

# 污水处理厂生物池大体积混凝土施工裂缝控制关键技术

向仍勇

中机国际工程设计研究院有限责任公司 湖南 长沙 410000

**【摘要】**：污水处理厂建设规模的不断扩大，生物池大体积混凝土施工过程中出现的裂缝问题逐渐成为影响工程质量的主要因素。大体积混凝土的温度应力、收缩应力以及施工过程中的环境因素，都会对混凝土的裂缝产生重要影响。针对这一问题，本文提出了一系列裂缝控制的关键技术，涵盖了从设计阶段到施工阶段的多个环节。通过合理的温控措施、优化的施工工艺和强有力的质量监控，可以有效降低裂缝的发生率，确保混凝土结构的完整性与耐久性。本文的研究不仅为污水处理厂的施工提供了技术支持，也为类似工程提供了可借鉴的经验。

**【关键词】**：污水处理厂；生物池；大体积混凝土；裂缝控制；施工技术

DOI:10.12417/2705-0998.26.03.007

## 引言

污水处理厂的建设对城市环境保护和水资源的循环利用至关重要，而生物池作为污水处理过程中至关重要的部分，其施工质量直接影响到整体运行效果。大体积混凝土在生物池施工中由于施工工艺、温度变化及收缩等因素，容易引发裂缝问题，这不仅影响了结构的安全性，还可能导致后期的维护成本增加。裂缝的形成，往往会在无形中缩短污水处理厂的使用寿命。因此，如何有效控制大体积混凝土施工过程中的裂缝，成为目前工程技术中的一大难题。通过研究和探讨裂缝控制的关键技术，可以为相关工程提供技术支持，减少因裂缝导致的结构性问题，提升污水处理设施的施工质量和后期运行效果。

## 1 裂缝问题的根源分析

### 1.1 大体积混凝土裂缝的主要原因

大体积混凝土施工中，裂缝的产生主要源于温度应力和收缩应力的相互作用。由于混凝土内部水分蒸发速度不同，造成混凝土内部和表面温度差异，从而形成热应力。当温度差异较大时，混凝土的不同部分会出现不同的膨胀或收缩，导致结构产生裂缝。混凝土在硬化过程中会发生收缩，尤其是在干燥条件下，收缩应力集中在外层，容易引起裂缝的出现。施工过程中不合理的养护方法和温度控制措施也容易加剧裂缝的形成。

### 1.2 施工过程中的温度变化与裂缝的关系

温度变化是大体积混凝土裂缝形成的一个重要因素，特别是在浇筑后的早期阶段<sup>[1]</sup>。大体积混凝土的热释放过程十分显著，尤其在浇筑初期，水化反应释放的热量导致混凝土内部温度迅速上升，表面温度较低，这种内外温差极易引发裂缝。混凝土暴露在外界温度变化较大的环境中时，昼夜温差及季节变化对混凝土的影响也不可忽视。在未能及时采取有效的温控措施时，温差引起的热胀冷缩会导致裂缝扩展，甚至影响混凝土的结构完整性。

### 1.3 材料与设计因素对裂缝的影响

混凝土的配合比、骨料选择以及水泥种类等材料因素，直

接影响着混凝土的裂缝生成。在水泥含量过高或水灰比过大的情况下，混凝土容易发生过度收缩，导致裂缝的产生。骨料的粒径及其形态、分布也会影响混凝土的均匀性，粗骨料不均或不合适的颗粒分布会增加收缩应力的不均匀性，进一步引发裂缝。设计上的不合理因素，如结构的尺寸比例、厚度和混凝土的受力状态，也容易导致局部区域的应力集中，成为裂缝的发源地。因此，材料的合理选择和设计的精确计算对于防止裂缝至关重要。

## 2 裂缝控制的技术方法

### 2.1 温控措施在裂缝控制中的应用

温控措施在大体积混凝土施工中尤为重要，通过控制混凝土内部温度变化，可以有效减少裂缝的产生。混凝土在硬化过程中释放的水化热会引起温度梯度，若内部温度过高与外部温度相差过大，将导致温度应力的产生。温控技术的应用可通过合理的养护手段减少温差，防止裂缝的形成。常见的温控方法包括采用冰水浇筑、使用低热水泥以及混凝土内部埋设温度传感器进行实时监控。同时，浇筑过程中可以通过覆盖保温材料、喷洒冷却水等方式来调节混凝土表面温度，避免温度急剧变化。良好的温控措施能够降低温差应力的集中，确保混凝土均匀受热，进而减少裂缝风险。

### 2.2 施工工艺的优化与改进

优化施工工艺是控制裂缝的重要手段之一。对于大体积混凝土施工来说，合理的浇筑顺序和施工工艺能够有效避免因应力集中或施工瑕疵引发裂缝。在浇筑过程中，应注意分层浇筑与振捣密实，以保证混凝土的均匀性，避免由于不均匀收缩引发的裂缝问题<sup>[2]</sup>。采用分段浇筑技术，减少单次浇筑体积，能够有效降低由于温度应力引起的裂缝。合理设置接缝和分段施工的节点，有助于控制混凝土的裂缝扩展。施工时还要严格控制混凝土的配比和水泥选择，确保材料的性能满足工程要求，从源头上减少裂缝的产生。进一步优化施工方法，如采用适宜的养护周期和保护措施，能有效提高混凝土的抗裂性。

### 2.3 裂缝监控与质量控制

裂缝监控是确保大体积混凝土施工质量的重要环节,持续的监测可以及时发现潜在的裂缝问题并进行处理。通过布置裂缝传感器、温湿度监测设备等,实现施工全过程的实时监控,有助于评估温差变化对混凝土的影响,及早采取修复措施。采用现代信息化技术,如传感器网络、物联网技术以及大数据分析,对混凝土的裂缝变化进行动态跟踪和数据分析,可以提前预测裂缝的发生趋势,减少裂缝对结构安全的威胁。裂缝的发生和发展还与施工过程中材料的质量密切相关。加强原材料检验和控制,确保混凝土的配合比合理、原材料符合标准,有助于提升混凝土抗裂性能。质量控制措施的严格实施,不仅能够有效监控裂缝的产生,还能为后期裂缝修复和结构加固提供科学依据。

## 3 施工阶段的防裂技术

### 3.1 选择合适的混凝土配比

混凝土配比是影响大体积混凝土裂缝的重要因素之一。合适的配比能够有效减少因收缩和温差应力导致的裂缝产生。在配比设计中,需考虑水泥、骨料、水灰比等多种因素。水泥的选择应考虑其水化热,避免使用过高水化热的水泥品种,以减少温升差异。合理控制水灰比和采用优质骨料能提高混凝土的致密性,减少内部空隙,降低因水分蒸发引发的收缩裂缝。通过调整混凝土的细骨料与粗骨料的比例,可以优化混凝土的流动性与强度分布,进而提升其抗裂性能。在设计配比时,还可以引入添加剂,如减水剂、膨胀剂等,进一步提高混凝土的抗裂性和耐久性,确保施工过程中温差引起的裂缝风险降到最低。

### 3.2 适宜的浇筑方法和养护措施

浇筑过程是防止裂缝的关键环节,合理的浇筑方法有助于降低裂缝风险。为确保混凝土均匀性,应采用分层浇筑的方式,每层厚度控制得当,以避免因单次浇筑过厚导致温差过大,引发裂缝<sup>[3]</sup>。浇筑过程中需要加强振捣工作,确保混凝土充分密实,减少空气空隙的存在,从而避免空隙内水分蒸发不均导致的裂缝。施工结束后,及时的养护是防裂的另一关键措施。通过覆盖保湿材料或采用喷雾养护,保持混凝土表面湿润,降低水分蒸发速率,防止因过快干燥引起的表面裂缝。养护过程中应保持适宜的温度,避免由于外界气候变化引起温度过快变化,从而避免表面与内部产生过大的温差,降低裂缝的发生概率。

### 3.3 施工监测与及时调整

施工监测对于及时发现裂缝问题及早采取应对措施至关重要。在大体积混凝土施工中,温度和湿度的变化直接影响混凝土的裂缝发展,安装温度传感器和湿度监测设备,可以实时监测混凝土内部及表面温度变化。通过对数据的实时分析,可

以预测裂缝的形成,并及时采取补救措施。监测过程中,如果发现混凝土表面温度过高或温差过大,可以调整养护措施,增加冷却或保温,确保混凝土温度平稳。除了温度监控外,裂缝的初期出现往往与混凝土的内外应力失衡有关,定期检查施工过程中的裂缝发展情况,通过裂缝宽度与深度的实时测量,及时调整施工方案,从源头控制裂缝的进一步扩展。

## 4 裂缝修复技术的探索

### 4.1 常见裂缝修复方法

裂缝修复技术种类繁多,针对不同类型的裂缝,采取合适的方法至关重要。对于表面裂缝,可通过灌浆修复法来填充裂缝,常用的材料有环氧树脂、水泥基灌浆材料等,这些材料具有良好的粘结性和强度,能够有效阻止裂缝进一步扩展。深度裂缝则需要采用注射式修复技术,通过高压注入修复材料,使其深入裂缝深处,增强混凝土的整体性。对于较大或结构性裂缝,可能需要加固措施,如碳纤维布、钢筋加固等,这些方法能够恢复裂缝区域的承载能力和抗拉强度。部分裂缝可能因水分渗透引起腐蚀问题,采用防水材料或防腐涂层进行修复也能有效提高结构的耐久性。

### 4.2 裂缝修复对结构强度的影响

裂缝修复不仅仅是外观修复,还是对结构性能的恢复。修复后的混凝土结构强度,通常会受到修复材料性质、施工质量以及裂缝原本位置的影响。使用合适的修复材料能恢复大部分裂缝区域的承载能力,特别是在承受拉力和压力的部位,能够有效减轻裂缝带来的负面影响<sup>[4]</sup>。采用高强度灌浆材料填补裂缝后,能够提高结构的抗压强度。对于加固修复,通过外部粘贴碳纤维或设置钢筋加固,能够使裂缝部位恢复接近原始设计承载力。修复的效果受限于裂缝的类型和修复过程的规范性,若修复不当,可能导致局部结构的脆弱性和强度不均匀,从而影响整体的稳定性。

### 4.3 修复技术的经济性分析

裂缝修复技术的选择,不仅需要考虑修复效果,还要评估经济性。传统的修复方法,如表面灌浆,成本相对较低,但只能解决轻微裂缝问题,不能恢复结构的整体承载力。而加固修复,如碳纤维加固或钢筋加固,虽然修复效果显著,能够恢复结构的完整性,但其成本较高,需要在修复时进行成本效益分析。不同修复方法的材料费用、施工周期、人工费用等都会直接影响经济性。修复方案的选择应根据裂缝的严重程度、结构要求以及预算来进行权衡。考虑到长远使用和减少维护成本,适当选择高效且持久的修复方法,尽管初期投资较大,但能够延长结构的使用寿命,避免频繁维修带来的额外费用。

## 5 技术实施的实际案例与效果分析

### 5.1 典型案例介绍

在某大型污水处理厂的建设中，生物池的大体积混凝土施工过程中出现了严重的裂缝问题，影响了施工进度和质量。施工方在项目初期采取了温控措施、优化了混凝土配比，并改进了浇筑和养护方法。裂缝问题仍然存在，并且影响了结构的完整性。为了有效解决这一问题，项目组决定采用裂缝修复技术，在裂缝处进行灌浆修复，同时对结构进行了加固。加固措施主要通过钢筋网和碳纤维布的粘贴，恢复了混凝土的承载能力。项目方还加强了施工过程中的裂缝监控，安装了温度传感器和湿度传感器，实现了实时监控。这些措施的实施，显著提高了结构的稳定性，为后续的污水处理设施的正常运行提供了保障。

### 5.2 技术实施后的效果评估

实施技术后，污水处理厂的生物池在短期内恢复了结构的完整性，裂缝问题得到了有效控制。通过灌浆修复，裂缝被填补，且加固材料的粘结性和强度得到了验证，使得修复后的混凝土结构在受力状态下得以恢复<sup>[5]</sup>。钢筋网和碳纤维布加固技术进一步增强了混凝土的抗拉强度，使其能够承受更多的外部压力和温差变化，防止了裂缝的扩展。通过温控措施和科学的养护方法，混凝土的温差控制得到了有效管理，进一步减少了新裂缝的出现。通过裂缝监控系统的实时数据反馈，施工方能够迅速识别和应对可能发生的裂缝问题，确保了施工质量和结构安全。技术实施后，整个污水处理厂的施工质量得到了保障，

后期使用过程中也没有出现重大裂缝问题，工程进度恢复正常。

### 5.3 经验总结与技术改进建议

温控措施在控制裂缝方面起到了至关重要的作用，尤其是在大体积混凝土的浇筑阶段，合理的温差管理有效减少了温度应力的影响。温控技术在极端气候条件下的应用仍有一定局限性，因此，未来可以探索更加灵活和高效的温控系统，尤其是在高温环境下的应用。裂缝修复技术取得了良好的效果，但仍需优化灌浆材料的选择，提高其与混凝土的粘结性能，增强修复后的耐久性。同时，施工过程中加固材料的施工工艺也需进一步改进，确保其在施工过程中的稳定性和长期效能。针对监测系统的使用，建议进一步提高其智能化水平，结合大数据分析和人工智能技术，使得裂缝的监测与控制更加精准和高效。通过技术的不断优化与创新，可以进一步提升大体积混凝土施工的质量控制水平，降低裂缝发生的风险，确保工程的长期安全和稳定。

## 6 结语

在大体积混凝土施工中，裂缝问题的控制至关重要。通过合理的施工工艺、温控措施和裂缝修复技术的实施，可以显著提高结构的稳定性与安全性。裂缝修复不仅能够恢复结构承载力，还能延长建筑物的使用寿命。随着技术的不断发展，未来可以通过优化温控、修复材料和施工工艺，进一步提高裂缝控制效果，为污水处理厂等大型工程提供更加可靠的技术支持。

## 参考文献：

- [1] 赵师.污水处理厂生物池大体积混凝土无缝施工研究[J].江西建材,2025(2):320-322.
- [2] 梁军.污水处理厂生物池大体积混凝土无缝施工研究[J].门窗,2025(20):184-186.
- [3] 张辉,张海龙,王佳伟,文鹏丽,袁星,屈格非.城镇污水处理厂生物反应池硝氮和氨氮在线仪表维护探索[J].净水技术,2025,44(1):185-191+202.
- [4] 陈剑勇.浅析污水处理厂大体积混凝土水池施工质量管理与控制[J].居业,2025(5):193-195.
- [5] 蒋利全.污水处理厂高池墙混凝土施工质量提升对策研究[J].湖南水利水电,2025(2):36-38.