

水利工程质量事故案例分析与管理改进措施

胡新华

天津市引滦工程黎河管理中心 河北 唐山 064200

摘要：水利工程质量事故严重威胁人民生命财产安全与生态环境，制约工程效益发挥。本文深入剖析设计缺陷、施工问题及管理不足等常见致因，结合大坝溃决、隧洞塌方等典型案例，揭示质量事故的严重危害。针对性提出加强设计前期工作、严格把控材料设备质量、规范施工程序、完善质量管理体系与人员培训等改进措施，旨在为提升水利工程质量、有效预防质量事故提供理论与实践指导。

关键词：水利工程；质量事故；案例分析；管理改进

1 水利工程质量事故相关理论概述

1.1 水利工程质量的定义

水利工程质量是指在国家水利行业现行的有关法律、法规、技术标准、设计文件和合同中，对水利工程的安全、适用、经济、美观等特性的综合要求。它涵盖了从工程规划设计阶段对功能与结构的精准定位，到施工过程中每一道工序的严格把控，再到工程交付使用后的长期运行效果。安全方面，要求水利工程具备抵御洪水、地震等自然灾害的能力，确保工程结构稳定，避免垮塌、溃决等危及人民生命财产安全事故的发生；适用方面，需满足灌溉、防洪、发电、供水等功能需求，实现水资源的合理调配与高效利用；经济层面，要在保证质量的前提下，优化工程成本，提高投资效益；美观则注重工程与周边自然环境、人文景观的协调统一，提升工程的社会与环境价值。水利工程质量是一个系统的、动态的概念，贯穿工程全生命周期，任何一个环节出现问题，都可能影响整体质量水平。

1.2 质量事故的分类与分级标准

水利工程质量事故依据造成的直接经济损失、对工程功能和寿命的影响程度以及对人身安全的危害等因素，进行分类与分级。按事故性质，可分为一般质量事故、较大质量事故、重大质量事故和特大质量事故^[1]。一般质量事故是指对工程造成一定经济损失，经处理后不影响正常使用和工程寿命的事故；较大质量事故是指对工程造成较大经济损失或延误较短工期，经处理后不影响正常使用但对工程寿命有一定影响的事故；重大质量事故是指对工程造成重大经济损失或较长时间延误工期，经处理后不影响正常使用但对工程寿命有较大影响的事故；特大质量事故是指对工程造成特大经济损失或长时间延误工期，经处理仍对正常使用和工程寿命造成较大影响的事故。在分级标准上，直接经济损失是重要

衡量指标，例如一般质量事故的直接经济损失通常在一定金额以下，而特大质量事故的直接经济损失往往高达数千万元甚至更多。

1.3 质量事故对水利工程的影响

水利工程质量事故带来的影响是多方面且极其严重的。在安全层面，质量事故可能导致大坝溃决、堤防坍塌等灾难性后果，洪水泛滥会直接威胁下游地区人民群众的生命安全，冲毁房屋、农田、道路等基础设施，造成大量人员伤亡和财产损失。在经济方面，质量事故引发的工程修复、重建费用，以及因工程失效导致的农业减产、工业停产等间接经济损失巨大。事故还会影响工程的正常运行，降低水利工程的防洪、灌溉、发电等效益，使工程无法实现预期的经济目标。在社会影响上，质量事故会引发公众对水利工程建设质量的信任危机，影响政府部门的公信力和形象。事故还可能破坏生态环境，如溃坝引发的洪水可能改变河流生态系统，造成鱼类等水生生物栖息地破坏，影响生物多样性；施工质量问题导致的水污染，会破坏周边水体生态平衡，危害周边居民的用水安全和身体健康。

2 水利工程质量事故的常见原因

2.1 设计缺陷

设计是水利工程建设源头，设计缺陷是导致质量事故的重要潜在因素。部分设计单位在项目设计过程中，前期调研不充分，对工程所在地的地质条件、水文气象等基础资料掌握不准确或不全面。另外，一些设计人员专业水平不足或经验欠缺，在工程结构设计、水力计算等关键环节出现失误，如结构强度计算错误，使得建筑物无法承受正常荷载，或水力设计不合理，导致水流对建筑物的冲刷破坏加剧。同时设计过程中各专业之间缺乏有效沟通与协调，存在设计冲突，如机电设备与水工结构的衔接设计不当，影响工程整体功能的实现，

为工程质量埋下隐患。

2.2 施工问题

施工材料质量不过关是常见问题之一，部分施工单位为追求经济利益，在采购水泥、钢材、砂石等主要建筑材料时，选择质量低劣的产品，或对材料进场检验把关不严，使得不合格材料用于工程建设，导致建筑物强度不足、耐久性下降。施工工艺不规范也是重要因素，一些施工人员未严格按照施工规范和操作规程施工，如混凝土浇筑过程中振捣不密实，导致混凝土内部存在空洞、蜂窝麻面等缺陷，影响结构整体性；土方填筑时，未控制好含水量和压实度，造成填土边坡失稳。施工机械设备配置不合理、性能不佳，也会影响施工质量和效率，如起重设备吊装能力不足，导致构件安装不精准，影响工程结构安全^[2]。

2.3 管理不足

水利工程建设管理涉及多个方面，管理不足是质量事故频发的重要诱因。在项目管理层面，部分建设单位管理体系不完善，缺乏有效的质量管理制度和监督机制，对施工单位、监理单位的管理和监督不到位。一些建设单位盲目追求工程进度，不合理压缩工期，迫使施工单位为赶工而忽视质量，导致施工工序混乱，质量控制难以保证。监理单位方面，存在监理人员专业素质参差不齐、责任心不强的问题，部分监理人员未能严格履行监理职责，对施工过程中的质量问题视而不见，或发现问题后未及时要求整改，使得质量隐患不断累积。水利工程建设涉及多个参建单位，各单位之间协调沟通不畅，信息传递不及时、不准确，在出现问题时相互推诿责任，无法形成有效的质量管控合力，从而增加了质量事故发生的风险。

3 水利工程质量事故案例分析

3.1 案例一：设计缺陷导致的大坝溃决事故

某山区小型水库大坝在建成运行数年后发生溃决事故。经调查，该大坝设计阶段存在严重缺陷。设计单位在进行地质勘察时，由于勘察范围有限、技术手段落后，未能发现大坝坝基下存在一条隐蔽的断层构造。在大坝结构设计中，未针对该潜在地质风险采取有效的处理措施，使得大坝基础在长期的渗透压力和荷载作用下，逐渐出现裂缝和渗漏。随着时间推移，渗漏情况不断恶化，最终导致大坝基础失稳，坝体发生溃决。此次事故造成下游多个村庄被淹，大量农田被毁，数人死亡，直接经济损失达数千万元。该案例充分暴露了设计阶段基础资料收集不全面、地质勘察不准确以及设计方案不合理等问题对水利工程安全的严重威胁。

3.2 案例二：施工材料质量问题引发的隧洞塌方

在某水利输水隧洞工程施工过程中，发生了严重的塌方事故。事故原因主要是施工单位采购的钢筋质量不达标。施工单位为降低成本，从非正规渠道购买了价格低廉的钢筋，且未按照规定对钢筋进行严格的进场检验。这些劣质钢筋的强度和韧性均不符合设计要求，在隧洞开挖和支护过程中，无法有效承担围岩压力。当隧洞开挖至一定深度时，由于钢筋无法提供足够的支撑力，洞壁围岩逐渐变形、松动，最终引发大规模塌方^[3]。塌方不仅造成了巨大的经济损失，延误了工程工期，还导致多名施工人员被困，虽经全力救援，但仍有人员伤亡。此案例表明施工材料质量对水利工程安全至关重要，施工单位忽视材料质量管控，将带来灾难性后果。

3.3 案例三：施工管理不当导致的灌溉渠道漏水

某大型灌区灌溉渠道工程建成后，在试运行期间出现大面积漏水现象。经检查发现，这是由于施工管理不当所致。在施工过程中，建设单位为加快工程进度，要求施工单位缩短工期，施工单位为满足进度要求，擅自调整施工工艺，减少混凝土衬砌的养护时间。监理单位对施工过程的监督不到位，未能及时发现和纠正施工单位的违规行为。另外，各施工班组之间缺乏协调配合，在渠道接头处施工质量控制不严，导致接头部位密封不严。这些因素共同作用，使得灌溉渠道在通水后出现大量裂缝和渗漏点，严重影响灌溉效率，造成水资源浪费，也给灌区农业生产带来不利影响。该案例凸显了施工管理混乱、质量控制缺失对水利工程运行效果的负面影响。

4 水利工程质量事故管理改进措施

4.1 加强设计与前期工作

为避免因设计缺陷引发质量事故，必须加强水利工程设计与前期工作。在项目规划阶段，建设单位应组建由地质、水文、气象等多领域专家构成的专业团队，开展全面且深入的前期调研。采用先进的勘察技术和手段，如利用地质雷达探测地下空洞、断层分布，运用三维地质建模技术直观呈现地质构造，借助无人机航测获取高精度地形数据，以此全面、准确地收集工程所在地的地质、水文、气象等基础资料。设计单位需强化设计人员的专业技能培训与职业道德教育，提升其专业水平和责任意识。建立多层级的设计方案审核与论证机制，从项目组内部初审，到邀请外部专家评审，确保设计方案科学合理。推行多专业协同设计模式，打破专业壁垒，通过定期召开跨专业协调会议、建立信息共享平台等方式，实现各专业设计之间的无缝衔接与高效配合。

针对重大水利工程,引入第三方审查制度,邀请行业权威机构对设计方案进行独立评估,从源头上消除设计缺陷,保障设计方案的科学性、合理性和安全性,为水利工程建设筑牢设计根基。

4.2 提升材料与设备质量管理

材料和设备质量是水利工程质量的重要基础,必须严格把控。建设单位和施工单位应共同构建完善的材料设备采购管理制度,建立供应商信用评价体系,对供应商的生产能力、质量保证体系、市场信誉等进行综合评估,优先选择信誉良好、质量可靠且具备相关资质认证的供应商。在采购合同中明确材料设备的质量标准、验收方式及违约责任,从源头保障材料设备质量。在材料设备进场环节,严格执行检验制度,配备专业的检测人员和先进的检测设备,对材料的物理性能(如钢筋的抗拉强度、混凝土的抗压强度)、化学成分(如水泥的矿物成分、砂石的含泥量)等指标进行全面检测。对于不合格材料设备,坚决予以退场处理,并记录供应商不良行为,纳入黑名单管理。加强材料设备在运输、储存和使用过程中的管理,根据材料特性采取相应防护措施,如对水泥设置防潮仓库,对电气设备进行定期维护保养,防止材料设备损坏、变质,确保其在工程使用过程中性能稳定可靠,为水利工程质量提供坚实物质保障。

4.3 规范施工程序与质量管理

规范施工程序和加强质量管理是保障水利工程质量的关键环节。施工单位应严格遵循国家和行业相关施工规范、标准及设计文件要求,制定详细且具有可操作性的施工组织设计和质量控制计划,明确各分部分项工程的施工工艺、质量标准和控制要点。加强对施工人员的技术培训和交底工作,通过理论授课、实操演练、案例分析等多种形式,提高施工人员的操作技能和质量意识。建立施工技术交底档案,确保施工人员熟悉施工工艺和质量要求。在施工过程中,建立健全质量检验制度,严格实行“三检制”,即班组自检、施工队复检、项目部终检。每个检验环节均需填写质量检验记录,留存影像资料,确保质量追溯有据。引入信息化管理手段,利用质量检测APP实时上传检验数据,实现质量问题的快速发现与处理。同时合理安排施工进度,通过进度计划与资源配置的动态优化,避免盲目赶工。

4.4 完善质量管理体系与人员培训

完善的质量管理体系是水利工程质量事故管理的重要保障。建设单位应建立涵盖工程规划、设计、施工、验收及运行维护全过程的质量管理体系,明确建设、勘察、设计、施工、监理等各参建单位的质量责任,制定详细的质量考核办法和奖惩制度。通过定期开展质量检查、考核评估等方式,加强对参建单位的管理和监督。监理单位要严格履行监理职责,选派经验丰富、专业能力强的监理人员组建监理团队,加强对施工过程的旁站监理和巡视检查^[4]。运用信息化监理手段,如监理巡检APP、视频监控系统等,实时掌握施工质量动态。对发现的质量问题,及时下达整改通知,并跟踪复查整改结果,形成质量问题闭环管理。加强对水利工程从业人员的培训教育,制定系统的培训计划,定期组织质量安全培训和技术交流活动。培训内容涵盖相关法律法规、技术标准、操作规程、施工新技术及管理经验等方面。通过邀请行业专家授课、组织参观优质工程、开展技能竞赛等多样化培训形式,提高从业人员的专业素质和质量安全意识,使其熟练掌握先进的施工技术和管理方法,为水利工程质量事故管理提供有力的人才支持,推动水利工程行业高质量发展。

结束语

本文系统阐述水利工程质量事故相关理论、成因,通过案例分析与管理改进措施研究,为保障工程质量安全提供了有效路径。研究成果对优化水利工程建设管理意义重大,但面对复杂多变的建设环境,未来仍需持续探索新技术应用,深化质量事故防范研究,完善管理体系,推动水利工程行业向更安全、高效、可持续方向发展。

参考文献

- [1]陈明.工程质量事故案例分析及预防措施研究[J].工程管理,2020,28(3):67-72.
- [2]李艳丽,章志明,桂单明.基于多源数据的水利工程质量风险方法评估[J].水电能源科学,2024,42(10):110-114.
- [3]李虹,王梓林.水利工程质量技术监督管理模式探析[J].水利技术监督,2024(6):6-12,30.
- [4]田纯安.水利工程施工中的质量控制与安全管理研究[J].电脑采购,2024(31):127-129.