

大直径盾构负环管片拆除及隧道换装技术

翟志国, 黄学军, 杨志永

(中铁隧道集团北京地下直径线项目部, 北京 100045)

[摘要] 通过对北京铁路地下直径线2标工程的研究,确定在刀盘改造期间进行负环管片拆除的一系列工作,重点如部分反力架的拆除方法、负环管片的详细拆除方法以及拆除反力架后临时支撑的架设方法,同时就泥水盾构隧道的换装技术进行了叙述,最终在7 d之内成功拆除了7环负环管片,节约了工期,保证了后继施工的材料运输速度。

[关键词] 大直径盾构;负环管片;拆除;隧道换装

[中图分类号] U455 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2010)12-0083-07

1 前言

负环管片拆除是盾构隧道施工过程中的一道重要工序。在盾构始发期间,盾构必须借助反力架才能出洞进入地层中,这样就必须在始发竖井中拼装负环管片。由于负环管片会占据竖井大部分的空间,大大制约了管片及其他材料的垂直运输速度,从而严重影响了盾构施工的进度^[1~3]。因此,为满足盾构快速施工的需求,在盾构始发掘进一定距离后,需要拆除负环管片。对于泥水盾构来说,负环管片拆除后,需要相应的对泥浆管路、轨道、风水电等管线进行换装,以保证泥水盾构的施工要求^[4]。

2 盾构隧道换装的目的

该项目盾构始发掘进至67.2 m处,由于刀具与地层不适应导致刀具损坏严重,扭矩过大致使保险轴损坏。为保证后期施工安全,经专家会多次讨论,在刀盘前方开挖竖井进行刀盘改造。为有效利用时间,减轻工期压力,在刀盘改造竖井施工期间,提前进行负环管片拆除和盾构隧道的换装施工。

由于盾构始发竖井空间完全被负环管片占据,

在盾构始发期间需借用旁边的5#竖井和反力架背后狭小空间作为管片、轨排及管道等材料的下料口。在盾构进入正常段施工后,将无法满足盾构快速施工的需求,必须将4#井内的负环管片上半部分拆除,以4#井作为下料通道,以提高垂直和水平运输速度。

由于盾构掘进距离较短,已拼装的管片尚不能提供足够的摩阻力保证盾构掘进安全,因此,还需要采取管片拉紧装置,进行二次加强注浆及在反力架和管片之间增加支撑等措施。

3 总体施工方案

该工程负环管片共计8环,本次只拆除负8环至负2环的上部分,保留下半部分管片(两片)作为电瓶车轨道基础。由于盾构始发掘进距离较短,为了保证盾构施工的安全,负环管片拆除前,反力架无法拆除。为了方便将负8环管片拆除,先将反力架顶部横梁及两侧斜梁拆除,然后将其他负环管片拆除,反力架顶部横梁在负环管片拆除后再恢复。然后在洞门与反力架之间安装6根临时钢管支撑连接,为盾构恢复掘进后提供反力。由于管片采用错缝拼装,为方便施工并保证安全,将底部多余的管

[收稿日期] 2010-08-10

[作者简介] 翟志国(1979—),男,河北邢台县人,工程师,主要从事盾构施工技术;E-mail:zhaizg2008@163.com

片采用绳锯进行割除,只保留下半部分两片管片。最后,将始发井4#竖井作为管片、钢轨等材料的下料口。将进排浆管、循环水管、污水管等改移至4#竖井进洞。同时为满足洞内水平运输的要求,将现有的单线轨道改装成三线轨道,进洞后再变回单线轨道,按正常施工段布置电力线路、人行踏板、风管等。

4 负环管片拆除准备工作

4.1 管片壁后二次加强注浆

在反力架拆除前,为了增加管片与地层间的摩擦阻力,同时为了保证管片壁后的密实性,需要先进行二次加强注浆。先通过管片预埋注浆孔打入注浆花管,然后再通过注浆花管压注水泥浆。

4.2 管片拉紧装置

为防止负环管片拆除后,正洞管片失去反力松弛。根据设计要求,需要将现已拼装的管片安装纵向拉紧装置^[5]。首先复紧所有的管片螺栓,先将所有正洞安装的管片(0~32环)采用9条纵向拉紧联系条通长拉紧。9条拉紧联系条均匀布置,每条联系条长57.6 m。为了确保万无一失,在0~4环和28~32环再均匀安装4条拉紧联系条,每条联系条长9.5 m。纵向拉紧联系条具体安装如图1所示。

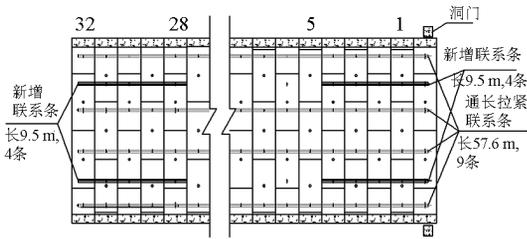


图1 纵向拉紧联系条布置图

Fig. 1 Connection bar of lengthwise straining

4.3 反力架部分拆除

由于盾构始发掘进距离较短,根据反力架应力监测数据以及相关计算,目前盾构施工过程中反力架受力仍较大。为了保证盾构施工的安全,负环管片拆除前,反力架无法拆除。因反力架对负环管片的作用力较大,在不拆除反力架的情况下,负环管片拆除很困难。为便于负8环管片拆除,先将反力架顶部横梁和两侧斜梁拆除,待负环管片拆除后再恢复原样。反力架拆除具体如图2所示。

4.4 拆除工具准备

1)吊具和钢丝绳。由于管片直径和厚度均较大,单块管片最重达10.7 t,因此必须要有安全可靠

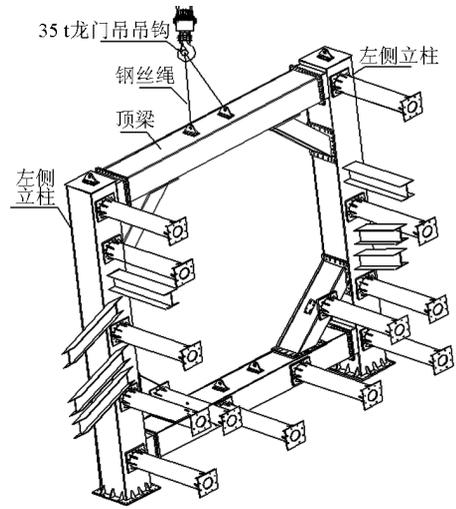


图2 反力架横梁拆除示意图

Fig. 2 Demolition of reaction frame beam

的吊具和钢丝绳。经过计算,吊具采用 $\phi 40$ mm的M8.8级高强圆钢加工而成,主吊钢丝绳采用两根等长的 $\phi 30$ mm的钢丝绳。

2)作业平台。因负环管片拆除为高空作业,为方便施工及保证作业人员安全,在负环管片隧道内部自制一台移动式作业平台。移动式作业平台采用工字钢加工而成,共分3层,各层可以左右活动。通过电瓶车拖动,底部预留电瓶车通道。作业平台具体如图3所示。

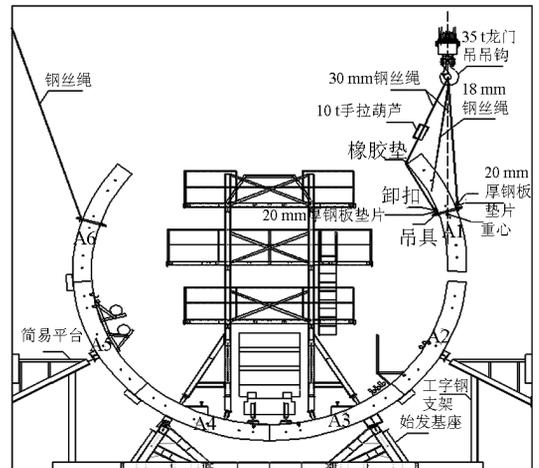


图3 作业平台示意图

Fig. 3 Schematic diagram of working platform

5 负环管片拆除施工

5.1 负8环管片拆除

1)顶部K、B1和B2管片拆除。反力架顶部横

梁拆除后,负8环管片上部管片背部应力去除,可自由向后向上移动。但是由于K块与B1、B2块间为楔形连接,3块管片间挤压较紧,且管片纵缝有凹凸榫槽,单块不易拆除,因此将K、B1和B2这3块管片作为一个整体一次性拆除。

首先,将K、B1和B2管片中部的注浆孔分别打穿,穿入吊具。B1和B2块管片的吊具上部分安装钢丝绳挂在35t龙门吊吊钩上,K块管片通过10t手拉葫芦与吊钩连接,以便于通过手拉葫芦调整3块管片的姿态,保证3块管片重心与吊钩在同一竖直线上。为增加3块管片的整体性,在B1和B2块管片吊具下端安装一根I16工字钢横担。

为防止顶部的3块管片拆除后,A1、A6管片受重力作用向隧道内合拢而发生危险,提前采用钢丝绳将A1、A6管片拉紧,钢丝绳穿过管片注浆孔固定在井壁上。然后将B1块与相邻管片A1块以及B2块与相邻管片A6块外弧面接缝处焊接的工字钢割除。接着拆除K、B1、B2管片与其他邻接块及与负7环管片连接的所有螺栓。缓缓垂直提升钢丝绳,使K、B1、B2块脱离负8环,将其缓慢吊起放至地面。具体拆除方法如图4所示。

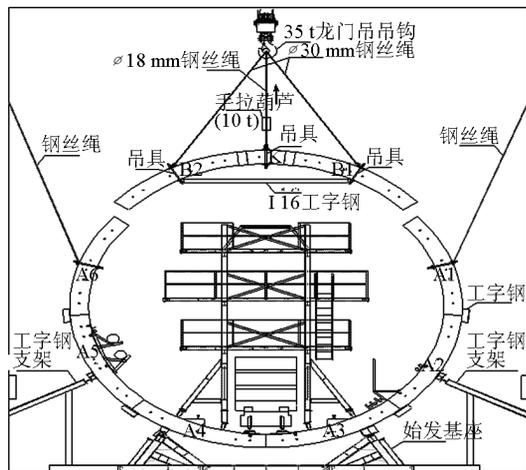


图4 负8环K、B1和B2块管片拆除图

Fig. 4 The segment demolition of K, B1 and B2 of the negative 8 ring

2) A1块管片拆除。由于反力架没有完全拆除,负8环其余的A1、A2、A5、A6管片和反力架紧紧挤压在一起,其夹挤力很大。为了消除反力架对负8环管片的夹挤力,先在A1块管片注浆孔内穿入吊具和钢丝绳,并使钢丝绳处于拉紧状态,然后由作业人员用风钻和风镐将负8环剩余管片与反力架接触部分的混凝土保护层破除。然后按先纵向

后环向的拆除顺序,依次拆除管片螺栓。最后将管片缓缓吊起,呈元宝形放至地面,具体如图5所示。

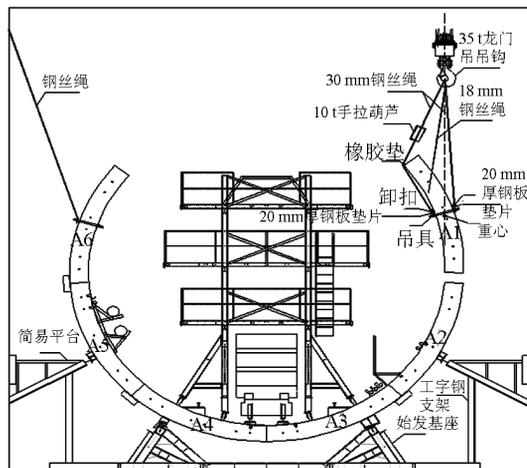


图5 负8环A1块管片拆除图

Fig. 5 The segment demolition of A1 of the negative 8 ring

3) 其余块管片拆除。采用和A1块相同的拆除方法,依次对称拆除A6、A2、A5块管片,保留A3、A4两片管片作为编组列车轨道基础。

5.2 负7环管片拆除

1) 顶部A6、B2块管片拆除。根据负7环管片的拼装点位,负7环管片的K块在顺时针30°的位置,正上方为A6和B2两块管片。将此两块管片作为一个整体一次性拆除。先将A6、B2中心预留注浆孔打穿并安装吊具。吊具上端安装钢丝绳,下端安装一根I16工字钢横担。同样,为防止A5、K片受重力作用向隧道内合拢而发生危险,提前采用钢丝绳将A5、K管片用钢丝绳拉紧固定在井壁上。然后缓缓提升吊钩,使钢丝绳处于拉紧状态。拆除A6和B2块管片与其他邻接块及与负6环管片连接的所有螺栓。最后缓缓提升钢丝绳,将两块管片脱离负7环后缓缓吊起放至地面。

2) 其余块拆除。采用和负8环管片A1块相同的拆除方法,依次对称拆除A5、K、A4、B1块管片,保留A1、A2、A3三片管片。最后用绳锯将A1和A3管片的上部分切除,剩余的管片作为轨道基础。

5.3 负6~负2环管片拆除

按照负7环管片的拆除方法,依次拆除负6~负2环管片上部分,保留底部2~3块管片作为编组列车轨道基础。

5.4 底部负环管片切割

由于管片环为通用环,采用错缝拼装方式,因

土,铺底坡度与隧道坡度一致。

后盲洞至4#竖井内设置成三线轨道,进入正洞后,三线轨先并成两线轨,最后并成单线轨。由于人行楼梯和电梯安装在竖井南侧,故为保证人行安全并合理利用竖井内空间,首先将靠南侧的轨道和中间的轨道并成一条线,然后北侧的轨道再和中间的轨道并成单线轨。在反力架拆除前,管片垂直运输仍从反力架后面进行,并设定管片运输区,用警戒带隔离。反力架拆除后,管片垂直运输从竖井北侧下井,并设置隔离区。

7.3 水平运输轨道换装

盾构机正常掘进时,盾构机运输车辆分为3组,

2组为运输管片及砂浆车,另一组为材料车。正常掘进时,运输车轨道在4#竖井下设为双线布置,在隧道正线内为单线布置。正洞内轨道支架均采用型钢进行加工。轨道换装平面布置图见图9。

7.4 冷却塔及充电房下移

为了更合理地进行场地布置,将现有的天宁寺桥底下放置的冷却塔和地面上的充电房一起下移至后盲洞轨道的后部,修建一座水池,将冷却塔放置在蓄水池上,蓄水池前修建充电房和充电区域。为方便吊装电瓶车的蓄电池,在充电区域内修建一座小型电动葫芦门吊,门吊轨道位于电瓶车轨道外侧。具体布置如图10所示。

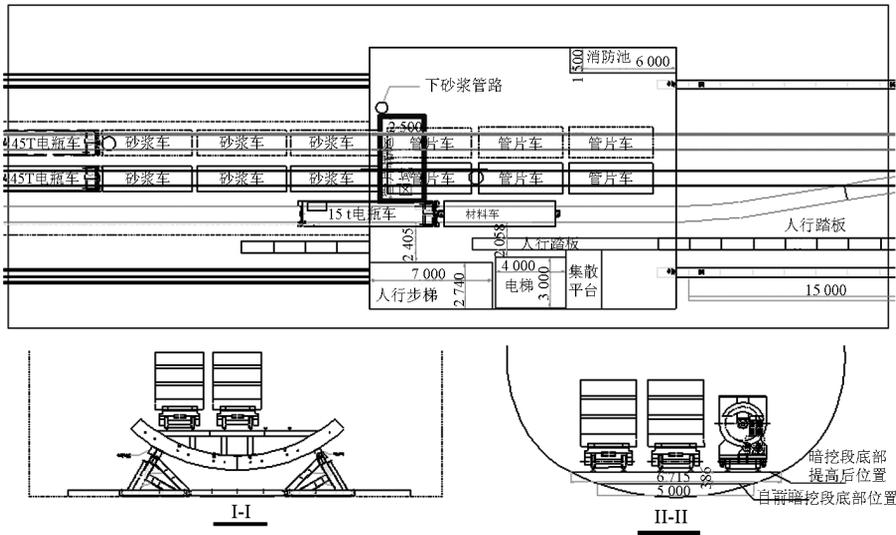


图9 轨道换装布置图(单位:mm)

Fig.9 Arrangement diagram of transforming the track (unit:mm)

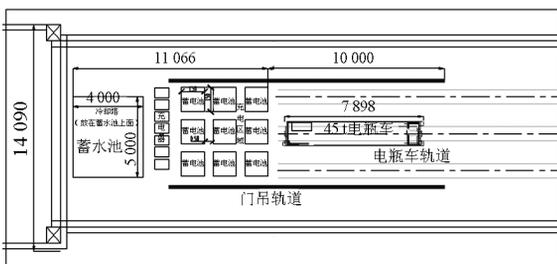


图10 后盲洞冷却塔及充电房布置(单位:mm)

Fig.10 Arrangement diagram of cooling tower and charging house in the tunnel(unit:mm)

8 结语

经过周密的施工准备和科学合理的现场施工组织,该项目的7环负环管片仅用了7d时间即全部安全顺利地拆除完成,且隧道内管线和轨道换装

也在刀盘改造竖井施工期间顺利完成。此次负环管片拆除和隧道管线换装施工,不仅为本工程盾构施工缩减了工期,为盾构后期快速掘进提供了有利条件,也为以后类似工程的大直径、大重量负环管片拆除积累了丰富的施工经验。

参考文献

- [1] 刘建航,侯学渊. 盾构法隧道[M]. 北京:中国铁道出版社,1991.
- [2] 周文波. 盾构法隧道施工技术及应用[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2004.
- [3] 张凤祥,付德明,杨国祥. 盾构隧道施工手册[M]. 北京:人民交通出版社,2005.
- [4] 陈 馈,洪开荣,吴学松. 盾构施工技术[M]. 北京:人民交通出版社,2009.
- [5] 钢结构设计手册编辑委员会. 钢结构设计手册[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2004.

The negative ring demolition and tunnel refitting technique of large diameter tube

Zhai Zhiguo, Huang xuejun, Yang Zhiyong

(Beijing Underground Diameter Project Department, China Railway Tunnel Group, Beijing 100045, China)

[**Abstract**] Through introducing the construction method of negative ring demolition during transforming cutter head and replacement technique of Beijing Rail Transit Line 2 bid section in detail, the experience of negative ring demolition and replacement techniques of large diameter slurry shield were summarized, which would provide reference to the implementation of the construction scheme.

[**Key words**] big diameter shield; negative ring; demolition; tunnel reconstruction

(上接 78 页)

Synchronous grouting of large diameter slurry shield in water-rich sandy gravel stratum

Zhang Changqiang, Zhai Zhiguo, Chen Mingjuan, Jin Zhongxiang

(Beijing Underground Diameter Project Department, China Railway Tunnel Group, Beijing 100045, China)

[**Abstract**] Through the statistical analysis of the technical data which based on shield tunneling, comprehensively considering the information of water-rich sandy gravel stratum, such as the tunneling parameter of the slurry shield machine, slurry parameter, shield posture and stratum deformation mechanism information, the empirical formula of the main parameters of synchronized grouting technologies is determined while the slurry shield is tunneling in sandy gravel stratum. It can guide the similar project construction.

[**Key words**] sandy gravel stratum; slurry shield; synchronous grouting; construction technology