

地铁盾构机穿越复杂地质施工技术

杨锐全

江南工程管理股份有限公司 浙江杭州 310000

摘要: 地铁盾构施工过程具有操作复杂和涉及范围较广等特点,在实际开展地铁施工过程中,盾构掘进施工在面复杂地质情况时,如何确保盾构机安全稳定穿过,是保证地铁工程建设质量的重要前提。在盾构机穿越复杂地质条件时,根据不同的地层的特性选择相适合的盾构机型与施工技术,同时对施工过程盾构机参数进行调整以保证盾构机穿越复杂地层安全稳定的进行。

关键词: 地铁盾构机; 复杂地质; 施工技术

Metro shield machine through the complex geological construction technology

Ruiquan Yang

Jiangnan Engineering Management Co., LTD., Hangzhou, Zhejiang 310000

Abstract: The construction process of the subway shield is characterized by complex operation and wide scope. When the shield machine passes through complex geological conditions, different construction techniques should be selected according to different strata. At the same time, the parameters of the shield machine in the construction process should be adjusted to ensure the safe and stable operation of the shield machine through complex strata.

Keywords: Subway shield machine; Complex geology; Construction technology

引言:

地铁施工涉及范围广泛,且具有一定复杂性,因此为了保证施工的有序进行,相关技术人员必须加大对施工现场的勘察力度,提前考察施工现场的地质条件,在此基础上制定合理的施工技术,从而为盾构施工的有序进行提供保障。复杂地质条件下的盾构施工难度显著偏大,同时施工期间易遇到诸多不可预见的因素,因此合理选择施工方法至关重要,需要在安全的环境中高效盾构。

1. 不同复杂地层的影响

地铁盾构施工过程中,由于地质条件地层本身的复杂性,加大了盾构机施工的难度。本文主要针对软硬不均地层、硬岩、断裂带、淤泥层段、球状的风化地层、水底浅覆土层等地层对隧道施工过程的具体影响进行分析。

1.1 软硬不均地层的影响

盾构施工过软硬不均地层时,盾构机参数要根据地层的变化不断进行调整,否则不利于盾构掘进保持既定的施工路线,导致盾构施工的难度加大。

1.2 水底浅覆土层的影响

当盾构穿越水底浅覆土层施工时,由于上部覆土埋藏较浅,水压力过大,浅覆土地层可能会引起施工过程出现冒顶透水,不利于建立盾构机上下支撑土压力平衡。地层受力的不均匀,容易造成施工过程压坡困难,引起盾构机推进姿态的上扬。在施工过程中,盾构机推进姿态上扬易造成隧道轴线的上浮,导致最终形成的地铁隧道质量不达标,给盾构隧道最终的贯通带来不便。对于易液化的砂质粉土地层,当盾构隧道掘进施工时,若液化的砂质粉土由于盾构刀盘对土层力学扰动作用和压力水头作用漏进隧道内,可能会造成流砂管涌事故,引起地铁隧道下沉。

1.3 硬岩、断裂带地层的影响

该地层由于岩体的强度较大,对盾构机破岩能力的要求相应较高,体积较大的破碎带岩体,不利于盾构施工进展。断裂地层遇到地下水埋藏丰富的地带,可能会发生涌水现象,对盾构机的施工产生不利影响,甚至发生施工事故。

2. 地铁盾构机穿越复杂地质施工技术

2.1 盾构试掘进

泥水压力数值大小是决定盾构施工能否顺利开展的重要因素之一,因此施工单位首先要加大对泥水压力的重视程度,其次还应对压力值进行适当调整,以此加强对压力值的把控力度。除此之外,对盾构施工轴线的控制也会在一定程度上对施工进度造成影响,因此为了保证施工的有序进行,在掘进过程中,要根据施工现场不同地质条件以及施工进度对水压力进行调整,并根据监测结果适时调整水压。

2.2 软硬不均地层中的盾构掘进区间通过的地质条件特殊,上部全风化、强风化,下部弱风化、微风化,在该环境下组织隧道掘进作业时,硬土体和软土体的抗压强度存在显著差异,盾构机的偏位现象加剧,难以维持既定的盾构姿态,极易产生隧道轴线偏移。掘进施工期间,刀盘的转速因地质特性而调整,在软弱地层环境中则存在较明显的扰动现象,严重时会因为土压失衡而诱发掌子面塌方事故。

在盾构姿态大幅度偏离设计要求的情况下纠偏工作量增加,在纠偏过程中易对周边环境造成干扰,软弱土层更易受到影响,伴有失稳、坍塌等现象。因此,应主动适应各类地层,合理调整掘进参数、出土量、注浆量以及注浆压力,使其与现场施工环境形成相均衡的关系。采取如下措施:

2.2.1 适当放慢掘进速度,确保在坚硬岩层掘进施工中刀盘也能够正常运行,充分破碎岩层。考虑到坚硬岩层环境中刀盘易受损的特点,合理降低推力,刀盘转速减小至1.0r/min左右,贯入量约5mm/r。此外,盾构掘进施工期间加强检查^[1],保证刀具、刀盘等装置均无损伤,否则需及时更换。

2.2.2 配套盾构铰接千斤顶,在许可范围内调整刀盘倾角,使其能够有效切割硬岩,在顺利切割的同时保证轴线的合理性。

2.2.3 加强对推进千斤顶油压的检测与控制,遇硬岩区域时可以适当加大油压,软岩施工环境则降低油压。

2.2.4 遵循土压平衡的原则,保证出土量的合理性,避免出土量超出许可范围的情况。

2.2.5 在刀盘上配套超挖刀,此举目的在于在掘进方向产生偏差后可以利用超挖刀快速超挖,达到纠偏的效果,使盾构机在施工全程的行进方向与设计轴线保持一致。

2.2.6 在开展换刀作业施工时,合理设置场所非常重要。在实施换刀作业时,禁止选择在土仓上部地层条件

较差的区段,若实际条件比较特殊,必须在上述场所换刀,应注意做好详细的调查工作,准确把握好刀具的磨损情况,了解地质条件,确定合适换刀位置,对该位置所在的地层进行加固,在保证该位置强度能够满足换刀作业施工时,开展施工作业。

2.2.7 停机时应封闭土仓,维持压力的均衡性,否则易在长时间停机之下影响掌子面的稳定性。

2.2.8 提前制订规划,对地层采取加固措施,并根据作业需求预留换刀位置,以便后续工作顺利开展。

2.3 同步注浆及二次补强注浆

2.3.1 注浆模式

注浆模式可根据施工需求调整,如果使用自动控制方式,则需提前对注浆压力进行计算并设定,同时由控制系统对注浆速度进行实时调整,当注浆压力数值达到施工需求时,控制系统会自动停止操作。而手动控制方式主要采取人工跟进的方式,从而实现对注浆速度的把控。尤其注意在注浆过程中通常不从预留注浆孔进行注浆,避免泥水流入注浆孔内,从而影响最终注浆效果。

2.3.2 同步注浆

(1) 浆液配比。为了保证注浆质量与施工设计规范具有一致性,首先将盾构机本身具有的4台柱分为8个施工区域同时注入,其次对空隙处进行及时填补,以此加强隧道的防水能力,进一步推动注浆施工的有序进行。
(2) 浆液主要性能指标。据统计调查可知,胶凝时间通常为 (5 ± 1) h,又因为胶凝时间会随着地层条件变化而发生改变,因此在施工过程中要通过现场试验从而确定最终胶凝时间^[2]。对于强透水地层施工地段,可以采取添加早强剂的方式,以此缩短胶凝的时间,进一步保证注浆效果,为整体施工质量提供保障。

2.4 盾构穿越中、微风化岩层

盾构区间存在较多的中、微风化花岗岩,盾构掘进难度较大,在遇到高硬度的岩体后易加剧刀具的磨损程度,导致其难以在指定时间顺利完成岩体的切割作业。随掘进时间的延长,刀具的磨损愈发明显,切割产生的岩体碎片缺乏规整性,存在大小不一的情况,不利于螺旋输送机的正常排渣,导致掘进施工进度受阻。对此制定如下措施:

2.4.1 优化盾构施工模式,采用敞开式或半敞开式施工模式,有效提高掘进效率。

2.4.2 随着盾构施工的推进,到达硬岩地段时及时换刀。专业人员进入土仓,按要求拆卸换刀,根据硬岩的地质特性,均采用滚刀破岩的方法。

2.4.3 适时加注泡沫剂，在该材料的作用下缓解刀具磨损，减小刀盘扭矩，以便顺利掘进。此外，在应用适量的泡沫剂后能够提高仓内土体的和易性，以免出现出土螺旋浆过度磨损的情况。对于刀具磨损量过大的情况，应及时更换具有耐磨性的刀具。

2.5 盾构施工遇孤石的应用措施

孤石作为花岗岩不均匀风化的产物，其在分布方面普遍存离散型大、埋藏深度大、空间赋存不规则等特点。本工程施工过程中遇到的孤石单轴抗压强度较高，这是因为孤石区域四周很大可能存在强风化带花岗岩，因此吸水性很强。对于盾构施工来说，由于孤石区域碰到水会膨胀并软化土体，从而使土体稳定性遭到破坏，因此必须具体研究后采取对应解决措施。

掘进过程中碰到孤石地层能否取得预想效果^[3]，主要由刀具磨损以及孤石排出决定。主要采取以下措施：（1）提高刀具耐磨性，以确保盾构机在掘进过程中能够以设定好的姿态进行施工。（2）调整孤石排除方法。不同地质与不同盾构机会有不同处理孤石的模式，本工程中，对于直径小于200mm的孤石地层仅需采用常规模式即可；若超出200mm，则需要根据孤石强度来挑选满足刀盘开口率和开口宽度这两项指标的刀具^[4]，同时配置符合相关标准的螺旋输送机。

2.6 盾构选型问题

盾构刀盘为面板式结构，配套开口槽，以焊接的方式在开口处设置粒径限制器，用于阻隔300 ~ 400mm以上粒径的孤石，以免其直接进入刀盘，而对于在该值以内的渣块则可以进入其中，快速将渣土排出^[5]。刀盘的配套装置较为丰富，如滚刀、刮刀、切刀及撕裂刀，部分超粒径的孤石被挡在刀盘外，该部分由滚刀处理，经

过滚压操作后破碎、排出。

2.7 盾构接收技术

为了保证盾构隧道能够顺利贯通，在盾构接收过程中，要确保接收基座符合规范要求的稳定性。在该项目中采用钢筋混凝土制造接收基座。建设基座结构时，在横向及纵向应该预留出沟槽，确保现场有足够的施工空间，以保证盾构施工安全稳定进行。

3. 结束语

综上所述，随着交通基础设施建设进程逐步推进，地铁成为多数大中型城市缓解交通压力的重要途径。纵观地铁工程施工全流程，盾构施工为重点内容，但碍于地质条件错综复杂的缘故，常出现盾构施工质量欠佳、安全隐患增多等情况，工程的综合效益不高。对于盾构施工来说，越复杂地质就意味着更大的施工难度，加之在具体施工过程中往往会不可避免地遇到难以控制的因素，因此必须要根据实际情况适当地调整施工内容，以保证盾构掘进环境的安全性，从而进一步推动复杂地质条件下地铁建设的有序开展。

参考文献：

- [1]王贯洲.地铁盾构机穿越复杂地质施工技术[J].工程建设与设计, 2021(9): 121-123.
- [2]樊豫.复杂地质条件下盾构施工的要点分析[J].城镇建设, 2020(2): 125.
- [3]陈俊.地铁盾构机穿越复杂地质施工技术及相关措施[J].工程机械与维修, 2020(5): 116-117.
- [4]王伟.地铁盾构机穿越复杂地质施工技术[J].中国高科技, 2020(4): 76-77.
- [5]袁玮琳.地铁盾构施工对邻近桥梁桩基的影响及防护研究[J].工程机械与维修, 2021(6): 126-128.