

城市轨道交通土建施工全过程安全管理研究

牛步清

北京赛瑞斯国际工程咨询有限公司 北京 100070

【摘要】：研究旨在探讨城市轨道交通土建施工的全过程安全管理，综合已有文献研究成果，基于轨道交通土建施工实践分析可知，全过程安全管理强调安全管理工作应以动态连续的闭环形式完成，以全方位控制各类安全风险的实际影响。研究从勘察、准备和作业等不同环节出发，探讨全过程安全管理最终将如何落地。研究得出结论如下，土建施工是城市轨道交通建设的关键环节，事关后续施工作业的安全性与稳定性，应以全过程管理为抓手提升安全管理质效。

【关键词】：轨道交通；土建施工；安全管理；全过程管理

DOI:10.12417/2811-0528.26.19.012

引言

随着国内城市交通压力增大，城市轨道交通已成为各地的关注焦点，推动城轨建设进入规模扩大，速度加快的崭新周期。而城市轨道交通大多途径城市核心区域，土建施工需要深入地下作业，面临着复杂多变的地质环境条件，更易遭遇多方面的施工安全风险。同时，土建施工需要多专业协同参与，漫长的施工周期内难免出现疏漏，使安全风险威胁施工有序推进。传统安全管理模式大多局限于各环节内部，应引入全过程管理增强管理力度，预防土建施工安全风险。

1 城市轨道交通土建施工勘察环节的安全管理

为高效应对我国轨道交通工程建设规模持续扩大、安全生产形势日益严峻复杂的状况，全过程安全管理必不可少，可有效确保土建施工的安全生产^[1]。勘察环节安全管理是城轨土建施工全过程安全管理得以实现的根基，主要量化评估地下环境中的安全风险因素，以提供后续设计施工所需依据。城市地下空间不仅可能存在多种不良地质体，同时还管线密布。勘察环节一是应全方位收集相关资料，诸如地质资料及地下管线档案，经物探确认后在安全位置钻孔勘察。二是应从严依照规程操作设备钻探，增强孔口防护与泥浆管理。三是应确保勘察所得风险评估结论顺利交底，确保设计、施工等主体完整获得不良地质及周边风险点，从源头出发，为土建施工全过程安全管理夯实基础。

2 城市轨道交通土建施工准备环节的安全管理

全过程安全管理在勘察环节主要定位风险，在准备环节则应关注应对风险的方式。该环节安全管理尤为关键，在全过程安全管理中发挥着承上启下的作用，应聚焦管理方案策划、施工场地布置、施工人员培训及安全制度建设等多个方面。

2.1 管理方案策划

在城轨土建施工准备环节，策划管理方案至关重要，事关

勘察环节风险识别成果可否转化为具体的安全管理方案。土建施工面临着多种地质风险，诸如深基坑坍塌、隧道涌水涌沙等，同时可能出现管线破坏、建筑物沉降等环境风险。实际策划安全管理方案时，应重视勘察成果和设计要求，由此制定施工组织设计与安全方案，针对高风险工程开展专项论证，如深基坑开挖、盾构始发接收、联络通道施工等工程。同时应在方案内嵌入安全风险分级管控，以确保成效。

2.2 施工场地布置

施工场地布置也是准备环节的重要安全管理实践，通过针对城轨土建施工实施全过程安全管理，能够为轨道交通工程的顺利进行提供坚实的保障，促进城市交通的可持续发展^[2]。由于城轨土建施工场地处在已建成城区，场地狭小，敏感建（构）筑物偏多，应通过施工场地布置调优实现安全管理。一是应明确功能分区，预防人员机械混行带来的安全风险。二是对接外部城市道路交通，通过合理规划确保出入口位置及场内运输路线的合理性。三是应将勘察风险识别结论纳入考量，指导后续作业环节的安全管理落地。

2.3 施工人员培训

城轨土建施工最终需要由施工人员负责落实，准备环节还应围绕安全管理增强人员培训，以确保全过程安全管理可以由理论方案转化为实际行动。首先应全面推进安全意识教育，覆盖开挖工、支护工、钢筋工、混凝土工、盾构司机、测量员、安全员等工种人员，基于不同工种对应的典型安全事故开展分析教育，筑牢安全防线。其次应增强岗位安全要点专项培训，如深基坑作业的边坡稳定判断，如盾构掘进的参数控制，再如高处作业的安全带使用等。最后应不仅局限于准备环节，根据土建施工全过程动态调整，持续开展，以适应全过程安全管理需求。

2.4 安全制度建设

土建施工全过程安全管理有利于提高城市轨道交通安全管理整体效率,提升安全管理水平,实现管控的科学决策、精准施策^[3]。准备环节还应同步建设制度,以提供全过程安全管理所需的制度组织保障。一方面应建设落实安全生产责任制,明确各参建主体的安全责任范围,通过逐级分解安全责任确保落实。另一方面还应将管理方案中的安全风险分级管控措施固化为制度,从城轨土建施工中的深基坑坍塌、盾构掘进面失稳、涌水涌沙、地表沉降超限等典型风险出发,分别设置更为适配的排查频次、整改时限和验收标准,为动态闭环管理夯实制度基础。

3 城市轨道交通土建施工作业环节的安全管理

经勘察环节安全管理定位风险,准备环节重点解决风险应对方案,而作业环节则需在复杂环境下落实方案,从而实现城轨土建施工的全过程安全管理。现选取城轨土建施工关键工序,即明挖车站施工的地下连续墙施工,以及区间隧道施工的盾构施工,深入探讨精细化安全管理的具体细节。

3.1 地下连续墙施工

明挖城轨车站围护结构的主要形式是地下连续墙,施工作业中主要包含三种关键工艺,均应纳入安全管理考量。成槽工艺是首道工序,安全管理应从严控制泥浆的性能指标,参考勘察所得地层信息,配置比重合适的护壁泥浆。同时应合理把控成槽速度及槽段长度,预防槽壁临空面过大增加坍塌风险。钢筋笼制作吊装工艺属于中间环节,安全管理应依照设计从严把控焊接及桁架筋布置,通过确保钢筋笼整体刚度与起吊强度消

除变形风险。混凝土灌注工艺则是收尾工序,安全管理应重点预防质量缺陷,诸如断桩、夹泥、墙体不密实等,以防基坑开挖后诱发安全风险。

3.2 盾构施工

由于城市轨道交通建设工程项目的隐蔽性、复杂性和较难预测等特点,工程往往面临巨大的土建施工风险^[4]。在区间隧道盾构施工中也是如此,应从下述三方面出发,分析全过程安全管理要点。一是设备运维。盾构机属于大型综合设备,集掘进、支护、出渣、管片拼装于一体,全过程安全管理要求始发前全面检修调试,从刀盘磨损情况、主轴承密封性能、推进油缸工作状态、螺旋输送机运转情况等方面出发确认其状态。二是事前准备。全过程安全管理应验收端头的加固质量,确保端头加固体可在强度与止水效果两方面达标。三是过程监控。全过程安全管理应实时监控掘进参数,密切关注关键参数的变化趋势,诸如土仓压力、推进速度、刀盘扭矩、出土量等,发现参数异常立即调整,防止因超挖或欠挖引发地表沉降超限。

4 结语

综上所述,土建施工是城市轨道交通建设的基础性环节,需要得到更为坚实的安全管理保障。全过程安全管理可全面控制土建施工从勘察到准备再到作业的全过程中的各类潜在风险,推动安全管理转向闭环管理。全过程安全管理在不同环节的侧重点不同,勘察环节主要关注风险量化识别,准备环节则更多地将识别成果转化为适配城轨土建施工条件的安全管理方案,而作业环节更多地借由方案实现精细化安全管理,同时通过串联衔接三环节增强管理质效。

参考文献:

- [1] 王永军,种记鑫,王建涛,等.轨道交通建设安全管理实践研究——基于济南轨道交通集团案例分析[J].中国安全生产科学技术,2025,21(S2):255-263.
- [2] 王东杰.轨道交通土建施工安全风险应用研究——以苏州轨道6号线项目为例[J].居业,2024,(1):143-145.
- [3] 米保伟,王术明,张强.城市轨道交通工程安全监控平台建设及应用[J].都市快轨交通,2023,36(3):10-15.
- [4] 蒙国往,黄劲松,吴波,等.城市轨道交通建设工程施工安全风险信息化系统研究[J].城市轨道交通研究,2022,25(9):90-95.