

联合支护在云南社科大厦基坑支护工程中的应用

郑元林, 刘忠义, 胡发虎

(云南国土建设工程总公司昆明分公司, 云南 昆明 650041)

摘要:介绍了深基坑联合支护方式在云南省社会科学院社科大厦基坑支护工程的施工方案设计, 降排水处理, 简要设计验算过程、施工流程、应急措施等。

关键词:联合支护; 基坑支护; 降水

中图分类号: TU473.2 **文献标识码:** B **文章编号:** 1672 - 7428(2008)05 - 0041 - 03

1 工程概况

云南省社会科学院社科大厦基坑支护工程位于昆明市环城西路, 地势平坦, 该建筑地上 13 层, 地下 2 层地下室, 开挖深度 8.8 m, 东面长 70.8 m, 南面长 69.8 m, 西面长 65.3 m, 北面长 61.3 m。周围建筑物及地下管网设施较多, 周边环境复杂, 地质条件复杂, 基坑支护难度大, 风险高。基坑周边环境如图 1 所示。

该基坑工程施工具有以下特点:

(1) 基坑开挖深度大, 达 8.8 m, 为一级基坑工程;

(2) 施工场地狭小, 基坑有 3 面(东、北、西)紧临建筑物, 东面建筑物距基坑边只有 2.5 m, 西面距基坑边 12 m 有一幢 17 层大楼, 大楼下有一个 6.0 m 深地下车库, 大楼与基坑中间有一小区通道, 南面临路(为环城西路), 道路下有电缆沟和城市污水管道;

(3) 地下水埋藏浅, 只有 1.2 m 左右, 水量不大, 其补给来源主要为大气降水和地表水入渗补给,

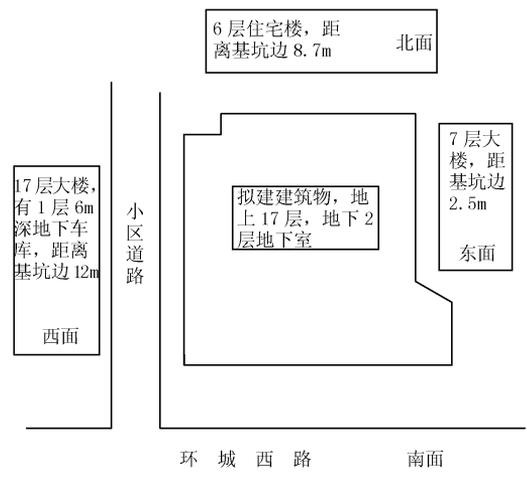


图 1 基坑周边环境示意图

由于该基坑施工正逢雨季, 给基坑施工带来不利影响;

(4) 在基坑开挖深度范围内土层较差, 为杂填土、粘土、淤泥质土、粘土, 土层物理力学性质差, 给基坑支护带来不利影响。

地质情况如表 1 所示。

表 1 场地地质情况表

土层编号	土层名称	岩性特征	土的重度 γ / (kN · m ⁻³)	粘聚力标准值 c_k / kPa	内摩擦角标准值 ϕ_k / (°)
①	杂填土	碎石、砖块及粘性土组成, 层厚 2.0 ~ 3.0 m	17.5	12	4
②	粘土	褐黄、褐灰、褐红色, 可塑状态, 局部硬塑状态, 湿, 层厚 1.2 ~ 1.5 m, 干强度中等	18.0	25	7
③	淤泥质土	灰黑、灰褐、灰兰、灰紫色, 软流塑 ~ 软塑状态, 湿, 层厚 0.7 ~ 6.2 m, 局部夹有粉土, 干强度低	17.5	15	4
④	粘土	褐灰、灰兰、灰黄、褐红色, 可塑状, 局部为硬塑状态, 湿, 厚度 0.6 ~ 2.2 m, 干强度中等	18.5	25	8
⑤	粘土	灰黑、灰褐、灰、浅灰色, 软塑状态, 局部可塑状态, 很湿, 局部地段夹粉土、粉砂薄层。干强度中等, 厚度 0.8 ~ 7.2 m	18.5	30	10

收稿日期: 2008 - 03 - 02; 改回日期: 2008 - 04 - 14

作者简介:郑元林(1979 -), 男(汉族), 云南陆良人, 云南国土建设工程总公司昆明分公司二处主任工程师, 建筑工程专业, 从事岩土工程及地基与基础工程, 云南省昆明市董家湾路 172 号; 刘忠义(1974 -), 男(汉族), 云南永胜人, 云南国土建设工程总公司昆明分公司二处主任, 地质工程专业, 从事岩土工程及地基与基础工程; 胡发虎(1980 -), 男(汉族), 云南宣威人, 云南国土建设工程总公司昆明分公司三处副主任, 建筑工程专业, 从事岩土工程及地基与基础工程。

2 工程设计

由于该工程施工场地狭小,距离周边建筑物最近的只有 2.5 m,最远边只有 12.0 m,施工面积其有限。其周边紧邻建筑物或道路。因此,基坑工程应充分考虑周围建筑物及道路的安全。

从场地地质条件、水文地质条件、施工现场、施工周边情况,基坑护壁不具备放坡条件,且周围有居民小区,不能采取噪声比较大的支护方案,必须采用有效的支护方式才能确保基坑及基坑边建筑物及道路的安全。经多方案比较、对比、经济分析,我们决定采用联合支护方案,即刚柔结合的支护方式。

具体措施为:静压预制方桩+深搅帷幕止水+喷锚支护+预紧力锚杆的联合支护方式。静压预制方桩在预制厂订购,采用 AZH-4015C,为提高桩的抗弯刚度,在 C 型桩配筋的基础上增加 1 根 $\text{Ø}18$ 钢筋,即采用一节桩,桩长 15 m,截面尺寸为 400 mm \times 400 mm 的 C 型方桩;方桩顶设置 400 mm \times 500 mm 冠梁,砼强度为 C25;深搅止水帷幕桩桩长为 13 m,桩径 500 mm,桩间距 300 mm,相互搭接 200 mm;喷锚支护锚杆采用 $\text{Ø}48$ mm、壁厚 3.25 mm 的钢管;预紧力锚杆上设置 25 号槽钢腰梁。

根据不同地段,不同位置,采用不同的方案进行支护,以达到最佳安全效果和经济效益,具体措施如下。

2.1 东面基坑

(1) 护壁桩桩长 15 m,间距 1300 mm;

(2) 锚杆:第一排 18 m,第二排 18 m(施加预紧力 70 kN),第三排 15 m,第四排 12 m,第五排 9 m,第六排 9 m。

2.2 北面基坑

(1) 护壁桩桩长 15 m,间距 1500 mm;

(2) 锚杆:第一排 18 m,第二排 15 m(施加预紧力 70 kN),第三排 15 m,第四排 12 m,第五排 9 m,第六排 9 m。

2.3 西面基坑

此面考虑到第一、第二、第三排锚杆不能施工 18 m 或 15 m 的锚杆,因此将此段护壁桩间距调整为 1200 mm,同时增设一排预紧力锚杆和在每 2 根护壁桩中间施工 2 根深搅桩,桩长为 13 m。

(1) 护壁桩桩长 15 m,间距 1200 mm;

(2) 锚杆:第一排 12 m(施加预紧力 50 kN),第二排 12 m(施加预紧力 50 kN),第三排 12 m,第四排 12 m,第五排 9 m,第六排 9 m。

2.4 南面基坑

(1) 护壁桩桩长 15 m,间距 2000 mm;

(2) 锚杆:第一排 18 m,第二排 18 m(施加预紧力 70 kN),第三排 15 m,第四排 12 m,第五排 9 m,第六排 9 m。

各支护结构如图 2 所示。

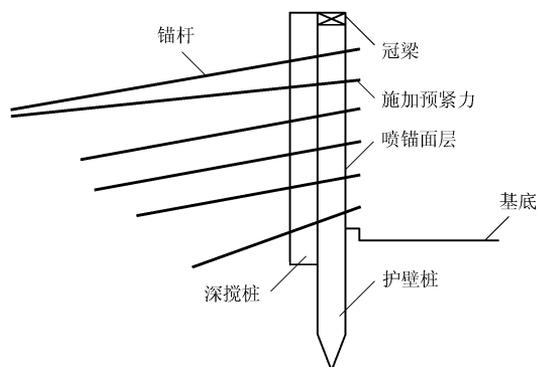


图 2 支护结构示意图

注:第二排锚杆角度为 8° ,第六排锚杆角度为 25° ,其余为 10° 。锚杆纵向距离为:第一排距地面 1500 mm,第二排距上一排锚杆 1500 mm,第三排距上一排锚杆 1500 mm,第四排距上一排锚杆 1500 mm,第五排距上一排锚杆 1400 mm,第六排距上一排锚杆 1400 mm,横向距离均为 1500 mm

3 基坑地下水的降排和回灌

为避免水体浸泡软化基坑土体,并利于基坑内的作业施工,在基坑内部坑壁底设置排水沟及降集水井。在基坑顶 1.0 m 外设置坑顶排水沟,同时为防止周围建筑物的不均匀沉降,在坑外设置回灌井,以保证基坑外的水位不要降得太严重。

4 基坑支护设计验算

本计算分别对 4 个面进行验算,计算时均取各侧最危险截面进行验算,若最危险截面满足要求,则其它截面必然能够满足要求。

本工程属于一级基坑,结构重要性系数 $r_0 = 1.1$,安全系数取为 1.5。

按排桩支护方式,采用北京理正软件进行验算。

4.1 整体稳定性验算

计算方法:瑞典条方法;

应力状态:总应力法;

条分法中的土条宽度 0.4 m;

计算结果:东面 $K_s = 2.11$,南面 $K_s = 2.05$,西面 $K_s = 1.85$,北面 $K_s = 1.90$,均大于 1.5,满足要求。

4.2 抗倾覆安全稳定性验算

抗倾覆安全系数:

$$K_s = M_p / M_a$$

式中: M_p ——被动土压力及锚杆力对桩底的弯距,

其中锚杆力由等值梁法求得; M_a ——主动土压力对桩底的弯距。

计算结果:东面 $K_s = 1.43$, 南面 $K_s = 1.59$, 西面 $K_s = 1.31$, 北面 $K_s = 1.40$, 均大于 1.2, 满足要求。

4.3 抗隆起验算

Prandtl(普朗德尔)公式 [$K_s > 1.1 \sim 1.2$, 安全系数取自《建筑基坑工程技术规范》(YB 9258-97)]:

$$K_s = rDNq + (cNc/r)(H+D) + q$$

计算结果:东面 $K_s = 2.31$, 南面 $K_s = 2.23$, 西面 $K_s = 1.93$, 北面 $K_s = 2.1$, 均大于 1.1, 满足要求。

5 主要施工工艺流程

5.1 护壁桩(静压预制方桩)施工工艺流程

定位→桩机就位→桩尖就位、对中、调直→压桩→送桩至桩顶标高→移机至下一桩位。

5.2 深搅桩(止水帷幕)施工工艺流程

孔位测放→桩机就位对中→搅拌下沉→喷浆提升→搅拌满足设计要求遍数成桩后移至下一根桩。

5.3 喷锚支护施工工艺流程

土方开挖→修坡→锚杆施工→挂网→喷射砼→锚杆注浆→土方开挖。

6 基坑险情除险应急措施

在基坑开挖支护施工中,采取分段分层开挖,一旦发现坑壁上土体过量变形或局部土体产生明显裂缝时,应及时采取措施。

(1)回填压脚,待变形趋稳后,对稳定的坑壁部位采取锚杆加固措施,确保最终形成的基坑安全稳定。

(2)在回填压脚后继续有变形,采取堆砂包压脚加斜支撑措施,待变形趋稳后,对稳定的坑壁部位

采取锚杆加固措施,确保最终形成的基坑安全稳定。

(3)由于在开挖过程中,先从四周开始,形成 6 m 左右的深槽,中间形成环岛,当周围土体出现明显变形或者开裂时,采取利用中间土体进行回填以排除险情。

(4)采用阴角内支撑,增设预紧力锚杆。

7 结论与建议

(1)对于深大基坑工程,在土质允许的条件下,采用联合支护方式(即喷锚与护壁桩联合支护),比单纯的刚性支护或内支撑方案相比要经济,而且能够大大缩短工期。

(2)对于多支点桩锚支护的设计,在保持一定的水平位移条件下,采用弹性支点法的力学模型进行设计计算是切实可行的,它不但能够改善桩身受力,大大降低工程造价,同时也能确保基坑的安全。

(3)在基坑支护工程实施前,一定要查清楚周围建筑物及道路底下的管道,收集周围建筑物的资料,以便能够采用最经济、最安全的方案,避免基坑开挖实施后产生不必要的损失。

(4)另外,在基坑实施过程中一定要做好降排水工作,及周围建筑物、道路的回灌工作,避免因降水过度使周围建筑物及道路发生不均匀沉降,产生裂缝,造成重大损失。

参考文献:

- [1] 刘建航,侯学渊. 基坑工程手册(第一版)[M]. 北京:中国建筑工业出版社,1997.
- [2] 陈肇元,崔京浩. 土钉支护在基坑工程中的应用(第一版)[M]. 北京:中国建筑工业出版社,1997.
- [3] 曾宪明,等. 岩土深基坑喷锚网支护法原理·设计·施工指南(第一版)[M]. 上海:同济大学出版社,1997.
- [4] 孙海涛,吴限. 深基坑工程变形预报神经网络法的初步研究[J]. 岩土力学,1998,(4).
- [5] 焦里成. 神经网络系统理论[M]. 西安:西安交通大学出版社,1990.
- [6] 郑君里,扬行峻. 人工神经网络(第一版). [M]. 北京:高等教育出版社,1992.
- [7] Lee In - Mo, Lee, Jeong - hark. Prediction of Pile Bearing Capacity Using Artificial Neural Networks[J]. Computer and Geotechnics, 1996, 18(3): 189 - 200.
- [8] 黄铭,葛修润,王浩. 灰色模型在岩体线法变形测量中的应用[J]. 岩石力学与工程学报,2001,20(2): 235 - 238.
- [9] 樊昆. 基于人工神经网络的大坝位移预测[J]. 长江科学院院报,1998,15(5).
- [10] 高玮. 岩土工程监测位移预测的神经网络模型研究[J]. 岩土工程师,2002,(1): 8 - 12.
- [11] 张玉祥. 岩土工程时间序列预报问题初探[J]. 岩石力学与工程学报,1998,17(5).

(上接第 40 页)

BP 模型可以预测后期基坑变形且与实测值比较吻合,并通过比较 BP 模型预测的结果比 GM 模型和 AR 模型预测的结果更加理想。本文方法可以用于实际变形预测的各个方面。BP 模型的网络结构及学习算法是决定预测精度的重要因素,而这也是目前研究的热点,笔者正在做这方面的研究。

参考文献:

- [1] 樊昆. 基于人工神经网络的大坝位移预测[J]. 长江科学院院报,1998,15(5).
- [2] 高玮. 岩土工程监测位移预测的神经网络模型研究[J]. 岩土