

土木工程施工中的质量控制分析

张建享

北京天润建设有限公司、中国二十二冶集团有限公司、河北京唐工业技术有限公司北京分公司 北京 100061

摘要：土木工程施工质量控制是工程管理的核心环节，直接关系到结构安全、使用功能、耐久性、投资效益。当前，我国土木工程建设规模持续高位运行，但质量通病依然存在，重大质量事故时有发生，反映出施工质量控制体系在系统性和精细化层面仍有显著不足。本文从质量控制的理论内涵与基本方法出发，系统分析了施工质量控制的全过程内容结构，涵盖勘察设计交底、材料设备检验、工序过程控制、检验批验收及竣工验收等主要环节。在此基础上，深入剖析当前施工质量控制中存在的核心问题，包括质量责任体系虚化、过程控制依赖事后检验、技术交底流于形式、检测市场不规范及信息化水平滞后等结构性矛盾。继而从人的因素、材料与机具管理、工艺方法与作业环境、制度流程与组织文化等维度提出系统化优化策略。本文认为，施工质量控制的本质的本质是构建一个覆盖全要素、贯穿全过程、整合多方主体的系统化能力体系，而不仅仅是增加检验频次或惩罚力度，唯有在标准、责任、技术和文化层面协同发力，方能实现质量控制从被动把关向主动预防的根本转变。

关键词：土木工程；施工质量控制；过程控制；质量管理体系；PDCA循环

引言

土木工程质量是工程建设的生命线，是衡量一个国家建筑行业技术与管理水平的重要标尺。随着我国城镇化进程持续推进和基础设施投资稳步增长，各类房屋建筑、交通设施、水利工程及市政项目密集建设，工程结构形势日趋复杂，施工技术难度不断攀升。与此同时，社会对工程质量的期待已从“合格可用”提升至“安全耐久、绿色宜居”的新高度。然而，近年来工程质量投诉和质量事故仍屡见不鲜——裂缝、渗漏、沉降、结构偏差甚至坍塌等质量缺陷，不仅造成直接经济损失，更对社会公共安全构成威胁。深究其原因，质量问题的表象出在施工现场，根源却往往隐藏在质量管理体系的系统性缺陷之中。传统施工质量控制呈现“终点把关”和“经验管理”的典型特征，即侧重事后验收、依赖个人经验、轻过程数据积累和系统预控。这种模式在面对复杂结构和新工艺新材料的快速迭代时，已愈发显得力不从心。一方面，国家规范标准不断完善、监管力度持续加强；另一方面，现场质量管理行为却存在“制度上墙、执行走样”的现象，质量计划编制粗放、工序交接缺乏有效验证、质量问题闭环整改不彻底等问题普遍存在。

1 施工质量控制的理论基础与内容体系

1.1 质量控制的基本概念与理论依据

施工质量控制是指为保证工程质量满足设计文件、施工规范和合同要求，所采取的一系列作业技术和管理活动。其理论基础主要植根于全面质量管理（TQM）理论、戴明的PDCA循环及朱兰的质量管理三部曲（质量策

划、质量控制、质量改进）。在土木工程语境下，质量控制具有鲜明的过程性、隐蔽性和终检局限性特征。所谓过程性，是指工程质量是在工序施工过程中逐步形成的，每一道工序的质量都影响最终产品；隐蔽性则指许多施工工序（如钢筋绑扎、混凝土振捣、地基处理）在后续工序覆盖后便无法直接检测；终检局限性意味着交付时的验收检查无法全面反映结构的长期耐久性和内在缺陷。这三个特征决定了施工质量控制必须将重心前移至过程，将关口下沉至工序，而不能依赖最终的检验和试验。

1.2 施工质量控制的全过程内容结构

从时间维度看，施工质量控制覆盖从施工准备到竣工验收的全过程。施工准备阶段，核心工作是图纸会审与设计交底、施工组织设计及专项方案编制、原材料进场检验和复验、配合比设计与试验、测量基准点复核及施工机具完好性检查。这一阶段的质量控制目标是“早发现、早预防”，将图纸矛盾、技术难点和材料隐患消除在正式开工之前。施工实施阶段是质量控制工作量最大、内容最密集的时期。该阶段按照分部分项工程逐层展开，每一道工序都要经历“自检—互检—交接检”的内部检查链条，并由专职质量员进行专检，最终由监理工程师进行验收确认^[1]。检验批是施工质量验收的基本单元，其合格与否直接决定了后续工序能否展开。检验批验收中的主控项目和一般项目分别对应关键质量特性和次要质量特性，前者须全部合格，后者则允许一定比例的超差但需控制在限值以内。竣工验收阶段则是对整个

工程实体质量的最终确认,包括竣工资料审查、实体质量抽查、功能性能测试及观感质量评定等环节。

1.3 质量控制方法体系

施工质量控制方法可归纳为三大类:检验检测方法、统计分析方法和组织管理方法。检验检测方法包括无损检测(回弹法、超声法、射线法)、有损检测(钻芯取样、试块抗压)及几何量测(经纬仪、全站仪、水准仪),用于获取实体质量的直接数据。统计分析方法包括因果分析图、排列图、直方图、控制图等工具,用于从检验数据中识别质量变异的主因和趋势的分析。组织管理方法则包括三检制、样板引路、质量例会、质量奖罚及质量责任制等,旨在构建质量控制的人力与制度保障。值得强调的是,上述方法并非简单叠加,而应形成有机整体:统计方法从数据中发现偏差信号,组织方法落实纠偏责任,检验方法验证纠偏效果,三者构成PDCA循环在施工质量控制中的具体映射。

2 当前施工质量控制面临的核心问题

2.1 质量责任体系虚化与主体行为失范

施工质量责任体系涉及建设、勘察设计、施工、监理及检测等多方主体。虽然国家法律法规已明确各方职责边界,但在实际运作中,责任“悬空”和“转嫁”现象较为突出。建设单位有时片面压缩工期和造价,客观上挤压了合理质量控制的空间;施工单位在进度与质量冲突时倾向于优先保进度,质量管理人员缺乏足够的权威和资源来坚持标准;监理单位受限于委托代理关系,独立性不足,部分监理人员现场履职不到位,对隐蔽工程和关键工序的旁站流于形式。责任体系的核心问题在于,质量责任被稀释在多方博弈中,当问题发生时无人真正“买单”。

2.2 过程控制依赖事后检验,预防机制薄弱

大量施工现场的质量控制逻辑仍然停留在“干完再验、验出问题再改”的被动模式。工序交接检查不严格,“三检制”在很多项目中沦为书面形式——自检记录缺乏实测数据支撑、互检流于签字、交接检无实质性验证。更为关键的是,许多质量隐患(如钢筋间距偏差、保护层厚度不足、混凝土入模温度控制不当)在完工验收时可能表现为合格数据,但其长期耐久性已经受损^[2]。这种“终点式”把关的局限性提示,质量控制必须前移至过程中的工艺参数控制和操作行为规范层面,而现行实践中这种前移远远不够。

2.3 技术交底与培训体系实效不足

技术交底是确保一线作业人员正确理解设计意图、施工工艺和质量标准的关键环节。但现实中,技术交底多以

“念文件、签名字”的形式完成,缺乏针对操作层面的可视化、通俗化表达;交底内容未能与现场施工条件、工人技能水平充分对接,导致关键工艺要点在作业层面失真。加之建筑业劳务用工流动性大,一线作业人员技能培训碎片化甚至缺失,大量质量通病直接源于操作不规范,而操作不规范的根源在于未受有效指导和训练。

2.4 检测检验环节的规范性与公信力问题

施工质量检测是评判合格与否的主要依据,但检测环节本身存在隐患。部分检测机构出于市场竞争压力,在样品管理、检测操作和报告出具环节存在不规范甚至违规行为;见证取样制度执行不严格,样品代表性不足;现场实体检测抽检数量偏低,难以真实反映整体质量水平。此外,检测数据的汇总分析和反馈利用不充分,大量检测报告仅用于存档和验收,未能转化为质量趋势分析和改进的依据,数据资产的价值被严重低估。

2.5 信息化手段应用层级偏低

近年来,虽然部分大型项目引入了质量验评系统、材料追踪系统和试验检测管理系统,但总体而言,施工质量控制信息化水平仍然偏低。大量质量检查仍采用纸质表格手工填写,数据采集效率低、误差率高;质量问题台账缺乏系统化的追踪和统计分析;不同管理系统之间数据孤立,无法形成从材料进场到工序验收到竣工归档的完整数字链条。信息断层使管理层难以及时获取真实的质量状态全貌,也制约了基于大数据挖掘的预控能力提升。

3 施工质量控制优化策略与改进路径

3.1 构建清晰可落地的质量责任机制

优化质量责任体系的核心不是增加责任主体数量,而是建立“责任可识别、行为可追溯、绩效可度量”的机制。应推动项目层面建立质量责任清单制度,将每项质量控制活动分解到具体岗位和个人,并明确履职记录要求。建设单位应将合理工期和造价作为质量责任的重要组成部分,在设计交底和施工合同中明确质量标准依据。施工单位应赋予质量管理部门充分的独立性和资源配置权,使质量问题在第一时间能被发现和叫停,而非在进度压力下被迫妥协^[3]。监理单位的独立性应通过制度设计予以保障,如建立监理履职的第三方抽查评价机制,对其旁站、巡视和验收行为的有效性进行量化考核。

3.2 强化过程控制与工序能力建设

从“验结果”转向“管过程”,关键是建立工序质量控制点制度。对每道工序,应识别出影响质量的关键控制参数(如混凝土坍落度、钢筋间距、模板垂直度偏差、焊接电流电压等),明确参数的控制范围和测量频

率,并设置异常处置流程。推广使用“质量控制图”对工序参数进行实时监控,一旦出现超出控制界限的趋势即进行原因排查,实现统计意义上的过程受控。同时,现场应严格执行“自检—交接检—专检”链条,并辅以影像资料留存,确保每次检查的实测数据和整改前后对比可追溯、可复查。

3.3 革新交底培训模式,提升作业层能力

技术交底应转向“可视化、情景化、差异化”模式,充分利用BIM模型、短视频、三维动画等手段,将抽象的技术要求转化为直观的操作演示,尤其对关键节点和易错环节进行专门的特写展示。交底应分层次开展——项目级交底侧重总体目标和技术标准,班组级交底聚焦操作要领和安全质量注意事项。对一线作业人员,推行“理论讲解+现场实操+考核确认”的岗前培训模式,考核合格后方可上岗,并定期进行技能复评。劳务用工的稳定化、班组化也有助于积累特定工种的施工经验和质量意识。

3.4 规范检测行为,发挥数据驱动价值

检测环节的优化聚焦三点:一是强化见证取样和送检的封闭管理,利用二维码或RFID标签对试件进行唯一性标识,杜绝样品调换和代做现象;二是合理确定实体检测抽样方案,采用随机抽样与风险导向抽样相结合的方法,对重要构件和薄弱部位适当加密测点;三是建立检测数据的集中管理平台,自动汇总各批次、各构件的检测结果,生成质量趋势报告和质量波动预警,供项目管理团队用于动态调整控制策略。

3.5 推进信息化深度应用与数字化转型

施工质量控制的信息化应跳出“纸质电子化”的初级阶段,走向“流程在线化、数据结构化、分析智能化”。具体路径包括:部署移动端质量巡检系统,检查数据现场采集、实时上传、自动汇总,质量问题整改单在线派发、限时闭环;建立材料全生命周期追溯系统,

从进场验收到使用部位形成完整链条;利用BIM模型承载质量验收信息,实现质量数据的可视化呈现和空间定位;积累多项目质量数据,通过统计分析识别共性质量风险,为后续项目的预控提供经验反馈^[4]。信息化不是购买软件,而是以数据流优化管理流,最终形成“用数据说话”的质量决策文化。

4 结语

土木工程施工质量控制是一项贯穿工程建设全过程的系统工程。本文的分析表明,当前施工质量控制面临的问题,其根源并不在于缺乏规范标准,而在于质量管理的系统性、过程性和预防性特征未能在实践中充分体现。传统的“终点把关、事后整改”模式已经难以适应工程规模大型化、结构复杂化和工艺技术快速迭代的新形势。优化施工质量控制,需要在责任机制上实现可追溯、在过程管理上实现参数化、在作业能力上实现标准化、在检测数据上实现价值化、在信息化支撑上实现数字化。这一切努力最终指向同一个目标——将质量控制从“被动纠错”转变为“主动预防”,从“依靠个人责任心和经验”转变为“依托制度、数据和标准”。唯其如此,才能使施工质量真正摆脱“说起来重要、做起来次要、忙起来不要”的尴尬境地,以稳定可靠的工程实体质量回应社会期待,支撑行业高质量发展。

参考文献

- [1]李惠强,杜志达.土木工程施工质量过程控制研究[J].施工技术,2022,51(12):1-6.
- [2]张立新,王铁梦.建筑工程质量通病成因分析及系统防治策略[J].建筑结构,2021,51(8):92-97.
- [3]刘伊生,郭汉丁.建设工程质量政府监督管理机制优化[J].工程管理学报,2023,37(1):87-92.
- [4]黄如福,王立军.信息化在施工质量精细化管理中的应用研究[J].土木建筑工程信息技术,2023,15(3):71-78.