

水利水电工程施工中的技术创新与应用实践

张迪

新疆兵团水利水电工程集团有限公司 新疆 乌鲁木齐 830011

摘要: 随着社会经济的快速发展及人们生活水平的提高,水利水电工程在防洪、灌溉、发电、供水等方面发挥着不可替代的作用。然而,传统的施工方法已难以满足当前复杂多变的项目需求和生态维护的标准。

关键词: 水利水电工程;提高水利管理能力;碾压混凝土

引言

水利水电工程作为重要的基础设施,其施工质量直接关系到人民生命财产安全和经济社会效益。然而,随着工程规模的扩大和复杂性的增加,传统的施工方法逐渐暴露出效率低、成本高、安全隐患多等问题。

1 水利水电工程施工技术创新

1.1 数字化与智能化技术

在水利水电工程施工领域,数字化与智能化技术的引入标志着工程管理方式的根本性转变。BIM(建筑信息模型)技术作为这一变革的核心,其应用贯穿于水利工程的规划、设计、施工乃至运维全生命周期。BIM技术通过构建三维可视化模型,不仅实现了工程信息的集成与共享,还极大地提升了项目管理的精度和效率。设计阶段的BIM模型能够精确模拟工程结构,辅助设计师进行方案优化;施工阶段,BIM技术则成为施工模拟、碰撞检测和进度管理的强大工具,有效避免了施工中的冲突与延误。运维阶段,BIM模型作为“数字孪生”的基础,为设施的维护管理提供了详尽的数据支持。大数据技术在水利工程管理中的应用,则是通过对施工过程中产生的海量数据进行深度挖掘与分析,为项目管理决策提供科学依据。从材料消耗、人员调配到设备使用效率,大数据技术能够实时跟踪并分析各项关键指标,帮助管理者及时发现潜在问题,优化资源配置,从而提高整个工程项目的运行效率和管理水平。智能化监测技术,依托物联网、传感器等现代信息技术,实现了对水利工程的全天候、全方位监控。通过部署各类传感器,实时监测水位、水质、结构应力等关键参数,结合云计算和数据分析技术,能够迅速响应异常情况,确保工程安全稳定运行。^[1]

1.2 生态友好技术

面对日益严峻的生态环境问题,生态友好技术在水利水电工程施工中的应用显得尤为重要。生态水利工程设计理念,强调在保障水利工程功能性的同时,最大限度地保护和恢复自然生态系统。这要求在设计阶段就充

分考虑生态因素,如采用生态护坡技术,通过种植本土植被、实施土壤改良等措施,增强河道边坡的稳定性,同时为水生生物提供栖息地,促进生物多样性。水生态修复技术则是针对已经受损的水体环境,通过构建人工湿地、部署生态浮岛等手段,利用自然生态系统的自我恢复能力,提升水体净化能力,改善水质。这些技术不仅有助于恢复水体的生态平衡,还能美化水利工程周边环境,提升工程的社会效益和环境效益。

1.3 高效施工与材料技术

在施工技术方面,碾压混凝土技术的推广使用,显著提高了施工效率和混凝土的性能。通过优化混凝土配合比,加入适量的掺合料,以及改进运输和浇筑方式,碾压混凝土技术能够实现大面积、快速、高质量的混凝土浇筑,特别适用于大型水利水电工程的坝体建设。自密实混凝土通过调整混凝土的和易性,无需振捣即可自动填充模具,减少了人力投入,提高了施工效率;清水混凝土则以其自然的质感和色泽,成为展现水利工程美学价值的重要手段^[2]。此外,随着材料科学的进步,高性能混凝土、纤维增强混凝土等新型材料的应用,为水利水电工程提供了更为坚固、耐久的结构材料。这些材料不仅具有高强度、高耐久性的特点,还能有效抵抗恶劣环境的侵蚀,延长工程使用寿命,降低长期维护成本。

2 技术创新的应用实践

2.1 案例分析:三峡工程——技术创新引领世界级水利工程建设

三峡工程,作为世界上最大的水电站,不仅是中国水利水电工程的标志性成就,也是全球水利工程技术创新与应用的典范。在其宏伟的建设过程中,多项新技术的引入与应用,不仅解决了施工中的一系列技术难题,更推动了水利水电工程技术的整体进步。液压铣槽机成槽技术是三峡工程基础施工中的一大亮点。传统的人工或机械开挖方式在面对复杂地质条件时往往效率低下且难以保证成槽质量。而液压铣槽机通过其强大的铣

削能力和精确的控制系统,能够高效、准确地完成深槽开挖,为后续的防渗墙施工奠定了坚实基础。这一技术的应用,极大地提高了施工效率,缩短了工期,同时确保了成槽的几何尺寸和表面粗糙度满足设计要求。塑性混凝土防渗墙施工技术是三峡工程解决防渗问题的关键。塑性混凝土以其良好的工作性、较高的抗渗性和一定的柔韧性,成为防渗墙的理想材料。在施工过程中,通过精确控制混凝土的配合比、浇筑速度和振捣力度,确保了防渗墙的整体性和密实性。此外,采用滑模施工等先进技术,实现了防渗墙的快速、连续浇筑,有效提高了施工质量和效率。湿磨细水泥灌浆技术则是三峡工程灌浆施工中的一大创新^[3]。该技术通过湿磨工艺将水泥颗粒细化至微米级,显著提高了灌浆材料的渗透性和固化强度。在三峡工程的灌浆施工中,湿磨细水泥灌浆技术有效解决了复杂地层中的灌浆难题,提高了灌浆质量和灌浆效率,确保了工程基础的稳定性和安全性。除了上述关键技术外,塔带机、缆机等先进混凝土运输设备的应用也是三峡工程施工中的一大特色。塔带机以其高大的臂架和灵活的移动能力,能够高效地将混凝土从搅拌站输送至浇筑点,极大地提高了施工效率。而缆机则通过其强大的提升能力和稳定的运行性能,实现了混凝土等物料的跨江运输,为三峡工程的大规模施工提供了有力保障。这些先进设备的应用,不仅提高了施工效率,还降低了劳动强度,确保了施工过程中的安全性。

2.2 案例分析:小湾水电站——技术创新攻克复杂地质挑战

小湾水电站,作为中国乃至世界范围内具有重要影响的大型水电站之一,其建设过程充满了技术与创新的碰撞。面对复杂的地质条件和严苛的施工要求,小湾水电站项目团队积极引入并创新应用了一系列先进技术,不仅成功克服了施工难题,更提升了工程质量与效率,为水电站的长远运行奠定了坚实基础。膏状浆液灌浆技术是小湾水电站基础施工中的一项关键创新。面对地层多变、裂隙发育的复杂地质条件,传统的灌浆技术难以满足工程对防渗和加固的高要求。膏状浆液灌浆技术通过精确控制浆液的配比和稠度,使得浆液能够更好地适应地层变化,有效填充裂隙,提高灌浆的密实度和抗渗性。这一技术的应用,显著增强了基础的稳定性和耐久性,为水电站的安全运行提供了有力保障。负压溜槽入仓技术则是小湾水电站混凝土施工中的一大亮点^[4]。在混凝土浇筑过程中,如何高效、均匀地将混凝土输送到指定位置,一直是施工中的难点。负压溜槽入仓技术通过利用负压原理,使混凝土在溜槽内形成稳定的流态,

实现了混凝土的快速、准确入仓。这一技术不仅提高了施工效率,还减少了混凝土的分离和泌水现象,保证了混凝土的质量。在大型地下厂房开挖技术方面,小湾水电站也取得了显著突破。面对巨大的开挖量和复杂的地下结构,项目团队采用了先进的爆破技术、机械化开挖和支护设备,实现了高效、安全的开挖作业。同时,通过精细化的施工组织和严格的质量控制,确保了开挖精度和厂房结构的稳定性。斜井滑模施工技术则是小湾水电站另一项重要的技术创新。在斜井施工中,传统的施工方法往往存在施工难度大、效率低等问题。而斜井滑模施工技术通过利用滑模装置的连续提升和模板的自动调整功能,实现了斜井的快速、连续施工。这一技术不仅提高了施工效率,还保证了斜井的几何尺寸和表面质量,为后续的衬砌施工奠定了良好基础。

3 技术创新对水利水电工程的影响

3.1 提高施工效率和质量

技术创新在水利水电工程领域的广泛应用,如同一股强劲的推动力,极大地加速了施工过程的标准化、自动化与智能化进程,从而显著地提升了施工的整体效率和工程质量。BIM(建筑信息模型)技术作为这一进程中的佼佼者,其重要性不言而喻。BIM技术通过构建一个全面集成工程所有相关信息的三维可视化模型,为设计、施工及运维等各个阶段提供了一个统一且高效的数据平台。在设计阶段,BIM技术的运用使得设计更加精确,它能够通过三维模拟直观地展现工程的全貌,从而在设计初期就发现并纠正可能存在的问题,大大减少了因设计变更而导致的返工和延误。此外,BIM技术还支持设计师进行多方案的比选和优化,确保最终设计方案既满足功能需求又经济合理。在施工阶段,BIM技术的价值更是得到了充分的体现。它不仅能够模拟施工过程,提前预测和解决潜在的冲突和问题,如管线碰撞、构件安装顺序等,从而确保施工的高效进行,还能够通过精确的施工模拟,为施工人员提供清晰的施工指导和依据,减少施工过程中的不确定性和错误。同时,BIM技术还支持多专业间的协同工作,打破了传统工作模式中的信息壁垒,使得各专业之间的沟通和协作更加顺畅,减少了人为错误和沟通障碍,进一步提升了工程质量和施工效率。除了BIM技术外,智能化施工设备的广泛应用也是提高施工效率和质量的重要因素。自动化挖掘机、智能搅拌站、无人驾驶运输车等智能化设备,通过精确的控制和自动化的操作,实现了施工的精准和高效。同时,智能化设备的运用还减少了对人力的依赖,降低了人为因素对施工质量的影响,使得施工过程更加稳定和可控。

3.2 降低施工成本

技术创新在提升施工效率和质量的同时,也显著地降低了水利水电工程的施工成本。以碾压混凝土技术为例,这一技术的出现彻底改变了传统混凝土施工方法的面貌。通过优化混凝土的配合比、改进运输和浇筑方式,碾压混凝土技术实现了混凝土的大规模、快速、低成本生产。与传统方法相比,碾压混凝土技术不仅能够大幅减少混凝土的生产和运输成本,还能够提高施工速度,缩短工期,从而降低工期成本。智能化监测技术的应用则是降低施工成本的另一大法宝。通过实时监测和分析工程状态,智能化监测系统能够及时发现并预警潜在的安全隐患,如结构裂缝、渗漏等,从而避免了因事故导致的损失和修复成本。同时,智能化监测还替代了大量的人工巡检工作,不仅降低了人工成本和巡检过程中的安全风险,还提高了监测的准确性和效率。此外,新技术在材料管理、能源利用、废弃物处理等方面的应用也有效地降低了施工成本。物联网技术的运用使得材料的采购、储存、运输和使用过程更加精准和高效,减少了材料的浪费和损失。节能设备和绿色施工技术的采用则降低了能源消耗和碳排放,不仅符合可持续发展的要求,还能够通过节能减排获得一定的经济效益。而废弃物回收和再利用技术的运用则将施工废弃物转化为资源,不仅减少了废弃物处理成本,还实现了资源的循环利用^[5]。

3.3 促进可持续发展

技术创新在水利水电工程领域的深入应用,不仅提升了工程效率和经济效益,更为重要的是,它促进了工程的可持续发展,实现了经济效益、社会效益与环境效益的和谐统一。其中,生态友好技术的广泛应用是这一趋势的显著体现。生态护坡技术是水利水电工程中保护河岸、防止水土流失的重要措施。传统的护坡方法往往注重工程结构的稳定性,但忽视了生态系统的恢复和保护。而生态护坡技术则通过采用天然材料、植被种植、生态混凝土等手段,构建了一个既稳固又富有生态功能

的护坡体系。这种护坡不仅能够有效抵抗水流冲刷和侵蚀,还能为水生生物提供栖息地,促进生态系统的恢复和多样性发展。同时,植被的覆盖还能减少土壤侵蚀,提高河道的自净能力,从而实现对水质的自然净化。水生态修复技术则是针对已经受损的水体生态系统进行恢复和重建的技术。在水利水电工程中,由于施工和运营活动,往往会对周边水体生态系统造成一定影响。水生态修复技术通过科学的方法,如生物操纵、人工湿地、生态浮岛等,来恢复水体的生态平衡。这些技术能够增加水体的生物多样性,提高水体的自净能力和生态稳定性,从而实现对水资源的可持续利用和保护。此外,绿色建材和节能技术的应用也是促进水利水电工程可持续发展的重要方面。绿色建材具有环保、可再生、低能耗等特点,能够减少工程对自然资源的消耗和环境的污染。节能技术则通过优化工程设计、提高设备效率、利用可再生能源等手段,降低工程的能耗和碳排放,实现绿色施工和运营。

结束语

技术创新与应用实践对于提升水利水电工程施工质量和效率具有重要作用。通过引入数字化与智能化技术、生态友好技术以及高效施工与材料技术等创新手段,可以显著提高施工效率和质量、降低施工成本、促进可持续发展。

参考文献

- [1]刘巧华,杨丹.简析如何利用水利技术创新提高水利管理能力[J].建筑工程技术与设计,2019(19):3221.
- [2]勾正洪.提升水利水电工程施工技术管理水平的策略研究[J].工程建设与设计,2018(24):167-170.
- [3]何爱辉.浅谈水利水电工程技术创新及技术管理[J].居舍,2019(29).
- [4]探究加强水利水电工程施工管理[J].贾伟,殷书斐.黑龙江科技信息.2017(14).
- [5]水利水电施工安全问题及对策[J].冉娜.农村科学实验.2017(10).