

地铁暗挖车站导洞封端施工方法探讨

吕波

(中铁十局集团有限公司城市轨道交通工程分公司, 广东 广州 510000)

摘要: 轨道交通是一座城市交通的核心体系, 轨道交通在城市交通发展中具有无法替代的功能与优势, 成为仅次于公共汽车的第二主要交通手段。为了使地下铁道暗挖技术在具体的实施技术中的问题和难点得以解决, 本文简要介绍了地铁暗挖施工中的三种方法, 并以某地铁工程为例, 对地铁暗挖车站导洞封端施工技术做研究探讨, 给出具体问题的处理方法, 希望今后此类项目可以借鉴。

关键词: 地铁车站; 暗挖施工; 导洞封端

中图分类号: U231.3 **文献标志码:** A



1 前言

随着我国社会不断发展和进步, 隧道建设也逐渐增多, 隧道工程施工的技术水平也越来越高。如今国内的地铁施工技术已经由原来的单挖方式转变为明挖、盾构、浅埋、暗挖等多种施工方式, 在一定程度上促进了地铁建设的迅速发展。但在建造过程中, 各种施工方法越来越多样化, 施工中的技术难题越来越多, 需要克服的困难也随之增大^[1]。传统明挖地铁车站的方法, 当周边环境非常复杂或者工程地质非常特殊时, 不仅会增加非常多的造价, 并且会面临巨大的施工风险, 所以当出现复杂地质或特殊环境的施工要求时, 新型暗挖车站方法对施工安全和造价更为有利^[2]。暗挖车站方法主要包含CRD (Center cross diagram method, 交叉中隔壁) 法、PBA [P—桩 (pile)、B—梁 (beam)、A—拱 (arc)] 洞桩法、一次扣拱暗挖逆作法等施工方法, 其施工工艺主要是先开导洞, 后对主体进行扩挖。由于在车站施工, 覆盖层较浅, 施工场地较大, 对施工稳定性要求较高^[3], 因此在施工过程中需要谨慎选择施工方法。

1.1 CRD法

传统的CRD法施工过程较为复杂, 并且临时中隔壁的布置和拆除有一定难度, 而下阶梯位置因占用较少的工作空间而有临时中隔壁, 因此采用机械施工起来十分不便, 会拖慢施工进度。优化后的CRD法对上述问题均有所改善, 例如, 可以布设临时性直线形仰拱, 取消原本的弯曲形仰拱, 对导洞的开挖顺序进行优化; 取消了下台阶的临时中隔壁, 在开挖过程中沿

开挖方向均匀对临时钢管支护进行布设, 能减少二次干扰, 并且还方便后续拆除; 抬高临时仰拱设立的位置, 并且对上台阶的施工面积进行有效减小, 使下台阶的施工面积合理增加, 能提高机械的使用率, 减少人工开挖量, 从而将施工进度加快; 想要对周围土体扰动有效减小, 可以从上台阶预留的核心土环向开挖, 但要需要注意中心土壤的正面投影面积一般要比开挖断面的大。

1.2 PBA洞桩法

PBA洞桩法是指当无法在地表完成基础工程施工时, 就需要预先在地底挖掘一个隐藏的暗导洞, 从而开展基础施工。做好由桩顶纵柱、边桩、顶拱等构成的桩梁拱支护框架体系, 就可以在内部边桩与顶拱的共同作用下, 由上向下逐步挖掘混凝土体, 从而完成结构的浇筑, 最后构成的永久支撑系统是内部二次衬砌机、顶拱初期支护系统和外部边桩组合而成的。

PBA洞桩法在桩、梁体系完成后, 为形成梁、桩、拱框架支撑体系, 下一步是初期支护主拱的施工, 其中扣拱施工会有难点, 对大跨度的扣拱工程, 施工过程具有高风险, 例如: 有很多工程单个主拱开挖跨度达到10 m以上, 同时进行双跨对称开挖将更高, 而中间顶纵梁比较窄, 所以形成的受力非常复杂; 若工程所在位置地下水位较高, 工程地质条件又较差或地质不均匀, 结构自身的稳定性也不高, 在开挖过程中, 很容易出现坍塌的情况, 并且拱顶层存在的残留水可能会导致管线渗漏的风险, 同时施工时还需要将主拱以及边洞的连接处的初支进行拆除, 使施工时长增加, 由于拆除初支时会扰动低层, 从而影

响结构安全。

1.3 一次扣拱暗挖逆作法

地铁站暗挖工法中的一次性扣拱暗挖逆筑法,又叫一次扣拱暗挖逆作法,简称一次扣拱法。对传统的暗挖工法,这种暗挖新工法克服了作业空间小、开挖分块多、废弃量大、转换次数多、安全性差等缺点,因为这种施工方法能实现一次性施作底板与顶拱环节,让受力体系能很早就形成,提高了施工效率。

不管采用上述哪种施工方法修建地铁站,浅埋深挖的施工方法本来难度就是相当大的,而其中的最初支封端方法上更加是困难重重。特别是针对部分必须采取暗挖施工方式进行的地区地质环境来说还是比较复杂的,因此针对地铁站而言,必须充分考虑其结构的稳定性、构造类型、地下结构深度以及暗挖工艺等,从而做出精细的结构布置。由于现如今我国还没有暗挖地铁站导洞的结构初支封端的研究资料,所以我们在接下来根据某轨道交通工程十三线的实际施工,分析稳岩体车站导向孔的临时封端和永久封端施工,以及不稳岩体车站导向孔的临时封闭和永久关闭施工,研究为确保在施工中的施工质量,同时确保建成后车场的平稳工作,而对施工方法进行的研究,并为相关工程提供一定的参考^[4]。

2 工程概况

某地铁站主体为明暗挖结合车站,车站被分为两部分:分车站暗挖站台和车站外挂站厅。分车站暗挖站台需要采用暗挖的方式,车站外挂站厅需要采用明挖的方式。车站站台地下暗挖26 m,地下暗挖分为复合衬砌结构,施工时需要采用浅埋、暗挖、喷锚支护等方法。

由于工程地质及周围环境条件复杂,车站横通道和风道均需做永久封端,在开挖车站主体导洞的过程中,由于工序衔接和征地拆迁的原因,也需要根据具体情况做临时封端。本工程在实际施工的过程中,针对稳定地层(砂岩层)、不稳定岩层(砾岩层)和极端不稳定层(含水量大的砂层)三种分层,都利用不同的局部封闭方式进行科学施工。

3 暗挖地铁站导洞封端施工

3.1 临时性封端

在该项目施工期间,由于施工组织的原因,曾多次发生过导洞开挖暂停的现象,也就是多次有必须暂时封闭的情况发生。因为现场情况复杂多样,设计无法预估,在前期设计时并未明确表明具体的封端施工方法。所以本工程决定采取以下封端措施:①对Ⅳ级围岩段,端部土壤稳定性好,如果在短时间内不进行施工,则可采取不封闭掌子面的方式,但需要相应的设施来保证掌子面的安全性,并应加强检查掌子

面,以免有土壤不平衡现象的出现等。②对岩块不稳的地层,例如一些中风蚀砾岩,则需要采用较简易的封端方法,如采用钢筋直径网块的混凝土方法,对掌子面加以临时封堵,方法为先在掌子面上整铺钢筋直径网块,再通过钢钩将其紧固于掌子面上,并使其的搭接距离达到20 cm以上。在实际施工中,我们注意到该项目的局部土壤条件非常恶劣,而且封端停留时间较长,这时必须在网板外侧再加上一根直径为22 mm、间距为1000 mm的钢筋来进行绑扎。网片应插入土层与最后一层钢筋网,喷出5~10 cm厚的C20混凝土,并按上述步骤完成上、下台阶的封端。③在工程施工时,施工组织、工艺变化等原因,导致初支工程施工暂缓7 d以上,这就要对支护技术进行升级,原因是简单的支护措施已经不能满足施工需求,因为土体在放入工作台的时间越长,越会释放出自己的压力,会影响掌子面的稳定性,严重者会引起封端结构的变形及开裂。对这种情况,我们就需要采取类似于土钉墙原理注浆导管的方法进行处理。在钻孔灌注管中,可将岩土压缩使其具有一定的压力,从而改善岩体的稳定。对不稳定土体,例如砂层等,也同样可以采用此方法,对掌子面进行封闭。采用管道灌浆加固地基,在需要的情况下,还可以在深层灌浆中起到止浆作用。在封端时,对接头进行了加固,在钢筋接头处要对注浆导管进行合理安装,通过焊接方式将导管与钢筋进行连接,注入砂浆的程度到达规定要求的70%左右,再注水泥进行加固。钢筋网片在钢筋内部进行绑扎,其搭接长度需要超过20 cm。网片和连接钢筋必须在掌子面与最后一次钢筋网之间伸出,在8 cm以上的混凝土喷水深度,在长封闭期内,可适当提高喷淋混凝土的厚度。下段施工方法与上段相同。

3.2 永久性封端

此项目多处采用永久性封端施工的方法,即对掌子面进行全面封闭,确保其在与原结构设计寿命一致的前提下,达到抗震、防水等要求。在封闭掌子面的同时,必须将核心土全部挖开,使掌子面上的土层处于垂直状态,这时很容易发生不稳定,所以在封端施工中,必须遵循“快、序、牢”的原则,快速封闭、顺序施工,确保结构牢固。同时在挖掘前,准备足够的方木、钢筋、沙袋、钢管等应急材料,以防出现紧急事故。

(1) 稳定土体时的封端

在次项目中,当达到Ⅳ级围岩段时,该区域的土体稳定性良好,同时在正常开挖期间不存在砂层时,因为土体含水量比较低且拱顶土体不易掉落滑脱,这时便可以采用普通永久封端法施工掌子面,

只要在施工中注意不间断，一气呵成就可以。在挖掘核心土时，若发现需要很长的时间，或出现不稳定的变形，则应在挖完核心土后悬挂钢筋网并喷入混凝土进行封闭。稳定土的封端顺序如下：①台阶开挖完毕后进行格栅支撑，格栅与纵筋用 L 行钢筋进行焊接搭接；②开挖上部梯级核心土时应进行围护，并对网架之间的连接加强进行焊接；③打阶梯灌浆管道，焊接灌浆管，对 C20 混凝土进行喷射，在混凝土强度满足加固要求进行注浆；④对下层台阶进行封断，其方法与上一台阶封端法相同^[5]。

(2) 不稳定土体的封端

在开展永久性封端施工过程中，会遇到土体不稳定的情况，例如本工程在施工砾岩层时发现土体不稳定，这时便不能再继续采取上述的封端方法进行永久性封端施工。若仍采用以上方法，在施工过程中需要开挖大量的核心土封端格栅，且需要较长的封闭时间。

要想有效保障掌子面的施工稳定性，需对掌子面在封端时的暴露时间与面积进行有效减少，本工程采取分段完成封端的方式。在挖掘到最终的栅格时，首先要保持中心土壤，然后正确安装周围的通道栅格。正确安装后，在喷锚桩周边格栅后按顺序对各封闭网片进行掘进，在完成每个格栅的喷锚安装和混凝土进入初凝状态后，再进行下一段格栅的开挖和安装。在下阶梯封端时，应先开挖两侧，然后再安装周边格栅。按照以上程序和顺序进行挖掘，直到所有的封端工作结束。这种方法的施工时间比较长，但可保证施工过程中掌子面的安全稳定。

(3) 极不稳定土体的封端

由于该项目在进行风道封端施工过程中，局部会具有很高的含水量、存在土体失稳的现象，即使采取分段开挖，也会发生土体坍塌问题。在此情况下，工作面的土壤稳定性是非常难以控制的，前方土体会迅速碾压已经封闭完成的格栅使其变形。此时本工程采取的措施是分节支护工艺，在此基础上，通过持续的强化工艺，确保封端工作的顺利进行。为了减少封端后土的塌陷，每安装一节格栅，在基坑底部的主筋上方设置灌浆管，这时土壤仍然容易发生塌陷，可以先喷入混凝土，然后在 10~15 cm 之间打一根密排灌浆管，然后用注浆导管将封端结构和背后的土体进行连接，形成棚护结构，加强土体稳定性。由于城市交通繁忙，加之部分地铁车站施工均为浅埋，一旦地面发生崩塌状况，后果将不堪设想，因此，在封端施工过程中，一定要保持稳定。

3.3 暗挖地铁车站导洞封端施工的经验总结

针对施工现场监测情况而言，本文利用暗挖地铁车站导洞封端的施工技术开展施工，在此基础上不管是临时还是永久性的工程，都能合理控制衬砌结构的变形和稳定性。以此实例为基础，对地下隧道导洞封端施工进行以下总结：

(1) 不同地区的地质对施工需求不同，因此就要结合施工现场实际情况对暗挖地铁车站导洞封端施工技术进行合理调整，不能忽视现场实际情况，盲目地采取一种方法，无论采取哪种方法，其根本原则是稳固封端处土体。另外，在含砂层的地质中，注浆加固是一种很好的方法^[6]。

(2) 如果存在大量背后土体涌出的失衡情况，通过使用反向压力技术是十分有效的，即通过准备好的方木对封端格栅进行有效支撑，再利用砂袋对涌土部分进行堆压，同时再将加固混凝土用于砂袋表面的喷射，直到涌土现象完全消失后，才能在工作面上继续进行灌浆工作和下一次的封端。

4 结束语

本文以某车站工程为例，讨论其在稳定土体、较不稳定土体和极不稳定土体情况下，导洞封端施工过程中存在的稳定问题，同时还对临时封头与永久封口的具体做法进行探讨。此外，本文还建议在永久封端工程施工中，根据其设计年限，采用相应的封端技术，同时从施工阶段的现场监测资料和竣工后的实际应用情况看，所采用的封闭方式满足实际工程的需要，对同类工程具有一定的借鉴意义。

参考文献

- [1] 刘积权.暗挖地铁车站工程中双侧壁导坑法的拆撑施工技术[J].中国高新科技, 2020(8): 102-103.
- [2] 齐少轩, 王非, 朱培, 等.喀斯特地貌区超浅埋拱盖法暗挖车站主体与附属结构接口优化设计[J].铁道建筑, 2020, 60(6): 73-77.
- [3] 汪依文.城市地铁车站施工技术和方法分析[J].工程技术研究, 2020, 5(13): 83-84.
- [4] 许红斌, 贾嘉陵, 刘申, 等.暗挖隧道区间封端墙体鼓胀分析[J].工业建筑, 2017(47): 407-412.
- [5] 申军彩.地铁车站暗挖施工技术研究[J].山西建筑, 2009(21): 32-53.
- [6] 朱泽民.地铁暗挖车站洞桩法(PBA)施工技术[J].隧道建设, 2006(5): 63-65.