

铁路工程技术管理的创新策略与实践

黄雄

身份证号: 511321198706215456

DOI:10.61369/ME.2025010005

摘要： 本文聚焦铁路工程技术管理，深入探究其理论根基，系统论用于统筹项目全流程要素，控制论保障工程质量与进度可控。鉴于项目周期长、投资规模大、施工环境复杂等特殊性，构建风险识别与评估模型，搭建多方联动平台强化风险管理。同时，通过 BIM 技术应用、智能监测系统等多种技术创新，显著提升管理效能。文中提出“技术－管理－人才”三位一体创新体系，并对铁路工程技术管理未来发展趋势进行展望。

关键词： 铁路工程；技术管理；技术创新

Innovative Strategies and Practices of Railway Engineering Technology Management

Huang Xiong

ID:511321198706215456

Abstract： This article focuses on the technical management of railway engineering, delves deeply into its theoretical foundation, uses systems theory to coordinate all elements of the project process, and cybernetics to ensure the controllability of project quality and progress. In view of the particularities such as the long project cycle, large investment scale and complex construction environment, a risk identification and assessment model is constructed, and a multi-party linkage platform is built to strengthen risk management. Meanwhile, through various technological innovations such as the application of BIM technology and intelligent monitoring systems, management efficiency has been significantly enhanced. The article proposes a trinity innovation system of "technology – management – talent", and looks forward to the future development trend of railway engineering technology management.

Keywords： railway engineering; technical management; technological innovation

引言

铁路工程技术管理是一个复杂且关键的领域，涉及多方面理论与实践。随着我国《交通强国建设纲要》（2019年）的颁布，对铁路工程技术管理提出了更高要求。从理论层面看，系统论、控制论和全生命周期管理理论为其提供了基础，强调系统协调、过程控制和全过程管理。铁路工程具有项目周期长、技术集成度高、多专业协同等特殊特性，需要完善的策略体系。在风险管理方面，风险识别与评估模型及多方联动平台至关重要。同时，技术创新如北斗定位监测等对管理效能提升有关键作用，应构建持续创新体系，展望5G + AI融合带来的新机遇。

一、铁路工程技术管理的理论框架

（一）技术管理理论基础

铁路工程技术管理需基于一定理论基础。系统论强调整体出发，将铁路工程视为一个复杂系统，各部分相互关联、相互作用，技术管理要注重系统的协调性和整体性^[1]。控制论则着重于对工程过程的控制，通过设定目标、监测偏差并及时调整，确保工程技术指标符合要求。全生命周期管理理论涵盖工程从规划到运营的全过程，对每个阶段严格把控，保障工程质量。它包括对

工程前期设计的优化，施工过程中的质量和进度控制，以及运营阶段的维护和改进，从而实现铁路工程技术管理的科学性和有效性。

（二）铁路工程管理特征分析

铁路工程技术管理具有多维度的特殊性。项目周期长是其显著特征之一，从规划到建成运营往往历经数年甚至数十年，期间面临诸多技术更新与环境变化挑战^[2]。技术集成度高，涵盖土建、电气、通信等多个领域，各技术系统相互关联、相互影响，需高度整合以确保整体工程的高效运行。多专业协同要求也很

高，涉及工程、经济、管理等不同专业背景的人员共同参与，在不同阶段需紧密配合，从设计到施工再到运营维护，任何环节的衔接不畅都可能影响工程质量与进度。这些特殊性决定了铁路工程技术管理需要一套完善且灵活的策略体系。

二、工程风险管理体系构建

（一）风险识别与评估模型

在工程风险管理体系构建中，风险识别与评估模型至关重要。对于铁路工程，可建立基于FMEA（失效模式与效应分析）的风险矩阵。FMEA通过分析系统中各组件可能的失效模式及其后果，确定风险优先级^[3]。同时结合BIM（建筑信息模型）技术，实现地质风险的三维可视化评估。BIM技术能够整合工程的各种信息，直观呈现地质结构及潜在风险区域。通过这种方式，不仅可以更准确地识别风险因素，还能对风险的严重程度和发生概率进行量化评估，为后续的风险应对措施提供科学依据，有效提升铁路工程风险管理的水平。

（二）风险防控协同机制

构建设计-施工-运维多方联动的风险管理平台是风险防控协同机制的关键。该平台整合各方资源与信息，实现风险数据的实时共享与交互^[4]。通过统一的数据格式与接口，确保各方能够准确理解和处理风险信息。同时，建立风险预警响应时间标准体系，明确各方在风险预警后的响应时间节点。这有助于提高风险应对的及时性和有效性，避免因响应不及时而导致风险扩大。在实际操作中，根据不同风险等级设定合理的响应时间，以确保各方能够迅速采取相应措施，如设计方及时调整设计方案，施工方暂停或调整施工工序，运维方加强设备监测等，从而形成高效协同的风险防控机制。

三、技术创新管理策略

（一）智能监测技术创新

1. 北斗定位监测系统

铁路工程技术管理创新中，北斗定位监测系统至关重要。开发基于北斗三号的轨道几何状态毫米级实时监测技术是关键举措。该技术利用北斗三号高精度定位优势，实现对轨道几何状态的精准监测。通过在铁路沿线合理布局北斗监测站点，实时获取轨道位置信息，并借助先进的数据处理算法，将监测数据转换为轨道几何状态参数，达到毫米级精度。这为铁路工程技术管理提供了可靠的数据支持，能够及时发现轨道变形、位移等异常情况，为铁路安全运营提供有力保障^[5]。

2. 无人机巡检体系

建立多旋翼无人机与探地雷达协同的线路基础设施检测方案是智能监测技术创新中无人机巡检体系的重要内容。多旋翼无人机具有灵活、高效的特点，能够快速获取线路基础设施的表面图像信息。探地雷达则可对地下结构进行探测，获取其内部状况数据。将两者协同，可实现对线路基础设施的全方位检测。无人机

获取的表面信息能为探地雷达的检测提供宏观定位和初步判断依据，探地雷达的地下数据又能补充无人机无法获取的深层信息，从而更准确地评估线路基础设施的状态，为铁路工程技术管理提供更全面、可靠的数据支持^[6]。

（二）管理方法创新路径

1. BIM协同平台建设

设计基于云计算的铁路工程全专业BIM协同管理平台架构。该架构利用云计算的强大计算能力和存储能力，实现对铁路工程各个专业数据的高效管理和协同处理。通过BIM技术，将铁路工程的设计、施工、运营等各个阶段的数据进行整合，形成一个统一的数字化模型。在这个模型中，各个专业的工程师可以实时共享和交流数据，提高工作效率和协同效果。同时，云计算的分布式计算特点可以保证平台的高可用性和可扩展性，满足铁路工程大规模数据处理的需求。该平台还可以集成其他相关技术，如物联网、大数据分析等，进一步提升铁路工程技术管理的创新水平和实践能力^[7]。

2. 数字孪生应用实践

在铁路工程技术管理中，数字孪生应用实践具有重要意义。以施工进度数字孪生模型在复杂站场工程中的动态推演为例，通过构建精准的数字孪生模型，能够实时反映站场工程的实际施工进度。利用该模型，可以对施工过程中的各种复杂情况进行模拟和分析，提前预测可能出现的问题，如资源冲突、工期延误等，并制定相应的解决方案。这不仅有助于提高施工效率，还能有效降低施工成本和风险。同时，数字孪生模型还可以实现不同参与方之间的信息共享和协同工作，促进工程管理的一体化和智能化，为铁路工程技术管理的创新提供有力支撑^[8]。

四、工程实践案例分析

（一）高铁轨道工程应用

1. 沪昆高铁板式无砟轨道

沪昆高铁板式无砟轨道应用中，CRTSⅢ型轨道板智能张拉系统的误差控制技术创新具有重要意义。该系统通过精确的传感器和先进的控制算法，对张拉过程中的力和位移进行实时监测和调整。在实际工程中，有效减少了因人为因素和环境因素导致的误差，提高了轨道板的张拉精度和质量稳定性。这种创新技术不仅保障了沪昆高铁轨道的平顺性和安全性，也为其他高铁项目的轨道工程提供了宝贵的经验和借鉴。它体现了铁路工程技术在不断进步追求高精度、高质量的发展趋势，推动了高铁轨道工程技术的进一步发展^[9]。

2. 复杂地质处理技术

岩溶地区地质条件复杂，给高铁轨道工程带来诸多挑战。在轨道基础加固技术方面，需综合考虑多种因素。岩溶地区溶洞、溶蚀裂隙等发育，可能导致地基承载力不足。因此，首先要进行详细的地质勘察，准确把握岩溶的分布、形态及发育程度等信息^[10]。在此基础上，采用合适的加固技术，如注浆加固法，通过向岩溶洞穴或裂隙中注入浆液，填充空隙，提高地基的强度和

稳定性。同时，要注重施工过程中的质量控制和监测，确保加固效果达到设计要求。此外，还需考虑不同加固技术之间的协同作用，以及与其他工程措施的配合，以保障高铁轨道在复杂岩溶地质条件下的安全运行。

（二）高原铁路风险管理

1. 冻土区施工预警系统

在高原铁路冻土区施工预警系统中，地温监测数据与施工决策的联动至关重要。通过在冻土区设置大量的温度监测点，实时获取地温数据。这些数据被及时传输至分析中心，经过专业软件和算法的处理，形成直观的地温变化趋势图和分析报告。当监测到地温出现异常波动时，系统会迅速发出预警信号。施工决策团队依据这些预警信息以及详细的数据分析结果，及时调整施工方案。例如，在某些地温异常升高可能导致冻土融化的区域，暂停相关施工活动，或者采取加强冷却措施等，从而有效避免了因冻土融化而带来的工程风险，确保了高原铁路在冻土区施工的安全性和稳定性。

2. 缺氧环境装备管理

高原铁路缺氧环境下的装备管理面临诸多挑战。由于高原地区氧气稀薄，机械设备的性能和可靠性受到影响。针对高原特制机械设备，需制定全寿命周期维护管理方案。在设备选型阶段，要充分考虑高原环境适应性，选择具备良好缺氧环境工作能力的设备。在使用过程中，加强对设备运行状态的实时监测，及时发现并处理可能出现的故障隐患。同时，根据高原环境特点，合理调整设备的维护周期和维护内容，确保设备始终处于良好的运行状态。还需建立完善的设备档案，记录设备的使用情况、维护历史等信息，为设备的后续管理提供依据。

（三）智慧工地建设实践

1. 物料智能调度系统

物联网技术在钢筋加工配送中心的应用带来多方面效益。通过在钢筋上安装智能标签等物联网设备，可实现对钢筋从原材料

采购到加工、配送全流程的精准追踪与监控。这有助于实时掌握钢筋的库存情况，避免积压或缺货，提高库存管理的精细化水平。在加工环节，能依据工程进度和需求，智能调度钢筋加工任务，提高加工效率和质量。配送过程中，可优化配送路线和时间安排，确保钢筋及时准确送达施工现场，减少运输损耗和延误，从而保障工程建设的顺利进行，降低成本，提升整体效益。

2. 人员安全管理系统

智能安全帽在隧道施工人员定位管理中具有重要作用。它通过内置的定位芯片等技术，能够实时获取施工人员的位置信息。在实际应用中，管理人员可在监控室清晰看到每个人员的具体位置，当出现危险区域人员靠近等情况时，能及时发出警报。同时，智能安全帽还可记录人员的活动轨迹，便于对施工过程进行追溯和分析。这有助于优化施工流程，提高施工效率。例如，通过分析人员在不同区域的停留时间和活动频率，可合理安排工作任务和资源分配。而且，在发生意外事故时，能迅速确定人员位置，为救援工作提供有力支持，大大提高了隧道施工人员的安全性和管理的科学性。

五、总结

技术创新对铁路工程管理效能提升具有关键作用，通过激发管理活力、优化资源配置、提升质量控制等机制实现。为此应构建“技术标准－管理流程－人才队伍”三位一体的持续创新体系。确立先进且适用的技术标准是基础，确保工程各环节有章可循；优化管理流程是关键，提高决策与执行效率；打造高素质人才队伍是核心，为创新提供智力支持。展望未来，5G＋AI技术的深度融合将为铁路工程管理带来新机遇。其可实现工程数据的实时传输与精准分析，提升远程监控与智能决策能力，推动铁路工程技术管理向智能化、高效化迈进。

参考文献

- [1] 肖婷. 中小型建筑企业创新技术管理研究 [D]. 浙江工业大学, 2013.
- [2] 李建涛. 高校电工电子类实验室开放管理模式探索 [J]. 中国管理信息化, 2016, 19(2):1.
- [3] 张传国. 加强技术创新管理提高企业竞争力 [J]. 科技资讯, 2011(36):1.
- [4] 陈玲玲, 宋宇, 黄潇仪. 中国航发燃气轮机公司标准化管理体系构建 [J]. 航空动力, 2020(4):3.
- [5] 刘宇翔. 现代施工企业物资设备管理问题探究 [J]. 中国新技术新产品, 2016(23):1.
- [6] 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.
- [7] 贾中宝. 浅谈铁路工程技术管理问题分析 [J]. 城市建设理论研究: 电子版, 2016, 000(011):1853-1853.
- [8] 鲍申培. 机械设备技术管理的创新与实践探索 [J]. 内燃机与配件, 2018(23):2.
- [9] 纪大勇. 现代公路养护技术管理与创新 [J]. 交通世界 (建养·机械), 2012, 05(v.26;No.108):82-83.
- [10] 程思敏. 浅谈电力工程施工技术与管理 [J]. 科技创新与应用, 2012(102):1.