

市政地道与地铁车站共建结构设计

申 森

[上海市市政工程设计研究总院(集团)有限公司,上海市 200092]

摘 要:为满足有限城市空间的集约利用,同一地下空间多个项目共建成为一种趋势。以上海地铁14号线龙居路站与东西通道共建项目为例,研究了地下三层车站与市政地道在复杂周边环境、复杂共建节点、大基坑深度条件下的若干设计难点,提出了针对性的设计方案,以期为相似工程提供些许借鉴。

关键词:地铁车站;市政地道;共建;交通疏解;基坑设计

中图分类号: TU921

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2022)08-0215-04

0 引 言

随着大型、超大型城市建设的发展,市民对于各类基础设施的需求迅速增加,其中又以出行需求最为常见和紧迫,常规城市出行以地面道路为主。但随着地面土地空间日益被工商业、住宅开发所占用,越来越多的城市基础设施建设在向地下要空间。地铁作为典型的地下交通设施,以其“大运量、服务广、速度快”的特点,有效满足了城市通勤、绿色出行、刺激经济等要求。地下道路则以疏解交通流量、避开城市堵点、设计车速快的特点,成为城市快速路的新选择。为促进地下空间的高效集约利用、避免反复开挖,沿城市交通主干道地下空间竖向布置多个地下工程,并共同建设的情况正在成为一种趋势。

目前对于不同地下工程共建的技术要点已有很多研究,如上海日月光中心地下综合体工程实现了地铁与地块的共同开发建设,从工程组织、沉降控制、环境保护等方面阐述了技术控制措施并取得良好的效果^[1]。成都地铁17号线白佛桥站与草金路快速化改造工程共同建设,桥梁墩柱落在车站顶板上方。作者认为可将地铁结构视作桥梁的箱型基础,对合建节点受力和变形分析方法进行了阐述,并介绍了合建节点的防水处理措施^[2]。南京地铁4号线草场门站与规划草场门隧道合建,作者从围护结构设计、围护计算、工程衔接方面进行了介绍^[3]。成都3号线省体育馆站与一环路下穿隧道合建,通过在共用板中加设纤维类添加剂,提高混凝土抗裂性和耐

久性;对合建段抗浮措施、费用分摊原则也进行了介绍^[4]。

本文以地铁与市政地道合建设计为研究对象,分析了合建节点设计、不同工程时序衔接、交通保障方案设计、环境保护措施等方面的思路。

1 工程概况

上海地铁14号线是东西向横穿上海主城区的重要线路,其中龙居路站位于浦东大道、德平路路口东侧,浦东大道路中、跨龙居路,大致东西向布置,为地下三层岛式车站。

东西通道工程西起延安东路隧道浦东出口,东至金桥路,隧道口至龙居路段由主线地下通道加地面道路组成,全长6.1 km;龙居路至金桥路为地面道路,全长约1.7 km。

浦东大道为东西向主干道,红线宽度为50 m,地面道路为双向4车道,现状车流量较大。龙居路为南北向支路,规划红线浦东大道以北宽20 m,浦东大道以南宽16 m。

车站周边区域以居住、厂房用地为主,附近建筑主要有上海申诚医院、龙居大厦、兴和苑、龙居苑、四八零五厂(申佳船厂)、居扬变电所、黄浦泥浆沉淀池。

2 主要设计难点

2.1 与市政地道共建

东西通道出地面匝道与本站渡线段产生部分重叠,宽度约11.3 m,且匝道底板已侵入车站渡线段下方下一层空间,故该区段考虑匝道与车站结构共建,以减小工程实施难度,降低工程造价,同时提高下一

收稿日期:2022-01-28

作者简介:申森(1987—),男,硕士,工程师,从事结构设计工作。

层地下空间的使用效率。

东西通道在龙居路车站范围为敞开段并逐步过渡为地面段,部分占用车站下一层空间,为典型的叠层结构。因此地道与车站共建分建位置的确定、施工时序及预留措施、差异沉降的控制、局部抗浮等问题需要重点解决。

2.2 道路交通保障

浦东大道为上海浦东东西向主干道,现状车流量较大。施工期间要求交通满足双向4车道+2人非混行道,而车站宽度最宽处约30 m、最窄处约23 m,且周边建筑物距离较近,施工的作业空间收到严重挤压。

2.3 基坑开挖及周边建筑保护

龙居路车站周边既有建筑物较多,建筑层数高、基础形式多样、距离较近,同时基坑开挖深度大,最深处达24.8 m,很多建筑物的环境保护等级为一级,对基坑变形控制提出了很高的要求。

3 设计方案

3.1 共建结构设计方案

3.1.1 断面设计方案

为减少东西通道与车站共建段的长度,其纵坡设计为5%,共建段长度为141 m、净宽10.1 m。东西通道共建段纵断面净高5.8 m、挡墙高度0.85 m,线路接地点处断面净高0.4 m;车站标准段覆土厚度约2.9 m,在东西通道净高2.1 m处底板与车站顶板脱开。共建段纵剖面见图1。

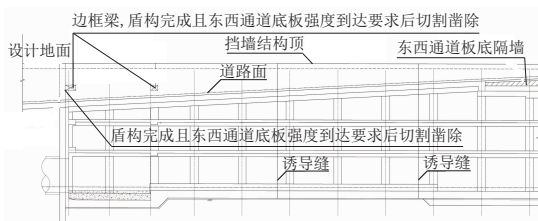


图1 地道与车站共建段纵剖面图

3.1.2 局部抗浮

共建段范围,特别是端头井区段,车站顶板以上无覆土,结构的抗浮问题需要特别关注。考虑地墙摩阻力作用对于抗浮的有利影响,计算仍然不满足抗浮安全系数1.1的要求^[5]。因此考虑在底板增设钻孔灌注桩作为额外的抗浮措施,同时该部分桩基兼作围护立柱桩使用。

3.1.3 施工时序及节点措施

按照“先深后浅”的施工原则,先施工车站结构后施工车站以外东西通道结构,交界处地墙在盾构

完成且东西通道底板强度达到要求后切割凿除(减少对周边环境的影响)。车站外东西通道底板下地基加固结合车站端头加固统一考虑。

东西通道引道段结构底板与其余部分的车站顶板不在同一标高。为保证施工期水平方向的可靠传力,西端头井边框架梁在除车道范围以外的车站顶板标高处形成闭合框架,且高出东西通道底板。

在盾构施工完成后且东西通道结构底板混凝土强度达到要求后切割凿除边框架等构件,同时考虑到边框架凿除后,使用阶段侧向力由悬臂侧墙承受,对于侧墙受力不利,因此考虑在悬臂侧墙和顶板之间设置250 mm厚、间距2.5 m的钢筋混凝土肋板,见图2。

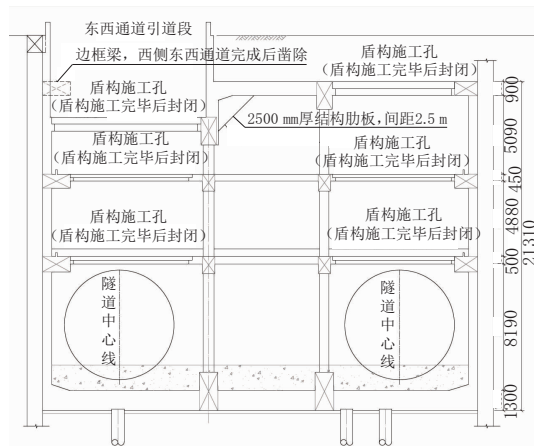


图2 地道与车站共建段横剖面图(单位:mm)

3.2 交通保障方案

在车站南北两侧分别设置栈桥板作为施工车辆和正常出行车辆的临时道路,结合管线搬迁和工程总体规划,施工场地布置及交通疏解可分为四个阶段:

第一阶段:本阶段对车站北侧主体实施围挡,施工北侧地墙及栈桥板,浦东大道交通导改至围挡南侧,满足双向4车道+2人非混行道。

第二阶段:本阶段分别对车站东西两端车站主体实施围挡,施工车站主体结构及栈桥板,浦东大道交通导改至围挡南、北两侧,满足双向4车道+2人非混行道。

第三阶段:本阶段分别对余下车站主体实施围挡,施工余下的车站主体结构,浦东大道交通同第二阶段。

第四阶段:本阶段分别对车站南北两侧附属结构实施围挡,浦东大道交通恢复原状,龙居路方向交通临时封闭。

3.3 基坑设计方案

根据上述交通疏解方案及盾构筹划方案,车站主

体采用分区开挖的明挖顺作法施工,围护型式为1 000 mm厚地下连续墙(采用十字钢板接头),墙长50 m。具体基坑分为东西端头基坑及标准段基坑。

标准段基坑深度约22.9 m,墙趾位于⑦₂层粉砂中。沿基坑深度方向设置六道支撑,第一道、第四道为钢筋混凝土支撑,其余为钢支撑。端头井基坑深度约24.6 m,墙趾位于⑦₂层粉砂中。沿基坑深度方向设置7道支撑,第一道、第四道为钢筋混凝土支撑,其余为钢支撑。

为减少基坑开挖对周边建筑物影响,对于距离基坑边12 m范围内有建筑物的位置,在第四道混凝土支撑底至坑底以下3 m范围进行旋喷桩裙边+抽条加固,裙边宽度5 m,抽条宽度3 m。

4 变形影响分析

为了解基坑开挖对周边建筑物的变形影响,以龙居苑位置处的基坑为对象,利用MIDAS软件进行变形影响的有限元分析。

(1)计算模型

基坑开挖深度23.0 m,其中地墙长度43 m,厚1 m,弹性模量取60 GPa,重度取24 kN/m³,泊松比取0.3。建立计算模型时充分考虑边界条件的影响,模型左侧距基坑左侧边界78 m,右侧边界距基坑右侧边界78 m,模型底部距离基坑底部69 m。25层主楼宽10.5 m,与基坑距离为15.4 m,建筑物自重等效为375 kPa的均布荷载计。大楼桩基长25~31 m,桩顶标高为3.5~0.15 m,桩尖标高为-25.15~-27.5 m。

土体Mohr-Coulomb弹塑性本构模型,地下连续墙、混凝土支撑、建筑桩基采用线弹性模型。根据详勘报告及经验值,确定各土层参数见表1。

表1 地勘土体参数表

编号	厚度/m	压缩模量/MPa	泊松比	$\gamma/(\text{kN}\cdot\text{m}^{-3})$	c/kPa	$\phi/(\text{°})$
1	1.7	4.5	0.20	18.4	10	10
2	5.5	2.7	0.30	18.2	11	18.5
3	9.0	2.1	0.30	16.8	11	12.5
4	6.2	3.5	0.30	17.7	15	20.0
5	5.1	7.2	0.30	19.5	42	20.5
6	7.0	10.4	0.30	19.1	5	33.5
7	37.5	12.5	0.30	18.8	3	34.5
8	20.0	12.5	0.30	18.9	4	33.0

计算模型见图3。

(2)计算结果

计算结果见图4,表明建筑最大差异沉降7.3 mm,倾斜率0.043%,根据规范^[6]要求,倾斜率需小于0.25%

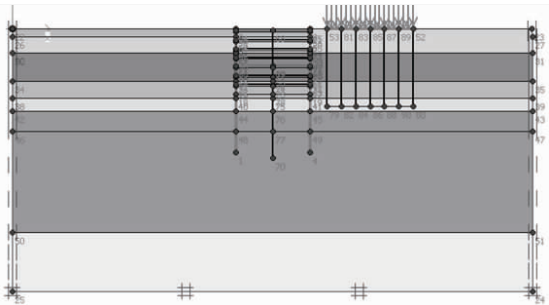


图3 计算模型简图

(建筑物高度 $60\text{ m}<H\leq 100\text{ m}$),满足建筑物安全要求;通过计算也表明,基坑开挖的整个过程,基坑周边最大的附加沉降为 $9.6\text{ mm}\leq 23.0\text{ mm}(0.1\% H)$,围护最大水平位移为 $17.5\text{ mm}\leq 32.2\text{ mm}(0.14\% H)$,满足一级环境保护等级要求。

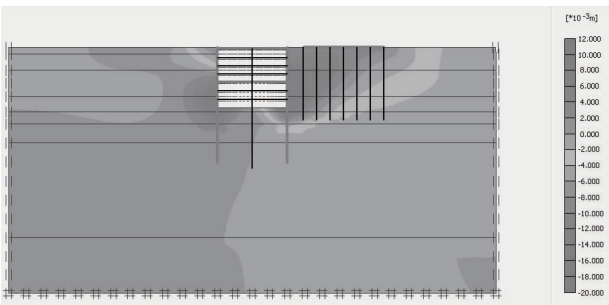


图4 土体水平位移云图

(3)监测结果

在龙居苑及基坑周边布置监测点,对建筑物、基坑周边地表沉降及地墙顶水平位移进行观测,并在施工全过程持续进行。施工结束时,围护最大水平位移为51.7 mm,超过控制值32.2 mm,主要原因应该是第五和第六层土体开挖过程中,基坑暴露时间偏长导致,但总体可控。

基坑周边沉降监测数据见图5,结果表明最大沉降值为13.23 mm,与数值模拟计算结果9.6 mm接近,沉降值满足控制值要求。

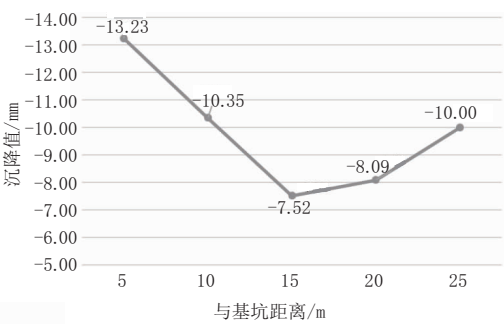


图5 周边地表沉降图(单位:mm)

将龙居苑靠近和远离基坑的一组沉降监测数据相减,得到差异沉降值,见图6。最大差异沉降值为9.5 mm,与数值模拟计算结果7.3 mm接近,倾斜率满足控制值要求。

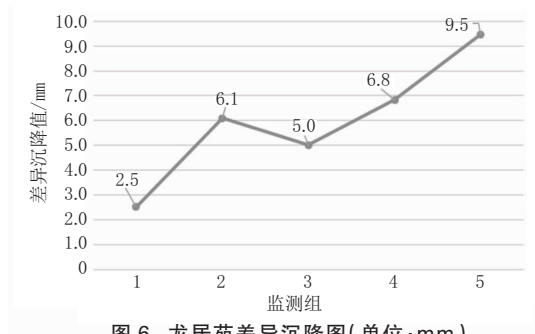


图6 龙居苑差异沉降图(单位:mm)

5 工程效果

东西通道与龙居路车站共建工程于2014年12月动工,14号线目前已开通运营,因出入口未全部完工,龙居路站暂未开通(过站运行),东西通道全线计划2022年6月竣工。由于设计合理、施工组织措施得当,施工过程中基坑安全、周边建筑物保护及交通保障都取得了预期的效果。

6 结语

本文以东西通道与龙居路车站共建为例,针对

复杂地质、复杂周边环境、地下共建结构的特点、难点,通过合理的共建节点设计、交通疏解及围护设计,满足了叠层共建结构施工、使用期间结构安全、交通保障和环境影响的诸多要求。本文涉及的项目已接近尾声,通过实施过程中各项监测数据及实际反馈,基本达到了预期的效果。希望通过本工程案例的介绍,能为类似工程提供相应参考。

参考文献:

- [1] 谢炯,贾坚,杨科.上海日月光中心地下综合体工程实践[J].地下空间与工程学报,2012,8(2):253-300.
- [2] 汪乐,王涛,宋磊.地铁明挖车站—市政桥梁合建结构的关键技术研究[J].隧道建设(中英文),2018,38(12):2006-2012.
- [3] 刘几凡.与道路隧道合建地铁车站深基坑设计方案研究[J].城市道桥与防洪,2017(6):277-281.
- [4] 叶至盛,杨凤梅.市政下穿隧道与地铁车站合建设计[J].隧道建设,2015,35(12):1301-1305.
- [5] GB 50157—2013,地铁设计规范[S].
- [6] GB 50007—2011,建筑地基基础设计规范[S].

《城市道桥与防洪》杂志

是您合作的伙伴,为您提供平台,携手共同发展!

欢迎新老读者订阅期刊 欢迎新老客户刊登广告

投稿网站: <http://www.csdqyfh.com> 电话:021-55008850 联系邮箱: cdq@smedi.com