

建筑工程水泥-水玻璃双液注浆技术规程 JGJ211

UDC

中华人民共和国行业标准

JGJ

P

JGJ211—2010

建筑工程水泥-水玻璃双液注浆技术规程

Technical Specification for Cement-Silicate Grouting
in Building Engineering

200 — — 发布

200 — — 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部 发布

中华人民共和国行业标准

建筑工程水泥-水玻璃双液注浆技术规程

Technical Specification for Cement-Silicate Grouting in Building Engineering

JGJ211—2010

主编单位：湖南省建筑工程集团总公司、湖南省第六工程有限公司

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2009 年 月 日

中国建筑工业出版社

2009 北京

前 言

根据住房和城乡建设部建标〔2008〕102号文的要求，规程编制组通过广泛调查研究，认真总结国内外大量工程实践经验和科研成果，参考国内外有关技术标准，在广泛征求意见基础上，制定本规程。

本规程主要内容是：总则、术语、符号、基本规定、软弱地层注浆加固、注浆堵水防渗、既有建筑物基础及地下结构补强、竣工资料和工程验收等。

本规程由住房和城乡建设部建筑工程标准技术归口单位中国建筑科学研究院归口管理，授权由湖南省建筑工程集团总公司负责具体解释。

本规程主编单位：湖南省建筑工程集团总公司

（地址：湖南省长沙市芙蓉南路1段788号，邮政编码：410004）

湖南省第六工程有限公司

（地址：湖南省长沙市劳动西路296号，邮政编码：410015）

本规程参加单位：中南大学

煤炭科学研究总院建井研究分院

湖南省先进建材与结构工程技术研究中心

湖南省建筑施工技术研究所

湖南省第三工程有限公司

湖南省第四工程有限公司

湖南省第五工程有限公司

湖南省城建职业技术学院

湖南宏禹水利水电岩土工程有限公司

湖南核工业岩土工程勘察设计院

湖南省电力勘测设计院

本规程主要起草人：周海兵 陈浩 黄友汉 张可能 赵波 熊君放 牛建东 孙林 高岗荣

黄海军 贺茉莉 莫志柏 周玉明 方东升 郭秋菊 朱林 戴习东

彭琳娜 罗银燕 肖燎

本规程主要审查人：刘宝琛 邝健政 杨春来 杨承慤 黄树勋 田乃和 陈火炎 余志武

吴平 朱祖熹 王贻荪 韩忠存

目 次

1 总 则.....	1
2 术语和符号.....	2
2.1 术 语.....	2
2.2 符 号.....	3
3 基本规定.....	4
3.1 基本资料.....	4
3.2 注浆材料和浆液.....	5
3.3 注浆设备和机具.....	5
3.4 浆液的制备.....	5
3.5 试 验.....	6
4 软弱地层注浆加固.....	7
4.1 一般规定.....	7
4.2 设计.....	7
4.3 施工.....	9
4.4 质量检验.....	10
5 注浆堵水防渗.....	11
5.1 一般规定.....	11
5.2 设计.....	11
5.3 施工.....	12
5.4 质量检验.....	13
6 竣工资料和工程验收.....	14
6.1 竣工资料.....	14
6.2 工程验收.....	14
附录 A 不同的注浆对象所适用的不同的注浆方法.....	16
附录 B 双液注浆施工及验收表.....	17
表 B.0.1 注浆施工记录表.....	17
表 B.0.2 钻孔施工记录表.....	18
附录 B.0.3 软弱地层加固注浆检验批质量验收记录表.....	19
附录 B.0.4 堵水、防渗注浆检验批质量验收记录表.....	20
附录 B.0.4 既有建筑物地基补强注浆检验批质量验收记录表.....	20
本规程用词说明.....	22
本规程引用标准名录.....	23
条文说明.....	24

Contents

Chapter1 General.....	1
Chapter2 Terms and Definitions、Symbols.....	2
2.1 Terms and Definitions.....	2
2.2 Symbols.....	3
Chapter3 General Rules.....	4
3.1 General Requirements.....	4
3.2 Grout Components and Grouts	5
3.3 Grout Equipments.....	5
3.4 Grouts Mixing.....	5
3.5 Experimental Construction in-situ.....	6
Chapter4 Grouting Reinforcement in Soft or weak Stratum.....	7
4.1 General Rules.....	7
4.2 Design.....	7
4.3 Construction.....	9
4.4 Quality Control and Test.....	10
Chapter5 Grout prevent from water and antiseepage.....	11
5.1 General Rules.....	11
5.2 Design.....	11
5.3 Construction.....	12
5.4 Quality Standard and Control.....	13
Chapter6 Final Construction Documents and Acceptance.....	14
6.1 Final Construction Documents.....	14
6.2 Final Acceptance.....	14
Appendix A: Choice of Grouting Methods and Grouting materials for Different stratum.....	16
Appendix B: Table of Construction and Acceptance for Grouting in Building Engineering.....	17
Appendix B.0.1: Grouting Construction Recording Table.....	17
Appendix B.0.2: Drilling Construction Recording Table.....	18
Appendix B.0.3: Inspection Recording Table of Constructional Quality of Inspection Lot for Grouting Reinforcement in Soft or Weak Stratum.....	19
Appendix B.0.4: Inspection Recording Table of Constructional Quality of Inspection Lot for Anti seepage.....	20
Appendix B.0.5: Table F.0.1 Inspection Recorder of Constructional Quality of Inspection Lot for Reinforcement of Foundation of Existed Building and Underground Structure... ..	21
List of standard cited in this code.....	22
Annex: List Explanation.....	23

1 总 则

1.0.1 为规范建筑工程水泥-水玻璃双液注浆技术要求，做到安全适用、经济合理、技术先进、确保质量，制订本规程。

1.0.2 本规程适用于以水泥-水玻璃（C-S）为注浆浆液，实施软弱地层加固、注浆堵水防渗、既有建筑物地基补强等建筑工程的设计、施工和验收。

1.0.3 建筑工程双液注浆设计、施工、验收等除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 注浆 Grouting

将配制好的浆液，用专用压送设备将其注入地层，在压力作用下对地层进行充填、扩散、挤密或劈裂作用，浆液经胶凝或固化后，达到加固地层、防渗堵漏及对既有建筑物地基补强的目的的一种工法。

2.1.2 水泥-水玻璃双液注浆 Cement-Silicate Grout

以水泥、水玻璃为主剂（必要时加入添加剂），将两者按一定比例分别泵送混合后注入地层的注浆过程。

2.1.3 浆液密度 grouts density

浆液中物质的质量与体积的比值。

2.1.4 浆液浓度 grouts concentration

溶质质量与浆液质量的比值。水泥浆采用水灰比（W/C）表示，水玻璃浓度采用波美度（° Bé）表示。

2.1.5 凝胶时间 setting time

浆液从全部成分混合时起至不能流动为止所需要的时间。

2.1.6 固结体强度 strength of consolidation body

浆液在试验室条件下配制的样品，经标准强度试验测得的强度值。强度试验包括单轴抗压强度、抗折或抗剪强度和抗拉强度试验。

2.1.7 软弱地层 soft soil stratum or weak stratum

岩土力学指标、渗透性等达不到设计和施工的要求,需进行加固的地层.

2.2 符号

C_c ——土的压缩指数；
 d_g ——土颗粒相对密度（比重）；
 e_0 ——初始孔隙比；
 e_1 ——注浆后的孔隙比；
 f ——加压系数；
 H ——地基覆盖层厚度；
 h ——地面至注浆段的深度；
 k ——渗透系数；
 L ——须加固段长度；
 n ——土体的孔隙率；
 p_0 ——压缩临塑荷载；
 p_e ——容许注浆压力；
 p_1 ——地下水压力；
 p' ——管路阻力；
 R ——浆液扩散半径；
 α ——有效注浆系数；
 β ——损失系数；
 γ ——重度；
 λ ——注浆率；
 λ_1 ——与地层性质有关的系数；
 w_0 ——天然含水量；
 w_p ——土的塑限含水量；
 σ_t ——土的抗拉强度；
 η ——不完全充填系数。

3 基本规定

3.1 基本资料

3.1.1 双液注浆前，应分析工程场地及邻近场地详细的岩土工程勘察、上部结构和基础设计及施工等资料，调查邻近建（构）筑物基础、地下工程和管线分布等情况，了解建(构)筑物及施工场地的环境情况，并取得结构或基础隐患的评价分析报告。

3.1.2 对岩土的分类应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 和《土的分类标准》GBJ145 的规定。采用双液注浆设计和施工时，应取得岩土层的颗粒级配、含水量、容重、孔隙比、渗透性指标、强度指标、压缩性指标、承载力指标等。当无试验结果或经验指标时，土的孔隙比和渗透系数可按照表 3.1.2 取值。

表 3.1.2 土的孔隙比和渗透系数 (常见值)

土类	天然含水量 (ω_0) (%)	孔隙比 (e)	渗透系数 (k) (cm/s)
填土	--	0.7~1.0	--
淤泥	--	>1.5	--
淤泥质土	--	1.0~1.5	--
粘土	26~29	0.7~0.8	<1.2×10 ⁻⁶
	30~34	0.8~0.9	
	34~40	0.9~1.0	
粉质粘土	19~22	0.4~1.0	1.2×10 ⁻⁶ ~6.0×10 ⁻⁵
	23~25	0.6~0.7	
	26~29	0.7~0.8	
	30~34	0.8~0.9	
	34~40	0.9~1.0	
粉土	15~18	0.4~0.5	6×10 ⁻⁵ ~6×10 ⁻⁴
	19~22	0.5~0.6	
	23~25	0.6~0.7	
粉砂	15~18	0.5~0.6	6.0×10 ⁻⁴ ~1.2×10 ⁻³
	19~22	0.6~0.7	
	23~25	0.7~0.8	
细砂	15~18	0.4~0.5	1.2×10 ⁻³ ~6×10 ⁻³
	19~22	0.5~0.6	
	23~25	0.6~0.7	
中砂	15~18	0.4~0.5	6×10 ⁻³ ~2.4×10 ⁻²
	19~22	0.5~0.6	
	23~25	0.6~0.7	
粗砂	15~18	0.4~0.5	2.4×10 ⁻² ~6×10 ⁻²
	19~22	0.5~0.6	
	23~25	0.6~0.7	
砾砂	--	0.4~1.0	6×10 ⁻² ~1.8×10 ⁻¹
卵石	--	0.35~0.91	>1.3×10 ⁻²

3.2 注浆材料和浆液

- 3.2.1 双液注浆应采用普通硅酸盐水泥，进场材料检验见附录 B.0.3。
- 3.2.2 双液注浆原材料所采用的水玻璃模数应在 2.4~3.2 之间，其浓度应在 40°Bé 以上。
- 3.2.3 浆液拌和用水应符合现行国家行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63 的有关规定。
- 3.2.4 根据工程的实际要求，可在双液浆中加入粉煤灰、膨润土、矿渣尾粉等掺合料。

3.3 注浆设备和机具

- 3.3.1 双液注浆施工宜采用下列设备和机具：
 - 1 成孔设备：根据注浆的方法和目的，选用地质钻机和其它成孔设备；
 - 2 制浆设备：可选用搅拌机；
 - 3 注浆设备：宜采用专用双液注浆泵；
 - 4 注浆管：可采用钻杆、花管、双重管等不同型式和规格的管种。
- 3.3.2 制浆用搅拌机的转速、拌和能力应与所搅拌浆液的类型、注浆泵的排量相匹配，并满足连续、均匀拌制的要求。
- 3.3.3 注浆泵的技术性能应与所注浆液的类型、浓度相适应；额定工作压力应大于最大注浆压力的 1.5 倍；排浆量应能满足最大注入率和双液浆配比调整的要求。
- 3.3.4 注浆管路应保证浆液流动畅通，并应能承受两倍以上的设计注浆压力。
- 3.3.5 注浆泵出口和注浆孔口处均应安装压力表，其使用压力应在压力表最大标称值的 1/4~3/4 之间；压力表与管路之间应设有隔浆装置。
- 3.3.6 止浆塞应与所采用的注浆方式、方法、注浆压力及地质条件相适应，应有良好的膨胀和耐压性能，在最大注浆压力下能可靠地封闭注浆孔段，并易于安装和卸除。
- 3.3.7 双液注浆的混合器可设置在孔底和孔口。

3.4 浆液的制备

- 3.4.1 制浆材料应按规定的浆液配比计算，计量允许误差为 5%；添加剂计量允许误差为 1%。水泥等固相材料宜采用质量（重量）称量。
- 3.4.2 浆液应搅拌均匀并测定浆液密度。
- 3.4.3 水泥浆液的搅拌时间应大于 3min。浆液在使用前应过滤，浆液自制备至用完的时间应不超过其初凝时间，且不宜大于 2h。
- 3.4.4 若采用集中制浆，制浆站宜制备水灰比为 0.5 的水泥浆液。输送浆液的管道流速宜为 1.4 m/s~2.0m/s。在各注浆点应根据设计配比进行调配。
- 3.4.5 水玻璃宜在使用前加水，搅拌稀释到 20°Bé~35°Bé 备用，并确保均匀。
- 3.4.6 炎热季节施工应采取防晒和降温措施；寒冷季节施工应做好机房和注浆管路的防冻工作。浆液温度应保持在 5℃~40℃ 之间；用热水搅拌制浆时，拌合水的温度不得超过 40℃。

3.5 试 验

3.5.1 软弱地层注浆加固和堵水防渗工程在施工前宜通过注浆试验确定钻孔工艺、浆液配合比、注浆方法和工艺。

3.5.2 注浆试验孔的布置应选取具代表性的地段。当地质条件复杂时，对不同水文地质和工程地质特征的地段不宜少于一组试验孔。

3.5.3 注浆生产性试验应满足下列要求：

1 注浆试验孔深度应超过设计孔深 1.0m~1.5m，全孔取芯，并详细记录地层分层情况和地层特性。

2 注浆试验段长应为设计段长。注浆时，应由低压、较大注入率开始注浆，至终压、小注入率结束，注浆最大结束压力应不小于设计压力。

3 试验时，双液注浆应采用孔口封闭、自下而上上行式孔内阻塞注浆；当被注地层深度较深、地质条件复杂时，可采取自上而下下行式注浆。

4 应及时整理、分析试验资料，优化工艺参数；确定不同水文地质特征地段的施工工艺、注浆材料、配合比、施工参数、技术要求等。

3.5.4 注浆试验孔堵水防渗效果的检验，在土层中宜采用钻孔取芯结合注水试验的方法，在岩层中宜采用钻孔取芯结合压水试验的方法。

4 软弱地层注浆加固

4.1 一般规定

4.1.1 对软弱地层进行注浆加固前，应进行注浆加固方案的可行性论证。

4.1.2 注浆方案确定后，应结合工程情况进行试验性施工，并根据试验结果调整注浆设计参数。

4.2 设计

4.2.1 注浆设计应根据软弱地层加固的目的和临近建筑物的状况规定强度和变形要求，并确定注浆加固深度及范围。

4.2.2 软弱地层注浆加固时，注浆孔布置应符合下列要求：

1 采用梅花型布置，注浆孔间距宜为 $(0.8-1.7)R$ ，排间距宜为孔距的 $(0.8\sim 1.0)$ 倍， R 为浆液扩散半径（m）。

2 注浆孔深度应穿透软弱地层，并进入下一土层 $0.5\text{m}\sim 1.0\text{m}$ ，或加固深度满足地基承载力和变形的要求。

4.2.3 注浆压力应根据注浆试验确定。

4.2.4 渗透注浆初步设计时，在无当地经验情况下，容许注浆压力可按下列公式计算

$$p_e = p_1 + p' + C \quad (4.2.4)$$

式中： p_e ——容许注浆压力，MPa；

p_1 ——地下水压力，MPa；

p' ——注浆管阻力，MPa；

C ——常数，可取 $0.3\text{ MPa}\sim 0.5\text{ MPa}$ 。

4.2.5 劈裂注浆初步设计时，在无当地经验情况下，最小注浆压力可按下列公式计算

$$p_{\min} = \gamma h + \sigma_t \quad (4.2.5)$$

式中： p_{\min} ——最小注浆压力，MPa；

h ——地面至注浆段的深度，m；

γ ——注浆地基的天然重度， kN/m^3 ；

σ_t ——土的抗拉强度，MPa。

4.2.6 注浆量应根据注浆类型、土的孔隙率和裂隙率、浆液充填程度，由试验确定。

4.2.7 渗透注浆初步设计时，在无当地经验情况下，注浆量可按下列公式计算：

$$Q = \pi R^2 h n \alpha (1 + \beta) \quad (4.2.7)$$

式中： Q ——注浆量， m^3 ；

h ——注浆段的长度 m；

n ——土体的孔隙率，土体孔隙比可按表 3.1.2 规定取值，并按公式 $n = \frac{e}{1+e}$ 计算孔隙率；

α ——有效注浆系数，可按表 4.2.7 规定取值；

β ——损失系数，可取 0.3~0.5。

表 4.2.7 有效注浆系数 (α)

土的类型	浆液粘度 (mPa·s)		
	<2	2~4	>4
粗砂	1.0	1.0	0.9
中砂	1.0	0.9	0.8

4.2.8 劈裂注浆初步设计时，在无当地经验情况下，注浆量可按下列方法计算：

1 以土的含水量求注浆量时可按下列公式计算：

$$Q = V\lambda = V \frac{d_g}{1+e_0} (w_0 - w_p) \cdot f \quad (4.2.8-1)$$

式中： Q ——注浆量， m^3 ；

λ ——注浆率；

d_g ——土颗粒相对密度（比重）；

e_0 ——初始孔隙比；

w_0 ——天然含水量；

w_p ——土的塑限含水量；

V ——土体体积， m^3 ；

f ——加压系数。

2 以土被压缩的难易程度为依据求注浆量时，在无当地经验情况下，可按下列公式计算：

$$Q = V \frac{C_c}{1+e_1} f \lg \frac{p_0 + \Delta p}{p_0} \quad (4.2.8-2)$$

式中： Q ——注浆量， m^3 ；

p_0 ——压缩临塑荷载；

$p_0 + \Delta p$ ——注浆压力，MPa；

e_1 ——注浆后的孔隙比；

C_c ——土的压缩指数；

V ——土体体积， m^3 ；

f ——加压系数。

3 当采用经验法时，在无当地经验情况下，可按下列公式计算。

$$Q = C_1 V \quad (4.2.8-3)$$

式中： Q ——注浆量， m^3 ；

V ——土体体积， m^3 ；

C_1 ——经验系数，取 0.1~0.3。根据土体的加固要求确定，需要加固强度较高时取大值。

4.2.9 注浆量初步设计值应综合考虑岩土渗透、劈裂注浆的注浆量计算值，可取上述公式计算结果的较大值。具体值应由注浆试验确定。

4.2.10 注浆泵排量应控制在 10 L/min~60L/min。

4.2.11 对既有建筑物地基补强注浆孔的位置、孔距、排距和深度应根据现场注浆试验确定，在注浆的过程中应实行动态施工，施工过程中应做好监测。

4.2.12 对于桩基的地基土注浆加固，应符合下列规定：

1 对于断桩，沿桩侧布孔，采用双液浆封闭桩侧软弱土层。

2 对于桩端地层承载力或沉降不能满足设计要求的基桩，桩底以下地基的加固深度不宜小于桩径的 3~5 倍，且小直径桩不宜小于 3m，大直径桩不宜小于 5m。

3 对于摩擦桩承载力特征值或沉降不能满足设计要求的基桩，桩侧注浆范围应不小于距地面 3.0m~4.0m 至桩底以下 0.5m。

4.2.13 在地下室外墙渗水处理、结构补强前，应采用双液注浆辅助处理墙体外侧土体，改善土体的强度和渗透指标。并符合下列规定：加固范围自墙体 0.5m~1.5m，孔距 0.8m~1.0m，深度控制到地下室底板下 0.2m~0.3m。

4.3 施工

4.3.1 双液注浆钻孔应符合下列要求：

1 可采用回转钻进、冲击钻进、冲击回转钻进和振动、射水钻进等方法钻孔。

2 钻孔孔位与设计孔位允许偏差为 $\pm 50\text{mm}$ ；钻孔允许偏斜率为 1%；钻孔孔径应大于注浆管外径 40mm~60mm 以上；钻孔的有效深度宜超过设计钻孔深度 0.3m。

3 应选取部分注浆孔作为先导孔，先导孔数量宜为总孔数的 3%~5%。先导孔宜采取芯样，并核对地层岩土特性；若地层岩土特性有变化时，应补充土工试验和（或）原位测试来确定岩土参数。

4 钻进时应详细记录孔位、孔深、地层变化和漏浆、掉钻等特殊情况及其处理措施。

4.3.2 当采用预埋注浆管方式时，注浆钻孔完成后，应及时埋设注浆管；注浆管可采用塑料管或金属管；也可直接采用钻杆注浆。

4.3.3 止浆方式应根据注浆工艺要求确定，浅孔注浆时宜选择孔口封闭法，深孔注浆时宜选择孔内封闭法。

4.3.4 双液注浆应根据不同的地质条件和工程要求，选用全孔一次注浆法、自上而下下行式注浆法、自下而上上行式注浆法等。

4.3.5 每次注浆应连续进行，若需间断，则间断时间应小于浆液的初凝时间。

4.3.6 水泥浆与水玻璃的混合位置应根据液浆的初凝时间确定。

4.3.7 浆液的配置应符合下列规定：

1 应根据设计浆液配比，单独配制纯水泥浆液和适当浓度的水玻璃；

2 水泥浆水灰比可取 1.5:1~0.5:1，水泥浆液和水玻璃液体体积比宜为 1:0.1~1:1。需要添加粉煤灰时，宜先配制水泥粉煤灰浆液或水玻璃粉煤灰浆液。

4.3.8 注浆时，应根据注浆压力变化及浆液扩散情况调整水灰比、水玻璃浓度、纯水泥浆与水玻璃体积比。

4.3.9 定量注浆时，每段注浆量达到设计注浆量时即可结束注浆。当采用以注浆压力为控制指标时，注浆压力达到设计压力后，可结束注浆。当注浆后经检测达不到设计要求时，应调整设计注浆量，并及时补浆。

4.4 质量检验

4.4.1 质量检验应在注浆固结体强度达 75%或注浆结束后 7 天进行。

4.4.2 质量检验宜根据设计要求确定，也可采用静载法、标贯试验，或采用静力触探法、动力触探法的方法。

4.4.3 应按照现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB50007、行业标准《建筑地基处理技术规范》JGJ 79 或《建筑地基基础工程施工质量验收规程》GB50202 的有关规定执行检验。

5 注浆堵水防渗

5.1 一般规定

5.1.1 双液注浆堵水防渗施工前应进行技术和经济论证。

5.1.2 在堵水防渗需要设置帷幕时,先注排或主排注浆孔中应布置先导孔,先导孔可在一序孔中选取。

5.1.3 在注浆过程中应对受注地层连续监测,并记录好地面或临近的建(构)筑物的变形情况,并应严格控制变形值,且其值不超过设计规定。

5.2 设计

5.2.1 双液注浆堵水防渗设计应完成下列工作:

- 1 查明工程部位的地质条件,包括地层的分布、厚度、透水性等。
- 2 明确注浆的目的和工程要求。
- 3 进行必要的注浆试验。一般工程以生产性注浆试验为主,重要工程应进行专门的注浆试验。
- 4 确定设计方案:明确注浆的部位和结构形式、技术参数、设计要求、检测手段、质量标准。

5.2.2 应根据注浆工程的目的、水文地质条件、工程重要性等因素,按附录 A 选择注浆方法。

5.2.3 注浆设计应满足下列要求:

- 1 在粗砂层或砾砂层中注浆,必须根据工程设计规定确定防渗标准,并应满足工程要求。
- 2 浆液的扩散半径应考虑地层的渗透性,并应通过注浆试验确定。卵石层,扩散半径可取 1.0m~3.0m;砂层,扩散半径可取 0.5m~1.0m。
- 3 应根据工程施工状况选择注浆孔的布置方式、孔距和排距。渗透注浆时,孔距应根据被注土体的深度及要求达到的标准等确定,一般的孔距宜为 1.0m~2.5m;劈裂注浆时,孔距宜为 1.5m~3.0m。
- 4 注浆压力宜通过现场试验确定。在松散地层中,注浆压力宜为 0.3MPa~1.0MPa;在淤泥质土和粉质粘土中,注浆压力宜为 0.2MPa~1.5MPa;在中细砂层中,注浆压力宜为 0.6MPa~3.0MPa。
- 5 配制双液浆时,水泥浆与水玻璃浆液体积比可为 1:0.1~1:1,应根据室内试验具体确定。
- 6 双液注浆宜在相对静水条件下进行。在应急处理、特殊条件下或动水条件下施工时,应采取防止浆液在动水条件下流失的措施;必要时,应进行注浆试验确定注浆工艺、施工参数及浆液配合比。

5.3 施工

5.3.1 注浆钻孔应满足下列要求：

- 1 松散地层的注浆孔宜采用冲击式或回转钻机钻进，也可采用跟管钻进或直接插管。当采用泥浆护壁钻进时，应对注浆段进行冲洗。
- 2 孔位允许偏差不大于 10cm，孔深应符合设计规定，并做好施工记录。
- 3 注浆孔直径不应小于 45mm。
- 4 垂直孔或顶角小于 5°的注浆孔，孔底的偏差不大于表 5.3.1 的规定。钻孔偏差值超过设计规定时，应及时纠斜或采取补救措施。

表 5.3.1 注浆孔孔底允许偏差（m）

孔深		20	30	40	50	>50
允许偏差	单排孔	0.25	0.45	0.70	1.00	1.30
	二或三排孔	0.25	0.50	0.80	1.15	1.50

注：顶角大于 5°的注浆孔，孔底的偏差可根据实际情况按表 5.4.1 中规定适当放宽一级。

- 5 钻孔过程中应详细记录岩性变化、掉钻、塌孔、钻速变化、回水颜色变化、漏水、涌水等情况。
- 6 钻孔遇有洞穴、塌孔或掉块难以钻进时，可先进行注浆处理，再钻进；出现漏水或涌水时，应查明情况，分析原因，经处理后再行钻进。
- 7 钻孔终孔后，孔口应妥加保护，防止污水倒灌和异物落入。

5.3.2 在粉质粘土层注浆时，可不进行注浆前冲洗。

5.3.3 浆液配制应符合下列要求：

- 1 水泥浆液宜选择单一水灰比，水灰比宜选择 0.7:1~1:1。应根据试验确定水灰比。
- 2 水玻璃应根据配比按比例添加，误差不应大于 5%。
- 3 水泥浆液搅拌采用低速搅拌机时，搅拌时间应大于 3min。
- 4 水泥浆液制备后，应测定浆液密度，与设计误差不应大于 5%。

5.3.4 应根据设计要求选用自上而下下行式孔内注浆或自下而上上行式孔内堵塞注浆。

5.3.5 在砂砾、卵石层或其它松散地层中，宜采用自下而上上行式注浆法，第一序孔段长宜为 0.3m~0.5m；第二序孔段长可根据注浆量及注浆效果增长，但不超过 1.0m，注浆压力应适当增大。

5.3.6 堵水防渗注浆孔的终孔段透水率和单位注浆量大于设计规定值时，应加大注浆孔深度。

5.3.7 注浆过程中发生冒浆、漏浆时，应采用嵌缝、表面封堵、间歇注浆等处理措施。注浆过程中发生串浆时，若串浆孔具备注浆条件，应一泵一孔同时进行注浆；否则，应堵塞串浆孔。待串浆孔注浆结束后，应扫孔、冲洗串浆孔。

5.3.8 注浆须连续进行；因故中断时，应冲洗钻孔后再恢复注浆；当无法冲洗或冲洗无效时，

则应进行扫孔，再恢复注浆。恢复注浆时，注入率较中断前下降较大，并在短时间内停止吸浆，应采取补救措施。

5.3.9 注浆结束标准：注浆压力达到设计值即可终止注浆。

5.4 质量检验

5.4.1 注浆检查孔压水试验或注水试验应在注浆结束14d后进行。

5.4.2 检查孔应布置在不同水文地质特征地段的钻孔轴线上，其数量不少于注浆孔数的3%~5%，每地段内应不少于1个检查孔。

5.4.3 检查孔应进行取芯，并进行地质编录、照相，岩心应妥善保管。

5.4.4 应对检查孔全部资料进行系统整理，编制钻孔柱状图，整理的资料应能反映注浆后的地质条件改变情况。

5.4.5 检查孔施工完成后，应根据具体情况进行下列处理：

- 1 凡质量不合格部分，除进行检查孔补注外，还应具体分析所在部位情况，必要时进行补充钻孔和注浆处理。
- 2 检查孔检查合格后，应进行封孔处理。

6 竣工资料和工程验收

6.1 竣工资料

6.1.1 竣工资料和报告应包括：有关原始资料、成果资料、工程质量检验报告、工程竣工报告及工程技术总结等。

6.1.2 软弱地基加固工程原始资料和成果资料应包括：

- 1 岩土工程详细勘察报告；
- 2 注浆方案设计；
- 3 注浆施工组织设计；
- 4 施工单位和试验（检测）单位资质证书；
- 5 注浆施工记录表，见附表 B.0.1；
- 6 钻孔、注浆孔施工记录表，见附表 B.0.2；
- 7 注浆材料送检报告和合格证书；
- 8 注浆材料试验报告；
- 9 静载法、标贯实验、静力触探法、动力触探法和取样法的试验（检测）报告。

6.1.3 注浆堵水防渗工程原始资料和成果资料应包括：

- 1 岩土工程详细勘察报告；
- 2 注浆方案设计；
- 3 注浆施工组织设计；
- 4 施工单位和试验（检测）单位资质证书；
- 5 注浆施工记录表，见附表 B.0.1；
- 6 注浆孔钻孔施工记录表，见附表 B.0.1；
- 7 注浆材料送检报告和合格证书；
- 8 注浆材料检验报告；
- 9 检查孔岩芯柱状图；
- 10 检查孔压水试验成果一览表。

6.2 工程验收

6.2.1 建筑工程双液注浆工程应按现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB50300 的规定的程序进行施工质量验收，见附表 B.0.3 和 B.0.4。

6.2.2 工程验收的内容应包括：

- 1 设计图纸和设计变更记录；
- 2 施工方案；
- 3 原材料半成品质量合格证书和试验检验合格报告；

- 4 施工记录;
- 5 隐蔽工程验收记录;
- 6 见证取样试验记录;
- 7 注浆效果检测试验报告;
- 8 工程竣工报告;
- 9 施工照片或录像资料。

附录 A 不同的注浆对象所适用的不同的注浆方法

序号	注浆对象	使用的注浆方式	适用的注浆方法
1	卵石层	渗透性注浆	袖阀管法、上行式注浆法、下行式注浆法
2	粉细砂	渗透注浆、劈裂注浆	同上
3	粉质粘土	劈裂注浆、压密注浆	同上
4	动水封堵	采用水泥-水玻璃等速凝材料，必要时在浆液中掺入砂石等粗粒料。	

附录 B 双液注浆施工及验收表
表 B.0.1 注浆施工记录表

第 页 共 页

高程：	孔号：	钻孔深度：	钻孔角度：	年 月 日							
孔段	时间（时 分）			工 作 内 容	注浆参数				注入量		情况说明
	起始	终止	间隔（min）		水灰比	配合比	吸浆量 （L/min）	注浆压力（Mpa）	耗灰量（kg）	水玻璃量（kg）	
材料消耗		水泥：	t	水玻璃：	t	掺和料：					
备注说明：											

业主：	监理：	施工班长：	施工记录员：
-----	-----	-------	--------

表 B.0.2 钻孔施工记录表

工程名称： 孔号： 钻孔序号： 年 月 日

钻孔施工方法	钻孔直径（mm）	钻孔深度（m）	下注浆管直径（mm）	下注浆管深度（m）	备注

示意图：

业主： 监理： 施工班长： 施工记录员：

附录 B.0.3 软弱地层加固注浆检验批质量验收记录表

单位（子单位）工程名称							
分部（子分部）工程名称				验收部位			
施工单位					项目经理		
分包单位					分包项目经理		
施工执行标准名称及编号							
施工质量验收规范的规定					施工单位检查评定记录		监理（建设）单位验收记录
主控项目	1	原材料检验	水泥	设计要求			
			粉煤灰：细度 烧失量（%）	不粗于同时使用的水泥			
				%	<3		
			水玻璃：模数	2.4~3.2			
		其他化学浆液	设计要求				
	2	注浆体强度		设计要求			
	3	地基承载力		设计要求			
一般项目	1	各种注浆材料称量误差（%）		<3			
	2	注浆孔位（mm）		±20			
	3	注浆孔深（mm）		±100			
	4	注浆压力（与设计参数比）（%）		±10			
施工单位 检查评定结果			专业工长（施工员）		施工班组长		
			项目专业质量检查员： 年 月 日				
监理（建设）单位 验收结论			专业监理工程师： （建设单位项目专业技术负责人）： 年 月 日				

附录 B.0.4 堵水、防渗注浆检验批质量验收记录表

单位(子单位)工程名称

分部(子分部)工程名称

施工单位

分包单位

施工执行标准名称及编号

验收部位

项目经理

分包项目经理

监理(建设)

单位验收记录

施工质量验收规范的规定

施工单位检查评定记录

主控项目

1 原材料及配合比 设计要求

2 注浆效果 设计要求

一般项目

1 注浆孔数量、间距、孔深、角度

2 压力和进浆量控制

3 注浆范围

4 注浆渗透系数 第 5.2.3 条

专业工长(施工员)

施工班组长

施工单位检查评定结果

项目专业质量检查员:

年 月 日

监理(建设)单位验收结论

专业监理工程师:

(建设单位项目专业技术负责人):

年 月 日

附录 B. 0. 5 既有建筑物地基补强注浆检验批质量验收记录表

单位(子单位)工程名称							
分部(子分部)工程名称						验收部位	
施工单位						项目经理	
分包单位						分包项目经理	
施工执行标准名称及编号							
施工质量验收规范的规定				施工单位检查评定记录		监理(建设)单位验收记录	
主控项目	1	材料及配合比	设计要求				
	2	注浆效果	设计要求				
一般项目	1	钻孔埋管孔径和孔距	第 4.2.12 条和 4.2.13 条				
	2	注浆压力和进浆量	第 4.2.7 和 4.2.8 条				
施工单位检查评定结果		专业工长(施工员)				施工班组长	
		项目专业质量检查员: _____ 年 月 日					
监理(建设)单位验收结论		专业监理工程师: (建设单位项目专业技术负责人): _____ 年 月 日					

本规程用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待，对于要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格、非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”；

反面词采用“严禁”。

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”；

反面词采用“不应”或“不得”。

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时，首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”或“可”；

反面词采用“不宜”。

2 条文中指定应按其他有关标准、规范执行时，写法为“应按……执行”或“应符合……要求或规定”。

本规程引用标准名录

- 《标准编写规则 第2部分：符号》GB/T20001.2
- 《土的分类标准》(GBJ145)
- 《岩土工程勘察规范》(GB 50021)
- 《混凝土用水标准》(JGJ 63)
- 《建筑地基基础设计规范》(GB50007)
- 《建筑地基处理技术规范》(JGJ 79)
- 《既有建筑地基基础加固技术规范》(JGJ123)
- 《地下防水工程质量验收规范》(GB 50208)
- 《混凝土结构加固设计规范》(GB50367)
- 《建筑桩基技术规范》(JGJ94)
- 《建筑桩基检测技术规范》(JGJ106)
- 《建筑工程施工质量验收统一标准》(GB50300)
- 《建筑结构荷载规范》(GB50009)
- 《混凝土结构设计规范》(GB50010)
- 《钢结构设计规范》(GB50017)
- 《建筑结构可靠度设计统一标准》(GB 50068)
- 《建筑地基基础工程施工质量验收规程》(GB50202)

中华人民共和国行业标准

建筑工程水泥-水玻璃双液注浆技术规程

Technical Specification for Cement-Silicate Grouting in Building Engineering

JGJ××-××××

条文说明

主编单位：湖南省建筑工程集团总公司、湖南省第六工程有限公司

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2009 年 月 日

中国建筑工业出版社

2009 北京

目 次

1 总 则.....	26
3 基本规定.....	27
3.1 基本资料.....	27
3.2 注浆材料和浆液.....	27
3.3 注浆设备和机具.....	27
3.4 浆液的制备.....	28
3.5 试 验.....	28
4 软弱地层注浆加固.....	30
4.1 一般规定.....	30
4.2 设计.....	30
4.3 施工.....	31
4.4 质量检验.....	32
5 注浆堵水防渗.....	33
5.1 一般规定.....	33
5.2 设计.....	33
5.3 注浆施工.....	34
5.4 质量检验.....	35

1 总 则

1.0.1 以水泥-水玻璃为主要浆液的双液注浆技术，因其用料普通、来源广、价格低廉、污染较轻，且操作简便、快速有效等特点，在国内外建筑工程中已被大量采用，取得了诸多成熟经验，亦有若干科研成果。尤其在当今基础工程处理和事故、疑难工程治理时被广泛应用且甚受欢迎。但是到目前止，国内建筑工程行业尚没有相应的技术规程，这与工程实际所需不符。为此，遵循“技术可行、经济合理”的方针，总结工程施工经验和科学研究成果，在侧重实际应用、确保工程质量的前提下，提出并编制本规程。

1.0.2 建筑工程双液注浆采用的注浆材料有多种，应用范围亦较广。考虑到第一次编写注浆规程，而某些化学注浆材料的非完全公开性及应用的局限性，本规程仅涉及水泥、水玻璃为主的双液注浆；注浆范围亦注重于软弱地层加固、既有建筑物地基处理、结构补强及预注浆堵水、防渗等。伴随工程实践的日益拓展和科学研究的不断深入，盼规程执行后，经工程实践的检验，总结其发展成果再对其相关内容修改、补充和完善。

1.0.3 本规程涉及的工程内容与现行的若干标准、规程等规范性文件有重叠和关联。因此，在执行过程中，应与现行国家或行业标准、规程等配套使用。

3 基本规定

3.1 基本资料

3.1.1 为了保证施工质量，实施双液注浆前，应该取得施工和设计的详细资料。

3.1.2 注浆浆液配比的选择和注浆效果，与所注地层的特性关联密切。针对双液注浆工程的特点，本条明确规定了岩土勘察应取得土层的孔隙比、土层的渗透系数，为确定地层的可注性、注浆量等提供设计依据。表中数据是总结注浆工程实例和有关资料取得。对于没有取得相关地层参数的情况下，可参考表中数据取值。

3.2 注浆材料和浆液

3.2.1 注浆时，应根据注浆之目的和环境水的腐蚀性等因素选择符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB175 规定的普通硅酸盐水泥。实施双液注浆宜优先采用普通硅酸盐水泥，因为水玻璃与普通硅酸盐水泥反应的活性较好，而与矿渣水泥的反应活性不很理想；在充填注浆时，对活性及强度要求不高，可用矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥等，但效果不及普通硅酸盐水泥。

3.2.2 水玻璃模数表示其所含二氧化硅与氧化钠摩尔数的比值，其数值大小对固结体质量影响较大。模数高时，二氧化硅含量高，固结体强度随之增高，浆液胶凝时间随之减小；模数小时，二氧化硅含量低，固结体强度低。总结大量实际工程常用的水玻璃模数，本规程取2.4~3.2，以适应不同地域、不同工程中的需要。

水玻璃溶液浓度用“波美度”（°Bé）表示。其浓度的高低对固结体性能颇具影响，浓度低，固结体强度低；浓度太高，粘度增加，浆液可注性差。本规程综合工程常用水玻璃浓度，取4°Bé以上。但在实际应用时，需分批经室内试验并检验其效果后决定其具体数值。在通常条件下，最好选用以工业纯碱为原料生产的水玻璃，其性能比较稳定；以土硷和元明粉（ Na_2SO_4 ）生产的水玻璃其性能不甚稳定，建议慎重采用。

3.2.3 由于各地的水质有差别，为了保证注浆工程的质量，本条对双液注浆的拌合用水进行了规定。

3.3 注浆设备和机具

3.3.1 对于双液注浆施工的设备 and 机具，实际工程中是多种多样的。

1 根据注浆方式不同，可选用回转钻进、冲击钻进、冲击回转钻进和振动射水钻进等成孔方式选择成孔设备。

2 制浆设备可采用旋流式制浆机、双层立式搅拌机等。

3 采用专用双液注浆泵，可以更好的实现双液浆的配合比，如选用代用注浆泵，应满足

双液注浆的技术要求。

3.3.2 该条仅对搅拌机的性能选择提出了要求，而没有列举出具体的机型。拌制塑性屈服强度大于 20Pa 的膏状浆液，就必须采用搅拌机。另外，为了保证连续地进行灌注，搅拌机的拌合能力还应与注浆泵的排量相适应。

3.3.3 注入双液浆，注浆泵应优先选用专用的双液注浆泵，其注浆压力稳定，且便于控制。

3.3.4 根据不同的工程可以选择不同材料及规格的注浆管。注浆管承压能力的规定，目的是保证注浆管路和施工人员的安全。

3.3.5 压力表的准确性至关重要，它将直接影响到注浆压力的控制和注浆的效果。为了防止浆液进入压力表和压力表的使用寿命，本条文提出了“压力表与管路之间应设有隔浆装置”，隔浆可用塑料薄膜等实现。

3.3.6 该条提出了对注浆塞的原则性要求。通常使用的注浆塞有螺杆挤压胶球式、气胀或水胀气囊式，还有孔口封闭器等。在第四系地层中使用注浆塞，应通过试验确定其有效性。

3.3.7 根据双液注浆的目的和注入浆液的凝胶时间，可采用浆液孔底混合和孔口混合。浆液凝胶时间较快，地下动水流和挤密注浆时，可采用孔底混合；浆液凝胶时间长，浆液扩散半径要求较大时，可采用孔口混合。混合器的结构和长度应能保证双液浆混合均匀。

3.4 浆液的制备

3.4.3 考虑到浆液中可能存有渣滓，它不仅影响注浆效果，而且易引发注浆泵故障等，故增加了对浆液过滤的要求。

3.4.4 依据工程实践经验，该条文明确了集中制浆站输送浆液所采用的水灰比。为防止浆液在输送过程中离析、沉淀堵塞管路，又不因此产生过大的摩擦阻力和温升，根据实践经验又规定了对输送浆液流速的基本要求。

3.4.5 实际工程中，水玻璃浓度在使用前应进行稀释。

3.5 试验

3.5.1 永久性建（构）筑物基础处理工程在施工前须进行注浆试验。针对不同水文、工程地质条件，选取适合的钻孔工艺及合理的注浆方法，并通过室内浆材配比试验及现场注浆试验，确定适合不同区段水文地质条件下浆液配比和注浆工艺，为优化设计及后续施工提供依据。

3.5.2 试验孔原则上每隔 10m~30m 布置一孔，当地质条件复杂须保证具有不同水文地质特征地段至少有一组试验孔。先导孔及注浆生产性试验孔深度超过设计孔深不小于注浆段长的两倍，须全孔取芯，并详细记录地层分层状况及地层特性。

3.5.3 注浆试验孔深应与设计孔相同。试验工艺的选择应根据工程的具体要求和地层结构选取相应的注浆方法，一般采用孔口封闭、自下而上孔内阻塞分段注浆，当被注地层深度较深、施工难度较大时，也可采取自上而下分段注浆。后续施工参数的选取一般参照注浆试验的参数选取，因此，在注浆过程中应对试验参数进行整理和分析，优化注浆参数。

3.5.4 采用注水试验孔（渗水试验采取挖坑注水、钻孔注水和围井注水 3 种试验办法），同时取出岩芯直接观测，并检测出各注水孔试验的渗透系数 $K \leq$ 设计要求值。对重要的或永久性建（构）筑物堵水防渗工程的注浆试验，一般采用围井试验，以确定设计施工参数。

4 软弱地层注浆加固

4.1 一般规定

4.1.1 根据注浆法的种类（双泵单管、双泵双管、单泵双管、单泵单管等几种形式）的不同及工程需要和土质条件、加固形状（如柱状、条状和块状），选择合理的加固方案。对方案的可行性分析时应包括：（1）基础的特性；（2）场地工程地质、水文地质和周边环境分析；（3）注浆方法选用条件等工程技术内容。

4.1.2 注浆方案确定后，由于地层和加固机理的不同，应结合工程情况进行现场试验或试验性施工来确定施工参数及工艺；在工程技术条件相似或技术要求相差不多的情况下，可类比其它工程经验，确定施工参数及工艺。

4.2 设计

4.2.1 注浆加固软弱地层时，其承载力和变形的要求取决于主体结构的要求和临近建筑物的影响，并根据附加应力的扩散和变形、稳定性的校核，确定注浆加固的深度及范围。

4.2.2 注浆孔布置

对于软弱地层加固注浆，采用等距布置或梅花型布置是工程上常用的形式。由于加固的区域或目的的不同，也可以采用别的方式，如长条形的注浆加固。给出的注浆孔间距和排间距为初步设计时选用。在砂性土层渗透注浆孔距取 0.8~1.2m；在粘性土层，劈裂注浆孔间距取 1.0~2.0m。注浆孔深度应考虑地基附加应力及地基软弱层验算的要求，原则上应该穿透软弱层。

4.2.3 在注浆前，在注浆场地进行注浆试验，通过注浆试验来确定注浆压力。渗透注浆可以根据注浆试验曲线确定注浆压力。

4.2.4 当地层采用渗透注浆时，初步设计时的注浆压力确定可根据本条的经验公式确定。其中管道阻力可按下列公式计算： $p' = p_f + p_j = 1.015 p_f$ 式中： p' 为总阻力损失，MPa； p_f

为沿程阻力， $p_f = \lambda \gamma \frac{lv^2}{2d}$ ，MPa； p_j 为局部阻力损失，MPa；按沿程阻力损失的 1.5% 计

算； λ 为沿程阻力系数； γ 为浆液容重 KN/m^3 ； l 为注浆管长 m； v 为浆液流速 m^2/s ； d 为注浆管直径 m。

4.2.5 当地层采用劈裂注浆时，给出的最小注浆压力是考虑地层应力和土体抗拉强度确定的。公式中土体抗拉强度 σ_t 可取 5KPa~40KPa。

4.2.6 渗透注浆效果好坏取决于渗透半径内体积土的孔隙充填程度和固结程度。充填率越高，注浆的效果越好。劈裂注浆的注浆量与注浆范围内浆脉的多少有关，浆脉越多，注浆量也越多，注浆效果也越好，但浆液有个最佳注浆量。压密注浆的注浆量和浆泡的直径有关。

压密范围越大，要求的浆泡直径也越大。但在不产生劈裂的条件下，浆泡直径是很有限的，注浆量亦有限。一般应根据试验确定。

4.2.7 在没有进行注浆试验时，渗透注浆的注浆量可根据本条列出的公式进行计算，计算得出的注浆量需要通过注浆试验核定。浆液损失系数 β 在岩体中一般取 0.8~0.9，在土体中取 0.4~0.95。

4.2.8 对于劈裂注浆，在没有注浆试验和经验参数时，可用本条所列公式进行计算。在含水量较大的地层中注浆时，可采用 4.2.8-1 进行计算，在压缩性较大的土层中注浆时，采用公式 4.2.8-2 进行计算，其中压缩临塑荷载 $p_0 = \frac{\pi(c \cdot \cot \varphi + \gamma d)}{\cot \varphi - \frac{\pi}{2} + \varphi} + \gamma d$ ，式中 φ 为土体的摩擦

角°； γ 为土体重度，KN/m³； c 为土体内聚力； d 为注浆孔深度 m。在一般地层中宜采用 4.2.8-3 的经验法公式进行计算。在实际注浆施工中，可能在岩土体中同时有渗透、劈裂、压密注浆等。因此，在选用注浆量时应取上述公式计算的较大值作为设计注浆量。加压系数 f 的取值可根据现场情况，取 1.05~1.20。

4.2.9 注浆泵的排量直接影响到注浆压力值和效果的好坏，在地层渗透性较好的地层中，注浆量可取较大值；在地层渗透性较差的地层中，应取较小值。

4.2.11 桩底以下地基加固深度应满足《岩土工程勘察规范》GB50021-2001 及《建筑地基基础设计规范》GB5007-2002 的要求。在本规程中是直径小于 800mm 的桩定义为小直径桩，直径大于或等于 800mm 的桩定义为大直径桩。桩底以下地基加固深度是按《建筑地基基础设计规范》GB5007-2002 提出的，对于摩擦桩，一般应在全桩周加固，对于长径比大于 20 的桩，其摩阻力在地面下 3m~4m 至桩底以下 0.5m 作用较大，因而注浆应超过此范围。

4.3 施工

4.3.1 在注浆前，应选取一部分注浆孔作为先导孔，进一步了解所注地层的岩土特性，必要时测试相关参数，同时进行试验性注浆以确定注浆施工参数。施工中，应根据钻进的施工记录调整注浆参数，并采取必要的措施，以确保注浆效果。

4.3.2 注浆管可采用塑料管或金属管，一般一次性注浆采用塑料管，分层注浆宜采用金属管；若地层复杂，深层注浆时，可直接采用钻杆注浆。

4.3.3 在浅孔中一般情况下使用孔口封闭法（浅孔：一般指其深度为 10m 以内的孔）；有特殊要求的注浆施工，浅孔也可采用孔内封闭法。

4.3.4 注浆孔的注浆段长小于 6m 时，宜采用全孔一次注浆法；大于 6m 时，可采用自上而下分段注浆法、自下而上分段注浆法、综合注浆法或孔口封闭注浆法等。

4.3.5 双液注浆的凝胶时间较短，为了保持浆液的流动性和稳定性，注浆过程须一次性完成。

4.3.6 为了保持浆液的流动性和粘度，依据液浆的凝胶时间对双液的混合点进行了规定，由于水泥水玻璃浆液的凝胶时间很短，在施工中常加入磷酸氢二钠来调节浆液的凝胶时间，一

般加入水泥用量 1%~5%可使浆液的凝胶时间控制在 5min~30min 之间,初凝时间在 2min~5min,宜在出泵后孔口混合;初凝时间小于 2min 时,应采用双管孔底混合。

4.3.7 工厂生产的水玻璃须经稀释后才能使用,所以必须单独配制合适浓度的水玻璃。以强度等级 42.5 的普通硅酸盐水泥和稀释过的水玻璃为主要制浆材料,一般采用水灰比(1~0.5):1 的水泥浆,水泥浆液和水玻璃液体体积比 1:0.1~1:1,浆液浓度由稀到浓。

4.3.8 当注浆压力保持不变,注入率持续减少时,或当注入率不变而压力持续升高时,不得改变水灰比。当某一比级浆液的注入量已达 300L 以上或注入时间已达 1h,而注浆压力和注入率均无改变或改变不显著时,应改浓一级。当注入率大于 30L/min 时,可根据具体情况越级变浓。

4.3.9 本条从注浆量和注浆压力两个方面对注浆的结束标准进行了规定,为了保证注浆质量,对注浆未达到注浆效果的应进行补注。

4.4 质量检验

4.4.1 双液注浆应在固结体有一定的强度时才可进行质量检验,如无试验资料,以时间控制为准。

4.4.2 注浆效果的检验,常用标贯或动力触探法,静载试验法检验效果较好,但需在注浆结束后 28d 进行,取样试验会由于浆液扩散的不均匀性等因数影响效果评价,但可做参照。

4.4.3 对于本规程中未规定部分应参照现行标准《建筑地基基础设计规范》GB50007 或《建筑地基处理技术规范》JGJ 79 执行。

5 注浆堵水防渗

5.1 一般规定

5.1.1 应根据堵水防渗工程的实际情况，对现有的方法，普通水泥注浆、防渗墙、钢板桩等，以及堵水防渗的标准，工期和是否是临时或者永久性堵水防渗等进行技术经济对比，来确定双液注浆的可注性。

5.1.2 在注浆中，为了了解地层情况、选择注浆参数与注浆施工工艺，应在注浆施工中布置先导孔，并将先导孔布置在一序孔中，以确定注浆参数，指导后续注浆施工。

5.1.3 双液注浆的施工监测主要针对已有建（构）筑物的防渗堵漏施工，应进行变形监测。如基坑堵水、边坡注浆加固、既有建筑物基础的补强加固时，应进行动态施工，施工过程应加强监测。

5.2 设计

5.2.1 做好相应的注浆试验。注浆试验包括室内试验和生产性注浆试验，一般以生产性试验为主。注浆试验目的是寻求最佳注浆方法和最优注浆参数。在堵水、防渗注浆时，应考虑注浆部位和结构形式，选择合理的注浆方案。

5.2.2 材料要求：

1 对于渗透注浆，浆材颗粒尺寸 d 必须小于被注介质缝隙或孔隙尺寸 D ，也就是说必须满足浆材对孔隙的尺寸效应，即 $R = D_0 / d > 1$ 式中， R 为净空比。为考虑颗粒堵塞作用的附加影响，在施工控制时要求： $R = D_0 / d > 3$ 。

2 动水封堵：在动水条件下，注浆材料很容易被水稀释，难以达到注浆效果。水玻璃能显著加快水泥浆液的凝胶时间，C-S 浆液的凝胶时间可在几秒到几十秒内准确控制，从而快速封堵地层孔隙和裂隙。

5.2.3 注浆设计时，其参数应满足下列要求：

1 对透水层的定义为：渗透系数小于 10^{-3} 为弱透水层；渗透系数为 $10^{-3} \sim 10^{-4}$ 为弱-微透水层，可划分为隔水层；在粗砂层或砾砂层中，其地层系数渗透系数可为 $10^{-4} \sim 10^{-5}$ ；在临时工程允许出现较大的渗漏量而又不致发生渗透破坏的地层，渗透系数可为 $10^{-3} \sim 10^{-4}$ 。

2 浆液的扩散半径跟地层的渗透系数有关，一般应根据现场试验确定。现场注浆试验常采用三角形（图 5.2.3-1）和矩形或方形布孔法（图 5.2.3-2），通过钻孔取芯、压水或注水试验检查和评价浆液的扩散半径。

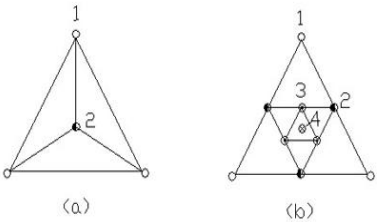
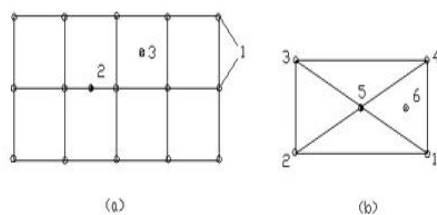


图 5.2.3-1 三角形布孔法图

(a) 1-注浆孔；2-检查孔； (b) 1- I 序孔；2- II 序孔；3-III序孔；4-检查孔



5.2.3-2 矩形或方形布孔法

(a) 1-注浆孔；2-试井；3-检查孔 (b) 1-4-第 I 次序孔；5-第 II 次序孔；6-检查孔

3 压密注浆的孔距是根据被注土体的深度及要求达到的密实度等确定，一般的孔距为 1.8m~3.0m 左右；劈裂注浆的孔距控制在 1m~2m；渗透注浆孔距宜为 1m~2.5m，第一序孔距可适当增大。

4 注浆压力是注浆过程中的一个重要参数，压力过低，浆液携带的能量小，达不到注浆要求的扩散半径；压力过高将使地表出现冒浆现象，浪费注浆材料。本条根据工程实例对注浆压力进行了规定，实际施工中，注浆压力宜通过现场注浆试验确定，一般情况下，后序注浆孔应适当提高注浆压力。

5 一般情况下，水泥浆与水玻璃浆液体积比可为 1:0.1~1:1；特殊情况下，应根据具体情况，进行配合比室内试验，地层可注性差时可适当降低水玻璃的掺量。

6 在应急处理或特殊条件下及在动水条件下，为防止浆液在动水条件下流失，采用预填砂卵石等粗骨料或其它惰性材料，降低地下水的渗透，然后再用水泥水玻璃浆液进行注浆，如果工程比较重要时，则要求进行注浆试验确定注浆工艺、施工参数及浆材配合比。

5.3 注浆施工

5.3.1 注浆钻孔应满足下列要求：

1 本条提出堵水防渗注浆中常遇见的松散地层的常用钻孔方法。在有泥浆护壁的钻孔中，为了浆液能更好的渗透到地层中去，在注浆前应对钻孔进行分段冲洗。

2 条文中“偏差不得大于 10cm”，系对任何方向而言。

3 使用同一种方法钻进，孔径小时进尺快，成本低，并且注浆时浆液流动速度快，可以减少浆液在钻孔内的沉淀，从而可减少发生射浆管在注浆孔内被凝住事故。目前由于金刚石钻头和硬质合金钻头日益推广使用，也为小口径钻孔创造了条件。

4 原则上应进行孔斜测量，但应如何测量未做规定，便于施工单位视工程实际情况自行制定。若钻孔偏斜超过设计要求且纠偏无效时，须采取补救措施，例如重钻一孔或在其旁边设一个检查孔。检查孔一方面可检查注浆质量，一方面也可作为补强孔，弥补原注浆孔偏斜过大的缺点。顶角大于 5°的斜孔孔底最大允许偏差值“适当放宽”的尺度，宜根据工程具体情

况确定。且不应大于设计孔距。

5 便于在注浆时可以采用有针对性的技术措施，确保注浆质量。若一旦发生质量问题，也便于检查处理。

7 妥加保护的目的是防止杂物或工具掉入孔内影响注浆质量和妨碍以后钻进。

5.3.2 在粉质粘土为主的地段，堵水防渗注浆孔不进行特殊冲洗，而采用高压注浆方法解决。

5.3.3 浆液配制应符合下列要求：

1 在实际注浆工程中，水灰比宜选择 0.7: 1~1: 1，水灰比太低，浆液很难注入地层，水灰比太高不能满足固结体强度要求，具体配制应根据现场注浆试验确定。

5.3.4 注浆孔的基岩段长小于 6m 时，可采用全孔一次注浆法；大于 6m 时，可采用自上而下分段注浆法、自下而上分段注浆法、综合注浆法或孔口封闭注浆法。

5.3.5 在砂砾、卵石层或其它松散地层中采用自下而上分段注浆法时，注浆段长度宜采用 0.3m~0.5m，特殊情况下可适当缩减或加长，但不得大于 1.0m；注浆段的长度因故超过 1.0m，对该段宜采取补救措施。

5.3.6 堵水防渗注浆孔的终孔段透水率和单位注浆量大于设计规定值时，应加大钻孔深度，使钻孔钻至透水率小或者不透水层或者进行加密注浆处理。

5.3.8 恢复注浆时，应使用开始注浆时比级的浆液进行注入，如注入率与中断前相近，即可采用中断前浆液的比级继续注；如注入率较中断前减少较多，须逐级加浓浆液继续注；如注入率较中断前减少很多，且在短时间内停止吸浆，应采取补救措施。

5.4 质量检验

5.4.1 注浆检查孔压水试验应在该部位注浆结束 14d 后进行。

5.4.2 检查孔一般布置在不同水文地质特征的地段，且数量不少于注浆孔数的 5%，是为了准确了解注浆地层的地质资料和水文资料，便于准确地检验注浆效果。

5.4.3 便于在注浆时可以采用有针对性的技术措施，确保注浆质量。若一旦发生质量问题，也便于查究处理。

5.4.4 对检查孔的资料进行系统整理，编制钻孔柱状图，以方便对注浆效果地综合评估。

5.4.5 检查孔工作量完成后，应根据具体情况进行下列处理：

1 对质量不合格的注浆孔，可利用检查孔进行补注，并应分析质量不合格的部位，对检查孔补注还不能满足质量要求时，应进行补注。

2 检查孔检查合格后，应用水泥砂浆将钻孔封填密实，孔口压齐抹平。