

路桥施工过程中裂缝病害防治技术探索

周娜娜

安徽建工水利开发投资集团有限公司，安徽 蚌埠 233000

DOI:10.61369/ME.2025120023

摘 要： 裂缝病害是路桥施工过程中常见的质量问题，直接影响工程结构安全、耐久性与使用寿命。当前路桥施工中裂缝防治存在成因判断不精准、技术应用适配性不足、全流程管控缺失等问题。本文明确路桥施工过程中裂缝病害的危害，深入剖析裂缝形成的设计、材料、施工、环境等多方面原因，梳理不同类型裂缝的针对性防治技术，提出施工全流程防治管控路径与保障措施，为提升路桥工程施工质量、减少裂缝病害提供理论与实践支撑。

关 键 词： 路桥施工；裂缝病害；防治技术；全流程管控

Exploration of Crack Disease Prevention and Control Technologies During Road and Bridge Construction

Zhou Nana

Anhui Construction Engineering Water Conservancy Development Investment Group Co., LTD., Bengbu, Anhui 233000

Abstract： Crack disease is a common quality problem in the construction process of roads and Bridges, directly affecting the safety, durability and service life of engineering structures. At present, there are problems in the prevention and control of cracks in road and bridge construction, such as inaccurate cause judgment, insufficient adaptability of technology application, and lack of full-process control. This article clearly defines the hazards of crack diseases during the construction of roads and Bridges, deeply analyzes the multiple reasons for crack formation such as design, materials, construction, and environment, sorts out targeted prevention and control technologies for different types of cracks, and proposes a full-process prevention and control path and safeguard measures for construction, providing theoretical and practical support for improving the construction quality of road and bridge projects and reducing crack diseases.

Keywords： road and bridge construction; crack disease; prevention and control technology; full-process control and management

引言

在路桥工程的建设进程中，施工阶段是裂缝病害频繁出现的时期。裂缝一旦生成，不仅会使路桥结构的承载能力遭受削弱，而且还会让雨水以及各类有害物质的渗透侵蚀程度加剧，如此一来，工程的使用年限会被缩短，后期的维修花销会增加，甚至还可能引发安全事故。伴随我国交通基础设施的建设规模不断拓展以及服役标准持续提升，针对裂缝病害展开的防治工作已然成为管控路桥施工质量的关键部分。展开对路桥施工过程中裂缝病害防治技术的探究，攻克防治难题，对于确保路桥工程的质量与安全具有重要意义。

一、路桥施工过程中裂缝病害的危害

致使结构承载能力降低。路桥结构产生的裂缝会对其整体性造成破坏，引发应力集中的情况。当结构承受车辆荷载、自身重量等作用时，部分区域承受的力会超出设计的承受范围，使得结构出现变形，强度也会降低，在情况较为严重时，甚至可能造成结构坍塌，对通行安全构成威胁^[1]。

使结构的耐久性降低。雨水、二氧化碳、氯离子等有害物质会借助裂缝形成的通道进行渗透，加快混凝土碳化、钢筋锈蚀等

致使结构性能变差的过程。特别是在寒冷的区域，冻融循环会让裂缝变宽，使结构遭受的损坏加剧，显著缩短路桥工程可以正常使用的时长。

导致工程维护成本显著提升。在施工过程中产生的裂缝，若无法 及时进行处理，在后期便需要投入资金开展修补、加固工作，更有甚者还需进行局部拆除并重新建造。不仅会让维护成本大幅增加，而且可能对交通通行造成不良影响，引发额外的经济损失以及社会层面的负面效应。

二、路桥施工过程中裂缝病害的形成原因分析

（一）设计环节存在缺陷

结构设计存在欠缺之处。在部分路桥工程的设计工作中，并未充分权衡结构的受力特性情况，出现截面尺寸不够充分、配筋率处于较低水平、节点设计不够妥当等情况，最终致使在施工进程中结构局部出现应力集中现象，引发裂缝；在针对大跨度桥梁以及异形结构开展设计时，并未妥善开展温度应力、收缩应力的释放相关设计，容易因为应力的不断累积而产生裂缝。

设计参数的选用存在不妥之处。在设计阶段，针对施工区域的地质情况、气候条件开展的调查研究不够充分，选用的混凝土强度等级、配合比等参数与实际的施工环境不相适配；并未依据施工工艺的特性对设计方案予以优化，造成设计方案难以顺利实施，使裂缝出现的风险增加。部分设计未建立参数动态调整机制，对施工期间可能出现的地质条件突变、极端气候等变量预判不足；且设计验算多依赖理论模型，未结合现场实测数据进行参数校准，导致结构受力计算与实际工况存在偏差，进一步提升了裂缝产生的概率。

（二）材料质量与性能问题

原材料的质量未达到规定标准。选用的水泥、砂石、钢筋等原材料并不符合相关的标准要求，例如，水泥的强度波动较为明显，砂石的含泥量过高，钢筋的力学性能不符合合格标准等情况，会使得混凝土的强度以及韧性出现降低的情况，并且会提升裂缝产生的可能性；外加剂的选用存在不恰当处，例如缓凝剂、减水剂的型号与水泥无法相匹配，有可能会造成混凝土的凝结出现异常现象，产生裂缝。

混凝土的配合比例存在不合理情况。在开展混凝土配合比设计工作期间，水泥使用量超出合理范围、水与胶凝材料的比例数值过大、骨料的级配情况不理想等情形，会造成混凝土的收缩数量增加，在硬化进程中出现收缩裂缝；并未依照施工所处环境的温度高低、湿度大小对配合比进行调整，同样会对混凝土的性能产生影响，引发裂缝。

（三）施工操作不规范

混凝土施工工艺存在的欠缺。在混凝土进行搅拌的阶段，搅拌时长不够、原材料的计量缺乏精准性，造成混凝土的匀质性欠佳；在浇筑进程中，振捣不够密实、出现漏振或者过振的情况，会让混凝土内部产生如孔隙、蜂窝等缺陷，在后期较容易演变成裂缝；若浇筑顺序缺乏合理性，并未开展分层分段浇筑，或者对施工缝处理得不够妥当，会致使结构的整体性不足，产生施工缝裂缝。

养护环节的管控存在欠缺情况。当混凝土完成浇筑后，若未能迅速开展养护相关工作，或者养护的时长不够、采用的养护方式并不恰当，便会使得混凝土表面的水分以较快速度蒸发，而内部的水分补给又不够充足，产生干缩裂缝；在高温、寒冷、大风等较为恶劣的环境条件下，若并未采取具有针对性的养护防护措施，便会使得混凝土收缩以及温度变形的情况变得更加严重，引发裂缝^[2]。

三、路桥施工过程中不同类型裂缝病害的防治技术

（一）收缩裂缝防治技术

对混凝土配合比设计进行优化。采用低热矿渣水泥、粉煤灰等掺合料替代部分水泥，以此削减水泥的使用量，降低混凝土的水化热以及收缩的程度；对水胶比进行合理把控，添加高效减水剂，增强混凝土的流动性能与密实程度，减少干燥收缩引发的变形；对骨料的级配进行优化，挑选粒径相对较大、级配情况良好的骨料，增强混凝土骨架的支撑效能，降低收缩的比率。

加强施工以及养护管控工作。当进行混凝土搅拌操作时，要保证计量达到精准无误的程度，搅拌实现均匀的状态，在浇筑进程中要把握好振捣的质量情况，防止出现过度振捣或者遗漏振捣的现象，在浇筑工作结束后要迅速覆盖具有保湿功能的材料，例如土工布、塑料薄膜等，以此避免表面的水分过快地蒸发掉。要依据环境的温度情况对养护的方式进行调整，在气温较高的天气要采取遮阳、洒水降低温度的举措；在气温较低的天气，要采取保持温度的养护措施，需要保证养护的时间不少于规范规定的要求，减少干缩裂缝的产生。

（二）温度裂缝防治技术

完成温度控制设计工作。在大体积混凝土、桥梁梁体等结构的设计进程中，设置温度伸缩缝以及后浇带，以此释放温度产生的应力；挑选低热性质的混凝土配合比，减少水化热的生成量，降低混凝土内部的温度。

加强对施工过程中温度的管控力度。在进行大体积混凝土施工作业时，选择采用分层浇筑以及分层振捣的手段，以此来减缓水化热的释放速率；在混凝土的内部安置测温元件，对其内部温度的变化情况进行实时监测，一旦混凝土的内外温差超出规范规定的限值，便采取内部通水冷却、外部覆盖保温等举措，对温度梯度进行控制；要避免在高温的正午时分或者低温的时段进行混凝土的浇筑工作^[3]。

（三）施工缝裂缝防治技术

对施工缝的设置与处理予以优化。需切实依照设计所提要求以及施工规范标准设置施工缝，防止在结构承受力的关键部位进行施工缝的设置；在施工缝所在位置开展混凝土浇筑作业前，要将旧混凝土的表面进行凿毛处理，将表面的浮浆、杂物等清理掉，并且使用清水进行冲洗，让其达到充分湿润的状态；在施工缝处铺设一层配合比相同的水泥砂浆或者水泥浆，以此强化新旧混凝土之间的粘结能力。

（四）预应力裂缝防治技术

对预应力施工流程予以规范。需严格依照设计要求来明确预应力张拉的具体时间，要保证混凝土强度达到设计强度标准值所规定的相应比例后，才可以开展张拉作业；要精确把控张拉控制应力，运用双控法，即将应力控制与伸长值控制相结合，以此确保张拉的质量；按照合理的、科学的张拉顺序实施张拉，防止结构内力出现分布不均衡的情况。

着力加强孔道压浆质量的把控与管理。挑选具备高性能特质的压浆材料，以此保证压浆材料在流动性、强度以及耐久性等方面

面可以满足相关标准与要求；在进行压浆操作前，对孔道内部的杂质与积水进行全面清理，运用真空辅助压浆技术手段，保证压浆达到较高的密实程度；当压浆工作完成后，迅速且妥善地开展养护工作，避免压浆体出现收缩与开裂的情况，确保预应力筋与混凝土间可以实现有效的粘结。

四、路桥施工过程中裂缝病害的全流程管控路径

（一）施工前期预防管控

对设计优化环节进行完善。启动设计方案的评审工作，着重对结构受力设计、温度应力释放的设计、施工工艺适配性等相关内容展开核查，及时对设计中存在的缺陷予以修正；结合施工区域的地质情况、气候条件等因素，对混凝土配合比、结构尺寸等设计参数进行优化，增强设计方案的科学性以及可行性。

加强对原材料质量管控力度。构建原材料入场检验的相关制度，针对水泥、砂石、钢筋、外加剂等原材料实施严格的检测工作，不符合标准的原材料坚决禁止进入场地；挑选具备良好信誉的供应商合作，签署质量保证协议，以此保证原材料的质量处于稳定状态；对进入场地后的原材料开展规范化的存储操作，避免其受到周围环境的影响而发生变质情况。

妥善完成施工方案的编制工作。编制专门用于裂缝防治的施工方案，清晰确定各个施工环节在裂缝防治关键点、采用的技术手段以及责任的具体划分；针对结构复杂、环境恶劣情况下的施工开展专项的技术研讨与论证，制定出具有针对性的防治应对方案；大力加强对施工人员的技术培训活动，切实提升其在裂缝防治意识与实际操作技能^[4]。

（二）施工过程动态管控

加强对施工工艺的管控力度。依照施工方案以及规范要求严谨地开展施工工作，着重管控如混凝土搅拌、浇筑、振捣、养护、预应力张拉、孔道压浆，路基摊铺、压实等关键环节的施工质量情况；构建施工过程质量检查的制度，运用目测、尺量、无损检测等方法，对结构的状态进行实时监测，及时察觉存在的裂缝隐患。

强化对于环境的监测以及应对举措。构建施工环境的监测机

制，对温度、湿度、风速等环境参数予以实时监测，依照监测数据对施工工艺以及养护措施进行调整；预先留意天气预报情况，规避在恶劣气象条件下开展施工，若难以做到避开，便即刻采取防护手段，降低环境因素给施工质量造成的影响。

构建问题处理机制。当察觉到裂缝隐患出现后，迅速召集技术人员对其形成原因展开分析，拟定具有针对性的解决办法；针对已经出现的裂缝，依照裂缝的宽窄程度、深浅情况、具体类别，挑选适宜的修复技术，例如表面封闭的办法、压力灌浆的手段、粘贴加固的方式等，立即开展修补工作，以避免裂缝扩展；认真做好裂缝处理的相关记录，搭建起质量追溯的体系。

（三）施工后期验收管控

严谨开展质量验收工作。在施工结束后，依照规范要求针对路桥工程开展质量验收，着重检查结构是否有裂缝存在、裂缝的处理情况是否可以达到要求；运用超声波、雷达探测等无损检测技术，对结构内部的质量情况进行检测，以此保证工程质量可以达到标准。

对验收资料的归档工作予以完善。将施工过程中与裂缝防治有关的资料进行整理，涵盖设计优化的详细记录、原材料的检验报告、施工工艺的具体记录以及裂缝的监测与处理记录等内容，保证资料既完整又规范，为后期的运营维护工作提供可靠依据；针对施工过程中出现的裂缝防治问题展开总结与分析，归纳出相关的经验与教训，为后续的工程建设提供有价值的参考^[5]。

五、结语

裂缝病害在路桥施工过程中，属于对工程质量起到制约作用的关键难题，其会受到设计、材料、施工、环境等方面因素的作用，具有种类繁多的类型，并且具备显著的危害性。若要妥善开展裂缝病害的防治工作，便需要精确掌握不同种类裂缝的形成原理，有针对性运用优化配合比例、使施工工艺规范化、增强养护管控力度、应用专项修补技术等防治办法，与此同时，要构建包含施工前期预防、过程动态管控、后期验收评估的全程管控体系。

参考文献

- [1] 席恩伟. 基于融合注意力机制和图像识别的路桥裂缝检测技术 [J]. 粉煤灰综合利用, 2024, 38(05): 155–161.
- [2] 何剑柯. 路桥施工中裂缝防治技术的应用分析 [J]. 中国住宅设施, 2023, (06): 74–76.
- [3] 王永超, 王成永. 路桥设计施工中裂缝产生的原因及控制建议 [J]. 运输经理世界, 2023, (15): 103–105.
- [4] 翟雄伟. 路桥施工中裂缝防治技术的应用分析 [J]. 科技创新与应用, 2022, 12(23): 193–196.
- [5] 洪卫星, 吴溪, 陈贵海, 郭丹桂, 毛明洁. 基于机器视觉的路桥裂缝病害自动检测技术 [J]. 交通运输研究, 2021, 7(04): 114–122.