

BBA 办公楼基坑支护及降水工程安全监测技术

张帆¹, 阎佳生²

(1. 辽宁省地质环境监测总站, 辽宁 沈阳 110032; 2. 辽宁省工程勘察研究院, 辽宁 沈阳 110032)

摘要: BBA 铁西新工厂办公楼基坑支护及降水工程规模较大, 地质条件较复杂, 采用了多种施工工艺及施工方法, 对施工质量有着很高的要求。且该地区地下水含量非常丰富, 水位较高, 对基坑开挖的安全性影响很大。通过对该工程的安全监测项目进行深入研究, 制定了严格的基坑安全监测方案, 保证了施工的安全。

关键词: 基坑支护; 降水; 安全监测

中图分类号: TU473.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2013)01-0062-04

Safety Monitoring Technology for Foundation Pit Support and Dewatering Engineering/ZHANG Fan¹, YAN Jiasheng² (1. Geo-environmental Monitoring Central Station of Liaoning Province, Shenyang Liaoning 110032, China; 2. Engineering Investigation Institute of Liaoning Province, Shenyang Liaoning 110032, China)

Abstract: Large scale foundation pit support and dewatering engineering were carried in complex geological conditions for BBA (BMW Brilliance Automotive Ltd.) Tiexi New Factory Office Building, several construction technologies and construction methods were used with high requirements on the quality of construction. Because the rich content of groundwater and high water level in the area, the excavation security was very important. By further study on the safety monitoring projects, strict foundation pit safety monitoring program was made to ensure the safety of the construction.

Key words: foundation pit support; dewatering; safety monitoring

1 工程概况

BBA (BMW Brilliance Automotive Ltd.) 铁西新工厂项目位于沈阳市经济技术开发区浑河二十六街 1 号, 主办公楼工程为地下 2 层、地上 3 层, 底板顶埋深 -9.30 m。基坑开挖深度分别为 -6.05、-7.4、-10.2、-10.4 m (已考虑底板及垫层埋深)。

由于基坑开挖深度不一, 且周边存在埋深不等的相邻建筑物基础, 因此, 该基坑设计比较复杂。分为如下几个区域设计计算 (参见图 1)。

(1) 基坑开挖 -6.05、-7.4 与 -6.05 m 交界处采用 1:1 形式放坡;

(2) CDEF 段基坑开挖 -10.4 m, 采用钻孔灌注

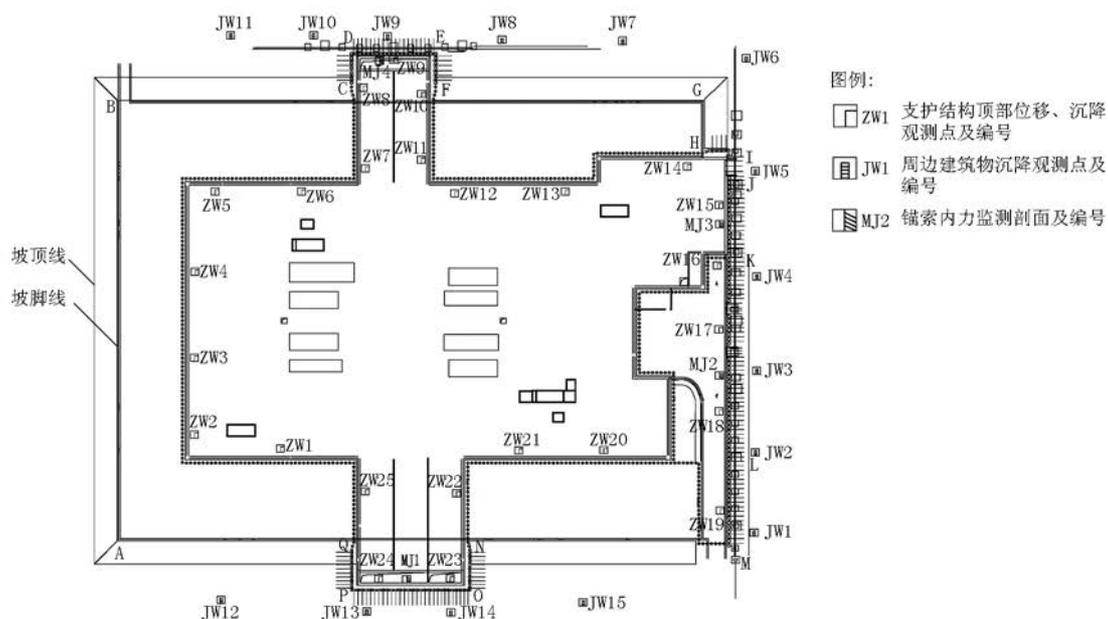


图 1 基坑平面及监测点布置示意图

收稿日期: 2012-10-19; 修回日期: 2012-11-29

作者简介: 张帆 (1984-), 男 (汉族), 辽宁抚顺人, 辽宁省地质环境监测总站工程师, 地质工程专业, 从事环境监测及岩土工程工作, 辽宁省沈阳市皇姑区宁山东路 62 号, yao10@163.com。

桩+3排锚索支护体系;
 (3)HI、JK段基坑开挖-10.4m,采用钻孔灌注桩+3排锚索支护体系;
 (4)KL、LM段基坑挖深-7.4m,采用钻孔灌注桩+2排锚索支护体系;
 (5)在已经施工完的管沟、两处相邻建筑物的基础处,采用钢管桩支护;

(6)基坑内侧地下一层与二层交接处采用悬臂桩支护体系;
 (7)沿着基坑四周采用旋喷桩进行止水帷幕。
 该工程特点、施工技术特点见表1、表2。

2 场区工程地质条件与水文地质条件

2.1 工程地质条件

表1 工程特点及施工管理特点分析

序号	特点	分析
1	工程复杂、周边相邻建筑物影响较大且工期紧	本工程具有长螺旋钻孔压灌桩、钻孔灌注桩、钢管桩、旋喷桩、喷护、锚索、冠梁、降水井等分项工程,土方量约19万m ³ 。开挖深度分别为-6.05、-7.4、-10.4m,有两侧距离基坑较近处存在基础障碍。因此需打破常规方法施工,投入大量劳动力、大型机械和周转料具,通过科学组织,合理安排,才能满足整体工期、技术难题的解决要求
2	对文明施工及环境保护要求较高	本工业主单位为华晨宝马有限公司,其对环境保护、安全文明施工的要求较高
3	食宿问题较为困难	由于施工现场不允许食宿,外界具有食宿条件的场所距离施工现场较远,解决食宿问题是提高劳动效率、缩短工期的重要条件
4	语言问题	管理单位及业主单位大部分为德国人,由于语言的差异,对现场施工英语水平人员的配备要求较大

表2 施工技术特点分析

序号	分项	分析
1	深基坑开挖支护难度大	在基坑两侧存在临近建筑物的基础,施工难度较大。施工中还存在一些不可遇见的因素,增加了施工难度
2	开挖深度范围的控制	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
3	旋喷桩施工	采用德国专家的意见,利用坑内降水、坑外止水帷幕的方式。由于采用旋喷桩止水帷幕,受到地层的限制,钻孔的难度有所增加

根据岩土工程勘察报告,勘察深度内各地层分别为①素填土、②中砂、②₁粉质粘土、③粗砂、④砾砂、⑤粗砂、⑥粉质粘土、⑦中砂。

2.2 场地水文地质条件

勘察期间本场地仅存在一层地下水,赋存于中粗砂、砾砂等强透水层中,属第四系孔隙潜水,分布连续稳定。稳定水位埋深在7.30~8.50m,相当于水位标高21.29~22.49m。枯水期与丰水期水位上下变化幅度1.5~2.0m。地下水主要补给来源为浑河侧向补给及大气降水垂直入渗补给。主要排泄方式为迳流排泄和地下水的人工开采。地下水总体上沿含水层向下游迳流运移,即地下水流向总的方向是由东向西。根据此地区做的抽水试验,场地含水层的综合渗透系数为70m/天。

3 安全监测工作的主要内容

根据该工程特点,现场监测工作内容主要有:

- (1)对岩土所受到的施工作用、各类荷载的大小,以及在荷载作用下岩土的反应性状进行监测;
- (2)对支护结构进行监测;

(3)对深基坑开挖后对周围环境的影响进行监测。

4 监测项目、频率及变形量警戒值

4.1 监测项目及频率

结合本工程的特点,按照相关规范,本基坑主要对表3所列的几项项目进行了监测。基坑监测点布置如图1所示。

表3 监测项目

序号	监测项目	布置原则	监测频率
1	现场观察	随时进行	
2	基坑周边地表沉降	沿基坑边坡每边设2断面	基坑开挖
3	周围建筑物、地下管线沉降	根据现场实际情况布设,主要集中在临近的厂房	时1次/天;主体结构施工
4	建筑物倾斜	根据现场实际情况布设	时1次/3天;基坑回填
5	桩顶沉降	沿支护结构轴线每边设2测点	1次/周
6	桩顶水平位移	沿支护结构轴线每边设2测点	
7	支护结构水平位移	沿支护结构轴线每边设2测点	
8	桩后土体水平位移	沿基坑边坡每边设2测点	
9	地下水位	沿基坑边坡每边设2测点	

4.2 警戒值

4.2.1 警戒值确定原则

- (1)在满足实际计算要求的基础上,不能够跨越设计范围;
- (2)保证测试对象的安全性能,做好保护措施;
- (3)达到主管部门对保护对象保护要求;
- (4)符合相关规范、规程的约束;
- (5)在保证安全系数的基础上,综合考量各种因素,找到经济效益最高的方法。

4.2.2 警戒值的确定

本基坑开挖深度较大,属深基坑。依据《建筑基坑支护技术规程》(JGJ 120-99)中条文说明中3.8.6条,结合施工经验及场地条件,主要监测项目为支护结构变形监测和相邻建筑物监测,同时配合深基坑支护计算软件反演系统,对下一步基坑开挖及变形进行预测性反演,一、二级基坑的警戒值与设计值见表4。

表4 一、二级基坑的警戒值与设计值

工程等级	墙顶位移 /mm		墙体最大位移 /mm		地面最大沉降 /mm		变化速率 / $(\text{mm}\cdot\text{d}^{-1})$
	警戒值	设计值	警戒值	设计值	警戒值	设计值	警戒值
一级	30	50	50	80	30	50	≤ 2
二级	60	100	80	120	60	100	≤ 3

4.3 位移观测方案

(1)位移观测依据《沈阳市建筑工程施工测量规程》中的有关规定。

(2)监测工作投入的仪器、设备为:CX-2型测斜仪1台,苏光-T2型经纬仪1台,SZ-3型水准仪1台,SOKKIA-2B型全站仪1台,苏光测距仪1台。

(3)点位埋设:冠梁施工后,在其上布设测点。测点间距20m,点位用水泥钉固定,主要固定于基坑中段。

(4)观测方法:可采取直线法进行观测(见图2)。在基坑护坡桩支护深度段开挖之前每点进行2次观测作为基准数据,以后的观测结果和首次观测比较求出桩水平位移。

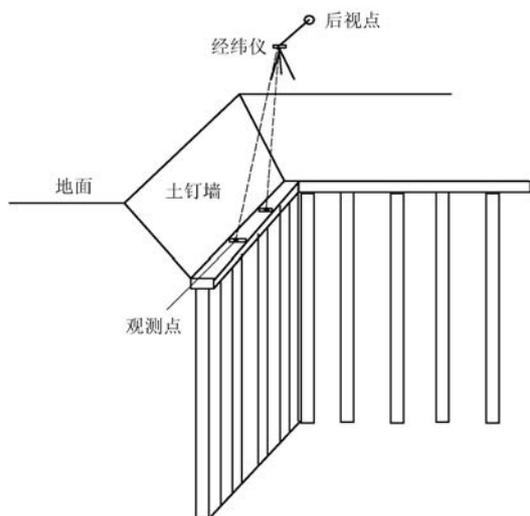


图2 位移观测立面图

(5)观测时间:在基坑开挖过程中,每天进行一次观测。在雨后第二天加强一次观测,基坑开挖结束达到稳定后每7天观测一次。

每次观测结果详细记录,及时整理分析,并绘制

有关代表桩体、边坡位移、建筑物位移的时程曲线。同时利用曲线成果,采用反演软件预测下一步施工阶段支护系统及邻近建筑物的变形发展,如发现异常现象,应立即通报有关决策部门,采取抢救措施。

4.4 应急预案

当护坡桩观测位移大于当时开挖深度2‰时,说明支护系统已达到临界状态,应采取应急措施。

(1)停止基坑土方开挖,快速组织机械对边坡产生变形段进行回填,同时撤离基坑内及边坡面施工人员及机具至安全地带;

(2)在基坑边坡面设立隔离区,派专人进行值班,滑移面内禁止人员进入;

(3)回填土体顶面宽度 $< 5\text{ m}$,高度为两段支撑点 $2/3$ 深度处,且回填高度 $< 3\text{ m}$,以防失稳;

(4)查明并分析引起支护结构变形原因;

(5)现场及时制定加固处理方案。

5 实际监测资料的分析与处理

5.1 监测数据

为确保BBA铁西新工厂办公楼 $\pm 0.0\text{ m}$ 以下的建筑施工过程中,基坑护壁的稳定和毗邻已有车身车间的安全,实际工作中重点进行的变形监测工作内容包括:基坑围护桩顶部水平位移观测、周边建筑物沉降观测及地表沉降观测。

根据观测点水平位移观测值,以各点首次测坐标值为基值,求得各测点每次的位移值(水平位移观测点位移成果表部分数值见表5)。为基坑水平位移绘制各点平均位移与时间水平位移过程曲线图(图3)。

根据沉降观测点的各次测量高程值,以各点首次测得的高程值为基值,求得了各测点每次的沉降值(沉降观测点位移成果表部分数值见表6)。再根据各次距首次观测的天数及平均沉降值,绘出各测点平均垂直位移过程曲线图(图4)。

5.2 数据分析与基坑安全评价

从统计数据可以看出,基坑水平位移监测点最大位移值 5.1 mm ,最小位移值 1.6 mm ,平均位移值 2.4 mm ,从位移曲线看曲线走势逐渐平稳,基坑支护稳定。按设计要求位移值 20 mm ,均满足设计要求。

建筑物沉降观测最大沉降值 7.1 mm ,最小沉降值 0.9 mm ,平均沉降值 4.2 mm ,沉降速度为 0.005 mm/d ,按建筑变形测量规定,最后100天的沉降速率 $< 0.01 \sim 0.04\text{ mm/d}$ 作为稳定指标,因此建筑物进入稳定状态。建筑物相邻最大沉降差为9、10两点,最大倾斜值 0.00059 ,根据国家标准《建筑地基

表5 水平位移观测点位移成果表(部分)

监测点号	不同观测时间的位移/m						
	2011-05-30(初始值)	2011-12-22	2011-12-27	2012-01-02	2012-01-07	2012-01-12	2012-01-16
N1	0	-0.0027	-0.0025	-0.0025	-0.0025	-0.0025	-0.0025
N2	0	+0.0024	+0.0026	+0.0025	+0.0027	+0.0024	+0.0028
N3	0	-0.0019	-0.0019	-0.0019	-0.0019	-0.0019	-0.0019
N4	0	-0.0052	-0.0051	-0.0051	-0.0051	-0.0051	-0.0051
N5	0	-0.0079	-0.0078	-0.0078	-0.0077	-0.0079	-0.0080
N6	0	-0.0021	-0.0022	-0.0022	-0.0022	-0.0022	-0.0023
N7	0	-0.0036	-0.0035	-0.0035	-0.0037	-0.0035	-0.0036
N8	0	+0.0016	+0.0017	+0.0015	+0.0014	+0.0017	+0.0016
N9	0	-0.0027	-0.0026	-0.0026	-0.0026	-0.0026	-0.0026

注:“+”表示相对于初始值向右偏移;“-”表示相对于初始值向左偏移。

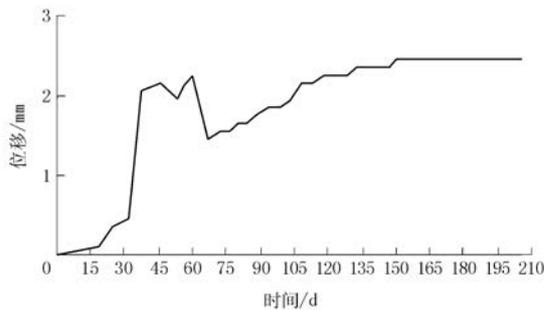


图3 沉降观测水平位移过程曲线图

表6 沉降观测点位移成果表(部分) /mm

点号	2012-02-16		2012-03-05		2012-04-11	
	沉降值	累计沉降值	沉降值	累计沉降值	沉降值	累计沉降值
J1	0.1	1.2	0	1.2	0.1	1.3
J2	-0.2	2.8	-0.1	2.7	0.1	2.8
J3	-0.1	3.3	-0.1	3.2	0.2	3.4
J4	0.1	4.0	-0.1	3.9	0.1	4.0
J5	0.1	2.9	-0.2	2.7	0.1	2.8
J6	0	2.1	-0.1	2.0	-0.1	1.9
J7	-0.1	3.7	0	3.7	-0.1	3.6
J8	-0.1	2.0	0	2.0	0.1	2.1
J9	-0.1	1.0	-0.2	0.8	0.1	0.9
J10	-0.2	5.4	-0.2	5.2	0.1	5.3
J11	-0.1	7.1	-0.1	7.0	0.1	7.1
J12	-0.2	5.2	-0.1	5.1	0.2	5.3
J13	-0.1	5.3	-0.1	5.2	0.1	5.3
J14	-0.2	4.5	-0.1	4.4	0.1	4.5
J15	0.1	3.5	0.1	3.6	0	3.6

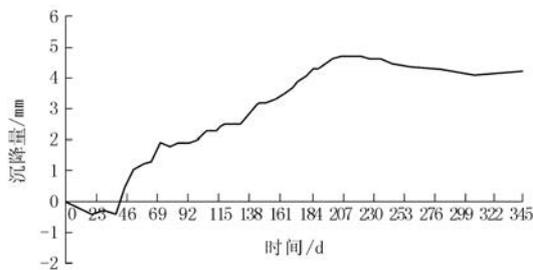


图4 沉降观测垂直位移过程曲线图

$H_g < 60$ m时(H_g 为室外地面起算的建筑物高程)、多层和高层建筑物的整体倾斜容许值为0.003(倾斜值是指建筑物的两测点的沉降观测差与其两测点间距离之比)。本次观测同一建筑物观测点沉降差值均较小,其倾斜值 < 0.003 。据此建筑物的地基变形满足《建筑地基基础设计规范》(GB 50007-2002)的要求,即建筑物受到地基变形的影响不危及建筑物的稳定。

6 结语

通过以上各项分析,基坑的稳定和位移的控制和监测对基坑开挖非常关键,因此更需建立完善的信息监测系统,用动态信息施工技术全面控制施工质量。通过采集边坡、支护结构的沉降与位移等方面信息,通过一定计算公式,对基坑下步施工可能出现的情况进行反演计算,以便及时预报下一环节支护结构受力、变形及可能出现的问题,能及时采取相应措施,确保基坑及周边建筑物的安全。本文对该工程的安全监测项目进行了深入研究,制定了严格的基坑安全监测方案,保证了施工的安全。

参考文献:

- [1] 施亚霖,杨顺安. 多项监测和信息化施工在深基坑工程中的应用[J]. 西部探矿工程,2003,(5):3.
- [2] 曾裕平,许强,耿冬青,等. 某深基坑支护工程设计及安全监测[J]. 铁道建筑,2006,(6):37-55.
- [3] 寇刚,姚连璧. 基坑水平位移监测方法的探讨[J]. 地矿测绘,2002,(4):15-18.
- [4] 任丽芳,穆兰,杜玉林. 深基坑工程安全监测和信息化监控[J]. 石家庄铁路职业技术学院学报,2006,(2):296-303.
- [5] 赵建华,罗震,王岚,等. 多项技术措施及安全监测在某大型深基坑支护工程中的综合应用[J]. 工程质量,2001,(10):18-20.
- [6] 徐炎,袁剑晖. 中旅商业城深基坑施工技术[J]. 广东土木与建筑,2001,(6):26-27.
- [7] 陈全礼,王荣彦,张志敏. 复杂环境条件下深厚砂层基坑支护方案设计及监测[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(8):54-56,60.

基础设计规范》(GB 50007-2002)规定,当 $24\text{ m} <$