

# 地铁隧道盾构施工安全风险因素及控制措施

刘家驿

中国水利水电第十一工程局有限公司 河南 郑州 450001

**摘要:** 地铁隧道盾构施工作为一种重大的建设工程,具有复杂的施工环境和高风险的特点。在隧道盾构施工过程中,存在着多种安全风险,直接关系到工人的生命安全和工程的顺利进行。本文以地铁隧道盾构施工安全风险的特点为出发点,分析地铁隧道盾构施工安全风险因素及相应的控制措施,以供参考。

**关键词:** 地铁;隧道;盾构;施工;安全;风险

**前言:** 地铁隧道盾构施工的安全风险具有地质、水域、环境和人员安全四个主要特点。为降低这些风险,需要综合考虑地质特征、环境条件和工人安全等因素,制定科学的施工方案和安全措施。从地质勘察到人员培训,从现场监测到个人防护,都需要密切关注施工安全,确保地铁隧道盾构施工的安全和顺利进行。同时,质量监管和定期检查也是关键,以确保施工符合标准和规范,降低潜在的安全隐患发生的可能性。

## 1 地铁隧道盾构施工安全风险的特点

### 1.1 地质风险

地质条件是地铁隧道盾构施工中的重要因素,也是安全风险的主要来源之一。地铁隧道经常穿越不同地质层,如岩石、土壤、软土等。这些地质层的稳定性和强度都对盾构施工的安全性有重要影响。例如,当地层中存在断层、脆性岩体、水质等问题时,可能会导致塌陷、滑坡和气体积聚等地质风险,对施工人员和盾构机造成威胁。因此,在施工前需要进行充分的地质勘察和分析,并采取相应的措施来应对不同地质条件下可能出现的风险。

### 1.2 水域风险

地铁隧道盾构施工中经常需要穿越水域,如河流、湖泊和地下水域等。水域环境的复杂性和变化性给施工带来很大的风险。施工中可能面临水域水流的冲击、水位变动、泥石流等问题,可能导致隧道和盾构机的不稳定以及意外事故的发生。因此,在水域施工中需要进行适当的水文观测和监测,并采取相应的防护措施,如加

固隧道壁、采用水封技术等,以保证施工的安全性和稳定性。

### 1.3 环境风险

地铁隧道盾构施工通常在城市的复杂环境中进行,面临环境风险的挑战。例如,施工过程中可能受到周围建筑物的影响,如地面沉降、结构损坏等。此外,盾构机的振动、噪音和粉尘等也可能对周围环境和人员健康造成影响。因此,需要在施工前制定环境保护计划,采取相应的环境保护措施,减少对周围环境的不良影响<sup>[1]</sup>。

### 1.4 人员安全风险

盾构施工中,人员安全是最为重要的风险,涉及工人的生命安全和工作条件的保障。施工现场存在各种潜在的危险,如高处坠落、机械伤害、电气事故等。此外,盾构机的操作和维护也存在潜在的风险,因为操作人员必须在狭小的空间内进行操作,还需要处理复杂的机械和设备。因此,必须严格遵守安全规范和操作程序,提供足够的培训和防护设备,确保施工人员的安全。

## 2 地铁盾构法施工中常见的安全风险分析

### 2.1 盾构进出洞风险

盾构机在开始施工前需要进入隧道或洞口,以及在施工完成后需要从隧道或洞口中取出。这个过程中存在着诸多潜在的风险。盾构机的体积庞大,容易与洞口、隧道结构以及其他设备和材料发生碰撞,造成机械损坏或结构破坏。此外,由于空间狭小,机械部件可能会被夹住或压伤工人。盾构机的进入和离开需要使用起重设备和运输工具,可能存在飞块、坠落物、滑动等风险,对施工人员和环境造成伤害。进出洞过程中,地下环境和气候条件可能会发生变化,如高温、低温、多风或多雨等,可能增加机械故障的风险,对工作人员的健康和安全构成威胁。为降低这些风险,应制定详细的进出洞计划和操作程序,确保设备和工人的安全。同时,需要进行充分的人员培训,提高工人的安全意识和技能<sup>[2]</sup>。

**通讯作者:** 刘家驿,出生年月:1990.02.14,民族:汉,性别:男,籍贯:吉林省吉林市,单位:中国水利水电第十一工程局有限公司,职位:项目总工,职称:中级,学历:本科,邮编:450001,研究方向:抽水蓄能和水利水电工程,TBM施工技术市政工程,地铁盾构施工技术。

## 2.2 开挖面失稳风险

盾构施工过程中,地下开挖面的稳定性是一个重要的安全风险。开挖面失稳可能导致塌陷、坍塌,甚至引发地面沉降。不同的地质条件会对开挖面失稳产生不同的影响。例如,软土地质容易发生塌陷,岩石地质可能出现掏空和冲击风险。地下水位的存在和变化可能增加开挖面失稳的风险。水位过高可能导致土层松动和液化现象。有数据表明,盾构振动和震动可能对周围的地质环境产生影响,使地下结构和建筑物受到损害,增加开挖面失稳的风险。为降低开挖面失稳的风险,需要进行详细的地质勘察和分析,在设计和施工过程中采取恰当的方法和措施。例如,通过加固和支护措施,确保开挖面的稳定性<sup>[3]</sup>。

## 2.3 盾构机穿越密集建筑群沉降风险

在地铁盾构施工过程中,盾构机需要穿越密集的建筑群,这可能引发沉降风险。这是因为施工挖掘所需的工作面和盾构机本身会对地下土质施加力量,可能导致建筑物周围的地基沉降。如果盾构机施工时对地基产生过大的压力,可能导致周围建筑物的结构破坏,如裂缝、沉降等。地铁盾构施工过程中需要穿越各种地下管线和设备,如自来水管、天然气管道、电缆等。施工过程中可能会对这些管线和设备产生损害,导致事故和安全隐患。在施工过程中,可能因为盾构施工所需的工作面影响交通和其他城市基础设施的使用,造成运输困难和对周边商业活动的影响。为降低盾构穿越建筑群沉降风险,应进行充分的地质勘察和施工前地下管线的调查,利用监测系统实时监测,及早发现地下结构和建筑物的沉降情况。合理选择盾构施工的时间和施工参数,采取合适的加固和支护措施,减少对周边建筑物和地下管线的影响<sup>[4]</sup>。

## 3 地铁区间隧道施工风险管理措施

### 3.1 采取合理排堵结合方式做好盾构进出洞风险治理

盾构机在进出洞口时存在一定的安全风险,需要采取合理的排堵结合方式来治理和控制这些风险。在盾构机进洞时,应进行地下空间的充分勘察和规划,确保洞口的安全和稳定。在洞口附近进行地质勘测,了解地质条件和地下水位,以便制定相应的安全措施。对洞口的稳定性进行评估,以确保盾构机进入洞口时不会发生塌方或地质灾害。制定详细的进洞工艺和操作规程,确保盾构机与洞口之间的适配和不发生碰撞。在进洞前,要对盾构机进行全面检查和维护,确保设备的正常运行。在进洞过程中,要严格按照规程操作,注意洞口的大小和形状变化,及时调整盾构机的速度和姿态,以确保安

全进洞。在盾构机出洞时,需要注意与地下隧道结构的适配和保护,避免机械损坏。在出洞前,要对盾构机进行全面检查和维护,确保设备的正常运行。在出洞过程中,要注意隧道结构的变化,及时调整盾构机的速度和姿态,避免与隧道结构发生碰撞或损坏。还需要采取相应的环境保护措施,防止盾构机运输过程中产生的飞块和坠落物对周围环境和人员造成伤害。在运输过程中,要做好块石的固定和防护工作,防止其脱落或飞出,造成意外<sup>[5]</sup>。对于可能存在的噪音和震动污染,也要采取相应的措施进行控制和降低。通过合理的排堵结合方式,可以最大限度地降低盾构进出洞口的风险,保障工人和机械设备的安全。同时,也能够减少对环境的影响,确保工程的顺利进行。

### 3.2 根据风险评价的指标,选择适宜的治理措施

地铁区间隧道施工过程中的风险评价是确保施工安全的重要步骤。不同地质条件下可能存在不同的风险,因此需要选择适宜的治理措施来降低风险水平。在软土地质中,为了保持开挖面的稳定性,可以采取加固和支护措施。例如,可以使用钢筋混凝土喷射桩加固的方法,增加软土的强度和稳定性,从而减少开挖过程中的塌方风险。当地下水位过高的情况下,施工过程中可能面临水质风险。为了降低这种风险,可以采取降低水位和防水措施。例如,可以通过抽水系统降低地下水位,减少施工过程中水与土壤的接触,从而减少泥浆液化和溶解风险。另外,可以在地下结构表面施工防水层,防止水分渗透进入施工区域。在施工过程中,振动和震动对周围环境和建筑物可能产生影响。为了降低这种影响,可以通过调整施工参数和采取减振措施来控制振动和震动的扩散范围。例如,可以合理调整施工机械的运行模式和频率,减少振动对周围建筑物的影响。另外,可以在地铁区间隧道的周围地面上设置减振器,吸收振动能量,减少振动传输的距离和强度。

### 3.3 加强开挖面失稳风险管控

在盾构施工过程中,开挖面失稳是一个非常严重的问题,需要采取有效的风险管控措施来应对。在施工前应进行详尽的地质勘察和分析,了解地下地质条件和岩土特征。通过了解地质情况,可以选择合适的支护和加固措施,以降低开挖面失稳的风险。结合地质条件和盾构机性能,选择合理的开挖工艺和方法,如合适的开挖顺序、支护措施和控制参数,可以有效减少开挖面失稳的风险。为了及时掌握工作面的变化和可能的失稳迹象,可以采用现代监测技术,如应力监测、振动监测和变形监测等。通过这些监测能够及时发现异常情况,及

时采取相应的措施进行控制和修复,避免事故的发生。针对不同的地质条件和开挖面特点,应选择合适的支护和加固措施。例如,可以采用预应力锚杆、喷射混凝土、钢筋网片等措施,在开挖面周围形成稳定的支护结构,减少失稳和塌方的风险。这些措施能够增强开挖面的稳定性,提高施工的安全性和效率。开挖面失稳是盾构施工中一个重要的风险,但通过地质勘察和分析、选择合适的开挖工艺和方法、现代监测技术的应用以及合理的支护和加固措施,可以有效降低开挖面失稳风险,确保施工的安全和顺利进行。同时,我们也应认识到,开挖面失稳问题需要持续关注和改进,以不断提升施工质量和安全水平。

### 3.4 盾构机穿越密集建筑群沉降风险治理

沉降风险是盾构机施工中的重要挑战,特别是在穿越密集建筑群的过程中。为了应对这一挑战,施工前需要进行详细的地质勘察和预测,评估地下土质和地基的稳定性,并了解建筑物的结构和基础情况,以准确预测可能发生的沉降情况。在盾构施工过程中,需要通过不断监测地面沉降和建筑物变形情况,及时发现和处理异常情况。为此,可以建立监测系统和监测方案,实时监测和评估沉降风险,并根据监测结果采取相应的控制措施。例如,对可能受到影响的建筑物进行结构加固措施,如增加支撑、注浆加固和地下连续墙等。同时,与相关部门、业主和居民之间需要进行充分的沟通和协调。及时向他们告知工程进展和风险情况,以确保公众的安全和利益。在施工过程中,可以采取一些措施来减少对周围建筑物和居民的影响。例如,采用先进的隔振措施来降低振动对周围建筑物的传递,以及布置振动传感器用于监测。此外,应建立起监管机制,确保施工过程的规范和质量。对相关的施工人员进行培训和教育,提高他们的安全意识和施工技术水平。加强对施工现场的巡查和监督,及时发现和纠正问题,确保施工质量和安全。

### 3.5 基于预报地质的合理绕避法

地铁区间隧道施工前需要进行充分的地质勘察和预报,以了解地下情况和地质特征。基于预报地质的合理绕避法是降低地质风险的关键措施之一。根据地质勘察和预报结果,确定存在高风险的地质区域,并采取合理

的绕避措施,避免直接施工或选择合适的施工方法。根据地质特征和勘察结果,确定合理的施工路线,避免经过地质条件较差的区域。选择地质条件相对稳定的区域进行开挖,降低施工风险。在施工过程中,对地质条件进行实时监测和预警,及时发现地质变化和可能的风险迹象,采取相应的措施进行调整和处理。通过基于预报地质的合理绕避法,可以最大限度地降低地质风险,确保施工的安全性和稳定性。

### 3.6 控制掘进过程的风险

在地铁区间隧道的施工过程中,掘进过程是一个关键的环节,需要采取措施来控制掘进过程中的风险。根据地质条件和施工环境,选择合适的掘进参数和方法。通过精确的控制掘进工艺,例如合理的刀盘转速、推力和刀具选择,能够减少掘进过程中的风险。建立完善的施工管理制度,制定详细的施工方案和操作规程。加强对施工人员的培训和监督,确保施工过程的规范和安全。定期对盾构机和相关设备进行维护和检查,确保设备的正常运行和安全性。及时发现并排除潜在的故障,避免设备故障引发事故。通过控制掘进过程的风险,能够降低施工过程中的事故风险和意外风险,保障施工的顺利进行。

结语:总之,地铁区间隧道施工的风险管理是确保施工安全和顺利进行的关键。通过基于预报地质的合理绕避法、控制掘进过程的风险以及其他综合的风险管理措施,可以最大程度地降低风险,保障施工的顺利进行,并为乘客和施工人员提供安全的地铁系统。

### 参考文献

- [1]吴建伟.岩溶地区地铁盾构隧道勘测分析及安全风险研究[J].未来城市设计与运营,2023,(05):74-76.
- [2]王秀红.地铁盾构法隧道下穿既有建筑物安全风险评估[J].建筑结构,2023,53(06):156.
- [3]焦国强.地铁隧道盾构下穿既有桥梁安全影响评估[J].江西建材,2022,(11):69-71+74.
- [4]许健雄.地铁区间隧道盾构始发安全风险评估[J].四川建筑,2022,42(03):151-153+157.
- [5]陈仙东.地铁隧道盾构法施工安全风险研究[J].价值工程,2022,41(04):14-16.