

水利工程混凝土施工质量通病防治研究

张森林, 项宇

江苏淮阴水利建设有限公司, 江苏 淮安 223001

DOI:10.61369/ERA.2026020033

摘要 : 水利工程混凝土施工质量的控制至关重要, 常见的施工质量通病包括裂缝、蜂窝麻面、空洞等, 这些问题直接影响工程的使用寿命与安全性。通过分析水利工程混凝土施工中的常见问题及其成因, 提出了相应的防治措施, 重点围绕材料选择、施工工艺、养护管理等方面进行优化。采用先进的技术手段和管理模式, 对施工过程中的关键环节进行有效监控, 能够显著提高施工质量, 减少质量缺陷的发生, 确保水利工程的长期稳定性和安全性。

关键词 : 混凝土施工; 质量控制; 通病防治; 水利工程; 裂缝

Study on Prevention and Treatment of Common Quality Problems in Concrete Construction of Water Conservancy Projects

Zhang Senlin, Xiang Yu

Jiangsu Huaiyin Water Conservancy Construction Co., Ltd., Huai 'an, Jiangsu 223001

Abstract : It is very important to control the construction quality of concrete in hydraulic engineering. Common construction quality defects include cracks, honeycomb pits and cavities, which directly affect the service life and safety of the project. By analyzing the common problems in concrete construction of water conservancy projects and their causes, this paper puts forward corresponding prevention measures, focusing on the optimization of material selection, construction technology, maintenance management and other aspects. Using advanced technical means and management mode to effectively monitor the key links in the construction process can significantly improve the construction quality, reduce the occurrence of quality defects and ensure the long-term stability and safety of water conservancy projects.

Keywords : concrete construction; quality control; prevention and treatment of common diseases; water conservancy project; crack

引言

水利工程作为国家基础设施的重要组成部分, 其施工质量直接关系到社会的安全与经济发展。然而, 混凝土施工中的质量通病, 诸如裂缝、蜂窝麻面等问题, 常常在项目竣工后显现, 给工程的长期稳定性带来隐患。面对这些挑战, 传统的施工方法和管理模式已难以满足现代水利工程的要求。因此, 探索水利工程混凝土施工中的质量通病防治策略, 成为提升工程质量、保障工程安全的关键。通过有效的技术措施与科学管理, 可以最大程度地避免施工质量缺陷的发生, 确保水利工程的安全性与耐久性。

一、水利工程混凝土施工质量通病概述

(一) 常见质量通病及其成因分析

水利工程混凝土施工过程中, 常见的质量通病主要包括裂缝、蜂窝麻面、空洞、外观缺陷等。这些问题通常是由于不规范的施工工艺、材料不合格、施工环境不适宜等因素造成的。裂缝主要是由于混凝土收缩、温度变化或施工过程中浇筑不均匀等原因引起的。蜂窝麻面问题则多与混凝土的和易性不足、振捣不充分等因素相关。空洞则是由于混凝土配合比不当或施工中不恰当的操作导致混凝土的密实性差。上述质量通病的成因多为施工人

员技术水平不足、管理不到位以及材料选用不当所致^[1]。

(二) 质量通病对工程安全性的影响

混凝土施工质量通病对水利工程的安全性和耐久性构成严重威胁。裂缝的产生不仅影响工程的外观, 还可能导致水流渗透和钢筋锈蚀, 进而影响结构的承载力与稳定性。蜂窝麻面和空洞问题会降低混凝土的密实性, 导致其抗压强度下降, 长期存在可能导致混凝土结构的整体性破坏, 严重时会影响水坝、水库等关键设施的安全使用。此外, 施工质量不达标的混凝土容易受到外界环境的侵蚀, 尤其是水利工程常常暴露在潮湿和腐蚀性环境中, 缺乏足够强度的混凝土在长期作用下更易发生破坏。

（三）水利工程混凝土施工质量通病的现状

当前，水利工程混凝土施工中质量通病依然存在，尤其是在一些老旧工程和部分施工条件较差的项目中，通病问题尤为突出。随着水利工程规模的逐步扩大，施工技术和材料逐渐更新换代，但仍有许多施工单位未能完全掌握新技术，导致质量问题频发。此外，部分地区的施工队伍在人员素质和施工管理方面相对薄弱，未能有效执行质量控制标准，造成混凝土施工质量难以得到有效保障^[2]。

二、混凝土施工质量控制的关键环节

（一）材料选择与配比控制

混凝土的质量直接取决于原材料的质量与配比。水泥、砂石、外加剂和水的选择是决定混凝土性能的关键因素。水泥应选择符合国家标准的产品，不同类型的水泥应根据工程要求合理选用。砂石的粒径和级配应符合施工规范，避免使用含泥量较高的材料，以防影响混凝土的密实性和强度。根据混凝土强度等级和施工环境的不同，水泥与水的配比要严格控制，水灰比通常应控制在0.4-0.6之间，过高的水灰比会导致混凝土强度不足，过低的水灰比则影响施工操作性。外加剂的使用能有效提高混凝土的工作性、抗渗性和耐久性，但需根据不同工程条件进行科学配比。合理的材料选择和配比控制，不仅能确保混凝土的强度和稳定性，还能提高施工效率，避免材料浪费。

（二）施工工艺与操作规范

混凝土施工工艺的合理选择直接关系到工程质量的好坏。在混凝土浇筑前，模板、支架和钢筋的安装必须符合设计要求，确保其稳定性和准确性，避免因模板变形或支撑不当而导致混凝土受力不均，从而产生裂缝或其他缺陷。浇筑时，混凝土应采用分层浇筑方式，分层厚度一般为20-30厘米，每层需充分振捣，确保混凝土的密实性，防止蜂窝麻面和空洞的产生。振捣时要避免过度振动，以免导致混凝土离析或水泥浆流失。浇筑速度应根据混凝土的初凝时间调整，避免过快浇筑导致冷接或接缝问题。为了控制混凝土的水分蒸发，施工温度应控制在20°C-30°C之间，尤其在夏季高温时要采取遮盖等措施，防止温度过高导致水分过快蒸发，影响强度和耐久性。在大体积混凝土施工中，应采取分段浇筑及冷却措施，避免因温差过大产生裂缝。合理的施工工艺能够有效避免质量通病，提高混凝土结构的耐久性与安全性^[3]。

（三）养护措施及管理方法

混凝土的养护是确保其强度和耐久性的重要环节。养护应在混凝土浇筑完成后尽早进行，保持适宜的湿度和温度条件。常见的养护方法包括洒水养护、覆盖养护和蒸汽养护等，湿养护通常持续7天以上，而冬季施工应使用加热养护或覆盖保温措施，以防止混凝土受冻。养护期间温度应控制在5°C以上，避免混凝土出现低温早期强度发展不良的情况。现代水利工程中，部分项目还引入了自动化养护系统，通过传感器实时监测温湿度变化，确保养护条件的稳定。混凝土施工质量的管理也至关重要，施工单位应建立完善的质量管理体系，包括质量控制计划、检查与验收标

准等，对每一个施工环节进行严格把控。质量管理部门应定期检查和评估施工现场，确保施工操作规范执行到位，从源头上防治质量通病的产生。通过严格的养护和管理措施，可以有效提升混凝土的强度，减少裂缝等质量问题^[4]。如图1所示。



图1 蒸汽养护

三、质量通病防治的技术措施

（一）先进技术在混凝土施工中的应用

随着建筑技术的不断进步，越来越多的先进技术在水利工程混凝土施工中得到广泛应用，从而显著提高了施工质量，减少了常见质量通病的发生。例如，高性能混凝土（HPC）因其优异的耐久性和抗渗性，能够有效防止水利工程中常见的裂缝和渗漏问题，自密实混凝土（SCC）则因其良好的流动性和自我填充能力，能够在复杂的模板中自动流平，避免了传统混凝土施工中常见的空洞和蜂窝麻面问题。数字化配料控制系统的应用使得混凝土的配比更加精确，通过自动化调节配料比例，能够确保每批混凝土的强度和一致性，从而避免了人为操作误差。为防止混凝土在硬化过程中产生裂缝，膨胀型水泥和钢纤维的使用得到了广泛推广，它们能够有效减少混凝土收缩裂缝，增强结构的抗裂性能。通过这些先进技术的应用，水利工程的施工质量得到了显著提高，长期使用的稳定性和耐久性也得到了保证^[5]。

（二）施工现场监控与质量检测

施工现场的实时监控和质量检测不仅有助于预防质量通病，还能确保混凝土施工过程中各项技术要求得以落实。在混凝土浇筑过程中，温湿度是影响混凝土质量的关键因素，必须通过温湿度监测仪器实时监控，以确保混凝土在最佳养护环境下固化，避免因温度过高或湿度不足导致强度不足或裂缝产生。无人机和传感器技术的引入使得施工过程中的数据采集变得更加高效和精准，能够对混凝土浇筑、振捣、养护等每个环节进行实时监控，确保施工过程的每个步骤都按规范执行。此外，激光扫描技术可精确测量模板的几何尺寸，避免模板变形引发的质量问题。在质量检测方面，数字化检测方法通过实时监测混凝土的密实度、强度、裂缝等指标，使问题能够在第一时间发现，并采取相应的纠正措施，极大地提升了检测效率和准确性。根据统计，应用自动化监控和数字化检测的工程项目，质量通病的发生率降低了20%-

30%，显著提高了施工质量和项目的可控性^[6]。

(三) 防治措施的综合应用与效果评估

防治混凝土施工质量通病需要技术措施与管理措施的综合应用。在水利工程实施前，施工单位应制定系统的质量控制方案，对材料选择、配合比设计、施工工艺、现场监控和质量检测等环节进行全过程控制。实践表明，实施全过程质量管理的工程项目，其混凝土一次验收合格率可提高15%~20%。在施工过程中，加强施工人员技术培训同样至关重要。相关工程统计显示，经过规范化技术培训的施工班组，其操作不规范问题发生率可降低40%以上。同时，通过建立质量反馈与整改机制，施工中发现的问题能够在24小时内得到处理，有效防止质量隐患扩大。综合防治措施的实施，不仅提高了混凝土施工质量，还显著降低了工程后期维护成本。数据显示，采用综合防治措施的水利工程项目，后期维修费用平均降低20%~30%，工程使用寿命明显延长，取得了良好的经济效益和社会效益^[7]。如表1所示。

表1 先进技术与质量控制措施应用效果对比表

技术或措施	主要作用	量化效果
高性能混凝土 (HPC)	提高强度与抗渗性能	抗压强度 ↑ 20% ~ 40%，抗渗等级提高至 P8 ~ P10
自密实混凝土 (SCC)	提高密实度，减少缺陷	蜂窝麻面减少 60% 以上
数字化配料系统	提高配比精度	配比误差 ≤ ± 1%
膨胀剂 / 钢纤维	减少裂缝，提高抗裂性	收缩裂缝减少 30% ~ 50%
自动化监控与检测	实时质量控制	质量通病发生率 ↓ 20% ~ 30%
综合防治措施	提升整体质量水平	合格率 ↑ 15% ~ 20%

四、水利工程混凝土施工质量管理优化策略

(一) 质量管理体系的构建

建立完善的质量管理体系是确保水利工程混凝土施工质量的核心保障，能够对各个施工环节进行全程管控。质量管理体系应包括从设计、材料采购、施工过程到竣工验收的全过程，每个环节都要制定明确的责任和操作规范，确保每一项工作都能符合标准要求。施工单位需要依照 ISO 9001 等国际质量管理标准进行组织和管理，这将有助于提升管理水平，确保施工活动严格按照既定标准执行。此外，质量管理体系还应具备高效的信息反馈机制，使得各级管理人员能够实时掌握施工质量的动态信息，及时发现并解决问题。通过编制质量计划、定期检查施工过程、跟踪和整改问题，能够有效控制质量风险，确保项目的质量目标得以实现。

参考文献

- [1] 何德荣. 水利工程中混凝土施工管理及其质量控制 [J]. 大众标准化, 2021(14): 16-18.
- [2] 刘育乘. 试论水利工程钢筋质量通病及处理措施 [J]. 长江技术经济, 2021, 5(S2): 35-37.
- [3] 何欣航. 水利工程大体积混凝土施工温度监测及施工质量控制措施 [J]. 居舍, 2019(29): 168.
- [4] 杨得萍. 水利工程大体积混凝土施工温度监测及施工质量控制措施 [J]. 建材与装饰, 2018(48): 278-279.
- [5] 独敏. 水工建筑混凝土施工质量控制研究 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2018(31): 155.
- [6] 陈艳. 道路与桥梁施工中现浇混凝土的质量通病及解决措施 [J]. 运输经理世界, 2025(19): 105-107.
- [7] 朱海平. 道路与桥梁施工中现浇混凝土质量通病及解决措施分析 [J]. 运输经理世界, 2024(36): 119-121.
- [8] 王祖坤. 房屋建筑施工中混凝土质量通病分析与预防策略研究 [J]. 房地产世界, 2024(22): 137-139.

(二) 施工过程中的质量控制与监督

在水利工程混凝土施工过程中，质量控制和监督是确保工程质量的关键环节。施工单位应设置专门的质量控制人员，对每一项施工任务进行监控，确保施工工艺、材料质量以及施工人员的操作符合规定要求。对于混凝土的配合比、搅拌、浇筑及养护等重要环节，应设置严格的质量检测和控制标准，确保每一阶段的工作都在可控范围内。施工过程中应采取现场抽样检测和频繁的质量检查，尤其是在混凝土浇筑前后，做好密实度、强度等关键参数的检测。为了提升质量控制的效率，可以利用信息化手段，对施工现场进行实时监控和数据记录，确保质量问题能够在第一时间被发现并处理。施工过程中的质量监督不仅限于工程施工队伍，还应包括施工外部的第三方监理和相关部门的质量监督，从多角度、多层次地确保工程质量^[8]。

(三) 持续改进与创新管理模式

持续改进是提高水利工程混凝土施工质量的重要途径。在施工管理过程中，应鼓励创新，采取新的管理模式和技术手段，以解决传统管理方法中的不足。例如，采用建筑信息模型 (BIM) 技术进行施工全过程的可视化管理，能够实时监控施工进度和质量状况，提前发现潜在风险，优化施工方案和资源配置。此外，质量管理团队应定期组织施工人员进行技术培训，提升其专业技能与质量意识。通过持续改进管理模式，不仅能提高施工效率，还能减少质量通病的发生。创新管理模式也应包括在项目实施后的质量评估与反馈机制，及时总结经验教训，调整管理策略，确保下一项目中的施工质量得到进一步提升。根据实践经验，持续改进的策略使得不少水利工程项目的质量合格率提高了约20%，且大大缩短了工程周期，降低了后期维护成本。

五、结语

水利工程混凝土施工质量的控制是确保工程安全和长期稳定的关键。通过对常见质量通病的深入分析，提出了以材料选择、施工工艺和养护管理为核心的质量控制策略。同时，采用先进技术和严格的质量检测手段，能够有效防止质量通病的发生，确保工程质量的可靠性和稳定性。质量管理体系的构建、施工过程中的监控与监督以及持续改进管理模式的应用，都为水利工程提供了有效的质量保障。随着技术的不断进步和管理模式的创新，水利工程混凝土施工的质量控制水平将不断提高，为未来的工程建设奠定更加坚实的基础。