

# 水工混凝土的结构设计及施工质量控制

黄隆特 黄芳芳 海艳

(科津工程咨询有限公司温州分公司, 浙江温州325000)

**摘要:** 现阶段, 水工建筑发展显著, 提升混凝土工程施工水平与质量控制备受关注。混凝土工程是水工建筑主要内容, 其施工质量关乎水工建筑最终质量, 故需重视施工管理, 降低环境温度、原材料与配合比、浇筑工艺等因素影响。本文针对水工混凝土结构特点, 探讨其设计与施工的质量控制要点。科学合理设计和严格施工质量控制, 是提高该结构安全性与耐久性的关键, 可为相关人员提供参考, 助力提升工程质量, 保障工程安全持久运行。

**关键词:** 水工; 混凝土结构; 设计; 施工

中图分类号: TV431.1

文献标识码: A

文章编号: 3007-1283 (2025) 01-0010-03

DOI: 10.12462/RESD.issn3007-1283.2025.01.004

## Structural Design and Construction Quality Control of Hydraulic Concrete

Longte Huang, Fangfang Huang, Yan Hai

(Kejin Engineering Consulting Co., LTD. Wenzhou Branch, Wenzhou, Zhejiang 325000)

**Abstract:** At present, the development of hydraulic construction is remarkable, and the improvement of the construction level and quality control of concrete engineering has attracted much attention. Concrete engineering is the main content of hydraulic construction, and its construction quality is related to the final quality of hydraulic construction, so it is necessary to pay attention to construction management, reduce environmental temperature, raw materials and mix ratio, pouring technology and other factors. According to the characteristics of hydraulic concrete structure, this paper discusses the key points of quality control in its design and construction. Scientific and reasonable design and strict construction quality control are the key to improve the safety and durability of the structure, which can provide references for relevant personnel, help improve the quality of the project, and ensure the safe and lasting operation of the project.

**Keywords:** hydraulic engineering; concrete structure; design; construction

在水利工程体系中, 水工混凝土结构堪称核心构成, 从大坝抵御汹涌水流, 到输水渠道保障水资源高效输送, 都离不开它的身影, 其稳固性与可靠性直接关乎水利设施的运行安全和使用寿命。近年来, 随着基础设施建设步伐加快, 各类大型、超大型水利工程纷纷上马, 对水工混凝土结构设计的创新性与施工质量的高标准提出了全新挑战。与此同时, 极端气候事件频发, 洪水、地震等自然灾害风险加剧, 传统设计理念与施工模式难以充分应对复杂工况。在此背景下, 深入探究水工混凝土的结构设计优化路径, 严格把控施工质量关键环节, 不仅是提升水利工程整体效能、降低运维成本的必然选择, 还是保障社会经济平稳发展、守护民众生命财产安全的迫切需求, 具有现实意义与研究价值。

### 一、水工混凝土结构设计的原则与方法

#### (一) 材料选择及规范应用

水工混凝土结构设计对工程整体质量至关重要, 需严

格执行地方标准、行业规范及国家法律法规。材料选择是关键环节, 直接影响结构的长期稳定性与耐久性。选材时, 依据《水工混凝土结构设计规范》(SL191—2008)等, 综合考量材料的力学性能、耐久性及经济性。水泥优先选用硅酸盐或普通硅酸盐水泥, 特殊环境用抗硫酸盐水泥等, 按《通用硅酸盐水泥》(GB175—2023)执行技术要求。骨料选用质地坚硬、级配合合理的天然砂石, 细骨料不用海砂, 大体积结构用大粒径粗骨料。矿物掺合料选用品质稳定产品, 依相关要求经配合比试验确定。外加剂依设计需要选择, 按规范和试验合理选用。使用符合《生活饮用水卫生标准》(GB5749—2022)的, 其他水源使用前检验, 排除有害水源, 确保结构安全耐久。

#### (二) 载荷计算与结构强度分析

载荷计算与结构强度分析是水工混凝土结构设计的重要组成部分。载荷分永久、可变、偶然载荷, 永久载荷为结构自重等, 可变载荷有水压力等, 偶然载荷如地震载荷。将

**作者简介:** 黄隆特, 本科, 助理工程师, 研究方向为水利工程设计。

可能同时作用的载荷组合为基本和特殊组合，进行计算分析，保障结构安全稳定。结构强度分析关注混凝土抗压、钢筋抗拉强度，用有限元法等分析应力状态、受力情况，确定结构在各工况下的应力分布、裂缝和变形，制定设计方案。考虑冻融循环等环境因素对结构强度的影响，依据水工建筑物级别引入安全系数和预防措施，通过科学准确的载荷计算和强度分析，保证水工混凝土结构设计安全可靠。

### （三）结构耐久性与环境因素

水工混凝土结构设计应重视对结构耐久性和环境因素的综合考量。因水工结构基本长时间暴露于水环境中，需特别关注其抗渗、抗冻及抗侵蚀等性能。根据具体环境条件，选用具有相应耐久性的材料，并应充分考虑碱—骨料反应等长期影响。外界载荷、温度和水位变化等均可导致材料劣化，在设计阶段，应预留合理的养护空间，以便于运行期的管理和维护，保障结构的耐久性。

## 二、水工建筑混凝土结构的施工特点

### （一）温度要求严格

混凝土结构施工对温度的要求相对严格，温度过高或过低均易导致温差裂缝出现，影响混凝土的整体结构稳固性。水工建筑需要的混凝土结构通常体积较大，而大体积混凝土结构施工对温度控制的要求更高，如果施工现场温度过高而未采取有效的温度控制措施，将导致混凝土凝固速度加快，形成温差裂缝，降低混凝土结构的强度，同时，在高温下，混凝土的韧性也会降低，易出现脆断现象，影响整体承载能力和抗震性能；温度过低则会导致混凝土的凝固时间延长及水化反应速度减慢，影响施工进度及混凝土早期强度。

### （二）施工周期较长

相较其他类型工程，混凝土结构工程施工周期长，监管难度大，在施工过程中，易受恶劣天气及周边区域环境变化的影响，且对每个施工环节的要求较高，增加了工程质量控制的难度。施工人员应严格按照技术要求落实施工，做好各施工环节的衔接工作，保证混凝土结构工程的整体施工质量。

### （三）材料要求较高

水工建筑混凝土结构对所用的材料有较高的要求，需要施工单位准备符合施工要求的高质量材料，有效保证施工质量。一方面，施工单位需要保证混凝土的配合比精准，符合设计要求，才能保证混凝土在强度、耐久性、抗

渗性等方面达到预期性能效果；另一方面，水工建筑通常处于水环境中，因此对混凝土的抗渗性能提出了较高的要求，所用的混凝土材料须能抵御腐蚀物质的侵蚀，才能保证结构的长期稳定性和安全性。

## 三、水工混凝土的结构施工质量控制措施

### （一）加大施工原材料质量控制力度

简单来说，水泥作为混凝土的胶凝材料，其质量直接关系到混凝土的强度和耐久性，在原材料质量控制中应选择符合国家标准、具有良好性能的水泥品种，并确保其强度等级满足设计要求。在施工中还需要做好管理工作，严格控制水泥的储存条件，防止其受潮、过期。骨料也是施工中的关键部分，通常包括粗骨料（碎石、卵石）和细骨料（砂），骨料的质量不仅影响混凝土的和易性和经济性，还对工程强度和耐久性有重要影响。骨料应清洁、无杂质，粗细骨料的级配应良好，以保证混凝土的密实性和耐久性，含泥量、粒径等参数应符合相关规范。此外，在施工中需要注意，外加剂和掺合料能够改善混凝土的某些性能，如增大早期强度、改善和易性、减少收缩等。

### （二）重视混凝土浇筑养护施工

水工建筑物作为水利枢纽的重要组成部分，其混凝土工程的施工质量对工程的安全、耐久和效益发挥具有举足轻重的影响。混凝土浇筑是水工建筑物施工中的关键环节，养护则是保证混凝土质量的重要措施，因此在混凝土浇筑过程中须严格遵循相关规范和设计要求。从原材料的选择到混凝土的拌和、运输、浇筑、振捣和养护，每一个环节都需要有严格的技术规程和质量控制措施。如拌和过程中需要保证混凝土的配合比准确；运输过程中要控制混凝土的坍落度和温度；浇筑时要注意防止离析，振捣要均匀，养护要充分。同时，混凝土养护的质量直接关系到混凝土的强度发展和耐久性，养护过程中要控制好温度和湿度。针对大体积混凝土浇筑时应采取保温保湿措施，防止温度裂缝的产生。并且对于不同强度等级和有特殊要求的混凝土其养护措施也应有所不同，需按照具体设计要求执行。

### （三）裂缝预防与控制措施

裂缝是影响水工混凝土结构安全性和耐久性的关键问题。为预防与控制裂缝，需从设计、材料选择、施工技术等多个方面进行综合考量。设计阶段，应根据结构所处环境类别，依据规范合理选定混凝土强度等级，合理选配钢筋，使结构具备足够的抗裂性能。采取有效的温控措施，

通过调整配比、掺加外加剂等方法，降低混凝土的水化热，减少温度应力。提升混凝土本身的抗裂性能至关重要，可选用低收缩率的混凝土材料，并控制其水灰比。施工过程中，需加强现场监控，定期监测混凝土的温度和湿度变化，及时调整，以防温度骤变产生裂缝。混凝土浇筑后，应确保养护时间充足，采取保湿覆盖等措施，预防由水分过快蒸发引起的早期裂缝。针对可能出现的结构裂缝，需及时进行修补处理，如采用充填密封材料、结构补强等，以限制裂缝发展，保持结构整体性能。通过多层次的综合控制措施，有效降低水工混凝土结构裂缝产生的风险。

#### （四）质量保证体系的建立与执行

质量保证体系是水工混凝土结构达到高质量标准的重要保障。应根据项目特点和实际情况制定详细的质量保证计划，包括质量目标、责任分工、检查程序和质量控制标准。通过引入先进的检测设备和技術，对材料性能、施工工艺及成品质量进行全面监测和评估，并定期进行质量审查和验收，及时发现和纠正工程中潜在的问题。质量保证体系应包含严格的监管机制，确保施工团队全面贯彻质量管理体系，提升整体施工水平。

#### （五）加强施工人员现场的管理控制

水工建筑物由于其特殊的用途和所处的环境，对混凝土工程的质量要求尤为严格，混凝土工程施工及质量控制措施是确保水工建筑物功能和结构安全的关键。在此背景下，加强施工人员现场的管理控制至关重要。鉴于此，在施工前应对所有参与混凝土工程施工的人员进行专业技术培训，确保他们了解和掌握先进的施工技术和质量标准。可以实行持证上岗制度，确保所有施工人员都具备相应的资质和能力。并定期对施工人员进行考核，对不合格者及时进行再培训或调离关键岗位。同时，施工中要做好现场施工流程控制，明确现场施工流程和责任人，确保每个环节都有明确的工作指导和质量监控。

#### （六）施工过程中的信息化监测与反馈

在水工混凝土结构施工期间，引入信息化监测技术，能够实时、精准地掌握施工状态。借助传感器网络，可对混凝土浇筑过程中的温度、应力、变形等关键参数进行不

间断采集。例如，在大体积混凝土施工时，通过在内部预埋温度传感器，动态监测混凝土内部温度变化，结合预设的温度控制阈值，一旦发现温度异常攀升，及时调整冷却水管的通水流量，有效预防温度裂缝的出现。利用信息化手段，还能将监测数据快速传输至管理平台，施工团队与技术专家能够依据数据反馈，对施工方案进行动态优化。若监测到混凝土浇筑速度过快导致浇捣不充分，可适时调整浇筑节奏，确保施工质量，提升施工过程的可控性与科学性。

## 四、结束语

综上所述，当前水工混凝土结构日益复杂，促使结构设计方式发生转变，以结构可靠度作为基本依据，准确计算可靠指标和失效概率，确保工程设计合理，结构安全可靠。随着工程技术水平的不断提高、管理手段的不断优化，水利工程施工质量控制对高精度检测设备及智能化管理水平的要求越来越高。大数据分析、人工智能等新技术的引入，为工程质量管理提供了更加准确、高效的技术支撑。这就要求产业持续跟上科技进步的步伐，加强新型建造技术的应用与研发，提高工程质量与施工效率，保证水工建筑工程的环境适应能力与使用功能不断优化。

#### 参考文献：

- [1] 姚宇华.水工建筑混凝土结构施工技术分析[J].工程技术研究, 2024, 9(12): 63-65.
- [2] 代玉华.水工混凝土结构设计存在的问题与对策分析[J].地下水, 2022, 44(03): 284-285.
- [3] 李瑞金.水工混凝土的结构设计及施工质量控制[J].水上安全, 2025(02): 154-156.
- [4] 王雁雪.分析水工建筑混凝土结构与施工质量控制[J].建材与装饰, 2020(10): 17-18.
- [5] 李小静.水工建筑混凝土结构设计及其施工质量控制[J].四川水泥, 2018(06): 92.
- [6] 潘俊豪.水工建筑混凝土结构施工技术研究[J].工程技术研究, 2024, 9(24): 79-81.
- [7] 李上艳.水工建筑混凝土结构施工技术及应用[J].珠江水运, 2022(16): 62-64.
- [8] 肖沁, 吴相格.现成品艺术视角下的景观设计策略研究[J].艺术研究, 2024, 1(04): 12-21.