

ICS 91.100.30

CCS Q13

备案号:

JC

中华人民共和国建材行业标准

JC/T XXXXX—XXXX

钢筋混凝土桥涵防护与修复
工程技术规范
(征求意见稿)

Technical specification for protection and repair engineering of reinforced
concrete bridges and culverts

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中华人民共和国工业和信息化部发布

目 次

前 言 I

1 总则 1

2 术 语 2

3 材 料 3

4 设 计 6

 4.1 一般规定 6

 4.2 结构性病害修复 6

 4.3 一般性病害修复 6

 4.4 钢筋混凝土桥涵表层防护 7

5 施 工 9

 5.1 一般规定 9

 5.2 施工准备 9

 5.3 现场配制 9

 5.4 病害修复与防护 10

6 质量检查与验收 12

 6.1 一般规定 12

 6.2 外观修复质量检验 12

 6.3 防护涂层质量检验 12

 6.4 桥梁加固工程质量检验 13

 6.5 质量检验频次 13

 6.6 质量验收 13

本规程用词说明 15

引用标准名录 16

附：条文说明 17

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms	2
3	Materials	3
4	Design	6
4.1	General Requirements	6
4.2	Structural damage repair	6
4.3	General disease repair	6
4.4	Reinforced concrete bridge and culvert surface protection	7
5	Construction	9
5.1	General Requirements	9
5.2	Construction Preparations	9
5.3	Field Preparation	9
5.4	Disease repair and protection	10
6	Quality inspection and acceptance	12
6.1	General Requirements	12
6.2	Repair layer inspection	12
6.3	Protective coating inspection	12
6.4	Bridge strengthening engineering inspection	13
6.5	Quality inspection frequency	13
6.6	Quality acceptance	13
	Explanation of Wording in this Specification	15
	List of Quoted Standards	16
	Addition: Explanation of Provision	17

前 言

根据《工业和信息化部办公厅关于印发 2022 年第三批行业标准制修订计划的通知》（工信厅科函〔2022〕312 号）的要求，标准编制组经广泛调研，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，编制了本规程。

本规范共分为 5 章，主要技术内容包括：1. 总则；2. 术语；3. 材料；4. 施工；5. 质量检验与验收。

本规范由中国建筑材料联合会负责管理，由建筑材料工业技术情报研究所负责具体技术内容的解。执行过程中如有意见或建议，请寄送建筑材料工业技术情报研究所（北京市朝阳区管庄东里甲 1 号，邮政编码：100024）。

本规范主编单位：建筑材料工业技术情报研究所

本规范参编单位：。

本规范主要起草人：。

本规范主要审查人：。

1 总 则

- 1.0.1 为了规范钢筋混凝土桥涵的防护与修复技术，做到技术先进、经济合理、环保安全，提高工程质量和耐久性，制定本规范。
- 1.0.2 本规范适用于钢筋混凝土桥涵的防护和修复工程的设计、施工、质量验收。
- 1.0.3 桥涵的防护与修复，除应符合本规范外，尚应符合国家现行相关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 混凝土桥涵防护 protection of concrete bridges and culverts

通过实施特定防护技术，确保钢筋混凝土桥涵结构耐久性达到预定标准，防止环境导致的损伤及性能下降。

2.0.2 桥涵混凝土一般性病害 general diseases of bridge and culvert concrete

桥涵混凝土与环境因素发生物理、化学或电化学反应遭受损伤，所呈现的渐进性功能损伤及外观损坏，主要包括蜂窝麻面、冻融破坏、钢筋锈蚀、混凝土起皮剥落、裂缝、外观缺损、色差大等。

2.0.3 桥涵混凝土结构性病害 structural diseases of bridge and culvert concrete

桥涵混凝土与环境因素发生物理、化学或电化学反应遭受外力损伤，导致结构使用性能达不到设计要求，主要包括承载力不足，沉降、位移等。

2.0.4 混凝土界面剂 concrete interfacial agent

用于改善混凝土施工界面粘附能力的处理剂。

2.0.5 聚合物水泥防水砂浆 polymer modified cement mortar for waterproof

以水泥、细骨料为主要组分，以聚合物乳液或可再分散乳胶粉为改性剂。添加适量助剂混合制成的防水砂浆。

2.0.6 混凝土结构修复用聚合物水泥砂浆 polymer modified cement mortars for concrete structures

由聚合物、水泥、细骨料、添加剂等为主要原材料，按适当配比制备而成用于混凝土结构修复的材料。

2.0.7 混凝土裂缝修补料 crack repair material for concrete

以树脂或乳液为粘结剂，添加活性或惰性填料组成的用于修补混凝土裂缝的灌浆加固材料。

2.0.8 水性渗透型无机防水剂 waterbased capillary inorganic waterproofer

以碱金属硅酸盐溶液为基料，加入催化剂、助剂，经混合反应而成，具有渗透性、可封闭水泥砂浆与混凝土毛细孔通道和裂纹功能的防水剂。

2.0.9 混凝土防护涂料 protective coating

一种由树脂、乳液、颜料、填料、助剂和溶剂按科学配比调制的，专为增强混凝土结构防护性能而设计的透明或实色涂料产品。

3 材 料

- 3.0.1 应选用品质稳定的强度等级不低于 42.5 的硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥。对于环境作用严重条件下的混凝土，宜采用硅酸盐水泥或低热水泥。
- 3.0.2 天然砂的含泥量不应大于 1.0%，机制砂亚甲蓝不应大于 1.0，细度模数 2.6~3.0，其余指标应符合现行国家标准《建设用砂》GB/T 14684 的规定。
- 3.0.3 砂的饱和面干吸水率不应大于 2.0%，抗冻混凝土用砂的饱和面干吸水率不应大于 1.0%。
- 3.0.4 满足本规范的尾矿砂也可使用，尾矿砂宜与天然砂混合掺用，混合后的砂的性能应满足本规范的要求。
- 3.0.5 粗骨料应选用粒形良好、质地坚固、级配合理、线胀系数小的洁净碎石，技术要求均应符合现行国家标准《建设用卵石、碎石》GB/T 14685 的规定。
- 3.0.6 满足本规范粗骨料技术要求的固体废弃物如隧道洞渣、选矿废石加工的骨料，也可应用。
- 3.0.7 粉煤灰应选择颜色均匀、不含有油污等杂质，且与水泥和水混合时不应有明显刺激性气体逸出。
- 3.0.8 粉煤灰不低于二级，其余指标应符合现行国家标准《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596 的规定。
- 3.0.9 矿粉不低于 S95 级，其余指标应符合现行国家标准《用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046 的规定。
- 3.0.10 拌合用水中亚铁离子应不大于 6.0mg/L，且其余技术要求均应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63 的要求。
- 3.0.11 混凝土裂缝修补料质量应符合现行行业标准《混凝土裂缝修补灌浆材料技术条件》JG/T 333、现行行业标准《混凝土裂缝修复灌浆树脂》JG/T 264、现行行业标准《混凝土裂缝用环氧树脂灌浆材料》JC/T 1041 的相关规定。
- 3.0.12 混凝土界面处理剂应符合现行行业标准《混凝土界面处理剂》JC/T 907 中 I 型的相关要求。
- 3.0.13 聚合物水泥防水砂浆应符合表 3.0.13 的要求，其质量检验按照现行行业标准《聚合物水泥防水砂浆》JC/T 984 的规定执行，相关试验方法按照现行行业标准《聚合物改性水泥砂浆试验规程》DL/T 5126 的相关规定执行。

表 3.0.13 聚合物水泥防水砂浆的技术要求

项目	技术要求
初凝时间/min	≥45
终凝时间/h	≤24
28d 抗渗压力/MPa	≥1.5
抗压强度/MPa	≥24

抗折强度/MPa	≥8
柔韧性(横向变形能力/mm)	≥1.0
28d 粘结强度/MPa	≥1.2
收缩率 28d/%	≤0.15
吸水率/%	≤4.0
耐碱性: 饱和 Ca(OH) ₂ 溶液	无开裂、剥落
抗冻性: 冻融循环-15℃~20℃, 25 次	无开裂、剥落
养生条件	自然养生、不能洒水
抗缩裂性	大面积薄层罩面时不出现缩裂
可施工性	不粘滞、易整平压光

3.0.14 混凝土结构修复用聚合物水泥砂浆应符合表 3.0.14 的要求, 检验方法应按照现行行业标准《混凝土结构修复用聚合物水泥砂浆》JG/T 336 的相关规定执行。

表 3.0.14 混凝土结构修复用聚合物水泥砂浆技术要求

序号	项目			技术指标		
				A 型	B 型	C 型
1	凝结时间		初凝/min	≥45	≥45	≥45
			终凝/h	≤12	≤12	≤12
2	抗压强度/MPa		7d	≥30	≥18	≥10
			28d	≥45	≥35	≥15
3	抗折强度/MPa		7d	≥6.0	≥6.0	≥4.0
			28d	≥12.0	≥10.0	≥6.0
4	拉伸粘结强度/MPa	未处理	28d	≥2.0	≥1.5	≥1.0
		浸水	28d	≥1.5	≥1.0	≥0.8
		25 次冻融循环	28d	≥1.5	≥1.0	≥0.8
5	收缩率/%		28d	≤0.10		

3.0.15 水性渗透型无机防水剂应符合表 3.0.15 的要求。试验方法应符合现行行业标准《水性渗透型无机防水剂》JC/T 1018 的相关规定执行, 其他防水材料应符合现行国家标准《建筑与市政工程防水通用规范》GB 55030 的相关规定。

表 3.0.15 水性渗透型无机防水剂的技术要求

序号	项目	技术指标			
		I 型	II 型	III 型	
				A 组分	B 组分
1	外观	透明 液体			
2	密度/(g/cm ³)	≥1.0		≥1.2	≥1.1
3	PH 值	11±1		10±1	9±1
4	粘度/s	11.0±1.0		14.0±2.0	12.0±2.0
5	表面张力 /(mN/m)	≤26.0	≤36.0	≤60.0	-

6	凝胶化时间/min		≤200	≤300	≤300	—
7	储存稳定性，10 次循环		外观无变化			
8	抗渗性（混凝土渗透高度比）/%		≤60			
9	抗碳化值/%	7d	≥30			
		28d	≥20			
10	混凝土表面亲水性		不得呈珠状滚落			

3.0.16 混凝土桥梁结构修补用结构胶应符合现行行业标准《桥梁结构加固修复用粘贴钢板结构胶》JT/T 988 要求。

3.0.17 混凝土防护涂料应选用符合现行行业标准《混凝土桥梁结构表面涂层防腐技术条件》JT/T 695 规定的相关产品。

3.0.18 混凝土色差修复材料产品应符合现行国家标准《合成树脂乳液外墙涂料》GB/T 9755、现行行业标准《外墙无机建筑涂料》JG/T 26 的相关规定。

4 设计

4.1 一般规定

4.1.1 钢筋混凝土桥涵病害分为结构性病害和一般性病害，结构性病害修复参照 4.2 条执行，一般性病害修复参照 4.3 条执行，桥涵表层防护工程参照 4.4 条执行。

4.1.2 防护设计应充分考虑桥涵所在地的地质、气候、水文等自然条件，以及交通流量、车辆荷载等使用条件，确保桥涵的结构安全性和功能性。

4.2 结构性病害修复

4.2.1 混凝土构件受损严重，可能影响到混凝土构件力学性能时，应对结构性能进行鉴定，必要时按照现行行业标准《公路桥梁加固设计规范》JTG/T J22 进行设计、出具设计方案。

4.2.2 根据设计方案、依据现行行业标准《公路桥梁加固施工技术规范》JTG/T J23 制定出一套完整的修复方案，以确保混凝土构件能够恢复到其应有的承载能力和稳定性，从而保障整个结构的安全运行。

4.3 一般性病害修复

4.3.1 钢筋混凝土桥涵一般性病害修复方案见表 4.3.1。

表 4.3.1 一般性病害修复方案

序号	项目描述	修复方案
1	混凝土腐蚀严重或受外力破坏影响结构性能	构件力学性能检测：具备相关资质单位进行检测，出具检测报告；
		修复方案确定：具备相关资质单位进行专业设计，出具修复方案；
2	混凝土表层局部起皮、剥落，蜂窝麻面	基面处理：采用手工或机械方式清除基层表面浮灰、浮渣、浮浆等异物；受油污污染的表面，采用碱液、洗涤剂等进行除油；用淡水进行冲洗润湿。
		外观修复：用聚合物水泥防水砂浆对蜂窝麻面进行修补。刷涂 2-3 遍水性渗透型无机防水剂进行表层防护。用混凝土色差修复材料对修补部位进行修色处理，保证整体美观度。
3	混凝土剥落，钢筋裸露、锈蚀	基面处理：采用手工或机械方式把混凝土破损处凿除，清理浮灰、浮渣、浮浆等异物；受油污污染的表面，采用碱液、洗涤剂等进行除油；用淡水进行冲洗润湿。
		钢筋防腐：对于锈蚀严重的钢筋，混凝土保护层的清除深度应超过钢筋位置，钢筋背向保护层一侧也需要进行除锈，钢筋表面的锈蚀层、蚀坑和氯化物需要完全清除，直至露出金属的光亮本色。锈蚀钢筋表面的除锈方式通常可以采取钢丝刷手工除锈、电动钢丝刷除

		锈和抛丸处理的方法。
		外观修复：待防锈漆实干后，用淡水将基层充分润湿采用结构修复用聚合物水泥砂浆混凝土脱落部位进行修补，刷涂 2-3 遍水性渗透型无机防水剂进行表层防护，再用混凝土色差修复材料对修补部位进行修色处理，保证整体美观度。
4	混凝土冻融引起的表面起灰、起砂	基面处理：采用手工或机械方式把基层表面松散层凿除，清理浮灰、浮渣、浮浆等异物；受油污污染的表面，采用碱液、洗涤剂等进行除油；用淡水进行冲洗润湿。
		外观修复：用结构修复用聚合物水泥防水砂浆对受损面进行修补。刷涂 2-3 遍水性渗透型无机防水剂进行表层防护，再用混凝土色差修复材料对修补部位进行修色处理，保证整体美观度。
5	混凝土开裂	裂缝检测：检测混凝土开裂程度，判断裂缝对结构影响程度。
		裂缝处理：①对于影响结构功能的贯穿裂缝和较大裂缝，应经有资质单位进行设计，出具具体处置方案。②对于无碍结构功能的表层裂缝，视裂缝大小，采用涂膜封闭法修补或符合标准要求的环氧树脂及专用灌浆材料进行灌浆修复。
		表层修复：用聚合物水泥防水砂浆对裂缝表层进行找平处理，刷涂 2-3 遍水性渗透型无机防水剂进行表层防护，再用混凝土色差修复材料对修补部位进行修色，保证整体美观度。
6	混凝土表面色差处理	基面处理：采用手工或机械方式把基层表面碳化层凿除，露出坚实基地，清理浮灰、浮渣、浮浆等异物；受油污污染的表面，采用碱液、洗涤剂等进行除油。
		外观修复：刷涂 2-3 遍水性渗透型无机防水剂进行表层防护。再用混凝土色差修复材料对色差部位进行修色，使色差部位与周边区域颜色一致，保证整体美观度。

4.3.2 一般性病害修复过程中，应建立修复效果评估机制，修复后定期对修复区域进行检测，确保修复质量。

4.3.3 对于修复后的桥涵，应制定专门的维护保养计划，预防同类病害的再次发生。

4.4 钢筋混凝土桥涵表层防护

4.4.1 根据桥梁所处环境，按照现行行业标准《混凝土桥梁结构表面涂层防腐技术条件》JC/T 695 标准要求进行。

4.4.2 表层防护设计应充分考虑桥梁的耐久性和美观性，采用的涂层材料应具有抗老化、耐腐蚀性能，且颜色应与周围区域相协调。

4.4.3 涂层施工前应进行表面处理，确保基层干净、干燥、无油污，以提高涂层与基层的附着力。

4.4.4 涂层施工应严格按照施工规范进行，控制涂层厚度、涂刷遍数等关键参数，确保涂层质量。

4.4.5 涂层施工完成后，应进行质量验收，包括涂层厚度检测、附着力测试等，确保涂层达到设计要求。

5 施 工

5.1 一般规定

5.1.1 施工期间，环境温度宜为 10℃～35℃，当环境温度低于 5℃时，应采取相应防护措施；不宜在大风环境或气温较高的环境中施工。

5.1.2 施工现场，液料存放应避免阳光直射，并注意密封，防止泄露。粉料存放应注意遮盖，防止受潮、飞散。

5.1.3 施工作业安全及文明施工应按照现行行业标准《建筑施工安全检查标准》JGJ 59 以及相关文件《建设工程施工现场管理规定》（中华人民共和国建设部令 15 号）规定执行。

5.2 施工准备

5.2.1 现状检测

施工前应充分了解桥涵结构设计性能和原始状态，并详细检查桥涵结构现状，必要时进行检测检验、出具检测报告。

5.2.2 施工方案

参见 4.2~4.4 条内容。

5.2.3 原材料

水泥、细骨料、粉料、聚合物水泥防水砂浆、结构修复用聚合物水泥砂浆、灌缝材料和防护涂料等。

5.2.4 机具

5.2.4.1 主要设备：小型发电机、电动角磨机、电动搅拌器、低压喷雾器、高速吹风机、（盘）台秤、数码照相机等。

5.2.4.2 安全标志：施工标志牌、锥形隔离帽、标志服、警示灯、彩旗等。

5.2.4.3 防护器具：护目镜、防尘口罩、手套、防护服等。

5.2.5 人员

5.2.5.1 施工单位应根据现场具体情况编制“施工组织设计”，并会同设计单位和主要材料供应商对施工人员进行技术交底和培训。

5.2.5.2 大面积施工前应组织施工人员按照工序要求进行小范围试验，试验宜选择具有代表性的部位或构件。

5.3 现场配制

5.3.1 施工现场先按照材料厂家或设计图纸推荐配比进行材料配制和现场施工试验，满足设计和规范要求后再进行施工。

5.3.2 聚合物水泥防水砂浆及结构修复水泥砂浆及修复混凝土宜采用机械拌和，一次拌和量应在 45 min 内用完。严禁超过初凝期使用。

5.4 病害修复与防护

5.4.1 病害修复

5.4.1.1 钢筋混凝土桥涵加固、防护应按照 4.2.2 进行加固处理，严禁擅自采用普通结构修复砂浆进行修复。

5.4.1.2 表 4.3.1 第 1 项病害修复严格按照设计文件要求进行。

5.4.1.3 表 4.3.1 第 2~4 项病害修复，应按照以下要求进行：

1 表面处理：采用手工或机械方式把基层表面碳化层凿除，露出坚实基础，清理浮灰、浮渣、浮浆等异物；受油污污染的表面，采用碱液、洗涤剂等进行除油；用淡水进行冲洗润湿。

2 缺陷修复：将基材用淡水充分润湿但不能有明水，用聚合物水泥防水砂浆或结构修复水泥砂浆把受损部位用多层抹压方式进行修复。修复过程应连续进行，砂浆的单层抹压厚度不应大于 15mm，坑洞较深时应采取逐层抹压方式，以排除气孔，砂浆超过初凝期严禁使用！

3 表层防护：在修复表面刷涂 2~3 道渗透型防水材料（刷涂面积要超出修复区域一定范围，且修复面应规整）。

4 表层美化：砂浆硬化后用混凝土色差修复材料对修补部位进行修色处理，使修复区域与周边保持一致，保证整体美观度。

5.4.1.3 表 4.3.1 第 5 项病害修复，应按照以下要求进行：

1 当裂缝宽度小于 0.2 mm 时，应采用涂膜封闭法进行病害修复。涂膜封闭法修复步骤应符合以下规定：

- 1) 清理裂缝表面，确保干净无尘；
- 2) 使用专用的封闭材料（如环氧树脂、聚氨酯等）进行涂膜封闭；
- 3) 涂膜应均匀覆盖裂缝，确保裂缝完全封闭。

2 当裂缝宽度不小于 0.2 mm 且不大于 0.3 mm 时，应采用低压注浆法进行病害修复。低压注浆法修复步骤应符合以下规定：

- 1) 清理裂缝，确保裂缝内部干净；
- 2) 在裂缝两端粘贴注浆咀，并封闭裂缝；
- 3) 试漏，确保注浆咀和封闭材料无泄漏；
- 4) 配制注浆液（如环氧树脂、聚氨酯等）；
- 5) 使用低压注浆设备将注浆液注入裂缝；
- 6) 注浆后进行二次补浆，确保裂缝完全填充。

3 当裂缝宽度大于 0.3mm 时，应采用开槽填补法进行病害修复。开槽填补法修复步骤应符合以下规定：

- 1) 使用切割机沿裂缝两侧切开一定宽度和深度的 U 槽；
- 2) 清理槽内的灰尘和杂物；
- 3) 用高压水枪冲洗槽内，确保干净；
- 4) 在槽内涂抹界面剂，增强粘结力；
- 5) 用修补材料（如环氧砂浆、聚合物水泥砂浆等）填充槽内；
- 6) 用镡刀将修补材料抹平，确保表面平整。

4 表层美化：裂缝修补后用混凝土色差修复材料对修补部位进行修色处理，使修复区域与周边保持一致，保证整体美观度。

5.4.1.4 混凝土表面色差修复按表 4.3.1 第 6 项病害修复方案进行。

5.4.2 桥梁涂装防护

5.4.2.1 涂装作业前，应检查梁体混凝土情况，梁体裂缝宽度应小于安全允许值。

5.4.2.2 如果发现较大的缺损病害，应按照 5.4.1 条进行表面修复处理。

5.4.2.3 涂装作业时，应按照涂料使用要求，严格控制施工工序和涂装用量，具体按现行行业标准 JT/T694《混凝土桥梁表面涂层防腐技术条件》的规定执行。

6 质量检查与验收

6.1 一般规定

- 6.1.1 在进行任何修复和防护工程后，必须进行严格的质量检查与验收，以确保工程质量符合设计要求及相关标准。
- 6.1.2 质量检查与验收应贯穿整个工程过程，从材料进场、施工过程到工程完工，每一阶段都应设置明确的检查点和验收标准。
- 6.1.3 施工单位应建立健全的质量管理体系，明确质量责任，落实质量控制措施，确保工程质量始终处于受控状态。
- 6.1.4 监理单位应严格履行监理职责，对工程质量进行全过程、全方位的监督，发现问题及时督促施工单位整改，并向建设单位报告。
- 6.1.5 质量检查与验收的结果应作为工程质量评价、奖惩和后续维护的依据，对于质量不合格的工程，应坚决不予验收，并责令施工单位进行返工或修复。
- 6.1.6 加强对质量检查与验收人员的培训和管理，提高其专业素养和责任意识，确保他们能够独立、公正、准确地执行检查与验收任务。
- 6.1.7 鼓励采用第三方检测机构对工程质量进行独立检测和评价，以提高检测的客观性和公信力，为工程质量的全面控制提供有力支持。

6.2 外观修复质量检验

- 6.2.1 检查时间：修复工程完成后，待修复材料达到初步硬化（一般为修复后 7 天），即可进行初步外观检查。最终验收应在所有工程完工，并按规定养护周期结束后进行。
- 6.2.2 外观修复质量检查项目应包括：
- 1 粘结牢固性：修复层与混凝土表面应粘结牢固，无空鼓、脱落现象。
 - 2 平整度与外观：修复后的表面应均匀平整，无鼓包、脱层、裂纹和翘边等缺陷，边缘整齐美观，外观颜色一致。
- 6.2.3 检查方法：采用目测、手摸和敲击等方法进行综合检验。
- 6.2.4 验收标准：修复层与混凝土表面结合紧密，无空鼓；表面平整，无影响使用的缺陷；颜色均匀，与周边区域保持一致。

6.3 防护涂层质量检验

- 6.3.1 检查时间：涂层施工完成后，需经过自然养生或规定的养护周期（通常为 15 天），待涂层体系稳定后进行检验。
- 6.3.2 检查项目应包括以下项目：
- 1 外观检验：涂层应连续均匀，无遗漏、流挂、裂纹、气泡、脱皮和变色等缺陷。
 - 2 厚度检验：抽样量测涂层厚度，确保平均厚度不小于设计值，且最小厚度不低于设计厚度的 80%。
 - 3 涂层附着力检验：要求不低于 2 级。
- 6.3.3 检查方法：

- 1 外观检验采用目测法。
 - 2 厚度检验使用涂层测厚仪进行抽样测量。
 - 3 采用 GB 9286 标准方法检测涂层附着力。
- 6.3.4 验收标准：涂层外观完好，无缺陷；厚度达标，附着力符合要求。

6.4 桥梁加固工程质量检验

- 6.4.1 检查项目：包括加固构件的尺寸、位置、连接状况、材料性能及加固效果等。
- 6.4.2 检查方法：结合设计图纸和现场实际情况，采用测量、观测、试验等方法进行综合检验。
- 6.4.3 验收标准：加固构件应符合设计要求，连接牢固可靠，材料性能满足规范要求，加固效果达到预定目标。

6.5 质量检验

- 6.5.1 日常检查：在施工过程中，应对修复和防护工程的各道工序进行实时检查和记录，确保施工质量符合要求。
- 6.5.2 抽检与验收：表面防护应按现行行业标准《公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》 JTG F80/1 相关分项工程进行检验。

6.6 质量验收

6.6.1 一般规定

- 6.6.1.1 质量验收应遵循国家现行相关标准、规范及本规程的要求，确保桥涵修复与防护工程的质量和安
- 6.6.1.2 质量验收工作应由具有相应资质的单位或机构负责，验收结果应记录在案，并作为工程竣工验收的重要依据。

6.6.2 主控项目

主控项目应包括但不限于以下内容：

- 1 修复层与基体粘结强度：修复层与混凝土基体之间应粘结牢固，无脱层现象。宜采用拉拔试验等方法进行检验，粘结强度应符合设计要求。
- 2 修复层外观质量：修复层表面应平整、光滑，无鼓包、裂纹、翘边等缺陷。颜色应与周围混凝土基本一致，整体美观。通过目测和手摸等方法进行检验。
- 3 涂层厚度与附着力：涂层厚度应符合设计要求，且不应低于设计厚度的 80%；涂层附着力应符合相关标准规定，不低于指定等级。采用专用仪器进行厚度和附着力测量。
- 4 加固结构性能：对于加固工程，应验证加固后的结构性能是否满足设计要求。包括承载力、刚度、稳定性等关键指标，通过荷载试验或计算分析等方法进行验证。

6.6.3 一般项目

一般项目包括但不限于以下内容：

1 施工记录与资料：检查施工过程中的记录资料应齐全、准确，包括材料进场检验报告、施工日志、质量检测记录等。

2 环境适应性：检查修复与防护工程应适应桥梁所处环境，如防水、防腐、抗冻融等性能达标。可通过模拟环境试验或长期观测等方法进行验证。

3 细部处理：检查修复与防护工程的细部处理应到位，如边角处理、接缝处理等。通过目测和手感等方法进行检验。

6.6.4 验收程序

验收程序应包括以下验收程序：

1 自检与互检：施工单位在完成修复与防护工程后，应首先进行自检和互检，确保工程质量符合要求。

2 预验收：自检合格后，由监理单位组织预验收，对工程质量进行全面检查，发现问题及时整改。

3 正式验收：预验收合格后，由建设单位组织正式验收。验收委员会或验收小组应根据验收标准和方法对工程质量进行全面评估，并出具验收报告。

4 资料归档：验收合格后，应将所有验收资料整理归档，作为工程竣工验收的重要组成部分。

6.6.5 质量保修

修复与防护工程应设定合理的质量保修期。在保修期内，施工单位应对因施工质量问题导致的任何损坏负责修复或更换。保修期满后，如发生非人为因素导致的损坏，可依据相关合同条款进行处理。

本规程用词说明

为了便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

- 1 表示很严格，非这样做不可的用词：
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，在条件允许时首先这样做的词：
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，采用“可”。

引用标准名录

- 《建设用砂》GB/T 14684
- 《建设用卵石、碎石》GB/T 14685
- 《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596
- 《用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046
- 《建筑与市政工程防水通用规范》GB 55030
- 《合成树脂乳液外墙涂料》GB/T 9755
- 《外墙无机建筑涂料》JG/T 26
- 《混凝土裂缝修复灌浆树脂》JG/T 264
- 《混凝土裂缝修补灌浆材料技术条件》JG/T 333
- 《混凝土结构修复用聚合物水泥砂浆》JG/T 336
- 《建筑施工安全检查标准》JGJ59
- 《公路桥梁加固设计规范》JTG/T J22
- 《公路桥梁加固施工技术规范》JTG/T J23
- 《公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》JTG F80/1
- 《聚合物改性水泥砂浆试验规程》DL/T 5126
- 《混凝土界面处理剂》JC/T 907
- 《聚合物水泥防水砂浆》JC/T 984
- 《水性渗透型无机渗透性防水材料》JC/T 1018
- 《混凝土裂缝用环氧树脂灌浆材料》JC/T 1041
- 《混凝土桥梁结构表面涂层防腐技术条件》JT/T 695

中华人民共和国建材行业标准

《钢筋混凝土桥涵防护与修复工程技术规范》

JC/T XXXXX—20XX

条文说明

编制说明

《钢筋混凝土桥涵防护与修复工程技术规范》JC/T XXXXX—20XX，经工业和信息化部202*年*月**日以第**号公告批准、发布。

本规范的制订过程中，编制组广泛开展了调查研究工作，系统总结了钢筋混凝土桥涵在防护与修复工程方面的实际经验。同时参考了国内先进技术法规、技术标准，通过现场试验和工程实践验证，确定了钢筋混凝土桥涵的防护措施以及不同宽度的桥涵裂缝修复技术方法等重要技术要求。

为便于广大施工、监理、设计、科研、学校等单位有关人员在使用本规程时能正确理解和执行条文规定，《钢筋混凝土桥涵防护与修复工程技术规范》编制组按章、节、条顺序编制了本规程的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与本规程正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规程规定的参考。

目 次

1. 总则 20

2. 术语和定义 21

3. 原材料 22

4. 设计 23

 4.2 结构性病害修复 23

 4.3 一般性病害修复 23

 4.4 钢筋混凝土桥涵表层防护 23

5. 施工 24

 5.1 一般规定 24

 5.2 施工准备 24

 5.3 现场配制 24

 5.4 病害修复与防护 24

6 质量检查与验收 25

 6.1 一般规定 25

 6.2 外观修复质量检验 25

 6.3 防护涂层质量检验 25

 6.4 桥涵加固工程质量检验 26

 6.5 质量检验 26

 6.6 质量验收 27

1 总 则

编制本规范，旨在总结现有成熟养护技术成果、产品及施工经验，形成一套指导钢筋混凝土桥涵病害修复及防护工作的技术规范，对现有标准体系进行细化完善和补充。这将有助于提升钢筋混凝土桥涵的耐久性，保障公路交通安全，同时也有利于推动桥涵养护技术的创新和发展。

2 术语和定义

本规范尽可能参照现行的标准及相关的技术文件，并考虑到习惯和通用性，术语的英文翻译也是从习惯和通用性考虑，原则上只在本规范中有效。

3 原材料

3.0.1 硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥具有较高的质量可控性和稳定性。低热水泥在提高混凝土抗裂性能方面具有显著优势，有助于降低修补混凝土时温度裂缝的产生。

3.0.2 鉴于桥涵修补用原材料的用量通常不大，对天然砂的含泥量和机制砂的亚甲基蓝值进行严格限制是可行的。

3.0.3 砂的吸水率是影响混凝土拌和过程及其最终工作性的关键因素。低饱和面干吸水率的砂能更有效地与水泥浆体结合，从而增强混凝土的流动性、保水性和稳定性。相反，如果砂的吸水率过高，可能会导致混凝土中的有效水胶比降低，进而影响混凝土的强度发展。使用低吸水率的砂有助于确保混凝土的早期和长期强度。此外，低饱和面干吸水率的砂还能减少混凝土内部孔隙中的水分，降低冻融循环中水分结冰产生的内部压力，从而提升混凝土的抗冻性能，这对于寒冷地区的钢筋混凝土桥涵与修复工程来说至关重要。

3.0.7 限制应用浮油灰或含碳量偏高的粉煤灰，因为不仅会对修补区域混凝土的外观色泽和耐久性产生显著影响。同时也限制应用释放氨气的粉煤灰，因为会对混凝土的外观和强度产生直接影响。

3.0.8 尾矿砂作为一种固体废弃物，其合理利用有助于减少资源浪费和环境污染。将尾矿砂与天然砂混合掺用，可以优化砂的性能，提高混凝土的强度和耐久性。同时，天然砂的加入还能改善尾矿砂的流动性，便于施工。为了确保混凝土的整体性能不受影响，混合后的砂的性能需要进行检测确保满足本规范要求的前提下可以应用。

3.0.9 隧道洞渣、选矿废石等固体废弃物经过加工处理，可以转化为符合要求的粗骨料，实现资源的再利用。这种做法不仅减少了固体废弃物的排放，还降低了对自然资源的开采，符合环保节能的理念。只要这些固体废弃物加工的骨料满足本规范的粗骨料技术要求，就可以应用于混凝土中，确保了混凝土的质量和性能。

3.0.10 实践表明，地下水中的亚铁离子会导致混凝土外观质量变差，出现锈迹。现行规范中并未对此提出要求，经过调研与工程实践应用验证，本规范明确了相关要求。

4 设计

4.2 结构性病害修复

混凝土结构性病害的危害表现在降低结构耐久性、影响结构安全性、影响外观和使用功能，混凝土结构性病害的危害不容忽视，需要采取有效的处理方法进行加固、修复，并加强预防和保护措施，以确保混凝土结构的安全、耐久和美观。

因此，4.2.1 规定必须按规范进行专门的加固设计，4.2.2 规定必须按规范进行专门的加固修复处理。

4.3 一般性病害修复

一般性病害一般只是外观上表现为表层缺陷，不直接影响结构的承载力、安全性，本节对各种缺陷制定了相应的处理环节、措施，以保证处理的规范性、科学性。

4.4 钢筋混凝土桥涵表层防护

混凝土桥涵表面防护是为了确保其在长期使用过程中能够抵抗各种环境因素的侵蚀，通过科学合理的涂层设计和施工，保护混凝土桥涵免受各种环境因素的损害，延长其使用寿命，并保证其安全性和美观性。主要功能体现在防腐蚀、防水防潮、提高耐久性、美观装饰等，除了功能性目的外，还可以用于改善混凝土桥涵的外观，使其表面呈现出不同的颜色和质感，增加桥涵的艺术美感等。

4.4.1-4.4.5 对表层防护的涂层材料和施工质量提出了相关要求。

5 施工

5.1 一般规定

施工安全是指在建筑施工过程中，确保所有参与人员的生命安全和身体健康，也包括施工现场的设备、材料和环境的安全。为了达到这一目标，施工企业必须严格遵守国家和地方的相关法律法规，制定并执行一系列安全管理制度和操作规程。对施工现场的环境进行科学管理，不仅保障了人员和财产的安全，也为施工项目的顺利进行提供了坚实的基础。

5.2 施工准备

在对当前情况进行详细检测和评估的基础上，制定出一个科学合理且切实可行的施工方案至关重要，因为它将直接影响到整个施工过程的顺利进行和最终的工程质量。事先准备好所有相关的施工器具和设备，确保它们处于良好的工作状态，并且符合施工要求，合理安排施工人员，在一切准备工作就绪后，进行施工样板的制作，作为后续大规模施工的参考和标准，确保整个工程的质量和进度符合预期目标。

5.3 现场配制

5.3.2 采用机械设备进行拌和可以确保砂浆和混凝土的均匀性和质量。每次拌和的量控制在 45 分钟以内，以确保材料在初凝期之前被完全使用。超过初凝期的材料严禁继续使用，因为这将严重影响其性能和最终的修复效果。

5.4 病害修复与防护

5.4.1.3 鉴于不同宽度的裂缝可能具有不同的成因和扩展潜力，需要有针对性的处理技术。对于小于 0.2mm、0.2-0.3mm 以及大于 0.3mm 的钢筋混凝土桥涵裂缝，分别制定了具体的处理措施。然而，实际操作中还需考虑到裂缝的走向、深度、分布以及桥涵所处的环境条件等，根据具体情况进行调整，并可能需要专业人员进行评估和监督，以确保修复工作的有效性和结构的安全性。

5.4.2.3 按照涂料使用要求严格控制施工工序和涂装用量是涂装作业中不可或缺的一环，遵循现行行业标准是确保涂装作业质量的基础，也是保证涂装产品质量、降低成本、提高经济效益以及保护环境的重要措施。

6 质量检查与验收

6.1 一般规定

修复和防护工程完成后，进行严格的质量检查与验收是至关重要的，因为这有助于验证工程成果是否达到了既定的设计要求和相关标准。

施工单位建立质量管理体系，明确各自的责任，并实施具体的控制措施，这样做的目的是为了确保施工过程中的每一步都符合质量要求，从而保障整个工程的质量。监理单位需要对施工过程进行不间断的监督，以便能够及时识别任何偏离质量标准的问题，并采取措​​施促使施工方进行整改，同时向相关方报告问题，以便采取进一步的行动。

工程质量的结​​果是评价工程质量、决定奖惩以及维护工程质量的基础，因此对于未能达到标准的工程，应坚决拒绝验收，以防止不符合质量要求的工程对公共安全和社会利益造成影响。

此外，加强检查人员的培训管理是提升其专业能力和责任感的有效途径。同时，鼓励使用第三方检测机构可以增强检测结果的客观性和公信力，这对于全面控制工程质量具有重要意义。通过这些措施，可以确保工程质量得到全方位的保障，满足长期的工程维护和使用需求。

6.2 外观修复质量检验

6.2.1 修复工程完成后，修复材料需要一定的时间进行初步硬化。规定在修复后 7 天进行初步外观检查，可以确保修复材料已经达到一定的强度，能够初步评估修复效果。而最终验收在所有工程完工并按规定养护周期结束后进行，是为了确保修复材料已经充分固化，达到最佳性能，从而全面评估修复质量。

6.2.2 粘结牢固性是修复工程的基本要求。如果修复层与混凝土表面粘结不牢固，容易出现空鼓、脱落等现象，影响修复效果和使用寿命。

修复后的表面的均匀平整，无鼓包、脱层、裂纹和翘边等缺陷，这是为了确保修复后的结构在视觉上和功能上都达到要求。边缘整齐美观，外观颜色一致，则能提升整体美观度。

6.2.3 采用目测、手摸和敲击等方法进行综合检验，可以全面、直观地评估修复质量。这些方法简单易行，且能够覆盖到修复表面的各个角落，确保检查结果的准确性和全面性。

6.2.4 验收标准是评估修复质量的重要依据。规定修复层与混凝土表面结合紧密，无空鼓；表面平整，无影响使用的缺陷；颜色均匀，与周边区域保持一致，可以确保修复后的结构在性能、美观度和一致性方面都达到要求，从而满足使用需求和审美要求。

6.3 防护涂层质量检验

6.3.1 涂层施工完成后，需要经过一定的自然养生或规定的养护周期，以确保涂层体系稳定并达到最佳性能。这一步骤是确保涂层质量的基础，只有在涂层体系稳定后进行检验，才能准确评估涂层的实际性能和质量。

6.3.2 涂层的外观是评估其质量的重要指标之一。连续均匀、无遗漏、流挂、裂纹、气泡、脱皮和变色等缺陷的涂层，不仅美观，而且更能保证其防护性能。这些缺陷可能会影响涂层的耐久性、附着力和抗腐蚀性能。

涂层的厚度是影响其防护性能的关键因素之一。涂层过薄可能无法提供足够的防护，而过厚则可能导致成本增加和不必要的浪费。因此，抽样量测涂层厚度，确保平均厚度不小于设计值，且最小厚度不低于设计厚度的 80%，是确保涂层质量的重要步骤。

涂层附着力是评估涂层与基材之间结合强度的重要指标。如果涂层附着力不足，可能会导致涂层在使用过程中脱落或剥离，从而影响其防护效果。因此，要求涂层附着力不低于 2 级，是确保涂层质量的关键要求之一。

6.3.3 采用合适的检查方法是确保检验结果准确性的关键。外观检验采用目测法，可以直观地评估涂层的外观质量；厚度检验使用涂层测厚仪进行抽样测量，可以精确测量涂层的厚度；采用 GB 9286 标准方法检测涂层附着力，可以确保检验结果的准确性和可比性。

6.3.4 验收标准是评估涂层质量是否合格的重要依据。涂层外观完好、无缺陷，厚度达标，附着力符合要求，是确保涂层质量合格的关键要求。只有满足这些验收标准，才能确保涂层在实际使用中能够提供足够的防护效果。

6.4 桥涵加固工程质量检验

6.4.1 桥涵加固工程的质量检验需要全面而细致，以确保加固效果达到预期。检查项目包括加固构件的尺寸、位置、连接状况、材料性能及加固效果等，这些都是评估加固工程质量的关键要素。尺寸和位置的准确性可以确保加固构件正确安装，连接状况的良好可以确保构件之间的协同工作，材料性能满足规范要求可以确保加固构件的强度和耐久性，加固效果达到预定目标则是整个加固工程的最终目的。

6.4.2 检查方法的选择对于确保检验结果的准确性和可靠性至关重要。结合设计图纸和现场实际情况，采用测量、观测、试验等方法进行综合检验，可以全面评估加固工程的质量。测量可以确保加固构件的尺寸和位置准确无误，观测可以及时发现连接状况和材料性能方面的问题，试验则可以验证加固效果是否达到预期。这种综合检验方法可以确保检验结果的全面性和准确性。

6.4.3 验收标准是评估加固工程质量是否合格的重要依据。加固构件符合设计要求，连接牢固可靠，材料性能满足规范要求，加固效果达到预定目标，这些都是确保加固工程质量合格的关键要求。只有满足这些验收标准，才能确保加固工程在实际使用中能够提供足够的承载能力和耐久性，保障桥涵的安全运行。同时，这些验收标准也为加固工程的质量管理和监督提供了明确的依据。

6.5 质量检验

6.5.1 在施工过程中进行实时检查和记录，是确保施工质量符合要求的重要手段。日常检查可以及时发现施工过程中的问题，如材料使用不当、工艺操作不规范等，从而立即采取措施进行纠正。这不仅可以避免问题扩大化，影响整体工程质量，还可以提高施工效率，

减少返工和修复的成本。因此，日常检查是质量控制的关键环节，对于保障修复和防护工程的施工质量具有重要意义。

6.6 质量验收

6.6.2 主控项目

修复层与基体粘结强度：粘结强度是修复层与基体之间连接的关键指标，直接影响修复层的稳定性和耐久性。若粘结不牢固，可能导致修复层脱落或开裂，影响整体结构安全。因此，通过拉拔试验等方法检验粘结强度，确保符合设计要求，是保障工程质量的重要措施。

修复层外观质量：修复层的外观质量直接影响桥涵的美观度和使用寿命。平整、光滑且无缺陷的修复层不仅能提升桥涵的整体形象，还能减少水分渗透和腐蚀，延长使用寿命。通过目测和手摸等方法进行检验，确保修复层外观质量符合要求，是提升工程质量的重要环节。

涂层厚度与附着力：涂层厚度和附着力是影响涂层防护性能的关键因素。涂层过薄或附着力不足，可能导致涂层在桥涵使用过程中脱落或剥离，影响防护效果。因此，采用专用仪器测量涂层厚度和附着力，确保符合设计要求和相关标准，是保障涂层质量的重要措施。

加固结构性能：加固工程的目的是提升桥涵的承载力和稳定性。因此，验证加固后的结构性能是否满足设计要求，是评估加固工程质量的关键。通过荷载试验或计算分析等方法进行验证，可以确保加固工程达到预期效果，保障桥涵的安全运行。

6.6.3 一般项目

施工记录与资料：施工过程中的记录资料是评估工程质量、追溯施工责任的重要依据。齐全、准确的记录资料可以反映施工过程中的实际情况，为工程质量评价和责任追溯提供有力支持。

环境适应性：桥涵所处的环境对其使用寿命和安全性具有重要影响。因此，检查修复与防护工程是否适应桥涵所处环境，如防水、防腐、抗冻融等性能是否达标，是确保工程质量的关键环节。通过模拟环境试验或长期观测等方法进行验证，可以确保修复与防护工程在实际使用中具有良好的适应性。

细部处理：细部处理是修复与防护工程中不可忽视的环节。边角处理、接缝处理等细部处理是否到位，直接影响修复层的稳定性和耐久性。通过目测和手感等方法进行检验，确保细部处理符合要求，是提升工程质量的重要措施。

6.6.4 验收程序

自检与互检：施工单位在完成修复与防护工程后，进行自检和互检可以及时发现并纠正施工过程中的问题，确保工程质量符合要求。这是保障工程质量的第一道防线。

预验收：预验收是监理单位对工程质量进行全面检查的重要环节。通过预验收，可以及时发现并整改工程质量问题，为正式验收做好准备。

正式验收：正式验收是建设单位组织对工程质量进行全面评估的过程。验收委员会或验收小组根据验收标准和方法对工程质量进行全面评估，并出具验收报告。这是确保工程质量符合设计要求和相关标准的关键环节。

资料归档：将所有验收资料整理归档，作为工程竣工验收的重要组成部分，可以为后续的质量保修和工程维护提供有力支持。同时，也有助于追溯施工责任，确保工程质量可追溯。

6.6.5 质量保修

设定合理的质量保修期，可以保障施工单位在施工过程中对工程质量负责。在保修期内，施工单位应对因施工质量问题导致的任何损坏负责修复或更换。这不仅可以提升工程质量，还可以增强施工单位的责任感和信誉度。同时，保修期满后，如发生非人为因素导致的损坏，可依据相关合同条款进行处理，确保桥涵的长期安全运行。
