



结构检测规程与标准

主讲人：王兴奎

单 位：北京市道路工程质量监督站

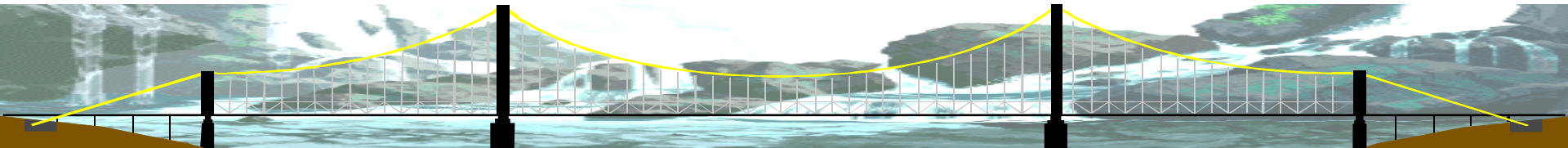
时 间：二〇一三年四月



结构检测规程与标准



- 📖 《回弹法检测混凝土抗压强度技术规程》 JGJ/T23-2011
- 📖 《混凝土结构试验方法标准》 GB/T 50152-2012
- 📖 《砌体工程现场检测技术标准》 GB/T 50315-2011
- 📖 《公路桥梁技术状况评定标准》 JTG/T H21-2011
- 📖 《公路桥梁承载能力检测评定规程》 JTG/T J21-2011





一、JGJ/T23-2011修订内容

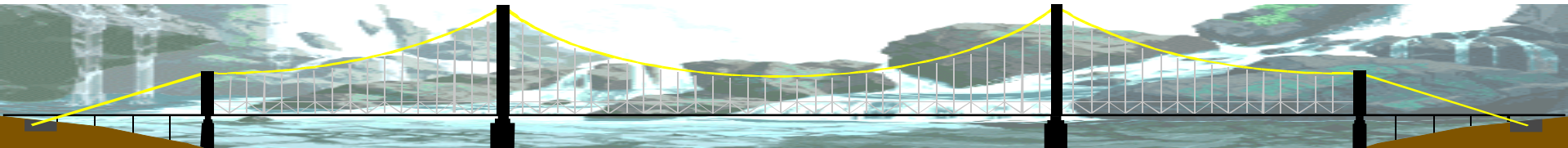


1、新增 3.1.3 第4款

数字式回弹仪应带有指针直读示值系统；数字显示的回弹值与指针直读示值相差不应超过1。

增加了数字式回弹仪的技术要求：

随着光电子技术在回弹仪上的应用，国内数字式回弹仪的技术水平有了很大的提高，技术上已经成熟，我国一批企业及回弹仪厂家生产的数字回弹仪性能已相当稳定。为了推广和应用先进技术，提高工作效率，减少人为产生的读数、记录、计算等过程出现差错，新《规程》中增加了数字式回弹仪的技术要求。





一、JGJ/T23-2011修订内容



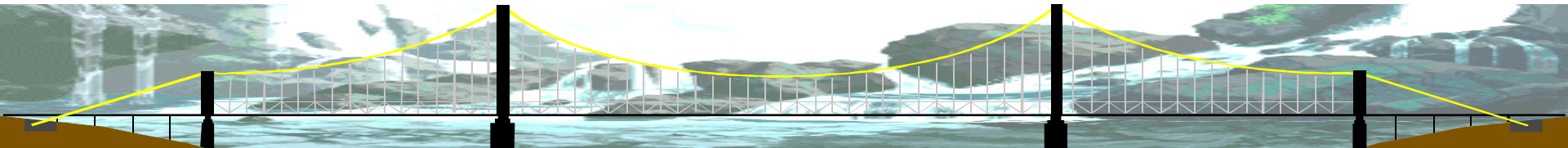
1、新增 3.1.3 第4款

条文说明：

保留人工直读示值系统能使数字回弹仪的操作者在实际检测过程中随时核对数字回弹仪所显示的采样值是否与指针示值相同，及时发现仪器采样系统的故障。

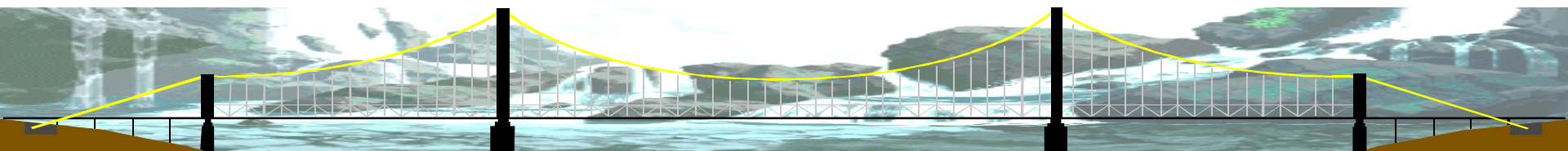
如数字回弹仪不保留人工直读示值系统，检测单位或操作人将难以及时发现和判断数字回弹仪采样系统的故障，极易造成检测结果错误，严重时将影响被测建筑物的安全性判断。

因此，规定数字式回弹仪应带有指针直读系统，这是保证数字式回弹仪的数字显示与指针显示一致性的基本要求。





一、JGJ/T23-2011修订内容





一、JGJ/T23-2011修订内容



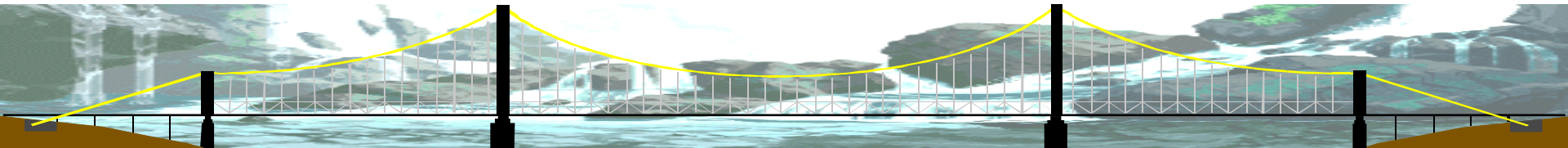
2、新增 4.4泵送混凝土的检测

4.4.1 检测泵送混凝土强度时，测区应选在混凝土浇筑侧面。

6.2.2 符合本规程第6.2.1条的泵送混凝土，测区强度可按本规程附录B的曲线方程计算或按本规程附录B的规定进行强度换算。

6.2.1条 符合下列条件

- ① 混凝土采用的水泥、砂石、外加剂、掺合料、拌合用水符合国家现行有关标准；
- ② 采用普通成型工艺；
- ③ 采用符合国家标准规定的模板；
- ④ 蒸汽养护出池经自然养护7d以上，且混凝土表层为干燥状态；
- ⑤ 自然养护且龄期为（14—1000）d；
- ⑥ 抗压强度为（10.0—60.0）MPa。





一、JGJ/T23-2011修订内容



2、新增 4.4泵送混凝土的检测

6.2.2 条文说明:

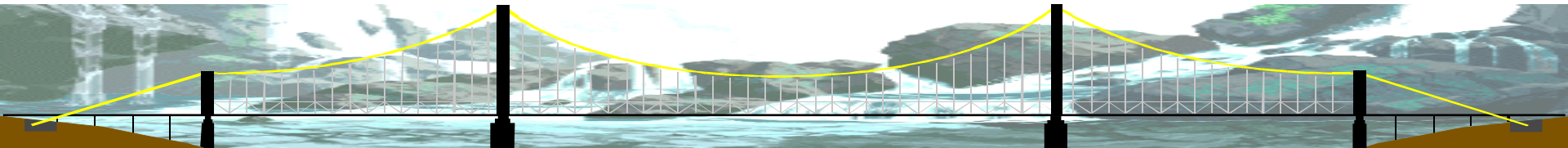
增加了泵送混凝土测强曲线及测区强度换算表

新《规程》修订各参加实验单位共取得泵送混凝土实验数据9843个,按照最小二乘法的原理,通过回归而得到的幂函数曲线方程为:

$$f = 0.034488R^{1.9400}10^{(-0.0173d_m)}$$

其强度误差值为: 平均相对误差 (δ) $\pm 13.89\%$; 相对标准差 (e_r) 17.24% ; 相关系数 (r) : 0.878 。

新《规程》中增加了泵送混凝土测强曲线及测区强度换算表。





一、JGJ/T23-2011修订内容



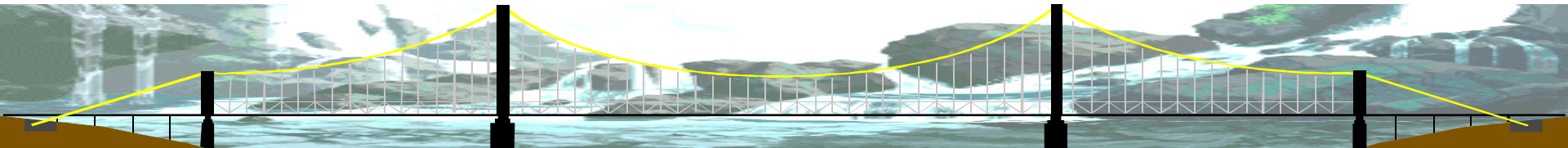
3、删除原 3.2.1 第3款

回弹仪累计弹击次数超过6000次时应送法定检测机构检定。

原规程6000次的规定是参照国内外现有试验资料而定的，一般常识如不超过这一界限，正常质量的弹击拉簧不会产生显著的塑性变形而影响其工作性能。但是，6000次如何定量，相对较困难，所以新《规程》这次予以删除。删除6000次的条款，用半年时间和其他参数控制。

4、原3.2.2条修订为3.2.3条

回弹仪率定试验所用的钢砧应每2年送授权计量检测机构检定或校准。





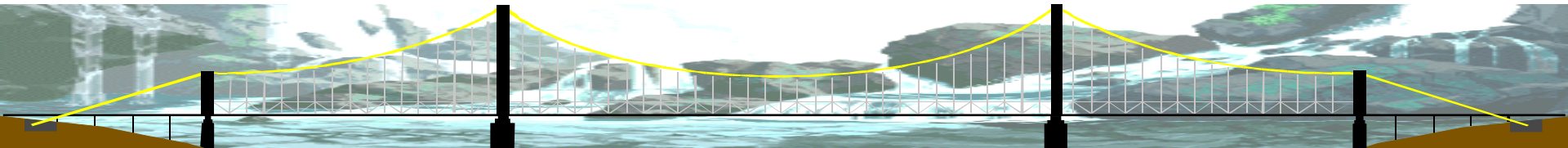
一、JGJ/T23-2011修订内容



5、原4.3.2条修订

原4.3.2条：

碳化深度值测量，可采用适当的工具在测区表面形成直径15mm的孔洞，其深度应大于混凝土的碳化深度。孔洞中的粉末和碎屑应除净，并不得用水擦洗。同时，应采用浓度为1%的酚酞酒精溶液滴在孔洞的边缘处，当已碳化与未碳化界线清楚时，再用深度测量工具测量已碳化与未碳化混凝土交界面到混凝土表面的垂直距离，测量不应少于3次，取其平均值。每次读数精确至0.5mm。





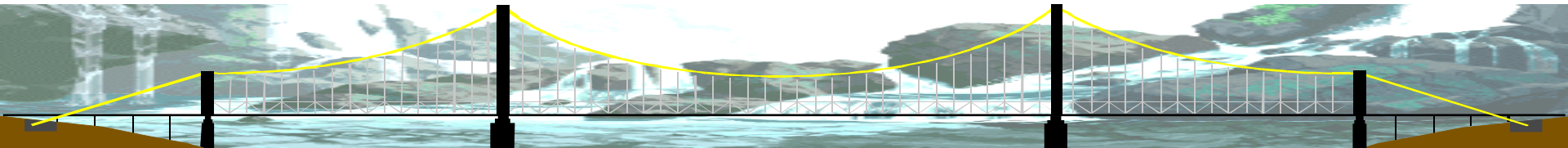
一、JGJ/T23-2011修订内容



5、原4.3.2条修订

4.3.2条 碳化深度值的测量应符合下列规定：

- 1)、可采用工具在测区表面形成直径约为15mm的孔洞，其深度应大于混凝土的碳化深度。
- 2)、应清除孔洞中的粉末和碎屑，且不得用水擦洗。
- 3)、应采用浓度为1%—2%的酚酞酒精溶液滴在孔洞内壁的边缘处，当已碳化与未碳化界线清晰时，应采用深度测量仪测量已碳化与未碳化混凝土交界面到混凝土表面的垂直距离，并应测量3次，每次读数应精确至0.25mm。
- 4)、应取三次测量的平均值作为检测结果，并应精确至0.5mm。





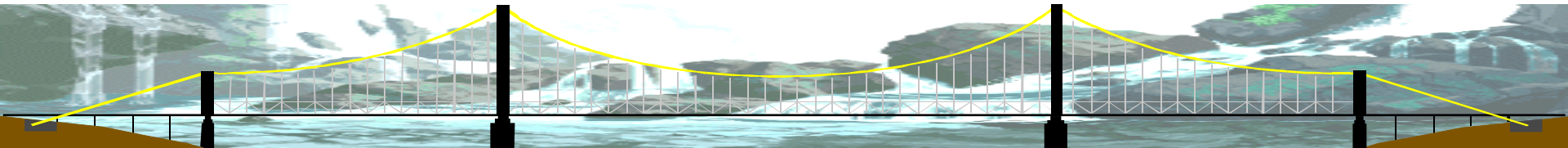
一、JGJ/T23-2011修订内容



5、原4.3.2条修订

条文说明：

与回弹值一样，碳化深度值的测量准确与否，直接影响推定混凝土强度的准确性，因此在测量碳化深度值时应为垂直距离。测量碳化深度值时应采用专用碳化深度测量仪，每个点测量3次，每次测量碳化深度可以精确到0.25mm，3次测量结果取平均值，精确到0.5mm。当测区的碳化深度的级差大于2.0mm时，表明该构件混凝土强度不均匀，因此要求每一个测区均需要测量碳化深度值。在北方寒冷的冬季，使用2%的酒精酚酞溶液显示碳化深度效果较好，因此新《规程》将原来的1%的酒精酚酞溶液改为1%—2%的酒精酚酞溶液。





一、JGJ/T23-2011修订内容



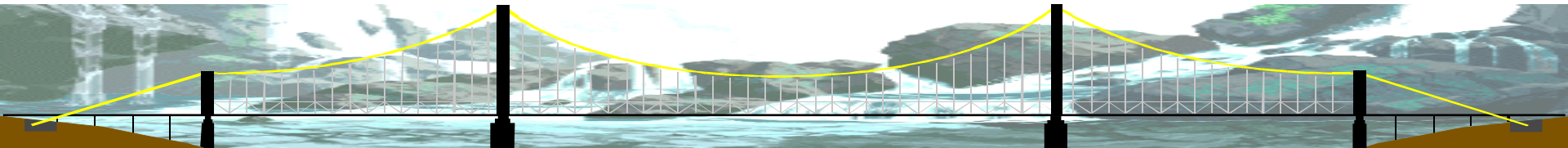
6、原附录E/E. 0. 3 条第1款修订

原E. 0. 3 条第1款

到达龄期的试件表面应擦净，以浇筑侧面的两个相对面置于压力机的上下承压板之间，加压30—80kN。

E. 0. 3 条第1款

擦净试件表面，以浇筑侧面的两个相对面置于压力机的上下承压板之间，加压60—100kN。





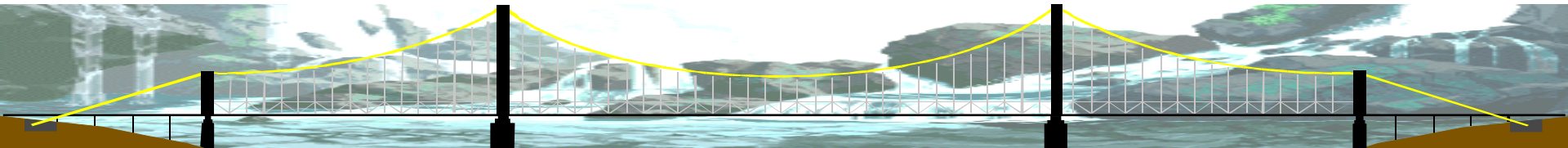
一、JGJ/T23-2011修订内容



6、原附录E/E.0.3 条第1款修订

制定地区和专用测强曲线的试块时，把压力由（30—80）kN改为（60—100）kN。其实混凝土试块上每平方厘米加25kg的压力后，回弹值变化率将不再发生变化是有文献依据的。在小于60kN低加压状态下回弹，如果约束力不够，可能会造成回弹能量损失，使检测结果偏低。因此必须加以可靠压力，使之有足够的约束力时方可回弹试验。

事实上，60kN的力对于225平方厘米的混凝土试块才2.6MPa。低强度试件大可不必担心被压损。现在的新《规程》中：制定地区和专用测强曲线的试块，达到龄期的试件表面应擦净，以浇筑侧面的两个相对面置于压力机的上下承压板之间，加压60—100kN（低强度试件取低值加压）。在试件保持60—100kN的压力下，在试块的两个侧面上分别弹击8个点。





二、GB/T 50152-2012修订内容



关于试验分类

原标准分为：研究性试验、检验性试验

修订标准分为：探索性试验、验证性试验

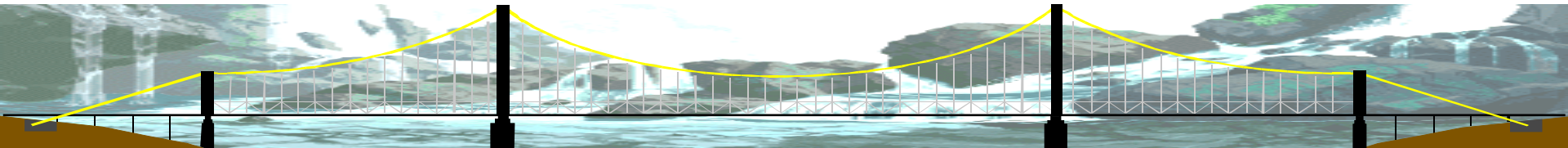
扩大了标准的适用范围

补充完善了预制构件试验方法

增加了结构原位试验的内容

为更好反映各类试验方法的特点，在章节编排上将试验分为三类：

- 1) 实验室试验：探索性试验、验证性试验
- 2) 预制构件试验检验：属于验证性试验
- 3) 结构原位加载试验：属于验证性试验





二、GB/T 50152-2012修订内容

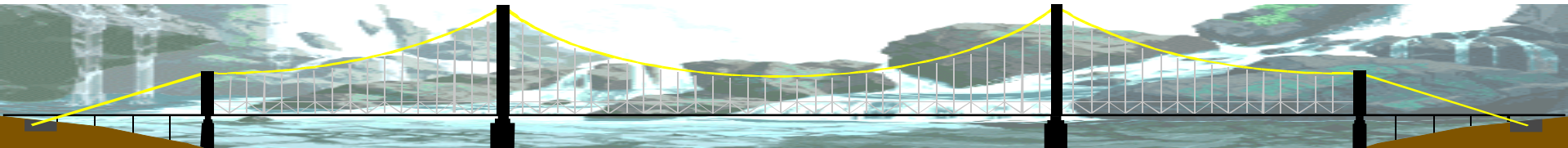


1、试验室试验（第7章）

实验室试验：分为探索性试验和验证性试验两种类型。

探索性试验：研究结构在不同作用下的内力、变形等效应，分析其受力机理，确定影响结构抗力的因素和参数，探讨其变化规律，为建立结构理论、计算模型或经验公式提供科学的试验依据。侧重于基本理论的基础研究。

验证性试验：针对已有的结构理论、分析模型、计算方法、构造措施等进行限定目标的试验，通过试验验证并修改、调整相应的计算方法、设计参数、构造措施等，使其更加科学、合理、完善。侧重对已有理论模式的研究。





二、GB/T 50152-2012修订内容

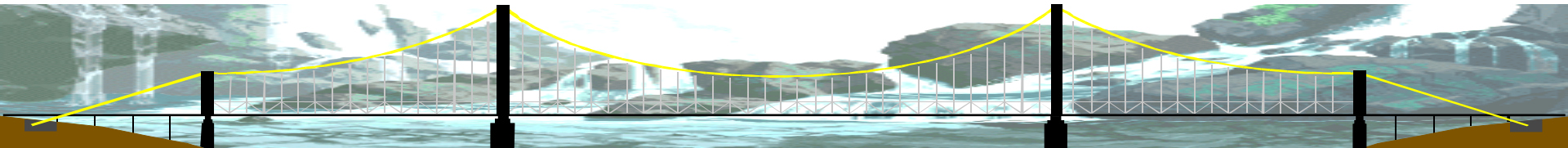


1、试验室试验（第7章）

7.1.2 实验室试验的内容包括：

- 1) 试验方案设计
- 2) 试件的制作、养护和安装
- 3) 材料性能试验
- 4) 试验加载、量测及试验现象的观测及记录
- 5) 试验结果的整理及分析
- 6) 试验报告及结论

与预制构件试验、原位加载试验和结构监测相比，实验室试验需要专门设计和制作试件，不仅试验类型多样，而且涵盖的内容比较全面。





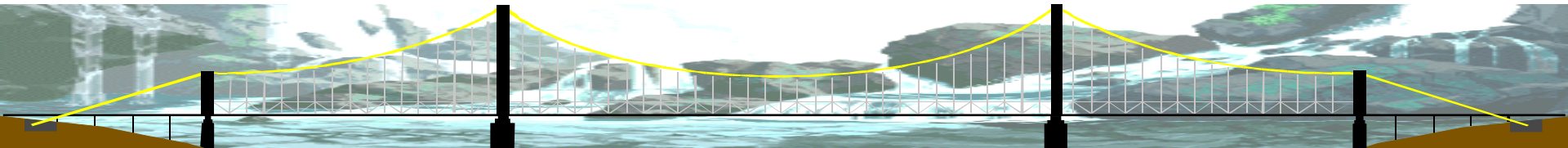
二、GB/T 50152-2012修订内容



1、试验室试验（第7章）

试验方案（7.2.1条）：

- 1）试件的几何形状、结构尺寸、截面配筋数量、配筋形式以及构造措施等参数，宜具有代表性；
- 2）当影响参数较多时，可采用正交设计方法对试件的多个参数进行组合；
- 3）试件尺寸宜接近实际结构构件，减小尺寸效应的影响；
- 4）实验室研究结构屈服后的力学性能时，宜采用屈服前由力值控制加载、屈服后由位移控制加载的加载制度。





二、GB/T 50152-2012修订内容



2、预制构件试验（第8章）

1) 预制构件的试验类型:

型式检验、首件检验、合格性检验

2) 型式检验内容要求:

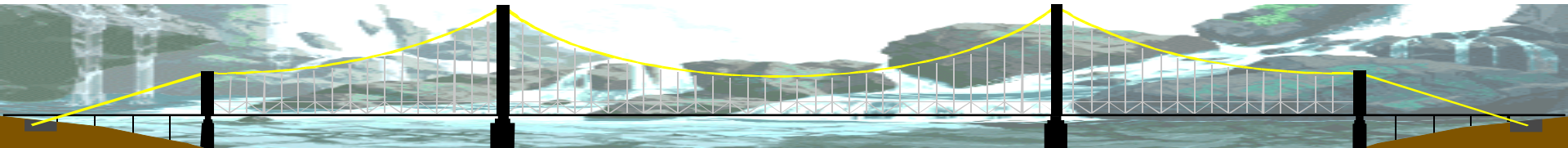
① 应按本章及本标准第7章验证性试验的要求进行试件结构性能的试验研究;

② 检验各项结构性能是否符合要求, 并留有一定的裕量;

③ 根据试验检验结果调整并确定有关材料和工艺参数;

④ 宜进行后期加载, 探讨试件的承载力裕量及破坏形态;

⑤ 宜卸载探讨试件挠度、裂缝等的恢复性能。





二、GB/T 50152-2012修订内容



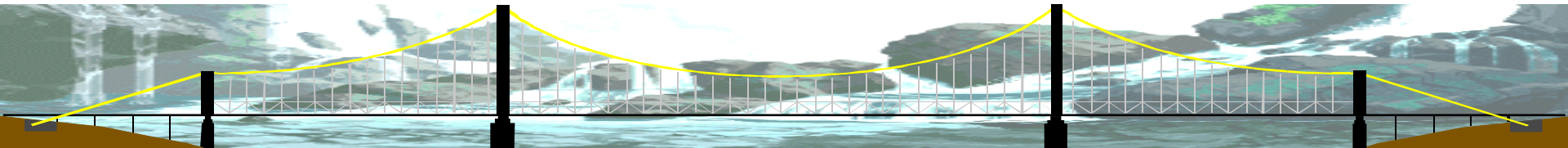
2、预制构件试验（第8章）

3）首件检验内容要求：

- ① 应进行正常使用极限状态及承载能力极限状态的各项性能检验；
- ② 宜进行加载直至试件破坏，检验预制构件承载力的裕量及破坏形态。

4）合格性检验内容要求：

- ① 钢筋混凝土构件和允许出现裂缝的预应力混凝土构件，应进行承载力、挠度和裂缝宽度检验；
- ② 要求不出现裂缝的预应力混凝土构件，应进行承载力、挠度和抗裂检验。





二、GB/T 50152-2012修订内容

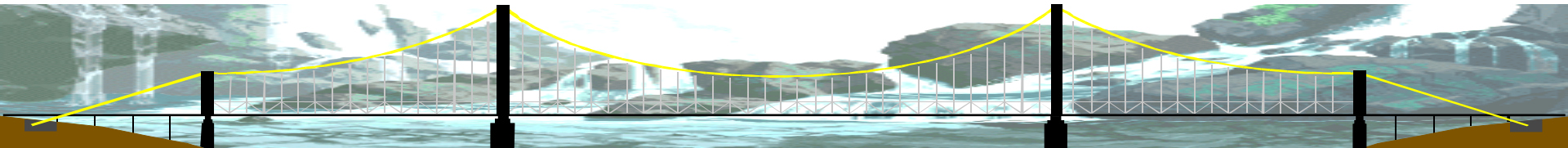


2、预制构件试验（第8章）

5) 叠合构件底部的预制构件，应在同条件养护的混凝土立方体试块抗压强度达到设计强度等级以后，在其上部浇筑后浇层混凝土，并在后浇层混凝土强度达到设计要求后进行结构性能检验。

6) 对一般梁、板类叠合构件的结构性能检验，后浇层混凝土强度等级宜与底部预制构件相同，厚度宜取底部预制构件厚度的1.5倍。

7) 对设计方法成熟、生产数量较少的大型预制构件，当采取加强材料和制作质量检验的措施时，可仅作挠度、抗裂或裂缝宽度检验；当采取上述措施并有可靠实践经验时，也可不作结构性能检验。





二、GB/T 50152-2012修订内容



2、预制构件试验（第8章）

8) 使用状态检验

- ① 挠度检验实测值——设计文件允许值;
- ② 抗裂检验系数实测值——设计文件允许值;

采用均布加载时: $\gamma_{cr}^o = \frac{Q_{cr}^o}{Q_s}$

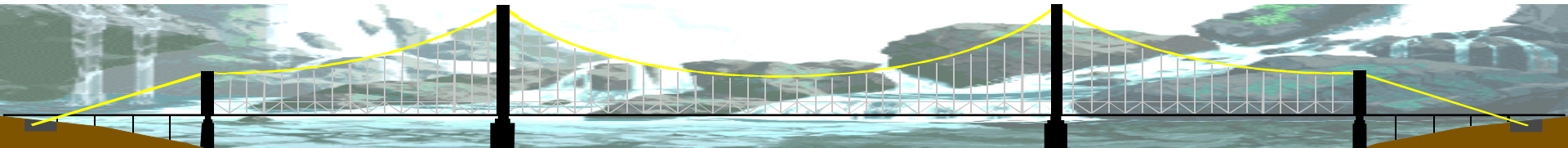
采用集中力加载时: $\gamma_{cr}^o = \frac{F_{cr}^o}{F_s}$

- ③ 裂缝宽度检验实测值——设计文件允许值。

式中: γ_{cr}^o — 试件的抗裂检验系数实测值;

Q_{cr}^o 、 F_{cr}^o — 以均布荷载、集中荷载形式表达的试件开裂荷载实测值;

Q_s 、 F_s — 以均布荷载、集中荷载形式表达的试件使用状态实测值。





二、GB/T 50152-2012修订内容



2、预制构件试验（第8章）

9) 承载力检验

① 对试件进行承载力检验时，应分级进行加载，当试件出现任一种承载力标志时，即认为该试件已达到承载能力极限状态，应停止加载；

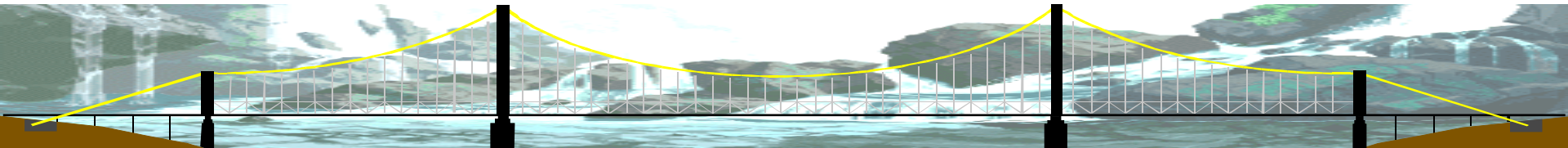
$$\text{采用均布加载时: } \gamma_{u,i}^o = \frac{Q_{u,i}^o}{Q_d}$$

$$\text{采用集中力加载时: } \gamma_{u,i}^o = \frac{F_{u,i}^o}{F_d}$$

② 如加载至最大的临界试验荷载值，仍未出现任何承载力标志，则应停止加载并判定试件满足承载力要求。

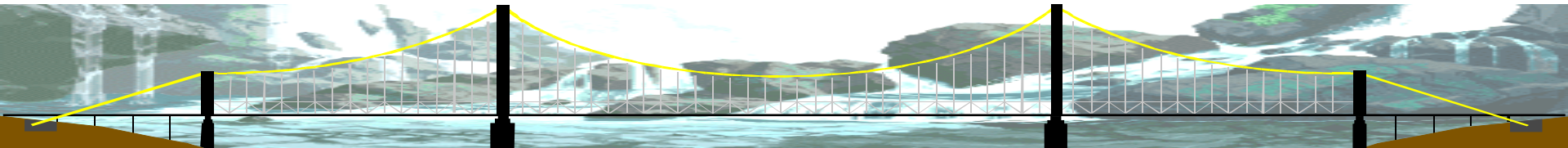
式中： $Q_{u,i}^o$ 、 $F_{u,i}^o$ — 以均布荷载、集中荷载形式表达的试件出现第*i*类承载力标志时的承载力试验荷载实测值；

Q_d 、 F_d — 以均布荷载、集中荷载形式表达的承载力状态荷载设计值。





二、GB/T 50152-2012修订内容





二、GB/T 50152-2012修订内容



3、原位加载试验（第9章）

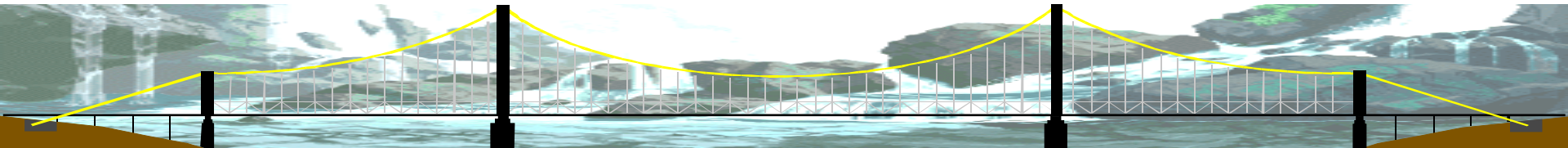
1) 什么情况下进行原位加载试验？

① 对怀疑有质量问题的结构或构件；

② 改建、扩建再设计前，确定设计参数的系统检验；

③ 对资料不全、情况复杂或存在明显缺陷的结构；

④ 采用新结构、新材料、新工艺的结构或难以进行理论分析的复杂结构，需通过试验对计算模型或设计参数进行复核、验证或研究其结构性能和设计方法。





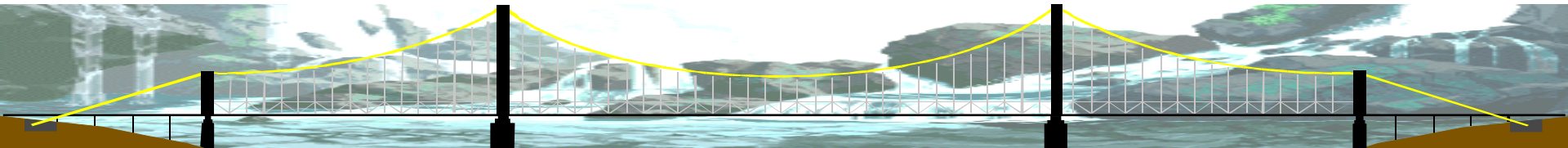
二、GB/T 50152-2012修订内容



3、原位加载试验（第9章）

2) 原位加载试验的类型:

- ① 使用状态试验，根据正常使用极限状态的检验项目验证或评估结构的使用功能；
- ② 承载力试验，根据承载能力极限状态的检验项目验证或评估结构的承载能力；
- ③ 其他试验，对复杂结构或有特殊使用功能要求的结构进行的针对性试验。





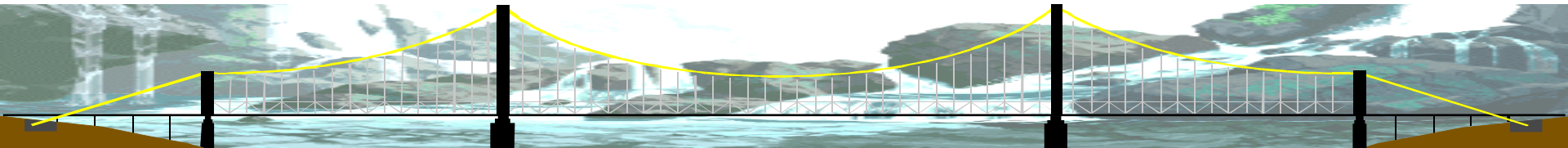
二、GB/T 50152-2012修订内容



3、原位加载试验（第9章）

3) 结构原位受检构件的选择:

- ① 受检构件应具有代表性，且宜处于荷载较大、抗力较弱或缺陷较多的部位；
- ② 受检构件的试验结果应能反映整体结构的主要受力特点；
- ③ 受检构件不宜过多；
- ④ 受检构件应能方便地实施加载和进行量测；
- ⑤ 对处于正常服役期的结构，加载试验造成的受检构件损伤不应对应结构的安全性和正常使用功能产生明显影响。





二、GB/T 50152-2012修订内容

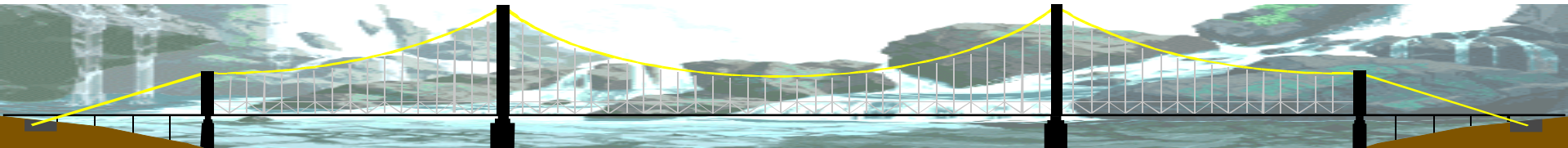


3、原位加载试验（第9章）

4) 原位试验应根据结构特点和现场条件选择恰当的加载方式，并根据不同试验目的确定最大加载限值和各临界试验荷载值。

5) 直接加载试验应严格控制加载量，避免超加载造成超出预期的永久性结构损伤或安全事故。

6) 对装配式结构中的预制梁、板，若不考虑后浇面层的共同工作，应将板缝、板端或梁端的后浇面层断开，按单个构件进行加载试验。





二、GB/T 50152-2012修订内容



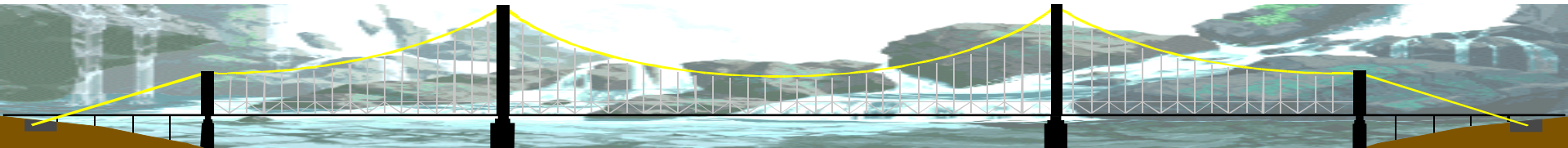
3、原位加载试验（第9章）

7) 根据原位加载试验的类型和目的，试验的最大加载限值应按下列原则确定：

① 仅检验构件在正常使用极限状态下的挠度、裂缝宽度时，试验的最大加载限值宜取使用状态试验荷载值，对钢筋混凝土结构构件取荷载的准永久组合，对预应力混凝土结构构件取荷载的标准组合；

② 当检验构件承载力时，试验的最大加载限值宜取承载力状态荷载设计值与结构重要性系数乘积的1.60倍；

③ 当试验有特殊目的或要求时，试验的最大加载限值可取各临界试验荷载值中的最大值。





二、GB/T 50152-2012修订内容



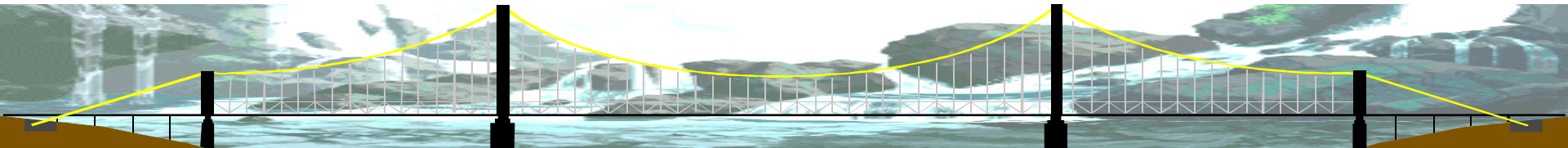
3、原位加载试验（第9章）

8) 等效加载原则:

- ① 加载试验一般做不到所有内力完全等效;
- ② 加载形式模拟结构的内力, 是根据受检构件的内力包络图, 使控制截面的主要内力等效; 其他内力与实际受力的差异较小。

9) 非破坏性加载原则:

- ① 宜根据试验目的控制加载量, 避免造成不可恢复的永久性损伤或局部破坏;
- ② 对采用新结构、新材料、新工艺的结构以及各类大型或复杂结构, 当通过原位加载试验, 验证计算模型或设计参数时, 应采取带保护的加载措施, 防止加载对结构造成损伤; 试验荷载不宜超过使用状态试验荷载值。





二、GB/T 50152-2012修订内容



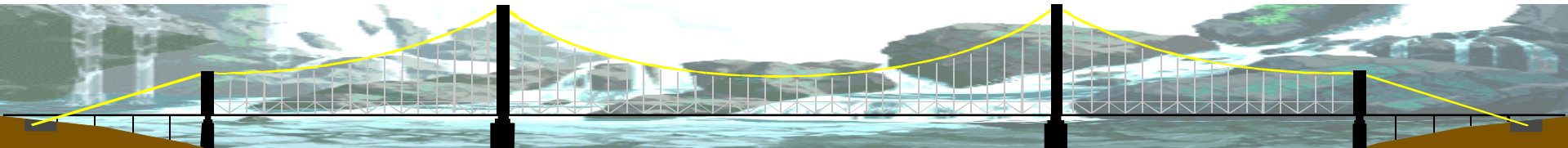
3、原位加载试验（第9章）

10) 加载停止的条件:

- ① 控制测点的变形、裂缝、应变等已达到或超过控制值;
- ② 结构的裂缝、变形急剧发展;
- ③ 出现本标准表7.3.3所列的承载力标志。

11) 原位加载试验的量测原则:

- ① 原位加载试验的量测点数量不宜过多;
- ② 对荷载、挠度等重要试验参数宜布置可直接观测的仪表, 并宜采用不同的量测方法对比、校核试验量测的结果。





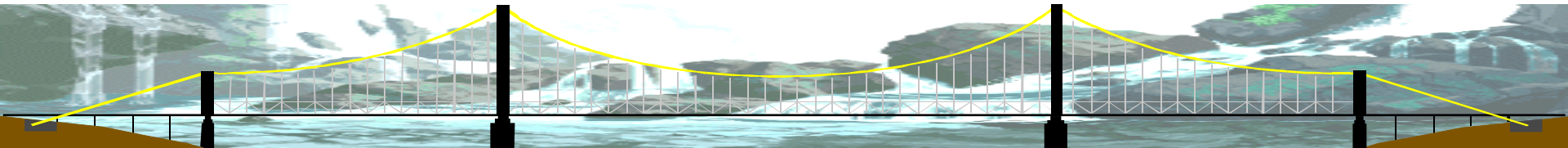
二、GB/T 50152-2012修订内容



3、原位加载试验（第9章）

12) 原位加载试验的量测内容:

- ① 荷载—变形关系;
- ② 控制截面上的混凝土、钢筋应变;
- ③ 试件的开裂和裂缝发展情况;
- ④ 试件承载力标志的观测;
- ⑤ 卸载过程中及卸载后, 挠度及裂缝的恢复情况。





二、GB/T 50152-2012修订内容



3、原位加载试验（第9章）

13) 原位加载试验结果的判断:

① 受弯构件的挠度检验:

当按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010规定的挠度允许值进行检验: $a_s^o \leq [a_s]$

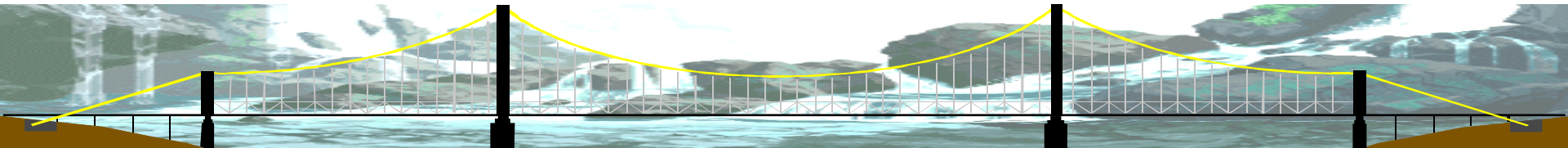
当设计要求按实配钢筋确定的构件挠度计算值进行检验:

$$a_s^o \leq 1.2a_s^c$$

② 受弯构件的裂缝宽度检验:

在使用状态试验荷载值作用下, 构件的最大裂缝宽度:

$$w_{s,\max}^o \leq [w_{\max}]$$





二、GB/T 50152-2012修订内容



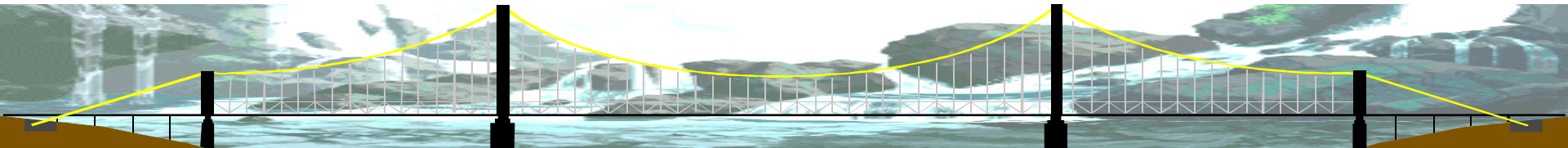
4、结构监测与动力测试（第10章）

1) 结构监测

(1) 监测分类

10.1.1 结构监测包括施工阶段监测和使用阶段监测，监测方法和内容应根据结构所处阶段的特点和监测要求确定。对大跨、高耸等对振动敏感的混凝土结构，监测内容宜包括动力特性测试。

针对实体结构进行的监测按阶段分为两类：一类是针对复杂结构或特殊结构的施工过程监测，该类监测周期相对较短；另一类是针对结构使用过程中的长期监测，该类监测也被称作结构健康监测，周期往往很长，甚至是全寿命周期的监测，对监测设备的要求较高。





二、GB/T 50152-2012修订内容



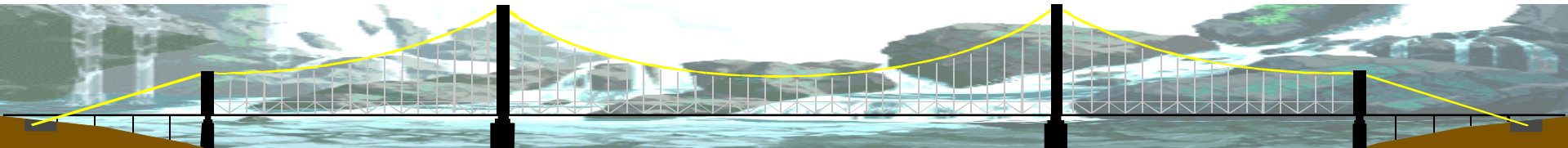
4、结构监测与动力测试（第10章）

1) 结构监测

(2) 监测位置

10.1.2 监测应选择结构的代表性或关键性部位，监测结果应能反映结构的整体受力状态或关键部位的结构性能。

结构监测受到很多因素的制约，监测仪表成本也较高，一般只是针对重点关注部位的主要指标进行监测，并以此来了解结构的性能和状态，因此监测部位的选择至关重要。监测部位一类是结构中受力关键的部位，尤其是日常难以检查或无法检查的多条传力途径汇集的关键部位，另一类是反映结构整体性能和受力状态的代表性部位。





二、GB/T 50152-2012修订内容



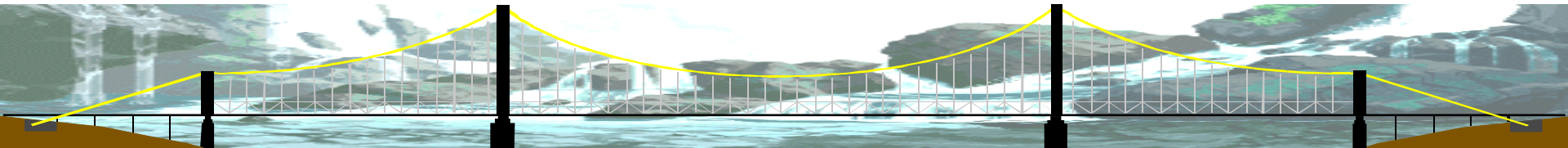
4、结构监测与动力测试（第10章）

1) 结构监测

(3) 监测设备

10.1.5 结构监测的仪器仪表应符合下列规定：

- ❶ 根据结构监测内容和分析的要求，选择合适的参数和适当的监测位置及安装方式，建立可靠的结构监测系统；
- ❷ 结构监测系统仪器仪表的选择应满足监测项目要求的量程、最大采样频率、线性度、灵敏度、分辨率、迟滞、重复性、漂移、供电方式和寿命；动力特性测试的传感器的频响函数和动态校准；
- ❸ 结构监测系统的仪器仪表应安装稳定，有较强的抗干扰能力；设备、仪器均应由防风、防雨雪、防晒等保护措施；监测过程中应采取有效措施确保预埋传感器元件及导线不受损伤。





二、GB/T 50152-2012修订内容



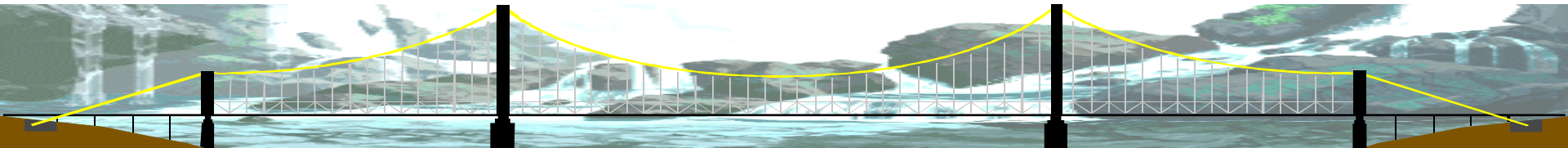
通顺路彩虹桥



顺平路潮白河桥



国道111峪道河大桥





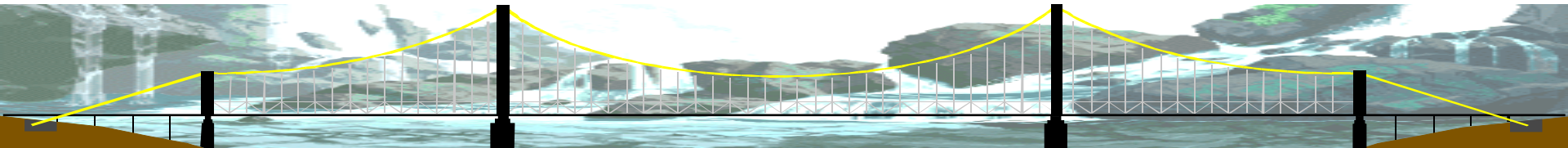
二、GB/T 50152-2012修订内容



英城桥



静力水准安装





二、GB/T 50152-2012修订内容



4、结构监测与动力测试（第10章）

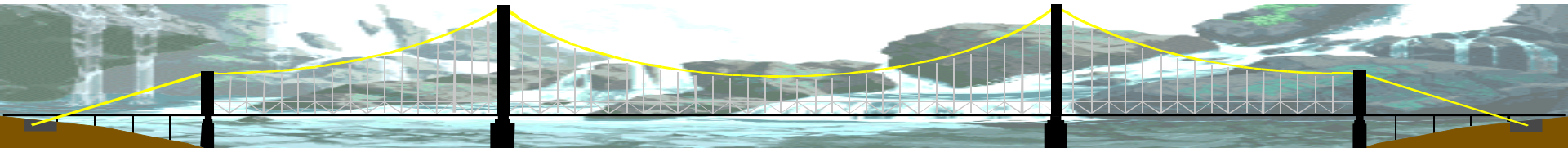
2) 动力测试

(1) 结构的确定

10.4.1 对大跨、超高、对振动有特殊要求的混凝土结构或当动力特性对结构的可靠性评估起重要作用时，宜进行结构动力特性测试。

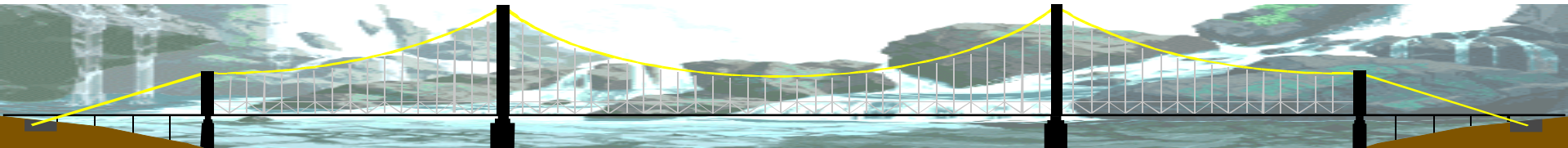
(2) 测试系统

10.4.2 动力特性测试系统应由激励系统、传感器和动态信号采集分析系统组成。测试仪器的灵敏度和频率响应等性能指标应满足测试要求，并应在使用前对其性能指标进行校准。





二、GB/T 50152-2012修订内容





二、GB/T 50152-2012修订内容

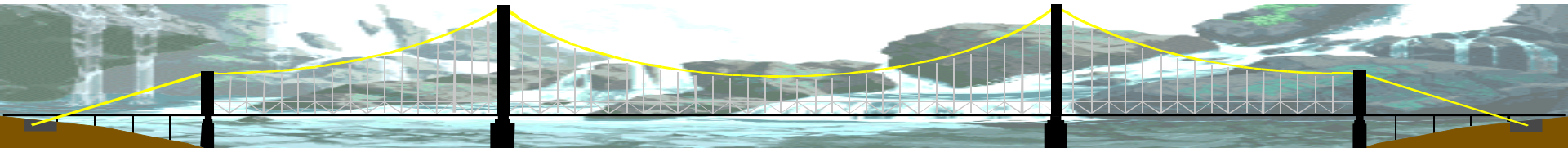
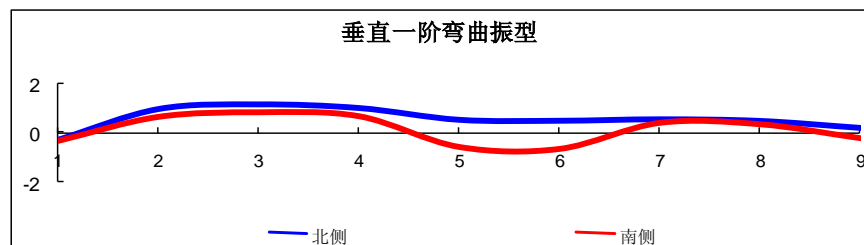
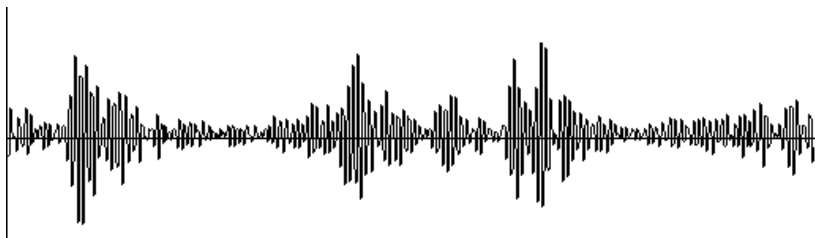


4、结构监测与动力测试（第10章）

2) 动力测试

(3) 测试项目

10.4.3 动力特性测试项目可包括结构自振频率、振型和阻尼比等动力特性的测试以及结构受振动源激励后的位移、速度、加速度以及动应变等动力响应的测试，测试时应根据需要进行不同的测量参数。





二、GB/T 50152-2012修订内容



4、结构监测与动力测试（第10章）

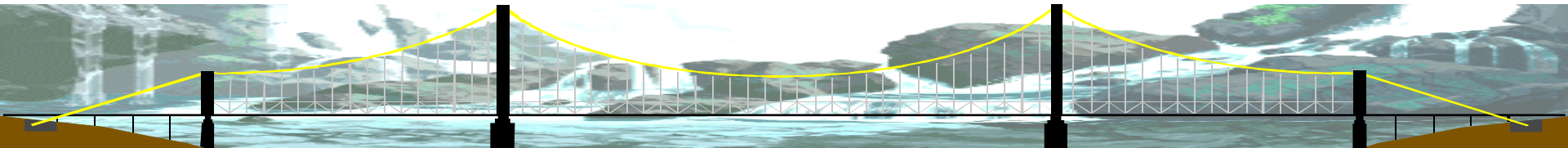
(4) 结果判断

根据结构自振频率、振型、阻尼比等动力特性的测试结果，可从以下几方面对结构性能进行分析和判断：

① 结构频率的实测值如果大于理论值，说明结构实际刚度比理论估算值偏大或实际质量比理论估算值偏小；反之说明结构实际刚度比理论估算偏小或实际质量比理论估算偏大。如结构使用一段时间后自振频率减小，则可能存在开裂或其他不正常现象。

② 结构振型应当与计算吻合，如果存在明显差异，应分析结构的荷载分布、施工质量或计算模型可能存在的误差，并应分析其影响和应对措施。

③ 结构的阻尼比实测值如果大于理论值，说明结构耗散外部输入能量的能力强，振动衰减快；反之说明结构耗散外部输入能量的能力差，振动衰减慢；如阻尼比过大，应判断是否因裂缝等不正常因素所致。



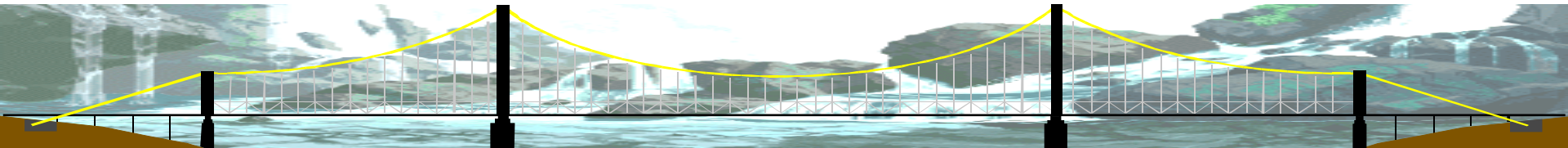


三、GB/T 50315-2011修订内容



砌体工程现场检测技术标准修订的主要技术内容：

- ① 将标准的适用范围从主要适用于烧结普通砖砌体扩大至烧结多孔砖砌体；
- ② 新增了切制抗压试件法、原位双砖双剪法、砂浆片局压法、烧结砖回弹法、特细砂砂浆筒压法等检测方法；
- ③ 取消了未能广泛推广的砂浆射钉法；
- ④ 统一了原位轴压法和扁顶法的砌体抗压强度计算公式；
- ⑤ 为适应《砌体结构工程施工质量验收规范》GB 50203关于砌筑砂浆强度等级评定标准的变化，对检测的砂浆强度推定方法作了调整；
- ⑥ 进一步明确了各检测方法的特点、用途和限制条件。





四、公路桥梁技术状况评定标准



第 1 章 总则

1.0.1 **标准制定的目的**:为规范在用公路桥梁技术状况评定,提供桥梁养护决策依据,制定本标准。

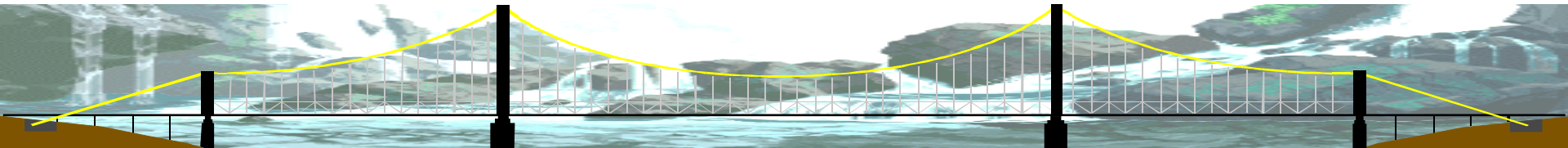
📖 有效的确定桥梁技术状况

📖 科学评价桥梁状态

1.0.2 **适用范围**:本标准适用于各级公路的桥梁技术状况评定。

📖 本条规定了本标准的使用范围。从现有公路的分级管理情况出发,规定适用范围为各级公路桥梁的技术状况评定。

📖 对于特殊桥梁,可遵循本标准的原则,针对不同情况与要求制定专门的评定标准,由各省(市、区)公路管理机构批准后实施。





四、公路桥梁技术状况评定标准



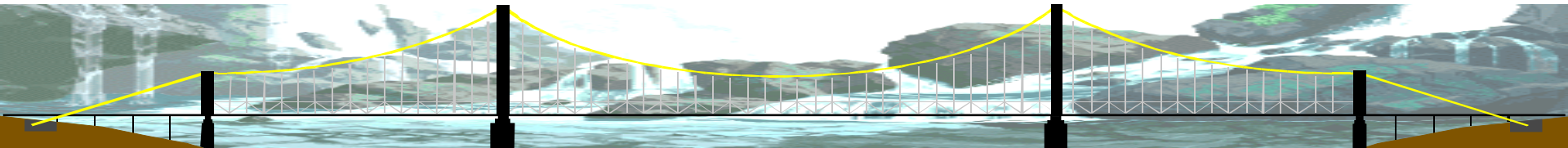
第 1 章 总则

1.0.3 **明确检测手段**：公路桥梁技术状况的检测采用目测与仪器相结合的方法。

📖 规定了公路桥梁检测的方法为目测与仪器相结合。

📖 对目测难以确定的指标需辅以仪器检测,如钢筋锈蚀程度、混凝土氯离子含量、混凝土碳化深度。

📖 (包含水下构件的检测)。





四、公路桥梁技术状况评定标准



第 1 章 总则

1.0.4 **评定方法**：公路桥梁技术状况评定采用分层综合评定与单项指标控制相结合的方法。

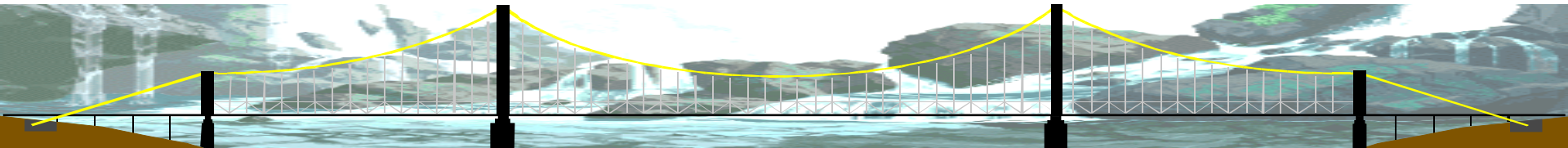
📖 规定了公路桥梁技术状况的评定方法。

📖 依据桥梁检查资料，通过对桥梁各部件技术状况分层综合评定，同时考虑桥梁单项控制指标（关键病害的控制）。

📖 确定桥梁的技术状况等级。

📖 在《公路桥涵养护规范》(JTG H11-2004)“桥梁评定”中“一般评定”的基础上根据桥梁各部件不同材料、结构形式将桥梁进行分类，分类后根据各部件不同特点制定相应的评定标准。

📖 为了方便养护工作者的实际操作，本标准将评定分类尽可能划分成定性和定量两种描述。






四、公路桥梁技术状况评定标准

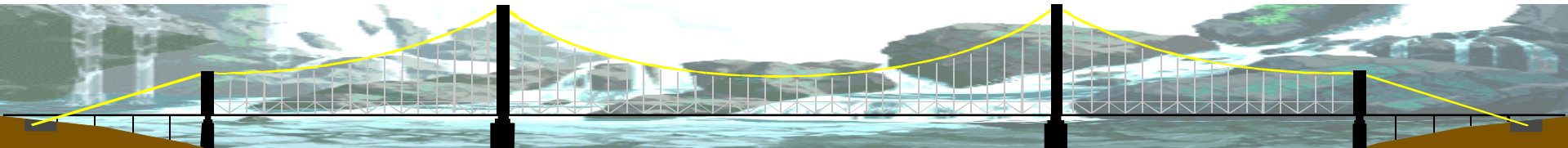


第 1 章 总则

1.0.5 **资料管理**：公路桥梁技术状况评定的技术资料，应归入桥梁养护技术文档和公路桥梁管理系统。

 本条规定了对于公路桥梁技术状况评定的相关技术资料，应归入桥梁养护技术文档。

 同时应将病害情况、技术状况评定状况等资料归入公路桥梁管理系统。





四、公路桥梁技术状况评定标准



第 2 章 术语和符号

2.1.1 桥梁构件：组成桥梁结构的最小单元，如一片梁、一个桥墩等。

2.1.2 桥梁部件：结构中同类构件的统称，如梁、桥墩等。

2.2 符号

SPCI—桥梁上部结构技术状况评分；

PCCI—桥梁上部结构各部件技术状况评分；

PMCI—桥梁上部结构各构件技术状况评分；

SBCI—桥梁下部结构技术状况评分；

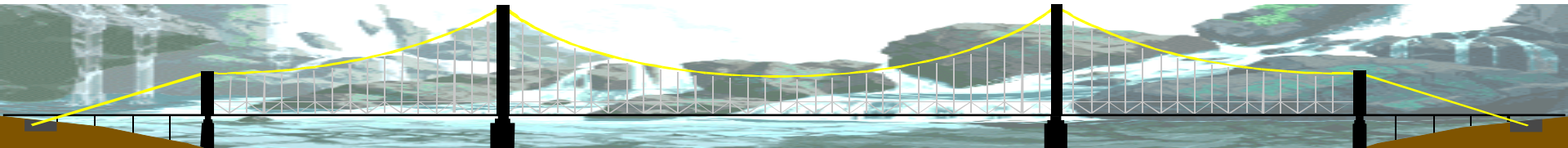
BCCI—桥梁下部结构各部件技术状况评分；

BMCI—桥梁下部结构各构件技术状况评分；

BDCI—桥面系技术状况评分；

DCCI—桥面系各部件技术状况评分；

DMCI—桥面系各构件技术状况评分；





四、公路桥梁技术状况评定标准



第 3 章 评定方法及等级分类

3.1 桥梁技术状况评定方法

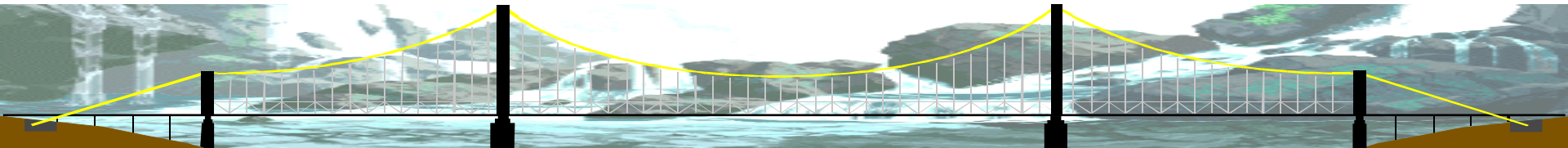
3.1.1

评定内容：公路桥梁技术状况评定包括桥梁构件、部件、桥面系、上部结构、下部结构和全桥评定。

例：（一片梁）➡（所有梁）➡（上部结构）➡（一座桥）

评定方法：公路桥梁技术状况评定应采用分层综合评定与5类桥梁单项控制指标相结合的方法。

桥梁检查评定记录表可按附录A的要求执行。





四、公路桥梁技术状况评定标准



3.1.1 桥梁技术状况评定指标

评定顺序：首先需要依据各章节中各检测指标的技术状况评定表对指标进行评定，确定各构件指标的类别(1-5类)。对本标准中各构件检测指标的评定，是整个技术状况评定工作的关键和基础。然后依次计算构件、部件、上部结构（下部结构、桥面系）的技术状况，最后根据上部结构、下部结构、桥面系的技术状况计算全桥技术状况。



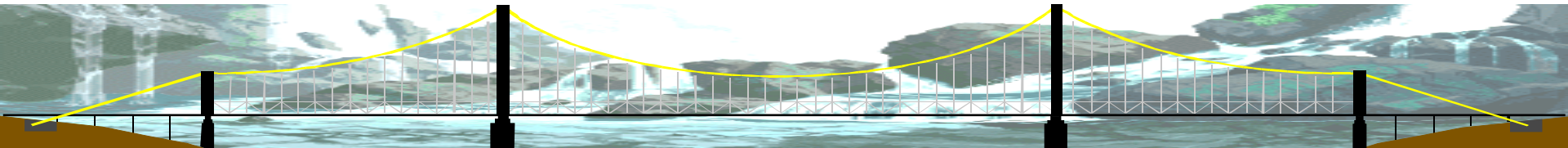


四、公路桥梁技术状况评定标准



3.1.2 当单个桥梁存在不同结构形式时，可根据结构形式的分布情况划分评定单元，分别对各评定单元进行桥梁技术状况的等级评定。

由于实际当中桥梁可能由两种或者多种不同结构形式组成，当单个桥梁存在既有梁桥又有拱桥或其他桥型，或者主桥和引桥结构形式不同等情况时，可根据结构形式的分布情况采用划分评定单元的方式，逐一对各评定单元进行桥梁技术状况的等级评定，然后以技术状况等级评定结果最差的一个评定单元作为全桥的评定结果。

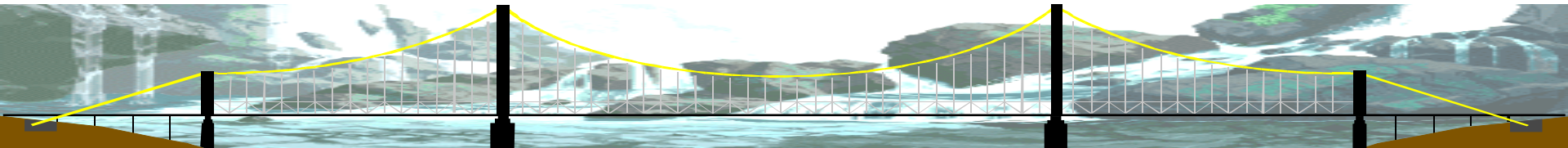




四、公路桥梁技术状况评定标准



例：某座大型桥梁，全桥总长760m，桥跨布置为： $15 \times 16\text{m}$ （箱梁） $+9 \times 20\text{m}$ （箱梁） $+2 \times 50\text{m}$ （斜拉桥） $+4 \times 20\text{m}$ （箱梁） $+9 \times 16\text{m}$ （箱梁）。





四、公路桥梁技术状况评定标准

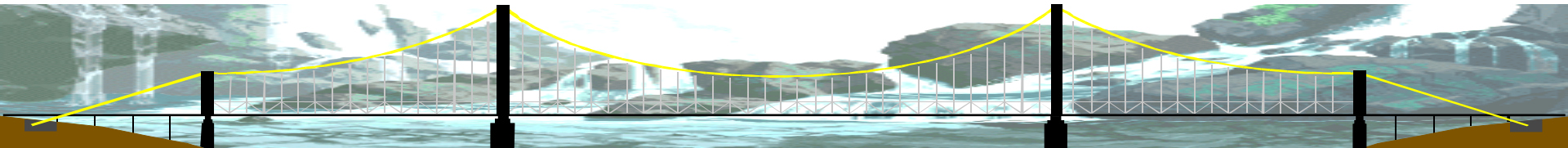


此桥由两种结构形式组成，第25跨与26为斜拉桥，其它部分为预应力混凝土箱梁，将其分别划分为主桥与引桥两个单元进行评定。

主桥斜拉桥部分按照标准要求，采用分层综合评定法进行评定，最终评定为**四类**，

引桥部分按照标准要求，采用分层综合评定法进行评定，最终评定为**三类**。

全桥技术状况等级评定结果以最差的一个评定单元作为全桥的评定结果，即按照主桥评定结果，全桥技术状况最终评定为**四类**。





四、公路桥梁技术状况评定标准

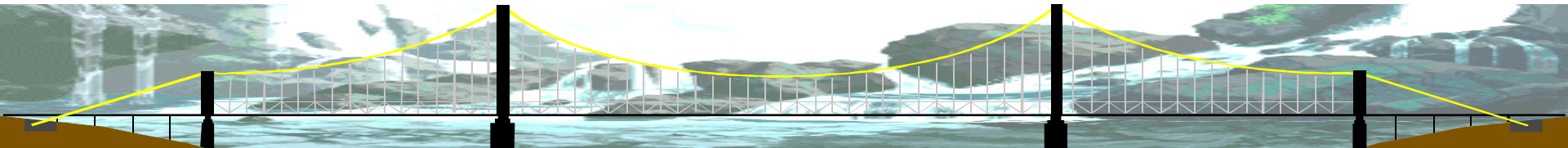


第 3 章 评定方法及等级分类

3.2 桥梁技术状况等级分类

3.2.1 桥梁部件分为主要部件和次要部件。

由于不同的桥梁构件对桥梁技术状况影响程度不同，将桥梁结构分成两大部分，分别为主要部件和次要部件。



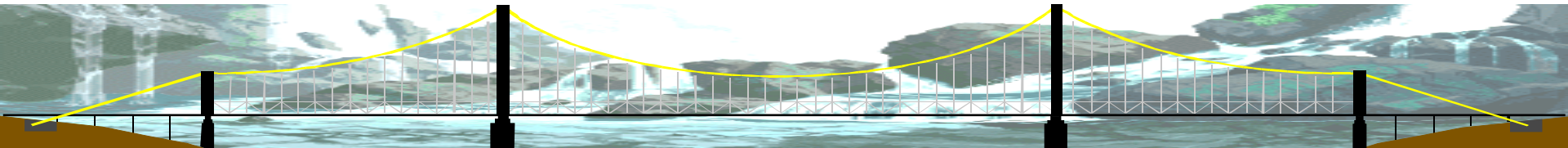


四、公路桥梁技术状况评定标准



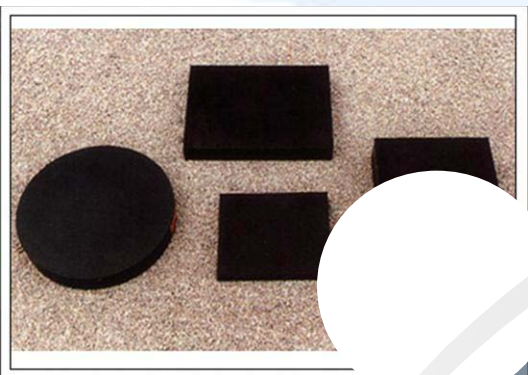
3.2.2 各结构类型桥梁主要部件见下表，其他部件为次要部件。

序号↴	结构类型↴	主要部件↴
1↴	梁式桥↴	上部承重构件、桥墩、桥台、基础、支座↴
2↴	板拱桥（圬工、混凝土）肋拱桥、箱形拱桥、双曲拱桥↴	主拱圈、拱上结构、桥面板、桥墩、桥台、基础↴
3↴	刚架拱桥、桁架拱桥↴	刚架（桁架）拱片、横向联结系、桥面板、桥墩、桥台、基础↴
4↴	钢—混凝土组合拱桥↴	拱肋、横向联结系、立柱、吊杆、系杆、行车道板（梁）、支座↴
5↴	悬索桥↴	主缆、吊索、加劲梁、索塔、锚锭、桥墩、桥台、基础、支座↴
6↴	斜拉桥↴	斜拉索（斜拉索、锚具）、主梁、索塔、桥墩、桥台、基础、支座↴

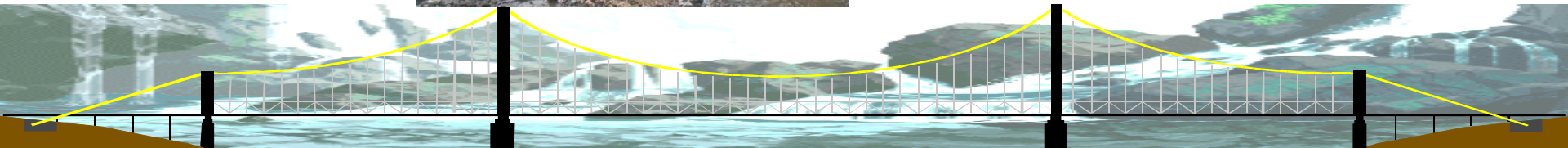




四、公路桥梁技术状况评定标准

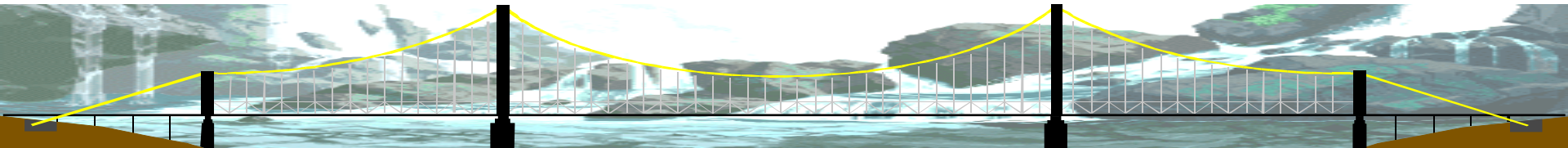
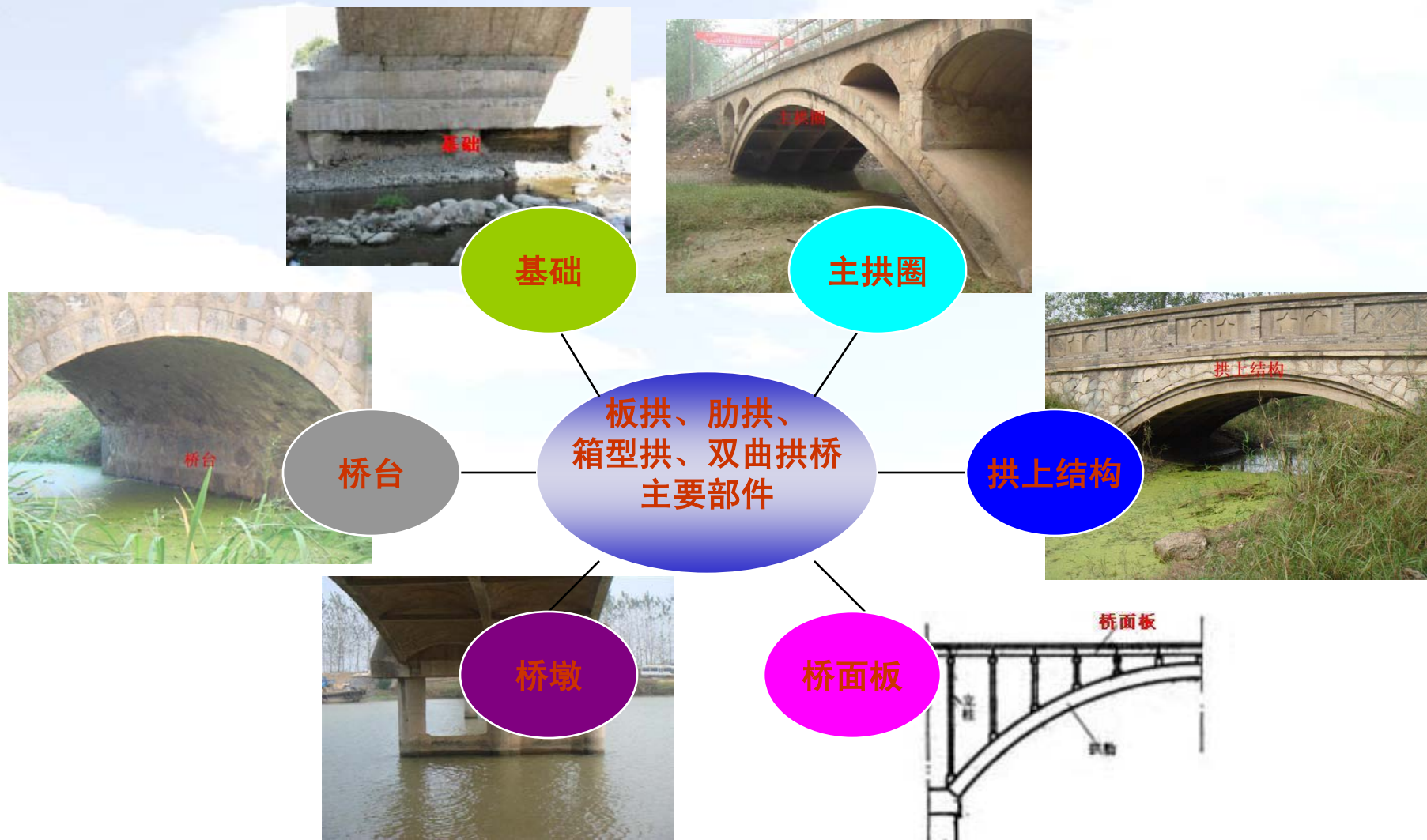


梁式桥主要部件





四、公路桥梁技术状况评定标准





四、公路桥梁技术状况评定标准



基础



拱片



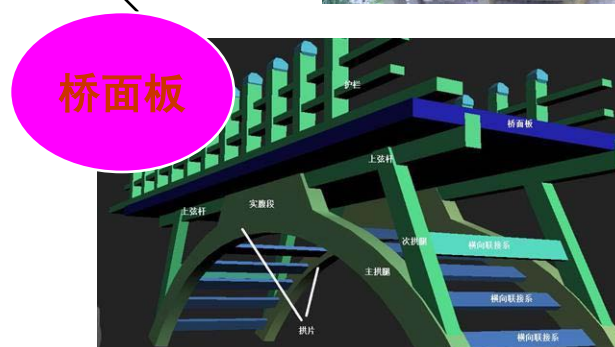
桥台



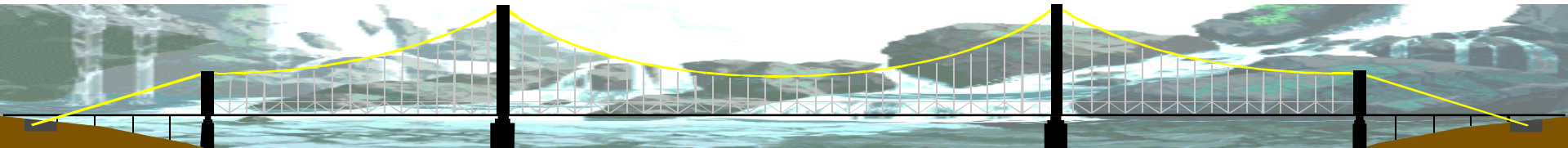
横向联系



桥墩

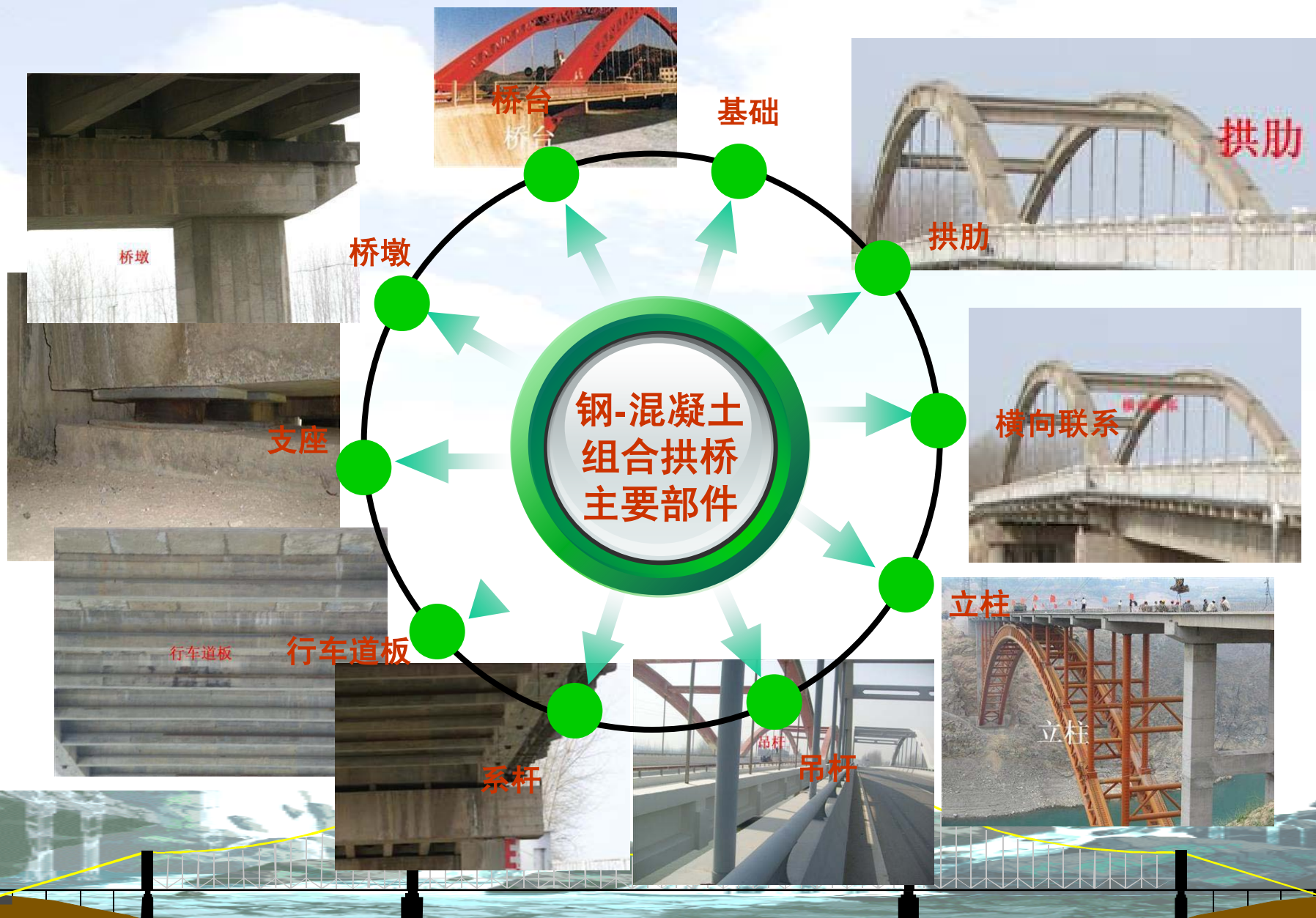


桥面板





四、公路桥梁技术状况评定标准





四、公路桥梁技术状况评定标准

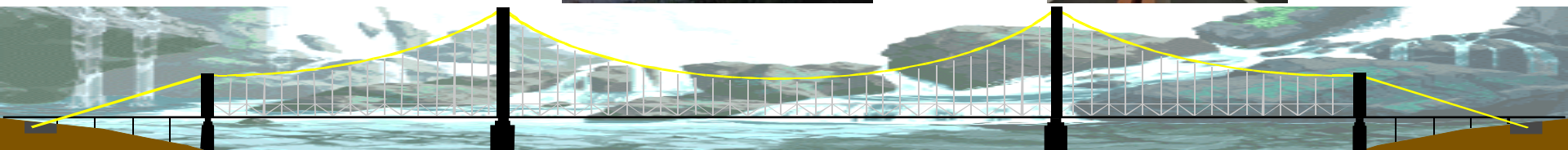




四、公路桥梁技术状况评定标准



斜拉桥 主要部件





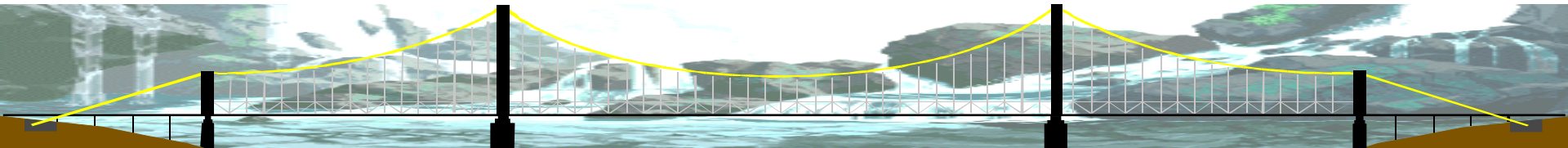
四、公路桥梁技术状况评定标准



3.2.3 桥梁总体技术状况评定等级分为 1 类、2 类、3 类、4 类、5 类，见下表。

桥梁总体技术状况评定等级

技术状况 评定等级	桥梁技术状况描述
1 类	全新状态、功能完好
2 类	有轻微缺损，对桥梁使用功能无影响
3 类	有中等缺损，尚能维持正常使用功能
4 类	主要构件有大的缺损，严重影响桥梁使用功能；或影响承载能力，不能保证正常使用
5 类	主要构件存在严重缺损，主要构件不能正常使用，危及桥梁安全，桥梁处于危险状态





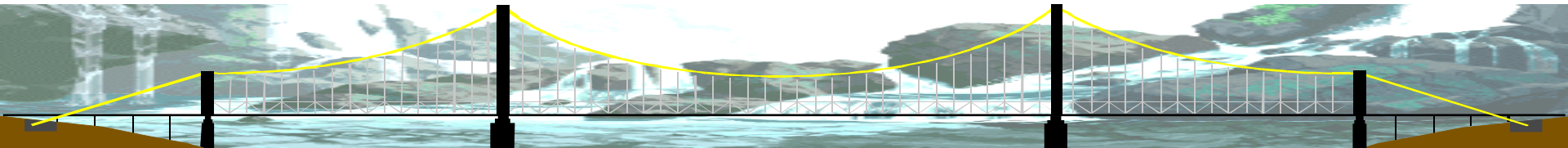
四、公路桥梁技术状况评定标准



3.2.4 桥梁主要部件技术状况评定标度分为 1 类、2 类、3 类、4 类、5 类，见下表。

桥梁主要部件技术状况评定标度

技术状况 评定标度	桥梁技术状况描述
1 类	全新状态、功能完好
2 类	功能良好，材料有局部轻度缺损或污染
3 类	材料有中等缺损；或出现轻度功能性病害，但发展缓慢，尚能维持正常使用功能
4 类	材料有严重缺损，或出现中等功能性病害，且发展较快；结构变形小于或等于规范值，功能明显降低
5 类	材料严重缺损，出现严重的功能性病害，且有继续扩展现象；关键部位的部分材料强度达到极限，变形大于规范值，结构的强度、刚度、稳定性不能达到安全通行的要求





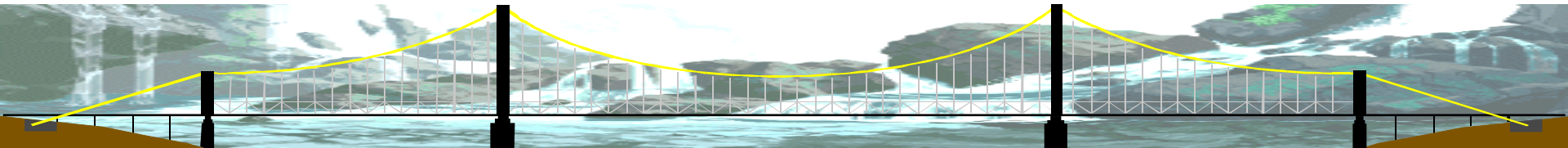
四、公路桥梁技术状况评定标准



3.2.5 桥梁次要部件技术状况评定标度分为 1 类、2 类、3 类、4 类，见下表。

桥梁次要部件技术状况评定标度

技术状况 评定标度	桥梁技术状况描述
1 类	全新状态，功能完好；或功能良好，材料有轻度缺损、污染等
2 类	有中等缺损或污染
3 类	材料有严重缺损，出现功能降低，进一步恶化将不利于主要部件、影响正常交通
4 类	材料有严重缺损，失去应有功能，严重影响正常交通；或原无设置，而调查需要补设





四、公路桥梁技术状况评定标准

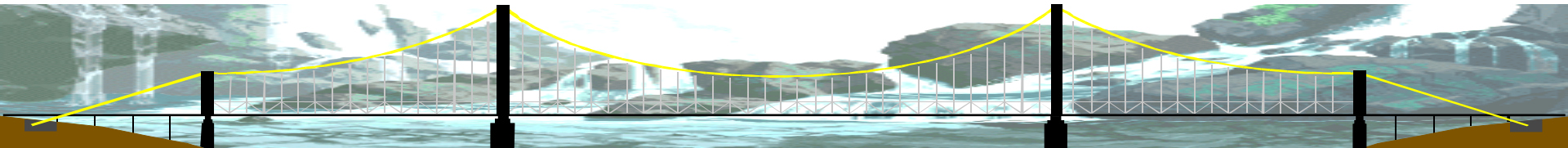


第 3 章 评定方法及等级分类

3.3 桥梁技术状况评定工作流程

3.3.1 桥梁技术状况评定工作流程如图

本条描述了桥梁技术状况评定工作流程。根据制定的桥梁检查计划进行桥梁现场检查，对各构件检测指标的技术状况进行现场评定(1-5类)。如果在现场评定时，桥梁符合5类桥单项控制指标则桥梁总体技术状况直接可以评定为5类，否则依据各检测指标的技术状况评定结果按照桥梁评定模型计算桥梁构件的技术状况，然后依次计算桥梁各部件以及上部结构（下部结构、桥面系）的技术状况，最后根据上部结构、下部结构、桥面系的技术状况计算全桥技术状况。最后需要将检查以及评定的结果按照相关规定归档。

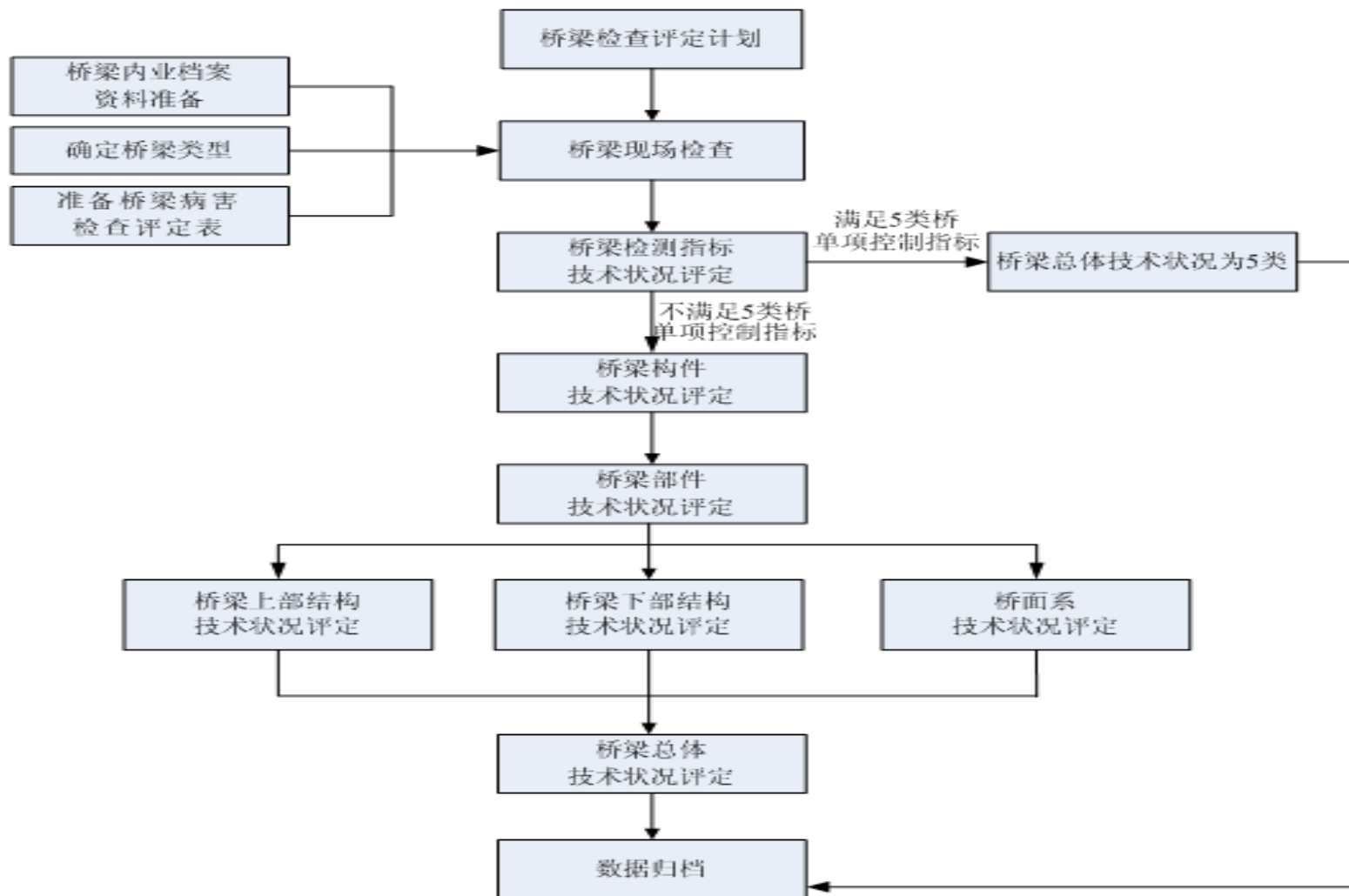




四、公路桥梁技术状况评定标准



桥梁技术状况评定工作流程图





四、公路桥梁技术状况评定标准



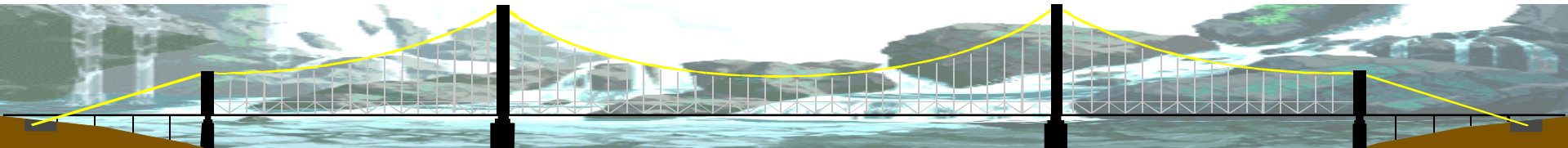
第 4 章 桥梁技术状况评定

4.1 桥梁技术状况评定计算

4.1.1 桥梁构件的技术状况评分计算

构件技术状况评分方法特点：

- 1、单个构件进行评分计算，构件病害种类越多，构件分数越低。
- 2、无论构件病害程度与病害数量如何增加，构件得分数始终大于等于0分。





四、公路桥梁技术状况评定标准



$$PMCI_i (\text{BMCI}_i \text{或} \text{DMCI}_i) = 100 - \sum_{x=1}^k U_x \quad (4.1.1) \quad \leftarrow$$

当 $x=1$ 时, $U_1 = DP_{i1} \leftarrow$

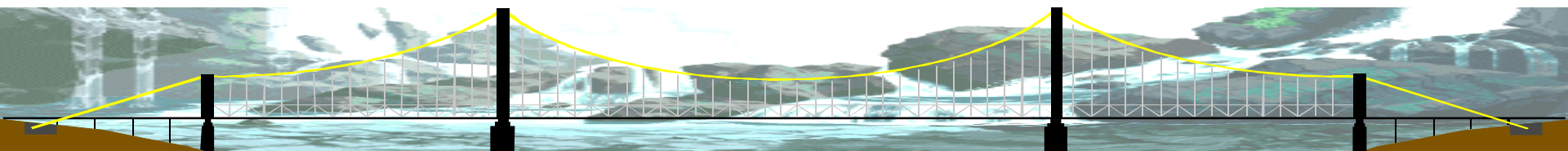
$$\text{当 } x=2 \text{ 时, } U_2 = \frac{DP_{i2}}{100 \times \sqrt{2}} \times (100 - \sum_{y=1}^{2-1} U_y) \leftarrow$$

$$\text{当 } x=3 \text{ 时, } U_3 = \frac{DP_{i3}}{100 \times \sqrt{3}} \times (100 - \sum_{y=1}^{3-1} U_y) \leftarrow$$

..... \leftarrow

$$\text{当 } x=k \text{ 时, } U_k = \frac{DP_{ik}}{100 \times \sqrt{k}} \times (100 - \sum_{y=1}^{k-1} U_y) \text{ 其中 } j=x \leftarrow$$

当 $DP_{ij}=100$, 则 $PMCI_i (\text{BMCI}_i \text{或} \text{DMCI}_i) = 0 \leftarrow$





四、公路桥梁技术状况评定标准



$PMCI_l$ ——上部结构第 i 类部件的 l 构件的得分，值域为 0~100 分；

$BMCI_l$ ——下部结构第 i 类部件的 l 构件的得分，值域为 0~100 分；

$DMCI_l$ ——桥面系第 i 类部件的 l 构件的得分，值域为 0~100 分；

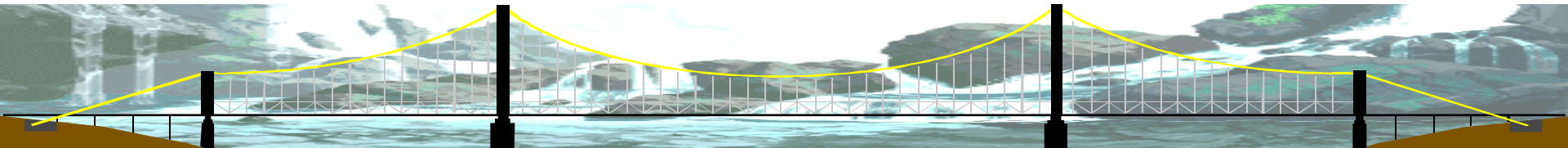
k ——第 i 类部件 l 构件出现扣分的指标的种类数；

U 、 x 、 y ——引入的变量；

i ——部件类别，例如 i 表示上部承重构件、支座、桥墩等；

j ——第 i 类部件 l 构件的第 j 类检测指标；

DP_{ij} ——第 i 类部件 l 构件的第 j 类检测指标的扣分值；





四、公路桥梁技术状况评定标准



例：某桥一侧栏杆出现撞坏现象。

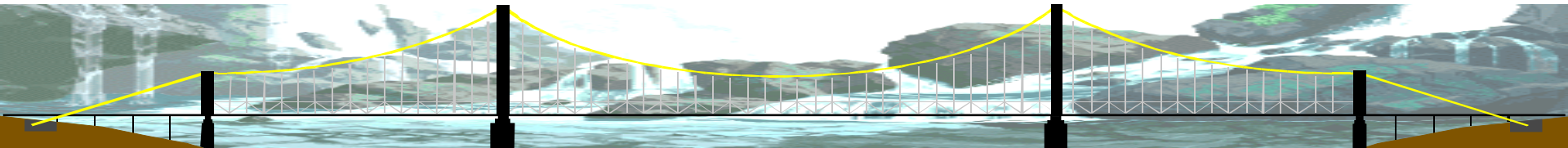
按照标准表10.4.1-1，病害最严重等级标度为“4”，该病害评定指标标度为“3”。

根据以上信息，对应扣分值表，该病害扣分值 $DP_{ij}=40$ 分。

$$DMCI_l = 100 - \sum_{x=1}^1 U_x = 100 - U_1 = 100 - 40 = 60$$

构件各检测指标扣分值

..... 指标类别 检测指标所能达到的最高等级类别	1 类	2 类	3 类	4 类	5 类
3 类	0	20	35	—	—
4 类	0	25	40	50	—
5 类	0	35	45	60	100





四、公路桥梁技术状况评定标准



例：某桥桥台前墙出现竖向贯通超限裂缝。

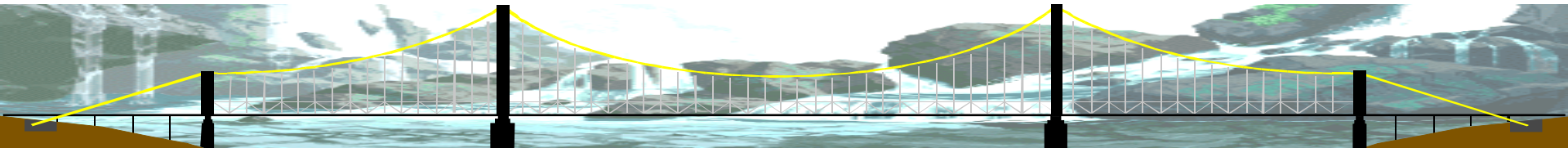
按照标准表9.2.1-9，病害最严重等级标度为“5”，该病害评定指标标度为“4”。

根据以上信息，对应扣分值表，该病害扣分值 $DP_{ij}=60$ 分。

$$BMCI_l = 100 - \sum_{x=1}^1 U_x = 100 - U_1 = 100 - 60 = 40$$

构件各检测指标扣分值

..... 指标类别 检测指标所能达到的最高等级类别	1 类	2 类	3 类	4 类	5 类
3 类	0	20	35	—	—
4 类	0	25	40	50	—
5 类	0	35	45	60	100





四、公路桥梁技术状况评定标准



例：某桥梁底某一片梁出现混凝土裂缝和剥落两种病害。

按照标准表5.1.1-12，病害最严重等级标度为“5”，混凝土裂缝病害评定指标标度为“3”，该病害扣分值 $DP_{ij}=45$ 分；

按照标准表5.1.1-2，病害最严重等级标度为“4”，混凝土剥落病害评定指标标度为“3”，该病害扣分值 $DP_{ij}=40$ 分；

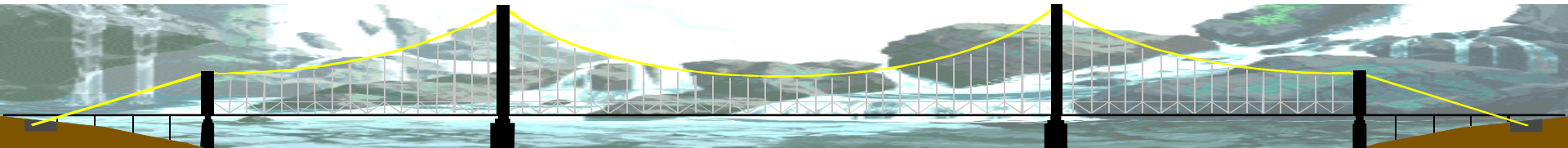
得 $DP_{i1}=45$ ， $DP_{i2}=40$ 。

$$U_1 = DP_{i1} = 45$$

$$U_2 = \frac{DP_{i2}}{100\sqrt{2}} \left(100 - \sum_{y=1}^1 U_1 \right) = \frac{40}{100\sqrt{2}} (100 - 45) = 15.6$$

$$PMCI_l = 100 - \sum_{x=1}^2 U_x = 100 - U_1 - U_2 = 100 - 45 - 15.6 = 39.4$$

该片梁最终得分为39.4分





四、公路桥梁技术状况评定标准



例：梁板有裂缝、空洞、麻面，未发现其他病害。

根据表5.1.1-11查得：裂缝标度为“2”，35

根据表5.1.1-3查得：空洞标度为“2”，25

根据表5.1.1-1查得：麻面标度为“2”，20

DP_{ij} 按从大到小的顺序排列，即： $DP_{i1} > DP_{i2} > DP_{i3} > \dots$

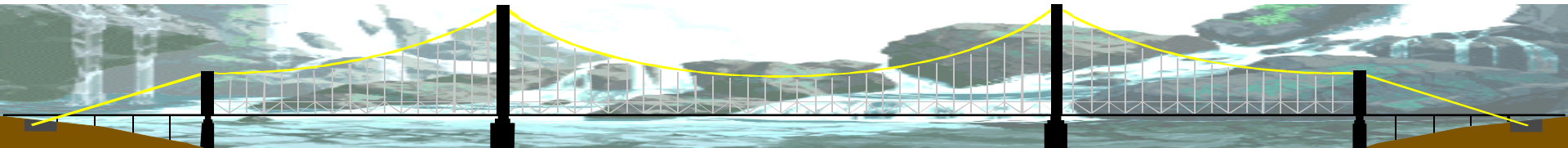
得： $DP_{i1}=35$ ， $DP_{i2}=25$ ， $DP_{i3}=20$ 。 $U_1=DP_{i1}=35$

$$U_2 = \frac{DP_{i2}}{100\sqrt{2}} \left(100 - \sum_{y=1}^1 U_1 \right) = \frac{25}{100\sqrt{2}} (100 - 35) = 11.49$$

$$U_3 = \frac{DP_{i3}}{100\sqrt{3}} \left(100 - \sum_{y=1}^2 U_1 \right) = \frac{20}{100\sqrt{3}} (100 - U_1 - U_2) = 6.18$$

$$PMCI_l = 100 - \sum_{x=1}^3 U_x = 100 - U_1 - U_2 - U_3 = 100 - 35 - 11.49 - 6.18 = 47.33$$

该梁板最终得分为47.33分。





四、公路桥梁技术状况评定标准



4.1.2 桥梁部件的技术状况评分计算

部件技术状况评分方法特点：

1、组成部件的单个构件分数越低，部件分数越低。

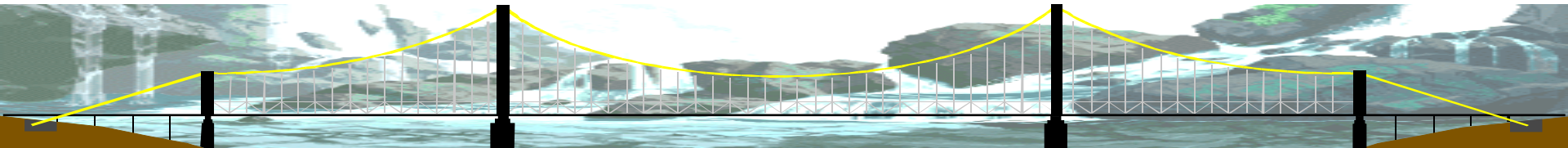
2、通过最差构件得分对构件得分平均值进行修正。

3、考虑到主要部件中最差构件对桥梁安全性的影响，当主要部件中的构件评分值在 $[0, 60)$ 时，主要部件的评分值等于此构件的评分值。

$$PCCI_i = \overline{PMCI} - (100 - PMCI_{\min}) / t \cdots$$

$$\text{或} \cdot BCCI_i = \overline{BMCI} - (100 - BMCI_{\min}) / t$$

$$\text{或} \cdot DCCI_i = \overline{DMCI} - (100 - DMCI_{\min}) / t$$





四、公路桥梁技术状况评定标准



$PCCI_i$ ——上部结构第 i 类部件的得分，值域为 0~100 分；当上部结构中的主要部件某一构件评分值 $PMCI_i$ 在 $[0,60)$ 区间时，其相应的部件评分值 $PCCI_i = PMCI_i$ ；

\overline{PMCI} ——上部结构第 i 类部件各构件的得分平均值，值域为 0~100 分；

$BCCI_i$ ——下部结构第 i 类部件的得分，值域为 0~100 分；当下部结构中的主要部件某一构件评分值 $BMCI_i$ 在 $[0,60)$ 区间时，其相应的部件评分值 $BCCI_i = BMCI_i$ ；

\overline{BMCI} ——下部结构第 i 类部件各构件的得分平均值，值域为 0~100 分；

$DCCI_i$ ——桥面系第 i 类部件的得分，值域为 0~100 分；

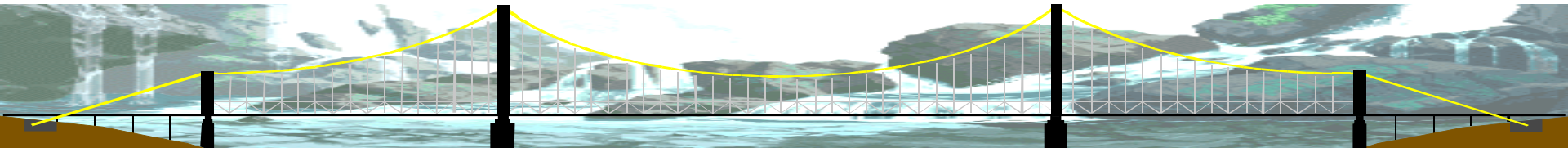
\overline{DMCI} ——桥面系第 i 类部件各构件的得分平均值，值域为 0~100 分；

$PCCI_{\min}$ ——上部结构第 i 类部件中分值最低的构件得分值；

$BCCI_{\min}$ ——下部结构第 i 类部件中分值最低的构件得分值；

$DCCI_{\min}$ ——桥面系第 i 类部件分值最低的构件得分值；

t ——随构件的数量而变的系数（表中未列出 t 值采用内插法计算）；



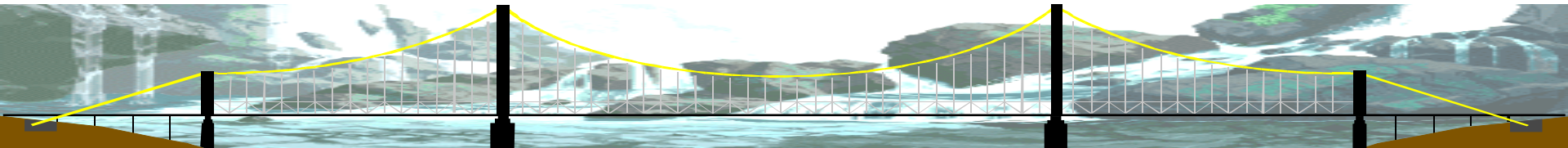


四、公路桥梁技术状况评定标准



n (构件数)	t	n (构件数)	t
1	∞	20	6.6
2	10	21	6.48
3	9.7	22	6.36
4	9.5	23	6.24
5	9.2	24	6.12
6	8.9	25	6.00
7	8.7	26	5.88
8	8.5	27	5.76
9	8.3	28	5.64
10	8.1	29	5.52
11	7.9	30	5.4
12	7.7	40	4.9
13	7.5	50	4.4
14	7.3	60	4.0
15	7.2	70	3.6
16	7.08	80	3.2
17	6.96	90	2.8
18	6.84	100	2.5
19	6.72	≥ 200	2.3

n——第 i 类部件的构件总数。





四、公路桥梁技术状况评定标准

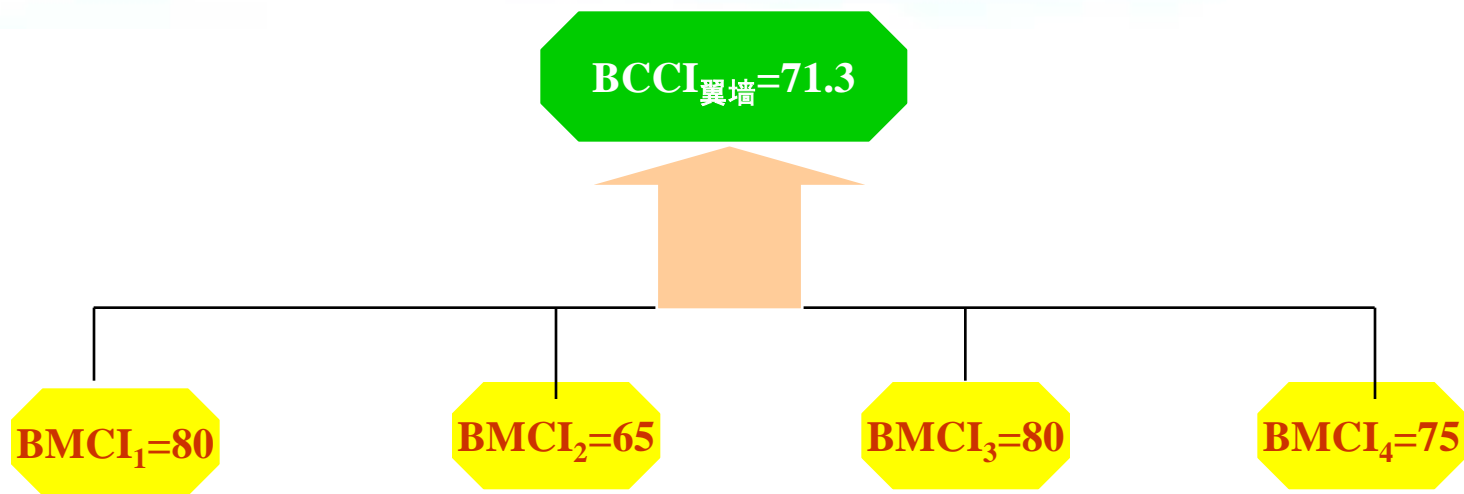


例：某桥梁有4个翼墙。

按照标准对4个翼墙进行逐一评定，得分分别为：80、65、80、75；经计算，平均得分75。

$$BCCI_{\text{翼墙}} = \overline{BMCI} - (100 - BMCI_{\min}) / t = 75 - (100 - 65) / 9.5 = 71.3$$

该桥翼墙最终得分为71.3分





四、公路桥梁技术状况评定标准

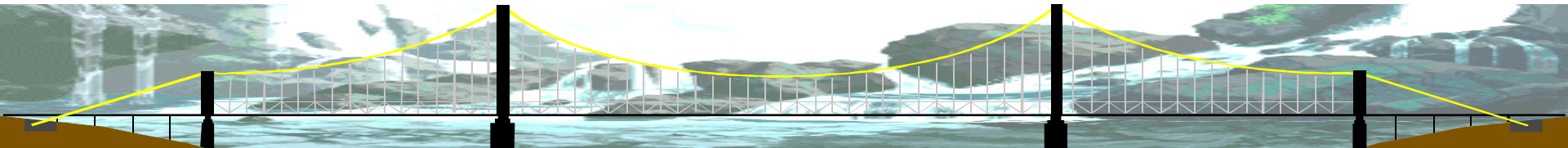
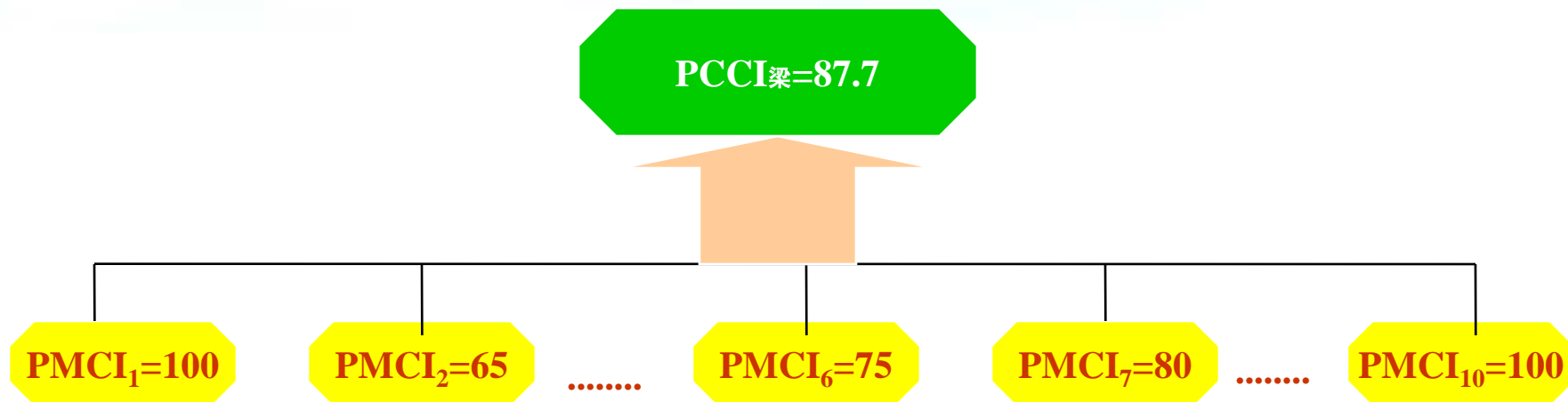


例：桥梁有10片梁。

按照标准标准对10片梁进行逐一评定，得分分别为：100、65、100、100、100、75、80、100、100、100，平均得分92。

$$PCCI_{\text{梁}} = \overline{PMCI} - (100 - PMCI_{\min}) / t = 92 - (100 - 65) / 8.1 = 87.7$$

该桥上部承重构件（梁）最终得分为87.7分





四、公路桥梁技术状况评定标准



4.1.3 桥梁上部结构、下部结构、桥面系的技术状况评分计算

部件技术状况评分方法特点：分层加权

$$SPCI (SBCI \text{ 或 } BDCI) = \sum_{i=1}^m PCCI_i (BCCI_i \text{ 或 } DCCI_i) \times w_i \cdots \cdots$$

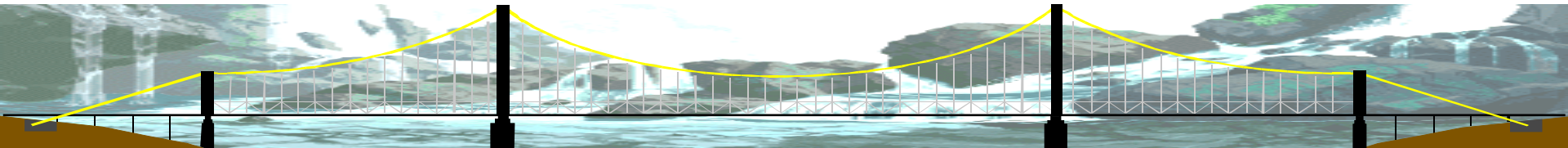
式中： $SPCI$ ——桥梁上部结构技术状况评分，值域为 0~100； ↵

$SBCI$ ——桥梁下部结构技术状况评分，值域为 0~100； ↵

$BDCI$ ——桥面系技术状况评分，值域为 0~100； ↵

m ——上部结构（下部结构或桥面系）的部件种类数； ↵

w_i ——第 i 类部件的权重。 ↵

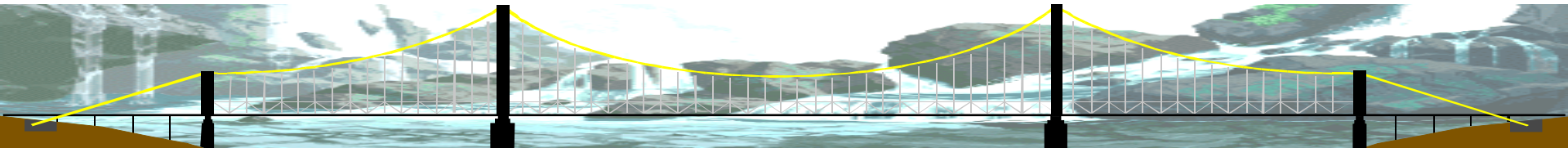




四、公路桥梁技术状况评定标准



梁式桥 上部结构 评分				梁式桥 桥面系 结构评分			
部件名称	权重	部件得分	结构得分	部件名称	权重	部件得分	结构得分
上部承重构件	0.7	80	56	桥面铺装	0.4	80	32
上部一般构件	0.18	75	13.5	伸缩缝装置	0.25	90	22.5
支座	0.12	70	8.4	人行道	0.1	100	10
上部结构得分			77.9	栏杆、护栏	0.1	100	10
梁式桥 下部结构 评分				排水系统	0.1	80	8
翼墙、耳墙	0.02	70	1.4	照明、标志	0.05	100	5
锥坡、护坡	0.01	70	0.7	桥面系得分		87.5	
桥墩	0.3	80	24				
桥台	0.3	90	27				
墩台基础	0.28	60	16.8				
河床	0.07	75	5.25				
调治构造物	0.02	85	1.7				
下部结构得分			76.85				





四、公路桥梁技术状况评定标准



4.1.4 桥梁总体的技术状况评分

评分方法特点：分层加权

$$Dr = DCI \times W_D + SPCI \times W_{SP} + SBCI \times W_{SB} \cdots \cdots$$

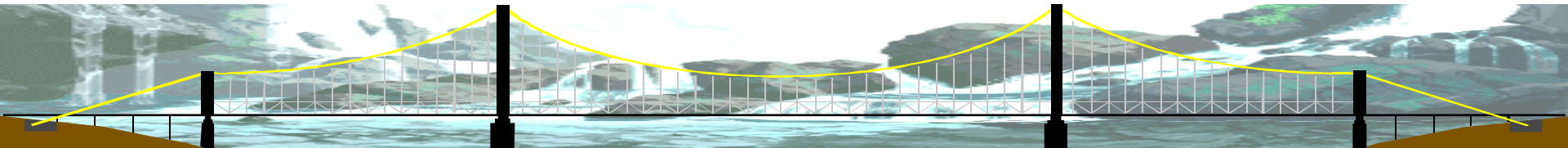
· Dr ——桥梁总体技术状况评分，值域为 0~100；

W_D ——桥面系在全桥中的权重；

W_{SP} ——上部结构在全桥中的权重；

桥梁技术状况分类界限表

技术状况等级 (D_j) 技术状况评分	1 类	2 类	3 类	4 类	5 类
Dr ($SPCI$ 、 $SBCI$ 、 $BDCI$)	[95, 100]	[80, 95)	[60, 80)	[40, 60)	[0, 40)

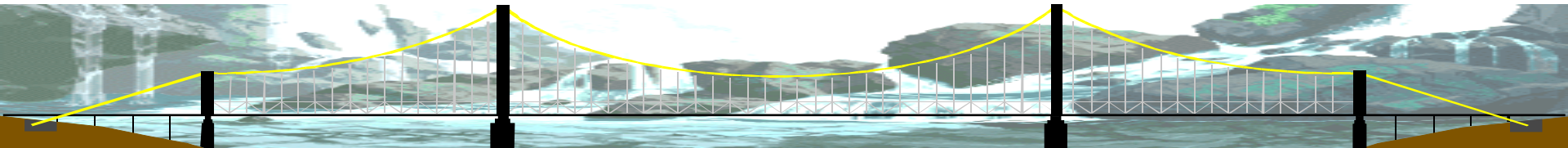




四、公路桥梁技术状况评定标准



梁式桥上部结构评分				梁式桥桥面系结构评分			
部件名称	权重	部件得分	结构得分	部件名称	权重	部件得分	结构得分
上部承重构件	0.7	80	56	桥面铺装	0.4	80	32
上部一般构件	0.18	75	13.5	伸缩缝装置	0.25	90	22.5
支座	0.12	70	8.4	人行道	0.1	100	10
		上部结构得分	77.9	栏杆、护栏	0.1	100	10
梁式桥下部结构评分				排水系统	0.1	80	8
翼墙、耳墙	0.02	70	1.4	照明、标志	0.05	100	5
锥坡、护坡	0.01	70	0.7			桥面系得分	87.5
桥墩	0.3	80	24	梁桥总体评分			
桥台	0.3	90	27	结构名称	权重	部件得分	结构得分
墩台基础	0.28	60	16.8	桥面系	0.2	87.5	17.5
河床	0.07	75	5.25	上部结构	0.4	77.9	31.2
调治构造物	0.02	85	1.7	下部结构	0.4	76.85	30.7
		下部结构得分	76.85				79.4



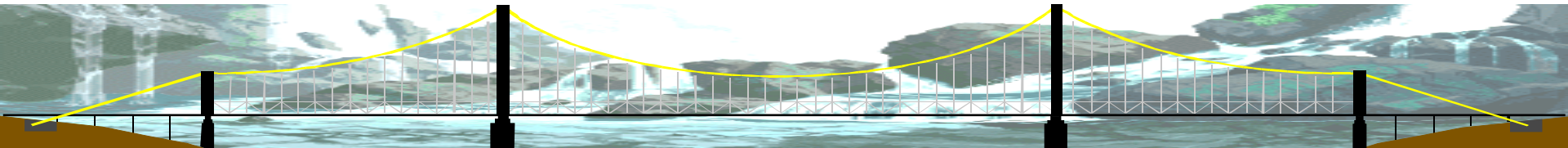


四、公路桥梁技术状况评定标准



4.1.6 在桥梁技术状况评定时，当满足 4.3 节中规定的任一情况时，桥梁总体技术状况应评为 5 类桥。（单项控制指标）

- 1、上部结构有落梁；或梁、板断裂现象。
- 2、梁式桥上部承重构件控制截面出现全截面开裂；或组合结构上部承重构件结合面开裂贯通，造成截面组合作用严重降低。
- 3、梁式桥上部承重构件有严重的异常位移，存在失稳现象。
- 4、结构出现明显的永久变形，变形大于规范值。
- 5、关键部位混凝土出现压碎或杆件失稳倾向；桥面板出现严重塌陷。
- 6、拱式桥拱脚严重错台、位移，造成拱顶挠度大于限值；或拱圈严重变形。

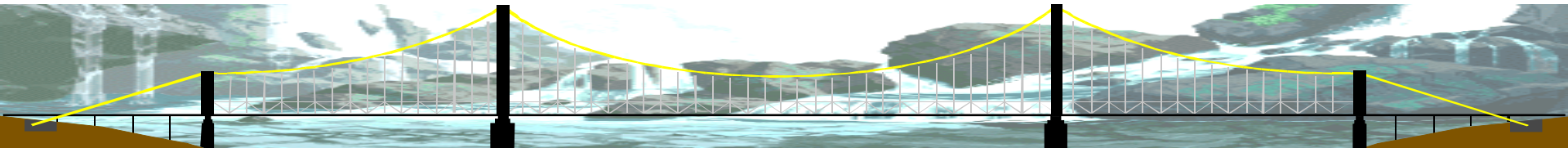




四、公路桥梁技术状况评定标准



- 7、圯工拱桥拱圈大范围砌体断裂，脱落现象严重。
- 8、腹拱、侧墙、立墙或立柱产生破坏造成桥面板严重塌落。
- 9、系杆或吊杆出现严重锈蚀或断裂现象。
- 10、悬索桥主缆或多根吊索出现严重锈蚀、断丝。
- 11、斜拉桥拉索钢丝出现严重锈蚀、断丝，主梁出现严重变形。
- 12、扩大基础冲刷深度大于设计值，冲空面积达 20%以上。
- 13、桥墩（桥台或基础）不稳定，出现严重滑动、下沉、位移、倾斜等现象。
- 14、悬索桥、斜拉桥索塔基础出现严重沉降或位移；或悬索桥锚碇有水平位移或沉降。



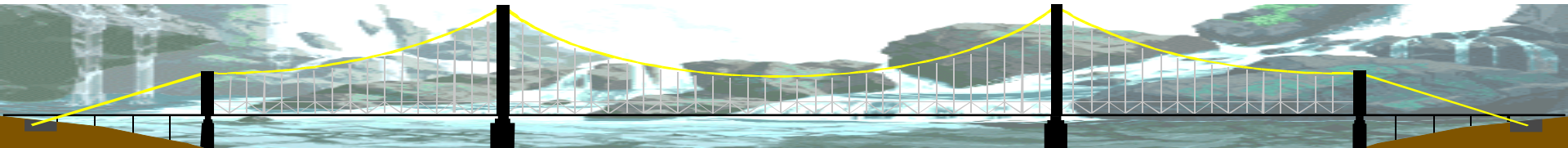


四、公路桥梁技术状况评定标准



4.1.7 当上部结构和下部结构技术状况等级为3类、桥面系技术状况等级为4类，且桥梁总体技术状况评分为 $40 \leq D_r < 60$ 时，桥梁总体技术状况等级应评定为3类。（以免误判）

4.1.8 全桥总体技术状况等级评定时，当主要部件评分达到4类或5类且影响桥梁安全时，可按照桥梁主要部件最差的缺损状况评定。





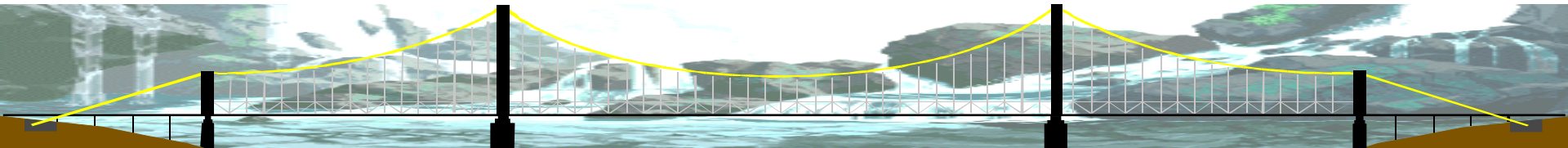
五、公路桥梁承载能力检测评定规程



第 1 章 总则

1.0.1 **目的**：为规范在用公路桥梁检测评定工作，指导公路桥梁承载能力评定，制定本规程。

以往在用公路桥梁承载能力评定主要依据1988年原交通部部颁《公路旧桥承载能力鉴定方法（试行）》，该方法采用的旧桥检算系数主要依据专家经验确定，未能有效应用桥梁检测结果。为加强检测结果的定量化应用，客观评定桥梁承载能力，规范承载能力检测评定工作，本规程对1988年试行的方法进行了全面修订。





五、公路桥梁承载能力检测评定规程

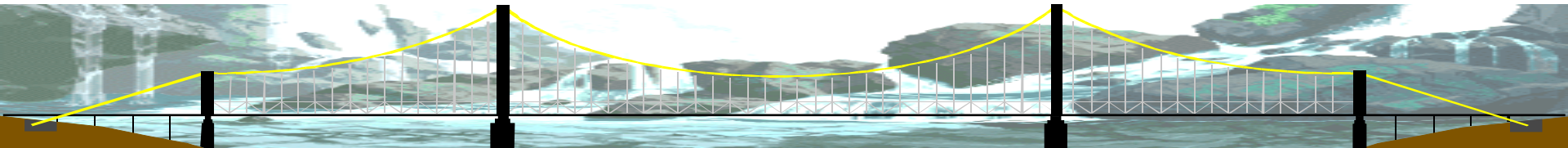


1.0.2 **适用范围**：本规程适用于除钢-混凝土组（混）合结构桥梁外的在用公路桥梁的承载能力检测评定。

1.0.3 **理论方法**：本规程基于概率理论的极限状态设计方法为基础，采用引入分项检算系数修正极限状态设计表达式的方法，对在用桥梁承载能力进行检测评定。

本规程通过对桥梁缺损状况检查、材质状况与状态参数检测和结构检算，必要时再进行荷载试验的方式评定桥梁承载能力。结构检算主要依据现行规范，根据桥梁检查与检测结果，采用引入分项检算系数修正极限状态设计表达式的方法进行

1.0.4 **检测评定方式**：在用桥梁应按承载能力极限状态和正常使用极限状态两类进行承载能力检测评定。





五、公路桥梁承载能力检测评定规程

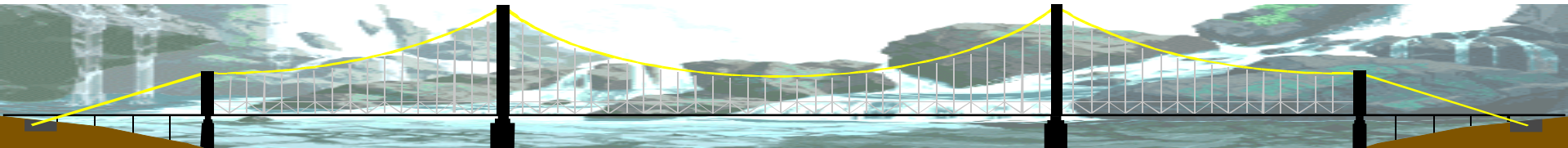


第 3 章 基本规定

3.1.1 在用桥梁有下列情况之一时，应进行承载能力检测评定：

- ① 技术状况等级为四、五类的桥梁；
- ② 拟提高荷载等级的桥梁；
- ③ 需通过特殊重型车辆荷载的桥梁；
- ④ 遭遇重大自然灾害或意外事件的桥梁。

根据《公路桥涵养护规范》（JTG H11）的规定，对于技术状况为四、五类的桥梁，拟通过加固手段提高荷载等级的桥梁，以及遭受自然灾害、突发事件或有超重车辆通行等造成桥梁损害时，应进行特殊检查。特殊检查包含了桥梁结构承载能力评定。





五、公路桥梁承载能力检测评定规程

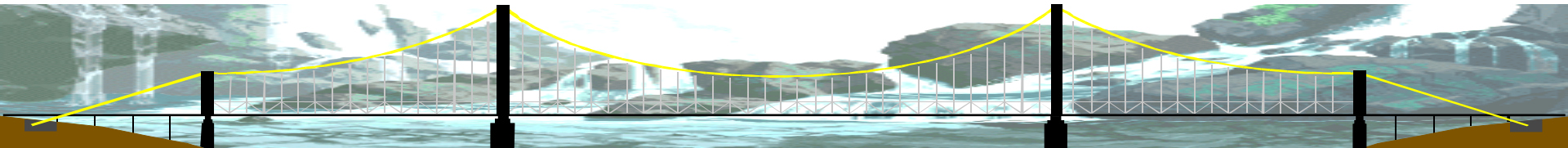


3.1.2 在用桥梁承载能力检测评定应包含以下工作内容，必要时还应进行荷载试验评定：

- ① 桥梁缺损状态检查评定；
- ② 桥梁材质状况与状态参数检测评定；
- ③ 桥梁承载能力检算评定。

3.1.3 对于多跨或多孔桥梁，应根据桥梁技术状况检查评定情况，选择具有代表性的或最不利的桥跨进行承载能力检测评定。

对于多跨或多孔桥梁，在选择承载能力检测评定对象时，在结构形式上应体现具有代表性的原则，在结构技术状况和结构受力上应体现最不利原则。





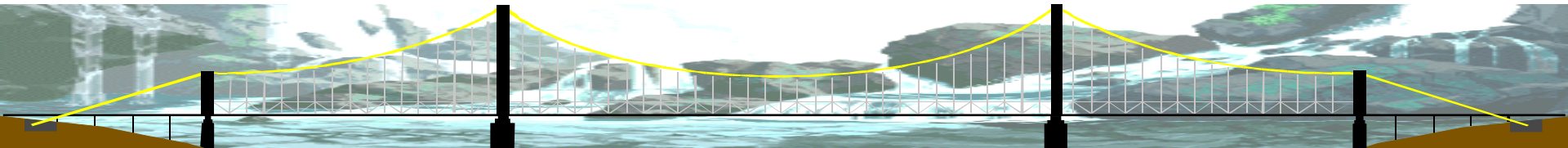
五、公路桥梁承载能力检测评定规程



3.1.4 按本规程进行检测评定时，有关作用（或荷载）及其组合在无特殊要求时宜采用设计荷载标准。

经过加固的桥梁，在承载能力检测评定时，有关作用（或荷载）及其组合宜选用加固时所采用的标准。

3.1.5 桥梁承载能力检算评定所需技术参数，宜依据竣工资料或设计文件按相关标准规范取用。对缺失技术资料的桥梁，可根据桥梁检测资料，结合参考同年代类似桥梁设计文件或标准定型图取用。





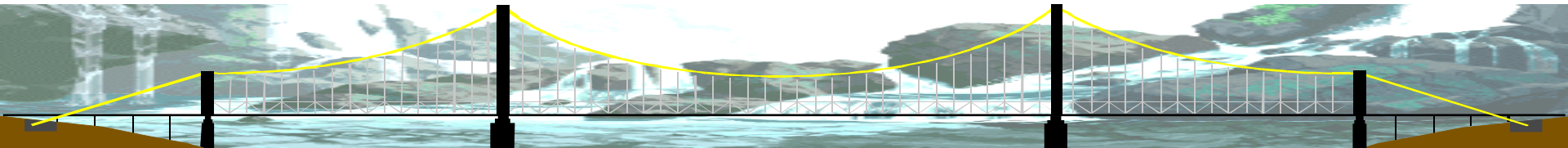
五、公路桥梁承载能力检测评定规程



3.2.1 检测评定前，应通过实地调查和桥梁检查，掌握桥梁技术状况、病害成因、使用荷载和养护维修等情况，搜集相关技术资料，确定检算技术参数。

调查的资料主要包括：

- ① 勘察设计资料，主要包括：桥位地质钻探资料及水文勘测资料、设计计算书及有关图纸、变更设计计算书及有关图纸等；
- ② 施工、监理、监控与竣工技术资料，主要包括：材料试验资料、施工记录、监理资料、施工监控资料、地基与基础试验资料、竣工图纸及其说明、交工验收资料、交工验收荷载试验报告、竣工验收有关资料等；
- ③ 养护、试验检测及维修与加固资料，主要包括：桥梁检查与检测、荷载试验资料，历次桥梁维修、加固资料，历次特别事件记载资料等；
- ④ 调查收集桥梁运营荷载的资料，包括交通量、交通组成、车重、轴重等情况。





五、公路桥梁承载能力检测评定规程

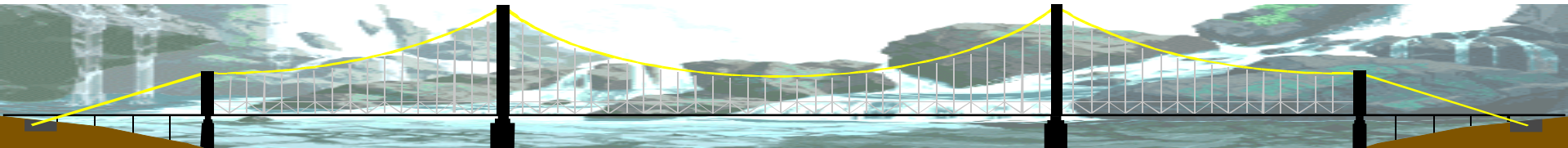


3.2.2 对选定的桥跨进行桥梁缺损状况检查评估、材质状况与状态参数检测评定和实际运营荷载状况调查，确定分项检算系数。

根据检查检测情况确定各评价指标的评定标度，通过对桥梁综合技术状况、耐久性恶化状况、结构的截面缺损状况和运营荷载状况的评价，确定结构检算系数、耐久性恶化系数、截面折减系数和活载影响修正系数。

3.2.4 作用效应与抗力效应的比值在1.0—1.2之间时，应根据本规程的有关规定通过荷载试验评定承载能力。

在保证桥梁安全的前提下，为充分发挥在用桥梁的承载潜力，对检算的作用效应大于抗力效应且超过幅度在20%以内的桥梁，应通过荷载试验进一步评定其承载能力。





五、公路桥梁承载能力检测评定规程

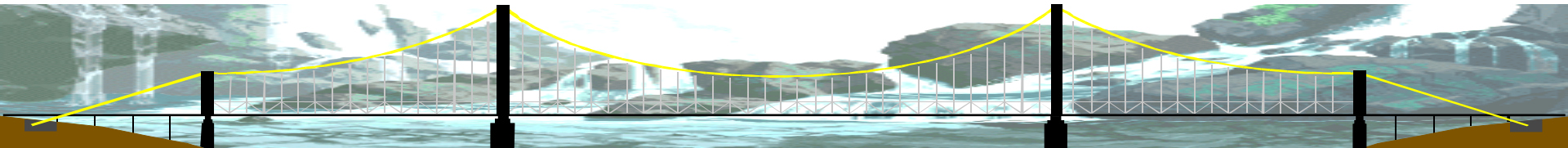


第 4 章 桥梁缺损状况检查评定

4.2.1 对需要检测评定的桥跨，应按照现行行业标准的有关规定，评定桥面系、上部和下部结构的技术状况等级。

4.2.2 桥面系、上部和下部结构的技术状况等级1、2、3、4和5，对应的缺损状况评定标度值为1、2、3、4和5。

桥梁缺损状况检查评定，主要依据《公路桥涵养护规范》（JTG H11）和《公路桥梁技术状况评定标准》（JTG/T H21），针对所选的承载能力检测评定桥跨实施。重点检查记录结构或构建缺损的类别、范围、分布特征和严重程度，并推断其发展变化趋势及其可能造成的不利影响，进而评定其技术状况等级并最终确定缺损状况评定标度值。





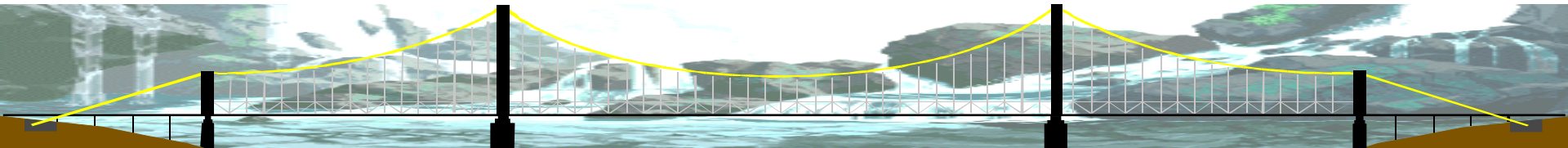
五、公路桥梁承载能力检测评定规程



第 5 章 桥梁材质状况与状态参数检测评定

5.1.1 梁桥应测定桥跨结构纵向线形和墩(台)顶的竖向和水平变位；
拱桥应测定拱轴线、桥面结构纵向线形和墩(台)顶的竖向和水平变位；
索塔应测定塔顶水平变位、桥面结构纵向线形和主缆线形。

5.1.2 桥跨结构纵向线形，宜沿桥纵向分断面布设测点，分桥轴线和车行道上、下游边缘线3条线，按二等工程水准测量要求进行闭合水准测量。测点应布置在桥跨或桥面结构的跨径等分点截面上。对中小跨径桥梁，单跨测量截面不宜少于5个；对大跨径桥梁，单跨测量截面不宜少于9个。





五、公路桥梁承载能力检测评定规程

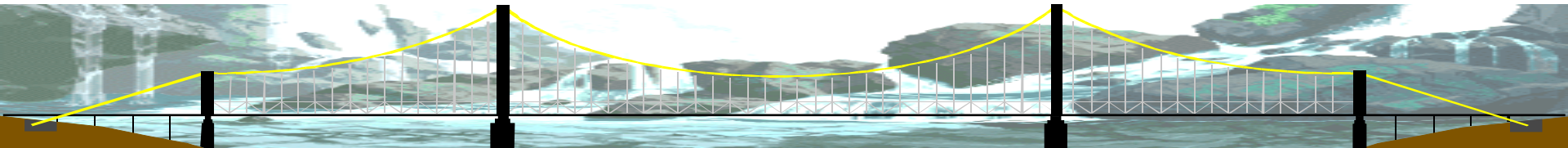


5.1.3 墩(台)顶的水平变位或塔顶水平变位,可采用悬挂垂球方法、极坐标法或其他可靠方法进行测量。

5.1.4 拱轴线和主缆线形,宜按桥跨的8等分点分别在拱背和拱腹、主缆顶面布设测点,采用极坐标法进行平面坐标和三角高程测量。

5.1.5 桥梁结构几何形态参数的实测数据,可用于确定桥梁结构持久荷载状态的变化,也可推求判定结构基础变位情况。对超静定结构,可依据实测的结构几何参数,采用模拟计算分析方法,对桥梁结构在持久荷载下的内力和变位状况作出评价。

桥梁几何形态的变化在一定程度上能反映结构内力的变化情况,如桥跨结构的下挠、墩台沉降等。对于超静定结构而言,结构几何形态的变化造成结构的次内力对结构的影响往往不可忽略,通过结构几何形态的观测,可反演出结构的内力变化情况,并为分析结构形态变化的原因提供可靠依据。





五、公路桥梁承载能力检测评定规程

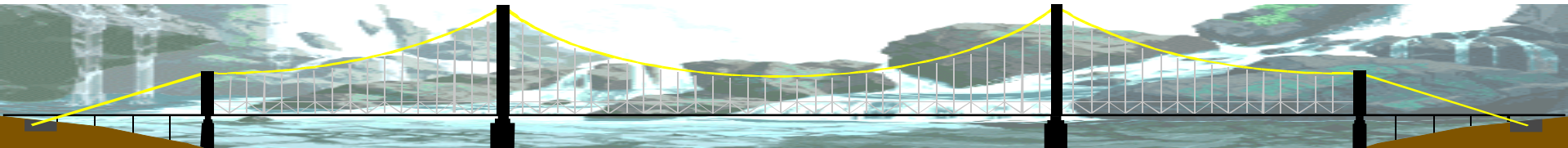


5.3 桥梁材质强度检测评定

5.3.1 对桥梁主要构件，应采用无损、半破损或钻、截取试样等方法检测其材质强度。

桥梁主要构件和次要构件的划分按照《公路桥梁技术状况评定标准》(JTC / TH21)的有关规定确定。

在用桥梁材质强度检测主要包括混凝土和钢材两类材料的材质强度检测，为减少对结构构件的损坏，应尽量采用无损检测方法进行。确有必要时方可考虑对混凝土采用半破损检测方法，对钢材采用截取试样方法。





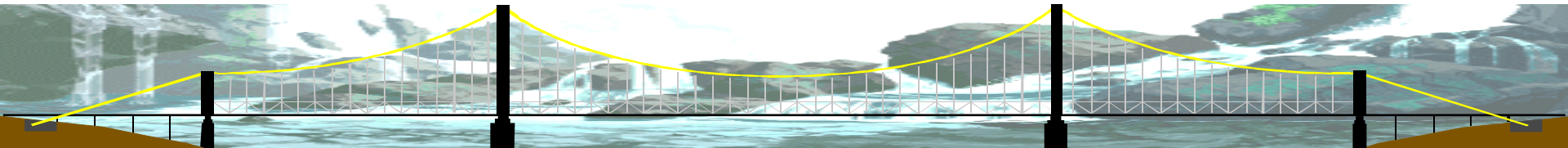
五、公路桥梁承载能力检测评定规程



5.3.2 对桥梁混凝土强度，应在主要构件或主要受力部位布置测区，采用回弹法、超声回弹综合法、取芯法等进行检测。

5.3.4 在桥梁上钻、截取试件时，应选择在主要承重构件的次要部位或次要承重构件上，并应采取措施保证结构安全；钻、截取试件后，应及时进行修复或加固处理。

取芯法检测混凝土强度时，应选择在主要构件的非主要受力部位(如T梁的横隔板)或主要受力部位的非应力控制区(如预应力连续箱梁的横隔板、翼板等)布置取芯测区，并应尽量避开受力钢筋且必须避开预应力钢筋(束)。为进行强度试验截取钢筋(或钢材)时，应选择在次要构件上，且应避开受力主筋(或主要受力部位)。





五、公路桥梁承载能力检测评定规程



5.3.5 应依据混凝土桥梁结构或构件实测强度推定值或测区平均换算强度值，按式(5.3.5-1)、式(5.3.5-2)计算其推定强度匀质系数 K_{bt} ，或平均强度匀质系数 K_{bm} ，按表5.3.5的规定确定混凝土强度评定标度。

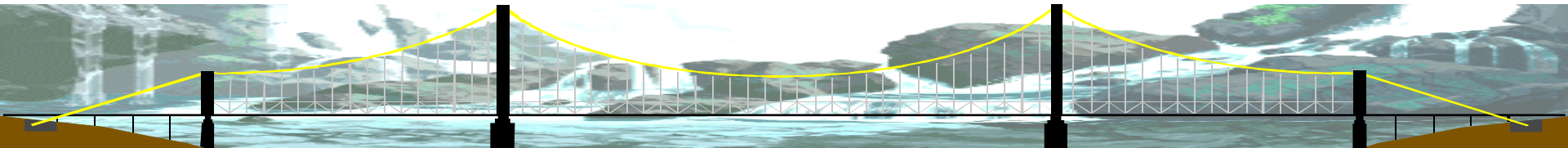
1、推定强度匀质系数：
$$K_{bt} = \frac{R_{it}}{R}$$

式中： R_{it} —混凝土实测强度推定值；

R —混凝土设计强度等级。

2、平均强度匀质系数：
$$K_{bm} = \frac{R_{im}}{R}$$

式中： R_{im} —混凝土测区平均换算强度值。



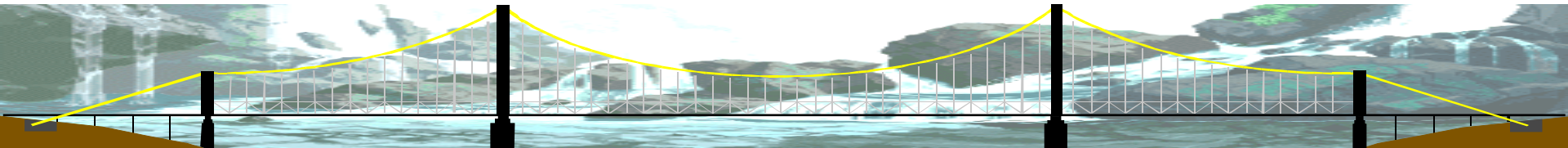


五、公路桥梁承载能力检测评定规程



表5.3.5 桥梁混凝土强度评定标准

K_{bt}	K_{bm}	强度状况	评定标度
≥ 0.95	≥ 1.00	良好	1
$(0.95, 0.90]$	$(1.00, 0.95]$	较好	2
$(0.90, 0.80]$	$(0.95, 0.90]$	较差	3
$(0.80, 0.70]$	$(0.90, 0.85]$	差	4
< 0.70	< 0.85	危险	5



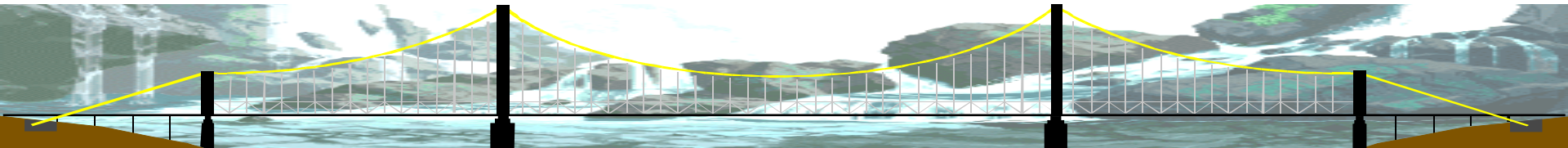


五、公路桥梁承载能力检测评定规程



例：

主梁混凝土强度推定值				
梁号	平均换算强度	平均强度匀质系数	实测推定强度	推定强度匀质系数
	(MPa)	K_{bm}	(MPa)	K_{bt}
1-1	20.88	0.84	16.83	0.67
1-2	22.76	0.91	19.03	0.76
1-3	24.17	0.97	20.13	0.81
1-4	31.00	1.24	24.16	0.97
1-5	20.35	0.81	16.57	0.66
2-1	21.68	0.87	17.93	0.72
2-2	24.53	0.98	20.00	0.80
	平均值	0.94		0.77
混凝土强度设计值(MPa)		25		
查《公路桥梁承载能力检测评定规程》(JTG/T J21-2011)表5.3.5				
	评定标度	3		4





五、公路桥梁承载能力检测评定规程



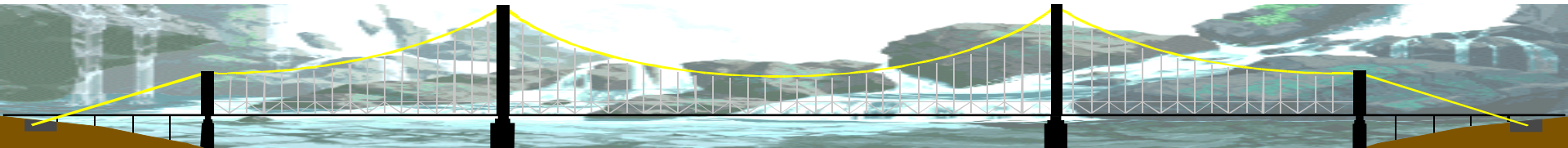
5.4 混凝土桥梁钢筋锈蚀电位检测评定

5.4.1 对混凝土桥梁主要构件或主要受力部位，应布设测区检测钢筋锈蚀电位，每一测区的测点数不宜少于20个。

5.4.2 混凝土中钢筋锈蚀电位检测宜采用半电池电位法，参考电极可采用铜 / 硫酸铜半电池电极。

5.4.3 应根据表5.4.3评定混凝土桥梁钢筋发生锈蚀的概率或锈蚀活动性。并应按照测区锈蚀电位水平最低值，确定钢筋锈蚀电位评定标度。

混凝土中钢筋锈蚀不仅影响结构耐久性，而且影响结构的安全性。钢筋锈蚀电位直观反映了混凝土中钢筋锈蚀的活动性。通过测试钢筋 / 混凝土与参考电极之间的电位差，可判断钢筋发生锈蚀的概率。通常电位差越大混凝土中钢筋发生锈蚀的可能性越大。





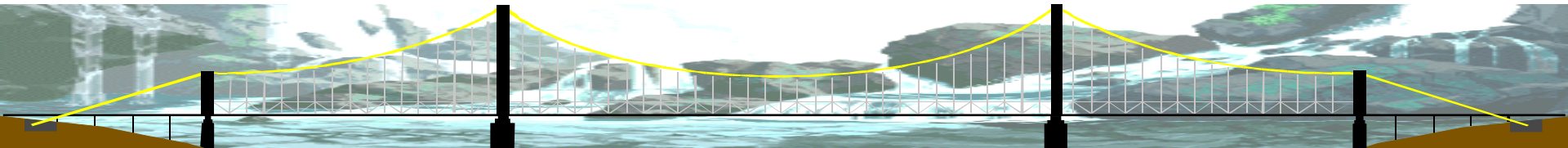
五、公路桥梁承载能力检测评定规程



表5.4.3 混凝土桥梁钢筋锈蚀电位评定标准

电位水平(mV)	钢 筋 状 况	评定标度
≥ -200	无锈蚀活动性或锈蚀活动性不确定	1
$(-200, -300]$	有锈蚀活动性, 但锈蚀状态不确定, 可能坑蚀	2
$(-300, -400]$	有锈蚀活动性, 发生锈蚀概率大于90%	3
$(-400, -500]$	有锈蚀活动性, 严重锈蚀可能性极大	4
< -500	构件存在锈蚀开裂区域	5

注: 量测时, 混凝土桥梁结构或构件应为自然状态





五、公路桥梁承载能力检测评定规程

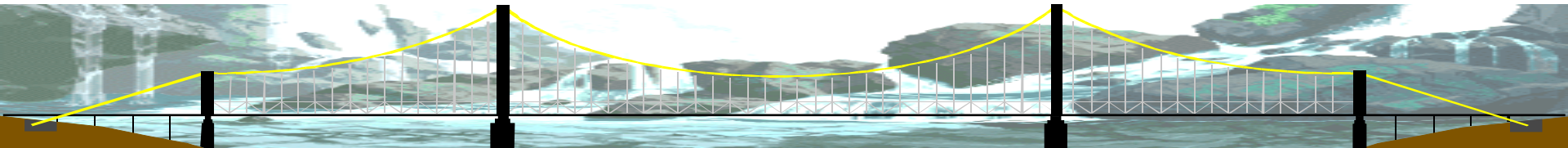


5.5 混凝土桥梁氯离子含量检测评定

5.5.1 对钢筋锈蚀电位评定标度值为3、4、5的主要构件或主要受力部位，应布置测区测定混凝土中氯离子含量及其分布，每一被测构件测区数量不宜少于3个。

5.5.2 混凝土中的氯离子含量，可采用在结构构件上钻取不同深度的混凝土粉末样品的方法通过化学分析进行测定。

5.5.3 应根据混凝土中钢筋处氯离子含量，按表5.5.3评判其诱发钢筋锈蚀的可能性。并应按照测区最高氯离子含量值，确定混凝土氯离子含量评定标度。



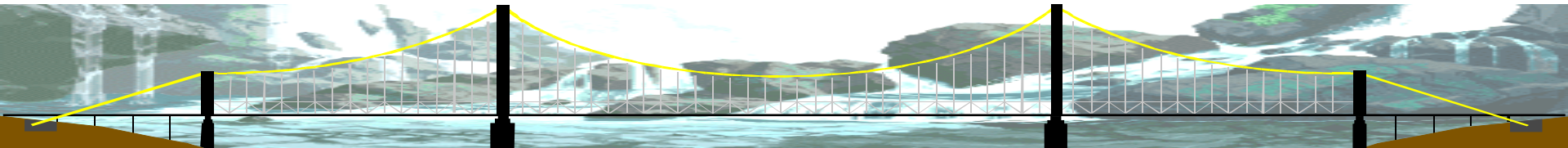


五、公路桥梁承载能力检测评定规程



表5.5.3 混凝土氯离子含量评定标准

氯离子含量 (占水泥含量的百分比)	诱发钢筋锈蚀的可能性	评定标度
< 0.15	很小	1
$[0.15, 0.40)$	不确定	2
$[0.40, 0.70)$	有可能诱发钢筋锈蚀	3
$[0.70, 1.00)$	会诱发钢筋锈蚀	4
≥ 1.00	钢筋锈蚀活化	5





五、公路桥梁承载能力检测评定规程



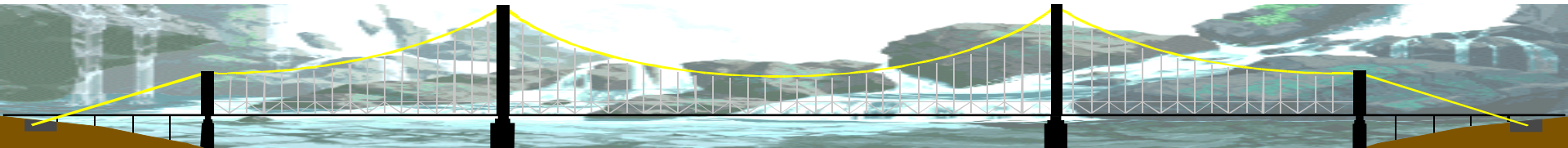
5.6 混凝土桥梁电阻率检测评定

5.6.1 对钢筋锈蚀电位评定标度值为3、4、5的主要构件或主要受力部位，应进行混凝土电阻率测量。被测构件或部位的测区数量不宜少于30个。

5.6.2 混凝土电阻率宜采用四电极法检测。

5.6.3 应根据表5.6.3评定钢筋锈蚀速率，按照测区电阻率最小值确定混凝土电阻率评定标度。

混凝土电阻率反映了混凝土的导电性能，可间接评判钢筋的可能锈蚀速率。通常混凝土电阻率越小，混凝土导电的能力越强，钢筋锈蚀发展速度越快。





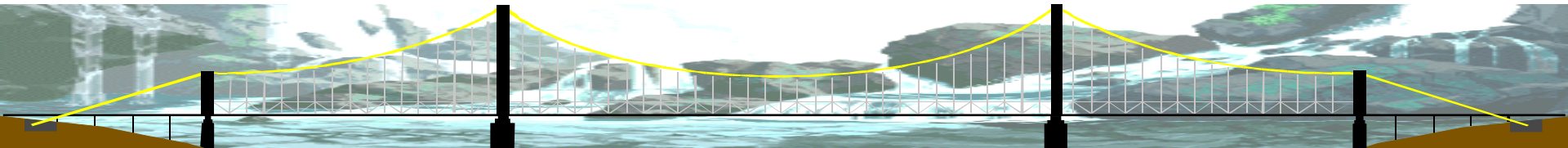
五、公路桥梁承载能力检测评定规程



表5.5.3 混凝土氯离子含量评定标准

电阻率 ($\Omega \cdot \text{cm}$)	可能的锈蚀速率	评定标度
≥ 20000	很慢	1
$[15000, 20000)$	慢	2
$[10000, 15000)$	一般	3
$[5000, 10000)$	快	4
< 5000	很快	5

注：量测时，混凝土桥梁结构或构件应为自然状态





五、公路桥梁承载能力检测评定规程

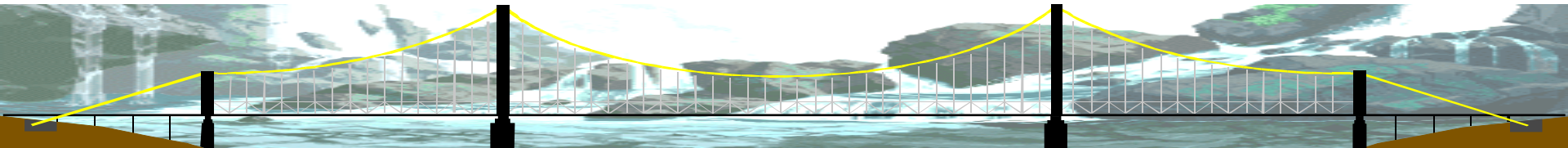


5.7 混凝土桥梁碳化状况检测评定

5.7.1 对钢筋锈蚀电位评定标度值为3、4、5的主要构件或主要受力部位，应进行混凝土碳化状况检测。被测构件或部位的测区数量不应少于3个或混凝土强度测区数量的30%；

5.7.2 混凝土碳化状况可采用在混凝土新鲜断面观察酸碱指示剂反应厚度的方法测定。

5.7.3 应根据测区混凝土碳化深度平均值与实测保护层厚度平均值的比值 K_c ，按表5.7.3的规定确定混凝土碳化评定标度。



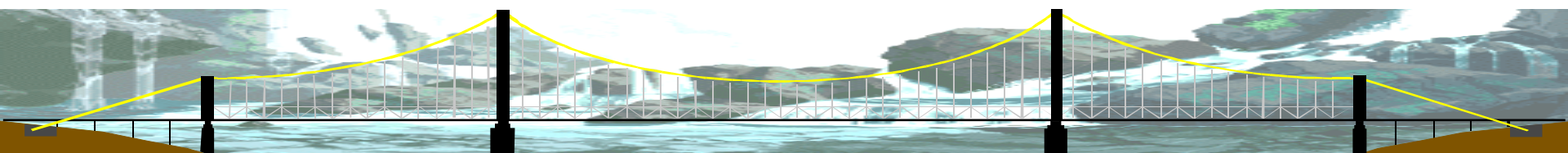


五、公路桥梁承载能力检测评定规程



表5.7.3 混凝土碳化评定标准

K_c	评定标度	K_c	评定标度
< 0.5	1	$[1.5, 2.0)$	4
$[0.5, 1.0)$	2	≥ 2.0	5
$[1.0, 1.5)$	3		





五、公路桥梁承载能力检测评定规程



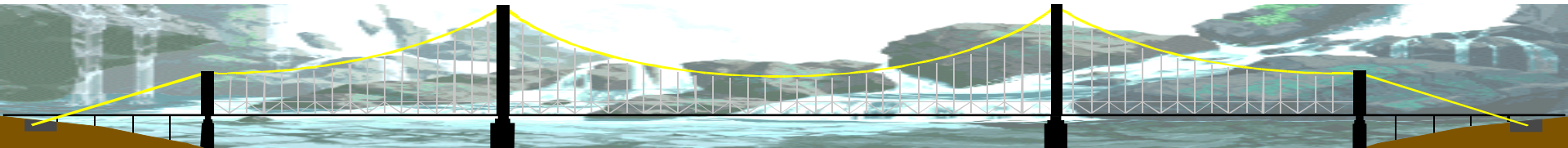
5.8 混凝土桥梁钢筋保护层厚度检测评定

5.8.1 混凝土桥梁钢筋保护层厚度检测应包括钢筋位置和混凝土保护层厚度测量，对缺失资料的桥梁还应包括钢筋直径估测。

5.8.2 混凝土桥梁钢筋保护层厚度检测部位应包括：

- ① 主要构件或主要受力部位；
- ② 钢筋锈蚀电位测试结果表明钢筋可能锈蚀活化的部位；
- ③ 发生钢筋锈蚀胀裂的部位；
- ④ 布置混凝土碳化测区的部位。

5.8.3 混凝土桥梁钢筋保护层厚度可采用电磁检测方法进行无损检测。对于缺失资料的桥梁，可在结构非主要受力部位采用局部破损的方法进行校验。





五、公路桥梁承载能力检测评定规程



5.8.4 检测构件或部位的钢筋保护层厚度平均值按下式计算：

$$\overline{D}_n = \frac{\sum_{i=1}^n D_{ni}}{n}$$

式中： D_{ni} —钢筋保护层厚度实测值，精确至0.1mm；

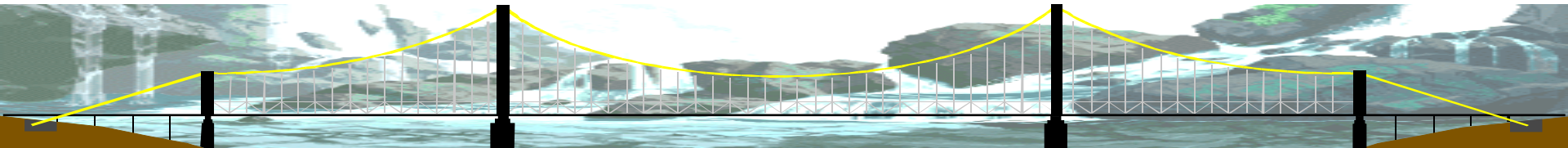
n —检测构件或部位的测点数。

5.8.5 检测构件或部位的钢筋保护层厚度特征值下式计算：

$$D_{ne} = \overline{D}_n - K_p S_D$$

式中： S_D —钢筋保护层厚度实测值标准差，精确至0.1mm；

K_p —判定系数，按规范表5.8.5取用。





五、公路桥梁承载能力检测评定规程



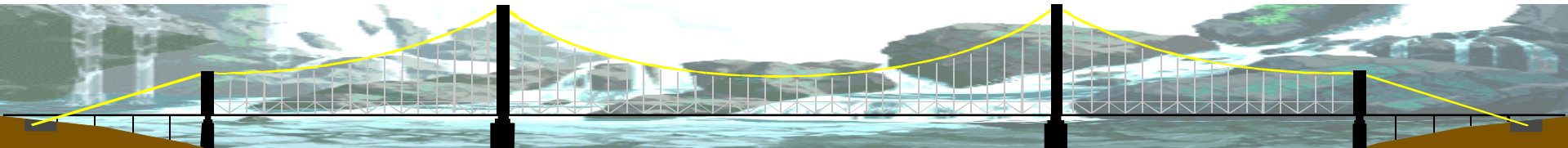
表5.8.5 混凝土碳化评定标准

n	10—15	16—24	≥ 25
K_p	1.695	1.645	1.595

5.8.6 应根据检测构件或部位的钢筋保护层厚度特征值 D_{ne} 与设计值 D_{nd} 的比值，按表5.8.6的规定确定钢筋保护层厚度评定标度。

表5.8.6 钢筋保护层厚度评定标准

D_{ne}/D_{nd}	对结构钢筋耐久性的影响	评定标度
> 0.95	影响不显著	1
$(0.85, 0.95]$	有轻度影响	2
$(0.70, 0.85]$	有影响	3
$(0.55, 0.70]$	有较大影响	4
≤ 0.55	钢筋易失去碱性保护，发生锈蚀	5





五、公路桥梁承载能力检测评定规程



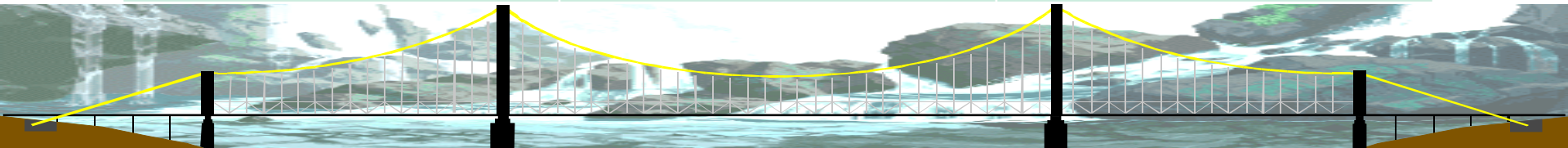
5.9 桥梁结构自振频率检测评定

5.9.1 桥梁自振频率检测，测点应布置在桥梁上、下部结构振型的峰、谷点，进行多点多方向的测量。

5.9.2 宜根据实测自振频率 f_{mi} 与理论计算频率 f_{di} 的比值，按表5.9.2的规定确定自振频率评定标度。

表5.9.2 桥梁自振频率评定标准

上部结构 f_{mi} / f_{di}	下部结构 f_{mi} / f_{di}	评定标度
≥ 1.1	≥ 1.2	1
$[1.00, 1.10)$	$[1.00, 1.20)$	2
$[0.90, 1.00)$	$[0.95, 1.00)$	3
$[0.75, 0.90)$	$[0.80, 0.95)$	4
< 0.75	< 0.80	5





五、公路桥梁承载能力检测评定规程



5.11 桥梁基础与地基检测评定

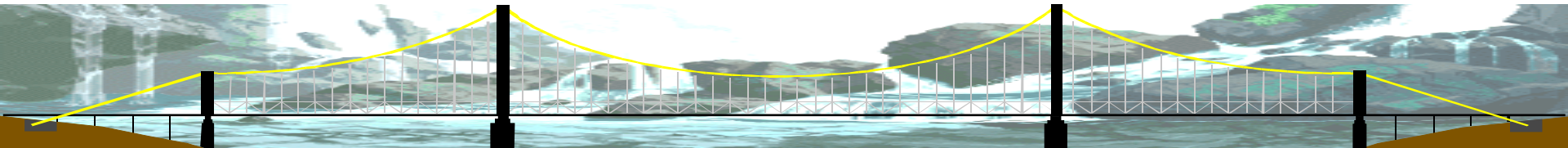
5.11.1 桥梁基础变位检测评定应包括以下三个方面：

- ① 基础的竖向沉降、水平变位和转角；
- ② 相邻基础的沉降差；
- ③ 基础的不均匀沉陷、滑移、倾斜和冻拔等。

5.11.3 对桥梁基础变位应从下列两个方面进行评定：

① 基础变位是否趋于稳定。若基础变位尚未稳定，应设立永久性观测点，定期进行控制检测。

② 基础变位是否超出设计期望值。若超出设计期望值，除应检算评定基础变位对上部结构的不利影响外，还应对地基进行探查，检算评定其承载能力。





五、公路桥梁承载能力检测评定规程

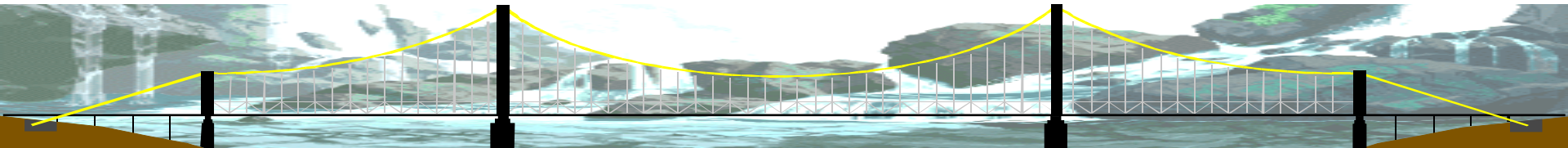


第 6 章 桥梁结构检算要点

6.1 一般规定

6.1.1 在用桥梁结构检算宜遵循桥梁设计规范。在规范无明确规定的情况下，在用桥梁结构检算也可采用为科研所证实的其他可靠方法。

桥梁结构检算原则上按照桥梁设计规范进行。对设计规范未涵盖的特殊结构桥梁和由于结构损伤造成设计规范规定的计算方法难以适用的桥梁，可采用通过技术鉴定和经工程实际应用验证的可靠分析方法。





五、公路桥梁承载能力检测评定规程

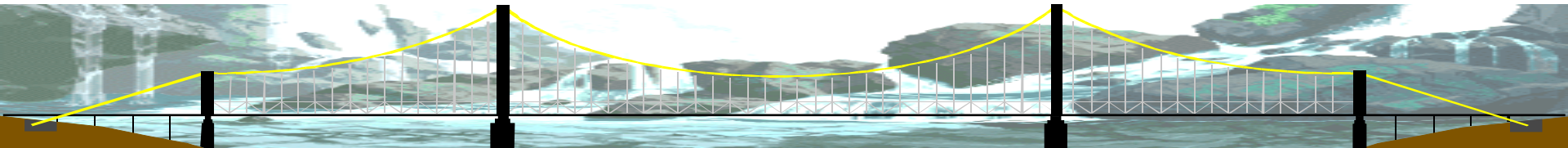


6.1.2 桥梁结构检算宜依据竣工资料或设计资料，并应与桥梁实际情况进行核对修正。对缺失资料的桥梁，可根据桥梁检测结果，参考同年代类似桥梁的设计资料或标准定型图进行检算。

结构检算时，应根据桥梁调查和检测情况确定检算所取用的技术参数与桥梁实际的符合性。必要时，应根据结构的预应力状况、恒载分布状况、几何线形、结构尺寸和开裂状况等方面的检测评定结果，对模型的边界条件、结构初始状态等进行调整。

6.1.3 桥梁结构检算应针对结构主要控制截面、薄弱部位和出现严重缺损部位。

6.1.4 对受力复杂的构件或部位，应进行空间结构检算。





五、公路桥梁承载能力检测评定规程

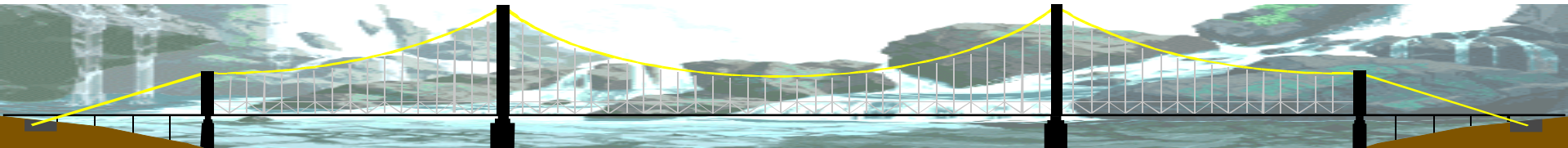


6.4 混凝土梁桥检算要点

6.4.1 混凝土梁桥应检算板(梁)跨中正弯矩、支点附近最不利剪力、跨径 $1/4$ 截面附近最不利弯剪组合效应、连续梁墩顶负弯矩和桥面板局部强度。

6.4.2 变截面连续梁桥和T形刚构桥, 除应符合6.4.1的规定外, 还应检算梁高较小的腹板厚度变化区截面弯剪组合效应和牛腿处的剪力效应。

6.4.3 对少设或不设横隔板的宽箱薄壁梁, 应检算畸变应力和横向弯曲应力。





五、公路桥梁承载能力检测评定规程



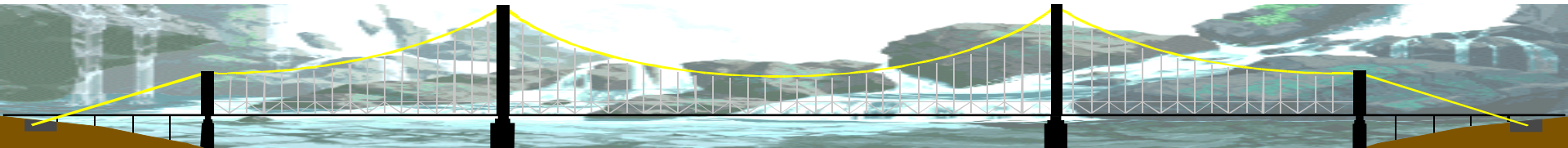
第 7 章 桥梁承载能力评定

7.1 一般规定

7.1.1 对在用桥梁，应从结构或构件的强度、刚度、抗裂性和稳定性四个方面进行承载能力检测评定。

在用桥梁承载能力评定包括持久状况下承载能力极限状态和正常使用极限状态。承载能力极限状态针对的是结构或构件的截面强度和稳定性，正常使用极限状态主要针对结构或构件的刚度和抗裂性。

7.1.3 配筋混凝土桥梁在计算桥梁结构承载能力极限状态的抗力效应时，应根据桥梁试验检测结果，采用引入检算系数 Z_1 或 Z_2 、承载能力恶化系数 ξ_e 、截面折减系数 ξ_s 和 ξ_c 的方法进行修正计算。

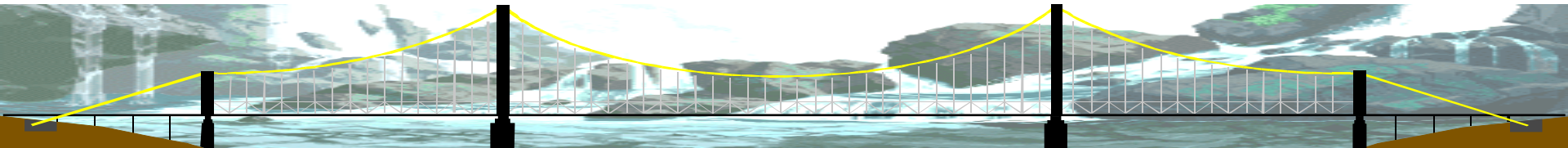




五、公路桥梁承载能力检测评定规程



本规程以基于概率理论的极限状态设计方法为基础，采用引入分项检算系数修正极限状态设计表达式的方法，对在用桥梁承载能力进行检测评定。分项检算系数主要包括：反映桥梁总体技术状况的检算系数 Z_1 或 Z_2 ；考虑结构有效截面折减的截面折减系数 ξ_s 和 ξ_c ；考虑结构耐久性影响因素的承载能力恶化系数 ξ_e ；反映实际通行汽车荷载变异的活载影响系数 ξ_q 。主要依据圬工结构桥梁、配筋混凝土桥梁和钢结构桥梁的材料组成特点，引入不同的分项检算系数修正极限状态设计表达式。





五、公路桥梁承载能力检测评定规程



7.3 配筋混凝土桥梁承载能力评定

7.3.1 配筋混凝土桥梁承载能力极限状态，应根据桥梁检测结果按下式进行计算评定。 $\gamma_0 S \leq R(f_d, \xi_c a_{bc}, \xi_s a_{ds}) Z_1 (1 - \xi_e)$

式中： γ_0 —结构的重要性系数；

S —荷载效应函数；

$R(\bullet)$ —抗力效应函数；

f_d —材料强度设计值；

a_{dc} —构件混凝土几何参数值；

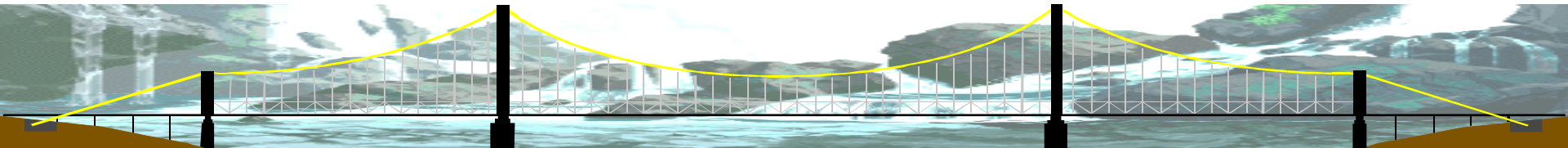
a_{ds} —构件钢筋几何参数值；

Z_1 —承载能力检算系数；

ξ_e —承载能力恶化系数；

ξ_c —配筋混凝土结构的截面折减系数；

ξ_s —钢筋的截面折减系数。





五、公路桥梁承载能力检测评定规程



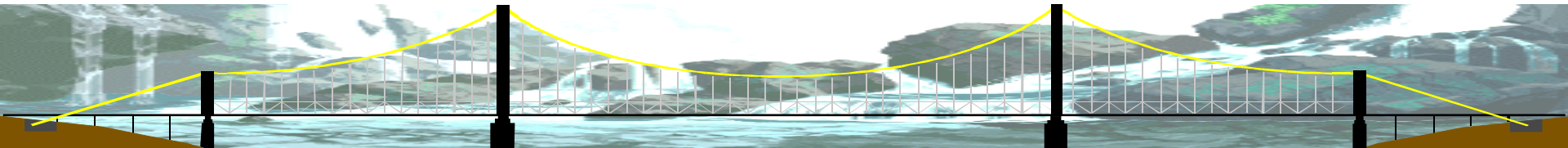
例：以钢筋混凝土桥梁为例，依据《公路桥梁承载能力检测评定规程》

(7.3.1式) $\gamma_0 S \leq R(f_d, \xi_c a_{dc}, \xi_s a_{ds}) Z_I (1 - \xi_e)$ 检测结果及评定步骤如下：

(1) 确定检算系数 Z_I

① 主梁混凝土强度 (C25)

检测结果强度评定标度取 (4) 。





五、公路桥梁承载能力检测评定规程



(1) 确定检算系数 Z_1

② 表观缺损检测指标

表面缺损状况评定依据《公路桥梁承载能力检测评定规程》JTG/T J21-2011进行评定。主梁各项检测结果评定标度如下：

主梁钢筋锈蚀检测结果评定标度为（5）；

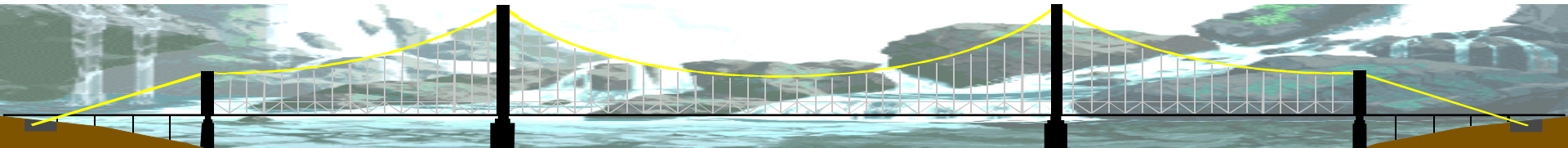
主梁混凝土电阻率检测结果评定标度为（4）；

混凝土氯离子含量检测结果评定标度为（4）；

混凝土碳化深度检测结果评定标度为（3）；

钢筋保护层厚度检测结果评定标度为（3）。

所以本实例主梁表面缺损状况检测结果最终评定标度取最不利结果（5）。





五、公路桥梁承载能力检测评定规程



(1) 确定检算系数 Z_1

③ 自振频率

上部结构实测一阶频率 $f_{mi}=3.056\text{Hz}$ ，结构理论计算一阶频率 $f_{di}=3.245\text{Hz}$ ， $f_{mi}/f_{di}=0.942$ ，查《公路桥梁承载能力检测评定规程》表5.9.2评定标度为（3）。

④ 检算系数评定标度D

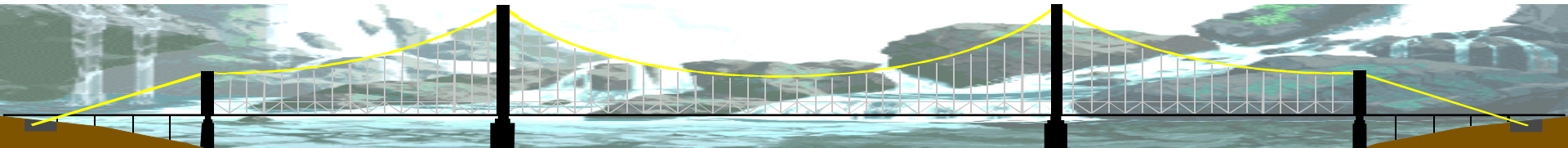
$$D = \sum \alpha_j D_j$$

依据《公路桥梁承载能力检测评定规程》（7.7.1式）计算检算系数评定标度D。 α_j 查表7.7.1-1

检算系数评定标度 $D=4.1$

D计算

根据检算系数评定标度D，查《公路桥梁承载能力检测评定规程》表7.7.1-2，结构为受弯构件 $D=4$ 时， $Z_1=0.90$ 、 $D=5$ 时， $Z_1=0.80$ ，内插得 $D=4.1$ 时， $Z_1=0.89$ 。





五、公路桥梁承载能力检测评定规程



(2) 计算承载力恶化系数 ξ_e 。

依据《公路桥梁承载能力检测评定规程》表7.7.4-1，计算桥梁结构或构件恶化状况评定标度E。

$$E = \sum_{j=1}^7 E_j \alpha_j$$

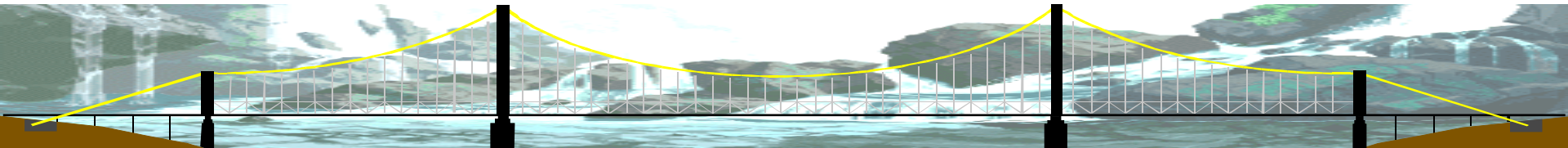
E计算

构件恶化状况评定标度 E=4.11

桥址所处的环境条件为干、湿交替、不冻地区，且无侵蚀性介质。

查《公路桥梁承载能力检测评定规程》表7.7.4-2，当恶化状况评定标度E=4.11时， $\xi_e=0.1255$ 。

中间内插。





五、公路桥梁承载能力检测评定规程



(3) 计算截面折减系数（混凝土 ξ_c 、钢筋 ξ_s ）

① 混凝土截面折减系数 ξ_c

依照《公路桥梁承载能力检测评定规程》第7.7.5条计算材料风化、碳化、物理与化学损伤三项检测指标的评定标度R。

本实例桥材料风化状况评定标度5（按《公路桥梁承载能力检测评定规程》表7.7.5-1确定）；

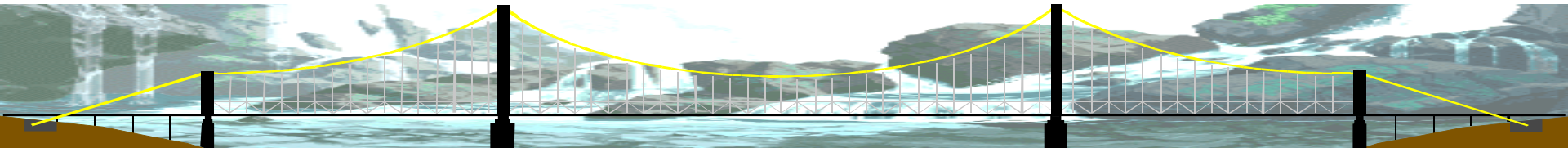
物理与化学损伤评定标度为5（按《公路桥梁承载能力检测评定规程》表7.7.5-2确定）；

按下式计算得R

R计算

构件截面损伤的综合评定标度 $R=4.20$

查《公路桥梁承载能力检测评定规程》表7.7.5-4得到 $\xi_c=0.85$ 。





五、公路桥梁承载能力检测评定规程



(3) 计算截面折减系数（混凝土 ξ_c 、钢筋 ξ_s ）

② 钢筋截面折减系数 ξ_s

钢筋截面折减系数依据《公路桥梁承载能力检测评定规程》表 7.7.6 进行确定。

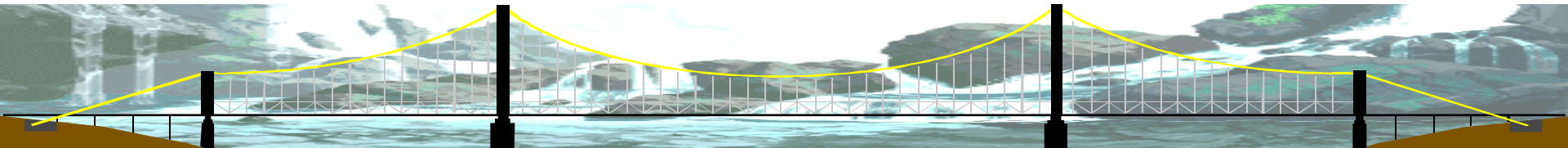
本列中钢筋锈蚀严重，引起混凝土保护层剥落，钢筋外露，钢筋截面损失状况对应于评定标度为 5。

由表 7.7.6 的 $\xi_s = 0.8$

(4) 确定桥梁承载能力

依据《公路桥梁承载能力检测评定规程》第 7.3.1 条中的 7.3.1 式进行承载能力的评定。

$$\gamma_0 S \leq R(f_d, \xi_c a_{dc}, \xi_s a_{ds}) Z_1 (1 - \xi_e)$$





五、公路桥梁承载能力检测评定规程



(4) 确定桥梁承载能力

① 设计荷载效应 ($\gamma_0 S$)

$\gamma_0 S$ 由《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60-2004) 第4.1.6条确定。

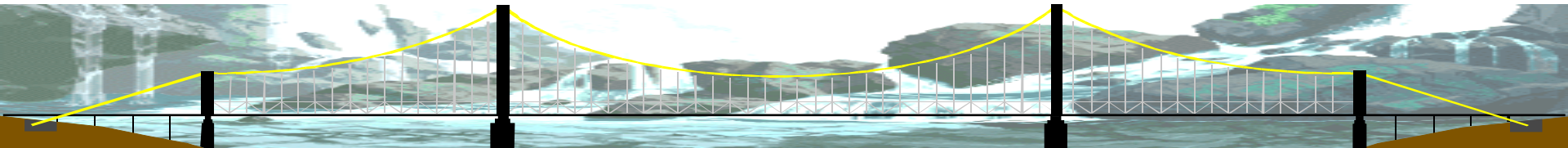
$$\gamma_0 S = \gamma_0 \left(\sum_{i=1}^m \gamma_{Gi} S_{Gik} + \gamma_{Q1} S_{Q1k} + \psi_c \sum_{j=2}^n \gamma_{Qj} S_{Qjk} \right)$$

本例中假定恒载引起的结构跨中弯矩设计值为316kN·m、汽车荷载引起的结构跨中弯矩设计值为470kN·m，其他可变荷载不计，结构重要系数取1.0，计算得：

$$\gamma_0 S = 1.2 \times 316 + 1.4 \times 470 = 1037.2 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

② 结构抗力效应

$$R(f_d, \xi_c a_{dc}, \xi_s a_{ds}) \quad R(\cdot) - \text{结构抗力效应函数。}$$





五、公路桥梁承载能力检测评定规程



(4) 确定桥梁承载能力

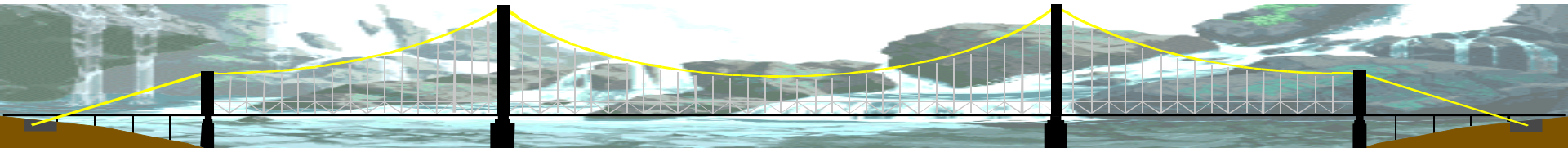
② 结构抗力效应

本例中考虑混凝土截面按0.85折减、钢筋面积按0.80折减后经过计算得到结构跨中抗力弯矩为1113kN·m，依据《公路桥梁承载能力检测评定规程》7.3.1式计算得：

$$R(f_d, \xi_c a_{dc}, \xi_s a_{ds}) Z_1 (1 - \xi_e) \\ = 1113 \times 0.89 \times (1 - 0.1255) = 869.2 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

因为 $869.2 \text{ kN}\cdot\text{m} < 1037.2 \text{ kN}\cdot\text{m}$

得出该结构的结构抗力效应小于荷载作用时的效应，所以该桥跨中截面正截面强度不能满足承载力极限状态要求，建议该桥应进行加固处理。





五、公路桥梁承载能力检测评定规程

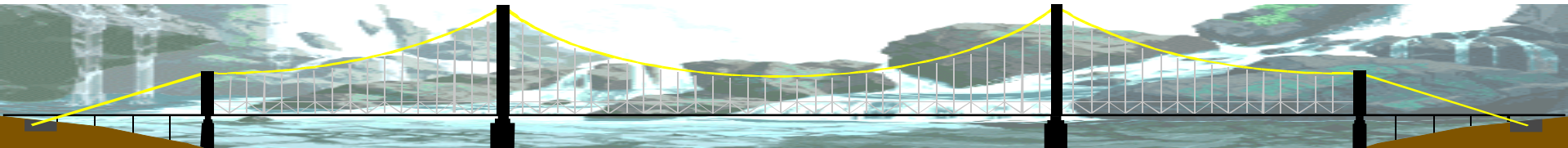


第 8 章 桥梁试验评定

8.1 一般规定

8.1.1 按本规程有关规定检算的作用效应与抗力效应的比值符合3.2.4条的规定时，应进行荷载试验评定。

实施荷载试验的主要目的是：当通过检算分析尚无法明确评定桥梁承载能力时，通过对桥梁施加静力荷载作用，测定桥梁结构在试验荷载作用下的结构响应，并据此确定检算系数 Z_2 重新进行承载能力检算评定或直接判定桥梁承载能力是否满足要求。





五、公路桥梁承载能力检测评定规程



8.1.2 静力试验荷载可按控制内力、应力或变位等效原则确定。静力荷载试验效率可按式(8.1.2)计算，宜介于0.95—1.05之间。

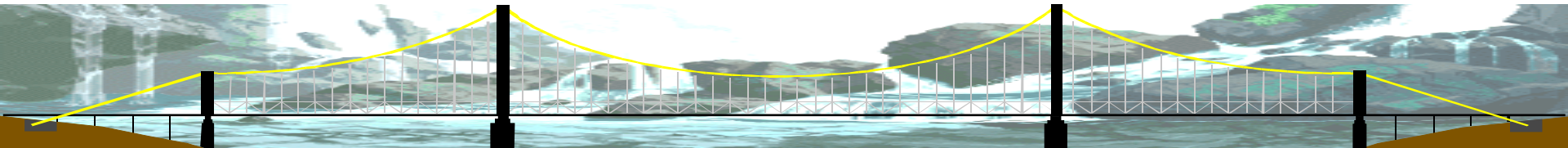
$$\eta_q = \frac{S_s}{S' \cdot (1 + \mu)}$$

式中： S_s —静力试验荷载作用下，某一加载试验项目对应的加载控制截面内力、应力或变位的最大计算效应值；

S' —检算荷载产生的同一加载控制截面内力、应力或变位的最不利效应计算值；

μ —按规范取用的冲击系数值；

η_d —静力试验荷载效率。





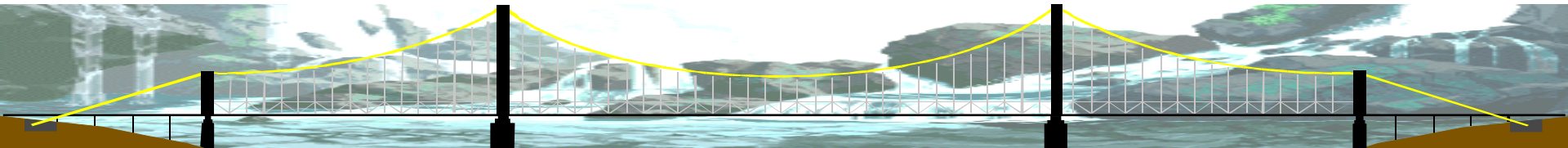
五、公路桥梁承载能力检测评定规程



8.1.3 静力荷载试验应针对检算存在疑问的构件或断面及结构**主要控制截面**进行。

静力荷载试验结构主要控制截面的选择，可按表8.1.3提出的不同类型桥梁主要加载测试项目参考选择。在满足评定桥梁承载能力的前提下，加载试验项目应抓住重点，不宜过多。

桥型	内力或位移控制截面	
简支梁桥	主要	1、跨中截面最大正弯矩和挠度； 2、支点截面最大剪力。
	附加	1、L/4截面正弯矩和挠度； 2、墩台最大垂直力。
拱桥	主要	1、拱顶截面最大正弯矩和挠度、拱脚截面最大负弯矩； 2、刚架拱上弦杆跨中正弯矩。
	附加	1、拱脚最大水平推力； 2、L/4截面最大正、负弯矩及其最大正、负挠度绝对值之和； 3、刚架拱斜腿根部截面最大负弯矩。



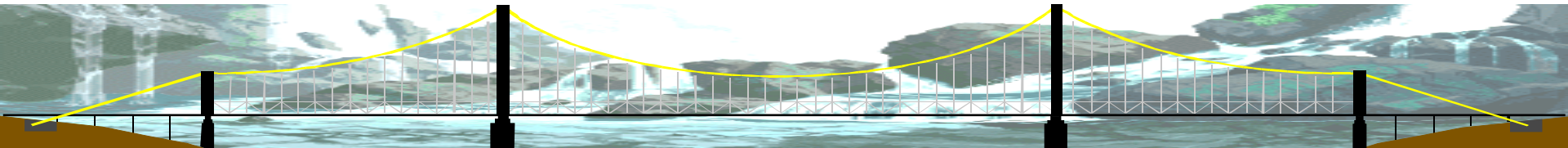


五、公路桥梁承载能力检测评定规程



8.1.4 静力试验荷载应分级加载。对结构变位或应变较大的测点，应实时绘制测点变位或应变与荷载的关系曲线，分析结构工作状态，保证结构安全。

为了获取结构试验荷载与变位的相关曲线以及防止结构意外损伤，对主要控制截面试验荷载的施加应分级进行。加载级数应根据荷载量和加载最小荷载增量而定。试验荷载应按控制截面最大内力或位移分成4-5级施加。受条件所限时，至少也应分成3级施加。在上一荷载阶段内结构应变或变位相对稳定后，方可进入下一荷载阶段。





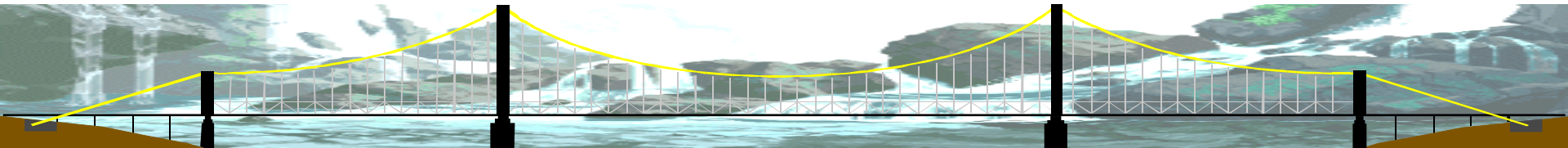
五、公路桥梁承载能力检测评定规程



8.1.5 试验过程发生下列情况时，应立刻停止加载并查找原因，在确保结构及人员安全的情况下方可继续试验：

- (1) 控制测点实测应力、变位(或挠度)已达到或超过计算的控制应力值时；
- (2) 结构裂缝的长度或缝宽急剧增加，或新裂缝大量出现，或缝宽超过允许值的裂缝大量增多时；
- (3) 拱桥沿跨长方向的实测挠度曲线分布规律与计算结果相差过大时；
- (4) 发生其他影响桥梁承载能力或正常使用的损坏时。

试验加载过程中，应有专门人员统一指挥加载的实施，及时掌握各方面情况，根据试验数据的实时处理分析以及有无试验现象等情况，安全有序实施加载计划。





五、公路桥梁承载能力检测评定规程



8.2 结构校验系数及相对残余变形计算

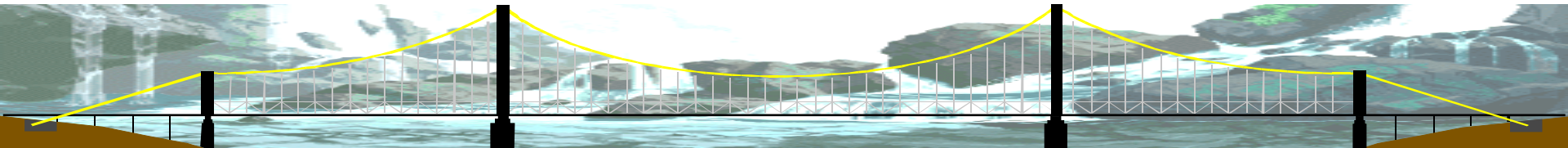
8.2.1 主要测点静力荷载试验结构校验系数 ζ ，应按下式计算：

$$\zeta = \frac{S_e}{S_s}$$

式中： S_e —试验荷载作用下主要测点的实测弹性变位或应变值；

S_s —试验荷载作用下主要测点的理论计算变位或应变值。

静力荷载试验结构校验系数 ζ ，是试验荷载作用下测点的实测弹性变位或应变值与相应的理论计算值的比值。 ζ 值小于1时，代表桥梁的实际状况要好于理论状况。





五、公路桥梁承载能力检测评定规程



8.2 结构校验系数及相对残余变形计算

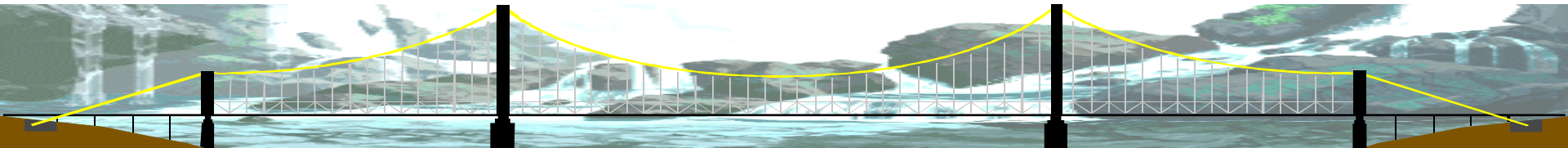
8.2.2 主要测点相对残余变位或相对残余应变 S'_p ，应按下式计算：

$$S'_p = \frac{S_p}{S_t} \times 100\%$$

式中： S_p —主要测点的实测残余变位或残余应变；

S_t —试验荷载作用下主要测点的实测总变位或总应变。

相对残余变位或相对残余应变 S'_p ，是测点实测残余变位或残余应变与对应的实测总变位或总应变的比值。 S'_p 越小，说明结构越接近弹性工作状态。





五、公路桥梁承载能力检测评定规程

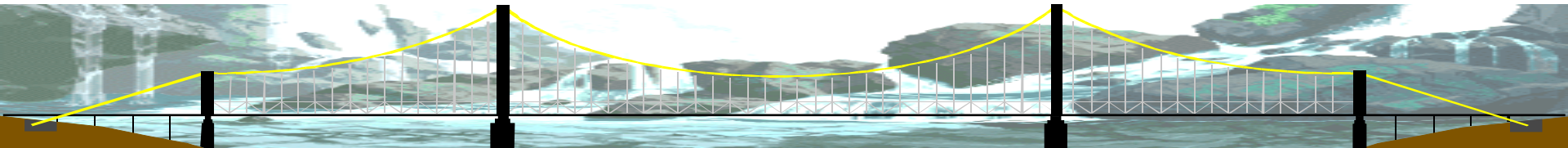


8.3 试验结果评定

8.3.1 当出现下列情况之一时，应判定桥梁承载能力不满足要求：

- (1) 主要测点静力荷载试验校验系数大于1。
- (2) 主要测点相对残余变位或相对残余应变超过20%。
- (3) 试验荷载作用下裂缝扩展宽度超过表7.3.4的限值，且卸载后裂缝闭合宽度小于扩展宽度的 $2/3$ 。
- (4) 在试验荷载作用下，桥梁基础发生不稳定沉降变位。

对在用桥梁而言，由于地基在长期荷载作用下已趋于稳定，如在试验荷载作用下，发生基础不稳定沉降变位，可直接判定其承载能力不满足要求。





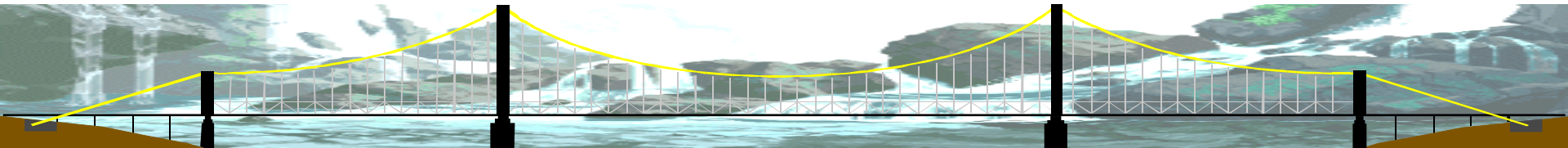
五、公路桥梁承载能力检测评定规程



第 9 章 检测评定报告编制

9.0.1 经过检测评定的桥梁应撰写桥梁承载能力检测评定报告，报告应包括但不限于内容：

- (1) 桥梁概况；
- (2) 评定目的；
- (3) 桥梁调查与检测情况；
- (4) 桥梁结构检算情况；
- (5) 典型病害成因分析；
- (6) 荷载试验及资料整理分析(未做荷载试验的桥梁略去此项)；
- (7) 桥梁承载能力评定分析；
- (8) 桥梁承载能力的评定结论及处置建议。





Thank You

wang_xingkui@163.com
13501031578

