

低净空下盖挖法地铁施工关键技术及安全管控措施

陈浩栋

(上海隧道工程有限公司, 上海市 200082)

摘要: 以新建福州某地铁车站工程为例, 对地铁车站盖挖法施工中所面临的地面交通改移、低净空下超深地下连续墙施工、换乘车站基坑开挖以及特殊施工缝的防水施工等关键技术进行分析总结, 并提出了应对方案。采用“借一还一”的交通改移方案、低净空下成槽机改制及钢筋笼分节吊装技术、合理的基坑开挖组织以及特殊施工缝多重防水工艺, 同时, 针对盖挖法提出了照明通风的专项安全管控措施。实践表明, 通过以上关键技术及安全管控措施, 有效地保障了地铁车站施工期间无安全事故, 并确保周边既有建筑与运营地铁的结构安全, 可为类似低净空下盖挖法地铁建设提供参考。

关键词: 地铁车站; 低净空; 盖挖法; 关键技术; 安全管控

中图分类号: U455

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2026)06-0396-04

Key Technologies and Safety Control Measures for Subway Construction by Cover-excavation Method under Low Headroom Conditions

CHEN Haodong

(Shanghai Tunnel Engineering Co., Ltd., Shanghai 200082, China)

Abstract: Taking a subway station project in Fuzhou as an example, the key technologies encountered in the construction of subway stations by cover-excavation method, such as ground traffic diversion, construction of ultra-deep diaphragm walls under low headroom conditions, foundation pit excavation for transfer stations and waterproofing of special construction joints are analyzed and summarized. And the corresponding solutions are proposed, such as the "borrow-one-return-one" traffic diversion scheme, modification of trenching machines and segmented hoisting technology for reinforcement cages under low headroom, rational organization of foundation pit excavation and a multiple waterproofing process for special construction joints. Additionally, the specific safety control measures for lighting and ventilation in the cover-excavation method are put forward. The practice shows that these key technologies and safety control measures can effectively ensure zero safety accidents during the construction of subway stations and guarantee the structural safety of surrounding existing buildings and operational subway lines, which can provide a reference for similar subway constructions by the cover-excavation method under low headroom conditions.

Keywords: subway station; low headroom; cover-excavation method; key technologies; safety control

0 引言

传统地铁明挖法施工常通过封闭道路或拆迁沿街建(构)筑物后导改社会交通形成施工场地来完成建设工作。但是,随着人民群众对生活品质的需求不断提升,传统地铁明挖法施工带来的弊端也逐渐显现。“道路愈来愈封不得,房屋愈来愈拆不得”,这就对需要一定范围施工场地的地铁建设带来了新的

挑战。盖挖法作为一种对地面交通影响较小、施工场地布置相对灵活的工法,逐渐体现出优势^[1-3]。但是,在复杂环境下盖挖法地铁车站施工仍存在围护结构施工条件困难、基坑开挖风险大及防水构造较难处理等问题^[4]。本文以新建福州某地铁车站工程(下文简称新建地铁车站)为例,详细介绍盖挖法地铁车站施工关键技术及其安全管控措施。

1 工程概况

新建地铁车站为地下三层岛式车站,沿杨桥东路东西向敷设,与运营地铁1号线呈十字换乘。车

收稿日期: 2026-02-14

作者简介: 陈浩栋(1981—),男,学士,注册安全工程师,从事市政工程施工安全管理工作。

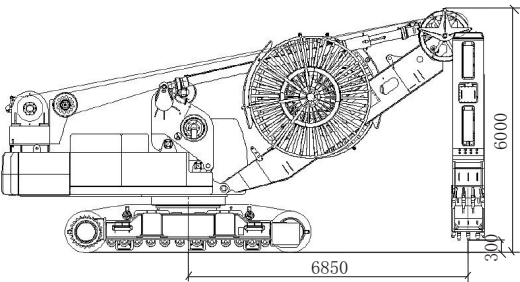


图7 低净空成槽机改装示意图(单位:mm)

表1 低净空成槽机性能参数表

部件型号	金泰SG60低净空改制
抓斗重量/t	12~22
抓斗高度/m	6
纠偏原理	斗体铰接纠偏
纠偏可达垂直精度	1/600
液压系统工作压力/MPa	32
最大开挖尺寸/m	1.5
最大开挖深度/m	50

2.2.2 低净空钢筋笼吊装

东百廊桥下方地下连续墙最大钢筋笼幅宽5.2 m、笼长43 m,重量达59.14 t(含索具)。常规100T吊车臂展17.4 m、工作半径4 m,起重重量72 t,此时吊车工作高度为16.94 m,无法满足低净空钢筋笼吊装要求。因此,采用重汽380 马力五轴底盘汽车配装SQ3650ZB6+1 半折吊机,改制成100T折臂吊。其吊臂为液压伸缩式,可根据东百廊桥下方净空自由伸缩吊臂长度。

同时,为满足各节钢筋笼对接作业,将43 m长钢筋笼分为11节进行吊装,分节长度为3 m(第1节)+4 m(第2~11节)。吊装钢筋笼作业时搭配35 t汽车副吊进行双击台吊作业,此时折臂吊工作高度为1.5 m(吊索具高度)+4 m(钢筋笼最大分节长度)+1.2 m(钢筋笼分解接驳作业高度)=6.7 m,满足廊桥下方低净空施工要求。为进一步增强多分节吊装下钢筋笼的刚度,第1至第7节纵向桁架由Φ25 W型钢筋构成,第8至第11节纵向桁架由Φ25 X型钢筋构成,横向桁架则由Φ22@3000 mm X型钢筋构成。

2.3 基坑开挖的施工方法

地下土方的开挖是工程进度和工程安全的重要控制因素之一^[5]。本工程车站采用盖挖法施工,鉴于常规土方开挖周期较长,且车站与既有运营地铁1号线呈十字交叉换乘,基坑开挖极易引发运营隧道产生较大变形,因此需要科学统筹开挖流程,缩短开挖周期,严格控制基坑变形。在现场条件及结构受力满足的情况下尽量留足出土空间。在西侧基坑设

置1个10.5 m×7.0 m的出土孔,在东侧基坑设置一个10 m×7 m的出土孔和一个9 m×5 m的出土孔,出土孔面积占比大于10%,如图8所示。出土孔间距控制在30~40 m之间,以免下方翻土距离过长,保证出土效率。实施纵向分段、横向对称开挖:由基坑北侧预留出土口吊入的挖掘机先行沿纵向打通作业通道,随后在各段内沿南北方向对称均衡开挖,确保基坑两侧荷载分布均匀。开挖工效对比、车站及周边建筑物累计变形情况见表2、表3。



图8 基坑施工段划分图

表2 开挖工效对比表

项目	出土量/ m ³	施工内容	完成 时间/d	工效/ (m ³ ·d ⁻¹)
本车站	67 116	基坑开挖至车站封底	241	278.5
某明挖车站	57 531	基坑开挖至车站封顶	208	276.6

表3 车站及周边建筑物累计变形值表

项目	围护测斜 最大值/mm	地表累计 沉降值/mm	周边重要建筑物变形情况
本车站	29.30	-10.07	西坑东百天桥沉降变形-6.66 mm 东坑D级危楼邮电大楼沉降变形-10.88 mm
某明挖车站	42.41	-12.28	陆庄高架桥桥墩沉降变形-5.14 mm 绿洲河桥沉降变形-12.28 mm

由表2、表3可知:在合理的开挖组织下,全盖挖逆作法施工工效接近传统明挖顺作法施工,同时对基坑及周边环境的变形量控制较好。

2.4 施工缝防水措施

全盖挖逆作法相对于明挖顺作法,因施工工序差异,结构上新增盖挖逆作顶板长纵缝、侧墙与板面逆作接缝防水处置^[6-7]。

顶板纵缝拟采用膨胀型止水条+密封胶+聚氨酯防水涂料+表面防水涂料加强层的形式;后期施工段浇筑前凿毛清洗先期施工段,结构施工完成后下方加设接水盒。图9所示为顶板纵缝防水做法详图。

顶板及中板下侧墙施工缝采用涂刷优质水泥基渗透结晶涂层、预埋止水条+注浆管的形式^[8],混凝土最终液面高度高于施工缝20~30 cm,在混凝土全养护过程中保持压力,减少收缩变形引起的缝隙增大(见图10、图11)。

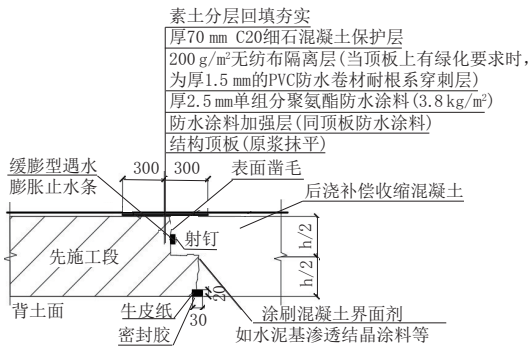


图9 顶板纵缝防水做法详图

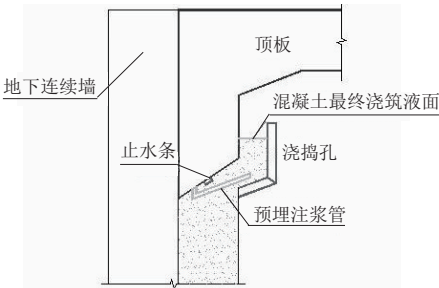


图10 顶板下侧墙施工缝防水做法详图

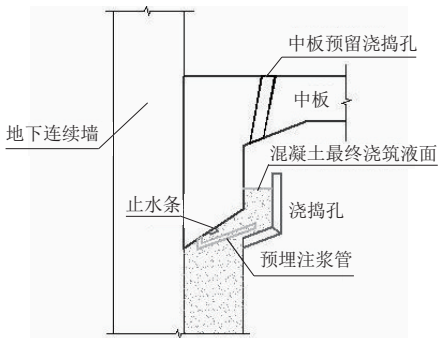


图11 中板下侧墙施工缝防水做法详图

3 复杂环境盖挖法安全管控措施

全盖挖逆作法是在封闭的顶板下进行自上而下的暗挖作业,作业空间狭小,光线昏暗,通风条件差。相对于明挖顺作法,增加了地下有限空间作业的特有风险。例如:通风不足,有毒有害气体积聚,导致中毒窒息;光线昏暗,作业视线受阻,导致机械伤害等。因此,需要针对性地制定通风与照明保障措施。

一是通风方面。基坑顶板设有出土孔和安全逃生口,为基坑内的自然通风创造了良好的条件,可将基坑内大部分因电焊机、挖掘机、风镐等作业产生的烟尘和有害气体排除。为进一步满足坑内通风换气的要求,每个工作面配备2台轴鼓风机:一台放置于

基坑进风口处,风口朝向基坑内;另一台放置于工作面处,风口朝向出风口。

二是照明方面。坑内无自然采光,且反光差,故需要采用光效较高的照明灯具。由于坑内空间低,通风不畅,选用发热量低的LED灯带,沿钢管柱及侧墙敷设,保证施工的基本照明需求。

4 结 论

采用盖挖法施工,能有效控制噪声、粉尘污染,更能最大限度维持地面交通活动。基于工程实践,得出以下结论:

(1)在低净空受限时,可采用低净空成槽机配合折臂吊车进行围护施工。在本案例中,将43 m长钢筋笼分为11节进行吊装,可满足净空9 m下作业需求。如遇更深地下连续墙,孔口对接时间加长,应考虑地墙泥浆性能优化,保障槽段稳定,防止钢筋笼下放困难。

(2)盖挖法施工地铁车站时,可在现场条件及结构受力满足的前提下留足出土的空间。在出土孔占比大于10%的情况下,地铁车站工程采用盖挖法施工与明挖法施工相比,工效并无劣势。

(3)盖挖法已是成熟工法,但因其工法与明挖法有较大区别,仍需要在施工缝防水处理、有限空间安全管理等方面重点把控。

参考文献:

[1] 詹晓波.深基坑逆作法设计与施工技术[D].杭州:浙江大学,2019.
[2] 黄志强,柳策,张宁,等.富水砂层深基坑盖挖逆作施工对周边环境的影响[J].城市轨道交通研究,2024,27(12):188-195.
[3] 黄杏增.换乘车站中新建车站盖挖逆作法的研究和应用[J].福建建材,2024(5):81-86.
[4] 吴熠群.深基坑盖挖边区逆作法施工风险管理研究[D].兰州:兰州交通大学,2024.
[5] 董昀.逆作法施工技术 in 高层建筑施工中的应用[J].山西建筑,2010(6):154-155.
[6] 王亚东,付昂然,张立鹏,等.盖挖逆作地下结构防水施工技术[J].建筑技术,2025(24):2996-2999.
[7] 李冯锦,邵光强,陆天福,等.盖挖逆作地铁车站侧墙施工缝工艺优化研究[J].广东土木与建筑,2024(5):84-87.
[8] 王延庆.地铁盖挖逆作法特殊接头处理技术研究[J].工程机械与维修,2023(6):115-117.