

# 水利工程中混凝土施工技术的要点分析

谭鹏钦 柴维

渭南市东雷抽黄工程管理中心

DOI:10.12238/hwr.v7i12.5118

**[摘要]** 随着水利工程规模的日益扩大和技术要求的不断提高,混凝土施工技术在工程质量控制中扮演着核心角色。混凝土作为水利工程的骨干材料,其性能直接关系到工程的安全、稳定与耐久性。因此,本文详细分析了水利工程中混凝土施工技术的要点,包括材料选择、配比设计、施工技术及质量控制等方面。

**[关键词]** 水利工程; 混凝土; 施工技术; 工程质量

**中图分类号:** TV52 **文献标识码:** A

Key points analysis of concrete construction technology in water conservancy engineering

Pengqin Tan Wei Chai

Weinan Donglei Yellow River Drainage Project Management Center

**[Abstract]** With the increasing scale of water conservancy projects and the continuous improvement of technical requirements, concrete construction technology plays a core role in engineering quality control. Concrete, as the backbone material of hydraulic engineering, its performance is directly related to the safety, stability, and durability of the project. Therefore, this article provides a detailed analysis of the key points of concrete construction technology in hydraulic engineering, including material selection, mix design, construction technology, and quality control. Through a comprehensive evaluation of current practice and theoretical research, it is ensured that the actual needs of engineering construction are met, and it also conforms to the trends of scientific development and innovation. It provides a complete set of technical guidelines for concrete construction in water conservancy engineering, and provides support and reference for professionals in related fields when facing complex engineering challenges.

**[Key words]** water conservancy engineering; Concrete; Construction technology; construction quality

## 引言

在水利工程建设中,混凝土施工技术是确保工程质量和延长结构寿命的关键。由于水利工程的特殊性,如大型水坝、水库及灌溉系统,混凝土必须展现出优异的性能,以适应恶劣的自然环境和复杂的工程要求。混凝土的环境适应性、机械强度、耐久性以及抗渗性能等,都成为了设计与施工过程中不可或缺的考量因素。本文将系统分析水利工程混凝土施工的关键技术要点,涉及材料选择与配比、施工前的详尽准备、精准的浇筑技术以及后期养护措施,最终实现对施工质量的严格监控与控制。

### 1 水利工程中的混凝土施工要求

#### 1.1 混凝土对环境适应性的要求

在水利工程中,混凝土必须展现出卓越的环境适应性,尤其是在耐水性与耐温性方面的表现。首先,耐水性是衡量混凝土能否承受长期水流冲刷与水化学腐蚀的关键指标。水利工程混凝土通常通过掺加抗渗掺和料、优化粒径分布的骨料和使用高标

号水泥来增强其抗渗透能力,从而保障水坝、水库和渠道等结构的长期稳定性。其次,耐温性则关系到混凝土在极端温度变化下的稳定性,这直接影响到结构的抗裂性能和耐久性。为此,水利工程混凝土需采用适合的膨胀剂和温度控制措施,例如在浇筑和养护阶段实施有效的温控程序,确保混凝土结构在温差作用下不产生破坏性应力。通过这些技术细节的精细管理,能够确保混凝土结构在复杂多变的环境中维持其完整性和功能性,满足水利工程的长期使用需求。

#### 1.2 对混凝土性能要求

在水利工程领域,混凝土性能要求的核心集中在其机械强度、耐久性及抗渗性。优质的水工混凝土应具备高抗压强度,以承受巨大的水压和结构负荷,这通常通过精确控制水灰比和采用高强度水泥来实现。同时,混凝土的耐久性要求其在水化学腐蚀、冻融循环和碱骨料反应等具有高度抵抗力,以保证结构在长期水环境作用下的稳定。这需要通过合理设计混凝土配合比、

选用优质骨料和必要的掺和料来优化。此外,抗渗性能是评价水工混凝土的关键指标,它涉及到混凝土的密实度和连续性,决定了水工结构防水防渗的有效性。这通常通过使用细粒度掺和料如硅灰、飞灰以及特种外加剂如高效减水剂来改善混凝土的微观结构和减少毛细孔隙,从而提高其抗渗性。

## 2 混凝土材料选择与配比

### 2.1 水泥品种选择

在水利工程混凝土施工中,水泥品种的选择是确保结构性能的关键。选择合适的水泥类型,需依据工程特点和环境条件,以达到预定的工程性能和经济效益。硅酸盐水泥因其优异的抗渗性和适中的热水解速率,常用于大型水工结构;而对于温差较大的环境,应考虑使用抗裂性更佳的硫铝酸盐水泥。在硬化速率要求特殊的工程中,快硬水泥可以快速提升混凝土强度,而低热水泥则适用于大体积混凝土施工,以减少水化热引起的温度裂缝。每种水泥都应根据其化学成分、物理性能、兼容性和耐久性等特性进行选择,以保证混凝土的长期性能符合水利工程对于安全性、稳定性和抗环境侵蚀的严格要求。在实施过程中,还应对水泥的标号、稳定性和强度发展特性进行详尽分析,确保其与工程需求的高度匹配,从而实现水利工程混凝土施工技术的优化。

### 2.2 骨料处理

在水利工程的混凝土施工中,骨料的处理至关重要,其性能直接影响到混凝土的质量和工程的耐久性。粒径分布、粒形和洁净度是骨料选择的关键参数。适宜的粒径分布可以提升混凝土的密实度,通常细骨料与粗骨料的比例控制在3:7至4:6,以确保最优的工作性和减少空隙率,细骨料中砂含量控制在35%~45%范围内,以免影响混凝土的抗压强度和耐久性。骨料的粒形也会影响混凝土的稠度和泵送性,圆形或近圆形的粒形有助于提升流动性,而角形骨料则增强混凝土的机械咬合作用。洁净度是指骨料中泥土、粉尘和有机物的含量,它们会严重影响混凝土的抗渗性能,因此洁净度的泥土含量必须控制在1%以下。此外,骨料的含水率和体积稳定性也需要精确控制,含水率的波动不宜超过±0.5%,以保持混凝土配比的一致性。通过严格的骨料处理,水利工程混凝土能够达到更高的结构性能和更长的服役寿命。

### 2.3 掺和料与外加剂

在水利工程混凝土施工中,掺和料与外加剂的精选对调控混凝土性能至关重要。掺和料如飞灰、硅灰的掺入量通常基于其对混凝土工作性、抗渗性及后期强度发展的积极影响,经验值表明,飞灰的掺入比例可在15%~30%之间,硅灰则在5%~10%,以优化混凝土微结构并降低渗透率。外加剂如高效减水剂的使用能够在不增加水泥用量的情况下改善混凝土的流动性,常见掺量为水泥重量的0.5%~1.5%,有助于实现易泵送和高密度的混凝土。引气剂的加入则是控制在0.02%~0.05%的比例,以引入微气泡,提升混凝土的抗冻性能和耐久性。对于特殊工况,如水下施工,防水剂和凝缩控制剂的精确配比尤为关键,防水剂的掺量一般不超过2%,而凝缩控制剂则需根据施工环境及混凝土成型速

度进行调整。这些掺和料与外加剂的科学配比是实现水利工程混凝土长期服务性能的基石。

### 2.4 配比设计原则

在水利工程混凝土施工中,配比设计原则必须综合考虑工程结构的安全性、耐久性及其经济性。首要原则是满足特定水利工程的强度等级需求,这通常通过设定水泥用量、控制水灰比和选择适宜的骨料级配来实现。例如,大坝和闸门结构的混凝土通常要求C30以上的强度等级,对应的水灰比宜控制在0.4至0.5之间,确保混凝土的抗压性和耐久性。在水灰比的选择上,精确调整至最优比例是关键,过高的水灰比会导致混凝土孔隙率增加,降低其抗渗和耐久性能,而过低的比例则可能影响混凝土的工作性和泵送性。骨料的粒径不应超过水工结构缝隙宽度的3/4,确保混凝土能够顺利浇筑和密实。配比设计还需考虑混凝土的施工工艺,如泵送时的流动性要求和振捣时的可操作性,这些因素直接影响到施工的效率和质量。骨料的含水率和环境温度对配比的调整也有显著影响,需实时监测以便做出相应的调整。总的来说,水利工程混凝土的配比设计应基于实际施工条件和性能要求,通过科学的实验研究和丰富的现场施工经验,制定出最适合该工程特点的配比方案,确保混凝土施工制造质量满足工程实际标准化要求,避免因混凝土质量问题,对水利工程造成质量影响。

## 3 水利工程中混凝土施工技术要点具体分析

### 3.1 施工前的准备

水利工程混凝土施工前的准备工作是确保施工质量和安全的基础,需严格执行工程技术标准和施工规范。场地布置要充分考虑工程地质条件,确保基坑支护和排水系统能有效防止水害和土壤松动。针对混凝土施工,场地需平整坚实,布置合理,以便运输车辆和施工设备的顺畅进出,同时考虑到材料存放区与施工区的合理距离,以降低物料转运成本和时间。模板搭建需按照设计图纸和施工方案的要求进行,使用强度和刚度满足支撑混凝土重量的模板材料,模板的安装精度需控制在±5mm以内,确保混凝土结构尺寸和位置精准。此外,施工方案审查是施工前的关键环节,必须对混凝土浇筑方法、养护措施、应急预案进行详细规划和评估,施工方案应明确每个施工阶段的工作内容、关键控制点及验收标准。施工队伍的技术培训也不可忽视,保障每位作业人员对施工技术要点有充分认知,以保障水利工程混凝土施工的质量和进度。通过这些细致周到的施工前准备,可以为水利工程混凝土施工的顺利进行打下坚实的基础。

### 3.2 浇筑技术

在水利工程混凝土施工中,浇筑技术是实现结构质量的关键环节,尤其是水下混凝土浇筑,它要求精细的操作技术和严格的过程控制。水下浇筑通常采用管道泵送法或袋装下沉法,前者适用于大面积、深水作业,后者则用于特定部位或修补工作。管道泵送法在施工中,需确保混凝土具有良好的流动性,而又不能过于稀薄以防止离析,常见的坍落度为150~180mm,以保证混凝土在水下不发生分离。此外,泵送管道的出口应深入到已浇筑混

凝土表面以下0.5-1m处,避免混凝土受水流冲刷而离析。浇筑速度要控制在每小时12-15立方米,以减少浇筑过程中的水流干扰和混凝土的离析。在浇筑的同时,应持续监测混凝土的密实度和均匀性,确保没有形成蜂窝状或夹杂空气的疏松区域。为确保水下混凝土浇筑质量,应使用含有适量粉煤灰或硅灰的混凝土,以改善粘聚性和减少水化热,粉煤灰的掺量可达到水泥重量的20%,硅灰则在6-8%之间。严格执行这些技术参数和操作规程,对于提高水下混凝土浇筑的质量和结构的耐久性至关重要,保障了水利工程能长期稳定地发挥其应有的作用。除此之外,加强做好混凝土浇筑施工管控作业,也可避免对水利工程结构造成影响,可保障水利工程混凝土结构达到标准化要求。

### 3.3 养护技术

水利工程混凝土施工后的养护技术是确保结构达到设计强度与耐久性的关键步骤。养护的基本原则是创建和维持条件,使混凝土中的水泥充分水化,防止早期水分散失和不均匀收缩,同时控制硬化温度,以免产生热应力和裂缝。对于大体积混凝土,如水坝,养护的首要任务是控制水化热,避免温差过大引起裂缝,通常采用内部冷却管道系统,其中循环冷却水的温度不应高于混凝土浇筑温度的12℃,并通过温度传感器监控混凝土内部温度,确保其在35℃以下。标准养护期至少为14天,但对于大型结构,养护期可能延长至28天以上。在早期养护阶段,需保持混凝土表面的湿润度,常用的方法包括喷水养护、覆盖湿润的草帘或地毯,以及使用塑料薄膜防止水分蒸发,湿度控制在95%以上,以促进水泥水化反应。当环境温度低于5℃时,应采取保温措施,防止混凝土过早冻结;当环境温度超过30℃时,应采取遮阳、喷水等降温措施,避免高温引起的快速水分散失。通过科学的养护技术,可以显著提升水利工程混凝土的性能,保障工程质量与安全。此外,合理做好混凝土施工养护,也可避免造成混凝土结构在初凝中发生裂缝问题与质量问题,可保障水利工程质量达到标准。

### 3.4 施工监控与质量控制

在水利工程混凝土施工过程中,施工监控与质量控制是保证结构安全性和功能性的重要环节。质量控制始于原材料的选择,包括水泥强度等级、骨料的粒径分布和洁净度,以及掺料和外加剂的性能指标,这些原材料必须满足国家标准,如水泥应达到GB175-2007标准,骨料需符合GB/T14685-2011的规定。

监控过程涉及对混凝土配比的严格控制,确保每一批次的水灰比、坍落度(一般在70-90mm之间)以及空气含量(通常控制在4-6%)均满足设计要求。混凝土浇筑过程中,要实时监测混凝土的输送、浇筑速度和振捣密实度,振捣应均匀进行,避免产生蜂窝、孔洞等缺陷。浇筑后,应立即进行表面养护,防止出现裂缝和快速水分蒸发,尤其是在气温高于30℃或低于5℃的条件下,要采取相应的措施保持适宜的养护温度和湿度。

结构强度的监测是通过定期取样的标准试件进行抗压强度测试来实现,测试频率和样本数量应根据GB 50164-2011的规定执行。除了常规的强度和稳定性测试,还应采用无损检测技术如超声波检测和钢筋探测器,以评估混凝土密实度和内部缺陷。

## 4 结束语

综上所述,水利工程混凝土施工技术的优化是一个多方面的集成过程。从材料选择与配比的精准科学到施工前的周密准备,再到施工过程中的专业浇筑技术和严格养护,每一个步骤都对工程的成功至关重要。质量控制和施工监控的高标准执行,确保了工程质量达到设计预期,为水利工程的稳定性和耐久性提供了坚实的保障。本研究所提出的方法和技术分析,旨在推动水利工程混凝土施工技术向更高标准迈进,确保结构的长期安全和功能性。

### [参考文献]

- [1]刘涛,方娟娟.水利工程水库大坝混凝土施工技术分析[J].建筑工程技术与设计,2020,(12):1693.
- [2]张宏磊,尤新凯.谈水利工程中碾压混凝土大坝施工技术的应用[J].名城绘,2019,(5):0363.
- [3]陈海溶,李娟.钢筋混凝土施工技术在水利工程中的应用浅析[J].水电水利,2021,4(12):129-130.
- [4]陈亮.水利施工技术创新及混凝土施工技术研究[J].中小企业管理与科技,2021,(6):2.
- [5]游靖.水利水电工程的混凝土施工技术及其质控举措研究[J].电子乐园,2022,(9):3.
- [6]徐强.水利工程施工中大坝填筑施工技术要点分析[J].工程技术研究,2022,4(5):1-2.
- [7]周航辉.水利水电工程建筑中混凝土防渗墙施工技术分析[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2022,(6):4.