杭州燃气大厦基坑围护设计与施工

周 胃 郑 放 孙 斌 阮建中 盛忆寒 钱国伟　　何立民
（杭州市市政公用建设监理公司，杭州，310009）（杭州煤气公司，杭州，310014）

提　要　本文通过对杭州燃气大厦基坑围护的设计、施工、监测等情况的介绍，总结了软土地区基坑围护的经验和体会。

一　工程概况

杭州燃气大厦，位于中山北路 521 号，北邻文晖路，处于二条交通主干线交汇的十字路口西南角，西面是浙江省高速公路管理中心大楼，南面是煤气公司住宅楼。该工程由塔楼、裙房及地下室组成。主楼 24 层，裙房 4 层，地下室一层，建筑总面积 31000 平方米左右。其中地下室 2190 平方米，轴线尺寸 52m×40m，开挖深度为 5.5m。该工程的设计单位为杭州市建筑设计院。桩机施工单位为地矿二处，围护设计单位为杭州市建筑科学研究院。

二　地质情况及四周环境条件

1.该工程开挖边线东边距建筑红线(人行道边)11.86 米，北边距建筑红线(人行道边)11.69 米。南面距红线(围墙)4 米，距煤气公司住宅楼边线 9 米。中山北路及附近埋设有管道煤气、市政污水管道等地下管线，西边为在建省高速公路管理中心大楼工地，距拟建的地下车道外墙 7 米。具体位置可见总平面图(如图 1)。

2.现场地质条件见表 1。

表 1

序号	土层名称	累计深度 (m)	平均厚度 (m)	含水量 (%)	γ (kN/m³)	Φ (°)	C (kPa)
1-1	杂填土	0.6	0.6				
1-2	素填土	1.1	0.5	58.6	16.2		
2	粉质粘土	2.1	1.0	31.3	19.1	12.5	13.0
3	淤泥质粉质粘土	7.2	5.1	38.8	18.2	10.5	15.0
4	粉土	12.0	4.8	35.7	18.4	21.0	5.0
5	淤泥质粉质粘土	≥27.0	≥15.0	39.9	17.8	3.4	25

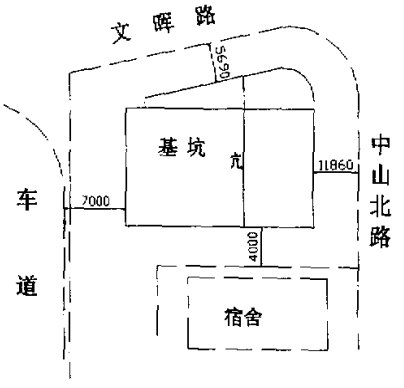


图1 总平面图

三 基坑围护方案的选择、设计参数和计算模式

综合考虑了开挖深度、周围环境及土层特性，并以确保安全，尽可能降低造价，节省围护费用以及方便施工为原则，本工程选择围护桩与水泥搅拌桩相结合的方案，采用钻孔灌注桩加内支撑围护水泥搅拌桩止水。

计算采用朗金土压力理论计算桩后主动土压力扣桩的被动土压力。计算采用的 r、a、c 值均取自《工程地质报告》且不计桩背与土的摩擦、桩本身的应力作用，这些作为安全贮备考虑。地面荷载：围护桩计算时取 $q=10kN/m$，在四周采用钻孔灌注桩，桩端进入 5 号土层淤泥质粉质粘土。桩身相对刚度较大，变形较小，工程地质条件较好，采用内支撑结构计算方法计算。取一延米作计算单元，忽略空间刚度作用。电梯井采用放坡方法开挖，不采用另外支护方法。

四 围护方案

基坑采用钻孔灌注桩加内支撑围护。

本工程±0.000 标高，相对绝对标高为 5.58，目前场地自然地面绝对标高为 4.25，经计算，桩身最大弯矩为 207kN·m. 最终内支撑支力 F =100kn/m。围护桩直径分别采用了 Φ700，桩长 13.82m。围护桩顶面标高为－2.18，桩底标高为－16.00m(详见附图 2)。Φ700 钻孔灌注桩的间距为 1000mm，配筋 14 Φ20、Φ8@200 箍.桩顶处设高 500mm，宽 1200mm 的压顶梁。基坑设一道支撑，支撑设在-2.43m，为钢筋混凝土，所有支撑钢筋均在端头弯转 35d，围檩桩主筋在转变处 35d，内支撑下的立柱采用 4 根角钢 100×7（背距 400）加缀板的钢柱，下端支撑在工程桩内，上端浇入支撑梁内。围护桩顶凿去 0.70m 以后嵌入压顶梁 50mm，背后采用 Φ700 水泥搅拌桩止水，桩长 8m，桩顶标高-2.43m，桩底标高-10.43m，在基坑西北角，因场地上方有高压线，为避免搅拌桩机碰及，故采用高压旋喷桩替代，桩长 8m，桩径 1m，压顶梁

四角及与支撑梁交接处加钢筋混凝土斜角撑梁。

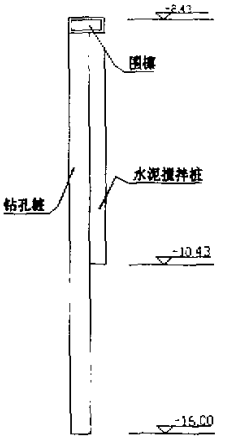


图2 桩示意图

为了放止雨水和渗水流入基坑，影响基坑内施工，在压顶梁的外侧，设一条砖砌排水沟，并且在两端与中间各设一个集水坑。基坑内挖集水井、明沟排水在坡脚用桩凿下的混凝土做一道 0.8m,宽 0.4m 的浆砌块石挡土墙。

本工程由于设置内支撑、给挖土带来困难，为了确保安全，先在立柱位置挖坑，做护桶挖至设计标高，凿去工程桩上的浮浆，将主柱埋好，再开槽做支撑与围檩、待支撑深度达到要求后，进行土方开挖。

五 基坑施工监测

1.为保护附近建筑物及周围管线，做好监测工作是十分必要的。本工程基础支护体系监测的内容是：

(1)水平位移，预报围护结构及地基土的稳定性。

(2)地下水位监测，判别降水及地基涌流，水土流失的情况。

(3)沉降观测，监测南面住宅楼及道路等

2.监测点布置：水平位移监测布 6 孔，每孔深 20 米；地下水位监测布 4 孔，每孔深 15 米。

3.监测频率：浅层开挖时，水平位移，沉降 2~3 天监测一次；深层开挖时，各监测项目每天监测一次。从监测的结果看，各测点位移均不超过 5 厘米，比较理想。

六 基坑开挖

1. 总体布置

根据场地条件及外部环镜特点，工期要求，按排 2 台 PC-200 挖机，自卸车 30 辆。从基坑西北角开挖，逐渐向东南推进。基坑底部在设计标高上预留 30cm，采用人工挖除。为保证

基坑安全，开挖方法采用分层方法，既第一层挖至围梁顶标高，其余一次性挖除。

2. 施工安排

根据总体布置，基坑开挖分两个阶段。第一阶段，挖土至围檩顶标高，清理场地障碍物及围檩顶以上土。第二阶段，铺设临时便道并开挖至基坑底 30cm 处，人工修挖余下 30cm 土方随挖机运出。两台挖机分别布于场地的东北角及西北角，各自向南侧开挖，最后在大门口结束。在上层土开挖时，不得碰及围檩及支撑梁；开挖第二层时，必须做好临时便道，便道在通过支撑梁和围檩时，便道厚度必须保证超过 50cm 避免汽车碰撞支撑梁。

七　工程体会

1.通过本工程基坑的设计，对深基坑围护结构的重要性有了深刻认识。在支护结构设计时，由于土体中不却确定因素很多，故对土体力学指标及地面荷载取值，以及支护结构形式的确定，都需要根据现场环境，进行认真的分析比较，采用的计算理论，要符合工程实际情况，只有这样，才能从总体上保证支护结构的安全性和经济性。

2.在基坑施工过程中，现场施工各方应将全部精力放在“抢时间、促进度”上，特别是施工中的一些薄弱点，例如本工程中旋喷桩和搅拌桩的连接处，由于基坑暴露时间过长，出现渗水情况，(后采取注浆法予以堵漏)，基坑开挖过程中对局部出现的险情，应及时分析原因，对症下药，本工程开挖到坑底，多处出现冒浆，后采用注浆并同时调整施工的步骤，有效地控制和解决可能出现的险情。

3.采用信息化施工，进行全方位的监测，掌握支护结构和基坑的变化和安全动态，十分必要和重要。应根据监测得到的信息，随时调整施工部署，采用相应的技术措施，使围护结构始终处于科学的监控下，确保施工安全。