

# Construction Technology of Deep Foundation Pit Adjacent to Rail Transit and Residential District

Jilong Tong

Shanghai Construction No.7 (Group) Co., Ltd., Shanghai, 200232, China

## Abstract

In order to minimize the impact of deep foundation pit construction on adjacent rail transit and residential communities, a study was conducted on the foundation pit engineering of the F01-01 block rental housing project in Unit S010601, Nanpu Community, Huangpu District. By studying the construction environment and geological conditions of the foundation pit, a method was proposed to divide the construction area into zones, excavate the soil layer by layer and block, and synchronize the construction of the transmission belt and support replacement with the structure. The support removal first involves dismantling the secondary and angle supports, then the asymmetric main supports, and finally the opposite main supports. During the construction process of the foundation pit, the horizontal and vertical displacement changes of the soil around the foundation pit are basically stable. To reduce the impact on surrounding residential communities and rail transit, in order to provide reference for related projects.

## Keywords

close to rail transit; residential district; foundation pit construction; protective measures

# 紧邻轨道交通与住宅小区的深基坑施工技术

童继龙

上海建工七建集团有限公司, 中国 · 上海 200232

## 摘要

为了最大程度上减少深基坑施工对紧邻的轨道交通与住宅小区的影响, 对黄浦区南浦社区 S010601 单元 F01 街坊 F01-01 地块租赁住房项目的基坑工程进行研究。通过对基坑所处的施工环境、地质概况进行研究, 提出了对基坑分区施工、土方分层分块开挖、传力带及换撑随结构同步施工, 支撑拆除先拆次撑和角撑等构件、然后再拆非对称主撑, 最后拆除对撑主撑的方法, 在基坑施工过程中基坑周围土体水平及竖向位移变化基本稳定。达到了减少对周围住宅小区及轨道交通的影响, 以期对相关工程提供参考。

## 关键词

紧邻轨道交通; 住宅小区; 基坑施工; 保护措施

## 1 引言

黄浦区南浦社区 S010601 单元 F01 街坊 F01-01 地块租赁住房项目设一层地下室, 基坑总开挖面积 17229m<sup>2</sup>, 地库开挖深度 5.7m、塔楼 6.2m, 基坑周长 500m。

本工程位于上海市黄浦世博滨江板块, 地处闹市区, 周边环境复杂; 基坑西邻城市主干道西藏南路, 道路交通繁忙、地下分布有众多市政管线, 西藏南路下有轨道交通 8 号线区间隧道, 隧道结构外边线距离本项目基坑约 20.5~23.6m, 隧道顶部埋深约 8.4~9.4m。轨道交通 4&8 号线西藏南路站风井及 2 号出入口位于场地西北角, 离本项目基坑最近约 10.7m。东侧、南侧、北侧均为已建住宅小区、住宅小区用地红线紧邻本项目用地红线, 居民楼距离本项目

基坑最小距离约 6.8m (见图 1)。

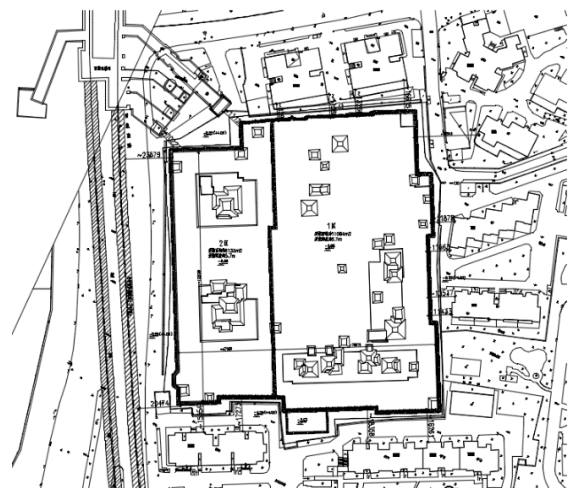


图 1 基坑周边环境图

【作者简介】童继龙 (1985-), 男, 中国河南息县人, 本科, 工程师, 从事深基坑施工技术研究。

## 2 工程特点及难点

场地内杂填土普遍较厚，给围护及桩基施工带来极大难度。杂填土厚度在 2.10~4.20m，致使②层黏性土埋藏偏深甚至缺失。杂填土主要由水泥地坪、碎石、砖块等建筑垃圾夹少量黏性土组成，土质松散不均。

基坑边缘紧邻用地红线，场地内无环形运输道路，基坑施工阶段只能利用栈桥。栈桥拆除后利用地下室顶板作为运输道路，合理衔接栈桥及地下室顶板作为运输道路。场地外仅西侧靠近市政道路，可作为施工出入口使用。

基坑三侧紧邻住宅小区、一侧紧邻城市主干道及轨道交通区间隧道，周围环境复杂。对周围环境保护要求高。

## 3 基坑支护设计

考虑到对周边地铁设施和居民楼的保护，围护设计将本工程基坑分为两个坑先后开挖施工：①先开挖施工 1 区；②待 1 区地下结构完成后，再开挖施工 2 区。本工程基坑外围安全等级为三级，基坑周边环境等级均为二级。

### 3.1 围护结构

围护结构采用钻孔灌注桩，外设  $\phi 850@600$  三轴水泥土搅拌桩止水帷幕，其中基坑邻近地铁侧采用  $\phi 900@1050$  灌注桩，桩长 14.5m；中隔墙位置对后开挖区域设置  $\phi 850@600$  三轴水泥土搅拌桩止水帷幕，中隔墙侧采用  $\phi 700@900$  灌注桩，桩长 15.5m；其他范围采用  $\phi 800@1000$  灌注桩，桩长 14.5m。靠近坑边结构落深部位围护桩适当加长。为保证止水效果在止水帷幕与三轴搅拌桩之间增加压密注浆。

### 3.2 坑内加固

基坑开挖面位于第③<sub>1</sub>层土，③<sub>1</sub>层为高含水量、高压缩性、低强度的软弱粘性土，因其具有较明显的触变及流变特性，受扰动后土体强度极易降低，为控制基坑变形对周围环境的不利影响。基坑外围均采用  $\phi 850@600$ （搭接 250）三轴水泥土搅拌桩裙边加固。其中，临地铁区间隧道侧加固宽度为 9.8m，加固范围为坑底至坑底以下 6m（-5.95~11.95m，所加固土层为③<sub>1</sub>、③<sub>3</sub>），单桩水泥掺量  $\geq 20\%$ ；临地铁附属结构侧加固宽度为 9.8m，加固范围为第 1 道支撑底至坑底以下 6m（-1.95~11.95m，所加固土层为③<sub>1</sub>、③<sub>3</sub>），单桩水泥掺量  $\geq 20\%$ 。临居民楼侧加固宽度为 6m，加固范围为坑底至坑底以下 6m（-5.95~11.95m，所加固土层为③<sub>1</sub>、③<sub>3</sub>），单桩水泥掺量  $\geq 20\%$ 。加固体以上采用低水泥掺量（10%）对扰动土体进行补强。坑内三轴搅拌桩加固体与围护桩间隙有 300~500mm 空隙，空隙处采用  $\phi 800@600$  三重管高压旋喷桩填充加固，水泥掺量  $\geq 25\%$ 。加固范围从三轴搅拌桩加固体顶面到底面。对于落深大于等于 1.6m 的局部深坑，需采用  $\phi 1000@600$  的三重管高压旋喷桩进行挡土加固，单桩水泥掺量  $\geq 25\%$ 。

### 3.3 支撑体系

本工程设置一道钢筋混凝土支撑。支撑平面采用十字

对撑的布置形式，由于本工程基坑紧邻用地红线，考虑到基坑拆除后将无施工道路可用，将本工程 2 区部分栈桥适当抬高保留至本工程全部出正负零后可用地下室顶板作为施工道路后拆除。

## 4 基坑施工

### 4.1 土方施工

#### 4.1.1 土方开挖总体部署

根据围护设计图纸要求及本工程施工大门位置，先期施工 1 区基坑及地下结构，待 1 区地下室顶板施工完毕并达到设计强度后，再开挖施工 2 区基坑及地下结构。

考虑基坑工程的“时空效应”，本工程的土方开挖采用分层、抽条、盆式开挖，总原则应严格实行“分层分段、大抽条、小盆式、留土护壁、限时开挖及时形成支撑”原则。开挖与支护相匹配，随挖随撑，开挖段无支撑时间不得超过 48h，以减少围护结构的变形<sup>[1,2]</sup>。

①留土护壁、限时：开挖时先开挖中间土方，再限时开挖边坡土及施工垫层。基坑四周靠近小区及地铁区间隧道留土宽度不少于 5m，且最后挖除。根据围护变形情况，实施严格的开挖支撑，单块土体的开挖及垫层浇筑的总施工时间控制在 24 小时内，以控制围护结构的位移和坑底回弹。

②按基坑的日出土量不少于 2000m<sup>3</sup> 组织现场施工。

③强度、降水达标。

支撑混凝土强度达到 80%；疏干井降水深度达到开挖面以下 1m 后方可进行开挖支撑以下的土层。

第二皮土方开挖分块示意图如图 2 所示。

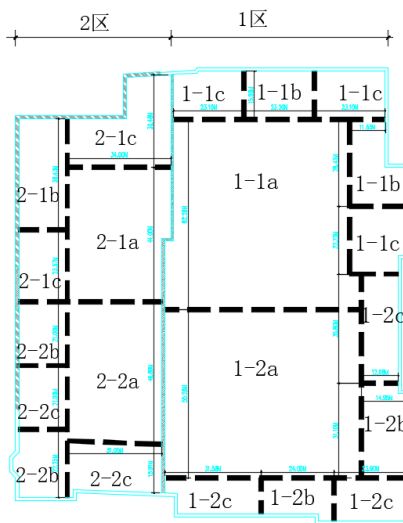


图 2 第二皮土方开挖分块示意图

根据土方开挖分块，土方开挖流程为：

1 区第二皮土方开挖顺序为 1-1a 区→1-1b 区→区 1-1c 区→1-2a 区→1-2b 区→1-2c 区。

2 区第二皮土方开挖顺序为 2-1a 区→2-1b 区→区 2-1c 区→2-2a 区→2-2b 区→2-2c 区。

垫层随土方开挖流程浇筑,土方随挖随浇筑垫层,单块垫层浇筑控制在24小时内。基础底板钢筋绑扎及混凝土浇筑根据土方开挖分块及后浇带位置及时浇筑。

#### 4.1.2 土方开挖工艺方法

①基坑开挖采用分层分段开挖,挖土时测量人员应及时测量标高,严禁超挖。

②准备采用0.4m<sup>3</sup>、0.6m<sup>3</sup>小型挖机进入基坑内将土翻挖出来至上面挖机能够及位置,再由1m<sup>3</sup>、1.5m<sup>3</sup>挖机接力挖土至栈桥上长臂挖机能够及位置,抓斗机负责将土方驳运至土方车内,由土方车及时将土外运。

③根据现场勘探,本工程土内含水量较高,可能会发生土质松软、积水现象,考虑到雨天影响,同时为了在施工时减少对基坑内土质的影响,因此施工中准备足量的路基箱,在落坑施工的小挖机机身下铺路基箱。

④小挖机在坑底作业切忌来回反复移动,以减少对下层土的影响。

⑤采用分块分层分段接力式开挖,相邻的分块之间两级放坡,上级坡度为1:1.5,下级放坡为1:2,中间留设不小于3m留土平台。大挖机开挖长度超过10m后,小挖机才能下坑,大小挖机同步后退。

⑥当机械挖土至坑底标高200~300mm时,需改为人工挖土,严禁超挖,以免扰动基底土体及破坏工程桩桩头,挖土厚度由每个6m的竹桩控制。

⑦土方开挖至设计标高后,应及时浇捣素砼垫层,以避免土体暴露时间过长,扰动原状土。垫层可分块浇捣,挖完一块浇一块。每分块从开始挖土到垫层浇筑完成总时间须控制在24小时以内。垫层浇捣时,采用平板振动器振捣,长刮尺刮平,用木楔打磨压实。垫层砼施工前,必须做好地基验槽工作,由业主、总包、监理、设计及施工单位共同组织验收后方可进行垫层施工。

⑧第二层土方开挖,针对环境保护要求,采取分块盆式开挖方式,以尽快形成基础底板。基础底板浇筑,结合底板后浇带布置进行分块,以减少坑底暴露时间。第二层土方开挖区块与区块之间采取两级放坡,上级坡度为1:1.5,下级放坡为1:2,中间留设不小于3m留土平台。

⑨局部深坑均采用三重管高压旋喷桩挡土加固,局部深坑挖土采用0.6m<sup>3</sup>小型挖机进入基坑内将土翻挖出来至上面挖机能够及位置,再由1m<sup>3</sup>、1.5m<sup>3</sup>挖机接力挖土至栈桥上长臂挖机能够及位置,抓斗机负责将土方驳运至土方车内,由土方车及时将土外运。落深坑开挖时需待周边垫层施工完成后,再开挖落深坑。

#### 4.2 传力带及换撑施工

基础底板与围护墙体之间、底板后浇带、中隔墙底板及顶板处均设置传力带,传力带随结构同时施工。

基础底板与围护墙体之间传力带:基础底板与围护墙体之间设置素混凝土传力带,厚度及混凝土标号均同基础底板,与基础底板同时浇筑。

中隔墙底板处传力带:结构底板在沿中隔墙位置设置1000宽后浇带。按设计要求,需要在底板位于中隔墙两侧的后浇带内设置底板传力带。

底板后浇带处传力带:底板传力带为在后浇带位置放入H400×400×13×21型钢@3000,型钢每边各伸入基础底板200。

中隔墙顶板处传力带:顶板处在中隔墙围檩顶部预留钢筋,先浇筑顶板与围檩形成整体传力。

中隔墙顶板传力带达到设计强度后方可进行第一道支撑拆除。1区中隔墙处顶板传力带随2区第一道支撑拆除时拆除,顶板传力带拆除前结构顶板悬臂范围内模板排架不得拆除,以保证结构顶板的竖向承载力。

#### 4.3 支撑拆除分区及流程

为最大限度减小支撑拆除对周边环境的影响,本工程支撑拆除采用静力切割的方式进行。支撑拆除根据基坑施工的先后顺序分两个阶段进行:

第一个阶段为1区支撑拆除、第二个阶段为2区支撑拆除。第一阶段支撑拆除竖向流程为:1区基础底板及底板传力带施工完成;型钢换撑完成;基础底板及传力带养护至设计强度拆除第一道混凝土支撑。

第二阶段支撑拆除竖向流程为:2区基础底板及底板传力带施工完成;型钢换撑完成;基础底板及传力带养护至设计强度拆除第一道混凝土支撑及中隔墙。

#### 4.4 信息化施工监测

从进场施工开始,及时委托第三方监测机构及时采集、分析周边环境数据,及时掌握周边环境的变形发展趋势,评价周边环境的安全状态。优化各项施工参数,有效控制基坑的变形,从而减小了基坑开挖对周边环境的影响。

### 5 结语

通过对基坑采用合理的围护形式及区段划分,施工过程中采用合理的土方开挖及支撑拆除技术。在基坑施工过程中未对周围住宅小区及轨道交通造成较大的影响,取得良好的社会效益,为以后类似的基坑工程积累了宝贵的经验<sup>[1]</sup>。

#### 参考文献

- [1] 陈志军.临近地铁边深基坑开挖的施工技术[J].工程建设与设计,2012(5):182-184.
- [2] 胡长健,鲍敏生.紧邻地铁车站的深基坑施工技术[J].建筑工程技术与设计,2018(9):1513.
- [3] 何相如.紧邻地铁车站的深基坑施工技术[J].建筑施工,2012,34(4):286-288.