

复杂周边环境条件下的基坑工程设计与施工

宋立峰, 左人宇

(深圳市勘察研究院有限公司岩土工程设计研究所, 广东 深圳 518026)

摘要:根据深圳市闹市区某地下停车场基坑支护工程,介绍在复杂周边环境条件下,基坑工程设计在分析基坑各段环境条件与支护要求的特点的基础上,采取不同的有效支护结构,取得了良好的技术与经济效果。

关键词:复杂环境;基坑工程;排桩内支撑;桩锚支护;喷锚支护

中图分类号:TU473.2 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2006)09-0009-03

新建地下工程时往往要涉及到复杂周边环境条件下基坑开挖与支护。随着城市建设的发展,各种地下、地面构筑物越来越多,这些建(构)筑物包括建筑、建筑基础、地下室、地下通道、工程管线、地面设施等等。

由于地下、地面构筑物占据了周边地下与地上空间,使新建基坑基本失去了放坡及支挡结构外延的空间,锚杆支护受到较大限制,内支撑系统开始较多采用。另一方面,这些建(构)筑物建设标准不同,使用状况各异,保护要求不同,增加了基坑支护的难度。因此,在复杂周边环境条件下基坑开挖与支护应注重周边建(构)筑物的性状分析,针对不同的保护要求和施工条件,采用不同的支护方法。

1 工程概况

深圳市中心区某大厦东侧地下停车场基坑工程,基坑开挖深度 10.00 ~ 11.60 m。基坑总周长 314 m,占地面积 3407 m²,大致呈 120 m × 33 m 矩形布置。基坑周边环境复杂。

基坑东侧,紧邻市政主干道,且有大量电缆、给排水管线通过。

基坑南侧,距已建多层天然地基的住宅 3 ~ 4 m,有污水、雨水等管线通过。

基坑西侧,紧贴已建高层地下室(地下 1 层)向下开挖,且挖深大于承台底埋深。

基坑北侧,与地铁出入口及市政主干道相邻,紧贴地铁出入口向下开挖,结构与地铁出入口连通。同时基坑北侧还与一个待建的人行地下通道相邻,后经与市政等有关部门共同协商,同意将待建的地

下人行通道与本地下停车场同时建设,一次设计和施工。

基坑东北角,尚有一个地下人行通道暗挖施工时开挖的竖井,其位置正好与本基坑相接。

地下停车场的结构设计外边线与用地红线仅距离 1 m,无更多空间可利用,只允许直立开挖。

基坑与周边环境详见图 1。

2 场地地质条件

基坑开挖深度影响范围内,地质条件以粉质粘土及砾质粉质粘土为主,在基坑的东北角一带埋藏有砂层。

拟建场地基坑影响深度范围内地层自上而下分别为:

①素填土层,除地铁施工范围为新近回填,其余地方回填时间较长,结构稍密,层厚 0.4 ~ 4.6 m;

②含砂粉质粘土,可塑,含砂 15% ~ 20%,层厚 1.2 ~ 2.2 m,局部分布;

③中粗砂,仅见于基坑东北角一个钻孔,层厚 3.2 m;

④坡积砾质粘性土,湿,可塑,含石英质砾 20% ~ 30%,分布于基坑东北侧东段,层厚 2 ~ 7 m;

⑤残积砾质粘性土,湿,可塑 ~ 硬塑,层厚 15.9 ~ 28.8 m,全场分布;

⑥强风化花岗岩。

土层的综合参数详见表 1。

场地水位埋深 2.4 ~ 3.5 m,主要为孔隙潜水及基岩裂隙水。水量一般,主要补给来源为大气降水。无腐蚀性。

收稿日期:2006-08-16

作者简介:宋立峰(1969-),男(汉族),河南人,深圳市勘察研究院有限公司岩土工程设计研究所所长、工程师,水文地质与工程地质专业,硕士,从事岩土工程设计工作,广东省深圳市福田区福中路 15 号,(0755)83259468,sf_c@126.com;左人宇(1973-),男(汉族),广西人,深圳市勘察研究院有限公司岩土工程设计研究所副所长、高级工程师,土木工程专业,博士,从事岩土工程设计工作,(0755)83209129,zzryy@126.com。

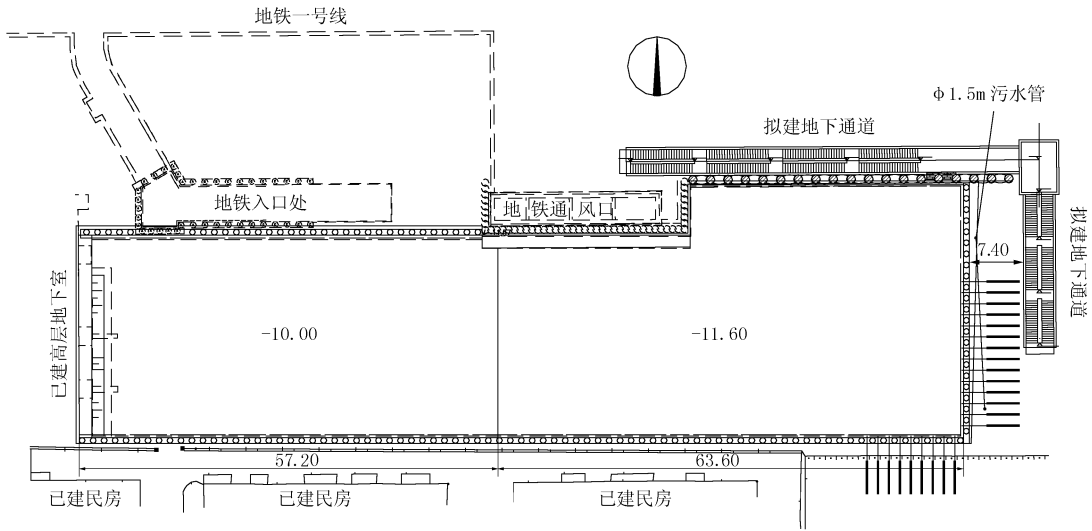


图 1 基坑周边环境图(单位:m)

表 1 岩土力学参数表

土层	厚度 /m	重度 /($\text{kN} \cdot \text{m}^{-3}$)	粘聚力 /kPa	内摩擦角 /($^{\circ}$)	锚固体与土摩阻力/kPa
粉质粘土	2.00	18.00	10.00	10.00	60.00
中粗砂	3.20	18.50	0.00	30.00	80.00
砾质粉质粘土	20.00	18.50	24.00	22.00	100.00

3 基坑工程设计

本基坑周边环境条件复杂,在基坑工程设计中,既要重点考虑开挖后对周边环境的影响,又要考虑到开挖过程中地下水的处理与防治。针对以上问题,综合当地设计和施工经验,本着安全、经济的原则,本基坑工程采用以下支护方案。

3.1 基坑南北侧采用排桩内支撑支护

整个基坑呈矩形布置,东西向长约 120 m,南北向宽度仅 33 m。基坑北侧受地铁通道影响,无法采用桩锚支护。基坑南侧为保护已建的民房,需要严格控制变形。而排桩内支撑体系在基坑支护工程中,其最大的优点就是能够有效控制变形。因此,选择了排桩内支撑体系。支护计算结果:排桩钢筋砼内支撑,桩间距 1.5 m,桩径 0.8 m,桩长 15 m;支撑截面 0.4 m × 0.6 m,支点间距 7 ~ 8 m;安全等级一级;计算最大水平位移 12 mm,桩身最大弯矩 1125 $\text{kN} \cdot \text{m}$,支撑最大轴力 640 kN。支护典型剖面详见图 2。

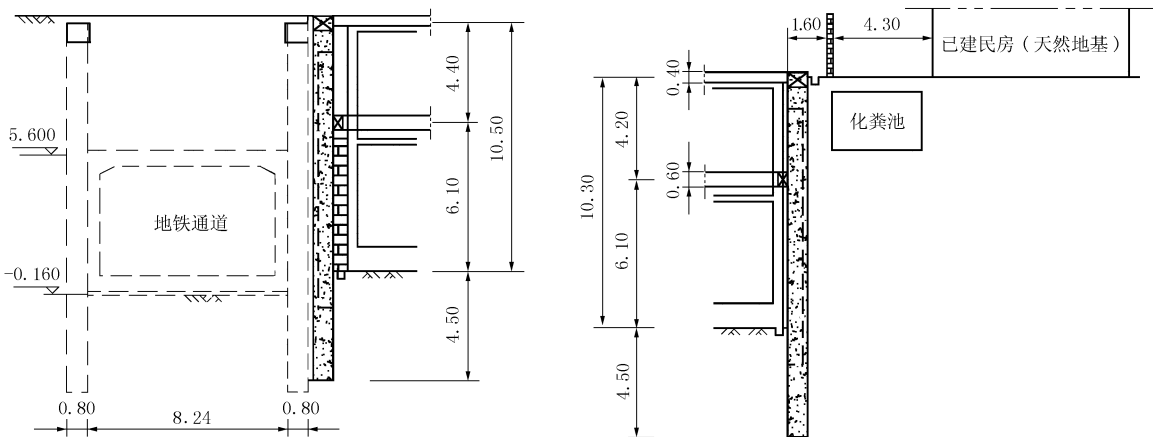


图 2 基坑南北侧排桩内支撑支护剖面图(单位:m)

3.2 基坑东侧采用桩锚支护

基坑东侧紧邻市政道路,道路边还有许多电缆、煤气、供排水管道等市政设施。对基坑的变形控制要求非常严格。除拐角处可与南北方向的支撑体系结合,采用角撑体系外,在两个角撑之间,采用排桩

结合预应力锚索支护。通过对锚索施加预应力,可有效控制桩顶和桩身变形,达到安全开挖的目的。支护计算结果:排桩预应力锚索,桩径 0.8 m,桩长 15 m,桩间距 1.5 m;锚索间距 1.5 m,长 20 m,设计抗拔力 380 kN,锁定值 300 kN;安全等级一级;计算

最大水平位移 8.27 mm, 桩身最大弯矩 533 kN·m, 锚索最大轴力 406 kN。支护剖面详见图 3。

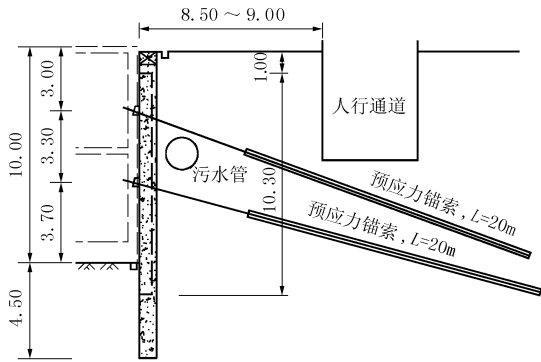


图 3 基坑东侧桩锚支护剖面图(单位:m)

3.3 基坑西侧直接开挖,下部喷锚支护

基坑西侧与已建高层的 1 层地下室相邻, 本次建设的地下停车场将与西侧地下室连为一个整体。考虑到西侧高层采用的是桩基础, 且建设时间已有 10 余年, 其沉降已处于稳定状态。虽然本次开挖会影响到高层局部的桩基础, 但经综合分析认为, 对该高层建筑影响程度有限。支护设计计算结果: 土钉墙, 共 4 排, 长度 6 m, 间距 1.3 m × 1.3 m, 临近地下室以下开挖深度 5.72 m。安全等级二级, 整体稳定安全系数 1.23。支护剖面详见图 4。

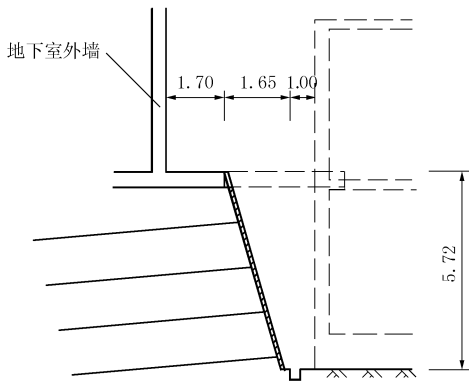


图 4 基坑西侧直接开挖喷锚支护剖面图(单位:m)

3.4 地下水防治

虽然场地以不透水的粉质粘土及砾质粉质粘土为主, 但根据本地经验, 该套地层中含水量较大。为防止开挖后因粘土层的失水造成临近民房及道路的过大沉降, 设置封闭止水帷幕。同时基坑东北角的砂层是强透水层, 也应进行止水设计。确定采用桩间摆喷桩止水的方式, 利用排桩以及桩间摆喷桩共同形成封闭的止水帷幕。止水帷幕大样详见图 5。

3.5 施工检测

为确保施工质量, 对所设计的排桩、锚索、内支

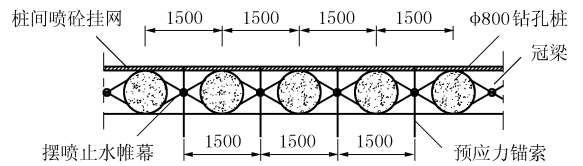


图 5 排桩摆喷止水大样图

撑按照有关规范要求进行检测。具体包括桩身完整性检测、锚索抗拔力检测、内支撑砼强度检测等。

为保证本次基坑工程安全开挖和使用, 沿基坑周边按 20 ~ 30 m 的间距布置变形与沉降观测点, 在周边的建筑物和管线上布置变形和沉降观测点。

4 基坑工程施工与监测结果

基坑施工过程中, 严格按照设计技术要求与有关规范进行。特别是在土方开挖过程中, 做到了分层、分段开挖。

基坑开挖直至地下室结构整体完成, 基坑南北侧(排桩内支撑)最大水平位移 15 mm, 南侧民房最大沉降量 19 mm, 最大差异沉降量 3 mm。东侧(桩锚支护)最大水平位移 25 mm, 基坑西侧已建高层无沉降与水平位移发生。基坑开挖后, 坑壁表面无明显渗漏、透水情况, 坑底无积水情况。

整个基坑做到了安全支护与开挖。

5 结语

(1) 基坑设计时, 应充分了解周边环境, 注重周边建(构)筑物的性状及空间分布分析, 有针对性地选择支护方式;

(2) 无放坡空间、临近周边建(构)筑物变形要求高的地段采用排桩内支撑支护体系是便捷有效的支护方法;

(3) 外部空间允许时, 采用预应力桩锚支护体系可以有效控制地面变形和土体侧向变形, 满足地下管线保护要求;

(4) 复杂环境条件下基坑止水帷幕对周边环境保护有重要作用, 小变形条件下高压水泥摆喷体与刚性支挡排桩可以形成完整的止水帷幕;

(5) 监测是基坑安全的重要保证措施之一, 必须在设计和施工时引起充分的重视。

参考文献:

[1] 林宗元, 等. 简明岩土工程勘察设计手册[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2003.

[2] SJG 05 - 96, 深圳地区建筑深基坑支护技术规范[S].