

地下通道与下穿轨道交通共建案例分析

杜苗鸿¹, 梁玉雄², 张 锋²

(1.赣州城市投资控股集团有限公司, 江西 赣州 341000; 2.华东交通大学, 江西 南昌 330031)

摘 要: 随着城市发展,城市地下通道与轨道交通发展迅速,两者相互影响在所难免。针对此问题,以南京南站北广场绕城公路地下通道与规划轨道交通三号线共建为实际案例,对主体结构和围护结构共建设计理念及方法、施工步序进行详细介绍。轨道交通斜穿地下通道的暗埋、敞开段,采用短而密的桩基控制差异沉降,减小桩基支承点处的应力集中。轨道交通深坑的围护桩锚入结构底板,依据底板的连接控制水平约束;反之,围护桩可发挥桩基锚固作用控制沉降。实践证明,该实际方案安全可靠、简单合理、便于施工,可作其他类似问题参考。

关键词: 轨道交通;地下通道;共建;相互影响

中图分类号: U455

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2022)10-0179-03

0 引 言

美丽街区、便捷交通等高品质基础设施的建设是近年来城市发展的主要体现。作为城市通勤的两大主要方式,城市地下通道与轨道交通的发展日新月异,纵横交错的地下通道与轨道交通频繁交叉,且难免存在一定的建设时间差。由于地铁的抗干扰能力弱、保护要求高,两者之间的相互影响问题得到了广泛的关注和研究,如既有地铁上基坑开挖对其变形的影响^[1-3]等。有条件时,地下通道和轨道交通共建是最优的选择^[4]。分析和利用两者结构的相互作用,往往可大幅增加结构安全性,降低工程造价。对于设计师而言,一方面要从设计理念、影响因素上进行系统性思考,降低不利影响,发掘潜在贡献;一方面要提出详尽的施工要求及施工顺序。本文南京南站北广场绕城公路地下通道与规划轨道交通三号线共建的实际案例,对地下通道与轨道交通共建中如何考虑结构间的相互影响予以介绍,可供将来工程参考。

1 工程概况

南京绕城公路地下通道位于京沪高铁南京南站北广场,是南京绕城高速的一部分,下穿进出高铁地面通道玉兰路。地下通道总宽达 74.85 m,总长 790 m,共设 14 个车道,最大设计时速为 100 km/h。

地下通道主要采用以下两种结构形式:中间下穿

玉兰路部分采用暗埋段(矩形框架)形式,长约 130 m,采用单箱四室断面结构,其上覆土厚度大于 2 m,满足抗浮要求;其余两侧采用 U 型坞式敞开段结构,总长 660 m,依靠自重无法满足抗浮要求,下需设钻孔灌注桩或其他抗浮措施。本工程采用直径 1 m 的钻孔灌注桩抗浮。在暗埋段西侧,拟建轨道交通三号线(经过高铁南京南站),以西南—东北走向下穿绕城公路。由于该轨道交通线通车较晚,当时对进度基本没有要求,绕城公路地道需配合高铁通车尽早完成,因此该相交点必须与绕城公路地下通道共建施工。

2 结构设计思考

根据道路的设计等级和功能要求,该节点处绕城公路主线为双向 8 车道;接入南京南站北广场落客平台的匝道为双向 6 车道加 2.5 m 硬路肩,采用单箱四室结构类型,结构总宽度达 74.85 m。

轨道交通三号线从南京南站出发,自西南至东北走向下穿绕城公路地下通道,所涉范围为 8 m 暗埋段及 100 m 敞开段;竖向上,三号线由南向北逐渐下行,而绕城公路地下通道由西向东逐渐上抬,两者间距逐渐加大。其平面、横断面的相对关系如图 1、图 2 所示。因此,控制节点为西南角,地下通道的底板与轨道交通三号线结构框架的顶板需共用以满足地铁三号线的净空要求,即地下通道结构的底板作为轨道交通结构的顶板(见图 3)。其余段,地道底板明显高于限界,在限界上方设置横隔板优化轨道交通三号线侧墙受力(见图 4)。

结构分析采用 Midas Civil 结构分析软件,同时

收稿日期: 2022-03-16

作者简介: 杜苗鸿(1989—),女,硕士,工程师,从事工程项目管理工作。

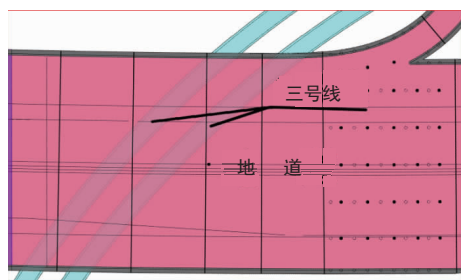


图1 地下通道与三号线相对平面图

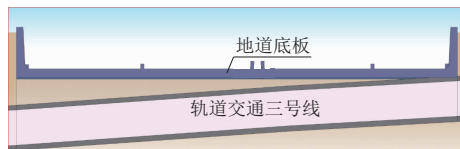


图2 地下通道与三号线相对横断面图

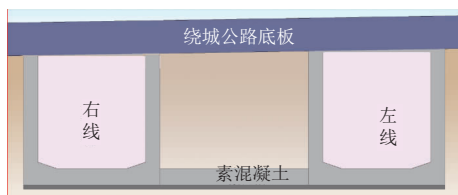


图3 地下通道与三号线相对关系纵断面图一

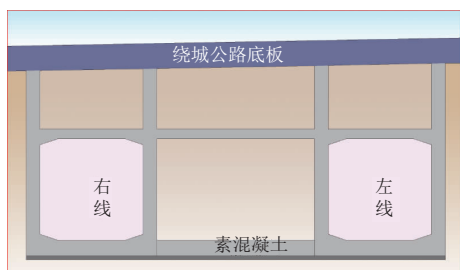


图4 地下通道与三号线相对关系纵断面图二

考虑地下通道与轨道交通三号线结构及下部桩基,计算模型如图5所示。上部为绕城公路地下通道结构,轨道交通隧洞(矩形断面)位于结构下部,为一整体结构。由于埋深比较大,布置了大量的钻孔灌注桩抗浮,模型中亦按实际情况考虑了抗拔桩的布置。计算结果表明,由于存在大量的钻孔灌注抗浮桩,在轨道交通隧洞侧墙位置不存在明显的应力增长。另外,尽管暗埋段顶上有覆土,可不设抗拔桩,但是,为降低暗埋段与敞开段之间变形、受力差异至可接受范围,该连接相应增设钻孔桩。

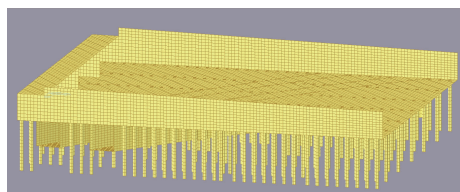


图5 计算模型

3 围护结构施工步序研究

根据地下通道与轨道交通之间的竖向关系,基

坑整体采用“坑中坑”的形式。标准段地下通道基坑(以下称“浅坑”)开挖深度约为10 m,采用两道预应力装配式鱼腹梁的内支撑系统;地铁三号线落低段(以下称“深坑”)的总开挖深度约为19 m,采用钻孔灌注桩围护,桩顶锚入地道底板。深坑开挖之初,浅层地道底板未浇筑,无法连接深坑围护桩时,深坑需设置两道支撑。在地铁上盖区以外部分结构底板施工完成、连接围护桩后即可拆除第一道支撑,上部留出敞开口以便于下部结构施工。待共建节点完成后,锚入的围护桩可发挥整个结构的抗浮作用。三号线落低深坑内设置一道钢支撑。

施工步序为:

第一步:施工浅坑、深坑的围护墙,格构柱及第一道支撑(见图6)。按序开挖至浅坑底、设置深坑第一道混凝土支撑并向下开挖,同时对具有条件的区域浇筑垫层及底板,其中浅坑底板与深坑围护桩固定,底板上主筋设置接驳器及施工缝防水措施,以防与后做区连接接缝后期产生渗漏水(见图7)。

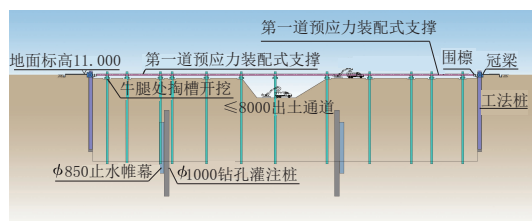


图6 施工步序(1)

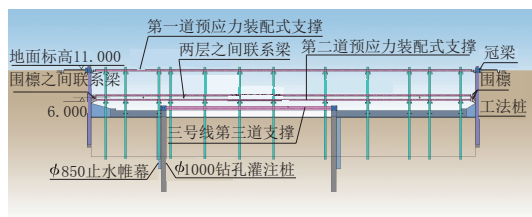


图7 施工步序(2)

第二步:拆除深坑第一道钢筋混凝土支撑。按常规明挖施工法随挖随撑,开挖深坑至坑底,本案例中设置一道钢支撑(见图8)。浇筑三号线左右线底板及底板间、底板与围护墙间低标号素混凝土传力带;达到强度后撤除三号线深坑钢支撑,依靠底板支承、地道底板的拉结两个固定点,抵抗钻孔桩发生水平位移(见图9)。

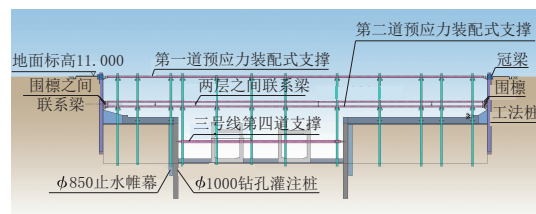


图8 施工步序(3)

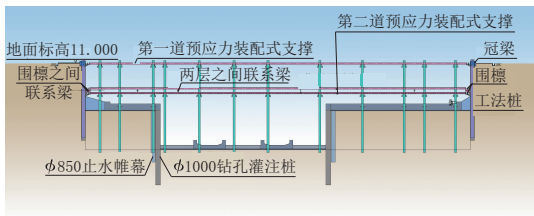


图 9 施工步骤(4)

第三步:浇筑三号线剩余侧墙及顶板,隧洞左右线之间、隧道与围护桩之间仍填筑低标号素混凝土,防止填筑土体无法压实,对三号线结构产生过大水平荷载。浇筑地铁三号线地上盖区地道底板,与两侧已做段按施工缝方式连接形成完整连续体;拆除浅坑第二道支撑,将结构做至地面(见图 10)。割除三号线隧洞内型钢格构柱,拆除地道以上的格构柱及第一道支撑,完成本节点。

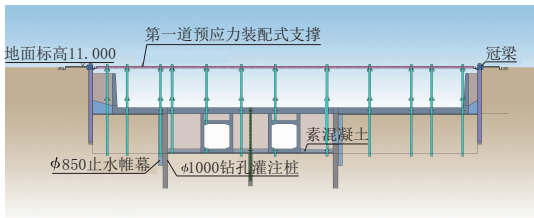


图 10 施工步骤(5)

需要说明的是,本案例中所提上部地道采用的二道预应力装配式鱼腹梁的支撑系统,不在本次讨论范围内。

4 主要结论

本文对南京南站北广场绕城公路地道与规划轨道交通三号线的共建设计理念及施工步骤进行介绍,希望对将来类似工程的设计分析有一定借鉴意

义。

(1)影响区包含暗埋段和敞开段不同形式时,该范围不建议设置变形缝及施工缝,应采用密集短桩控制竖向差异沉降、水平向收缩变形。

(2)隧道宽度大、浮力大,建议抗拔桩采用“短而密”的形式,可有效减少局部应力集中。

(3)地道浅坑底板与地铁三号线深坑围护桩固定连接,相辅相成,底板作为围护桩的拉结锚固端,围护桩反过来作为底板结构的抗浮工程桩。

(4)轨道交通左右线间、地下通道外墙与围护桩间填筑低标号素混凝土,确保压实度满足要求且避免填土过程中对地铁结构产生过大水平荷载,以策安全。

参考文献:

[1] 祝宜龙,白文波.上部基坑施工对软土地铁隧道变形监测与分析[J].上海地质,2007(4):10-13.
[2] 刘国彬,黄院雄,侯学渊.基坑工程下已运行地铁区间隧道上抬变形的控制研究与实践[J].岩石力学与工程学报,2001,20(2):202-207.
[3] 杨挺,王心联,许琼鹤,等.箱形隧道基坑下已建地铁盾构隧道隆起位移的控制分析与设计[J].岩土力学,2005,26(增):187-192.
[4] 刘发前,肖元亭,康晓雯,等.超大跨度地道与下穿地铁共建的围护设计研究[J].地下空间与工程学报,2014,10(4):908-912.
[5] GB 50010—2010(2015 版),混凝土结构设计规范[S].
[6] JGJ 120—2012,建筑基坑支护技术规程[S].
[7] GB 50007—2011,建筑地基基础设计规范[S].
[8] JGJ 79—2012,建筑地基处理技术规范[S].
[9] GB 50666—2011,混凝土结构工程施工规范[S].
[10] GB 51004—2015,建筑地基基础工程施工规范[S].
[11] GB 50204—2015,混凝土结构工程施工质量验收规范[S].
[12] GB 50202—2018,建筑地基基础工程施工质量验收标准[S].

(上接第 178 页)

设,2015,35(1): 1-8.
[4] 余彬泉,陈传灿.顶管施工技术[M].北京:人民交通出版社,2003.
[5] 葛金科,沈水龙,许焯霜.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.

[6] 何发亮.隧道施工“地质不确定”问题及其解决[J].现代隧道技术,2021,58(2): 8-13.
[7] 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.