

南投大厦基坑支护止水工程的施工

王振福

历东升

(陕西地勘局工勘处 西安 710054)

(珠海房产公司)

摘要 深基坑支护、止水工程在高层建筑中经常遇到,结合南投大厦基坑支护、止水工程施工实践,论述了本深基坑支护、止水方案的选定及施工设备、施工技术、施工质量控制措施等问题。

关键词 基坑支护 止水工程 施工

1 前言

受广东省南海市南投房地产开发公司的委托,陕西地质工程总公司珠海公司1995年9月承担了南海市南投大厦深基坑支护、止水工程的设计施工任务,经过近四个月的施工,按期完成了施工任务。该基坑支护、止水工程结构合理,各项工序施工技术质量指标符合设计及有关规范、规定的要求,使用结果表明基坑支护、止水效果良好。本文主要介绍该基坑支护、止水工程的施工方法。

2 工程概况

2.1 场地工程地质及水文地质情况

南投大厦工程地处珠江三角洲平原,与本工程施工有关的地层情况从上至下分布见表1:场区水文地质简况为:场地地下水位埋深在地表以下0.5—1.40 m之间,含水层位有三层:①淤泥质细砂含水层,属孔隙潜水,主要为大气降水补给,水量有限;②中粗砂、中细砂含水层,属孔隙水,水量较丰富,具微压,是本场地的主要含水层,该层渗透性良好,是本工程的主要止水层位;③石灰岩层含水层,属基岩裂隙潜水,水量不大,但具有压力。隔水层主要为粉质粘土层,次为淤泥质粘土层。

2.2 大厦工程概况

南投大厦位于南海市桂城南海大道西侧东方商业城与农业银行(惠雅商场)之间,西邻居民住宅楼,南北长48 m,东西宽33.5 m,面积1608 m²,场地分布如图1所示。南投大厦

收稿日期:1998-04-03

王振福,男,1961年生,1986年毕业于成都地质学院控矿工程系,工程师,曾在《控矿工程》、《陕西地质》等刊物发表文章数篇。

表1 地层情况描述

Tab. 1 The table of stratigraphic describing

层序	层名	埋深 (m)	厚度 (m)	描述
1	素填土	地表见	0.7~1.5	红土堆填, 含少量碎石和砂, 固结度较差。
2	淤泥质粘土 粉质粘土	0.7~1.5	1.0~2.3	以淤泥质粘土为主, 软塑, 高压缩性软土。
3	淤泥质细砂	2.0~3.4	1.0~2.3	湿, 稍密。
4	淤泥质粘土	2.8~4.9	2.5~6.8	软塑, 高压缩性软土。
5	中粗砂	6.7~10.0	3.0	湿, 密实。
6	中细砂	9.7~13.4	3.7~7.5	湿, 密实。
7	粉质粘土	15.0~17.7	5.0~40.0	稍湿, 硬塑, 低压缩性坚硬土层。
8	石灰岩	20.7~61.7	—	高强度硬质岩石。

为裙楼形式, 地面以上主楼高19层, 周边裙楼高6层, 属高层建筑。设两层地下室, 基坑开挖深度为8.8—9.4 m, 局部挖至10 m左右, 属深基坑类型。

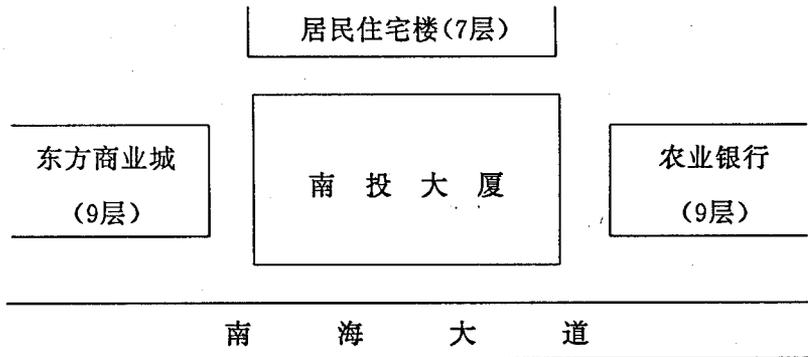


图1 场地分布示意图

Fig. 1 The diagram of the distribution for the construction field.

3 基坑支护止水方案

南投大厦东邻南海市桂城的主要交通干道南海大道, 西邻7层高的住宅楼, 南北相邻两座9层高的商业楼, 且基坑开挖深度大, 地基土层在15 m以上为软弱土层, 基坑底面正好处在场地主要含水层(第二层水)上部, 因此, 本工程基坑开挖前必须作好有效的支护、止水工程, 以保证基坑的顺利开挖、地下室的安全施工和周边建(构)筑物的安全及正常使用。

根据上述场地情况, 本大厦的基坑支护、止水工程结构选为桩梁、桩锚混合式支护形式和桩墙止水形式:

支护结构为: 以桩径 $\Phi=1000\text{mm}$, 桩间距1150—1250mm的钢筋混凝土钻孔灌注桩挡

土，北、西、南三条边中部（距顶角 10 m 以外区段）钻孔灌注桩作拱形排列，东边因场地条件所限作直线排列，并配以钢筋混凝土顶梁、腰圈梁将其连为一个整体；四角 10 m 范围内的顶梁、腰圈梁分别设内、外两条钢筋混凝土角支撑梁，东边中段（两外角支撑梁之间）腰圈梁配以预应力锚杆拉扯；同时，根据各区段支挡工程受力大小的不同，再配以不同的桩长作调整；支挡桩底端均进入坚硬土层（粉质粘土层）一定深度。

止水结构为：在支挡结构的基础上，采用单管高压旋喷桩填补钻孔灌注桩间隙，桩端底穿透主要含水层进入隔水层（粉质粘土层），与钻孔灌注桩一起共同构成桩墙闭合帷幕切断基坑内、外含水层的水力联系，达到基坑止水的目的。

基坑支护、止水工程结构平面布置图如图 2。

4 主要工作量及主要施工设备

本基坑支护和止水工程施工主要包括钻孔灌注桩施工、单管高压旋喷桩施工、预应力锚杆施工和顶圈梁、腰圈梁施工等，各项工程主要工作量如下：

钻孔灌注桩：桩径 $\Phi=1\text{m}$ ，单桩长 17m 和 19m 的各 59 条；单桩长 18m 和 18.5m 的各 14 条。

高压旋喷桩：桩径 $\Phi=500\text{mm}$ ，单桩长 17m，146 条。

预应力锚杆：孔径 $\Phi=150\text{mm}$ ，单根长 26m，26 条。

顶圈梁：长 \times 宽 \times 高=182.5m \times 1m \times 0.6m。

上内角支撑：长 \times 宽 \times 高=7m \times 0.6m \times 0.6m，4 条。

上外角支撑：长 \times 宽 \times 高=14m \times 0.6m \times 0.8m，4 条。

腰圈梁：长 \times 宽 \times 高=178m \times 0.6m \times 1m。

下内角支撑：长 \times 宽 \times 高=6m \times 1m \times 1m，4 条。

下外角支撑：长 \times 宽 \times 高=13m \times 1m \times 1m，4 条。

各项工程用主要施工设备如下：

钻孔灌注桩：桩基钻机	GPS-15.GQ-12	4 台套；
泥浆泵	3PN	4 台
砼搅拌机	J-350	2 台
吊车	8 t. 12 t	2 辆
高压旋喷桩：旋喷钻机	DPP-7	1 台套
高压注浆泵	XT-35	1 台
搅拌机	L-250	2 台
预应力锚杆：锚杆钻机	YM-160	1 台
高压注浆泵	25NS	1 台
搅拌机	0.8 m ³	1 台
千斤顶	YCW100	2 台

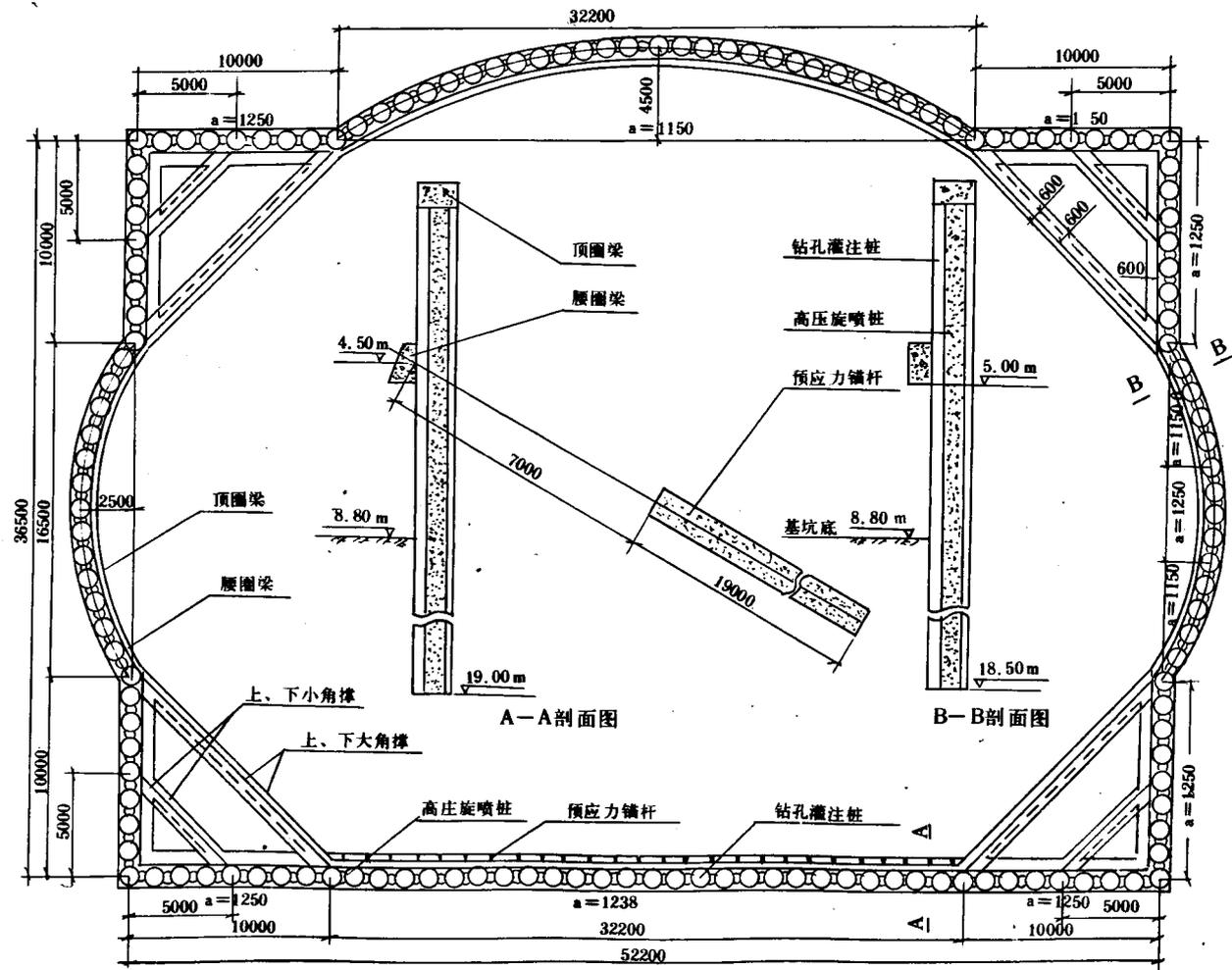


图 2 工程结构平面布置图

Fig. 2 The map of the plane arrangement engineering structure.

5 施工技术

5.1 工程总体施工顺序

钻孔灌注桩施工→高压旋喷桩施工→顶圈梁及上角支撑施工→挖土→预应力锚杆施工+腰圈梁及下角支撑施工→挖土

5.2 钻孔灌注桩施工

① 施工工艺流程

放线布孔→安放护筒→钻机就位→成孔+制作钢筋笼→一次清孔→吊放钢筋笼→下导管+二次清孔→测孔深及沉渣→配制砼→灌注砼→拨管→移机至下一个孔位。

② 钻孔灌注桩间距 1150—1250 mm, 护筒埋设采用人工挖孔, 绷绳十字法定位, 护筒外围用粘土分层回填夯实, 上部固定。成孔采用 GPS-15、GQ-12 桩基钻机配合 3 PN 泵正循环钻进, 自然造浆泥浆护孔, 泥浆比重 1.2—1.4。钻头选用三翼单腰带合金钻头, 钻压 8—16 KN, 转速 13—23 rpm, 泵量 150—180 m³/h。

③ 钢筋笼按设计图纸

(见图 3) 和规范要求加工, 主筋与主筋采用单面满焊搭接, 主筋与箍筋、主筋与绕筋采用点焊固定。钢筋笼采用分节制作, 长节长 12m, 短节长 5—7 m。钢筋笼采用吊车吊放, 孔口焊接, 下放到位后使用悬挂器将钢筋笼固定于孔口中心。钢筋笼吊放入孔时, 每隔 5 m 在钢筋笼外围对称挂接两个半圆形、厚 30 mm 的水泥保护块, 出露钢筋笼 30 mm。

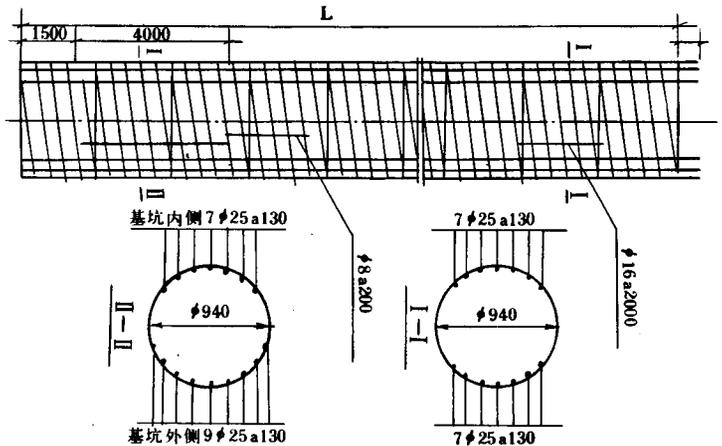


图 3 钢筋笼设计图

Fig. 3 The map of the design on reinforcing enveloping.

④ 砼强度 C25, 水泥选用普硅 425#, 细骨料选用中砂

(河砂), 粗骨料选用粒径 10—30 mm 的碎石, 采用 J-350 砼搅拌机现场拌制, 配合比为水泥: 砂子: 石子: 水=1: 1.47: 2.22: 0.48, 坍落度 18—22cm。

水下灌注砼采用孔内安放导管、吊车吊运料斗的方法灌注。导管直径 $\Phi=300$ mm, 导管下放至离孔底 30 cm。灌注前先在导管内安设一砂袋隔水塞, 再按配比为水泥: 水: 砂=1: 0.5: 1.5 配制 0.5 m³ 的水泥砂浆和 1.5 m³ 初灌用砼一起倒入初灌斗完成初灌工作, 然后转入正常灌注完成全桩灌注工作。

5.3 高压旋喷桩施工

① 施工工艺流程

放线布孔→钻机就位→喷水下沉成孔→制备水泥浆→喷浆上提成桩→钻机移位至下一个

孔位→补浆。

② 高压旋喷桩处在两钻孔灌注桩之间，轴线沿钻孔灌注桩轴线外移 10 cm，桩间距同钻孔灌注桩间距（两种桩配合如图 4）。钻机选用 DPP-7 型旋喷钻机，泵为 XT-35 型高压注浆泵，喷射头选用对称双喷嘴 $\Phi=2$ mm 的喷头。

钻进成孔过程，喷射清水，泵压 15—17 MPa，回转速度 28rpm，下沉速度为 20cm/min；提升成桩过程，喷射水泥浆，泵压 11—12 MPa，提升速度为 20cm/min，回转速度为 28rpm。成桩 12 h 后给桩头补浆一次。

喷浆用水泥选用普硅 425#，水泥浆水灰比为 1，用 L-250 型搅拌机拌制。

5.4 预应力锚杆施工

① 施工工艺流程

放线布孔→钻机就位→成孔→制作锚拉杆→下放锚拉杆→注浆→二次注浆→焊接锚拉钢板→张拉锁定。

② 锚杆间距 1138 mm，处在两钻孔灌注桩之间，距地表 4.5 m。成孔选用 YM-160 型履带式锚杆成孔机成孔，孔径 $\Phi 150$ mm，孔深 26 m，钻孔倾角 25°，孔深至设计深度后继续开泵冲孔一定时间。

③ 锚拉杆用 4 条 $\Phi 15.2$ mm 的钢绞线制作，中部放两根注浆管，长度 26 m。锚拉杆每隔 2 m 加一个分线盘，分线盘直径 $\Phi=60$ mm，4 条钢绞线均匀绑扎在分线盘外侧四周，注浆管分开绑扎在分线盘内侧，注浆管上均匀开有直径为 5 mm 的出浆孔，孔外用透明胶布覆盖。分线盘外侧焊有 4 个用 $\Phi 6$ mm 钢筋制成的支撑架，外径 120 mm。锚拉杆用人工放入孔内，下锚拉杆时头部带有一下锚具。锚杆结构示意图见图 5。

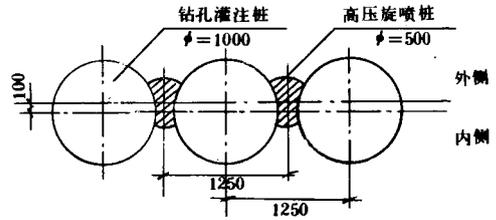


图 4 钻灌桩与高喷桩配合图
Fig. 4 The sketch map of drilling-grouting piles corresponded with high guniting piles

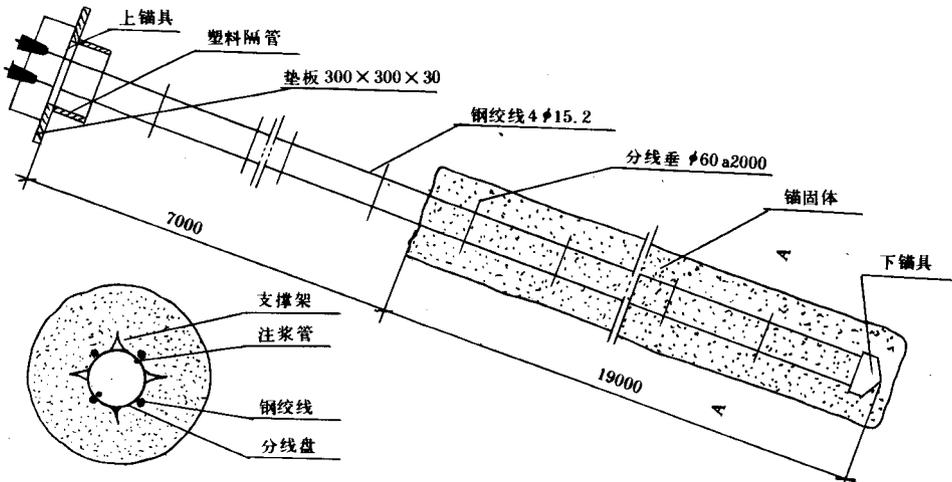


图 5 锚杆结构示意图

Fig. 5 The sketch map of rock bolting structure.

④ 注浆用水泥选用普硅 425 #，水泥浆水灰比 0.45，用自制的 0.8 m^3 搅拌机搅拌。注浆泵为 25 NS 高压注浆泵，第一次注浆压力为 1 MPa，第一次注浆结束后拔出第一根注浆管。间隔 20 h 后第二次注浆，注浆压力 1.5 MPa。

⑤ 制作锚拉腰圈梁钢筋骨架，焊接锚拉钢板，支模浇筑砼，候凝 7 天后，安放上锚具，用 YCW100 型千斤顶张拉锚拉杆，预应力张拉至 400 KN，锁定锚拉杆，锁定力为 350 KN。

5.5 圈梁及角支撑施工

顶圈梁及上角支撑施工。钻孔灌注桩及高压旋喷桩施工完毕后，在基坑周边钻孔灌注桩内侧 3 m 范围内挖土至自然地面以下 1.5 m，用风镐将钻孔灌注桩顶端浮浆砼打掉，露出钢筋笼主筋 0.5 m，然后按设计图纸配扎钢筋骨架、支模、灌砼，浇筑顶圈梁和上角撑。顶圈梁、上角撑与钻孔灌注桩采用插筋式搭接。

腰圈梁及下角支撑施工。挖土至自然地面以下 5 m 处，开始施工腰圈梁及下角支撑，除东边中段与锚杆锁头连接的圈梁呈直角梯形外，其余圈梁及角支撑为矩形。腰圈梁及下角支撑与支护桩采用插筋挂接。

与锚杆配合腰圈梁配筋图见图 6。

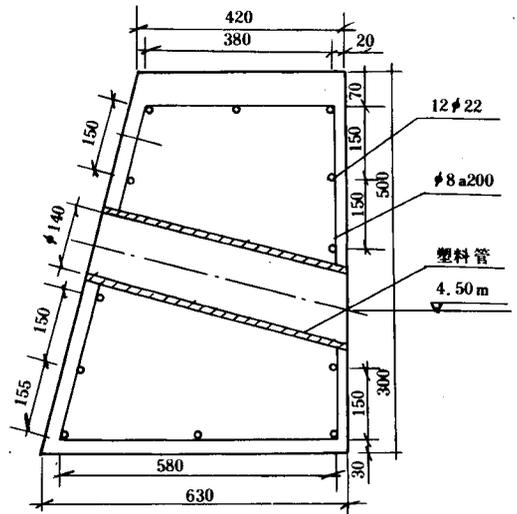


图 6 与锚杆配合腰圈梁配筋图

Fig. 6 The sketch map of waist-circle beam for reinforcing.

6 质量控制措施

加强管理，严把质量关，严格按设计图纸和技术要求施工。施工前成立了质量管理小组和技术组，在技术负责的领导下，由技术人员跟班作业，并积极开展全员参与质量管理的活动。坚决做到不合格的材料不用，不合要求的工序不放过关，在施工组织和施工过程中做到精心设计、认真组织、细致施工。

6.1 钻孔灌注桩质量控制措施

① 护筒的埋设保证中心与桩中心偏差小于 20mm 且要垂直，护筒外围一定要用粘土分层夯实；钻机的安装做到平稳牢固，三点（天车、转盘、桩位中心）一线；开孔时轻压慢转，同时向孔内回填黄泥，钻进过程控制泥浆比重，成孔保证孔位、孔径、孔深、垂直度的偏差在技术要求范围之内。

② 钢筋笼制作时尺寸（间距、笼径、笼长、主筋弯曲度、笼弯曲度）的偏差在技术要求范围之内，保证主筋与箍筋和绕筋焊接的牢固性，制好的钢筋笼要放在平直的地面上。孔口焊接时，上下主筋对正、轴线一致，搭接、焊接长度符合要求，吊放钢筋笼入孔时，一定要

在钢筋笼外围加挂水泥保护块。

③ 混凝土严格按配合比拌制,并及时根据砂石料含水情况加以调整,投料顺序为石子→水泥→砂子,当料进入搅拌筒时加入水,搅拌时间在90 s以上。灌注前一定要进行二次冲孔,保证孔底沉渣厚度小于20 cm;配足初灌用水泥砂浆和砂,保证初灌导管埋深大于1 m;正常灌注过程保证灌注的连续性,导管埋深控制在2—6 m;接近桩顶时,保证导管漏斗高度高出孔口水位2 m以上,灌注砼面高出设计砼面50 cm。

6.2 旋喷桩质量控制措施

孔位一定要放准,钻机安装要平稳牢固、对中。钻进成孔和上升成桩过程要严格控制给进、上提速度和转速,保证泵压和水泥浆的水灰比,孔深一定要钻到设计深度,12 h后要给桩头回灌补浆。

6.3 锚杆施工质量控制措施

钻机成孔前保证钻进倾角为设计的角度,必须钻进到设计深度,深度到位后要进行冲孔。锚拉杆制作时一定要按要求加放分线盘和在分线盘上焊接支撑架,锚拉杆必须下到孔底位置。控制水灰比和保证两次的注浆压力及预拉张力满足设计的要求。

6.4 圈梁及角撑质量控制措施

顶、腰圈梁及上、下角支撑的钢筋网配筋严格按设计图纸制作,模板牢固,浇筑砼一定要捣实,与支护桩的连接牢靠。

7 质量述评

通过基坑开挖后的观察,钻孔灌注桩和高压旋喷桩桩位基本准确,垂直度好,形态规则,无断、裂现象;高压旋喷桩与钻孔灌注桩闭合程度好,无明显漏水现象。锚杆位置准确,长度和倾角满足设计要求,实际抽检的抗拔力达730 kN,位移小于允许变形量。圈梁及角撑规格符合设计要求,无断裂现象,与钻孔灌注桩结合紧密、牢固,达到了将支护桩连为一个整体,加强支护的目的。

8 结语

8.1 使用结果表明,该基坑支护、止水工程的结构合理,施工技术、质量满足要求,对基坑的支护、止水效果良好。

8.2 作好基坑外侧地表水的排放和防渗设施,减少地表水对基坑支护体系的影响。减少基坑外侧5 m范围的附加荷载,附加荷载不得大于1.5 t/m²。

8.3 加快地下室工程的施工进度,作好基坑支护工程使用期间的监测工作,发现不安全苗头及时采取措施进行处理。

参 考 文 献

- 1 赵志缙、赵帆. 高层建筑工程施工 (第二版). 中国建筑工业出版社, 1995. 12
- 2 林宗元主编. 岩土工程治理手册. 辽宁科学技术出版社, 1993. 9
- 3 段新胜、顾湘. 桩基工程. 中国地质大学出版社, 1995. 6

CONSTRUCTION OF THE PIT STRUTTING AT THE BASE AND PREVENTING LEAKING WATER ENGINEERING IN NANTOU BUILDING

Wang Zhenfu

(The Engineering Exploration Department, Shaanxi Bureau of Geological Exploration, Xi'an 710054)

Li Dongsheng

(Zhuhai company of House Property, Zhuhai 519000)

ABSTRACT

The engineering of the deep basic pit strutting and preventing leaking water is often applied in the high-floor building. By the construction practice of basic bit strutting and preventing leaking water in Nantou large mansion, many problems, such as the selected project of the pit strutting at the base and preventing leaking water, facilities, technics and construction quality-control, are described in this paper.

Key words bit strutting at the base, preventing leaking water engineering, construction