

T/JXEA

江西省工程师联合会团体标准

T/JXEA 065—2025

道路桥梁结构裂缝注浆修复技术标准

Technical Standards for Grouting Repair of Structural Cracks in Road and Bridge Structures

（征求意见稿）

2025 - XX - XX 发布

2025 - XX - XX 实施

江西省工程师联合会 发布

目 次

前 言 II

引 言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 总体原则 2

5 修复准备 2

6 修复材料与设备 4

7 修复施工工艺 6

8 质量控制与检验 8

前 言

本文件按照GB/T1.1—2020《标准化工作导则第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由XX提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

引 言

道路桥梁作为交通基础设施的重要组成部分,其结构安全性与耐久性直接关系到交通运输的畅通性与公共安全。裂缝是桥梁结构中常见的病害形式,若不及时修复,将加速结构性能退化,影响使用寿命,甚至引发安全事故。注浆修复技术因其施工便捷、成本可控、修复效果显著等特点,已成为处理桥梁结构裂缝的重要手段之一。该技术通过向裂缝内注入具有粘结性、耐久性和一定流动性的浆液材料,恢复结构的整体性与防水性,提升承载能力与耐久性。

然而,目前国内在桥梁裂缝注浆修复过程中,仍存在材料选用不规范、施工工艺不统一、质量控制体系不完善、验收标准不明确等问题,导致修复效果差异较大,影响修复工程的长期可靠性。

为推动道路桥梁裂缝注浆修复技术的标准化、规范化应用,提升修复工程的质量与耐久性,制定本文件。本文件明确了裂缝注浆修复的全过程技术要求,涵盖修复准备、材料设备、施工工艺、质量控制、验收归档等环节,适用于公路、城市道路桥梁的裂缝修复工程的设计、施工、监理与检测单位。

道路桥梁结构裂缝注浆修复技术标准

1 范围

本文件规定了道路桥梁混凝土结构裂缝注浆修复的总体原则、修复准备、材料与设备、施工工艺、质量控制、安全环保、验收与资料归档等内容。

本文件适用于公路与城市道路桥梁的混凝土梁、板、墩、台等构件中宽度为0.1mm~5.0mm的静止裂缝或低速发展裂缝的注浆修复工程。对于活动裂缝、严重腐蚀区域或特殊材料结构，应结合专项评估与设计执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 50476—2019 混凝土结构耐久性设计规范

JGJ/T 23—2011 混凝土结构检测技术标准

JT/T 722—2023 公路桥梁混凝土结构修复技术规范

JGJ 145—2013 混凝土结构后锚固技术规程

GB/T 50082—2009 普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准

JC/T 547—2017 水泥基灌浆材料

GB 50728—2011 工程结构加固材料安全性鉴定技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 裂缝

混凝土结构中因荷载、温度、收缩、徐变等因素引起的材料不连续现象。

3.2 注浆修复

通过压力将浆液材料注入裂缝内部，充填空隙并粘结裂缝两侧混凝土，恢复结构整体性的修复方法。

3.3 浆液

用于注浆修复的流动状材料，通常由基材、固化剂、增韧剂等组成，具有一定的流动性、粘结性与耐久性。

3.4 注浆压力

注浆过程中施加于浆液的压力，用于推动浆液填充裂缝。

3.5 裂缝宽度

裂缝在混凝土表面开口处的最大距离，通常以毫米（mm）为单位。

3.6 修复耐久性

修复后结构在预定使用期内维持其功能与性能的能力。

4 总体原则

道路桥梁裂缝注浆修复应遵循以下基本原则：

科学性：修复方案应基于结构检测、裂缝成因分析与材料性能试验，确保技术路线的合理性与可靠性。

规范性：材料选用、施工工艺、质量控制应符合国家、行业及相关标准要求。

针对性：应根据裂缝类型、宽度、深度、走向及结构受力特点，选择适宜的注浆材料与工艺。

耐久性：修复后应恢复或提升结构的整体性、防水性与耐久性，满足设计使用年限要求。

可追溯性：修复全过程应保留完整的技术记录与质量文件，实现工序可追溯、责任可落实。

5 修复准备

5.1 检测与评估

修复前的检测与评估是制定科学修复方案的基础，应包括以下内容：

5.1.1 裂缝调查

分布测绘：采用全站仪、摄影测量或人工网格法绘制裂缝分布图，标注每条裂缝的编号、位置、长度、走向。

宽度测量：使用裂缝宽度检测仪或电子显微镜，在裂缝全长范围内每200mm测量一次，记录最大、最小及平均宽度。

深度探测：采用超声波检测仪、钻芯取样或裂缝深度测试仪，判断裂缝是否贯穿或局部深度变化。

形态记录：区分裂缝类型（纵向、横向、斜向、网状）、活动性（静止、发展）及表面特征（是否伴有渗水、泛碱、锈迹）。

5.1.2 结构状态检测

混凝土强度：采用回弹法、超声回弹综合法或取芯法检测裂缝区域及相邻区域的混凝土抗压强度。

碳化深度：使用酚酞试剂测定混凝土碳化深度，评估保护层失效风险。

钢筋状况：采用钢筋扫描仪检测钢筋位置、直径、保护层厚度，必要时进行局部剔凿检查锈蚀程度。

环境作用：调查结构所处环境的温度变化、湿度、氯离子含量、冻融循环等影响因素。

5.1.3 成因分析与安全评估

荷载分析：结合结构设计资料与运营记录，判断裂缝是否由超载、疲劳、冲击荷载引起。

变形分析：检查结构是否因基础沉降、温度应力、收缩徐变产生变形裂缝。

材料分析：评估混凝土配合比、骨料反应、早期养护等因素是否导致材料性能不足。

安全性评级：根据《公路桥梁技术状况评定标准》（JTG/TH21）对裂缝影响区域进行安全性分级，确定修复紧迫性。

5.2 修复设计

基于检测评估结果，编制专项修复设计方案，内容包括：

5.2.1修复目标与原则

恢复结构整体性与防水性；

阻止裂缝继续扩展；

提升结构耐久性，延长使用寿命；

满足原设计荷载要求或提升至新荷载标准。

5.2.2材料选择与性能要求

根据裂缝宽度、深度、湿度选择适宜浆液类型；

明确浆液的流动性、固化时间、粘结强度、收缩率、耐久性等性能指标；

确定辅助材料的种类与规格。

5.2.3工艺参数设计

注浆压力范围；

注浆顺序与分段方法；

注浆嘴间距与布置方式；

封闭层厚度与材料；

养护时间与条件。

5.2.4质量控制指标

浆液填充饱满度；

粘结强度最低值；

表面平整度要求；

防水性能标准。

5.2.5施工图绘制

裂缝位置与编号图；

注浆嘴布置详图；

注浆工艺流程图；

材料用量与设备配置表。

5.3施工组织设计

5.3.1施工流程

现场清理与安全围护；

裂缝标注与表面处理；

注浆嘴安装与封缝；

压气检漏；

浆液配制与注浆；

养护与表面修复；

质量检验与记录。

5.3.2人员组织

项目负责人：具备桥梁修复工程经验；

技术人员：熟悉材料性能与工艺要求；

操作人员：经培训持证上岗；

安全员：负责现场安全监督。

5.3.3设备与材料计划

设备清单：注浆泵、搅拌机、空压机、检测仪器等；

材料采购计划：浆液、封缝胶、注浆嘴、清洗剂等；

备用设备与应急材料储备。

5.3.4现场布置

设备摆放区域；

材料存储区（防潮、防晒）；

废料临时收集点；

安全通道与警示标志设置。

5.3.5应急预案

设备故障应急方案；

浆液泄漏处理措施；

突发天气应对计划；

人员受伤急救流程。

6修复材料与设备

6.1注浆材料

流动性：浆液在25℃条件下的流动时间应 $\leq 30s$ （采用流杯法测定）；

固化时间：初凝时间 $\geq 30min$ ，终凝时间 $\leq 12h$ ；

粘结强度： $\geq 2.5MPa$ （与混凝土的劈裂抗拉强度）；

抗压强度： $\geq 40MPa$ （28d龄期）；

收缩率： $\leq 0.1\%$ （28d龄期）；

耐久性：经200次冻融循环后强度损失 $\leq 15\%$ 。

每批材料进场应提供出厂合格证与型式检验报告；

现场抽样送具备资质的实验室进行复检；

存储于阴凉、干燥、通风处，避免阳光直射与高温；

环氧类材料应远离火源，聚氨酯类应密封防潮。

6.2 辅助材料

6.2.1 封缝材料

环氧腻子、快速水泥、专用封缝胶；
要求与浆液相容，粘结力强，不易开裂。

6.2.2 注浆嘴

金属或塑料材质，内径3mm~5mm；
带逆止阀，防止浆液回流；
安装牢固，与裂缝密封良好。

6.2.3 清洗溶剂

丙酮、酒精等，用于清洗设备与表面；
应符合环保要求，现场限量使用。

6.3 注浆设备

6.3.1 注浆泵

类型：气压式、液压式或机械式；
压力范围：0.1MPa~2.0MPa可调；
流量控制：0.5L/min~5.0L/min可调；
应具备压力保持与泄压功能。

6.3.2 混浆设备

电动搅拌机，转速 $\geq 500\text{r/min}$ ；
搅拌桶容积适应单次注浆量；
搅拌叶片应易于清洗。

6.3.3 检测与监控仪器

数字压力表：精度 $\pm 0.01\text{MPa}$ ；
流量计：精度 $\pm 1\%$ ；
温湿度计：监测环境条件；
裂缝观测仪：用于施工前后对比。

6.3.4 辅助工具

钢丝刷、吹风机、打磨机；
注浆管、接头、密封带；
防护用具：手套、护目镜、口罩。

6.3.5 设备校准与维护

压力表、流量计每半年校准一次；
设备使用前应进行空载试运行；

每次使用后彻底清洗，防止浆液固化堵塞。

7 修复施工工艺

7.1 裂缝表面处理

7.1.1 清理

使用钢丝刷、凿子清除裂缝两侧50mm范围内的松散混凝土、油污、苔藓等；

采用压缩空气吹净灰尘，必要时用清水冲洗并充分干燥。

7.1.2 开槽（如需）

对于宽度 $>1.0\text{mm}$ 的裂缝，可沿裂缝走向开凿“V”形槽，深度 $10\text{mm}\sim 15\text{mm}$ ，宽度 $15\text{mm}\sim 20\text{mm}$ ；槽内清理干净，无粉尘残留。

7.2 注浆嘴布置

7.2.1 布置原则

沿裂缝走向每 $200\text{mm}\sim 300\text{mm}$ 布置一个注浆嘴；

裂缝交叉、转弯、端部应增设注浆嘴；

注浆嘴应位于裂缝较宽处，且与裂缝垂直。

7.2.2 安装方法

使用封缝材料将注浆嘴底座粘贴于裂缝中心；

确保底座与混凝土表面密贴，无缝隙；

安装后标注编号，绘制布置图。

7.3 封缝处理

7.3.1 封缝材料涂抹

使用刮刀将封缝材料均匀涂抹于裂缝表面，宽度 $40\text{mm}\sim 60\text{mm}$ ，厚度 $3\text{mm}\sim 5\text{mm}$ ；

确保完全覆盖裂缝及注浆嘴底座周边。

7.3.2 养护

在温度 $20^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ 、湿度 $\leq 70\%$ 条件下养护 $6\text{h}\sim 12\text{h}$ ；

养护期间避免振动、水冲或外力撞击。

7.4 压气检漏

7.4.1 试验方法

从一端注浆嘴注入压缩空气，压力 $0.2\text{MPa}\sim 0.4\text{MPa}$ ；

在封缝表面涂抹肥皂水，检查是否有气泡冒出；

记录漏气位置并进行补封。

7.4.2 合格标准

保压 3min 压力下降不超过 10% ；

无连续气泡冒出。

7.5 浆液配制

7.5.1 配比控制

严格按材料说明书称量各组份；

搅拌时间不少于3min，直至均匀无颗粒；

记录配制时间、温度与批次。

7.5.2 可使用时间监控

环氧类浆液可使用时间一般为30min~60min；

超时未用浆液应废弃，不得加水或溶剂稀释后使用。

7.6 注浆作业

7.6.1 注浆顺序

从低处向高处、从一端向另一端进行；

竖向裂缝从下往上注浆；

水平裂缝从一端向另一端或从中间向两端。

7.6.2 压力控制

初始压力0.2MPa，逐步提升至0.4MPa~0.6MPa；

最大压力不超过1.0MPa；

持压时间3min~5min。

7.6.3 注浆终止条件

相邻高位注浆嘴出浆；

达到设计压力并持压稳定；

浆液注入量达到理论估算值的1.2倍以上。

7.6.4 过程记录

记录每个注浆嘴的开始时间、结束时间、压力变化、注浆量；

发现异常及时暂停，检查原因并处理。

7.7 养护与表面处理

7.7.1 养护

注浆结束后静置养护24h~48h，避免振动与水冲；

环氧类材料养护温度不低于10℃；

水泥基材料应覆盖湿布或喷涂养护剂。

7.7.2 注浆嘴拆除与表面修复

浆液固化后敲除注浆嘴，用砂轮打磨平整；

表面涂刷与原结构颜色相近的保护涂层；

恢复交通前应确保表面强度达到设计要求。

8 质量控制与检验

8.1 材料检验

8.1.1 进场检验

查验出厂合格证、型式检验报告、材料安全数据表（MSDS）；
核对批号、生产日期、有效期。

8.1.2 抽样复检

每批材料抽样不少于3组；
送具备CMA/CNAS资质的实验室检测；
检测项目包括流动性、固化时间、强度、耐久性等。

8.2 过程质量控制

8.2.1 裂缝处理质量

检查裂缝清洁度、干燥度；
测量开槽尺寸是否符合设计要求。

8.2.2 注浆嘴与封缝质量

检查注浆嘴布置间距、密封性；
封缝层是否平整、无裂缝、无气泡。

8.2.3 浆液配制与注浆过程

监督配比准确性、搅拌时间；
实时监控注浆压力、流量、顺序；
记录异常情况与处理措施。

8.3 修复效果检验

8.3.1 外观检查

表面平整，无色差、无浆液渗出；
敲击检查无空鼓声；
裂缝区域无可见裂缝残留。

8.3.2 取芯检验

每100延米裂缝至少取1个芯样；
芯样直径不小于50mm，包含裂缝全长；
检查浆液填充饱满度、粘结界面质量。

8.3.3 粘结强度测试

采用拉拔仪测试修复区域粘结强度；
测点数量不少于3处，取平均值；

粘结强度不低于设计值的90%。

8.3.4防水性能测试

对修复区域进行淋水试验或蓄水试验；

持续时间不少于30min，背面无渗漏。

8.3.5无损检测

采用超声波检测仪检测浆液填充完整性；

使用红外热像仪检测温度均匀性，判断是否存在空洞。

8.4质量评定与记录

8.4.1评定等级

优秀：各项指标均优于设计要求；

合格：各项指标均符合设计要求；

不合格：任一项关键指标不符合要求。

8.4.2质量记录

材料检验报告；

施工过程记录表；

检验测试报告；

质量问题处理记录。

8.4.3验收文件

修复工程竣工报告；

质量控制汇总表；

检验合格证明；

建议的后续监测与维护计划。