

狭小密闭空间内曲线盾构空推过站施工技术

张 帅

中铁三局集团桥隧工程有限公司, 四川 成都 610000

[摘要] 本项目通过深入分析盾构机整机过站的研究, 基于盾构机过站空间、场地大小, 提出了狭小密闭空间曲线盾构空推过站施工技术, 确定了曲线空推过站技术方案, 消除了空间狭小曲线过站的技术难题。文章以郑州地铁工业路站-金马路站区间为工程实例, 综合考虑盾构机曲线过站及场地空间狭小的特性, 采用该技术对盾构机空推过站安全性进行了验证, 指导了本工程实践。

[关键词] 狭小空间; 盾构过站; 曲线空推过站

DOI: 10.33142/aem.v4i1.5357

中图分类号: U213.2

文献标识码: A

Construction Technology of Curve Shield Passing through Station in Narrow Confined Space

ZHANG Shuai

Bridge and Tunnel Engineering Co., Ltd. of China Railway No.3 Engineering Group, Chengdu, Sichuan, 610000, China

Abstract: Through in-depth analysis of the research on the passing of the whole shield machine, based on the passing space and site size of the shield machine, this project puts forward the construction technology of curve shield passing through the station in a narrow confined space, determines the technical scheme of curve passing through the station, and eliminates the technical problems of passing through the station in a narrow space. Taking the section between Gongye road station and Jinma road station of Zhengzhou Metro as an example, this paper comprehensively considers the characteristics of shield machine curve passing through the station and narrow site space, and uses this technology to verify the safety of shield machine pushing through the station, which guides the practice of this project.

Keywords: narrow space; shield passing station; curve empty push station

郑州市轨道交通 6 号线一期工程西段区间土建施工工业路站~金马路站区间隧道工程位于郑州市中原区。该区间右线长度(不包含区间风井)为 2164.200 米, 左线长度(不包含区间风井)为 2169.751 米(含长链 5.551m), 在曲线半径为 450m 的圆曲线段上有一座风井, 风井两端均接盾构区间。该风井主体结构为地下三层箱型框架结构, 长×宽为 39.53×12.6m, 顶板覆土 5.03m, 埋深 23.83m。风井设置一组风亭, 风亭为地下两层箱型框架结构, 全长 34.2m, 宽 14.7m, 顶板覆土 5.03m, 埋深 16.48m, 成 T 字型。本区间风井主体及附属结构已经全部施工完毕。

在狭小密闭的施工环境下, 为确保盾构机顺利的在曲线段完成空推过站施工, 并保证成型隧道的偏差, 及加快后续盾构的施工, 提出了狭小密闭空间曲线盾构空推过站施工技术, 确定了曲线空推过站技术方案, 消除了空间狭小曲线过站的技术难题。狭小密闭空间内曲线盾构空推过站施工控制技术如下:

1 工艺流程

施工准备→区间风井过站导台施工→盾构机接收上导台施工→调试盾构机空推过站施工→过站完成。

2 区间风井过站导台施工

首先对导台混凝土梁进行施工, 混凝土梁由纵梁和横

梁两部分连接而成, 纵梁两端预留后期安装引轨及密封止水装置的空间, 混凝土纵梁采用 T 型结构, 长度为 10m, 即为导台混凝土梁的整体长度; 横梁长度、高度根据盾构机外径而定, 宽度为 3.974m, 即为导台混凝土梁的整体宽度; 纵梁外侧及顶面预埋厚度为 20 mm 的钢板, 用于焊接管片加固支撑及盾构机导轨; 纵梁和横梁混凝土型号均为 C50。根据风井接收洞门中心、始发洞门中心及结构底板标高, 测量放样出混凝土梁的中心线, 再进行混凝土梁的钢筋绑扎、预埋件安装、模板安装、混凝土浇筑等施工。

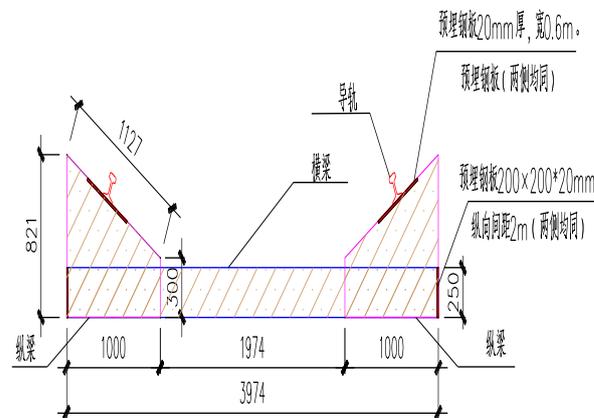


图 1 导台混凝土梁横剖面示意图

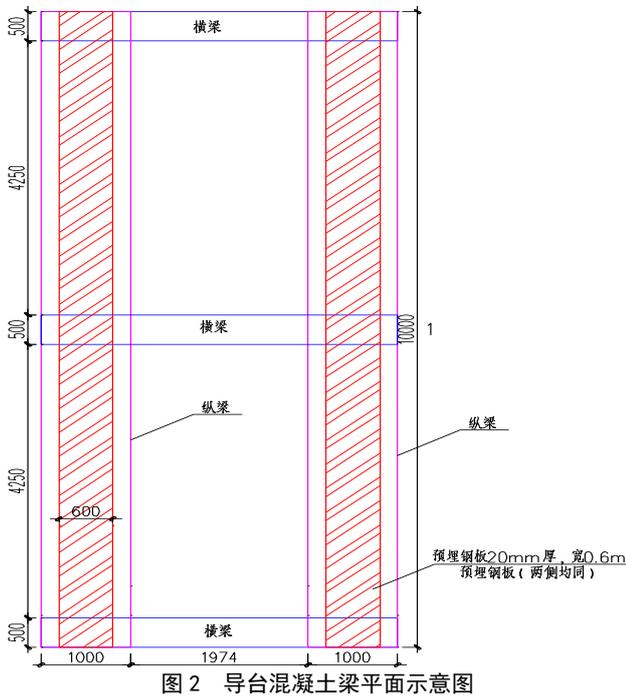
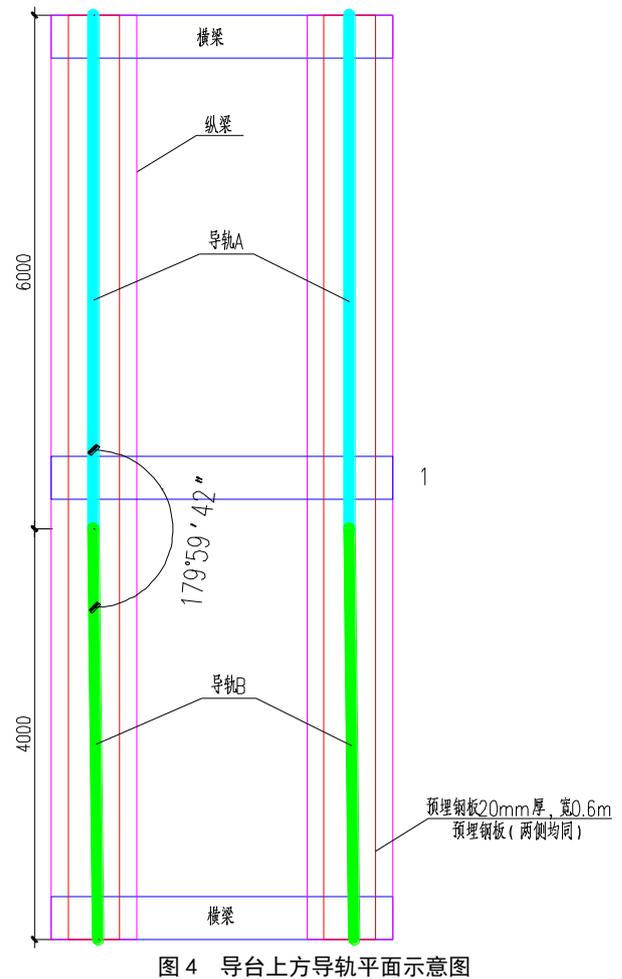


图3 混凝土导台

然后对导台导轨焊接施工,在纵梁上部的预埋钢板将导轨中心线测量放样出来,使用钢板压块按中心线将导轨固定在钢板上方;由于区间风井接收及始发洞门均在曲线半径为450m的圆曲线段上,为了确保盾构机接收后通过导台后,盾构机机头与始发洞门同心,并且保证进洞后成型管片姿态不超出规范误差,因此接收和始发均设置半径为10m的割线,但是由于区间风井长度不足,因此将导轨上的割线长度适当缩短,即导轨分两段进行焊接,经过计算分析论证,导轨两段长度分别为6m、4m,夹角为 $179^{\circ}59'42''$ 。

最后在导轨未完全固定前,对导轨的中心线及高程进行复测,复测无误后方可将导轨固定牢固,轨道靠近接收端采用削尖处理,便于盾构机顺利接收上导台。



3 盾构机接收上导台施工

盾构机接收掘进不同阶段,应采取不同的施工参数,参数大小及侧重点不同。盾构机进入风井接收段后,要保证纠偏和减少对进洞风井结构及洞门结构的压力,避免较大的推力影响洞门范围内土体的稳定;逐渐减小推力,降低推进速度和刀盘转速,控制出土量并时刻监视土仓压力值,土压的设定值逐渐减小。

(1) 前30环的测量复核与姿态调整阶段

为确保盾构接收时的贯通精度,在接收前30环时,进行一次复核测量,复测按照规范严格进行并复核,保证测量工作无误。在复核无误后,根据复测数据对姿态进行检核并调整盾构机的姿态。为保证姿态调整和纠偏的质量,接收前50~30环以内的掘进速度控制在10~20mm/min。

(2) 距离洞门结构混凝土3.5m~2m掘进阶段

当盾构机刀盘距离结构钢筋混凝土2m时,掘进速度由原来正常段的20~30mm/min减至5~10mm/min,土仓压力由原来正常掘进土压适当下调。应在密切监控地表和洞口的情况下逐步减少压力。在离洞门20环处,对管片注双液浆,每隔5环注一次,封闭地下水通路。与此同时,

对未脱出盾尾的管片,用钢带将管片连成整体,防止出洞后,管片脱出盾尾掉落。

(3) 盾构机距离洞门 2m~30cm 掘进阶段

因为不能确定开挖时的最小土仓压力,所以在开挖过程中只能根据地质等情况尽量使压力最小。掘进过程中密切注视洞口的情况,直至洞门混凝土松动或开裂,不可能再掘进为止。此阶段速度一般为 1~5mm/min。此时做好洞门防水帘布的安装及接收架的安装工作。

(4) 盾构机距洞门 20cm 到进入风井露出阶段

盾构机继续前进并拼装管片,速度根据实际情况决定,仓内无压力;刀盘完全露出土体后停止转动。

(5) 盾构机刀盘露出土体到盾构机盾体全部接收阶段

坍塌土体清理完毕(不影响盾构机前进为准),刀盘通过防水帘布后立即拉紧防水帘布压板上的钢丝绳,使防水帘布紧压在盾构机前盾体外,然后盾构机匀速缓慢前进,以防防水帘布受到破坏;在盾体前盾刚穿过防水帘布后依次对压板上的钢丝绳复紧,中盾刚穿过防水帘布后依次对压板上的钢丝绳复紧。盾体全部接收上托架后,管片刚穿过防水帘布后依次对压板上的钢丝绳再次复紧,盾构机接收成功。

4 调试盾构机空推过站施工

(1) 根据接收出洞环管片实际位置和区间风井的长度,且方便后期负环管片的拆除,本次盾构机空推过站采用 7 环混凝土负环管片加 1 环钢结构支撑(钢结构支撑根据始发进洞环的长度进行适当调整),其中出洞环管片及-7 环管片外露面在管片生产时预埋钢板,以便于钢结构支撑的焊接及均匀受力。负环管片-7、-6、-5 采用正 12 点拼装,其余为错缝拼装,保证后期管片拆除及进洞管片的椭圆度。负环为钢筋混凝土管片,环宽 1.5m;钢结构支撑采用 6 根直径 325mm、厚度 7mm 的无缝钢管,其长度均为 1.3m,均匀分布并焊接在管片的一周,钢管之间采用 2 道 10#槽钢链接。

(2) 盾构机接收后直接驶上导台,然后开始对盾构机刀盘、土仓内和盾壳上面的泥土进行清理。

(3) 盾构机拼装管片空推过站,参数设定如下表所示。

表 1 盾构机空推过站参数设定表

序号	项目	单位	拟设定值	备注
1	上部土压值	MPa	/	
2	总推力	T	600-1000	
3	同步注浆量	方/环	/	
4	泡沫用量	L/环	/	
5	掘进速度	mm/min	20~30	
6	出土量	方/环	/	
7	同步注浆浆液稠度	cm	/	
8	平均盾尾油脂用量	kg/环	25-40	
9	刀盘转速	r/min	/	
10	刀盘扭矩	kN·m	/	

(2) 盾构机到达始发端后,对盾构机进行全面的维保,确保以良好的状态进行施工。

(5) 盾构机过站负环拼装后,采用与盾构机加固同样措施进行加固负环。由于始发支座轨道与管片外侧有 240mm 的空隙(盾构始发台的尺寸是按照盾构机的前体 6440mm 设计,管片外径为 6200mm),为了避免负环管片全部推出盾尾后下沉,在始发台导轨上用木方塞紧,使其将负环管片托起。在每环管片推出盾尾后,在管片外的支撑三角架纵向 H 型钢及始发台轨道上用木方及时进行支垫,将管片压力均匀的传递给三角架。

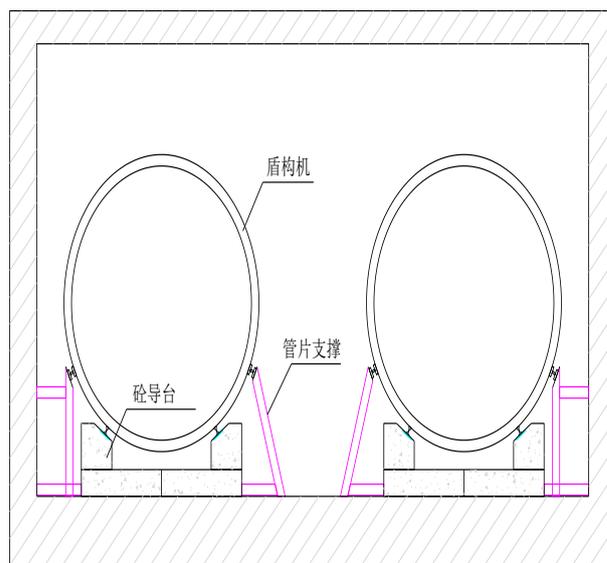


图 5 盾构机过站盾构机及管片加固横剖面示意图

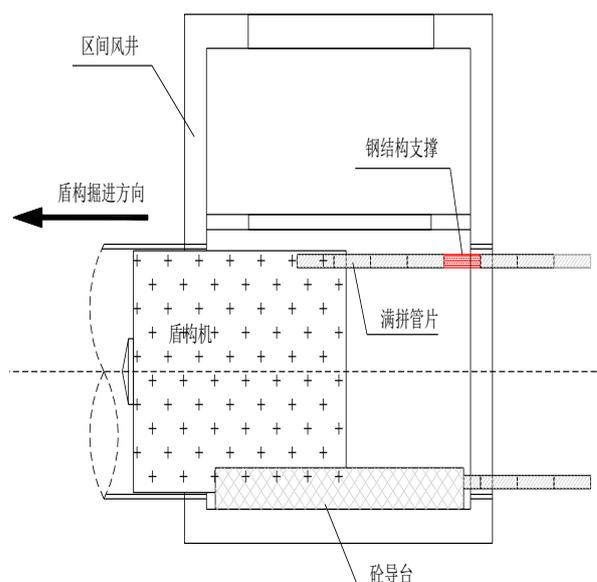


图 6 盾构机过站纵剖面示意图

5 小结

郑州地铁工业路站~金马路站区间,采用狭小密闭空

间内曲线盾构空推过站施工技术,保证了盾构机接收、始发穿过区间风井,接收与始发的盾构机姿态、成型隧道的偏差、地表沉降均控制在允许范围内,降低了施工安全风险,节约施工成本,保证了施工工期,产生了明显的经济效益。该施工技术方案能够避免大面的使用施工场地,对周围环境影响较小,为后期地下工程狭小空间类似施工积累了丰富的实践经验和技术支撑。

[参考文献]

- [1]郑俊良. 轨道法盾构机空推过站施工技术[J]. 石家庄铁路职业技术学院学报, 2016, 15(03): 36-40.
- [2]邓彬, 顾小芳. 盾构过空推段施工关键技术研究[J]. 现代隧道技术, 2012, 49(2): 54-54.
- [3]徐宁. 土压平衡盾构机过站施工技术[J]. 中国招标, 2016, 1263(19): 24-27.
- [4]欧阳磊. 盾构机过矿山隧道空推施工关键技术及控制措施[J]. 福建建材, 2020, 226(2): 60-62.
- 作者简介: 张帅(1989.1-), 工作单位中铁三局集团桥隧工程有限公司, 毕业学校北京交通大学。