

邻近建筑物的深基坑工程实例

胡国超, 刘施蕊

(辽宁地质工程勘察施工集团公司, 辽宁 沈阳 110032)

摘要:沈阳华晨宝马新工厂主办公楼工程周边有邻近建筑物,其深基坑工程为坑中坑形式,基坑开挖深度为10.4 m,局部开挖深度6.05、7.4 m。为了控制变形,采用排桩+旋喷桩止水帷幕作为挡土结构及坑内管井降水方式。通过对支护方案的选择和现场施工结果的分析,为基坑周边存在邻近建筑物、基坑上部存在独立基础的基坑支护的设计与施工提供一定的参考。

关键词:深基坑;支护;排桩旋喷桩;止水帷幕;降水

中图分类号:TU753 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2013)10-0064-04

An Example of Deep Foundation Pit Engineering with Adjacent Buildings/HU Guo-chao, LIU Shi-ri (Liaoning Geological Engineering Investigation and Construction Group Corporation, Shenyang Liaoning 110032, China)

Abstract: In the foundation pit engineering for an office building of BMW Brilliance in Shenyang, the excavation was pit in the foundation pit with depth of 10.4 m and local excavation depth 6.05 to 7.4 m, and the adjacent buildings surrounding around. Row piles and rotary jet grouting pile water-stop curtain were adopted as retaining structure and dewatering method to control the deformation. The selection of supporting scheme and the analysis on the construction effects could be the reference to the design and construction of the similar project.

Key words: deep foundation pit; supporting; row piles and rotary jet grouting pile; water-stop curtain; dewatering

1 工程概况

1.1 基本情况

沈阳华晨宝马新工厂主办公楼位于沈阳经济技术开发区浑河二十六街1号,开挖深度为10.4 m,局部开挖深度-6.05、-7.4 m。本工程为地下2层地上3层。其中:基坑北侧(21、23轴与G4轴之间)主办公楼的地下室外墙与TB厂房(已建)外墙仅距1.9 m,与TB厂房基础(独立基础,埋深-5.2 m)仅距1.75 m;基坑东侧(27轴)主办公楼的地下室外墙与TB厂房外墙仅距2.1 m,与TB厂房基础(独立基础,埋深-4.5 m)仅距1.4 m。这两侧基坑开挖深度为10.4 m, TB厂房为地上3层的钢结构。具体如图1所示。

1.2 地层情况

根据岩土工程勘察报告,各地层描述如下:

①素填土,主要由回填中粗砂砂土组成,中密~密实,该层已进行加固处理,分布连续,层厚6.00~8.20 m;

②中砂,黄褐色,饱和,中密,分布连续,最大厚度2.0 m;

③粗砂,黄褐色,饱和,中密,部分地段密实,最

大厚度5.00 m,该层分布连续;

④砾砂,黄褐色,钻探过程中所见最大粒径70 mm,饱和,中密~密实,层厚2.90~9.10 m;

⑤粗砂,黄褐色,局部含粘性土薄夹层,饱和,中密~密实,该层分布连续,最大厚度4.00 m;

⑥粉质粘土,黄褐色,可塑,该层在该区域连续分布,最大厚度5.00 m;

⑦中砂,黄褐色,饱和,稍密~中密,分布连续,最大厚度7.70 m。

表1 各土层物理力学性质指标

土层编号	土层名称	容重 γ / (kN·m ⁻³)	粘聚力 c / kPa	内摩擦角 φ / (°)	备注
①	素填土	18.50	0.00	31.50	地下水位以上
②	中砂	18.50	0.00	30.90	地下水位以下
③	粗砂	18.80	0.00	31.50	
④	砾砂	19.20	0.00	32.00	
⑤	粗砂	18.80	0.00	31.50	
⑥	粉质粘土	19.50	20.11	11.80	

1.3 地下水情况

勘察期间建筑场区地下水位埋深在7.3~8.5 m,平均为7.5 m,综合渗透系数 $K=70$ m/d。

收稿日期:2013-04-15

作者简介:胡国超(1980-),男(汉族),辽宁沈阳人,辽宁地质工程勘察施工集团公司工程师,水文地质、工程地质专业,从事岩土工程勘察、软土地基处理及基坑支护设计与施工技术管理工作,辽宁省沈阳市宁山路42号18-4, hgcdydh@163.com;刘施蕊(1988-),女(汉族),辽宁沈阳人,辽宁地质工程勘察施工集团公司,水文地质、工程地质专业。

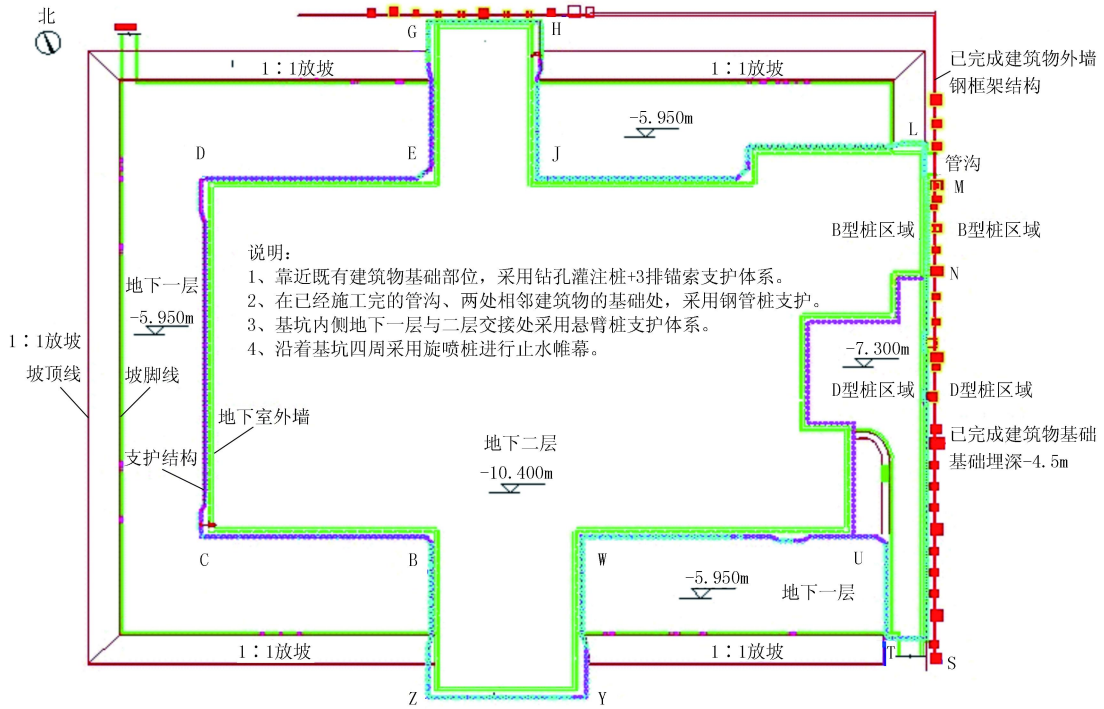


图 1 基坑平面布置图

2 基坑支护方案

2.1 基坑特征

本工程的明显特征有:(1)存在一个很厚的素填土层(厚度 6.00~8.20 m),该素填土为经回填夯实的中粗砂组成;(2)基坑的北侧和东侧距新建的 TB 厂房较近,且厂房采用钢结构、独立基础;(3)在地层埋深约 21 m 左右为该区域连续出现的粉质粘土层;(4)该区域的地下水综合渗透系数较大,该基坑为坑中坑结构。

2.2 基坑支护设计

为确保基坑边坡稳定及临近建筑物、道路的安全,根据本工程的地质条件和周围环境情况,支护设计时将基坑划分为如下几个设计阶段^[1]。

(1)自然地面与地下一层交接处及 F3/F4 与 26/27 轴处采用 1:1 形式放坡^[2]。

(2)ABCDEF 段、IJK 段、UWX 段为 A 型桩,采用悬臂式长螺旋钻孔压灌桩。

(3)FGHI 段为 B 型桩,采用钻孔灌注桩+3 排锚索支护体系。其中第一排锚索根据相邻建筑物基础情况尽量连续布锚。

(4)KL 段、MN 段为 C 型桩,采用钻孔灌注桩+3 排锚索支护体系。其中第一排锚索根据相邻建筑物基础情况尽量连续布锚。

(5)NO 段、PQ 段、RS 段为 D 型桩,采用钻孔灌注桩+2 排锚索支护体系。

(6)STU 段为 E 型桩,采用悬臂式长螺旋钻孔压灌桩。

(7)VN 段为 F 型桩,UV 段为 H 型桩,采用悬臂式长螺旋钻孔压灌桩。

(8)XYZA 段为 J 型桩,采用钻孔灌注桩+2 排锚索支护体系。

沿着基坑四周采用旋喷桩进行止水帷幕^[3],典型支护体系见图 2、图 3 所示。

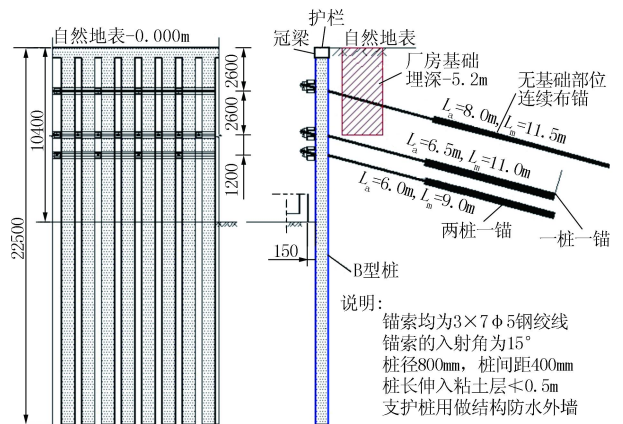


图 2 B 型桩剖面示意图

2.3 工程难点及技术措施

(1)由于场地地层大部分为颗粒较细的中砂、粗砂组成,为了避免降低地下水造成周边沉降,利用粉质粘土做隔水层,在二级基坑内(坑中坑)采用旋喷止水帷幕方式,其支护桩及旋喷桩均伸入到⑥粉

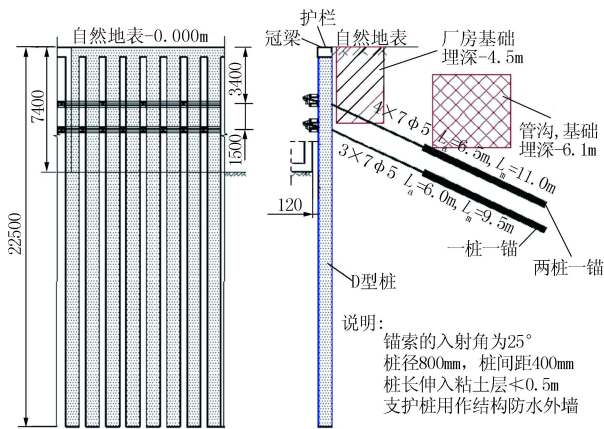


图3 D型桩剖面示意图

质粘土层中不小于0.8 m,其中 $\text{O}600$ mm旋喷桩采用单管旋喷方式、 $\text{O}800$ mm旋喷桩采用双重管旋喷方式。

(2)采用坑内降水方式。

(3)为了躲避TB厂房基础及里面的管沟(距主办公楼地下室外墙9.0 m,埋深-6.1 m),部分锚索角度调整为 -25° ,设计时TB厂房基础的压力扩散角按 30° 考虑。

各段施工参数如表2所示。

3 支护结构的计算

本工程分别进行了内力计算、配筋计算、整体稳

表2 施工参数一览表

位置	桩型	桩顶标高 /m	桩长 H/m	钢筋笼长 H ₁ /m	桩数	桩身配筋			混凝土	桩直径 /mm
						主筋	加劲箍筋	螺旋箍筋		
ABCDEF/IJK/UX段	A	24.2	16.7	12.0	359	16 Φ 20	$\text{O}16@1500$	$\text{O}8@150$	C25	600
FGHI段	B	自然地面	22.5	17.8	33	14 Φ 20	$\text{O}16@1500$	$\text{O}8@100$	C30	800
KL/MN段	C	自然地面	22.5	17.8	25	14 Φ 20	$\text{O}16@1500$	$\text{O}8@100$	C30	800
NO/PQ/RS段	D	自然地面	22.5	17.8	58	13 Φ 20	$\text{O}16@1500$	$\text{O}8@100$	C30	800
STU段	E	24.2	16.7	6.0	32	8 Φ 20	$\text{O}16@1500$	$\text{O}8@150$	C25	600
VN段	F	22.85	9.5	9.0	60	8 Φ 20	$\text{O}16@1500$	$\text{O}8@150$	C25	600
UV段	H	24.2	11.5	11.0	19	16 Φ 20	$\text{O}16@1500$	$\text{O}8@150$	C25	600
XYZA段	J	自然地面	22.5	17.8	48	15 Φ 20	$\text{O}16@1500$	$\text{O}8@150$	C25	600

定性计算、抗倾覆稳定计算、抗隆起计算、抗管涌验算、地表沉降计算等。本文选取典型FGHI段,即B型桩来说明本工程的计算过程。

内力计算方法采用增量法,土压力模型分别采

用弹性土压力模型和经典土压力模型,内力计算结果见图4,沉降计算分别采用三角形法、指数法、抛物线法,3种方法进行计算比较,取最大值为控制指标。计算结果见图5^[4]。

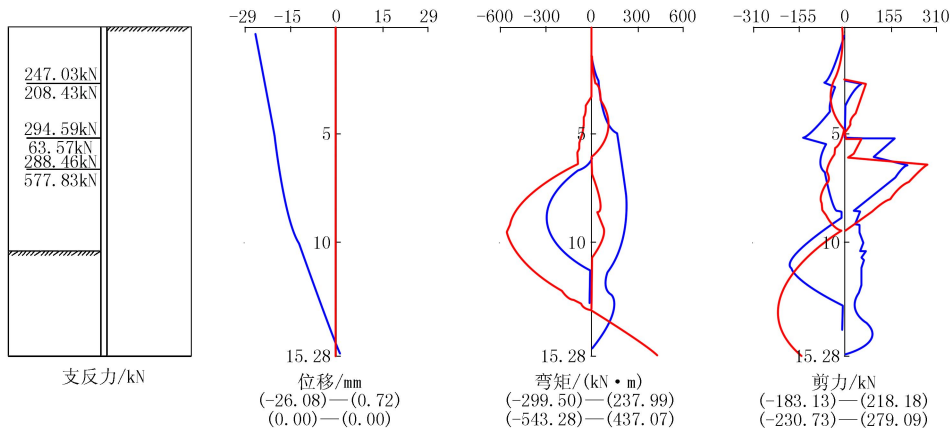


图4 内力计算包络图(工况7,开挖10.40 m)

其它指标的计算结果见表3,均满足规范要求。

表3 相关指标计算表

	整体稳定性验算	抗倾覆稳定性验算	抗隆起验算	抗管涌验算
计算值	1.715	1.764	4.81	3.063
规范允许最小值	1.3	1.2	1.1	1.5

4 施工技术措施

施工常见的问题及处理措施如表4所示。

5 监测方案

水平位移观测点:在基坑护壁的冠梁上埋设水平位移观测点,用长300mm钢筋埋在冠梁上,外露

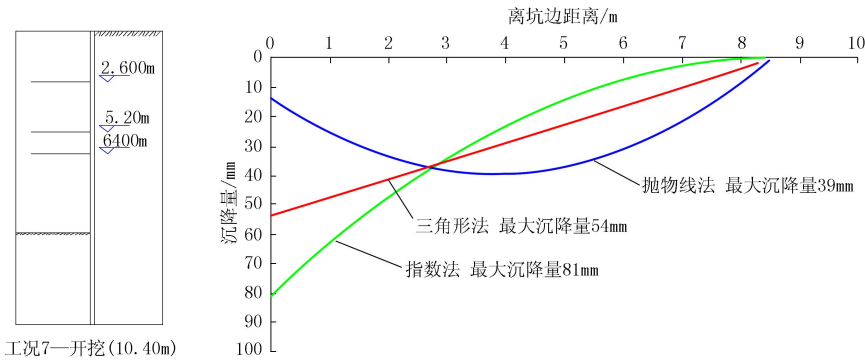


图5 基坑周边沉降计算值(工况 7,开挖 10.40 m)

表 4 施工技术措施

序号	问题分析	处理措施
1	靠近 TB 厂房一侧空间狭小,支护桩施工的机械选型、垂直度控制和成孔成功率要求较高	选用动力头较小的泵吸反循环钻机施工,施工时每进尺 1 m 均量测垂直度。为了避免回填的中粗砂造成塌孔现象,避免对 TB 厂房基础及地面产生影响,先采用人工挖孔护壁的方式,挖深不少于 3.0 m,混凝土护壁,然后往里填入粘性土,最后钻进施工
2	由于基坑开挖深度不一,经常存在交叉现象,对开挖深度控制要求较为严格。	采取分区、分层开挖原则
3	旋喷桩施工的钻孔难度较大,采用 XY-100 型回转钻机进行引孔,锚索从 TB 厂房基础下穿过,锚索不能对原有 TB 厂房基础有影响	施工时及时补浆,并在穿过基础底部时注喷 1 min

坚持每天观测,直到变形稳定后逐渐减少观测次数,每天的观测结果都上报管理单位、建设单位和监理,最后做一份基坑的变形观测记录上报。

7 监测结果分析

本基坑的监测重点在基坑北侧、东侧的临近 TB 厂房段。从 2011 年 4 月 11 日开始的第一次监测至 2012 年 2 月 10 日基坑回填完毕,其基坑的累计最大沉降值 7.1 mm,最大位移值 7.8 mm。根据监测结果,基坑总体变形情况较好。

基坑总体变形情况如图 6、图 7 所示。

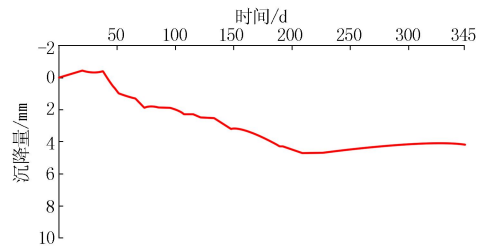


图 6 垂直位移过程曲线

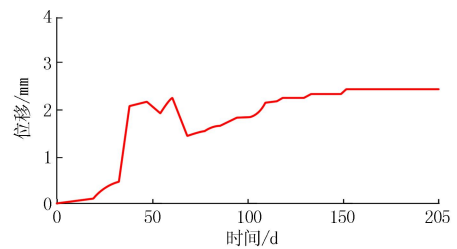


图 7 水平位移过程曲线

50 mm,将插入钢筋与冠梁上的钢筋焊接固为一体。垂直位移观测点:垂直位移观测点布设采用用圆钢焊接在 TB 厂房的钢结构上。

地表沉降观测点:地表沉降观测点布设用混凝土埋设,埋深 1.3 m,将长 400 mm 钢筋放在其中。

监测点布设间距及数量均满足《建筑基坑工程监测技术规范》(GB 50497 - 2009)^[5]要求。

6 监测频率

基坑开挖深度达 10.40 m,平面长度 150 m,规模较大,故监测次数也应较多,检测频率一般为日报、周报、月报。日报要求每天均进行各种变形的测量、数据汇总。周报要求每周对数据整理一次,与前几周的变形量比较,找出规律,预测可能出现的情况。月报则更长的时间对基坑监测数据进行分析,找出规律,预测可能出现事故,及时做出相应的措施。

具体做法为:土方开挖第一层后,冠梁浇灌时在冠梁上做出用于变形观测的标志点,以用于变形观测,开挖第二层时就开始观测,每天上午开始观测,

8 结语

本工程基坑开挖深度基本在 10.4 m 左右,基坑面积大,周边环境比较复杂,基坑周边临近不足 2 m 就存在建筑物,建筑物的基础采用柱下独立基础,埋深在基坑的上部,对变形要求较高。基坑支护结构以排桩支护为主,根据不同情况采用了不同的排桩

(下转第 73 页)

4 结论

基坑施工期间,周边建筑物及各种管线均正常运行,达到了设计目的,实现了基坑安全施工。

(1)基坑开挖前应查清并处理好包括污、雨水等地表水源,防止渗漏,尤以粉土等水敏感性土为甚。

(2)第一道支撑施工前后及开挖至深度7.0 m时,支护桩顶至开挖面的位移逐渐减小;开挖7.0 m以下深度土层时,支护桩顶至开挖面的位移快速增加,至最大位移面后,快速减小,最大位移面随开挖深度的增加逐渐下移。第一道支撑爆破拆除后支护桩位移达到最大值。

(3)底板施工完成后,具有明显的约束作用,轴力及位移基本稳定,爆破对位移的影响也较小。

(4)支撑轴力在基坑拐角处存在明显的空间效应。第二道支撑轴力在底板施工前后达到最大值。第二道支撑爆破拆除后,第一道支撑轴力迅速达到最大值并很快趋于稳定。

(5)合理分层、分块开挖土方,尽快加撑,可有效地限制基坑变形。

(6)地面沉降相对于土方开挖、支护桩变形具有明显的滞后性,其沉降量与距基坑的距离成反比。

(7)通过对爆破前及试爆的监测数据分析,采

取了分段爆破拆除。分段爆破后的监测数据说明,相对独立单元可进行分段爆破。

(8)支撑轴力与深层位移具有一定的对应关系。

(9)从支撑轴力实测值来看,设计值比较合理,支撑得到了较充分的发挥。

(10)基坑开挖对深基础的影响明显小于对浅基础的影响。

(11)相邻门诊楼基坑采用了桩锚支护体系。通过桩锚及内支撑支护体系对比可以看出:内支撑既克服了锚杆施工带来的附加沉降,又显著限制了基坑变形,确保了复杂环境下的基坑安全。

参考文献:

- [1] 齐亮.土方开挖对基坑水平支撑系统影响的有限元分析[D].天津:天津大学,2004.
- [2] 王晓伟,童华烨,李志强.复杂环境下地下连续墙内支撑基坑监测分析[J].施工技术,2009,(5).
- [3] 张忠苗,房凯,刘兴旺,等.粉砂土地铁深基坑支撑轴力监测分析[J].岩土工程学报,2010,32(S1).
- [4] 王为东,吴江斌,黄绍铭.上海地区建筑基坑工程的新进展与特点[J].地下空间与工程学报,2005,1(4):547-553.
- [5] 王为东,王建华.深基坑支护结构与主体结构相结合的设计、分析与实例[M].北京:中国建筑工业出版社,2007.

(上接第67页)

类型,并采用了旋喷止水帷幕的方式,有效地控制了基坑变形,取得了较好的效果,对类似工程有着一定的借鉴意义。

本工程在TB厂房一侧施工作业面狭小,回填的中粗砂层较厚,实践证明,采用止水+坑内管井降水的效果较好。

本工程由于临近TB厂房,安全要求较高,所以基坑施工信息化监控就变得尤为重要,反馈的信息必须是真实可靠的,否则会出现误判而导致成本增加和工期延误。

参考文献:

- [1] JGJ 120-99,建筑基坑支护技术规范[S].
- [2] GB 50330-2002,建筑边坡工程技术规范[S].
- [3] GB 50007-2002,建筑地基基础设计规范[S].
- [4] 黄强.深基坑支护工程设计[M].北京:中国建材工业出版社,2000.
- [5] GB 50497-2009,建筑基坑工程监测技术规范[S].
- [6] 张帆,阎佳生.BBA办公楼基坑支护及降水工程安全监测技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2013,40(1):62-65.
- [7] 许兰兰,周深鑫.南京悦庆大厦深基坑支护设计与施工[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(1):55-58.

欢迎订阅 2014 年《探矿工程(岩土钻掘工程)》杂志!

邮发代号:2-333