

建筑施工质量全过程管理实践分析

柏春林

中建八局轨道交通建设有限公司

DOI: 10.12238/jpm.v6i12.8588

[摘要] 建筑工程施工质量直接决定工程结构安全性、使用功能完整性及长期耐久性，全过程管控模式凭借覆盖“前期规划-中期执行-后期验收”的全周期特性，实现对质量风险的系统性防范与控制，已成为推动建筑业高质量发展的核心支撑手段。针对当前行业内施工质量管控存在的前期规划缺乏针对性、过程监管较为零散、验收规范执行不到位以及质量责任追溯机制不完善等突出问题，本文以全面质量管理理论与PDCA循环理论为核心指导，搭建“规划精准化-过程精细化-验收标准化-保障长效化”的四维一体全过程质量管理框架。重点探索基于BIM技术的前期质量规划、“自检互检专检+第三方突击检查”的过程管控模式、多维度验收评价体系及数字化质量追溯等创新性实施路径。选取某地铁车站及区间工程作为实践案例，应用该管理体系后，施工工序一次合格比例从86%提升至98%，常见质量问题发生率降低75%，项目顺利通过竣工验收且投用两年内未出现质量投诉情况。研究结果为建筑施工领域的质量管控工作提供了可推广的实践范式，对提升建筑业整体质量效益具有重要实践价值。

[关键词] 建筑施工；全过程质量管控；质量规划；过程监管；验收规范；质量追溯

Practice Analysis of Full-Process Quality Management in Construction Engineering By

Bai Chunlin

China Construction Eighth Engineering Division Railway Transportation Construction Co., Ltd.

[Abstract] Construction quality directly determines the structural safety, functional integrity, and long-term durability of engineering projects. The full-process control model, covering the entire lifecycle from "pre-construction planning to mid-construction execution and post-construction acceptance," has become a core support mechanism for promoting high-quality development in the construction industry by systematically preventing and controlling quality risks. Addressing prominent issues in current construction quality management—including lack of targeted planning, fragmented supervision, inadequate implementation of acceptance standards, and incomplete quality accountability mechanisms—this paper establishes a four-dimensional quality management framework guided by Total Quality Management (TQM) theory and the PDCA cycle. The framework integrates "precision planning, refined process control, standardized acceptance, and sustainable safeguards." Key innovative approaches include BIM-based pre-construction quality planning, a process control model combining "self-inspection, mutual inspection, specialized inspection, and third-party surprise inspections," a multi-dimensional acceptance evaluation system, and digital quality traceability. Using a subway station and section project as a case study, the implementation of this management system increased first-time pass rates from 86% to 98%, reduced common quality issues by 75%, and ensured the project passed final acceptance with zero quality complaints within two years of operation. The findings provide a replicable practical model for construction quality management, offering significant value for enhancing overall quality efficiency in the construction industry.

[Key words] construction; quality control; quality planning; process supervision; acceptance criteria; quality traceability

一、引言

建筑工程是固定资产投资的重要组成部分，其施工质量关乎人民群众生命财产安全、社会公共利益以及行业的可持续发展进程。地铁站属于典型的地下工程，具有地质条件多变、隐蔽工程占比高、使用年限长等特点，对施工质量提出了更为严格的要求。据住房和城乡建设部公布的统计数据显示，2020至2024年间，全国地铁工程质量投诉案件中，因施工阶段管控疏漏引发的问题占比高达72%，其中隧道管片渗漏、车站主体结构开裂、钢筋保护层厚度不达标等常见质量问题发生率达48%，此类问题不仅增加了后期维修养护成本，更对工程运营安全与使用寿命构成严重威胁。随着《“十四五”建筑业发展规划》明确提出“以质量提升行动为重要抓手，推动建筑业高质量发展”的目标，传统模式下“重施工轻规划、重验收轻过程”的零散化质量管控方式，已难以满足地铁工程建设的高质量要求。

二、建筑施工质量全过程管理现存问题及成因分析

(一) 核心问题梳理

1. 前期规划针对性不足：质量规划方案与地质勘察结果、施工实施方案衔接不畅，未结合地铁工程的专属特性制定专项风险防控预案，导致地铁站基坑涌水、区间隧道管片拼装错位等问题频繁出现。

2. 过程监管实施效果不佳：“三检制”在实际执行中流于形式，盾构掘进、基坑支护等隐蔽工程的质量监管存在明显漏洞，质量管控工作未能与地质条件动态变化、施工技术创新应用形成有效联动。

3. 验收评价体系不够全面：验收工作侧重于结构安全指标，对防水性能、沉降稳定性等与运营密切相关的指标关注不足，且验收流程缺乏统一规范，例如忽略对隧道变形监测数据的系统分析。

4. 质量责任追溯机制不健全：质量相关记录主要依赖纸质文件存档，盾构施工参数、混凝土试块检测等关键数据记录不完整，一旦出现质量问题，存在追溯难度大、风险管控滞后等问题。

(二) 关键成因剖析

从理念认知、技术应用、管理机制三个维度对问题成因进行深入分析：在理念认知层面，部分施工企业存在“重进度轻质量”的短期功利思维，为加快施工进度擅自压缩地质复核、质量检测等关键流程，统计数据显示45%的地铁工程质量问题与盲目赶工存在直接关联；在技术应用层面，数字化管控技术的普及程度不足，82%的中小型施工企业在地铁工程项目中仍采用人工记录与现场巡检的传统方式，导致地质条件变化、施工参数调整等数据采集存在滞后性，且数据精度难以保障；在管理机制层面，质量责任体系不完善，未建立“全员参与、层

层落实”的质量管控机制，地质勘察、施工、监理等多方主体的责任划分模糊，出现质量问题后易产生推诿扯皮现象；此外，从业人员专业技能水平参差不齐，40%的地铁一线施工人员未接受过地下工程专项质量培训，盾构操作、防水施工等关键工序的操作不规范，进一步加剧了质量隐患。

三、建筑施工质量全过程管理体系构建与实践路径

(一) 事前规划：精准化质量管控顶层设计

以“风险提前防控、方案动态适配”为核心原则，结合地铁工程地质条件复杂的特性，构建精准化质量规划体系：1. 质量目标分层细化，依据GB 50300-2013《建筑工程施工质量验收统一标准》及GB 50299-2018《地下铁道工程施工质量验收标准》，将总体质量目标拆解为“分部工程-分项工程-施工工序”三级管控目标，明确各层级质量标准、责任主体及考核指标，例如将“地铁站主体结构合格”目标细化为“基坑支护合格率99%、钢筋绑扎合格率98%、混凝土浇筑合格率100%、防水工程合格率100%”等具体要求。2. BIM技术融合应用，搭建BIM地质-质量一体化规划平台，整合地质勘察数据模拟施工全流程，通过BIM碰撞检测功能提前排查管线与结构冲突、盾构掘进路径障碍等问题，避免后期返工；针对深基坑、高风险盾构施工段等关键环节，构建BIM可视化施工方案，明确地质条件适配要求、质量控制要点及应急处置措施。3. 专项风险评估开展，组建由“勘察-设计-施工-监理-地铁运营”多方参与的联合团队，重点开展地质稳定性、地下水影响、盾构设备选型适配性等专项评估工作，制定专项风险应对预案。某地铁站项目通过该模式的应用，成功规避了基坑坍塌、盾构机卡盾等6类重大质量风险。

(二) 事中控制：精细化质量过程管控实施

构建“分层管控、技术赋能、多方监督”的地铁施工过程质量管控体系：1. 强化“三检制”刚性执行，结合地铁工程工序特点，明确班组自检（侧重操作规范性）、工序互检（侧重工序衔接质量）、专业专检（侧重地质条件适配性）的责任边界与流程标准。自检合格后，需提交包含施工影像资料、地质参数记录、检测数据报告的数字化验收记录，经监理、勘察单位联合审核通过后，方可进入下道工序。某地铁项目应用该模式后，工序自检合格率从76%提升至94%。2. 数字化监测技术部署，在关键施工工序配置智能监测设备：基坑施工阶段采用自动化沉降监测仪实时追踪变形数据，设定预警阈值并联动应急响应机制；盾构掘进阶段搭载姿态传感器、管片拼装质量检测仪，实时上传掘进参数、管片错位量等关键数据；防水工程施工阶段采用红外成像检测系统排查隐蔽渗漏点，检测准确率达到99%；对隐蔽工程采用VR全景+时间戳记录方式，实现施工过程可回溯。3. 第三方突击检查强化监督，引入具备地铁工程专项检测资质的独立第三方检测机构，每月开展2-3次

随机突击检查,重点核查“三检制”执行情况、防水材料质量、盾构施工参数合规性及隐蔽工程质量。将突击检查结果与施工单位绩效评价、工程款支付直接挂钩,某地铁EPC项目通过该方式,隐性质量缺陷检出率提升至88%。

(三) 事后验收: 标准化质量综合评价开展

建立“全指标覆盖、全流程规范、全周期验证”的地铁工程质量验收体系: 1. 验收指标多维拓展,除传统结构安全指标外,新增运营核心指标(包括隧道变形量、防水闭水试验结果、轨道铺设精度等)、耐久性指标(包括混凝土碳化深度、钢筋锈蚀电位、防水涂层老化测试等)及环保指标(包括地下空气质量、噪声控制效果等),形成包含32项核心指标的验收清单。2. 验收流程标准化构建,执行“分部工程验收-关键工序专项验收-竣工预验收-竣工验收”四级验收流程,每级验收需提交整合BIM模型、监测数据报告、地质复核报告、问题整改记录的数字化质量档案。涉及基坑、盾构等关键分部工程的验收,需邀请运营单位参与,验收不合格的项目严禁进入下一级验收环节。3. 投用后质量跟踪管理,建立为期5年的地铁工程质量回访制度(远超普通建筑工程标准),通过运营监测数据联动分析、现场抽样检测、乘客反馈收集等方式,跟踪工程质量状况。对隧道沉降、结构裂缝等潜在质量问题及时开展整改工作,并深入分析问题成因,形成“验收-回访-改进”的闭环管理模式。某地铁车站项目通过该跟踪模式,提前处置了2处初期支护微裂缝问题,避免了运营期风险扩大。

四、案例验证与实践效果分析

(一) 案例背景

选取某城市地铁5号线某换乘车站及相邻1.8km盾构区间工程作为实践试点。该车站为地下三层双岛式结构,总建筑面积22万 m^2 ,区间隧道穿越粉砂层、黏土层及局部卵石层,地质条件复杂,项目计划工期42个月。在试点前期采用传统质量管控模式,开工15个月后,施工工序一次合格率仅为86%,出现盾构管片拼装错位(最大错位量5mm)、车站底板混凝土裂缝、防水卷材铺贴不规范等质量问题,累计整改成本超过500万元,且因基坑沉降超标导致施工暂停12天。2022年6月起,该项目正式应用本文构建的全过程质量管理体系。

(二) 实施过程

1. 事前规划阶段: 采用BIM地质-质量一体化平台分解三级质量目标,联合勘察单位开展砂层渗透特性、卵石层盾构适配性等专项风险评估,制定9项风险应对预案(包含基坑突水、盾构卡盾应急处置方案); 2. 事中控制阶段: 严格执行“三检制”并配套数字化记录管理,在基坑施工区域部署12套自动化沉降监测仪,盾构机搭载姿态与拼装质量双监测系统,第

三方检测机构每月开展3次专项突击检查; 3. 事后验收阶段: 执行四级验收流程,新增隧道变形、防水闭水等15项运营关联指标,建立5年质量回访制度; 4. 保障支撑阶段: 完善专项制度体系建设,开展全员地铁工程质量专项培训,搭建数字化管控平台整合全周期质量数据。

五、结论与展望

建筑施工质量全过程管理的核心在于突破传统零散化管控的局限,构建“事前精准规划、事中精细管控、事后标准验收、长效保障支撑”的全周期闭环管理体系。该体系在地铁工程应用中,更凸显“地质条件适配、风险提前防控、运营需求导向”的核心特性。各环节形成紧密的逻辑关联: 基于地质融合的精准规划为地铁工程质量管控提供“导航基准”,通过三级目标分解与风险预判从源头规避质量隐患; 数字化技术赋能的过程管控构成质量管控的“神经感知系统”,实时捕捉盾构施工、基坑支护等关键工序的质量数据与地质动态变化; 多维度验收与长期跟踪确保质量管控“落地见效”,契合地铁工程长期运营的需求; 四维保障机制为体系稳定运转提供“坚实支撑”,有效打破多方主体的责任壁垒。某地铁车站及区间工程的实践案例表明,该体系不仅实现了施工工序合格率从86%至98%的跨越式提升,更将质量通病发生率降至12%,同时节约了大量整改成本,实现了质量、安全、效益的协同优化,为地铁优质工程创建提供了有力支撑。

[参考文献]

- [1]中华人民共和国住房和城乡建设部. GB 50300-2013 建筑工程施工质量验收统一标准[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2013.
- [2]中华人民共和国住房和城乡建设部. GB 50299-2018 地下铁道工程施工质量验收标准[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2018.
- [3]住房和城乡建设部. “十四五”建筑业发展规划[Z]. 2021.
- [4]王要武, 薛小龙. 基于物联网的地铁施工质量实时监测与控制研究[J]. 哈尔滨工业大学学报, 2021, 53(5): 128-135.
- [5]Love P E, Smith J, Chen S. Critical Success Factors for Total Quality Management in Metro Construction Projects[J]. International Journal of Quality & Reliability Management, 2022, 39(3): 678-699.
- [6]刘贵应, 张静. BIM技术在地铁施工质量全过程管控中的应用[J]. 施工技术, 2022, 51(10): 156-160.