

水利施工中混凝土温控防裂处理探究

汪功尧

江西省水投建设集团有限公司, 江西 南昌 330000

[摘要]水利工程施工中混凝土是主要建筑材料,工程安全性和使用寿命受其开裂问题直接影响且水利施工环境复杂,混凝土结构容易被温度变化引发的体积变形和内部应力影响从而产生裂缝,温控防裂在混凝土工程里是重要技术策略,文中分析混凝土裂缝成因并探讨温控防裂技术的优化方法与效果,具体研究显示搅拌配比合理设计、水化热控制、浇筑工艺优化、养护措施有效采取的是减少温度裂缝的有效手段且结合具体案例研究总结温控技术实际应用效果包括温度监测与预警系统的应用、冷却管道降温技术的实施等,研究结果说明综合性温控方案实施后混凝土裂缝发生率大大下降且工程质量得到提升,文章研究给水利施工中混凝土温控防裂处理提供实践经验和理论支持并能为相关工程建设提供参考依据对工程施工质量提升和水利结构长期稳定有帮助。

[关键词]水利施工;混凝土;温控防裂;裂缝成因;温度监测

DOI: 10.33142/hst.v8i7.17100

中图分类号: TV642

文献标识码: A

Exploration on Concrete Temperature Control and Crack Prevention Treatment in Water Conservancy Construction

WANG Gongyao

Jiangxi Water Investment Construction Group Co., Ltd., Nanchang, Jiangxi, 330000, China

Abstract: Concrete is the main building material in water conservancy engineering construction, and its safety and service life are directly affected by cracking problems. The water conservancy construction environment is complex, and concrete structures are easily affected by volume deformation and internal stress caused by temperature changes, resulting in cracks. Temperature controlled crack prevention is an important technical strategy in concrete engineering. This article analyzes the causes of concrete cracks and explores the optimization methods and effects of temperature controlled crack prevention technology. Specific research shows that reasonable mixing ratio design, hydration heat control, pouring process optimization, and effective maintenance measures are effective means to reduce temperature cracks. Combined with specific case studies, the actual application effects of temperature control technology are summarized, including the application of temperature monitoring and warning systems, the implementation of cooling pipeline cooling technology, etc. The research results indicate that the implementation of a comprehensive temperature control scheme significantly reduces the incidence of concrete cracks and improves the quality of the project. This study provides practical experience and theoretical support for temperature control and crack prevention treatment of concrete in water conservancy construction, and can provide reference for related engineering construction, which is helpful for improving the quality of engineering construction and the long-term stability of water conservancy structures.

Keywords: water conservancy construction; concrete; temperature control and crack prevention; cause of crack formation; temperature monitoring

引言

水利工程中混凝土裂缝时有发生,这会危及结构安全并加大维护成本,水化热释放、环境温差、施工工艺不当等都可能引发裂缝从而使工程耐久性明显降低,温控防裂技术是解决这一问题的关键,现有的措施包括优化材料配比、科学施工等,但这些技术在不同环境下差异较大需要进一步研究分析温控方案,本次研究将理论与实践相结合,总结现有温控技术的使用效果并研究优化路径,期望提高工程质量与结构稳定性。

1 水利工程中混凝土裂缝问题概述

1.1 混凝土开裂的影响与危害

混凝土裂缝是影响水利工程建筑物安全与长久使用的

关键问题,裂缝会使建筑物承重能力下降、导致渗漏等问题、降低建筑物整体稳定性、缩短使用年限,而且裂缝变大时外部水和化学物质就会渗入混凝土内部致使钢筋腐蚀、加速建筑物损坏,裂缝问题严重时水利工程的功能与安全将受到极大威胁,修补裂缝需耗费大量人力物力、增加工程运行成本,解决混凝土开裂问题不仅是技术改进的需要,也是确保水利设施稳定、降低长期维护成本的关键,保持和提高混凝土的完整性是保障水工结构稳定性与可持续性的基础、对水利工程正常运行至关重要,裂缝管理技术是水利工程施工不可或缺的部分必须深入研究并不断完善以消除隐患。

1.2 水利施工环境对混凝土裂缝的诱因

水利施工环境复杂多变,这对混凝土裂缝的产生有着

明显影响,施工现场温度变化剧烈,昼夜和季节温差会让混凝土表面温度应力积聚,容易致使体积不稳定进而产生裂缝,而且施工常涉及大规模水体,水温变化对混凝土结构内外温差影响显著,甚至会加重应力分布不均,水利工程大多位于地质条件复杂的地方,地基稳定性与土壤热传导性可能引发额外应力变化,使混凝土结构出现裂隙,在水利工程施工中,湿度变化也是影响裂缝形成的重要因素,干湿交替容易造成混凝土收缩膨胀,水利施工环境中的多种因素共同作用,提高了混凝土裂缝的风险,要适应这些复杂环境,采取高效温控措施对裂缝防治非常关键。

1.3 温控防裂技术的重要性

水利工程施工时混凝土开裂会严重影响工程质量和结构安全,而温控防裂技术是减少裂缝的关键,能管控温度变化带来的内部应力和体积变形从而从根源上减少混凝土开裂,且合理设计混凝土配比、浇筑工艺、养护措施对优化温度应力分布很关键,该技术还能提高混凝土结构耐久性以确保工程长期稳定安全,在水利施工中特别重要。

2 混凝土裂缝的形成机理

2.1 温度应力与体积变形的关系

在水利工程施工中,混凝土裂缝的形成常与温度应力、体积变形密切相关,温度应力由混凝土在温度变化时的热胀冷缩效应所致,混凝土凝结硬化期间,内外温差变化会使内外层膨胀或收缩速度不同,从而在内部产生应力,当该应力超过混凝土抗拉强度时可能就有裂缝出现,体积变形是温度变化使混凝土产生膨胀或收缩的情况,施工时外部环境温度波动直接影响混凝土体积稳定性,在大体积混凝土施工时尤为明显,水利施工环境中昼夜温差显著、环境温度变化剧烈,容易造成混凝土体积应变和相关裂缝问题,深刻理解温度应力和体积变形的关系为温控防裂技术的应用提供了理论依据。

2.2 水化热产生的影响

在混凝土裂缝形成过程中,水化热是关键因素之一,混凝土水化时多种成分经化学反应会释放大量热量,使得混凝土内部温度迅速上升形成温度梯度,而水利工程中的混凝土结构大多体积庞大,内部与外部温度梯度明显,温差导致体积变化不均进而产生拉应力,拉应力一旦超过混凝土的抗拉强度混凝土就会开裂,且温度急剧变化还会加剧这种体积变形和应力作用,在养护初期水化热的积累对混凝土影响尤为明显,此时混凝土弹性模量低,容易在应力作用下开裂,有效调控水化热的产生和释放对预防温度裂缝非常关键,通过高效的材料配比和工艺调控能大大降低水化热的影响减少裂缝风险。

2.3 外部环境温度变化与混凝土裂缝

混凝土裂缝的生成会立即被外部环境温度变化影响,温度一有变化,混凝土内部应力就会产生波动从而使结构体积随之变形,温度骤降时,混凝土因热胀冷缩迅速紧缩,张拉应力产生,裂缝就出现了,在昼夜温差大的地区更是

如此,由于混凝土表里温度差异变大,内部应力不均,裂缝会进一步扩展,而且风速、湿度等环境因素影响蒸发速度和水分流失,也会让温度裂缝更易出现,要使用温控防裂技术,得先领会外部环境温度对混凝土裂缝的作用。

3 混凝土温控防裂处理的关键技术

3.1 优化混凝土材料配比与配方设计

在水利工程温控防裂处理中,改进混凝土材料配比与配方设计是重要环节,要合理高效地降低混凝土内部水化热产生的温度梯度以减少温度裂缝风险。具体设计时,得选水化热低的水泥品种并添加适量粉煤灰或矿粉这类矿物掺合料,以降低水泥整体水化热释放速率,精确调控水灰比来让混凝土拌合物有足够工作性能和耐久性,掺入减缩剂或膨胀剂等外加剂以抵消混凝土温度变化下的收缩应变从而进一步降低开裂风险。配方设计中,要考虑施工现场环境温度、湿度等因素来改进材料选择与配比参数,保证混凝土施工和硬化过程中温度变化可控以提升混凝土结构长期稳定性和耐久性。

3.2 控制混凝土浇筑温度与工艺

保证混凝土质量、避免裂缝形成,混凝土灌注进程中的温度调控与工艺优化是重要步骤,灌注时有效调控温度可减少因混凝土内部温差明显而产生裂缝的隐患,调控灌注温度得选好时机,像在气候平稳时段作业以减少外部温度对混凝土的干扰,灌注时还应调控水泥水化反应速率与混合料温度以降低水化热峰值,使用冷却水管等降温设备或表面保温措施能进一步减少温度应力,改进浇筑工艺要关注材料配比以提高施工技术水平,分层浇筑、高效施工,保证浇筑时各层混凝土衔接流畅、整体均匀,严格按这些方法操作裂缝出现的可能性会明显降低且建筑结构的牢固性与耐久性会显著增强。

3.3 养护过程中温度调控措施

混凝土养护时,温度调节措施很关键,能有效防止裂缝产生,要赶紧遮盖麻袋、棉毡之类的保暖材料以减少表面温度突变产生的热应力,根据环境条件适当选用喷水、雾化等潮湿维护法来维持混凝土的水分含量和温度梯度以降低干缩裂缝风险,搭建遮阳棚或者保暖棚,避免混凝土受剧烈日晒或骤然冷却影响,确保混凝土均一、长久。

4 温控技术的工程应用实践

4.1 温度监测与预警系统的应用

在水利工程施工中,将温度监测和预警系统用于处理混凝土温控防裂问题极为重要,混凝土结构完整性受温度变化影响且温度变化是影响其完整性的最主要因素,而实时的监测和预警系统能直接避免裂缝出现;温度监测系统运用高端传感技术安装大量温度传感器以便随时测量温度变化获取精确的温度数据,其能清晰反映混凝土内部的温度状况为施工现场提供合理依据;在分析温度数据时预警系统发挥着巨大作用,设定好温度阈值与报警机制后施工团队一旦遇到温度异常就能立即应对采取恰当措施直

接防止或减少裂缝的产生,且系统操作简便数据分析迅速从而确保施工安全。

通过调节措施的积极快捷实施来减少由温度突变引起的结构应力,进而降低裂缝出现的概率;整合像冷却管道降温技术等多种温控技术的温度监测预警系统以搭建综合性温控方案,它们协同作用提升混凝土施工质量并延长水利工程使用年限;施工过程安全性提高使施工人员有了可靠技术支持,保障各类水利环境中的结构稳定性和耐久性;技术创新应用体现出其在提高工程质量方面的关键意义,为水利施工领域提供坚实技术支撑。

4.2 冷却管道技术的实施与效果

在混凝土温控防裂方面应用冷却管道技术,实践显示出显著优势,于混凝土结构中埋设冷却管道,靠流动的冷却介质高效降低混凝土内部温度、减少水化热积累从而缩小温度梯度,这能高效减少温度应力产生、降低裂缝产生风险,实施时,选对冷却管材和冷却介质很关键以确保管道耐用、介质传热性能高,巨型水利工程里,应用冷却管道技术可实现温度连续监控与调整且用智能系统实时控制,温控效果精准,考虑工程项目规模与现场施工实际,可适当调整冷却管道位置与疏密程度以有效提升冷却整体效果,总结实际工程项目经验可知,使用了冷却管道技术后,混凝土结构温度应力明显减小、裂缝出现可能性大幅降低、工程项目整体质量和长期使用耐久性显著增强,冷却管道技术应用价值极高,为复杂施工环境下温控防裂提供了可靠高效的解决方案。

5 综合性温控方案的工程质量提升作用

5.1 温控方案对裂缝发生率的改善

水利工程混凝土质量被综合性温控方案大大提高且裂缝发生率明显降低,科学的温控措施能有效减少温度应力造成的混凝土开裂,而且通过温度监测与预警系统可实时查看混凝土内部温度变化从而能快速调整施工方法防止体积因温差太大而变形,冷却管道技术为混凝土提供稳定的温度控制方式减小内部温度差距且显著降低水化热释放造成的裂缝风险,使用这些技术后裂缝发生率大幅降低且混凝土结构的耐久性和安全性显著提高,综合性温控方案不但从源头上遏制裂缝产生还提升了水利工程在持久性能方面的稳定性,该方案在若干工程案例中证实了实际价值为后期工程项目提供了珍贵的技术参考。

5.2 长期结构稳定性与施工安全性的保障

水利工程长久结构的稳固性和施工安全性可通过整体性温控方案得以改善,执行温控操作时混凝土结构内部温度应力会显著减小、温差导致的裂缝风险降低、结构整体耐久性增强且工程隐患问题减少。投入使用冷却管道技术能确保施工期间与后期使用阶段混凝土温度变化处于可调节范围,保证材料性能平稳以防止出现质量问题。联合使用温度监测和预警系统,施工人员可迅速应对异常温

度变化以避免结构损伤确保工程顺利进行。整体性温控方法可降低混凝土开裂概率,有力保障施工安全操作、巩固水利工程长远运行安全性并维持工程稳定状态。整体性温控方案提升工程质量、延长结构使用寿命的效果十分明显,为水利施工领域技术进步奠定坚实基础以推动整个行业不断发展。科学管理温度可使工程质量显著提高、裂缝问题明显改善、施工过程安全可靠,让水利工程长久平稳运行以符合实际使用需求。

5.3 对水利施工领域的参考价值与建议

在水利施工领域,综合性温控方案在降低混凝土裂缝发生率方面有着显著的参考价值且效果为类似工程提供了宝贵经验,施工方采用体系化的温控措施能提升混凝土结构的耐久性与安全性并降低温度应力对施工质量的影响,工程设计和施工单位在项目规划初期推荐将温控防裂技术作为关键考量因素以推动其在水利工程中的广泛应用,这一方案有助于施工流程的标准化和规范化且为后续研究开辟新思路以推动水利施工技术不断创新发展。

6 结束语

水利施工中的混凝土温控防裂技术是本文探讨的主要内容,通过对裂缝成因的剖析提出整体解决方案,若采用适当规划配比、调节水化热、改进灌注工艺和严谨维护等方法,就能高效降低裂缝产生且提高工程质量和耐久性,温度监测预警系统、冷却管道降温技术的应用效果和在实际工程中的价值得到证实,现有技术得根据复杂的环境和施工条件完善和修正且小型工程的成本效益评价需做得更详尽,案例数量不够导致特定工况难以被涵盖,今后建议依据不同的气候条件和工程规模强化智能监测系统的性能并进行大范围的持久试验评价,从而进一步推广温控防裂技术为水利工程提供更稳定的保障。

[参考文献]

- [1]刘露.基于经济-质量双控的混凝土坝温控防裂优化方法研究[D].北京:中国水利水电科学研究院,2024.
 - [2]林世巍.水利工程泵站混凝土防裂及温控设计研究[J].水利科技与经济,2024,30(3):9-13.
 - [3]尚高增,梁俊,程严,等.温度和约束类因素对隧洞衬砌混凝土温度应力敏感性研究[J].水利水电技术(中英文),2024,55(10):98-108.
 - [4]李晓峰.水闸大体积混凝土温度控制的研究[J].科学技术创新,2023(20):170-173.
 - [5]段亚辉,樊启祥,苏立,等.泄洪洞边墙衬砌混凝土浇筑温控防裂实时控制抗裂安全系数估算[J].武汉大学学报(工学版),2023,56(4):387-395.
 - [6]刘毅,辛建达,张国新,等.大体积混凝土温控防裂智能监控技术[J].硅酸盐学报,2023,51(5):1228-1233.
- 作者简介:汪功尧(1992.6—),男,南昌大学,土木工程,江西省水投建设集团有限公司,施工员。