

Discussion on the Excavation Technology of Large Diameter Earth Pressure Balance Shield Machine under Complex Geological Conditions

Xiaoliang Xiao

Chengdu Hydropower Construction Engineering Co., Ltd., China No. 7 Water Resources and Hydropower Engineering Bureau, Chengdu, Sichuan, 611130, China

Abstract

With the continuous increase of the speed of urban rail transit in recent years, the diameter of urban tunnels has increased, and large-diameter shield technology is increasingly used in urban tunnel construction. Compared with conventional diameter shield tunneling, large-diameter shield tunnelling is more difficult, especially in the starting section, where unearthed excavations often occur and ground subsidence exceeds limits. This paper takes Chengdu Rail Transit Line 18 as the background for the construction of the fire-incubator shield tunnel, and discusses the construction technology of large-diameter earth pressure balance shield tunneling under complex geological conditions. The tunnel construction provides a reference basis.

Keywords

complex geology; large-diameter shield; initial excavation; construction technology

浅谈复杂地质条件下大直径土压平衡盾构机始发掘进技术

肖小亮

中国水利水电第七工程局成都水电建设工程有限公司, 中国·四川成都 611130

摘要

随着近年来各地城市轨道交通车速不断提高,城市隧洞直径加大,大直径盾构技术越来越多的运用于城市隧道建设中。相比常规直径盾构,大直径盾构机掘进更为困难,尤其是始发段,经常出现出土超方,地面沉降超限的情况。本文以成都轨道交通18号线火~孵盾构区间施工为背景,针对复杂地质条件下大直径土压平衡盾构机始发掘进这一施工技术进行讨论研究,为大直径盾构机始发掘进施工提供参考依据。

关键词

复杂地质; 大直径盾构; 始发掘进; 施工技术

1 工程概述

本工程为成都轨道交通18号线一期工程,设计时速140km/h。施工区间为火车南站~孵化园站区间,区间采用盾构法施工,区间隧道开挖洞径为8.63米,管片外径8.3米,内径7.5米,管片厚度为0.4米,管片环宽为1.5米;隧道顶埋深8.3~22.9m,最大坡度24%,最小曲线半径R=450m。

2 地质情况分析

盾构机从火车南站始发后在YCK10+537.102~YCK10+556.102(19m)里程段穿越全断面砂卵石地层。根据地质详勘资料揭示砂卵石石质成分以灰岩、花岗岩等硬

质岩为主,粒径4~20cm,卵石含量约占55~70%,余为中细砂及圆砾填充,局部夹有约4~7%漂石,粒径多为210~300mm。砂卵石地层孔隙率大,透水性好,且在始发过程中土仓内很难保压,导致土仓压力不稳定,无法实现土压平衡掘进,造成地表发生沉降;当碴土改良不好时螺旋输送机易发生喷涌,从而导致出渣量不受控制,造成超方等不良现象,引起地面沉降甚至塌陷

YCK10+556.102~YCK10+953.762开挖面为复合地层(上部为<3-8-2>中密砂卵石及<3-8-3>密实砂卵石地层,下部为<5-1-3>中风化泥岩地层),砂卵石地层透水性强,分选性差,均匀性差,在地下水情况下自稳性差,极易扰动。

掘进过程中很难控制出土量，造成地面沉降。

3 盾构始发掘进

3.1 盾构试掘进

盾构机组装调试完后将进行 120m 试掘进。

3.1.1 前 15 米试掘进

隧道前 15 米掘进第一阶段：初始掘进长度 15m，该段为盾构机进洞阶段，盾构机位于加固区内，是盾构机始发的重点也是难点。对密封仓土压力、刀盘转速、推进速度、千斤顶顶力、注浆压力及注浆量等诸项，通过对隧道沉降、地表沉降的测量和数据反馈，初步掌握施工参数调整规律^[1]。

(1) 参数设置

由于盾构初始掘进时，土仓内保压困难，土压较低，螺旋机宜采用低转速缓慢出土。在盾尾通过洞门密封装置并完成洞门封堵后，缓慢增大土仓压力以实现土压平衡掘进。

根据相关技术资料及成都砂卵石地层掘进参数，初步拟定始发参数如下：

表 3-1 前 15 米试掘进的掘进拟定参数表

推力 (t)	扭矩 (KN·m)	刀盘转速 (rpm)	土仓压力 (bar)	掘进速度 (mm/min)
1500 ~ 2500	< 5500	1 ~ 1.3	0 ~ 0.3	5 ~ 20

(2) 注意事项：

1) 盾构机始发前要特别检查开挖面情况，以确定没有钢材、木料、较大块的混凝土等异物以及洞口圈钢筋已清理干净。

2) 盾构机始发前，切口进入帘布前，须先在密封仓内填充膨润土浆液，防止盾构始发时端头井外侧地表坍塌。

3) 当刀盘在洞口圈即将进入开挖面时，由于刀盘缺乏支撑在自重作用下极易发生“磕头”，故应在洞口圈浇筑混凝土导台，导台的位置应与盾构基座导轨对齐，导台标高、坡度与盾构基座一致。

4) 盾构始发时，由于盾构与地层间无摩擦力，盾构易旋转，应加强盾构姿态的测量，如发现盾构有较大转角，可以采用大刀盘正反转的措施进行调整。

5) 盾构各组千斤顶应均衡推进，上下、左右千斤顶应对称加力，防止反力架受力不均发生上浮或侧倾。另外，始发前应在基座轨道上涂抹油脂，减少盾构推进阻力。

3.1.2 前 15 ~ 120 米试掘进

第二阶段：掘进长度 105m，采用已初步掌握、适用的各

项参数值，通过施工监测，根据地层条件、地表管线、结构物情况，对施工参数作细微的调整，取得最佳施工参数。

(1) 参数设置

15 ~ 120 米试掘进的掘进参数设置如下表：

表 3-2 15 ~ 120 米试掘进的掘进拟定参数表

推力 (t)	扭矩 (kn·m)	刀盘转速 (rpm)	土仓压力 (bar)	掘进速度 (mm/min)
2000 ~ 4500	< 6500	1.0 ~ 1.5	0.1 ~ 0.6	20 ~ 40

(2) 注意事项：

1) 盾构进入原土层土仓压力通过采取掘进速度、调整排土量或设定排土量、调整掘进速度两种方法建立，并应维持切削土量与排土量的平衡，以使土仓内的压力稳定平衡。盾构机的掘进速度主要通过调整盾构推力、螺旋机转速、渣土改良效果来实现，出渣量也主要通过调整螺旋输送机的转速来调节。在实际掘进施工中，应根据地质条件、排出的渣土状态，以及盾构机各项工作状态参数等动态地调整优化。

2) 在推进时在盾构的正面加入发泡剂，土仓内加入适量的水、膨润土，以减少刀盘所受扭矩，降低总推力，改善刀盘受力情况，同时改良正面土体使土体具有良好的流动性，便于土体排出。

3) 盾构始发要注意盾构推进力不能大于后靠的结构承载力，要观察反力架的变形情况，如发现变形较大要及时采取措施进行加固，以免管片上浮。负环管片间应加衬石棉橡胶板缓冲垫。

3.2 正常掘进

通过前期试掘进参数，掌握盾构掘进参数设置、渣土改良的方式、总结出一套稳定的掘进参数。同时通过试掘进阶段的磨合，盾构相关工序衔接应紧密，提高盾构施工的掘进效率^[2]。

表 3-3 正常掘进拟定参数表

推力 (t)	扭矩 (kn·m)	刀盘转速 (rpm)	土仓压力 (bar)	掘进速度 (mm/min)
2000 ~ 4500	< 6500	1.0 ~ 1.5	0.1 ~ 0.6	20 ~ 40

盾构正常掘进阶段注意事项：

(1) 检查延伸水管、电缆连接正常；检查供电是否正常；检查循环水压力是否正常；检查空压机运行是否正常；检查油箱油位是否正常；检查脂系统油位是否正常；检查泡沫剂液位是否正常；检查注浆系统是否已准备好并运行正常；检

查出渣系统是否已准备就绪。

(2) 泡沫参数的设定及使用

检查泡沫系统是否正常, 泡沫设定参数是否满足要求, 泡沫原液和发泡效果是否满足要求。

(3) 掘进控制过程

清楚地面情况, 盾构机前进路线, 了解前方风险情况; 控制好参数, 使土压、掘进速度、刀盘扭矩, 螺旋机出土速度相匹配, 保证不超方或少超方; 仔细观察出渣情况, 及时对地层做出正确判断, 参数做出相应调整, 使渣土达到改良要求; 正常停机务必向土仓打膨润土 1 到 2m³。

(4) 盾构机在完成始发段 120m 掘进后, 对始发设施进行必要的调整, 调整工作包括: 拆除负环管片、始发基座和反力架; 在车站端头铺设双线轨道; 安装通风设施; 其他各种管线的延伸和连接等。

(5) 盾构掘进过程中, 推进坡度要保持相对的平衡。严格控制好推进里程, 将施工测量结果及时地与计算的三维坐标相校核, 及时调整。对初始出现的小偏差应及时纠正, 应尽量避免盾构机走“蛇”形, 控制每次纠偏的量, 盾构机一次纠偏量不宜过大, 以减少对地层的扰动, 并为管片拼装创

造良好的条件。

(6) 为防止盾构掘进时, 地下水及同步注浆浆液从盾尾窜入隧道, 须在盾尾钢丝刷位置压注盾尾油脂, 确保施工中盾尾与管片的间歇内充满盾尾油脂, 以达到盾构的密封功能。施工中须不定时的进行集中润滑油脂的压注, 保持盾构机各部分的正常运转。

4 结语

通过结合施工现场始发掘进的实例, 对大直径盾构始发掘进技术进行了整体的论述。较为详细的阐述了在复杂地质下始发掘进的各类参数设定和掘进过程中的注意事项, 从而达到了复杂地质条件下, 大直径土压平衡盾构始发掘进顺利进行的目。希望上述可以有助于今后的同类工程顺利进行。

参考文献

- [1] 李杰, 付柯, 郭京波, 张增强, 徐明新. 复合地层下盾构掘进速度模型的建立与优化 [J]. 现代隧道技术, 2017(03)
- [2] 孟德鑫, 谭忠盛, 李涛. 大直径土压平衡盾构掘进参数对比试验研究 [J]. 土木工程学报, 2015, 48(S1): 435-439.