

基坑开挖对邻近高压铁塔沉降的影响分析

熊兴国

中铁二十局集团第三工程有限公司 重庆 400060

摘要: 为了探讨深基坑开挖对邻近高压铁塔建筑的影响, 本文以重庆轨道交通十号线兰花湖停车场基坑工程为依托, 通过ABAQUS建立二维计算模型对17-17断面进行了模拟, 并结合监测数据分析了基坑开挖过程中高压铁塔的位移变化情况。研究表明, 在砂质泥岩深基坑开挖过程中, 通过施作钻孔灌注桩和锚杆作为支护, 可以有效地控制其邻近铁塔建筑的沉降量。

关键词: 基坑; 砂质泥岩; 高压铁塔; 沉降; 数值模拟

引言:

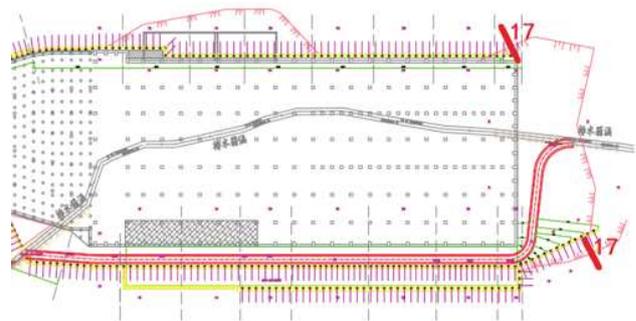
近年来, 伴随我国国民经济的高速发展和人口数量的持续增长, 城市建筑物密度不断增大, 因此地下空间开发与建设的需求变得更加迫切, 深大基坑工程也随之增多。例如大型房屋建筑、地下商场及地铁站等建筑结构的修建都与基坑工程密切相关, 而基坑开挖必将使附近地层中岩土体的初始应力场发生改变, 从而邻近建筑的沉降产生影响。目前已经有不少学者就基坑对周边环境的影响展开了广泛的研究。汪志强^[1]、刘庚余^[2]等结合基坑周边建筑物的变形量监测数据分析了基坑开挖对周边建筑的影响规律, 并提出了相应的支护措施。俞建霖^[3]运用有限元软件Plaxis模拟了砂性土地层基坑开挖对临近地铁隧道的影响情况, 并结合现场监测数据研究了基坑周边土体位移的变化规律。喻伟^[4]通过Midas建立三维有限元数值模型, 研究了富水软弱地层深基坑开挖过程中的地表沉降及邻近建筑物变形规律。LIU等^[5]考虑基坑围护结构与周围土体的接触滑移效应, 采用FLAC3D模拟了天津某基坑对邻近历史建筑物的影响, 探索了基坑施工引起周边建筑结构的变形规律。仓乃瑞^[6]通过数值模拟分析了基坑开挖过程中邻近高压铁塔的竖向位移随铁塔基础至基坑边距离变化的规律及加固桩对铁塔变形的影响。

本文以重庆轨道交通十号线兰花湖停车场基坑工程为依托, 采用ABAQUS对一邻近高压铁塔的典型断面进行了模拟, 并通过与实际监测数据的对比分析, 探讨了砂质泥岩地层中深大基坑开挖对邻近高压铁塔沉降变形的影响规律, 为类似工程提供参考。

1 工程概况

兰花湖停车场位于重庆工商大学兰花湖校区东北侧,

南侧紧临兰花路, 东侧紧邻回龙路, 北侧紧临兰湖天小区。停车场与南湖站、兰花路站呈“八字”接轨, 场址东西向长约380m, 南北向宽约最窄处16m, 最宽处约87m, 占地面积约为90000m², 为明挖地下停车场。其中17-17断面为岩质边坡, 岩性为砂质泥岩, 边坡坡向约355°, 最大高度约32m, 边坡坡向与岩层倾向大角度相交, 本侧无外倾结构面, 本侧边坡稳定性受岩体自身强度控制。边坡坡顶存在110KV高压铁塔, 铁塔底部距17断面约20.6m, 考虑到铁塔对变形要求高, 设计采用排桩式锚杆挡墙支护方案, 开挖时分层进行, 在上层实施支护作用后方可进行下阶边坡的开挖, 尽量减少对铁塔的影响。工程概览及地理位置见图1。



a) 基坑平面设计图



b) 工程地理位置示意图

图1 兰花湖停车场基坑概览及17-17断面位置示意图
根据本基坑的工程特点设计采用了排桩式锚杆挡

作者简介: 熊兴国, 男, 高级工程师, 硕士研究生, 主要从事土木工程方向的相关工作。

墙支护方案，17-17断面处选用 $\phi 1000$ 间距3m的钻孔灌注桩，嵌固深度16.5m，预应力锚索采用 $15\phi^*15.2$ 预应力钢绞线@ $3.0m \times 3.0m$ 布置，孔径170mm，锚固长度14m，倾斜角 20° 。其下采用分台阶分层开挖，锚杆采用 $\phi 22@1500 \times 1500$ 梅花形布置，锚固长度3.0m，倾斜角 15° 。

2 数值模拟分析

2.1 模型参数选取

整体土体模型广度及深度尺寸一般取基坑开挖深度的3~5倍^[6]，根据17-17断面尺寸可取模型宽度为150m，深度为110m。两侧边界采用水平约束，底部边界采用水平加竖直方向约束。高压铁塔采用均布荷载的形式施加在其对应边坡顶的位置处。基坑采用分层开挖，开挖第一层后首先施作灌注桩，之后每开挖一层便在对位置施加锚杆（锚索），再进行下一层的开挖，基坑开挖模型及分层开挖顺序如图2所示。

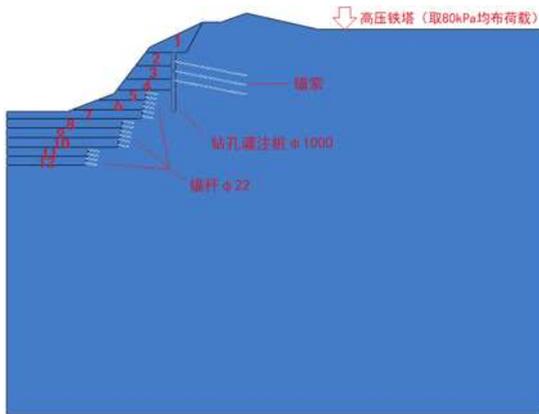


图2 基坑开挖模型示意图

根据《建筑边坡工程技术规范》GB50330—2013^[7]，本工程边坡岩体类型为IV类，边坡安全等级为一级，结合工程地质勘察报告及图纸可知17-17断面附近地层岩性主要为中风化砂质泥岩，其模型参数选取见表1。

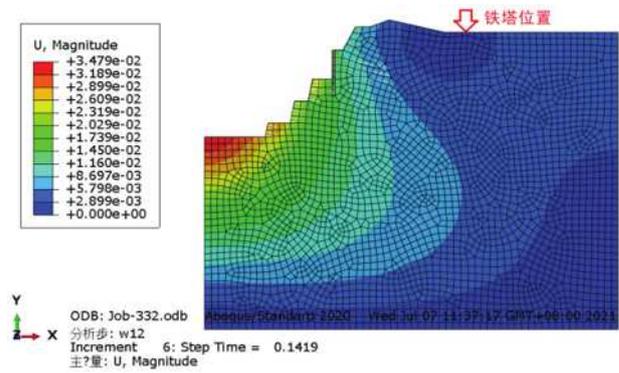
表1 材料参数表

	密度 (g/m^3)	杨氏模量 (Mpa)	泊松比	内摩擦角 ($^\circ$)	黏聚力 (kPa)
土体	2560	500	0.38	32	500
锚杆	7850	2×10^5	0.25	—	—
桩	2500	3×10^4	0.28	—	—

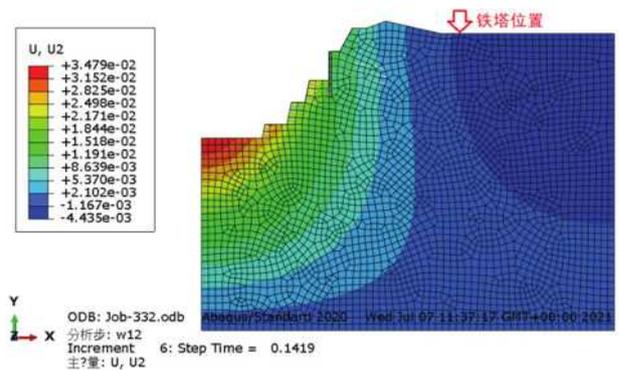
2.2 模拟结果分析

根据上述模型参数建立二维计算模型，模拟基坑经过12步分层开挖的受力与变形情况，图3为基坑开挖完成后土体的位移矢量云图和竖向位移云图。由图3(a)可见，基坑底部和边坡开挖后发生了明显的向土体缺失方向的位移，基坑底部表现为向上隆起，边坡及周围土

体产生向左的位移，位移云图整体分布规律与工程实际经验相符，证明模拟结果具有一定可靠性。通过竖向位移云图可见，基坑底产生的最大隆起值为35.79mm，基坑顶部附近也产生了10mm左右的隆起，该现象是由于模型的地应力释放所导致的。高压铁塔所处位置及其右侧土体发生了1.17~4.44mm的沉降，可见开挖完成后铁塔总沉降量较小，在安全范围内。



(a) 位移矢量云图



(b) 竖向位移云图

图3 基坑土体位移云图

为进一步研究开挖过程高压铁塔沉降情况，取高压铁塔塔底位置为监测点，输出开挖过程中其竖向位移随开挖步的变化情况（如图4）。由图可见，前4步开挖过程中，高压铁塔塔底位移呈上升趋势，之后随基坑开挖深度的增加逐渐发生沉降，平均每个开挖步的沉降量约0.37mm，开挖完成后沉降量约为1.8mm。

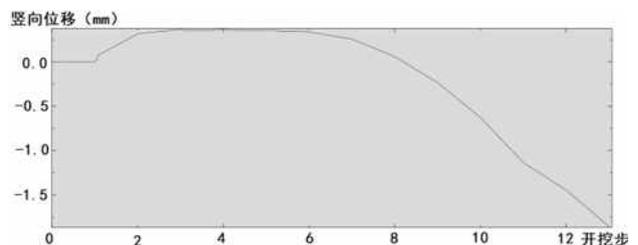


图4 高压铁塔竖向位移-开挖步曲线

3 监测数据分析

基坑开挖期间，测量组在高压铁塔方形基座的4个

角点处分别布设了4个测点T1、T2、T3、T4，监测数据如图5所示。由图可见，基坑开挖初期高压铁塔的竖向位移变化不大，在0附近波动，沉降不明显，各测点位移均有正值出现，推测其原因为基坑开挖引起的地应力释放，或是由于测量人员观测误差所致，在开挖至最后两层开挖时各测点位移下降幅度突然变大，从0附近快速下降至-2mm左右，表明基坑开挖超过一定深度后坡顶才会发生明显沉降。开挖后一周内高压铁塔沉降量变化幅度不超过0.1mm，地层沉降逐渐趋于稳定，停止监测。

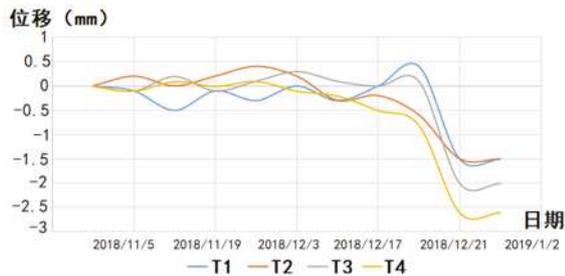


图5 高压铁塔竖向位移监测曲线

根据《电力设施保护条例》以及高压铁塔产权单位的要求，兰花湖停车场深基坑开挖引起的铁塔沉降量应不超过10mm。本工程采用的排桩式锚杆挡墙支挡方案，实现了控制高压铁塔沉降量在10mm内，保证了铁塔建筑的安全。

4 结论

本文以重庆轨道交通十号线兰花湖停车场基坑工程为依托，通过ABAQUS建立二维计算模型，模拟了基坑开挖过程，并结合现场监测数据分析了基坑开挖对高压铁塔沉降量的影响，获得了以下几点成果：

(1) 根据ABAQUS模拟，随着基坑分层开挖步的递进，高压铁塔竖向位移规律为先向上后向下，开挖完成后高压铁塔最大沉降量为1.8mm。

(2) 监测结果显示，高压铁塔的沉降量在基坑开挖至最后两层时才出现明显增加，基坑开挖完成后沉降量稳定在2.7mm左右，沉降量小于10mm，符合安全要求。

(3) ABAQUS模拟得到的高压铁塔沉降量比实际监测结果小，但二者变化规律大致相似，证明结果具有一定可靠性。

参考文献：

- [1]刘庚余.福州市某基坑开挖对周边环境影响及监测分析[J].中国住宅设施, 2020(11): 62-65.
- [2]喻伟, 陈鑫磊, 张学民.深圳富水软弱地层深基坑施工对周边环境影响分析[J].铁道科学与工程学报, 2020, 17(09): 2251-2261.
- [3]俞建霖, 夏霄, 张伟, 胡立科.砂性土地基深基坑工程对周边环境的影响分析[J].岩土工程学报, 2014, 36(S2): 311-318.
- [4]汪志强, 艾亿谋, 卢红标.某深基坑开挖对周边环境的影响[J].河海大学学报(自然科学版), 2011, 39(02): 161-164.
- [5]LIU C Y, CAO W W, LIU Y. Simulation analysis on deep foundation pit construction near the history style construction[J]. Advanced Materials Research, 2013, 671-674(1): 113-116.
- [6]仓乃瑞.深基坑开挖对邻近超高压铁塔的影响分析及控制对策[J].建筑科技, 2019, 3(06): 72-76.
- [7]GB50330-2013, 建筑边坡工程技术规范[S]