

乌鲁木齐市桥梁与隧道养护技术导则

乌鲁木齐市城市管理局（行政执法局）

二0二五年十二月

乌鲁木齐市桥梁与隧道养护技术导则

2025年X月X日发布

2025年X月X日实施

乌鲁木齐市城市管理局（行政执法局）发布

前 言

为深入贯彻落实中央城市工作会议精神，加强乌鲁木齐市桥梁与隧道养护工作，促进乌鲁木齐市桥梁与隧道养护现代化、标准化、精细化，指导养护工作人员实施工作，提高养护队伍的专业化程度，提升乌鲁木齐市桥梁与隧道管理设施的养护质量和施工现场安全作业管理质量，进一步提高养护技术水平，制定乌鲁木齐市桥梁与隧道养护技术导则文件。

按照市委、市政府关于全面推进精细化管理的统一部署，乌鲁木齐市城市管理局（行政执法局）、乌鲁木齐市市政设施监测中心联合相关单位与部门，在系统借鉴国内外先进城市管理经验的基础上，深入开展了广泛的资料收集、案例研究与实地调研工作。通过多个专项课题的深入研究，并广泛征求各相关管理单位及行业专家的宝贵意见，最终编制完成《乌鲁木齐市桥梁与隧道养护技术导则》（以下简称《技术导则》）。为提升《技术导则》的实用性与操作性，编写过程中力求表述通俗易懂，并辅以大量示意图例，以便于基层养护管理与作业人员准确理解和具体实施。

本《技术导则》的编制与实施，通过对桥梁与隧道养护方面国家规范、技术标准和操作规程等进行全面梳理研究，以及对乌鲁木齐市桥梁与隧道养护第一线工作实施情况进行调研，基于乌鲁木齐市桥梁与隧道典型病害，对乌鲁木齐市桥梁与隧道养护工作标准化的作业内容、工作方法、工艺流程和检查验收等内容进行了规定。

本指引主要章节包括：1. 总则；2. 上部结构养护；3. 下部结构养护；4. 桥面系养护；5. 隧道结构养护。各章节主要内容结构为：1. 一般规定；2. 典型病害；3. 维修操作流程；4. 验收标准。

本技术导则由乌鲁木齐市城市管理局（行政执法局）、乌鲁木齐市市政设施监测中心进行管理，上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司负责具体技术内容的解释。在执行过程中如有意见和建议，请反馈至乌鲁木齐市市政设施监测中心（地址：乌鲁木齐市新市区河滩北路1359号），供今后修订时参考。

主编单位：乌鲁木齐市城市管理局（行政执法局）

乌鲁木齐市市政设施监测中心

上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司

主 编 人：马连营

主要起草人员：

主要编审人员：王琪 马杰 索翼 张建强 木合甫力·沙吾提

王进 周鲁东 马昕骏 滕文 张兵 谢璐

目 录

1	总则	1
2	上部结构养护	2
2.1	钢筋混凝土梁桥一般规定	2
2.2	典型病害	2
2.3	维修操作流程	3
2.4	验收标准	9
2.5	钢结构桥梁一般规定	10
3	下部结构养护	13
3.1	一般规定	13
3.2	典型病害	14
3.3	维修操作流程	15
3.4	验收标准	22
4	桥面系养护	25
4.1	一般规定	25
4.2	典型病害	25
4.3	维修操作流程	28
4.4	验收标准	51
5	隧道结构养护	58
5.1	一般规定	58
5.2	典型病害	60
5.3	维修操作流程	61
5.4	验收标准	68

1 总则

1.1 本导则适用于乌鲁木齐市范围内，已竣工验收交付使用的桥梁养护工程操作施工和质量验收。

1.2 乌鲁木齐市范围内桥梁的养护除应执行本导则外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

1.3 本导则编制主要参考《城市桥梁养护技术规范》（CJJ 99）、《公路桥涵养护规范》（JTG H11）、《城镇道路养护技术规范》（CJJ 36）、《公路桥梁技术状况评定标准》（JTG/T H21）、《城市桥梁检测和养护维修管理办法》（中华人民共和国建设部令第 118 号）、《城市桥梁检测与评定技术规范》（CJJ/T 233）等相关规范和技术文件。

2 上部结构养护

2.1 钢筋混凝土梁桥一般规定

2.1.1 钢筋混凝土梁桥日常养护维修内容：清除表面污垢；修补混凝土空洞、破损、剥落、表面风化以及裂缝；清除暴露钢筋的锈渍、恢复保护层；处理各种横、纵向构件的开裂、开焊和锈蚀。梁体的污垢宜用清水洗刷，不得使用有腐蚀性的化学清洗剂。

2.1.2 空气、雨水、融雪中含有对混凝土和钢筋有侵蚀的化学成分时，应对桥梁结构进行防护。



2.1.3 钢筋混凝土构件的修补：

- 1、在昼夜平均气温低于 5°C 的冬季维修桥梁时，对修补的混凝土构件应采取保温措施，保证混凝土的凝固硬化；
- 2、用于修补加固的混凝土、钢筋，其强度和其他质量指标应不低于原桥材料，且宜采用高标号快凝水泥混凝土；
- 3、受拉区修补用的混凝土宜用环氧树脂配制，受压区修补用的混凝土用膨胀水泥配制。用水泥混凝土或砂浆修补的构件应加强养生，有条件时宜用蒸汽养生或封闭养生。

2.2 典型病害

桥梁上部结构的典型病害有3种，具体说明如表2.2.1所示。

表 2.2.1 桥梁上部结构典型病害表

序号	病害类型	病害描述	病害图例
1	混凝土蜂窝、麻面	混凝土局部酥松，砂浆少，石子多，石子之间出现空隙和小凹坑。	
2	保护层钢筋外露锈蚀	由于混凝土保护层厚度不够、钢筋锈胀，或混凝土破损、剥落导致梁体内的钢筋外露生锈。	
3	混凝土裂缝	梁体产生的横向、纵向或斜向裂缝。	

2.3 维修操作流程

2.3.1 混凝土蜂窝、麻面

(1) 蜂窝

对于混凝土外表出现的蜂窝，孔洞较小时可按麻面处理；较大时，应先凿除蜂窝状、松散的薄弱部分，用钢丝刷或压力水清除粉尘，将湿棉絮用水浸泡后塞进蜂窝内，使其表面充分湿润，用比设计图标号高一等级的细膨胀混凝土，顺从斜槽板拍进蜂窝内，如果

混凝土不成形，可间隔一段时间，分次压进，待压进的混凝土稍凝结后，再按麻面处理的方法来修饰外表。

步骤	操作流程	正确图例
1	<p>现场安全文明施工组织</p> <p>布置施工现场，设置清晰有效的安全标志和设施，安排专员做好交通组织及安全防护工作。</p>	
2	<p>确定处置范围</p> <p>根据现场病害情况，确定处置范围，并用粉笔进行标记。</p>	
3	<p>清洗蜂窝</p> <p>(1) 蜂窝孔洞较大时，应将蜂窝状、松散部位的混凝土凿除，凿除应彻底，直至密实基底并凿毛，凿除时应避免损害原结构；</p> <p>(2) 用钢丝刷或压力水清除粉尘，将湿棉絮用水浸泡后塞进蜂窝内，使其表面充分湿润。</p>	
4	<p>修补蜂窝混凝土表面</p> <p>选择环氧树脂砂浆进行混凝土表面蜂窝维修，利用灰刀涂抹砂浆进行破损修补，涂抹时必须用力挤压，将修补砂浆压入麻点内，使其与混凝土粘结密实。当修补厚度较大时则应分层涂抹，边涂抹边压实找平，保证修补面连接平滑、流畅，修补砂浆初凝前，进行表面抹平收光。</p>	

5	<p>养护</p> <p>修补砂浆的养护在空气中干燥养护即可，对温度在25℃以上时，养护时间达到72 小时后即可，若温度较低时（低于25℃)可以适当延长养护时间或进行保温养护。</p>	
6	<p>开放交通</p> <p>混凝土蜂窝病害修补完毕，对散落的垃圾和废料全部清扫干净，开放交通。</p>	
<p>注意事项:</p> <p>1、修补后修补面颜色要保持和原结构面一致。</p>		

(2) 麻面

步骤	操作流程	正确图例
1	<p>现场安全文明施工组织</p> <p>布置施工现场，设置清晰有效的安全标志和设施，安排专员做好交通组织及安全防护工作。</p>	
2	<p>确定处置范围</p> <p>根据现场病害情况，确定处置范围，并用粉笔进行标记。</p>	

3	<p>高压清洗表面</p> <p>先将麻面的混凝土表面涂刷稀草酸溶液，用毛刷擦试，去除油脂，然后用高压水冲洗干净，让其表面湿透。</p>	
4	<p>砂浆修补</p> <p>选择环氧树脂砂浆进行混凝土表面麻面维修，利用灰刀涂抹砂浆进行破损修补，涂抹时必须用力挤压，将修补砂浆压入麻点内，使其与混凝土粘结密实。当修补厚度较大时则应分层涂抹，边涂抹边压实找平，保证修补面连接平滑、流畅，修补砂浆初凝前，进行表面抹平收光。</p>	
5	<p>养护</p> <p>修补砂浆的养护在空气中干燥养护即可，对温度在25℃以上时，养护时间达到72 小时后即可，若温度较低时（低于25℃）可以适当延长养护时间或进行保温养护。</p>	
6	<p>开放交通</p> <p>混凝土麻面修补完毕，对散落的垃圾和废料全部清扫干净，开放交通。</p>	
<p>注意事项:</p>		

2.3.2 保护层钢筋外露锈蚀

步骤	操作流程	正确图例
1	<p>现场安全文明施工组织</p> <p>布置施工现场，设置清晰有效的安全标志和设施，安排专员做好交通组织及安全防护工作。</p>	
2	<p>确定处理范围</p> <p>根据现场实际情况，确定处理范围。</p>	
3	<p>凿除混凝土保护层</p> <p>沿钢筋敲掉混凝土保护层直到没有锈蚀的地方。</p>	
4	<p>清洗维修面</p> <p>(1) 清除混凝土和钢筋表面砂粒、灰尘，再用高压水冲洗混凝土基底，使其表面干净无灰尘；</p> <p>(2) 用掺加防锈剂的清水清洗锈蚀钢筋正反面；</p> <p>(3) 最后再用风干、压缩空气冲吹或采用其他干燥措施使钢筋和混凝土充分干燥。</p>	

5	<p>处理锈蚀钢筋</p> <p>在整体完好混凝土中由于局部缺陷而引起锈蚀的地方，先采用喷砂打磨钢筋，再涂刷富锌漆。</p>	
6	<p>修补混凝土保护层</p> <p>利用灰刀涂抹砂浆进行破损修补，涂抹时必须用力挤压，将修补砂浆压入麻点内，使其与混凝土粘结密实。当修补厚度较大时则应分层涂抹，边涂抹边压实找平，保证修补面连接平滑、流畅，修补砂浆初凝前，进行表面抹平收光。</p>	
7	<p>养护</p> <p>修补砂浆的养护在空气中干燥养护即可，对温度在25℃以上时，养护时间达到72 小时后即可，若温度较低时（低于25℃）可以适当延长养护时间或进行保温养护。</p>	
8	<p>开放交通</p> <p>锈蚀钢筋修补完毕，对散落的垃圾和废料全部清扫干净，开放交通。</p>	
<p>注意事项:</p>		

2.3.3 混凝土裂缝

一旦发现裂缝，巡查或检测人员应向桥梁管养单位进行报告，然后持续观察裂缝的发展情况，若裂缝无发展，则对裂缝进行专项处理；若裂缝继续发展，则需组织专业检测单位对桥梁进行检测。



2.4 验收标准

2.4.1 上部结构混凝土的维修质量验收标准

混凝土表层缺陷处理质量检验应符合下列规定：

表 2.4.1-1 混凝土表层缺陷处理质量检验与验收标准

项目	验收标准	检查数量	检验方法
主控项目	修补完成后表面应平整，无裂缝、脱层、起鼓、脱落等，修补处表面与原结构色泽应基本一致。	全数检查	观察
	对浇筑面积较大的混凝土或砂浆，应预留强度试块。	试块检查	强度测试
	混凝土表面涂装应无漏喷、流挂、针孔、气泡、色泽不均等异常情况。涂装表面应平整。	全数检查	观察
一般项目	修补后平整度允许偏差应满足表 2.4.1-2 要求。		
	混凝土涂装应符合表 2.4.1-3 规定。		

表 2.4.1-2 平整度允许偏差

项目	允许偏差 (mm)	范围	检验方法
梁体平整度	5	全数表面	用钢尺量
阴阳角(°)	5		尺量

表 2.4.1-3 混凝土表面涂装允许偏差

项目	允许偏差 (mm)	范围	检验方法
总干膜平均厚度	≥设计厚度	涂装完成 7 天后进行测定。每 50m ² 面积随机检测一个点，测点总数不少于 30 个。	
总干膜最小厚度	≥0.75 倍设计厚度		

2.5 钢结构桥梁一般规定

2.5.1 日常清洁：清除表面灰尘、油污、盐分等污垢，优先用清水冲洗，避免使用腐蚀性化学清洗剂。

2.5.2 锈蚀处理：打磨清除钢结构表面锈渍，修复破损的防腐涂层，恢复锈蚀部位的防护能力。

2.5.3 裂缝与连接检查：排查构件及节点的开裂、开焊问题，及时补焊或加固处理；定期检查螺栓、铆钉的紧固状态，松动者复紧，损坏者更换。

2.5.4 防腐防护：在有侵蚀性介质（如含化学物质的空气、雨水、融雪）环境中，增设或更新防腐涂层（如油漆、镀锌层），必要时采用防腐涂料封闭处理。

2.5.5 冬季养护：昼夜平均气温低于 5℃维修时，对焊接、修补部位采取保温措施，确保施工质量和结构稳定性。

2.5.6 材料要求：修补加固用的钢材、焊接材料、防腐涂料等，质量指标不低于原结构材料标准。

表 2.5.1-1 桥梁上部结构钢结构养护作业流程清单

流程阶段	具体步骤	操作要点	质量控制标准
1.前期准备	1. 现场勘察与方案制定	1. 排查钢结构构件位置、类型（如主梁	1. 勘察记录需精准，病害位置标注误差

		、横梁、连接节点）及环境条件（是否存在腐蚀性介质）2. 记录锈蚀、裂缝、涂层破损等病害位置及程度3. 依据病害情况制定专项养护方案，明确材料、设备及人员配置	≤5cm2. 方案需符合桥梁设计规范及钢结构养护技术要求
2. 材料与设备准备	1. 准备清洁工具（高压水枪、毛刷）、除锈设备（角磨机、喷砂设备）、焊接设备（电焊机、焊条）、防腐材料（防锈漆、防腐涂料、稀释剂）及保温材料（岩棉、保温棉）2. 检查材料质量证明文件，确保钢材、涂料等符合设计标准	1. 材料需分类存放，防腐涂料远离火源，温度控制在 5-30℃2. 设备开机前调试，确保运行正常，无安全隐患	
3.日常清洁	1. 表面污垢清除	1. 采用高压水枪（水压 0.3-0.5MPa）冲洗钢结构表面灰尘、泥沙2. 局部油污用中性洗涤剂擦拭，再用清水冲洗干净，避免使用强酸、强碱类化学清洗剂	1. 清洁后表面无明显污垢、油污残留，目测无可见杂质2. 不得因清洁操作损伤原有防腐涂层
4.锈蚀处理	1. 锈渍打磨	1. 采用角磨机（配钢丝轮）或喷砂设备处理锈蚀部位，打磨范围超出锈蚀边缘 5-10cm，直至露出金属本色（Sa2.5 级标准）2. 打磨后用压缩空气（压力 0.4-0.6MPa）吹除表面锈尘，再用棉布擦拭干净	1. 锈蚀清除彻底，无残留锈迹、氧化皮，金属表面粗糙度符合涂料附着要求2. 打磨过程中避免损伤钢结构母材，不得出现过磨、漏磨现象
5.防腐涂层修复	1. 涂刷底漆：按照涂料说明书配比，搅拌均匀后涂刷 1-2 遍底漆，每遍干膜厚度 20-30μm，间隔时间 ≥4h（25℃环境下）2. 涂刷面漆：底漆干燥后涂刷面漆，涂刷 2-3 遍，总干膜厚度 ≥80μm，每遍间隔时间按涂料要求执行3.	1. 涂层表面均匀、光滑，无流挂、针孔、气泡等缺陷2. 干膜厚度用测厚仪检测，合格率≥90%，最低厚度不低于设计值的 85%	

	涂层修补：局部破损处需先清理基层，再按“底漆 - 面漆”顺序补涂，确保与周边涂层衔接平整		
6.裂缝与连接检查修复	1. 裂缝检测与处理	1. 采用超声波探伤仪或渗透检测法检查构件及节点裂缝，记录裂缝长度、宽度（精度 0.01mm）2. 裂缝宽度 $\leq 0.15\text{mm}$ 时，用环氧树脂胶封闭；宽度 $> 0.15\text{mm}$ 时，采用补焊或粘贴碳纤维布加固，补焊时选用与母材匹配的焊条，焊接电流、电压按工艺参数执行	1. 裂缝检测无遗漏，记录数据准确2. 封闭或加固后，裂缝无扩展趋势，焊接部位无气孔、夹渣等缺陷，碳纤维布粘贴牢固，无空鼓
7.冬季专项养护（昼夜平均气温 $< 5^{\circ}\text{C}$ ）	1. 施工环境保温	1. 搭建临时保温棚，采用加热设备（如热风机）将作业区域温度提升至 5°C 以上2. 焊接、涂刷涂料时，对构件预热（温度 $\geq 15^{\circ}\text{C}$ ），预热范围为焊接区或涂刷区周边 100-150mm	1. 作业区域温度实时监测，每小时记录 1 次，确保温度不低于 5°C 2. 构件预热温度用测温仪检测，满足施工要求
8.养护后保温	1. 焊接部位冷却至环境温度前，覆盖保温棉保温，保温时间 $\geq 4\text{h}$ 2. 涂料涂刷后，保持保温棚内温度 $5-15^{\circ}\text{C}$ ，直至涂层完全干燥（干燥时间比常温延长 50%-100%）	1. 焊接部位无冷裂纹产生，涂层干燥后无开裂、脱落现象2. 保温过程中避免碰撞、污染构件表面	
9.后期验收	1. 外观验收	1. 目测检查钢结构表面清洁度、涂层平整度、连接节点状态 2. 检查修补部位与原结构衔接情况，无明显色差、凹凸不平	1. 外观无可见缺陷，修补部位与原结构协调一致2. 连接节点牢固，无松动、锈蚀残留
10.性能检测	1. 用涂层测厚仪检测防腐涂层厚度，用扭矩扳手复查螺栓扭矩，用超声波探伤仪抽检焊接部位质量2. 记录检测数据，整理养护报告	1. 各项检测指标符合设计及规范要求，合格率 $\geq 90\%$ 2. 养护报告内容完整，数据准确，可追溯	

3 下部结构养护

3.1 一般规定

支座应定期检查和养护，并应符合下列规定：

- 3.1.1 支座各部应保持完整、清洁、有效。支座垫板应保持平整、紧密、锚固牢固。支座周边应干燥、洁净，无积水、油污。
- 3.1.2 支座应每半年检查、清扫一次，每年养护一次。
- 3.1.3 支座养护前应检查支座状况，并与前一次检查养护结果进行比较，并留存记录。
- 3.1.4 固定支座应检查锚栓的坚固性，支撑垫板应平整紧密。
- 3.1.5 活动支座应保持灵活，实际位移量应符合设计规定。
- 3.1.6 支座外露金属构件不得锈蚀，应定期清洁、除锈、刷防锈漆，但铰轴、辊轴、不锈钢滑动面处不得涂刷油漆。局部除锈刷漆颜色宜和原色一致，整体除锈刷漆颜色宜和梁体颜色一致。
- 3.1.7 滑移的支座应及时复位，损坏或状态达不到设计使用要求的支座及时更换。
- 3.1.8 支座周边积水应检查积水原因，及时处理，必要时可做散水坡。
- 3.1.9 墩台表面应保持清洁，并及时清除青苔、杂草、荆棘和污秽。

3.1.10 当圬工砌体表面部分严重风化和损坏时，应清除损坏部分后用原结构物相同材料补砌，应结合牢固，色泽和质地宜与原砌体一致。

3.1.11 圬工砌体表面灰缝脱落时应清除缝内污垢杂物后重新勾缝。

3.1.12 当混凝土表面发生侵蚀剥落、蜂窝麻面等病害时，应及时将周围凿毛洗净后做表面防护。

3.1.13 当立交桥墩靠近机动车道时，应在桥墩四周设置防护墩。

3.1.14 易受流冰、漂浮物撞击影响的跨河桥墩，应在桥墩上游设置破冰体或防撞措施。区县河道上的漂浮物和沉积物，如对桥梁安全构成威胁，应及时清理。

3.1.15 维修加固用混凝土且宜采用高标号快凝水泥混凝土。

3.2 典型病害

桥梁下部结构的典型病害有 5 种，具体说明如表3.2.1 所示。

表3.2.1 桥梁下部结构典型病害表

序号	病害类型	病害描述	病害图例
1	混凝土蜂窝、麻面	混凝土局部酥松，砂浆少，石子多，石子之间出现空隙和小凹坑。	

2	桥台搭板下沉	桥台搭板沉陷，影响行车舒适性。	
3	锥（护）坡砌缝砂浆脱落	浆砌片石铺面砌缝砂浆脱落。	
4	桥墩裂缝	柱式桥墩表面出现的竖向、斜向裂缝。	
5	支座损坏	支座本身和支座垫板（块）的各种病害。	

3.3 维修操作流程

3.3.1 混凝土蜂窝、麻面

桥梁下部结构蜂窝、麻面的维修操作流程参考本导则中“2.3.1 混凝土蜂窝、麻面”进行。

3.3.2 桥台搭板下沉

沥青路面搭板下沉


步骤	操作流程	正确图例
1	现场安全文明施工组织 布置施工现场，设置清晰有效的安全标志和设施，安排专员做好交通组织及安全防护工作。	
2	确定处置范围 根据现场实际情况，确定处理范围。	
3	控制纵坡 根据桥台后道路纵坡大小调整。	

4	<p>加铺沥青混合料</p> <p>直接将修补料至于坑槽中央，向四周摊铺，并使细料能填充在坑槽边缘，保证坑槽边缘新旧路面接缝在碾压后结合紧密，不渗水。</p>	
5	<p>混合料碾压</p> <p>(1) 沥青混合料修整完后，采用小型压路机碾压，碾压时应遵循先四边后中心的原则，对新旧路面接缝处，应骑缝碾压；</p> <p>(2) 普通沥青混合料的碾压终了的表面温度不低于 70°C，改性沥青混合料的碾压终了的表面温度应不低于 90°C。</p>	
6	<p>开放交通</p> <p>桥头搭板修补完毕，对散落于桥面的垃圾和废料全部清扫干净，运离现场集中堆放。待沥青混合料表面温度低于 50°C，则撤走路面安全设施，开放交通。</p>	
<p>注意事项:</p> <p>1、桥台搭板下沉维修之前进行相应的病害检测，若基层发生损坏，则应进行基层病害维修处理后再进行面层的修复。</p>		

3.3.3 锥（护）坡砌缝砂浆脱落

圯工砌体长期受大气影响、雨水侵蚀而发生灰缝脱落，应重新勾缝。

步骤	操作流程	正确图例
1	<p>现场安全文明施工组织</p> <p>布置施工现场，设置清晰有效的安全标志和设施，安排专员做好交通组织及安全防护工作。</p>	
2	<p>清理勾缝</p> <p>清除脱落灰浆或灰缝内的植被及根系，同时除去受影响的石灰砂浆，并用水冲净。</p>	
3	<p>砂浆勾缝</p> <p>当砌缝处于潮湿状态且无水珠时，在灰缝内嵌入水泥砂浆或环氧砂浆。</p>	
4	<p>养护</p> <p>修补砂浆的养护在空气中干燥养护即可，对温度在 25°C 以上时，养护时间达到 72 小时后即可，若温度较低时（低于 25°C）可以适当延长养护时间或进行保温养护。</p>	

5	<p>清理现场</p> <p>锥（护）坡修补完毕，对散落的垃圾和废料全部清扫干净。</p>	
<p>注意事项:</p>		

3.3.4 桥墩裂缝

一旦发现裂缝，巡查或检测人员应向桥梁管养单位进行报告，然后持续观察裂缝的发展情况，若裂缝无发展，则对裂缝进行专项处理；若裂缝继续发展，则需组织专业检测单位对桥梁进行检测。





3.3.5 支座损坏

支座的缺陷故障，应及时维修或更换，并应符合下列规定：

- 1 滚动面不平整，轴承有裂纹、切口或个别辊轴大小不合适，应更换。板式橡胶支座损坏、失效应即时更换。
- 2 梁支点承压不均匀，应进行调整。
- 3 支座座板翘曲、断裂，应予更换和补充，焊缝开裂应予维修。
- 4 对需抬高的支座，可根据抬高量的大小选用下列几种方法：
 - 1) 抬高量在 50mm 以内可垫入钢板；抬高量在 50~300mm 的垫入铸钢板；
 - 2) 就地灌注高强钢筋混凝土垫块，厚度不应小于 200mm。
- 5 滑移的支座应及时恢复原位；脱空支座应及时维修。

支座更换

步骤	操作流程	正确图例
1	<p>做好现场安全文明施工组织</p> <p>布置施工现场，设置清晰有效的安全标志和设施，安排专员做好交通组织及安全防护工作。</p>	
2	<p>设置临时支座</p> <p>在梁底设置横梁，横梁分上、下两种，中间安装顶梁的千斤顶。为了保证起顶过程中不致损伤梁底，在梁底和工字钢接触处用木板垫实，确保软接触密合，使横梁不与梁底部位接触。调节高度采用不锈钢板块。在基础和下横梁间要根据桥下净空高度搭设受力支架，同时也要预留一定的操作空间，可采用由多组贝雷架构成支撑架，作为支架。</p>	

3	<p>试顶</p> <p>支撑架、横梁、千斤顶安装完毕，待临时承重基础强度满足要求后，即可开始试顶，试顶主要是为了消除支撑本身的非弹性变形或沉降。在主梁还没有正式顶起时即可停止，并停放数小时进行观察无任何变化后才能开始整体顶升。</p>	
4	<p>整体顶升</p> <p>(1) 试顶完成后，在专业人员的统一指挥下所有千斤顶慢慢用力整体顶起梁体使其离开原支座约2cm 立刻停止，并立即在上、下横梁间增设若干个钢、混凝土预制块形成临时固定点，以增加接触点和面积，提高顶升系统的稳定性，确保桥梁整体安全；</p> <p>(2) 顶升到位后，检查发现台帽、盖梁存在病害时，应立即进行相应的规范维修。</p>	
5	<p>更换支座</p> <p>台帽、盖梁维修完成后，即可去除原有支座，支座下方用高标号环氧树脂砂浆找平，精确计算出需增加的高度，用合适厚度的钢板来调节，调节施工完毕，重新安装新的支座。</p>	
6	<p>拆除临时支座</p> <p>去掉混凝土块和千斤顶，拆除临时支撑。</p>	

7	<p>落梁</p> <p>检查安放支座无误后方可落梁，为了保证落梁时梁体平衡，施工时确保千斤顶一次回落量，直至落实为止，同时再次检查支座与梁底是否完全接触，否则，需重新起顶，直到符合要求，并控制各主梁间位移差。</p>	
8	<p>开放交通</p> <p>支座更换完毕后对散落的垃圾和废料全部清扫干净，开放交通。</p>	
<p>注意事项:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1、由于整体更换支座一般是在保证行车的情况下进行的，所以保证通车和安全生产工作显得尤为重要：一是确保施工中整个桥梁结构完整且不受损伤；二是施工中要确保人身和设备的绝对安全。这就要求施工前要做好全面检查，根据具体情况确定维修加固范围，按次序依次实施。整体更换支座施工方案，要通过准确的分析和计算，配合足够的机械设备和劳动力；同时，在顶起和落梁这很短的时间内，要有专业人员统一指挥，确保所有被顶的梁体同步上升，同步下降；并短时间临时封闭交通； 2、要认真做好测量、观察记录工作。要准确计算出原支座和现支座的高度差，以指导施工，确保梁体、桥面系支座更换前后的标高不变； 3、支座的质量检验及安装是保证支座正常使用的关键。支座安装前应进行检验，施工时应根据不同的支座类型按照相关要求安装。 		

3.4 验收标准

3.4.1 下部结构混凝土的维修质量验收标准

混凝土表层缺陷处理质量检验应符合下列规定：

表 3.4.1-1 混凝土表层缺陷处理质量检验与验收标准

项目	验收标准	检查数量	检验方法
	修补完成后表面应平整，无裂缝、脱层、起鼓、脱落等，修补处表面与原结构色泽应基本一致。	全数检查	观察

主控项目	对浇筑面积较大的混凝土或砂浆，应预留强度试块。	试块检查	强度测试
	混凝土表面涂装应无漏喷、流挂、针孔、气泡、色泽不均等异常情况。涂装表面应平整。	全数检查	观察
一般项目	修补后平整度允许偏差应满足表3.4.1-2 要求。		
	混凝土涂装应符合表3.4.1-3 规定。		

表 3.4.1-2 平整度允许偏差

项目	允许偏差 (mm)	范围	检验方法
梁体平整度	5	全数表面	用钢尺量
阴阳角(°)	5		尺量

表 3.4.1-3 混凝土表面涂装允许偏差

项目	允许偏差 (mm)	范围	检验方法
总干膜平均厚度	≥设计厚度	涂装完成 7 天后进行测定。每50m ² 面积随机检测一个点，测点总数不少于 30 个。	
总干膜最小厚度	≥0.75 倍设计厚度		

3.4.2 支座的维修质量验收标准

桥梁支座质量检验应符合下列规定：

表 3.4.2-1 桥梁支座质量检验与验收标准

项目	验收标准	检查数量	检验方法
主控项目	支座应进行进场检验。	全数检查	检查合格证、出厂性能试验报告。
	支座安装前，应检查跨距、支度栓孔位置和制作垫石顶面高程、平整度、坡度、坡向，确认符合设计要求。	全数检查	用经纬仪和水准仪与钢尺量测。
	支座与梁底及垫石之间必须密贴，间隙不得大于 0.3mm。垫层材料和强度应符合设计要求。	全数检查	观察或用塞尺检查、检查垫层材料产品合格证。
	支座锚栓的埋置深度和外露长度应符合设计要求。支座锚栓应在其位置调整准确后固结，锚栓与孔之间隙必须填捣密实。	全数检查	观察。
	支座的粘结灌浆和润滑材料应符合设计要求。	全数检查	检查粘结灌浆材料的配合比通知单、检查润滑材料的产品合格证、进场验收记录。

一般项目	支座安装允许偏差应符合表 3.4.2-2 的规定。
	支座表面应保持清洁，支座附近的杂物及灰尘应清除。

表 3.4.2-2 桥梁支座安装允许偏差

项目		允许偏差(mm)	检验频率		检验方法
			范围	点数	
支座中心横桥向位移		±2	每支座	1	用经纬仪、与钢尺量测。
支座中心顺桥向位移		±10		1	用经纬仪或拉线检查。
支座高程		±5		1	用水准仪测量。
支座四角高差	承压力≤500kN	±1		4	用水准仪测量。

4 桥面系养护

4.1 一般规定

桥面的养护除应符合道路养护的有关标准规定外，还应符合下列规定：





- 1 不得随意增加桥面铺装厚度和静荷载，严禁覆盖伸缩装置。
- 2 桥面更新后的横坡和纵坡，应满足排水要求。
- 3 架设在桥上的管线安全保护设施应完整、有效；线杆应安全、牢固；井盖应完好、平顺。
- 4 桥面上人行道铺装、盲道和缘石应完好、平整。当有缺损时，应及时维修或更换。
- 5 桥面作业时不得破坏原有完好的防水层和铺装层。
- 6 水泥混凝桥面和混凝土防撞墙的维修宜采用高标号快凝水泥混凝土。




4.2 典型病害


桥面系典型病害有 8 种，具体说明如表4.2.1 所示。

表4.2.1 桥面系典型病害表

序号	病害类型	病害描述	病害图例
1	桥面铺装损坏	桥面铺装层产生的各种各样缺陷和损伤形式。	

2	防撞墙混凝土破损	桥梁防撞墙水泥混凝土受撞击或其他原因导致破损。	
3	伸缩装置损坏更换	伸缩装置损坏、缺失；伸缩缝装置保护带与桥面高差。	
4	伸缩缝内沉积物阻塞	伸缩缝填充物（橡胶条、泡沫等）丢失，垃圾泥土等杂物进入伸缩缝造成伸缩缝阻塞。	
5	声屏障损坏	桥面声屏障局部缺失破损。	

6	天桥雨棚板亚克力板损坏	人行天桥亚克力板断裂破损、变形。	
7	钢管护栏涂装缺陷	钢管护栏表面涂层出现损坏、裂缝起皮或剥落。	
8	钢管护栏损坏	钢管护栏破损变形、或撞断丢失。	
9	防眩板损坏	防眩板丢失或严重破损	

10	桥面泄水孔阻塞	垃圾泥土等杂物进入泄水管造成水管阻塞。	
----	---------	---------------------	--

4.3 维修操作流程

4.3.1 桥面铺装损坏

(1) 铺装层维修（大面积）

步骤	操作流程	图例
1	现场安全文明施工组织 布置施工现场，设置清晰有效的安全标志和设施，安排专员做好交通组织及安全防护工作。	
2	确定处理范围 病害的处治面积一般为沿病害四周向外再扩大 100mm 以上的方形范围（包括周边形成的龟裂、网裂部分）。	


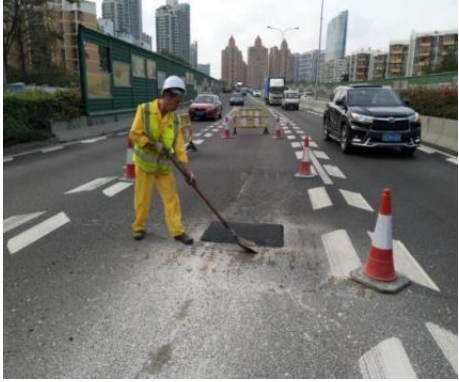
3	<p>铣刨桥面</p> <p>处治范围切割好后，使用铣刨机铣刨，直至坚实稳定的底面。铣刨时，沥青粘结层或封层等一并除去，不留夹层，且保证槽底部平整、槽壁垂直及不松动。深度铣刨视桥面厚度而定，注意不要破坏桥梁防水层。铣刨的废料应装车统一运离现场，不得随意弃于桥面。</p>	
4	<p>清理基底</p> <p>人工清理坑槽内遗留废料，若坑槽潮湿则应吹干再涂洒热沥青。</p>	
5	<p>涂洒粘层油</p> <p>清理完毕后在槽的四壁涂洒一道热沥青（或乳化沥青）粘层油，底部也涂刷一层粘层油，用量为0.6~1.0L/m²左右，使用乳化沥青应充分破乳。注意四壁不得漏涂，底部应尽量涂洒均匀，但不宜过多。</p>	
6	<p>摊铺修补料</p> <p>新混合料使用前应在加热到规定温度。新补沥青混合料修整时，应避免沥青混合料表面粗细集料出现离析。如果表面粗集料过多或相对集中时，应铲除部分粗料，以提高表面混合料的均匀性。调整混合料摊铺厚度，确保混合料修整后比原路面略高。</p>	

7	<p>碾压</p> <p>(1) 沥青混合料修整完后,用振动压路机及时碾压。碾压时应遵循先四边后中心、先静压后振压、前后左右交替碾压的原则,对新老路面接缝处,应骑缝碾压,必要时采用45度斜压。沥青混合料碾压遍数一般为静压1遍,振压3遍,每次碾压的重叠宽度为压路机轮宽的1/3~2/3左右。静压1遍后,马上检查新补路面表面及新老路面接缝处,对于缺料部位,应即刻补充新料或细料进行碾压。禁止在碾压多遍后再补充新料,因为补料难以与碾压后的潮湿路面结合牢固,且外观难看。压实后混合料表面应与原路面平齐;桥面铺装碾压时,应选择合适的压路机碾压,且重型压路机应采用高频低幅的方式碾压。</p> <p>(2) 普通沥青混合料的碾压终了的表面温度不低于70℃,改性沥青混合料的碾压终了的表面温度应不低于90℃。</p>	
8	<p>开放交通</p> <p>桥面铺装层修补完毕,对散落于桥面的垃圾和废料全部清扫干净,运离现场集中堆放。待沥青混合料冷却至温度低于50℃,则撤走桥面安全设施,开放交通。</p>	
<p>注意事项:</p> <p>1、沥青铺装层不得使用水泥混凝土进行修补,且沥青铺装层损坏需要进行修补时,宜采用与原沥青铺装层相同的混合料进行修补。</p>		

(2) 铺装层保养 (局部)

步骤	操作流程	图例
----	------	----




1	<p>现场安全文明施工组织</p> <p>布置施工现场，设置清晰有效的安全标志和设施，安排专员做好交通组织及安全防护工作。</p>	
2	<p>确定处理范围</p> <p>病害的处治面积一般为沿病害四周向外再扩大 100mm 以上的方形范围（包括周边形成的龟裂、网裂部分），且最小面积不应小于 0.04m²。处治范围确定后，用粉笔将处治范围划成方形，线框必须保持与路中线平行或垂直。</p>	
3	<p>切割桥面</p> <p>用切缝机对准已划好的处治范围标线切缝，禁止用铁镐直接进行。切缝时应注意走线顺直，切缝深度视桥面厚度而定，注意不要破坏桥梁防水层。</p>	
4	<p>清理坑槽</p> <p>（1）处治范围切割好后，凿除病害桥面沥青混凝土。凿除的废料应装车统一运离现场，不得随意弃于桥面；</p> <p>（2）先清理掉松散混合料，再将槽内细小松散颗粒吹扫干净，若坑槽潮湿时应吹干再涂洒热沥青。</p>	

5	<p>涂洒粘层油</p> <p>坑槽清理完毕在槽的四壁涂洒一道热沥青（或乳化沥青）粘层油，坑槽底部也涂刷一层粘层油，用量为 0.6~1.0L/m²左右，使用乳化沥青应充分破乳。注意坑槽四壁不得漏涂，坑槽底部则应尽量涂洒均匀，但不宜过多。</p>	
6	<p>摊铺修补料</p> <p>直接将修补料至于坑槽中央，向四周摊铺，并使细料能填充在坑槽边缘，保证坑槽边缘新旧路面接缝在碾压后结合紧密，不渗水。</p>	
7	<p>碾压</p> <p>（1）沥青混合料修整完后，采用小型压路机碾压，碾压时应遵循先四边后中心的原则，对新老路面接缝处，应骑缝碾压；</p> <p>（2）普通沥青混合料的碾压终了的表面温度不低于 70℃，改性沥青混合料的碾压终了的表面温度应不低于 90℃。</p>	
8	<p>开放交通</p> <p>桥面铺装层修补完毕，对散落于桥面的垃圾和废料全部清扫干净，运离现场集中堆放。待沥青混合料表面温度低于 50℃，则撤走路面安全设施，开放交通。</p>	
<p>注意事项：</p> <p>1、沥青铺装层不得使用水泥混凝土进行修补，且沥青铺装层损坏需要进行修补时，宜采用与原沥青铺装层相同的混合料进行修补。</p>		

4.3.2 防撞墙水泥混凝土破损





（1）防撞墙表面脱落损坏修复

步骤	操作流程	正确图例
1	现场安全文明施工组织 布置施工现场，设置清晰有效的安全标志和设施，安排专员做好交通组织及安全防护工作。	
2	确定处理范围 根据现场实际情况，确定防撞墙维修范围。	
3	高压清洗修复面 使用高压水枪，清洗防撞墙表面。	
4	钢筋防锈处理 表面有钢筋裸露的，用钢丝刷刷除钢筋表面的锈蚀部分并做防腐处理。	

5	修补防撞墙 选择高韧性修复砂浆混凝土（ECC）或环氧树脂砂浆进行防撞墙表面维修，利用灰刀涂抹砂浆进行破损修补，涂抹时必须用力挤压，将修补砂浆压入麻点内，使其与混凝土粘结密实。当修补厚度较大时则应分层涂抹，边涂抹边压实找平，保证修补面连接平滑、流畅，修补砂浆初凝前，进行表面抹平收光。	
6	养护 修补部位达到一定强度后，涂刷硅烷基着色剂涂料保护。	
7	开放交通 防撞墙维修完毕，对散落的垃圾和废料全部清扫干净，开放交通。	
注意事项：		

（2）重筑防撞墙

步骤	操作流程	正确图例
1	现场安全文明施工组织 布置施工现场，设置清晰有效的安全标志和设施，安排专员做好交通组织及安全防护工作。	

2	<p>确定处理范围</p> <p>根据现场实际情况，确定防撞墙维修范围。</p>	
3	<p>拆除受损防撞墙混凝土</p> <p>将受撞击破碎的混凝土切割拆除（或凿除）并清运出现场。</p>	
4	<p>绑扎、焊接钢筋</p> <p>按原结构图或施工图绑扎钢筋，与现状钢筋搭接、焊接牢固。</p>	
5	<p>安装模板</p> <p>按原桥面防撞墙结构制作模板，现场安装，安装时保证模板接缝不漏浆，施工时注意预埋泄水管。</p>	

6	<p>浇筑混凝土</p> <p>浇筑的混凝土强度宜与原防撞墙混凝土强度保持一致，及时振捣。</p>	
7	<p>养护并开放交通</p> <p>混凝土浇筑完毕后，应及时围挡养护，待达到一定强度时，进行拆模，并继续养护直至混凝土强度达到要求；防撞墙维修完毕，对散落的垃圾和废料全部清扫干净，开放交通。</p>	
<p>注意事项：</p>		

4.3.3 伸缩装置损坏更换




桥梁在通车营运过程中，由于伸缩装置损坏至一定程度即会引起接缝处出现高差，甚至导致跳车，因此对于损坏的伸缩装置应及时进行修复、更换，以免造成更大的损失。


（1）伸缩装置构件局部维修、更换。伸缩缝装置在损坏初期只是局部构件不能正常工作，虽对行车影响不大，但也应及时维修，更换个别已损坏的部件，以满足伸缩缝装置正常工作的要求。

（2）伸缩装置修复更换。接缝处高差已引起桥面跳车，局部维修更换个别部件已不可能时，即应更换伸缩缝装置。根据对伸缩缝的实际要求，从当前可供使用的伸缩装置中科学地比较、选型，同时结合旧桥伸缩装置更换的特点，伸缩缝装置的类型、伸缩装置适用范围、以往的经验，使用的情况、伸缩缝装置损坏的程度以及施工条件能否

阻车等多方面因素综合考虑，选出适合修复更换的伸缩缝装置进行修复更换。伸缩缝更换的操作流程如下：

步骤	操作流程	正确图例
1	<p>现场安全文明施工组织</p> <p>布置施工现场，设置清晰有效的安全标志和设施，安排专员做好交通组织及安全防护工作。</p>	
2	<p>确定处理范围</p> <p>根据现场实际情况，确定伸缩缝维修范围并划线。</p>	
3	<p>凿除混凝土，拆除旧伸缩缝</p> <p>按照修补范围对混凝土桥面进行切缝，并将安装伸缩缝装置范围内的混凝土凿开，凿除到原设计预留槽尺寸，并将原预留槽凿毛。露出旧伸缩缝和原桥梁固定伸缩缝装置的预埋钢筋，清理废料。断开伸缩缝连接钢筋和桥梁预埋钢筋的连接，注意不能损伤原桥梁预埋钢筋，将伸缩缝装置割断，拆除。</p>	
4	<p>整理预埋钢筋、植筋</p> <p>将槽内的锚固筋理顺、理直，清除干净原有伸缩缝装置后，对原有的锚固筋进行调整。如原有预埋筋损坏严重，根据实际情况和施工规范进行植筋，植筋锚固长度一般为 10d。</p>	

5	<p>清理间隙</p> <p>清除槽内杂物，并凿除松散混凝土。</p>	
6	<p>伸缩装置就位、安装</p> <p>安装时最好选择在合适的温度范围内进行固定伸缩装置的焊接。安装之前对伸缩缝各梁之间间隙进行检查，使之符合设计及规范要求，以备安装。安装时，调整伸缩缝纵横向位置、中心线，一定要保证伸缩缝和桥梁结构缝两者的中心线在一条直线上，并使其顺缝向和垂直缝向的顶面标高与设计的标高一致，然后才可以进行水平钢筋的横向联接。最后在位移箱紧靠边梁的两侧都要焊接钢筋，同时，还可在预埋钢筋上焊接伸缩缝的锚固装置，以此达到伸缩缝不发生移动的目的。</p>	
7	<p>浇筑、振捣混凝土</p> <p>首先在浇筑混凝土之前，一定要在伸缩缝的间隔处，进行泡沫塑料填塞，以防止浇注的混凝土堵死间隙，影响伸缩装置的伸缩，然后才可进行必要模板的安装。检查安装的模板严密无缝以后，再将预留槽清洗干净，便可浇筑混凝土，并振捣密实。</p> <p>浇筑的混凝土强度宜采用不低于C35 标准强度的快凝水泥混凝土；具体流程如下：</p> <p>（1）浇筑</p> <p>浇筑混凝土前，在缝两侧铺上塑料布，保证混凝土不污染路面。并对基层的清理、润湿情况以及钢筋的位置和标高进行全面检查；</p> <p>（2）振捣</p> <p>混凝土及时振捣密实。</p>	

8	<p>养护及开放交通</p> <p>伸缩装置更换完毕，对散落的垃圾和废料全部清扫干净。混凝土应根据现场实际情况及时进行养生；用养生布覆盖洒水养生，待混凝土达到 75%设计强度后（且一般养护时间不少于 48 小时），则撤走桥面安全设施，开放交通。</p>	
<p>注意事项:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1、伸缩缝在安装前一旦碰撞变形，很难修复为合格产品，所以在安装的全过程中，一定要采取保护措施，确保不被碰撞，预制伸缩缝装置到达施工现场后，其存放地点应尽量靠近安装位置，并放置在最少高于地面 30cm 的支撑物上； 2、伸缩缝在安装前要详细检查是否有出厂合格证、使用说明书等，必须经过监理和业主方的验收合格后，才可以安装使用； 3、安装伸缩缝前，槽内杂物必须清理干净，并凿除松散混凝土，确保混凝土浇筑质量； 4、伸缩缝保护带采用水泥混凝土浇筑后，一定要及时洒水养生，防止混凝土出现裂缝。 		

4.3.4 伸缩缝内沉积物阻塞

加强日常养护，用铁钩等工具及时清除阻塞物，使用空气压缩机吹净泥土杂物等，重新注入新的填缝料。

4.3.5 声屏障清洗

步骤	操作流程	正确图例
1	<p>现场安全文明施工组织</p> <p>布置施工现场，设置清晰有效的安全标志和设施，安排专员做好交通组织及安全防护工作。</p>	

2	<p>喷洒清洁液</p> <p>在声屏障上喷洒专门的声屏障清洗溶液。</p>	
3	<p>人工清洁</p> <p>利用加长把手的清洁拖把，从上至下对声屏障进行清洁。</p>	
4	<p>高压冲洗</p> <p>驾驶环卫洒水车，人工手持喷枪，对声屏障进行高压冲洗。</p>	
5	<p>开放交通</p> <p>声屏障清洗完毕后，对散落的垃圾和废料全部清扫干净，开放交通。</p>	
<p>注意事项:</p>		

4.3.6 声屏障损坏

步骤	操作流程	正确图例
1	<p>现场安全文明施工组织</p> <p>布置施工现场，设置清晰有效的安全标志和设施，安排专员做好交通组织及安全防护工作。</p>	
2	<p>确定处理范围</p> <p>根据现场实际情况，确定声屏障维修范围。</p>	
3	<p>拆除破损声屏障单元板</p> <p>将破损声屏障单元板拆除并清运出现场，拆除时应防止物件掉落桥梁外侧。</p>	
4	<p>安装紧固新单元板</p> <p>(1) 在安装声屏障单元之前，须在单元板与基础横梁之间铺设一层橡胶垫，保证不出现漏声现象，并提前将紧固件安装到H型钢立柱的螺栓孔内；</p> <p>(2) 安装时须用配套螺栓吊装单元板（整个过程中严禁用撬棍撬单元板），单元板粗糙面朝向桥梁内侧，用绳子引导至立柱顶端，起吊与引导过程中应平稳，避免大幅度摇晃，待单元板无明显摇晃时插入立柱型腔内，在安装时尽量保证</p>	

	<p>单元板与两立柱腹板的间隙一致，避免出现因倾斜原因导致的卡死现象，当出现卡死情况时严禁莽撞用力下压单元板，应先慢慢调整，待相邻两块单元板齐平且位置摆正后才能下落单元板。在单元板插入立柱之前，应先将一根橡胶条紧贴H 型钢型腔一侧，然后插入单元板；</p> <p>（3）单元板的另一侧用同样的方式紧贴一根橡胶条；</p> <p>（4）拧紧 H 型钢上的紧固螺栓，将角钢、橡胶垫及单元板固定牢靠，达到安装要求，杜绝声屏障单元板与H 型钢之间出现松动现象。</p>	 
5	<p>开放交通</p> <p>声屏障单元板更换完毕后，对散落的垃圾和废料全部清扫干净，开放交通。</p>	
<p>注意事项:</p>		

4.3.7 天桥雨棚损坏





步骤	操作流程	正确图例
1	<p>现场安全文明施工组织</p> <p>布置施工现场，设置清晰有效的安全标志和设施，安排专员做好交通组织及安全防护工作。</p>	

2	<p>确定处理范围</p> <p>根据现场实际情况，确定雨棚亚克力板维修范围。</p>	
3	<p>拆除破损亚克力板</p> <p>将破损亚克力板单元板拆除并清出现场，拆除时应防止物件掉落桥梁外侧。</p>	
4	<p>安装不锈钢扣</p> <p>拉线固定两块亚克力板间的不锈钢扣，钢扣用2个专用自攻钉固定在檩条上，保证钢扣都能较好地固定在檩条上表面上。固定时要保证钢扣平面与将安装的亚克力板边平行，以防止钢扣偏斜伤板。</p>	
5	<p>铺设亚克力板</p> <p>安装完钢扣后，在钢扣两边铺设亚克力板。铺设时要分清亚克力板的顶面和底面，阳光板的双面皆有保护膜，有印刷标志的一面是具有防紫外线的防护表面，铺设时此面务必面向太阳。</p> <p>亚克力板安装完毕，立即揭掉保护膜，如必须继续保护板面，则应先揭掉再重新覆盖，以避免阳光长时间直射，而产生胶转移现象。</p>	

6	<p>安装挡水条</p> <p>亚克力板铺设完毕后，在亚克力板上安装铝制挡水条和挡水板，挡水条与亚克力板之间的缝隙用玻璃胶密封。</p>	
7	<p>安装U 型连接管</p> <p>安装U 形管时需使用橡胶锤敲击使铝U 形管入位，当在两檩条间用橡胶锤敲击铝U 形管时，应用带有软包布的防刻痕的物件在亚克力板下面顶牢。不可用橡胶锤敲击钢扣附近 100mm 范围内的区域，因为有钢扣影响，易损坏亚克力板。</p>	
8	<p>开放交通</p> <p>亚克力板更换完毕后，对散落的垃圾和废料全部清扫干净，开放交通。</p>	
<p>注意事项：</p> <p>1、在亚克力板铺设过程中，施工人员不可直接站在亚克力板上施工。</p>		

4.3.8 钢管护栏涂装缺陷

步骤	操作流程	正确图例
1	<p>现场安全文明施工组织</p> <p>布置施工现场，设置清晰有效的安全标志和设施，安排专员做好交通组织及安全防护工作。</p>	

2	<p>清洗打磨钢管护栏</p> <p>采用电动打磨机、刮刀、铲刀、钢丝刷、粗砂皮等工具除去油污和变色、起皮的油漆涂层，直至牢固的漆层暴露为止。</p>	
3	<p>底漆涂装</p> <p>(1) 刷底漆时涂刷方向应该一致，接槎整齐；</p> <p>(2) 刷漆时应采用勤沾、短刷的原则，做到既涂刷均匀，覆盖完全，又要避免刷子带漆太多而流坠；</p> <p>(3) 底漆涂装后至少需4~8 小时后才能达到表干，表干前不应涂装面漆；</p> <p>(4) 连接摩擦面、需要焊接的部位在规定时间内严禁涂刷涂料。</p>	
4	<p>面漆涂装</p> <p>涂刷面漆时应自上而下，从左至右，先里后外，先斜后直，先难后易，纵横交错的进行。涂刷时要多刷多理，刷油要饱满，不流不坠，光亮均匀，色泽一致。刷后反复检查，以免漏刷，钢结构面漆一般刷二遍成活，如有特殊要求，则按要求完成遍数。</p>	
5	<p>养护</p> <p>(1) 钢管护栏喷漆后 24 小时之内为养护阶段，应加以临时围护隔离，防止踏踩、碰蹭，损伤涂层；</p> <p>(2) 钢管护栏喷漆后，在 4 小时之内如遇有下雨时，应加以覆盖，防止水气影响涂层的附着力；</p> <p>(3) 喷漆后的栏杆勿接触酸类液体，防止损伤涂层。</p>	

6	<p>开放交通</p> <p>钢管护栏表层涂装修补完毕，对散落的垃圾和废料全部清扫干净，开放交通。</p>	
<p>注意事项:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1、喷漆作业气温应在5~38℃之间为宜，当天气温度低于5℃时，应选用相应的低温油漆材料施涂； 2、油漆涂刷应采用水性漆，减少油漆异味对周边环境影响，但水性漆的附着性、耐候性、光洁度均应满足要求。 		

4.3.9 钢管护栏损坏

步骤	操作流程	正确图例
1	<p>做好现场安全文明施工组织</p> <p>布置施工现场，设置清晰有效的安全标志和设施，安排专员做好交通组织及安全防护工作。</p>	
2	<p>确定处理范围</p> <p>根据现场实际情况，确定钢管护栏维修范围。</p>	

3	<p>拆除损坏钢管护栏</p> <p>直接拆除损坏部分，清运离场。</p>	
4	<p>安装新的钢管护栏</p> <p>采用和原护栏同材质、同尺寸的钢管进行安装。</p>	
5	<p>涂刷钢管护栏表面</p> <p>参考 4.3.8 小节中钢管护栏的表面涂装操作流程。</p>	
6	<p>开放交通</p> <p>钢管护栏安装完毕后，对散落的垃圾和废料全部清扫干净，开放交通。</p>	
<p>注意事项:</p>		

4.3.10 防眩板损坏

步骤	操作流程	正确图例
1	现场安全文明施工组织 布置施工现场，设置清晰有效的安全标志和设施，安排专员做好交通组织及安全防护工作。	
2	确定处置范围 根据现场病害情况，确定处置范围。	
3	拆除破损防眩板 拆除破损防眩板，如若连接支架有破损则一并拆除。	
4	安装支架 在防眩板定位点，安装连接钢板支架，要求外形上不得有高低不平和扭曲现象。拧紧膨胀螺栓，要求连接钢板牢固地安装在定位点上。	




5	<p>安装防眩板</p> <p>在连接钢板上安装防眩板，要求防眩板整体与路线线型一致，且高度一致，在同一水平线上，不得出现高低不平的现象，防眩板设置的遮光角、防眩高度、板宽及板的间距应符合交通设施大样图的规定，调整合适后，拧紧防眩板螺栓。在钢护栏上的防眩板用紧固板紧抱波形梁即可。</p>	
6	<p>线形调整</p> <p>施工结束后，再次对防眩板进行线形调整，要求其竖直度、防眩板和顺直度在允许偏差范围内。</p>	
8	<p>开放交通</p> <p>更换完毕后，对散落的垃圾和废料全部清扫干净，运离现场。撤走桥面安全设施，开放交通。</p>	
<p>注意事项:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1、在施工过程中，施工人员要佩戴手套进行施工，以防止损伤构件金属涂层，而影响防眩板外观质量，如果有损伤应及时修补或更换。 2、防眩板在施工过程中，不得损坏中央分隔带上通信管道及护栏等。 3、防眩板单独埋设立柱时，只有在基础混凝土强度达到设计等级后，方可安装上部构件。 4、按要求处理好路段与桥梁上的位置和高度，外形上不得有高低不平和扭曲现象，在普通路段护栏本身表面存在高低不平的现象，应加垫钢板来调整以确保线型。 		

4.3.11 桥面泄水孔堵塞

(1) 桥面泄水孔应完好、畅通、有效； 桥面泄水管、排水槽应完好、通畅，外观整洁美观。

(2) 雨季前后应全面检查、疏通，加大检修频率，出现堵塞、残缺破损应及时疏通或维修更换。

泄水孔疏通的操作流程如下：

步骤	操作流程	正确图例
1	现场安全文明施工组织 布置施工现场，设置清晰有效的安全标志和设施，安排专员做好交通组织及安全防护工作。	
2	确定处置范围 根据现场病害情况，确定处置范围。	
3	打开进水口盖，清理进水口 打开进水口盖，使用根据进水口的底槽尺寸制作相应的工具，清除进水口内的垃圾、淤泥。底槽清捞要彻底不留余泥，刮清进水口的齿板。	

4	<p>疏通排水立管</p> <p>一般采用专用高压冲水车冲疏，冲疏时，在进水口内轻轻插入冲水管，边冲边提拉冲水管，慢慢进入，直至管道畅通。</p>	
5	<p>回放进水口盖</p> <p>疏通结束后，覆盖进水口盖，并须保证其平整、密贴。</p>	
6	<p>开放交通</p> <p>疏通完毕后，对散落的垃圾和废料全部清扫干净，运离现场。撤走桥面安全设施，开放交通。</p>	
注意事项:		

4.4 验收标准

4.4.1 桥面铺装的维修质量验收标准桥面铺装层质量检验应符合下列规定：

表 4.4.1-1 桥面铺装质量检验与验收标准

项目	验收标准	检查数量	检验方法
	桥面铺装层材料的品种、规格、性能、质量应符合设计要求和相关标准规定。	全数检查	检查材料合格证、进场验收记录和质量检验报告。

主控项目	水泥混凝土桥面铺装层的强度和沥青混凝土桥面铺装层的压实度应符合设计要求。	检查数量和检验方法应符合国家现行标准《城镇道路工程施工与质量验收规范》(CJJ1-2008)的有关规定。
一般项目	桥面铺装面层允许偏差应符合表 4.4.1-2~表 4.4.1-3。	
	外观检查应符合表 4.4.1-4 的要求。	

表 4.4.1-2 水泥混凝土桥面铺装面层允许偏差

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

表 4.4.1-3 沥青混凝土桥面铺装面层允许偏差

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

表 4.4.1-4 桥面铺装外观质量要求

质量要求	检查数量	检验方法
水泥混凝土桥面铺装面层表面应坚实、平整，无裂缝，并应有足够的粗糙度；面层伸缩缝应直顺，灌缝应密实。	全数检查	观察
沥青混凝土桥面铺装层表面应坚实、平整，无裂纹、松散、油包、麻面。	全数检查	观察
桥面铺装层与桥头路接茬应紧密、平顺。	全数检查	观察

4.4.2 伸缩缝的维修质量验收标准

表 4.4.2-1 伸缩装置质量检验与验收标准

项目	验收标准	检查数量	检验方法
----	------	------	------

主控项目	伸缩装置的形式和规格必须符合设计要求，缝宽应根据设计规定和安装时的气温进行调整。	全数检查	观察、钢尺量测。
	伸缩装置安装时焊接质量和焊缝长度应符合设计要求和规范规定，焊缝必须牢固，严禁用点焊连接。大型伸缩装置与钢梁连接处的焊缝应做超声波检测。	全数检查	观察、检查焊缝检测报告。
	伸缩装置锚固部位的混凝土类型和强度应符合设计要求，表面应平整，与路面衔接应平顺。	全数检查	观察、检查同条件养护试件强度试验报告。
一般项目	伸缩装置安装允许偏差应符合表 4.4.2-2 的规定。		
	伸缩装置应无渗漏、无变形，伸缩缝应无阻塞。	全数检查	观察

表 4.4.2-2 伸缩装置安装允许偏差

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

4.4.3 声屏障的维修质量验收标准

声屏障维修质量检验应符合下列规定：

表 4.4.3-1 声屏障维修质量检验与验收标准

项目	验收标准	检查数量	检验方法
主控项目	声屏障的降噪效果应符合设计要求。	按环保或设计要求方法检测。	
一般项目	声屏障所用材料与性能应符合设计要求。	每检验批 1 次。	查检验报告和合格证。
	金属声屏障安装应牢固。	全数检查。	观察
	声屏障安装允许偏差应符合表 4.4.3-2 的规定。		

表 4.4.3-2 声屏障安装允许偏差

项目	允许偏差	检验频率		检验方法
		范围	点数	
基线偏位 (mm)	≤ 10	20m	1	用经纬仪和钢尺量
金属立柱中距 (mm)	± 10		1	用钢尺量
立柱垂直度 (mm)	$\leq 0.3\%H$		2	用垂线和钢尺量，顺、横向各 1 点
屏体厚度 (mm)	± 2		1	用游标卡尺量
屏体宽度、高度 (mm)	± 10		1	用钢尺量
镀层厚度 (μm)	\geq 设计值	20m 且不少于 5 处	1	用测厚仪量

4.4.4 钢管护栏维修质量验收标准

(1) 尺寸规格

表 4.4.4-1 钢管护栏维修质量检验与验收标准

项目	规定值或允许偏差	检查方法
横梁板材厚度 (mm)	符合设计	板厚千分尺
立柱板材厚度 (mm)	符合设计	测厚仪、千分尺
(涂) 层厚度 (μm)	符合设计	测厚仪
立柱外边缘距路肩边线距离 (mm)	± 20	直尺
立柱平面容许偏差 (mm)	± 4	钢卷尺
立柱竖直度 (mm/m)	± 3	垂线、直尺
立柱高度容许偏差 (mm/m)	± 5	钢卷尺
横梁中心高度 (mm)	± 5	直尺
横梁平面容许偏差 (mm)	± 4	钢卷尺
护栏顺直度 (mm/m)	± 5	拉线、直尺

(2) 外观鉴定

1) 焊接板材的焊缝应平整，无焊渣、突起。构件表面防腐处理应均匀完整、颜色一致，表面实用光滑，不得有流挂、滴瘤或多于结块。构件表面不得有明显影响外观质量的熔渣、色泽暗淡等缺陷。构件涂层应均匀光滑、连续，无肉眼可分辨的小孔、空间、孔隙、裂缝、脱皮及其他有害缺陷；

2) 直线段护栏不得有明显的凹凸、起伏现象，曲线段护栏应圆滑顺畅，与线形协调一致，中央分隔带开口端头护栏的抛物线应与图纸相符；

3) 立柱、横梁搭接方向正确，搭接平顺，垫圈齐备，螺栓紧固；

4) 横梁和立柱不得现场焊割；

5) 立柱、横梁应安装牢固，其顶部应无明显塌边、变形、开裂等缺陷。

4.4.5 钢管涂装的维修质量验收标准

钢管涂装维修质量检验应符合下列规定：

表 4.4.5-1 钢管涂装维修质量检验与验收标准

项目		验收标准	检查数量	检验方法
主控项目	表面处理	涂装前钢材表面除锈应符合设计要求和国家现行有关标准的规定。处理后的钢材表面不应有焊渣、焊疤、灰尘、油污、水和毛刺等。当设计无要求时，钢材表面除锈等级应符合表 3.4.5-2 的规定。	按构件数抽查 10%，且同类构件不应少于 3 件。	用铲刀检查和用现行国家标准《涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级》GB8923 规定的图片对照观察检查。
	涂层厚度	涂料、涂装遍数、涂层厚度均应符合设计要求。当设计对涂层厚度无要求时，涂层干漆膜总厚度应为 150μm，其允许偏差为-25μm。每遍涂层干漆膜厚度的允许偏差为-5μm。	按构件数抽查 10%，且同类构件不应少于 3 件。	用干漆膜测厚仪检查。每个构件检测 5 处，每处的数值为 3 个相距 50mm 测点涂层干漆膜厚度的平均值。
	表面质量	构件表面不应误涂、漏涂，涂层不应脱皮和返锈等。涂层应均匀、无明显皱皮、流坠、针眼和气泡等。	全数检查	观察检查

一般项目	附着 力测 试	当钢结构处在有腐蚀介质环境或外露且设计有要求时，应进行涂层附着测试，在检测处范围内，当涂层完整程度达到70%以上时，涂层附着力达到合格质量标准的要求。	按构件数抽查1%，且不应少于3件，每件测3处。	按照现行国家标准《漆膜附着力测定法》GB1720或《色漆和清漆、漆膜的划格试验》GB9286执行。
------	---------------	---	-------------------------	---

表 4.4.5-2 各种底漆或防锈漆要求最低的除锈等级

涂料品种	除锈等级
油性酚醛、醇酸等底漆或防锈漆	St2
高氯化聚乙烯、氯化橡胶、氯磺化聚乙烯、环氧树脂、聚氨酯等底漆或防锈漆	Sa2
无机富锌、有机硅、过氯乙烯等底漆	Sa2 $\frac{1}{2}$

4.4.6 防眩板维修质量验收标准

表 4.4.6-1 防眩装置维修质量检验与验收标准

项目	质量要求及允许偏差	检查数量	检测方法
主控项目	防眩装置安装应符合交通设施大样图要求，安装必须牢固、可靠。	全数检查	观察、用钢尺量、用焊缝量规检查、手扳检查、检查施工记录。
一般项目 立管	防眩装置防护涂层厚度应符合设计要求，不得漏涂、剥落，表面不得有气泡、起皱、裂纹、毛刺和翘曲等缺陷。	抽查20%，且同类构件不少于3件。	观察、涂层测厚仪检查。
	防眩板安装应与桥梁线形一致，板间距、遮光角应符合交通设施大样图要求。	全数检查	观察、用角度尺检查。
	防眩装置安装允许偏差应符合表4.4.6-2的规定。		

表 4.4.6-2 防眩装置安装允许偏差

项目	允许偏差	检验频率		检验方法
		范围	点数	
防眩板直顺度（mm）	≤8	每跨侧	1	用20m线和钢尺量
垂直度（mm）	≤5	抽查10%	1	用铅锤测量
立柱中距（mm）	±10	抽查10%	2	用钢尺量
高度（mm）			1	

4.4.7 桥面泄水管维修质量验收标准

- 1、路面纵、横坡的完好、泄水孔通畅，迅速排除桥面上的雨水；
 - 2、导水设施的支撑构件完好，防止由于支撑构件的损坏而影响排水；排水设施和导水设施之间连接可靠，确保排水系统整体的工作性能；
 - 3、立交桥除泄水管排水外，其它地方不得往桥下排水。
- 桥面系泄水管维修质量检验应符合下列规定：

表 4.4.7 桥面系泄水管维修质量检验与验收标准

项目	验收标准	检查数量	检测方法
主控项目	桥面泄水管畅通无阻。	全数检查	观察
一般项目 立管	进水口盖完好无碎裂、缺失，且安放垂直、平整不歪斜，其平面应略低于桥面	全数检查	观察
	桥面泄水口应低于桥面铺装层 10~ 15mm。	全数检查	观察
	泄水管安装应牢固可靠，与铺装层及防水层之间应结合密实，无渗漏现象；金属泄水管应进行防腐处理。	全数检查	观察

5 隧道结构养护

5.1 一般规定

5.1.1 土建结构的养护工作应包括日常巡查、清洁、结构检查与技术状况评定、保养维修和病害处治等内容。

5.1.2 隧道养护产生的垃圾、废渣和废水的处理应符合环保方面的有关规定。

5.1.3 日常巡查应对隧道侧墙、顶板、地面、变形缝以及装饰板是否处在正常工作状态、是否妨碍交通安全等进行检查，包括下列内容：

- 1、隧道结构是否存在大范围开裂、砌体断裂、脱落等现象。
- 2、隧道变形缝是否存在开裂、明显变形、掉块等现象。
- 3、是否存在地下水大规模涌流、喷射，地面出现涌泥沙或大面积严重积水等威胁交通安全的现象。
- 4、隧道地面是否存在散落物、严重隆起、错台、断裂等现象。
- 5、隧道顶板预埋件和悬吊件是否存在断裂、变形或脱落等现象。

5.1.4 日常巡查频率宜不少于1次/d，雨季、冰冻季节和极端天气，应增加日常巡查的频率。

5.1.5 日常巡查中，发现地面有妨碍通行的障碍物或其他异常情况时，应视情况予以清除或报告，并做好记录。记录方式可以文字记录为主，并配合照相或摄像手段辅助。

5.1.6 隧道清洁应综合考虑地道养交通组成、结构物脏污程度、清洁方式及效率和环境条件等因素确定清洁方案和频率。

5.1.7 隧道内路面清洁应满足下列要求：

- 1、应保持干净、整洁，两侧边沟不应有残留垃圾等物品。
- 2、清扫时应防止产生扬尘。
- 3、地面被油类物质或其他化学品污染时，应采取措施清除。

5.1.8 隧道的顶板、内装饰、侧墙和洞门清洁应满足下列要求:

- 1、应保持干净、整洁，无污垢、污染、油污和痕迹。
- 2、采用湿法清洁时，应防止路面积水和结冰，并应注意保护隧道内机电设施的安全，防止水渗入设施内。清洗用的清洁剂，可根据实际效果选择确定，宜选用中性清洁剂。清洁剂应冲洗干净。
- 3、采用干法清洁时，应避免损伤顶板、内装饰和侧墙，以及隧道内机电设施。清洁时应采取必要的降尘措施。对不能去除的污垢，可用清洁剂进行局部特别处理。
- 4、隧道内没有顶板和内装饰时，应根据需要对侧墙混凝土进行清洁。

5.1.9 隧道排水设施应按下列规定进行清理和疏通:

- 1、应保持无淤积、排水通畅。
 - 2、在汛前、汛中和汛后以及极端降水天气后，应对排水设施进行检查和清理疏通。
- 在冰冻季节，应增加排水沟的清理频率。
- 3、对于纵坡较小的地道，应增加清理和疏通的频率;对于集水坑和沉沙池，应将其底部沉积物清除干净。

5.1.10 隧道的标志、标线和轮廓标清洁应满足下列要求:

- 1、应保持完整、清晰、醒目。

2、当标志、标线和轮廓标表面有污秽，影响其辨认性能时，应及时进行清洗。清洗标志、标线和轮廓标时，应避免损伤其表面覆膜或涂层等。

5.1.11 隧道横通道应定期清除杂物和积水。

5.1.12 检修道及风道等辅助通道应定期清除可能损伤通风设施或影响通风效果的异物。


5.1.13 土建结构检查应满足下列要求:

- 1、应对土建结构的外观状况进行一般性定性检查。
- 2、应按规定频率对土建结构的技术状况进行全面检查。
- 3、应在隧道遭遇自然灾害、发生交通事故或出现其他异常事件后对遭受影响的结构进行详细检查。
- 4、应根据检查的结果，对于需要进一步查明缺损或病害的详细情况的隧道，进行更深入的专门检测、分析等工作。

5.2 典型病害

隧道结构的典型病害有 3 种，具体说明如表 5.2.1 所示。

表 5.2.1 桥梁上部结构典型病害表

序号	病害类型	病害描述	病害图例
1	衬砌渗漏水	地下水通过衬砌的薄弱处渗漏入洞内，使衬砌腐蚀、风化及洞内设备锈蚀；寒冷地区的洞内会有挂冰、冰柱及冰锥等出现，使衬砌及洞内设备被冻融破坏。	

2	衬砌冻害	冰冻可能导致衬砌冻融破坏，围岩冻胀引起衬砌变形开裂。	
3	衬砌裂损	按裂缝的成因，可分为结构性或非结构性裂缝。前者表示结构整体和局部的稳定和安全因素已受影响,其原因可能是设计不当,施工质量差或其他未预料到的事故。非结构性裂缝的成因，如温度收缩、干缩等。结构性裂缝按其受力性质可分为压裂、拉裂和剪裂性裂缝。	

5.3 维修操作流程

5.3.1 一般规定

隧道病害处治施工前，应先对病害部位进行处理，凿除劣化及松动混凝土，保证基面平整、干燥、清洁。

5.3.2 衬砌渗漏水

5.3.2.1 渗漏水处治施工应按先拱后墙的顺序进行，并减少破坏原有结构和防水层。

5.3.2.2 渗漏水处治施工前，应先清除原衬砌表面的附着物及衬砌劣化部分，清除范围应比处治范围增大100mm~200mm。

5.3.2.3 渗漏水处治过程中应及时检查处治效果，不满足要求时应采取补救措施。

5.3.2.4 凿槽埋管引排：

1、对衬砌施工缝、变形缝、裂缝渗漏水，采用凿槽埋管引排的方式进行处治；

2、将渗漏水裂缝周围混凝土表面清洗干净，除去原表面泛碱、尘土、薄膜、油漆、表面涂层及其它杂物，并铲除疏松、空鼓和蜂窝结构；

3、沿渗漏水裂缝处开凿倒梯形槽，嵌入半圆管并接入排水沟内。凿槽采用机械开槽，半圆管采用铝合金管卡固定，管卡两端用钢钉固定在槽中；

4、沿半圆管两侧用膨胀止水条封堵凿槽凹凸不平缝隙，用堵漏剂填实半圆管周围；

5、倒梯形槽其余空间用聚合物水泥砂浆充填实；倒梯形槽两侧各100mm 范围内环向涂刷两层厚1mm~2mm 高效防水剂。

5.3.2.5 明装接水盒：

1、对衬砌施工缝、变形缝、裂缝渗漏水严重，凿槽埋管施工困难的段落，采用明接不锈钢排水盒的方式进行处治；

2、将渗漏水部位进行表面清理，确保清理后的衬砌表面平整、洁净，安装时渗漏水部位应位于接水盒中间位置；

3、涂刷密封胶粘铺不锈钢接水盒两翼，采用螺钉固定接水盒，做到接水盒与衬砌接触面平顺、密封；

4、接水盒的搭接处应确保接水盒的搭接长度不小于100mm，并且下侧的接水盒包住上侧的接水盒，使水不能从接水盒漏出。

5.3.2.6 增打泄水孔：

1、对边墙部位严重渗漏水段落，采用在边墙钻孔引排的方式对该区域进行疏排；

2、钻孔内置排水管，沿钻孔部位在边墙凿槽埋管，然后在电缆沟、边沟设置排水通道将水引排至中央排水管。

5.3.2.7 衬砌防水涂层：

1、对隧道衬砌表面出现的大面积浸渍，在没有明水流出的情况下，采用衬砌表面施作防水涂层进行处治；

2、基面检查与处理，处理混凝土基面缺陷，做到无浮浆，无油污；

3、基面湿润，充分湿润待施工基面，需湿润12 小时以上；

4、防水涂层大面积作业采用喷涂，局部涂刷时需专用尼龙刷；

5、防水涂层采用纵横来回、分层涂刷，保证凹凸处均可涂刷到位。分层涂刷时，若第一涂层已干，则应先洒水湿润后再进行第二层的涂刷；天气炎热时，应在早晚时进行施工，防止防水涂层过快干燥影响渗透；

6、在防水涂层表面干燥后及时进行喷水养护，采用喷雾式洒水或无冲击力的水流养护，养护时间应满足设计要求及防水涂层要求，养护期间应避免磕碰。

5.3.3 衬砌冻害

5.3.3.1 隧道冻害处治措施主要包括表面铺设保温层、中间铺设隔温层、保温排水沟、保温出水口及电伴热供热法防冻等。

5.3.3.2 隧道防冻保温层施工前，应先检查隧道二次衬砌表面的平整度和渗漏水情况，清除衬砌表面污物，保证二衬表面无浮尘、油污、空鼓及翘边等现象，基层干燥、坚实、平整；对渗漏水部位进行防水处理，保证二衬表面平顺、干燥，才能安装保温材料。

5.3.3.3 表面铺设保温层：

1、 衬砌保温层设置在二次衬砌表面，应便于安装和维护，且符合防火要求；

2、 衬砌保温层施工前应进行专项试验，试验内容包括：材料的隔热效果、耐久性、耐高温性能、设置厚度、长度及施工工艺等；

3、 按照待安装保温板的尺寸，在二次衬砌表面定位、放线、打眼，并安装螺栓；

4、 龙骨采用热镀锌型钢材料，并沿隧道纵向进行固定；

5、 将保温板填装在龙骨U 形槽内，保温板之间连接紧密，相邻两环保温板之间按错峰设置；

6、 将防火板锚固在龙骨框架上，防火板之间留伸缩缝；用专用腻子及网带将防火板之间缝隙密封，然后将嵌缝处打磨平整；

7、 整个施作面要保持圆顺、平整、牢固。

5.3.3.4 中间铺设保温层：

1、 在隧道衬砌表面铺设防排水板和透水管，采用涂胶粘贴的方法将防水板黏结到衬砌表面。施工时从拱顶向两侧黏结，最后黏结墙角和仰拱部位，防水板与衬砌混凝土表面粘贴牢固；

2、 防排水板表面铺设保温层，在保温板和防水板上均匀涂抹树脂胶，并将保温板平整地粘贴在防水板上，拼装平顺，采用骨架钢筋进行固定，使其粘贴牢固。在保温板侧面均匀涂抹胶黏剂，使保温板间接缝黏结紧密；

3、 在保温层外侧再施作一层防水板，施工方法同第一层防水板；

4、 外侧立模浇筑衬砌混凝土。

5.3.3.5 保温排水沟：

1、 在排水沟上部设双层盖板，在上下两层盖板之间充填保温材料，保温层厚度应满足设计要求；

2、保温材料可采用矿渣、沥青玻璃棉、矿渣棉、泡沫塑料等，并设置防潮措施；

3、 将保温材料定期进行翻晒；

4、渗漏水地段应将水沟盖板用水泥砂浆勾缝或沥青涂抹，以防漏水渗入保温材料。

5.3.3.6 保温出水口：

1、 选择背风、朝阳、排水通畅的位置设置保温出水口；

2、出水口处地形较陡时，宜采用端墙式；地势平坦宜采用掩埋保温圆包头式；

3、 宜尽可能提高排水管的排水坡度；

4、表面采用沥青涂黑或采用稻草等覆盖；

5、出水口管外侧铺设岩棉保温层，并确保岩棉保温层不浸水。

5.3.3.7 电伴热供热法防冻：

1、 对于严寒地区的隧道冻害处治，可采用伴热电缆与保温层相结合的方式；

2、清污、打磨，清除隧道伴热电缆铺设范围内衬砌表面上的浮尘、油污、尖锐凸起，错台较大

处应打磨，保证铺设面干净、圆顺；

3、 布置加热电缆，以每模衬砌为一个独立单元布设加热电缆，相邻两模衬砌采用一个控制子系统，各子系统并联成总系统；

4、埋设测温元件，按照一定间距钻孔布置测温元件，根据测温结果增大或调小发热电缆功率；

5、 依次按照保温板和外保护层，保温板的固定采用扁钢环向布置，再用螺栓分别固定；

6、 最后进行装饰及抹面处理。

5.3.4 衬砌裂损

5.3.4.1 衬砌混凝土外观质量缺陷主要包括混凝土表面缺损（麻面、露筋、蜂窝、孔洞、剥落掉角）和混凝土裂缝。

5.3.4.2 混凝土表面缺损处治可采用水泥砂浆及混凝土修补，混凝土裂缝处治可采用裂缝表面封闭或裂缝注胶。

5.3.4.3 混凝土表面缺损修补

5.3.4.3.1 水泥砂浆适用于衬砌混凝土表面蜂窝、麻面、剥落、露筋等小面积的缺陷修补。水泥砂浆等补材料的性能应符合GB 50367 的相关规定。

5.3.4.3.2 用混凝土进行缺陷修补时，应采用比原结构强度等级高一级的混凝土，混凝土施工技术要求应符合JTG/T 3660 的相关规定。

5.3.4.3.3 水泥砂浆及混凝土修补施工工艺：

1、 将缺损部位的混凝土凿除。凿除时，禁止使用冲击力较大的设备，以确保结构钢筋和相邻混凝土不受损伤；缺损部位的混凝土应清除至坚实的基层混凝土，凿除区域应凿成矩形或方波型，且必须凿出新鲜混凝土骨料；

2、 对于锈蚀的钢筋，清除表层锈迹，并喷涂钢筋阻锈剂；对锈蚀严重的部位按上述方法处理后再局部加筋补强；

3、 将缺损部位清扫干净并保持混凝土的干燥，然后使用拌和好的砂浆及混凝土对缺陷区域进行填充抹平修补。

5.3.4.3.4 修补部位的砂浆及混凝土终凝前，需采取保护措施并及时养护。

5.3.4.4 混凝土裂缝修补

5.3.4.4.1 裂缝修补方法及所采用材料的性能规格应符合相关技术规范的规定并满足设计要求。

5.3.4.4.2 裂缝表面封闭施工工艺：

1、 对混凝土表面进行处理，清除松散灰浆、砂砾、油垢，混凝土表面保持干净，并使裂缝处于干燥状态；

2、 使用裂缝封闭胶进行封缝。封缝宽度不应小于5cm，且封闭胶表面平整、无毛刺。

5.3.4.4.3 裂缝注胶施工工艺：

1、 沿裂缝走向打磨出宽度5cm 的混凝土裂缝走向带，露出坚实的混凝土面和清晰的裂缝纹路，并清除表面浮尘和油污；

2、 根据裂缝情况和设计要求，标记和埋设注胶嘴和排气嘴。在裂缝变宽处、交错处、端处、裂缝贯穿处等部位必须设置注胶嘴，相邻注胶嘴间距宜为20cm~40cm；

3、 采用裂缝封闭胶进行封缝，封缝须严密。密封完毕后，封闭胶自然固化的过程中要注意防水；

4、 胶体固化后，沿裂缝周测涂一层肥皂水，从注胶嘴向缝中通压缩空气，若无冒泡表示封缝效果良好；其他嘴口若有气流，说明注胶嘴间裂缝畅通；

5、 在每一个注胶嘴处各安装一个独立的低压渗透注胶器，其注胶压力控制在0.1MPa~0.4MPa 为宜。注胶结束后应先堵塞排气嘴然后拆除注胶器并对其进行清理，封堵注胶嘴，防止胶液溢流；

6、 裂缝内胶液达到初凝不外流时，拆下注胶嘴等设施，用裂缝封闭胶将原注胶嘴处修补抹平。

5.4 验收标准

5.4.1 凿槽埋管引排、明装接水盒、增大泄水孔、衬砌防水涂层等隧道渗漏水处治及验收实测项目应符合下表的要求。

表 9 隧道渗漏水处治及验收实测项目

检查项目		规定值或允许偏差	检查方法和频率
排水管、接水盒、防水涂料		符合设计要求	检验出厂合格证、质量检验报告、试验报告等
凿槽埋管引排	开槽尺寸、质量	符合设计要求	观察、尺量
	设置位置	符合设计要求	观察、尺量
明装接水盒	安装位置、质量	符合设计要求	观察、尺量
衬砌防水涂层	厚度	平均厚度应符合设计要求,最小厚度不得小于设计值的85%	观察法、针测法或尺量
	防水涂层与基层黏结	符合设计要求	基面处理、防水层涂刷满足要求

5.4.2 表面铺设保温层、中间铺设隔温层、保温排水沟、保温出水口及电伴热供热法防冻等隧道冻害处治及验收实测项目应符合下表的要求。

混凝土裂缝表面封闭、裂缝注胶处治及验收实测项目

检查项目		规定值或允许偏差	检验频率	检验方法
防冻保温层设置	保温层厚度 (mm)	+6	插针法: 每1m ² 检查1处	钢针、钢尺
	保温层长度 (mm)	符合设计要求	尺量: 每50m检查1处	
搭接长度 (mm)		≥100	尺量: 每5环搭接抽查3处	钢尺
缝宽 (mm)	焊接	焊缝宽≥10	尺量: 每5环搭接抽查3处	钢尺
	粘接	粘缝宽≥10		
固定点间距 (m)		符合设计要求	尺量: 每20m检查3处	钢尺
焊缝密实性		符合设计要求	充气法: 每20m检查1处焊缝	气泵
龙骨安装偏差 (mm)		≤5	尺量: 每樘检查1处	钢尺

5.4.3 混凝土裂缝表面封闭、裂缝注胶处治及验收实测项目应符合下表的要求。

混凝土裂缝表面封闭、裂缝注胶处治及验收实测项目

检查项目	规定值或允许偏差	检验频率	检验方法
表面封闭涂敷厚度 (μm)	平均厚度 \geq 设计厚度, 80%点的厚度 $>$ 设计厚度, 最小厚度 $\geq 80\%$ 设计厚度	每100m ² 测10点, 且不少于10点, 7d后检查	测厚仪
注胶嘴间距 (mm)	符合设计要求	尺量: 抽查10%	钢尺
注胶压力 (MPa)	符合设计要求	压力表读数: 全部	压力表
停胶后持压时间 (min)	符合设计要求	计时器: 全部	计时器
注胶饱满程度	饱满	观察芯样、压力机: 按设计规定, 设计未规定时每检验批取3~5个芯样	压力机
劈裂抗拉强度 (MPa)	符合设计要求		

5.4.4 混凝土表面缺损修补处治及验收实测项目应符合下表的要求。

混凝土表面缺损修补处治及验收实测项目

检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
混凝土或砂浆强度 (MPa)	符合设计要求	抗压强度试验
保护层厚度 (mm)	+8, -5	钢筋检测仪: 抽查30%, 每处测3~5点
大面积平整度 (mm)	≤ 5	2m直尺: 每处测2尺
注: 大面积平整度仅当修补面积大于5m ² 时进行检查。		