

# 狭小场地及复杂环境下深基坑施工技术分析

朱军平

中铁电气化局集团有限公司 北京 100036

**摘要:** 针对狭小场地及复杂环境下深基坑施工等问题,以某中医医院项目深基坑施工为例,提出了基坑支护采取围护桩+内支撑支护、桩间插筋挂网喷混凝土,开挖中采用信息化监测、土方分块开挖的技术,解决了狭小场地基坑施工风险高、效率低等技术难题。通过对狭小场地及复杂环境下深基坑施工技术分析,为类似环境下的深基坑工程施工提供经验。

**关键词:** 狭小场地;深基坑;施工;技术

## 引言

随着城市改造的推进,老城区建设用地逐渐减少,老城区改造面临场地狭窄,周边环境复杂等问题,而现代化建筑中地下空间开发利用越来越充分,新建工程项目的地下室向更深、更大的趋势发展,基坑也逐渐加大、加深,红线范围内的土地空间利用率越来越高。本文以项目为实例分析狭小场地及复杂环境条件下的深基坑施工技术。

## 1 概况

### 1.1 工程的概况

湖北某工程综合楼建设项目,新建一栋17层综合楼,总建筑面积为34800平方米,建筑高为77.6米,地下

一层面积为4600平方米,工程基础形式采用桩承台+防水底板基础,正负0.000m相对绝对标高为56.250m。

### 1.2 基坑的设计情况

基坑垂直开挖面积为4950m<sup>2</sup>,周长约310m。基坑底板部分开挖深度-7m,承台开挖深度-8.5m,电梯井基础开挖深度-9.5m。

### 1.3 基坑周边环境

基坑周围有建筑楼群,基坑边距离东侧医院急诊部及住院部楼约6m、距离南侧医院后勤楼约3-5m、距离西侧林业局居民楼约6m(图1)。

### 1.4 地质水文情况



图1 基坑环境

场区地势较为平坦开阔,在地貌单元上属汉江一级支流蛮河一级阶地,场区内上部主要出露一套第四系全新统(Q4al+pl)冲洪积粉质黏土、粉砂、圆砾、粉砂、

砾砂、粉砂、砾砂层,顶部为杂填土。

场地上部为素填土,孔隙度变化大,具赋存上层滞水条件,水位和水量受大气降水的影响,施工期间测得

上层滞水水位埋深0.50~1.00m, 高程为54.71~55.48m。

②层粉质黏性土及下部黏土为相对隔水层, ③、④、⑤、⑥层砂砾石层含孔隙承压水, 施工期间测得孔隙承压水水位埋深11.11~11.73m, 高程为44.19~44.19m。

## 2 基坑施工的特点、难点

### 2.1 基坑周边环境复杂

基坑周边环境复杂, 周边建筑物与管线保护难度大, 基坑周边的为老旧房屋, 且距离基坑较近, 且年代久远, 对变形要求高; 紧邻基坑为医院住院部, 施工期间噪音、震动等要求高。

### 2.2 基坑施工场地狭小

基坑基本充满了整个施工场地, 仅基坑靠东侧有6米道路, 供施工便道及临时加工场使用, 场内车辆不能通行, 基本上无大临场地。

## 3 基坑围护结构设计方案

### 3.1 基坑围护结构设计

基坑支护结构采用钻孔灌注桩, 桩顶设冠梁, 设一道混凝土内支撑与冠梁连接, 水泥桩间插筋挂网喷混凝土, 坑内电梯井坑、集水井坑采用土钉支护, 内支撑立柱为钻孔桩内插型钢格构柱, 基坑排水采用集水井明排法。

(1) 支护桩采用直径800-1000mm, 有效桩长10米, 靠近南侧后勤楼为直径1000mm, 桩长16米; 水泥桩间挂网喷C20混凝土, 厚80-100mm。

(2) 冠梁、内支撑均采用C30钢筋混凝土, 冠梁尺寸宽高为1000\*800mm, 内主撑截面800\*800mm, 副撑截面500\*500mm, 内支撑的底标高为-1.5m;

(3) 内支撑立柱为钻孔灌注桩内插型钢格构柱, 格构柱采用4 L140×16角钢焊接而成, 立柱桩径为900mm, 有效桩长12米, 格构柱插入桩深不小于3m。

### 3.2 围护设计优化措施

(1) 优化坑内集水井用土钉墙支护的方法, 改用砖砌护土墙, 同时作为砖胎膜。

(2) 水平方向内支撑中间主撑由三道改为两道, 增加斜撑数量。

(3) 运土马道未设计加固措施、坡面未设置防滑措施, 增加坡面防护与防滑。

## 4 关键施工技术

### 4.1 围护桩施工

围护桩施工使用一台旋挖钻机由南侧向北侧开始施工, 施工前按照施工图纸进行测量放样。桩基按照打1跳2的原则, 先施工1、4、7、10在施工3、6、9、12最后施工2、5、8、11这样的顺序进行, 连续施工的两根桩安全距离不小于3d (d为桩直径), 相邻的两根桩灌注最小时

间间隔不应小于36h。每根桩孔的孔深、清孔以及钢筋笼的加工、安装经相关人员检验合格后方可进入下道工序, 钢筋笼安装、混凝土灌注过程严格控制顶面标高, 以保证桩头的质量。

### 4.2 格构柱施工

支撑结构格构柱主要包括格构柱和立柱桩两部分, 格构柱为钢构件, 立柱桩为钢筋混凝土钻孔灌注桩基础。支撑桩采用 $\varnothing 900$ 孔灌注桩, 支撑柱采用4 L140×16角钢格构柱, 角钢格构柱与支撑桩钢筋笼焊成整体, 桩钢筋笼保护层取70mm, 强度等级为C30混凝土, 立柱桩桩长为12m。格构柱工厂内加工制作, 经验收合格后运至现场安装。现场汽车吊整体悬垂吊入, 两台经纬仪双向控制垂直度及定位准确性。

格构柱施工的重点是立柱桩和格构柱的定位与垂直度偏差控制, 采用孔口定位导向钢架装置, 有效的解决了格构柱定位及偏差控制问题。定位钢架高1.5m, 14#槽钢焊接制作, 四周安装可调节螺栓, 便于调整格构柱位置。格构柱安装到位后上紧螺栓固定, 在格构柱内下导管浇筑混凝土。

### 4.3 土钉防护施工

坑中坑分层开挖, 每步开挖深度不应超过1.5m。土钉墙墙面坡度为1:1。反铲挖机开挖完成后, 人工辅助修整坡面, 坡面平整度控制在 $\pm 20$ mm范围内, 清除坡面虚土后喷射混凝土, 禁边壁出现超挖或造成边壁土体松动。根据方案的位置钻孔, 土钉成孔应符合下列要求: 孔径为120mm、允许偏差为 $\pm 5$ mm, 孔位允许偏差为 $\pm 100$ mm, 成孔倾角为 $15^\circ$ 、允许偏差为 $\pm 3^\circ$ 。插入土钉钢筋后注浆, 注浆材料采用M20水泥砂浆, 水泥砂浆均匀拌和, 随拌随用, 每次拌和料应在初凝前用完。最后喷射混凝土护面, 在喷混凝土之前, 先按设计要求绑扎、固定 $\varphi 6.5@150 \times 150$ 的钢筋网, 同时设置水平加强钢筋, 竖向间距为1.5m。面层喷射混凝土终凝后2h应喷水养护覆盖养护。

### 4.4 基坑排水

本工程施工期间采用排水沟及集水井明排, 引入市政排水管网, 基坑内积水通过设置坑内排水沟和集水井的方法进行明排, 排水沟布置在坡脚处, 排水沟尺寸为0.3\*0.3m, 采用C20混凝土浇筑, 排水沟坡度不宜小于0.3%, 排水沟底采取抗渗砂浆抹面措施。集水井沿排水沟每隔20m设置集水井, 集水井采取防渗措施, 采用抗渗砂浆抹面。在雨季天气, 增加排水泵, 满足基坑排水, 保证了基坑地面无积水。

### 4.5 土方开挖技术

(1) 运土马道的布置

本工程入坑坡道由于场地狭小，施工未布置施工栈桥，故在靠近工地出口的基坑斜撑与中撑之间设置了入坑运土马道，该坡道宽8m，坡度约1:10。经稳定性计算，马道横坡控制在1:2左右，在基坑开挖施工的第二阶段，马道横向设置多级放坡，并对侧面喷混凝土护面；入坑表面填石块和道渣，防止运输车辆打滑。

(2) 土方分块开挖技术

根据场地周边环境、场内交通状况和基坑支护设计特点，两阶段的基坑土方开挖采取分块开挖的方法。

第一阶段：开挖距四周围护结构1m范围内的土方，

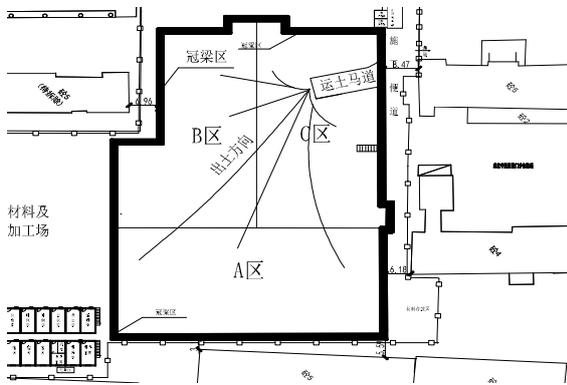


图2 基坑分块开挖图

放坡系数1:1，开挖至-1.5m标高及时喷射C20素混凝土，进行坡顶截水沟施工，同时完成围护桩顶冠梁、支撑梁施工。

第二阶段：待支撑体系混凝土养护强度达到80%后，按后浇带布置分块分层开挖大面积土方（图2），从东往西侧退挖，开挖同时做好插筋挂网喷混凝土工作。为确保土方开挖后，场地内形成良好的运输通道，运输通道采用回填砖渣与细石300mm。基坑土方分3-4层开挖，每层厚度不超过2米，开挖至设计标高，人工辅助清底；另设置一台小型挖掘机进行小部位及承台开挖，对于电梯井坑放坡开挖，边坡土钉护坡；最后进行马道收尾施工（图3）。

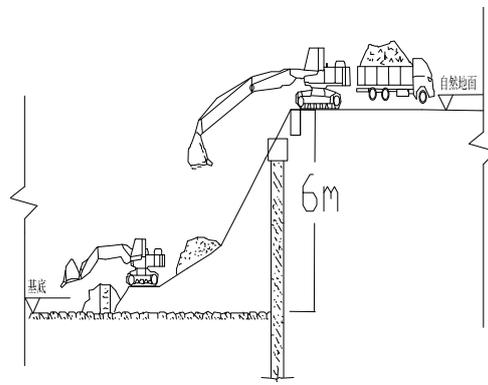


图3 马道收尾示意图

5 基坑监测

5.1 监测目的

- (1) 通过监测所得数据与设计值进行对比，以判断施工工艺和设计工艺是否合理，对下一步施工起指导作用；
- (2) 通过监测数据分析，指导基坑各阶段的施工，尤其是在换撑和支撑拆除的施工，确保基坑始终处于安全状态；
- (3) 确保基坑施工期间周边道路、管网、建筑物、支护结构的安全。

5.2 监测结果

- (1) 周边沉降累计值达到24.75mm，设计最大值30mm（图4）；
- (2) 支护结构水平、竖向位移累计为22.85mm，设计最大值24mm（图5）；
- (3) 周边建筑物无新增裂缝，既有结构性裂缝1-2.5mm（设计最大值1.5-3mm）；道路地表裂缝既有裂缝9-12mm（设计最大值10-15mm）。

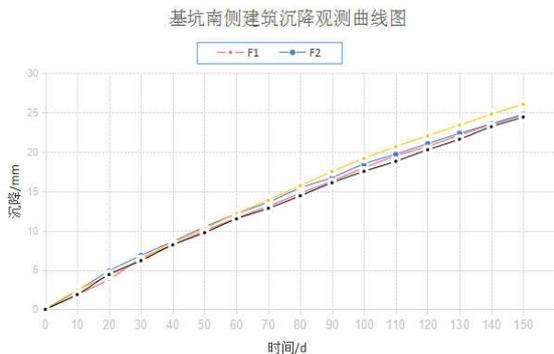


图4 建筑物沉降观测曲线图

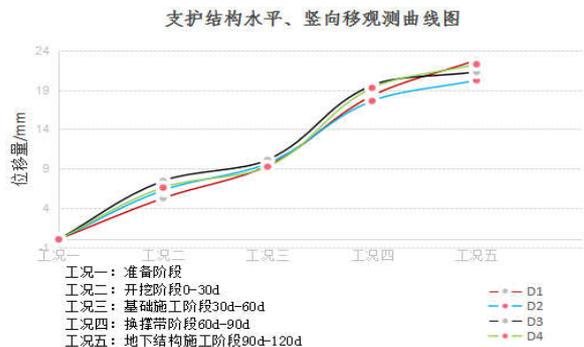


图5 支护结构水平位移观测曲线图

从监测数据结合实际施工情况分析:

基坑开挖阶段周边建筑沉降较大,基础施工阶段沉降相对稳定,均在设计范围内。支护结构水平、竖向位移前期施工阶段相对稳定,在工况四时,换撑板带施工完且强度达到设计要求后,在内支撑梁拆除时,由于支护结构应力释放较大,支护结构受力体系发生变化,支护结构的位移曲线发生较大的变化。换撑阶段是施工的重要环节,应加强基坑监控量测,实时反馈动态观测数据,及时分析确保基坑支护结构的安全。

#### 结语

场地的限制,基坑周边无法布置大临设施,在基坑

东侧仅有6m宽的道路布置材料堆放与加工,严格按照规范要求不超过 $20\text{Ppa}/\text{m}^2$ ;基坑施工采用分块分层开挖技术,减少了基坑的暴露时间;基础部分根据后浇带组织分区施工形成流水作业,也有效的缩短了工期,节约了成本。通过本项目深基坑工程的施工实践,施工前进行了方案设计优化,过程中采取了一系列的技术措施,能够克服场地狭小及复杂环境条件的基坑施工,可以带来一定的经济、工期效益,达到基坑安全施工的目的,为类似工程施工提供经验及参考意义。