

UDC

中华人民共和国行业标准



P

CJJ 99 - 2017

备案号 J 281 - 2017

城市桥梁养护技术标准

Technical standard of maintenance for city bridge

2017 - 07 - 31 发布

2018 - 02 - 01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部 发布

中华人民共和国行业标准

城市桥梁养护技术标准

Technical standard of maintenance for city bridge

CJJ 99 - 2017

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2 0 1 8 年 2 月 1 日

2017 北 京

中华人民共和国住房和城乡建设部 公 告

第 1618 号

住房和城乡建设部关于发布行业标准 《城市桥梁养护技术标准》的公告

现批准《城市桥梁养护技术标准》为行业标准，编号为 CJJ 99 - 2017，自 2018 年 2 月 1 日起实施。其中，第 4.3.17、5.3.10、5.9.8、11.2.1、11.3.4 条为强制性条文，必须严格执行。原《城市桥梁养护技术规范》CJJ 99 - 2003 同时废止。

本标准在住房和城乡建设部门户网站（www.mohurd.gov.cn）公开，并由我部标准定额研究所组织中国建筑工业出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2017 年 7 月 31 日

前 言

根据住房和城乡建设部《关于印发〈2014年工程建设标准规范制订、修订计划〉的通知》（建标〔2013〕169号）的要求，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外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，修订了本标准。

本标准的主要技术内容是：1. 总则；2. 术语和代号；3. 基本规定；4. 检测评估；5. 上部结构养护；6. 下部结构养护；7. 抗震设施；8. 人行地下通道；9. 隧道；10. 附属设施养护；11. 城市桥梁安全防护；12. 养护工程的检查及验收。

本标准修订的主要技术内容是：

1. 增加了桥梁养护相关术语，释义 *BSI* 桥梁结构状况指数、*PUCI* 人行地下通道状况指数；2. 增加了应对城市桥梁突发事件及防治自然灾害应急预案内容；补充城市桥梁养护工程的环境保护、资源节约、安全防护要求；修订养护档案管理工作的内容；3. 进一步完善了城市桥梁技术状况评估方法，补充了人行天桥、拱桥技术状况评估方法，增加人行地下通道技术状况评估方法；4. 对上部结构调整了水泥混凝土桥面铺装局部损坏养护标准；增加伸缩装置混凝土保护带出现空洞的防治措施；斜拉桥养护增加需配备缆索辅助养护设施的内容；5. 对下部结构提出抗倾覆性不足的独柱墩桥必须加固、改造；6. 对人行地下通道的装饰材料提出应符合环境保护的要求；7. 对城市隧道进行了养护等级分类，并对不同等级提出土建结构的经常性检查、定期检测、特殊检测要求；8. 附属设施中增加了城市桥梁人行道养护要求；9. 扩充了城市桥梁安全防护内容，将城市桥梁安全保护区域及桥下空间增加为城市桥梁安全防护内容。

本标准中以黑体字标志的条文为强制性条文，必须严格

执行。

本标准由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释，由北京市政路桥管理养护集团有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送北京市政路桥管理养护集团有限公司（地址：北京市海淀区厂西门路2号，邮政编码：100097）。

本标准主编单位：北京市政路桥管理养护集团有限公司
振华集团（昆山）建设工程有限公司

本标准参编单位：上海市路政局
广州市市政工程维修处
中太建设集团股份有限公司
江苏省建筑工程质量检测中心有限公司
西安市市政设施管理局
沈阳市市政工程养护管理处
杭州市市政设施监管中心
武汉市桥梁维修管理处
南通英雄建设集团有限公司
济南城建集团有限公司
重庆市市政设施管理局
福建省建筑科学研究院

本标准主要起草人员：卢九章 王瑞升 吴方华 李建军
乔捷 殷远飞 李坤 杨金征
冯惠青 商国平 任辉 杨宏
张列学 张红 梁旭 张德刚
姚洪春 李奕 孙正华 沈杰
沈锐 沈峰 李广 杨丙文
钟峥 万罗为 康衡 杨金玉
黄祖华 曾俊 段文志 张振华
常松 王志勇 贾海宾 廖文洪
丁云文 徐千慧

本标准主要审查人员：张 汎 马 翥 丁建平 王今朝
安关峰 杜 军 李 民 杨 斌
陈川宁 傅美丽

目 次

1	总则	1
2	术语和代号	2
2.1	术语	2
2.2	代号	3
3	基本规定	4
4	检测评估	8
4.1	一般规定	8
4.2	经常性检查	8
4.3	定期检测	10
4.4	特殊检测	14
4.5	城市桥梁技术状况评估方法	16
4.6	人行地下通道技术状况评估方法	23
5	上部结构养护	29
5.1	桥面铺装	29
5.2	伸缩装置	31
5.3	钢筋混凝土及预应力混凝土梁	33
5.4	圯工拱桥	36
5.5	钢结构梁	37
5.6	钢-混凝土组合梁	43
5.7	系杆拱桥	44
5.8	悬索桥	45
5.9	斜拉桥	46
6	下部结构养护	50
6.1	支座	50
6.2	墩台	51

6.3 基础	53
7 抗震设施.....	54
8 人行地下通道.....	55
9 隧道.....	56
10 附属设施养护	60
10.1 排水设施	60
10.2 人行道	60
10.3 栏杆	61
10.4 防撞护栏	61
10.5 挡土墙、护坡	62
10.6 人行天桥的附属设施	62
10.7 声屏障、灯光装饰.....	63
10.8 调治构造物	63
10.9 桥头搭板	63
10.10 标志牌	63
10.11 其他设施.....	64
11 城市桥梁安全防护	65
11.1 城市桥梁安全保护区域	65
11.2 超重车辆过桥	66
11.3 桥下空间	66
12 养护工程的检查及验收	67
附录 A 城市桥梁日常巡检报表	68
附录 B 城市桥梁资料卡	69
附录 C 城市桥梁设施量年报表	73
附录 D 评分等级、扣分表	74
附录 E 城市桥梁监控测试.....	105
附录 F 结构定期检测现场记录表.....	107
本标准用词说明.....	110
引用标准名录.....	111
附：条文说明.....	113

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms and Symbols	2
2.1	Terms	2
2.2	Symbols	3
3	Basic Requirements	4
4	Detection and Evaluation	8
4.1	General Requirements	8
4.2	Regular Inspection	8
4.3	Periodical Inspection	10
4.4	Special Inspection	14
4.5	Method for Technical Condition Evaluation of City Bridge	16
4.6	Method for Technical Condition Evaluation of Pedestrian Underpass	23
5	Superstructure Maintenance	29
5.1	Pavement of Bridge Deck	29
5.2	Bridge Floor Expansion and Contraction Installation	31
5.3	Reinforced Concrete and Pre-stressed Concrete Beam	33
5.4	Masonry Arch Bridge	36
5.5	Steel Structure Beam	37
5.6	Steel-concrete Composite Beam	43
5.7	Bowstring Arch Bridge	44
5.8	Suspension Bridge	45
5.9	Cable Stayed Bridge	46
6	Substructure Maintenance	50
6.1	Bridge Bearing	50

6.2	Bridge Pier and Abutment	51
6.3	Bridge Foundation	53
7	Seismic Installations	54
8	Pedestrian Underpass	55
9	Tunnel	56
10	Attachments Maintenance	60
10.1	Drainage Facilities	60
10.2	Sidewalk	60
10.3	Bridge Railing	61
10.4	Bridge Anti-collision Barrier	61
10.5	Retaining Wall and Slope Protection	62
10.6	Appurtenance of Pedestrian Overbridge	62
10.7	Noise Barrier and Lighting Decoration	63
10.8	Regulating Structure	63
10.9	Bridge End Transition Slab	63
10.10	Bridge Signs	63
10.11	Other Attachments	64
11	Bridge Safety Management	65
11.1	Protection Region of City Bridge	65
11.2	Measures of Overweight Vehicles Crossing the Bridge	66
11.3	Safety Management under the Bridge Space	66
12	Inspection and Acceptance of the Maintenance Project	67
Appendix A	The Form of Daily Patrol and Inspection of City Bridge	68
Appendix B	City Bridge Data Card	69
Appendix C	Annual Report of The City Bridge Facilities' Number	73
Appendix D	Grading System and Point Value	74
Appendix E	City Bridge Monitoring Test	105

Appendix F	Structure Periodical Testing Recording	
	Table	107
Explanations of Wording in This Standard	110
List of Quoted Standards	111
Addition: Explanations of Provisions	113

1 总 则

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

1.0.2 本标准适用于已竣工验收后交付使用的城市桥梁的养护。

1.0.3 城市桥梁的养护除应符合本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和代号

2.1 术 语

2.1.1 城市桥梁养护 maintenance for city bridge

为确保城市桥梁始终处于正常工作状态和安全运营，而进行的检查、检测、评估、养护维修以及档案资料管理和安全防护管理等工作。

2.1.2 保养小修 routine maintenance

对城市桥梁及附属设施进行日常保养和修补其轻微损坏部分，使其保持完好状态的工作。

2.1.3 中修工程 medium-sized maintenance

对城市桥梁及附属设施的一般性损坏进行维修，恢复其原有的技术水平和标准的工程。

2.1.4 大修工程 overhaul engineering

对城市桥梁及附属设施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。

2.1.5 加固工程 strengthening engineering

对桥梁结构采取补强、修复、调整内力等措施，从而满足结构承载力及设计要求的工程。

2.1.6 改扩建工程 reconstructed and extension engineering

城市桥梁因不适应现有的交通量、载重量增长的需要，需提高技术等级标准，显著提高其运行能力的工程和桥梁结构严重损坏，需恢复技术等级标准，拆除重建的工程。

2.1.7 桥面系 bridge deck system

直接承受车辆、人群等荷载并将其传递到主梁（或主拱、主索）的整个桥面构造系统，包括桥面铺装、桥头平顺、伸缩装置、排水系统、人行道和防护栏杆等要素。

2.1.8 调治构造物 regulating structure

为引导和改变水流方向，使水流平顺通过桥孔并减缓水流对桥体附近河床、河岸的冲刷而修建的水工构造物。

2.1.9 特殊结构桥 special structure bridge

结构受力复杂和在养护方面有特殊要求的桥梁，如系杆拱桥、悬索桥和斜拉桥等。

2.1.10 安全保护区 protection region

城市桥梁垂直投影面周边一定距离范围内的水域或陆域。

2.1.11 桥下空间 space under the bridge

桥梁垂直投影面以下，除水面、铁路、道路以外的空间及场地。

2.2 代 号

2.2.1 *BCI* (Bridge Condition Index) —— II类~V类城市桥梁状况指数，用以表征桥梁结构的完好状态。

2.2.2 *BSI* (Bridge Structure Index) —— II类~V类城市桥梁结构状况指数，用以表征桥梁不同组成部分的最不利的单个要素或单跨(墩)的结构状况。

2.2.3 *PUCI* (Pedestrian Underpass Condition Index) —— 人行地下通道状况指数，用以表征人行地下通道结构的完好状态。

2.2.4 *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。

2.2.5 *PE* —— 表示用掺入2%~5%碳黑的高密度聚乙烯制成的拉索护层。

3 基本规定

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、安全防护及建立档案资料。

3.0.2 城市桥梁应根据养护类别、养护等级和技术状况级别进行养护。

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5类：

I类养护——单孔跨径大于100m的桥梁及特殊结构的桥梁；

II类养护——城市快速路上的桥梁；

III类养护——城市主干路上的桥梁；

IV类养护——城市次干路上的桥梁；

V类养护——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，城市桥梁养护等级划分宜符合下列规定：

1 I等养护的城市桥梁应为I类~III类养护的城市桥梁和位于集会中心、繁华地区、重要生产科研区及游览地区IV、V类养护的城市桥梁，应进行重点养护。

2 II等养护的城市桥梁应为集会点、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区域IV、V类养护的城市桥梁，应有计划地进行养护。

3 III等养护的城市桥梁应为除I、II等养护的城市桥梁以外的其他桥梁，可进行一般养护。

3.0.5 城市桥梁技术状况应根据完好状态、结构状况等级综合评定。针对不同养护类别，其完好状态、结构状况等级划分及养护对策应符合下列规定：

1 I类养护的城市桥梁完好状态宜分为下列2个等级:

- 1) 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。
- 2) 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类~V类养护的城市桥梁完好状态宜按表3.0.5-1的规定分为5个等级。

表 3.0.5-1 II类~V类养护的城市桥梁完好状态分级

等级	状态	BCI 范围	养护对策
A级	完好	[90, 100]	日常保养
B级	良好	[80, 90)	保养小修
C级	合格	[66, 80)	针对性小修或中修工程
D级	不合格	[50, 66)	检测评估后进行中修、大修或加固工程
E级	危险	[0, 50)	检测评估后进行大修、加固或改扩建工程

3 II类~V类养护的城市桥梁结构状况宜按表3.0.5-2的规定分为5个等级。

表 3.0.5-2 II类~V类养护的城市桥梁结构状况分级

等级	状态	BSI 范围	养护对策
A级	完好	[90, 100]	日常保养
B级	良好	[80, 90)	保养小修
C级	合格	[66, 80)	针对性小修或局部中修工程
D级	不合格	[50, 66)	检测评估后进行局部中修、大修或加固工程
E级	危险	[0, 50)	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、加固工程及改扩建工程。

3.0.7 城市桥梁养护应按养护类别、养护等级配备相应的养护设备、检测设备及专业养护技术人员。

3.0.8 城市桥梁的养护工程应采取有效措施,满足国家对环境

保护和资源节约的要求。

3.0.9 城市桥梁养护作业安全防护应按国家现行安全生产标准执行。

3.0.10 城市桥梁养护应制定各类城市桥梁突发事件及防治自然灾害应急预案，组织建立应急队伍，配备应急物资，并应定期演练。

3.0.11 城市桥梁养护应建立养护档案，并应符合下列规定：

1 城市桥梁养护档案应以每座桥梁为单位建档。

2 养护档案应包括：技术资料，施工竣工资料，养护文件，巡查、检测、测试资料，地下构筑物、桥上架设管线等技术文件及相关资料。

3 养护档案管理工作应逐步实现信息化，实现城市桥梁养护信息数据的动态更新和管理。

3.0.12 当新建城市桥梁接收养护时，桥梁工程质量应符合现行行业标准《城市桥梁工程施工与质量验收规范》CJJ 2 的相关规定，外观应完好，竣工文件应齐全，且应进行功能性检测后，方可接管。新建桥梁应设立永久控制监测点。

3.0.13 城市桥梁应安全、完好、整洁，不得擅自在桥梁结构上钻孔或设置其他设施。夜间照明应符合国家现行有关标准的要求；各种指示标志应齐全、清晰。人行天桥、立交、高架桥、通航河道桥梁的桥下和隧道洞口应设限高交通标志，严禁装载高度超过桥梁、隧道限高标志所示数值的车辆通行。通行机动车的城市桥梁应设限载牌，超重车辆过桥应符合本标准第 11.2 节的规定。

3.0.14 城市隧道的排水、通风、照明、消防、防汛等设施，必须齐全有效。

3.0.15 对Ⅰ类养护的城市桥梁，必须设专人负责日常巡检，应根据桥梁特点定期进行结构检测。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。

3.0.16 城市桥梁外装饰和绿化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。绿化不得覆盖桥梁梁体。

3.0.17 在城市桥梁上增加构筑物、风雨棚、声屏障、盆栽绿化、广告牌、管线或交通标志牌等时，必须满足桥梁安全技术要求。

3.0.18 在特殊气候条件下，悬索桥和斜拉桥的通行限制应符合下列规定：

- 1 桥上应设置交通信息显示屏。
- 2 雾天桥上行车时速宜符合表 3.0.18-1 的规定。

表 3.0.18-1 雾天桥上行车时速

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

3 当风速大于 19m/s 时，桥上行车时速宜符合表 3.0.18-2 的规定。当风速大于 21m/s 时，严禁货运车上桥行驶。当悬索有明显振颤时，应在现场进行监视或录像，并应进行记录。

表 3.0.18-2 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

3.0.19 当改变城市桥梁设计车道划分时，应经设计单位验算，满足桥梁安全技术要求后方可实施。

3.0.20 列入文物保护单位范围内的城市桥梁的养护，除应执行本标准外，还应符合文物部门的有关规定。

4 检测评估

4.1 一般规定

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

4.1.2 城市桥梁的检测评估工作应包括下列内容：

- 1 了解桥梁初始状态，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 为桥梁状况评估提供相关信息，对桥梁当前及未来的交通量、荷载等级、承载能力及耐久性进行评估；
- 5 给养护、管理、设计与建设等部门反馈信息，提供养护维修建议。

4.1.3 城市桥梁技术状况检测评估应根据检测结果按本标准第3.0.5条的要求对城市桥梁划分完好状态及结构状况等级。

4.1.4 在城市桥梁技术状况检测评估时，对桥梁因主要构件损坏，影响桥梁结构安全的，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类～Ⅴ类养护的城市桥梁应判定为D级，并应对桥梁进行结构检测或特殊检测。

4.2 经常性检查

4.2.1 经常性检查应对结构变异、桥梁及桥梁安全保护区域施工作业情况和桥面系、限载标志、限高标志、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检查为主，并应按本标准附录 A 现场填写城市桥梁日常巡检报表，登记所检查桥梁病害的损坏类型、损坏程度、损坏位置等，提出相应的养护措施。

4.2.4 经常性检查应按城市桥梁的养护类别、养护等级、技术状况分别制定巡检周期。对重要桥梁，或遇恶劣天气、汛期、雨季、冰冻等特殊情况，周期宜缩短。特殊情况可设专人看护。巡检周期宜符合下列规定：

- 1 I 等养护的城市桥梁应每日巡检。
- 2 II 等养护的城市桥梁巡检周期不宜超过 3d。
- 3 III 等养护的城市桥梁巡检周期不宜超过 7d。

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

4.2.6 经常性检查应包括下列内容：

- 1 检查城市桥梁各组成结构的完好状态，主要检查内容见表 4.2.6。

表 4.2.6 各组成结构的检查要点

组成结构	部 位	检 查 要 点
桥面系及附属结构	桥面铺装	平整性及裂缝、坑槽、拥包、车辙、积水、沉陷、碎边、桥头跳车等
	伸缩装置	连接松动、异常变形、破损、脱落、漏水、阻塞等；是否造成明显跳车
	排水设施	泄水孔堵塞；排水设施缺损等
	人行道铺装	裂缝、松动或变形、残缺等
	栏杆、防撞护栏	污秽、破损、缺失、露筋、锈蚀、断裂、松动等
	防护网、声屏障	锈蚀、缺损、变形、松动等
	挡土墙、护坡、调治构造物	开裂、破损、塌陷、倾斜等

续表 4.2.6

组成结构	部 位	检 查 要 点
上部结构、下部结构		异常变化、缺陷、变形、沉降、位移等
人行天桥和人行地下通道的自动扶梯、照明设施及其封闭结构等附属设施		异常变化、缺陷、积水等

- 2 检查在城市桥梁安全保护区域内的施工作业情况。
- 3 城市桥梁限载标志及交通标志设施等各类标志完好情况。
- 4 其他较明显的损坏及不正常现象。

4.3 定期检测

4.3.1 定期检测应分为常规定期检测和结构定期检测。常规定期检测应每年 1 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。结构定期检测应按规定的的时间间隔进行，Ⅰ类养护的城市桥梁宜为 3 年~5 年，关键部位可设仪器监控测试；Ⅱ类~Ⅴ类养护的城市桥梁宜为 6 年~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与实施方案。

4.3.3 常规定期检测宜以目测为主，并应配备照相机、裂缝观测仪、探查工具及辅助器材等必要的量测仪器和设备。

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和设施量年报表现场校核城市桥梁的基本数据，并应符合本标准附录 B 和附录 C 的要求。

- 2 记录病害状况，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 桥面系包括桥面铺装、桥头搭板、伸缩装置、排水系统、人行道、栏杆或护栏等。
 - 2 上部结构包括主梁、主桁架、主拱圈、横梁、横向联系、主节点、挂梁、连接件等。
 - 3 下部结构包括支座、盖梁、墩身、台帽、台身、基础、挡土墙、护坡及河床冲刷情况等。
- 4.3.6** 下列结构桥梁开展常规定期检测时，尚应符合下列规定：
- 1 I类养护的桥梁结构变位应每年测量1次，拉索索力和吊杆拉力应每年测量1次。
 - 2 拱桥及软弱地基桥梁的沉降宜每年测量1次。
 - 3 独柱式墩桥梁墩柱的侧向倾角及梁体相对水平位移值应每年测量1次。
- 4.3.7** 常规定期检测的情况记录、评分及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。
- 4.3.8** 应根据常规定期检测的结果，进行桥梁技术状况的评估和分级。I类养护的城市桥梁应按影响结构安全状况进行评估；II类～V类养护的城市桥梁应按本标准附录D对桥面系、上部结构、下部结构评分等级、扣分表进行评估，并应符合本标准第4.5节的有关规定。人行地下通道应按本标准附录D评分等级、扣分表进行评估并应符合本标准第4.6节的有关规定。
- 4.3.9** 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，并进行标识，确定相应的检测频率；II类～V类养护的城市桥梁结构定期检测应包括桥梁结构中的所有构件。
- 4.3.10** 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。

4.3.11 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，进行梁体线形、墩柱沉降及结构构件的检测。
- 3 通过材料取样试验确认材料特性、退化程度和退化性质。
- 4 对桥梁进行结构检算，包括承载力检算、稳定性检算和刚度验算。
- 5 分析确定退化的原因，以及对结构性能和耐久性的影响。
- 6 对可能影响结构正常工作的构件，评价其在下一次检测之前的可能退化情况；如构件在下一次检测前可能失效，需立即报告桥梁养护管理部门。
- 7 检测河道的淤积、冲刷等现象，记录水位。
- 8 必要时对桥梁进行荷载试验和分析评估。城市桥梁的荷载试验评估按有关标准进行。
- 9 通过综合检测评定，确定具有潜在退化可能或已处于退化状况的桥梁构件，提出相应的养护措施。

4.3.12 对下列城市桥梁应进行监控测试，可按本标准附录 E 进行监控测试，并可采用自动化监测系统：

- 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 I 类养护的城市桥梁。

4.3.13 结构定期检测应有现场记录，应按本标准附录 F 填写结构定期检测现场记录表，并应符合下列规定：

1 技术状况评定应符合常规定期检测中的评分标准，I 类养护的城市桥梁技术状况评估应按本标准附录 F 表中的损坏状况进行；II 类～V 类养护的城市桥梁，按本标准附录 F 表中的损坏状况，依据本标准附录 D 的评分等级、扣分表进行评估，并应符合本标准第 4.5 节的有关规定。同时填写下列相关内容：

- 1) 所有桥梁构件的侵蚀环境情况；

2) 构件的实测损坏类型和程度。

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 类~V 类养护的城市桥梁技术状况评定为 D 级、E 级的，应在结构状态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) 损坏状况描述：包括损坏位置、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结构状态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损坏拍摄，并按顺序编号。

4.3.14 结构定期检测应对桥梁构件进行侵蚀环境分类，并应符合下列规定：

1 桥梁构件的侵蚀环境宜按表 4.3.14 分类。

表 4.3.14 侵蚀环境分类

侵蚀环境分类	状态描述
A 类	无侵蚀性静水浸没环境，与无侵蚀性土壤直接接触的环境
B 类	严寒和寒冷地区露天环境，构件表面经常处于结露或湿润状态的环境，水位频繁变动环境
C 类	距海岸线 1km 范围内，直接承受盐雾影响的环境
D 类	盐渍土环境，受除冰盐作用环境，严寒和寒冷地区冬季水位变动区环境

2 易受盐侵蚀地区、沼泽、腐殖质土壤（填土）或工业废弃区，受人为或自然的侵蚀性物质影响的环境，应检测土壤侵蚀性、水质侵蚀性。

4.3.15 加宽桥梁应将原桥与加宽部分分开评估。

4.3.16 系杆拱桥、悬索桥、斜拉桥应定期进行动力特性及重要部位的内力静载试验检测，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。

4.3.17 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类～Ⅴ类养护的城市桥梁被评估为D级桥梁的，应提出处理措施，需紧急抢修的桥梁应提出时间要求；被评估为E级桥梁的，应立即限制交通，及时处理。

4.3.18 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及时提供给管理部门。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 采用相关技术标准或数据分析，确定桥梁承载能力、抗倾覆能力及耐久性能；
- 4 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；
- 5 养护维修加固措施；
- 6 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 特殊检测应由专业人员采用专门技术手段，并辅以现场和试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。

4.4.2 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 城市桥梁定期检测中难以判明安全的桥梁。

3 为提高或达到设计承载等级而需进行修复加固、改建、扩建的城市桥梁。

4 超过设计使用年限，需延长使用的城市桥梁。

5 常规定期检测中桥梁技术状况评定时，Ⅰ类养护的城市桥梁被评定为不合格级的桥梁，Ⅱ类～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补充检测的城市桥梁。

4.4.3 实施特殊检测前，检测单位应收集下列资料：

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。

4.4.4 城市桥梁特殊检测应包含下列内容：

1 结构材料缺损状况诊断；

2 结构整体性能、功能状况评估。

4.4.5 结构材料缺损状况的诊断，宜根据缺损的类型、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。检测与评估应按相应的试验标准进行。

4.4.6 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，应用静力荷载方法鉴定结构承载能力，采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。

4.4.7 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。

4.4.8 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、限速或封闭交通的措施，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类~V类养护的城市桥梁技术状况的评估应包括：桥面系、上部结构、下部结构和全桥评估。应采用先构件后部位再综合及与单项直接控制指标相结合的办法评估。

4.5.2 II类~V类养护的城市桥梁，应以桥梁状况指数 BCI 确定桥梁技术状况；应以桥梁结构指数 BSI 确定桥梁不同组成部位的结构状况。应按分层加权法根据桥梁定期检测记录，对桥面系、上部结构和下部结构按本标准附录 D 的评分等级、扣分表分别进行评估，再综合得出整座桥梁技术状况的评估。

4.5.3 桥面系的技术状况应采用桥面系状况指数 BCI_m 表示；桥面系的结构状况应采用桥面系结构指数 BSI_m 表示。根据桥面铺装、桥头平顺、伸缩装置、排水系统、人行道和栏杆等要素的损坏扣分值， BCI_m 和 BSI_m 应按下列公式计算：

$$BCI_m = \sum_{h=1}^a (100 - MDP_h) \cdot \omega_h \quad (4.5.3-1)$$

$$BSI_m = \min(100 - MDP_h) \quad (4.5.3-2)$$

$$MDP_h = \sum_i DP_{hi} \cdot \omega_{hi} \quad (4.5.3-3)$$

$$\omega_{hi} = 3.0\mu_{hi}^3 - 5.5\mu_{hi}^2 + 3.5\mu_{hi} \quad (4.5.3-4)$$

$$\mu_{hi} = \frac{DP_{hi}}{\sum_i DP_{hi}} \quad (4.5.3-5)$$

式中： h ——桥面系的评价要素，包括桥面铺装、桥头平顺、伸缩装置、排水系统、人行道和栏杆；

a ——桥面系评价要素的总数；

MDP_h ——桥面系第 h 类要素中损坏的综合扣分值；当 $MDP_h < \max(DP_{hi})$ 时，取值为 $\max(DP_{hi})$ ；当 $MDP_h > 100$ 时，取值为 100；

ω_h ——桥面系第 h 类要素的权重，按表 4.5.3 的规定取值；

DP_{hi} ——桥面系第 h 类要素中第 i 项损坏的扣分值，按本标准附录表 D-1 取值；

ω_{hi} ——桥面系第 h 类要素中第 i 项损坏的权重；

μ_{hi} ——桥面系第 h 类要素中第 i 项损坏的扣分值占桥面系第 h 类要素中所有损坏扣分值的比例。

表 4.5.3 桥面系各要素权重值

评估要素	权重	评估要素	权重
梁式桥 桁架桥 拱桥 刚构桥 悬臂+挂梁			
桥面铺装	0.30	排水系统	0.10
桥头平顺	0.15	人行道	0.10
伸缩装置	0.25	栏杆或护栏	0.10
人行天桥			
桥面铺装	0.40	排水系统	0.20
伸缩装置	0.15	栏杆或护栏	0.25

注：在计算 BCI_m 时，未出现的要素其权重应按剩余要素权重的比例关系重新分配给剩余要素。

4.5.4 桥梁上部结构技术状况的评估应逐跨进行，然后再计算整座桥梁上部结构的技术状况指数 BCI_s 。桥梁上部结构的结构状况应采用上部结构结构状况指数 BSI_s 表示。 BCI_s 和 BSI_s 应按下列公式计算：

$$BCI_s = \frac{1}{b} \sum_{i=1}^b BCI_{si} \quad (4.5.4-1)$$

$$BSI_s = \min(BCI_{si}) \quad (4.5.4-2)$$

$$BCI_{si} = \sum_{j=1}^c (100 - SDP_{ij}) \cdot \omega_{ij} \quad (4.5.4-3)$$

$$SDP_{ij} = \sum_k DP_{ijk} \cdot \omega_{ijk} \quad (4.5.4-4)$$

$$\omega_{ijk} = 3.0\mu_{ijk}^3 - 5.5\mu_{ijk}^2 + 3.5\mu_{ijk} \quad (4.5.4-5)$$

$$\mu_{ijk} = \frac{DP_{ijk}}{\sum_k DP_{ijk}} \quad (4.5.4-6)$$

式中： BCI_{si} ——第 i 跨上部结构技术状况指数；

b ——桥梁跨数；

SDP_{ij} ——第 i 跨上部结构中第 j 类构件损坏的综合扣分值；

当 $SDP_{ij} < \max(DP_{ijk})$ 时，取值为 $\max(DP_{ijk})$ ；

当 $SDP_{ij} > 100$ 时，取值为 100；

ω_{ij} ——第 i 跨上部结构中第 j 类构件的权重，按表 4.5.4 的规定取值；

c ——第 i 跨上部结构的桥梁构件类型数；

DP_{ijk} ——第 i 跨上部结构中第 j 类构件第 k 项损坏的扣分值，按本标准附录表 D-2 取值；

ω_{ijk} ——第 i 跨上部结构中第 j 类构件第 k 项损坏的权重；

μ_{ijk} ——第 i 跨上部结构中第 j 类构件第 k 项损坏的扣分值占第 j 类构件所有损坏扣分值的比例。

表 4.5.4 桥梁上部结构各构件的权重值

桥梁类型	构件类型	权重
梁桥	主梁	0.60
	横向联系	0.40
悬臂+挂梁	悬臂梁	0.60
	挂梁	0.20
	挂梁支座	0.10
	防落梁装置	0.10
刚构桥	主梁	0.80
	横向连接	0.20
桁架桥	桁片	0.50
	主节点	0.10
	纵梁	0.20
	横梁	0.10
	连接件	0.10
钢结构拱桥圯工拱桥 (无拱上构造)	主拱圈(桁)	0.70
	横向联系	0.30
钢筋混凝土拱桥 圯工拱桥 (有拱上构造)	主拱圈	0.50
	拱上构造	0.20
	横向联系	0.30
人行天桥 (梁桥)	主梁	0.55
	横向联系	0.35
	外部装饰板	0.10
人行天桥 (钢桁架桥)	桁片	0.48
	主节点	0.08
	纵梁	0.18
	横梁	0.08
	连接件	0.08
	外部装饰板	0.10

注：在计算 BCI_s 时，未出现的构件类型其权重应按剩余构件类型权重的比例关系重新分配给剩余构件类型。

4.5.5 桥梁下部结构技术状况的评估应逐墩（台）进行，然后再计算整座桥梁下部结构的技术状况指数 BCI_x ；桥梁下部结构的结构状况采用下部结构的结构状况指数 BSI_x 表示，按下列公式计算 BCI_x 、 BSI_x 值：

$$BCI_x = \frac{1}{b+1} \sum_{j=0}^b BCI_{xj} \quad (4.5.5-1)$$

$$BSI_x = \min(BCI_{xj}) \quad (4.5.5-2)$$

$$BCI_{xj} = \sum_{k=1}^d (100 - SDP_{jk}) \cdot \omega_{jk} \quad (4.5.5-3)$$

$$SDP_{jk} = \sum_l DP_{jkl} \cdot \omega_{jkl} \quad (4.5.5-4)$$

$$\omega_{jkl} = 3.0\mu_{jkl}^3 - 5.5\mu_{jkl}^2 + 3.5\mu_{jkl} \quad (4.5.5-5)$$

$$\mu_{jkl} = \frac{DP_{jkl}}{\sum_l DP_{jkl}} \quad (4.5.5-6)$$

式中： BCI_{xj} ——第 j 号墩（台）下部结构技术状况指数；

b ——桥梁跨数；

SDP_{jk} ——第 j 号墩（台）下部结构中第 k 类构件的综合扣分值；当 $SDP_{jk} < \max(DP_{jkl})$ 时，取值为 $\max(DP_{jkl})$ ；当 $SDP_{jk} > 100$ 时，取值为 100；

ω_{jk} ——第 j 号墩（台）下部结构中第 k 类构件的权重，按本标准表 4.5.5 的规定取值；

d ——第 j 号墩（台）下部结构的构件类型数；

DP_{jkl} ——第 j 号墩（台）下部结构中第 k 类构件第 l 项损坏的扣分值，按本标准附录表 D-3 取值；

ω_{jkl} ——第 j 号墩（台）下部结构中第 k 类构件第 l 项损坏的权重；

μ_{jkl} ——第 j 号墩（台）下部结构中第 k 类构件第 l 项损坏的扣分值占第 k 类构件所有损坏扣分值的比例。

表 4.5.5 桥梁下部结构各构件的权重值

部位	构件类型	权重	部位	构件类型	权重
梁式桥 桁架桥 刚构桥 悬臂+挂梁					
桥墩	盖梁	0.15	桥台	台帽	0.15
	墩身	0.30		台身	0.20
	基础	0.40		基础	0.40
	支座	0.15		耳墙(翼墙)	0.10
			支座	0.15	
拱 桥					
桥墩	盖梁	0.10	桥台	台帽	0.10
	墩身	0.30		台身	0.30
	基础	0.45		基础	0.35
	拱脚	0.15		耳墙(翼墙)	0.10
			拱脚	0.15	
人行天桥					
桥墩	盖梁	0.18	桥台	台帽	0.20
	墩身	0.34		台身	0.40
	基础	0.20		基础	0.20
	外部装饰板	0.10		支座	0.20
	支座	0.18			

注：在计算 BCI_x 时，未出现的构件类型其权重应按剩余构件类型权重的比例关系重新分配给剩余构件类型。

4.5.6 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，应按下式计算：

$$BCI = BCI_m \cdot \omega_m + BCI_s \cdot \omega_s + BCI_x \cdot \omega_x \quad (4.5.6)$$

式中： ω_m 、 ω_s 、 ω_x ——桥面系、上部结构和下部结构的权重，按表 4.5.6 的规定取值。

表 4.5.6 桥梁结构组成部分的权重值

桥梁类型	桥梁部位	权重	桥梁类型	桥梁部位	权重	桥梁类型	桥梁部位	权重
梁式桥 桁架桥 刚构桥 悬臂+挂梁	桥面系	0.15	拱桥	桥面系	0.10	人行天桥	桥面系	0.15
	上部结构	0.40		上部结构	0.45		上部结构	0.45
	下部结构	0.45		下部结构	0.45		下部结构	0.40

4.5.7 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 4.5.7 进行评估。

表 4.5.7 桥梁完好状况评估标准

BCI*	[90, 100]	[80, 90)	[66, 80)	[50, 66)	[0, 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。

4.5.8 桥梁上部结构、下部结构、桥面系的结构状况可按表 4.5.8 进行评估。

表 4.5.8 桥梁结构状况评估标准

BSI*	[90, 100]	[80, 90)	[66, 80)	[50, 66)	[0, 50)
评估等级	A	B	C	D	E

注：BSI* 表示 BSI 、 BSI_m 、 BSI_s 或 BSI_x 。BSI 的计算可应用 BSI 软件进行。

4.5.9 各种类型桥梁有下列情况之一，即可将桥梁技术状况直接评定为不合格级桥或 D 级桥：

- 1 预应力梁产生受力裂缝且裂缝宽度超过本标准表 5.3.2 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、螺栓损坏数量在 20%以上，钢箱梁开焊，钢结构主要构件有严重扭曲、变形、开焊，锈蚀削弱截面面积 10%以上。

4 墩、台、桩基出现结构性断裂缝，或裂缝有开合现象，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标准值。

7 结构刚度达不到设计标准要求。

8 支座错位、变形、破损严重或缺失，已失去正常支承功能。

9 基底冲刷面积达 20%以上。

10 当通过桥梁验算检测，承载能力下降达 25%以上。

11 人行道栏杆累计残缺长度大于 20%或单处大于 2m。

12 上部结构有落梁和脱空趋势或梁、板断裂。

13 预应力钢筋锚头严重锈蚀失效。

14 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；悬索桥钢索、锚具损伤；系杆拱桥钢丝、吊杆和锚具损伤。

15 其他各种对桥梁结构安全有较大影响的部件损坏。

4.6 人行地下通道技术状况评估方法

4.6.1 人行地下通道的完好状态，应采用人行地下通道状况指数 *PUCI* 作为人行地下通道技术状况的评估指标。多洞箱涵人行地下通道，宜逐洞单独评估。

4.6.2 根据人行地下通道的结构组成情况，可分为主体构造物、出入口、道面、排水设施、附属设施 5 个部位。各部位的构件类型可按表 4.6.2 的规定确定。应按本标准附录表 D-4 表的扣分值分别对各构件、各部位进行评估，再综合得出整个人行地下通道的技术状况。

表 4.6.2 人行地下通道构件划分

部位	构件类型	部位	构件类型
主体构造物	衬砌和挡墙	排水设施	排水设施
	变形缝		照明设施
出入口	梯道	附属设施	通风设施
	栏杆或护栏		雨棚
道面	道面		

4.6.3 人行地下通道的主体构造物技术状况应采用主体构造物状况指数 $PUCI_z$ 表示，并按下列公式计算：

$$PUCI_z = \sum_{h=1}^a (100 - \frac{1}{b} \sum_{i=1}^b ZDP_{hi}) \cdot \omega_h \quad (4.6.3-1)$$

$$ZDP_{hi} = \sum_j DP_{hij} \cdot \omega_{hij} \quad (4.6.3-2)$$

$$\omega_{hij} = 3.0\mu_{hij}^3 - 5.5\mu_{hij}^2 + 3.5\mu_{hij} \quad (4.6.3-3)$$

$$\mu_{hij} = \frac{DP_{hij}}{\sum_j DP_{hij}} \quad (4.6.3-4)$$

式中： a ——主体构造物的构件类型数；

b ——主体构造物中第 h 类构件的构件数；

ω_h ——主体构造物中第 h 类构件权重，按表 4.6.3 的规定取值；

ZDP_{hi} ——主体构造物中第 h 类构件第 i 个构件的总扣分值；

DP_{hij} ——主体构造物中第 h 类构件第 i 个构件第 j 项损坏的扣分值，应按本标准附录表 D-4-1 取值；

ω_{hij} ——主体构造物中第 h 类构件第 i 个构件第 j 项损坏的权重；

μ_{hij} ——主体构造物中第 h 类构件第 i 个构件第 j 项损坏的扣分值占第 i 个构件所有损坏扣分值的比例。

表 4.6.3 主体构造物各构件权重值

构件类型	权 重
衬砌和挡墙	0.6
变形缝	0.4

注：在计算 $PUCI_c$ 时，未出现的构件类型其权重应按剩余构件类型权重的比例关系重新分配给剩余构件类型。

4.6.4 人行地下通道的出入口技术状况应采用出入口状况指数 $PUCI_c$ 表示，并按下列公式计算：

$$PUCI_c = \frac{1}{c} \sum_{i=1}^c PUCI_{ci} \quad (4.6.4-1)$$

$$PUCI_{ci} = \sum_{j=1}^d (100 - CDP_{ij}) \cdot \omega_{ij} \quad (4.6.4-2)$$

$$CDP_{ij} = \sum_k DP_{ijk} \cdot \omega_{ijk} \quad (4.6.4-3)$$

$$\omega_{ijk} = 3.0\mu_{ijk}^3 - 5.5\mu_{ijk}^2 + 3.5\mu_{ijk} \quad (4.6.4-4)$$

$$\mu_{ijk} = \frac{DP_{ijk}}{\sum_k DP_{ijk}} \quad (4.6.4-5)$$

式中： c ——出入口数；

$PUCI_{ci}$ ——第 i 个出入口技术状况指数；

d ——第 i 个出入口的构件类型数；

ω_{ij} ——第 i 个出入口中第 j 类构件的权重，按表 4.6.4 的规定取值；

CDP_{ij} ——第 i 个出入口中第 j 类构件的总扣分值；

DP_{ijk} ——第 i 个出入口中第 j 类构件第 k 项损坏的扣分值，按本标准附录表 D-4-2 取值；

ω_{ijk} ——第 i 个出入口中第 j 类构件第 k 项损坏的权重；

μ_{ijk} ——第 i 个出入口中第 j 类构件第 k 项损坏的扣分值占第 j 类构件的所有损坏扣分值的比例。

表 4.6.4 出入口各构件权重值

构件类型	权重
梯道	0.5
栏杆或护栏	0.5

注：在计算 $PUCI_c$ 时，未出现的构件类型其权重应按剩余构件类型权重的比例关系重新分配给剩余构件类型。

4.6.5 人行地下通道的道面技术状况应采用道面状况指数 $PUCI_d$ 表示，并按下列公式计算：

$$PUCI_d = \frac{1}{e} \sum_{j=1}^e PUCI_{dj} \quad (4.6.5-1)$$

$$PUCI_{dj} = 100 - \sum_k DP_{jk} \cdot \omega_{jk} \quad (4.6.5-2)$$

$$\omega_{jk} = 3.0\mu_{jk}^3 - 5.5\mu_{jk}^2 + 3.5\mu_{jk} \quad (4.6.5-3)$$

$$\mu_{jk} = \frac{DP_{jk}}{\sum_k DP_{jk}} \quad (4.6.5-4)$$

式中： e ——道面数；

$PUCI_{dj}$ ——第 j 个道面技术状况指数；

DP_{jk} ——第 j 个道面的第 k 项损坏的扣分值，按本标准附录表 D-4-3 取值；

ω_{jk} ——第 j 个道面的第 k 项损坏的权重；

μ_{jk} ——第 j 个道面的第 k 项损坏的扣分值占第 j 个道面的所有损坏扣分值的比例。

4.6.6 人行地下通道的排水设施技术状况应采用排水设施状况指数 $PUCI_p$ 表示并按下列公式计算：

$$PUCI_p = 100 - \sum_k DP_k \cdot \omega_k \quad (4.6.6-1)$$

$$\omega_k = 3.0\mu_k^3 - 5.5\mu_k^2 + 3.5\mu_k \quad (4.6.6-2)$$

$$\mu_k = \frac{DP_k}{\sum_k DP_k} \quad (4.6.6-3)$$

式中： DP_k ——排水设施中第 k 项损坏的扣分值，按本标准附录

表 D-4-4 取值；

ω_k ——排水设施中第 k 项损坏的权重；

μ_k ——排水设施中第 k 项损坏的扣分值占排水设施所有损坏扣分值的比例。

4.6.7 人行地下通道的附属设施技术状况应采用附属设施状况指数 $PUCI_f$ 表示，并按下列公式计算：

$$PUCI_f = \sum_{l=1}^f (100 - FDP_l) \cdot \omega_l \quad (4.6.7-1)$$

$$FDP_l = \sum_m DP_{lm} \cdot \omega_{lm} \quad (4.6.7-2)$$

$$\omega_{lm} = 3.0\mu_{lm}^3 - 5.5\mu_{lm}^2 + 3.5\mu_{lm} \quad (4.6.7-3)$$

$$\mu_{lm} = \frac{DP_{lm}}{\sum_m DP_{lm}} \quad (4.6.7-4)$$

式中： f ——附属设施的构件类型数；

ω_l ——附属设施中第 l 类构件的权重，按表 4.6.7 的规定取值；

FDP_l ——附属设施中第 l 类构件的总扣分值；

DP_{lm} ——附属设施中第 l 类构件第 m 项损坏的扣分值，按本标准附录表 D-4-5 取值；

ω_{lm} ——附属设施中第 l 类构件第 m 项损坏的权重；

μ_{lm} ——附属设施中第 l 类构件第 m 项损坏的扣分值占第 l 类构件的所有损坏扣分值的比例。

表 4.6.7 附属设施各构件权重值

构件类型	权重
照明设施	0.4
通风设施	0.3
雨棚	0.3

注：在计算 $PUCI_f$ 时，未出现的构件类型其权重应按剩余构件类型权重的比例关系重新分配给剩余构件类型。

4.6.8 人行地下通道状况指数 $PUCI$ 应按下式计算:

$$PUCI = PUCI_z \cdot \omega_z + PUCI_c \cdot \omega_c + PUCI_d \cdot \omega_d + PUCI_p \cdot \omega_p + PUCI_f \cdot \omega_f \quad (4.6.8)$$

式中: ω_z 、 ω_c 、 ω_d 、 ω_p 、 ω_f ——主体构造物、出入口、道面、排水设施、附属设施权重,按表 4.6.8 的规定取值。

表 4.6.8 人行地下通道各部位权重值

部 位	权 重
主体构造物	0.50
出入口	0.20
道面	0.10
排水设施	0.10
附属设施	0.10

注:在计算 $PUCI$ 时,未出现的构件类型其权重应按剩余构件类型权重的比例关系重新分配给剩余构件类型。

4.6.9 人行地下通道状况指数 $PUCI$ 可按表 4.6.9 进行评估。

表 4.6.9 人行地下通道评价标准

等级	A 级	B 级	C 级	D 级	E 级
$PUCI$ 得分	[90, 100]	[80, 90)	[66, 80)	[50, 66)	[0, 50)

5 上部结构养护

5.1 桥面铺装

5.1.1 桥面的养护，除应符合现行行业标准《城镇道路养护技术规范》CJJ 36 的规定外，尚应符合下列规定：

- 1 不得随意增加桥面铺装厚度和静荷载，严禁覆盖伸缩装置。
- 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、平顺。
- 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 桥面作业时不得破坏原有完好的防水层和铺装层。

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面脱落、麻面，可凿除后重新铺装混凝土面层。在桥梁承载能力允许的条件下，也可在病害处理后加铺沥青混凝土层，但其改造方案应经专项设计。当改造方案改变了原桥面设计标高后，其伸缩装置和保护带的标高，应作出相应调整。

2 对宽度大于 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 0.01m^2 ，深度不应大于 20mm；Ⅱ、Ⅲ类养护的城市桥梁不应大于 0.02m^2 ，深度不应大于 20mm；Ⅳ类养护的城市桥梁不应大于 0.03m^2 ，深度不应大于 30mm；Ⅴ类养护的城市桥梁不应大于 0.04m^2 ，深度不应大于 30mm。当铺装层的损坏超过规定时，应进行补修。

5.1.3 水泥混凝土桥面的修补作业应符合下列规定：

1 应确定修补范围，画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，应按本标准第 5.1.5 条的要求进行修补。

3 修补结合面应清洁、无杂物、无松散，新旧混凝土结合面应连接牢固。新修补的混凝土强度等级不应低于原混凝土强度等级。

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现行行业标准《城镇道路养护技术规范》CJJ 36 要求进行。沥青混凝土修补碾压作业时，应采取静压或水平振荡碾压方式。

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，修补面干燥后，再进行面层修补。

3 修补沥青混凝土前，应检查桥面防水层，如有病害应先处置。

4 沥青混凝土修补时的新旧立接缝处（包括沥青层与防撞墙或伸缩缝保护带混凝土立接缝处）应采取防水措施。

5 沥青混凝土桥面可定期采取微表处、雾封层等预养护措施，相关要求应符合现行行业标准《城镇道路养护技术规范》CJJ 36 有关规定。

5.1.5 桥面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。防水层维修应按国家现行相关标准要求进行。

2 修补后的防水层，其防水性能、整体强度、与下层粘结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作业应符合下列规定：

1 当防水混凝土表面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，应彻底清除脱落的表面和粉化物。

2 当防水混凝土受到侵蚀，表面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 清理表面脱落层时，应清理至具有强度的表面完全露出。

4 清除损坏结构层时，应切割成规整的边界，清除应彻底，同时避免扰动其他完好部分。

5 钢筋网结构的防水混凝土层，在清除作业时，原钢筋应预留足够的搭接长度。清除作业结束后，应重新绑扎钢筋网。

6 浇筑新混凝土前，作业面应清洁、粗糙、无杂物。新旧水泥混凝土的结合面处，应采用界面胶作为新旧混凝土间的连接剂，其连接抗拉强度应大于 2.5MPa。

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。

8 可在修补面积范围内的桥面板上适当植筋。

9 使用快凝混凝土修复材料时，其强度等级不得低于原结构层设计强度等级。

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。梳齿板、橡胶板或异型钢类伸缩缝表面，应每月进行一次清缝工作。伸缩装置下方的梁端缝隙，应每年清理不少于两次。

2 伸缩装置对应处的栏杆、平侧石、人行道、梁体等应断开。

3 梳齿板和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；梳齿板和橡胶板丢失应及时补上，弹簧（止退）垫不得省略。严重破损的梳齿板和橡胶板，应及时按同型号进行更换。

4 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。

5 当钢板伸缩装置的钢板松动、开焊、翘曲和脱落时，应及时修复。

6 当弹塑体伸缩装置出现脱落、翘起时，应及时清除，并重新浇筑。当伸缩装置两侧沥青混凝土破损或平整度偏差大于3mm时，应进行清除后重新摊铺、碾压沥青混凝土，并按新建要求重新安装弹塑体伸缩装置。

5.2.2 当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，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。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，应对伸缩量值重新进行计算。

5.2.3 伸缩装置的更换施工应符合下列规定：

1 伸缩装置的预留缝宽，应根据产品说明和施工时的环境温度计算确定。安装焊接时间，应选择一天中温度变化较小的时间段内。从开始焊接到焊接结束，环境温度变化不应超过5℃。安装焊接结束后，应立即拆除定位装置。

2 当选择异型钢类伸缩装置时，设置的开口宽度应便于止水带的安装和维护。当梁端设计最大伸缩量小于30mm时，异型钢类伸缩装置的最小开口宽度设置，不应小于30mm。

3 桥面板（梁）或桥台背墙的锚固预埋件如有缺损，应补植连接锚筋。

4 伸缩装置在安装焊接时，连接筋与锚筋的连接形式和焊接长度应符合焊接要求，严禁点焊连接。

5 伸缩装置的水泥混凝土保护带，其强度等级应符合设计要求，且不得小于 C40，宜采用钢纤维混凝土。

6 梁端与桥台（梁端）之间应隔离、封闭，宜采用硬塑料泡沫板进行填充；伸缩装置下部和异型钢类伸缩装置支撑箱下部的混凝土应完全充满。当伸缩装置的下部空间高度小于 4cm 时，应改用同强度等级的细石混凝土进行浇筑。

7 混凝土达到设计强度且伸缩装置安装完成后，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、破损现象，坑洞的面积不得大于 0.01m^2 ，深度不得大于 20mm。已松散和有坑洞的保护带，应及时修复。保护带小面积维修宜采用快速修复材料。

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

5.2.7 在每年气温最高和最低时，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、相对高差进行观测。

5.2.9 固定在不同结构上的伸缩装置相对高差，不应大于 2mm。

5.3 钢筋混凝土及预应力混凝土梁

5.3.1 钢筋混凝土及预应力混凝土桥梁应每年进行一次裂缝观察。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。

5.3.2 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。恒载裂缝宽度最大限值应符合表 5.3.2 的规定，超过最大限值时，应查明原因，采取下

列措施进行处理：

表 5.3.2 恒载裂缝宽度最大限值

结构类型	裂缝部位及所处侵蚀环境		允许最大裂缝宽度 (mm)	
钢筋混凝土构件	A类		0.20	
	B类		0.20	
	C类		0.15	
	D类		0.15	
预应力混凝土构件	非结构裂缝		0.10	
	结构裂缝		不允许或按设计规定	
混凝土拱	拱圈横向		0.30 (裂缝高小于截面高一半)	
	拱圈竖向 (纵缝)		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	A类		0.40 (不允许贯通墩台身截面一半)
		B类	有筋	0.25
			无筋	0.35 (不允许贯通墩台身截面一半)
		C、D类	有筋	0.20
	无筋		0.30 (不允许贯通墩台身截面一半)	

注：所处侵蚀环境按表 4.3.14 侵蚀环境分类表规定选取。

1 对非结构裂缝应观察其发展状态，在不影响结构安全的前提下，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、桥下通行，并应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, 应进行裂缝危害评估, 确定处理措施。

5.3.3 当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, 并宜分批修补。

5.3.4 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。

5.3.5 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, 应根据特殊检测评估做设计, 进行修复或加固。

5.3.6 当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, 并应提出加固措施。

5.3.7 钢筋混凝土与预应力混凝土梁加固应进行专项设计, 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、增加钢筋数量、纤维复合材料或粘贴钢板等方法进行加固。加大断面及增加配筋数量应根据计算确定。

3 可采用体外预应力补强加固。

5.3.8 当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。

5.3.9 当拱桥主拱圈强度或刚度不足时, 应进行加固。

5.3.10 当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。

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

5.3.12 当双曲拱桥侧墙变形时, 应及时处理, 必要时应拆除侧

墙重砌。

5.3.13 当双曲拱桥拱圈厚度偏小，承载能力不足时，应进行加固。

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

5.3.15 不得擅自在钢筋混凝土、预应力混凝土构件上钻孔及架设其他构件。

5.3.16 钢筋混凝土、预应力混凝土桥梁外刷涂料不得覆盖检查观测点，不得影响养护维修；涂刷材料不得影响构件耐久性。

5.4 圯工拱桥

5.4.1 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。

5.4.2 圯工拱桥外观病害的检查主要应包括拱石的脱落、灰缝脱落和渗水、拱圈纵向开裂和渗水、拱墙突出以及拱脚裂缝、变形、缺脚等。当发生外观病害时，应查明原因，进行维修和加固。

5.4.3 圯工拱桥的恒载裂缝宽度最大限值应符合表 5.4.3 的规定。当裂缝宽度超过表列数值时，应查明原因，及时维修与加固。

表 5.4.3 恒载裂缝宽度最大限值

结构类别	裂缝部位及所处侵蚀环境	允许最大裂缝宽度 (mm)
上部结构	拱圈横向	0.30 (裂缝高度小于截面高度一半)
	拱圈纵向 (竖缝)	0.50 (裂缝长度小于跨径 1/8)
	拱波与拱肋结合处	0.20
砖石墩台 墩台身	A类	0.40
	B类	0.25
	C类、D类	0.20 (不允许贯通墩身截面一半)

5.4.4 圯工拱桥表面应清洁、美观、完整。圯工拱桥表面风化、

剥落应及时维修。灰缝脱落应及时修补，滋生的植物应及时清除。

5.4.5 圬工拱桥结构变形超过限值时，应及时进行维修与加固。砌体损坏严重、拱轴线严重变形时，应进行翻修。

5.4.6 砖、石拱桥均应有排水设施。当原桥无防水层或防水层已损坏失效时，应重铺防水层。

5.4.7 对圬工拱桥产生的较深裂缝，应及时修补。

5.4.8 当圬工拱桥拱圈损坏、强度不足或需提高其荷载等级时，应加固拱圈。

5.4.9 拱脚产生位移应及时采取加固措施。

5.5 钢 结 构 梁

5.5.1 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，应对各部分连接节点及杆件、铆钉、销栓、焊缝进行检查、养护。承载能力或刚度低于限值等结构不良的钢结构，应维修或加固。

5.5.2 钢结构外观应清洁，冬季应及时清除冰雪。桥面积水应查明原因，及时处置。泄水孔应保持畅通，增设泄水孔其直径不应小于 50mm，钻孔前应对杆件强度进行验算。桥面铺装应无坑洼积水现象，渗漏部位应及时修补完好。

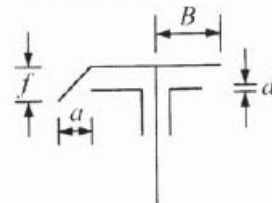
5.5.3 钢结构应每年保养一次。节点上的铆钉和螺栓松动或损坏脱落、焊缝开裂，应采用油漆标记并作记录。在同一个节点，缺少、损坏、松动和歪斜的铆钉超过 10% 时，应进行调换。当焊接节点有脱缝，焊缝处有裂纹时，应及时修补。对有裂纹及表面脱落的构件，应作出明显的标记，注明日期，并观察其发展状况，必要时应补焊或更换。

5.5.4 结构定期检测时，应对现场拼接焊缝等关键部位焊缝进行无损探伤检查，其质量应符合设计要求。

5.5.5 钢箱梁应定期检查内部空间积水情况，当有积水时应查清原因，并及时维修。

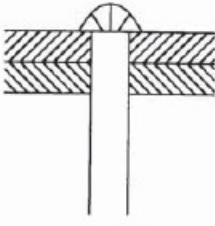
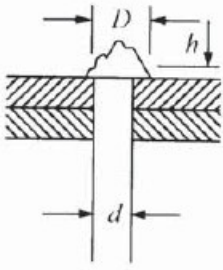
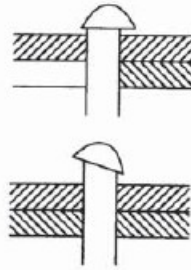
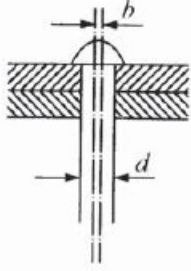
5.5.6 当钢梁杆件伤损容许限度超过表 5.5.6 的规定时,应及时整修、加固或更换。

表 5.5.6 钢梁杆件伤损容许限度

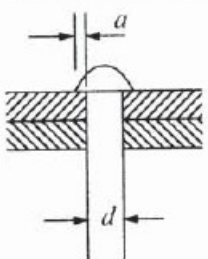
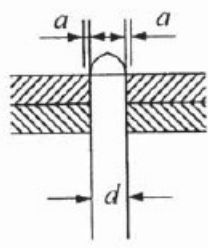
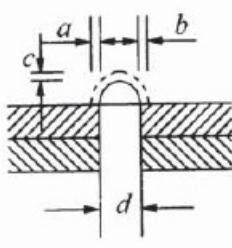
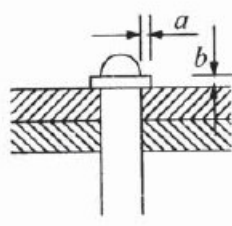
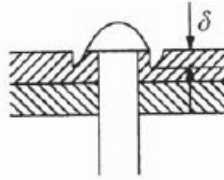
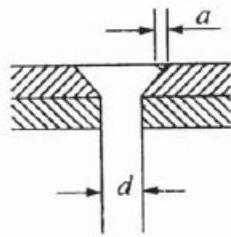
序号	伤损类别		容许限度	
1	竖向弯曲		弯曲矢度小于跨度的 1/1000	
2	板梁、纵梁、横梁及 T 字梁	横向弯曲	弯曲矢度小于自由长度的 1/5000, 并在任何情况下不超过 20mm	
3		上盖板局部垂直弯曲 	$f < a$ 或 $a < B/4$ d ——钢板或钢板束的厚度 B ——由腹板至盖板边缘的宽度	
4		盖板上 有 洞 孔 腹板上 有 洞 孔	T 字梁的洞孔直径小于 50mm, 板梁小于 80mm, 边缘完好	
5		腹板受拉部位有弯曲	凸出部分直径小于断面高度的 0.2 倍或深度不大于腹板厚度	
6		腹板在受压部位	凸出部分直径小于断面高度的 0.1 倍或深度不大于腹板厚度	
7		桁梁	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	

5.5.7 不良铆钉的容许限度超过表 5.5.7 的规定时,应进行更换。

表 5.5.7 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 5.5.7

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		$a < 0.1d$	(1) 钉杆过短 (2) 顶压不正确
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		$a < 3\text{mm}$ $b = 1.5\text{mm} \sim 3\text{mm}$	钉杆过长
10	铆钉壳打伤钢板		$\delta \leq 0.5\text{mm}$	铆合不良
11	埋头铆钉钉头全部或局部缺边		$a \leq 0.1d$	(1) 铆合不良 (2) 钉杆过短

5.5.8 当钢梁出现下列情况之一时，应及时维修：

- 1 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。

5.5.9 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 宜为冲钉，1/3 宜为螺栓。

3 当在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，每组孔眼宜打入 10% 的冲钉定位。

4 栓接梁使用的高强度大六角头螺栓连接副和扭剪型高强度螺栓连接副应符合国家现行相关标准的规定，出厂时应随箱带有质量证明文件。在安装使用前，应对高强度大六角头螺栓连接副检验其扭矩系数，对扭剪型高强度螺栓连接副检验其紧固轴力（预拉力）。

5.5.10 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。严禁使用扁斧和大锤铲除钉头。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。

5.5.11 高强度螺栓的更换应符合下列规定：

1 高强度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%，各种型号的高强度螺栓的设计预拉力应符合表 5.5.11 的规定。

表 5.5.11 高强度螺栓的设计预拉力 (kN)

高强度螺栓性能等级	螺栓公称直径 (mm)					
	M16	M20	M22	M24	M27	M30
8.8S	80	125	150	175	230	280
10.9S	100	155	190	225	290	355

2 高强度螺栓的初拧值应根据试验确定，宜取终拧值的 50%。终拧方法可采用扭矩法或转角法。

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

5.5.12 对栓接梁、全焊梁，若在焊缝及附近钢材上发现裂缝，应根据裂缝的位置、性质、大小及数量，按国家现行相关标准进行焊接补强或加固。当构件的变形影响其承载能力或正常使用时，应采取抽换杆件或换梁等措施。

5.5.13 当采用电焊连接主梁时，应停止运营，并应检查其安全性。

5.5.14 钢桥涂装养护应符合下列规定：

1 钢结构、钢梁和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 当运营中钢梁保护涂装起泡、裂纹或脱落的面积达到 10% 以上时，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 当涂膜维护涂装时，应对局部风化部位按要求进行清理，按原涂装体系逐层进行涂装，新旧涂层间应有 50mm~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。涂装后应检测漆膜厚度，漆膜厚度不满足设计要求时应重新喷涂。

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。环氧类漆不得在环境温度 10℃ 以下施工，无机富锌防锈底漆、聚氨酯漆和氟碳面漆不得在环境温度 5℃ 以下施工。涂装后 4h 内应采取措施保护，不得遭受雨淋。

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。

5.6 钢-混凝土组合梁

5.6.1 钢-混凝土组合梁中混凝土桥面板和钢结构的检查、保养及维修工作除应分别满足本标准第 5.3 节、第 5.5 节的要求外，尚应符合本节各条的规定。

5.6.2 钢-混凝土组合梁桥面板不得有纵向劈裂裂缝。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，难以辨明时应拆除部分铺装层进行观测。当产生纵向劈裂裂缝时，应采取加固措施。

5.6.3 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，应加强对其结合部位的保养维修。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。

5.6.4 桥面板受压区混凝土压裂、压碎、磨损，应及时加固修复。

5.6.5 钢-混凝土组合梁，应每季度检查一次梁端区域。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。

5.6.6 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。

5.6.7 应每年检查一次结构变位，不得有超过规定的变形。

5.6.8 钢筋混凝土桥面板加固应进行专项设计，加固方法应根据钢-混凝土组合梁桥的结构特点确定。

5.7 系杆拱桥

5.7.1 系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、锈蚀，不得积水。

2 柔性系杆、吊杆钢丝束受力应均匀，不得锈蚀。

3 锚固区附近的混凝土不得有裂缝，混凝土表面不得有积水。

4 每年检测一次结构变位。

5 钢管混凝土系杆拱桥应及时清理拱座积水，拱座混凝土与钢管拱肋连接处应清洁干燥，积水或垃圾不得进入钢管与混凝土间缝隙，应定期维护拱肋的防蚀涂装。

5.7.2 对套管式吊杆或柔性系杆，钢丝或钢绞线和套管之间应灌满防腐油脂、环氧砂浆或其他防腐材料，套管表面应每年涂刷防锈材料。挤塑式套管应检查外包材料，对老化、脆裂及人为损伤的应采用玻璃丝布或其他防护材料包扎。

5.7.3 系杆拱桥的锚夹具应每季度检查一次。松弛、锈蚀或锚垫板预埋钢管内积水时，应及时维修。酷暑、严寒季节应加强检查和养护。

5.7.4 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。

5.7.5 桥梁使用后第一、二年内应每半年检查一次系杆、吊杆状况，以后每年检查一次。测量吊杆拉力，在损坏处做出标记，做好记录，及时处理。需要更换的，应进行力学分析，制定更换

方案。吊杆锚头及吊杆与横梁节点区密封处，发现漏水、积水和脱漆、锈蚀，应及时处理。

5.7.6 纵横梁的检查和养护，根据其结构材料的不同应符合本标准第 5.3 节和第 5.5 节的相关规定。

5.7.7 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，应根据原设计锚固构造加压注满防腐油脂、环氧砂浆或其他防腐材料。

5.7.8 刚性系杆的拉索全部外包钢管内应加压注满防腐油脂或环氧砂浆等防腐材料，两端应采用不锈钢罩保护。

5.7.9 当吊杆锚头渗漏水时，应及时将水排出、烘干，并应采用防水材料封堵，对有损坏的钢护筒与套管、钢护筒自身之间的防水垫层及阻尼垫层应及时更换，并应进行搭接处的防水处理。

5.8 悬索桥

5.8.1 悬索桥应每月目测检查（可借助简单工具）主缆和吊杆钢索防护的渗水、损坏情况，钢索应处于正常工作状态。

5.8.2 悬索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 悬索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，索夹不得与主缆有相对滑移。酷暑、严寒季节应加强检查和保养，及时拧紧螺栓，保持设计的紧固力。

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

5.8.5 悬索桥主缆应保持在正常位置，当发生变化时应及时调整。当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 悬索桥的主索鞍、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。

5.8.7 加劲梁的检查和养护要求，按其结构材料不同，应分别

符合本标准第 5.3 节和第 5.5 节的相关规定。

5.8.8 索鞍应每季度清扫一次，防止尘土杂物堆积、雨雪侵蚀，索鞍的辊轴或滑板应能正常工作。

5.8.9 悬索桥的吊杆减振装置应保持正常工作状态，当发现异常或失效时，应及时维修。

5.8.10 当吊杆锚头渗漏水时，养护维修应符合本标准第 5.7.9 条的规定。

5.9 斜拉桥

5.9.1 宜配备下列缆索辅助养护设施：

1 可沿索体移动的检测缆车或检测平台。高度较低的索可采用伸臂式桥梁检测车或登高作业车代替。

2 锚头或锚室的检测平台。

3 由桥面到达缆索与锚室检测平台的人孔以及扶梯。

4 用于架设换索千斤顶的反力支撑结构。

5.9.2 拉索的检查应符合下列规定：

1 拉索的防护应每月目测检查一次（可借助简单工具），对异常情况进行记录，并应进行专项检查，做出技术状况的评定。重点应检查索体异常晃动、下挠、表面破损等情况。

2 应每 3 年对拉索护层破损状况及钢丝锈蚀情况进行全面检测，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 拉索索力应每年测量一次，并应与大桥成桥索力及设计索力进行比较。实施索力监测应避免损伤护套。

4 应经常观察拉索的振动情况，对风速、风向、雨量、拉索振动状况进行记录，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，并应归档。

6 拉索梁端的护筒及护套不得有锈蚀、开裂、剥落，连接

螺栓不得松动、崩断，护套与拉索的接合部护层不得有损伤和露丝。

7 索体不得附着装饰灯具、广告牌、旗帜、飘带等与维持索体功能无关的附属物。

5.9.3 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保养一次，钢梁外侧且有钢盖板罩的锚头应每 3 年保养一次。

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度螺栓不得松动、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。

5.9.4 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。

5.9.5 锚箱裂缝应采用加强法及时处理。

5.9.6 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，发现防水失效或橡胶剪切变形过大、老化、开裂现象时应及时更换。

5.9.7 拉索各部位的维修应符合下列规定：

1 拉索日常养护包括：索体及锚固设施保持清洁和干燥；索体套管、保护罩的维修与更换；锚头的防锈蚀措施；锚具开裂的应急处理；护套的临时修补等。

2 当拉索 PU 护层撕破露出 PE 护层超过面积 10% 时，应进行修补。

3 拉索护层表面有裂缝，应排出水分，钢丝除锈并干燥后，再经防锈处理，修复防护层。

4 塔端钢承压板四周的混凝土松动、剥落、开裂，应确定损坏范围，对钢筋进行除锈、阻锈处理后，再修补混凝土。锚杯和螺母的梯形螺纹出现变形、裂缝，应进行探伤，并测量索力，确定方案后，方可维修。

5.9.8 斜拉桥出现下列状况之一时，应及时查明原因，通过计算进行加固或索力调整：

1 钢筋混凝土或预应力混凝土主梁的裂缝超过规定值；

2 钢筋混凝土或预应力混凝土主梁的挠度超过设计规定的允许值；

3 拉索索力与设计值偏离较大。

5.9.9 斜拉桥因加固、调节桥面线形等原因需调整索力时，应计算各施工阶段缆索与桥梁结构的安全性，并应在施工全过程中对全桥拉索实施索力监控。

5.9.10 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，必须进行换索。

5.9.11 当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。

5.9.12 钢-混凝土组合梁的养护维修、检测应符合本标准第5.6节要求。

5.9.13 端横梁的养护应符合下列规定：

1 当外力造成混凝土剥落与露筋时，钢筋的锈迹应清除，松动保护层应凿除修补。

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

5.9.14 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，并应检查橡胶体的老化程度，进行记录。锈蚀的钢构件应除锈后刷油漆。

5.9.15 对岸跨有辅墩的斜拉桥，应每年至少对主塔与辅墩的沉降量和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。

5.9.16 主桥线形应每年测量 1 次，线形测量宜包括桥梁中心线和梁边线处的线形；主桥挠度应每年测 2 次，分别在夏、冬季节时各测一次。挠度测量时应记录当时的气温、风向、风速等。测量时间宜相对固定。

6 下部结构养护

6.1 支 座

6.1.1 支座应定期检查和养护，并应符合下列规定：

1 支座各部分应完整、清洁、有效，支座垫板应平整、紧密、锚固牢固。支座周边应干燥、洁净，无积水、油污。

2 支座应每半年检查、清扫一次，应每年养护一次。

3 支座养护前应检查支座状况，并应与前一次检查养护结果进行比较，并留存记录。

4 固定支座应检查锚栓的坚固性，支承垫板应平整紧密。

5 活动支座应保持灵活，实际位移量应符合设计规定。

6 支座外露金属构件不得锈蚀，应定期清洁、除锈、刷防锈漆，但铰轴、辊轴、不锈钢滑动面处不得涂刷油漆。局部除锈刷漆颜色宜和原色一致，整体除锈刷漆颜色宜和梁体颜色一致。

7 滑移的支座应及时复位，损坏或状态达不到设计使用要求的支座应及时更换。

8 支座周边积水应检查积水原因，及时处理，必要时可做散水坡。

6.1.2 支座的养护应符合下列规定：

1 弧形支座、辊轴支座、摆轴支座应定期测量其位移值，位移值不得超过其容许值，当位移超限时应采取调整措施。

2 应定期检查辊轴的变形、磨损，上下锚栓（特别是弧形支座）应无剪断、弯曲断裂，损坏的应维修更换。支座钢板不得生锈，钢筋混凝土摆柱不得破损露筋，损坏时应及时维修更换。

3 应定期检查橡胶支座的裂纹、钢板外露、不均匀鼓凸、移位、脱空及剪切超限等病害。板式橡胶支座恒载产生的剪切位移应在设计范围内。橡胶支座应干燥清洁，当支座金属构件除锈

刷漆时应应对橡胶构件采取保护措施，油脂不得污染橡胶。损坏、失效的橡胶支座应及时更换。支座支承垫石顶面应平整，整体完好，损坏时应及时修复。

4 聚四氟乙烯滑板支座储油凹坑内专用润滑硅脂应饱满。

5 盆式支座中的钢构件不得出现裂纹、变形、脱焊和锈蚀；支座位移和转角不得超限；螺栓不得有剪切破坏，螺母不得缺失和松动，防尘罩应完好。

6 球形支座应检查各向转动性能，转动不得受阻碍。每年应清除尘土、更换润滑油一次。

7 应定期检查盆式支座、球型支座的支座高度变化情况，校核支座内的聚四氟乙烯滑板的磨耗情况，支座高度变化值不应超过 3mm。

8 当小跨径（板）桥的油毡垫层损坏、脱落、老化时，应及时更换为橡胶支座。

9 当梁支点承压不均匀时，应进行调整。脱空支座宜采用注浆或加设不锈钢垫板的方式处理。支座复位或更换宜采用同步整体顶升的方式。

10 对需抬高的支座，抬高量在 50mm 及以内可垫入不锈钢板或调整支座型号；抬高量在 50mm 以上的应进行专项设计，及时修复。

6.2 墩 台

6.2.1 墩台保养小修应符合下列规定：

1 墩台表面应清洁，并应及时清除青苔、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 当圯工砌体表面灰缝脱落时，应清除缝内污垢杂物后重新勾缝。

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

5 当立交桥墩靠近机动车道时，应在桥墩四周设置防撞设施。

6 对易受流冰、漂浮物和船只撞击影响的跨河桥墩，应在桥墩上游设置破冰体或防撞措施。河床上的漂浮物和沉积物，当对桥梁安全构成威胁时，应及时清理。

6.2.2 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 及以内时，应采用 M10 以上的水泥砂浆或环氧砂浆修补；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，并宜采用锚钉连接。

2 墩台出现变形应查明原因，并应采取有针对性的加固措施。

3 当墩台裂缝超过本标准表 5.3.2 或表 5.4.3 限值时，应查明原因，并采取下列措施进行加固：

- 1) 当裂缝宽度小于或等于规定限值时，应进行封闭处理。
- 2) 当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) 当活动支座失效造成墩台拉裂时，应修复或更换支座，并维修裂缝。
- 5) 对由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。
- 6) 对碱骨料反应、冻融环境、氯离子侵蚀、空气或水污染腐蚀的混凝土，应采取相应保护措施。当造成混凝土裂缝扩展、混凝土损坏时，应及时修补。

4 当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，进行加固。

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

6 当桥台锥坡及八字翼墙产生变形和勾缝脱落时，应查明原因，及时修复。

7 当支座处的盖梁混凝土出现局部破损时，应查明原因，及时修复。

6.2.3 当连续梁桥墩台和拱桥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。

6.2.4 抗倾覆性不足的独柱墩桥必须进行加固或改造。加固或改造后宜进行桥梁特殊检测。

6.3 基 础

6.3.1 桥梁基础和地基应完整、稳定。

6.3.2 跨河桥梁墩台基础附近的河床应稳定。应观测桥梁上游50m至下游50m~500m范围内的河床状况，当有异常时，应对桥梁基础进行检测和评估，必要时采取防护措施，并应符合本标准第11.1节相关规定。

6.3.3 当在桥梁桩基或浅埋基础的影响范围内埋设地下管线、各种窨井、地下构筑物时，应经计算采取加固措施后，再施工，并符合本标准第11.1节相关规定。

6.3.4 当桥梁基础出现冲刷过深或局部掏空时，应及时抛填块石、片石、钢丝石笼等进行维护。必要时应在基础四周增设防护设施，或灌注水下混凝土。

6.3.5 当严寒地区的桩基出现浅桩冻拔或深桩环状冻裂状况时，应在冰冻开始前进行保温防护。

6.3.6 当墩台变位所产生的附加内力影响到桥梁的正常使用和安全时，或桥梁墩台基础自身结构出现大的缺损使承载力不够时，必须进行加固处理。

7 抗震设施

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，抗震设施应完整齐全，功能有效。各部件应清洁、干燥及完好。在震后、汛期前后，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、混凝土剥落或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、损坏或腐蚀老化等病害时，应及时进行维修或更换。

4 当抗震紧固件、连接件松动和残缺时，应及时紧固或补齐，并应涂刷防锈涂层。

5 对采用型钢、钢板或钢筋制作的支撑、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或更换。

6 桥梁横向连接、纵向连接和限位的拉索，应完好有效。高强度钢丝绳和绳卡等应每 2 年进行一次涂油防锈处理，当发现松动时，应及时对高强度钢丝绳进行紧固。

7 桥梁抗震阻尼器每年应进行一次检查和养护，钢销钢件生锈时应进行除锈并涂刷防腐漆；保护罩破损、脱落，连接螺栓出现剪断应及时更换；应定期进行油压检测，缸体或注油孔漏油应及时补油重新密封，钢件焊缝出现脱焊应及时进行补焊并涂刷防腐漆。

7.0.2 地震设防地区的桥梁应定期进行抗震设施评价，上部结构未设置抗震设施的，应增设抗震设施。抗震设施损坏严重以及修建时对地震因素考虑不足的桥梁应进行特殊检测，并按国家现行抗震标准进行抗震分析和验算，当不能满足要求时，应进行加固。

8 人行地下通道

- 8.0.1 人行地下通道内铺砌和装饰应完整、清洁。
- 8.0.2 人行地下通道主体结构应每季度检查一次，主体结构应完好、不得漏水，混凝土裂缝不得大于本标准表 5.3.2 的限值。墙体、顶板表面不得腐蚀、剥落。
- 8.0.3 人行地下通道内装饰物应完好、牢固；涂装及装饰材料应采用环保、阻燃材料，对无装饰的墙身宜 2 年~3 年涂装一次。
- 8.0.4 人行地下通道内电器、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 抽水站的电机、水泵等机械设备应按国家现行有关机械保修规定进行保养，设备运转应正常。
- 8.0.6 人行地下通道内排水管道应完好畅通。通道出入口应采取减少雨水进入通道的措施。
- 8.0.7 人行地下通道口及通道内应干燥、整洁和通风良好，不得有积水和积冰，通道口及梯道和坡道不得有积雪。
- 8.0.8 梯道、坡道、扶手和无障碍设施应完好、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。

9 隧 道

9.0.1 城市隧道养护应包括洞身、洞门、路面和两端路堑、防护设施、排水设施、洞口过渡段设施以及通风、照明、标志、标线、监控、消防、防冻、消音等设施的检查、保养、维修和加固。

9.0.2 城市隧道养护类别宜分为三类。根据其在城市中的重要性，宜分为两个养护等级，并应符合下列规定：

1 城市隧道养护类别分类：

I类城市隧道： $L \geq 1000\text{m}$ 的隧道（ L 为隧道长度）。

II类城市隧道： $500\text{m} \leq L < 1000\text{m}$ 的隧道，或 $L < 500\text{m}$ 且穿越湖泊、河流的隧道。

III类城市隧道：除I类、II类以外其他城市隧道。

2 养护等级应分为两个等级。I等养护的城市隧道应重点养护，II等养护的城市隧道可一般养护。

I等养护的城市隧道：I类城市隧道、道路等级为城市快速路和主干路的隧道及位于风景区、商业区的II、III类城市隧道。

II等养护的城市隧道：除I等养护以外的其他城市隧道。

9.0.3 城市隧道土建结构的检查应分为经常性检查、定期检测、特殊检测三类，并应符合下列规定：

1 经常性检查应对土建结构的外观状况进行日常巡检。

I等养护隧道应每日巡检，II等养护隧道巡检周期不宜超过3d。

2 定期检测应按规定周期对土建结构的基本技术状况进行全面检查。定期检测应每年1次，可根据城市隧道实际运行状况和结构类型、周边环境等适当增加检测次数。

3 特殊检测应根据经常性检查和定期检测的结果，对结构的破损或病害的详细情况进行更深入的专门检测。

4 经常性检查应由专职隧道工程技术人员负责，并填写相关检查记录。定期检测、特殊检测应由具备相应资质的专业单位承担，主要检测人员应具有5年以上隧道专业工程师资格。

5 对Ⅰ类城市隧道和穿越湖泊、河流的隧道宜建立监控系统。

9.0.4 隧道内路面和人行道应按现行行业标准《城镇道路养护技术规范》CJJ 36 中同等级城市道路养护要求执行。

9.0.5 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一次，每年刷新、修理一次，不得有污染和缺损。

9.0.6 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，裂缝开裂不得大于5mm，不得有渗漏。

2 隧道衬砌已稳定的裂缝可封闭。当裂缝区域较大影响衬砌强度时，应进行加固。

3 当隧道衬砌变形、下沉、外倾或腐蚀剥落严重时，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 当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，应进行回填设计后再施工。

9.0.7 无衬砌隧道的围岩养护应符合下列规定：

1 当无衬砌隧道的围岩发生破碎、产生危石或渗漏时，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,当清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) 碎裂范围较大时,应加固。
- 4) 对不能清除又无法压浆稳固的危石,应采取支护措施。

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。

9.0.8 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溶洞、大于 10cm^2 坑穴、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。

9.0.9 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,应立即处置;
- 6 洞口内外排水系统应定期疏通,不得堵塞失效。

9.0.10 隧道内通风、照明、监控、消防、防冻设施的运营及养护应符合下列规定:

1 隧道应通风良好,每日监测洞内一氧化碳气体浓度,其容许浓度应满足设计要求。

2 监测隧道内烟尘含量,其容许浓度应满足设计要求,且应小于下列标准值:

- 1) 当采用显色指数 $R_a \geq 65$ 、相关色温 $3300\text{K} \sim 6000\text{K}$ 的荧光灯、LED 灯等光源时,通道烟尘浓度控制值为 0.0075m^{-1} ;
- 2) 当采用显色指数 $33 \leq R_a \leq 60$ 、相关色温 $2000\text{K} \sim$

3000K 的钠光源时，通道烟尘浓度控制值为 0.0090m^{-1} ；

3) 当烟尘含量达到和超过 0.012m^{-1} 时，宜采取交通管制等措施。

3 隧道内的通风设备应按下列要求进行检修：

1) 当采用竖井或边窗通风时，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 隧道内的照明设施应完好、有效，照度应满足设计要求；照明器具应防振、防水、防尘，应每天检查并更换损坏的电器，并应每季度检修一次。

5 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这些设备运转情况的监控设备应完好有效，其保养维修应由专业人员按设备维修规定进行。当隧道内一氧化碳浓度、烟尘浓度超过规定值时应及时开启风机。

6 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。

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。当收水口无法正常汇水时，应查明原因后，采取针对性措施，并应对收水口周边桥面或引道进行系统改造。

10.1.2 桥面泄水管和排水槽应完好、畅通，外观整洁美观。雨季前应全面检查和疏通，降水较多地区可加大检修频率，出现堵塞、残缺破损应及时疏通或维修更换。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 30cm~50cm 或直接接入雨水系统。

10.1.3 冬季立交桥的悬挂冰凌应及时清除。

10.2 人行道

10.2.1 人行道块件、盲道和缘石应完好、平整。当有松动或缺损时，应及时维修或更换。

10.2.2 人行道的养护应符合下列规定：

- 1 表面应平整、无障碍物、无积水，块件应无松动、残缺，相邻块高差应符合要求。
- 2 缘石和台阶应稳定牢固，不得缺失。
- 3 人行道上检查井不得凸起、沉陷，检查井盖不得缺失。
- 4 无障碍坡道及盲道设置应符合现行国家标准《无障碍设计规范》GB 50763 和《无障碍设施施工验收及维护规范》GB 50642 的规定。
- 5 人行道下埋设管线应符合本标准第 11.1 节的规定。
- 6 当人行道维修或更换时，不得损坏防水层，损坏的防水层应按本标准第 5.1.5 条的要求进行修补。

7 人行道伸缩缝的养护应符合本标准第 5.2 节的规定。

10.3 栏 杆

10.3.1 栏杆应完整、牢固、美观、有效。当有松动、变形、缺损、锈蚀时，应及时维修或更换。

10.3.2 栏杆养护应符合下列规定：

1 混凝土栏杆、石质栏杆和金属栏杆的损坏，应按原结构和相同材质进行恢复。石质立柱与底座连接应牢固可靠。

2 当非金属防护栏杆褪色严重或有表面脱落时，应清除并维修。

3 对有涂装的金属栏杆，应定期除锈、刷漆。

4 涂料性能应符合设计要求，表面涂层应均匀、无漏刷、无流淌，并应符合本标准第 5.5.14 条相关养护规定。

5 弯道部分、分流和合流口处的栏杆，宜设警示标志。

6 当栏杆有严重变形、断裂和残损时，应及时按原结构恢复。栏杆安装应整齐牢固。

7 伸缩装置处的栏杆或护栏维修后，应能满足桥梁随温度变化的位移，金属栏杆不得将套筒焊死。

8 临时防护措施应牢固和醒目，使用时间不宜超过两周。

10.4 防 撞 护 栏

10.4.1 防撞墩（墙）和防撞栏杆不得缺损、变形、锈蚀；被撞损后，宜在 3d~7d 内恢复。

10.4.2 防撞墩（墙）和防撞栏杆养护应符合下列规定：

1 对混凝土裂缝大于 3mm、小于 5mm 的，可灌缝封闭。

2 对表面露筋且钢筋未变形、拉断的（非结构破坏），应凿除损坏部分且钢筋除锈，进行防腐处理后，应采用不低于原结构强度的材料进行修补。修补材料与原结构连接应牢固、平整。

3 对防撞墩（墙）混凝土裂缝大于 5mm 或因撞击造成结构性破坏的，应拆除该段混凝土结构并重新浇筑。对锚固筋缺损

的，应补植锚固筋，钢筋绑扎形式应符合原设计要求。

4 严禁使用砖砌筑代替原结构。对被损毁的钢结构，应原样恢复。

5 对有涂装的金属护栏，应定期除锈、刷漆，并应符合本标准第 5.5.14 条相关养护规定。

10.4.3 在高路堤、桥头、临河路堤、陡坡等桥区，应设置防护栏。防护栏应完整、醒目、有效，缺损期不得超过 7d。

10.4.4 在快速路出口匝道的导流岛处，应设置具有消能作用的防撞设施。

10.5 挡土墙、护坡

10.5.1 挡土墙应坚固、耐用、完好。应每季度检查一次，当遇中雨以上降雨时应巡检。当挡土墙倾斜、下沉超过 20mm 或发生鼓胀、位移时，应维修加固。挡土墙断裂应及时加固，当开裂超过 3mm 时，应查明原因后处置。

10.5.2 护坡应完好，当下沉超过 30mm、残缺超过 0.2m² 时，应及时维修。

10.6 人行天桥的附属设施

10.6.1 梯道防滑条应完好、有效，对不满足防滑功能的人行道面应进行改造。梯道、坡道不得积水，结冰、积雪应及时清除。铺装应完好、牢固，不得有大于 0.01m² 坑洞、大于 10mm 的翘起或大于 0.02m² 空鼓。

10.6.2 栏杆应完好、清洁、直顺、坚固。严禁人行天桥的人群荷载超过设计标准。

10.6.3 封闭式天桥应清洁、通风，封闭结构应完好。

10.6.4 当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。

10.7 声屏障、灯光装饰

10.7.1 声屏障应干净、有效、完整、牢固，应每月冲洗一次。损坏、缺失的部分应及时修补。

10.7.2 桥梁安装景观灯饰，应设置短路保护和过负荷保护装置，由专业人员维护保养，开灯期间应有专人值班，关灯后应拉闸断电。景观灯饰应完整、美观，缺损应及时恢复。安装灯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。

10.8 调治构造物

10.8.1 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。

10.8.2 洪水前后，应巡查并应及时清除调治构造物上的漂浮物。

10.8.3 在汛期前，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 5mm 开裂、大于 0.2m^2 塌陷和松散。

10.9 桥头搭板

10.9.1 桥头搭板应完好，当桥头搭板下沉、破损、断裂及板底脱空时，应及时修复。

10.9.2 当桥头不均匀沉降（桥头跳车）时，应及时接顺。对不均匀沉降严重的，应查明原因后处置。

10.10 标志牌

10.10.1 桥梁应设置桥名牌、限载牌和限高牌。桥名牌应包括桥名、建造年月。

10.10.2 桥名牌、限载牌和限高牌等标志设施应保持完好、清晰。

10.10.3 当桥名牌、限载牌和限高牌等标志设施松动或倾斜时，应及时修复，严重破损的应及时更换。

10.11 其他设施

10.11.1 桥梁的防护网、隔离带、遮光板、限高门架、绿化、夜间航空障碍灯、航道灯、照明设施、防雷装置、自动扶梯、垂直电梯等设施应完整、牢固、美观、有效。

10.11.2 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。

10.11.3 快速路两侧宜设置防护网，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。防护网应定期检查维护。

10.11.4 限高门架应稳固，并应定期进行检查维护。对松动或被车冲撞的，应立即维修。反光警示标志应及时清洗，油漆褪色、掉漆应及时翻新。

10.11.5 避雷装置应完好。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。避雷针和引下线及地线，每年春季鸣雷前应检测。当防雷性能降低时，必须及时修理。

10.11.6 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。

10.11.7 桥区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。桥区内绿化支架、花盆、外饰面板和绿化排水系统应完好、牢固、整洁，应每季度检查一次，当遇台风等恶劣天气时应加强巡检。支架不得锈蚀、变形、脱落，花盆不得锈蚀、开裂、失稳、坠落，外饰面板不得松动、脱落、破损。绿化排水系统应完整、排水顺畅，应无漏水现象。

10.11.8 自动扶梯、垂直电梯应由专业人员维修、保养，并应执行相应安全技术标准的要求。应按规定时间进行安全检查，对安全检查不合格的严禁使用。自动扶梯停运期间不得作为人行梯道使用。

11 城市桥梁安全防护

11.1 城市桥梁安全保护区域

11.1.1 城市桥梁养护应按结构形式、桥梁类型的不同划定城市桥梁安全保护区域范围，编制监督管理方案，发现桥梁安全隐患应及时进行处置。

11.1.2 在城市桥梁安全保护区域内可能影响城市桥梁安全的施工作业行为包括：

- 1 河道疏浚、河道挖掘等施工作业。
- 2 建筑打桩、修建地下结构物、盾构顶进、管线顶进、(架)埋设管线、爆破、基坑开挖、降水工程作业。
- 3 大面积堆物或减少载荷量超过 20kN/m^2 的作业。
- 4 其他可能损害城市桥梁的作业。

11.1.3 在城市桥梁安全保护区域内，从事可能影响城市桥梁安全的施工作业时，应制定城市桥梁安全保护设计方案和相应的施工方案，并签订城市桥梁安全保护协议。

11.1.4 在城市桥梁安全保护区域内，从事可能影响城市桥梁安全的施工作业时，对可能影响城市桥梁安全运行的，应由具有相应资质的专业检测单位进行桥梁结构检测，编制检测报告，并根据检测结果采取相应的加固措施。

11.1.5 应由具有相应资质的专业检测单位编制监测方案，施工作业期间，对相关城市桥梁进行动态监测，并定期报送城市桥梁动态监测记录。

11.1.6 对城市桥梁进行动态监测前，应根据使用情况、现有状态及设计要求制定其沉降、位移的监控值及报警值。

11.2 超重车辆过桥

11.2.1 超重车辆通过桥梁前，应经设计单位专项验算，必要时应进行加固设计和采取相应技术措施，并应详细记录存档。

11.2.2 超重车辆通过桥梁，应选用多轴多轮的运载车辆、选取桥梁技术状况较好、加固工程费用较低的路线通过。

11.2.3 当超重车辆通过桥梁时，应符合下列规定：

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

11.2.4 当超重车辆通过桥梁时，应观测记录桥梁位移、变形、裂缝扩张，必要时，还应观测应力、应变等。

11.3 桥下空间

11.3.1 桥下空间使用应满足城市桥梁安全需求，宜用于停放车辆、设置道路养护管理设施或进行绿化。

11.3.2 桥下空间使用单位应建立健全消防安全管理制度、环境卫生管理制度。

11.3.3 当桥下搭建构筑物时，与桥梁底面、桥墩、桥台的距离不应少于 1.5m，且不得将桥墩、桥台封闭在内，同时应采取措施保护桥梁设施。

11.3.4 桥下空间使用不得影响城市桥梁日常养护、维修、检测作业。

12 养护工程的检查及验收

12.0.1 大修、改扩建工程应按现行行业标准《城市桥梁工程施工与质量验收规范》CJJ 2 及《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1 有关规定进行质量验收。质量验收应按检验批、分项工程、分部工程、单位工程顺序进行，应对工程过程和隐蔽部分的施工进行检查和验收，并应进行验收记录。竣工资料应及时归档。

12.0.2 保养小修应检查完成情况及损坏恢复程度，并应将资料及时归档。

12.0.3 中修工程的检查与验收应符合下列规定：

- 1 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，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归档。

12.0.4 桥梁加固工程检查与验收应按设计文件及相关标准执行验收程序。

附录 A 城市桥梁日常巡检报表

表 A 城市桥梁日常巡检报表

桥梁名称 (编号)		巡检单位			备注
检查项	完好 <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	损坏类型	损坏程度 (数量)	损坏位置	
桥名牌	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否				
限高牌、限载牌	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否				
车行道	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否				
人行道	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否				
伸缩缝	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否				
栏杆	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否				
排水设施	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否				
桥路连接位置	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否				
上部结构	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否				
支座	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否				
下部结构	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否				
桥梁保护区域内施工					
其他危及行人、行船、行车安全的病害					
巡查人		巡查日期		年 月 日	天气

附录 B 城市桥梁资料卡

表 B-1 城市桥梁资料卡

地区
卡号

桥梁名称： 所在路名： 跨越（ ）， （ ）等级

一般资料	管理单位		上部结构	主梁形式		下部结构	形式	
	养护单位			主梁尺寸			桥墩数量	
	建设单位			主梁数量			桥墩标高	m
	设计单位			横梁形式			盖梁尺寸	
	监理单位			主跨桥下净空	m		基底标高	m
	施工单位			桥下限高	m		底板尺寸	
	建成年月			拱桥矢跨比			基桩尺寸	
	总造价	元		支座型式			基桩根数	
	养护类别			支座数量			形式	
	养护等级			桥面结构			桥台数量	
	道路等级			桥面铺装厚度			桥台标高	m
	结构类型			伸缩缝型式			基底标高	m
	设计荷载			伸缩缝数量	m		台帽尺寸	
	限载标准			主桥纵坡	%		底板尺寸	
	抗震烈度		主桥横坡	%	基桩尺寸			
	正斜交角		引桥纵坡	%	基桩根数			
	桥梁跨数		引桥横坡	%	挡土板厚度	m		
	跨径组合	m	集水口尺寸		翼墙形式			
	桥面面积	m ²	集水口数量		翼墙长度	m		
	桥梁总长	m	泄水管尺寸		给水管			
	桥梁总宽	m	泄水管长度		燃气管			
	车行道净宽	m	栏杆总长	m	电力缆			
	人行道净宽	m	栏杆结构		通信电缆			
	河道等级		端柱尺寸					
	最高水位	m	护岸类型					
	常水位	m	引坡挡墙类型					

审定： 复核： 制表： 日期：

表 B-2 桥梁概况

<p>桥梁概况：</p>
<p>结构简图：（平面图）</p>

审定：

复核：

制表：

日期：

续表 B-2

<p>结构简图：纵断面图、横断面图</p>
<p>附照：</p>

审定：

复核：

制表：

日期：

附录 D 评分等级、扣分值

表 D-1 桥面系各评价要素评分等级、扣分值

要素	损坏类型	定义	损坏评价				说明
			等级	<3%	3%~10%	>10%	
网裂或龟裂		桥面产生交错裂缝,把桥面分割成网状的碎块	等级	<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	等级	<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	等级	<3%	3%~5%	>5%	坑槽总面积占整个桥面面积的百分比
			扣分值	25	45	65	
碎裂或破碎		桥面出现成片裂缝,缝间路面已裂成碎块	等级	<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	
坑洞		桥面开裂或破损形成贯穿桥面的坑洞	等级	1个	2个	≥3个	坑洞数量
			扣分值	50	65	80	
桥 面 铺 装							

续表 D-1

要素	损坏类型	定义	损坏评价				说明
			等级	无	半贯通	贯通	
桥面铺装	桥面贯通横缝	与桥面道路中线大致垂直并且在横向可贯通整个桥面的裂缝,有时伴有少量支缝	等级	无		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	
	桥面贯通纵缝	与桥面道路中线大致平行并且在纵向可贯通整个桥面的裂缝,有时伴有少量支缝	等级	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	
	人行天桥桥面铺装变形	指桥面不平整的情况	等级	0~3%	3%~10%	>10%	变形不平整的面积占整个桥面面积的百分比
			扣分值	5	15	40	
	人行天桥桥面铺装磨损	桥面材料长期使用出现材料磨损	等级	0~3%	3%~10%	>10%	桥面材料磨损的面积占整个桥面面积的百分比
			扣分值	5	15	30	
	人行天桥桥面铺装防滑能力	桥面抗滑能力的程度	等级	足够	临界	不足	“足够”指桥面材料的防滑能力很好,具有较好的安全性;“临界”指桥面材料的防滑能力一般,存在一定的安全隐患;“不足”指桥面材料的防滑能力不足,存在严重的安全隐患
			扣分值	0	40	*	

续表 D-1

要素	损坏类型	定义	损坏评价				说明
			等级	无	轻微	明显	
桥头平顺	桥头沉降	桥梁与道路连接处形成高差	等级	0	15	40	“无”指桥梁与道路连接平顺，且测不出高差；“轻微”指桥梁与道路连接有高差，高度差未超过第 5.2.6 条限值；“明显”指桥梁与道路连接有高差，高度差超过第 5.2.6 条限值
			扣分值				
	台背下沉	道路路面在桥梁台背回填处出现沉降的深度	等级	<2cm	2cm~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	
	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	等级	无	1个~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	等级	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	
伸缩缝	止水带破损、老化	伸缩缝橡胶条、填充料、橡胶带等橡胶构件出现破损、老化	等级	无	轻微	严重	“无”指伸缩缝止水带没有破损、老化；“轻微”指破损长度小于该缝长度 20% 或少量橡胶构件出现老化，弹性性能下降；“严重”指破损长度大于该缝长度 10% 或橡胶构件变硬几乎失去弹性
			扣分值	0	15	40	

续表 D-1

要素	损坏类型	定义	损坏评价				说明
			等级	无	轻微	严重	
伸 缩 缝	钢材破损	型钢、梳齿板断裂、残缺	等级	0	40	65	“无”指伸缩缝钢材没有破损；“轻微”指钢材断裂；“严重”指钢材材料残缺
	接缝处铺装碎边	桥梁接缝处桥面边缘出现破碎损坏	等级	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	
	接缝处高差	伸缩装置高差；伸缩装置保护带与桥面的高差	等级	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，高度差未超过第 5.2.6 条、第 5.2.9 条限值；“明显”指桥梁伸缩装置与桥面（路面）高度差超过第 5.2.6 条、第 5.2.9 条限值
			扣分值	0	5	15	
	钢材翘曲变形	伸缩缝内的钢材构件产生不均匀应变而形成非正常的弯曲或扭曲变形	等级	无	轻微	严重	“无”指钢材没有翘曲变形；“轻微”指钢材有 ≤1cm 的翘曲变形，这种变形基本上不影响该构件原有的功能；“严重”指钢材有 >1cm 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		

续表 D-1

要素	损坏类型	定义	损坏评价				说明
			等级	正常	略有变化	卡死	
伸 缩 缝	结构缝宽异常	伸缩缝在设计时预留的正常缝宽	等级	0	15	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	65	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	等级	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	
	泄水管阻塞	垃圾泥土等杂物进入泄水管造成泄水管阻塞	等级	$<5\%$	$5\% \sim 20\%$	$>20\%$	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	等级	$<5\%$	$5\% \sim 20\%$	$>20\%$	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	
	桥面积水	桥面雨水不能及时排走而形成积水	等级	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	

续表 D-1

要素	损坏类型	定义	损坏评价				说明
			等级	完好	渗水	老化	
排水系统	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	等级	完好	渗水	老化	“完好”指防水层完好，从桥梁底来看没有渗水的痕迹；“渗水”指防水层有轻微的渗水，从桥梁底来看在个别位置有不太明显的渗水痕迹；“老化”指防水层老化，有严重的渗水，从桥梁底来看在多处位置有渗水的痕迹并且渗水量较大
			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	等级	<5%	5%~20%	>20%	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位	等级	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

要素	损坏类型	定义	损坏评价				说明
			等级	轻微	中等	严重	
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	扣分值	10	30	*	“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 $\leq 20\%$ 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
			等级	$< 10\%$	$10\% \sim 20\%$	$> 20\%$	
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	扣分值	15	30	50	网裂总面积占整个人行道面积的百分比
			等级	$< 5\%$	$5\% \sim 10\%$	$> 10\%$	
	松动或变形	人行道块件出现松动、脱空、下陷或拱起	扣分值	15	25	40	松动或变形总面积占整个人行道面积的百分比
			等级	$< 5\%$	$5\% \sim 10\%$	$> 10\%$	
残缺	人行道块件破碎、散失		扣分值	15	30	50	残缺总面积占整个人行道面积的百分比
			等级	$< 5\%$	$5\% \sim 10\%$	$> 10\%$	

*: II类~V类养护的城市桥梁的构件达到该项损坏程度时, 扣分值按80分计算, 该桥的评定等级不应高于D级。

表 D-2 上部结构各构件评分等级、扣分值

构件类型	损坏类型	定义	损坏评价				说明
			等级	扣分值	无	<30%	
钢结构物	变色起皮	钢结构物表面油漆变色或漆皮隆起	等级	无	<30%	>30%	变色起皮的总面积占整个钢结构物表面积百分比
			扣分值	0	15	30	
	油漆剥落	钢结构物表面油漆剥落	等级	无	<10%	>10%	剥落的总面积占整个钢结构物表面积百分比
			扣分值	0	20	40	
	一般锈蚀	钢结构物表面出现锈斑	等级	无	<10%	>10%	一般锈蚀的总面积占整个钢结构物表面积百分比
			扣分值	0	25	45	
	严重锈蚀	钢结构物出现易剥落的锈层或厚度明显变薄	等级	<5%	5%~10%	>10%	严重锈蚀的总面积占整个钢结构物表面积百分比
			扣分值	30	60	*	
	锈蚀成洞	钢结构物生锈并被洞穿	等级	无	局部	大量	“无”指钢结构物没有出现锈蚀成洞；“局部”指钢结构物局部位置出现锈蚀成洞；“大量”指钢结构物出现大量的锈蚀成洞
			扣分值	0	25	*	
	焊缝裂纹	钢结构物上的焊缝出现裂纹	等级	无	少量	严重	“无”指焊缝没有裂纹；“少量”指焊缝有≤10%裂纹；“严重”指焊缝有>10%的裂纹
			扣分值	0	15	*	
焊缝开裂	钢结构物上的焊缝开裂	等级	无	少量	严重	“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	
		扣分值	0	65	*		

续表 D-2

构件类型	损坏类型	定义	损坏评价				说明	
			等级	扣分值	无	<20%		>20%
钢结构物	铆钉损失	钢结构物上的铆钉损坏或丢失	等级	扣分值	无	<20%	>20%	损失的铆钉数占所有铆钉总数的比例
	螺栓松动	钢结构物上的螺栓出现松动	等级	扣分值	0	40	*	
			等级	扣分值	无	少量	大量	
PC 或 RC 梁式构件	表面裂缝	梁表面出现细微不规则裂缝	等级	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
			等级	扣分值	0	20	*	
	混凝土剥离	梁表面混凝土破裂脱落	等级	扣分值	0	20	*	“轻微”指钢梁、钢盖梁、钢墩台身局部弯曲翘曲不明显；“明显”指钢梁、钢盖梁、钢墩台身出现变形但不影响结构功能；“严重”指钢结构物出现严重变形且影响结构功能
等级			扣分值	0	20	*		
PC 或 RC 梁式构件	表面裂缝	梁表面出现细微不规则裂缝	等级	扣分值	15	40	*	表面裂缝的总面积占整个梁底表面积的百分比
			等级	扣分值	10	25	40	
	混凝土剥离	梁表面混凝土破裂脱落	等级	扣分值	<3%	3%~10%	>10%	混凝土剥离的总面积占整个梁底表面积的百分比
等级			扣分值	15	30	45		
露筋锈蚀	梁表面混凝土脱落且钢筋产生锈蚀	等级	扣分值	<1%	1%~2%	>2%	出现露筋锈蚀的总面积占整个梁底表面积的百分比	
		等级	扣分值	20	40	*		

续表 D-2

构件类型	损坏类型	定义	损坏评价				说明
			等级	无	轻微	明显	
PC 或 RC 梁式构件	梁体下挠	梁体向下弯曲	等级	无			“无”指梁体没有出现过下挠；“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
			扣分值	0	40	*	
	结构裂缝	梁体由于受力而产生的裂缝	等级	无	明显	严重	“无”指没有出现过结构裂缝；“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
			扣分值	0	35	*	
	裂缝处渗水	梁体裂缝处有渗水痕迹	等级	无	轻微	严重	“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
			扣分值	0	15	40	
	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	等级	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	30	
	梁体位移	梁体出现水平偏移和转动	等级	无	明显	严重	“无”指梁体没有偏移或转动；“明显”指梁体出现偏移或转动；“严重”指梁体出现严重偏移或转动且存在落梁或倾覆的风险
			扣分值	0	40	*	

续表 D-2

构件类型	损坏类型	定义	损坏评价			说明	
			等级	无	非贯通		贯通
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	等级	无			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	等级	<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	等级	<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	横隔板表面出现网状裂缝	等级	<10%	10%~20%	>20%	横隔板网裂总面积占整个横隔板面积的百分比
			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	等级	<5%	5%~10%	>10%	横隔板剥落露筋总面积占整个横隔板面积的百分比
			扣分值	10	20	30	
梁体异常振动	梁体出现非正常的振动	等级	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

构件类型	损坏类型	定义	损坏评价			说明	
			等级	<10%	10%~20%		>20%
拱桥横向 联系	微弯板网裂	微弯板表面出现网状裂缝	等级	<10%	10%~20%	>20%	微弯板网裂总面积占整个微弯板表面积的百分比
			扣分值	15	25	35	
	微弯板剥落露筋	微弯板表面混凝土剥落露出钢筋	等级	<10%	10%~20%	>20%	微弯板剥落露筋总面积占整个微弯板表面积的百分比
			扣分值	10	20	30	
	连接件(杆)开裂	连接件或杆件表面开裂	等级	<5%	5%~10%	>10%	开裂连接件(杆)个数占所有连接件(杆)个数的百分比
			扣分值	15	25	35	
	连接件(杆)剥落露筋	连接件或杆件表面混凝土剥落露出钢筋	等级	<5%	5%~10%	>10%	剥落露筋的连接件(杆)个数占所有连接件(杆)个数的百分比
			扣分值	20	30	50	
	桥面贯通纵缝	与桥面道路中心线大致平行且在纵向可能贯通整个桥面的裂缝	等级	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	
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	等级	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	*	

续表 D-2

构件类型	损坏类型	定义	损坏评价			说明
			等级	剥离	锈蚀	
防落梁装置	牛腿表面损伤	防落梁装置的牛腿表面被损坏	无	25	60	“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	
	伸缩缝处渗水	防落梁伸缩缝处有渗水的痕迹	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		
主拱圈	钢锚板锈蚀	防落梁装置上起锚固作用的钢板	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
			等级	完好	锈蚀	
	扣分值	0	20	40		
主拱圈	桥面贯通横缝	与桥面道路中线大致垂直并且在横向能贯通整个桥面的裂缝	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
			等级	非贯通	贯通	
	扣分值	0	25	30		
主拱圈	主拱圈变形	主拱圈偏离原位位置，拱轴线变形	无	轻微	严重	“无”指主拱圈没有偏移；“轻微”指主拱圈稍微偏离原位位置；“严重”指主拱圈严重偏离原位位置
			等级	轻微	严重	
扣分值	0	40	60			

续表 D-2

构件类型	损坏类型	定义	损坏评价				说明
			等级	无	少量	大量	
主拱圈	砌体缺损	砌体部分缺失损坏	等级	无	少量	大量	“无”指没有砌体缺损；“少量”指少量砌体有缺损；“严重”指大多数砌体有缺损
			扣分值	0	15	25	
	砌体脱落	砌体成块脱落	等级	无	少量	大量	“无”指没有砌体脱落；“少量”指少量砌体脱落；“大量”指大量砌体脱落
			扣分值	0	30	50	
	砂浆松动缺失	砂浆松动缺失	等级	无	少量	大量	“无”指没有砂浆松动；“少量”指少量松动现象；“大量”指砂浆大量松动缺失
			扣分值	0	15	30	
	表面风化损坏	砌体表面风化剥落	等级	无	轻微	严重	“无”指砌体表面没有风化剥落；“轻微”指风化剥落程度不高；“严重”指风化剥落程度高
			扣分值	0	15	40	
	表面网状裂缝	构件表面出现网状裂缝	等级	<3%	3%~10%	>10%	网状裂缝的总面积占整个主拱圈表面积百分比
			扣分值	10	30	65	
构件断裂	构件表面裂缝进一步发展成为深度开裂	等级	无	轻微	严重	构件断裂的严重程度	
		扣分值	0	20	50		
结构裂缝	由于受力过大而产生的构件表面裂缝	等级	无	明显	严重	“无”指没有结构裂缝；“明显”指结构裂缝宽度未超过允许值；“严重”指结构裂缝宽度超过允许值	
		扣分值	0	35	60		

续表 D-2

构件类型	损坏类型	定义	损坏评价				说明	
			等级	无	轻微	严重		
主拱圈	混凝土剥离	构件表面混凝土破裂脱落	等级	无	轻微	严重	“无”指没有混凝土剥离；“轻微”指混凝土剥离现象存在但不明显；“严重”指混凝土剥离现象明显	
			扣分值	0	30	45		
	露筋锈蚀	表面混凝土脱落后露出钢筋并且钢筋产生锈蚀	等级	无	轻微	严重	“无”指没有露筋锈蚀；“轻微”指露筋锈蚀存在但不明显；“严重”指露筋锈蚀现象明显	
			扣分值	0	35	70		
	节点开裂	节点处由于受力超过承受能力而开裂	等级	<5%	5%~10%	>10%	节点开裂个数占所有节点个数的百分比	
			扣分值	10	30	65		
	裂缝处渗水	裂缝处有渗水痕迹	等级	无	轻微	严重	“无”指没有渗水痕迹；“轻微”指渗水面积不大且并不明显；“严重”指渗水面积较大且非常明显	
			扣分值	0	15	40		
	拱上构造	表面风化剥落	砌体表面风化剥落	等级	无	轻微	严重	“无”指砌体表面没有风化剥落；“轻微”指风化剥落程度不高；“严重”指风化剥落程度高
				扣分值	0	15	40	
侧墙变形		侧墙倾斜	等级	无	轻微	严重	“无”指侧墙没有倾斜；“轻微”指侧墙稍偏离于原位置；“严重”指侧墙倾斜明显	
			扣分值	0	25	45		
砌体缺损		砌体部分缺失损坏	等级	无	少量	严重	“无”指没有砌体缺损；“少量”指少量砌体有缺损；“严重”指大多数砌体有缺损	
			扣分值	0	15	25		

续表 D-2

构件类型	损坏类型	定义	损坏评价				说明
			等级	无	少量	大量	
实腹式	砌体脱落	砌体成块脱落	等级	无	少量	大量	“无”指没有砌体脱落；“少量”指少量砌体脱落；“大量”指大量砌体脱落
			扣分值	0	25	45	
	砂浆松动缺失	砂浆松动缺失	等级	无	少量	大量	“无”指没有砂浆松动；“少量”指少量松动现象；“大量”指砂浆大量松动缺失
			扣分值	0	15	30	
空腹式	腹拱圈变形	腹拱圈偏离原位置	等级	无	轻微	严重	“无”指腹拱圈没有偏移；“轻微”指腹拱圈稍微偏离原位置；“严重”指腹拱圈严重偏离原位置
			扣分值	0	15	40	
	表面开裂	构件表面出现的非结构裂缝	等级	无	少量	大量	“无”指表面没有开裂；“少量”指少量表面裂缝；“大量”指大量表面裂缝
			扣分值	0	15	40	
混凝土剥离	构件表面混凝土破裂脱落	等级	无	轻微	严重	“无”指没有混凝土剥离；“轻微”指混凝土剥离现象存在但不明显；“严重”指混凝土剥离现象明显	
		扣分值	0	25	45		
露筋锈蚀	表面混凝土脱落后露出钢筋并且钢筋产生锈蚀	等级	无	轻微	严重	“无”指没有露筋锈蚀；“轻微”指露筋锈蚀存在但不明显；“严重”指露筋锈蚀现象明显	
		扣分值	0	30	60		
结构裂缝	由于受力而产生的超出规范限值的裂缝	等级	无	明显	严重	“无”指没有结构裂缝；“明显”指结构裂缝宽度未超过允许值；“严重”指结构裂缝宽度超过允许值	
		扣分值	0	35	70		
裂缝处渗水	裂缝处有渗水痕迹	等级	无	轻微	严重	“无”指没有渗水痕迹；“轻微”指渗水面积不大且并不明显；“严重”指渗水面积较大且非常明显	
		扣分值	0	15	40		

续表 D-2

构件类型	损坏类型	定义	损坏评价			说明	
			等级	轻微	中等		严重
人行天桥 外部装饰 板	松动错位	原本固定在上部结构上的外部装饰板产生松动或位置变动	扣分值	10	30	*	“轻微”指外部装饰板只有个别构件松动或错位，只稍微影响美观但不影响安全；“中等”指外部装饰板有一定数量的构件松动或错位，不仅影响美观而且存在一定安全隐患；“严重”指外部装饰板有大量构件松动或错位，不仅严重影响美观而且存在严重的安全隐患
			等级	轻微	中等	严重	
	丢失残缺	外部装饰板的构件损坏后丢失使得外部装饰板残缺不全	扣分值	10	30	*	“轻微”指外部装饰板有个别构件丢失或残缺，稍微影响美观但不影响安全；“中等”指外部装饰板有一定数量构件丢失或残缺，影响美观或存在一定安全隐患；“严重”指外部装饰板有大量构件丢失或残缺，严重影响美观、存在严重安全隐患
			等级	轻微	中等	严重	
	局部变形	外部装饰板的局部弯曲或翘曲	等级	无	轻微	明显	“无”指外部装饰板没有出现弯曲或翘曲；“轻微”指外部装饰板局部弯曲翘曲不明显；“明显”指外部装饰板局部弯曲翘曲非常明显
			扣分值	0	15	40	

*：Ⅱ类~Ⅴ类养护的城市桥梁的构件达到该项损坏程度时，扣分值按80分计算，该桥的评定等级不应高于D级。

表 D-3 下部结构各构件评分等级、扣分值

构件类型	损坏类型	定义	损坏评价				说明
			等级	<3%	3%~10%	>10%	
台帽盖梁	表面裂缝	台帽盖梁表面产生网状裂缝	等级	<3%	3%~10%	>10%	表面裂缝的总面积占整个台帽盖梁表面积的比例
			扣分值	8	15	25	
	混凝土剥离	台帽盖梁表面混凝土破裂脱落	等级	<1%	1%~2%	>2%	混凝土剥离的总面积占整个台帽盖梁表面积的比例
			扣分值	12	20	30	
	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	等级	<1%	1%~2%	>2%	露筋锈蚀的总面积占整个台帽盖梁表面积的比例
			扣分值	10	15	25	
	结构裂缝	台帽盖梁由于受力而产生的裂缝	等级	无	明显	严重	“无”指没有出现结构裂缝；“明显”指结构裂缝宽度未超过允许值；“严重”指结构裂缝宽度大于允许限值
			扣分值	0	20	30	
	裂缝处渗水	台帽盖梁裂缝处有渗水痕迹	等级	无	轻微	严重	“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
			扣分值	0	15	40	
	墩台成块剥落	台帽盖梁处墩台表面混凝土成块破损并剥落	等级	<1%	1%~2%	>2%	墩台成块剥落的总面积占整个台帽盖梁表面积的比例
			扣分值	5	15	25	

续表 D-3

构件类型	损坏类型	定义	损坏评价				说明
			等级	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	扣分值	0	20	40	“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
	墩身纵向裂缝	桥墩表面出现与水平面大致垂直的裂缝	等级	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
	框架式节点裂缝	墩台身上框架式的节点开裂	等级	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
	露筋锈蚀	墩台身表面混凝土脱落后露出内嵌的钢筋并且钢筋产生锈蚀	等级	<1%	1%~2%	>2%	露筋锈蚀的总面积占整个墩台身面积的百分比
			扣分值	0	15	35	
			扣分值	10	25	50	

续表 D-3

构件类型	损坏类型	定义	损坏评价			说明	
			等级	<1%	1%~2%		>2%
墩台身	混凝土剥离	墩台身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墩台身表面面积的百分比
	桥墩倾斜	桥墩的垂直状态	等级	无	轻微	严重	“无”指桥墩垂直状况一切正常；“轻微”指桥墩出现一定的倾斜，无倾覆危险；“严重”指桥墩倾斜严重，有倾覆的危险
			扣分值	0	30	*	
支座	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	等级	无	非贯通	贯通	裂缝在垂直于桥面道路中线方向的程度
			扣分值	0	25	50	
	支座	支座固定螺栓损坏	用于固定支座的螺栓损坏、松动	等级	完好	松动	锈蚀
扣分值				0	20	30	
橡胶支座变形		橡胶材料类支座变形、开裂	等级	完好	变形	开裂	“完好”指橡胶支座没有出现过任何损坏；“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
	扣分值		0	15	40		
钢支座损坏	钢材料类支座松动、锈蚀	钢材料类支座松动、锈蚀	等级	完好	松动	锈蚀	“完好”指钢支座完好，没有出现过任何损坏；“松动”指钢支座出现过松动；“锈蚀”指钢支座产生锈蚀
			扣分值	0	40	65	

续表 D-3

构件类型	损坏类型	定义	损坏评价				说明
			等级	完好	锈蚀	碎裂	
支座	支座底板 混凝土破损	支座底部的水泥混 凝土板	等级	完好	锈蚀	碎裂	“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
			扣分值	0	20	60	
	支承稳定性 异常	支座的支承稳定性	等级	稳定	不稳	落梁 危险	“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、脱空；“落梁危险”指支座对梁的支承很不稳定，有落梁的危险
			扣分值	0	40	*	
基础	钢垫板锈蚀	支座上、下垫板 锈蚀	等级	完好	轻微	严重	“完好”指钢垫板没有出现任何锈蚀；“轻微”指钢垫板表面出现锈斑；“严重”指钢垫板锈蚀严重，锈蚀位置因生锈腐蚀而变薄
			扣分值	0	20	40	
	基础冲刷	桥梁基础被水冲刷 的程度	等级	无	轻微	严重	“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 $> 20\%$
			扣分值	0	15	30	
基础掏空	桥梁基础下部被水 冲刷形成空洞	等级	无	轻微	严重	“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	
		扣分值	0	35	*		

续表 D-3

构件类型	损坏类型	定义	损坏评价			说明	
			等级	完好	直径减小		锈蚀
基础	混凝土桩 损坏	桥梁基础下混凝土 桩的情况	等级	完好			“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
			扣分值	0	30	40	
	基础位移	桥梁基础的位置 形态	等级	无	倾斜	坍塌	“无”指基础没有出现过任何移动；“倾斜”指基础出现轻微倾斜，但还没有出现过坍塌变形；“坍塌变形”指基础倾斜严重，出现过坍塌变形
			扣分值	0	30	*	
耳背翼墙	剥离脱落	耳背翼墙表面的混 凝土破损脱落	等级	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 处开裂	翼墙与桥台结合处 情况	等级	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	
	挡土功能缺失	耳背翼墙挡土功能 的情况	等级	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	

续表 D-3

构件类型	损坏类型	定义	损坏评价				说明
			等级	无	少量	大量	
耳背翼墙	翼墙大贯通缝	贯通整个翼墙的裂缝	等级	无	少量	大量	“无”指翼墙没有出现过5个贯通缝；“少量”指翼墙出现1个~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	
	拱脚位移	拱脚偏离原位置	等级	无	轻微	严重	“无”指拱脚没有偏离原位置；“轻微”指拱脚与原位置有轻微的偏移；“严重”指拱脚严重偏离原位置
			扣分值	0	35	65	
拱脚	拱脚开裂	拱脚附近的构件表面出现裂缝	等级	无	轻微	严重	“无”指拱脚附近的构件表面没有出现过裂缝；“轻微”指拱脚附近的构件表面裂缝发展较小，没有出现过贯通；“严重”指拱脚附近的构件表面开裂严重，有贯通现象
			扣分值	0	20	50	
	拱脚残缺	拱脚的部位残缺	等级	无	个别处	多处	“无”指拱脚部位没有残缺；“个别处”指拱脚1处出现材料的缺失；“多处”指拱脚材料有两处以上的残缺基础缺脚
			扣分值	0	30	60	

*：Ⅱ~Ⅴ类养护的城市桥梁的构件达到该项损坏程度时，扣分值按80分计算，该桥的评定等级不应高于D级。

注：耳背翼墙包括锥坡、护坡。

表 D-4-1 人行地下通道主体结构构造物各构件评分等级、扣分值

构件类型	损坏类型	定义	损坏评价				说明
			等级	无	少量	大量	
衬砌结构	结构裂缝	顶部由于受力而产生的超过规范规定限值的裂缝	等级	无	少量	大量	“无”指没有出现结构裂缝；“少量”指出现少量结构裂缝；“大量”指出现大量结构裂缝
			扣分值	0	35	*	
	结构渗水	顶部裂缝处有渗水痕迹	等级	无	轻微	严重	“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
			扣分值	0	15	40	
	混凝土剥离	顶部表面混凝土破裂剥落	等级	<3%	3%~10%	>10%	混凝土剥离的总面积占整个梁底表面面积的百分比
			扣分值	15	30	45	
露筋锈蚀	顶部表面混凝土脱落并露出钢筋并且钢筋产生锈蚀	等级	<3%	3%~10%	>10%	出现露筋锈蚀的总面积占整个顶部表面面积的百分比	
		扣分值	20	40	*		
挡墙结构	结构裂缝	挡墙由于受力而产生的超过规范规定限值的裂缝	等级	无	少量	大量	“无”指没有出现结构裂缝；“少量”指出现少量结构裂缝；“大量”指出现大量结构裂缝
			扣分值	0	35	*	
	挡墙网状裂缝	挡墙表面产生网状裂缝	等级	<3%	3%~10%	>10%	网状裂缝的总面积占整个挡墙表面面积的百分比
			扣分值	10	25	40	

续表 D-4-1

构件类型	损坏类型	定义	损坏评价				说明	
			等级	无	轻微	严重		
挡墙结构	挡墙渗水	挡墙裂缝处有渗水	等级	无	轻微	严重	“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	
			扣分值	0	15	40		
	混凝土剥离	挡墙表面混凝土破裂脱落	等级	<3%	3%~10%	>10%	混凝土剥离的总面积占整个挡墙面积的百分比	
			扣分值	15	30	45		
	露筋锈蚀	露筋锈蚀	挡墙表面混凝土脱落露出钢筋并且钢筋产生锈蚀	等级	<3%	3%~10%	>10%	露筋锈蚀的总面积占整个挡墙面积的百分比
				扣分值	15	30	45	
接缝开裂	接缝开裂	变形缝处出现裂纹	等级	<3%	3%~10%	>10%	开裂的总面积占整个接缝面积的百分比	
			扣分值	10	25	40		
变形缝	变形缝渗水	变形缝处有渗水现象	等级	无	轻微	严重	“无”指变形缝处没有渗水痕迹；“轻微”指变形缝轻微渗水，渗水痕迹面积不大且并不明显；“严重”指变形缝严重渗水，渗水痕迹面积较大且非常明显	
			扣分值	0	15	*		

续表 D-4-1

构件类型	损坏类型	定义	损坏评价			说明	
			等级	无	轻微		严重
变形缝	接缝处碎边	变形缝处顶部衬砌结构或挡墙结构边缘出现破碎损坏	扣分值	0	40	65	“无”指接缝处顶部衬砌结构或挡墙结构边缘没有破损；“轻微”指顶部衬砌结构或挡墙结构接缝处边缘有少量且程度不严重的破损；“严重”指顶部衬砌结构或挡墙结构接缝处边缘有大量且程度比较严重的破损
			等级	无	轻微	明显	
	接缝处错位	变形缝两侧挡墙或顶部衬砌结构边缘处发生竖向错动	扣分值	0	15	40	“无”指接缝两侧挡墙或顶部衬砌结构连接平顺，目测不出高差；“轻微”指接缝两侧挡墙或顶部衬砌结构连接处有高差，高度差未超出 3mm；“明显”指桥接缝两侧挡墙或顶部衬砌结构高度差超过 10mm

*：人行地下通道的构件达到该项损坏程度时，扣分值按 80 分计算，该人行地下通道的评定等级不应高于 D 级。

表 D-4-2 人行地下通道出入口各构件评分等级、扣分值

构件类型	损坏类型	定义	损坏评价			说明	
			等级	<3%	3%~10%		>10%
梯道	坑槽	道面材料散失后形成凹坑	扣分值	5	15	40	坑槽总面积占整个道面面积的百分比
			等级	<3%	3%~10%	>10%	
	碎裂或破碎	道面出现成片裂缝，缝间路面已裂成碎块	扣分值	5	15	40	碎裂或破碎的总面积占整个道面面积的百分比

续表 D-4-2

构件类型	损坏类型	定义	损坏评价				说明
			等级	<3%	3%~10%	>10%	
梯道	裂缝	道面产生裂缝	扣分值	5	15	40	桥面裂缝总面积占整个桥面面积的百分比
			等级	<3%	3%~10%	>10%	
梯道	磨损	道面长期使用出现材料磨损	扣分值	5	15	30	道面材料磨损的面积占整个道面面积的百分比
			等级	<3%	3%~10%	>10%	
	防滑能力	桥面抗滑能力是否满足需求	等级	足够	临界	不足	“足够”指桥面材料的防滑能力很好，具有较好的安全性；“临界”指桥面材料的防滑能力一般，遇到下雨或下雪天气时可能存在一定的安全隐患；“不足”指桥面材料的防滑能力不足，有一定的安全隐患
			扣分值	0	40	*	
栏杆或护栏	松动错位	栏杆护栏产生松动或位置变动	等级	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”指栏杆或护栏有一定数量的构件松动或错位，不仅影响美观而且存在一定量安全隐患；“严重”指栏杆或护栏有大量的构件松动或错位，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-4-2

构件类型	损坏类型	定义	损坏评价			说明	
			等级	轻微	中等		严重
栏杆或 护栏	丢失残缺	栏杆护栏的构件损坏后丢失使得栏杆护栏残缺不全	等级	10	30	*	“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”指栏杆或护栏有一定数量的构件丢失或残缺，不仅影响美观而且存在一定安全隐患；“严重”指栏杆或护栏有大量构件丢失或残缺，不仅严重影响美观而且存在严重的安全隐患
			扣分值				
	锈蚀	金属栏杆产生锈蚀	等级	<5%	5%~20%	>20%	产生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	

*：人行地下通道的构件达到该项损坏程度时，扣分值按 80 分计算，该人行地下通道的评定等级不应高于 D 级。

表 D-4-3 人行地下通道道面评分等级、扣分值

构件类型	损坏类型	定义	损坏评价			说明	
			等级	<3%	3%~10%		>10%
道面	变形	道面表面有规则的纵向起伏或局部拥起	等级	<3%	3%~10%	>10%	出现变形的总面积占整个道面面积的百分比
			扣分值	5	15	40	
	坑槽	道面材料散失后形成凹坑	等级	<3%	3%~10%	>10%	坑槽总面积占整个道面面积的百分比
			扣分值	5	15	40	

续表 D-4-3

构件类型	损坏类型	定义	损坏评价				说明
			等级	<3%	3%~10%	>10%	
道面	碎裂或破碎	道面出现成片裂缝，缝间路面已裂成碎块	等级	<3%	3%~10%	>10%	碎裂或破碎的总面积占整个道面面积的百分比
			扣分值	5	15	40	
	裂缝	道面产生裂缝	等级	<3%	3%~10%	>10%	桥面裂缝总面积占整个桥面面积的百分比
			扣分值	5	15	40	
	磨损	道面长期使用出现材料磨损	等级	<3%	3%~10%	>10%	道面材料磨损的面积占整个道面面积的百分比
			扣分值	5	15	30	
防滑能力	桥面抗滑能力是否满足需求	等级	足够	临界	不足	“足够”指桥面材料的防滑能力很好，具有较好的安全性；“临界”指桥面材料的防滑能力一般，遇到下雨或下雪天气时可能存在一定的安全隐患；“不足”指桥面材料的防滑能力不足，有一定的安全隐患	
		扣分值	0	40	*		

*：人行地下通道的构件达到该项损坏程度时，扣分值按 80 分计算，该人行地下通道的评定等级不应高于 D 级。

表 D-4-4 人行地下通道排水设施评分等级、扣分值

构件类型	损坏类型	定义	损坏评价			说明
			等级	扣分值	说明	
排水设施	排水设施阻塞	垃圾等杂物进入泄水管造成泄水管阻塞	<5%	5%~20%	>20%	被阻塞的排水设施数占所有排水设施总数的百分比
			10	40	80	
	残缺脱落	排水设施残缺不全或脱落	<5%	5%~20%	>20%	缺损的排水设施数占所有排水管总数的百分比
			10	20	40	
	道面积水	道面雨水不能及时排走而形成积水	无	个别处	多处	“无”指道面没有积水现象；“个别处”指道面只有个别位置有积水现象；“多处”指道面多处位置有积水现象
			0	45	65	

表 D-4-5 人行地下通道附属设施各构件评分等级、扣分值

构件类型	损坏类型	定义	损坏评价			说明
			等级	扣分值	说明	
照明设施	损坏或缺失	照明灯具损坏或缺失	<5%	5%~20%	>20%	损坏或缺失的照明设施的个数占所有照明设施总数的百分比
			10	20	40	
	线路损坏	照明线路损坏，使照明设施不能正常工作	<5%	5%~20%	>20%	线路损坏个数占所有线路总数的百分比
			10	20	40	

续表 D-4-5

构件类型	损坏类型	定义	损坏评价				说明
			等级	无	个别处	多处	
通风设施	通风设施损坏	风机不能正常工作或损坏	等级	0	15	30	“无”指通风设施正常工作；“个别处”指个别通风设施损坏或不能正常工作；“多处”指多处通风设施损坏或不能正常工作
			扣分值				
雨棚	松动错位	雨棚和顶盖产生松动或位置变动	等级	轻微	中等	严重	“轻微”指雨棚和顶盖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”指雨棚和顶盖有一定数量的构件松动或错位，不仅影响美观而且存在一定安全隐患；“严重”指雨棚和顶盖有大量的构件松动或错位，不仅严重影响美观而且存在严重的安全隐患
			扣分值	10	30	*	
	丢失残缺	雨棚和顶盖的构件损坏后丢失使得雨棚和顶盖残缺不全	等级	轻微	中等	严重	“轻微”指雨棚和顶盖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”指雨棚和顶盖有一定数量的构件丢失或残缺，不仅影响美观而且存在一定安全隐患；“严重”指雨棚和顶盖有大量的构件丢失或残缺，不仅严重影响美观而且存在严重的安全隐患
			扣分值	10	30	*	

*：人行地下通道的构件达到该项损坏程度时，扣分值按 80 分计算，该人行地下通道的评定等级不应高于 D 级。

附录 E 城市桥梁监控测试

E.0.1 需监控测试的城市桥梁应符合本标准第 4.3.12 条的规定。

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，并制定详细的监控测试方案。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、支座和接头连接部分的位移和转角。

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）、冰层厚度和水文数据等。

E.0.4 监控测试应对桥梁结构在下列时期的相关信息进行分析：

1 昼夜温差最大和最小的时期。

2 大气湿度最大和最小的时期。

3 风载、流冰、洪水和预报地震时期。

4 行车密度最大的时期。

5 其他对结构不利的时期。

E.0.5 监控测试的实施宜符合下列规定：

1 每个观测日宜连续量测一昼夜，每隔 1h~2h 记录一次。

2 每年作周期观测的日期和时间宜相同。

3 担任长期观测的工作人员宜固定。

E.0.6 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值。

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。

表 F-3 照片记录表

桥梁名称：

检测单位：

日期：

照片编号	构件名称	照片	描述

审定：

复核：

检测人员：

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，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”；

4) 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”。

引用标准名录

- 1 《无障碍设施施工验收及维护规范》 GB 50642
- 2 《无障碍设计规范》 GB 50763
- 3 《城镇道路工程施工与质量验收规范》 CJJ 1
- 4 《城市桥梁工程施工与质量验收规范》 CJJ 2
- 5 《城镇道路养护技术规范》 CJJ 36

中华人民共和国行业标准

城市桥梁养护技术标准

CJJ 99 - 2017

条文说明

编制说明

《城市桥梁养护技术标准》CJJ 99 - 2017，经住房和城乡建设部 2017 年 7 月 31 日以第 1618 号公告批准、发布。

本标准是在《城市桥梁养护技术规范》CJJ 99 - 2003 的基础上修订而成，上一版的主编单位是北京市市政工程管理处，参编单位是：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。上一版主要起草人员是：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。

本标准修订过程中，编制组进行了广泛的调查研究，总结了我国城市桥梁养护领域的实践经验，同时参考了国外先进技术标准，通过现场调查和实际应用验证，取得了城市桥梁养护和技术状况评估等方面的重要技术参数。

为便于设计、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，编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行需注意的有关事项进行了说明，还着重对强制性条文的强制性理由做了解释。但是，本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

1	总则	117
3	基本规定	118
4	检测评估	122
4.1	一般规定	122
4.2	经常性检查	123
4.3	定期检测	123
4.4	特殊检测	126
4.5	城市桥梁技术状况评估方法	126
4.6	人行地下通道技术状况评估方法	143
5	上部结构养护	147
5.1	桥面铺装	147
5.2	伸缩装置	149
5.3	钢筋混凝土及预应力混凝土梁	153
5.4	圯工拱桥	161
5.5	钢结构梁	163
5.6	钢-混凝土组合梁	168
5.7	系杆拱桥	170
5.8	悬索桥	171
5.9	斜拉桥	172
6	下部结构养护	174
6.1	支座	174
6.2	墩台	174
6.3	基础	176
7	抗震设施	177
8	人行地下通道	182

9	隧道	184
10	附属设施养护	185
10.1	排水设施	185
10.2	人行道	185
10.3	栏杆	185
10.4	防撞护栏	185
10.5	挡土墙、护坡	185
10.6	人行天桥的附属设施	186
10.7	声屏障、灯光装饰	186
10.8	调治构造物	186
10.9	桥头搭板	187
10.11	其他设施	187
11	城市桥梁安全防护	189
11.1	城市桥梁安全保护区域	189
11.2	超重车辆过桥	191
11.3	桥下空间	193

1 总 则

1.0.2 本条规定了本标准的适用范围。本标准所指城市桥梁包括：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、人行地下通道、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、防撞设施、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标准执行，也可自定养护标准。轻轨高架桥梁的养护应执行轨道交通相关技术标准，本标准不适用。

3 基本规定

3.0.1 明确城市桥梁养护包括的内容，主要有 8 项：①巡查；②检测评估；③保养小修；④中修工程；⑤大修工程；⑥加固、改扩建工程；⑦建立档案资料；⑧桥梁安全防护。

3.0.2~3.0.5 明确城市桥梁按养护类别、养护等级和完好状态等级进行巡查、检测和养护。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：单孔跨径大于 100m 的桥梁及特殊结构的桥梁，需制定专项的养护维修方案和运行管理方案，如建立自动化监测系统、交通运行监控系统等。Ⅱ类养护的城市桥梁，快速路上的桥梁，因桥上行驶车速在 60km/h~100km/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，不宜使用同一个技术标准。城市快速路、主干路、次干路上的单孔跨径大于 100m 的桥梁及特殊结构的桥梁按Ⅰ类养护的城市桥梁执行。

原规范Ⅰ类养护的城市桥梁为特大桥及特殊结构的桥梁。特大桥指多孔跨径总长大于或等于 500m，单孔跨径大于或等于 100m。特殊结构桥指钢-混凝土组合梁桥、系杆拱桥、悬索桥和斜拉桥。本次修订将Ⅰ类养护的城市桥梁范围缩减为单孔跨径大于 100m 的桥梁及特殊结构的桥梁（特殊结构桥指结构受力复杂和在养护方面有特殊要求的桥梁，指系杆拱桥、悬索桥和斜拉桥），目的是更多注重桥梁的结构特点，使养护类别划分更加合理，提高桥梁技术状况评估水平。

养护等级是以桥梁在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，遵循“保证重点、养好一般”的原则。

完好状态等级是以桥梁技术状况、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类～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，立即立项，安排养护维修，确保桥梁始终保持完好状态。

Ⅱ类～Ⅴ类养护的城市桥梁完好状态为 C 级，属合格状态，但如果不能对病害进行及时、有效处置，极有可能发展为 D 级，因此 C 级桥梁应引起城市桥梁养护管理部门足够重视，应针对病害出现的不同情况，结合桥梁结构指数 *BSI* 的评级采取有针对性的小修或局部中修。Ⅱ类～Ⅴ类养护的城市桥梁结构指数 *BSI* 作为城市桥梁技术状况指数 *BCI* 的补充内容，表征桥梁不同组成部分的最不利的单个要素或单跨（墩）的结构状况，更注重掌握桥梁结构的损坏状况，*BSI* 计算结果应做详细说明，以便引起城市桥梁养护管理部门的关注，采取更加切实可行的养护手段予以专项治理。

3.0.7 城市桥梁养护应按养护类别、养护等级配备养护设备、检测设备及专业养护技术人员，城市桥梁养护管理部门可根据实际情况编制标准化养护作业单元，切实落实“保证重点，养好一般”的养护原则。城市桥梁养护宜实行桥梁养护工程师制度，设置专职的桥梁养护工程师，并保持人员的相对稳定。

3.0.8 城市桥梁的养护工程应采用如下措施加强环境保护、促进资源节约。

1 城市桥梁养护工程应采取有效措施控制扬尘污染、施工固体废弃物、有害气体排放、水土污染、噪声污染及光污染。

2 养护施工作业应制定降噪措施，并对施工现场场界噪声进行检测和记录，噪声排放不得超过国家标准。

3 养护施工作业应按要求洒水降尘。易产生扬尘的机械应配备降尘防尘装置，易产生扬尘的建材应按要求存放在库房或者严密遮盖。

4 优化养护作业方案，选用无污染或少污染的绿色材料，积极推广新材料、新工艺、新技术，促进材料的合理利用。

5 通道、隧道照明器具宜选用节能型产品。

6 养护作业期间产生的旧沥青路面材料宜用于厂拌再生利用。

3.0.9 从事城市桥梁养护作业的施工企业必须具有安全生产许可证，建立安全生产保证体系，设立施工安全管理部门，配备安全技术管理人员，建立、健全安全生产责任制和安全生产教育培训制度。

1 城市桥梁养护作业安全防护应遵守现行行业标准《城镇道路养护技术规范》CJJ 36 的有关规定。

2 高处作业应遵守现行行业标准《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 80 的有关规定。

3 施工用电的设计、安装、运行、管理应遵守国家现行标准《建设工程施工现场供用电安全规范》GB 50194、《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46 的有关规定。

4 施工现场消防安全管理应遵守现行国家标准《建设工程施工现场消防安全技术规范》GB 50720 的有关规定。

3.0.10 城市桥梁遇突发事件及自然灾害，应做到统一指挥、反应灵敏、运转高效、处置得当，最大限度地避免和减轻突发事件和自然灾害造成的损失，确保桥梁设施安全运行。

危害城市桥梁的主要自然灾害有迷雾、潮汛、洪水、冰冻、降雪、泥石流、台风、地震等。应根据桥梁所在地的水文地质条件、气象特征，结合对桥梁的检测评估，综合分析评价桥梁的防灾能力，并采取有效措施积极防治。

突发事件应急预案的主要内容应包括：应急组织体系；预警和响应机制；信息报告流程；突发事件处置流程；应急抢险队伍建设；通信、物资、装备、资金及技术的应急保障措施；应急预案演练等。

3.0.11 养护档案管理工作应逐步实现信息化，利用先进技术建立城市桥梁信息管理系统、数据库，根据桥梁运行期间的各种检测数据、养护维修数据，及时更新城市桥梁档案信息，实现城市桥梁信息数据的动态更新和管理。

城市桥梁信息管理系统应包括下列内容：

1 桥梁基本信息、管理信息、竣工图等静态信息和经常性检查、定期检测、养护维修等动态信息。

2 桥梁各个部件、各个构件的病害情况和技术状况评级。

3.0.12 既有城市桥梁接收养护可参照本条款执行。设立永久性控制监测点便于桥梁运营期内控制性变位的监测。永久控制监测点应牢固可靠，具体数据应随竣工资料移交城市桥梁养护管理部门。功能性检测是指通过承载能力检算或荷载试验检验结构承载能力是否符合设计要求的检测。

3.0.15 I类养护的城市桥梁是城市桥梁养护重点，要求专职桥梁养护工程师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。

3.0.16 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。因此城市桥梁外装饰、灯光装饰和绿化应统一安排、整体规划。

3.0.17 在城市桥梁上增加静荷载应经过设计单位计算，桥梁养护管理部门评审，依据施工图纸进行施工，必须满足桥梁安全技术要求。在城市桥梁（特别是人行天桥）上悬挂大篇幅广告牌（箱），会因增加桥梁迎风面积导致增加风荷载。本条所指盆栽绿化是指盆栽植物及其支架。

3.0.18 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作一次全面检查，做好检查记录并对损坏设施进行修理。

3 本标准表 3.0.18-2“大风雨中桥上行车时速”选用的风速值是参照蒲氏风力等级划分取中值确定。

3.0.19 应经设计单位验算，宜优先选用原桥设计单位。

4 检测评估

4.1 一般规定

4.1.1 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按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测。

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。

城市桥梁的检测、评估与养护宜按图 1 所示流程进行。

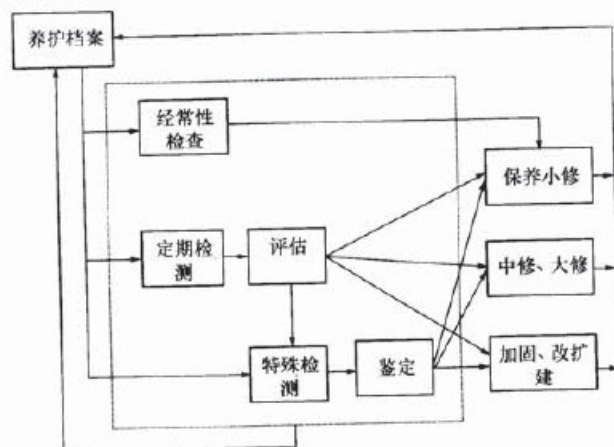


图 1 养护流程

4.2 经常性检查

4.2.2 城市桥梁养护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部门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 特殊结构桥检查要点还应包括斜拉索（包括锚具、护筒、护套、减震圈）破损、锚固区密封设施缺陷、主缆渗水、钢索防护层破损、缆索异常晃动等。

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。一般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。检测不仅局限于早已存在的缺陷，还应包括隐含的问题，从而制定预防性结构维修计划。

结构定期检测的周期应根据城市桥梁建造年限、结构特点、历年常规定期检测评定的完好状态来综合确定。具有历史价值或列入文物保护范围的桥梁宜缩短检测周期。

4.3.2 常规定期检测专职桥梁养护工程技术人员是指具有五年以上桥梁养护管理经验的、具有工程师资格的专业技术人员。实

践经验丰富的桥梁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 本条第4款暂时限制交通的建议，含限制交通和封闭交通。

4.3.6 桥梁进行常规定期检测时，每年观测时间宜尽量固定。

第1款桥梁结构变位检测宜包括下列内容：

1 桥面结构纵向线形，桥面标高和墩（台）顶的水平变位；塔顶变位，主缆线形；拱轴线侧向偏离，拱肋矢高等。

2 桥梁墩台基础竖向沉降、水平变位和转角。

系杆拱桥、悬索桥及斜拉桥通过每年一次的吊杆振动频率的测试，对每年的吊杆力进行对比分析；检查悬索桥吊杆上端与主缆索的索夹是否有松动、移位，下端与梁连接的螺栓有无松动等问题。

4.3.9 对Ⅱ类～Ⅴ类养护的城市桥梁，结构定期检测应包括桥梁结构中的所有构件。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。

4.3.11 第4款，桥梁结构检算评定时，所用构件的几何尺寸、变位、材料强度值、缺损程度宜以结构实体检测结果为依据。

第8款，若在结构定期检测时，因缺少桥梁原始资料，且需确定桥梁荷载等级，明确桥梁技术状况，应先对桥梁结构进行实测实量，绘制相关结构图纸后，再进行桥梁荷载试验，并进行分析评估。

当桥梁结构检算评定结果不满足结构承载能力要求时，应通过荷载试验对桥梁的结构状态和工作性能进行评定。

4.3.13 由结构定期检测工程师填写相关表格，包括状态评定表、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损坏状况，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损坏的位置、程度及数量，描述必须准确。

为便于结构的检算和分析评估，一般梁式桥（钢筋混凝土和预应力混凝土）的结构检测应包括以下内容：桥梁外观检查（缺损状况检查）、桥梁细部几何尺寸测量、桥梁实际承担的车辆荷载、混凝土强度检测、碳化深度检测、保护层厚度检测、钢筋锈蚀状况、裂缝检测（位置、长度、深度和宽度）、支座检测（对病害描述和照片）、桥梁结构变位测量、伸缩装置检测、伸缩装置高差检测等。

4.3.14 严寒和寒冷地区冬季水位变动区环境是指混凝土构件处于冰冻和冻融循环环境。易受盐侵蚀地区、沼泽、腐殖质土壤（填土）或工业废弃区，受人为或自然的侵蚀性物质影响的环境，应检测土壤侵蚀性、水质侵蚀性，根据检测结果确定侵蚀环境对构件耐久性的影响，执行相关标准要求。

4.3.15 一体化加宽的桥梁按一座桥梁评估。在一座桥的一侧或两侧加宽但并未与原桥形成整体的桥梁应按单独桥梁分开评估。

4.3.16 结构承载能力鉴定可采用结构检算和静力荷载、动力荷载试验对比的方法。静力荷载试验通过布置在控制截面或重要部位的传感器，测试其承受静力荷载下的变形、应变、内力、裂缝等资料，对结构的强度、刚度、稳定性进行分析。动力荷载试验主要是测试在动载作用下的受迫振动特性及桥梁的结构自振特性。通过动静载试验结果，结合理论计算值和相关规范值进行比较分析，给出承载能力的评价。

4.3.17 本条为强制性条文。Ⅱ类～Ⅴ类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；评定为 D 级的应视为缺陷影响了结构的工作性能和整体性；评定为 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

4.4.5 局部取样时不得影响桥梁结构的安全性能。

4.4.6 荷载试验时加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。加载过程除用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。

4.4.8 监测结构变化包括构件的缺损、变形及内力变化。

4.5 城市桥梁技术状况评估方法

4.5.1 II类~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，可以了解桥梁不同组成部分的损坏状况。否则，只得到整个桥梁的综合状况，而不知道具体的损坏部位。

构件是城市桥梁结构组成的最小单位，桥面系采用评价要素，上部结构、下部结构分别列出构件类型。部位是由构件所组成的评估体，桥面系作为一个整体的评估体；上部结构先对每跨进行评价，再综合得到上部结构的评价指数；下部结构先对每个独立的桥墩或桥台进行评价，再综合得到下部结构的评价指数。最后，通过综合计算，得到全桥的评价指数。

在本标准第4.5.9条中列出了单项直接控制指标，可作为直接评定为D级桥的依据，并在附录D中对此类情况按不同损坏类型用*号表示。值得注意的是，该构件扣分值按80分计算，仍需按计算规则计算桥面系、上部结构、下部结构的BCI、BSI值，最后计算全桥的BCI值。但该桥的评定等级不得高于D级。

4.5.2 II类~V类养护的城市桥梁技术状况评估是指根据定期检测结果进行的评估。常规定期检测时采用目测方法观测桥梁各部分的损坏状况，结构定期检测由具有相应资质的专业单位承担。II类~V类养护的城市桥梁采用综合指标——桥梁状况指数BCI表示其损坏状况；采用桥梁结构指数BSI表示桥梁不同组

成部分的最不利的单个要素或单跨（墩）的结构状况，更注重掌握桥梁结构的损坏状况，以便引起城市桥梁养护管理部门的关注，采取更加切实可行的养护手段予以专项治理。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的 *BCI*、*BSI* 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工作。②考虑不同类型桥梁的特点。不同类型的桥梁，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映具体的损坏部位，便于根据数据的积累监视桥梁状况的退化过程。

BCI、*BSI* 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。

钢筋混凝土拱桥和圬工拱桥（有拱上构造）的技术状况评估适用于钢筋混凝土和圬工的肋拱桥、桁架拱桥和双曲拱桥。

人行天桥的技术状况评估适用于钢结构梁式（简支梁、连续梁）人行天桥、钢筋混凝土梁式（简支梁、连续梁）人行天桥和钢桁架人行天桥。

4.5.3 桥面系的技术状况评估：

桥头平顺指桥台与台后填土之间是否接顺，是否存在高差、松动、沉陷等。

人行天桥桥面系评估要素不包括人行道、桥头平顺两类要素。主桥与各梯道的桥面系按一个整体计算。

4.5.4 上部结构的技术状况评估：

上部结构计算以每跨为一个评估单元，得到单跨的技术状况指数后，再综合评定。本标准附录表 D-2 上部结构各构件评分等级、扣分表可依据表 1，根据各构件的评价项选用。

表 1 桥梁上部结构各构件的评价项

桥梁分类	构件类型	评价项
梁桥	主梁	PC 或 RC 梁式构件、钢结构物
	横向联系	横向联系、钢结构物
悬臂+挂梁	悬臂梁	PC 或 RC 梁式构件
	挂梁	PC 或 RC 梁式构件、钢结构物
	挂梁支座	支座
	防落梁装置	防落梁装置
桁架桥	桁片	PC 或 RC 梁式构件、钢结构物
	主节点	PC 或 RC 梁式构件、钢结构物
	纵梁	PC 或 RC 梁式构件、钢结构物
	横梁	PC 或 RC 梁式构件、钢结构物
	连接件	PC 或 RC 梁式构件、钢结构物
刚构桥	横向联系	拱桥横向联系、钢结构物
	主梁	PC 或 RC 梁式构件、钢结构物
钢结构拱桥 圬工拱桥 (无拱上构造)	主拱圈(桁)	主拱圈、钢结构物
	横向联系	拱桥横向联系、钢结构物
钢筋混凝土拱桥 圬工拱桥 (有拱上构造)	主拱圈	主拱圈
	拱上构造	实腹式、空腹式
	横向联系	拱桥横向联系、钢结构物
人行天桥 (梁桥)	主梁	PC 或 RC 梁式构件、钢结构物
	横向联系	横向联系
	外部装饰板	外部装饰板
人行天桥 (钢桁架桥)	桁片	钢结构物
	主节点	钢结构物
	纵梁	钢结构物
	横梁	钢结构物
	连接件	钢结构物
	外部装饰板	外部装饰板

4.5.5 下部结构的技术状况评估:

下部结构计算以每个独立的桥墩或桥台为一个评估单元,得到单个桥墩或桥台的技术状况指数后,再综合评定。

对于单个桥墩或桥台采用多立柱支撑的方式，均按一个整体结构进行评估。

拱桥与梁桥下部结构的区别是增加了拱脚这一构件类型，但拱桥上下部结构相连的部位通常并不设支座。从理论分析来说，拱脚作为主要承重构件主拱圈的一部分，其位置对保持整体的稳定性非常重要，一旦拱脚发生损坏或位移必然导致整个受力体系的改变。所以，拱脚的权重应比其他附属构件的权重大。此处并不是简单地将未出现要素（支座）进行权重重新分配，而是充分考虑拱桥的结构特点和现场考察情况。因此，在拱桥下部结构的技术状况评估中，将支座用拱脚替换掉，并相应增加拱脚的权重，减少基础的权重。

人行天桥增加外部装饰板构件类型对人行天桥外部进行装饰，或增设防雨棚等附属设施，可参照此构件类型进行评价，未出现该要素其权重应按剩余要素权重的比例关系重新分配给剩余要素。

人行天桥梯道的梯脚，按桥台计算。

4.5.6 全桥的技术状况评估：

拱桥结构因上部结构为拱结构，承担水平推力，一旦出现结构病害，可能造成突发垮塌，且近年拱桥发生垮塌事故较多，应引起足够的重视，为此，对各组成部位的权重适当调整，减少了桥面系的权重，增加了上部结构的权重。

人行天桥在城市内承担了大量行人过街的任务，亦是重要的市政设施。上部结构是其主要受力构件，亦是养护管理的重点，且由于下部结构简单，基础等不易检查到，为此，对各组成部位的权重适当调整，减少了下部结构的权重，增加了上部结构的权重。

4.5.7、4.5.8 BCI、BSI 计算示例：

1 三跨钢筋混凝土连续箱梁桥（表 2～表 5）：

表 2 某三跨钢筋混凝土连续箱梁桥基本信息

结构类型	长度(m)	桥梁跨数(跨)	桥台数(个)	桥墩数(个)
钢筋混凝土连续箱梁	70	3	2	2

表 3 BCI_m 计算示例

评价要素	损坏类型	严重程度	单项扣分 DP_{fi}	权重 ω_{fi}	$DP_{fi} \cdot \omega_{fi}$	各评价要素 扣分/评分	权重 ω_h	BCI_m
桥面铺装	网裂或龟裂	6%	15.00	0.46	6.94	$\max(65.00, 59.99)$ /35.00	0.30	69.00
	波浪及车辙	2%	5.00	0.19	0.94			
	坑槽	无	0.00	0.00	0.00			
	碎裂或破碎	4%	65.00	0.80	52.11			
	坑洞	无	0.00	0.00	0.00			
	桥面贯通横缝	无	0.00	0.00	0.00			
	桥面贯通纵缝	无	0.00	0.00	0.00			
桥头平顺	略				15.00/85.00	0.15		
伸缩装置	略				15.00/85.00	0.25		
排水系统	略				20.00/80.00	0.10		
栏杆或护栏	略				20.00/80.00	0.10		
人行道块件	略				15.00/85.00	0.10		

表 4 BCI_s 计算示例

跨号	构件类型	损坏类型	严重程度	单项扣分 DP_{ijk}	权重 ω_{ijk}	$DP_{ijk} \cdot \omega_{ijk}$	各构件大类 扣分/评分	权重 ω_{ij}	BCI_{si}	BCI_s
1	主梁 (PC 梁式构件)	表面网状裂缝	无	0.00	0.00	0.00	36.98/63.02	1.00	63.02	71.01
		混凝土剥离	无	0.00	0.00	0.00				
		露筋锈蚀	无	0.00	0.00	0.00				
		梁体下挠	无	0.00	0.00	0.00				
		结构裂缝	明显	35.00	0.78	27.44				
		裂缝处渗水	轻微	15.00	0.64	9.54				
		桥面贯通横缝	非贯通	0.00	0.00	0.00				
		梁体位移	无	0.00	0.00	0.00				
	横向联系			—						
2	主梁			略			25.00/75.00	1.00	75.00	
	横向联系			—			—	—		
3	主梁			略			25.00/75.00	1.00	75.00	
	横向联系			—			—	—		

注：上部结构为三跨钢筋混凝土连续箱梁，无横向联系， ω_{ij} 取值时未出现的构件类型其权重应按剩余构件类型权重的比例关系重新分配给剩余构件类型。

表 5 BCI_x 计算示例

墩台号	构件类型	损坏类型	严重程度	单项扣分 DP_{jkl}	权重 ω_{jkl}	$DP_{jkl} \cdot \omega_{jkl}$	各构件大类扣分/评分	权重 ω_{jk}	BCI_{sj}	BCI_x
0	台帽	网状裂缝	无	0.00	0.00	0.00	52.33/47.67	0.15	76.65	78.33
		混凝土剥离	无	0.00	0.00					
		露筋锈蚀	无	0.00	0.00					
		结构裂缝	严重	30.00	0.73	21.78				
		裂缝处渗水	严重	40.00	0.76	30.55				
		墩台成块剥落	无	0.00	0.00	0.00				
		台身	略	略	略	略				
基础	略	略	略	略	15.00/85.00	0.40				
耳墙	略	略	略	略	15.00/85.00	0.10				
支座	略	略	略	略	20.00/80.00	0.15				
1									略	80.00
2									略	80.00
3									略	76.65

$BSI_m = \min(100 - MDP_i) = 35.00$, 桥面系结构状况评定为 E 级。

$BSI_s = \min(BCI_{s_i}) = 63.02$, 上部结构结构状况评定为 D 级。

$BSI_x = \min(BCI_{x_j}) = 76.65$, 下部结构结构状况评定为 C 级。

全桥的技术状况指数 BCI 计算:

$BCI = 69.00 \times 0.15 + 71.01 \times 0.40 + 78.33 \times 0.45 = 74.00$, 全桥技术状况评定为 C 级。

全桥结构状况指数 BSI_m 、 BSI_s 、 BSI_x 分别为 35.00 (E 级)、63.02 (D 级)、76.65 (C 级)。

尽管该桥完好状态为 C 级桥梁, 但桥面系结构状况指数为 E 级、上部结构的结构状况指数为 D 级, 应通过可靠性评估, 对该桥桥面系的桥面铺装、第一跨上部结构进行针对性维修, 恢复桥梁结构状况及使用性能。

2 三跨钢箱梁 U 形人行天桥 (两侧梯道均为两跨钢筋混凝土结构) (表 6~表 9):

表 6 三跨钢箱梁 U 形人行天桥基本信息

结构类型	长度(m)	主桥跨数 (跨)	引桥跨数 (跨)	桥台数 (个)	桥墩数 (个)
主桥钢箱梁、 引桥钢筋混 凝土结构	110	3	4(两侧 各两跨)	2	6

$BSI_m = \min(100 - MDP_i) = 56.41$, 桥面系结构状况评定为 D 级。

$BSI_s = \min(BCI_{s_i}) = 70.25$, 上部结构结构状况评定为 C 级。

$BSI_x = \min(BCI_{x_j}) = 80.00$, 下部结构结构状况评定为 B 级。

表 7 BCI_m 计算示例

评价要素	损坏类型	严重程度	单项扣分 DP_{hi}	权重 ω_{hi}	$DP_{hi} \cdot \omega_{hi}$	各评价要素 扣分/评分	权重 ω_h	BCI_m	
桥面铺装	网裂或龟裂	无	0.00	0.00	0.00	7.5/92.50	0.40	82.18	
	波浪及车辙	无	0.00	0.00	0.00				
	坑槽	无	0.00	0.00	0.00				
	碎裂或破碎	无	0.00	0.00	0.00				
	洞穴	无	0.00	0.00	0.00				
	桥面贯通横缝	无	0.00	0.00	0.00				
	人行天桥桥面铺装变形	<3%	5.00	0.75	3.75				
	人行天桥桥面铺装磨损	<3%	5.00	0.75	3.75				
	桥面贯通纵缝	无	0.00	0.00	0.00				
	人行天桥桥面铺装防滑能力	足够	0.00	0.00	0.00				
伸缩缝	略							40.71/59.29	0.15
排水系统	略							43.59/56.41	0.20
栏杆或护栏	略							0.00/100.00	0.25

表 8 BCI_s 计算示例

跨号	构件类型	损坏类型	严重程度	单项扣分 DP_{ijk}	权重 ω_{ijk}	$DP_{ijk} \cdot \omega_{ijk}$	各构件大类扣分/评分	权重 ω_{ij}	BCI_{st}	BCI_s
主 3	主梁 (钢结构物)	变色起皮	<30%	15.00	0.38	10.46	29.75/70.25	1.00	70.25	72.96
		油漆剥落	无	0.00	0.00	0.00				
		一般锈蚀	<10%	25.00	0.63	19.29				
		锈蚀成洞	无	0.00	0.00	0.00				
		焊缝裂纹	无	0.00	0.00	0.00				
		焊缝开裂	无	0.00	0.00	0.00				
		铆钉损失	无	0.00	0.00	0.00				
		螺栓松动	无	0.00	0.00	0.00				
		错位变形	无	0.00	0.00	0.00				
			横向联系							
	外部装饰									
主 4	主梁	略					29.75/70.25	1.00	70.25	
	横向联系									
	外部装饰									

续表 8

跨号	构件类型	损坏类型	严重程度	单项扣分 DP_{ijk}	权重 ω_{ijk}	$DP_{ijk} \cdot \omega_{ijk}$	各构件大类 扣分/评分	权重 ω_{ij}	BCI_{ij}	BCI_s
主 5	主梁			略			29.75/70.25	1.00	70.25	72.96
	横向联系			—			—	—		
	外部装饰			—			—	—		
梯 1	主梁			略			25.00/75.00	1.00	75.00	
	横向联系			—			—	—		
	外部装饰			—			—	—		
梯 2	主梁			略			25.00/75.00	1.00	75.00	
	横向联系			—			—	—		
	外部装饰			—			—	—		
梯 6	主梁			略			25.00/75.00	1.00	75.00	
	横向联系			—			—	—		
	外部装饰			—			—	—		
梯 7	主梁			略			25.00/75.00	1.00	75.00	
	横向联系			—			—	—		
	外部装饰			—			—	—		

注：三、四、五主跨上部结构为钢箱梁，无横向联系和装饰板， ω_{ij} 取值时未出现的构件类型其权重应按剩余构件类型权重的比例关系重新分配给剩余构件类型。

表 9 BCI_x 计算示例

墩台号	构件类型	损坏类型	严重程度	单项扣分 DP_{jkl}	权重 ω_{jkl}	$DP_{jkl} \cdot \omega_{jkl}$	各构件大类 扣分/评分	权重 ω_k	BCI_{xy}	BCI_x
0 (台)	基础	基础掏空	无	0.00	0.00	0.00	0.00/100.00	0.22	100.00	85.00
		混凝土桩损坏	完好	0.00	0.00					
		基础位移	无	0.00	0.00					
		基础冲刷	无	0.00	0.00					
	台帽			略			0.00/100.00	0.17		
	台身			略			0.00/100.00	0.39		
	支座			略			0.00/100.00	0.22		
1 (墩)									80.00	
2 (墩)									80.00	
3 (墩)									80.00	
4 (墩)									80.00	
5 (墩)									80.00	
6 (墩)									80.00	
7 (台)									100.00	

全桥的技术状况指数 BCI 计算:

$BCI = 82.18 \times 0.15 + 72.96 \times 0.45 + 85.00 \times 0.40 = 79.16$,
整桥技术状况评定为 C 级。

全桥桥面系、上部结构、下部结构结构状况指数 BSI_m 、 BSI_s 、 BSI_x 分别为 56.41(D 级)、72.96(C 级)、85.00(B 级), 应对该桥桥面系的排水系统进行针对性维修。

3 单跨钢筋混凝土拱桥(表 10~表 13):

表 10 单跨钢筋混凝土拱桥基本信息

结构类型	长度 (m)	桥梁跨数(跨)	桥台数 (个)	桥墩数 (个)
钢筋混 凝土 拱桥	45	1	2	0

$BSI_m = \min(100 - MDP_i) = 11.37$, 桥面系结构状况评定为 E 级。

$BSI_s = \min(BCI_{s_j}) = 47.85$, 上部结构结构状况评定为 E 级。

$BSI_x = \min(BCI_{x_j}) = 76.69$, 下部结构结构状况评定为 C 级。

全桥的技术状况指数 BCI 计算:

$BCI = 69.04 \times 0.10 + 47.85 \times 0.45 + 76.69 \times 0.45 = 62.95$,
全桥技术状况评定为 D 级。

全桥结构状况指数 BSI_m 、 BSI_s 、 BSI_x 分别为 11.37(E 级)、47.85(E 级)、76.69(C 级)。应对该桥进行特殊结构检测或其他可靠性评估。

4.5.9 本条所列 15 款病害可直接评定为不合格级桥或 D 级桥, I 类养护的城市桥梁可评定为不合格级, II 类~V 类养护的城市桥梁可评定为 D 级桥。具体的损坏程度应通过结构定期检测、特殊检测或其他可靠性评估确定, 检测单位应同时提出进一步的维修加固和监测建议。

表 11 BCI_m 计算示例

评价要素	损坏类型	严重程度	单项扣分 DP_{hi}	权重 ω_{hi}	$DP_{hi} \cdot \omega_{hi}$	各评价要素 扣分/评分	权重 ω_h	BCI_m
桥面铺装	网裂或龟裂	6%	15.00	0.33	4.88	88.63/11.37	0.30	69.04
	波浪及车辙	无	0.00	0.00	0.00			
	坑槽	1%	65.00	0.75	48.43			
	碎裂或破碎	无	0.00	0.00	0.00			
	坑洞	6%	50.00	0.69	34.71			
	桥面贯通横缝	半贯通	5.00	0.12	0.61			
	桥面贯通纵缝	无	0.00	0.00	0.00			
桥头平顺	略					0.00/100.00	0.15	
伸缩装置	略					7.50/92.50	0.25	
排水系统	略					10.00/90.00	0.10	
栏杆或护栏	略					15.00/85.00	0.10	
人行道块件	略					0.00/100.00	0.10	

表 12 BCI_s 计算示例

跨数	构件类型	损坏类型	严重程度	单项扣分 DP_{ijk}	权重 ω_{ijk}	$DP_{ijk} \cdot \omega_{ijk}$	各构件大类 扣分/评分	权重 ω_{ij}	BCI_{si}	BCI_s
1	主拱圈	桥面贯通横缝	非贯通	25.00	0.41	10.13	74.24/25.76	0.50	47.85	47.85
		主拱圈变形	轻微	40.00	0.56	22.32				
		砌体缺损	无	0.00	0.00	0.00				
		砌体脱落	无	0.00	0.00	0.00				
		砂浆松动缺失	无	0.00	0.00	0.00				
		表面风化损坏	轻微	15.00	0.27	4.02				
		表面网状裂缝	无	0.00	0.00	0.00				
		构件断裂	无	0.00	0.00	0.00				
		结构裂缝	明显	35.00	0.51	17.98				
		混凝土剥离	轻微	30.00	0.46	13.89				
		露筋锈蚀	无	0.00	0.00	0.00				
		节点开裂	1%	10.00	0.19	1.87				
		裂缝处渗水	轻微	15.00	0.27	4.02				
拱上构造	略						22.50/77.50	0.20		
横向联系	略						35.12/64.88	0.30		

表 13 BCI_x 计算示例

墩台号	构件类型	损坏类型	严重程度	单项扣分 DP_{jkl}	权重 ω_{jkl}	$DP_{jkl} \cdot \omega_{jkl}$	各构件大类 扣分/评分	权重 ω_{jk}	BCI_{xj}	BCI_x
0	拱脚	拱脚位移	轻微	35.00	0.77	27.06	40.85/59.15	0.25	76.69	76.69
		拱脚开裂	轻微	20.00	0.69	13.79				
		拱脚残缺	无	0.00	0.00	0.00				
	基础	略			略		15.00/85.00	0.58	76.69	76.69
	耳墙(翼墙)	略			略		25.89/74.11	0.17		
	台身	略			略		—	—		
1	台身	略			略		—	—	76.69	76.69

注：该桥无台帽、台身构件， ω_{jk} 取值时未出现的构件类型其权重应按剩余构件类型权重的比例关系重新分配给剩余构件类型。

在附录 D 中列为“*”的，Ⅱ类～Ⅴ类养护的城市桥梁该构件扣分值按 80 分计算，仍按计算规则计算桥面系、上部结构、下部结构的 *BCI*、*BSI* 值，最后计算全桥的 *BCI* 值。该桥的评定等级不得高于 D 级，并应注明该构件损坏部位、损坏程度、损坏原因及必要的分析。

第 2 款，拱桥应检查拱脚的位移、转动状况；测定拱轴线线形，是否存在突变点；判断其内力变化情况。进一步开展特殊检测。

第 3 款，钢结构节点板及连接铆钉、螺栓的损坏数量在 20% 以上，是指铆钉、螺栓总数量大于 50 个的情况。若总数量小于 20 个，损坏在 3 个以上；总数量大于 20 个，小于 50 个，损坏在 7 个以上；总数量大于 50 个，损坏在 20% 以上。

第 8 款，应全面检查支座损坏状况，是否存在单梁支撑点缺失的现象，是否存在单梁受力的现象，并评定不同损坏状况(变形、错位、脱空、破损严重、缺失)的支座数量分布情况，综合判断支座损坏情况。

第 9 款，包括水下承重构件经冲刷后其有效截面面积减少 20% 以上的情况。

对临水的桥台或桥墩受水流冲刷，易发生基底冲刷现象，一般可采用浑水检测或筑堰清淤方式检查基底冲刷情况。对水中的桥墩，一般可采用浑水检测。

浑水检测指由潜水员或采用水下摄影器材、测量器材对桥台或桥墩的水下部位进行摄影、测量，判断结构损伤情况和基底冲刷情况。

第 15 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 14 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：圯工拱桥(石拱桥)石拱圈缺少；拱坡塌落；翼板断裂；支座脱空、上部结构移位；墩台防震挡块脱落、易落梁；悬臂梁牛腿变截面开裂、钢梁锈蚀等。

4.6 人行地下通道技术状况评估方法

4.6.1 本标准可评估的人行地下通道包括以下两类。

1 只设置人行道，专供行人横穿道路的通道。这是一种非常常见的通道形式，其主要功能是在不影响通道上方道路正常交通的情况下，方便行人过街。

2 设置非机动车道和人行道，可供非机动车和行人使用的通道。

对有内装饰的人行地下通道，在定期检测中，可根据人行地下通道渗水状况及需判断渗水来源、判定渗水程度的实际情况，确定拆除内装饰范围；同时可根据人行地下通道变形缝的沉降、位移、松动、开裂情况，确定拆除内装饰范围；还可根据内装饰墙砖的裂缝、破损情况，确定拆除内装饰范围。内装饰拆除后，对人行地下通道进行技术状况评估，制定相应养护对策。

4.6.2 人行地下通道评价的各个层次之间的关系如图 2 所示。

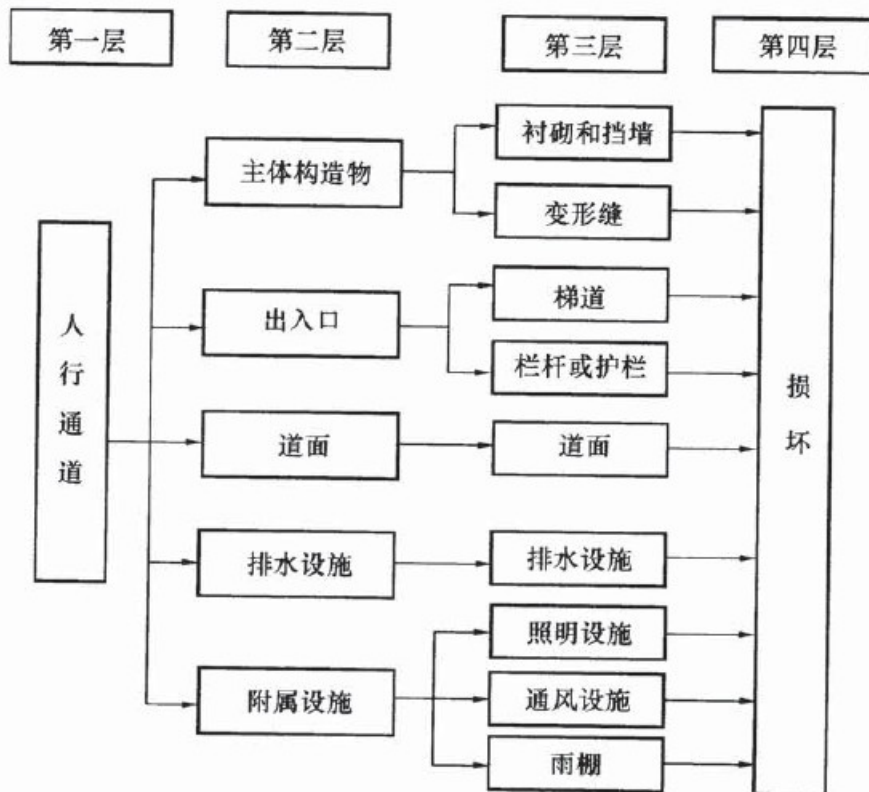


图 2 人行地下通道评价层次关系

4.6.3~4.6.9 人行地下通道 PUCI 计算示例(表 14~表 20):

表 14 某人行地下通道基本信息

结构类型	人行地下通道长度 (m)	变形缝数量 (道)	出入口数量 (个)	挡土墙长度 (m)	照明设备 (盏)
箱涵	34.5	30	2	32	6

某人行地下通道各部位损坏如表 15 所示。

表 15 某人行地下通道各部位损坏信息

部位	构件类型	损坏类型	损坏程度
主体构造物	衬砌和挡墙	混凝土剥离	2%
出入口 1	梯道	磨损	2%
		碎裂或破碎	1%
	栏杆或护栏	丢失残缺	轻微
出入口 2	梯道	磨损	2%
		碎裂或破碎	1%
	栏杆或护栏	丢失残缺	轻微
道面	道面	碎裂或破碎	4%
		坑槽	1%
		裂缝	1%
		磨损	4%
排水设施	排水设施	排水设施阻塞	4%
		残缺脱落	6%
附属设施	照明设施	损坏或缺失	1%
	雨棚	丢失残缺	轻微

表 16 PUCI_z 计算示例

部位	构件类型	损坏类型	损坏程度	扣分值 DP_{hij}	得分	权重 ω_h	得分 $PUCI_z$
主体构造物	衬砌和挡墙	混凝土剥离	2%	15	85	0.6	91
	变形缝	—	—	0	100	0.4	

表 17 $PUCI_c$ 计算示例

部位	构件类型	损坏类型	损坏程度	扣分值 DP_{ijk}	权重 ω_{ijk}	扣分/得分	权重 ω_{ij}	得分 $PUCI_{ci}$	得分 $PUCI_c$	
出入口 1	梯道	磨损	2%	5	0.75	7.50/ 92.50	0.5	91.25	91.25	
		碎裂或破碎	1%	5	0.75					
	栏杆或护栏	丢失残缺	轻微	10	1.00	10.00/ 90.00	0.5			
出入口 2	梯道	磨损	2%	5	0.75	7.50/ 92.50	0.5	91.25		91.25
		碎裂或破碎	1%	5	0.75					
	栏杆或护栏	丢失残缺	轻微	10	1.00	10.00/ 90.00	0.5			

表 18 $PUCI_d$ 计算示例

部位	损坏类型	损坏程度	扣分值 DP_{jk}	权重 ω_{jk}	扣分/得分 $PUCI_d$
道面	碎裂或破碎	4%	15	0.697	24.48/75.52
	坑槽	1%	5	0.357	
	裂缝	1%	5	0.357	
	磨损	4%	15	0.697	

表 19 $PUCI_p$ 计算示例

部位	损坏类型	损坏程度	扣分值 DP_k	权重 ω_k	扣分/得分 $PUCI_p$
排水设施	排水设施阻塞	4%	10	0.666	22.22/77.78
	残缺脱落	6%	20	0.778	

表 20 $PUCI_f$ 计算示例

部位	构件类型	损坏类型	损坏程度	扣分值 FDP_l	得分	权重 ω_l	得分 $PUCI_f$
附属设施	照明设施	损坏或缺失	1%	10	90	0.57	90.00
	雨棚	丢失残缺	轻微	10	90	0.43	

注：由于该人行地下通道无通风设施， ω_i 取值时未出现的构件类型其权重应按剩余构件类型权重的比例关系重新分配给剩余构件类型。

人行地下通道状况指数 $PUCI$ 计算:

$$PUCI = PUCI_z \cdot \omega_z + PUCI_c \cdot \omega_c + PUCI_d \cdot \omega_d + PUCI_p \cdot \omega_p + PUCI_f \cdot \omega_f = 91 \times 0.5 + 91.25 \times 0.2 + 75.52 \times 0.1 + 77.78 \times 0.1 + 90.00 \times 0.1 = 88.08。$$

该人行地下通道技术状况评定为 B 级。

5 上部结构养护

5.1 桥面铺装

5.1.1 桥面的养护不得随意增加桥面铺装厚度和静荷载的原因：

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 北方地区水泥混凝土铺装层损坏的原因，主要是冻融和除雪剂的腐蚀问题。

冻融存在两种现象：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。

除雪剂对混凝土的腐蚀破坏，主要是盐析破坏。当含有较高除雪剂的混凝土表面，水分大量蒸发后，除雪剂的盐成分就会结晶析出，造成表面膨胀破坏。

冻融破坏和盐析破坏几乎都集中在混凝土的表皮，如：受到融雪溅射的防撞墙、水泥缘石等是最典型的。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，同时也要及时清理桥面的融雪。

5.1.3 水泥混凝土桥面的修补：

1 水泥混凝土结构的最小修补厚度：

- 1) 当厚度大于 3cm 时，可采用普通配比的水泥混凝土修补；
- 2) 当厚度小于 3cm 但大于 2cm 时，应采用细石混凝土或环氧混凝土修补；

3) 当厚度小于 2cm 时, 应采用环氧砂浆修补。

2 新、旧水泥混凝土之间采用界面胶作为连接剂, 可保证修复后的混凝土能够有效地形成整体。选用的界面胶, 应符合现行行业标准《公路桥梁加固设计规范》JTG/TJ 22 修补胶 (B 级胶) 的要求。桥面铺装层中的钢筋网有损坏的, 应按照原设计规定恢复后再浇筑混凝土, 新旧钢筋之间可采取焊接方式, 保证保护层厚度。

5.1.6 防水混凝土结构层的维修:

1 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。

2 防水混凝土的抗渗等级

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。

3 防水混凝土的配置要求

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) 水泥强度等级不应低于 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; 掺用加气剂时, 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 1:2.5~1:2.0; 水灰比

宜在 0.55 以下，不得大于 0.60。

3) 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%。

4) 各种材料必须按配合比准确称量。计量允许偏差为：水泥、水、外加剂±1%；砂、石、掺合料±2%。

4 混凝土的耐腐蚀系数

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 混凝土层的修补

为了保证修补混凝土层与下层混凝土能够有效连接，推荐在修补面积范围内的下层混凝土上适当植筋。采用的植筋胶和植筋后的强度试验检验方法，应符合现行行业标准《公路桥梁加固设计规范》JTG/TJ 22 锚固用胶粘剂和植筋强度的指标要求。

5.2 伸缩装置

5.2.1 伸缩装置间积存杂物的危害：

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端头的破坏。

5.2.2 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 伸缩装置的更换施工：

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。

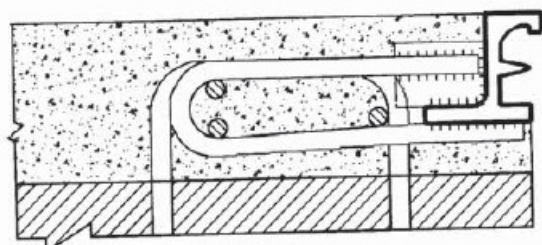
在伸缩装置的计算起点,还应考虑预留一定的安全宽度。一般可以按设计富余量的 $1/3 \sim 1/2$ (或略小值),作为计算起点安全预留值。如果在基本伸缩量的计算中,加入了混凝土徐变和干燥引起的收缩量,计算起点端的安全预留值就可以忽略。

2 对于梁端设计最大伸缩量小于 30mm 的异型钢类伸缩装置,为了便于更换止水带,最小开口宽度设置不应小于 30mm。

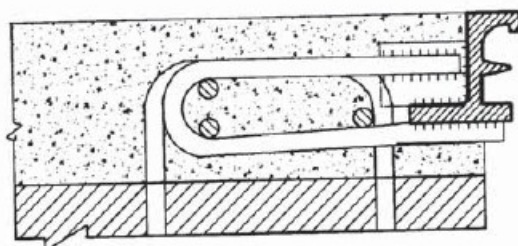
3 在安装伸缩装置时,如浇筑混凝土不能完全充满(特别是异型钢类的支撑箱下),伸缩装置的承载能力和抗冲击能力都会降低,伸缩装置的使用寿命就会缩减,见图 3。

4 更换伸缩装置的施工步骤:

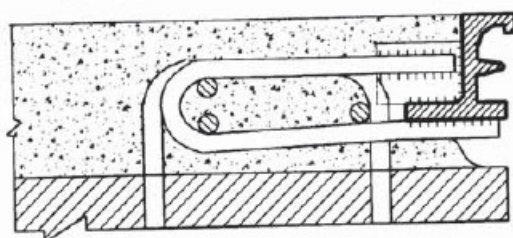
- 1) 在更换前,仔细查阅原竣工图纸,了解原伸缩装置的相关资料和安装结构。
- 2) 拆除伸缩装置原结构和两侧保护带至桥面板,注意保护安装预埋件不被破坏。安装位置如预埋件较少或无连接预埋件时,要补植



(a) 正确安装;完全充满



(b) 错误安装: 型钢形成悬臂



(c) 错误安装: 型钢下部部分脱空

图 3 伸缩装置安装混凝土浇筑示意

连接筋。

- 3) 安装新伸缩装置的放线时间, 应选择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) 将新伸缩装置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, 高度要超过伸缩装置的底部, 保证浇筑的混凝土不进入伸缩装置的活动空间。
 - 6) 带有预埋螺母的伸缩装置, 都应采取封闭措施, 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, 使伸缩装置的下部和后部不出现空洞现象。
 - 8) 当混凝土养生达到设计强度后恢复交通。
- 5 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°C 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和, 然后灌入安装槽内, 按路面高程摊铺并碾压成活。
- 6 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, 因而直接改造为弹塑体型伸缩装置难点是, 不易拆除成完整的安装作业面。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，按间距 2cm~3cm、同等深度排列切割，然后凿出工作面。

7 桥面板（梁）或桥台的锚固预埋件如有缺损，应按设计补植连接锚筋，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 4mm~6mm 左右，深度应大于锚筋直径的 15 倍。
- 2) 用高压气等将孔内粉尘和水分清理干净。
- 3) 将双组分专用植筋胶拌和后灌入孔内，将螺纹钢筋插入，待植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) 采用的植筋胶和植筋后的强度试验检验方法，应符合现行行业标准《公路桥梁加固设计规范》JTG/TJ 22 锚固用胶粘剂和植筋强度的指标要求。
- 6) 为了减少焊接温度对植筋胶强度的影响，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。

8 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。

1) 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、安装高度在 6cm~8cm 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。

2) 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。

3) 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 12cm），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，更换的时间宜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 钢筋混凝土及预应力混凝土梁

5.3.1 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裂缝。结构裂缝出现在结构运行期间拉应力最大的部位，如跨中截面的底部，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。

5.3.2 混凝土及预应力混凝土桥梁设计时根据构件的重要程度和构件所处环境，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。

5.3.3 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。修补工作应制定明确的施工组织设计方案。

5.3.4 预应力混凝土构件锚固区受力复杂，钢筋集中，是检查和重点。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，因此对锚固区的检查务必细致、专业。

5.3.6 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。

5.3.7 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（图4）。按下列程序进行加固：

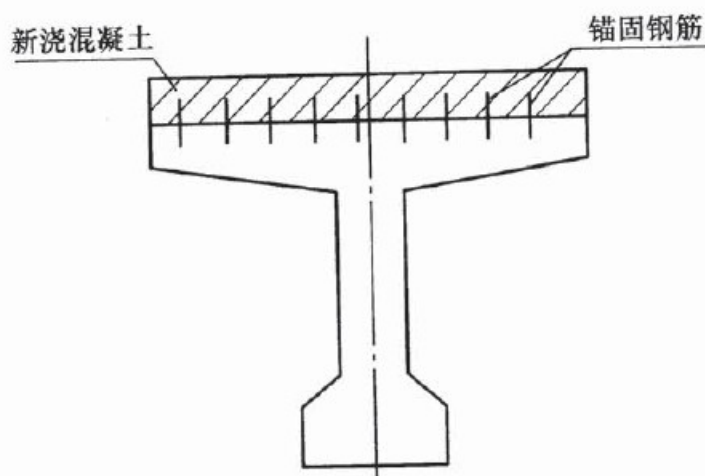
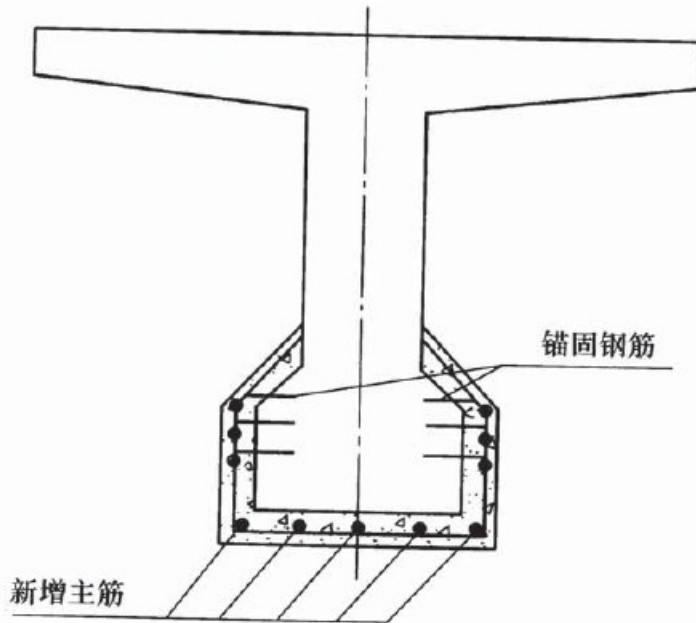


图4 采用桥面补强加强桥面整体性示意

- 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（图 5）。按下列程序进行加固：



● 图 5 混凝土构件增大截面加固法示意

- 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。

3 当桥梁加固主要补强抗弯拉时，可采用纤维复合材料加固。纤维复合材料用的纤维应为连续纤维，通常采用碳纤维、玻璃纤维及芳纶纤维，其品种和性能应满足下列要求：

- 1) 碳纤维应选用不大于 12k (1k=1000) 的小丝束聚丙烯腈基 (PAN 基纤维)，不得使用大丝束纤维。
- 2) 玻璃纤维，应选用高强度 S 型玻璃纤维或无碱 E 型玻璃纤维，不得使用 A 型玻璃纤维或 C 型玻璃纤维。

3) 碳纤维与玻璃纤维复合材料的主要力学性能, 见表 21 的规定。

表 21 桥梁加固用纤维复合材料主要力学性能指标

性能项目			抗拉强度标准值 (MPa)	弹性模量 (MPa)	伸长率 (%)	弯曲强度 (MPa)	纤维复合材料与混凝土正拉粘结强度 (MPa)	层间剪切强度 (MPa)
纤维类型								
碳纤维	布材	I 级	≥ 3400	$\geq 2.4 \times 10^5$	≥ 1.7	≥ 700	≥ 2.5 且为混凝土内聚破坏	≥ 45
		II 级	≥ 3000	$\geq 2.1 \times 10^5$	≥ 1.5	≥ 600		≥ 35
	板材	I 级	≥ 2400	$\geq 1.6 \times 10^5$	≥ 1.7	—		≥ 50
		II 级	≥ 2000	$\geq 1.4 \times 10^5$	≥ 1.5	—		≥ 40
玻璃纤维	S 型 (高强)		≥ 2200	$\geq 1.0 \times 10^5$	≥ 2.5	≥ 600	—	≥ 40
	E 型 (无碱)		≥ 1500	$\geq 7.2 \times 10^4$	≥ 2.0	≥ 500	—	≥ 35

注: 纤维复合材料的抗拉强度标准值应根据置信水平 $C=0.99$ 、保证率为 95% 的要求确定。

4) 芳纶纤维复合材料的力学指标参照现行行业标准《桥梁结构用芳纶纤维复合材料》JT/T 531 执行。

4 粘贴钢板加固法。当桥梁加固需补强抗拉、抗剪、抗压和增加整体性时, 可采用粘贴钢板加固法。粘贴钢板加固需注意以下事项:

- 1) 粘贴钢板外表面应进行防护处理。表面防护材料对钢板及胶粘剂应无害。
- 2) 被加固构件处于特殊环境 (如高温、高湿、介质侵蚀等) 时, 应采用耐环境因素作用的胶粘剂, 并按专门的工艺要求施工。

5 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（图 6）。按以下程序加固：

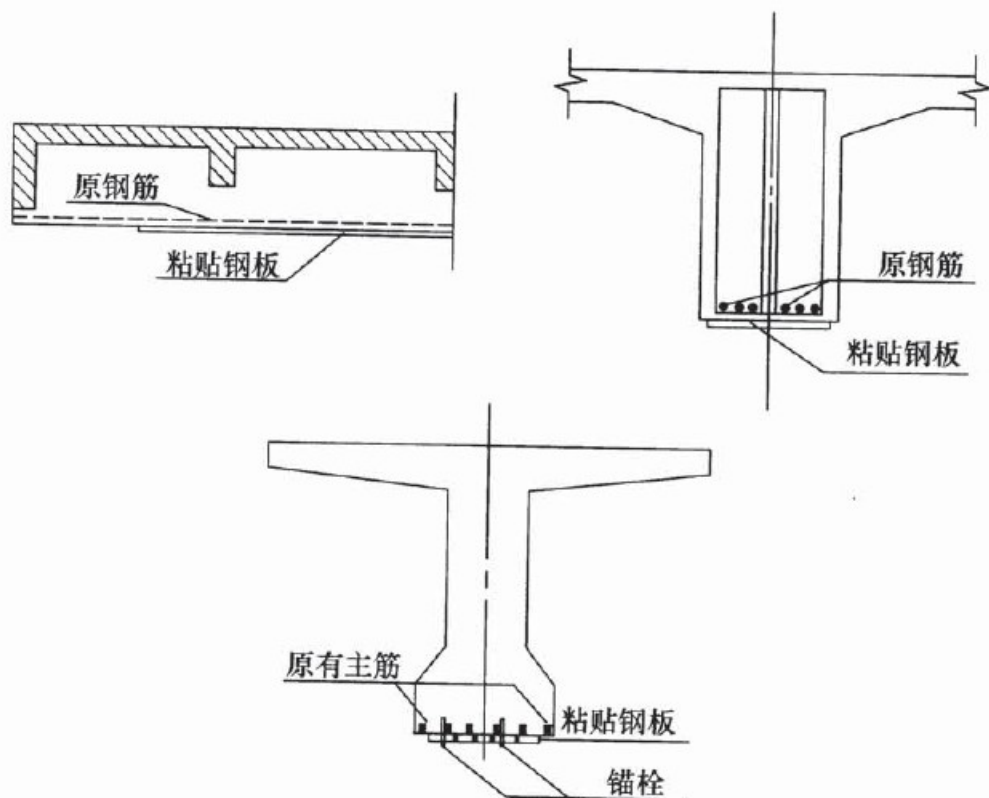


图 6 采用梁底外粘钢板的加固方法示意

- 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足设计及主梁钢筋分布要求；
 - 4) 植入高强度锚栓；
 - 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。
- 6 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（图 7），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，用高强度锚栓固定转向块及钢丝束；
- 3) 锚固齿板钢筋绑扎成型后支模浇筑齿板混凝土；
- 4) 梁腹两侧混凝土凿毛并清理干净；
- 5) 张拉、锚固预应力束并二次浇筑混凝土。

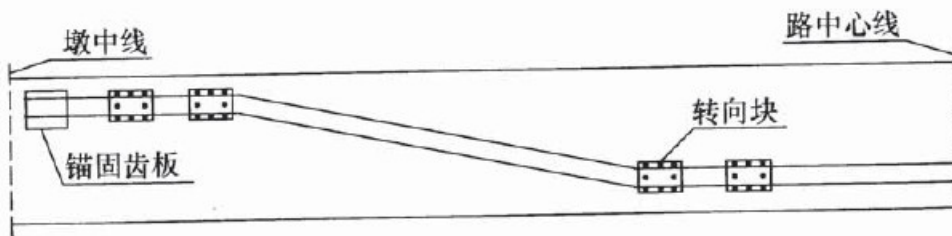


图 7 采用体外预应力进行补强加固示意

7 其他新工艺、新材料进行加固补强，如：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。

5.3.8 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，用高强度锚栓固定转向块及钢丝束；
- 3 锚固齿板钢筋绑扎成型后支模浇筑齿板混凝土；
- 4 梁腹两侧混凝土凿毛并清理干净；
- 5 张拉、锚固预应力束并二次浇筑混凝土。

5.3.9 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、钢纤维混凝土或采用喷射混凝土。

5.3.10 本条为强制性条文。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。

5.3.12 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。必须查明原因，及时处理，必要时拆除侧墙重砌。

5.3.13 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。

5.3.14 双曲拱桥由于设计、施工不当，以及土基软弱，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阻板的方法（图8）。按下列程序处置：

- 1) 分上下游各半将台后路基填土挖除，增设1孔~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阻板，使桥台不再继续下沉位移。

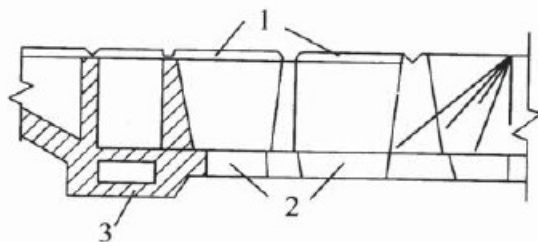


图8 地基不稳定的桥台
加固方法示意

1—桥面；2—基础；3—摩阻板

- 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，按下列程序处置：

- 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顶推水平距离的一半，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（图 9 和图 10）。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。

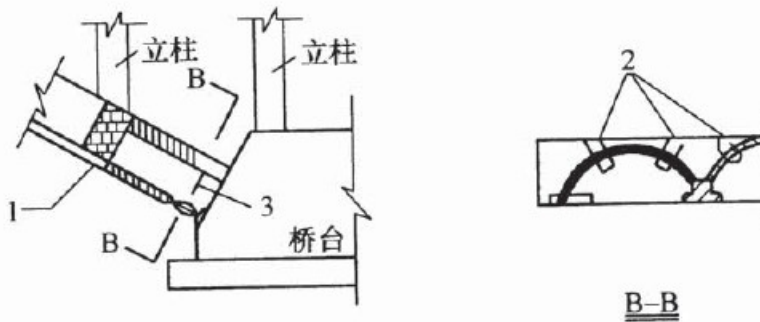


图 9 千斤顶、钢夹具的布置示意
1—横系梁；2—钢夹具；3—千斤顶

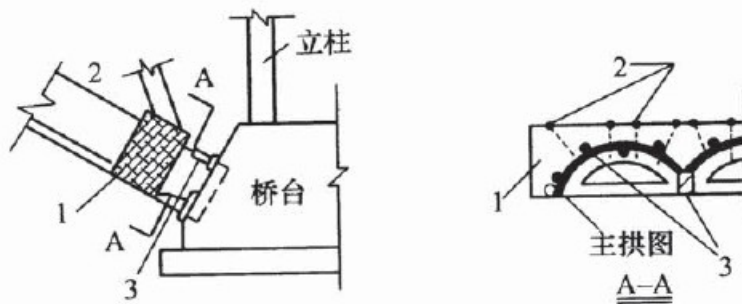


图 10 千斤顶、刚性横梁的布置示意
1—刚性横隔梁；2—高强度螺栓；3—千斤顶

- 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。

5.4 圮工拱桥

5.4.2 由于圮工拱桥结构特点,目前运营桥梁中(除景观桥外)多数为服役年代较长的桥梁,且超载情况较为普遍。桥梁养护管理部门应根据外观检查和结构检测(检测频率不应小于本标准第4.2节和第4.3节的有关规定)结论,结合桥梁所在路段运营环境,必要时采取布设监控设施、增加检测频率,提出特殊检测计划等措施,及时提出维修加固方案进行维修加固,确保桥梁安全运营。

5.4.3 当砖、石、圮工拱桥的恒载裂缝超过最大限值时,应进行特殊检测或其他可靠性评估查明原因,提出维修养护方案进行加固。对于拱桥出现横向裂缝时,可采取顺桥向设置钢筋或钢拉杆施加预应力的方法进行加固。圮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6mm~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11所示,其锚固孔用膨胀水泥砂浆填塞牢固。

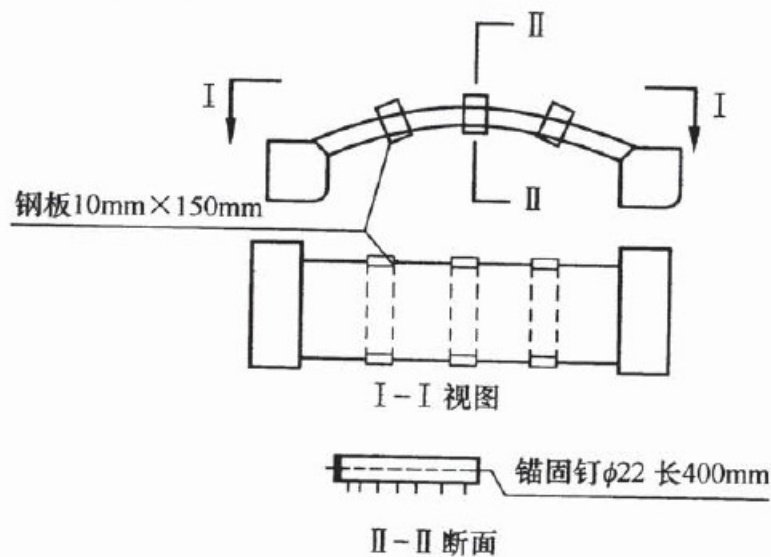


图11 拱桥钢板箍与螺栓锚固法示意

5.4.4 圮工拱桥表面防护:圮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 层~3 层，每隔 1 日喷一层，总厚度为 1cm~3cm。必要时可加铺一层钢丝网，以增强喷涂层的强度。

5.4.5 当圯工拱桥结构变形超过限值时，应进行特殊检测或其他可靠性评估查明原因，提出结构加固或改造方案，经评审后实施。当拱轴线发生严重变形时，必须对拱圈内力进行计算分析。在条件许可时可采取调整拱上填料或拱上建筑布置的方法，改善结构受力状况，达到结构加固的目的。

5.4.7 圯工拱桥因下列原因产生较深的裂缝，应压浆修补：拱圈变形产生的拱上构造的外加应力，可能使空腹或小拱发生裂缝；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。

5.4.8 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，以确保联拱的均匀受力。

5.4.9 当拱脚发生外移时，可采用钢杆拉结法加固，其方法为在拱圈根部圯工砌体钻孔植筋设置钢拉杆锚座，安装拉杆螺栓（常用法兰盘和螺栓伸缩装置的拉杆）锚固拱脚（图 12）。

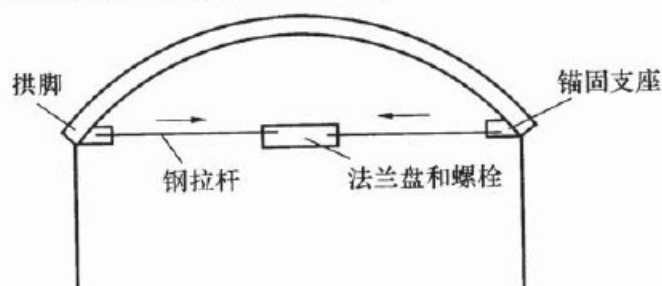


图 12 钢拉杆加固拱桥示意

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。

5.5 钢 结 构 梁

5.5.1 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节点等关键部位的连接强度减小，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、焊缝等连接部位。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，定期进行除锈防锈处理。

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。

5.5.2 钢结构桥除定期做好防锈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液体长期滞留腐蚀钢材。

5.5.4 钢结构桥的定期检测主要是关注对结构安全的重要构件及其连接件，包括附属设施。关键节点连接焊缝应进行磁粉探伤或渗透探伤，检查焊缝表面及近表面是否产生裂纹。钢桥结构的连接主要有铆钉连接、构件焊缝连接、高强度螺栓连接等。对于钢桥构件，焊缝连接主要在：钢构件中竖板与水平板的接长、钢板（箱）梁的翼缘板、腹板和底板的接长和接宽，平纵联的斜杆和节点板的连接等。

图 13 给出了各种有缺点的铆钉的示意图，可供检查参考。

5.5.5 检查钢箱梁内部空间有无积水可结合结构定期检测实施，如发现有异常情况，应查明原因，及时采取养护措施，并可相应

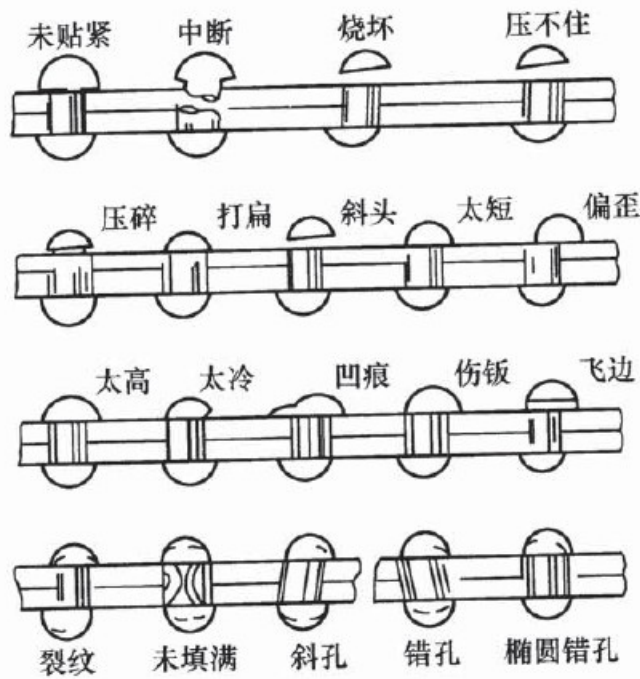


图 13 各种有缺点的铆钉示意

增加检测频率。

5.5.8 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。

5.5.9 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矫正（图 14 和图 15），禁止用烧锻钢材的方法矫正。

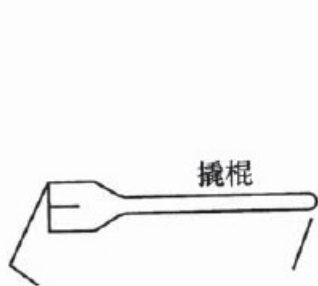


图 14 用撬棍校正槽钢的翼缘

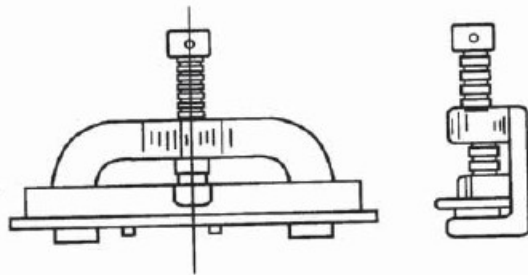


图 15 用弓形螺旋顶校正杆件

钢杆件如有不同方向的弯曲，应先矫正一个方向，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作用力，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，一般采用下列三种方法：

1 采用补加新钢板或角钢、槽钢，加大杆件截面来加固。加固可用螺栓铆接或焊接，使其与原杆件结合在一起，共同受力（图 16）。

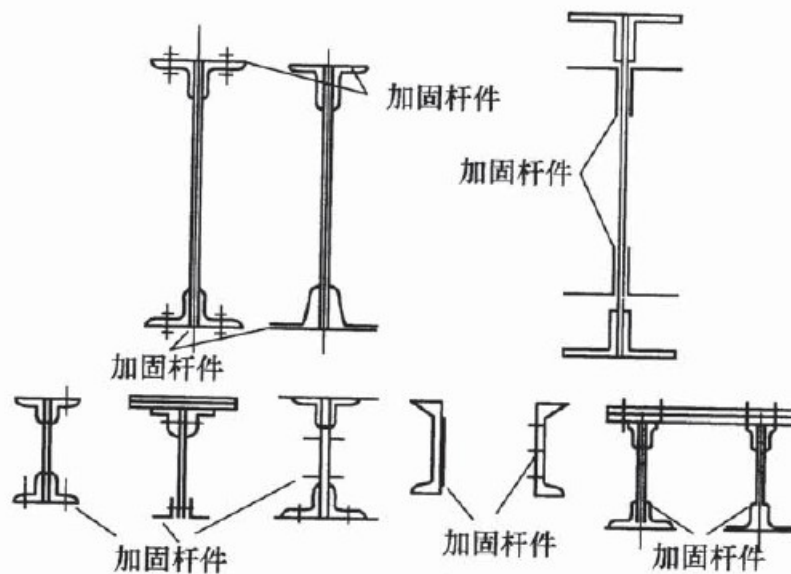


图 16 用加大截面的方法加固示意

2 在杆件底下加设加劲杆件（图 17）；或增强各杆件截面间联系的方法加固（图 18）。

3 在结合处用贴板拼接（图 19）；或加置短角钢加固的方法（图 20）。

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。

栓接梁使用的高强度大六角头螺栓连接副和扭剪型高强度螺栓连接副应符合现行国家标准《钢结构用高强度大六角头螺栓》

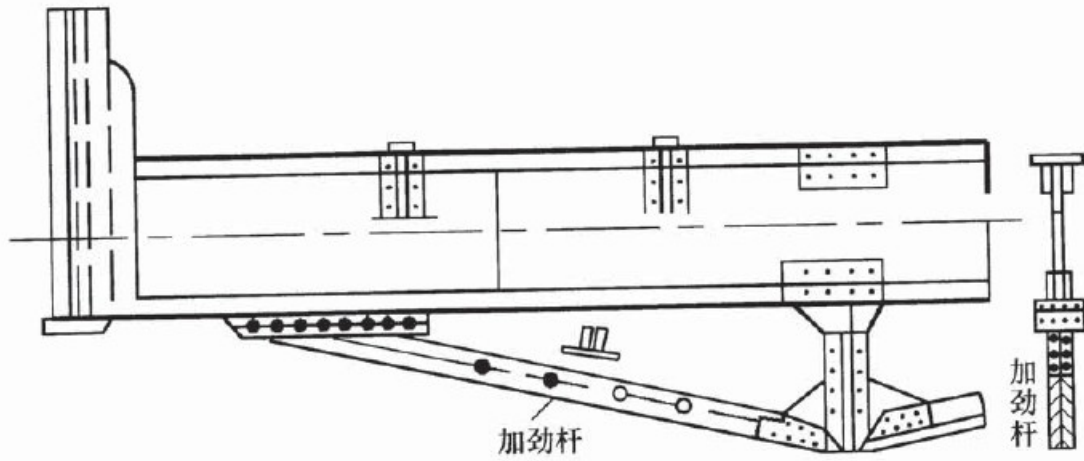


图 17 用设置加劲杆的方法加固示意

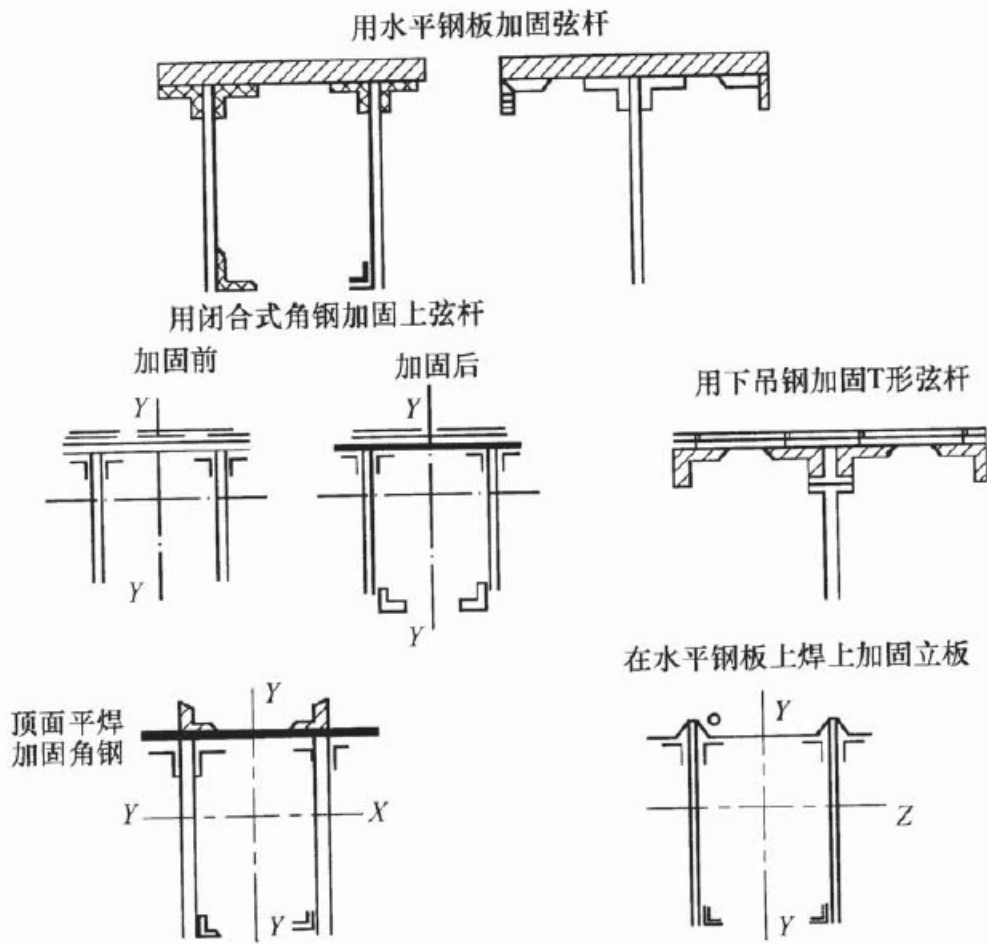


图 18 用增强各杆件截面间联系的方法加固示意

GB/T 1228、《钢结构用高强度大六角螺母》GB/T 1229、《钢结构用高强度垫圈》GB/T 1230、《钢结构用扭剪型高强度螺栓连接副》GB/T 3632、《钢结构用高强度大六角头螺栓、大六角螺母、垫圈技术条件》GB/T 1231 的规定。

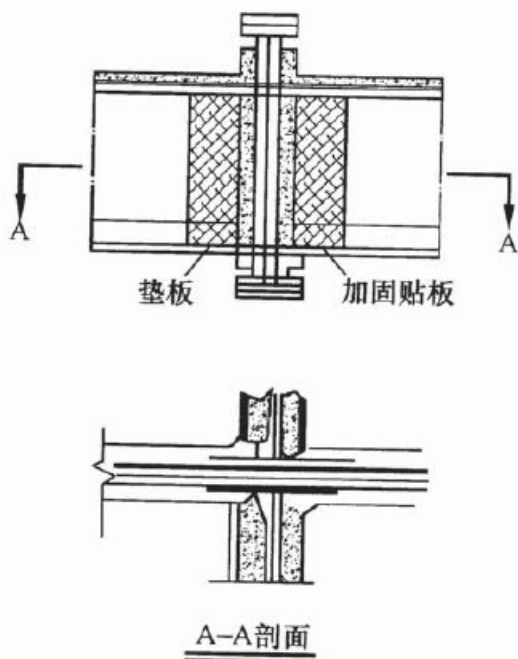


图 19 用增加贴板拼接加固结合处示意

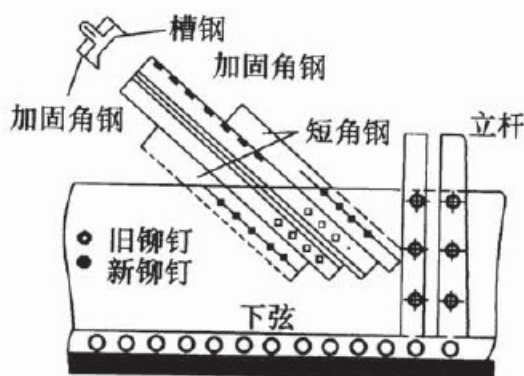


图 20 用增加短角钢来加固结合处示意

5.5.13 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。

5.5.14 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件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。

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，并对腻封质量进行检查。发现缺陷，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。风沙大、雾天、雨天及表面潮湿的钢杆件不应进行油漆。

5.6 钢-混凝土组合梁

5.6.2 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元件。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。

5.6.3 桥面横向裂缝检查，要加强对其结合部位的保养维修，其目的主要防止桥面水渗漏造成钢构件锈蚀及钢和混凝土之间的连接失效。

混凝土裂缝处理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。先在裂缝两侧画出修补范围，在线内用小锤、手铲、钢丝刷把构

件表面整平，凿去突出部分，然后清洗干净并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。相关工艺流程可参考国家现行标准《建筑结构加固工程施工质量验收规范》GB 50550、《公路桥梁加固施工技术规范》JTG/TJ 23。

由于化学灌浆材料具有毒性和刺激性气味，应采取有效的通风措施，对施工人员采取防护措施，另外化学灌浆材料应密封存储。

5.6.5 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 0.1mm 时，组合作用大大降低，因此需要进行修复。

5.6.6 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。

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。

5.6.7 结构变位超过规定，可采取下列方法加固：

- 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。

5.6.8 加固方法及适用范围：

1 若钢筋混凝土桥面板小范围开裂，将开裂部分及周围一个板厚范围内的混凝土凿除，用高强度等级微膨胀混凝土填补。

2 钢筋混凝土桥面板大面积开裂，可参照原桥的施工工艺采用更换预制板或重新浇筑混凝土板的方法。

3 采用更换预制桥面板的方法，应在拆除旧桥面板（4~6）个月前将预制板预制完成。宜对预制板施加临时预应力，待接缝

混凝土浇筑完毕后，再释放临时预应力。

4 重新浇筑混凝土桥面板，拆除旧桥面后，应使钢梁反拱，再浇筑混凝土。在混凝土浇筑过程中，应设置足够强度的临时支架。

5 在钢梁顶面增设剪力键。

钢-混凝土组合梁桥的结构特点是混凝土桥面板（除去表面磨损层）为主梁结构的一部分，且与钢梁之间可靠地连接成整体。本条有关加固的规定均是根据这一原则作出的。所针对的病害有两类，一是混凝土板开裂，二是钢与混凝土板间的连接不够，出现裂缝或脱开。加固时对混凝土板临时预压或对钢梁顶弯都是为了调整组合梁的应力状态，一般在原设计时已是如此考虑，若原设计没有考虑，加固时也可采取此类办法，对此需要进行设计和验算。

5.7 系杆拱桥

5.7.1 系杆拱桥是一种集拱与梁的优点于一身的桥型，它将拱与梁两种基本结构形式组合在一起，共同承受荷载，充分发挥梁受弯、拱受压的结构性能和组合作用。拱端的水平推力由拉杆承受，使拱端支座不产生水平推力，该拉杆称之为系杆。拱与梁间用两端铰接的竖直杆连接而成，该竖直杆称之为吊杆。亦可用斜杆来代替直杆成为尼尔森体系。

系杆拱桥技术状况检查要求适用于采用套管与注油防锈的吊杆。

第2款 引起钢丝束锈蚀的原因有：

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地检测钢丝（束）的索力。

第5款 对于钢管混凝土吊杆拱桥，拱座混凝土与钢管拱肋连接处受力较为复杂，该处易产生裂缝，且连接处钢管易受雨水侵蚀，在养护的过程中对该处应重点检查，及时清理该处的积水和垃圾。

5.7.5 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。

5.7.6 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。

5.8 悬索桥

5.8.1 钢索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。对于钢构件，外层的涂膜直接影响着内部构件的腐蚀，一旦发现外层涂膜劣化应及时处理。主缆检查应以散索鞍为起点，沿主缆全长进行涂膜检查，有无粉化、开裂、起泡、脱落和锈蚀、有无机械碰损，并进行检查结果分类评定。

5.8.2 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，且须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。

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。

5.8.8 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，影响索鞍的辊轴或滑板正常工作。

5.9 斜拉桥

5.9.2 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，减振措施是否有效。

每年进行拉索索力测量，是为了解拉索索力变化状况及松弛现象。

5.9.3 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。雨水可沿拉索表面流至索孔垫板，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。

5.9.5 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。

5.9.7 拉索各部位的维修：

第3款 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，则将裂缝封闭。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。

第4款 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揩净再修补。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。

5.9.8 本条为强制性条文。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（规定值参照本标准表 5.3.2 恒载裂缝宽度最大限值）时，应查明原因，确定裂缝出现的部位、宽度、长度、深度、发展方向等要素，确定是否影响主梁承载能力，根据发展程度，通过计算确定采取封闭、加固等措施。

当斜拉桥钢筋混凝土或预应力混凝土主梁的挠度超过设计规定的允许值时，应查明原因，观察梁体表观，确定各类病害及其发展。在剔除制作误差原因的基础上，进一步判断挠度超限的原因，并根据实测挠度值，通过计算，确定是否影响主梁承载能力，确定采取的加固措施。

同时应加强观测索体锚固区的锚箱、锚杯等部位，发现开裂应立即上报，并采取应急措施限制车辆通行。应对锚体混凝土加强观测，发现开裂应先封闭裂缝并监测裂缝扩展情况。如裂缝继续出现并扩展，应实施特殊检测，查明原因并及时维修。

当斜拉桥拉索索力偏离设计值较大时，应查明原因，观察索体系（包括上锚头、下锚头、拉索本体及护层、锚箱、索体混凝土等）表观，确定各类病害及其发展。在剔除安装索体出现误差的基础上，进一步判断索力偏差的原因，是否出现拉索锈蚀或断丝，并根据实测索力值，通过计算，确定索体安全系数，来确定采取的调整索力或换索措施。

斜拉索索力宜采用频率法测定。发现缆索钢丝锈蚀应评估拉索承载力。发现索体安全系数低于 2.0 或当索达到设计使用寿命时，宜提出换索建议。

6 下部结构养护

6.1 支 座

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

6.1.2 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，维修保养不够等，加强平时的养护维修工作，可以防止支座损坏的扩大。

辊轴的正常位移量可按下式计算：

$$\delta = \frac{1}{2}(t - t_0)\alpha l \quad (1)$$

$$t_0 = t_{cp} \pm \frac{\Delta K}{2\alpha l} \quad (2)$$

式中： δ ——辊轴正常位移量（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（℃）

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）。

6.2 墩 台

6.2.1 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

体的冲击力等的作用。

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，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。

6.2.2 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。对裂缝已贯通的墩台，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 $100\text{mm}\sim 200\text{mm}$ 。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。

桥台锥坡及八字翼墙在洪水冲击或填土沉降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。

6.2.3 连续梁桥和拱桥基础的不均匀沉降超过设计允许变形，会使结构中产生附加应力，引起结构损坏。加固处理应经过设计验算，维修后应对桥梁整体进行检测，使其满足正常使用功能和安全要求。

6.2.4 已通行但抗倾覆性不足的独柱墩桥必须进行加固或改造。加固或改造力求不改变原桥形受力体系，即优先采用对桥形受力

体系不发生改变加固方案。加固方案受地形、环境、经济、交通、加固方法、城市景观等条件限制不容易解决独柱墩桥的抗倾覆性不足时，可采用对桥形受力体系改变小的改造方案。加固或改造后宜进行桥梁荷载试验，通过特殊检测，确保桥梁受力符合设计要求，满足通行要求。

6.3 基 础

6.3.1 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。

6.3.4 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。

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。人工地基加固的方法很多，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。

6.3.6 对于超静定结构，位移引起的附加内力超出允许值时会引起结构破坏，对其影响程度可通过观测和检算来确定。

7 抗震设施

7.0.1 目前除常规抗震设施外，在中大型以上桥梁抗震设计中，桥梁抗震阻尼器的应用不断增多。本标准养护要求主要针对目前使用较多的桥梁黏滞流体阻尼器，其他类型阻尼器（熔断阻尼器、限位阻尼器、支座式金属屈服阻尼器等）桥梁养护管理部门可根据实际类型特点制定相应的计划方案进行养护。

7.0.2 参考加固方法如下：

1 地震设防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、支座倾覆、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 21 所示。

2) 防止跨内伸缩装置脱落，如图 22 所示。

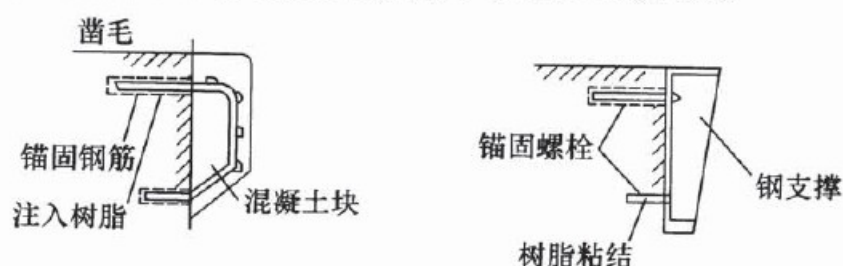


图 21 采用支座支承上部结构时的托架支撑示意

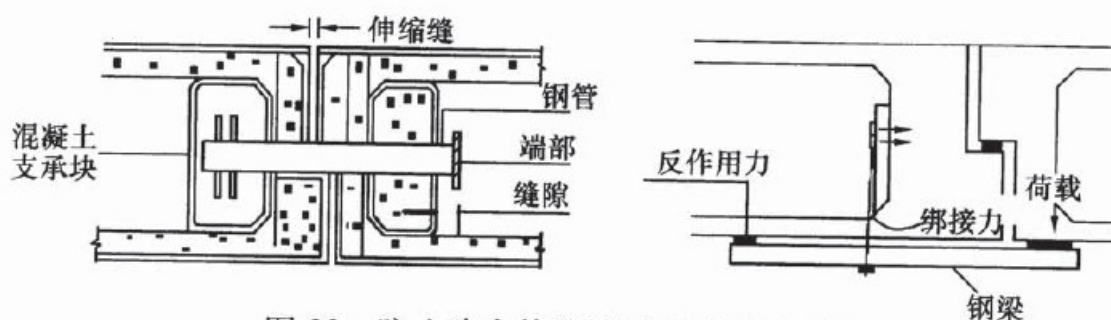


图 22 防止跨内伸缩缝脱落的装置示意

3) 防止横向落梁的加固措施

采用在梁底或盖梁上植入锚固螺栓安装限位挡块，或在盖梁上进行抱箍焊接安装限位挡块的措施防止梁体在横向产生过大位移。

4) 采用高强度钢索限制梁体纵向位移的防落梁措施，如图 23 所示。

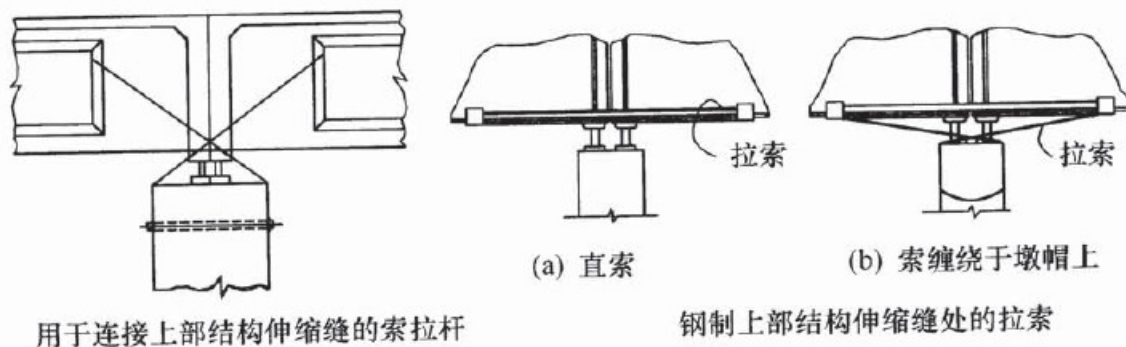


图 23 高强钢索限制梁体纵向位移的防落梁措施示意

5) 支座的连接加固：两支座可用钢筋纵向连接加固，如图 24 所示。

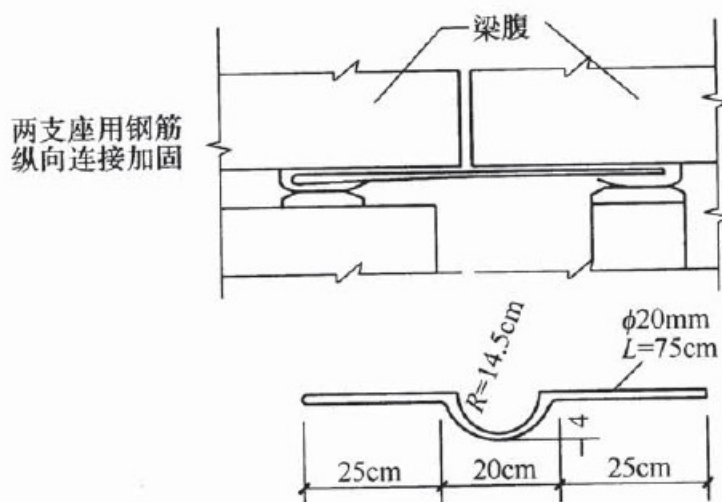


图 24 采用钢筋纵向连接加固示意

2 地震设防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）连接处、墩身与承台连接处、承台与基桩连接处；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。

- 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 25 所示。

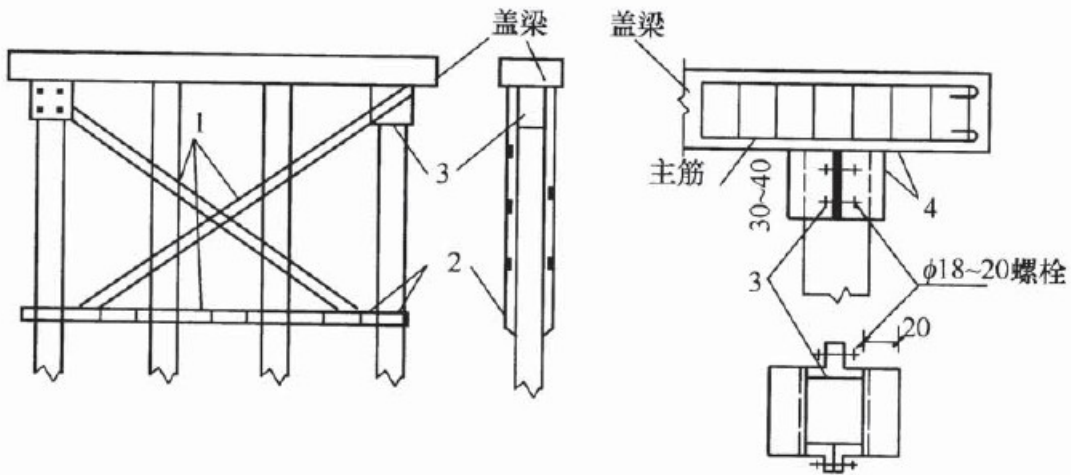


图 25 桩式或柱式墩抗震加固示意

- 1—槽钢或角钢；2—螺栓；3—钢板箍厚 6~8；4—连接钢板桩柱式墩加固
(尺寸单位：cm；铁件：mm)

- 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 26 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 27 所示。
- 5) 在柱周围附上一层形似套管的、相对较厚的钢筋混凝土。
- 6) 采用碳纤维等对钢筋混凝土柱进行加固。

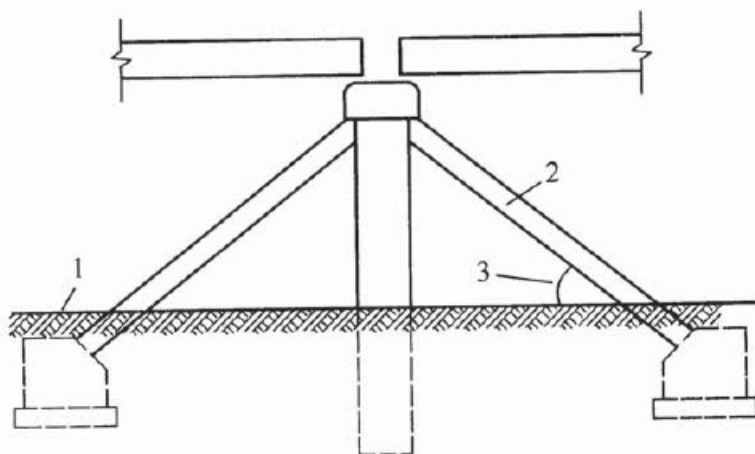


图 26 斜撑加固示意

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

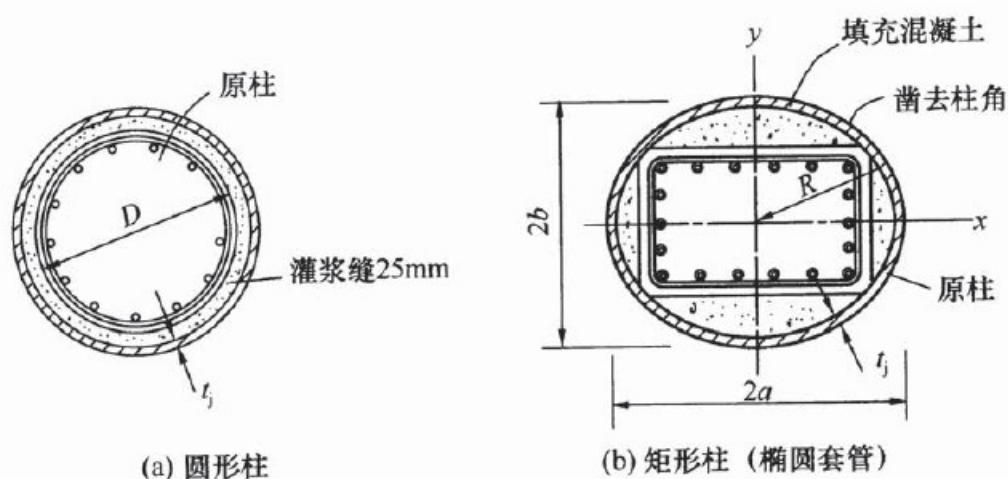


图 27 钢套管加固柱的约束示意

3 桥台的抗震加固措施如下：

- 1) 当桥台经过验算，在地震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。
- 2) 当桥台填土压力在地震作用下发生变化，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，或同时将埋置式、一字式桥台改为 U 形桥台。

4 地震设防区拱桥抗震的薄弱部位为：拱顶、拱圈 $1/4$ 跨径处、拱脚、腹拱与立柱连接处。易发生的震害为拱上建筑局部挤坏，腹拱与立柱连接处开裂式脱落，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，中间用花篮螺栓拉紧，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 28 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 6mm~8mm 厚的钢板制成，宽 200mm），中间用花篮螺栓拉紧，如图 28 所示。

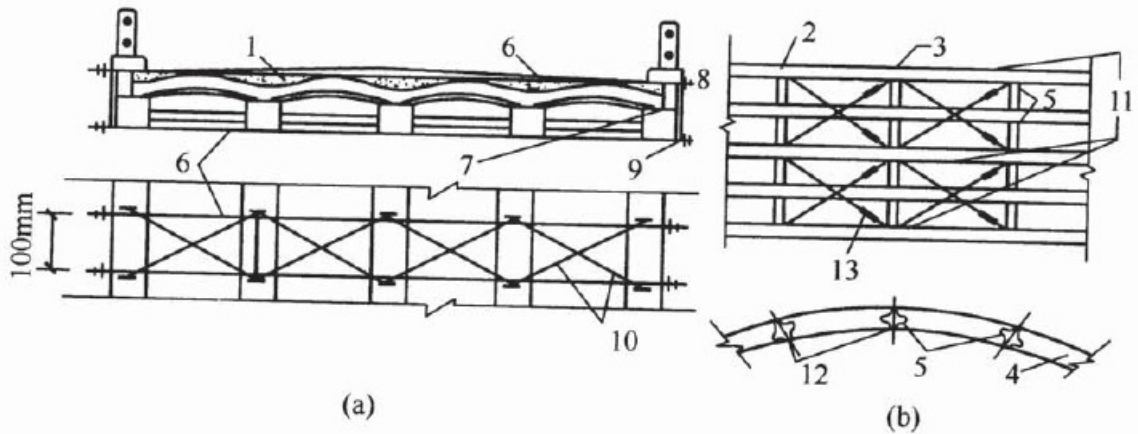


图 28 双曲拱桥拱肋整体连接

- 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，见图 11 所示。

5 地震后拱桥桥台发生位移，处置程序参见第 5.3.14 条条文说明。

6 其他的抗震加固方法有设置减隔震支座、抗震阻尼器等。

8 人行地下通道

8.0.1 本条规定是为了保持人行地下通道的整洁。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 人行地下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，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年~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。装饰材料应采用阻燃材料避免燃烧伤人。

8.0.4 通道内的电气设备应每月检测，特别是雨季前要对所有的电气设备遥测一遍，防止漏电伤人。电气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 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。

8.0.6 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。

8.0.7 人行地下通道的环境不仅是市容环境的一部分，而且关

系到行人安全，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。

8.0.8 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。

9 隧 道

9.0.1~9.0.3 明确了城市隧道按类别、等级进行巡查、检测和养护。巡检过程中应根据不同的隧道类型编制相应表格并填写。

隧道由于其特殊的使用功能，使得它的养护工作较人行地下通道更为重要。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”。

9.0.6、9.0.7 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处置，防患于未然。

9.0.8 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，防止因山体及附近出现的问题而引起隧道较大的破坏。

9.0.9 水能破坏隧道结构，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。

9.0.10 隧道的营运附属设施包括：供电、通风、照明、监控、消防、防冻、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。隧道内一氧化碳气体浓度、烟尘浓度、照度控制值可参考《公路隧道通风设计细则》JTG/TD 70/2-02、《城市道路照明设计标准》CJJ 45、《公路隧道照明设计细则》JTG/TD 70/2-01。

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行车安全，所以桥面的泄水孔应定期掏挖，如有损坏及时修复。

10.1.2 雨季到来之前，桥面排水设施均应全面检查、维修。

10.2 人行道

10.2.2 人行道养护要及时修复破损的设施，要分析破损的原因，如自然损坏、人为损坏、自然现象侵蚀等，应针对不同损坏原因进行有效的修复和日常养护维修。桥梁人行道养护应重视防水层和伸缩缝的细节处理，以便形成全桥整体防、排水系统和确保伸缩装置贯通。

10.3 栏杆

10.3.1 栏杆安装的线形和坡度应符合设计规定，外观应流畅平顺，并应连接牢固。

10.4 防撞护栏

10.4.1 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。

10.4.3 桥梁不同位置设置的防护栏有所不同，但要起到保障安全的作用，同时兼顾整齐美观的效果。

10.5 挡土墙、护坡

10.5.1 挡土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。

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

10.6 人行天桥的附属设施

10.6.1 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。

10.6.2 栏杆是天桥上行人的安全防护设施，要求经常检查、养护，并结合检查结果对天桥栏杆水平推力进行抽检测试，发现损坏或不满足设计要求的及时维修。

10.6.4 高架线安全距离不够时可能发生触电事故。

10.7 声屏障、灯光装饰

10.7.1 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。

10.7.2 桥梁的景观灯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，景观灯饰出现损坏影响视觉效果时，应及时更换维修。

10.8 调治构造物

10.8.1 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。

10.8.2 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漂浮物，如：杂草、荆棘等。

10.8.3 为确保调治构造物对桥梁起到保护作用，汛期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汛期前完

成修复工作。

10.9 桥头搭板

10.9.1 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限值时应及时修复。

10.11 其他设施

10.11.1 其他设施同样是桥梁上的重要安全设施，出现破损、变形等情况不能发挥其功能时，需及早维修。

10.11.2 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。

10.11.3 快速路设置防护网可有效地阻止行人的穿行，既保护行人安全，又可以确保车辆行驶安全。防护网宜采用网身轻巧、造型新颖、美观耐用材料，整体应稳定牢固、防锈抗氧化，网身应保持完好无破洞，网上保持干净无杂物。

10.11.4 设置限高门架是为保证桥梁安全，防止车辆因超高撞击桥梁梁体，造成梁体损坏，应定期检查，发现损坏立即维修，警示标志应保持醒目。

10.11.5 避雷装置对桥梁受雷击时起着均压、屏蔽等作用，保护桥体本身及桥上人和设备的安全。故桥梁防雷装置不容破坏，应经常检查。检查时应采用仪器设备对接地线电阻进行测试，对接地线电阻不满足要求的应及时更换。特别对于系杆拱桥、悬索桥、斜拉桥等特殊结构桥梁，都属于高结构物，在雷雨季节受雷击的概率较高，雷击可直接造成桥体的结构破坏和桥面行人的伤亡，还会对桥上安装的电气、通信和监控等弱电子设备造成影响。

10.11.7 桥区内绿化不仅要美观，还要不影响桥梁使用功能、耐久性和养护，若防护设施与绿化设施有不协调，应以防护设施为主。桥区内绿化支架、花盆、外饰面板、绿化排水系统等如归其他管理部门养护，应符合本标准规定。

10.11.8 随着城市管理水平的提升，越来越多的人行天桥、人行地下通道安装自动扶梯或垂直乘客电梯。自动扶梯和垂直乘客电梯都属特种设备，电梯的制造、安装、维护、运营、检查、检测必须符合《中华人民共和国特种设备安全法》、《自动扶梯和自动人行道的制造与安装安全规范》GB 16899、《电梯制造与安装安全规范》GB 7588、《电梯使用管理与维护保养规则》TSG T5001 等国家法律条文及现行标准的规定。

11 城市桥梁安全防护

11.1 城市桥梁安全保护区

11.1.1、11.1.2 城市桥梁安全保护区是指桥梁垂直投影面、隧道周边一定距离范围内的水域或陆域。由于城市桥梁结构类型复杂、可能损害城市桥梁的限制性作业行为多样、桥梁周边的水文地质条件不同，因此各地桥梁养护管理部门应按不同结构形式、不同类型城市桥梁的专业论证数据划定城市桥梁安全保护区范围，同时向社会公示。下面是我国南方地区部分城市桥梁安全保护区划分方法，可供参考。

1 基坑工程的城市桥梁安全保护区：

- 1) 基坑开挖会对桥梁周边土体造成一定的扰动，从而引起桥梁沉降、倾斜、转动等，改变桥梁结构受力，甚至其内力变化将超出桥梁承载能力，造成桥梁破坏。对此，应采取相应技术措施提高基坑安全度，并采取必要的监测和保护措施，确保桥梁结构安全，使用功能完备。
- 2) 基坑工程安全等级应根据环境条件、工程地质条件、水文地质条件等进行划分，并参考相关规范。本标准为了便于桥梁养护管理人员操作，将基坑工程根据开挖深度划分为三级，见表 22。

表 22 基坑安全等级划分

基坑安全等级	开挖深度 H (m)
一级基坑工程	$H > 12$
二级基坑工程	$7 \leq H \leq 12$
三级基坑工程	$H < 7$

- 3) 基坑工程的城市桥梁安全保护区按表 23 划分。

表 23 按基坑工程划分的城市桥梁安全保护区

桥梁类型	桥梁安全保护区 (m)		
	一级基坑	二级基坑	三级基坑
特大桥	75	65	55
大桥	65	55	50
中桥	55	50	45
小桥、涵洞	50	45	40

注：桥梁类型划分参考《城市桥梁设计规范》CJJ 11-2011。

- 4) 对于列为近代优秀保护建筑或文物的桥梁，需提高保护等级，按大桥划定保护区，并应进行专项设计，经评审通过后方可实施。

2 桩基工程的城市桥梁安全保护区

(1) 按成桩方法和对周围土体扰动程度的不同，将桩基工程分为三类：

1) 挤土桩，主要是各类打入或压入的预制桩、封底的钢管桩和混凝土管桩、沉管灌注桩等；

2) 部分挤土桩，主要是各类打入或压入的 I 型或 H 型钢桩、钢板桩、开口式的钢管桩、螺旋桩等；

3) 非挤土桩，主要是各类挖孔或钻孔桩、预钻孔埋入桩等。

由于部分挤土桩的挤土程度难以定量确定，偏于安全考虑，把部分挤土桩归入挤土桩的类别中，按挤土桩和非挤土桩两大类进行管理。

(2) 桩基工程的城市桥梁安全保护区按表 24 规定划分。

表 24 按桩基工程划分的桥梁安全保护区

桥梁类型	桥梁安全保护区 (m)	
	挤土桩	非挤土桩
特大桥	80	40
大桥	60	30
中桥	50	25
小桥、涵洞	40	20

注：桥梁类型划分参考《城市桥梁设计规范》CJJ 11-2011。

3 修建地下结构物、盾构顶进、埋设管线、降水工程等作业的城市桥梁安全保护区域，可划为桥梁垂直投影面周边各 60m 范围。

4 疏浚作业的城市桥梁安全保护区域可划为桥梁跨越的河道上下游（桥梁垂直投影面两侧）各 30m 范围。

5 爆破作业的城市桥梁安全保护区域可划为桥梁垂直投影面周边 200m 范围。

6 堆载（或卸载）作业的城市桥梁安全保护区域可划为桥梁垂直投影面周边 50m 范围。

11.1.3 城市桥梁安全保护设计方案包括作业区域、作业内容、开竣工日期、技术保护措施、施工设计图纸等内容。

城市桥梁安全保护协议包括以下内容：

- 1 作业对城市桥梁影响的分析评估；
- 2 相关城市桥梁安全保护的设计方案；
- 3 作业的安全保护措施及施工方案；
- 4 在作业期间及后续阶段，城市桥梁的沉降、位移等监测方案；
- 5 监测资料的报送内容和形式；
- 6 施工应急预案；
- 7 其他需要的技术要求等。

11.1.5 动态监测的主要内容应包括：

- 1 安全保护区域内地面沉降、土体侧移；
- 2 城市桥梁的垂直位移、水平位移等；
- 3 城市桥梁的墩台、基础、支座和接头连接部分的位移、转角等；
- 4 影响城市桥梁安全的其他监控内容。

11.2 超重车辆过桥

11.2.1 本条为强制性条文。本条规定的超重车辆是指其车辆总重或轴重超出桥梁设计荷载标准或城市桥梁养护管理部门公布的

限定荷载标准的车辆。

城市桥梁应设置限载标志，限定荷载标准可依据各地区城市桥梁设计荷载、技术状况、交通状况等具体情况确定。限载标志应符合现行国家标准《道路交通标志和标线 第2部分：道路交通标志》GB 5768.2 的规定。

超重车辆过桥应由桥梁养护管理部门组织评估，评估的主要依据：车辆主要技术指标；桥梁的设计文件（或竣工文件）及其他技术档案资料；对桥梁现状进行现场检测的数据；设计单位专项验算文件等。

超重车辆过桥前的加固措施应重点满足超重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，必要时组织专家论证。

1 小跨径桥梁和圮工拱桥，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 29 和图 30。

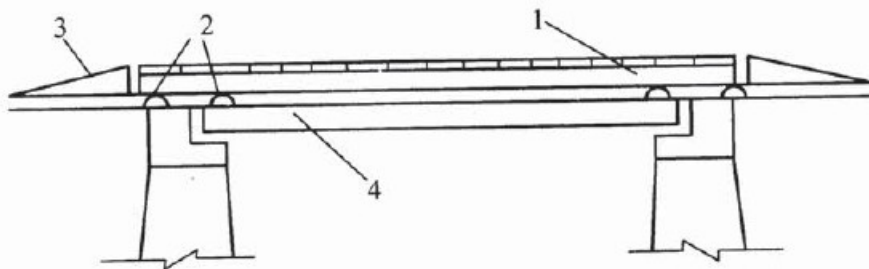


图 29 全桥跨越法示意

1—加固梁；2—枕木；3—跳板；4—原有上部结构

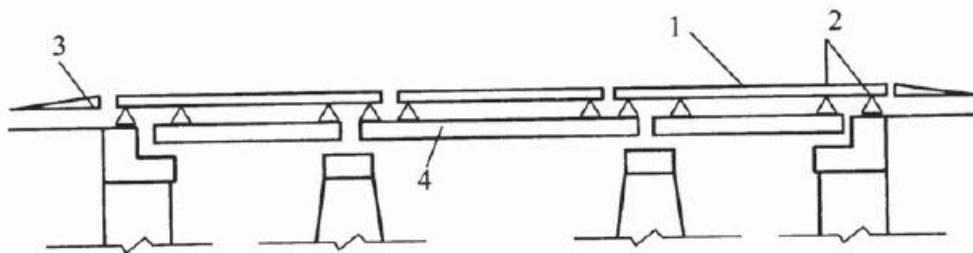


图 30 部分跨越法示意

1—加固梁；2—枕木；3—跳板；4—原有上部结构

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支撑，以减小跨径，但应验算梁的强度。临时支撑不得影响城市正常的交通。

4 通过加固无法达到通过超重车要求的桥梁，宜进行改建，或者在原桥的附近修建临时便桥通过。

11.2.2 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。

11.2.3 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。

11.2.4 超重车辆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。

11.3 桥下空间

11.3.1 城市桥梁桥下空间是指桥梁垂直投影面下除水面、铁路、道路以外的空间及场地。桥下空间不得用于商贸、餐饮、娱乐、机动车辆维修场地等用途。

11.3.2 桥下空间使用单位应建立健全消防安全管理制度、环境卫生管理制度，达到如下要求：

1 按消防部门规定配备足够的消防设备，定期检查维修，保持完好和有效，灭火器周围不得存放其他物品。桥下消防通道内不得停放车辆或杂物。

2 桥下空间不得存放汽油、柴油等易燃、易爆、化学危险品。

3 桥下空间场地不得加油、使用煤气罐及明火。

4 桥下空间应保持清洁卫生，保证空间内干净整洁，地面无垃圾、杂草、堆放物、污水、污迹，墙面无乱贴、乱画、乱挂

以及小广告等。

5 护栏或护网应保持完整、清洁，不得悬挂物品。

6 桥下空间地面应采用沥青、水泥混凝土或石材等硬质材料铺装。地表面要平整、完好，不得有坑洞、碎裂，保证排水通畅无积水。

7 桥下空间使用单位应制定消防预案、防汛预案，并定期组织演练。

11.3.3 桥下空间属于城市桥梁安全管理范围，桥下空间使用单位负责桥下空间的日常管理和维护工作，必须达到“安全、有序、整洁、规范、美观”的要求，桥下搭建构筑物应征得城市桥梁养护管理部门同意。

11.3.4 本条为强制性条文。城市桥梁桥下空间应统一规划、管理，合理、科学、安全使用。城市桥梁日常养护、维修需占用桥下空间，使用单位必须积极配合，桥下搭建构筑物不得影响桥梁检测作业。