

# 地铁施工盾构法的施工技术研讨

王春雨

哈尔滨地铁集团有限公司 黑龙江 哈尔滨 150000

**摘要:** 围绕地铁工程项目实例,探索地铁施工盾构法的施工关键技术。盾构法以其高度的自动化、出色的地质适应性和卓越的施工质量而广受青睐。通过分析盾构法的这些特点,重点探讨地层预注浆加固、污水管托梁保护、洞门加固等预处理技术,以及注浆参数的优化研究。同时,从盾构机的拼装施工、端头降水施工、盾构的掘进施工等多个方面,解析盾构法的核心工艺技术,确保地铁隧道施工的安全、质量,为城市地铁建设提供技术参考。

**关键词:** 地铁施工;盾构法;掘进施工;地质适应性;自动化

## 引言

地铁施工中盾构法应用比较普遍,其施工环境相对封闭,速度快、效率高,满足地铁工程建设需求。地铁施工盾构法应用时通过钢锅进行地面土层支撑,即使发生断裂或者土质强度不合格依然能够满足施工标准。盾构施工方法应用时噪声相对较小,且不会给周边土体产生过大的扰动影响。但是盾构法施工时对技术参数要求较高,需明确施工工艺方案和技术措施,并根据现场情况调整盾构机施工参数以确保地铁施工盾构法应用效果合格。

## 1 盾构法特点

### 1.1 自动化控制

地铁施工盾构法应用时,其核心在于盾构机的运用。盾构机作为核心施工设备,其集中多重功能,包含掘进、支护、出土、导向,从而使隧道掘进作业具备更高的效率以及自动化。盾构机内部集成精度较高的导向系统,提供强大的推进力,即使复杂地质条件依然能够保证掘进作业效果合格,具备较高的稳定性和施工效率。与此同时,盾构机内部设置自动控制系统,施工阶段实时监控技术参数,掌握推力、扭矩、掘进速度等数据,并根据现场情况做出方案调整以提高盾构掘进施工水平。

### 1.2 地质适应性强

地铁隧道盾构法施工阶段适应性强,即使软土、硬岩或复合地层条件也能满足施工需求。而在复杂地质条件施工时,需根据现场地质勘察结果选择合适盾构机类型和掘进参数以应对复杂地质条件的影响。同时,盾构法应用阶段加强环境保护,并且严格控制出土量、注浆

压力等技术参数,降低对周边土体以及环境产生的破坏影响。此外,盾构机施工时噪音、振动污染较低,即使在城市核心地带也能满足施工需求。

### 1.3 施工质量高

地铁施工盾构法应用阶段,采用稳定性较强的支护结构体系完成支护施工,确保盾构法施工阶段具备较高稳定性和安全性。同时,盾构法应用的阶段按照设计方案严格控制隧道结构形式以及尺寸,确保隧道施工强度和稳定性达标。此外,盾构法应用的阶段采取防水、耐久性的设计方案,并且利用注浆加固、防水层铺设等方式提高隧道结构的稳定性,延长地铁工程使用寿命。通过上述措施能够发挥盾构法的优势,即使长期使用依然能够保证其具备较高的稳定性和可靠性。

## 2 地铁施工盾构法的施工技术

### 2.1 盾构加固

始发紧加固的过程中,它主要的目的是增强始发井周围土体的稳定性以及存在能力为盾构机的正常开展奠定基础。一般情况下,始发井加固时必须要对井口周边土体进行加固,注浆处理,或者是采用搅拌桩进行加固。如此提高土体的整体强度,另外,对于始发井的结构也要采用加固处理方法,让盾构机始发时能够产生巨大的推力。此外,盾构机的组装与调试加固也作为重点内容,一般而言,盾构机在组装的阶段中,根据设计图纸以及操作的规程进行,让各个部件的安装处于正确的状态,使得结构之间的稳定性达到设计标准要求而。对于调试阶段,主要针对盾构机的液压系统电气系统导向系统进行测试,使其稳定处于一个可靠的状态,另外,还必须检查盾构机的刀具,确保刀具的安装以及运行能够满足不同工况下的掘进需求。

而从盾构始发准备阶段分析,它的主要加固内容包含有洞口前方的土体以及盾构始发基座的安装。在该项

**作者简介:** 王春雨(1987年5月-),汉族,河北保定市人,本科,高级工程师,主要从事道路桥梁与隧道工程方面的工作。

工作开展时,密封圈的安装要对位并且临时管片的顺序组装工序,都必须达到盾构机的始发稳定需求。而针对盾构机掘进的阶段中加固工作的开展,要放在首要位置,由于随着盾构机的不断掘进,对土体造成的影响很大,为了能够防止土体的坍塌,必须要及时的向掘进面注入泥浆或者是采用膨润土悬浮液形成稳定的土压平衡状态,此外在始发掘进的时候,当产生土渣必须要定期的清理运输到指定的位置。

最后,盾构到达段加固是盾构加固步骤的最后环节。在盾构机即将到达接收井时,需要对接收井周围的土体进行加固处理,以确保盾构机能够安全、顺利地进入接收井。此外,还需对盾构机的姿态和方向进行精确控制,避免在到达过程中产生过大偏差。

## 2.2 洞门加固

地铁施工盾构法应用时,盾构机穿越污水管道时极易产生较大扰动影响。为确保污水管道的完整性不被破坏,施工过程中采取洞门加固措施比较普遍。接收端头施工阶段通常需要在该位置设置20根左右管棚,完成加固处理。管棚加固极为关键,选用无缝钢管作为加固管道以提高结构强度以及稳定性。洞门加固施工过程中,按照设计方案确定钢管安装位置、方向以及间隔距离,通常将其设置在门洞上部120°位置。通过该方式设置能够支撑上部土层压力,防止出现坍塌、变形等缺陷问题。管道内部注浆施工阶段加强压力控制,将其设定为0.4MPa以内,从而确保泥浆能够深入到土层内,且不会造成过大的扰动影响。同时,注浆过程中监控泥浆扩散半径确保加固效果达到良好状态。通过采取洞门加固措施,确保门洞以及周边土体结构的性能合格,使盾构法穿越污水管道时不会造成扰动影响,确保污水管道的完整性。

## 2.3 盾构掘进参数控制

(1) 止水帷幕穿越时应对盾构机施工参数严密控制,使穿越过程中推进速度为15mm/min以上,推进力1200t以下,扭矩20N·m以内。同时,现场施工过程中注入足够量的泡沫,并且实时监控出土量,并根据现场实际情况调节土仓压力以免因为控制不到位而造成结构损坏。(2) 破洞门施工过程中将盾构机推进作业速度控制在10m/min以下,力度600t以下,扭矩15N·m以下,土压力减小到0,并根据现场情况选择敞开式施工方式以保证结构完整性。(3) 盾构机重出洞门时注入一定量的泡沫,并且确定最为适宜的施工时间。通常情况下,帘布没有包括盾体前禁止开展泥浆注入作业。如果施工过程中帘布包裹盾体,再开展注浆施工并且采取补浆措施

使其结构强度、稳定性达标。此外,在现场施工阶段,管片拼装控制是确保工程质量与安全的关键环节。施工人员需严格按照设计图纸和技术规范进行操作,通过精确测量与定位,确保每片管片能够准确无误地拼接在一起。在拼装过程中,还需施加足够的压力,以强化接缝处的连接强度,从而提高整体结构的稳定性和耐久性。

## 2.4 盾构施工

### 2.4.1 盾构拼装施工

地铁施工盾构法应用环节盾构机拼装作为重点工序,其具备较高的复杂性,需采取精细化措施以提高盾构拼装效果。盾构机拼装前选择分体运输方式,将上下盾壳、主机等核心部件拆分,再按照技术标准完成拼装作业。现场拼装过程中先开展基座安装,这是整个盾构机拼装施工的基础结构。支座安装结束后精准检测盾构机推进轴线、始发导入口等数据,从而确保盾构拼装的精准性合格。按照固定顺序开展拼装施工,逐一完成盾壳以及其他部件的拼装作业。盾壳的安装极为关键,确保其具备牢固性、稳定性,通常选择使用焊接方式连接。盾构机拼装结束后按照技术标准、设计方案进行拼装效果检测,使盾构机性能达到技术标准以满足现场施工需求。

### 2.4.2 端头降水施工

为确保盾构机能够安全、顺利的进入到施工洞孔内,采取端头降水措施必不可少。端头降水施工阶段确保盾构机所在位置完全处于无水状态,以免存在地下水影响盾构机性能。如果经过现场勘测发现盾构机所在位置地下水位较高,现场布置降水井以降低地下水位。降水井布置阶段需进行全面勘测,保证其设置位置、数量符合现场施工需求。通常情况下,降水井设置过程中确保盾构机底板处于地下水位以下0.5m位置,防止施工过程中地下水对盾构机操作造成不利影响。降水阶段实时监控水位条件,并根据施工需求调整降水井状态以保证其符合设计方案。同时,加强降水监测,防止对周边环境造成不利影响。

### 2.4.3 盾构的掘进施工

地铁施工盾构法应用阶段,盾构掘进作为核心工序需严格按照技术标准施工以提高盾构掘进效果。盾构机进入到隧道后调整各项技术参数,再开展现场掘进施工。盾构掘进的过程中,由计算机进行各项参数计算分析,并按照规定方向开展掘进操作。为确保盾构掘进过程中土压处于平衡状态,由技术人员监测刀盘转速以及掘进速度,加强各项数据控制。通常情况下,刀盘转速设置时考虑到地质条件、掘进速度做出调整,从而使盾

构掘进开挖过程中具备较高稳定性。掘进环节,其速度需根据土压平衡状态、掘进速率调整。此外,盾构掘进阶段实时监控各项参数以提高稳定性,且现场环境不受影响。

#### 2.4.4 盾构机姿态控制

盾构法应用阶段盾构机姿态对于掘进精度、施工安全性有直接影响,现场施工阶段布置控制网精准测量盾构机姿态,采用三维坐标方式设置控制点,其误差在 $\pm 5\text{mm}$ 以下。与此同时,由技术人员复核检测吊篮以及接收洞门的位置、尺寸,加强各项参数复核检测使其满足设计方案,偏差控制在 $\pm 10\text{mm}$ 以内。

盾构掘进施工时利用导向系统实时监控盾构机姿态,主要从盾首偏差、盾尾偏差、滚动角方面展开。如果经过检测发现偏差超出技术标准,如盾首偏差 $\pm 20\text{mm}$ 以上、盾尾偏差 $\pm 30\text{mm}$ 以上、滚动角 $\pm 0.5^\circ$ 以上,需及时采取调整措施。偏差调整的阶段采用推进油缸完成,加强推进力、行程差控制,使其调整精度合格。此外,调整过程中实时监控地质条件和掘进速度以保证调整效果达到标准。

#### 2.4.5 衬砌施工

盾构机掘进施工时,完成一环后,一般为 $1.2\text{m}$ ,必须按照技术标准开展管片衬砌施工。使用专用车辆将管片运输到安装平台位置,并做好防护处理以免造成结构损坏影响衬砌施工效果;通过衬砌台车将管片移动到规定施工地点。运输过程中加强运输位置精准控制,使其偏差控制在 $\pm 5\text{mm}$ 以下。管片安装阶段,对施工所在位置进行清理处理,并涂抹密封材料使其达到紧密性、防水性标准;按照规定拼装顺序和方法逐一完成拼装作业。管片衬砌拼装时使用专用的工具和紧固设备,确保其连接达到强度和稳定性的标准。管片拼装结束后检测椭圆度,使其控制在 $\pm 10\text{mm}$ 以下;通过注浆施工填充管片内部孔隙,提高结构整体稳定性。注浆作业阶段选择合适注浆施工材料,并加强压力、注浆量控制使其注浆效果合格。注浆结束后封闭注浆孔,预防浆液外泄导致强度不达标。

#### 2.4.6 洞内注浆

盾构施工阶段污水管施工需采取注入泥浆方式,保证构强度和稳定性合格。洞内注浆阶段选择合适注浆材

料,加入一定量的速凝剂能够缩短注浆时间。同时,严格控制注浆作业压力,确保注浆扩散范围符合标准。注浆施工选择二次注浆方式,第二次注入泥浆,选用水泥和水玻璃 $1:1$ 配比方案,并根据管片拼装技术标准调节泥浆注入压力。

#### 2.4.7 洞门封堵

进行洞门封堵前,需先将洞门位置的混凝土松散材料、泥土和其他杂质彻底清理干净,确保封堵面的整洁和平整。随后,采用专业的注浆设备,通过洞门翻板上的注浆孔进行双液注浆,注浆压力需控制在 $2\sim 5\text{MPa}$ 之间,注浆量则根据洞门尺寸和地质条件确定,一般每米洞门长度注浆量约为 $0.5\sim 1.0\text{m}^3$ 。注浆材料通常选用水泥浆和化学浆液,以形成高强度、防水性能好的密封体。注浆完成后,需等待浆液完全凝固,一般凝固时间为 $24\sim 48$ 小时,具体时间根据注浆材料和环境温度而定。待浆液凝固后,再次检查洞门封堵情况,确保无渗漏现象。最后,采用高强度、耐腐蚀的材料对洞门进行永久封堵,封堵材料的厚度一般不小于 $10\text{cm}$ ,以确保整体强度不受影响。

### 3 结语

地铁施工盾构法应用时需加强现场地质条件勘测,掌握周边环境参数,特别是周边建筑物以及地下管线分布情况以便采取合理施工方案。而盾构法施工过程中加强各项参数检测,实时掌握现场施工情况,尤其是存在异常现象需及时采取合理应对措施,确保盾构法施工顺利进行,提高盾构施工效率、强度以及稳定性满足地铁工程建设和运营需求。

#### 参考文献

- [1]孙少辉.盾构法地铁隧道掘进施工技术设计研究[J].新城建科技,2024,33(08):158-161.
- [2]李良生.富水复杂环境下盾构法联络通道施工技术研究[J].现代城市轨道交通,2023,(11):78-84.
- [3]王瑞.地铁隧道盾构法施工质量控制要点分析[J].四川水泥,2023,(10):269-271.
- [4]骆红斌.基于隧道盾构法的地下施工建筑物沉降控制技术研究[J].工程建设与设计,2023,(11):214-216.
- [5]王旭.地铁区间隧道盾构法掘进施工技术设计与应用研究[J].工程技术研究,2023,8(05):83-85.