

水利工程施工质量控制与安全管理研究

王元龙

新疆昆仑工程咨询管理集团有限公司 新疆 乌鲁木齐 830000

摘要: 在水利工程建设领域, 施工质量控制与安全管理至关重要。本文详细阐述质量与安全基础理论, 剖析二者关联与共同目标。构建质量控制技术体系, 涵盖材料设备、施工工艺及检测监测技术; 搭建安全管理技术体系, 涉及风险识别评估、防护应急及培训教育技术。重点探讨质量与安全动态管理, 分析动态管理必要性, 提出基于反馈与预测的实现路径, 强调持续改进文化建设, 为水利工程施工提供全面指导。

关键词: 水利工程; 施工质量; 安全管理; 技术体系; 动态管理

引言: 水利工程作为国家基础设施, 在经济社会发展与生态保护中作用关键。其施工过程复杂, 受自然环境、技术条件等多种因素影响, 质量与安全管理面临诸多挑战。质量关乎工程能否长期稳定发挥效益, 安全涉及施工人员生命、工程结构及周边环境安全。研究水利工程施工质量控制与安全管理, 有助于提前识别风险、优化管理策略, 保障工程顺利推进与高质量建成, 对推动水利行业可持续发展具有重要意义。

1 水利工程施工质量与安全的基础理论

1.1 质量与安全的基本概念

质量作为衡量事物优劣程度的关键指标, 在水利工程领域有着独特且丰富的内涵。水利工程的质量并非单纯指工程实体外观的优劣, 更涵盖了工程在设计、施工及运行等全生命周期内, 满足各类规定要求与预期用途的综合能力^[1]。它涉及工程的坚固性、耐久性、适用性等多个维度, 比如堤坝的防洪能力、水闸的启闭灵活性等, 这些特性共同构成了水利工程质量的核心要素, 直接关系到工程能否长期稳定发挥效益, 为经济社会发展提供有力支撑。安全在水利工程施工过程中有着多层次的划分。从微观层面看, 安全聚焦于施工人员的人身安全, 确保每一位参与工程建设的人员在作业过程中免受意外伤害, 这涵盖施工现场的防护措施、操作规范等多个方面。从宏观层面讲, 安全还涉及工程结构安全以及周边环境安全。工程结构安全要求水利工程在各种自然因素与人为作用影响下, 保持稳定与完整, 不出现垮塌、渗漏等严重问题; 周边环境安全则强调工程建设不能对周边生态环境、居民生活等造成不利影响, 如避免因施工导致的水土流失、水源污染等问题。

1.2 质量与安全的关联性分析

质量缺陷与施工安全之间存在着千丝万缕的联系。水利工程中若存在质量缺陷, 如混凝土强度不达标、地

基处理不彻底等, 会为施工安全埋下隐患。以混凝土强度不足为例, 在后续施工过程中, 可能无法承受施工荷载, 导致局部坍塌, 直接威胁施工人员生命安全。而且质量缺陷还可能引发连锁反应, 影响整个工程结构的稳定性, 增加施工过程中的安全风险。安全事故的发生同样会对工程质量产生严重的连锁反应。一旦发生安全事故, 如施工设备损坏、人员伤亡等, 可能导致施工中断、工期延误。在抢修与恢复施工过程中, 可能因仓促施工而忽视质量要求, 出现新的质量隐患。同时, 安全事故造成的现场混乱也可能破坏已完成的工程部分, 对工程质量造成不可挽回的损失。

1.3 质量与安全管理的共同目标

水利工程质量与安全管理有着共同的目标指向。保障工程功能性需求是首要目标, 水利工程作为重要的基础设施, 其功能涵盖防洪、灌溉、供水、发电等多个方面。只有确保工程质量与施工安全, 才能使工程在建成后正常运行, 充分发挥各项功能, 满足社会对水资源利用与保护的需求。降低施工过程中的不确定性也是重要目标, 通过有效的质量与安全管理, 能够提前识别并控制各种潜在风险, 减少因质量或安全问题导致的施工变更、延误等情况, 使工程建设按照预定计划顺利推进。

2 水利工程施工质量控制的技术体系

2.1 材料与设备的质量控制

水利工程建设中, 材料性能的稳定性是工程质量的基石。不同工程部位对材料性能要求差异显著。像用于水工建筑物的混凝土, 需具备足够的强度以承受水压力、自重等荷载, 还要有良好的耐久性, 抵御水流冲刷、化学侵蚀等作用^[2]。对于防水材料, 抗渗性能是关键指标, 直接关系到工程防渗效果。材料选择标准应综合多方面因素, 依据工程设计规范、使用环境条件及工程功能需求确定。在寒冷地区, 材料要具备抗冻性, 防

止冻融破坏；在有腐蚀性介质的环境中，材料需有耐腐蚀能力，保障工程长期稳定运行。设备运行的可靠性对施工进度与质量影响重大。为保障设备可靠运行，需构建合理的维护逻辑。一方面，制定预防性维护计划，根据设备的使用频率、工作强度及运行环境，确定定期维护的时间节点与维护内容。例如，对经常运转的起重设备，定期检查钢丝绳磨损、制动装置灵敏度等；对混凝土搅拌设备，关注搅拌叶片磨损、传动系统润滑情况。另一方面，强化日常巡检，安排专业人员定时检查设备运行状态，及时发现异常噪音、振动、发热等问题，并迅速处理，避免小故障演变成大事故，影响施工正常开展。

2.2 施工工艺的质量控制

施工工艺参数的优化是提升工程质量的重要手段。优化原则要立足工程实际，结合科学试验与理论分析。如在土方填筑工艺中，通过试验确定最佳铺土厚度与压实遍数，保证填筑体压实度符合设计要求；在混凝土浇筑工艺里，优化振捣时间与频率，确保混凝土密实无缺陷。同时，建立标准化流程，将优化后的工艺参数以规范文件形式固定，明确各环节操作要求与质量标准，让施工人员有明确指引，减少人为因素对质量的干扰。工艺变更在施工中难以避免，需建立严格审批机制。当因设计调整、现场条件变化等原因需变更工艺时，施工单位要提交详细申请，阐述变更原因、内容及对质量、进度、造价的影响。经监理与建设单位审核批准后实施。变更实施中，加强监控要点管理，对关键工序与质量控制点重点监控，确保变更后工艺仍满足质量要求。

2.3 质量检测与监测技术

在线监测与离线检测在水利工程质量保障中相辅相成。在线监测可实时获取工程结构或施工过程关键参数，如大坝应力应变、渗流压力等，及时发现潜在问题与安全隐患，为工程安全运行提供动态信息。离线检测则对工程实体质量详细检验，如混凝土强度检测、钢筋保护层厚度测量等，通过实验室分析或现场测试获取准确数据。二者结合形成全方位检测监测体系，提高质量控制准确性与可靠性。检测数据分析方法与利用方向对提升工程质量意义重大。运用统计学方法整理分析数据，了解工程质量整体状况与变化趋势，找出薄弱环节。将检测数据与质量标准对比，发现偏差及时纠正。检测数据还可为工程验收、质量追溯及后续维护管理提供依据，促进水利工程全生命周期质量管理水平提升。

3 水利工程施工安全管理的技术体系

3.1 风险识别与评估技术

在水利工程施工安全管理中，风险识别与评估是筑

牢安全防线的关键基石。风险源的分类方法需紧密贴合水利工程的特性与施工流程^[3]。从作业环境维度，可分为自然环境风险源，像暴雨、洪水、地震等极端天气与地质灾害；还有施工环境风险源，例如施工现场的狭窄空间、复杂地质条件等。从作业活动角度，涵盖高处作业、爆破作业、电气作业等各类高风险作业活动。分级逻辑上，要综合考量风险源导致事故发生的可能性大小以及事故后果的严重程度。可能性大且后果严重的风险源划定为高等级，需重点监控与防范；可能性小且后果较轻的则为低等级，但仍不可忽视。定性定量风险评估在水利工程安全管理中各有独特适用场景。定性风险评估凭借专业人员的经验、知识以及对施工现场的直观感知，对风险进行大致描述与分类，快速判断风险的性质与大致程度。这种方法在施工初期对风险进行初步筛查，或者对风险信息掌握不充分时发挥重要作用。定量风险评估借助数学模型与统计数据，通过精确计算确定风险发生的概率与可能造成的损失。对于水利工程施工中的重大风险源，如大型水坝的混凝土浇筑、大型隧洞的开挖等，定量风险评估能提供更精准、更具说服力的结果，为制定科学合理的安全防范措施提供有力支撑。

3.2 安全防护与应急技术

个人防护装备是保障施工人员生命安全的最后一道屏障。选用原则要充分考虑施工环境、作业内容以及可能面临的危险因素。在有物体打击风险的作业区域，应选用符合国家标准的安全帽；在存在有毒有害气体的环境中，要配备专业的防毒面具。配置标准需严格依据相关法规与行业规范，确保个人防护装备的质量与性能达标，为施工人员提供可靠保护。应急预案是应对突发安全事故的重要行动指南。编制框架应全面涵盖事故类型与危害程度分析、应急组织机构与职责、应急响应程序、应急保障措施等关键内容。演练要求方面，要定期组织不同类型的应急演练，如模拟火灾、坍塌等事故场景的综合演练，以及针对特定环节的专项演练。通过演练检验应急预案的可行性与有效性，提升施工人员的应急处置能力与协同配合水平。

3.3 安全培训与教育技术

安全培训内容的针对性设计是提升培训效果的核心要素。要根据不同岗位、不同工种施工人员的实际需求，结合水利工程施工特点与常见安全风险，量身定制培训内容。对于一线作业人员，着重培训安全操作规程、个人防护装备的正确使用方法；对于安全管理人员，则侧重于安全管理理论、风险评估方法、应急管理策略等方面的知识传授。建立培训效果的持续跟踪与反

馈机制,能够及时发现培训中存在的问题并加以改进。通过定期考核、问卷调查等方式,了解施工人员对安全知识与技能的掌握程度以及对培训内容与方式的满意度^[4]。依据反馈结果调整培训计划与内容,不断优化培训方法,确保安全培训真正起到提高施工人员安全意识与技能水平的作用,为水利工程施工安全保驾护航。

4 水利工程施工质量与安全的动态管理

4.1 动态管理的必要性

在水利工程施工进程中,动态管理是保障质量与安全的关键举措。施工环境处于持续的动态变化之中,自然条件的影响尤为显著。不同季节的天气状况差异巨大,夏季可能遭遇暴雨、高温等极端天气,暴雨会引发洪水,对施工现场的临时设施和正在施工的工程结构造成冲击;高温则可能影响混凝土等材料的性能,导致强度下降、裂缝产生等问题。冬季的严寒又可能使混凝土冻结,影响其正常凝结硬化。技术更新也是施工环境变化的重要因素,随着科技的不断进步,新的施工工艺、材料和设备不断涌现,若不及时适应这些变化,施工质量和安全将难以得到有效保障。质量与安全需求并非一成不变,而是随着工程进展和外部因素的变化进行动态调整。在工程初期,可能更注重基础施工的质量与安全,确保地基稳固;随着工程推进,进入主体结构施工阶段,对结构强度、稳定性的要求会进一步提高。同时,社会对水利工程质量和安全的关注度不断提升,相关法规标准也在不断完善,这就要求施工过程必须紧跟这些变化,及时调整质量与安全管理策略和措施。

4.2 动态管理的实现路径

基于反馈的实时调整机制是动态管理的重要手段。通过建立完善的信息反馈系统,及时收集施工现场的质量与安全数据,如材料检测报告、设备运行状态、施工过程记录等。对这些数据进行分析评估,一旦发现偏离预定目标的情况,立即采取针对性的调整措施,确保施工质量和安全始终处于可控状态。基于预测的预防性优化策略同样不可或缺。运用先进的数据分析技术和模型,对可能影响质量与安全的因素进行预测。例如,通过对气象数据的分析,提前预判暴雨、洪水等灾害的发

生概率和时间,提前做好防范措施;根据设备运行数据预测设备故障的可能性,提前进行维护保养,避免因设备故障引发安全事故。

4.3 持续改进的文化建设

员工参与是持续改进文化建设的基础。设计合理的激励机制,鼓励员工积极参与质量与安全管理。对提出有效改进建议的员工给予物质奖励和精神表彰,激发员工的积极性和创造性,形成全员参与、共同改进的良好氛围^[5]。推动组织学习与知识共享是持续改进文化的核心。建立知识管理平台,将施工过程中的经验教训、新技术新方法等进行整理和分享。定期组织培训和学习交流活动,促进员工之间的知识传递和技能提升,使整个组织不断适应变化,持续提升水利工程施工质量与安全管理水平。

结束语

水利工程施工质量控制与安全管理是一个系统性工程,涉及多个环节与方面。通过构建完善的质量与安全基础理论体系,明确二者关联与共同目标,为管理提供坚实理论支撑。建立科学的技术体系,从材料设备、施工工艺到检测监测,全方位保障质量;从风险识别评估到防护应急、培训教育,多层次守护安全。实施动态管理,适应施工环境变化与需求调整。持续推进文化建设,激发员工参与热情,促进知识共享。多管齐下,提升水利工程施工质量与安全管理水平。

参考文献

- [1]郭镇福.水利工程施工质量控制与安全管理研究[J].数字化用户,2021,27(19):142-143.
- [2]张仁政,丁仕龙.水利工程施工安全管理与质量控制研究[J].水上安全,2025(14):163-165.
- [3]王明时.水利工程施工中的质量控制与安全管理研究[J].水上安全,2025(3):83-85.
- [4]刘跟路.水利工程施工中质量控制与安全管理研究[J].水上安全,2025(21):176-178.
- [5]姚刚.新型混凝土技术在水利工程高效施工中的应用研究[J].水上安全,2025(13):196-198.