

贵 州 省 交 通 运 输 厅 技 术 指 南

JTT52/03-2023

公 路 钢 结 构 桥 梁 养 护 管 理 技 术 指 南
(试 行)

2023-02-20 发布

2023-02-20 实施

贵 州 省 交 通 运 输 厅 发 布

前 言

近年来贵州省钢结构桥梁工程经过多年的高速发展，在建设技术、设备、管理方面积累了丰富的实践经验，在钢结构桥梁建设快速发展的同时，后续养护管理工作也须引起足够的重视。为贯彻落实《交通强国建设纲要》《贵州省推进交通强国建设实施纲要》文件要求，为更有针对性的指导贵州省钢结构桥梁养护管理工作，进一步提升省内公路钢结构桥梁的养护水平，贵州省交通运输厅组织编写了《公路钢结构桥梁养护管理技术指南》（以下简称《指南》）。

本指南结合近年来贵州省钢结构桥梁现状，对《公路桥涵养护规范》（JTG 5120）、《公路缆索结构体系桥梁养护技术规范》（JTG/T 5122）等规范中钢结构养护技术及管理部分进行细化，同时参考国内其他有关规范与文献，吸纳了近年来省内外其他单位关于钢结构桥梁养护技术和管理方面的研究成果、实际工程经验编写而成。

本指南共包括 9 章和 2 附录，分别是：1 总则；2 术语；3 养护管理；4 钢结构桥梁检查；5 通用养护；6 斜拉桥养护；7 悬索桥养护；8 钢管混凝土拱桥养护；9 桥面系及附属设施养护。附录 A 钢结构桥梁检查记录表；附录 B 钢结构桥梁养护技术资料清单。

由于指南编者水平有限，指南仍会存在不足之处，请各单位在执行本指南的过程中，如发现需要修改和补充之处，请将意见和发现的问题，函告编制单位（地址：北京市东城区前炒面胡同 33 号，邮编：100010，电话：13146126185），以供今后修订和完善。

批 准 单 位：贵州省交通运输厅

主 编 单 位：贵州省交通建设工程质量监督执法支队

中交公路规划设计院有限公司

参 编 单 位：贵州剑黎高速公路有限公司

主要审查人员：刘经建、沈仪平、杨鸿波、苏龙、向程龙

主要参编人员：杨黔江、刘昭、易敬、谢伟东、李健、甘孟松、胡斌、王新刚、曹一山、岳波、吴新栋、葛伟、王艳博、赵耀、尹立国、陈元鹏、潘元、周旭、张天余、何刚、郭义、张炯、黄曦跃、张明虎

目 录

1	总则	1
2	术语	2
3	养护管理	3
3.1	一般规定	3
3.2	检查检测管理	3
3.3	养护工程管理	5
3.4	信息化管理	7
3.5	养护档案管理	8
4	钢结构桥梁检查	10
4.1	一般规定	10
4.2	日常巡查	11
4.3	经常检查	12
5	通用养护	31
5.1	一般规定	31
5.2	日常保洁	31
5.3	防腐涂层	33
5.4	高强螺栓	36
5.5	钢结构焊缝	39
5.6	钢-混结合结构	40
6	斜拉桥养护	41
6.1	一般规定	41
6.2	斜拉索护套	41
6.3	斜拉索锚头	43
6.4	锚固区索导管	46
6.5	斜拉索减振装置	47
6.6	索塔	48
6.7	塔梁阻尼器	48
7	悬索桥养护	50

7.1 一般规定	50
7.2 主缆	50
7.3 索夹与螺杆	51
7.4 吊索	54
7.5 索鞍	54
7.6 锚碇	55
8 钢管混凝土拱桥养护	57
8.1 一般规定	57
8.2 主拱圈	57
8.3 吊杆	57
8.4 拱脚区域	57
9 桥面系及附属设施养护	58
9.1 钢桥面铺装	58
9.2 支座	61
9.3 伸缩装置	62
9.4 桥面护栏	64
9.5 排水系统	65
9.6 检修通道	65
附录 A 钢结构桥梁检查记录表	68
附录 B 钢结构桥梁养护技术资料清单	72

1 总则

1.0.1 为规范贵州省公路钢结构桥梁养护，指导管养单位更好地开展钢桥养护工作，提高养护技术水平，制定本指南。

1.0.2 本指南适用于贵州省内各等级公路钢结构桥梁的养护工作。

1.0.3 公路钢结构桥梁养护应遵循“预防为主、防治结合、科学养护、绿色环保”的原则，保障桥梁的安全性、耐久性和行车舒适性。

1.0.4 钢结构桥梁养护宜积极稳妥地采用新技术、新工艺、新材料、新设备，以提高养护效果。

1.0.5 本指南对钢结构桥梁日常检查、经常检查和日常养护工作进行了规定。

1.0.6 钢结构桥梁的初始检查、定期检查、特殊检查、预防养护、修复养护、专项养护和应急养护应委托具备相应技术和资格条件的单位承担。

1.0.7 公路钢结构桥梁养护除符合本指南的内容外，尚应符合国家及行业现行有关标准的规定。

2 术语

2.0.1 检查检测管理 inspection management

在检查检测实施过程中管养单位须做好管理工作,对检查检测承担单位在检查前期、过程和成果验收等环节提出相应要求,保证检查检测的有效开展。

2.0.2 信息化管理 information management

借助信息化手段,实现桥梁基础数据存储、档案管理查询、结构状态评估、性能退化预测及辅助养护决策。

2.0.3 日常巡查 daily inspection

对桥面及其以上部分的桥梁构件、结构异常变位和桥梁安全保护区的日常巡视和目测检查。

2.0.4 经常检查 routine inspection

抵近桥梁结构,采用目测结合辅助工具对桥面系、上部结构、下部结构和附属设施表观状况进行的周期性检查。

2.0.5 日常养护 daily maintenance

对桥梁及其附属设施进行的维护保养和修补轻微缺损的工作。

2.0.6 通用养护 general maintenance

指各类钢构件共性病害的日常养护、防护、修复、加固或更换等工作,包括日常保洁、防腐涂层养护、高强螺栓养护、钢-混组合结构养护。

3 养护管理

3.1 一般规定

3.1.1 应加强钢结构桥梁的养护管理，严格遵守和贯彻有关钢结构桥梁技术标准、规范和规程以及贵州省交通运输主管部门相关制度文件，提升钢结构桥梁养护质量和服务水平。

3.1.2 钢结构桥梁养护管理内容包括检查检测管理、养护工程管理、信息化管理和养护档案管理。

3.1.3 省级监管单位应加强钢结构桥梁管养技术培训，定期开展全省钢结构桥梁养护的专项监管工作。

3.1.4 对于特大、特殊结构和特别重要的钢结构桥梁，应按单座桥梁和养护作业类别安排专项养护管理资金。

3.1.5 管养单位必须明确负责钢结构桥梁养护技术管理工作的分管行政领导和专职的钢结构桥梁养护工程师，科学配置养护专业技术人员，构建人才培养机制，建立稳定、专业的养护技术团队。

条文说明

专职钢结构桥梁养护工程师应具有五年以上从事桥梁养护管理工作经历，具有工程师及以上技术职称，经培训并参加考核合格后才可上岗，并应定期参加钢结构桥梁技术培训。参加培训时间每年不少于 16 学时，其中钢结构桥梁养管培训内容不少于 8 学时。

3.1.6 管养单位应积极建立针对钢结构桥梁的养护科学决策和预防养护制度，积极开展钢结构桥梁的科学决策和预防养护工作。

3.2 检查检测管理

3.2.1 管养单位应对第三方检测单位的检查与检测工作进行全过程管理。

3.2.2 第三方检测单位进场前应编制检测实施方案，经管养单位审核批准后方

可实施检测工作。

条文说明

管养单位应依据规范标准、招标文件和合同文件等要求，对第三方检测单位提交的检测实施方案进行核查，内容包括：

(1) 完整性核查。检测方案须包括待检桥梁概况，管养历史，检查重难点及应对措施，检查方法和内容，组织机构人员、设备投入，安全、环保措施，进度计划和交通组织方案等内容。

(2) 符合性核查。核查检测方案中检查人员的资质和数量，检测项目现场检查人员应持有公路水运工程试验检测专业技术人员职业资格证书；核查检测方案中仪器设备的种类和数量，仪器设备应在校准周期内且功能正常，桥检车、登高车等平台应提供能证明其安全运行的相关材料。

(3) 适用性核查。核查检测方案中的检查方法、安全环保措施、交通组织方案等内容，检查方法应适用于被检桥梁，安全环保措施、交通组织方案等应满足相关文件和主管部门的要求。

(4) 合理性核查。核查检测方案中的检查重难点及应对措施、进度计划等内容，检查重难点的分析须合理，应对措施有效，进度计划安排合理并满足相关文件要求。

3.2.3 第三方检测单位应组织检查人员进行技术交底和安全交底，并留存交底记录。

3.2.4 管养单位应依据审定批准的检测方案，核查第三方检测单位履约、质量、安全、进度控制情况。

条文说明

管养单位现场核查工作包括：

1) 依据审定批准的检测方案核查项目负责人、技术负责人和试验检测人员（试验检测师、助理试验检测师）的履约情况，仪器设备配备情况。

2) 安全防护设施是否满足《公路养护安全作业规程》（JTG H30）的要求，现场交通组织、警示标志的布设等是否满足相关规范和相应监管单位的要求。

3.2.5 第三方检测单位提交检测报告后，管养单位应检测成果进行初步审查验收。

条文说明

初步审查验收内容包括：

- 1) 完整性审查。检查成果须包括：病害记录、检测数据、检查结论、技术状况评定、历年数据对比分析、养护建议等内容。
- 2) 符合性审查。检查成果须满足规范标准（JTG 5120、JTG/T H21 等相关规范）、招标文件、合同文件的相关要求。

3.2.6 管养单位完成检查成果初步审查验收后，应组织专家评审会进行最终审查验收。

条文说明

专家评审会验收内容包括：

- 1) 准确性审查。审查关键病害评定标度和技术状况评定过程的规范性，尤其是技术状况评定为3类及以上的桥梁，应重点审查。
- 2) 合理性审查。审查检查结论、技术状况评定结果、养护建议等内容的合理性。
- 3) 评价和建议。专家组应对检查检测实施情况和成果的质量给出评价，并针对受检桥梁重难点问题、检查检测项目的组织实施等给出相关建议。

3.2.7 检测报告通过验收后，管养单位（桥梁养护工程师）应根据检查结果，及时组织更新养护管理系统数据。

3.3 养护工程管理

3.3.1 管养单位应根据钢结构桥梁检查结果制定年度养护工程计划，并编制费用预算。

3.3.2 对钢结构桥梁的专项养护工程，管养单位应组织检测、设计、施工等单位编制实施方案，并组织专家进行评审。

3.3.3 钢结构桥梁养护工程完成后，其技术状况不应低于2类。

3.3.4 管养单位应在桥梁养护工程的前期工作、计划编制、工程设计、工程施工、工程验收等阶段加强质量管理，建立、健全养护工程质量管理制度，通过采取相关有效措施确保养护工程质量。

3.3.5 养护作业应按照现行《公路养护安全作业规程》（JTG H30）相关规定实施。

3.3.6 处于大雾、大雨、6 级以上大风、洪水、冰雪等恶劣环境时，应暂停养护作业。

3.3.7 钢结构桥梁专项养护工程应委托第三方检测单位进行交竣工检测。

条文说明

交竣工检测单位应有公路工程试验检测综合甲级或公路工程桥梁隧道工程专项资质，交竣工检测工作应参照《公路养护工程质量检验评定标准》（JTG 5220）、《公路钢结构桥梁制造和安装施工规范》（JTGT 3651）、《公路桥梁加固施工技术规范》（JTGT J23）等规范。

3.3.8 技术复杂程度高或投资规模较大的养护工程按交工验收和竣工验收两阶段执行，其他一般养护工程按一阶段验收执行。

3.3.9 适用于一阶段验收的养护工程项目宜在工程完工交付使用后 6 个月之内完成验收；适用于两阶段验收的养护工程项目，在工程完工后应及时组织交工验收，宜在养护工程质量缺陷责任期满后 12 个月之内完成竣工验收。

条文说明

《公路养护工程管理办法》（交公路发〔2018〕33号）规定：养护工程质量缺陷责任期一般为 6 个月，最长不超过 12 个月。养护工程验收及质量缺陷责任期具体时限应当在养护合同中约定，并符合有关要求。在质量缺陷责任期内，发生施工质量问题的，施工单位应当履行保修义务，并对造成的损失承担赔偿责任。

3.4 信息化管理

3.4.1 钢结构桥梁养护信息化管理系统的管理应委派专人负责，并应符合下列规定：

- 1 应完善数据的采集、录入、核查、存储、更新制度。
- 2 录入的系统数据应包括桥梁静态数据和动态数据。

条文说明

省内建设有“贵州省桥梁养护管理系统”，桥梁静态数据包括桥梁行政识别数据、结构技术数据、结构信息数据、桥梁照片、档案资料（将合接入条件的提供）；桥梁动态数据包括日常巡查、经常检查、定期检查、特殊检查、监测数据、养护处治记录等信息。

缆索体系等特殊结构桥梁，管养单位宜建立针对钢结构桥梁的管理系统或模块，能够实现病害数据的统计分析和辅助决策功能。

3.4.2 管养单位应配备符合条件的专业人员进行健康监测系统的日常管理与使用，应保证健康监测系统技术人员相对稳定；桥梁养护管理部门技术力量不足时，宜委托有技术能力的专业单位协助管理。

条文说明

对属于交通运输部《公路长大桥梁结构健康监测系统建设实施方案》（交公路发〔2021〕21号）规定的实施范围（公路在役和在建单孔跨径500米以上的悬索桥、单孔跨径300米以上的斜拉桥、单孔跨径160米以上的梁桥和单孔跨径200米以上的拱桥）内的钢结构桥梁应建立符合规范要求的结构健康监测系统。

《公路长大桥隧养护管理和安全运行若干规定》中规定，长大桥隧经营管理单位应逐步建立长大桥隧结构监测体系，设置专人或委托专业机构对桥隧的结构状态和各类外部荷载作用下的响应情况进行监测，及时掌握长大桥隧的结构运行状况。

3.4.3 管养单位应在对养护数据进行统计、分析，在数据综合分析和挖掘的基础上，预测钢结构桥梁典型病害演变发展、桥梁性能劣化状况，确定钢结构桥梁适宜的养护方案和时机，制定科学合理的中长期养护对策。

条文说明

钢结构桥梁养护部门应依托桥梁养护管理系统和健康监测系统，定期组织对钢结构桥梁技术状况进行分析。通过对桥梁病害成因、机理和变化规律进行动态分析研究，结合历史监测、检测数据分析，对桥梁安全与运营状况作出科学预测，为桥梁养护维修及加固改造决策提供科学依据。

3.5 养护档案管理

3.5.1 管养单位应按照“一桥一档”的要求建立钢结构桥梁纸质技术档案，安排专人进行档案管理，建立档案目录，做到内容完整、更新及时、方便实用。

条文说明

钢结构桥梁技术档案应齐全，具体内容包括：钢结构桥梁施工、竣（交）工基础资料、管理资料、检查监测资料、养护工程资料、特殊情况资料，资料清单应包括附录B的内容。

档案资料应以文字、图片、图纸、视频等形式进行储存和管理。

3.5.2 纸质档案应按照资料的基本类目进行分类、编号。宜逐步实现档案的电子化，建立信息化的检索体系。

3.5.3 桥梁设计、施工、竣工等基础资料应永久保存；桥梁检查、监测、养护工程资料应永久保存；日常养护资料应定期保存。

条文说明

桥梁基本状况卡片、养护技术管理台账，应每年进行更新；日常巡查记录表宜每月进行汇总归档。

3.5.4 基本资料缺失的桥梁，应根据历年检查、养护资料，逐步建立和完善其技术档案。必要时，可专门安排有针对性的检查、试验或特殊检查，补充、完善桥梁技术资料。

3.5.5 管养单位应针对钢结构桥梁本身结构和管养特点，编制通用桥梁养护手册；对于特大桥、复杂结构体系钢结构桥梁应编制专门的养护手册。手册内容应全面，具有针对性和可操作性，用于指导钢结构桥梁的养护管理工作。

条文说明

养护手册应根据实际情况，建议每5年修编一次，当出现以下情况时，管养单位也应及时更新养护手册。

- (1) 当国家、行业或地方法律法规和相关规范发生变化后，养护手册部分内容与其发生冲突时；
- (2) 随着管养单位养护技术水平的提高，发现养护手册不满足新的养护管理需要时；
- (3) 完成重大的维修或改建后。

4 钢结构桥梁检查

4.1 一般规定

4.1.1 公路钢结构桥梁养护检查等级分为 I、II 级，分级标准应符合下列规定：

- 1 单孔跨径大于 150m 的特大桥、特别重要桥梁、上跨高速公路的钢结构桥梁的养护检查等级为 I 级。
- 2 其余钢桥的养护检查等级为 II 级。
- 3 技术状况评定为 3 类的大、中、小桥应提高一级进行检查。
- 4 技术状况评定为 4 类的桥梁在加固维修前应按 I 级进行检查。

4.1.2 管养单位应按规定的周期进行公路钢结构桥梁日常巡查、经常检查，及组织开展初始检查、定期检查和特殊检查。

条文说明

初始检查为：新建或改建桥梁交付使用后，对桥梁结构及其附属构件的技术状况进行的首次全面检测，其成果是后期桥梁检查和评定工作的基准。

日常巡查为：对桥面及其以上部分的桥梁构件、结构异常变位和桥梁安全保护区的日常巡视和目测检查。

经常检查为：抵近桥梁结构，采用目测结合辅助工具对桥面系、上部结构、下部结构和附属设施表观状况进行的周期性检查。

定期检查为：对桥梁总体技术状况进行的周期性检查及技术状况评定。

特殊检查为：对桥梁承载能力、抗灾能力、耐久性能、水中基础技术状况进行的一项或多项检查与评定，以及对定期检查中难以判明病害成因及程度的桥梁进行的检查。

本指南主要对钢结构桥梁的日常检查及经常检查进行了细化规定，初始检查、定期检查和特殊检查应参照《公路桥涵养护规范》（JTG 5120）、《公路钢结构桥梁养护技术规范》（JTG/T 51××）、《公路缆索结构体系桥梁养护技术规范》（JTG/T 5122）执行。

4.2 日常巡查

4.2.1 日常巡查宜分为日巡查和夜巡查。所有钢结构桥梁均应开展日巡查和夜巡查。日常巡查的频次应符合下列要求：

- 1 钢桥的日巡查每天不应少于1次。
- 2 钢桥的夜巡查每周不应少于1次。
- 3 恶劣天气条件下仍维持通车的桥梁宜适当增加日常巡查频率。

条文说明

恶劣天气是指大雪、低温、凝冻、强降雨、连续降雨和大雾等天气。

4.2.2 日常巡查是对桥面及附属设施、行车道安全隐患的检查。检查桥面及附属设施的完好程度，发现各类桥梁病害及可能诱发病害的因素，发现可能妨碍交通的障碍。日巡查内容包括：

- 1 桥面是否有污染，有无路障等；
- 2 桥面沥青铺装有无裂缝、坑槽、拥包、车辙等；
- 3 伸缩装置有无杂物填塞，是否松动，是否有跳车现象等；
- 4 桥面泄水孔有无堵塞；
- 5 交通标志标线、标牌是否损坏、污染等；
- 6 桥梁安全保护区是否存在侵害桥梁安全的情况。

4.2.3 夜巡查重点关注钢结构桥梁的交通状况及照明设施、反光标识标线等设施的状况。主要内容如下：

- 1 交通标志、标线、轮廓标等反光情况、完好状况。
- 2 防眩设施完好状况，是否有效消除汽车前照灯夜间炫光。
- 3 沿线雾灯照明情况、电压是否稳定，灯亮度是否正常。

4.2.4 日常巡查可以乘车目测为主，控制车速40公里/小时，必要时停车检查，并现场填写日常巡查表（表A-1、表A-2），发现明显缺损和异常情况应及时上报。

4.3 经常检查

4.3.1 经常检查应符合下列要求：

- 1 经常检查应抵近目测并结合辅助工具对结构表观状况进行规定频率的全面检查，应遵循全面、系统和有序的原则，防止漏项。
- 2 经常检查过程中应重点关注桥梁关键受力及易损部位，且应对前一次定期检查发现的标度为 3 及以上的病害进行重点跟踪检查。
- 3 养护检查等级为 I 级的桥梁，经常检查每月不应少于 1 次。
- 4 养护检查等级为 II 级的桥梁，经常检查每两月不应少于 1 次。
- 5 在暴雨洪水、泥石流、冰冻等自然灾害频发期，应提高经常检查频率。
- 6 经常检查应现场及时填写“桥梁经常检查记录表”（附表 A-3），应由专职钢桥养护工程师签字确认，不得事后补填。
- 7 经常检查判定为异常情况时，应及时上报；对难以判定缺损原因及程度的钢结构桥梁，应提出开展定期检查或特殊检查的建议。
- 8 经常检查结束后，应根据检查结果及时更新养护系统中的桥梁检查数据。
- 9 管养单位应根据经常检查成果，对桥梁病害及时进行日常养护，或适时组织预防养护，确保结构耐久性。

条文说明

现场填写“桥梁经常检查记录表”是及时、准确收集信息的重要保证。经常检查记录应包括各类缺损情况的详细描述、缺损情况判定、养护措施或进一步检查的建议等；

4.3.2 钢主梁的经常检查应包括下列内容：

- 1 防腐涂层是否有不清洁、粉化、起泡、开裂、剥落、锈蚀。
- 2 焊缝是否锈蚀、开裂或脱开。
- 3 螺栓或铆钉是否有锈蚀、松动、脱落或断裂。
- 4 构件是否有异常变形、开裂、断裂、缺失。
- 5 钢桁梁节点是否有节点板变形、节点间隙积水、积污。

典型病害照片



可能原因: 钢结构涂层劣化的原因主要有含腐蚀性有害大气的自然环境因素、设计时对涂装的认识不足以及对涂装体系选择不当、涂料自身老化、施工原因,或被物体磕碰。

检查方法: 常规目视检查、高清摄像。



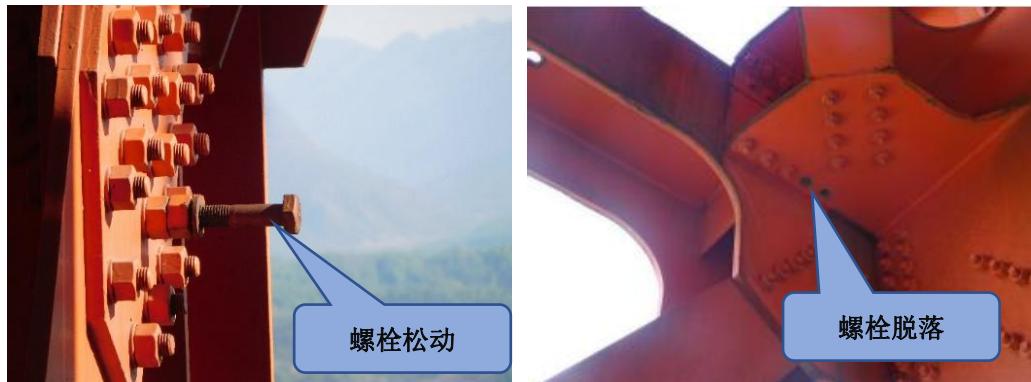
可能原因: 涂层粉化是由于涂层时间较长,风化变色引起的。涂层起泡主要是由于涂层内存在潮湿空气,夜间低温和潮湿,白天受强光照射,涂层内的蒸汽因温度升高而膨胀引起的。

检查方法: 常规目视检查。



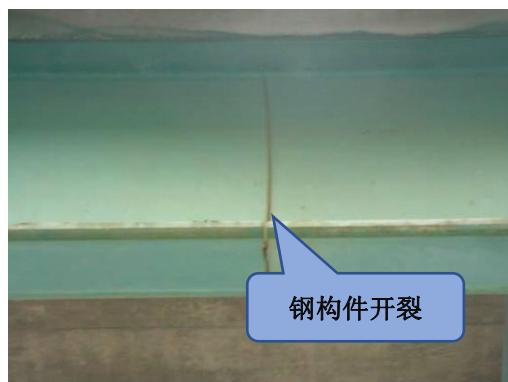
可能原因: 施工时仰焊、施工水平、焊前预热、焊后保温等各种因素影响,造成成形焊缝质量较差或存在缺陷,这些部位在外荷载反复作用下会造成钢主梁疲劳裂缝的萌生。

检查方法：近距离观察。



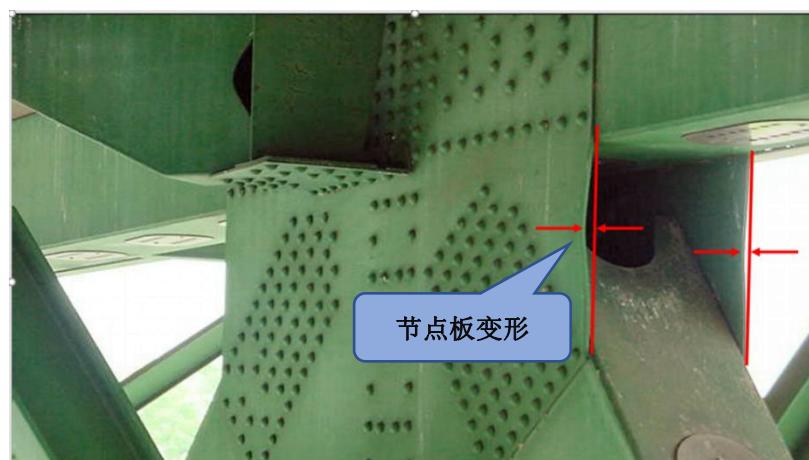
可能原因：施工时未拧紧，螺栓、连接板油污，连接板存在间隙，或振动导致松动，掉落缺失。

检查方法：常规目视检查。



可能原因：（1）重载车辆的同行频率。（2）钢材的应力幅值。（3）钢构件的构造细节。（4）构件的制作质量。（5）材料的断裂韧性（基体金属和焊缝金属）。（6）焊缝的焊接质量。

检查方法：常规目视检查、无人机拍摄、高清摄像。



可能原因：节点板屈曲失稳。

检查方法：常规目视检查、高清摄像。

4.3.3 钢-混凝土组合结构主梁的经常检查应包括下列内容:

- 1 桥面板与梁的结合部位有无相对滑移、开裂与掀起。
- 2 预制桥面板之间的接头处混凝土有无脱开、错位或渗水。
- 3 混凝土梁段与钢梁段结合处构造功能是否正常、结合面有无脱开、渗水、错位、混凝土开裂、承压钢板变形等现象。

条文说明

钢-混凝土组合结构主梁包括钢和混凝土构件或梁体的组合、混合、叠合等各种形式。

4.3.4 斜拉桥主要构件的经常检查应包括下列内容:

- 1 索体及护套有无扭曲、异常振动、防护破損、老化。
- 2 外置阻尼器有无异常变形、松动、漏油、螺栓缺失、结构脱漆、锈蚀、裂缝。
- 3 拉索锚头有无锈蚀、漏油、渗水或锈水流岀的痕迹、锚头周围混凝土开裂。
- 4 钢护筒有无脱漆、锈蚀，钢护筒与索导管和斜拉索密封是否可靠，橡胶圈有无老化或严重磨损，橡胶圈固定装置有无损坏，阻尼器有无异常变形、松动、漏油、螺栓缺失、结构脱漆、锈蚀、裂缝。
- 5 主梁检查，按本规范第4.3.2条~第4.3.3条执行。
- 6 索塔锚固构造有无积水，钢构件涂层劣化、剥落；结构锈蚀、焊缝裂纹、螺栓松脱断裂；混凝土开裂、破损。

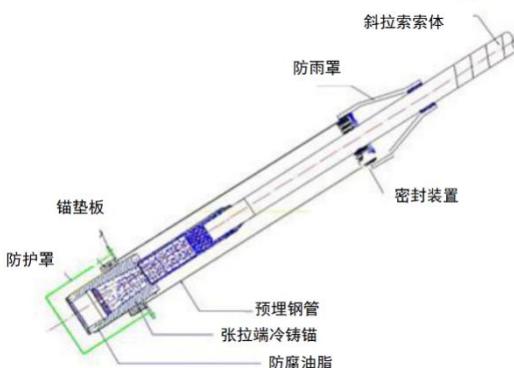


图 4.1 斜拉索下锚头构造图

典型病害照片



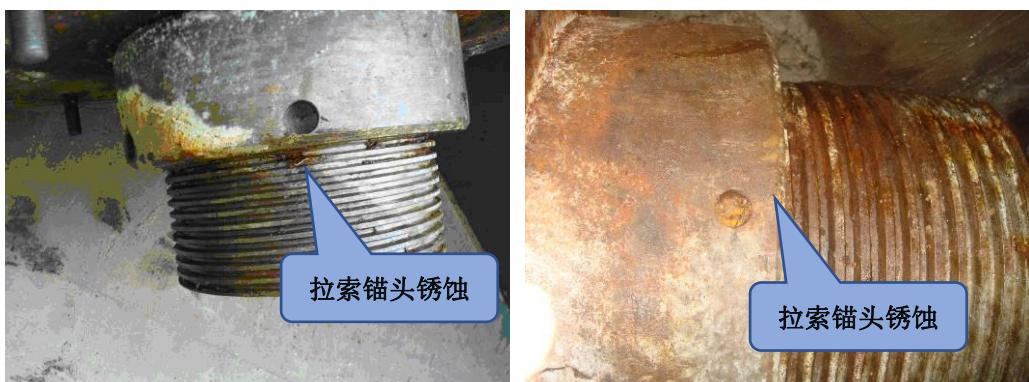
可能原因: (1) 施工挂索过程导致的开裂、破损。 (2) 拉索在变幅荷载作用下长度发生变化,且发生振动,拉索外PE防护会因与斜拉索协调变形而产生疲劳应力致使PE开裂。 (3) PE老化造成的开裂、破损。

检查方法: 用无人机、望远镜结合目测进行检查。



可能原因: (1) 密封件内置硅油发生粘结、渗透和相互化学反应。 (2) 内部组件的摩擦导致热量产生,长期冷热交替工作环境中会导致材料油脂分离、油化,引起漏油。 (3) 缸体变形引起密封处漏油。

检查方法: 常规目视检查。



可能原因: (1) 斜拉索下锚头上端防水帽橡胶条老化、松动等导致密封不严,水分从

此处进入钢套筒，进而流至锚头。（2）钢套筒内填充物老化、干裂，从而起不到密水效果。（3）斜拉索下锚头未设防护罩或防护罩密封不严，雨水沿梁底或借助风流至锚头位置。（4）风、雨、汽车等外荷载作用下引起斜拉索的振动，加速斜拉索护套的破损、防水帽的松动以及钢套筒内填充物的破坏，从而导致水通路的形成。

检查方法：常规目视检查。



可能原因：（1）斜拉索护套破损，水分由护套破损处直接进入索体，进而下流到下锚头处，引起渗水。（2）斜拉索下锚头上端防水帽橡胶条老化、松动等导致密封不严，水分从此处进入钢套筒，进而流至锚头。（3）钢套筒内填充物老化、干裂，从而起不到密水效果。（4）斜拉索下锚头未设防护罩或防护罩密封不严，雨水沿梁底或借助风流至锚头位置。（5）风、雨、汽车等外荷载作用下引起斜拉索的振动，加速斜拉索护套的破损、防水帽的松动以及钢套筒内填充物的破坏，从而导致水通路的形成。

检查方法：常规目视检查。



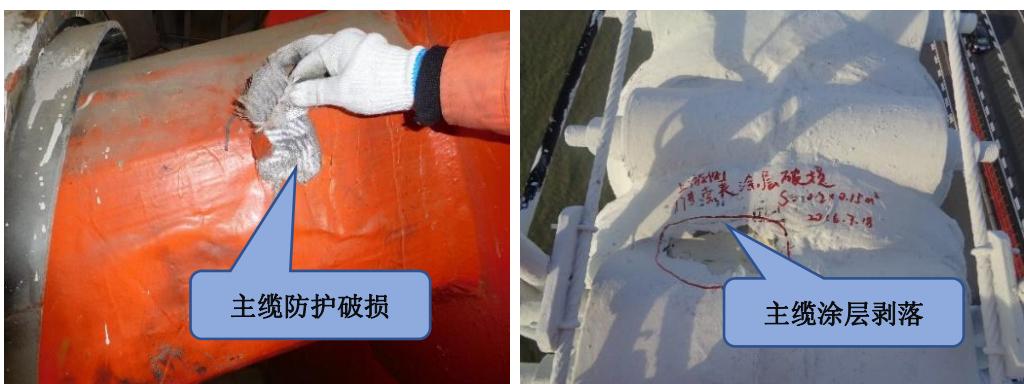
可能原因：（1）由于桥上车辆反复荷载作用，拉索的风雨振等因素，斜拉索实际上处在振动环境中。可变荷载使斜拉索承受疲劳作用，有可能破坏斜拉索表面的防护层，影响斜拉索的抗腐蚀能力。拉索的振动还会在斜拉索与锚具的结合处形成反复的弯折作用，加大疲劳应力幅值，形成拉索的薄弱环节。（2）当外界风速接近拉索振动（包括颤振、抖振等类型）的临界风速时，就会导致拉索的异常振动。

检查方法：常规目视检查、拉索振动监测。

4.3.5 悬索桥主要构件的经常检查应包括下列内容:

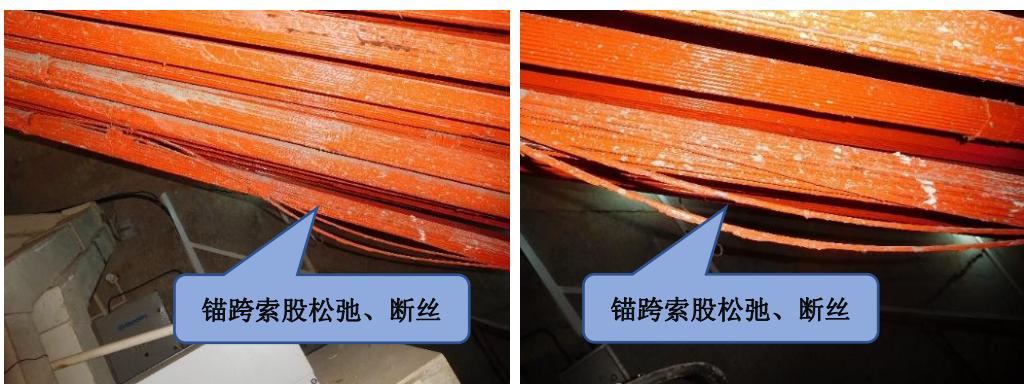
- 1 主缆防护有无老化、开裂、脱落、刮伤、磨损；主缆最低点是否渗水。
- 2 索夹螺杆有无缺失、损伤、松动；索夹有无错位、滑移；索夹面漆有无起皮脱落；密封填料有无老化、开裂。
- 3 吊索是否有异常振动、防护破损、锚头渗水、销轴磨损或卡死。
- 4 索鞍是否有异常的位移、卡死、辊轴歪斜；构件锈蚀、破损；鞍座混凝土开裂。
- 5 索股锚固体系是否有锚杆异常拔动、滑移；锚固拉杆涂层劣化、破损；预应力锚头锈蚀、漏油、渗水、锚头周围混凝土开裂。
- 6 锚面有无裂缝、渗水、渗油；锚室内有无渗漏水，是否积水；温湿度是否符合要求；除湿设备运行是否正常。

典型病害照片



可能原因: (1) 涂层在长时间腐蚀作用下会自身劣化导致涂层剥落。 (2) 涂层在外力作用下产生非正常的破坏，如人为因素、杂物剐蹭等。

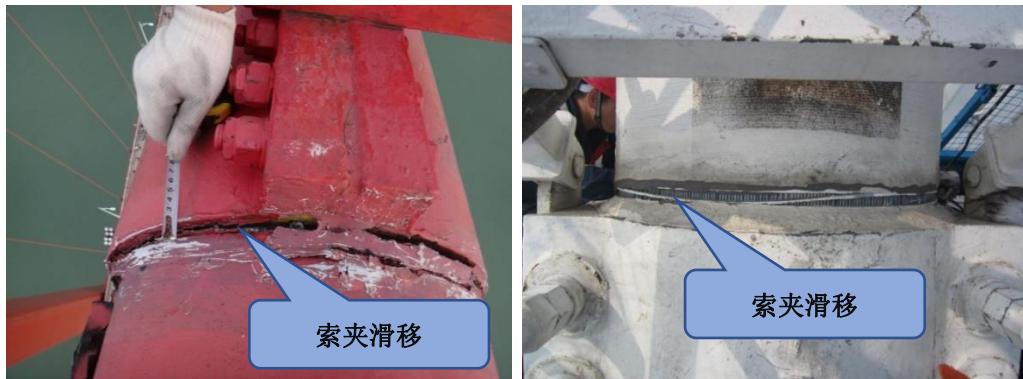
检查方法: 常规目视检查、高清摄像、无人机检查。



可能原因: 悬索桥主缆通过锚碇里的散索鞍，分散锚固在锚碇中。锚跨索股由大量钢

丝组成，可能因为腐蚀或摩擦原因发生断裂。主缆与锚锭出索孔是最容易发生摩擦的地方，往往在此处引起断丝。

检查方法：常规目视检查、高清摄像。



可能原因：索夹滑移的直接原因是索夹螺杆预紧力的损失。索夹螺杆预紧力的损失主要由以下几种原因：（1）主缆镀锌层的蠕动，使主缆截面变化。（2）螺栓材料时效松弛。（3）主缆受力变细。（4）索夹受力变形。（5）荷载变化使主缆内钢丝排列变化。（6）主缆索股缠包带的变形影响。（7）索夹和主缆的温差。

检查方法：常规目视检查、钢尺测量。



可能原因：索夹滑移、索夹受力变形、索夹和主缆的温差或填料老化。

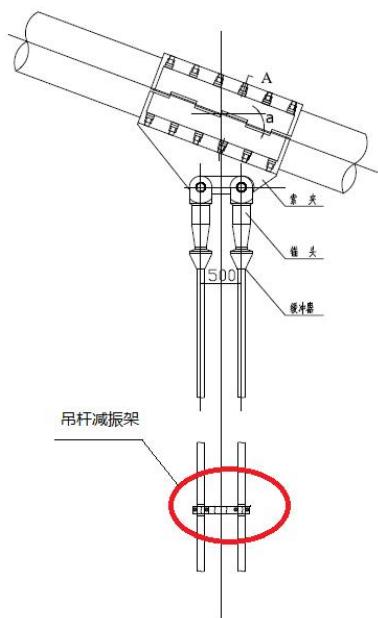
检查方法：常规目视检查、高清摄像、无人机检查。



可能原因: (1) 涂层选用材料不当, 与索体材料、当地环境不相适应。 (2) 涂层涂

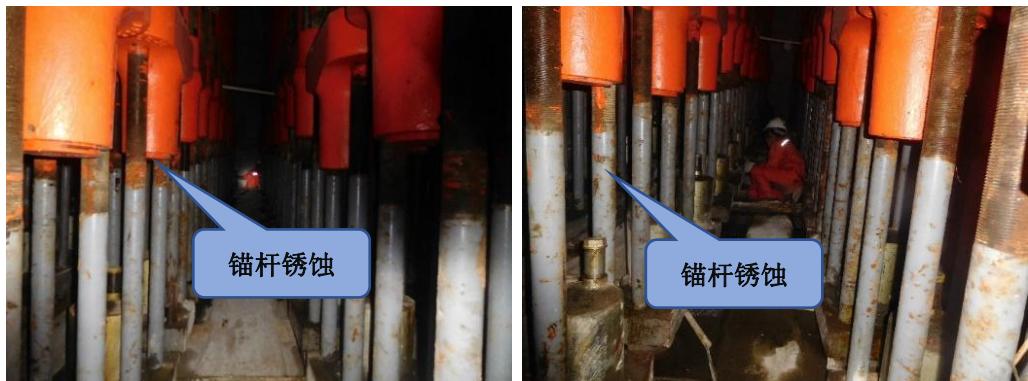
刷施工时质量管控不严。 (3) 涂层自身劣化。 (4) 发生碰撞或人为破坏。

检查方法: 常规目视检查、高清摄像、无人机检查。



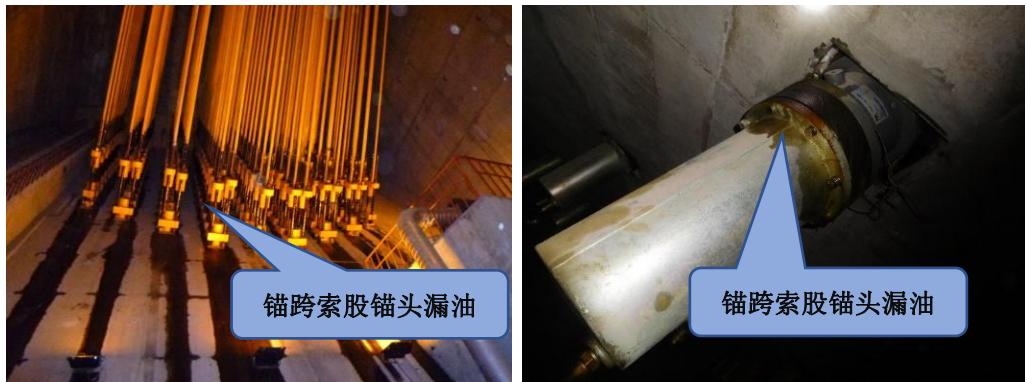
可能原因: 悬索桥长吊索依靠减振架减振。在风雨天气, 悬索桥吊索剧烈振动, 减振架松动脱落, 失去减振能力。此外, 减振架腐蚀、减振架本身的质量问题等也可能引起脱落。

检查方法: 常规目视检查、高清摄像、无人机检查。



可能原因: 悬索桥锚室应安装除湿机进行除湿。如果湿度过高(一般以 50% 为限值), 锚头螺杆涂层损伤, 则可能导致锚头锚杆腐蚀。

检查方法: 常规目视检查。



可能原因: (1) 油脂因为热胀冷缩原因渗出, 污染锚面。 (2) 油嘴阀门缺损或油嘴阀门安装位置错误也会加剧渗油的情况。

检查方法: 常规目视检查。

4.3.6 钢拱桥主要构件的经常检查应包括下列内容:

- 1 吊杆、系杆是否有异常振动、索体防护套是否有破损、老化、减振架是否滑移、脱落。
- 2 吊杆锚头及周围锚固区的情况, 密封材料等是否老化和开裂、锚头是否渗水、锈蚀, 锚固区是否开裂。
- 3 钢管混凝土桁架拱肋的腹杆两端及横撑与拱肋连接部是否存在裂纹。
- 4 节段现场接头连接螺栓是否松动、断裂或脱落; 连接焊缝是否存在裂纹或脱开。

典型病害照片



可能原因: 承载力不足, 施工安装问题。

检查方法: 常规目视检查。



可能原因: (1) 施工过程中在泵送管内混凝土时, 混凝土输送不到位或者搅拌密实度不够引起的空洞或脱空。(2) 轴向压力作用下, 钢管与混凝土变形不协调。(3) 钢管与混凝土之间温差导致的变形不协调的长期作用。(4) 施工方法不合理, 排气孔设计不当, 泵送时管内空气未排出。(5) 混凝土收缩、徐变。

检查方法: 常规目视检查、橡胶锤敲击。



可能原因: 雨水锈蚀、人为原因。

检查方法: 常规目视检查。



可能原因: (1) 防护套材料质量不好、抗拉性能不足; (2) 防护材料老化; (3) 长期受到交变荷载作用; (4) 环境温度作用; (5) 人为导致的损伤。

检查方法: 常规目视检查、高清摄像。



可能原因: (1) 结构受力引起的。交变疲劳荷载降低防腐涂装的有效性, 引起涂装发生开裂, 甚至起皮剥落; (2) 风化腐蚀作用。钢结构涂装长期暴露在外部环境中, 长期的风化和雨水腐蚀会降低其有效性, 导致其发生破损。

检查方法: 常规目视检查、高清摄像。

4.3.7 钢桥桥面系的经常检查应包括下列内容:

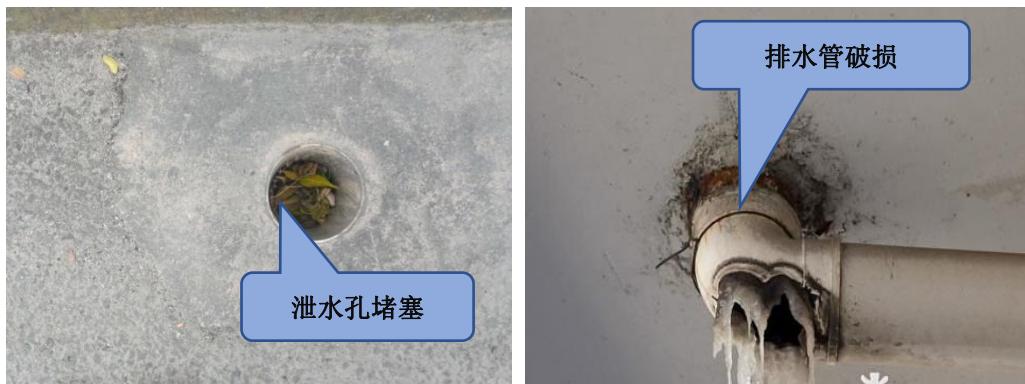
- 1 桥面铺装是否有修补不良、污染; 沥青坑槽、开裂、车辙、拥包、混凝土破碎、裂缝、露骨。
- 2 桥面排水是否有泄水孔堵塞、集中排水管破损、管节脱落。
- 3 伸缩装置是否有填塞、密封橡胶老化破损, 型钢或梳齿断裂、缺失, 梳齿板伸缩装置螺栓松动、脱落, 横梁与支撑松动、异常变形; 滑动部件脱落, 磨损; 底部钢构件锈蚀; 过车异响。
- 4 支座是否有异常位移、错位、变形、脱空等现象; 支座钢构件锈蚀、裂缝、变形; 滑动面磨损; 固定螺栓剪断, 螺母松动、锈蚀; 防尘罩破损; 垫石破损。
- 5 塔梁阻尼器是否有漏油, 螺栓松脱断裂; 阻尼器的行程是否在设计范围内; 与主塔、墩及主梁连接、紧固件有无锈蚀、松动、缺失。

典型病害照片



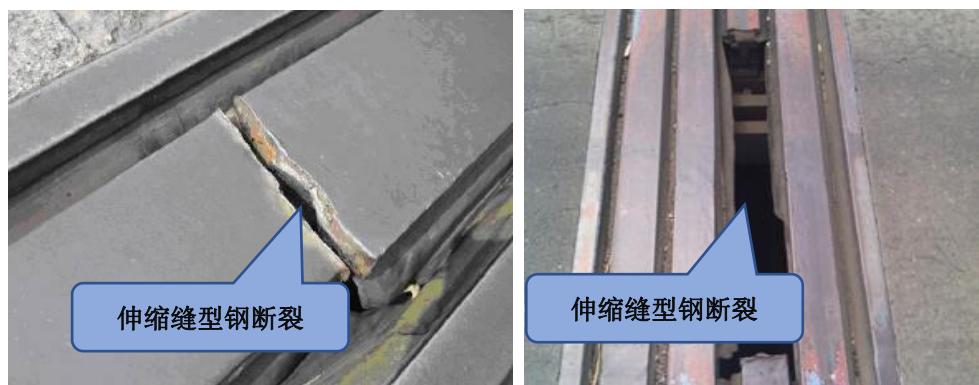
可能原因: (1) 由于沥青面层在行车荷载反复作用下进一步压密下产生的。(2) 沥青混合料在高温时的强度不足以抵抗重轮荷载的反复作用, 轮下部分沥青混合料产生剪切变形逐渐被压挤到两侧, 使两侧的沥青面层鼓起, 产生侧向流动。(3) 桥面龟裂、网裂未得到及时养护。

检查方法: 常规目视检查、钢尺测量。



可能原因: 泄水管堵塞的主要原因包括道路上大块杂物未及时清理, 在降雨天气时杂物随雨水冲刷进管道造成堵塞。同时, 泄水管道直径过小, 转角过小也是造成管道堵塞的原因之一。排水管道破损主要由管道的固定安装不到位导致的管道脱落, 以及在强风、撞击、震动等外力因素影响下导致的管道整体松动脱落。

检查方法: 常规目视检查。



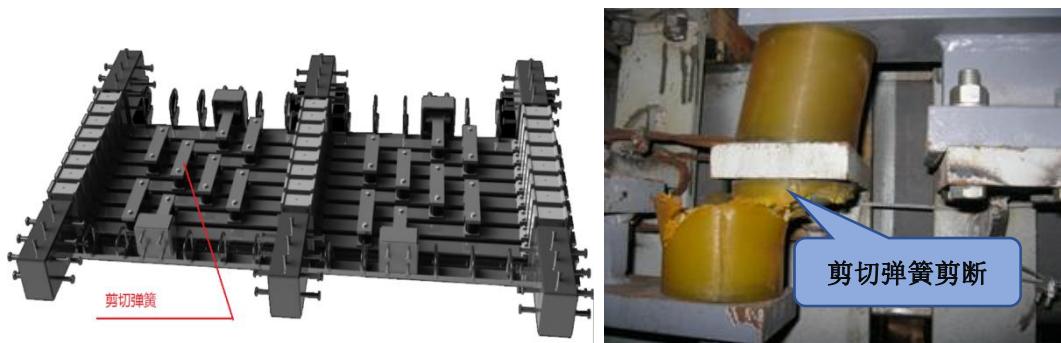
可能原因: (1) 伸缩缝长期承受车辆冲击荷载。(2) 伸缩缝钢材在轮载作用下产生疲劳问题。(3) 支撑滑块发生松动或脱落, 导致型钢局部脱空。

检查方法: 常规目视检查、钢尺测量。



可能原因: 平时对在伸缩装置上的砂土、杂物未能及时认真地清扫导致杂物长期积累在缝隙内。伸缩缝内杂物堆积，在车辆碾压作用下，容易导致伸缩缝防水胶条破损或脱落；自然老化导致胶条强度降低也是破损原因之一。

检查方法: 常规目视检查。



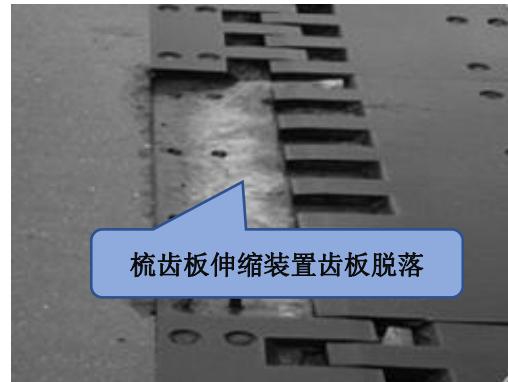
可能原因: (1) 平时对在伸缩装置上的砂土、杂物未能及时认真地清扫，使原设计的伸缩量得不到保证。 (2) 桥梁超载情况不能得到有效控制。 (3) 伸缩量计算不准确，没有考虑到伸缩装置安装时的实际温度对伸缩装置的影响等，在伸缩装置本身不具备或很难具备调整初始位移量，以适应于安装温度对位移的要求。

检查方法: 常规目视检查。



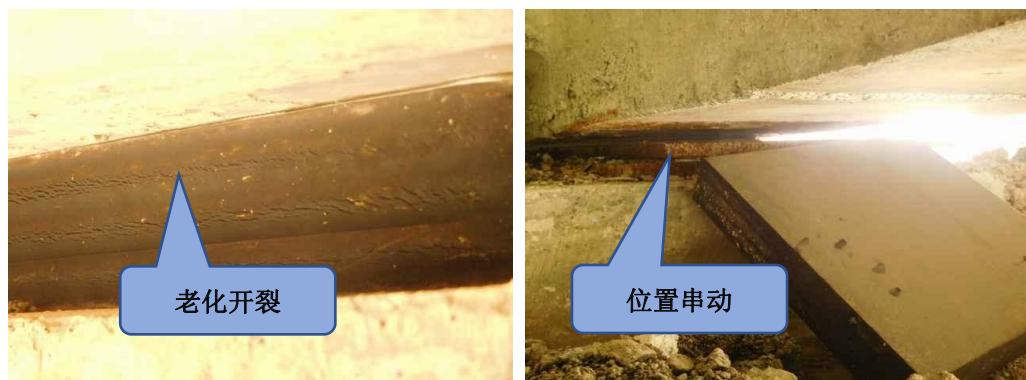
可能原因: 伸缩缝承受冲击作用，致使螺栓松动，未能及时拧紧，导致螺栓脱落。

检查方法: 常规目视检查。



可能原因: (1) 施工原因造成, 伸缩缝下的混凝土不平整, 或存在浇筑质量问题, 导致部分位置空鼓, 在车辆碾压下发生断裂。 (2) 梳齿板伸缩缝在重车冲击交变荷载作用下, 引起梳齿板断裂。

检查方法: 常规目视检查。



可能原因: 剪切变形: 梁体在设计制作过程中, 对坡度考虑不足、施工期间对支座垫石的标高和水平度控制不到位、运营期间墩台的不均匀沉降以及梁体在振动过程中产生位移等都能使支座发生剪切变形。位置串动: (1) 支座承受偏压, 加大了支座与梁体间摩阻力, 引起支座串动; (2) 支座表面不平, 加大了支座与梁体间摩阻力, 引起支座串动。支座脱空: 在施工放梁时, 或运营过程中, 支座不能均匀受力, 导致部分支座出现不密贴的情况。

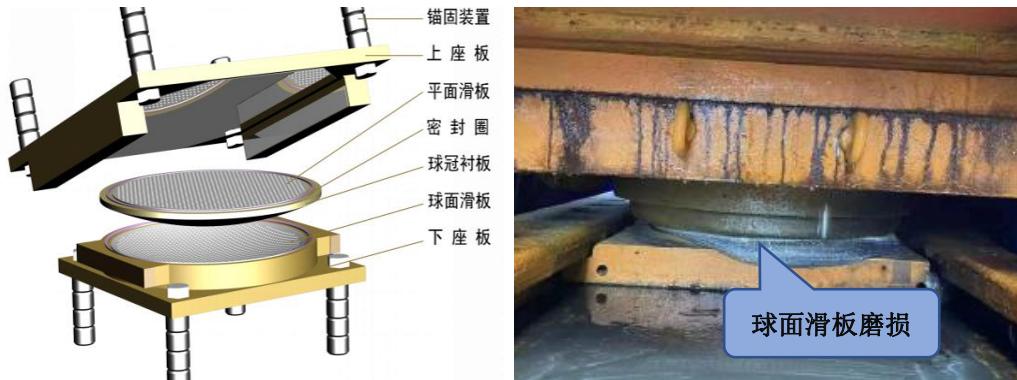
检查方法: 常规目视检查。



可能原因: 转角超限: 设计过程中未考虑桥梁横、纵坡的影响, 支座转角量程不足, 施工过程中出现定位或结构尺寸误差都可能导致转角超限现象。支座未解锁: 盆式橡胶支座出厂时, 带有锁定装置。运输至现场, 安装完成后, 由于施工单位疏忽, 未解除锁定装置。支座螺栓剪断: (1) 支座卡死, 导致

滑动支座螺栓剪断。（2）支座失去滑动能力，导致支座受力过大，引起螺栓剪断。

检查方法：常规目视检查。



可能原因: 球面滑板磨损: 因横向转动超限导致支座部件间顶离干涉, 存在局部脱空受力现象; 因球面滑板侧向附加水平阻力作用导致滑板超应力损伤。限位挡块脱落: 滑转阻碍、顶离干涉、局部脱空受力导致附加水平力增加, 加之疲劳冲击造成横向挡块螺栓断裂、掉落, 从而造成挡块松脱掉落, 并导致横向导向失去作用, 支座中部结构绕竖轴偏转严重, 横向侧滑道损坏严重。滑动面脏污: 因防尘装置防护失效导致滑动面严重脏污, 水、磨粒、尘土、硅脂的脏污物大量聚集于纵向主位移摩擦副不锈钢滑动面上, 增加了滑动阻力, 导致滑板过度磨损、起拱。

检查方法: 常规目视检查。

4.3.8 钢桥附属设施的经常检查应包括下列内容:

- 1 检查车及其轨道是否有运行不正常的情况, 是否有构件缺损、变形或锈蚀等情况。
- 2 检修通道是否连接牢固、是否有构件缺损、变形或锈蚀等情况。
- 3 栏杆、护栏、风障是否有破损、变形、锈蚀; 构件缺失、移动或错位, 栏杆、护栏底部固定连接破损。
- 4 标识、标志、标牌、悬挂物等是否有缺失、损坏。
- 5 永久观测点及标志点是否完好。



可能原因: 涂层剥落锈蚀: 长期暴露在自然环境中导致其油漆脱落, 金属部分发生锈蚀, 加之冬季融雪剂影响加剧锈蚀程度; 螺栓松动脱落: 车辆等荷载振动导致松动、掉落缺失; 螺栓变形: 车辆剐蹭、撞击导致。

检查方法: 常规目视检查。

5 通用养护

5.1 一般规定

5.1.1 钢结构桥梁通用养护指各类钢构件共性病害的日常养护、防护、修复、加固或更换等工作，包括日常保洁、防腐涂层养护、高强螺栓养护、钢-混组合结构养护。

5.1.2 本指南主要针对日常养护中的通用养护工作，预防养护、修复养护、专项养护和应急养护工作应委托具备专业资质的设计单位进行专项设计。

5.2 日常保洁

5.2.1 桥梁日常保洁是指对主要构件及设施的清扫和保洁，包括索塔内部、缆索构件、墩身墩顶、桥面系及附属设施等。

条文说明

桥梁保洁工作应以维护结构及附属设施表面清洁容貌和防止道路扬尘污染为目的，同时保障结构、构件运营环境，不受污染物侵蚀或腐蚀而发生损坏。

5.2.2 桥面铺装的日常保洁应包括下列主要工作内容：

- 1 清除桥面泥土杂物、污染物、散落物等。
- 2 疏通排水系统，排除桥面积水。
- 3 清除桥面积雪、积冰、积沙等。
- 4 钢桥面板夏季洒水降温作业。

5.2.3 桥面清扫作业应符合下列规定：

- 1 清扫频率应保持1天1次，桥面冲洗宜每季度1次，遇突发污染事件应及时开展桥面特殊清扫作业。
- 2 应以机械清扫方式为主，宜配备洒水及除尘设备，对机械无法清扫的桥面边角，应进行人工辅助清洁。
- 3 机械清扫作业应避开交通量大的时段，不宜在影响正常交通的中间行车道和变换车道进行。

4 桥面清扫宜与桥面泄水孔、伸缩缝清理工作相结合, 清扫时不得堵塞桥面泄水孔和伸缩缝。桥面清扫后的垃圾、杂物等不得随意倾倒、堵塞边沟、阻挡路肩排水, 应运至指定地点或垃圾场站妥善处理。

5 沥青桥面受油类物质或其他化学品污染时, 应撒砂、木屑或采用化学中和剂处理后进行处理, 清扫后再用大量的水进行冲洗, 直至铺装表面洁净为止。

5.2.4 钢桥面板夏季洒水降温作业应符合下列规定:

1 洒水降温作业宜采用机械方式, 洒水车辆车身应有明显标识, 配备导向闪光箭头, 车顶宜安装带有黄闪标志的车辆闪光灯。

2 夏季连续三天最高气温达到35℃及以上, 沥青桥面表面温度达到60℃及以上时, 宜进行洒水降温作业。

3 夏季洒水降温作业时, 宜选在每天12:00~15:00时间段进行。洒水车辆应行驶在路面右侧位置。其行驶速度不宜大于60km/h。

5.2.5 排水系统清理应符合下列规定:

1 每季度至少完成1次全桥排水系统(含雨水收集系统)的清理及疏通工作。发现桥面泄水孔堵塞、桥面存在积水不能排出时, 应立即进行泄水孔的疏通和清理。

2 汛期前对影响桥面排水的设施应进行全线检查和疏通, 汛期后应对排水设施进行全面检查和修复。

3 桥面排水系统清理利用冲洗车配合人工清洗进行。

5.2.6 清除冰雪作业应符合下列规定:

1 除冰雪宜以机械作业为主, 人工作业为辅。除雪机械的作业方向宜与正常行车方向一致, 并从桥面左侧向右侧或中间向两侧依次进行。降雪量较大, 难以在降雪过程中清除全部积雪时, 应在雪停后及时清除桥面全部积雪。

2 桥面上的压实雪、融化的雪水或未及时排除的雨水形成冰冻层时, 应开展除冰与防滑作业, 做好防冰冻与防滑处理。

3 除冰雪撒布的融雪剂、防冰冻、防滑等材料宜采用非氯盐环保型材料。应根据降雪情况确定撒布时机、方式与数量, 及时清除桥面积雪与残留物。

4 除冰雪和防冻作业可连续开展, 作业现场必须实行统一指挥, 并落实与

作业形式相适应的安全作业措施和交通控制措施，夜间作业时应增设闪光设施、警示标志等。

5.2.7 桥面系附属设施保洁

- 1 伸缩装置清洁的频率每月不应少于1次。伸缩装置的清洁宜采用机械清理的方式，对缝间清理出的杂物妥善收集并集中处理。
- 2 每季度应至少完成1次全桥交安设施的保洁工作。此外，在发现交通安全设施受到明显污染、影响其识别或正常使用功能时应立即进行保洁清理工作。
- 3 交安设施保洁主要包括护栏清洗和交通标志牌清洗。交安设施清洗应利用冲洗车配合人工清洗进行。

5.3 防腐涂层

5.3.1 防腐涂层的日常养护应符合下列要求：

- 1 防腐涂层表面应清洁、美观、完整，当外观检查发现病害时，应查明原因。
- 2 防腐涂层应具有满足原设计要求的厚度、硬度和附着力。
- 3 构件粉化、起泡、开裂、剥落总面积≤构件总面积的30%时，应对构件进行局部维修施工。

条文说明

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。

5.3.2 局部维修涂装应符合下列规定：

- 1 钢结构涂装施工环境应符合以下要求：
 - 1) 环境相对湿度不大于85%。
 - 2) 喷涂时表面的温度应在5℃~38℃之间，-5℃~5℃施工时采用低温固化产品或采用增温等其它措施，并且钢材表面温度大于露点3℃。
 - 3) 在有雨、雾、雪、大风和较大灰尘的条件下，禁止施工。
- 2 应先清理损坏区域周围50mm的松散涂层，清除旧涂层或钢板表面油污与灰尘，并将未损坏区域修成坡口，延伸至50mm~80mm，延伸坡口区如下图。

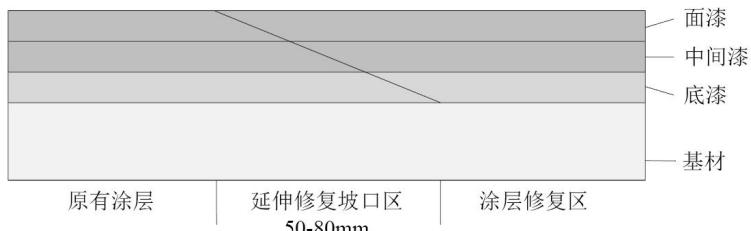


图 5.1 延伸坡口区

3 重新进行表面处理时, 表面除锈等级应达到 P Sa2 级或 P St3 级。宜采用适用于低表面处理的改性环氧底漆。

条文说明

P Sa2 级——彻底的局部喷射清理, 牢固附着的涂层应完好无损。表面的其他部分, 在不放大的情况下观察时, 应无可见的油、脂和污物, 无疏松涂层, 几乎没有氧化皮, 铁锈和外来杂质。

P St3 级——非常彻底的局部手工和动力工具清理, 表面处理要求与 P Sa2 级相同。

5.3.3 涂层除锈防腐施工应按下列步骤进行:

1 表面清理

- 1) 对钢构件的铁锈等进行清理, 使其露出金属光泽;
- 2) 使用棉纱、砂布擦拭钢构件的表面, 使其表面无油污、尘土等杂物, 清洁度、粗糙度满足《公路桥梁钢结构防腐涂装技术条件》(JT/T 722) 或设计要求;
- 3) 表面处理完成后, 在 4h 内开始涂装施工, 如表面有返锈现象, 应重新除锈后施工。



图 5.2 表面清理

2 涂料配制

涂料的配制严格按照说明书的技术要求及配比进行调配，并充分搅拌，使桶底沉淀物混合均匀，放置 15-30 分钟后，使其充分熟化方可使用。

3 底漆涂装

- 1) 按照材料用量和使用方法均匀涂刷底漆于钢构件表面；
- 2) 涂膜干燥后，使用净化水或清洁剂清除涂层上的灰尘、油污等污染物；
- 3) 如底漆太光滑影响中间漆的粘结强度，可对底漆进行打磨处理；
- 4) 底漆干膜厚度应符合设计要求。



图 5.3 底漆涂装

4 中间漆涂装

该施工要点同底漆涂装。



图 5.4 中间漆涂装

5 面漆涂装

- 1) 按照材料用量和使用方法均匀涂刷面漆于钢构件表面；
- 2) 面漆干膜厚度应符合原设计要求。



图 5.5 面漆涂装

5.3.4 涂层除锈防腐施工应注意下列事项:

- 1 使用涂料时，边刷涂边搅拌，如有结皮或其他杂物，必须清除掉方可使用。涂料开桶后，须密封保存。
- 2 涂刷时，首先对边角、棱角处、夹缝处进行预涂，必要时采用长杆毛笔进行点涂，以保证漆膜厚薄均匀无漏涂。尽量减少涂层的往复次数，以免将底层漆膜拉起，按纵横交错方式涂漆以保证漆膜的涂刷质量。
- 3 所有涂层不得漏涂，涂层表面应光滑平整，颜色一致无针孔、气泡、流挂、剥落、粉化和破损等缺陷，无明显的刷痕、纹路及阴影条纹。每道厚度及总干膜厚度完全满足该涂料的技术指标要求。

5.4 高强螺栓

5.4.1 高强螺栓的日常养护应符合下列规定:

- 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（肉眼可见的锈蚀麻面者）、严重变形（不能自由插入栓孔）的螺栓进行更换，更换后的高强螺栓紧固力必须满足设计要求。

条文说明

高强螺栓发生松动时，通常表现为外表油漆的破裂或脱落。因此，当检查中发现高强螺栓出现油漆破损脱落现象时，首先应进行判别：当高强螺栓未出现松动或断裂，仅有油漆破损、脱落、锈蚀等病害，可按常规工艺进行除锈和涂装；

若高强螺栓发生松动，应进行维修。

5.4.2 更换高强度螺栓，应符合下列规定：

- 1 对于大型节点，每次更换数量不得超过该节点处每根杆件上螺栓总数的 10%。对于螺栓不足 10 个的节点，应逐个更换，以防止节点滑动。
- 2 更换的高强度螺栓、螺母及垫圈应符合相关规范的规定，其强度级别、规格及尺寸应与原螺栓相同。

3 螺栓更换的施工方法及技术指标除应符合现行《公路桥涵施工技术规范》(JTG/T 3650) 的相关规定外，还应符合下列规定：

- 1) 螺栓更换时，应将栓孔内壁及孔口处的锈蚀污物清除干净，节点板（拼接板）四周的缝隙应采用腻子封闭。
- 2) 当天穿入节点板（拼接板）中的螺栓必须当天初拧或终拧完毕。
- 3) 螺栓更换后，终拧扭矩检查应在 4h 以后，24h 以内进行。同时应检查相邻未更换螺栓是否受影响或松动，如发现松动，应进行拧紧或拆除更换。
- 4) 雨天、大雾天气和夏日烈日下不得进行高强度螺栓施拧。

条文说明

更换螺栓可以使用螺纹锁固胶，螺纹锁固胶能够防止螺栓松动，帮助螺栓抵抗震动和撞击。

螺纹锁固胶是液体或半固体的胶粘剂。它们可以在常温下，在大多数金属表面间形成热固性塑料，它们在无氧的条件下固化，并且可以完全地填充满螺纹之间的空隙，锁固螺栓和连接件。

各种型号的高强度螺栓的设计预拉力应符合表 5- 1 的规定。

表 5- 1 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	280	280
10.9S	100	155	190	225	290	355

5.4.3 高强螺栓补充或更换应按下列步骤进行：

- 1 确定更换的高强度螺栓长度及螺栓等级。
- 2 拆下旧螺栓，清理螺栓孔污物、铁锈，清除钢板表面连接处的积尘，但

不得损坏表面涂层。

- 3 安装新螺栓，螺栓头及螺母支承面下各应放一个垫圈，并且不得装反。
- 4 在螺母的螺纹和端面上涂少许黄油，用专用扭力扳手进行初拧。初拧完毕的高强度螺栓逐个用敲击法检查。
- 5 按扭矩法采用扭矩扳手将初拧后的螺母拧到规定扭矩，终拧后检查有无漏拧、欠拧和超拧以及垫圈或螺栓是否随螺母转动。欠拧值和超拧值均不应超过规定值的 10%。
- 6 高强度螺栓拧紧检查完后，节点板束的顶缝、侧缝和底缝均应腻缝封闭；螺栓、螺母和垫圈的外露部分应在高强度螺栓拧紧后按照原设计方案进行涂装。

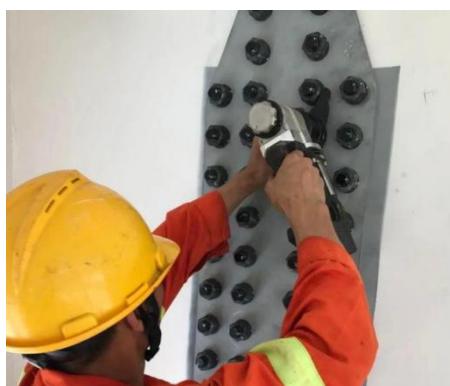


图 5.6 高强螺栓施拧

条文说明

穿放螺栓前，需将栓孔的积尘、油污、泥污、浮锈采用钢丝刷清除干净，严禁强行穿入螺栓。对于螺栓不能自由穿入的栓孔，应使用与栓孔直径相同的绞刀或钻头进行修整或扩孔，严禁气割扩孔。为防止钢屑落入板层缝中，绞孔或扩钻前应将该孔四周的螺栓全部拧紧。对于经绞孔或扩钻的构件及孔眼位置，应有施工记录。

组装时，螺栓头一侧及螺母一侧应各置一个垫圈，垫圈有内倒角的一面应分别朝向螺栓头和螺母支承面。

高强度螺栓施拧分两部分进行：初拧、终拧。初拧和终拧一般使用电动扳手，不能使用电动扳手的部位，可用定扭矩带响扳手施拧。使用定扭矩带响扳手施拧时，要注意施力均匀，不得冲击施拧。无论使用何种扳手施拧，对于插入式拼接的节点，应从节点刚度大的部位向不受约束的边缘方向施拧。其余均应以从螺栓

群中间向四周辐射拧紧的顺序进行。为防止螺栓在施拧时出现卡游现象，施拧时必须用套筒扳手卡住螺栓头（卡游现象指拧紧螺母时，螺栓跟着转动）。

初拧检查合格后，用白色油漆在螺栓、螺母、垫圈及构件上作划线标记，以便于终拧后检查有无漏拧以及垫圈或螺栓是否随螺母转动。螺栓、螺母、垫圈之划线均未错动者，为漏拧；螺栓、螺母的划线未错动者为螺栓随螺母转动；螺母、垫圈的划线未错动者为垫圈随螺母转动。

5.4.4 对锈蚀及涂层剥落的螺栓应及时除锈补漆，应符合本指南第 5.3 条相关规定。

5.4.5 高强螺栓检修平台可选用桥检车、吊笼、检修小车、脚手架等。



图 5.7 吊笼

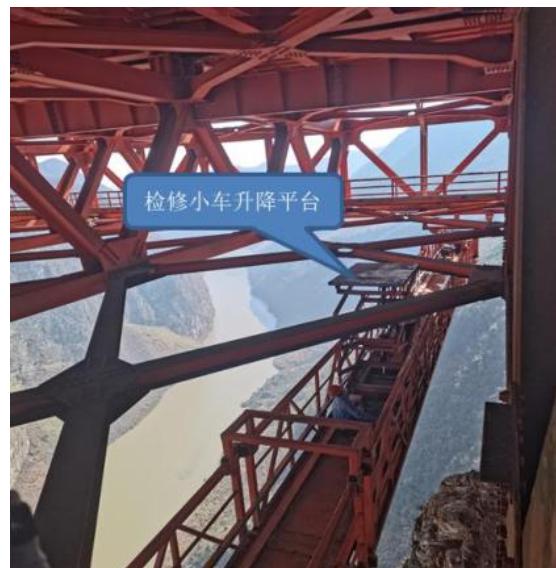


图 5.8 检修小车升降平台

5.5 钢结构焊缝

5.5.1 钢结构焊缝的日常养护应符合下列规定：

- 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。

条文说明

钢结构焊缝日常养护范围应为：钢结构护栏、养护通道及伸缩缝型钢等附属设施结构或构件。钢桥主体结构母材或者焊缝（如钢桥面板的 U 肋、横隔板等位置）病害应委托专业单位进行维修设计和处治施工。

5.5.2 钢结构焊缝开裂后补焊施工，应符合下列规定：

- 1 用砂轮清除坡口及焊缝两侧 30mm 范围内的油漆、油污及杂物，见钢材金属；焊前 15 分钟以内用火焰清除水份，至少两遍，钢板温度 100℃~150℃。
- 2 仅可单侧施焊时宜选用 V 型坡口，对于裂穿板厚的裂纹且可从两侧施焊时，可选 N 型坡口；坡口断面应尽可能小，但坡口角度应 $\geq 30^\circ$ 。
- 3 钢板清理、开坡口后即刻焊接，间隔不得超过 1 小时；雨雪天、环境相对湿度 $>80\%$ 、环境温度 $<5^\circ\text{C}$ 等天气不得焊接施工。
- 4 焊接方法原则上采用小线距量气体保护焊，推荐选用 $\Phi 1.2\sim\Phi 1.6\text{mm}$ 实心焊丝富氩气体（80%氩气+20%CO₂ 气）保护焊。
- 5 原则上按原涂装方案进行修复。

5.6 钢-混结合结构

5.6.1 钢-混组合梁桥桥面板与钢梁结合部密封条修补或更换应符合下列规定：

- 1 结合面粘结材料及密封条的修补，应选用相同材料或性能更好的材料。
- 2 密封条应采用遇水膨胀止水条，密封条质量应符合现行国家标准《高分子防水材料第 3 部分：遇水膨胀橡胶》（GB/T18173.3）的相关规定。
- 3 原密封材料清除时应避免对结构造成损伤，防腐涂层破损时应进行补涂。

5.6.2 混凝土桥面板修补不得对钢梁及剪力连接件造成损伤，钢梁的日常养护应符合本指南第 5.1 条~5.4 条的相关规定。

6 斜拉桥养护

6.1 一般规定

6.1.1 斜拉桥的日常养护包括斜拉索构件清洁、索护套、锚头、锚固区索导管、减振装置、索塔、塔梁阻尼器等构件的养护工作。

6.1.2 钢主梁的日常养护应符合本指南第5章的相关规定。

6.1.3 斜拉索构件清洁应以拉索锚固系统及周围环境的清洁为主要工作内容，每季度应不少于1次。应定期清理锚固系统附近的杂物、积水，应保持锚具及护筒内清洁、干燥。

条文说明

斜拉索的锚固系统是容易产生病害的部位，容易积水且检查较困难，该部位受力也复杂。因此，一定要及时清理锚固系统附近的杂物、积水，保证斜拉索及其锚固系统处于干燥、清洁的环境中，避免出现腐蚀病害。

6.2 斜拉索护套

6.2.1 斜拉索护套的日常维修应符合下列规定：

- 1 当拉索护套由于破损、开裂、刮痕等病害失去防护功能时，应进行修补。
- 2 修补前应检测水分进入索体的情况，并应先进行索体除湿处理。
- 3 斜拉索修补过程中，应特别注意采用与原斜拉索母材颜色相同、特性一致、质量合格的PE原料进行修补。
- 4 对于采用热挤高密度聚乙烯作护套的工厂成品索，应采用专用塑焊枪或加热套管进行修补，修补用PE宜同原材料一致，修补完后可在外部进行PVF缠包带补充防护。

条文说明

斜拉索护套维护宜采用登高车、人工吊篮和座板式单人吊具（俗称蜘蛛人）的施工方式。

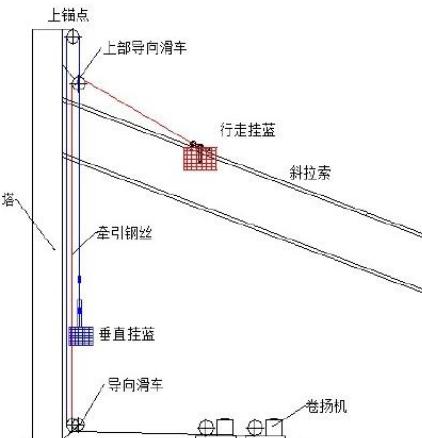


图 6.1 人工吊篮施工平台

6.2.2 斜拉索 PE 护套浅层破损（深度≤5mm）修复工艺如下：

- 1 对原有斜拉索损伤处进行剖口处理，其深度，宽度根据需要现场而定。
- 2 截取小段和原斜拉索 PE 层相同的聚乙烯小薄片（刨花），覆盖于斜拉索破损处。
- 3 用专用塑料焊枪对聚乙烯小薄片和斜拉索损坏处 PE 进行加热直至两者融化并融合，关闭焊枪，使融合的 PE 自然冷却。
- 4 用磨光机对修补处进行打磨处理，使损坏处 PE 层恢复原有厚度，并使斜拉索表面基本恢复原有平整状态。



图 6.2 PE 护套修补

6.2.3 斜拉索 PE 护套深层破损（深度>5mm）修复工艺如下：

- 1 对原有斜拉索损伤处进行剖口处理，其深度，宽度根据需要现场而定；
- 2 将相同的 PE 母材原料填充在斜拉索破损处；
- 3 在 PE 层外缺陷修补高温纤维布，然后用专用修索夹具夹住，拧紧螺栓；
- 4 采用加热套管（在夹具四周按照上电热圈进行加温，加温过程中密切关

注温度变化以及 PE 层的热熔情况，并随时调紧夹具两边螺栓）对 PE 原料热熔补充在损坏的斜拉索破损位置处；每段热熔过程半小时以上；热熔完成后拆除加热套管，使融合的 PE 自然冷却；

5 用磨光机和羊毛轮对修补处进行打磨处理，恢复 PE 表面平整、打磨光滑；分段修补，直至修补过程完成。

6.2.4 斜拉索防护护套修补施工时应对护套开裂部位进行剖开详细检查，若发现钢丝锈蚀，按如下方法进行处理：

- 1 应采用专用的除锈剂对斜拉索钢丝除锈，不得采用机械方法；
- 2 采用磷化底漆对斜拉索钢丝进行均匀着色，在金属表面上发生磷化和钝化作用，形成厚度 3~10mm 的磷化膜，处理完成后表面涂环氧底漆作为保护层，漆膜厚度 $2 \times 60\mu\text{m}$ ，最后在表面刮涂一层（以填满结构缝隙为准）非硫化橡胶阻蚀密封膏将空隙填满；
- 3 在钢丝外面沿索长连续缠绕右旋的细钢丝，也可缠绕纤维增强聚酯带，最后外挤热挤红色 PE 护套。



图 6.3 开窗观察

6.3 斜拉索锚头

6.3.1 锚头的养护应与检查相结合，在检查过程中发现锚头内油脂老化、钢构件锈蚀、积水等病害时，应对病害进行处理后再进行封锚。

6.3.2 锚头检查可采用循环抽检方式，每年抽检比例不小于总数的 30%，完成一次循环不应超过 3 年。可根据桥梁的使用年限、交通情况、上期定期检查的结果、经常性检查的情况，结构部位的差异适当调整抽检比例。

条文说明

《公路缆索结构体系桥梁养护技术规范》(JTG/T 5122)规定：对于部分难以到达或构件数量庞大的部件可采用循环抽检方式，每次抽检比例不应小于总数的30%，完成一次循环不应超过3年。

6.3.3 锚头日常养护应符合下列规定：

- 1 锚头内油脂使用年限不应超过10年，当发现老化、变质时，应及时更换。原有油脂应擦除干净，涂覆的新油脂应饱满、均匀。
- 2 护罩轻微锈蚀时，可除锈后重新涂装；锈蚀严重时应进行更换，可采用不锈钢材质。
- 3 索两端锚具及护筒应做好防潮、防锈处理，经常保持清洁和干燥。下锚头内积水时，应及时清除积水，重新涂覆防腐油脂；同时找出防水失效原因，避免再次进水。
- 4 对锚头及垫板的排水小孔进行检查，保持其排水畅通，使索导管内保持干净、无积水。对锚头小孔进行通孔，排出积水防止锚头锈蚀。



图 6.4 锚头密封失效积水，防腐材料变质，钢构件锈蚀

6.3.4 锚头检测与养护可按下列步骤进行：

- 1 通过检修平台到达锚头位置，拆除原有保护罩。
- 2 用专业清洁剂对锚头的防腐材料进行清理。
 - 1) 采用棉布将原有防腐油脂去除，当大部分油脂去除后，剩下无法处理的用煤油或碳氢清洗剂清洗。
 - 2) 对于生锈部位，人工除锈或喷除锈剂后用软毛刷和抹布清理干净。对于锈蚀的墩头钢丝，除锈后应涂覆环氧富锌漆进行防护。

3 详细检查并记录锚固部件是否有锈蚀、裂纹等不良特征，承压垫板是否存在锈蚀，开裂；检查螺母与锚头的旋合状况，分析评估锚头的锚固可靠性。

4 待锚头内部油脂、锈迹及杂质处理干净，经干燥处理后，用手均匀涂抹专用阻蚀密封蜡，在锚头内部形成均匀、饱满的油膜。

5 阻蚀密封蜡涂抹完成后更换保护罩的橡胶密封圈。

6 对保护罩进行打磨除锈，重新防腐涂装，恢复安装保护罩，并采用密封胶密封，用不锈钢螺栓拧紧。

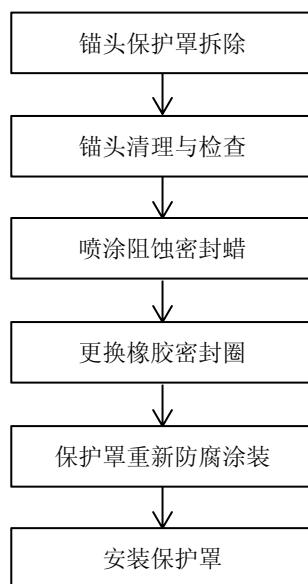


图 6.5 锚头检养流程

条文说明

打开下锚头保护罩时应小心、谨慎，避免破坏保护罩上的原有涂装、损坏锚固构件，同时防止护罩、连接螺栓掉落桥下。

若下锚头积水较为严重时，打开上部防水罩进行详细检查，找出渗漏水点。

下锚头检修平台宜选用臂架式桥检车，其最大作业幅度、作业平台载荷、应满足使用要求。



图 6.6 臂架式桥检车

6.4 锚固区索导管

6.4.1 索导管的养护应与检测相结合，采用工业内窥镜对索导管内进水、积水以及锈蚀情况进行检查，当检测发现以上病害时，应同时对病害进行处理。



图 6.7 工业内窥镜



图 6.8 索导管检查

6.4.2 索导管积水时检测与养护步骤如下：

1 用工具将防水罩螺栓卸除，拆除防水罩。

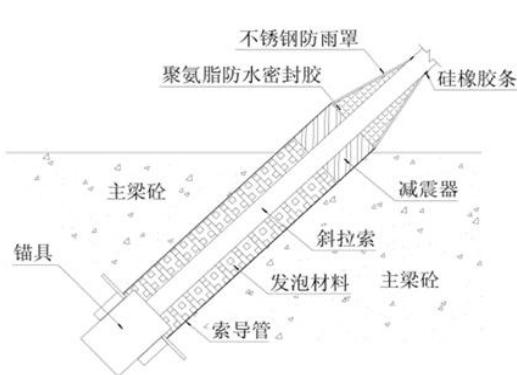


图 6.9 索导管上部结构示意



图 6.10 防水罩

2 对防水罩内壁及索体表面的锈斑、橡胶皮及杂物进行清理，清除索导管内原有的发泡填充材料，拆除内置减震装置，检查索导管内部锈蚀情况和导管内积水情况。

3 排空导管内的积水并对其进行干燥处理，对锈蚀的导管内壁进行打磨除锈及防腐处理。

4 重新安装内置减震装置，在导管内填充聚氨酯发泡材料，表面整修后在其表面涂抹一层防水胶膜。

5 待防水罩及索体表面处理干净后，重新安装防水罩，防水罩内壁应安装新的橡胶皮，采用胶水将橡胶皮与防水罩内壁粘接。

6 应对接缝及端口处用硅酮密封胶进行密封。



图 6.11 索导管填充发泡材料



图 6.12 防水罩涂抹密封胶

6.5 斜拉索减振装置

6.5.1 斜拉索减振装置的日常养护应符合下列规定：

- 1 斜拉索减振装置各部位应保持完整、清洁，处于正常工作状态。
- 2 外置减振装置若存在阻尼油泄漏、螺栓锈蚀或松动、钢构件涂层脱落或锈蚀、支架及索夹变形或移位、磁流变失效等病害，应及时进行修复。
- 3 斜拉索内置减振装置应确保牢固、稳定，无移位及老化现象，索塔端的内置减振装置应确保支挡构造的牢固、稳定，防止减振装置组件坠落。

6.5.2 外置减振装置的维修应符合下列规定：

- 1 当涂装损伤面积较小时，如 $\leq 20\%$ 总面积，可进行局部维修；当涂装损伤面积较大时，应考虑全部重新涂装。应符合本指南第 5 章相关规定。

2 检查阻尼器的焊缝，如果发现焊缝裂缝，应采取措施制止裂缝的发展，并加以修复。

3 连接螺栓有锈蚀或松动，应及时紧固或更换；减振器防护罩内的橡胶防护圈如发现撕落或脱落，应及时更换。

4 当底座混凝土出现裂缝、剥落时，可凿除已损坏的混凝土，用环氧砂浆或环氧混凝土进行修补。如底座混凝土损坏严重，可考虑重新浇筑混凝土底座。

5 当阻尼器产生变位时，应采取措施对其进行调整，使其恢复到正常位置。

6.6 索塔

6.6.1 索塔的日常养护应以保洁为主，并符合下列规定：

- 1 每季度至少应完成1次索塔内部的保洁工作。
- 2 索塔内部保洁包括通道污渍清理、检修通道积尘清理、垃圾捡拾等工作。
- 3 保洁后索塔内部应保证各级检修通道平台无杂物堆积、无积水，混凝土或钢结构表面无浮尘。
- 4 保洁过程中严禁将杂物堆积至隐蔽部位，或将杂物直接倾倒至索塔底部。
- 5 上横梁及塔顶平台的清扫禁止使用扫帚等清扫工具，仅允许人工捡拾，防止杂物自塔顶外侧掉落影响大桥正常运营。

6.6.2 索塔混凝土构件的维修应符合现行《公路桥梁加固施工技术规范》(JTG/T J23) 的相关规定。

6.7 塔梁阻尼器

6.7.1 塔梁阻尼器的养护应符合下列规定：

- 1 阻尼器各部件应保持完整、清洁。
- 2 阻尼器与结构应可靠连接，连接螺栓不得松动。
- 3 应保证阻尼器的功能正常。

条文说明

阻尼器是桥梁抵抗风荷载和地震荷载的主要耗能装置，要保证阻尼器两端能够自由伸缩，防止阻尼器卡死而失去作用。

6.7.2 塔梁阻尼器的日常养护应以表面清洁、紧固松动的螺栓为主，宜结合定期检查采用人工清扫与检查，每年应不少于1次。

条文说明

阻尼器活塞部分外露，其外表面清洁十分重要。活塞表面被污垢附着，可能造成阻尼器密封件破坏，影响阻尼器使用寿命，因此及时清扫阻尼器表面的灰尘和垃圾等附着物是确保阻尼器功能的主要工作。

6.7.3 塔梁阻尼器的日常养护应符合下列规定：

- 1 对各连接件销轴处及活塞镀铬外表面涂抹适量的油脂，每年不少于1次。
- 2 对连接件及阻尼器涂层劣化、破损、锈蚀部分重新涂装。
- 3 对容易遭受污染、积灰的阻尼器，应增设防尘罩。

7 悬索桥养护

7.1 一般规定

7.1.1 悬索桥的日常养护包括主缆、索夹与螺杆、吊索、索鞍、锚碇等构件的养护工作。

7.1.2 加劲梁的日常养护应符合本指南第5章的相关规定。

7.1.3 索塔的日常养护要求同斜拉桥索塔。

7.2 主缆

7.2.1 主缆体系的日常清洁应符合下列规定：

1 主缆、索夹、吊索、索鞍、扶手绳和缆套等外表面的清洁每年不少于1次。

2 主缆体系的清洁应以各构件及周围环境为主要工作内容，定期清理杂物、积水、积雪、积灰、存留污秽及油渍等。

条文说明

引起主缆、吊索系统损坏的主要原因是锈蚀，如保护层、表面涂装或缝隙填料损坏导致雨水或潮气侵入引起锈蚀等，因此主缆体系日常养护的重点在保证钢丝免受水分和外界其他有害物质侵蚀并保证外观清洁、美观。经常或定期清扫是保持其耐久性的基本前提。

7.2.2 主缆及其附属构件的日常养护应符合下列规定：

1 当采用涂层防护的主缆出现轻微涂层劣化时，应对涂层进行维护性涂装，补涂的工艺、材料和质量要求与原设计相同。

2 主缆索股的锚头、锚杆、裸露索股段出现轻微涂层劣化时，应进行维护性涂装。

3 应对主缆走道立柱及扶手绳定期进行打油、涂漆防护。其锚固点有锈蚀或损坏的，应及时维修更换。

4 应视老化情况，定期更换缆套端口及上、下半间的密封条或采取可靠的

技术重新密封。

条文说明

主缆的涂层防护通常多采用重防腐系统，涂膜寿命在10~15年以上。一般5年以下不需要维修，在5~10年以内只需要局部维修或修补，10~15年及15年以上才可能采用大范围维修或重涂。对日常养护而言，主要针对轻微劣化或局部破损而采取的局部补涂。



图 7.1 主缆涂层防护

7.3 索夹与螺杆

7.3.1 索夹的日常养护应符合下列规定：

- 1 当索夹及其螺杆的涂装出现轻微涂层劣化时，应进行维护性涂装。
- 2 应更换单索夹端部及半索夹缝隙间老化的填缝密封胶。

条文说明

索夹填缝密封胶出现开裂、剥落等老化现象时，要及时更换，防止水分从索夹处侵入主缆。

7.3.2 索夹螺杆的养护应与检查相结合，在检查过程中发现索夹螺杆紧固力低于其安装设计值的70%时应进行复拧。每年应顺序选取25%的螺杆，一次循环不应超过4年。

条文说明

根据实桥测试，一般悬索桥成桥后，索夹螺杆拉力损失均很大，特别是靠近

索塔的索夹，当索夹螺杆轴力的降低幅度大于安装设计值的 30%时，要补拧以保证索夹抗滑移系数不低于 3。

《公路缆索结构体系桥梁养护技术规范》（JTG/T 5122）规定：建成通车第一个 5 年内，每年均匀选取不少于 40% 的螺杆，每 2 年半复拧一遍。建成通车 5 年后，可根据对靠近索塔处索夹螺杆紧固力定期检查的结果进行评估，确定各跨每年选取的比例和位置。无评估时，可采取每年均匀选取 25% 的螺杆，每 4 年复拧一遍的模式。

7.3.3 索夹螺杆紧固力可采用超声波应力检测法，按下列步骤进行：

1 首先对千斤顶要进行校验，取得校验报告，根据报告上的回归方程分别计算出千斤顶的 20%、40%、60%、80% 和 100% 的压力表的读数。

2 拆除待张拉的螺杆端部的防护螺帽，清理干净索夹表面后将垫板套入待张拉的螺杆。套入螺母调节器，旋转适宜角度，确保在调节螺母的过程中顺利进行。将撑脚套入且保证撑脚处于螺杆的中心位置，不能有任何一边碰到垫片和螺母，且调整撑脚的开口位置，保证其和螺母调节器一致。

3 将千斤顶套入后再将拉杆螺母旋进且拧紧，保证其和千斤顶的接触紧密无缝隙。接驳油泵和千斤顶之间的供油管和回油管，将与千斤顶对应的数显油表接驳到油泵上，同步安装位移测试设备。

4 启动油泵，按照 20%、40%、60%、80% 和 100% 的 5 个级数缓慢供油，同步记录螺杆伸长量，根据张拉力-伸长量曲线来确定螺杆现存预紧力大小。

5 在张拉到设计张拉力的 50% 时，既要严格关注螺杆的锚固螺母的松动情况，发现锚固螺母有松动迹象且有 1~2mm 的间隙后，立即通知油泵的操作人员停止张拉。

6 待传感器的数据采集后，再次张拉到设计张拉力，调整螺母进行锚固。

7 对检测后螺杆的防护螺帽恢复到位且拧紧。

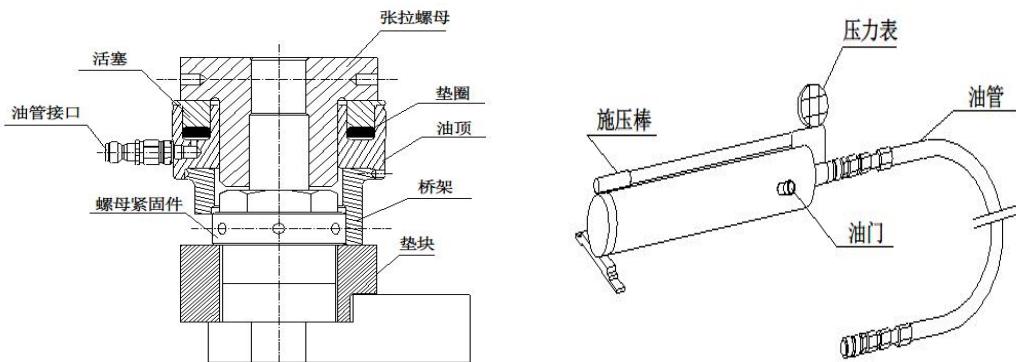


图 7.2 螺杆张拉设备装配



图 7.3 张拉设备

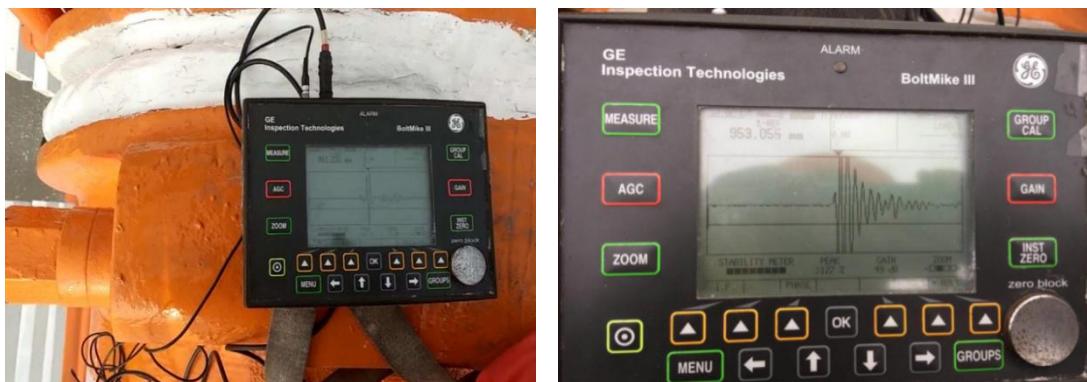


图 7.4 超声波测试仪

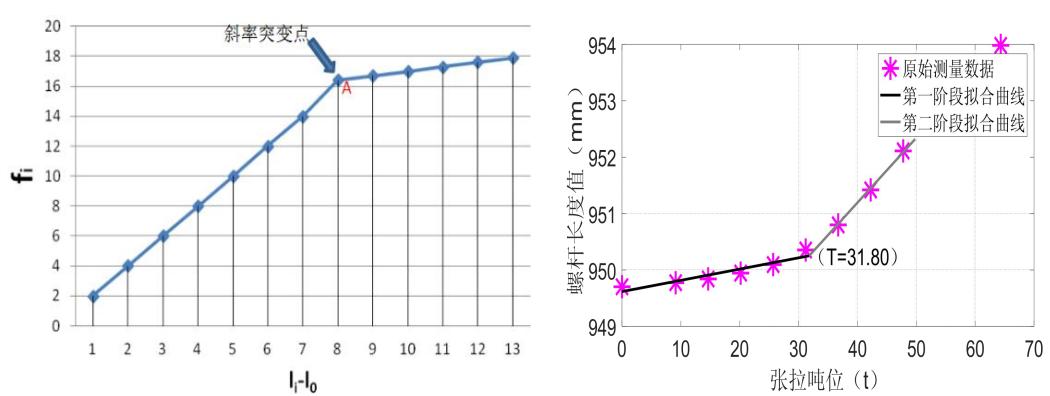


图 7.5 测试记录数据典型曲线

7.4 吊索

7.4.1 吊索的日常养护应符合下列规定：

- 1 吊索及减振架出现轻微涂层劣化时，应进行维护性涂装。
- 2 应定期对吊索的锚头、叉耳与销子涂刷防锈漆，保持涂层完好。
- 3 吊索的 PE 护套和锚固区日常养护参照本指南斜拉索的相关规定。

7.4.2 当较长吊索存在过大的振动时，应及对减振架额减振性能进行检查。

7.5 索鞍

7.5.1 索鞍的日常养护应符合以下规定：

- 1 经常性保养与维护，保持鞍室内清洁、无油污及尘垢、无杂物和积水；主鞍座、附件及锚螺栓、连接螺栓无松动、无断裂、无锈蚀。
- 2 索鞍（套）钢构件涂层出现轻微涂层劣化时，应进行维护性涂装。
- 3 索鞍（套）应保持干燥、清洁，无漏水、无积水。

7.5.2 固定索鞍（套）及鞍座所含槽口拉杆、鞍体对合螺栓、鞍座固定螺栓，应每 3 年检查重拧一遍，防止松脱。

7.5.3 应更换存在脱落、卡嵌、剩余磨耗厚度过低现象的散索套四氟滑板。

7.5.4 索鞍的辗轴或滑板应保持正常工作状态，根据产品说明定期更换润滑油或防锈油，发现润滑油或防锈油失效时应立即更换。

条文说明

索鞍（套）指主索鞍、散索鞍及散索套。由于鞍座为承受巨大集中力的结构，此处修补需十分慎重。

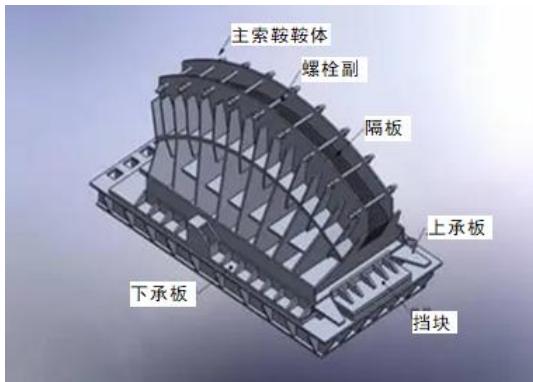


图 7.6 主索鞍

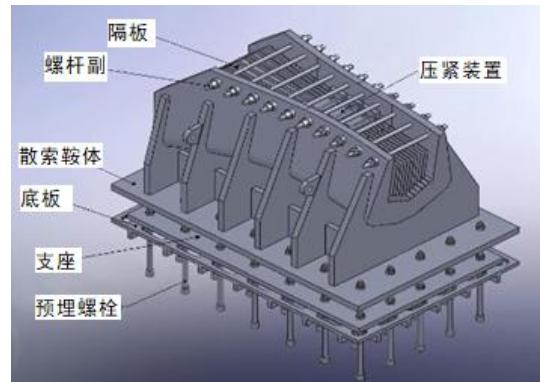


图 7.7 散索鞍

7.6 锚碇

7.6.1 锚碇的日常养护应符合下列规定：

- 1 应经常保养与维护，保持锚室内清洁、无油污及尘垢、无杂物和积水。
- 2 锚碇的排水系统功能正常，锚室内应防止地表水及空气中的水气渗入，锚室的防水应针对渗漏水源及时采取疏导与封堵措施。
- 3 应保持锚室内抽湿机系统的正常工作，保持锚室内空气干燥（锚室内部相对湿度控制在 50% 以下）。
- 4 主缆锚固系统防护完好，无锈蚀、无异常变形、无防护油脂漏出。

7.6.2 锚碇的日常清洁每年应不少于 1 次。

条文说明

清洁范围包括：锚碇外表面附着的青苔、杂草、积水、杂物和其他污秽，以及锚室内表面、散索鞍（套）和周围的灰尘、杂物、积水等。

7.6.3 除湿系统日常养护应以系统保养为主，应每季度进行一次，专业维修保养应由设备生产厂家或专业人员进行，应每年一次。

条文说明

除湿系统日常养护内容如下：

- (1) 清扫过滤器箱。如过滤器较脏，更换过滤器。
- (2) 检查有无机械上的损伤。必要时，清扫设备的内部和外部。
- (3) 检查有无机械上的损伤。必要时，清扫马达和风机的壳体。

(4) 检查有无过热和堵塞的迹象。必要时，清除转轮表面的灰尘。检查密封件是否损伤或磨损。

(5) 清除滞留在加热器上的杂物和灰尘。

7.6.4 主缆索股无粘结预应力锚固系统如有防护油脂漏出，应及时修复且补充防护油脂至原设计高度，油脂老化变质时，应及时进行更换。

8 钢管混凝土拱桥养护

8.1 一般规定

- 1 外观整洁、完整，无积水、积灰、积雪及杂物。
- 2 涂层完好，无明显病害，无构件锈蚀。
- 3 拱圈与吊杆（立柱）的连接部位、拱圈与主梁的交叉部位外观良好、连接可靠。
- 4 拱圈与横撑、弦杆等连接（交叉）部位外观良好、连接可靠，高强度螺栓无缺失，焊缝无缺陷。
- 5 附属构造结构完整、连接可靠、功能正常。

8.2 主拱圈

主拱圈、拱肋横撑及拱腹杆件、拱上立柱的防腐涂层、螺栓养护应符合本指南的第5章的相关规定。

8.3 吊杆

钢管混凝土拱桥吊杆的日常养护参照本指南悬索桥吊索的相关规定。

8.4 拱脚区域

8.4.1 拱脚区域的日常养护应符合下列规定：

- 1 对于存在锈蚀的区域，应根据拱脚构造、除锈范围、表面粗糙度要求采用喷砂、刷涂、浸泡、手工打磨或组合方式进行除锈，除锈后按照原有的涂层体系及要求进行防腐涂装。
- 2 拱脚区域存在积水或其他杂物时应及时清理，保持拱脚混凝土与钢管肋连接处清洁干燥。

8.4.2 拱脚区域长期积水时，采用钻孔排水或设置导流构造来排除积水。

9 桥面系及附属设施养护

9.1 钢桥面铺装

9.1.1 钢桥面铺装出现局部开裂、坑槽、松散、拥包、沉陷、车辙、局部推移等病害，且尚未影响桥梁结构安全性能，应及时进行局部修补。

9.1.2 钢桥面铺装局部修补应符合下列规定：

1 坑槽修补材料应具有足够的强度以及良好的高低温性能、抗水损坏和老化性能。

2 坑槽修补应按照圆洞方补、斜洞正补、湿润干补的原则，确定桥面坑槽破损的边界。坑槽修补轮廓线与行车方向平行或垂直，并超过坑槽破损边界 10~15cm。修补后钢桥面铺装新老连接部位采取密封措施进行封闭。

3 坑槽处治至损坏的最底部，修补后新填补部分应略高于原沥青路面。

4 因修补不良造成修补区再次损坏，应分析诊断修补不良产生再次损坏的原因，进行根治，保证再次修补的质量。

9.1.3 裂缝处治可采用灌缝、贴缝、带状挖补方式，或进行组合使用。灌缝材料宜采用密封胶；贴缝材料可采用热粘式贴缝胶和自粘式贴缝胶。重度局部块裂、龟裂应按坑槽修补方法进行。

9.1.4 灌缝处治应符合下列规定：

1 应根据桥面裂缝的具体情况确定开槽灌缝的尺寸，宽度×深度宜为 12mm×12mm、12mm×18mm、15mm×15mm 或 15mm×20mm。

2 采用开槽机、灌缝机、清干机等专用灌缝设备，应按开槽、清洁、干燥、灌缝与养生工艺流程进行作业。

3 灌缝成型应饱满，灌缝材料性能稳定后才可开放交通。

4 在桥面表面干燥状态下施工，环境温度应高于 5℃。

9.1.5 贴缝处治应符合下列规定：

1 贴缝前应将路面裂缝及其两侧各 20cm 表面范围内的泥土杂物、污染物、散落物等清理干净，无凸起、凹陷、松散，保证裂缝作业面平整。

2 贴缝胶应从裂缝一端粘贴，其长度不小于整条裂缝长度，贴缝胶应处于裂缝中间部位；遇不规则裂缝，可将贴缝胶断开，按裂缝的走向跟踪粘贴；贴缝胶结合处形成80~100mm的重叠。

3 贴缝完成后宜采用贴缝机、铁滚等进行碾压，达到贴缝无气泡、皱褶，保证贴缝胶与路面充分结合、黏结紧密，检查确认后开放交通。

4 在桥面表面干燥状态下施工，环境温度应高于5℃，。



图 9.1 贴缝处治

9.1.6 坑槽热料热补应符合下列规定：

1 沿坑槽修补轮廓线切割开挖或铣刨至坑底的不渗水稳定处，其深度不得小于坑槽的最大深度，坑槽较深时应按原沥青面层分层开挖，层间形成阶梯搭接。

2 清理坑槽内的松散沥青混合料，达到底部平整、坚实，壁面与桥面垂直，坑槽底面和壁面清洁、完全干燥、无松散料。

3 坑槽底面和壁面喷酒、涂覆环氧沥青等黏结材料，黏结材料应具有较高的黏结性、黏附性、弹性和延展性。

4 采用相应的拌和设备拌制环氧沥青混合料，采用人工摊铺或摊铺机摊铺的方式进行摊铺，然后用小型击实设备或不同的压路机组合进行压实，并形成平整的表面。

5 采用加速固化设备在规定的温度和时间条件下进行保温固化养生，并按开凿的层次分层填入热料，逐层整平、压实，当修补处混合料的强度满足设计要求后方可开放交通。

6 坑槽热料热补原材料、沥青混合料及施工技术要求应符合现行《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）的有关规定。



图 9.2 切除损坏铺装



图 9.3 刷涂环氧沥青粘结层



图 9.4 环氧沥青混合料压实



图 9.5 整平的修补铺装



图 9.6 加温固化养生

9.1.7 坑槽冷料冷补应符合下列规定：

- 1 清理坑槽内的松散沥青混合料，必要时沿坑槽修补轮廓线同热料热补工艺进行开挖、清理，桥面坑槽底面和壁面喷洒、涂覆柔性环氧树脂混合料等黏结材料。
- 2 向坑槽内填入冷补材料，并摊铺、整平均匀，保证坑槽周边材料充足，采用平板夯、夯锤或振动式压路机进行压实，使其达到要求的压实度。

3 坑槽冷补材料技术要求应符合现行《沥青路面坑槽冷拌修补材料 SBS 沥青液》(JT/T530) 的有关规定。



图 9.7 切除原有损坏铺装



图 9.8 环氧树脂混合料拌和



图 9.9 摊铺柔性环氧树脂混合料



图 9.10 整平的修补铺装



图 9.11 修补后的铺装

9.2 支座

9.2.1 支座的日常养护应以清理支座表面与周边的垃圾、杂物，清洁滑动和转动面脏污，紧固松动螺栓为主要内容。每年不应少于 2 次。

条文说明

滑动、转动面随着温度的变化，会不断露出脏污物，采用每年冬、夏季两次处理的频次可以基本实现彻底和快速处理。

9.2.2 应根据支座具体结构专门设计和安装防尘罩，并满足支座检查和养护维修的方便性要求。防尘罩原则上 8 年更换一次，如检查中发现破损，则需及时更换。

9.2.3 支座保养包括涂油和除锈，并符合以下基本要求：

1 需要通过油脂保持转动的支座，每年应涂覆 1 次润滑油；支座进行涂油之前，应先清洁滚动面或滑动面；涂覆油脂时，应防止支座的橡胶部分与油脂接触。

2 钢支座及支座钢构件均应除锈防腐，支座除锈的频率每年不应少于 1 次，应符合本指南第 5.3 条相关规定。

3 定期松动地脚螺栓，进行清洗上油后紧固，避免螺母锈死。支座螺栓、螺母进行防腐时，也应先进行松动并清洁上油。

9.3 伸缩装置

9.3.1 伸缩装置的日常养护主要内容包括缝隙清理、更换橡胶条、除锈、螺栓拧紧或更换等。

9.3.2 伸缩装置缝隙清理应符合下列规定：

1 伸缩装置清理应包括伸缩缝内杂物清理、边侧渗水处治等。

2 伸缩装置清理人工用弯钩类、夹钳等工具深入缝内进行拉钩、清理，或加压空气清洗。

3 清理过程中不得损坏伸缩装置部件及橡胶止水带。



图 9.12 伸缩缝清理

9.3.3 模数式伸缩装置更换橡胶条应符合下列规定：

- 1 及时清除型钢间的杂物。
- 2 宜先将橡胶条平顺到型钢缝隙中，再使用专用工具将橡胶条全部嵌入型钢的凹企口内。
- 3 为便于橡胶条嵌入，施工时可涂抹少许肥皂水。



图 9.13 伸缩缝橡胶条更换

9.3.4 模数式伸缩装置型钢断裂应采取补焊的应急处理方式，并及时委托专业单位更换型钢。

条文说明

应首先拆除滑动支座和滑动弹簧，再更换断裂型钢。模数伸缩装置的弹性元件，应按现行《公路桥梁伸缩装置通用技术条件》（JTT327）规定的质量控制技术指标和检测方法进行更换前的检验，检验合格后方可使用。

9.3.5 梳齿板伸缩装置连接螺栓断裂或缺失时，应及时更换同型号的螺栓。梳形钢板缺失或损坏时，应及时更换新钢板。

条文说明

梳齿板的固定螺栓和螺帽应按现行《钢结构用高强度大六角头螺栓、大六角螺母、垫圈技术条件》（GB/T1231）检验其公差配合度，不合格的禁用并剔除。

9.4 桥面护栏

9.4.1 钢护栏宜每年一次涂漆防锈，护栏各零部件应安装牢固，如有缺损应及时补齐。连接螺栓若变形、丢失、断裂、锈蚀等应及时维修或更换。

9.4.2 混凝土护栏上的明显裂缝、破损、掉角等病害应及时修补。钢筋、预埋钢构件存在锈胀、露筋等病害应进行除锈和修复。护栏基础应牢固、稳定，表面无明显开裂、破损，发现病害应及时进行修补；护栏与基础的连接应紧密、稳定。



图 9.14 混凝土护栏修补

9.4.3 护栏、栏杆端面涂有立面标记或示警标志的，应定期涂刷，一般一年一次，使油漆颜色保持鲜明。

9.4.4 当护栏遭受撞击、火烧、危化品腐蚀等突发事件并导致损伤时，应采取应急养护措施，损伤严重时应进行专项评估。

9.5 排水系统

9.5.1 桥面的泄水管应及时疏通，不得有积水或渗水现象。

9.5.2 泄水管若锈蚀，应及时除锈、修补或更换。泄水管若脱落需重新安装上，损坏严重的要予以更换。盖板及落水管缺损时应补装。

9.5.3 进行桥面修复时应保证桥面纵、横坡度，以利于桥面排水。

9.6 检修通道

9.6.1 检修通道养护应符合下列规定：

- 1 每年应对桥梁全部通道进行 1 次维护。
- 2 检修通道应保持干燥、清洁、无积尘积水，设置照明设施的通道应具有良好的可见度。
- 3 检修道各零部件应安装牢固，如有缺损应及时补齐，涂装脱落、失效的，应及时涂装。
- 4 检修通道出入口的封闭构造（通道门）应完整、良好，并设置上锁，严禁非检修人员进入。

9.6.2 检修车养护应符合下列规定：

- 1 每年不少于 2 次，检查检修车是否处于完好状态，保持其锁定常态。特别是在大风、台风前后要仔细检查，如有问题，应及时维修。
- 2 桥梁检查车外露钢构件应根据环境条件定期涂装。
- 3 各连接机构、传动机构连接螺栓和各部件的紧固螺栓应紧固、无锈蚀。
- 4 检查车运转中应平稳、无冲击、无异常振动和噪音。出现故障，应及时修复。
- 5 车体及轨道的金属构件出现涂层脱落、锈蚀、焊缝开裂、螺栓松动、构件变形等病害时，应及时进行养护维修。
- 6 检查时应注意行走轨道有无局部异常变形、接头座和连接座的螺栓有无松动、焊接部位有无开裂等，一旦发现问题，应立即查明原因，采取措施修复以后方可使用。
- 7 成品购置安装的检查车使用和维护应根据生产厂家的技术手册进行。具

有电动驱动或制动的系统装置应由专业人员进行修复。

9.6.3 检查车各机构的使用质量和寿命，很大程度取决于经常而正确的润滑，检查车各机构主要零部件润滑时间按下表规定进行。

表 9- 1 主要零部件润滑时间

序号	零部件名称	添加时间
1	减速器	每 6 个月补充一次齿轮油
2	滚动轴承及滑动轴承	每 3 个月补充一次润滑脂
3	电动机	每 12 个月补充一次润滑脂

9.6.4 车轮上不得有裂纹，轮缘磨损量超过原厚度的 30%或轮缘部出现崩裂时，应更换车轮。

9.6.5 检查车轨道应平直，如发现小车行走卡轨，应检查卡轨原因，进行纠偏。当检查车轨道间隙过大，超过 10mm；或两段轨道间隙高差超过 5mm 时，应对对其进行维修。

条文说明

检查车在轨道上运行，轨道应保证良好的线形，两段轨道间隙不应过大并平顺连接。过大的间隙及高差会导致检查车运行时发生振动及啃轨现象，不仅影响检查车的使用，严重时较大的冲击作用会引起检查车、轨道及连接构造的损坏，影响结构安全性。

为避免降低车轮与轨道的附着能力，轨道上禁止沾油。

9.6.6 索塔电梯的日常养护应符合下列规定：

- 1 接零接地线、电缆线、电缆线导向架、缓冲弹簧应完好无损，机件无漏电，安全装置、电气仪表灵敏有效。
- 2 电梯标准节、轿厢整体等结构表面应无变形、锈蚀；标准节连接螺栓无松动及缺少螺栓情况。
- 3 动力部分工作应平稳无异声，齿轮箱无漏油现象。
- 4 各部结构应无变形，连接螺栓无松动，节点无开（脱）焊现象，齿轮、齿条、导轨、导向轮及各润滑点保持润滑良好。
- 5 安全制动器的使用必须在有效期内，超过标志上日期要及时更换（无标

志应有备案记录）。电梯制动器调节松紧要适度，过松轿厢载重停车时会产生滑移，过紧会加快制动片磨损。

6 电梯上下行过程内无障碍物，超高限位灵敏可靠。

9.6.7 索塔电梯的专业维修保养应由设备生产厂家或专业人员进行，应每年一次。

附录 A 钢结构桥梁检查记录表

表 A-1 日巡查记录表

管理单位:					
1 路线编号		2 路线名称		3 桥位桩号	
4 桥梁编号		5 桥梁名称		6 养护单位	
7 有无缺损		8 是否上报			
序号	检查内容	缺损描述	照片	异常情况判定	处理建议
9	下承式钢桁梁上弦杆、上平联明显变形、断裂、缺失、挂冰				
10	主拱圈、拱肋、横撑是否有线形异常、有明显变形、偏位				
11	吊杆（索、绳）是否有振动异常，减振架是否移动、滑落				
12	斜拉索是否有明显扭曲、振动异常、挂冰、外置阻尼器松脱、破损				
13	悬索桥主缆是否有振动异常、挂冰、线形最低点处是否渗、流水				
14	索塔是否有涂层大面积破损、明显倾斜与变形				
15	主梁是否有线形异常、振动异常				
16	桥面铺装影响行车的明显破损或障碍物				
17	伸缩装置明显破损、型钢或梳齿板断裂、过车异响或明显跳车				
18	桥面积水、泄水口严重积沙、积污				
19	护栏、栏杆明显缺失				
20	标志、标线、标牌是否清晰、完好				
21	照明设施是否完好				

22	防眩设施是否完好					
23	桥梁健康监测系统、除湿系统等是否工作正常，有无预警信息					
24 负责人		25 检查人		26 检查时间		27 天气及温度

表 A-2 夜巡查记录表

管理单位:						
1 路线编号		2 路线名称		3 桥位桩号		
4 桥梁编号		5 桥梁名称		6 养护单位		
7 有无缺损		8 是否上报				
序号	检查内容	缺损描述		照片	异常情况判定	处理建议
9	标志、标线是否夜晚发光或反光正常					
10	照明设施是否发光正常					
11	桥面铺装是否有影响行车的障碍物					
12	航标设施是否发光或反光正常					
13 负责人		14 检查人		15 检查时间		16 天气及温度

表 A-3 经常检查记录表

公路管理机构名称:					
1 路线编号		2 路线名称		3 桥位桩号	
4 桥梁编号		5 桥梁名称		6 养护单位	
7 检查项目		缺损类型	缺损范围	处治建议	
8 主梁					
9 主拱圈					
10 拱上建筑					
11 桥（索）塔（含索鞍）					
12 主缆					
13 斜拉索					
14 吊杆					
15 系杆					
16 桥面铺装					
17 伸缩缝					
18 人行道、路缘					
19 栏杆、护栏					
20 标志、标线					
21 排水系统					
22 照明系统					
23 桥台及基础（含冲刷）					
24 桥墩及基础（含冲刷）					
25 锚碇（含散索鞍、锚杆）					
26 支座					
27 翼墙（耳墙、侧墙）					
28 锥坡、护坡					
29 桥路连接处					
30 航标、防撞设施					
31 调治构造物					
32 减振装置					
33 其他					
34 负责人		35 记录人		36 检查日期	年 月 日

附录 B 钢结构桥梁养护技术资料清单

B.0.1 施工、竣（交）工基础资料

- 1 桥梁前期资料（可行性研究报告、地勘、管网资料等）。
- 2 桥梁设计施工图及竣工图，结构计算分析资料。
- 3 建设过程中涉及后期养护的试验检测及科研资料。
- 4 建设过程中涉及后期养护的监理资料。
- 5 建设过程中的涉及后期养护的往来技术文件及工程变更资料。
- 6 涉及后期养护的施工大事记录及工程事故处理资料。
- 7 建设过程中的施工监控报告。
- 8 建设期的基准网点及资料。
- 9 交工验收资料（含交工检测报告）。
- 10 竣工验收资料。
- 11 桥梁养护信息化系统资料。
- 12 桥梁机械化检修设施的出厂合格报告、检测报告（如有）。

B.0.2 管理资料

- 1 桥梁养护管理政策法规、标准、技术文件、企业管理制度。
- 2 管养单位的基本资料。
- 3 监管单位的基本资料。
- 4 分管领导、养护技术负责人等的基本资料。

B.0.3 检查监测资料

- 1 初始检查成果报告。
- 2 日常检查成果记录表。
- 3 定期检查成果报告。
- 4 特殊检查成果报告。
- 5 桥梁变形观测及线形检测成果报告。

-
- 6 桥梁结构监测成果报告（监测报告）。
 - 7 桥梁技术状况评估资料。
 - 8 桥梁防雷及接地安全性能检测资料。

B.0.4 养护工程资料

- 1 管辖红线图。
- 2 日常养护记录表（含设施养护，桥梁检查车、升降机等机械化检修设施的养护、检修记录）。
- 3 桥梁基本状况卡片（每年更新一次）。
- 4 桥梁建设管养简介及养护大事记。
- 5 桥梁养护技术管理台账。
- 6 桥梁运营过程中的来往技术文件（含建设、设计、施工、监理监控等）。
- 7 桥梁养护中长期规划资料及年度养护计划资料。
- 8 桥梁养护工程项目前期技术及竣工验收资料（含养护对策咨询、试验论证、养护技术方案设计、设计施工图、施工过程的质量检验、工序质量验收等）。
- 9 养护项目的监理及监控资料。
- 10 养护项目后评估资料。

B.0.5 特殊情况资料

地质灾害、气象灾害、超限运输等特殊事件的具体情况、损害程度、应急措施、处治方案和结果等。