



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 39559.2—2020

---

## 城市轨道交通设施运营监测技术规范 第2部分：桥梁

Specifications for operational monitoring of urban rail transit facilities—  
Part 2: Bridge

2020-12-14 发布

2021-07-01 实施

国家市场监督管理总局  
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言 ..... I

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义 ..... 1

4 基本要求 ..... 1

5 检查 ..... 2

    5.1 日常检查 ..... 2

    5.2 定期检查 ..... 4

    5.3 专项检查 ..... 8

6 监测 ..... 9

    6.1 沉降与变形监测 ..... 9

    6.2 安全监测 ..... 9

7 状态评价 ..... 11

    7.1 技术状况评价 ..... 11

    7.2 结构安全评价 ..... 17

    7.3 行车影响评价 ..... 21

附录 A（资料性附录） 桥梁日常检查记录表 ..... 24

附录 B（规范性附录） 桥梁沉降及变形(位移)监测的监测点设置要求 ..... 25

附录 C（资料性附录） 桥梁定期检查记录表 ..... 26

附录 D（资料性附录） 桥梁沉降与变形监测记录表 ..... 27

附录 E（规范性附录） 各类构件评价指标及对应的标度值 ..... 28

参考文献 ..... 43

## 前 言

GB/T 39559《城市轨道交通设施运营监测技术规范》分为四个部分：

- 第1部分：总则；
- 第2部分：桥梁；
- 第3部分：隧道；
- 第4部分：轨道和路基。

本部分为 GB/T 39559 的第2部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分由中华人民共和国交通运输部提出。

本部分由全国城市客运标准化技术委员会(SAC/TC 529)归口。

本部分起草单位：重庆市轨道交通(集团)有限公司、交通运输部科学研究院、重庆交通大学、西南交通大学、中国铁道科学研究院集团有限公司、招商局重庆交通科研设计院有限公司、北京城建勘测设计研究院有限责任公司、林同棧国际工程咨询(中国)有限公司、重庆市勘测院、深圳高速工程顾问有限公司、重庆市轨道交通设计研究院有限责任公司、苏交科集团股份有限公司、北京市地铁运营有限公司、天津市地下铁道运营有限公司、北京市交通信息中心。

本部分主要起草人：王峙、周新六、马虎、吴新安、林莉、秦清华、张雁珍、冯旭杰、周建庭、杨永清、张勇、高芒芒、邱凌、项丽琳、黄福伟、高爱林、刘安双、滕德贵、周成涛、李俊淞、潘正华、蔡佩宏、单爱成、陈晓虎、黎小刚、蒲黔辉、李晓斌、余取、赵晓波、石永燕、刘传新、李明、宋杰、经纬、任干、宋传龙、汪波。

# 城市轨道交通设施运营监测技术规范

## 第2部分：桥梁

### 1 范围

GB/T 39559 的本部分规定了城市轨道交通桥梁设施运营监测技术的基本要求、检查、监测和状态评价的要求及方法。

本部分适用于城市轨道交通桥梁设施的运营检查、监测与状态评价。

### 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/T 39559.1—2020 城市轨道交通设施运营监测技术规范 第1部分：总则

GB/T 50308 城市轨道交通工程测量规范

GB/T 51234 城市轨道交通桥梁设计规范

### 3 术语和定义

GB/T 39559.1—2020 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**沉降与变形监测** settlement and deformation monitoring

对桥梁墩台的沉降、墩顶的横向水平位移和恒载作用下的梁体变形持续进行监测，并提供变形分析的行为。

#### 3.2

**安全监测** safety monitoring

通过安装桥梁结构安全监测系统，实时采集荷载、环境与结构响应信息并进行分析、处理的行为。

#### 3.3

**技术状况评价** technical status evaluation

依据桥梁运营检查和监测结果，对桥梁的病害情况做出的评价。

#### 3.4

**结构安全评价** evaluation of structure safety

依据桥梁运营检查和监测结果及相关资料，通过检算或试验，对桥梁结构是否安全做出的评价。

#### 3.5

**行车影响评价** evaluation of impacts on train moving

依据桥梁运营检查和监测结果及相关资料，对列车运行受桥梁结构的影响程度做出的评价。

### 4 基本要求

4.1 桥梁日常检查、定期检查以及沉降与变形监测应填写记录表，记录表应及时整理，发现问题应提出处理建议。

4.2 桥梁定期检查后应进行技术状况评价和行车影响评价。

4.3 桥梁专项检查后应进行结构安全评价和行车影响评价。

4.4 桥梁沉降与变形监测后应进行行车影响评价。

## 5 检查

### 5.1 日常检查

5.1.1 桥梁日常检查的频次符合下列要求：

- a) 混凝土桥梁日常检查频次不应低于 1 次/季度；
- b) 钢桥、钢-混组合桥梁、钢-混混合桥梁日常检查频次不应低于 1 次/月；
- c) 桥面系及附属设施日常检查频次不应低于 1 次/季度；
- d) 桥梁支座、墩台日常检查频次不宜低于 1 次/半年；
- e) 符合下列要求的桥梁宜提高日常检查频次：
  - 1) 主跨跨径 120 m 及以上的梁桥；
  - 2) 主跨跨径 150 m 及以上的拱桥、斜拉桥、悬索桥；
  - 3) 新型或复杂结构桥梁；
- f) 当出现病害发展或其他异常情况时，应提高日常检查频次；
- g) 发生洪水、台风、暴雨前后，应及时对桥梁排水设施、声屏障状态进行检查。

5.1.2 桥梁日常检查内容见表 1。

表 1 桥梁日常检查内容

对象	内容	
混凝土结构	裂缝	梁腹板斜裂缝情况，梁跨中底板横向裂缝情况，连续梁中墩处顶板横向裂缝情况
		预应力混凝土梁沿预应力管道方向结构表面纵向裂缝情况
		拱顶下缘、拱脚上缘处拱肋(圈)横向裂缝情况，拱肋拱脚横向、纵向裂缝情况
		斜拉索的索梁、索塔锚固部位，预应力混凝土梁锚下区域裂缝情况
		墩(柱)横向裂缝情况，塔横向、竖向裂缝情况
		主缆锚碇或锚块区域裂缝情况
	钢筋锈迹、露筋、破损等病害情况	
	梁体表面渗水痕迹情况	
	裂缝口因碱骨料反应渗出的凝胶状物质情况	
	加固处治过的结构部位的病害情况	
钢结构	涂装开裂、起皮、脱落情况	
	裂纹	正交异性板桥面系加劲肋与面板连接处、加劲肋与横隔板(横肋)连接处、弧形缺口处、加劲肋嵌补段裂纹情况
		钢板梁竖向加劲肋端部腹板处裂纹情况
		钢桁梁节点处、桥面板与弦杆连接处、横隔板与节点板连接处裂纹情况
	积水、锈蚀情况	
	异常变形、局部损伤情况	
	高强螺栓有无松动、断裂、锈蚀	

表 1 (续)

对象	内容
钢结构	节点板滑移情况
	除湿系统工作状态
组合梁、混合梁	结合面渗漏水、裂纹、裂缝情况
	混凝土梁(板)检查内容同混凝土结构
	钢结构检查内容同钢结构
跨座式单轨轨道梁	列车运行状态下轨道梁的异常响声、晃动情况,梁上障碍物情况
	轨道梁接缝板情况,锚固螺栓有无松动
	轨道梁上预埋的信号、供电、接地装置等设施的锚固螺栓松动情况
	梁面防滑层磨损、脱落情况
吊杆	是否断裂
	防护状况
	锚固部位积水、渗漏水(油)及松动现象,锚头锈蚀情况
	吊杆减振装置
柔性系杆	锚固部位积水、渗漏水(油)现象,防护罩松动情况
	支撑块状况
	防护状况
斜拉索	是否断裂
	防护状况
	锚固部位积水、渗漏水(油)现象,防护罩松动情况
	斜拉索减振装置状态
悬索桥主缆	防护状况
	吊杆索夹滑移情况
	索鞍防护状况,主索鞍移位情况,主缆和主索鞍间相对移动情况;主索鞍连接件状况
	锚面开裂、积水情况,锚室温湿度
桥面系及附属设施	桥面积水、杂物堆积情况;桥面保护层蜂窝、麻面、裂缝等病害情况
	泄水孔(管)缺失、堵塞和破损情况
	伸缩缝堵塞、漏水情况,连接部件松动、脱落、局部破损情况,梁缝顶紧情况
	栏板及支架、声屏障、防抛网、疏散平台等附属设施状态,锚固连接状态,连接件缺损、松动情况
	防落梁、阻尼器状态
	标志、标牌的清晰、完好状态,限界设施情况
	限界架状态
	航空灯、航道灯状态
	避雷装置状态
	防撞设施状态

表 1 (续)

对象	内容
桥梁支座	活动支座工作状态
	锚(螺)栓松动、断裂或缺失情况
	支座上座板与梁底密贴情况,下座板与支承垫石密贴、翻浆情况
	支座脱空情况
	支承垫石积水、破损情况
	钢构件锈蚀、裂纹和脱焊情况
	活动支座平面摩擦副滑出不锈钢板情况
	支座防尘罩破损情况
墩台	混凝土墩台身裂缝情况
	墩台撞击损伤情况
	墩台基础、桥台护锥受水流冲刷情况

5.1.3 日常检查宜采用人工与信息化、智能化手段相结合的方式,配备必要的检查工具,填写日常检查记录表(参见附录 A)。

## 5.2 定期检查

5.2.1 桥梁定期检查的频次应符合下列要求:

- 新建桥梁初期运营满一年,应进行首次检查;
- 根据前次定期检查报告的建议,结合日常检查结果确定下次定期检查时间,定期检查频次不应低于每三年一次。

5.2.2 城市轨道交通线路上进行定期检查的桥梁长度不应少于该线桥梁总长度的 1/3。

5.2.3 桥梁定期检查内容见表 2。其中,沉降与变形监测的监测点布置应符合附录 B 的要求。

表 2 桥梁定期检查内容

对象	内容
梁桥	恒载下梁体竖向变形检测
	混凝土表观检查,包括渗水、风化、剥落、露筋、非受力裂缝等病害情况
	混凝土碳化深度
	梁顶板和底板处横向裂缝情况
	腹板上主拉应力引起的斜裂缝情况
	沿预应力管道方向的纵向裂缝情况
	预应力钢束锚固部位的混凝土裂缝情况
	预制结构联结部位混凝土开裂、渗水情况
	箱梁内积水情况,通气孔是否良好
	钢梁桥
	恒载下梁体竖向变形检测
	构件扭曲变形、局部损伤情况,断面变化处、削弱处以及弯曲部分的外凸面裂纹情况

表 2 (续)

对象		内容
梁桥	钢梁桥	构件锈蚀情况,油漆层裂纹、起皮、脱落情况
		螺栓连接处节点螺栓松动、脱落或断裂情况,焊缝连接处节点焊缝裂纹或脱开情况
		正交异性桥面板加劲肋与面板、横隔板连接处,加劲肋嵌补段,弧形缺口处裂纹情况
		钢箱梁面板、腹板裂纹情况
		箱形梁、箱形杆件内积水情况
	组合梁桥	恒载下梁体竖向变形检测
		桥面板与钢梁的结合部位混凝土开裂、渗水情况
		钢-混凝土结合面滑移情况及滑移量,首次定期检查时应做好滑移检测标记,滑移超限时应进行包括剪力连接件病害在内的专项检查
		混凝土板检查内容同混凝土梁桥
		钢板梁、钢箱梁检查内容同钢梁桥
	跨座式单轨轨道梁桥	混凝土轨道梁检查内容同混凝土梁桥
		钢轨道梁钢结构检查内容同钢梁桥,还应防防滑涂层厚度检查
		钢-混组合轨道梁检查内容同组合梁桥
		轨道梁走行面磨耗状况检查
		接缝板错台超限情况,接缝板锚固螺栓、板座松动情况,接缝板、锚固螺栓、板座锈蚀情况
		接缝处梁顶两侧梁缝宽度
拱桥		拱轴线线形检测和恒载作用下梁体竖向变形检测
		混凝土主拱圈及其他混凝土构件检查内容同混凝土梁桥
		钢、钢管混凝土主拱圈及其他钢构件检查内容同钢梁桥
		钢管混凝土拱肋脱粘情况
		拱圈(肋)与梁(或拱座)的连接处开裂、破损情况
		索体防护状态及开裂、破损情况,吊杆钢丝病害情况
		吊杆锚固部位渗水、开裂情况,必要时检查锚具病害情况;保护罩松动、损坏、漏油情况
		混凝土加劲梁(刚性系杆)检查内容同混凝土梁桥
		钢加劲梁(刚性系杆)检查内容同钢梁桥
		柔性系杆防护、支撑体系完好情况,锚固体系完好情况
		测定吊杆索力
斜拉桥	桥塔	塔顶水平位移及塔身沉降检测
		混凝土塔身检查内容同混凝土梁桥
		钢塔身检查内容同钢梁桥
		索塔锚固部位的钢锚梁、钢锚箱、钢牛腿裂纹、锈蚀、积水情况
		索塔锚固部位的塔壁混凝土、混凝土牛腿裂缝情况



表 2 (续)

对象		内容
斜拉桥	斜拉索	索力检测
		索体防护状态以及开裂、破损情况
		锚固构造滑丝情况
		桥面上钢护筒与索连接处防水垫圈老化、漏水、失效情况
		桥面上减振装置状态
		索梁锚固状态以及保护罩内积水情况
	主梁	梁体混凝土结构检查内容同混凝土梁桥
		梁体钢结构检查内容同钢梁桥
		恒载下梁体竖向变形检测
		阻尼器等附属装置工作状态
悬索桥	桥塔	塔顶水平位移及塔沉降检测
		混凝土塔身检查内容同混凝土梁桥
		钢塔身检查内容同钢梁桥
	主缆及吊杆	防护状态以及开裂、破损情况
		吊杆索力检测
		索夹松动、移位和损伤情况
		吊杆与主梁的连接松动情况
		主索鞍锈蚀情况,鞍座移动情况;转索鞍、散索鞍锈蚀情况,转动机构工作状态
		锚碇或锚塞滑移情况,锚面附近开裂、渗水等情况,锚固系统工作状态
	主梁	梁体混凝土结构检查内容同混凝土梁桥
		梁体钢结构检查内容同钢梁桥
		恒载下梁体竖向变形检测
		阻尼器等附属装置工作状态
桥面系及附属设施	伸缩缝与梁端锚固松动情况,漏水、锈蚀情况,大位移伸缩缝的伸缩机构工作状态以及异常变形情况	
	栏板及支架、声屏障、防抛网、疏散平台等附属设施损坏情况,锚固连接牢固情况,连接件缺损、松动情况	
	桥面排水坡损坏情况,拦水挡块完好情况,集水口和排水管通畅情况,排水系统完好情况	
	桥面保护层蜂窝、麻面、裂缝等病害情况	
	防落梁、阻尼器设施状态	
	标志、标牌状态	
	限界架状态	
	避雷装置完好情况,避雷系统性能,防迷流装置完好情况	
	航空灯、航道灯完好情况	

表 2 (续)

对象		内容
桥面系及附属设施		防撞设施损坏情况
		索塔的爬梯、检查门、工作电梯等附属设施安全状态,塔内照明系统工作状态
		钢箱梁内、锚室除湿设施工作状态
支座	盆式及板式橡胶支座	盆式橡胶支座钢件裂纹、脱焊、锈蚀情况,滑板材料磨损、位移和转角检测
		板式橡胶支座橡胶板裂纹、不均匀外鼓、钢板外露、剪切变形、位置窜动等情况
		支座与梁体、支承垫石间脱空情况,支承垫石开裂、破损、露筋、积水等情况
		锚固螺栓完好情况,限位装置开裂情况
	球形钢支座	钢构件裂纹、锈蚀等情况
		转动灵活情况,球面滑板窜出情况
		平面滑板材料磨损及完整性
		锚固螺栓情况
		支座与梁体、支承垫石间脱空情况
		支座限位装置完好情况
	跨座式单轨轨道梁桥抗拉钢支座	钢结构裂纹、锈蚀情况
		支座部件完好情况、连接牢固情况及工作状态
		支座锚杆的防松螺母紧固情况,锚固螺栓扭力值以及锚杆完好情况
		支座锚箱排水情况
墩台与基础		墩台身、墩台帽、支承垫石、拱桥拱座裂缝、腐蚀、破损、空洞、露筋等病害情况
		基础裂缝、腐蚀、破损、空洞、露筋等病害情况
		基础沉降和墩顶横向位移检测
		基础受冲刷情况
		寒冷地区水位变化部位墩台基础的冻害、腐蚀情况
		桥台护锥砌体开裂、病害、渗水,砌体下沉变形以及土体陷穴情况
		调治构造物损坏、冲刷及变形情况

5.2.4 定期检查应以人工检查和设备检测相结合的方式进行,对部(构)件病害状况进行量化描述并填写记录表(参见附录 C)。

5.2.5 桥梁定期检查应形成报告,包括下列内容:

- 桥梁基本信息,包括桥名或所在线路区间名、里程或墩号、桥梁结构型式、孔跨布置、支座及基础类型、地质状况、河床断面、桥上附属设施的布置等;
- 检查依据,包括定期检查执行的规范、规程、相关图纸及技术资料;
- 检查内容及方法;
- 使用的设备,包括设备的名称、编号、型号等;
- 检查结果,包括相关影像资料、病害描述及成因分析;
- 结论及建议,包括但不限于下列内容:
  - 检查结果总结;
  - 按本部分要求开展的技术状况评价和行车影响评价;

- 3) 提出是否需要进行专项检查的建议和依据；
- 4) 针对桥梁病害等方面的处置建议；
- 5) 下一次定期检查时间的建议；
- g) 附件。

5.3 专项检查

5.3.1 以下情况的城市轨道交通桥梁,应进行专项检查:

- a) 发现严重病害或病害发展较快可能影响运营安全的桥梁;
- b) 发现的病害难以判明其原因和危害程度的桥梁;
- c) 遭受超设计标准洪水、台风、地震等自然灾害影响或损坏的桥梁;
- d) 发生列车脱轨事故的桥梁和遭受车辆、船舶或其他异物撞击造成损伤的桥梁;
- e) 保护区内受施工影响的桥梁;
- f) 建成后在投入使用前闲置时间超过 3 年的桥梁;
- g) 因运营条件变化受到较大影响的桥梁;
- h) 恒载作用下梁体竖向变形、墩顶横向位移、相邻桥墩沉降位移差一项或多项指标达到或超过本部分规定的预警值时,经分析研判需要进行专项检查的桥梁;
- i) 桥梁安全监测系统发出安全预警,经分析研判需要进行专项检查的桥梁;
- j) 技术状况等级为 4 类或 5 类的桥梁。

5.3.2 桥梁专项检查内容见表 3。

表 3 桥梁专项检查内容

序号	检查内容
1	定期检查和监测提出问题的进一步检查,既有病害的进一步检查
2	恒载下梁体竖向变形检测、拱桥拱轴线线形、悬索桥主缆线形、悬索桥及斜拉桥塔顶水平位移测定
3	结构恒载变化状况调查
4	混凝土材质强度、钢构件锈蚀程度测定
5	混凝土中钢筋锈蚀状况测定
6	混凝土碳化状况测定
7	混凝土结构钢筋分布状况测定
8	结构固有模态参数测定
9	索结构索力及损伤状况测定
10	组合结构剪力连接件的损伤状况测定
11	基础沉降和墩顶横向位移检测,承台水平位移检测,位移较大时桩顶损坏情况检查
12	水中基础冲刷情况检查

5.3.3 桥梁进行专项检查时应根据需要进行静动荷载试验,测定桥梁结构静动力响应,视情况还要测定车辆动力响应。

5.3.4 桥梁专项检查报告应包括下列内容:

- a) 桥梁基本信息,包括桥名或所在线路区间名、里程或墩号(孔号)、桥梁结构型式、孔跨布置、支座及基础类型、地质状况、河床断面、桥上附属设施的布置等;
- b) 检查依据,包括专项检查执行规范、规程,相关图纸及技术资料,定期检查报告;
- c) 检查内容及方法;

- d) 使用的设备,包括设备的名称、编号、型号等;
- e) 检查结果,包括相关影像资料、病害描述及成因分析;
- f) 结论及建议,包括检查结果总结、病害危害度分析、结构安全评价和行车影响评价结果及桥梁处置建议;
- g) 附件。

## 6 监测

### 6.1 沉降与变形监测

6.1.1 城市轨道交通桥梁自交付初期运营起,应持续进行沉降与变形监测,包括桥梁墩台的沉降、墩台顶的横向水平位移和恒载作用下的梁体变形监测。

6.1.2 城市轨道交通桥梁交付初期运营后第一年内监测频次不应低于每半年一次,第二、三年监测频次不应低于每年一次,第三年之后监测频次不应低于每三年一次。当沉降或变形趋于稳定后,可减少监测频次。当桥梁保护区附近有其他工程活动或地质灾害发生时,应根据具体情况增加监测频次。

6.1.3 当发生洪水、台风、暴雨、地震、撞击等灾害或事故后,应根据受灾情况及时进行基础沉降和墩顶位移的监测。

6.1.4 位于软土地基的桥梁,每个墩台都应进行基础沉降及墩顶水平位移监测;位于非软土地基的桥梁,可选择部分墩台进行基础沉降及墩顶水平位移监测。

6.1.5 同一设计、同一施工条件下的预应力混凝土简支梁桥,应对不少于总跨数 1/10 的梁进行梁体变形监测;主跨跨度小于 120 m 的非简支结构桥梁,梁体变形监测总数不应少于同一区间内该类桥梁总数的 1/2;主跨跨度大于 120 m 的桥梁,每座桥梁都应进行梁体变形监测。

6.1.6 桥梁沉降与变形监测应记录日期、时间、当时气温,填写监测记录表(参见附录 D)。

6.1.7 沉降与变形监测的监测点布置应符合附录 B 的要求。

### 6.2 安全监测

6.2.1 符合以下情形的桥梁应安装安全监测系统进行安全监测:

- a) 主跨跨径 120 m 及以上的梁桥;
- b) 主跨跨径 150 m 及以上的拱桥、斜拉桥、悬索桥;
- c) 新型或复杂结构桥梁。

6.2.2 实施安全监测的桥梁,应根据实际情况提前编制安全监测方案。安全监测方案应包括下列内容:

- a) 工程概况与环境条件;
- b) 结构计算分析与技术风险特征分析;
- c) 监测目的、依据、范围、频次与技术方法;
- d) 监测项目、测点布置、设备选型与安装方案,测点数量应具有冗余度;
- e) 监测信息采集、传输、处理、控制、存储与管理的方案;
- f) 监测数据评价系统、预警值设定;
- g) 监测系统检查与维护措施;
- h) 监测系统供电、防雷、保护措施;
- i) 监测人员配备与质量、安全、服务等保障措施。

6.2.3 桥梁安全监测包括荷载与环境监测、结构整体静、动力响应监测和结构局部响应监测。梁桥、拱桥、斜拉桥、悬索桥的安全监测项目见表 4。

表 4 桥梁安全监测项目

类别	项目	结构型式			
		梁桥	拱桥	斜拉桥	悬索桥
荷载与环境 监测	移动荷载	▲	▲	▲	▲
	地震	▲	▲	▲	▲
	撞击	▲	▲	▲	▲
	温度	★	★	★	★
	湿度	▲	▲	▲	▲
	风	▲	▲	★	★
结构整体静、动力 响应监测	振动	★	★	★	★
	变形	★	★	★	★
	转角	★	★	★	★
结构局部响应监测	应力	★	★	★	★
	索(吊杆)力	○	★	★	★
	裂缝	★	★	★	★
	支座变位与反力	▲	▲	▲	▲

注：★宜监测项目；▲可监测项目；○不监测项目。

6.2.4 桥梁安全监测项目应充分考虑桥梁施工监控、成桥后验证性荷载试验结果。

6.2.5 已建桥梁新增安全监测系统时的监测项目应结合日常检查、定期检查、专项检查以及沉降与变形监测的成果进行必要的补充、调整。

6.2.6 桥梁安全监测系统的实施不应影响桥梁结构正常受力和使用；应有保证安全监测系统稳定、安全运行的措施，宜构建独立监测室，有持续供电系统，配备可胜任的授权用户来管理；新建桥梁安全监测系统的安装应与桥梁施工同步进行。

6.2.7 桥梁安全监测系统应依据 GB/T 50308 要求建立监测基准网并进行定期复测；利用建设期布设的基准点时，应检查基准点的可靠性。

6.2.8 桥梁安全监测应贯穿桥梁全寿命周期，设备的维护、更换与升级应确保监测数据的连续性。

6.2.9 同一线路或同一城市的桥梁安全监测宜进行结构集群监测。

6.2.10 桥梁安全监测预警值的设定应满足下列要求：

- a) 运营阶段列车荷载产生的结构应力或索(吊杆)力监测值、变形监测值与对应理论计算值的对比，按式(1)、式(2)进行预警设定。

$$\begin{cases} |S_{\sigma}| \leq \gamma |M_{\sigma}|, \text{正常} \\ |S_{\sigma}| > \gamma |M_{\sigma}|, \text{预警} \end{cases} \dots\dots\dots (1)$$

$$\begin{cases} f_s \leq f_M, \text{正常} \\ f_s > f_M, \text{预警} \end{cases} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$S_{\sigma}$  ——应力或索(吊杆)力监测值；

$M_{\sigma}$  ——应力或索(吊杆)力对应理论计算值；

$\gamma$  ——应力或索(吊杆)力理论计算值折减系数，见表 5；

$f_s$  ——变形监测值；

$f_M$  ——变形对应理论计算值。

表 5 折减系数值  $\gamma$  表

类型	$\gamma$ 值
混凝土桥梁	0.90~1.00
钢结构桥梁	0.95~1.00
索(吊杆)力	0.95~1.00

- b) 监测值为施工阶段和运营阶段应力或索(吊杆)力、变形的包络值,按式(3)进行预警设定。
- $$\begin{cases} B_{\sigma} \leq B, \text{正常} \\ B_{\sigma} > B, \text{预警} \end{cases} \dots\dots\dots (3)$$

式中:

$B_{\sigma}$  ——应力或索(吊杆)力、变形的监测包络值;

$B$  ——应力(索力、吊杆力)设计容许值、表 27 及表 29 规定的变形预警值。

c) 获取运营阶段桥梁跨中每天变形监测最大值,扣除环境因素(温度、风等)影响,按时间序列,绘制变形趋势图,并按式(4)进行预警设定。

$$\begin{cases} |\Delta f_s|/|f_A| \leq 20\%, \text{正常} \\ |\Delta f_s|/|f_A| > 20\%, \text{预警} \end{cases} \dots\dots\dots (4)$$

式中:

$\Delta f_s$  ——当前监测最大值与初始监测最大值差值;

$f_A$  ——初始监测最大值,初始监测最大值以桥梁交付运营初期线形和环境为基准获取。

6.2.11 桥梁安全监测报告应结合日常检查、定期检查、专项检查以及沉降与变形监测结果进行编制,包括下列内容:

- a) 桥梁基本信息,包括桥名或所在线路区间名、里程或墩号、桥梁结构形式、孔跨布置、支座及基础类型、地质状况、河床断面、桥上附属设施的布置等;
- b) 监测依据,包括监测与评价执行规范、标准,相关图纸及技术资料;
- c) 监测项目,包括监测内容、方法、测点位置及数量、设备等;
- d) 项目监测结果的分析结论和反应结构劣化趋势的定性分析;
- e) 当出现预警信息后,应经分析研判提出处置意见,包括是否需要进行专项检查等建议;
- f) 附件。

6.2.12 桥梁安全监测报告应每三个月编制一次,出现下列情况时,应立即编制监测报告:

- a) 桥梁安全监测系统发出预警信息并经分析研判后需要编制监测报告;
- b) 遭受了超设计频率洪水、台风、地震等自然灾害影响或破坏;
- c) 桥梁安全状况较差或受保护区工程施工等特殊情况影响程度较大。

7 状态评价

7.1 技术状况评价

7.1.1 桥梁技术状况评价应按评价单元进行,评价单元划分应符合下列要求:

- a) 组合结构桥梁、连续梁桥以梁缝之间的一联结构为一个评价单元;
- b) 简支梁以每一孔为一个评价单元,但连续布置时可将多跨的简支梁作为一个评价单元;
- c) 非共墩、平行的两座桥梁,分别按以上要求划分评价单元。

7.1.2 每个评价单元分上部结构、下部结构、桥面系及附属设施三类结构。每类结构分为若干个构件,同一单元的相同类构件形成部件。多跨连续的主梁(加劲梁)按跨划分多个构件;同一结构的桥梁如有不同材料组成,该结构应按材料类型划分为多个构件。



7.1.3 桥梁技术状况评价流程见图 1。

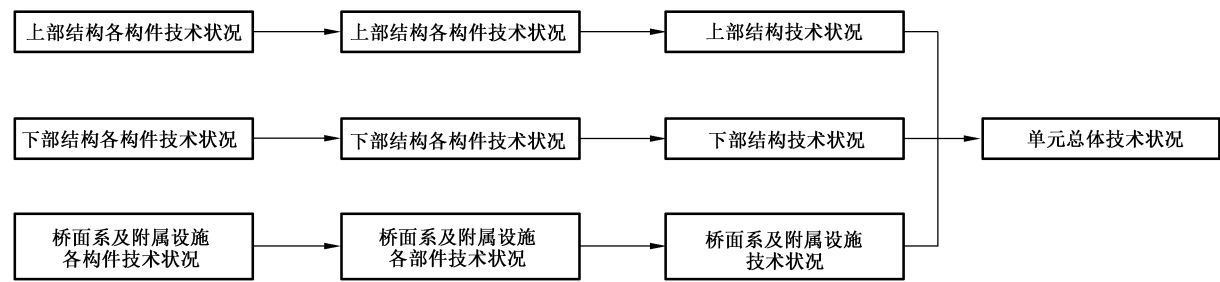


图 1 桥梁技术状况评价流程

7.1.4 技术状况的评价应采用计权重的多项指标分层综合评定的方法。分层综合评定采用分值制。

7.1.5 依据单元总体技术状况的分值，桥梁总体技术状况评价等级见表 6。

表 6 桥梁技术状况评价等级

类别	分值	桥梁状态	病害程度	评价结论
1 类	$95 \leq F_{DY} \leq 100$	好	无病害	正常使用,日常养护
2 类	$80 \leq F_{DY} < 95$	较好	轻微病害	正常使用,需要小修
3 类	$60 \leq F_{DY} < 80$	较差	中度病害	可正常使用,但需尽快进行维修
4 类	$40 \leq F_{DY} < 60$	差	严重病害	影响正常使用,应进行专项检查
5 类	$0 \leq F_{DY} < 40$	很差	特别严重病害	停止使用

注：F<sub>DY</sub>为评价单元总体技术状况分值。

7.1.6 有下列情况之一的，评价单元应属于 5 类桥：

- a) 上部结构有梁、板断裂状况；
- b) 支承轨道结构的梁体有异常位移或倾斜，存在倾覆风险；
- c) U 形(槽形)梁一个支座完全脱空；
- d) 恒载作用下梁体最大竖向变形达到或超过表 28 规定的安全值；
- e) 恒载作用下相邻桥墩沉降位移差达到或超过 7.3.7 规定的安全值；
- f) 恒载作用下桥墩墩顶横向位移达到或超过表 31 规定的安全值；
- g) 拱桥或悬索桥吊杆断裂两根及以上；
- h) 斜拉桥的拉索断索两根及以上；
- i) 基础冲刷深度大于设计值较多或冲空面积大于基底面积 20% 以上。

7.1.7 各评价单元构件(部件)分类及计分权重应符合下列要求：

- a) 梁桥各构件(部件)权重值见表 7。

表 7 梁桥各构件(部件)权重值

结构类别	评价构件(部件)	权重
上部结构	主梁	0.80
	支座	0.20
下部结构	墩、台	0.50
	基础	0.45
	护锥、调治构造物	0.05

表 7 (续)

结构类别	评价构件(部件)	权重
桥面系及附属设施	伸缩缝	0.20
	栏板(栏杆)、声屏障等	0.30
	桥面防排水	0.30
	其他	0.20

b) 拱桥各构件(部件)权重值见表 8。

表 8 拱桥各构件(部件)权重值

结构类别	评价构件(部件)	权重
上部结构	主拱(拱圈、拱肋及拱梁连接构造)	0.45
	吊杆、立柱	0.20
	桥面系结构	0.15
	加劲梁、系杆	0.15
	支座	0.05
下部结构	墩、台、拱座	0.50
	基础	0.45
	护锥、调治构造物	0.05
桥面系及附属设施	伸缩缝	0.20
	栏板(栏杆)、声屏障等	0.30
	桥面防排水	0.30
	其他	0.20
注 1: 拱肋间的横向连接系纳入主拱圈部件的评价范围。		
注 2: 当桥面系结构为整体式箱梁时,桥面系结构和加劲梁、系杆合为一个构件(部件),权重值为 0.3。		

c) 斜拉桥各构件(部件)权重值见表 9。

表 9 斜拉桥各构件(部件)权重取值

结构类别	评价构件(部件)	权重
上部结构	桥塔	0.35
	斜拉索	0.25
	主梁	0.35
	支座	0.05
下部结构	墩、台、塔座	0.40
	基础	0.55
	护锥、调治构造物	0.05



表 9 (续)

结构类别	评价构件(部件)	权重
桥面系及附属设施	伸缩缝	0.20
	栏板(栏杆)、声屏障等	0.30
	桥面防排水	0.30
	其他	0.20
注：斜拉桥的主塔及其主墩均归为桥塔。		

d) 外锚式悬索桥各构件(部件)权重值见表 10。

表 10 外锚式悬索桥各构件(部件)权重取值

结构类别	评价构件(部件)	权重
上部结构	桥塔	0.35
	主缆(含索鞍)	0.30
	吊杆(含上、下连接)	0.10
	主梁	0.20
	支座	0.05
下部结构	锚碇	0.45
	墩、台	0.10
	基础	0.40
	护锥、调治构造物	0.05
桥面系及附属设施	伸缩缝	0.20
	栏板(栏杆)、声屏障等	0.30
	桥面防排水	0.30
	其他	0.20

e) 自锚式悬索桥各构件(部件)权重值见表 11。

表 11 自锚式悬索桥各构件(部件)权重取值

结构类别	评价构件(部件)	权重
上部结构	桥塔	0.30
	主缆(含索鞍)	0.25
	吊杆(含上、下连接)	0.10
	主梁及锚固端	0.30
	支座	0.05
下部结构	墩、台	0.35
	基础	0.60
	护锥、调治构造物	0.05

表 11（续）

结构类别	评价构件(部件)	权重
桥面系及附属设施	伸缩缝	0.20
	栏板(栏杆)、声屏障等	0.30
	桥面防排水	0.30
	其他	0.20

f) 跨座式轨道梁桥各构件(部件)权重值见表 12。

表 12 跨座式轨道梁桥各构件(部件)权重取值

结构类别	评价构件(部件)	权重
上部结构	轨道梁	0.60
	支座	0.40
下部结构	墩、台	0.50
	基础	0.45
	护锥、调治构造物	0.05
桥面系及附属设施	轨道梁端的连接装置	0.80
	其他	0.20

g) 下部结构如无护锥、调治构造物,该项权重纳入基础权重。

h) 跨座式轨道梁组合桥的轨道梁与支撑轨道梁的主梁均作为主梁,根据桥梁结构类型按表 7~表 11 取值。

7.1.8 评价单元三类结构计分权重见表 13。

表 13 各结构权重分配表

结构类别	权重
上部结构	0.45
下部结构	0.40
桥面系及附属设施	0.15

7.1.9 各类构件评价指标及对应的标度值应符合附录 E 中表 E.1~表 E.7 的要求。

7.1.10 构件各项评价指标的扣分值,根据其对应的标度值宜按表 14 规定进行。

表 14 构件评价指标的扣分值

对应最高标度值	实际标度值				
	1	2	3	4	5
3	0	20	35	—	—
4	0	25	40	50	—
5	0	35	45	60	100

7.1.11 构件技术状况评价计分应按式(5)计算。

$$F_{GJ} = 100 - \sum_{i=1}^n U_i \quad \dots\dots\dots (5)$$

其中:

$$U_i = \frac{D_i}{100\sqrt{i}} (100 - \sum_{j=1}^{i-1} U_j) \quad \dots\dots\dots (6)$$

$$U_1 = D_1 \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中:

$F_{GJ}$  ——构件技术状况评价的得分值;

$n$  ——构件需要扣分的单项评价指标数目;

$U_i, U_j$  ——构件第  $i, j$  个评价指标的计算扣分值,按式(6)和式(7)计算;

$D_i$  ——构件某个单项评价指标的扣分值,按扣分值大小排列,见表 14。

7.1.12 评价单元中出现同类构件形成部件时,部件的技术状况评分应按式(8)计算。当上部结构中主要部件的某一构件评分值在  $[0, 40)$  区间时,其相应的部件评分值等于构件评分值。

$$F_{BJ} = \overline{F_{GJ}} - (100 - F_{GJmin})/t \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中:

$F_{BJ}$  ——部件技术状况评价的分值,值域为 0 分~100 分;

$\overline{F_{GJ}}$  ——部件各构件的得分平均值,值域为 0 分~100 分;

$F_{GJmin}$  ——部件中分值最低的构件得分值;

$t$  ——随构件数量而变化的系数,按表 15 采用插值法取用。

表 15  $t$  值

$m$	$t$	$m$	$t$	$m$	$t$	$m$	$t$	$m$	$t$
1	$\infty$	7	8.7	13	7.5	19	6.72	70	3.6
2	10	8	8.5	14	7.3	20	6.6	80	3.2
3	9.7	9	8.3	15	7.2	30	5.4	90	2.8
4	9.5	10	8.1	16	7.08	40	4.9	100	2.5
5	9.2	11	7.9	17	6.96	50	4.4	$\geq 200$	2.3
6	8.9	12	7.7	18	6.84	60	4.0		

注:  $m$  为某一类部件的构件总数。

7.1.13 桥梁上部结构、下部结构、桥面系及附属设施的技术状况评分应按式(9)计算。

$$F_{JG} = \sum_{i=1}^p F_{BJ} \cdot \omega_i \quad \dots\dots\dots (9)$$

式中:

$F_{JG}$  ——桥梁上部结构、下部结构、桥面系及附属设施技术状况评价的分值,值域为 0 分~100 分;

$p$  ——桥梁上部结构、下部结构、桥面系及附属设施的部件种类数;

$\omega_i$  ——第  $i$  类构件(部件)的权重,见表 7~表 12。

对于桥梁中未设置的部件,应根据此部件的隶属关系,将其权重分配给各既有部件,分配原则按照各既有部件权重在全部既有部件权重所占比例进行分配。

7.1.14 评价单元的技术状况评分应按式(10)计算。

$$F_{DY} = F_{JG,SB} \cdot \omega_{SB} + F_{JG,XB} \cdot \omega_{XB} + F_{JG,QM} \cdot \omega_{QM} \quad \dots\dots\dots (10)$$

式中：

$F_{DY}$  ——评价单元技术状况评分，值域为 0 分～100 分；

$F_{JG,SB}$  ——桥梁上部结构技术状况评价的分值，值域为 0 分～100 分；

$F_{JG,XB}$  ——桥梁下部结构技术状况评价的分值，值域为 0 分～100 分；

$F_{JG,QM}$  ——桥梁桥面系及附属设施技术状况评价的分值，值域为 0 分～100 分；

$w_{SB}$  ——上部结构在全桥中的权重，宜按表 13 的规定取值；

$w_{XB}$  ——下部结构在全桥中的权重，宜按表 13 的规定取值；

$w_{QM}$  ——桥面系及附属设施在全桥中的权重，宜按表 13 的规定取值。

## 7.2 结构安全评价

### 7.2.1 桥梁结构安全评价应通过检算进行，并符合下列要求：

- 桥梁结构检算宜依据竣工资料或设计资料，并结合定期检查、专项检查结果，对结构计算参数进行核对修正；
- 桥梁结构检算内容为强度(应力)检算；
- 强度检算应符合 GB/T 51234 的要求，对检算结果应采用结构检算系数、混凝土截面折减系数、钢筋截面折减系数的方法进行修正计算。

### 7.2.2 钢筋混凝土或预应力混凝土结构检算系数( $Z_1$ )的值，应综合考虑桥梁病害状况、材质强度和桥梁结构自振频率的检测评定结果，按下列方法确定：

- 结构检算系数评定标度应按式(11)计算：

$$D_1 = \sum_{i=1}^3 \alpha_i D_i \quad \dots\dots\dots (11)$$

式中：

$D_1$  ——结构检算系数评定标度；

$\alpha_i$  ——桥梁病害状况、材质强度、自振频率三项检测指标的权重值，见表 16；

$D_i$  ——桥梁病害状况、材质强度、自振频率三项检测指标的评定标度值，见表 17。

- 混凝土推定强度匀质系数( $K_{bt}$ )和平均强度匀质系数( $K_{bm}$ )应根据实测强度推定值或测区平均换算强度值，分别按式(12)、式(13)计算：

$$K_{bt} = \frac{R_{it}}{R} \quad \dots\dots\dots (12)$$

式中：

$R_{it}$  ——混凝土实测强度等级推定值；

$R$  ——混凝土设计强度等级。

$$K_{bm} = \frac{R_{im}}{R} \quad \dots\dots\dots (13)$$

式中：

$R_{im}$  ——混凝土实测平均强度等级检算推定值。

表 16 结构检算系数检测指标权重值

指标名称	病害状况	材质强度	自振频率
权重 $\alpha_i$	$\alpha_1 = 0.4$	$\alpha_2 = 0.3$	$\alpha_3 = 0.3$

表 17 桥梁病害状况、材质强度、自振频率评定标度值

检测指标 $D_i$	评定标度值				
	1	2	3	4	5
桥梁病害状况 $D_1$	对应技术状况等级 1	对应技术状况等级 2	对应技术状况等级 3	对应技术状况等级 4	对应技术状况等级 5
材质强度 $D_2$	良好 ( $K_{br} \geq 0.95$ , 或 $K_{bm} \geq 1.00$ )	较好 ( $0.90 \leq K_{br} < 0.95$ , 或 $0.95 \leq K_{bm} < 1.00$ )	较差 ( $0.80 \leq K_{br} < 0.90$ , 或 $0.90 \leq K_{bm} < 0.95$ )	差 ( $0.70 \leq K_{br} < 0.80$ , 或 $0.85 \leq K_{bm} < 0.90$ )	危险 ( $K_{br} < 0.7$ , 或 $K_{bm} < 0.85$ )
自振频率 $D_3$	实测自振频率/理论计算频率的比值, 上部结构大于或等于 1.1, 下部结构大于或等于 1.2	实测自振频率/理论计算频率的比值, 上部结构大于或等于 1.00, 小于 1.10, 下部结构大于或等于 1.00, 小于 1.20	实测自振频率/理论计算频率的比值, 上部结构大于或等于 0.90, 小于 1.00, 下部结构大于或等于 0.95, 小于 1.00	实测自振频率/理论计算频率的比值, 上部结构大于或等于 0.75, 小于 0.90, 下部结构大于或等于 0.80, 小于 0.95	实测自振频率/理论计算频率的比值, 上部结构小于 0.75, 下部结构小于 0.80

c)  $Z_1$  可根据  $D_1$  按表 18 进行内插取值。

表 18  $Z_1$  值

$D_1$	受弯	轴心受压	轴心受拉 (小偏压)	偏心受压	偏心受拉	受扭	局部承压
1	1.15	1.20	1.05	1.15	1.15	1.10	1.15
2	1.10	1.15	1.00	1.10	1.10	1.05	1.10
3	1.00	1.05	0.95	1.00	1.00	0.95	1.00
4	0.90	0.95	0.85	0.90	0.90	0.85	0.90
5	0.80	0.85	0.75	0.80	0.80	0.75	0.80

### 7.2.3 混凝土桥梁构件截面折减系数( $\xi_c$ )应按下列方法确定:

- a) 综合评定标度( $D_{II}$ )应依据材料风化、混凝土碳化、物理和化学损伤三项检测指标的评定标度,按式(14)计算确定。

$$D_{II} = \sum_{i=1}^3 \alpha_i D_i \quad \dots\dots\dots (14)$$

式中:

$D_i$  ——材料风化、混凝土碳化、物理和化学损伤三项检测指标的评定标度值,见表 19;

$\alpha_i$  ——材料风化、混凝土碳化、物理和化学损伤三项检测指标的权重值,见表 20。

表 19 混凝土构件材料风化、碳化及物理与化学损伤评定标度值

检测指标 $D_i$	评定标度值				
	1	2	3	4	5
材料风化 $D_4$	微风化	弱风化	中度风化	较强风化	严重风化

表 19（续）

检测指标 $D_i$	评定标度值				
	1	2	3	4	5
混凝土碳化 $D_5$	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值小于 0.5	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值大于或等于 0.5, 小于 1.0	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值大于或等于 1.0, 小于 1.5	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值大于或等于 1.5, 小于 2.0	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值大于或等于 2.0
物理和化学损伤 $D_6$	构件表面较好, 局部表面有轻微剥落	构件表面剥落面积在 5% 以内; 或损伤最大深度与截面损伤发生部位构件最小尺寸之比小于 0.02	构件表面剥落面积在 5%~10%; 或损伤最大深度与截面损伤发生部位构件最小尺寸之比大于或等于 0.02, 小于 0.04	构件表面剥落面积在 10%~15%; 或损伤最大深度与截面损伤发生部位构件最小尺寸之比大于或等于 0.04, 小于 0.1	构件表面剥落面积在 15%~20%; 或损伤最大深度与截面损伤发生部位构件最小尺寸之比大于或等于 0.1

表 20 混凝土构件材料风化、碳化及物理与化学损伤权重值

检测指标名称	材料风化	混凝土碳化	物理与化学损伤
权重 $\alpha_i$	$\alpha_4=0.1$	$\alpha_5=0.35$	$\alpha_6=0.55$

b)  $\xi_c$  可根据  $D_{II}$  按表 21 进行内插取值。

表 21  $\xi_c$  值

$D_{II}$	$\xi_c$
[1,2)	$0.98<\xi_c\leq 1.00$
[2,3)	$0.93<\xi_c\leq 0.98$
[3,4)	$0.85<\xi_c\leq 0.93$
[4,5)	$\xi_c\leq 0.85$

7.2.4 混凝土桥梁构件的钢筋截面折减系数( $\xi_s$ )值见表 22。

表 22  $\xi_s$  值

钢筋缺损状况 评定标度 $D_7$	性状描述	$\xi_s$
1	沿钢筋出现裂缝, 宽度小于限值	$0.98<\xi_s\leq 1.00$
2	沿钢筋出现裂缝, 宽度大于限值, 或钢筋锈蚀引起混凝土发生层离	$0.95<\xi_s\leq 0.98$
3	钢筋锈蚀引起混凝土剥落, 钢筋外露, 表面有膨胀薄锈层或坑蚀	$0.90<\xi_s\leq 0.95$
4	钢筋锈蚀引起混凝土剥落, 钢筋外露、表面膨胀性锈层显著, 钢筋断面损失在 10% 以内	$0.80<\xi_s\leq 0.90$
5	钢筋锈蚀引起混凝土剥落, 钢筋外露、表面膨胀性锈层显著, 钢筋断面损失在 10% 以上	$\xi_s\leq 0.80$

## 7.2.5 钢筋混凝土或预应力混凝土桥梁结构安全评价应符合下列要求：

- a) 钢筋混凝土桥梁结构安全评价按式(15)检算评定。

$$\sigma_j < Z_1 \xi_c \xi_s [\sigma] \quad \dots\dots\dots (15)$$

式中：

 $\sigma_j$  ——结构材料的检算应力； $[\sigma]$  ——容许应力。

- b) 预应力混凝土桥梁结构安全评价按式(16)检算评定。

$$KS_j \leq Z_1 \xi_c \xi_s S_k \quad \dots\dots\dots (16)$$

式中：

 $K$  ——强度安全系数； $S_j$  ——检算内力； $S_k$  ——按破坏阶段检算的结构截面抗力。

- c) 正截面抗裂性评价按式(17)检算评定。

$$K_f \sigma_j < \xi_s \sigma_c + \gamma f_{ct} \quad \dots\dots\dots (17)$$

式中：

 $K_f$  ——抗裂安全系数； $\sigma_c$  ——扣除相应阶段预应力损失后混凝土的预压应力； $f_{ct}$  ——混凝土抗拉极限强度； $\gamma$  ——考虑混凝土塑性的修正系数。

- d) 斜截面抗裂性按式(18)检算评定。

$$\sigma_{tp} < \xi_c f_{ct} \quad \dots\dots\dots (18)$$

式中：

 $\sigma_{tp}$  ——按抗裂性计算的主拉应力。7.2.6 根据技术状况等级，钢结构桥梁结构检算系数( $Z_2$ )值见表 23。表 23  $Z_2$  值

对应技术状况等级	$Z_2$ 值
1	$0.95 < Z_2 \leq 1.05$
2	$0.90 < Z_2 \leq 0.95$
3	$0.85 < Z_2 \leq 0.90$
4	$0.80 < Z_2 \leq 0.85$
5	$Z_2 \leq 0.80$

## 7.2.7 钢结构桥梁结构安全评价应按式(19)进行检算评定。

$$\sigma_j < Z_2 [\sigma] \quad \dots\dots\dots (19)$$

## 7.2.8 桥梁结构安全评价等级见表 24。

表 24 结构安全评价等级

评价等级	评价标准	处置措施
A 类	检算结果均满足式(13)~式(17)的要求	正常使用
B 类	检算结果一项或多项不满足式(13)~式(17)的要求	应进行桥梁荷载试验,根据荷载试验结果采取加固、限速或停止使用等一种或多种措施

7.2.9 桥梁荷载试验应符合下列要求:

- a) 静力荷载试验应针对检算存在疑问的构件或断面及结构主要控制截面进行;
- b) 静力试验荷载根据控制内力、应力或变位等效原则,按式(20)计算静力荷载试验效率系数( $\eta_q$ ),宜介于 0.90~1.00;已通过检算,确定为安全度不足的桥梁, $\eta_q$  可取下限值。

$$\eta_q = \frac{S_s}{S' \cdot (1 + u)}$$
.....( 20 )

式中:

$S_s$  ——静力荷载作用下,某一加载试验项目对应的加载控制截面内力、应力或变位的计算效应值;

$S'$  ——检算荷载产生的同一加载控制截面内力、应力或变位的最不利效应计算值;

$u$  ——按照规范取用的冲击系数值。

- c) 试验结果结构校验系数通常值见表 25。

表 25 结构校验系数通常值

梁别	应变(或应力)校验系数	挠度校验系数
钢筋混凝土梁	0.45~0.60	0.50~0.65
预应力混凝土梁	0.75~0.95	0.65~0.90
钢筋混凝土拱	0.6~0.8	0.6~0.85
斜拉桥(混凝土主梁)	0.75~0.95	0.7~1.0
斜拉桥(钢主梁)	0.8~1.0	0.8~1.0
拉索	0.9~1.0	0.8~1.0
悬索桥(钢箱梁)	0.8~1.0	0.60~0.95
塔柱	0.6~0.8	0.55~0.95

7.2.10 桥梁荷载试验当出现下列情形之一时,应判定桥梁不满足正常使用要求,应采取加固、限速或停止使用等一种或多种措施。

- a) 主要测点静力荷载试验结构校验系数大于 1.05;
- b) 主要测点相对残余变位或相对残余应变超过 20%;
- c) 试验荷载作用下裂缝扩展宽度超过限值,且卸载后裂缝闭合宽度小于扩展宽度的 2/3。

7.3 行车影响评价

7.3.1 行车影响评价指标见表 26。



表 26 行车影响评价指标

行车影响评价指标		数据来源
列车作用下	梁体最大竖向变形	静动荷载试验等
	梁体最大横向变形	
	梁端最大竖向转角	
	梁体扭转变形	
	桥墩墩顶横向位移	
恒载作用下	梁体最大竖向变形	定期检查、专项检查以及沉降与变形监测
	桥墩墩顶横向位移	
	相邻桥墩沉降位移差	

7.3.2 列车作用下梁体最大竖向变形限值见表 27,恒载作用下梁体最大竖向变形限值见表 28。

表 27 列车作用下梁体最大竖向变形限值

桥梁		预警值	安全值
梁桥	$L=30\text{ m}$	$L/1\ 100$	$L/850$
	$L=60\text{ m}$	$L/1\ 050$	$L/800$
	$L\geq 120\text{ m}$	$L/1\ 000$	$L/750$
拱桥		$L/1\ 000$	$L/800$
斜拉桥		$L/750$	$L/550$
悬索桥		$L/600$	$L/450$
注 1: $L$ 表示跨度,单位为米(m)。 注 2: 其他跨度的梁桥可用插值法确定对应跨度下的预警值和安全值。			

表 28 恒载作用下梁体最大竖向变形限值

桥梁		预警值	安全值
梁桥	$L=30\text{ m}$	$L/2\ 200$	$L/1\ 400$
	$L=60\text{ m}$	$L/2\ 000$	$L/1\ 350$
	$L\geq 120\text{ m}$	$L/2\ 300$	$L/1\ 600$
拱桥		表 34 对应值与列车作用下产生的竖向挠度设计值之差	
斜拉桥			
悬索桥			
注 1: $L$ 表示跨度,单位为米(m)。			
注 2: 其他跨度的梁桥可用插值法确定对应跨度下的预警值和安全值。			

7.3.3 列车作用下梁体最大横向变形限值见表 29。

表 29 列车作用下梁体最大横向变形限值

桥梁		预警值	安全值
梁桥	$L \leq 120 \text{ m}$	—	—
	$L > 120 \text{ m}$	$L/2\ 000$	$L/1\ 500$
拱桥		$L/2\ 000$	$L/1\ 500$
斜拉桥		$L/1\ 600$	$L/1\ 200$
悬索桥		$L/1\ 300$	$L/1\ 000$
注：L 表示跨度，单位为米(m)。			

- 7.3.4 列车作用下梁端最大竖向转角预警值为 3.5‰，安全值为 5‰。
- 7.3.5 列车作用下梁体扭转变形应测量同一横断面一条线上两根钢轨的竖向变形差，预警值为 8 mm，安全值为 10 mm。
- 7.3.6 列车作用下桥墩墩顶横向位移限值见表 30；恒载作用下桥墩墩顶横向位移限值见表 31，也可采用表 30 对应值与墩顶横向位移设计值或仅由列车荷载产生的墩顶横向位移监测值之差。

表 30 列车作用下桥墩墩顶横向位移限值

桥梁	预警值	安全值
25 m~40 m 简支梁	$6\sqrt{L}$	$7.5\sqrt{L}$
50 m~100 m 连续梁	$5\sqrt{L}$	$6\sqrt{L}$
注：L 表示简支梁单跨长度或连续梁相邻跨的较小跨长度，单位为米(m)。下同。		

表 31 恒载作用下桥墩墩顶横向位移限值

桥梁	预警值	安全值
25 m~40 m 简支梁	$3\sqrt{L}$	$4.5\sqrt{L}$
50 m~100 m 连续梁	$2\sqrt{L}$	$3\sqrt{L}$

- 7.3.7 25 m~40 m 简支梁桥相邻桥墩沉降位移差的预警值为 45 mm，安全值为 60 mm。
- 7.3.8 桥梁行车影响评价等级和对应处置措施见表 32。

表 32 桥梁行车影响评价等级

评价等级	评价标准	处置措施
I 类	所有指标均小于预警值	正常使用
II 类	一项指标或多项指标达到或超过预警值， 但所有指标均小于安全值	如恒载作用下的评价指标达到或超过预警值， 应分析研判是否需要限速；如列车作用下的评价指标 达到或超过预警值，应限速运行
III 类	一项指标或多项指标达到或超过安全值	如恒载作用下的评价指标达到或超过安全值，应立即 限速运行；如列车作用下的评价指标达到或超过 安全值，应立即限速运行，并分析研判该 桥梁是否需要暂停使用

附 录 A  
(资料性附录)  
桥梁日常检查记录表

A.1 桥梁日常检查记录表的格式示例参见表 A.1。

表 A.1 桥梁日常检查记录表(第\_\_页)

线路名称: _____ 区间名称: _____ 桥名/孔号: _____ 里程桩号: _____ 桥跨结构型式: _____ 检查人员: _____ 记录编号: _____ 检查日期: _____		
检查项目	检查情况记录	备注
<p>注 1: 每次检查时填写本表,无病害时填写正常。</p> <p>注 2: 详细记录和描述病害(包括病害种类、数量、部位、程度),病害无发展者填写无变化。</p> <p>注 3: 对检查过程中发现的严重病害,应在备注中说明。</p>		

A.2 桥梁日常检查记录表填写后应及时整理归档。



附 录 B

(规范性附录)

桥梁沉降及变形(位移)监测的监测点设置要求

B.1 应设立监测点进行桥梁沉降及变形(位移)测量,测量的项目及监测点设置见表 B.1。

表 B.1 桥梁沉降及变形(位移)测量的项目及永久性监测点设置

序号	测量项目	监测点设置
1	墩、台、索塔基础沉降	墩、台、塔身底部(距地面或常水位 0.5 m~2 m)
2	墩顶横向水平位移、塔顶纵横向水平位移	墩、塔顶纵横向各设 2 点
3	基础承台水平位移	墩底或地面处墩身
4	悬索桥锚碇沉降及水平位移	锚碇的上、下游侧各 1 点~2 点
5	梁体竖向与横向变形	每孔跨中、 $L/4$ 、支点等不少于 5 个断面(每个断面左右各 1 点),测点宜固定于梁体
6	竖向梁端转角	梁缝处的梁端
7	拱轴线线形	桥跨八分点处
8	悬索桥索夹滑移	索夹处设 1 点
9	其他	—
注: $L$ 表示跨度,单位为米(m)。		

B.2 监测点应在新建桥梁交付使用前设置完成。

B.3 桥梁监测点的设置要牢固可靠。测量前,应校核基准点。当基准点与国家大地测量网联测有困难时,可建立相对独立的基准测量系统。



附 录 C  
(资料性附录)  
桥梁定期检查记录表

C.1 桥梁定期检查记录表的格式示例参见表 C.1。

表 C.1 桥梁定期检查记录表

1. 线路及区间名称		2. 桥位桩号		3. 桥梁名称	
4. 下穿通道名		5. 桥长/m		6. 主跨结构	
7. 最大跨径/m		8. 建成年月		9. 上次检查日期	
10. 本次检查日期		11. 气候			
部件号	部件名称	病害位置	病害状况 (类型、性质、范围、程度)	照片或图片 (编号/年)	
1	翼墙、耳墙				
2	护锥				
3	桥台及基础				
4	桥墩及基础				
5	地基冲刷				
6	支座				
7	上部主要承重构件				
8	上部一般承重构件				
9	伸缩缝				
10	检修通道				
11	栏杆、护栏				
12	照明、标志				
13	排水设施				
14	调治构造物				
15	其他				

C.2 桥梁定期检查记录表填写后应及时整理归档。

附 录 D

(资料性附录)

桥梁沉降与变形监测记录表

D.1 桥梁沉降与变形监测记录表的格式示例参见表 D.1。

表 D.1 桥梁沉降与变形监测记录表

1. 线路及区间名称		2. 桥位桩号		3. 桥跨结构				
4. 最大跨径/m		5. 建成年月		6. 气温				
7. 本次监测时间		年 月 日 时		8.上次监测时间				
9. 仪器型号		10. 仪器出厂编号		11. 仪器检定日期				
监测点号	初始值 mm	上次累计变化量 mm	本次累计变化量 mm	本次变化量 mm	变化速率 mm/d	控制值		备注
						累计变化值 mm	变化速率值 mm/d	
现场情况说明：								
现场监测人：                      计算人：                      校核人：								
第 页 共 页								

D.2 桥梁沉降与变形监测记录表填写后应及时整理归档。

## 附 录 E (规范性附录)

### 各类构件评价指标及对应的标度值

E.1 梁式桥上部结构(不含支座)检测标度见表 E.1。

表 E.1 梁式桥上部结构(不含支座)检测标度表

构件类型	评价指标		标度值				
			标度 1	标度 2	标度 3	标度 4	标度 5
主梁 (钢筋混凝土或预应力混凝土梁)	裂缝	钢筋混凝土梁	无裂缝,或少量裂缝	一定数量的受力裂缝,但缝宽未超限	较多受力裂缝,但缝宽未超限	控制截面的受力裂缝缝宽超限	多个控制截面出现受力裂缝,且缝宽超限
		预应力混凝土梁	无裂缝,或少量非受力裂缝	一定数量的非受力裂缝	非受力裂缝较多	正截面横向或腹板斜向受力裂缝	多条正截面横向或腹板斜向受力裂缝
主梁 (钢筋混凝土或预应力混凝土梁)	碳化		测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值小于 0.2	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值大于或等于 0.2,小于 0.5	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值大于或等于 0.5,小于 1.0	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值大于或等于 1.0	—
	表面病害状况(破损、空洞、蜂窝麻面等)		累计面积与构件面积的比值小于或等于 5%或锚头、钢绞线等无明显病害	累计面积与构件面积的比值大于 5%,小于或等于 20%	累计面积与构件面积的比值大于 20%,小于或等于 50%	累计面积与构件面积的比值大于 50%	—
主梁 (钢梁)	杆件变形		完好	仅个别次要构件出现异常变形	个别主要构件出现异常变形	多个构件出现异常变形	—
	母材裂纹		无裂纹	仅出现非受力方向的少量裂纹	出现与主要受力方向相关的裂纹	出现多条受力方向相关裂纹	出现了大量受力方向相关裂纹
	焊接连接		无裂纹	1 个疲劳细节处出现 1 条~2 条裂纹	多个疲劳细节处出现 1 条~2 条裂纹	1 个疲劳细节处出现 2 条以上裂纹	多个疲劳细节处出现 2 条以上裂纹
	螺栓连接		无松动	单个接头的螺栓失效数小于总数的 5%	单个接头的螺栓失效数大于或等于总数的 5%,小于总数的 15%	单个接头的螺栓失效数大于或等于总数的 15%,小于总数的 25%	单个接头的螺栓失效数大于或等于总数的 25%
	锈蚀		无锈蚀	累计锈蚀面积小于或等于构件面积的 5%	累计锈蚀面积大于构件面积的 5%,小于或等于构件面积的 15%	累计锈蚀面积大于构件面积的 15%	多个控制截面出现受力裂缝,且缝宽超限

表 E.1 (续)

构件类型	评价指标	标度值				
		标度 1	标度 2	标度 3	标度 4	标度 5
主梁 (组合梁)	混凝土板裂缝	无裂缝,或少量裂缝	一定数量的受力裂缝,但缝宽未超限	较多受力裂缝,但缝宽未超限	控制截面的受力裂缝缝宽超限	多个控制截面出现受力裂缝,且缝宽超限
	碳化	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值小于 0.2	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值大于或等于 0.2,小于 0.5	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值大于或等于 0.5,小于 1.0	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值大于或等于 1.0	—
	表观病害状况(破损、空洞、蜂窝麻面等)	累计面积与构件面积的比值小于或等于 5%	累计面积与构件面积的比值大于 5%,小于或等于 20%	累计面积与构件面积的比值大于 20%,小于或等于 50%	累计面积与构件面积的比值大于 50%	—
	钢梁母材裂纹	无裂纹	出现少量裂纹	出现一条受力方向相关的裂纹	出现多条受力方向相关裂纹	出现了大量受力方向相关裂纹
	结合部位开裂、渗水	完好	轻微破损,开裂	明显破损,开裂	严重破损,开裂,渗水	—
	结合面滑移	无滑移	滑移量小于或等于 1 mm	滑移量大于 1 mm,小于或等于 3 mm	滑移量大于 3 mm,小于或等于 5 mm	滑移量大于 5 mm
主梁 (跨座式单轨轨道梁)	混凝土及钢混组合轨道梁走行面磨损状况	完好	局部磨损,与接缝板端交接处混凝土有轻微脱落	大面积磨损,与接缝板端交接处混凝土有明显脱落	与接缝板端交接处钢筋出露	接缝板底座脱落
	钢轨道梁防滑涂层厚	完好且列车运行时车轮无空转现象	完好且列车运行时车轮有轻微空转现象	面层磨损 50%	面层磨损 100%	底层磨损 $\geq 20\%$
	梁缝宽度或指形板有效搭接状况	正常	梁缝宽度大于 10 mm,小于或等于 15 mm;或指形板有效搭接长度大于 30%,小于或等于 50%或大于 10 mm,小于或等于 15 mm	梁缝宽度大于 5 mm,小于或等于 10 mm;或指形板有效搭接长度大于 10%,小于或等于 30%或大于 5 mm 小于或等于 10 mm	梁缝宽度小于或等于 5 mm;或指形板有效搭接长度小于或等于 10%或小于或等于 5 mm	—
	接缝板顶面或侧面错台	错台大于 0 mm,小于或等于 1 mm	错台大于 1 mm,小于或等于 2 mm	错台大于 2 mm,小于或等于 4 mm	错台大于 4 mm	—
	接缝板锚固螺栓连接	无松动	失效数小于或等于总数的 5%	失效数大于总数的 5%,小于或等于总数的 10%	失效数大于总数的 10%,小于或等于总数的 20%	失效数大于总数的 20%



## E.2 拱桥上部结构(不含支座)检测标度见表 E.2。

表 E.2 拱桥上部结构(不含支座)检测标度表

构件类型	评价指标	标度值				
		标度 1	标度 2	标度 3	标度 4	标度 5
主拱 (混凝土)	拱轴线线形	良好	线形平顺、对称性较好	线形多处不顺、对称性不好	—	—
	裂缝	无裂缝,或少量裂缝	一定数量的受力裂缝,但缝宽未超限	较多受力裂缝,但缝宽未超限	控制截面的受力裂缝缝宽超限	多个控制截面出现受力裂缝,且缝宽超限
	碳化	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值小于 0.2	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值大于或等于 0.2,小于 0.5	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值大于或等于 0.5,小于 1.0	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值大于或等于 1.0	—
主拱 (混凝土)	拱圈(肋)与梁(或拱座)的连接处状况	无开裂	少量裂缝	较多裂缝	大量裂缝	大量超宽裂缝,破损严重
	表观病害状况(破损、空洞、蜂窝麻面等)	累计面积与构件面积的比值小于或等于 5%	累计面积与构件面积的比值大于 5%,小于或等于 20%	累计面积与构件面积的比值大于 20%,小于或等于 50%	累计面积与构件面积的比值大于 50%	—
主拱 (钢管混凝土)	钢管混凝土拱肋脱粘	完好	极少脱空	少部分脱空	较多脱空	—
	钢管拱脚与混凝土的连接处状况	无开裂	少量裂缝	较多裂缝	大量裂缝	大量超宽裂缝,破损严重
	母材裂纹	无裂纹	少量裂纹	一条受力方向相关的裂纹	多条受力裂纹	大量受力裂纹
	焊接连接	无裂纹	个别连接处出现裂纹	多个连接处出现裂纹	多个连接处出现 2 条以上裂纹	大量连接处出现多条裂纹
	锈蚀	无锈蚀	累计锈蚀面积小于或等于构件面积的 5%	累计锈蚀面积大于构件面积的 5%,小于或等于构件面积的 15%	累计锈蚀面积大于构件面积的 15%	—
主拱 (钢箱)	钢拱脚与混凝土的连接处	无开裂	少量裂缝	较多裂缝	大量裂缝	大量超宽裂缝,破损严重
	母材裂纹	无裂纹	少量裂纹	一条受力方向相关的裂纹	多条受力裂纹	大量受力裂纹

表 E.2 (续)

构件类型	评价指标		标度值				
			标度 1	标度 2	标度 3	标度 4	标度 5
加劲梁、系杆	混凝土加劲梁	裂缝	无裂缝,或少量裂缝	一定数量的受力裂缝,但缝宽未超限	较多受力裂缝,但缝宽未超限	控制截面的受力裂缝缝宽超限	多个控制截面出现受力裂缝,且缝宽超限
		碳化	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值小于 0.2	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值大于或等于 0.2,小于 0.5	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值大于或等于 0.5,小于 1.0	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值大于或等于 1.0	—
		表观病害状况	累计面积与构件面积的比值小于或等于 5%	累计面积与构件面积的比值大于 5%,小于或等于 20%	累计面积与构件面积的比值大于 20%,小于或等于 50%	累计面积与构件面积的比值大于 50%	—
	钢加劲梁	杆件变形	完好	个别次要构件出现异常变形	个别主要构件出现异常变形	多根构件出现异常变形	—
		母材裂纹	无裂纹	出现非受力方向的少量裂纹	出现与主要受力方向相关的裂纹	出现多条受力方向相关裂纹	出现了大量受力方向相关裂纹
		焊接连接	无裂纹	1 个疲劳细节处出现 1 条~2 条裂纹	多个疲劳细节处出现 1 条~2 条裂纹	1 个疲劳细节处出现 2 条以上裂纹	多个疲劳细节处出现 2 条以上裂纹
		螺栓连接	无松动	单个接头的螺栓失效数小于总数的 5%	单个接头的螺栓失效数大于或等于总数的 5%,小于总数的 15%	单个接头的螺栓失效数大于或等于总数的 15%,小于总数的 25%	单个接头的螺栓失效数大于或等于总数的 25%
		锈蚀	无锈蚀	累计锈蚀面积小于或等于构件面积的 5%	累计锈蚀面积大于构件面积的 5%,小于或等于构件面积的 15%	累计锈蚀面积大于构件面积的 15%	—
	柔性系杆	锚头病害	无	锚具锈蚀	锚头内积水、渗水,防锈油脂外渗或缺失	个别墩头锈蚀或开裂,个别夹片松动或滑丝	较多墩头锈蚀或开裂,较多夹片松动或滑丝
		索体防护病害	无	轻度老化或破损	中度老化、破损	严重老化、破损、开裂	—
		支撑构造病害	无	个别支撑点失效(支撑脱离、滚动失效)	少部分支撑点失效(支撑脱离、滚动失效)	多数支撑点失效(支撑脱离、滚动失效)	—

表 E.2 (续)

构件类型	评价指标		标度值				
			标度 1	标度 2	标度 3	标度 4	标度 5
加劲梁、系杆	柔性系杆	锚固块病害	无	少量细微裂缝	锚固端面存在受力裂缝	锚固块根部有明显受力裂缝	锚固块根部有多处明显受力裂缝
桥面系结构	钢结构	杆件变形	完好	个别次要构件出现异常变形	个别主要构件出现异常变形	多根构件出现异常变形	—
		母材裂纹	无裂纹	出现非受力方向的少量裂纹	出现一条受力方向相关的裂纹	出现多条受力方向相关裂纹	出现了大量受力方向相关裂纹
		焊接连接	无裂纹	1 个疲劳细节处出现 1 条~2 条裂纹	多个疲劳细节处出现 1 条~2 条裂纹	1 个疲劳细节处出现 2 条以上裂纹	多个疲劳细节处出现 2 条以上裂纹
		螺栓连接	无松动	单个接头的螺栓失效数小于总数的 5%	单个接头的螺栓失效数大于或等于总数的 5%, 小于总数的 15%	单个接头的螺栓失效数大于或等于总数的 15%, 小于总数的 25%	单个接头的螺栓失效数大于或等于总数的 25%
		锈蚀	无锈蚀	累计锈蚀面积小于或等于构件面积的 5%	累计锈蚀面积大于构件面积的 5%, 小于或等于构件面积的 15%	累计锈蚀面积大于构件面积的 15%	—
桥面系结构	钢筋混凝土结构	裂缝	无裂缝, 或少量裂缝	一定数量的受力裂缝, 但缝宽未超限	较多受力裂缝, 但缝宽未超限	控制截面的受力裂缝缝宽超限	多个控制截面出现受力裂缝, 且缝宽超限
		碳化	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值小于 0.2	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值大于或等于 0.2, 小于 0.5	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值大于或等于 0.5, 小于 1.0	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值大于或等于 1.0	—
		表观病害状况	累计面积与构件面积的比值小于或等于 5%	累计面积与构件面积的比值大于 5%, 小于或等于 20%	累计面积与构件面积的比值大于 20%, 小于或等于 50%	累计面积与构件面积的比值大于 50%	—
	组合结构	混凝土板裂缝	无裂缝, 或少量裂缝	一定数量的受力裂缝, 但缝宽未超限	较多受力裂缝, 但缝宽未超限	控制截面的受力裂缝缝宽超限	多个控制截面出现受力裂缝, 且缝宽超限
		碳化	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值小于 0.2	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值大于或等于 0.2, 小于 0.5	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值大于或等于 0.5, 小于 1.0	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值大于或等于 1.0	—

表 E.2 (续)

构件类型	评价指标		标度值				
			标度 1	标度 2	标度 3	标度 4	标度 5
桥面系结构	组合结构	表观病害状况	累计面积与构件面积的比值小于或等于 5%	累计面积与构件面积的比值大于 5%, 小于或等于 20%	累计面积与构件面积的比值大于 20%, 小于或等于 50%	累计面积与构件面积的比值大于 50%	—
		钢梁母材裂纹	无裂纹	出现少量非受力方向裂纹	出现一条受力方向相关的裂纹	出现多条受力方向相关裂纹	出现了大量受力方向相关裂纹
		结合部位开裂、渗水	完好	轻微破损, 开裂	破损, 开裂	严重破损, 开裂, 渗水	—
		结合面滑移	无滑移	滑移量小于或等于 1 mm	滑移量大于 1 mm, 小于或等于 3 mm	滑移量大于 3 mm, 小于或等于 5 mm	滑移量大于 5 mm

E.3 斜拉桥上部结构(不含支座)检测标度见表 E.3。

表 E.3 斜拉桥上部结构(不含支座)检测标度表

构件类型	评价指标		标度值				
			标度 1	标度 2	标度 3	标度 4	标度 5
桥塔	塔顶水平位移		无明显水平位移或有轻微水平位移, 但不影响结构受力	有一定水平位移, 但不影响结构受力	有较明显水平位移, 对结构受力有一定影响	有明显水平位移, 对结构安全有影响	塔倾斜变形严重
	混凝土塔身	裂缝	无裂缝, 或少量裂缝	一定数量的受力裂缝, 但缝宽未超限	较多受力裂缝, 但缝宽未超限	控制截面的受力裂缝缝宽超限	多个控制截面出现受力裂缝, 且缝宽超限
		碳化	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值小于 0.2	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值大于或等于 0.2, 小于 0.5	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值大于或等于 0.5, 小于 1.0	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值大于或等于 1.0	—
		表观病害状况(破损、空洞、蜂窝麻面等)	累计面积与构件面积的比值小于或等于 5%	累计面积与构件面积的比值大于 5%, 小于或等于 20%	累计面积与构件面积的比值大于 20%, 小于或等于 50%	累计面积与构件面积的比值大于 50%	—
	钢塔身	锈蚀	无锈蚀	累计锈蚀面积小于或等于构件面积的 5%	累计锈蚀面积大于构件面积的 5%, 小于或等于构件面积的 15%	累计锈蚀面积大于构件面积的 15%	—

表 E.3 (续)

构件类型	评价指标		标度值				
			标度 1	标度 2	标度 3	标度 4	标度 5
桥塔	塔身	塔身钢结构连接	完好	个别裂纹或小于总数 5% 的螺栓失效	出现 2 条以上裂纹或占总数 5% (含) 以上 15% (不含) 以下的螺栓失效	多条裂纹或大于或等于总数 15% 的螺栓失效	—
	索塔锚固	钢结构锚固构造	无裂纹	钢板或焊缝出现少量裂纹	出现一条受力方向相关的裂纹	出现多条受力裂纹	出现大量受力裂纹
		索塔锚固部位状态	无开裂	少量锚固部位混凝土有轻微少量裂缝, 无松动	多处锚固部位混凝土有轻微少量裂缝, 无松动	单处锚固部位混凝土大面积开裂严重, 有松动	多处锚固部位混凝土大面积开裂严重, 有松动
斜拉索	索力变化		变化量小于或等于 10%	变化量大于 10%, 小于或等于 20%	变化量大于 20%, 小于或等于 25%	变化量大于 25%, 小于或等于 35%	变化量大于 35%
	索体防护		完好	轻微老化起皮	老化起皮破损	严重破损	—
	锚固状况		完好	锚拉板出现轻微破损	锚头出现破损、松动或出现不密封现象, 但未造成拉索锈蚀	锚头或锚拉板出现破损、松动或有明显的受力裂缝, 锚头有锈蚀	锚头积水锈蚀严重, 锚固部位有明显的受力裂缝, 且缝宽大于 0.2 mm
	减振装置		完好	轻微损坏	严重损坏	—	—
主梁 (钢筋混凝土)	裂缝		无裂缝, 或少量非受力裂缝	一定数量的非受力裂缝	非受力裂缝较多	正截面横向或腹板斜向受力裂缝	多条正截面横向或腹板斜向受力裂缝
	碳化		测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值小于 0.2	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值大于或等于 0.2, 小于 0.5	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值大于或等于 0.5, 小于 1.0	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值大于或等于 1.0	—
	表面病害状况 (破损、空洞、蜂窝麻面等)		累计面积与构件面积的比值小于或等于 5%	累计面积与构件面积的比值大于 5%, 小于或等于 20%	累计面积与构件面积的比值大于 20%, 小于或等于 50%	累计面积与构件面积的比值大于 50%	—
主梁(钢)	杆件变形		完好	个别次要构件出现异常变形	个别主要构件出现异常变形	多个构件出现异常变形	—
	母材裂纹		无裂纹	出现非受力方向的少量裂纹	出现一条受力方向相关的裂纹	出现多条受力方向相关裂纹	出现大量受力方向相关裂纹
	焊接连接		无裂纹	1 个疲劳细节处出现 1 条~2 条裂纹	多个疲劳细节处出现 1 条~2 条裂纹	1 个疲劳细节处出现 2 条以上裂纹	多个疲劳细节处出现 2 条以上裂纹

表 E.3 (续)

构件类型	评价指标	标度值				
		标度 1	标度 2	标度 3	标度 4	标度 5
主梁(钢)	螺栓连接	无松动	单个接头的螺栓失效数小于总数的 5%	单个接头的螺栓失效数大于或等于总数的 5%, 小于总数的 15%	单个接头的螺栓失效数大于或等于总数的 15%, 小于总数的 25%	单个接头的螺栓失效数大于或等于总数的 25%
	锈蚀	无锈蚀	累计锈蚀面积小于或等于构件面积的 5%	累计锈蚀面积大于构件面积的 5%, 小于或等于构件面积的 15%	累计锈蚀面积大于构件面积的 15%	—
主梁 (钢混组合梁)	混凝土板裂缝	无裂缝, 或少量裂缝	一定数量的受力裂缝, 但缝宽未超限	较多受力裂缝, 但缝宽未超限	控制截面的受力裂缝缝宽超限	多个控制截面出现受力裂缝, 且缝宽超限
	碳化	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值小于 0.2	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值大于或等于 0.2, 小于 0.5	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值大于或等于 0.5, 小于 1.0	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值大于或等于 1.0	—
	表观病害状况	累计面积与构件面积的比值小于或等于 5%	累计面积与构件面积的比值大于 5%, 小于或等于 20%	累计面积与构件面积的比值大于 20%, 小于或等于 50%	累计面积与构件面积的比值大于 50%	—
	钢梁母材裂纹	无裂纹	出现少量非受力方向裂纹	出现一条受力方向相关的裂纹	出现多条受力方向相关裂纹	出现大量受力方向相关裂纹
	结合部位开裂、渗水	完好	轻微破损, 开裂	破损, 开裂	严重破损, 开裂, 渗水	—
	结合面滑移	无滑移	滑移量小于或等于 1 mm	滑移量大于 1 mm, 小于或等于 3 mm	滑移量大于 3 mm, 小于或等于 5 mm	滑移量大于 5 mm

E.4 悬索桥上部结构(不含支座)检测标度见表 E.4。

表 E.4 悬索桥上部结构(不含支座)检测标度表

构件类型	评价指标	标度值				
		标度 1	标度 2	标度 3	标度 4	标度 5
桥塔	塔顶水平位移	无明显水平位移或有轻微水平位移, 但不影响结构受力	有一定水平位移, 但不影响结构受力	有较明显水平位移, 对结构受力有一定影响	有明显水平位移, 对结构安全有影响	塔倾斜变形严重

表 E.4 (续)

构件类型	评价指标		标度值				
			标度 1	标度 2	标度 3	标度 4	标度 5
桥塔	混凝土塔身	裂缝	无裂缝,或少量裂缝	一定数量的受力裂缝,但缝宽未超限	较多受力裂缝,但缝宽未超限	控制截面的受力裂缝缝宽超限	多个控制截面出现受力裂缝,且缝宽超限
		碳化	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值小于 0.2	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值大于或等于 0.2,小于 0.5	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值大于或等于 0.5,小于 1.0	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值大于或等于 1.0	—
		表观病害状况(破损、空洞、蜂窝麻面等)	累计面积与构件面积的比值小于或等于 5%	累计面积与构件面积的比值大于 5%,小于或等于 20%	累计面积与构件面积的比值大于 20%,小于或等于 50%	累计面积与构件面积的比值大于 50%	—
	钢塔身	塔身钢结构连接	完好	个别裂纹或小于总数 5%的螺栓失效	出现 2 条以上裂纹或占总数 5%(含)以上 15%(不含)以下的螺栓失效	多条裂纹或大于或等于总数 15%的螺栓失效	—
		锈蚀	无锈蚀	累计锈蚀面积小于或等于构件面积的 5%	累计锈蚀面积大于构件面积的 5%,小于或等于构件面积的 15%	累计锈蚀面积大于构件面积的 15%	—
主缆	防护开裂、破损		完好	主缆防护表面有局部面漆变色起皮,个别位置出现老化、破损、漏水	主缆表面面漆有部分损坏、裂纹、变色、起皮,个别位置出现老化、破损、漏水	主缆表面较大范围面漆有部分损坏、裂纹、变色、起皮,个别位置出现老化、破损、漏水	—
	索鞍锈蚀,鞍座移动,转动部分是否卡死		完好	主索鞍/转索鞍/散索鞍轻微锈蚀	主索鞍/转索鞍/散索鞍锈蚀,鞍座轻微移位	主索鞍/转索鞍/散索鞍锈蚀严重,鞍座移位	主索鞍/转索鞍/散索鞍锈蚀,鞍座移位,转动部位卡死
吊杆	吊杆索力		变化量小于或等于 10%	变化量大于 10%,小于或等于 20%	变化量大于 20%,小于或等于 25%	变化量大于 25%,小于或等于 35%	变化量大于 35%
	索夹状态		完好或有轻微锈蚀	有松动、严重锈蚀,移位量小于或等于 5 mm	移位量大于 5 mm,小于或等于 10 mm	移位量大于 10 mm	—



表 E.4 (续)

构件类型	评价指标	标度值				
		标度 1	标度 2	标度 3	标度 4	标度 5
吊杆	吊杆与主梁的连接	完好	轻微局部松动	大面积松动	连接失效	—
	防护材料	完好	轻度老化或破损,或防护套油漆变色、轻微损坏、裂纹、起皮、剥落	中度老化、破损,或防护套油漆变色、轻微损坏、裂纹、起皮、剥落	严重老化、破损、开裂,或防护套油漆变色、轻微损坏、裂纹、起皮、剥落	—
主梁及锚固端(钢筋混凝土)	裂缝	无裂缝,或少量非受力裂缝	一定数量的非受力裂缝	非受力裂缝较多	正截面横向或腹板斜向受力裂缝	多条正截面横向或腹板斜向受力裂缝
	碳化	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值小于 0.2	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值大于或等于 0.2,小于 0.5	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值大于或等于 0.5,小于 1.0	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值大于或等于 1.0	—
	表观病害状况(破损、空洞、蜂窝麻面等)	累计面积与构件面积的比值小于或等于 5%	累计面积与构件面积的比值大于 5%,小于或等于 20%	累计面积与构件面积的比值大于 20%,小于或等于 50%	累计面积与构件面积的比值大于 50%	—
	锚固端状态	完好或锚体有轻微裂缝	锚体少量裂缝	锚体较多裂缝	锚体裂缝严重、局部破碎	锚体劈裂
主梁及锚固端(钢箱)	母材裂纹	无裂纹	出现少量非受力方向的裂纹	出现一条受力方向相关的裂纹	出现多条受力方向相关裂纹	出现大量受力方向相关裂纹
	焊接连接	无裂纹	个别疲劳细节处出现裂纹	多个疲劳细节处出现 1 条~2 条裂纹	多个疲劳细节处出现 2 条以上裂纹	大量疲劳细节处出现 2 条以上裂纹
	锈蚀	无锈蚀	累计锈蚀面积小于或等于构件面积的 5%	累计锈蚀面积大于构件面积的 5%,小于或等于构件面积的 15%	累计锈蚀面积大于构件面积的 15%	—
	锚固端状态	完好或锚体有轻微裂缝	锚体少量裂缝	锚体较多裂缝	锚体裂缝严重、局部破碎	锚体劈裂
主梁及锚固端(钢组合梁)	混凝土板裂缝	无裂缝,或少量裂缝	一定数量的受力裂缝,但缝宽未超限	较多受力裂缝,但缝宽未超限	控制截面的受力裂缝缝宽超限	多个控制截面出现受力裂缝,且缝宽超限
	碳化	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值小于 0.2	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值大于或等于 0.2,小于 0.5	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值大于或等于 0.5,小于 1.0	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值大于或等于 1.0	—



表 E.4 (续)

构件类型	评价指标	标度值				
		标度 1	标度 2	标度 3	标度 4	标度 5
主梁及锚固端 (钢混组合梁)	表观病害状况	累计面积与构件面积的比值小于或等于 5%	累计面积与构件面积的比值大于 5%, 小于或等于 20%	累计面积与构件面积的比值大于 20%, 小于或等于 50%	累计面积与构件面积的比值大于 50%	—
	钢梁母材裂纹	无裂纹	出现少量非受力方向的裂纹	出现一条受力方向相关的裂纹	出现多条受力方向相关裂纹	出现大量受力方向相关裂纹
	结合部位开裂、渗水	完好	轻微破损, 开裂	破损, 开裂	严重破损, 开裂, 渗水	—
	结合面滑移	无滑移	滑移量小于或等于 1 mm	滑移量大于 1 mm, 小于或等于 3 mm	滑移量大于 3 mm, 小于或等于 5 mm	滑移量大于 5 mm
	锚固端状态	完好或锚体有轻微裂缝	锚体少量裂缝	锚体较多裂缝	锚体裂缝严重、局部破碎	锚体劈裂

E.5 桥面系及附属设施检测标度见表 E.5。

表 E.5 桥面系及附属设施检测标度表

构件类型	评价指标	标度值				
		标度 1	标度 2	标度 3	标度 4	标度 5
伸缩缝	锚固与漏水状况	完好	锚固处混凝土轻微损坏	锚固松动, 或混凝土损坏严重、轻微漏水	锚固损坏、漏水严重	—
	锈蚀	无	局部轻微锈蚀	部分锈蚀, 渗水	—	—
	伸缩机构	正常	较灵活, 无异常变形	不灵活, 有异常变形	—	—
栏板(栏杆)、声屏障等	表观状况	完好	局部松动	大面积破损及松动	—	—
桥面防排水	表观状况	完好	轻微堵塞	严重堵塞	—	—
其他 (桥面保护层)	表观状况	完好	轻微蜂窝、麻面、裂缝等	严重蜂窝、麻面、裂缝等	—	—
其他 (限界架)	表观状况	完好	—	损坏或缺失	—	—
其他(避雷装置、防落梁、标志标牌、防撞设施、防迷流装置、航空灯、航道灯、爬梯、检查门、工作电梯、钢箱梁内及锚室除湿设施等)	功能状况	完好	部分缺失及损坏	大量缺失及损坏	—	—

E.6 支座检测标度见表 E.6。

表 E.6 支座检测标度表

构件类型	评价指标	标度值				
		标度 1	标度 2	标度 3	标度 4	标度 5
板式橡胶支座	橡胶板裂缝	无	出现裂缝,单条裂缝长度小于或等于相应边长 10%	出现裂缝,单条裂缝长度小于或等于相应边长 25%	出现裂缝,单条裂缝长度小于或等于相应边长 50%	出现裂缝,单条裂缝长度大于相应边长 50%
	外鼓	无	轻微外鼓	外鼓较严重或外鼓不均匀	外鼓严重或外鼓严重不均匀	—
	钢板外露	无	—	—	—	有外露
	剪切角	小于或等于 20°	大于 20°,小于或等于 25°	大于 25°,小于或等于 35°	大于 35°,小于或等于 45°	大于 45°
	支座与梁身、支承垫石间密贴状况	密贴完好	局部脱空,脱空面积小于或等于接触面积的 10%	脱空较严重,脱空面积大于接触面积的 10%,小于或等于接触面积的 20%	严重脱空,脱空面积大于接触面积的 20%	—
	限位装置状况	完好	—	—	部分失效	全部失效
盆式橡胶支座	钢件脱焊	无	—	除盆环外,其他部位脱焊	—	盆环脱焊
	钢件裂纹及变形	无	盆底四角翘起	除盆环外,其他部位开裂	—	盆环开裂
	钢件锈蚀	轻微锈蚀	除钢盆外,其他钢件锈蚀	钢盆锈蚀	钢盆锈蚀并剥落	—
	聚四氟乙烯板磨损	外露高度大于或等于 1.0 mm	外露高度大于或等于 0.5 mm,小于 1.0 mm	外露高度大于或等于 0.2 mm,小于 0.5 mm	外露高度小于 0.2 mm	—
	平面位移超限	无	—	位移超限(支座额定限值)小于或等于 10 mm	位移超限(支座额定限值)大于 10 mm	—
	转角位移超限	无	—	转角超限小于或等于支座转角额定值的 20%	转角超限大于支座转角额定值的 20%	—
	支座与梁身、支承垫石间密贴状况	密贴完好	局部脱空,脱空面积小于或等于接触面积的 10%	脱空较严重,脱空面积大于接触面积的 10%,小于或等于接触面积的 20%	严重脱空,脱空面积大于接触面积的 20%	完全脱空
	锚固螺栓工作状态	良好	个别锚固螺栓松动	多个锚固螺栓松动	一根螺杆剪断	两根及以上螺杆剪断

表 E.6 (续)

构件类型	评价指标	标度值				
		标度 1	标度 2	标度 3	标度 4	标度 5
球形钢支座	钢构件裂纹	无	出现少量裂纹	出现多条裂纹	出现大量裂纹	—
	钢构件锈蚀	无	轻微锈蚀	锈蚀较严重	严重锈蚀	—
	球面摩擦副滑板窜出	完好	有窜出现象,窜出长度小于或等于直径的 10%	窜出较严重,窜出长度大于直径的 10%,小于或等于直径的 25%	严重窜出,窜出长度大于直径的 25%,小于或等于直径的 50%	严重窜出,窜出长度大于直径的 50%
	平面滑板磨损	外露高度大于或等于 1.0 mm	外露高度大于或等于 0.5 mm,小于 1.0 mm	外露高度大于或等于 0.2 mm,小于 0.5 mm	外露高度小于 0.2 mm	—
	支座与梁身、支承垫石间密贴状况	密贴完好	局部脱空,脱空面积小于或等于接触面积的 10%	脱空较严重,脱空面积大于接触面积的 10%,小于或等于接触面积的 20%	严重脱空,脱空面积大于接触面积的 20%	完全脱空
	锚固螺栓工作状态	良好	个别锚固螺栓松动	多个锚固螺栓松动	一根螺杆剪断	两根及以上螺杆剪断
跨座式单轨交通桥梁承拉铸钢支座	外观状况	完好	出现 1 条轻微裂纹,或出现轻微锈蚀	出现 2 条轻微裂纹,或出现多处锈蚀	出现多条裂纹或裂开,或出现严重锈蚀	—
	锚螺栓及锚杆状态	正常	—	螺栓松动但可拧紧,扭力可达到设计值	—	螺栓松动且锚杆断裂、扭力为 0
	支座工作状态	正常	—	出现不正常现象但可修复	—	出现不正常现象且无法修复
	锚箱积水	无	—	有积水	—	—

E.7 墩台与基础检测标度见表 E.7。

表 E.7 墩台与基础检测标度表

构件类型	评价指标	标度值				
		标度 1	标度 2	标度 3	标度 4	标度 5
墩(台)	墩(台)身、墩(台)帽、支承垫石、拱桥拱座裂缝	出现少量网状裂缝但缝宽未超限	出现少量受力裂缝但缝宽未超限	出现受力裂缝,个别裂缝缝宽超限	出现较多受力裂缝,少量裂缝缝宽超限	出现大量缝宽超限的受力裂缝
	盖梁裂缝	无裂缝,或少量裂缝	一定数量的受力裂缝,但缝宽未超限	较多受力裂缝,但缝宽未超限	控制截面的受力裂缝缝宽超限	多个控制截面出现受力裂缝,且缝宽超限

表 E.7 (续)

构件类型	评价指标	标度值				
		标度 1	标度 2	标度 3	标度 4	标度 5
墩(台)	碳化	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值小于 0.2	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值大于或等于 0.2, 小于 0.5	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值大于或等于 0.5, 小于 1.0	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值大于或等于 1.0	—
	墩(台)身空洞、破损、露筋等病害	无	单处病害面积小于或等于 0.25 m <sup>2</sup> 或病害总面积小于或等于构件面积 3%, 且空洞深度小于或等于 15 mm	单处病害面积大于 0.25 m <sup>2</sup> , 小于或等于 0.5 m <sup>2</sup> 或病害总面积大于构件面积 3%, 小于或等于构件面积 10%, 且空洞深度小于或等于 30 mm	单处病害面积大于 0.5 m <sup>2</sup> 或病害总面积大于构件面积 10% 或空洞深度大于 30 mm	—
	墩(台)帽及支承垫石空洞、破损、露筋等病害	无	单处病害面积小于或等于 0.10 m <sup>2</sup> 或病害总面积小于或等于构件面积 3%, 且空洞深度小于或等于 5 mm	单处病害面积大于 0.1 m <sup>2</sup> , 小于或等于 0.25 m <sup>2</sup> 或病害总面积大于构件面积 3%, 小于或等于构件面积 10%, 且空洞深度小于或等于 20 mm	单处病害面积大于 0.25 m <sup>2</sup> 或病害总面积大于构件面积 10% 或空洞深度大于 20 mm	—
	表观病害状况(破损、空洞、蜂窝麻面等)	累计面积与构件面积的比值小于或等于 5%	累计面积与构件面积的比值大于 5%, 小于或等于 20%	累计面积与构件面积的比值大于 20%, 小于或等于 50%	累计面积与构件面积的比值大于 50%	—
锚碇(锚塞)	锚碇(锚塞)状态	状态完好或锚面轻微开裂	锚面局部开裂、破损	锚面局部开裂、破损、渗水	锚碇开裂严重	锚碇(锚塞)移动
基础	裂缝	出现少量网状裂缝但缝宽未超限	出现少量受力裂缝但缝宽未超限	出现受力裂缝, 个别裂缝缝宽超限	出现较多受力裂缝, 少量裂缝缝宽超限	出现大量缝宽超限的受力裂缝
	冲刷	冲刷深度小于或等于设计计算冲刷深度值 10%	冲刷深度大于设计计算冲刷深度值 10%, 小于或等于设计计算冲刷深度值 30%	冲刷深度大于设计计算冲刷深度值 30%, 小于或等于设计计算冲刷深度值 75%	冲刷深度大于设计计算冲刷深度值 75%, 小于或等于设计计算冲刷深度值	冲刷深度大于设计计算冲刷深度值, 小于或等于设计计算冲刷深度值 105%

表 E.7 (续)

构件类型	评价指标	标度值				
		标度 1	标度 2	标度 3	标度 4	标度 5
基础	简支梁基础沉降	相邻桥墩差异沉降小于 10 mm	相邻桥墩差异沉降大于或等于 10 mm, 小于 20 mm	相邻桥墩差异沉降大于或等于 20 mm, 小于 30 mm	相邻桥墩差异沉降大于或等于 30 mm, 小于 40 mm	相邻桥墩差异沉降大于或等于 40 mm
	超静定结构基础沉降	相邻桥墩差异沉降值小于或等于设计值 20%	相邻桥墩差异沉降值大于设计值 20%, 小于或等于设计值 40%	相邻桥墩差异沉降值大于设计值 40%, 小于或等于设计值 60%	相邻桥墩差异沉降值大于设计值 60%, 小于或等于设计值 80%	相邻桥墩差异沉降大于设计值 80%
	基础水平位移及横向转动引起的墩顶横向水平位移	小于或等于本部分规定的运营舒适性限值的 15%	大于本部分规定的运营舒适性限值的 15%, 小于或等于本部分规定的运营舒适性限值的 30%	大于本部分规定的运营舒适性限值的 30%, 小于或等于本部分规定的运营舒适性限值的 50%	大于本部分规定的运营舒适性限值的 50%, 小于或等于本部分规定的运营舒适性限值的 70%	大于本部分规定的运营舒适性限值的 70%
	冻害	无	轻微冻害	大面积冻害	严重冻害	—
护锥	缺陷及冲刷	完好	铺砌面局部隆起、凹陷、开裂, 砌缝砂浆脱落, 或局部铺砌面下滑, 坡角损坏, 局部冲成浅坑	铺砌面出现大面积隆起、凹陷、开裂, 砌缝砂浆脱落, 坡脚局部冲刷, 冲成深坑、沟或槽	铺砌面出现大面积隆起、凹陷、开裂, 砌缝砂浆脱落, 坡体和坡脚冲刷严重, 基础有淘空现象	—
调治构造物	损坏、冲刷及变形	完好	局部破坏、边坡局部下滑、基础局部脱空	边坡大面积下滑、构造物出现下沉、倾斜, 局部坍塌	构造物下沉、倾斜、坍塌, 基础冲刷严重	—

### 参 考 文 献

- [1] GB 50026—2007 工程测量规范
  - [2] GB 50982—2014 建筑与桥梁结构监测技术规范
  - [3] JGJ/T 23—2011 回弹法检测混凝土抗压强度技术规程
  - [4] JGJ/T 152—2019 混凝土中钢筋检测技术标准
  - [5] JGJ/T 322—2013 混凝土中氯离子含量检测技术规程
  - [6] JT/T 1037—2016 公路桥梁结构安全监测系统技术规程
  - [7] JTG H10—2009 公路养护技术规范
  - [8] JTG H11—2004 公路桥涵养护规范
  - [9] JTG/T H21—2011 公路桥梁技术状况评定标准
  - [10] JTG/T J21—2011 公路桥梁承载能力检测评定规程
  - [11] JTG/T J21-01—2015 公路桥梁荷载试验规程
  - [12] TB/T 2820.1~2820.8 铁路桥隧建筑物劣化评定标准
-