

# 重力式幕墙加预应力锚杆及钻孔小桩组合基坑支护体系

甘展孜

(广东省地质工程公司, 广州 510425)

[摘要]采用重力式幕墙加预应力锚杆及钻孔小桩组合基坑支护体系,方法简单,既节省投资,又可保证工期,且止水效果相当好。

[关键词]重力式幕墙 预应力锚杆 钻孔小桩(树根桩) 基坑支护 观测 监控

[中图分类号]TV554+.12 [文献标识码]A [文章编号]0495-5331(2000)05-0084-04

## 1 工程概况

海城花苑 A<sub>1</sub>、A<sub>2</sub> 栋位于广州市海印桥南侧,拟建楼高地面 25 层、地下室 2 层,基坑开挖深度 -7.65 m,受广州市建筑置业公司的委托,我公司负责基坑支护工程的设计与施工。

## 2 场地工程水文地质简述

场地位于广州滨江东路,根据工程地质勘察资料,场区基坑支护段的岩土层有上而下可划分为:

人工填土层:场区内均有分布,厚度 1.00 m ~ 2.60 m,为杂填土,由砖块、碎石、砂土组成,松散;

淤泥层:厚度 4.00 m ~ 10.10 m,软塑—流塑,北面局部地段淤泥层厚达到 10 m,多为流塑状;

残积层:顶板埋深 5.00 m ~ 8.30 m,厚度 1.10 m ~ 1.30 m,主要为粉质粘土,可塑—硬塑状;

基岩:除东侧南段基岩埋藏较浅外(平均埋深 8.50 m),其余地段基岩埋深 10.50 m ~ 16.00 m,岩性主要为泥质砂岩。

各岩土层主要物理力学参数见表。

表1 主要物理力学参数

参数	人工填土层	淤泥层	残积层	强风化岩	中微风化岩
$\gamma$ / (kN·m <sup>-3</sup> )	1.60	1.59	1.71		
$C$ / (kPa)	8	10	7		
$\Phi$ / (°)	10	3	30		
$\tau$ / (kPa)		7~10	30~50	50~80	200~250

场区内地下水主要为赋存于杂填土中的上层滞水,残积层为弱透水层,但场地临近珠江边地下水侧向补给丰富。

## 3 基坑支护方案选择

该工程属内环路拆迁安居工程,工期紧迫,在受

委托之前,总承包方与业主已有两个初步方案:人工挖孔桩加锚杆支护和喷锚网支护。经过踏勘现场环境,认真分析研究了各种技术资料,认为上述两个方案从技术上不太可行,挖孔桩遇厚淤泥层容易坍塌,护壁困难,难于成桩;喷锚网支护对于地下水侧向补给丰富地段无法止水且施工困难,前者从经济角度考虑也较贵。因此重新考虑其他方案,采用钻孔桩和地下连续墙方案虽然技术可行,但工艺复杂造价太贵,对于临近珠江边的基坑支护工程,技术重点和难点首先应该是止水问题,止水成功与否还影响到基坑能否顺利大开挖以及后续工程桩和地下室的施工,经过技术、经济分析,综合地层因素,决定采用水泥浆液搅拌桩重力式幕墙,既可起到很好的止水作用,又能兼作挡土作用,同时为了保证基坑的整体稳定性和刚度,拟加预应力锚杆连成腰梁及加钻孔小桩(树根桩),组成综合基坑支护体系,参见平面布置图 1。

说明:

(1)本基坑拟采用四排水泥浆液搅拌桩幕墙加预应力锚杆及在幕墙内侧加钢筋混凝土桩的基坑支护体系;

(2)搅拌桩桩径  $\Phi 550$  mm,桩心距 400 mm,桩墙须进入硬塑土层,桩长约 6 m ~ 8 m;

(3)预应力锚杆上、下各布置一排,锚杆孔水平间距为 3 m,第一、第二排锚杆长度分别约为 18 m 和 8 m,沿基坑周边设置两道 300 mm × 400 mm 围檩,锚杆自由段不宜小于 5 m,锚杆设计抗拔力为不小于 300 kN;

(4)搅拌桩端未达到基坑底部(即吊脚桩)地段,可适当调整两排预应力锚杆垂直位置,并在搅拌桩端以下部分作适当放坡,及把搅拌桩幕墙内侧的钻

[收稿日期]2000-04-10 [修定日期]2000-05-08 [责任编辑]王梅

孔小桩调整为  $\phi 500 @ 800$ ,必要时采用挂网喷砼及 加土钉锚杆;

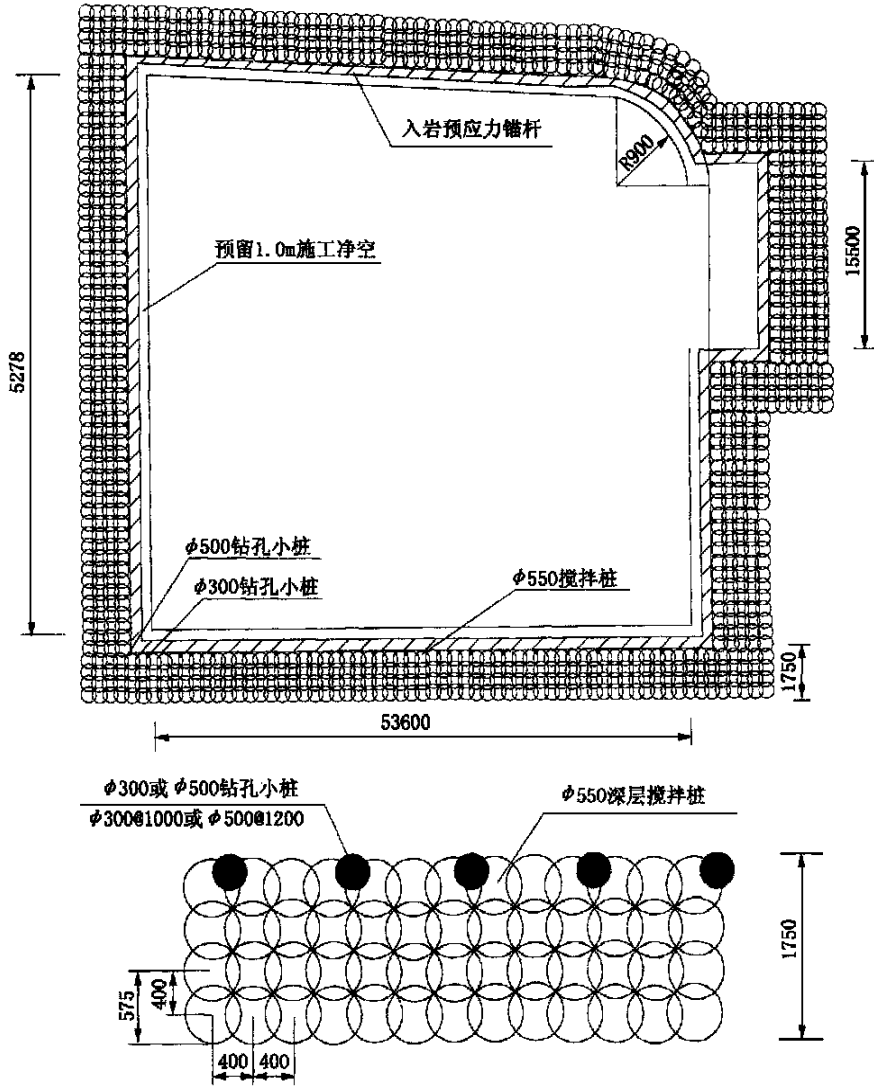


图 1 基坑支护平面布置示意图

(5) 在基坑西边搅拌桩幕墙内侧设置  $\phi 500 @ 1200$  的钻孔小桩,在基坑东、南、北三边的搅拌桩内侧设置  $\phi 300 @ 1000$  钻孔小桩,砼标号为 C20,桩端要求进入中风化岩的深度不小于 1.0 m;

(6) 搅拌桩固结体 90 天强度不小于 1 MPa;

(7) 搅拌桩施工完满 1 个月开始挖基坑土方;

(8) 基坑变形宜控制在地面最大沉降  $\leq 35$  mm,幕墙最大水平位移  $\leq 50$  mm;

(9) 施工时基坑顶部 5.0 m 范围内不得人为加载,基坑土方开挖时,出口处搅拌桩桩顶可采用铺盖钢板等保护措施,避免压坏搅拌桩;

(10) 其它按有关规范、规程执行。

#### 4 方案设计分析及验算

依据《建筑地基处理技术规范》(JGJ79—91)规

定,搅拌桩采用壁状加固用于地下临时挡土结构时,可按重力式挡土墙设计,而锚杆在整个体系中的作用可看做一种“固定荷载支点”,钻孔小桩(树根桩)主要是加强挡土墙刚度及整体稳定性。

##### 4.1 利用力系平衡条件求出锚杆的抗拔力 $T_1$ 、 $T_2$

确定计算简图 2。图中： $T_1$ —第一排锚杆拉力的水平分力，kN； $T_2$ —第二排锚杆拉力的水平分力，kN； $W$ —搅拌桩幕墙自重，kN； $q$ —地面超载，kPa； $E_a$ —主动土压力，kPa； $E_p$ —被动土压力，kPa。

经计算得： $T_1 = 300$  kN， $T_2 = 300$  kN。

##### 4.2 验算支护结构稳定性

###### 4.2.1 按重力墙验算墙体绕前趾抗倾覆安全系数

$$F_q = M_R / M_C = 2.31 > 1.5 \text{ (安全)}$$

式中： $M_R$ —抗倾覆力矩，kN·m； $M_C$ —倾覆力

矩, kN·m。

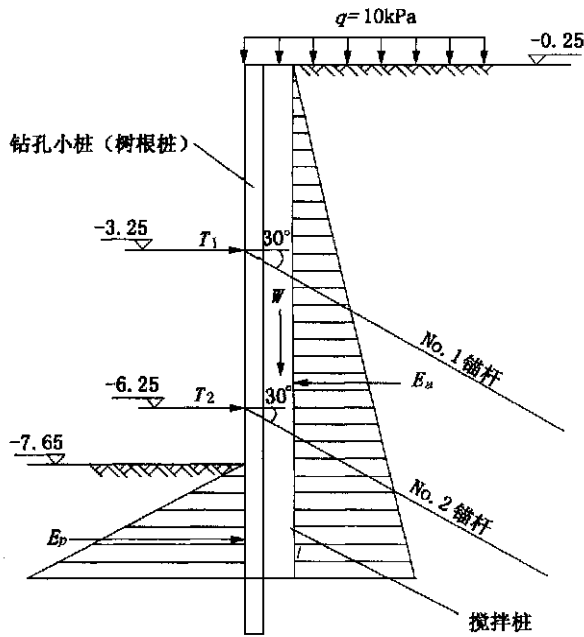


图2 基坑支护结构计算简图

#### 4.2.2 按重力验算墙体沿底面抗滑动稳定安全系数

$$F_s = \frac{(W \tan \phi_0 + C_0 \cdot B)}{(E_a - E_p)} = 1.93 > 1.3 \text{ (安全)}$$

式中： $\phi_0$ —墙底土层的内摩擦角，(°)； $C_0$ —墙底土层的粘聚力，kPa； $W$ —搅拌桩幕墙自重，kN； $B$ —墙体宽度，m； $E_a$ 、 $E_p$ 同前。

#### 4.2.3 墙体应力验算

(1) 墙体所验算截面处的法向应力  $\sigma$  (kPa)

$$\sigma = \frac{W_1}{B} = 145 < \frac{q_u}{F_s} = 667 \text{ (安全)}$$

(2) 墙体所验算截面处的剪切应力  $\tau$  (kPa)

$$\tau = \frac{E_n - W_1 \tan \phi}{B} = 115 < \frac{\alpha \tan \phi + C}{F_s} = 168 \text{ (安全)}$$

式中： $E_n$ —所验算截面上部的土压力值，kPa； $W_1$ —所验算截面上部的墙重，kN； $q_u$ 、 $\phi$ 、 $C$ —加固土的抗压强度、内摩擦角和粘聚力，kPa、(°)、kPa； $\sigma$ —验算截面处的墙体平均法应力，kPa； $B$ —墙体宽度，m； $F_s$ —加固土强度的安全系数， $F_s \geq 1.5$ 。

#### 4.3 M、Q、U值

根据广东省水利水电科学研究所基坑支护工程软件进行模拟计算，求得该基坑支护结构的最后M、Q、U值，见图3。

#### 4.4 锚杆设计

锚杆极限抗拔力计算公式为：

$$T_u = \pi D L_e \tau$$

式中： $T_u$ —锚杆极限抗拔力，kN； $D$ —锚杆直径，mm； $L_e$ —锚杆有效锚固长度，m； $\tau$ —锚固段周边地层的抗剪强度，kPa。

本基坑设计锚杆抗拔力为不小于300 kN，锚杆孔径采用  $\phi 130$  mm，经计算要求锚杆进入中、微风化岩深度不小于6 m。

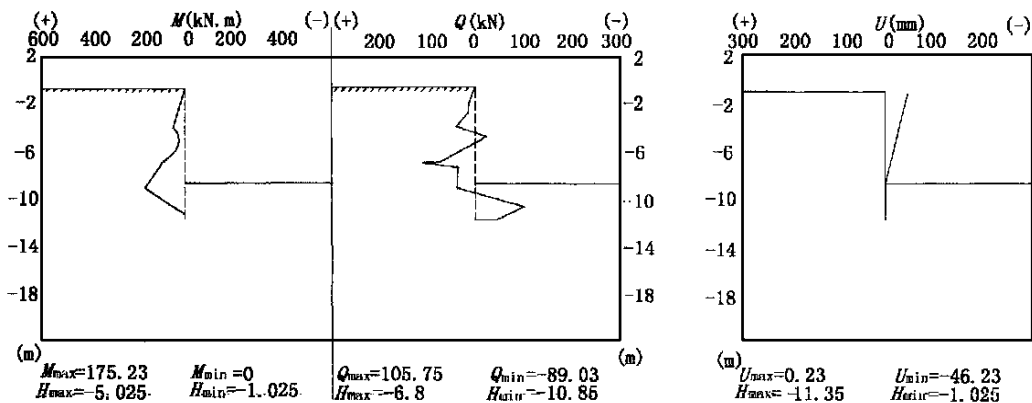


图3 M、Q、U值图

## 5 施工情况

1997年12月2日开始，1998年3月5日完工，基本满足了工期紧迫的要求，施工中严格各道工序质量关，尤其对搅拌桩的施工顺序及线路进行特别控制，打锚杆孔时采用跟管钻进以利尽快穿越淤泥

层，确保成锚质量。

## 6 检测情况

在基坑四周设置沉降及位移观测点，施工过程中和施工结束后一定时间内都进行观测和监控，基坑东、西、南三面的沉降及位移量始终都在规范允许

的范围之内,而基坑北面局部段旧河涌水影响需采用注浆加固外,都达到设计要求,基坑止水效果亦不错,保证了后续人工挖孔工程桩及地下室的顺利完成。

## 7 结论

实践证明,对于临近珠江边且淤泥层厚达6 m~10 m的基坑,采用重力式挡土墙加预应力锚杆及钻孔小桩(树根桩)支护体系,既可起到很好的止水效果,以基坑土方开挖非常有利,且对基坑整体稳定性亦较好,同时又有利于赶工期,节约投资,实现了较好的经济和社会效益。

### SUPPORTING SYSTEM FOR GRAVITY TYPE CURTAIN WALL IN FOUNDATION PIT WITH PRE-STRESS ANCHOR AND SMALL BORED PILE COMBINATION

GANG Zhan - zi

**Abstract:** The supporting system used in the foundation pit, which adopts gravity type curtain wall with pre-stress anchor, can save investment, guarantee time limit for a project and stop water easily.

**Key words:** gravity type curtain wall, pre-stress anchor, small bored pile (tree root pile), foundation pit support, observing, monitoring



第一作者简介:

甘展孜(1966年-),男。1988年毕业于中国地质大学,同年7月分配到广州市水文工程二大队工作,现任广东省地质工程公司第二分公司经理兼广东省地质工程公司副总工程师,主要从事地基与基础施工。

通讯地址:广州黄石花园 广东省地质工程公司 邮政编码:510425

### 《世界有色金属》2001年征订通知

《世界有色金属》(月刊)是经国家科学技术部、新闻出版署批准的国内外公开发行人物。是有色金属工业领域中惟一的技术经济综合性刊物,内容广泛、信息量大,可读性强。主要报导有色金属工业各领域的新技术、新工艺、新设备、新产品;报道有色金属产品在相关领域的应用动向、供需形势、市场行情分析、价格定向预测等;报道国内外发展有色金属工业的政策措施、经营管理经验、产业结构调整、企业制度建设以及有色金属的资源开发、环境保护、能源利用等。适合各级领导干部、经营管理人员、科技工作者和广大职工阅读。

《世界有色金属》坚持为发展有色金属工业服务的办刊宗旨,为有色金属企事业单位参与市场竞争提供全方位的信息咨询服务,同时为企业适应社会主义市场经济的发展提供指导性信息。被誉为“经营管理人员的参谋,科技工作者的耳目,读者的良师益友”。具有良好的实用价值,受到企业欢迎。

《世界有色金属》(月刊)为大16开国际标准版本,每期48~52页,四封彩色精印,一年14期(12期正刊,2期增刊或专刊)。全年订费140元。

《世界有色金属》由中国有色金属工业信息中心主办,国内外公开发行人物,国际标准刊号ISSN 1002-5065,国内统一刊号CN 11-2472/TF;广告许可证号:京西工商广字0222号。本刊竭诚欢迎广大用户订购,并欢迎刊登彩色、黑白照片或文字广告,价格优惠。

订阅办法:

1.本刊自办发行,请用户向编辑部订阅,详细填写“《世界有色金属》2001年订单”,将订单第二、三联及邮寄标签随同银行信汇单寄《世界有色金属》编辑部。

2.银行信汇:收款单位(银行户名):有色金属技术经济研究院;开户银行:工商银行北京新街口分理处;账号:032009-36;用途:订《世界有色金属》费。

3.邮局汇款:请寄“北京市西直门内大街西章胡同9号《世界有色金属》编辑部(邮政编码:100035)”,请注明订阅杂志名称和汇款人电话。

4.联系人:佟丽中 郭霓 徐莲芳

电话:(010)62229285,62229159,62229162 传真:(010)62242536