

关于矩形顶管法施工地铁出入口始发、接收方式的研究及案例分析

李俊玲

(广州金土岩土工程技术有限公司, 广东广州 510507)

摘要: 随着地下空间的开发利用,矩形顶管工法在地下工程施工中的应用逐渐广泛,出现了多种不同类型的矩形顶管施工案例,特别在地铁出入口施工中。通过对国内既有施工案例的介绍,研究分析了地铁出入口采用矩形顶管法施工时始发、接收方式的特点,结合施工工况等影响因素,总结了目前矩形顶管法施工地铁出入口始发、接收方式及设计原则。在地下过街通道、地铁出入口、商场出入口等设计施工时,该始发、接收方式的设计原则、施工技术可为工程技术人员今后类似工程设计、施工提供参考依据。

关键词: 地铁出入口;矩形顶管施工;土压平衡顶管;始发接收方式

中图分类号: U231+.3

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2021)07-0203-04

1 引言

近年来,随着城市建设的加快,繁华城区空间利用日趋紧张,地铁建设在解决利用城市地下空间、交通拥堵等方面起到了很大作用。目前地铁通道施工技术主要有:明挖法、浅埋暗挖法、盾构法、顶管法等。浅埋暗挖法、盾构法广泛应用于长距离地铁隧道施工,明挖法及顶管法则广泛应用于地铁站配建出入口。而在靠近在建或运营中既有地铁的繁华城区,顶管法在地铁出入口建设中相对于明挖法在征拆、管线迁改、成本、绿色环保等方面具有明显优势^[1-4]。

顶管法按形状主要分为矩形顶管法及圆形顶管法,地铁出入口主要采用矩形顶管法施工。自20世纪70年代,我国第一条采用矩形顶管法施工的地下通道建设完成以来^[5],经过50余年的发展,技术逐渐进步,形成了多种不同类型矩形顶管法施工技术,在地铁出入口建设中被广泛应用。

本文拟通过分析现有矩形顶管法施工地铁出入口的案例,总结矩形顶管施工地铁出入口始发、接收方式的主要设计原理,以期为今后类似工程设计、施工提供借鉴。

2 既有研究和案例分析

2.1 案例介绍

(1)杭州市地铁十六号线中泰站过街通道矩形顶

管工程,工程位于杭州市余杭区,中泰站地铁车站主体为地下两层岛式站台车站,设在天目山西路北侧,包含A、B、C、D1、D2五个外挂出入口,其中C、D1出入口是下穿杭徽高架桥、天目山西路的过街通道,采用矩形顶管法施工,其他出入口采用明挖施工。

本工程C出入口顶进长度61.6 m,D1出入口顶进长度62.9 m,矩形顶管通道断面尺寸为7.0 m×5.0 m,内净空为6.0 m×4.0 m,采用7.02 m×5.02 m多刀盘组合式土压平衡顶管机施工。出入口周边建(构)筑物较少,影响范围内主要有杭徽高速公路高架桥、C出入口始发井附近有新达沐浴用具有限公司大楼。

中泰站地铁车站主体结构与出入口同时施工,顶管始发井均位于天目山西路南侧,接收井位于天目山西路北侧靠近车站处预留基坑。顶管接收完成后,施工接收井顶板,封闭接收井基坑,同时凿除车站预留出入口,完成与在建地铁的对接(见图1、图2)。

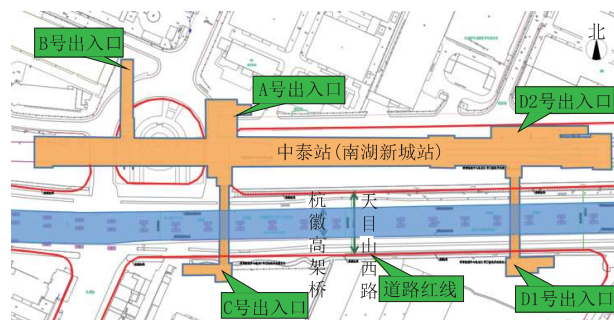


图1 中泰站矩形顶管布置示意图

(2)广州市轨道交通五号线科韵路站Ⅲ号出入口工程,工程位于黄埔大道中与科韵路交叉口东南角,

收稿日期: 2021-05-06

作者简介: 李俊玲(1990—),女,学士,助理工程师,从事岩土工程研究工作

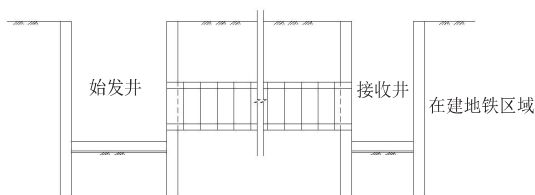


图2 中泰站矩形顶管剖面图

科韵路站主体结构位于黄埔大道自西向东车道下方,已处于运营阶段。新建Ⅲ号出入口自南向北下穿黄埔大道,采用矩形顶管法施工,通道断面尺寸为 $6.0\text{ m} \times 4.0\text{ m}$,内净空为 $5.0\text{ m} \times 3.3\text{ m}$ 。

因新建Ⅲ号出入口与科韵路站斜交,顶管机接收处为车道下方且靠近地铁,无法进行接收井施工,故采用弃壳接收方案。顶管机顶进至原地铁车站围护结构连续墙位置后停机,然后割除胸板,拆除顶管机刀盘、动力装置及内部机电设备等,拆解后的构件退运至顶管始发井吊出。顶管段与地铁主体结构之间三角形区域采用人工暗挖法施工,机壳及人工暗挖段钢筋混凝土内衬与车站预留口暗梁暗柱顺接,最后破除车站预留口混凝土衬墙,形成贯通的地下通道^[6-7](见图3、图4)。

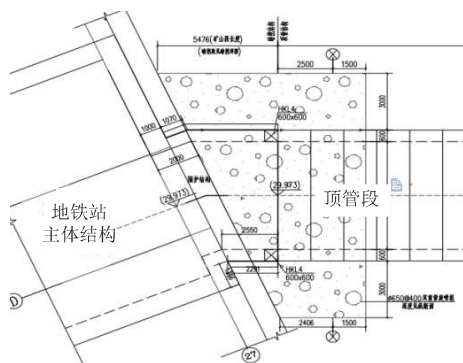


图3 矩形顶管接收端与暗挖段连接处平面布置图(单位:mm)

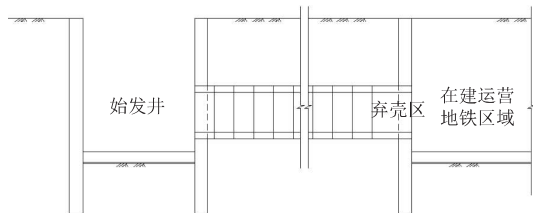


图4 矩形顶管弃壳接收方式示意图

(3)武汉市轨道交通8号线二期洪山区政府站V号出入口顶管工程,工程位于武汉市洪山区珞狮路与文秀街交叉口西南侧,车站主体结构位于珞狮路西侧,顶管自东向西下穿珞狮路,全长 19.5 m ,断面尺寸为 $6.9\text{ m} \times 4.9\text{ m}$,内净空为 $6.0\text{ m} \times 4.0\text{ m}$,采用 $6.92\text{ m} \times 4.92\text{ m}$ 多刀盘组合式土压平衡顶管机施工。周边建(构)筑物较多,始发井紧邻丽岛花园。

顶管始发井与出入口明挖段相接,在车站主体

留接收端。由于车站已运营,站内无接收条件,且顶管上方靠近接收端有一条 $6.0\text{ m} \times 4.0\text{ m}$ 的雨水箱涵,距顶管顶仅 0.5 m 左右,因此顶管机掘进至车站预留洞口后,采取弃壳接收方式。顶管机胸板、刀盘、电气设备等构件均内部拆解从贯通通道内运至始发井,从始发井吊出,壳体留在通道内作为初期支撑,内部施工钢筋混凝土二次衬砌结构(见图5、图6)。

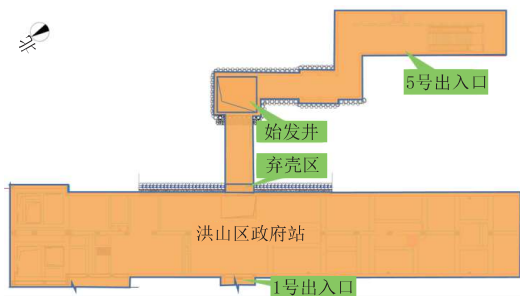


图5 洪山区政府站V号出入口顶管工程平面布置示意图

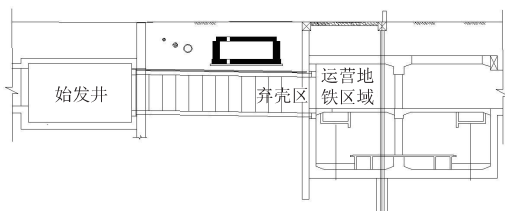


图6 洪山区政府站V号出入口顶管工程立面图

(4)武汉市轨道交通5号线工程王青公路站I号出入口工程,工程位于武汉市洪山区, I号出入口全长 57 m ,通道管节断面尺寸为 $6.9\text{ m} \times 4.9\text{ m}$,净空尺寸为 $6.0\text{ m} \times 4.0\text{ m}$ 。因I号出入口地下过街通道下穿团结大道,中间位置燃气管线不得迁改,因此设计采用矩形顶管法施工。

本工程始发井位于团结大道北侧,通道下穿团结大道与南侧王青公路站主体结构相接,接收井设在车站主体内站厅层,站台层为地铁轨道铺设区,因地铁轨道已铺设完工,施工时顶管接收井处设计钢筋混凝土接收平台进行顶管机接收,为保证接收平台的承载力满足顶管机出洞所需承载力,下设钢结构满堂支架,顶管接收完成后施工接收端顶板结构,完成车站主体结构封顶(见图7、图8)。

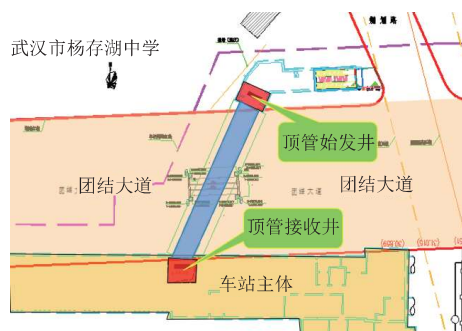


图7 王青公路站矩形顶管平面布置示意图

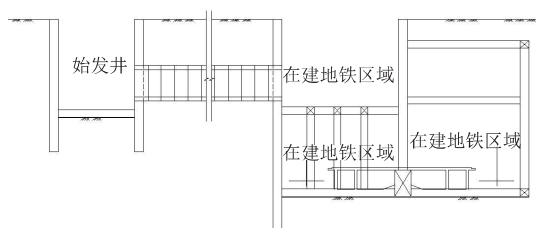


图8 王青公路站Ⅰ号出入口矩形顶管施工立面图

(5)徐州市轨道交通1号线彭城广场站工程,工程位于徐州市云龙区淮海东路。Ⅰ、Ⅱ号出入口设在淮海东路南侧,连接中央百大和悠沃时尚街。通道采用顶管法施工,全长33.6 m,断面尺寸为6.9 m×4.9 m,内净空为6.0 m×4.0 m,采用6.92 m×4.92 m多刀盘组合式土压平衡顶管机。

顶管通道自南向北下穿淮海东路,周边建筑物较多,始发井紧邻徐州百货大楼和悠沃时尚街。接收端由于地理条件限制、征地困难,因而该工程无接收井。顶管机顶进到地铁车站主体接收位置后弃壳,同时Ⅰ、Ⅱ号出入口采用叠线施工,Ⅱ号出入口通道位于Ⅰ号通道正上方,Ⅰ号通道施工完成后施工Ⅱ号出入口通道,因此始发井处Ⅱ号出入口施工需设置始发平台。

始发平台设计使用钢结构平台,施工完成后拆除临时钢平台,施工钢筋混凝土永久中板结构,始发井内出入口分别与东西两侧明挖出入口结构连接(见图9、图10)。



图9 彭城广场站矩形顶管平面示意图

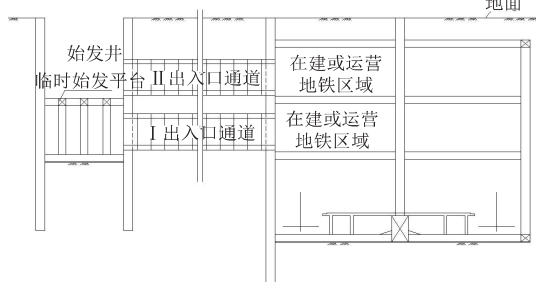


图10 彭城广场站Ⅰ、Ⅱ号出入口矩形顶管立面图

2.2 案例分析

综合以上案例分析,可以发现目前地铁出入口施工方式主要分为一般始发接收方式、弃壳接收、设计采用接收平台、设计采用始发平台四种,具体如下:

(1)中泰站C、D1出入口采用一般始发接收方式,一般始发接收方式是在需要下穿施工的地段两侧,设置始发井、接收井,这是目前主要使用的顶管施工方法。

这种设计主要为道路两侧占地面积相对宽裕,地铁正处在建设中或地铁出口外挂,一般接收井为地铁外挂出口部分,始发井设在地铁站对面,外接明挖出入口,管线在顶管施工时不影响的情况下可不进行迁改。

(2)弃壳接收是矩形顶管施工中只设置始发井、不设置接收井,矩形顶管机掘进到接收端时直接在通道内弃壳拆解,拆除的胸板、刀盘等构件通过已完成通道运至始发井并吊出的一种施工方式。弃置的壳体作为人行通道的初期支撑。

这种方式多用于在建或运营地铁出入口、地铁站内及周边影响范围无法进行基坑开挖、出入口通道与地铁出口斜交、顶管机出洞困难的情况,因此通道施工时,顶管机在地铁站外墙处进行弃壳接收。在地铁车站预留出入口处设围挡[8],从通道内凿除并清理围护结构完成顶进通道与地铁站对接,顶管始发井外接明挖结构,作为地铁人行通道出口。这样施工时既不影响地铁运营,也不影响站内行人、地铁通行,占地面积相对小。

广州市轨道交通五号线科韵路站Ⅲ号出入口工程及武汉市轨道交通8号线二期洪山区政府站Ⅴ号出入口人行通道均采用顶管弃壳接收方式。

(3)矩形顶管法施工设接收平台,由于顶管施工中接收井设在地铁站内,同时与接收平台有一定高程差,因此需要设计施工一个平台作为顶管机的接收平台。接收平台根据地铁运营情况及施工需要,设计采用钢筋混凝土平台或钢结构平台。武汉轨道交通5号线工程王青公路站Ⅰ号出入口施工采用钢筋混凝土接收平台。

顶管施工设接收平台主要应用在在建地铁出入口施工中。地铁站施工时,人行通道出入口接收端设在地铁站内,接收端底层、二层分别为地铁运营站台层、站厅层,人行通道出入口设在站厅层,因此地铁结构地面与接收平台存在高程差,需在站厅层与站台层中间设中板结构作为顶管机接收平台,中板结构可以采用钢结构平台或混凝土结构平台,设计承载力需满足施工要求。

(4)矩形顶管法施工设始发平台,是顶管施工中有始发井,但基坑地坪与通道设计标高存在一定高

程差,设计采用钢筋混凝土平台或钢结构平台作为始发平台。徐州市轨道交通1号线彭城广场站Ⅱ号出入口施工采用钢结构始发平台。

顶管施工设始发平台主要应用在始发井与人行通道有高程差的情况,主要有以下几种情况:一是地铁站为线路中转站,站厅层有多层,均需设置人行通道出入口,因用地等限制采用叠线施工的;二是始发井底层作为已施工完成使用的区域,为不影响使用,施工临时结构作为始发平台进行施工;三是由于用地或周边环境限制,始发井设计在车站站厅层。

3 始发、接收方案的选择

根据以上施工案例分析可知,影响地铁出入口矩形顶管始发、接收方案选择的主要因素为:施工场地情况、管线情况、地铁运营或建设情况、始发井或接收井底与通道底面高程差,因此矩形顶管法施工地铁出入口始发、接收设计方案的确定主要根据三个方面进行考虑:

(1)在满足地铁出入口设置需要的同时考虑降低工程造价,减少征地拆迁、降低管线迁改工程量、减少施工占地是降低工程造价的有效方式之一。弃壳接收不施工接收井,接收端不需进行管线迁改、征地拆迁、交通导改等;设置接收平台可充分利用站内空间及站内结构设施,减少结构二次施工;以上方式均可在不影响地铁运营的情况下完成施工。

(2)考虑现场工况及既有条件对始发、接收方式的影响。地铁运营或在建情况,周边环境及管线等情况是地铁出入口人行通道选择顶管法始发接收方式关键因素之一。在设计出入口时考虑尽量不影响既有地铁运营、站内及道路人员车辆通行、出入口周边既有建(构)筑物结构安全,及地下管线能否迁改或者在通道影响范围内是否采取保护措施,周边场地范围内是否可以满足始发井、接收井施工临时用地要求,以及利用车站主体结构时通道高程与结构底板高度等因素。

(3)施工因素对始发、接收方式的影响。始发、接收方式要考虑施工风险、施工经验等方面的因素。弃壳接收在通道内顶管机弃壳施工、弃壳处二次衬砌、与地铁主体结构连接施工等工序对作业水平要求较高;始发平台、接收平台等操作过程中需满足顶管机及配套设备施工运行过程中全部承载力要求,施工

风险相对较高;以上均是对施工作业人员的施工经验、对施工风险的把控及现场管理水平的考验。

因此,综合以上三点,矩形顶管施工地铁出入口始发、接收方式的确定的原则如下:

(1)通常情况下,宜选用一般始发接收方式设计、施工,这种施工技术较为成熟,施工风险相对较低。

(2)地铁运营中、占地较为狭小、周边建(构)筑物较多且接收端上方管线较多或不进行迁改的,宜选用弃壳接收。

(3)在地铁建设过程中周边占地面积更小或成本预算较低、管线迁改困难的情况下,考虑站内接收或叠线施工,始发井或接收井地面与通道底存在高程差,宜设置始发平台或接收平台,建议优先选用设置接收平台。

(4)四种施工方式可单独使用,也可结合使用。

4 结 语

本文通过介绍国内目前矩形顶管法施工地铁出入口的始发接收方式及其应用案例,分析了矩形顶管不同始发接收方式的设计、施工特点。根据不同案例及特点,总结了矩形顶管工法不同始发接收方式的设计、施工影响因素及原则,该原则可作为相关技术人员设计、施工矩形顶管地铁出入口时的参考,同时可扩展到地下快速路、地下商场的出入口联通、地下过街通道等不同地下工程设计、应用领域^[9]。

参考文献:

- [1] 余彬泉,陈传灿.顶管施工技术[M].北京:人民交通出版社,2003.
- [2] 葛金科,沈水龙,许烨霜.现代顶管施工技术及工程实例[M].北京:中国建筑工业出版社,2009.
- [3] 彭立敏,王哲,叶艺超等.矩形顶管技术发展与研究现状[J].隧道建设,2015,35(1):1-8.
- [4] 中冶南方工程技术有限公司,中冶南方城市建设工程技术有限公司.一种基坑开挖支护结构:中国,201922401692.1[P],2020-11-24.
- [5] 竺唯彬,张志良,林志元.广州地铁土建工程工法应用与创新[M].北京:人民交通出版社,2014.
- [6] 曹忠于,肖长敬,张国强.矩形顶管弃壳接收技术在地铁出入口项目中的应用研究[J].防护工程,2017,39(12):63-66.
- [7] 吴振宇.复杂地层矩形顶管与暗挖隧道在地铁出入口中的结合应用[J].建筑工程技术与设计,2016,(18):2672-2673.
- [8] 中国建筑第六工程局有限公司,天津市地下铁道集团有限公司.矩形顶管机施工运营中地铁车站出入口通道的接收方法:中国,201910443104.2[P],2019-08-27.
- [9] 王全胜.矩形盾构法隧道管片分块案例分析及分块原则[J].隧道建设技术,2019,56(4):23-29.