

DB4201

武 汉 市 地 方 标 准

DB4201/T 581.1—2019

武汉市桥梁隧道养护技术规程 第 1 部分：桥梁

Technical specification of maintenance for bridge and tunnel in Wuhan—
Part1: Bridge

2019-09-12 发布

2019-10-12 实施

武汉市市场监督管理局 发布

目 次

前 言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 符号	3
5 基本规定	3
6 检测与评估	7
7 上部结构的养护	21
8 下部结构的养护	40
9 抗震设施和减振设施	45
10 附属设施的养护	46
11 安全管理	51
12 信息和档案资料管理	57
13 养护工程的检查与验收	59
附录 A（资料性附录） 城市桥梁日常巡查和经常性检查报表	61
附录 B（资料性附录） 城市桥梁资料卡	63
附录 C（资料性附录） 城市桥梁设备量年报表	66
附录 D（规范性附录） 桥面系各评价要素评分等级、扣分值表	67
附录 E（规范性附录） 城市桥梁检测评估项目和频次表	82
附录 F（资料性附录） 城市桥梁检测和养护设备表	86
附录 G（规范性附录） 施工作业控制区相关道路区域	87
附录 H（资料性附录） 施工作业控制区交通管理设施设置示例	89

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009 《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准由武汉市城市管理执法委员会提出并归口。

本标准起草单位：中铁大桥科学研究院有限公司、武汉市桥梁维修管理处、武汉城市公共设施运营发展有限公司、武汉长江隧道建设有限公司、武汉市政工程设计研究院有限责任公司、武汉市汉阳市政建设集团有限公司、武汉理工大学、武汉路源工程质量检测有限公司。

本标准主要起草人：侍刚、吕宏奎、江淦、李鸥、何祖发、伍贤智、孙连峰、吕慧敏、崔清强、吴美艳、朱继祥、南京、杨捷、谢焕龙、张伟、李素兰、苏利、许标、柳胜、韩伟龙、谢佚、陈文林、李聪、涂峰、田路、邓妮芬、袁新昌、张少星、林燕华、熊鹰、赵青海、王国培、杨秋萍、刘尚茂、张文斌、孙诗和、李匡华、甘建春、陈卫民、吴启明、骆俊、李奕、贺小川、肖祥、黄煜诚、李朝晖、荆武、罗艳明、张守城。

武汉市桥梁隧道养护技术规程

第 1 部分：桥梁

1 范围

本标准规定了武汉市桥隧养护技术的基本规定、检测与评估、上部结构养护、下部结构的养护、抗震设施和减振设施、附属设施的养护、安全管理、信息和档案资料管理、养护工程的检查与验收的要求。

本标准适用于武汉行政区域内已运营使用的一般城镇道路上桥梁及公园广场等供车辆、行人通过的桥梁的养护；不适用于轨道交通桥梁。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 5768.3-2009 道路交通标志和标线 第3部分：道路交通标线

GB 8923.2 涂覆涂料前钢材表面处理表面清洁度的目视评定 第2部分：已涂覆过的钢材表面局部清除原有涂层后的处理等级

GB/T 50328 建设工程文件归档规范

BS 7799-2 信息安全管理规范

CJJ 2 城市桥梁工程施工与质量验收规范

CJJ 36 城镇道路养护技术规范

CJJ/T 233 城市桥梁检测与评定技术规范

CJJ/T 235 城镇桥梁钢结构防腐涂装工程技术规范

CJJ/T 239 城市桥梁加固技术规程

GA/T 900 城市道路施工作业交通组织规范

JT/T 1037 公路桥梁结构安全监测系统技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

城市桥梁 city bridge

城市范围内连接或者跨越城市道路、铁路、河流等，供车辆、行人通行的桥梁。

3.2

养护 maintenance

为了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、安全管理、信息管理等工作。

3.3

保养小修 routine maintenance

对城市桥梁及其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程项目。

3.4

中修工程 medium-sized maintenance

对城市桥梁及其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项目。

3.5

大修工程 overhaul engineering

对城市桥梁及其附属设施的较大损坏进行综合治理，全面恢复到原有技术水平和标准，或在原技术等级范围内对桥梁结构进行维修改造的工程项目。

3.6

加固工程 strengthening engineering

当桥梁构造物局部损坏或承载能力不足时，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。

3.7

改扩建工程 reconstructed and extension engineering

对城市桥梁及其附属设施因不适应现有的交通量、载重量增长、通航或泄洪等要求，需提高技术等级，或因显著提高其运行能力而进行的工程，或因桥梁结构严重损坏，需要恢复技术等级标准，拆除重建的工程。

3.8

抢修 emergency repair of bridge

当桥梁因水毁等自然灾害及超载、意外事故造成中断交通或严重影响通行的破坏时，所采取的迅速恢复交通的工程措施。

3.9

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。

3.10

超重车辆 overweight vehicles

总重或轴重超出桥梁设计荷载标准或桥梁管理部门规定限载量的车辆。

3.11

特殊结构 special structure

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。

3.12

城市桥梁安全监测系统 safety monitoring system for urban bridges

由安装在一座桥梁上的传感器以及数据采集与传输、数据处理与管理等软硬件构成，对桥梁的荷载与环境作用以及桥梁结构性能参数进行测量、收集、处理、分析，并对桥梁结构正常使用水平与安全状态进行评估和预警的系统。

3.13

城市桥梁安全信息监控管理平台 safety information monitoring and management platform for urban bridge

以辖区范围内多座城市桥梁为对象，应用先进传感、通讯和网络等信息技术，集环境监测、桥梁结构监测、视频图像监测、数据存储与管理、数据分析处理、桥梁状态评估与预警及桥梁养护管理等各功能子系统于一体的综合集群化监测管理平台。

3.14

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。

3.15

索构件 cable

由高强平行钢丝或钢绞线组成的索结构，主要是指中下承式拱桥和悬索桥的吊索和主缆、系杆拱桥的系杆索、斜拉桥的斜拉索。

4 符号

下列符号适用于本文件。

BCI (Bridge Condition Index) ——城市桥梁状况指数，以表征桥梁结构的完好状态。

BSI (Bridge Structure Index) ——城市桥梁结构指数，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。

PE——用掺入2%~5%碳黑的高密度聚乙烯制成的拉索护层。

PU——用聚氨脂弹性体制成包裹在PE护层外的彩色拉索护层。

5 基本规定

5.1 养护类别和养护等级

5.1.1 城市桥梁的养护应包括以下工作：

- a) 检测评估：包括经常性检查、定期检测、特殊检测、信息化安全监测；
- b) 养护工程：包含保养小修、中修工程、大修工程、加固工程、改扩建工程；
- c) 安全防护：包括桥梁安全保护区域、超重车过桥、灾害防治与突发事件处理、养护安全作业、交通控制等；
- d) 信息档案管理：包括桥梁施工竣工资料、养护期间的技术资料的管理，以及桥梁信息管理系统维护等。

5.1.2 城市桥梁应根据桥梁养护类别、养护等级和技术状况级别进行养护。

5.1.3 城市桥梁养护类别的划分。根据城市桥梁在武汉市城市道路系统中的地位，城市桥梁养护类别分类见表 1。

表1 城市桥梁养护类别分类

养护类别	城市桥梁分类	桥梁分类或道路分级
I 类养护	①单孔跨径大于 100 m 的桥梁及特殊结构的桥梁； ②跨越长江、汉江的桥梁；	特殊结构桥梁是指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、斜拉桥、悬索桥等。
II 类养护	①城市快速路上的桥梁 ②城市环线上的高架桥和立交桥；	城市快速路设有中间分隔带、单向设置不少于两车道，设计行车速度为 60 km/h~100 km/h。对桥面平整度、行车舒适度、养护要求较高。
III 类养护	城市主干路上的桥梁	城市主干路的设计行车速度为 40 km/h~60 km/h，以交通功能为主。
IV 类养护	城市次干路上的桥梁	城市次干路的设计行车速度为 30 km/h~50 km/h，以集散交通功能为主，兼有服务功能。
V 类养护	城市支路和街坊路上的桥梁	城市支路的设计行车速度为 20 km/h~40 km/h，解决局部地区交通，以服务功能为主。

5.1.4 养护等级划分。城市桥梁的养护等级宜分为 I 等、II 等、III 等：

- I 等养护的城市桥梁应为 I~III 类养护类别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的 IV、V 类养护类别的城市桥梁，应该重点养护；
- 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的 IV、V 类养护类别的城市桥梁，应有计划地进行养护；
- III 等养护的城市桥梁应为除 I 等养护和 II 等养护以外的其他城市桥梁，可一般养护。

5.1.5 城市桥梁技术状况应根据完好状态等级，对不同养护类别，其完好状态等级划分及养护要求应符合下列规定：

- I 类养护的城市桥梁完好状态宜按表 2 的规定分为两个等级：
 - 合格级：桥梁结构完好或结构构件有损伤，但不影响桥梁安全，应进行保养小修；
 - 不合格级：桥梁结构构件损伤，影响结构安全，应立即修复。

表2 I 类城市桥梁完好状态分级

完好状态分级	BCI 范围	养护对策
合格	[66, 100]	保养小修
不合格	[0, 66)	检测评估后进行中修、大修或加固工程

- II~V 类养护的城市桥梁完好状态 BCI 宜按表 3 的规定分为五个等级：

表3 II~V 类城市桥梁完好状态分级

等级	完好状态分级	BCI 范围	养护对策
	II~V 类养护		
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

- II~V 类养护的城市桥梁结构状况 BSI 宜按表 4 的规定分为五个等级。

表4 II~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

5.2 养护管理的基本规定

5.2.1 新建城市桥梁正式接收养护时，应有完备的交接手续，桥梁工程质量符合 CJJ 2 的相关规定，外观完好，交、竣工文件齐全，且应进行功能性检测，方可接管；如果城市桥梁在建设期同步建立了运营期结构安全监测系统，则该系统应工作正常、性能良好，并按相关设计文件和 JT/T 1037 的要求进行验收。

5.2.2 城市桥梁外观应安全、完好、整洁。不得擅自在桥梁结构上钻孔或设置其他设施。夜间照明应符合有关标准的要求；各种指示交通标志或警示标志应齐全、清晰。

5.2.3 人行天桥、立交、高架桥、通航河道桥梁的桥下应设限高交通标志，严禁装载高度超过桥下限高所示数值的车辆或船舶通行。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规程第 11.5 节的规定。

5.2.4 新建城市桥梁在投入运营前应设置永久控制沉降或变形监测点，并采集运营前成桥恒载状态的结构状况基础数据，如桥梁结构坐标，斜拉索、吊索等索结构的初始内力等。

5.2.5 城市大桥和特大桥设计或建设时应充分考虑运营期间的养护需要，设置养护维修工作通道、扶梯、吊杆、平台等，设计单位应提供养护技术要点及要求。养护设施未配置或配置不能满足主要养护工作需要的，可根据实际需要予以增添。

5.2.6 建立城市桥梁技术状况监测管理系统和数据库，实现桥梁技术状况安全可控，进行预防性养护，缺损病害及时发现维修，隐患及时排除，实施预防性决策。条件允许时，城市桥梁可采用城市桥梁安全监测系统设点测控，随时掌握桥梁技术状况和中长期发展趋势。

5.2.7 I 类养护的城市桥梁，必须设专人负责日常巡查，根据桥梁特点定期结构检测。

5.2.8 养护工程的分类。城市桥梁的养护工程宜按表 5 划分为保养小修工程、中修工程、大修工程、加固工程、改扩建工程及抢险工程等。

表5 养护工程分类

维修类型	类型	项目	数量	占全桥总量百分比
保养小修工程	附属设施	标志牌维修更换	$N \leq 750$ 个	$N \leq$ 全桥总量的 10%
		波形防撞护栏维修	$N \leq 700$ 块	
		防护隔离网维修	$N \leq 500$ m ²	
		防眩板维修	$N \leq 3\ 000$ 块	
		截水槽维修	$N \leq 1\ 500$ m	
		灯具更换	$N \leq 450$ 套	
		落水管更换	$N \leq 3\ 500$ m	
		声屏障维修	$N \leq 650$ m ²	

表5 (续)

维修类型	类型	项目	数量	占全桥总量百分比
保养小修工程	附属设施	限高架维修	$N \leq 50$ m	$N \leq$ 全桥总量的 10%
	桥面系	桥面铺装维修 (沥青混凝土)	$N \leq 300$ m ³	
		桥面铺装维修 (水泥混凝土)	$N \leq 650$ m ³	
		栏杆维修	$N \leq 600$ m	
		伸缩缝维修	$N \leq 120$ m	
	结构维修	裂缝封闭	$N \leq 10\ 000$ m	
		裂缝灌胶	$N \leq 3\ 000$ m	
		粘贴钢板	$N \leq 200$ m ²	
		支座保养 (垃圾清扫)	$N \leq 4\ 100$ 个	
		粘贴碳纤维布	$N \leq 620$ m ²	
		护坡维修	$N \leq 240$ m ³	
		桥梁涂装	$N \leq 4\ 000$ m ²	
混凝土缺陷修补		$N \leq 320$ m ²		
中修工程	桥面系	桥面铺装维修 (沥青混凝土)	$300\text{ m}^3 < N \leq 1\ 100\text{ m}^3$	全桥总量的 10% $< N \leq$ 全桥总量的 40%
		桥面铺装维修 (水泥混凝土)	$650\text{ m}^3 < N \leq 2\ 500\text{ m}^3$	
		伸缩缝维修	$120\text{ m} < N \leq 500\text{ m}$	
	结构维修	裂缝封闭	$10\ 000\text{ m} < N \leq 40\ 000\text{ m}$	
		裂缝灌胶	$3\ 000\text{ m} < N \leq 12\ 000\text{ m}$	
		粘贴钢板	$200\text{ m}^2 < N \leq 800\text{ m}^2$	
		支座更换	$100\text{ 个} < N \leq 400\text{ 个}$	
		粘贴碳纤维布	$620\text{ m}^2 < N \leq 2\ 400\text{ m}^2$	
		护坡维修	$240\text{ m}^3 < N \leq 900\text{ m}^3$	
		桥梁涂装	$4\ 000\text{ m}^2 < N \leq 16\ 000\text{ m}^2$	
		混凝土缺陷修补	$320\text{ m}^2 < N \leq 1\ 200\text{ m}^2$	
	大修工程	桥面系	桥面铺装维修 (沥青混凝土)	
桥面铺装维修 (水泥混凝土)			$2\ 500\text{ m}^3 < N \leq 5\ 000\text{ m}^3$	
结构维修		裂缝封闭	$10\ 000\text{ m} < N \leq 40\ 000\text{ m}$	
		裂缝灌胶	$3\ 000\text{ m} < N \leq 12\ 000\text{ m}$	
		粘贴钢板	$800\text{ m}^2 < N \leq 1\ 500\text{ m}^2$	
		支座更换	$400\text{ 个} < N \leq 800\text{ 个}$	
		粘贴碳纤维布	$2\ 400\text{ m}^2 < N \leq 5\ 000\text{ m}^2$	
		护坡维修	$900\text{ m}^3 < N \leq 2\ 000\text{ m}^3$	
		桥梁涂装	$16\ 000\text{ m}^2 < N \leq 33\ 000\text{ m}^2$	
		混凝土缺陷修补	$1\ 200\text{ m}^2 < N \leq 2\ 500\text{ m}^2$	
改扩建工程	桥梁提高技术等级		1 座及以上	
	立交桥、人行桥拆除后的改扩建			
加固工程	桥梁结构性加固		1 座及以上	
抢险工程	桥梁应急抢险维修		1 座及以上	
<p>注1: 表中 N 为维修工程数量。</p> <p>注2: 表中维修工程量的划分按“数量”和“占全桥总量百分比”两个指标进行控制均可行, 可视具体情况实施。</p>				

5.2.9 在城市桥梁上增加静荷载(构筑物、风雨棚、声屏障、盆栽绿化、广告牌、管线及交通标志牌等)必须满足桥梁安全技术要求。

5.2.10 在桥梁及其安全保护区域内实施可能对桥梁产生影响的行为,如安全保护区域内施工、桥上架设线路、放开限载限高限制、桥上安装宣传广告牌、改变桥梁基础的周边环境等,应申报桥梁管养单位批准后方可实施。

5.2.11 城市桥梁的安全保护区域、养护作业安全、灾害防治、突发事件应急处置、超重车过桥、交通荷载控制等安全管理应符合本规程第11章的规定。

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

6 检测与评估

6.1 一般规定

6.1.1 城市桥梁检测评估应根据其内容、周期、评估要求的不同,应按图1所示划分为三个层次:经常性检查、定期检测(分为常规定期检测和结构定期检测)、特殊检测(分为专项检测和应急监测)。

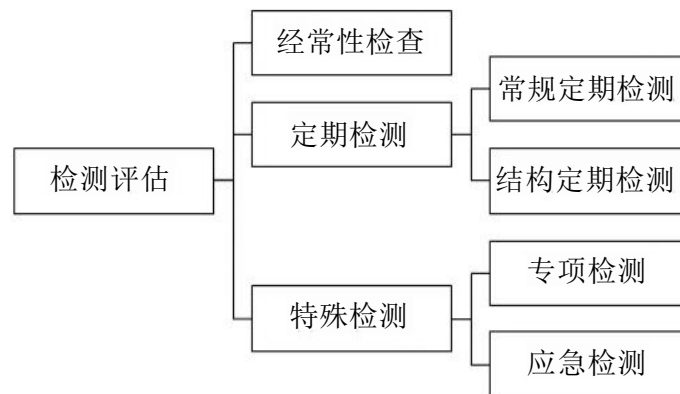


图 1 城市桥梁检测评估层次划分

6.1.2 城市桥梁的检测评估工作的基本内容和最低频次应按表6的要求进行。具体的检测评估的项目和频次宜按《城市桥梁检测评估项目和频次》(附录E)确定。在汛期、恶劣天气等情况下应适当增加检测频次。

表6 城市桥梁检测评估的基本内容和最低频次规定

检测评估层次	分类	检测内容	最低频次		
			I等养护	II等养护	III等养护
经常性检查	日常巡查	桥梁外观	每日1次	每3日1次	每周1次
定期检测	常规定期检测	外观、技术状况 线形、索力	每年1次		
	结构定期检测	外观、技术状况、结构 无损检测	3年1次	6年1次	
特殊检测	专项检测	规定内容	根据需要		
	应急检测	规定内容	根据需要		

6.1.3 城市桥梁的检测评估工作应包括下列内容：

- a) 了解桥梁初始状态，记录桥梁当前状况；
- b) 了解车辆和交通量的改变给设施运行带来的影响；
- c) 跟踪结构与材料的使用性能变异；
- d) 对桥梁状态评估提供相关信息，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；
- e) 养护、管理、设计与建设等部门提供反馈信息，提供养护维修建议。

6.1.4 城市桥梁检测评估应尽量采用先进的检测设备，常用的检测设备参见附录 F。

6.1.5 经常性检查和常规定期检测宜采用电子化记录方式，检测数据及时对接城市桥梁信息化管养系统。

6.1.6 城市桥梁技术状况应根据检测结果按本规范 5.1.5 条划分完好状态等级。

6.1.7 桥梁技术状况评估应采用分层综合评定与单项控制指标相结合的方法。

6.2 经常性检查

6.2.1 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。

6.2.2 经常性检查的方式宜为目测为主，结合车辆巡视，应及时填写《城市桥梁日常巡查报表》（见附录 A）或录入桥梁监测系统的智能终端，并及时汇总到城市桥梁信息化管养系统。

6.2.3 检查中发现情况应按下列方式处理：

- a) 桥面系和附属设施轻微病害应记录缺损类型，估算维修工程量，定期报告主管单位；
- b) 结构异常变异，应及时记录并报告主管单位；
- c) 由于桥梁出现严重病害和附属设施损毁，影响行车和行人安全，应立即报告主管单位，并采取相应维护措施。

6.2.4 对重要桥梁，如遇恶劣天气、汛期、雨季、冰冻等特殊情况，日常巡查周期在本规范 6.1.2 条的基础上宜适当缩短，必要时可设专人看护。

6.2.5 经常性检查应包括下列内容：

- a) 检查城市桥梁桥面系和附属设施完好状况和结构异常变位情况，主要检查内容见表 7；

表7 经常性检查要点

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、拥包、车辙、坑槽、积水、沉陷、碎边、桥头跳车等
	伸缩装置	连接松动、阻塞、异常变形、破损、脱落、漏水等；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	松动、裂缝、破损、缺失等
	栏杆、防撞护栏	断裂、松动、变形、污秽、缺损、露筋、锈蚀等
	防护网、声屏障	锈蚀、松动、变形、缺损等
	挡土墙、护坡、调治构造物	开裂、破损、塌陷、倾斜等
人行天桥附属设施	异常变异、缺损、积水等	
上部结构、下部结构	异常变异、缺陷、变形、沉降、位移、桥梁基础的周边环境是否改变等	

- b) 检查在城市桥梁安全保护区内的施工作业情况；
- c) 城市桥梁限载标志、限高装置及交通标志设施等各类标志完好情况；
- d) 其它较明显的损坏及不正常现象。

6.3 定期检测

- 6.3.1 定期检测分为常规定期检测和结构定期检测。检测周期应符合本规范表 6 的要求，检测项目和频次宜符合本规范《城市桥梁检测评估项目和频次》（见附录 E）的规定。
- 6.3.2 定期检测应由具有相应资质的专业单位承担，并应由具有桥梁养护经验的人员参加。
- 6.3.3 定期检测应全面、详细，覆盖桥梁结构的各个构件。
- 6.3.4 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等因素制定详细计划并提交主管部门批准。
- 6.3.5 常规定期检测以目测结合仪器观测进行，并应配备如照相机、裂缝观测仪、探查工具等必要的量测仪器和设备，检查时应借助桥梁检测车等辅助设施接近各个部件进行详细检查，并应清晰标明病害范围、检测日期。
- 6.3.6 常规定期检测应包括下列内容：
- 对照城市桥梁资料卡（见附录 B）和设施量年报表（见附录 C）现场校核城市桥梁的基本数据；
 - 按照表 8 的要求对桥梁外观状况进行检查，记录病害，实地判断损坏原因，估计维修范围、制定方案；
 - 测量墩台、索塔的沉降和倾斜度，独柱墩桥梁墩柱的侧向倾角及梁体相对水平位移，桥面高程，锚碇、拱座的水平位移，悬索桥索夹滑移等；
 - 测试悬索桥、斜拉桥、系杆拱桥（有吊杆）的索力；
 - 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；
 - 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；
 - 根据城市桥梁技术状况，建议下次检测的时间。

表8 常规定期检查外观检查要点

桥梁类型	重点检查内容	
梁桥	混凝土桥	1 跨中、支点及变截面处，悬臂端牛腿或中间铰部位，刚构的固结处和桁架节点部位，混凝土是否开裂、缺损 2. 混凝土有无大面积剥落、露筋、锈蚀，箱形梁内是否有积水 3. 预应力锚固区段混凝土有无开裂，沿预应力筋方向有无纵向裂缝。 4. 装配式桥梁重点检查横向联系的缺损状况。 5. 支座有无破损、缺失、异常变形或移位，垫石有无开裂、破损 6. 墩台混凝土有无破损、有无裂缝，基础有无明显冲刷
	钢桥	1. 检查焊缝是否开裂，锈蚀 2. 涂层是否大面积脱落，构件是否大面积锈蚀 3. 高强度螺栓连接是否松动、锈蚀、断裂 4. 构件是否有局部变形 5. 支座有无破损、缺失、垫石有无开裂、破损 6. 墩台混凝土有无破损、有无裂缝，基础有无明显冲刷 7. 钢箱梁内部是否潮湿、渗水
拱桥	1. 主拱圈是否开裂，圮工拱桥的砌缝是否脱落，空腹拱的小拱是否有变形、开裂。 2 拱上立柱、盖梁、横系梁有无裂缝、剥落。 3. 中、下承式拱桥吊杆 PE 护套有无开裂，吊索钢丝有无锈蚀、断丝，锚固区有无开裂、破损，桥面防水罩有无破损。 4. 系杆拱的护套（或保护混凝土）有无开裂，锚固区有无开裂、破损 5. 钢管混凝土拱桥管内混凝土是否填充密实，主拱肋和平联构件的检查参见钢桥检查有关内容 6. 双曲拱桥拱肋间横向联结拉杆是否松动、断裂 7. 墩台混凝土有无破损、有无裂缝，基础有无明显冲刷	
斜拉桥	1. 主梁的检查按混凝土桥和钢桥的要求进行 2. 检查斜拉索 PE 护套有无开裂，拉索钢丝有无锈蚀、断丝，钢护筒内防水垫圈是否老化失效，锚具是否渗水、锈蚀、锚固去混凝土有无开裂、破损 3. 索塔有无裂缝，基础有无明显冲刷	

表 8 (续)

桥梁类型	重点检查内容
斜拉桥	4. 支座有无异常滑移、有无破损
悬索桥	1. 主梁的检查按梁桥的要求进行； 2. 主缆、吊索表面防护是否完好，有无破损、老化； 3. 吊杆 PE 护套有无开裂，上端与主缆索的索夹是否松动、移位，下端与梁连接的螺栓有无松动； 4. 锚碇有无异常移位，散索鞍和主索鞍有无异常错位，锚室有无开裂、变形、积水； 5. 索塔有无裂缝，基础有无明显冲刷； 6. 支座有无异常滑移、有无破损
人行天桥	1. 主梁的检查按梁桥的要求进行； 2. 支座的检查按梁桥的要求进行； 3. 桥墩混凝土有无破损、有无裂缝； 4. 栏杆、顶棚与结构的连接有无撞坏、错位、缺失等； 5. 梯道与主桥连接处的病害情况
桥面系	1. 桥面有无严重裂缝、坑槽、波浪、桥头有无跳车现象、防水层漏水 2. 伸缩装置是否有异常变形、破损、脱落、漏水，是否造成明显的跳车 3. 人行道构件有无撞坏、断裂、错位、缺件、剥落、锈蚀等 4. 桥面排水系统是否工作正常

6.3.7 常规定期检测应包括下列范围：

- a) 桥面系：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；
- b) 上部结构：主梁、主桁架、主拱圈、主缆、拉索、吊杆和系杆、横梁、横向联系、主节点、挂梁、联结件等；
- c) 下部结构：支座、盖梁、墩身、台帽、台身、基础、挡土墙、护坡及河床冲刷情况。

6.3.8 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，并及时纳入城市桥梁安全信息监控管理平台。

6.3.9 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~V类养护的城市桥梁应按照附录 E 对桥面系、上部结构、下部结构评分扣分表进行评估，并应符合本规范第 6.6 节的有关规定。

6.3.10 常规定期检测中被评定为不合格级的 I 类养护桥梁和评定为 E 级的 II~V 类养护桥梁，应立即限制交通，并安排特殊检测，查明原因，及时修复。评估为 D 级的 II~V 类养护桥梁，应安排特殊检测，查明原因，提出处理措施，需紧急抢修的桥梁应提出时间要求。

6.3.11 结构定期检测应以无损检测手段为主，结合材料试验、结构检算、荷载试验等方法，并应配备相应的设备，检测方法应满足 CJJ/T 233 的要求。

6.3.12 结构定期检测应包括下列内容：

- a) 查阅历次检测报告和常规定期检测中提出的建议；
- b) 根据常规定期检测中桥梁状况评定结果，进行梁体线形、墩台沉降、索力及结构构件的检测；
- c) 通过材料取样试验确认材料特性、退化程度和退化性质；
- d) 分析确定退化的原因，以及对结构承载能力和耐久性的影响；
- e) 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；如构件在下次检测前可能失效，应立即报告桥梁养护管理部门；
- f) 检测桥梁的淤积、冲刷等现象，记录水位；
- g) 对桥梁结构进行检算，包括承载力检算、稳定性检算和刚度检算；

- h) 必要时采用荷载试验的方法对桥梁承载能力进行评估。城市桥梁的检算、荷载试验应按有关标准进行；
- i) 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。
- 6.3.13 结构定期检测应有现场原始记录，记录应包括以下主要内容：
- a) 桥梁名称、编号、位置；
 - b) 检测单位与管理单位；
 - c) 构件名称、编号、位置；
 - d) 缺陷描述：包括缺陷位置、数量、技术状况扣分值、照片编号；
 - e) 所有材料试验的取样的部位和细节；
 - f) 检测中的特殊信息，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。
- 6.3.14 桥梁的侵蚀环境分为 A、B、C、D 四类，详见表 9。由于武汉市没有 C 类环境，因此本条只列出 A、B、D 三种环境的裂缝限值。

表9 桥梁侵蚀环境分类

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 1 km 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。

- 6.3.15 所有病害宜采用现场标记和电子化相结合的手段做好病害的记录，标注病害信息、检测时间、人员、单位等信息，保持对病害观测的连续性。现场标记病害时应注意不影响桥梁的整体外观。
- 6.3.16 所有现场记录资料以及结构定期检测报告应以电子文档和书面形式在现场调查完成后及时提供给管理部门。结构定期检测报告应包括下列内容：
- a) 城市桥梁进行结构定期检测的原因；
 - b) 结构定期检测的方法；
 - c) 结构重要缺陷的性质、数量和原因分析；
 - d) 桥梁承载能力和耐久性能评价；
 - e) 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；
 - f) 定期检测结论；
 - g) 进一步检测评估建议和加固维修措施。

6.4 特殊检测

- 6.4.1 特殊检测分为专项检测和应急检测，下列情况应分别进行专项检测和应急检测：
- a) 专项检测：
 - 1) 定期检测中难以判明损坏原因及程度的桥梁；
 - 2) 为提高或达到设计承载等级而需要进行修复加固、改建、扩建的城市桥梁；
 - 3) 超过设计使用年限，需延长使用的城市桥梁；

- 4) 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~Ⅴ类养护的城市桥梁被评定为D级或E级的桥梁；
 - 5) 常规定期检测发现加速退化的桥梁构件需要补充检测的城市桥梁。
 - b) 应急检测：
 - 1) 城市桥梁遭受洪水冲刷，漂流物、船舶或车辆撞击；
 - 2) 遭受地震、风灾等自然灾害；火灾、化学剂腐蚀等特殊灾害；
 - 3) 超限、超载车辆过桥；
 - 4) 城市桥梁遭受其它危及运营安全的突发灾害或病害。
- 6.4.2 特殊检测应由相应资质的专业单位承担，主要检测人员应为从事桥梁检测评估工作5年以上经验的工程师。
- 6.4.3 特殊检测应由专业人员采用专门技术手段，并辅以现场和实验室测试等特殊手段进行详细检测和综合分析，检测结果应提交书面报告。
- 6.4.4 实施特殊检测前，检测单位应搜集下列资料：
 - a) 竣工资料；
 - b) 识别和鉴定桥梁结构的主要材料以及它们的强度；
 - c) 特殊检测的原因，影响桥梁承载能力的因素；
 - d) 历次桥梁定期检测和特殊检测报告；
 - e) 历次维修资料；
 - f) 交通量统计资料。
- 6.4.5 城市桥梁特殊检测可包含下列内容：
 - a) 结构检测；
 - b) 结构材料缺损状况诊断；
 - c) 结构检算；
 - d) 荷载试验；
 - e) 结构整体性能、功能状况评估；
- 6.4.6 结构检测宜包括以下内容：构件几何尺寸、变位情况、材料强度、材料缺损情况、耐久性状况。检测宜选择表面测量、无损检测技术和局部取试样等方法。
- 6.4.7 结构材料缺损状况诊断宜根据结构检测的结果参照相关试验标准进行评估。
- 6.4.8 结构检算根据检测要求宜包括以下内容：承载能力极限状态验算、正常使用极限状态验算、稳定性验算、地基承载力验算、结构抵抗偶然作用的抗倒塌能力。
- 6.4.9 荷载试验包括静力荷载试验和动力荷载试验，符合下列条件之一的应该进行荷载试验：
 - a) 结构检算的承载能力不满足要求，需结合荷载试验实测结构响应，综合评定结构的承载能力；
 - b) 结构检算难以判定承载能力；
 - c) 竣工验收要求进行荷载试验；
 - d) 设计认为结构体系复杂应进行荷载试验。
- 6.4.10 结构整体性能、功能状况评估应根据结构检测、结构检算的结果进行，当结构检算的结果难以确定结构整体性能时，采用荷载试验的方法进行评定。
- 6.4.11 特殊检测报告应包括下列主要内容：
 - a) 桥梁基本信息、检测组织、时间背景和工作过程；
 - b) 描述目前桥梁技术状况、试验与检测项目及方法；
 - c) 桥梁结构材料缺损状况，结构承载力的鉴定；
 - d) 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；
 - e) 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。

6.5 安全监测

6.5.1 为了降低全寿命周期的养护成本，城市桥梁应建立结构安全监测系统，自动化监测桥梁结构病害，实现前瞻性管养，以提高桥梁管理信息化水平、工作效率，实现预防性养护，保障桥梁运营安全。

6.5.2 中型以上的城市桥梁，宜根据桥型及环境特点建立结构安全监测系统，以实时掌握桥梁技术状况的发展趋势，以及便于紧急情况的应急处置。

6.5.3 小桥应安装安全监控设施，并接入统一的城市桥梁信息化管理平台

6.5.4 新建、改扩建的 I 类养护或者特殊结构的桥梁，为了与运营阶段顺利衔接，并掌握桥梁投入运营前的成桥阶段恒载的初始结构状态，应在建设期内同步建设符合相关技术要求的桥梁结构安全监测系统。

6.5.5 逐步建立面向全市范围的城市桥梁信息化管理平台，单座城市桥梁的结构安全监测系统应当统一接入城市桥梁信息化管理平台，便于管理部门的统一监控、管理和决策。

6.5.6 单座桥梁安全监测系统由桥梁现场的传感器子系统和数据采集与传输子系统、数据存储与管理子系统、数据分析与预警评估子系统、用户界面子系统、巡检管养子系统构成：

- a) 传感器子系统：由荷载与环境监测、结构整体响应监测和结构局部响应监测传感器构成，应实现桥梁环境参数、车辆荷载参数、突发荷载及视频信息、结构响应的测量；
- b) 数据采集与传输子系统：由数据采集设备、数据传输设备与线缆、数据采集与传输软件构成，应实现传感器数据同步采集与传输，保证数据质量；
- c) 数据存储与管理子系统：由数据预处理、中心数据库、数据查询与管理软硬件构成，应实现桥梁监(检)测数据的处理、查询、存储与管理等功能；
- d) 数据分析与安全预警子系统：应实现数据实时在线显示、数据分析、安全预警及评估等功能。
- e) 用户界面子系统：管理人员和养护人员查看安全监测系统的终端界面；
- f) 巡检管养子系统：巡检人员可利用移动终端对病害进行拍照录入，并传输至数据存储与管理子系统。

6.5.7 传感器子系统的各种测试原件应准确布置在结构关键部位，数量力求精简，满足数据分析与安全预警及评估要求。其监测内容有：

- a) 荷载与环境：车辆荷载、船舶撞击、风速、风向、风压、地震、温度、湿度、雨量；
- b) 结构整体响应：振动、变形、位移、转角；
- c) 结构局部响应：构件局部应变、索力、钢构件疲劳、支座反力、裂缝、腐蚀、基础冲刷深度等。

6.5.8 数据采集与传输子系统应满足以下要求：

- a) 数据采集应保证信号信噪比高、不失真，动态信号还应满足采样定理；
- b) 数据采集与传输设备应选用兼容性、耐久性和环境适应性好的产品，并应易于维护、便于更换且采取防水、防尘、防雷等防护措施；
- c) 数据采集和传输软件应自动采集与传输数据，并可进行人工干预采集与采集参数调整。

6.5.9 数据存储与管理子系统应满足以下要求：

- a) 数据预处理、数据存储、自动生成报告报表；
- b) 操作系统中心数据库，进行数据查询和管理；
- c) 备份数据、自动导入和导出数据及手工导入和导出数据；
- d) 统一的数据标准格式和接口；
- e) 数据安全性，可采取设定不同用户级别权限和密码，以及网络防护等技术措施。

6.5.10 数据分析与安全预警及评估子系统应包括数据分析、安全预警和专项评估功能。

6.5.11 用户界面子系统应实现功能全面、图表直观、操作简便的要求。

6.5.12 检管养子系统应实现录入规范、操作简便、定位准确的要求。

6.5.13 城市桥梁信息化系统其他要求宜满足JT/T 1037的相关规定。

6.6 技术状况评估方法

6.6.1 II~V类养护的城市桥梁技术状况的评估包括：桥面系、上部结构、下部结构和全桥评估。应采用先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。

6.6.2 II~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。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附录E的扣分表值分别进行评估，再综合得出整座桥梁技术状况的评估。

6.6.3 I类养护的城市桥梁技术状况评定宜参照本规范表14的评分标准确定桥梁完好状况等级，评分办法宜参照本规范6.6.4条~6.6.7条的规定并结合桥梁构件实际情况确定。

6.6.4 加宽桥梁应将原桥与加宽部分分开评估。

6.6.5 桥面系的技术状况采用桥面系状况指数按公式(1)计算，桥面系的结构状况采用桥面系结构指数按公式(2)计算。

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

其中：

$$MDP_h = \sum_i DP_{hi} \cdot \omega_{hi}$$

$$\omega_h = 3.0\mu^3 - 5.5\mu^2 + 3.5H$$

$$\mu_{hi} = \frac{DP_{hi}}{\sum_i DP_{hi}}$$

$$BSIm = \min(100 - MDP) \dots\dots\dots (2)$$

式中：

h ____桥面系的评价要素，即h表示桥面铺装、桥头平顺、伸缩装置、排水系统、人行道和栏杆；
 人行天桥，h 表示桥面铺装、伸缩装置、排水系统、栏杆；

a ____桥面系评价要素的总数；

MDP ____桥面系第h类要素中损坏的综合扣分值；当MDPh < max(DP) 时，取值为max(DPn)；
 当MDPh > 100 时，取值为100；

ω_h ____桥面系第h类要素的权重，按表10的规定取值；

DP ____桥面系第h类要素中第i项损坏的扣分值，见附录D.1；

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10 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。			

6.6.6 桥梁上部结构技术状况的评估是逐跨进行的，然后再计算整座桥梁上部结构的技术状况指数按公式（3）计算；桥梁上部结构的结构状况采用上部结构结构状况指数按公式（4）计算。

$$BCI_s = \frac{1}{b} \sum_{i=1}^b BCI_{si} \dots\dots\dots (3)$$

其中：

$$BCI_{si} = \sum_{j=1}^c (100 - SDP_{ij}) \cdot \omega_j$$

$$SDP_{ij} = \sum_k DP_{ijk} \cdot \omega_{ijk}$$

$$\omega_{ijk} = 3.0\mu_{ijk}^3 - 5.5\mu_{ijk}^2 + 3.5\mu_{ijk}$$

$$\mu_{ijk} = \frac{DP_{ijk}}{\sum_k DP_{ijk}}$$

$$BSI_s = \min (BSI_{si}) \dots\dots\dots (4)$$

式中：

BCI_____第i跨上部结构技术状况指数;

b _____桥梁跨数;

SDP_y, _____第i跨上部结构中第7类构件损坏的综合扣分值;当SDP_y<max(DP_j) 时,取值为max(DP_{jk});当SDP_y>100时,取值为100;

0; _____第i跨上部结构中第i类构件的权重,按表11的规定取值;

C _____第i跨上部结构的桥梁构件类型数;

DP_____第i跨上部结构中第1类构件第k项损坏的扣分值,见附录D2;

0;k_____第i跨上部结构中第i类构件第k项损坏的权重;

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

表11 桥梁上部结构各构件的权重值

	构件类型	权重		构件类型	权重
梁桥	主梁	0.60	钢结构拱桥 圯工拱桥 (无拱上构造)	主拱圈(桁)	0.70
	横向联系	0.40		横向联系	0.30
悬臂+挂梁	悬臂梁	0.60	钢筋混凝土拱桥 圯工拱桥 (有拱上构造)	主拱圈	0.50
	挂梁	0.20		拱上构造	0.20
	挂梁支座	0.10		横向联系	0.30
	防落梁装置	0.10	人行天桥 (梁桥)	主梁	0.55
刚构桥	主梁	0.80		横向联系	0.35
	横向联结	0.20		外部装饰板	0.10
桁架桥	桁片	0.50	人行天桥 (钢桁架桥)	桁片	0.48
	主节点	0.10		主节点	0.08
	纵梁	0.20		纵梁	0.18
	横梁	0.10		横梁	0.08
	联结件	0.10		联结件	0.08
悬索桥	主缆	0.40	斜拉桥	斜拉索系统	0.60
	加劲梁	0.30			
	吊索	0.20		主梁	0.40
	主索鞍	0.05			
	索夹	0.05			
系杆拱桥	吊杆	0.15	系杆拱桥	横向联系	0.05
	系杆	0.30		立柱	0.05
	拱肋	0.30		桥面板	0.15

注:在计算BCI_i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。

6.6.7 桥梁下部结构技术状况的评估是逐墩(台)进行的,然后再按公式(5)计算整座桥梁下部结构的技术状况指数,桥梁下部结构的结构状况采用下部结构的结构状况指数按公式(6)计算。

$$BCI_x = \frac{1}{b+1} \sum_{j=0}^b BCI_{xj} \dots\dots\dots (5)$$

其中:

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

$$SDP_{jk} = \sum_l DP_{jkl} \cdot \mu_{jkl}$$

$$\textcircled{1} \mu = 3.0\mu^3 - 5.5\mu + 3.5H\mu$$

$$\mu_{jkl} = \frac{DP_{jkl}}{\sum_l DP_{jkl}}$$

$$BSI_x = \min(BCI_x) \dots\dots\dots (6)$$

式中:

BCI_x —第1号墩(台)下部结构技术状况指数;

b —桥梁跨数(悬索桥计算时还需加上锚碇数量);

SDP —第 j 号墩(台、锚碇)下部结构中第 k 类构件的综合扣分值;当 $SDP < \max(DP_2)$ 时,取值为 $\max(DP)$;当 $SDP > 100$ 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,按表12的规定取值;

d —第 j 号墩(台)下部结构的构件类型数;

DP ——第1号墩(台)下部结构中第 k 类构件第1项损坏的扣分值,见附录0.3;

μ —第 j 号墩(台)下部结构中第 k 类构件第1项损坏的权重;

H_{jk} —第 j 号墩(台)下部结构中第 k 类构件第1项损坏的扣分值占第 k 类构件所有损坏扣分值的比例。

表12 桥梁下部结构各构件的权重值

	构件类型	权重		构件类型	权重
梁式桥 桁架桥 刚构桥 悬臂+挂梁 斜拉桥					
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			
悬索桥					
锚碇	散索鞍	0.25	桥墩	支座	0.20
	锚索	0.25		墩身	0.30
	主体结构	0.50		基础	0.50

注：在计算 BCI 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。

6.6.8 整个桥梁的技术状况指数 BCI 根据桥面系、上部结构和下部结构的技术状况指数，由式（7）计算：

$$BCI = BCI_m \cdot \omega_m + BCI_s \cdot \omega_s + BCI_x \cdot \omega_x \dots\dots\dots (7)$$

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13的规定取值。

表13 桥梁结构组成部分的权重值

桥梁部位	权重
梁式桥 桁架桥 刚构桥 悬臂+挂梁、斜拉桥、悬索桥	
桥面系	0.15
上部结构	0.40
下部结构	0.45

表 13 (续)

桥梁部位	权重
拱桥	
桥面系	0.10
上部结构	0.45
下部结构	0.45
人行天桥	
桥面系	0.15
上部结构	0.45
下部结构	0.40

6.6.9 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登记可按照表 14 所示的标准评估。

表14 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

6.6.10 桥梁上部结构、下部结构、桥面系的结构状况可按照表 15 所示的标准评估。

表15 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

6.6.11 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：

- a) 预应力梁产生受力裂缝且裂缝宽度超过本规范第 7.3 节规定的限值；
- b) 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；
- c) 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，锈蚀削弱截面积 10%以上；
- d) 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；
- e) 关键部位混凝土出现压碎或压杆失稳、变形现象；
- f) 结构永久变形大于设计标准值；
- g) 结构刚度达不到设计标准要求；
- h) 支座错位、变形、破损严重或缺失，已失去正常支承功能；
- i) 基底冲刷面积达 20%以上；
- j) 承载能力下降达 25%以上（需通过桥梁验算检测得到）；
- k) 人行道栏杆累计残缺长度大于 20%或单处大于 2 m；
- l) 上部结构有落梁和脱空趋势或梁、板断裂；
- m) 预应力钢筋锚头严重锈蚀失效；

- n) 单孔跨径大于 150 m 的桥、特殊结构桥除上述情况外，钢-混凝土组合梁、桥面板发生纵向开裂、支座和梁端区域发生滑移或开裂；斜拉桥拉索、锚具损伤；悬索桥钢索、锚具损伤；吊杆拱桥钢丝、吊杆和锚具损伤；
- o) 其他各种对桥梁结构安全有较大影响的部件损坏。

6.7 车辆荷载调查方法

6.7.1 在城市车行桥梁管养过程中，应根据养护类别、实际运营环境和交通情况，对车辆荷载进行定期调查，以掌握其运营荷载的统计规律。对未采取限载措施的城市桥梁，车辆荷载调查的最低频次规定如表 16 所示。

表16 城市桥梁的车辆荷载调查频次

桥梁养护类别	I 类	II类/III类	IV类/V类
调查的最低频次	每 3 年 1 次	每 6 年 1 次	每 10 年 1 次

6.7.2 对于重载车辆通行频次较高的 II 类~V 类养护类别的城市桥梁，可以根据情况适当增加调查频次；对已采取有效限载措施或车辆荷载较为明确的城市桥梁，可以降低调查频次或不进行调查。特殊情况下，管养单位可根据需要启动临时性的车辆荷载调查。

6.7.3 桥梁车辆荷载调查的主要工作步骤为：编制调查计划或方案、车流量观测、数据整理分析和报告编写。

6.7.4 车辆荷载调查的工作内容包括：

- a) 根据调查对象、运营环境和技术条件，确定能够代表或反映桥梁实际车辆荷载的调查时间段；
- b) 选择合适的车流量观测方法；
- c) 整理记录数据，与桥梁设计汽车荷载进行对比分析，评估判断桥梁实际运营荷载水平；
- d) 编制车流量调查报告。

6.7.5 城市车辆荷载调查可以采用仪器自动化监测和人工观测方法。为了确保观测数据的准确、充足和具有代表性，应逐步实现自动化的在线监测技术和数据处理技术，必要时可结合人工观测的方法进行校核。

6.7.6 I 类养护的车行城市桥梁或超载车辆较多的其他中小跨径城市桥梁，宜安装电子化的动态称重系统或视频识别系统，实现对通行车辆的数量、轴重和总载重、车型、车速等参数的动态识别、数据实时采集和在线传输。

6.7.7 用于车辆荷载监测和调查的动态称重系统应纳入运营期桥梁结构安全监测系统和城市桥梁安全信息监控管理平台。具备条件时，其他养护类别的城市桥梁也应在关键位置安装动态称重系统。

6.7.8 车辆荷载调查的观测或监测形式包括：

- a) 间隙式观测：按年养护计划确定的观测日期，对交通量进行定期统计观测。人工观测方法一般宜用间隙式观测；
- b) 连续式观测：全年按月、周、天或分时段连续不断地对交通量进行统计观测。自动化的车辆荷载调查系统可以采用连续式观测。

6.7.9 车辆荷载调查的观测站点布置要求包括：

- a) 人工观测的测站应在桥梁两端、视线开阔、具备观测条件的地点，也可结合收费站（点）或监控点设观测站；
- b) 动态称重系统应安装在车辆通行线路的控制断面上。

6.7.10 调查数据采集时间包括：

- a) 人工间隙式观测的次数根据需要而定。每次连续观测时长应不少于 24 小时；

b) 自动化采集方式可根据需要实行分典型时段或常年 24 小时的在线监测。

6.7.11 车辆荷载调查的数据记录已包括以下内容：车辆类型、轴重分布和总重、车辆数量、行车速度、行车间距等。

6.7.12 车辆荷载调查数据现场采集完毕后，应及时进行整理、汇总、计算和分析，并与桥梁设计荷载比较，评估判断实际运营的车辆荷载水平是否超标，编制车辆荷载调查报告，原始观测资料应建案归档。

7 上部结构的养护

7.1 桥面铺装

7.1.1 桥面铺装以及伸缩装置的养护作业应符合本章的规定。排水系统、栏杆、灯柱等附属设施养护应依据第 10 章中相关条文的规定执行。

7.1.2 桥面的养护，除应符合道路养护 CJJ 36 的有关规定外，还应符合下列规定：

- a) 桥面应经常清扫，保持平整、清洁，及时排除积水，清除泥土、垃圾、积雪和结冰等；
- b) 不得随意增加桥面标高和静荷载。老化的沥青混凝土桥面，应进行铣刨更新处理，严禁随意加铺沥青混凝土结构进行补强。严禁采用沥青混凝土覆盖伸缩装置；
- c) 桥面更新后的横坡和纵坡，应满足排水要求；
- d) 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，应明确标识设施类型、责任单位和联系单位；
- e) 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；
- f) 桥面作业时不得破坏防水层和铺装层。

7.1.3 水泥混凝土桥面的病害处理和防护应符合下列规定：

- a) 铺装层轻微的局部表面脱落、麻面和裂缝，可不作处理；
- b) 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，也可加铺沥青混凝土结构，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，相应也要做出调整；
- c) 对宽度大于 3 mm 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，可以进行灌缝处理；
- d) 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 0.01 m²，深度不应大于 20 mm；II、III 类养护的城市桥梁不应大于 0.02 m²，深度不应大于 20 mm；IV 类养护的城市桥梁不应大于 0.03 m²，深度不应大于 30 mm；V 类养护的城市桥梁不应大于 0.04 m²，深度不应大于 30 mm。当铺装层的损坏超过上述规定时，应进行补修。

7.1.4 水泥混凝土桥面的修补作业应符合下列规定：

- a) 应确定修补范围，划线并切割成顺桥方向的矩形，不得扰动完好部分。切割深度应小于混凝土铺装厚度，但应满足桥面维修最小厚度，不得损坏防水层；
- b) 损坏的防水层，应按本标准第 7.1.7 条的要求进行修补；
- c) 修补结合面应坚固、清洁、无杂物，应采用界面胶连接新旧混凝土。界面胶连接抗拉强度应大于 2.5 MPa；
- d) 新修补的混凝土强度，应不小于原混凝土强度，并保证新旧混凝土结合良好。并尽量保持与原桥面颜色一致；
- e) 桥面维修，可采用半幅作业、半幅通行的方法进行施工。

7.1.5 沥青混凝土桥面的养护、病害处理和修补应符合下列规定：

- a) 沥青混凝土桥面的养护、病害处理和修补应按 CJJ 36 要求进行。沥青混凝土修补碾压作业时采取静压或水平振荡碾压方式；
- b) 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；
- c) 修补沥青混凝土前，应检查桥面防水层，如有病害应先处置；
- d) 沥青混凝土修补时的新旧立面接缝处（包括沥青层与防撞墙或伸缩装置保护带混凝土）应采取防水措施。

7.1.6 钢桥面铺装频繁损坏宜采取下列养护维修对策与措施：

- a) 验算桥面板内力和变形，必要时，在不增加桥梁恒载的前提下，积极采用新材料和新工艺，提高桥面刚度延长桥面铺装使用寿命；
- b) 维修桥面铺装前，应先对钢箱梁顶板的病害情景进行普查，如有裂缝，应先进行裂缝病害修复后，再进行桥面铺装维修；
- c) 严格按照设计标准限制桥梁通行荷载；
- d) 铺装的面层应选用优质的铺装材料，如浇注式沥青混合料、双层 SMA 环氧沥青混合料等；
- e) 桥面铺装的施工应委托具有类似工程施工经验的专业施工单位实施。

7.1.7 桥面防水层的修补应符合下列规定：

- a) 损坏的防水层，应及时进行修补。防水层维修应按相关规范要求进行；
- b) 修补后的防水层，其防水性能、整体强度、与下层粘接强度和耐久性等指标，应满足原设计要求。

7.1.8 防水混凝土结构层的维修作业应符合下列规定：

- a) 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，应彻底清除脱落表面和粉化物；
- b) 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；
- c) 清理表面脱落层时，应清理至具有强度的表面完全露出；
- d) 清除损坏结构层时，应切割成规整的边界，清除应彻底，避免扰动其它完好部分；
- e) 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，重新绑扎钢筋网；
- f) 浇筑新混凝土前，作业面应清洁、粗糙、无杂物。新、旧混凝土结合面处，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 2.5 MPa；
- g) 选用的防水混凝土抗渗标号应高于 P6，且不得低于原设计指标要求，使用除雪剂的桥梁，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；
- h) 宜在修补面积范围内的桥面板上适当植筋；
- i) 使用快凝混凝土修复材料时，应保证其强度不得低于原结构层设计强度。

7.1.9 桥面铺装层质量检验应符合下列规定：

- a) 桥面铺装层材料的品种、规格、性能、质量应符合设计要求和相关标准规定；检查数量：全数检查；检验方法：检查材料合格证、进场验收记录和质量检验报告。
- b) 水泥混凝土桥面铺装层的强度和沥青混凝土桥面铺装层的压实度应符合设计要求；
- c) 水泥混凝土桥面铺装层实测项目见表 17；

表17 水泥混凝土桥面铺装面层实测项目

项 目	允许偏差	检验频率		检 验 方 法
		范围	点数	
厚度	±5 mm	每 20 延米	3	用水准仪对比浇筑前后标高
横坡	±0.15%		1	用水准仪测量 1 个断面
平整度	符合城市道路面层标准	按城市道路工程检测规定执行		
抗滑构造深度	符合设计要求	每 200 m	3	铺砂法

d) 沥青混凝土桥面铺装层实测项目见表 18；

表18 沥青混凝土桥面铺装面层实测项目

项 目	允许偏差	检验频率		检 验 方 法
		范围	点数	
厚度	±5 mm	每 20 延米	3	用水准仪对比浇筑前后标高
横坡	±0.3%		1	用水准仪测量 1 个断面
平整度	符合道路面层标准	按城市道路工程检测规定执行		
抗滑构造深度	符合设计要求	每 200 m	3	铺砂法

e) 桥面防水层实测项目见表 19 和表 20。

表19 混凝土桥面防水层实测项目

项 目	允许偏差 (mm)	检验频率		检 验 方 法
		范围	点数	
卷材搭接 搭接宽度	不小于规定	每 20 延米	1	用钢尺量
防水涂膜 厚度	符合设计要求；设计未规定时 ±0.1	每 200 m ²	4	用测厚仪检测
粘结强度 (MPa)	不小于设计要求，且≥0.3(常 温)，≥0.2(气温≥35℃)	每 200 m ²	4	拉拔仪(拉拔速度：10 mm/min)
抗剪强度 (MPa)	不小于设计要求，且≥0.4(常 温)，≥0.3(气温≥35℃)	1 组	3 个	剪切仪(剪切速度：10 mm/min)
剥离强度 (N/mm)	不小于设计要求，且≥0.3(常 温)，≥0.2(气温≥35℃)	1 组	3 个	90° 剥离仪(剪切速度： 100 mm/min)

表20 钢桥面防水层实测项目

项 目	允许偏差 (mm)	检验频率		检 验 方 法
		范围	点数	
钢桥面清洁度	符合设计要求	全部	GB 8923 规定标准图片对照检查	
粘结层厚度	符合设计要求	每洒布段	6	用测厚仪检测
粘结层与基层结合力(MPa)	不小于设计要求	每洒布段	6	用拉拔仪检测
防水层总厚度	不小于设计要求	每洒布段	6	用测厚仪检测

7.2 伸缩装置

7.2.1 钢板伸缩装置日常养护应包括下列内容：

- a) 清除缝内塞进的积土、垃圾，保证伸缩装置可自由伸缩；
- b) 保持伸缩装置排水通畅；
- c) 保持钢板焊接部位清洁，防止锈蚀；
- d) 钢板开焊、翘曲或脱落时，应及时补焊或整治；
- e) 发现伸缩装置中构件与钢筋混凝土梁锚固松动时及时修复。

7.2.2 橡胶板式伸缩装置日常养护应包括下列内容：

- a) 保持伸缩装置表面清洁、满足路面平整度要求，防止硬物破坏橡胶块；
- b) 每季度保养锚固螺栓，松脱的应及时紧固，防止橡胶剥离；
- c) 橡胶板局部损坏应及时修补，大面积破损时应予以更换；
- d) 清除伸缩装置内垃圾和杂物，保证伸缩装置自由伸缩；
- e) 防止伸缩装置局部下陷或凸出而产生噪声。

7.2.3 橡胶板式伸缩装置的更换时间，宜选择在春秋两季进行。

7.2.4 模数式伸缩装置日常养护应包括下列工作：

- a) 清除伸缩装置内垃圾和杂物，保证伸缩装置可自由伸缩；
- b) 经常检查钢构件焊接部位是否牢靠；
- c) 更换损坏的密封橡胶带。

7.2.5 弹塑体伸缩装置日常养护应包括下列工作：

- a) 及时清除脱落、翘曲的填充弹塑体，并重新浇注弹塑性混合料；
- b) 当槽口的沥青混合料坍塌、不满足平整度要求时。重新摊铺、碾压沥青混合料；
- c) 及时修复弹塑体混合料与桥梁连接界面处的开裂。

7.2.6 异型钢类伸缩装置日常养护应包括下列工作：

- a) 定期清除伸缩装置内的垃圾和杂物，保持伸缩装置的自由伸缩；
- b) 经常检查密封橡胶带是否老化破损，如有漏水应及时更换。

7.2.7 梳齿式伸缩装置日常养护应包括下列工作：

- a) 检查梳形钢板伸缩装置在梳齿与承托连接处是否牢固；
- b) 清除缝内塞进的硬物和垃圾，保证伸缩装置排水和自由伸缩；
- c) 每季度保养紧固螺栓，松脱的及时紧固，防止梳齿板松动外翘。

7.2.8 伸缩装置的混凝土后浇带应完好，不得有开裂、松散，坑洞的面积不得大于 0.01 m^2 ，深度不得大于 20 mm。已松散和有坑洞的后浇带，应及时修复。

7.2.9 伸缩装置出现损坏而无法修复时，宜选用原型号产品进行整体更换。选用其他型号产品时，应符合下列规定：

- a) 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；
- b) 无伸缩装置设计资料时，应对伸缩量进行重新计算。

7.2.10 伸缩装置的更换施工应符合下列规定：

- a) 伸缩装置的预留缝宽，应根据产品说明和施工时的环境气温计算确定。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°C 。安装焊接结束后，应立即拆除定位装置；
- b) 选择型钢类伸缩装置时，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 30 mm 时，异型钢类伸缩装置的最小开口宽度设置，不应小于 30 mm；

- c) 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；
- d) 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。
- e) 伸缩装置的水泥混凝土保护带，其强度应符合设计要求且不得小于 C40，宜采用钢纤维混凝土或超高性能混凝土；
- f) 梁端与桥台（梁端）之间应充分隔离、封闭，宜采用硬塑料泡沫板进行充填；伸缩装置的下部和异型钢类伸缩装置支撑箱的下部，必须保证混凝土完全充满。当伸缩装置的下部空间高度小于 4 cm 时，应改用同标号的细石混凝土进行浇筑；
- g) 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。
- 7.2.11 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 2 mm，III 类~V 类养护的城市桥梁不应大于 3 mm。
- 7.2.12 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。
- 7.2.13 每季度宜对伸缩装置的水平错位、相对高差进行观测。
- 7.2.14 固定在不同结构上的伸缩装置相对高差，不应大于 2 mm。
- 7.2.15 伸缩装置质量检验应符合下列规定：
- a) 伸缩装置的形式和规格必须符合设计要求，缝宽应根据设计规定和安装时的气温进行调整；检查数量：全数检查；检验方法：观察、钢尺量测；
- b) 伸缩装置安装时焊接质量和焊缝长度应符合设计要求和规范规定，焊缝必须牢固，严禁用点焊连接。大型伸缩装置与钢梁连接处的焊缝应做超声波检测；检查数量：全数检查；检验方法：观察、检查焊缝检测报告；
- c) 伸缩装置锚固部位的混凝土强度应符合设计要求，表面应平整，与路面衔接应平顺；检查数量：全数检查；检验方法：观察、检查同条件养护试件强度试验报告；
- d) 伸缩装置安装允许偏差应符合表 21 的规定。

表21 伸缩装置安装允许偏差

项目	允许偏差 (mm)	检验频率		检 验 方 法
		范围	点数	
顺桥平整度	符合道路标准	每条缝	按道路检验标准检测	
相邻板差	2		每车 道 1 点	用钢板尺和塞尺量
缝宽	符合设计要求			用钢尺量，任意选点
与桥面高差	2			用钢板尺和塞尺量
长度	符合设计要求		2	用钢尺量

7.3 梁式桥

7.3.1 一般规定

- 7.3.1.1 混凝土梁桥、钢梁桥、组合式梁桥、拱桥和斜拉桥的加劲梁、刚构和悬臂桥梁体部分应遵照本章的规定实施养护作业。
- 7.3.1.2 梁下设有通行机动车辆的道路时，应按相关行业规范在梁底设置限高标志。
- 7.3.1.3 跨越江河桥梁的通航孔桥墩应要求设置防撞装置。
- 7.3.1.4 混凝土梁体的恒载裂缝宽度最大限值应符合表 22 的规定。

表22 钢筋混凝土和预应力混凝土构件的恒载裂缝宽度最大值

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
	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

7.3.1.5 混凝土梁体的裂缝应根据裂缝类型分别采用不同的方法处理。当裂缝宽度超过表 22 规定的限值时，应查明原因，采取以下方法进行处理：

- a) 对非结构裂缝应观察其是否尚在发展，在不影响结构安全的前提下，可封闭处理；
- b) 对结构裂缝，应采取下列措施：
 - 1) 当裂缝宽度大于允许最大裂缝宽度时，应查明开裂原因，进行裂缝危害评估，确定处理措施；
 - 2) 预应力混凝土构件受压区，一旦发现裂缝，应立即封闭交通，严禁车辆和行人在桥上、下通行，并委托相应资质的检测部门进行结构可靠性评估，判别裂缝的危害程度，并提出相应的处理措施；
 - 3) 预应力混凝土构件受拉区，出现结构性裂缝，应进行裂缝危害评估，确定处理措施。

7.3.1.6 混凝土破损、露筋锈蚀宜按下列方法处理：对露筋锈蚀较严重的部位，先凿除松脱、剥离等已损坏的混凝土，清理干净；对外露的钢筋进行除锈、防锈处理，涂以环氧浆液等粘结剂，然后根据缺陷大小采用环氧混凝土或环氧砂浆进行修补。

7.3.1.7 钢桥涂层维修宜按下列方法处理，且应遵守CJJ/T 235 的相关规定：

- a) 钢桥涂层维修应根据结构现有涂层状态，确定采用维修涂装或重新涂装；
- b) 维修涂装宜满足以下要求：
 - 1) 涂层破损处的表面清理宜采用喷砂除锈。表面清洁度应达到现行国家标准 GB 8923.2 规定的Sa2 $\frac{1}{2}$ 级，当不具备喷砂条件时，可采用动力或手工除锈，其表面清洁度等级应达到 St3 级；
 - 2) 搭接部位的涂层表面不得有污染，应具有一定的表面粗糙度；
 - 3) 修补涂料宜采用与原涂装配套或能相容的防腐涂料，并应能满足施工环境条件，涂料的存储和使用应符合产品说明书的要求；
 - 4) 新旧涂层间应有 50 mm~80 mm 过渡带，局部维修时干膜厚度不应小于原涂装干膜的厚度。
- c) 重新涂装时应表面处理后再涂装相应配套涂层。涂装体系根据防腐蚀年限可分为普通型和长效型，普通型防腐蚀年限应为 10 年~15 年，长效型防腐蚀年限应大于 15 年。

7.3.1.8 钢桥焊缝出现裂缝时宜按下列方法处理：优先采用钻孔法进行止裂，即以裂缝尖端为中心垂直板面钻一小孔，直径为板厚，或 $\Phi 10\text{ mm} \sim \Phi 12\text{ mm}$ ，最大不超过 $\Phi 32\text{ mm}$ ，钻除裂缝尖端。此后密切观察裂缝是否进一步扩展，如不扩展可不再处理。若止裂无效，需采用其他方法时，应委托专业单位根据实际情况制定维修工艺，在桥上活载较少时进行施工。

7.3.1.9 钢桥高强度螺栓出现断裂时应及时进行更换，更换的螺栓应尽量与原结构螺栓相同，采用相同的设计预拉力和施拧工艺进行维修。

7.3.2 凝土空心板梁桥的养护

7.3.2.1 空心板梁应重点养护维修下列内容：

- a) 空心板间铰缝损坏及由此导致的铰缝处渗水；
- b) 空心板梁结构裂缝，包括跨中弯曲裂缝以及支座处斜裂缝；
- c) 空心板梁梁底纵向裂缝：
 - 1) 预应力张拉力过大导致的梁端锚固区开裂；
 - 2) 保护层厚度较薄和预应力横向泊松效应导致的开裂；
 - 3) 钢筋锈胀导致的开裂；
 - 4) 铰缝损坏形成的沿铰缝纵向开裂。
- d) 预应力封锚端混凝土损坏维修。

7.3.2.2 空心板梁的铰缝纵向开裂应及时封闭裂缝。铰缝开裂严重甚至破碎时应重做，同时对桥面进行补强，加强横向联系。

7.3.2.3 板梁空腔积水应先封堵渗水通道，再在梁底设泄水孔将其排出。

7.3.3 混凝土 T 梁桥的养护

7.3.3.1 混凝土 T 梁桥的养护应侧重结构整体横移、横隔板和湿接缝病害、渗水以及结构裂缝等病害的维修。

7.3.3.2 横隔板钢筋断裂、连接件脱焊宜采用粘贴钢板或增大横隔板截面的方式加固。

7.3.3.3 T 梁横隔板连接锚固区混凝土松散碎裂时，应先将松散混凝土清除，加焊横向钢筋并喷注高性能混凝土。

7.3.3.4 T 梁间湿接缝开裂宜将湿接缝处破损混凝土凿除后重新浇筑。

7.3.3.5 结构产生整体横移时，应采用顶升纠偏的方法进行维修。

7.3.4 混凝土箱梁桥的养护

7.3.4.1 混凝土箱梁养护主要包括下列内容：

- a) 顶板纵向裂缝、横隔板裂缝、预应力锚固区混凝土开裂、剥落等病害的维修；
- b) 脱空支座的维修更换；
- c) 箱室积水的排除。

7.3.4.2 箱梁混凝土受力裂缝应确定病害原因，再对裂缝进行表面封闭或灌浆处理，同时宜对结构进行加固处理。

7.3.4.3 箱梁非结构裂缝宜实施表面封闭处理。

7.3.4.4 箱室积水应查明原因并排干积水。顶板渗水或出现白垩应在桥面对应位置设置有效的防水。

7.3.4.5 脱空严重的更换宜采用顶升更换的方法。

7.3.5 钢板梁桥的养护

7.3.5.1 钢板梁桥养护主要包括下列内容：

- a) 桥面板与纵横梁连接处混凝土破损开裂；
- b) 混凝土桥面板开裂、渗水；
- c) 纵横梁间连接开裂；
- d) 车撞变形；
- e) 竖向加劲肋的局部屈曲变形；
- f) 焊缝锈蚀；
- g) 高强度螺栓锈蚀、断裂；
- h) 伸缩装置下方构件锈蚀。

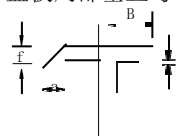
7.3.5.2 钢板梁桥面板开裂宜采用下列方法修复：

- a) 裂缝较少时宜采用封缝的方式维修混凝土桥面板；
- b) 桥面板严重开裂甚至碎裂时应先将原桥面板拆除再安装新混凝土桥面板。桥面板与钢梁间连接键宜采用栓钉连接键或钢筋连接键。

7.3.5.3 钢板梁承载力不足可选用增加主梁、缩短跨径、加大截面、改变受力体系等方法加固。

7.3.5.4 钢板梁构件的伤损容许限度超过表 23 的规定时，应及时进行校正、加固或更换。

表23 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 1/1 000
2	板梁、纵梁、横梁及工字梁	横向弯曲	弯曲矢度小于自由长度的 1/5 000，并在任何情况下不超过 20 mm
3		盖板局部垂直弯曲 	$f < a$ 或 $a < B/4$ d —钢板或钢板束的厚度 B —由腹板至盖板边缘的宽度
4		盖板上 有 洞 孔 腹板上 有 洞 孔	工字梁的洞孔直径小于 50 mm，板梁小于 80 mm，边缘完好
5		腹板受拉部位有凸起	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		腹板受压部位有凸起	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 1/1 000
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 倍且不得大于 30 mm

7.3.6 钢箱梁桥的养护

7.3.6.1 钢箱梁防腐涂装在达到使用年限后宜重新进行涂装，使用年限按照设计标准确定，若无设计资料时，一般使用年限为 15 年。其余钢结构的防护涂装使用年限参照本条规定执行。

7.3.6.2 钢箱梁桥病害主要维修下列内容：

- a) 正交异性板焊缝开裂，包括：
 - 1) 加劲肋与桥面板连接部位裂纹；
 - 2) 加劲肋与横隔板交叉部位裂纹；
 - 3) 加劲肋对接焊缝裂纹。
- b) 铺装坑洞、开裂、车辙等病害；
- c) 梁端伸缩装置区域锈蚀；
- d) 由于桥面铺装防水层损坏或排水导管损坏而导致的构件锈蚀；
- e) 伸缩装置附近区域焊缝开裂。

7.3.6.3 发现正交异性钢桥面板焊缝开裂应监测缝长和缝宽，评定桥面板安全性并采取限载措施。如开裂状况持续恶化，应委托专业单位实施维修。

7.3.6.4 评定正交异性钢桥面板的耐久性宜考虑下列因素：

- a) 过桥车辆的轴载谱；

- b) 结构焊缝处残余应力;
 - c) 结构的剩余疲劳寿命。
- 7.3.6.5 钢箱梁应保持箱体内自然干燥,箱内空气相对湿度长期超过 80%时可采用除湿机等设备除湿。
- 7.3.6.6 梁端伸缩装置下方构件应采取重防腐涂装。发现涂装失效宜实施局部重新涂装。

7.3.7 钢桁梁桥的养护

- 7.3.7.1 桁架梁宜设置为检测和施工提供便利的平台,可采用检测行车、上弦检测扶梯等形式。
- 7.3.7.2 桁架梁 H 形弦杆应设置泄水孔或在弦杆上方设置阻水罩。
- 7.3.7.3 钢桁梁桥应每季度保洁作业 1 次,保洁应包括下列内容:
- a) 桁杆构件与缀条间缝隙;
 - b) 桁杆与节点板连接;
 - c) 横梁风撑与节点板间连接。
- 7.3.7.4 下弦杆及节点板,桥道纵横梁等构件应采用重防腐涂装。
- 7.3.7.5 钢桁架梁桥病害应主要包括下列内容:
- a) 桁杆、节点板以及纵横梁的锈蚀;
 - b) 缝隙锈蚀和焊缝锈蚀;
 - c) 塑性变形;
 - d) 连接铆钉、高强螺栓锈损或缺失;
 - e) 桥面板在支撑处开裂、渗水或松散;
 - f) 开裂,包括两种情况:
 - 1) 检测老钢桥中新增构件与原有结构间焊缝开裂状况;
 - 2) 对运营超过 50 年的桁架桥应检测主桁受拉构件、节点板螺栓孔、铆钉孔开裂以及纵横梁连接处的开裂状况。
 - g) 桁梁杆件及节点板锈蚀并存在截面损失时宜视情况截取锈蚀构件进行试验,评估锈蚀对结构承载力的影响;
 - h) 杆件变形应选定适当的矫正方法。如杆件同时存在扭转和弯曲变形,应先矫正弯曲,再矫正扭转;
 - i) 更换构件时,应保证拆卸过程中结构安全。
- 7.3.7.6 构件强度不足宜采用增大截面法加固。
- 7.3.7.7 新老构件连接可用栓接或焊接。但可焊性不佳的不宜采用焊接加固。
- 7.3.7.8 桁架整体承载力不足时,可采取减轻恒载、改变结构体系、限载等措施。
- 7.3.7.9 采用体外预应力索加固时,应对预应力索采取必要的防腐措施。
- 7.3.7.10 采用机械方法拆除桁架铆钉时应先将一端铆钉头磨平,再将铆钉杆冲出。不得使用火焰切割铆钉。

7.3.8 钢-混组合梁桥的养护

- 7.3.8.1 钢-混凝土组合梁桥的日常养护应符合钢结构及混凝土结构养护的相关规定。
- 7.3.8.2 养护和维修钢-混凝土组合梁桥病害应包括下列内容:
- a) 混凝土桥面板压裂、压碎、磨损;
 - b) 组合梁结合面不得有相对滑移和开裂,剪力钉附近混凝土松散、破碎;
 - c) 主梁腹板与钢横梁连接失效;
 - d) 梁体的扭转变形。

7.3.8.3 发现混凝土桥面板裂缝渗水，应详细检查裂缝的宽度、长度、位置、密度及发展程度等，及时采取下列处治措施：

- a) 若钢筋混凝土桥面板小范围开裂，应将开裂部分及周围一个板厚范围内的混凝土凿除，用高强度微膨胀混凝土填补；
- b) 若钢筋混凝土桥面板大面积开裂，应重新浇筑混凝土板。重新浇筑混凝土桥面板前应采用反顶法设置钢梁预拱度；
- c) 浇筑混凝土时，必须设置强度足够的临时支架减少浇筑过程中钢梁下挠。

7.3.8.4 钢梁与混凝土桥面板之间的剪力连接件应完好无损，不得有纵向滑移或掀起。

7.3.8.5 钢-混凝土组合梁桥的钢结构部分加固，同本规程 7.3.7 条中的钢梁加固方法。

7.3.9 混凝土缺陷修补检验标准：缺陷修补后，构件应表面平整，无裂缝、脱层、起鼓、脱落等，修补外表面与原结构表面色泽应一致；检查数量：全数检查；检验方法：观察，用尺量。

7.3.10 裂缝修补检验标准：构件裂缝修补的表面封缝材料固化后，应平整、均匀、牢固，不得出现裂缝、脱落；检查数量：个数检查；检验方法：观察，用尺量。

7.3.11 裂缝修补检验标准：构件裂缝修补的表面封缝材料固化后，应平整、均匀、牢固，不得出现裂缝、脱落；检查数量：个数检查；检验方法：观察，用尺量。

7.3.12 碳纤维带加固检验标准

7.3.12.1 纤维带与混凝土之间的粘结质量可采用敲击法或其他有效探测法进行检查。根据检查结果确认的有效粘结面积不应小于总粘结面积的 95%；检查数量：全数检查；检验方法：检查检测报告及处理记录。

7.3.12.2 碳纤维带与基材混凝土的正拉粘结强度，应进行见证抽样检验，并满足表 24 的要求；检查数量：全数检查；检验方法：检查检测报告。

表24 碳纤维带与基材混凝土的正拉粘结强度要求

检验项目	原构件实测混凝土强度等级	检验合格指标
正拉粘结强度及其破坏形式	≥C15	≥1.5 MPa，且为混凝土内聚破坏

7.3.12.3 纤维带胶层厚度 δ 应符合下列规定：

- a) 对纤维布： $\delta = (1.5 \pm 0.5) \text{ mm}$ ；
- b) 对纤维板： $\delta = (2.0 \pm 0.3) \text{ mm}$ ；检查数量：全数检查；检验方法：每根构件检查 2 处，选在胶层最厚及最薄处，用刻度放大镜测量。

7.3.13 采用增大截面加固后的构件成型允许偏差应符合表 25 的要求。

表25 增大截面加固后构件要求

项目	允许偏差 (mm)	检验频率		检验方法
		范围	点数	
项目	允许偏差 (mm)	检验频率		检验方法
		范围	点数	
结构尺寸	±10	每个构件	6	用钢尺量，沿构件长宽高各 2 点
轴线位置	±10		4	用全站仪测量，纵横各 2 点
垂直度	H/500，且不大于 10		4	用全站仪或钢尺和垂线量
平整度	4		4	用 2 m 直尺和塞尺量

7.3.14 采用粘贴钢板法加固检查项目如表 26 所示。

表26 粘贴钢板加固检查项目

项目	规定值或允许偏差	检查频率	检查方法
位置 (mm)	中心线偏差 ≤ 10	全数	用钢尺量
锚栓植入深度 (mm)	5	全数	用钢尺量
有效粘贴面积 (%)	≥ 95	100%	敲击检测法、超声波检测法、红外线检测法
钢板厚度、宽度	\geq 设计值	全数	用钢尺量
混凝土表面粗糙度	光滑	全数	用钢尺量

7.4 拱桥

7.4.1 一般规定

7.4.1.1 圬工拱桥、混凝土拱桥、钢拱桥与钢管混凝土拱桥等拱式结构的养护应符合本章的相关规定。

7.4.1.2 有推力拱应监测桥墩和桥台的位移，并定期依据测量资料评定结构的受力状态是否正常。

7.4.1.3 中承式拱桥或拱梁组合体系结构，应加强对拱梁结合部和三角区段的养护。

7.4.2 圬工拱桥的养护

7.4.2.1 圬工拱桥应经常清除表面污垢及圬工砌体因渗水而在表面附着的游离物。

7.4.2.2 泄水管孔应保持疏通，排水设备应保持完好状态。

7.4.2.3 拱桥石料如有风化、剥落，应及时维修。可采取布一层钢丝网喷一层 M10 的水泥砂浆，进行修补；亦可采用其他方法进行修复。

7.4.2.4 圬工拱桥应注意灰缝的养护。灰缝脱落或缝内长草，应及时修补并清除杂草。

7.4.2.5 圬工拱桥的恒载裂缝宽度最大限值应符合表 27 的规定。裂缝宽度超过表列数值时，应查明原因，及时维修与加固。

表27 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 (裂缝高小于截面高一半)
	拱圈纵向 (竖缝)	0.50 (裂缝长小于跨径 1/8)
	拱波与拱肋结合处	0.20

表 27 (续) 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)
砖石墩台 墩台身	经常受侵蚀性环境水影响	0.20 (不允许贯通墩身截面一半)
	经常有水，但无侵蚀性影响	0.25
	干沟或季节性有水河流	0.40
	有冻结作用部分	0.20

7.4.2.5 圬工拱桥拱圈损坏、强度不足或需要提高其荷载等级时，应加固拱圈。如增大拱圈面积。

7.4.2.5 干砌圬工拱桥发生变形，应在主要受力部位用砂浆勾缝进行补强，观察其有无开裂，判定变形发展情况，采取维修加固。

7.4.2.5 圯工拱桥未设防水层或防水层损坏失效，应开挖拱上填料重铺防水层；或在桥面上加铺沥青混合料或水泥混凝土路面，以防止水渗入圯工砌体内。

7.4.3 钢筋混凝土拱桥的养护

7.4.3.1 混凝土拱桥的恒载裂缝宽度限值应符合表 27 的规定。裂缝宽度超过表列数值时，应查明原因，及时维修与加固。

7.4.3.1 主拱及腹拱的拱铰及变形缝应保持正常工作状态。

7.4.3.2 桥面及实腹拱拱腔应排水通畅。

7.4.3.3 混凝土或钢筋混凝土拱桥因横向联结系布置不够或强度不足，横向有失稳现象，或原有拱圈厚度偏小，承载力或刚度不足时，应采取加固补强措施。

7.4.3.4 混凝土或钢筋混凝土拱桥侧墙发生变形，一般是排水不良、填土积水膨胀或砌筑质量不佳造成，应查明原因后及时处理，必要时拆除侧墙重砌。

7.4.3.5 混凝土或钢筋混凝土拱桥如产生墩台下沉位移，拱圈及拱上空腹拱等结构严重开裂时，应进行观测，限载或禁止通行。两侧桥头应设立醒目标志，尽快查明原因，及时处理。

7.4.4 系杆拱桥的养护

7.4.4.1 钢箱拱桥构件因锈蚀局部截面损失时，应采取除锈、表面涂装、局部钢结构补强的方法予以修复。

7.4.4.2 钢箱肋应定期检查内部空间有无积水，若有积水应查清原因并及时维修。

7.4.4.3 拱肋承载能力不足时，宜采取以下方法：

- a) 减轻桥梁恒载作用，如用正交异性钢桥面板替换破损混凝土桥面板；
- b) 增加拱脚约束，如将有铰拱的拱铰变为固结。在采用本方法时应检算由此引起的附加温度内力，并对基础进行适当加固。

7.4.4.4 拱肋构件局部翘曲宜采用机械矫正，矫正设计与施工应委托专业单位实施。

7.4.4.5 下承式或中承式钢箱拱的吊杆和系杆养护应按照 7.5 节的相关规定进行，若经专业单位检测评估后锈蚀严重，应及时更换。

7.4.5 钢管混凝土拱桥的养护

7.4.5.1 拱座混凝土与钢管拱肋连接处应保持清洁干燥，拱座积水或垃圾应及时清理，避免积水或垃圾进入钢管与混凝土间缝隙。

7.4.5.2 拱座处钢管裸管段与被混凝土包裹段交界处应涂抹油脂防护。

7.4.5.3 钢管混凝土拱桥拱肋钢管内有空洞时，应在相应部位处钻孔，灌注环氧树脂或水泥砂浆，然后封闭灌浆口。

7.4.5.4 钢管混凝土拱桥钢构件表面的防锈涂层应保持完好，若防锈涂层脱落应除锈重涂。

7.4.5.5 钢管混凝土拱桥的钢管因厚度不足，或节间过大造成钢管出现压缩状折皱，应在钢管混凝土拱肋拱脚区段或其他构件的外面包裹钢筋混凝土。

7.4.5.6 下承式或中承式钢管混凝土拱桥的吊杆养护按照 7.4.4 条和 7.5 节的相关规定进行。

7.4.6 钢桁拱桥的养护

7.4.5.1 钢桁拱桥的桁杆构件应按照本章 7.3.7 条有关部分进行养护。

7.4.5.2 主梁养护维修参照本章钢结构或钢筋混凝土结构有关方法处理。

7.4.5.3 中承式及下承式钢桁拱桥的吊杆及系杆的养护按照 7.4.4 条和 7.5 节的相关规定进行。

7.4.7 拱桥养护的验收标准参照 7.3.9 条~7.3.14 条的规定执行。

7.5 索构件的养护

7.5.1 一般规定

7.5.1.1 中下承式拱桥、悬索桥和斜拉桥中，由高强平行钢丝或钢绞线制成的主要承重的索结构（如主缆、系杆、吊杆或斜拉索）的养护符合本节规定。

7.5.1.2 索结构的养护应包含其全部组成部件：索体、锚头、导管、保护罩、护套、锚垫板等，以及系杆索的支承托架、滚轴等。

7.5.1.3 索结构的上下锚头和索体应配备可供检查或养护技术人员到达的辅助养护设施，如：

- a) 可沿拉吊索索体移动、进行索体表面摄像和检测内部钢丝锈蚀的缆索检测机器人；
- b) 可沿索体移动，且不损伤索体表面防护的检测缆车或牵引式检测平台。高度较低的索体可采用伸臂式桥梁检测车和高空作业车；
- c) 锚头或锚室的检测平台；
- d) 由桥面到达索体与锚室检测平台的人孔以及扶梯；
- e) 用于架设换索千斤顶的反力支撑结构。

7.5.1.4 索体表面不得固定或附着装饰灯具、广告牌、飘带等与维持索体功能无关的附属物。

7.5.2 索体及附属设施表面应保持清洁干燥，下锚头渗水孔应保持通畅。处于潮湿环境中的索体及附属设施应设置必要的防排水设备或除湿装置。

7.5.3 系杆索应安装托架防止索体下垂，托架与索体间应光滑接触，避免擦伤索体护套。可采用滚轮、四氟板、涂油等方式避免托架磨损索体。发现托架损坏应及时维修或更换。

7.5.4 系杆托架轴承应定期上润滑油。托架转轮老化或卡死应及时更换。更换托架时应避免系杆额外受力。

7.5.5 索体及其附件应定期清洁，避免垃圾或碎石卡死吊杆销铰式锚具接头处的转轴被卡死。

7.5.6 索体金属防水罩、保护套管等附属构件损坏应及时维修，无法维修时应先采用临时措施保障其正常使用，待换索时再实施更换。

7.5.7 应定期更换保护罩、套管与索体间防水腻子。

7.5.8 锚具及其他锚固设施应采取下列措施防蚀：

- a) 及时清理老化失效的涂装并实施局部重新涂装；
- b) 查明泄水孔渗水或锚箱、套管内积水的原因，及时排出积水，封堵源头。

7.5.9 发现缆索锚固区锚箱或锚杯开裂应立即上报桥梁管理部门，并采取应急措施限制车辆通行。发现锚下混凝土开裂应分析开裂原因并加强观测，如裂缝持续增加应及时采取应急措施并上报桥梁管理部门。

7.5.10 索体锚固区混凝土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。

7.5.11 钢绞线索中的钢绞线损坏应及时更换，钢绞线夹片松脱应及时复位。

7.5.12 索段维修与更换应由具有相关行业从业资质的专业机构实施。

7.5.13 索构件维修后按表 28 进行检查验收

表28 表斜拉索维修后检验标准

项 目		允许偏差(mm)	检验频率		检 查 方 法	
			范围	点数		
斜拉索 长度	≤100 m	±20	每根 每件 每孔	1	用钢尺量	
	>100 m	±1/5 000 索长				
PE 防护厚度		+1.0, -0.5		1	用钢尺量或测厚仪检测	
锚板孔眼直径 D		$d < D < 1.1d$		1	用量规检测	
锚头尺寸		锚头直径 ≥ 1.4d, 锚头高度 ≥ d		10	用游标卡尺检测, 每种规格检查 10 个	
锚具附近密封处理		符合设计要求		1	观察	

7.6 斜拉桥

7.6.1 一般规定

7.6.1.1 斜拉桥主梁、斜拉索、主塔的养护除符合本规程的相关章节规定外, 尚应符合本节规定。

7.6.1.2 斜拉桥因加固、调节桥面线形等原因必须调整索力时, 应计算各施工阶段斜拉索与桥梁结构的安全性, 并在施工全过程中对全桥拉索实施索力监控。

7.6.1.3 当斜拉桥主梁的裂缝超过规定值或挠度超过设计规定的允许值或拉索索力偏离设计值 10%以上时, 应查明原因, 通过计算进行加固和调整索力。

7.6.2 斜拉索的养护

7.6.2.1 斜拉索塔端锚头必须每半年保养一次, 主梁外侧设有钢盖板罩的锚头应每 3 年保养一次, 保养内容主要为打开保护盖更换防锈油膏。

7.6.2.2 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, 对钢筋作除锈、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。

7.6.2.3 内置式减振器橡胶老化变质, 外置式减振器漏液、构件损坏后应定期进行更换维修。

7.6.2.4 斜拉索 PE 护层破损面积超过断面 10%时, 应进行修补。PE 护层达到设计使用寿命时宜进行更换, 若无设计资料时, PE 的使用年限一般为 20 年。

7.6.2.5 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。

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

7.6.2.7 拉索的检查和养护维修, 应有详细的文字、图片或录像记录, 并归档。

7.6.3 主梁的养护

7.6.3.1 端横梁的养护应符合下列规定:

- 外力造成混凝土剥落与露筋时, 应将钢筋的锈迹清除并把松动保护层凿去后修补;
- 横梁箱内应通风, 适时测量内外温差, 温差不宜过大。对横梁箱体裂缝, 必须查明原因后再做加固处理。

7.6.2.2 在特殊气候条件下, 斜拉桥的通行限制应符合下列规定:

- a) 桥上应有交通信息显示屏；
b) 雾天桥上行车时速应符合表 29 的规定；

表29 雾天行驶时速

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

- c) 当风速大于 19 m/s 时，大风雨中桥上行车时速应符合表 30 的规定。当风速大于 21 m/s 时，严禁货运车上桥行驶。

表30 大风雨中桥上时速

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

7.6.4 主塔的养护

7.6.4.1 索塔上的航空标灯和桥上照明装置应正常工作。

7.6.4.2 索塔的工作爬梯和工作电梯，一般应每季度保养一次。电梯应定期进行大修。爬梯应定期除锈涂漆，以保证其可靠性和安全性。

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

7.6.4.4 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。

7.6.4.5 设有辅墩的斜拉桥，当主塔与辅墩的沉降量超过设计要求时，必须在原设计单位指导下进行支座和索力调整。

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

7.6.5 斜拉桥养护的验收标准参照 7.3.9 条~7.3.14 条的规定执行。

7.7 悬索桥

7.7.1 一般规定

7.7.1.1 悬索桥主缆、锚碇、吊索的养护除符合本规程的相关章节规定外，尚应符合本节规定。

7.7.1.2 悬索桥加劲梁、主塔的养护要求应符合本规程的相关章节规定。

7.7.1.3 悬索桥主缆检查维护的重点是防水、防腐蚀、防龟裂、防人为损伤。

7.7.1.4 悬索桥主缆应保持在设计时的正常位置。如发现较大的不可恢复的线形变化时，应及时分析原因，采取适当的线形调整方案进行处理。

7.7.1.5 索鞍应保持正常工作位置，如偏移超限，应及时复位。

7.7.2 缆索体系的养护

7.7.2.1 主缆防护层出现开裂、剥落、破损、缠丝破损，应及时进行修补。必要时可切开防护层检查主缆是否锈蚀并进行相应处理。检查处理后及时修复防护层。若主缆表面防护层老化失效，应进行更换。

7.7.2.2 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、索股松弛或过紧，应调整索夹，并拧紧套筒螺帽，使各索股受力基本一致。

7.7.2.3 悬索桥主缆应保持在正常位置，如有变化应及时调整。锚碇拉杆处距离不够时，可在套筒与拉杆螺帽之间加垫圈，严禁截短钢索。

7.7.2.4 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；主缆索夹锈蚀损坏应及时更换，注意新索夹应将主缆夹紧。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。

7.7.2.5 主缆走道支架应经常检查稳定及安全状况，金属结构应定期进行打油、涂漆防护。经常检查主缆走道扶手索，特别是两端锚固点有无锈蚀或损坏，及时维修更换，以保证检查维修人员安全。

7.7.2.6 吊索（吊杆）表面防护层应进行定期维护，防护层发现开裂、剥落、破损等现象，应及时进行修补。

7.7.2.7 吊索（吊杆）在定期检查中，发现索力与初始值或前次测量数值有较大差别，应慎重分析原因，采取相应措施进行处理。

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

7.7.2.9 吊杆锚头及钢索出口密封处，一般每年养护一次，及时处理漏水、积水和脱漆、锈蚀。

7.7.2.10 悬索桥的主索鞍、散索鞍应保持清洁，防止尘土聚集和雨水淤集。如发现异常错位、卡死、辊轴歪斜及锈蚀、破损等，应及时维修。主索鞍、散索鞍、主缆索股锚头，每年应养护一次。

7.7.2.11 索鞍应经常注意螺栓、螺杆有无松动或剪切变形，焊缝有无断裂。索鞍的辊轴或滑板应保持正常工作状况，经常清除滑板或辊轴座板上杂物，加注润滑油脂以保持其机动性。

7.7.3 锚碇的养护

7.7.3.1 定期对锚头、锚杆进行清洁、防护。

7.7.3.2 锚碇的锚室门或索洞门应经常打开通风，室内排水应通畅，环境干燥，不得潮湿和积水。锚室内除湿系统应正常工作，湿度恒定。

7.7.4 悬索桥养护的验收标准参照 7.3.9 条～7.3.14 条的规定执行

7.8 人行桥

7.8.1 一般规定

7.8.1.1 本节规定适用于跨越城市街道、城市道路或铁路的人行天桥，和跨越河流或其他障碍的人行桥。

7.8.1.2 人行桥的检测评估应符合第三章和第四章的相关规定。

7.8.1.3 人行桥的上部结构应根据其结构体系，除按照本章第 7.3 节～第 7.6 节中相同或相近的桥型进行养护外，尚应符合本节规定。

7.8.1.4 人行桥的照明设施、顶棚、无障碍设施（如电动扶梯或升降电梯等）、绿化、防护网等附属设施应符合本节的规章。

7.8.2 梯道、坡道和桥面

7.8.1.1 人行桥的梯道、坡道和桥面的应设置防滑耐磨的构造面或铺装层，保持桥面的干净整洁，如有桥面的积水、积雪、结冰，应及时清扫或清除，如出现开裂、坑洞、油污等病害，应及时修复。

7.8.1.2 人行天桥梯道应结构牢固、铺装完好，梯道踏步如有松动或缺损，应及时修理或更换。新更换踏步地砖应与周围踏步地砖规格相同，样式与颜色和谐。踏步地砖应采用带有防滑条的地砖。坡道应平顺抗滑。

7.8.1.3 钢结构主梁的人行天桥的桥面铺装应设置防水层。当桥面铺装出现开裂、鼓包、坑槽等病害时，应及时修复，并做防水处理，以避免雨水等腐蚀介质渗入主梁顶板，导致主梁顶板锈蚀。

7.8.3 主体结构和防护构造

7.8.3.1 人行桥的主梁、桥墩等结构表面应定期维护，清除表面的植被等附着物，保证表面干燥、清洁、美观。

7.8.3.2 封闭的钢箱主梁箱室内部应保持干燥，应定期检查箱室内部是否存在积水、锈蚀。如有积水应及时排出清理，并查明和封闭进水路径。必要时可以在箱梁底板低位易积水处设置排水孔。

7.8.3.3 钢结构天桥的防护涂层如有起泡、裂缝或脱落，应及时保养维护。（按照第 5.2 节执行）

7.8.3.4 人行桥的扶手、栏杆等防护设施应该牢固、完好，如有破损或腐蚀，应及时维修或更换。维修后的栏杆符合原设计要求，其构造和水平推力还应符合《城市人行天桥与地道桥技术规范》CJJ 69-95 的中要求。

7.8.3.5 人行桥的扶手、栏杆或主体结构应尽量避免增加额外荷载。如必需增设桥梁原设计以外荷载，如大型广告牌、绿化、管线等风阻面积较大或自重较大的附属设施，应由设计单位或具备同等资质的单位，按照相关设计标准，考虑新增的恒载和风荷载等附加荷载，对栏杆和主体结构的承载力、刚度和自振频率进行重新检算，满足相关技术和安全要求后，方可实施。

7.8.3.6 如需在人行桥上设置大型广告牌、绿化、管线等风阻面积较大或自重较大的附属设施，应固定在主梁等主体结构上，避免固定在的扶手、栏杆。

7.8.3.7 为了避免桥梁共振而引起行人的不适，减少行人不安全感，人行桥的上部结构的竖向一阶自振频率不应小于 3Hz。上部结构需要增加原设计以外的荷载时，应对结构基频进行验算或进行检测评定。

7.8.4 净高

7.8.4.1 各级架空电缆与天桥、梯（坡）道面最小垂直距离应符合下表 31 规定。

表31 天桥梯道坡道与各级电压电力线间最小垂直距离表

最小垂直距离	地区	线路电压 (kV)					
		1 以下	1~10	35	60~110	154~220	330
	居民区	6.0	6.5	7.0	7.0	7.5	8.5
	非居民区	5.0	5.5	6.0	6.0	6.5	7.5

7.8.4.2 当人行天桥或人行桥上方的架空线距桥面不足安全距离时，为确保安全桥上应设置安全防护罩。安全防护罩距桥面的距离不宜小于 2.5 m。

7.8.4.3 跨越城市道路的人行天桥上不得敷设高压电缆、燃气管和其它可燃、易爆、有毒或有腐蚀性的液（气）体管道。

7.8.4.4 跨越铁路的人行天桥或人行桥，应符合铁路既有线或电气化铁路的安全防护的相关规定。

7.8.5 附属设施

7.8.5.1 人行天桥上不得设置和堆放可能阻碍通行的非养护相关器材。

7.8.5.2 为桥下行车安全，应尽量避免在人行天桥上方设置闪烁型灯光广告。

7.8.5.3 人行天桥和人行桥增设的附属设施还应满足交通、市政、消防等部门的管理要求。

7.8.5.4 跨越城市道路的人行桥的必须设置醒目的限高标志的。标志的制作以及安放位置应符合交管部门的相关规定。

7.8.5.5 当人行天桥的桥墩柱位于地面行车道路中央或距离行车道边缘较近时，应在墩柱周围设置防护设施，并设置反光导流和警示标志。

7.8.5.6 人行天桥或人行桥中如果设置了电动手扶电梯或垂直升降电梯，则电梯应该按照相关行业规定进行定期检验和维护。

7.8.6 维修加固

7.8.6.1 人行桥的维修或加固不应增加结构自重，不宜改变结构形式。

7.8.6.2 人行天桥或人行桥在开放行人通行状态下进行维修时，应在桥面采用分隔设施将通行区与维修区分隔开来。必要时，应对维修区域垂直影响范围内的桥下行车道进行临时交通封闭或管制。

7.8.7 人行天桥的桥面铺装铺装

7.8.7.1 塑胶桥面铺装的检查标准见表 32。

表32 人行天桥塑胶桥面铺装面层检查标准

项目	允许偏差	检验频率		检 验 方 法
		范围	点数	
厚度	不小于设计要求	每铺装段、 每次拌合料量	1	取样法：按 GB/T 14833 附录 B
平整度	±3mm	每 20m ²	1	用 3m 直尺、塞尺检查
坡度	符合设计要求	每铺装段	3	用水准仪测量主梁纵轴高程

7.8.7.2 彩色改性环氧抗滑薄层铺装的检查标准见表 33。

表33 人行天桥彩色改性环氧抗滑薄层桥面铺装面层检查标准

项目	允许偏差	检测频率	检测方法
外观	铺装层颜色均匀，密实，无掉粒	全线连续	目测
铺层厚度	不低于设计厚度值 90%	每 20 m ² /1 处	CJJ 139
构造深度（铺砂法）	≥0.6 mm	每 20 m ² /1 处	JTG E60
摩擦系数（BPN）	≥60	每 20 m ² /1 处	JTG F80/1
渗水系数	0	每 20 m ² /1 处	JTG F40
平整度（3 m 直尺）	≤5 mm 或不低于环氧铺装层下基面平整度要求	每 20 m ² /1 处	JTG F40
现场拉拔强度	≥1.7 MPa 或断面发生在基层	每 20 m ² /1 处	CJJ 139

7.8.8 梯道质量检验应符合下列规定：

7.8.8.1 混凝土梯道抗磨、防滑设施应符合设计要求。抹面、贴面面层与底层应粘结牢固；检查数量：检查梯道数量的 20%；检验方法：观察、小锤敲击。

7.8.8.2 混凝土梯道允许偏差应符合表 34 的规定。

表34 混凝土梯道允许偏差

项 目	允许偏差 (mm)	检验频率		检 验 方 法
		范围	点数	
踏步高度	±5	每跑台阶 抽查 10%	2	用钢尺量
踏面宽度	±5		2	用钢尺量
防滑条位置	5		2	用钢尺量
防滑条高度	±3		2	用钢尺量
台阶平台尺寸	±5	每个	2	用钢尺量
坡道坡度	±2%	每跑	2	用坡度尺量

注：应保证平台不积水，雨水可由上向下自流出。

7.8.8.3 钢梯道允许偏差应符合表 35 的规定。

表35 钢梯道允许偏差

项 目	允许偏差 (mm)	检验频率		检验方法
		范围	点数	
梯道平台高程	±15	每件	2	用水准仪测量
梯道平台水平度	15			
梯道侧向弯曲	10			沿全长拉线，用钢尺量
梯道轴线对定位轴线的偏位	5			
梯道栏杆高度和立杆间距	±3	每道	2	用钢尺量
无障碍 C 型坡道和螺旋梯道高程	±15			用水准仪测量

注：梯道平台水平度应保证梯道平台不积水，雨水可由上向下流出梯道。

7.8.9 人行天桥其他结构加固维修验收标准参照 7.3.9 条~7.3.14 条的规定执行。

7.9 文物桥

7.9.1 文物桥养护应符合下列原则：

- 列入文物保护范围的城市桥梁养护，除执行本规定外，尚应符合文物部门的相关技术规定；
- 对于文物桥的承载能力进行评估和鉴定，必要时采取相应的交通荷载限制措施；
- 文物桥养护和维修必须尊重历史，在对文物桥进行加固保护时应尽可能不改变桥的原有风貌；
- 要充分预见到对文物桥进一步加固和保护的需要，文物桥保护所使用的材料和采取的措施必须具有可逆性；
- 在文物桥养护过程中必须充分考虑到保护材料、施工条件等对其周围环境产生的影响，使得文物桥保护满足生态保护原则。

7.9.2 文物桥表面要经常清洗，清洗的方法如下：

- 经常用清水清洗石材表面的灰尘和易剥落的污物；
- 定期清理文物桥表面的苔藓、藻类等植物，去除过程中避免在文物桥表面留下刮痕；
- 石材表面存在可溶盐、微生物、难溶性硬壳、以及人为的涂料覆盖或历次修缮所残留的残留物等这类清水冲洗无法去除的污染物，可运用喷砂式物理清洗将其去除。

7.9.3 文物桥有断裂的砖石构件，应采用粘接材料直接粘接或机械加固的方法进行固定，粘接材料一般选用植物胶、动物胶、灰浆。

7.9.4 文物桥有缺失构件，应按原样原工艺的新构件进行替换。

7.9.5 文物桥加固时必须考虑对桥身结构的整体性加固。加固方法一般采用植筋加固或碳纤维布加固。

7.9.6 文物桥应防止环境侵蚀，采取防护的材料应符合下列规定：

- a) 色泽尽可能与文物桥原始材料接近，确保不影响文物桥外貌；
- b) 对于水的渗透和化学侵蚀等能起到有效阻止，防护性好；
- c) 确保当前的防护材料失效后新的防护材料仍能顺利使用，可逆性好；
- d) 确保防护材料能使水蒸气透过以利于水分蒸发，透气性好。

8 下部结构的养护

8.1 墩台

8.1.1 一般规定

- 8.1.1.1 桥梁墩台表面后期增设的装饰工程、绿化及广告等，其固定方式不得损伤或破坏桥墩结构，绿化植物不得对桥墩造成侵蚀，不得妨碍对桥墩结构表面的检测或日常养护作业。
- 8.1.1.2 桥梁墩台应在适当位置设置永久水准点，以便于连续观测沉降情况。
- 8.1.1.3 当连续梁桥墩台和拱桥的不均匀沉降值超过设计允许变形时，应查明原因，进行加固处理和调整高程。
- 8.1.1.4 未经过充分论证和管理部门允许，禁止在桥墩安全区域范围内堆土、违建、以及其他改变地基承载力、危及桥墩受力的行为。
- 8.1.1.5 恒载裂缝宽度最大限值应符合表 36 的规定。

表36 墩台的恒载裂缝宽度最大限值

结构类别	裂缝部位		允许最大裂缝宽度 (mm)	
墩台	墩台帽		0.30	
	墩台身	B 类	有筋	0.25
			无筋	0.35 (不允许贯通墩台身截面一半)
	墩台身	C、D 类	有筋	0.20
无筋			0.30 (不允许贯通墩台身截面一半)	
墩台	墩台身	A 类	0.40 (不允许贯通墩台身截面一半)	
	有冻结作用部份		0.20	

注：所处侵蚀环境按表9侵蚀环境分类表规定选取

8.1.2 墩台的日常保养小修应符合下列规定：

- a) 墩台表面应保持清洁，并及时清除青苔、杂草、荆棘和污秽；
- b) 当圬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；
- c) 圬工砌体表面灰缝脱落时应清除缝内污垢杂物后重新勾缝；
- d) 当混凝土表面发生侵蚀剥落，蜂窝麻面等病害时，应及时将周围凿毛洗净后做表面防护。

8.1.3 桥墩的防撞

- 8.1.2.1 当立交桥桥墩靠近机动车道时，宜在桥墩四周浇筑混凝土护墩等被动防撞设施，并设置符合交通安全设施标准的警示导流标志的主动防撞设施。
- 8.1.2.2 当桥墩位于水中或岸边，有受船只、漂浮物撞击的风险时，应设置对船舶的航行管理和航行轨迹干预引导的主动防撞措施，并在桥墩上游增加防撞设施。

8.1.2.3 河床上的漂浮物和沉积物，如对桥梁安全构成威胁，应及时清理。

8.1.4 墩台的维修与加固

8.1.4.1 当表面风化剥落深度在 30 mm 以内时，应采用 M10 以上的水泥砂浆修补；当剥落深度超过 30 mm，且损坏面积较大时，应增设钢筋网浇筑混凝土层，浇筑混凝土前应清除松浮部分，用水冲洗，并采用植筋联接。

8.1.4.2 墩台出现变形应查明原因，采取针对性措施进行加固。

8.1.4.3 当墩台裂缝超过本规范表 36 限值时，应查明原因，采取下列措施进行加固：

- a) 裂缝宽度小于规定限值时，应进行封闭处理；
- b) 裂缝宽度大于规定限值且小于 0.5 mm 时，应灌浆；大于 0.5 mm 的裂缝应修补；
- c) 当石砌圬工出现通缝和错缝时，应拆除部分石料，重新砌筑；
- d) 当活动支座失灵造成墩台拉裂时，应修复或更换支座，并维修裂缝；
- e) 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；
- f) 碱骨料反应、氯离子侵蚀、空气或水污染腐蚀混凝土，冻融环境，应采取相应保护措施；造成混凝土裂缝扩展、混凝土损坏等，应及时修补；

8.1.4.4 桥台发生水平位移和倾斜，超过设计允许变形时，应分析原因，进行加固。

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

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

8.1.4.7 支座下盖梁混凝土出现局部破损时，应查明原因后及时修复。

8.1.4.8 拱桥在进行墩台加固时，应保持推力平衡，注意结构安全。

8.1.5 独柱墩桥梁的抗倾覆加固改造

8.1.5.1 上部结构抗倾覆性不足的独柱墩桥必须加固、改造。

8.1.5.2 加固、改造后应进行桥梁特殊检测。

8.1.5.3 独柱墩抗倾覆核查验算或加固改造的重点对象：

- a) 一联三跨及以上的独柱式桥墩的匝道桥、曲线桥；
- b) 上部结构采用桥面较宽、悬臂翼缘板较大的整体式箱梁，尤其是上部结构为钢结构或组合结构时；
- c) 下部结构采用板式墩双支座或支座间距较小的桥梁。

8.1.5.4 独柱墩桥梁抗倾覆验算评估要求如下：

- a) 按照竣工图设计文件，采用符合桥梁受力特性的空间模型，进行横向抗倾覆安全性检算评估；
- b) 按桥梁原设计依据的标准规范，对主梁、盖梁、桥墩、基础和支座的承载能力极限状态和正常使用极限状态验算。如果桥梁已经进行加固，应按照加固后的结构状态进行复核计算。
- c) 横向抗倾覆验算结果应满足相关规范或标准要求。

8.1.6 墩台的加固维修验收标准参照CJJ/T 239 的相关规定执行。

8.2 基础

8.2.1 桥梁基础和地基应保持完整、稳定，避免对其扰动。

8.2.2 基础的养护与维护

8.2.2.1 跨江、河、湖等涉水桥梁墩台基础附近的河床或岸坡应保持稳定。对其应定期观测桥梁上游 50 m 至下游 50 m~500 m 范围内的河床冲刷状况，如有异常，应对桥梁基础进行检测和评估，必要时采取防护措施，并符合本规范第 11.1 节城市桥梁安全保护区相关规定。

8.2.2.2 在桥下应树立警告示牌，禁止任何人或单位在桥下 200 m 范围内挖砂、取土、采石、倾倒废弃物，禁止进行爆破作业及其他危及公路桥梁安全的活动。

8.2.2.3 采取措施保持桥梁墩台基础附近河床的稳定；养护范围为桥梁上下游一般不小于 50 m 和不大于 500 m；因筑堤修路压缩或拓宽河床时，应采取有效的防护措施。

8.2.2.4 不得任意修建对桥梁有害的建筑物，因抢险、防汛需要修筑堤坝、压缩或拓宽河床时，应事先报经桥梁主管部门同意，并采取有效的防护措施。

8.2.2.5 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、铅丝石笼等进行维护，必要时应在基础四周增设防护设施，或灌注水下混凝土。

8.2.2.6 桥下河床铺砌出现砌块损坏，可补砌或采用混凝土修补。

8.2.2.7 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，基坑开挖、隧道或管涵等地下构筑物施工时，应经桥梁结构安全影响性评估，必要时采取加固措施，并指定有效的桥梁安全监测预警方案，确保桥梁结构安全后再施工，并符合本规范第 9.1 节相关规定。

8.2.2.8 因加固导致结构自重增加时，应对基础承载力进行验算。

8.2.3 基础沉降允许值

8.2.3.1 简支梁桥墩台基础的沉降和位移，超过以下容许限值或通过观察裂缝持续发展时，应采取相应措施予以加固：

- a) 墩台均匀总沉降值(不包括施工中的沉降)： $2.0\sqrt{L}$ (cm)；
- b) 相邻墩台总沉降差值(不包括施工中的沉降)： $1.0\sqrt{L}$ (cm)；
- c) 墩台顶面水平位移值： $0.5\sqrt{L}$ (cm)。

注1：L 为相邻墩台间最小跨径，以 m 计，跨径小于 25 m 时仍以 25 m 计算。

注2：桩、柱式柔性墩台的沉降，以及桩基承台上墩台顶面的水平位移值，可视具体情况确定，以保证正常使用为原则。

8.2.3.2 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。

8.2.4 基础加固方法及适用范围：

8.2.4.1 当地基承载力不足时，可采用下列措施进行加固：

- a) 重力式基础的加固：
 - 1) 在刚性实体基础周围浇筑混凝土扩大基础。一般应修筑围堰，抽干水后开挖基坑，再浇筑混凝土。新旧基础(承台)之间可埋置连接钢筋，并将旧基础表面刷洗干净、凿毛，使新老混凝土连成整体；
 - 2) 当梁式桥桥台基础承载能力不足时，可在台前增加桩基及柱并浇筑新盖梁、增设支座。这时梁的支点发生变化，应根据结构受力变化对主梁进行检算及加固；
 - 3) 对于拱桥基础可在桥台两侧增设钢筋混凝土实体耳墙，并将耳墙与原桥台用钢销连接起来，增大桥台基础面积，提高桥台承载力；
 - 4) 当桥下净空允许时，可在台前新建新的扩大基础及台身，将主拱改建为变截面拱支承到新基础及台身上。新老基础之间用钢筋或钢销进行连接，有条件时可在台前新基础下增加短桩，以提高承载力。
- b) 桩基础的加固：
 - 1) 可用钻孔桩或打入桩增设基桩，并扩大原承台；

- 2) 对单排架桩式桥墩采用加桩加固时,如原有桩距较大(4倍~5倍桩径),可在桩间插桩。如原有桩距较小,但通航净空有富余时,可在原排架两侧增加新桩,变为三排式墩桩;
 - 3) 对钻孔灌注桩桩身损坏,露筋、缩颈等病害,可采用灌(压)浆、扩大桩径、增设外包钢护筒或夹克法等方法进行维修加固。
- c) 人工地基加固:对墩台基础以下的地层,采用注浆、旋喷注浆或深层搅拌等方法,将各种浆液及加固剂注入或搅拌于土层中,通过浆液凝固使原来松散的土层固结,成为有足够强度和抗渗性能的整体。所采用的材料应通过试验确定。

8.2.4.2 墩台基础防护加固。墩台基础局部被冲空时,可分情况采取下列加固措施:

- a) 水深 3 m 以下,可筑围堰将水抽干,以砌石或混凝土填补冲空部分;桥台基础采用上述方法加固时,还应修整或加筑护坡;
- b) 水深 3 m 以上,可在基础四周打钢板桩或做围堰,灌注水下混凝土;也可用编织袋装干硬性混凝土(每袋装量为袋容积的2/3),通过潜水作业将袋装混凝土分层填塞冲空部分,填塞范围比基础边缘宽 0.4 m 以上;
- c) 当基础置于风化岩层上,基底外缘已被冲空时,应先清除岩层严重风化部分,再用混凝土填补;对基础周围的风化岩层还应用水泥砂浆进行封闭;
- d) 当河床不稳定,基础埋置较浅,冲刷范围较大时,可采用平面防护加固,其范围要覆盖全部冲刷坑。可采用以下方法加固:
 - 1) 打梅花桩,桩间用块、片石砌平卡紧;
 - 2) 用块、片石防护或用水泥混凝土板、水泥混凝土预制块防护;
 - 3) 用铁丝笼、竹笼等柔性结构防护。
- e) 墩台周围河床冲刷严重,危及基础安全时,除分别采用上述方法进行防护加固外,应在洪水期过后,采取必需的调治构造物防护措施;
- f) 对河床应采取防冲刷措施:做好河道清淤。修理、加固、改善或增设各类调治构造物及基础防护构造物。采取适当措施,防止漂浮物大量进入桥孔。

8.2.4.3 桥台滑移、倾斜的加固。桥台发生滑移和倾斜时,应分析原因,根据不同情况采取不同的加固措施:

- a) 梁式桥或陡拱因台背土压力过大,造成桥台向桥孔方向位移,可采取下列方法进行加固:
 - 1) 挖除台背填土,改用轻质材料回填,减轻台后土压力,以使桥台稳定;拱桥在换填材料时,应维持与拱推力的平衡,如在桥孔设临时拉杆或在后台设临时支撑;
 - 2) 挖去台背填土,加厚台身;
 - 3) 对于单跨的小跨径梁式桥,可在两桥台基础之间增设钢筋混凝土支撑梁或浆砌片石支撑板,支撑顶面应不高于河床;埋置式桥台可采用挡墙、支撑杆或挡块等进行加固。
- b) 拱桥桥台产生向台后方向位移,可根据不同情况采用下列加固方法:
 - 1) 在 U 形桥台两侧加厚翼墙;翼墙与原桥台应牢固结合,增大桥台断面和自重,借以抵抗水平位移;若为一字型桥台,可增设翼墙变为 U 形桥台;
 - 2) 当桥台的位移尚未稳定时,可在台后增设小跨引桥和摩擦板,以制止桥台继续位移;
 - 3) 当桥下净空许可时,可在墩台之间设置拉杆承受推力,限制水平位移;对于多孔拱桥,要注意各孔之间的推力平衡。
- c) 拱桥在加固墩台时,必须保持推力平衡,注意安全。

8.2.4.4 墩台基础沉降的加固。若桥梁墩台发生了较明显的沉降、位移,除按本节前述的方法加固外,还可采用下述方法使上部结构复位:

- a) 梁式桥上部结构状况基本完好，桥面没有损坏，下部地基较好时，可对上部结构整体或单孔顶升，然后加设垫块、调整支座；
- b) 梁式桥上部结构状况基本完好，但桥面损坏严重时，可凿除桥面及主梁之间的连接，将主梁逐一移位，加厚盖梁，重新安装主梁，并重新铺装桥面；
- c) 拱桥桥台发生位移，使拱轴线变形较大，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。

8.2.5 基础的加固维修验收标准参照 CJJ/T 239 的相关规定执行。

8.3 桥梁支座

8.3.1 支座应定期检查和养护，并应符合下列规定：

- a) 支座各部分应保持完整、清洁、有效支座垫板应保持平整、紧密、锚固牢固。支座周边应干燥、洁净，无积水、油污；
- b) 支座应每半年检查、清扫一次，每年保养一次，支座金属构件应每年除锈、刷防锈漆一次；
- c) 支座养护前应检查支座状况，并与前一次检查养护结果进行比较；
- d) 固定支座应检查锚栓的坚固性，支承垫板应平整紧密；
- e) 活动支座应保持灵活，实际位移量应符合设计规定；
- f) 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；
- g) 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。支座复位、更换宜采用同步整体顶升的方式，顶升量应通过计算确定；
- h) 脱空支座宜采用注浆或加设不锈钢垫板的方式处理；
- i) 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。

8.3.2 支座检查和养护的特殊要求：

- a) 弧形支座、辊轴支座、摆轴支座应定期测量其位移值，位移值不允许超过其容许值，当位移超限时应采取调整措施；
- b) 应定期检查辊轴有无变形、磨损，上下锚栓（特别是弧形支座）有无剪断、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，损坏的应及时维修更换；
- c) 橡胶支座应定期检查有无裂纹、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，支承垫石顶面不应开裂、积水。橡胶支座应保持干燥清洁，支座金属构件除锈刷漆时应对橡胶构件采取保护措施，油脂不得污染橡胶；
- d) 四氟滑板支座储油凹坑内专用润滑硅脂应饱满；
- e) 盆式支座中的钢构件不得出现裂纹、变形、脱焊、锈蚀；聚四氟乙烯滑板不得磨损过量；支座位移、转角不得超限；螺栓不得有剪切破坏，螺母不得松动，防尘罩应完好；
- f) 球型支座应检查各向转动性能，有无转动阻碍。每年应清除尘土、更换润滑油一次；
- g) 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 3 mm；
- h) 小跨径（板）桥油毡支座的油毡垫层损坏、脱落、老化时应及时更换为橡胶支座；
- i) 支座支承垫石应保持顶面平整，整体完好，损坏时应及时修复；
- j) 对需抬高的支座，可根据抬高量的大小选用下列几种方法：
 - 1) 抬离量在 50 mm 以内可垫入薄钢板；抬高量在 50 mm 以上的应进行专项设计，及时修复；
 - 2) 更换或复位支座宜采用同步整体顶升的方式；
 - 3) 就地灌注高强钢筋混凝土垫块，厚度不应小于 200 mm。

8.3.3 桥梁支座的维修按表 37 的要求检查验收。

表37 桥梁支座维修检查验收标准

项目	允许偏差 (mm)	检验频率		检验方法
		范围	点数	
支座高程	±5	每个支座	1	用水准仪测量与墩台上基准点对比
支座偏位	3	每个支座	2	用全站仪、钢尺测量与墩台上基准点对比

9 抗震设施和减振设施

9.1 抗震设施

9.1.1 桥梁抗震设施保养小修应符合下列规定：

- a) 桥梁的抗震设施应每年进行一次检查和养护，应保持抗震设施完整齐全，功能有效。各部件（或构件）保持清洁、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；
- b) 当混凝土抗震设施出现裂缝、混凝土剥落及混凝土破碎等病害时，应及时进行养护、修补或更换；
- c) 当抗震缓冲材料出现变形、损坏、腐蚀老化等病害时，应及时进行维修或更换；
- d) 抗震紧固件、连接件松动和残缺时，应及时紧固或补齐，并涂刷防锈涂层；
- e) 型钢、钢板、钢筋制作的支撑、支架、拉杆、卡架等桥梁加固构件，应及时进行除锈和防腐处理，发现残缺损坏应及时进行维修和更换；
- f) 桥梁横、纵向联结、限位的拉索，应完好、有效； 高强钢丝绳、绳卡等应每 2 年进行一次涂油防锈处理，当发现松动时，应及时对高强钢丝绳进行紧固；
- g) 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；保护层破损、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。

9.1.2 地震设防地区的桥梁应定期进行抗震设施检查，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，并按现行抗震规范标准进行抗震分析和验算，不能满足要求时，应进行加固。

9.2 拉索减振设施

9.2.1 斜拉索减振阻尼器应具备一定的强度和抗疲劳性能，使用寿命至少 20 年，并且可以更换，还要便于检查。

9.2.2 阻尼器应具有稳定的阻尼特性，并易于调节，以适应不同振型的最优阻尼要求。

9.2.3 为了便于检查、维修及更换，斜拉索减振阻尼器一般安装在梁端。

9.2.4 阻尼器的阻尼液少量渗出时，采用清洁布将渗出油污清理干净，10 天、20 天后两次连续观察渗出情况，并拍照记录。如后续观察无渗出或极微量渗出，可暂时不处理，仅做记录。若首次发现时泄露明显或后续观察时有持续渗出情况，应采取措施进行维修。

9.2.5 若索夹及阻尼器连接螺栓出现松动，及时拧紧。

9.2.6 阻尼器两端耳板和外筒若有油漆剥离和锈蚀现象，应将锈蚀部位涂装彻底清除并按规定要求重新补漆。

9.2.7 索夹、阻尼器及支架若有疲劳损伤和磨损、变形和位移，应分析原因，并进行维修更换。

9.2.8 在大的风雨天对外置式减振器的工作状况进行观察，索的振幅是否过大，即外置式减振器伸出杆的相对位移是否大于 2 cm，并检查斜拉索的阻尼器伸缩是否正常、支架弹性变形是否较大，若出现过大的情况，应及时通知阻尼器设计安装单位，进行维修处理。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/996004032153010214>