

TJG

天津市公路工程建设标准

TJG H1103-2023

公路桥梁预防养护技术规范

Technical Code for Preventive maintenance of Highway Bridges

2023-12-01 发布

2024-01-01 实施

天津市交通运输委员会发布

天津市公路工程建设标准

公路桥梁预防养护技术规范

Technical Code for Preventive maintenance of Highway Bridges

TJG H1103-2023

主编单位：天津市公路事业发展服务中心

天津公路工程设计研究院有限公司

批准部门：天津市交通运输委员会

实施日期：2023 年 12 月 01 日

前 言

根据天津市交通运输委员会《关于下达 2021 年天津市公路工程建设标准制修订工作任务计划（第一批）的通知》（津交发[2021]163 号）的要求，由天津市公路事业发展服务中心和天津公路工程设计研究院有限公司共同承担《公路桥梁预防养护规范》（2021-G13）的制定工作。

编制组经广泛调研、开展专题研究，借鉴国内外先进科研成果，参考国内现行标准，并在广泛征求意见的基础上，完成了本规范的编制。

本规范包含 5 章 2 个附录，分别是总则、术语、基本规定、桥梁材料性能预防养护、桥梁结构性能预防养护、附录 A 桥梁预防养护流程图、附录 B 预防养护常用措施技术要求。

本规范由曾水泉、马洪福负责起草第 1 章，王婷负责起草第 2 章，王婷、邹桂生、焦晓磊、王雷、刘国慧、朱凯、刘国辉、王莲香、陈鸣负责起草第 3 章及附录 A、附录 B，崔克让、刘焱、张军、王萍负责起草第 4 章，温德轶、付治强、杨世强、郭津、林时金、李琳负责起草第 5 章。

本规范由天津公路工程设计研究院有限公司负责具体技术内容的解释。请各有关单位在执行过程中，将发现的问题和意见，函告本规范日常管理组，联系人：邹桂生（地址：天津市河东区东兴路 218 号；邮编：300170；E-mail: happyzgs@163.com），以便修订时参考。

主 编 单 位：天津市公路事业发展服务中心

天津公路工程设计研究院有限公司

主 编：王 婷 曾水泉 邹桂生 焦晓磊

主要参编人员：马洪福 王 雷 刘国慧 朱 凯 刘国辉 王莲香 陈 鸣

崔克让 刘 焱 张 军 王 萍 温德轶 付治强 杨世强

郭 津 林时金 李 琳

主 审：杨永前

参加审查人员：程 锦 肖成志 高 翔 汤洪雁

目 次

1 总则..... - 1 -

2 术语..... - 2 -

3 基本规定..... - 3 -

 3.1 一般规定..... - 3 -

 3.2 构件材料性能预防养护..... - 3 -

 3.3 构件结构性能预防养护..... - 3 -

4 桥梁材料性能预防养护..... - 5 -

 4.1 一般规定..... - 5 -

 4.2 混凝土材料性能预防养护..... - 5 -

 4.3 钢材料性能预防养护..... - 6 -

5 桥梁结构性能预防养护..... - 8 -

 5.1 一般规定..... - 8 -

 5.2 桥面系预防养护..... - 8 -

 5.3 上部结构预防养护..... - 9 -

 5.4 下部结构预防养护..... - 10 -

附录 A 桥梁预防养护流程..... - 11 -

附录 B 预防养护常用措施技术要求..... - 12 -

本规范用词说明..... - 39 -

1 总则

1.0.1 为有序开展公路桥梁预防养护，规范公路桥梁预防养护技术，降低桥梁全寿命周期养护成本，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于天津市行政区域内国道、省道公路梁式桥预防养护，其他桥梁可参照执行。

1.0.3 桥梁预防养护应坚持“治早治小，及时主动”的原则，以材料性能和结构性能为重点，保持桥梁处于良好的技术状况。

1.0.4 桥梁预防养护应符合安全、耐久、适用、经济、绿色、环保要求。

1.0.5 在满足安全、耐久和使用功能的条件下，鼓励采用新技术、新材料、新工艺、新产品等，但应经技术论证可行后方可使用。

1.0.6 公路桥梁预防养护，除应符合本规范的规定外，尚应符合国家和行业现行有关标准的规定。

2 术语

2.0.1 桥梁预防养护 bridge preventive maintenance

桥梁预防养护是指桥梁整体性能现状良好，但有轻微病害，为延缓性能过快衰减、保证桥梁预期使用寿命而预先采取的主动防护工程（即除了日常保养和维修加固外，防止结构快速退化的养护措施）。

2.0.2 桥梁修复养护 bridge repair and maintenance

针对桥梁承载力不足进行的结构性补强、加固或因桥梁各构件、各部件功能性损害进行的桥梁养护工作。

2.0.3 全寿命周期养护成本 life cycle maintenance cost

桥梁运营期内所发生的各项养护费用总和。

2.0.4 桥梁构件 bridge member

组成桥梁结构的最小单元，如一片梁、一个桥墩等。

2.0.5 桥梁技术状况 bridge technical condition

桥梁结构各构件的综合技术指标，反映桥梁结构的完好程度、安全程度及使用功能的完善程度。

2.0.6 耐久性评定 durability inspection and evaluation

为检验公路桥梁结构构件在未来使用过程中的耐久性而开展的系列工作。

2.0.7 最佳养护时机 optimum curing time

为得到最大的效益费用比，对桥梁结构在合适的时间点采用合适的预防养护措施。

3 基本规定

3.1 一般规定

3.1.1 桥梁养护管理单位应按照现行《公路桥涵养护规范》（JTG 5120）的规定开展桥梁检查，检查项目、方法、内容、周期及对病害描述应符合现行《公路桥涵养护规范》（JTG 5120）的要求。

3.1.2 桥梁养护管理单位应按照现行《公路桥梁技术状况评定标准》（JTG/T H21）的要求进行桥梁技术状况评定，提出养护措施。

3.1.3 实施预防养护的桥梁应依据桥梁技术状况评定结果进行筛选，对适合预防养护的病害制定预防养护方案和措施，工作流程可参考附录 A。

3.1.4 桥梁预防养护应先处理已有病害，再采取措施预防可预见病害产生，保证桥梁结构的耐久性。

3.1.5 数量较多构件存在同类病害的桥梁宜集中组织实施预防养护。

3.2 构件材料性能预防养护

3.2.1 构件材料性能预防养护的实施应按下列规定执行：

- 1 环境作用等级在中度及以上区域桥梁构件宜进行预防养护；
- 2 可能导致预应力筋材锈蚀的病害应进行预防养护；
- 3 耐久性评定等级为Ⅱ级，宜进行预防养护；
- 4 耐久性评定等级为Ⅲ级，应进行预防养护。

3.2.2 碳化、氯盐环境、硫酸盐腐蚀、冻融、磨蚀等作用应按现行《公路桥梁耐久性检测评定规程》（JTG/T 3310）进行专项评估，根据评估结果进行预防养护。

3.3 构件结构性能预防养护

3.3.1 构件结构性能出现病害后，可能导致结构性能快速退化，则其预防最佳养

护时机应按下列规定执行：

- 1 构件技术状况评定等级为 2 类，宜进行预防养护；
- 2 构件技术状况评定等级为 3 类，应进行预防养护。

3.3.2 经评估结构病害继续发展将导致结构抗力、刚度、横向整体性和基础变位等性能快速退化，则应立即进行预防养护。

4 桥梁材料性能预防养护

4.1 一般规定

1 桥梁所处环境作用等级按现行《公路工程混凝土结构耐久性设计规范》(JTG/T 3310) 评定为 D 级及以上时, 应评估其耐久性, 并及时开展预防养护。

2 影响材料耐久性的病害应进行评估, 立即开展预防养护。

4.2 混凝土材料性能预防养护

4.2.1 混凝土构件表面存在蜂窝麻面、空洞孔洞、剥落露筋和表面裂缝等外观质量缺陷的, 对蜂窝麻面、空洞孔洞和剥落露筋应进行修复, 累计保护层缺损面积大于 5%, 应对整体构件表面进行薄层修复; 宽度小于 0.1mm 的裂缝宜进行表面防护, 对宽度大于等于 0.1mm 的裂缝应进行灌封处理。

4.2.2 混凝土构件因箍筋锈蚀剥落的, 或局部主筋锈蚀剥落的、且控制截面出现锈蚀剥落的主筋数量不大于 5%, 应对锈蚀钢筋除锈, 修复混凝土强度比构件混凝土高一等级。

4.2.3 混凝土构件表面出现水侵或泛白现象, 宜清除表面析出物修复, 并对构件表面涂刷防水涂层。

4.2.4 一般大气环境混凝土碳化导致钢筋锈蚀的预防养护, 应符合下列规定:

1 当混凝土碳化深度超过保护层厚度的 1/2 且碳化前沿距离钢筋表面大于 10mm 时, 宜采用表面防护涂层或表面薄层替换等措施进行防护;

2 当混凝土碳化前沿距离钢筋表面不足 10mm 或超过钢筋保护层厚度、但钢筋未出现明显锈蚀时, 宜对保护层混凝土进行再碱化, 并涂刷渗透型钢筋阻锈剂。

4.2.5 海洋和近海氯化物环境氯盐腐蚀导致钢筋锈蚀的预防养护, 应符合下列规定:

1 当混凝土中临界氯离子浓度侵蚀深度超过保护层厚度的 1/2 且距离钢筋表面

大于 10mm 时, 宜采用表面防护涂层或增加防护薄层等措施进行预防养护;

2 当混凝土中临界氯离子浓度侵蚀深度距离钢筋表面不足 10mm、且钢筋未出现明显锈蚀时, 宜对保护层混凝土进行电化学除盐, 并涂刷渗透型钢筋阻锈剂。

4.2.6 硫酸盐腐蚀环境混凝土构件预防养护, 应符合下列规定:

1 当构件表面存在白色析出物时, 应清除构件表面附着的析出物, 并涂刷防护涂层等措施进行防护;

2 当构件表面局部有起砂脱落时, 应清除构件表面松散物质, 进行表面薄层修复, 并涂刷环氧树脂或防护涂层进行防护;

3 当构件表面有露石现象、且面积不大于遭受侵蚀面积的 10%时, 应进行预防养护; 宜清除松散露石, 采用比原构件混凝土高一个强度等级的细石混凝土或砂浆进行修补, 并对构件表面涂刷防护涂层等措施进行防护。

4.2.7 冻融环境混凝土构件的预防养护, 应符合下列规定:

1 当构件表面存在灰浆掉皮、起砂时, 应清除构件表面的松散砂浆修复, 并涂刷环氧树脂或防护涂层等进行防护;

2 当构件表面有露石、且露石面积不大于构件遭受冻融面积的 30%时, 宜清除松散砂浆和露石, 采用比原构件混凝土高一个强度等级的细石混凝土或砂浆进行修补, 并对构件表面涂刷防护涂层等进行防护;

3 对于受冻雨影响突出的构件, 应进行表面防护, 防止混凝土快速劣化。

4.3 钢材料性能预防养护

4.3.1 钢构件涂层劣化等级评定为 2 级时或 3 级时, 宜进行预防养护; 钢构件出现较多锈点、锈迹的, 应清除原涂层, 更换新涂层。

4.3.2 构件表面有较多点蚀, 氧化皮、油漆层因锈蚀而部分剥落或可以刮除, 局部有锈蚀成洞现象, 且表观锈蚀累计面积不大于构件面积 15%的, 应进行预防养护; 应清除钢构件发生锈蚀部位的涂层, 重新涂刷涂层。

4.3.3 涂层有气泡和流挂现象, 单处流挂面积大于 900mm², 累计面积之和大于构件涂层面积 1%的, 应清除锈迹部位原涂层, 重新涂刷。

4.3.4 钢构件存在漏涂和误涂, 应进行预防养护; 漏涂的钢构件应立即进行补涂;

误涂的钢构件应清除原涂层，重新正确涂刷。

4.3.5 预应力钢束发现压浆不密实或体外束外防护出现破损的，应立即采取防护措施，避免出现应力腐蚀。

5 桥梁结构性能预防养护

5.1 一般规定

5.1.1 应按现行《公路桥梁技术状况评定标准》(JTG/T H21) 评估其主要构件性能, 当结构性能出现快速退化迹象时应及时开展预防养护。

5.1.2 预防养护常用措施技术要求见附录 B。

5.2 桥面系预防养护

桥面系预防养护方案, 如下表 5.2.1 所示:

表 5.2.1 桥面系常见病害预防养护方案

桥梁构件	病害特征		预防养护方案
桥面铺装	混凝土铺装	开裂	表面封闭法, 局部凿除修复
		磨光、脱皮	刻槽或铣刨
		露骨、剥落、坑洞	修补表面缺陷, 局部凿除修复
	沥青铺装	开裂	表面封闭法, 局部凿除修复
		泛油、轻度车辙	薄层沥青加铺、稀浆封层、微表处
		松散、坑槽	局部凿除修复
伸缩装置	伸缩装置混凝土破损		局部凿除修复
	橡胶条老化、破损、脱落、渗水、漏水		更换或加长橡胶条
防撞护栏、设施带及栏杆	结构表面污垢、腐蚀		清除结构表面污垢, 防腐涂装
	构件缺失		增设补齐
	构件破损		修复或更换
	护栏开裂	裂缝宽度 $<0.1\text{mm}$	表面封闭法(环氧树脂胶)
		裂缝宽度 $\geq 0.1\text{mm}$	压力注浆法(环氧树脂胶)
	混凝土护栏剥落		修补表面缺陷, 局部凿除修复
	钢护栏和外露钢构件脱焊、锈蚀		加固焊接, 定期除锈并涂刷防锈涂层
	泄水管、排水管破损		修复或更换
桥面排水	桥面积水		增设泄水管或排水管
	泄水管下口出露长度不足		接长
	泄水管周围渗漏水		封堵严密, 涂刷混凝土抗渗封闭涂层

5.3 上部结构预防养护

桥梁上部结构预防养护方案如下表 5.3.1 所示：

表 5.3.1 桥梁上部结构常见病害预防养护方案

桥梁构件	病害特征		预防养护方案
混凝土桥梁	结构表面污垢，涂装损坏		清除结构表面污垢，防腐涂装
	裂缝	裂缝宽度 $<0.1\text{mm}$	表面封闭法（环氧树脂胶）
		裂缝宽度 $\geq 0.1\text{mm}$	压力注浆法（环氧树脂胶）
	蜂窝、麻面、风化、剥落、掉块、孔洞		修补表面缺陷（聚合物水泥砂浆），防腐涂装
	钢筋外露、锈蚀		清除钢筋锈迹，喷涂阻锈剂，修复结构表面（聚合物水泥砂浆）
	渗水、漏水、白华		打孔引排，清除表面白华，涂刷混凝土防腐抗渗封闭涂层
	混凝土碳化且保护层厚度不足		表面涂层防护（聚合物水泥砂浆），防腐涂装
	铰缝底部勾缝脱落		清除缝内杂物，重新勾缝（聚合物水泥砂浆），引排缝内积水
	箱梁通气孔堵塞		疏通或补设通气孔
	箱梁内积水		打孔引排
	砌缝、灰缝脱落		清除缝内杂物，重新勾缝（聚合物水泥砂浆）
钢结构桥梁	涂层劣化		涂层修补
	钢材锈蚀		除锈、喷涂防锈防腐涂层
支座	橡胶支座开裂		裂缝表面封闭
	板式支座	局部脱空	加垫钢板
		偏位、偏压、剪切变形过大	恢复支座受力要求
		开裂、外鼓	更换支座
	盆式支座	限位装置未拆除	拆除限位装置
		固定螺栓剪断	更换固定螺栓或支座
		活动方向不正确	调整活动方向
		防尘罩破损	修复或更换防尘罩
	钢支座	锈蚀	定期除锈并涂刷防锈油漆
		接合螺栓未拧紧	拧紧接合螺栓
	滚动支座	滚动面粗糙、干涩	定期涂抹润滑油

5.4 下部结构预防养护

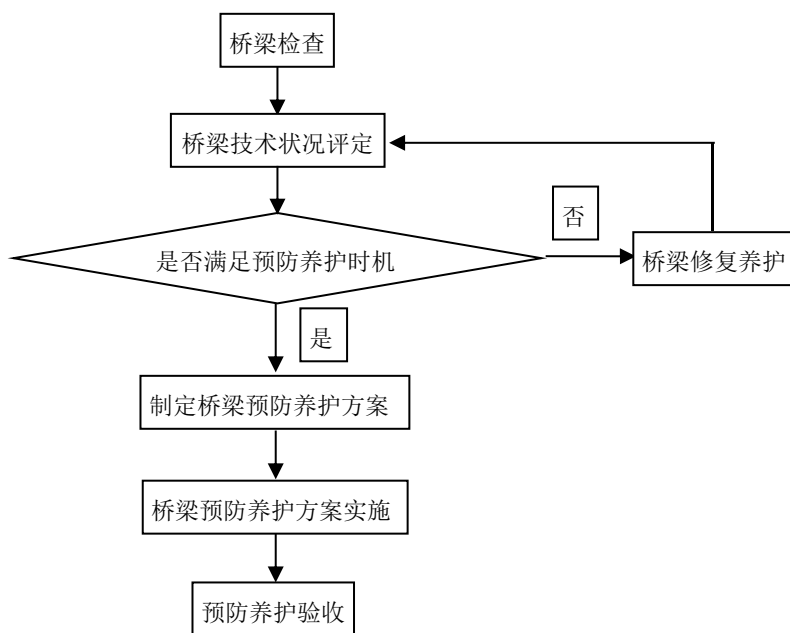
桥梁下部结构预防养护方案如下表 5.4.1 所示：

表 5.4.1 桥梁下部结构常见病害预防养护方案

桥梁构件	病害特征		预防养护方案
盖梁	结构表面污垢，涂装损坏		清除结构表面污垢，防腐涂装
	裂缝	裂缝宽度 $<0.1\text{mm}$	表面封闭法（环氧树脂胶）
		裂缝宽度 $\geq 0.1\text{mm}$	压力注浆法（环氧树脂胶）
	蜂窝、麻面、剥落、掉块、孔洞		修补表面缺陷（聚合物水泥砂浆），防腐涂装
	钢筋外露、锈蚀		清除钢筋锈迹，喷涂锈转化剂、或阴极保护，修复结构表面（聚合物水泥砂浆），防腐涂装
	渗水、漏水、白华		打孔引排，清除表面白华，涂刷混凝土防腐抗渗封闭涂层
	混凝土碳化且保护层厚度不足		表面涂层防护（聚合物水泥砂浆），防腐涂装
	车辆、船只、流冰、漂浮物等撞击		加设防撞设施，并增设警示标志
	台背沉降，桥头跳车		压力注浆（水泥浆）
	砌缝脱落		清除缝内杂物，重新勾缝（聚合物水泥砂浆）
基础	外露		分层回填土石并压实
	冲刷、淘空		抛石防护（砌石、块石、片石、混凝土预制块、铅丝石笼）
	周围岩层风化、剥落		修补表面缺陷（聚合物水泥砂浆）
锥坡、护坡	风化、剥落		修补表面缺陷（聚合物水泥砂浆）
	冲刷、脱空、沉陷、坍塌		分层回填土石并压实
	砌缝、灰缝脱落		清除缝内杂物，重新勾缝（聚合物水泥砂浆）

附录 A 桥梁预防养护流程

桥梁预防养护应按图附 A.1 的工作流程进行。包括桥梁检测与调查、耐久性或缺陷病害评估、预防养护决策、预防养护设计、预防养护施工、预防养护验收、后期预防养护效果评估等。



图附 A.1 桥梁预防养护流程图

附录 B 预防养护常用措施技术要求

B.1 一般规定

桥梁结构性能预防养护技术要求除满足现行规范外，还应符合以下条文要求。

B.2 混凝土裂缝表面封闭修补

混凝土裂缝表面封闭修补适用于裂缝宽度小于 0.1mm 的裂缝处理，施工流程为：定位→裂缝缝处理→配胶→封缝→成品保护。

B.2.1 材料技术指标

裂缝封闭采用环氧树脂材料，其材料性能应满足现行《公路桥梁加固设计规范》(JTG/T J22) 的相关规定，具体见表 B.2.1。

表 B.2.1 裂缝修补用胶安全技术指标

性能项目		性能指标
浆体性能	抗拉强度 (MPa)	≥20
	抗拉弹性模量 (MPa)	≥1500
	抗压强度 (MPa)	≥50
	抗弯强度 (MPa)	≥30, 且不得呈脆性破坏
钢-钢拉伸抗剪强度标准值 (MPa)		≥10
不挥发物含量 (固体含量) (%)		≥99

B.2.2 施工工艺

- 1 定位：确定需要进行作业裂缝位置。
- 2 裂缝表面处理：沿裂缝走向，用喷砂机或砂轮机对裂缝两侧各 30mm-50mm 范围内的原构件混凝土表面平整打磨，至露出坚实的骨料新面，清除表面尘土、浮浆、污垢、油渍、原有涂装、抹灰层或其他饰面层；除去裸露钢筋表面的锈迹及油污；清除裂缝内的灰尘等杂物，采用工业丙酮擦拭构件表面。

3 配胶：按配比和用量配制环氧树脂胶。

4 封缝：用小铲将环氧树脂胶刮抹至裂缝，厚度 1~2mm，宽度 4~5cm，抹胶时要刮抹平整，保证封闭可靠。

B.2.3 质量检验与验收

质量检验与验收应符合现行《公路养护工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》（JTG 5220）的规定。

B.3 混凝土裂缝压力注胶修补

混凝土裂缝注胶修补适用于裂缝宽度大于等于 0.1mm 的裂缝处理，施工流程为：裂缝缝口处理→粘贴注胶底座→封缝→密封检查→配胶→灌胶→成品保护。

B.3.1 材料技术指标

裂缝修补用胶采用改性环氧胶黏剂，其填料必需在工厂制胶时添加，严禁在施工现场掺入。裂缝修复胶应进行毒性检验，对完全固化的胶黏剂，其检验结果应符合无毒卫生等级的规定。胶黏剂性能应满足现行《公路桥梁加固设计规范》（JTG/T J22）性能要求，具体见表 B.3.1。

表 B.3.1 裂缝修补用胶安全技术指标

性能项目		性能指标
浆体性能	抗拉强度（MPa）	≥20
	抗拉弹性模量（MPa）	≥1500
	抗压强度（MPa）	≥50
	抗弯强度（MPa）	≥30，且不得呈脆性破坏
钢-钢拉伸抗剪强度标准值（MPa）		≥10
不挥发物含量（固体含量）（%）		≥99
可灌注性		在规定的压力下，能注入宽度为 0.1mm

B.3.2 施工工艺

1 裂缝缝口处理：用钢丝刷或砂轮等工具，清除裂缝表面的灰尘、浮渣及松散层等污物；用压缩空气吹出裂缝内的灰尘；沿裂缝两侧用棉丝沾丙酮擦洗干净并保

持干燥。处理范围沿裂缝走向宽 30mm~50mm。处理后工作面应平顺、干燥、无油污。

2 粘贴注胶底座：底座底部周边均匀涂抹一层封缝胶，底座出胶孔对准裂缝处粘贴安装。底座安装间距一般为 200~300mm。涂抹封缝胶时不得封堵底座的出胶孔。

3 封缝：用小铲将封缝胶刮抹到裂缝上，厚度 1mm 左右，宽度 20~30mm，抹胶时应防止产生小孔和气泡，要刮平整，保证封闭可靠。

4 密封检查：裂缝封闭后应进行压气试漏，待封缝胶达到强度时，沿裂缝涂一层肥皂水，从注胶底座通入压缩空气，若有气泡冒出说明该处漏气，作好标记。用密封胶对漏气的区域进行封闭，待达到强度时再气检，如此反复直至不漏气为止。

5 配胶：按配比和用量分别提取双组份原料，将双组分原料倒入干净容器，混合搅拌至颜色均匀后使用。一次配胶量不宜过多，以 40min~50min 用完为宜。

6 灌胶：将配制好的灌缝胶装入注射器，竖向裂缝、斜向裂缝按从下向上顺序，水平裂缝按从一端向另一端顺序灌胶。灌胶时从第一个底座开始注入，待第二个注胶底座流出胶后为止，然后将第一个底座进胶嘴堵死，再从第二个注胶底座注入，如此顺序进行。最后一个注胶底座为排气用，可不注胶。注胶应根据胶液流动性选择注胶压力，一般为 0.1MPa~0.4MPa。

7 成品保护：灌胶结束后，在 24h 内不得扰动注胶底座，3~5 天后可拆除底座。

B.3.3 质量检验与验收

应符合现行《公路养护工程质量检验评定标准第一册土建工程》（JTG5220）的规定。

B.4 混凝土表面缺陷修复

混凝土表面缺陷修复适用于构件表面蜂窝麻面、空洞、水蚀麻面，胀裂剥落、露筋以及小面积破损等缺陷的修补。

B.4.1 材料技术指标

混凝土表面缺陷修复用材料可选择无收缩水泥加固料、聚合物水泥修补砂浆、改性环氧混凝土（砂浆）等可靠的修补材料，材料应满足与原混凝土基面粘结密实

等要求，其性能指标应符合现行《工程结构加固材料安全性鉴定技术规范》（GB 50728）中相关要求，具体见下表 B.4.1。

表 B.4.1 混凝土外观缺陷修复材料技术指标

性能项目			性能指标
材料性能	劈裂抗拉（MPa）		≥5.5
	抗折强度（MPa）		≥10
	抗压强度（MPa）	7d	≥30
		14d	≥45
粘结能力	与钢丝绳粘结抗剪强度（MPa）	标准值	≥5
	与混凝土正拉粘结强度（MPa）		≥2.5，且为混凝土内聚破坏
性能项目			性能指标
耐环境作用能力	耐湿热老化性能		短期试验结果对比，与其钢丝绳粘结抗剪强度降低率不大于 15%
	耐冻融性能		经受 50 次循环，与其钢丝绳粘结抗剪强度降低率不大于 10%
	耐水性能		≥1.5，且为混凝土内聚破坏
收缩率（%）		28d	≤0.1

B.4.2 施工工艺

施工工艺除应符合现行《公路桥梁加固施工技术规范》（JTG/T J23）的规定外，还应符合下列规定：

- 1 基面处理：采用人工机械打磨或高压水射流冲洗，清除待修复混凝土表面污垢和腐蚀、松动表皮，露出密实混凝土骨料，并清除外露钢筋锈蚀表皮；
- 2 涂刷界面剂：为确保修复层与原混凝土结构的粘结性能，应涂刷界面剂；
- 3 修复缺陷：当缺陷深度不超过 1cm 时，应一次性修复完成；当缺陷深度超过 1cm 时，应分次修复，每次修复厚度不应超过 1cm，间隔时间应在 6h 以上，并洒水养护，保持表面湿润；
- 4 修复后养护：缺陷修复后应及时进行养护。阳光照射强烈或易风干的部位，应使用表面封闭材料（如湿布料薄膜等）进行覆盖。

B.4.3 质量检验与验收

应符合现行《公路养护工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》(JTG 5220)的规定。

B.5 钢筋锈蚀处理

B.5.1 钢筋锈蚀处理方法适用于既有混凝土结构钢筋锈蚀的维修处理，包括混凝土表面缺陷修复中钢筋锈胀引起的混凝土脱落、露筋的维修处治。

B.5.2 一般构件钢筋，宜采用涂锈转化剂作为防锈措施。重要构件钢筋，宜采用牺牲阳极的阴极保护法作为防锈措施。

B.5.3 处于侵蚀性环境桥梁钢筋防锈宜采用渗透型阻锈剂，其质量及性能指标应符合现行国家、行业标准的相关规定；不得采用亚硝酸盐类为主要成分的阳性阻锈剂。

B.5.4 施工工艺

- 1 采用人工凿除方法清除结构表面因钢筋锈蚀而损坏的混凝土，使钢筋锈蚀段完全露出；
- 2 用喷砂枪或钢丝刷等工具清除钢筋锈迹；
- 3 喷涂阻锈剂或阴极保护；
- 4 修复结构表面。

B.5.5 质量检验与验收

应符合现行《公路养护工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》(JTG 5220)的规定。

B.6 混凝土表面防腐涂装

B.6.1 混凝土表面防腐涂装适用于边梁、接缝处梁体、泄水管周边及附近梁体、伸缩缝位置墩台及盖梁、腐蚀环境中墩柱干湿交接处、防撞护栏内侧（尤其是根部）等易受水侵害部位的表面防腐。

B.6.2 材料技术指标

常用防腐抗渗封闭涂层有：有机硅改性水泥聚合物（混凝土）腻子/防护涂料、

硅烷浸渍剂、表面涂层（环氧富锌底漆+环氧云铁中间漆+氟碳树脂漆+氟碳面漆）、薄层砂浆+氟硅涂料及聚脲涂料等。防腐涂装材料性能指标应符合现行《混凝土桥梁结构表面用防腐涂料》（JT/T 821.1）中相关性能指标要求，见下表 B.6.2-1~B.6.2-6。

表 B.6.2-1 有机硅改性水泥聚合物（混凝土）腻子技术指标

项目	技术指标
外观	干粉状产品均匀无结块，液状产品搅拌后均匀无块状沉淀
施工性	刷涂无障碍
干燥时间（表干）	≤4h
与混凝土表面粘结强度	≥1.5MPa
涂层耐碱性(48h)	不起泡、不龟裂、不剥落
抗老化性能	老化试验 1000h 后，不粉化、不起泡、不龟裂、不剥落
抗氯离子侵入性	抗氯离子侵入试验 30d 后，氯离子穿过涂层片的透过量在 $5.0 \times 10^3 \text{mg}/(\text{cm}^2 \cdot \text{d})$ 以下

表 B.6.2-2 硅烷浸渍材料技术指标

性能		单位	技术要求
纯度	膏体	%	≥80
	液体		≥98
硅氧烷含量		%	≤0.3
可水解的氯化物含量		%	≤0.01
活性		%	100
			（不得以溶剂或其他液体）稀释
浸渍深度	C45 以下	mm	≥3mm
	C45 以上		≥2mm
耐碱性试验（30d）		/	未出现起泡，龟裂，脱落现象
抗冻性（25 次）		/	外观无明显变化
吸水率平均值		mm/min ^{1/2}	≤0.01

表 B.6.2-3 氟碳面漆技术指标

序号	项目	技术指标
1	不挥发物含量 (%)	≥55
2	细度 (μm)	≤35
3	溶剂可溶物氟含量 (%)	≥24
4	干燥时间	表干(h): ≤1; 实干(h): ≤12
5	弯曲性 (mm)	≤2
6	耐冲击性 (kg.cm)	≥50
7	耐磨性 500r/500g	≤0.05
8	硬度	≥0.6
9	附着力 (划圈法) (级)	1
10	耐水性, 24h	涂膜无失光、变色、气泡等现象
11	耐酸性, H ₂ SO ₄ , 240h	
12	耐碱性	
13	适用期 (h)	≥5
14	重涂性	重涂无障碍

表 B.6.2-4 聚脲弹性体涂料技术指标

项目		技术指标
拉伸强度 (MPa)		≥15
拉伸强度保持率	加热处理 (%)	≥100
	碱处理 (%)	≥80
	酸处理 (%)	≥80
	紫外线老化 (%)	≥80
断裂伸长率	无处理 (%)	≥450
	加热处理 (%)	≥450
	碱处理 (%)	≥450
	酸处理 (%)	≥450
	紫外线老化 (%)	≥450
低温弯折性	无处理	≤-40℃, 无裂纹
	加热处理	
	碱处理	
	酸处理	
	紫外线老化, 1500h	
耐碱性		饱和 Ca(OH) ₂ 溶液 500h 无开裂、无起皮剥落
凝胶时间		≤45s
表干时间		≥45s, ≤10min
实干时间		≥60s, ≤30min
不透水性		0.4MPa, 2h 不透水
加热伸缩率 (%)		≥-4.0, ≤1.0
固体含量 (%)		≥98
与混凝土粘结强度 (MPa)		≥2.5 或基材破坏
与潮湿基面粘结强度 (MPa)		≥1.5 或基材破坏
撕裂强度 (N/mm)		≥50
硬度		≥90
冲击强度 (kg.cm)		≥60
耐磨性 (750g/500r) /mg		≤40

表 B.6.2-5 环氧富锌底漆技术指标

序号	项目		技术指标	
			普通型	高固体分型
1	容器中状态		淡黄色或其他透明均一液体	
2	细度 (μm)		≤15	
3	不挥发物含量 (%)		40~50	70~90
4	干燥时间	表干 (h)	≤2	≤6
		实干 (h)	≤12	≤24
5	黏度 (涂-4 杯) (s)		≤25	≤35
6	柔韧性 (mm)		≤2	
7	附着力 (划圈法) (级)		1	
8	耐冲击性 (cm)		50	

表 B.6.2-6 环氧富锌云铁中间漆技术指标

序号	项目		技术指标	
			普通型	高固体分型
1	容器中状态		搅拌混合后无硬块, 呈均匀状态	
2	细度 (μm)		≤90	
3	不挥发物含量 (%)		≥75	≥85
4	密度 (g/ml)		1.7~1.9	
5	干燥时间	表干 (h)	≤1	≤4
		实干 (h)	≤8	≤24
6	流动挂性 (μm)		≥150	≥250
7	柔韧性 (mm)		≤2	
8	附着力 (划圈法) (级)		1	
9	耐冲击性 (cm)		50	

B.6.3 施工工艺

施工工艺除应符合现行《公路桥梁加固施工技术规范》(JTJ/T J23)外, 应符合下列规定:

- 1 施工前表面应坚实、清洁、无油污和其他污染物, 对已老化疏松及表面油污

污染严重的结构要彻底凿除直到清洁坚固的基层，并用修补砂浆补强，以确保结构表面坚固完好，涂刷前基层应表面干燥；

2 在雨天、大风、暴晒等恶劣气候条件下禁止施工。

B.6.4 质量检验与验收

应符合现行《公路养护工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》（JTG 5220）的规定。

B.7 钢构件除锈及防腐涂装

B.7.1 钢构件除锈及防腐涂装适用于钢构件表面的锈蚀处理和表面防腐。

B.7.2 材料技术指标

常用防腐抗渗封闭涂层有：环氧富锌底漆+环氧云铁中间漆+丙烯酸酯脂肪族聚氨酯面漆。防腐涂装材料性能指标应符合现行《公路桥梁钢结构防腐涂装技术条件》（JT/T 722）中相关性能指标要求，具体见下表 B.7.2-1~B.7.2-4。

表 B.7.2-1 钢结构外露部位油漆涂装表

序号	油漆名称	涂层道数	干膜厚度（ μm ）
1	环氧锌黄底漆	2	80
2	环氧云铁中间漆	1	40
3	丙烯酸聚氨酯面漆	2	80
4	干膜总厚合计		200

表 B.7.2-2 环氧富锌底漆技术要求

序号	项目		技术指标
1	容器中状态		搅拌均匀后无硬块，呈均匀状态；粉料呈微小均匀粉末状态
2	不挥发物中的金属锌含量（%）		≥ 70
3	耐热性（ $^{\circ}\text{C}$ ）		250°C ，1h 漆膜完整，允许变色
4	不挥发物含量（%）		≥ 75
5	干燥时间	表干（h）	≤ 2
		实干（h）	≥ 24
6	附着力（拉开法）（MPa）		≥ 5
7	耐冲击性（kg.cm）		≥ 50

表 B.7.2-3 环氧富锌云铁中间漆技术要求

序号	项目	技术指标
1	容器中状态	搅拌后无硬块，呈均匀状态

表 B.7.2-3 环氧富锌云铁中间漆技术要求

序号	项目		技术指标
2	不挥发物含量（%）		≥75
3	干燥时间	表干（h）	≤4
		实干（h）	≤24
4	附着力（拉开法）（MPa）		≥5
5	耐冲击性（kg.cm）		≥50

表 B.7.2-4 丙烯酸脂肪族聚氨酯面漆技术要求

序号	项目		技术指标
1	不挥发物含量（%）		≥60
2	细度（μm）		≤35
3	干燥时间	表干（h）	≤2
		实干（h）	≤24
4	弯曲性（mm）		≤2
5	附着力（拉开法）（MPa）		≥5
6	耐冲击性（cm）		50
7	耐磨性 500r/500g,g		≤0.06
8	硬度		≥0.6
9	适用期（h）		≥5
10	重涂性		重涂无障碍

B.7.3 施工工艺

1 表面预处理

- (1) 喷砂前钢材表面沾污的油脂必须清除干净（推荐用清洗剂进行清洗）；
- (2) 抛丸/喷砂过程中和施工后，钢材表面必须避免油脂重新沾污。

2 抛丸/喷砂除锈

- (1) 环境条件：环境温度应高于大气露点 3°C ；相对湿度应小于或等于 85%，遇下雨、结露等气候时，严禁进行桥面抛丸/喷砂除锈作业；

(2) 磨料：抛丸所用磨料应采用符合国家标准要求的铸钢丸和铸钢砂，粒度宜为 0.7~1.0mm，磨料必须保持干燥、清洁，不得使用被油脂等污染了的磨料；

(3) 钢砂/丸配比：考虑到施工效率和除锈质量的要求，抛丸时所用磨料应在现场用钢丸和钢砂掺混使用，磨料型号与配比建议为：S330 型钢丸与 G25 型钢砂的掺混比为 7:3；

(4) 抛丸机行走速度要调节适当，最好走 1~2 遍即达到粗糙度和清洁度要求；

(5) 抛丸处理后的表面应注意保护，避免二次污染。油漆涂装前应对检验合格的除锈表面进行吹灰；

(6) 喷砂除锈后应尽快施涂环氧富锌涂料，一般不应超过 4h。可分块进行表面处理，经自检和监理检验合格后，尽快进行油漆涂装。

3 涂层涂装：

(1) 涂装环境要求：施工环境温度 5℃~38℃，空气相对湿度不大于 85%，钢材表面温度大于露点 3℃；在雨、雾、雪、大风和较大灰尘的条件下，禁止户外施工；

(2) 涂料配制和使用时间：涂料应充分搅拌均匀后方可施工，推荐采用电动或气动搅拌装置。双组分或多组分涂料应先将各组分分别搅拌均匀，再按比例配制并搅拌均匀。混合好的涂料按照产品说明书规定熟化。涂料使用时间按规定的适用期执行；

(3) 涂覆方法：大面积喷涂应采用高压无气喷涂施工；细长、小面积以及复杂形状构件可采用空气喷涂或刷涂施工；不易喷涂到的部位应采用刷涂法进行预涂装或第一道底漆后补涂；

(4) 涂覆间隔：按照设计要求和材料工艺进行底涂、中涂和面涂施工。每道涂层间隔时间应符合材料有关技术要求。超过最大重涂间隔时间时，进行拉毛处理后涂装。

B.7.4 质量检验与验收

应符合现行《公路养护工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》（JTG 5220）的规定。

B.8 墩柱玻璃纤维套筒

B.8.1 现有基础受水侵蚀严重, 为保证结构设计寿命、提高结构耐久性, 对破损桩基进行表面处理后使用水下玻纤防腐套筒进行防护, 也可用于水下墩柱的预防养护。

B.8.2 材料技术指标

墩柱玻纤维套筒养护需要的材料主要有玻璃纤维和灌浆材料; 材料性能指标应符合表 B.8.2-1~表 B.8.2-5 及现行国家规范要求。

表 B.8.2-1 玻纤套筒耐老化性能指标

检验项目		合格指标
拉伸强度	老化前 (MPa)	≥ 400
	1000h (UV) 老化后下降率 (%)	≤ 7.5
弯曲强度	老化前 (MPa)	≥ 200
	1000h (UV) 老化后下降率 (%)	≤ 7.5
弯曲弹性模量	老化前 (MPa)	≥ 20000
	1000h (UV) 老化后下降率 (%)	≤ 10

表 B.8.2-2 玻纤套筒性能指标

检验项目		合格指标	备注
拉伸强度 (MPa)	横向	≥ 400	玻纤套筒厚度为 3-6mm
	纵向	≥ 400	
弯曲强度 (MPa)	横向	≥ 200	
	纵向	≥ 200	
弯曲弹性模量 (MPa)	横向	≥ 20000	
	纵向	≥ 15000	
巴氏硬度		≥ 35	
吸水率 (%)		≤ 0.7	

表 B.8.2-3 水下环氧灌浆料性能指标

检验项目		检验条件	合格指标
拉伸强度（MPa）		浇注完毕，养护 7d，到期立即在 （23±2）℃（50±5）%RH 条件下 测试	≥14
弯曲强度（MPa）			≥50
压缩强度（MPa）			≥85
静力受压弹性模量	轴心抗压强度（MPa）		≥80
	弹性模量（MPa）		≥10000
与混凝土基材的正拉粘接强度（MPa）		浇注完毕，（23±2）℃，	≥3.0，且为混凝土内聚破坏
与玻纤套筒基材的正拉粘接强度（MPa）		45%-70%RH 条件下养护 7d，到期立即在（23±2）℃（50±5）%RH	≥1.5，且为界面破坏
收缩率（%）		浇注完毕，养护 7d，到期立即在 （23±2）℃（50±5）%RH 条件下	≤0.05
苯（g/kg）		GB18583-2008	0
乙二胺（g/kg）		GB/T9722-2006	0
流动度（mm）	初始流动度	——	130
	20min 流动度	——	130

表 B.8.2-4 水下环氧封口胶性能指标

检验项目	检验条件	合格指标
拉伸强度（MPa）	浇注完毕，水下养护 7d， 到期立即在（23±2）℃ （50±5）%RH 条件下测试	≥35
压缩强度（MPa）		≥60
受拉弹性模量（MPa）		≥2400
压缩弹性模量（MPa）		≥1300
粘接强度（拉伸剪切强度 14d 潮湿固化） （MPa）	在（23±2）℃（50±5）%RH 条件下测试	≥10

表 B.8.2-5 水下环氧封顶胶性能指标

检验项目	检验条件	合格指标
拉伸强度（MPa）	浇注完毕，水下养护 7d， 到期立即在（23±2）℃ （50±5）%RH 条件下测试	≥30
压缩强度（MPa）		≥60
受拉弹性模量（MPa）		≥4000
压缩弹性模量（MPa）		≥1500
粘接强度（拉伸剪切强度 14d 潮湿固化） （MPa）	在（23±2）℃（50±5）%RH 条件下测试	≥10

B.8.3 施工工艺

1 表面处理

清除原结构表面的尘土、浮浆、污垢、油渍、表面附着物、原有涂装或其他饰面层。对混凝土结构还应剔除风化、剥落、疏松、蜂窝、麻面、腐蚀等缺陷至露出骨料新面。对钢构件和钢筋，还应除锈、脱脂并打磨至露出金属光泽，增加与灌浆料的粘结力，基层处理范围应根据设计加固范围尺寸外扩 10cm。

2 玻纤套筒安装

(1) 水下玻纤维套筒需根据桥墩桩基实际尺寸、形状进行定制加工。水下玻纤维套筒进场后需进行复测。安装前，根据处理后的桥墩桩基基面尺寸（最大尺寸为准）对水下玻纤维套筒进行裁剪或加长；

(2) 清理水下玻纤维套筒表面污渍、灰尘等其他杂质，按照配比将搅拌好的水下环氧封口胶均匀涂抹在水下玻纤维套筒的锁扣槽内；

(3) 根据设计加固高度，将水下玻纤维套筒撑开并包裹墩柱，水下玻纤维套筒内部需根据设计加固间隙配置限位器，限位器需采用菱形布置，保证水下玻纤维套筒与结构之间的间隙，水下玻纤维套筒需将一头插入到锁扣槽内不小于 3cm。

3 水下玻纤维套筒的固定

(1) 水下玻纤维套筒安装完毕后，需采用紧固带固定水下玻纤维套筒，通过紧固带张紧束缚，增加水下玻纤维套筒与结构间的摩擦力，紧固带安装完成后，水下玻纤维套筒不得出现滑移、变形、错位、脱落等现象，施工过程中应严密观察水下玻纤维套筒安装状况；紧固带安装需根据加固范围进行设置，当加固范围高度 $\leq 2\text{m}$ 时，紧固带可在顶部及底部进行布置；当加固范围高度在 2~5m 范围内需在水下玻纤维套筒顶部、中部、底部布置三条紧固带；当加固范围高度 $> 5\text{m}$ 时，可根据项目实际情况增加紧固带用量；

(2) 待紧固带安装完毕后，应对水下玻纤维套筒加固范围、安装情况（卡扣插入至少 3cm）进行检查，待检查完毕无异议后，采用 M8~M12 外六角螺丝每隔 10~15cm 进行锚固固定。

4 水下玻纤维套筒底部密封

(1) 底部密封材料选用可压缩材料进行密封安装；

(2) 根据设计间隙，底部密封条厚度需大于设计间隙 1.5~2.0 倍进行密封安装，

密封条安装完毕后水下玻璃纤维套筒与原结构之间不允许有空隙；

(3) 按照合适的配比搅拌水下环氧灌浆料，并采用高位漏斗重力灌浆法，灌注水下环氧灌浆 10~15cm 后封底暂停，灌注完毕后需检查底部密封情况，如有泄漏需及时采取补救措施待；

(4) 水下密封浇筑材料需采用环氧基类灌浆料，环氧基类材料与原结构、水下玻璃纤维套筒应具有良好的粘接性能。

5 灌浆料灌注施工

(1) 依据设计要求灌注水下灌浆料，加固材料宜采用水下环氧类灌浆料、水下不离析类水泥基灌浆料；

(2) 采用水下环氧灌浆料进行灌注施工时，水下环氧灌浆料应具备在水下自流平、自密实、可在潮湿基面粘接固化；

(3) 采用水下不离析类水泥基灌浆料，水下玻璃纤维套筒与原结构间隙不小于 5cm，并采用导管插入玻璃纤维套筒底部进行灌注施工，灌注至顶部 15cm 后停止，并采用水下环氧类灌浆料进行顶部 15cm 封顶施工；

(4) 灌注施工时需根据设计加固范围一次或分多次进行灌注施工，当加固范围高度 $\leq 2\text{m}$ 时可一次性灌注至顶部；当加固范围高度 $> 2\text{m}$ 时，需分多次进行灌注，每次灌注时间间隔不小于 8 小时（即常温 23℃时）；当温度低于 23℃时，每次灌注时间间隔需依据厂家材料技术要求与厂家进行确定；

(5) 灌注口的布置需根据桥墩桩基直径进行布置，通常布置 2~4 个灌注口。

6 顶部封顶胶密封

(1) 待水下灌注材料施工完毕后，水下环氧封顶胶密封水下玻纤套筒与桥墩桩基连接处的顶部成斜截面；

(2) 待全部施工完成后，常温下 23℃时，灌浆料至少固化 24 小时后，方可拆除紧固带；当温度低于 23℃时，依据厂家材料技术要求与厂家进行确定。

B.8.4 质量检验与验收

质量检验与验收应符合表 B.8.4 要求。

表 B.8.4 水下玻璃纤维套筒安装及材料尺寸容许偏差和检验方法

项次	检查项目		合格标准	检查方法	频率
1	基面处理情况		裸露钢筋除锈, 松散混凝土清除, 磨毛、干净	目测或采用水下摄像头	全部
2	玻纤套筒尺寸误差		尺寸偏差 $\leq 30\text{mm}$	钢尺测量	全部
3	玻纤套筒厚度误差		厚度偏差 $\leq 0.5\text{mm}$	钢尺测量	全部
4	灌浆料厚度误差		设计厚度 $\pm 3.0\text{mm}$	钢尺测量	每构件 3 处
5	灌注质量	空鼓面积	小于 1%	小锤敲击法	全部或抽样
		用量	大于 1.05 倍的理论用量	台秤	全部

B.9 墩台渗漏水处理

B.9.1 施工工艺应符合下列规定:

在墩台顶部渗漏水集中处应安装埋设 PVC 引排管将渗漏水集中引排, 然后涂刷混凝土防腐抗渗封闭涂层。

B.9.2 质量检验与验收应符合下列规定:

墩台应无水流, PVC 引排管周边应无渗漏水。

B.10 泄水管周围渗漏水处理

B.10.1 施工工艺应符合下列规定:

- 1 泄水管破损, 应进行更换处理;
- 2 泄水孔周围存在腐蚀或剥落混凝土, 应对周围混凝土进行修复, 并涂刷混凝土抗渗封闭涂层;
- 3 泄水孔周围存在缝隙, 应沿泄水孔周围开槽, 灌注聚合物水泥砂浆或环氧树脂胶进行封堵, 并涂刷混凝土抗渗封闭涂层。

B.10.2 质量检验与验收应符合下列规定:

- 1 泄水管应无破损;
- 2 泄水孔应无堵塞、无渗漏水。

B.11 微表处

B.11.1 微表处适用于结构性能良好、不存在结构性病害的桥面，应用前必须修复原桥面裂缝、坑槽病害。微表处可修复桥面车辙、松散、泛油病害，显著提高桥面的抗滑能力。

B.11.2 材料技术指标

微表处沥青采用 BCR 改性乳化沥青，集料应选择坚硬、粗糙、耐磨、洁净的集料，其中粗集料采用玄武岩，细集料宜选择碱性石料生产的机制砂，并对超粒径颗粒筛除。微表处集料通过 4.75mm 筛的合成矿料的砂当量不得低于 65%。材料技术指标应符合表 B.11.2-1~表 B.11.2-5 的规定。

表 B.11.2-1 细集料性能指标

测试项目	单位	技术要求
表观相对密度	/	≥ 2.50
坚固性（>0.3mm 部分）	%	≤ 12
含泥量（小于 0.075mm 的含量）	%	≤ 3
砂当量	%	≥ 60
亚甲蓝值	g/g	≤ 25
棱角性（流动时间）	s	≥ 30

表 B.11.2-2 微表处混合料技术要求

测试项目		单位	技术要求
可拌合时间		s	> 120
粘聚力试验	30min（初凝时间）	N.m	≥ 1.2
	60min（开放交通时间）	N.m	≥ 2.0
负荷轮碾压试验（LWT）	粘附砂量轮迹宽度变化率	g/m ² %	< 450 < 5
湿轮磨耗试验的磨耗（WTAT）	浸水 1h、浸水 6h	g/m ²	< 540 < 800

表 B.11.2-3 粗集料性能指标

测试项目	单位	技术要求
石料压碎值	%	≤26
洛杉矶磨耗损失	%	≤28
表观相对密度	/	≥2.60
吸水率	%	≤2.0
坚固性	%	≤12
针片状颗粒含量（混合料）	%	≤15
其中粒径大于 9.5mm	%	≤12
其中粒径小于 9.5mm	%	≤18
水洗法<0.075mm 颗粒含量	%	≤1
软石含量	%	≤3
粗集料的磨光值 PSV	--	≥40

表 B.11.2-4 BCR 改性乳化沥青性能指标

测试项目		单位	技术要求
破乳速度		-	慢裂
粒子电荷		-	阳离子（+）
筛上（1.18mm）剩余量		%	0.1
粘度	恩格尔拉粘度 E25	-	3～30
	沥青标准粘度 C25，3	s	12～60
蒸发残留物	含量	%	≥60
	针入度(100g，25℃,5s)	0.1mm	40～100
蒸发残留物	软化点	℃	≥53
	延度（5℃）	Cm	≥20
	溶解度（三氯乙烯）	%	≥97.5
贮存稳定性	1d	%	≤1
	5d	%	≤5

表 B.11.2-5 微表处矿料级配

筛孔尺寸(mm)	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
通过率(%)	100	70~90	45~70	28~50	19~34	12~25	7~18	5~15

B.11.3 施工工艺

施工工艺除应符合现行《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）的规定外，应符合下列规定：

- 1 微表处施做前，应对原路面的坑槽及裂缝等病害进行处治；
- 2 应在干燥情况下进行施工，且施工时气温不应低于 10℃；
- 3 封层铺筑机工作时应匀速前进，达到厚度均匀、表面平整的要求；
- 4 微表处铺筑后，必须待乳液破乳、水分蒸发、干燥成形后方可开放交通。固化成型前禁止一切车辆驶入，行人不得踏入，严格管制交通；
- 5 在进行桥面微表处施工时，桥梁伸缩缝处微表处摊铺后应立即由专人沿原缝位置进行清缝，缝的位置应与原缝位置相对应。

B.11.4 质量检验与验收

应符合现行《公路养护工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》（JTG 5220）的规定。

B.12 伸缩缝液体、液态止水带

B.12.1 伸缩缝液体、液态止水带适用于伸缩缝原有橡胶止水带完好或老化、轻微破损。

B.12.2 材料技术指标液体、液态止水带材料具体技术指标见下表 B.12.2 所示。

表 B.12.2 伸缩缝液体、液态止水带性能指标

序号		项目		技术指标		
				25LM	20LM	
1		外观		细腻、均匀膏状物或粘稠体，不应有气泡、结皮或凝胶		
2	流 动 性	下垂度（N 型）/mm	垂直	≤3		
			水平	无变形		
		流平性（S 型）		光滑平整		
3		表干时间/h		≤8		
4		挤出性/（mL/min）		≥80		
5	弹性恢复率/%		定伸 100%时		定伸 60%时	
			≥70			

B.12.3 施工工艺

- 1 清缝：清除缝内垃圾，将残留于接口内的旧橡胶止水带清除干净；
- 2 清洁：清洁型钢内侧，清除锈渍及灰尘，用高压气喷将细沙及其他杂质吹净；
- 3 填嵌衬条：背衬材料要有压缩弹性、不吸水、不与胶体粘接，建议选用闭孔聚乙烯泡沫条。背衬材料应大于型钢间距约 20%的比例，放置于缝内时，嵌稳压平，避免出现空洞；
- 4 注胶：将胶嘴伸入接口内，以确保胶体能由下往上灌满整个接口，胶内无气泡；
- 5 风干：注胶完成后应进行检查，以确保无缺胶、气泡等现象，如若发现应及时处理。胶体风干即可开放交通。

B.13 支座更换、复位

B.13.1 施工工艺

1 搭设支架、施工平台

(1) 桥台支座更换、复位利用桥台作为施工平台，对空间不够部位采用支架措施，以确保施工的安全实施；

(2) 桥墩支座的更换、复位，采用特制钢挂架固定于墩身或盖梁上作为施工平台。

2 台帽、盖梁顶面清理

(1) 清理台帽或盖梁顶面沉积的土石块及混凝土块，必要时可采用钢钎进行清理；

(2) 用钢丝刷对台帽、盖梁顶面进行清洁，保证支座更换时作业面干净整洁；

(3) 清理伸缩缝内沉积的垃圾和杂物，以防止顶升内梁体间互相挤压；

3 支座调查与复检

(1) 对需更换、复位的支座部位进行确认和检查，现场记录支座位置、编号、病害情况，并拍照记录，照片应拍摄完整的施工工序即原状、更换、复位过程及更换完成情况，妥善保存检查记录，作为交工文件之一。

(2) 根据支座的设计承载力及上部结构的布置等确定顶升重量及千斤顶的型号和数量。

(3) 根据测量记录确定支座垫石顶面标高的调整高度。对于需要将普通支座更换、复位为四氟滑板支座的情况，应根据要更换的四氟滑板支座的型号、高度确定支座垫石改造后的顶面标高，以保证支座更换后桥面标高符合设计要求。

4 千斤顶、百分表安放与设置

(1) 每个需更换、复位的支座处需设 2 个千斤顶（千斤顶型号应根据桥梁实际情况选用）。

(2) 布设百分表：为精确测量顶升高度并在梁体顶升过程中控制梁体姿态，需在梁台两侧布设百分表，顶升过程中应有专人负责记录百分表读数。

5 顶升系统调试

6 试顶

1) 试顶前的检查

(1) 千斤顶安装是否垂直牢固；

(2) 影响顶升的设施是否已全部拆除；

(3) 顶升部分结构与其它结构的连接是否已全部去除。

2) 顶升系统启动后现场各组人员各就各位，密切观察桥梁是否有异常状况出现，设备、仪表是否正常工作，显示读数是否在合理范围内。

3) 控制顶升速度不超过 1mm/分钟，最大顶升高度不超过 5mm。

4) 顶升就位后，持荷 10 分钟，观察梁体及设备状况。如有异常情况，应立即回油、落梁，问题解决后再进行试顶，直至梁体受力及设备运行正常。

5) 顶升就位后, 根据控制系统显示的顶升重量复核支座型号及各支座承受的压力, 如有异常, 则应考虑调整支座型号。

6) 试顶正常后, 应平稳落梁。

7 支座更换、复位

(1) 用铁勾或人工移动旧支座, 如旧支座已与垫石粘结而较难取出可用钢钎、铁锤敲击松动后再移动;

(2) 用人工配合钢丝刷清洁支座垫石表面, 如有支座下钢板, 则应打磨除锈;

(3) 测量垫石顶面标高, 如顶不平整, 则用环氧砂浆抹平。垫石顶面如需加高, 则应采用环氧砂浆加高至设计标高并抹平; 垫石顶面如需降低, 则应钢钎凿除部分混凝土至设计标高并用环氧砂浆抹平。支座垫石顶面高程允许偏差不超过 $\pm 2\text{mm}$, 顶面四角高差不超过 1mm , 轴线偏位不超过 5mm ;

(4) 在支承垫石上根据设计标出支座位置中心线, 同时在橡胶支座上也标出十字交叉中心线, 将新的橡胶支座安放在垫石上, 使支座的中心线与墩台的设计位置中心线重合, 支座就位准确;

(5) 所有支座更换完成后, 再对安装的支座进行全面检查, 确保各项指标满足设计及规范要求。

8 落梁

(1) 落梁前在梁体两侧的桥台或桥墩挡块与梁体间加塞木板, 防止落梁时梁体发生水平位移;

(2) 开启同步顶升系统, 平稳降落梁体;

(3) 梁体就位后检查支座上下钢板与垫石、梁底之间的密贴情况, 应尽量保证支座上下面全部密贴。如果支座出现偏心受压、不均匀支承或脱空的现象, 则应重新顶升梁体, 并在支座下钢板下加设钢板进行微调 (厚度规格为 $1\text{mm}\sim 3\text{mm}$), 直至支座上下面全部密贴;

(4) 支座检查合格后拆除千斤顶、临时支承钢板等顶升设备;

(5) 取出梁体与挡板间木板, 清理施工废物及垃圾。

B.13.2 质量检验与验收

应符合现行《公路养护工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》(JTG 5220) 的规定。

B.14 桥面防水层

B.14.1 材料技术指标

常用的桥面防水层材料有：热撒布沥青防水材料和水性环氧改性乳化沥青防水涂料。具体见下表 B.14.1-1~B.14.1-4。

表 B.14.1-1 热撒布沥青防水材料防水层改性沥青性能指标要求

试验项目		性能指标
针入度（25℃，100g，5s）（0.1mm）		40~60
软化点（环球法）（℃）		≥82
延度（5℃，5cm/min）（cm）		≥30
针入度指标 PI		实测记录
离析，软化点差（℃）		≤2.5
25℃弹性恢复（%）		≥82
薄膜烘箱加热试验	质量损失（%）	≤1.0
	25℃针入度比（%）	≥65
	5℃延度（cm）	≥15
闪点（℃）		≥230
溶解度（%）		≥99.0
试验项目		性能指标
沥青胶结料性能等级试验		
初始沥青 76℃车辙因子 $G \times \sin \delta$ （kPa）		≥1.00
短期老化后 76℃车辙因子 $G \times \sin \delta$ （kPa）		≥2.20
PAV 后 31℃疲劳因子 $G \times \sin \delta$ （kPa）		≤5000
PAV 后-15℃弯梁蠕变劲度（MPa）		≤300
PAV 后-15℃弯梁蠕变速率		≥0.3

表 B.14.1-2 热撒布沥青防水材料防水层施工机械要求

机具名称	用途	备注
高压除尘机、小铲、笤帚、耙子、钢丝刷等	清理基层，清理多余石料	
保护板、保护毡	保护护栏等，防止被污染	
喷砂凿除设备或旋转、冲击凿除设备	凿除浮浆	
智能型沥青撒布车	喷洒沥青	具备计算机控制的加热保温、计量及循环压力喷射系统等
碎石撒布车	撒布碎石	撒布、压平碎石
运输设备	运输材料	
刷子等	人工涂刷防水材料	

表 B.14.1-3 水性环氧改性乳化沥青水层改性沥青性能指标要求

项目		类型	
		I 型	II 型
干燥性, 25℃	表干, h	≤1	≤1
	实干, h	≤6	≤6
固含量, %		≥50	≥50
沥青标准粘度 C _{25.3} , S		10~20	10~20
断裂延伸率, %	标准条件	≥600	≥200
	碱处理	≥600	≥160
	盐处理	≥600	≥160
	热处理	≥600	≥160
拉伸断裂强度, MPa	标准条件	≥0.60	≥1.00
	碱处理	≥0.45	≥0.75
	盐处理	≥0.45	≥0.75
	热处理	≥0.45	≥0.75
涂料与水泥混凝土粘结强度, MPa, 23℃±2℃		≥0.50	≥0.55
涂料在沥青混凝土与水泥混凝土间粘结强度, MPa, 23℃±2℃		≥0.60	≥0.70
涂料在沥青混凝土与水泥混凝土间剪切强度, MPa, 23℃±2℃		≥0.50	≥0.70
低温柔性, °C	标准条件	-15	-15
	碱处理	-10	-10
	盐处理	-10	-10
	热处理	-10	-10
	无裂纹		
不透水性		0.3MPa, 30min 不透水	0.3MPa, 30min 不透水
耐热度, °C		160	160
		无流淌、滑动、滴落	
耐腐蚀性	耐碱 20℃	Ca(OH) ₂ 中浸泡 15 天无异常	

沥青混凝土所用粗集料、细集料、填料和外加剂的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。

B.14.2 施工工艺

1 凿除桥面混凝土铺装层浮浆

1) 防水层施工前,应利用具有旋转、冲击能力或喷砂技术的设备凿除桥面浮浆,凿除深度应符合以下要求:

(1) 凿除深度控制在 3~6mm;

(2) 浮浆凿除后表面应露出混凝土骨料面,露出的骨料面积经目测约占全部面积的 40%以上;

(3) 使用喷砂技术设备处理桥面浮浆,应认真选择磨料,磨料直径 350~840 μ m,莫氏矿物硬度不低于 6.5 级;

(4) 施工人员应戴口罩等必要防护用具,避免粉尘吸入影响身体健康。

2) 浮浆凿除后应进行粉尘、石屑等杂物清理。

2 防水层施工

1) 确定准确的满足要求的沥青撒布量。

2) 阴角、转角等部位处理:

(1) 应在地袱、防撞墙的阴角、转角等部位人工涂刷改性沥青或乳化沥青,涂刷残留沥青膜厚度 1.0~1.5mm,涂刷高度 5cm;

(2) 用改性沥青或乳化沥青涂刷泄水孔边缘和内部,内部处理深度 10cm 以上,沥青厚度 2~2.5mm。

(3) 泄水孔周围应做泛水坡,保证孔口低于桥面铺装表面。

3 其它未尽事宜应按设现行《公路桥涵施工技术规范》(JTG/T 3650)执行,设计文件如有特殊要求,应按设计文件执行。

B.14.3 质量检验与验收

应符合现行《公路养护工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》(JTG 5220)的规定。

本规范用词说明

本规范执行严格程度的用词，采用下列写法：

- 1 表示很严格，非这样做不可的用词，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用词，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，在条件许可是首先应这样做的用词，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用词，采用“可”。