

铁路工程技术管理与施工质量控制策略

鲜永开

四川省铁路建设有限公司, 四川 成都 610000

DOI:10.61369/ERA.2025080018

摘 要 : 本研究系统探讨铁路工程技术管理与施工质量控制策略, 分析技术管理体系优化、施工过程控制等关键环节, 提出基于PDCA循环的全过程质量管理方法。针对路基轨道、桥梁隧道等关键工程部位, 研究质量控制要点与质量事故处理机制, 结合《交通强国建设纲要》等政策要求, 探索智能化技术在质量管控中的应用路径, 为提升铁路工程建设质量提供理论支撑和实践指导。

关 键 词 : 铁路工程; 技术管理; 质量控制

Railway Engineering Technology Management and Construction Quality Control Strategies

Xian Yongkai

Sichuan Railway Construction Co., LTD., Chengdu, Sichuan 610000

Abstract : This study systematically explores the technical management and construction quality control strategies of railway engineering, analyzes key links such as the optimization of the technical management system and the control of the construction process, and proposes a full-process quality management method based on the PDCA cycle. For key engineering parts such as roadbeds, tracks, Bridges and tunnels, the key points of quality control and the mechanism for handling quality accidents are studied. In combination with policy requirements such as the "Outline for the Construction of a Transportation Powerhouse", the application paths of intelligent technologies in quality control are explored to provide theoretical support and practical guidance for improving the quality of railway engineering construction.

Keywords : railway engineering; technical management; quality control

引言

铁路工程作为国家基础设施建设的核心组成部分, 其技术管理与施工质量直接关系到运输安全、工程寿命和社会经济效益。随着《交通强国建设纲要》(2019年)和《“十四五”现代综合交通运输体系发展规划》(2021年)的深入实施, 铁路工程建设面临更高标准的质量要求和技术创新需求。当前铁路工程呈现大规模、高速度、智能化的发展趋势, 复杂地质条件下的长大干线、高速铁路等重点项目对工程技术管理提出了全新挑战。施工质量控制作为工程建设的核心环节, 需要建立更加科学、系统的管理体系。通过分析铁路工程技术管理的关键要素和施工质量的影响因素, 探索有效的质量控制策略, 对提升工程建设品质、保障运营安全具有重要意义。本研究立足于行业最新发展需求, 结合政策导向, 系统探讨铁路工程技术管理与质量控制的优化路径, 为行业高质量发展提供理论参考和实践指导。

一、铁路工程技术管理的基本理论

(一) 技术管理的概念与内涵

技术管理是指在工程项目实施过程中, 通过科学的方法和系统的措施, 对技术活动进行规划、组织、协调与控制, 以确保工程质量和效率的最优化^[1]。其核心要素包括技术标准的制定、技术资源的配置、技术流程的优化以及技术风险的防控^[2]。铁路工程技术管理相较于一般工程项目具有显著的特殊性, 主要体现在工程规模庞大、技术复杂度高、施工环境多变以及安全要求严格等方

面^[3]。铁路工程涉及路基、轨道、桥梁、隧道等多个专业领域, 需统筹协调不同技术环节, 同时需符合国家铁路行业强制性标准, 确保工程的长期稳定性和安全性^[4]。

(二) 技术管理的主要内容

技术标准与规范的制定与执行是铁路工程技术管理的基础, 涵盖设计规范、施工工艺标准、材料验收要求等, 确保工程各环节符合行业规定^[5]。严格执行技术标准可减少施工偏差, 提高工程质量。施工工艺与技术创新管理是提升工程效率和质量的关键, 包括新工艺、新材料、新设备的引入与应用。技术创新需结合工

程实际需求，通过试验验证和优化改进，确保技术可行性与经济性。在铁路工程建设中，技术创新不仅可提高施工效率，还能降低工程成本，推动行业技术进步。

二、铁路工程施工质量的影响因素分析

（一）人为因素

施工人员的技术水平直接影响工程质量的实现程度，专业素质不足易导致施工工艺执行偏差和质量缺陷^[6]。责任意识的强弱决定了施工过程中质量标准的落实程度，缺乏责任心的操作可能引发质量隐患^[7]。管理人员的组织能力关系到施工资源的合理配置，协调能力不足将影响各工序的有效衔接。现场管理团队的技术决策水平对处理突发质量问题具有关键作用，不当的应对措施可能扩大质量风险。施工人员的持续培训机制对提升整体技术水平具有重要作用，培训不足将制约质量控制效果。

（二）材料与设备因素

原材料的质量达标是确保工程实体质量的基础条件，不合格材料会直接影响结构强度和耐久性^[8]。材料供应的稳定性关系到施工进度可控性，供应中断可能导致工艺间断而产生质量缺陷。施工机械的性能状态决定了工艺参数的实现精度，设备老化会降低施工质量稳定性。规范的维护管理能够保持设备最佳工作状态，维护不及时可能引发施工精度偏差。先进设备的合理应用对提升施工质量具有显著促进作用，但需配套相应的操作培训和技术支持。材料进场检验制度的严格执行是控制原材料质量的关键环节，检验疏漏将埋下质量隐患。

三、铁路工程技术管理的关键策略

（一）技术管理体系优化

1. 建立完善的技术管理制度

完善的技术管理制度是确保铁路工程质量和进度的重要保障，需要建立覆盖设计、施工、验收全过程的技术标准体系^[9]。技术管理制度应当明确技术交底的程序要求，确保施工人员准确理解设计意图和技术标准。通过建立分级技术审查机制，可以有效控制施工方案的质量风险。实施动态的技术巡查制度能够及时发现现场技术问题，避免质量缺陷的积累。建立可追溯的技术档案系统，为工程质量终身责任制提供依据。定期开展技术培训考核，持续提升技术人员专业能力。

2. 引入信息化管理手段

BIM 技术的应用实现了铁路工程从二维设计向三维可视化的转变，大幅提升了设计质量和效率。基于 BIM 的碰撞检测功能可以提前发现专业间的设计冲突，减少施工变更^[10]。利用 BIM 平台进行施工模拟，能够优化施工组织 and 资源配置。通过移动终端实现现场质量数据的实时采集和上传，提高了质量管理的时效性。BIM 技术与 GIS 系统的结合，为长大铁路线路工程提供了更精准的空间管理手段。建立基于 BIM 的运维管理系统，延长了技术管理的价值链。

（二）施工过程技术控制

1. 关键施工环节的技术交底与监督

技术交底是确保施工质量的基础环节，针对桥梁架设、隧道开挖、轨道铺设等关键工序，必须实施多层次的技术交底制度。交底内容应当包括设计意图、工艺标准、质量要求和安全措施等核心要素，采用书面交底与现场示范相结合的方式确保施工人员准确理解技术要求。建立专业监理团队对关键工序实施全过程监督，重点监控工艺参数执行情况和质量标准符合度。运用现代检测技术对隐蔽工程和特殊部位进行质量验证，形成完整的监督记录。实施技术人员现场值班制度，确保能够及时解决施工过程中的技术问题，避免因理解偏差导致的质量缺陷。

2. 动态调整施工方案以应对技术难题

铁路工程施工常面临地质条件变化、环境因素影响等不确定因素，需要建立灵活的施工方案调整机制。组建专业技术攻关团队实时监测施工工况变化，运用工程类比法和数值模拟等手段预判技术风险。针对突发技术问题启动快速响应程序，组织设计、施工、监理多方会商确定解决方案。建立方案变更的分级审批制度，在保证工程质量和安全的前提下优化施工工艺。运用信息化手段收集和分析施工数据，为方案调整提供科学依据。通过建立技术预案库和专家咨询机制，提升应对复杂技术问题的能力，确保工程顺利推进。

四、铁路工程施工质量控制的具体措施

（一）质量管理体系的构建

1. 制定科学的质量标准与验收规范

科学的质量标准体系是铁路工程质量控制的基础依据，需要结合工程特点制定分部分项工程的质量指标。质量标准应当涵盖材料性能、工艺参数、结构尺寸等关键控制要素，并明确相应的检测方法和频率。验收规范的制定需要考虑不同工程部位的功能要求，建立差异化的验收标准体系。针对特殊地质条件或复杂结构部位，需制定专项质量控制标准。质量标准体系应当保持动态更新，及时吸收新技术和新工艺的要求，确保标准的先进性和适用性。建立标准执行的监督机制，防止标准流于形式。

2. 实施全过程质量监控

PDCA 循环为铁路工程质量控制提供了系统化的管理方法。计划阶段需要明确质量目标、控制重点和保障措施，形成可操作的质量控制方案。实施阶段重点落实工艺标准执行和过程参数控制，建立完整的质量记录体系。检查阶段通过现场检测、试验验证等手段评估质量状况，及时发现偏差问题。处理阶段针对质量问题分析原因并制定改进措施，形成闭环管理。将 PDCA 循环应用于各施工工序和项目管理层级，实现质量控制的持续改进。运用信息化手段提升 PDCA 循环的执行效率，确保质量管理措施的有效落实。

（二）关键施工环节的质量控制

1. 路基与轨道施工质量控制要点

路基工程质量控制需以地基处理与填筑质量为核心，填料环

节严格限定粒径（如碎石类填料最大粒径不超过层厚 2/3），通过重型击实试验确定最佳含水量，每层填筑厚度控制在 30 厘米以内（机械施工）或 20 厘米以内（人工施工），压实度检测频率每 1000 m² 不少于 2 点，辅以动态变形模量（Evd）检测评估深层承载力。轨道施工中，轨枕间距误差需控制在 ±20 毫米内，轨距水平通过轨道几何状态测量仪实现 ±1 毫米级精度调整，钢轨焊接采用接触焊或闪光焊工艺，焊后进行超声波探伤（探伤率 100%）；道砟铺设前需筛分试验确保级配符合 TB/T 2140 标准，每层铺设厚度误差 ≤ 30 毫米，无缝线路锁定轨温需与设计值偏差 ≤ ±5℃，应力放散通过滚筒法或拉伸器法实施，同时建立沉降观测桩（间距 ≤ 50 米）与轨道几何状态监测网，运营期每季度开展形变数据采集分析，为病害预警与维护提供数据支撑。

2. 桥梁与隧道工程的质量保障措施

桥梁工程需重点控制桩基施工质量、混凝土结构耐久性和预应力张拉精度，实施全过程应力应变监测。大跨度桥梁施工应进行线形控制和应力调整，确保成桥状态符合设计要求。隧道工程需加强超前地质预报和围岩监控量测，动态调整支护参数和开挖方法。防水工程质量控制是隧道施工的关键环节，需严格把控防水材料质量和接缝处理工艺。特殊地质条件下的桥梁基础施工和隧道掘进需制定专项质量保障方案，采取针对性的技术措施。建立桥梁隧道健康监测系统，实现施工期和运营期的质量状态跟踪。

（三）质量问题的预防与处理

1. 常见质量问题的成因分析与预防

铁路工程常见质量问题多源于材料缺陷、工艺偏差和管理疏漏三个维度。混凝土结构开裂通常由配合比不当、养护不足或温度应力引起，需通过优化配合比设计、加强养护措施予以预防。路基沉降问题多与地基处理不彻底或压实度不足相关，实施分层检测和补强处理可有效控制。轨道几何尺寸偏差主要源于测量误差或施工精度不足，采用智能精调技术和复核测量制度能够显著改善。焊接缺陷往往因工艺参数控制不当或操作不规范导致，建

立焊工资质管理和工艺评定制度是关键预防措施。防水工程失效常由材料质量不合格或细部处理不到位造成，加强进场检验和节点验收是必要控制手段。建立质量问题案例库，开展预防性技术培训，从源头上减少质量问题的发生。

2. 质量事故的应急处理与整改机制

质量事故应急处理需建立分级响应机制，重大质量事故应立即启动应急预案，组织专家进行技术评估。现场处置遵循 " 控制事态、查明原因、消除隐患 " 的原则，采取临时加固或局部返工等措施防止事故扩大。质量整改实行 " 四不放过 " 原则，即原因未查清不放过、责任未明确不放过、措施未落实不放过、教育未到位不放过。整改方案需经专业技术论证，实施过程进行全程跟踪验证，确保处理效果达到标准要求。建立质量事故档案管理系统，记录事故详情、处理过程和验收结果，为后续工程提供借鉴。定期开展质量事故案例分析会，总结经验教训，完善预防措施，形成持续改进的质量管理循环。

五、总结

铁路工程技术管理与施工质量控制是确保工程安全、耐久和高效运营的核心要素。通过构建完善的技术管理体系，强化技术标准执行与工艺创新，能够有效提升工程建设的规范化水平。施工质量受人为因素、材料设备及环境条件的综合影响，需通过系统性管理措施加以控制。关键施工环节的技术交底与动态方案调整是保障质量的重要手段，而质量管理体系的科学构建为全过程质量控制提供了制度保障。针对路基轨道、桥梁隧道等关键工程部位实施专项质量控制措施，可显著降低质量风险。质量问题的预防与处理机制形成了闭环管理，通过成因分析、应急响应和整改优化，持续提升工程质量管理效能。未来铁路工程建设应进一步融合智能化技术，推动技术管理与质量控制向数字化、精细化方向发展，为铁路工程的高质量建设提供更强有力的支撑。

参考文献

- [1] 包睿. 关于铁路施工技术管理相关问题探讨 [J]. 科技创业家, 2014(4):1.
- [2] 张浩. 解析铁路施工技术管理相关问题 [J]. 城市建设理论研究: 电子版, 2015, 000(025):5018-5019.
- [3] 赵学辉. 浅谈铁道工程施工技术工作管理的要点 [J]. 环球市场, 2017(5):2.
- [4] 汪铭峰. 铁道工程施工技术工作管理的要点 [J]. 安防科技, 2021, 000(024):P.144-144.
- [5] 杜玉宝. 铁道工程施工技术工作管理的要点 [J]. 农家参谋, 2020, No.648(05):157-157.
- [6] 张恒. 浅析铁路工程施工现场质量控制对成本的影响 [J]. 科技风, 2014(21):2.
- [7] 包双玉. 浅谈铁路工程施工中的质量控制 [J]. 科技创新与应用, 2013(5):1.
- [8] 杨惠新. 铁路通信工程施工项目的质量控制 [J]. 通讯世界, 2015(6):3.
- [9] 周立明. 铁路工程施工技术管理要点 [J]. 建筑技术开发, 2017, 44(4):2.
- [10] 刘建刚. 铁路建设路基工程技术管理方法 [J]. 科技与企业, 2016(5):1.