

Research on the Optimization of Quality Control Mechanism in Civil Engineering Construction Stage

Yonghe Zhang

School of Architecture and Civil Engineering Xinyang Normal University, Xinyang, Henan, 464000, China

Abstract

With the continuous expansion of civil engineering projects, quality control during the construction phase has become increasingly important. This paper aims to explore the optimization path of quality control mechanisms during the construction phase of civil engineering projects. By analyzing the implementation of the current quality control system, the paper identifies existing problems and proposes corresponding optimization strategies. The article first reviews the current state of construction quality control in civil engineering, then systematically analyzes the quality control system, focusing on the construction and optimization measures. In combination with the application of information technology, the paper discusses the role and prospects of intelligent monitoring systems in construction quality management. Finally, it presents the implementation path for optimizing the quality control mechanism, aiming to improve the overall quality management level during the construction phase and ensure the safety and sustainable development of engineering projects.

Keywords

Civil engineering; Construction phase; Quality control; Information technology; Optimization mechanism

土木工程阶段质量控制机制的优化研究

张永河

信阳师范大学建筑与土木工程学院, 中国·河南 信阳 464000

摘要

随着土木工程建设规模的不断扩大, 施工阶段的质量控制显得尤为重要。本文旨在探讨土木工程阶段质量控制机制的优化路径, 通过分析当前质量控制体系的实施情况, 揭示存在的问题, 并提出相应的优化策略。文章首先回顾了土木工程阶段质量控制的现状, 随后对质量控制体系进行了系统的分析, 重点讨论了质量控制体系的构建与优化措施。结合信息化技术的应用, 探讨了智能监控系统在施工质量管理中的作用与前景。最后, 提出了优化质量控制机制的实施路径, 旨在提升施工阶段的整体质量管理水平, 确保工程项目的安全与可持续发展。

关键词

土木工程; 施工阶段; 质量控制; 信息化技术; 优化机制

1 引言

土木工程作为国家基础设施建设的关键组成部分, 其质量直接关系到项目的安全性与耐久性。近年来, 随着土木工程项目规模的不断扩大, 施工过程中的质量控制面临着更多挑战。传统的质量控制机制虽然在一定程度上保证了施工质量, 但由于施工现场管理复杂、工程项目时间紧迫、以及人员配备等因素的制约, 传统模式下的质量控制效果不尽如人意。因此, 亟需在施工阶段引入更加科学、有效的质量控制机制, 以确保工程质量的可持续性与稳定性。本文将针对现有质量控制机制的不足之处, 提出优化策略, 并结合信息化技术的应用, 提出改进施工质量控制的路径和方法。

【作者简介】张永河(1986—), 男, 中国四川雅安人, 硕士, 高级工程师, 从事结构减隔震分析研究。

2 土木工程阶段质量控制现状分析

2.1 施工阶段质量控制的基本概述

土木工程阶段的质量控制是确保工程项目符合设计要求、达到预定功能与使用寿命的重要环节。在这一阶段, 施工单位需要对工程的每一个环节进行有效的监督与管理, 从施工图纸到材料、设备的采购, 再到现场施工的各个方面, 都需要进行严格的施工质量管理。施工质量控制通常涉及对施工材料的验收、施工工艺的检查以及施工过程的监督等多个方面。其核心目的是在保证施工安全的同时, 最大限度地降低工程缺陷, 确保工程在使用过程中能够稳定、持久地发挥功能。施工质量控制是一个系统化的管理过程, 涉及人员、物资、技术与管理等多个因素的协调。

2.2 当前质量控制机制的实施情况

目前, 土木工程阶段的质量控制机制普遍采用传统的质量管理模式。施工单位通过设立质量管理部门, 实施

质量监督与验收制度,来确保施工过程符合规范要求。然而,在实际操作中,由于人员素质参差不齐、管理方法过于单一以及施工环境复杂,质量控制的效果往往未能达到预期标准。大多数项目虽然能够执行基本的质量控制措施,但在复杂施工条件下,质量监控的覆盖面和时效性依然存在不足。此外,一些项目缺乏系统化的质量跟踪与反馈机制,无法在问题初期就进行有效干预,导致施工质量出现缺陷^[1]。

2.3 质量控制存在的主要问题与挑战

目前土木工程施工阶段的质量控制面临诸多问题与挑战。首先,施工过程中的质量监控手段过于依赖人工检查,缺乏自动化和智能化的技术支持,导致检测工作耗时耗力,且易受到人为因素的影响。其次,工程项目中的质量标准、流程不够规范化,施工人员对质量控制的认识和重视程度存在差异,导致实施过程中出现偏差。第三,施工现场管理松散,现场监督不到位,导致一些潜在的质量问题未能及时发现并得到有效解决。最后,质量管理部门与施工单位之间的信息沟通不畅,无法实现实时、精准的质量监控和调整。

3 土木工程施工质量控制体系的构建

3.1 质量控制体系的理论基础

土木工程施工质量控制体系的构建需要依托先进的质量管理体系。在现代质量管理理论中,全面质量管理(TQM)和质量控制图(QC)是核心工具。全面质量管理强调从工程设计、材料采购、施工到维护的全流程质量控制,确保每个环节都能达到质量标准。质量控制图则是通过数据的收集与分析,帮助管理者发现施工过程中可能出现的问题,从而采取有效措施进行干预。此外,质量保证体系(QA)也是重要的理论基础,通过建立标准化流程,保障施工质量始终处于可控范围内。通过综合运用这些理论,能够在施工过程中形成一套完备的质量控制体系,确保工程质量的可持续性。

3.2 质量控制体系的关键要素与流程

土木工程施工质量控制体系的关键要素包括质量标准的制定、质量检查与验证、质量反馈机制、以及问题整改等。首先,建立明确的质量标准是保障施工质量的基础,这些标准应涵盖设计图纸、施工技术规范以及国家与行业相关的质量管理标准。其次,质量检查与验证是施工质量控制的核心,施工过程中的每一个环节都需要通过严格的检查与验证,确保每项工序都符合规定的标准。此外,质量反馈机制的建立也至关重要,通过定期的质量评估与反馈,及时发现施工过程中存在的问题,采取有效措施进行改进。最后,问题整改与跟踪是质量控制体系中不可忽视的一环,确保施工过程中发现的问题得到迅速解决,并防止类似问题的再次发生^[2]。

3.3 质量控制体系的组织架构与职责分配

土木工程施工质量控制体系的组织架构应根据工程项目的规模与复杂度进行设计,通常包括质量管理部门、项目经理、施工队伍、材料供应商以及监理单位等多个组成部分。

质量管理部门负责整体质量控制工作的规划与实施,制定质量控制方针、目标与计划,监督各部门质量管理工作。项目经理在质量管理过程中起到关键作用,负责组织和调度施工资源,确保施工过程中的质量要求得到落实。施工队伍则负责具体的施工操作,遵循施工工艺与标准,确保每项工作符合质量要求。监理单位的职能是进行现场监督与验收,确保施工过程中不出现质量偏差。各职能部门之间的协调配合与职责分工是保证施工质量的重要保障。

4 土木工程施工质量控制优化的策略

4.1 施工前期质量预防控制措施

在土木工程施工阶段的前期,质量预防控制措施至关重要。施工前应对设计图纸、施工方案、施工材料以及施工技术方案进行详细审查与确认,确保各项准备工作符合设计要求和质量标准。首先,要进行施工现场的勘察与评估,识别潜在的质量隐患,制定预防措施。此外,施工队伍的选择与培训也是前期质量控制的重要环节,必须确保参与施工的人员具备足够的技术能力与质量意识。施工材料的采购也是前期质量控制的重点,所有材料必须通过严格的质量检测与合格证明,确保其符合工程要求。通过有效的前期预防控制,能够大大降低施工过程中质量问题的发生几率^[3]。

4.2 施工过程中质量控制与管理

施工过程中,质量控制和管理的重点在于实时监督与动态调整。施工单位需要定期开展质量检查,确保施工工艺、施工材料以及现场操作符合标准。在施工过程中,应加强施工人员的质量培训与技术指导,确保每个环节都严格按照质量标准执行。施工现场的管理人员要时刻关注施工现场的环境变化,及时发现潜在的质量隐患并进行干预。同时,信息化技术的引入可以提升施工过程中的质量管理效率,通过智能监测系统对施工进度和质量进行实时跟踪,确保施工质量可控。施工过程中质量问题的及时识别与处理,是保障施工质量的关键。

4.3 施工后期质量评估与改进措施

施工后期的质量评估与改进是质量控制体系中的重要环节。完成施工后,应对整个工程进行详细的质量评估,评估内容应涵盖施工质量、施工工艺、材料使用等各个方面。评估结果应根据实际情况进行问题整改,尤其是对施工中存在的缺陷进行分析与处理。施工后期的质量评估不仅是对工程项目的总结,更为今后类似项目的质量控制提供了宝贵的经验。同时,应加强对施工单位与人员的绩效考核,确保施工质量管理水平不断提高。通过持续的质量改进,不仅可以提高当前项目的质量水平,也有助于提升未来工程项目的质量控制能力^[4]。

5 信息化技术在施工质量控制中的应用

5.1 智能化监测系统在施工质量中的应用

云南澜沧江糯扎渡水电站施工引入了国内先进的大规

模自动化监测系统来提升施工质量控制效率，该系统共接入超过 5107 支内观传感器、超过 114 个测量机器人测点及 54 个 GPS 定位节点等多种监测装置，构成了包括形变、位移、沉降、温湿度等在内的全面监测网络。通过无线通讯与有线网络把各类监测数据实时传回监控中心，所有参数以分钟级频率更新，连续形成时间序列数据库，用以分析施工过程中土石坝体沉降趋势与材料性能变化。该系统每日自动采集数据量超过 10 万条，能够在变形超过预警阈值（如坝体沉降 >5 mm/日）时自动触发声光报警并生成导出报告，使现场施工管理团队可以及时调整施工节奏与压实措施。在动态监控下，糯扎渡工程在施工关键阶段的质量控制效率与现场安全性显著提高，相关监测数据被用于指导施工参数优化，有效降低了重大质量事故发生风险。

5.2 BIM 技术在施工质量控制中的应用

糯扎渡水电站施工广泛采用了建筑信息模型（BIM）技术构建三维数字化施工模型，并与施工进度、成本及质量检验数据集成，形成一套 4D BIM 质量控制平台。施工前通过 BIM 三维模型模拟关键结构节点，集成构件属性、材料等级、技术要求等详细参数，使施工团队能够在数字空间中提前检验构造可行性与潜在冲突。将 BIM 与工程进度数据联动后，可实现施工计划、现场结构安装与质量检验的动态对比。例如，通过 BIM 模型对堆石坝体分层施工厚度、纵横坡比等参数进行校核，保证每层施工误差控制在 ±10 mm 以内，施工误差数据与模型实时交叉验证，有效提升施工精度。BIM 系统还将质量检查数据自动归档，并根据质

量记录生成可视化统计图表，使管理者能够在施工过程中识别不符合项并及时调整。此外，BIM 模型推动了设计与施工单位的信息协同，使质量控制的各关键节点（如模板安装、钢筋绑扎、混凝土浇筑）都能够在模型中实现数字审核，从而减少了返工率并提升了整体施工质量保障。

5.3 大数据分析在施工质量管理中的应用

糯扎渡工程施工过程中产生了海量数据，涉及传感器监测数据、施工日志记录、材料检验报告和现场调度等。项目通过构建施工质量大数据平台，将上述不同来源数据纳入统一数据仓库，并通过数据清洗与标准化处理，使各类质量指标可被统一分析和决策支持系统调用。质量大数据平台运用了数据挖掘与统计分析算法，对历史施工阶段的监测数据与质量事件进行趋势分析，识别出施工不同工区的风险模式，例如在大坝中段土石方施工阶段，数据分析显示当日湿度超过 85% 且温差超过 10℃ 时，混凝土强度发展受影响的概率显著升高，平台据此提示施工调整灌浆速率及遮雨措施。大数据分析还能对传感器历史异常数据进行聚类分析，用于预测可能的质量问题发生点，为现场决策者提供概率预警^[5]。在质量绩效评估方面，通过对现场检验合格率、隐患整改时效等建立统计模型，实现对施工单位和分包队伍的绩效参考，使质量控制更加量化和透明。借助大数据技术，该工程在施工质量合格率、施工偏差控制与风险预警响应速度等方面均实现了显著提升，为大型水利工程质量控制提供了技术支撑，详见表 1。

表 1 糯扎渡水电站施工质量控制数据分析表

监测指标	初始值	最终值	变化量	数据来源	变化百分比
坝体沉降	8 mm/日	5 mm/日	-3 mm/日	智能化监测系统	-37.50%
混凝土强度	25 MPa	28 MPa	+3 MPa	智能化监测系统	12%
施工进度符合率	80%	90%	10%	BIM 技术	12.50%
设备运行效率	75%	85%	10%	大数据平台	13.33%
质量缺陷返工率	8%	5%	-3%	BIM、大数据	-37.50%

6 结语

随着土木工程建设规模的不断扩大，施工阶段的质量控制变得愈发重要。本研究通过对现有质量控制体系的分析，提出了优化施工阶段质量控制机制的策略和路径。在深入分析土木工程施工质量控制现状的基础上，探讨了信息化技术的应用，特别是智能监控系统、BIM 技术以及大数据分析技术在提升施工质量管理中的重要作用。通过优化质量控制体系，施工单位能够更加精准地识别问题并及时采取应对措施，从而有效保障工程质量与安全。未来，随着技术的不断进步和应用的深入，质量控制机制的进一步优化将为土木工程的可持续发展提供坚实的保障，确保项目能够高效、

安全地完成。

参考文献

- [1] 刘达,陈天宇.高层建筑土木工程技术的控制方法分析[J].中国住宅设施,2020,(08):50-51.
- [2] 王宝荣.浅析土木工程施工质量的控制[J].科技风,2020,(14):138.
- [3] 王功成.土木工程建筑施工阶段的项目管理策略探析[J].现代物业(中旬刊),2019,(10):108.
- [4] 张欢.浅谈建设工程项目施工质量管理[J].居舍,2017,(33):104-105.
- [5] 曹艳辉.土木工程施工阶段质量控制研究[J].建筑技术开发,2016,43(10):61-62.