

Research on Key Points of Quality Control in the Construction of Water Conservancy and Hydropower Projects

Chenchen Wang

Sinohydro Bureau 7 Co., Ltd., Chengdu, Sichuan, 611700, China

Abstract

Water conservancy and hydropower projects are characterized by large investment scale, long construction period, high technical complexity and concentrated safety risks. The construction quality of these projects is directly related to the structural safety, operational stability and comprehensive benefits of the projects. This article focuses on the practical demands of quality control during the construction phase of water conservancy and hydropower projects, systematically analyzes the key issues existing in current construction quality management, and conducts in-depth research on the key points and implementation paths of construction quality control from aspects such as full-process control, key process management, application of information technology, and quality responsibility mechanism. Research shows that construction quality problems mostly stem from weak process control, inadequate management of key procedures and insufficient dynamic early warning capabilities. By strengthening pre-planning and process control, highlighting the management and control of key procedures, promoting the deep integration of information technology, and improving the quality responsibility and continuous improvement mechanism, the probability of quality risks can be effectively reduced, and the stability and controllability of construction quality can be enhanced.

Keywords

Water Conservancy and Hydropower; Quality; Key Control Points

水利水电工程施工中的质量控制要点研究

王晨晨

中国水利水电第七工程局有限公司, 中国·四川·成都 611700

摘要

水利水电工程具有投资规模大、建设周期长、技术复杂度高和安全风险集中的显著特点,其施工质量直接关系到工程结构安全、运行稳定性及综合效益发挥。本文围绕水利水电工程施工阶段质量控制的现实需求,系统分析了当前施工质量管理中存在的 key 问题,重点从全过程控制、关键工序管控、信息化技术应用及质量责任机制等方面,对施工质量控制要点与实施路径进行了深入研究。研究表明,施工质量问题多源于过程控制薄弱、关键工序管控不到位及动态预警能力不足。通过强化前置策划与过程管控、突出关键工序管理控制、推进信息化手段深度融合,并健全质量责任与持续改进机制,可有效降低质量风险发生概率,提升施工质量稳定性与可控性。

关键词

水利水电; 质量; 控制要点

1 引言

在高坝、大型枢纽及地下工程不断增多的背景下,施工阶段质量控制面临工序多、交叉作业频繁及环境条件复杂等现实挑战。系统研究水利水电工程施工中的质量控制要点,总结其在结构安全、品质提升、风险防控及管理规范化方面的作用,对于提升工程建设水平、保障工程全寿命周期安全运行具有重要现实意义。

2 水利水电工程施工质量控制的核心价值与目标导向

2.1 保障工程结构安全稳定, 夯实水利水电工程运行基础

水利水电工程建设多位于复杂的地质条件、水文条件下,工程结构服役期间承受着水压力、地应力以及环境侵蚀等多种因素的影响,其结构安全性很大程度上取决于施工过程中的质量控制情况,施工质量缺陷在运营过程中大量显现,并可能带来难以逆转的安全问题^[1]。因此,以结构安全性为施工质量控制的核心,这是水利水电工程建设的原则。加强基础清理工作、对灌浆进行质量检查以及控制好帷幕的完整度可以有效提高坝基的整体性,在此意义上来说,全面、

【作者简介】王晨晨(1996-),男,中国甘肃陇南人,本科,助理工程师,从事水利工程施工技术研究。

前置性的质量控制措施是保证水利工程结构稳固、正常运转的关键所在。

2.2 提升工程整体建设品质，促进项目综合效益实现

工程质量影响着工程施工的安全以及整个工程的质量及使用效果，并对水利工程的后续维护工作产生一定影响；如果工程施工质量较高，则可降低后续的修复、加固等工作成本，在一定程度上提高水利工程的效益及利用率。因此，对于水利工程的施工质量管理具有重要意义。做好质量控制，比如采用标准化模板体系与精细化施工过程控制，提高混凝土外观质量，让实体结构“免修补”、“少修补”，通过严格控制金属结构安装精度可以保证闸门启闭灵活可靠^[2]。

2.3 降低施工质量风险隐患，增强工程全寿命周期可靠性

水利水电工程使用寿命较长，在工程建设过程中产生的质量问题隐蔽，具有一定的积累效应，如果不进行有效的处理将会在使用阶段逐渐变成质量问题。对施工质量的把控就是将潜在的质量问题及早发现并解决的过程。可采取强化过程检查、关键环节旁站、信息化监测等方式实现早发现、快处置。如对大体积混凝土进行温度、应变监测，及时掌握其内部温控状态，提前降温和调整浇筑速率，防止产生裂缝。

3 水利水电工程施工质量控制中存在的 key 问题

3.1 质量标准执行不够严格，过程管控效果有待提升

从现场实施情况来看，在质量标准方面，有些项目存在“重结果、轻过程”，验收合格率高但返工率高的现象；虽然在验收环节可以达到规范要求的质量标准，但是具体到工艺参数、工艺行为和工艺过程的质量把控不严，容易造成质量缺陷在隐蔽中累积。

例如，在混凝土浇筑过程中，有些部位出现漏捣、养护不到位等问题；经本工程项目质检人员抽查发现，有的工程项目虽然混凝土实体质量满足相关施工标准规定，但是部分环节的质量控制不理想，有近一半比例的问题需采取后续处理方式解决。上述方法只注重事后的处理，造成施工费用增加以及对质量把控的不确定性，说明质量标准没有得到有效的贯彻实施^[3]。

3.2 施工交底与现场监督衔接不足，质量责任落实不清

施工交底作为保证工程质量的前提条件，有的项目对施工交底重视不够，交底的内容流于形式，缺乏针对性，交底仅仅停留在纸面上，并未落实到具体工作中，在施工过程中忽略了施工交底的要求。

从一些水利水电工程施工现场走访调查来看，约有15%~20%的施工作业人员对于水利工程中的关键工序质量控制点并不十分了解，特别是像基础处理、灌浆参数控制以及防渗结构施工等具有较强专业性的环节；此外，施工现场缺乏足够的监督管理力度或者监管分工不明确，在发现

质量问题后无法第一时间进行解决，并且也无法确定具体责任。个别项目的问题整改期限滞后于要求时间，说明施工交底不到位、过程管控不到位以及职责履行不到位等问题影响着质量管理工作的有效实施。

3.3 材料与设备质量把控不严，源头控制能力相对薄弱

材料以及机械质量的控制是施工质量管理重点，但仍存在一些漏洞，未能在某些项目中做到从源头出发。如有的项目中的管理者只重视材料的价格，没有做好相关的质量控制。从工程质量管理情况看，有的项目由于原材料性能变化引起的混凝土质量调整次数占配合比调整次数的3成以上，客观上反映了原材料的质量稳定性存在问题；从设备管理情况看，一些重要施工设备的维护保养不到位，设备性能恶化得不到及时察觉，造成施工精密度和施工质量稳定性降低^[4]。

3.4 质量风险预警机制不健全，动态管控水平有待加强

水利工程具有施工时间长、施工条件多变的特点，其质量问题也存在较大的动态性及积累性的特点。但根据实际情况发现，部分工程的质量控制还停留在检查验收层面，缺乏相应的预测及预防机制。

对于大体积混凝土、高边坡、深基坑来说，如果不及及时掌握其温度、变形、应力的变化情况，就容易导致裂缝、变形失稳等质量事故的发生。根据以往的经验可知，没有进行实时监测与预警的区段出现的质量问题发现的时间会晚大约7~10d，增加了解决质量和修补的成本。相反，采用能实现监控及预警方式的质量缺陷处理周期比未采用该技术缩短了超过三分之一的时，在此情况下说明缺乏完善的质量风险预警体系是导致当前施工质量管理效果无法进一步改善的主要原因之一。

4 水利水电工程施工质量控制要点与实施路径

4.1 强化全过程质量控制管理应用，提升施工管理精度

全过程的质量管理是保证施工质量稳定性的重要途径之一，在整个过程中需要将质量管理的要求落实到各个工序及每个环节中去，在实际操作的过程中，以施工方案为依据，对整个过程中的质量管理的关键部位进行分析，确定好相关施工规范以及具体的标准参数。

在事前阶段，重点加强施工方案论证和施工准备。通过开展专项施工方案评审，对基础处理、混凝土浇筑、灌浆施工等关键工序进行参数复核，确保方案与现场地质条件和施工能力相匹配。在部分水利工程实践中，通过事前方案优化，可使后期质量整改次数减少约20%~30%。

过程控制主要是根据工序质量控制清单开展相关工作，对重要的工序指标进行控制，如在混凝土浇筑方面，从混凝土配合比到入仓温度再到振捣时间以及养护情况等方面均

做好相应的检查并进行反馈,防止出现质量问题;事后控制主要是在工程结束后针对相应部位的质量进行检验分析,形成过程质量闭环控制。

4.2 突出关键工序质量管控措施,夯实施工质量基础

关键工序对水利水电工程质量起决定作用,关键工序的质量好坏直接影响着整个工程项目的质量。结合水利水电工程施工特点,需重点针对基础处理施工、大体积混凝土施工以及金属结构安装施工、防渗工程施工等关键工序,制定差异化质量管控方法,确保各环节质量可控。不同关键工序的具体管控措施及实施效果如表1所示:

表1 不同关键工序的具体管控措施及实施效果总结

关键工序	核心管控措施	实施后效果指标
基础处理施工	明确承载力、渗透系数、加固深度控制点,分区分层施工,旁站+专检	一次验收合格率≥95%
大体积混凝土施工	布设温度监测装置,优化浇筑方式,强化养护	早期裂缝产生概率下降≥40%
金属结构安装	标准化安装流程,精度实时校准,第三方检测	一次验收合格率≥98%
防渗工程施工	防渗材料进场复检,焊接/搭接质量旁站,注水试验	防渗合格率≥99%,无渗漏隐患

4.3 推进信息化技术深度融合,提升质量管理效率

信息化技术的应用也是提高水利水电工程质量管理水平的有效方式,在具体操作中需依托施工管理信息系统实现对质量信息收集、处理及反馈工作的整合控制。在实际操作过程中,可以借手机APP及时录入现场的质量信息,将原材料报验资料、分项分部工程验收情况以及试验报告等相关质量信息及时录入到管理系统当中,避免人为计算方面的差错;此外还可以运用大数据分析技术,分析相关质量参数的变化,从而做到防患于未然。

部分工程应用该信息化质量管理体系后,质量问题发现周期平均缩短了三分之一,在一定程度上加快了问题处理进度;通过对历史质量问题信息进行汇总,能及时掌握同类问题发生情况,便于采取针对性措施改进施工方法。

4.4 健全质量责任与改进机制,实现质量管控长效化

确保施工质量控制长期有效运转的关键是建立健全施工质量责任制及持续改进制度。实践过程中可以通过建立质量责任清单和问题追溯机制,实现质量问题从发现问题、整改问题再到责任追究的闭环管理。相关项目实践经验显示,通过把质量指标纳入绩效考核,可以降低20%以上的现场质量违规事件的发生概率。

最后,在不断的完善中,应当定期召开质量分析会,对出现的质量问题加以总结,并归纳出共同点以及解决方案,从而不断完善施工方法及管理方式。以制度化明确责任,加强持续改善机制的建立,使水利水电工程的施工质量管理从阶段性的实施转变为长期稳定的执行,确保工程建设质量

和施工安全。例如,在进行基础处理施工时,在施工之前应确定好基础承载力、渗透系数以及加固深度等方面的关键性控制点,在施工过程中采用分区、分层的方式加以控制,同时做好取样检测以及现场试验工作。从实际项目来看,在采取了关键工序旁站及质量专检等方式之后,基础处理的一次验收合格率可以达到95%以上。

此外,对于大体积混凝土施工、金属结构安装、防渗工程施工等各个环节,也需严格做好质量把控,落实核心管控措施,提高质量控制效果^[5]。

和施工安全。

5 结语

水利水电工程的质量控制是一项综合性及连续性的工作,关系到整个水利工程能否安全运行。根据目前的研究成果可知,仅仅依靠事后验收的方式已经不能适应如今大型复杂的工程需求,将质量控制工作提前并贯穿在工程施工中,进行全过程的质量管理活动,强化关键部位的质量管理工作,提升质量管理工作的水平,同时以责任机制和持续改进为保证,能够有效地促进施工质量管理由经验型向精细型、规范型转变。今后,随着工程规模不断扩大和施工管理不断发展,施工质量控制还将在技术集成、数据分析和协调管理方面进一步提升,不断提高水利水电工程建设的安全性、稳定性及高质量发展水平。

参考文献

- [1] 邱剑.水利工程中砂石混凝土施工质量控制方法研究[J].工程技术研究,2025,10(20):137-139.
- [2] 袁峰,常宏伟.BIM技术在水利水电工程施工安全管理中的应用分析[J].冶金管理,2025,(08):84-86.
- [3] 马宏元,李长青.水利水电工程施工质量控制关键技术研究[J].水上安全,2025,(08):190-192.
- [4] 郭娅南.水利工程施工质量风险评价指标体系研究[J].价值工程,2025,44(08):76-78.
- [5] 肖同霞.水利水电工程施工中的质量控制方法和技术创新[J].城市建设理论研究(电子版),2024,(20):202-204.