

水利水电工程施工质量影响因素及控制措施研究

李 焱, 陈永明

(福州城区水系联排联调中心, 福建 福州 350009)

摘 要 水利水电工程是关乎国计民生的重要基础设施, 具有调节水资源、发电、防洪、灌溉等多重功能。随着全球气候变化和人口增长, 水资源的合理开发与利用变得尤为关键。本文探讨了影响水利水电工程施工质量的多个关键因素, 包括设计因素、材料选择、施工工艺、质量管理与控制、环境与安全因素, 通过分析这些关键因素对工程质量的影响, 提出有效的质量管理体系和质量检测方法, 以期对确保工程高质量建设有所裨益。

关键词 水利水电工程; 设计因素; 材料选择; 质量管理

中图分类号: TV5

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)08-0085-03

水利水电工程作为国家基础设施的重要组成部分, 在保障能源供应、促进区域经济发展以及改善民生方面发挥着至关重要的作用。然而, 随着工程规模的不断扩大和功能的日益复杂化, 施工质量问题逐渐成为制约水利水电工程可持续发展的关键因素。施工质量直接关系到工程的安全、效益和寿命, 是衡量工程成功与否的重要标准。因此, 深入研究水利水电工程施工质量的影响因素, 探索有效的质量管理体系和控制方法, 对于提升工程品质以及保障工程安全具有重要意义。

1 水利水电工程质量影响因素

1.1 设计因素的细分

设计因素在水利水电工程施工质量中占有举足轻重的地位, 不仅包括了基础设计准则和参数的选取, 也涵盖了多种工程专业设计的整合, 如结构设计、水力设计以及电气设计等。在基础设计准则方面, 对国内外现行的设计标准和准则进行深入分析和对比是至关重要的, 确保工程设计具备前瞻性和可持续性。设计参数的选取需要综合考虑地质等多个因素, 确保其科学性和准确性。多专业设计整合是一个复杂而微妙的过程, 涉及多方面的知识和技能。例如, 在结构设计中, 使用高性能材料和先进的计算模型可以显著提高结构的稳定性和耐久性。水力设计需要精确地模拟和计算水流动态, 最大限度地提高水电站的发电效率。电气设计则需考虑到设备的可靠性和安全性、与其他系统的兼容性。

1.2 材料选择及其影响

在水利水电工程中, 材料选择对施工质量有着至

关重要的影响, 既是工程成功与否的决定性因素, 也直接关系到工程的经济效益和持久性。从基础建材如混凝土、钢材, 到特殊材料如高性能复合材料等, 每一种材料的性能特点都会在不同程度上影响工程的安全性、耐久性和功能性。混凝土的组成比例、质量和施工工艺对于结构稳定性有着显著的影响, 而钢材的种类和质量则决定了工程结构在面对各种外界压力时的承载能力。高性能复合材料由于其出色的力学性能和环境适应性, 被广泛应用于特殊环境和高要求场合, 如水库大坝和涵洞结构。材料选择还需要考虑到地域和环境因素。例如, 在有腐蚀性环境或高湿度条件下, 应优先选择具有良好耐腐蚀性和防潮性的材料。这样的选择不仅能够提升工程质量, 也有助于降低维护成本和延长工程寿命。值得注意的是, 不合适的材料选择会导致工程质量问题甚至事故, 如使用劣质混凝土会引发结构裂缝, 进而影响整个工程的稳定性。

1.3 施工工艺与方法

施工工艺与方法在水利水电工程施工质量中起到核心的作用, 这涉及施工过程中的具体操作, 包括但不限于土石方工程、混凝土施工以及钢筋作业等。土石方工程是基础施工的重要部分, 其质量直接影响到整个工程的稳定性和安全性。在土石方施工中, 采用先进的挖掘和压实技术, 高精度的测量和控制系统, 是提高工程质量的关键。混凝土施工是另一个重要环节, 它不仅需要高质量的原材料和合适的配合比, 还需要合适的浇筑、养护和检测方法, 确保混凝土达到预定的强度和耐久性。在钢筋作业方面, 选择合适的

钢筋种类和规格,精确的弯曲和切割技术,都对提高工程结构的承载能力和抗震性有着至关重要的作用。电气安装和水力系统集成则需要严格的质量控制和精确的工艺流程,确保系统的可靠性和高效性,包括选用高性能的电气元件和水力设备,采用先进的自动化和信息技术来实现系统的优化控制。

2 水利水电工程施工质量管理与质量控制

2.1 质量管理体系的构建

在水利水电工程领域中,质量管理体系的构建是确保施工质量达到预定标准和长期稳定性的基础。一个全面而高效的质量管理体系通常包括计划、执行、检查和改进(PDCA)四个主要环节,与之相关的一系列制度、规程和操作指导。在计划阶段,需要明确质量目标和质量标准,制定相应的质量方案和资源分配计划。这通常涉及多方面的因素,包括但不限于工程规模和法规要求。在执行阶段,需要按照质量方案和标准进行具体的施工操作,同时确保所有参与人员都具备必要的质量意识和操作技能^[1]。

质量检查是确保工程的核心步骤,涵盖原材料检验、中间产品检验和完工验收。原材料检验保证施工材料的质量,中间产品检验在施工各阶段进行质量控制,而完工验收确认最终工程质量,涉及全面的检测和评估。结合六西格玛等前沿质量管理理念和方法,可提升质量管理水平,确保工程质量。

2.2 质量检测技术与方法

质量检测技术与方法在水利水电工程的质量管理体系中占有举足轻重的地位,其精度和可靠性直接影响到工程质量的评估结果和后续改进措施。在质量检测中,采用多种检测技术和方法通常是常见的做法,满足不同施工阶段和不同工程元素的检测需求。这些技术和方法包括但不限于非破坏性检测和数据分析等。

非破坏性检测技术,如超声检测和红外热像检测,能够在不影响工程结构和功能的前提下,对工程质量进行准确和高效的评估。这些技术尤其适用于对混凝土结构、钢筋连接和焊缝等关键部位的质量检测。高精度测量技术,比如激光扫描和全站仪测量,可以提供高度精确的尺寸和位置数据,能够确保工程元素的精确安装和对接。材料性能测试则主要关注原材料和中间产品的力学性能和环境适应性,通常涉及复杂的实验室测试和现场试验。

2.3 质量改进策略

质量改进策略在水利水电工程的全生命周期中扮

演着至关重要的角色,它们在优化工程的各个方面,从设计和施工到运营和维护。有效的质量改进策略通常基于深入的数据分析和全面的问题诊断,在整个工程流程中找到质量不足和潜在的风险点。一种常见的策略是采用“根本原因分析”(RCA)来识别质量问题的底层因素,从而提供针对性的解决方案^[2]。

准确识别问题和原因后,关键在于采取针对性的改进措施,如调整设计参数、改进施工技术、优化材料选择和质量流程。利用“六西格玛”和“精益生产”等质量管理方法,以及“质量功能展开”(QFD)、“故障模式和影响分析”(FMEA)等工具,可以为改进提供指导。建立持续改进文化和机制至关重要,需要组织内部跨部门合作,如通过质量改进小组促进信息共享和协同工作,加快改进进程。

3 环境与安全因素

3.1 环境评估方法

环境因素在水利水电工程中具有显著的重要性,不仅因为它们会影响工程自身的可持续性,还因为它们与工程质量和法律合规性有着密切的联系。环境评估方法作为确定工程对环境影响程度的关键步骤,具有多样性和复杂性,通常包括生态系统评估和地下水评估以及社会经济评估等多个子领域。

生态系统评估通常涉及对局部和全局生态平衡的影响分析,其中包括生物多样性、土地利用变化等多个评估指标。水质和水量评估主要关注水源的可持续性和质量,以及工程对下游生态系统和人类活动产生的影响,通常涉及详尽的水文模型分析和长期监测计划。土壤和地下水评估则着重于工程对土壤结构和地下水水位等因素的影响,这些通常通过地理信息系统(GIS)和土壤采样分析等方法来进行。社会经济评估则从更广泛的角度考虑工程对周围社区和更大区域的影响,确保所有潜在影响和利益得到充分考虑。

3.2 安全管理与风险控制

安全管理与风险控制在水利水电工程中占有举足轻重的地位,因为它们直接关联到工程质量、工人生命安全以及工程的社会和经济影响。在建设和运营阶段,安全管理通常涉及多个方面,包括工程安全和环境安全。而风险控制则是一个更为复杂的概念,它包括对潜在威胁的识别、评估和应对,这些威胁源自自然因素(如地震与洪水等)、技术因素(如设备故障等)或人为因素(如破坏等)。

在安全管理方面,一般会采用层次化的管理体系,

包括安全政策和安全操作程序等多个组成部分。这种体系通常基于国际和国内的安全标准,如 ISO 45001 或相应的国家标准,以及行业最佳实践。这些管理体系能够持续改进并适应不断变化的工程环境和社会需求^[3]。

风险控制则通常采用更为科学和量化的方法,如故障树分析(FTA)和蒙特卡洛模拟等,识别和评估各种潜在风险及其后果。一旦风险被准确识别和量化,接下来就是采取相应的预防和应对措施,包括技术改进以及责任和权力的明确分配等。

4 案例分析与实践建议

4.1 案例的选择标准

本文选择小坑水电站作为案例进行分析,是因为该项目在多个关键方面具有代表性和教育意义。作为一个中型水电项目,它的规模适中,既能提供充分的分析数据,又不至于因过于庞大而难以掌控。地理位置在偏远山区,给施工带来了特殊的挑战,如地形崎岖和交通不便,这些对施工材料的运输和设备的部署造成了极大的挑战。

小坑水电站的工程目标是发电和防洪,具有双重功能,预计能为邻近地区提供稳定的 500 兆瓦电力供应,凸显了工程的重要性和对当地经济社会发展的积极影响。在结构设计上,这座 100 米高的混凝土重力坝需要高标准的施工技术和质量控制,确保其能承受高水压和潜在地震活动,保障工程的安全性和稳定性。环境与社会因素也是选择此案例的重要考虑点。在施工过程中必须考虑气候变化和生态保护,反映了现代水利水电工程对环境保护的重视,也是项目能否获得社会支持和长期成功的关键。前期准备工作的充分性也是选择小坑水电站案例的一个重要因素。项目团队已经进行了地质勘探影响评估,并获得了必要的施工许可,这些工作为项目的顺利进行和成功应对出现的各种挑战打下了坚实的基础。

4.2 施工质量问题的案例

在小坑水电站的施工过程中,混凝土浇筑是关键环节之一,对于大坝这样的结构,混凝土的强度至关重要。在施工过程中出现了问题,部分混凝土样本在硬化后未能达到设计所要求的强度标准^[4]。这一问题的出现由多种因素造成,在材料因素方面,水泥作为混凝土的主要胶结材料,质量的稳定性直接影响混凝土的强度发展。在本项目中,由于供应商的批次水泥质量波动或存储运输过程中的问题,导致了水泥性能的不一致,进而影响了混凝土的强度。工艺因素也不

容忽视,混凝土的配比是确保其达到设计强度的关键,水灰比等都需要严格控制。在浇筑过程中,如果混凝土配比不准确或搅拌不均匀,导致混凝土强度不达标。

4.3 基于案例的改进建议

在面对混凝土强度不达标的问题时,材料管理和工艺改进显得尤为关键。通过建立严格的材料采购和检验流程是确保施工质量的基础,这意味着从源头上对所有进入工地的材料进行质量把控,包括水泥等。

在工艺改进方面,混凝土配比的优化是提升混凝土强度的关键。通过实验室试验,根据实际材料的性能,如水泥的强度等级的粒径和形状以及环境条件,调整混凝土的水胶比和配合比,确保混凝土拌合物具有良好的工作性和强度潜力^[5]。

混凝土浇筑过程中的工艺控制同样重要,采用先进的浇筑技术,如泵送混凝土,可以提高混凝土的均匀性和密实度。同时对浇筑速度和浇筑高度进行严格控制,避免混凝土离析和冷缝的产生,对于混凝土强度的稳定增长至关重要。

5 结束语

在水利水电工程中,施工质量受到多种因素的影响,其中包括设计等方面。针对这些影响因素,采取有效的控制措施和改进策略是确保工程成功的关键。设计因素是工程质量的基础,需要深入分析并遵循国内外的设计标准和准则,确保工程设计的前瞻性和可持续性。设计参数的选取必须科学准确,同时需要整合多专业设计,使用高性能材料和先进计算模型。通过建立严格的材料采购和检验流程、优化混凝土配比,用先进的浇筑技术和严格的养护措施,可以显著提升施工质量,减少质量风险,确保水利水电工程的长期稳定性和安全性。

参考文献:

- [1] 李婷婷. 水利水电工程施工质量控制的要点研究[J]. 建筑与预算, 2022(09):31-33.
- [2] 王络. 水利水电工程施工质量控制策略研究[J]. 居舍, 2022(04):130-132.
- [3] 李辉, 李川, 夏晓庆. 水利水电工程施工质量管理探究[J]. 科技创新与应用, 2020(22):189-190.
- [4] 符艳华. 水利水电工程施工质量综合评定与激励系统研究[D]. 长沙: 长沙理工大学, 2020.
- [5] 李小安. 化工安全生产风险控制的关键技术[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2024,44(09):190-192.