

# 水利工程中大体积混凝土裂缝控制技术研究

李 玉

贵州禹润工程建设有限公司 贵州 毕节 551700

**【摘要】**：当前水利枢纽建设中，坝基、闸室等关键部位普遍应用大体积混凝土结构。受单次浇筑体量偏大、内部热量扩散缓慢影响，水泥水化产生的热量易集中堆积，致使构件内外形成温度梯度，再叠加干缩变形、地基约束等多重作用，极易产生结构性裂缝。裂缝会削弱结构抗渗与承载性能，缩短工程使用年限。基于此，本文将立足水利施工现场工况，剖析裂缝产生根源，从温控、材料配比、施工工艺层面提出防控对策，为工程提质增效提供实践依据。

**【关键词】**：水利工程；大体积混凝土；裂缝控制技术

DOI:10.12417/2811-0528.26.14.026

## 引言

大体积混凝土结构的工程施工中，由于是现浇钢筋混凝土，所以对混凝土的用量比较多，结构也比较厚，施工的要求也就比一般的混凝土施工高。大体积混凝土施工由于受到技术因素以及气候等因素影响，存在裂缝质量问题，不仅影响工程的美观度，也存在安全隐患，所以加强施工中裂缝控制就显得格外重要。

## 1 水利工程中大体积混凝土裂缝产生的根源

### 1.1 温度应力出现失衡

温度应力失衡是导致大体积混凝土产生裂缝的核心因素。水利工程中的大体积混凝土，单次浇筑规模往往较大，方量通常可达数千乃至数万立方米，水泥在水化反应过程中会持续释放大量热量。由于混凝土自身导热性能欠佳，这些热量难以快速向外散发，导致浇筑体内部温度急剧攀升，而表面受外界环境影响，降温速度相对较快，进而形成明显的内外温差。当这种温差产生的拉应力超出混凝土自身的抗拉极限时，表面就会出现裂缝。若内部热量在后期缓慢释放，混凝土收缩过程受到阻碍，还会引发深层甚至贯穿性裂缝，这类裂缝在坝体施工中尤为普遍，造成的危害也最为突出。

### 1.2 材料性能存在缺陷

混凝土材料自身性能存在缺陷，是裂缝产生的内在隐患。在实际施工中，部分工程为加快施工进度，选用水化热较高的水泥种类，且水泥用量过高，这无疑会加剧浇筑体内部的温度升高。同时，未合理添加粉煤灰、矿渣粉等掺合料，无法有效减缓水化热的释放速度。除此之外，骨料级配不合理，细骨料占比过高、粗骨料粒径偏小，会使混凝土的收缩量增加，且骨料与水泥浆体之间的粘结效果不佳，容易形成界面裂缝。另外，外加剂选用不合适、掺量控制不当，会干扰混凝土的凝结硬化进程，引发早期收缩裂缝，进一步削弱结构的抗裂能力。

### 1.3 施工工艺不规范

施工工艺操作不规范，是加剧裂缝隐患的重要外部因素。在混凝土浇筑阶段，布料不均匀、振捣不够密实，会导致浇筑体内部出现蜂窝、孔洞等质量缺陷，这些部位极易成为应力集中的区域，进而诱发裂缝。同时，养护工作落实不到位，浇筑完成后未及时进行覆盖保温、洒水保湿处理，或养护持续时间不足，会导致混凝土表面水分快速蒸发，产生干缩裂缝，尤其是在高温、大风等恶劣天气条件下，这类裂缝的出现更为频繁。

### 1.4 外部约束作用

外部约束对混凝土收缩变形的限制，是促使裂缝产生的关键因素。水利工程中，大体积混凝土浇筑大多依托地基、老混凝土结构或模板进行，这些约束体的刚度较大，混凝土在凝结硬化过程中发生体积收缩时，会受到约束体的阻碍，进而产生较大的拉应力。另外，在工程运行期间，水位波动、冻融循环等外部环境因素，会进一步加大约束应力，导致已产生的裂缝持续扩展。

## 2 水利工程中大体积混凝土裂缝控制技术的应用策略

### 2.1 精准温控调节技术

针对温度应力失衡这一裂缝核心诱因，需采用主动控温与被动保温相结合的综合调控技术，实现温度应力的动态平衡。主动控温环节，重点运用水化热抑制技术，优先选用低热矿渣硅酸盐水泥，合理掺加 I 级粉煤灰、磨细矿渣粉等掺合料替代部分水泥，有效降低水化热峰值，同时搭配缓凝型外加剂，延长水化热释放时长，避免热量集中堆积；采用骨料预冷技术，对粗骨料实施喷淋降温处理，严格控制混凝土入仓温度符合工程设计标准，配合分层分块浇筑工艺，科学划分浇筑单元、控制单块浇筑方量，内置冷却水管，借助循环水系统导出内部积聚的热量，推动混凝土内部温度缓慢回落。被动保温环节，混凝土浇筑完毕后，立即覆盖保温被、塑料薄膜等保温材料，搭建临时保温棚，减少表面热量快速散失，将内外温差严格控制

在规范允许范围内,防止温度应力超出混凝土抗拉强度,同时根据环境温度的变化灵活调整保温措施,高温时段增加洒水频次,低温时段增设保温层,从源头上防范温度裂缝的出现。

## 2.2 材料性能优化技术

混凝土材料自身的抗裂性能,是防范裂缝产生的内在关键,需通过材料配比优化与全过程质量管控,全面提升混凝土的抗裂水平。骨料选择上,可采用连续级配的粗骨料,合理控制粗骨料粒径与级配精度,减少细骨料用量,选用质地坚硬、吸水率低的骨料类型,强化骨料与水泥浆体的粘结效果,降低混凝土收缩变形量。水泥选用时,则需结合水利工程实际工况挑选低热型水泥,严格控制水泥用量,避免因水泥过量导致水化热急剧升高,合理掺加复合型掺合料,既能有效抑制水化热释放,还能改善混凝土的和易性与密实度。外加剂选用高效缓凝减水剂,严格按照设计要求控制掺量,在减少用水量、降低水胶比的同时,延缓混凝土凝结硬化速度,减少早期收缩现象。此外,还需加强各类进场材料的质量检测,对水泥、骨料、外加剂等进行抽样检验,严禁不合格材料投入使用,通过多次配合比试配优化,确定最优材料配比,切实提升混凝土的抗拉强度与抗收缩能力,从内在层面减少裂缝隐患。

## 2.3 规范化施工管控技术

施工工艺的规范程度直接影响裂缝产生的概率,需通过全流程施工管控,规范各环节操作流程,降低裂缝诱发风险。混凝土浇筑阶段,可采用分层布料、分层振捣的施工方式,严格控制分层厚度符合规范标准,选用插入式振捣器进行均匀振捣,确保混凝土浇筑密实,杜绝蜂窝、孔洞等质量缺陷的出现,避免形成应力集中点。同时,合理控制层间间歇时间,保障上

下层混凝土紧密结合,如需设置施工缝,需对施工缝进行凿毛、清理、铺设水泥浆等处理,增强层间粘结强度,防止施工缝发展为贯通裂缝。养护工作中,要推行保湿与保温协同养护技术,混凝土浇筑完成后及时洒水保湿,覆盖保温材料,延长养护周期,确保混凝土强度稳步提升,避免表面水分快速蒸发产生干缩裂缝;结合不同施工环境优化养护方案,高温大风天气增设防风遮阳设施,低温天气采取保温养护措施,同时加强施工过程中的动态监测,实时跟踪混凝土浇筑温度、收缩变形等指标,及时调整施工参数,有效规避施工过程中各类裂缝的产生。

## 2.4 约束释放与监测技术

外部约束产生的应力易导致混凝土裂缝扩展,需结合约束释放技术与实时监测技术,有效化解约束应力,防范裂缝进一步发展。约束释放方面,要在混凝土与地基、老混凝土的接触面铺设隔离层,选用沥青杉木板、聚乙烯薄膜等合适材料,减少约束体对混凝土收缩的阻碍作用,降低约束应力。同时,科学控制模板拆除时间,待混凝土强度达到设计要求后再进行模板拆除,避免因过早拆除导致混凝土无法承受约束应力而产生裂缝,拆除过程中规范操作,避免碰撞混凝土结构,减少人为损伤。另外,还要运用全过程监测技术,在混凝土内部与表面合理布设温度传感器、应变传感器,实时采集温度变化、收缩变形等数据,建立完善的监测台账,监测数据超出预警范围时,及时采取调整保温措施、增设缓冲层等应急处置方法,有效化解约束应力,防止裂缝进一步扩展,保障混凝土结构的稳定性。

总而言之,混凝土裂缝防控重在全过程动态管控,精准把控水化热变化与结构应力平衡。未来,还需依托现场监测数据持续改良施工工艺,强化细节管控,从而切实保障水利工程长期稳定运行。

## 参考文献:

- [1] 刘艳君.房建工程中大面积混凝土浇筑及裂缝控制技术研究[J].石材,2025,(11):125-127.
- [2] 宇文韦.水利工程大面积混凝土施工温度裂缝控制技术优化分析[J].河北水利,2025,(10):46-47.
- [3] 康凌.建筑工程中大面积混凝土裂缝控制技术的运用分析[J].居业,2024,(11):37-39.