

深厚软土超大基坑中双门架式支护结构的改进和应用

汪晓亮

(浙江省地矿建设有限公司,浙江 杭州 310012)

摘要:传统双排桩单门架式支护结构是软土地区基坑支护设计中常用的一种支护手段,由于其施工简便、不需设置内支撑、投资小并节约场地而被经常采用。但在深厚软土超大型基坑且中等开挖深度时采用,往往会出现基坑侧向位移大、沉降大、结构稳定性差的问题。结合对传统门架式支护结构的改进,在软土大型中等深度开挖基坑工程中提出了不设内支撑的双门架式支护结构形式,进一步提高支护结构整体安全性和控制支护结构侧向位移,通过将该结构设计应用于绍兴县一小区项目地下室基坑支护工程,验证了该改进方法的适用性和可行性,为今后类似工程提供了宝贵的经验。

关键词:深厚软土;超大基坑;基坑支护;双门架结构;安全性和稳定性;基坑监测

中图分类号:TU473.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2016)06-0084-04

Improvement and Application of Double Portal Frame Support Structure for Super-large Foundation Pit in Deep Soft Soil/WANG Xiao-liang (Zhejiang Geologic and Mineral Resources Construction Co., Ltd., Hangzhou Zhejiang 310012, China)

Abstract: The traditional support structure of double-row piles single portal frame is a frequently used supporting design for foundation pit in soft soil area because of the advantages of simple construction without inner support, small investment and space saving. But for super-large foundation pit of medium excavating depth in soft soil, large lateral displacement and settlement as well as poor structure stability often appear. Combined with the improvement on the traditional support structure of portal frame, double portal frame support structure without inner support was proposed in a large medium-depth excavation project in soft soil to further improve the overall safety and stability and control the lateral displacement of the supporting structure. The applicability and feasibility of this improved design are verified through a basement foundation pit supporting project in Shaoxing County, which provides valuable experience for the similar projects in the future.

Key words: thick soft soil; super-large foundation pit; foundation pit support; double portal frame; safety and stability; foundation pit monitoring

0 引言

伴随着大量的地下商场、地下停车场等地下工程的建设,基坑工程越来越多,且基坑的规模与深度也在不断加大。基坑支护形式的选择直接关乎工程安全与稳定。在深厚软土地层区,深度浅至中等的超大基坑工程中,当采用整体排桩加内支撑支护形式时,支撑长度往往过长,导致工程造价大幅增加,且施工工期较长。目前,双排桩单门架式支护结合局部转角内支撑支护是该类基坑工程中常用的支护形式^[1-3]。

双排桩单门架式支护结构^[4]主要由前排钢筋混凝土桩、后排钢筋混凝土桩、压顶梁和连系梁组

成,该支护结构通过前后排桩与连系梁组合形成空间门架式结构,在基坑支护工程中得到了广泛应用。但是,由于双排桩单门架式支护结构属于悬臂式支挡结构,在控制侧向位移方面虽较单排悬臂排桩支护结构有很大改善,总体抗弯能力较差,侧向位移相对偏大,整体稳定性可能无法满足安全要求。

本文针对传统双排桩单门架式支护结构存在的上述问题,对其进行改进并提出了一种适用于大范围开挖基坑、不需设置内支撑、可进一步提高支护结构整体安全性和减少支护结构侧向位移的双门架式支护结构^[5],通过将改进的双门架式支护结构应用于绍兴县华舍张湊安置小区(G-25地块)项

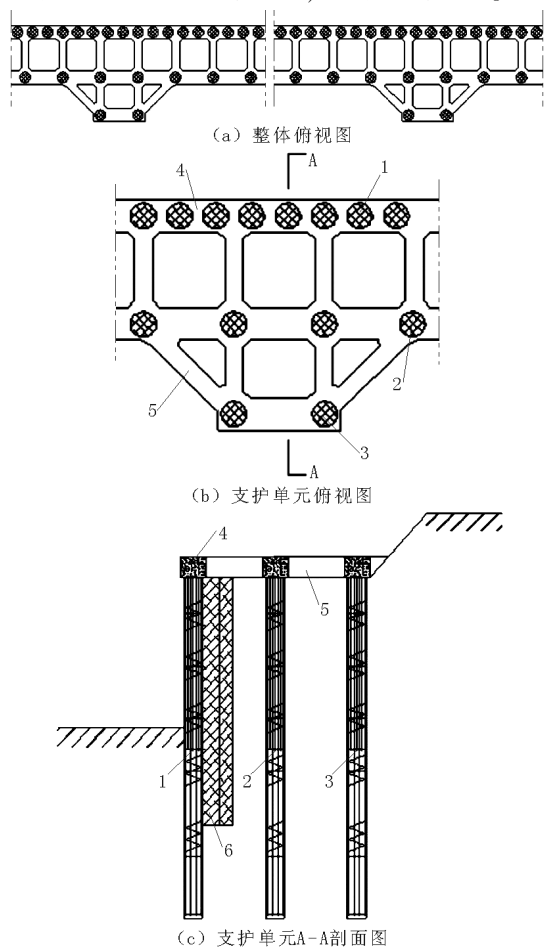
收稿日期:2016-05-03

作者简介:汪晓亮,男,汉族,1968年生,高级工程师,从事地基与基础工程施工、岩土工程勘察等质量技术管理和企业管理工作,浙江省杭州市西湖区万塘路51号901室,wxl16318@sina.com。

目地下室基坑支护工程中,验证了该改进方法的适用性和可行性,为今后类似工程提供经验。

1 门架式支护结构的改进

本文改进后的双门架式支护结构如图1所示,由前排钢筋混凝土桩1、后排钢筋混凝土桩2、抗侧向变形桩3、压顶梁4和连系梁5组成,在传统的双排桩单门架式支护结构外侧增设与前、后排钢筋混凝土桩平行的第三排抗侧向变形桩3。前、后排钢筋混凝土桩和抗侧向变形桩3桩顶分别设有压顶梁4,并通过连系梁5连接,形成两个门架,构成双门架式支护单元,如图1(b)所示。相邻两个双门架式支护单元沿基坑支护边线方向间距为30~40 m,将大范围基坑划分为若干小区域,形成完整的双门架式支护结构。相邻两个双门架式支护单元的间距亦可在工程实际中相对薄弱区域(如主楼多承台区或电梯井临近基坑边缘区段)进行适当调整。



1—前排钢筋混凝土桩;2—后排钢筋混凝土桩;3—抗侧向变形桩;4—压顶梁;5—连系梁;6—水泥搅拌桩

图1 双门架式支护结构示意图

前排钢筋混凝土桩1桩间距可根据具体工程进行设计,后排钢筋混凝土桩2为间隔设置,其桩间距为前排钢筋混凝土桩1桩间距的2~3倍。前、后排钢筋混凝土桩桩顶均设有压顶梁4,并通过等间距的连系梁5将前、后排桩水平连接。压顶梁4和连系梁5均为现浇的条状钢筋混凝土梁,其尺寸根据具体工程进行设计。前后排钢筋混凝土桩之间采用水泥搅拌桩6作为止水帷幕和排桩之间土体加固。

每个双门架式支护单元设置2~3根第三排抗侧向变形桩3。抗侧向变形桩3为钢筋混凝土桩,桩长和桩径与前、后排钢筋混凝土桩一致,桩间距与后排钢筋混凝土桩2一致,且与后排钢筋混凝土桩2对齐设置。抗侧向变形桩3和后排钢筋混凝土桩2之间的排距与前、后排钢筋混凝土桩之间的排距基本一致。抗侧向变形桩3桩顶设有压顶梁4,并通过连系梁5与后排钢筋混凝土桩2水平连接,平面布置呈梯形形状,从而增大支护结构的抗侧弯刚度,有效限制支护体侧向变形。

改进后的双门架式支护结构能有效解决传统双排桩单门架式支护结构在大范围开挖基坑工程中,桩体抗弯能力较差、侧向变形过大、整体安全稳定性低等问题,并能节约工程造价、缩短工期。

2 工程应用

2.1 工程概况

绍兴县华舍张楼安置小区(G-25地块)项目工程^[6]位于绍兴县柯桥华舍街道张楼村华东,绸缎路与笛扬路交叉口东北侧地块内。下设1层联体地下室,工程总建筑面积182600 m²,其中地下建筑面积41100 m²。本工程地下室基坑开挖面积约42600 m²,基坑周长约1260延长米;基坑实际开挖深度按基础承台底面或底板底面综合考虑为5.30~6.20 m。

基坑开挖深度影响范围内场地岩土层主要由杂填土、粉质粘土、粘质粉土和淤泥质粘土组成,其主要物理力学性质见表1^[7]。

2.2 基坑支护体系方案的选择

由于基坑开挖面积大,土质差,采用其他土钉墙、水泥搅拌桩重力式挡墙等围护形式难以满足位移控制要求;如整体采用排桩加内支撑形式,内支撑长度过长,施工造价过高。因此经过多个方案的选择比较,最终决定基坑四周主要采用双排钻孔灌注桩门架式支护,转角地段采用钻孔灌注桩加混凝土

表1 基坑开挖深度影响范围内各岩土层主要物理力学性质指标表

层号	土层名称	含水量 $\omega/\%$	孔隙比 e	压缩模量/MPa	抗剪强度指标(固快)		容重 $\gamma/(\text{kN}\cdot\text{m}^{-3})$	承载力特征值 f_{ak}/kPa
					c/kPa	$\varphi/(\text{°})$		
① ₁	杂填土				(10)	(15)	(18)	
① ₂	粉质粘土	30.8	0.911	4.65	20.2	14.6	18.3	80
					(16.2)	(12.4)		
② ₁	淤泥质粉质粘土	44.0	1.231	2.99	13.9	9.4	17.2	60
② ₂	粘质粉土	30.7	0.895	7.60	12.2	23.8	18.3	85
					(20.2)			
③	淤泥质粘土	50.7	1.407	2.19	11.8	9.0	16.7	60
⑤	淤泥质粉质粘土	39.6	1.141	2.83	13.3	10.5	17.4	75

注:表中()内值为勘察报告建议值或设计采用值。

内支撑型式进行支护,坑外水泥搅拌桩止水。

由于基坑长边段双排桩门架式支护段长度过大,采用改进后的双门架式支护结构,间隔30~40m的距离设置一个双门架式支护单元,以提高门架式支护结构的整体侧向刚度,减少基坑侧壁位移,基坑支护平面布置图如图2所示。

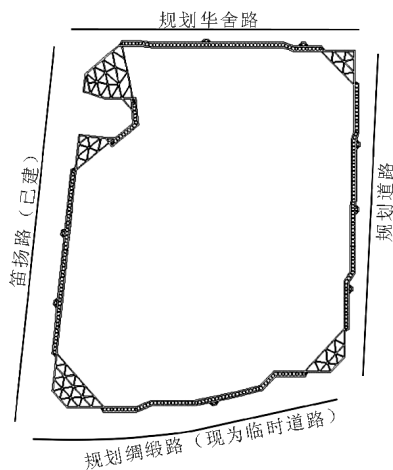


图2 基坑支护平面布置图

基坑支护桩采用 $\text{Ø}700\text{ mm}$ 的钻孔灌注桩,门架式支护段,前排桩距1000mm,后排桩距2500mm,压顶梁截面尺寸 $900\text{ mm}\times 700\text{ mm}$,连系梁截面尺寸 $500\text{ mm}\times 700\text{ mm}$ 。双门架式支护设计如图3~5所示。

2.3 主要监测结果及分析^[8]

本工程基坑监测共布置深层土体水平位移测斜孔16个,地下水位观测孔4个,支撑轴力监测点5个。深层土体水平位移测斜能够反映基坑在挖土施工过程中对整个围护结构变形情况。由于存在长边

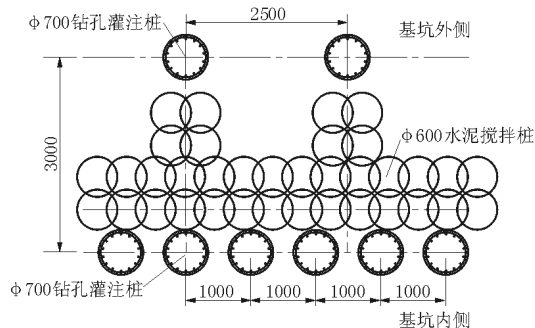


图3 双排桩平面布置详图

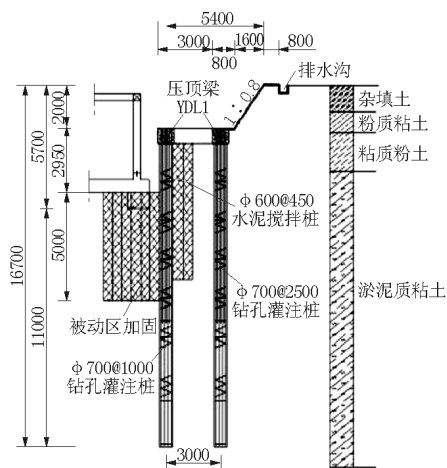


图4 基坑支护典型剖面图

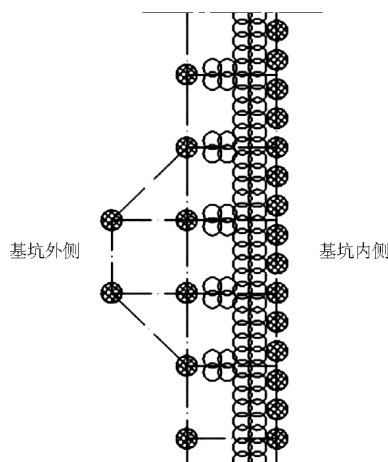


图5 双门架加强段支护桩平面详图

效应,位于基坑周边中间部位的桩体累计水平位移普遍比基坑端部大。本基坑工程围护结构最大水平位移发生在基坑东侧CX3孔和南侧CX7孔,最大位移量分别为39.70mm和46.19mm,均位于基坑周边中间部位。所有测斜孔测得水平位移值均未超过设计警戒值(50mm),基坑工程施工较为顺利。

CX3孔和CX7孔的水平位移变化曲线如图6、7所示。

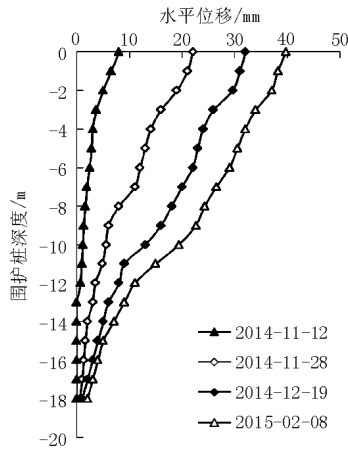


图6 CX3测斜孔位移-时间变化曲线图

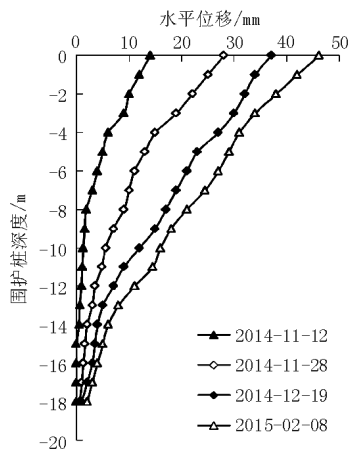


图7 CX7测斜孔位移-时间变化曲线图

从图6、7可以看出,土方开挖阶段,围护桩水平位移发展速度较快,桩顶水平位移最大。随着开挖的进行,围护桩水平位移不断增大,位移变化幅度也较大,随后变形发展变缓。所有测斜孔测得水平位移值均未超过设计警戒值(50 mm),说明双门架式

支护结构对限制桩体侧向变形起到了一定的作用,整体稳定性得到一定提升,在深厚软土超大基坑中有一定的应用价值。

3 结论

通过在传统的双排桩单门架式支护结构外侧增设抗侧向变形桩,提出了一种适用于大范围开挖基坑的双门架式支护结构,将改进的支护方法应用于工程实践中,取得了较好的效果,并取得实用新型专利。双门架式支护结构能在一定程度上解决传统双排桩单门架式支护结构在大范围开挖基坑工程中,桩体抗弯能力较差、侧向变形过大、整体安全稳定性低等问题,并能节约工程造价、缩短工期,对今后类似基坑工程具有一定的参考价值。

参考文献:

- [1] 林鹏,王艳峰,范志雄,等. 双排桩支护结构在软土基坑工程中的应用分析[J]. 岩土工程学报,2010,32(S2):331-333.
- [2] 易星,何成燕. 双排桩支护运用于淤泥质软土基坑的实践研究[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2015,42(2):79-81.
- [3] 杜甫志,王宪章,吴旭君,等. 饱水砂层深基坑中悬臂式双排桩支护及地下水处理方法[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2013,40(4):55-59.
- [4] 万智. 深基坑双排桩支护结构体系受力分析与计算[D]. 湖南长沙:湖南大学,2001.
- [5] 浙江省地矿勘察院. 一种适用于大范围开挖基坑的双门架式支护结构:中国,201520689485.X[P]. 2016-01-13.
- [6] 浙江省地矿勘察院. 绍兴县华舍张溇安置小区(G-25地块)项目基坑围护方案设计[R]. 2013.
- [7] 浙江华东建设工程有限公司. 绍兴县华舍张溇安置小区(G-25地块)项目岩土工程勘察报告[R]. 2013.
- [8] 浙江山川有色勘察设计有限公司. 绍兴县华舍张溇安置小区(G-25地块)基坑监测总结报告[R]. 2015.