

超大直径盾构机空推通过 暗挖隧道施工技术思路

杜彬

(中铁三局集团广东建设工程有限公司, 广东 广州 511493)

摘要 在地下隧道工程的施工中广泛应用盾构机, 极大地提高了施工的效率和质量。但由于地下隧道工程施工环境较为复杂, 在施工实践中还需要结合暗挖法等工法。随着盾构机技术的不断成熟, 超大直径盾构机也已经越来越多地被应用于施工实践中, 而超大直径盾构机通过暗挖隧道时, 对施工技术提出了更高的要求。本文将结合某地铁隧道工程对超大直径盾构机空推通过暗挖隧道施工技术进行分析, 以期为促进我国盾构施工技术的发展进步提供借鉴。

关键词 超大直径盾构机; 空推通过; 暗挖隧道

中图分类号: U45

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)01-0013-03

1 某隧道工程概况分析

某地铁隧道工程在区间隧道施工中采用的是盾构机法, 其右线盾构区间长度约为 1720m, 而左线盾构区间长度则在 1719m 左右。隧道断面为马蹄形。在区间隧道的掘进施工中采用了两台直径达到 8630mm 的超大直径盾构机进行施工。同时, 由于在该隧道工程的施工过程中, 施工区域的地质水文条件较为复杂, 需要对局部开挖断面进行扩大处理, 因此在断面扩大部分采用了暗挖施工方式, 暗挖段长度则在 374m 左右。因此, 在采用超大直径盾构机完成了该工程的区间隧道掘进施工后, 需要通过空推方式通过暗挖段, 以确保超大直径盾构机能够达到二次始发位置, 从而开展下一区间隧道的施工, 或者进行拆机吊装作业^[1]。因此, 在该工程的施工中, 超大直径盾构机的空推通过就成为关键性的施工技术环节。根据该隧道工程的施工要求, 在区间右线暗挖隧道内进行盾构机的贯通接收作业, 之后再以空推方式将盾构机滑行前移约 374m, 使其到达指定端头位置, 以便将其拆解后吊出。而该工程的区间左线则需要增设吊装井, 并在盾构井处完成盾构机的接收贯通以及吊出作业。施工单位应按照该隧道工程的施工要求, 制定科学的空推通过施工技术方案。

2 该隧道工程中超大直径盾构机空推通过暗挖隧道施工技术分析

2.1 制定科学的施工技术方案

施工单位在该隧道工程的施工中应结合暗挖隧洞矿山法施工特点, 科学地制定超大直径盾构机空推通

过的施工技术方案。目前, 在超大直径盾构机空推通过暗挖隧道施工时, 可以采用利用盾构机本身的推力作用以及在隧道工程的导台底部位置拼装管片的方式来提供反力, 以达到空推通过的目的^[2]。但这种施工技术方式在通过较长的暗挖隧道时需要设置较多的管片, 不仅加大了后续拆除管片的作业量, 且管片在空推过程中还可能出现隆起等问题, 给施工安全带来一定的风险。也有部分隧道工程采用的是在导台上设置滑槽, 并在盾构机上配置外部结构或利用盾构机体配置使其以空推滑移方式通过暗挖隧道段的施工技术方法, 但该技术方案对土建施工要求较高, 且存在较高的安全风险。

另外, 通过设置夹轨器与盾构机自身推力相结合的方式也可以实现空推, 但该技术方法难以适应超大直径盾构机的施工要求, 且对夹轨器精度有很高的要求。该工程并不具备技术应用条件。通过对该隧道工程现场施工实际情况的分析, 采用反力牛腿以及外置液压油缸相结合的技术工艺能够基本满足本次空推施工的要求, 虽然需要设置导台预埋件, 且对预埋精度提出了较高的要求, 但其在技术适应性、安全性以及经济性等方面具备一定的优势。在对该施工技术方案进行现场验证分析后发现, 由于该施工技术对预埋质量的要求过高, 而施工实践中很难达到其要求, 导致预埋螺栓在受到反力作用影响时会出现断裂等情况, 影响空推效果和施工进度。因此, 施工单位对该技术方案进行了进一步的优化改进, 采用钻芯与辅助推杆相结合的方式, 配合盾构机自身推力来实现空推通过。

在该施工技术方​​案中采用的是利用油缸反推横梁的方法,也就是在与导台对应的盾尾后方盾体的8号以及11号推进油缸处布设钻孔,并将圆钢牛腿插入,以提供反力。同时,将滑轨轨道设置于混凝土导台上,从而利用两组推进油缸反推顶紧横梁,这样就可以与盾体的自身推力相配合,推动盾体向前移动。当蹲起前移约2m后,应将推进油缸收回,并将取下的反推横梁以及反力圆钢牛腿前置​​于下一个钻孔处,以便再次进行推移盾构机。循环这一过程中,直至盾构机空推至拆机平台处。该技术方案经过充分的论证分析后认为能够适应施工现场的实际施工需要,且具有较高的可行性。

2.2 超大直径盾构机空推通过暗挖隧道施工技术工艺基本流程分析

在本次超大直径盾构机空推通过暗挖隧道施工时,施工单位应首先完成导台的施工,且应做好反力支​​座以及滑轨的安装,在滑轨上应均匀涂抹润滑油。之后盾构机方盒步进上导台。施工单位应注意检查油缸的堵住推杆以及顶推横梁、反力支​​座是否安装就位,确认无误后即可开展空推作业。空推施工时,施工单位应铺设好台车轨道,并以2m为一个循环进尺,循环推移盾构机,直至完成全部空推作业。

2.3 超大直径盾构机空推通过暗挖隧道施工技术要点分析

2.3.1 超大直径盾构机空推施工准备技术要点

在本次超大直径盾构机空推通过暗挖隧道施工中,施工单位应做好充分的准备工作。施工单位应详细勘测工程区域的地质条件以及岩土体性质特征,以便对施工技术方案进行进一步的优化,确保各项技术参数的设置均能够与现场实际情况相适应。同时,由于超大直径盾构机在达到暗挖隧道段时可能会对隧道掌子面造成一定的挤压破坏,因此在空推施工的准备阶段可以采取设置端头墙的方式对盾构隧道与暗挖隧洞的连接处进行加固处理。施工单位可以采用注浆技术来加固连接部位的全断面土体结构,且可以设置密排钢筋格栅或者双向玻璃纤维筋等来进一步提高全断面结构的稳定性^[3]。

另外,施工单位还应采用混凝土喷射技术来进行堵头处理,且应合理控制混凝土喷射厚度,从而确保端头加固效果能够达到施工要求。施工单位应在超大直径盾构机贯通后注意检查其上部洞门圈内的整洁度,

如后渣土以及松散混凝土块残留时,应将其清理干净。

此外,施工人员还应做好渣土的清理工作,为超大盾构机空推施工的顺利进行创造良好的前提条件。

2.3.2 超大直径盾构机空推导台施工技术要点

导台施工是保证超大直径盾构机顺利通过暗挖隧道段的重要技术环节。在导台施工中,施工单位采用分段浇筑混凝土的技术方法,且应合理控制分段浇筑长度。通常一个分段长度不应超过20m,以保证施工质量。同时,施工单位在混凝土浇筑施工中采用钢制模板,以更好地保证导台浇筑质量,且可以实现模板的循环利用。

2.3.3 超大直径盾构机空推施工管片拼装技术要点

管片拼装是超大直径盾构机空推施工中的重要技术环节之一。施工人员在拼装管片前应注意检查管片外观是否完善,各配件是否齐备。螺旋连接是拼接管片时的关键工序,施工人员应按照从下到上的顺序依次安装连接。施工人员应首先安装底部标准块及其邻接块,且邻接块以及标准块的安装应采用对称安装方式。当完成下部的安装后,才能安装封顶块。在对管片背后进行回填施工时,通常需要先​​用豆粒石等进行喷射处理,且应做好同步以及二次注浆。如管片之间仅存在较小间距时,也可不进行豆粒石的喷射。在注浆施工时,施工人员应注意控制注浆量、注浆速度等技术参数,避免浆体出现外溢等现象。在管片拼装施工中,施工单位应加强对拼装质量的控制,以避免影响超大直径盾构机的推进速度,或者导致暗挖隧道段出现渗漏等问题。施工人员应严格控制管片之间的间距,且应确保环评接口圆整光滑。连接管片时应将其螺旋装置拧紧,并要将紧线器同时拉紧。为确保管片拼装牢固,避免管片出现位移等情况,施工人员还应将木楔子设置于管片外侧与基座之间的空隙处,对其进行固定,从而提高其稳定性^[4]。

2.3.4 超大直径盾构机上导台施工技术要点

当超大直径盾构机主机上导台时,施工人员应准确掌握导台平台和刀盘的位置关系,以便据此对推进油缸行程进行相应的调整,从而更好地控制超大直径盾构机的推进方向和姿态。同时,施工人员应复核超大直径盾构机的轴线是否与暗挖隧道轴线相一致,如二者存在误差时则应对推进油缸与铰接油缸之间的行程差加以调节。同时,施工人员应将牛腿安装于导台上的钢板预埋处,并要将拖车行走轨道安装就位,为拖车的滑行以及牵引提供良好的作业调节。在安装拖

车轨道时, 施工人员应注意检查其与导台交接面之间是否有高差存在, 且应结合拖车轮高程以及水平位置来铺设轨枕。铺设轨枕时应缓慢放坡, 使其能够处于导台轨道平台的指定位置。施工人员还应在超大之间盾构机的盾体上导台前做好盾体和滑轨焊缝的打磨清理工作。在推进超大直径盾构机时, 施工单位应指派专门的检测人员配合盾构机操作人员观察控制盾构机前移线路。监测人员应处于盾构机刀盘前方, 以便观察盾构机前移线路是否与导轨中心线或者导台中线相一致, 同时应注意监测前移过程中管片的受力情况。

2.3.5 超大直径盾构机空推施工盾构机控制技术要点

当超大直径盾构机推进至与暗挖隧道段相距约 50m 位置时, 施工人员应利用 VMT 等监测设备监测盾构机姿态, 并测量校正其导向方向, 以便及时对超大直径盾构机采取必要的纠偏控制措施, 确保超大直径盾构机姿态在垂直以及水平方向上的偏差值均控制在允许的范围内。当超大直径盾构机空推达到堵头墙处时即进入暗挖隧道段。施工人员应顺导台方向推进盾构机, 且应在推进过程动态调节各组推进油缸行程, 使油缸运转能够与超大直径盾构机的运行姿态相适应。在超大直径盾构机的推进过程中, 其刀盘前往往会有豆粒石堆积, 施工人员可以利用其对隧道与管片之间的见缝进行喷射回填, 以加强对超大直径盾构机运行轨迹的控制。当超大直径盾构机的盾尾部分也进入暗挖隧道内时, 施工人员应继续推进盾构机, 直至盾尾刷的最后一排能够嵌入洞门, 且嵌入深度应控制在约 10cm, 此时应暂停推进作业, 并对洞门进行封堵。洞门封堵应采用注浆技术。施工人员应合理控制注浆压力以及注浆量, 以提高封堵效果。当洞门封堵施工完成后, 方可继续进行超大直径盾构机的推进作业, 以促使盾尾与管片相分离。在超大直径盾构机空推通过暗挖隧道的过程中, 施工单位应加强对空推速度的控制, 初始空推速度通常应设定为 10mm/min 左右, 以确保超大直径盾构机能够保持平衡, 且能够在运行过程中实现对洞口岩土体的有效消减。

此外, 施工单位还应在空推时加强对出土量的控制, 防止出土过多引起地面沉降等问题的出现, 加大施工难度^[5]。

当超大直径盾构机的盾尾部分脱出洞门后, 施工人员应将反力支座安装于预设钻孔中, 并要做好油缸辅助推杆等设备的安装调试工作, 以便与超大直径盾

构机的自身推力作用相配合, 实现盾构机的步进推进。当超大直径盾构机进至第二组预设钻孔完全露出位置时, 施工人员应将推进油缸千斤顶收回, 并前移反推横梁以及反力支座, 以便继续开展推进作业。施工人员应将 2m 作为一个循环进尺, 重复上述施工工序, 连续铺设拖车轨道, 以确保超大直径盾构机能够实现连续滑行前移至指定端头位置, 为盾构吊装以及托架接收施工奠定良好的基础。

2.4 该隧道工程超大直径盾构机空推技术应用效果评价

本次超大直径盾构机空推通过暗挖隧道施工中所采用的技术方法不仅极大地改进了超大直径盾构机的空推通过效果, 而且使施工效率得到了较大的提高, 空推作业时间明显缩短, 加快了施工进度, 提前 15d 完成了超大直径盾构机空推通过暗挖隧道施工。同时, 该施工技术方案也实现了对施工成本的有效控制, 提高了项目的经济性, 为施工单位创造了更大的经济效益。

3 总结

应用超大直径盾构机开展隧道工程的施工时, 如需通过暗挖隧道, 采用空推施工技术不仅操作相对简单, 能够有效简化施工过程, 减小对隧道工程结构的影响, 而且可以有效提高施工效率, 降低施工成本。因此, 施工单位应加强对空推技术的研究, 不断总结施工实践经验, 结合超大直径盾构机特点以及隧道工程的实际情况, 对施工技术进行进一步的改进和创新, 以促进我国盾构施工技术水平的提升, 从而为我国隧道工程建设的现代化发展奠定良好的基础。

参考文献:

- [1] 韩鹏, 程军振, 杨松霖, 等. 超大直径盾构机空推通过暗挖隧道施工技术[J]. 云南水力发电, 2023, 39(09): 200-202.
- [2] 刘飞. 大断面暗挖隧道“CD法+盾构空推”组合施工技术研究[J]. 工程机械与维修, 2023(02): 237-239.
- [3] 郭瑶. 地铁盾构空推过暗挖隧道施工关键技术[J]. 建材与装饰, 2019(22): 275-276.
- [4] 刘志峰. 盾构空推过矿山法隧道关键技术研究[J]. 铁道建筑技术, 2022(07): 184-188.
- [5] 王新, 范玉明. 超大直径盾构空推过站方案及重难点[J]. 城市道桥与防洪, 2023(03): 157-160.