

软土地区深大基坑群施工对邻近历史建筑的扰动影响与控制技术

张绍强

511381*****2035

摘要: 软土地区城市正在快速发展，在此情形之下，深大基坑群施工项目变得越发频繁，而且临近的历史建筑保护问题也愈加突出，探究深大基坑群施工给临近历史建筑带来的干扰影响有着重要的现实意义，经由理论分析，数值模拟，并联系东莞市建华物业投资有限公司工业楼建设这个工程实例，详细剖析了深大基坑群施工造成地层变形，地下水位改变以及施工振动给临近历史建筑造成的影响，对于这些干扰影响，给出了加强支护结构，调整施工顺序与工艺控制，掌握地下水控制技术以及振动控制措施等一系列调控技术。研究成果给软土地区的类似工程以保护邻近历史建筑给予了有用的参照，有益于改善工程施工期间的历史建筑保护状况。

关键词: 软土地区；深大基坑群；邻近历史建筑；扰动影响；控制技术

DOI: 10.69979/3029-2727.25.08.067

引言

城市化发展速度加快时，软土地区深大基坑群施工变得越发频繁，成了现代城市建设的关键部分^[1]，这些基坑工程大多处于城市核心地带，周边紧挨着历史建筑，所以历史建筑保护的问题就显得格外紧迫。历史建筑属于文化遗产的重要形成单元，保障其结构安全并守护文化价值十分关键，软土地区的地质状况很复杂，基坑施工可能会引发地层发生变形，地下水位出现波动以及产生振动之类不良后果，进而给临近的历史建筑带来潜在风险，由此可知，探究深大基坑群施工对附近历史建筑产生的干扰影响及其应对技术有着重要的理论意义与实际价值。

1 软土地区深大基坑群施工特点及邻近历史建筑保护要求

1.1 软土地区工程地质特性

软土地区的地层存在高含水量，低强度以及高压缩性这些主要特点，其物理力学性质会给深大基坑施工带来很大影响，土体含水量很高时，抗剪强度就会下降，很容易造成基坑侧壁失稳以及地表下沉。软土强度小，基坑开挖时土体无法承受较大侧向压力，所以支护结构设计变得更为复杂^[2]，软土具有高压缩性，在基坑开挖卸载之后，土体会明显回弹并发生固结沉降，这会进一步加重基坑周边环境的变形风险，因而，在软土地区开展深大基坑施工的时候，要充分考虑到这些地质特性给

基坑稳定性和周边环境带来的影响。

1.2 深大基坑施工特点

深大基坑群施工在空间布局，施工顺序以及支护体系等方面存在独有的特性与难点，从空间布局来看，基坑群常常表现出繁杂的几何形状，各个基坑彼此之间相互作用十分明显，特别是在软土区域，这种情况更为突出^[3]。施工顺序的规划要全面考量基坑群的大小，深度以及周围环境状况，防止因为施工顺序失误引发的土体搅动和变形叠加，而且，支护体系的设计与施工属于深大基坑群工程的关键部分，它的刚度和稳定性直接左右着基坑是否安全以及对周边环境造成何种影响，但是受软土地特有的地质情况影响，传统支护体系往往很难达到变形控制的要求，所以必要采用改良办法或者采用新的支护技术。

1.3 邻近历史建筑保护要求

靠近历史建筑时，其保护标准在结构，外观及文化价值等方面较为严格，而且有特别之处，就结构安全性而言，历史建筑的基础和主体结构要维持稳定，不能因为基坑施工造成地表沉降或者土体侧向位移等情况而损害结构。在守护外观时，所有可能影响到建筑立面完整性及其美学价值的因素都要被严格把控住，这样才能保证历史建筑原来的模样得到保存，历史建筑属于文化遗产的关键形成局部，它的文化价值保护也不能被忽略，所以，在深大基坑群施工的时候，得要制订出科学合理

的保护计划，并采用积极和消极关联的办法，把施工给历史建筑带来的影响缩减到最小限度，以此来做到保护的目的。

2 深大基坑群施工对邻近历史建筑的扰动影响分析

2.1 施工引起地层变形

基坑开挖的时候，土体会因为应力释放而产生地表沉降和土体侧向位移，这会给临近的历史建筑基础及其结构稳定性带来很大风险^[4]，在软土地区，土体含水量高，强度小而且压缩性大，所以基坑开挖造成的地层变形特别突出，分期基坑开挖流程会严重影响到支撑结构以及周边环境的变形情况，等到基坑挖到坑底的时候，围护桩出现水平位移，拆除支撑之后变形现象就更为严重，这样的地层变形经由地基传递给历史建筑，也许会造成建筑基础不均匀下沉，从而致使结构发生裂缝或者倾斜，基坑开挖越深，其影响范围越大，历史建筑遭受的影响也就越发明显。

2.2 地下水位变化影响

施工降水属于深基坑工程中较为常见的一种措施，不过它造成的地下水位下降也许会给附近的历史建筑带来额外影响]。在软土地区，地下水位一旦下降就会致使土体有效应力增大，于是产生固结沉降，如果场地里面存在很厚的强透水层，那么基坑降水就要采用恰当的办法，防止出现侧壁以及坑底的流土，流砂破坏情况，并且缩减对周边环境产生的影响，地下水位发生改变，不但会加重地表沉降现象，而且有可能造成历史建筑基础之下的土体不均衡固结，这样就可能致使建筑物产生附加沉降或者倾斜状况，特别在长时间，大面积降水的时候，周边地面沉降和建筑开裂的可能性更大。

2.3 施工振动影响

施工机械产生的振动给邻近的历史建筑结构稳定性与安全性带来潜在风险，深基坑群施工期间，土方开挖，桩基础施工以及支护结构安装等工序都会造成不同幅度的振动，振动波经由地基传送到历史建筑，也许会使建筑结构出现疲劳性破坏，特别是当历史建筑自身已有裂缝或者存在结构薄弱之处的时候，这种影响表现得越发明显，基坑开挖和支护施工给周围环境带来的影响要综合考虑土体变形和振动效果，应当合理选取施工设备与工艺来减轻振动对历史建筑造成的伤害，而且，当振动频率靠近建筑自振频率时，有可能产生共振情况，

从而进一步加重建筑结构遭到破坏的可能性。

3 东莞市建华物业投资有限公司工业楼建设项目建设案例分析

3.1 项目概况

东莞市建华物业投资有限公司的工业楼建设项目处于东莞市某个软土地区，基坑规模比较大，总面积大概为 15,000 平方米，开挖深度达 18 米。项目周边环境比较复杂，北面挨着一座有着百年历史的文化保护建筑，此建筑是砖木结构，其基础形式为浅埋条形基础，对地基变形非常敏感，项目东面和南面散布许多居民楼以及市政管线，西面则是一条交通繁忙的城市主干道，这般复杂的周边环境给基坑施工带来了很高的要求，格外是在控制临近历史建筑被扰动方面^[5]。

3.2 基坑群施工方案

针对该项目的深大基坑群施工，采用了 SMW 工法桩结合钢筋混凝土内支撑的支护体系。具体而言，三轴水泥搅拌桩规格为 $\Phi 850\text{mm} @ 600\text{mm}$ ，桩长 27 米，内部密插 $\text{HN}700\text{mm} \times 300\text{mm} \times 13\text{mm} \times 24\text{mm}$ 型钢，以提高支护结构的整体刚度。施工顺序安排如下：先做围护桩施工，接着分层分段挖土方，还要同步设置两道钢筋混凝土内支撑。每层开挖深度限制在 3 米之内，这样就能减小土体侧向位移和地表沉降，而且靠近历史建筑那边，冠梁开槽施工时采取了工字钢临时支护措施，以此来进一步减小施工给历史建筑带来的影响。

3.3 施工监测方案

要保证施工期间邻近历史建筑安全，制订了细致的检测方案，检测项目涵盖建筑物沉降，倾斜，裂缝发展状况以及基坑周边地表沉降情形等，在历史建筑上设置了 20 个沉降观测点和 10 个倾斜观测点，检测频率定为每日一次，在关键施工阶段（比如基坑开挖到坑底或者支撑拆除的时候）会加大到每 6 小时一次，基坑周边地表预埋了 40 个沉降观测点，以此来及时了解基坑开挖造成地表变形情况。

4 软土地区深大基坑群施工对邻近历史建筑的控制技术

4.1 支护结构优化

在软土地区的深大基坑群施工过程中，改良支护结构对于减轻对周边历史建筑的干扰十分关键，采用新的支护结构或者改善当前的支护体系，可以明显提升支护

系统的刚性和稳定性，进而缩减地层沉降给历史建筑带来的影响。比如加大地下连续墙的厚度或者加深其深度，就能够有效地约束墙后土体产生横向偏移，而且把最大偏移位置推高到开挖面之上，以此来规避直接作用于建筑物基础之上的压力，设立隔离桩属于一种积极的防护举措，它可以在基坑和历史建筑之间创建起一道隔阂，更进一步抑制由于施工造成的土体震动扩散。研究表明，在复杂环境下融合多种支护手段时，比如采用分区卸荷以及钢支撑轴力伺服系统，可以达成更为精准的变形控制，保障历史建筑安全。

4.2 施工顺序与工艺控制

合理安排基坑群施工顺序并改良施工工艺，这是减小对邻近历史建筑扰动的又一重要策略，分期开挖，分层分段施工等方法已证实可大幅缩减基坑开挖时土体的暴露时间，进而控制围护结构及周边环境的变形^[6]。具体来说，把大型基坑划分成许多小型基坑逐步开挖，可以有效地分散卸荷效应，防止因一次性大面积卸荷而产生的强烈地层变形，而且，控制开挖速度，并结合依靠时空效应的土体加固技术，能够进一步改善施工过程给周边环境带来的影响，比如杭州中心项目利用分坑施工以及软土时空效应的定量控制技术，把地铁隧道的变形控制在了5毫米之内，这给类似工程赋予了珍贵的经验。

4.3 地下水控制技术

地下水位的波动属于深基坑施工给邻近历史建筑带来附加影响的关键要素，所以采用有效的地下水控制技术十分必要，止水帷幕属于一种常见的被动保护手段，它可中断基坑内外的水力联系，阻止由于降水造成地下水位缩减而致使土体发生固结沉降，回灌技术被采用时，可以在降水期间及时恢复地下水位，以此减轻周边地面的不规则沉降。苏州轨道交通5号线某个车站深基坑工程的操作显示，恰当规划止水帷幕和回灌系统，可以将建筑物的沉降限制在可接受范围之内，符合保护需求，如果场地存在深层强透水层，则要格外留意降水对周边环境的影响，并采取相应举措来减小风险。

4.4 振动控制措施

施工振动会给邻近的历史建筑结构稳定性与安全性带来潜在风险，所以要采用有效的振动控制举措，选取低振动设备是减轻施工振动的关键办法，比如用静力压桩机取代传统打桩机，可以大幅缩减振动能量向周边土体的传递。而且，设立减震沟或者减震墙之类的隔振

装置，能够进一步缩减振动波的作用半径，数值模拟和现场检测情况显示，恰当的减震手段可以把历史建筑的振动反应限制在安全界限之内，防止由于叠加损害引发的结构倒塌，总的来说，经由全面采用前述提及的控制技术，便能在软土地区的深大基坑群施工过程中做到对附近历史建筑的有效捍卫。

5 结论

软土地区的深大基坑群施工会给邻近的历史建筑带来复杂的扰动影响，其影响规律主要表现在地层变形，地下水位改变以及施工振动这三方面，基坑开挖造成地表沉降和土体侧向位移，会严重威胁到历史建筑的基础及其结构稳定性，特别是在高含水量，低强度的软土区域，这种影响表现得更为明显。施工降水致使地下水位下降，这会加重土体固结沉降的情况，并进一步增添对历史建筑的额外影响，而且，施工机械产生的振动有可能对历史建筑的薄弱之处形成叠加损伤，进而影响到结构安全。针对前面提到的扰动影响，本研究给出了不少有效的控制技术，在改良支护结构时，经由加强支护刚度或者设立隔离桩等办法，可以大幅缩减基坑施工给附近历史建筑带来的影响，在施工顺序与工艺控制上，分层分段开挖并配合恰当的开挖速度，能够有效地减轻施工带来的扰动，采用地下水控制技术，比如止水帷幕和回灌技术，可以在很大程度上改善由于水位变动而产生的土体沉降状况，而且，利用低振动设备并在旁边设立减震沟之类的振动控制手段，也可以进一步减轻施工振动对历史建筑造成的破坏。

参考文献

- [1] 方银钢. 软土地区深大基坑变形控制措施研究[J]. 工程技术研究, 2019, 4(7): 13-15.
- [2] 陈旭丹. 分期施工软土深大基坑工程的变形性状研究[J]. 福建建设科技, 2022, (5): 44-47.
- [3] 刘兴旺; 李冰河; 陈卫林; 毛海和; 张戈; 孙政波. 深厚软土6层地下室深大基坑对邻近地铁隧道影响控制技术[J]. 建筑结构, 2022, 52(15): 136-141.
- [4] 俞伟. 软土地区基坑施工对邻近保护建筑的变形影响分析[J]. 福建建设科技, 2023, (1): 71-74.
- [5] 李廷乐. 软土地区邻近建筑深基坑工程施工方案与实践[J]. 砖瓦, 2023, (1): 143-145.
- [6] 卫俊杰; 王颖轶; 荣建; 徐伟忠; 谢广州. 基于位移与轴力的软土深基坑开挖扰动控制[J]. 城市道桥与防洪, 2024, (1): 214-220.