

# 珠海某大厦深基坑支护工程监测实例

侯海清<sup>1,2</sup>

(1. 武汉理工大学, 湖北 武汉 430070; 2. 珠海市建设工程质量监督检测站, 广东 珠海 519015)

**摘要:**珠海某大厦深基坑原始地貌单元属剥蚀残丘, 后经人工挖填整平。基坑开挖深度为 10 m。基坑施工中共设置坑顶位移监测点 10 个, 侧向水平位移观测孔 4 个, 地下水位观测井 4 口等, 对基坑进行实施监测, 保证了施工的顺利进行。

**关键词:** 基坑; 位移; 观测点

**中图分类号:** TU473.2 **文献标识码:** B **文章编号:** 1672-7428(2008)11-0059-03

**Field Case of Engineering Supervision on Reinforcement for Deep Foundation Pit of a Building in Zhuhai City/HOU Hai-qing** (1. Wuhan University of Technology, Wuhan Hubei 430070, China; 2. Zhuhai Construction Project Quality Analyzer & Supervision Station, Zhuhai Guangdong 519015, China)

**Abstract:** Deep foundation pit of a building in Zhuhai City was constructed in the ground, which original geological element was denuded deficient hills and manual filled and leveled. The depth of the excavation was 10 m, 10 ground displacement observation points, 4 lateral horizontal displacement observation holes and 4 underground water level logging stations were set, construction was carried under monitoring.

**Key words:** foundation pit; displacement; observation station

## 1 基坑工程概况

基坑原始地貌单元属剥蚀残丘, 后经人工挖填整平。拟建建筑物为 15 层, 地下室 2 层, 地下室深度约 10 m, 总用地面积 5582.38 m<sup>2</sup>, 建筑占地面积 1543.2 m<sup>2</sup>。根据建筑规划, 基坑开挖深度为 10 m。

据钻探揭露, 场地内埋藏的地层主要有: 人工填土层, 层厚 0.50 ~ 1.80 m; 花岗岩残积层, 层厚 4.70

~ 8.70 m; 燕山期花岗岩, 层厚 7.20 ~ 31.50 m。

场地地下水类型为第四系孔隙水及基岩裂隙水, 主要靠大气降水渗入补给。勘察期间测得场地内潜水的埋藏深度在 2.00 ~ 2.30 m。

## 2 基坑支护设计

### 2.1 基坑设计各岩层设计参数(见表 1)

表 1 各岩层设计参数

地层名称	承载力特征值 $f_{ak}/\text{kPa}$	压缩模量 $E_s/\text{MPa}$	变形模量 $E_0/\text{MPa}$	内摩擦角 $\varphi/(\text{°})$	粘聚力 $c/\text{kPa}$	天然密度 $\rho/(\text{g}\cdot\text{cm}^{-3})$	基底摩 擦系数	土体与锚固体的黏结 强度特征值/kPa	渗透系数 $k/(\text{cm}\cdot\text{s}^{-1})$
人工填土	100			15	10	1.85		20	$2.0 \times 10^{-4}$
砾质粘性土	220	65	30	15	20	1.82	0.30	30	$5.0 \times 10^{-5}$
全风化花岗岩	350		90	20	25	1.92	0.45	120	$6.0 \times 10^{-5}$
强风化花岗岩	550		150	25	30	2.00	0.60	200	$2.0 \times 10^{-4}$
中风化花岗岩	2500					2.50	0.60	600	

### 2.2 主要基坑支护设计

基坑支护设计及基坑支护监测点设置见图 1。  
AB 段与 BCD 段从基坑底变线按坡度 70° 放坡到顶, 采用喷锚支护结构, 锚杆长度 4 ~ 6 m, 喷射混凝土面层厚度 10 cm, 喷锚钢筋网规格为  $\text{Ø}6.5@200 \times 200 \text{ mm}$ ; DEFG 段与 GA 段从基坑底变线按坡度 70° 放坡到顶, 采用喷锚支护结构, 锚杆长度 6 m, 喷射混凝土面层厚度 10 cm, 喷锚钢筋网规格为  $\text{Ø}6.5$

@ 200 × 200 mm。

在基坑四周设置 4 个水位观测井。本基坑支护工程安全等级为二级。

## 3 基坑支护监测

### 3.1 监测项目

根据相关规范及本工程特点, 进行下列及环境项目的监测:

收稿日期: 2008-05-08

作者简介: 侯海清(1974-), 男(汉族), 广东人, 武汉理工大学工程硕士在读、珠海市建设工程质量监督检测站工程师, 土木工程专业, 从事基坑监测、建筑变形监测及建筑物实体检测等工作, 广东省珠海市香洲区吉大石路 21 号工程质检站 218 房, hhq\_1212@163.com。

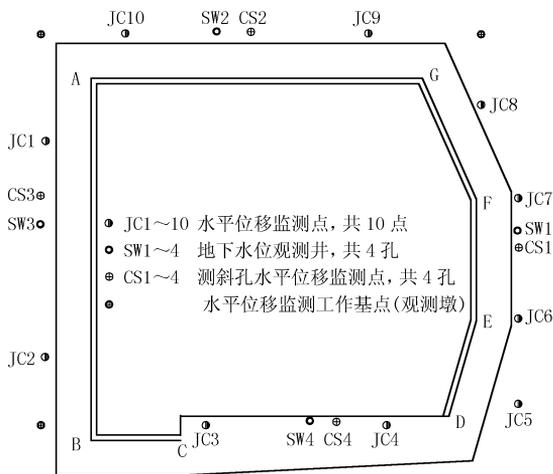


图1 珠海某大厦基坑支护监测点水平布置示意图

mm,满足要求。

所谓精度估算,就是根据客观的观测条件估计观测误差与需确定几何参数间的基本关系,求得几何参数所含误差,与容许值比较可知测量方案和方法的可行性。水平控制的精度估算从水平角测量和水平距离测量两方面考虑:水平角采用 SED21D 电子全站仪(DJ<sub>1</sub>)方向观测法,水平距离采取电磁波测距。工作基点位移测量精度由仪器误差、对中误差、置平误差、照准误差、水准器置平自动补偿误差及外界影响误差确定:

$$m_{\text{基点}}^2 = m_{\text{仪}}^2 + m_{\text{对}}^2 + m_{\text{平}}^2 + m_{\text{照}}^2 + m_{\text{补}}^2 + m_{\text{外}}^2$$

6个误差中最大误差为 $m_{\text{仪}}$ ,采用 SED21D 电子全站仪(DJ<sub>1</sub>)在实验室校准测量时,采用方向观测法测量水平角,距离 $\leq 50$  m时, $m_{\text{仪}} \leq 0.5$  mm。取 $m_{\text{仪}} = m_{\text{对}} = m_{\text{平}} = m_{\text{照}} = m_{\text{补}} = m_{\text{外}} = m = \pm 0.5$  mm,即取6个误差中最大值为 $m$ ,计算结果 $m_{\text{基点}}$ 为 $\pm 1.22$  mm。影响 $m_{\text{基点}}$ 主要因素是外界影响和所用仪器精度,故关键在于选择性能良好的仪器和观测时机。在外界影响程度较小的情况下,采用 SED21D 电子全站仪(DJ<sub>1</sub>)测量时 $m_{\text{基点}}$ 可接近 $\pm 1.0$  mm。

对基坑顶部位移监测点,笔者结合经验,制定并比较了几种方法,对基坑开挖过程中的基坑顶部位移监测方法,确定采用小角法进行视准线测量,力求测量精度能满足要求。

根据《建筑变形测量规范》(JGJ 8-2007)第6.3.5的第3条,用全站仪在基坑四边放点,其中在两角放两个观测墩作工作点用,采取强制对中装置,在基坑开挖前将观测墩埋设好,观测墩埋设好后,再将监测点标定好,标定过程中应注意视准线平行于待测点连线设置,监测点偏离视准线不应超过 $30''$ ,监测点的位移值(参见图2)可用下列公式计算:

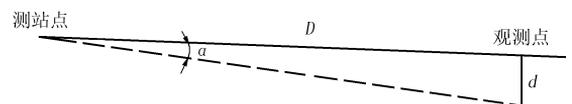


图2 小角法

$$d = \alpha / \rho \cdot D$$

式中: $\alpha$ ——偏角,("); $\rho = 206265$ ;  $D$ ——从观测墩中心至监测点的距离, m。

另在基坑外 100 m 远处建立平面控制网,每期均对观测基坑内工作点进行监测,当工作基点发生位移时,及时改正。具体改正方法为(见图3):

(1)当工作基点 A、B 由于本身位移而变动到了 A'、B' 的位置时,则对待测点  $P_i$  点进行观测所得的位移值不再是  $L_i'$ , 而变成了  $L_i$ , 工作基点位移对监测

- (1)设置基坑顶的位移监测点 10 个;
- (2)支护结构后土体内部不同深度侧向水平位移观测孔 4 个;
- (3)地下水水位观测井 4 口;
- (4)周边建筑物及道路沉降监测。

### 3.2 监测频率及工期

《建筑基坑工程技术规范》(YB 9258-97)条文说明中给出的观测时间间隔是比较严格的,对避免基坑事故是有价值的。

基坑开挖前应做好各项准备工作,应按规范要求初测,一般而言,测量 2 次的数据在仪器精度范围内,可将初测数据平均值作为初测数据。根据设计要求,施工单位自检及第三方监测相结合的情况下,本基坑开挖施工至基坑开挖完成阶段第三方监测单位每周监测 2 次,基坑施工结束后 1 个月内每周监测 1 次,之后至基坑回填前每 0.5 个月监测 1 次。

### 3.3 变形控制值

最大水平位移允许值 45 mm,预警值 30 mm。场地地下水位于地面以下 2 m 左右,当水位低于地面 3.5 m 时,需进行回灌。

## 4 基坑支护监测方法、仪器的选用及依据

### 4.1 监测精度

根据设计要求,基坑支护结构顶部位移监测精度 $\pm 1.0$  mm。

### 4.2 监测方法

工地现场建造 3 座观测墩(具体位置见图 1),在稳定区域建造 2 座观测墩(作为首级水平位移控制导线用),以上观测墩均采用强制对中装置。

对首级水平控制采取导线测量,对工作基点位移变化的测量误差,根据精度估算可达到 $\pm 1.0$

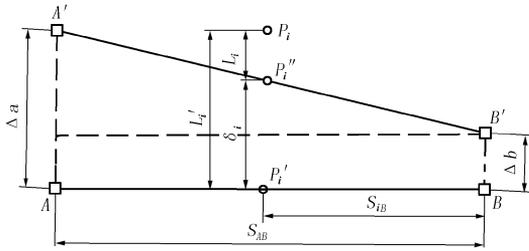


图3 工作基点位移对偏离值的影响

点的位移值的影响为:

$$\delta_i = L_i' - L_i = S_{iB}/S_{AB} (\Delta a - \Delta b) + \Delta b$$

式中:  $\Delta a$ 、 $\Delta b$ ——基准线工作基点 A、B 的位移值;  
 $S_{AB}$ ——基准线 AB 的长度; $S_{iB}$ ——监测点  $P_i$  与工作基点 B 之间的水平距离。

(2) 如果设  $P_i$  点首次观测的位移值为  $L_{0i}$ , 则监测点  $P_i$  的改正后的位移值为:

$$d = (L_i + \delta_i) - L_{0i}$$

令  $K = S_{iB}/S_{AB}$ , 则:

$$d = [L_i + K\Delta a + (1 - K)\Delta b] - L_{0i}$$

上式中误差形式为:

$$m_d^2 = m_{L_i}^2 + k^2 m_{\Delta a}^2 + (1 - K)^2 m_{\Delta b}^2 + m_{L_{0i}}^2$$

假设  $m_{L_{0i}} = m_{L_i} = m_{测}$ ;  $m_{\Delta a} = m_{\Delta b} = m_{端}$ , 则上式为:

$$m_d^2 = 2m_{测}^2 + (2k^2 - 2K + 1)m_{端}^2$$

当监测点在视准线中间,  $K = 1/2$  时,  $m_d^2 = 2m_{测}^2 + (1/2)m_{端}^2$ ; 当监测点靠近工作基点,  $K = 1$  或 0 时;  $m_d^2 = 2m_{测}^2 + m_{端}^2$ 。

从上式可以看出, 观测点越靠近端点, 端点位移测量误差对其影响就越大。对本基坑而言, 由于靠近工作基点的监测点距离较近, 因此它们的位移值测量精度较高。考虑上述情况, 可以采用位移值测量精度  $\pm 1$  mm 作为对工作基点的精度要求, 此时, 位移值测量的精度仍将接近  $\pm 1$  mm。

土体内部不同深度侧向位移采用 CX-03E 钻孔侧斜仪进行测量。

### 5 注意事项

(1) 本基坑开挖深度大(10 m), 基坑支护设计中没有预应力锚索及搅拌桩等支护方法, 仅有 4~6 m  $\varnothing 20@1500$  mm 锚杆及喷锚设计。

(2) 基坑开挖各段均设计有 70°放坡到顶, 但在实际施工时施工单位很难控制。施工单位为了节省时间和金钱, 将采取垂直开挖。根据该基坑地质报告, 基坑开挖过程中将不可避免采取局部爆破开挖, 对基坑支护结构产生不可估计的影响。

(3) 在部分监测点附近设置土体内部测斜仪,

利用测斜仪数据对基坑顶部位移的数据进行比较。

### 6 部分典型测点监测值过程变化曲线

图 4 为 4 号点基坑顶部水平位移曲线。图 5 为 4 号测斜孔土体内部不同深度测向位移曲线。

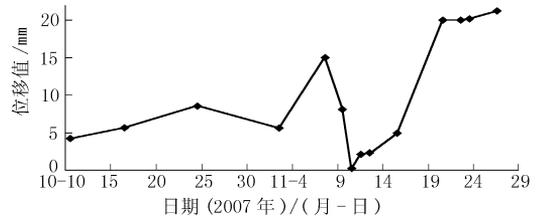


图4 4号位移监测点基坑顶部水平位移曲线

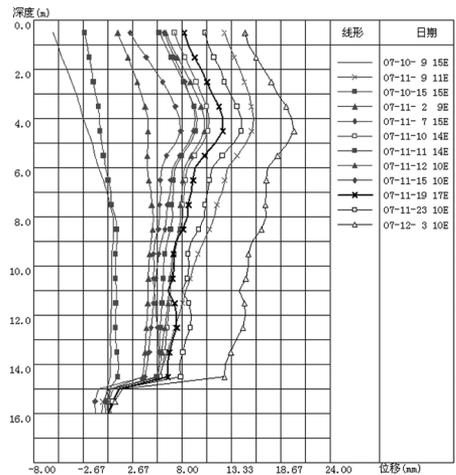


图5 4号测斜孔土体内部不同深度测向位移曲线

从 4 号顶部位移及 4 号测斜孔曲线可以看出: 二者具有共同变形趋势, 特别是 4 号测斜孔曲线揭示在该基坑底部位置有深层滑动面存在, 滑动位移约 3 mm。监测单位据此向委托单位及时报警, 加固后才继续施工, 避免了事故的发生。

### 7 结语

本基坑监测实例表明: 深基坑实施第三方监测, 监测方案合理, 监测准备工作完善, 监测方法正确, 监测精度满足设计要求, 就能准确反映基坑开挖及施工过程中的变形趋势。在基坑变形量或变形速率过大时, 应及时提醒委托单位采取措施, 最大限度避免工程事故的发生。本基坑属典型实例, 本文提及的监测方法具有一定的代表性, 在类似基坑监测中, 参考采用本文中的方法是可行、满足相关要求的。

### 参考文献:

[1] JGJ 8-2007, 建筑变形测量规范[S].  
 [2] 伊晓东, 李保平. 变形监测技术及应用[M]. 郑州: 黄河水利出版社, 2007.  
 [3] YB 9258-97, 建筑基坑工程技术规范[S].