

大体积混凝土浇筑温度控制措施分析

郑重

吉林省水利水电勘测设计研究院，吉林长春，130000；

摘要：大体积混凝土因其尺寸大、浇筑量多，在凝固过程中易产生温度裂缝问题，从而影响结构整体性及使用寿命。本文针对大体积混凝土施工中的温度控制难点，结合工程实际，重点分析了温度裂缝产生的原因及其影响因素，包括水化热释放、环境温度变化及混凝土内部温差等。通过理论模型和现场实验方法，对不同温控措施进行了比选和效果评估，主要包括掺加缓释性材料、优化浇筑工艺、设置冷却水管系统及合理选择养护方法等。结果表明，综合使用以上措施能够有效降低混凝土内部温差，减缓温度应力，提高结构强度。研究成果可为类似工程提供参考，助力提升大体积混凝土的施工质量和长期耐久性。

关键词：大体积混凝土；温度裂缝；水化热释放；温控措施；结构强度

DOI：10.69979/3060-8767.25.05.006

引言

大体积混凝土在现代土木工程中应用广泛，但因水水泥水化热导致温度裂缝问题对结构稳定性和使用寿命造成威胁。裂缝主要源于内外温差以及施工环境复杂性，现有措施包括优化材料配比、改进工艺、温度监测及冷却手段，但在高温或极端环境中效果有限，亟待完善。本文分析影响温控效果的关键因素，提出综合解决方案，如掺加缓释性材料降低水化热、优化浇筑工艺减弱传热、设置冷却系统主动降温，以及增强养护环节稳定性。通过理论模型、现场试验和数据分析，研究成果为未来工程裂缝控制、施工质量和耐久性提升提供理论支持和参考标准。

1 大体积混凝土施工中的温度问题概述

1.1 大体积混凝土的定义与施工特点

巨大体积混凝土意指一次施工时，混凝土浇筑量实现极大规模，内部产生温度梯度，引发温度应力加剧问题。特点体现为单位体积浇筑量大，超出特定立方米数值，造成较高的温度，对其内部与表面的温度具备较大的差异，大体积混凝土相较普通具备较大的优势，对温度的控制性的复杂性与技术的要求实施重点的关注与强调。大体积混凝土施工需使用特殊材料或掺合料通过减缓水化热释放，保障结构的完整性与安全性。大体积混凝土施工的难点反映需使用专门的技术措施以控制裂缝风险，维护结构的稳定性和耐久性^[1]。依靠对施工作业流程的科学规划和技术执行，大体积混凝土可以更为高效地处理温度有关的施工挑战。

1.2 温度裂缝的形成机理及危害

温度裂缝为大体积混凝土施工中普遍的质量问题，其构成机理与混凝土内部加热不匀及温度梯度变化紧密关联。混凝土于早期固化阶段，水泥水化热能引起内部温度快速上升，而外部环境温度一般较底，这就致使混凝土内部与外部生成较大的温度差异，从而构成温度应力。当温度应力超出混凝土的抗拉强度之际，就导致裂缝的生成。不只波及混凝土结构的整体性与承载力，亦可以加快外界侵蚀因素的渗入，减少结构的使用寿命。适当有力的温度控制措施极其重大，用尽可能减少内部温差，预防裂缝的出现，保障工程质量与耐久性^[2]。

1.3 水利工程中对混凝土温度控制的特殊要求

水利工程中，混凝土温度控制拥有特殊要求，这为因为大体积混凝土处于水坝、溢洪道诸如结构中的应用，其施工质量立即影响到水利设施的安全性及耐久性。水利工程经常处在湿润并且变动的外部环境中，温度变化剧烈，这恶化了混凝土温度裂缝的风险。水化热为裂缝的主要诱因其一，于庞大结构中难以遭迅速散热，造成内外部温度差异显著。水利工程必须达到长时间耐久性与较高抗裂性能的标准，这对于温度控制技术设定了更严格的要求，以确保结构的稳定性与功能的持久性。

2 温度裂缝的影响因素及关键环节

2.1 水化热作用对温度变化的影响

大体积混凝土在固化期间通常遭遇温度裂缝问题，其根源之一为水化热的散发。混凝土内的水泥处于水化期间放出大量热量，引发内部温度明显升高。这不但造成混凝土内部的温度梯度变化，亦作用于外部边缘与内部核心之中的温差。这种温差为诱发结构内部温度应力

和裂缝生成的主要因素之一。温度应力过高时，混凝土将发生开裂风险，从而干扰整体结构性能^[3]。水化热放出的速度和总量直接地和混凝土组成材料相关，例如水泥种类和细度、矿物掺合料的使用等等。对于混凝土内外温度变化，环境条件例如外部气温、湿度及风速等等亦产生明显作用。

2.2 环境温度和施工条件的耦合效应

环境温度以及施工条件的协同效应为大体积混凝土施工中温度裂缝产生的主要因素之一。环境温度的变动立即作用于混凝土表面的温度梯度，特别是于昼夜温差显著的情形下，容易导致表面收紧与内部温度应力增强^[4]。施工条件例如浇筑速度、施工季节和混凝土本身的温控技术亦与环境温度密切相关。施工季节差异，昼夜温差变动恶化或者减轻对于混凝土降温和水化热散发的作用。或许快速浇筑诱发短小时内混凝土大量放热，然而迟缓冷却不能迅速高效消减应力聚集。准确领会并且预估此协同效应对裂缝管理极为关键，借助即时监控和调整施工条件，能完善环境温度与施工整合的方案，保证混凝土于物理化学反应过程中更为稳固，从而减少温度裂缝的风险。

2.3 混凝土内部温差与裂缝形成的关系

混凝土内部温差为引发温度裂缝产生的关键因素其一。在混凝土灌注结束时，其核心部分由于水化反应散发大量热量，温度快速上升，然而表层由于冷却快速，温度较为偏低，内外温度不同明显。此温差造成的热胀冷缩现象引起应力集中，如果超出混凝土的抗拉强度，就将出现裂缝。这种应力分配不均的情况，于施工过程中如果无法借助合理的温控措施进行控制，会立即干扰混凝土结构的完整性和耐久性。管理混凝土内部温差对于降低温度裂缝极为关键。

3 大体积混凝土温控技术的应用措施

3.1 混凝土材料优化缓释性材料与配比调整

改进大体积混凝土需要挑选优良材料并调节配比，这是控制温度的核心环节。缓释材料能够降低水化热峰值，起到减低温度应力的效果^[5]。使用粉煤灰、矿物掺合料、高炉矿渣等材料可以减慢水化反应速度，降低热量积聚的速度，从而提升内部温度差的调控成果。调节混凝土配比可以改进材料性能，减少水泥用量，增强浆体温度的稳定性。科学挑选骨料和颗粒级配能提升材料的导热性和强度均匀性，明显缓解温度梯度带来的影响。想要达成最好成果，必须整合实际工程条件，通过实验

和计算模拟来验证材料性能，确保缓释材料和配比调节措施实施起来适配性优秀且成本效益高。

3.2 冷却系统布置水管冷却与技术实施要点

冷却系统布置在大体积混凝土施工中起到关键作用。采用水管冷却技术能够有效控制混凝土内部的温度升高，减少温差和温度应力。水管布置的设计需依据混凝土结构尺寸、环境条件及水化热释放速率进行优化，以确保热量均匀散发。采用高导热性能的材料制作冷却水管，提高系统的降温效率。冷却水流速的合理控制亦是关键，以避免过快导致温度急降或过慢影响降温效果。施工前对管道系统进行压力测试和泄漏检测，以确保冷却效果可行和安全性。实施过程中，监测系统需配备温度感应设备，通过温度数据实时调整冷却策略，维持混凝土内部温度的稳定。

3.3 养护工艺提升覆盖及浇水等方法的效果

管理技术控制大体积混凝土温度发挥重要作用。采用合适遮盖和洒水方法防止混凝土表面温度剧烈波动，减少外界环境影响造成温度裂缝。遮盖材料种类和厚度根据工程环境条件挑选，保证材料具备优秀保温效果。洒水方法保证水量充足且分布均匀，保持混凝土表面湿润状态，提高固化过程均匀一致，减少温度压力对建筑构件影响。控制混凝土初凝时期表面湿气，提高施工质量和建筑长久耐用性能。

4 温控措施的性能提升机制探讨

4.1 不同温控措施作用下的温度梯度变化

多种温度控制方法可调节大体积混凝土温度梯度。缓释性材料能降低水化热释放速度，削减早期温度峰值；调整材料配比可改善热传导，维持温度梯度平稳；布置冷却水管系统能减少局部高温，缩小温差、缩短高温时长；覆盖与浇水养护结合，可控制表面温度，减轻表面裂缝。各方法原理独特、相互协作，能合理调整温度变化，推动混凝土结构完善，是提升施工质量的关键。

4.2 温控措施对温度应力的减缓效果评价

温控措施对于温度应力的缓解效果于大体积混凝土施工中拥有关键意义。借助对比不同温控措施的使用效果，可以察觉加入缓释型材料于减少水化热释放速率方面展现明显优势，因而立即削减了温度应力的积累。冷却水管系统的布置便借助物理手段减少了混凝土内部温度峰值，高效均衡温差。改良的养护工艺借助调节表面水分蒸发和环境温度作用，更深缓解表面裂缝的形成。依据实际测定数据，各类措施于不同施工条件下均

可以明显减少温度应力峰值,并且组合使用时效果尤其明显。前述分析表明,选用并恰当使用温控措施是提高混凝土结构安全性和耐久性的关键。

4.3 综合应用技术的优化路径

优化和融合应用技术方法,必须搭配多种温控措施,达成大体积混凝土施工中温度差降到最低,增强结构的强度和耐久性。核心是科学挑选缓释材料,精准调整配比,让材料配比冷却水管系统协调,准确调控内部温度变化。完善养护工艺极其关键,采用覆盖和浇水方法共同作用,缓解温度应力。各种技术搭配应用,实际施工中获得更佳效果,保障混凝土结构稳固和持久性能,提高工程质量,推动未来工程发展给予关键指导。

5 工程实践中的参考意义与展望

5.1 提升水利工程混凝土施工质量的经验总结

借助针对大体积混凝土温度调控方法的解析与运用,提高水利工程中混凝土施工的质量已经获取明显效果。关键取决于适当挑选和整合运用温控技术,用以高效减少混凝土内部温差,削减温度应力并预防温度裂缝的出现。于现实工程中,精确掺入缓释性材料,和浇筑工艺的改进,明显提高了混凝土的强度及固化之后结构的稳固性。冷却水管系统的适当布置和高性能维护技术的运用,亦给长时间的温度调控供给保证,明显提高了工程耐久性和安全性。借助这些实践经验,更进一步标准化了水利工程混凝土温控标准,加强了施工质量管理,构建了一套体系化的技术体系。

5.2 长期耐久性与结构安全性的提升策略

大体积混凝土施工重视持续耐用性和结构稳固性作为重要指标,采用合理温度调节策略增强耐用性和稳固性的优良性能。准确管理混凝土内部温度变化,降低温度应力,减小温度裂缝对结构整体性的不利影响。改进材料配比,选用缓释性材料,缓解水化热散发,减小温度最高值,增强材料韧性和耐用性。合理布置冷却水管,改进养护工艺,施工早期管理温度差,对结构的稳定有影响,研究结果显示,使用多种技术对结果的抗裂性与稳定性进行保障,对设备的使用寿命进行了延长。

5.3 大体积混凝土温控领域的未来发展方向

大型混凝土温度控制技术的发展和特别重视各种崭新的解决办法和探索。研究和应用新材料持续进行,能够减少混凝土硬化时产生的热量,稳定温度差异,实现显著的技术进步和突破。智能检测和即时调整设备可以提升施工的准确度、工作效率和可靠性。普遍采用环保施工方法有利于缓解环境破坏和影响,达到绿色发展的标准和要求。全面详尽地开展研究还会有效推动温控技术的整体使用和优化。

6 结束语

研究如何解决大体积混凝土浇筑时的温度控制问题并开展分析,详细阐述温度裂缝出现的原因,推荐几种优效的温度控制方法,采用缓释性材料,改进浇筑工艺流程,设置冷却水管系统,执行养护方案,这些方法可以减少混凝土内部的温度差异,削减温度裂缝的发生,提升结构的耐久性能。研究遇到理论模型难以适应的问题,长效温控方法的实际数据验证还欠缺,推荐以后完善温度控制模型,进行长期观测实验,研制新型降温材料技术,处理更广泛施工场景中严苛的气候条件。研究为处理大体积混凝土浇筑温度控制问题给予科学依据,促进增强混凝土工程质量和结构的稳定性。

参考文献

- [1] 孙维东,张之伟,苏凯,王英彬,陈瑜. 大体积混凝土水化热分析与温度裂缝控制[J]. 四川水泥,2021,(12): 15-17.
- [2] 孙向东. 大体积混凝土温度控制措施[J]. 中国科技期刊数据库 工业 A,2023,(08):0088-0091.
- [3] 李洪恩. 大体积混凝土水化热及温控措施研究[J]. 智能建筑与工程机械,2021,3(11):39-41.
- [4] 吴志刚. 大体积混凝土裂缝控制措施[J]. 价值工程,2021,40(08):116-117.
- [5] 严宇. 大体积混凝土水化热分析与温度裂缝控制研究[J]. 中国厨卫,2022,(01):0157-0159.

作者简介: 郑重,男,1989年4月2日,汉族,吉林省大安市人,大学本科,工程师,研究方向:水利工程项目管理。