

Discussion on Safety Management of Subway Construction in Urban Rail Transit

Ling Qin

Sinohydro Bureau 7 Co., Ltd., Chengdu, Sichuan, 611130, China

Abstract

As a major urban infrastructure project, subway construction involves complex techniques and is predominantly buried deep underground, inherently introducing uncertainties that may lead to severe consequences if faults occur. This study systematically analyzes construction risks across three critical dimensions: risk prevention and control, construction of protective and main structures, and groundwater and stratum disturbance. Practical technical solutions and key control measures are proposed to enhance safety management at construction sites.

Keywords

construction safety; risk source pre-positioning; stability management; safety coordination

城市轨道交通地铁施工安全管理探讨

秦岭

中国水利水电第七工程局有限公司，中国·四川成都 610213

摘要

地铁工程属于大型的城市基础设施建设项目，由于施工工艺复杂，且大部分处于深度掩埋状态，这就导致了施工过程本身就存在不确定因素，一旦出现故障问题容易造成严重损失。为此，我们从风险防控、围护结构与主体结构施工、地下水与地层扰动施工等层面梳理施工风险问题，并提出可落实的技术方案与控制要点，旨在提升施工现场的安全管理水平。

关键词

施工安全；风险源前置；稳定性管理；安全协调

1 引言

在中国城市化建设深化推进的背景下，社会大众对于交通出行工具的需求量不断上涨，地铁作为城市轨道交通枢纽的核心要素，承载着十分重要的运输任务，由于地铁的施工建设周期长、需在地下运用复杂多样的施工技术，使得地铁施工建设过程中容易出现一些安全问题，造成十分严重的后果，为了能够最大程度上规避安全问题的发生，应采取切实可行的施工安全管理措施。

2 城市轨道交通地铁施工安全的概念

城市轨道交通地铁施工安全管理是指在车站、区间隧道、车辆段等新建、扩建、改建过程中，对车站主体结构、区间隧道主体结构、附属设施和车辆段土建结构，开展建设周期内安全管理活动，旨在保证工程建设期间人员、设备、环境和工程本体安全。不同于以往仅仅是以“不出事故”为

目的地被动式管理，而是将传统的工程技术学、管理科学和行为科学有机融合形成一种前瞻性、动态化的管理模式。从实质来看，就是根据具体的工程特点以施工组织设计、专项施工方案为基础，将风险评价结果转化成现场可操作的控制措施，并通过分级负责，将各项措施落实到各个岗位、每道工序的过程。相较于一般市政工程，城市轨道交通地铁施工除了针对场地、地质的变化控制外，还需要重点关注围护结构变形、地下水扰动、有限空间作业条件等方面，形成事前预测、事中控制、事后总结的管理模式，将风险完全控制在施工阶段。

3 城市轨道交通地铁施工安全管理必要性

构建和加强城市轨道交通地铁施工安全管理体系是出于内部高风险、外力严苛和后果惨重三方面的考虑。首先，基于项目本身的性质而言，地铁是大型的地下工程，既受到地质水文（软土、砂层、承压水、断裂带）的影响，还要面对周围构筑物和地下管线复杂的相互关系，在技术风险和作业风险交织重叠的背景下，容易造成坍塌、涌水涌砂、机械伤害等不可控式连锁灾害，因此需要前置化、过程化管理手

【作者简介】秦岭（1989—），男，中国四川成都人，本科，工程师，从事城市轨道交通施工及管理研究。

段驱动“事后治理”向“事前预防”转变^[1]。其次，从法律和社会责任视角出发，随着建设方、施工方承担的责任界定日趋清晰，不管是安全生产责任制落实不到位还是安全生产监管不到位，一旦出现问题都免不了行政处罚、经济赔偿和刑事责任，可见实施安全管理的必要性。再者，此类项目大部分地处城市中心区域，由于开挖所产生的扰动会对城市生命线、文物古迹等造成破坏，同时也给市民生活、生产秩序带来一定危害，如果出现重大安全事故，不仅会破坏城市整体运作功能，导致交通停滞、交通瘫痪以及公用事业瘫痪，还会引发社会公共危机，动摇民众对安全保障的公信力。因此，安全管理工作不再是一项单纯意义上的成本项，更是确保国家重大战略项目开展，保证城市安全有序运行以及承担起企业作为社会公民责任的重要抓手。

4 城市轨道交通地铁施工安全管理要点探讨

4.1 基于施工阶段划分的风险源前置识别与控制

对于城市轨道交通地铁施工现场管理而言，在施工阶段对风险源开展前置识别、控制更契合一线施工组织与管理的实践需求。一是将施工阶段作为风险排查的基本单元，遵循一种施工方法抓牢一条线原则，弱化主要矛盾：在明挖阶段重点关注基坑开挖顺序、支撑安装的及时性和地下水控制情况；在暗挖阶段重点关注掌子面稳定、初支封闭质量和超前支护落实情况；在盾构阶段重点关注始发接收条件、土压控制及同步注浆效果。分阶段管理更容易聚焦关键风险，规避形式上的风险识别，直接作用于现场施工^[2]。二是把风险源识别前置到施工准备和工序交接之前，在施工方案交底或班前教育期间，告知班组长本阶段需要关注的风险点和应该采取的风险控制措施，使现场作业人员在进场前就了解到哪些施工节点是不能违规、不能偷懒的，现场管理人员也可以根据计划有针对性地核查作业条件，由被动发现问题向主动识别转型。三是按风险等级实施分级管控，重点把控高风险工序（例如深基坑开挖、暗挖的关键步序、盾构的始发和接收），设置专人旁站并严格履行工序审批手续。例如，一般风险工序通过检查作业条件及巡场监控措施实施管控，确保有限的管理资源集中在危险性大的环节。除此之外，还要将风险控制要求融入到施工流程当中，避免出现工序转换的管理真空时段，只有在每个阶段转换之前对风险清单进行确认，满足支护到位、监测到位、防护到位方可进入下一道工序，实现安全管理、施工进度双同步，这样更符合城市轨道交通地铁工程连续作业、工序串联的特点。

4.2 围护结构与主体结构施工过程的稳定性管理

围护结构及主体结构施工过程的稳定性构建，在于将安全要求落实到具体的施工操作上，而不是仅停留在管理制度中。首先，在围护结构成槽施工方面，需要突出工序控制的稳定效果，严格遵守设计所规定的深度、宽度以及垂直度，施工过程中可利用测量复核和工班自检来控制槽壁质量，防

止槽段发生偏斜或塌槽的情况，进而让整体受力不受影响。值得注意的是，在整个施工过程中，应当保持钢筋笼下放和混凝土灌注的连续性，以防出现冷缝和夹泥情况，为基坑开挖提供良好的边界条件。其次，要将支撑体系当作稳定管理的重点，现场需要按照“分层开挖、及时支撑”的施工组织方式，在支撑安装时着重检查各节点焊缝是否完好、螺栓是否紧固以及轴线是否偏离等，同时结合轴力监测调整开挖节奏；支撑拆除则严格遵守自下而上、先下后上的顺序进行，避免因卸载速度过快或不对称造成局部的大面积位移。最后，加强主体结构的稳定性管理，紧抓模板支模、脚手架架设等施工工序的质量，通过控制模板支模间的距离、立杆基础平整度，以及先浇筑边侧竖向结构——再浇筑中间结构的方法来提升主体结构可靠性，当浇筑高度和速度到达一定程度后，现场管理人员还要按需调整工期和浇筑任务，避免支护受力不均^[3]。

4.3 地下水与地层扰动条件下的施工行为约束

地下水位高、地层复杂是地铁车站施工普遍面临问题，现场管理人员应当根据实际情况制定合理的施工行为约束，以保障现场施工符合地质条件需求。第一，地下水控制。在具体作业过程中，要落实好降排水和止水措施，明确降排井点数量、开挖井点时间以及需要持续运转的要求，在整个现场作业不能随意停止降排工作或减少降排力度。其次施工管理人员要密切关注现场降排水情况、基坑是否存在漏水等问题，确保基坑内外水位差趋于稳定后，才能进行后续施工，防止降排水强度不足导致基坑内部水位迅速上升带来的土壤塌陷、涌砂风险。第二，地层扰动控制。在施工过程中，要根据技术规范和图纸文件要求执行分层、分段开挖，明确每次开挖的深度及距离，不允许一次性过度开挖，严格依据实际监测结果及土体情况不断调整开挖速度，当发现围护结构出现较大变形或地面出现较大沉降时，应放缓进度或实施弥合措施后再推进施工。第三，要以行为约束保证支护、加固工序有效衔接，明确每次开挖后相应支护施工需及时完成，并严禁长时间存在裸露土体情况。注浆、支撑施工要严格按照设计参数进行，不得简化流程，以防受地下水和地层条件变化影响而出现施工安全事故。

4.4 人员作业组织与交叉施工条件下的安全协调

从地铁施工人员作业组织及交叉施工条件下的安全协调入手，根据一线施工实践，从以下几个方面展开论述：第一，基于现场施工环境合理组织人员作业，即：结合现场具体条件，针对某一时段内或某一小组开展具体工作，合理安排人员，考虑到地铁施工是在地下或者密闭性较强的场所展开，具有活动范围受限与多工种交叉施工特点。所以在施工时需要按照基坑、区间阶段划分不同的区块，并以区块为单元进行人员分配，确保每个小组拥有各自固定的作业场地和范围，避免人员随意流动造成施工混乱。此外，基于工期、人员安全等考量，建议将可能存在危险的流程做到错峰作

业，同时规避高风险工点在同一作业面上同时展开，避免人员拥挤造成的安全隐患^[4]。第二，通过施工交底及现场沟通明确作业重点和配合关系。交底包括施工前的技术交底及现场的安全交底：组织相关技术人员到现场交底，依据当天作业的具体要求告知各班人员作业顺序、需注意的事项，以及相互间需要避让及配合的细节，让作业人员清楚哪些区域可以进入、哪些操作需要提前沟通，在交叉作业期间由现场安全员进行监督。同时在施工期间利用班前会、现场喊话、重点位置设置明显标示牌等方式，做好各工种规定的提醒工作，使应急反应在潜移默化中成为日常的工作习惯，避免因疏忽、沟通不到位或未严格遵照方案执行，引起工人自行违章。第三，根据现场变化及时调整作业组织方式。众所周知，地铁施工受地下水、地层条件及工序进度等因素影响，使原先安排的作业有可能与现场实际情况不匹配。在此背景下，现场管理人员要加强巡查，在充分了解作业面进展、人员密集情况下，依据现场的施工风险判断是否需要调整人数或作业顺序，如暂停局部作业、分段施工或者错峰作业等，防止人员长时间聚集于高风险区。这种根据实际变化调整作业秩序的协调方式，不仅实现了不同工种在小范围内有机协作，还确保施工过程整体的安全可控。

4.5 施工现场应急处置条件的实化与演练

在地铁施工现场，应急处置条件要以“现场能不能用、工人会不会做”去实化、去演练。以下对具体操作步骤进行详细说明：一是将应急处置条件落实到施工工序，分清不同的施工工序所需要的应急处置条件；二是将不同的施工工序结合现场常见风险，使应急预案中晦涩难懂的原则性规定转为可直接使用的操作指引，也就是在现场出现渗水、围护变形、支撑异位、机械伤人等情况时，现场的第一发现者要“怎么做、上报哪里、要怎么拉警戒和处置等”。只有演化应急预案，现场人员才能正确判断“这个条件下应该先干什么，再干什么，由谁来干”；三是在日常施工过程中将相关的应

急演练和工程同步进行，根据正在施工的工序开展针对性演练，并非按照老一套的综合性演练模式，而是要按照具体的施工工艺流程来进行真实的应急情况处置演练，让参加演练的人员掌握如何迅速组织参建人员在真实的应急事件中安全有效地规避伤害，并及时展开处置，使现场集合路线、设备的停止方法、人员的撤离方法一目了然。此外实操演练还包括如何相互配合实施简单的急救和互救等技能。最后，将演练中存在的问题及时运用到施工管理，这样一来，当日施工任务与演练内容相互响应，就拿通讯不畅、工人缺位或者物料归位不正确等问题为例，通过导师制度，可组织人员对现场的布置、各岗位的职责和交接制度等进行调整，这并不仅是一次书面记录，而是通过连贯演练构建完整的处置流程，对提升施工人员的安全管理意识产生积极作用。

5 结语

总而言之，城市轨道交通地铁施工安全管理是一个环环相扣、结合实地情况的系统性管理体系。只有扎根施工一线，从施工阶段的划分、结构稳定性控制、地下水及地层扰动控制、人员组织协调、应急处置措施等方面入手，才能把安全管理要求落到每一道工序、每一个作业环节。实践证明，做好安全管理不是依赖制度来堆砌，而是依靠动态调整、不断核查和加强规范性操作实现。

参考文献

- [1] 王庆伟.城市轨道交通地铁施工安全管理分析[C]//新质生产力驱动第二产业发展与招标采购创新论坛论文集（一）.2025.
- [2] 张龙斌.城市轨道交通工程施工组织管理研究[C]//中国电力企业管理创新实践（2022年）.2024.
- [3] 郭鹿鸣.城市轨道交通地铁施工安全管理探究[J].科海故事博览,2025(3).
- [4] 许立杨.智慧工地系统在地铁施工现场安全管理中的应用研究[J].现代城市轨道交通,2024(6).