

广州伊顿十八高层商住区基坑支护施工技术

邓广庆

(广州市地质调查院,广东广州510440)

摘要 概述了广州伊顿十八高层商住区基坑工程多种支护结构形式的设计和出现问题后的处理措施,对支护结构的施工过程和施工技术措施作了较详细的介绍。

关键词 基坑支护;挖孔桩;钢管桩;预应力锚索;土锚;土钉墙

中图分类号 :TU473.2 **文献标识码** :B **文章编号** :1672-7428(2006)05-0008-04

1 工程概况

伊顿十八高层商住区位于广州市天河龙口西路东侧。西面紧靠龙口西路,与3座大厦隔路相邻;北面为30层以上的建筑群;东面为排污渠箱、9层以下多层住宅楼;南面是安装公司车队和2层大型农贸市场及高层建筑。拟建项目为裙楼连体4幢32层商住房,楼高约100 m,共设2层地下室。工程总用地面积15357 m²,基坑占地面积约8200 m²,周长约420 m,开挖深度为8.50 m,坑底标高+0.50 m。基坑西边距龙口西路只有1~3 m,龙口西路为双向两车道交通繁忙的马路,马路两边管线众多。

2 工程地质与水文地质概况

2.1 地层情况

根据岩土工程勘察报告,地层自上而下分别为:

- ①人工填土,主要为砖渣、混凝土碎块,松散,厚1.6~3.6 m,平均厚2.4 m;
- ②粉质粘土、粘土、淤泥质土,灰白~深灰色,软塑~流塑,厚0.5~2.7 m,平均厚1.2 m;
- ③粉砂、细砂,浅灰~灰黑色,松散,顶板埋深2.5~5.5 m,厚0.4~1.2 m,平均厚0.6 m;
- ④残积粉质粘土,棕红~棕褐色,可塑~坚硬,个别软塑,顶板埋深2.2~6.2 m,厚2~5.8 m,平均厚5.0 m;
- ⑤沉积基岩层,强风化~微风化泥质粉砂岩、砾岩,顶板埋深6.1~14.0 m。

2.2 地下水情况

地下水由第四系孔隙水及基岩裂隙水组成,第四系砂层孔隙水较为丰富,基岩裂隙含水量不均匀,局部富水性较好。地下水属微承压水,补给来源主

要为大气降水,次为河涌侧向迳流补给。勘察期间稳定水位埋深为1.5~2.5 m。

3 基坑支护设计概况

本基坑采用多支护结构,分区分段选用不同的结构形式。西边、西南角、东边采用挖孔桩与预应力锚索支护结构,南边西段和东段采用钢管桩与预应力锚索加普通锚杆支护结构,北边、南边中段采用喷锚支护结构。

3.1 锚杆式排桩支护结构

3.1.1 人工挖孔桩与预应力锚索支护结构

人工挖孔桩桩径1200 mm,桩长9.3~12.5 m,桩中心距1.5 m,桩身砼C25,通长钢筋笼,主筋基坑背一侧9Ø22,基坑一侧8Ø22,桩顶标高+7.5 m,留1.0 m土层自然放坡,表面喷砼,桩顶腰梁高×宽=500 mm×1200 mm,腰梁砼C20,在+6.00 m处设一排预应力锚索,采用一桩一锚(基坑西边)和二桩一锚(其他地方)设置,锚索孔位在桩与桩之间,孔中心距1.5 m,孔径130 mm,倾角15°,锚杆体采用3根7Ø5高强钢绞线,高压注浆,注浆材料为水灰比0.4~0.6的纯水泥浆,固结强度>15 MPa。

3.1.2 钢管桩与预应力锚索+喷锚支护结构

钢管桩采用DgØ108×3.5 mm,桩长12 m(土层),横向间距0.5 m,注入水灰比为0.4~0.6的纯水泥浆,注浆压力为0.3~0.5 MPa,固结强度>10 MPa,桩顶做冠梁,在+6.00 m处设一排预应力锚索,水平间距1.5 m;往下每1.5 m设一排普通锚杆,共设3排,锚杆孔径130 mm,杆体采用Ø25 mm钢筋,全长压力注浆,网筋Ø8@200×200,加强筋Ø16 mm,横向2条纵向1条,然后喷射C20细石砼

收稿日期 2005-12-28

作者简介:邓广庆(1948-),男(汉族),广东罗定人,广州市地质调查院工程师,钻探专业,从事地质工程、岩土工程施工技术和管理工
作者单位:广东省广州市白云区嘉禾园坛岭路200号,13710113768, dgg_1@sina.com。

厚 100 mm 护面。

3.2 喷锚支护结构

喷锚支护结构由原设计和加固设计组成。在南边中段土钉墙的施工中,遇到狂风暴雨的天气,局部坡顶土体滑移坍塌,经过认真研究论证,决定在原设计方案基础上对支护方案进行调整、加固。

3.2.1 土钉墙支护结构(原设计方案)

支护分 3 级进行,第一级垂直高度为 1.0 m,自然放坡,表面喷砼;第二级垂直高度为 2.5 m,放坡坡度为 1:0.75,设 2 排土钉;第三级垂直高度为 5.0 m,放坡坡度为 1:0.5,设 3 排土钉,土钉长 3~4 m。土钉采用 $\varnothing 48$ mm 钢管直接打入土层注浆,注浆压力 0.8 MPa,保压 10 min。

坡面挂 $\varnothing 6@300 \times 300$ 钢筋网,沿土钉的纵、横向各布 2 $\varnothing 16$ 加强钢筋与土钉满焊接,喷射厚度为 100 mm 的砼,砼强度等级 C20。

3.2.2 普通喷锚支护结构(加固设计)

南边中段土钉墙滑移事故是在北边土钉墙已完成 70% 工作量的情况下发生的,事故发生后,回过头来检查北边土钉墙的安全情况,虽然能够经受这次狂风暴雨的考验,没有出现大问题,但在坡顶和二级坡面有裂缝出现,水平位移偏大,而且差 2 m 未开挖到坑底。为了安全起见,对已完成和在养护期的土钉墙采取加固措施,加固后通过加强筋连接,局部挂网后加喷砼面,与原土钉墙连为一体。

(1)在二级与三级放坡过渡平台上按 2 m 间隔布置 Dg $\varnothing 140 \times (2 \sim 3$ mm)钢管桩,长度为 7~8 m,下部 4 m 范围加工成花管,底部开口成 V 字形,成孔直径为 168 mm,注入水灰比为 0.6 的纯水泥浆,注浆压力为 0.3~0.4 MPa。

(2)分别在二级坡面原两排土钉之间和三级坡面原土钉之间加设一排土钉,横向间隔 2 m,土钉采用 $\varnothing 25$ mm 螺纹钢筋,长 7~9 m,成孔直径为 130 mm,倾角 15° ,压力注浆成锚。

(3)未施工的土钉墙,把原设计方案中的土钉由钢管改用 $\varnothing 25$ mm 螺纹钢代替,长度调整为 9、8、6、4 m,压力注浆成锚,网筋由原设计的 $\varnothing 6@300 \times 300$ 调整为 $\varnothing 8@200 \times 200$ 。

4 基坑支护施工

4.1 主要施工设备

(1)XY-100 型钻机 3 台、XY-300 型钻机 6 台及配套设备;

(2)BW50/150 型灌浆泵 3 台,抽水泵 8 台;

(3)PZ-5X 型喷射机 1 台;

(4)VY-75-12 型空压机 1 台;

(5)电焊机、切割机各 3 台;

(6)搅拌机 3 台;

(7)YCW-150 型千斤顶 1 台,ZB4500 型油泵 1 台。

4.2 施工顺序

人工挖孔桩→钢管桩→锚索(锚杆)→土钉墙→加固施工→基坑开挖。

4.2.1 人工挖孔桩施工

(1)挖孔桩采用间隔 2 根桩跳挖。开孔前,复查桩位并在桩位外设置定位龙门桩。

(2)第一节护壁并圈的中心必须在设计轴线中心上,以后每节护壁同心,以保证其整体性和垂直度。浇注护壁砼前,注意清除桩间残留余土。

(3)在砂层较厚、地下水较丰富的层位,施工 $\varnothing 150$ mm 压密注浆孔,注入水灰比为 0.5~0.7 的纯水泥浆,浆液掺入适量早凝剂,注浆压力 > 0.8 MPa,以达到固结桩周土层效果,防止出现漏水、涌砂和塌孔,保障施工的顺利进行与施工安全质量。

(4)嵌岩桩终孔时孔底取岩样鉴定并保存,确保入岩深度。

(5)吊装钢筋笼过程中防止变形,注意保护层质量。

(6)浇注桩身砼前,清理干净护壁、孔底残渣,使用溜槽或串筒浇注桩身砼,防止离析,并分层浇捣,一次性完成。

4.2.2 钢管桩施工

针对基坑南边紧挨地下大水槽箱边没有足够位置挖桩的实际情况采用钢管桩,对钢管桩的定位、垂直度、质量要求高。钢管桩成孔采用 XY-300 型地质钻机泥浆护壁钻进成孔,采用 BW-150 型泥浆泵洗孔和注浆。

(1)由测量人员用经纬仪定位,经现场施工人员复核并打入短钢筋作标记。

(2)钻机开工前必须经现场质安员检查钻机摆放水平、立轴垂直度。

(3)在土层钻进采用泥浆循环排渣,进入中、微风化岩层换用硬质合金或金刚石钻头取心钻进成孔。施工过程中应小心钻进,通过调整压力、转速,确保钻孔垂直度。

(4)终孔后洗孔,采用 6 in($\varnothing 152.4$ mm)镀锌水管放至离孔底约 30 cm,管口用同径短接锁接密封,预留返水口,冲洗至返清水后封堵返水口,继续清洗

管外泥浆,直到返清水。

(5)洗孔结束后,即下入加工合格的钢管,钢管每隔2 m焊定位环,确保居中放置。利用原洗孔水管进行注浆,先将管内注满,封堵返浆口,对管外注浆直到孔口流出浆液浓度与配比一致后保持3 min结束注浆。

4.2.3 锚索(锚杆)施工

施工顺序:开挖土方→成孔→制锚、洗孔→锚杆安装→清孔→注浆(二次)→腰梁安制→张拉锁定(锚索)、挂网喷砼(普通锚杆)。

4.2.3.1 成孔

采用XY-300型地质钻机泥浆护壁钻进成孔,土层部分使用三翼硬质合金钻头,入岩后改用针状硬质合金钻头或金刚石钻头取心钻进。本工程孔深16.73~41.50 m,嵌入中、微风化岩2 m,土层按比例换算,换算比例为中微风化:强风化岩:残积土=1:4:6。

4.2.3.2 锚索(锚杆)制作

按《土层锚杆设计与施工规范》(CECS 22:90)的要求制作。锚索用钢卷尺量出5 m自由段,用塑料管包裹保护,并绑扎实,锚索间隔1.5 m设一支架以固定钢绞线和注浆管,注浆管放置于3根锚索中心,二次注浆管出浆孔及端头用胶带塑料布密封,保证一次注浆时的浆液不进入二次注浆管内。锚杆间隔2 m设一支架,以保证锚杆居中设置。

4.2.3.3 洗孔

成孔后,采用高压泵和空压机送水、气冲洗干净孔内残渣与孔壁泥皮,确保锚索(锚杆)的锚固力。

4.2.3.4 注浆

采取二次注浆法注浆。浆液用R425普通硅酸盐水泥搅拌成水灰比0.4~0.6的纯水泥浆,浆液应搅拌均匀,随搅随用,第一次注浆为常压注浆,孔口流出纯水泥浆时停止,待第一次注浆后8~10 h进行二次注浆,压力稳定在1.5~2 MPa,保压5 min。

4.2.3.5 锚索张拉锁定

张拉前应对张拉设备(千斤顶、油泵)标定。采用间隔1根锚索跳拉,本工程分5级张拉荷载,分别是75、150、225、300、330 kN。前3级持荷时间5 min,后2级持荷时间10 min,锁定荷载308.88 kN。

4.2.3.6 锚索(锚杆)施工技术措施

(1)土方开挖采用岛式开挖,挖至孔位下50 cm处,不要超挖,修设排水沟、集水井,合理设置泥浆系统。

(2)孔位用经纬仪、水准仪放线定位并作标记。

(3)由技术人员用罗盘测定钻机立轴倾角15°,钻进中根据实际土层选择合理钻进工艺和确定孔深、终孔。

(4)腰梁安制应在一条直线上,使其均匀受力,腰梁应与排桩柱面接触紧密。按图配筋,施工时用塑料管把锚索头套住,防止浇筑时浆液流入管内。锚头部位加一块200 mm×200 mm×10 mm的钢垫板,注意板面与锚杆轴线垂直。

(5)锚索与腰梁的砼体龄期到后才可张拉锁定。张拉锁定按设计、规范执行,要做好记录。应选适当锚索进行拉拔试验。锚具、限位板、钢垫板与千斤顶之间应接触紧密,注意使千斤顶与索体方向一致。张拉时现场人员严禁在索体正前方。

4.2.4 土钉墙施工

土钉墙施工顺序:土方开挖→修整坡面→打入钢管→注浆→挂钢筋网→喷射砼→砼面养护→开挖下一层土方(以后如此循环)。

(1)土方开挖前必须修好基坑周边的排水系统,按当时当地最大的水量设计截(排)水沟,去水坡度要够。

(2)采用岛式跳跃开挖土方,分段分层施工,施工员控制开挖坡度和深度,严禁超挖,留10 cm人工修整,修理去除不稳定土体,使开挖面平整、稳定。

(3)土钉(DgØ48)直接打入土层或用洛阳铲成孔,直接打入时要封闭钢管头和保护出浆孔眼,防止泥土堵塞而影响注浆效果,洛阳铲成孔的土钉要焊支架,支架距杆顶0.5 m开始,以后每隔1.5 m焊设一道,确保土钉置于孔中心位置。

(4)用注浆管由孔底开始注浆,孔口堵塞,压力在0.8~1 MPa,维持10 min,注意掌握不同土层的注浆量。

(5)用塑料花管埋入墙体作排泄水管,把土层内的水引流出来。

(6)钢筋网的绑扎、搭接长度,加强筋的焊接要符合设计规范要求,在喷射砼前必须垫好保护层(保护垫片预先用水泥制作),保证筋网离坡面2~3 cm。

(7)喷射混凝土配合比为水泥:砂:石子:水=1:1.92:2.88:0.57,掺3%SD速凝剂,骨料要干净,喷射枪保持与喷面垂直,距离应保持在0.6~0.8 m,由下向上喷射,拌和物随拌随喷,拌和均匀,并控制在1 h内用完。

(8)砼面应浇水养护,砼强度达到70%设计值后方可开挖下层土方。

4.2.5 加固施工

4.2.5.1 钢管(Ø140 mm)桩施工

加固钢管桩全部在过渡平台施工 ,平台只有 1 m 宽且临空作业 ,因此 ,需要搭设作业平台。采用扣件式钢管脚手架与加强钢管用锁扣联接 ,平台宽 3 m ,用 30 mm 厚木板铺面、固定。

施工工艺同 Ø108 mm 钢管桩(4.2.2 部分)。施工过程中根据地质条件变化 ,桩长和孔位作如下调整 :

(1)南边西段基岩面较浅 ,桩长改为 6.5 ~ 7.5 m ;

(2)根据位移监测资料 ,北边中部较两端位移大 ,因此 ,中部钢管桩调整为间隔 1.5 m 布孔 ,两边不变(设计为等距 2 m 布孔) ,共增加 3 根桩。

4.2.5.2 普通喷锚施工

土锚成孔 浅孔用洛阳铲 ,深孔用 XY - 100 型钻机钻进成孔 ,孔径 130 mm ,洗孔后注浆 ,注满后封堵孔口 ,压力补浆。

挂网喷砼 :Ø8@200×200 ,加强筋为 Ø16 mm ,横向 2 条(长) ,纵向 1 条(短) ,筋网成腰带状 ,喷射砼与原砼面连为一体。

南边中段原施工砼面已破坏部分 ,加固施工时打掉旧砼面后重新修坡挂网 ,喷射砼与原砼面连接为一体。

5 基坑监测

基坑监测是掌握基坑变形发展状况、实行动态设计和信息施工的直接依据之一 ,当出现异常情况时 ,能够及时发现 ,适时采取必要的措施加以保护和控制 ,保证基坑工程处于安全的状态。本基坑施工的初期监测工作做得不好 ,基坑南边中段出现土钉墙滑移事故后 ,吸取教训 ,改进了监测工作。认真按照《 建筑物变形测量规程 》(JGJ/T 8 - 97)的有关规定执行。

5.1 观测点

在基坑开挖影响范围外布设水准基点 3 个 ,在基坑周边、放坡平台、各种支护结构面设观测点共 55 个。

5.2 仪器及方法

沉降观测采用瑞士 NJ2 型水准仪 ,配合精密水准尺 ,环闭合法观测 ;位移观测采用 J₂ 型经纬仪视准基线法观测。观测遵守人员、仪器、线路三固定的原则。

5.3 观测时间

按二级基坑安全等级要求 ,施工期 1 ~ 2 天观测一次 ,当有异常情况时(包括天气变化) ,每天观测一次。

5.4 监测结果

基坑验收时 ,西边 19 号点位移最大为 6.0 mm ,平均位移量为 4.0 mm ,平均沉降量为 0.2 mm ,其余整体稳定 ,无明显沉降异常。

6 结语

(1)针对基坑支护提供岩土工程勘察报告是做好基坑支护设计和施工的重要条件。

(2)结合工程环境条件 ,因地制宜采用多种支护技术联合应用 ,能够保证基坑工程安全可靠 ,经济合理。

(3)在工程实践中 ,由于内外因素的原因 ,基坑滑移塌方事故时有发生 ,轻者经济损失延误工期 ,重者人员伤亡 ,因此 ,重视和及时做好对基坑支护系统和周围环境的严密监测 ,通过反馈的数据信息调整支护设计与施工工艺是基坑工程施工的重要环节。

参考文献 :

[1] DBJ/T 15 - 20 - 97 ,建筑基坑支护工程技术规程 [S]。
[2] GJB 02 - 98 ,广州地区建筑基坑支护技术规定 [S]。
[3] CECS 22 90 ,土层锚杆设计与施工规范 [S]。

上海市将“ 三港三网 ”确立为未来城市基建的重点

新华社上海消息 上海市市长韩正在出席“ 我们共同迈向世界 ”青年论坛时说 ,未来上海城市基础设施建设的重点将聚焦“ 三港三网 ” ,即空港、海港、信息港和面向全国的铁路网、公路网和水路网。

在空港方面 ,上海计划通过对浦东机场和虹桥机场的二期改扩建工程 ,使得浦东国际机场和虹桥机场互为补充 ,上海两大机场的年客运流量 5 年内能从目前的 4 千万人次发展到 8 千万人次 ,未来的总体目标将超过 1 亿人次。以洋山深水港竣工投产为标志 ,上海的港口已从“ 长江时代 ”全面走向“ 东海时代 ” ,2006 年上海将继续保持全球货运量第一 ,同时集装箱吞吐量要达到 2100 ~ 2200 万标准箱。而

在信息港建设方面 ,上海将进一步提高信息化水平对城市竞争力的贡献。

韩正说 ,未来上海将建设面向全国的铁路、公路和水路网。届时将有 12 条高速公路将上海与全国各地连接。在铁路方面 ,目前沿海大通道铁路、上海到北京的高速铁路和上海到杭州的磁悬浮铁路都已立项 ,正在建设中的京沪高速铁路的列车设计时速为 350 km ,建成后乘火车从北京到上海只需 5 h ;再过几年 ,沪杭磁悬浮将把上海市到杭州市的运行时间缩短至 25 min。