

现代化水利水电施工技术应用分析

邓波

四川路航建设工程有限公司, 四川成都, 610000;

摘要: 随着智能技术的迅猛发展, 水利水电行业进入高质量转型阶段, 现代化施工技术与管理模式加速革新。然而, 传统水利水电施工存在各种问题, 制约了行业的高质量发展。因此, 相关部门要借助现代化水利水电施工技术应用提升施工效率, 优化施工流程, 从根本上提升工程质量, 实现降本增效的目标。本文对现代化水利水电施工技术进行深入分析, 针对现存问题, 提出系列举措, 对实现行业的可持续发展具有深远的现实意义。

关键词: 水利水电; 现代化; 管理应用; 施工技术

DOI: 10. 69979/3060-8767. 25. 03. 012

引言

当前, 全球正加速迈向数字化与智能化时代, 水利水电工程作为国家能源安全和生态保护的重要基础设施, 其施工技术管理正面临前所未有的机遇与挑战。大数据、物联网、人工智能等前沿技术持续渗透到水利水电工程的设计、施工与管理环节, 引发行业的深刻变革。相关部门实施现代化水利水电施工技术管理将会大幅提升施工效率、优化资源配置、实现全过程的精细化管控。

1 现代化水利水电施工技术

1.1 建筑信息模型 (BIM) 技术

建筑信息模型 (BIM) 技术作为现代化水利水电施工的核心数字化工具, 整合了工程从规划设计到运营维护全生命周期的几何、物理与功能, 搭建起多方协同作业的数字化平台^[1]。在现代化水利水电施工前期, 借助 BIM 的可视化功能, 设计团队能够对项目进行三维建模, 直观展示复杂的水利结构与周边环境, 精准发现设计中存在的不合理之处, 大幅提高设计质量。在施工阶段, BIM 与进度管理相结合, 关联施工进度计划, 形成 4D 模型, 使管理人员能够预判施工冲突, 优化工序安排, 有效避免工期延误。在质量控制方面, BIM 模型作为统一的数据标准, 准确传递设计意图, 精确验证施工成果, 有效解决传统施工中常见问题。而在运维阶段, BIM 模型可导入设备运行数据, 对水利设施的健康状况进行实时监测, 预测潜在故障, 降低运维成本, 延长设施使用寿命, 提升施工效率, 体现了现代信息技术与工程建设深度融合。

1.2 GPS 定位技术

全球定位系统 (GPS) 借助环绕地球的多颗卫星组

成的卫星星座, 通过卫星不间断发送自身的时间信息, 实现对地面目标的全天候、高精度定位^[2]。GPS 作为现代化水利水电施工中的关键技术支持, 为工程建设提供了全新的测量手段。在水利水电工程施工中, GPS 技术的应用突破了传统测量方法的时空限制, 为大型工程构筑物空间定位建立了毫米级精度的控制网络。在土石方开挖、大坝填筑关键施工环节, GPS 实时动态定位技术与施工机械控制系统相结合, 实现了挖掘机、推土机自动化引导作业, 提升了施工精度, 保障了工程质量。在水利水电工程运营阶段, 借助 GPS 开展监测, 根据持续采集到的建筑物位移数据, 分析其变形趋势, 提前预判安全隐患, 为水利设施的长期稳定运行筑牢根基。这种基于空间信息技术的现代化施工方式, 优化了工程建设的全过程管理, 奠定了数字技术水利工程的数据基础, 体现了现代测绘技术与工程建造深度融合的创新价值。

1.3 数据库管理

在现代化水利水电施工过程中, 数据库管理技术凭借结构化存储和高效检索功能, 高效整合应用了施工过程中海量数据。数据库管理系统将地质勘探数据、施工进度、质量检测结果进行结构化存储, 形成完整的工程数据资产, 为项目管理决策提供实时数据支持。在施工质量控制方面, 数据库管理系统依据已建立的材料检测、工艺参数, 建立质量追溯体系, 实现了质量异常的自动预警与追溯分析^[3]。特别是在大型水电工程的协同管理中, 分布式数据库技术解决了多参建方数据共享与版本控制的难题, 提高了工程信息的时效性。在水利水电运营维护阶段, 分析设备运行数据, 预测设备故障, 安排预防性维护, 保障水利水电设施持续稳定运行。这种数据驱动的管理方式提升了施工过程的透明度, 为工程竣工验收与后期运维积累了完整的数字资产, 推动行业向

数字化、智能化迈进。

2 水利水电工程常见施工管理问题

2.1 人员管理能力不足

在水利水电工程施工技术管理过程中,管理人员缺乏系统性的管理思维,制约了工程质量和效率。从施工技术层面来看,部分技术人员对前沿的施工技术了解不充分,导致先进技术无法充分发挥其优势,影响施工效率。在施工技术管理层面,面对复杂的施工项目,管理人员难以制定出科学有效的技术管理方案,导致施工过程中各环节衔接不畅,延误工期,同时,现场作业人员技术培训往往流于形式,缺乏系统提升技能的机制,导致新技术装备的操作规范性不足。技术决策过程过度依赖个人经验而非数据分析,管理人员缺乏解读和应用数字化工具产生海量信息的能力。在现代化水利水电施工对精细化和智能化要求越来越高的背景下,管理人员素质与现代化施工要求之间的鸿沟,造成了技术投入与实际产出效益失衡,导致施工过程中质量风险管控存在盲区,制约了整个行业的高质量发展。

2.2 技术标准不统一

在现代化水利水电施工技术管理实践中,技术标准不统一的问题制约着工程建设的规范化和标准化进程。在工程设计阶段,不同设计院遵循的设计标准存在差异,导致设计的图纸在尺寸标注、技术参数表达上缺乏一致性,施工单位按图施工时,难以准确把握设计意图。在施工环节中,由于缺乏统一的施工技术标准,各施工队伍在工艺流程、操作方法上不同,施工人员只能凭借经验操作,导致施工质量参差不齐。在验收阶段,质量验收标准不统一,进一步加剧了管理难度。在设备和材料采购方面,由于缺乏统一标准,采购设备和材料在规格、性能上不匹配,增加了施工过程中的调试难度,影响了工程运行的稳定性。随着新技术在水利水电施工中的深度应用,建立统一开放的技术标准体系已成为行业亟待解决的问题,直接关系到现代化施工技术推广的深度^[4]。

2.3 质量监管缺失

在水利水电施工技术管理体系中,缺失必要的质量监管会给工程质量带来隐患,影响行业的健康发展。在项目规划设计阶段,由于缺乏有效的质量监管机制,对设计方案的合理性、可行性审核不严,致使部分设计存在安全隐患,给后续施工埋下风险。在施工阶段,现场质量监管力度不足,未能对施工全流程进行实时跟踪,无法及时纠正施工人员违规操作,无法把握隐蔽工程的

施工质量,难以保障其在实际使用中的安全性。在质量检测环节,检测设备落后、检测方法不规范,质量责任追溯体系不完善,导致检测结果不准确,无法真实反映工程质量。在验收阶段,验收流程不严谨,部分验收人员责任心不强,忽视质量问题,导致出现不合格工程。质量监管信息沟通不畅,参与方之间无法及时共享质量信息,出现问题后难以快速协调解决。随着水利水电工程规模扩大,施工技术愈发复杂,缺失必要的质量监管,降低了工程的使用寿命,引发安全事故,对人民生命财产安全造成威胁。

3 现代化技术管理在水利水电施工中的应用策略

3.1 搭建智能培育与考评体系,破解人员管理困局

在水利水电行业迈向现代化的进程中,搭建智能培育与考评体系成为破解这一困局的重要方法。构建智能培育体系,相关部门要充分借助数字化技术,搭建线上学习平台,运用大数据整合分析水利水电施工涉及的各类知识,根据每位员工的岗位需求、知识短板,量身定制个性化学习计划。在水利水电施工过程中,相关部门可以将人工智能、大数据与人力资源管理体系深度融合,以实现精准推送培训内容、实时评估学习效果,从而建立起适应现代化施工要求的专业化人才队伍^[5]。相关部门还可以设定多维度考核指标,运用人工智能算法进行综合评估,确保考核结果客观公正,将考核结果与薪酬调整、职位晋升挂钩,形成有效的激励机制,从而提升施工团队的整体技术水平。

例如,在建设大型水电站这一项目时,该项目可以借助大数据与 AI 技术,搭建智能培育与考评体系。在搭建培育体系时,相关部门可以收集施工人员的岗位信息、技能短板、过往培训反馈等数据,利用算法为每个人量身定制线上培训课程。在考评体系方面,相关部门可以借助施工现场的智能摄像头与传感器,收集人员操作行为数据。一旦发现工人操作不规范,系统自动记录并发出预警。每月,系统会基于数据生成人员绩效报告,清晰展示每个人的工作效率、技能提升情况。借助这一体系,可以促使新员工能快速上手,老员工也能持续提升技能,提高工程施工效率,减少违规操作,有效提升相关人员管理水平。

3.2 打造标准数据中枢与协同平台,化解技术标准难题

在水利水电施工领域,技术标准不统一阻碍了行业的健康发展,导致工程建设效率低下,增加了沟通成本。

在水利水电施工中,管理人员可以打造基于 BIM 技术的标准数据中枢与协同平台,实现统一管理技术标准,推动水利水电行业高质量发展。搭建标准数据中枢,需要系统性梳理水利水电工程全生命周期涉及的各类技术标准,将设计标准、施工规范、验收准则以结构化数据的形式存储于数据库中,构建全面动态的标准数据资源库。在水利水电管理过程中,相关部门可以数据挖掘技术,精准关联不同标准间的逻辑关系,为用户提供便捷的标准检索,打通设计、施工、监理各参与方的数据通道,实现信息的实时共享。这种集中化、智能化的数据管理方式,可以提升技术协调效率,为工程质量控制和施工决策提供数据支撑。

例如,在大型水库除险加固项目中,项目团队可以打造一套标准数据中枢与协同平台。团队要收集并梳理水利部发布的水库工程建设标准、地方的水利工程质量规范,结合水库自身特点,构建起涵盖设计、施工、验收全流程的标准数据中枢。在设计阶段,设计人员要在平台上传设计方案,系统自动核查调用的标准数据,一旦发现与标准不符之处,立即给出提示。在施工阶段,施工人员借助平台随时获取施工工艺、质量验收标准,依此规范施工。在大坝坝体加固作业时,施工人员可以在平台发现部分混凝土配合比设计,与现行标准存在细微差异,当即与设计单位沟通,及时修正方案,从而提高沟通效率,减少材料浪费,提高工程质量验收通过率,缩短项目工期,印证了打造标准数据中枢与协同平台,在解决技术标准难题,提升水利水电施工管理水平方面的价值。

3.3 构建多维智能监管网络, 填补质量监管空白

在水利水电施工技术管理中,质量监管的缺失会给工程质量和安全带来严重隐患,导致工程使用寿命缩短,危及人民生命财产安全。构建多维智能监管网络,打破传统质量监管局限性,实现对施工全过程全要素的实时精准监管,保障水利水电工程质量,推动行业可持续发展。构建多维智能监管网络,可以借助物联网技术,在施工现场部署各类传感器,实时采集混凝土浇筑温度、压力管道应力关键参数。利用大数据技术分析挖掘海量数据,构建质量风险预测模型,提前发现潜在质量隐患。相关部门引入人工智能图像识别技术,实时分析施工视频图像,及时识别相关人员违规操作、设备异常运行情况。搭建统一的智能监管平台,汇总整合各维度数据,为监管人员提供直观全面的监管界面,实现质量问题的快速响应和处理。

例如,在建设大型水电大坝时,为有效监管工程质量,项目团队可以搭建先进的多维智能监管网络。在施工现场,项目团队依据不同施工区域和作业类型,安装数千个传感器,覆盖大坝浇筑、地下厂房开挖、引水隧洞掘进的关键环节。这些传感器可实时收集混凝土温度、浇筑速度、岩体应力的数据,并借助高速无线网络,将数据同步传输至智能监管平台。同时,项目方部署大量高清摄像头,运用人工智能图像识别技术,对人员操作、设备运转进行实时监控。在大坝浇筑期间,传感器如果监测到某区域混凝土浇筑温度超出标准范围,智能监管平台可以立即发出预警。监管人员迅速响应,结合系统提供的浇筑进度、环境温度的数据,分析判断,及时调整浇注工艺,避免因温度异常导致的混凝土裂缝问题。多维智能监管网络运行后,可以大幅提升项目质量检测效率,提高质量隐患发现率,减少因质量问题导致的工期延误,保障水电站建设的顺利进行,充分凸显构建多维智能监管网络的价值。

4 结束语

随着科技的飞速发展,水利水电施工行业正经历着深刻的数字化、智能化变革。水利水电施工中应用 BIM、GPS、数据库管理等前沿技术搭建智能培育与考评体系、打造标准数据中枢与协同平台、构建多维智能监管网络等应用策略,有助于破解当前水利水电施工管理难题,推动行业的高质量发展,从根本上保障工程的质量,实现降本增效的目标。水利水电施工也需紧跟时代步伐,持续探索新技术在施工管理中的应用,不断优化管理策略,积极应对新挑战,推动水利水电行业向更加高效、智能的方向迈进,为国家基础设施建设和经济社会发展注入强劲动力。

参考文献

- [1] 尹国杰. 现代化水利水电施工技术管理应用[J]. 水上安全, 2025, (02): 175-177.
- [2] 何福泰. 现代化水利水电施工技术管理应用分析[J]. 水上安全, 2024, (13): 155-157.
- [3] 李万勤. 现代化水利水电施工技术管理应用思考[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023, (36): 190-192.
- [4] 列柔彬. 现代化水利水电施工技术管理应用分析[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023, (35): 78-80.
- [5] 阮庆其. 现代化水利水电施工技术管理应用的探讨[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023, (25): 196-198.