

Research on the Construction Risk of Shield Machine in Subway Contact Channel

Guolai Mao

Shenzhen Municipal Engineering Quality and Safety Supervision Station, Shenzhen, Guangdong, 518000, China

Abstract

With the development of the national economy and the acceleration of the urbanization process, the urban traffic volume has increased sharply. The phenomenon of urban traffic jam is becoming more and more serious, therefore, the development of urban rail transit has become an inevitable choice, otherwise it is difficult to solve the traffic of big cities and maintain the sustainable development of the city. And subway contact channel as an indispensable part of the subway construction, due to engineering geology and hydrogeology affect the construction difficulty, high risk, easy to safety problems, this paper introduces the subway contact channel using the main construction technology and technical points, and provide the corresponding reference construction scheme and technical operation points.

Keywords

subway tunnel; shield method; contact channel construction; risk discussion; countermeasures research

地铁联络通道盾构机施工风险研究

毛国来

深圳市市政工程质量安全监督总站, 中国·广东深圳 518000

摘要

随着国民经济的发展和城市化进程的加快, 城市交通量急剧增长。城市交通堵塞现象日趋严重, 因此发展城市轨道交通已成为必然的选择, 否则难以解决大城市的交通和维持城市的持续发展。而地铁联络通道作为地铁建设的不可缺部分, 由于工程地质和水文地质影响导致其施工难度大、风险高, 极易发生安全问题, 论文介绍地铁联络通道采用盾构施工的主要施工工艺和技术要点, 并提供相应的参考施工方案和技术操作要点。

关键词

地铁隧道; 盾构法; 联络通道施工; 风险探讨; 对策研究

1 引言

联络通道是地铁隧道建设的重要组成部分, 根据地形地势以及土层等进行安全比选, 联络通道的施工方法, 常采用矿山法、管棚法、冻结法、机械法等施工方法, 机械法施工是采用顶管机或盾构机成套设备在主线管片支护状态下, 进行通道线路掘进施工的一种工法, 在联络通道的施工, 不仅要考虑自身结构和地面建筑物的安全, 更为重要的是要确保主隧道的稳定性不能受影响。因此, 在土层空隙、含水量等难以稳定的条件下施工时, 一定要进行加固措施, 确保施工安全及减小对周围环境的影响^[1]。

2 地铁联络通道盾构法施工关键技术

①水文条件和地质条件的勘探: 水文条件应包含地表

水、地下水类型及补给与排泄、孔隙水、裂隙水、地下水及环境土腐蚀性评价等; 地质条件应包含: 岩土类型、地质构造、地形地貌、地层岩性、地质构造, 以及岩溶、地基变形等不良物理地质条件。

②周边环境调查: 盾构影响范围内重要管线和房屋保护, 掘进过程中做好相关监测工作。

③提前排版盾构管片、加强联络通道处管片拼装控制、校核管节姿态, 调整联络通道里程及其管片姿态。

④套筒始发及接收密封失效会导致涌水涌泥, 地面沉降超限, 需提前检查套筒密封、提前建立平衡。

⑤合理设定注浆压力, 精确计算注浆量, 防止注浆压力与注浆量过高或过低。

⑥为了防止地面隆起或沉降难以发现, 应经常联测监测点数值, 多次对监测数据进行复核、校准。

⑦控制掘进速度及出土量, 措施: 降低推进速度至2cm/min左右, 做到匀速、不间断; 及时根据线路走向、姿态、间隙、千斤顶行程差合理纠偏。从出洞起就要控制好管

【作者简介】毛国来(1985-), 男, 中国江苏扬州人, 本科, 工程师, 从事建筑工程管理研究。

节拼装质量,控制好注浆,切实保护好尾刷;加大盾尾油脂注入量,预备好应急措施。

3 联络通道设计总体方案

联络通道采用机械法施工,总体设计方案为:

- ①采用套筒法进出洞,确保施工过程中洞门密封。
- ②直接通过盾构机切削混凝土管片完成进出洞。
- ③通道拼装采用预制的管片。
- ④通道首尾处设计为钢管片,便于洞门接口施工。
- ⑤待盾构机接收后,施做洞门接口,安装防火门。
- ⑥洞门接口为现浇混凝土结构。

4 结构设计

4.1 主隧道结构(洞门处)设计

联络通道处主隧道管片采用钢混结合特制管片,联络通道盾构机掘进切削位置采用混凝土管片,其他部位采用钢管片,钢管片预留注浆孔,通过注浆对进出洞门处地层进行加固。

4.2 施工工艺流程

4.2.1 盾构机、台车组装及吊装

- ①台车组装。
- ②盾构机与始发套筒的组装。
- ③接收台车组装。

4.2.2 设备就位调试

盾构主机通过托架微调系统调整始发姿态,始发姿态比计划线高10mm控制,防止设备载头;并将套筒与洞门对齐,然后整圈焊接于钢管片上。缺口部位填塞钢板焊接。

4.3 施工前准备

4.3.1 洞门复测

根据控制测量的成果,对联络通道的始发、接收洞门中心进行复测。

4.3.2 洞门钢管片处理

将主隧道管片始发及接收洞门处钢混结合特制管片的钢结构部分焊接连为整体,采用跳焊法减少变形,分多层焊接,焊接厚度每层3~5mm。

4.3.3 联络通道洞门注浆

为弥补在地层中的间隙等缺陷,提高联络通道位置管片衬砌背后土层的密实度,对联络通道进行注浆,浆液采用水泥单液浆。

4.3.4 始发套筒准备

①套筒尾刷安装。套筒钢丝刷是盾构机的一种刷形密封件,安装在始发套筒内,套筒钢丝刷安装的好坏直接影响套筒的质量和安

全。②导轨的安装。依据“全封闭”的施工原则,始发与接收的临时密封均采用套筒密封,充分考虑施工误差及刀盘旋转间隙,并保证刀盘正常运转。导轨的安装须同时考虑套筒与主机之间的间隙、尾刷工作空间及刀盘工作空间。

4.3.5 始发套筒及盾构机定位测量

①始发钢套筒定位测量:钢套筒定位测量、隧道内套筒定位。

②盾构机初始姿态测量:盾构机调试完工后,根据已知的特征点与盾构机中心的几何关系,通过测量盾构机内特征点,计算出盾构机中心坐标及相应初始姿态。

4.3.6 洞门临时密封

机械法联络通道始发与接收均采用钢套筒进行洞门临时密封,其中接收套筒为常规套筒。始发套筒可参考大盾构盾尾密封机制,通过套筒尾部内置钢丝刷(密封刷)进行密封。

套筒后端主要是解决密封问题,其通过法兰与套筒前端连接,将联络通道洞门密封位置延长至套筒尾端,套筒尾端仿照盾构机尾刷设计,设有盾尾油脂注入入口,增加套筒的密封性。

在始发阶段,套筒包裹着盾构机往前推进,尾刷在整个过程中完全压缩,当刀盘磨穿主隧道管片,完全进入土体后,主机盾尾脱离套筒尾刷,套筒尾刷完全弹起,使其紧紧包裹住负环管片,起到密封效果,此后随着盾构机掘进,衬砌与套筒钢丝刷之间出现空隙,需及时注入油脂,调节空隙处的压力,注入油脂的压力要比土压大,防止泥水外溢。

4.3.7 密封检测

始发套筒完成密封后,需对套筒进行密封性能检测,保证始发套筒密封安全。

4.3.8 接收套筒安装

①接收台车运送进主隧道联络通道处后,接收套筒左右及上下方向移动通过台车托架自锁液压千斤顶调节;并且在调整架上设置上下顶升的导向柱,导向柱允许调整架上下方向和左右方向的运动,通过调节使接收套筒与联络通道计划轴线基本重合。然后从套筒内部将套筒前端与特殊管片预留洞门钢环焊接成整体,焊接采用二保焊方式进行,焊接完成后焊缝处需进行磁粉探伤。

接收套筒密封需要使用的密封条较多,需对密封条,密封胶进行检验。

②套筒防扭。套筒连接到位,且支撑体系加载完成后,需要在外圈对其左右侧施加防扭措施。

③密封性试验。钢套筒安装完成后,在筒体内加水检查其密封性。

4.3.9 接收套筒填仓

①安装加固好接收套筒之后,应开始填充钢套筒。

②保压试验形式是:接收台车在井口组装完成后,将接收台车运输至指定位置,进行套筒定位,定位完成后将套筒前端与洞门钢管片焊接。然后顶部泄压口接入注浆管,采用高速自动压浆台车进行加泥加压。

4.4 施工方法及操作要求

4.4.1 渣土管理

根据土压平衡工况的特点,确定并保持合理的土仓压

力是关键因素。因此，土压平衡工况中掘进参数的确定是以土仓压力为基准点来考虑，掘进控制程序也应以土仓压力的保持为目的。

4.4.2 姿态控制

盾构顶进最大偏差量不超过 $\pm 30\text{mm}$ ，在确认管片拼装良好并经验收合格，所有机械运转正常的情况下，即可开始顶进。

4.4.3 壁后注浆

施工方法：

①检查注浆系统是否处于正常工作状态，压力表是否正常；

②用手电钻打通吊装孔底部混凝土，在吊装孔上安装连接阀，将混合阀与连接阀连接，然后再次检查管路连接的密封性；

③在浆液搅拌筒中按设计的水灰比进行双液浆（水泥浆与玻璃液）拌制，严禁浆液中有结块存在，以免注浆管堵塞；

④注浆结束后，对每一个注浆孔进行封堵，以防渗水。

4.5 洞门止水注浆

洞门止水注浆的质量是盾构机安全、顺利退场的关键，注浆采用多点位、多批次注浆的原则，先采用水泥浆进行填充，后根据注浆效果补充注浆^[1]。

4.5.1 施工方法

孔位选择→安装管路→打开临近球阀（泄压）→泵送双液浆→泄压阀冒浆→关闭泄压阀→泵送双液浆→注浆完成→关闭球阀→移孔注浆。

4.5.2 注浆参数控制

①注浆时间。注浆的施工时间须根据洞门渗漏、地面及隧道沉降监测情况进行控制。注浆应连续进行。

②注浆量。注浆施工时采取少注多次的方法进行，始发、接收段近3环全环进行环箍止水注浆。根据注入压力、洞门探孔及地表沉降情况进行控制。

③注浆压力。注浆压力值须在综合考虑地基条件、管片强度、浆液性能和土压力的基础上进行确定，一般控制在 $0.20\sim 0.35\text{MPa}$ 。

4.6 施工测量与监控量测

4.6.1 测量控制标准

为保证工程测量质量，统一测量控制的操作标准，现

针对机械法联络通道施工特点，遵循以下标准。

①控制网等级划分：平面控制网等级及测角精度；平面控制网按城市轨道交通精密导线网技术要求施测。

②高程控制网等级：高程控制网按城市轨道交通二等水准网技术要求施测。

4.6.2 洞门复测

根据控制测量的成果，对联络通道的始发、接收洞门中心进行复测。

4.6.3 始发姿态测量确定

通过实测左右线洞门平面偏差和高程偏差，计算计划线，根据以上数据调试钢套筒及导向系统姿态，为防止盾构机栽头，应抬头 1cm 始发。

4.6.4 始发测量

①吊篮点及后视点测设。

②人工姿态测量。

4.6.5 掘进测量

管片姿态测量是通过制作一根固定长度的铝合金方尺，在尺中心位置粘贴双面反射片，测量反射片的三维坐标，并通过铝合金尺与管片的相对位置推算出管片中心三维坐标，从而判定管片姿态。

4.6.6 接收测量

接收时其刀盘与接收洞门偏差允许值为平面 $< \pm 50\text{mm}$ ，高程 $+20\sim +30\text{mm}$ 。在盾构机接收前要系统地掘进轴线进行一次全面精确的复测，并严格控制盾构机的掘进参数。

4.7 监控量测

①隧道结构监测（沉降、收敛）；②地表沉降监测；③管线沉降监测；④周边建筑物沉降监测；⑤其他必要情况。

5 结语

论文介绍了地铁联络通道盾构法施工工艺，表明盾构法施工不仅确保了在松软含水地层联络通道施工的安全，而且没有明显的沉降，同时盾构施工振动小、噪声低、施工速度快、安全可靠，也对于周围环境影响小，作用效果十分明显，后续可以进行推广使用，提升施工的有效性。

参考文献

- [1] 岳丰田.地铁联络通道冻结加固技术研究[J].地下空间与工程学报,2006,2(8):1341-1345.
- [2] 王雄杰.地铁隧道盾构法施工质量控制要点与控制[J].工程技术,2016,10(17):209.