

水利工程施工技术现状及发展趋势研究

郭昊达

北京市北运河管理处 北京 101100

摘要: 本文剖析水利工程施工技术现状, 涵盖施工技术种类、水平特点及存在问题。探讨影响技术发展的环境、经济、社会需求因素。展望技术创新、新材料新工艺、信息化智能化等发展趋势。提出加强技术研发、人才培养与引进、政策支持与行业规范等策略建议, 以推动水利工程施工技术进步, 提升工程建设质量与效益。

关键词: 水利工程施工技术; 现状分析; 发展趋势; 策略建议

引言: 水利工程作为基础设施的重要组成部分, 其施工技术水平直接关系到工程质量和效益。当前, 随着科技的不断进步和社会需求的日益增长, 水利工程施工技术正面临新的发展机遇与挑战。本文将从施工技术现状出发, 分析影响技术发展的因素, 探讨未来发展趋势, 并提出相应的策略建议, 以期为水利工程施工技术的持续进步提供参考。

1 水利工程施工技术现状分析

1.1 施工技术种类

当前水利工程施工采用多种专业技术体系。土石方工程技术包括爆破开挖、机械挖掘和填筑压实等方法, 适用于大坝基础和渠道建设。通过合理选择施工方式, 可以有效提高作业效率并降低施工成本。混凝土工程技术涵盖大体积浇筑、滑模施工和预制拼装等工艺, 广泛应用于水工建筑物主体结构。自动化拌合系统和智能温控技术的应用显著提升了混凝土施工的质量控制水平。地下连续墙技术采用液压抓斗或铣槽机成槽, 结合泥浆护壁与混凝土灌注, 形成稳定可靠的防渗结构, 在软土地基处理中具有明显优势。灌浆技术包含帷幕灌浆、固结灌浆和接触灌浆等类型, 用于地基加固和防渗处理。高压喷射灌浆和复合灌浆等新工艺的发展进一步提高了地基处理的效果。导流与截流技术涉及围堰修筑、导流隧洞和截流戗堤等方法, 保障干地施工条件。数学模型的引入增强了方案制定的科学性, 有助于降低施工风险。金属结构安装技术包括闸门、启闭机和压力钢管等设备的精准安装与调试, 依赖于三维测量定位等先进手段, 提升了安装精度。

1.2 技术水平与特点

现代水利工程施工技术呈现专业化与机械化特征。土石方工程采用大型挖掘机和自卸车联合作业, 施工效率显著提升但受天气影响较大。混凝土施工引入自动化拌合系统和智能温控技术, 保证大体积混凝土质量但能

耗较高^[1]。地下连续墙施工装备不断升级, 成槽精度提高但复杂地层适应性有待加强。灌浆技术发展出高压喷射和复合灌浆等新工艺, 加固效果改善但成本控制难度增加。导截流技术运用数学模型辅助决策, 风险降低但对水文数据要求严格。金属结构安装采用三维测量定位, 精度提升但现场协调难度大。施工监测技术实现实时数据采集, 为过程控制提供依据但系统稳定性需要保障。这些技术特点反映出水利工程施工的专业化程度不断提高, 但仍存在优化空间。例如, 施工监测系统的稳定性与数据整合能力仍有待进一步提升, 以确保施工过程中的关键参数得以准确记录和分析。

1.3 存在的问题

水利工程施工面临多方面技术挑战。环境保护要求日益严格, 传统施工方法产生的噪音、粉尘和水污染问题亟待解决。资源消耗问题突出, 混凝土和钢材等建材利用率不高, 能源消耗量大。复杂地质条件施工技术不够成熟, 岩溶地区和软弱地基处理效果不稳定。高寒地区施工受低温影响明显, 混凝土养护和机械效率面临挑战。水下施工技术装备依赖进口, 自主创新能力不足。施工信息化程度不高, 数据孤岛现象影响管理效率。工艺创新与标准更新不同步, 新技术推广应用存在障碍。施工安全风险管控体系不够完善, 事故预防技术需要加强。这些问题的存在制约着水利工程施工技术水平的全面提升, 需要通过技术创新和管理优化加以解决。施工质量与进度的平衡也需要更科学的控制方法, 避免为赶工期而降低标准。技术人才培养体系有待完善, 高素质施工队伍短缺问题日益凸显。

2 影响水利工程施工技术发展的因素

2.1 环境因素

自然条件对水利工程施工技术选择产生决定性影响。地质构造差异要求采用不同的基础处理技术, 岩溶地区需要特殊防渗措施, 软弱地基则需强化加固工艺。

地形条件影响施工布置,山区峡谷地带施工空间受限,平原地区则面临地下水控制难题。水文特征决定导流方案,大流量河流需要更复杂的截流技术。气候条件制约施工周期,多雨地区需加强排水措施,干旱区域面临混凝土养护挑战。地震活动性要求结构抗震设计,高烈度区施工需采用特殊连接工艺。生态环境敏感区施工需采用低影响技术,减少对生物栖息地的干扰。季节性气候变化影响施工进度安排,冬季施工需要防冻措施。这些环境因素促使施工技术不断创新,以适应各种复杂自然条件。技术选择必须建立在对环境特征的充分认识基础上,才能确保工程质量和安全。

2.2 经济因素

经济条件直接影响施工技术的应用与发展。投资规模决定技术路线选择,大型工程可采用先进设备,小型项目则需考虑成本效益。材料价格波动影响施工方案,钢材水泥涨价可能促使替代材料研发。人工成本上升推动机械化发展,促进自动化设备应用^[2]。资金到位情况影响技术实施进度,资金链断裂可能导致技术降级。设备购置成本制约新技术推广,昂贵进口设备普及率受限。维护保养费用影响技术选择,复杂设备需要更高运维投入。经济效益评估决定技术取舍,回收期长的技术难以推广应用。区域经济发展水平影响技术标准,发达地区更易采用前沿技术。这些经济因素促使施工技术发展必须兼顾先进性与经济性,在保证质量前提下控制成本。技术创新需要充分考虑投入产出比,才能实现可持续发展。

2.3 社会需求

社会发展对水资源管理的要求推动施工技术进步。防洪标准提高促使堤防加固技术升级,需要更可靠的防渗体系。供水需求增长推动调水工程施工技术创新,要求更高输水效率。农业灌溉发展促进渠道建设技术进步,需要更精准的水量控制。生态保护意识增强催生环境友好型施工技术,减少对自然系统的干扰。景观水利需求促使施工技术兼顾功能与美观,提升工程视觉效果。应急抢险要求发展快速施工技术,提高防洪抗旱响应能力。水资源综合利用推动多功能工程设计,需要更灵活的施工方案。公众参与意识增强要求施工过程透明化,促进信息化技术应用。这些社会需求变化引导施工技术发展方向,推动工程从单一功能向综合效益转变。技术创新必须回应社会期待,才能获得广泛支持与认可。施工技术的发展与社会进步相互促进,共同推动水利事业现代化。

3 水利工程施工技术发展趋势

3.1 技术创新方向

水利工程施工技术正朝着智能化与绿色化方向快速

发展。智能建造技术将深度融合传感技术、自动控制与人工智能,实现施工过程的自主决策与优化。机器人施工技术有望突破传统人力限制,在危险或复杂环境中完成高精度作业。绿色施工技术注重生态环境保护,发展低扰动、低排放的施工方法。3D打印技术可能改变传统建造模式,实现复杂结构的快速成型。模块化施工技术将提升工程效率,通过工厂预制和现场组装缩短工期。数字孪生技术可以实现施工全过程仿真,提前预测和解决潜在问题。新型监测技术将实现工程质量的实时无损检测,提升质量控制水平。施工过程的可视化管理将依托先进仿真系统,优化资源配置与进度安排。智能预警机制通过实时数据分析,降低施工安全风险。自适应施工技术能够根据环境变化自动调整工艺参数,确保工程质量稳定。智能碾压系统利用物联网技术实现压实质量的精准控制。这些创新方向将共同推动水利工程施工技术向更高效、更精准、更环保的方向发展。

3.2 新材料与新工艺

高性能材料研发为水利工程施工带来新的可能性。超高性能混凝土具有更高强度和耐久性,可以减小结构断面尺寸。自修复混凝土通过内置修复剂或微生物,实现裂缝的自动修复。纤维增强复合材料替代传统钢材,解决钢筋锈蚀问题并减轻结构重量^[3]。纳米改性材料改善传统建材性能,提高抗渗性和耐磨性。新型防渗材料发展出更可靠的复合土工膜,提升防渗系统寿命。施工工艺方面,预制装配技术将实现更高层次的标准化和工业化。免振捣自密实混凝土工艺简化施工流程,保证结构密实性。低温施工技术突破气候限制,实现高寒地区全年施工。水下不分散混凝土技术改进水下结构施工质量。生态友好型施工工艺减少对周边水体的影响,平衡工程需求与环境保护。材料性能的持续优化为特殊地质条件下的施工提供更多解决方案。智能温控系统确保大体积混凝土浇筑质量,防止温度裂缝产生。新型灌浆材料提升基础加固效果,适应复杂地质条件。这些新材料与新工艺将显著提升工程性能和施工效率。

3.3 信息化与智能化

信息技术深度应用将改变传统水利工程施工模式。BIM技术从设计向施工全过程延伸,实现工程信息的全生命周期管理。物联网技术通过设备互联,构建施工过程的智能监控网络。云计算平台整合各类施工数据,支持远程协同决策。大数据分析挖掘施工过程规律,优化资源配置和进度计划。人工智能技术辅助施工方案制定,提高复杂问题的解决效率。无人机技术应用于地形测绘、进度监控和质量检查,提升勘察效率。虚拟现实技

术实现施工方案的可视化验证,减少现场试错成本。区块链技术可能应用于材料追溯,确保建材质量的可信记录。5G通信技术保障施工现场海量数据的实时传输,支持远程操控。边缘计算技术提升现场数据处理速度,增强实时响应能力。智能调度系统自动优化机械设备和人员配置,提高施工效率。数字孪生平台实现施工过程的动态模拟与优化,为决策提供科学依据。这些信息的综合应用将构建智慧工地,实现施工过程的数字化、网络化和智能化转型。施工管理将从经验驱动转向数据驱动,提升决策的科学性和精准度。

4 提高水利工程施工技术的策略建议

4.1 加强技术研发

技术研发是推动水利工程施工进步的核心动力。建立产学研协同创新平台,促进科研机构与施工企业的深度合作。设立专项研发基金,支持关键技术攻关和前沿技术探索。完善技术创新激励机制,对重大技术突破给予奖励和政策倾斜。建设施工技术试验基地,为新技术验证提供实践场所。鼓励企业建立研发中心,培育自主创新能力。组织行业技术交流会,促进经验共享和成果转化。开展国际技术合作,引进消化吸收先进技术。建立技术成果评价体系,加速创新成果推广应用。重视基础理论研究,为技术创新提供科学支撑。加强知识产权保护,激发创新主体积极性。构建技术研发与工程实践的良性互动机制,确保研发成果切实解决实际问题。技术研发需要长期持续投入,形成稳定的创新生态系统。

4.2 人才培养与引进

高素质人才队伍是施工技术发展的关键保障。改革高校培养模式,强化工程实践能力训练。发展职业教育体系,培养技术技能型人才。建立校企联合培养机制,实现理论学习与工程实践无缝衔接。完善职业资格认证制度,提升从业人员专业水平^[4]。开展多层次技术培训,更新在岗人员知识结构。引进高层次技术人才,充实研发和管理队伍。优化人才评价机制,突出实践能力和创新贡献。建设专家智库,为技术决策提供智力支持。改善人才发展环境,提高职业吸引力和稳定性。加强国际人才交流,学习先进技术和管理经验。重视基层技术人

才培养,提升一线施工队伍素质。建立人才梯队结构,实现老中青技术传承。人才建设需要系统规划,形成可持续发展的人才培养体系。

4.3 政策支持与行业规范

政策引导和标准规范为技术发展创造良好环境。制定施工技术发展规划,明确发展方向和重点任务。完善技术创新扶持政策,降低企业研发成本和风险。优化项目审批流程,鼓励新技术试点应用。健全质量安全监管体系,促进技术规范执行。制定行业技术标准,推动施工工艺标准化。更新工程定额体系,反映技术进步带来的效率提升。建立技术评价制度,规范新技术推广应用程序。加强行业自律机制,营造良性竞争环境。推动信息化监管平台建设,提高管理效能。完善招投标制度,引导企业注重技术创新。协调区域技术发展政策,促进经验交流和资源共享。政策制定需要结合实际需求,保持适度前瞻性和灵活性。行业规范应随技术进步动态更新,既保证质量安全又不过度限制创新。政策与规范的协同作用,将为施工技术发展提供制度保障。

结束语

水利工程施工技术发展需紧跟时代步伐,不断创新与优化。通过加强技术研发、完善人才培养体系、制定科学政策与规范,可有效提升施工技术水平,应对复杂施工环境,满足社会多样化需求。未来,水利工程施工技术将朝着智能化、绿色化方向迈进,为水利事业现代化提供有力支撑,推动水利行业可持续发展。

参考文献

- [1]李文华.信息化技术在农业水利工程中的应用现状与应对策略分析[J].农家参谋,2024,(28):68-70.
- [2]崔庆光,尉海霞.信息化技术在农业水利工程中应用现状与分析[J].农业工程技术,2023,43(14):66-67.
- [3]程琳,吴中如.水利工程BIM技术标准体系与数据互操作研究[J].中国水利水电科学研究院学报,2022,20(2):156-164.
- [4]文丽珍.水利工程施工中模板工程技术的应用[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术.2024(12):230-233.