

关于水利工程施工管理及质量控制

江桂林

黄河勘测规划设计研究院有限公司 河南 郑州 450003

摘要: 本文深入探讨了水利工程施工管理与质量控制的全过程,涵盖了从前期的可行性研究、图纸会审到施工中的进度、质量和安全管理,再到工程验收和运维阶段。深入分析了人员、材料、设备和工艺等核心要素在水利工程施工中的关键作用,并针对施工中可能遇到的挑战和问题,提出了有效的应对策略和解决方案。

关键词: 水利工程; 施工管理; 质量控制

引言

水利工程作为核心基础设施,在防洪、灌溉等多个领域发挥着至关重要的作用,然而面对当前日益复杂的工程环境和多元化的需求,传统的施工管理模式已难以满足现代水利工程的高标准要求。因此,深入探究水利工程施工要点、把握质量控制的关键因素,对于提升水利工程的整体质量、保障其长期稳定运行具有重要意义。同时,针对水利工程施工过程中可能遇到的各种挑战提出有效的应对策略,也是当前水利工程建设中亟待解决的问题。

1 水利工程施工管理要点

1.1 施工前期的精细规划

(1) 项目可行性研究与方案设计: 水利工程的项目可行性研究需要整合多学科知识,深入分析建设的可行性和合理性。通过地质勘察技术,如遥感测绘和三维地质建模,精准评估地质特征和岩体力学参数,为坝型选择提供地质依据。利用水文学理论和数据,精确计算洪水特征值,确定水库库容,确保防洪和供水功能。同时,考虑生态影响,评估生态系统服务功能,制定生态修复策略。在设计阶段,综合考虑不同坝型的技术、工程量、周期、稳定性和经济效益,运用系统工程方法,构建评价指标体系,筛选出最佳设计方案,为施工提供技术蓝图,确保工程与生态保护、经济发展和谐共进。

(2) 施工图纸审核与技术交底。施工图纸是水利工程施工的关键依据,其精确度和完整性对工程成败至关重要。依据现代制图规范和水利技术标准,图纸包含枢纽布局、水工结构细节、材料规格、施工流程等关键信息。审核时,利用工程力学、水力学原理和施工规范,进行多角度审查,重点检查尺寸、结构合理性和图纸协调性。发现问题如结构或流态异常,及时反馈修正。^[1]在技术交底中,设计人员向施工和监理团队阐述设计意图及关键技术要求。施工人员通过交底会议理解图纸,明

确施工流程和技术参数; 监理人员明确监督重点和质量控制点,确保施工初始阶段的精准性和规范性,为工程顺利推进奠定基础。

1.2 施工过程中的组织协调

(1) 施工进度管理。施工进度管理是确保水利工程建设顺利进行的关键,利用现代项目管理工具对施工全程进行动态、精细化管理。项目启动时,施工团队通过关键路径法分析工序逻辑,识别关键作业如隧洞开挖和大坝浇筑,并利用信息化系统实时监控进度,通过挣值管理(EVM)分析偏差。面对地质变化等突发情况,迅速制定应对方案,调整资源,确保工程按期完成。(2) 施工质量管理。深度融合全面质量管理(TQM)理念,构建全方位、全过程、全员参与的质量管控网络。在人员管理上,依据国家职业资格标准筛选关键工种人员,并建立技能档案。通过持续教育和技能培训,提升施工人员技能。材料管控方面,利用先进检测技术确保材料质量。设备管理上,引入先进设备并定期维护,运用PHM技术监控设备状态。(3) 施工安全管理。水利工程施工环境复杂多变,具有高风险性,施工安全管理必须严守安全系统工程理论,构建完善的安全管理体系。依据安全生产法规与标准,从个体防护装备佩戴规范、特种设备操作流程到施工现场临时用电安全等方面,全方位细化安全管理制度; 施工全程依托安全监控技术,对施工现场的人员活动、设备运行、环境变化等进行实时排查,及时发现并预警安全隐患,迅速采取处置措施,为施工人员筑牢安全防线,确保水利工程施工安全平稳推进。

1.3 施工后期的验收与维护

(1) 工程竣工验收。竣工验收是水利工程交付使用的法定环节,依据相关规范对工程安全性、设备可靠性、运行稳定性等进行核验。^[2]以大型水闸验收为例,通过材料力学试验和无损检测技术,如超声波探伤、回弹

法检测混凝土强度等,对关键部位进行抽样检测,确保结构强度符合设计要求;设备运行测试从多维度检验,包括机械传动效率、电气控制系统稳定性、止水密封性能等,评估水力学性能,通过数学模型模拟水流流态、过闸流量等参数,确保工程满足设计功能需求。只有各项指标达标,才能签署交付证书,确保工程安全运营,长期稳定发挥效益。(2)工程运维管理。基于长期水文观测积累的数据,运用时间序列分析、水文情势预测等方法,依季节变化规律定期组织河道清淤,保障输水通畅;运用水利工程病害诊断技术,周期性对堰体、堤坝等设施进行“体检”,及时发现并修复破损部位;借助水情自动监测系统,实时跟踪水流、水位波动,运用智能决策支持系统,依动态变化优化运行调度,以精细化运维延续工程生命力。

2 水利工程质量控制的关键因素

2.1 人员素质与管理

(1)施工人员技能培训。随着新型材料、智能设备和先进工艺的普及,如智能温控浇筑和高分子防渗材料施工,要求施工人员不断更新知识和技能。缺乏这些知识和实操能力可能导致质量问题。因此,水利工程建设单位应建立持续的技能培训体系,结合成人学习理论和施工特点,制定个性化培训计划。通过邀请专家进行理论和实操培训,以及使用虚拟仿真等方法,提高施工人员对新工艺的掌握,确保工程质量。(2)落实管理人员责任。水利工程项目需明确各级职责,建立清晰责任体系。通过责任状,将质量目标分解至各岗位,确保管理人员了解职责和目标。引入绩效考评机制,按多维度指标定期考核管理人员,奖优罚劣,以责任压实提升管理效能,确保工程质量。

2.2 材料质量把控

材料质量直接关系到工程结构安全与使用寿命。(1)原材料采购。严守国标及行业规范,采购人员应具备扎实的材料质量鉴别技术,并运用金相分析、力学性能测试、化学成分检测等专业手段,精选业内口碑佳、质量管控严的供应商,对每批次材料依材料检验规范,从钢材的屈服强度、抗拉强度、伸长率等力学性能测试,到水泥的安定性、凝结时间、强度等级等化学成分分析,进行全指标检验,杜绝次品流入,为水利工程筑牢质量基石。(2)材料储存与使用管理。材料储存与使用不当极易诱发质量风险,对水利工程质量造成负面影响。水泥受潮后,其水化反应进程异常,结块硬化致强度大幅折损;钢筋露天锈蚀,有效截面积缩减,力学性能劣化,直接影响结构承载能力。依据建筑材料仓储

学原理,水利工程建设单位应构建专用库房,针对不同材料特性调控温湿度,分类存放。如水泥库房应具备防潮、通风功能,钢筋库房应配备防锈蚀措施;发料依先进先出原则,施工时严格按设计配合比精准取用,利用信息化物料管理系统全程监控,确保材料从入库到工程实体全程质量稳定,保障水利工程质量连贯性与可靠性。

2.3 机械设备管理

(1)设备选型与配置。综合考量工程规模、地形坡度、土石特性、施工工艺要求等多要素,选用机械设备,适配不同场地的高效作业。在选型过程中,运用机械性能参数分析、模拟施工工况评估等方法,对比不同设备在特定工况下的工作效率、能耗、可靠性等指标,依工程工况动态优化设备组合,以设备合理选型配置赋能施工质量与效率双提升,确保水利工程施工顺利推进。(2)设备维护与保养。依据设备维护手册,严格落实定期保养计划,运用设备故障诊断技术,如油液分析、振动监测、红外热成像检测等手段,预判易损件寿命,提前更换;施工前全面试运行,调试关键参数,确保设备全时段可靠运行,护航施工进度,保障水利工程施工质量不受设备故障影响。

2.4 施工工艺与技术创新

以技术迭代升级赋能水利工程高质量、高效率建设,为水利工程发展注入新动力。(1)优化传统施工工艺。如碾压混凝土筑坝工艺,通过优化骨料级配,提升混凝土密实填充效果,改进振捣工艺强化混凝土均匀性,配合温控技术精准防控裂缝。此外,还可以运用数值模拟方法,如有限元分析软件模拟混凝土浇筑过程中的温度场、应力场变化,优化施工工艺参数;采用智能温控设备实时监测与调控混凝土温度,确保温控效果。(2)推广应用新技术。如某城市河道整治项目,基于BIM三维建模,融合地理信息系统(GIS)数据,可视化呈现地下管线复杂布局、周边建筑空间关系。施工团队依据虚拟模型,运用施工过程模拟、碰撞检查、4D进度模拟等功能,提前识别并化解碰撞风险,优化资源调配与工序安排。还可以借助虚拟现实(VR)、增强现实(AR)技术,为施工人员提供沉浸式培训与现场指导,提升施工精准度与协同效率,以数字化、智能化技术驱动水利工程建设迈向新高度,适应新时代水利工程建设需求。

3 水利工程施工面临的挑战与应对

3.1 复杂自然条件下的工程挑战

水利工程往往位于地质条件错综复杂、气候多变的区域。在地震频发、洪水多发的地区,对工程的抗震、

防洪能力提出了极高的要求。^[3]以地震带附近的大坝建设为例,必须进行精确的地震风险评估,并强化坝体的抗震设计。然而,地质勘探存在局限性,难以全面掌握复杂的地下地质结构,这增加了工程设计与施工的难度。为此,必须在工程前期加强地质勘察工作,综合运用多种勘探技术,例如地质雷达、地震波探测等,以提高勘探的精度。针对地震风险,采用隔震、减震技术来优化坝体结构设计。极端气候如暴雨、高温、严寒会影响混凝土浇筑和土方施工。暴雨可能导致基坑积水和边坡坍塌;高温会加速混凝土水分蒸发,引起裂缝;严寒则可能降低混凝土强度。因而施工时需根据天气预报制定计划,并采取相应措施,如高温时洒水降温、加缓凝剂控制温度,严寒时搭建暖棚、使用加热设备进行保温养护。同时,应建立有效排水系统,排除积水,加固边坡防止坍塌。

3.2 技术创新与人才短缺的矛盾

水利工程技术不断革新,如数字化施工、智能监测等技术逐渐应用。但施工企业技术人员掌握不足,难以有效运用。以BIM技术施工管理为例,操作不熟练,无法充分利用其在施工进度模拟、碰撞检测等方面的优势。同时,不分高校相关课程更新滞后,导致人才培养与实际需求脱节。为此,施工企业应加强内部培训,定期组织施工人员对于新技术的学习与交流,邀请专家进行授课并选派技术骨干参加外部培训,以提高员工对新技术的掌握程度。同时,企业应积极与高校、科研机构建立产学研合作机制,反馈实际工程需求,设立校企合作实训基地,确保高校培养的人才能够更好地满足行业需求,促进理论与实践的紧密结合。

3.3 资金管理与成本控制的挑战

水利工程的建设周期往往较长且投资规模庞大,部分项目由于资金来源的不稳定性,遭遇资金短缺问题,进而导致施工进度的延误。在成本控制方面,原材料价格的波动以及施工方案的变更等因素,均会增加工程成本。针对资金管理的问题,项目方应拓展融资渠道,除了传统的财政拨款和银行贷款之外,还应积极引入社会资本,并采用公私合作伙伴关系(PPP)等模式,以确保资金的稳定性。^[4]同时,建立完善的资金预算与监管体

系,严格按照施工进度拨付资金,以防止资金的挪用。对于成本控制,在项目前期进行详尽的市场调研,对原材料价格的走势进行预测,并签订长期供应合同以锁定价格。优化施工方案,减少不必要的变更,并对必须的变更进行严格审批,评估其对成本的影响,做好成本核算与分析,及时发现成本偏差并采取相应的纠偏措施。

3.4 环境保护与工程建设的协调问题

水利工程建设无可避免地会对周边生态环境产生影响,例如大坝建设将改变河流生态系统,影响鱼类洄游、水生生物栖息。工程施工过程中,土方开挖、弃渣排放等可能造成水土流失、水体污染。为实现环境保护与工程建设的协调发展,在项目规划阶段进行全面的环

结语

水利工程施工管理与质量控制是整个工程生命周期的关键,涉及前期规划、施工组织、后期运维以及人员、材料、设备和工艺的综合管理。面对自然和社会挑战,全要素、全过程的协同工作是确保工程质量、保障民生和促进社会发展的基础。未来,水利从业者需不断适应新技术、新工艺的发展,强化责任意识,严格遵循国家法律法规和行业标准,共同推动水利事业的持续健康发展,为构建生态文明、实现可持续发展目标贡献力量。

参考文献

- [1]李明,刘其勇.水利工程施工管理质量控制措施探索[J].人民黄河,2023,45(S2):148-149+151.
- [2]何水根.水利工程施工管理质量和安全控制分析[J].中华建设,2023,(10):55-57.
- [3]朱亮.关于水利工程的施工管理特点及质量管理分析[J].产品可靠性报告,2023,(05):84-85.
- [4]杨鹏.水利工程施工管理质量和安全控制分析[J].城市建设理论研究(电子版),2023,(05):138-140.