

# Analysis of Dam Construction Technology in Water Conservancy Engineering

Wen Xu

Changsha Urban Construction Investment and Development Group Co., Ltd., Changsha, Hunan, 410014, China

## Abstract

With the increasing demand for water resource management in society, dams have become increasingly important in hydraulic engineering. This paper explores multiple key aspects of dam construction, with a focus on analyzing the classification criteria and optimization strategies in dam construction. It provides a clear framework for multi-dimensional preparation work before construction and puts forward practical requirements for technical specifications during the construction process, further in-depth discussions were conducted on the three key technologies of foundation treatment, concrete pouring, and anti-seepage and drainage in dam construction. The paper also emphasizes the role of new materials in improving engineering performance, the promotion and application of intelligent construction technology, and the importance of ecological and environmental protection construction methods in promoting sustainable development. By integrating the innovation and application of these technologies, a comprehensive overview of dam construction has been formed, aiming to provide valuable references for research and practice in this field.

## Keywords

water conservancy engineering; dam construction; basic processing; concrete pouring; intelligent construction

## 浅析水利工程中大坝施工技术

徐文

长沙市城市建设投资开发集团有限公司, 中国·湖南长沙 410014

## 摘要

随着社会对水资源管理需求的增长,大坝在水利工程中显得愈加重要。论文探究了大坝工程施工的多个关键方面,着重分析了大坝建设中的分类依据与优选策略,为施工前的多维度准备工作提供了清晰的框架,并对施工过程中的技术规范提出了切实要求,进一步深入讨论了大坝施工的基础处理、混凝土浇筑及防渗排水三大关键技术。论文还特别强调了新型材料在提高工程性能中的作用,智能化施工技术的推广应用,以及生态环保施工方法在促进可持续发展中的重要性。综合这些技术的革新与应用,形成了大坝施工的综合概述,旨在为该领域的研究与实践提供有价值的参考。

## 关键词

水利工程; 大坝施工; 基础处理; 混凝土浇筑; 智能化施工

## 1 引言

大坝工程作为水资源管理的核心,既是工程技术的集大成者,也是挑战与机遇并存的舞台。从土石大坝到混凝土重力大坝,从工业革命至信息技术时代,大坝施工技术的每一步进化都见证了人类与自然环境互动方式的演变。论文从科学的角度,全面概述大坝施工的技术要点,并探讨创新技术如何在大坝工程中发扬光大,促进水利工程步入一个更环保、更智能、更高效的未来。

## 2 大坝施工技术的概述

### 2.1 大坝的分类与选择

大坝,作为水利工程的重要组成部分,按照结构类型

和建造材料的不同,可划分为重力坝、拱坝、土坝和堆石坝等。每种类型的大坝都有其独特的适用场景与技术要求,因此选择合适的大坝类型不仅关系到工程的安全性,还直接影响到工程的经济性和功能性。

选型过程中,工程师必须综合考虑地质条件、水文数据及经济技术指标。例如,重力坝依靠自身重量稳定,适合坚硬的基岩;拱坝则利用拱的形状将水的压力传递给两侧的山体,适用于狭窄的峡谷中。土坝和堆石坝因其材料易得和施工技术相对简单,多用于材料条件受限或需要较快施工的场所<sup>[1]</sup>。此外,随着技术的进步和环保要求的提升,新材料和新技术的应用也日益成为大坝设计和施工中不可或缺的一部分。如何在保证工程安全的前提下,创新施工技术和材料使用,是当前大坝施工中的一大挑战。

### 2.2 施工前的准备工作

在大坝施工的序幕拉开之前,一系列精心的准备工作

【作者简介】徐文(1982-),男,中国湖南浏阳人,硕士,高级工程师,从事水利工程施工技术管理研究。

便承担起了确保整个项目顺利进行的重任。而事实上，正是这些看似不起眼的准备活动，为推动整个工程的成功奠定了坚实的基础。不仅涉及详尽无遗的工程勘查，以确保地质结构的稳定性和施工安全，还包含了对周边生态环境的评估，确保大坝建设与生态保护两不误。同时，精细的施工方案规划和资源调配也在此时进行，它们需要考虑到项目的具体要求，比如材料供应、设备调度、施工队伍的组织与管理，以及可能遇到的各种潜在困难和不确定因素，从而确保工程能够按期高效地竣工。

借由先进的科技手段，例如 Geographic Information System (GIS) 和 Building Information Modelling (BIM)，工程团队能够对施工现场进行三维建模和模拟，从而对可能出现的问题进行预防和准备。通过这样的技术应用，不仅能够提高施工效率，更重要的是能增强工程设计的准确性，以及监控和管理施工过程中的风险。此外，与地方社区及利益相关方的沟通与合作，也是施工前的一个关键步骤，因为这关系到整个项目的社会可接受性和最终的成功实施。精心设计的枢纽计划和风险管理策略，不止显现了现代水利工程对细节的注重，更体现了对未来展望的深思熟虑。

### 2.3 施工中的技术要求

施工中的技术要求是大坝建设过程中的关键所在，涉及施工质量和未来运营的安全性。每一项技术规范不仅要符合国家标准，更要适应具体的工程环境。在具体执行时，如何确保混凝土的浇筑质量及其固化过程，成为施工技术的中中之重。此外，水土保持和泥浆处理技术也必须执行到位，以防止施工过程中对周边环境造成不可逆转的影响。更为重要的是，随着技术的进步，新型材料和先进设备的应用，比如使用低热水泥和高效减水剂，已经成为提升工程质量的新趋势。

在这个过程中，工程监理需要严格监控混凝土的配比、浇筑速度及养护条件，确保每个阶段的工作都符合设计要求。同时，实时监测技术如应力传感器的应用，能够为工程提供实时数据，从而及时调整施工策略。这种技术的整合不仅提高了施工效率，还极大增强了大坝的结构安全，确保了大坝在未来运营中的稳定性和安全性。这样的创新方法与传统工程实践的结合，展示了现代水利工程在应对复杂挑战时的前瞻性和适应性。

## 3 关键施工技术的详解

### 3.1 基础处理技术

基础处理技术在大坝建设中的处理技术确保了大坝的稳固和安全，防止了因地基不坚或渗漏而可能导致的灾难性后果。从打好地基的第一铲土开始，即展开了地质结构的加固、地下水的控制以及对基岩的整形。渗透性较强的地层需经过注浆固结，此举可减少土壤渗漏，增加地基的整体稳定性<sup>[2]</sup>。对于有特殊地质状况的工程地点，如遇软基或断层带，

技术人员需要运用先进的土工合成材料和地基加固新技术，包括但不限于地基换填、土钉墙技术和深层搅拌法，提升地基承载力和整体稳定性。

此外，针对不同类型的大坝设计，基础处理技术也应各有侧重。重力坝需确保基底的平整性和密实性，以承受巨大的水平推力；而拱坝则要特别关注岩体的质量和两侧山体的稳定性，以便有效传递压力。随着技术的不断刷新，如今抗震设计也被纳入了基础处理中，特别考虑地震对大坝基础可能造成的影响。通过建立详尽的三维地质模型，联合现场试验与数值模拟，确保基础处理技术能够针对性地应对地质条件的复杂性，从而为大坝的延寿和抗灾减灾能力提供坚实保障。

基础处理技术在大坝建设中发挥着至关重要的作用，它不仅关乎大坝的稳固与安全，更是对地质复杂性的深度挑战。技术人员通过不断研究与创新，结合先进的土工合成材料和地基加固技术，确保了大坝在各种极端条件下的稳定运行。随着科技的进步，基础处理技术将更加精细化、智能化，为大坝的安全与持久提供更有力的支撑。

### 3.2 混凝土浇筑技术

混凝土浇筑技术是大坝施工的“心脏”，它的高效执行直接影响到结构的质量与耐久性。这一过程中，控制混凝土的温度和避免不均匀硬化尤为关键，因为这两个因素可能导致裂缝的产生和结构强度的不足。采用冷却水管或冰水混合浇筑等方法可以有效控制混凝土的温度，尤其在大规模浇筑中。同时，合理安排浇筑节奏，确保新旧混凝土的有效结合，也是确保工程质量的重要环节。

此外，自密实混凝土由于其良好的流动性和稳定性，能够在没有振动的情况下实现密实，大大减少了空气泡和其他缺陷的生成，这对于大坝这种要求极高的结构来说，提供了一个更为可靠的材料选择。此技术的引入不仅提升了施工效率，还改善了工作环境，减少了噪音和能耗。应用最新的监测技术来跟踪混凝土的硬化过程，也是现代大坝施工中不可或缺的一部分。通过嵌入式传感器，可以实时监控混凝土的温度和湿度，及时调整后续浇筑的策略。

### 3.3 防渗与排水技术

在设计与施工这一领域，创新不断地揭开新篇章。其中，应用新型材料与技术的渗透屏障，既满足了防水的基本要求，又提高了工程的环境友好性。运用高分子材料和复合防渗层，不仅提升了渗透控制效果，还简化了施工工艺，同时对自然生态的干扰最小化。在现代水利工程中，这种讲究环保高效的防渗技术成为潮流，对地下水及周边生态环境的保护提出了更高的要求。与此同时，传统的排水系统，诸如明渠与暗渠的设置，仍然发挥着不可替代的作用。然而，现代工程常采用更为先进的排水系统，如预埋式排水孔和压力管道，这些设计减少了可能的水力冲刷和侵蚀，提高了大坝土体的安全系数。随着计算机模拟技术的发展，现在工程师

能够更准确地预测水流运动和压力分布,进行优化排水系统的设计,从而实现按需排水,兼顾了安全与经济效益。

对于遇到异常水文地质情况的工程,防渗排水技术甚至成为决定性的挑战。在这些情况下,专家需发挥高超的工程判断,并依据长期监测数据,定制特殊的处理方案。判断水文地质状况,使用适当的防渗材料与排水方案,都是确保大坝防渗排水功能可靠的关键。通过对宏观设计和微观机制的深入研究,配合综合监测系统的实时反馈,将传统经验与现代科技进行结合,将进一步完善防渗与排水技术。

## 4 大坝施工技术的创新与应用

### 4.1 新材料的应用

在大坝施工技术中,新材料的应用正引领着一场技术革新,尤其体现在增强结构安全性和环境可持续性方面。例如,高性能混凝土(HPC)和自密实混凝土(SCC)的广泛使用,已经极大地提升了混凝土结构的耐久性和施工效率。这些材料能够自流平,无需振动,从而减少空气隙和提高密实度,这在大坝工程中尤为重要,因为它们直接影响到结构的长期稳定性和安全性<sup>[1]</sup>。而纤维增强复合材料(FRP)在提高结构抗裂性和延长使用寿命方面显示出了显著的优势。它们不仅重量轻,而且强度高,抗腐蚀能力强,非常适合用于大坝施工中,特别是在恶劣环境下。利用这些新材料,工程师能够设计出更加精细和应对自然灾害能力更强的大坝结构,从而显著降低因材料失败导致的风险。并且随着纳米技术的进步,纳米材料也开始在大坝施工中展现其潜力,尤其是在提升材料性能方面。纳米粒子如纳米硅可以显著改善混凝土的力学性能和耐久性,使其更加适用于复杂且要求高的大坝工程。这些技术的融入不仅优化了材料的使用,还推动了整个水利工程行业向更高技术标准的迈进,为未来的大规模水利建设提供了强大的技术支撑和理论基础。

### 4.2 智能化施工技术

智能化施工技术在当代水利工程,尤其是大坝建设中,正如同一阵清新之风,悄然改变着工程建设的面貌。动态数据的实时收集与分析,借助物联网和感知技术,巧妙地构建了一张无形的网络,覆盖在每个施工细节之上。通过先进的传感器和无人机,施工现场的温度、湿度、混凝土浇筑速度等关键参数被持续监测,数据流如同大坝施工的神经系统,捕捉每一处可能出现的问题,并提供精确的反馈。

机器学习与人工智能技术这些技术在解析和处理各种施工数据时表现出其强大的计算与预测能力。随着施工过程中新数据的源源不断,智能系统不断学习,能够预测潜在的安全隐患,甚至在必要时改变施工策略。更令人瞩目的是,智能化系统现在能够根据实时情况,调节机械设备的运行状

态,精确无误地完成各种复杂的施工任务。

智能化施工的另一领域,无疑是施工机器人和自动化操作系统的应用。比如,自动化混凝土浇筑系统,它不仅显著提升了施工效率,而且保障了工程质量的一致性。无人操控的施工机器人能够在恶劣环境下持续作业,减轻了人力的压力,同时提高了大坝建设的安全性和准确性。随着技术的不断进步,这些机器人将变得更加智能,能够自我诊断和维修,从而在未来的大坝施工中发挥更加关键的作用。

### 4.3 生态环保施工方法

在大坝施工中,生态环保施工方法的运用正成为行业的新趋势,特别是在保护自然资源和减少生态干扰方面表现出了显著的前瞻性。采用低碳建材和绿色施工技术,比如使用回收材料和可持续来源的原材料,在减少环境影响的同时,提高了材料的利用效率。此外,施工过程中的水资源管理和废物处理策略,也被重新设计,以确保对生态系统的最小冲击。

生态修复与保护措施是生态环保施工方法中不可或缺的一环。在大坝建设期间,实施水土保持和流域管理,确保施工活动不会破坏周边的水质和土壤结构。同时,生态通道和绿色屏障的建立,帮助维持生物多样性,允许野生动植物在施工区域周围自由迁移,尽可能减少对其自然栖息地的干扰。

另外,采用现场模拟和环境监测技术,对大坝施工的环境影响进行实时监控与评估,是保障生态施工达到预期效果的科技支撑。通过这些智能化工具,施工团队能够立即响应环境变化,调整施工策略,确保整个建设过程中环境保护目标的实现。这种对环境影响的精细管理,不仅保护了生态环境,也为水利工程的可持续发展树立了新标杆。

## 5 结语

综上所述,大坝施工技术的概述逐渐揭开多面性质。施工的每个环节,从分类与选择到防渗排水,都在对未来大坝的安全与功能做出承诺。新材料的应用、智能化施工技术的推广及生态环保的思考与实践,不断挑战着既有的技术边界,引领工程技术迈向更高效、更可持续的明天。我们必须认识到,每一项创新都不仅仅是技术的胜利,更是对和谐共生环境理念的坚守与彰显。

### 参考文献

- [1] 张生武.水利工程大坝施工中碾压混凝土施工技术[J].水上安全,2024(4):169-171.
- [2] 马亚军.水利工程水库大坝混凝土施工技术[J].水上安全,2023(12):157-159.
- [3] 张龙.水利工程施工中的大坝填筑施工技术要点探析[J].工程技术研究,2023,8(18):108-110.