

# 水利水电工程坝体混凝土浇筑施工技术优化研究

宋寒

云南升盟工程咨询有限公司, 云南玉溪, 652600;

**摘要:** 水利水电工程坝体属于水利基础设施的重要组成部分, 其结构的安全性和稳定性同工程是否能长效运行以及周边区域安全休戚相关。混凝土是坝体结构的关键材料, 在施工和运行期间, 常常会因为材料配比不当、施工工艺不规范、环境温度变化以及振捣养护不到位等因素而产生各种质量缺陷。质量缺陷的产生会使坝体混凝土结构的密实度和抗渗能力下降, 并促使裂缝扩展、钢筋锈蚀之类的恶化现象发生, 从而缩减坝体的使用年限。文章先介绍坝体混凝土浇筑施工技术优化的必要性, 再全面论述浇筑材料配比、浇筑工艺选择、温度控制及振捣养护等核心环节的技术优化方向, 最后归纳出施工质量保障的主要措施, 给水利水电工程坝体混凝土浇筑的施工管控和质量提升工作给予技术支持。

**关键词:** 水利水电工程; 坝体混凝土; 浇筑施工; 技术优化; 质量控制

**DOI:** 10.69979/3060-8767.26.03.046

## 引言

水利水电工程建设规模逐步扩大之际, 坝体工程的建设标准不断提高, 混凝土因具备强度高、耐久性好、可塑性好等诸多优势, 渐渐成为坝体结构的主要材料。不过, 混凝土自身存在着水化热高、体积收缩大这样的天然属性, 受诸多外部因素共同影响, 浇筑质量缺陷的形成很难彻底规避。水利水电工程坝体长时间处于复杂自然环境当中, 既要承受水压力、自重荷载的持续作用, 还要应对温度改变带来的热胀冷缩现象。所以, 采用科学有效的实际操作手段, 全方位地展开坝体混凝土浇筑施工技术优化工作, 覆盖材料配比、工艺管控以及后期养护等层面, 这对于保证水利水电工程坝体结构安全、延长其使用寿命、缩减工程成本而言十分关键。

## 1 水利水电工程坝体混凝土浇筑施工技术优化的必要性

### 1.1 应对复杂工程环境的迫切需求

当前我国新建水利水电工程多分布在西南、西北等偏远地区, 这些区域普遍存在地形崎岖、地质条件复杂的特点, 断层、裂隙发育问题突出。同时该区域气候环境严苛, 存在高海拔低温、昼夜温差大、暴雨集中等情况。在复杂环境下, 传统混凝土浇筑技术易受外界因素影响, 导致施工难度大幅增加。低温环境下混凝土凝结速度减慢, 易出现冻害; 高温环境下混凝土水分蒸发过快, 易产生干缩裂缝。复杂地质条件下浇筑过程中易发生漏浆、塌落度损失过大等问题。这些环境因素都会对坝体混凝土浇筑施工造成阻碍, 因此必须通过技术优化, 针对性解决复杂环境下的施工难题, 提升浇筑施工的适

应性与稳定性, 确保施工过程顺利推进。

### 1.2 保障工程质量安全的核心要求

坝体作为水利水电工程的核心挡水结构, 长期承受水压力、自重、温度应力等多重荷载, 其质量安全直接关系到工程的运行寿命与周边区域的生命财产安全。传统混凝土浇筑技术在质量控制方面存在诸多薄弱环节, 混凝土配比精准度不足、浇筑层厚控制不当、振捣不密实等问题时有发生。这些问题易导致坝体出现裂缝、蜂窝、孔洞等质量缺陷, 降低坝体的抗渗性与承载能力。所以, 技术优化是保障工程质量安全的核心要求, 通过改进材料配比、规范浇筑流程、强化振捣养护等措施, 可有效提升混凝土结构的密实度与强度均匀性, 减少质量缺陷, 保障坝体结构的稳定性与耐久性。

### 1.3 提升工程经济效益的重要途径

水利水电工程建设周期长、投资规模大, 混凝土浇筑施工环节的成本占比较高。传统浇筑技术存在施工效率低、材料浪费严重、返工率高、养护周期长等问题, 大幅增加了工程的人工成本、材料成本与时间成本。传统模式下, 因混凝土配比不合理导致的废料堆积、浇筑工艺落后造成的工期延误, 以及质量缺陷引发的反复修补, 都会让项目资金投入持续增加, 还会占用大量设备与人力资源, 影响后续工序推进, 甚至可能因工期滞后产生额外的违约成本。与此同时, 粗放式的养护方式不仅拉长了养护周期, 还会降低混凝土结构的耐久性, 为工程后期运维埋下隐患, 增加长期养护费用。通过技术优化, 可实现施工流程的精细化管控, 提高混凝土浇筑效率, 减少材料损耗。同时, 优化后的技术可提升混凝

土结构质量,降低返工概率,缩短养护周期,从而有效控制工程总成本,提升工程的经济效益与投资回报率。精细化的施工管理还能减少设备闲置时间,提高资源利用率,进一步压缩非必要开支,让工程在保证质量的前提下,实现投入产出比的最大化。

## 2 水利水电工程坝体混凝土浇筑施工核心技术优化方向

### 2.1 混凝土材料配比优化措施

原材料质量会直接左右混凝土性能,合理的配合比设计可有效加强混凝土抗裂性能并缩减质量缺陷生成的可能性。在原材料选取上,应优化胶凝材料体系,合理选择水泥品种与强度等级,通过掺加粉煤灰、矿渣粉等矿物掺合料替代部分水泥。这一做法既能降低混凝土水化热,减少温度裂缝的产生,又能节约水泥用量,降低成本。采用级配优良且颗粒形状规整的骨料,并控制好骨料的含水率以及含泥量,以此来加强混凝土的密实度和抗裂能力。选用高效减水剂、缓凝剂、引气剂等高性能外加剂,在确保混凝土工作性能之时削减单位用水量,减小混凝土的干缩率。配合比设计时,要按照坝体结构类型、构件尺寸、施工环境等因素实施有针对性的设计。控制水泥用量,防止因水泥用量过多而引发水化热过高现象。改良水胶比,在符合混凝土强度和工作性能的情况下,尽可能减小水胶比,从而改善混凝土的密实性。同时需精准控制矿物掺合料的掺量,确保其与水泥协同作用,提升混凝土的后期强度与抗渗性能。

### 2.2 浇筑工艺管控措施

施工工艺是否规范会直接左右混凝土的成型质量,要牢牢掌握施工各个环节的关键操作点,才可以有效缩减质量缺陷出现的次数。浇筑混凝土之前,得先确定适宜的浇筑层厚与分块尺寸,一般情况下,分层厚度应控制在30-50cm,确保振捣设备能够充分振捣密实。分块划分需避免出现应力集中区域,分块之间的施工缝应进行妥善处理,采用凿毛、清理、铺设水泥浆或界面剂等方式,增强新旧混凝土的结合强度。还要检查浇筑设备,保证混凝土泵车、布料机、塔吊等设备的性能达标,免得浇筑的时候设备故障而造成浇筑中断或分层离析现象。混凝土浇筑时,要控制好浇筑速度和顺序,遵循“由低向高、由远及近、对称浇筑”的原则,不能让混凝土堆得太满、流得太快,这样就有可能在内部形成孔隙或者分层离析现象。选择高频振捣器、插入式振捣器等合适的振捣设备,根据混凝土的坍落度与分层厚度,确定振捣时间与振捣间距,确保振捣充分且不出现过振、漏

振现象。振捣过程中,振捣器应垂直插入混凝土中,振捣至混凝土表面泛浆、不再下沉、无气泡冒出为止,同时避免振捣器触碰模板与钢筋,防止模板变形与钢筋移位。

### 2.3 温度控制技术优化措施

温控措施属于防治混凝土温度裂缝的关键部分,要按照混凝土种类和环境状况来采取相应的举措。大体积混凝土浇筑之前应当制订专门的温控计划以把控混凝土入机时的温度,在高温环境下,可以给骨料置于遮阳棚内降温,或采用喷淋冷水的方式预冷骨料,也可以给搅拌用水加入适量冰屑替代部分拌和水实施冷却;到了低温环境下就要预先加热原材料,防止混凝土出现冻害。浇筑的时候还要随时检测混凝土内部以及表面的温度,保证其内外温差维持在25℃以内的恰当范围之内。浇筑完毕之后立即采取温控措施,表面覆盖可采用土工布、保温被等材料,减少混凝土表面热量散失,延缓降温速度。内部冷却水管可采用塑料波纹管或钢管,在混凝土浇筑过程中按设计间距埋设,浇筑完成后通入循环冷水,加速混凝土内部热量散发,降低内部温度。同时,应加强温度监测,在坝体不同部位埋设温度传感器,实时监测混凝土内部与表面温度,根据监测数据调整冷却措施。

### 2.4 振捣与养护技术优化措施

振捣与养护是提升混凝土结构密实度与耐久性的重要保障,其技术优化需贯穿于浇筑施工全过程。在振捣技术优化方面,除了选择合适的振捣设备与控制振捣参数外,可采用智能化振捣技术,通过在振捣器上安装传感器,实时监测振捣频率、振捣深度、振捣时间等参数,实现振捣过程的精准管控,避免过振与漏振。对于坝体边角、钢筋密集等振捣困难的区域,可采用小型插入式振捣器或附着式振捣器,确保振捣密实。在养护技术优化方面,应坚持“及时养护、充分保湿”的原则,根据混凝土强度发展规律与环境条件,优化养护方式与养护周期。浇筑完成后,待混凝土表面初凝后即可进行覆盖保湿养护,采用洒水养护、喷雾养护、保湿膜覆盖养护等方式,保持混凝土表面湿润,防止混凝土表面失水产生干缩裂缝。对于高强度混凝土或低温环境下施工的混凝土,可采用蒸汽养护或保温养护的方式,加速混凝土强度发展,提升混凝土抗冻性能。养护时间须符合规范要求,普通混凝土的养护时间不低于14天,如果是高强度混凝土,那么养护时间则不得少于28天,从而促使混凝土强度不断加强,改善其抗裂能力。

## 3 水利水电工程坝体混凝土浇筑施工技术优化

## 的保障措施

### 3.1 强化施工全过程管理措施

形成常态化的施工全过程管控机制,就能及时察觉混凝土浇筑质量问题,这是施工阶段做好技术优化工作的前提所在。要建立健全施工全过程管控机制,从材料进场、配合比设计、浇筑施工、温度监测到养护完成,实施全流程质量监督与进度管控。在材料进场环节,严格执行材料检验制度,对水泥、骨料、外加剂等原材料进行抽样检测,确保原材料质量符合设计要求,创建材料检测台账,跟进材料的质量状况。在配合比设计环节,组织专业技术人员进行试验优化,根据施工环境与工艺要求,确定最佳配合比,并严格按照配合比进行配料搅拌,确保混凝土性能稳定。在浇筑施工环节,设立专职质量监督员,实时监督浇筑分层、振捣参数、温度控制等关键环节,及时发现并整改施工过程中出现的问题。在养护环节,明确养护责任人,制定详细的养护计划,定期检查养护情况,确保养护措施落实到位。

### 3.2 加强技术创新与应用措施

在技术优化过程中,如果察觉到存在技术瓶颈,要按照工程实际情况、技术发展趋势等情况来采取有针对性的解决办法,以推动施工技术不断升级。加大技术研发投入,鼓励企业与科研院校合作,开展坝体混凝土浇筑施工新技术、新材料、新设备的研发与应用。推广应用高性能混凝土材料,提升混凝土的抗裂性与耐久性;引入智能化施工设备,如智能布料机、自动化振捣机器人、无人机温度监测系统等,提升施工的智能化水平与精准度。采用 BIM 技术构建坝体混凝土浇筑施工模型,对施工流程进行模拟优化,提前预判施工过程中可能出现的问题,制定针对性解决方案。同时,加强技术交流与培训,组织施工技术人员学习先进的施工技术与管理经验,提升技术应用能力。

### 3.3 提升施工人员专业素养措施

针对施工阶段人员技术水平要素,要采取有针对性的提升措施,缩减人为操作失误给混凝土结构造成的伤

害,防止质量缺陷出现。建立完善的培训体系,定期组织施工人员参加专业技能培训,内容涵盖混凝土浇筑施工技术、质量控制要点、安全操作规程等,提升施工人员的技术水平与责任意识。加强施工现场管理,明确各岗位人员的职责分工,建立奖惩机制,对严格执行施工规范、施工质量优良的人员给予奖励,对违规操作、造成质量问题的人员给予处罚,充分调动施工人员的积极性与主动性。

## 4 结语

水利水电工程坝体混凝土浇筑施工技术优化对于保障坝体结构安全、延长其使用寿命十分关键,这离不开材料配比、工艺管控和后期养护这三个方面的系统性操作举措。按照技术优化方向来说,混凝土材料配比优化、浇筑工艺优化、温度控制技术优化、振捣与养护技术优化等各项措施都要落实到位。在施工期间,经由改善原材料质量、调整配合比、规范施工工艺、加强温控和养护等手段,可以有效地提升混凝土浇筑质量;而在技术优化保障层面,则要靠强化施工全过程管理、加强技术创新与应用、提升施工人员专业素养等办法,从而确保技术优化措施落地见效,保证结构安全无虞。坝体混凝土浇筑施工技术优化工作应遵照以质量为先的方针,并具备针对性,做到全过程控制,还要把经济性和安全性相统一,这样才能达成设计、施工和管理三者共同推进的目标。日后,伴随新材料、新技术不断涌现,坝体混凝土浇筑施工技术将会向着智能化、绿色化以及高效化的方向发展,进而给水利水电工程安全稳定运行给予更为牢靠的支撑。

### 参考文献

- [1]胡开明.水利水电工程施工中混凝土施工技术应用[J].智能城市,2021,7(07):157-158.
- [2]陈国栋.分析水利水电工程技术建筑中混凝土防渗墙施工技术[J].四川水泥,2021(04):34-35.
- [3]刘伟东.简述混凝土施工技术在水利水电工程中的应用[J].江西建材,2021(03):143-144.