

# 复合支护结构在基坑支护中的应用

王广超

(徐州长城基础工程有限公司,江苏 徐州 221006)

**摘要:**不同的地质及环境条件可采用不同的基坑支护型式。介绍了多种支护型式在同一工程中的应用以及针对基坑至周边管线、建(构)筑物距离较小情况下的新型支护结构的应用。

**关键词:**基坑支护;复合支护结构;排桩;重力式挡土墙;土钉墙

**中图分类号:**TU473.2 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2008)03-0049-03

## 1 工程概况

拟建的徐州市中级人民法院审判大楼位于徐州市淮海西路延长段北侧,东侧为徐州市公交公司加油站,西侧为徐州市中级人民法院,北侧为民用住宅小区。

徐州市中级人民法院审判大楼总用地面积 0.44 公顷,楼内包含各类审判法庭、服务用房、培训用房、设备用房及车库等,拟建建筑物建筑面积 19800 m<sup>2</sup>,建筑基底面积 2878 m<sup>2</sup>,建筑层数 12 层,裙房 5 层,总高度约 44.5 m。本工程 ±0.00 m 相当于黄海高程 35.10 m,地面标高约为 -0.60 m,基坑底标高为 -4.90 m,开挖深度约为 4.30 m。

## 2 场地周边环境及工程地质、水文地质条件

### 2.1 场地周边环境

该场地南侧紧靠淮海西路,最近处仅 4.5 m;场地东侧为徐州市公交加油站,其输油管道距离基坑仅为 1.2 m;北侧 6.0 m 左右为一栋 6 层住宅楼,但距离基坑 2.2 m 为小区的围墙;西侧为进入小区的主干道,且埋有地下管线,但距离基坑稍远,为 6.5 m 左右。

### 2.2 工程地质条件

根据本工程岩土工程勘察报告,与基坑支护有关的主要土层地质条件描述如下:

①杂填土,以粉土、粉质粘土为主,混有建筑垃圾,上部较多砖石、混凝土块等。场区普遍分布,平均厚度 2.34 m;

②粉土,稍密,摇震反应迅速,中压缩性,局部夹粉质粘土,场区局部缺失,平均厚度 1.32 m;

③淤泥质粘土,流塑,局部软塑,土质不均,厚度

变化较大,场区普遍分布,平均厚度 0.93 m;

④粉土,稍密,摇震反应迅速,压缩性中等偏低,局部夹粉质粘土,场区普遍分布,平均厚度 1.40 m;

⑤粉质粘土,可塑,局部软塑,中压缩性,场区普遍分布,平均厚度 1.09 m;

⑥粘土,可塑,土质不均,局部为硬塑,含少量结核,场区普遍分布,平均厚度 2.0 m。

### 2.3 水文地质条件

根据本此勘察揭露,结合区域资料,场地内对本工程有影响的地下含水层为上部②、④层粉土,在②、④层粉土中夹有薄层的粉质粘土层,为弱含水层,这 3 层土之间存在水力关系,为同一含水层,即上部潜水,水的来源主要为大气降水及排水管道渗流补给,水位埋深平均为 1.35 m。

## 3 基坑支护方案的选择

### 3.1 场地周边环境及工程地质条件的综合评价

就本工程场地周边环境及工程地质条件而言,不利的地质因素是场区地下 6.00 m 范围内均为杂填土、粉土及淤泥质粘土,地质条件较差,且②、④层粉土中含水量较大;不利的环境因素是基坑南侧紧靠城区主干道,基坑北侧距离基坑 2.2 m 为小区的围墙,特别是东侧距基坑仅 1.2 m 为加油站的输油管道,需重点加以保护。有利的因素是本工程的⑤、⑥层为粉质粘土及粘土,可作为止水结构的隔水层及支护结构的嵌固端。

### 3.2 基坑支护方案的选择

根据本工程地质条件、周围环境、开挖深度等诸多方面因素,徐州地区常采用悬臂排桩、重力式挡土墙、土钉墙等支护型式,止水结构一般采用深层搅拌

收稿日期:2007-08-09

作者简介:王广超(1970-),男(汉族),江苏丰县人,徐州长城基础工程有限公司高级工程师、一级注册建造师,工民建专业,从事地基基础、基坑支护工程设计及施工管理工作,江苏省徐州市黄河南路 87 号,wanggc2008@163.com。

桩进行止水。由于东侧距基坑仅 1.2 m 为加油站的输油管道,可用的施工距离较小,满足不了支护结构及止水结构同时施工的要求。为解决这一问题,在此部位采用 1 排  $\text{Ø}700$  mm 深层搅拌桩(宽度 0.70 m)止水,然后在深层搅拌桩上套打一排  $\text{Ø}600$  mm 的钻孔灌注桩的支护方案;在基坑北侧施工 2 排深层搅拌桩(宽度 1.20 m),然后在深层搅拌桩侧壁施工 4 排土钉外加锚喷支护,形成垂直土钉墙;其余各侧采用重力式挡土墙,在桩顶施工 1 排锚杆的支护型式。

#### 4 基坑支护方案概述

根据以上支护方案的比较选择,本工程采用垂直土钉墙、重力式挡土墙、悬臂排桩相结合的复合支护形式(见图 1)。

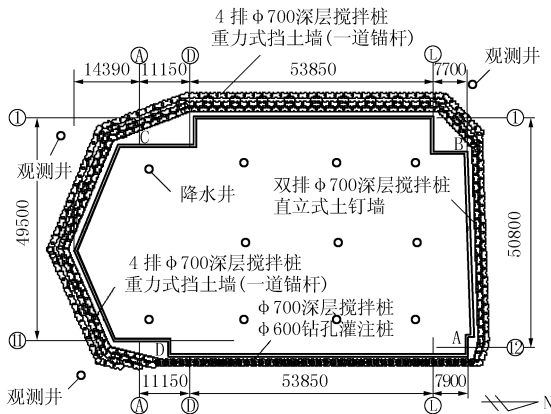


图 1 基坑支护平面示意图

具体为:基坑东侧采用 1 排  $\text{Ø}700$  mm 深层搅拌桩(宽度 0.70 m)止水,然后在深层搅拌桩上套打一排  $\text{Ø}600$  mm 的钻孔灌注桩,形成悬臂排桩支护结构,支护桩桩径  $\text{Ø}600@800$ ,桩顶设  $800\text{ mm} \times 500\text{ mm}$  钢筋混凝土圈梁(图 2);基坑北侧采用 2 排  $\text{Ø}700$  mm 深层搅拌桩(宽度 1.20 m)止水,在深层搅拌桩侧壁设计 4 排土钉,坡面喷射 100 mm 厚混凝土形成垂直土钉墙支护结构,土钉为 4 排孔径为 130 mm 成孔土钉,配筋为  $1\text{Ø}25$  钢筋;其余各侧采用 4 排  $\text{Ø}700$  mm 深层搅拌桩(宽度 2.20 m)作为重力式挡土墙,桩顶设 200 mm 厚混凝土压板一道,桩顶设计 1 排锚杆形成单支点支护结构,锚杆孔径 150 mm,配筋为  $1\text{Ø}25$  钢筋;深层搅拌桩桩长 7.8 m,搭接 200 mm,水泥掺入比 15%。

基坑降水采用坑内设 12 口管井疏干降水方式,坑外设置 3 口观测井。

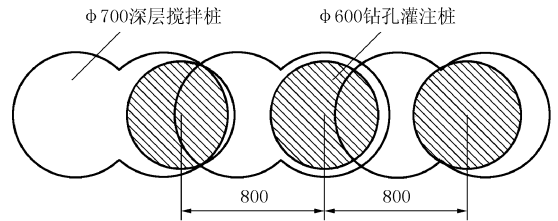


图 2 AD 区段详图

#### 5 支护结构的施工

##### 5.1 深层搅拌桩施工

深层搅拌桩采用搭接法施工,在前桩水泥土尚未固化时进行后序桩搭接施工。施工开始和结束的头尾搭接处应采取加强措施,消除搭接沟缝。施工前应进行成桩工艺及水泥掺入比试验,以确定相应的施工参数。施工过程中严格控制桩长、搭接长度、水泥掺入比等施工参数,确保止水效果。

##### 5.2 $\text{Ø}600$ mm 支护桩施工

本工程基坑东侧支护桩采用  $\text{Ø}600@800$  钻孔灌注桩,采取隔桩施工。施工过程中应严格控制桩长、桩径、垂直度及桩的定位,确保东侧支护桩在一条直线上,不偏离深层搅拌桩。

##### 5.3 钢筋混凝土圈梁施工

基坑东侧支护桩桩顶圈梁截面为  $800\text{ mm} \times 500\text{ mm}$ ,待支护桩强度达到设计强度的 70% 以上时,将土方开挖至  $-1.00\text{ m}$ 。把支护桩头全部破至设计标高,清理干净桩头浮渣,桩顶以上露出的钢筋锚固长度应符合设计要求,按要求绑扎钢筋笼,浇筑混凝土圈梁。为了确保圈梁的整体受力均衡,圈梁浇注应连续进行,不留施工缝。

##### 5.4 压板施工

基坑西、南侧采用重力式挡土墙(深层搅拌桩)支护,桩顶设 200 mm 厚钢筋混凝土压板。施工时先将深层搅拌桩桩顶清理至设计标高,清理干净桩头浮渣,按设计要求铺设钢筋网片,然后浇筑压板。

##### 5.5 锚杆及土钉施工

锚杆及土钉的施工采用干作业法钻孔,采用空心螺旋锚杆一次成孔。采用干作业法钻孔时,应注意钻进速度,防止卡钻,并应将孔内土充分取出后再拔出钻杆,以减小拔钻阻力,并可减少孔内虚土。然后安放  $\text{Ø}25$  锚筋,锚固段的钢筋要仔细清除其表面,以保证锚固体砂浆有良好的粘结。最后注入 1:1 水泥砂浆。

##### 5.6 土钉墙坡面喷射混凝土施工

在喷射混凝土之前,先按设计要求绑扎、固定钢

筋网片。面层内的钢筋网片应牢固固定在边壁上并符合设计规定的保护层厚度要求。喷射混凝土的路线可从壁面开挖层底部逐渐向上进行,但底部钢筋网搭接长度范围内先不喷混凝土,待与下层钢筋网搭接绑扎之后再与下层壁面同时喷混凝土。

## 6 基坑安全监测

本工程地质条件较为复杂,支护形式多样,且基坑南侧为徐州市主干道淮海西路,基坑北侧距离基坑 2.2 m 为小区的围墙,特别是东侧距基坑仅 1.2 m 为加油站的输油管道,需重点加以保护。鉴于此种情况,在土方开挖及地下室施工过程中,须对基坑进行安全监测。通过数据采集、资料处理、信息反馈、决策及预警处理等程序,全面掌握基坑及其周围的变化信息,实施信息化施工管理。

### 6.1 基坑监测内容及观测点布置

- (1) 基坑支护结构的水平位移观测;
- (2) 周围邻近建筑物及道路的沉降观测;
- (3) 地下水水位及降水量观测。

针对以上观测内容,布置观测点如下:沿圈梁顶面每隔 15 m 设一水平位移观测点;基坑东侧加油站设置 4 个沉降观测点;北侧住宅每栋设 2 个沉降观测点;南侧淮海西路每隔 10 m 设一个沉降观测点;西侧道路每隔 10 m 设一个沉降观测点;基坑内降水井 12 口,坑外观测井 3 口。

### 6.2 监测时间和要求

- (1) 基坑开挖前两周埋设各项设备并测量初始数据。
- (2) 监测时限,从基坑开挖至地下室侧壁回填(至  $\pm 0.000$  m)。
- (3) 按时进行量测,基坑开挖初期一周 2 次,挖至设计标高后隔天量测 1 次,若发现异常或建设单

位有要求,可临时加密观测次数。

(4) 量测数据及时整理,交项目经理部、监理单位、建设单位人员分析使用。

(5) 发现异常现象及达到预警指标时,将提出书面通告并及时提交量测数据,以备采取抢险措施和处理对临近建筑物、道路影响时参数使用。

### 6.3 观测数据综合分析

水平位移及沉降观测结果表明,基坑水平位移最大的东侧及北侧仅有 10 mm 左右,邻近建筑物、道路的沉降几乎为零,这充分说明支护结构是合理的,特别是东侧采用这一新型的支护结构,既解决了施工距离受限条件下的挡土问题,又解决了止水问题。

通过对降水资料分析,除西南角水量较大外,其它部位还是比较稳定的,满足了基坑的正常开挖。通过对周围降水井的观测,水位基本保持稳定,说明整个基坑的止水是比较成功的。

## 7 结语

针对本工程的周边环境条件、地质条件及基坑挖深等特点,采用排桩、重力式挡土墙及土钉墙等多种支护型式,特别是基坑东侧至输油管道距离较小,在支护结构型式上大胆创新,成功地运用了深层搅拌桩套打钻孔灌注桩的支护方案,既解决了施工距离受限条件下的挡土问题,又解决了止水问题,同时为那些场地狭窄的基坑支护工程提供了借鉴。

### 参考文献:

- [1] 余志成,施文华.深基坑支护设计与施工[M].北京:中国建筑工业出版社,1998.
- [2] JGJ 79-2002,建筑地基处理技术规范[S].
- [3] JGJ 94-94,建筑桩基技术规范[S].
- [4] JGJ 120-99,建筑基坑支护技术规程[S].

(上接第 48 页)

水玻璃后,关闭水玻璃注浆阀门和注浆泵。停止数分钟以后,把注浆管向上提升 0.5 m,再重复上述注浆操作,如此往复直到接近地面。

注浆完毕,需经过 2 h 以上的养护后,方可重新开挖土方。

## 4 结语

基坑围护结构有时难免发生局部渗漏,一旦发

现渗漏应当及时采取有效措施堵漏。如果堵漏不及时,措施不当,很容易导致不良后果。堵漏前应先分析围护结构材质,渗漏位置和严重程度,采取有针对性的堵漏措施,有效堵漏。

### 参考文献:

- [1] 王寿华,马芸芳,姚庭舟.实用建筑材料学[M].北京:中国建筑工业出版社,1988.