

水利水电工程的质量控制与安全管理探讨

许文晓 任冬冬

山东君安注册安全工程师事务所有限公司

DOI:10.12238/jpm.v6i4.7908

[摘要] 水利水电工程属于国家基础设施建设中至关重要的一部分，它的质量与安全管理直接关联着工程效益、社会稳定以及生态环境。本文先是对水利水电工程的特点以及其重要性进行了概述，接着对质量控制的关键环节展开了探讨，还分析了安全管理的主要方面，希望能给水利水电工程的质量与安全管理作为参考。

[关键词] 水利水电工程；质量控制；安全管理

Discussion on the quality control and safety management of water conservancy and hydropower projects

Xu Wenxiao Ren Dongdong

Shandong Junan Registered Safety Engineer Firm Co., LTD

[Abstract] Water conservancy and hydropower projects are a crucial part of national infrastructure construction. Their quality and safety management are directly related to project benefits, social stability and ecological environment. This paper first summarizes the characteristics and importance of water conservancy and hydropower projects, then discusses the key links of quality control, and also analyzes the main aspects of safety management, hoping to give the quality and safety management of water conservancy and hydropower projects as a reference.

[Key words] water conservancy and hydropower project; quality control; safety management

伴随全球气候变化以及极端天气事件频繁出现，水利水电工程在防洪、供水、发电等方面所起的作用越发明显，不过由于它规模庞大、技术复杂、施工周期较长等特性，水利水电工程的质量与安全管理面临着不少挑战。近些年一些重大水利水电工程事故发生频繁，这显示出在质量控制与安全管理方面依旧存在诸多问题，所以怎样有效提高水利水电工程的质量与安全管理水平，成了迫切需要解决的重要课题。

一、水利水电工程的特点及意义

（一）水利水电工程的特点

水利水电工程是国家基础设施建设中的关键部分，有明显且复杂的特性，这些特性不光体现在工程自身的规模以及技术要求方面，还涉及对环境和社会多个方面的作用。首先水利水电工程一般规模很大、投资很多，这类工程常常要占用大量土地资源，开展大规模的地形改造，例如：建造高耸的大坝、宽阔的蓄水库以及复杂的引水渠道等。以三峡工程为例，它的大坝全长大概 2309 米，坝高达到 185 米，蓄水量超过 393 亿立

方米，这样的工程规模在世界水利工程史上相当少见，相应地它的投资规模也特别大，常常需要数百亿甚至上千亿元人民币的资金投入。白鹤滩水电站作为另一个典型例子，它的总投资超过了 1700 亿元人民币，这既反映了工程规模庞大，也体现了技术复杂性和施工难度。其次水利水电工程技术复杂、综合性强，这类工程涉及多个学科领域的知识，如水文学、地质学、水力学、结构力学、材料科学等。在设计和建设时，要精确计算各种复杂参数，如水压力、地质稳定性、混凝土强度等，来保证工程的安全性和可靠性。而且水利水电工程不只是单一的水利设施建设，还涉及电力、交通、生态等多个领域的综合协调，比如建水电站时，不仅要考虑水力发电设施的布局，还要规划输电线路建设、交通道路修建以及生态保护措施的实施，这种多领域的综合协调让水利水电工程在设计和施工时面临很多挑战^[1]。水利水电工程施工周期长是其另一个明显特性，从规划、设计到施工、验收，整个过程常常需要数年甚至数十年时间，比如三峡工程从 1994 年动工，到 2009 年全部竣工，

历经 15 年，这么长的施工周期不光增加了工程管理的复杂性，也对施工人员管理、设备使用和维护以及资金持续投入提出了更高要求^[2]。

（二）水利水电工程的重要性

水利水电工程在国家经济社会发展中具有至关重要的作用，这种重要作用体现在许多方面。在保障国家水安全这一方面，水利水电工程是关键力量。在防洪减灾工作中，水利工程依靠建设堤坝、水库等设施，可以有效调节河流流量，降低洪水灾害发生的概率。例如三峡工程建好之后，长江中下游地区的防洪能力有了很大提升，明显减少了洪水给人民生命财产带来的威胁。在水资源管理方面，水利工程可以对水资源时空分布不均的问题进行调节，保障供水安全，比如南水北调工程，把长江流域的水资源调到华北地区，缓解了当地水资源短缺状况，给经济发展和人民生活提供了重要保障。此外水利水电工程对促进经济社会发展也有重要意义。在电力供应上，水力发电是清洁、可再生能源的重要部分，对保障国家能源安全、推动经济发展意义重大，例如中国的水力发电量占全球水力发电总量将近 30%，为国家经济发展提供了强大的电力支撑^[3]。

二、水利水电工程的质量控制

（一）设计阶段的全面优化与严格评审

在水利水电工程设计阶段，质量控制重点是全面优化设计方案并严格评审。设计团队要综合考量技术、经济、环境等多方面因素，深入分析比较多个备选方案，最后选出最优方案，这个过程要求设计人员具备扎实专业知识和丰富实践经验，还要运用先进设计软件和模拟技术，精确计算模拟工程结构、水文、地质等关键参数。比如在大坝设计中，要通过详细数值模拟和物理模型试验，验证设计方案在不同工况下的安全性与可靠性，保证大坝在极端气候条件下稳定，而且设计方案评审应由多学科专家团队开展，保证设计方案全面科学，防止因设计缺陷造成质量问题^[4]。

（二）地质勘察的精细化与准确性

地质勘察是设计阶段质量控制的根基所在，其具备的精细化程度与准确性会对工程的安全性以及可行性产生直接的影响。在勘察的过程当中，要开展现代化的勘探技术以及方法，像高密度电法、地震勘探以及钻探等，以此来获取详细的地质数据，这些数据涵盖了地下岩层的分布情况、土壤的物理力学性质以及地下水位等方面，可给设计提供可靠的依据。比如在大型水利枢纽工程里，精确的地质勘察可准确地评估地基的承载力和稳定性，这样就能为大坝、堤防等水工建筑物的设计提供重要参考。而勘察数据的分析需要由经验丰富的地质工程师进行，保证数据的准确性与可靠性，为后续的设计和施工提供

有力支持^[5]。

（三）材料与设备的高标准质量控制

施工阶段质量控制的核心内容在于材料与设备的质量，像水泥、钢材、砂石这类原材料，要进行严格的质量检验，保证其性能指标契合国家标准以及设计要求。比如在钢筋混凝土结构里，钢材的强度、延展性等指标需要满足设计要求，以此保证结构的承载能力和耐久性。设备方面要定期维护和检修施工机械，让它处于良好的工作状态，比如在大坝混凝土浇筑时，使用先进的混凝土搅拌设备和运输设备，可以保证混凝土的质量和施工效率。另外关键设备和材料要建立可追溯的质量管理体系，保证每个环节的质量可控制得住^[6]。

（四）施工过程的全方位质量监控

施工时的质量监控属于保证工程质量的关键部分，施工单位要构建完善的质量检查制度，定期针对施工质量开展自我检查与纠正工作，监理单位同样要强化对施工进程的监督检查，运用先进的检测技术以及设备，像无损检测技术、智能监测系统等，对工程的关键部位和隐蔽工程实施实时监控。比如在大坝基础处理过程中，要对地基的承载力、密实度等参数予以严格检测，保证基础处理质量契合设计要求，另外质量监控数据要及时进行分析并反馈，以此及时发现并解决质量问题，保证施工质量。

（五）竣工验收的严格把关与全面评估

竣工验收是保障工程质量的关键步骤。在验收进程中，要切实依据国家以及行业标准，对工程的外观质量、实体质量、功能性指标等展开全方位检查，例如在水电站进行竣工验收时，要对发电机组、水工建筑物、输电线路等设施做全面检测，保证其性能指标符合设计要求。验收团队应由多学科专家构成，运用先进的检测技术与方法，像无人机巡检、3D 激光扫描等，以保证验收结果准确且可靠，另外竣工验收还要对工程档案资料予以审查，保证资料完整又准确，为工程的长期运行和维护提供支撑^[7]。

三、水利水电工程的安全管理

（一）构建完善的安全管理体系

安全管理首先要构建一个完善的安全管理体系，这是保障工程安全的基础所在，这个体系要包含从项目策划、设计、施工一直到运营维护的整个生命周期。在管理体系里，要明确各级管理人员以及施工人员的安全责任，还要制定详细的安全管理制度和操作规程，比如在项目启动阶段，要开展全面的风险评估，找出潜在的安全隐患，并且制定相应的预防措施。安全管理体系要符合国家和行业的相关标准，像 ISO 45001 职业健康安全管理体系标准。管理体系还应当有定期的安全审核和评

估机制，及时发现并纠正安全管理中的问题，保证安全管理体系可持续改进并且有效运行。通过构建完善的安全管理体系，可为工程的安全实施提供坚实的制度保障。

（二）加强施工人员的安全培训与教育

施工人员作为工程建设的直接参与者，他们的安全意识以及技能，对工程安全有着直接的影响，所以强化施工人员的安全培训以及教育，是安全管理中至关重要的一环。培训内容要包含基本的安全知识、岗位安全操作规程，还有应急处理措施等方面，例如在高空作业、地下作业，以及危险化学品使用这类高风险作业当中，要开展专门的培训以及考核，以此保证施工人员拥有必要的安全技能和应急处理能力。培训还应该采用多样的形式，例如现场演示、案例分析、模拟演练等，来提升培训的实际效果^[8]。与此同时要建立培训档案，定期给施工人员做再培训以及考核，保证他们的安全知识和技能可持续更新。通过加强安全培训和教育，可明显提高施工人员的安全意识和操作技能，减少因人为因素造成的安全事故。

（三）实施严格的安全检查与监控

实行严格的安全检查和监控是保障施工安全的关键办法。安全检查包含日常检查、定期检查以及专项检查等多种形式，日常检查是现场安全管理人员去做，主要查看施工人员安全装备的佩戴状况，还有施工现场安全措施的落实状况等。定期检查由项目管理层组织开展，对施工现场做全面检查，找出并解决潜在的安全隐患。专项检查针对像防火、防爆、防洪这类特定的安全风险，做重点检查和评估。另外要运用先进的安全监控技术，如视频监控系统、无人机巡检、智能传感器等，对施工现场进行实时监控。例如在高风险作业区域安装智能传感器，可实时监测有毒有害气体的浓度、噪声水平等，及时发出预警并处理异常情况。通过严格的安全检查与监控，可有效预防和控制安全事故的发生。

（四）制定完善的应急预案与演练

应急预案属于安全管理中至关重要的一部分内容，是应对突发事件的关键保障。应急预案涵盖了火灾、爆炸、洪水、地震等各种各样突发事件的应对举措，明确了应急组织机构、职责分工以及应急流程等。如在水利水电工程当中，需要针对洪水、滑坡这类自然灾害制定专门的应急预案，以此保证在突发事件出现的时候可以快速响应、有效处理。而且应急预案应当定期开展演练，检验预案的实用性与可操作性，提升应急处置能力。演练包含桌面演练、实战演练等多种形式，参与人员包括所有相关岗位，借助演练可以发现应急预案里存在的问题与不足，及时加以修订和完善。同时应急演练还要包含对周边社

区和公众的宣传教育，提高公众的防灾减灾意识和能力，通过制定完善的应急预案以及演练，可有效提高工程应对突发事件的能力，减少事故损失。

（五）强化施工现场的安全管理措施

施工现场乃是安全管理的主要所在之地。加强施工现场的安全管理举措是保障施工安全的关键要点，施工现场应当设置明显醒目的安全警示标识，划分出安全区域以及危险区域，例如在大坝施工的时候，要在坝体周边设置安全护栏以及警示标志，避免人员误闯进危险区域。与此同时要加大对施工现场秩序的管理力度，禁止无关人员进入施工现场，而且要依据施工特点和风险因素，采取对应的安全防护措施，比如设置安全网、安装防护栏、提供个人防护装备等，如在高空作业当中，要给施工人员提供合格的安全带、安全帽等防护装备，并且严格监督他们正确使用。强化施工现场的安全管理措施，可有效降低安全风险，保障施工人员的生命安全。

结束语

总之，水利水电工程的质量控制与安全管理是一项长期而艰巨的任务，需要政府、企业和社会各界的共同努力。只有不断总结经验，学习先进的管理理念和技术，才能在保障工程质量和安全的同时，推动水利水电事业的可持续发展，为实现国家水安全战略目标、促进经济社会发展和生态文明建设做出更大贡献。

[参考文献]

- [1]贺志明.水利水电工程的质量控制与安全管理[C]//2024智慧施工与规划设计学术交流会议论文集.2024: 1-4.
- [2]李江山.水利水电工程施工质量控制要点研究[J].建筑与装饰, 2023(23): 103-105.
- [3]姚孝东.水利水电工程施工质量控制要点探究[J].水上安全, 2023(10): 127-129.
- [4]王龙.水利水电工程施工质量控制中存在的问题与对策探讨[J].工程技术研究, 2023, 8(6): 226-228.
- [5]赵源花.水利水电工程管理及施工质量控制问题的探讨[J].建筑与装饰, 2023(18): 82-84.
- [6]秦晓.水利水电工程管理及施工质量控制措施[J].砖瓦世界, 2023(19): 196-198.
- [7]宋继海.水利水电工程施工质量控制与技术创新[C]//新技术与新方法学术研讨会论文集.2024: 1-4.
- [8]陶硕.水利水电工程中的堤防护岸工程施工技术要点[C]//新技术与新方法学术研讨会论文集.2024: 1-4.