

某深基坑支护设计方案实施过程中的优化

杜文字, 郭 行

(江苏省地质矿产勘查局第五地质大队, 江苏 徐州 221004)

摘 要:通过徐州锦绣大厦深基坑开挖过程中的变形情况, 分析该工程基坑变形的根本原因, 及时对设计方案进行了合理的优化, 有效地限制了基坑的变形, 不仅保证了基坑周边建筑物的安全, 还节约了造价、方便了施工、缩短了工期。

关键词:深基坑; 支护设计; 基坑变形; 方案优化

中图分类号: TU473.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2012)07-0067-04

Optimization in Design Scheme Implementation Process of a Deep Foundation Pit Supporting/DU Weng-yu, GUO Hang (No.5 Geology Team of Jiangsu Geology & Mineral Exploration Bureau, Xuzhou Jiangsu 221004, China)

Abstract: According to the deformation in a deep foundation pit excavation process, analysis was made on the basic cause of engineering foundation pit deformation; the reasonable optimizations were timely implemented on the original design scheme with effective limits to the deformation of foundation pit with the safety ensuring on surrounding buildings of the foundation pit, cost saving, convenient construction and short construction period.

Key words: deep foundation pit; supporting design; foundation pit deformation; scheme optimization

0 前言

基坑工程的设计与施工, 既要保证整个围护结构在施工过程中的安全, 又要控制结构及其周围土体的变形, 以保证周围环境的安全。要提高基坑工程的设计与施工水平, 必须正确选择土压力计算方法和参数, 选择合理的围护结构体系, 同时还要有丰富的设计和施工经验。如何适时、合理、灵活地运用不同类型的支护方案, 是基坑支护设计者所必须掌握的一项重要技能。在基坑支护的设计和施工过程中, 虽然会有很多预案和应急措施, 但对一些意外事件的处理, 却需要科学的态度和正确的决断。徐州锦绣大厦深基坑支护设计方案实施过程中, 及时科学地调整支护方案, 确保施工和周围环境安全, 其经验可供类似工程参考借鉴。

牙石 5 m, 人行道下 1 m 位置有主供水管道及通信电力电缆; 南侧约 9 m 处为商业广场, 该广场的基坑开挖深度为 12 m, 混凝土灌注桩基础; 西侧约 2 m 处为一居民小路, 路宽约 5 m。平面关系见图 1。

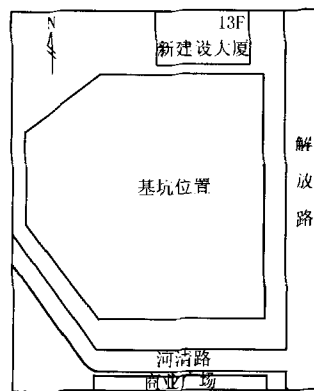


图 1 工程环境关系图

1 工程概况

锦绣大厦位于徐州市区中心, 地处交通要道, 地理位置优越, 交通便利。本工程主楼高 35 层, 设 2 层地下室。主楼采用框架剪力墙结构。基础采用桩基。设计基坑开挖至 -8.65 m。根据场地情况, 本次基坑开挖最深为 8.15 m, 最浅为 5.65 m。

北侧为新建设大厦, 距支护边界距离仅为 2.60 m, 其地基为粉喷桩复合地基; 基坑东侧距主干道路

2 工程地质及水文地质条件

建筑场地地貌单元属黄泛冲洪积形成的河漫滩, 场地土层上部以冲洪积为主。基坑支护影响范围内的地基土自上而下依次为:

①杂填土, 以碎砖瓦石块、炉灰渣、生活垃圾为主, 平均厚度 1.76 m;

②粉质粘土, 黄色, 可塑, 饱和, 夹粉土薄层, 土

收稿日期: 2012-02-16; 修回日期: 2012-05-27

作者简介: 杜文字(1977-), 男(汉族), 江苏铜山人, 江苏省地质矿产勘查局第五地质大队工程师, 土木工程专业, 从事岩土工程设计与技术管理工作, 江苏省徐州市经济开发区金水路 9 号, 549429426@qq.com。

质不均,平均厚度为4.09 m;

③粉质粘土,灰~灰黑色,软塑~可塑,饱和,夹粉土薄层,局部含少量碎砖瓦块,平均厚度为5.27 m;

④粘土,灰黄~灰黑色,可塑,饱和,夹粉土薄层,局部含少量碎砖瓦块,厚度相差较大,平均厚度为3.49 m;

⑤粉质粘土,灰~灰褐色,局部为灰绿色,可塑,饱和,夹粉土薄层,局部含少量碎砖瓦块,土质不均,该层在场区内均有分布,平均厚度为4.88 m。

各层土物理力学性质指标详见表1。

表1 场区土层物理力学性质指标

层号	土层名称	重度 $\gamma/(\text{kN} \cdot \text{m}^{-3})$	孔隙比 e	液性指数 I_L	粘聚力 c/kPa	内摩擦角 $\varphi/(\circ)$
①	杂填土	18.0			8	10.0
②	粉质粘土	18.9	0.862	0.33	29	10.0
③	粉质粘土	19.0	0.816	0.57	32	12.6
④	粘土	19.1	0.812	0.41	36	13.8
⑤	粉质粘土	19.3	0.916	0.47	30	11.0

场区地下水主要是第四系孔隙潜水,水位埋深2 m左右。现场地下水受环境因素影响很大,主要受大气降水、水管道渗漏和生活用水渗入所致。

3 基坑支护原设计方案

考虑到周边环境对支护结构变形的要求,以及空间的限制,将设计重点放在了北侧新建设大厦及主干道一侧。根据提供资料,新建设大厦侧采用复合地基,本基坑设计时,按天然地基进行考虑,基坑附加荷载取值为225 kPa。通过深基坑软件进行设计计算,除基坑东南角为排桩+一层钢筋混凝土斜撑、AB段采用排桩+2层混凝土角撑支护结构外,其它部位采用悬臂式排桩支护结构,桩径800 mm,桩间距1000 mm。整个基坑采用高压旋喷桩进行止水和坑内管井降水。基坑支护平面结构示意图见图2。

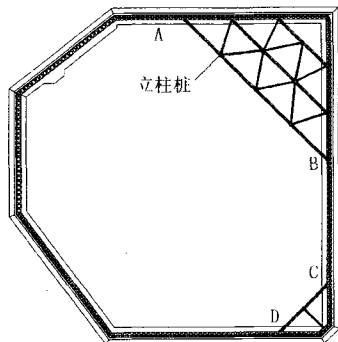


图2 基坑支护平面示意图

AB段是设计重点,采用排桩+2层混凝土角撑支护结构,支撑水平间距为10000 mm,设计排桩桩径为800 mm,桩间距1000 mm,桩顶标高-3.000 m,基坑挖深6.15 m,排桩嵌固深度12 m,桩身配筋主筋为14 Φ 25,箍筋为 Φ 8@150,加强筋为 Φ 14@2000。支撑梁截面规格为800 mm(高) $\times$ 600 mm(宽),配筋为2 $\times$ 6 Φ 25+2 $\times$ 2 Φ 20,箍筋为 Φ 8@200四肢;联系梁截面规格为600 mm(高) $\times$ 300 mm(宽),配筋为2 $\times$ 4 Φ 20+2 $\times$ 2 Φ 14。立柱桩桩径800 mm,基坑底面以上采用钢管,钢管插入立柱桩内2000 mm,基坑底面以下桩长为8 m。支护桩桩顶设圈梁一道,截面规格为800 mm(高) $\times$ 1200 mm(宽),配筋为2 $\times$ 8 Φ 22+2 $\times$ 2 Φ 22,箍筋为 Φ 8@200六肢。混凝土强度等级C30。AB段剖面图见图3。

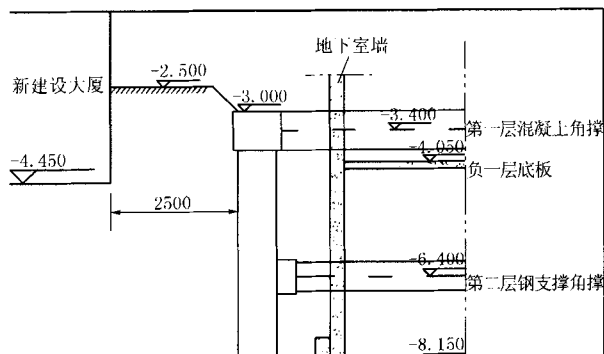


图3 AB段剖面图

4 施工中的问题及解决措施

基坑支护方案经专家评审通过后,随即付诸实施。在基坑上部支护结构完成后,准备土方开挖,此时相关人员提供的临近新建设大厦沉降监测资料显示,其大厦沉降目前还处于不稳定状态,沉降速度未达到相关标准规定的要求,甚至个别点的沉降速率远大于规定的稳定速率的要求,位于基坑一侧的2个沉降点沉降速率也偏大。

根据相关资料,经分析,新建大厦处地基为粉喷桩复合地基,基础为整板基础,地基设计最大承受荷载为160 kPa,目前已使用140 kPa;根据最后一期监测资料,该楼沉降仍没有收敛趋势;另外,根据地基检测资料,靠近基坑一侧地基处理也不太理想(下部有老基础,粉喷桩成桩困难)。监测报告也提出目前该大厦的稳定性无法预测,因此,该段基坑开挖后的变形要求亦将比一般规定更加严格。

为了确保本基坑开挖不会影响到新建设大厦的安全,建设方组织设计方及相关专家对本基坑工程

方案进行商讨,从多方面进行分析研究后,一致认为,现有支护方案符合规范要求,支护体系可以保证基坑本身的稳定性,同时在保证支撑体系刚度和止水帷幕的防水效果的前提下,严格控制变形,该基坑可以继续下一步的施工,不会对新建大厦的稳定与安全造成不良影响;另外还提出了“考虑到施工误差、圈梁和角撑的变形及混凝土蠕变引起的内支撑体系刚度的降低,从而使得支护结构的水平位移增大,在施工中应进一步采取增强措施,保证现有支撑刚度,另外宜采取主动支撑措施,严格控制支撑结构的水平位移”等相关建议和要求。

5 基坑支护设计方案优化

根据专家意见,同时结合现场情况,对 AB 段基坑支护方案做了优化。

(1) AB 段基坑开挖时,应分层开挖,短挖短支、及时支护的原则:新建大厦处每层开挖厚度不超过 1.5 m,应力释放不少于 3 天;开挖时,先开挖后浇带以南(离北部支护桩约 11 m 位置)主楼部分土体,后浇带北侧大厦处土体保留,根据施工情况,可保留土体南北宽度 8 m 左右,角撑及斜撑做好后再开挖保留部分土体。

(2) 第二道支撑的优化:将第二层支撑由钢筋混凝土支撑改为钢结构支撑,钢支撑为 $\phi 610$ mm、厚 12 mm 的钢管。根据计算,每根混凝土支撑梁用 2 根钢管取代,分别架设在立柱的两侧,两根钢管间用角钢焊接相连,采用双管支撑,极大地提高了钢支撑的整体刚度和稳定性。

2 层腰梁采用钢结构,AB 段北侧采用 3 层 $H400 \times 400 \times 21 \times 13$ 型钢,AB 段东侧采用 2 层 $H400 \times 400 \times 21 \times 13$ 型钢。

(3) 基坑底部设置主动式钢结构斜撑:AB 段北侧设置主动式钢结构斜撑,斜撑采用 $\phi 610$ mm、厚 12 mm 的钢管,顶部顶在 AB 段北侧最下层型钢,底部支撑在主楼底板处后浇带附近。

(4) 支撑预加压力不宜过大,将预应支撑力控制在设计值的 0.4 ~ 0.6 倍,以防止造成支护桩倾倒、上拔或止水帷幕破裂。预应压力在活动头处施加。

(5) 基坑原设计坑顶标高 -0.150 m,坑底标高 -8.650 m,开挖深度 8.5 m,设计优化后,卸载基坑顶部土体至桩顶冠梁处(即标高为 -3.000 m),开挖深度变为 5.65 m,比原设计减少了 2.85 m,土压力及土体位移比原设计有明显的改善。详见图 4。

6 实施效果

方案重新实施之前,相关单位制定了详细的施工方案、监测方案、各项应急措施等,要求施工中严格按编制的方案进行实施,及时监测,及时分析,发现问题及时处理,做到信息化施工。

本项目钢支撑选择了一家专业公司前来实施。钢支撑架设好后,即对钢管施加预应力,在施加预应力后第二天,通过对钢管轴应力监测,发现预应力损失较为严重,损失率高达 60%,分析原因,一部分为钢管自身变形造成的损失,一部分为端部不平整造成的损失,因此,及时补充预应力非常重要,补充 2 次后,预应力才稳定下来。

施工中,通过对钢管的轴力及基坑变形情况监测,多次增加了钢管应力,减小和抑制了基坑的变形,取得了很好的效果。通过信息化施工,监测方和施工方密切配合,基坑方案在实施过程中未出现明显异常情况。根据基坑监测资料,通过平时对钢支撑预应力的控制,AB 段水平位移最大为 8 mm,达到了前期设定目标;根据新建大厦的监测资料,基坑在开挖完成至地下室施工完毕基坑回填的整个过程中,其变形未出现明显拐点。

优化后的钢支撑和原混凝土支撑在施工中相比,由于钢管安装和拆除非常方便,钢支撑的架设和拆除速度较快,在支撑预应力稳定后就可进行下一步土方开挖,因此,也进一步缩短了工期。就本工程而言,节约工期达 20 天;另外,钢支撑在使用过程中,材料耗量较小,并且可重复利用,也体现出了节能和环保的优势。

7 结论

(1) 基坑方案设计,在充分考虑地质条件和建筑设计方案的前提下,对临近建筑物的地基和基础形式、管线埋深和其材料种类等周边环境的不利影响,并做好应急预案。

(2) 在预判不及的突发事件发生时,应沉着及时地提出科学合理的应对措施,必要时,应组织专家对设计方案进行主动优化。

(3) 施工过程中,应严格按设计方案和施工顺序施工,做到信息化管理,确保基坑支护质量。

(4) 经过计算,同等条件下采用混凝土支撑,计算位移量将达到近 23 mm,而采用预应力钢支撑,通过控制,实际水平位移最大仅为 8 mm,可见方案的优化对控制基坑变形是非常有效的。

(5) 预应力钢支撑不仅安装、拆除方便,效率

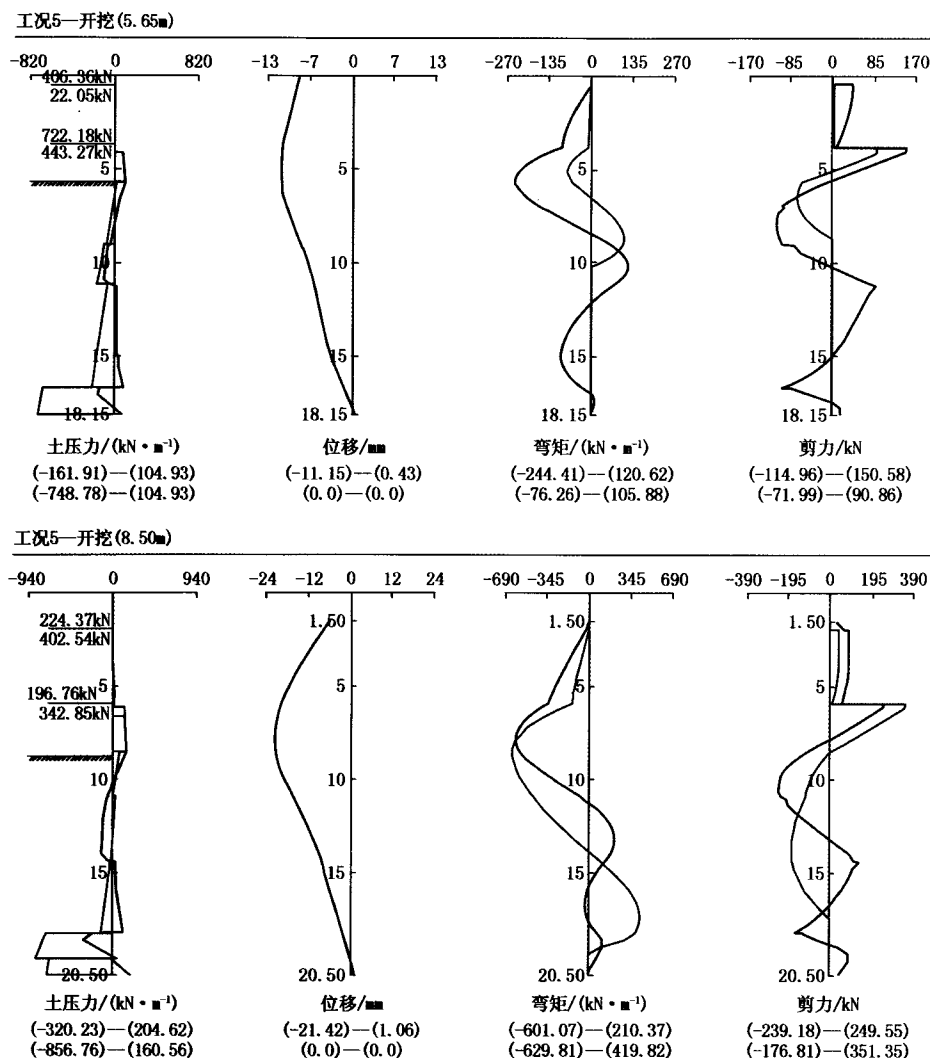


图4 设计优化前后工况对比图

高,体现节约和环保的要求,而且最大限度地节约了工期,减少基坑暴露时间,进而提高了基坑的安全性。支撑量越大,越能反应出钢支撑以上的优势。

参考文献:

- [1] JGJ 120-99, 建筑基坑支护技术规程[S].
- [2] GB 50017-2003, 钢结构设计规范[S].
- [3] 王珊. 基坑工程新技术手册(第一版)[M]. 北京:中国现代工程技术出版社,2007.
- [4] 龚晓南. 地基处理手册(第三版)[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2008.
- [5] 刘正峰. 地基与基础工程新技术实用手册(第一版)[M]. 北京:海潮出版社,2000.
- [6] 唐业清,等. 基坑工程事故分析与处理[M]. 北京:中国建筑工业出版社,1999.

中国页岩气资源量世界第一

《中国矿业报》消息(2012-07-21) 中国石油经济技术研究院近日在京发布的《2012年国外石油科技发展报告》显示,最新公布的全球页岩气资源最新评估结果表明,全球总的页岩气技术可采资源量为187万亿m³,其中中国为360825亿m³,约占总量的20%,排名世界第一。

此次公布的最新评估,由美国能源部的统计和分析机

构——能源信息署(EIA)公布。结果显示,全球14个美国以外的地理区域、48个页岩气盆地、70个页岩气储层、32个国家的页岩气技术可采资源量为163万亿m³,加上美国本土的24万亿m³,总量为187万亿m³。其中,资源量排名前5位的国家依次为:中国(约占20%)、美国(约占13%)、阿根廷、墨西哥和南非。