

# 地铁施工安全技术管理与标准化建设

甘棠

中铁北京工程局集团城市轨道交通工程有限公司

DOI:10.32629/etd.v7i2.18942

**[摘要]** 随着我国城市化进程加速,地铁作为大容量公共交通载体,建设规模持续扩大。但地铁施工具有地质条件复杂、作业空间受限、周边环境敏感等特点,安全风险防控难度极大。本文基于地铁施工安全管理现状,系统分析安全技术管理的核心要素,构建“风险预控-过程管控-应急保障”的技术管理体系,提出涵盖制度、流程、现场、人员的标准化建设路径,并结合实际案例验证其有效性,最后针对现存问题提出优化策略,为提升地铁施工安全管理水平提供理论支撑与实践参考。

**[关键词]** 安全技术管理; 标准化建设; 风险防控

**中图分类号:** TB664 **文献标识码:** A

## Safety Technology Management and Standardization Construction of Subway Construction

Tang Gan

China Railway Beijing Engineering Bureau Group Urban Rail Transit Engineering Co.,Ltd.

**[Abstract]** With the rapid urbanization in China, subway systems—functioning as high-capacity public transportation—are undergoing continuous expansion. However, subway construction faces significant challenges due to complex geological conditions, confined working spaces, and sensitive surrounding environments, making safety risk prevention particularly difficult. This paper examines the current status of subway construction safety management, systematically analyzes the core elements of safety technology management, and establishes a technical management framework encompassing "risk pre-control, process control, and emergency support." It proposes a standardized development path covering institutional frameworks, operational procedures, on-site management, and personnel training, validates its effectiveness through practical case studies, and ultimately offers optimization strategies to address existing issues. These findings provide theoretical support and practical references for enhancing subway construction safety management.

**[Key words]** Security technology management; Standardization construction; Risk prevention and control

### 1 研究背景

截至2024年底,我国内地已有58个城市开通城市轨道交通,运营里程超1.2万公里,在建线路规模达0.58万公里。地铁工程多位于城市核心区域,施工过程中面临软土、岩溶、富水地层等复杂地质条件,同时需穿越既有建筑、地下管线、桥梁等敏感构筑物,施工安全事故易造成重大人员伤亡与经济损失。近年来,多地发生地铁施工坍塌、涌水涌砂、管线破坏等安全事故,暴露出安全技术管理不规范、标准化建设滞后等问题,凸显了加强地铁施工安全技术管理与标准化建设的紧迫性。

#### 1.1 研究意义

1.1.1 理论意义: 完善地铁施工安全管理的理论体系,明确技术管理与标准化建设的内在逻辑,为相关研究提供新的视角。

1.1.2 实践意义: 指导地铁施工企业规范安全技术管理流程,构建科学的标准化体系,降低安全风险,保障施工安全与周边环境稳定,推动地铁建设行业高质量发展。

#### 1.2 研究现状综述

国内外学者围绕地铁施工安全管理开展了大量研究。国外学者注重风险评估模型的构建与智能化技术的应用,如采用BIM技术进行施工过程可视化管理;国内研究多集中于风险识别、应急预案制定等方面,但在技术管理与标准化建设的协同融合、动态优化等方面仍存在不足,尚未形成系统性的实施框架。本文立足国内地铁施工实际,聚焦技术管理与标准化建设的深度结合,弥补现有研究的短板。

## 2 地铁施工安全现状与风险特征

### 2.1 安全管理现状

2.1.1 风险意识薄弱: 部分施工企业重进度、轻安全, 对安全技术管理的重视程度不足, 风险预判能力欠缺。

2.1.2 技术管理不规范: 专项施工方案编制流于形式, 技术交底不彻底, 施工过程中技术执行不到位。

2.1.3 标准化程度偏低: 缺乏统一的安全技术标准、作业流程标准与现场管理标准, 各项目管理水平参差不齐。

2.1.4 应急保障能力不足: 应急预案针对性不强, 应急演练流于形式, 应急物资与技术储备不足。

### 2.2 风险特征分析

地铁施工风险具有复杂性、突发性、强危害性、连锁传导性, 受多重因素交叉影响, 核心风险如下:

2.2.1 地质风险: 软土地层易引发不均匀沉降、地表塌陷; 岩溶地层存在突水突泥、顶板坍塌风险; 富水地层易诱发涌水涌砂, 侵蚀结构; 复合地质(如软土+富水)会加剧防控难度。

2.2.2 施工工艺风险: 盾构施工易出现管片破损、盾构机卡壳; 基坑开挖违反“分层开挖支护”原则, 易导致边坡滑坡、支护失稳; 支架搭设参数超标、扣件松动、高支模施工不规范易引发坍塌事故;

2.2.3 周边环境风险: 施工振动与沉降易导致老旧建筑开裂、倾斜; 地下管线受沉降或碰撞影响, 可能引发燃气泄漏、电力中断等次生灾害; 占道施工易引发交通事故, 扬尘噪音影响居民生活。

2.2.4 人为风险: 作业人员无证上岗、违章操作、技术不足; 管理人员监管缺位、技术交底不彻底、重进度轻安全, 均易触发安全事故。

## 3 地铁施工安全技术管理体系构建

### 3.1 风险预控技术管理

3.1.1 地质勘察与风险评估: 采用地质雷达、钻孔取样等技术手段, 全面勘察施工区域地质条件, 建立地质数据库; 运用层次分析法、模糊综合评价法等, 识别重大安全风险, 确定风险等级, 制定风险防控方案。

3.1.2 专项施工方案编制: 针对盾构施工、基坑开挖、支架搭设等关键工序, 编制专项施工方案, 明确技术参数、施工流程与安全保障措施; 方案需经专家论证, 确保科学性与可行性。

3.1.3 技术交底: 采用书面交底、现场演示等方式, 向作业人员全面交底施工技术要求、安全风险点与防控措施; 交底需层层落实, 确保每位作业人员知晓并掌握。

### 3.2 施工过程技术管控

3.2.1 关键工序技术监控: 盾构施工: 实时监测盾构机推进速度、推力、扭矩等参数, 控制出土量与注浆量, 防止地表沉降; 定期检查管片拼装质量, 确保接缝密封良好。

基坑开挖: 遵循“分层开挖、分层支护”原则, 控制开挖速度与坡度; 采用钢板桩、灌注桩等支护结构, 加强支护结构变形监测; 设置降水井, 控制地下水位。

支架搭设: 严格按照方案搭设支架, 确保立杆间距、横杆步距符合要求; 采用盘扣式连接方式, 加强支架稳定性监测。

3.2.2 监测技术应用: 建立“自动化监测+人工巡查”的双重监测体系, 运用GPS、全站仪、测斜仪等设备, 实时监测地表沉降、基坑变形、周边建筑位移、地下管线沉降等数据; 设置预警值与极限值, 数据超预警时及时发出预警信号, 采取应急处置措施<sup>[1]</sup>。

3.2.3 设备技术管理: 定期对盾构机、起重机、电焊机等施工设备进行维护保养与检测, 确保设备技术性能良好; 严禁使用不合格设备与淘汰设备, 规范设备操作流程。

### 3.3 应急保障技术管理

3.3.1 应急预案制定: 针对坍塌、涌水涌砂、管线破坏等突发事件, 制定专项应急预案, 明确应急组织机构、应急响应流程、应急处置措施与责任分工; 预案需结合项目实际, 具有针对性与可操作性。

3.3.2 应急技术储备: 储备注浆封堵、排水降水、支护加固等应急技术与材料, 如注浆泵、排水泵、沙袋、型钢等; 建立应急技术专家库, 确保突发事件发生时能及时提供技术支持。

3.3.3 应急演练: 定期组织应急演练, 模拟突发事件场景, 检验应急预案的有效性 & 应急队伍的处置能力; 演练后及时总结经验, 优化应急预案与应急处置流程。

## 4 地铁施工安全标准化建设路径

### 4.1 制度标准化

4.1.1 安全管理制度体系: 建立健全安全生产责任制、安全技术管理制度、风险管理制度、监测管理制度、应急管理制度等, 明确各部门、各岗位的安全职责, 确保安全管理工作有章可循<sup>[2]</sup>。

4.1.2 技术标准体系: 依据《城市轨道交通工程施工安全管理规范》(GB50652-2011)、《地铁工程施工安全评价标准》(GB/T50874-2013)等国家规范, 结合企业实际, 制定企业级安全技术标准, 涵盖地质勘察、施工工艺、监测预警、应急处置等各环节。

### 4.2 流程标准化

4.2.1 施工准备阶段流程: 明确地质勘察、风险评估、专项方案编制与论证、技术交底等流程的操作规范与时间节点, 确保施工准备工作有序开展。

4.2.2 施工过程流程: 制定关键工序作业流程标准, 如盾构施工流程、基坑开挖流程、支架搭设流程等, 明确各环节的操作要求、质量标准与安全注意事项; 规范监测数据采集、分析、预警与处置流程, 确保监测工作及时有效。

4.2.3 验收流程: 制定隐蔽工程验收、分部分项工程验收等流程标准, 明确验收内容、验收标准与验收程序, 确保工程质量与安全。

### 4.3 现场标准化

4.3.1 场地布置标准化: 合理划分施工区、办公区、生活区, 设置明显的区域标识; 施工道路硬化处理, 设置排水设施; 材料堆放整齐, 分类标识; 设置安全警示标志、宣传栏等。

4.3.2 设备管理标准化: 施工设备统一编号、挂牌管理, 定期维护保养, 确保设备外观整洁、性能良好; 设备操作人员持证上岗, 严格遵守操作规程。

4.3.3文明施工标准化:控制施工扬尘、噪音与污水排放,符合环保要求;规范施工现场临时用电、消防设施布置,确保消防安全;妥善处理施工废弃物,保持施工现场整洁。

#### 4.4人员标准化

4.4.1培训标准化:制定全员安全培训计划,明确培训内容、培训时长与考核标准;培训内容涵盖安全法律法规、安全技术知识、应急处置技能等;采用线上培训与线下培训相结合、理论培训与实操培训相结合的方式,确保培训效果。

4.4.2持证上岗标准化:特种作业人员必须取得相应的特种作业操作资格证书,方可上岗作业;定期对作业人员的证书进行复核,确保证书有效。

4.4.3考核标准化:建立安全绩效考核体系,将安全技术执行情况、标准化作业情况纳入考核指标;考核结果与薪酬、评优等挂钩,激励作业人员与管理人员重视安全管理工作。

### 5 案例分析——以某地铁3号线一期工程为例

#### 5.1项目概况

某地铁3号线一期工程全长28.5公里,共设22座车站,其中15座为地下站,7座为高架站。地下站施工穿越软土、富水地层,周边分布大量居民楼、商业建筑与地下管线,施工安全风险较高。

#### 5.2安全技术管理与标准化建设实施措施

5.2.1风险预控技术管理:采用地质雷达与钻孔取样相结合的方式,完成施工区域地质勘察,建立地质数据库;运用模糊综合评价法识别出基坑坍塌、涌水涌砂、管线破损等5类重大风险,制定专项防控方案;针对地下站基坑开挖、盾构推进等关键工序,编制专项施工方案并经专家论证,严格执行技术交底制度。

5.2.2施工过程技术管控:建立自动化监测系统,实时监测地表沉降、基坑变形等数据,设置预警值,数据超预警时及时采取注浆加固、放缓开挖速度等措施;定期对盾构机、起重机等设备进行维护保养与检测,确保设备正常运行。

5.2.3标准化建设:制定项目安全管理制度与技术标准体系,明确各岗位安全职责;规范施工准备、施工过程与验收流程,编制关键工序作业指导书;按照标准化要求布置施工现场,设置安全警示标志与宣传栏;开展全员安全培训,特种作业人员100%持证上岗,建立安全绩效考核体系。

5.2.4应急保障:制定坍塌、涌水涌砂等突发事件应急预案,储备注浆泵、排水泵等应急设备与材料;每季度组织一次应急演练,提升应急处置能力。

#### 5.3实施效果

该项目通过实施上述安全技术管理与标准化建设措施,施工过程中未发生重大安全事故,地表沉降控制在允许范围内,周边建筑与地下管线未出现损坏情况;项目工期提前3个月完成,工程造价节约8%,取得了良好的安全效益、经济效益与社会效益。

### 6 地铁施工安全技术管理与标准化建设优化策略

#### 6.1加强智能化技术应用

6.1.1推广BIM技术:将BIM技术应用于地质风险模拟、施工方案优化、施工过程可视化管理等方面,实现各专业协同工作,提升施工精准度与安全性。

6.1.2运用物联网技术:通过在施工设备、支护结构、周边建筑等部位安装传感器,实时采集设备运行数据、结构变形数据等,实现安全风险的实时监测与预警。

6.1.3引入人工智能技术:利用人工智能算法对监测数据进行分析,预测安全风险发展趋势,为风险防控提供科学依据;开发智能巡检机器人,替代人工进行高危区域巡检,提高巡检效率与安全性。

#### 6.2完善标准化体系动态更新机制

建立标准化体系动态更新机制,结合行业新技术、新规范与项目施工实际,定期对安全管理制度、技术标准、作业流程等进行修订与完善;加强对标准化体系执行情况的监督检查,及时发现并解决执行过程中存在的问题,确保标准化体系的有效性与适用性<sup>[3]</sup>。

#### 6.3强化产学研协同创新

加强施工企业、科研院校与行业协会的合作,联合开展地铁施工安全技术与标准化建设研究,推广应用先进的安全技术与管理经验;建立产学研合作平台,培养专业的安全技术管理人才,为地铁施工安全管理提供技术支持与人才保障。

#### 6.4加大监管力度

政府监管部门应加大对地铁施工安全的监管力度,完善监管机制,采用“双随机、一公开”的方式开展安全检查;加大对违法违规行为的处罚力度,督促施工企业落实安全主体责任;建立健全信用评价体系,将安全技术管理与标准化建设实施情况纳入企业信用评价,激励企业重视安全管理工作。

### 7 结论

地铁施工安全技术管理与标准化建设是保障地铁施工安全的核心手段。本文通过分析地铁施工安全现状与风险特征,构建了“风险预控-过程管控-应急保障”的安全技术管理体系,提出了制度、流程、现场、人员四位一体的标准化建设路径,并通过案例验证了其有效性。研究表明,科学的安全技术管理与完善的标准化建设能够有效降低地铁施工安全风险,保障施工安全与周边环境稳定。

#### [参考文献]

[1]王梦恕.中国地铁施工技术发展与创新[J].隧道建设.2020,40(S1):1-8.

[2]李术才,张庆松,李利平.地铁施工突水突泥灾害致灾机理与防控技术[J].岩石力学与工程学报.2019,38(10):2001-2018.

[3]张顶立,王梦恕,张成平,等.地铁施工安全风险评估与控制[J].中国工程科学.2017,19(4):10-16.

#### 作者简介:

甘棠(1991—),男,汉族,湖北荆州人,工程师,本科,从事安全管理工作。