

福建省工程建设地方标准

DB

工程建设地方标准编号： DBJ/T 13-550-2026

住房和城乡建设部备案号： J 1 8 9 5 8 - 2 0 2 6

钢结构人行天桥检测、监测及维护 技术标准

Technical standard of inspection, monitoring and
maintenance for steel pedestrian bridge

2026-10-13 发布

2027-02-01 实施

福建省住房和城乡建设厅

发布

福建省工程建设地方标准

钢结构人行天桥检测、监测及维护 技术标准

Technical standard of inspection, monitoring and
maintenance for steel pedestrian bridge

工程建设地方标准编号： DBJ/T 13-550-2026

住房和城乡建设部备案号： J 1 8 9 5 8 - 2 0 2 6

主编单位： 福州市规划设计研究院集团有限公司

广东省基础工程集团有限公司

批准部门： 福建省住房和城乡建设厅

实施日期： 2 0 2 7 年 2 月 1 日

2026 年 福州

前 言

根据《福建省住房和城乡建设厅关于公布全省住房和城乡建设行业 2022 年第三批科学技术计划项目的通知》（闽建科〔2022〕15 号）的要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国内外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本标准。

本标准的主要技术内容是：1. 总则；2. 术语和符号；3. 基本规定；4. 检测；5. 监测；6. 维护；附录。

本标准由福建省住房和城乡建设厅负责管理，由福州市规划设计研究院集团有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见和建议，请寄送福建省住房和城乡建设厅科技与设计处（地址：福州市北大路 242 号，邮编：350001）和福州市规划设计研究院集团有限公司（地址：福州市高新大道 1 号，邮编：350108），以供今后修订时参考。

本标准主编单位：福州市规划设计研究院集团有限公司
广东省基础工程集团有限公司

本标准参编单位：福州市可持续发展城市研究院有限公司
福州大学
福州市市政工程中心
福建省二建建设集团有限公司
福州美佳环保资源开发有限公司
浙江中天恒筑钢构有限公司
中国水利水电第十六工程局有限公司
中国电建集团航空港建设有限公司

福建中利建设集团有限公司

厦门市湖里区建设服务中心

本标准主要起草人： 夏 昌 李才波 傅大宝 薛东波
姜绍飞 郑 辉 刘潇潇 黄贝琪
吴将金 卢哲超 林振标 卢惟铭
段坤朋 刘剑琅 王军红 彭朝晖
本标准主要审查人： 廖飞宇 曾志攀 陈宇峰 陈开端
林 震 赖苍林 刘祥民 黄文金
廖建康

目 次

1 总 则	1
2 术语和符号	2
2.1 术 语	2
2.2 符 号	3
3 基本规定	4
4 检 测	7
4.1 一般规定	7
4.2 经常性检查	8
4.3 定期检测	9
4.4 特殊检测	11
4.5 技术状况评估方法	13
5 监 测	20
6 维 护	22
6.1 一般规定	22
6.2 钢结构梁桥	28
6.3 钢—混凝土组合梁桥	31
6.4 钢结构拱桥	32
6.5 悬索桥	34
6.6 斜拉桥	34
6.7 钢结构桥墩	38
附录 A 钢结构人行天桥经常性检查表	39
附录 B 评分等级、扣分表	40
附录 C 栏杆水平推力测试要求	49

附录 D 自振特性测试要求	52
本标准用词说明	53
引用标准名录	54
附：条文说明	55

福建省住房和城乡建设厅
信息公开浏览专用

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms and Symbols	2
2.1	Terms	2
2.2	Symbols	3
3	Basic Requirements	4
4	Inspection	7
4.1	General Requirements	7
4.2	Regular Inspection	8
4.3	Periodic Inspection	9
4.4	Special Inspection	11
4.5	Technical Condition Evaluation Method	13
5	Monitoring	20
6	Maintenance	22
6.1	General Requirements	22
6.2	Steel Girder Bridge	28
6.3	Steel-concrete Composite Girder Bridge	31
6.4	Steel Arch Bridge	32
6.5	Suspension Bridge	34
6.6	Cable-stayed Bridge	34
6.7	Steel Pier	38
Appendix A	The Regular Inspection Form for Steel Pedestrian Bridge	39
Appendix B	Grading System and Deduction Table	40
Appendix C	Testing Requirements for Horizontal Thrust of Railing	

.....	49
Appendix D Testing Requirements for Natural Vibration Characteristic	
.....	52
Explanation of Wording in This Standard	53
List of Quoted Standards	54
Addition: Explanation of Provisions	55

1 总 则

1.0.1 为规范福建省钢结构人行天桥检测、监测和维护工作，提高人行天桥的管理养护水平，保障人行天桥安全运行，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于福建省内已竣工验收并交付使用的市政钢结构人行天桥。

1.0.3 钢结构人行天桥的检测、监测和维护工作，除应符合本标准外，尚应符合国家、行业和福建省现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 钢结构人行天桥 steel pedestrian bridge

指承重结构或构件采用型钢、钢板、钢管、钢缆索等建造而成的人行天桥。

2.1.2 特殊结构人行天桥 special structural pedestrian bridge

结构受力复杂和在养护方面有特殊要求的人行天桥，如系杆拱桥、斜拉桥、悬索桥等。

2.1.3 经常性检查 regular inspection

指对结构变异、人行天桥及其安全保护区域施工作业情况和桥面系、限载标志、限高标志、交通标志及其他附属设施等状况进行的日常巡检。

2.1.4 常规定期检测 routine periodic inspection

按规定周期对钢结构人行天桥主体结构及其附属构造物的技术状况进行全面检测，以评定天桥的技术状况。

2.1.5 结构定期检测 structural periodic inspection

为提出养护对策，结合常规定期检测评估结果，进一步对钢结构人行天桥结构构件进行深入的检测，对天桥结构状况、结构性能、结构的退化程度、耐久性和潜在的病害隐患进行评定、病害原因分析等。

2.1.6 特殊检测 special inspection

查清钢结构人行天桥的病害原因、损坏程度、承载能力、抗灾能力，确定天桥技术状况的工作，包括无损检测、静力荷载试验、动力荷载试验等。

2.1.7 运营监测 operation monitoring

对使用中人行天桥的外部作用源和结构响应进行监测,适时评估天桥的运行状况或病害危害程度的工作。

2.1.8 维护 maintenance

在验收合格后开始使用至服役结束过程中所进行的养护维修工作。

2.1.9 保养小修 maintenance and minor repair

对天桥及附属设施进行日常保养和修补其轻微损坏部分,使其保持完好状态的工作。

2.1.10 中修工程 medium repair project

对天桥及附属设施的一般性损坏进行维修,恢复其原有的技术水平和标准的工程。

2.1.11 大修工程 major repair project

对天桥及附属设施较大的损坏进行综合治理,全面恢复到原有技术水平和标准的工程及对天桥结构维修改造的工程。

2.1.12 加固工程 strengthening project

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

2.1.13 改扩建工程 reconstruction and expansion project

因不适应现有需要,需显著提高天桥性能而开展改造和扩建的工程。

2.2 符 号

2.2.1 BCI (Bridge Condition Index)——除特殊结构桥外的钢结构人行天桥技术状况指数,用以表征天桥结构的完好状态。

2.2.2 BSI (Bridge Structure Index)——除特殊结构桥外的钢结构人行天桥结构状况指数,用以表征天桥不同组成部分的最不利的单个要素或单跨(墩)的结构状况。

3 基本规定

3.0.1 钢结构人行天桥应根据结构类型、技术状况级别及使用环境，建立全生命周期内的使用、维护管理制度，制定养护维修年度计划和中长期规划。

3.0.2 钢结构人行天桥的技术状况应根据完好状态、结构状况等级综合评定并采取相应的养护对策：

1 特殊结构人行天桥完好状态宜分为下列 2 个等级：

- 1) 合格级——天桥结构完好或结构构件有损伤，但不影响天桥安全，应进行保养小修。
- 2) 不合格级——天桥结构构件损伤，影响结构安全，应立即修复。

2 除特殊结构人行天桥外，其他天桥完好状态宜按本标准表 3.0.2-1 分为 5 个等级；其结构状况宜按本标准表 3.0.2-2 分为 5 个等级。

表 3.0.2-1 钢结构人行天桥完好状态分级及相应养护对策

等级	状态	养护对策
A 级	完好	日常保养
B 级	良好	保养小修
C 级	合格	针对性小修或中修工程
D 级	不合格	检测评估后进行中修、大修或加固
E 级	危险	检测评估后进行大修、加固或改扩建工程

表 3.0.2-2 钢结构人行天桥结构状态分级及相应养护对策

等级	状态	养护对策
A 级	完好	日常保养
B 级	良好	保养小修
C 级	合格	针对性小修或中修工程

续表 3.0.2-2

等级	状态	养护对策
D 级	不合格	检测评估后进行中修、大修或加固
E 级	危险	检测评估后进行大修、加固或改扩建工程

3.0.3 钢结构人行天桥使用、维护工作应遵循预防为主、防治结合的原则，按规定进行检测，在经济、技术条件允许的情况下应进行监测，判定天桥的使用状况，并针对病害成因及其危害，采取经济有效的养护维修措施。

3.0.4 钢结构人行天桥检测、监测、维护工作，应符合下列要求：

- 1 应配备相应的检测、养护设备及专业养护技术人员。
- 2 应重视节约资源和保护环境，积极推行绿色养护材料及施工技术。
- 3 宜采用新技术、新工艺、新材料、新设备。
- 4 符合国家有关安全生产的规定，应保证作业安全。
- 5 应制定各类突发事件及防治自然灾害应急处置方案，组建现场应急作业人员队伍，配备应急物资，并应定期演练。

3.0.5 钢结构人行天桥应建立维护档案，并应符合下列规定：

- 1 维护档案应以每座天桥为单位建档。
- 2 维护档案应包括：设计资料，施工竣工资料，养护文件，巡查、检测、监测资料，地下构筑物、桥上附属结构和设施等技术文件及相关资料。
- 3 天桥检测、监测、维护工作应采用信息化手段，对天桥相关信息数据动态更新和管理。

3.0.6 开展钢结构人行天桥检测、监测、维护工作时，应避免对天桥造成损伤、污染，不宜擅自在天桥上钻孔或设置其他设施。

3.0.7 钢结构人行天桥外装饰和绿化应经专项设计，且不得影响天桥检修保养和影响天桥耐久性，不得危及天桥、桥下道路、行人的安全。绿化不得覆盖天桥梁体。

3.0.8 在钢结构人行天桥上增加构筑物、风雨棚、声屏障、盆栽

绿化、广告牌、管线或交通标志牌等附属设施时，必须进行结构设计验算，且应满足天桥安全技术要求。

3.0.9 山地钢结构栈桥自然灾害防治与抢修应符合下列规定：

1 应根据栈桥所处的水文地质条件、气象特征、运营条件、历史洪水资料等，结合对栈桥的技术检查，综合分析评估栈桥的抗灾能力，提前做好防洪应急措施。

2 在汛期、台风等自然灾害频发期，应加强安全隐患排查。存在通行安全风险时，应采取管控措施并做好现场警示告知。桥区附近有落石、滑坡等自然灾害隐患时，应及时采取相应处治措施。

3 定期检查栈桥周边的火灾隐患，及时清理栈桥及附近的可燃物。

4 重要天桥和易遭受灾害的栈桥，应制订应急处置方案，并配备必要的应急人员、抢修材料和机械设备。

5 栈桥受灾后，应全面检查栈桥各构件的受损情况，对可能发生断裂、坍塌及失稳的栈桥，应采取必要的临时加固措施。

3.0.10 滨水钢结构栈桥应在汛期进行水文观测，记录洪水动态，并与当地气象、水文部门取得密切联系，及时收集洪水、雨水预报资料，或向沿河居民进行调查，了解洪水的发生、到达时间等信息，判断对天桥的危害程度。

3.0.11 在汛期前应开展滨水钢结构栈桥预防水毁的养护工作，并应符合下列规定：

1 对防洪能力评定为弱或差的滨水钢结构栈桥，应根据情况于每年汛期前及时维修加固。

2 应做好河道清淤。

3 应维修、加固、改善或增设各类调治构造物及基础防护构造物。

4 应采取适当措施，防止漂浮物大量进入桥孔。在漂浮物较多的河流，可在桥墩前一定距离设置防撞设施。

5 应做好抢险物资和设备的准备。

4 检 测

4.1 一般规定

4.1.1 钢结构人行天桥必须按规定进行检测评估，及时确认天桥的基本状况，并采取相应的养护措施。检测评估应根据其内容、周期、评估要求分为经常性检查、定期检测、特殊检测，其中定期检测分为常规定期检测和结构定期检测。

4.1.2 钢结构人行天桥的检测应符合下列规定：

- 1 应了解天桥初始状态，记录天桥当前状况。
- 2 应了解天桥通行量对天桥设施及跨越道路、河流带来的影响。
- 3 应跟踪天桥结构与材料的使用性能变化。
- 4 为天桥状况评估提供相关信息，对天桥当前及未来的人流量、承载能力及耐久性等性能参数进行评估。
- 5 为设计、建设、养护、管理等部门反馈信息，提供养护维修建议。

4.1.3 钢结构人行天桥检测应按人行天桥的结构类型、技术状况分别制定检测计划。如遇恶劣天气、自然灾害等特殊情况，应调整检测计划，并满足天桥使用安全的要求。

4.1.4 在钢结构人行天桥检测过程中，应保证桥下交通和检测作业人员安全。

4.1.5 检测仪器应满足测量准确度、分辨力、量程及动态响应的性能要求，以及气候环境、机械环境和电磁环境的适应性要求。检测仪器设备应在检定或校准有效期内。

4.2 经常性检查

4.2.1 经常性检查应对结构变异、人行天桥及其安全保护区域施工作业情况和桥面系、限高标志及其他附属结构和设施等状况进行日常巡检。

4.2.2 经常性检查可由经过培训的桥梁养护人员或经验丰富的工程技术人员负责开展，也可委托相关检测机构承担。

4.2.3 钢结构人行天桥开展经常性检查时，周期不宜超过3天；位于集会中心、繁华地区、重要生产科研区、人流密集景区人行天桥和重要、特殊人行天桥应每日巡检。遭受火灾、风灾、地震、洪水冲刷、车辆撞击等特殊灾害时，应及时对天桥进行检查。

4.2.4 经常性检查宜以目测配合便携式设备进行检查为主，并按本标准附录A现场填写《钢结构人行天桥经常性检查表》，登记检查人行天桥病害的损坏类型、损坏程度、损坏位置等信息，提出相应的养护措施。对损坏严重，影响人行天桥安全使用的，应提出停止使用的建议，并宜开展特殊检测。

4.2.5 经常性检查记录应定期整理归档，并提出评价意见。当检测人员检查过程中发现设施明显损坏，影响行人安全时，应立即设置警示标志，并采取相应的维护措施。

4.2.6 经常性检查记录应包括下列内容：

- 1 锈蚀、螺栓松动、缺失等病害。
- 2 桥面铺装平整性及铺装缺失、局部坑槽、积水等病害。
- 3 桥面清洁度，杂物堆积、杂草生长、蔓延等现象。
- 4 伸缩缝堵塞、破损、连接松动等病害。
- 5 栏杆或护栏松动、断裂、锈蚀等病害。
- 6 桥面泄水管破损、堵塞。
- 7 上下部结构有异常变化。
- 8 交通信号、顶棚、外挂花箱等连接松动。
- 9 桥区附近施工影响。

- 10 电梯、照明设施是否运行正常。
- 11 其他显而易见的损坏及不正常现象。
- 12 其他危及行人及结构安全的病害。

4.3 定期检测

4.3.1 常规定期检测应每年 1 次，也可根据人行天桥的实际使用状况和结构类型、周边环境等适当增加检测频次。结构定期检测周期宜为 6 年~10 年，特殊结构桥宜为 3 年~5 年。对位于集会中心、繁华地区、重要生产科研区、人流密集景区、服役年限超过 30 年的人行天桥的检测周期宜按低值执行。

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

4.3.3 已经预埋或安装监测设施的人行天桥，检测周期应根据监测状况针对性制定人行天桥检测评估周期。

4.3.4 定期检测计划应根据人行天桥结构类型、人流量、使用历史、已有技术状况、自然环境以及人行天桥临时封闭的社会影响等因素制定，计划应包括采用的测试技术和组织方案。

4.3.5 常规定期检测宜以目测为主，必要时可选择部分无损检测方法，并应配备照相机、裂缝观测仪、探测工具及现场的辅助器材等仪器设备。

4.3.6 常规定期检测应符合下列规定：

- 1 应对照天桥资料卡和设施量年报表现场校核天桥的基本数据。
- 2 应记录病害状况，实地判断损坏原因，估计维修范围和方案。
- 3 应对难以判断其损坏程度和原因的构件，提出作特殊检测的建议。

4 应对损坏严重、危及安全的天桥，提出限行建议。

5 应根据天桥技术状况，确定下次检测的时间。

4.3.7 常规定期检测应包括下列范围：

1 桥面系包括桥面铺装、伸缩装置、排水系统、栏杆或护栏等组成部分。

2 上部结构包括主梁、主桁架、主拱圈、横梁、横向联系、主节点、挂梁、连接件等结构构件。

3 下部结构包括支座、盖梁、墩身、台帽、台身、基础等结构构件。

4.3.8 下列结构天桥开展常规定期检测时，尚应符合下列规定：

1 特殊结构桥变位应每年测量 1 次，拉索索力和吊杆拉力应每年测量 1 次。

2 拱桥及软弱地基桥梁的基础变位宜每年测量 1 次。

3 独柱式墩桥梁墩柱的倾向倾角及梁体相对水平位移值应每年测量 1 次。

4 系杆拱桥、悬索桥和斜拉桥应定期进行动力特性及重要部位静载试验，时间间隔应不超过 7 年。

4.3.9 结构定期检测应符合下列规定：

1 查阅历次检测报告和常规定期检测中提出的建议。

2 应根据常规定期检测中天桥状况评定结果，进行梁体线形、墩柱沉降及结构构件的检测。

3 应通过材料取样试验确认材料特性、退化程度和退化性质。

4 应对天桥进行结构检算，包括承载力检算、稳定性检算和刚度验算。

5 应分析确定退化的原因，以及对结构性能和耐久性的影响。

6 应对可能影响结构正常工作的构件，评价其在下一次检测之前的可能退化情况；如构件在下一次检测前可能失效，应及时采取处置措施。

7 必要时对天桥进行荷载试验和分析评估。天桥的荷载试验

评估按有关标准进行。

8 应通过综合检测评定，确定具有潜在退化可能或已处于退化状况的天桥构件，提出相应的养护措施。

4.3.10 结构定期检测的检测报告应符合下列规定：

- 1 应包括人行天桥进行定期检测的原因、方法和评价结论。
- 2 定期检测应有现场记录及照片，并在报告中对结构所有构件现状进行描述，损坏状况描述还应包括：位置、程度、结构部位，当影响结构承载能力时，还应分析产生损坏的原因和可能的退化。
- 3 无法检测的构件应在报告中说明原因。
- 4 应详细记录结构测试和取样位置并编号。
- 5 如开展了动力特性检测及重要部位监测，报告还应通过结构动力特性检测结果及监测结果，结合历年的各项检测结果综合分析，对人行天桥在使用过程中结构构件的变化和力学性能及空间位移的情况进行分析评价。
- 6 应包括进一步进行检测（或试验）、结构分析评估建议。

4.4 特殊检测

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

4.4.2 下列钢结构人行天桥应进行特殊检测：

- 1 遭受火灾、风灾、地震、洪水冲刷、车辆撞击等特殊灾害造成结构损伤的天桥。
- 2 为提高或达到设计承载等级而需进行修复、加固、改建等的人行天桥。
- 3 超过设计使用年限，需要延期使用的天桥。
- 4 经常性检查中发现损坏严重及影响安全使用的天桥。
- 5 经常性检查和定期检测中发现加速退化的结构构件需补充

检测的天桥。

6 定期检测中判定为 D 级或 E 级的天桥。

4.4.3 实施特殊检测前，检测机构应收集下列资料：

- 1 人行天桥的竣工资料。
- 2 识别和鉴定人行天桥结构的主要材料及其强度。
- 3 特殊检测的原因，影响人行天桥承载能力的因素。
- 4 历次人行天桥定期检测和特殊检测报告。
- 5 历次维修资料。
- 6 人流量统计资料。

4.4.4 人行天桥特殊检测应符合下列规定：

1 结构材料缺损状况诊断。宜根据结构材料缺损类型、位置和检测的要求，选择表面测量、无损检测技术和局部取样等方法，按相应的试验标准进行检测。试件取样宜在有代表性的构件的次要部位获取。

2 结构整体性、功能性评估。应根据诊断的构件材料质量状况及其在结构中的实际功能，采用计算分析评估结构承载能力。

3 受损钢结构人行天桥栏杆，应对栏杆水平推力进行检测，并满足本标准附录 C 的要求。

4 当计算分析评估不满足或难以确定时，应用静力荷载方法鉴定结构承载能力，宜用动力荷载方法进行结构自振特性测试，并满足本标准附录 D 的要求。

5 当结构出现明显变位或异常沉降时，应对天桥线形进行检测，复核与原设计线形是否一致。

4.4.5 特殊检测报告应包括以下主要内容：

1 应概述人行天桥基本信息、检测组织、时间背景和工作过程。

2 应描述目前人行天桥技术状况、试验与检测项目及方法、测试数据与分析结果、人行天桥技术状况评价。

3 应阐述检测部位的损坏原因及程度，评定人行天桥继续使

用的安全性。

4 应提出结构及局部构件维修、加固或改造的建议，提出维护管理措施。

4.5 技术状况评估方法

4.5.1 钢结构人行天桥技术状况的评估应包括：桥面系、上部结构、下部结构和全桥评估，应采用先构件后部位再综合及与单项直接控制指标相结合的办法评估。

4.5.2 钢结构人行天桥应以技术状况指数 BCI 确定天桥技术状况；应以结构状况指数 BSI 确定天桥不同组成部位的结构状况。应根据钢结构人行天桥定期检测记录，按分层加权法对桥面系、上部结构、下部结构按本标准附录 B 的评分等级、扣分表分别进行评估，再综合得出整座人行天桥技术状况的评估。

I 桥面系

4.5.3 桥面系的技术状况应采用桥面系技术状况指数 BCI_m 表示；桥面系的结构状况应采用桥面系结构状况指数 BSI_m 表示。 BCI_m 和 BSI_m 应根据桥面或梯道铺装、伸缩装置、排水系统、栏杆或护栏等要素的损坏扣分值，按下列公式计算：

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

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

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

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

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

式中： h ——桥面系及附属结构的评价要素，包括桥面或梯道铺

装、伸缩装置、排水系统、栏杆或护栏及附属结构；

a ——桥面系评价要素的总数；

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

ω_h ——桥面系第 h 类要素的权重，按照表 4.5.3 的规定取值；

DP_{hi} ——桥面系第 h 类要素中第 i 项损坏的扣分值，按附录表 B.0.1 取值；梯道为混凝土梁的铺装层按行业标准《城市桥梁养护技术标准》CJJ 99-2017 附录表 D-1 进行评级扣分；

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 项损坏扣分值占桥面系第 h 项要素中所有损坏扣分值的比例。

表 4.5.3 桥面系各要素权重值

要素名称	桥面铺装	排水系统	伸缩装置	栏杆或护栏
权重值	0.40	0.20	0.15	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。

II 上部结构

4.5.4 钢结构人行天桥上部结构技术状况的评估应逐跨进行，然后再计算整座天桥的上部结构技术状况指数 BCI_s 。人行天桥上部结构的结构状况应采用上部结构结构状况指数 BSI_s 表示。 BCI_s 和 BSI_s 应按下列公式计算：

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

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

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

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

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

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

式中： BCI_{si} ——第 i 跨上部结构技术状况指数；

b ——桥梁跨数；

SDP_{ij} ——第 i 跨上部结构中第 j 类构件损坏的综合扣分值；
当 $SDP_{ij} < \max(DP_{ijk})$ 时，取值为 $\max(DP_{ijk})$ ；当
 $SDP_{ij} \geq 100$ 时，取值为 100；

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

c ——第 i 跨上部结构的桥梁构件类型数；

DP_{ijk} ——第 i 跨上部结构中第 j 类构件第 k 项损坏的扣分值，
按附录表 B.0.2 取值；梯道为混凝土梁的铺装层按
《城市桥梁养护技术标准》CJJ 99-2017 附录表 D-1
进行评级扣分；

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

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

表 4.5.4 上部结构各要素权重值

天桥结构类型	构件类型	权重值
梁桥 (含钢—混凝土组 合结构)	主梁	0.55
	横向联系	0.35
	外部装饰板	0.10
钢桁架桥	桁架/片	0.48
	主节点	0.08
	纵梁	0.18

续表 4.5.4

天桥结构类型	构件类型	权重值
钢桁架桥	横梁	0.08
	连接件	0.08
	外部装饰板	0.10

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

III 下部结构

4.5.5 钢结构人行天桥下部结构技术状况的评估应逐墩（台）进行，然后再计算整座天桥的下部结构技术状况指数 BCI_x ；人行天桥下部结构的结构状况采用下部结构状况指数 BSI_x 表示， BCI_x 和 BSI_x 应按下列公式计算：

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

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

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

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

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

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

式中： BCI_{xj} ——第 j 号墩（台）下部结构技术状况指数；

b ——桥梁跨数；

SDP_{jk} ——第 j 号墩（台）下部结构中第 k 类构件损坏的综合扣分值；当 $SDP_{jk} < \max(DP_{jkl})$ 时，取值为 $\max(DP_{jkl})$ ；当 $SDP_{jk} \geq 100$ 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，按照表 4.5.5 的规定取值；

d ——第 j 号墩（台）下部结构的构件类型数；

DP_{jkl} ——第 j 号墩（台）下部结构中第 k 类构件第 l 项损坏的扣分值，按《城市桥梁养护技术标准》CJJ 99-2017 附录表 D-3 进行评级扣分；

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

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

表 4.5.5 下部结构各构件权重值

下部结构	构件名称	权重值	下部结构	构件名称	权重值
桥墩	盖梁	0.18	桥台	台帽	0.20
	墩身	0.34		台身	0.40
	基础	0.20		基础	0.20
	外部装饰板	0.10		支座	0.20
	支座	0.18			

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

IV 全桥评估

4.5.6 钢结构人行天桥整体的技术状况指数 BCI 应根据上部结构、下部结构及桥面系的技术状况指数，按下列公式计算：

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

式中： ω_s 、 ω_x 、 ω_m ——上部结构、下部结构及桥面系的权重，按表 4.5.6 的规定取值。

表 4.5.6 钢结构人行天桥各系统的权重值

桥梁结构系统	权重
上部结构	0.45
下部结构	0.40
桥面系	0.15

4.5.7 钢结构人行天桥上部结构、下部结构、桥面系以及整座天桥的技术状况可按表 4.5.7 进行评估。

表 4.5.7 钢结构人行天桥技术状况评估标准

<i>BCI*</i>	[90, 100]	[80, 90)	[66, 80)	[50, 66)	[0, 50)
评估等级	A	B	C	D	E

注：*BCI**表示 *BCI*、*BCI_m*、*BCI_s*或 *BCI_x*。*BCI* 的计算可应用 *BCI* 软件进行。

4.5.8 钢结构人行天桥上部结构、下部结构、桥面系的状况可按表 4.5.8 进行评估。

表 4.5.8 钢结构人行天桥结构状况评估标准

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

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

4.5.9 钢结构人行天桥有下列情况之一时，即可将天桥技术状况直接评定为不合格级桥或 D 级桥；重要构件损伤严重的评定为 E 级桥：

- 1 钢结构拱桥的拱脚处产生水平位移或无铰拱拱脚产生较大的位移。
- 2 钢结构节点板及连接铆钉、螺栓损坏数量在 20%以上。
- 3 钢结构主要构件锈蚀削弱截面积 10%以上。
- 4 钢结构主要构件出现明显的永久变形，变形大于设计标准值。
- 5 墩、台、桩基出现结构性裂缝，或裂缝有开合现象。
- 6 墩、台、桩基倾斜、位移、沉降变形危及天桥安全时。
- 7 结构刚度明显达不到设计标准要求。
- 8 支座错位、变形、破损严重或缺失，已失去正常支承功能。
- 9 当通过天桥验算检测，承载能力下降达 25%以上。
- 10 栏杆累计残缺长度大于 20%或单处大于 2m。
- 11 上部结构有落梁、脱空趋势或梁、板断裂。
- 12 天桥拉索、钢索、钢丝、吊杆及锚具明显损伤。

13 其他各种对天桥结构安全有较大影响的部件损坏。

福建省住房和城乡建设厅
信息公开浏览专用

5 监 测

5.0.1 钢结构人行天桥运营监测分为长期监测和短期监测。

5.0.2 符合下列条件之一时，应进行运营监测：

- 1 技术状况等级评定属于 D 级或 E 级的天桥；
- 2 施工质量不佳或存在疑问的天桥；
- 3 服役年限超过 30 年且存在明显病害的天桥；
- 4 特殊结构桥；
- 5 经评估需要进行结构监测的天桥；
- 6 桥梁养护管理部门提出需要进行结构监测的天桥。

5.0.3 当周边施工对天桥安全可能产生影响时，应进行短期监测。

5.0.4 监测实施前应制定监测方案。监测方案应包括工程概况、监测目的、结构计算分析、监测项目、测点布置、监测设备、监测人员、监测周期、数据采集与分析方法、预警与评估方法、监测系统施工与安装内容。钢结构人行天桥监控测试应根据需要，确定长期观测的结构部位，并制定详细的监控测试方案。宜按照现场荷载试验的要求布置测点。

5.0.5 监测内容、测点布置、监测方法应符合现行国家标准《建筑与桥梁结构监测技术规范》GB 50982、《城市桥梁检测与评定技术规范》CJJ/T 233、《城市桥梁养护技术标准》CJJ 99 和现行地方标准《福建省城市桥梁健康监测系统设计技术标准》DBJ/T 13-240、《福建省城市桥梁检测评估标准》DBJ/T 13-164、《桥梁结构动力特性检测技术标准》DBJ/T 13-209 的相关规定。

5.0.6 监测可根据需求采用自动监测、人工监测或联合监测的方式进行。自动监测应采用稳定性好、抗干扰性强、易部署易维护的

硬件设施。

5.0.7 监测技术应自主可控、先进适用，宜采用北斗卫星导航、分布式光纤、5G 移动通信、人工智能与大数据等新技术和新设备进行监测。

5.0.8 监控测试的实施宜符合下列规定：

- 1 每个观测日宜连续量测一昼夜，每隔 1h~2h 记录一次。
- 2 每年做周期观测的日期和时间宜相同。
- 3 担任长期观测的工作人员宜固定。

5.0.9 监控测试的资料整理应符合下列规定：

- 1 应保留所有测点各项量测值随时间变化的过程图。
- 2 应保留各测点在每年同一时间重复测量的量测值随重复周期次数的变化图。
- 3 应根据同一时间量测的总变位或总应力（应变）和记录的各种影响因素资料，计算分析各因素的分量测值。
- 4 应根据结构观测的真实物理力学模型（边界条件、材料性能和外载）进行结构的理论分析与计算。
- 5 应比较量测值与理论计算值或标准值的偏差。
- 6 应比较同一测量因素在不同时期的变化。
- 7 应比较结构动力特性的变化，检查结构的完好状况。
- 8 长期观测的记录资料及其中间分析成果，应按技术档案形式保存。

6 维 护

6.1 一般规定

6.1.1 钢结构人行天桥维护宜分为保养小修、中修、大修、加固工程及改扩建工程。中修、大修、加固和改扩建工程应由相关单位进行专项设计和施工。

6.1.2 钢结构人行天桥应根据其完好状态、结构状况等级确定维护对策。

6.1.3 钢结构人行天桥的下部结构、桥面系、附属设施等维护应符合现行行业标准《城市桥梁养护技术标准》CJJ 99 的有关规定。

6.1.4 钢结构人行天桥通用维护应包括以下内容：

- 1 防腐涂层的局部修补、重新涂装。
- 2 焊缝病害的维修。
- 3 螺栓及铆钉的涂油、拧紧、修理、补充和更换。
- 4 裂纹、变形等维修。

6.1.5 防护涂层维护应符合下列规定：

- 1 应满足设计要求的厚度、硬度和附着力。
- 2 表面应清洁、美观、完整，当外观检查发现病害时，应查明原因。防腐涂层表面积水、污渍、尘土应及时清除。

3 构件粉化、起泡、开裂、剥落总面积 $\leq$ 构件总面积的 30% 时，应对构件进行局部维修施工。

6.1.6 涂装维护应符合下列规定：

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

- 2 当运营中钢梁保护涂装起泡、裂纹或脱落的面积达到 10%

以上时，应进行整孔、整桥重新涂装。

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

4 当涂膜维护涂装时，应对局部风化部位按要求进行清理，按原涂装体系逐层进行涂装，新旧涂层间应有 50mm~80mm 过渡带，局部修理时干膜总厚度不应小于原涂装干膜的厚度。涂装后应检测漆膜厚度，漆膜厚度不满足设计要求时应重新喷涂。

5 钢表面清理不得在雨、雪、凝露和相对湿度大于 80%及风沙天气进行。环氧类漆不得在环境温度 10℃以下施工，无机富锌防锈底漆、聚氨酯漆和氟碳面漆不得在环境温度 5℃以下施工。涂装后 4h 内应采取保护措施，不得遭受雨淋。

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

6.1.7 焊缝维护应符合下列规定：

1 应对焊缝裂纹等病害的位置、尺寸、出现时间、缺陷形式等信息进行记录并加强监测和检测。

2 对不宜修复的构件，应拆除更换。

3 尽可能降低对原结构产生新的损伤。

4 裂纹处治后应加强对修复区域的监测。

6.1.8 高强螺栓维护应符合下列规定：

1 应及时清除螺栓的积水、积灰、积污，保持表面涂层密封、清洁、干燥，无开裂、松动、烂头或缺失。

2 应对松动、断裂或缺失、严重锈蚀、严重变形的螺栓进行更换，更换后的高强度螺栓紧固力必须满足设计要求。

6.1.9 高强度螺栓的更换应符合下列规定：

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

应符合表 6.1.9 的规定。

表 6.1.9 高强度螺栓的设计预拉力（kN）

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

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

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

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

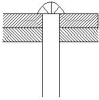
6.1.10 铆钉维护应符合下列规定：

1 铆钉的积水、积灰、积污应及时进行清除，保持表面涂层密封、清洁、干燥。

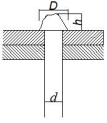
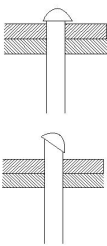
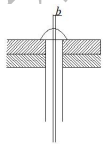
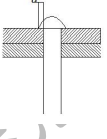
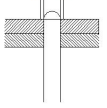
2 应对松动、钉头裂纹、烂头、浮高、钉头偏心、钉头过小的铆钉进行更换。

6.1.11 不良铆钉的容许限度超过表 6.1.11 的规定时，应进行更换。

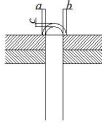
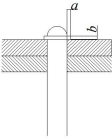
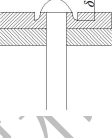
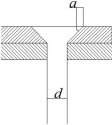
表 6.1.11 不良铆钉的容许限度

序号	不良名称	形状	容许限度	原因
1	松动铆钉	—	无	(1) 铆合不良 (2) 铆合前钢板未夹紧
2	钉头裂纹		无	(1) 铆钉加热过度 (2) 铆钉钢质不良

续表 6.1.11

序号	不良名称	形状	容许限度	原因
3	烂头		$D \geq d + 8\text{mm}$ $h \geq 0.7$ 倍钉头高	年久锈蚀
4	钉头部分或全周浮高 (用厚 0.2mm 塞尺检查)		无	(1) 钉头和钉杆相接处有圆角 (2) 钉头未用顶把顶紧或顶把未对正
5	钉头偏心 (拉绳检查钉头与铆钉线位置或观察铆钉两头)		$b \leq 0.1d$	铆合不良
6	钉头局部缺边		$a \leq 0.15d$	(1) 钉杆过短 (2) 顶压不正确
7	钉头全周缺边		$a < 0.1d$	(1) 钉杆过短 (2) 顶压不正确

续表 6.1.11

序号	不良名称	形状	容许限度	原因
8	钉头过小（用样板检查）		$a+b < 0.1d$ 或 $c < 0.05d$	(1) 铆钉壳和钉杆都小 (2) 钉杆过短或铆钉孔过大
9	钉头周围有飞边		$a < 3\text{mm}$ $b = 1.5\text{mm} \sim 3\text{mm}$	钉杆过长
10	铆钉壳打伤钢板		$\delta \leq 0.5\text{mm}$	铆合不良
11	埋头铆钉钉头全部或局部缺边		$a \leq 0.1d$	(1) 铆合不良 (2) 钉杆过短

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

6.1.13 钢结构人行天桥出现裂纹后，应对裂纹位置、尺寸、出现时间等信息进行记录并加强监测和检测，综合考虑裂纹位置、尺寸及扩展性能等因素，制定相应的维修方案。

6.1.14 裂纹维护应符合下列规定：

1 具有扩展性或脆断倾向性的裂纹，应进行修复；对不宜修复的构件，应拆除更换。

2 对于尺寸较小、扩展能力较弱的疲劳裂纹，可采用气动冲

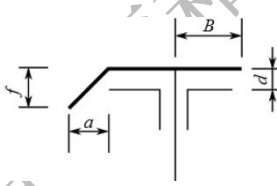
击、超声锤击等方法改善裂纹区域应力状态。

3 对于尺寸相对较大、扩展能力较强的裂纹，或裂纹位于关键受力部位时，可采用粘贴加固材料等冷维护方法或加焊钢板、重熔等热维护方法进行修复，宜优先选用冷维护方法。

4 裂纹修复后应加强对修复区域的运营监测，开展修复效果及长期性能的评估，并确定下一步的检修周期。

6.1.15 当钢梁杆件伤损容许限值超过表 6.1.15 的规定时，应及时整修、加固或更换。

表 6.1.15 钢结构天桥构件伤损容许限度

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

6.2 钢结构梁桥

6.2.1 钢梁养护应符合下列规定：

- 1 钢梁的刚度、强度和稳定性应符合设计要求。承载能力或刚度低于限值等结构不良的钢结构，应维修或加固。
- 2 外观应清洁、干燥。
- 3 钢结构防腐涂层应外观完好，厚度和硬度符合设计要求。
- 4 构件应完好，铆钉或螺栓无失效和缺损，焊缝或板件无影响结构安全的裂纹，构件变形不超限值。
- 5 纵、横向联结系的连接应完好有效，杆件变形应满足设计要求。
- 6 采用节点板连接的杆（板）件，拼接板与主板缝隙应满足设计要求。
- 7 检查设施应完整、功能使用正常。

6.2.2 钢板梁养护应包括以下主要内容：

- 1 钢主梁构件的变形，包括腹板局部屈曲变形，腹板纵、横向加劲肋的变形，支撑加劲肋的变形等内容。
- 2 主要受力焊缝：正交异性钢桥面板连接焊缝、工字型或箱型连接节点焊缝等内容。
- 3 混凝土桥面板与主梁或横梁之间的连接。
- 4 纵、横向联结系与主梁的连接。
- 5 支座处支撑加劲肋与底板、腹板的连接。
- 6 两端伸缩缝区域及附近杆件。

6.2.3 钢箱梁养护应包括下列主要内容：

- 1 正交异性钢桥面板各板件间的连接焊缝，主要包括桥面板加劲肋与桥面板焊缝、桥面板加劲肋与横隔板（梁）及面板交叉部位的焊缝、桥面板加劲肋与横隔板（梁）间焊缝、桥面板加劲肋嵌补段连接焊缝，腹板竖向加劲肋与桥面板连接焊缝；以及横隔板（梁）弧形开口部位。

- 2 腹板局部屈曲变形, 包括腹板纵、横向加劲肋的变形。
 - 3 桁架式横隔板、纵隔板杆件连接及变形。
 - 4 钢锚箱、锚拉板的连接焊缝。
 - 5 梁端伸缩缝区域及附近板件。
 - 6 开孔部位, 如过人孔、电缆电线开孔等。
 - 7 钢箱内部检修设施及除湿系统。
 - 8 钢箱梁排水口通畅。
 - 9 阻尼器功能及与主梁的连接。
 - 10 防震、减隔震措施的功能及与主梁的连接。
- 6.2.4 钢桁梁养护应包括下列主要内容:**
- 1 杆件插入式连接时杆件板件间缝隙、对接式连接时拼接板与杆件间缝隙。
 - 2 铆钉、螺栓、节点板、连接板。
 - 3 纵、横向联结系与主桁杆件的连接。
 - 4 杆件泄水孔部位。
 - 5 梁端伸缩缝区域及附近板件。
 - 6 检修设施及其与主梁的连接。
- 6.2.5 钢结构外观应清洁, 冬季应及时清除冰雪。桥面积水应查明原因, 及时处置。泄水孔应保持畅通, 增设泄水孔, 其直径不应小于 50mm, 钻孔前应对杆件强度进行验算。桥面铺装应无坑洼积水现象, 渗漏部位应及时修补完好。**
- 6.2.6 钢结构应每年保养一次。节点上的铆钉和螺栓松动或损坏脱落、焊缝开裂, 应采用油漆标记并作记录。在同一个节点, 缺少、损坏、松动和歪斜的铆钉超过 10%时, 应进行调换。当焊接节点有脱焊, 焊缝处有裂纹时, 应及时修补。对有裂纹及表面脱落的构件, 应作出明显的标记, 注明日期, 并观察其发展状况, 当裂纹扩展、裂缝宽度超过设计限值或构件表面脱落范围持续扩大时, 应补焊或更换。**

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

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

6.2.9 当钢梁出现下列情况之一时，应及时维修：

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

6.2.10 新换钢梁或加固杆件的组拼应符合下列规定：

- 1 组拼板件应采用螺栓均匀拧紧，板件密贴，边缘用 0.3mm 插片，深入长度不得大于 20mm。
- 2 组拼杆件应在无活载情况下进行，并不应少于 1/3 的孔眼安装螺栓及冲钉，其中 2/3 宜为冲钉，1/3 宜为螺栓。

3 当在无活载情况下铆合时，应每隔 2 个钉孔装一个螺栓，螺栓间距不得超过 400mm，每组孔眼宜打入 10% 的冲钉定位。

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

6.2.11 对栓接梁、全焊梁，若在焊缝及附近钢材上发现裂缝，应

根据裂缝的位置、性质、大小及数量，按国家现行相关标准进行焊接补强或加固。当构件的变形影响其承载能力或正常使用时，应采取抽换杆件或换梁等措施。

6.2.12 当采用电焊连接主梁时，应停止运营，并应检查其安全性。

6.3 钢—混凝土组合梁桥

6.3.1 钢—混凝土组合梁桥上部结构养护除应满足本标准第 6.2.1 条要求外，尚应符合下列规定：

- 1 钢—混凝土组合梁桥面板不得有纵向劈裂裂纹。
- 2 钢梁与混凝土桥面板之间的剪力连接件应完好无损，不得有纵向滑移及掀起。
- 3 压型钢板组合桥面板支撑处及板肋不得变形，板肋与连接件附近的混凝土不得有疲劳裂缝。

6.3.2 钢—混凝土组合梁养护除应满足本标准第 6.2.2-6.2.4 条要求外，尚应符合下列规定：

- 1 混凝土板不得有开裂渗水。
 - 2 剪力键周边不得有混凝土松散、碎裂。
 - 3 结构扭转变形与下挠不超过相关规范规定的限值。
- 6.3.3** 应每季度检查一次，检查纵向裂缝的宽度、长度、位置、密度及发展程度等参数，难以辨明时应拆除部分铺装层进行观测。当产生纵向劈裂裂缝时，应采取加固措施。

6.3.4 桥面横向裂缝可每季度检查一次。在连续组合梁支座及其附近的桥面板，不应有裂缝和渗漏水，应加强对其结合部位的保养维修。裂缝和渗漏水部位，应重做防水和封闭裂缝。纵向钢筋失效引起的裂缝，应采取纵向受力加固措施。预应力混凝土桥面板预应力失效产生裂缝，应立即修复加固。

6.3.5 桥面板受压区混凝土压裂、压碎、磨损，应及时加固修复。

6.3.6 钢—混凝土组合梁，应每季度检查一次梁端区域。组合梁

结合面不得有相对滑移和开裂。当梁端相对滑移时，应及时修复。

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

6.3.8 应每年检查一次结构变位，不得有超过规定的变形。

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

6.4 钢结构拱桥

6.4.1 钢结构拱桥的养护应符合下列规定：

1 拱圈与吊杆（立柱）的连接部位、拱圈与主梁的交叉部位应外观良好、连接可靠。

2 拱圈与横撑、弦杆等连接（交叉）部位应外观良好、连接可靠，高强度螺栓应无缺失，焊缝应无缺陷。

3 吊杆以及吊杆与横梁节点区防腐油脂不得漏油、发酵、锈蚀，不得积水。

4 柔性系杆、吊杆钢丝束受力应均匀，不得锈蚀。

5 锚固区附近的混凝土不得有裂缝，混凝土表面不得有积水。

6 应每年检测一次结构变位。

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

6.4.2 钢结构拱桥养护应包括以下主要内容：

1 拱肋及横撑的养护应包括：结构表面防腐涂层修复，焊缝开裂处置，非焊缝裂纹处理、拱肋变形处置，螺栓、铆钉等连接结构损坏修复，拱顶合龙段的密封及连接修复，拱肋拱脚区域清污排水。

2 涂层修复、局部变形、裂纹、焊缝开裂及主梁与吊杆的连

接部位，主梁与拱肋的交叉部位，纵、横梁的连接部位的病害处置。

3 吊杆的养护应包括：锚固区域养护，索体养护、附属设施养护、索力调整、振动异常及吊杆更换。

4 系杆的养护应包括：防护体系修复、系杆锈蚀、损坏等缺陷修复。

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

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

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

6.4.6 天桥使用后第一、二年内应每半年检查一次系杆、吊杆状况，以后每年检查一次。测量吊杆拉力，在损坏处做出标记，做好记录，及时处理。需要更换的，应进行力学分析，制定更换方案。吊杆锚头及吊杆与横梁节点区密封处，发现漏水、积水和脱漆、锈蚀，应及时处理。

6.4.7 纵横梁的检查和养护要求，按其结构材料不同，应分别符合本标准第 6.2 节和第 6.3 节的相关规定。

6.4.8 柔性系杆的下承式拱桥的拱脚部分，中承式拱桥的边拱混凝土内预埋钢管和系杆拉索分束穿入预埋钢管的间隙，应根据原设计锚固构造加压注满防腐油脂、环氧砂浆或其他防腐材料。

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

6.4.10 当吊杆锚头渗漏水时，应及时将水排出、烘干，并应采用防水材料封堵，对有损坏的钢护筒与套管、钢护筒自身之间的防水

垫层及阻尼垫层应及时更换，并应进行搭接处的防水处理。

6.5 悬索桥

6.5.1 悬索桥应每月目测检查主缆和吊杆钢索防护的渗水、损坏情况，钢索应处于正常工作状态。

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

6.5.3 悬索桥的索夹应每季度检查和保养一次，紧固螺栓不得松弛和锈蚀，索夹不得与主缆有相对滑移。酷暑、严寒季节应加强检查和保养，及时拧紧螺栓，恢复至设计的紧固力。

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

6.5.5 悬索桥主缆应保持在正常位置，当发生变化时应及时调整。当锚锭拉杆处距离不够时，可在套筒与拉杆螺帽之间加垫圈，严禁截短钢索。

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

6.5.7 加劲梁的检查和养护要求，按其结构材料不同，应分别符合本标准第 6.2 节和第 6.3 节的相关规定。

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

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

6.5.10 当吊杆锚头渗漏水时，养护维修应符合本标准第 6.4.10 条的规定。

6.6 斜拉桥

6.6.1 宜配备下列缆索辅助养护设施：

- 1 可沿索体移动的检测缆车或检测平台。高度较低的索可采用伸臂式桥梁检测车或登高作业车代替。
- 2 锚头或锚室的检测平台。
- 3 由桥面到达缆索与锚室检测平台的人孔以及扶梯。
- 4 用于架设换索千斤顶的反力支撑结构。

6.6.2 拉索的检查应符合下列规定：

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

2 应每3年对拉索护层破损状况及钢丝锈蚀情况进行全面检测，可采用无损探伤或剥开已损坏的护层检查，并测量锈蚀钢丝的实际有效面积。

3 拉索索力应每年测量一次，应与大桥成桥索力及设计索力进行比较。实施索力监测应避免损伤护套。

4 应经常观察拉索的振动情况，对风速、风向、雨量、拉索振动状况进行记录，应检查拉索减振措施的有效性，对失效的减振装置应重新安装或更换。

5 拉索的检查和养护维修，应有详细的文字、图片或录像记录，并应归档。

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

7 索体不得附着装饰灯具、广告牌、旗帜、飘带等与维持索体功能无关的附属物。

6.6.3 斜拉索锚固端的检查应符合下列规定：

1 塔端锚头、钢主梁端锚头必须每半年保养一次，钢梁外侧且有钢盖板罩的锚头应每3年保养一次。

2 锚具的锚杯及锚杯外梯形螺纹和螺母不得锈蚀和变形，锚

板不得断裂，墩头应无异常。

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

6.6.4 斜拉索护层的检查应符合下列规定：

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

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

6.6.5 锚箱裂缝应采用加强法及时处理。

6.6.6 应经常检查支座处斜拉索及阻尼垫圈式减振器的防水情况和橡胶老化变质情况，发现防水失效或橡胶剪切变形过大、老化、开裂现象时应及时更换。

6.6.7 拉索各部位的维修应符合下列规定：

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

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

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

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

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

1 钢筋混凝土或预应力混凝土主梁的裂缝超过规定值。

2 钢筋混凝土或预应力混凝土主梁的挠度超过设计规定的允许值。

3 拉索索力与设计值偏离较大。

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

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

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

6.6.12 钢—混凝土组合梁的养护维修、检测应符合本标准第6.3节要求。

6.6.13 端横梁的养护应符合下列规定：

1 当外力造成混凝土剥落与露筋时，钢筋的锈迹应清除，松动保护层应凿除修补。

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

6.6.14 设置在塔身与梁体之间的橡胶体横向限位装置，应每年清除一次四周的污物，并应检查橡胶体的老化程度，进行记录。锈蚀的钢构件应除锈后刷油漆。

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

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

6.7 钢结构桥墩

6.7.1 钢结构桥墩的养护范围应包括：钢盖梁、钢系梁、钢墩身、立柱之间的剪刀撑、防撞设施等。

6.7.2 若钢盖梁表面出现锈蚀，宜使用中性溶液清洁破损区域，并去除油渍残留，彻底干燥清洁面。可用锉刀或砂纸打磨锈蚀区域，并及时涂装。盖梁最易腐蚀部位为盖梁与立柱交界处，应重点检查和养护。

6.7.3 应一季度检查一次钢桥墩是否有异常变形、有无撞坏、断裂、松动、错位、缺件、剥落等情况发生。检查内容应包括：

1 结构状况：桥墩的结构形式及钢材种类、钢材板厚、使用年限等。

2 焊缝：焊缝的形式和尺寸，焊缝处是否有裂纹、未熔合、夹渣、未填满、弧坑等缺陷。

3 涂层：涂层表面是否有脱皮、泛锈、龟裂和起泡等缺陷，涂层与钢基材之间和各涂层之间是否粘结牢固，是否有空鼓、脱层、明显凹陷、粉化松散和浮浆等缺陷。

4 铆钉：铆钉是否松动、脱落和损坏，钉孔位置是否正确。

5 螺栓：螺栓有无松动、脱落或断裂，节点是否滑动、错列等。

6.7.4 处于腐蚀环境下的浪溅区钢结构应采用防腐性能、耐老化性能、耐冲刷性能优良的防腐涂料进行防护。

附录 A 钢结构人行天桥经常性检查表

A.0.1 人行天桥经常性检查表见表 A.0.1。

表 A.0.1 人行天桥经常性检查表

桥名 (编号)			检测机构		
检查项	完好	损坏类型	损坏程度 及数量	损坏位置	建议
桥名牌					
限高牌					
桥面或梯 道铺装					
伸缩装置					
栏杆或护 栏					
排水系统					
附属结构 (照明等)					
其他设施					
上部结构					
支座					
下部结构					
保护区内施工情况					
其他危及行人安全的病害					
检测人			检测日期	年 月 日 星期 天气	

附录 B 评分等级、扣分表

B.0.1 钢结构人行天桥桥面系各要素等级、扣分值应符合表 B.0.1 的规定。

表 B.0.1 钢结构人行天桥桥面系各要素等级、扣分值

要素	损坏类型	定义	损坏评价及扣分			说明
桥面铺装	桥面铺装变形	指桥面不平整的情况	等级	0~3%	3%~10%	>10%
			扣分值	5	15	40
	桥面铺装磨损	桥面材料长期使用出现材料磨损	等级	0~3%	3%~10%	>10%
			扣分值	5	15	30
	桥面铺装防滑能力	桥面抗滑能力的程度	等级	足够	临界	不足
			扣分值	0	40	*
伸缩缝	螺帽松动	带螺栓的伸缩缝装置中原本紧固的螺帽产生松动	等级	无	1个~5个	>5个
			扣分值	0	15	40

续表 B.0.1

要素	损坏类型	定义	损坏评价及扣分				说明
伸缩缝	缝内沉积物 阻塞	垃圾泥土等杂物 进入伸缩缝造成 伸缩缝阻塞	等级	无	少量	严重	“无”指几乎没有杂物进入伸缩缝内；“少量”指伸缩缝内有少量的杂物；“严重”指伸缩缝内有大量的杂物并造成伸缩缝严重阻塞
			扣分值	0	5	15	
	止水带破 损、老化	伸缩缝橡胶条、填 缝料、橡胶带等橡 胶构件破损、老化	等级	无	轻微	严重	“无”指伸缩缝止水带没有破损、老化；“轻微”指破损长度小于该缝长度 20%或少量橡胶构件出现老化，弹性性能下降；“严重”指破损长度大于接缝长度 20%或橡胶构件变硬几乎失去弹性
			扣分值	0	15	40	
	钢材料 破损	型钢、梳齿板 断裂、残缺	等级	无	轻微	严重	“无”指伸缩缝钢材料没有破损；轻微指钢材料断裂；“严重”指钢材明显残缺
			扣分值	0	40	65	
	接缝处 铺装碎边	天桥伸缩缝处桥 面边缘出现破碎 损坏	等级	无	轻微	严重	“无”指天桥接缝处桥面边缘没有破损；“轻微”指天桥接缝处桥面边缘有 10 个以内 $< 0.1\text{m}^2$ ，深度 $< 2\text{cm}$ 的破损；“严重”指接缝处桥面边缘有 10 个以上破损或有面积 $> 0.1\text{m}^2$ ，深度 $> 2\text{cm}$ 的破损
			扣分值	0	40	65	
	接缝处高差	伸缩装置高差；伸 缩装置保护带与 桥面的高差	等级	无	轻微	明显	“无”指伸缩装置与桥面连接平顺，目测不出高差；“轻微”指接缝处有高差，高差未超过 3mm；“明显”指接缝处两端高差大于 3mm
			扣分值	0	5	15	

续表 B.0.1

要素	损坏类型	定义	损坏评价及扣分				说明
伸缩缝	钢材料翘曲变形	伸缩缝内的钢材料构件产生不均匀应变而形成非正常的弯曲变形或扭曲变形	等级	无	轻微	严重	“无”指钢材料没有翘曲变形；“轻微”指钢材料有 $\leq 1\text{cm}$ 的翘曲变形，这种变形基本上不影响该构件原有的功能；“严重”指钢材料有 $> 1\text{cm}$ 的翘曲变形，这种变形严重影响甚至破坏了该构件原有的功能
			扣分值	0	15	40	
	结构缝宽异常	伸缩缝在设计时预留的正常缝宽	等级	正常	略微变化	卡死	“正常”指伸缩缝宽为设计时预留的正常缝宽；“略微变化”与设计时预留的正常缝宽相比有 $> 2\text{cm}$ 的变化；“卡死”指伸缩缝宽几乎为零，伸缩缝两侧的桥梁构件紧密地接触在一起
			扣分值	0	15	65	
排水系统	泄水管阻塞	垃圾泥土等杂物进入泄水管造成泄水管堵塞	等级	0~5%	5%~20%	$> 20\%$	被堵塞的泄水管数占所有泄水管总数的百分比
			扣分值	10	40	80	
	残缺脱落	排水设施残缺不全或脱落	等级	0~5%	5%~20%	$> 20\%$	残缺脱落的排水设施数占所有排水设施总数的百分比
			扣分值	10	20	40	
	桥面积水	桥面雨水不能及时排走而形成积水	等级	无	个别处	多处	“无”指桥面没有积水现象；“个别处”指桥面只有一处积水现象；“多处”指桥面有两处以上积水现象
			扣分值	0	45	65	

续表 B.0.1

要素	损坏类型	定义	损坏评价及扣分				说明
排水系统	防水层	设置于桥面铺装内的水泥或沥青混凝土的防水结构层	等级	完好	渗水	老化	“完好”指防水层完好,从桥梁梁底来看没有渗水的痕迹;“渗水”指防水层有轻微的渗水,从桥梁梁底来看在个别位置有不太明显的渗水痕迹;“老化”指防水层老化,有严重的渗水,从桥梁梁底来看在多处位置有渗水的痕迹并且渗水量较大
			扣分值	0	30	65	
栏杆或护栏	锈蚀	钢构件栏杆锈蚀	等级	表面完好	一般锈蚀	严重锈蚀	“表面完好”指表面锈斑小于 10%;“一般锈蚀”指钢构件表面出现锈斑且锈蚀面积大于 10%;“严重锈蚀”指钢构件表面出现剥落锈层或厚度明显减薄,严重锈蚀面积大于 10%
			扣分值	10	20	40	
	松动错位	原本固定在桥面的栏杆或护栏产生松动或位置错位	等级	轻微	中等	严重	“轻微”指栏杆或护栏只有个别的构件松动或错位,只稍微影响美观但不影响安全;“中等”指栏杆或护栏有≤20%的构件松动或错位,不仅影响美观而且存在一定的安全隐患;“严重”指栏杆或护栏有 20%以上的构件松动或错位,不仅严重影响美观而且存在严重的安全隐患
			扣分值	10	30	*	

续表 B.0.1

要素	损坏类型	定义	损坏评价及扣分				说明
栏杆或护栏	丢失残缺	栏杆或护栏的构件损坏后丢失使得栏杆或护栏残缺不全	等级	轻微	中等	严重	“轻微”指栏杆或护栏只有个别的构件丢失或残缺，只稍微影响美观但不影响安全；“中等”指栏杆或护栏有 $\leq 20\%$ 的构件丢失或残缺，不仅影响美观而且存在一定的安全隐患；“严重”指栏杆或护栏有 20%以上的构件丢失或残缺，不仅严重影响美观而且存在严重的安全隐患
			扣分值	10	30	*	

注：“*”指该天桥的构件达到该项损坏程度时，扣分值按 80 分计算，该桥的评定等级不应高于 D 级。

B.0.2 钢结构人行天桥上部结构各构件评分等级、扣分值应符合表 B.0.2 的规定。

表 B.0.2 钢结构人行天桥上部结构各构件评分等级、扣分值

要素	损坏类型	定义	损坏评价及扣分				说明
钢 结 构 物	变色起皮	钢结构物表面油漆变色或漆皮隆起	等级	无	0~30%	>30%	变色起皮的总面积占整个钢结构物表面积的百分比
			扣分值	0	15	30	
	油漆剥落	钢结构物表面油漆/涂层剥落	等级	无	0~10%	>10%	剥落的总面积占整个钢结构物表面积的百分比
			扣分值	0	20	40	
	一般锈蚀	钢结构物表面出现锈斑	等级	无	0~10%	>10%	一般锈蚀的总面积占整个钢结构物表面积的百分比
			扣分值	0	25	45	
	严重锈蚀	钢结构物表面出现易剥落的锈层或厚度明显变薄	等级	0~5%	5%~10%	>10%	严重锈蚀的总面积占整个钢结构物表面积的百分比
			扣分值	30	60	*	
	锈蚀成洞	钢结构物生锈并被洞穿	等级	无	局部	大量	“无”指钢结构物没有出现锈蚀成洞；“局部”指钢结构物局部位置出现锈蚀成洞；“大量”指钢结构物出现大量的锈蚀成洞
			扣分值	0	25	*	
	焊缝裂纹	钢结构物上的焊缝出现裂纹	等级	无	少量	严重	“无”指焊接没有裂纹；“少量”指焊缝有≤10%的裂纹；“严重”指焊缝有>10%的裂纹
			扣分值	0	15	*	

续表 B.0.2

要素	损坏类型	定义	损坏评价及扣分				说明
钢 结 构 物	焊缝开裂	钢结构物上的焊缝开裂	等级	无	少量	严重	“无”指焊缝没有出现开裂；“少量”指焊缝有 $\leq 10\%$ 开裂；“严重”指有 $> 10\%$ 焊缝出现开裂
			扣分值	0	65	*	
	铆钉、螺栓损失	钢结构物上的铆钉、螺栓损坏或丢失	等级	无	0~20%	$> 20\%$	损失的铆钉、螺栓数占所有铆钉、螺栓总数的比例
			扣分值	0	40	*	
	螺栓松动	钢结构物上的螺栓出现松动	等级	无	少量	大量	“无”指没有螺栓出现松动；“少量”指 $\leq 20\%$ 螺栓出现松动；“大量”指 $> 20\%$ 螺栓出现松动
			扣分值	0	20	*	
	错位变形	钢梁、钢盖梁、钢墩台身因非正常变形，出现的扭曲、错位	等级	轻微	明显	严重	“轻微”指钢梁、钢盖梁、钢墩台身局部弯曲翘曲不明显；“明显”指钢梁、钢盖梁、钢墩台身变形但不影响结构功能；“严重”指钢结构物出现严重变形且影响结构功能
			扣分值	15	40	*	
横 向 联 系	桥面贯通纵缝	在桥面出现纵向可能贯通整个桥面的裂缝	等级	无	非贯通	贯通	主要针对混凝土桥面板的纵向贯通裂缝
			扣分值	0	25	45	
	连接件脱焊松动	连接件从焊缝处脱焊产生松动	等级	0~5%	5%~10%	$> 10\%$	产生脱焊松动的连接件数占所有连接件总数的百分比
			扣分值	10	15	30	

续表 B.0.2

要素	损坏类型	定义	损坏评价及扣分				说明
横向联系	连接件/杆断裂	连接件/杆出现裂缝断裂	等级	0~5%	5%~10%	>10%	产生断裂的连接件数占所有连接件总数的百分比
			扣分值	15	30	55	
	梁体异常振动	梁体出现非正常的振动	等级	无	轻微	严重	“无”指梁体没有异常振动；“轻微”指天桥有轻微的异常振动，这种振动不易被感知；“严重”指梁体出现明显的异常振动
			扣分值	0	30	*	
外部装饰	松动错位	原本固定在上部结构上的外部装饰板产生松动或位置变动	等级	轻微	中等	严重	“轻微”指外部装饰板只有个别的构件松动或错位，只稍微影响美观但不影响安全；“中等”指外部装饰板有一定数量的构件松动或错位，不仅影响美观而且存在一定的安全隐患；“严重”指外部装饰板有大量的构件松动或错位，不仅严重影响美观而且存在严重的安全隐患
			扣分值	10	30	*	
	丢失残缺	外部装饰板的构件损坏后丢失使得外部装饰板残缺不全	等级	轻微	中等	严重	“轻微”指外部装饰板有个别构件丢失或残缺，稍微影响美观但不影响安全；“中等”指外部装饰板一定数量构件丢失或残缺，影响美观或存在一定的安全隐患；“严重”指外部装饰板有大量构件丢失或残缺，严重影响美观，存在严重安全隐患
			扣分值	10	30	*	

续表 B.0.2

要素	损坏类型	定义	损坏评价及扣分				说明
外部装饰	局部变形	外部装饰板的局部弯曲或翘曲	等级	无	轻微	明显	“无”指外部装饰板没有出现弯曲或翘曲； “轻微”指外部装饰板局部弯曲翘曲不明显； “明显”指外部装饰板局部弯曲翘曲非常明显
			扣分值	0	15	40	

注：“*”指该天桥的构件达到该项损坏程度时，扣分值按 80 分计算，该桥的评定等级不应高于 D 级。

附录 C 栏杆水平推力测试要求

C.0.1 钢结构人行天桥栏杆水平推力试验根据检测目的,分为使用性能试验和承载能力试验。

C.0.2 栏杆水平推力试验节段抽样数量不宜少于全桥节段总数的 10%,且不少于 3 个,当节段数量较多时,可适当降低比例。应优先考虑选择跨度较大及其它工程质量疑似存在问题的试验节段。

C.0.3 栏杆水平推力试验位置应选择受力不利、缺陷较多或病害严重的位置进行,两侧栏杆均应视为单独个体进行。

C.0.4 试验过程中,应采取保障行人和交通安全的防护措施。

C.0.5 栏杆水平推力试验方案内容应包括:

1 确定水平推力试验荷载值及加载方案,最大试验荷载应通过控制荷载等效计算得到;

2 根据试验荷载和加载方案,通过软件建模计算控制测点理论位移;

3 确定测试位置及控制测点,当测试位置及控制测点由委托方或设计单位确定时,宜在方案中注明;

4 确定试验位移测试设备,设备精度不小于 0.01mm。

5 加载装置可根据现场条件,搭建加载平台,采用混凝土配重块作为反力装置,采用液压千斤顶作为加载设备,加载反力装置提供的反力不得小于最大试验荷载的 1.2 倍。

C.0.6 钢结构人行天桥栏杆水平推力试验控制荷载的选用应符合以下规定:

1 使用性能试验控制荷载值应采用设计荷载标准值或由设计单位确定。

2 承载力试验控制荷载值应采用设计荷载标准值乘以 1.4 系数或由设计单位确定。

3 钢结构人行天桥栏杆水平推力根据使用情况需提高原设计荷载的,或经结构检测、检算认定承载能力不足的,由委托方或设计单位确定控制荷载。

C.0.7 钢结构人行天桥栏杆水平推力试验方案应符合以下规定:

1 试验加载采用等效水平集中荷载,加载位置应布置在栏杆扶手位置;

2 每个试验节段内布置不少于 3 个测点,测点应包括构件跨中位置测点及两个立柱与扶手最高处的交叉点;

3 构件跨中位置测点应设为控制测点;

4 测点布置应考虑加载位置、荷载水平分布、试验节段长度等影响,可适当均匀增加测点数量。

C.0.8 栏杆水平推力试验应分级加载,逐级增加到最大试验荷载,然后一次性卸载至零。分级加载应不少于 5 级,分级荷载应不大于设计荷载标准值的 20%。

C.0.9 试验应进行预压,以检查试验装置的工作是否正常。预压荷载宜取 1~2 级分级荷载。

C.0.10 每级加载时间应根据结构水平位移变化达到稳定所需时间确定,每级荷载施加 5 分钟后开始测读测点位移,每分钟读一次,连续两次读数相差不大于 0.05mm,可施加下一级荷载。

C.0.11 当出现下列情况之一时,应停止试验,并查找原因,如需要继续试验时,应在确认结构及人员安全后方可继续试验:

1 实测水平位移已达到或超过试验荷载作用下的理论位移;

2 钢结构人行天桥栏杆发出异常响声或者其他异常情况;

3 栏杆锚固端的连接出现异常情况;

4 栏杆自身材料发生开裂、破损。

C.0.12 水平推力试验应记录所有测点加载和卸载逐级位移变化情况,测点残余变形为卸载至零时的位移与最大荷载值时的位移的比值。

C.0.13 试验数据处理时,宜根据内容绘制下列加载工况试验图表:

- 1 荷载与控制测点的实测水平位移的关系曲线;
- 2 测点实测水平位移与相应理论位移的对照表及其变化开展图。

C.0.14 栏杆水平推力试验结果应根据以下规定进行评定:

- 1 试验过程中,栏杆出现断裂或者开焊现象,栏杆水平推力应评定为不满足设计要求;
- 2 在试验水平推力作用下,测点水平位移的最大值,超过栏杆扶手高度的 $1/120$,栏杆水平推力应评定为不满足设计要求;
- 3 任意测点残余变形大于 20%,栏杆水平推力应评定为不满足设计要求;
- 4 控制测点在最大试验荷载作用下的水平位移大于理论位移,且任意测点残余变形小于 20%,栏杆水平推力应评定为基本满足设计要求;
- 5 如未出现本条第 1~4 款情况,栏杆水平推力应评定为满足设计要求。

附录 D 自振特性测试要求

D.0.1 天桥自振特性测试应包括天桥结构的自振频率、阻尼比和振型的测试。测试方法可采用环境脉动或风荷载激励法、人群激励法。

D.0.2 天桥结构自振特性检测测点应布置在天桥上部和下部结构振型的峰、谷点，并进行多点、多方向的测量。

D.0.3 大跨径天桥的自振特性测试宜采用环境激励法。

D.0.4 中小结构或刚度较小的梁桥自振特性测试宜采用移动人群激励法。

D.0.5 天桥结构自振特性测试应符合下列规定：

- 1 测试前应对结构振型进行预分析；
- 2 测试时应在预分析的结构振型曲线的波峰、波谷处布置传感器；
- 3 测试结构振型的最少阶数应根据桥型特点和分析需求选择。

D.0.6 天桥结构的振型可根据记录的振动波形分析确定。当采用环境激励法测得天桥上各振动测点处的振动时域波形后，宜采用专门的模态分析软件分析振型、频率和阻尼比。

D.0.7 天桥结构的阻尼比可采用波形分析法、半功率带宽法或模态分析法得到。结构的阻尼比宜取用多次试验、不同分析方法所得结果的算术平均值。

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

- 1) 表示很严格，非这样做不可的：
正面词采用“必须”；反面词采用“严禁”；
- 2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：
正面词采用“应”；反面词采用“不应”或“不得”；
- 3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：
正面词采用“宜”；反面词采用“不宜”；
- 4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

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

引用标准名录

- 1 《工程测量标准》 GB 50026
- 2 《建设工程施工现场供用电安全规范》 GB 50194
- 3 《建筑结构加固工程施工质量验收规范》 GB 50550
- 4 《钢结构现场检测技术标准》 GB/T 50621
- 5 《钢结构焊接规范》 GB 50661
- 6 《建设工程施工现场消防安全技术标准》 GB/T 50720
- 7 《建筑与桥梁结构监测技术规范》 GB 50982
- 8 《钢结构加固设计标准》 GB 51367
- 9 《钢结构通用规范》 GB 55006
- 10 《钢结构用高强度大六角头螺栓连接副》 GB/T 1231
- 11 《钢结构用扭剪型高强度螺栓连接副》 GB/T 3632
- 12 《城镇道路养护技术规范》 CJJ 36
- 13 《城市桥梁养护技术标准》 CJJ 99
- 14 《城市桥梁检测与评定技术规范》 CJJ/T 233
- 15 《建筑与市政工程施工现场临时用电安全技术标准》 JGJ/T 46
- 16 《建筑施工高处作业安全技术规范》 JGJ 80
- 17 《公路桥梁技术状况评定标准》 JTG/T H21
- 18 《公路桥梁加固施工技术规范》 JTG/T 5531
- 19 《福建省城市桥梁检测评估标准》 DBJ/T 13-164
- 20 《桥梁结构动力特性检测技术标准》 DBJ/T 13-209
- 21 《福建省城市桥梁健康监测系统设计技术标准》 DBJ/T 13-240

福建省工程建设地方标准

钢结构人行天桥检测、监测及维护技术标准

DBJ/T 13-550-2026

条文说明

编制说明

《钢结构人行天桥检测、监测及维护技术标准》DBJ/T 13-550-2026，经福建省住房和城乡建设厅 2026 年 10 月 13 日以闽建科〔2026〕12 号文批准发布，并经住房和城乡建设部备案，备案号为 J 18958-2026。

本标准制订过程中，编制组进行了广泛的调查研究，总结了我省钢结构人行天桥检测、监测及维护的实践经验，同时参考了国外先进技术法规、技术标准，与我国相关标准进行了协调，完成本标准编制。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，《钢结构人行天桥检测、监测及维护技术标准》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需要注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

1	总 则	58
2	术语和符号	59
2.1	术 语	59
3	基本规定	60
4	检 测	62
4.1	一般规定	62
4.2	经常性检查	62
4.3	定期检测	63
4.4	特殊检测	64
4.5	技术状况评估方法	64
5	监 测	66
6	维 护	67
6.1	一般规定	67
6.2	钢结构梁桥	68
6.3	钢—混凝土组合梁桥	70
6.4	钢结构拱桥	72
6.5	悬索桥	73
6.6	斜拉桥	74
6.7	钢结构桥墩	76

1 总 则

1.0.2 本条规定了本标准的适用范围。已竣工未验收但已使用的钢结构人行天桥由建设单位负责养护。自建单位负责养护维修的钢结构人行天桥可以参照本标准执行，也可自定养护标准。景区、小区内的钢结构人行天桥、临时性钢结构人行天桥可以参照本标准执行。

2 术语和符号

2.1 术 语

- 2.1.1 钢结构人行天桥包含山地钢结构栈桥、滨水钢结构栈桥。
- 2.1.4 常规定期检测包括外观检测和部分无损检测的内容。

3 基本规定

3.0.1 根据建设部《城市桥梁检测和养护维修管理办法》，城市桥梁产权人或者委托管理人应当编制城市桥梁养护维修的中长期规划和年度计划，报城市人民政府市政工程设施行政主管部门批准后实施。

3.0.4 钢结构人行天桥检测、监测、维护工作，应符合下列要求：

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

2 天桥养护工程应采取有效措施控制扬尘污染、施工固体废弃物、有害气体排放、水土污染、噪声污染及光污染。养护施工作业应制定降噪措施，并对施工现场场界噪声进行检测和记录，噪声排放不得超过国家标准。养护施工作业应按要求洒水降尘。易产生扬尘的机械应配备降尘防尘装置，易产生扬尘的建材应按要求存放在库房或者严密遮盖。优化养护作业方案，选用无污染或少污染的绿色材料，积极采用新材料、新工艺、新技术，促进材料的合理利用。

3 对涉及工程质量和安全的新技术、新材料、新工艺、新设备，尚无相关标准可参照的，应当经过试验论证审查后方可规模化使用。

4 从事天桥养护作业的施工企业必须具有安全生产许可证，建立安全生产保证体系，设立施工安全管理部门，配备安全技术管

理人员，建立、健全安全生产责任制和安全生产教育培训制度。天桥养护作业安全防护应遵守现行行业标准《城镇道路养护技术规范》CJJ 36 的有关规定。高处作业应遵守现行行业标准《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 80 的有关规定。施工用电的设计、安装、运行、管理应遵守现行国家标准《建设工程施工现场供用电安全规范》GB 50194、《建筑与市政工程施工现场临时用电安全技术标准》JGJ/T46 的有关规定。施工现场消防安全管理应遵守现行国家标准《建设工程施工现场消防安全技术标准》GB/T 50720 的有关规定。

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

3.0.5 养护档案管理工作应采用信息化手段，利用先进技术建立天桥信息管理系统、数据库，根据天桥运行期间的各种检测数据、养护维修数据，及时更新天桥档案信息，实现天桥信息数据的动态更新和管理。

天桥信息管理系统应包括下列内容：

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

2 天桥各个部件、各个构件的病害情况和技术状况评级。

3.0.7 目前有些城市天桥养护分工过细，天桥结构养护与绿化、美化、灯光装饰分别归不同的单位管理，导致了天桥安全隐患和影响养护工作开展，影响天桥的耐久性。因此城市天桥外装饰、灯光装饰和绿化应统一安排、整体规划。

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

4 检 测

4.1 一般规定

4.1.1 经常性检查、定期检测、特殊检测的含义。

1 经常性检查就是日常的巡检，随时发现问题，进行维修。

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

3 特殊检测是特殊情况下对人行天桥采取的检测，其目的是查明天桥病害原因、破损程度和承载能力，确定天桥或主要构件的技术状态，以便采取相应的技术措施。

4.2 经常性检查

4.2.1 本条提出经常性检查的主要检测目的是对天桥结构及设施进行巡查。钢结构人行天桥安全保护区域为天桥投影面积加上两侧外延距离的区域，其中小于 30 米的天桥外延距离为 30 米，大于 100 的天桥外延距离为 80 米，30 米~100 米之间的天桥外延距离为 80 米。

4.2.3 遭受火灾、风灾、地震、洪水冲刷、车辆撞击等特殊灾害

时，应在事后及时巡检，必要时应进行检测，做好检查记录并对损坏设施进行修理。

4.3 定期检测

4.3.1 人行天桥结构定期检测是用来确定天桥的功能状态和承载能力的变化，提供天桥状态和退化评定的连续记录，形成天桥结构安全评定分析的基础，建立修理和修复计划的优先次序，并启动必要的养护措施。因此，结构定期检测是保证天桥结构安全运营的最重要手段。一般通过下列三项工作来达到控制结构安全的目的：

- 1 评定天桥结构的状况、结构的性能与承载能力。
- 2 对天桥受力和结构状态的所有方面进行详细调查，确认及量化现在和将来结构的退化程度。
- 3 认定所有缺损最有可能的原因和推荐适当的消除措施，包括养护、维修、加固或建议特殊检测。

人行天桥结构定期检测取决于合适的计划和技术、足够的设备以及参与检测人员的经验和可靠性。检测不仅局限于早已存在的缺陷，还应包括隐含的问题，从而制定预防性结构维修计划。

结构定期检测的周期应根据天桥建造年限、结构特点、历年常规定期检测评定的完好状态来综合确定。具有历史价值或列入文物保护单位的天桥宜缩短检测周期。对位于集会中心、繁华地区、重要生产科研区、人流密集景区、服役年限超过 30 年的普通人行天桥检测周期宜为 6 年，特殊结构人行天桥宜为 3 年。

4.3.9 本条要求钢结构人行天桥定期检测的内容在经常性检查的基础上应该深入开展的检测内容。

第 3 款，局部取样时不得影响天桥结构安全性能。

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

第 7 款，若在定期检测时，因缺少钢结构人行天桥原始资料，

且需要确定其荷载情况,明确天桥技术状况,应先对天桥结构进行实测实量,绘制相关结构图纸以后,再进行荷载试验,并进行分析评估。当天桥结构检算评定结果不满足结构承载能力要求时,应通过荷载试验对天桥结构状态和工作性能进行评定。

天桥的荷载试验评估应符合现行行业标准《城市桥梁养护技术标准》CJJ 99、《城市桥梁检测与评定技术规范》CJJ/T 233 的有关规定。

4.4 特殊检测

4.4.2 本条规定开展特殊检测的条件。

4.4.4 本条规定特殊检测的检测内容,其中当进行局部取样时不得影响天桥结构安全性能,静载检测和栏杆水平推力检测时加载应经过计算分析确定,加载时应逐步加载,设计、布置试验仪器时,要安装预警装置。加载过程除用预警装置监视试验桥梁安全外,还要用仪器严密监视设施变化。当设施变化超过预定变化限值时,应立即停止试验。

第3款,天桥自振特性检测与评定应满足附录D的要求。该条款参考《城市桥梁检测与评定技术规范》CJJ/T 233-2015。

4.5 技术状况评估方法

4.5.3 对于钢结构人行天桥两侧梯道是钢筋混凝土梁结构,其铺装层可以按照现行行业标准《城市桥梁养护技术标准》CJJ 99-2017中附录C-1中钢筋混凝土铺装层的内容进行评定和扣分。

4.5.4 上部结构的技术状况评估:

1 人行天桥若增加外部装饰构件类型或增设防雨棚等附属设施,外部装饰构件要素权重可按0.10计算,其余要素权重按比例关系进行调整。

2 考虑近几年钢结构人行天桥系杆拱桥、悬索桥、斜拉桥等

桥型增多，新增这些桥型上部结构要素分配权重，该权重参考《公路桥梁技术状况评定标准》JTG/T H21。

3 本标准的各权重为推荐值，与既有桥规存在差异。由于天桥所处各地环境及使用条件的差异，除了采用本规范的推荐值外，允许依据钢结构天桥根据实际情况进行权重的调整，调整权重可采用专家评估法，调整值并经批准认可，但对主要构件的权重不宜减小。

4.5.5 钢结构人行天桥下部结构多数为钢筋混凝土结构，本标准对于钢筋混凝土(PC 或 RC)构件的评级扣分可以执行现行标准《城市桥梁养护技术标准》CJJ 99-2017 的附录表 D 相关内容；下部结构为钢结构的可以参照现行行业标准《城市桥梁养护技术标准》CJJ 99-2017 的附录表 D-2 中钢构件部分进行构件的评级扣分。

5 监 测

5.0.2 对于部分无法立即拆除的 E 级人行天桥,应对其进行监测。

5.0.3 近年来,邻近桥旁的施工作业越来越多。为保障人行天桥安全,应评估桥旁作业对桥梁的影响,并对桥梁进行安全监测。

6 维 护

6.1 一般规定

6.1.5 构件粉化、起泡、开裂、剥落总面积 $>$ 构件总面积的 30% 时，应委托专业单位进行修复养护。

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

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

钢桥的钢杆件油漆，可使用下列方法：

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

2 除锈质量好坏严重影响油漆质量。应做到点锈不留，除锈彻底，打磨光亮，揩擦干净。除锈还可采用化学方法，即在浓度 10% 的无机酸中加入 0.2%~0.4% 的面粉、树胶或煤焦油等缓蚀剂来清洗锈蚀，对于清除细小构件的锈蚀效果良好。也可采用喷砂除锈法。

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

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

6.1.8 第 4 款，高强螺栓严重锈蚀是指肉眼可见的锈蚀麻面，严重变形是指不能自由插入栓孔。

6.2 钢结构梁桥

6.2.1 由于钢结构的锈蚀问题突出，钢桥的日常养护、维修尤其重要。钢材的锈蚀使得钢材的厚度减小或者使节点等关键部位的连接强度减小，从而可能导致结构强度、刚度的降低，结构构件的稳定性下降。因此钢桥养护的重点除杆件和钢箱梁焊缝，还应该包括铆钉、销栓、焊缝等连接部位。钢桥的养护工作应符合下列规定：

1 保持铆钉、螺栓接合和焊接的正常状态。对有损伤裂缝的箱梁及杆件和铆钉、螺栓等，应经常观察其发展情况，并标上颜色记号，作出记录，以备查考。

2 防止天桥锈蚀，定期进行除锈防锈处理。

3 矫正杆件局部变形。

4 对基座的观测保养。

5 经常清除节点和缝隙部位的积水，保持清洁干燥。

6.2.2 钢板梁腹板纵、横向加劲肋，由于超载或外力撞击易变形，若存在较大变形可能会引起主梁的整体失稳，养护检查时对构件的变形同样应引起足够的重视。

钢板梁通常支撑处加劲肋外露，易积灰尘、凝露、积雪、淋雨，加劲肋与底板不密贴或裂缝开裂容易加重病害，应作为重点养护部位。

纵、横向联结系起到联系各主梁的作用，增强其整体性，若联结系与主梁的连接能力变差甚至失效，影响主梁的整体受力性能。

伸缩缝端由于频繁的冲击作用，较易出现疲劳破坏，引起疲劳

裂纹；同时，伸缩缝容易漏水，使伸缩缝下方构件的使用环境变差，引起母板和焊缝锈蚀，对疲劳裂纹会促进锈蚀，应作为重点养护部位。

6.2.3 正交异性钢桥面板病害较多，主要原因为疲劳破坏，尤其早期桥梁，认识和设计经验不足，构造细节欠合理。英国、荷兰、日本、巴西、美国等多个国家均出现了钢桥面板疲劳开裂的事例。钢桥面板的疲劳问题已成为影响钢桥安全和耐久运营的突出问题之一。

早期设计的桥梁存在腹板竖向加劲肋与桥面板焊接连接的情况，该构造引起焊缝开裂现象也较常见，应作重点养护，目前该连接构造弃用，腹板竖向加劲肋不与桥面板相连。

腹板纵、横向加劲肋，由于超载或设计刚度不足，随着运营期增长及病害的发生，主梁刚度降低、变形加大，腹板受压处及剪力较大部位的腹板加劲肋易出现较大变形，进而失稳，影响主桥承载力及整体稳定，养护时应引起重视。

钢锚箱、锚拉板作为拱桥吊杆或系杆的主要传力构件，锚固区的可靠与否直接关系到桥梁的安全度。

伸缩缝端由于频繁的冲击作用，较易出现疲劳破坏，引起疲劳裂纹；同时，伸缩缝容易漏水，使伸缩缝下方构件的使用环境变差，引起母板和焊缝锈蚀，对疲劳裂纹会促进锈蚀，应作为重点养护部位。

钢箱梁内部良好的密闭空间可以延长结构耐久性，密封门是否关好，抽湿系统运行是否正常关系到钢箱内部的环境。

对有防震、减隔震需求的大跨钢箱梁桥，应对防震、减隔震构造措施，如防落梁构件、阻尼连接器、减隔震支座、TMD 等的使用功能及与主梁的连接性能作为重点养护部位。

6.2.4 钢桁梁桥应重点检查和养护易积水、积污部位、连接部位及易失稳的杆件。纵、横向联结系失效或部分杆件的失稳会严重降

低桁梁桥的稳定性。

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

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

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

6.2.10 栓接梁使用的高强度大六角头螺栓连接副和扭剪型高强度螺栓连接副应符合现行国家标准《钢结构用高强度大六角头螺栓连接副》GB/T 1231、《钢结构用扭剪型高强度螺栓连接副》GB/T 3632 的规定。

6.2.11 焊缝及附近钢材上发现裂缝,焊接补强或加固应符合现行国家标准《钢结构加固设计标准》GB 51367 和《钢结构焊接规范》GB 50661 的规定。

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

6.3 钢—混凝土组合梁桥

6.3.1 钢—混凝土组合梁桥是通过剪力连接件把钢梁和混凝土桥面板连成整体而共同受力,剪力连接件传递钢梁与混凝土面板之间的剪力。剪力连接件对混凝土桥面板的作用相当于对桥面板产生纵向劈裂效应。如果出现混凝土纵向劈裂,就会导致整体工作性能降

低甚至失去组合作用。桥面板掀起时会表现出混凝土铺装层鼓出、破损等现象，会导致组合作用降低，应做好定期检测，否则应予以修复加固。

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

混凝土裂缝处理常用的化学材料有两大类，即环氧树脂灌浆材料和甲基丙烯酸酯类灌浆材料。

在灌缝前，裂缝的清洗工作非常重要，是灌浆成败的关键。先在裂缝两侧画出修补范围，在线内用小锤、手铲、钢丝刷把构件表面整平，凿去突出部分，然后清洗干净并清除裂缝周围的油污。清洗时应注意，不要将裂缝堵塞。灌浆前需列出工艺流程，按预先设计的工艺流程操作，并做好灌浆的施工记录。相关工艺流程可参考现行国家标准《建筑结构加固工程施工质量验收规范》GB 50550、《公路桥梁加固施工技术规范》JTG/T 5531。

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

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

6.3.7 剪力连接件的作用之一是防止钢梁与混凝土桥面板之间的相对分离即掀起。有掀起时会表现出混凝土铺装层鼓出、破损等现象，出现掀起时也会导致组合作用降低，应当予以重视。滑移和掀起可由专门的单位进行定期检测。剪力连接件加固方法可以在桥面板原连接件位置处凿眼，直到能够将剪力连接件补焊到钢梁的翼缘上为止，然后用不低于桥面板混凝土强度等级的细石混凝土将凿眼灌实。

6.3.8 结构变位超过规定，可采取下列方法加固：

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

6.3.9 加固方法及适用范围:

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

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

3 采用更换预制桥面板的方法,应在拆除旧桥面板(4~6)个月前将预制板预制完成。宜对预制板施加临时预应力,待接缝混凝土浇筑完毕后,再释放临时预应力。

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

5 在钢梁顶面增设剪力键。

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

6.4 钢结构拱桥

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

成为尼尔森体系。

系杆拱桥技术状况检查要求适用于采用套管与注油防锈的吊杆。

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

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

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

6.4.6 拱桥的吊杆锚头及吊杆与横梁节点区密封处，容易发生漏水、积水和脱漆、锈蚀等情况，养护维修时应仔细检查此类部位，发现问题及时处理，消除隐患。

6.4.7 混凝土主体结构技术状况检查与检测：

- 1 混凝土强度无损检测。
- 2 混凝土碳化深度检测。
- 3 裂缝检查及形态分析。
- 4 结构变位检测：桥面标高检测、拱肋轴线侧向偏离检测、桥台不均匀沉降检测、拱肋矢高测量。

6.5 悬索桥

6.5.1 悬索桥每月目测检查可借助简单工具开展。钢索钢丝的锈蚀形态多为坑蚀，系外界氯离子等侵入引起，导致钢丝应力集中，增加脆性，存在突然拉断的隐患。对于钢构件，外层的涂膜直接影

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

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

6.5.3~6.5.6 检查缠丝的油漆，若发现漆膜损坏（如开裂、碎片）或分层剥落，则应予清洗后重新油漆。若缠丝断裂并散开，则应首先察看主缆有无锈蚀，待清洗除锈完毕后，再重新缠绕，且须在重新缠绕的丝上再行油漆，确保主缆防护层完好，避免水分渗入。

主鞍座上夹紧主缆的螺杆，螺帽如有松动，应及时拧紧，以防止主缆与主鞍座发生相对位移。紧固鞍座的螺栓、螺帽，如有松动亦予拧紧；如有锈蚀，则应除锈后重新涂刷防锈漆。应经常清洗散索鞍座，如发现锈蚀应及时除锈，涂刷防锈漆。

6.5.8 塔顶鞍座应经常清扫，防止尘土杂物甚至飞鸟误入筑巢和蓄水致锈，影响索鞍的辊轴或滑板正常工作。

6.6 斜拉桥

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

每年进行拉索索力测量，是为了解拉索索力变化状况及松弛现象。

第 1 款，拉索每月目测检查可借助简单工具开展。

6.6.3 锚头与锚具的检查：

锚箱是主梁内的拉索锚固结构，既承受拉索的集中锚固力，又将集中锚固力传递至主梁。雨水可沿拉索表面流至索孔垫板，并在

索孔垫板与锚板、支撑肋围成的空间内积聚，使锚箱产生锈蚀。养护拉索时要截断水源，防止雨水流向锚箱。

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

6.6.7 拉索各部位的维修：

第3款 拉索护层表面有裂缝，而表面干燥，内部无水渗出，钢丝未锈蚀，则将裂缝封闭。若钢丝已有锈蚀或表面潮湿，裂缝内有锈水渗出，应沿裂缝处剥开防护层，排出水分，露出钢丝，除锈并干燥后，再作防锈处理，修复防护层。

第4款 塔端钢承压板四周的混凝土松动、剥落、开裂，应先将松动的混凝土去除，检查损坏的范围，如内部钢筋锈蚀造成混凝土起壳剥落，应先对钢筋除锈，将损坏的混凝土部分凿去揩净再修补。锚杯和螺母上的梯形螺纹出现变形、裂缝时，需作进一步的探伤，测量索力及做技术鉴定。根据鉴定结果，进行维修。

6.6.8 当斜拉桥钢筋混凝土或预应力混凝土主梁的裂缝超过规定值时，应查明原因，确定裂缝出现的部位、宽度、长度、深度、发展方向等要素，确定是否影响主梁承载能力，根据发展程度，通过计算确定采取封闭、加固等措施。

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

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

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

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

6.7 钢结构桥墩

6.7.4 目前浪溅区钢结构常用的重防腐涂料有无机富锌涂料、玻璃鳞片涂料、聚脲弹性体涂料等。