

大体积混凝土温控措施探讨

刘利军

彭阳县水务局 宁夏 固原 756500

摘要: 大体积混凝土施工中, 温度控制至关重要。本文详细探讨了多种温控措施, 包括优化混凝土配合比、采用分层浇筑技术、实施保温养护、设置测温孔以及使用冷却水管等。这些措施旨在降低混凝土内部温度, 减少内外温差, 从而预防温度裂缝的产生。通过综合运用这些温控措施, 可以显著提高大体积混凝土施工的质量和安全性。

关键词: 大体积混凝土; 温控措施; 应用

引言: 随着大型基础设施建设的不断发展, 大体积混凝土在桥梁、水坝、高层建筑等工程中的应用日益广泛。然而, 由于体积大、水泥水化热高等特点, 大体积混凝土施工过程中面临着严峻的温度控制问题。本文旨在探讨和研究大体积混凝土的温控措施, 通过分析现有温控技术, 提出更为有效的解决方案, 为大体积混凝土施工提供技术支撑和理论指导。

1 混凝土重力坝特点及大体积混凝土温控重要性

混凝土重力坝是一种利用混凝土材料自身重量来抵抗水压力和其他外力的水利工程结构。它通常建造在河流狭窄、河谷较深的河段, 通过拦河截流形成水库, 以满足灌溉、发电、防洪等多种需求。重力坝的特点是坝体厚重、结构简单、稳定性好, 能够承受较大的水压力和水平推力。在混凝土重力坝的建设过程中, 大坝的坝体通常是由大体积混凝土浇筑而成。大体积混凝土指的是体积较大, 浇筑后水泥水化热释放量大, 内外温差较大, 容易产生温度裂缝的混凝土。这种混凝土具有以下几个特点: 一是体积庞大, 单次浇筑量大, 通常需要使用大型施工设备; 二是水泥水化热高, 容易引起混凝土内部温度升高; 三是由于体积大, 散热困难, 内外温差容易产生应力集中, 导致裂缝产生。正是由于大体积混凝土的这些特点, 使得温控措施在混凝土重力坝的建设中显得尤为重要。首先, 温度裂缝的产生会严重影响混凝土重力坝的整体性和耐久性, 进而影响大坝的安全运行。一旦裂缝发展, 不仅会降低大坝的承载能力, 还可能导致渗漏、侵蚀等问题, 严重威胁大坝的长期稳定。其次, 温控措施对于保证大体积混凝土施工质量至关重要。通过有效的温控手段, 可以减小混凝土内部与外部的温度差异, 降低由此产生的温度应力, 从而避免或减少温度裂缝的产生。同时, 合理的温控措施还能提高混凝土的抗裂性能、抗渗性能和耐久性能, 保证大坝的使用寿命。此外, 温控措施的实施还能提高施工效率, 降

低施工成本。通过优化温控方案, 可以减少施工过程中的返工、修补等工作量, 缩短施工周期, 降低工程成本。同时, 有效的温控措施还能提高工程质量, 减少后期维护和修复的成本投入。

2 大体积混凝土温度裂缝成因及危害

2.1 温度裂缝的成因分析

大体积混凝土温度裂缝的产生, 主要是由于混凝土内部和外部温度差异引起的。这种温差可以来自于多个方面, 包括混凝土浇筑时的初始温度、水泥水化过程中产生的热量、外界环境温度变化、施工条件和散热措施不当等。首先, 在混凝土浇筑时, 如果混凝土温度过高, 而周围环境温度相对较低, 就容易产生较大的内外温差。特别是在夏季或干燥气候条件下, 这种情况更加明显。由于混凝土的热传导性较差, 内部热量难以迅速散发, 导致内部温度持续升高, 而表面温度则受环境影响下降较快, 从而产生温度梯度。其次, 水泥水化过程中会释放大量热量, 这也是导致混凝土内部温度升高的重要原因。水泥水化热的大小与水泥用量、水泥品种、混凝土配合比等因素密切相关。如果水泥用量过多或水泥品种不合适, 都可能导致混凝土内部温度过高。此外, 施工条件和散热措施不当也可能加剧混凝土温度裂缝的产生。例如, 混凝土浇筑过程中缺乏适当的振捣, 导致混凝土内部存在空隙和水分不均匀分布; 保温保湿措施不到位, 使得混凝土表面过早干燥; 浇筑完成后未及时采取有效的散热措施, 导致内部热量积聚等。这些因素综合作用, 使得大体积混凝土在浇筑后的早期龄期中容易产生较大的内外温差和温度梯度, 导致混凝土内部产生拉应力, 当拉应力超过混凝土的抗拉强度时, 就会产生温度裂缝^[1]。

2.2 温度裂缝对混凝土重力坝的危害

温度裂缝对混凝土重力坝的危害主要表现在以下几个方面: 首先, 温度裂缝会影响重力坝的整体性和稳定

性。裂缝的产生和发展破坏了混凝土坝体的连续性，降低了坝体的整体刚度和承载能力。在受到水压力、地震力等外力作用时，坝体可能出现变形、位移甚至失稳的情况，严重威胁大坝的安全运行。其次，温度裂缝会导致坝体渗漏。裂缝的存在为水流的渗透提供了通道，如果处理不当或维护不及时，可能引发坝体渗漏问题。长期的渗漏不仅会造成水资源的浪费，还可能对坝体结构造成进一步的侵蚀和破坏。此外，温度裂缝还会影响重力坝的耐久性和使用寿命。裂缝处的混凝土容易受到环境因素（如水分、氧气、酸碱物质等）的侵蚀，导致混凝土劣化、剥落等现象。这不仅影响了大坝的外观美观性，还可能导致大坝性能下降，缩短使用寿命。

3 温控措施在大体积混凝土施工中的应用

3.1 优化配合比

在大体积混凝土施工中，温度控制是至关重要的一个环节，因为温度的过度升高会导致混凝土内部产生热应力，进而引发裂缝和其他结构问题。为了有效地控制这一过程，优化混凝土的配合比成为了一个基本而重要的措施。首先，降低水泥用量是减少水化热的一个直接方法。水泥在水化过程中会释放出大量的热量，因此减少水泥的用量可以直接降低混凝土内部的热量生成。然而，简单地减少水泥用量可能会影响混凝土的强度和耐久性，因此需要通过科学的配合比设计来确保混凝土的性能不受影响。除了降低水泥用量，掺加矿物掺合料也是控制水化热的有效手段。常用的矿物掺合料包括粉煤灰、硅灰（微硅）、矿渣等工业副产品。这些材料在混凝土中可以替代部分水泥，不仅减少了水泥用量，而且由于它们的活性通常低于水泥，因此可以延缓水化反应，进一步减少早期水化热的释放。粉煤灰是一种常用的矿物掺合料，它能够改善混凝土的工作性，使其更加易于浇筑和压实。硅灰则能够提高混凝土的密实度和耐久性，尤其是在抵抗化学侵蚀和渗透性方面表现出色。这些掺合料的使用不仅有助于控制温度，还能够提高混凝土的整体性能。在优化配合比的过程中，还需要考虑混凝土的流动性、凝结时间、强度发展等多种因素，以确保混凝土能够在不同施工环境下保持良好的工作状态。此外，通过使用高效减水剂等外加剂，可以在保持所需流动性的同时减少水的用量，从而进一步降低水化热的产生^[2]。

3.2 分层浇筑

在大体积混凝土施工中，由于混凝土在硬化过程中会释放大量的热量，这种被称为水泥水化热现象，如果处理不当，会导致混凝土内部和表面之间的温差过大，

进而产生裂缝和其他结构问题。为了解决这一问题，工程师们采用了分层浇筑的技术。分层浇筑是一种将大体积混凝土分割成多个较小部分的方法，每一部分称为一层。在施工时，每一层混凝土都会被控制在一定的厚度范围内，这样的做法有助于减少每一层内部水泥水化热的积累。通过限制每层混凝土的厚度，可以确保内部的热量能够更有效地散发出去，从而降低内部与外部之间的温差^[3]。此外，分层浇筑还允许施工人员为每一层混凝土留出足够的时间进行散热。在上一层混凝土开始冷却并部分硬化之后，下一层混凝土才开始浇筑。这个间隔时间允许每一层的热量逐渐散失，使得整体结构的温度更加均匀，减少了因温度差异引起的应力集中，从而显著降低了裂缝的风险。在实际操作中，分层浇筑需要精确的计划和严格的执行。施工团队必须仔细监控每一层的厚度，确保它们符合设计要求。同时，还需要对混凝土的温度、环境温度以及混凝土的硬化过程进行实时监控，以便于及时调整施工策略。

3.3 保温养护

保温养护是混凝土施工中至关重要的一个环节，尤其在大体积混凝土的浇筑工程中更是不可或缺。在混凝土浇筑完成后，由于水化反应的持续进行，混凝土内部会产生热量，导致温度上升。而混凝土表面与外界环境接触，会因散热较快而导致温度下降。如果表面温度下降过快，会在混凝土内外形成较大的温差，进而引起内应力的增加，这可能导致裂缝的产生，影响结构的安全性和耐久性。为了有效控制这种内外温差，及时的保温养护措施显得尤为重要。通过采用保温材料如塑料薄膜、棉被、草帘等覆盖在混凝土表面，可以减缓混凝土表面的散热速率，保持混凝土内部的热量，从而减小混凝土内外的温差。这样不仅有助于保持混凝土内部温度的稳定，而且有利于混凝土强度的均匀增长和结构的完整性。保温养护的时间通常取决于混凝土的厚度、材料特性以及环境条件等因素。在寒冷或者风速较大的环境下，应加强保温措施，延长保温时间，以确保混凝土在硬化过程中始终处于一个适宜的温度环境中。此外，保温养护还需要结合实际情况适时调整，比如在夜间温度较低时增加保温层，在白天温度较高时适当减少保温层，以此来适应环境温度的变化。保温养护不仅能提高混凝土的抗裂性能，还能提高其整体的耐久性和使用寿命^[4]。因此，施工单位和工程师需要对保温养护给予足够的重视，并采取科学合理的措施，确保混凝土结构的质量。通过精心的保温养护管理，可以有效地避免由于温度控制不当引起的混凝土裂缝问题，保障工程的安全和

质量。

3.4 设置测温孔

为了确保大体积混凝土结构在施工过程中的质量,以及预防由于温度控制不当导致的裂缝和其他缺陷,实时监测混凝土内部的温度变化显得尤为重要。因此,设置测温孔成为了工程施工中不可或缺的一个步骤。通过精心规划,在混凝土浇筑前,工程师会根据结构的尺寸、形状和预期的热性能,确定测温孔的位置和深度。这些测温孔通常分布在混凝土结构的关键点位,如中心区域、边缘以及与其他结构接触的部位,以确保能够全面捕捉到温度场的分布情况。测温孔的设置允许使用专门的温度传感器,如热电偶或温度探头,插入到混凝土内部预定的深度。这些传感器与数据采集系统相连,可以连续不断地记录温度数据,并将信息实时传输到监控中心。这样,工程技术人员就能够实时了解混凝土内部的温度变化情况,并且根据监测数据调整温控措施。例如,如果监测数据显示混凝土内部的温度升高过快,可能会导致热应力增大,从而引起裂缝。在这种情况下,工程团队可以及时采取措施,如增加冷却水的流量,使用冰袋,或者施加更多的保温材料,以降低混凝土的温度上升速率。相反,如果温度过低,可能会延迟混凝土的硬化过程,影响强度的发展,此时可以采取加热措施或减少散热。此外,实时温度监测还可以帮助工程师预测和防止潜在的问题。通过对温度数据的持续分析,可以及时发现异常模式,从而采取预防措施,避免可能的结构损害。

3.5 采用冷却水管

冷却水管作为一种温控手段,在大型工程建设中发挥着重要作用。特别是在大体积混凝土施工过程中,由于水泥水化作用会产生大量的热量,导致混凝土内部温度升高,从而引发裂缝和其他质量问题。为了有效控制混凝土的内外温差,工程师们采用了埋设冷却水管的方法。这种技术的核心是在混凝土浇筑前,预先在预定的位置埋设一定数量的冷却水管。这些水管通常由耐腐蚀、耐高温的材料制成,如PVC或金属管,以保证在混

凝土硬化过程中能够承受高温和压力。冷却水管的布局设计要考虑到混凝土的热传导特性和施工的具体情况,以确保冷却效果的均匀性和有效性。在混凝土浇筑并开始硬化后,通过启动冷却系统,让低温的水进入这些管道,循环流动。水的流动带走了混凝土内部的热量,降低了混凝土的温度。随着水在管道内的不断循环,混凝土内部产生的热量被持续带走,从而减少了内外温差,避免了因温度应力过大而导致的裂缝。在实际操作中,施工人员需要根据环境温度、混凝土的热学性能以及硬化速度等因素,实时调整冷却水的流量和循环时间。例如,在夏季高温或者太阳直射的工作环境中,可能需要增加水流量和延长循环时间,以达到更好的冷却效果。相反,在气温较低或者晚上施工时,可以适当减少水流量和循环时间,以免过度冷却。此外,监测混凝土内部温度的变化也是非常重要的。通过在混凝土内部安装温度传感器,可以实时监控温度数据,确保混凝土内部温度稳定在安全范围内。如果发现温度异常升高或降低,应立即调整冷却策略,以防止质量问题的发生。

结束语

随着对大体积混凝土温控措施的深入研究,我们对其重要性有了更为深刻的理解。在大型基础设施建设中,合理的温控措施不仅能保证施工质量,还能提高工程安全性,延长使用寿命。本文所探讨的温控技术虽已取得一定成效,但仍需不断探索和完善。期望通过不断的努力和努力,为大体积混凝土温控领域贡献新的力量,助力我国基础设施建设事业的蓬勃发展。

参考文献

- [1]吴鹏,王家远,朱忠义.大体积混凝土温度控制研究进展[J].混凝土,2021,(2):72-77.
- [2]胡曙光,李凯,丁庆军.大体积混凝土温度裂缝控制技术研究进展[J].混凝土,2022,(1):12-13.
- [3]李伟,刘仍光,刘数华.大体积混凝土温度场与应力场数值模拟研究[J].建筑材料学报,2020,23(2):381-382.
- [4]周绪红,刘界鹏.大体积混凝土温度裂缝控制及其工程应用[J].建筑科学与工程学报,2020,37(3):10-11.