

## 盾构侧移顶升空推过站施工技术

杨杰

中铁三局集团桥隧工程有限公司, 四川 成都 610000

DOI:10.33142/ec.v2i1.107

[摘要]当前轨道交通工程的大力建设,在盾构施工过程中,经常遇见盾构站内过站的现象。盾构机过站过程中,在盾构接收后经常会因车站标准段侧墙侵入盾构过站路径范围以及端头井底板过低等情况下,导致盾构机无法直接顶推过站。因此,在这种无法正常顶推过站的情况下,对盾构机怎样安全顺利站内过站进行了分析,提出了盾构机主机整体侧移顶升空推过站的方法。该施工工法和技术操作简单,快捷高效,对周边环境影响较小,机械设备投入较少,费用较低,现场反应效果良好。该技术在地铁隧道施工领域经济效益和社会效益明显,推广前景广阔。

[关键词]盾构机;过站;侧移;顶升;空推

## Construction Technology of Shield side-moving Roof lift and push-over Station

YANG Jie

Bridge & Tunnel Engineering Company of the Third Engineering Group Co. Ltd. of China Railway, Sichuan  
Chengdu, China, 610000

**Abstract:** The construction of the current rail transit project, in the course of shield construction, often meets the phenomenon of overstation in the shield station. During the crossing of the shield machine, the shield machine can not directly push through the station when the shield is received by the shield passing through the station standard section side wall, and the bottom hole plate of the end head is too low. Therefore, in the case of such a non-normal push-over station, how to safely and successfully station the shield machine in the station is analyzed, and the method of lifting the whole side of the main machine of the shield machine to push the station is put forward. The construction method and the technical operation are simple, rapid and efficient, Low cost and good on-site reaction effect. The technology has obvious economic and social benefits in the construction field of the subway tunnel, and the popularization prospect is wide.

**Keywords:** Shield machine; Cross station; Side shift; Lift; Air push

随着城市化进程的发展,交通压力越来越大,地铁作为三维交通的重要部分在解决城市交通拥堵方面发挥着不可替代的作用。目前,城市地铁建设正在如火如荼地进行。盾构作为软土隧道开挖的先进机具,以其开挖速度快、劳动强度低、扰动小及地下作业等优点在地铁建设中被广泛运用。但是实际施工过程中,一部分盾构接收井在接收前已封住吊装口,而限于盾构接收井所处的位置,盾构需要进行平移过站等。

目前,盾构机平移施工存在诸多难点,如已经完成的接收井主体结构的侧墙侵限及端头底板标高过低等情况,盾构机正常接收后,无法直接进行平移施工。在郑州市轨道交通 5 号线 10 标段魏庄西街站~紫荆山路站~冯庄路站区间盾构施工中,盾构机需要在紫荆山路站进行站内过站,采取了盾构机整体侧移顶升及空推过站的方法,安全顺利的解决了盾构施工过程中的难题。

### 1 工程概况

郑州轨道交通 5 号线土建施工 10 标段魏庄西街站~紫荆山路站区间~冯庄路站区间位于郑州市二七区和管城区交界航海路位置,本工程采用两台 CTE-6440 中铁装备土压平衡盾构机进行施工。

盾构由魏庄西街站西端头始发后,沿航海路向西掘进,经过紫荆山路站(过站)到达冯庄路站接收井后盾构机解体吊装出井,实现双线隧道的贯通。详见图 1。

魏庄西街站~紫荆山路站区间左线长度 432.972 米,右线长度为 434.02 米,全长 866.992 米。紫荆山路站~冯庄路站区间线路出紫荆山路站后,沿着航海路西行,到达冯庄路站,左线全长 1143.569m(长链 13.386m),右线全长 1142.059m(长链 11.876m),设置 1 座联络通道兼泵房。

紫荆山路站小里程为接收端,设计为盾构机侧移顶升过站。盾构机接收后,因车站标准段侧墙侵入盾构范围,详见图 2,必须将盾构机侧移 1.2m;又因端头井底板过低,详见图 3,需将盾构机主机整体顶升后平移至标准段底板上,

再将盾构平移至始发端；平移过站后，盾构机下降至端头井盾构始发标高后，再将盾构机侧移至设计轴线上。

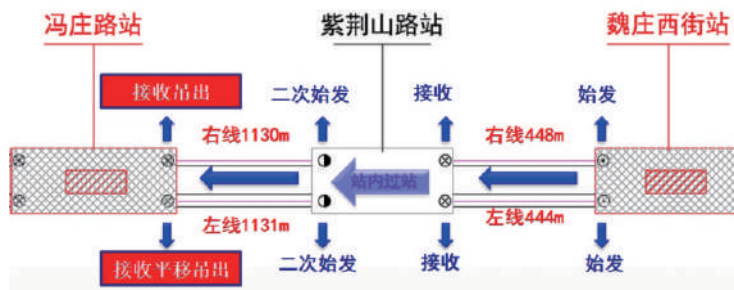


图 1 施工顺序示意图

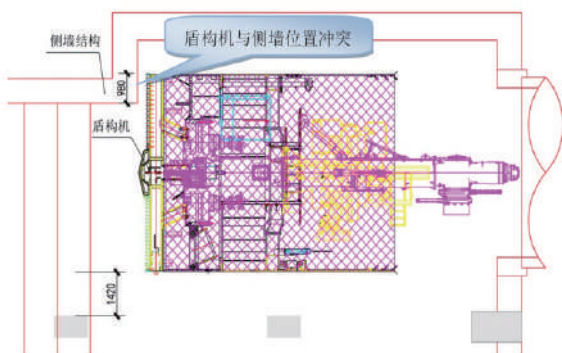


图 2 盾构机与车站平面关系示意图

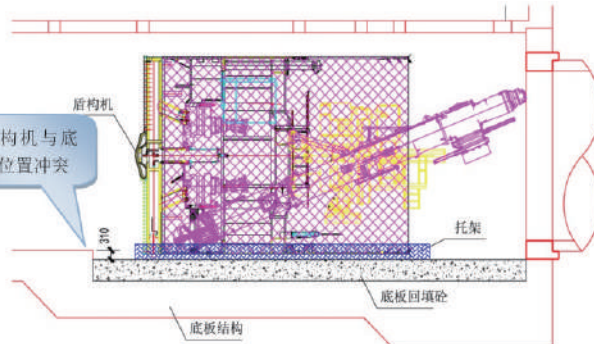


图 3 盾构机与车站纵剖面关系示意图

## 2 施工工艺

### 2.1 施工工艺流程

盾构站内过站总体施工工艺流程详见图 4。

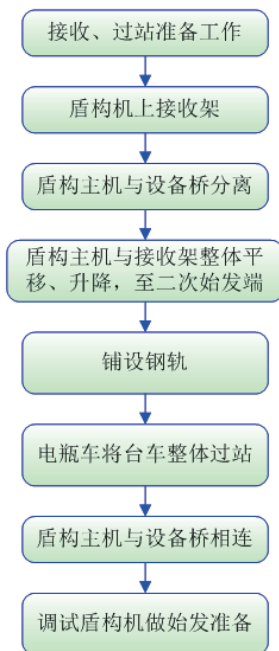


图 4 盾构过站施工工艺流程框图

### 2.2 接收、过站准备工作

1) 接收前复测：对盾构机到达时的实际洞门中心位置进行测量，得出设计隧道中心与洞门实际位置的三维坐标偏差值。结合实测接收井底板高程，计算出接收架的安装平面位置和高度。同时结合二次始发端底板和始发钢环的最小净空来确定接收架的尺寸。

2) 清理底板：对接收井底板进行人工清理，保证底板平整。

3) 底板铺砂：采用细砂，人工精平铺砂，铺砂厚度约 3cm，铺砂完成后表面应密实平整。

4) 铺设钢板、固定、焊接及打磨：采用 12m×1.2m×2cm (长×宽×厚) 钢板，根据现场底板尺寸进行切割，钢

板间接缝无错台。钢板接缝处采用电焊机焊接，焊缝需圆润、饱满，然后对凸起部分焊缝进行打磨使其平滑无凸凹点。

5) 接收端的端头加固：接收端土体加固范围根据盾构开挖尺寸及土层地质条件确定，采取旋喷桩以及洞门水平注浆的加固方法。接收井加固长度为 8m，加固宽度为盾构外径两侧各 3.0m，加固深度为地面至盾构外径下 3.0m；洞门水平注浆采用先注入磷酸与水玻璃混合液，将土层中水排除，再注入水泥、水玻璃双液浆。同时保证加固体的强度和不透水性，确保满足盾构机出洞安全。

6) 洞门止水装置的安装：接收井出洞口内径与盾构外径之间存在环形建筑空隙，为了防止盾构掘进机接收时土体或地下水从空隙处流失，盾构机接收前在洞圈处安装密封装置，作为施工阶段临时防泥水措施。

### 2.3 接收架安装

由测量人员根据实际洞门位置对接收架位置进行放样，并在接收架定位完毕且复核无误后对其进行加固，确保盾构机顺利上接收架。

### 2.4 洞门破除

凿除洞门围护结构混凝土之前，先在竖墙上按设计尺寸对出洞门的轮廓线进行放样。凿除时分两层进行，先凿除洞圈内约 3/4 厚一层的钢筋混凝土，为确保凿除作业安全进行，出现意外情况以便及时封堵，剩下厚 1/4 的一层采取分块、由上而下的次序凿除，直至凿出最外排主筋为止。若土体压力较大有坍塌危险时，迅速用木板和钢管支撑迎土面，尽快在围护结构内外侧进行加固注浆。

### 2.5 盾构机接收

盾构机接收后直接驶上接收架基座，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。详见图 5。

### 2.6 盾构机及接收架整体侧移、升降、侧移、空推

#### 2.6.1 准备工作

1) 在钢板表面涂抹液压油以减少接收托架和钢板间摩擦力，为方便施工可在平移时边平移边涂抹。详见图 6。



图 5 盾构机接收并安全上到接收托架



图 6 钢板上涂抹液压油

2) 盾构机和接收托架之间两侧各选 3 处点位采用 15cm×15cm×3cm (长×宽×厚) 的钢板进行焊接，使二者之间形成一个整体，焊接必须满足规范要求。详见图 7。

3) 根据盾构机设计构造图计算出两处对称受力断面并在盾构机上进行标识，然后由测量人员对这两处断面进行左右两侧高程放样，找出对称平衡点并作出标识。为保证盾构机被顶起时受力均匀，四个点位应控制在同一标高。

4) 由电焊工对已标识的四个点位进行焊接支撑架，四个竖向采用 2cm 厚 4 块 30cm×30cm 的直角三角形钢板，底座采用 2cm 厚边长 30cm 的正方形钢板。详见图 8。



图 7 接收架与盾构机焊接成一体

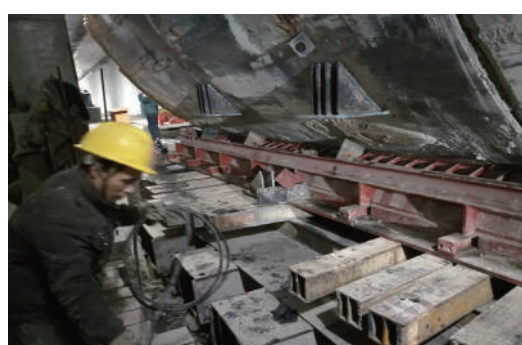


图 8 盾构机左右两侧焊接顶升 2 个支点

#### 2.6.2 盾构机侧移

用千斤顶将盾构主机侧移 1.2m。盾体加接收托架总重不大于 400 吨，钢对钢的滑动摩擦系数为 0.2，需要的推力大约为 80 吨，考虑其它不利因素，将托架各连接部位加强焊接连接为整体后，通过两台 100T 千斤顶可实现盾体和托架的横移。详见图 9。



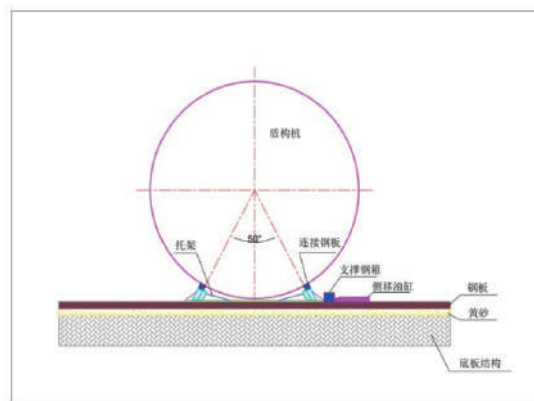
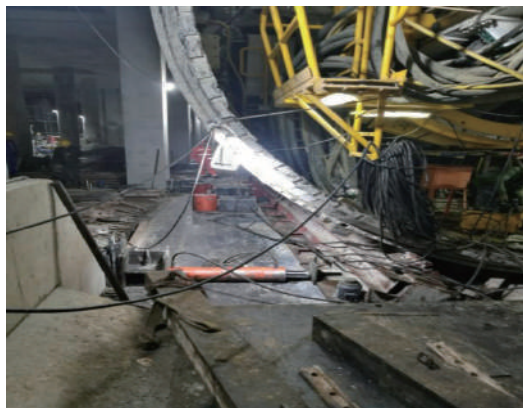


图9 盾构主机及托架侧移

### 2.6.3 盾构机顶升

1) 盾体与托架整体顶升。在盾体上焊接4个钢性支座作为盾体顶升的受力点，通过4个200T分离式千斤顶支撑在底板上实现盾体的顶升过程，其中前端两侧的两个支座中心距前端盾前端1300mm，后端两侧的两个支座中心距前端支座中心为2300mm，且两侧的支座相对盾体纵向中心线对称布置。

2) 用4个同型号的200T千斤顶对主机进行顶升，4个千斤顶用同一个液压泵站控制。



图10 液压泵站及千斤顶

3) 通过液压泵站操控四个千斤顶，将盾构机顶升25cm，托架下部垫型钢加工的支撑条；将盾构主机及托架下降至支撑条上，千斤顶下加垫块，对接收架二次顶升25cm，再次下垫支撑条，与下层支撑条形成纵横交错的支撑体系。将盾构主机及托架降落至支撑条上，此时可将盾构主机及托架平移至车站一般段底板上。然后清理现场，为盾构机平移作准备。

盾体顶升过程中，需特别注意四根油缸行程差不超过10mm。

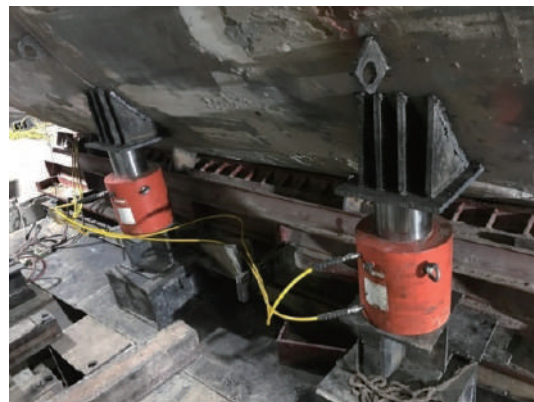
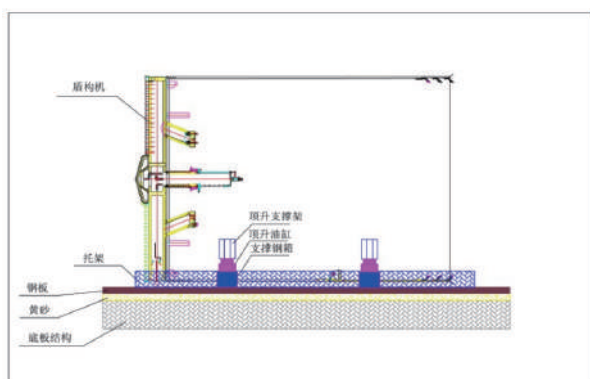


图11 顶升盾构机及托架

### 2.6.4 盾构机空推

1) 盾体与托架整体空推平移。盾体与托架整体总重不大于400吨，钢对钢的滑动摩擦系数为0.2，需要的推力大约为80吨，在铺设的钢板上安装2个钢性支座作为盾体前移的受力点，考虑其它不利因素在内通过两台100T千斤顶可实现盾体平移。

2) 检查确定盾构机和托架之间的连接钢板无脱焊、开裂现象，确保盾构机和接收托架之间连接牢固。分别在接收

托架线右侧 1/4、2/4、3/4 处设 3 处支撑点并做出标识，分别在距离接收架底座边缘 80cm 位置的钢板上焊上两块 10cm 边长的正方形钢板，通过液压泵站控制同型号 100T 千斤顶将盾构机往始发端方向平移，达到千斤顶行程后泄压再重新焊支撑点位接着平移直至到始发端头井。

3) 盾构机空推平移过程中，需缓慢前行，盾体前端不得有人员出入；托架需沿线路中心线前行，偏差不得超过 50mm；托架前行时两侧人员注意观察，不得影响支撑油缸；盾体平移时，两侧油缸行程差不超过 10mm。

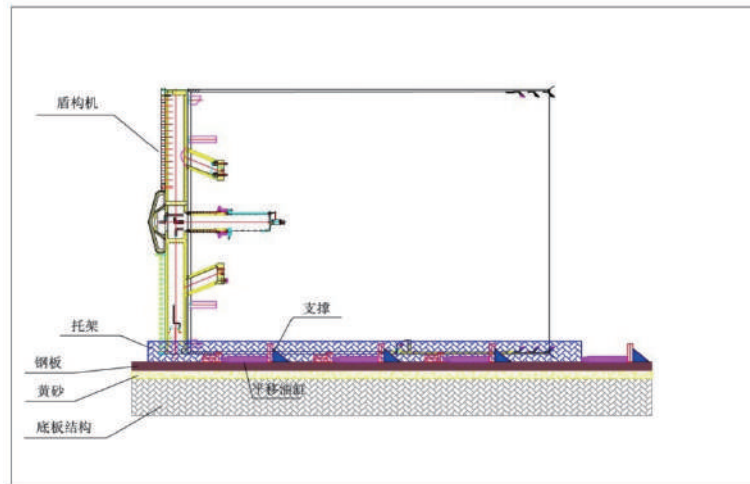


图12 盾构主机平移

#### 2.6.5 盾构机就位

采用同样的方法将盾构主机及托架下降至底板上，再反向侧移 1.2m，将盾构主机及托架平移至测量人员放样的盾构始发位置。

#### 2.7 后配套平移过站

- 1) 盾构主机过站完成后，撤除底板上铺设的钢板，清理底板上的沙子。
- 2) 完成反力架的定位、安装、加固。
- 3) 接收端、始发端铺设马镫，完成台车及电瓶车从洞门到底板的高差过度。
- 4) 经测量人员放线，确定轨道的铺设位置，铺设台车、电瓶车的轨道。
- 5) 电瓶车与后配套焊接成整体，利用电瓶车将后配套移至始发端。
- 6) 将后配套及主机连接，进行盾构机调试。



图14 后配套整体过站



图15 盾构主机与后配套连接，调试盾构机

#### 2.8 材料、设备



**表 1 主要材料表**

序号	材料名称	规格型号	数量	备注
1	钢板	20mm	576m <sup>2</sup>	紫荆山路站底板上铺两道钢板
2	液压油		2桶	减小摩擦阻力
3	H型钢	175#	342m	铺设、铺垫轨道

**表 2 主要设备表**

序号	材料名称	规格型号	数量	备注
1	液压千斤顶	200T	4	顶起盾构机
2	液压千斤顶	100T	2	平移盾构机
3	液压泵站	7.5KW	1	操控千斤顶
4	电焊机	BX1-400	4台	焊接支座、钢板
5	气割设备		2套	切割钢板
6	电动打磨机		2套	打磨钢板焊缝

### 3 质量控制

#### 1) 盾构进站前的质量控制

- (1) 改进洞门止水帘布折页板, 使折页板密集排列。
- (2) 根据测量始发端头井底板与盾构钢环的高差, 设计盾构机托架高度。
- (3) 依据托架高度计算盾构机接收台的标高, 并浇筑混凝土。

#### 2) 盾构主机过站质量控制

- (1) 底板铺设的钢板焊接成为整体, 焊缝打磨平整, 消除阻力。
- (2) 盾构主机顶升采用一带四式千斤顶泵站, 保证千斤顶伸缩同步。
- (3) 在标准段底板上放样盾构平移方向点, 使盾体横向偏差在 10cm 之内。

#### 3) 盾体及后配套过站质量控制

- (1) 盾构机进站时刀盘前推落的渣土清理完成后, 盾构机尽快连续推进和拼装管片, 确保盾体能够顺利步上接收托架。
- (2) 盾构主机顶升过程中要保证 4 个千斤顶油缸行程一致。
- (3) 盾构主机平移保证盾头、盾尾纵向偏差在 10cm 以内。
- (4) 后配套台车始发标高与标准段底板标高相差太大, 轨道坡度太大。将坡度变小, 变坡距离拉长。

### 4 安全措施

- 1) 盾构及平移时时刻注意千斤顶动作及支撑板的变形情况。
- 2) 规范用电, 要时时检查电缆线, 如有绝缘不良要即时处理, 电箱要保持完好无损, 保证用电安全。
- 3) 照明动力要分开, 并有二级保护, 用电设备一机一闸, 严禁乱接乱拖, 一闸多机。
- 4) 盾构机顶升和下降时四周要有安全员远处注意观察、听从指挥, 其余人员远离现场。
- 5) 时时注意观察平移状况, 发现问题立即停止并检查, 排除不安全因素, 确保正常后方可继续前进。
- 6) 严格按照安全管理施工制度和相关的机械操作规程施工。
- 7) 工人操作要求达到标准化、规范化、制度化, 施工现场坚持工完料清, 场地上无淤泥积水, 施工区间平整畅通。

### 5 小结

盾构机过站, 接收后因车站标准段侧墙侵入盾构路径范围, 盾构机无法直接顶推过站; 又因端头井底板过低, 需将盾构机主机整体侧移进行顶升后, 平移至车站标准段底板上, 再将盾构机平移至始发端; 平移过站后, 盾构机下降至端头井盾构始发标高后, 再将盾构机侧移至设计轴线上, 进行二次始发。该施工工法及技术操作简单, 快捷高效, 对周边环境影响较小, 机械设备投入较少, 费用较低, 现场反应效果良好。该技术在地铁隧道施工领域经济效益和社会效益明显, 推广前景广阔。

#### [参考文献]

- [1] 刘建国. 深圳地铁盾构隧道施工技术经验[J]. 隧道建设, 2012, 32(1), 74-75.
- [2] 黄云生. 盾构的平移解体技术[J]. 铁道建筑技术, 2014(06), 53-56.

作者简介: 杨杰, 男, 31岁, 工程师, 供职于中铁三局集团有限公司桥隧工程有限公司。