

水利工程质量安全管理与施工进度控制

向国淑

彭水苗族土家族自治县水利局 重庆 409600

摘要：水利工程作为民生基础设施建设的关键领域，其质量与安全与施工进度直接关系到工程效益发挥及人民生命财产安全。质量安全管理通过科学的目标规划、动态管控及风险预控，筑牢工程质量安全防线；施工进度控制运用网络计划、资源优化、信息化等技术，确保工程高效推进。质量与安全与进度的协同管理，实现目标、资源、过程的有机统一，对提升水利工程建设综合效益、推动行业高质量发展具有重要意义。

关键词：水利工程；质量安全管理；施工进度控制

引言

在国家大力推进基础设施建设的背景下，水利工程规模与复杂度不断攀升，质量安全管理与施工进度控制成为工程建设的核心挑战。质量是水利工程的命脉，而合理的施工进度则保障工程按期发挥效益。然而，当前工程建设中二者常存在矛盾与脱节。本文基于此，深入探讨水利工程质量安全管理体系与施工进度控制方法，剖析二者协同管理策略，旨在为提升水利工程建设管理水平提供理论与实践参考。

1 水利工程质量安全管理与施工进度控制的重要性

水利工程作为基础设施建设的关键领域，其质量安全管理与施工进度控制直接关系到工程的功能性、耐久性以及社会效益的实现。质量安全管理从根本上保障工程结构的可靠性与稳定性，避免因材料不合格、施工工艺缺陷等问题导致工程质量不达标，引发诸如堤坝渗漏、渠道坍塌等严重后果。每一个环节的精准把控，从基础开挖到主体浇筑，从设备安装到系统调试，都需要严格遵循技术规范与操作标准，确保工程具备抵御洪水、调节水资源等设计功能，实现长期稳定运行。施工进度控制则对水利工程的整体效益发挥着关键作用。科学合理的进度安排能够使工程按时建成并投入使用，及时满足防洪、灌溉、供水等社会需求。通过对施工流程的优化与资源的合理调配，在保证质量安全的前提下，有效缩短建设周期，降低施工成本。若进度失控，不仅会导致人力、物力、财力的无端消耗，还可能错过工程发挥效益的最佳时机，比如防洪工程无法在汛期来临前竣工，将对下游地区人民生命财产安全构成严重威胁；灌溉工程延迟交付，影响农作物种植与收成，损害农业生产秩序。质量安全管理与施工进度控制相辅相成、相互制约。良好的质量安全管理是实现合理施工进度的基础，只有在确保施工质量与安全的前提下，才能保证工

程建设有序推进，避免因质量问题返工、安全事故停工而延误工期。科学的施工进度安排又为质量安全管理创造有利条件，充足的时间与合理的工序衔接，使施工人员能够更从容地落实质量安全要求，对每道工序进行细致检查与严格把关，实现质量与安全与进度的动态平衡，最终保障水利工程顺利建成并长期稳定运行，充分发挥其在经济社会发展中的重要作用。

2 水利工程质量安全管理体系

2.1 质量安全目标规划

水利工程质量安全目标规划是确保工程全生命周期稳健运行的核心指引，需以工程功能特性与结构要求为基准，构建层次分明、量化的目标体系。针对水工建筑物，将混凝土强度变异系数控制在5%以内，保证大坝、水闸等关键结构物的抗渗等级达到W8及以上，使基础处理的密实度符合设计标准，有效抵御水流冲刷与渗透破坏。安全目标方面，设定人员伤亡率为零的硬性指标，同时保障机电设备安装精度误差在 $\pm 1\text{mm}$ 以内，确保启闭机、发电机组等设备运行稳定性，避免因设备故障引发安全事故。通过对材料性能、施工工艺、成品保护等多维度目标细化，将质量安全要求贯穿于工程建设各个环节，从原材料进场检验到工程竣工验收，均建立严格的质量安全指标体系，为工程建设提供清晰的质量安全导向，确保水利工程发挥长期稳定的防洪、灌溉、供水等综合效益^[1]。

2.2 全过程动态管控

水利工程全过程动态管控依托先进监测技术与数字化管理平台，实现对工程建设全流程的实时监督与精准调控。施工前期，运用BIM技术建立三维可视化模型，对复杂施工工艺进行模拟推演，提前发现设计缺陷与施工冲突，优化施工方案。在施工过程中，采用自动化监测设备，对混凝土浇筑温度、边坡位移、地基沉降等关

键参数进行高频次监测,通过物联网将数据实时传输至管理平台,利用大数据分析与AI算法对数据进行深度挖掘,快速识别异常趋势。例如,当混凝土浇筑温度超过温控标准时,系统自动触发预警并推送降温措施建议,施工人员可及时调整冷却水管流量与浇筑速度。工程后期,持续跟踪运行阶段的质量安全状况,通过埋设的传感器与巡检系统,对建筑物结构性能、设备运行状态进行动态评估,根据评估结果及时制定维护计划,确保水利工程质量安全水平始终处于可控状态,实现工程建设与运行的无缝衔接与持续优化。

2.3 风险预警与应急管理

水利工程风险预警与应急管理旨在通过系统性风险识别与科学防控措施,降低突发事件对工程质量安全的威胁。基于工程地质勘察资料与历史灾害数据,运用风险矩阵法对可能存在的滑坡、渗漏、洪水漫顶等风险进行量化评估,确定风险等级与优先管控顺序。针对高风险因素,制定专项防控方案,如在易滑坡区域采用抗滑桩、预应力锚索等加固措施,对可能出现渗漏的部位进行灌浆处理,提升工程结构抗风险能力。建立应急物资储备与应急队伍管理机制,根据工程规模与潜在风险类型,合理配置抢险机械、防渗材料、救生设备等物资,并定期对应急物资进行维护更新。组建专业应急抢险队伍,开展模拟演练,针对不同灾害场景制定标准化应急处置流程,确保在突发状况下,能够迅速启动应急预案,高效组织抢险救援工作,最大限度减少人员伤亡与财产损失,保障水利工程质量安全与周边区域安全稳定。

3 水利工程施工进度控制方法

3.1 网络计划技术法

网络计划技术法通过构建网络图直观呈现水利工程各施工工序间逻辑关系与时间顺序,将复杂工程拆解为相互关联的工作单元。以双代号网络图或单代号网络图为载体,明确标注各工序的持续时间、紧前紧后关系,进而计算关键线路与非关键线路,精准定位对总工期起决定性作用的工序。在施工过程中,依据网络图的时间参数,动态跟踪工序进展,及时发现潜在的工期延误风险。例如,当某一关键工序出现延迟时,可迅速评估其对后续工序及总工期的影响程度,并据此制定针对性的调整措施,通过优化非关键线路上的资源调配、合理压缩关键工序持续时间等方式,确保工程整体进度目标的实现。该方法以严密的逻辑计算和系统的统筹规划,为水利工程施工进度控制提供科学的决策依据,有效避免施工的盲目性和无序性,提高施工组织的效率与合理性。

3.2 资源优化配置法

水利工程施工涉及人力、材料、机械设备等多种资源,资源优化配置法旨在根据工程进度计划,对各类资源进行科学合理的分配与调度。在施工前期,通过对工程任务的详细分析,精准测算各阶段、各工序所需的资源数量与质量标准。在人力配置方面,依据施工强度和技术要求,合理安排不同工种人员的数量与进场时间,确保劳动力充足且避免窝工现象;材料供应方面,结合施工进度和库存情况,制定精确的采购计划,保证材料及时、足量供应的同时,降低库存积压成本;机械设备配置上,根据施工工艺和工程量,选择合适的设备型号与数量,并做好设备的维护保养与调配,提高设备利用率。在施工过程中,实时监测资源的使用状况,根据实际进度与计划进度的偏差,动态调整资源配置方案。例如,当发现某一区域施工进度滞后时,可及时调配其他区域闲置的资源进行支援,或增加资源投入,以加快施工进度,保障工程按计划顺利推进^[2]。

3.3 信息化监控法

信息化监控法借助现代信息技术,构建水利工程施工进度实时监控体系。通过在施工现场部署各类传感器、监控设备,如GPS定位设备、物联网传感器等,实时采集施工进度、设备运行状态、人员作业情况等关键数据。将采集到的数据传输至信息化管理平台,利用大数据分析、云计算等技术,对数据进行深度处理与分析,以直观的图表、可视化界面等形式呈现施工进度的动态变化。管理人员可通过平台随时查看工程整体进度和各部位施工情况,及时发现进度偏差和潜在问题。例如,当混凝土浇筑进度未达预期时,系统可自动发出预警,同时结合历史数据和实时参数,分析影响进度的原因,如设备故障、原材料供应延迟等,并为制定调整措施提供数据支持。信息化监控系统还可实现施工信息的共享与协同,使各参与方能够及时沟通、协同作业,提高施工管理的效率和决策的准确性,有效保障水利工程施工进度可控。

4 水利工程质量安全与施工进度的协同管理策略

4.1 目标协同整合

(1) 水利工程质量安全与施工进度的协同管理,需将质量、安全、进度目标深度融合形成系统性目标体系。质量目标聚焦工程结构稳定性、耐久性及功能性,以大坝抗渗等级、混凝土强度等量化指标作为核心要求,确保工程满足长期运行需求;安全目标强调施工环境安全性,对高空作业防护、深基坑支护等危险源制定防控标准;进度目标则依据关键节点设定阶段性工期,三者相互关联,通过参数化模型构建动态平衡关系。

(2) 采用BIM技术建立三维可视化目标管理平台,将质量安全标准与施工进度计划关联至三维模型构件。例如,在渠道浇筑环节,通过模型实时展示混凝土浇筑时间、强度增长曲线,当进度滞后时,系统自动分析对混凝土养护质量及结构安全的影响,形成质量安全风险预警。这种数字化整合方式使各目标之间的逻辑关系具象化,便于项目团队直观把握协同要点。(3) 运用挣值分析法对目标实现程度进行动态评估,将质量验收合格率、安全隐患整改率等指标纳入进度绩效评价体系。在土方开挖阶段,通过对比实际完成工作量、质量安全达标情况与计划值,分析进度偏差对质量安全的潜在影响,及时调整施工方案,确保质量安全底线不突破的前提下推进工程进度^[3]。

4.2 资源协同调配

(1) 水利工程资源协同调配需以施工工序逻辑关系为基础,构建资源动态配置模型。在材料供应方面,结合砂石骨料、水泥等物资需求曲线,运用供应链协同管理技术,实现供应商产能与工程进度的精准匹配。例如,针对混凝土浇筑高峰期,提前规划运输路线与仓储容量,确保材料供应连续且质量稳定,避免因断供导致的停工或仓促采购带来的质量隐患。(2) 设备资源采用全生命周期管理理念,通过物联网传感器实时采集施工机械运行数据。在泵站机组安装阶段,依据设备健康状态、工况负荷等参数,动态调整起重机、焊接设备的投入数量与作业时段,在保障安装精度的同时提升设备使用效率,避免因设备闲置或过度使用造成的工期延误与成本浪费。(3) 人力资源调配建立技能矩阵与动态排班系统,根据施工任务需求匹配人员专业技能与经验。在隧洞开挖作业中,将具有爆破资质、地质勘察经验的人员合理搭配,形成高效作业班组,并通过人员绩效数据反馈优化班组组合,在保障复杂地质条件下施工安全的同时,加快掘进进度,实现人力资源的价值最大化。

4.3 过程协同管控

(1) 水利工程施工过程的协同管控依赖于多源数据融合的监测体系。在大坝填筑过程中,利用GNSS定位、

压实度传感器、含水率检测仪等设备,实时采集碾压轨迹、密实度、含水量等数据,通过数据中台进行清洗与分析,将结果反馈至施工机械控制系统,自动调整碾压参数,确保填筑质量的同时维持施工节奏。(2) 构建施工过程仿真模拟平台,对关键施工环节进行三维动态推演。在导流隧洞贯通作业前,通过模拟不同爆破方案下的围岩变形、出渣效率及安全风险,优选兼顾质量与安全与进度的施工工艺。将模拟结果转化为可视化操作指南,指导现场施工人员精准执行,减少因工艺调整带来的工期损失。(3) 建立质量安全问题闭环处理机制,借助移动终端与云平台实现问题发现、上报、处理、验收的全流程数字化管理。在渠道衬砌施工中,现场质检员发现裂缝隐患后,通过APP上传图片与定位信息,技术人员即时远程会诊并推送解决方案,施工班组按要求整改后上传验收资料,系统自动记录处理过程,形成可追溯的质量安全管控链条,有效保障施工过程的连续性与规范性^[4]。

结语

综上所述,水利工程质量安全管理与施工进度控制是保障工程顺利实施、实现工程效益的关键环节。科学的质量安全管理体系、有效的进度控制方法,以及二者的协同管理策略,对降低工程风险、提升建设效率意义深远。随着技术发展与管理理念革新,未来需进一步探索智能化、精细化管理手段,推动水利工程质量安全与进度控制向更高水平迈进,为水利事业高质量发展持续赋能。

参考文献

- [1]白慧玲.水利工程质量安全管理与施工进度控制[J].水上安全,2025(4):121-123.
- [2]王喆.浅谈水利工程质量安全管理与施工进度控制[J].农业科技与信息,2021(3):111-112.
- [3]钟雅.浅谈水利工程质量安全管理与施工进度控制[J].价值工程,2021,40(7):77-78.
- [4]王倩.水利工程质量安全管理与施工进度控制研究[J].科海故事博览,2024(4):91-93.