

紧邻既有建筑深基坑施工技术优化分析

李 勇, 孙梦洋

[上海城建市政工程(集团)有限公司, 上海市 200032]

摘 要: 随着城市房屋建筑加速发展,越来越多的工程施工需要邻近既有建筑施工。以上海某工程为例,通过对“优化围支撑结构、承台砖胎膜材料、基础底板防水材料、基坑回填材料”等施工技术研究,分析了紧邻既有建筑深基坑施工中支撑结构及基坑施工材料优化措施,实现快速施工、减少基坑暴露时间,从而提高了基坑稳定性及减少深基坑施工对周边环境的影响的效果,为深基坑围护结构设计及基坑施工材料、工艺选择上提供参考。

关键词: 紧邻既有建筑;深基坑;施工技术

中图分类号: TU753

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2025)08-0297-05

Optimization Analysis of Construction Technology for Deep Foundation Pits Adjacent to Existing Buildings

LI Yong, SUN Mengyang

[Shanghai Urban Construction Municipal Engineering (Group) Co., Ltd., Shanghai 200032, China]

Abstract: With the accelerated development of urban housing construction, more and more construction projects require the construction near existing buildings. Taking a project in Shanghai as an example, by studying the construction technical measures of "optimizing the enclosure and support structure, the material of the base slab brick membrane, the waterproofing material of the foundation slab, and the backfill material of the foundation pit", the optimization measures of support structures and foundation pit construction materials in the construction of deep foundation pits adjacent to existing buildings are analyzed to realize the rapid construction and reduce the time of foundation pit leakage. Thus, the stability of foundation pit is improved and the impact of deep foundation pit construction on the surrounding environment is reduced, which provides the reference for the design of deep foundation pit enclosure structures and the selection of foundation pit construction materials and processes.

Keywords: adjacent to existing buildings; deep foundation pits; construction techniques

0 引 言

房屋建筑施工中,基坑施工情况非常普遍,但基坑周边环境、基坑土质等都存在普遍差异,基坑围护设计及基坑施工工艺需结合现场工况进行考虑,以满足基坑安全及减少基坑施工对周边环境的影响^[1-3]。李鹏程等^[4]通过对紧邻高层建筑深基坑的不同传统支护方式的沉降与水平位移数据实时监测,评价了紧邻高层建筑深基坑的支护施工效果。黄振^[5]、刘辉^[6]、陈广^[7]通过对深基坑施工的精细化

过程管理,确保了工程安全和降低了对环境的影响。陈建山^[8]通过对软土地区深基坑支护设计的分析及选型,对被动区土体进行加固,提高被动区土体的抗剪强度指标,控制了支护结构的水平位移。

通过以上研究可以看出,深基坑是建筑施工中的重中之重,各位研究人员通过监测、精细化管理、计算等方式确保深基坑安全施工^[9-10]。本文以加快基坑的施工速度、减少基坑暴露时间、减少基坑施工对周边环境的影响为目的,同时也为确保现场安全文明有序施工,从基坑围护设计、基坑施工工艺及材料优化及施工过程管控等方面进行讨论。

1 工程概况

1.1 建筑概况

该工程共计1个单体,地下车库为2层,地上部分1~5轴为15层、5~1/6轴为3层、7~15轴9层,项目

收稿日期: 2025-01-07

基金项目: 上海城建市政工程(集团)有限公司科研开发项目(2023-B类-SUCG0335-008)

作者简介: 李勇(1989—),男,本科,工程师,从事土建施工工作。

通信作者: 孙梦洋(1991—),男,本科,工程师,从事市政土建施工工作。电子信箱: sunmengyang1110@163.com

总建筑面积 41 495.6 m²,其中地下部分建筑面积约 13 140 m²、地上部分建筑面积约 28 355.6 m²,结构类型为预制装配整体式混凝土框架结构,预制率为 40.43%,预制构件类型主要包括:预制柱、预制梁、预制楼梯、预制叠合板,基础为桩筏板基础。

1.2 周边环境概况

(1)基坑东侧:基坑距离用地红线约 5.4~6.8 m,红线外有雨水、给水、路灯、电信等管线,距离基坑最近约 6.7 m,围墙内存在 10 kV 高压线,距离基坑约 4.5 m,在基坑 1 倍开挖范围内。

(2)基坑西侧:基坑西侧为三期已建厂房(3层,钢混结构)基础深 1.85 m,距离基坑内侧约 5.6 m,局部 5.2 m,且西侧有给水(DN100)、弱电、监控等管线,距离基坑最近约 3.3 m(局部侵入围护结构范围),搬迁后距离基坑最近约 6 m,在基坑 1 倍开挖范围内。

(3)基坑南侧:基坑南侧为三期已建厂房(3层,钢混结构),基础埋深 1.85 m,距离基坑内侧最近约 4.7 m,且南侧有给水(DN300)管线,距离基坑最近约 3.8 m,在基坑 1 倍开挖范围内。

(4)基坑北侧:基坑距离用地红线约 8.0~13.2 m,红线外 2.0 m 为 12.0 m 宽道路,路下有燃气、路灯、给水等管线,距离基坑最近约 9.1 m,北侧围墙内存在 10 kV 高压线,距离基坑约 5 m,同时存在已建门卫房,距离基坑内侧约 4.4 m,在基坑 1 倍开挖范围内。

1.3 工程地质与水文地质概况

1.3.1 工程地质

根据地质勘察资料显示,施工场地内地基土主要由黏性土、粉性土及砂土组成,一般具有水平成分分布的特点。按土的成因、结构特性和物理力学性质上的差异^[11]可分为①~⑨共 7 个大层,自上而下依次为:①层填土层、②₁层粉质黏土层、②₂层粉质黏土层、③黏土层、⑥₁₋₁层粉质黏土层、⑥₁₋₂层粉质黏土层、⑥₂层砂质粉土层、⑥₃₋₁层粉质黏土层、⑥₃₋₂层粉质黏土层。

项目基坑底部位于⑥₁₋₁、⑥₁₋₂粉质黏土层,工程桩底部位于⑦₁₋₂砂质粉土层、⑦₂₋₁粉土层,围护桩底部位于⑥₃₋₁粉质黏土层,基坑西侧、南侧典型剖面图如图 1、图 2 所示。

1.3.2 水文地质

1.3.2.1 潜水

根据地勘报告,拟建场地潜水水位埋深 1.00~1.50 m,相应水位标高 2.43~3.06 m;平均埋深 1.26 m,平均标高 2.73 m,需在开挖前采用坑内降水。

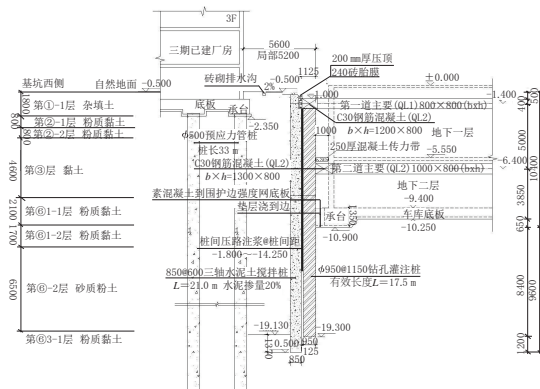


图1 基坑西侧典型剖面图(单位:mm)

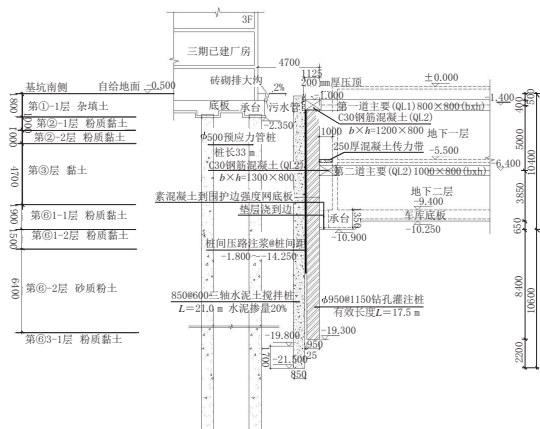


图2 基坑南侧典型剖面图(单位:mm)

1.3.2.2 承压水

第⑥₂层、⑦层为承压水含水层。⑥₂层承压水一般水头埋深变化范围为 3.0~11.0 m,是影响本项目基坑开挖承压含水层,承压水头埋深平均为 4.49 m。⑦层为承压水一般水头埋深变化范围为 3.0~12.0 m。

2 基坑围护设计方案

本工程基坑总面积约 7 019 m²,基础底板开挖深度为 9.75 m,围护延长米约 367.2 m,最长边约 123 m,最宽边 51 m,平面上成矩形。基坑安全等级二级、环境保护等级二级。

基坑围护采用 $\phi 850$ mm@1 050 mm、 $\phi 950$ mm@1 150 mm 钻孔灌注桩结合 $\phi 850$ mm@600 mm 三轴水泥土搅拌桩止水帷幕作为围护结构;坑内设置立柱桩,支撑立柱坑底以上采用角钢做钢格构柱,截面尺寸为 440 mm×440 mm、460 mm×460 mm;坑底以下立柱桩均采用新打设的 $\phi 800$ 钻孔灌注桩竖向支撑,1.4~2.4 m 落深坑采用放坡围护,3 m 落深坑采用三轴搅拌桩围护及封底,围护平面布置详见图 3 所示。

基坑西侧邻近已建厂房七(3层),设计采用 $\phi 950$ mm@1 150 mm 钻孔灌注桩+ $\phi 850$ mm@600 mm 三轴水泥土搅拌桩止水帷幕的围护型式,圈梁顶部

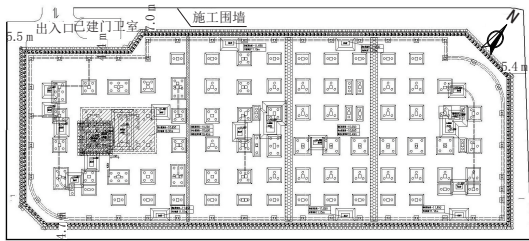


图3 围护平面布置图

落深 0.5 m, 灌注桩长 17.5 m, 三轴止水搅拌桩施工至地面, 桩长 19.5 m, 如图 1 所示。

基坑南侧邻近已建厂房五(3 层), 设计采用 $\phi 950\text{ mm}@1\ 150\text{ mm}$ 钻孔灌注桩+ $\phi 850\text{ mm}@600\text{ mm}$ 三轴水泥土搅拌桩止水帷幕的围护型式, 圈梁顶部落深 0.5 m, 灌注桩长 17.5 m, 三轴止水搅拌桩施工至地面, 桩长 20.0 m, 如图 2 所示。

为便于土方开挖及地下部分结构施工, 水平向共设置两道钢筋混凝土水平支撑系统, 第一道支撑设置栈桥板, 支撑混凝土设计强度等级均为 C30, 支撑截面设计详见表 1。

表 1 支撑截面设计表

支撑位置	支撑中心 标高/m	圈梁/ (mm×mm)	主撑/ (mm×mm)	连杆/ (mm×mm)
第一道支撑	-1.400	1 200×800	800×800	700×700
第二道支撑	-6.400	1 300×800	1 000×800	800×800

降水工程: 基坑内选用真空管井降水, 布置 30 口疏干井, 其中第⑥₂层砂质粉土是影响本项目基坑开挖承压含水层, 布置降压井 9 口。

3 措施优化

3.1 栈桥优化

原栈桥布置为 U 形, 北侧设置两个栈桥入坑口, 南侧厂房周边设置栈桥结合北侧基坑外设置临时道路形成环形通道, 如图 4 所示。

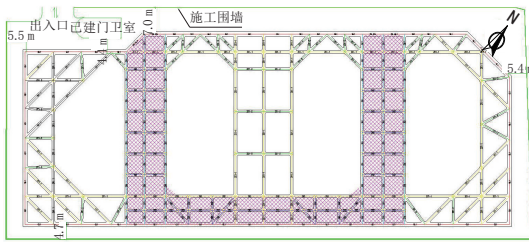


图4 优化前栈桥布置图

基坑南侧存在已建厂房, 距离本工程基坑内侧最近为 4.7 m, 基坑北侧围墙内存在 10 kV 高压线及已建门卫房, 基坑外场地较小无法设置坑外行车路线, 为满足施工时材料堆场、行车路线布置, 同时考

虑后期土方开挖及地下结构快速施工, 保护周围环境安全, 在厂房一侧应严格控制避免重车通行、限制坑边堆载, 对栈桥布置进行优化, 如图 5 所示。

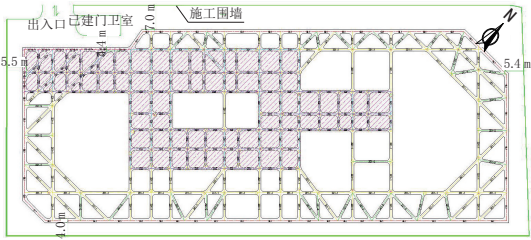


图5 优化后栈桥布置图

为减轻出入口位置车辆进出对围护桩的不利影响, 采取增大出入口围护桩的桩径及桩长措施, 弱化后期进出车辆对围护结构抗冲击性的能力。优化后栈桥在基坑内形成环形道路, 为后期材料堆放、材料运输、混凝土浇筑等施工提供了便利, 加快了基坑施工进度, 减少基坑暴露时间, 避免了重车在基坑南侧经过产生侧向压力对南侧厂房造成影响。

3.2 基础底板胎膜优化

为加快底板浇筑施工进度, 较少基坑暴漏时间, 在采取其他赶工措施的同时, 对基础底板承台胎模材料进行优化, 最终采用预制胎模板替代传统砖胎模进行施工, 解决了传统砖胎模施工速度慢、人工需求量大

的短板。优化前, 基坑内承台及局部落深坑根据传统施工工艺采用砖胎膜, 因承台及落深坑进行土方开挖时, 应预留足够的位置进行砖砌体施工, 其次在砖胎膜施工完成后, 需进行内侧抹灰, 等砌体砂浆强度达到以后才可进行下道工序施工, 导致砖胎膜施工时人工投入量大, 基坑施工周期长, 增加了基坑暴漏风险。

优化后, 现场胎模材料采用一种预制的混凝土胎模板材来代替传统砖砌体胎模, 在使用预制胎模时, 需要先根据设计要求确定好尺寸和数量, 然后根据各承台的尺寸下料, 再用水泥胶黏结固定。承台预制胎膜施工完成后不需要进行粉刷, 可直接进行下道工序施工, 使得承台施工时具有简捷、进度快、成型质量好等效果。

3.3 基础底板防水优化

基础底板分块施工时, 原设计防水施工为 4 道工序, 基础底板完成时间较长, 增加了基坑暴漏时间, 影响基坑安全。

项目基础底板采用预铺反黏高分子自黏胶膜防水卷材, 由原设计防水施工中的 4 道工序调整为 1 道

工序,详见表2,垫层施工完成后,直接铺设一道1.5 mm厚预铺反黏高分子自黏胶膜防水卷材。

预铺反黏高分子自黏胶膜防水卷材具有较好的自黏性,在施工过程中可保证材料完全贴合,不会形成水泡等现象,其次防水卷材与基层空铺、无黏结,基层沉降变形不会影响其防水性能。抗冲击和耐穿刺性能优异,在卷材铺设完成后,无需额外进行保护即可进行基础底板钢筋绑扎施工及混凝土的浇筑作业,有效缩短了施工时间。

表2 防水材料优化前后对比

优化前做法	优化后做法
50厚C20(细石)混凝土随打抹平	
1.5厚聚合物水泥基防水涂膜,无纺布隔离层	1.5厚(主材厚度)预铺反黏高分子自黏胶膜防水卷材
1.5厚自黏聚合物改性沥青防水卷材(无胎)涂刷水泥素浆2.0厚	
基础垫层	

3.4 基坑回填材料优化

本项目基坑回填材料原设计采用素土回填夯实或采用压实性较好的砂土或级配砂石,回填土对称进行并分层压实。但因项目场地狭小,夯实机械无有效的施工空间等原因,项目部对地下室侧墙回填材料进行优化。

在实施过程中,项目地下室侧墙采用中粗砂回填,地下室侧墙中粗砂回填高度同地库顶板。通过该优化措施,减少了对地下室外墙防水卷材的破坏,且解决场地较小,夯实机械无有效空间进行夯实操作,达不到设计要求的压实度,大大提高了施工质量。

4 基坑施工过程管理措施

背景项目基坑普遍开挖深度9.75 m,主楼位置基坑开挖深度10.35 m,局部落深坑位置开挖深度11.15~13.25 m,基坑西侧、南侧为已投入使用的厂房边缘距基坑距离分别为5.2 m、4.7 m,原既有厂房的基础形式为承台基础,承台底标高-2.35 m,埋深1.85 m,桩基类型为混凝土管桩、深度33 m;基坑周边1倍开挖范围内同时存在燃气管线、10 kV高压线,且施工现场只有北侧一个主入口,交通组织设置困难大。

为确保现场安全、文明施工,施工管理需要结合现场环境及各阶段施工工况提前对各阶段场平布置图、施工工艺、施工材料等进行提前筹划^[12]。

4.1 优化图纸及方案

项目场地较小,施工环境较为复杂,基坑开挖深

度约10 m,现场的材料堆放及行车路线规划将影响整个基坑施工,基坑施工前期提前做好场平布置,结合场平布置图对栈桥走向进行优化,根据优化后的方案进行提资,与各方参建单位进行充分沟通、精心筹划,为方案先行做足准备。

4.2 提前对接基坑监测单位

提前与建设单位沟通,申请基坑第三方监测单位尽早进场配合,结合第三方监测方案,提出方案改进意见。

考虑基坑周边环境比较复杂,厂房离基坑较近,且厂房内存在精密仪器,在基坑监测前邀请监理单位、监测单位共同对周边环境进行查看,尤其是针对南侧和西侧厂房的室内地坪、承重墙和柱、外墙立面。并在查看过程中对发现的问题进行拍照记录,便于后续对比分析基坑施工时对周边环境造成的一系列影响。

4.3 做好围墙内高压线保护

现场红线围墙内北侧及东侧存在10 kV高压线,距离基坑约5 m。为了确保安全施工,在基坑开挖期间有高压线一侧加强监测点的布置,设置警示标志。同时联系高压线防护专业单位,在高压线上穿设电缆绝缘套,并在场地内设置水泥电线杆,在其上部拉设防护缆绳。在三轴设备施工至有高压线范围处,控制施工速率及三轴桩定位精度,确保施工安全。

4.4 围护施工质量管控

严格控制钻孔灌注桩泥浆比重、沉渣厚度、三轴桩的转速、搅拌桩水泥掺量,同时与检测单位联系,增加厂房周边桩的成孔检测比例,严格控制成桩施工质量。具体施工过程中针对围护桩的“跳桩”施工,进行重点管控;支撑施工时落实过程验收工作,对发现的问题及时与分包单位沟通要求改正,避免了完成后再验收导致局部问题难以整改的情况。

4.5 基坑降水管控

第⑥₂层、⑦层为影响本项目基坑开挖的承压含水层,⑥₂层承压水一般水头埋深变化范围为3.0~11.0 m、⑦层承压水一般水头埋深变化范围为3.0~12.0 m,基坑开挖前进行现场承压水头复核,并做好抽水试验,提供实测的⑥₂层承压水头埋深、出水量等水文参数,为验算基坑底抗承压水突涌稳定性提供实测依据,切实做到按需降压,同时通过抽水试验检验降压方案的可行性及基坑外围止水帷幕的有效性。

鉴于长时期的抽降水将使得内外的水头差较

大,对围护的质量将是极大考验,因此基坑开挖过程中要着重监测地下水水位变化,同时在基坑外侧布置水位监测井,施工期间密切关注基坑外水位监测井的水位变化,一旦发生异常及时处理。

主体施工时不得将地下室部分降水井完全封闭,同时车库主体周围应设置泻水沟及水位观测井,做好每日监控,使地下水位高度满足施各阶段的要求。

5 结 语

本文通过在紧邻既有建筑物复杂环境下的深基坑工程施工时的超前规划、动态管控、技术优化等措施。简要地阐述了基坑围护设计优化、地下结构施工材料优化及过程管理方法,确保了基坑的安全稳定,主要结论如下:

(1)根据现场工况对栈桥支撑布置进行调整,满足了现场行车要求及材料堆放,做到了现场文明有序施工,同时又避免了重车紧邻已建建筑物行车,带来的不利影响。

(2)基坑防水材料及作业工序优化,减少了施工工序,缩短了施工时间,且利用预铺反黏高分子自黏胶膜防水卷材具有较好的自黏性能,在混凝土浇筑完成后,可保证材料完全贴合,不会形成水泡等现象,提高了防水的施工质量。

(3)承台砖胎膜材料的优化,减少了粉刷施工工序,减少了人员投入,基坑回填材料的优化,在满足现场施工需求的同时又保证了回填的质量;砖胎膜

及基坑回填材料的优化均缩短了施工时间,为基坑稳定性起到了促进作用。

(4)基坑施工前建议提前请第三方监测单位介入,同时与建设单位、监理单位、监测单位共同对周边环境进行勘察,做好记录,根据勘察结果增加相应点位布置并在施工过程中做好数据分析。

参考文献:

[1] 杨琳,马佳彪,宋占涛,等.岩土工程基础施工中深基坑支护施工技术研究[J].西部探矿工程,2024,36(12):25-27;31.
[2] 吴国华.高层建筑深基坑支护施工管理探讨[J].石材,2024(12):103-105.
[3] 陈超,曹辉.建筑工程中深基坑支护施工技术的应用分析[J].中华建设,2024(12):147-149.
[4] 李鹏程,梁路军,申鹏,等.紧邻高层建筑深基坑支护施工技术研究[J].建筑机械化,2024,45(11):39-42.
[5] 黄振.紧邻既有住宅建筑的深基坑支护施工技术分析[J].居舍,2024(30):20-23.
[6] 刘辉.住宅建筑工程深基坑的施工技术管理方法及价值[J].居舍,2024(34):36-38.
[7] 陈广.建筑工程深基坑施工技术管理措施研究[J].城市建设理论研究(电子版),2024(33):109-111.
[8] 陈建山.某软土区深基坑支护设计分析[J].四川建材,2024,50(11):92-93;96.
[9] 何凯旋.深基坑支护设计与施工管理探讨[J].广东建材,2023,39(10):96-98.
[10] 叶凯.深基坑支护施工技术与管理[J].产品可靠性报告,2024(11):56-58.
[11] 樊明皓.岩土工程深基坑支护的设计与施工[J].四川水泥,2021(12):145-146.
[13] 邢猛,杨明天.建筑工程深基坑支护施工技术管理[J].砖瓦,2023(8):118-120.

(上接第 286 页)

步探讨贯穿勘察、设计、施工的全过程方案。(2)新型高性能材料的应用、流变学设计模型、数字化施工监控是突破蠕变瓶颈的关键。(3)发展基于实时监测数据的蠕变智能预测与自适应补偿控制系统,实现软土基坑自适应控制。

参考文献:

[1] 王卫东.软土深基坑变形及环境影响分析方法与控制技术[J].岩土工程学报,2024,46(1):1-25.

[2] 顾正瑞,徐中华,王卫东,等.顺逆作结合的临江深基坑变形性状三维分析[J].建筑科学,2024,40(9):102-111.
[3] 冷伍明,姚康,门小雄,等.考虑工程桩效应的滨海深基坑变形特性分析[J].铁道科学与工程学报,2023,20(4):1347-1358.
[4] 宗军良.某城市核心区软土超深基坑支护设计方法与实践[J].城市道桥与防洪,2023(11):245-249.
[5] 董海君,马榕键,陈骞,等.深厚淤泥质土层深基坑变形特性研究[J].铁道建筑技术,2022(10):87-91.
[6] 张颖,范益群.复杂边界深基坑考虑时空效应的设计优化及反思[J].城市道桥与防洪,2015(6):153-158.