

边界环境复杂条件下基坑支护施工技术分析

黄举松¹, 谭金娥², 李志明¹

(1. 广东省地质局七一九地质大队, 广东 肇庆 526020; 2. 肇庆市粤鼎电力工程监理有限公司, 广东 肇庆 526020)

摘要:介绍了广西梧州市河滨饭店原址改造基坑支护工程的场区边界复杂环境条件、基坑支护设计和支护施工技术分析。针对基坑周边场地狭窄, 施工边界环境复杂的条件, 对不同的支护面采用不同的支护技术措施, 很好地解决了在复杂周边环境条件下基坑支护施工安全性、可靠性不高的问题, 又相对降低了整个基坑支护造价。

关键词: 基坑支护; 喷锚; 锚杆; 抗滑桩; 锚索

中图分类号: TU473.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2009)11-0042-04

Analysis on Excavation Support Construction in Complex Surrounding Environment/HUANG Ju-song¹, TAN Jin-e², LI Zhi-ming¹ (1. No. 719 Geological Party, Guangdong Bureau of Geology and Mineral Exploration, Zhaoqing Guangdong 526020, China; 2. Zhaoqing Yueding Electric Power Engineering Supervision Co., Ltd., Zhaoqing Guangdong 526020, China)

Abstract: Analysis was made on the complex surrounding environment, supporting construction design and supporting construction technology of a reconstruction project. According to the narrow construction site and the complex environment conditions, different supporting technologies were applied to various supporting surfaces with construction safety and lower supporting cost.

Key words: excavation support; jet anchor; anchor bolt; anti-slide pile; anchor cable

1 工程概况

广西梧州市河滨饭店原址改造基坑所在地原为楼高2~9层的一般建筑, 目前由某房地产开发有限公司对其进行改造, 改建为主楼高29层的住宅及楼高23层的酒店, 均设地下室及车库2层, 裙楼高2层, 建筑占地面积约为2743 m², 采用框剪结构, 建筑物平面形状近似L形, 室内地台设计标高为30.50 m, 地下室地台设计标高约为22.70 m。因需扩建2层地下室, 故开挖基坑深度约为4.7~8.1 m。为保证基坑边坡稳定、防止塌方, 需要对基坑边坡进行支护。

支护场地周边环境比较复杂, 东面为鸳江路, 紧邻桂江; 在基坑底线边沿有一高压变压器, 西南面紧接交通繁忙的大学路; 西面为民宅; 北面为榜山, 坡度约50°~60°。榜山上建有大量民宅, 部分基坑开挖线已到榜山挡土墙基础部分。总之, 基坑周边环境十分复杂, 环绕基坑周边的道路、住宅、河流都很近, 给基坑支护施工带来很大的难度。

2 地质条件

场地整体位于砂岩地区, 原始地貌为丘陵, 原场地系南北两侧山坡之间的山谷, 后经开挖、填方平整

为建筑用地。基坑开挖范围内地层由上而下为: 人工填土层(厚0.7~7.2 m), 基坑开挖将全部揭露该层; 粉质粘土(埋深3.0~9.0 m, 厚1.0~7.0 m), 基坑开挖主要揭露该层; 全风化砂岩, 基坑开挖将部分揭露该层; 全风化砂岩, 基坑开挖基本不揭露该层, 仅挖孔桩及锚索锚固段涉及该层; 中风化砂岩, 基坑开挖及支护工程不涉及该层。

3 基坑边坡支护设计

由于本工程基坑比较深, 基坑周边场地狭窄, 边界环境复杂, 采用比较单一土钉喷混凝土支护不能保证本工程安全性、可靠性要求; 全部采取抗滑桩支护造价又比较高。为了保证基坑边坡安全, 同时又尽可能降低工程造价, 根据场地的具体情况、基坑深度及建设单位要求, 从经济安全角度出发, 北面、西面临山和原有建筑部分采用抗滑桩与锚索支护体系; 东面靠近榜山路和桂江部分, 为预防雨季到来江水上涨给基坑带来压力和渗漏, 决定采用钢管桩配合挂网喷混凝土和锚杆、锚索支护相结合的支护体系; 西南面紧邻交通繁忙的大学路, 经现场勘测与验算, 得出在此支护面采取放坡配合挂网喷混凝土与锚杆支护相结合的支护方案。

收稿日期: 2009-06-19

作者简介: 黄举松(1982-), 男(汉族), 福建人, 广东省地质局七一九地质大队助理工程师, 工程管理专业, 从事工程施工与管理工作, 广东省肇庆市端州区梅庵路9号, hjusong@163.com。

3.1 北面、西面抗滑桩与锚索支护设计

3.1.1 桩锚设计图(见图 1)

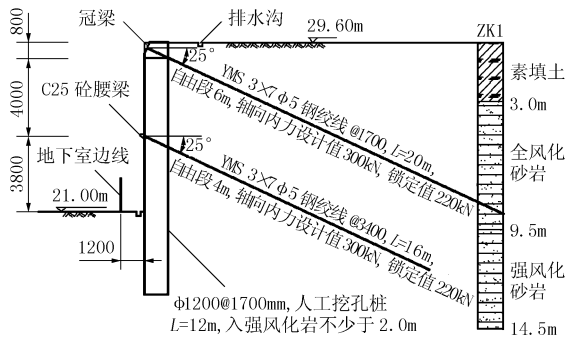


图 1 桩锚设计图

3.1.2 主要设计参数

(1) 抗滑桩桩径 1.2 m × 1.2 m, 间距 1.7 m, 桩长 12 m, 桩身入强风化岩不少于 2 m。配筋主筋为 12@22 mm 钢筋, 箍筋 Ø8@200 mm, 加强筋 Ø14@2000 mm, 桩身混凝土标号 C25。

(2) 第一道锚索位于桩顶标高向下 0.5 m 处, 开孔孔径 150 mm(在抗滑桩上用 PVC 管预留), 锚索间距以抗滑桩为准(间距 1.7 m), 长度 20.0 m, 自由段 6.0 m, 注浆采用 M30 水泥浆, 采用 3 束 1860 级钢绞线, 锁定在桩上, 轴向内力设计值 330 kN, 锚索锁定预应力 220 kN。第二道锚索位于桩顶标高向下 4.8 m 处, 开孔孔径 150 mm(在抗滑桩上用 PVC 管预留), 锚索间距以抗滑桩为准(跳开支护, 间距 3.4 m), 长度 16.0 m, 自由段 4.0 m, 注浆采用 M30 水泥浆, 采用 3 束 1860 级钢绞线, 锁定在桩上, 轴向内力设计值 300 kN, 锚索锁定预应力 220 kN。

3.2 东面钢管桩、挂钢筋网、锚杆、锚索支护设计

3.2.1 支护设计(见图 2)

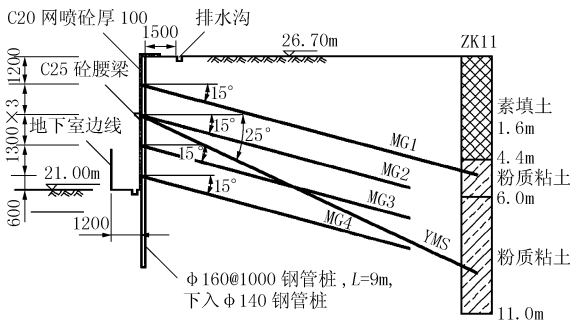


图 2 支护设计图

3.2.2 主要设计参数

(1) 挂钢筋网喷射混凝土面层钢筋网规格 Ø6.0@200 mm × 200 mm 和 1Ø14 mm 横竖压筋, 喷射 100 mm 厚的 C20 细石混凝土。

(2) 锚索 YMS 支护开口位于设计标高 24.20 m

的位置, 开孔孔径 150 mm, 钻孔倾角 15°, 锚索水平间距 2.6 m, 长度 20.0 m, 采用 3 束 1860 级钢绞线, 注浆采用 M30 水泥浆, 锁定在桩上, 轴向内力设计值 300 kN, 锚索锁定预应力 180 kN。

(3) 锚杆支护: MG1 开口位于设计标高 25.50 m 的位置, 开孔孔径 130 mm, 钻孔倾角 15°, 水平间距 1.3 m, 长度 15.0 m, 采用 Ø28 mm 螺纹钢, 注浆采用 M30 水泥浆, 锁定在钢筋网上, 锁定抗拔力 70 kN。MG2 开口位于设计标高 24.20 m 的位置, 开孔孔径 130 mm, 钻孔倾角 15°, 水平间距 2.6 m, 长度 12.0 m, 采用 Ø28 mm 螺纹钢, 注浆采用 M30 水泥浆, 锁定在钢筋网上, 锁定抗拔力 70 kN。MG3 开口位于设计标高 22.90 m 的位置, 开孔孔径 130 mm, 钻孔倾角 15°, 水平间距 1.3 m, 长度 12.0 m, 采用 Ø28 mm 螺纹钢, 注浆采用 M30 水泥浆, 锁定在钢筋网上, 锁定抗拔力 100 kN。MG4 开口位于设计标高 21.60 m 的位置, 开孔孔径 130 mm, 钻孔倾角 15°, 水平间距 1.3 m, 长度 12.0 m, 采用 Ø28 mm 螺纹钢, 注浆采用 M30 水泥浆, 锁定在钢筋网上, 锁定抗拔力 150 kN。

(4) 钢管桩孔径为 160 mm, 水平间距 1 m, 钢管桩直径 140 mm, 设计桩长 9 m。

3.3 西南面放坡配合挂网喷混凝土与锚杆支护相结合的支护设计

3.3.1 支护设计(见图 3)

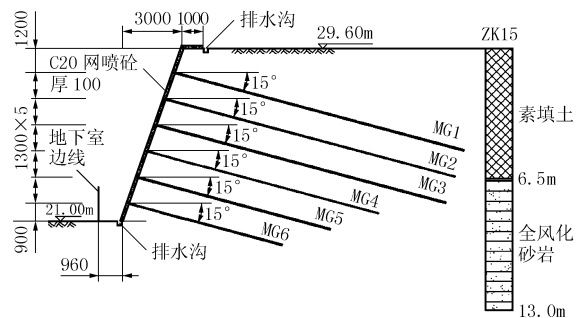


图 3 支护设计图

3.3.2 主要设计参数

(1) 放坡系数为 1: 0.35。

(2) 挂钢筋网喷射混凝土面层钢筋网规格 Ø6.0@200 mm × 200 mm 和 1Ø14 mm 横竖压筋, 喷射 100 mm 厚的 C20 细石混凝土。

(3) 锚杆支护: MG1 开口位于设计标高 28.40 m 的位置, 开孔孔径 130 mm, 钻孔倾角 15°, 水平间距 1.3 m, 长度 15.0 m, 采用 Ø28 mm 螺纹钢, 注浆采用 M30 水泥浆, 锁定在钢筋网上, 锁定抗拔力 70

kN。MG2 开口位于设计标高 27.10 m 的位置,开孔孔径 130 mm,钻孔倾角 15° ,水平间距 2.6 m,长度 15.0 m,采用 $\text{Ø}28$ mm 螺纹钢,注浆采用 M30 水泥浆,锁定在钢筋网上,锁定抗拔力 70 kN。MG3 开口位于设计标高 25.80 m 的位置,开孔孔径 130 mm,钻孔倾角 15° ,水平间距 1.3 m,长度 15.0 m,采用 $\text{Ø}28$ mm 螺纹钢,注浆采用 M30 水泥浆,锁定在钢筋网上,锁定抗拔力 100 kN。MG4 开口位于设计标高 24.50 m 的位置,开孔孔径 130 mm,钻孔倾角 15° ,水平间距 1.3 m,长度 12.0 m,采用 $\text{Ø}28$ mm 螺纹钢,注浆采用 M30 水泥浆,锁定在钢筋网上,锁定抗拔力 150 kN。MG5 开口位于设计标高 23.20 m 的位置,开孔孔径 130 mm,钻孔倾角 15° ,水平间距 1.3 m,长度 8.0 m,采用 $\text{Ø}28$ mm 螺纹钢,注浆采用 M30 水泥浆,锁定在钢筋网上,锁定抗拔力 150 kN。MG6 开口位于设计标高 21.90 m 的位置,开孔孔径 130 mm,钻孔倾角 15° ,水平间距 1.3 m,长度 8.0 m,采用 $\text{Ø}28$ mm 螺纹钢,注浆采用 M30 水泥浆,锁定在钢筋网上,锁定抗拔力 150 kN。

4 基坑支护施工工艺

4.1 抗滑桩施工工艺

4.1.1 施工工艺流程

设备准备→测量放线→平整孔口→开挖桩心→捣制护壁→钢筋笼制安→捣制桩心。

4.1.2 施工技术要点

- (1) 整平桩位地面,按设计测定桩位。
- (2) 桩位开挖前在井口上搭设临时风雨棚,井口周围挖设排水沟。
- (3) 当开挖到一定深度后,为防止掉块应采取相应安全措施。
- (4) 按工程需要进行配料,选用材料的型号、规格要符合设计要求,有产品合格证和质检单。
- (5) 钢筋应专门建库堆放,避免污染和锈蚀。
- (6) 砂、石料的杂质和有机质的含量应符合《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB 50204 - 2002)的有关规定。
- (7) 桩井施工应间隔两桩,跳槽开挖。
- (8) 井内照明宜采用低压灯泡,爆破时需全部提出拆掉以防震坏。
- (9) 井下爆破要控制药量,以免井壁超挖或乱石伤人。
- (10) 井内通风排烟,爆破后一般用高压管吹风排烟,待烟排净后方可下井作业。

(11) 井内排水,水量不大时用水桶提水,水量大时可用潜水泵抽水。

(12) 每开挖一段应及时进行岩性编录,仔细核对滑面(带)情况,综合分析研究,如实际位置与设计有较大出入时,应将发现的情况及时向建设单位和设计人员报告,及时变更设计。实挖桩底高程应会同设计、勘察等单位现场确定。

(13) 桩孔开挖过程应及时进行混凝土护壁,按设计绑扎钢筋,采用 C20 混凝土,一般开挖 1.0 m,护壁一节。护壁厚度 15 cm,应与围岩接触良好。护壁后的桩孔应保持垂直光滑。

(14) 竖筋的接头采用双面搭接焊、对焊,同一截面(两钢筋接头相距在 $30d$ 以内,或两焊接接头在 50 cm 以内,或两绑扎接头的中距在绑扎长度以内,均视为处于同一截面)内钢筋接头不得超过 50%,在同一根钢筋上不得配置过多接头。

(15) 竖筋的搭接处不得放在土石方分界和滑面(带)处。

(16) 桩井开挖到设计深度,须经监理工程师检查合格,才可设置钢筋笼及灌注混凝土。

(17) 混凝土应通过串筒或导管注入桩孔,串孔或导管的下口与混凝土的距离为 1~3 m。

(18) 桩身混凝土灌注应连续进行。

(19) 桩身混凝土,每连续灌注 0.5~0.7 m 时,应插入振动器振动密实一次。

(20) 对出露地表的抗滑桩应及时派专人用麻袋、草帘加以覆盖并浇清水进行养护。养护期应在 7 天以上。

(21) 桩身混凝土灌注过程中,应取样做混凝土试块,每班、每 100 m^3 或搅半盘应不少于一组。

(22) 抗滑桩在施工过程中,在部分抗滑桩(约占总数的 10%)内部预埋检测管,进行声波透视法检测,用于控制抗滑桩的施工质量。

4.2 锚杆、锚索、钢管桩施工工艺

4.2.1 施工工艺流程(见图 4)

4.2.2 施工技术要点

(1) 由工程技术人员测量放孔位,做好标记,注明锚孔、钢管桩编号。

(2) 采用 XY-1 型钻机、钢管桩钻机成孔。钻进过程中采用低压力,高转速的施工方法。注意水量的控制,随时保证孔内排渣畅通,及时排出孔内土渣。

(3) 锚索(杆)、钢锚管的制安:

① 钢绞线采用 $\text{Ø}15.2$ mm,锚杆采用 $\text{Ø}28$ mm,

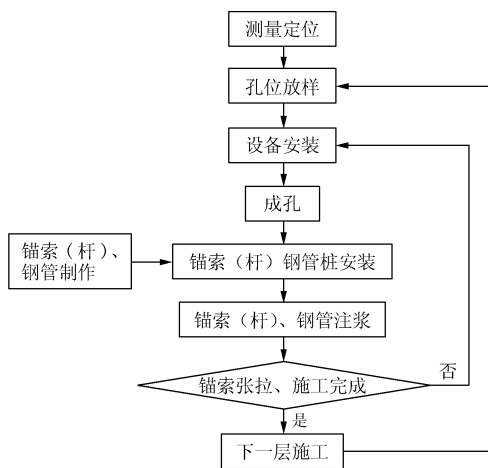


图4 锚杆、锚索、钢管桩施工工艺流程图

钢管桩采用 $\text{Ø}140\text{ mm}$;

②锚杆、锚索现场加工制作,由专门的加工班完成,严格按设计图纸及相关技术规范进行施工;

③锚杆要除油、除锈;

④沿锚杆轴线方向,按设计图纸每隔 1 m 设置 1 个定位架,定位架与杆体点焊连接;

⑤锚索锚固段为 8 或 10 m ,自由段 8 或 10 m ,锚固段必须除油、除锈。自由段涂防锈油漆后再抹黄油,然后套 PVC 管,接头要用扎线扎牢后再缠电工胶布;

⑥锚索注浆管与锚索同时安放;

⑦锚索(杆)、钢管桩安放前,做好下列检查工作:锚索(杆)、钢管桩原材料型号,规格、品种以及各部件质量和性能符合设计要求;孔位、孔径、孔深及布置形式符合设计要求;孔内岩渣清洗干净。

(4) 锚索(杆)、钢管桩注浆:

①锚索注浆用纯水泥浆采用 $\text{P. O}32.5$ 普通硅酸盐水泥,水灰比为 0.45 。采用孔底反浆二次注浆法。一次注浆为常压,孔口排出正常的水泥浆液即可。二次劈裂注浆在一次注浆后 $12\sim 20\text{ h}$ 或注浆体强度达到 5 MPa 时进行。二次注浆压力不应大于 2.0 MPa 。

②锚杆、钢管桩注浆采用一次注浆,遇到填土层时采用二次注浆。用纯水泥浆,水灰比为 0.45 ,用 $\text{P. O}32.5$ 普通硅酸盐水泥。

4.3 挂钢筋网喷射混凝土施工工艺

4.3.1 施工工艺流程

修整坡面→初喷→挂网、安装锚垫板→喷混凝土。

4.3.2 施工技术要点

(1)人工修整坡面,埋设泄水管。

(2)在坡面上做厚 3 cm 的标志,初喷 3 cm 厚的混凝土。

(3)挂网采用 $\text{Ø}6\text{ mm}$ 钢筋,网格 $200\text{ mm}\times 200\text{ mm}$ 。事先制成长 2 m ,宽 1.5 m 的网块。搭接用铁丝绑扎,搭接长度大于 $20d$ (其中 d 为钢筋直径)。钢筋网要紧贴混凝土面。

(4)焊接角钢时要压紧,焊牢。

(5)钢筋网与锚杆、钢管连接后进行喷混凝土,喷射厚 7 cm ,根据斜坡情况,适当调节喷射角度及喷嘴与斜坡的距离,以保证钢筋与边坡坡面混凝土的密度。喷射混凝土后应加强养护。

(6)喷射混凝土时钢筋网不得晃动。

(7)喷射混凝土中如有脱落的混凝土被钢筋网架住,应及时清除。

(8)喷射时底脚钢筋网要留出足够长度,以便与下层搭接。

5 结语

本工程基坑支护边界环境复杂,在基坑支护结构设计施工过程中,综合考虑工程地质与水文地质条件、基坑开挖深度、边界环境对基坑侧壁位移的影响、基坑周边荷载、施工季节、支护结构使用期限等因素,做到因地制宜、因时制宜、合理设计、精心施工、严格监控,取得了较好的实效。经过精心设计与严格施工,该基坑支护系统没有丝毫不稳定的迹象。施工期间该地区还发了一场大水,但紧邻桂江一侧的基坑并未出现渗漏或变形的现象。沿基坑均匀布置了 15 个位移观测点,观测结果变位值大多在 $3\sim 8\text{ mm}$ 之间,最大值 12 mm 。这不仅确保了边界复杂环境下基坑支护的安全,而且达到了预期效果,为整个工程结构的顺利进行创造了条件。

参考文献:

- [1] 王广超.复合支护结构在基坑支护中的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2008,35(3):49-51.
- [2] CECS 22:2005,岩土锚杆(索)技术规程[S].
- [3] 贾金青.深基坑预应力锚杆柔性支护法的理论与实践[M].北京:中国建筑工业出版社,2006.
- [4] 黄强,惠涌宁,等.深基坑支护工程实例集[M].北京:中国建筑工业出版社,1997.
- [5] 刘光代.浅谈挖孔抗滑桩的施工[A].滑坡文集(16集)[C].北京:中国铁道出版社,2003.
- [6] 铁道部第二勘测设计院.抗滑桩设计与计算[M].北京:中国铁道出版社,1983.