

UDC

中华人民共和国行业标准



P

CJJ 99-2003

城市桥梁养护技术规范

Technical code of maintenance for city bridge

2003-12-04 发布

2004-03-01 实施

中华人民共和国建设部

发布

中华人民共和国行业标准

城市桥梁养护技术规范

Technical code of maintenance for city bridge

CJJ 99-2003

批准部门:中华人民共和国建设部

施行日期:2004年3月1日

中国建筑工业出版社

2003 北 京

中华人民共和国行业标准
城市桥梁养护技术规范

Technical code of maintenance for city bridge

CJJ 99 - 2003

*

中国建筑工业出版社出版、发行（北京西郊百万庄）
各地新华书店、建筑书店经销
北京市兴顺印刷厂印刷

*

开本：850 × 1168 毫米 1/32 印张：4% 字数：122 千字

2004 年 2 月第一版 2009 年 2 月第三次印刷

定价：23.00 元

统一书号：15112 · 16695

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题，可寄本社退换

（邮政编码 100037）

本社网址：[http://www. cabp. com. cn](http://www.cabp.com.cn)

网上书店：[http://www. china-building. com. cn](http://www.china-building.com.cn)

中华人民共和国建设部 公 告

第 201 号

建设部关于发布行业标准 《城市桥梁养护技术规范》的公告

现批准《城市桥梁养护技术规范》为行业标准，编号为 CJJ 99—2003，自 2004 年 3 月 1 日起实施。其中，第 3.0.12、4.3.15、4.4.3、5.4.4、5.4.10、5.6.11、5.7.2、5.8.1、5.8.6、5.9.1、5.9.6、5.9.12、6.1.3、8.0.4、11.0.1 条为强制性条文，必须严格执行。

本标准由建设部标准定额研究所组织中国建筑工业出版社出版发行。

中华人民共和国建设部

2003 年 12 月 4 日

前 言

根据建设部建标〔2002〕84号文的要求，规范编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国内先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定了本规范。

本规范的主要技术内容是：总则、符号和代号、一般规定、桥梁检测评估、上部结构养护、下部结构养护、桥梁抗震设施的养护、人行通道的养护、隧道养护、附属设施养护、超重车辆过桥措施和养护工程的检查及验收。

本规范由建设部负责管理和对强制性条文的解释，由主编单位负责具体技术内容的解释。

主编单位：北京市市政工程管理处（地址：北京市朝阳区和平里砖角楼南里，邮政编码：100013）

参编单位：上海市市政工程管理处

沈阳市市政工程养护管理处

广州市市政工程维修处

西安市市政工程管理处

清华大学土木工程系

同济大学土木工程学院

中南大学土木建筑学院

主要起草人：杨树丛 任明星 陈祖勋 冯健理

任 辉 罗时柳 王德信 聂建国

熊学玉 罗小勇 商国平 樊健生

张列学 王 岚

目 次

1	总则	1
2	符号、代号	2
2.1	符号	2
2.2	代号	2
3	一般规定	4
4	城市桥梁的检测评估	7
4.1	一般要求	7
4.2	经常性检查	8
4.3	定期检测	9
4.4	特殊检测	12
4.5	城市桥梁技术状况评估方法	14
5	上部结构养护	19
5.1	桥面系	19
5.2	伸缩装置	21
5.3	桥梁支座	23
5.4	钢筋混凝土及预应力混凝土桥梁	25
5.5	圬工拱桥	27
5.6	钢结构梁	28
5.7	钢-混凝土组合梁	34
5.8	吊桥和吊杆拱桥	35
5.9	斜拉桥	37
6	下部结构养护	42
6.1	墩台	42
6.2	基础	43
7	城市桥梁抗震设施的养护	45

8	人行通道养护	46
9	隧道养护	47
10	附属设施养护	50
10.1	排水设施	50
10.2	防护设施	50
10.3	挡墙、护坡	51
10.4	人行天桥的附属物	51
10.5	声屏障、灯光装饰	51
10.6	调治构造物	52
10.7	桥头搭板	52
11	超重车辆过桥措施	53
12	养护工程的检查及验收	54
附录 A	城市桥梁日常巡检日报表	56
附录 B	城市桥梁资料卡	57
附录 C	城市桥梁设备量年报表	60
附录 D	评分等级、扣分表	61
附录 E	城市桥梁监控测试	75
附录 F	结构定期检测现场记录表	77
附录 G	伸缩装置定位计算	81
	本规范用词说明	84
	条文说明	85

1 总 则

1.0.1 为加强城市桥梁的养护工作，维护城市桥梁设施，保障城市桥梁完好和安全运行，提高城市桥梁的养护水平，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于已竣工验收后交付使用的城市桥梁的养护，不适用于轻轨高架桥梁的养护。

1.0.3 城市桥梁的养护除应执行本规范外，尚应符合国家现行有关强制性标准的规定。

2 符号、代号

2.1 符 号

2.1.1 L ——相邻墩台间跨径长度。

2.1.2 计算伸缩装置间距的符号：

B ——安装宽度；

$B_{\min}$ ——伸缩装置产品最小标准安装宽度；

E ——混凝土弹性模量；

$T_{\max}$ ——本地区最高气温；

$T_{\min}$ ——本地区最低气温；

T_{set} ——伸缩装置安装时的温度；

α ——材料的膨胀系数；

β ——混凝土收缩徐变的递减系数；

ϕ ——混凝土徐变系数；

ϵ ——混凝土收缩应变；

l ——相邻伸缩装置之间的长度（多跨连续梁结构为各跨长度的总和）；

Δl_c ——徐变引起的长度变化；

Δl_s ——混凝土干燥引起的收缩量；

Δl_t ——温度变化引起梁体总的伸缩量；

Δl_t^+ ——温度升高引起梁体的伸长度；

Δl_r ——可变荷载引起梁头转角位移量；

Δl_0 ——伸缩装置基本伸缩量。

2.2 代 号

2.2.1 BCI （Bridge Condition Index）Ⅱ～Ⅴ类城市桥梁状况指

数，以表征桥梁结构的完好程度。

2.2.2 PU 表示用聚氨酯弹性体制成包裹在 PE 护层外的彩色拉索护层。

2.2.3 PE 表示用掺入 2% ~ 5% 碳黑的高密度聚乙烯，用于制作拉索护层。

3 一般规定

3.0.1 城市桥梁的养护应包括城市桥梁及其附属设施的检测评估、养护工程及建立档案资料。

3.0.2 城市桥梁应根据类别、等级和技术级别进行养护。

3.0.3 根据城市桥梁在道路系统中的地位，城市桥梁养护类别宜分为以下五类：

I 类养护的城市桥梁——特大桥梁及特殊结构的桥梁。

II 类养护的城市桥梁——城市快速路网上的桥梁。

III 类养护的城市桥梁——城市主干路上的桥梁。

IV 类养护的城市桥梁——城市次干路上的桥梁。

V 类养护的城市桥梁——城市支路和街坊路上的桥梁。

3.0.4 根据各类桥梁在城市中的重要性，本着“保证重点，养好一般”的原则，城市桥梁养护等级宜分为 I 等、II 等、III 等。养护等级及养护、巡检要求应符合下列规定：

1 I 等养护的城市桥梁应为 I ~ III 类养护的城市桥梁及 IV、V 类养护的城市桥梁中的集会中心、繁华地区、重要生产科研区及游览地区附近的桥梁。应重点养护，巡检周期不应超过 1d。

2 II 等养护的城市桥梁应为 IV、V 类养护的城市桥梁中区域集会点、商业区及旅游路线或市区之间的联络线、主要地区或重点企业所在地附近的桥梁，应有计划地进行养护，巡检周期不宜超过 3d。

3 III 等养护的城市桥梁应为 V 类养护的城市桥梁及居民区、工业区的主要道路上的桥梁。可一般养护，巡检周期可在 7d 之间。

3.0.5 根据城市桥梁技术状况、完好程度，对不同养护类别，其完好状态等级划分及养护要求应符合下列规定：

1 I 类养护的城市桥梁完好状态宜分为两个等级：

合格级——桥梁结构完好或结构构件有损伤，但不影响桥梁安全。应进行保养、小修。

不合格级——桥梁结构构件损伤，影响结构安全。应立即修复。

2 II ~ V 类城市桥梁完好状态宜分为五个等级：

A 级——完好状态，BCI 达到 90 ~ 100，应进行日常保养。

B 级——良好状态，BCI 达到 80 ~ 89，应进行日常保养和小修。

C 级——合格状态，BCI 达到 66 ~ 79，应进行专项检测后保养、小修。

D 级——不合格状态，BCI 达到 50 ~ 65，应检测后进行中修或大修工程。

E 级——危险状态，BCI 小于 50，应检测评估后进行大修、加固或改扩建工程。

3.0.6 城市桥梁的养护工程宜分为保养、小修；中修工程；大修工程；加固、改扩建工程；

1 保养、小修——对管辖范围内的城市桥梁进行日常维护和小修作业。

2 中修工程——对城市桥梁的一般性损坏进行修理，恢复城市桥梁原有的技术水平和标准的工程。

3 大修工程——对城市桥梁的较大的损坏进行综合治理，全面恢复到原有技术水平和标准的工程及对桥梁结构维修改造的工程。

4 加固、改扩建工程——对城市桥梁因不适应现有的交通量、载重量增长的需要及桥梁结构严重损坏，需恢复和提高技术等级标准，显著提高其运行能力的工程。

3.0.7 城市桥梁养护部门应建立养护档案，并应符合下列规定：

1 城市桥梁养护档案应以一座桥梁为单位建档。

2 养护档案应包括下列内容：桥梁主要技术资料，施工竣

工资料、养护技术文件，巡检、检测、测试资料、桥梁自振频率、桥上架设管线等技术文件及相关资料。

3 养护档案管理工作宜逐步实行电子化、数据化、利用多媒体技术，有条件的城市可建立信息管理系统、数据库。

3.0.8 城市桥梁应安全、完好、整洁；夜间照明应符合有关标准的要求；各种指示标志应齐全、清晰。人行天桥、立交、高架路、隧道、通航河道上的桥梁必须设桥下限高的交通标志；立交、跨河桥应设限载牌。

3.0.9 隧道的防水、排水、通风、照明、防火和防汛等设施，必须齐全有效。

3.0.10 I类养护的城市桥梁，必须设专人负责日常巡检，每季度定期检测；有条件的城市可采用自动化监测系统设点测控，应随时掌握桥梁技术状况和中长期发展趋势。

3.0.11 城市桥梁装饰、灯光装饰和绿化应统一安排、整体规划，不得影响桥梁检修保养和影响桥梁耐久性；不得危及桥梁、车辆、行人的安全。

3.0.12 在城市桥梁上增加静荷载（构筑物、风雨篷、广告牌、管线等）必须满足桥梁安全技术要求。

3.0.13 列入文物保护范围的城市桥梁的养护，除应执行本规范外，还应符合文物部门的有关技术规定。

4 城市桥梁的检测评估

4.1 一般要求

4.1.1 对使用中的城市桥梁必须按照规定进行检测评估，及时掌握桥梁的基本状况，并采取相应的养护措施。

4.1.2 城市桥梁的检测评估工作应包括下列内容：

- 1 记录桥梁当前状况；
- 2 了解车辆和交通量的改变给设施运行带来的影响；
- 3 跟踪结构与材料的使用性能变化；
- 4 对桥梁状态评估提供相关信息；
- 5 给养护、设计与建设等部门提供反馈信息。

4.1.3 城市桥梁的技术状况应根据检测结果按本规范第 3.0.5 条划分完好状态等级。

4.1.4 在城市桥梁技术状况检测评估时，桥梁因主要构件损坏，影响桥梁结构安全时，Ⅰ类养护的城市桥梁应判定为不合格级，应立即安排修复；Ⅱ～Ⅴ类养护的城市桥梁应判定为 D 级，并对桥梁进行结构检测或特殊检测。

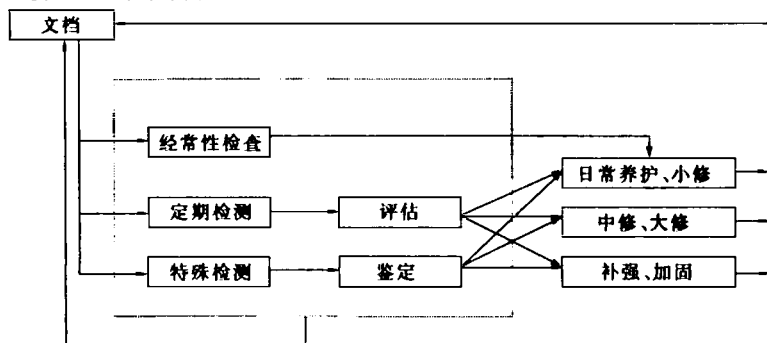


图 4.1.6 养护流程图

4.1.5 城市桥梁的检测评估应根据其内容、周期、评估要求分为经常性检查、定期检测、特殊检测。

4.1.6 城市桥梁的检测、评估与养护宜按图 4.1.6 所示流程进行。

4.2 经常性检查

4.2.1 经常性检查应对结构变异、桥及桥区施工作业情况的检查和桥面系、限载标志、交通标志及其他附属设施等状况进行日常巡检。

4.2.2 经常性检查应由经过培训的专职桥梁管理人员或有一定经验的工程技术人员负责。

4.2.3 经常性检查宜以目测为主，并按附录 A 现场填写《城市桥梁日常巡检日报表》，登记所检查城市桥梁的缺损类型、维修工程量，提出相应的养护措施。

4.2.4 经常性检查应按桥梁的类别、级别、技术等级分别制定巡检周期。对重要桥梁，或遇恶劣天气、汛期、雨季、冰冻等特殊情况，周期宜短。特殊情况可设专人看护。

4.2.5 经常性检查记录应定期整理归档，并提出评价意见。巡检过程中发现设施明显损坏，影响车辆和行人安全，应及时采取相应维护措施，并应立即向主管部门报告。

4.2.6 经常性检查应包括下列内容：

1 桥面系及附属结构物的外观情况：

- 1) 平整性、裂缝、局部坑槽、拥包、车辙、桥头跳车；
- 2) 桥面泄水孔的堵塞、缺损；
- 3) 人行道铺装、栏杆扶手、端柱等部位的污秽、破损、缺失、露筋、锈蚀等；
- 4) 墩台、锥坡、翼墙的局部开裂、破损、塌陷等。

2 上下部结构异常变化、缺陷、变形、沉降、位移，伸缩装置的阻塞、破损、联结松动等情况。

3 城市道路管理条例中规定的各类违章现象。

- 4 检查在桥区内的施工作业情况。
- 5 桥梁限载标志及交通标志设施等各类标志完好情况。
- 6 其他较明显的损坏及不正常现象。

4.3 定期检测

4.3.1 定期检测分为常规定期检测和结构定期检测。常规定期检测应每年一次，可根据城市桥梁实际运行状况和结构类型、周边环境等适当增加检测次数。结构定期检测应在规定的时间间隔进行，Ⅰ类养护的城市桥梁宜为1~2年，关键部位可设仪器监控测试；Ⅱ~Ⅴ类养护的城市桥梁间隔宜为6~10年。

4.3.2 常规定期检测应由专职桥梁养护工程技术人员或经验丰富的桥梁工程技术人员负责，并应对每座桥梁制定相应的定期检测计划和实施方案。

4.3.3 常规定期检测宜以目测为主，并应配备如照相机、裂缝观测仪、探查工具及现场的辅助器材与设备等必要的量测仪器。

4.3.4 常规定期检测应包括下列内容：

- 1 对照城市桥梁资料卡（附录B）和设备量年报表（附录C）现场校核城市桥梁的基本数据。
- 2 实地判断损坏原因，估计维修范围和方案。
- 3 对难以判断其损坏程度和原因的构件，提出作特殊检测的建议。
- 4 对损坏严重、危及安全的城市桥梁，提出限载以至暂时限制交通的建议。

5 根据城市桥梁技术状况，确定下次检测的时间。

4.3.5 常规定期检测应包括下列范围：

- 1 桥面系：桥面铺装、桥头搭板、伸缩装置、排水系统、人行道、护栏等。
- 2 上部结构：主梁、主桁架、主拱圈、横梁、横向联系、主节点、挂梁、联结件等。
- 3 下部结构：支座、盖梁、墩身、台帽、台身、翼墙、锥

坡及河床冲刷情况。

4.3.6 常规定期检测的情况记录、评分及对养护维修管理措施的建议，均应及时整理、归档；已建立信息管理系统的，应及时纳入城市桥梁管理系统数据库。

4.3.7 根据常规定期检测的结果，可进行桥梁状况的评估。Ⅰ类养护的城市桥梁应按影响结构安全状况进行评估；Ⅱ～Ⅴ类养护的城市桥梁应按附录 D 对桥面系、上部结构、下部结构评分扣表进行评估，并应符合本规范第 4.5 节的有关规定。

4.3.8 应根据常规定期检测结果对城市桥梁进行技术状况评估分级。

4.3.9 结构定期检测应由相应资质的专业单位承担，并应由具有城市桥梁养护、管理、设计、施工经验的人员参加。检测负责人应具有 5 年以上城市桥梁专业工作经验。

4.3.10 Ⅰ类养护的城市桥梁，结构定期检测应根据桥梁检测技术方案和细节分组，并加以标识，确定相应的检测频率；Ⅱ～Ⅴ类养护的城市桥梁结构定期检测应包括桥梁结构中所有构件。

4.3.11 结构定期检测应根据桥龄、交通量、车辆载重、桥梁使用历史、已有技术评定、自然环境以及桥梁临时封闭的社会影响制定详细计划，计划应包括采用的测试技术与组织方案并提交主管部门批准。

4.3.12 结构定期检测应包括下列内容：

- 1 查阅历次检测报告和常规定期检测中提出的建议；
- 2 根据常规定期检测中桥梁状况评定结果，进行结构构件的检测；
- 3 通过材料取样试验确认材料特性、退化的程度和退化的性质；
- 4 分析确定退化的原因，以及对结构性能和耐久性的影响；
- 5 对可能影响结构正常工作的构件，评价其在下一次检查之前的退化情况；
- 6 检测桥梁的淤积、冲刷等现象，水位记录；

7 必要时进行荷载试验和分析评估，城市桥梁的荷载试验评估应按有关标准进行；

8 通过综合检测评定，确定具有潜在退化可能的桥梁构件，提出相应的养护措施。

4.3.13 需监控测试的城市桥梁可按本规范附录 E 进行监控测试。

4.3.14 结构定期检测应有现场记录，应按本规范附录 F 填写状态评定表、结构缺陷记录表、特殊构件信息表和照片记录表，并应符合下列规定：

1 结构状态评定应符合常规定期检测中的评分标准，Ⅰ类养护的城市桥梁结构状态评估应按附录 F 表中的缺陷进行；Ⅱ～Ⅴ类养护的城市桥梁，将附录 F 表中的缺陷，按附录 D 的扣分值表进行评估，并应符合本规范第 4.5 节的有关规定。同时填写下列相关内容：

- 1) 列出所有桥梁构件的侵蚀情况。
- 2) 构件的实测缺陷类型和程度。

2 对Ⅰ类养护的城市桥梁评为不合格级的，或退化速度过快的构件，Ⅱ～Ⅴ类养护的城市桥梁结构状况评定为 D 级、E 级的，应在结构缺陷记录表中记录下列相关内容：

- 1) 构件编号；
- 2) 构件描述；
- 3) 构件在结构中的位置；
- 4) 缺陷描述；包括缺陷位置、程度、产生的原因和可能的退化、照片编号、所有材料试验的细节和材料在结构中的部位。

3 特殊构件信息表应记录状态评定表和结构缺陷记录表中没有涵盖的信息，包括下列内容：

- 1) 没有在评分标准中定义的构件；
- 2) 无法检测的构件，并说明不能检测的原因；
- 3) 河道的淤积、冲刷、水位记录；

4) 记录材料测试和取样的位置并编号, 以便试验结果的交叉参考。

4 照片记录表中的照片应针对构件缺陷拍摄, 并按顺序编号。

4.3.15 检查人员应根据桥梁养护维修的有关规定, 对 I 类养护的城市桥梁因结构损坏被评定为不合格的, 应立即限制交通, 组织修复。对 II ~ V 类养护的城市桥梁评估为 D 级桥梁, 应提出处理措施, 需紧急抢修的桥梁应提出时间要求。对 E 类桥梁应立即限制交通, 等待处理。

4.3.16 所有现场记录资料以及结构定期检测报告应以电子文档和书面形式在现场调查完成后 15 个工作日内提供给管理部门。结构定期检测报告应包括下列内容:

- 1 城市桥梁进行结构定期检测的原因。
- 2 结构定期检测的方法和评价结论。
- 3 结构使用限制, 其中包括荷载、速度、机动车通行或车道数限制。
- 4 养护维修加固措施。
- 5 进一步检测、试验、结构分析评估及建议。

4.4 特殊检测

4.4.1 特殊检测应由相应资质的专业单位承担, 主要检测人员应具有 5 年以上城市桥梁专业工程师资格。

4.4.2 特殊检测应由专业人员采用专门技术手段, 并辅以现场和实验室测试等特殊手段进行详细检测和综合分析, 检测结果应提交书面报告。

4.4.3 城市桥梁在下列情况下应进行特殊检测:

1 城市桥梁遭受洪水冲刷、流冰、漂流物、船舶或车辆撞击、滑坡、地震、风灾、火灾、化学剂腐蚀、车辆荷载超过桥梁限载的车辆通过等特殊灾害造成结构损伤。

2 城市桥梁常规定期检测中难以判明是否安全的桥梁。

3 为提高或达到设计承载等级而需要进行修复加固、改建、扩建的城市桥梁。

4 超过设计年限，需延长使用的城市桥梁。

5 常规定期检测中桥梁技术状况Ⅰ类养护的城市桥梁被评定为不合格级的桥梁，Ⅱ～Ⅴ类养护的城市桥梁被评定为D级或E级的桥梁。

6 常规定期检测发现加速退化的桥梁构件需要补充检测的城市桥梁。

4.4.4 实施特殊检测前，检测单位应搜集下列资料：

- 1 竣工资料；**
- 2 识别和鉴定桥梁结构的主要材料以及它们的强度；**
- 3 特殊检测的原因，影响桥梁承载能力的因素；**
- 4 历次桥梁定期检测和特殊检测报告；**
- 5 历次维修资料；**
- 6 交通量统计资料。**

4.4.5 城市桥梁特殊检测应包括下列内容：

- 1 结构材料缺损状况诊断。**
- 2 结构整体性能、功能状况评估。**

4.4.6 结构材料缺损状况的诊断，应根据材料缺损的类型、位置和检测的要求，选择表面测量、无损检测技术和局部取试样等方法。试样宜在有代表性构件的次要部位获取。检测与评估应依照相应的试验标准进行。

4.4.7 结构整体性能、功能状况评估应根据诊断的构件材料质量状况及其在结构中的实际功能，用计算分析评估结构承载能力。当计算分析评估不满足或难以确定时，用静力荷载方法鉴定结构承载能力，用动力荷载方法测定结构力学性能参数和振动参数。结构计算、荷载试验和评估应符合国家现行有关标准的规定。

4.4.8 特殊检测报告应包括下列主要内容：

- 1 概述、桥梁基本情况、检测组织、时间背景和工作过程。**

2 描述目前桥梁技术状况、试验与检测项目及方法、检测数据与分析结果、桥梁技术状况评价。

3 阐述检测部位的损坏原因及程度，评定桥梁继续使用的安全性。

4 提出结构及局部构件的维修、加固或改造的建议方案，提出维护管理措施。

4.4.9 对特殊检测结果不满足要求的城市桥梁，在维修加固之前，应采取限载、限速或封闭交通措施，并应继续监测结构变化。

4.5 城市桥梁技术状况评估方法

4.5.1 II ~ V类养护的城市桥梁技术状况的评估包括：桥面系、上部结构、下部结构和全桥评估。应采用先分部位再综合的办法评估。

4.5.2 II ~ V类养护的城市桥梁的完好程度，应以桥梁状况指数 BCI 确定桥梁技术状况的评估指标，并应符合下列规定：

1 按分层加权法根据定期检查的桥梁技术状况记录，对桥面系、上部结构和下部结构分别进行评估，再综合得出整个桥梁技术状况的评估。

2 桥面系的技术状况采用桥面系状况指数 BCI_m 表示，根据桥面铺装、伸缩装置、排水系统、人行道、栏杆及桥头平顺等要素的损坏扣除分值，按下式计算 BCI_m 值。

$$\left. \begin{aligned} BCI_m &= \sum_{i=1}^6 (100 - MDP_i) \cdot w_i \\ MDP_i &= \sum_j DP_{ij} \cdot w_{ij} \end{aligned} \right\} \quad (\text{式 4.5.2-1})$$

式中 i ——桥面系的评估要素，即 i 表示桥面铺装、桥头平顺、伸缩装置、排水系统、人行道和栏杆；

DP_{ij} ——桥面系第 i 类要素中第 j 项损坏的扣分值，见附录 D；

w_{ij} ——桥面系第 i 类要素中第 j 项损坏的权重，由式 $w = 3.0\mu^3 - 5.5\mu^2 + 3.5\mu$ 计算而得。其中 μ 根据第 j 项损坏的扣分 DP_{ij} 占桥面系第 i 类要素中所有损坏扣分的

值的比例 $\left(\mu_{ij} = \frac{DP_{ij}}{\sum_j DP_{ij}} \right)$ 计算而得；

MDP_i ——桥面系第 i 类要素中损坏的总扣分值；

w_i ——第 i 项要素的权数，见表 4.5.2-1；

表 4.5.2-1 桥面系各要素权重值

评估要素	权重	评估要素	权重
桥面铺装	0.3	排水系统	0.1
桥头平顺	0.15	人行道	0.1
伸缩装置	0.25	护栏	0.1

3 桥梁上部结构的技术状况采用上部结构状况指数 BCI_s 表示； BCI_s 可根据桥梁各跨的技术状况指数 BCI_k 按下式计算而得：

$$\left. \begin{aligned} BCI_s &= \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m BCI_k \\ BCI_k &= \sum_{l=1}^{n_k} (100 - SDP_{kl}) \cdot w_{kl} \\ SDP_{kl} &= \sum_x DP_{klx} \cdot w_{klx} \end{aligned} \right\} \quad (\text{式 4.5.2-2})$$

式中 x ——表示桥梁第 k 跨上部结构中构件 l 的损坏类型；

DP_{klx} ——表示桥梁第 k 跨上部结构中构件 l 在损坏类型 x 时的扣分值，见附录 D-1；

w_{klx} ——表示桥梁第 k 跨上部结构中构件 l 在损坏类型 x 时的权重，由式 $w = 3.0\mu^3 - 5.5\mu^2 + 3.5\mu$ 计算而得， μ 根据第 x 项损坏的扣分 DP_{klx} 占构件 l 所有损坏扣

分值的比例 $\left(\mu = \frac{DP_{klx}}{\sum_x DP_{klx}} \right)$ 计算而得；

SDP_{kl} ——构件 l 的综合扣分值；

w_{kl} ——构件 l 的权重，见表 4.5.2-2；

n_k ——第 k 跨上部结构的桥梁构件数；

BCI_k ——第 k 跨上部结构技术状况指数；

m ——桥梁跨数；

BCI_s ——桥梁的上部结构技术状况指数。

表 4.5.2-2 桥梁上部结构各构件的权重

	构件类型	权重		构件类型	权重
梁桥	主梁	0.6	桁架桥	桁片	0.5
	横向联系	0.4		主节点	0.1
悬臂 + 挂梁	悬臂梁	0.6		纵梁	0.2
	挂梁	0.2		横梁	0.1
	挂梁支座	0.1	拱桥	联结件	0.1
	防落梁装置	0.1		主拱圈（桁）	0.7
			刚构桥	横向联系	0.3
				主梁	0.8
				横向联结	0.2

4 桥梁下部结构技术状况的评估应逐墩（台）进行，然后再计算整个桥梁下部结构的状况指数 BCI_x ，并按下式计算：

$$\left. \begin{aligned} BCI_x &= \frac{1}{m+1} \sum_{\lambda=0}^m BCI_{\lambda} \\ BCI_{\lambda} &= \sum_{l=1}^{n_{\lambda}} (100 - IDP_{\lambda l}) \cdot w_{\lambda l} \\ IDP_{\lambda l} &= \sum_y DP_{\lambda ly} \cdot w_{\lambda ly} \end{aligned} \right\} \quad (\text{式 4.5.2-3})$$

式中 y ——表示桥梁第 λ 墩（台）中构件 l 的损坏类型；

$DP_{\lambda ly}$ ——表示桥梁第 λ 墩（台）中构件 l 的损坏类型 y 时的扣分值，见附录 E；

$w_{\lambda ly}$ ——表示桥梁第 λ 墩（台）中构件 l 的损坏类型 y 时的权重，由式 $w = 3.0\mu^3 - 5.5\mu^2 + 3.5\mu$ 计算而得， μ

根据第 y 项损坏的扣分 $DP_{\lambda l}$ 占构件 l 所有损坏扣分值的比例 $\left(\mu = \frac{DP_{\lambda l y}}{\sum_y DP_{\lambda l y}} \right)$ 计算而得；

$IDP_{\lambda l}$ ——构件 l 的综合扣分值；

$w_{\lambda l}$ ——构件 l 的权重，见表 4.5.2-3；

n_{λ} ——第 λ 墩（台）的构件数；

BCI_{λ} ——第 λ 墩（台）的技术状况指数；

BCI_x ——桥梁的下部结构技术状况指数。

表 4.5.2-3 桥梁下部结构各构件的权重

	构件类型	权重		构件类型	权重
桥墩	盖梁	0.1	桥台	台帽	0.1
	墩身	0.3		台身	0.3
	基础	0.3		基础	0.3
	冲刷	0.2		耳墙（翼墙）	0.1
	支座	0.1		锥坡	0.1
				支座	0.1

5 整个桥梁的技术状况指数 BCI 根据桥面系、上部结构和下部结构的技术状况指数，由下式计算：

$$BCI = BCI_m \cdot w_m + BCI_s \cdot w_s + BCI_x \cdot w_x \quad (\text{式 4.5.2-4})$$

式中 w_m 、 w_s 、 w_x ——桥面系、上部结构和下部结构的权重，如表 4.5.2-4 所示。

表 4.5.2-4 桥梁结构组成部分的权重

桥梁部位	权重
桥面系	0.15
上部结构	0.40
下部结构	0.45

6 桥梁上部结构、下部结构、桥面系以及整座桥梁结构的

完好状况可按表 4.5.2-5 所示的标准评估。

表 4.5.2-5 桥梁完好状况评估标准

BCI^*	$BCI^* \geq 90$	$90 > BCI^* \geq 80$	$80 > BCI^* \geq 66$	$66 > BCI^* \geq 50$	$BCI^* < 50$
评估等级	A	B	C	D	E
注： BCI^* 表示 BCI 、 BCI_m 、 BCI_s 或 BCI_x 。 BCI 的计算可应用 BCI 软件进行。					

4.5.3 各种类型桥梁有下列情况之一时，即可直接评定为不合格级桥和 D 级桥：

1 Ⅲ、Ⅳ类环境下的预应力梁产生受力裂缝且裂缝宽度超过本规范表 5.4.2 限值。

2 拱桥的拱脚处产生水平位移或无铰拱拱脚产生较大的转动。

3 钢结构节点板及连接铆钉、螺栓损坏在 20% 以上、钢箱梁开焊、钢结构主要构件有严重扭曲、变形、开焊，锈蚀削弱截面积 10% 以上。

4 墩、台、桩基出现结构性断裂缝，裂缝有开合现象，倾斜、位移、沉降变形危及桥梁安全时。

5 关键部位混凝土出现压碎或压杆失稳、变形现象。

6 结构永久变形大于设计规范值。

7 结构刚度达不到设计标准要求。

8 支座错位、变形、破损严重，已失去正常支承功能。

9 基底冲刷面达 20% 以上。

10 承载能力下降达 25% 以上（需通过桥梁验算检测得到）。

11 人行道栏杆 20% 以上残缺。

12 上部结构有落梁和脱空趋势或梁、板断裂。

13 特大桥、特殊结构桥除上述情况外，钢—混凝土组合梁、桥面板发生纵向开裂、支座和梁端区域发生滑移或开裂；斜拉桥拉索、锚具损伤；吊桥钢索、锚具损伤；吊杆拱桥钢丝、吊杆和锚具损伤。

14 其他各种对桥梁结构安全有较大影响的部件损坏。

5 上部结构养护

5.1 桥面系

5.1.1 桥面的养护除应符合道路养护的有关标准规定外，还应符合下列规定：

1 不得随意增加静荷载。老化的沥青混凝土桥面，应进行铣刨更新处理，严禁随意加铺沥青混凝土结构进行补强。严禁用沥青混凝土覆盖伸缩装置。

2 桥面更新后的横坡和纵坡，应满足排水要求。

3 架设在桥上的管线安全保护设施应完整、有效；线杆应安全、牢固；井盖应完好。

4 桥面上人行道铺装、盲道和缘石应完好、平整。当有缺损时，应及时维修或更换。

5.1.2 水泥混凝土桥面的病害处理和防护应符合下列规定：

1 铺装层较严重的大面积表皮脱落、麻面，可铣刨后做混凝土面层。在桥梁承载能力允许的条件下，也可加铺沥青混凝土结构，但伸缩装置必须重新进行处理。轻微的局部表皮脱落、麻面和裂缝，可不作处理。

2 对大于 3mm 的桥面裂缝，应检查其发生原因。在确定无结构破坏和延续发展的条件下，可进行灌缝处理。

3 铺装层的局部损坏，Ⅰ类养护的城市桥梁桥面松散、坑洞面积不应大于 0.1m^2 ，深度不应大于 20mm；Ⅱ、Ⅲ类养护的城市桥梁不应大于 0.2m^2 ，深度不应大于 20mm；Ⅳ类养护的城市桥梁不应大于 0.3m^2 ，深度不应大于 30mm；Ⅴ类养护的城市桥梁不应大于 0.4m^2 ，深度不应大于 30mm。当铺装层的损坏超过上述规定时，应进行补修。

5.1.3 水泥混凝土桥面的修补应符合下列规定：

1 应确定修补范围，划线并切割成顺桥方向的矩形，不得扰动完好部分。切割深度应小于混凝土铺装厚度，但应满足桥面维修最小厚度，不得损坏防水层。

2 损坏的防水层，应按本规范第 5.1.5 条的要求进行修补。

3 新旧混凝土应结合良好。

4 桥面维修可采用半幅作业、半幅通行的方法进行施工。

5.1.4 沥青混凝土桥面的养护、病害处理和修补应符合下列规定：

1 沥青混凝土桥面的养护、病害处理和修补应按国家现行标准《城市道路养护技术规范》CJJ 36 要求进行。

2 桥面结构长期含水浸泡造成的脱落、拥包，应采取有效的排水措施，修补面晾干后，再进行面层修补。

5.1.5 桥面卷材防水层的修补应符合下列规定：

1 损坏的防水层，应及时进行修补。防水层维修应按施工要求进行。

2 修补后的防水层，其防水性能、整体强度、与下层粘接强度和耐久性等指标，应满足原设计要求。

5.1.6 防水混凝土结构层的维修应符合下列规定：

1 当防水混凝土表皮脱落或粉化轻微而整体强度未受影响，且防水混凝土层与下层连接牢固时，应彻底清除脱落表皮和粉化物。

2 当防水混凝土受到侵蚀，表皮严重粉化且强度降低或防水混凝土层与下层已脱离连接时，应完全清除该层结构重新进行浇筑。

3 清理表皮脱落层时，应清理至具有强度的表面完全露出。

4 清除损坏的结构层时，应切割出清理边界，然后再进行清除作业。清除应彻底，不得留隐患。应避免扰动其他完好部分。

5 钢筋网结构的防水混凝土层清除作业时，应确保原钢筋结构的完整。

6 在浇筑新混凝土前，作业面（包括边缘）应清洁、粗糙。新旧混凝土结合面处，应结合良好、无渗漏。

7 选用的防水混凝土抗渗等级应高于 P6，且不得低于原设计指标要求。在使用除雪剂的北方地区和酸雨多发地区，防水混凝土的耐腐蚀系数不应小于 0.8。严禁使用普通配比混凝土替代防水混凝土。

5.1.7 栏杆维修应符合下列规定：

1 当金属或非金属防护栏杆退色严重或有表皮脱落现象时，应清除并维修。

2 涂料性能应符合原设计的要求，表面涂层应均匀、不漏刷、不流淌。

3 弯道部分、分流和合流口处的栏杆，宜刷涂一段警示图案，以辅助交通指示标志。

4 当栏杆被撞有严重变形、断裂和残损现象时，应及时按原结构构造进行恢复，并应安装整齐、牢固。

5 伸缩装置处的栏杆或护栏维修后应满足桥梁随温度变化的位移，不得将套筒焊死。

6 采用的临时防护措施应牢固、醒目，使用时间不得超过两周。

5.2 伸 缩 装 置

5.2.1 伸缩装置的一般养护应符合下列规定：

1 伸缩装置应平整、直顺、伸缩自如，处于良好的工作状态。有堵塞时应及时清除，出现渗漏、变形、开裂、行车有异常响声、跳车时应及时维修。保养周期每年应 2 次。

2 橡胶板式伸缩装置的固定螺栓应每季度保养一次，松动应及时拧紧；橡胶板丢失应及时补上，弹簧（止退）垫不得省略。严重破损的橡胶板，应及时按同型号进行更换。

3 异型钢类伸缩装置的密封橡胶带（止水带），损坏后应及时更换。密封橡胶带的选择，应满足原设计的规格和性能要求。

4 钢板伸缩装置的钢板开焊、翘曲和脱落时，应及时发现并及时补焊。

5 弹塑体伸缩装置出现脱落、翘起时，应及时清除，并应重新浇筑弹塑体混合料。当槽口沥青混凝土塌陷、严重啃边或附近沥青混凝土平整度超过本规范第 5.2.6 条规定时，应清除原弹塑体混合料和周围沥青混凝土，重新摊铺、碾压，并按新建工艺要求重新安装弹塑体伸缩装置。

5.2.2 伸缩装置出现损坏而无法修复时，宜选用原型号伸缩装置产品进行整体更换。选用其他类型（型号）伸缩装置产品时，应符合下列规定：

1 新型伸缩装置的伸缩量和承载能力应满足原设计要求，并应满足防水要求。伸缩装置的安装高度应小于桥面板至桥面层表面间的高度差。

2 当无伸缩装置设计资料时，应对伸缩量值进行重新计算。计算方法应符合本规范附录 G 的有关规定。

5.2.3 伸缩装置的更换施工应符合下列规定：

1 伸缩装置的安装宽度，应根据施工时的气温计算确定；计算方法应符合本规范附录 G 的有关规定。安装放线时间，应选择一天中温差变化最小的时间段内。

2 应满足新伸缩装置的安装技术要求。在安装连接点处，桥面板（梁）的锚固预埋件有缺损时，应打孔补植连接锚筋。

3 伸缩装置在安装焊接时，连接筋与锚筋的搭接长度应符合焊接要求，严禁点焊连接。

4 安装伸缩装置所使用的水泥混凝土保护带，其设计强度应符合设计要求，但不得小于 C40，且应具有早强性能；保护带宜采用钢纤维混凝土。

5 应保证伸缩装置中间和梁头与桥台（梁端头）之间充分隔离、封闭，宜采用硬塑料泡沫板进行充填；伸缩装置的型钢下部和后部，应保证混凝土完全充满。

6 混凝土达到设计强度，且伸缩装置全部安装完好后，方

可恢复交通。

5.2.4 板式橡胶伸缩装置的更换时间，宜选择在春秋两季进行。

5.2.5 伸缩装置保护带应完好，不得有开裂、松散，坑洞的面积不得大于 0.1m^2 ，深度不得大于 20mm 。已松散和有坑洞的保护带，应及时修复。

5.2.6 保护带与桥面的接缝高差，对Ⅱ类养护的城市桥梁不应大于 2mm ，Ⅰ、Ⅲ类养护的城市桥梁不应大于 3mm ，Ⅳ类养护的城市桥梁不应大于 5mm ，Ⅴ类养护的城市桥梁不应大于 10mm 。

5.2.7 在每年气温最高最低时，应及时测量伸缩装置的间隙，且不得小于设计最小间距和大于设计最大间距。

5.2.8 每季度宜对伸缩装置的水平错位、竖向升降进行观测。

5.2.9 固定在不同结构上的伸缩装置相对高差，对Ⅱ类养护的城市桥梁不应大于 3mm ，Ⅰ、Ⅲ类养护的城市桥梁不应大于 4mm ，Ⅳ类养护的城市桥梁不应大于 6mm ，Ⅴ类养护的城市桥梁不应大于 10mm 。

5.3 桥 梁 支 座

5.3.1 桥梁支座应定期检查和保养，并应符合下列规定：

1 支座各部分应保持完整、清洁、有效，应每年检查保养一次，冬季应及时清除积雪和冰块，梁跨活动应自由。

2 滚动支座滚动面上每年应涂一层润滑油。在涂油之前，应先清洁滚动面。

3 支座各部分除钢辊和滚动面外，其余金属部分应定期保养，不得锈蚀。

4 固定支座每两年应检查锚栓牢固程度，支承垫板应平整紧密，及时拧紧接合螺栓。

5 板式橡胶支座恒载产生的剪切位移应在设计范围内；支座不得产生超过设计要求的压缩变形；支座橡胶保护层不应开裂、变硬、老化，支座各层加劲钢板之间的橡胶外凸应均匀和正常；支承垫石顶面不应开裂、积水；进行清洁和修补工作时，应

防止橡胶支座与油脂接触。

6 滑动盆式橡胶支座，固定螺栓不得有剪断损坏，应及时拧紧松动的螺母。

5.3.2 支座的缺陷故障，应及时维修或更换，并应符合下列规定：

1 滚动面不平整，轴承有裂纹、切口或个别辊轴大小不合适，应更换。板式橡胶支座损坏、失效应即时更换。

2 梁支点承压不均匀，应进行调整。

3 支座座板翘曲、断裂，应予更换和补充，焊缝开裂应予维修。

4 对需抬高的支座，可根据抬高量的大小选用下列几种方法：

1) 抬高量在 50mm 以内可垫入钢板；抬高量在 50 ~ 300mm 的垫入铸钢板；

2) 就地灌注高强钢筋混凝土垫块，厚度不应小于 200mm。

5 滑移的支座应及时恢复原位；脱空支座应及时维修。

5.3.3 辊轴支座的实际纵向位移，应与计算的正常位移相符；当纵向位移大于容许偏差或有横向位移时，应加以修正。当辊轴出现不允许的爬动、歪斜或摇轴倾斜时，应校正支座的位置。

5.3.4 小跨径（板）桥油毡支座的油毡垫层损坏、掉落、老化，应予更换。

5.3.5 弧形钢板支座和摆柱式支座中的钢板不得生锈，钢筋混凝土摆柱不得脱皮露筋，固定锚销不得切断，滑动钢板不得位移，摆柱不得倾斜。对损伤和超过允许位移的支座钢板，应及时修理更换。

5.3.6 球形支座应每年清除尘土、更换润滑油一次。支座地脚螺母不得剪断，橡胶密封圈不得龟裂、老化。支座相对位移应均匀，并记录位移量。支座高度变化不应超过 3mm；应每两年对支座钢件（除不锈钢滑动面外）进行油漆防锈处理。

5.4 钢筋混凝土及预应力混凝土桥梁

5.4.1 钢筋混凝土及预应力混凝土桥梁应每年进行一次结构裂缝和表面温度裂缝的观察；结构裂缝应重点检查受拉、受剪区域，表面温度裂缝应重点检查构件的较大面。

5.4.2 钢筋混凝土及预应力混凝土桥梁裂缝应根据裂缝类型和构件抗裂等级分别采用不同的方法处理，恒载裂缝最大限值应符合表 5.4.2 的规定，并应符合下列规定：

表 5.4.2 恒载裂缝最大限值

结构类别		裂缝部位	允许最大裂缝宽度 (mm)
钢筋混凝土构件 精轧螺纹钢筋的预 应力混凝土构件	A 类（一般环境）		0.20
	B 类（严寒、海 滨环境）		0.20
	C 类（海水环境）		0.15
	D 类（侵蚀环境）		0.15
采用钢丝和钢绞 线的预应力混凝土 构件	A 类和 B 类环境		0.10
	C 类和 D 类环境		不允许
混凝土拱	拱圈横向		0.30（裂缝高小于截面高一半）
	拱圈纵向（竖缝）		0.50（裂缝长小于跨径 1/8）
	拱波与拱肋结合 处		0.20
墩台	墩台帽		0.30
	墩 台 身	经常受侵 蚀性环境水 影响	有筋 0.20 无筋 0.30（不允许贯通墩台身截面一半）
		常年有 水，但无侵 蚀性影响	有筋 0.25 无筋 0.35（不允许贯通墩台身截面一半）
		干沟或季节性 有水河流	0.40（不允许贯通墩台身截面一半）
	有冻结作用部份		0.20

1 对表面温度裂缝，可封闭处理。

2 对结构裂缝，应根据抗裂等级的不同，分别采取下列措施：

1) 当裂缝宽度大于允许最大裂缝宽度时，应查明开裂原因，进行裂缝危害评估，确定处理措施；

2) 预应力混凝土构件受压区，一旦发现裂缝，应立即封闭交通，严禁车辆和行人在桥上、下通行，并委托相应资质的检测部门进行结构可靠性评估，判别裂缝的危害程度，并提出相应的处理措施；

3) 预应力混凝土构件受拉区，出现结构性裂缝，应进行裂缝危害性评估，确定处理措施。

5.4.3 钢筋混凝土及预应力混凝土结构发生混凝土剥落、露筋等现象时，应及时清除钢筋锈迹，凿去表面松动的混凝土后进行修补。对损坏面积较大的结构，凿除混凝土后不得明显降低结构的承载力，必要时宜采用分批修补。

5.4.4 当预应力混凝土构件锚固端的封端混凝土出现裂缝、剥落、渗漏、穿孔、预应力锚具暴露时，应及时对预应力锚具刷防锈漆，重做封端混凝土。

5.4.5 钢筋混凝土及预应力混凝土桥梁构件出现明显的损伤或产生明显的变形、移位，应依据特殊检测评估做设计，进行修复或加固。

5.4.6 钢筋混凝土或预应力混凝土桥梁的主梁挠度超过规定允许值时，应进行结构评估，并提出加固措施。

5.4.7 钢筋混凝土与预应力混凝土桥梁加固可采用下列方法：

1 横向联系损伤、桥梁各构件不能共同受力的板梁桥，可通过桥面补强或修复加固横向联系。

2 梁的刚度、强度、稳定性及抗裂性不足，可采用加大结构断面尺寸或增加钢筋数量等方法进行加固。加大断面及增加配筋数量应根据计算确定。

3 采用体外预应力补强加固。

5.4.8 双曲拱桥横向联系不足，全桥承载力不足或横向失稳时，应进行加固。

5.4.9 拱桥主拱圈强度或刚度不足时，应进行加固。

5.4.10 钢筋混凝土拱桥拱圈开裂超过限值时，应限制或禁止通行，并应通过特殊检测查明原因，进行处理。

5.4.11 双曲拱桥拱圈、拱波混凝土开裂超过允许最大裂缝宽度时，应进行加固。

5.4.12 双曲拱桥侧墙变形应及时处理，必要时应拆除侧墙重砌。

5.4.13 双曲拱桥拱圈厚度偏小，承载能力不足时，应进行加固。

5.4.14 双曲拱桥拱圈及拱上空腹拱等结构开裂超过限值时，应进行观测、限载或禁止通行，查明原因，及时加固。

5.4.15 不得擅自在钢筋混凝土、预应力混凝土构件上钻孔打眼及架设其他构件。

5.4.16 钢筋混凝土、预应力混凝土外刷涂料不得封闭裂缝、覆盖检查观测点，影响养护维修；涂刷材料不得影响构件耐久性。

5.5 圯工拱桥

5.5.1 圯工拱桥应具有满足设计要求的刚度、强度、抗裂、抗渗和整体稳定性。

5.5.2 圯工拱桥外观应主要检查拱石的脱落、拱圈纵向开裂和渗水、拱墙突出以及拱脚裂缝、变形、缺脚等病害。当发生上述病害时，应查明原因，进行修理和加固。

5.5.3 砖石圯工拱桥的恒载裂缝最大限值应符合表 5.5.3 的规定。裂缝超过表列数值时，应查明原因，及时维修与加固。

5.5.4 圯工拱桥应清洁、完整。灰缝脱落应及时修补，缝内长草应及时清除。

5.5.5 圯工拱桥变形超过限值时，应及时维修与加固。

5.5.6 砖、石拱桥均应做排水。当原桥无防水层或防水层已损

坏失效时，应挖开拱上填料重铺防水层。

表 5.5.3 恒载裂缝最大限值

结构类别	裂缝部位	允许最大裂缝宽度 (mm)
上部结构	拱圈横向	0.30 裂缝高小于截面高一半
	拱圈纵向 (竖缝)	0.50 裂缝长小于跨径 1/8
	拱波与拱肋结合处	0.20
砖石墩台 墩台身	经常受侵蚀性环境水影响	0.20 不允许贯通墩身截面一半
	经常有水, 但无侵蚀性影响	0.25
	干沟或季节性有水河流	0.40
	有冻结作用部分	0.20

5.5.7 圯工拱桥表面发生风化、剥落等病害，应及时维修。

5.5.8 对圯工拱桥产生的较深裂缝，应及时修补。砌体损坏严重、拱轴线严重变形时必须翻修。

5.5.9 圯工拱桥出现横向裂缝应加固。

5.5.10 当圯工拱桥拱圈损坏、强度不足或需要提高其荷载等级时，应加固拱圈。

5.5.11 当拱脚下沉或外移时，应采用拉结法或更换拱上填料进行加固。

5.6 钢 结 构 梁

5.6.1 钢结构梁的刚度、强度和稳定性应符合设计要求。运营中根据钢结构形式，应加强对各部分连接节点及杆件、铆钉、销栓、焊缝的检查、养护。对承载能力或刚度低于限值、结构不良的钢结构，应进行维修或加固。

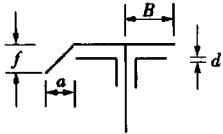
5.6.2 钢结构外观应保持清洁，冬季应及时清除冰雪。泄水孔应畅通，桥面铺装应无坑洼积水现象，渗漏部分应及时修好。当桥面积水时，应设置直径不小于 50mm 的泄水孔，钻孔前应对杆件强度进行验算。

5.6.3 钢结构应每年进行一次保养，每两年做一次检测。检测

时发现节点上的铆钉和螺栓松动或损坏脱落、焊缝开裂，应采用油漆标记并作记录。在同一个节点，缺少、损坏、松动和歪斜的铆钉超过 1/10 时，应进行调换。当焊接节点有脱缝，焊缝处有裂纹，应及时修补。对有裂纹及表面脱落的构件，应仔细观察其发展，做出明显的标记，注明日期，以备观察；必要时应补焊或更换。

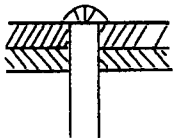
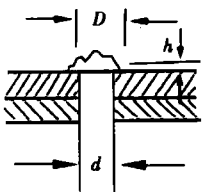
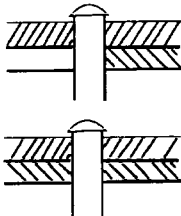
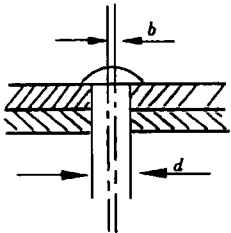
5.6.4 钢梁杆件伤损容许限度 超过表 5.6.4 的规定时，应及时进行整修、加固或更换。

表 5.6.4 钢梁杆件伤损容许限度

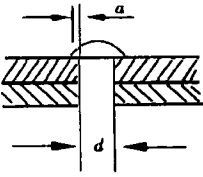
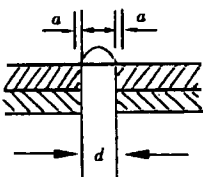
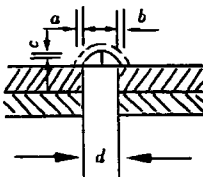
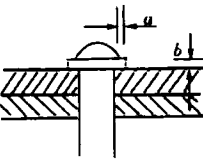
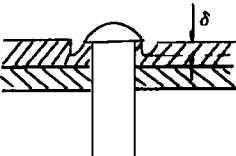
序号	伤 损 类 别	容 许 限 度
1	竖向弯曲	弯曲矢度小于跨度的 1/1000
2	横向弯曲	弯曲矢度小于自由长度的 1/5000，并在任何情况下不超过 20mm
3	板梁、纵梁、横梁及工字梁 上盖板局部垂直弯曲 	$f < a$ 或 $a < B/4$ d ——钢板或钢板束的厚度 B ——由腹板至盖板边缘的宽度
4	盖板上 有 洞 孔 腹板上 有 洞 孔	工字梁的洞孔直径小于 50mm，板梁小于 80mm，边缘完好
5	腹板受拉部位有弯曲	凸出部分直径小于断面高度的 0.2 倍或深度不大于腹板厚度
6	腹板在受压部位	凸出部分直径小于断面高度的 0.1 倍或深度不大于腹板厚度
7	主梁压力杆件弯曲	弯曲矢度小于杆件自由长度的 1/1000
8	主梁拉力杆件弯曲	弯曲矢度小于杆件自由长度的 1/500
9	主梁腹杆或连接杆件弯曲	弯曲矢度小于杆件自由长度的 1/300
10	洞 孔	洞孔直径小于杆件宽度的 0.15 倍并不得大于 30mm

5.6.5 不良铆钉的容许限度超过表 5.6.5 的规定时,对表中 1、2、3、4 的不良铆钉应进行更换,其他不良铆钉宜根据不良程度进行更换。

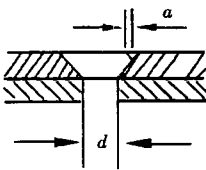
表 5.6.5 不良铆钉的容许限度

序号	不良名称	形 状	容许限度	原 因
1	松动铆钉		无	(1) 铆合不良 (2) 铆合前钢板未夹紧
2	钉头裂纹		无	(1) 铆钉加热过度 (2) 铆钉钢质不良
3	烂头		$D \geq d + 8\text{mm}$ $h \geq 0.7$ 倍钉头高	年久锈蚀
4	钉头部分或全周浮高 (用厚 0.2mm 塞尺检查)		无	(1) 钉头和钉杆相接处有圆角 (2) 钉头未用顶把顶紧或顶把未对正
5	钉头偏心 (拉绳检查钉头与铆钉线位置或观察铆钉两头)		$b \leq 0.1d$	铆合不良

续表 5.6.5

序号	不良名称	形 状	容许限度	原 因
6	钉头局部缺边		$a \leq 0.15d$	(1) 钉杆过短 (2) 顶压不正 确
7	钉头全周缺边		$a < 0.1d$	同上
8	钉头过小 (用样板检查)		$a + b < 0.1d$ 或 $c < 0.05d$	(1) 铆钉壳和 钉杆都小 (2) 钉杆过短 或铆钉孔过大
9	钉头周围有 飞边		$a < 3\text{mm}$ $b = 1.5 \sim 3\text{mm}$	钉杆过长
10	铆钉壳打伤 钢板		$\delta \leq 0.5\text{mm}$	铆合不良

续表 5.6.5

序号	不良名称	形 状	容许限度	原 因
11	埋头铆钉钉头全部或局部缺边		$a \leq 0.1 d$	(1) 铆合不良 (2) 钉杆过短

5.6.6 钢梁有下列状态之一时，应及时维修：

- 1 桁腹杆铆接接头处裂缝长度超过 50mm；
- 2 下承式横梁与纵梁连接处下端裂缝长度超过 50mm；
- 3 受拉翼缘焊接一端裂缝长度超过 20mm；
- 4 主梁、纵横梁受拉翼缘边裂缝长度超过 5mm；焊缝处裂缝长度超过 10mm；
- 5 纵梁上翼缘角钢裂缝；
- 6 主桁节点和板拼接头铆栓失效率大于 10%；
- 7 主桁构件、板梁结合铆钉松动连续 5 个及以上；
- 8 纵横梁连接铆钉松动；
- 9 纵梁受压翼缘、上承板梁主梁上翼缘板件断面削弱大于 20%；
- 10 箱梁焊缝开裂长度超过 20mm。

5.6.7 新换钢梁或加固杆件的组拼应符合下列规定：

- 1 组拼板件应采用螺栓均匀拧紧，板件密贴，边缘用 0.3mm 插片深入长度不得大于 20mm。
- 2 组拼杆件应在无活载情况下进行，并不应少于 1/3 的孔眼安装螺栓及冲钉，其中 2/3 为冲钉，1/3 为螺栓。
- 3 无活载情况下铆合时，应每隔 2 个钉孔装一个螺栓，螺栓间距不得超过 400mm，必要时每隔 1 个钉孔一个螺栓，每组孔眼应打入 10% 的冲钉。
- 4 栓接梁使用的高强螺栓、螺母及垫圈应符合现行国家标

准《钢结构用高强螺栓》GB/T 1228 的规定，并应附有出厂合格证。

5.6.8 在有活载情况下更换铆钉时，应拆除一个铆钉，同时上紧一个螺栓；必要时可使用不超过 30% 的冲钉。严禁使用铰斧和大锤铲除钉头。对结构承载力至关重要的构件在更换铆钉时，应禁止车辆通行。

5.6.9 高强螺栓的更换应符合下列规定：

1 高强螺栓的施工预拉力应符合设计要求，欠拧值或超拧值均不应超过规定值的 10%，各种型号的高强螺栓的设计预拉力值应符合表 5.6.9 的规定。

表 5.6.9 高强螺栓的设计预拉力

高强螺栓材质	直径 (mm)	设计预拉力 (kN)
20MnTiB	M22	200
40B	M24	230
45 号钢	M22	160

2 高强螺栓的初拧值应根据试验确定，宜取终拧值的 40% ~ 70%，终拧方法可采用扭矩法或转角法。

3 对大型节点，同时更换的数量不得超过该节点螺栓总数的 10%，对螺栓少的节点应逐个更换。在一个连接处（或节点）少量更换的螺栓、螺母及垫圈的材质、规格、强度等级应与原桥上使用的相同，不得混用。

4 高强螺栓拧紧后，节点板四周的缝隙应采用腻子封闭。高强螺栓、螺母及垫圈的外露部分均应进行涂装防锈。

5.6.10 对栓接梁、全焊梁、当在焊缝及附近钢材上发现裂缝时，可根据裂缝的位置、性质、大小及数量，采取下列相应措施：

1 在裂缝的尖端钻圆孔，孔径宜与钢板厚度相等，且不得超过 32mm；

2 用高强螺栓连接加固。加固前裂缝尖端处应钻孔；

3 抽换杆件或换梁。

5.6.11 采用电焊连接主梁时，应停止运营，并应检查其安全性。

5.6.12 钢桥涂装应符合下列规定：

1 钢结构、钢梁、钢栏杆等应进行保护涂装，涂装应与景观适应，美化涂装应保护钢结构不生锈。

2 运营中钢梁保护涂装起泡、裂纹或脱落的面积达到10%，应进行整孔、整桥重新涂装。

3 局部涂装或整孔、整桥重新涂装用涂料，应与原桥用涂料一致，更换新品种涂装，应将旧涂层清除干净，新旧涂料化学性能应一致。

4 涂膜维护涂装时，应对局部风化部位按要求进行清理，按原涂装系逐层进行涂装，新旧涂层间应有50~80mm过渡带，局部修理时干膜总厚度不应小于原涂装干膜的厚度。

5 钢表面清理不得在雨、雪、凝露和相对湿度大于80%及风沙天气进行；环氧富锌、无机富锌、环氧沥青、聚氨酯漆不得在10℃以下施工。

6 油漆涂层不得有脱落、咬底、漏涂、起泡等缺陷；热喷涂锌、铝金属涂层，应致密，均匀一致。

5.7 钢-混凝土组合梁

5.7.1 钢-混凝土组合梁中钢结构及混凝土桥面板的检查、保养及维修除应符合本节各条的规定外，尚应满足本规范第5.4节、第5.6节的要求。

5.7.2 钢-混凝土组合梁桥面板不得有纵向裂缝。应每季度检查一次，检查纵向裂缝的宽度、长度、位置、密度及发展程度等，必要时应拆除部分铺装层观测。当产生纵向裂缝时，应及时采取加固措施。

5.7.3 桥面横向裂缝可每季度检查一次。在连续组合梁支座及其附近的桥面板，不应有裂缝和渗漏水。有裂缝和渗漏水部位，

应重做防水和封闭裂缝。纵向钢筋失效引起的裂缝，应采取纵向受力加固措施。预应力混凝土桥面板预应力失效产生裂缝应立即修复加固。

5.7.4 跨中区域桥面板压裂、压碎、磨损，应及时加固修复。

5.7.5 钢-混凝土组合梁，应每季度检查一次支座及梁端区域，组合梁结合面不得有相对滑移和开裂；当梁端相对滑移时，应及时修复。

5.7.6 钢梁与混凝土桥面板之间的剪力连接件应完好无损，不得有纵向滑移及掀起。压型钢板组合桥面板支撑处及板肋不得变形，板肋与连接件附近的混凝土不得有疲劳裂缝。

5.7.7 应每年检查一次结构尺寸及线形，不得有超过规定的变形。可采取下列几种方法加固超标变形：

- 1 加铺或重铺钢筋混凝土桥面层，加铺时应验算增加的自重；
- 2 钢梁补强；
- 3 施加体外预应力。

5.8 吊桥和吊杆拱桥

5.8.1 吊桥钢索不得锈蚀，应每季度检查一次主缆和吊杆的钢索防护，钢索应处于正常工作状态。

5.8.2 吊桥的索洞门或锚锭的锚室门应定期打开通风和做好排水，洞内应保持干燥，不得潮湿和积水。

5.8.3 吊桥的索夹应每季度检查和保养一次，紧固螺栓不得松弛和锈蚀；在酷暑、严寒季节应加强检查和保养，及时拧紧螺栓。

5.8.4 吊桥主缆各索股应受力均匀，索股摆动应一致。当吊杆明显摆动时，应调整索夹，并拧紧套筒螺帽。

5.8.5 吊桥主缆应保持在设计时的正常位置，应每季度调整主缆长度。当发现锚锭拉杆处距离不够时，可在套筒与拉杆螺帽之间加垫圈，严禁截短钢索。

5.8.6 吊桥的避雷装置应保持完好。避雷针接地线附近严禁堆放物品和修建任何设施。严禁挖掘地线的覆土，并应采取防冲刷措施。在雷雨季节前，避雷针和引下线及地线应检测。当防雷性能降低时，必须及时修理。

5.8.7 索塔上的航空标灯和桥上照明设施应每天检查一次，及时更换损坏的灯泡。

5.8.8 吊桥的主索鞍、散索鞍、主缆索股锚头和吊杆锚头及钢索出口密封处，应每年检查养护一次，应及时处理漏水、积水和脱漆、锈蚀。

5.8.9 索塔的爬梯和工作电梯，应每季度检查保养一次。在上塔前应先检查其可靠性，严禁非检修人员登梯。爬梯宜每五年除锈涂漆养护一次。

5.8.10 应定期检测拉索及阻尼垫圈式减振器，不得漏水，橡胶不得老化，必要时应更换。

5.8.11 加劲梁的检查和养护要求，按其结构材料应符合钢筋混凝土、预应力混凝土桥或钢桥的有关规定。

5.8.12 吊杆拱桥技术状况应符合下列规定：

1 吊杆以及吊杆与横梁节点区防腐油脂不得漏油、发酵、出现铁锈臭味，不得存水。

2 吊杆钢丝束受力应均匀，且不得锈蚀。

3 锚固区附近的混凝土不得有裂缝、腐蚀，混凝土表面不得有积水。

4 应每年检测一次桥面标高、拱肋轴线侧向偏离值、桥台沉降值。

5.8.13 对套管或吊杆，应灌满防腐油脂；对挤塑式套管，应每年涂刷防锈材料，并应检查外包材料。对老化、脆裂及人为损伤，应采用玻璃丝布或其他防护材料包扎。

5.8.14 吊杆拱桥的锚夹具应每季度检查一次；当发现有松弛和锈蚀时，应及时维修。酷暑、严寒季节应加强检查和养护。

5.8.15 吊杆拱桥的吊杆锚头及吊杆与横梁节点区密封处，运营

第一年内应每半年检查一次，以后每一年检查一次；发现漏水、积水和脱漆、锈蚀者，应及时处理。

5.8.16 对基础不均匀沉降引起的结构物附加内力，应按设计部门提出的时限进行检测调整，并应消除温差影响。

5.8.17 运行后第一、二年内应每半年检查一次吊杆状况，以后每一年检查一次；在损坏处做出标记，做好记录，及时处理。需要更换者，应进行力学分析，制定更换方案，报请有关主管部门批准后进行更换。

5.8.18 应每年检查一次吊杆钢丝束及阻尼垫圈式减振器的防水情况和橡胶老化变质情况，必要时应更换。

5.8.19 纵横梁的检查和养护，根据其结构材料的不同应符合钢筋混凝土、预应力混凝土桥及钢桥的规定。

5.8.20 柔性系杆的下承式拱桥的拱脚部分，中承式拱桥的边拱混凝土内预埋钢管和系杆拉索分束穿入预埋钢管的间隙应压加注满防腐油脂。

5.8.21 刚性系杆的拉索全部外包钢管内应压加注满防腐油脂，两端应采用不锈钢罩保护。

5.9 斜 拉 桥

5.9.1 斜拉桥应定期进行动力特性、重要部位的内力、拉索索力、拉索探伤和静载的检测，时间间隔不得超过7年。检测报告应结合历年的各项检测结果综合分析。应通过结构监测，掌握桥梁在使用过程中结构构件的变化和力学性能及空间位移情况。

5.9.2 斜拉桥运营技术状况可采用自动化监测系统。

5.9.3 应设专职技术员，每天宜巡检1~2次，掌握运营状况，应设专职养护班维修养护。

5.9.4 索塔上的航空标灯和桥上照明装置应正常工作。

5.9.5 拉索的检查应符合下列规定：

1 拉索的防护应每天目测检查一次（可借助简单工具），对异常情况作好记录，进一步检查，并做出技术状况的评定。

2 必须每3年对拉索护层及钢丝锈蚀情况进行检测,可采用无损探伤或剥开已损坏的护层检查,并测量锈蚀钢丝的实际有效面积。

3 拉索索力必须每年进行一次测量,大桥竣工最后一次调索的索力应与设计索力进行比较,了解拉索索力变化状况及松弛现象。

4 必须经常观察拉索的振动情况,并作好风速、风向、雨量、拉索振动状况的记录,并应检查拉索减振措施的有效性,对失效的减振装置应重新安装或更换。

5 拉索的检查和养护维修,应有详细的文字、图片或录像记录,并归档;

6 拉索梁端的护筒及护套不得有锈蚀、开裂、剥落、连接螺栓松动、崩断、护套与拉索的接合部护层的损伤和露丝。

5.9.6 斜拉索锚固端的检查应符合下列规定:

1 塔端锚头、钢主梁端锚头必须每半年进行一次保养,对在钢梁外侧并有钢盖板罩的锚头应每3年进行一次保养。

2 锚具的锚杯及锚杯外梯形螺纹和螺母不得锈蚀和变形,锚板不得断裂;墩头应无异常。

3 锚固结构的支承垫块不得锈蚀、位移、变形;梁端锚箱不得锈蚀、变形;锚箱与主钢梁腹板连接的高强螺栓不得松动、锈蚀;塔端或混凝土梁端预埋承压钢板不得锈蚀、变形;钢板四周混凝土不得有裂缝、剥落、渗水等现象。

5.9.7 斜拉索护层的检查应符合下列规定:

1 水泥浆护层应每半年检查一次,拉索表面不得有裂缝,塔端锚头处不得有水和水泥浆渗出。近梁端的拉索底部应正常。

2 防锈油膏应每半年检查一次并及时补充,套管不得老化、开裂。防锈油膏失效应及时更换。

5.9.8 主塔混凝土有碳化和水渗入使混凝土产生钙化反应时,应在混凝土表面涂混凝土保护剂。

5.9.9 锚箱裂缝应采用加强法及时处理。

5.9.10 钢-混凝土组合梁的养护维修、检测应符合本章第 5.7 节要求。

5.9.11 端横梁的养护应符合下列规定：

1 外力造成混凝土剥落与露筋时，应将钢筋的锈迹清除，并把松动保护层凿去后修补。

2 横梁箱内应通风，适时测量内外温差，温差不宜过大。对横梁箱体裂缝，必须查明原因后再做加固处理。

5.9.12 当斜拉桥钢筋混凝土或预应力混凝土主梁的裂缝超过规定值或挠度超过设计规定的允许值或拉索索力偏离设计值较大时，应查明原因，通过计算进行加固和调整索力。

5.9.13 拉索各部位的维修应符合下列规定：

1 当拉索 PU 护层撕破露出 PE 护层超过 10% 时，应进行修补。

2 拉索护层表面有裂缝，而表面干燥，内部无水渗出，钢丝未锈蚀，应将裂缝封闭；若钢丝已有锈蚀或表面潮湿，裂缝内有锈水渗出，应沿裂缝处剥开防护层，排出水分，露出钢丝，除锈并干燥后，再作防锈处理，修复防护层。

3 塔端钢承压板四周的混凝土松动、剥落、开裂，应先将松动的混凝土去除，检查损坏的范围，如内部钢筋锈蚀造成混凝土起壳剥落，应先对钢筋除锈，将损坏的混凝土部分凿去凿净再修补；锚杯和螺母上的梯形螺纹出现变形、裂缝时，需作进一步的探伤，测量索力及作技术鉴定。根据鉴定结果，进行维修。

5.9.14 应经常检查支座处斜拉索及阻尼垫圈式减振器的防水情况和橡胶老化变质情况，必要时可更换。

5.9.15 当一根拉索内已断裂的钢丝面积超过拉索钢丝总面积的 2% 时，或钢丝锈蚀造成该拉索钢丝总面积损失超过 10% 时，必须换索。

5.9.16 设置在塔身与梁体之间的橡胶体横向限位装置应每年清除一次四周的污物，检查橡胶体的老化程度并作好记录，锈蚀的钢件应除锈后刷油漆。

5.9.17 岸跨有辅墩的斜拉桥，每年至少对主塔与辅墩的沉降量与不均匀沉降量进行一次监测；当主塔与辅墩的沉降量与不均匀沉降量超过设计要求时，必须在原设计单位指导下进行辅墩支座调整。

5.9.18 主桥线型每年测量一次，时间应在竣工测量日期的前后一周内，线型测量包括桥梁中心线和梁边线处的线型。主桥挠度每隔一年测 4 次，分别在春、夏、秋、冬时各测一次，每次测 24 小时。挠度测量时应记录当时的气温、风向、风速。每年在暴风雨时测一次主桥挠度。测时记录雨量、气温、风向、风速等。

5.9.19 在特殊气候条件下，斜拉桥的通行限制应符合下列规定：

- 1 桥上应有交通信息显示屏。
- 2 雾天桥上行车时速宜符合表 5.9.19-1 的规定。

表 5.9.19-1 雾天桥上行车时速

能见度 (m)	干燥路面 (km/h)		潮湿路面 (km/h)	
	直线	弯道	直线	弯道
80	60	40	55	35
50	40	30	35	25
30	20	20	25	15
20	15	15	10	10

3 当风速大于 19m/s 时，大风雨中桥上行车时速宜符合表 5.9.19-2 的规定。当风速大于 21m/s 时，严禁货运车上桥行驶。

表 5.9.19-2 大风雨中桥上行车时速

风速 (m/s)	风中限速 (km/h)	风雨中限速 (km/h)
19	60	50
21	50	40
23	40	30
25	封桥禁行	封桥禁行

当斜拉索有明显振颤时，应安排值班人员到现场进行监视或录像，并做好记录。

5.9.20 斜拉桥的避雷装置应保持完好。避雷针接地线附近严禁堆放物品和修建任何设施，严禁挖掘地线覆土。每年雨季前应检测其防雷性能，及时维护。

6 下部结构养护

6.1 墩 台

6.1.1 墩台保养、小修应符合下列规定：

1 墩台表面应保持清洁，并及时清除青苔、杂草、荆棘和污秽。

2 当圯工砌体表面部分严重风化和损坏时，应清除损坏部分后用原结构物相同材料补砌，应结合牢固，色泽和质地宜与原砌体一致。

3 圯工砌体表面灰缝脱落时应重新勾缝。

4 当混凝土表面发生侵蚀剥落、蜂窝麻面等病害时，应及时将周围凿毛洗净后做表面防护。

5 当立交桥墩靠近机动车道时，宜在桥墩四周浇筑混凝土护墩。

6.1.2 墩台的维修与加固应符合下列规定：

1 当表面风化剥落深度在 30mm 及以下时，应采用 M10 以上的水泥砂浆修补；当剥落深度超过 30mm，且损坏面积较大时，应增设钢筋网浇筑混凝土层，浇筑混凝土前应清除松浮部分，用水冲洗，并采用锚钉连接。

2 墩台出现变形应查明原因，采取针对性措施进行加固。

3 当墩台裂缝超过本规范表 5.4.2 或表 5.5.3 限值时，应查明原因，采取下列措施进行加固：

1) 裂缝宽度小于规定限值时，应进行封闭处理；

2) 裂缝宽度大于规定限值且小于 0.5mm 时，应灌浆；大于 0.5mm 的裂缝应修补；

3) 当石砌圯工出现通缝和错缝时，应拆除部分石料，重新砌筑；

4) 当活动支座失灵造成墩台拉裂时, 应修复或更换支座, 并维修裂缝;

5) 基础不均匀沉降产生的自下而上的裂缝, 应先加固基础, 并应根据裂缝发展程度确定加固方法。

4 桥台发生水平位移和倾斜, 超过设计允许变形时, 应分析原因, 确定加固方案。

5 桩或墩台的结构强度不足或桩柱有被碰撞折断等损坏应查明原因, 进行加固处理。

6 桥台锥坡及八字翼墙在洪水冲击或填土沉落的作用下容易产生变形和勾缝脱落。修复时应夯实填土, 常水位以下应采用浆砌片(块)石, 并勾缝。

6.1.3 当连续梁桥墩台和拱桥的不均匀沉降值超过设计允许变形时, 应查明原因, 进行加固处理和调整高程。

6.2 基 础

6.2.1 桥梁的基础及地基应完整、稳定。

6.2.2 基础及地基保养、小修应符合下列规定:

1 跨河桥梁上下游 50 ~ 500m 范围内的河床应稳定, 并随时清理河床上的漂浮物和沉积物。不得在河床内建构筑物和挖砂、采石。

2 桥桩和桥梁浅基础的边缘埋设的地下管线、各种窨井、地下构筑物, 应经计算后采取加固措施, 并应先加固、后降水、再施工。

6.2.3 基础的维修与加固应符合下列规定:

1 当基础局部被冲空时, 应及时填补冲空部分。当水深大于 3m 时, 除应及时填塞冲空部分, 并应比基础宽 0.2 ~ 0.4m。

2 基础周围冲空范围较大时, 除填补基底被冲空部分外, 并应在基础四周加砌防护设施。

3 严寒地区对浅桩冻拔或深桩环状冻裂, 应在冰冻开始前进行保温防护。

4 为防止桥墩被流冰和漂浮物撞击，可在桥墩上游设置菱形破冰体；

5 当简支梁桥的墩台基础均匀总沉降值大于 $2.0 \sqrt{L}$ (cm)、相邻墩台均匀总沉降差值大于 $1.0 \sqrt{L}$ (cm) 或墩台顶面水平位移值大于 $0.5 \sqrt{L}$ (cm) 时，应及时对简支梁桥的墩台基础进行加固。

注：总沉降值和总沉降差值不包括施工中的沉降。

L 为相邻墩台间最小跨径长度，以 m 计，跨径小于 25m 时仍以 25m 计。

7 城市桥梁抗震设施的养护

7.0.1 桥梁抗震设施保养、小修应符合下列规定：

1 桥梁的抗震设施应每年进行一次检查和养护，使其各部件（或构件）保持清洁、干燥及完好。在震后、污期前后，应及时检查抗震设施的工作状态。

2 当混凝土抗震设施出现裂缝、混凝土剥落及混凝土破碎等病害时，应及时进行养护、修补或更换。

3 当抗震缓冲材料出现变形、损坏、腐蚀、老化等病害时，应及时进行维修或更换。

4 抗震紧固件、连结件松动和残缺时，应及时紧固或补齐，并涂刷防锈涂层。

5 型钢、钢板、钢筋制作的支撑、支架、拉杆、卡架等桥梁加固构件，应及时进行除锈和防腐处理，发现残缺损坏应及时进行维修和更换。

6 桥梁横、纵向联结和限位的拉索，应完好、有效；高强钢丝绳、绳卡等应每2年进行一次涂油防锈处理，当发现松动时，应及时对高强钢丝绳进行紧固。

7.0.2 地震区的桥梁，在修建时未考虑地震因素的桩柱、墩台及基础，应验算在地震作用下的折断倾覆及抗滑的稳定性。不能满足要求时，应进行加固。上部结构未设置抗震设施的，应增设防震设施。

8 人行通道养护

8.0.1 人行通道内铺砌和装饰应完整、清洁和美观。

8.0.2 人行通道应每季度检查一次，主体结构不得漏水，混凝土裂缝不得大于本规范表 5.4.2 的限值，墙体、顶板表面不得腐蚀、剥落。

8.0.3 对无装饰的墙身宜 2~3 年粉饰一次；装饰物应完好、牢固，装饰材料应采用阻燃材料。

8.0.4 人行通道内电器、电路、控制设备应每月检查一次，所有电气设备必须安全、可靠、有效，严禁漏电和超负荷运行。照明灯具应完好、有效。

8.0.5 自动滚梯应有专人操作、维修、保养，执行厂方规定的使用维护说明书和安全操作规定，每年应按规定进行安检，安检不合格的严禁使用，超过安检期未安检的应停止使用，严禁带病运转。

8.0.6 抽水站的电机、水泵等机械设备应按照有关机械保修规范进行保养。

8.0.7 人行通道内排水管道应完好畅通。

8.0.8 人行通道口及通道内应保持干燥、整洁、通风良好，不得有积水、积冰，通道口及梯道、坡道不得有积雪。

8.0.9 人行通道口和梯道、坡道、扶手应完好、牢固，防滑条应完整、有效。坡道应平顺粗糙，不得有坑洞和油污等黏性易滑物质。

8.0.10 人行通道结构不得敷设高压电缆、煤气管和其他可燃、易爆、有毒或有腐蚀性液（气）体管道。

9 隧 道 养 护

9.0.1 隧道养护工作应包括：洞身、洞门、路面和两端路堑、防护设施、排水设施、洞口减光设施以及通风、照明、标志、标线、监控、消防、防冻、消声等设施的检查、保养、维修和加固。

9.0.2 隧道内路面和人行道要求应符合合同等级道路技术标准的规定。

9.0.3 隧道保养、小修应符合下列规定：

1 应及时清扫隧道内外的塌落物、隧道口边仰坡上的危石、积雪、积水和挂冰。

2 各种标志、标线及反光部位应每季度清扫、刷新、修理一次，不得有污染、缺损。

9.0.4 市内地下隧道保养周期不应大于 3d；山岭隧道保养周期宜为 1~2d；越江隧道应一天巡查 1~2 次，可建立监控系统。

9.0.5 隧道衬砌的养护应符合下列规定：

1 隧道衬砌不得有大于 20mm 的变形、开裂裂缝不得大于 5mm，不得有渗漏。

2 隧道衬砌已稳定的裂缝可封闭。

3 衬砌变形、下沉、外倾，变质、腐蚀剥落严重、裂缝区域较大影响衬砌强度时，应进行加固。

4 隧道内路面拱起、沉陷、错位、开裂，可采取下列加固措施：

1) 因围岩侧压力过大使侧墙内移而引起路面拱起时，应加固；

2) 路面局部沉陷、错位、严重碎裂时，应翻建。

5 隧道衬砌局部突然坍塌时，应暂时封闭交通，立即进行

临时支护，随即重新衬砌施工。当坍穴过大时，应做回填设计后再施工。

9.0.6 无衬砌隧道的围岩养护应符合下列规定：

1 无衬砌隧道的围岩发生破碎、产生危石、渗漏时，应及时治理。

2 治理围岩破碎和危石可采用下列措施：

1) 危石应及时清除，对当除会牵动周围大片岩石时，可喷浆或压浆稳固；

2) 对不宜清除的小面积破碎，可采取措施稳固；

3) 破裂范围较大时，应加固；

4) 对不能清除又无法压浆稳固的危石，应临时支撑。

3 隧道内的孔洞、溶洞或裂缝均应封闭。有水的孔洞应预埋泄水孔、接引水管，将水从边沟排出。

9.0.7 隧道的防护应符合下列规定：

1 隧道外山坡岩石风化严重或有大于 10cm^2 坑穴、溶洞、大于 20mm 裂缝时，可封闭裂缝，整修地表、稳固山坡。当地表岩石松散破碎时，可清除或固结。

2 隧道洞口坍塌时，应整修或局部加固。

9.0.8 隧道排水应符合下列规定：

1 有坡度的隧道其上洞口外的水不得流入洞内。

2 隧道山坡上的地表水，不得渗入洞身。

3 隧道内的防水层、排水设施必须完好、畅通、有效。

4 隧道内渗水应及时堵漏。

5 洞内发生涌水时，应立即处理。

6 洞口内外排水系统应定期疏通，不得堵塞失效。

9.0.9 隧道内通风、照明、监控、消防、防冻、消声设备的养护应符合下列规定：

1 隧道应通风良好，应每天检测洞内一氧化碳气体含量，其容许浓度应小于下列标准值：

1) 工作人员休息室、工作室和控制室等为 24μ ；

- 2) 正常运营时, 通道内为 150μ ;
- 3) 发生事故时, 短时间 (15min) 内为 250μ 。

2 每天检测隧道内烟尘含量, 其容许浓度应小于下列标准值:

- 1) 长度大于 1000m 的通道为 0.0075m^{-1} ;
- 2) 长度小于 1000m 的通道为 0.0090m^{-1} 。

3 隧道内的通风设备应按下列要求进行检修;

- 1) 当采用竖井、边窗通风时, 井、窗应通风通畅;
- 2) 各式通风机、管道、机电、动力设备等应完好、安全、有效, 应每周检修一次, 每季度进行一次全面检修。

4 隧道内的照明应完好、有效, 路面平均照度不得小于 30lx; 洞口照度不宜小于 30lx; 照明器应防震、防水、防尘, 并应每季度检修一次, 每天检测一次并更换损坏的电器。

5 长度大于 1000m 的隧道内安装的烟尘浓度测定仪、一氧化碳浓度测定仪、交通量测定装置、监视电视以及照明、通风、配电设备等自动控制设备和监视控制设备运转应完好有效, 其保养维修应由专业人员按设备维修规定进行。

6 长度大于 1000m 的隧道内设置的紧急电话、报警装置、排烟设备、消防给水管网及消防器材库等应完好有效。

7 隧道内不得存放汽油、煤油、稀料等易燃物品。通道内严禁明火作业和取暖。紧急停车带、行车 (人) 横洞、避车洞及错车道不得堆放杂物。

8 高寒冰冻区的隧道、洞口构造物应防冻保温, 隧道内路面不得有冻结。

9 隧道内消声设备应每月检查维修一次, 应保持完好、有效, 隧道内噪声不得高于所在城市规定的噪声值。

10 附属设施养护

10.1 排水设施

10.1.1 桥面泄水孔应完好、畅通、有效。

10.1.2 桥面泄水管、排水槽每年雨季前应全面检查、疏通，跨河桥梁泄水管下端露出不应少于 10cm，立交桥泄水管出口宜高出地面 50 ~ 100cm 或直接接入雨水系统。

10.1.3 立交桥除泄水管排水外，其他地方不得往桥下排水，冬季北方立交桥不得有冰凌悬挂。

10.2 防护设施

10.2.1 桥梁的防护栏杆、防护栅、防护栏、防护网、隔离带、防撞墩、防撞护栏、遮光板、绿色植物隔离带等防护设施应完整、美观、有效，不得有断裂、松动、错位、缺件、剥落、锈蚀等损坏现象。

10.2.2 防护设施应色彩鲜艳醒目不得污秽。桥内绿化不得腐蚀桥梁结构和影响桥梁安全，不得影响桥梁养护、检查和行车安全。

10.2.3 遮光板及各类指示标志应完整、有效，不得误挂和缺项，遮光板变形后应立即恢复。

10.2.4 防撞墩、防撞栏杆不得缺损、变形；被撞损后，宜在 3 ~ 7d 内恢复。防撞墩、防撞栏杆养护应符合下列规定：

1 防撞墩混凝土裂缝大于 3mm 小于 5mm，可灌缝封闭。

2 表面露筋、钢筋未变形、拉断的，可做防腐处理后，用水泥砂浆修补。

3 防撞墩混凝土裂缝大于 5mm，可清除被撞坏的混凝土，重新浇筑混凝土。

4 严禁使用砖砌筑代替原结构；被毁钢结构，应原样恢复，严禁使用塑料管仿制。

10.2.5 在高路堤、桥头、临河路堤、陡坡等桥区，应安放防护栏。防护栏应完整、美观、有效，缺损期不得超过 7d。

10.2.6 快速路两侧应放置防护网，上跨快速路及铁路的天桥、有人行步道的立交桥两侧应设防护网，防护网应完整、美观、有效。损坏、变形修复期不得超过 7d。

10.3 挡墙、护坡

10.3.1 挡墙应坚固、耐用、完好。挡墙应每季度检查一次，中雨以上降雨时应巡检，挡墙倾斜超过 20mm 或鼓胀、位移，下沉超过 20mm 时，应进行维修加固。挡墙拆断应及时加固，开裂超过 10mm，应进行封闭。

10.3.2 护坡应完好，下沉超过 30mm、残缺超过 0.2m^2 ，应及时维修。

10.4 人行天桥的附属物

10.4.1 梯道防滑条应完好、有效，梯道雨季不应积水；坡道、梯道冬季不应结冰、积雪，铺装完好、牢固，不得有大于 0.1m^2 坑洞、大于 10mm 的翘起或大于 0.2m^2 空鼓。

10.4.2 栏杆应完好、清洁、直顺、坚固；严禁人群荷载超过设计标准。

10.4.3 封闭式天桥应清洁、通风，封闭结构应完好。

10.4.4 电动滚梯应按本规范第 8.0.5 条的要求进行维修。

10.4.5 天桥上方的架空线距桥面不满足安全距离时，桥上应设置安全护罩，护罩距桥面的距离不应小于 2.5m。

10.5 声屏障、灯光装饰

10.5.1 声屏障应干净、有效、完整。损坏、缺失应在一周内修补。

10.5.2 声屏障应每季度冲洗一次，吸声孔不得堵塞。应每年补充和更换老化的填充物。

10.5.3 新增设声屏障不得影响桥梁结构安全，并应安装牢固。

10.5.4 桥梁安装灯光装饰，应设三道漏电保护装置，专人维护保养，开彩灯期间宜有专人值班，关闭彩灯后应拉闸断电。彩灯装饰应完整、美观，缺损应及时恢复。安装彩色灯光装饰不得影响桥梁结构的完整和耐久性，不得影响桥梁养护维修。

10.6 调 治 构 造 物

10.6.1 导流堤、梨形堤、丁坝、顺坝和格坝等调治构造物，应保持完好，引导水流应均匀、顺畅地通过桥孔。

10.6.2 洪水前后应巡查并及时清除调治构造物上的漂浮物。

10.6.3 在雨季前，调治构造物应检查维修一次，不得有大于 0.3m^2 空洞缺损、大于 20mm 开裂或大于 0.2m^2 塌陷和松散。

10.7 桥 头 搭 板

10.7.1 桥头搭板应完好，桥头搭板下沉量不应大于本规范第 5.2.6 条规定值，桥头搭板局部坑洞、松散面积不应大于本规范第 5.1.2 条第 3 款的规定值。超过上述限值时应及时修补。

11 超重车辆过桥措施

11.0.1 当车辆荷载超过桥梁限载的车辆通过桥梁时，应采取技术措施，由城市桥梁主管部门的专门技术人员组织指挥，并应详细记录存档。

11.0.2 当车辆荷载超过桥梁限载的车辆通过桥梁，应选用多轴多轮的运载车辆，并应选取桥梁技术状况较好、加固工程费用较省的路线通过。

11.0.3 当车辆荷载超过桥梁限载能力时，应由桥梁养护管理部门进行评估、加固。

11.0.4 加固应由原桥梁设计单位验算和进行加固设计，并经养护管理单位审核后方可实施。

11.0.5 当车辆荷载超过桥梁限载的车通过桥梁时，应符合下列规定：

- 1** 应临时禁止其他车辆过桥。
- 2** 车辆应沿桥梁的中心行驶，车速不得超过 5km/h。
- 3** 车辆不得在桥上制动、变速、停留。

11.0.6 当车辆荷载超过桥梁限载的车辆通过桥梁时，城市桥梁管理部门应检查，观察记录桥梁位移、变形、裂缝扩张。同时应选择不同桥型，进行挠度、应力、应变观测。

12 养护工程的检查及验收

12.0.1 大中修、改扩建工程可按照国家现行标准《市政桥梁工程质量检验评定标准》CJJ2 进行验收。

12.0.2 保养、小修的检查验收应符合下列规定：

- 1 养护单位应检查保养、小修的施工质量。
- 2 养护单位应及时检查保养、小修完成情况及损坏恢复程度。
- 3 养护单位应对小修验收归档。

12.0.3 中修工程的检查与验收应符合下列规定：

- 1 养护单位质量监理人员应对工程过程和隐蔽部分的施工进行检查和验收。
- 2 工程完成后，养护单位应对工程外观质量及桥梁整体恢复程度提出验收意见，并报有关单位备案。
- 3 中修工程竣工资料应及时验收归档。

12.0.4 大修工程的检查与验收应符合下列规定：

- 1 大修工程应建立严格的质量管理体系。
- 2 管理单位质量监理人员应对工程过程和隐蔽部分的施工进行检查和验收，并及时做好验收记录。
- 3 大修工程应按分项工程逐项进行验收。
- 4 大修工程竣工验收程序应符合下列规定：
 - 1) 工程竣工后，应先由施工单位按设计文件和桥梁维修作业验收标准进行自检，做出自检记录和质量自评；
 - 2) 管理单位接到施工单位申请办理正式验收的报告后，应立即组织验收并进行质量评定；
 - 3) 工程内容符合设计文件、工程质量符合验收标准、竣工文件齐全完整时，管理单位应及时办理交验手续。如工程未达

到验收标准，管理单位提出整改意见，由施工单位及时整改，达到标准再行复验；

4) 大修工程竣工资料应及时验收归档。

12.0.5 桥梁改扩建工程检查与验收应依据新建工程的质量标准进行。

附录 A 城市桥梁日常巡检日报表

表 A

桥名：

巡视日期：20____年____月____日____午

星期____天气____

检查项目	状况		病害		病害说明	
桥名牌	完整		缺 损 (块)			
限载牌	完整		缺 损 (块)			
栏杆	完整		缺 损 (m)			
端柱	完整		缺 损 (只)			
人行道	平整		坑 塘 (m ²)			
车行道	平整		坑 塘 (m ²)			
机非隔离栏	完整		缺 损 (m)			
伸缩缝	完整		缺 损 (m)			
泄水孔	畅通		堵 塞 (只)			
扶梯	完整		缺 损 (m ²)			
结构变异	有、无		部 位		变异情况	
桥、桥区施工	有、无		是否违章		基本情况	
其他危及行车、行船、行人安全的病害						

巡查人：_____

附录 B 城市桥梁资料卡

表 B-1

桥梁名称： 所在路名： 跨越（ ），（ ）等级

地区
卡号

一般资料	养护单位		上部结构	主梁型式		下部结构	桥墩	型式	
	建设单位			主梁尺寸 (宽×高×长)				标高	m
	设计单位			主梁数量				盖梁尺寸	
	监理单位			横梁型式				基底标高	m
	施工单位			支座型式/数量				底板尺寸	
	建造年月			桥面结构				基桩尺寸/根数	
	结构类型			桥台	伸缩缝型式			型式	
	设计荷载				伸缩缝数量		条	标高	m
	抗震烈度				桥面标高		m	基底标高	m
	正斜交角				梁底标高		m	台帽尺寸	
	桥梁跨数				主桥纵坡		%	底板尺寸	
	跨径组合	m			主桥横坡		%	基桩尺寸/根数	
	桥面面积	m ²	引桥纵坡		%	挡土板厚度	m		
	桥梁总长	m	拱桥矢跨比			翼墙型式			
	桥梁总宽	m	总造价		元	翼墙长度	m		
	车行道净宽	m	附属工程		附挂管线	栏杆总长	m	给水管	
	人行道净宽	m				栏杆结构		燃气管	
	道路等级					端柱尺寸		电力缆	
	设计河床标高	m		护岸类型			通讯电缆		
	最高水位	m		引坡挡墙类型					

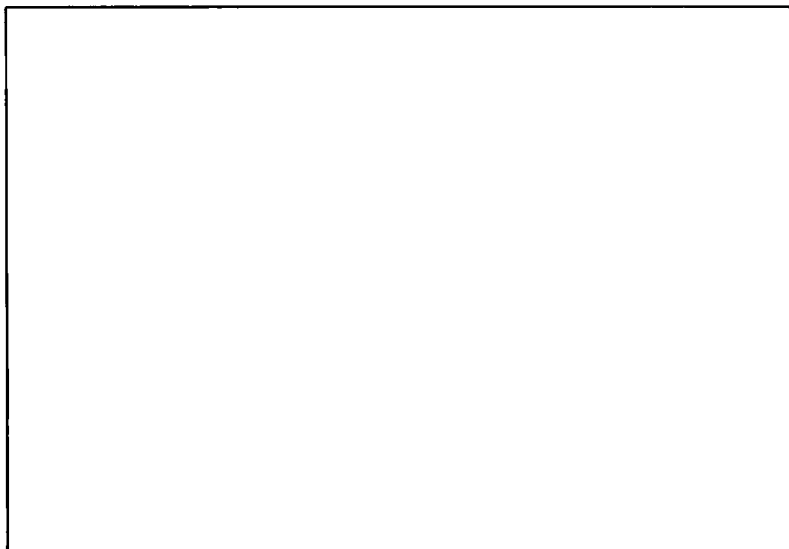
审定：

复核：

制表：

建卡日期：

表 B-2 结 构 简 图



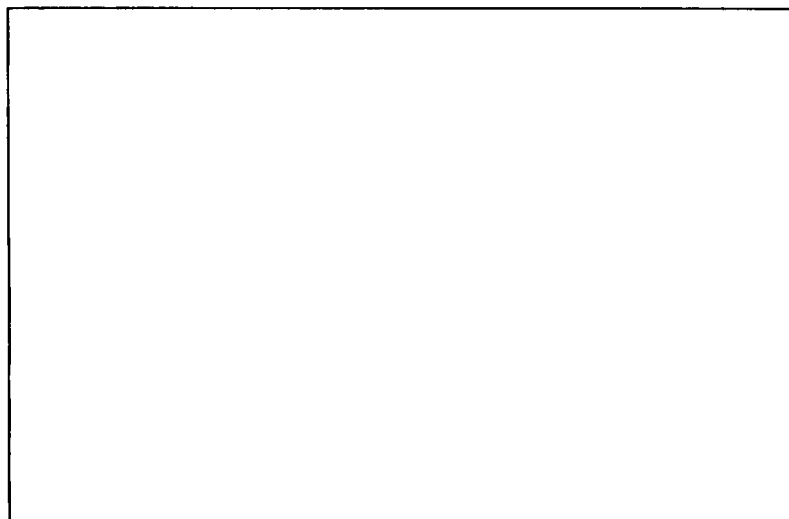
审定：

复核：

制表：

日期：

表 B-3 附 照



审定：

复核：

制表：

日期：

附录 C 城市桥梁设备量年报表

表 C

	桥梁数 (座)	桥梁长度 (m)	平均长度 (m)
总 计			
车行桥梁合计			
其中：上立交桥			
下立交桥			
永久性桥梁			
半永久性桥梁			
临时性桥梁			
人行桥合计			
其中：人行天桥			
人行通道			
车行通道			
永久性桥梁			
半永久性桥梁			
临时性桥梁			

审定：

复核：

制表：

日期：

附录 D 评分等级、扣分表

表 D-1 桥面系各构件评分等级、扣分表

	损坏类型	定 义	损坏评价				说 明
桥 面 铺 装	网裂或龟裂	桥面产生交错裂缝,把桥面分割成网状的碎块	程度	< 3%	3% ~ 10%	> 10%	网裂总面积占整个桥面面积的百分比
			扣分值	5	15	40	
	波浪及车辙	桥表面有规则的纵向起伏或局部拥起及沿轮迹处的路表凹陷	程度	< 3%	3% ~ 10%	> 10%	出现波浪及车辙的总面积占整个桥面面积的百分比
			扣分值	5	15	40	
	坑槽	桥面材料散失后形成凹坑,但没有贯穿桥面	程度	< 3%	3% ~ 5%	> 5%	坑槽总面积占整个桥面面积的百分比
			扣分值	65	65	65	
	碎裂或破碎	桥面出现成片裂缝,缝间路面已裂成碎块	程度	< 3%	3% ~ 5%	> 5%	碎裂或破碎的总面积占整个桥面面积的百分比
			扣分值	40	65	80	
	洞穴	桥面开裂或破损形成贯穿桥面的洞穴	程度	1 个	2 个	3 个	洞穴数量
			扣分值	50	65	80	
	桥面贯通横缝	与桥面道路中线大致垂直并且在横向可能贯通整个桥面的裂缝,有时伴有少量支缝	程度	无	半贯通	贯通	裂缝在垂直于桥面道路中线方向的贯通程度
			扣分值	0	5	15	

续表 D-1

	损坏类型	定 义	损坏评价				说 明
			程度	无	半贯通	贯通	
桥面铺装	桥面贯通纵缝	与桥面道路中线大致平行并且在纵向可能贯通整个桥面的裂缝, 有时伴有少量支缝	程度	无	半贯通	贯通	裂缝在平行于桥面道路中线方向的贯通程度
			扣分值	0	5	15	
桥头平顺	桥头沉降	桥梁与道路连接处形成高差	程度	无	轻微	明显	“无”指桥梁与道路连接平顺, 目测不出高差; “轻微”指桥梁与道路连接有高差, 高度差未超过 5.2.6 条限值; “明显”指桥梁与道路连接有高差, 高度差超过 5.2.6 条限值
			扣分值	0	15	40	
	台背下沉值	道路路面在桥梁台背回填处出现沉降的深度	程度	< 2cm	2 ~ 5cm	> 5cm	道路路面在桥梁台背回填处出现沉降的深度
			扣分值	15	40	80	
伸缩缝	螺帽松动	带螺栓的伸缩缝装置中原本紧固的螺帽产生松动	程度	无	1 ~ 5 个	> 5 个	螺帽松动的数量
			扣分值	0	15	40	
	缝内沉积物阻塞	垃圾泥土等杂物进入伸缩缝造成伸缩缝阻塞	程度	无	少量	严重	“无”指几乎没有杂物进入伸缩缝内; “少量”指伸缩缝内有少量的杂物; “严重”指伸缩缝内有大量的杂物并造成伸缩缝严重阻塞
			扣分值	0	5	15	
	接缝处铺装碎边	桥梁接缝处桥面边缘出现破碎损坏	程度	无	轻微	严重	“无”指桥梁接缝处桥面边缘没有破损; “轻微”指桥梁接缝处桥面边缘有 10 个以内小于 0.1m ² , 深度小于 2cm 的破损; “严重”指桥梁接缝处桥面边缘有 10 个以上破损或有面积大于 0.1m ² , 深度大于 2cm 的破损
			扣分值	0	40	65	

续表 D-1

	损坏类型	定 义	损坏评价				说 明
			程度	无	轻微	明显	
伸 缩 缝	接缝处高差	伸缩装置高差；伸缩装置保护带与桥面的高差	程度	无	轻微	明显	“无”指桥梁伸缩装置与桥面（路面）连接平顺，目测不出高差；“轻微”指桥梁伸缩装置与桥面（路面）连接处有高差，高度差未超出 5.2.6 条、5.2.9 条限值；“明显”指桥梁伸缩装置与桥面（路面）高度差超过 5.2.6 条、5.2.9 条限值
			扣分值	0	5	15	
	钢材料翘曲变形	伸缩缝内的钢材料构件产生不均匀应变而形成非正常的弯曲或扭曲变形	程度	无	轻微	严重	“无”指钢材料没有翘曲变形；“轻微”指钢材料有 $\leq 1\text{cm}$ 的翘曲变形，这种变形基本上下不影响该构件原有的功能；“严重”指钢材料有 $> 1\text{cm}$ 的翘曲变形，这种变形严重影响甚至破坏了该构件原有的功能
			扣分值	0	15	40	
	结构缝宽	伸缩缝在设计时预留的正常缝宽	程度	正常	略有变化	卡死	“正常”指伸缩缝宽为设计时预留的正常缝宽；“略有变化”与设计时预留的正常缝宽相比有 $> 2\text{cm}$ 的变化；“卡死”指伸缩缝宽几乎为零，伸缩缝两侧的桥梁构件紧密地接触在一起
			扣分值	0	15	65	
	伸缩缝处异常声响	伸缩缝结构在车辆经过时发出非正常声响	程度	无	轻微	严重	“无”指伸缩缝在车辆经过时没有异常声响；“轻微”指伸缩缝在车辆经过时发出不太明显的异常声响；“严重”指伸缩缝在车辆经过时发出很明显的异常声响
			扣分值	0	10	30	
排 水 系 统	泄水管阻塞	垃圾泥土等杂物进入泄水管造成泄水管阻塞	程度	$< 5\%$	$5\% \sim 20\%$	$> 20\%$	被阻塞的泄水管数占所有泄水管总数的百分比
			扣分值	10	40	80	
	残缺脱落	排水设施残缺不全或脱落	程度	$< 5\%$	$5\% \sim 20\%$	$> 20\%$	残缺脱落的排水设施数占所有排水设施总数的百分比
			扣分值	10	20	40	

续表 D-1

	损坏类型	定 义	损坏评价				说 明
排水系统	桥面积水	桥面雨水不能及时排走而形成积水	程度	无	个别处	多处	“无”指桥面没有积水现象；“个别处”指桥面只有一处积水现象；“多处”指桥面有两处以上积水现象
			扣分值	0	45	65	
	防水层	设置于桥面铺装内的水泥或沥青混凝土的防水结构层	程度	完好	渗水	漏水	“完好”指防水层完好，从桥梁梁底来看没有渗水的痕迹；“渗水”指防水层有轻微的渗水，从桥梁梁底来看在个别位置有不太明显的渗水痕迹；“漏水”指防水层漏水，从桥梁梁底来看在多处位置有漏水的痕迹并且漏水量较大
			扣分值	0	30	65	
栏杆或护栏	露筋锈蚀	钢筋混凝土材料的栏杆或护栏表面水泥混凝土剥落露出内嵌的钢筋且钢筋产生锈蚀	程度	<5%	5%~10%	>10%	产生露筋锈蚀的构件数占所有栏杆或护栏构件总数的百分比
			扣分值	10	20	40	
	松动错位	原本固定在桥面的栏杆或护栏产生松动或位置错动	程度	轻微	中等	严重	“轻微”指栏杆或护栏只有个别的构件松动或错位，只稍微影响美观但不影响安全；“中等”指栏杆或护栏有≤20%的构件松动或错位，不仅影响美观而且存在一定的安全隐患；“严重”指栏杆或护栏有20%以上的构件松动或错位，不仅严重影响美观而且存在严重的安全隐患
			扣分值	10	30	*	

续表 D-1

	损坏类型	定 义	损坏评价				说 明
栏杆或护栏	丢失残缺	栏杆或护栏的构件损坏后丢失使得栏杆或护栏残缺不全	程度	轻微	中等	严重	“轻微”指栏杆或护栏只有个别的构件丢失或残缺,只稍微影响美观但不影响安全;“中等”指栏杆或护栏有≤20%的构件丢失或残缺,不仅影响美观而且存在一定的安全隐患;“严重”指栏杆或护栏有20%以上的构件丢失或残缺,不仅严重影响美观而且存在严重的安全隐患
			扣分值	10	30	*	
人行道块件	网裂	人行道面产生交错裂缝,把人行道块件分割成网状的碎块	程度	<10%	10%~20%	>20%	网裂总面积占整个人行道面积的百分比
			扣分值	15	30	50	
	塌陷	人行道块件脱空下陷	程度	<5%	5%~10%	>10%	塌陷总面积占整个人行道面积的百分比
			扣分值	15	25	40	
	残缺	人行道块件破碎并材料散失	程度	<5%	5%~10%	>10%	残缺总面积占整个人行道面积的百分比
			扣分值	15	30	50	
*: II~V类养护的城市桥梁不打分,达到该项损坏程度时,直接将该桥定为D级,I类养护的城市桥梁定为不合格桥。							

表 D-2 上部结构各构件评分等级、扣分表

	损坏类型	定 义	损坏评价				说 明
			程度	无	< 30%	> 30%	
钢 结 构 物	变色起皮	钢结构物表面油漆变色或漆皮隆起	扣分值	0	15	30	变色起皮的总面积占整个钢结构物表面积的百分比
			程度	无	< 10%	> 10%	
	剥落	钢结构物表面油漆剥落	扣分值	0	20	40	剥落的总面积占整个钢结构物表面积的百分比
			程度	无	< 10%	> 10%	
	一般锈蚀	钢结构物表面出现锈斑	扣分值	0	25	45	一般锈蚀的总面积占整个钢结构物表面积的百分比
			程度	无	< 10%	> 10%	
	锈蚀成洞	钢结构物生锈并被洞穿	扣分值	0	15	*	“无”指钢结构物没有出现锈蚀成洞
			程度	无	1 个	1 个以上	
	焊缝裂纹	钢结构物上的焊缝出现裂纹	扣分值	0	15	*	“无”指焊缝没有裂纹；“少量”指焊缝 ≤ 10% 裂纹；“严重”指焊缝有 > 10% 的裂纹
			程度	无	少量	严重	
	焊缝开裂	钢结构物上的焊缝开裂	扣分值	0	65	*	“无”指焊缝没有出现开裂；“少量”指焊缝 ≤ 10% 开裂；“严重”指 > 10% 焊缝出现开裂
			程度	无	少量	严重	
	铆钉损失	钢结构物上的铆钉损坏或丢失	扣分值	0	40	*	损失的铆钉数占所有铆钉总数的比例
			程度	无	< 20%	> 20%	
	螺栓松动	钢结构物上的螺栓出现松动	扣分值	0	20	*	“无”指没有螺栓出现松动；“少量”指 ≤ 20% 螺栓出现松动；“大量”指 > 20% 螺栓出现松动
			程度	无	少量	大量	

续表 D-2

	损坏类型	定 义	损坏评价				说 明
			程度	< 3%	3% ~ 10%	> 10%	
PC 或 RC 梁式 构件	表面网状裂 缝	梁表面出现网状裂缝	扣分值	10	25	40	网状裂缝的总面积占整个梁底表面积的百分比
			程度	< 1%	1% ~ 2%	> 2%	
	混凝土剥离	梁表面混凝土破裂脱落	扣分值	15	30	45	混凝土剥离的总面积占整个梁底表面积的百分比
			程度	< 1%	1% ~ 2%	> 2%	
	露筋锈蚀	梁表面混凝土脱落后露出内嵌的钢筋并且钢筋产生锈蚀	扣分值	20	40	*	出现露筋锈蚀的总面积占整个梁底表面积的百分比
			程度	< 1%	1% ~ 2%	> 2%	
	梁体下挠	梁体向下弯曲	扣分值	0	40	*	“无”指梁体没有出现下挠；“轻微”指梁体出现轻微下挠但不超过允许值；“明显”指梁体明显下挠超过允许值
			程度	无	轻微	明显	
	结构裂缝	梁体由于受力而产生的裂缝	扣分值	0	35	*	“无”指没有出现结构裂缝；“明显”指结构裂缝宽度未超过允许限值；“严重”指结构裂缝超过允许限值
			程度	无	明显	严重	
	裂缝处渗水	梁体裂缝处有渗水痕迹	扣分值	0	15	40	“无”指裂缝处没有渗水痕迹；“轻微”指裂缝处轻微渗水，渗水痕迹面积不大且并不明显；“严重”指裂缝处严重渗水，渗水痕迹面积较大且非常明显
			程度	无	轻微	严重	
	桥面贯通横 缝	与桥面道路中线大致垂直并且在横向可能贯通整个桥面的裂缝，有时伴有少量支缝	扣分值	0	25	30	裂缝在垂直于桥面道路中线方向的贯通程度
			程度	无	非贯通	贯通	

续表 D-2

	损坏类型	定 义	损坏评价				说 明
横 向 联 系	桥面贯通纵缝	与桥面道路中线大致平行并且在纵向可能贯通整个桥面的裂缝,有时伴有少量支缝	程度	无	非贯通	贯通	裂缝在平行于桥面道路中线方向的贯通程度
			扣分值	0	25	45	
	连接件脱焊松动	连接件从焊接处脱落而产生松动	程度	< 5%	5% ~ 10%	> 10%	产生脱焊松动的连接件数占所有连接件总数的百分比
			扣分值	10	15	30	
	连接件断裂	连接件出现断裂	程度	< 5%	5% ~ 10%	> 10%	产生断裂的连接件数占所有连接件总数的百分比
			扣分值	15	30	55	
	横隔板网裂面积	横隔板表面网状裂缝的面积	程度	< 10%	10% ~ 20%	> 20%	横隔板网裂总面积占整个横隔板表面积的百分比
			扣分值	15	25	35	
	横隔板剥落露筋	横隔板表面混凝土剥落露出内嵌的钢筋	程度	< 5%	5% ~ 10%	> 10%	横隔板剥落露筋总面积占整个横隔板表面积百分比
			扣分值	10	20	30	
	梁体异常振动	梁体出现非正常的振动	程度	无	轻微	严重	“无”指梁体没有异常振动;“轻微”指梁体有轻微的异常振动,这种振动不易被感知;“严重”指梁体出现明显的异常振动
			扣分值	0	30	*	

续表 D-2

损坏类型		定 义	损坏评价				说 明	
防落梁装置	有无落架趋势	由于防落梁装置的作用而使桥梁结构有或无落架的趋势	程度	无	有	严重	“无”指桥梁结构没有落架的趋势；“有”指桥梁结构有落架的趋势，但暂时还没有危及桥梁结构的安全；“严重”指桥梁结构有落架的趋势，且严重危及桥梁结构的安全	
			扣分值	0	35	*		
	牛腿表面损伤	防落梁装置的牛腿表面被损坏	程度	无	剥离	锈蚀	“无”指牛腿表面没有损伤；“剥离”指牛腿表面混凝土破损脱落，但没有露出内嵌的钢筋，“锈蚀”指牛腿表面混凝土破损脱落，露出内嵌的钢筋并且钢筋产生锈蚀	
			扣分值	0	25	60		
	伸缩缝处渗水	防落梁伸缩缝处有渗水的痕迹	程度	无	轻微	严重	“无”指伸缩缝处没有渗水痕迹；“轻微”指伸缩缝处轻微渗水，渗水痕迹面积不大且并不明显；“严重”指伸缩缝处严重渗水，渗水痕迹面积较大且非常明显	
			扣分值	0	15	25		
	钢锚板	防落梁装置上起锚固作用的钢板	程度	完好	锈蚀	锈蚀且削弱截面	“完好”指钢锚板没有出现任何损坏；“锈蚀”指钢锚板锈蚀不严重，只是表面出现锈斑；“锈蚀且削弱截面”指钢锚板锈蚀严重，锈蚀位置因生锈腐蚀而变薄	
			扣分值	0	20	40		
	*：Ⅱ～Ⅴ类养护的城市桥梁不打分，达到该项损坏程度时，直接将该桥定为 D 级，Ⅰ类养护的城市桥梁定为不合格桥。							

表 D-3 下部结构各构件评分等级、扣分表

台帽盖梁	损坏类型	定 义	损坏评价				说 明
			程度	< 3%	3% ~ 10%	> 10%	
	网状裂缝	台帽盖梁表面产生网状裂缝	扣分值	8	15	25	网状裂缝的总面积占整个台帽盖梁表面积的百分比
			程度	< 1%	1% ~ 2%	> 2%	
	混凝土剥离	台帽盖梁表面混凝土破裂脱落	扣分值	12	20	30	混凝土剥离的总面积占整个台帽盖梁表面积的百分比
			程度	< 1%	1% ~ 2%	> 2%	
	露筋锈蚀	台帽盖梁表面混凝土脱落后露出内嵌的钢筋并且钢筋产生锈蚀	扣分值	10	15	25	露筋锈蚀的总面积占整个台帽盖梁表面积的百分比
			程度	< 1%	1% ~ 2%	> 2%	
	结构裂缝	台帽盖梁由于受力而产生的裂缝	扣分值	0	20	30	“无”指没有出现结构裂缝；“明显”指结构裂缝宽度未超过允许限值；“严重”指结构裂缝宽度大于允许限值
			程度	无	明显	严重	
	裂缝处渗水	台帽盖梁裂缝处有渗水痕迹	扣分值	0	15	40	“无”指裂缝处没有渗水痕迹；“轻微”指裂缝轻微渗水，渗水痕迹面积不大且并不明显；“严重”指裂缝严重渗水，渗水痕迹面积较大且非常明显
			程度	无	轻微	严重	
	墩台成块脱落	台帽盖梁处墩台表面混凝土成块破损并脱落	扣分值	5	15	25	墩台成块脱落的总面积占整个台帽盖梁表面积的百分比
			程度	< 1%	1% ~ 2%	> 2%	

续表 D-3

	损坏类型	定 义	损坏评价				说 明
			程度	无	非贯通	贯通	
墩 台 身	墩身水平裂缝	桥墩表面出现与水平面大致平行的裂缝	程度	无	非贯通	贯通	“无”指墩身没有水平裂缝；“非贯通”指墩身的水平裂缝没有相互连接形成环绕整个墩身的水平贯通裂缝；“贯通”指一定数量的墩身水平裂缝相互连接形成环绕整个墩身的水平贯通裂缝
			扣分值	0	20	40	
	墩身纵向裂缝	桥墩表面出现与水平面大致垂直的裂缝	程度	无	非贯通	贯通	“无”指墩身没有纵向裂缝；“非贯通”指墩身的纵向裂缝没有相互连接形成自上而下贯通整个墩身的裂缝；“贯通”指一定数量的墩身纵向裂缝相互连接形成自上而下贯通整个墩身的裂缝
			扣分值	0	10	25	
	框架式节点	墩台身上框架式的节点	程度	完好	微裂	贯通	“完好”指框架式节点没有出现任何损坏；“微裂”指框架式节点上出现轻微的裂缝；“贯通”指框架式节点上出现贯通的裂缝
			扣分值	0	15	35	
	桥墩位置	桥墩的位置形态	程度	正确	倾斜	严重倾斜	“正确”指桥墩位置形态一切正常；“倾斜”指桥墩出现一定的倾斜，无倾覆的危险；“严重倾斜”指桥墩倾斜严重，有倾覆的危险
			扣分值	0	30	*	
	桥面贯通横缝	与桥面道路中线大致垂直并且在横向可能贯通整个桥面的裂缝，有时伴有少量支缝	程度	无	非贯通	贯通	裂缝在垂直于桥面道路中线方向的贯通程度
			扣分值	0	25	50	

续表 D-3

	损坏类型	定 义	损坏评价				说 明
			程度	完好	松动	锈蚀	
支 座	支座固定螺栓	用于固定支座的螺栓	扣分值	0	20	30	“完好”指支座固定螺栓没有出现任何损坏；“松动”指支座固定螺栓出现松动；“锈蚀”指支座固定螺栓产生锈蚀
			程度	完好	变形	开裂	
	橡胶支座	橡胶材料类支座	扣分值	0	15	40	“完好”指橡胶支座没有出现任何损坏；“变形”指橡胶支座变形超过设计允许值；“开裂”指橡胶支座有裂缝
			程度	完好	松动	锈蚀	
	钢支座	钢材料类支座	扣分值	0	40	65	“完好”指钢支座完好，没有出现任何损坏；“松动”指钢支座出现松动；“锈蚀”指钢支座产生锈蚀
			程度	完好	锈蚀	碎裂	
	支座底板混凝土	支座底部的水泥混凝土板	扣分值	0	20	60	“完好”指支座底板混凝土没有出现任何损坏；“锈蚀”指支座底板混凝土破损脱落，露出内嵌的钢筋且钢筋产生锈蚀；“碎裂”指支座底板混凝土破损严重，开裂成碎块
			程度	稳定	不稳	落梁危险	
	支承稳定性	支座的支承稳定性	扣分值	0	40	*	“稳定”指支座对梁的支承很稳定；“不稳”指支座对梁的支承不是很稳定，有一定的松动；“落梁危险”指支座对梁的支承很不稳定，有落梁的危险
			程度	稳定	不稳	落梁危险	

续表 D-3

	损坏类型	定 义	损坏评价				说 明
			程度	无	轻微	严重	
基 础	基础冲刷	桥梁基础被水冲刷的程度	扣分值	0	15	30	“无”指基础没有出现冲刷损坏；“轻微”指基础有冲刷损坏且 $\leq 20\%$ ；“严重”指基础被冲刷损坏且面积 $> 20\%$
			程度	无	轻微	严重	
	基础掏空	桥梁基础下部被水冲刷形成空洞	扣分值	0	35	*	“无”指基础没有出现掏空损坏；“轻微”指基础个别位置出现 $\leq 20\%$ 的掏空破损；“严重”指基础出现面积 $> 20\%$ 的掏空破损，严重影响基础结构的完整性
			程度	无	轻微	严重	
	混凝土桩	桥梁基础下混凝土桩的情况	扣分值	0	30	40	“完好”指混凝土桩完好无损；“直径减小”指混凝土桩被损坏而使其直径减小，但未露钢筋；“锈蚀”指混凝土桩被损坏露出内嵌的钢筋且钢筋产生锈蚀
			程度	完好	直径减小	锈蚀	
	基础移动	桥梁基础的位置形态	扣分值	0	30	*	“无”指基础没有出现任何移动；“倾斜”指基础出现轻微倾斜，但还没有出现坍塌变形；“坍塌变形”指基础倾斜严重，出现坍塌变形
			程度	无	倾斜	坍塌变形	

续表 D-3

	损坏类型	定 义	损坏评价				说 明
耳 背 翼 墙	剥离脱落	耳背翼墙表面的混凝土破损脱落	程度	无	轻微	严重	“无”指耳背翼墙表面的混凝土没有剥离脱落；“轻微”指耳背翼墙表面的混凝土剥离脱落 $\leq 20\%$ ；“严重”指耳背翼墙表面的混凝土出现 $> 20\%$ 面积的剥离脱落
			扣分值	0	10	20	
	翼墙前结合处	翼墙与桥台结合处情况	程度	完好	开裂	脱开	“完好”指翼墙与桥台结合处完好；“开裂”指翼墙与桥台结合处出现开裂，但没有完全脱开；“脱开”指翼墙与桥台结合处完全脱开
			扣分值	0	15	25	
	挡土功能	耳背翼墙挡土功能的情况	程度	完好	失去部分	完全散失	“完好”指耳背翼墙挡土功能完好；“失去部分”指耳背翼墙失去部分挡土功能；“完全散失”指耳背翼墙完全失去挡土功能
			扣分值	0	25	35	
	翼墙大贯通缝	贯通整个翼墙的裂缝	程度	无	少量	大量	“无”指翼墙没有出现大贯通缝；“少量”指翼墙出现1~5个贯通缝；“大量”指翼墙出现超过5个贯通缝
			扣分值	0	15	35	

*：Ⅱ～Ⅴ类养护的城市桥梁不打分，达到该项损坏程度时，直接将该桥定为D级，Ⅰ类养护的城市桥梁定为不合格桥。

附录 E 城市桥梁监控测试

E.0.1 对下列桥梁应进行监控测试：

- 1 经现场重复荷载试验其结果属于 D 级或 E 级的桥梁。
- 2 施工质量不佳或存在疑问的桥梁。
- 3 对结构随时间因素变化进行研究的桥梁。
- 4 特大型桥和特殊结构桥。

E.0.2 监控测试的结构部位应根据需要，确定长期观测的结构部位。宜按照现场荷载试验的要求布置测点。

E.0.3 监控测试应包括下列内容：

- 1 桥梁控制截面或有缺陷截面的变位（垂直和水平）和应变。
- 2 墩台、基础、支座和接头连结部分的位移和转角。
- 3 支座反力和缆索拉力。
- 4 预应力钢丝（钢筋）的松弛及其预应力损失。
- 5 记录运营条件下（运行车辆荷载、线冰和地震等作用下）结构的振动。
- 6 记录温度（气温和结构温度）、湿度、风载参数（风速、风向、风压等）、冰层厚度和水文资料等。

E.0.4 监控测试的安排应符合下列规定：

- 1 昼夜温差最大和最小的时期。
- 2 大气湿度最大和最小的季节。
- 3 风载、流冰、洪水和预报地震时期。
- 4 行车密度最大的时间。
- 5 每个观测日应连续量测一昼夜，每隔 1~2 小时记录一次。
- 6 每年作周期观测的日期和时间宜相同。

8 担任长期观测的工作人员宜固定。

E.0.5 监控测试的资料整理应符合下列规定：

1 所有测点各项量测值随时间变化过程图。

2 各测点在每年重复的同一时间的量测值随重复周期次数的变化图。

3 根据同一时间量测的总变位或总应力（或应变）和记录的各种影响因素的资料，计算分析各种因素的分量测。

4 根据结构观测的真实物理力学模型（边界条件、材料性能和外载等）进行结构的理论分析与计算。

5 比较量测值与理论计算值或标准值的偏差。

6 比较同一测量因素在不同时期的变化。

7 比较结构动力特性的变化，检查结构的完好状况。

8 长期观测的记录资料及其中间分析成果，应按技术档案形式保存。

附录 F 结构定期检测现场记录表

表 F-1 结构状态评定表

桥名:

路名：

管辖单位:

位置:

跨越：

结构识别号:

检测单位:

日期:

[illegible]

检测者对整体桥梁状态的一般看法按 A、…、E 等填写。

备注:

审定：

复核:

填表人：

表 F-2 结构缺陷记录表

桥名：

路名：

管辖单位：

位置：

跨越：

结构识别号：

检测单位：

日期：

部件编号	部件名	位 置	数 量	缺陷描述（包括原因和可能退化速度）

审定：

复核：

填表人：

表 F-3 特殊构件信息表

桥名：

路名：

管辖单位：

位置：

跨越：

结构识别号：

检测单位：

日期：

部件编号	信息或注释 (包括水文特性和材料的测试位置)

审定：

复核：

填表人：

表 F-4 照 片 记 录 表

桥名：

路名：

管辖单位：

位置：

跨越：

结构识别号：

检测单位：

日期：

照片编号	描 述

审定：

复核：

填表人：

附录 G 伸缩装置定位计算

G.0.1 桥梁梁体的伸缩量值可由温度引起的伸缩量、混凝土徐变及干燥引起的收缩量和荷载引起的梁头转角变位等因素组成。

G.0.2 温度变化引起的伸缩量应按下式计算：

$$\Delta l_t = (T_{\max} - T_{\min}) \alpha l \quad (\text{式 G.0.2})$$

式中 Δl_t ——温度变化引起梁体总的伸缩量 (mm)；

$T_{\max}$ ——本地区日最高气温 (℃)

(对于钢结构桥，取值应增加 +10℃)；

$T_{\min}$ ——本地区最低气温 (℃)

(对于钢结构桥，取值应增加 -10℃)；

α ——膨胀系数，混凝土材料 $\alpha = 10 \times 10^{-6}$ ，钢结构 $\alpha = 12 \times 10^{-6}$ ；

l ——相邻伸缩装置之间的长度 (m，多跨连续梁结构为各跨长度的总和)。

G.0.3 混凝土徐变及干燥引起的收缩量应按下式计算：

$$\Delta l_c = \frac{\sigma_p}{E_c} \phi l \beta \quad \Delta l_s = \epsilon l \beta \quad (\text{式 G.0.3})$$

式中 Δl_c ——由于徐变引起的收缩量 (mm)；

σ_p ——由预应力等荷载引起的截面平均轴向力 (MPa)；

E_c ——混凝土弹性模量 (MPa)；

ϕ ——混凝土徐变系数 (一般取 2.0)；

l ——相邻伸缩装置之间的长度 (m) (多跨连续梁结构为各跨长度的总和)；

β ——混凝土收缩徐变的递减系数，按表 G.0.3 取值；

Δl_s ——混凝土干燥引起的收缩量 (mm)；

ϵ ——混凝土收缩应变。

表 G.0.3 混凝土收缩徐变递减系数

混凝土的龄期 (月)	0.25	0.5	1	3	6	12	24
徐变、干燥收缩的递减系数 (β)	0.8	0.7	0.6	0.4	0.3	0.2	0.1

注：对处于养护维修阶段的混凝土桥梁，大多混凝土龄期已经大于数年 (β 趋于零)，梁体的收缩、徐变已经基本稳定，由徐变及干燥引起的收缩量可以忽略不计。

G.0.4 荷载变化引起梁头转角位移量 Δl_r 与梁体的高度、刚度、结构类型和荷载有关。对于大跨径的预应力混凝土桥、钢桥 (或刚度较小的桥梁)，应根据有关资料核算其位移量。

G.0.5 伸缩装置的规格，宜根据下列公式计算后选取：

$$\Delta l_0 = \Delta l_t + \Delta l_s + \Delta l_c + \Delta l_r \quad (\text{式 G.0.5-1})$$

式中 Δl_0 ——基本伸缩量 (mm)；

Δl_t ——温度变化引起梁体总的伸缩量 (mm)；

Δl_s ——混凝土干燥引起的收缩量 (mm)；

Δl_c ——混凝土徐变引起的收缩量 (mm)；

Δl_r ——可变荷载引起梁头转角位移量 (mm)。

考虑到施工误差和些其他因素的影响，设计伸缩量应对基本伸缩量增加 10% ~ 30% 的富裕量。即：

$$\Delta l = (1.1 \sim 1.3) \Delta l_0 \quad (\text{式 G.0.5-2})$$

伸缩装置的规格，应根据桥梁支座的类型进行选取。支座一端为固定、而另一端为活动端的桥梁，其伸缩装置的规格，应按设计伸缩量进行选取；梁的两端均为活动端的桥梁，其伸缩装置的规格，应按设计伸缩量的 1/2 进行选取。伸缩装置的规格，应大于或等于选取值。

G.0.6 伸缩装置的安装定位应按式计算：

$$B = B_{\min} + \Delta l_t^+ + (\Delta l + \Delta l_0) / 2 \quad (\text{式 G.0.6-1})$$

$$\Delta l_t^+ = (T_{\max} - T_{\text{set}}) \alpha l \quad (\text{式 G.0.6-2})$$

式中 B ——安装宽度 (mm);

$B_{\min}$ ——伸缩装置产品最小标准安装宽度 (mm);

Δl_t^+ ——温度升高引起梁体的伸长量 (mm);

T_{set} ——伸缩装置安装时的温度 (℃)。

当在计算基本伸缩量时，加入了混凝土徐变和干燥引起的收缩量，伸缩装置的安装宽度应按下式计算：

$$B = B_{\min} + \Delta l_t^+ \quad (\text{式 G.0.6-3})$$

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待，对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：

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：

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：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

中华人民共和国行业标准

城市桥梁养护技术规范

CJJ 99—2003

条文说明

前 言

《城市桥梁养护技术规范》CJJ 99—2003，经建设部 2003 年 2 月 4 日以建设部第 201 号公告批准，业已发布。

为便于城市桥梁养护维修单位及广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，《城市桥梁养护技术规范》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，供使用者参考。在使用中如发现本条文说明有不妥之处，请将意见函寄北京市市政工程管理处（地址：北京市朝阳区和平里砖角楼南里，邮政编码：100013）。

目 次

1	总则	89
3	一般规定	90
4	城市桥梁的检测评估	92
4.1	一般要求	92
4.2	经常性检查	92
4.3	定期检测	93
4.4	特殊检测	94
4.5	城市桥梁技术状况评估方法	94
5	上部结构养护	101
5.1	桥面系	101
5.2	伸缩装置	102
5.3	桥梁支座	106
5.4	钢筋混凝土及预应力混凝土桥梁	107
5.5	圯工拱桥	114
5.6	钢结构梁	115
5.7	钢-混凝土组合梁	120
5.8	吊桥和吊杆拱桥	121
5.9	斜拉桥	122
6	下部结构养护	124
6.1	墩台	124
6.2	基础	125
7	城市桥梁抗震设施的养护	126
8	人行通道养护	132
9	隧道养护	134
10	附属设施养护	135

10.1	排水设施	135
10.2	防护设施	135
10.3	挡墙、护坡	136
10.4	人行天桥的附属物	136
10.5	声屏障、灯光装饰	136
10.6	调治构造物	137
10.7	桥头搭板	137
11	超重车辆过桥措施	138

1 总 则

1.0.2 本条规定了《城市桥梁养护技术规范》的适用范围。本规范所指城市桥梁包括：验收后交付使用的跨河桥、立体交叉、高架桥、高架路、人行天桥、人行通道、隧道。桥梁附属设施包括：验收后交付使用的桥孔、挡土墙、桥栏杆、防撞栏杆、人行扶梯、电动滚梯、桥名牌、限载牌（限高、限重）、收费亭、安全网等，以及城市桥梁安全保护范围内的水域或陆地。已竣工未验收但已使用的城市桥梁由建设单位按城市桥梁工程质量标准负责养护。自建单位负责养护维修的城市桥梁及城镇范围内的桥梁可以参照本规范执行，也可自订养护标准。轻轨高架结构应执行铁道桥梁技术规范，本规范不适用。

3 一般规定

3.0.1 明确城市桥梁养护包括的内容，主要有 6 项：1. 巡查；2. 检测；3. 日常保养；4. 维修；5. 加固及改扩建；6. 建立档案资料。

3.0.3~3.0.5 明确城市桥梁按类别、等级和技术级别进行巡查、检测和养护。

类别是以城市桥梁在路网中的交通功能为主进行划分。分为五类养护的城市桥梁：Ⅰ类养护的城市桥梁：特大桥、特殊结构桥，须特殊养护，比如建立健康安全自动监测。Ⅱ类养护的城市桥梁：快速路网上的桥梁，因桥上行驶车速在 80~120km/h，所以对桥面平整度、伸缩装置、桥面完好都有较高要求。而对Ⅳ、Ⅴ类养护的城市桥梁的技术要求，逐步降低，在养护中需要区别对待，不宜使用一个技术标准。

特大桥指多孔跨径总长大于等于 500m，单孔跨径等于大于 100m。特殊结构桥指钢—混凝土组合梁桥、吊桥、吊杆拱桥和斜拉桥。

等级是以桥梁的城市中的重要性为指标进行划分。根据划分的等级安排养护，做到保证重点、养好一般。

技术级别里以桥梁技术状况、完好程度为指标进行划分。每年应进行一次周期检测，根据周期检测资料将所管Ⅱ~Ⅴ类养护的城市桥梁按 *BCI* 进行评分、定级，不同技术级别采取不同的养护手段；将所管Ⅰ类养护的城市桥梁，根据检查中发现的问题，立即列项，安排养护维修，确保桥梁始终保持完好状态。

3.0.10 特大桥、特殊结构桥的养护是城市桥梁养护重点，要设专人或专设养护单位负责养护，随时掌握桥梁技术状况和中长期发展趋势。

3.0.11 规定桥梁装饰、灯光装饰和绿化等要归桥梁养护单位统一安排、整体规划，是针对目前有些城市桥梁养护分工过细、桥梁结构养护与绿化、美化、灯光装饰分别归不同的单位管理，导致了桥梁安全隐患和影响养护工作开展、影响桥梁的耐久性。

4 城市桥梁的检测评估

4.1 一般要求

4.1.5 经常性检查、定期检测、特殊检测的含义。

1 经常性检查就是日常的巡检，随时发现问题，进行维修。

2 定期检测分为常规定期检测和结构定期检测；常规定期检测主要针对桥梁结构中常见的缺损及日常养护的实施效果，每年进行一次简易快速的结构技术状况的动态数据采集，并以书面报告及必要的影像资料，对设施的运行状态做出评定，是制定年度养护维修计划的主要依据。结构定期检测的目的是固定周期对桥梁结构安全进行检测。结构定期检测是评定桥梁结构的状况、结构的性能与承载能力，对桥梁结构状态的所有方面进行详细调查，确认和量化结构的退化程度。认定缺损原因和推荐适当的消除措施，包括养护、维修、加固措施或建议特殊检查。

3 特殊检测是特殊情况下对桥梁采取的检测，其目的是查明桥梁病害原因，破损程度和承载能力，确定桥梁或主要构件的技术状态，以便采取相应的技术措施。

4.2 经常性检查

4.2.2 城市桥梁养护管理单位应设置专职桥梁管理人员，负责所管辖桥梁的日常检查工作。未设置专职桥梁管理人员的城市桥梁养护管理单位应由有桥梁施工或养护管理经验的工程技术人员负责日常检查。

4.2.6 第3款是指检查人员应记录各类违章并转管理人员处理。

4.3 定期检测

4.3.1 城市桥梁结构定期检测是用来确定桥梁的功能状态和承载能力的变化,提供桥梁状态和退化评定的连续记录,形成桥梁结构安全评定分析的基础,建立修理和修复计划的优先次序,并启动必要的养护措施。因此,结构定期检测是保证桥梁结构安全运营的最重要手段。它是通过下列三项工作来达到控制结构安全的目的:

1 评定桥梁结构的状况、结构的性能与承载能力。

2 对桥梁受力和结构状态的所有方面进行详细调查,确认及量化现在和将来结构的退化程度。

3 认定所有缺损最有可能的原因和推荐适当的消除措施,包括养护、维修、加固或建议特殊检测。

城市桥梁结构定期检测取决于合适的计划和技术、足够的设备以及参与检测人员的经验和可靠性。检测不仅局限于找已存在的缺陷,还应包括隐含的问题,从而制订预防性结构维修计划。

4.3.2 专职桥梁养护工程师是指具有五年以上桥梁养护管理经验、具有工程师资格的专业技术人员。实践经验丰富的工程技术人员是指具有五年以上桥梁施工、养护维修、管理经验的工程技术人员。

4.3.4 第4款暂时限制交通的建议,含限制交通和封闭交通。

4.3.9 城市桥梁结构定期检测作为一种对桥梁结构安全进行监控的手段,必须由相应资质的专业单位承担。桥梁养护、管理、设计、施工人员作为在桥梁建设、运营期间的重要参与者,具有较为丰富的实践经验,能够从各方面给予桥梁评定。检测评定负责人同时应具有必要的桥梁养护知识。

4.3.10 对Ⅱ~Ⅴ类养护的城市桥梁,结构定期检测的工作量相对较小,因此每次结构定期检测应包括桥梁结构中所有构件。而对Ⅰ类养护的城市桥梁,结构定期检测应根据桥梁检测技术方案和细节进行。如采用桥梁分段或根据所采用的检测技术相同或相

类似的构件、连接和细节分组，并对各个分组加以标识，并确定相应的检测频率。

4.3.14 由结构定期检测工程师填写相关表格，包括状态评定表、结构缺陷记录表、特殊构件信息表和照片记录表。成文的检查报告应清楚和详细到日后能完全看清注释的草图。现场应拍摄照片说明缺陷，并在报告和表格引用中加以注释。

在填写现场数据表格时，检测者应按统一标准评定构件状态。评定为 D、E 状态和不合格级的构件应提供缺陷的位置，缺陷及数量的描述且必须准确。

4.3.15 II ~ V 养护的城市桥梁的整体状况评定为 A、B、C 级和合格级的可视作不影响结构的工作性能、完整性和耐久性；定为 D 级的应视为缺陷影响了结构的工作性能和整体性；定为 E 级的应属危桥。I 类养护的城市桥梁评为合格级的可视作不影响结构的工作性能、完整性和耐久性；评定为不合格级的应视为缺陷影响了结构的工作性能和整体性，应立即维修。

4.4 特殊检测

4.4.7 荷载试验时加荷载应经过计算分析确定，加载时应逐步加载，设计、布置试验仪器时，要安装预警装置。加载过程除预警装置监视试验桥梁安全外，还要用仪器严密监视设施变化：当设施变化超过预定变化限值时，立即停止试验。

4.5 城市桥梁技术状况评估方法

4.5.1 II ~ V 类养护的城市桥梁技术状况的评估方法：

对城市桥梁结构的不同组成部分分别进行评估，可以使人们了解桥梁不同组成部分的损坏状况。否则，人们只知道整个桥梁的综合状况，而不知道具体的损坏部位。

4.5.2 II ~ V 类养护的城市桥梁技术状况评估是指根据定期检测的结果进行的评估。定期检测时采用目测方法观测桥梁各部分的损坏状况，II ~ V 类养护的城市桥梁采用综合指标 *BCI* 表示

其损坏状况，这是在结构物评定时常用的方法。

这里采用的 *BCI* 计算方法称为分层加权法，即根据观测的损坏状况及其扣分值，逐级、分层加权，最终得到桥梁各部分以及全桥的 *BCI*。与以往的评定方法相比，这种方法的优点是：①不需要对桥梁各部分的损坏进行现场评分，仅需要对各部分的损坏状况进行现场描述和记录，降低了对定期检测人员的要求，使得一般的养护人员经过简单培训便可从事定期检测的工作。②考虑不同桥梁类型的特点。不同的桥梁类型，由于其组成不同、受力特点不同，所以权重也不相同。③评定方法详细到构件，评定过程可以准确反应具体的损坏部位，便于根据数据的积累监视桥梁状况的恶化过程。

BCI 计算过程中所涉及的扣分标准、权重是根据专家评分结果反演而得的。同时也可用 *BCI* 软件进行计算。

BCI 计算示例

1. 桥面系 BCI_m 计算

桥面铺装：

1) 各项损坏状况及扣分值

桥面铺装	损坏类型	程 度	扣分值
	网裂和龟裂	3% ~ 10%	15
	波浪及车辙	< 3%	5
	坑 槽	无	0
	碎裂或破碎	3% ~ 10%	65
	洞 穴	无	0
	桥面贯通横缝	半贯通	5
	桥面贯通纵缝	半贯通	5

2) 计算各损坏类型的权重

a. 计算总的扣分值：

$$\sum_i DP_i = 15 + 5 + 0 + 65 + 0 + 5 + 5 = 95$$

$$b. \text{网裂和龟裂比重: } \mu_{ij} = \frac{DP_i}{\sum_j DP_{ij}} = 15 \div 95 = 0.16$$

c. 网裂和龟裂权重计算:

$$\begin{aligned} w_{ij} &= 3.0 \times \mu_{ij}^3 - 5.5 \times \mu_{ij}^2 + 3.5 \times \mu_{ij} \\ &= 3.0 \times 0.16^3 - 5.5 \times 0.16^2 + 3.5 \times 0.16 \\ &= 0.42 \end{aligned}$$

d. 扣分值计算:

$$DP_{ij} \times w_{ij} = 15 \times 0.42 = 6.32$$

其他计算结果如下表:

损坏类型	单项扣分值 DP_{ij}	比重 μ_{ij}	权重 w_{ij}	$DP_i \times w_{ij}$
网裂或龟裂	15	0.16	0.42	6.32
波浪及车辙	5	0.05	0.16	0.80
坑 槽	0	0.00	0.00	0.00
碎裂或破碎	65	0.68	0.78	50.7
洞 穴	0	0.00	0.00	0.00
桥面贯通横缝	5	0.05	0.16	0.80
桥面贯通纵缝	5	0.05	0.16	0.80
合计 $MDP_i = \sum_j DP_{ij} \cdot w_{ij}$	95			59.4

3) 桥面铺装的评分

$$BCI_{\text{qmpz}} = 100 - MDP_i = 100 - 59.4 = 40.6$$

4) 桥面系其他部分评分值的计算过程与桥面铺装相同。假设桥面系其他各部分的评分值为 80, 即:

$$\text{桥头平顺: } BCI_{\text{qtps}} = 80$$

$$\text{伸缩缝: } BCI_{\text{ssf}} = 80$$

$$\text{泄水管: } BCI_{\text{xsg}} = 80$$

$$\text{人行道: } BCI_{\text{rxd}} = 80$$

$$\text{栏杆: } BCI_{\text{lg}} = 80$$

5) 桥面系的评分

$$\begin{aligned}
BCI_m &= \sum_{i=1}^6 (100 - MDP_i) \cdot w_i \\
&= BCI_{qmpz} \times 0.3 + BCI_{qtps} \times 0.15 + BCI_{sssf} \times 0.25 \\
&\quad + BCI_{xsg} \times 0.1 + BCI_{rxd} \times 0.1 + BCI_{lg} \times 0.1 \\
&= 40.6 \times 0.3 + 80 \times 0.15 + 80 \times 0.25 \\
&\quad + 80 \times 0.1 + 80 \times 0.1 + 80 \times 0.1 \\
&= 68.2
\end{aligned}$$

2. 上部结构（以悬臂加挂梁结构为例）

1) 各项损坏状况及扣分值（以防落梁装置为例）

装置防落梁	损坏类型	程 度	扣分值
	有无落架趋势	有	35
	牛腿表面损伤	剥离	25
	伸缩缝处渗水	轻微	15

2) 计算各损坏类型的权重

a. 计算总的扣分值：

$$\sum_x DP_{kix} = 35 + 25 + 15 = 75$$

b. 有无落架趋势比重：

$$\mu_{kix} = \frac{DP_{kix}}{\sum_x DP_{kix}} = 35 \div 75 = 0.47$$

c. 权重计算：

$$\begin{aligned}
w_{kix} &= 3.0 \times \mu_{kix}^3 - 5.5 \times \mu_{kix}^2 + 3.5 \times \mu_{kix} \\
&= 3.0 \times 0.47^3 - 5.5 \times 0.47^2 + 3.5 \times 0.47 \\
&= 0.74
\end{aligned}$$

d. 扣分值计算：

$$DP_{kix} \times w_{kix} = 35 \times 0.74 = 25.92$$

其他计算结果如下表：

损坏类型	单项扣分值 DP_{kix}	比重 μ_{kix}	权重 w_{kix}	$DP_i \times w_{kix}$
有无落架趋势	35	0.47	0.74	25.92
牛腿表面损伤	25	0.33	0.67	16.67
伸缩缝处渗水	15	0.20	0.50	7.56
合计 $SDP_{kl} = \sum_x DP_{kix} \cdot w_{kix}$	75			50.1

3) 防落梁装置的评分

$$BCI_{flzz} = 100 - SDP_{kl} = 100 - 50.1 = 49.9$$

4) 其他构件

假设上部结构其他各构件的评分为：

悬臂梁： $BCI_{xbl} = 80$

挂梁： $BCI_{gl} = 80$

挂梁支座： $BCI_{glzz} = 80$

5) 本跨上部结构评分

$$\begin{aligned} BCI_k &= \sum_{l=1}^n (100 - SDP_{kl}) \cdot w_{kl} \\ &= BCI_{flzz} \times 0.3 + BCI_{xbl} \times 0.1 + BCI_{gl} \times 0.2 + BCI_{glzz} \times 0.2 \\ &= 49.9 \times 0.1 + 80 \times 0.6 + 80 \times 0.2 + 80 \times 0.1 \\ &= 77 \end{aligned}$$

6) 全桥上部结构评分

每一跨上部结构评分计算的过程相同。取各跨评分的平均值，即得全桥上部结构评分。

3. 下部结构

1) 各项损坏状况及扣分值（以翼墙为例）

翼 墙	损坏类型	程 度	扣分值
	剥离脱落	轻微	10
	翼墙前结合处	开裂	15
	挡土功能	失去部分	25
	翼墙大贯通缝	少量	15

2) 计算各损坏类型的权重

a. 计算总的扣分值：

$$\sum_y DP_{\lambda ly} = 10 + 15 + 25 + 15 = 65$$

b. 网裂或龟裂比例： $\mu_i = 10 \div 65 = 0.15$

c. 权重计算：

$$\begin{aligned}
 w_{\lambda ly} &= 3.0 \times \mu_{\lambda ly}^3 - 5.5 \times \mu_{\lambda ly}^2 + 3.5 \times \mu_{\lambda ly} \\
 &= 3.0 \times 0.15^3 - 5.5 \times 0.15^2 + 3.5 \times 0.15 \\
 &= 0.419
 \end{aligned}$$

d. 扣分值计算：

$$DP_{\lambda ly} \times w_{\lambda ly} = 10 \times 0.419 = 4.19$$

其他计算结果如下表：

损坏类型	单项扣分值 DP_i	比重 μ_i	权重 w_i	$DP_i \times w_i$
剥离脱落	10	0.15	0.42	4.19
翼墙前结合处	15	0.23	0.55	8.27
挡土功能	25	0.38	0.70	17.58
翼墙大贯通缝	15	0.23	0.55	8.27
合计	65			38.3

3) 翼墙的评分

$$BCI_{\text{ebyq}} = 100 - IDP_I = 100 - 38.3 = 61.7$$

4) 其他构件

假设桥台其他各部分构件的得分值为 80 分，则：

台帽： $BCI_{\text{lm}} = 80$

台身： $BCI_{\text{ts}} = 80$

基础： $BCI_{\text{jc}} = 80$

锥坡： $BCI_{\text{zp}} = 80$

支座： $BCI_{\text{zz}} = 80$

5) 桥台的评分

$$\begin{aligned}
 BCI_{\lambda} &= \sum_{i=1}^{n_i} (100 - IDP_{\lambda i}) \cdot w_{\lambda i} \\
 &= BCI_{\text{ebyq}} \times 0.1 + BCI_{\text{lm}} \times 0.1 + BCI_{\text{ts}} \times 0.3 \\
 &\quad + BCI_{\text{jc}} \times 0.3 + BCI_{\text{zp}} \times 0.1 + BCI_{\text{zz}} \times 0.1 \\
 &= 62.8 \times 0.1 + 80 \times 0.1 + 80 \times 0.3 + 80 \times 0.3 \\
 &\quad + 80 \times 0.1 + 80 \times 0.1 \\
 &= 78.3
 \end{aligned}$$

6) 计算下部结构得分值:

假设: 桥墩 $BCI_{qd} = 80$, 则下部结构评分:

$$\begin{aligned} BCI_x &= BCI_{qt} \times 0.5 + BCI_{qd} \times 0.5 \\ &= 73.8 \times 0.5 + 80 \times 0.5 \\ &= 76.9 \end{aligned}$$

4. 全桥 BCI 计算

$$\begin{aligned} BCI &= BCI_m \times 0.15 + BCI_k \times 0.4 + BCI_x \times 0.45 \\ &= 70 \times 0.15 + 77 \times 0.4 + 76.9 \times 0.45 \\ &= 75.9 \end{aligned}$$

4.5.3

14 款其他各种对桥梁结构安全有较大影响的部件损坏, 是对前 13 种情况的补充。各地可根据当地实际情况列入判定为 D 级桥的条件。比如: 石拱圈缺少; 拱坡塌落; 翼板断裂; 支座脱空、上部结构移位; 墩台抗震挡块脱落、易落梁; 牛腿变截面开裂、钢梁锈蚀等等。

5 上部结构养护

5.1 桥 面 系

5.1.1 桥面的养护不得随意增加静荷载及不宜进行结构补强的原因：

加盖一层结构层对桥面进行结构补强，桥体就会增加了铺装材料总量的静荷载。这种做法不仅对桥梁的承载能力构成严重的威胁（尤其是老桥），也给交通安全带来极大的隐患。同时，在伸缩缝处的纵向线形出现凹陷，使行驶的车辆产生严重颠簸。

5.1.2 水泥混凝土产生面层损坏的主要原因，在北方地区主要是冻融问题：

在北方地区的冬季，存在两种冻融现象。一是白天接近于冰点的集水渗入混凝土内部，在夜晚气温大大低于 -4°C 时出现膨胀破坏；二是在除雪剂作用下的融雪渗入混凝土内部，当气温低于除雪剂溶液冰点后也会出现膨胀破坏。这二种破坏几乎都集中在表皮，如：受到融雪溅射的防撞墙、水泥缘石是最典型的。为了防止冻融现象对桥面的破坏，不但要保障桥面排水顺畅，也要及时清理桥面的融雪。

5.1.6 防水混凝土结构的破坏原因：

1) 强度破坏：一是该层自身强度不足造成的破坏；二是建桥施工中，在混凝土强度还没有达到要求时就铺装沥青结构或开放交通所造成的破坏。

2) 腐蚀破坏：酸雨、北方地区的除雪剂或其他有害物质的洒落，会渗过沥青面层长期浸泡水泥混凝土结构。造成水泥混凝土表层粉化和整体强度降低。

桥面防水混凝土的抗渗等级最低定为 P6。低于 P6 的混凝土常由于其水泥用量较少，容易出现分层离析等施工问题，抗渗性

能难以保证。重要工程的桥面防水混凝土的抗渗等级宜大于 P8。

配置防水混凝土所用的各种材料，除要符合普通混凝土的配置要求外，还应满足下列条件：

1) 水泥等级不应低于 32.5 级。在不受冻融和侵蚀性介质影响的地区，可选择普通水泥、火山灰水泥、粉煤灰水泥；掺用加气剂，可选用矿渣水泥。在受冻融影响的地区，应选用普通水泥。在受侵蚀性介质影响的地区，应按设计要求选用水泥。防水混凝土的水泥用量每立方米不得少于 300kg；

2) 石材最大粒径应小于 40mm；砂宜使用中砂；砂率宜用 35% ~ 45%；灰砂比宜为 1:2.0 ~ 1:2.5；水灰比宜在 0.55 以下，不得大于 0.60；

3) 坍落度宜为 5 ~ 7cm，用泵送混凝土时不受此限；

4) 掺用加气剂或引气型减水剂时，混凝土含气量应控制在 3% ~ 5%。

5) 各种材料必须按配合比准确称量，计量容许偏差为：水泥、水、外加剂 $\pm 1\%$ ；砂、石、掺合料 $\pm 2\%$ 。

混凝土的耐腐蚀系数，是混凝土试块分别在侵蚀性介质中与饮用水中养护 6 个月的抗折强度之比。

5.2 伸 缩 装 置

5.2.1 伸缩装置间杂物的危害：

异型钢类伸缩装置的日常维护项目，主要是清扫缝间积存的杂物。这些杂物如不及时清理，不仅会造成密封橡胶带（止水带）严重磨损破坏，也会影响伸缩装置的正常工作，甚至造成伸缩装置和梁头的破坏。

5.2.2 关于最高、最低气温值的选取：

本地区日最高气温值（ $T_{\max}$ ）和最低气温值（ $T_{\min}$ ），是本地区近 100 年内最高和最低日平均气温概率分布的 0.95 分位值（ $^{\circ}\text{C}$ ）。对于钢结构桥，最高气温（ $T_{\max}$ ）取值还应增加 + 10 $^{\circ}\text{C}$ ；而最低气温（ $T_{\min}$ ）取值也应增加 - 10 $^{\circ}\text{C}$ 。

伸缩装置产品规格的选择：

一般伸缩装置产品的规格，除标准值（标称值）外，还会有一个极限值。但是，伸缩装置产品只有在标准值范围内工作才是安全的。所以，在选择伸缩装置产品时，其规格值必须大于设计计算值。当规格值等于（或略小于）设计计算值时，产品规格应高选一级。盲目追求安全而随意高选规格，也只能是造成浪费。

5.2.3

1. 伸缩装置安装的计算起点：

准确计算伸缩装置在当前温度下的安装宽度，是保证伸缩装置在任何自然条件下都能正常工作的前提。由于混凝土的徐变和干燥收缩，使梁长缩短；梁头转角位移量，只能在无荷载的零到最大荷载时的最大位移之间变化，也可视为梁的缩短；只有温度的上升，才可以引起梁的伸长。所以在安装伸缩装置时，应以在最高温度时梁的伸长点作为计算起点，将绝大部分安全余量，放在最大拉伸位置一边。

在伸缩装置的计算起点，还应考虑预留一定的安全宽度。一般可以按设计富裕量的 $1/2 \sim 1/3$ （或略小值），作为计算起点安全预留值。如果在基本伸缩量的计算中，加入了混凝土徐变和干燥引起的收缩量，计算起点端的安全预留值就可以忽略。

2. 更换板式橡胶伸缩装置的施工步骤：

1) 在更换前，仔细查阅原竣工图纸，了解原伸缩装置的相关资料和安装结构；

2) 拆除伸缩装置原结构和两侧保护带至桥面板，注意保护安装预埋件不被破坏。安装位置如无连接预埋件，要补栽连接筋；

3) 安装型钢的放线时间，应选择在一天中温差变化最小的时间段内。根据新缝安装的资料和安装时的环境温度，计算确定安装宽度；

4) 将型钢按要求的安装高度和宽度进行安装焊接；

5) 在混凝土梁缝间安放硬塑料泡沫板，高度要超过型钢底

板，保证浇筑的混凝土不进入梁缝间；

6) 所有的预埋螺母都要拧上螺栓并完全拧进，保证混凝土不进入螺母内；

7) 在浇筑侧带混凝土时，要充分振捣，使型钢下部和后部不出现空洞现象。在混凝土终凝后、没有完全形成强度前，拧下全部螺栓；

8) 当混凝土养生达到设计强度时，安装橡胶板后恢复交通。

3. 改造为弹塑体型伸缩装置的方法：

弹塑体型伸缩装置，适用于缝间变化小于 50mm 的桥梁。其安装高度在 60 ~ 80mm，宽度为 200 ~ 700mm（视桥梁伸缩量的大小而确定）。

弹塑体型伸缩装置的施工步骤：

1) 拆除伸缩装置原结构和两侧保护带至桥面板；

2) 在梁缝间上覆盖钢板；

3) 在原伸缩装置工作面上，喷洒沥青粘层油，按路面高程摊铺沥青混凝土并碾压成活；

4) 以梁板缝为中心，用切割机按需要安装的宽度切割出两条缝。然后刨除两条缝间的沥青混凝土形成安装槽；

5) 在梁缝间安放泡沫，并安放带有定位钉的钢板将梁缝遮盖；

6) 用烘烤加热器将作业面烘烤至 70℃ 左右，刷涂粘结胶；

7) 将加热后的弹塑体胶体与热碎石进行均匀拌合，然后灌入安装槽内，按路面高程摊铺并碾压成活。

4. 钢板伸缩装置和其他简易伸缩装置的改造处理：

设计为钢板叠合型伸缩装置和其他简易伸缩装置的桥梁，伸缩装置结构大多是与桥面板浇筑在一起的。直接改造为弹塑体型伸缩装置难点是，不易拆除完整的安装作业面。一般可先拆除覆盖钢板和角钢，然后用铣刨机铣刨出符合改造要求的工作面。也可以使用切割机，按相距 20 ~ 30mm、同等深度排列切割，然后凿出工作面。

5. 补植连接锚筋的方法与要求：

- 1) 在梁板上无筋处用电锤打孔，孔径大小比预栽锚筋的直径大 4~6mm 左右，深度应大于锚筋直径的 1.5 倍；
- 2) 用高压气等工具将孔内粉尘和水分清理干净；
- 3) 将双组份专用树脂胶拌合后灌入孔内，将螺纹钢筋插入，待栽筋胶达到完全硬化后再进行使用。
- 4) 连接锚筋必须使用螺纹钢，并且表面不能有锈痕和杂质；
- 5) 树脂胶应使用建筑工程专用的 JGN 结构胶（树脂砂浆）；
- 6) 为了减少焊接温度对栽筋胶强度的影响，锚筋焊点后要留有一定长度，在焊接时绑扎湿抹布减少热量的传导。

6. 其他伸缩装置的安装方法：

1) 根据气温准确计算新伸缩装置在安装时的工作宽度，保证其安全使用。安装型钢的放线时间，应选择在一天中温差变化最小的时间段内；

2) 要满足新伸缩装置的安装连接要求。凡是桥面板（梁）上锚固预埋件缺损的地方，必须打孔补植连接锚筋；

4) 在安装焊接时，要保证连接筋与锚筋的有效搭接长度，严禁点焊连接；

5) 在浇筑混凝土前，要在梁缝间安装硬塑料泡沫板，以避免混凝土流入缝内；

6) 浇筑保护带混凝土时，要保证伸缩装置型钢下部和后部完全充满；

7) 安装使用的水泥混凝土，设计强度要求大于 C40。保护带宜采用钢纤维混凝土，以增强整体强度。水泥混凝土同时还应具有早强性能，以减少封闭交通时间；

8) 只有当混凝土达到设计强度时（板式橡胶伸缩装置安装橡胶板后、异型钢类伸缩装置安装密封橡胶带后），才能恢复交通。

伸缩装置型钢下部和后部，要保证混凝土完全充满。

7. 不同类型板式橡胶伸缩装置的更换：

早期伸缩装置的橡胶板，是直接安装在角钢或水泥混凝土工作面上。这类产品早已淘汰，只能用新型板式伸缩装置进行更换。当旧缝处的安装高度和锚固条件，能够满足新型板式伸缩装置的安装要求时，就可以进行更换。

8. 将旧型伸缩装置改造为“弹塑体”型伸缩装置：

凡是伸缩量小于 5cm 的板式橡胶伸缩装置、钢板式伸缩装置和其他简易伸缩装置，在重型车辆交通量不大的条件下，都可以改造为弹塑体型伸缩装置。

9. 改造为简易异型钢类伸缩装置和梳齿型钢伸缩装置：

凡是伸缩量小于 8cm 的各种老式伸缩装置，均可改造为简易异型钢类伸缩装置；伸缩量小于 12cm 的老式伸缩装置，也可改造为大伸缩量的梳齿型钢伸缩装置。

10. 改造为多模数异型钢类伸缩装置：

大伸缩量的板式橡胶伸缩装置（伸缩量大于 120mm），如果梁头能够满足异型钢类伸缩装置的安装高度和结构要求，就可以改造成多模数异型钢类伸缩装置。

5.2.4 板式橡胶伸缩装置更换时间的选择：

伸缩装置的橡胶板体，是由钢板和橡胶复合而成的材料。在没有专用工具的情况下，极不易拉伸和压缩。为了方便安装，更换工作的时间应该选择在春、秋两季进行。其中，最佳安装温度时段，应能使安装设置宽度近似于橡胶板体的常态宽度。

5.2.8 伸缩装置的水平错位反映上部结构横向移动，竖向升降反映上部结构变异，如挠曲、变形、甚至导致支座脱空。

5.3 桥梁支座

5.3.1 桥梁支座因检查较困难，往往容易忽视，故本规范规定要定期检查和清扫、保养，使其经常处于完好状态。

5.3.2 支座的损坏原因是多方面的，既有设计方面的原因，也有施工制作的缺陷，维修养护不够等等，加强平时的养护维修工作，可以防止支座损坏的扩大。

5.3.3 辊轴的正常位移量可按下式计算：

$$\delta = 1/2(t - t_0)\alpha l$$

式中 δ ——辊轴正常位移 (mm)，正值表示伸向跨度以外；

α ——线胀系数，一般钢筋混凝土桥为 10×10^{-6} ，钢桥为 12×10^{-6} ；

l ——梁的计算跨度 (m)；

t ——测量时的构件温度 (℃)；

t_0 ——设计时支座底板、轴承座和辊轴中心一致时的温度 (℃)

求算 t_0 如下式：

$$t_0 = t_{cp} \pm \Delta K/2\alpha l$$

t_{cp} ——年度中最高和最低温度的平均值 (℃)；

ΔK ——构件端部因活载所产生的纵向位移 (mm)。

5.4 钢筋混凝土及预应力混凝土桥梁

5.4.1 钢筋混凝土及预应力混凝土桥梁常见的裂缝包括结构裂缝和表面温度缝，结构裂缝出现在结构运行期间拉应力最大的部位，如跨中的截面底部，连续梁支座截面的顶部，支座截面中部剪应力最大的区域等。构件长度过大或者面积过大，又未进行分缝处理时，将产生较大的温度附加应力，容易出现温度伸缩裂缝或表面龟裂。

5.4.2 混凝土及预应力混凝土桥梁设计时根据构件的重要程度不同和构件所处环境的不同，对构件的最大裂缝宽度提出了不同的要求，以满足构件耐久性的要求。因此在进行裂缝处理时也应该分别对待。特别应注意的是桥梁管理部门在发现结构性裂缝时，应组织专家对桥梁的耐久性进行专门的论证，以确定裂缝的危害程度和处理措施。

5.4.3 结构修复时，应考虑施工期间的安全性，按桥梁施工的相关规范进行。修补工作应提出明确的施工组织设计方案。

5.4.4 预应力混凝土构件锚固区的受力复杂，钢筋集中，是检

查和维护的重点。预应力混凝土桥梁的耐久性和可靠性在很大程度上取决于锚固区的可靠性，因此对锚固的检查务必细致、专业。

5.4.6 钢筋混凝土或预应力混凝土桥梁在使用若干年后特别是超过设计年限仍在运营的桥梁，其主梁挠度的规定允许值是否降低，应进行专门论证。

5.4.7 钢筋混凝土与预应力混凝土桥梁加固方法可以根据具体情况确定，但是桥梁加固必须考虑耐久性的要求，提出加固后的设计运营期限。

以下是一些成熟的加固方法，可供加固设计参考。

1. 对于横向联系较差、桥梁各构件不能共同受力的板梁桥梁，可通过桥面补强来加强桥面的整体性。见图 1。按下列程序进行加固。

(1) 去除原桥面铺装、对梁顶混凝土进行凿毛处理并清理干净；

(2) 采用化学胶植筋技术在旧梁板顶面植入锚筋；

(3) 旧混凝土表面涂刷混凝土界面剂；

(4) 铺设桥面分布钢筋网；

(5) 浇筑桥面混凝土，桥面混凝土宜采用干硬性或钢纤维混凝土。

2. 当梁的刚度、强度、稳定性及抗裂性不足时，可采用加大结构断面尺寸或增加钢筋数量的方法加固。加大断面及增加配筋数量应由计算确定。见图 2。按下列程序进行加固；

(1) 将混凝土梁要加大断面的部分凿毛、剔除表面松散部分并将表面清理干净；

(2) 按设计制定位置和数量打孔并植入锚固钢筋；

(3) 将箍筋与锚固筋连接并绑扎新增主筋；新增补强钢筋的规格及数量由计算确定；

(4) 支设模板并浇筑豆石混凝土、钢纤维混凝土或采用喷射普通混凝土。

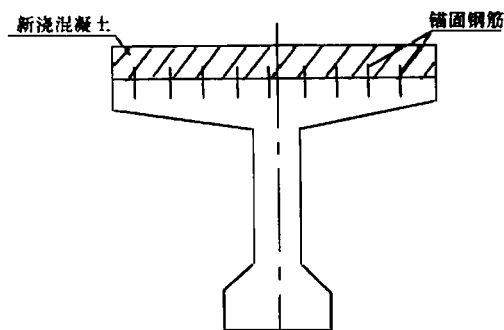


图 1

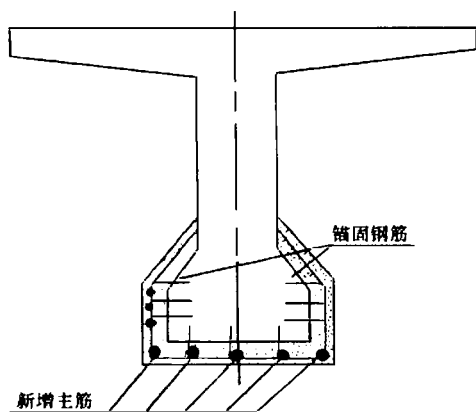


图 2

3. 可采用梁底粘贴钢板的方法恢复或提高梁（板）的承载力，对桥梁进行加固。见图 3。按以下程序加固：

- （1）凿除梁底表面松散部分并用高强修补剂补平；
- （2）将粘贴部位表面用砂轮磨平并达到能看到粗骨料为止，将表面清理干净；
- （3）钢板和主梁底面放样打孔，两者孔位应能准确对齐并满

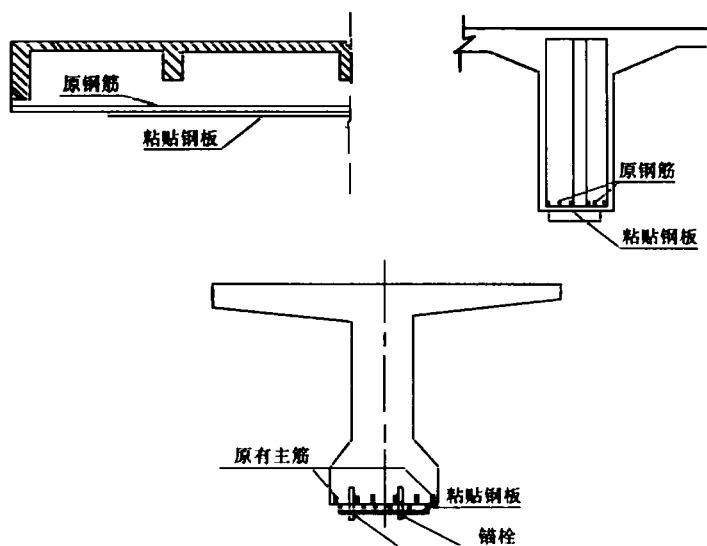


图 3

足设计及主梁钢筋分布要求；

(4) 植入高强锚栓；

(5) 将钢板表面油污、锈蚀、梁底粉尘清理干净，在钢板及混凝土粘结面均匀涂刷胶粘剂；

(6) 粘贴钢板并紧固锚栓螺母，压紧钢板；

(7) 如采用液体胶粘剂，应先用锚栓固定钢板再注入胶粘剂。

4. 采用体外预应力进行补强加固，可用钢杆、粗钢筋或预应力钢丝束在 T 型梁梁腹两侧进行固定并张拉，来提高混凝土构件的承载力（见图 4），按下列程序施工；

(1) 根据施工提供的锚固齿板位置及尺寸进行放样；

(2) 打孔并植入门式钢筋及锚固钢筋，用高强锚栓固定转向块及钢丝束；

(3) 锚固齿板钢筋绑扎成形后支模浇齿板混凝土；

- (4) 梁腹两侧混凝土凿毛并清理干净；
- (5) 张拉、锚固预应力束并浇筑二次混凝土。

5. 其他新工艺、新材料进行加固补强，如：碳纤维布、碳纤维板、芳纶纤维布、高强不锈钢绞线网、抹聚合物砂浆、钢—混凝土组合加固等加固方法。

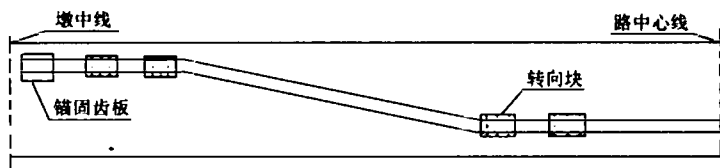


图 4

5.4.8 双曲拱桥由于横向联系不足，引起全桥承载力不足或横向失稳时，可以采用加强横向联系或增加新的横隔梁（板）的方法进行加固，按下列程序施工：

- (1) 将原横隔梁（板）进行凿毛处理；
- (2) 打孔并植入门式钢筋及锚固钢筋，用高强锚栓固定转向块及钢丝束；
- (3) 锚固齿板钢筋绑扎成形后支模浇齿板混凝土；
- (4) 梁腹两侧混凝土凿毛并清理干净；
- (5) 张拉、锚固预应力束并浇筑二次混凝土。

5.4.9 拱桥主拱圈强度或刚度不足时，加固方法如下：

- (1) 将原横隔梁（板）进行凿毛处理；
- (2) 在拱肋上进行植筋；
- (3) 按计算钢筋数量进行加强或新增拱梁（板）的钢筋骨架绑扎并与植入钢筋焊接；
- (4) 清理旧混凝土表面并支模浇筑混凝土、采用喷射混凝土或钢纤维混凝土。

5.4.11 钢筋混凝土拱桥的拱圈一般为受压结构，拱圈开裂特别是纵向裂缝是危险信号，应引起高度重视。

5.4.12 双曲拱桥侧墙发生变形，一般是由于排水不良，填土积水膨胀，或砌筑质量不佳造成。要求查明原因，及时处理，必要时拆除侧墙重砌。

5.4.13 双曲拱桥如原有拱圈厚度偏小，承载能力不足时，在确定加固方案时应力求不增大结构重量，可以更换上部结构，尽量采用较轻巧的结构形式。

5.4.14 双曲拱桥由于设计、施工不当，以及地基软弱，引起墩台下沉位移，拱圈及拱上空腹拱等结构严重开裂。限载或禁止通行时，两侧桥头应设立醒目标志。

1. 对地基不稳定的桥台，可采用在台后增设小跨径引桥和增设水平摩擦阻板的方法，见图 5，按下列程序处理：

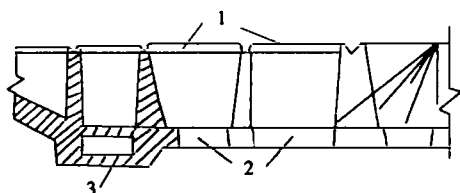


图 5

(1) 分上下游各半将台后路基填土挖除，增设 1~2 孔小跨径桥孔，基础部分与原桥台连成一体，以形成抵抗桥台滑移的摩擦阻板，使桥台不再继续下沉位移。

(2) 下部结构处理完成后，再将拱上结构损坏部分加以修理，必要时重铺桥面铺装层。

2. 对地基已稳定的桥台，若拱轴线变形较大，承载能力不足时，可采用顶推方法调整拱轴线，恢复其承载能力，按下列程序处理：

(1) 在顶推前先将拱脚锚固钢筋切断，并将拱上建筑与桥台分开，使顶推时拱上建筑能随同拱圈自由变形。

(2) 顶推可在桥的一端进行，也可先在桥的一端顶推至计算的一半顶推水平距离，再移置另一端顶推完成。顶推的基本做

法，在桥台的拱脚处安装传力结构（钢夹具或刚性横梁），通过千斤顶施加推力，将拱圈自拱脚向跨中方向顶推，以实现调整桥台位移和拱轴线、恢复承载能力的目的，见图 6 和图 7。顶推后，将拱脚端的空隙处浇筑高强快凝混凝土。顶推也可在桥台后挖槽，顶入受力管，使其顶管与原桥台共同受力，以调整桥台水平位移和拱轴线。

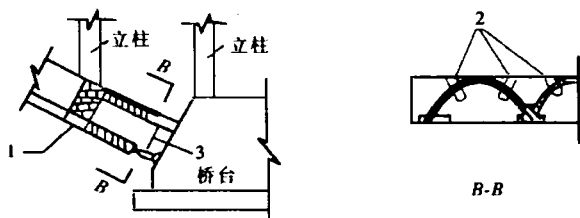


图 6 千斤顶、钢夹具的布置

1—横梁；2—钢夹具；3—千斤顶

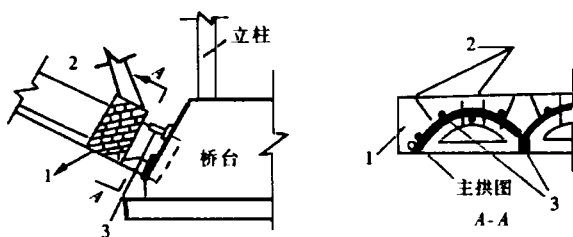


图 7 千斤顶、刚性横梁的布置

1—刚性横梁；2—高强螺栓；3—千斤顶

(3) 顶推应按照一定程序，分级缓慢进行，直至达到计算要求的顶推水平距离，或者拱上桥面出现横向裂缝，不能再顶推时为止。

(4) 顶推完成后，再修理上下部结构的损坏部分。

5.5 圯工拱桥

5.5.5 干砌圯工拱桥的变形检查可在主要受力部位用砂浆勾缝，观察有无裂缝来确定其变形情况，以便根据具体情况做必要的维修与加固。

5.5.7 圯工拱桥表面防护：圯工拱桥表面如发生风化、剥落等病害，可采取喷刷水泥砂浆的防护方法，水泥砂浆等级 M10，喷浆可分 2~3 层，每隔 1 日喷一层，总厚度为 10~30mm。必要时可加布一层钢丝网，以增加喷涂层的强度。

5.5.8 圯工拱桥的压浆修补：圯工拱桥由于下述原因，容易产生较深的裂缝：由于拱圈变形而产生的拱上构造的外加应力，可能使空腹或小拱发生裂缝；由于墩台移动，拱圈受力不对称或基础沉陷的影响，在拱顶下部或拱脚上部产生裂缝；拱桥原为干砌，或砌体结合不好，且裂缝较大。

圯工拱桥一经开裂往往容易发展，可采用压注水泥浆或其他化学浆液的方法进行修补，提高砌体强度。

5.5.9 圯工拱桥横向刚度较小，纵向产生裂缝时，应采取钢板箍（或钢拉杆）与螺栓锚固的加固措施：即在拱圈的跨中和 1/4 处加设三道（或多道）钢板箍（钢板厚度 6~8mm）或钢拉杆，用螺栓在拱底及拱侧钻孔锚固，并注意将锚固点设在拱圈厚度的 1/3 处，如图 8 所示，其锚固孔用膨胀水泥砂浆填塞牢固。

5.5.10 在桥下净空容许或桥下泄水面积容许缩小时，可在拱圈下部增设拱圈，即紧贴原拱圈下面浇筑钢筋混凝土新拱圈，也可采用钢丝网水泥内壁喷射加固的方法进行维修。

加固时将原拱顶填土层挖开直至拱背，并将原拱背清洗、修补、凿毛后加筑钢筋新拱圈。在加厚拱圈时应同时考虑墩台受力是否安全可靠。当多孔石拱桥需全部增加新拱圈时，拆除拱上填料须特别注意保持两边对称、同时进行，以确保连拱的均匀受力。

5.5.11 当拱脚发生外移时，可采用钢杆拉结法加固，其方法为

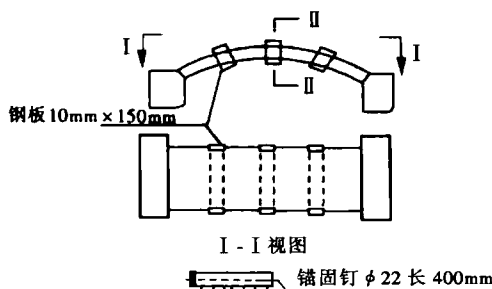


图 8 拱桥钢板箍与螺栓锚固法

在拱圈根部圬工砌体钻孔植筋设置钢拉杆脚座，安装拉杆螺栓（常用法兰盘和螺栓伸缩装置的拉杆）铆固拱脚，见图 9。

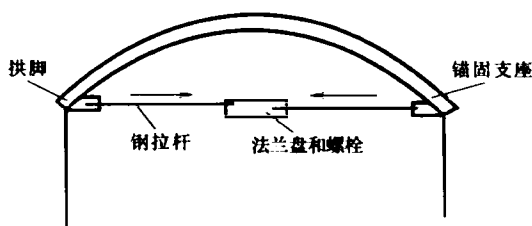


图 9 钢拉杆加固拱桥

当拱脚发生下沉时，为减少拱脚基础荷载，可将拱上填料改为质量较小的轻质材料。

5.6 钢结构梁

5.6.1 由于钢结构的锈蚀问题突出，钢桥的日常养护、维修尤其重要，钢材的锈蚀使得钢材的厚度减小或者使接点等关键部位的联结强度减小，从而可能导致结构强度、刚度的降低、结构构件的稳定性下降。因此钢桥养护的重点除杆件和钢箱梁焊缝，还应该包括铆钉、销栓、焊缝等联结部位。钢桥的养护工作主要包括下列内容：

(1) 保持铆钉、螺栓接合和焊接的正常状态。对有损伤裂缝

的箱梁及杆件和铆钉、螺栓等，应经常观察其发展情况，并标上颜色记号，作出记录，以备查考。

(2) 防止桥梁锈蚀，定期进行油漆。

(3) 矫正杆件局部变形。

(4) 对基座的观测保养。

(5) 经常清除节点和缝隙部位的积水，保持清洁干燥。

5.6.2 钢结构桥除定期做好油漆等表面防护工作以外，还应力求钢材表面的干燥、清洁，防止水或其他对钢材有腐蚀作用的物体长期滞留腐蚀钢材。

5.6.3 钢材的定期检测主要是关注对结构安全的重要构件及其联结件。每两年一次的定期检测是对所有的结构构件及其部位，包括附属设施。图 10 还给出了各种有缺点的铆钉的示意图，可供检查参考。

5.6.6 这里列举的各种缺陷均对结构的安全或者局部构件的安全不利，因此维修的时间应尽量短，以免引发安全事故。在结构的关键部位，还应该更严格把握。

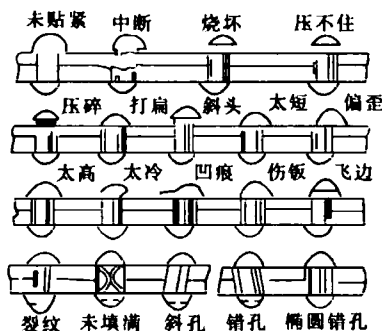


图 10 各种有缺点的铆钉

5.6.7 钢杆件如角钢、槽钢、以及工字钢梁翼缘的局部弯曲，可用撬棍矫正。如角钢弯曲较严重，可用弓形螺旋顶或油压千斤顶来矫正，见图 11 和图 12，禁止用烧锻钢材的方法来矫正。

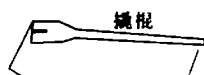


图 11 用撬棍校正槽钢的翼缘

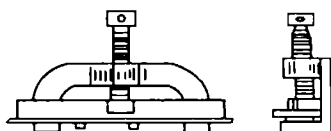


图 12 用弓形螺旋顶校正杆件

钢杆件如有不同方向的弯曲，应先矫正一个方向，然后再矫正另一方向。如杆件同时有扭转和弯曲，应先矫正弯曲，再矫正扭转。如需拆卸杆件修理时，可安设临时性杆件承担被修理杆件的受力作用，以保证行车安全。

杆件如由于穿孔和破裂削弱断面时，可用垫板或夹板夹紧铆固，把边缘锉平，使之结合紧密。如杆件因锈蚀而使横截面减小，或受到了较短和较深的创伤，宜用电焊填补。

钢桥个别杆件的加固，主要采用下列三种方法：

(1) 一般用补加新钢板或角、槽钢，加大杆件截面来加固。加固可用螺栓、铆接或焊接，使与原杆件结合在一起，共同受力，见图 13。

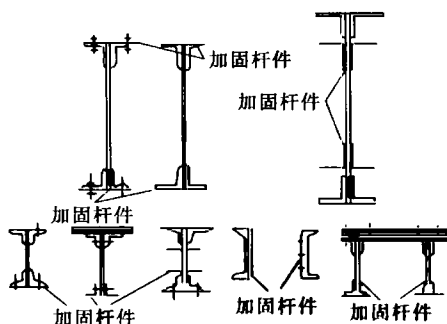


图 13 用加大截面的方法加固

(2) 在杆件底下加设加劲杆件，见图 14；或增强各杆件截面间联系的方法加固，见图 15。

(3) 在结合处用贴板拼接，见图 16；或加置短角钢加固的

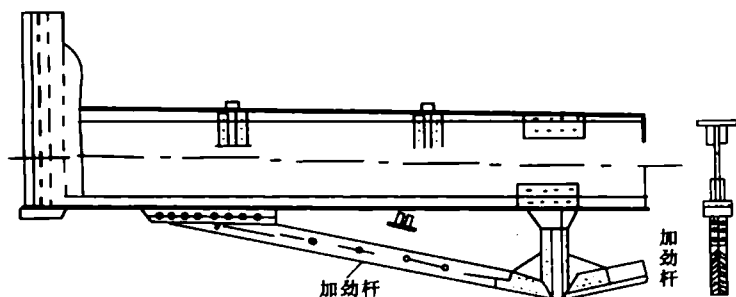


图 14 用设置加劲杆的方法加固

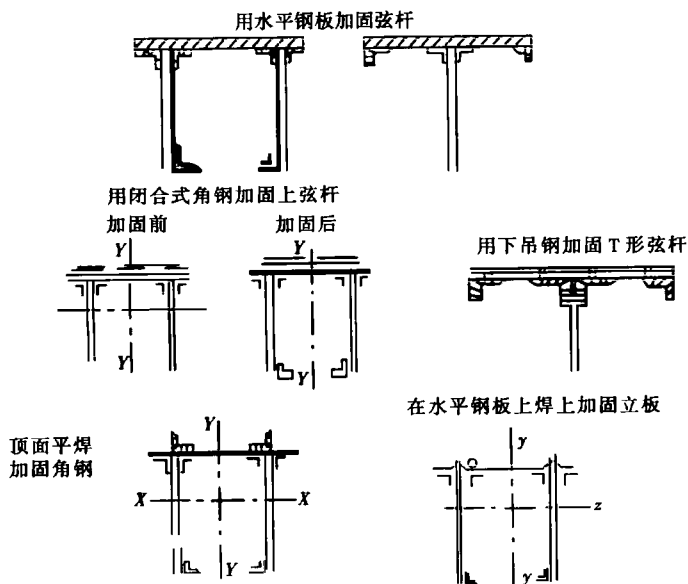


图 15 用增强各杆件截面间联系的方法加固

方法，见图 17。

钢梁木桥面板的加固，可铺设轨道板或加设辅助横梁（木梁或钢梁），或把木桥面改为钢筋混凝土板面。但应通过计算予以确定。

5.6.11 电焊引起的局部高温将使施焊区域的钢材软化，可能危及结构安全，应进行专门的分析。

5.6.12 钢桥的防锈油漆，除了钢杆件在修理加固之后，应同时涂漆防锈外，对整座钢结构桥，应视油漆失效情况，进行周期涂漆防锈，以延长其使用寿命。

如油漆部分失效，钢杆生锈，应及时除锈补漆；大面积油漆失效，可清除失效面漆，挖补失效底漆后加涂两层面漆；油漆大部分失效透锈时，应全部铲除后，重新打底漆和涂面漆。

钢桥的钢杆件油漆，可使用下列方法：

(1) 为使新涂的油漆与钢杆表面粘结得牢固持久，在涂漆之前，对铁锈、旧漆、污垢、尘土和油水等，均应仔细清除。对所有易锈蚀的节点杆件，如凹处、缝隙、纵横梁及主桁架的弦杆等，尤应仔细清理。

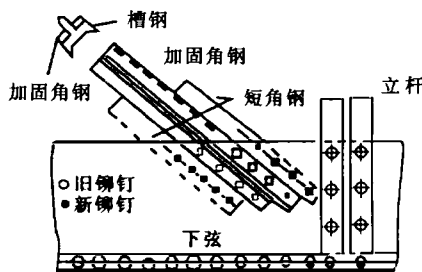


图 17 用增加短角钢来加固结合处

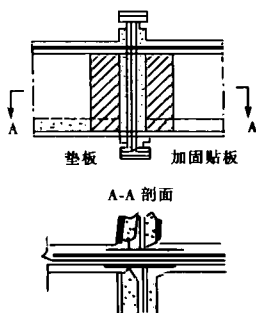


图 16 用增加贴板
拼接加固结合处

(2) 除锈质量好坏严重影响油漆质量。应做到点锈不留，除锈彻底，打磨匀亮，揩擦干净。除锈还可采用化学方法，即在浓度 10% 的无机酸中加入 0.2% ~ 0.4% 的面粉、树胶或煤焦油等

缓蚀剂来清洗锈蚀，对于清除细小构件的锈蚀效果良好。也可采用喷砂除锈法。

(3) 油漆层数原则上应底漆、面漆各两层。对于易遭受损坏或工作条件困难的部位应多涂一层面漆。漆膜总厚度至少应为0.15mm。在第一层底漆干燥后，应对裂缝、不平整处或局部凹痕的部位用油性腻子腻塞，并对腻子封质量进行检查。发现缺点，应予消除。

(4) 钢桥油漆工作应在天气干燥和温暖季节（不低于+5℃）进行。油漆时的气温应与被漆钢构件表面温度相近。风沙天、雾天、雨天及表面潮湿的钢杆件不应进行油漆。

5.7 钢-混凝土组合梁

5.7.2 钢-混凝土组合梁桥是通过栓钉等剪力连接件把钢梁和桥面板连成整体而共同受力，剪力连接件传递钢梁与混凝土桥面板之间的剪力。剪力连接件是保证钢-混凝土组合梁桥整体工作的关键部件。剪力连接件对混凝土桥面板的作用相当于对桥面板产生纵向劈裂效应。如果出现混凝土纵向劈裂，就会导致整体工作性能降低直至失去组合作用。因此当发现纵向劈裂裂缝时，需要采取适当加固措施。

5.7.5 钢-混凝土组合梁桥整体工作性能的降低会通过梁端的相对滑移得到反映，根据早期的试验研究结果，当梁端相对滑移达到0.1m时，组合作用大大降低，因此需要进行修复。

5.7.6 剪力连接件的作用之一是防止钢梁与混凝土桥面板之间的相对分离即掀起。有掀起时会表现出混凝土铺装层鼓出、破损等现象，出现掀起时也会导致组合作用降低，应当予以重视。滑移和掀起可由专门的单位进行定期检测。

5.7.7 剪力连接件加固方法可以在桥面板原连接件位置处凿眼，直到能够将剪力连接件补焊到钢梁的翼缘上为止，然后用不低于桥面板混凝土强度等级的细石混凝土将凿眼灌实。

5.8 吊桥和吊杆拱桥

5.8.1 吊桥钢丝的锈蚀形态多为坑蚀，系外界氯离子等侵入引起，导致钢丝应力集中，增加脆性，存在突然拉断的隐患。

5.8.8 锚室内需保持一定的湿度，养护人员应定期检查并做好记录。湿度应保持在 50% 以下。其通风、恒湿设备和照明设施应始终正常运转和完好。应检查锚室内有无泄水渗漏或积水，如有，要及时处理和维修。

5.8.3 检查缠丝的油漆，若发现漆膜损坏（如开裂、碎片）或分层剥落，则应予清洗后重新油漆。若缠丝断裂并散开，则应首先察看主缆有无锈蚀，待清洗除锈完毕后，再重新缠绕，且需在重新缠绕的丝上再行油漆，确保主缆防护层完好，避免水分渗入。

塔顶鞍座应经常清扫，防止尘土杂物甚至飞鸟误入筑巢和蓄水致锈，如发现锈蚀则应除锈，并重新涂刷防锈漆。主鞍座上夹紧主缆的螺杆，螺帽如有松动，应及时拧紧，以防止主缆与主鞍座发生相对位移。紧固鞍座的螺栓、螺帽，如有松动亦予拧紧，如有锈蚀，则应除锈后重新涂刷防锈漆。应经常清洗散索鞍座，如发现锈蚀应及时除锈，涂刷防锈漆。

5.8.12 吊杆拱桥桥梁技术状况检查要求：

适用对象为采用套管与注油防锈的吊杆。

引起钢丝锈蚀原因有：（1）注入的黄油本身具有一定的含水量；（2）雨（雪）水自封锚混凝土收缩裂缝渗入锚具孔隙，渗至吊杆钢丝束；（3）吊杆干涸老化的旧黄油未冲洗干净，从而阻碍新鲜黄油的注入。

吊杆钢丝束受力均匀度检测方法分初步检测和精确检测，初步检测宜采用敲击法，通过钢丝（束）张力和敲击声音的关系定性地推断钢丝（束）的张力；精确检测应采用精确的方法定量的检测钢丝（束）的索力。

5.8.15 拱桥的吊杆锚头及吊杆与横梁节点区密封处，容易发生

漏水、积水和脱漆、锈蚀等情况，养护维修时应仔细检查此类部位，发现问题及时处理，消除隐患。

5.8.19 混凝土主体结构技术状况检查与检测：(1) 混凝土强度无损检测；(2) 混凝土碳化深度检测；(3) 裂缝检查及形态分析；(4) 结构变位检测：桥面标高检测、拱肋轴线侧向偏离检测、桥台不均匀沉降检测、拱肋矢高测量。

5.9 斜 拉 桥

5.9.3 斜拉桥的日常巡检主要是对桥面系和墩、台、挡墙及附属设施、斜拉索（包括锚具、护筒、护套、减振圈）、防撞墙、隔离护栏、栏杆、人行道等技术状况进行检查，及时发现缺损进行保养。日常巡检以步行、目测（可借助简单的工具）检查为主。

5.9.5 拉索的检查主要包括：拉索的两端锚固部位（包括索端及锚头）、主梁锚固构件有否浸水、锈蚀和开裂、拉索的防护层有否破坏、老化和漏水及减振措施是否有效。

5.9.6 锚头与锚具的检查。

锚箱是主梁内的拉索锚固结构，既承受拉索的集中锚固力，又将集中锚固力传递至主梁。雨水可沿拉索表面至索孔垫板，并在索孔垫板与锚板、支撑肋围成的空间内积聚，使锚箱产生锈蚀。养护拉索时要截断水源，防止雨水流向锚箱。

5.9.9 锚箱裂缝采用加强法处理，即在裂缝处贴补焊接一块同样材质的钢板，焊接热量不得危及拉索锚头，焊接要选距拉索较远处，并做好冷却措施。

5.9.10 钢—混凝土组合梁中混凝土裂缝的类型和处理方法：

常用的化学材料有两大类，即环氧树脂灌浆材料和甲基丙烯酸酯类灌浆材料。

在灌缝前，裂缝的清洗工作非常重要，是灌浆成败的关键。先在裂缝两侧划线划出修补范围，在线内用小锤、手铲、钢丝刷把构件表面整平，凿去突出部分，然后用丙酮擦洗，清洗，清除

裂缝周围的油污。清洗时应注意，不要将裂缝堵塞。灌浆前需列出工艺流程，按预先设计的工艺流程操作，并做好灌浆的施工记录。

由于化学灌浆材料具有毒性和刺激性气味，应采取有效的通风和对施工人员的防护措施，以及化学灌浆材料的密封存储措施。

5.9.19 特殊气候的通行限制：

1 雾害的处置包括及时收集有关气象信息，做好记录并及时将雾害变化情况传达给有关方面。雾害发生后，在有条件的情况下，应增加道口照明的亮度，并采用扩音器疏导交通。

2 台风、暴雨过后应及时对全桥设施做一次全面检查，做好检查记录并对损坏设施进行修理。

6 下部结构养护

6.1 墩 台

6.1.1 桥梁墩台是桥梁的重要组成部分，它直接承受桥梁上部结构的荷载，同时将荷载传递给基础和地基。墩台除承受上部结构荷载外，还要承受风力、流水压力、水压力、浮力以及外来物体的撞击力等的作用。

桥梁墩台在长年使用过程中，还将受到自然界各种因素的影响作用，如大气、雨水的侵袭，洪水的冲刷。在地震区，还不可避免地受到地震力的作用。

在以上各种因素作用下，桥梁墩台会产生各种病害，如裂缝、空洞、钢筋外露、锈蚀、老化、结构的变形移位等。桥梁墩台养护的目的和任务是为了使结构物完整、牢固、稳定。应防微杜渐，贯彻“预防为主，防治结合”的方针，定期检查、维修、及时处理所发生的各种病害，保证使用安全。

6.1.2 如果墩台出现的变形是由于基础引起的，应先处理好基础再处理墩台。

桥梁墩台的纵向裂缝要引起高度重视，要分析是否与基础有关，对裂缝已贯通墩台，采用钢筋混凝土围带或钢箍进行加固时，一般在墩身上、中、下分设三道围带；其间距应大致相当于桥墩侧面的宽度。每个围带的宽度，则根据裂缝情况和大小而定，一般为墩台高度的 $1/10$ 左右，厚度采用 $100 \sim 200\text{mm}$ 。同时为了加强围带与墩台的连接，应在墩身埋置锚钉，把围带的钢筋网扣在锚钉上。

桥台发生水平位移和倾斜时，要根据损坏原因采用不同的处理方法，常用的方法有：减轻荷载法；支撑法；加辅助挡墙法；增设小跨径引桥法等。

6.2 基 础

6.2.1 桥梁基础大致可分为天然地基上的浅基础、桩基础、沉井基础以及混合基础（柱式沉箱基础）等。由于每类基础所处的地质条件不同，基础形式不同，所产生的病害也不完全相同，但主要有以下几种：

- （1）基础的沉降和不均匀沉降；
- （2）基础的滑移和倾斜；
- （3）基础结构物的异常应力和开裂。

当基础产生不均匀沉降、滑移、倾斜等现象时，将直接影响到墩台，使墩台产生很大的损坏，所以要重视保护基础。

6.2.3 当基础局部被冲空时，主要采取用砌石或混凝土填补冲空部分的措施。

当基础周围冲空范围较大时，除填补基底被冲空部分外，并应采取相应的防护措施。防护措施可因地制宜，就地取材。

简支梁桥的墩台基础沉降和位移的容许限值，主要是参照《公路养护技术规范》JTJ073的规定。

基础加固的常用方法有：扩大基础加固法、增补桩基法（打入桩或钻孔灌注桩）和人工地基加固（改良地基）法等。人工地基加固方法很多，一般常用的有砂桩法和注浆法等，注浆法又可分为静压注浆和高压喷射注浆两大类，目前旋喷注浆加固方法用得较广，且效果较好，其加固范围和深度的设计计算另见有关专著。

7 城市桥梁抗震设施的养护

7.0.2 参考加固方法如下：

1. 震区梁式桥上部结构抗震的薄弱部位为“横梁”、“支座”，易发生的震害为梁的纵、横向窜支、撞击造成梁端损坏、落梁，以及支座底板附近下部结构混凝土破损、锚固螺栓拔出或剪断、以座倾覆、销子损坏、滚轴脱离等。

(1) 拓宽支承面，防止纵向落梁的加固措施：

拓宽墩、台帽的托架支撑，如图 18 所示。

(2) 防止跨内伸缩装置脱落，如图 19 所示。



图 18 采用支座支承上部结构时的托架支撑

(3) 采用高强钢索限制梁体纵向位移的防落梁措施，如图 20 所示。

(4) 支座的连结加固：两支座可用钢筋纵向连结加固，如图 21 所示。

2. 震区桥梁下部结构的薄弱部位为：墩帽与墩身或盖梁与立柱（排架桩）联结处、墩身与承台联结处、承台与基桩联结处；墩、台身或基桩断面变化处；水中墩（桩）干湿交替、风化严重的部位；基础局部冲刷严重的部位。易发生的震害为：墩、台基础下沉、滑移、倾斜、断裂；桥台胸墙开裂；台（墩）帽拉裂；地基土液化，承载力降低；以及岸坡滑坡和基础液化造成跨径变化，引发落梁、塌孔。

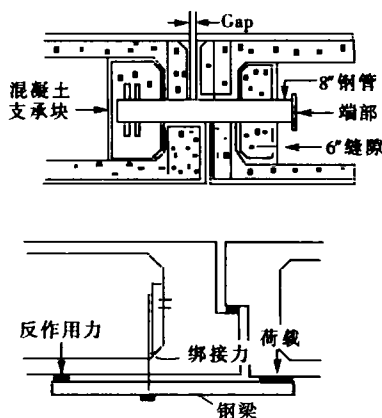


图 19 防止跨内伸缩缝脱落的装置

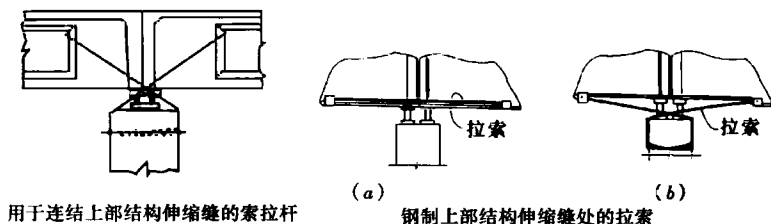


图 20

(a) 直索; (b) 索缠绕于墩帽上

(1) 桩式或柱式桥墩，可在桩或柱之间用槽钢或角钢做成钢板箍和横夹板，并用螺栓将其拧紧。斜夹板可用电焊连接，如图 22 所示。

(2) 对多孔长桥，可增设抗震墩。即在原有桥墩两边加设钢筋混凝土斜撑（即斜墩），斜撑尺寸视原墩高度和跨径而定，其截面承载力的验算，可参照基桩承台斜桩计算方法，如图 23 所示。

(3) 桥墩截面偏小、强度不足时，可采用加大桥墩断面加固。

(4) 对于圆形柱或方形柱，也可采取钢套管的加固措施，如

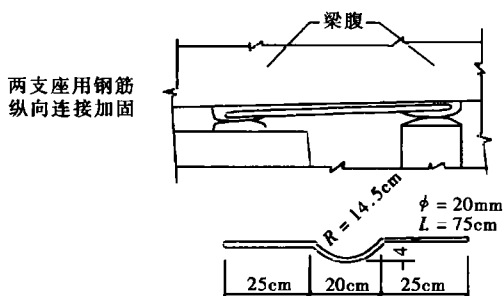


图 21

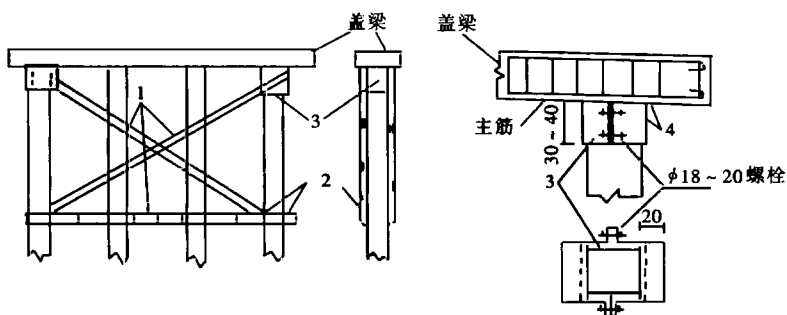


图 22

1—槽钢或角钢；2—螺栓；3—钢板箍厚 6~8；4—联结钢板

桩柱式墩加固

(尺寸单位: cm 铁件: mm)

图 24 所示。

(5) 在桩周围附上一层形似套管的、相对较厚的钢筋混凝土土。

(6) 采用碳纤维等对钢筋混凝土柱进行加固。

3. 桥台的抗震加固措施如下：

(1) 当桥台经过验算，在地震力作用下的抗倾覆及抗滑稳定性不能满足安全要求时，可采用加筑围裙的方法。

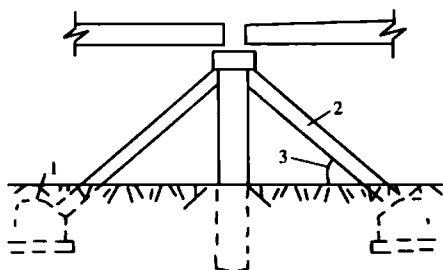


图 23 斜撑加固

1—一般冲刷线以下 1.0m；2—斜撑；3— $38^{\circ} \sim 45^{\circ}$

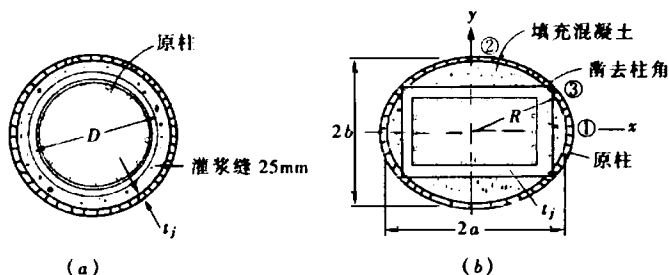


图 24 钢套管加固柱的约束

(a) 圆形柱；(b) 矩形柱（椭圆套管）

(2) 当桥台填土压力在地震力作用下发生变化，危及桥台安全时，应在桥台背增设挡墙、在桥台前建筑扶壁、在桥台后增设桥孔，同时或将埋置式、一字式桥台改为 U 形桥台。

4. 震区拱桥抗震的薄弱部位为：拱顶、拱圈 1/4 跨径处、拱脚、腹拱与立柱联结处。易发生的震害为拱上建筑局部挤坏，腹拱与立柱联结处开裂式脱落，拱圈变形、开裂、拱脚位移、开裂等。

在双曲拱桥拱肋的横系梁间以钢筋拉杆，中间用法兰盘和螺栓拉紧，拉杆尺寸应通过计算确定。各部外露的钢筋均应进行油漆防锈，其经常保养按钢构件养护方法处理，如图 25 所示。

在双曲拱桥拱顶三道横系梁间设拉杆。拉杆用 $\phi 20 \sim \phi 22$ 钢筋，两端焊接在横系梁的钢板箍上（钢板箍用 $D = 6 \sim 8\text{mm}$ 厚的钢板制成，宽 200mm ），中间用法兰盘和螺栓拉紧，如图 25 所示。

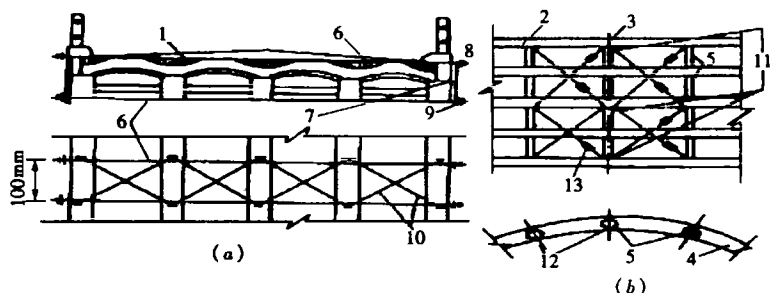


图 25 双曲拱桥拱肋整体联结

- 1—C20 混凝土填平；2—拱筋；3—拱顶；4—拱圈；5—横系梁；
6—钢筋拉杆；7—角钢；8—双螺帽；9—橡皮垫圈；10—斜拉杆；
11—钢板箍；12—螺栓；13—法兰盘和螺栓

在石拱桥拱圈的跨中和 $1/4$ 跨处加设三道钢板箍，用螺栓在拱底及拱侧钻孔锚固，应注意拱侧锚固点设在拱圈厚度的 $1/3$ 处，锚固孔用膨胀水泥砂浆堵塞，见《圬工拱桥条文说明》图 8 所示。

5. 地震后拱桥桥台发生位移，对地基已稳定的桥台，若拱轴线变形较大，承载能力不足时，可采用顶推方法调整拱轴线，恢复其承载能力，按下列程序处理：

(1) 在顶推前先将拱脚锚固钢筋切断，并将拱上建筑与桥台分开，使顶推时拱上建筑能随同拱圈自由变形。

(2) 顶推可在桥的一端顶推，也可先在桥的一端顶推至计算的一半顶推水平距离，再移置另一端顶推完成。顶推的基本做法，为在桥台的拱脚处安装传力结构（钢夹具或刚性横梁），通过千斤顶施加推力，将拱圈自拱脚向跨中方向顶推，以实现调整桥台位移和拱轴线、恢复承载能力的目的。顶推后，将拱脚端的

空隙处浇筑高强混凝土。顶推也可在桥台后挖槽，顶入受力管，使其顶管与原桥台共同受力，以调整桥台水平位移和拱轴线，如图 6、图 7 所示。

(3) 顶推应按照一定程序，分级缓慢进行，直至达到计算要求的顶推水平距离，或者拱上桥面出现横向裂缝，不能再顶推时为止。

(4) 顶推完成后，再修理上下部结构的损坏部分。

8 人行通道养护

8.0.1 本条规定是为了保持人行通道的整洁。通道内的装饰墙砖、地砖等不得有丢失、缺损，如发现缺失应及时补修；喷涂的通道内墙不得乱涂乱画，如出现涂画情况应及时予以清理。此外，通道地面内饰应每天保洁、擦拭、清理以保持清洁美观。

8.0.2 人行通道的主体结构应每季检查，通道主体结构出现裂缝、下挠、倾斜、下沉等情况超过规定范围，通道即处于危险状态中，必须及时采取临时防护措施，待查明原因后予以加固、修复。主体结构漏水是通道最容易发生的问题之一，首先应查明漏水的原因，针对不同的原因采取相应的措施，防止由于长期水流侵蚀造成主体结构的严重损坏。

8.0.3 无装饰的通道为了保护墙体免受侵蚀和保持墙体美观，宜每2~3年粉刷一次。有装饰的通道出现装饰物的缺失应及时补齐。如遇施工原因或其他因素造成装饰物空鼓，应及时修复，防止砸伤行人。装饰材料必须采用阻燃材料避免燃烧伤人。

8.0.4 通道内的电器设备应每月检测，特别是雨季前要对所有的电器设备遥测一遍，防止漏电伤人。电器设备线路老化应及时更换，以免漏电危及行人安全。如出现灯具损坏应及时更新，确保通道内有足够的照明度。

8.0.5 随着都市现代化程度的提高，通道内安装自动滚梯的情况越来越多，为了保证自动滚梯的正常运行和安全，应按规定对其进行检验，使其各项指标达到国家标准，严禁自动滚梯带病运行。

8.0.6 通道内设置的抽水泵是为了防止汛期通道积水、雨水倒灌等情况，因此应每季对泵站设施进行保养，电机、水泵的保养应符合有关的机械保养规定。

8.0.7 通道内的排水管线应完整、通畅，因此，通道养护应每季掏挖排水管道，如排水管出现破损应及时更换，以免破损管段阻塞管线造成排水不畅、积水，影响通道使用。

8.0.8 人行通道的环境不仅是市容环境的一部分，而且关系到人行安全，通道养护要做到以人为本，保持通道内的环境整洁，无积水、积冰、积雪等是保持良好市容环境的需要，也是保证行人安全的需要。如遇大雨、大雪天气，应及时组织人员进行清理，保证行人的正常通行。

8.0.9 通道内的梯道、坡道极易损坏，特别是栏杆扶手松动、防滑条脱落、坡道粗糙程度降低，极易妨碍行人的安全通行。

8.0.10 这些管线危及通道安全和行人安全，因此通道内不得敷设此类管线。

9 隧道 养 护

9.0.1 本条明确提出了隧道的日常养护内容。隧道由于其特殊的使用功能，使得它的养护工作较人行通道更为重要。隧道的日常养护涉及各个部位，主体结构出现的裂缝、变形等情况按照相关的技术参数执行，其他部位的保养应做到“定期清理、定期检测、及时维修”。

9.0.5 ~ 9.0.6 隧道除加强经常性养护工作外，重点是处置各种病害，确保通车安全。对于隧道的主体所发现的各种病害应及时找到原因，针对不同情况，采取有效的措施单独或综合防治，以防患于未然。

9.0.7 隧道的养护应切实注意到隧道所处的山体位置及其附近的保护、缺陷修理，以防止因山体及附近出现的问题而引起隧道较大的破坏。

9.0.8 水能破坏隧道建筑的结构，危及隧道安全，所以应采取积极的措施予以防治，及时排除地表水不使或少使其渗漏入隧道，同时，将渗漏入隧道的、经过截堵集中了的水排至隧道外。对于隧道出现的渗水现象，应根据不同情况区别处理。

9.0.9 隧道的营运附属设施包括：供电、照明、通风、消声、防冻、监控、应急等设备。这些设备应及时保养、检修、更换，以保证正常使用，其作业应由各专业人员按照行业的有关规程进行。

10 附属设施养护

10.1 排水设施

10.1.1 为了迅速排除雨水，防止雨水渗漏入梁体引起锈蚀而影响桥梁的耐久性，以及防止桥面积水影响安全行车，所以桥面的泄水孔应定期掏挖，如有损坏及时修复。

10.1.2 汛期到来之前，桥面的排水设施均应全面检查、维修。

10.2 防护设施

10.2.1 防护设施是桥梁上的安全设施，本条列出防护设施所含内容和基本要求。防护设施出现破损、变形等情况不能发挥其功能时，需及早修理。美化城市桥梁的绿色植物隔离带的植物如有损坏要及时恢复。

10.2.2 城市桥梁防护设施除确保安全功能外，还有美化城市的功能。桥区内绿化不仅要美观，还要不影响桥梁功能、耐久性和养护。

10.2.3 遮光板既可以指示行车路线又可以防止会车时由于逆光而造成的事故，因此，遮光板必须经常检查，一旦发现缺失、损坏、及时修复。

10.2.4 防撞墩及防撞栏杆可有效保护桥梁因被撞而造成的损失，同时，防撞墩及防撞栏杆也是行车安全的保证。因此，当防撞墩及防撞栏杆发生损坏后要求及时修复。

10.2.5 桥梁不同位置所设置的防撞栏有所不同，但要起到保障安全的作用同时兼顾整齐美观的效果。

10.2.6 快速路设置防护网可有效地阻止行人的穿行，既保护行人的安全，又可以确保车辆行驶安全。

10.3 挡墙、护坡

10.3.1 挡墙是用于支挡路堤填土的结构，应经常检查，发现病害及时处理。

10.3.2 护坡是保护桥梁下部结构的防护设施，出现下沉超过规范数值应及时修复。

10.4 人行天桥的附属物

10.4.1 梯道的防滑条是确保行人安全通行的结构，防滑条的损坏直接关系到行人的安全问题，因此发现损坏要及时修复。梯道要求经常清扫，雨后、雪后及时清除积水、积雪。防止滑倒行人。

10.4.2 栏杆是天桥上行人的安全防护设施，要求经常检查、养护，发现损坏及时维修，节假日对部分人流密集过大的天桥，为防止突然事件发生或观看礼花时人群拥挤，发生挤倒栏杆事件，养护单位应事先加固栏杆或采取设人疏导措施，防止发生事故。

10.4.4 电动滚梯应派专人持证上岗，电机的养护应符合有关的养护规定。

10.4.5 高架线安全距离不够时会发生触电事故。

10.5 声屏障、灯光装饰

10.5.1 ~ 10.5.2 声屏障的主要作用是降低城市噪声，因此除定期清洁、维护外，发现缺失应及时恢复。

10.5.3 新增的声屏障在安装时要考虑到原桥的结构特点，不得随意设置安装。

10.5.4 桥梁的灯光装饰是城市夜景照明的一部分，灯光电源应由专人定期检查维护，彩灯出现损坏影响视觉效果时，应及时更换维修。

10.6 调 治 构 造 物

10.6.1 调治构造物是桥渡河段内用于导流和调治水流的构筑物。主要作用是保证和改善桥渡在汛期的工作条件，使洪水顺畅通过桥孔，保证桥梁的正常使用。因此，调治构造物应保持结构的完好、导流顺畅。

10.6.2 调治构造物应定期巡查，特别是洪水前后应加强巡查及时清除调治构造物上的飘浮物，如：杂草、荆棘等。

10.6.3 为确保调治构造物对桥梁起到保护作用，雨季前应对调治构造物进行维护检修，如局部损坏超过标准范围应在雨季前完成修复工作。

10.7 桥 头 搭 板

10.7.1 桥头搭板是桥头填土与桥台之间的过渡结构，搭板随土方沉降而下沉，桥头搭板下沉后影响路面平整度，造成跳车，影响行车安全，北方地区冬季因冻胀路堤会上升，春季化冻后会下沉；雨季也会造成下沉，在重车反复碾压、撞击下也会下沉。桥头搭板出现下沉、坑洞等情况超过规范数值时应立即修复。

11 超重车辆过桥措施

11.0.1 超出桥梁限载能力的车辆为超重车辆。车辆重量满足设计要求，但是轮压过大超出设计荷载时的轮压要求，也属于超重车辆。

11.0.2 多轴多轮的运载车辆可以改善桥面的应力状况，对于轮压超过设计要求的车辆应进行局部应力分析或者采用临时铺装层等方法减小应力集中。

11.0.3 超重车辆过桥前的加固措施应重点满足超限车辆过桥的承载力要求，并兼顾对桥梁原有损伤的加固和提高桥梁耐久性的要求：

(1) 小跨径桥梁和圬工拱桥，在下部结构和地基受力许可条件下，可在桥面上临时设钢梁或木梁，大梁上铺设木桥面板，以供重车直接行驶。常用的有全部跨越法或部分跨越法，分别见图 26 和图 27。

(2) 较大跨径和技术情况复杂的桥梁，应委托设计部门进行加固设计。

(3) 梁式桥采用在桥下设临时排架，以减小跨径，但应验算梁的强度。临时排架不得影响城市正常的交通。

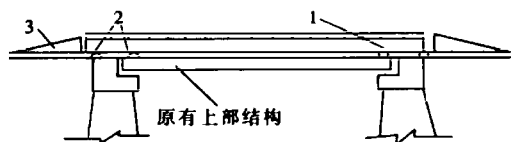


图 26 全桥跨越法

1—加固梁；2—枕木；3—跳板

(4) 通过加固无法达到通过超重车要求的桥梁，宜进行改

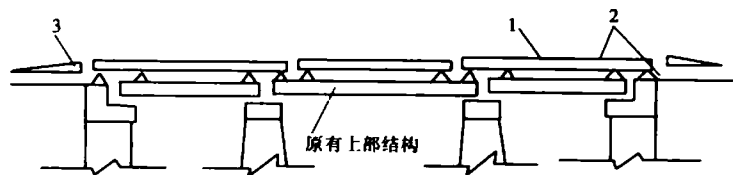


图 27 部分跨越法

1—加固梁；2—枕木；3—跳板

建，或者在原桥的附近修建临时便桥通过。

11.0.4 对大跨径桥梁，超重车与拖车应按照桥梁荷载受力影响线保持一定车距，临时禁止其他车辆通行，以改善超重车过桥时的受力状况。

11.0.5 超重车通行时应监测桥梁的位移、变形、裂缝扩张等，并及时反馈记录。不同桥型的挠度、应力、应变观测资料可以为桥梁运营和同类桥梁的超重车辆过桥提供参考。



1 5 1 1 2 1 6 6 9 5

统一书号: 15112 · 16695
定 价: 23.00 元