

混凝土桥梁裂缝修复工艺分析

刘扬

方正县农村公路事业发展中心 黑龙江省哈尔滨市方正县 150800

摘要：混凝土桥梁长期暴露在自然环境与车辆荷载作用下，极易产生不同类型的裂缝病害，不仅破坏桥梁结构完整性，降低混凝土耐久性，还会影响桥梁通行安全与使用寿命，是道路交通工程养护中的常见核心问题。本文系统梳理了桥梁裂缝的主要分类及产生原因，并针对性探讨各类裂缝对应的修复工艺与技术要点，旨在提升桥梁裂缝修复的施工质量与结构稳定性，为同类桥梁养护修复工程提供科学、可行的技术参考，保障混凝土桥梁长期安全稳定运行。

关键词：混凝土桥梁；裂缝；修复工艺；施工

在道路交通基础设施体系中，混凝土桥梁凭借造价低廉、结构稳定、施工便捷、承载力强等优势，成为路网工程的核心组成部分，广泛应用于公路、市政、铁路等各类交通工程中。但混凝土材料自身存在抗拉强度低、易收缩变形的固有特性，加之桥梁长期经受温度变化、雨水侵蚀、车载反复冲击、地基沉降等内外因素影响，在长期服役过程中不可避免会出现裂缝病害，从而引发钢筋锈蚀、结构碳化、截面受损等连锁病害，持续弱化桥梁整体承载能力与耐久性能。基于此，深入研究混凝土桥梁裂缝的修复工艺，规范施工技术流程，优化病害处置方案，对延长桥梁服役寿命、降低养护成本、保障交通通行安全具有重要的工程现实意义。

1 混凝土桥梁裂缝主要类型及形成机理

1.1 结构性裂缝

结构性裂缝是桥梁结构受力变形引发的危害性裂缝，直接反映桥梁承载体系存在受力失衡问题。此类裂缝多产生于桥梁主梁、墩柱、支座等核心受力部位，主要成因包括桥梁结构设计配筋不合理、施工阶段混凝土强度不达标、后期车载荷载超限、地基不均匀沉降等。结构性裂缝会随荷载作用持续扩展，逐步破坏结构受力体系，若未及时修复管控，会不断降低桥梁承载能力，引发结构变形、坍塌等重大安全隐患，是桥梁养护中需要重点处置的高危病害。

1.2 非结构性裂缝

非结构性裂缝多由混凝土自身变形、环境变化等非受力因素引发，不直接影响桥梁主体承载能力，属于常见的表层病害。其中，塑性收缩裂缝多出现于混凝土浇筑初凝阶段，因表层水分快速蒸发、内部水分散失较慢，混凝土内外收缩变形不一致引发，多表现为表层细微不规则裂缝；温度裂缝源于混凝土温差变形，大体积混凝土浇筑后内部水化热积聚，内外温差产生温度应力，超出混凝土抗拉强度后形成裂缝，四季温差交替变化也会加剧此类裂缝扩展；干燥收缩裂缝则是混凝土硬化成型后，内部游离水分持续蒸发，整体体积收缩受限引发，普遍分布于桥梁桥面、护栏等表层结构。非结构性裂缝虽短期无结构性安全风险，但会破坏混凝土保护层完整性，为雨水、空气、腐蚀性介质渗入内部提供通道，诱发钢筋锈蚀、混凝土碳化等次生病害，逐步转化为结构性隐患。

2 常用混凝土桥梁裂缝修复工艺及技术要点

2.1 表面封闭法

表面封闭法是针对细微表层裂缝的简易修复工艺，主要适用于宽度较小、深度较浅、无持续扩展趋势的非结构性裂缝，多用于桥梁表层防护加固。该工艺的核心原理是通过专用封闭材料覆盖裂缝表层，封堵介质渗入通道，阻止裂缝进一步恶化，保护内部混凝土与钢筋结构。施工过程中，首先需对裂缝表层进行彻底

清理，去除浮浆、灰尘、油污、松散混凝土碎屑，保证修复基面干燥、平整、洁净，避免杂质影响材料粘结效果。待基面处理完成后，选用环氧树脂、聚合物水泥基等粘结性、抗渗性、耐候性良好的封闭材料，均匀涂刷于裂缝表层，可根据裂缝细微程度分多次涂刷，确保材料完全覆盖裂缝并渗透表层细微缝隙，形成完整的封闭防护层。该工艺施工流程简单、工期短、成本低，主要作用为防渗防腐，无法修复深层结构损伤，仅适用于表层轻微病害处置。

2.2 灌浆修复法

灌浆修复法是当前混凝土桥梁裂缝修复的主流工艺，适配性较强，可用于处理中等宽度、深度较大的贯通性裂缝，既适用于非结构性深层裂缝，也可用于轻度结构性裂缝的修复处置。其技术原理是利用压力设备将流动性强、粘结度高、固化后强度优异的灌浆材料注入裂缝内部，填充裂缝空腔，待材料固化后将开裂的混凝土结构粘结为整体，恢复结构整体性与密实度，同时阻断病害扩展通道。施工关键环节包含基面清理、裂缝封缝、钻孔埋管、压力灌浆、封口养护五个步骤。施工前需清理裂缝表层杂物，对裂缝表面进行封闭处理，防止灌浆材料外溢；根据裂缝深度与走向合理布设灌浆孔，保证孔道贯通裂缝核心区域；灌浆过程中严格控制灌浆压力，遵循低压慢灌、均匀注浆的原则，确保材料充分填充裂缝内部空隙，避免压力过大导致裂缝扩宽、结构受损；灌浆完成后及时封堵孔口，做好表层平整处理，后期严格落实养护工作，保障灌浆材料充分固化，达到设计强度。常用灌浆材料以环氧树脂浆材、聚氨酯浆材为主，环氧树脂固化后强度高、粘结性好，适用于干燥环境下的结构裂缝修复；聚氨酯浆材遇水膨胀、防渗性优异，更适配潮湿、有水环境的裂缝处置。

2.3 嵌缝修补法

嵌缝修补法主要适用于宽度较大、裂缝形态稳定、无持续扩展变形的宽大裂缝，多用于桥梁桥面、挡墙等非核心受力部位的裂缝修复。该工艺通过开槽嵌填弹性修补材料的方式处置裂缝，能够适配混凝土后期轻微变形，避免裂缝反复开裂。施工时，首先沿裂缝走向人工或机械开槽，剔除槽内松散混凝土与杂质，修整槽体规整度并清理干燥；随后在槽内填充弹性密封膏、聚合物砂浆等专用嵌缝材料，压实抹平，保证材料与槽壁紧密粘结。该工艺的核心优势在于材料具备良好的变形适应性，可抵消混凝土收缩、温度变化产生的微小应力，有效规避裂缝二次开裂问题，防渗堵漏效果突出，但对结构受力性能的提升作用有限。

2.4 结构加固修复法

结构加固修复法针对危害性较强、已影响结构承载性能的结构性裂缝，多用于桥梁主梁、墩柱等核心受力构件的重度裂缝处置。此类裂缝单纯依靠封堵、灌浆工艺无法恢复结构受力能力，需结合结构加固技术提升整体稳定性。常用施工方式包括粘贴碳纤维布、外包钢板、增大截面加固等，通过外部补强的方式弥补结构受力缺陷，约束裂缝持续扩展，恢复桥梁承载能力。施工中需先对原有裂缝进行灌浆封闭处置，消除内部病害隐患，再开展加固施工，确保原有结构与加固层紧密结合、协同受力，从根本上解决结构性裂缝带来的安全隐患。

3 结语

混凝土桥梁裂缝是影响桥梁服役安全与使用寿命的核心病害，病害成因复杂、类型多样，不同裂缝的危害等级与处置要求差异显著。科学选用修复工艺、规范施工流程、强化质量管控，是提升裂缝修复效果、延长桥梁使用寿命的关键。本文通过梳理混凝土桥梁裂缝的常见类型与形成机理，系统分析了表面封闭法、灌浆修复法、嵌缝修补法、结构加固法的适用场景与施工要点，这不仅可以切实提

升混凝土桥梁的结构稳定性与耐久性能,还能够为道路交通基础设施安全稳定运行提供坚实保障。

参考文献

[1]史娜.桥梁混凝土结构裂缝成因分析及修复技术研究[J].水泥,2026 (05): 155-157.

[2]谢建武.道路桥梁混凝土裂缝问题及处理措施[J].四川水泥,2022 (07): 278-280.

[3]余世勤.桥梁混凝土裂缝成因及预防策略[J].建设科技,2021(22): 91-93.