启和检修。

(二)阀门安装要求

1.根据阀门工作原理确定其安装位置，否则阀门就不能有效地工作或不起作用。

2.从长期操作和维修方面选定安装位置，尽可能方便操作维修，同时还要考虑到组装外形美观。

3.阀门手轮不得向下，避免仰脸操作；落地阀门手轮朝上，不得歪斜；在工艺允许的前提下，阀门手轮宜位于齐胸高，以便于启闸；明杆闸阀不要安装在地下，以防腐蚀。

4.**安装位置有特殊要求的阀门，如减压阀要求直立地安装在水平管道上，不得倾斜**。

5.**安装时，与阀门连接的法兰应保持平行，其偏差不应大于法兰外径的 1.5‰，且不得大于 2mm**。

6.严禁强力组装，安装过程中应保证受力均匀，阀门下部应根据设计要求设置承重支撑。

7.安装前应做**气密性试验**，不渗漏为合格，不合格者不得安装。

二、补偿器

(一)补偿器特性

1.补偿器作用是消除管段的胀缩应力。

2.通常安装在架空管道和需要进行蒸汽吹扫的管道上。

(二)安装要求

1.补偿器常安装在阀门的下侧(按气流方向)，利用其伸缩性能，方便阔门的拆卸和检修。

2.埋地燃气管道多采用钢制波形补偿器，其补偿量约 10mm 左右。

3.补偿器安装时注入孔应在下方。为防止补偿器中存水锈蚀，应从套管的注入孔灌入石油沥青。

4.补偿器的安装长度，应是螺杆不受力时的补偿器的实际长度，否则不但不能发挥其补偿作用，反使管道或管件受到不应有的应力。

三、排水器与放散管

(一)排水器

1.**排水器作用是排除燃气管道中的冷凝水和石油伴生气管道中的轻质油**。

2.管道敷设时应**有一定坡度**，以便在**低处设排水器**，将汇集的水或油排出。

(二)放散管

1.**放散管是一种专门用来排放管道内部的空气或燃气的装置**。

2.在管道投入运行时，利用放散管排出管内的空气。在管道或设备检修时，可利用放散管排放管内的燃气，防止在管道内形成爆炸性的混合气体。

四、阀门井

为保证管网的安全与操作方便，地下燃气管道上的阀门一般都设置在阀门井口。阀门井应坚固耐久，有良好的防水性能，并保证检修时有必要的空间。考虑到检修人员的安全，井筒不宜过深。井筒结构可采用砌筑、现浇混凝土、预制混凝土等结构形式。

1K416000　生活垃圾填埋处理工程

1K416010　生活垃圾填埋处理工程施工

1K416011　熟悉泥质防水层及膨润土垫(GCL)施工技术

本条文简要介绍泥质防水层及膨润土垫(GCL)施工技术要求。

一、泥质防水层施工

有关规范规定：垃圾填埋场必须进行**防渗处理**，防止对地下水和地表水的污染，同时还应防止地下水进入填埋区。

泥质防水层施工技术的核心是**掺加膨润土的拌合土层**施工技术。理论上，土壤颗粒越细，含水量适当，密实度高，防渗性能越好。膨润土是一种以蒙脱石为主要矿物成分的黏土岩，膨润土含量越高抗渗性能越好。但膨润土是一种比较昂贵的矿物，且土壤如果过分加以筛选，会增大投资成本，因此实际做法是：**选好土源，检测土壤成分，通过做不同掺量的土样，优选最佳配比；做好现场拌合工作，严格控制含水率，保证压实度；分层施工同步检验，严格执行验收标准，不符合要求的坚决返工。施工单位应根据上述内容安排施工程序和施工要点**。

(一)施工程序

一般情况下，泥质防水层施工程序见图 1K416011-1。

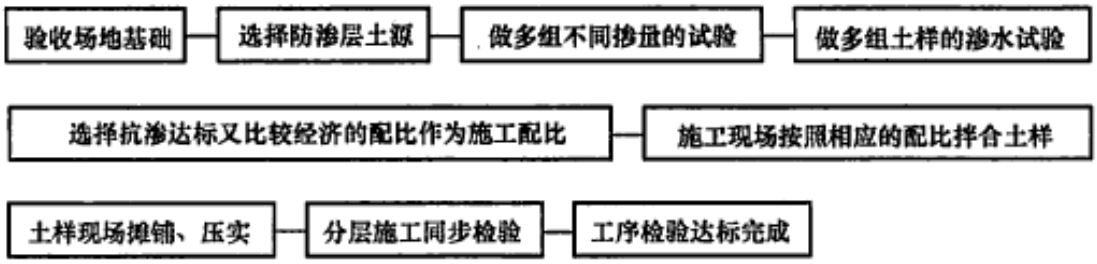


图 1K416011-1　泥质防水层及膨润土垫的施工程序

(二)质量技术控制要点

1.**施工队伍的资质与业绩**

选择施工队伍时应审查施工单位的资质：**营业执照**、**专业工程施工许可证**、**质量管理水平是否符合本工程的要求**；**从事本类工程的业绩**和**工作经验**；**合同履约情况是否良好**，**不合格者不能施工**。通过对施工队伍资质的审核，保证有相应资质、作业能力的施工队伍进行施工。

2.*膨润土进货质量*

应采用材料招标方法选择供货商，审核生产厂家的资质，核验产品出厂三证(产品合格证、产品说明书、产品试验报告单)，进货时进行产品质量检验，组织产品质量复验或见证取样，确定合格后方可进场。进场后注意产品保护。通过严格控制，确保关键原材料合格。

3.*膨润土掺加量的确定*

应在施工现场内选择土壤，通过对多组配合土样的对比分析，**优选出最佳配合比，达到既能保证施工质量，又可节约工程造价的目的**。

4.*拌合均匀度、含水量及碾压压实度*

应在操作过程中确保掺加膨润土数量准确，拌合均匀，**机拌不能少于 2 遍，含水量最大偏差不宜超过 2%，振动压路机碾压控制在 4～6 遍，碾压密实。**

5.*质量检验*

应严格按照合同约定的检验频率和质量检验标准同步进行，检验项目包括***压实度试验***和**渗水试验**两项。

【07 年】：28.生活垃圾填埋场泥质防水层的施工控制要点有(　)。P202

A.控制膨润土进货质量　　B.确定膨润土的最佳掺量

C.控制拌合均匀度、含水量及泥质防水层的碾压压实度

D.控制膨润土垫的铺设质量　　E.保证质量检验

【10 年】：18．垃圾填埋场进行泥质防水层施工，质量检验项目包括渗水试验和（　　）检测。P99

A．平整度　　B．厚度　　C．压实度　　D．坡度

二、土工合成材料膨润土垫(GCL)施工

(一)土工合成材料膨润土垫(GCL)

1.土工合成材料膨润土垫(GCL)是两层土工合成材料之间夹封膨润土粉末(或其他低渗透性材料)，通过针刺、粘接或缝合而制成的一种复合材料，主要用于**密封**和**防渗**。

2.GCL 施工必须在**平整的土地上进行**；对铺设场地条件的要求比土工膜低。GCL 之间的连接以及 GCL 与结构物之间的连接都很简便，并且接缝处的密封性也容易得到保证。**GCL 不能在有水的地面及下雨时施工**，在施工完后要及时铺设其上层结构如 HDPE 膜等材料。**大面积铺设采用搭接形式，不需要缝合，搭接缝应用膨润土防水浆封闭。对 GCL 出现破损之处可根据破损大小采用撒膨润土或者加铺 GCL 方法修补**。

3.**GCL 在坡面与地面拐角处防水垫应设置附加层，先铺设 500mm 宽沿拐角两面各 250mm 后，再铺大面积防水垫**。坡面顶部应设置**锚固沟**，固定坡面防水垫的端部。对于有排水管穿越防水垫部位，应加设 GCL 防水垫附加层，管周围膨润土妥善封闭。**每天防水垫操作后要逐缝、逐点位进行细致检验验收，如有缺陷立即修补**。

(二)GCL 垫施工流程

GCL 垫施工主要包括 GCL 垫的摊铺、搭接宽度控制、搭接处两层 GCL 垫间撒膨润土。施工工艺流程参见图 1K416011-2。

(三)*质量控制要点*

1.填埋区基底检验合格，进行 GCL 垫铺设作业，每一工作面　垫铺设工艺流程图施工前均要对基底进行修整和检验。

2.**对铺开的 GCL 垫进行调整，调整搭接宽度，控制在 250±50mm 范围内，拉平 GCL 垫，确保无褶皱、无悬空现象，与基础层贴实**。

3.掀开搭接处上层 GCL 垫，在搭接处均匀撒膨润土粉，将两层垫间密封，然后将掀开的 GCL 垫铺回。

4.根据填**埋区基底设计坡向，GCL 垫的搭接，尽量**采用**顺坡搭接**，即采用**上压下的搭接方式**；注意避免**出现十字搭接**，而尽量采用**品形分布**。

5.GCL 垫需**当日铺设当日覆盖，遇有雨雪天气应停止施工**，并将已铺设的 GCL 垫覆盖好。

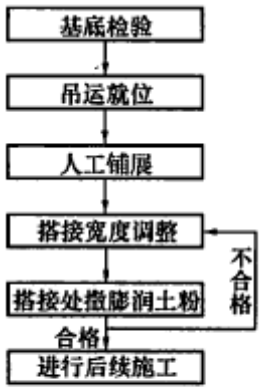


图 1K416011-2　GCL 垫铺设工艺流程图

【2011】:29、GCL 铺设正确的是　（P203ABDE）

A.每一工作面施工前均要对基底进行修正和检修。B.调整控制搭接范围 250+-50mm
C.采用上压下的十字搭接 D.当日铺设当日覆盖，雨雪停工 E.接口处撒膨润土密封

1K416012　熟悉聚乙烯(HDPE)膜防渗层施工技术

高密度聚乙烯(HDPE)防渗膜具有**防渗性好**、**化学稳定性好**、**机械强度较高**、**气候适应性强**、**使用寿命长**、**敷设及焊接施工方便的特点**，已被广泛用作垃圾填埋场的防渗膜。本文简要介绍 HDPE 防渗膜施工技术要求。

一、施工基本要求

(一)质量控制

1.高密度聚乙烯(HDPE)防渗膜是整个垃圾填埋场工程施工中关键的工序，整个工程的成败取决于防渗层的施工质量。采用 HDPE 膜防渗技术的核心是 HDPE 膜的施工质量。

2.HDPE 膜的施工质量的关键环节是 HDPE 膜的产品质量及专业队伍的资质和水平，包括**使用机具的有效性**、**工序验收的严肃性**和**施工季节的合理性**等。

(二)施工程序

详见图 1K416012 所示。

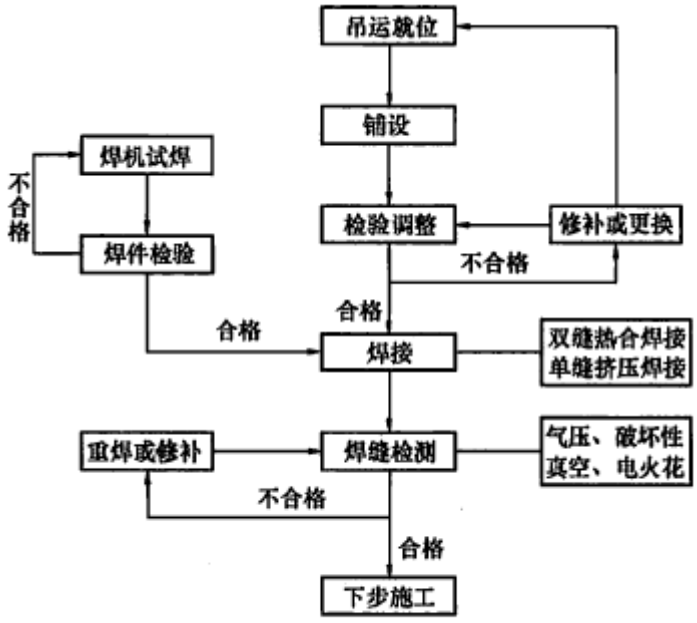


图 1K416012　HDPE 膜施工程序

二、施工控制要点

(一)**审查施工队伍资质**

应审查施工企业的资质：营业执照、特殊工种专业许可证施工范、质量管理水平是否符

合本工程的要求；该企业从事本类工程的业绩和工作经验。履约情况是否良好，不合格者不能施工。通过对企业的审核，**保证由具备相应资质等级的企业进行施工**。

(二)施工人员的上岗资格

应审核操作人员的上岗证，确认其上岗资格，相关的技术管理人员(技术人员、专业试验检验人员)能否上岗到位，工人数量是否满足工期要求。**通过验证使有资格的操作人员上岗，保证工期和操作质量**。

(三)HDPE 膜的进货质量

HDPE 膜的质量是工程质量的关键，应采用招标方式选择供货商，严格审核生产厂家的资质，**审核产品三证(产品合格证、产品说明书、产品试验检验报告单)。特别要严格检验产品的外观质量和*产品的均匀度、厚度、韧度和强度*，进行产品复验和见证取样检验**。确定合格后，方可进场，进场应注意产品保护。通过严格控制，确保关键原材料合格，保证工程质量。

【10 年】: 28．生活垃圾填埋场施工中，应对聚乙烯膜（HDPE）产品的（ ）进行严格检验。

A．针入度 B．均匀度 C．厚度 D．韧度 E．强度

【答案】BCDE

(四)施工机具的有效性

应对进场使用的机具进行检查，包括审查须进行**强制检验的机具是否在有效期内**，机具种类是否齐全，数量是否满足工期需要。**不合格的不能进场，种类和数量不齐的应在规定时间内补齐**。

(五)施工方案和技术交底

应审核施工方案的合理性、可行性，检查技术交底单内容是否齐全，交底工作是否在施工前落实。通过检查，以保证施工方法科学、可行。**操作班组在作业前明确操作方法、步骤、工艺及检验标准**。

(六)施工场地及季节

应在施工前验收施工场地，达标后方可施工。**HDPE 膜不得在冬期施工**。

三、施工质量控制的有关规定

1.在垂直高差较大的边坡铺设土工膜时，应设锚固平台，平台高差应结合实际地形确定，不宜大于 10m。边坡坡度宜小于 1:2。

2.铺设 HDPE 土工膜应焊接牢固，达到强度和防渗漏要求，局部不应产生下沉现象。**土工膜的焊(粘)接处应通过试验检验**。

3.**检验方法及质量标准符合合同要求及国家、地方有关技术规程的规定，并经过建设单位和监理单位的确认**。

4.**应认真执行现场检验程序和控制检验频率，不合格必须及时返工处理，并认真进行复检**。

1K416013 了解垃圾填埋与环境保护要求

目前，我国城市垃圾的处理方式基本采用封闭型填埋场；垃圾焚烧处理因空气污染影响实际应用受到限制。封闭型垃圾填埋场是目前我国通行的填埋类型。垃圾填埋场选址、设计、施工、运行都与环境保护密切相关。本条文介绍垃圾填埋工程建设与周围环境保护要求。

一、垃圾填埋场选址与环境保护

(一)基本规定

1.因为垃圾填埋场的使用期限很长，**达 10 年以上**，因此应该慎重对待垃圾填埋场的选址，注意其对环境产生的影响。

2.**垃圾填埋场的选址，应考虑*地质结构、地理水文、运距、风向*等因素**，位置选择得好，直接体现在投资成本和社会环境效益上。

3.垃圾填埋场选址应符合当地城乡建设总体规划要求，符合当地的**大气污染防治、水资源保护、自然保护**等环保要求。

【09 年】：30．垃圾填埋场选址应考虑（）等因素。P205

A．地质结构　　B．地理水文　　C．运距　　D．风向　　E．垃圾填埋深度

(二)标准要求

1.垃圾填埋场必须**远离饮用水源**，尽量少占良田，利用荒地和当地地形。一般选择在远离居民区的位置，**填埋场与居民区的最短距离为 500m**。

2.生活垃圾填埋场应设在***当地夏季主导风向的下风向***。填埋场的运行会给当地居民生活环境带来种种不良影响，如垃圾的腐臭味道、噪声、轻质垃圾随风飘散、招引大量鸟类等。

3.填埋场垃圾运输、填埋作业、运营管理必须严格执行相关规范规定。

【2011】：18、垃圾场设城市所在地区的（ A ）向。

A.夏季主导风向下风向 B.春季主导风向下风向 C.夏季主导风向上风向 D.春季主导风向下风向

(三)生活垃圾填埋场不得建在下列地区

1.国务院和国务院有关主管部门及省、自治区、直辖市人民政府划定的自然保护区、风景名胜区、生活饮用水源地和其他需要特别保护的区域内。

2.居民密集居住区。

3.直接与航道相通的地区。

4.地下水补给区、洪泛区、淤泥区。

5.活动的坍塌地带、断裂带、地下蕴矿带、石灰坑及熔岩洞区。

二、垃圾填埋场建设与环境保护

(一)有关规范规定

1.封闭型垃圾填埋设计概念要求严格限制渗滤液渗入地下水层中，将垃圾填埋场对地下水的污染减小到最低限度。

2.有关规范规定：**填埋场必须进行防渗处理**，防止对地下水和地表水的污染，同时还应防止地下水进入填埋区。填埋场内应铺设一层到两层防渗层，安装渗滤液收集系统、设置雨水和地下水的排水系统，甚至在封场时用不透水材料封闭整个填埋场。

(二)填埋场防渗与渗滤液收集

发达国家的相关技术规范对防渗作出了十分明确的规定，填埋场必须采用**水平防渗**，并且生活垃圾填埋场必须采用 **HDPE 膜和黏土矿物相结合的复合系统进行防渗**。我国现行的填埋技术规范中也有技术规定。

(三)渗滤液处理

生活垃圾填埋场的渗滤液无法达到规定的排放标准，需要进行处理后排放。但在暴雨的

时候因渗滤液超出处理能力而直接排放，严重污染环境。垃圾填埋场渗滤液对环境污染日益引起人们的关注。

(四)填埋气体

发达国家禁止填埋气体直接排人大气，规定填埋气体必须进行回收利用，无回收利用价值的则需集中收集燃烧排放。我国目前填埋气体大都直接排人大气，缺乏回收利用。这种自然排放的方式对大气以及周边的环境都造成了危害。

三、防渗系统施工质量与环境保护

(一)垃圾填埋场填埋区结构

设置在垃圾卫生填埋场填埋区中的渗滤液防渗系统和收集导排系统，在垃圾卫生填埋场的使用期间和封场后的稳定期限内，起到将垃圾堆体产生的渗滤液屏蔽在防渗系统上部，通过收集导排系统和导入处理系统实现达标排放的重要作用。

垃圾卫生填埋场填埋区工程的结构层次从上至下主要为渗沥液收集导排系统、防渗系统和基础层。系统结构形式如图 1K416013 所示。

目前，垃圾卫生填埋场防渗系统主流设计采用 HDPE 膜为主防渗材料，与辅助防渗材料和保护层共同组成防渗系统。垃圾卫生填埋场的防渗系统、收集导排系统施工工艺是填埋场工程的技术关键，其施工质量是工程质量控制的主要工序。最大限度地减少因施工原因造成的防渗层渗漏，避免污染地下水水源，减少环境保护成本，是工程施工项目的目标。

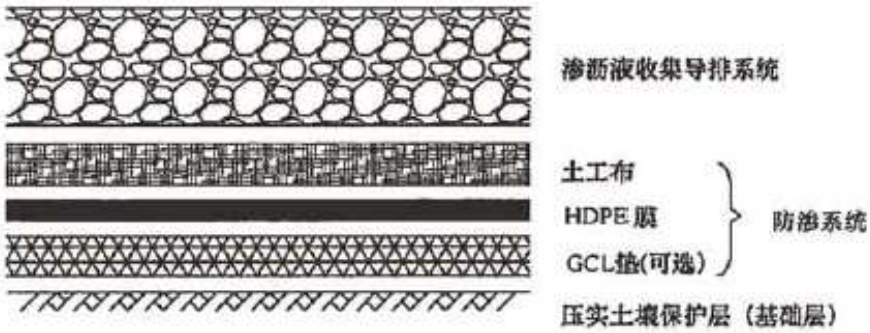


图 1K416013　渗沥液防渗系统、收集导排系统断面示意图

(二)防渗系统施工

针对 HDPE 膜受气温变化易于发生缩胀，在后续收集导排系统施工中形成鼓包、死褶等现象，在施工过程中，如何采用合理的施工方法，既避免或减少后续施工对主防渗材料造成的不良影响，又能快捷优质地组织施工是一个值得研究的施工技术问题。

(三)防渗层施工质量检验

为确保防渗层完好无损和有效地检测渗漏，必须在每层施工过程中严格控制。垃圾卫生填埋场建成后需验证防渗系统效果。**通常在填埋场的影响范围内设置一定数量的水质检测井。将填埋场投入使用前的地下水质水样作为本底值，与以后使用过程中检测的水样进行比较，以便验证处置效果和对环境(主要是地下水)的影响**。

1K416020　施工测量

1K416021　熟悉场区控制测量

本条文以垃圾填埋场工程为主，简要介绍市政公用工程场(厂)站施工的控制测量要点。

一、开工前测量工作

(一)准备工作

1.开工前应结合设计文件、施工组织设计，提前做好工程施工过程中各个阶段的工程测量的各项内业计算准备工作，并依内业准备进行施工测量。

2.对测量仪器、设备、工具等进行符合性检查，确认符合要求。**严禁使用未经计量检定或超过检定有效期的仪器、设备、工具。**

3.根据**填埋场建(构)筑物特点及设计要求的施工精度、施工方案，编制工程测量方案。**

4.**办理桩点交接手续**。桩点应包括：各种基准点、基准线的数据及依据、精度等级。施工单位应进行现场踏勘、复核。

5.开工前应对基准点、基准线和高程进行内业、外业复核。复核过程中发现不符或与相邻工程矛盾时，应向建设单位提出，进行查询，并取得准确结果。

(二)施工控制网方案

1.根据填埋场建(构)筑物特点及设计要求的施工精度、施工方案，编制工程测量方案。宜利用原区域内的平面与高程控制网，作为建(构)筑物定位的依据。当原区域内的控制网不能满足施工测量的技术要求时，应在利用原设计网点基础上加密或重新布设控制网点。

2.应在合同规定的时间期限内，向建设单位提供施工测量复测报告，经监理工程师批准后方可根据工程测量方案建立施工测量控制网，进行工程测量。

二、场区施工平面控制网

(一)施工平面控制网应符合下列规定

1.坐标系统应与工程设计所采用的坐标系统相同。

2.当利用原有的平面控制网时，应进行复测，其精度应符合需要；投影所引起的长度变形，不应超过 1/40000。

3.当原有控制网不能满足需要时，应在原控制网的基础上适当加密控制点。控制网的等级和精度应符合下列规定：

(1)场地大于 1km2 或重要工业区，宜建立相当于一级导线精度的平面控制网。

(2)场地小于 1km2 或一般性建筑区，应根据**需要建立相当于二、三级导线精度的平面控制网**。

(二)平面控制网布设

1.**厂站建(构)筑物的平面控制网**宜布置成**建筑方格网、导线网、三边网或三角网**。建筑方格网的主要技术要求，应符合表 1K416021 的规定。

2.高程控制网，应布设成闭合环线、闭合路线或结点网形。高程测量的精度，不宜低于三等水准的精度。

3.**水准点的间距，宜小于 1km**。水准点距离建(构)筑物不宜小于 25m；距离填土边线不宜小于 15m。建(构)筑物高程控制的水准点，可单独埋设在建(构)筑物的平面控制网的标桩上，**也可利用场地附近的水准点，其间距宜在 200m 左右**。

建筑方格网的主要技术要求　　表 1K416021

等级	边长(m)	测角中误差(”)	边长相对中误差
Ⅰ级	100～300	5	≤1/30000
Ⅱ级	100～300	8	≤1/20000

4.施工中使用的临时水准点与栓点，宜引测至现场既有建(构)筑物上，引测点的精度不得低于原有水准点的等级要求。

5.矩形建(构)筑物应据其轴线平面图进行施工各阶段放线；圆形建(构)筑物应据其圆心施放轴线、外轮廓线。

三、测量作业

1.供施工测量用的控制桩，应注意保护，经常校测，保持准确。雨后、春融期或受到碰撞、遭遇损害，应及时校测。

2.从事工程测量的作业人员，应经专业培训、考核合格，持证上岗。

3.测量记录应使按规定填写并按编号顺序保存。测量记录应字迹清楚、规整，严禁擦改，并不得转抄。

4.应建立测量复核制度。

1K416022　了解竣工图编绘与实测

本条文以垃圾填埋场工程为主，简要介绍市政公用工程场(厂)站竣工图测绘与实测要点。

一、竣工测量

(一)基本要求

1.竣工测量应以工程施工中有效的测量控制网点为依据进行测量。控制点被破坏时，应在保证施测细部点的精度下进行恢复。

2.对已有的资料应进行实地检测，其允许偏差应符合国家现行有关施工验收规范的规定。

(二)场区与建构筑物竣工测量

1.场区道路工程竣工测量包括中心线位置、高程、横断面形式、附属构筑物和地下管线的实际位置(坐标)、高程。

2.新建地下管线竣工测量应在覆土前进行。当不能在覆土前施测时，应在覆土前设置管线待测点并将设置的位置准确地引到地面上，作好栓点标记。新建管线应按有关规定完成地下管线探查记录表。

3.场区建(构)筑物竣工测量，如渗滤液处理设施和泵房等，对矩形建(构)筑物应注明 2 点以上坐标，圆形建(构)筑物应注明中心坐标及接地外半径；建(构)筑物室内地坪标高；构筑物间连接管线及各线交叉点的坐标和标高。

4.应将场区设计或合同规定的永久观测坐标及其初始观测成果，随竣工资料一并移交建设单位。

5.竣工测量采集的数据应符合有关规范关于数据入库的要求。

6.测绘结果应在竣工图中标明。

二、竣工图

(一)基本要求

1.市政公用工程竣工图应包括与施工图(及设计变更)相对应的全部图纸及根据工程竣工情况需要补充的图纸。

2.各专业竣工图应符合规范标准以及合同文件规定。

3.竣工总图编绘完成后，应经原设计及施工单位技术负责人审核、会签。

(二)竣工图测绘

1.竣工图的比例尺，宜选用 1；500；坐标系统、标记、图例符号应与原设计图一致。

2.竣工图应根据施工检测记录绘制和对竣工工程现场实测其位置、高程及结构尺寸等。

3.竣工总图应根据设计和施工资料进行编绘。

4.当资料不全无法编绘时，应进行实测。对实测的变更部分，应按实测资料绘制。

5.**当平面布置改变超过图上面积 1/3 时，不宜在原施工图上修改和补充，应重新绘制竣工图**。

1K417000　城市绿化与园林工程

1K417010　城市绿化工程施工

1K417011　掌握草坪与花坛施工技术

一、草坪施工技术

(一)准备工作

1.草种选择

(1)分析草坪建植区的气候特点及小环境条件，以当地气候与土壤条件作为草坪草种选择的依据。

(2)考虑草坪用途、建植地点微环境、管理水平对草坪草种的影响因素。

(3)确定和了解可供选择的草坪草种。

(4)选择具体的草坪草种。

2.坪床的准备

(1)**坪床的准备**是草坪建植的关键环节。坪床的准备一般包括**清理场地、改良土壤、整地翻耙、排灌系统设置、杂草防除、病虫害防治和施肥等**过程。

(2)清理场地。清除场地中妨碍施工和草坪生长的各类障碍物，严禁使用化学污染土和深层土。

(3)土壤改良

①草坪在酸碱度适宜的土壤上生长良好。如果**土壤酸碱度不在正常范围**，应采用**碱性栽培介质或酸性栽培介质进行改良**。常用草种的土壤 pH 适宜值如下：黑麦草属、早熟禾属为 6.0～7.0，剪股颖属为 5.5～6.5，苔草属为 6.0-7.5，高羊茅为 4.7～9.0，紫羊茅为 5.5～6.5。

②对密度＞1.30t/m^3、总空隙＜50%的土壤，必须采用疏松的栽培介质加以改良。

③对有机质低于 20g/kg 的土壤，应施充分腐熟的有机肥或含丰富有机质的栽培介质加以改良。

(4)整地翻耙

在建植前全面翻耙土地，深耕、细耙、翻、耙、压结合，清除杂草及杂物，保证土壤杂质含量低于 0.8%。**翻地时间以春秋两季为宜**，整地深度为 250～300mm，见《城市绿化工程施工及验收规范》。严禁在土壤含水量过高时操作。**当土壤含水量为 15%～20%时，宜进行翻耙**。

(5)喷水灌溉设施和相应的管道设备

①草坪建植区 1200m^2 以上必须有充足的水源和完整的灌溉设备。

②面积≤2000m^2 的草坪，**利用地形自然排水**，比降为 0.3%～0.5%；面**积＞2000m2 的草坪，可建永久性地下排水管网**，与市政排水管网相连。

③必须及时排除积水。

(6)杂草防除

为防止植草后杂草滋生，耕翻土地时要用人工拣除和化学方法进行灭杂，常用除草剂可以分为两类：灭生性除草剂和选择性除草剂。选择何种除草剂要根据杂草的种类、草坪种类和种植时间来确定。在使用除草剂前必须进行药性试验，以保证草坪的安全性。

(7)病虫害防治

为防止以后病虫害的发生，要请植保部门出具土壤病虫害化验报告和防治措施，依据防治措施使用杀菌剂和杀虫剂等，如多菌灵、甲胺磷等。病虫害防治的原则是：**预防为主，综合防治**。

(8)施肥

基肥以有机肥为主，根据土壤肥力适当增施化学肥料。有机肥料必须充分腐熟。基肥施用数量视土壤肥力而定，可结合翻地将肥料施入。根据草坪的生长情况在生长期进行追肥。

(二)建坪

1.种植的适宜季节和草种类型选择

(1)冷季型草播种宜在春、夏和初秋季节进行。

(2)冷季型草分株栽植宜在北方地区春、夏、秋季进行。

(3)茎枝栽植暖季型草宜在南方地区夏季和多雨季节进行。

(4)植生带、铺砌草块或草卷，温暖地区四季均可进行；北方地区宜在春，夏、秋季进行。

2.播种建坪

(1)**播种量**；**草种和发芽率不同**，**播种量不同**，**一般发芽率要求大于 80%**，匍匐翦股颖 3～7g/m^2，草地早熟禾 5～15g/m^2，其他草种播种量一般在 20—30g/m^2。

(2)播种时间：北方为春、夏、秋三季。南方全年均可。确定播种时间主要考虑草坪与环境之间的关系，应给草坪草足够的生长发育期限，以使其渡过“危机期”，如高温高湿、干旱、杂草蔓延、寒冷期。避免在“危机期”播种，以免造成发芽率不高、缺苗、弱苗和杂草共生。

(3)**播种方法主要有撒播法和喷播法**

撒摇法：播种之前先灌水浸地，待水渗透并稍干后，用钉耙(齿宽 20～30mm)在地面纵横搂沟，沟深在 5mm 左右，然后将处理好的草籽掺上细沙土，均匀地撒播于沟内，并用平耙搂平。最后用小型石碾碾压一遍。

喷播法：喷播法是利用专用的草坪喷播机进行播种的一种方法。将绿化用草籽与保水剂、粘合剂、绿色纤维覆盖物及肥料等，在搅拌容器中与水混合成胶状的混合浆液，用压力泵将其喷播于待播土地上。由于混合浆液中含有保水材料和各种养分，保证了植物生长所需的水和其他营养物质来源，故而植物能够健康、迅速地成长，且不需要重复补充水分。适合于大面积的绿化作业，陡坡地段的草坪施工及干旱缺少浇灌设施的地区。

3.**草坪营养建植**

常用的草坪营养建植方法有以下几种：

(1)**密铺**：应将选好的草坪切成 300mm×300mm，250mm×300mm、200mm×300mm 等不同草块，顺次平铺，草块下填土密实，块与块之间应留有 20～30mm 缝隙，再行填土，铺后及时液压浇水。若草种为冷季型则可不留缝隙。

(2)**间铺**：铺植方法同密铺。用 $1m^2$ 草坪宜点种 $2～3m^2$ 面积。

(3)**点铺**：将草皮切成 30mm×30mm.点种，1mz 草坪宜点种 $2～5m^2$ 面积。

(4)**茎铺**：茎铺时间，暖季型草种以春末夏初为宜，冷季型草种以春秋为宜。

(三)草坪的养护管理

草坪的养护管理包括浇水、施肥、修剪、清除杂草、病虫害防治等环节。

1 浇水：草坪草组织含水量达 80%以上，水分含量下降就会产生萎芽，**下降到 60%时就会寻致草坪死亡**，适宜的浇水对维持草坪的正常生长发育有很大意义。早晨 **9:00～11:00** 和下午 **16:30～18:00 是浇水的最好时间**，浇水频率依据当天的天气和草坪设计灌溉要求进行。

2.施肥：施肥是草坪养护培育的重要措施，适时的施肥为草坪提供生长发育所需养料，改善草坪质地。幼苗颜色变浅、泛黄、生长发育缓慢，则表明缺肥，应对土壤进行测定，根据测定结果确定施肥的种类和数量。有条件的地方，应该结合灌水进行施肥，即将适量肥料溶于灌溉水中，随灌溉系统，在灌溉的同时，进行施肥。灌溉施肥，要注意肥料的选择，主要是选择那些完全溶解于水的肥料，避免对灌溉系统的堵塞。两种以上肥料同时随灌溉施用的，还要避免肥料的混合产生沉淀。

3.修剪：草坪的修剪是草坪管理措施中的一个重要环节，修剪的目的是增加枝条分蘖。一般情况，在幼苗长到目标高度的 1.5 倍时修剪，剪草时要按顺序进行，保持草坪的清洁整齐。

4.清除杂草：幼苗期是杂草危害较严重的时期，此时杂苗容易被发现，容易清除，应集中人力及时拔除，否则会严重影响幼苗的发育生长，造成坪床杂乱无章。

5.病虫害防治：草坪时有食叶害虫或地下害虫侵扰，以及叶枯病、腐烂病等病害。一经发现，要及时对症下药，避免蔓延。

二、花坛建造技术

(一)前期准备

1.整地：花卉栽培的土壤必须深厚、肥沃、疏松。因而在建造花坛前，要先整地，一般应深翻 **400～500mm**，拣除草根、石头及其他杂物。

2.施肥：基肥施用数量，一般有机肥料每公顷宜为 7.5～22.5t，复合肥每公顷宜为 0.75t。可结合翻地将肥料施入。

3.为了便于观赏，**花坛的地面应高出所在地平面，并带有一定的排水坡度**。

(二)种植施工

1.花坛边缘石砌筑

花坛有单面观赏和多面观赏等多种形式，一般采用青砖、红砖、石块或水泥预制板作花墙，也有用草坪植物铺边的，有条件的还可以采用绿篱及低矮植物(如葱兰、麦冬)，并用矮栏杆围边以保护花坛避免人为破坏。

2.定点放线

平面花坛形状图案多样，可以随地形、位置、环境自由处理。一般根据图纸规定定点放线，在地面准确画出位置、轮廓线。如果花坛面积较大，可改用方格法放线。放线时，一般从花坛中心桩引线至花坛边缘各处，将花坛表面等分成若干份，操作时注意顺序，避免破坏已放好的标志。

3.起苗栽植

裸根苗，应随起随栽，起苗应尽量注意保持根系完整；带土花苗，‘如果花圃畦地干燥，应事先灌浇苗地，起苗时要注意保持土球完整，根系丰满。如果土球松散，可用手捏实，有利于其成活；盆栽花苗，栽植时最好将盆退下，但应注意保证盆土不松散。

平面花坛由于管理粗放，可以用幼苗直接定植，但要注意保持合理的株行距。也可以在花坛内直接播种，但出苗后，应及时进行间苗管理。同时应根据需要，适当施用追肥。追肥后应及时浇水。

花坛花卉栽植时，一般按照图案先里后外。，先左后右，先栽主要纹样，逐次进行，同时花苗的大小、高矮应尽量保持一致。宿根花卉与一、二年生花卉混植时，要注意栽植顺序，先种植宿根、球根花卉，再种植一、二年生花卉。夏季栽植时间最好在上午 11 时之前和下午 4 时以后，要避开太阳暴晒，春、秋、冬三季基本没有限制。

(三)花坛的养护管理

1.浇水

花坛栽植好后，要定时浇水。浇水的时间、次数、灌水量要根据气候、季节的变化而进行调整，而且最好不要在中午气温正高、阳光直射的时间浇水。浇水量要适度。浇水水温要适宜，夏季要高于 15℃，春秋两季高于 10℃。

2.除草

花坛内出现杂草时要及时处理，以免其妨碍栽植花卉的正常生长。

3.施肥

通常是在分株栽植时施入基肥，定植期间可根据需要追肥几次，施肥后要及时浇水。

4.修剪与整理

在进行园林布置时，要使花容整洁，花色清新，要及时将残花、果实及枯枝黄叶剪除，促使茎部分枝，保证花丛茂密。

5.花苗更换

由于 1～2 年生花卉生长期短，全年需进行多次更换，才可保持其鲜艳夺目的色彩和良好的观赏效果。

6.病虫害防治

按照所选花卉确定防治方案，要防早，即早发现、早防治；防小，即从虫子第一代开始防治，以免造成灾害。

【案例 1K417011】

1.背景

某绿化公司承接了西北某市的园林施工项目，依据获准的施工方案，农田土回填经验收

合格施有机肥料(1500 公斤/亩)后，按照设计位置栽植油松和建造草坪。回填过程中，施工项目负责人为满足游园时间要求，决定加快施工进度；采取了如下措施：(1)对栽植油松的地方发现的砂岩，自行爆破开挖出树穴 30 个；(2)方便处取土深度达 4.0m；(3)因现场监理请假不在场，通过电话与现场监理口头沟通后未经验收即用牛粪进行施肥。现场监理回来后，认为农田土外观质量不合格，签发了停工通知。施工方认为已口头请示过，故未停工，继续施工。三月后，20 多棵油松死亡；部分草坪杂草丛生，长势差。

2.问题

(1)施工方采取的加快进度措施有哪些不妥？

(2)现场监理的做法有哪些不当？

(3)分析油松死亡，草坪中杂草丛生，长势差的主要原因。

3.参考答案

(1)问题 1

施工方采取措施的不当之处：**①未领取“爆破作业准爆证”，未履行有关审批程序，自行爆破砂岩。②土方回填项目完成后，未报验就进行下道工序的施工**。③现场监理签发停工通知，施工方未执行。上述三项行为均属于违规行为。**④取土深度达 4.0m，土质已经变为“生土”，不适合植物种植和生长。⑤施工方应提供合格的土壤和肥料化验单，配合现场监理到源地查看，并协助监理方进行必要抽检**。

(2)问题 2

现场监理做法不当之处：①现场监理在履行监理期间请假，应请示上级调配人员。②应按照有关规定进行检查、验收并记录，不应未经检查填土质量和肥料质量就允许进行下道工序施工。认为农田土外观质量不合格时还应进行必要抽检。**③不能发停工通知，必须报请总监理工程师签发**。

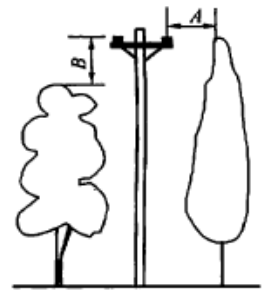
(3)问题 3

从背景材料分析推断油松死亡的主要原因是砂岩树穴，不透水，泛碱。部分草坪中杂草丛生，长势差的主要原因是土壤是“生土”，原因有牛粪可能没有沤熟，此外缺少施除草剂的环节。

1K417012　掌握城市绿化植物与有关设施的距离要求

一、树木与架空电力线路导线的最小垂直距离应符合《城市道路绿化规划与设计规范》和表 1K417012-1 的要求。

树木与架空电力线路导线的最小垂直距离　　表 1K417012-1

电线电压(kV)	树木至架空电线净距(m)		
	最小水平距离(A)	最小垂直距离(B)	
1～10	1.0	1.5	

35～110	2.0	3.0	
154～220	3.5	3.5	
330	4.0	4.5	

二、树木与地下管线外缘最小水平距离应符合表 1K417012-2 的要求。

树木与地下管线外缘最小水平距离　　表 1K417012-2

管线名称	距乔木中心距离(m)	距灌木中心距离(m)
电力电缆	1.0	1.0
电信电缆(直埋)	1.0	1.0
电信电缆(管道)	1.5	1.0
给水管道	1.5	—
雨水管道	1.5	—
污水管道	1.5	—
燃气管道	1.2	1.2
热力管道	1.5	1.5
排水盲沟	1.0	—

三、树木根茎中心到地下管线外缘最小距离应符合表 1K417012-3 的要求。

树木根茎中心到地下管线外缘最小距离　　表 1K417012-3

管线名称	距乔木根茎中心距离(m)	距灌木根茎中心距离(m)
电力电缆	1.0	1.0
电信电缆(直埋)	1.0	1.0
电信电缆(管道)	1.5	1.0
给水管道	1.5	1.0
雨水管道	1.5	1.0

污水管道	1.5	1.0

四、绿化植物与建筑物、构筑物的平面间距应满足表 1K417012-4 的要求。

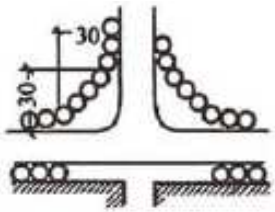
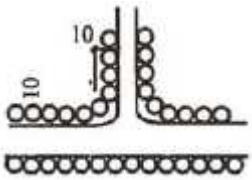
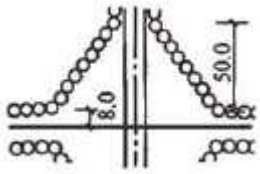
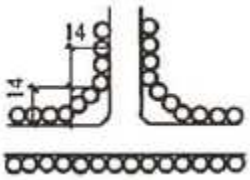
绿化植物与建筑物、构筑物的平面间距　　表 1K417012-4

建筑物、构筑物名称	距乔木中心不小于(m)	距灌木边缘(m)
建筑物外墙：有窗 无窗	4.00 2.00	0.50 0.50
挡土墙顶内和墙角外	1.00	0.50
高 2M 以下的围墙	1.00	0.50
高 2M 以上的围墙(及挡土墙基)	2.00	0.50
标准轨距铁路中心线	5.00	3.50
道路路面边缘	1.00	0.50
人行道路面边缘	2.00	2.00
体育用场地	3.00	3.00
电杆中心	2.00	0.75
路旁变压器外缘、交通灯柱	3.00	不宜种
警亭	3.00	不宜种
路牌、交通指示牌、车站标志	1.20	不宜种
消防龙头、邮筒	1.20	不宜种
测量水准点	2.00	2.00
天桥边缘	3.50	不宜种
排水沟边缘	1.00	0.50
冷却塔边缘	1.5 倍塔高	不限

冷却池边缘	40. 00	不限

五、行道树与道路交叉口的最小距离应符合表 1K417012-5 的要求。

行道树与道路立叉口的最小距离　　表 1K417012-5

交叉口类型	植树区	图　示
机动车交叉口 (行车速度≤40km/h)	30m	
机动车道与非机动车道交叉口	10m	
机动车道与铁路交叉口	50m(距铁路) 8.0m(据机动车道)	
工厂内部道路交叉口 (行车速度≤25km/h)	14m	

【案例 1K417012】

1.背景

某公司承接开发新区绿化工程施工，由于现场情况发生变化需要因地制宜种植树木；施工过程中大乔木有十余棵种植在交通灯柱座边和 110kV 的高压线下；数棵小苗香樟和椿树种植在埋深 2.0m 污水管道上方。监理工程师发现后，施工人员解释说所种树苗小，不致影响高架线路；污水管线上方小苗根才埋 1.0m 深。但是监理工程师明确要求施工单位返工。

2.问题

(1)能在交通灯柱座边种植大乔术吗？为什么？路旁交通灯柱座距乔术边缘是多少？

(2)施工人员解释有何不妥之处？110kV 的高压线与大乔木的净距是多少？

3.参考答案

(1)问题 1

不能。因为即便栽种时树苗小，但是树木有生命，长大后树枝会挡住灯光，影响照明会

引发安全隐患。**路旁交通灯柱与乔木的距离是 3.0m，不宜在其旁栽植大乔木**。

(2)问题 2

施工人员解释不妥之处有：

①小树苗会长大，最终会超过规范要求的最小垂直距离 3.0m。而且种植也不符合树木与架空电力线路最小水平距离的要求。

②树苗压在污水管道上，一是树根会攀绕管道，影响管道使用和维修；二是在树苗长大后，重量增加，会压坏管道的。110kV 的高压线与大乔木的净距是水平：2.0m；垂直：3.0m。

1K417013　熟悉树木栽植与大树移植技术

一、树木栽植技术

(一)树木栽植季节选择

应根据树木的习性和当地的气候条件，选择适宜的种植时期。

1.春季移植

我国北方地区适宜春季植树，春季是树木休眠期，蒸腾量小，栽后容易达到地上、地下部分的生理平衡。此外春季也是树木的生长期，树体内贮藏的营养物质丰富，生理机制开始活跃，有利于根系再生和植株生长。春季移植适期较短，应根据苗木发芽的早晚，合理安排移植顺序。**落叶树早移，常绿树后移**。

2.秋季移植

在树木地上部分生长缓慢或停止生长后进行。北方冬季寒冷的地区，秋季移植植物均需要带土球栽植。

3.雨季移植

南方在梅雨初期，北方在雨季刚开始时，适宜移植常绿树及萌芽力较强的树种。

4.非适宜季节移植

不能在适宜季节移植时，可按照不同类别树种采取不同措施。

常绿树种起苗时应带较正常情况大的土球，通常土球大小是苗木胸径的 8～10 倍，对树冠进行疏剪、摘叶，做到随掘、随运、随栽，及时灌水，叶面经常喷水，晴热天气应遮荫。冬季应防风防寒，尤其是新栽植的常绿乔木，如雪松、大叶黄杨。

落叶乔木采取以下技术措施：提前疏枝、环状断根、在适宜季节起苗用容器假植、摘去部分叶片等。另外，夏季可搭棚遮荫，树冠喷雾、树干保湿，也可采用现代科技手段，如喷施抗蒸腾剂、给树干注射营养液等措施，保持空气湿润；冬季应防风防寒。

(二)苗木选择

1.苗木长势好、观赏性好，规格和质量符合设计和规范要求。

2.枝条茁壮、组织充实、木质化程度高、根系发达、顶芽健壮。

3.无病虫害和机械损伤。

4.起重及运输机械能达移植树木的现场。

(三)树木栽植

树木的栽植程序大致包括定点放线、挖穴、选苗与起苗、运苗与假植、修剪与栽植、施工养护等主要环节。

1.定点放线

根据图纸上设计的种植位置，确定各树木的种植点，按比例放样于地面。种植设计有规则式和自然式之分。规则式种植的定点放线比较简单；可以地面固定设施为准来定点放线，要求做到横平竖直，整齐美观。**其中行道树可按道路设计断面图和中心线定点放线**。为使栽植行保持笔直，可每隔 10 株钉一木桩作为行位控制标记。**如遇与设计不符(有地下管线、地物障碍等)时，应和有关部门协商解决。定点后应由设计入员验点**。

自然式的种植设计(多见于公园绿地)，如果范围较小，场内有与设计图上相符，位置固定的地物(如建筑物等)，**可用“交会法”定出种植点**。即由 2 个地物或建筑平面边上的 2 个点的位置，各到种植点的距离以直线相交会来定出种植点。如果在地势平坦的较大范围内定点，可用网格法。即按比例绘在设计图上并在场地上丈量划出等距方格。从设计图上量出种植点到方格纵横坐标距离，按比例放大到地面，即可定出。对测量基点准确的较大范围的绿地，可用“平板仪定点”。

定点要求：对孤赏树、列植树，应定出单株种植位置，并用大白粉标明，钉上木桩，写明树种、挖穴规格；对树丛和自然式片林定点时，依图按比例先测出其范围，并用大白粉标画出范围线圈。

2.挖穴(刨坑)

挖穴(刨坑)必须保证位置准确，符合设计意图。穴的规格大小，应根据根系或土球规格以及土质情况来确定。穴的深浅，应根据树种根系分布深浅情况来确定。

对挖穴规格必须严格要求。首先以定点标记为圆心，按规定的半径足寸在地面划圆，**然后沿圆垂直向下挖掘，保证树坑的上下口径一致**。

遇坚实之土和建筑垃圾土应再加大穴径，并挖松穴底；土质不好的应过筛或全部换土。

3.选苗与起苗

在起掘前应做好有关准备工作；起掘时按操作规程认真进行；起掘后作适当处理和保护。

(1)掘前准备：按设计要求到苗圃选择合用的苗木，并做出标记，习称“号苗”。对枝条分布较低的常绿针叶树或冠丛较大的灌木、带刺灌木等，应先用草绳将树冠适度捆拢，以便操作。苗地过湿的应提前开沟排水；过干燥的应提前数天灌水。对生长地情况不明的苗木，应选几株进行试掘。

(2)起苗方法与质量要求：按所起苗木带土与否，分为裸根起苗和带土球起苗。其方法与质量要求各有不同。

(3)裸根苗的挖掘。落叶乔木以干为圆心，按胸径的 4～6 倍为半径(灌木按株高的 1/3 为半径定根幅)画圆，于圆外绕树起苗，垂直挖下至一定深度，切断侧根。然后于一侧向内深挖，适当按摇树干，探找深层粗根的方位，并将其切断。切忌强按树干和硬切粗根，造成根系劈裂。根系全部切断后，放倒苗木，轻轻拍打外围土块，对已劈裂之根应进行修剪。如不能及时运走，应在原穴用湿土将根覆盖好，进行短期假植，干旱季节还应设法保持覆土的湿度。

(4)带土球起苗多用于常绿树或落叶的大乔木，以干为圆心，以干的周长为半径画圆，确定土球大小。具体操作见“大树移植”部分。

4.运苗与假植

运苗过程常易引起苗木根系吹干和磨损枝干、根皮。因此应注意保护，尤其长途运苗时更应注意保护。

(1)运苗：在装运前，应核对苗木的种类与规格。此外还需仔细检查起掘后的苗木质量。对已损伤不合要求的苗木应淘汰，并补足苗数。车厢内应先垫上草袋等物，以防车板磨损苗木。乔木苗装车应根系向前，树梢向后，顺序安放，不要压得太紧，做到上不超高(以地面车轮到苗最高处不许超过 4m)，梢不得拖地(必要时可垫蒲包用绳吊拢)，根部应用苫布盖严，并用绳捆好。带土球苗装运时，苗高不足 2m 者可立放；苗高 2m 以上的应使土球在前，梢向后，呈斜放或平放，并用木架将树冠架稳。土球直径小于 200mm 的，可装 2～3 层，并应装紧，防车开时晃动；土球直径大于 200mm 者，只许放一层。运苗时，土球上不许站人和压放重物。

树苗应有专人跟车押运，经常注意苫布是否被风吹开。长途运苗，裸露根系易吹干，应注意洒水。苗木运到应及时卸车；要求轻拿轻放，对裸根苗不应抽取，更不许整车推下。经长途运输的裸根苗木，根系较干者，应浸水 1～2d。带土球小苗应抱球轻放，不应提拉树干。较大土球苗，可用长而厚的木板斜搭于车厢，将土球移到板上，顺势慢滑卸下，不能滚卸以免散球。

(2)施工地假植：苗木运到现场后，未能及时栽种或未栽完的，应视离栽种时间长短分别采取“假植”措施。

对裸根苗，临时放置可用苫布或草袋盖好。干旱多风地区应在栽植地附近挖浅沟，将苗呈稍斜放置，挖土埋根，依次一排排假植好。如需较长时间假植，应选不影响施工的附近地点挖一宽 1.5～2m、深 300～500mm 的假植沟。按树种或品种分别集中假植，并做好标记。树梢须顺应当地风向，斜放一排苗木于沟中，然后覆细土于根部，依次一层层假植好。在此期间，土壤过干应适量浇水。

带土球苗 1～2d 内能栽完的不必假植，应集中放好，四周培土，树冠用绳拢好。如囤放时间较长，土球间隙中也应加细土培好。假植期间对常绿树应行叶面喷水。

5.栽植修剪

园林树栽植修剪的目的，主要是为了提高成活率和注意培养树形，同时减少自然伤害。因此应对树冠在不影响树形美观的前提下进行适当重剪。

无论出圃时苗木是否进行过修剪，栽植时都必须修剪。

(1)根系修剪：对已劈裂、严重磨损和生长不正常的偏根及过长根进行修剪。根系损伤过多者，难保树形和绿化效果。因此如在设计上有树形要求时，应予以淘汰。

(2)乔木地上部分修剪：对干性强又必须保留中干优势的树种，采用削枝保干的修剪法。应对主导枝截于饱满芽处，可适当长留，要控制竞争枝；对主枝适当重截饱满芽处(剪短 1/3～1/2)；对其他侧生枝条可重截(剪短 1/2～2/3)或疏除。这样既可做到保证成活，又可保证日后形成具明显中干的树形。对无中干的树种，按上述类似办法，以保持数个主枝优势为主，适当保留二级枝，重截或疏去小侧枝。对萌芽率强的可重截，反之宜轻截。

对行道树的修剪还应注意分枝点，应保持在 2.5m 以上，相邻树的分枝点要相近。较高的树冠应于种植前进行修剪；低矮树可栽后修剪。

(3)灌木地上部分修剪：对灌木类修剪可较重，尤其是丛木类；做到中高外低，内疏外密。

带土球苗可轻剪，其中常绿树可用疏枝、剪半叶或疏去部分叶片的办法来减少蒸腾；对其中具潜伏芽的，也可适当短截；对无潜伏芽的(如某些松树)，只能用疏枝、叶的办法。

6.苗木栽植和保护

(1)裸根栽植，将苗放人坑中扶直，将土填入，当填土到坑的 1/2 时，用手将苗木轻轻往上提使根茎部分与地面相平，直到满坑后再用力踏实，并用土在坑的外缘做好浇水堰。

(2)带土球苗栽植，须先量好坑的深度与土球高度是否一致，如有差别应即时调整。**树坑要比土球直径大 0.8～1.2m**。土球入坑后，先在土球底部四周垫少量土将土球固定，保持树干立直，然后将包装剪开并取出，随即填入好土至坑的 1/2，最后夯实、开堰。

(3)立支柱或搭风障，高度大于 3.0m 的常绿树和胸径大于 5cm 的乔木需要用**硬质材料立支柱，一般为三角支撑**。其他小苗木原则上不支撑，但要依据当地的风力情况确定是否搭风障，防止新栽的树木被风吹倒。

(4)浇水，新栽植树木能否成活，浇水是关键，故苗木栽植后水要浇透。栽植时如土壤含水率＜5%，应先浇树坑，植树苗后再浇水。

7.栽后养护管理

苗木栽植后，若没有特殊约定，一般一个生长季是由施工方进行苗木的浇水、施肥、病虫害防治等的养护管理。

(1)灌溉(浇水)

新栽树木根系少，吸水困难，而树木发叶和生根都需要很多水分。保持树根周围土壤有适当的含水率，满足树苗发根及生长对水分的需要，可提高树苗的成活率。

(2)除草

杂草与树苗争夺水分、养分，阻碍树苗根系伸展，所以及时清除杂草可以改善树苗生根和生长的条件。

(3)松土

松土可以切断土壤毛细管，减少水分蒸发，保持土壤水分，提高土壤肥力，增加土壤通气性和促进微生物活动等。

(4)日常护理

主要有去蘖、修枝、平茬、抹芽等工作。对基部分枝多或多个主干的苗，要进行除蘖，只留一个好的主干，对主干上分枝多或分布不均的树苗，可适当修剪以培育优质主干。

二、树木移植技术

(一)大树移植

1.**大树一般是指胸径 200mm 以上的落叶乔木、胸径 150mm 以上的常绿乔木**。

2.大树移植是城市绿化建设中的一种重要技术手段，可以迅速达到绿化美化的园林效果，也是保护在城市改建扩建工程中已成林的古树和各种树木的有效手段。

3.树木的选择

(1)观赏性好，规格和质量符合设计要求。

(2)无危害性的病虫害和机械损伤。

(3)植株健壮且生长良好。

(4)起重及运输机械能达移植树木的现场。

(二)移植时间与准备工作

1.**大树移植的时间最好是在树术休眠期，春季树木萌芽期和秋季落叶后均为最佳时间。如有特别需要，也可以选择在生长旺季(夏季)移植，最好选择在连阴天或降雨前后移植。**

2.准备工作

移植大树前必须做好树体的处理。首先要对所移植树木，生长地的四周环境、土质情况，地上障碍物、地下设施、交通路线等进行详细了解。还要对树冠进行必要修剪，树干采用麻包片或者草绳围绕，一般包裹从根茎至分枝点的部分，这样既可减少蒸发又可以减少移植过程的擦伤。

(1)落叶树移植的树冠修剪：裸根移植一般采取重修剪，剪捧全部枝叶的 1/3～1/2；带土球移植应适当轻剪，剪去枝条的 1/3 即可。修剪时剪口必须平滑，截面尽量缩小，修剪 20mm 以上的枝条，剪口应涂抹防腐剂。

(2)常绿树移植前一般不需修剪：定植后可剪去移植过程中的折断柱、徒长枝、病虫枝等，修剪时应留 10～20mm 木橛，剪后涂防瘸剂。

(三)挖掘包

根据起掘和包扎方式不同可分为三种不同的挖掘包扎方法。

1.**土球挖掘：这种方法适用于胸径 100～200mm 的大树**。在划定的土球圆圈的外缘挖宽 600～800mm 的淘，沟深一般 500～800mm，再用麻绳、蒲包片、麻袋片等软材料混合包扎起来。

2.**木箱挖掘：这种方法适用于胸径 150～300mm 或更大的树木**。土块成方形，以树干为中心，以树干胸径的 8～10 倍为宽度画正方形，沿画线的外缘开沟，沟深与留土台高度相等。每一侧面都应修成上大下小的倒梯形，一般上下两端相差 100～200mm，随后用 4 块专制的箱板夹附土台 4 侧。用钢丝绳或螺钉使箱板紧包土块，而后将土块底部掏空，附上底板并捆扎牢固。

3.**裸根挖掘；这种方法只适用于落叶乔木和萌芽力强的常绿树木**，如樟树、白玉兰、悬铃木、柳树、银杏等。大树裸根移植，所掘根系直径一般是胸径的 8～12 倍，且在主干一定高度截干。选留几个主技缩剪外，其余部分全部剪除。顺着根系将±挖散敲脱。然后在裸露的根系空隙处填入湿苔藓，再用草袋、草绳等软质材料将根部包缚。这种方法简便，运输和装卸容易。但一定要选在枝条即将出芽的季节移植。

(四)树木的栽植

1.挖栽植穴：按设计位置挖种栽植。栽植时要栽正扶植。树冠主尖与根在一条垂直线上。保持树直立，方位正确。

2.**方向确定：栽植前要确定新栽植地的方向是否和原生长地的方向一致，这将极大地提高大树移植后的成活率**。

3.**还土：还土对要分层进行，每 300mm 一层，一般用种殖土和腐殖土以 7:3 的比例混合均匀使用，注意肥土必须充分腐熟，填满后踏实即可**。

4.开堰：裸根、土球树要开圆堰，土堰内径与坑沿相同，堰高 200～300mm。

(五)树木的后期管理

1.支撑树干。一般采用**三柱支撑固定法**来确保大树的稳固，**一般一年后，大树根系恢复好方可撤除**。

2.平衡株势。对移植木地面上的枝叶进行相应修减，保证植株根冠比，维持必要的平衡关系。

3.包裹树干。用浸湿的草绳从树干基部密密缠绕至主干顶部，保持树干的湿度，减少树皮水分蒸发。

4.合理使用营养液，补充养分和增加树木的抗性。

①**伤口涂抹剂的使用**

伤口涂抹剂大多是以农用凡±林为主要原料，搭配消毒剂、渗透剂、表面活性剂等成分制作的一种膏剂，另外还有白漆、红漆、蜡封、泥封(掺杀菌剂如百菌清、多菌灵等)。

伤口涂抹剂主要用于大树，主干、主枝被截除后伤口过大，使用该剂既可有效防止伤口感染，又能有效防止水分过量蒸发。

②**树体吊瓶的使用**

为树木“输液”是为大树补充营养的一种方法。该方法对于普通的大树移栽保活也有其特有的作用。在树干上打孔后，吊瓶所“输”向树体的液体包含了树木必需的多种微量元素、维生素和调节剂，特别是其所含的调节剂对于增强树体的抗逆性有着较好的作用。

③**抗蒸腾剂的使用**

常见的抗蒸腾剂有两种类型：A.半透膜型：抗蒸腾剂喷施在植物表面后，形成一层半透膜，氧气可以通过而二氧化碳和水不能通过。形成高二氧化碳低氧的环境，抑制了植物的呼吸作用，减缓了植物的营养成分下降和水分的蒸发。B.闭气孔型：在茎叶表面成膜或提高气孔对干旱的敏感性，增加气孔在干旱条件下的关闭率，而降低水分的蒸腾率。

④**保水剂的使用**

在大树移栽方面，**保水剂多用于干旱严重或浇水较为困难的区域(如高速公路、荒山绿化等)，在种植前拌种或大树移栽时和回填土掺匀填入树坑，以抗干旱**。

⑤**基因激活剂的使用**

基因激活剂主要成分为脱落酸类物质，在一定浓度下主要促进植物酶的活性，增强植物抗逆性如抗旱、抗寒、抗病能力，**可以加快植物的生长速度**。

5.水肥管理。**大树移植后应当连续浇 3 次水，浇水要掌握“不干不浇，浇则浇透”的原则。由于损伤大，在第一年不能施肥，第二年根据生长情况施农家肥**。

【2011】: 30 移植 300mm 胸径大树的管理措施，错误的是（AE）原选项

A 用浸水草绳从基部缠绕至主干顶部　　B 移植后应连续浇 3 次水，不干不浇，浇则浇透

C 用三根 50mm 竹竿固定　D 保水剂填入坑　　E 一个月后施农家肥

【案例 1K417013】

1.背景

某园林公司中标承接了绿化施工工程，其中移栽大雪松五棵。施工项目部依据施工方案首先对五棵树做了阴阳面标记，并挖好了四棵树的土球，土球直径 2.5m，用木箱进行了包装。

第五棵树在沟渠边，只能带半个土球，土球直径 1.0m，用 8 号尼龙绳进行包扎后用拖车运到了工地。其中三棵树顺利地吊入准备好的树穴，甲方代表认为三棵树一样高不好，边上一棵阴面比阳面感官好，要求施工人员把边上的一棵树转 1800，并下降了 0.7m 栽植。另外两棵树由于位置较远，吊车无法入位，施工队用人工抬入树穴。五棵树均用直径 80mm 的竹竿进行了固定。三个月后第五棵树和下降栽植的树死亡。

2.问题

(1)本次移栽成活率是否符合国家规定的验收标准？

(2)竹竿支撑是否符合规范要求，为什么？

(3)分析两棵树死亡的主要原因及责任界定。

3.参考答案

(1)问题 1

不符合。**国家规定大树移植成活率≥95%**。

(2)问题 2

不符合相关规范要求。因为竹竿是柔性的，不能很好地固定大树，会引起大树根系活动而致使树死亡。

(3)问题 3

第五棵树：**不符合移栽要求。土球不完整，同时，尼龙绳弹性大，在人工运输时极易引起土球破裂而导致死亡**。

另外一棵树：**人为因素导致死亡。甲方代表要求不符合原设计且违背了植物生长的自然规律**。

责任界定：第五棵树死亡责任在施工方，对不符合移植要求的树进行移栽导致树木死亡。另外一棵树死亡责任：甲方应负主要责任，施工方未及时沟通和制止，负次要责任。

1K417020　园林工程施工

1K417021　掌握园路与广场工程施工技术

一、园路工程

(一)园路的作用及分类

园路与城镇道路有不同，除具有组织交通的功能外，还有划分空间、引导游览和构成园景的作用。园路一般有以下几类：

1.整体路面：包括水泥混凝土路面和沥青混凝土路面，可作园林主道。

2.块料路面：包括各种天然块石或各种预制块料铺面的路面。

3.碎料路面：用各种碎石、瓦片、卵石等组成的路面。

4.简易路面：由煤屑、炉渣、三合土等组成的路面，多用于临时性或过渡性园路。

(二)园路的结构

1.面层：需要承受车辆、人行荷载及大气因素的破坏。材料多选水泥混凝土、沥青混合料、石材和装饰板材如塑木、防腐木等。要求坚固、平整、耐磨耗且易清扫。

2.结合层：在采用块料铺装面层时，在面层和基层之间，为了结合找平而设置的一层材料，

多选 10～30mm 厚 1:3～1: 2.5 水泥砂浆或 30～50mm 厚粗砂；

3.基层：路基之上，起承重作用；多采用于结碎石、灰土或级配砂石层，要求密实，有一定强度及承载力。

4.路基：路面的基础，它不仅为路面提供一个平整的表面，而且承受路面传下来的荷载，是保证路面强度和稳定性的重要条件之一。

(三)园路施工

1.定桩放线

依据路面设计的中心线，宜每隔 20m 设置一中心桩，道路曲线应在曲线的起点、曲线的中点和曲线的终点各设一中心桩，并写明桩号。再以中心桩为准，根据路面宽度定边桩，最后放出路面的平曲线。各中心桩应标注道路标高。

2.开挖路槽

应按设计路面的宽度，每侧加放 200mm 开挖路槽，路槽深度应等于路面的厚度。槽底应夯实或碾压，不得有翻浆、弹簧现象。槽底平整度的误差，不得大于 20mm。

按设计横坡度，进行路基表面整平，再碾压或打夯，压实路槽地面。

3.铺筑基层

应按设计要求备好铺装材料，虚铺厚度宜为压实厚度的 140%～160%，碾压夯实后，表面应坚实平整。基层的厚度、平整度、中线高程均应符合设计要求。常用的基层有干结碎石基层、天然级配砂砾基层、混凝土基层、粉煤灰无机料基层和石灰土基层。

4.铺筑结合层

可采用 1:3 水泥砂浆，厚度 25mm，或采用粗砂垫层，厚度 30mm。路缘石(道牙)的基础应与路槽同时填挖碾压，结合层可采用 1:3 水泥(或白灰)砂浆铺砌。路缘石接缝处应以 1：3 水泥砂浆勾缝，凹缝深 5mm。路缘石背后应以 12%白灰土夯实。

5.铺筑面层

(1)铺筑各种预制砖块，应轻轻放平，宜用橡胶锤敲打、稳定，不得损伤砖的边角。

(2)卵石嵌花路面，应先铺筑 M10 水泥砂浆，厚度 30mm，再铺水泥索浆 20mm，卵石厚度的 60%插入素浆，待砂浆强度升至设计强度 70%时，应以 30%草酸溶液冲刷石子表面。

(3)嵌草路面的缝隙应填入培养土，栽植穴深度不宜小于 80mm。

(4)水泥或沥青整体路面，应按设计要求精确配料，搅拌均匀，模板与支撑应垂直牢固，伸缩缝位置应准确，应振捣或碾压，路表面应平整坚实。

(5)混凝土面层施工完成后，应即时开始养护，养护期应为 7d 以上，冬期施工后的养护期还应更长些。冬季混凝土养护要注意防寒保温措施，应有测温记录，可用湿的织物、稻草、锯木粉、湿砂及塑料薄膜等覆盖在路面上进行养护。

(6)待混凝土面层基本硬化后，用锯割机每隔 3～6m 锯缝一道，作为路面的伸缩缝(伸缩缝也可在浇筑混凝土之前预留，伸缩缝应用防渗伸缩材料填充如沥青砂等)。

6.路面装饰施工

(1)水泥混凝土路面的装饰施工

在混凝土振动密实后，初步收水，表面稍干时，再用滚花、压纹、刷纹、锯纹等方法进

行路面纹样处理。

(2)预制块料路面砌筑

预制块料作路面面层，在面层与基层之间所用的结合层做法有两种：一种是用湿性的水泥砂浆、石灰砂浆或混合砂浆作结合材料；另一种是用干性的细砂、石灰粉、灰土(石灰相细土)、水泥粉砂等作为结合材料或垫层材料。

①湿法砌筑

用厚度为 15～25mm 的湿性结合材料作结合层，如 1:2.5 或 1:3 水泥砂浆、1:3 石灰砂浆、M2.5 混合砂浆或 1:2 灰泥浆等，在其上砌筑片状或块状贴面层。花岗石、釉面砖、陶瓷广场砖、碎拼石片、马赛克等片状材料贴面铺地，都要采用湿法铺砌。预制混凝土方砖、砌块或黏土砖铺地，也可以用这种砌筑方法。

②干法砌筑

以干性粉沙状材料，作路面面层砌块的垫层和结合层。这样的材料常见有：干砂、细砂土、1:3 水泥干砂、1:3 石灰干砂、3:7 细灰土等。砌筑时，先将粉砂材料在路面基层上平铺一层，厚度是：用干砂、细土作结合层厚 30～50mm，用水泥砂、石灰砂、灰土作结合层厚 25～35mm，铺好后找平，然后于其上按设计图案拼砌成路面面层。路面每拼装好一小段，就用平直的木板垫在顶面，以铁锤在多处敲击，使所有砌块保持平整。路面铺好后，再用干燥的细砂、水泥粉、细石灰粉等撒在路面上并扫入砌块缝隙中，使缝隙填满，最后将多余的灰砂清扫干净。适宜采用这种干法砌筑的路面材料主要有：石板、石块、预制混凝土铺路板、预制混凝土方砖和砌块等。传统古建筑庭院中的青砖铺地等地面工程，也常采用干法砌筑。干法砌筑也应适量加水，使水泥和砂拌合成千硬性，宜采用中砂。

(3)碎料路面施工

先在已做好的道路基层上，铺垫一层结合材料，厚度一般可在 40～70mm 之间。垫层结合材料主要用：1:3 水泥砂、1:3 石灰砂、3:7 细灰土等，用干法砌筑或湿法砌筑都可以，但干法施工更为方便一些。在铺平的松软垫层上，按照预定的图样开始镶嵌拼花。铺完后，仍要用水泥干砂、石灰干砂扫入砖石缝隙中填实。最后，清扫干净，再用细孔喷壶对地面喷洒清水，稍使地面湿润即可。养护 7～10d。

7.路缘石

铺完路后，即安装路缘石。预制块料基础宜与路床同时填挖碾压，以保证有整体的均匀密实度。先填下部混凝土垫层，用 1:3 水泥砂浆做结合层，平稳牢固后用 M10 水泥砂浆勾缝。路缘石背后路肩用灰土夯实，C15 混凝土做护脚。园路一般采用平石和立石两种形式。

二、广场工程

广场工程施工程序基本与园路工程相同。但由于广场上通常含有花坛、草坪、水池等地面景物，因此，它又比一般道路工程的施工内容更复杂。需掌握广场施工的主要技术。

(一)施工准备

1.材料准备

准备施工机具、基层和面层的铺装材料，以及施工中需要的其他材料。

2.场地确认和清理施工现场。

明确施工范围；周边的水电情况；交通状况如何，是否需要修施工道路；明确现状的地下管网和地下构筑物；设计的水准点位置；清理施工现场，为场地放线做准备。

3.场地放线

按照广场设计图所绘施工坐标方格网，将所有坐标点测设到场地上并打桩定点。然后，以坐标桩点为准，根据广场设计图，在场地地面上放出场地的边线、主要地面设施的范围线和挖方区、填方区的零点线。

4.地形复核

对照广场竖向设计图，复核场地地形。各坐标点、控制点的自然地坪标高数据，有缺漏的要在现场测量补上。

(二)场地找平与找坡

1.挖方与填方施工

挖填方工作量较小时，可用人力施工；工程量较大时，应该进行机械化施工。填方区的堆填顺序，应当是先深后浅；先分层填实深处，后填浅处。每填一层就夯实一层，直到设计的标高处。

2.场地平整与找平

挖、填方工程基本完成后，对挖填出的新地面进行整理。要铲平地面，使地面平整度的误差限制在 20mm 以内。根据各坐标桩标明的该点填挖高度数据和设计的坡度数据，对场地进行找坡，保证场地内各处地面都基本达到设计的坡度。土层松软的局部区域还要作地基加固处理。

3.根据场地周边与建筑、园路、管线等的连接条件，确定边缘地带的竖向连接方式，调整连接点的地面标高。确认地面排水口的位置，调整排水沟管底部标高，使广场地面与周围地坪的连接更自然，排水、通道等方面的矛盾降到最低。

(三)地面施工

1.基层的施工

按照设计的广场地面层次结构与做法进行施工，可参照关于园路地基与基层施工技术。由于广场平面面积较大，在施工中注意基层的稳定性，确保施工质量，避免今后广场地面发生不均匀沉降。

2.面层的施工

采用整体现浇的混凝土面层，可事先分成若干规则的浇筑块(单元)，每块面积在 4m×3m 至 7m×6m 之间，然后逐块施工。块之间的缝隙做成伸缩缝。采用混凝土预制块铺装的，可参照园路工程施工部分。

3.地面的装饰

依照设计的图案、纹样、颜色、装饰材料等进行地面装饰性铺装，铺装方法可参照园路路面装饰施工部分。

1K417022　掌握园林给排水工程施工技术

一、园林给水工程

(一)固林用水类型与管网布置

1.园林用水类型

(1)**生活用水**；餐厅、商店、内部食堂、茶室、小卖部、消毒饮水器及卫生设备等的用水。

(2)**养护用水**：植物灌溉、动物笼舍的冲洗用水和夏季广场、园路的喷洒用水等。

(3)**造景用水**：各种喷泉、跌水、瀑布、湖泊。溪涧等水景用水。

(4)**消防用水**：公园中的古建筑或主要建筑周围应设的消防的用水。

2.园林给水的特点

(1)用水点分散(布)于起伏的地形上，高程变化大。

(2)水质可根据用途的不同分别处理。除生活用水外，其余(如养护、造景、消防等)用水，可以使用不污染环境、无害于动植物的中水。

(3)园林给水设施比较简单。多数情况下，可与城镇给、排水管网工程衔接。只有在远离城镇或连接不便时，才单独设置园林给水排水系统。

(4)水资源比较缺乏的地区，园林中的生活用水使用过后，可以收集起来，经过初步的净化处理，再作为苗圃、林地等灌溉所用的二次水源。

(5)用水高峰时间可以错开。

3.*园林给水管网布置*

(1)**干管应靠近主要供水点**。

(2)干管应靠近调蓄设施(如高位水池或水塔)。

(3)在保证不受冻的情况下，干管宜随地形起伏敷设，避开复杂地形和难于施工的地段，以减少土石方工程量。

(4)管网布置要力求经济，并满足最佳水力条件。

(5)管网布置应能够便于检修维护。

(6)**干管应尽量埋设于绿地下，尽可能避免埋设于园路下**。

(7)管网布置应保证使用安全，避免损坏和受到污染，按规定和其他管道保持一定距离。

【2011】: 19、园林排水主管描述错误的是（ C ）垃圾

A.干管埋在草坪下　B.水管延地形铺设　C.干管埋在园路下　D.水管隔一段距离设置检查井

4.管网附件

(1)给水管网的交点叫做节点，**在节点上设有阀门等附件**，是为了检修管理方便。阀门除安装在支管和干管的联接处外，为便于检修养护，**要求每 500m 直线距离设一个阀门井**。

(2)消防栓间距小于 120m，主管不小于 DN100，冰冻地区为了防冻，消防栓布置在消防井中，消防井盖必须是保温型的。为了便于消防车给水，**消防井(消防栓)离车行道距离以不大于 2m 为宜。**

(3)给水管穿越道路或构筑物，必须穿套管保护，套管可采用钢管、PVC 管等，便于后期维修。对于埋深不能满足规范要求，在冰冻线以上时，必须做保温处理，防止冬期冻裂。

(二)园林喷灌系统施工

1.对于不同形式的喷灌系统，其施工的内容不同。移动式喷灌系统只是在绿地内布置水源(井、渠、塘等)，主要是土石方工程。固定式喷灌系统需进行泵站施工和管道铺设。

2.基本施工流程(步骤)：

定线→挖基坑和沟槽→确定水源和给水方式→安装管道→冲洗→水压试验与泄水试验→

回填→试喷。

(1)定线要求

水泵应确定水泵的轴线位置和泵房的基脚位置和开挖深度；管道确定干管的轴线位置，弯头、三通、四通及喷点(即竖管)的位置和管槽深度。

(2)挖基坑和沟槽

沟槽的底面要挖平以减少不均匀沉陷。开挖后应立即浇筑基础铺设管道，以免长期敞开造成坍塌和土基扰动。

(3)**确定水源和给水方式**

水源可以是市政给水或淡水的湖水、河水等，也可在水源地通过水泵供水，选用的水泵主要有离心泵和潜水泵两种。**如果用水量小，宜选用潜水泵供水**。

(4)安装管道

管道安装工作包括布管、管节加工、接头、装配等。管道安装应注意以下几点：

①管道铺设应符合设计要求。

②给水管道的基础应坚实和密实，不得铺设在冻土和未经处理的松土上。冰冻地区，应埋设于当地冰冻线以下，不冻或轻冻地区，覆土深度不小于 700mm。

③安装过程中应防止砂石进入管道。

④金属管道安装前应进行防锈处理。

⑤化学建材管应有伸缩节以适应温度变形。

⑥管道的套箍、接口应牢固、紧密，管端清洁不乱丝，对口间隙准确。

(5)冲洗

管子装好后先不装喷头，开泵冲洗管道，把竖管敞开任其自由溢流把管中砂石冲出来，以免以后堵塞喷头。

(6)**水压试验与泄水试验**

管道使用前必须进行水压试验。方法是：将开口部分全部封闭，竖管用堵头封闭，逐段进行试压。**试压的压力为工作压力 1.5 倍**，且不小于 0.6MPa。试验压力下 10min(化学建材管为 1h)内压力降不应大于 0.05MPa。然后降至工作压力进行检查，压力保持不变，不渗不漏。如发现漏水应及时修补，直至不漏为止。

水压试验合格后，立即泄水并进行泄水试验。**泄水试验对于冬季有冻害的地区是必需的。泄水试验时，打开所有的手动泄水阀，截断立管堵头，以免管道中出现负压，影响泄水效果。只要管道中无满管积水现象，即认为泄水试验合格**。

(7)回填

经试压证明整个系统施工质量合乎要求，才可以回填。管道的沟槽还土后应进行分层夯实。用塑料管应掌握回填时间，最好在气温接近土壤温度时回填，以减少温度变形。

(8)试喷

最后装上喷头进行试喷，必要时还应检查正常工作条件下各喷点处是否达到喷头的工作压力。施工单位应绘制埋在地下的管道与管件的实际位置图，以便检修使用。

二、园林排水工程

(一)园林排水系统的组成

1.**园林排水系统由雨水、污废水的收集和输送，到污水的处理和排放等过程组成**。

2.排水工程设施：作为排水工程主体部分的排水管渠，作用是收集、输送和排放园林各处的污废水以及天然降水。

3.污水处理设施：包括污水处理设施以及必要的水池、泵房等构筑物。

(二)园林排水的特点

1.园林排水成分中，主要是雨雪水和少量生活污水。园林中的污水属于生活污水，有害物质较少，无工业废水的污染。

2.园林中地形起伏多变，适宜利用地形排水。

3.雨水可就近排人园中河湖水体。

4.**园林绿地通常植被丰富，地面吸收能力强，地面径流较小，因此雨水一般采取以地面排除为主、沟渠和管道排除为辅的综合排水方式**。

5.排水方式应尽量结合造景。可以利用排水设施创造瀑布、跌水、溪流等景观。

6.排水的同时还要考虑土壤能吸收到足够的水分，以利植物生长，干旱地区应注意保水。

7.可以考虑在园中建造小型水处理构筑物或水处理设备。

(三)园林排水方式

1.地面排水

*地面排水*是**最经济、最常用的园林排水方式**。园林绿地本身都有一定坡度，而且排水要求不如城镇街道高，所以多利用地形排水，即通过谷、涧、道路等对雨水加以汇集，就近排入水体或附近的城市雨水管渠。

【2011】: 20、园林最经济的排水方式（ B ）

A.雨水管排水　B.地面排水　C.污水管排水　D.明沟排水

在过长的汇水线上以及较陡的出入口处，地表径流速度很大，需要采取措施进行护坡，如利用“谷方”和“挡水石”等。

2.沟渠排水

(1)**明沟排水**：明沟主要是指土质明沟，其断面形式有梯形、三角形和自然式浅沟。而在某些地段根据需要有砖砌、石砌及预制混凝土装配式等。其断面形式常采用梯形或矩形。

采用明沟排水时，明沟的沟底不得低于附近水体的高水位。采用收水井时，应选用卧泥井。

(2)**暗沟排水**：暗沟又称为盲沟，是一种地下排水渠道。主要用于排除地下水，降低地下水位。适用于一些要求排水良好的全天候的体育活动场地、地下水位高的地区以及某些不耐水的园林植物生长区等。

(3)**管道排水**：管道排水的系统包括雨水口、管道和出水口组成。为了排水通畅、安全、排水管道设计必须符合规范要求。排水管管材有：PE 管、U-PVC 给水管、PPR 管及镀锌钢管等。

(四)绿地管道排水的设计施工

1.排水管道的坡度必须符合设计要求，或符合下列规定：

(1) DN200mm 管道 0.4%，DN300mm 管道 0.33%，DN350mm 管道 0.3%，DN400mm

管道 0.2%。

(2)流速：0.75～5m/s(非金属管)。

(3)管道标高偏差不应大于±10mm。

2.管道多采用**承插口**或**套箍连接**，接口应平直，环形间隙应均匀。采用混凝土管刚性接口时，灰口应密实、饱满，抹带接口表面应平整，无间断和裂缝、空鼓现象。

3.**排水管道覆土深度**应根据雨水井与连接管的坡度、冰冻深度和外部荷载确定，**覆土深度不宜小于 500mm，且在当地冰冻线以下**。

【案例 1K417022】

1.背景

依据城乡环境保护规划，兰州市政府委托某单位作为甲方在城北山坡开辟了一块生态绿地，工程投资 300 万元，全部系财政拨款。绿化给水从山坡 120m 以下的市政管网接入。甲方通过招标程序选择施工单位，并派员驻场进行质量监督。施工过程中依据甲方指令施工单位对原设计进行了调整，变更了管材和管道埋深并取消了泄水阀。第二年春灌，发现出线 PE 支管冻裂，喷头水压不足等现象；停水检修时，主管还出现”水锤”现象导致水泵损坏。甲方认为事故原因是施工质量问题，但是施工单位持有异议。

2.问题

(1)试分析本工程项目施工质量事故的责任。

(2)试分析绿化给水管道破裂和无压力的成因，给出处理建议。

(3)水泵损坏的原因是什么？如何处理？

3.参考答案

(1)问题 1

甲方应承担主要责任。首先，国家相关文件规定，政府投资 50 万元以上项目必须实行项目监理；而甲方派员驻场履行监理职责是不符合国家规定的。**其次，甲方下达指令擅改设计没有经变更程序，设计方不承担设计变更责任**。

施工单位应负次要责任。因为没有正确地履行承包人责任，未经变更手续就依据甲方的要求施工，对造成工程质量事故负有一定的责任。

(2)问题 2

从管道设计分析给水管破裂的直接原因是取消止回阀造成，导致管道存水无法排出，以致冬季冻胀引起支管爆裂。建议处理方法：按设计设置止回阀，更换破裂管段，同时加强管道保温措施，如管道覆土满足当地冻土层深要求。

喷头水压不足原因，如管道施工符合设计要求和规范规定，有可能是管道连接不当导致局部管径变小，造成压力不足。建议处理方法：需要对节点重新进行探查，找出管径变小的节点，重新进行处理。

(3)问题 3

从背景介绍分析主管出现“水锤”现象，**可以推断导致“水锤”效应是水泵损坏主要原因，增加止回阀可以解决**。

1K417023　熟悉园林假山掇石工艺与技术要点

本条文简要介绍假山施工工艺，并以 GRC 材料塑山施工为例介绍塑山施工步骤及技术要点。

一、园林假山类型与材料

(一)园林假山类型

按照不同的分类标准，可将假山作如下分类：

1.**按材料**可分为土假山、石假山、石土混合假山。

2.**按施工方式**可分为筑山、掇山、凿山和塑山。

3.**按假山在园林中的位置和用途**可分为园山、庭山、池山、楼山、阁山、壁山、厅山、书房山和兽山。

假山种类的划分是相对的，在实际工作中经常是复合式的。

(二)材料种类与性能

1.素土

堆假山的素土主要有壤土、黏土、植物种植土等。素土假山一般坡度较缓，主要用于微地形的塑造。坡脚如果加入石头，可以节约土地，形成大型的假山。

2.人工仿石

主要用水泥、灰泥、混凝土、玻璃钢、有机树脂、GRC(低碱度玻璃纤维水泥)作材料，进行“塑石”，投资少，见效快。

3.山石

园林中用于堆山、置石的山石种类常见的有如下几种：

(1)太湖石：产于太湖洞庭西山。是一种石灰岩的石块，有大小不同、变化丰富的窝和洞。

(2)英石：产于广东英德。灰黑色，石形轮廓多转角，外观线条较硬朗。

(3)房山石：产于北京房山。色土红、土黄、日久变灰黑，多小孔穴而无大洞。外观浑厚，沉实。

(4)宣石：产于宁国县。白色矿物成分覆于灰色石上，似冬日积雪。

(5)黄石：产于苏州、常州、镇江等地，是带橙黄颜色的细砂岩。石形体顽夯，棱角分明，节理面近乎垂直，显得方正，具雄浑之势。

(6)青石：青灰色细砂岩。产于北京西郊。石呈片状，有交叉斜纹。

(7)石笋；形长而如竹笋类的山石总称。

(8)黄蜡石；色黄，表面圆润光滑有蜡质感。石形圆浑如大卵石状。

二、假山施工

按假山的掇叠过程通常分为**施工准备、分层施工、山石结体、假山洞、假山蹬道旖工、艺术处理**等工序(分项工程)。

(一)施工准备

1.施工前应由设计单位提供完整的假山叠石工程施工图及必要的文字说明，并进行设计交底。

2.施工单位应勘察现场、理解设计意图以后，根据设计要求准备石料、灰料和有关机具。

施工前需先对现场石料反复观察，区别不同质色、形纹和体量，按掇石部位和造型要求分类放置。接有关规定检查起重机具的安全性。

(二)分层施工

假山分层施工工艺流程：放线挖槽→基础施工→拉底→起脚→中层施工斗扫缝→收顶→做脚→检查完形。

1.放线挖槽

根据设计图纸的位置与形状在地面上放出假山的外形形状。基础施工比假山的外形要宽，放线时应根据设计适当放宽。挖槽的深度与范围按照设计图纸的要求来进行。

2.基础施工

基础是保证假山稳定和艺术造型的前提，必须依据地质报告进行设计和施工；基础开挖后要与设计资料进行对比，以保证工程的施工质量。

(1)**桩基**：是一种传统的基础做法，以木桩或混凝土桩打入土中作基础，桩顶面的直径约为 100～150mm，桩边至桩边的距离约为 200mm，宽度根据假山底脚的宽度而定。

(2)**灰土基础**：北方园林中位于陆地上的假山多采用灰土基础，灰土基础有比较好的凝固条件。灰土既经凝固便不透水，可以减少土壤冻胀带来的破坏。灰土基础的宽度应比假山底面的宽度宽约 5mm 左右，术语称为“宽打窄用”。

(3)**混凝土基础**：现在假山多采用此法，其优点是耐压强度大，施工进度快等。做法是基槽夯实后直接浇灌混凝土，**混凝土厚度陆地一般为 100～200mm**，水中约为 300mm，对于大型假山，可以采用钢筋混凝土代替混凝土以确保基础牢固。

3.拉底

拉底是指在基础上铺置最底层的自然山石，术语称为“拉底”。

这层山石大部分在地面以下，只有小部分暴露在地面以上，并不需要形态特别好的山石，但要求有足够的耐压强度。拉底的技术要求：选择适合的山石；垫平垫稳；石与石间要紧联互咬；山石之间要不规则的断续相连，相断有连；边缘部分要错落变化。

拉底的要点概括为：结合考虑，统筹安排；错落有致，接连不断；紧连互咬，稳定结合。

4.起脚

在垫底的石层上开始砌筑假山，就叫“起脚”。可以采用点脚法、连脚法、块面脚法三种做法。

(1)**点脚法**：点脚指的是先在山脚线处用山石做成相隔一定距离的点，点与点之间再用片石或条石盖上。

(2)**连脚法**：做山脚的山石依据山脚的外轮廓变化，成曲线状起伏连接，使山脚具有连续弯曲的线形。

(3)**块面脚法**：山脚也是连续的，但是坡面脚要使做出的山脚线呈大进大出的形象。一般用于起脚厚实的大型假山。

5.中层施工

中层即底石与顶层之间的部分，这部分体量最大，也是观赏集中的地方：可用石材广泛，单元组合和结构变化多端，可以说是整个假山的主要部分，而假山堆叠的艺术手法也正是在

中层当中得以发挥的。

中层施工的要点概括为：适当分层，先内后外；脉络相通，搭界合理；放稳粘牢，辅助加固；空透玲珑，造型自然。

6.扫缝

现代掇山，广泛使用 1：1 水泥砂浆，勾缝用柳叶抹，有勾明缝和暗缝两种做法。一般水平方向勾明缝，在需要时将竖缝勾成暗缝。勾明缝务必不要宽，不宜超过 20mm。

7.收顶

收顶即处理假山最顶层的山石。在石材的选择上要求体量大，轮廓体态都要富有特征。收顶一般分为峰、峦、平顶三种类型。收顶往往是在逐渐合凑的中层山石顶面加以重力的镇压，使重力均匀地分层传递下去，如果收顶面积大而石材不完整时，就要采取”拼凑”的方法，并用小石镶缝使成一体。

8.做脚

就是用山石砌筑成山脚，是在假山的上面部分山形山势大体施工完成后，于紧贴脚石外缘部分拼叠山脚，以弥补起脚造型的不足。所做的山脚石虽然无需承担山体的重压，但必须与主山的造型相一致。山脚可以做成以下几种形式：凹进脚、突出脚、断连脚、承上脚、悬底脚、平板脚等形式。

(三)假山洞、假山蹬道

1.假山洞结构形式一般分为“梁柱式”、“挑梁式”、“券拱式”，应根据需要采用。

2.蹬道是水平空间与垂直空间联系中不可缺少的重要构成部分，多用石块叠置而成。蹬道高度一般在 120～150mm，最大不要超过 180mm。

三、人工塑山

(一)分类与材料

1.人工塑山是指采用**混凝土、玻璃钢、有机树脂**等现代材料和石灰、砖、水泥等非石材料，经过人工塑造而成的假山。按照应用材料来分，人工塑山可以分为砖石混凝土塑山、钢筋混凝土塑山、新型材料塑山。目前新型材料塑山应用广泛。

2.塑山的新型材料主要有：**玻璃纤维强化塑胶**(FRB-Fiber Glass Reinforced)、**玻璃纤维强化水泥**(GRC-Glass Fiber Reinforced Cement)和**炭纤维增强混凝土**(CFRC-Carbon Fiber Reinforced Cementor Conrete)三种，几种新型材料塑山基本原理相似。

3.GRC 是以耐碱玻璃纤维作增强材，硫铝酸盐低碱度水泥为胶结材并掺入适宜集料构成基材，通过喷射、立模浇注、挤出、流浆等生产工艺制造而成的无机复合材料。GRC 的基本组成材料为水泥、砂子、纤维和水，另外还添加有聚合物、外加剂等用于改善后期性能的材料。此种材料具有质轻、高强、抗冻、耐水湿、可塑性强、订做产品周期短等诸多优点。

(二)GRC 塑山施工

1.在园林工程中用 GRC 制作假山已成为一种常用造景手段。用 GRC 塑造假山，施工工艺较简单，造型也丰富多样，在自然色泽、质感及立体感上都能达到较高的仿真效果。GRC 塑山施工包括两大步骤：GRC 假山元件的制作、GRC 塑山施工。

2.GRC 假山元件的制作

(1)制作 GRC 假山元件模型。制作模具的材料有聚氨酯膜、硅模、钢模、铝模、GRC 模、FRP 模和石膏模等。制模时，选择天然岩石皴纹好的部位为模本，制作模具。

(2)制作 GRC 假山石块。其制作方法是将低碱水泥与一定规格的抗碱玻璃纤维以二维乱向的方式同时均匀分散地喷射于模具中，凝固后成型。在喷射时注意随吹射随压实，并在适当的位置预埋铁件。

3.GRC 塑山施工

(1)**立基**。按照设计定点放线，以确定地锚的位置。根据假山的大小、高矮、重量以及地基的土质情况，确定地锚的规格。

(2)**布网**。按照山体正投影的位置，焊接角铁方格网，角铁的规格应符合设计要求，方格网的规格一般为 800mm× 800mm，方格网必须与地锚焊接牢固。

(3)**立架**。根据山体高低起伏的变化，焊接立柱，柱与柱之间用斜拉角铁焊接，与基础方格网形成牢固的假山框架。

(4)**组装**。将预制的 GRC 构件按照设计要求进行组装。注意构件逐一焊接牢固，需要加固的部位，再其背后敷挂钢丝(板)网，然后浇筑混凝土，以增强其强度。

(5)**修饰**。塑山组装好后，用补、塑、刷等方法进行拼缝修饰，以使接缝与石面连接成浑然一体，以假乱真。

(三)GRC 塑山养护

1.养护是使 GRC 制品在早期保持其中所含水分不蒸发。制品内所含水分用于水泥水化并因而发展其强度，降低渗透与收缩。由于水化受到温度的影响，为此在制品养护过程中应使周围空气保持适宜的温度。

2.GRC 制品一般均是薄壁和低水灰比的，对 GRC 挂板而言则具有较大的表面积。为此应采用有效的养护制度以达到下列要求：

(1)有合适的早期强度，以利脱模和搬运；

(2)保证设计强度；

(3)限制收缩以防开裂。

对于(1)、(2)，养护可使水泥水化正常进行以增强强度与粘结。对于(3)，应最大程度上减少体积损失、收缩与可能的开裂。控制失去水分，换而言之，即补充水分是养护的基本点，再外加温度的控制。

3.工程实践可分成几个阶段并可用不同的方法。

(1)脱模前与脱模时。在修饰后，通常用洁净而优质的聚乙烯薄膜将模具包住，这是防止 GRC 中所含水分的蒸发和受到风的影响，同时也有助于保持水化热。在养护的初期应使 GRC 制品有足够的强度，使之在脱模与搬运时不致受到损伤。在澳大利亚某些地区需要对 GRC 制品通宵加热，使温度保持在 15℃以上。

(2)主要养护。主要养护阶段是使脱模后的 GRC 制品继续得到保护.免受日光、风与空气低湿度的影响，一般情况下仍用塑料薄膜包住 GRC 制品以免受到阳光的直接照射。通过喷湿雾也可保持局部的湿度。

(3)后养护。当制品在存放与使用时，其周围与养护阶段有明显差异时，采取有控制的后

养护是必要的。可以采取一些简单的方法使制件在存放过程中免受阳光的直接照射。在存放阶段 GRC 应达到设计的强度，此阶段的保护在于限制其干缩。

在上述养护过程中，GRC 制品的强度得以进一步的提高。搬运与存放采取的方法反映了制品可达到的强度水平。

4.加速养护

(1)低压蒸汽养护。在冷天该法对于模具的周转使用是经济的，温度不宜超过 50℃，否则对长期强度是不利的。

(2)使用化学早强剂。此种外加剂主要可提高早期强度、在寒冷条件下是有用的，并可使制品较早的脱模。

【案例 1K417023】

1.背景

西北某园林假山工程，采用新型的塑山材料一玻璃纤维强化水泥(简称 GRC)工艺现场制作，由于山形塑造过程中设计方案变更导致工期延误一月，原定 10 月 30 完工前完成最后的假山表面纹理处理及设色工序，顺延至 12 月 5 日竣工，翌年春季发现山体表面局部成片状发白，且有粉末状附生物，影响假山的景观。

2.问题

(1) GRC 的主要组成成分是什么，如何对 GRC 产品进行养护？

(2)分析山体表面局部成片状发白，且有粉末状附生物的原因并提出相应的解决方法。

3.参考答案

(1)问题 1

GRC 的基本组成材料为水泥、砂子、纤维和水，另外还添加有聚合物、外加剂等用于改善后期性能的材料。

①在早期保持其中所含水分不使蒸发。制品内所含水分用于水泥水化并因而发展其强度，降低渗透与收缩。

②在制品养护过程中应使周围空气保持适宜的温度。

GRC 制品一般均是薄壁和低水灰比的，对 GRC 挂板而言则具有较大的表面积。为此应采用有效的养护制度以达到下列要求：有合适的早期强度以利脱模和搬运；保证设计强度；限制收缩以防开裂。

(2)问题 2

西北地区通常 11 月中下旬进入冬期工程封冻期，不宜进行假山表面处理及设色的工序，水泥砂浆容易出现冻胀及返碱现象。处理办法为铁刷清理假山表面返碱及酥化的砂浆层，进行二次重复处理。

1K420000　市政公用工程项目施工管理

1K420010　市政公用工程施工招标投标管理

1K420011　掌握市政公用工程施工招标投标管理要求

市政公用工程施工招标投标管理基本上与建筑工程相同，但仍有其独特之处；本条文简

要介绍市政公用工程施工招标投标具体的管理要求。

一、招标投标文件编制原则与依据

(一)编制原则

1.应按《招标投标法》、《施工招标投标管理办法》的有关规定和地方政府有关规定和要求编制。

2.招标文件(资格预审文件)内容应全面、条件合理、标准明确、文本规范，以最大程度地减少招投标和合同履行过程中产生的矛盾、争议和纠纷，保证招投标工作的顺利进行。

3.依法公开招标的工程，应本着严格、准确的原则，依据《建设工程工程量清单计价规范》的规定编制清单或计价。

(二)招标依据

1.政府关于项目批准建设文件，包括可行性研究报告的批复、项目初步设计的批复。

2.项目业主、建设资金已落实。

3.招标人及招标计划已批复。

4.招标条件已具备。

(三)投标依据

1.招标商务条款的规定、国家规范标准。

2.招标的技术要求和技术标准规范。

3.工程设计图纸、设计文件及相关资料。

4.招标文件、工程量清单及其补充通知(资料)、答疑纪要。

5.市场价格信息或工程造价管理机构发布的工程造价信息。

二、招标文件主要内容

商务部分或投标须知

1.招标内容(工程项目概况)

(1)工程范围、线路、工程量(标号、数量)及主要设计(技术标准)。

(2)资金来源：政府资金、企业投资等。

(3)有关单位：设计、监理咨询等与所招标工程有关系的单位。

(4)开竣工时间及工程预计工期。

2.招标与评标

(1)招标：公开招标(招标公告)或邀请投标；招标文件发售、发售时间、发售地点；现场踏勘，招标文件澄清(补遗或答疑)；招标日程安排：时间、地点。

(2)开标：是否组织投标预备会；投标文件递交人员要求、投递方式；开标时间、地点。

(3)评标：公开或保密评标方式，最低标价法或综合最优标价法等定标原则和办法。

3.**资格审查和初步评审**：对投标人的资格审查已按下列条件采取资格先(预)审或后审的方式。当投标报名人多时，可采用资格先审方式确定投标人。

(1)具有独立法人资格，具有所招标工程经验；IS09000 质量管理等体系认证要求。

(2)近三年工程业绩，并提供相关证明材料；履约能力(质量、服务)评价意见；最近两(几)年企业经济状况。

(3)注册资本金要求或拥有相应的配套生产设备。

(4)是否接受联合体投标。

(5)投标担保：投标保证金或投标保函方式。

4.评审评分标准：

(1)经济标(工程报价)：以标底为依据，量化分值与权重；但每部分权重不能大于 60%。

(2)商务标：项目部人员配置、设备配置、类似业绩、履约能力和质量管理体系。

(3)技术标：标书响应、施工组织设计、方案选择、管理体系和安全、质量、文明施工和环境保护等措施。技术标宜采用暗标形式。

三、投标文件主要内容

(一)投标文件组成

通常由经济部分、商务部分和技术部分等组成。

1.经济部分主要是投标报价。

2.商务部分包括可以证明企业和项目部组成人员的材料，如资质证书、营业执照、组织机构代码、税务登记征、企业信誉业绩奖励以及授权委托人、公证书、法人代表证明文件、项目部负责人证明文件。

3.技术部分包要包括**施工方案**和**施工组织设计及施工组织部署**等。

有的工程项目将经济部分与商务部分合并，称为“商务标”。

(二)投标文件应包括主要内容

1.商务部分

(1)投标函及投标函附录；

(2)法定代表人身份证明或附有法定代表人身份证明的授权委托书；

(3)联合体协议书；

(4)投标保证金；

(5)资格审查资料；

(6)投标人须知前附表规定的其他材料。

投标人须知前附表规定不接受联合体投标的，或投标人没有组成联合体的，投标文件不包括上述(3)所指的联合体协议书。

2.经济部分

(1)投标报价；

(2)已标价的工程量；

(3)拟分包项目情况。

3.技术部分

(1)施工组织设计、施工方案、专项方案；

(2)项目管理机构及保证体系；

(3)工作程序与保证措施。

4.应附下列图表

(1)拟投入本项目的主要施工设备表；

(2)拟配备本项目的试验和检测仪器设备表；

(3)劳动力计划表；

(4)计划开、竣工日期和施工进度网络图(或横道图)；

(5)施工总平面图(现场临时设施布置图表并附文字说明，说明临时设施、加工车间、现场办公、设备及仓储、供电、供水、卫生、生活、道路、消防等设施的情况和布置)；

(6)临时用地表。

【案例 1K420011】

1.背景

某市政工程项目由政府投资建设，建设单位委托某招标代理公司代理施工招标。招标代理公司确定该项目采用公开招标方式招标，招标公告仅在当地政府规定的招标信息网上发布，招标文件对省内的投标人与省外的投标人提出了不同的要求。招标文件中规定：投标担保可采用投标保证金或投标保函方式担保。评标方法采用经评审的最低投标价法，投标有效期为60d。

项目施工招标信息发布以后，共有 12 个潜在投标人报名参加投标。为减少评标工作量，建设单位要求招标代理公司对潜在投标人的资质条件、业绩进行资格审查后确定 6 家为投标人。

开标后发现：A 投标人的投标报价为 8000 万元，为最低投标价。B 投标人在开标后又提交了一份补充说明，可以降价 5%。C 投标人提交的银行投标保函有效期为 50d。D 投标人投标文件的投标函盖有企业及企业法定代表人的印章，没有项目负责人的印章。E 投标人与其他投标人组成了联合体投标，附有各方资质证书，没有联合体共同投标协议书。F 投标人的投标报价最高，故 F 投标人在开标后第二天撤回其投标文件。

经过标书评审：A 投标人被确定为第一中标候选人。发出中标通知书后，招标人和 A 投标人进行合同谈判，希望 A 投标人能再压缩工期、降低费用。经谈判后双方达成一致：不压缩工期，降价 3%。

2.问题

(1)本工程项目招标公告和招标文件有无不妥之处？给出正确做法。

(2)建设单位要求招标代理公司对潜在投标人进行资格审查是否正确？为什么？

(3)A、B、C、D、E 投标人投标文件是否有效?F 投标人撤回投标文件的行为应如何处理？

(4)项目施工合同如何签订？合同价格应是多少？

3.参考答案

(1)问题 1

“招标公告仅在当地政府规定的招标信息网上发布”不妥，**公开招标项目的招标公告，必须在指定媒介发布，任何单位和个人不得非法限制招标公告的发布地点和发布范围。**

“对省内的投标人与省外的投标人提出了不同的要求”不妥，公开招标应当平等地对待所有的投标人，不允许对不同的投标人提出不同的要求。

(2)问题 2

“建设单位提出的仅对潜在投标人的资质条件、业绩进行资格审查”不正确。因为资质

审查的内容还应包括：①信誉；②技术；③拟投入人员；④拟投入机械；⑤财务状况等。

(3)问题 3

A 投标人的投标文件有效。

B 投标人的投标文件(或原投标文件)有效。但补充说明无效，因开标后投标人不能变更(或更改)投标文件的实质性内容。

C 投标人投标文件无效，因投标保函有效期小于投标有效期。

D 投标人投标文件有效。

E 投标人投标文件无效。因为组成联合体投标的，投标文件应附联合体各方共同投标协议。

F 投标人的投标文件有效。

对 F 单位撤回投标文件的要求，应当没收其投标保证金。因为，投标行为是一种要约，在投标有效期内撤回其投标文件的，应当视为违约行为。

(4)问题 4

该项目应自中标通知书发出后 30 日内按招标文件和 A 投标人的投标文件签订书面合同，双方不得再签订背离合同实质性内容的其他协议。合同价格应为 8000 万元。

1K420012 掌握市政公用工程施工招标条件与程序

本条文简要介绍市政公用工程施工项目招标条件与程序。

一、工程施工招标条件

(一)基本条件

1.总承包企业以专业工程形式发包工程施工项目，必须是总承包合同规定的工程施工项目；**不允许将主体结构或关键项目分包施工**。

2.**分包合同造价一般应在 100 万元以上；劳务分包应在 50 万元以上；且应进行公开招标方式并将分包合同送当地建设主管部门备案**。

3.应严格控制招标人指定或限定主要材料和设备价格，规范招标行为。

4.招标文件不得对潜在投标人或投标人提出不合理要求，不得强制要求潜在投标人或投标人的法定代表人到场。

5.采用建设主管部门编制或认可的市政公用工程《施工招标文件范本》，招标文件编制人可结合工程项目特点对示范文本中的有关条款进行调整。

(二)投标人资格审查

1.**公开招标的工程施工项目分包应实行资格预审**，且采用**经评审的最低投标价法评标。邀请投标时，投标人的数量不应少于 3 家**。

2.实行资格预审时，应明确合格申请人的条件、资格预审的评审标准和评审方法、合格申请人过多时将采用的选择方法和拟邀请参加投标的合格申请人数量等内容。

3.实行资格后审时，应明确合格投标人的条件、资格后审的评审标准和评审办法。

4.应注重对拟选派的项目经理(建造师)的劳动合同关系、参加社会保险、正在施工和正在承建的工程项目等方面的审查，**要严格执行一个项目经理只宜担任一个施工项目的管理要求，当其负责管理的施工项目竣工后(以竣工验收单为准)，方可参加其他工程项目的管理**。

5.**投标资格审查条件应注重投标人的同类项目施工经验、近三年业绩及履约情况。**

二、工程施工项目招标程序

(一)招标文件编制程序

1.依据总承包工程合同和有关规定，确定分包项目划分、分包模式、合同的形式、计价模式及材料(设备)的供应方式，是编制招标文件的基础。

2.计算工程量和相应工程量费用

依据工程设计图纸，市场价格，相关定额及计价方法进行工程量及相应工程量费用计算。

3.确定开、竣工日期

根据项目总工期的需求和工程实施总计划、各项目、各阶段的衔接要求，确定各分包项目的起始时间。

4.确定工程的技术要求和质量标准

根据对工程技术、设计要求及有关规范的要求，确定分包项目执行的规范标准和质量验收标准，满足总承包方对分包项目提出的特殊要求。

5.拟定合同主要条款

一般施工合同均分为通用条款、专用条款和协议书三部分，招标文件应对专用条款中的主要内容做出实质性规定，使投标方能够做出正确的响应。

6.确定招标工作日程

按照有关规定，合理制定发标、投标、开标、评标、定标日期。发标和投标时间间隔根据需要制定；**最短时间间隔不得少于《招标投标法》规定的 20d**。

7.分包项目招标文件的编制要求

招标文件要求内容完整、用词规范，充分表达招标方的意愿和要求，使投标方能够对招标文件做出相应正确的响应。

(二)发布招标公告

1.**通常采取在媒体、行业或当地政府规定的招标信息网上发布招标公告。**

2.发售标书。

3.组织或要求投标人自行踏勘现场。

4.澄清招标文件和答疑。

5.开标。由招标方工作人员当众拆封投标文件，宣读投标人姓名、投标价格。

(三)评标与评标程序

1.**评标专家的选择应在评标专家库采用计算机随机抽取并采取严格的保密措施和回避制度，以保证评委产生的随机性、公正性、保密**性。评标委员会中招标人的代表应当具备评标专家的相应条件，工程项目主管部门人员和行政监督部门人员不得作为专家和评标委员会的成员参与评标。

2.招标人应根据工程项目的复杂程度、工程造价、投标人数量，合理确定评标时间，以保证评标质量。应按照评审时间、评委的技术职称、工作职责等，合理确定评标专家评审费用。

3.**应采用综合评估的方法，但不能任意提高技术部分的评分比重，一般技术部分的分值权重不得高于 40%，报价和商务部分的分值权重不得少于 60%**。

4.所有的评标标准和方法必须在招标文件中详细载明，要求表达清晰、含义明确，以最大程度地削减评标专家的自由裁量权，杜绝人为因素。

5.在量化评分中，评标专家只有发现问题才可扣分，并书面写明扣分原因。对于评委评分明显偏高或偏低的，可要求该评委当面说明原因。

6.对于技术较为复杂工程项目的技术标书，应当暗标制作、暗标评审；

7.依据评分，评标委员会推荐出中标单位排名顺序。

(四)定标原则与方法

1.评标委员会推荐出中标单位排名顺序，应选择排名第一的中标候选人为中标人；如排名第一的中标候选人放弃其中标资格或未遵循招标文件要求被取消其中标资格，应由排名第二的中标候选人为中标人，以此类推。

2.如果出现前三名中标候选人均放弃其中标资格或未遵循招标文件要求被取消其中标资格，招标人应重新组织招标。

(五)合同授予

1.招标人应在接到评标委员会的书面评标报告后 5 日内，依据推荐结果确定综合排名第一的中标人。

2.招标人不承诺将合同授予报价最低的投标人。

3.招标人在发出中标通知书前，有权依据评标委员会的评标报告拒绝不舍格的投标。

4.双方签订合同文件。

1K420013　掌握市政公用工程施工投标条件与程序

本条文简要介绍**市政公用工程施工投标条件、基本程序、方法和策略**。

一、投标条件及投标前准备工作

(一)投标人基本条件

1.应具备承担招标项目的能力，即投标人应具备法律法规规定的资质等级。

2.应符合招标文件对投标人的资格条件规定的条件，主要有：

(1)具有招标条件要求的资质证书，并为独立的法人实体；

(2)近三年承担过类似工程项目施工，并有良好的工程业绩和履约记录；

(3)财产状况良好，没有经济方面的亏损或违法行为；

(4)近几年没有发生重大质量、特大安全事故。

3.应能真实、完整地填报投标文件。

(二)投标前准备工作

1.投标人在编制投标书前应仔细研究和正确理解招标文件的全部内容。**投标文件应当对招标文件有关工期、投标有效期、质量要求、技术标准和要求、招标范围等实质性内容作出响应。切勿对招标文件要求进行修改或提出保留意见。**

2.**投标文件必须严格按照招标文件的规定编写**，填写表格时应根据招标文件的要求，否则在评标时就认为放弃此项要求。重要的项目或数字，如质量等级、价格、工期等如未填写，将作为无效或作废的投标文件处理。

3.投标报价应按招标文件中要求的计价方法和各种因素计算，并按招标文件的要求提供担

保。

4.投入本项目的主要人员简历及所需证明材料(证件复制件)应满足招标文件的要求，并应承诺本项目的主要人员是真实的。

二、标书编制程序

(一)准备工作

1.要熟悉图纸和设计说明，不明确的地方要向招标人质疑。

2.有必要时应踏勘现场，了解实地情况，作为编制施工方案、措施项目、计算风险费用等相关费用的依据。

3.了解招标文件规定的招标范围，材料、半成品和设备的加工订货情况，工程质量和工期的要求，物资供应方式等；应仔细研究和正确理解招标文件的全部内容，明确招标文件中要求的计价方法和要求。

4.**对工程使用的材料、设备进行询价。询价是投标工作的重要基础。投标时除应注意参考定额站的信息价格外，更重要的是实际询价**，调查当地市场价。**询价的主要内容应包括：材料市场价、当地人工的行情价、机械设备的租赁价、分部分项工程的分包价等**。必须根据当时当地的市场情况、材料供求情况和材料价格情况，采用**当地的定额标准**、当地的相关费用标准、当地的相关政策和规定等确定报价中使用的价格数据，才能使报价具有竞争力。

(二)技术标书编制

1.编制施工组织设计。必须满足招标文件的工期、质量、安全等方面的要求，作出实质性响应。重点是施工进度安排及施工工艺选择。要仔细分析招标项目的特点、施工条件，考虑企业自身的优势和劣势；投标人在类似工程施工中有丰富经验和良好的业绩，应在施工部署、进度安排和施工方法上充分显示自身实力。

2.**选择施工方案和工艺**，编制关键分项工程的施工方案和危险性较大的分部分项工程施工专项方案，确定技术、质量、安全文明施工和环境保护等方面措施。

3.**确定项目部组成和管理体系**，编制各项保证计划及措施。

4.**应依据企业所提供的资源，确定现场临时设施及环境保护、文明安全施工、材料二次搬运等方案**。

5.**应依据工程进度，编制各项资源需求计划**。

6.**制定交通导行方案和现场平面布置图**。

(三)计算报价

1.依据招标文件、设计图纸、施工组织设计、市场价格、相关定额及计价方法进行仔细的分析与计算。

2.应根据招标文件中提供的相关说明和施工图，重新校对工程数量，并根据核对的工程数量确定报价；工程量清单给出的数量只是工程实体的数量，在组价的过程中还需计算施工中所增加的数量，合理的组价必须计算工程数量。

3.分部分项工程费应按招标文件中分部分项工程量清单项目的特征描述确定综合单价计算。综合单价应考虑招标文件中要求投标人承担的风险费用。招标文件中提供了暂估单价的材料，按暂估的单价计入综合单价。

4.措施项目清单可作调整。通常招标单位只列出措施费项目或不列项目，投标人应分析研究清单项目，采取必要措施降低投标报价风险。投标人对招标文件中所列项目，可根据企业自身特点和工程实际情况结合施工组织设计对招标人所列的措施项目作适当的增减。

5.材料和设备单价应按照招标人在招标控制价的其他项目费中相应列出的单价，计入相应清单项目的综合单价；专业工程价款应按照招标人在招标控制价的其他项目费中相应列出的金额计算。计日工按招标人在其他项目清单中列出的项目和数量，自主确定综合单价并计算计日工费用；暂列金额应按照招标人在招标控制价的其他项目费中相应列出的金额计算，不得修改和调整。

6.投标人应按招标人提供的工程量清单填报价格。填写的项目编码、项目名称、项目特征、计量单位、工程量必须与招标人提供的一致。

7.计算得到报价后，根据掌握的有关信息和市场的动态分析，进行必要的调整，最后确定报价。当招标人不设拦标价时，投标人必须在分析竞争对手的基础上，进行测算后决定报价，以期获得较理想的投标结果。

(四)投标报价策略

1.投标策略是投标人经营决策的组成部分，从投标的全过程分析主要表现有**生存型、竞争型和盈利型**。

2.组价后还可采取投标报价技巧，以既不提高总价、不影响中标，又能获得较好的经济回报为原则，调整内部各个项目的报价。

3.在保证质量、工期的前提下，在保证预期的利润及考虑一定风险的基础上确定最低成本价，在此基础上采取适当的投标技巧可以提高投标文件的竞争性。**最常用的投标技巧是不平衡报价法，还有多方案报价法、突然降价法、先亏后盈法、许诺优惠条件、争取评标奖励等**。

三、标书递交

(一)标书制作

1.投标文件编制完成后应反复核对，应尽量避免涂改、行间插字或删除。

2.投标文件打印复制后，**由投标的法定代表人或其委托代理人签字或盖单位章**。签字或盖章的具体要求见投标人须知前附表，**包括加盖公章、法人代表签字**、造价人员签字盖专用章以及按招标文件要求的密封标志等。

3.**投标文件的正本与副本应分别装订成册，并编制目录**，具体装订要求见投标人须知前附表规定。投标文件的正本与副本应分开包装，封套上应清楚地标记“正本”或“副本”字样。投标文件正本一份，副本份数见投标人须知前附表。

4.按要求对投标文件密封。对投标文件**进行密封**既是保护投标人的权利又是保护招标人的基本要求。

(二)标书递交

1.按照招标文件规定，递交投标文件。

2.参加开标的授权委托人应携带授权委托书、身份证原件和复制件。

1K420020　市政公用工程造价管理

1K420021　掌握施工图预算的应用

建设项目施工图预算(以下简称施工图预算)是建设工程项目招投标和控制施工成本的重要依据。本条文简要介绍施工项目应掌握的施工图预算及其应用要点。

一、施工图预算组成

(一)施工图预算的种类

1.建设项目施工图总预算是反映施工图设计阶段建设项目投资总额的造价文件，是施工图预算文件的主要组成部分，由组成建设项目的各个单项工程综合预算和相关费用组成。

2.**单项工程综合预算是反映施工图设计阶段一个单项工程(设计单元)造价**的文件，是总预算的组成部分，由构成该单项工程的各个单位工程施工图预算组成。

3.**单位工程施工图预算**是依据**单位工程**施工图设计文件、现行预算定额以及人工、材料和施工机械台班价格等，按照规定的计价方法编制的工程**造价文件**。单位工程预算**包括建筑工程预算和安装工程预算**。建筑工程施工图预算是建筑工程各专业单位工程施工图预算的总称，按其工程性质分为一般土建工程预算、建筑安装工程预算、构筑物工程预算等。

(二)施工图预算编制形式与组成

1.当建设项目有多个单项工程时，应采用三级预算编制形式，**三级预算编制形式由建设项目施工图总预算、单项工程综合预算、单位工程施工图预算组成**。

2.当建设项目只有一个单项工程时，应采用二级预算编制形式，二级预算编制形式由建设项目施工图总预算和单位工程施工图预算组成。

二、施工图预算的编制方法

(一)施工图预算的计价模式

1.定额计价模式，又称为传统计价模式，是采用国家主管部门或地方**统一规定的定额和取费标准进行工程计价**来编制施工图预算的方法。市政公用工程多年来一直使用定额计价模式，取费标准依据《全国统一市政工程预算定额》和地方统一的市政预算定额。一些大型企业还自行编制企业内部的施工定额，以提升企业的管理水准。

2.**工程量清单计价模式**是指按照国家**统一的工程量计算规则**，工程数量**采用综合单价的形式计算工程造价的方法。计价主要依据是市场价格和企业的定额水平**，与传统计价模式相比，计价基础比较统一，在很大程度上给了企业自主报价的空间。

(二)施工图预算编制方法

1.**工料单价法**是指**分部分项工程单价为直接工程费单价**，直接工程费汇总后另加其他费用，形成工程预算价。具体可**分成预算单价法、实物法**，预算单价法取费依据是《全国统一市政预算定额》和地方统一的市政预算定额。**实物法是依据施工图纸和预算定额的项目划分及工程量计算规则，先计算出分部分项工程量，然后套用预算定额(实物量定额)编制施工图预算的方法；但分部分项工程中工料单价应依据市场价格计价**。

2.**综合单价法**是指**分部分项工程单价综合了直接工程费以外的多项费用**，依据综合内容不同，还可分为**全费用综合单价和部分费用综合单价**。**我国目前推行**的建设工程工程量清单计价其实就是**部分费用综合单价，单价中未包括措施费、规费和税金**。所以在工程施工图预

算编制中必须考虑这部分费用在计价、组价存在的风险。

三、施工图预算与工程应用

(一)招投标阶段

1.施工图预算是招标单位编制标底的依据，也是工程量清单编制依据；掌握施工图预算组成和编制是市政公用工程实行 BOT 或 BT 总承包模式进行工程项目造价控制与管理的基础。

2.施工图预算造价是施工单位投标报价的依据。投标报价时应在分析企业自身优势和劣势的基础上进行报价，以便在市场激烈竞争中赢得工程项目。

(二)工程实施阶段

1.施工图预算在施工单位进行工程项目施工准备和编制实施性施工组织设计时，提供重要的参考作用。

2.施工图预算是施工单位进行成本控制的依据，也是项目部进行成本目标控制的主要依据。

3.施工图预算也是工程费用调整的依据。工程预算批准后，一般情况下不得调整。在出现重大设计变更、政策性调整及不可抗力等情况时可以调整。调整预算编制深度与要求、文件组成及表格形式同原施工图预算。调整预算还应对工程预算调整的原因做详尽分析说明，所调整的内容在调整预算总说明中要逐项与原批准预算对比，并编制调整前后预算对比表，分析主要变更原因。在上报调整预算时，应同时提供有关文件和调整依据。

1K420022　掌握市政公用工程工程量清单计价的应用

《建设工程工程量清单计价规范》GB 50500(以下简称《清单计价规范》)，于 2003 年 7 月 1 日起颁布实施，并于 2008 年修订出版 GB 50500-2008。本条介绍了工程量清单计价在市政公用工程中的应用。

一、工程量清单计价有关规定

1.全部使用国有资金投资或国有资金投资为主的大中型建设工程应执行《清单计价规范》规定。

2.实行工程量清单计价的招标投标的建设工程项目，其招标标底、投标报价的编制、合同价款确定与调整、工程结算应按《清单计价规范》执行。

3.《清单计价规范》规定，采用工程量清单计价的建设工程造价由分部分项工程费、措施项目费、其他项目费和规费、税金组成。

(1)分部分项工程量清单应采用综合单价法计价。综合单价是完成一个规定计量单位的分部分项工程量清单项目或措施清单项目所需的*人工费、材料费、施工机械使用费和企业管理费与利润*，以及一定范围内的风险费用。

【10 年】：20．根据《建设工程清单计价规范》，分部分项工程量清单综合单价由（　　）组成。

A．人工费、材料费、机械费、管理费、利润

B．直接费、间接费、措施费、管理费、利润

C．直接费、间接费、规费、管理费、利润

D．直接费、安全文明施工费、规费、管理费、利润

(2)招标文件中的工程量清单标明的工程量是投标人投标报价的共同基础，**竣工结算的工程量按发、承包双方在合同中约定应予计量且实际完成的工程量确定**。

(3)措施项目清单计价，可以计算工程量的措施项目应按分部分项工程量清单的方式采用综合单价计价；其余的措施项目可以”项”为单位的方式计价，应包括除规费、税金外的全部费用。

(4)**措施项目清单中的安全文明施工费**应按照国家或省级、行业建设主管部门的规定计价，**不得作为竞争性费用**。

(5)**规费和税金**应按国家或省级、行业建设主管部门的规定计算，**不得作为竞争性费用**。

二、工程量清单计价与工程应用

(一)投标阶段

1.招标人提供的工程量清单计价中必须明确清单项目的设置情况，除明确说明各个清单项目的名称，还应阐释各个清单项目的特征和工程内容，以保证清单项目设置的特征描述和工程内容没有遗漏，也没有重叠。

2.**招标人提供的工程量清单中必须列出各个清单项目的工程数量，逮也是工程量清单招标与定额招标之间的一个重大区别**。工程量清单报价为投标人提供一个平等竞争的条件，相同的工程量，**由企业根据自身的实力来填报不同的单价**，使得投标人的竞争完全属于价格的竞争，其投标报价应**反映出企业自身的技术能力和管理能力**。

3.工程量清单的表格格式是附属于项目设置和工程量计算的，为投标报价提供一个合适的计价平台，投标人可根据表格之间的逻辑联系和从属关系，在其指导下完成分部组合计价的过程。

4.投标人经复核认为招标人公布的招标控制价未按照《清单计价规范》的规定编制的，应在开标前 5d 向招投标监督机构或(和)工程造价管理机构投诉。招投标监督机构应会同工程造价管理机构对授诉进行处理，发现有错误的，应责成招标人修改。

5.招标工程以投标截止日前 28d，非招标工程以合同签订前 28d 为基准日，其后国家的法律、法规、规章和政策发生变化影响工程造价的，应按省级或行业建设主管部门或其授权的工程造价管理机构发布的规定调整合同价款。

(二)工程实施阶段

1.工程计量时，若发现工程量清单中出现漏项、工程量计算偏差，以及工程变更引起工程量的增减，应**按承包人在履行合同义务过程中实际完成的工程量计算**。

2.施工中出现施工图纸(含设计变更)与工程量清单项目特征描述不符的，发、承包双方应按新的项目特征确定相应工程量清单的综合单价。

3.**因工程量清单漏项或非承包人原因的工程变更，造成增加新的工程量清单项目，其对应的综合单价按下列方法确定**：

(1)合同中已有适用的综合单价，按合同中已有的综合单价确定；

(2)合同中有类似的综合单价，参照类似的综合单价确定；

(3)合同中没有适用或类似的综合单价，由承包人提出综合单价，经发包人确认后执行。

4.分部分项工程量清单漏项或非承包人原因的工程变更，引起措施项目发生变化，造成施工组织设计或施工方案变更，**原措施费中已有的措施项目，按原有措施费的组价方法调整；原措施费中没有的措施项目，由承包人根据措施项目变更情况，提出适当的措施费变更，经**

发包人确认后调整。

5.**非承包人原因引起的工程量增减，该项工程量变化在合同约定幅度以内的，应执行原有的综合单价；该项工程量变化在合同约定幅度以外的，其综合单价及措施费应予以调整。**

6.施工期内市场价格波动超出一定幅度时，应按合同约定调整工程价款；合同没有约定或约定不明确的，应按省级或行业建设主管部门或其授权的工程造价管理机构的规定调整。

7.**因不可抗力事件导致的费用，发、承包双方应按以下原则分担并调整工程价款：**

(1)**工程本身的损害、因工程损害导致第三方人员伤亡和财产损失以及运至施工现场用于施工的材料和待安装的设备的损害，由发包人承担；**

(2)发包人、承包人人员伤亡由其所在单位负责，并承担相应费用；

(3)承包人的施工机械设备的损坏及停工损失，由承包人承担；

(4)停工期间，承包人应发包人要求留在施工现场的必要的管理人员及保卫人员的费用，由发包人承担；

(5)工程所需清理、修复费用，由发包人承担；

(6)工程价款调整报告应由受益方在合同约定时间内向合同的另一方提出，经对方确认后调整合同价款。受益方未在合同约定时间内提出工程价款调整报告的，视为不涉及合同价款的调整。收到工程价款调整报告的一方应在合同约定时间内确认或提出协商意见，否则视为工程价款调整报告已经确认。

8.分部分项工程量费应依据双方确认的工程量、合同约定的综合单价计算；如发生调整的，以发、承包双方确认调整的综合单价计算。

9.其他项目费用调整应按下列规定计算:

(1)计日工应按发包人实际签证确认的事项计算；

(2)暂估价中的材料单价应按发、承包双方最终确认价在综合单价中调整；专业工程暂估价应按中标价或发包人、承包人与分包人最终确认价计算；

(3)总承包服务费应依据合同约定金额计算，如发生调整的，以发、承包双方确认调整的金额计算；

(4)索赔费用应依据发、承包双方确认的索赔事项和金额计算，详见 1K420032；

(5)现场签证费用应依据发、承包双方签证资料确认的金额计算；

(6)暂列金额应减去工程价款调整与索赔、现场签证金额计算，如有余额归发包人。

三、采用工程量清单计价注意事项

(一)投标计价

1.市政公用工程建设项目具有建设周期长、影响工程施工的社会因素难以确定、工程合同管理风险多等特点。相当部分的风险是有经验承包人难以预测、控制和承担的，应在市政公用工程项目招标文件或合同中明确风险内容及其范围(幅度)。在**采用工程量清单计价法时，必须考虑这些不定因素和潜在的风险性。**

2.**采用工程量清单计价法时**，招标文件的工程数量含有预估成分，只是为投标人提供了一个平等的平台；投标人确定综合单价时，应根据招标文件提供施工图及说明，仔细地校对、核对工程数量后方可确定报价，**规避工程量清单漏项、工程量计算偏差使组价过程存在风险。**

3.采用工程量清单计价法时，招标人通常仅列出措施费项目或不列项目，这种情况下投标人应依据标书中的施工方案计算措施费，**规避施工措施费考虑不足带来的风险**。

(二)承包施工

1.技术风险和管理风险，如施工技术(方法)不当、管理成本过高等类似风险应由承包方完全承担的风险。承包方必须采取应对措施，如尽量**采用先进实用或技术经济比较佳的施工技术(机具)；尽可能不采用缺乏经验或不成熟的施工工艺，减低技术风险**。

2.**材料价格、施工机械使用费**等的风险，是承包方应有限度承担的**市场风险**；但是必须注意合同中的具体条文的限度和范围。

3.**承包方应完全不承担的是法律、法规、规章和政策变化的风险**。基于市场交易的公平性和工程实施过程发、承包双方权、责的对等性等原则，**发、承包双方应合理分摊**这类风险带来的损失。

【案例 1K420022】

1.背景

某公司中标承接市政工程施工项目，承包合同价为 4000 万元，工期 12 个月。承包合同规定：

(1)发包人在开工前 7d 应向承包人支付合同价 20%的工程预付款，其中主要材料费用占 65%。

(2)工程质量保证金为承包合同价的 5%，发包人从承包人每月的工程款中按比例扣留。

(3)当分项工程实际完成工程量比清单工程量增加 10%以上时，超出部分的相应综合单价调整系数为 0.95。

(4)规费费率 2.8%，以分部分项工程合价为基数计算；税金率 3.41%。

(5)在施工过程中，发生以下事件；

①工程开工后，由于地下情况与原始资料不符，进行了设计变更，该项工程工程量共计 1200m^3；完成该项工程耗用的资源为：人工 28 个工日，工资单价 78 元/工日；材料赞共计 2000 元；机械 13 个台班，机械每台班单价为 980 元。双方商定该项综合单价中的管理费以人工费与机械费之和为计算基础，管理费率为 15%；利润以人工费为计算基数，利润率为 18%。

②工程进行的前 4 个月按计划共计完成了 1066. 67 万元工作量。在工程进度至第 5 个月时，施工单位按计划进度完成了 330 万元建安工作量，同时还完成了发包人要求增加的一项工作内容。增加的工作经工程师计量后，该工程量为 400m^3。经发包人批准的综合单价为 300 元/m^3。

③施工至第 6 个月时，承包人向发包人提交了按原综合单价计算的该项目已完工程量结算报告 360 万元。经现场计量，其中某分项工程经确认实际完成工程数量为 500m^3(原清单工程数量为 350m^3，综合单价 900 元/m^3)。

2.问题

(1)计算该项目工程预付款及其起扣点。

(2)计算设计变更后的工程项目综合单价。

(3)列式计算第 5 个月的应付工程款。

(4)列式计算第 6 个月的应付工程款。

3.参考答案

（1）问题 1

工程预付款：4000×20%=800 万元

预付款起扣点：4000×（1-5%）- 800/65% = 2569.23 万元

（2）问题 2

人工费：28×78 =2184 元

材料费：2000 元

机械费：13×980=12740 元

管理费：（2184+12740）×15%=2238.6 元

利润：2184×18% =393.12 元

综合单价：（2184+2000+12740+2238.6+393.12）÷1200 =16.30 元/m^3

（3）问题 3：

增加工作的工程款：400×300×（1+2.8%）（1+3.41%）=127566.58 元

第 5 月应付工程款：（330+12.757）×（1-5%）=325.62 万元

截止 5 月底共完成的工作量：1066.67+325.62=1392.29 万元

（4）问题 4：

该分项工程增加工程量后的工程款

合同约定工程量变更幅度范围内的款项：

350×1.1×900×(1+2.8%)×(1+3.41%)=368348.49 元

超过变更幅度以外的款项：

(500-350×1.1)×900×0.95×(1+2.8%)×(1+3.41%)=104524.86 元

该分项工程的工程款应为：

368348.49+104524.86=472873.35 元

承包商结算报告中该分项工程的工程款为：

500×900×（1+2.8%）（1+3.41%）=478374.66 元

承包商多报的该分项工程的工程款为；

478374.66-472873.35=5501.31 元

第 6 个月应付工程款：（360-0.55）×（1-5%）=341.48 万元

1K420023 了解设计概算的应用

本条文简要介绍设计概算内容、编制方法和应用。

一、设计概算作用

(一)建设项目设计概算是设计文件的重要组成部分，是确定和控制建设项目全部投资的文件，是编制固定资产投资计划、实行建设项目投资包干、签订承发包合同的依据，是签订贷款合同、项目实施全过程造价控制管理以及考核项目经济合理性的依据。

(二)工程设计概算是初步设计或扩大初步设计阶段，由设计单位按设计内容概略算出该工程立项开始到交付使用之间的全过程发生的建设费用文件。设计单位根据初步设计或扩大初

步设计的图纸及说明，利用国家或地区颁发的概算指标、概算定额或综合指标预算定额、设备材料预算价格等资料，按照设计要求，概略地计算建筑物或构筑物的造价文件。其特点是编制工作较为简单，在精度上没有施工图预算准确。采用两阶段设计的建设项目，初步设计阶段必须编制设计概算；采用三阶段设计的，扩大初步设计阶段必须编制修正概算。

(三)设计概算分级

通常可分为**单位工程概算、单项工程综合概算、建设工程总概算**三级。

1.单位工程概算：市政公用工程的单位工程往往包括多个专业的建设内容，如道路、桥梁、给水、排水、供热、燃气、垃圾填埋等专业工程，其单位工程概算包含这些有关专业的工程概算，同时还包含与之配套的设备及安装工程的概算。

2.单项工程综合概算：是确定单项工程所需建设费用的文件，由各单位工程概算汇编而成。当不编制建设项目总概算时，单项工程综合概算除应包括各单位工程概算外，还应列出工程建设其他费用概算。

3.建设工程总概算：是确定整个建设工程从立项到竣工验收所需建设费用的文件。它由各单项工程综合概算、工程建设其他费用以及预备费用概算汇总编制而成。

二、设计概算应包括的主要内容

(一)编制说明

1.项目概况：简述建设项目的建设地点、设计规模、建设性质(新建、扩建或改建)、工程类别、建设期(年限)、主要工程内容、主要工程量、主要工艺设备及数量等。

2.主要技术经济指标：项目概算总投资(有引进的给出所需外汇额度-)及主要分项投资、主要技术经济指标(主要单位投资指标)等。

3.资金来源：按资金来源不同渠道分别说明，发生资产租赁的说明租赁方式及租金。

4.编制依据。

5.其他需要说明的问题。

6.总说明附表：

(1)建筑、安装工程工程费用计算程序表；

(2)引进设备材料清单及从属费用计算表；

(3)具体建设项目概算要求的其他附表及附件。

(二)概算总投资

1.概算总投资由工程费用、其他费用、预备费及应列入项目概算总投资中几项费用组成。工程费用(第一部分费用)按单项工程综合概算组成编制，采用二级编制的按单位工程概算组成编制。市政公用建设项目一般排列顺序为：主体建(构)筑物、辅助建(构)筑物、配套系统；工业建设项目一般排列顺序为：主要工艺生产装置、辅助工艺生产装置、公用工程、总图运输，生产管理服务性工程、生活福利工程、厂外工程；预备费包括基本预备费和价差预备费；应列入项目概算总投资中的几项费用，一般包括建设期利息、铺底流动资金、固定资产投资方向调节税(暂停征收)等。

2.综合概算以单项工程所属的单位工程概算为基础，采用”综合概算表”进行编制，分别接各单位工程概算汇总成若干个单项工程综合概算。对单一的、具有独立性的单项工程建设项

目，按二级编制形式编制，直接编制总概算。

(三)单位工程概算编制

1.单位工程概算是编制单项工程综合概算(或项目总概算)的依据，单位工程概算项目根据单项工程中所属的每个单体按专业分别编制。单位工程概算一般分建筑工程、设备及安装工程两大类。

2.建筑工程概算采用”建筑工程概算表”编制，按构成单位工程的主要分部分项工程编制，根据初步设计工程量按工程所在省、市、自治区颁发的概算定额(指标)或行业概算定额(指标)，以及工程费用定额计算。

3.设备及安装工程概算费用由设备购置费和安装工程费组成。

定型或成套设备购置费=设备出厂价格十运输费十采购保管费

引进设备费用分外币和人民币两种支付方式，外币部分按美元或其他国际主要流通货币计算。

非标准设备原价有多种不同的计算方法，如综合单价法、成本计算估价法、系列设备插入估价法、分部组合估价法、定额估价法等。一般采用不同种类设备综合单价法计算，计算公式如下：

设备费=∑综合单价(元/t)×设备单重(t)

工具、器具及生产家具购置费一般以设备购置费为计算基数，按照部门或行业规定的工具、器具及生产家具费率计算。

(四)概算调整

1.设计概算批准后，一般不得调整。由于下列原因需要调整概算时；由建设单位调查分析变更原因，报主管部门审批同意后，由原设计单位核实编制调整概算，并按有关审批程序报批。调整概算的原因：

(1)超出原设计范围的重大变更；

(2)超出基本预备费规定范围不可抗拒的重大自然灾害引起的工程变动和费用增加；

(3)超出工程造价调整预备费的国家重大政策性的调整。

2.影响工程概算的主要因素已经清楚，工程量完成了一定量后方可进行调整，一个工程项目只允许调整一次概算。

3.调整概算编制深度与要求、文件组成及表格形式同原设计概算，调整概算还应对工程概算调整的原因做详尽分析说明，所调整的内容在调整概算总说明中要逐项与原批准概算对比，并编制调整前后概算对比表，分析主要变更原因。

4.在上报调整概算时，应同时提供有关文件和调整依据。

三、概算文件的编审程序和质量控制

(一)设计概算文件编制的有关单位应当一起制定编制原则、方法，以及确定合理的概算投资水平，对设计概算的编制质量、投资水平负责。

(二)项目设计负责人和概算负责人对全部设计概算的质量负责；概算文件编制人员应参与设计方案的讨论；设计入员要树立以经济效益为中心的观念，严格按照批准的工程内容及投资额度设计，提出满足概算文件编制深度的技术资料；概算文件编制人员对投资的合理性负

责。

(三)概算文件需经编制单位自审，建设单位(项目业主)复审，工程造价主管部门审批。

(四)概算文件的编制与审查人员必须具有国家注册造价工程师资格，或者具有省市(行业)颁发的造价员资格证，并根据工程项目大小按持证专业承担相应的编审工作。

(五)各造价协会(或者行业)、造价主管部门可根据所主管的工程特点制定概算编制质量的管理办法，并对编制人员采取相应的措施进行考核。

1K420030　市政公用工程合同管理

1K420031　掌握施工阶段合同履约与管理要求

本条文简要介绍市政公用工程施工阶段合同履约与管理。

一、施工项目合同管理

(一)合同管理依据

1.必须遵守《合同法》、《建筑法》以及有关法律法规。

2.必须依据与承包方订立的合同条款执行，依照合同约定行使权力，履行义务。

3.**合同订立主体是发包方和承包方**，由其法定代表人行使法律行为；**项目负责人受承包方委托，具体履行合同的各项约定**。

(二)合同管理主要内容

1.遵守《合同法》规定的各项原则，组织施工合同的全面执行；**合同管理包括相关的分包合同、买卖合同、租赁合同、借款合同等**。

2.**必须以书面的形式订立合同、洽商变更和记录，并应签字确认**。

3.发生不可抗力使合同不能履行或不能完全履行时，应依法及时处理。

4.依《合同法》规定进行合同变更、转让、终止和解除工作。

二、分包合同管理

(一)专业分包管理

1.实行分包的工程，应是合同文件中规定的工程的部分。

2.分包项目招标文件的编制

(1)依据总承包工程合同和有关规定，确定分包项目划分、分包模式、合同的形式、计价模式及材料(设备)的供应方式，是编制招标文件的基础。

(2)计算工程量和相应工程量费用

依据工程设计图纸，市场价格，相关定额及计价方法进行工程量及相应工程量费用计算。

(3)确定开、竣工日期

根据项目总工期的需求和工程实施总计划、各项目、各阶段的衔接要求，确定各分包项目的开、竣工时间。

(4)确定工程的技术要求和质量标准

根据对工程技术、设计要求及有关规范的规定，确定分包项目执行的规范标准和质量验收标准，满足总承包方对分包项目提出的特殊要求。

(5)拟定合同主要条款

一般施工合同均分为**通用条款、专用条款**和**协议书**三部分，招标文件应对专用条款中的主要内容做出实质性规定，使投标方能够做出正确的响应。

3.应经招投标程序选择合格分包方。

(二)劳务分包管理

1.劳务分包应实施**实名制管理**。承包方和项目部应加强农民工及劳务管理日常工作。

2.项目总包、分包方必须分别设置专(兼)职劳务管理员，明确劳务管理员职责；劳务管理员须参加各单位统一组织的上岗培训，地方有要求的，要实行持证上岗。

(三)履行分包合同时，承包方应当就承包项目向发包方负责；分包方就分包项目向承包方负责；因分包方过失给发包方造成损失，承包方承担连带责任。

三、合同变更与评价

(一)合同变更

1.施工过程中遇到的合同变更，如工程量增减，质量及特性变更，工程标高、基线、尺寸等变更，施工顺序变化，永久工程附加工作、设备、材料和服务的变更等，项目负责人必须掌握变更情况，遵照有关规定及时办理变更手续。

2.承包方根据施工合同，**向监理工程师提出变更申请；监理工程师进行审查，将审查结果通知承包方。监理工程师向承包方提出变更令**。

3.**承包方必须掌握索赔知识**，在有正当理由和充分证据条件下按规定进行索赔；**按施工合同文件有关规定办理索赔手续**；准确、合理地计算索赔工期和费用。

(二)合同评价

当合同约定内容完成后，承包方应进行总结与评价，内容应包括：合同订立情况评价、合同履行情况评价、合同管理工作评价、合同条款评价。

【案例 1K420031】

1.背景

某施工单位与建设单位签订了施工总承包合同，该工程采用边设计边施工的方式进行，合同的部分条款如下：

××工程施工合同书(节选)

一、协议书

1.工程概况

该工程是位于某市的××路段的城市桥梁工程，上部为连续混凝土箱梁结构，下部为混凝土灌注桩承台结构(其他概况略)。

2.承包范围

承包范围为该工程施工图所包括的所有工程。

3.合同工期

合同工期为 2004 年 2 月 21 日～2004 年 9 月 30 日，合同工期总日历天数为 223d。

4.合同价款

本工程采用总价合同形式，合同总价为：陆仟贰佰叁拾肆万元整人民币(￥6234.00 万元)。

5.质量标准

本工程质量标准要求达到承包商最优的工程质量。

6.质量保修

施工单位在该项目的设计规定的使用年限内承担全部保修责任。

7.工程款支付

在工程基本竣工时，支付全部合同价款，为确保工程如期竣工，乙方不得因甲方资金的暂时不到位而停工和拖延工期。

二、其他补充协议

1.乙方在施工前不允许将工程分包，只可以转包。

2.甲方不负责提供施工场地的工程地质和地下主要管网线路资料。

3.乙方应按项目经理批准的施工组织设计组织施工。

4.涉及质量标准的变更由乙方自行解决。

5.合同变更时，按有关程序确定变更工程价款。

2.问题

(1)该项工程施工合同协议书中有哪些不妥之处？并请指正。

(2)该项工程施工合同的补充协议中有哪些不妥之处？请指出并改正。

(3)该工程按工期定额来计算，其工期为212d，那么你认为该工程的合同工期应为多少天？

(4)确定变更合同价款的程序是什么？

3.参考答案

(1)问题1

协议书的不妥之处：

①不妥之处：本工程采用总价合同形式。正确做法：应采用单价合同。

②不妥之处：工程质量标准要求达到承包商最优的工程质量。正确做法：应以城市桥梁工程施工与质量验收标准中规定的质量标准作为该工程的质量标准。

③不妥之处：在项目设计规定的使用年限内承担全部保修责任。正确做法：应按《建设工程质量管理条例》的有关规定进行。

④不妥之处：在工程基本竣工时，支付全部合同价款。正确做法：应明确具体的时间。

⑤不妥之处：乙方不得因甲方资金的暂时不到位而停工和拖延工期。正确做法：应说明甲方资金不到位在什么期限内乙方不得停工和拖延工期。

(2)问题2

补充协议的不妥之处

①不妥之处：乙方在施工前不允许将工程分包，只可以转包。正确做法：不允许转包，可以分包。

②不妥之处：甲方不负责提供施工场地的工程地质和地下主要管线资料。正确做法：甲方应负责提供工程地质和地下主要管线的资料。

③不妥之处：乙方应按项目经理批准的施工组织设计组织施工。正确之处：应按工程师(或业主代表)签认并经乙方技术负责人批准的施工组织设计组织施工。

(3)问题3

该工程的合同工期为 223d。

(4)问题 4

确定变更合同价款的程序是：

①变更发生后的 14d 内，承包方提出变更价款报告，经工程师确认后调整合同价；

②若变更发生后 14d 内，承包方不提出变更价款报告，则视为该变更不涉及价款变更；

③工程师收到变更价款报告日起 14d 内应对其予以确认；若无正当理由不确认时，自收到报告时算起 14d 后该报告自动生效。

1K420032　掌握工程索赔的应用

工程索赔是在工程承包合同履行中，当事人一方由于另一方未履行合同所规定的义务或者出现了应当承担的风险而遭受损失时，向另一方提出索赔要求的行为。本条文简要介绍工程索赔在工程实践中的应用。

一、工程索赔的处理原则

承包方必须掌握有关法律政策和索赔知识，进行索赔须做到：

(一)有正当索赔理由和充分证据；

(二)索赔必须以合同为依据，按施工合同文件有关规定办理；

(三)准确、合理地记录索赔事件和计算工期、费用。

二、索赔的程序

(一)根据招标文件及合同要求的有关规定**提出索赔意向书**

当合同当事人一方向另一方提出索赔时，要有正当的索赔理由，且有索赔事件发生时的有效证据。**索赔事件发生 28d 内，向监理工程师发出索赔意向通知**。合同实施过程中，凡不属于承包方责任导致项目拖延和成本增加事件发生后的 28d 内，必须以正式函件通知监理工程师，声明对此事件要求索赔，同时仍需遵照监理工程师的指令继续施工，逾期提出时，监理工程师有权拒绝承包方的索赔要求。

(二)发出索赔意向通知后 28d 内，向监理工程师提出补偿经济损失(计量支付)和(或)延长工期的索赔申请报告及有关资料。正式提出索赔申请后，承包方应抓紧准备索赔的证据资料，包括事件的原因、对其权益影响的资料、索赔的依据，以及其他计算出该事件影响所要求的索赔额和申请延期的天数并在索赔申请发出的 28d 内报出。

(三)监理工程师审核承包方的索赔申请。**监理工程师在收到承包方送交的索赔报告和有关资料后，于 28d 内给予答复**，或要求承包方进一步补充索赔理由和证据。监理工程师在 28d 内未予答复或未对承包方作进一步要求，视为该项索赔已经认可。

(四)当索赔事件持续进行时，承包方应当**阶段性**向监理工程师发出索赔意向通知，在索赔事件终了后 28d 内，向监理工程师提出索赔的有关资料和最终索赔报告。

三、索赔项目概述及起止日期计算方法

施工过程中主要是工期索赔和费用索赔。

(一)延期发出图纸产生的索赔

接到中标通知书后 28d 内，承包方有权免费得到由发包方或其委托的设计单位提供的全部图纸、技术规范和其他技术资料。并且向承包方进行技术交底。如果在 28d 内未收到监理

工程师送迭的图纸及其相关资料，作为承包方应依据合同提出索赔申请，接中标通知书后第29d 为索赔起算日，收到图纸及相关资料的日期为索赔结束日。

由于是施工前准备阶段，**该类项目一般只进行工期索赔**。

(二)恶劣的气候条件导致的索赔

可分为工程损**失索赔及工期索赔**。发包方一般对在建项目进行投保，故由恶劣天气影响造成的工程损失可向保险机构申请损失费用；在建项目未投保时，应根据合同条款及时进行索赔。该类索赔计算方法：在恶劣气候条件开始影响的第一天为起算日，恶劣气候条件终止日为索赔结束日。

(三)工程变更导致的索赔

工程施工项目已进行施工又进行变更、工程施工项目增加或局部尺寸，数量变化等。计算方法：承包方收到监理工程师书面工程变更令或发包方下达的变更图纸日期为起算日期，变更工程完成日为索赔结束日。

(四)以承包方能力不可预见引起的索赔

由于工程投标时图纸不全，有些项目承包方无法作正确计算，**如**地质情况，软基处理等。该类项目一般发生的索赔有工程数量增加或需要重新投入新工艺、新设备等。计算方法：在承包方未预见的情况开始出现的第一天为起算日，终止日为索赔结束日。

(五)由外部环境而引起的索赔

属发包方原因，由于外部环境影响(如征地拆迁、施工条件、用她的出入权和使用权等)而引起的索赔。

根据监理工程师批准的施工计划影响的第一天为起算日。经发包方协调或外部环境影响自行消失日为索赔事件结束日。该类项目一般进行**工期及工程机械停滞费用索赔**。

(六)监理工程师指令导致的索赔

以收到**监理工程师书面指令时**为起算日，按其指令完成某项工作的日期为索赔事件结束日。

(七)其他原因导致的承包方的索赔，视具体情况确定起算日和结束日期。

四、同期记录

(一)索赔意向书提交后，就应从索赔事件起算日起至索赔事件结束日止，认真做好同期记录。每天均应有记录，并经现场监理工程师的签认；索赔事件造成现场损失时，还应做好现场照片、录像资料。

(二)同期记录的内容有：**事件发生及过程中现场实际状况；导致现场人员、设备的闲置清单；对工期的延误；对工程损害程度；导致费用增加的项目及所用的工作人员，机械、材料数量、有效票据**等。

五、最终报告应包括以下内容：

(一)索赔申请表：填写索赔项目、依据、证明文件、索赔金额和日期。

(二)批复的索赔意向书。

(三)编制说明：索赔事件的起因、经过和结束的详细描述。

(四)附件：与本项费用或工期索赔有关的各种往来文件，包括承包方发出的与工期和费用

索赔有关的证明材料及详细计算资料。

六、索赔的管理

(一)由于索赔引起费用或工期的增加，往往成为上级主管部门复查的对象。为真实、准确反映索赔情况，承包方应建立、健全工程索赔台账或档案。

(二)索赔台账应反映索赔发生的原因，索赔发生的时间、索赔意向提交时间、索赔结束时间，索赔申请工期和费用，监理工程师审核结果，发包方审批结果等内容。

(三)对合同工期内发生的每笔索赔均应及时登记。工程完工时应形成完整的资料，作为工程竣工资料的组成部分。

【案例 1K420032】

1.背景

某公司中标承建城市南外环道路工程。在施工过程中，发生如下事件：一是挖方段遇到了工程地质勘探报告没有揭示的岩石层，破碎、移除拖延了 23d 时间；二是工程拖延致使路基施工进入雨期，连续降雨使土壤含水量过大，无法进行压实作业，因此耽误了 15d 工期。三是承包方根据建设单位指令对相接道路进行罩面处理，施工项目部对形成增加的工作量作为设计变更调整工程费用。

2.问题

(1)事件一造成的工期拖延和增加费用能否提出索赔，为什么？

(2)事件二造成的工期拖延和增加费用能否提出索赔，为什么？

(3)事件三形成的工程变更部分应如何调整费用？

3.参考答案

(1)问题 1

事件一挖方段破碎移除岩石的处理工作引发的工期和费用索赔应该提出索赔，发包方应予以受理。因为地质探勘资料不详是**有经验的承包商预先无法预测到的，非承包方责任，并确实已造成了实际损失**。

(2)问题 2

事件二的索赔不应受理。因为连续降雨，造成路基无法施工尽管有实际损失，但是有经验的承包商应能够预测经采取措施加以避免的；即便与事件一有因果关系，但事件一已进行索赔；因此应予驳回。

(3)问题 3

事件三在市政工程施工中时有发生，造成的工程量超出原合同规定清单的部分，应按合同约定处理。当合同未有约定时，可采取如下处理方式：采用施工图预算计价方式，价格(单价)应取自合同中已有价格，增加工程量经监理工程师计量，计算出调整(即增加)部分工程费用。

1K420033　熟悉施工合同风险防范措施

本条文简要介绍市政公用工程项目合同风险的识别与防范。

一、合同风险管理目的与内容

(一)目的

1.由于市政公用工程的特点和建筑市场的激烈竞争，工程承包风险很大，范围很广；其中合同风险管理已成为工程承包成败的主要因素。

2.随着市场经济发展，合同风险管理已成为衡量承包商管理水平的主要标志之一，也是合同管理的一项重要内容。

(二)主要内容

1.**在合同签订前对风险作全面分析和预测**。主要考虑工程实施中可能出现的风险种类；风险发生的可能性，可能发生的时间；风险的影响，即风险如果发生，对施工、工期和成本有哪些影响。

2.**对风险采取有效的对策和计划**，即考虑如果风险发生应采取什么措施予以防止，或降低它的不利影响，为风险作组织、技术、资金等方面的准备。

3.**在合同实施中对可能发生，或已经发生的风险进行有效的控制**。采取措施防止或避免风险的发生；有效地转移风险，降低风险的不利影响，减少己方的损失；在风险发生的情况下对工程施工进行有效的控制，保证工程项目的顺利实施。

二、常见风险种类与识别

(一)工程常见的风险种类

1.**工程项目的技术、经济、法律等方面的风险**。现代工程规模大，功能要求高，需要新技术、新工艺、新设备，承包商的技术力量、施工力量、装备水平、工程管理水平不足，在投标报价和工程实施过程中存在一些失误；承包商资金供应不足，周转困难；在国际工程中还常常出现对当地法律、语言不熟悉，对技术文件、工程说明和规范理解不正确或误解。

2.**业主资信风险**。应对业主的资信进行评价，以控制风险程度。如业主的业绩、管理运作能力、经济状况。预防因业主无力支付工程款，致使工程被迫中止；业主的信誉差，有意拖欠或少支付工程款；业主因管理运作能力差经常改变设计方案、实施方案，打乱工程施工秩序，但又不愿意给承包商以补偿等。

3.**外界环境的风险**。在国际工程中，工程所在国政治环境的变化，如发生战争、禁运、罢工、社会动乱等造成工程中断或终止；经济环境的变化，如通货膨胀、汇率调整、工资和物价上涨；合同所依据的法律变化，如新的法律颁布，国家调整税率或增加新税种，新的外汇管理政策等。现场条件复杂，干扰因素多{施工技术难度大，特殊的自然环境，如场地狭小，地质条件复杂，气候条件恶劣；水电供应、建材供应不能保证等。自然环境的变化，如百年未遇的洪水、地震、台风等，以及工程水文、地质条件的不确定性。

4.**合同风险**。工程承包合同中一般都有风险条款和一些明显的或隐含的对承包商不利的条款；合同条款风险管理和控制首先必须在充分评估基础上确定防范措施。

(二)合同风险因素的识别

1.合同风险因素的分类

(1)按风险严峻程度分为特殊风险(非常风险)和其他风险。

(2)按工程实施不同阶段分为投标阶段的风险、合同谈判阶段的风险、合同实施阶段的风险。

(3)按风险的范围分为项目风险、国别风险和地区风险。

(4)从风险的来源性质可分为政治风险、经济风险、技术风险、商务风险、公共关系风险和管理风险等。

2.合同风险因素的识别

(1)政治风险；

(2)经济风险；

(3)技术风险；

(4)公共关系风险。

3.合同风险因素的分析

(1)在国际工程承包中，由于政治风险要比国内大，情况更复杂，造成损失也会较大。

(2)在国际工程承包中，可能会遇到的经济风险比较多，受制约面相对较广。

(3)在国内工程总承包中，经济、技术、公共关系等方面风险同时存在，有时会相互制约、发生连带责任关系。

三、合同风险的管理与防范

(一)合同风险管理与防范应从递交投标文件、合同谈判阶段开始，到工程实施完成合同为止。

(二)管理与防范措施

1.合同风险的规避

充分利用合同条款；增设保值条款；增设风险合同条款；增设有关支付条款；外汇风险的回避；减少承包方资金、设备的投入；加强索赔管理，进行合理索赔。

2.**风险的分散和转移**

向保险公司投保；向分包商转移部分风险。

3.确定和控制风险费

工程项目部必须加强成本控制，制定成本控制目标和保证措施。编制成本控制计划时，每一类费用及总成本计划都应适当留有余地。

1K420040　市政公用工程施工成本管理

1K420041　掌握施工成本管理的应用

本条文介绍施工项目成本管理的基本要求和具体应用。

一、施工成本管理目的与主要内容

(一)施工成本管理目的

1.施工企业在向社会提供产品和服务的同时，必须追求自身经济效益的最大化。企业的全部管理工作的**实质是运用科学的管理手段，最大限度地降低工程成本，获取较大利润**。

2.企业间的竞争已逐渐由产品质量竞争过渡到价格竞争，成本管理直接关系到企业的经济效益，直接关系到企业的生存、发展。加强成本管理，减支增效，已成为大多数企业的长期经营战略。

3.施工项目管理的最终目标是建成质量高、工期短、安全的、成本低的工程产品，而成本是各项目标经济效果的综合反映；因此成本管理是项目管理的核心内容。

(二)施工成本管理主要内容

1.在工程施工过程中在满足合同约定条件下，以尽量少的物质消耗和工力消耗来降低成本。

2.把影响施工成本的各项耗费控制在计划范围内，在控制目标成本情况下，开源节流，向管理要效益，靠管理求生存和发展。

3.在企业和项目管理体系中建立成本管理责任制和激励机制。

二、施工成本管理组织与方法

(一)施工成本管理组织

施工成本管理必须依赖于高效的组织机构。企业和项目部应根据施工成本管理实际的要求，确定管理职责与工作协调的关系。管理的组织机构设置应符合些列要求：

1.高效精干

施工成本管理组织机构设置的根本目的，是为了实现施工成本管理总目标。施工成本管理组织机构的人员设置，以能实现施工成本管理目标所要求的工作任务为原则。施工成本管理需要内行来管理，**因事而设岗**。

2.分层统一

施工项目的成本管理组织是企业施工成本管理组织的有机组成部分，从管理的角度看，施工企业是施工项目的母体。而施工项目成本管理实际上是施工企业成本管理的载体。施工项目成本管理要从施工作业班组开始，各负其责，上下协调统一，才能发挥管理组织的整体优势。

3.业务系统化

施工项目成本管理和企业施工成本管理在组织上必须防止职能分工权限和信息沟通等方面矛盾或重叠，各部门(系统)之间必须形成互相制约、互相联系的有机整体，以便发挥管理组织的整体优势。

4.适应变化

市政公用工程施工项目具有多变性、流动性、阶段性等特点，这就要求成本管理工作和成本管理组织机构随之进行相应调整，以使组织机构适应施工项目的变化。企业和施工项目成本管理组织机构和形式应在实践中持续改进，并不断提高效率。

(二)施工成本管理方法

国内外有许多施工成本管理方法，企业和施工项目部应依据自身情况和实际需求进行选用；选用施工成本管理方法应遵循以下原则：

1.**实用性原则**。施工成本管理方法具有时效性、针对性，首先应对成本管理环境进行调查分析，以判断成本管理方法应用的可行性以及可能产生的干扰和效果。

2.**灵活性原则**。影响成本管理的因素多且不确定，必须灵活运用各种有效的成本管理方法，必须根据变化了的内部和外部情况，灵活加以运用，防止盲目套用。

3.**坚定性原则**。施工成本管理通常会遇到各种干扰，人们的习惯性、传统性心理会产生对新方法的抵触，认为老方法用起来顺手。应用某些新方法时可能受许多条件限制，产生干扰或制约等。这时，成本管理人员就应该有坚定性，克服困难，才能取得预期效果。

4.**开拓性原则**。施工成本管理方法的创新，既要创造新方法，又要对成熟方法的应用方式进行创新，用出新水平，产生更大的效果。

三、施工成本管理的基础工作

(一)施工成本管理流程

1.施工成本管理的基本流程：成本预测→管理决策→管理计划→过程控制→成本核算→分析和考核。

2.**施工项目管理的核心是施工成本管理**，根据企业下达的成本控制目标，管理控制各种支出，分析和考核及消耗形成的成本，也要充分计入成本的补偿，从全面的角度完整地把握成本的客观性。

(二)施工成本管理措施

为做好施工成本管理工作，必须做好以下工作：

1.**加强成本管理观念**

施工项目部作为企业施工经营管理的基础和载体，成功的项目成本管理要依靠施工项目中的各个环节上的管理人员，树立强烈的成本意识，不断加强成本管理观念，自觉地参与施工项目全过程的成本管理。

2.**加强定额和预算管理**

完善的定额资料、做好施工预算和施工图预算是施工项目成本管理的基础。定额资料包括《全国统一市政预算定额》等国家统一定额，劳务与材料的市场价格信息，企业内部的施工定额。根据国家统一定额、取费标准编制施工图预算；依据企业的施工定额编制单位工程施工预算。通过两个预算对比，可以确定成本控制的重点和程度。

3.**完善原始记录和统计工作**

原始记录直接记载了施工生产经营情况，是编制成本计划的依据，是统计和成本管理的基础。项目施工中的工、料、机和费用开支，都要有及时、完整、准确的原始记录，且符合成本管理的格式要求，由专人负责记录和统计。

4.**建立健全责任制度**

施工项目各项责任制度，如计量验收、考勤、原始记录、统计、成本核算分析、成本目标等责任制，是实现有效的全过程成本管理的保证和基础。

5.**建立考核和激励机制**

施工企业的成本管理工作必须注重实效，对施工项目部应实行目标成本控制(见 1K420042)和进行考核；对于达到考核指标的施工项目部和项目部经理应兑现奖励承诺，以便推进项目成本管理工作。

【案例 1K420041】

1.背景

某公司中标天津开发区供热管网工程后，组建了施工项目部。项目经理组织人员编制施工组织设计和成本管理计划。施工过程中根据现场情况变化，项目部据企业下达的目标成本和承包合同价格，调整了部分分项工程价格和组成内容，计算成本后，修订了成本管理计划。根据修订的成本管理计划，对直接工程赞即；人工费、材料费、施工机械费的支出严格控制，

规定项目所支出的费用均要项目经理批准。

2.问题

(1)项目部修订成本管理计划有何不妥之处？

(2)项目部对工、料、机与成本支出，需要哪些手续？

(3)根据成本管理计划，原始记录应该包括哪些内容？

3.参考答案

(1)问题 1

项目部在修改成本管理计划时未对施工组织设计进行细化分析和相应变化是不妥的。**施工组织设计是实现项目成本控制的核心内容之一，调整部分分项工程价格组成的依据除了合同价格之外，还应对相应施工方案细化分析，并进行必要变动。**

(2)问题 2

对于工(人)的管理包括，**本单位职工和劳务人员两个部分，应根据成本管理计划的不同要求要制定不同的责任制及考核指标；对于(材)料的管理应从源头抓起，从采购到材料进场，要办理严格手续，确保材料的质量、数量和供货日期；未经项目经理签认的单据无效。但对机(械)的管理特别是外租机械，要办理协议，明确单价，明确实际使用台班数，合理调度和调配，避免造成浪费，严格按实际发生的使用台班签认，并及时结算。**

(3)问题 3

原始记录应包括；施工人员的考勤表、计量验收单、材料进场和出库签认单、机械使用签认单。

1K420042　掌握施工成本目标控制的措施

本条文简要介绍项目施工成本目标(又称目标成本)控制原则以及可供借鉴的方法。

一、施工成本控制目标与原则

(一)施工成本目标控制目的

1.施工成本控制是企业经营管理的永恒主题，项目施工成本目标控制是项目部经理接受企业法人委托履约的重要指标之一。

2.施工项目成本控制是运用必要的技术与管理手段对直接成本和间接成本进行严格组织和监督的一个系统过程；其目的在于控制预算的变化，为项目部负责人管理提供与成本有关的用于决策的信息。

3.项目经理应对项目实施过程中所发生的各种费用支出，采取一系列的措施来进行严格的监督和控制，及时纠偏，总结经验，保证企业下达的施工成本目标的实现。

(二)施工成本目标控制应遵循的基本原则

1.成本最低原则

掌握施工成本最低化原则应注意降低成本的可能性和合理的成本最低化，既要挖掘各种降低成本的能力，使其可能成为现实；也要从实际出发，制定通过主观努力达到合理的最低成本水平。

2.全员成本原则

施工项目成本的全员，包括项目部负责人、各部室、各作业队等，成本控制全员参与，

人人有责；才能使工程成本自始至终置于有效的控制之下。

3.**目标分解原则**

应将项目施工成本的目标进行分解，分解责任到人、到位，分解目标到每个阶段和每项工作。

4.**动态控制原则**

又称过程控制原则，施工成本控制应随着工程进展的各个阶段连续进行，特别强调过程控制、检查目标的执行结果，评价目标和修正目标；发现成本偏差，及时调整纠正，形成目标管理的计划、实施、检查、处理循环，即 PDCA 循环。

5.**责、权、利相结合的原则**

在确定项目经理和各个岗位管理人员后，同时要确定其各自相应的责、权、利。”责”是指完成成本控制指标的责任；”权”是指责任承担者为了完成成本控制目标必须具备的权限；”利”是指根据成本控制目标完成情况给予责任承担者相应的奖惩。做好责、.权、利相结合，成本控制才能收到预期效果。三者和谐统一，缺一不可。

在施工过程中，项目部各部门、各作业班组在肩负成本控制责任的同时，享有成本控制的权利；项目经理要对各部门、各作业班组在成本控制的业绩进行定期的检查和考评，实行有奖有罚。关键是将目标落实到人。

二、施工成本目标控制主要依据

(一)工程承包合同

施工成本控制要以工程承包合同为依据，围绕降低施工成本目标，从预算收入和实际成本两方面，努力挖掘增收节支潜力，以求获得最大的经济效益。

(二)施工成本计划

施工成本计划是根据项目施工的具体情况制定的施工成本控制方案，既包括预定的具体成本控制目标，又包括实现控制目标的措施和规划，是施工成本控制的指导文件。

(三)进度报告

进度报告(详见 1K420073)提供了时限内工程实际完成量，施工成本实际支付情况等重要信息。施工成本控制工作就是通过实际情况与施工成本计划相比较，找出二者之间的差别，分析偏差产生的原因，从而采取措施加以改进。

(四)工程变更

在工程实施过程中，由于各方面的原因，工程变更是很难避免的。工程变更一般包括设计变更、进度计划变更、施工条件变更、技术规范与标准变更、施工顺序变更、工程数量变更等。一旦出现变更，工程量、工期、成本都将发生变化，从而使得施工成本控制变得复杂和困难。项目施工成本管理人员应通过对变更要求中各类数据的计算、分析，随时掌握变更情况，包括已发生工程量、将要发生工程量、工期是否拖延、支付情况等重要信息，判断变更以及变更可能带来的索赔额度等。

三、施工成本目标控制的方法

施工成本控制方法很多，而且有一定的随机性；市政公用工程大多采用施工图预算(详见 1K420021)控制成本支出。在施工成本目标控制中，**可按施工图预算实行“以收定支”，或者**

叫“量入为出”，是最有效的方法之一。

可供借鉴的具体方法如下：

(一)人工费的控制

假定预算定额规定的人工费单价为 13.80 元，合同规定人工费补贴为 20 元/工日，二者相加，人工费的预算收入为 33.80 元/工日。在这种情况下，项目部与施工队签订劳务合同时，应将人工费单价定在 30 元以下(辅工还可再低一些)，其余部分考虑用于定额外人工费和关键工序的奖励费。如此安排，人工费就不会超支，而且还留有余地，以备关键时的应急之用。

(二)材料费的控制

在实行按“量价分离”方法计算工程造价的条件下，水泥、钢材、木材等”三材”的价格随行就市，实行高进高出；地方材料的预算价格=基准价×(1+材差系数)。在对材料成本进行控制的过程中，首先要以上述预算价格来控制地方材料的采购成本，至于材料消耗数量的控制，则应通过“限额领料单”去落实。

由于材料市场价格变动频繁，往往会发生预算价格与市场价价差过大而使采购成本失去控制的情况。因此，材料管理人员有必要经常关注材料价格的变动，并积累系统的市场信息。企业有条件或有资金时，可购买一定数量的“期货”，以平衡项目间需求时差、价差。

(三)支架脚手架、模板等周转设备使用费的控制

施工图预算中的周转设备使用费=耗用数×市场价格，而实际发生的周转设备使用费=使用数×企业内部的租赁单价或摊销价。由于二者的计量基础和计价方法各不相同，只能以周转设备预算收费的总量来控制实际发生的周转设备使用费的总量。

(四)施工机械使用费的控制

施工图预算中的机械使用费=工程量×定额台班单价。由于施工的特殊性，实际的机械使用率不可能达到预算定额的取定水平；再加上预算定额所设定的施工机械原值和折旧率又有较大滞后性，因而使施工图预算的机械使用费往往小于实际发生的机械使用费，形成机械使用费超支。

由于上述原因，有些施工项目在取得发包方的谅解后，在工程合同中明确规定一定数额的机械费补贴。在这种情况下，就可以用施工图预算的机械使用费和增加的机械费补贴来控制机械费支出。

(五)构件加工费和分包工程费的控制

在市场经济体制下，木制成品、混凝土构件、金属构件和成型钢筋的加工，以及桩基础、土方、吊装、安装和专项工程的分包，都可能委托专业单位进行加工或施工，必须通过经济合同来明确双方的权利和义务。在签订这些经济合同时，特别要坚持”**以施工图预算控制合同金额”的原则，绝不容许合同金额超过施工图预算**。根据市政公用工程的资料分析测算，上述各种合同金额的总和约占全部工程造价的 55%～70%。由此可见将构件加工和分包工程的合同金额控制在施工图预算内，是十分重要的。

除了以施工图预算来控制成本支出外，还有以施工预算控制人力资源和物资资源的消耗、以应用成本与进度同步跟踪的方法控制分部分项工程成本等。

【案例 1K420042】

1.背景

某公司竞标承建××高速公路工程。开工后不久，由于沥青、玄武岩石料等材料的市场价格变动，在成本控制目标管理上，项目部面临预算价格与市场价格严重背离而使采购成本失去控制的局面。为此项目经理要求加强成本考核和索赔等项成本管理工作。

路基强夯处理工程包括挖方、填方、点夯、满夯。由于工程量无法准确确定，故施工合同规定：按施工图预算方式计价；承包方必须严格按照施工图及施工合同规定的内容及技术要求施工；工程量由计量工程师负责计量。

施工过程中，在进行到设计施工图所规定的处理范围边缘时，承包方在取得旁站监理工程师认可的情况下，将夯击范围适当扩大。施工完成后，承包方将扩大的工程量向计量工程师提出了计量支付的要求，遭到拒绝。在施工中，承包方根据监理工程师的指令就部分工程进行了变更。

在土方开挖时，正值南方梅雨季节，遇到了数天季节性的大雨，土壤含水量过大，无法进行强夯施工，耽误了部分工期。承包方就此提出了延长工期和补偿停工期间窝工损失的索赔。

2.问题

(1)施工项目部应如何应对采购成本失控局面？

(2)计量工程师拒绝承包方提出的超范围强夯的工程量的计量支付是否合理？为什么？

(3)工程变更部分的合同价款应根据什么原则确定？

(4)监理工程师是否应该受理承包方提出的延长工期和费用补偿的索赔？为什么？

3.参考答案

(1)问题 1

首先项目部材料管理人员必须密切注视市场材料价格的变动，以便使项目部及早采取必要对策；其次要用预算价格来控制玄武岩等地方材料的采购成本；对沥青材料，价格只能随行就市，或采取风险转移方式控制沥青混合料采购价格。当然如果企业有条件时，可购买一定数量的“期货”，以平衡施工项目间价差，减轻项目部风险压力。

(2)问题 2

计量工程师的拒绝是合理的。其理由：**第一，该部分的工程量超出了设计施工图的要求，即超出了合同规定的范围，不属于计量工程师计量的范围**。计量工程师无权处理合同以外的工程内容。**第二，监理工程师认可的是承包方保证工程质量的技术措施，一般在未办理正式手续，发包方未批准追加相应费用的情况下，技术措施费用应由承包方自行承担**。

(3)问题 3

变更价款按如下原则确定：

①合同中有适用于变更工程的价格(单价)，按已有价格计价。

②合同中只有类似变更工程的价格，可参照类似价格变更合同价款。

③合同中既无适用价格又无类似价格，由承包方提出适当的变更价格，计量工程师批准执行。这一批准的变更，应与承包方协商一致，否则将按合同纠纷处理。

(4)问题 4

雨期施工，有经验的承包方应能够预测到而且应该采取措施加以避免土壤含水过大，其责任在承包方；尽管有了实际损失，但是因此索赔不能成立，应予驳回。

1K420043　熟悉施工成本核算的应用

施工项目成本核算和成本分析是企业、项目部成本管理控制的基础，本条文仅介绍项目部的成本核算与分析。

一、项目施工成本核算

施工成本核算是按照规定的成本开支范围，对施工实际发生费用所做的总计；是对核算对象计算的施工的总成本和单位成本。成本核算是成本计划是否得到实现的检验，它对成本控制、成本分析和成本考核、降低成本、提高效益有重要的积极意义。

(一)项目施工成本核算的对象

施工成本核算的对象是指在计算工程成本中，确定、归集和分配产生费用的具体对象，即产生费用承担的客体。成本计算对象的确定，是设立工程成本明细分类账户、归集和分配产生费用以及正确计算工程成本的前提。

单位工程是合同签约、编制工程预算和工程成本计划、结算工程价款的计算单位。按照分批(订单)法原则，施工成本一般应以每一独立编制施工图预算的单位工程为成本核算对象，但也可以按照承包工程的规模、工期、结构类型，施工组织和施工现场等情况，综合成本管理要求，灵活划分成本核算对象。一般而盲，划分成本核算对象有以下几种。

1.一个单位工程由几个施工单位共同施工时，各施工单位都以同一单位工程为成本核算对象，各自核算自行完成的部分。

2.规模大、工期长的单位工程，可以将工程划分为若干部位.以分部位的工程作为成本核算对象。

3.同一建设项目，又由同一施工单位施工，并在同一施工地点，属同一结构类型，开竣工时间相近的若干单位工程，可以合并作为一个成本核算对象。’ 4.改建、扩建的零星工程，可以将开竣工时间相近，属于同一建设项目的各个单位工程合并作为一个成本核算对象。

5.土石方工程、桩基工程，可以根据实际情况和管理需要，以一个单项工程为成本核算对象，或将同一施工地点的若干个工程量较少的单项工程合并，作为一个成本核算对象。

(二)施工成本核算的内容

项目部在承建工程并收到设计图纸后，一方面要进行现场“三通一平”(北方谓之“七通一平”)等施工前期准备工作；另一方面，还要组织力量分头编制施工图预算、施工组织设计，降低成本计划和控制措施，最后将实际成本与预算成本、计划成本对比考核。

1.工程开工后记录各分项工程中消耗的人工费(内包人工费、外包人工费)、材料费(工程耗用的材料，根据限额领料单、退料单、报损报耗单、大宗材料耗用计算单等，由料具员按单位工程编制“材料耗用汇总表”均以计入成本)、周转材料费、机械台班数量及费用等，这是成本控制的基础工作。

2.本期内工程完成状况的量度。已完工程的量度比较简单，困难的是跨期的分项工程，即已开始尚未结束的分项工程。由于实际工程进度是作为成本花费所获得的已完产品，其量度的准确性直接关系到成本核算、成本分析和趋势预测(剩余成本估算)的准确性。在实际成本核

算时，对已开始但未完成的工作包，其已完成成本及已完成程度的客观估算比较困难，可以按照工作包中工序的完成进度计算。

3.工程工地(点)管理费及项目部管理费实际开支的汇总、核算和分摊。为了明确经济责任，分清成本费用的可控区域，正确合理地反映施工管理的经济效益，工地与项目部在管理费用上要分开核算。

4.对各分项工程以及总工程的各个项目费用核算及盈亏核算，提出工程成本核算报表。在上述的各项费用中，许多费用开支是经过分摊进入分项工程成本或工程总成本的，如周转材料费、工地管理费和项目管理费等。

工地管理费按本工程各分项工程直接费总成本分摊进入各个分项工程，有时周转材料和设备费用也必须采用分摊的方法核算。由于它是平均计算的，所以不能完全反映实际情况。其核算和经济指标的选取受人为的影响较大，常常会影响成本核算的准确性和成本评价的公正性。所以，对能直接核算到分项工程的费用应尽量采取直接核算的办法，尽可能减少分摊费用及分摊范围。

(三)项目施工成本核算的方法

1.**会计核算**

会计核算是依靠会计方法为主要手段，通过设置账户、复式记账、填制和审核凭证、登记账簿、成本计算、财产清查和编制会计报表等一系列有组织有系统的方法，来记录企业的一切生产经营活动，然后据以提出用货币来反映的有关综合性经济指标的一些数据。资产、负债、所有者权益、营业收入、成本、利润等会计六要素指标，主要是通过会计来核算。会计记录具有连续性、系统性、综合性等特点，所以它是施工成本分析的重要依据。

2.**业务核算**

业务核算是各业务部门根据业务工作的需要而建立的核算制度，它包括原始记录和计算登记记录。如单位工程及分部分项进度登记、质量登记、功效及定额计算登记、物质消耗定额记录、测试记录等。

业务核算的范围比会计、统计核算要广。会计和统计核算一般是对已经发生的经济活动进行核算，而业务核算，不但可以对已经发生的，还可以对尚未发生或正在的经济活动进行核算，看是否可以做，是否有经济效益。

3.**统计核算**

统计核算是利用会计核算资料和业务核算资料，把企业生产经营活动客观现状的大量数据，按统计方法加以系统整理，表明其规律性。

统计核算的计量尺度比会计核算的计量尺度宽，可以用货币计算，也可以用实物或劳动量计算。统计通过全面调查和抽样调查等特有的方法，不仅能提供绝对数指标，还能提供相对数和平均数指标，可以计算当前的实际水平，确定变动速度，还可以预测发展的趋势。统计核算除了主要研究大量的经济现象以外，也很重视个别先进事例与典型事例的研究。

施工成本核算通过会计核算、业务核算和统计核算的“三算”方法，获得成本的第一手资料，并将总成本和各个分成本进行实际值与计划目标值的相互对比，用以观察分析成本升降情况，同时作为考核的依据。

通过实际成本与预算成本的对比，考核施工成本的降低水平；通过实际成本与计划成本的对比，考核工程成本的管理水平。称之为二对比与二考核。

二、项目施工成本分析

施工成本分析，就是根据统计核算、业务核算和会计核算提供的资料，对成本形成过程和影响成本升降的因素进行分析，以寻求进一步降低成本的途径，包括成本中的有利偏差的挖掘和不利偏差的纠正；另一方面通过成本分析，可以透过账簿、报表反映的成本现象看到成本的实质，从而增强成本的透明度和可控性，为加强成本控制实现、成本目标创造条件。

(一)施工成本分析的任务

1.正确计算成本计划的执行结果，计算产生的差异；

2.找出产生差异的原因；

3.对成本计划的执行情况进行正确评价；

4.提出进一步降低成本的措施和方案。

(二)施工成本分析的内容

施工成本分析的内容一般包括三个方面。

1.按施工的进展进行的成本分析

包括：分部分项工程分析、月(季)度成本分析、年度成本分析、竣工成本分析。

2.按成本项目进行的成本分析

包括：人工费分析、材料费分析、机械使用费分析、其他直接费分析、间接成本分析。

3.针对特定问题和与成本有关事项的分析

包括：施工索赔分析、成本盈亏异常分析、工期成本分析、资金成本分析、技术组织措施节约效果分析、其他有利因素和不利因素对成本影响的分析。

(三)成本分析的方法

由于工程成本涉及的范围很广，需要分析的内容很多，应该在不同的情况下采取不同的分析方法。

1.比较法

比较法又称指标对比分析法，是通过技术经济指标的对比，检查目标的完成情况，分析产生差异的原因，进而挖掘内部潜力的方法。这种方法具有通俗易懂、简单易秆、便于掌握的特点，因而得到广泛的应用，但在应用时必须注意各项技术经济指标的可比性。比较法的应用形式有：将实际指标与目标指标对比；本期实际指标与上期实际指标对比；与本行业平均水平、先进水平对比。

2.因素分析法

因素分析法又称连锁置换法或连环替代法。可用这种方法分析各种因素对成本形成的影响程度。在进行分析时，首先要假定众多因素中的一个因素发生了变化，而其他因素则不变，然后逐个替换，并分别比较其计算结果，以确定各个因素变化对成本的影响程度。

3.差额计算法

差额计算法是因素分析法的一种简化形式，是利用各个因素的目标值与实际值的差额计算对成本的影响程度。

4.比率法

比率法是用两个以上指标的比例进行分析的方法。常用的比率法有相关比率、构成比率和动态比率三种。

【案例 1K420043】

1.背景

某公司中标承建一条城市道路工程，原设计是水泥混凝土路面，后因拆迁延期，严重影响工程进度，但建设方要求竣工通车日期不能更改。为满足竣工通车日期要求，建设方更改路面结构，将水泥混凝土路面改为沥青混合料路面。对这一重大变更，施工项目经理在成本管理方面拟采取如下应对措施：

(1)依据施工图，根据国家统一定额、取费标准编制施工图预算，然后依据施工图预算打八折，作为沥青混合料路面工程承包价与建设方签订补充合同；以施工图预算七折作为沥青混合料路面工程目标成本。

(2)要求工程技术人员的成本管理责任如下：质量成本降低额，合理化建议产生的降低成本额。

(3)要求材料人员控制好以下成本管理环节：①计量验收；②降低采购成本；◎限额领料；④及时供货；⑤减少资金占用；⑥旧料回收利用。

(4)要求测量人员按技术规程和设计文件要求，对路面宽度和高度实施精确测量控制。

2.问题

(1)对材料管理人员的成本管理责任要求是否全面？如果不全请补充。

(2)对工程技术人员成本管理责任要求是否全面？如果不全请补充。

(3)沥青路面工程承包价和目标成本的确定方法是否正确？原因是什么？

(4)请说明要求测量人员对路面宽度和高度实施精确测量控制与成本控制的关系。

3.参考答案

(1)问题 1

不全面，应补充：①材料采购和构件加工，要择优选择；②要减少采购过程中的管理损耗。

(2)问题 2

不全面，应补充：①根据现场实际情况，科学合理的布置施工现场平面，为文明施工、绿色施工创造条件，减少浪费；②严格执行技术安全方案，减少一般事故，消灭重大安全事故和质量事故，将事故成本减少到最低。

(3)问题 3

不对，因为：**①计算承包价时要根据必需的资料，依据招标文件、设计图纸、施工组织设计、市场价格、相关定额及计价方法进行仔细的计算；②计算目标成本(即计划成本)时要根据国家统一定额和企业的施工定额取费编制“施工图预算”。本工程计算承包价和目标成本均采取简单的打折计算不妥。**

(4)问题 4

项目经理要求测量人员对路面宽度和高度实施精确测量，一方面保证施工质量，另一方

面也是控制施工成本的措施。因为沥青混合料每层的配比不同，价格差较大；只有精确控制路面宽度、高度(实际上是每层厚度)，才能减少不应有的消耗和支出，严格按成本计划和成本目标控制成本。

1K420050　市政公用工程施工组织设计

1K420051　掌握施工组织设计编制注意事项

市政公用工程施工组织设计，是市政公用工程项目在投标、施工阶段必须提交的技术文件，本条文所指的施工组织设计系中标后组织实施阶段的施工组织设计。

一、基本规定

(一)市政公用工程项目的施工组织设计是市政公用工程施工项目管理的重要内容，应经现场踏勘、调研，且在施工前编制。大中型市政公用工程项目还应编制分部、分阶段的施工组织设计。

(二)施工组织设计必须经企业负责人批准，有变更时要及时办理变更审批。

(三)施工组织设计关于工期、进度、人员、材料设备的调度，施工工艺的水平，采用的各项技术安全措施等项的设计将直接影响工程的顺利实施和工程成本。要想保证工程施工的顺利进行，工程质量达到预期目标，降低工程成本，企业获得应有的利润，施工组织设计必须做到科学合理，技术先进，费用经济。

二、主要内容

(一)工程概况与特点

1.简要介绍拟建工程的名称、工程结构、规模、主要工程数量表；工程地理位置、地形地貌、工程地质、水文地质等情况；建设单位及监理机构、设计单位、质监站名称，合同开工日期和工期，合同价(中标价)。

2.分析工程特点、施工环境、工程建设条件。市政公用工程通常具有以下特点：多专业工程交错、综合施工，旧工程拆迁、新工程同时建设，与城市交通、市民生活相互干扰，工期短或有行政指令，施工用地紧张、用地狭小，施工流动性大等。这些特点决定了市政公用工程的施工组织设计必须对工程进行全面细致的调查、分析，以便在施工组织设计的每一个环节上，作出有针对性的、科学合理的设计安排，从而为实现工程项目的质量、安全、降耗和如期竣工目标奠定基础。

3.技术规范及检验标准。标书明确的工程所使用的规范(程)和质量检验评定标准，工程设计文件和图纸及作业指导书的编号。

(二)施工平面布置图

1.施工总平面布置图，应标明拟建工程平面位置、生产区、生活区、预制厂、材料厂位置；周围交通环境、环保要求，需要保护或注意的情况。

2.在有新旧工程交错以及维持社会交通的条件下，市政公用工程的施工平面布置图有明显的动态特性，即每一个较短的施工阶段之间，施工平面布置都是变化的。要能科学合理地组织好市政公用工程的施工，施工平面布置图应是动态的，即必须详细考虑好每一步的平面布置及其合理衔接。

(三)施工部署和管理体系

1.施工部署包括施工阶段的区划安排、施工流程(顺序)、进度计划，工力(种)、材料、机械设备、运输计划。施工进度计划用网络图或横道图表示，关键线路(工序)用粗线条(或双线)表示；必要时标明每日、每周或每月的施工强度。以分项工程划分并标明工程数量。施工流程(顺序)，一般应以流程图表示各分项工程的施工顺序和相关关系，必要时附以文字简要说明。工、料、机、运计划应以分项工程或月进行编制。

2.管理体系包括组织机构设置、项目经理、技术负责人、施工管理负责人及各部门主要负责人等岗位职责、工作程序等，要根据具体项目的工程特点，进行部署。

(四)施工方案及技术措施

1.施工方案是施工组织设计的核心部分，主要包括拟建工程的主要分项工程的施工方法、施工机具的选择、施工顺序的确定，还应包括季节性措施、四新技术措施以及结合工程特点和由施工组织设计安排的、工程需要所应采取的相应方法与技术措施等方面的内容。

2.重点叙述技术难度大、工种多、机械设备配合多、经验不足的工序和关键部位。常规的施工工序可简要说明。

(五)施工质量保证计划

1.明确工程质量目标，确定质量保证措施。根据工程实际情况，按分项工程项目分别制定质量保证技术措施，并配备工程所需的各类技术人员。

2.在多个专业工程综合进行时，工程质量常常会相互干扰，因而进行质量总目标和分项目标设计时，必须严密考虑工程的顺序和相应的技术措施。

3.对于工程的特殊部位或分项工程、分包工程的施工质量，应制定相应的监控措施。

4.主要内容与编写方法详见 1K4 20081。

(六)施工安全保证计划

1.明确安全施工管理的目标和管理体系，兑现合同约定和承诺。

2.风险源识别与防范，包括安全教育培训、安全检查机构、施工现场安全措施、施工人员安全措施。危险性较大分部分项工程施工专项方案、应急预案和安全技术操作规程(详见 1K420053)。

3.主要内容与编写方法详见 1K420142。

(七)文明施工、环保节能降耗保证计划以及辅助、配套的施工措施

1.市政公用工程常常处于城镇区域，具有与市民近距离相处的特殊性，因而必须在施工组织设计中详细安排好文明施工、安全生产施工和环境保护方面措施，把对社会、环境的干扰和不良影响降至最低程度。

2.主要内容与编写方法详见 1K420062。

三、编制方法与程序

(一)掌握设计意图和确认现场条件

编制施工组织设计应在现场踏勘，调研基础上，做好设计交底和图纸会审等技术准备工作后进行。

(二)计算工程量和计划施工进度

根据合同和定额资料，采用工程量清单中的工程量，准确计算劳动力和资源需要量；按照工期要求、工作面的情况、工程结构对分层分段的影响以及其他因索，决定劳动力和机械的具体需要量以及各工序的作业时间，合理组织分层分段流水作业，编制网络计划安排施工进度。

(三)确定施工方案

按照进度计划，需要研究确定主要分部、分项工程的施工方法(工艺)和施工机械的选择，制定整个单位工程的施工工程流程。具体安排施工顺序和划分流水作业段，设置围挡和疏导交通。

(四)计算各种资源的需要量和确定供应计划

依据采用的劳动定额和工程量及进度计划确定劳动量(以工日为单位)和每日的工人需要量。依据有关定额和工程量及进度计划，来计算确定材料和预制品的主要种类和数量及其供应计划。

(五)平衡劳动力、材料物资和施工机械的需要量并修正进度计划

根据对劳动力和材料物资的计算可以绘制出相应的曲线以检查其平衡状况。如果发现有过大的高峰或低谷，即应将进度计划做适当调整与修改，使其尽可能的趋于平衡，以便使劳动力的利用和物资的供应更为合理。

(六)绘制施工平面布置图

设计施工平面布置图，应使生产要素在空间上的位置合理、互不干扰，能加快施工速度。

(七)确定施工质量保证体系和组织保证措施

建立质量保障体系和控制流程，实行各质量管理制度及岗位责任制；落实质量管理组织机构，明确质量责任。确定重点、难点及技术复杂分部、分项工程质量的控制点和控制措施。

(八)确定施工安全保证体系和组织保证措施

建立安全施工组织，指定施工安全制度及岗位责任制、消防保卫措施、不安全因素监控措施、安全生产教育措施、安全技术措施。

(九)确定施工环境保护体系和组织保证措施

建立环境保护、文明施工的组织及责任制，针对环境要求和作业时限，制定落实技术措施。

(十)其他有关方面措施

视工程具体情况制定与各协作单位配合服务承诺、成品保护、工程交验后服务等措施。

【案例 1K420051】

1.背景

甲公司中标承担某市地铁工程 1 标段施工，并签了施工承包合同：该合同段主要包括 1.2km 长的双向两条平行区间隧道 C_1 和 C_2；隧道结构均为马蹄形断面，宽 5.6m，高 6.0m，采用喷锚暗挖法施工；隧道基本处在砂质黏土层，局部段落的拱部会遇到砂砾层，隧道上方有 Φ1800mm 污水干管一条，管顶埋深约 6m。为确保工期，甲公司决定将 C_1、C_2 两条隧道工程分别分包给乙和丙两个工程公司，并签了两个分包合同。

施工前，甲公司批准了项目部组织乙、丙两公司分别编制 C_1、C_2 隧道的施工组织设计和

安全保证计划，并组织施工。施工过程中 C_1 隧道顶部发生围岩坍塌，隧道上方的污水管折断，污水冲刷加重了塌方，造成严重事故。

2.问题

(1)甲公司将隧道工程分包给乙、丙公司的做法对吗？为什么？

(2)项目部组织乙、丙公司编制施工组织设计和安全保证计划存在什么问题？

(3)甲公司应对塌方事故负有有什么责任？

3.参考答案

(1)问题 1

甲公司将隧道 C_1、C_2 分包出去的做法是错的。因为：

①投标单位根据招标文件载明的项目实际情况，拟在中标后将中标项目的部分非主体、非关键工作进行分包的，应当在投标文件中载明。**中标文件明确是由甲公司承担该标段施工，所以甲公司在事后不能随意向外分包**；

②**项目的主体和关键性工作须自己完成，禁止分包给他人。隧道是地铁工程的主体工程、关键工程之一，因此分包给乙、丙两公司是不对的**。

(2)问题 2

甲公司项目部存在放弃施工管理问题。项目部应该对所承包工程编制完整的施工组织设计和整体的进度计划、安全计划、质量计划等，以便进行全面管理和控制。项目部却组织乙、丙两公司分别编制 C_1、C_2 隧道的施工组织设计和安全保证计划，在实质上是放弃了对隧道施工的整体管理。

(3)问题 3

履行分包合同时，承包方应当就承包项目向发包方负责；分包方就分包项目向承包方负责；因分包方过失给发包方造成损失，承包方承担连带责任。

1K420052　掌握施工方案确定的依据

施工方案是施工组织设计的核心部分。本条文简要介绍施工方案的主要内容及编制的基本要求。

一、制定施工方案原则

(一)制定切实可行的施工方案，首先必须从实际出发，一切要切合当前的实际情况，有实现的可能性。选定的方案在人力、物力、财力、技术上所提出的要求，应该是当前已具备条件或在一定的时期内有可能争取到，否则，任何方案都是不可取的。这就要求在制定方案之前，要深人细致地做好调查研究工作，掌握主客观情况，进行反复的分析比较，才能做到切实可行。

(二)施工期限满足规定要求，保证工程特别是重点工程按期或提前完成，迅速发挥投资的效益，有重大的经济意义。因此，施工方案必须保证在竣工时间上符合规定的要求，并争取提前完成，这就要在确定施工方案时，在施工组织上统筹安排，照顾均衡施工。在技术上尽可能运用先进的施工经验和技术，力争提高机械化和装配化的程度。

(三)确保工程质量和安全生产“质量第一，安全生产”。在制定方案时，要充分考虑到工程的质量和安全，在提出施工方案的同时，要提出保证工程质量和安全的技术组织措施，使

方案完全符合技术规范与安全规程的要求。如果方案不能确保工程质量与安全生产，其他方面再好也是不可取的。

(四)施工费用最低。施工方案在满足其他条件的同时，还必须使方案经济合理，以增加生产盈利，这就要求在制定方案时，尽量采用降低施工费用的一切有效措施，从人力、材料、机具和间接费等方面找出节约的因素，发掘节约的潜力，使工料消耗和施工费用降到最低程度。

以上几点是一个统一的整体，在制定施工方案时，应作通盘考虑。现代施工技术的进步，组织经验的积累，每个工程的施工，都有不同的方法来完成，存在着多种可能的方案，因此在确定施工方案时，要以上述几点作为衡量标准，经技术经济分析比较，全面权衡，选出最优方案。

二、施工方案主要内容

包括施工方法的确定、施工机具的选择、施工顺序的确定，还应包括季节性措施、四新技术措施以及结合市政公用工程特点和由施工组织设计安排的、工程需要所应采取的相应方法与技术措施等方面的内容。**重点分项工程、关键工序、季节施工还应制定专项施工方案**。

(一)施工方法

施工方法(工艺)是施工方案的核心内容，具有决定性作用。施工方法(工艺)一经确定，机具设备和材料的选择就只能以满足它的要求为基本依据，施工组织也是在这个基础上进行。

(二)施工机械

正确拟定施工方法和选择施工机械是合理组织施工的关键，二者又有相互紧密的关系。施工方法在技术上必须满足保证施工质量，提高劳动生产率，加快施工进度及充分利用机械的要求，做到技术上先进，经济上合理；而正确地选择施工机械能使施工方法更为先进、合理、经济。因此施工机械选择的好与坏很大程度上决定了施工方法的优劣。

(三)施工组织

施工组织是研究施工项目施工过程中各种资源合理组织的科学。施工项目是通过施工活动完成的。进行这种活动，需要有大量的各种各样的建筑材料、施工机械、机具和具有一定生产经验和劳动技能的劳动者，如特殊工种，并且要把这些资源按照施工技术规律与组织规律，以及设计文件的要求，在空间上按照一定的位置，在时间上按照先后顺序，在数量上按照不同的比例，将它们合理地组织起来，让劳动者在统一的指挥下行动，由不同的劳动者运用不同的机具以不同的方式对不同的建筑材料进行加工。

(四)施工顺序

施工顺序安排是编制施工方案的重要内容之一，施工顺序安排得好，可以加快施工进度，减少人工和机械的停歇时间，并能充分利用工作面，避免施工干扰，达到均衡、连续施工的目的，实现科学组织施工，做到不增加资源、加快工期、降低施工成本。

(五)现场平面布置

科学的布置现场可以减少材料二次搬运和频繁移动施工机械产生的现场搬运费用，从而节省开支。

(六)技术组织措施

技术组织是保证选择的施工方案实施的措施。它包括加快施工进度，保证工程质量和施工安全，降低施工成本的各种技术措施。如采用新材料、新工艺、先进技术，建立安全质量保证体系及责任制，编写工序作业指导书，实行标准化作业，采用网络技术编制施工进度等。

三、施工方案的确定

(一)施工方法选择的依据

正确地选择施工方法是确定施工方案的关键。各个施工过程均可采用多种施工方法进行施工，而每一种施工方法都有其各自的优势和使用的局限性。我们的任务就是从若干可行的施工方法中选择最可行、最经济的施工方法。选择施工方法的依据主要有以下几点。

1.**工程特点**，主要指工程项目的规模。构造、工艺要求、技术要求等方面。

2.**工期要求**，要明确本工程的总工期和各分部、分项工程的工期是属于紧迫、正常和充裕三种情况的哪一种。

3.**施工组织条件**，主要指气候等自然条件，施工单位的技术水平和管理水平，所需设备、材料、资金等供应的可能性。

4.**标书、合同书的要求**，主要指招标书或合同条件中对施工方法的要求。

5.**设计图纸主要指根据设计图纸的要求**，确定施工方法。

(二)施工方法的确定与机械选择的关系

施工方法一经确定，机械设备的选择就只能以满足其要求为基本依据，施工组织也只能在此基础上进行。但是，在现代化施工条件下，施工方法的确定，主要还是选择施工机械、机具的问题，这有时甚至成为最主要的问题。例如，顶管施工的工作坑，是选择冲抓式钻机还是旋转式钻机，钻机一旦确定，施工方法也就确定了。

确定施工方法，有时由于施工机具与材料等的限制，只能采用一种施工方法。可能此方案不一定是最佳的，但别无选择。这时就需要从这种方案出发，制定更好的施工顺序，以达到较好的经济性，弥补方案少而无选择余地的不足。

(三)施工机械的选择和优化

施工机械对施工工艺、施工方法有直接的影响，施工机械化是现代化大生产的显著标志，对加快建设速度、提高工程质量、保证施工安全、节约工程成本起着至关重要的作用。因此选择施工机械成为确定施工方案的一个重要内容，应主要考虑下列问题。

1.**在选用施工机械时，应尽量选用施工单位现有机械**，以减少资金的投入，充分发挥现有机械效率。若现有机械不能满足过程需要，则可考虑租赁或购买。

2.**机械类型应符合施工现场的条件**：施工现场的条件指施工现场的地质、地形、工程量大小和施工进度等，特别是工程量和施工进度计划，是合理选择机械的重要依据。一般说，为了保证施工进度和提高经济效益，工程量大应采用大型机械，工程量小则应采用中小型机械，但也不是绝对的。如一项大型土方工程，由于施工地区偏僻，道路、桥梁狭窄或载重量限制大型机械的通过，如果只是专门为了它的运输问题而修路、桥，显然是不经济的，因此应选用中型机械施工。

3.**在同一个工地上施工机械的种类和型号应尽可能少**：为了便于现场施工机械的管理及减少转移，对于工程量大的工程应采用专用机械；对于工程量小而分散的工程，则应尽量采

用多用途的施工机械。

4.要考虑所选**机械的运行成本是否经济**：施工机械的选择应以能否满足施工需要为目的，如本来土方量不大，却用了大型的土方机械，结果不到一周就完工了，进度虽然加快了，但大型机械的台班费、进出场的运输费、便道的修筑费以及折旧费等固定费用相当庞大，使运行费用过高超过缩短工期所创造的价值。

5.**施工机械的合理组合**：选择施工机械时要考虑各种机械的合理组合，这样才能使选择的施工机械充分发挥效益。**合理组合一是指主机与辅机在台数和生产能力上相互适应；二是指作业线上的各种机械相互配套的组合**。

6.选择施工机械时**应从全局出发统筹考虑**：全局出发就是不仅考虑本项工程，而且还要考虑所承担的同一现场或附近现场其他工程的施工机械的使用，这就是说，从局部考虑选择机械是不合理的，应从全局角度进行考虑。

(四)施工顺序的选择

施工顺序是指各个施工过程或分项工程之间施工的先后次序。施工顺序安排得好，可以加快施工进度，减少人工和机械的停歇时间，并能充分利用工作面，避免施工干扰，达到均衡、连续施工的目的。并能实现科学地组织施工，做到不增加资源，加快工期，降低施工成本。

(五)技术组织措施的设计

技术组织措施是施工企业为完成施工任务，保证工程工期，提高工程质量，降低工程成本，在技术上和组织上所采取的措施。企业应把编制技术组织措施作为提高技术水平、改善经营管理的重要工作认真抓好。通过编制技术组织措施，结合企业内部实际情况，很好地学习和推广同行业的先进技术和行之有效的组织管理经验。

【案例 1K420052】

1.背景

某公司中标承建给水管道，其中钢管 DN500mm，长 1077m；钢管 DN300mm，长 871m.共设闸井 17 座；管线沿城区二环路辅路敷设，与现况雨水、污水、供热管线交叉部位多；与社会交通相互干扰多。合同工期为 90d(日历日)，政府指令性工期 83d(日历日)。鉴于工期后门关死，施工项目部拿到图纸并踏勘完现场后就组织开工。

2.问题

(1)施工项目部组织开工做法是否正确？

(2)该工程施工方案应注意哪些关键环节？

(3)本工程施工需解决哪些主要问题？

3.参考答案

(1)问题 1

不正确。施工组织设计未经批准，是不应组织开工的。即便是工期紧迫，**正式开工要符合有关规定，包括施工组织设计按程序获得批准，开工前做技术交底和安全交底后，方可开工**。

(2)问题 2

本工程施工现场条件复杂、工期紧，且工程施工作业线长。分段多、勾头、甩头多，而且钢管焊接、防腐质量要求高。施工方案确定必须建立在摸清雨、污水、热力等管线标高、位置、走向基础上；悉心安排和处理下列主要环节：**①管线交叉施工方案与措施；②沟槽开挖方案，要考虑土方平衡、余土外运及搭设便桥方案，@管道敷设应采用流水作业方式，管道焊接和防腐尽量争取工厂化预制；④管道勾头和功能性试验方案；⑤施工组织基本原则：尽可能缩短现场作业时间，以减轻与社会交通矛盾的压力。**

(3)问题 3

本工程需解决的主要问题；

①**施工占地征用和地上构**(建)**物拆迁**；

②**验槽与地基处理**；

③**管线勾头和功能性试验**。

1K420053　熟悉专项方案编制与论证要求

本条文所指专项方案系指危险性较大的分部分项工程安全专项施工方案，是在编制施工组织设计的基础上，针对危险性较大的分部分项工程单独编制的专项施工方案。

一、超过一定规模的危险性较大的分部分项工程范围

住房和城乡建设部的建质【2009】 87 号文件颁布的《危险性较大的分部分项工程安全管理办法》(以下简称“办法”)规定：

(一)危险性较大的分部分项工程是指建筑工程在施工过程中存在的、可能导致作业人员群死群伤或造成重大不良社会影响的分部分项工程(详见”办法”附件一)。**施工单位应当在危险性较大的分部分项工程施工前编制专项方案；对于超过一定规模的危险性较大的分部分项工程，施工单位应当组织专家对专项方案进行论证。**

(二)需要专家论证的工程范围

1.深基坑工程

(1)开挖深度超过 5m(含 5m)的基坑(槽)的土方开挖、支护、降水工程；

(2)开挖深度虽未超过 5m，但地质条件、周围环境和地下管线复杂，或影响毗邻建筑(构筑)物安全的基坑(槽)的土方开挖、支护、降水工程。

2.模板工程及支撑体系

(1)工具式模板工程；包括滑模、爬模、飞模工程。

(2)**混凝土模板支撑工程：搭设高度 8m 及以上；搭设跨度 18m 及以上**；施工总荷载 15kN/m^2 及以上；集中线荷载 20kN/m 及以上。

(3)**承重支撑体系：用于钢结构安装等满堂支撑体系，承受单点集中荷载 700kg 以上。**

3.起重吊装及安装拆卸工程

(1)**采用非常规起重设备、方法，且单件起吊重量在 100kN 及以上的起重吊装工程。**

(2)**起重量 300kN 及以上的起重设备安装工程**；高度 200m 及以上内爬起重设备的拆除工程。

4.脚手架工程

(1)**搭设高度 50m 及以上落地式钢管脚手架工程。**

(2)提升高度 150m 及以上附着式整体和分片提升脚手架工程。

(3)架体高度 20m 及以上悬挑式脚手架工程。

5.拆除、爆破工程

(1)采用爆破拆除的工程。

(2)码头、桥梁、高架、烟囱、水塔或拆除中容易引起有毒有害气(液)体或粉尘扩散。

(3)易燃易爆事故发生的特殊建、构筑物的拆除工程。

(4)可能影响行人、交通、电力设施、通信设施或其他建、构筑物安全的拆除工程。

(5)文物保护建筑、优秀历史建筑或历史文化风貌区控制范围的拆除工程。

6.其他

(1)施工高度 50m 及以上的建筑幕墙安装工程。

(2)跨度大于 36m 及以上的钢结构安装工程；跨度大于 60m 及以上的网架和索膜结构安装工程。

(3)开挖深度超过 16m 的人工挖孔桩工程。

(4)地下暗挖工程、顶管工程、水下作业工程。

(5)采用新技术、新工艺、新材料、新设备及尚无相关技术标准的危险性较大的分部分项工程。

【2011】: 28、需专家论证的工程有（P277ABD）管理

A.5m 基坑工程 B.滑模 C.人工挖孔桩 12m D.顶管工程 E.250kN 常规起吊

二、专项方案编制

(一)实行施工总承包的，**专项方案应当由施工总承包单位组织编制。其中，起重机械安装拆卸工程、深基坑工程、附着式升降脚手架等专业工程实行分包的，其专项方案可由专业承包单位组织编制**。

(二)专项方案编制应当包括以下内容：

1.**工程概况**：危险性较大的分部分项工程概况、施工平面布置、施工要求和技术保证条件。

2.**编制依据**：相关法律、法规、规范性文件、标准、规范及图纸(国标图集)、施工组织设计等。

3.**施工计划**：包括施工进度计划、材料与设备计划。

4.**施工工艺技术**：技术参数、工艺流程、施工方法、检查验收等。

5.**施工安全保证措施**：组织保障、技术措施、应急预案、监测监控等。

6.劳动力计划：专职安全生产管理人员、特种作业人员等。

7.计算书及相关图纸。

三、专项方案的专家论证

(一)应出席论证会人员

1.专家组成员；

2.建设单位项目负责人或技术负责人；

3.监理单位项目总监理工程师及相关人员；

4.施工单位分管安全的负责人、技术负责人，项目负责人、项目技术负责人、专项方案

编制人员、项目专职安全生产管理人员；

5.勘察、设计单位项目技术负责人及相关人员。

(二)专家组成员应当由 5 名及以上符合相关专业要求的专家组成。本项目参建各方的人员不得以专家身份参加专家论证会。专家组对专项施工方案审查论证时，须察看施工现场，并听取施工、监理等人员对施工方案、现场施工等情况的介绍。

(三)专家论证的主要内容：

1.**专项方案内容是否完整、可行**；

2.**专项方案计算书和验算依据是否符合有关标准规范**；

3.**安全施工的基本条件是否满足现场实际情况**。

(四)专项方案经论证后，专家组应当提交论证报告，对论证的内容提出明确的意见，并在论证报告上签字。该报告作为专项方案修改完善的指导意见。

四、专项方案实施

(一)施工单位应当根据论证报告修改完善专项方案，并经施工单位技术负责人、项目总监理工程师、建设单位项目负责人签字后，方可组织实施。实行施工总承包的，应当由施工总承包单位、相关专业承包单位技术负责人签字。

(二)施工单位应当严格按照专项方案组织施工，不得擅自修改、调整专项方案。

(三)专项方案经论证后需做重大修改的，施工单位应当按照论证报告修改，并重新组织专家进行论证。如因设计、结构、外部环境等因素发生变化确需修改的，修改后的专项方案应当按“办法”第八条规定重新审核，并应当重新组织专家进行论证。

【案例 1K420053】

1.背景

A 公司中标某市暗挖地铁车站后折返线工程，区间隧道全长 800m，沿线地下敷设有上水、雨污水、电信、电力、路灯线及燃气等管线，地下障碍物较多，地面分布有民房、道路和电线杆等建筑物。折返线为大断面暗挖法施工隧道，通过围岩为第四纪沉积的卵石④层，卵石、圆砾$④_1$层，细砂、粉砂$④_3$层及粉土$④_4$层；顶板埋深约 8～12m；除浅层滞水外，无地下水；开挖宽度分别约 14.5m 和 13.1m。

施工前，A 公司批准了项目部施工组织设计及安全保证计划等文件，并组织了危险性较大分项工程专家论证。专家建议：①对隧道顶部土层进行超前地面注浆加固措施，防止发生围岩坍塌；②对隧道上方运行近 20 年的刚性接口污水管进行衬管保护措施和加强监测量控措施。专项方案经 A 公司主管部门负责人签批前组织实施；由于地面交通和其他因素，未能完全采纳专家建议的上述措施。施工过程中出现污水管泄露，造成路面塌方严重事故。

2.问题

(1)本工程关于专项方案审批做法对吗？为什么？

(2)请指出项目部实施专项方案存在什么问题？

(3)就本工程情况，暗挖大断面隧道施工应采取主要的技术措施？

3.参考答案

(1)问题 1

不对。因为依据有关规定 A 公司**作为施工单位应当根据论证意见修改和完善专项方案，经 A 公司技术负责人签批前还应经项目总监理工程师(建设单位项目负责人)签字，方可组织实施**。

(2)问题 2

主要存在问题：①施工项目部应当严格按照专项方案组织施工，不得擅自修改、调整专项方案。②如工程具体问题发生变化，需要作出修改的，应当按照论证报告(意见)修改，并重新征得专家认可。就本工程情况应当重新组织专家进行论证。

(3)问题 3

就背景材料介绍，本工程大断面隧道施工风险应属于一级。应采取以下主要安全保证措施：

①**超前地表深层注浆加固和洞内超前小导管注浆加固措施**。

②隧道断面(跨度)较大，围岩条件稳定性差，地表沉陷要求严格，应**慎重选择开挖工艺**。选择单侧壁导坑法难以控制围岩变形，应采用双侧壁导坑法采用双侧壁导坑法又称眼镜工法施工。

③**水、气等管线必须采取严密的保护措施**，特别是污水管线，刚性接口如产生 1mm 裂缝，就可致使管道泄露，必须采取衬管或导管保护性措施。

④**施工监测方案**应作为施工组织设计重要部分掌控，并宜委托专业单位承担。

⑤应有针对隧道顶部浅层滞水，特别是背景介绍的污水管道周围存在的”水囊”的应急措施，如插板等措施。

1K420054　熟悉交通导行方案设计要点

市政公用工程施工通常需要临时占用城市道路、绿地或其他公用设施，交通导行方案是市政公用工程施工组织设计的重要组成部分，也是施工现场管理的重要任务之一。本条文简要介绍交通导行方案设计和实施要点。

一、现况交通调查

(一)现况交通调查是制定科学合理的交通疏导方案的前提，项目部应根据施工设计图纸及施工部署，调查现场及周围的交通车行量及高峰期，预测高峰流量，研究设计占路范围、期限及围挡瞽示布置。

(二)应对现场居民出行路线进行核查，并结合规划围挡的设计，划定临时用地范围、施工区、办公区等出口位置，应减少施工车辆与社会车辆交叉；以避免出现交通拥堵。

(三)应对预计设置临时施工便线、便桥位置进行实地详勘，以便尽可能利用现况条件。

二、交通导行方案设计原则

(一)施工期间交通导行方案设计是施工组织设计的重要组成部分，必须**周密考虑各种因素，满足社会交通流量，保证高峰期的需求，选取最佳方案并制定有效的保护措施**。

(二)交通导行方案要有利于施工组织和管理确保车辆行人安全顺利通过施工区域；且使施工对人民群众、社会经济生活的影响降到最低。

(三)交通导行应纳入施工现场管理，交通导行应根据不同的施工阶段设计交通导行方案。

(四)交通导行图应与现场平面布置图协调一致。

(五)采取不同的组织方式，保证交通流量、高峰期的需要。

三、交通导行方案实施

(一)获得交通管理和道路管理部门的批准后组织实施

1.占用慢行道和便道要获得交通管理和道路管理部门的批准，按照获准的交通疏导方案修建临时施工便线、便桥。

2.按照施工组织设计设置围挡，严格控制临时占路范围和时间，确保车辆行人安全顺利通过施工区域。

3.按照有关规定设置临时交通导行标志，设置、路障、隔离设施。

4.组建现场人员协助交通管理部门组织交通。

(二)交通导行措施

1.严格划分警告区、上游过渡区、缓冲区、作业区、下游过渡区、终止区范围。

2.统一设置各种交通标志、隔离设施、夜间警示信号。

3.严格控制临时占路时间和范围。

4.对作业工人进行安全教育、培训、考核，并应与作业队签订《施工交通安全责任合同》。

5.依据现场变化，及时引导交通车辆，为行人提供方便。

(三)保证措施

1.施工现场按照施工方案，在主要道路交通路口设专职交通疏导员，积极协助交通民警搞好施工和社会交通的疏导工作；减少由于施工造成的交通堵塞现象。

2.沿街居民出入口要设置足够的照明装置，必要处搭设便桥，为保证居民出行和夜间施工创造必要的条件。

【案例 1K420054】

1.背景

某公司中标城市主干道路面大修工程，工程内容主要是旧路面铣刨，对沉陷、翻浆处局部挖补和整体罩面。路罩面结构为 30mmSMA-13 和 60mmAC-20。施工项目部依据获准的施工组织设计，封闭半幅路施工。设置围挡；另外半幅路维持社会交通。由于交通高峰期车辆拥挤，施工中国挡被交通警强令部分拆除，施工受到一定程度干扰。罩面沥青路面施工正值无雨秋季，施工质量检验评定合格，只是弯沉值数据离散性大。开放后交通后翌年春季，巡查发现路面局部出现沉陷，甚至有翻浆现象；施工记录表明这些病害正是发生在围挡拆除部位。施工项目部召开了病害原因分析会，并决定进行局部路段返工返修；但对单独承担返修费用提出异议。

2.问题

(1)试分析新大修路面病害原因主要有哪些？

(2)施工项目部应承担什么责任？

(3)局部病害处理返修层赞用应如何解决？

(4)该道路大修工程竣工验收应注意事项？

3.参考答案

(1)问题 1

施工记录显示：未受到施工干扰的路面未出现病害，由此可以**推断施工受到干扰是路面病害主要成因**。但是施工质量检验评定结果表明，弯沉值数据离散性大，说明路面结构不均匀；既然路面结构不均匀，那么选择路面铣刨、局部挖补和整体罩面的**道路大修方案就可能存在选择不当问题**。

(2)问题 2

围挡被强令拆除，其直接原因是交通拥挤造成的，说明施工组织设计存在问题：**其一是交通导行方案没有满足高峰期交通需求，究其原因是交通流量调查不够、预测不充分；其二是现场交通导行应与交通管理部门协调**，采取适当拓宽现有的半幅路以满足社会正常交通，否则应采取必要的交通分流。此外，大修挖补在设计上通常仅给出技术要求，但在挖补处和挖补范围确定要靠施工人员正确把握和监理人员的监督；**所以从速个角度讲，而施工单位承担主要责任**。

(3)问题 3

既然分析表明施工单位要负主要责任，且道路处在质量保修期内，**那么返修费用也应主要由施工单位承担**。

(4)问题 4

该道路大修工程竣工验收时应注意：**对局部返修返工路段的施工质量应重新、严格验收；且应推迟整体工程竣工验收**。

1K420060　市政公用工程施工现场管理

1K420061　掌握施工现场布置与管理要点

本条文所指的施工现场管理仅限于施工现场平面布置、场容场貌管理等内容。

一、施工现场的平面布置与划分

(一)基本要求

1.在施工用地范围内，将各项生产、生活设施及其他辅助设施进行规划和布置，满足组织设计及维持社会交通要求。

2.市政公用工程的施工平面布置图有明显的**动态特性**，必须详细考虑好每一步的平面布置及其合理衔接；科学合理的规划，绘制出施工现场平面布置图。

3.工程施工阶段按照施工总平面图要求，**设置道路、组织排水、搭建临时设施、堆放物料和停放机械设备等**。

(二)总平面图设计依据

1.现场勘查、信息收集、分析数据资料；工程所在地区的原始资料，包括建设、勘察、设计单位提供的资料，工程所在地区的自然条件及技术、经济条件。

2.经批准的工程项目施工组织设计、交通疏导(方案)图、施工总进度计划。

3.现有和拟建工程的具体位置、相互关系及净距离尺寸。

4.各种工程材料、构件、半成品，施工机械和运输工具等资源需要计划。

5.建设单位可提供房屋和其他设施。

6.批准的临时占路和用地等文件。

(三)总平面布置原则

1.满足施工进度、方法、工艺流程及施工组织的需求，平面布置合理、紧凑，尽可能减少施工用地。

2.合理组织运输，保证场内道路畅通，运输方便，各种材料能按计划分期分批进场，避免二次搬运，充分利用场地。

3.因地制宜划分施工区域的和临时占用场地，且应满足施工流程的要求，减少各工种之间的干扰。

4.在保证施工顺利进行的条件下，降低工程成本，可能减少临时设施搭设，尽可能利用施工现场附近的原有建筑物作为施工临时设施。

5.施工现场临时设施的布置，应方便生产和生活，办公用房靠近施工现场，福利设施应在生活区范围之内。

6.施工平面布置应符合主管部门相关规定和建设单位安全保卫、消防、环境保护的要求。

(四)平面布置的内容

1.施工图上一切地上、地下建筑物、构筑物以及其他设施的平面位置。

2.给水、排水、供电管线等临时位置。

3.生产、生活临时区域及和仓库、材料构件、机械设备堆放位置。

4.现场运输通道、便桥及安全消防措施。

5.环保、绿化区域位置。

6.围墙(挡)与入口位置。

二、施工现场封闭管理

(一)未封闭管理施工现场的作业条件差，不安全因素多，在作业过程中既容易伤害作业人员，也容易伤害现场以外的人员。因此，施工现场必须实施**封闭式管理**，将施工现场与外界隔离，**同时保护环境、美化市容**。

(二)围挡(墙)

1.施工现场围挡(墙)**应沿工地四周连续设置，不得留有缺口**，并根据地质、气候、围挡(墙)材料进行设计与计算，确保围挡(墙)的稳定性、安全性。

2.围挡的用材应坚固、稳定、整洁、美观，**宜选用砌体、金属材板等硬质材料，不宜使用彩布条、竹笆或安全网等**。

3.施工现场的**围挡一般应高于 1.8m，在市区内应高于 2.1m**，且应符合当地主管部门有关规定。

4.禁止在围挡内侧堆放泥土、砂石等散状材料以及架管、模板等。

5.雨后、大风后以及春融季节应当检查围挡的稳定性，发现问题及时处理。

(三)大门和出入口

1.施工现场应当有固定的出入口，出入口处应设置大门。

2.施工现场的大门应牢固美观，大门上应标有企业名称或企业标识。

3.出入口处应当设置专职门卫保卫人员，制定门卫管理制度及交接班记录制度。

4.施工现场的进口处应有整齐明显的”五牌一图”。

(1)**五牌：工程概况牌、管理人员名单及监督电话牌、消防保卫牌、安全生产(无重大事故)牌、文明施工牌**；工程概况牌内容一般应写明工程名称、面积、层数、建设单位、设计单位、施工单位、监理单位、开竣工日期、项目负责人(经理)以及联系电话。

(2)**一图：施工现场总平面图**。可根据情况再增加其他牌图，如工程效果图、项目部组织机构及主要管理人员名单图等。

5.标牌是施工现场重要标志的一项内容，所以不但内容应有针对性，同时标牌制作、挂设也应规范整齐、美观，字体工整。

(四)警示标牌布置与悬挂

1.施工现场应当根据工程特点及施工的不同阶段，有针对性地设置、悬挂安全警示标志。**在施工现场的危险部位和有关设备、设施上设置安全警示标志**，是为了提醒、警示进入施工现场的管理人员、作业人员和有关人员，要时刻认识到所处环境的危险性，随时保持清醒和警惕，避免事故发生。

2.根据国家有关规定，**施工现场人口处、施工起重机械、临时用电设施、脚手架、出入通道口、楼梯口、电梯井口、孔洞口、桥梁口、隧道口、基坑边沿、爆破物及有害危险气体和液体存放处等属于危险部位，应当设置明显的安全警示标志**。

3.安全警示标志的类型、数量应当根据危险部位的性质不同，设置不同的安全警示标志。如：在爆破物及有害危险气体和液体存放处设置禁止烟火、禁止吸烟等禁止标志；在施工机具旁设置当心触电、当心伤手等警告标志；在施工现场人口处设置必须戴安全帽等指令标志；在通道口处设置安全通道等指示标志，在施工　现场的沟、坎、深摹坑等处’夜间要设红灯示警。

4.安全标志设置后应当进行统计记录，并填写施工现场安全标志登记表。

三、施工现场场地与道路

(一)现场的场地

1.现场的场地应当整平，清除障碍物，无坑洼和凹凸不平，雨季不积水，暖季应适当绿化。

2.施工现场应具有良好的排水系统，设置排水沟及沉淀池，**现场废水不得直接排人市政污水管网和河流**。

3.现场存放的化学品等应设有专门的库房，地面应进行防渗漏处理。地面应当经常洒水，对粉尘源进行覆盖遮挡。

(二)施工现场的道路要求

1.施工现场的道路应畅通，应当有循环于道，满足运输、消防要求。

2.主干道应当平整坚实，且有排水措施，硬化材料可以采用混凝土、预制块或用石屑、焦渣、砂头等压实整平，保证不沉陷，不扬尘，防止泥土带人市政道路。

3.**道路应当中间起拱，两侧设排水设施，主干道宽度不宜小于 3.5m**，载重汽车转弯半径不宜小于 15m，如因条件限制，应当采取措施。

4.道路的布置要与现场的材料、构件、仓库等堆场、吊车位置相协调、配合。

5.施工现场主要道路应尽可能利用永久性道路，或先建好永久性道路的路基，在主体工程结束之前再铺路面。

四、临时设施搭设与管理

(一)临时设施的种类

1.**办公设施**，包括办公室、会议室、保卫传达室。

2.**生活设施**，包括宿舍、食堂、厕所、淋浴室、阅览娱乐室、卫生保健室。

3.**生产设施**，包括材料仓库、防护棚、加工棚(站、厂，如混凝土搅拌站、砂浆搅拌站、木材加工厂、钢筋加工厂、机械维修厂等)、操作棚。

4.**辅助设施**，包括道路、现场排水设施、围墙、大门等。

(二)临时设施的搭设与管理

1.办公室

施工现场应设置办公室，办公室内布局应合理，文件资料宜归类存放，并应保持室内清洁卫生。

2.职工宿舍

(1)宿舍应当选择在通风、干燥的位置，防止雨水、污水流入；**不得在尚未竣工建筑物内设置员工集体宿舍**。

(2)宿舍必须设置可开启式窗户，设置外开门；宿舍内应保证有必要的生活空间，**室内净高不得小于 2. 4m**，通道宽度不得**小于 0.9m**，**每间宿舍居住人员不应超过 8 人**。

(3)宿舍内的单人铺不得超过 2 层，严禁使用通铺，床铺应高于地面 0.3m，人均床铺面积不得小于 1.9m×0.9m.床铺间距不得小于 0.3m。

(4)宿舍内应设置生活用品专柜，有条件的宿舍宜设置生活用品储藏室；宿舍内严禁存放施工材料、施工机具和其他杂物；宿舍周围应当搞好环境卫生，应设置垃圾桶、鞋柜或鞋架，生活区内应为作业人员提供晾晒衣物的场地，房屋外应道路平整，晚间有充足的照明。

(5)寒冷地区冬季宿舍应有保暖措施、防煤气中毒措施，火炉应当统一设置、管理，炎热季节应有消暑和防蚊虫叮咬措施。

(6)应当制定宿舍管理使用责任制，轮流负责卫生和使用管理或安排专人管理。

3.食堂

(1)食堂应当选择在通风、干燥的位置，防止雨水、污水流入，应当保持环境卫生，远离厕所、垃圾站、有毒有害场所等污染源的地方，装修材料必须符合环保、消防要求。

(2)食堂应设置独立的制作间、储藏间；食堂应配备必要的排风设施和冷藏设施，安装纱门纱窗，室内不得有蚊蝇，门下方应设不低于 0.2m 的防鼠挡板；食堂的燃气罐应单独设置存放间，存放间应通风良好并严禁存放其他物品。

(3)食堂制作间灶台及其周边应贴瓷砖，瓷砖的高度不宜小于 1.5m；地面应做硬化和防滑处理，按规定设置污水排放设施。

(4)食堂制作间的刀、盆、案板等炊具必须生熟分开，食品必须有遮盖，遮盖物品应有正反面标识，炊具宜存放在封闭的橱柜内。

(5)食堂内应有存放各种佐料和副食的密闭器皿，并应有标识，粮食存放台距墙和地面应大于 0.2m，

(6)食堂外应设置密闭式泔水桶，并应及时清运，保持清洁；应当制定并在食堂张挂食堂

卫生责任制，责任落实到人，加强管理。

4.厕所

(1)厕所大小应根据施工现场作业人员的数量设置。

(2)施工现场应设置水冲式或移动式厕所，厕所地面应硬化，门窗齐全。蹲坑间宜设置隔板，隔板高度不宜低于 0.9m。

(3)厕所应设专人负责，定时进行清扫、冲刷、消毒，防止蚊蝇孳生。

5.仓库

(1)仓库的面积应通过计算确定，根据各个施工阶段的需要的先后进行布置；水泥仓库应当选择地势较高、排水方便、靠近搅拌机的地方。

(2)仓库内各种工具器件物品应分类集中放置，设置标牌，标明规格型号。

(3)易燃易爆仓库的布置应当符合防火、防爆安全距离要求；易燃、易爆和剧毒物品不得与其他物品混放，并建立严格的进出库制度，由专人管理。

(三)材料堆放与库存

1.一般要求

(1)由于城区施工场地受到严格控制，项目部合理组织材料的进场，减少现场材料的堆放量，减少场地和仓库面积。

(2)对已进场的各种材料、机械设备，严格按照施工总平面布置图位置码放整齐。

(3)停放到位，且便于运输和装卸，应减少二次搬运。

(4)地势较高、坚实、平坦、回填土应分层夯实，要有排水措施，符合安全、防火的要求。

(5)各种材料应当按照品种、规格堆放，并设明显标牌，标明名称、规格和产地等。

(6)施工过程中做到”**活完、料净、脚下清**”。

2.主要材料半成品的堆放

(1)大型工具，应当一头见齐。

(2)钢筋应当堆放整齐，用方木垫起，不宜放在潮湿和暴露在外。

(3)**砖应丁码成方垛，不准超高并距沟槽坑边不小于 0.5m，防止坍塌**。

(4)砂应堆成方，石子应当按不同粒径规格分别堆放成方。

(5)**各种模板应当按规格分类堆放整齐，地面应平整坚实，叠放高度一般不宜超高 1. 6m**；大模板存放应放在经专门设计的存架上，应当采用两块大模板面对面存放，当存放在施工楼层上时，应当满足自稳角度并有可靠的防倾倒措施。

(6)混凝土构件堆放场地应坚实、平整，按规格、型号堆放，垫木位置要正确，多层构件的垫木要上下对齐，垛位不准超高；混凝土墙板宜设插放架，插放架要焊接或绑扎牢固，防止倒塌。

3.场地清理

作业区内，要做到工完场地清，拆模时应当随拆随清理运走，不能马上运走的应码放整齐。

五、施工现场的卫生管理

1.卫生保健

(1)施工现场应设置保健卫生室，配备保健药箱、常用药及绷带、止血带、颈托、担架等急救器材，小型工程可以用办公用房兼做保健卫生室。

(2)施工现场应当配备兼职或专职急救人员，处理伤员和职工保健，对生活卫生进行监督和定期检查食堂、饮食等卫生情况。

(3)要利用板报等形式向职工介绍防病的知识和方法，做好对职工卫生防病的宣传教育工作，针对季节性流行病、传染病等。

(4)当施工现场作业人员发生法定传染病、食物中毒、急性职业中毒时，必须在 2h 内向事故发生所在地建设行政主管部门和卫生防疫部门报告，并应积极配合调查处理。

(5)现场施工人员患有法定的传染病或病源携带者时，-应及时进行隔离，并由卫生防疫部门进行处置。

(6)办公区和生活区应设专职或兼职保洁员，负责卫生清扫和保洁，应有灭鼠、蚊、蝇、蟑螂等措施，并应定期投放和喷洒药物。

2.食堂卫生

(1)**食堂必须有卫生许可证**。

(2)**炊事人员必须持有身体健康证**，上岗应穿戴洁净的工作服、工作帽和口罩，并应保持个人卫生。

(3)炊具、餐具和饮水器具必须及时清洗消毒。

(4)必须加强食品、原料的进货管理，做好进货登记，严禁购买无照、无证商贩经营的食品和原料，施工现场的食堂严禁出售变质食品。

【案例 1K420061】

1.背景

某公司中标承建开发区新建主干路含雨水管道工程，新建主干路全长 1.85km，与现况外环(原有路)垂直相接，为已初具规模的开发区打通通向市区的交通(如图 1K420061.1 所示)。该路段现况系碎石土路，主要是运输物资汽车通行。新建雨水管采用柔性接口钢筋混凝土管，管径 DN400～DN800，位于路中，沿路敷设，管顶最小埋深 3m，管道基础采用碎石料换填(300mm)处理。现况路南是已建居民区，距丁字路口处为某中学，建有围墙；现况路北现况为待拆移的散落平房和新建小区；距丁字路口有一段绿地。

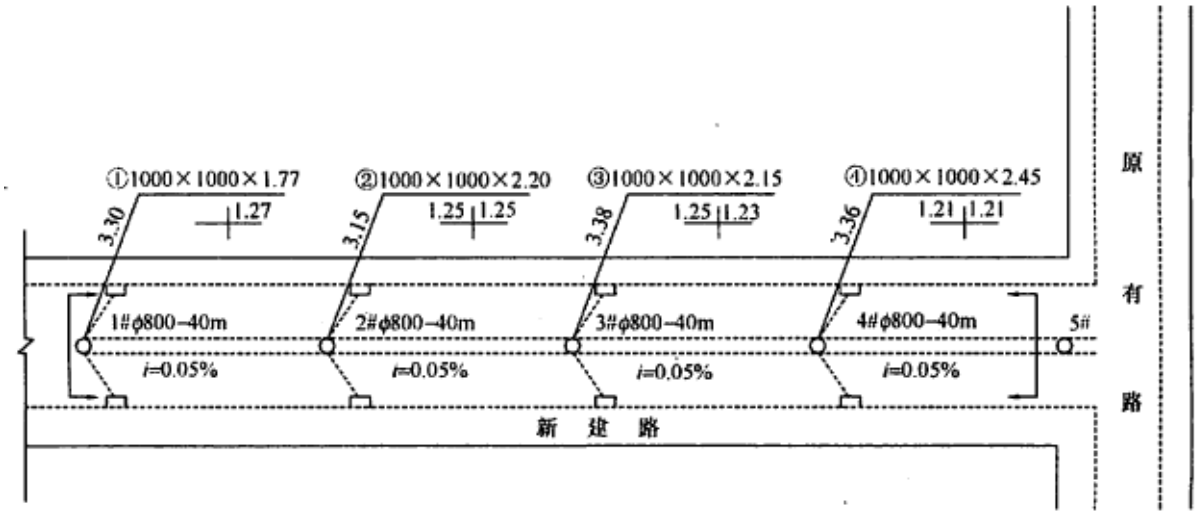


图 1K420061-1

2.问题

(1)设计施工现场平面布置图。

(2)选择雨水管道施工方法和作业方式。

(3)设计施工现场临时道路和主要施工材料存放方式。

3.参考答案

(1)问题 1

施工项目部编制的施工组织设计提供的现场平面布置图如图 1K420061.2 所示。临设区、办公区、拌合场布置在丁字路口现况土路北绿地；主要考虑现况交通影响和对初具规模开发区的环境影响。施工现场，管道工程时适采用宜全封闭围挡，道路结构层施工可考虑半幅施工围挡。

(2)问题 2

从管道设计图和现场条件来看，采用开挖沟槽管道，且宜采用机械施工。管道为柔性接口钢筋混凝土管，基础为换填处理方式，宜采用快速施工工艺；顶埋设深度最小为 3m，按有关规定，深度在 3.0m 以上沟槽应采用桩撑方式；综上分析，管道工程适宜组织流水作业方式，在考虑技术性间隔时间基础上确定流水步距。

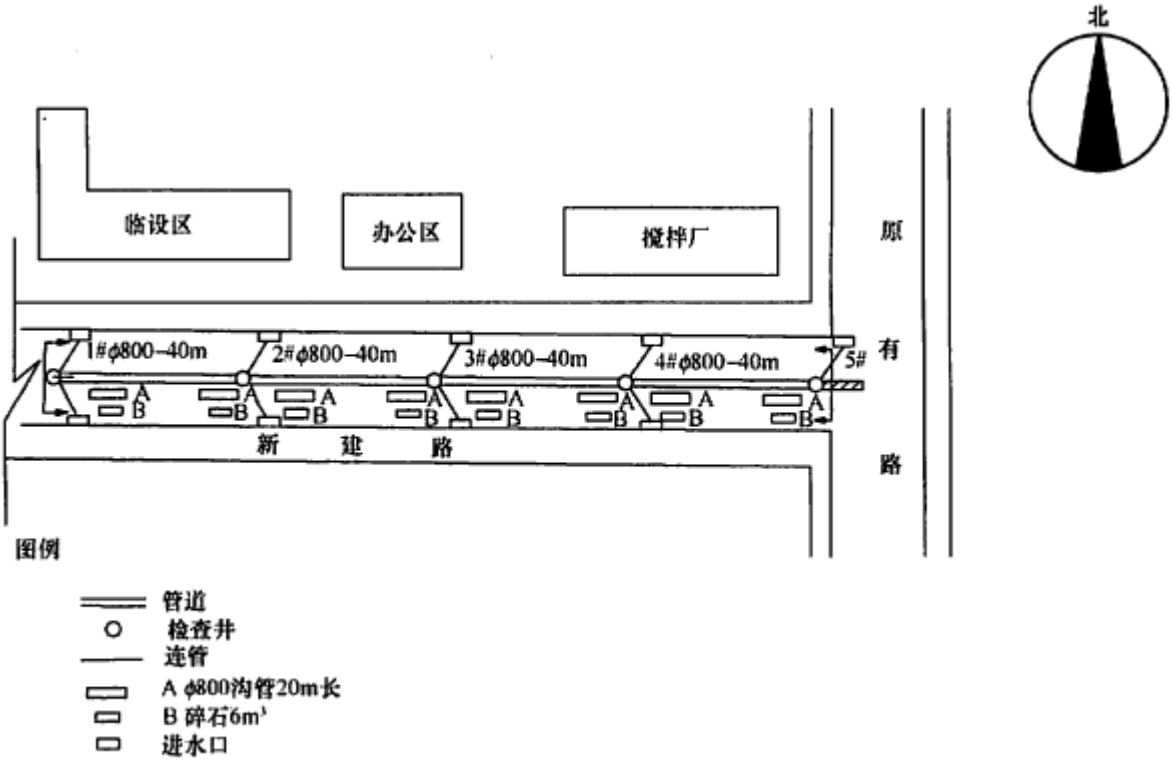


图 1K420061-2

(3)问题 3

确定快速施工工艺和流水作业方式后，要考虑沟槽开挖以后，有大量土方，除一部分堆置在沟槽边 1.2m 以外，作回填土用，其余大部分土方都要外运，外运土方考虑机械车辆通行。施工现场应考虑在管道北侧现况土路作为现场道路供挖土机、吊车及运输车辆等机械施工使用。管道南侧，沿线在现况土路上每隔 20m 堆放 DN800 钢筋混凝土管 10 根(有效长度 20m)，道碴(砂石料)4～5m^{3}一堆。如图 1K420061.2 所示。

1K420062　掌握环境保护和文明施工管理要点

工程环境保护和文明施工管理是施工组织设计的重要组成部分，本条文简要介绍市政公用工程环境保护和文明施工管理内容与要求。

一、管理目标与基本要求

(一)管理目标

1.满足国家和当地政府主管部门有关规定。

2.满足工程合同和施工组织设计要求

3.兑现投标文件承诺。

(二)基本要求

1.市政公用工程常常处于城镇区域，具有与市民近距离相处的特殊性，因而必须在施工组织设计中贯彻绿色施工管理，详细安排好文明施工、安全生产施工和环境保护方面措施，把对社会、环境的干扰和不良影响降至最低程度。

2.文明施工做到组织落实、责任落实、形成网络，项目部每月应进行一次文明施工检查，将文明施工管理列入生产活动议事日程当中，做到常抓不懈。

3.定期走访沿线机关单位、学校、街道和当地政府等部门，及时征求他们的意见，并在施工现场设立群众信访接待站，由专人负责沿线群众反映的情况和意见，对反映的问题要及时解答并尽快落实解决。

4.建立文明施工管理制度，现场应成立专职的文明施工小分队，负责全线文明施工的管理工作。

二、管理主要内容与要求

(一)防治大气污染

1.为减少扬尘，施工场地的主要道路、料场、生活办公区域应按规定进行硬化处理；裸露的场地和集中堆放的土方应采取覆盖、固化、绿化、洒水降尘措施。

2.使用密目式安全网对在建建筑物、构筑物进行封闭。拆除旧有建筑物时，应采用隔离、洒水等措施防止施工过程扬尘，并应在规定期限内将废弃物清理完毕。

3.不得在施工现场熔融沥青，严禁在施工现场焚烧含有有毒、有害化学成分的装饰废料、油毡、油漆、垃圾等各类废弃物。

4.施工现场应根据风力和大气湿度的具体情况，进行土方回填、转运作业；沿线安排洒水车，洒水降尘。

5.**施工现场混凝土搅拌场所应采取封闭、降尘措施**；水泥和其他易飞扬的细颗粒建筑材料应密闭存放，砂石等散料应采取覆盖措施。

6.施工现场应设置**密闭式垃圾站，施工垃圾、生活垃圾应分类存放**，并及时清运出场；施工垃圾的清运，应采用专用封闭式容器吊运或传送，严禁凌空抛撒。

7.**从事土方、渣土和施工垃圾运输**应采用**密闭式运输车辆或采取覆盖措施**；现场出入口处应采取保证车辆清洁的措施；并设专人清扫社会交通路线。

8.城区、旅游景点、疗养区、重点文物保护地及人口密集区的施工现场应使用清洁能源；施工现场的机械设备、车辆的尾气排放应符合国家环保排放标准要求。

(二)防治水污染

1.**施工场地应设置排水沟及沉淀池，污水、泥浆必须防止泄露外流污染环境**；污水应尽可能重复使用，按照规定排入市政污水管道或河流，**泥浆**应采用**专用罐车外弃**；

2.现场存放的油料、化学溶剂等应设有专门的库房，地面应进行防渗漏处理；

3.食堂应设置**隔油池**，并应及时清理；

4.厕所的化粪池应进行抗渗处理；

5.食堂、盥洗室、淋浴间的下水管线应设置隔离网，并应与市政污水管线连接，保证排水通畅；

6.给水管道严禁取用污染水源施工，如施工管段处于污染水水域较近时，须严格控制污染水进入管道：如不慎污染管道，应按有关规定处理。

(三)防治施工噪声污染

1.施工现场应按照现行国家标准《建筑施工场界噪声限值》GB 12523 及《建筑施工场界噪声测量方法》GB12524 制定降噪措施，并应对施工现场的噪声值进行监测和记录；

2.施工现场的强噪声设备宜设置在远离居民区的一侧；

3.对因生产工艺要求或其他特殊需要，**确需在X时至次日 6 时期间进行强噪声工的，施工前建设单位和施工单位应到有关部门提出申请，经批准后方可进行夜间施工，并公告附近居民**；

4.夜间运输材料的车辆进入施工现场，严禁鸣笛，装卸材料应做到轻拿轻放；

5.对产生噪声和振动的施工机械、机具的使用，应当采取消声、吸声、隔声等有效控制和降低噪声；在规定的时间内不得使用空压机等噪声大的机械设备，如必须使用，需采用隔声棚降噪。

(四)防治施工固体废弃物污染

1.施工车辆运输砂石、土方、渣土和建筑垃圾，**采取密封、覆盖措施，避免泄露、遗撒，并按指定地点倾卸，防止固体废物污染环境**。

2.**运送车辆不得装载过满并应加遮盖**。车辆出场前设专人检查，在场地出口处设置洗车池，待土车出口时将车轮冲洗干净；应要求司机在转弯、上坡时减速慢行，避免遗洒；安排专人对土方车辆行驶路线进行检查，**发现遗洒及时清扫**。

(五)防治施工**照明污染**

1.夜间施工严格按照建设行政主管部门和有关部门的规定，设置现场施工照明装置。

2.对施工照明器具的种类、灯光亮度就以严格控制，特别是在城市市区居民居住区内，减少施工照明对城市居民影响。

1K420063　掌握实名制管理有关规定

本条文简要介绍关于总承包项目劳务管理和劳务实名制管理的基本规定。

依据国务院《关于解决农民工问题的若干意见》(国发【2006】5 号)、建设部《关于建立和完善劳务分包制度发展建筑劳务企业的意见》(建市【2005】131 号)等文件要求，在总承包项目内推行劳务实名制管理。市政公用工程施工现场管理人员和关键岗位人员相应实行实名制管理。

一、分包人员实名制管理目的、意义

(一)目的

劳务实名制管理是劳务管理的一项基础工作。‘实行劳务实名制管理，使总包对劳务分包

人数清、情况明、人员对号、调配有序，从而促进劳务企业合法用工、切实维护农民工权益、调动农民工积极性、实施劳务精细化管理，增强企业核心竞争力。

(二)意义

1.实行劳务实名制管理，督促劳务企业、劳务人员依法签订劳动合同，明确双方权利义务，规范双方履约行为，使劳务用工管理逐步纳入规范有序的轨道，从根本上规避用工风险、减少劳动纠纷、促进企业稳定。

2.实行劳务实名制管理，掌握劳务人员的技能水平，工作经历，有利于有计划、有针对性地加强对农民工的培训，切实提高他们的知识和技能水平，确保工程质量和安全生产。

3.实行劳务实名制管理，逐人做好出勤、完成任务的记录，按时支付工资，张榜公示工资支付情况，使总包可以有效监督劳务企业的工资发放。

4.实行劳务实名制管理，使总包企业了解劳务企业用工人数、工资总额，便于总包企业有效监督劳务企业按时、足额缴纳社会保险费。

二、分包人员实名制管理范围、内容

(一)范围

1.市政公用工程的项目经理及项目部组成人员。

2.**城区市政公用工程的施工现场管理人员和关键岗位进行实名制管理，对象是施工关键岗位人员**，如**电工、架子工、预应力张拉工、起重工、起重机械司机、起重机械安装拆卸工、吊篮安装拆卸工、电焊工、锅炉工、电梯工、中小机械操作工、场内机械驾驶员**等。

(二)内容

1.市政公用工程施工现场管理人员和关键岗位人员实名制管理内容有：个人身份证、个人执业注册证或上岗证件、个人工作业绩、个人劳动合同或聘用合同等内容。

2.总承包企业、招投标代理公司、监理企业、监管部门对市政公用工程施工现场管理人员和关键岗位人员实行实名制分别担负不同的职责。

其中，**若招投标代理公司在负责市政公用工程项目招投标代理时，将监理企业和拟参与投标的施工企业的项目部领导机构报市政公用工程市场管理部门备案，未通过备案的项目部领导机构，不得进入招投标市场**。

三、管理措施及管理方法

(一)管理措施

1.劳务企业要与劳务人员依法签订书面劳动合同，明确双方权利义务。应将劳务人员花名册、身份证、劳动合同文本、岗位技能证书复印件报总包方备案，并确保人、册、证、合同，证书相符统一。**人员有变动的要及时变动花名册、并向总包方办理变更备案**。**无身份证、无劳动合同、无岗位证书的"三无"人员不得进入现场施工**。

2.要逐人建立劳务人员入场、继续教育培训档案，记录培训内容、时间、课时、考核结果、取证情况，并注意动态维护、确保资料完整、齐全。项目部要定期检查劳务人员培训档案，了解培训开展情况，并可抽查检验培训效果。

3.劳务人员现场管理实名化。进入现场施工的劳务人员要佩戴工作卡，注明姓名、身份证号、工种、所属分包企业，没有佩戴工作卡的不得进入现场施工。分包企业要根据劳务人员

花名册编制出勤表，每日点名考勤，逐人记录工作量完成情况，并定期制定考核表。考勤表、考核表须报总包备案。

4.劳务企业要根据劳务人员花名册按月编制工资台账，记录工资支付时间、支付金额，经本人签字确认后，张贴公示。劳务人员工资台账须报总包备案。

5.劳务企业要按照施工所在地政府要求，根据劳务人员花名册为劳务人员投保社会保险，并将缴费收据复印件、缴费名单报总包备案。

(二)实名制管理方法

1.**IC 卡**

目前，劳务实名制管理手段主要有手工台账、E×CE1.1 表和 1C 卡。使用 1C 卡进行实名制管理，将科技手段引入项目管理中，能够充分体现总承包的项目管理水平。因此，有条件的项目应逐步推行使用 IC 卡进行项目实名制管理。1C 卡可实现如下管理功能：

(1)**人员信息管理**：劳务企业将劳务人员基本身份信息，培训、继续教育信息等录入 1C 卡，便于保存和查询。

(2)**工资管理**：劳务企业按月将劳务人员的工资通过储蓄所存人个人管理卡，劳务人员使用管理卡可就近在 ATM 机支取现金，查询余额，也可异地支取。

(3)**考勤管理**：在施工现场进出口通道安装打卡机，劳务人员进出施工现场进行打卡，打卡机记录出勤状况，项目劳务管理员通过采集卡对打卡机的考勤记录进行采集并打印，作为考勤的原始资料存档备查，另作为公示资料进行公示，让每一个劳务人员知道自己在本期内的出勤情况。

(4)**门禁管理**：作为劳务人员准许出入项目施工区、生活区的管理系统。

2.**监督检查**

(1)**项目部应每月进行一次劳务实名制管理检查**，检查内容主要如下：劳务管理员身份证、上岗证；劳务人员花名册、身份证、岗位技能证书、劳动合同证书；考勤表、工资表、工资发放公示单；劳务人员岗前培训、继续教育培训记录；社会保险缴费凭证。不合格的劳务企业应限期进行整改，逾期不改的要予以处罚。

(2)**各法人单位要每季度进行项目部实名制管理检查**，并对检查情况进行打分，年底进行综合评定。总包方将组织对农民工及劳务管理工作领导小组办公室的不定期抽查。

1K420070　市政公用工程施工进度管理

1K420071　掌握施工进度计划编制方法的应用

施工进度计划是项目施工组织设计重要组成部分，对工程履约起着主导作用。编制施工总进度计划的基本要求是：保证工程施工在合同规定的期限内完成；迅速发挥投资效益；保证施工的连续性和均衡性；节约费用、实现成本目标。本条文简要介绍施工进度计划编制方法。

一、施工进度计划编制原则

(一)符合有关规定

1.符合国家政策、法律法规和工程项目管理的有关规定；

2.符合合同条款有关进度的要求；

3.兑现投标书的承诺。

(二)先进可行

1.满足企业对工程项目要求的施工进度目标；

2.结合项目部的施工能力，切合实际地安排施工进度；

3.应用网络计划技术编制施工进度计划，力求科学化，尽量在不增加资源条件下，缩短工期；

4.能有效调动施工人员的积极性和主动性，保证施工过程中施工的均衡性和连续性；

5.有利节约施工成本，保证施工质量和施工安全。

二、施工进度计划编制

(一)编制依据

1.以合同工期为依据安排开、竣工时间；

2.设计图纸、定额材料等；

3.机械设备和主要材料的供应及到货情况；

4.项目部可能投入的施工力量及资源情况；

5.工程项目所在地的水文、地质等方面自然情况；

6.工程项目所在地资源可利用情况；

7.影响施工的经济条件和技术条件；

8.工程项目的外部条件等。

(二)编制流程

1.首先要落实施工组织；其次为实现进度目标，应注意分析影响工程进度的风险，并在分析的基础上采取风险管理的措施；最后采取必要的技术措施，对各种施工方案进行论证，选择既经济又能缩短工期的施工方案。

2.施工进度计划应准确、全面的表示施工项目中各个单位工程或各分项、分部工程的施工顺序、施工时间及相互衔接关系。施工进度计划的编制应根据各施工阶段的工作内容、工作程序、持续时间和衔接关系，以及进度总目标，按资源优化配置的原则进行。在计划实施过程中应严格检查各工程环节的实际进度，及时纠正偏差或调整计划，跟踪实施，如此循环、推进，直至工程竣工验收。

3.施工总进度计划是以工程项目群体工程为对象，对整个工地的所有工程施工活动提出时间安排表；其作用是确定分部、分项工程及关键工序准备、实施期限、开工和完工的日期；确定人力资源、材料、成品、半成品、施工机械的需要量和调配方案，为项目经理确定现场临时设施、水、电、交通的需要数量和需要时间提供依据。因此，正确地编制施工总进度计划是保证工程施工按合同期交付使用、充分发挥投资效益、降低工程成本的重要基础。

4.规定各工程的施工顺序和开、竣工时间，以此为依据确定各项施工作业所必需的劳动力、机械设备和各种物资的供应计划。

(三)工程进度计划方法

常用的表达工程进度计划方法有横道图和网络计划图两种形式。

1.采用网络图的形式表达单位工程施工进度计划，能充分揭示各项工作之间的相互制约和相互依赖关系，并能明确反映出进度计划中的主要矛盾；可采用计算软件进行计算、优化和调整，使施工进度计划更加科学，也使得进度计划的编制更能满足进度控制工作的要求。

2.采用横道图的形式表达单位工程施工进度计划可比较直观的反映出施工资源的需.求及工程持续时间。

3.图例

(1)图 1K420071.1 所示为分成两个施工段的某一基础工程施工的用横道图表示的进度计划。该基础工程的施工过程是：挖基槽→作垫层→作基础→回填。

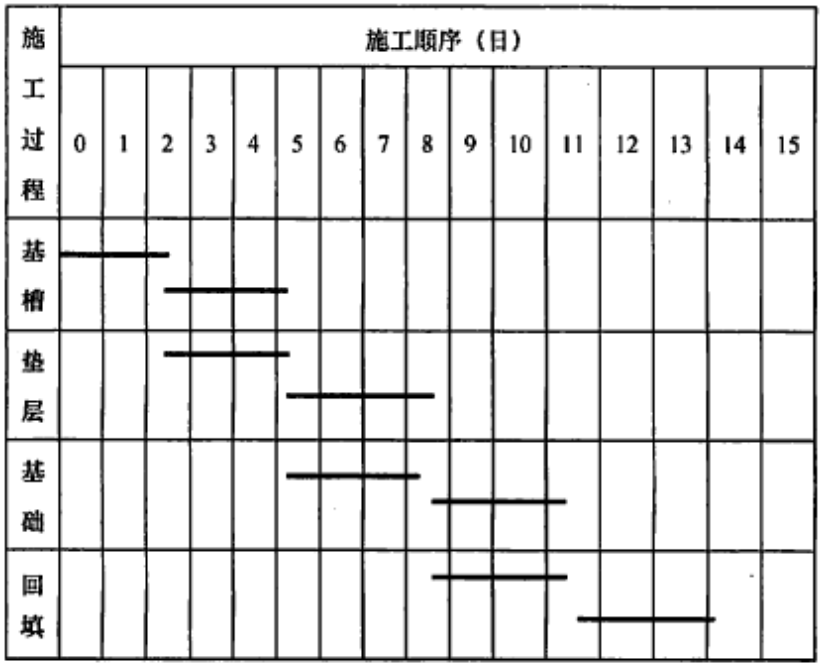


图 1K420071-1　用横道图表示的进度计划

(2)图 1K420071.2 所示为用双代号时间坐标网络计划(简称时标网络计划)表示的进度计划。

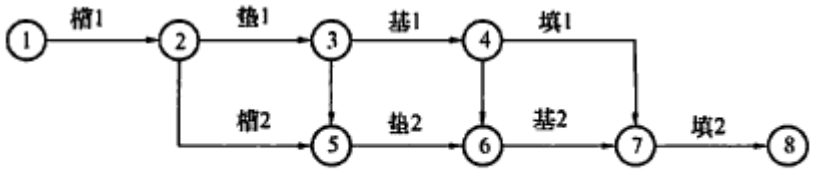


图 1K420071-2　用双代号时标网络计划表示的进度计划

(3) 图 1K420071.3 所示为用双代号标注时间网络计划(简称标时网络计划，又称非时标网络计划)表示的进度计划。

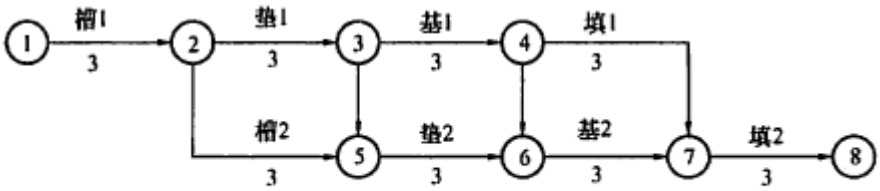


图 1K420071-3　用双代号标时网络计划表示的进度计划

(4)图 1K420071.4 所示为用单代号网络计划表示的进度计划。

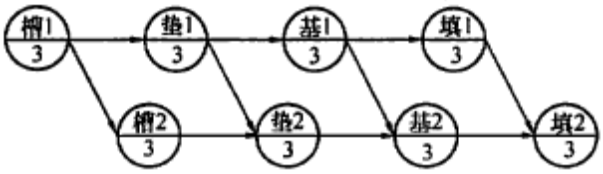


图1K420071-4　用单代号网络计划表示的进度计划

以上网络计划都是图 1K420071.1 所示的用横道图表示的进度计划的不同表示方法。

1K420072　掌握施工进度计划调控措施

本条文简要介绍施工进度计划实施与调控方法。

一、施工进度目标控制

(一)总目标及其分解

1.总目标对工程项目施工进度控制以实现施工合同约定的竣工日期为最终目标，总目标应按需要进行分解。

2.**按单位工程分解为交工分目标**，制定子单位工程或分部工程交工目标。

3.**按承包的专业或施工阶段分解为阶段分目标**，重大市政公用工程可按专业工程分解进度目标分别进行控制；也可按施工阶段划分确定控制目标。

4.**按年、季、月分解为时间分目标**，适用于有形象进度要求时。

(二)分包工程控制

1.分包单位的施工进度计划必须依据承包单位的施工进度计划编制。

2.承包单位应将分包的施工进度计划纳入总进度计划的控制范畴。

3.总、分包之间相互协调，处理好进度执行过程中的相关关系，承包单位应协助分包单位解决施工进度控制中的相关问题。

二、进度计划控制与实施

(一)计划控制

1.控制性计划

年度和季度施工进度计划，均属控制性计划，确定并控制项目施工总进度的重要节点目标。计划总工期跨越一个年度以上时，必须根据施工总进度计划的施工顺序，划分出不同年度的施工内容，编制年度施工进度计划。并在此基础上按照均衡施工原则，编制各季度施工进度计划。

2.实施性计划

月、旬(或周)施工进度计划是实施性的作业计划。作业计划应分别在每月、旬(或周)末，由项目部提出目标和作业项目，通过工地例会协调之后编制。

年、月、旬、周施工进度计划应逐级落实，最终通过施工任务书由作业班组实施。

(二)保证措施

1.严格履行开工、延期开工、暂停施工、复工及工期延误等报批手续。

2.在进度计划图上标注实际进度记录，并跟踪记载每个施工过程的开始日期、完成日期、每日完成数量、施工现场发生的情况、干扰因素的排除情况。

3.进度计划应具体落实到执行人、目标、任务；并制定检查方法和考核办法。

4.跟踪工程部位的形象进度，对工程量、总产值、耗用的人工、材料和机械台班等的数

量进行统计与分析，以指导下一步工作安排；并编制统计报表。

5.按规定程序和要求，处理进度索赔。

三、进度调整

(一)跟踪进度计划的实施并进行监督，当发现进度计划执行受到干扰时，应及时采取调整计划措施。

(二)施工进度计划在实施过程中进行的必要调整必须依据施工进度计划检查审核结果进行。调整内容应包括：工程量、起止时间、持续时间、工作关系、资源供应。 .

(三)在施工进度计划调整中，工作关系的调整主要是指施工顺序的局部改变或作业过程相互协作方式的重新确认，目的在于充分利用施工的时间和空间进行合理交叉衔接，从而达到控制进度计划的目的。

1K420073 掌握施工进度报告的注意事项

本条文简要介绍施工进度计划检查、审核与总结方法。

一、进度计划检查审核

(一)目的

工程施工过程中，项目部对施工进度计划应进行定期或不定期审核。目的在于判断进度计划执行状态，在工程进度受阻时，分析存在的主要影响因素；为实现进度目标有何纠正措施，为计划做出重大调整提供依据。

(二)主要内容

1.工程施工项目总进度目标和所分解的分目标的内在联系合理性，能否满足施工合同工期的要求。

2.工程施工项目计划内容是否全面，有无遗漏项目。

3.工程项目施工程序和作业顺序安排是否正确合理；是否需要调整；如何调整。

4.施工各类资源计划是否与进度计划实施的时间要求相一致；有无脱节；施工的均衡性如何。

5.总包方和分包方之间，各专业之间，在施工时间和位置的安排是否合理；有无相互干扰；主要矛盾是什么。

6.工程项目施工进度计划的重点和难点是否突出；对风险因素的影响是否有防范对策和应急预案。

7.工程项目施工进度计划是否能保证工程施工质量和安全的需要。

二、工程进度报告

(一)目的

1.工程施工进度计划检查完成后。项目部应向企业及有关方面提供施工进度报告。

2.根据施工进度计划的检查审核结果，研究分析存在问题，制定调整方案及相应措施，以便保证工程施工合同的有效执行。

(二)主要内容

1.工程项目进度执行情况的综合描述。主要内容是；报告的起止期，当地气象及晴雨天数统计；施工计划的原定目标及实际完成情况{报告计划期内现场的主要大事记(如停水、停电、

事故处理情况，收到建设单位、监理工程师、设计单位等指令文件情况)。

2.**实际施工进度图**。

3.**工程变更，价格调整，索赔及工程款收支情况**。

4.**进度偏差的状况和导致偏差的原因分析**。

5.**解决问题的措施**。

6.**计划调整意见和建议**。

三、施工进度控制总结

在工程施工进度计划完成后，项目部应编写施工进度控制总结；以便企业总结经验，提高管理水平。

(一)编制总结时应依据的资料

1.施工进度计划；

2.施工进度计划执行的实际记录；

3.施工进度计划检查结果；

4.施工进度计划的调整资料。

(二)施工进度控制总结应包括的内容

1.合同工期目标及计划工期目标完成情况；

2.施工进度控制经验与体会；

3.施工进度控制中存在的问题及分析；

4.施工进度计划科学方法的应用情况；

5.施工进度控制的改进意见。

【案例 1K420073】

1.背景

某城市道路改建工程，地处交通要道，拆迁工作量大。建设方通过招标选择了工程施工总承包单位和拆迁公司。该施工项目部上半年施工进度报告显示：实际完成工作量仅为计划的 1/3 左右，窝工现象严重。报告附有以下资料；①桩基分包方的桩位图(注有成孔/成桩记录)及施工日志；②项目部的例会记录及施工日志；③施工总进度和年度计划图(横道图)，图上标注了主要施工过程，开、完工时间及工作量，计划图制作时间为开工初期；④季、月施工进度计划及实际进度检查结果；⑤月施工进度报告和统计报表。报告除对进度执行情况简要描述外，对进度偏差及调查分析为”拆迁影响，促拆迁”。

2.问题

(1)该项目施工进度报告应进行哪些方面的补充和改进？

(2)分包方是否应制订施工进度计划，与项目总进度计划的关系？

(3)该项目施工进度计划应作哪些内容上的调整？

(4)请指出该项目施工进度计划编制必须改进之处。

(5)请指出该项目施工进度计划的实施和控制存在哪些不足之处。

3.参考答案

(1)答：对进度偏差及调查情况描述应补充和改进，提供的内容应包括：①进度执行情况

的综合描述。主要内容是：报告的起止期；当地气象及晴雨天数统计；施工计划的原定目标及实际完成情况；报告计划期内现场的主要大事记(如停水、停电、事故处理情况，收到业主、监理工程师、设计单位等指令文件情况)；②实际施工进度图；③工程变更，价格调整，索赔及工程款收支情况；④进度偏差的状况和导致偏差的原因分析；⑤解决问题的措施；⑥计划调整意见。

(2)答：分包方应该制订施工进度计划。与项目总进度计划的关系为分包方的施工进度计划必须依据总承包方的施工进度计划编制；总承包方应将分包方的施工进度计划纳入总进度计划的控制范畴，总、分包之间相互协调，处理好进度执行过程中的相关关系，并协助分包方解决项目进度控制中的相关问题。

(3)答：应调整内容包括施工内容、工程量、起止时间、持续时间、工作关系、资源供应。

(4)答：必须改进之处为：①计划图制作时间应在开工前。②在施工总进度和年度计划图(横道图)上仅标注了主要施工过程，开、完工时间及工作量不足。应该在计划图上进行实际进度记录，并跟踪记载每个施工过程的开始日期；完成日期、每日完成数量、施工现场发生的情况、干扰因素的排除情况。③无旬(或周)施工进度计划及实际进度检查结果。

(5)答：项目施工进度计划实施过程存在不足之处有：

①未跟踪计划的实施并进行监督，在跟踪计划的实施和监督过程中当发现进度计划执行受到干扰时，应采取调度措施。

②在计划图上应进行实际进度记录，并跟踪记载每个施工过程(而不是主要施工过程)的开始日期、完成日期、每日完成数量、施工现场发生的情况、干扰因素的排除情况。

③未能执行施工合同中对进度、开工及延期开工、暂停施工、工期延误、工程竣工的承诺。

④应跟踪形象进度对工程量、总产值、耗用的人工、材料和机械台班等的数量进行统计与分析，编制统计报表。

⑤未落实控制进度措施应具体到执行人、目标、任务、检查方法和考核办法。

⑥未处理进度索赔。

1K420080　市政公用工程施工质量管理

1K420081　掌握质量计划编制注意事项

通常，市政公用工程施工项目的质量计划即为施工组织设计中的质量保证计划，本条文简要介绍其主要内容及其编制原则。

一、编制原则

(一)质量保证计划应由施工项目负责人主持编制，项目技术负责人、质量负责人、施工生产负责人应按企业规定和项目分工负责编制。

(二)质量保证计划应体现从工序、分项工程、分部工程到单位工程的过程控制，且应体现从资源投入到完成工程施工质量最终检验试验的全过程控制。

(三)质量保证计划应成为对外质量保证和对内质量控制的依据。

二、质量保证计划应包括以下内容

(一)明确质量目标

1.贯彻执行企业的质量目标；

2.兑现投标书的质量承诺；

3.确定质量目标及分解目标。

(二)确定管理体系与组织机构

1.建立以项目负责人为首的质量保证体系与组织机构，实行质量管理岗位责任制。

2.确定质量保证体系框图及质量控制流程图。

3.明确项目部质量管理职责与分工。

4.制定项目部人员及资源配置计划。

5.制定项目部人员培训计划。

(三)质量管理措施

1.确定工程关键工序和特殊过程，编制专项质量技术标准、保证措施及作业指导书。

2.根据工程实际情况，按分项工程项目分别制定质量保证技术措施，并配备工程所需的各类技术人员。

3.确定主要分项工程项目质量标准和成品保护措施。

4.明确与施工阶段相适应的检验、试验、测量、验证要求。

5.对于特殊过程，应对其连续监控；作业人员持证上岗，并制定相应的措施和规定。

6.明确材料、设备物资等质量管理规定。

(四)质量控制流程

1.实施班组自检、质检员检查、质量工程专业检查的"三检制"流程。

.2.明确施工项目部内、外部(监理)验收及隐蔽工程验收程序。

3.确定分包工程的质量控制流程。4.确定更改和完善质量保证计划的程序。5.确定评估、持续改进流程。

1K420082　掌握质量计划实施要点

本条文简要介绍施工组织设计中的质量保证计划实施与控制。

一、质量计划实施

(一)基本规定

1.质量保证计划实施的目的是确保施工质量满足工程施工技术标准和工程施工合同的要求。

2.质量管理人员应按照岗位责任分工，控制质量计划的实施。项目负责人对质量控制负责，质量管理由每一道工序和各岗位的责任人负责；并按规定保存控制记录。

3.承包方对工程施工质量和质量保修工作向发包方负责。分包工程的质量由分包方向承包方负责。承包方对分包方的工程质量向发包方承担连带责任。分包方应接受承包方的质量管理。

4.质量控制应实行样板制和首段验收制。施工过程均应按要求进行自检、互检和交接检。隐蔽工程、指定部位和分项工程未经检验或已经检验定为不合格的，严禁转入下道工序施工。

5.施工项目部应建立质量责任制和考核评价办法。

(二)质量管理与控制重点

1.**关键工序和特殊过程**：包括质量保证计划中确定的关键工序，施工难度大、质量风险大的重要分项工程。

2.**质量缺陷**：针对不同专业工程的质量通病制定保证措施。

3.**施工经验较差的分项工程**：应制定专项施工方案和质量保证措施。

4.**新材料、新技术、新工艺、新设备**：制定技术操作规程和质量验收标准，并应按规定报批。

5.**实行分包的分项、分部工程**：应制定质量验收程序和质量保证措施。

6.**隐蔽工程**：实行监理的工程应严格执行分项工程验收制；未实行监理的工程应事先确定验收程序和组织方式。

二、质量管理与控制

(一)按照施工阶段划分质量控制目标和重点

1.施工准备阶段质量控制，重点是质量计划和技术准备；

2.施工阶段质量控制.，应随着工程进度、施工条件变化确定重点；

3.分项工程成品保护，重点是不同施工阶段的成品保护。

(二)控制方法

1.**制定不同专业工程的质量控制措施**；

2.**重点部位动态管理**，专人负责跟踪和记录；

3.**加强信息反馈，确保人、材料、机械、方法、环境等质量因素处于受控状态；**

4.当发生质量缺陷或事故时，必须分析原因，分清责任，采取有效措施进行整改。

三、质量计划的验证

(一)项目技术负责人应定期组织具有资质的质检人员进行内部质量审核，验证质量计划的实施效果，当存在问题或隐患时，应提出解决措施。

(二)对重复出现的不合格质量问题，责任人应按规定承担责任，并应依据验证评价的结果进行处罚。

(三)质量控制应坚持"质量第一，预防为主"的方针和实施 GB/T19000 族标准的"计划、执行、检查、处理"(PDCA)循环工作方法，不断改进过程控制。

【案例 1K420082】

1.背景

某厂敷设一条管径为 DN250 的管道，输送 0.6MPa 的蒸汽到 1450m 外的小区热力站。经招标选择 A 公司负责承建。A 公司因焊工不足，将管道焊接施工分包给 B 公司。在试运行时，该管线出现了质量事故(事故情况略)，依据事故调查和经有资质单位检测并出具的报告，表明有一个焊口被撕裂，判断为焊接质量不合格。

2.问题

(1)A 公司的分包做法是否符合规定？为什么？

(2)从质量事故分析 A 公司和 B 公司在质量控制上的责任。

(3)质量事故调查都应包括哪些主要内容？

3.参考答案

(1)问题 1

A 公司的分包做法不符合规定。因为：①实行分包的工程，应是合同文件中规定的工程的部分。②就该工程而言，管道是工程项目的关键分项工程。依据我国《合同法》和《建筑法》该工程项目的管道焊接不能分包。

(2)问题 2

检测报告表明：一个焊口不合格，说明 A 公司和 B 公司在质量控制上对重点工序一焊接质量失控，在人、材料、机械、方法、环境等质量因素没有处于受控状态。A **公司对工程施工质量和质量保修工作向发包方负责。分包工程的质量由 B 公司向 A 公司负责。A 公司对 B 公司的质量事故向发包方承担连带责任。**

(3)问题 3

调查内容包括；对事故进行细致的现场调查，包括发生的时间、性质、操作人员、现况及发展变化的情况，充分了解与掌握事故的现场和特征；收集资料，包括所依据的设计图纸、使用的施工方法、施工工艺、施工机械、真实的施工记录、施工期间环境条件、施工顺序及质量控制情况等，摸清事故对象在整个施工过程中所处的客观条件；对收集到的可能引发事故的原因进行整理，按”人、机、料、法、环”五个方面内容进行归纳，形成质量事故调查的原始资料。

1K420083　掌握施工准备阶段质量管理措施

本条文介绍了施工准备阶段的质量管理的内容和要求。

一、施工准备阶段质量管理要求

(一)市政公用工程通常具有专业工程多、地上地下障碍物多、专业之间及社会乏间配合工作多、干扰多，导致施工变化多。项目部进场后应由技术负责人组织工程现场和周围环境调研和详勘。

(二)在调研和详勘基础上，针对工程项目不确定因素和质量影响因索，进行质量影响分析和质量风险评估。

(三)在质量影响分析和质量风险评估基础上编制实施性施工组织设计和质量保证计划。

二、施工准备阶段质量管理内容

(一)组织准备

1 **组建施工组织机构**。采用适当的建制形式组建施工项目部，建立质量管理体系和组织机构，建立各级岗位责任制。

2.**确定作业组织**。在满足施工质量和进度前提下合理组织和安排施工队伍，选择较熟悉本项工程专业操作技能的人员组成骨干施工队。

3.**施工项目部组织全体施工人员进行质量管理和质量标准的培训，并应保存培训记录。**

(二)技术管理的准备工作

1.施工合同签订后，施工项目部**及时索取工程设计图纸和相关技术资料，指定专人管理并公布有效文件清单。**

2.**熟悉设计文件。项目技术负责人主持由有关人员参加的对设计图纸的学习与审核，认**

真领会设计意图，掌握施工设计图纸和相关技术标准的要求，并应形成会审记录。如发现设计图纸有误或不合理的地方，及时提出质疑或修改建议，并履行规定的手续予以核实、更正。

3.编制能指导现场施工的实施性施工组织设计，确定主要(重要)分项工程、分部工程的施工方案和质量保证计划。

4.根据施工组织，分解和确定各阶段质量目标和质量保证措施。

5.确认分项、分部和单位工程的质量检验与验收程序、内容及标准等。

(三)技术交底与培训

1.单位工程、分部工程和分项工程开工前，项目技术负责人对承担施工的负责人或分包方全体人员进行书面技术交底。技术交底资料应办理签字手续并归档。

2.对施工作业人员进行质量和安全技术培训，经考核后持证上岗。

3.对包括机械设备操作人员的特殊工种资格进行确认，无证或资格不符合者，严禁上岗。

(四)物资准备

1.项耳负责人按质量计划中关于工程分包和物资采购的规定，经招标程序选择并评价分包方和供应商，保存评价记录。各类原材料、成品、半成品质量，必须具有质量合格证明资料并经进场检验，不合格不准用。

2.机具设备根据施工组织设计进场，性能检验应符合施工需求。

3.按照安全生产规定，配备足够的质量合格的安全防保用品。

(五)现场准备

1.对设计技术交底、交桩给定的工程测量控制点进行复测，当发现问题时，应与勘察设计方协商处理，并形成记录。

2.做好设计、勘测的交桩和交线工作，并进行测量放样。

3.建设符合国家或地方标准要求的现场试验室。

4.按照交通疏导(行)方案修建临时施工便线、导行临时交通。

5.按施工组织设计中的总平面布置图搭建临时设施包括施工用房、用电、用水、用热、燃气、环境维护等。

1K420084　掌握施工过程的质量事故预防措施

本条文介绍施工过程质量控制的要点。

一、施工质量因素控制

(一)施工人员控制

1.项目部管理人员保持相对稳定。

2.作业人员满足施工进度计划需求，关键岗位工种符合要求。

3.按照岗位标准对项目部管理人员的工作状态进行考核，并记录考核结果。

4.项目部管理人员考核结果与奖罚。

5.劳务人员实行实名制管理(见 1K420063)。

(二)材料的质量控制

1.材料进场必须检验，依样品及相关检测报告进行报验，报验合格的材料方能使用。

2.材料的搬运和贮存应按搬运储存有关规定进行，并应建立台账。

3.按照有关规定，对材料、半成品、构件进行标识。

4.未经检验和已经检验为不合格的材料、半成品、构件和工程设备等，必须按规定进行检验或拒绝验收。

5.对发包方提供的材料、半成品、构配件、工程设备和检验设备等，必须按规定进行检验和验收。

6.对承包方自行采购的物资应报监理工程师进行验证。

7.在进场材料的管理上，采用限额领料制度，由施工人员签发限额领料单，库管员按单发货。

(三)机械设备的质量控制

1.应按设备进场计划进行施工设备的调配。

2.进场的施工机械应经检测合格，满足施工需要。

3.应对机械设备操作人员的资格进行确认，无证或资格不符合者，严禁上岗。

4.计量人员应按规定控制计量器具的使用、保管、维修和验证，计量器具应符合有关规定。

二、施工过程质量控制

(一)分项工程(工序)控制

1.施工管理人员在每分项工程(工序)施工前应对作业人员进行书面技术交底，交底内容包括工具及材料准备、施工技术要点、质量要求及检查方法、常见问题及预防措施。

2.在施工过程中，项目技术负责人对发包方或监理工程师提出的有关施工方案、技术措施及设计变更要求，应在执行前向执行人员进行书面交底。

3.分项工程(工序)的检验和试验应符合过程检验和试验的规定，对查出的质量缺陷应按不合格控制程序及时处置。

4.施工管理人员应记录工程施工的情况。

(二)特殊过程控制

1.对工程施工项目质量计划规定的特殊过程，应设置工序质量控制点进行控制。

2.对特殊过程的控制，除应执行一般过程控制的规定外，还应由专业技术人员编制专门的作业指导书。

3.不太成熟的工艺或缺少经验的工序应安排试验，编制成作业指导书，并进行首件(段)验收。

4.编制的作业指导书，应经项目部或企业技术负责人审批后执行。

(三)不合格产品控制

1.控制不合格物资进入项目施工现场，严禁不合格工序或分项工程未经处置而转入’下道工序或分项工程施工。

2.对发现的不合格产品和过程，应按规定进行鉴别，标识、记录、评价，隔离和处置。

3.应进行不合格评审。

4.不合格处置应根据不合格严重程度，按返工、返修，让步接收或降级使用，拒收或报废四种情况进行处理。构成等级质量事故的不合格，应按国家法律、行政法规进行处理。

5.对返修或返工后的产品，应按规定重新进行检验和试验，并应保存记录。

6.进行不合格让步接收时，工程施工项目部应向发包方提出书面让步接收申请，记录不合格程度和返修的情况，双方签字确认让步接收协议和接收标准。

7.对影响建筑主体结构安全和使用功能不合格的产品，应邀请发包方代表或监理工程师、设计入，共同确定处理方案，报工程所在地建设主管部门批准。

8.检验人员必须按规定保存不合格控制的记录。

三、质量管理与控制的持续改进

(一)预防与策划

1.施工项目部应定期召开质量分析会，对影响工程质量的潜在原因，采取预防措施。

2.对可能出现的不合格产品，应制定防止再发生的措施并组织实施。

3.对质量通病应采取预防措施。

4.对潜在的严重不合格产品，应实施预防措施控制程序。

5.施工项目部应定期评价预防措施的有效性。

(二)纠正

1.对发包方、监理方、设计方或质量监督部门提出的质量问题，应分析原因，制定纠正措施。

2.对已发生或潜在的不合格信息，应分析并记录处理结果。

3.对检查发现的工程质量问题或不合格报告提出的问题，应由工程施工项目技术负责人组织有关人员判定不合格程度，制定纠正措施。

4.对严重不合格或重大质量事故，必须实施纠正方案及措施。

5.实施纠正措施的结果应由施工项目技术负责人验证并记录；对严重不合格或等级质量事故的纠正措施和实施效果应验证，并应上报企业管理层。

6.施工项目部或责任单位应定期评价纠正措施的有效性，.进行分析、总结。

(三)检查、验证

1.项目部应对项目质量计划执行情况组织检查、内部审核和考核评价，验证实施效果。

2.项目负责人应依据质量控制中出现的问题、缺陷或不合格，召开有关专业人员参加的质量分析会进行总结，并制定进一步改进措施。

【案例 1K420084】

1.背景

A 公司中标某城市燃气管道工程，其中穿越高速公路段管道敷设在钢筋混凝土套管内；套管内径为 2.2m.管顶覆土厚度大于 6m，采用泥水平衡顶管机施工，顶管长度 98m。路两侧检查井兼作工作井，采用锚喷倒挂法施工。单节混凝土管长 2m，自重 10t，拟采用 20t 吊车下管。开顶前，A 公司项目主管部门对现场施工准备检查中，发现以下情况：

(1)项目部未能提供工作井施工专项方案和论证报告。

(2)施工现场有泥浆拌合、注浆设备，但未见施工方案中的泥浆处理设施；现场施工负责人回答泥浆拟全部排人附近水沟。

(3)顶管机械是租来的设备.并配备一名操作手；现场未见泥水平衡顶管作业指导书。

2.问题

(1)该工程的工作井施工是否要编制专项方案？

(2)项目部拟将泥浆排入水沟做法可行吗？说明理由。

(3)现场未见泥水平衡顶管作业指导书说明项目部技术质量管理存在哪些问题？

3.参考答案

(1)问题 1

必须编制施工专项方案。因为管顶覆土加上混凝土管和井底板，工作井基坑接近 9m 深。依据《危险性较大的分部分项工程安全管理办法》规定：开挖深度超过 5m(含 5m)的基坑(槽)的土方开挖、支护应编制专项方案并组织专家论证。

(2)问题 2

不可行。泥浆处理是市政公用工程施工文明施工和环境保护的重要内容，含有有害物质的泥浆不能直接排入水体和市政管道。此外，泥浆处理是选择泥水平衡顶管方式的决定因素之一，也是顶管施工方案的重要组成部分；改变处理方式必须办理施工方案变更手续。

(3)问题 3

租用顶进设备和操作人员，说明工程施工项目或所属企业缺少类似的施工经验，在技术质量管理上应安排试验掌握施工技术和质量控制要点；并应将泥水顶管施工作为特殊过程列入该项目质量计划。特殊过程的控制，除应执行一般过程控制的规定外，还应由专业技术人员编制专门的作业指导书。编制的作业指导书，应经项目部或企业技术负责人审批后执行。

1K420090　城镇道路工程质量检查与检验

1K420091　掌握无机结合料稳定基层施工质量检查与验收

本条文介绍了石灰稳定土、水泥稳定土、石灰粉煤灰稳定砂砾等无机结合料稳定基层的施工质量要求和控制措施。

一、石灰稳定土基层

(一)材料

1.宜采用塑性指数 10～15 的**粉质黏土、黏土**，塑性指数大于 4 的**砂性土**亦可使用，土中的有机物含量宜小于 10%。

2.宜用 1～3 级的新石灰，其技术指标应符合规范要求；**磨细生石灰，可不经消解直接使用，块灰应在使用前 2～3d 完成消解，未能消解的生石灰块应筛除，消解石灰的粒径不得大于 10mm**。

3.宜使用饮用水或不含油类等杂质的清洁中性水(pH 为 6～8)，水质应符合《混凝土用水标准》JGJ 63 的规定。

【2011】: 7、石灰稳定性基层施工错误的是（ D ）。P305 质量

A.宜采用塑性指数 10~15 的粉质粘土、粘土，宜采用 1~3 级的新石灰

B.磨细石灰可不经消解直接使用

C.块灰应在使用前 2~3d 完成消解

D.消解石灰的粒径不得大于 20mm

(二)拌合运输

1.石灰土配合比设计应准确。**通过配合比确定石灰最佳含量**和**石灰土的最佳含水量，达**

到设计要求的 7d 无侧限抗压强度的要求。

2.**应严格按照配合比拌合，并根据原材料的含水量变化及时调整拌合用水量。**

3.宜采用**集中拌合，拌合应均匀，石灰土应过筛。运输时，应采取遮盖封闭措施防止水分损失。**

(三)施工

1.控制虚铺厚度，确保基层厚度和高程，其路拱横坡应与面层要求一致。

2.**碾压时压实厚度与碾压机具相适应，含水量宜在最佳含水量的±2 个百分点范围内，以满足压实度的要求。**

3.**严禁用薄层贴补的办法找平。**

4.石灰土应湿养，养生期不宜少于 **7d**。**养生期应封闭交通。**

二、水泥稳定土基层

(一)材料

1.应采用**初凝时间应大于 3h，终凝时间不小于 6h 的 42.5 级或以上普通硅酸盐水泥、32.5 级或以上矿渣硅酸盐、火山灰硅酸盐水泥。水泥贮存期超过 3 个月或受潮，应进行性能试验，合格后方可使用。**

2.宜选用粗粒土、中粒土，土的均匀系数不得小于 5，宜大于 10，塑性指数宜为 10～17。

3.粒料可选用级配碎石、砂砾、未筛分碎石、碎石土、砾石和煤矸石、粒状矿渣等材料；用作基层时，**粒料最大粒径不宜超过 37.5mm**；用作底基层粒料最大粒径：城市快速路、主干路不得超过 37.5mm；次干路及以下道路不得超过 53mm。各种粒料，应按其自然级配状况，经人工调整使其符合规范要求。碎石、砾石、煤矸石等的压碎值：城市快速路、主干路基层与底基层不得大于 30% ，其他道路基层不得大于 30%，底基层不得大于 35%。

4.集料中有机质含量不得超过 2%；集料中硫酸盐含量不得超过 0.25%。

5.水的要求同石灰稳定土基层。

(二)拌合运输

1.水泥稳定土的配合比要符合设计要求与规范规定。

2.集料应过筛，级配符合设计要求；混合料配合比符合要求，计量准确、含水量符合施工要求且拌合均匀。

3.运输时，应采取遮盖封闭措施防止水分损失和遗撒。

(三)施工

1.宜采用摊铺机械摊铺，施工前应通过试验确定压实系数。

2.**自拌台至摊铺完成，不得超过 3h。分层摊铺时，应在下层养护 7d 后，方可摊铺上层材料。**

3.**宜在水泥初凝时间到达前碾压成活。**

4.宜采用洒水养护，保持湿润。常温下成活后应经 7d 养护，方可在其上铺路面层。

5.摊铺、碾压要求与石灰稳定土相同。

三、石灰工业废渣(石灰粉煤灰)稳定砂砾(碎石)基层(也可称二灰混合料)

(一)材料

1.石灰要求同石灰稳定土。

2.粉煤灰中 SiO_2、$A1_2O_3$ 和 Fe_2O_3 总量宜大于 70%；在温度为 700℃的烧失量宜小于或等于 10%。细度应满足比表面积宜大于 2500cm^2/g，或 90%通过 0.3mm 筛孔，70%通过 0.075mm 筛孔。

3.砂砾应经破碎、筛丹，级配符合规范要求，破碎砂砾中最大粒径不得大于 37.5mm。

4.水的要求同石灰稳定土基层。

(二)拌合运输

1.宜采用强制式拌合机拌制，配合比设计应遵守设计与规范要求。

2.应做延迟时间试验，确定混合料在贮存场(仓)存放时间及现场完成作业时间。

3.应采用集中拌制，运输时，应采取遮盖封闭措施防止水分损失和遗撒。

(三)施工

1.混合料在摊铺前其含水量宜为最佳含水量±2%。摊铺中发生粗、细集料离析时，应及时翻拌。

2.摊铺、碾压要求同石灰稳定土。

3.应在潮湿状态下养护，养护期视季节而定，常温下不宜少于 7d。采用洒水养护时，应及时洒水，保持棍合科湿润。

4.采用喷洒沥青乳液养护时，应及对在乳被面撒嵌丁料。

5.养护期间宜封闭交通。需通行的机动车辆应限速，严禁履带车辆通行。

四、质量检验

石灰稳定土、水泥稳定土、石灰粉煤灰稳定砂砾等无机结合料稳定基层质量检验项目主要有：**集料级配，混合料配合比、含水量、拌合均匀性，基层压实度、7d.无侧限抗压强度**等。

1K420092　掌握沥青混合料面层施工质量检查与验收

本条文简要介绍热拌沥青混合料面层施工质量控制的要点。

一、住建部颁发的行业标准市政行业标准《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1

(一)沥青混合料面层施工**外观质量**要求是：表面应平整、坚实，不得有脱落、掉渣、裂缝、推挤、烂边、粗细料集中等现象；用 10t 以上压路机碾压后，不得有明显轮迹；接缝应紧密、平顺，烫缝不应枯焦；面层与路缘石及其他构筑物应接顺，不得有积水现象。

(二)**施工质量检测与验收项目：压实度、厚度、弯沉值、平整度、宽度、中线高程、横坡、井框与路面的高差等八项。**

(三)**沥青混合料面层施工质量验收主控项目：*原材料、混合料，压实度，面层厚度，弯沉值*。**

【2011】: 24、沥青面层检验的主控项目有（ P307 ABCE ）质量

A.压实度 B.弯沉值 C.面层厚度 D.平整度 E 原材料

二、国家标准-《沥青路面施工及验收规范》GB 50092

(一)沥青混合料路面施工过程质量检查项目：外观、接缝、施工温度、矿料级配、沥青用量、马歇尔试验指标、压实度等；同时还应检查厚度、平整度、宽度、纵断面高程、横坡度等外形尺寸。

(二)城镇道路沥青混合料路面竣工验收应检查项目：面层总厚度、上面层厚度、平整度(标准差σ值)、宽度、纵断面高程，横坡度、沥青用量、矿料级配、压实度、弯沉值等；抗滑表层还应检查构造深度、摩擦系数(摆值)等。

三、公路行业标准《公路工程质量检验评定标准　第一册　土建工程》 JTG F80/1

(一)沥青混合料面层施工过程应做检查项目：沥青混合料的矿料级配、沥青含量、马歇尔稳定度等试验，合格率应不小于 90%。

(二)压实度为关键实测项目，各等级公路均应达到试验室马歇尔密度的 96%，或试验段密度的 98%，或最大理论密度的 92%。其合格率不得低于 90% 。

(三)平整度也是关键实测项目，高速公路、一级公路(相当于城市主干路、快速路)州立达到 1.2mm，其他公路(相当于城市一般道路)σ 应达到 2.5mm。

四、质量控制要点

(一)城镇道路施工质量验收必须满足设计要求和合同指定的规范标准要求，还应满足发包方对工程项目的特定要求。

(二)检查验收时，应注意压实度测定中标准密度的确定，是沥青混合料拌合厂试验室马歇尔试验密度还是试验路钻孔芯样密度。标准密度不同，压实度要求也不同，比较而言后者要求更高。如对城市主干路、快速路的沥青混合料面层，交工检查验收阶段的压实度代表值应达到试验室马歇尔试验密度的 96%或试验路钻孔芯样密度的 98%，

(三)除压实度外，城镇道路施工质量主控项目还有弯沉值和面层厚度；工程实践表明面层厚度准确度控制直接反映出施工项目部和企业的施工技术质量管理水平。

1K420093　掌握水泥混凝土面层施工质量检查与验收

本条文介绍了现浇水泥混凝土路面施工质量控制要求。

一、材料与配合比

(一)原材料控制

1.**城市快速路、主干路应采用 42.5 级或以上的道路硅酸盐水泥或硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥；其他道路可采用矿渣水泥**，其强度等级宜不低于 32.5 级。水泥应有出厂合格证(含化学成分、物理指标)，并经复验合格，方可使用。不同等级、厂牌、品种、出厂日期的水泥不得混存、混用。出厂期超过三个月或受潮的水泥，必须经过试验，合格后方可使用。

2.粗集料应采用质地坚硬、耐久、洁净的碎石、砾石、破碎砾石，技术指标应符合规范要求；宜使用人工级配，粗集料的最大公称粒径，碎砾石不得大于 26.5mm，碎石不得大于 **31.5mm**，砾石不宜大于 19.0mm；钢纤维混凝土粗集料最大粒径不宜大于 19.0mm。

3.宜采用质地坚硬、度模数在 2.5 以上、符合级配规定的洁净粗砂、中砂，技术指标应符合规范要求。使用机制砂时，还应检验砂浆磨光值，其值宜大于 35，不宜使用抗磨性较差的水成岩类机制砂。海砂不得直接用于混凝土面层。淡化海砂不得用于城市快速路、主干路、次干路，可用于支路。

4.外加剂应符合国家标准《混凝土外加剂》GB 8076 的有关规定，并有合格证。使用外加剂应经掺配试验，确认符合国家标准《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119 的有关规定方可使用。

5.钢筋的品种、规格、成分，应符合设计和国家标准规定，具有生产厂的牌号、炉号，检验报告和合格证，并经复验(含见证取样)合格。钢筋不得有锈蚀、裂纹、断伤和刻痕等缺陷。

6.传力杆(拉杆)、滑动套材质、规格应符合规定。**胀缝板宜用厚 20mm**，水稳定性好，具有一定柔性的板材制作，且经防腐处理。填缝材料宜用**树脂类、橡胶类、聚氯乙烯胶泥类、改性沥青类填缝材料，并宜加入耐老化剂**。

(二)混凝土配合比

1.混凝土配合比在兼顾经济性的同时应满足**抗弯强度、工作性、耐久性**三项技术要求。

2.配合比设计应符合设计要求和规范规定。

二、拌合与运输

(一)拌合

1.应提前标定混凝土的搅拌设备，以保证计量准确。

2.每盘的搅拌时间应根据**搅拌机的性能**和**拌合物的和易性、均质性、强度稳定性**确定。

3.严格控制总拌合时间和纯拌合时间，最长总拌合时间不应超过最高限值的两倍。

(二)运输

1.配备足够的运输车辆，总运力应比总拌合能力略有富余，以确保混凝土茌规定时间到场。混凝土拌合物从搅拌机出料到铺筑完成的时间不能超过规范规定。

2.城市道路施工中，_般采用**混凝土罐车运送**。

3.运输车辆要防止漏浆、漏料和离析，夏季烈日、大风、雨天和低温天气远距离运输时，应遮盖混凝土，冬季要保温。

三、常规施工

(一)摊铺

1.**模板选择应与摊铺施工方式相匹配，模板的强度、刚度、断面尺寸、直顺度、板间错台等制作偏差与安装偏差不能超过规范要求**。

2.**摊铺前应全面检查模板的间隔、高度、润滑、支撑稳定情况和基层的平整、润湿情况及钢筋位置、传力杆装置**等。

3.铺筑时卸料、布料、摊铺速度控制、摊铺厚度、振实等应符合不同施工方式的相关要求，摊铺厚度应根据松铺系数确定。

(二)振实

1.宜采用**专业振实设备**。

2.控制混凝土振捣时间，防止过振。

(三)做面与养护

1.混凝土板做面前，应做好清边整缝、清除粘浆、修补掉边、缺角。

2.**做面时严禁洒水、撒水泥粉，抹平后沿横坡向拉毛或压槽**。

3.**混凝土强度完全达到设计强度时，才允许开放交通**。

1K420094　掌握冬、雨期施工质量保证措施

城市道路施工应制定冬、雨、高温等季节性施工技术措施和质量控制措施，本条文介绍了季节性施工的质量控制要点：

一、雨期施工质量控制

(一)雨期施工基本要求

1.加强与气象台站联系，掌握天气预报，安排在不下雨时施工。

2.调整施工步序，集中力量分段施工。

3.做好防雨准备，在料场和搅拌站搭雨棚，或施工现场搭可移动的罩棚。

4.建立完善排水系统，防排结合；并加强巡视，发现积水、挡水处，及时疏通。

5.道路工程如有损坏，及时修复。

(二)路基施工

1.对于土路基施工，要有计划地组织快速施工，分段开挖，切忌全面开挖或挖段过长。.

2.挖方地段要留好横坡，做好截水沟。坚持当天挖完、填完、压完，不留后患。因雨翻浆地段，要换料重做。

3.填方地段施工，应按 2%～3%的横坡整平压实，以防积水。

(三)基层施工

1.对稳定类材料基层，应坚持拌多少、铺多少、压多少、完成多少。

2.下雨来不及完成时，要尽快碾压，防止雨水渗透。

3.在多雨地区，应避免在雨期进行石灰土基层施工；施工石灰稳定中粒土和粗粒土时，应采用排除表面水的措施，防止集料过分潮湿，并应保护石灰免遭雨淋。

4.雨期施工水泥稳定土，特别是水泥土基层时，应特别注意天气变化，防止水泥和混合料遭雨淋。**降雨时应停止施工，已摊铺的水泥混合料应尽快碾压密实**。路拌法施工时，应排除下承层表面的水，防止集料过湿。

(四)面层施工

1.沥青面层不允许下雨时或下层潮湿时施工。雨期应缩短施工长度，加强施工现场与沥青拌合厂联系，做到及时摊铺、及时完成碾压。

2.水泥混凝土路面施工时，应勤测粗细集料的含水率，适时调整加水量，保证配合比的准确性。雨期作业工序要紧密衔接，*及时浇筑、振动、抹面成型、养生*。

【2011】6、雨期面层施工说法正确的是（ D ）P310 质量

A.应该坚持拌多少、铺多少、压多少、完成多少 B.下雨来不及完成时，要尽快碾压，防止雨水渗透

C.坚持当天挖完、填完、压完，不留后患。D.水泥混凝土路面应快振、磨平、成型

二、冬期施工质量控制

(一)冬期施工基本要求

1.应尽量将土方、土基施工项目安排在上冻前完成。

2.昼夜平均**气温连续 10d 以上低于-3℃时即为冬期**，日平均气温连续 5d 低于 5℃时，混凝土施工应按冬期规定进行。

3.在冬期施工中，既要防冻，又要快速，以保证质量。

4.准备好防冻覆盖和挡风、加热、保温等物资。

(二)路基施工

1.采用**机械为主、人工为辅方式开挖冻土，挖到设计标高立即碾压成型**。

2.如当日达不到设计标高，下班前应将操作面刨松或覆盖，防止冻结。

3.室外平均气温低于-5℃时，填土高度随气温下降而减少，-5～-10℃时，填土高度为 4.5m；-11～-15℃，高度为 3.5m。

4.城市快速路、主干路的路基不得用含有冻土块的土料填筑。次干路以下道路填土材料中冻土块最大尺寸不得大于 100mm，冻土块含量应小于 15%。

(三)基层施工

1.石灰及石灰粉煤灰稳定土(粒料、钢渣)类基层，宜在临近多年平均进入冬期前 30～45d 停止施工，不得在冬期施工。

2.水泥稳定土(粒料)类基层，宜在进入冬期前 15～30d 停止施工。当上述材料养护期进入冬期时，应在基层施工时向基层材料中掺人防冻剂。

3.级配砂石(砾石)、级配碎石施工，应根据施工环境最低温度洒布防冻剂溶液，随洒布，随碾压。

(四)沥青混凝土面层

1.城市快速路、主干路的沥青混合料面层在低于 5℃时禁止施工。次干路及其以下道路在施工温度低于 5℃时，应停止施工；粘层、透层、封层禁止施工。

2.必须进行施工时，适当提高拌合、出厂及施工温度。运输中应覆盖保温，并应达到摊铺和碾压的温度要求。下承层表面应干燥、清洁、无冰、雪、霜等。施工中做好充分准备，采取”快卸、快铺、快平”和”及时碾压、及时成型”的方针。

(五)水泥混凝土面层

1.搅拌站应搭设工棚或其他挡风设备，混凝土拌合物的浇筑温度不应低于 5℃。

2.当昼夜平均气温在-5～5℃时，应将水加热至 60qC 后搅拌；必要时还可以加热砂、石但不应高于 40℃，且不得加热水泥。

3.混凝土拌合料温度应不高于 35℃。拌合物中不得使用带有冰雪的砂、石料，可加防冻剂、早强剂，搅拌时间适当延长。

4.混凝土板弯拉强度低于 1MPa 或抗压强度低于 5MPa 时，不得受冻。

5.混凝土板浇筑前，基层应无冰冻，不积冰雪，摊铺混凝土时气温不低于 5℃。

6.尽量缩短各工序时间，快速施工。成形后，及时覆盖保温层，减缓热量损失，使混凝土的强度在其温度降到 0℃前达到设计强度。

7.养护时间不少于 28d。

三、高温季节施工

(一)水泥路面高温施工的规定

1.气温高于 30℃，混凝土拌合物温度在 30～35℃、同时空气相对湿度小于 80%时，应按高温施工季节的规定进行。

2.应避开高温施工季节施工水泥混凝土面板。

(二)高温施工的规定

1.严控混凝土的配合比，保证其和易性，必要时可适当掺加缓凝剂，特高温时段混凝土拌合可掺加降温材料(刨冰，冰块等)。尽量避开气温过高的时段，可选晚间施工。

2.**加强拌制、运输、浇筑、做面等各工序衔接，尽量使运输和操作时间缩短。**

3.**加设临时罩棚，避免混凝土面板遭日晒，减少蒸发量。及时覆盖，加强养护，多洒水，保证正常硬化过程。**

1K420095　熟悉压实度的检测方法与评定标准

本条文介绍了道路施工的压实度检测方法及压实质量评定标准。

一、压实度的测定

(一)路基、基层

1.**环刀法**

适用于**细粒土**及**无机结合料稳定细粒土**的路基检测湿(质量)密度和压实度。

2.**灌砂法**

在所测层位挖坑，利用灌砂测定体积，计算密度。**适用于土路基压实度检测；不宜用于填石路堤等大空隙材料的压实检测**。在路面工程中也适用于基层、砂石路面、沥青路面表面处置及沥青贯入式路面的压实度检测。

3.**灌水法**

在所测层位挖坑，利用薄塑料袋灌水测定体积，计算密度。亦可适用于沥青路面表面处置及沥青贯入式路面的压实度检测。

(二)沥青路面

1.***钻芯法检测***

现场钻芯取样送试验室试验。试验室进行马歇尔击实试验。计算出马歇尔击实试件密度和试验室标准密度，以评定沥青面层的压实度。

【2011】: 9、沥青面层压实度检测的方法有（ D ）311 质量

A.环刀法 B.灌砂法 C.灌水法 D.钻芯法

2.**核于密度仪检测**

检测各种土基的密实度和含水量，采用透射法测定；检测路面的密实度和含水量时采用散射法。

二、压实质量标准

(一)土基与路基

按照土路基填挖类型(填方、挖方、半填半挖路段)、填筑深度及道路类型(快速路及主干路、次干路、支路)，对照表 1K420095-1(摘自《城镇道路工程施工及验收规范》CJJ 1 表 6.3.12-2)，判断是否达到质量要求。

路基压实度标准　　表 1K420095-1

填挖类型	路床顶面以下深度(cm)	道路类型	压实度(%)	检验频率		检验方法
				范围	点数	
挖方	0～30	快速路、主	≥95	每	三点	环刀法

		干路		1000m^2		灌水法 灌砂法
		次干路	≥93			
		支路	≥90			
填方	0～80	快速路、主干路	≥95			
		次干路	≥93			
		支路	≥90			
	＞80～150	快速路、主干路	≥93			
		次干路	≥90			
		支路	≥90			
	＞150	快速路、主干路	≥90			
		次干路	≥90			
		支路	≥87			

注：表中数字为重型击实标准压实度以相应的标准击实试验法求得最大干密度为 100%。

(二)沥青路面

按照路面类型：热拌沥青混合料(快速路及主干路、次干路、支路)、冷拌沥青混合料、沥青贯入式对照表 1K420095-2(摘自《城镇道路工程施工及验收规范》CJJ 1)，判断是否达到质量要求。

路面压实度标准　　表 1K420095-2

路面类型	道路类型	压实度(%)	检验频率		检验方法
			范围	点数	
热拌沥青混合料	快速路、主干路	≥96	每1000m^2	一点	查实验记录
	次干路	≥95			

	支路	≥95			
冷拌沥青混台料		≥95			查配比、复测
沥青贯入式		≥90			灌水法、灌砂法、蜡封法

三、压实质量的评定

(一)通过重型或轻型标准击实试验，求得现场干密度和室内最大干密度的比值。

(二)求实测干(质量)密度与最大干(质量)密度的比值，一般以百分率表示。

(三)由湿(质量)密度和含水量计算出干(质量)密度后，计算压实度。

(四)土基、路基、沥青路面工程施工质量检验项目中，压实度均为主控项目，必须达到100%合格；检验结果达不到要求值时，应采取措施加强碾压。

1K420100　城市桥梁工程质量检查与检验

1K420101　掌握钻孔灌注桩施工质量事故预防措施

本条文简要介绍钻孔灌注桩施工质量控制的常见措施。

一、地质勘探资料和设计文件

(一)可能存在的问题

地质勘探主要存在勘探孔间距太大、孔深太浅，土工试验数量不足、土工取样和土工试验不规范，桩周摩阻力和桩端承载力不足等问题。设计文件主要存在对地质勘探资料没有认真研究、桩型选择不当、地面标高不清等问题。

(二)预防措施

在桩基开始施工前，对地质勘探资料和设计文件进行认真研究。对桩基持力层厚度变化较大的场地，应适当加密地质勘探孔；必要时进行补充勘探，防止桩端落在较薄的持力层上而发生持力层剪切破坏。场地有较厚的回填层和软土层时，设计者应认真校核桩基是否存在负摩擦现象。

二、孔口高程及钻孔深度的误差

(一)孔口高程的误差

孔口高程的误差主要有两方面：一是由于地质勘探完成后场地再次回填，计算孔口高程时疏忽而引起的误差；二是由于施工场地在施工过程中废渣的堆积，地面不断升高，孔口高程发生变化造成的误差。

其对策是认真校核原始水准点和各孔口的绝对高程，每根桩开孔前复测一次桩位孔口高程。

(二)钻孔深度的误差

有些工程在场地回填平整前就进行工程地质勘探，地面高程较低，当工程地质勘探采用相对高程时，**施工应把高程换算一致**，避免出现钻孔深度的误差。另外，**孔深测量应采用丈**

量钻杆的方法，取钻头的 2/3 长度处作为孔底终孔界面，不宜采用测绳测定孔深。对于端承桩钻孔的终孔标高应以桩端进入持力层深度为准，不宜以固定孔深的方式终孔。因此，钻孔到达桩端持力层后应及时取样鉴定，确定钻孔是否进入桩端持力层。

三、孔径误差

孔径误差主要是由于作业人员疏忽错用其他规格的钻头，或因钻头陈旧，磨损后直径偏小所致。对于直径 800～1200mm 的桩，钻头直径比设计桩径小 30～50mm 是合理的。每根桩孔开孔时，应验证钻头规格，实行签证手续。

四、钻孔垂直度不符合规范要求

(一)主要原因

1.场地平整度和密实度差，钻机安装不平整或钻进过程发生不均匀沉降，导致钻孔偏斜；

2.钻杆弯曲、钻杆接头间隙太大，造成钻孔偏斜；

3.钻头翼板磨损不一，钻头受力不均，造成偏离钻进方向；

4.钻进中遇软硬土层交界面或倾斜岩面时，钻压过高使钻头受力不均，造成偏离钻进方向。

(二)控制钻孔垂直度的主要技术措施

1.压实、平整施工场地；

2.安装钻机时应严格检查钻机的平整度和主动钻杆的垂直度，钻进过程中应定时检查主动钻杆的垂直度，发现偏差立即调整；

3.定期检查钻头、钻杆、钻杆接头，发现问题及时维修或更换；

4.在软硬土层交界面或倾斜岩面处钻进，应低速低钻压钻进。发现钻孔偏斜，应及时回填黏土，冲平后再低速低钻压钻进；

5.在复杂地层钻进，必要时在钻杆上加设扶正器。

五、塌孔与缩径

(一)主要原因

塌孔与缩径产生的原因基本相同，主要是*地层复杂、钻进速度过快、护壁泥浆性能差、成孔后放置时间过长没有灌注混凝土*等原因所造成。

【10 年】：29．造成钻孔灌注桩塌孔的主要原因有（　　）。

A．地层自立性差　　B．钻孔时进尺过快 C．护壁泥浆性能差

D．成孔后没有及时灌注 E．孔底沉渣过厚

【答案】ABCD

(二)预防措施

钻(冲)孔灌注桩穿过较厚的砂层、砾石层时，成孔速度应控制在 2m/h 以内，泥浆性能主要控制其密度为 1.3～1.4g/cm^3、黏度为 20～30s、含砂率≤6%，若孔内自然造浆不能满足以上要求时，可采用加黏土粉、烧碱、木质素的方法，改善泥浆的性能，通过对泥浆的除砂处理，可控制泥浆的密度和含砂率。没有特殊原因，钢筋骨架安装后应立即灌注混凝土。

六、桩端持力层判别错误

持力层判别是钻孔桩成败的关键，现场施工必须给予足够的重视。对于非岩石类持力层，判断比较容易，可根据地质资料，结合现场取样进行综合判定。

对于桩端持力层为强风化岩或中风化岩的桩，判定岩层界面难度较大，可采用以地质资料的深度为基础，结合钻机的受力、主动钻杆的抖动情况和孔口捞样进行综合判定，必要时进行原位取芯验证。

七、孔底沉渣过厚或灌注混凝土前孔内泥浆含砂量过大

孔底沉渣过厚除清孔泥浆质量差，清孔无法达到设计要求外，还有测量方法不当造成误判。要准确测量孔底沉渣厚度，**首先需准确测量桩的终孔深度**，应采用丈量钻杆长度的方法测定，取孔内钻杆长度十钻头长度，钻头长度取至钻尖的 2/3 处。

在含粗砂、砾砂和卵石的地层钻孔，有条件时应优先采用**泵吸反循环清孔**。当采用正循环清孔时，前阶段应采用高黏度浓浆清孔，并加大泥浆泵的流量，使砂石粒能顺利地浮出孔口。孔底沉渣厚度符合设计要求后，应把孔内泥浆密度降至 1.1～1.2g/cm^2。清孔整个过程应专人负责孔口捞渣和测量孔底沉渣厚度.及时对孔内泥浆含砂率和孔底沉渣厚度的变化进行分析，若出现清孔前期孔口泥浆含砂量过低，捞不到粗砂粒，或后期把孔内泥浆密度降低后，孔底沉渣厚度增大较多，则说明前期清孔时泥浆的黏度和稠度偏小，砂粒悬浮在孔内泥浆里，没有真正达到清孔的目的，施工时应特别注意这种情况。

八、**水下混凝土灌注和桩身混凝土质量问题**-

混凝土质量关系到混凝土灌注过程是否顺利和桩身混凝土质量两大方面。要配制出高质量的混凝土，**首先要设计好配合比和做好现场试配工作，采用高强度水泥时，应注意混凝土的初凝和终凝时间与单桩灌注时间的关系，必要时添加缓凝剂。施工现场应严格控制好配合比**(特别是水灰比)**和搅拌时间。掌握好混凝土的和易性及其坍落度，防止混凝土在灌注过程中发生离析和堵管**。

(一)初灌时埋管深度达不到规范要求

规范规定，**灌注导管底端至孔底的距离应为 0.3～0.5m，初灌时导管首次埋深应不小于 1.0m**。在计算混凝土的初灌量时，除计算桩长所需的混凝土量外，还应计算导管内积存的混凝土量。

首批灌注混凝土所需数量可按下式计算：

$$V \geq h_1 \pi d^2/4 + \pi D^2 (H_1 + H_2)/4 \qquad (1K420101.1)$$

式中 V——灌注首批混凝土所需数量(m^3)；

D——桩孔直径(m)；

H_1——桩孔底至导管底端间距，一般为 0.4m；

H_2——导管初次埋入混凝土的深度，不小于 1.0m；

d——导管内径(m)；.

h_1——桩孔内混凝土达到埋置深度 H_2 时，导管内混凝土柱平衡导管外(或泥浆)压力所需的高度(m)：$h_1=H_w\gamma_w/\gamma_c$；

H_w——桩孔内水或泥浆的深度(m)；

γ_w——桩孔内水或泥浆的重度(kN/m^3)；

γ_c——混凝土板和物的重度(kN/m^3)。

(二)灌注混凝土时堵管

1.灌注混凝土时发生堵管主要由灌注导管破漏、灌注导管底距孔底深度太小、完成二次清孔后灌注混凝土的准备时间太长、隔水栓不规范、混凝土配制质量差、灌注过程中灌注导管埋深过大等原因引起。

2.**灌注导管在安装前应有专人负责检查**，可采用肉眼观察和敲打听声相结合的方法进行检查，检查项目主要有灌注导管是否存在孔洞和裂缝、接头是否密封、厚度是否合格。

3.**灌注导管使用前应进行水密承压和接头抗拉试验**，严禁用气压。进行水密试验的水压不应小于孔内水深 1.3 倍的压力，也不应小于导管壁和焊缝可能承受灌注混凝土时最大内压力 p 的 1.3 倍。

$$p=\gamma_c h_c-\gamma_w H_w \qquad (1K420101.2)$$

式中 γ_c——混凝土拌合物的重力密度(kN/m^3)；

h_c——导管内混凝土柱最大高度(m)，以导管全长或预计的最大高度计；

γ_w——桩孔内水或泥浆的重度(kN/m^3)；

H_w——桩孔内水或泥浆的深度(m)。

4.灌注导管底部至孔底的距离应为 300～500mm，在灌浆设备的初灌量足够的条件下，应尽可能取大值。隔水栓应认真细致制作，其直径和椭圆度应符合使用要求，其长度应≤200mm。

5.**完成第二次清孔后，应立即开始灌注混凝土，若因故推迟灌注混凝土，应重新进行清孔**。否则，可能造成孔内泥浆悬浮的砂粒下沉而使孔底沉渣过厚，并导致隔水栓无法正常工作而发生堵管事故。

(三)灌注混凝土过程中钢筋骨架上浮

1.主要原因：

(1)**混凝土初凝和终凝时间太短，使孔内混凝土过早结块**，当混凝土面上升至钢筋骨架底时，结块的混凝土托起钢筋骨架；

(2)**清孔时孔内泥浆悬浮的砂粒太多**，混凝土灌注过程中砂粒回沉在混凝土面上，形成较密实的砂层，并随孔内混凝土逐渐升高，当砂层上升至钢筋骨架底部时托起钢筋骨架；

(3)混凝土灌注至钢筋骨架底部时，灌注速度太快，造成钢筋骨架上浮。

2.预防措施：

除认真清孔外，当灌注的混凝土面距钢筋骨架底部 1m 左右时，应降低灌注速度。当混凝土面上升到骨架底口 4m 以上时，提升导管，使导管底口高于骨架底部 2m 以上，然后恢复正常灌注速度。

(四)桩身混凝土强度低或混凝土离析

主要原因是施工现场混凝土配合比控制不严、搅拌时间不够和水泥质量差。预防措施：严格把好进厂水泥的质量关，控制好施工现场混凝土配合比，掌握好搅拌时间和混凝土的和易性。

(五)桩身混凝土夹渣或断桩

1.主要原因：

(1)初灌混凝土量不够，造成初灌后埋管深度太小或导管根本就没有进入混凝土；

(2)混凝土灌注过程拔管长度控制不准，导管拔出混凝土面；

(3)混凝土初凝和终凝时间太短，或灌注时间太长，使混凝土上部结块，造成桩身混凝土夹渣；

(4)清孔时孔内泥浆悬浮的砂粒太多，混凝土灌注过程中砂粒回沉在混凝土面上，形成沉积砂层，阻碍混凝土的正常上升，当混凝土冲破沉积砂层时，部分砂粒及浮渣被包人混凝土内。严重时可能造成堵管事故，导致混凝土灌注中断。

2.预防办法：

导管的埋置深度宜控制在 2～6m 之间。混凝土灌注过程中拔管应有专人负责指挥，并分别采用理论灌入量计算孔内混凝土面和重锤实测孔内混凝土面，取两者的低值来控制拔管长度，确保导管的埋置深度≥2m。单桩混凝土灌注时间宜控制在 1.5 倍混凝土初凝时间内。

(六)桩顶混凝土不密实或强度达不到设计要求

主要**原因是超灌高度不够、混凝土浮浆太多、孔内混凝土面测定不准**。

对于桩径≤1000mm 的桩，超灌高度不小于桩长的 4%；对于桩径＞1000mm 的桩，超灌高度不小干桩长的 5%。对于大体积混凝土的桩，桩顶 10m 内的混凝土应适当调整配合比，增大碎石含量，减少桩顶浮浆。在灌注最后阶段，孔内混凝土面测定应采用硬杆筒-式取样法测定。

九、混凝土灌注过程因故中断

混凝土灌注过程中断的原因较多，在采取抢救措施后仍无法恢复正常灌注的情况下，可采用如下方法进行处理：

(一)若刚开灌不久，孔内混凝土较少，可拔起导管和吊起钢筋骨架，重新钻孔至原孔底，安装钢筋骨架和清孔后再开始灌注混凝土。

(二)迅速拔出导管，清理导管内积存混凝土和检查导管后，重新安装导管和隔水栓，

然后按初灌的方法灌注混凝土，待隔水栓完全排出导管后，立即将导管插入原混凝土内，此后便可按正常的灌注方法继续灌注混凝土。此法的处理过程必须在混凝土的初凝时间内完成。

(三)混凝土灌注过程因故中断后拔除钢筋骨架，待已灌混凝土强度达到 C15 后，先用同级钻头重新钻孔，并钻除原灌混凝土的浮浆，再用Φ500 钻头在桩中心钻进 300～500mm 深，这样就完成了接口的处理工作，然后便可按新桩的灌注程序灌注混凝土。

1K420102　掌握大体积混凝土浇筑施工质量检查与验收

本条文以城市桥梁工程为主简要介绍市政公用工程大体积混凝土浇筑质量控制措施，重点是防止裂缝。

一、控制混凝土裂缝

(一)裂缝分类

大体积混凝土出现的裂缝按深度的不同，分为**贯穿裂缝、深层裂缝及表面裂缝**三种。

1.表面裂缝主要是温度裂缝，一般危害性较小，但影响外观质量。

2.深层裂缝部分地切断了结构断面，对结构耐久性产生一定危害。

3.贯穿裂缝是由混凝土表面裂缝发展为深层裂缝，最终形成贯穿裂缝；它切断了结构的断面，可能破坏结构的整体性和稳定性，其危害性是较严重的。

(二)裂缝发生原因

1.**水泥水化热影响**

水泥在水化过程中产生了大量的热量，因而使混凝土内部的温度升高，当混凝土内部与表面温差过大时，就会产生温度应力和温度变形。温度应力与温差成正比，温差越大，温度应力越大，当温度应力超过混凝土内外的约束力时，就会产生裂缝。**混凝土内部的温度与混凝土的厚度及水泥用量有关，混凝土越厚，水泥用量越大，内部温度越高**。

2.**内外约束条件的影响**

混凝土在早期温度上升时，产生的膨胀受到约束而形成压应力。当温度下降，则产生较大的拉应力。另外，混凝土内部由于水泥的水化热而形成中心温度高，热膨胀大，因而在中心区产生压应力，在表面产生拉应力。若拉应力超过混凝土的抗拉强度，混凝土将会产生裂缝。

3.**外界气温变化的影响**

大体积混凝土在施工阶段，常受外界气温的影响。混凝土内部温度是由*水泥水化热引起的绝热温度，浇筑温度和散热温度*三者的叠加。当气温下降，特别是气温骤降，会大大增加外层混凝土与混凝土内部的温度梯度，产生温差和温度应力，使混凝土产生裂缝。

【07 年】：29.大体积混凝土在施工阶段的混凝土内部温度是由(　)叠加而成。

A.混凝土浇筑温度　B.散热温度　C.混凝土出盘温度　D.水泥水化热的绝热温度 E.混凝土入模温度

4.**混凝土的收缩变形**

混凝土中的 80%水分要蒸发，约 20%的水分是水泥硬化所必需的。而最初失去的 30%自由水分几乎不引起收缩，随着混凝土的陆续干燥而使 20% 的吸附水逸出，就会出现干燥收缩，而表面干燥收缩快，中心干燥收缩慢。由于表面的干缩受到中心部位混凝土的约束，因而在表面产生拉应力而出现裂缝。在设计上，混凝土表层布设抗裂钢筋网片，可有效地防止混凝土收缩时产生干裂。

5.**混凝土的沉陷裂缝**

支架、支撑变形下沉会引发结构裂缝，过早拆除模板支架易使未达到强度的混凝土结构发生裂缝和破损。

二、质量控制要点

(一)**施工方案的编制应做到科学合理，内容应主要包括**：

(1)**材料要求和配合比设计**；

(2)**支架模板及支撑搭设与拆除的稳定性、安全性措施**；

(3)**混凝土的搅拌、运输和浇筑方案，分层分块浇捣措施**；

(4)**温度控制，包括混凝土的测温和降温等措施**；

(5)**养护措施**。

(二)防止混凝土非沉陷裂缝的关键是混凝土浇筑过程中温度和混凝土内外部温差控制(温度控制)。温度控制就是对混凝土的浇筑温度和混凝土内部的最高温度进行人为的控制。施工前应进行热工计算，施工措施应符合国家标准《大体积混凝土施工规范》GB50496 的有关规定。

(三)质量控制主要措施

1.优化混凝土配合比

(1)大体积混凝土因其水泥水化热的大量积聚，易使混凝土内外形成较大的温差，而产生温差应力，因此应选用水化热较低的水泥，以降低水泥水化所产生的热量，从而控制大体积混凝土的温度升高。

(2)充分利用混凝土的中后期强度，尽可能降低水泥用量。

(3)严格控制集料的级配及其含泥量。如果含泥量大的话，不仅会增加混凝土的收缩，而且会引起混凝土抗拉强度的降低，对混凝土抗裂不利。

(4)选用合适的缓凝、减水等外加剂，以改善混凝土的性能。加入外加剂后，可延长混凝土的凝结时间。

(5)控制好混凝土坍落度，不宜过大，一般在 120±20mm 即可。

2.浇筑与振捣措施

采取分层浇筑混凝土，利用浇筑面散热，以大大减少施工中出现裂缝的可能性。选择浇筑方案时，除应满足每一处混凝土在初凝以前就被上一层新混凝土覆盖并捣实完毕外，还应考虑结构大小、钢筋疏密、预埋管道和地脚螺栓的留设、混凝土供应情况以及水化热等因素的影响，常采用的方法有以下几种：

(1)全面分层：即在第一层全面浇筑完毕后，再回头浇筑第二层，此时应使第一层混凝土还未初凝，如此逐层连续浇筑，直至完工为止。采用这种方案，**适用于结构的平面尺寸不宜太大**，施工时从短边开始，沿长边推进比较合适。必要时可分成两段，从中间向两端或从两端向中间同时进行浇筑。

(2)分段分层：混凝土浇筑时，先从底层开始，浇筑至一定距离后浇筑第二层，如此依次向前浇筑其他各层。由于总的层数较多，所以浇筑到顶后，第一层末端的混凝土还未初凝，又可以从第二段依次分层浇筑。**这种方案适用于单位时间内要求供应的混凝土较少，结构物厚度不太大而面积或长度较大的工程**。

(3)斜面分层：要求斜面的坡度不大于 1/3，**适用于结构的长度大大超过厚度 3 倍的情况**。混凝土从浇筑层下端开始，逐渐上移。混凝土的振捣也要适应斜面分层浇筑工艺，一般在每个斜面层的上、下各布置一道振动器。上面的一道布置在混凝土卸料处，保证上部混凝土的捣实。下面一道振动器布置在近坡脚处，确保下部混凝土密实。随着混凝土浇筑的向前推进，振动器也相应跟上。

3.养护措施

大体积混凝土养护的关键是保持适宜的温度和湿度，以便控制混凝土内外温差，促进混凝土强度的正常发展的同时防止混凝土裂缝的产生和发展。大体积混凝土的养护，不仅要满足强度增长的需要，还应通过温度控制，防止因温度变形引起混凝土开裂。

混凝土养护阶段的温度控制措施：

(1)混凝土的中心温度与表面温度之间、混凝土表面温度与室外最低气温之间的差值均应小于 20℃；当结构混凝土具有足够的抗裂能力时，不大于 25～30℃。

(2)混凝土拆模时，混凝土的表面温度与中心温度之间、表面温度与外界气温之间的温差不超过 20℃。

(3)采用内部降温法来降低混凝土内外温差。内部降温法是在混凝土内部预埋水管，通人冷却水，降低混凝土内部最高温度。冷却在混凝土刚浇筑完时就开始进行。还有常见的投毛石法，也可以有效控制混凝土开裂。

(4)保温法是在结构外露的混凝土表面以及模板外侧覆盖保温材料(如草袋、锯木、湿砂等).在缓慢的散热过程中，保持制混凝土的内外温差小于 20℃。根据工程的具体情况，尽可能延长养护时间，拆模后立即回填或再覆盖保护，同时预防近期骤冷气候影响，防止混凝土早期和中期裂缝。

(5)大体积混凝土湿润养护时间应符合表 1K420102 的规定。

大体积混凝土湿润养护时间 **表 1K420102**

水 泥 品 种	养护时间(d)
硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥	**14**
火山灰质硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、低热微膨胀水泥、矿渣硅酸大坝水泥	**21**
在现场掺粉煤灰的水泥	

注：高温期湿润养护时间均不得少于 28d。

1K420103 掌握预应力张拉施工质量事故预防措施

本条文仅介绍预应力施工质量控制措施和质量事故预防主要措施。

一、基本规定

(一)人员控制

1.承担预应力施工的单位应具有相应的施工资质。

2.预应力张拉施工应由工程项目技术负责人主持。

3.张拉作业人员应经培训考核，合格后方可上岗。

(二)设备控制

1.张拉设备的校准期限不得超过半年，且不得超过 200 次张拉作业。

2.张拉设备应配套校准，配套使用。

二、准备阶段质量控制

(一)预应力施工应按设计要求，编制专项施工方案和作业指导书，并按相关规定审批。

(二)预应力筋进场检验

1.外观检验：要求预应力筋展开后应平顺，不得有弯折，表面不应有裂纹、小刺、机械损伤、氧化铁皮和油污等。

2.按照《预应力混凝土用钢绞线》GB/T 5224 规定，按进场的批次抽样进行力学性能等检验，并检查产品合格证、出厂检验报告和进场试验报告。

3.进场检验批和项目的规定，详见 1K412015。

(三)预应力用锚具、夹具和连接器进场检验

1.外观检验：核对数量、型号及相应配件。锚具应无锈蚀、机械损伤和裂纹等，尺寸满足允许偏差要求。

2.按照相关规范规定，按进场的批次抽样复验其硬度、静载锚固试验等，并检查产品合格

证、出厂检验报告和进场试验报告。

3.进场检验批和项目的规定，详见 1K412015。

(四)波纹管进厂检验

1.金属波纹管外观检查应无锈蚀、空洞和不规则皱褶，咬口开裂脱扣等现象。

2.塑料波纹管内壁应光滑，壁厚均匀，且不应有气泡、裂口、分解变色线及明显杂质。

三、施工过程控制要点

(一)下料与安装

1.预应力筋及孔道的品种、规格、数量必须符合设计要求。

2.预应力筋下料长度应经计算，并考虑模具尺寸及张拉千斤顶所需长度；严禁使用电弧焊切割。

3.锚垫板和螺旋筋安装位置应准确，保证预应力筋与锚垫板面垂直。锚板受力中心应与预应力筋合力中心一致。

4.波纹管安装应严格按照设计要求确定位置，曲线平滑、平顺；架立筋应绑扎牢固，波纹管接头应严密不得漏浆。管道应留压浆孔和溢浆孔。

5.预应力筋及波纹管安装应避免电焊火花等造成损伤。

6.预应力筋穿束宜用卷扬机整束牵引，应依据具体情况采用先穿法或后穿法。但必须保证预应力筋平顺，没有扭绞现象。

(二)张拉与锚固

1.张拉时，混凝土强度、张拉顺序和工艺应符合设计要求和相关规范规定。

2.张拉前应根据设计要求对孔道的摩阻损失进行实测，以便确定张拉控制应力，并确定预应力筋的理论伸长值。

3.张拉应保证逐渐加大拉力，不得突然加大拉力，以保证应力正确传递。张拉过程中，先张预应力筋的断丝、断筋数量不得超过表 1K412014-2 和后张预应力筋的滑丝、断丝、断筋数量不得超过表 1K412014-4 的规定。

4.张拉施工质量控制应做到"六不张拉"，即；没有预应力筋出厂材料合格证、预应力筋规格不符合设计要求、配套件不符合设计要求、张拉前交底不清、准备工作不充分安全设施未做好、混凝土强度达不到设计要求，不张拉。

5.张拉控制应力达到稳定后方可锚周，锚固后预应力筋的外露长度不宜小于 30mm.对锚具应采用封端混凝土保护，当需较长时间外露时，应采取防锈蚀措施。锚固完毕经检验合格后，方可切割端头多余的预应力筋，严禁使用电弧焊切割。

(三)压浆与封锚

1.张拉后，应及时进行孔道压浆，宜采用真空辅助法压浆；水泥浆的强度应符合设计要求，且不得低于 30MPa。

2.压浆时排气孔、排水孔应有水泥浓浆溢出。应从检查孔抽查压浆的密实情况，如有不实，应及时处理。

3.压浆过程中及压浆后 48h 内，结构混凝土的温度不得低于 5℃。当白天气温高于 35℃时，压浆宜在夜间进行。

4.压浆后应及时浇筑封锚混凝土。**封锚混凝土的强度应符合设计要求，不宜低于结构混凝土强度等级的 80%**，且不**得低于 30MPa**。

1K420104　了解钢管混凝土浇筑施工质量检查与验收

城市桥梁施工中常见的钢管混凝土结构有钢管柱和钢管拱。本条文简要介绍钢管混凝土浇筑施工质量控制的要点。

一、钢管混凝土施工质量控制

(一)质量标准

1.钢管(钢管柱和钢管拱)内浇筑混凝土施工质量是验收主控项目。

2.钢管内混凝土应饱满，管壁与混凝土紧密结合，混凝土强度应符合设计要求。

3.检验方法：观察出浆孔混凝土溢出情况，检查超声波检测报告，检查混凝土试件试验报告。

(二)基本规定

1.钢管上应设置混凝土压注孔、倒流截止闷、排气孔等。

2.钢管混凝土应具有*低泡、大流动性、收缩补偿、延缓初凝和早强*的性能。

3.混凝土浇筑泵送顺序应按设计要求进行，宜先钢管后腹箱。

4.钢管混凝土的质量检测应以超声渡检测为主，人工敲击为辅。

【07 年】：30.桥梁工程钢管混凝土的性能有(　)。

A.低泡　B.低流动性　C.高强　D.延缓初凝　E.收缩补偿

二、钢管柱混凝土浇筑

(一)钢管柱加工简单、重量轻、便于吊装、安装方便等特点，在城市桥梁工程和轻轨交通工程中被广泛用作钢管墩柱。

(二)钢管柱内混凝土浇筑和水平结构混凝土基本相同，一层一浇筑，施工时钢管上端口既作为混凝土入口又作为振捣口。

(三)混凝土宜连续浇筑，一次完成。

(四)终凝后应清除钢管柱内上部混凝土浮浆，然后焊接此口。

三、钢管拱混凝土浇筑

(一)准备工作

1.应检查混凝土压注孔、倒流截止阀、排气孔等，保证通常。

2.应清洗管拱内污物，并润湿管壁。

3.应按设计要求，确定浇注顺序。

(二)浇筑作业

1.应采用**泵送顶升压注施工，由两拱脚至拱顶对称均衡地连续压注一次完成。**

2.应先泵入适量水泥浆再压注混凝土，直至钢管顶端排气孔排出合格的混凝土停止。压注混凝土完成后应关闭倒流截止阀。

3.大跨径拱肋钢管混凝土应根据设计加载程序，宜分环、分段并隔仓由拱脚向拱顶对称均衡压注。压注过程中拱肋变位不得超过设计要求。

4.钢管混凝土的泵送顺序宜先钢管后腹箱。

5.应按照施工方案进行钢管混凝土养护。

1K420110　城市轨道交通工程质量检查与检验

1K420111　掌握地铁车站工程施工质量检查与验收

本条文简要介绍地铁车站施工质量控制的主要措施。

一、施工准备阶段质量控制

(一)质量控制目标确定

1.施工前施工管理人员必须全面学习、熟悉和审查施工图纸及其有关设计资料，研究现场条件、各分项工程及工程结构形式特点；熟悉地质、水文等勘察资料。

2.调查研究、收集有关资料：包括社会调查、自然调查、地上地下构筑物调查、技术经济条件调查。

3.根据补充调查和收集的资料，改进工程施工方案和确定质量控制重点目标。

(二)质量保证计划

1.**由项目经理组织编制实施性施工组织设计，评估质量风险**，制定质量保证计划和措施。

2.对关键部位、特殊工艺、危险性较大分项工程分别编制专项施工方案和质量保证措施。

3.按投标文件指定的规范、标准及其他有关的规定严格控制工程施工质量。

二、过程质量控制要点

(一)模板支架施工

1.依据施工方案和质量目标，选择模板支架体系，并按有关规范进行设计和验算。

2.**模板支架安装。模板面必须平整，洁净、无损坏，并涂脱模剂；排架立杆间距必须按施工组织设计施工**，不得擅自加大间距。结构梗斜和底梁模板支立位置应正确、牢固、平整；顶板结构应先支立支架后铺设模板，并预留 10～30mm 沉落量；墙体结构应根据放线位置分层支立模板，内模板与顶模板连接好并调整净空合格后固定，外侧模板应在钢筋绑扎完后支立。

3.**变形缝、止水带安装。端头模板应钉填缝板，填缝板与嵌入式止水带中心线应和变形缝中心线重合，并用模板固定牢固。止水带不得穿孔或用铁钉固定。留置垂直施工缝时，端头必须安放模板，设置止水带。诱导缝、变形缝、止水带、遇水膨胀止水条的固定和安装，必须由项目技术员、质检员验收**。

(二)混凝土浇筑

1.车站结构的防水混凝土配合比应经试验确定，拌合时严格控制称量误差在允许范围内。

2.防水混凝土拌合物在运输后如出现离析，必须进行二次搅拌。当坍落度损失后不能满足施工要求时，应加入原水灰比的水泥浆或二次掺加减水剂进行搅拌，严禁直接加水。

3.**泵送混凝土应符合下列规定：①确定合理的浇筑坍落度，根据混凝土的坍落度大小确定振捣时间。坍落度大时减少振捣时间，防止过振；坍落度小时延长振捣时间，防止漏振；②混凝土不得发生离析现象；③混凝土必须保证供应，连续作业；④输送泵管路拐弯宜缓，接头严密，输送混凝土接长管路时，分段进行，接好一段，泵出混凝土后方可接长下一段；⑤输送泵间歇时间预计超过 45min 或混凝土出现离析现象，应立即冲洗管内残留混凝土；⑥**

输送混凝土中，受料斗内应保持足够数量的混凝土。

4.防水混凝土灌注时的自由倾落度高度不应大于 2m。灌注高度超过 3m 时，应采用串筒、溜槽或振动溜管下落。

5.**防水混凝土每层灌注厚度：插入式振捣器不应大于 300mm，表面振捣器不应大于 200mm。**

6.混凝土灌注过程中应随时观测模板、支架、钢筋、预埋件和预留孔洞等情况，发现问题，及时处理。

(三)养护与拆模

1.**混凝土终凝后应及时养护，垫层混凝土养护期不得少于 7d，结构混凝土养护期不得少于 14d。**

2.**结构拆模时间：非承重侧墙模板，在混凝土强度达到 2.0MPa 时方可拆除；承重结构顶板和梁，跨度在 2m 及其以下的混凝土强度达到设计强度 50%，跨度在 2～8m 的结构混凝土强度达到设计强度 75%，跨度在 8m 以上的结构混凝土强度达到 100%设计强度方可拆除。**

(四)主体结构防水施工

1.地铁车站工程实践表明，车站(主体结构、变形缝)防水施工质量直接影响运行安全，因此必须重点进行控制。

2.明挖法施工地下车站结构防水措施应符合设计要求或按表 1K420111-1 一级防水要求选用。

3.喷锚暗挖法施工车站防水必须按照设计要求严格施工质量，防水措施应符合表 1K420111-2 一级防水的要求。

明挖法施工的地下车站结构防水措施　　表 1K420111-1

工程部位	主体				施工缝					后浇带				变形缝						
防水措施	防水混凝土	防水卷材	防水涂料	塑料防水板	遇水膨胀止水带	中埋式止水带	外贴式止水带	金属板	外涂防水涂料	膨胀混凝土	遇水膨胀止水带	外贴式止水带	防水嵌缝材料	中埋式止水带	外贴式止水带	可卸式止水带	防水嵌缝材料	外贴防水卷材	外贴防水涂料	遇水膨胀止水带
防水等级一级	应选	应选一至两种			应选两种					应选	应选两种			应选	应选两种					

喷锚暗挖法施工的地下车站结构防水措施　　表 1K420111-2

<table>
<tr><td>工程部位</td><td colspan="2">防水措施</td><td>防水等级一级</td></tr>
<tr><td rowspan="4">车站主体</td><td rowspan="3">复合式衬砌</td><td>喷锚初期支护</td><td rowspan="4">应选一种</td></tr>
<tr><td>夹层防水层或隔离层</td></tr>
<tr><td>整体现浇防水混凝土二次衬砌，抗渗标号 S8</td></tr>
<tr><td colspan="2">整体现浇防水混凝土衬砌，抗渗标号不小于 S8</td></tr>
<tr><td rowspan="4">内衬砌施工缝</td><td colspan="2">外贴式止水带</td><td rowspan="4">应选两种</td></tr>
<tr><td colspan="2">遇水膨胀止水条</td></tr>
<tr><td colspan="2">防水嵌缝材料</td></tr>
<tr><td colspan="2">中埋式止水带</td></tr>
<tr><td rowspan="5">内衬砌变形缝</td><td colspan="2">中埋式止水带</td><td>应选</td></tr>
<tr><td colspan="2">外贴式止水带</td><td rowspan="4">应选两种</td></tr>
<tr><td colspan="2">可卸式止水带</td></tr>
<tr><td colspan="2">防水嵌缝材料</td></tr>
<tr><td colspan="2">遇水膨胀止水条</td></tr>
</table>

(五)变形缝防水处理

1.地铁车站结构变形缝防水处理质量也是直接影响运行安全的重要因素，施工中作为重点控制。

2.留置施工缝时，其位置应符合下列规定：

(1)柱子施工缝应留置在与顶、底板或梁的交界处；

(2)墙体施工缝留置位置：水平施工缝在高出底板 200～300mm 处，如必须留置垂直施工缝时，应加设端头模板，并宜与变形缝相结合；

(3)顶、底板均不得留置水平施工缝，如留置垂直施工缝时，应按(2)规定执行；

(4)墙体施工缝宜留置平缝，并粘贴遇水膨胀胶条进行防水处理。

3.施工缝处继续灌注混凝土应符合下列规定：

(1)已灌注混凝土强度：水平施工缝处不应低于 1.2MPa，垂直施工缝处不应低于 2.5MPa；

(2)已灌注混凝土表面必须凿毛，清理干净后粘贴遇水膨胀胶条；

(3)灌注混凝土前，施工缝处应先湿润。水平施工缝先铺 20～25mm 厚的与灌注混凝土灰砂比相同的砂浆。

4.后浇缝施工应符合下列规定：

(1)位置应设于受力和变形较小处，宽度宜为 0.8～1.0m；

(2)后浇混凝土施工应在其两侧混凝土龄期达到 42d 后进行；

(3)浇混凝土施工前，两侧混凝土应凿毛，清理干净，保持湿润，并刷水泥浆后粘贴遇水膨胀胶条；

(4)后浇缝应采用补偿收缩混凝土灌注，其配合比经试验确定，.并不得低于两侧混凝土强度；

(5)后浇混凝土养护期不应少于 28d。

1K420112　掌握喷锚支护施工质量检查与验收

矿山法(喷锚暗挖)施工质量控制包括现场条件调查、施工方案、关键分项施工、信息化施工等环节；本文简要介绍各主要环节质量控制。

一、施工准备阶段质量控制

(一)踏勘调研

1.施工前施工管理人员必须全面学习、熟悉和审查施工图纸及其有关设计资料，研究现场条件：各分项工程及工程结构形式特点；熟悉地质、水文等勘察资料。

2.调查研究、收集有关资料：包括社会调查、自然调查、地上地下构筑物调查、技术经济条件调查。重点是掌握地上(下)建(构)筑物的详细资料。

3.根据补充调查和收集的资料，制定工程施工方案，特别是开挖和支护步序设计；并确定质量控制重点目标。

(二)质量保证计划

1.由施工项目负责人组织编制施工组织设计，评估作业难易程度及质量风险，制定质量保证计划。

2.对关键部位、特殊工艺、危险性较大分项工程分别编制专项施工方案和质量保证措施。

(1)危险性较大专项方案和降排水方案必须考虑其影响范围内的建(构)筑物的影响和安全，并应通过技术论证。

(2)工作井施工方案，包括马头门细部结构和超前加固措施。

(3)隧道施工方案，主要包括土方开挖、衬砌结构、防水结构等。

二、开挖、初衬施工质量控制

(一)土方开挖

1.宜用激光准直仪控制中线和隧道断面仪控制外轮廓线。

2.按设计要求确定开挖方式，经试验选择开挖步序。

3.每开挖一榀钢拱架的间距，应及时支护、喷锚、闭合，严禁超挖。

4.在稳定性差的地层中停止开挖，或停止作业时间较长时，应及时喷射混凝土封闭开挖面。

5.相向开挖的两个开挖面相距约 2 倍管(隧)径时，应停止一个开挖面作业，进行封闭；由另一开挖面作贯通开挖。

(二)初期衬砌施工

1.按设计要求设置变形缝。

2.**支护钢格栅、钢架以及钢筋网的加工、安装符合设计要求；安装前应除锈，并抽样试拼装，合格后方可使用。**

3.喷射混凝土前准备工作：

(1)钢格栅、钢架及钢筋网安装检查合格；

(2)埋设控制喷射混凝土厚度的标志；

(3)检查开挖断面尺寸，清除松动的浮石、土块和杂物；

(4)作业区的通风、照明设置符合规定；

(5)做好排、降水；疏干地层的积、渗水。

4.喷射混凝土施工

(1)喷射作业分段、分层进行，喷射顺序由下而上；

(2)喷头应保持垂直于工作面，喷头距工作面不宜大于 1m，

(3)一次喷射混凝土的厚度：侧壁宜为 60～100mm，拱部宜为 50～60mm；分层喷射时，应在前一层混凝土终凝后进行；

(4)钢格栅、钢架、钢筋网的喷射混凝土保护层不应小于 20mm ；

(5)喷射混凝土终凝 2h 后进行养护，时间不小于 14d；冬期不得洒**水养护；混凝土强度低于 6MPa 时**不得**受冻**。

三、防水、二衬施工质量控制

(一)防水层施工

1.应在初期支护基本稳定，且衬砌检查合格后进行。

2.清理混凝土表面，剔除尖，突部位并用水泥砂浆压实、找平，防水层铺设基面凹凸商差不应大于 50mm，基面阴阳角应处理成圆角或钝角，圆弧半径不宜小于 50mm。

3.衬垫材料应直顺，用垫圈固定，钉牢在基面上；固定衬垫的垫圈，应与防水卷材同材质，并焊接牢固；衬垫固定时宜交错布置，间距应符合设计要求；固定钉距防水卷材外边缘的距离不应小于 0.5m；衬垫材料搭接宽度不宜小于 500mm。

4.防水卷材固定在初期衬砌面上；采用软塑料类防水卷材时，宜采用热焊固定在垫圈上。

5.采用专用热合机焊接，焊缝应均匀连续；双焊缝搭接的焊缝宽不应小于 10mm；焊缝不得有漏焊、假焊、焊焦、焊穿等现象；焊缝应经充气试验合格：气压 0.10MPa 经 3min 其下降值不大于 20%。

(二)二次衬砌施工

1.结构变形基本稳定的条件下施作{伸缩缝应根据设计设置，并与初期支护变形缝位置重

合；止水带安装应在两则加设支撑筋，并固定牢固，浇筑混凝土时不得有移动位置、卷边、跑灰等现象。

2.模板施工质量保证措施

(1)模板和支架的强度、刚度和稳定性应满足设计要求。使用前应经过检查，重复使用时应经修整；

(2)模板支架预留沉降量为：0～30mm；

(3)模板接缝拼接严密，不得漏浆；

(4)变形缝端头模板处的填缝中心应与初期支护变形缝位置重合，端头模板支设应垂直、牢固。

3.混凝土浇筑质量保证措施

(1)应按施工方案划分浇筑部位；

(2)灌筑前，应对设立模板的外形尺寸、中线、标高、各种预埋件等进行隐蔽工程检查，并填写记录；检查合格后方可进行灌筑；

(3)应从下向上浇筑，各部位应对称浇筑振捣密实，且振捣器不得触及防水层；

(4)应采取措施做好施工缝处理。

4.泵送混凝土质量保证措施

(1)坍落度为 60～200mm；

(2)碎石级配，骨料最大粒径≤25mm；

(3)减水型、缓凝型外加剂，其掺量应经试验确定；掺加防水剂、微膨胀剂时应以动态运转试验控制掺量；

(4)骨料的含碱量控制符合有关规范规定。

5.**拆模时间应根据结构断面形式及混凝土达到的强度确定；矩形断面，侧墙应达到设计强度等级的 70%；顶板应达到 100%。**

四、安全质量控制主要措施

1.进出工作井

(1)按照设计要求，采取大管棚或者超前小导管注浆加固措施；

(2)根据设计给定的暗挖施工步骤，凿除进出位置的工作井支护结构；

(3)在进出位置安放钢拱架并及时喷射混凝土。

2.减少地面沉降措施

(1)依据监测数据信息反馈，调整设计和施工参数，保证沉降值控制在允许范围。

(2)根据实际情况采取地面预注浆、隧道内小导管注浆和衬砌结构背后注浆等措施，控制地层变形在允许范围。

3.监控量测与信息化施工

(1)监测点和监测断面布设应符合设计要求，并力求反映工程实际状态；

(2)监测数据分析处理，及时反馈设计、施工；

(3)预警管理与应急抢险。

1K420113　掌握盾构法隧道施工质量检查与验收

本条文分为管片制作、盾构掘进和管片拼装等环节。主要介绍盾构法施工质量控制与检验。

一、钢筋混凝土管片制作质量控制要点

(一)工前质量控制

1.人员、设备基本规定

(1)管片应由具备相应资质等级厂家制作，制作厂家应有健全的质量管理体系及质量控制和质量检验制度。

(2)制作前应编制生产技术方案，并经有关方审查批准。

(3)生产操作人员经培训、考核，合格者方可进行操作。特殊工种应持证上岗。

(4)模具材料符合质量要求；加工精度符合设计要求，并满足管片尺寸与形状要求。

(5)混凝土搅拌、运输、振捣、养护等设备检验符合要求，各种计量器具、设备检定必须在有效期内。

2.原材料要求

(1)**原材料具备质量证明文件，并经复验合格**。

(2)宜采用**非碱活性骨料**；采用**碱活性骨料时，混凝土中碱含量的限值应符合**《混凝土结构设计规范》GB 50010。

(3)预埋件规格和性能符合设计要求。

3.准备工作

(1)生产线布置符合工艺要求。

(2)模具安装完毕验收合格。

(3)混凝土经试配确定配合比，其性能配合符合设计要求。

(二)制作过程质量控制

1.模具

(1)模具安装符合要求后进行试生产，在试生产的管片中，随机抽取 3 件进行水平拼装检验，合格后方可正式生产。

(2)合模前清理模具各部位，脱模剂涂刷应薄而均匀，无积聚、流淌现象；螺栓孔预埋件、中心吊装孔预埋件和模具接触面应密封良好；钢筋骨架和预埋件严禁接触脱模剂。

(3)**模具周转 100 次必须进行检验**，允许偏差和检验方法符合表 1K420113-1 的规定。

模具允许偏差和检验方法　　表 1K420113-1

项　目	允许偏差(mm)	检验方法	检查数量
宽度	±0.4	内径千分尺	6 点/个
弧、弦长	±0.4	样板、塞尺	2 点/个，每点 2 次
内腔高度	-1～+2	高度尺	4 点/个

2.钢筋及骨架制作与安装质量要求

(1)混凝土浇筑前，进行钢筋隐蔽工程验收；
(2)钢筋加工允许偏差和检验方法符合表 1K420113-2 的规定；
(3)钢筋骨架安装位置的允许偏差和检验方法表 1K420113-3 的规定。

钢筋加工允许偏差和检验方法　　表 1K420113-2

项　目	允许偏差(mm)	检验方法	检查数量
主筋和构造筋长度	±10	钢卷尺	每班同设备生产 15 环同类型骨架抽梭不少于 5 根
主筋折弯点位置	±10		
箍筋内净尺寸	±5		

钢筋骨架安装位置的允许偏差和检验方法　　表 1K420113-3

项　目		允许偏差(mm)	检验方法	检查数量
钢筋骨架	长	+5，-10	钢卷尺	按日生产量的 3%进行抽检，每日抽检不少于 3 件，且每件不少于 4 点
	宽	+5，　-10		
	高	+5，-10		
主筋	间距	±5		
	层距	±5		
	保护层厚度	+5，-3		
箍筋间距		±10		
分布筋间距		±5		

3.混凝土浇筑

(1)应连续浇筑，浇筑时不得扰动预埋件；
(2)根据生产条件选择适当的振捣方式，振捣应密实，不得漏振或过振；
(3)浇筑成型后，初凝前再次进行压面；
(4)浇筑混凝土时留置的试件符合《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的规定。
4.混凝土养护
(1)混凝土浇筑成型后至开模前，应**覆盖保湿**，可采用蒸汽养护或自然养护；
(2)采用蒸汽养护时，应经试验确定养护制度，并监测温度变化做好记录；
(3)管片出模后宜进行养护。

5.管片质量控制

(1)按设计要求进行结构性能检验，检验结果符合设计要求；

(2)强度和抗渗等级符合设计要求；

(3)吊装预埋件首次使用前必须进行**抗拉拔试验**，试验结果符合设计要求；

(4)不应存在露筋、孔洞、疏松、夹渣、有害裂缝、缺棱掉角、飞边等缺陷.麻面面积不大于管片面积的 5%；

(5)**日生产每 15 环应抽取 1 块管片进行检验**，允许偏差和检验方法符合表 1K420113-4 的规定；

管片允许偏差和检验方法　　表 1K420113-4

项　目	允许偏差(mm)	检验方法	检查数量
宽度	±1	卡尺	3 点
弧弦长	±1	样板，塞尺	3 点
厚度	+3，　-1	钢卷尺	3 点

(6)**每生产 200 环后应进行水平拼装检验 1 次**，其允许偏差应和检验方法符合表 1K420113-5 的规定。

管片水平拼装检验允许偏差和检验方法　　表 1K420113-5

项　目	允许偏差(mm)	检验频率	检验方法
环向缝间隙	2	每环测 6 点	塞尺
纵向缝间隙	2	每条缝测 2 点	塞尺
成环后内径	±2	测 4 条(不放村垫)	钢卷尺
成环后外径	+6，-2	测 4 条(不放衬垫)	钢卷尺

6.管片贮存与运输

(1)贮存场地必须坚实平整。

(2)可采用**内弧面向上或单片侧立的方式码放，每层管片之间正确设置垫木，码放高度应经计算确定**。

(3)管片运输应采取适当的防护措施。

二、管片拼装质量控制

(一)拼装前质量控制要点

1.拼装机具验收符合要求。

2.使用的管片和连接螺栓检验合格。

3.防水密封条应分批进行抽检，质量符合设计要求，严禁尺寸不符或有质量缺陷。

(二)拼装质量控制要点

1.管片拼装应按拼装工艺要求逐块顺序进行，并及时联结成环；连接螺栓紧固质量符合设计要求，管片及防水密封条应无破损。

2.拼装下一环管片前对上一环衬砌环面进行质量检查和确认，并应依据上一环衬砌环姿态、盾构姿态、盾尾间隙等确定管片排序。

3.在管片拼装过程中，严格控制盾构千斤顶的压力和伸缩量，以保持盾构姿态稳定。

4.对已拼装成环的衬砌环进行**椭圆度抽查**，确保拼装精度。

5.在曲线段拼装管片时，应使各种管片在环向定位准确，隧道轴线符合设计要求。

6.在特殊位置管片拼装时，应根据特殊管片的设计位置，预先调整好盾构姿态和盾尾间隙，管片拼装符合设计要求。

(三)管片拼装质量验收标准

1.**钢筋混凝土管片不得有内外贯穿裂缝和宽度大于 0.2mm 的裂缝及混凝土剥落现象**。

2.管片防水密封质量符合设计要求，不得缺损，粘结牢固、平整，防水垫圈不得遗漏。

3.螺栓质量及拧紧度必须符合设计要求。

4.管片拼装过程中对隧道**轴线和高程**进行控制，其允许偏差和检验方法符合表 1K420113-6 的规定。

隧道轴线和高程允许偏差和检验方法　　表 1K420113-6

项目	允许偏差(mm)			检验方法	检查频率
	地铁隧道	公路隧道	水工隧道		
隧道轴线平面位置	±50	±75	±100	用经纬仪测中线	1 点/环
隧道轴线高程	±50	±75	±100	用水准仪测高程	1 点/环

5.管片拼装允许偏差和检验方法符合表 1K4 20113-7 的规定。

管片拼装允许偏差和检验方法　　表 1K420113-7

项目	允许偏差(mm)			检验方法	检查频率
	地铁隧道	公路隧道	水工隧道		

衬砌环直径椭圆度	±5‰D	±6‰D	±8‰D	尺量后计算	4 点/环
相邻管片的径向错台	**5**	**6**	**8**	用尺量	4 点/环
相邻环片环面错台	**6**	**7**	**9**	用尺量	1 点/环

注:D 指隧道的外直径，单位:mm。

6.当钢筋混凝土管片表面**出现缺棱掉角、混凝土剥落**、大干 0. 2mm 宽的裂缝或贯穿性裂缝等缺陷时，**必须进行修补**。修补时，应分析管片破损原因及程度，制定修补方案。修补材料强度不应低于管片强度。

(四)隧道防水质量控制要点

1.隧道防水以**管片自防水为基础**，**接缝防水为重点**，并应对特殊部位进行防水处理，形成完整的防水体系。

2.接缝防水处理

(1)变形缝、柔性接头等管片接缝防水处理应符合设计要求。

(2)采用嵌缝防水材料时，槽缝应清理，并使用专用工具填塞平整、密实。

3.特殊部位的防水

(1)采用注浆孔进行注浆时，注浆结束后应对注浆孔进行密封防水处理。

(2)隧道与工作井、联络通道等附属构筑物的接缝防水处理应按设计要求进行。

1K420120　城市给排水场站工程质量检查与检验

1K420121　掌握给水排水混凝土构筑物防渗漏措施

本条文从设计和施工两方面介绍工程实践常用措施，以便将薄壁水工构筑物的质量通病——裂缝的危害程度控制在允许范围内。

一、设计应考虑的主要措施

1.合理增配构造(钢)筋，提高结构抗裂性能。构造配筋应尽可能采用小直径、小间距。全断面的配筋率不小于 0.3%。

2.**避免结构应力集中**。避免结构断面突变产生的应力集中，当不能避免断面突变时，应做局部处理，设计成逐渐变化的过渡形式。

3。按照设计规范要求，**设置变形缝或结构单元**(详见 1K414011 内容)。如果变形缝超出规范规定的长度时，应采取有效的防开裂措施。

二、施工应采取的措施

(一)一般规定

1.**给水排水构筑物施工时**，应按”**先地下后地上、先深后浅**”的顺序施工，并应防止各构筑物交叉施工时相互干扰。对建在地表水水体中、岸边及地下水位以下的构筑物，其主体结构

宜在枯水期施工。

2.在冬、雨期施工时，应按季节施工方案和相关技术规程执行，制定切实可行的防水、防雨、防冻、混凝土保温及地基保护等措施。

3.对沉井和构筑物基坑施工降排水，应对其影响范围内的原有建(构)筑物和拟建水池进行沉降观测，必要时采取防护措施。

(二)混凝土原材料与配比

1.材料品种、规格、质量、性能应符合设计要求和国家有关标准规定，并应进行进场验收；进场时应具备订购合同、产品质量合格证书、说明书、性能检测报告、进口产品的商检报告及证件等。

2.严格控制混凝土原材料质量：砂和碎石要连续级配，含泥量不能超过规范要求。水泥宜为质量稳定的普通硅酸盐水泥。外加剂和掺合料必须性能可靠，有利于降低混凝土凝固过程的水化热。

3.使混凝土配合比有利于减少和避免裂缝出现，在满足配合比规范和混凝土技术指标前提下，宜适当减少水泥用量或水用量，降低水灰比；通过使用外加剂改善混凝土性能，降低水化热峰值。

4.预拌混凝土的配比应满足设计要求并经试验确认；现场配制的材料如混凝土、砂浆、防水涂料等应经检测或鉴定合格后使用。

5.热期浇筑水池，应及时更换混凝土配合比，且严格控制混凝土坍落度。抗渗混凝土宜避开冬期和热期施工，减少温度裂缝产生。

(三)模板支架(撑)安装

1.模板支架、支撑应符合施工方案要求，在设计、安装和浇筑混凝土过程中，应采取有效的措施保证其稳固性，防止沉陷性裂缝的产生。

2.模板接缝处应严密平正，变形缝止水带安装符合设计要求。

(四)浇筑与振捣

1.避免混凝土结构内外温差过大：首先，降低混凝土的入模温度，且不应大于 25℃，使混凝土凝固时其内部在较低的温度起升点升温，从而避免混凝土内部温度过高。

2.控制入模坍落度，做好浇筑振动工作：在满足混凝土运输和布放要求前提下，要尽可能减小人模坍落度，混凝土人模后，要及时振捣，并做到既不漏振，也不过振。重点部位还要做好二次振动工作。

3.合理设置后浇带：对于大型给排水混凝土构筑物，合理的设置后浇带有利于控制施工期间的较大温差与收缩应力，减少裂缝。设置后浇带时，要遵循”数量适当，位置合理”的原则。

(五)养护

1.采取延长拆模时间和外保温等措施，使内外温差在一定范围之内。通过减少混凝土结构内外温差，减少温度裂缝。

2.对于地下部分结构，拆模后及时回填土控制早期、中期开裂。

3.加强冬期施工混凝土质量控制，特别是新浇混疑土入模温度、拆模时内、外部温差控制。

1K420122　熟悉城市给水工程滤池与滤板施工质量检查与验收

本条文以给水处理场工程的滤池、滤板安装为例，介绍市政公用工程土建施工所含部分工艺设备安装的质量控制要点。

一、工艺设备安装质量控制要点

(一)安装施工组织设计和施工方案

1.安装前应组织有关安装施工人员认真熟悉设计施工图纸，安装技术资料和产品说明书、装配图。

2.邀请设计单位及有关管理单位到施工现场进行设计交底，技术规范，生产厂家的充分领会设计意图和全部技术要求。

3.对重点安装工程应编制符合有关安全技术标准规定和产品技术文件要求的安装方案及安全技术措施。

(二)土建结构与设备安装的交接验收

1.**依据有关验收规范的规定和设备供应商对土建工程的要求进行交接验收**。

2.**在建设单位、监理工程师参与下，由土建施工测量人员和安装测量人员对构筑物、建筑物的各安装控制量测项目进行复测，其位置、高程要满足要求，并形成详细检查记录**。

3.工艺设备安装人员与土建施工人员配合核测预埋件、预留洞位置并形成记录，对不符合安装条件的部分，应及时制订补救方案。

(三)安装施工基本规定

1.**设备安装前 30d，应向建设单位、监理工程师和设备供应商提交施工计划，包括：安装准备，具体每个设备的安装方案、人员安排、施工设施安排等，技术、质量和安全的施工方法**。

2.设备安装基础验收合格后，方可进行设备安装作业。

3.应在设备的生产厂家指导下按照施工图纸和安装说明，以及相应的技术标准和规范来进行设备安装。当产生矛盾时，以较严格者为准。

4.设备安装验收应执行合同规定的规范标准。

二、给水厂工艺设备安装

(一)滤池工艺设备安装

1.滤池是给水处理构筑物中结构较复杂、施工难度大的构筑物之一，**滤池内由清水区、滤板、滤料层、浑水区组成**；原水经沉淀、澄清后，水中仍含有一定数量悬浮物，通过滤池过滤，水中悬浮物在滤料吸(黏)附作用下被截留，使滤后水的浊度达到饮用水标准。

2.滤料黏附一定数量悬浮物后，滤料间孔隙减小、滤速降低，此时要对滤料进行**气水反冲洗**，使其恢复过滤能力。为保证滤池过滤效果，必须严格控制工艺设备安装每个环节的施工质量。

3.**滤池内工艺设备较多，其中滤板包括支承梁、滤梁、滤板、滤头；滤料层由承托层、滤料(石英砂或无烟煤或碳颗粒)构成；浑水区设进水管和反冲洗集水槽。这些工艺设备通常由土建施工单位负责安装**。

(二)安装质量控制要点

1.对滤头、滤板、滤梁逐一检验、核对及清理。

2.地梁与支承梁位置准确度符合设计要求。

3.滤梁安装的水平精度应符合相关规范规定。

4.**滤板安装不得出现错台**。

5.**滤板间及滤板与池壁间缝隙封闭符合设计要求**。

6.用应力扳手按设计要求检查滤头紧固度。

7.**滤头安装后须做通气试验**。

8.严格控制滤料支承层和滤料铺装层厚度及平整度。

9.**滤料铺装后，须做反冲洗试验，通气、通水检查反冲效果**。

1K420130　城市管道工程质量检查与检验

1K420131　掌握城市燃气，供热管道施工质量检查与验收

本条文将对城市燃气、城市供热管道安装施工质量控制进行综述。

一、管道组对质量要求

(一)管道组成件

1.**管道组成件是指用于连接或装配成管道的元件，包括管子、管件、法兰、垫片、紧固件、阀门以及补偿器、挠性接头、耐压软管、疏水器、过滤器和分离器**等。

2.**管道组成件的安装是管道工程施工的重要工序，**主要包括**下管、组对、连接，它的安装质量是满足使用功能**、确保安全运行的保证。**管道安装应按"先大管、后小管，先主管、后支管，先下部管、后中上部管"的原则，有计划分步骤进行**。

3.**管道组成件安装前，与管道工程有关的土方(土建构筑物)工程及钢结构工程应完成并已检查合格，满足安装要求；管道中心线或管道支架的标高和坡度符合设计要求；已按设计要求和相关标准对管道组成件的材质、管径、壁厚、防腐和保温质量等项内容进行检查确认无误；管道内部已清理干净**。

4.**管道对口时其错边量**(不计不等厚的尺寸)**的要求宜符合表** 1K420131 的规定。

管道对口时允许的最大错边量　　表 1K420131

管道公称壁厚(mm)		≤5	6～10	12～14	≥15
允许错边量(mm)	CJJ 28①	≤0.5	≤1.0	≤1.5	≤2.0
	GB 50235①	不宜超过壁厚的 10%，且不大于 2			

①《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ 28①

②《工业金属管道工程施工规范》GB 50235。

各地对错边量的要求不尽相同，安装时应符合当地标准的规定，当地无相应标准规定时，应按国家标准执行。当壁厚不等时，若薄件的厚度不大于 10mm，且壁厚差大于 3mm，或薄件的厚度大于 10mm，且厚度差大于薄件厚度的 30%或超过 5mm 时，**应对厚壁侧管进行削薄**

处理，以防止造成焊接应力集中，降低接头的疲劳强度，其削薄长度应不小于 3 倍的厚度差。根焊道焊接后，不得矫正错边量，

(二)管道组成件焊缝

1.为了减少相邻焊缝焊接应力的相互影响，管道组成件焊缝的相对位置应符合相应标准的规定；当未明确执行标准时，应满足以下要求：两相邻管道的纵向焊缝或螺旋焊缝之间的相互错开距离不应小于 100mm.不得有十字形焊缝；同一管道上的两条纵向焊缝之间的距离不应小于 300mm；管沟和地上管道两相邻环焊缝之间的距离应大于钢管外径，且不得小于 150mm；预制直埋保温管两相邻环焊缝中心间距不宜小于 2m；在有缝钢管上焊接分支管时，分支管外壁与其他焊缝中心的距离，应大于分支管外径，且不得小于 70mm(燃气管道要求为 100mm)，否则，应对以开孔中心为圆心，1.5 倍开孔直径范围内的焊接接头进行 100%射线检测，其合格标准应符合相应的管道级别要求。

2.严禁采用在焊口两侧加热延伸管道长度、螺栓强力拧紧、夹焊金属填充物和使补偿器变形等方法强行对口焊接。

3.管道环焊缝不得置于建筑物、闸井(或检查室)的墙壁或其他构筑物的结构中。因保护距离不足而设在套管或保护性地沟中的管道不应设有环焊缝，否则应对此焊缝的焊接质量进行100%的无损探伤检测。

二、管道焊接质量控制

(一)焊接前控制

1.从事市政公用工程压力管道施工的焊工，**必须持有国家质量监督局统一印制的《特种设备作业人员证》，证书应在有效期内，且焊工的焊接工作不能超出持证项目允许范围**(包括作业种类、焊接方法、管材种类、管径范围、壁厚范围、焊接材料、焊接方向及位置等)。

2.焊接前应查验管材、焊接材料是否符合设计要求，且要求的焊接方法和焊接位置要与现场焊接条件一致；根据管材、焊材的特性以及采用的焊接方法按标准规定进行焊接工艺评定，**并据此制定焊接工艺指导书**；焊接作业必须按焊接工艺指导书的规定进行。

3.管道定位焊(点固焊)是用来将装配好的管道进行固定。由于定位焊缝较短，焊接过程不稳定，易产生缺陷，此外它将作为正式焊缝被留在焊接结构中，因此，定位焊缝的质量好坏及位置恰当与否，直接影响正式焊缝的质量好坏及工件变形的大小。对定位焊缝应与正式焊缝一样重视，对焊接工艺和焊工的技术熟练程度的要求不应低于正式焊缝。

4.施焊前应检查定位焊缝质量，如有裂纹、气孔、夹渣等缺陷均应清除。在焊件纵向焊缝的端部(包括螺旋管焊缝)不得进行定位焊。为减少变形，定位焊应对称进行。

(二)焊接过程控制重点

1.焊接环境

针对实际环境采取相应的防护措施，保证焊接过程不受或少受外界环境的影响。当存在下列任一情况且未采取有效的防护措施时，严禁进行焊接作业：①焊条电弧焊时风速＞8m/s(相当于 5 级风)；②气体保护焊时风速＞2m/s(相当于 2 级风)；③相对湿度＞90%；④雨、雪环境。

2.焊接工艺参数

主要**包括坡口形式、焊接材料、预热温度、层间温度、焊接速度、焊接电流、焊接电压、**

线能量、保护气体流量、后热温度和保温时间等。上述参数是经过工艺评定(包括破坏性试验)得出的、能够满足焊接接头各项性能指标的技术要求，在施焊时必须严格遵守，不得随意改变。当改变焊接条件时，应重新进行焊接工艺评定。

3.焊接顺序

施焊的顺序和方向，应符合焊接工艺指导书的规定。除工艺有特殊要求外，**每道焊缝均应一次连续焊完，相邻两焊缝起点位置应错开**。

4.焊接热处理

对于某些特殊材料管道或设计要求热处理的管道，为保证焊缝质量，减小焊接应力，满足其正常工作的状态，有时需要进行焊前或焊后热处理，如预热、去氢等。焊缝的预热、后热及焊后热处理要符合有关标准要求及焊接工艺评定的结果。在对管道焊缝进行热处理时，特别要防止管内穿堂风的影响，采取相应的措施，保证热处理的成功。

三、管道法兰连接质量控制

(一)安装前控制

1.**法兰的选用必须符合设计要求，设计无要求时，应按照系统的最高工作压力、最高工作温度、工作介质、法兰的材料牌号等因素综合选用适当形式及规格的法兰**。当选择与设备或阀件相连接的法兰时，应按不低于设备或阀件公称压力的原则选用。

2.法兰在安装前必须进行外观检查，表面应平整光洁，不得有砂眼、裂纹、斑点、毛刺等降低法兰强度和连接可靠性的缺陷，在密封面上也不应有贯穿性划痕等影响密封性的缺陷。在法兰侧面应有公称压力、公称直径、执行标准等标志。

(二)组装连接

1.**法兰与管道组装时，应用法兰弯尺检查法兰的垂直度。当设计无要求时，法兰连接的平行偏差不应大于法兰外径的 1. 5%0，且不大于 2mm 。两法兰不平行且超过要求时必须进行调整，以防止或减少法兰结合面的泄漏**。不得**使用加偏垫、多层垫或用强紧螺栓的方法消除歪斜**。

2.法兰在与管道焊接连接时，应按标准规定双侧焊接，焊脚高度应符合规定。

3.密封材料的选择应与工作介质相适应。紧固螺栓受力应均匀，露出螺母以 1～3 倍螺距为宜。

四、聚乙烯(PE)管道连接质量控制

聚乙烯管道连接的方法有**热熔连接和电熔连接**。

(一)热熔连接

1.热熔连接是将两根聚乙烯管的配合面紧贴在加热工具上来加热，使平整的端面熔融，移走加热工具后，将两个熔融的端面紧靠在一起，在外力的作用下保持至冷却，使之连接。

2.在热熔连接组对前，应刮除表皮的氧化层，清除连接面和加热工具上的污物，连接端面应采用机械方法加工，以保证与管道轴线垂直，与加热板接触紧密。由于材料的性能可能会困产品生产单位的不同而存在差异，因此施工前应对热熔连接的参数进行试验，在判定连接质量能够得到保证后，方可进行施工。

3.在组对时，两个被连接件的管端应分别伸出夹具一定的自由长度，以校正两连接件使其

在同一轴线上；当被连接的两管件厚度不一致时，应对较厚的管壁做削薄处理；承插连接时，插口的插入深度应符合规范要求。

4.在连接过程中，应使材料自身温度与环境温度相接近，，热熔连接的参数(加热时间、加热温度、加热电压、热熔压力和保压、冷却时间等)均应符合管材、管件生产厂的规定；在保压时间、冷却时间内不得移动连接件或在连接件上施加任何外力，使之得以形成均匀的凸缘，以获得最佳的熔接质量。

5.热熔连接后，应对全部接头进行翻边对称性和对正性(错边)进行不少于 10%的翻边切除检验。

(二)电熔连接

1.当材料具有不同级别、不同的熔体质量流动速率以及不同的标准尺寸比时，必须‘使用电熔方法进行连接。

2.电熔连接是采用内埋电阻丝的专用管件，通过专用的连接设备，控制埋于管件中电阻丝的电压、电流及通电时间，使其达到熔接目的的连接方法。

3.电熔连接时，应检查插口的插入深度是否符合要求，焊后进行外观检查。

五、管道防腐保温质量

(一)管道防腐

1.基层处理

基层处理的质量直接影响着防腐层的附着质量和防腐效果。目前基层处理的方法有喷射除锈、工具除锈、化学除锈和火焰除锈四类，现场常用的方法主要是**喷射除锈和工具除锈。**基层处理质量应满足防腐材料施工对除锈质量等级的要求。在《涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级》GB/T 8923 标准中，将喷射除锈的质量等级分为轻度的喷射除锈(Sa1)，彻底的喷射除锈(Sa2)、非常彻底的喷射除锈(Sa2 ½)和使钢材表面洁净的喷射除锈(Sa3)四种，将工具除锈的质量等级分为彻底的手工和动力工具除锈(St2)和非常彻底的手工和动力工具除锈(St3)两种。

2.防腐施工

目前防腐材料的种类繁多，不同的材料适用不同的工作条件，必须按设计要求的材料种类选择。

在雨、雪、风沙天气以及相对湿度较大的环境下，无有效措施不得进行防腐施工。

涂刷类型的防腐层应按规定分层施工，每层涂料施工时，前道涂料应表干，涂层厚度应均匀，无流淌、褶皱、针孔、空鼓等缺陷，实干后方可采取保护性措施；胶带类型的防腐层施工时，应严格控制好施工温度，严禁超温加热，搭接宽度应符合标准规定或设计要求，施工顺序应符合生产厂家要求。

(二)管道保温

1.材料控制

保温材料进场，除应具备出厂合格证书或检验报告外，还应由施工所在地的法定检测机构按标准规定于现场按批抽样，检测材料的导热系数(又称热导率)是否符合标准规定。

2.保温层施工

在雨雪天、寒冷季节施工室外保温工程时，应采取防雨雪和防冻措施。

保温层厚度超过 100mm 时，应分层施工，各层的厚度应接近，非水平管道的保温施工应自下而上进行，防潮层和保护层的搭接应上压下，搭接宽度不小于 30mm。

同层的预制管壳应错缝，内、外层应压缝，搭接长度应大于 100mm，拼缝应严密，外层的水平接缝应在侧面。

预制管壳缝隙不得大于 5mm，缝隙内应采用胶泥填充密实。每个预制管壳最少应有两道镀锌铁丝或箍带予以固定，不得采用螺旋式缠绕捆扎方式。

弯头处应采用定型的弯头管壳或用直管壳加工成"虾米腰"块，每个弯头应不少于 3 块，确保管壳与管壁紧密结合，美观平滑。

3.伸缩缝处理

必须按设计要求的位置、大小和数量设置伸缩缝，并填充导热系数相近的软质材料。

在阀门、法兰和其他可拆卸部件的保温层两端应留出拆卸距离，以便于检修，保温层端面应封闭严密。

对保温层内有伸缩要求的管道，保温层不得妨碍管道的自由伸缩及管道伸缩指示装置的安装，且不得损坏管道的防腐层。支、托架处的保温层不应影响活动面的自由伸缩。

4.防潮层施工

设于管沟内的保温管道应设有**防潮层**，防潮层必须按设计要求的防潮结构及顺序进行施工，且施工应在干燥的保温层上进行。防潮层表面应平整，接缝应严密，厚度均匀一致，无翘口、脱层、开裂及明显的空鼓、褶皱等缺陷，封口处应封闭。

缠绕式保护层的重叠部分应为其带宽的 1/2，缠绕时应裹紧，不得有松脱、翻边、皱褶和鼓包，表面应平整，起点和终点必须用镀锌铁丝捆扎牢固，并应密封。金属保护层应压边、箍紧，不得有脱壳或凹凸不平，其环缝和纵缝应搭接或咬口，缝口应朝下。螺钉间距不应大于 200mm。保护层端头应封闭。设防潮层的保温层施工不得使用自攻螺丝，以免刺破防潮层。

5.有报警线的预制保温管，在安装前应测试报警线的通断状况和电阻值，并作好记录，其阻值应符合产品标准，合格后再下管、对口、焊接。报警线应在管道上方。报警线一旦受潮，应采取预热、烘烤等方式干燥。

6.直埋保温管的接口应在保护壳(套袖)气密性试验合格后，才可以进行发泡保温施工。

六、管道安装质量检验预验收

(一)焊缝外观质量检查

1.**焊缝外观(表面)质量检查**，当无明确规定时，应按《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》GB 50236 的规定进行。焊缝表面应是原始状态，没有加工或补焊痕迹。**焊缝系数为 1 或设计(标准)要求对焊缝内部进行 100%无损探伤检验的，焊缝外观质量Ⅱ级合格；设计(标准)要求对焊缝内部进行局部无损探伤检验的，焊缝外观质量Ⅲ级合格。**

2.**表面质量检查的**主要内容是：**表面有无裂纹、气孔、夹渣、咬边(咬肉)、未焊透、焊瘤及熔合性飞溅等缺陷**。焊缝表面应均匀完整，焊道与母材金属之间应圆滑过渡。焊缝宽度以每边超出坡口边缘 2～3mm 为宜。焊缝余高为 0～1+0.10b(b 为焊缝宽度)，且不大于 3mm。经修磨的焊缝深度不应超过钢管壁厚允许偏差值的下限。角焊缝的尺寸应符合技术标准和设

计图纸要求。

3.必要时可采用磁粉或渗透等表面无损探伤方法做进一步检查。

(二)焊缝内部质量检查

1.焊缝内部质量检查的方法主要有射线检测和超声波检测，检测的比例应符合设计文件的要求，设计文件无明确规定时，应符合相应标准的规定。

2.焊缝无损探伤检验必须由有资质的检验单位完成。

3.对检验不合格的焊缝必须返修至合格，但同一部位焊缝的返修次数不得超过两次，返修的焊缝长度不得小于 50mm，返修后的焊缝应修磨成与原焊缝基本一致；除对不合格焊缝进行返修外，还应对形成该不合格焊缝的焊工所焊的其他焊缝(对燃气管道为"同批焊缝")按规定的检验比例、检验方法和检验标准加倍抽检，仍有不合格时，对该焊工所焊的全部焊缝(对燃气管道为"同批焊缝")进行无损探伤检验。

4.钢外护管现场焊接焊缝的检验应采用 100%超声波探伤检测，其质量应达到《承压设备无损检测第 3 部分：超声检测》JB/T 4730.3 或《钢焊缝手工超声波探伤方法和探伤结果分级》GB/T 11345 中Ⅰ级的合格标准的要求。

5.在燃气、供热管道工程施工中，焊接检验是关键的质量控制点，焊接检验合格是进行管道试压的前提和重要保证，应该作为质量控制点中的停止点，即该点上的质量不合格时，下一道工序要停止流转。

(三)PE 管道连接质量检验

1.热熔接头的质量检验

对热熔接头连接后，热熔结合面沿整个圆周的翻边应均匀对称，翻边应是实心圆滑的，翻边下侧不应有杂质、小孔、扭曲和损坏；在对翻边进行切除检验时，不应有开裂、裂缝，接缝处不得露出熔合线。

2.电熔接头的质量检验

管子插入到管件内的深度应到位，接缝处不应有熔融料溢出，电熔管件内的电阻丝不应被挤出，观察孔中应有少量熔融料溢出。

(四)支架、吊架和滑托的质量检验

1.支架、吊架和滑托的焊缝形式、焊缝长度、焊脚高度等必须符合设计要求，不得有表面裂纹、未熔合和气孔等焊接缺陷，不得有毛刺及焊渣等影响正常滑动的表面缺陷。

2.支架、滑托等与管道焊接时，管壁上不得有咬边、电弧擦伤等影响管道强度和可能造成应力集中的缺陷。支架、吊架在焊接后，应对焊接变形予以矫正。

七、防腐、保温工程质量检验

(一)基层处理

按照材料表面是原始基材还是已涂覆过涂料的基材，选择标准中不同部分的图片，对照检查是否达到设计要求或防腐材料所要求的质量等级。

(二)防腐

1.防腐层

主要检查防腐产品合格证明文件、防腐层(含现场补口)的外观质量，抽查防腐层的厚度、

粘结力，全线检查防腐层的电绝缘性。对燃气工程还应对管道回填后防腐层的完整性进行全线检查。

2.阴极保护(牺牲阳极法)

主要检查阳极材料的质量合格文件(重点是化学成分是否符合标准要求)、阳极体的数量、规格、型号和埋设位置是否符合设计要求，被保护体的保护电位指标是否符合设计要求或标准规定。

(三)保温

1.**核查保温材料的强度、容重(密度)、导热系数、耐热性、含水率等性能指标和品种、规格均应符合设计要求或规范的规定，对直埋保温管还应核查聚乙烯外护管的力学性能**。

2.保温材料到施工现场后，应由法定检测单位在现场按批抽样进行复验，复验结果必须符合规范要求。

(1)采用成型制品和缠绕品的，缝隙尺寸应符合规范要求，并应将接缝错开，嵌缝要饱满；

(2)在管沟内的保温结构其防潮层的施工应符合规范的要求；

(3)支、托架处的保温层的安装应能保证活动面可以自由伸缩；

(4)报警线的连通必须符合规范要求。

【案例 1K420131】

1.背景

某城市供热管道工程，DN500，长 4.6km，碳素钢管；敷设中有几处为穿越河流的水下管道，有一处穿越铁路(非专用线)干线，个别管道焊缝不具备水压试验条件；设计要求对管道焊缝质量用超声和射线两种方法进行无损探伤检验。

2.问题

(1)热力管道焊缝质量检验应怎样进行？本案例中哪些焊口应 100%做无损探伤检验？

(2)如该管道有返修后的焊缝，无损探伤检验有什么要求？

(3)某管段焊缝用超声波探伤检验合格，用射线探伤检验却不合格，该管道焊缝是否合格？

3.参考答案

(1)问题 1

按《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ 28 规定，热力管道焊缝质量检验应按对口质量检验、表面质量检验、无损探伤检验、强度和严密性试验的次序进行。本案例中钢管与设备、管件连接处的焊缝，管线折点处现场焊接的焊缝，穿越河流、铁路和不具备水压试验条件管段的焊口要做 100%的无损探伤检验。

(2)问题 2

对检验不合格的焊缝必须返修至合格，但同一部位焊缝的返修次数不得超过两次；除对不合格焊缝进行返修外，还应对形成该不合格焊缝的焊工所焊的其他焊缝按规定的检验比例、检验方法和检验标准加倍抽检，仍有不合格时，对该焊工所焊的全部焊缝进行无损探伤检验。

(3)问题 3

不合格。按 CJJ 28 规定，**当使用超声波和射线两种方法进行无损探伤检验时，只要其中有一种探伤检验不合格，该道焊缝即判定为不合格**。

1K420132　熟悉柔性管道回填施工质量检查与验收

柔性管道是指在结构设计上需考虑管节和管周土体弹性抗力共同承担荷载的管道，在市政公用工程中通常指采用**钢管、球墨铸铁管、化工建材**(塑料)**管**等管材敷设的管道。柔性管道的沟槽回填质量控制是柔性管道工程施工质量控制的关键，本条文介绍这类管道的回填施工质量控制。

一、回填前的准备工作

(一)管道检查

回填前，检查管道有无损伤及变形，有损伤管道应修复或更换；**管内径大于 900mm 的柔性管道，回填施工中应在管内设竖向支撑**。中小管道应采取防止管道移动措施。

(二)现场试验段

长度应为一个井段或不少于 50m，按设计要求选择回填材料，特别是管道周围回填需用的**中粗砂**；按照施工方案的回填方式进行现场试验，以便确定压实机械和施工参数；因工程因索变化改变回填方式耐，应重新进行现场试验。

二、回填作业

(一)回填

1.根据每层虚铺厚度的用量将回填材料运至槽内，且不得在影响压实的范围内堆料。

2.管道两侧和管顶以上 500mm 范围内的回填 材料，应由沟槽两侧对称运人槽内，不得直接扔在管道上；圆填其他部位时，应均匀运人槽内，不得集中推入。

3.需要拌合的回填材料，应在运人槽内前拌合均匀，不得在槽内拌合。

4.**管基有效支承角范围内**应采用**中粗砂填充密实**，与管壁紧密接触，不得用土或其他材料填充。

5.管道半径以下回填时应采取防止管道上浮、位移的措施；回填作业每层的压实遍数，按压实度要求、压实工具、虚铺厚度和含水量，经现场试验确定。

6.管道回填时间宜在一昼夜中气温最低时段，从管道两侧同时回填。同时夯实。

7.沟槽回填从管底基础部位开始到管顶以上 500mm 范围内，必须采用人工回填；管顶 500mm 以上部位，可用机械从管道轴线两侧同时夯实；每层回填高度应不大于 200mm。

8.**管道位于车行道下，铺设后即修筑路面或管道位于软土地层以及低洼、沼泽、地下水位高地段对，沟槽回填宜先用中、粗砂将管底腋角部位填充密实后，再用中、粗砂分层回填到管顶以上 500mm**。

【10 年】：30．关于给排水柔性管道沟槽回填质量控制的说法，正确的有（　　）。

A．管基有效支承角范围内用粘性土填充并夯实　　B．管基有效支承角范围内用中粗砂填充密实

C．管道两侧采用人工回填　　D．管顶以上 0.5m 范围内采用机械回填

E．大口径柔性管道，回填施工中在管内设竖向支撑

【答案】BCE

(二)压实

1.管道两侧和管顶以上 500mm 范围内胸腔夯实。应采用轻型压实机具，管道两侧压实面的高差不应超过 300mm，

2.压实时，管道两侧应对称进行，且不得使管道位移或损伤；

3.同一沟槽中有双排或多排管道的基础底面位于同一高程时，管道之间的回填压实应与管道与槽壁之间的回填压实对称进行；

4.同一沟槽中有双排或多排管道但基础底面的高程不同时，应先回填基础较低的沟槽；当回填至较高基础底面高程后，再接上一款规定回填；

5.**分段回填压实时，相邻段的接槎应呈台阶形，**且不得**漏夯**；

6.采用**轻型压实设备时，应夯夯相连**；采用**压路机时，碾压的重叠宽度**不得**小于 200mm**；

7.采用**重型压实机械压实或较重车辆在回填土上行驶时，管道顶部以上应有一定厚度的压实回填土，其最小厚度应按压实机械的规格和管道的设计承载力，通过计算确定**。

三、质量检验标准

(一)回填材料符合设计要求

检查方法：观察；按国家有关规范规定和设计要求进行检查，检查检测报告。

检查数量：条件相同的回填材料，每铺筑 1000m2，应取样一次，每次取样至少应做两组测试，回填材料条件变化或来源变化时，应分别取样检测。

(二)沟槽不得带水回填，回填应密实

检查方法：观察，检查施工记录。

(三)柔性管道的变形率不得超过设计要求，钢管或球墨铸铁管道变形率应不超过 2%、化学建材管道变形率应不超过 3%。管壁不得出现纵向隆起、环向扁平和其他变形情况。

检查方法：观察，方便时用钢尺直接量测，不方便时用圆度测试板或芯轴仪管内拖拉量测管道变形值；检查记录，检查技术处理资料；

检查数量：试验段(或初始 50m)不少于 3 处；每 100m 正常作业段(取起点、中间点、终点近处)，每处平行测量 3 个断面，取其平均值。

(四)回填土压实度应符合设计要求，当设计无要求时，应符合《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 表 4.6.3-1、表 4.6.3-2 的规定。

四，变形检测与超标处理

(一)变形检测

柔性管道回填至设计高程时应在 12～24h 内测量并记录管道变形率。

(二)变形超标的处理措施

变形率应符合设计要求，设计无要求时：

1.钢管或球墨铸铁管道变形率超过 2%、但不超过 3%时，化学建材管道变形率超过 3%、但不超过 5%时：

(1)挖出回填材料至露出管径 85%处，管道周围内应人工挖掘以避免损伤管壁；

(2)挖出管节局部有损伤时，应进行修复或更换；

(3)重新夯实管道底部的回填材料；

(4)选用适合回填材料按《给水排水管道工程施工及验收规范》第 4.5.11 条的规定重新回填施工，直至设计高程；

(5)按本条规定重新检测管道的变形率。

2.钢管或球墨铸铁管道的变形率超过 3%时，化学建材管道变形率超过 5%时，应挖出管

道，并会同设计研究处理。

1K420140　市政公用工程施工安全管理

1K420141　掌握施工安全风险识别与预防措施

本条文介绍了市政公用工程施工项目危险源识别与防范、应急救援措施。

一、危险源识别与评价

(一)工程特点与安全控制重点

1.市政公用工程施工有三大特点，一是产品固定，人员流动；二是露天高处作业多，手工操作体力劳动繁重；三是施工变化大，规则性差，不安全因素随工程进度变化而变化。基于上述特点，施工现场必须随着工程进度的发展、变化，及时调整安全防护设施，方能消除隐患，保证安全。

2.按照国家标准《企业职工伤亡事故分类》GB 6441 的规定，我国将职业伤害事故分成 20 类，主要有：物体打击、车辆伤害、机械伤害、起重伤害、触电、淹溺、灼烫、火灾、高处坠落、坍塌、冒顶片帮、透水、放炮、火药爆炸、瓦斯爆炸、锅炉爆炸、容器爆炸、其他爆炸、中毒和窒息以及其他伤害。**其中高处坠落、物体打击、触电、机械伤害、坍塌是市政公用工程施工项目安全生产事故的主要风险源**：

(1)**高处坠落**。作业人员从临边、洞口、电梯井口、楼梯口、预留洞口等处坠落；从脚手架上坠落；在安装、拆除龙门架(井字架)、物料提升机和塔吊过程中坠落；在安装、拆除模板时坠落；吊装结构和设备时坠落。

(2)**触电**。对经过或靠近施工现场的外电线路没有或缺少防护，作业人员在搭设钢管架、绑扎钢筋或起重吊装过程中，碰触这些线路，造成触电；使用各类电器设备触电；因电线破皮、老化等原因触电。

(3)**物体打击**。作业人员受到同一垂直作业面的交叉作业中和通道口处坠落物体的打击。

(4)**机械伤害**。主要是垂直运输设备、吊装设备、各类桩机和场内驾驶(操作)机械对人的伤害。

(5)**坍塌**。随着城市地下工程的建设发展，施工坍塌事故正在成为另一大伤害事故。施工中发生的坍塌事故主要表现为：现场浇混凝土梁、板的模板支撑失稳倒塌，基坑沟槽边坡失稳引起土石方坍塌，施工现场的围墙及挡墙质量低劣坍落，暗挖施工掌子面和地面坍塌，拆除工程中的坍塌。

3.**施工中人的不安全行为、物的不安全状态、作业环境的不安全因素和管理缺陷是项目职业健康安全控制的重点**，必须采取有针对性的控制措施。项目施工中必须把好安全生产”六关”，即措施关、交底关、教育关、防护关、检查关、改进关。

(二)危险源辨识

1.按照国家标准《生产过程危险和有害因素分类和代码＞ GB/T 13861，危险源可分为六大类：物理性危险和有害因素，化学性危险和有害因素，生物性危险和有害因素，心理、生理性危险和有害因素，行为性危险和有害因素以及其他危险和有害因素等。

2.危险源主要包括物的障碍、人的失误和环境因素：

(1)物的障碍是指机械设备、装置、元件等由于性能低下而不能实现预定功能的现象。

(2)人的失误是指人的行为结果偏离了被要求的标准，而没有完成规定功能的现象。

(3)环境因素指施工作业环境中的温度、湿度、噪声、振动、照明或通风等方面的问题，会促使人的失误或物的故障发生。

3.危险源辨识必须根据生产活动和施工现场的特点进行。主要方法有：询问交谈、现场观察、查阅有关记录、获取外部信息、工作任务分析、安全检查表、危险与可操作性研究、事故树分析、故障数分析等。

为使工程项目危险源得到全面、客观辨识，企业和项目应组织全员参与，采用综合评价等方法。

(三)风险评价

1.风险评价的关键是围绕可能性和后果两方面来确定风险。对于辨识后的危险源项目部应进行风险评价。估计其潜在伤害的严重程度和发生的可能性，然后对风险进行分级。评价方法主要有定性分析法和定量分析法(1EC)。当条件变化时，项目部应对风险重新进行评审。

2.定性分析法

主要根据估算的伤害的可能性和严重程度进行风险分级的方法。具体见表 1K420141：

风险评价表　　表 1K420141

	轻微伤害	伤害	严重伤害
极不可能	可忽略风险	较大风险	中度风险
不可能	较大风险	中度风险	重大风险
可能	中度风险	重大风险	巨大风险

3.定量分析法

定量计算每一种危险源所带来的风险可采用以下方法；

$$D=1EC \qquad (1K420141)$$

式中　D——风险值；

1——发生事故的可能性大小；

E——暴露于危险环境的频繁程度；

C——发生事故的后果。

二、预防与防范主要措施

(一)安全技术管理措施

1.**必须在安全危险源识别、评估基础上，编制施工组织设计和施工方案，制定安全技术措施和施工现场临时用电方案；对危险性较大分部分项工程，编制专项安全施工方案**。详见 1K420053 有关条文。

2.项目负责人、技术负责人和专职安全员应按分工负责安全技术措施和专项方案交底、过程监督、验收、检查、改进等工作内容；应对全体施工人员进行安全技术交底，并签字保存记录。

3.技术交底应符合下列规定：

(1)单位工程开工前，项目部的技术负责人必须向有关人员进行安全技术交底。

(2)结构复杂的分部分项工程施工前，项目部的安全(技术)负责人应进行安全技术交底。

(3)项目部应保存安全技术交底记录。

(二)安全教育与培训

1.职业健康安全教育是项目安全管理工作的重要环节，是提高全员安全素质、安全管理水平和防止事故，从而实现安全生产的重要手段。按照行业管理及法律规定：项目职业健康安全教育培训率实现 100%。

2.教育与培训对象包括以下五类人员：

(1)**项目负责人(经理)、项目生产经理、项目技术负责人：必须经过当地政府或上级主管部门组织的职业健康安全生产专项培训，培训时间不得少于 24h，经考核合格后持"安全生产资质证书"上岗**。

(2)**项目基层管理人员**：项目基层管理人员每年必须接受公司职业健康安全生产培训，经考试合格后持证上岗。

(3)**分包单位负责人、管理人员**：接受政府主管部门或总包单位的职业健康安全培训，经考试合格后持证上岗。

(4)特种作业人员：必须经过专门的职业健康安全理论培训和技术实际操作训练，经理论和实际操作的双重考核，合格后，持"特种作业操作证"上岗作业。

(5)操作工人：新人场工人必须经过三级职业健康安全教育，考试合格后持证上岗。

3.教育与培训主要以职业健康安全生产思想、安全知识、安全技能和法制教育四个方面内容为主。主要形式有：

(1)**三级安全教育：对新工人进行公司、项目、作业班组三级安全教育，时间不少于 40h**。三级安全教育由企业安全、劳资等部门组织，经考试合格者方可进人生产岗位。

(2)转场安全教育：新转入现场的工人接受转场安全教育，教育时间不樗少于 8h。

(3)变换工种安全教育：改变工种或调换工作岗位的工人必须接受教育，时间不少于 4h，考核合格后方可上岗。

(4)特种作业安全教育：从事特种作业的人员必须经过专门的安全技术培训，经考试合格取得操作证后方准独立作业。

(5)班前安全活动交底：各作业班组长在每班开工前对本班组人员进行班前安全活动交底。将交底内容记录在专用记录本上，各成员签名。

(6)季节性施工安全教育：在雨期、冬期施工前，现场施工负责人组织分包队伍管理人员、操作人员进行季节性安全技术教育，时间不少于 2h。

(7)节假日安全教育：一般在节假日到来前进行，以稳定人员思想情绪，预防事故发生。

(8)特殊情况安全教育：当实施重大安全技术措施、采用"四新"技术、发生重大伤亡事故、安全生产环境发生重大变化和安全技术操作规程因故发生改变时，由项目负责人(经理)组织有关部门对施工人员进行安全生产教育，时间不少于 2h。

4.职工教育与培训档案管理应由企业主管部门统一规范，为每位职工建立《职工安全教育

卡》。职工的安全教育应实行跟踪管理。职工调动单位或变换工种时应将《职工安全教育卡》转至新单位。三级安全教育，换岗、转岗安全教育应及时做出相应的记录。

(三)设备管理

1.**工程项目要严格设备进场验收工作。中小型机械设备由施工员会同专业技术管理人员和使用人员共同验收；大型设备、成套设备在项目部自检自查基础上报请企业有关管理部门，组织企业技术负责人和有关部门验收；塔式或门式起重机、电动吊篮、垂直提升架等重点设备应组织第三方具有相关资质的单位进行验收。检查技术文件包括各种安全保险装置及限位装置说明书、维修保养及运输说明书、产品鉴定及合格证书、安全操作规程等内容，并建立机械设备档案**。

2.项目部应根据现场条件设置相应的管理机构，配备设备管理人员.设备出租单位应派驻设备管理人员和维修人员。

3.设备操作和维护人员必须经过专业技术培训，考试合格后取得相应操作证后，持证上岗。**机械设备使用实行定机、定人、定岗位责任的**”三定”制度。

4.按照安全操作规程要求作业，任何人不得违章指挥和作业。

5.施工过程中项目部要定期检查和不定期巡回检查，确保机械设备正常运行。

(四)应急救援

1.实行施工总承包的由总承包单位统一组织编制建设工程生产安全事故应急预案。

2.**工程总承包单位和分包单位按照应急预案，各自建立应急救援组织，具备应急救援人员、器材、设备**。

3.**对项目全体人员进行针对性的培训和交底定期组织专项应急演练，并定期进行演练**。

4.项目部按照应急预案明确应急设备和器材储存、配备的场所、数量，并定期对应急设备和器材进行检查、维护、保养。

5.应根据应急救援预案演练、实战的结果，对事故应急预案的适宜性和可操作性组织评价，必要时进行修改和完善。

6.接到紧急信息，及时启动预案，组织救援、抢险。

7.配合有关部门妥善处理安全事故，并按照相关规定上报。

(五)安全检查

1.安全检查的目的是为了消除隐患、防止事故、改善劳动条件及提高员工安全生产意识，安全检查是安全控制工作的重要内容。

2.安全检查内容与方法详见 1K420143。

【案例 1K470141】

1.背景

某沿海城市电力隧道内径为 3.8m，全长 4.9km，管顶覆土厚度大于 5m，采用顶管法施工，合同工期 1 年，检查井兼作工作坑，采用现场制作沉井下沉的施工方案。电力隧道沿着交通干道走向，距交通干道侧石边最近处仅 2m 左右。离隧道轴线 8m 左右，有即将人地的高压线，该高压线离地高度最低为 15m。单节混凝土管长 2m，自重 11t，采用 20t 龙门吊下管。隧道穿越一个废弃多年的污水井。上级公司对工地的安全监督检查中，有以下记录：

(1)项目部对本工程作了安全风险源分析，认为主要风险源为高空作业，地面交通安全和隧道内施工用电，并依此制订了相应的控制措施。

(2)项目都编制了安全专项施工方案，分别为施工临时用电组织设计，沉井下沉施工方案。

(3)项目郝制定了安全生产验收制度。

2.问题

(1)该工程还有哪些安全风险源未被辨识？对此应制订哪些控制措施？

(2)项目部还应补充哪些安全专项施工方案？说明理由。

(3)针对本工程，安全验收应包含哪些项目？

3.参考答案

(1)问题 1

隧道内尚有有毒有害气体，以及高压电线电力场未被辨识。为此必须制订有毒有害气体的探测、防护和应急措施；必须制订防止高压电线电力场伤害人身及机械设备的措施。

(2)问题 2

应补充沉井制作的模板方案和脚手架方案，补充龙门吊的安装方案。

理由：本案中管道内径为 3. 8m，管顶覆土大于 5m，故沉井深度将达到 10m 左右，现场预制即使采用分三次预制的方法，每次预制高度仍达 3m 以上，必须搭设脚手架和模板支撑系统。因此，**应制订沉井制作的模板方案和脚手架方案**，并且注意模板支撑和脚手架之间不得有任何联系。本案中，隧道用混凝土管自重大，采用龙门吊下管方案，**按规定必须编制龙门吊安装方案，并由专业安装单位施工**，安全监督站验收。

(3)问题 3

本工程安全验收应包括以下内容：

沉井模板支撑系统验收、脚手架验收、临时施工用电设施验收、龙门吊安装完毕验收、个人防护用品验收、沉井周边及内部防高空坠落系列措施验收。

1K420142　掌握施工安全保证计划编制要点

安全保证计划是施工组织设计的重要组成部分，本条文简要介绍市政公用工程安全保证计划编制与安全生产管理要点。

一、安全保证计划应包括主要内容

(一)一般规定

1.贯彻我国以法律的形式确立安全生产方针，”生产必须安全，安全促进生产”，以预防为主，防患于未然。认真贯彻”安全第一，预防为主”的方针，正确处理安全与生产的关系。

2.落实企业安全试生产管理目标，制定施工项目的安全管理目标，兑现合同承诺。

3.**必须取得安全行政主管部门颁发的”安全施工许可证”后方可开工**。总承包单位和各分包单位均应有”施工企业安全资格审查认可证”。

(二)安全生产管理体系

1.**工程项目施工实行总承包的，应成立由总承包、专业承包和劳务分包等单位项目负责人**(经理)、**技术负责人和专职安全生产管理人员**(以下简称专职安全员)**组成的安全管理领导小组**。

2.**专业承包和劳务分包单位应服从总承包单位管理，落实总承包企业的安全生产要求**。

3.总承包与分包安全管理责任：

(1)**实行总承包的项目，安全控制由总承包方负责，分包方服从总承包方的管理**。总承包方对分包方的安全生产责任包括：**审查**分包方的**安全施工资格和安全生产保证体系**，不应将工程分包给不具备安全生产条件的分包方；在**分包合同中应明确分包方安全生产责任和义务；对分包方提出安全要求，并认真监督，检查；对违反安全规定冒险蛮干的分包方，应令其停工整改**；总承包方应统计分包方的伤亡事故，按规定上报，并按分包合同约定协助处理分包方的伤亡事故。

(2)**分包方安全生产责任应包括：分包方对本施工现场的安全工作负责，认真履行分包合同规定的安全生产责任；遵守总承包方的有关安全生产制度，服从总承包方的安全生产管理，及时向总承包方报告伤亡事故并参与调查，处理善后事宜**。

(三)安全生产责任制和考核、奖惩制度

1.安全生产责任制是企业对项目部各级领导、各个部门、各类人员所规定的职责范围内对安全生产应负责任的制度。建立安全生产责任制是安全风险控制措施计划实施的重要保证。

2.项目部应建立安全生产责任制，并把责任目标分解落实到人。

(1)**项目负责人**(经理)：**是项目工程安全生产第一责任人**，对项目经营生产全过程中的安全负全面领导责任。

(2)**项目生产经理**：对项目的安全生产负直接领导责任，协助项目负责人.(经理)落实各项安全生产法规、规范、标准和项目的各项安全生产管理制度，组织各项安全生产措施的实施。

(3)**安全总监**(专职安全监督员)：在现场经理的直接领导下负责项目安全生产工作的监督管理。

(4)**项目技术负责人**：对项目的安全生产负技术责任。

(5)**施工员**(工长)：**是所管辖区域范围内安全生产第一负责人**，对辖区的安全生产负直接领导责任。向班组、施工队进行书面安全技术交底，履行签字手续；对规程、措施、交底要求的执行情况经常检查，随时纠正违章作业；经常检查辖区内作业环境、设备、安全防护设施以及重点特殊部位施工的安全状况，发现问题及时纠正解决。

(6)分包单位负责人：是本单位安全生产第一责任人，对本单位安全生产负全面领导责任。

(7)**班组长**：**是本班组安全生产第一责任人**，负责执行安全生产规章制度及安全技术操作规程，合理安排班组人员工作，对本班组人员在施工生产中的安全和健康负直接责任。

(四)安全技术措施与安全管理措施

1.根据工程施工和现场情况危险源辨识与评价，制订防止工伤事故和职业病的危害的技术措施(详见 1K420141)。

2.针对工种特点，环境条件，采取的劳力组织、作业方法，施工机械，供电设施等确保安全施工的管理措施。

3.配置符合安全施工和职业健康的机械设备。

4.危险性较大分部分项工程施工专项方案。

5.监督指导各项安全技术操作规程落实与执行的专职安全员和项目检查机构。

6.及时消除安全隐患，限时整改并制定消除安全隐患措施。

(五)安全生产管理制度

1.**安全生产值班制度**：

施工现场必须保证每班有领导值班，专职安全员在现场，值班领导应认真做好安全值班记录。

2.**周、月安全生产例会制度**：

解决处理施工过程中的安全问题，并进行定期和各项专业安全监督检查。项目负责人应亲自主持例会和定期安全检查。协调、解决生产、安全之间的矛盾和问题。建立相关的安全管理制度。

3.**安全生产检查和验收制度**。

4.**安全生产验收制度**：

必须严格坚持”验收合格方准使用”的原则，对安全生产设备、设施和防护用品进行验收签认。

5.**整顿改进及奖罚制度**。

(六)**应急救援预案与组织计划**

1.**制定施工现场生产安全事故应急救援预案。实行施工总承包的由总承包单位统一组织编制建设工程生产安全事故应急预案**。

2.**工程总承包单位和分包单位按照应急预案，各自建立应急救援组织，落实应急救援人员、器材、设备，并定期进行演练。**

3.**发生事故及突发事件组织救援和抢险**。

二、过程控制与持续改进

(一)过程控制

1.项目负责人、技术负责人、安全员应对安全工作计划进行监督检查，关键工序应安排专职安全员对重点风险源进行现场监督检查和指导。

2.**发现施工中人的不安全行为、物的不安全状态、作业环境的不安全因素和管理缺陷，专职安全员采取有针对性的纠正措施，及时制止违章指挥和违章作业**；并督促整改直歪消除隐患。

3.对查出的安全隐患要做到”五定”，即定整改责任人、定整改措施、定整改完成时间、定整改完成人、定整改验收人。

4.项目部应定期或不定期进行安全管理工作分析和安全计划总结改进。

5.项目部应定期向企业安全生产管理机构报告项目安全生产计划实施情况。

(二)项目部应定期对安全保证计划的适宜性、符合性和有效性进行评估，确定安全生产管理需改进的方面，制订并实施改进措施，并对其有效性进行跟踪验证和评价。

发生下列情况时，应及时进行安全生产计划评估：

1.适用法律法规和标准发生变化；

2.企业、项目部组织机构和体制发生重大变化；

3.发生生产安全事故；

4.其他影响安全生产管理的重大变化。

(三)持续改进

1.项目部应根据企业职业健康安全管理体系要求，及时将生产安全保证计划实施与改进情况报送企业。

2.企业结合实际制定内部安全技术标准和图集，定期进行技术分析改造，改进施工现场安全生产作业条件，改善作业环境。

1K420143　掌握施工安全检查内容与方法

本条文简要介绍企业和项目部生产安全检查主要内容及方法。

一、安全检查的内容与频次

(一)安全检查主要内容

1.安全目标的实现程度；

2.安全生产职责的落实情况；

3.各项安全管理制度的执行情况；

4.施工现场安全隐患排查和安全防护情况；

5.生产安全事故、未遂事故和其他违规违法事件的调查、处理情况；

6.安全生产法律法规、标准规范和其他要求的执行情况。

(二)安全检查的形式与频次

安全检查按组织形式可分为管理层的自查、互查以及对下级管理层的抽查等；按照检查频次可分为日常巡查、专项检查、季节性检查、定期检查、不定期抽查等。

1.**日常巡查**

工程项目部每天应结合施工动态，实行安全巡查；总承包工程项目部应组织各分包单位每周进行安全检查，每月对照《建筑施工安全检查标准》，至少进行一次定量检查；项目安全员或安全值班人员对工地进行的巡回安全生产检查及班组在班前、班后进行的安全检查等。

2.**专项检查**

企业或项目部每月应对工程项目施工现场安全职责落实情况至少进行一次检查，并针对检查中发现的倾向性问题、安全生产状况较差的工程项目，组织专项检查。专项检查应结合工程项目进行。如沟槽、基坑土方的开挖、脚手架、施工用电、吊装设备专业分包、劳务用工等安全问题，专业性较强的应由技术负责人组织专业技术人员、专项作业负责人和相关专职部门进行。

3.**季节性检查**

企业应针对承建工程所在地区的气候与环境特点，组织季节性的安全检查。季节性安全检查是针对施工所在地气候特点，可能给施工带来的危害而组织的安全检查，如雨期的防汛、冬期的防冻等。每次安全检查应由主管生产的领导或技术负责人员带队，由相关的部门联合组织检查。

二、安全检查标准与方法

(一)安全检查标准

1.可结合工程的类别、特点，依据国家、行业或地方颁布的标准要求执行。

2.依据本单位在安全管理及生产中的有关经验，制定本企业的安全生产检查标准。

(二)安全检查方法

1.常规检查

常规检查是常见的一种检查方法。通常是由安全管理人员作为检查工作的主体，到作业场所的现场，通过感观或辅助一定的简单工具、仪表等，对作业人员的行为、作业场所的环境条件、生产设备设施等进行的定性检查。安全检查人员通过这一手段，及时发现现场存在的安全隐患并采取措施予以消除，纠正施工人员的不安全行为。

常规检查依靠安全检查人员的经验和能力，检查的结果直接受安全检查人员个人素质的影响。因此，对安全检查人员个人素质的要求较高。

2.安全检查表法

为使检查工作更加规范+将个人的行为对检查结果的影响减少到最小，常采用安全检查表法。

安全检查表(SC1)是事先把系统加以剖析，列出各层次的不安全因素，确定检查项目，并把检查项目按系统的组成顺序编制成表，以便进行检查或评审，这种表就叫做安全检查表。安全检查表是进行安全检查，发现和查明各种危险和隐患，监督各项安全规章制度的实施，及时发现事故隐患并制止违章行为的一个有力工具。

安全检查表应列举需查明的所有可能会导致事故的不安全因素。每个检查表均需注明检查时间、检查者、直接负责人等，以便分清责任。安全检查表的设计应做到系统、全面，检查项目应明确。

3.仪器检查法

机器、设备内部的缺陷及作业环境条件的真实信息或定量数据，只能通过仪器检查法来进行定量化的检验与测量，才能发现安全隐患，从而为后续整改提供信息。因此，必要时需要实施仪器检查。由于被检查的对象不同，检查所用的仪器和手段也不同。

三、安全检查的工作程序

(一)准备工作

1.确定检查的对象、目的、任务；

2.查阅、掌握有关法规、标准、规程的要求；

3.了解检查对象的工艺流程、生产情况、可能出现危险、危害的情况；

4.制定检查计划，安排检查内容、方法、步骤；

5.编写安全检查表或检查提纲；

6.准备必要的检测工具、仪器、书写表格或记录本；

7.挑选和训练检查人员并进行必要的分工等。

(二)实施检查

1.访谈。通过与有关人员谈话来查安全意识、查规章制度执行情况等。

2.查阅文件和记录。检查设计文件、作业规程、安全措施、责任制度，操作规程等是否齐全，是否有效；查阅相应记录，判断上述文件是否被执行。

3.现场观察。对作业现场的生产设备、安全防护设施、作业环境、人员操作等进行观察，

寻找不安全因素、事故隐患，事故征兆等。

4.仪器测量。利用一定的检测检验仪器设备，对在用的设施、设备、器材状况及作业环境条件等进行测量，以发现隐患。

(三)通过分析作出判断

掌握情况(获得信息)之后，要进行分析、判断和验证。可凭经验、技能进行分析，作出判断，必要时需对所做判断进行验证，以保证得出正确结论。

(四)及时作出决定进行处理

作出判断后，应针对存枉的问题作出采取措施的决定，即提出隐患整改意见和要求，包括要求进行信息的反馈。

(五)整改落实

存在隐患的单位必须按照检查组(人员)提出的隐患整改意见和要求落实整改。检查组(人员)对整改落实情况进行复查，获得整改效果的信息，以实现安全检查工作的闭环。

(六)考核与奖惩

1.对安全检查中发现的问题和隐患，应定人、定时间、定措施组织整改，并跟踪复查。

2.企业和项目部应依据安全检查结果定期组织实施考核，落实奖罚，以促进安全生产管理。

四、安全检查资料与记录

(一)项目部

1.项目应设**专职安全员负责**施工安全生产管理活动必要的记录。

2.施工现场安全资料应随工程进度同步收集、整理，并保存到工程竣工。

3.**施工现场应保存资料**：

(1)施工企业的安全生产许可证，项目部专职安全员等安全管理人员的考核合格证，建设工程施工许可证等复印件；

(2)施工现场安全监督备案登记表，地上、地下管线及建(构)筑物资料移交单，安全防护、文明施工措施费用支付统计，安全资金投入记录；

(3)工程概况表，项目重大危险源识别汇总表，危险性较大的分部分项工程专家论证表和危险性较大的分部分项工程汇总表，项目重大危险源控制措施，生产安全事故应急预案；

(4)安全技术交底汇总表，特种作业人员登记表，作业人员安全教育记录表，施工现场检查表；

(5)违章处理记录等相关资料。

(二)施工企业

1.项目部应根据企业职业健康安全管理体系要求，及时将生产安全和职业健康保证计划实施记录与资料移交企业保管。

2.企业应建立并保存安全检查和改进活动的资料与记录；项目部应将安全管理资料与记录及时归档。

1K420150　明挖基坑施工安全事故预防

1K420151　掌握防止基坑坍塌、淹埋的安全措施

本条文以地铁工程为主简要介绍防止基坑坍塌、淹没的安全措施。

一、明挖基坑安全控制特点

(一)基坑工程安全风险

1.明挖基坑多系临时工程，但其造价高，开挖土石数量大；且基坑工程具有明显的地域性，不同地质条件对其设计和施工方法有很大的不同。

2.基坑工程应根据现场实际工程地质、水文地质、场地和周边环境情况及施工条件进行设计和组织施工。

3.基坑工程安全风险主要是**基坑坍塌**和**淹没**，导致安全质量事故发生。

(二)基坑开挖安全技术措施

1.**基坑边坡**和**支护结构的确定方法**

根据**土的分类**和**力学指标、开挖深度等确定边坡坡度(放坡开挖时)**，或根据**土质、地下水情况及开挖深度等确定支护结构方法**(采用支护开挖时)。

基坑工程施工，首先要保证基坑的稳定。放坡开挖时，基坑的坡度要满足抗滑稳定要求；采用支护开挖时，支护结构类型的选择，既要保证整个支护结构在施工过程中的安全，又要能控制支护结构及周围土体的变形，以保证基坑周围建筑物和地下设施的安全。

2.**尽量减少基坑坡顶荷载**

基坑边缘堆置土方、建筑材料或沿基坑边缘移动运输工具或施工机械时，如果是放坡开挖时会增加滑动力矩；如果是支护开挖时，会增加作用于支护结构上的荷载。一般都要求堆载及机械等离开基坑边缘有一个安全距离，并且对堆载的级别有所限制。

3.**做好降水措施，确保基坑开挖期间的稳定**

地下水是引起基坑事故的主要因素之一。实践表明，多数发生的基坑事故都与地下水有关。地下水对基坑的危害与土质密切相关，当基坑处于砂土或粉土时，在地下水作用下，更容易造成基坑坡面渗水、土粒流失、流砂，进而引起基坑坍塌事故。

当场地内有地下水时，应根据场地及周边区域的工程地质条件、水文地质条件、周边环境情况和支护结构与基础形式等因素，确定地下水控制方法。当场地周围有地表水汇流、排泄或地下水管渗漏时，应对基坑采取保护措施。

地下水的控制方法主要有**降水**、**截水**和**回灌**等几种形式。这几种形式可以单独使用，也可以组合使用。降水会引起基坑周围土体沉降，当基坑邻近有建筑物时，宜采用截水或回灌方法。

4.**控制好边坡**

无支撑放坡开挖的基坑要控制好边坡坡度，有支撑基坑开挖时要控制好纵向放坡坡度。基坑采用无支撑放坡开挖时，应随挖随修整边坡，并不得挖反坡。有支撑基坑在开挖过程的临时放坡也应重视，防止在开挖过程中边坡失稳或滑坡酿成事故。

5.**严格按设计要求开挖**和**支护**

基坑开挖应根据支护结构设计、降排水要求确定开挖方案。开挖范围及开挖、支护顺序均应与支护结构设计工况相一致。挖土要严格按照施工组织设计规定进行。软土基坑必须分层均衡开挖。支护与挖土要密切配合，**严禁超挖**。发生异常情况时，应立即停止挖土，并应立即查清原因和采取措施，正常后方能继续挖土。基坑开挖过程中，必须采取措施防止碰撞支撑、围护桩或扰动基底原状土。

软土地区基坑开挖还受到时间效应和空间效应的作用。因此，在制订开挖方案时，要尽量缩短基坑开挖卸荷的尺寸及无支护暴露时间，减少开挖过程中的土体扰动范围，采用分层、分块的开挖方式，且使开挖空间尺寸和开挖支护时限能最大限度地限制围护结构的变形和坑周土体的位移与沉降。

6.**及时分析监测数据，做到信息化施**

基坑失稳破坏一般都有前兆，具体表现为监测数据的急剧变化或突然发展。因此，进行系统的监测，并对监测数据进行及时分析，发现工程隐患后及时修改施工方案，做到信息化施工，对保证基坑安全有重要意义。

二、应急预案与保证措施

(一)应急预案

1.**制定具有可操作性的基坑坍塌、淹埋事故的应急预案可以防患于未然**，可以最大限度地减小事故发生的概率，防止事态的恶化，减轻事故的后果。

2.**建立应急组织体系，配备足够的袋装水泥、土袋草包、临时支护材料、堵漏材料和设备、抽水设备等抢险物资和设备，并准备一支有丰富经验的应急抢险队伍，保证在紧急状态时可以快速调动人员、物资和设备**，并根据**现场实际情况进行应急演练**。

3.**进行信息化施工，及早发现坍塌、淹埋和管线破坏事故的征兆。如果基坑即将坍塌、淹埋时，应以人身安全为第一要务，及早撤离现场**。

(二)抢险支护与堵漏

1.围护结构渗漏是基坑施工中常见的多发事故。在富水的砂土或粉土地层中进行基坑开挖时，如果围护结构或止水帷幕存在缺陷时，渗漏就会发生。如果渗漏水主要为清水，一般及时封堵不会造成太大的环境问题；而如果渗漏造成大量水土流失则会造成围护结构背后土体过大沉降，严重的会导致围护结构背后土体失去抗力造成基坑倾覆。

2.围护结构缺陷造成的渗漏一般采用下面方法处理：**在缺陷处插入引流管引流，然后采用双快水泥封堵缺陷处，等封堵水泥形成一定强度后再关闭导流管**。如果渗漏较为严重时直接封堵困难时，则应首先在坑内回填土封堵水流，然后**在坑外打孔灌注聚氨酯或双液浆**等封堵渗漏处，封堵后再继续向下开挖基坑，具体见图 1K420151.1、图 1K420151.2。

3.基坑支护结构出现变形过大或较为危险的”踢脚”变形时，可以采用坡顶卸载，适当增加内支撑或锚杆，被动土压区堆载或注浆加固等处理措施。

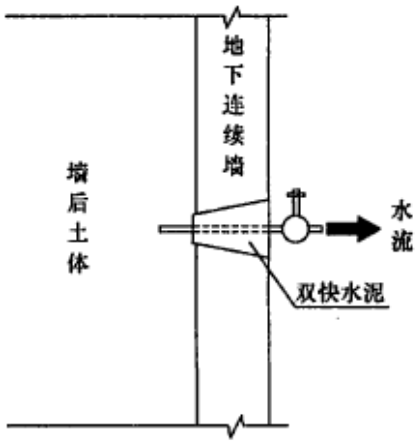


图 1K420151-1　基坑围护墙体堵漏方法一

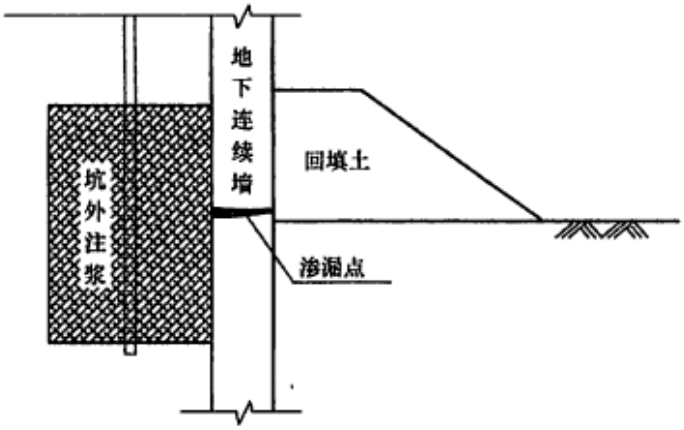


图 1K420151-2　基坑围护墙体堵漏方法二

4.基坑出现整体或局部土体滑塌时，应在可能条件下降低土中水位，并进行坡顶卸载，加强未滑塌区段的监测和保护，严防事故继续扩大。

5.基坑坍塌或失稳征兆已经非常明显时，必须果断采取回填土、砂或灌水等措施，然后再进一步采取应对措施，以防止险情发展成事故。

1K420152　掌握开挖过程中地下管线的安全保护措施

市政公用工程施工中损伤地下管线的事故时有发生，本文以基坑(槽)工程为例简要介绍应采取的安全技术措施。

一、施工准备阶段

(一)工程地质条件及现况管线调查

1.进场后应依据**建设方所提供的的工程地质勘查报告、基坑开挖范围内及影响范围内的各种管线、地面建筑物等有关资料，查阅有关专业技术资料，掌握管线的施工年限、使用状况、位置、埋深等数据信息**。

2.对于资料反映不详、与实际不符或在资料中未反映管线真实情况的，**应向规划部门、管线管理单位查询**，必要时在管理单位人员在场情况下进行坑探查明现状。

3.对于基坑影响范围内的地面、地下建(构)筑物，**必须查阅相关资料并经现场调查**，掌握结构的基础、结构形式等情况。

4.将调查的管线、地下建(构)筑物的位置埋深等实际情况按照比例标注在施工平面图上，并在现场做出醒目标志。

5.**分析调查、坑探等资料**，作为编制施工组织设计、施工方案和采取安全保护措施的依据。

(二)编制施工组织设计

1.必须对施工过程中地下管线、地面建(构)筑物可能出现的安全状态进行分析，识别重要危险因素，评价其危险程度，制订中、高度危险因素的安全技术措施。

2.对于重要的地下管线、地面与地下建(构)筑物必须进行基坑开挖工况影响分析，确定影响程度，以便在施工措施中确定合理的基坑支护、开挖方法，确保施工过程中管线及各种构筑物的安全。

3.**重要的基坑开挖方案需要经建设单位、监理单位同意后执行，并严格按照建设单位、**

监理单位同意的施工方案实施。

(三)现况管线改移、保护措施

1.对于基坑开挖范围内的管线，与建设单位、规划单位和管理单位协商确定管线拆迁、改移和悬吊加固措施。

2.基坑开挖影Ⅱ向范围内的地下管线、地面建(构)筑物的安全受施工影响，或其危及施工安全时，均应进行临时加固，经检查、验收，确认符合要求，并形成文件后，方可施工。

3.开工前，由建设单位召开工程范围内有关地上建(构)筑物、地下管线、人防、地铁等设施管理单位的调查配合会，由产权单位指认所属设施及其准确位置，设明显标志。

4.在施工过程中，必须设专人随时检查地下管线、维护加固设施，以保持完好。

5.观测管线沉降和变形并记录，遇到异常情况，必须立即采取安全技术措施。

二、应急预案与抢险组织

(一)对于具有中、高度危险因素的地下管线、地面建(构)筑物，必须制订应急预案和有效安全技术措施。

(二)建立应急组织体系，配备应急抢险的人员、物资和设备，组织体系应保证在紧急状态时可以快速调动人员、物资和设备，并根据现场实际情况进行应急演练。

(三)出现异常情况，应立即通知管理单位人员到场处理、抢修。

1K420153　熟悉施工监控量测内容与方法

本条文以基坑为重点简要介绍地下工程施工安全监控量测的原则、内容与方法。

一、监测应遵守的原则

(一)可靠性原则

可靠性原则是监测系统设计中所考虑的最重要的原则。为了确保其可靠性，必须做到：第一，系统需要采用可靠的仪器；第二，应在监测期间保护好测点。

(二)多层次监测原则

多层次监测原则的具体含义有四点：

1.在监测对象上以位移为主，兼顾其他监测项目；

2.在监测方法上以仪器监测为主，并辅以巡检的方法；

3.在监测仪器选择上以机测仪器为主，辅以电测仪器；

4.应分别在地表、临近建筑物与地下管线上布点，以形成具有一定测点覆盖率的监测网。

(三)重点监测关键区的原则

工程所处地质、周围建筑物及地下管线等环境条件不同，其施工安全风险程度不同。安全风险程度高的部位应重点进行监测，以保证施工安全以及建筑物与地下管线安全。

(四)方便实用原则

为减少监测与施工之间的干扰，监测系统的安装和测量应尽量做到方便实用。

(五)经济合理原则

系统设计时考虑实用的仪器，不必过分追求仪器的先进性，以降低监测费用。

二、监测内容及方法

(一)监测内容

1.监测内容应依据委托合同的规定，并符合工程监测设计要求。

2.**明挖基坑常规监测主要有：地表沉降、围护结构水平位移、管线沉降、地面建筑物沉降、倾斜及裂缝、围护结构内力、支撑内力、地下水位、地中土体垂直位移、地中土体水平位移等**。详见表 1K420103-1。

3.**略挖隧道常规监测项目有：地表沉降、地下管线沉降、建筑物沉降、倾斜及裂缝**、洞内状态观察(围岩土质及支护状态)，净空收敛、拱顶下沉等。详见表 1K420153-2。

4.监测设计中规定的盛测项目，通常称为 A 类监测项目；A 类项目为日常施工管理过程中必须进行的量测项目。

5.在 A 类量测基础上，另外增加的量测项目称为 B 类量测项目，B 类量测项目系根据工程特点和围岩条件选择的监测项目，以供设计等方面研究。

(二)监测方法

1_监测方法可以分为几何方法和电测方法；几何方法主要采取相应精度的测量仪器，并依据测绘标准规范采集数据。电测方法应依据有关规范标准选择仪器和数据采集系统。

2.应采取科学的分析处理方法进行数据整理分析，并及时反馈有关方面；为确保周围建筑物的安全，合理确定施工参数提供依据，达到反馈指导施工的目的。

3.监测对象、监测内容及方法可参照表 1K420153-1 和表 1K420153-2 选择。

基坑监测项目、对象及方法一览表　　表 1K420153-1

监测项目	监测类别	监测方法	监测对象
地表沉降	A	全自动电子水准仪、钢钢尺等	掌握基坑开挖过程对周围土体、地下管线、钻孔桩和周围建筑物的影响程度及影响范围
地下管线沉降	A		
围护桩顶垂直位移	A		
建筑物沉降	A		
建筑物倾斜	A	全站仪、反射片等	
围护桩水平位移	A	测斜管、测斜仪等	掌握基坑开挖过程对周围土体、围护结构及地下水位的影响
土体水平位移	B		
地下水位	B	水位孔、水位计等	
支撑轴力	A	钢筋计，频率接收仪	了解施工过程水平支撑、主体结

锚固力	A	轴力计、频率接收仪等	构的受力状况
地表、建筑物、支护结构裂缝	B	以观测为主，必要时用裂缝仪	掌握裂缝的发生、发展过程，分析施工的彤响程度

隧道监测项目、对象及方法一览表　　表 1K420153-2

监测项目	监测类别	监测方法	监测对象
地表沉降	A	全自动电子水准仪、铟钢尺等	掌握施工过程对影响范围土体、地下管线和周围建筑物的影响程度
地下管线沉降	A		
建筑物沉降	A		
拱顶下沉	A		
建筑物倾斜	A	全站仪、反射片等	
净空收敛(位移)	A	收敛计等	掌握隧道结构变形
围岩压力	B	压力盒等	了解隧道外土体压力
岩体垂直、水平位移	B	单点、多点杆式或钢弦式位移计	了解岩体位移变化
衬砌应力应变	B	应变计、应力计、测缝计	了解村砌结构的受力状况
隧道内观测	A	观测为主，仪器测量为辅	掌握开挖支护或管片安装情况

(三)监测点布置

1.应依据设计要求和相关规范规定进行监测点的布设，绘制平面图；并应与现场测点一一对应。

2.监测断面应依据相关规范规定进行设计和布置。

3.各种观测项目应在监测断面中统一考虑，对应布置；以便采集的数据能相互印证，确保监测结果的可靠性。

(四)监测频率与停测标准

1.量测频率根据**施工进度、支护形式、围岩动态和开挖面宽度与埋深的相对关系确定**。

2.**安排量测频率的原则是通过量测能准确地掌握围岩和支护动态稳定的变化趋势**。

3.各种项目的量测频率应依据设计要求和规范规定。

4.结束监测标准。变形稳定判断的标准应依据《建筑变形测量规范》JGJ 8 相关内容确定，即”当**最后 100d 的沉降速率小于 0.01～0.04mm/d 时可认为已经进入稳定阶段**”。变形稳定后，即可向委托方发出”结束监测申请”，经批准后结束监测。

三、数据处理与成果报告

(一)数据资料整理

1.现场状态观察、量测结果，其数据必须准确、真实、可靠，并应不失时机地反馈到设计和施工等方面。

2.量测成果经过汇总，应迅速整理成直观、易懂、一目了然的曲线(散点)图和表。图、表主要有：

(1)位移(或下沉)量随时间变化的曲线；

(2)位移速度随时间变化曲线 I

(3)位移量与开挖面距离关系曲线；

(4)地表下沉(纵、横向)曲线。

(二)数据分析

1.当位移一时间曲线趋于平缓时，应进行回归分析，推算最终位移值，并总结出围岩与位移变化的动态规律。

2.可采用专用分析软件进行处理，并结合现场观测结果进行稳定状态判断。

(三)异常情况监测

1.**监测方案必须制订有应急预案和保证措施**。

2.**出现异常情况，应按照有关规定立即通知建设等相关单位**。

3.**快速调动人员和设备，并根据现场实际情况进行加密监测**。

(四)成果报告

1.应按照合同规定和监测方案报送监测日报、周报和月报。

2.监测结束后，监测单位应编写总结报告。

【案例 1K420153】

1.背景

某市政基坑工程，基坑侧壁安全等级为一级，基坑平面尺寸为 22m×200m，基坑挖深为 10m，地下水位于地面下 5m。采用地下连续墙围护，设三道钢支撑。基坑周围存在大量地下管线等建(构)筑物。为保证基坑开挖过程中的安全，施工单位编制了监测方案，监测方案包括：监控目的、监测项目、工序管理和记录制度。施工过程中，监测单位根据监测方案对基坑进行了监测，并且在工程结束后，向施工单位提交了监测报告。

2.问题

(1)本工程监测方案内容是否全面，如不全面还应包括哪些内容？

(2)根据背景资料及《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120，应监测哪些项目？

(3)上述监测项目可分别采用什么方法监测？

(4)监测单位的做法有哪些不妥之处？

(5)简述监测总报告包括的内容。

3.参考答案

(1)问题 1

基坑开挖前应做出系统的开挖监控方案，监控方案应包括监控目的、监测项目、监控报警值、监测方法及精度要求、监测点的布置、监测周期、工序管理和记录制度以及信息反馈系统等。所以，本工程的监测方案并不全面，应按规定予以补充。

(2)问题 2

根据《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120，基坑工程监测项目可按表 1K420153-3 选择。

基坑监测项目表　　表 1K420153-3

基坑侧照 安全等级 监测项目	一级	二级	三级
支护结构水平位移	应测	应测	应测
周围建筑物、地下管线变形	应测	应测	宜测
地下水位	应测	应测	宜测
桩、墙内力	应测	宜测	可测
锚杆拉力	应测	宜测	可测
支撑轴力	应测	宜测	可测
立柱变形	应测	宜测	可测
土体分层竖向位移	应测	宜测	可测
支护结构界面上侧向压力	宜测	可测	可测

本工程侧壁安全等级为一级，应监测的项目有：地下连续墙水平位移，周围建筑物、地下管线变形，地下水位，地下连续墙内力，支撑轴力，土体分层竖向位移。

(3)问题 3

地下连续墙水平位移一般采用测斜仪监测；周围建筑物、地下管线变形采用水准仪量测；地下水位采用水位计量测；地下连续墙内力、支撑轴力采用轴力计量测；土体分层竖向位移采用分层沉降仪监测。

(4)问题 4

基坑开挖监测过程中，监测单位应按照监测方案进行监测，施工单位应根据监测结果调整施工方案。本工程监测单位在工程结束后提交了监测报告，已经失去了监测的意义。

(5)问题 5

工程结束时应提交完整的监测总报告，监测总报告内容应包括：

①工程概况；

②监测项目和各测点的平面和立面布置图；

③采用仪器设备和监测方法；

④监测数据处理方法和监测结果过程曲线；

⑤监测结果评价。

1K420160　城市桥梁工程施工安全事故预防

1K420161　掌握桩基施工安全措施

本条主要介绍沉入桩和混凝土灌注桩施工安全控制要点及技术措施。

一、避免桩基施工对地下管线的破坏

(一)开工前应采取的安全措施

1.通过调查、详勘掌握桩基施工地层内各种管线，包括上水、雨水、污水、电力、电信、煤气及热力等管线资料以及各管线距施工区域距离。

2.现场做好管线拆迁改移，或保护工作。

3.现场准确标识，以便桩位避开地下管线，施工中做好监测工作。

(二)施工安全保证措施

1.沉入桩施工安全控制主要包括桩的制作、桩的吊运与堆放和沉入施工。

2.混凝土灌注桩施工安全控制涉及施工场地、护筒埋设、护壁泥浆、钻孔施工、钢筋笼制作及安装和混凝土浇筑。

二、沉入桩施工安全控制要点

(一)桩的制作

1.混凝土桩制作

(1)预制构件的吊环位置及其构造必须符合设计要求。吊环必须采用未经冷拉的 HPB235 级热轧钢筋制作，严禁以其他钢筋代替。

(2)钢筋码放应符合施工平面布置图的要求。码放时，应采取防止锈蚀和污染的措施，不得损坏标牌；整捆码垛高度不宜超过 2m，散捆码垛高度不宜超过 1.2m。

(3)加工成型的钢筋笼、钢筋网和钢筋骨架等应水平放置。码放高度不得超过 2m，码放层数不宜超过 3 层。

2.钢桩制作

(1)在露天场地制作钢桩时，应有防雨、雪设施，周围应设护栏，非施工人员禁止入内。

(2)剪切、冲裁作业时，应根据钢板的尺寸和质量确定吊具和操作人数，不得将数层钢板叠在一起剪切和冲裁；操作人员双手距刃口或冲模应保持 20cm 以上的距离，不得将手置于压紧装置或待压工件的下部，送料时必须在剪刀、冲刀停止动作后作业。

(3)**气割加工应符合现行**《焊接与切割安全》GB 9448 有关规定。气割加工现场必须按消防部门的规定配置消防器材，**周围 10m 范围内不得堆放易燃易爆物品。操作者必须经专业培训，持证上岗**。

(4)焊接作业现场应按消防部门的规定配置消防器材，**周围 10m 范围内不得堆放易燃易爆物品。操作者必须经专业培训，持证上岗**。焊工作业时必须使用带有滤光镜的头罩或手持防护面罩，戴耐火的防护手套，穿焊接防护服和绝缘、阻燃、抗热防护鞋；清除焊渣时应戴护目镜。

(5)**涂漆作业场所应采取通风措施**，空气中可燃、有毒、有害物质的浓度应符合现行《涂装作业安全规程　涂漆工艺安全及其通风净化》GB 6514 的有关规定。

(二)桩的吊运、堆放

1.**钢桩吊装应由具有吊装施工经验的施工技术人员主持。吊装作业必须由信号工指挥。**

2.预制混凝土桩起吊时的强度应符合设计要求，设计无要求时，混凝土应达到设计强度的 75%以上。

3.桩的吊点位置应符合设计或施工设计规定。

4.桩的堆放场地应平整、坚实、不积水。**混凝土桩支点应与吊点在一条竖直线上，堆放时应上下对准，堆放层数不宜超过 4 层。钢桩堆放支点应布置合理，防止变形，并应采取舫滚动措施，堆放层数不得超过 3 层**。

【09 年】：18．钢桩在场地堆放时，堆放高度最多为（）层。P361

A．2　　B．3　　C．4　　D．5

(三)沉桩施工

1.在施工组织设计中，应根据桩的设计承载力、桩深、工程地质、桩的破坏临界值和现场环境等状况选择适宜的沉桩方法和机具，并规定相应的安全技术措施。

2.**沉桩作业应由具有经验的技术工人指挥**。作业前指挥人员必须检查各岗位人员的准备工作情况和周围环境，确认安全后，方可向操作人员发出指令。

3.**振动沉桩时，沉桩机、机座、桩帽应连接牢固，沉桩机和桩的中心应保持在同一轴线上。用起重机悬吊振动桩锤沉桩时，其吊钩上必须有防松脱的保护装置，控制吊钩下降速度与沉桩速度一致，保持桩身稳定**。

4.射水沉桩时，应根据土质选择高压水泵的压力和射水量，并应防止急剧下沉造成桩机倾斜。高压水泵的压力表、安全阀，输水管路应完好。压力表和安全阀必须经检测部门检验、标定后方可使用。施工中严禁射水管对向人、设备和设施。

5.**沉桩过程中发现贯入度发生突变、桩身突然倾斜、桩头桩身破坏、地面隆起或桩身上浮等情况时应暂停施工，经采取措施确认安全后，方可继续沉桩**。

三、钻孔灌注桩施工安全控制要点

(一)场地要求

施工场地应能满足钻孔 机作业的要求。旱地区域地基应平整、坚实；浅水区域应采用**筑岛方法施工；深水河流中必须搭设水上作业平台，作业平台应**根据**施工荷载、水深、水流、工程地质状况进行施工设计，其高程应比施工期间的最高水位高 700mm 以上**。

(二)钻孔施工

1.施工场地应平整、坚实；非施工人员禁止进入作业区。

2.不得在高压线线路下施工。施工现场附近有电力架空线路时，施工中应设专人监护，确认钻机的安全距离在任何状态下均符合表 1K420161 的规定。

高压线线路与钻机的安全距离表　　表 1K420161

电　压	1kV 以下	1～10kV	35～110kV
安全距离(m)	4	6	8

3.钻机的机械性能必须符合施工质量和安全要求，状态良好，操作工持证上岗。

4.钻机运行中作业人员应位于安全处，严禁入员靠近或触摸旋转钻杆；钻具悬空时严禁下方有人。

5.钻孔过程中，应检查钻渣，与地质剖面图核对，发现不符时应及时采取安全技术措施。

6.钻孔应连续作业。相邻桩之间净距小于 5m 时，邻桩混凝土强度达 5MPa 后，方可进行钻孔施工；或间隔钻孔施工。

7.成孔后或因故停钻时，应将钻具提至孔外置于地面上，保持孔内护壁泥浆的高度防止塌孔，孔口采取防护措施。钻孔作业中发生塌孔和护筒周围冒浆等故障时，必须立即停钻。钻机有倒塌危险时，必须立即将人员和钻机撤至安全位置，经技术处理并确认安全后，方可继续作业。

8.采用冲抓钻机钻孔时，当钻头提至接近护筒上口时，应减速、平稳提升，不得碰撞护筒，作业人员不得靠近护筒，钻具出土范围内严禁有人。

9.泥浆沉淀池周围应设防护栏杆和警示标志。

(三)钢筋笼制作与安装

1.加工成型的钢筋笼应水平放置，堆放场地平整、坚实。码放高度不得超过 2m，码放层数不宜超过 3 层。

2.钢筋笼长度较大、影响起重吊装安全时，允许分段制作加工。

3.应根据钢筋质量、钢筋骨架外形尺寸、现场环境和运输道路等情况，选择适宜的运输车辆和吊装机械。

4.钢筋笼吊装机械必须满足要求，并有一定的安全储备。分段制作的钢筋笼人孔后进行竖向焊接时，起重机不得摘钩、松绳，严禁操作工离开驾驶室。骨架焊接完成，经验收合格后，方可松绳、摘钩。

5.在孔口焊接作业时，应在护筒外搭设焊接操作平台，且应支垫平整。

(四)混凝土浇筑

1.浇筑水下混凝土的导管宜采用起重机吊装，就位后必须临时固定牢固方可摘钩。

2.浇筑水下混凝土漏斗的设置高度应依据孔径、孔深、导管内径等确定。

3.提升导管的设备能力应能克服导管和导管内混凝土的自重以及导管埋入部分内外壁与混凝土之间的黏滞阻力，并有一定的安全储备。

4.浇筑混凝土作业必须由作业组长指挥。浇筑前作业组长应检查各项准备工作，确认合格后，方可发布浇筑混凝土指令。

5.在浇筑水下混凝土过程中，必须采取防止导管进水和阻塞、埋管、塌孔的措施。

6.灌注过程中，应注意观察管内混凝土下降和孔内水位升降情况，及时测量孔内混凝土高度，正确指挥导管的提升和拆除。

1K420162　掌握模板支架和拱架施工安全措施

城市桥梁工程模板支架施工安全风险较大，本条文简要介绍桥梁工程模板支架搭设与拆除的安全措施。

一、工前准备阶段

(一)一般规定

1.支架、脚手架应由具有相关资质的单位搭设和拆除。

2.作业人员应经过专业培训、考试合格，持证上岗，并应定期体检，不适合高处作业者，不得进行搭设与拆除作业。

3.进行搭设与拆除作业时，作业人员必须戴安全帽、系安全带、穿防滑鞋。

4.起重设备应经检验符合施工方案或专项方案的要求。

5.模板支架、脚手架的材料、配件符合有关规范标准规定。

(二)方案与论证

1.施工前应根据构筑物的施工方案选择合理的模板支架形式，在专项施工方案中制订搭设、拆除的程序及安全技术措施。

2.当搭设高度和施工荷载超过有关规范或规定范围时，必须按相关规定进行设计，经结构计算和安全性验算确定，并按规定组织专家论证。

二、模板支架、脚手架搭设

(一)模板支架搭设与安装

1.模板支架应严格按照获准的施工方案或专项方案搭设和安装。

2.模板支架支搭完成后，必须进行质量检查，经验收合格，并形成文件后，方可交付使用。

3.施工中不得超载，不得在支架上集中堆放物料。

4.模板支架使用期间，应经常检查、维护，保持完好状态。

(二)脚手架搭设

1.脚手架应按规定采用连接件与构筑物相连接，使用期间不得拆除；脚手架不得与模板支架相连接。

2.作业平台上的脚手板必须在脚手架的宽度范围内铺满、铺稳。作业平台下应设置水平安全网或脚手架防护层，防止高空物体坠落造成伤害。

3.支架、脚手架必须设置斜道、安全梯等攀登设施；攀登设施应坚固，并与支架、脚手架连接牢固。

4.严禁在脚手架上拴缆风绳、架设混凝土泵等设备。

5.脚手架支搭完成后应与模板支架一起进行检查验收，并形成文件后，方可交付使用。

三、模板支架、脚手架拆除

1.模板支架、脚手架拆除现场应设作业区，其边界设警示标志，并由专人值守，非作业人员严禁入内。

2.模板支架、脚手架拆除采用机械作业时应由专人指挥。

3.模板支架、脚手架拆除应按施工方案或专项方案要求由上而下逐层进行，严禁上下同时作业。

4.严禁敲击、硬拉模板、杆件和配件。

5.严禁抛掷模板、杆件、配件。

6.拆除的模板、杆件、配件应分类码放。

1K420163　掌握箱涵顶进施工安全措施

本条文介绍了箱涵在穿越铁路、道路、桥涵和管线等构筑物时应采取的安全措施和防护措施。

一、工前安全措施

(一)现场踏勘调查

1.在铁路的路基下顶进，为确保列车安全通行与安全施工，在编制施工组织设计前应掌握客、货车辆运行状况，车辆通过次数、车辆间隔和运行速度、股道数量、间距和高程；线路及道岔种类和使用性质。

2.在公路、城市道路路基下顶进，为确保交通安全与施工安全，在编制施工组织设计前应掌握路面结构、交通情况；特别是了解路基中埋设的地下管线、电缆及其他障碍物等情况。

3.了解线路管理部门对施工的要求和施工期间交通疏导和机车限速的可行性。

(二)人员与设备

1.作业人员进行安全技术培训，经考核合格后上岗。

2.作业设备进行性能和安全检查，符合有关安全规定。

3.现场动力、照明的供电系统应符合有关安全规定。

二、施工安全保护

(一)铁道线路加固方法与措施

1.小型箱涵，可采用调轨梁，或轨束梁的加固法。

2.大型即跨径较大的箱涵，可用横梁加盖、纵横梁加固、工字轨束梁或钢板脱壳法。

3.在土质条件差、地基承载力低、开挖面土壤含水量高，铁路列车不允许限速的情况下，可采用低高度施工便梁方法。

(二)路基加固方法与措施

1.采用管棚超前支护和水平旋喷桩超前支护方法，控制路基变形在安全范围内。

2.采用地面深层注浆加固方法，提高施工断面上方的土体稳定性。

(三)管线迁移和保护措施

1.施工影响区的重要管线(水、气、电)应尽可能采取迁移措施。

2.无法迁移的管线可采用暴露管线和支架等保护措施。

3.编制应急措施，并备有相关材料和机具。

三、施工安全保护措施

(一)施工区域安全措施

1.限制铁路列车通过施工区域的速度，限制或疏导路面交通。

2.设置施工警戒区域护栏和警示装置，设置专人值守。

3.加强施工过程的地面、地上构筑物、地下管线的安全监测，及时反馈、指导施工。

(二)施工作业安全措施

1.施工现场(工作坑、顶进作业区)及路基附近不得积水浸泡。

2.应按规定设立施工现场围挡，有明显的警示标志，隔离施工现场和社会活动区，实行封闭管理，严禁非施工人员入内。

3.在列车运行间隙或避开交通高峰期开挖和顶进；列车通过时，严禁挖土作业，人员应撤离开挖面。

4.箱涵顶进过程中，任何人不得在顶铁、顶柱布置区内停留。

5.箱涵顶进过程中，当液压系统发生故障时，严禁在工作状态下检查和调整。

6.现场施工必须设专人统一指挥和调度。

1K420164　掌握旧桥梁拆除施工安全措施

本条文以梁式桥为主简要介绍城市桥梁拆除施工安全管理要点和措施。

一、前期工作与安全规定

(二)安全基本规定

1.桥梁拆除工程必须由具备爆破或拆除专业承包资质的单位施工，严禁将工程非法转包。

2.项目负责人必须对拆除工程的安全生产负全面领导责任。项目部应按有关规定设专职安全员，检查落实各项安全技术措施。

3.施工单位应全面了解拆除工程的图纸和资料，进行现场勘察，编制施工组织设计或安全专项施工方案。所编写的施工组织设计或方案和安全技术措施应有针对性、安全性及可行性。

4.拆除工程施工区域应设置硬质封闭围挡及醒目警示标志，围挡高度不应低于 1.8m，非施工人员不得进入施工区。

5.拆除工程必须制定生产安全和环境保护方案，并制订应急救援预案。

6.拆除施工严禁立体交叉作业。

7.作业人员使用手持机具(风镐、液压锯、水钻、冲击钻等)时，严禁超负荷或带故障运转。

8.根据拆除工程施工现场作业环境，应制定相应的消防安全措施。施工现场应设置消防车通道，宽度应不小于 3.5m，现场消火栓控制范围不宜大于 50m。配备足够的灭火器材每个设置点的灭火器数量 2～5 具为宜。

(二)前期调查

1.桥梁原有建设、运营等资料调查。收集原有设计、施工、运营、维修加固等资料。

2.桥梁现状评价。应全面查看桥梁结构，量测结构基本尺寸，复核病害，检测评定。

3.现场条件调查。测量场地平面图，调查弃渣场地、运输通道等。

4.关联单位的意向和要求调查。桥梁拆除可能涉及政府、水利、航运、海事、供电、城建、市政、交通等方面的协调，应充分征求各方面的意见。

(三)初步施工组织设计

初步施工组织设计可用于城市桥梁拆除工程投标或决策论证，其要求如下：

(1)应针对结构体系、类型不同而采取不同的拆除方法；

(2)应结合计算分析，安排拆除步骤和控制拆除过程的结构内力；

(3)应参考原结构的施工方法；

(4)应针对桥梁缺陷和病害严重程度，区别对待。如病害严重者，在梁体上直接放置机具设备可能出现垮塌，因此，在拆除之前，需要采取临时加固措施；

(5)应考虑拆除设备运行和工艺的可行性；

(6)应考虑对保留构件(如下部结构)安全措施和拆下部分构件的再利用的可能性；

(7)应综合考虑监控、安全措施、交通组织、环境保护措施、应急预案、施工组织、工期安排、概算的协调，

(四)专家论证应考虑的问题

1.安全性的保证

结构拆除时，随着体系转换、解体、构件卸下、破碎、运输等过程中，不会出现突然的破坏、断裂、失稳、倾覆；结构拆除时，不会出现机械设备、支架的失稳、倾覆；施工人员的安全；临近场地的建筑物、交通、过往人员的安全。安全的保证需要落实在实施方案的细节中。

2.施工的可行性

原结构受力、构造特点；原施工建造方案；原结构病害和加固情况；不同的拆除目标，如部分拆除、全部拆除，原位重建还是不建；拟采用机具设备、工艺特点；场地的平、立面空间条件；运输条件。

3.对交通的影响

因原路改扩建，需要拆除桥梁(主线、被交道路)；原位重建时，可能完全中断交通或部分中断交通；当不允许中断交通的情况下，可否部分导改交通、修建临时便道或桥梁分幅、分跨拆除；拆除的设备能否侵占道路等与拆除方案密切相关，也是施工可行性考虑的因素。

4.对环境的影响

拆除过程中形成的噪声、粉尘、建筑垃圾应该有妥善的处理措施。

二、实施性施工方案编制

(一)主要内容

1.施工单位在承接到城市桥梁拆除工程以后，应对桥梁拆除初步方案进行全面优化和细化，如拆除的方式、方法和步骤、计算分析、机具设备、工艺细节、施工组织、工期安排、交通组织，环境保护措施等；特别是安全技术措施、应急预案。

2.梁式桥常用的拆除施工方法：

(1)直接拆除法；

(2)搭设支架拆除法；

(3)控制(定向/定位)爆破法；

(4)解除体系分体拆除法；

(5)悬浇箱梁倒装拆除、分段切割法；

(6)整孔切割法；

(7)顶推移位分段(孔)切割法。

3.施工方法选择：

(1)应依据设计原则，与所拥有的机具设备匹配，符合现场条件条件。

(2)必须是可控制的，安全措施能够落到实处。

(3)应能够与监控、交通组织、施工组织，预案协调。

(4) 一个拆除工程可能是多个方法的集合，不宜单一、机械地采用某一个方法。

4.安全保证内容：

(1)施工控制是对拆除的安全保证。与桥梁建设施工相比，桥梁拆除施工控制对安全的要求更高。

(2)桥梁拆除实施性施工方案应包括：

①拥有合理的实施方案；

②明确的控制目标和内容；

③必要的监控手段；

④交通组织计划；

⑤安全措施及应急预案；

⑥各部门的协调方案；

⑦严密的施工组织计划(包含组织机构)。

(二)施工安全控制重点

1.控制重点

除对拆除对象的过程控制外，需要控制机械设备状态、支架稳定和变形、临时设施；需要控制解除以往的加固措施进程(如解除体外预应力束)；需要控制因拆桥影响桥位的路上交通和河流中的航运；需要控制拆下来的构件残渣堆放等。

2.监控措施

对复杂结构的桥梁或拆除过程复杂、困难的情况，应该采取监控手段(如仪器监测)，通过必要的计算分析，对标高、变形、应力实时控制，及时反馈施工操作人员。

3.交通组织

通常拆桥伴随着新建或影响被交道路交通；在高速公路上拆桥，会面临封一幅交通转换到封另一幅的情况，需要考虑车辆行驶的车道数、时间等因素，应精细安排。

4.安全措施和应急预案

与新建桥相比，桥梁拆除的安全保证难度要大得多。拆除过程中应引起足够的重视。安全措施和应急预案的制订应注意：

(1)建立安全保证体系；

(2)建立安全防护措施；

(3)建立信息及时反馈机制；

(4)必要的设备、物资准备，在发生突然情况时能及时控制和调整。

三、桥梁拆除施工

(一)施工准备

1.施工单位与建设单位在签订拆除工程的施工合同时，应签订安全生产管理协议，明确双方的安全管理责任。**施工单位应对拆除工程的安全技术管理负直接责任；建设单位、监理单位应对拆除工程施工安全负检查督促责任。**

2.建设单位应将拆除工程发包给具有相应资质等级的施工单位。**建设单位应在拆除工程开工前 15d，将下列资料报送建设工程所在地的县级以上地方人民政府建设行政主管部门备案。**

(1)施工单位资质登记证明；

(2)拟拆除桥梁、构筑物及可能危及毗邻建筑的说明；

(3)拆除施工组织方案或安全专项施工方案；

(4)堆放、清除废弃物的措施。

3.施工单位应向建设单位索取下列资料：

(1)拆除工程的有关图纸和资料；

(2)拆除工程涉及区域的地上、地下建筑及设施分布情况资料。

建设单位对其准确性负责。

4.**建设单位应负责做好影响拆除工程安全施工的各种管线的切断、迁移工作。当桥梁附近有架空线路或电缆线路时，应与有关部门取得联系，采取防护措施，确认安全后方可施工。**

5.**当拆除工程对周围相邻建筑安全可能产生危险时，必须采取相应保护措施，对建筑内的人员进行撤离安置。**

6.在拆除作业前，施工单位应检查各类管线情况，确认全部切断后方可施工。

7.在拆除工程作业中，发现不明物体，应停止施工，采取相应的应急措施，保护现场，及时向有关部门报告。

(二)安全施工管理

1.**人工拆除**

(1)进行人工拆除作业时，作业人员应站在稳定的结构或脚手架上操作，被拆除的构件应有安全的放置场所。

(2)人工拆除施工应从上至下、逐层拆除、分段进行，不得垂直交叉作业。作业面的孔洞应封闭。

(3)人工拆除挡土墙时，严禁采用掏掘或推倒的方法。

(4)拆除桥梁的栏杆、楼梯、楼板等构件，应与桥梁结构整体拆除进度相配合，不得先行拆除。桥梁的承重梁、柱，应在其所承载的全部构件拆除后，再进行拆除。

(5)拆除梁或悬挑构件时，应采取有效的下落控制措施，方可切断两端的支撑。

(6)拆除柱子时，应沿柱子底部剔凿出钢筋，使用手动倒链定向牵引，再采用气焊切割柱子三面钢筋，保留牵引方向正面的钢筋。

(7)拆除管道及容器时，必须在查清残留物的性质，并采取相应措施确保安全后，方可进行拆除施工。

2.**机械拆除**

(1)拆除桥梁时应先拆除桥面的附属设施及挂件、护栏等。

(2)当采用机械拆除桥梁时，应从上至下，逐层分段进行；应先拆除非承重结构，再拆除

承重结构。对只进行部分拆除的桥梁，必须先将保留部分加固，再进行分离拆除。

(3)施工中必须由专人负责监测被拆除桥梁的结构状态，做好记录。当发现有不稳定状态的趋势时，必须停止作业，采取有效措施，消除隐患。

(4)拆除施工时，应按照施工组织设计选定的机械设备及吊装方案进行施工，严禁超载作业或任意扩大使用范围。供机械设备使用的场地必须保证足够的承载力。作业中机械不得同时回转、行走。

(5)**进行高处拆除作业时，较大尺寸的构件或沉重的材料**，必须采用**起重机具及时吊下。拆卸下来的各种材料应及时清理，分类堆放在指定场所，严禁向下抛掷**。

(6)采用**双机抬吊作业时，应选用起重性能相似的起重机，每台起重机载荷不得超过允许载荷的 80%，且应对第一吊进行试吊作业**，施工中必须保持两台起重机同步作业。在吊装过程中，两台起重机的吊钩滑轮组应保持垂直状态。

(7)拆除吊装作业的起重机司机，必须严格执行操作规程。信号指挥人员必须按照现行国家标准《起重吊运指挥信号》GB 5082 的规定作业。

(8)拆除钢梁时，必须采用绳索将其拴牢，待起重机吊稳后，方可进行气焊切割作业。吊运过程中，应采用辅助措施使被吊物处于稳定状态。

3.**爆破拆除**

(1)爆破拆除工程应根据周围环境作业条件、桥梁类别、爆破规模，按照现行国家标准《爆破安全规程》GB 6722 将工程分为 **A、B、C 三级，并采取相应的安全技术措施。爆破拆除工程应做出安全评估并经当地有关部门审核批准后方可实施**。

(2)**从事爆破拆除工程的施工单位，必须持有工程所在地法定部门核发的《爆炸物品使用许可证》，承担相应等级的爆破拆除工程。爆破拆除设计入员应具有承担爆炸拆除作业范围和相应级别的爆破工程技术人员作业证。从事爆破拆除施工的作业人员应持证上岗**。

(3)爆破器材必须向工程所在地法定部门申请《爆炸物品购买许可证》，到指定的供应点购买，爆破器材严禁赠送、转让、转卖、转借。

(4)运输爆破器材时，必须向工程所在地法定部门申请领取《爆炸物品运输许可证》，派专职押运员押送，按照规定路线运输。

(5)爆破器材临时保管地点，必须经当地法定部门批准。严禁同室保管与爆破器材无关的物品。

(6)爆破拆除的预拆除施工应确保桥梁安全和稳定。预拆除施工可采用机械和人工方法拆除非承重的或不影响结构稳定的构件。

(7)对桥梁采用**定向爆破拆除工程时，爆破拆除设计应控制桥梁倒塌时的触地振动。必要时应在倒塌范围铺设缓冲材料或开挖防振沟**。

(8)为保护临近建筑和设施的安全，爆破震动强度应符合现行国家标准，《爆破安全规程》GB 6722 的有关规定。基础爆破拆除时，应限制一次同时使用的药量。

(9)爆破拆除施工时，应对爆破部位进行覆盖和遮挡，覆盖材料和遮挡设施应牢固可靠。

(10)爆破拆除应采用**电力起爆网路和非电导爆管起爆网路**。电力起爆网路的电阻和起爆电源功率，应满足设计要求；非电导爆管起爆应采用复式交叉封闭网路。爆破拆除不得采用导

爆索网路或导火索起爆方法。装药前，应对爆破器材进行性能检测。试验爆破和起爆网路模拟试验应在安全场所进行。

爆破拆除工程的实施应在工程所在地有关部门领导下成立爆破指挥部，应按照施工组织设计确定的安全距离设置警戒。爆破拆除工程的实施除应符合上述要求外，必须按照现行国家标准《爆破安全规程》GB 6722 的规定执行。

4.静力破碎

(1)进行基础或局部块体拆除时，宜采用静力破碎的方法。

(2)采用具有腐蚀性的静力破碎剂作业时，灌浆人员必须戴防护手套和防护眼镜。孔内注入破碎剂后，作业人员应保持安全距离，严禁在注孔区域行走。一旦发生静力破碎剂与人体接触现象时，应立即使用清水清洗受浸蚀部位的皮肤。

(3)静力破碎剂必须放置在防潮、防雨的库房内保存。静力破碎剂严禁与其他材料混放。

(4)为防止在相邻的两孔之间同时作业导致喷孔，对人员造成伤害。在相邻的两孔之间，严禁钻孔与注入破碎剂同步进行施工。

(5)静力破碎时，发生异常情况，必须停止作业。查清原因并取相应措施确保安全后，方可继续施工。

(三)安全防护措施

1.拆除施工采用的**脚手架、安全网、必须由专业人员按设计方案搭设**，项目负责人组织技术、**安全部门的有关人员验收合格后，方可投入使用**。水平作业时，操作人员应保持安全距离。

2.安全防护设施验收时，应按类别逐项查验，并有验收记录。

3.**作业人员必须配备相应的安全帽**、安**全带、防护眼镜、防护手套、防护工作服等，并正确使用**。

4.施工单位必须依据拆除工程安全施工组织设计或安全专项施工方案，在拆除施工现场划定危险区域，设置警戒线和相关的安全标志，并派专人监管。

5.施工单位必须落实防火安全责任制，建立义务消防组织，明确责任人，负责施工现场的日常防火安全管理工作。

(四)安全技术管理

1.**拆除工程开工前**，应根据工**程特点、构造情况、工程量等编制施工组织设计或安全专项施工方案，爆破拆除和被拆除桥梁面积大于 1000m2 的拆除工程，应编制安全施工组织设计；被拆除桥梁面积小于 1000m2 的拆除工程，应编制安全施工方案。应经技术负责人和总监理工程师签字批准后实施。施工过程中，如需变更，应经原审批人批准，方可实施**。

2.**在大雨、大雪、六级(含)以上大风等严重影响安全施工时，严禁进行拆除作业**。

3.当日拆除施工结束后，所有机械设备应远离被拆除桥梁。施工期间的临时设施，应与被拆除桥梁保持安全距离。

4.**从业人员应办理相关手续，签订劳动合同，进行安全培训，考试合格后方可上岗作业**。

5.**拆除工程施工前，必须对施工作业人员进行书面安全技术交底**。

6.拆除工程施工必须建立安全技术档案，并应包括下列内容：

(1)拆除工程施工合同及安全管理协议书；

(2)拆除工程安全施工组织设计或安全专项施工方案；

(3)安全技术交底；

(4)脚手架及安全防护设施检查验收记录；

(5)劳务用工合同及安全管理协议书；

(6)机械租赁合同及安全管理协议书。

7.施工现场临时用电必须按照国家现行标准《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ46 的有关规定执行。

8.**施工现场应建立健全动火管理制度。施工作业动火时，必须履行动火审批手续，领取动火证**后，方可在指定时间、地点作业。作业时应配备专人监护，作业后必须确议无火源危险后方可离开作业地点。

9.**拆除工程施工时，当遇有易燃、可燃物及保温材料时，严禁明火作业。**

10.拆除工程施工过程中，当发生重大险情或生产安全事故时，应及时启动应急预案排除险情、组织抢救、保护事故现场，并向有关部门报告。

(五)文明施工管理

1.清运渣土的车辆应封闭或覆盖，出入现场时应有专人指挥。清运渣土的作业时间应遵守工程所在地的有关规定。

2.对地下的各类管线，施工单位应在地面上设置明显标识。对水、电、气的检查井、污水井应采取相应的保护措施。

3.拆除工程施工时，应采取向被拆除的部位洒水等措施防止扬尘和采取选用低噪声设备、对设备进行封闭等措施降低噪声。

4.拆除工程完工后，应及时将渣土清运出场。

1K420170　隧道工程施工安全事故预防

1K420171　掌握盾构法施工安全措施

盾构施工的安全控制要点主要涉及盾构机组装、调试、解体与吊装、盾构始发与接收、障碍物处理、掘进过程中换刀以及特殊地段及特殊地质条件施工。

一、盾构机组装、调试、解体与吊装

由于盾构机体积庞大、重量重，且一般工作井内空间狭窄，因此，盾构机的组装、调试、解体与吊装是盾构施工安全控制重点之一，要制订专项施工方案。这项工作的安全控制重点是人员安全与设备安全。

(一)使用轮式起重机向工作井内吊放或从工作井内吊出盾构机前，**要仔细确认起重机支腿处支撑点的承载能力满足最大起重量要求**，并确认起重机吊装时工作井的维护结构安全。

(二)起重机吊装过程中，**要随时监测工作井围护结构的变形情况，若超过预测值，立即停止吊装作业，采取可靠措施。**

(三)采取措施严防重物、操作人员坠落。

(四)使用电、气焊作业时，严防火灾发生。

二、盾构始发与接收

盾构始发与接受施工时，须拆除洞口临时维护结构，若洞口土体失去稳定，则易发生坍塌而引发事故；或者地下水携带土砂从衬砌外周与洞体之间的间隙涌入工作井，造成洞口周围地层变形增大。

(一)拆除洞口临时维护结构前，必须确认洞口土体加固效果，以确保拆除后洞口土体稳定。

(二)施作好洞口密封，并设置注浆孔，作为洞口防水堵漏的应急措施，以防止盾构始发期间土砂随地下水从衬砌外围与洞体之间的间隙涌入工作井。

三、障碍物处理

盾构掘进前方遇有障碍物必须在地下处理时，应采取必要措施确保操作人员安全。

(一)地下障碍物处理前，必须查明障碍物，并制订处理方案。

(二)在开挖面拆除障碍物时，可选择带压作业或地层加固的施工方法，控制地层开挖量，确保开挖面稳定。

四、掘进过程中换刀

(一)换刀作业尽量选择在地质条件较好、地层较稳定的地段进行。

(二)在不稳定地层换刀时，必须采用**地层加固或气压法等措施，确保开挖面的稳定。**

(三)带压进仓换刀前必须完成下列准备工作：

1.作业设备进行全面检查和试运行。

2.采用两种不同动力装置，保证不间断供气。

3.带压作业区严禁采用明火。确需使用电焊、气割时，应对所用设备加强安全检查，必须加强通风并增加消防设备。

(四)带压换刀作业安全规定：

1.通过计算和试验确定合理气压，稳定开挖面并防止地下水渗漏。

2.刀盘前方地层和土仓满足气密性要求。

3.专业技术人员对开挖面稳定状态和刀盘、刀具磨损状况进行检查，确定换刀专项方案和安全操作规定。

4.作业人员应按换刀专项方案和安全操作规定作业。

5.保持开挖面和土仓空气新鲜。

6.作业人员进仓工作时间符合《盾构法隧道施工与验收规范》GB 50446 的规定。

五、特殊地段及特殊地质条件下掘进

(一)在以下特殊地段和特殊地质条件施工时，必须采取施工措施确保施工安全：

1.覆土厚度不大于盾构直径的浅覆土层地段；

2.小曲线半径地段；

3.大坡度地段；

4.地下管线地段和地下障碍物地段；

5.建(构)筑物的地段；

6.平行盾构隧道净间距小于盾构直径 70%的小净距地段；

7.江河地段；

8.地质条件复杂(软硬不均互层)地段和砂卵石地段。

(二)必须详细查明和分析工程的地质状况与隧道周边环境状况，制订专项施工方案。

(三)根据隧道所处位置与地层条件，合理设定开挖面压力，控制地层变形。

(四)根据隧道所处位置与工程地质、水文地质条件，确定同步注浆的材料、压力和流量，在施工过程中根据监测结果，及时进行调整。

(五)必要时加密监测测点、提高监测频率，并根据**监测结果及时调整掘进参数。**

(六)地下管线区段施工前，应详细查明地下管线类型、允许变形值等；评估施工对地下管线的影响，对受施工影响可能产生较大变形的管线应根据**具体情况进行加固或改移。**

(七)穿越或邻近建(构)**筑物施工前应对建**(构)**筑物进行详细调查，评估施工对建**(构)**筑物的影响，并采取相应的保护措施。**根据建(构)筑物基础与结构的类型、现状，**可采取加固或托换措施。**

(八)穿越江河地段施工应详细查明工程地质和水文地质条件和河床状况，设定适当的开挖面压力，加强开挖面管理与掘进参数控制，防止冒浆和地层坍塌；并对盾构密封系统进行全面检查和处理；配备足够的排水设备与设施。穿越过程中，采用快凝早强注浆材料，加强同步注浆和二次部将注浆。

【案例 1K420171】

1.背景

某地铁隧道盾构法施工，采用土压平衡盾构施工。隧道穿越粉细砂层、含有上层滞水，覆土厚度 10～12m。拟建隧道上方 6m 位置有地下管线，经检测评估给出保证管线运行安全允许变形(不均匀沉降)值为 10mm。

施工项目部将始发和接受作为安全控制的重点；在确认洞口土体加固效果符合设计要求，拆除洞口围护结构后开始始发施工；并通过初始掘进摸索，确定了各项掘进参数。盾构接近地下管线时，监测数据显示管线隆起 2mm；盾构尾部刚刚通过地下管线时，管线沉降已达 10mm。监测方依据有关规定发出红色预警。

2.问题

(1)在本案例中，如何确定洞口土体加固方法与范围？

(2)盾构接近地下管线时，管线隆起的主要原因是什么？

(3)盾构尾部刚刚通过地下管线时，管线沉降的主要原因是什么？应采取哪些措施减小沉降消除预警？

(4)盾构穿越地下管线后，管线是否还将发生后续沉降，为什么？

3.参考答案

(1)问题 1

根据本案例提供的工程地质与水文地质条件，明确洞口土体加固目的有两个：**其一是加固，其二是止水。明确目的后，经过方法选择、加固土体参数确定、加固范围确定、施工性与经济性比较，最终确定加固方法与范围。**

(2)问题 2

盾构接近地下管线时，管线隆起的主要原因是土压控制值偏高。

(3)问题 3

盾构尾部刚刚通过地下管线时，管线沉降的主要原因是衬砌背后与洞体的空隙填充不及时或注浆压力偏低造成地层应力释放。

应采取的措施主要有：

①放慢掘进速度；

②采用同步注浆方法，及时填充衬砌背后的空隙；

③控制好注浆量与注浆压力，并及时进行二次注浆。采取以上措施，不均匀沉降值降至 7mm 以下，方可做消警处理。

(4)问题 4

根据本案例的工程地质条件，盾构穿越地下管线后，一般不会发生后续沉降。因为后续沉降主要由于盾构掘进造成的地层扰动、松弛等引起，在软弱黏性土地层中施工表现最为明显，而在砂性土或密实的硬黏性土中施工基本不发生。

1K420172　掌握喷锚暗挖法施工安全措施

本条主要从喷锚暗挖法施工方案、分部分项工程施工安全防范介绍喷锚暗挖法施工安全控制措施。

一、准备阶段安全技术管理

(一)技术准备

1.应依据工程具体情况识别危险源，选择合理的施工方法，编制施工组织设计，明确技术安全措施；对施工场地进行统一规划，做好临时工程和附属辅助设施。

2.应编制危险性较大分部分项工程专项施工方案和施工现场临时用电方案；专项施工方案应按规定组织专家论证。

3.项目部应严格技术管理，做好技术交底工作和安全技术交底工作；并做好记录和考核。

4.编制监控量测方案，布置监测点。

(二)人员准备

1.特殊工种应经过安全培训，考试合格后方可操作，并持证上岗。

2.项目负责人、技术人员、管理人员、操作人员都必须学习和遵守安全生产责任制，熟悉安全生产管理制度和操作规程。

3.项目部全部作业人员必须经过安全培训，通过考核持证进场。

4.建立抢险专业队伍，并进行演练。

(三)物资准备

1.按施工组织设计中的物资计划组织施工物资和应急物资进场。

2.各种电力设施、安全防护装置与用品，按规定进行检验和检查，不符合要求的严禁使用。

3.按规定安装施工现场通风、照明、防尘、降温和治理有害气体设备，保护施工人员的身心健康。

二、工作井施工

(一)作业区安全防护

1.在施工组织设计中应根据设计文件、环境条件选择工作井位置。设计无要求时，应对工

作井结构及其底部平面布置进行施工设计，满足施工安全的要求。

2.**施工机械、运输车辆距工作井边缘的距离**，应根据**土质、井深、支护情况和地面荷载并经验算确定，且其最外着力点与井边距离不得小于 1.5m**。

3.**井口作业区必须设置围挡，非施工人员禁止人内，并建立人员出入工作井的管理制度**。

4.**工作井不得设在低洼处，且井口应比周围地面高** 30cm 以上，**地面排水系统应完好**、畅通。

5.**不设作业平台的工作井周围必须设防护栏杆，栏杆底部 50cm 应采取封闭措施**。

6.**井口 2m 范围内不得堆放材料**。

7.工作井内必须设安全梯或梯道。

(二)工作井土方开挖

1.工作井临近各类管线、建(构)筑物时，开挖土方前应按施工组织设计规定对管线、建(构)筑物采取加固措施，并经检查符合规定，形成文件，方可开挖。

2.采用先开挖后支护方法时，应按施工组织设计的规定，由上至下分层进行，随开挖随支护。支护结构达到规定要求后，方可开挖下一层土方。

3.人工开挖土方吊装出土时，必须统一指挥。土方容器升降前，井下人员必须撤至安全位置；当土方容器下降落稳后，方可靠近作业。

4.工作井开挖过程中，施工人员应随时观察井壁和支护结构的稳定状态。发现井壁土体出现裂缝、位移或支护结构出现变形等坍塌征兆时，必须停止作业，人员撤至安全地带，经处理确认安全，方可继续作业。

(三)工作井锚喷混凝土支护

1.在Ⅳ、Ⅴ级围岩中进行锚喷支护时，应遵循以下原则：

(1)锚喷支护必须紧跟开挖面；

(2)喷射作业过程中应设专人随时观察围岩变化情况，确认安全。

2.安装钢筋(或型钢)骨架和挂网应与挖掘方式紧密结合，每层骨架应及时形成闭合框架。

3.锚杆作业过程中应设专人监护支护结构的稳定状态，发现异常必须立即停止作业，人员撤至安全地带，待采取安全技术措施、确认支护结构稳定后，方可继续作业。

(四)工作井口平台、提升架及井架安装

1.**工作井口平台、提升架及井架必须按施工中最大荷载进行施工设计**。**提升架及井架应支搭防护棚**。

2.工作井口平台、提升架及井架支搭完成，必须经过检查、负荷能力检验，确认符合施工设计要求并形成文件后，方可投入使用。

(五)工作井垂直运输

1.提升设备及其索、吊具、吊运物料的容器、轨道、地锚等和各种保险装置，使用前必须按设备管理的规定进行检查和空载、满载或超载试运行，确认合格并形成文件。使用过程中每天应由专职人员检查一次，确认安全，且记录，并应定期检测和保养。检查、检测中发现问题必须立即停机处理，处理后经试运行合格方可恢复使用。

2.工作井运输应设专人指挥，协调井上、井下作业人员的配合关系。

3.使用捌链运输应设缓冲器，轨道两端应设挡板。

4.使用卷扬机运输，其安装、操作方法必须符合规程要求。卷扬机地锚应埋设牢固，卷扬机与基础或底架的连接应牢固。钢丝绳在卷筒上的安全圈数不应少于 3 圈，其末端固定应牢固可靠。

5.使用吊桶(箱)运输时，严禁人员乘坐吊桶(箱)，吊桶(箱)速度不超过 2m/s。

6.提升钢丝绳必须有生产企业的产品合格证，新绳在悬挂前必须对每根绳的钢丝进行试验，确认合格并形成文件后，方可使用。**库存超过一年的钢丝绳，使用前应进行检验，确认合格并形成文件后方可使用**。

三、隧道施工

(一)开挖

1.在城市进行爆破施工，必须事先编制爆破方案，并由专业人员操作，*报城市主管部门批准*，并经公安部门同意后方可施工。

【07 年】: 20.根据《地下铁道工程施工及验收规范》的有关规定，隧道采用钻爆法施工时，必须事先编制爆破方案，在实施前还需履行的程序是(　)。P394

A.报业主批准，并经城市主管部门同意　　B.报监理批准，并经公安部门同意

C.报上级公司批准，并经城市主管部门同意　　D.报城市主管部门批准，并经公安部门同意

2.隧道开挖应连续进行，每次开挖长度应严格按照设计要求、土质情况确定。严格控制超挖量。停止开挖时，对不稳定的围岩应采取临时封堵或支护措施。

3.同一隧道内相对开挖(非爆破方法)的两开挖面距离为 2 倍洞跨且不小于 10m 时，一端应停止掘进，并保持开挖面稳定。

4.两条平行隧道(含导洞)相距小于 1 倍洞跨时，其开挖面前后错开距离不得小于 15m。

5.隧道内应加强通风，在有瓦斯的隧道内进行爆破作业必须遵守现行《煤矿安全规程》的有关规定。

(二)喷射混凝土初期支护

1.**隧道在稳定岩体中可先开挖后支护，支护结构距开挖面不宜大于** 5m，**在不稳定岩土体中，支护必须紧跟土方开挖工序**。

2.钢筋格栅拱架就位后，必须支撑稳固，及时按设计要求焊(栓)连接成稳定整体。

3.**初期支护应预埋注浆管，结构完成后，及时注浆加固，填充注浆滞后开挖面距离不得大于** 5m。

(三)超前导管与管棚

1.围岩自稳时间小于支护完成时间的地段，应根据地质条件、开挖方式、进度要求，使用机械情况，对围岩采取锚杆或小导管超前支护，小导管周边注浆等安全技术措施。当围岩整体稳定难以控制成上部有特殊要求可采用管棚支护。

2.钻孔中遇到障碍，必须停止钻进作业，待采取措施，并确认安全后，方可继续钻进，严禁强行钻进。

(四)现浇混凝土二次衬砌

1.**现浇混凝土二次衬砌在隧道初期支护变形稳定后进行。初期支护临时支撑的拆除严格**

按设计要求分段进行。

2.钢筋绑扎中，钢筋骨架呈不稳定状态时，必须设临时支撑架。钢筋骨架未形成整体且稳定前，严禁拆除临时支撑架。

3.模板及其支撑体系应进行施工设计。其强度、刚度、稳定性应满足施工阶段荷载的要求，并制订支设、移动、拆除作业的安全技术措施。模板及其支撑体系支设完成后，应进行检蠢、验收，确认合格并形成文件后，方可浇筑混凝土。

4.使用模板台车和滑模时，应进行专项设计，规定相应的安全操作细则。

5.浇筑侧墙和拱部混凝土应自两侧拱脚开始，对称进行。每仓端部和浇筑口封堵模板必须安装牢固，不得漏浆。作业中应配备模板工监护模板，发现位移或变形，必须立即停止浇筑，经修理、加固，确认安全后，方可恢复作业。

(五)监控量测与施工信息反馈详见 1K420143。

(六)当监测数据超出现预警标准或现场出现异常时，应立即按规定预警并启动应急方案，进行工程抢险。

1K420180　市政公用工程职业健康安全与环境管理

1K420181　掌握职业健康安全体系的要求

本条文简要介绍企业职业健康安全管理体系对市政公用工程施工项目的要求。

一、项目职业健康安全管理的目的与内容

(一)职业健康安全管理体系

1.职业健康安全管理体系(Occupationa1 Health and Safety Management System，简称OHSMS)是企业总的管理体系的重要部分，职业健康安全系统执行的标准：《职业健康安全管理体系规范》GB/T 28001-2001。

2.市政工程项目职业健康安全管理就是运用现代科学的管理知识、方法，组织和协调施工生产，充分调动施工人员的主观能动性，在提高劳动生产率的同时，改变不安全、不卫生的工作环境和条件，大幅度降低伤亡事故，达到安全生产的目标要求。

3.市政工程施工条件复杂、施工中多专业、多工种集中在一个场地，施工人员流动性大，作业位置经常变化，施工现场存在较多的不安全因素，属于事故多发的作业现场。因此，加强工程项目施工现场职业健康安全各要素的管理和控制具有重要意义。

(二)建立项目职业健康安全管理体系

项目职业健康安全管理体系必须符合国家有关职业健康安全生产的法律、法规和规程的要求，包含组织机构、程序、过程和资源等基本内容。

1.体系建立的要求

企业应加强对项目的职业健康安全管理、指导，帮助项目部建立、实施并保持职业健康安全管理体系。项目职业健康安全管理体系必须由总承包单位负责策划建立，适用于项目全过程的管理和控制；分包单位结合分包工程的特点，制订相适宜的职业健康安全保证计划，纳入并接受总承包单位职业健康安全管理体系的管理。

2.管理目标

项目部或项目总承包单位负责制定并确保项目的职业健康安全目标。项目负责人(经理)是项目职业健康安全生产的第一责任人，对项目安全生产负全面的领导责任，实现安全管理目标。目标应符合国家有关法律、法规和行业有关规程，实现对建设单位和社会要求的承诺。

3.管理组织

项目部应建立以项目负责人(经理)为首的职业健康安全管理机构，对于从事与项目职业健康安全有关的管理、操作和检查人员，规定其职责、权限和相互关系。编制职业健康安全计划，决定资源配备；制定项目职业健康安全体系实施的监督、检查和评价制度；制定纠正和预防措施验证制度。

4.资源

项目部应确定并提供充分的资源，以确保职业健康安金管理体系的有效运行和目标的实现。资源包括：

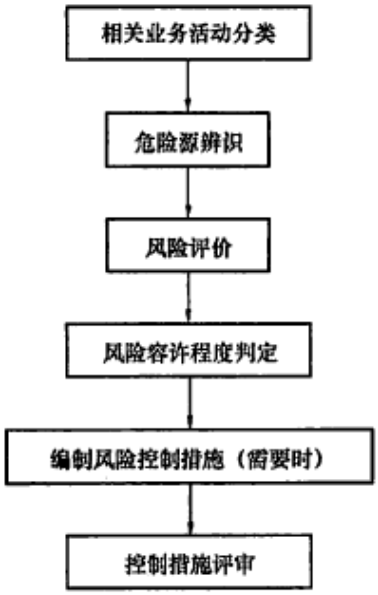


图 1K420181-1　危险源辨识、风险评价与风险控制程序图

(1)配备经培训考核持证的管理、操作和专职安全员。

(2)施工职业健康安全技术及防护设施。

(3)施工临时用电和消防设施。

(4)施工机械安全防护设施、装置及检测、验收、保养措施。

(5)必要的职业健康安全检测工具。

(6)职业健康安全技术措施的经费。

二、管理体系与主要程序

(一)危险源辨识、风险评价和风险控制策划

1.通过对项目现场危险源进行辨识、风险评价分级，根据评价分级结果有针对性地进行风险控制，从而取得良好的职业健康安全绩效。

2.依据公司的重大危险源清单，项目部结合工程特点和需求补充符合要求的重要危险源清单；作为项目风险控制的依据。

3.项目危险源辨识、风险评价与风险控制程序，见图 1K420181-1。

4.施工项目危险源辨识、风险评价与风险控制，详见 1K420141。

(二)安全风险控制措施计划制定与评审

职业健康安全风险控制措施计划是以改善项目劳动条件、防止工伤事故、预防职业病和职业中毒为主要目的的二切技术组织措施。具体包括以下四类：

1.**职业健康安全技术措施**：以预防工伤事故为目的，包括防护装置、保险装置、信号装置及各种防护设施。

2.**工业卫生技术措施**：以改善劳动条件、预防职业病为目的，包括防尘、防毒、防噪声、防振动设施以及通风工程等。

3.**辅助房屋及设施**：指保证职业健康安全生产、现场卫生所必需的房屋和设施，包括淋浴室、更衣室、消毒室等。

4.**安全宣传教育设施**：包括职业健康安全教材、图书、仪器，施工现场安全培训教育场所、

设施。

风险控制措施计划项目主要包括工程概况、控制目标、控制程序、组织结构、职责权限、规章制度、资源配置、安全措施、检查评价和奖惩制度等内容。

项目职业健康安全风险控制措施计划应由项目负责人(经理)主持编制，经有关部门批准后，由专职安全管理人员进行现场监督实施。计划应在实施前进行评审，确定计划的可行性、可靠性和经济合理性。

(三)项目职业健康安全过程控制

施工过程中人的**不安全行为、物的不安全状态、作业环境的不安全因素**和**管理缺陷**是项目职业健康安全控制的重点，必须采取有针对性的控制措施。项目施工安全生产中必须把好安全生产“六关”，即措施关、交底关、教育关、防护关、检查关、改进关。施工项目职业健康安全控制程序见图 1K420181-2 所示。

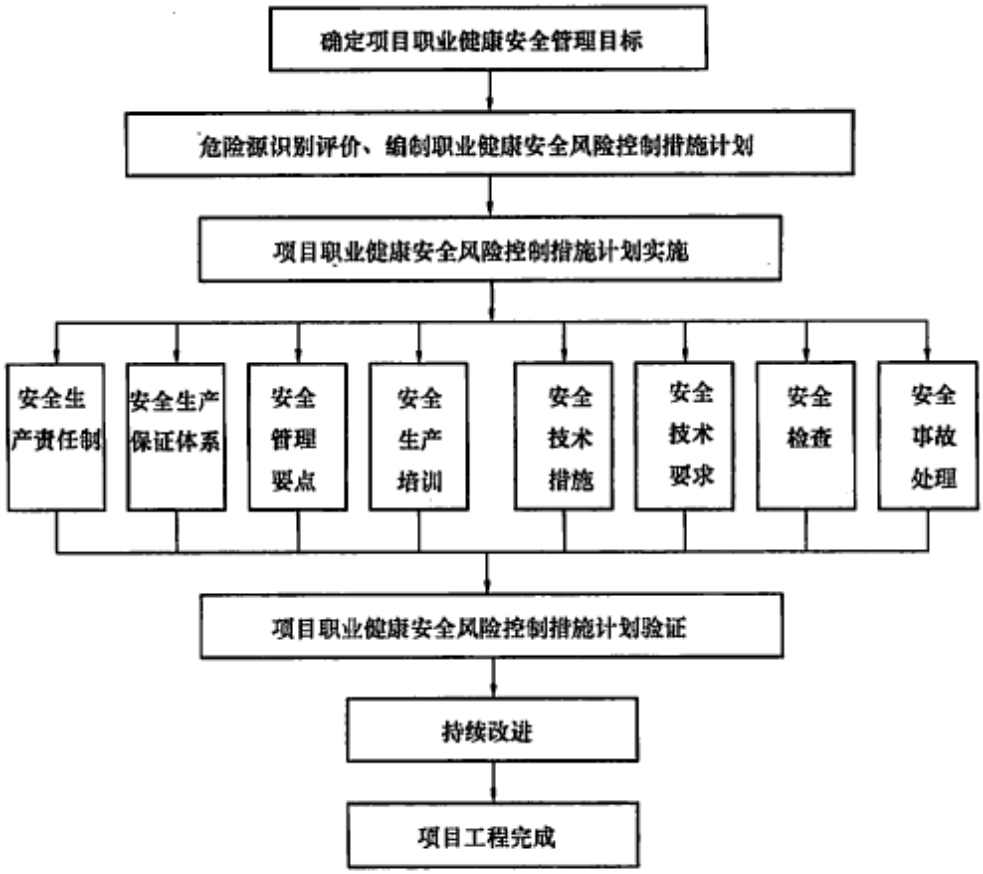


图 1K420181-2　施工项目职业健康安全控制程序

三、劳动保护和职业病预防

(一)劳动保护

1.严格按照劳动保护用品的发放标准和范围为相关人员配备符合国家或行业标准要求的口罩、防护镜、绝缘手套、绝缘鞋等劳动保护用品，尤其是一线工人的特殊劳动保护用品和必要的劳动保护用品。

2.要加强施工现场的劳动保护用品的采购、保管、发放和报废管理，严格掌握标准和质量要求。所采购的劳动保护用品必须有相关证件和资料，必要时应对其安全性能进行抽样检测和试验，严禁不合格的劳保用品进入施工现场。

3.对于二次使用的劳动保护用品应按照其相关标准进行检测试验，破损严重、失去防护功能、不能有效保证安全的劳动防护用品必须及时更换。

(二)职业病预防

1.应根据具体隋况编制特殊工种如：电气焊、油漆、水泥操作工等职业病预防的措施。

2.施工现场预防职业病的主要措施：

(1)为保持空气清洁或使温度符合职业卫生要求而安设的通风换气装置和采光、照明设施；
(2)为消除粉尘危害和有毒物质而设置的除尘设备和消毒设施；
(3)防治辐射、热危害的装置及隔热、防暑、降温设施；
(4)为职业卫生而设置的对原材料和加工材料消毒的设施；
(5)减轻或消除工作中的噪声及振动的设施。

【案例 1K420181】

1.背景

某市政公司是国家施工总承包一级资质的施工企业，在岗人员 862 人。其中，各级专业技术人员 212 人，受国家安全生产管理局发证的安全管理人员(含经理、副经理、总工、副总工、项目经理等)68 人，专职安监人员 43 人。公司设职能处室 12 个，项目部 10 个。项目部分设国内各地，部分分项工程由具备资质单位分包。

公司施工生产的特点是：野外施工，环境复杂多变，劳动环境较差，危险性大，特种作业较多，属劳动密集型企业。施工工程中的风险主要有深基坑作业、物体打击、高处坠落、爆破和触电伤害。

公司于 2003 年 5 月开始推行职业健康安全管理体系。

2.问题

(1)该公司的危险源辨识风险评价应包括哪些范围？
(2)对运行控制，该公司至少需要制定哪些方面的职业健康安全控制程序？
(3)简述公司和项目部在职业健康安全管理体系主要分工。

3.参考答案

(1)问题 1

①常规和施工方案需特批的作业活动。
②所有进入施工现场人员的活动。
③作业场所内的所有设备、设施。
④现场施工器具、劳动防护用品的使用。
⑤饮食健康与生活卫生。

(2)问题 2

①《安全技术措施管理程序》。
②《分包工程安全管理程序》。
③《特殊作业管理程序》。
④《施工机具安全管理程序》。
⑤《施工现场交通安全管理程序》。
⑥《爆破物品管理程序》。
⑦《消防安全管理程序》。
⑧《劳动防护用品管理程序》。
⑨《职工食堂卫生管理程序》。

(3)问题 3

①企业应负责职业健康安全管理体系建立、运行和持续改进，对施工项目部运行应负责指导、监督，帮助项目部建立、实施并保持职业健康安全管理体系。

②施工项目部应建立适用于项目全过程的管理和控制措施(规定)，结合分包工程的特点和需要制定适宜的职业健康安全保证计划，纳入项目部的管理体系。

1K420182　掌握环境管理体系的要求

本条文简要介绍企业环境管理体系对市政公用工程施工项目的要求。

一、环境管理体系

(一)市政工程特点市政公用工程建设的自身特点决定了施工企业必须做好环境保护管理工作，减少项目施工对环境的影响。市政公用工程涉及城市自然环境和水环境保护问题，工程建设要通过环境评估。城市交通工程环境评价主要是评价对沿线单位和居民的噪声、振动等影响；城市给水排水工程和垃圾处理工程环境评价主要是评价工程对城市水资源和生态的影响。

(二)环境管理体系

1.我国的环境体系标准主要有：《环境管理体系要求及使用指南》GB/T 24001-2004 和《环境管理体系　原则、体系和支持技术通用指南》GB/T 24004-2004。

2.环境管理体系的宗旨是遵守法律法规及其他要求，实现持续改进和污染预防的环境承诺。其中，环境因素的识别是基础，需考虑施工中大气污染、水污染、噪声污染、废弃物、土地污染、原材料和自然资源的利用以及其他环境问题等内容，按照“三种状态”(正常、异常、紧急)、“三种时态”(过去、现在、将来)进行辨识，确保识别的充分性。

3.企业内部各管理层次和岗位均应有明确的目标和指标、组织机构和职责、管理制度以及环境管理方案、应急预案。项目部应根据工程特点、顾客要求建立相应的环境管理组织机构，明确目标、职责，制订切实可行的环境保护措施。

二、管理程序与主要内容

(一)管理程序

(1)环境因素辨识和评价；

(2)确定项目环境因素管理目标；

(3)进行项目环境管理策划；

(4)实施项目环境管理策划；

(5)验证并持续该进。

(二)主要工作内容

1.项目文明施工管理

(1)文明施工是企业环境管理体系的一个重要部分，项目文明施工管理应与当地的社区文化、民族特点及风土人情有机结合，树立项目管理良好的社会形象。

(2)市政公用工程文明施工应包括：

①进行现场文化建设；

②规范场容，保持作业环境整洁卫生；

③创造有序生产的条件；

④减少对居民和环境的不利影响。项目部应现场人员进行培训教育。提高文明意识和素质，树立良好的企业形象。并按照文明施工标准，定期进行评定、考核和总结。

(3)市政公用工程文明施工要点，详见 1K420062。

2.项目现场管理

(1)项目施工现场是企业环境管理体系另一个重要部分，市政公用工程施工现场管理具有要求高、变化多的特点；项目部必须严格执行现场管理的各项规定，树立企业和项目管理良好的社会形象。

(2)市政公用工程施工现场管理内容与要求，详见 1K420061。

(3)项目部应按照体系标准，定期进行评定、考核和总结。

三、企业环境管理体系对项目部的要求

(一)企业环境管理体系

1.企业环境管理体系重在对环境因素和运行控制，对污染预防措施、资源能源节约措施的效果以及重大环境因控制结果等环境绩效进行监测评价，对运行控制、目标指标、环境管理方案的实现程度进行进行监测。

2.企业环境管理体系应通过环境管理体系审核和管理评审等手段，对施工项目存在的和潜在的不符合项采取纠正和预防措施，以企业促进管理水平持续改进。

(二)项目部环境管理要点

1.项目部环境管理应与企业环境管理体系保持一致。项目负责人(经理)负责现场环境管理工作的总体策划和部署，建立现场环境管理组织机构，制定相应制度和措施，组织培训，使各级人员明确环境保护的意义和责任。

2.项目部应按照分区划块原则，搞好现场的环境管理，进行定期检查，加强协调，及时解决发现的问题，实施纠正和预防措施，保持现场良好的作业环境、卫生条件和工作秩序，并进行持续改进。

3.项目部应对环境因素进行控制，制订应急措施，并保证信息通畅，预防可能出现非预期的损害。针对紧急情况，应制订事故的应急准备和 n 向应预案，预防可能出现的二次和多次污染。出现环境事故时，应消除污染，制订措施，防止环境二次污染。

4.项目部应进行现场节能管理，有条件时应规定能源使用指标。

5.项目部应保存有关环境管理的工作记录，并按体系要求归档。

【案例 1K420182】

1.背景

某市政公司是集施工及生产为一体的具备国家总承包一级资质的施工企业。公司设有总经理办公室、工程部、安全部、技术质量部等 9 个职能部室；公司所属有机械加工厂、沥青生产厂、材料设备租赁站、中心试验室等分公司和 7 个施工项目部。全公司现有员工 2682 人，其中有高级技术职称 75 人、中级技术职称 346 人。

该公司认证通过了企业环境管理体系，于 2009 年 7 月进行内部评审。评审中发现管理上存在下列主要问题：

(1)两个生产厂过多地承担了企业体系管理的责任；

(2)第 4 施工项目部在现场文明施工管理存在不闭合现象，施工所在地街道管理部门有抱怨；

(3)部分环境管理人员素质有待提高，环境管理激励机制和奖励力度存在问题；

(4)施工现场对外来单位或人员多，文明施工和环境保护教育不够落实。

2.问题

(1)分析指出该公司企业环境管理体系改进主要方面。

(2)针对问题(3)，需要如何规范和完善？

(3)针对问题(4)，公司和项目部应如何分工进行改善？程序应包括哪些主要管理内容？

3.参考答案

(1)问题 1

该企业是集施工及生产为一体的具备国家总承包一级资质的施工企业，企业施工是经营主体，而机械加工厂、沥青生产厂是从属工程施工的，企业环境管理体系应将管理重点放在施工现场文明施工、环境管理方面。市政工程施工项目的文明施工管理应与当地的社区管理有机结合，保持作业环境整洁卫生，尽可能地减少对居民和环境的不利影响，树立企业的施工项目管理良好的社会形象。两个生产厂过多地承担了企业体系管理的责任，不利于企业环境管理长效机制的建立，必须加以改进。

(2)问题 2

问题(3)反映了企业环境管理体系存在需要规范和完善的问题，建议首先采取以下措施；

①必须建立配套的环境管理绩效及激励制度，责权利基本匹配，促进管理责任到位。

②在管理责任明确细化、职责权限界定清晰基础上，实施奖励与惩罚。

(3)问题 3

问题(4)反映了施工现场管理的普遍存在问题，建议首先采取以下措施：

①企业均应有明确分包管理制度，建立管理机构，控制和减少外来单位或人员对施工现场管理的不利影响。

②项目部应及时对现场人员进行文明施工和环境保护培训教育，并留有记录；对施工现场管理定期进行评定、考核和总结。

1K420190　市政公用工程竣工验收与备案

1K420191　掌握工程竣工验收注意事项

本条文介绍了市政公用工程施工质量验收程序与依据。

一、施工质量验收规定

(一)验收程序

1.检验批及分项工程应由监理工程师组织施工单位项目专业质量(技术)负责人等进行验收。

2.分部工程应由总监理工程师组织施工单位项目负责人和项目技术、质量负责人等进行验收；地基与基础、主体结构分部工程的勘察、设计单位工程项目负责人也应参加相关分部工程验收。

3.单位工程完工后，施工单位应自行组织有关人员进行检查评定，总监理工程师应组织专业监理工程师对工程质量进行竣工预验收，对存在的问题，应由施工单位及时整改。整改完毕后，由施工单位向建设单位提交工程竣工报告，申请工程竣工验收。

4.单位工程中的分包工程完工后，分包单位应对所承包的工程项目进行自检，并应按本标准规定的程序进行验收。验收时，总包单位应派人参加。分包单位应将所分包工程的质量控制资料整理完整后，交总包单位，并应由总包单位统一归入工程竣工档案。

5.建设单位收到工程竣工验收报告后，应由建设单位(项目)负责人组织施工(含分包单位)、设计、勘察、监理等单位(项目)负责人进行单位工程验收。

(二)基本规定

1.检验批的质量应按主控项目和一般项目验收。

2.工程质量的验收均应在施工单位自检合格的基础上进行。

3.隐蔽工程在隐蔽前应由施工单位通知监理工程师或建设单位专业技术负责人进行验收，并应形成验收文件，验收合格后方可继续施工。

4.参加工程施工质量验收的各方人员应具备规定的资格。单位工程的验收人员应具备工程建设相关专业的中级以上技术职称并具有 5 年以上从事工程建设相关专业的工作经历，参加单位工程验收的签字人员应为各方项目负责人。

5.涉及结构安全的试块、试件以及有关材料，应按规定进行见证取样检测。对涉及结构安全、使用功能、节能、环境保护等重要分部工程应进行抽样检测。

6.承担见证取样检测及有关结构安全、使用功能等项目的检测单位应具备相应资质。

7.工程的观感质量应由验收人员现场检查，并应共同确认。

二、质量验收合格的依据与退步验收规定

(一)质量验收合格的依据

1.验收批

(1)主控项目的质量经抽样检验合格；

(2) 一般项目中的实测(允许偏差)项目抽样检验的合格率应达到 **80%**，且超差点的最大偏差值应在允许偏差值的 **1.5** 倍范围内；

(3)主要工程材料的进场验收和复验合格，试块、试件检验合格；

(4)主要工程材料的质量保证资料以及相关试验检测资料齐全、正确；具有完整的施工操作依据和质量检查记录。

2.分项工程

(1)分项工程所含的验收批质量验收全部合格；

(2)分项工程所含的验收批的质量验收记录应完整、正确；有关质量保证资料和试验检测资料应齐全、正确。

3.分部(子分部)工程

(1)分部(子分部)工程所含分项工程的质量验收全部合格；

(2)质量控制资料应完整；

(3)分部(子分部)工程中，地基基础处理、桩基基础检测、梁板混凝土强度、混凝土抗渗

抗冻、预应力混凝土、回填压实等的检验和抽样检测结果应符合本规范规定；

(4)外观质量验收应符合要求。

4.单位(子单位)工程

(1)单位(子单位)工程所含分部(子分部)工程的质量验收全部合格；

(2)质量控制资料应完整；

(3)单位(子单位)工程所含分部(子分部)工程有关安全及使用功能的检测资料应完整；

(4)主体结构试验检测、抽查结果以及使用功能试验应符合相关规范规定；

(5)外观质量验收应符合要求。

(二)质量验收不合格的处理(退步验收)规定

1.经返工返修或经更换材料、构件、设备等的验收批，应重新进行验收。

2.经有相应资质的检测单位检测鉴定能够达到设计要求的验收批，应予以验收。

3.经有相应资质的检测单位检测鉴定达不到设计要求，但经原设计单位验算认可能够满足结构安全和使用功能要求的验收批，可予以验收。

4.经返修或加固处理的分项工程、分部(子分部)工程，虽然改变外形尺寸但仍能满足结构安全和使用功能要求，可按技术处理方案文件和协商文件进行验收。

5.通过返修或加固处理仍不能满足结构安全或使用功能要求的分部(子分部)工程、单位(子单位)工程，严禁验收。

三、竣工验收

(一)竣工验收规定

1.单项工程验收。是指在一个总体建设项目中，一个单项工程已按设计要求建设完成，能满足生产要求或具备使用条件，且施工单位已预验，监理工程师已初验通过，在此条件下进行的正式验收。

2.全部验收。是指整个建设项目已按设计要求全部建设完成，并符合竣工验收标准，施工单位预验通过，监理工程师初验认可，由监理工程师组织以建设单位为主，有设计、施工等单位参加的正式验收。在整个项目进行全部验收时，对已验收过的单项工程，可以不再进行正式验收和办理验收手续，但应将单项工程验收单作为全部工程验收的附件而加以说明。

3.办理竣工验收签证书，竣工验收签证书必须有三方的签字方生效。

(二)工程竣工报告

1.由施工单位编制，在工程完工后提交建设单位。

2.在施工单位自行检查验收合格基础上，申请竣工验收。

3.工程竣工报告应含主要内容：

(1)工程概况；

(2)施工组织设计文件；

(3)工程施工质量检查结果；

(4)符合法律法规及工程建设强制性标准情况；

(5)工程施工履行设计文件情况；

(6)工程合同履约情况。

1K420192　掌握工程档案编制要求

本条文简要叙述工程资料内容及管理要求。

一、工程资料管理的有关规定

(一)基本规定

1.工程资料的形成应符合国家相关法律、法规、工程质量验收标准和规范、工程合同规定和设计文件要求。

2.工程资料应为原件，应随工程进度同步收集、整理并按规定移交。

3.工程资料应实行分级管理，分别由建设、监理、施工单位主管负责人组织本单位工程资料的全过程管理工作。

4.工程资料应真实、准确、齐全，与工程实际相符合。对工程资料进行涂改、伪造、随意抽撤或损毁、丢失等，应按有关规定予以处理；情节严重者，应依法追究责任。

(二)分类与主要内容

1.基建文件：决策立项文件，建设规划用地、征地、拆迁文件，勘察、测绘、设计文件，工程招投标及承包合同文件，开工文件、商务文件，工程竣工备案文件等。

2.监理资料；监理管理资料、施工监理资料、竣工验收监理资料等。

3.施工资料：施工管理资料，施工技术文件，物资资料，测量监测资料，施工记录、验收资料，质量评定资料等。

二、施工资料管理

(一)基本规定

1.施工合同中应对施工资料的编制要求和移交期限做出明确规定；施工资料应有建设单位签署的意见或监理单位对认证项目的认证记录。

2.施工资料应由施工单位编制，按相关规范规定进行编制和保存；其中部分资料应移交建设单位、城建档案馆分别保存。

3.总承包工程项目，由总承包单位负责汇集，并整理所有有关施工资料；分包单位应主动向总承包单位移交有关施工资料。

4.施工资料应随施工进度及时整理，所需表格应按有关法规的规定认真填写。

5.施工资料，特别是需注册建造师签章的，应严格按有关法规规定签字、盖章。

6.竣工验收前，建设单位应请当地城建档案管理机构对施工技术资料进行预验收，预验收合格后方可竣工验收。

(二)提交企业保管的施工资料

1.企业保管的施工资料应包括：施工管理资料，施工技术文件、物资资料、测量监测资料、施工记录、验收资料、质量评定资料等全部内容。

2.企业保管的施工资料主要用于企业内部参考，以便总结工程实践经验，不断提升企业经营管理水平。

(三)移交建设单位保管的施工资料

1.竣工图表。

2.施工图纸会审记录、设计变更和技术核定单。开工前施工项目部对工程的施工图、设

计资料进行会审后并按单位工程填写会审记录；设计单位按施工程序或需要进行设计交底的交底记录；项目部在施工前进行施工技术交底，并留有双方签字的交底文字记录。

3.材料、构件的质量合格证明。原材料、成品，半成品、构配件，设备出厂质量合格证；出厂检(试)验报告及进场复试报告。

4.隐蔽工程检查验收记录。

5.工程质量检查评定和质量事故处理记录，工程测量复检及预验记录、工程质量检验评定资料、功能性试验记录等。

6.主体结构和重要部位的试件、试块、材料试验、检查记录。

7.永久性水准点的位置、构造物在施工过程中测量定位记录，有关试验观测记录。

8.其他有关该项工程的技术决定；设计变更通知单、洽商记录。

9.工程竣工验收报告与验收证书。

三、工程档案编制与管理

(一)资料编制要求

1.工程资料应采用耐久性强的书写材料。

2.工程资料应字迹清楚，图样清晰，图表整洁，签字盖章手续完备。

3.工程资料中文字材料幅面尺寸规格宜为 **A4 幅面**。图纸宜采用国家标准图幅。

4.工程资料的纸张应采用能够长期保存的韧力大、耐久性强的纸张。图纸一般采用蓝晒图，竣工图应是新蓝图。计算机出图必须清晰，不得使用计算机出图的复印件。

5.**所有竣工图均应加盖竣工图章**。

6.利用施工图改绘竣工图，必须标明变更修改依据；凡施工图结构、工艺、平面布置等有重大改变，或变更部分超过图面 1/3 的，应当重新绘制竣工图。

7.不同幅面的工程图纸应按《技术制图复制图的折叠方法》 GB 10609.3 统一折叠成 A4 幅面，图标栏露在外面。

(二)资料整理要求

1.资料排列顺序一般为：封面、目录、文件资料和备考表。

2.封面应含工程名称、开竣工日期、编制单位、卷册编号、单位技术负责人和法人代表或法人委托人签字并加盖公章。

3.目录应准确、清晰。

4.文件资料应按相关规范的规定顺序编排。

5.备考表应按序排列，便于查找。

(三)项目部的施工资料管理

1.**项目部应设专人负责施工资料管理工作**。实行主管负责人责任制，建立施工资料员岗位责任制。

2.在对施工资料全面收集基础上，进行系统管理、科学地分类和有秩序地排列。分类应符合技术档案本身的自然形成规律。

3.工程施工资料一般按工程项目分类，使同一项工程的资料都集中在一起，这样能够反映该项目工程的全貌。而每一类下，又可按专业分为若干类。施工资料的目录编制，应通过一

定形式，按照一定要求，总结整理成果，揭示资料的内容和它们之间的联系，便于检索。

【案例 1K420192】

1.背景

A 公司中标某城市旧区市政道路改扩建工程，改建后道路升级至城市主干道；并将原来处于快车道下雨水线、给水和燃气等三条管线拆移至新建路的辅路或人行道。合同内的三条管线施工由建设单位直接分包给三家专业公司分别承担，但 A 公司作为工程总承包单位负责土建配合。工程竣工验收前，A 公司请某市城建档案馆有关人员对施工技术资料进行预验收，发现缺少给水管和燃气管线功能性试验记录，管线施工验收资料的总承包单位签字不全等问题。A 公司施工项目部负责人解释说除土建部分资料外不归他们负责，是专业公司直接请专业监理工程师验收签字，资料由专业公司负责交建设单位。但是城建档案馆拒绝出具预验收合格证明。

2.问题

(1)试分析城建档案馆拒绝出具施工资料预验收合格的主要原因。

(2)A 公司施工项目部负责人解释正确吗，为什么？

(3)由建设单位直接分包的专业工程施工资料应如何整理移交？

3.参考答案

(1)问题 1

主要理由应该有：**首先，竣工验收前对施工技术资料进行预验收，应由建设单位出面组织，而不是由 A 公司出面组织。再者，实行总承包的工程项目，由总承包单位负责汇集，整理所有的有关施工资料，并按相关规范规定进行编制、移交和保存。由此可以认定 A 公司提供的资料不全，不符合预验收的规定。**

其中应移交城建档案馆资料包括所有管道功能性试验记录。并按有关规定向分包单位应主动向总承包单位移交有关施工资料。请当地城建档案管理机构，预验收合格后方可竣工验收。

(2)问题 2

A 公司施工项目部负责人的解释不正确。因为实行总承包的工程项目的专业分包施工资料应由总承包单位收集整理，而且**施工资料应随施工进度及时(同时)形成。竣工验收前出现资料不全只能说明 A 公司施工项目部施工资料管理存在问题。**

(3)问题 3

由建设单位直接分包专业工程的现象普遍存在，但是建设单位在施工总承包合同中对施工资料的编制要求和移交都有明确规定。相关规范也有明确规定：总承包工程项目，由总承包单位负责汇集，并整理所有有关施工资料；分包单位应主动向总承包单位移交有关施工资料。特别是需总承包项目部注册建造师执业签章的，必须履行总承包方责任严格按有关法规规定签字、盖章。竣工验收前，由总承包单位向建设单位和当地城建档案馆办理移交手续。

1K420193　熟悉工程竣工备案的有关规定

一、竣工验收备案基本规定

(一)竣工验收备案的依据

1.《房屋建筑和市政基础设施工程竣工验收备案管理暂行办法》，中华人民共和国建设部第 78 号令，于 2000 年 4 月 7 日颁布执行。

2.《房屋建筑工程和市政基础设施工程竣工验收暂行规定》，中华人民共和国建设部于 2000 年 6 月 30 日颁布执行。

(二)竣工验收备案的程序

1.经施工单位自检合格后，并且符合《房屋建筑工程和市政基础设施工程竣工验收暂行规定》的要求方可进行竣工验收。

2.**由施工单位在工程完工后向建设单位提交工程竣工报告**(详见 1K420191)，申请竣工验收，并经总监理工程师签署意见。

3.对符合竣工验收要求的工程，建设单位负责组织勘察、设计、监理等单位组成的专家组实施验收。

4.建设单位必须在竣工验收 7 个工作日前将验收的时间、地点及验收组名单书面通知负责监督该工程的工程质量监督机构。

5.工程竣工验收合格之日起 15 个工作日内，建设单位应及时提出竣工验收报告，向工程所在地县级以上地方人民政府建设行政主管部门(及备案机关)备案。

6.工程质量监督机构，应在竣工验收之日起 5 工作日内，向备案机关提交工程质量监督报告。

7.城建档案管理部门对工程档案资料按国家法律法规要求进行预验收，并签署验收意见。

8.备案机关在验证竣工验收备案文件齐全后，在竣工验收备案表上签署验收备案意见并签章。**工程竣工验收备案表一式两份，一份由建设单位保存，一份留备案机关存档。**

二、工程竣工验收报告

(一)工程竣工验收报告由建设单位编制。

(二)报告主要内容包括：

1.工程概况；

2.建设单位执行基本建设程序情况；

3.对工程勘察、设计、施工、监理等单位的评价；

4.工程竣工验收时间、程序、内容和组织形式；

5.工程竣工验收鉴定书；

6.竣工移交证书；

7.工程质量保修书。

三、竣工验收备案应提供资料

(一)基建文件

1.规划许可证及附件、附图；

2.审定设计批复文件；

3.施工许可证或开工审批手续；

4.质量监督注册登记表。

(二)质量报告

1.**勘察单位质量检查报告**：勘察单位对勘察、施工过程中地基处理情况进行检查，提出质量检查报告并经项目勘察及有关负责人审核签字。

2，**设计单位质量检查报告**：设计单位对设计文件和设计变更通知书进行检查，提出质量检查报告并经设计负责人及单位有关负责人审核签字。

3.**施工单位工程竣工报告**。

4.***监理单位*工程质量评估报告**：由监理单位对工程施工质量进行评估，并经总监理工程师和有关负责人审核签字。

【10 年】：19.《房屋建筑工程和市政基础设施工程竣工验收备案管理暂行办法》规定，工程竣工验收备案的工程质量评估报告应由（　　）提出。

A．施工单位　B．监理单位　　C．质量监督站 D．建设单位

(三)认可文件

1.城乡规划行政主管部门对工程是否符合规划设计要求进行检查，并出具认可文件。

2.消防、环保、技术监督、人防等部门出具的认可文件或准许使用文件。

3.城建档案管理部门出具的工程档案资料预验收文件。

(四)质量验收资料

1.单位工程质量验收记录；

2.单位工程质量控制资料核查表；

3.单位(子单位)工程安全和功能检查及主要功能抽查记录；

4.市政公用工程应附有质量检测和功能性试验资料；

5.工程使用的主要建筑材料、建筑构配件和设备的进场试验报告。

(五)其他文件

1.施工单位签署的工程质量保修书；

2.竣工移交证书；

3.备案机关认可需要提供的有关资料。

1K420194　了解城市建设档案管理与报送的规定

本条文介绍市政公用工程资料档案管理和报送的基本要求。

一、向城建档案馆报送工程档案的工程范围

(一)工业、民用建筑工程；含住宅小区内的市政公用管线等。

(二)市政公用基础设施工程：

1.城镇道桥隧工程

城镇道路：含广场、停车场、高架桥、地下人行过街道等；

城市桥梁：含人行天桥、人行过街桥、涵洞等；

城市隧道：车行、人行等非轨道交通隧道。

2.城市地下管线工程

给水管线：含生活给水、消防给水、工业给水、中水等管道、沟道.；

排水管线：含雨水、污水、雨污合流、工业废水等管道、沟道；

燃气管线：含煤气、天然气、液化石油气等输配管道；

供热管线：含水热、气热等管线。

3.轨道交通工程

地铁车站、车辆段、停车场、控制中心和区间隧道等；

城市轻轨交通车站、车辆段、停车场、控制中心和区间等。

4.场(厂)站工程

给水厂站；含取水头部、水源井、净水厂、加压站等设施；

排水厂站：含处理厂站、排水泵站、出水口等设施；

燃气厂站：含气源厂、储配站、调压站、供应站等；

供热厂站：供热厂、供热站等；

垃圾处理站、垃圾填埋场等。

(三)园林建设、风景名胜建设工程。

(四)市容环境卫生设施建设工程。

(五)城市防洪、抗震、人防工程。

(六)军事工程档案资料中，除军事禁区和军事管理区以外的穿越市区的地下管线走向和有关隐蔽工程的位置图。

二、城市建设工程档案管理的有关规定

(一)有关规定

1.受城市规划行政主管部门的委托，在工程竣工验收前，对列入接受范围的工程档案应进行预验收，并出具预验收认可文件。

2.当地城建档案管理机构负责接受、保管和使用城市建设工程档案的日常管理工作。

(二)城市建设档案的报送期限

1.《建设工程文件归档整理规范》GB/T 50328 要求，**建设单位应当在工程竣工验收后三个月内，向城建档案馆报送一套符合规定的建设工程档案。凡建设工程档案不齐全的，应当限期补充。**

2.**对改建、扩建和重要部位维修的工程，建设单位应当组织设计、施工单位据实修改、补充和完善原建设工程档案。**

3.**凡结构和平面布置等改变的，应当重新编制建设工程档案，并在工程竣工后三个月内向城建档案馆报送。**

4.**停建、缨建工程的档案，暂由建设单位保管。**

5.撤销单位的建设工程档案，应当向上级主管机关或者城建档案馆移交。

(三)城市建设工程档案组卷

1.**应分专业按单位工程，分为基建文件、施工文件、监理文件和竣工图分类组卷。**

2.厂站房屋建设和内部设备安装，应按建筑安装工程的要求组卷。

3.**基建文件、监理文件、施工文件组卷，**应**根据文件、资料的分类、数量组成一卷或多卷。**

1K430000　市政公用工程项目施工相关法规与标准

1K431000　相关法律法规

1K431010　《城市道路管理条例》(国务院第 198 号令)有关规定

1K431011　掌握道路与其他市政公用设施建设应遵循的原则

该条例第 12 条规定：

城市供水、排水、燃力、供电、通信、消防等依附于城市道路的各种管线、杆线等设施的建设计划，应与城市道路发展规划和区年度建设计划相协调，坚持"先地下、后地上"的建设施工原则，与城市道路同步建设。

该条例第 16 条规定：

承担城市道路设计、施工的单位，应当具有相应的资质等级，并按照资质等级承担相应的城市道路的设计、施工任务。

1K431012　掌握关于占用或挖掘城市道路的管理规定

该条例第 30 条和第 31 条规定：

一、未经市政工程行政主管部门和公安交通部门批准，任何单位或者个人不得占用或者挖掘城市道路。

二、因特殊情况需要临时占用城市道路的，须经市政工程行政主管部门和公安交通管理部门批准，方可按照规定占用。

经批准临时占用城市道路的，不得损坏城市道路；占用期满后，应当及时清理占用现场，恢复城市道路原状；损坏城市道路的，应当修复或者给予赔偿。

该条例第 33 条规定：

因工程建设需要挖掘城市道路的，应当持城市规划部门批准签发的文件和有关设计文件，到市政工程行政主管部门和公安交通管理部门办理审批手续，方可按照规定挖掘。

该条例第 42 条第六款还规定：

未按照批准的位置、面积、期限占用或者挖掘城市道路、或者需要移动位置、扩大面积、延长时间，未提前办理变更审批手续的，由市政工程行政主管部门或者其他有关部门责令限期改正，可以处以 ***2 万元以下的罚款***；造成损失的，应当依法承担赔偿责任。

1K431020　《城市绿化条例》(国务院第 100 号令)有关规定

1K431021　掌握保护城市绿地的规定

根据该条例第 19 条、第 20 条规定；

一、任何单位和个人都不得擅自改变城市绿化规划用地性质或者破坏绿化规划用地的*地形、地貌、水体*和*植被*。

二、任何单位和个人都不得擅自占用城市绿化用地；占用的城市绿化用地，应当*限期归还*。因建设或者其他特殊需要临时占用城市绿化用地，须经城市人民政府城市绿化行政主管部门同意，并按照有关规定办理临时用地手续。

1K431022　掌握保护城市的树木花草和绿化设施的规定

根据该条例第 21 条规定：

任何单位和个人都不得损坏城市树木花草和绿化设施。

砍伐城市树木，必须经**城市人民政府城市绿化行政主管部门**批准，并按照国家有关规定补植树木或者采取其他补救措施。

1K432000　相关技术标准

1K432010　《城镇道路工程施工与验收规范》(CJJ 44)的有关规定

1K432011　掌握城镇道路工程施工过程技术管理的规定

根据该规范第 3.0.7 条(强制性条文)规定，城镇道路施工中必须建立安全技术交底制度，并对作业人员进行相关的安全技术教育与培训。作业前主管施工技术人员必须向作业人员进行详尽的安全技术交底，并形成文件。

根据该规范第 3.0.9 条(强制性条文)规定，**城镇道路施工中，前一分项工程未经验收合格严禁进行后一分项工程施工。**

1K432012　掌握城镇道路工程施工开放交通的规定

根据该规范第 8.2.20 条(强制性条文)规定，热拌沥青混合料路面应待摊铺层自然降温至表面温度低于 50℃后，方可开放交通。

根据该规范第 10.7.6 条(强制性条文)规定，**水泥混凝土道路在面层混凝土弯拉强度达到设计强度，且填缝完成前，不得开放交通**。

1K432020　《城市桥梁工程施工与验收规范》的有关规定

1K432021　掌握城市桥梁工程施工过程质量控制的规定

根据该规范第 23.0.2 条规定，施工中应按下列规定进行施工质量控制，并进行过程检验、验收：

一、工程采用的主要材料、半成品、成品、构配件、器具和设备应按相关专业质量标准进行验收和按规定进行复验，并经监理工程师检查认可。凡涉及结构安全和使用功能的，监理工程师应按规定进行平行检测或见证取样检测并确认合格。

二、各分项工程应按本规范进行质量控制，各分项工程完成后应进行自检、交接检验，并形成文件，经监理工程师检查签认后，方可进行下一个分项工程施工。

1K432022　了解悬索桥的索鞍、索夹与吊索施工技术要点

根据该规范第 18.6 节规定，悬索桥的索鞍、索夹与吊索施工技术要点如下：

一、**索鞍安装应选择在晴朗的白天连续完成**。安装时应根据设计提供的预偏量就位，在加劲梁架设、桥面铺装过程中应按设计提供的数据逐渐顶推到永久位置。顶推前应确认滑动面的摩阻系数，控制顶推量，确保施工安全。

二、索夹安装应遵守下列规定：

(一)索夹安装前，必须测定主缆的空缆线形，经设计单位确认索夹位置后，方可对索夹进行放样、定位、编号。放样、定位应在环境温度稳定时进行。索夹位置处主缆表面的油污及灰尘应清除并涂防锈漆。

(二)索夹在运输和安装过程中应采取保护措施，防止碰伤及损坏。

(三)索夹安装位置纵向误差不得大于 10mm。当索夹在主缆上精确定位后，应立即紧固索夹螺栓。

(四)紧固同一索夹螺栓时，各螺栓受力应均匀，并应按**三个荷载阶段(即索夹安装时、钢箱梁吊装后、桥面铺装后**)对索夹螺栓进行紧固。

三、吊索运输、安装过程中不得受损坏。吊索安装应与加劲梁安装配合进行，并对号入座，安装时必须采取防止扭转措施。

1K432030　《地下铁道工程施工及验收规范》的有关规定

1K432031　掌握喷锚暗挖法隧道施工的规定

根据该规范第 7.1.1 至第 7.1.6 条的规定，采用喷锚暗挖法施工隧道应密切注意：**隧道喷锚暗挖施工应充分利用围岩自承作用，开挖后及时施工初期支护结构并适时闭合**，当开挖面围岩稳定时间不能满足初期支护结构施工时，**应采取预加固措施**。

工程开工前，应核对地质资料，调查沿线地下管线、各构筑物及地面建筑物基础等，并制定保护措施。

隧道开挖面必须保持在无水条件下施工。采用降水施工时，应按有关规定执行。

隧道采用钻爆法施工时，必须事先编制爆破方案，报城市主管部门批准，并经公安部门同意后方可实施。

隧道施工中，应对地面、地层和支护结构的动态进行监测，并及时反馈信息。

1K432032　了解盾构法隧道掘进速度控制的规定

根据该规范第 8.4.2 条规定，**盾构掘进速度，应与地表控制的隆陷值、进出土量、正面土压平衡调整值及同步注浆等相协调**。盾构掘进速度主要受盾构设备进出土速度的限制，进出土速度协调不好，极容易使正面土体失稳、地表出现隆沉现象。盾构掘进应尽量连续作业，以保证隧道质量和减少对地层的扰动，减少地表隆沉现象。为此要均衡组织施工，确需停机时，应采取措施防止正面和盾尾土体进入，防止地面沉降和盾构变位、受损。

1K432040　《给水排水构筑物施工及验收规范》的有关规定

1K432041　掌握给排水构筑物工程所用材料、产品的规定

根据该规范第 1.0.3 条的规定：给排水构筑物工程所用的原材料、半成品、成品等产品的品种、规格、性能必须满足设计要求，其质量必须符合国家有关标准的规定；接触饮用水的产品必须符合有关卫生性能要求。严禁使用国家明令淘汰、禁用的产品。

1K432042　掌握水池气密性试验的要求

根据该规范第 9. 3.1 条规定，水池气密性试验应符合下列要求：

一、需进行满水试验和气密性试验的池体，应在满水试验合格后，再进行气密性试验。

二、工艺测温孔的加堵封闭、池顶盖板的封闭、安装测温仪、测压仪及充气截门等均已完成。

三、所需的空气压缩机等设备已准备就绪。

根据该规范第 9.3.5 条规定，水池气密性试验气密性试验合格标准：

一、试验压力宜为池体工作压力的 1.5 倍。

二、24h 的气压降不超过试验压力的 20%。

1K432050　《给水排水管道工程施工及验收规范》的有关规定

1K432051　掌握给水排水管道工程施工质量控制的规定

根据该规范第 3.1.15 条，给排水管道工程施工质量控制应符合下列规定：

一、各分项工程应按照施工技术标准进行质量控制，1 每分项工程完成后，必须进行检验。

二、相关各分项工程之间，必须进行交接检验，**所有隐蔽分项工程必须进行隐蔽验收，未经检验或验收不合格不得进行下道分项工程**。

1K432052　熟悉给水排水管道沟槽回填的要求

根据该规范第 4. 5.1 条规定，沟槽回填管道应符合以下要求：

一、压力管道水压试验前，除接口外，管道两侧及管顶以上回填高度不应小于 0.5m；水压试验合格后，应及时回填沟槽的其余部分。

二、无压管道在闭水或闭气试验合格后应及时回填。

1K432060　《城市供热管网工程施工及验收规范》的有关规定

1K432061　掌握供热管道焊接施工单位应具备条件

根据该规范第 5.8.5 和 5.8.6 条的规定，**施焊单位**应符合下列要求：

一、有负责焊接工艺的**焊接技术人员**、**检查人员**和**检验人员**。

二、应具备符合**焊接工艺要求的焊接设备且性能稳定可靠**。

三、应有**保证焊接工程质量达到标准的措施**。

四、焊工应持有有效合格证，并应在合格证准予的范围内焊接。

1K432062　掌握直埋保温接头的规定

根据该规范 5.5.13 条第 5 款，**直埋保温管接头**的保温和密封应符合下列规定：

一、接头施工采取的工艺应有合格的形式检验报告。

二、接头**保温材料和密封的性能**应符合国家现行标准《高密度聚乙烯外护管聚氯酯硬质泡沫塑料预制直埋保温管件》CJ/T 155 的规定。

三、保温前**接头处钢管表面应干净、干燥**，接头保温**必须采用机械式发泡**。

四、保温接头发泡后，**发泡孔应及时进行密封**。

五、接头发泡的工艺操作**温度应在 15～45℃**的范围内。

六、接头**外观不应出现过烧、鼓包、翘边、褶皱或层间脱离**等现象。

1K432070　《城镇燃气输配工程施工及验收规范》的有关规定

1K432071　掌握钢管焊接人员应具备的条件

根据该规范 1.0.4 条的规定，焊接人员应具备下列要求：

承担**燃气钢质管道**、**设备焊接**的人员，必须具有**锅炉压力容器压力管道特种设备操作人员资格证(焊接)焊工合格证书**，且在证书的**有效期及合格范围**内从事焊接工作。**间断**

焊接时间**超过 6 个月，再次上岗前应重新考试**；承担**其他材质燃气管道安装**的人员，必须经过**培训，并经考试合格，间断安装时间超过 6 个月，再次上岗前应重新考试**和**技术评定**。当**使用的安装设备发生变化**时，应针对该设备操作要求进行**专门培训**。

1K432072　掌握聚乙烯燃气管道连接的要求

根据该规范第 7.2.2 条的规定，不同级别、不同熔体流动速率、不同标准尺寸比的聚乙烯燃气管道连接应满足下列要求：

对**不同级别、不同熔体流动速率**的**聚乙烯原料制造的管材**或**管件，不同标准尺寸比(SDR 值)的聚乙烯燃气管道连接**时，必须采用***电熔连接***。施工前应进行**试验**，判定试验连接质量合格后，方可进行电熔连接。

【09 年】：20．对不同级别、不同熔体流动速率的聚乙烯原料制造的管材或管件，不同标准尺寸比（SDR 值）的聚乙烯燃气管道连接时，必须采用（）连接。P396

A．电熔　　B．热熔　　C．卡箍　　D．法兰

1K432080　《城市绿化工程施工及验收规范》的有关规定

1K432081　掌握种植穴、槽的挖掘要求

该规范第 6 条规定：

(一)种植穴、槽的定点放线应符合下列规定：

1.种植穴、槽定点放线应符合设计图纸要求，位置必须准确，标记明显。

2.种植穴定点时应标明中心点位置。种植槽应标明边线。

3.定点标志应标明树种名称(或代号)、规格。

4.行道树定点遇到有障碍物影响株距时，应与**设计单位**取得联系，进行适当调整。

(二)种植穴、槽的规格

挖种植穴、槽的大小，应根据**苗木根系**、**土球直径**和**土壤情况**而定。穴、槽必须垂直下挖，上口下底相等规格应符合表 1K432081.1～表 1K432081.5 的规定。

常绿乔木类种植穴规格(cm)　　表 1K432081-1

树高	土球直径	种植穴深度	种植穴直径
150	40～50	50～60	80～90
150～250	70～80	80～90	100～110
250～400	80～100	90～110	120～130
400 以上	140 以上	120 以上	180 以上

落叶乔木类种植穴规格(cm)　　表 1K432081-2

胸径	种植穴深度	种植穴直径	胸径	种植穴深度	种植穴直径

2～3	30～40	40～60	5～6	60～70	80～90
3～4	40～50	60～70	6～8	70～80	90～100
4～5	50～60	70～80	8～10	80～90	100～110

花、灌木类种植穴规格(cm)　　表 1K432081-3

冠径	种植穴深度	种植穴直径
200	70～90	90～110
100	60～70	70～90

竹类种植穴规格(cm)　　表 1K432081-4

种植穴深度	种植穴直径
比盘根或土球深 20～40	比盘根或土球大 40～50

绿篱类种植槽规格(cm)　　表 1K432081-5

种植方式 / 苗高	单行	双行
	深×宽	深×宽
50～80	40×40	40×60
100～120	50×50	50×70
120～150	60×60	60×80

1K432082　熟悉园林植物生长所必需的最低种植土层厚度

该规范第 5 条规定：园林植物生长所必需的最低种植土层厚度应符合表 1K432082 的规定。

园林植物种植必需的最低种植土层厚度　　表 1K432082

植被类型	草本花卉	草坪地被	小灌木	大灌木	浅根乔木	深根乔木
土层厚度(cm)	30	30	45	60	90	150

1K433000　一级建造师(市政公用工程)注册执业管理规定及相关要求

1K433001　掌握一级建造师(市政公用工程)注册执业工程规模标准

一、建造师分级管理的意义与目的

1.建造师分级管理符合中国建设工程发展需要

我国建设工程项目量大面广，项目规模差异悬殊，投资额大到几十亿元甚至更多，小至几十万甚至几万元。项目难易差别较大，常规工程简单，特殊工程、重点工程较为复杂。各地经济、文化和社会发展水平差异较大，以及不同工程项目对管理人员的要求也不尽相同。分级管理既有利于满足不同建设工程项目对管理人员要求不同的特点，也有利于满足建设工程对管理人员在数量上的实际需求。

2.建造师分级管理**有利于与现行企业资质管理和项目管理制度相衔接**

按照我国现行的施工企业资质管理规定，企业资质划分级别管理；其划分基本依据之一就是企业承担的工程项目的规模。建造师分级管理有利于与现行企业资质管理和项目管理制度相衔接。

3.分级管理有利于建造师队伍健康发展

如果建造师不分级管理，建造师的标准确定将会十分困难。建造师的标准定得过高，则无法满足全国范围内或局部范围内的建设工程对工程项目管理人员数量的实际需求；如果建造师的标准过低，相当一部分建造师将没有能力承担大型或复杂工程，这会影响我国建设工程的总体发展，同时也影响我国建造师队伍整体水平的不断提高。

二、分级管理的基本规定

(一)建造师分级

1.建造师分为一级建造师和二级建造师。一级建造师具有较高的标准、较高的素质和管理水平，有利于开展国际互认；二级建造师应具备一定的标准、一定的素质和管理水平，有利于一定规模的工程项目建设和管理。

2.建造师执业分级规定必须与工程规模相适应。工程规模一般分为大型、中型、小型，原建设部《关于建造师专业划分有关问题的通知》(建市【2003】86 号)工程规模文中明确了“**大、中型工程项目施工的项目经理必须由取得建造师注册证书的人员担任**”，那么就需要界定有关专业大、中型项目的规模标准以便于执业管理中进行操作，也便于招投标过程中进行参考。

(二)大、中、小型工程项目划分

1.依据**工程量**划分。工程量能直接体现工程规模，可采用**单项工程的主体工程量**或**单项工程合同价**划分，但是不能反映工程的施工难度。

2.按**工程结构**划分。工程结构形式通常能较好的体现工程施工难度。

3.**工程规模**划分体现了市政公用专业工程特点和目前市场投招标的具体规定，具体划分参照了施工企业资质管理的有关规定。

三、工程规模的划分标准

(一)城镇道路工程

1.路基

大型工程:城市快速路、主干道的路基工程≥10km；单项工程合同≥**5000 万元**。

中型工程：城市快速路、主(次)干道的路基工程 5～10km；单项工程合同 3000 万～5000 万元。

小型工程：城市次干道的路基工程≯5km；单项工程合同价≯3000 万元。

目前国内市政工程的惯例，路基工程还应包括路面的底面层。

2.路面

大型工程：高等级路面≥20 万 m^2；单项工程合同≥**5000 万元**。

中型工程：高等级路面 10 万～20 万 m^2；单项工程合同 3000 万～5000 万元。

小型工程：次高等级路面；单项工程合同额≯3000 万元。

目前国内市政工程的惯例，高等级路面工程主要包括中面层和上面层。

(二)城市公共广场工程

大型工程：≥10 万 m^2 ；单项工程合同≥**3000 万元**。

中型工程：3 万～10 万 m^2；单项工程合同 1000 万～3000 万元。

小型工程；单项工程合同额≯1000 万元。

中小型工程不含体育场。

(三)城市桥梁工程

大型工程：单座桥长≥500m，或单跨跨度≥50m；单项工程合同≥**3000 万元**。

中型工程：单座桥长 100～500m，或单跨跨度 30～50m；单项工程合同 1000 万～3000 万元。

小型工程：单座桥长≯100m，或单跨跨度≯30m；单项工程合同额≯1000 万元。

城市桥梁大型工程一般单跨的跨度不会超过 50m；单座桥长不会超过 500m。

(四)城市地下交通工程

1.隧道工程

大型工程：内径≥5m，单洞洞长≥1000m；单项工程合同≥**5000 万元**。

中型工程：内径 3～5m；单项工程合同 1000 万～5000 万元。

小型工程：内径≯3m；单项工程合同额≯1000 万元。

中小型工程不含盾构施工工程，这是因为盾构施工的施工技术难度大。

2.桥梁工程：轻轨交通桥梁参见城市桥梁工程。

3.厂站工程：参见房屋建筑工程。

(五)城市供水工程

1.供水厂

大型工程：日处理量≥10 万 t；单项工程合同≥**3000 万**元。

中型工程：日处理量 5 万～10 万 t；单项工程合同额 1000 万～3000 万元。

小型工程：日处理量＜5 万 t；单项工程合同额≯1000 万元。

2.供水管道

大型工程：管径≥1.0m；单项工程合同≥3000 万元。

中型工程：管径≯1. 0m；单项工程合同额 1000 万～3000 万元。

小型工程：单项工程合同额≯1000 万元。

(六)城市排水工程

1.污水处理厂

大型工程：日处理量≥10 万 t；单项工程合同≥3000 万元。

中型工程：日处理量 5 万～10 万 t；单项工程合同额 1000 万～3000 万元。

小型工程：单项工程合同额≯1000 万元。

2.排水管道

大型工程：**管径≥1.5m；单项工程合同≥3000** 万元。

中型工程：管径 1.0～1.5m；单项工程合同额 1000 万～3000 万元。

小型工程：单项工程合同额≯1000 万元。

(七)城市燃气工程

1.燃气源

大型工程：日产气量 30 万 m^3 以上；单项工程合同≥3000 万元。

中型工程：日产气量 10 万～30 万 m^3；单项工程合同 1000 万～3000 万元。

小型工程：单项工程合同额≯1000 万元。

2.燃气管道

大型工程：**管径≥300mm**，中压以上；**单项工程合同≥3000** 万元。

中型工程：管径≯300mm，中压以下；单项工程合同额 1000 万～3000 万元。

小型工程：管径≯300mm，中压以下；单项工程合同额≯1000 万元。

(八)城市供热工程

1.热源

大型工程：日产热量≥250t/h.或供热面积＞300 万 m^2；单项工程合同≥5000 万元。

中型工程：日产热量≥80 t/h，或供热面积＞100 万 m^2；单项工程合同额 2500 万～5000 万元。

小型工程：日产热量＜80 t/h，或供热面积＜100 万 m^2；单项工程合同额＜2500 万元。

2.管道

大型工程：管径≥700mm；单项工程合同≥3000 万元。

中型工程：管径 500～700mm；单项工程合同额 1000 万～3000 万元。

小型工程：管径≤400mm；单项工程合同额＜1000 万元。

(九)生活垃圾处理工程

1.垃圾填埋场

大型工程：日处理量≥800t；单项工程合同≥3000 万元。

中型工程：日处理量 300～800t；单项工程合同 1000 万～3000 万元。

小型工程：日处理量≯300t；单项工程合同≯1000 万元。

2.焚烧厂

大型工程：日处理量≥300t；单项工程合同≥3000 万元。

中型工程：日处理量≯300t；单项工程合同 1000 万～3000 万元。

小型工程：日处理量≯300t；单项工程合同≯1000 万元。

(十)交通安全设施工程

大型工程：**单项工程合同≥500 万元**。

中型工程：单项工程合同额 200 万～500 万元。

小型工程：单项工程合同额≯200 万元。

(十一)机电设备安装工程

大型工程：**单项工程合同≥1000** 万元。

中型工程：单项工程合同额 500 万～1000 万元。

小型工程：单项工程合同额≯500 万元。

(十二)城市园林工程

1.庭院工程

大型工程：**单项工程合同≥1000** 万元。

中型工程：单项工程合同额 500 万～1000 万元。

小型工程：单项工程合同额≯500 万元。

2.绿化工程

大型工程：**单项工程合同≥500 万元**。

中型工程；单项工程合同额 300 万～500 万元，

小型工程：单项工程合同额≯300 万元。

1K433002　熟悉一级建造师(市政公用工程)注册执业工程范围

一、建造师的专业划分

(一)专业划分依据

1.我国现行教育体系中的学科专业设置。

2.我国现行管理体制并兼顾企业的资质管理现状。

3.除住房和城乡建设部外，国务院还有一些部委具有对相关专业工程项目的监管职能：

4.我国建设工程领域内施工企业以及投资方、业主、设计单位、监理单位和有关管理部门对工程项目运作和管理，在专业划分上有着传统的概念与意识现实。

(二)专业划分结果

经过多方研究，在既综合体现现行管理体制又力求有所突破的思想指导下，建设部在《关于建造师专业划分有关问题的通知》(建市【2003】 232 号)中将建造师划分为 14 个专业，即：房屋建筑工程、公路工程、铁路工程、民航机场工程、港口与航道工程、水利水电工程、电力工程、矿山工程、冶炼工程、石油化工工程、市政公用工程、通信与广电

工程、机电安装工程、装饰装修工程。

二、市政公用工程专业

(一)专业特点

1.市政公用工程从产品的使用特性来看，生产的产品应该是市政建设中的”公用”产品，比如：城镇道路、城市桥梁、城市地下交通工程、城市给水排水、城市生活垃圾处理、城市燃气、城市供热等方面的建筑产品。这些产品从其生产过程来看具有市政公用工程特点；政府投资或以政府投资为主体，其产品关系到城市生存和发展，具有城市形象的标志。

2.与工民建、公路、铁路、水利等相近专业工程相比，市政公用工程具有与城市环境协调、施工场地限定严格、工期紧、环保与文明施工要求高、施工方法和施工工艺具有特殊性、设计规范和施工规程不尽一致等属性。

3.市政公用工程中每个专业工程因投资方式或业主不同，建设管理模式不同，也具有自身的特点。长期以来，**市政公用工程项目**由**专业集团公司**或**政府专门设立的建设管理部门**作为**项目法人实施业主方的项目管理**。

(二)专业组成

1.城镇道路工程，含**广场**、**停车场**、**高架桥**、**地下人行过街道**等；

2.城市桥梁工程；含**人行天桥**、**人行过街桥**、**涵洞**等；

3.城市供水工程：含取水头部、水源井、净水厂、加压站、输配水管线等设施；

4.城市排水工程：含处理厂站、排水泵站、排水管道、方沟、出水口等设施；

5.城市轨道交通工程：**含车站、车辆段、停车场、控制中心**和**区间隧道、桥梁通道**等；

6.城市燃气工程：含气源厂、储配站、调压站、供应站和输配管线等；

7.城市供热工程：含供热厂、供热站和输配管线等；

8.城市垃圾处理工程：垃圾处理站、垃圾填埋场等；

9.园林绿化工程：园林庭院、城市绿化等。

(三)执业工程范围

《关于印发(注册建造师执业工程规模标准)(试行)的通知》(建市【2007】171 号)规定：市政公用专业注册建造师的执业工程范围包括：土石方、**地基与基础**、预拌商品混凝土、混凝土预制构件、预应力、**爆破与拆除**、环保、桥梁、隧道、道路路面、道路路基、道路交通、**城市轨道交通**、城市及道路照明、体育场地设施、给排水、燃气、供热、垃圾处理、园林绿化、管道、特种专业。

三、专业工程释义

(一)城镇道路工程

城镇道路工程的术语来自《中华人民共和国工程建设标准体系—城乡规划、城镇建设、房屋建筑部分》和《城镇道路工程技术标准》。城镇道路工程包括**城市快速路**、**城市环路**、**城市主干路**、**次干路**的建设、养护与维修工程。

(二)城市桥梁工程

城市桥梁工程术语来自《中华人民共和国工程建设标准体系—城乡规划、城镇建设、

房屋建筑部分》和《城市桥梁设计规范)。城市桥梁工程包括立交桥、跨线桥、人行天桥、地下人行通道的建设、养护与维修工程。

(三)城市供水工程

城市供水工程术语来自《中华人民共和国工程建设标准体系一城乡规划、城镇建设、房屋建筑部分》和《城镇供水场运行、维护及其安全技术规程》。城市(镇)供水(含中水工程)工程包括水源取水设施、水处理厂(含水池、泵房及附属设施)和供水管道(含加压站、闸井)的建设与维修工程。

(四)城市排水工程

城市排水工程术语来自《中华人民共和国工程建设标准体系一城乡规划、城镇建设、房屋建筑部分》和《城镇给水排水工程专用标准》。城市排水工程包括水处理厂(含水池、泵房及附属设施)、城市排洪、排水管道(含抽升站、检查井)的建设与维修工程。

(五)城市供热工程

城市供热工程术语来自《中华人民共和国工程建设标准体系一城乡规划、城镇建设、房屋建筑部分》和《城镇供热管网工程施工及验收规范》。城市供热工程包括热源、管道及其附属(含储备场站)的建设与维修工程，不包括采暖工程。

(六)城市燃气工程

城市燃气工程术语来自《中华人民共和国工程建设标准体系一城乡规划、城镇建设、房屋建筑部分》和《城镇燃气输配工程施工及验收规范》。城市燃气工程包括气源、管道及其附属设施(含调压站、混气站、气化站、压缩天然气站、汽车加气站)的建设与维修工程，但不包括长输管线工程。

(七)城市轨道交通工程

城市轨道交通工程包括地下交通和轻轨交通工程。城市地下交通工程术语来自《中华人民共和国工程建设标准体系一城乡规划、城镇建设、房屋建筑部分》和《地下铁道工程施工及验收规范》。城市地下交通工程包括地下铁道工程(含地下车站、区间隧道、地铁车厂与维修基地)、地下停车场的建设与维修工程。

(八)城市公共广场工程

城市公共广场工程术语来自《中华人民共和国工程建设标准体系一城乡规划、城镇建设、房屋建筑部分》和《城市公共交通站、场、厂设计规范》。城市公共广场工程包括城市公共广场、地面停车场、人行广场和体育场的建设与维修工程。

(九)城市生活垃圾处理工程

城市生活垃圾处理工程术语来自《中华人民共和国工程建设标准体系一城乡规划、城镇建设、房屋建筑部分》和《城市生活垃圾卫生填埋技术规范》。生活垃圾处理工程包括城市垃圾填埋场、焚烧厂及其附属设施的建设与维修工程。

(十)交通安全设施工程

交通安全设施工程术语来自《中华人民共和国工程建设标准体系一城乡规划、城镇建设、房屋建筑部分》。交通安全设施工程包括城市交通工程中的隔离、防撞设施、隔音、

消音设施的建设与维修工程。根据行业意见，将此部分与土建工程分开单列。

(十一)机电设备安装工程

机电设备安装工程术语来自《中华人民共和国工程建设标准体系一城乡规划、城镇建设、房屋建筑部分》。机电设备安装工程指市政公用工程的场(厂)站的机电系统，含机械设备(施)、电器、自控等系统的建设与维修工程。根据行业意见，与其专业场(厂)站土建分开单列。

(十二)园林绿化工程

园林绿化工程术语来自《中华人民共和国工程建设标准体系一城乡规划、城镇建设、房屋建筑部分》和《城市绿化工程施工与验收规范》。按照建设部城建司意见，将园林庭院、绿化工程纳入市政公用工程专业。

1K433003　了解一级建造师(市政公用工程)施工管理签章文件目录

一、签章文件目录有关规定

(一)一级建造师签章文件意义和目的

1.住房和城乡建设部《关于印发<注册建造师施工管理签章文件(试行)>的通知》(建市监函【2008】 49 号)下发了注册建造师施工管理签章文件目录。

2.一级建造师作为项目负责人在项目管理的执业过程中文件上签章，体现了建造师执业应履行的职责，并记录了执业结果。

3.一级建造师执业签章文件是施工资料管理的重要部分，应按有关规定提交施工企业、建设方和城建档案管理部门保存管理。

(二)签章文件目录选定

1.文件选录遵循必要性、实用性和规范性的原则。

2.**签章文件应为《建设工程项目管理规范》、《建设工程监理规范》、《建筑施工企业安全生产管理规范》和《建筑施工企业质量管理规范》等规范规定的表报**。

3.文件目录应依据上述规范或其他规定修订和调整。

二、签章文件目录组成与分类

(一)施工管理

1.项目管理目标责任书；

2.项目管理实施规划，或施工组织设计；

3.物资进场计划、特种作业人员审核资格表；

4.工程开工报审表；

5.项目大事记；

6.监理通知回复单，工程复工报审表。

(二)进度控制

1.施工进度计划报审表；

2.工程延期申请表；

3.工程进度报告(通称工程进度计划报告)。

(三)合同管理

1.分包单位资质报审表，含供货单位资质报审表，试验室等单位资质报审表；

2.工程设备招标书、合同，主要材料招标书、合同。

(四)质量管理

1.工程物资进场报验表；

2.有见证取样和送检见证人备案书；

3.不合格项处理记录、质量事故处理记录；

4.单位工程结构安全和使用功能检验资料核查及主要功能抽查记录；

5.工程竣工报告(又称工程竣工验收报告)；

6.工程质量保修书。

(五)安全管理

1.安全生产责任书；

2.现场安全检查、监管报告；

3.安全事故预防及应急预案；

4.安全教育计划；

5.安全事故处理。

(六)现场环保文明施工管理

1.现场环保、文明施工方案与措施；

2.现场环保、文明施工检查及整改报告。

(七)成本费用管理

1.工程进度款支付报告；

2.工程变更价款报告；

3.工程费用索赔申请表；

4.工程费用变更申请表；

5.安全经费计划表及费用使用报告；

6.工程保险(人身、设备、运输等)申报表；

7.工程竣工结算报告及报审表。

三、签章文件编制与签章

(一)施工管理

1.**可分为施工管理资料和施工技术文件两类**，按照相关规范规定编制，作为项目负责人的建造师执业需签章。

2.市政公用工程通常采用**施工组织设计**，而不单独编制项目管理实施规划；施工组织设计包括了项目部的控制目标措施、工作程序、工作制度、职责分工和岗位设置等内容。

3.**项目管理目标责任书是与企业签订的项目部对质量、安全、进度、成本、环境保护、文明施工等**方面**目标承诺和责任要求**。

4.物资进场计划，物资包括材料、构件、设备，可配合“工、料、机动态表”使用。

5.特种作业人员审核资格表，特种作业人员包括电焊工、顶管机、盾构机等专用设备操作人员均可参照使用本表。

(二)进度控制

1.**施工总进度计划报审表**。鉴于市政公用工程特点，工程施工计划控制较严格，从月计划到年度实施性计划需报有关方进行动态调整；作为项目负责人的建造师执业需签章。

2.工程进度报告系项目部向有关方面的报告，本表仅为封面。

(三)合同管理

1.供货单位资质报审表，试验室等单位资质报审表，均系分包单位资质报审表的细化。

2.**工程分包招标书、合同，工程设备招标书、合同，主要材料招标书、合同**等三张表均系招标书的封面。作为项目负责人的建造师执业需应在规范的合同文本上签章。

(四)质量管理

1.工程材料进场报验表、工程设备进场报验表、工程构配件进场报验表均系工程物资进场报验表细化。

2.单位工程结构安全和使用功能检验资料核查及主要功能抽查记录应按相关规范规定编制。

3.作为项目负责人的建造师执业需签章。

(五)安全管理

1.**专项施工方案**，又称危险性较大的分部、分项工程施工方案；本处指经过论证修改补充后的实施性方案。

2.应按相关规范规定编制。

3.作为项目负责人的建造师执业需签章。

(六)现场环保文明施工管理

1.**现场环保、文明施工方案与措施，检查及整改报告应按相关规范规定编制**。

2.作为项目负责人的建造师执业需签章。

(七)成本费用管理

1.**除工程进度款支付报告为现在工程使用的较规范样式外**，其余均为《建设工程监理规范》中的规范表格。

2.应按相关规范规定编制、填报。

3.作为项目负责人的建造师执业需签章。