

# 盾构工法的出洞技术浅谈

路清泉,李孝荣

(中铁隧道集团二处有限公司,北京 100000)

**摘 要:**出洞在盾构法隧道施工中占有极其重要的位置,确保盾构以正确的姿态顺利出洞,防止出现坍塌等事故是施工的重点。以广州地铁二号线越秀公园站—三元里站区间隧道在过广州火车站站时出洞施工为例,对出洞施工提出具体的措施和方案。

**关键词:**盾构;出洞;管片

## 1 概述

出洞是指在盾构机组装完成后,放置在符合设计轴线的基座上,具备掘进、管片安装、背衬注浆条件,利用负环管片、反力架等承受反作用力的设备,将盾构机贯入出洞口进入地层沿所定线路向前推进,直至盾构机完全进入隧道,拆除洞口负环管片、反力架等辅助设施的一系列作业。

在盾构机出洞阶段,应确保出洞段地层的自稳性、确保盾构按照设计线路出洞、防止负环管片的移位、保证出洞段管片衬砌不渗水等。

## 2 出洞施工顺序及技术要求

### 2.1 出洞段地层加固

为了盾构机顺利出洞有两种方式:一是采用化学注浆、冻结法等方式使出洞段地层具有一定的自稳性;二是通过设置双层挡土墙或双层竖井的方式使出洞段地层具有一定的自稳性。一般情况下,由于出洞施工场地限制及节约成本的考虑,多采用第一种方式,即通过地质改良使地层具有一定的自稳性,从而确保出洞施工的安全。

地层加固应达到以下目的:防止设置竖井时造成的围岩松动影响;确保拆除临时墙后的开挖面具有一定的自稳性;防止或减少地层损失从而减少地面沉降。

地层加固的常用方法有:化学注浆法、高压旋喷法、深层搅拌法、冻结法等。

### 2.2 辅助设施安装

盾构出洞时需设置盾构基座、反力架、负环管片、密封装置等辅助设施。

盾构基座的设置需考虑盾构机组装位置(高度、方向)、盾构机的重量以及盾构机组装后的作业施工性,一般是由工字钢和钢轨等材料构成,在盾构组装之前就位。

反力架与负环管片的设置需考虑管片和碴土运输的空间,反力架一般采用型钢,负环管片可采用钢管片或高强度钢筋混凝土管片。反力架和负环管片一般在盾构机组装完成之后安装。第一环负环管片的安装质量直接影响以后整个隧道的管片的安装质量、管片选型以及整个工程的转弯环管片的使用数量,所以务必保证第一环负环管片的安装质量(椭圆度、K块位置的准确性、与负环钢管片的连接质量)

密封装置由洞口防渗材料、防止填料反转的压板及固定它们的铁件构成,是用于出洞口与盾构机或者管片的间隙中,起止水作用,从而提高施工的可靠性和安全性的部件。密封装置在盾构机贯入作业面之前安装,并在盾构机开始掘进之前通过调节压板使密封装置起到止水作用。

### 2.3 拆除临时墙

盾构调试完成后,在确保洞外土体的加固效果良好的情况下开始拆除洞口临时墙。先在洞圈内搭设脚手架,在洞口中心凿一个孔,用来观察内部土体情况,然后分块凿除洞口临时墙,并在每块混凝土中间凿出一个吊装孔,清理干净落在洞圈底部的混凝土碎块,然后逐块拆除,吊出混凝土。洞口临时墙拆除要连续作业,尽量缩短施工时间,以减少正面土体流失量。

### 2.4 试掘进

一般情况下,通过试掘进可以熟练掌握盾构操作方法、在不同地层中盾构推进各项参数的调节控制方法;熟练掌握管片拼装工艺、防水施工工艺、环形间隙注浆工艺;测试地表隆陷、地中位移、管片受力等,依此及时详细分析在不同地层中各种推进参数条件下的地层位移规律和结构受力状况,以及施工对地面环境的影响,并及时反馈信息,调整施工参数,确保安全顺利施工。试掘进段的长度根据工程的特性予以确定。

## 3 出洞阶段的施工

### 3.1 盾构出洞的准备工作

#### 3.1.1 地面准备工作

- (1)建立井上井下测量控制网;
- (2)根据出洞场地的条件及相关设计要求,确定反力架、负环管片及盾构基座的尺寸并进行生产;
- (3)对全体施工人员进行岗位培训;
- (4)备齐盾构出洞及前期掘进所需的材料、设备及机具。

#### 3.1.2 井下准备工作

- (1)地层加固:为保证地层加固的效果,地层加固应在盾构开始掘进前完成,并确保地层加固段具有一定的强度,保证出洞施工的安全。
- (2)对洞口中心进行复核:在盾构机进行组装前必须对洞口中心位置进行复核,以保证盾构始发方向正确。
- (3)盾构基座的安装:盾构组装前,按设计将盾构基座安装

好。盾构基座的安装应注意出洞段隧道所处的线路平、纵面曲线条件,确保盾构中心轴线的坡度与隧道设计轴线坡度相适应,考虑到隧道后期沉降因素,洞口处盾构中心轴线坡度可比设计轴线略高 5‰~10‰,特别注意在对盾构基座固定前应按设计进行准确的定位,严格控制标高及中心轴线等。定好位后对基座加支撑,防止盾构基座移动。盾构基座应具有足够的刚度和强度,导轨必须顺直。

(4) 反力架、负环管片的安装:在盾构机组装完成后,按设计要求对盾构机精确测量定位后拼装反力架和负环管片为盾构推进提供反力。负环管片根据实际情况,随盾构的推进逐环拼装。盾构反力架、负环管片的整体倾斜度应与盾构基座的安装坡度一致,以保证盾构机出洞姿态的准确。在对反力架固定前,应按设计对其进行精确的定位。反力架通过预埋件与竖井结构连接起来,负环管片紧靠在反力架上以保证受力均匀。

为保证管片点位的准确,拼装第一环负环管片时一定要精确控制好拱底块的位置。反力架和负环管片在盾构后座顶力作用下应满足强度和刚度的要求,特别要防止反力架和负环管片出现过大的位移;盾构基座导轨必须顺直,严格控制标高、间距及中心轴线。负环管片四周施作临时支撑连接在井壁结构上,确保负环管片受压时的线形和稳定。

(5) 洞口止水装置的安装:竖井施工时在洞圈预埋环状钢板,盾构始发前在洞圈安装帘布橡胶板、压板(防止帘布橡胶板翻转)等组成的密封装置,作为施工阶段临时的防泥水措施。同时为了防止盾构始发掘进时土体或水从间隙处流失,盾尾进入土层后,调整压板,进行壁后填充、注浆。

### 3.2 凿除洞口混凝土

盾构调试完成后,在确保洞外土体的加固效果良好的情况下开始拆除洞口临时墙。整个作业过程中,由专职安全员进行全过程监督,杜绝安全事故隐患,确保人身安全,同时对洞口上的密封装置采取必要的保护措施。

### 3.3 盾构出洞

出洞口加固土体达到设计强度,盾构调试及临时墙混凝土拆除后,盾构迅速贯入工作面进行加压掘进,尽量缩短掌子面暴露的时间。盾构机出洞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。盾构切口进入洞圈内,通过螺旋输送机反转的方式向土仓加泥建立开挖面的初始稳定。

### 3.4 洞口圈封堵

当盾构前体进入洞口后及时调整洞口圈密封设备的压板,防止注浆时因注浆压力作用使帘布橡胶板外翻发生漏浆。根据出洞口的深度推算出盾尾进入开挖面的里程,确定盾尾已进入开挖面土体后,开启盾尾油脂系统为盾尾注入足量的盾尾油脂,然后通过管片预留注浆孔对洞口圈压注双液浆进行封堵。待洞口圈封堵完成后开启同步注浆系统进行背衬注浆,进入正常掘进循环。

### 3.5 联系条的安装

盾构出洞后,在拆除负环管片前,在管片注浆孔(吊装孔)安装螺栓将进洞段 10 环管片用高强度的角钢联系起来,防止在负环管片拆除后,出洞处管片之间出现松动,从而导致渗水等事故。

联系条必须在洞口混凝土保护圈达到设计强度后才能拆除。

### 4 出洞段施工的注意事项

盾构始发前要根据地层情况,设定一个掘进参数。开始掘进后要加强监测,及时分析、反馈监测数据,动态地调整盾构掘进参数,同时还应注意以下事项:

(1) 始发前应在基座轨道上涂抹油脂,减少盾构推进阻力;

(2) 始发前应在刀头和密封装置上涂抹油脂,避免刀盘上刀头损坏洞口密封装置;

(3) 盾构基座要有足够的抗偏压强度,导轨必须顺直,严格控制其标高、间距及中心轴线;

(4) 及时封堵洞圈,以防洞口漏浆;压板要有足够的刚度,以免由于注浆时导致压板弯曲变形使帘布橡胶板外翻;

(5) 洞口临时墙拆除前的确认:出洞前确认临时墙体拆除后的形状是否有碍于盾构机的通过;另外,检查衬垫的安装状况,如衬垫与围岩之间距离较远,则设置承台,防止盾构机前倾;

(6) 防止盾构旋转、上漂:盾构出洞时,正面加固土体强度较高,由于盾构与地层间无摩擦力,盾构易旋转,宜加强盾构姿态测量,如发现盾构有较大转角,可以采用刀盘正反转的措施进行调整;盾构刚出洞时,掘进速度宜缓慢,尽量减少对土体的扰动,掘进时可加水或加入泡沫剂降低盾构正面压力,防止盾构上漂,同时加强后盾支撑观测,发现异常及时处理;

(7) 防止盾构低头:盾构出洞时盾构机发生低头的情况主要有两种:一是刀盘在洞口圈未进入开挖面时,当洞口深度较大时,盾构机随着向前推进,由于刀盘缺乏支撑在自重作用下极易发生低头,故当洞口深度超过一定值时应在洞口圈底部安设导轨进行支撑,导轨的位置应与盾构基座导轨对齐,轨面标高、坡度与盾构基座一致,导轨的长度要适应洞口深度及盾构刀盘宽度,即导轨距掌子面的距离要稍大于刀盘宽度;导轨安设要确保牢固,轨面应涂抹油脂以减少阻力;二是盾构刀盘推出出洞段加固区时,当盾构机刀盘及前体推出加固区进入自然地层,可能由于刀盘自重的作用导致盾构机低头,为此要掌握好盾构机进入自然地层的准确位置,在进入前调整土仓压力使其略大于理论值,根据实际情况必要时可向刀盘或土仓加泥或泡沫剂,对碴土进行改良,在盾构进入自然地层前一定要调整好盾构机的姿态,不可让盾构机以低头的姿态进入自然地层。

### 5 施工实例

广州地铁二号线越秀公园—三元里区间隧道自地铁三元里站经广州火车站站至越秀公园站,采用两台复合型盾构机施工,其具有土压平衡式、敞开式、半敞开式三种掘进模式。管片环设计为 6 块,即 A1、A2、A3、B、C、K 块。

#### 5.1 出洞前的准备工作

地铁广州火车站站南端右线隧道盾构出洞段洞身埋置于中风化地层中,岩层自稳性好,同时车站结构采用人工挖孔桩围护结构,因此在不需要进行地层加固,出洞前将围护桩凿除,只保留人工挖孔桩的钢筋保护层与挖孔桩护壁混凝土,在盾构机贯入洞口前将保护层与护壁混凝土凿除。

在盾构到达车站南端之前,清理出洞口的碴土和杂物,在刀盘贴近洞口之前将洞口密封装置安装完毕。

#### 5.2 盾构基座的安装

文章编号:1004—5716(2004)02—0087—03

中图分类号:U457.2 文献标识码:B

## 浅谈地下工程渗漏水处理

秦仁伟<sup>1</sup>,黄新社<sup>2</sup>

(1、中国一拖房地产公司工程科,河南 洛阳 471000; 2、中铁隧道集团有限公司科研所,河南 洛阳 471009)

**摘 要:**渗漏水是地下工程常见的病害,尽管在近些年修建的隧道与地下工程中都采用了专门的防水层进行防水,但是仍有相当多的地下工程在建成后不久便出现了严重的渗漏。介绍了地下工程渗漏水产生的原因及其处理方法、工艺措施等。

**关键词:**地下工程;渗漏水;治理

渗漏水是地下工程常见的病害,尽管在近些年修建的隧道与地下工程中都采用了专门的防水层进行防水,但是仍有相当多的隧道与地下工程在建成后不久便出现了严重的渗漏。个中原因较多,有管理方面的、运营方面的、年久失修的原因,还有材料老化等方面的原因。通过对大量的实物调查,进行综合分析,总结出以下几种渗漏情况:沉降缝渗漏;施工缝渗漏;砼裂缝渗漏;由于其它原因点渗漏;由于砼施工存在缺陷,产生大面积漏。

在分析渗漏水原因的基础上,根据作者堵漏施工的经验,提出了其处理方法、工艺措施等。

### 1 渗漏原因分析及处理方法

#### 1.1 沉降缝渗漏

##### 1.1.1 渗漏原因

(1)橡胶或塑料止水带安装存在问题。在施工过程中特别是远离进仓口的一些止水带安装不平顺,更有甚者一边与另一边呈 90 折状,直接引起渗漏;

(2)止水带两边砼振捣不密实,止水效果不好;

(3)止水搭接缝施作不好,起不到止水的作用。

#### 1.1.2 处理方法

由于上述几种渗漏水的情况大都是施工及施工工艺不当造成的,所以处理起来难度相当大,根据以往我们接触的工程及具体施作介绍如下:

(1)首先沿沉降缝剔宽 15cm、深 2cm 的一个浅槽,然后在浅槽内将沉降缝扩至 5cm 宽、7cm 深,同样把槽底部沥青木丝板剔除 3cm,要求槽体相对规整,而后用钢刷将槽内面刷平整,用水将槽内浮尘冲洗干净,见图 1。

在盾构到达车站南端前,由测量组详细检查刀盘中心与始发台的结构轮廓尺寸的关系,确定盾构基座的安装位置。

在完成盾构机的定位之后,及时安装盾构基座两侧的三角支架,三脚架下部用木板或钢板进行垫实,并将始发台用 H 钢在两侧横向加以加固。

### 5.3 反力架、负环管片的安装

根据广州火车站站—越秀公园站区间 2<sup>#</sup> 风井中心里程准确定出反力架、负环管片的轮廓控制尺寸以及在重点部位做出标记。在盾构机主机与后配套连接之前,盾构机检修的同时,开始安装反力架与负环管片。安装时要精确定位,定位精度要控制在  $\pm 5\text{mm}$  之内。

在完成反力架的定位之后,反力架与车站结构连接部位的间隙一定要用钢板垫实,以保证车站结构与反力架脚板有足够的抗压强度。同样,负环管片与反力架之间也要尽可能地密贴。

第一环负环管片的安装:首先安装 A2 块,再依次安装 A1、A3 块,在安装 B、C 块时,在管片安装机的抓取头归位之前,用槽钢将这两片管片固定在盾壳的固定位置,槽钢一边焊在盾壳内表

面,一边焊在负环钢管片之上。要尽量保证槽钢中线与盾构机的轴线平行,以保证在安装完最后一环负环管片后盾构机能顺利往前推进。

负环管片的安装全部采用 K12:00 的管片类型,安装时保证管片安装的椭圆度。负环管片与盾构基座之间用方木斜楔紧。

在安装反力架和盾构基座时,要保证负环管片的高程和圆心与始发台上的盾构机盾壳的中心偏差  $< \pm 5\text{mm}$ 。从而保证第一环负环管片的顺利安装。同时要保证第一环负环管片的 K 块位置精确处于 12:00 位置。

### 5.4 出洞掘进

盾构机出洞时,首先调整盾构机的姿态,保证盾构机的前进趋势  $< 5\%$ 。盾构机在盾构基座上往前掘进时,严格控制盾构机的各组油缸的推进行程,确保盾构机按照设计轴线往前推进。

### 参考文献:

[1] 王莉莉.日本盾构隧道施工技术译文集[C].中铁隧道集团科研所情报室.