

挡土墙斜交深基坑支护与施工措施

岩 胶

云南建投第六建设有限公司, 云南 昆明 650000

[摘要]随着城市建设的不断发展, 多层地下室设计越发普遍, 且施工场地越来越狭窄, 周边环境的情况也越来越复杂。本工程地下两层且基坑与挡土墙斜交文中通过工程实例对斜交仰斜式高毛石挡土墙的深基坑设计方案提出及实际施工过程分析总结, 可为类似工程的施工提供较好的参考。

[关键词]毗邻挡土墙; 深基坑支护设计; 锚索+格构梁

DOI: 10.33142/aem.v4i6.6270

中图分类号: TU753

文献标识码: A

Support and Construction Measures of Retaining Wall Skew Deep Foundation Pit

YAN Jiao

YCIH No. 6 Construction Co., Ltd., Kunming, Yunnan, 650000, China

Abstract: With the continuous development of urban construction, the design of multi-storey basement is becoming more and more common, and the construction site is becoming narrower and narrower, and the surrounding environment is becoming more and more complex. The project has two underground floors and the foundation pit and retaining wall intersect obliquely. Through engineering examples, this paper puts forward the design scheme of the deep foundation pit of the oblique inverted high rubble retaining wall and analyzes and summarizes the actual construction process, which can provide a good reference for the construction of similar projects.

Keywords: adjacent retaining wall; deep foundation pit support design; anchor cable + lattice beam

1 基坑边坡概况

1.1 基本概况

该项目南侧地下室边线挡墙斜交(部分开挖线在挡墙上)支护开挖线距离挡墙底为-2.5m~9.8m, 挡墙顶距离基底最大高度 19.2m, 挡墙为护坡挡墙, 挡墙厚度 2.0m, 墙顶标高约为 1653.00~1656.00, 墙底标高约 1639.74~1647.00, 挡墙由西向东呈台阶状升高挡墙最大高度 13.3m。挡墙为边坡开挖后砌筑, 墙底埋深约 2~4m, 均为开挖回填。墙后为原始边坡土体。挡墙前段挡墙外侧为已拆迁住宅, 拆迁住宅部分为已规划未建设市政道路, 道路高程为 1646.0~1653.0, 未拆迁住宅为 2F 砖木结构, 基础为浅基础, 距离项目基础边线距离为 10m~12m, 挡墙后段外侧为广播站, 广播站院墙在挡墙顶部, 广播大楼为 5 层框架结构基础为浅基础, 距离基础边线 20m, 如下图所示。



图 1 基本概况

1.2 地质情况

根据钻孔揭露, 场地岩、土层自上而下划分为三个工程地质单元层: 按其成因、结构特征及强度划分为 3 个主层及 2 个亚层, 按自上而下划分叙述如下:

第四系全新统人工堆积层(Q4m1)素填土①: 褐灰、褐黄、褐色, 稍湿, 松散~稍密。成份以粘性土、碎石为主, 局部包含块石。粘性土多呈可塑状态, 碎石约占 20~40%, 成份为强~中等风化玄武岩。填筑时间约 8~15 年, 人工填筑, 未经有效碾压, 欠固结, 不均匀。

第四系全新统残坡积层(Q4e1+d1)红粘土②1: 褐黄、褐红色, 可塑状态, 局部硬塑状态。切面光滑, 干强度及韧性中等, 组织结构全部破坏, 已风化成土状, 由粘土矿物与少量粉粒组成。层顶埋深 4.50m, 厚度 7.70m, 仅见于基坑东南角外侧钻孔 JK077。

第四系上更新统玄武岩组(Q3b)全风化玄武岩③: 褐黄、褐红色。岩体极破碎, 呈散体状结构, 具有一定残余结构强度。差异风化显著, 强~中等风化的玄武岩块石常包含其中。层顶埋深 0.80~9.80m, 平均埋深 3.52m; 主要分布于基坑东侧坑壁及外侧, 厚度较大, 基坑西段及坑外侧地段分布较多但厚度较小, 基坑中段缺失。

强风化玄武岩④: 褐灰、灰色。细粒-隐晶质结构, 气孔构造, 岩体破碎, 岩芯呈碎石、碎块状、碎石夹土状, 局部为粗砂状。其结构大部分破坏, 采芯采取率低, RQD=0, 岩体基本质量等级为 V 级。该层差异风化特征明显, 气孔较发育, 充填少量角砾及粘性土, 局部为全风化玄武

岩，常有中等风化的玄武岩块石包含其中。

中等风化玄武岩⑤：褐灰、褐色。细粒~隐晶质结构，块状构造、气孔构造，气孔发育，层间偶夹凝灰岩⑤1层。中等风化玄武岩岩芯多呈柱状、短柱状，少量为碎块状，岩体较完整一较破碎，RQD=10%~65%，一般为45%。该层为较硬岩，岩体基本质量等级为III-IV级。

1.3 场地水文情况

拟建基坑工程场地地下水为相互贯通的孔隙潜水和基岩裂隙潜水，主要赋存于强风化及中等风化岩玄武岩中，其含水特性受基岩孔隙及风化裂隙发育情况影响较大。基坑工程场地岩土层，除零星分布的红粘土透水性弱，其余地层渗透性较好，素填土、全风化玄武岩和凝灰岩透水性中等，强风化及中风化基岩透水性强。基坑工程场地地下水位埋深较深支护开挖范围无地下水影响。

2 基坑支护设计

2.1 设计方案选择

方案一：整体按基坑边桩锚支护，基坑在挡土墙内侧部分（2-2剖）冠梁桩顶标高提高800mm，冠梁与挡土墙之间浇筑混凝土进行支撑，支护方案如下。

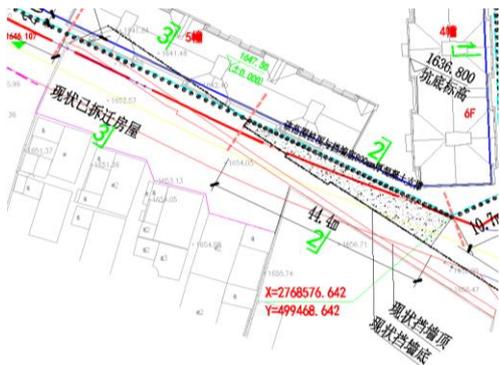


图2 设计方案一

方案二：基坑在挡土墙内侧部分（2-2剖）采用采用锚索+格构梁加固挡墙底部采用桩锚方式做基坑支护，基坑在挡墙上及外侧部分（3-3剖）采用挡墙外侧桩锚支护，顶部放坡+土钉墙方式支护做法如下：

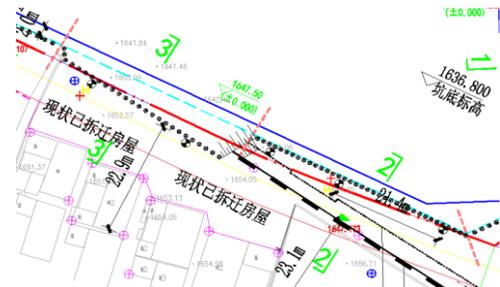


图3 设计方案二

方案一：基坑在挡墙上及外侧部分（3-3剖）支护桩穿过挡墙，在施工过程中需开挖至挡墙底换填，否则受挡墙影响旋挖桩机钻孔难度大且钻孔位置控制难度大，在换填过程中挡墙开挖深度较大，容易影响外侧不拆迁部分造

成边坡失稳，基坑在挡土墙内侧部分（2-2剖）未进行挡墙加固且需要浇筑混凝土保证挡墙底部稳定，开挖过程中挡墙顶部围墙对位移敏感度高，需减小工程桩间距及锚索间距；方案二虽然需增加挡土墙加固格构梁及锚索，基坑土方开挖量及交接位置处理但总体成本相对较低可靠度高操作便捷，故本工程选用方案二。

2.2 设计详细方案及相关参数

方案二采用理正深基坑7.0PB3分析计算后，基坑在挡土墙内侧部分（2-2剖）挡墙采用400X400，C30钢筋混凝土框格梁，水平2道框格梁，距离顶部2000mm梁间距3000mm，竖向框格梁距离两侧1000mm间距3000mm，框格梁交点位置采用4束15.2预应力锚索，锚索长度16m，锚固段长度10.0m，锁定值200KN，成孔孔径 $\Phi 150$ ， $\angle 25^\circ$ 加固。下部采用直径800mm，C30钢筋混凝土旋挖成孔灌注桩，采用三道4束15.2预应力锚索拉结，长度20~22m二桩一锚，锚固段长度12.0m，成孔孔径 $\Phi 150$ ， $\angle 25^\circ$ ；如下图所示。

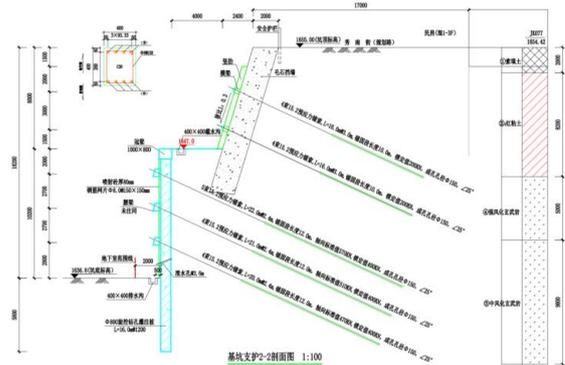


图4 基坑支护2-2剖面图

基坑在挡土墙内侧部分（2-2剖）上部1:1放坡加3排钢筋锚杆钢筋采用1根直径20的螺纹钢，锚杆长度上两排9m最底排6m，锚杆钻孔直径100mm，面层采用挂钢筋网片（ $\Phi 8.0@150 \times 150$ mm）喷射混凝土，混凝土强度C20，厚度80mm，下部采用直径800mm，C30钢筋混凝土旋挖成孔灌注桩，采用四道4束15.2预应力锚索拉结，长度19~24m二桩一锚，锚固段长度12.0~14m，成孔孔径 $\Phi 150$ ， $\angle 25^\circ$ ；如下图所示。

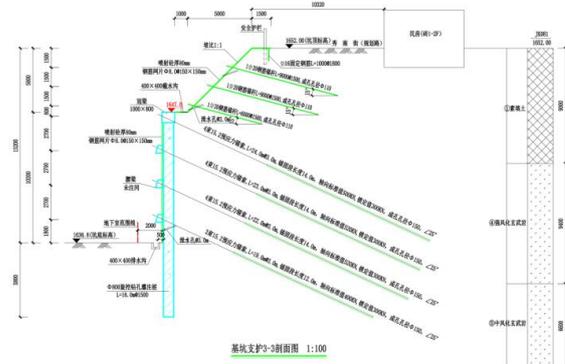


图5 基坑支护3-3剖面图

3 支护施工过程控制要点及变形分析

3.1 框格梁施工要点

(1) 挡土墙框格梁操作架体内侧立杆应根据挡土墙坡度搭设,操作架应大于三排立杆,间距应根据施工荷载确定,立杆距离挡墙面间距大于 600mm,连墙件与毛石挡墙连接采用化学植筋法固定钢板与连墙件焊接,连墙件位置避开框格梁,且按照 1 步 2 跨 (1h×2L) 设置,并在两段及中部不大于 6m 范围设置竖向剪刀撑。高度超过 10m 也应由底到顶连续设置剪刀撑。

(2) 钻机用吊车提升到操作架上,根据坡面测放锚索孔位,并准确安装钻机与脚手架连接固定,确保锚杆孔开钻就位误差在±50mm 范围内,钻孔倾角和方向满足设计要求。钻机安装后需进行检查保证稳固,施钻过程应随时复核,保证钻进角度准确,当钻进过程中钻机抖动加剧或情况突变时应及时停止核查地勘报告,周边巡查,找出原因后方可继续钻进,避免对周边建筑造成破坏。

(3) 框格梁施工应先钻孔施工锚索后在进行框格梁施工,锚索预留长度应考虑框格梁厚度及张拉机械及张拉预留长度,框格梁混凝土浇筑前应在锚索与框格梁交接位置设置套管套住锚索避免锚索被混凝土包裹。

(4) 框格梁钢筋施工前应先放线清除挡墙上的青苔泥土等杂物,钢筋绑扎应随着挡墙变形缝断开,变形缝距离两侧竖向框格梁不应大于 1m。

(5) 框格梁强度大于 75%后方可进行锚索张拉,正式张拉之前,应先进行预张拉(预张拉力 0.1 倍张拉力值~0.2 倍设计张拉力值),预张拉应进行 2 次,第一次确保锚索自由端顺直消除基础变形,第二次根据张拉力及伸长量核对锚索自由端是否卡固。

(6) 锚索张拉作业宜分四次施加张拉力作业,第一次张拉至作业力值为设计张拉力值的 0.25,第二次张拉作业直至 0.5,第三次张拉至 0.75,第四次超张拉力值 1.1 倍设计值。第一次张拉需要稳定 30 分钟,其余每级持荷稳定时间为 5 分钟,稳定时间应查看张拉力损失,张拉力损失是否在范围内,若存在张拉力持续损失应立即停止张拉分析是否锚固体强度不足,锚索缠绕,张拉机具不合格,排除问题后方可继续张拉。

(7) 框格梁张拉应按照同一挡墙单元(变形缝之间挡土墙)从中间至两侧对撑张拉的方式张拉,且应同一挡土墙单元均循环分次均衡张拉,确保结构受力均匀,避免局部挡墙受力不均破坏。

(8) 锚索张拉至设计最大的张拉荷载值后,应稳定 10~15 分钟,然后进行锁定,并加设张拉力检测设备,施工过程中及时进行检测,若发现预应力损失大于允许值后,应及时进行补偿张拉。

(9) 浇筑框格梁混凝土必须连续作业,强化混凝土振捣。浇筑前应留设浇筑口浇筑口设置间距不大于 3m。

浇筑完成一段后立即封闭浇筑口。框格梁单元内应连续浇筑,接头浇筑时间不大于初凝时间,不允许产生接缝,水平框格梁在变形缝位置采用泡沫板隔开^[1]。

3.2 锚索施工要点

(1) 锚索施工前应先进行试验锚索施工,试验锚索施工张拉合格后方可进行施工。

(2) 锚索钻孔机具钻进方式选择,应根据锚固地层的类别,地质情况,有无地下水、锚孔长度、孔径、以及施工场的条件选择,地质较硬地区应采用金刚石(合金)回转钻进、存在地下水部位采用风动潜孔锤空气钻进、黏土强化采用干钻成孔、砂层应采用振动成孔等。

(3) 锚索钻孔施工面应根据锚索施工机械确定,施工面应干燥平整且承载力满足要求保证锚索机械锚孔钻进施工过程中不沉降保证钻进的角度满足要求,防止钻杆弯曲卡钻。钻进过程中及时追踪复实时调整,确保锚孔偏差不得超过±50mm,钻孔倾角和方向应满足设计要求。

(4) 本工程钻孔范围内无地下水,地质较硬故采用冲击干钻,禁止开水钻进,以确保工程钻孔施工不影响地质,保证锚固段粘结性能。钻孔速度应根据钻机性能及地质条件严格控制,对于存在塌孔风险的应采用全套管跟进施工工艺。钻进过程中遇塌孔缩孔无法钻进等不良钻进现象立即停钻,及时进行灌浆处理,注浆压力不低于 0.25Mpa,待水泥砂浆初凝后,重新扫孔钻进。

(5) 钻孔孔径、长要求不得小于设计值。钻头使用应根据地质情况选择,且不小于孔径要求,钻孔深度大于设计孔深不小于 1m,钻进至设计深度后,稳钻 2 分钟左右,防止孔底收缩达不到孔长要求,并加高压空气清孔,防止灰尘及水影响锚固体的粘结强度,相对较坚硬较完整岩体可采用高压水冲洗。

(6) 锚筋材料为预应力锚索,预应力锚索采用 15.2 纲绞线,锚索上设置一次注浆管及二次注浆管,一二次注浆管均埋设至锚索底部,二次注浆管底部 1/3 位置处开孔并采用胶带封孔,孔距不大于 20mm 且每面不小于 2 个孔,注浆管采用压力值大于 4MPa 的 PE 管。

(7) 纲绞线锚索切割前应采用铁丝拴牢切割位置两侧,避免纲绞线松散,纲绞线切断不能采用点焊及氧焊切割,必须采用切割机切割,对有变形、机械损伤及锈蚀段应剔除。

(8) 注浆材料一般选用水灰比 0.45 的水泥浆,必要时可适当加入一定量的细砂。水泥浆拌制应随拌随用,避免水泥固结失效,在注浆作业开始和途中需停止较长时间时,要用水或水泥浆润滑注浆泵及注浆管路。锚孔一次灌浆作业采用孔底返浆方式注浆,直至锚孔孔口溢出浆液稠度与珠江液一致时,方可停止注浆。二次注浆应在一次注浆初凝后终凝前进行,二次高压注浆应控制注浆量,注浆量不足就沿孔口流出锚孔应增加三次四次注浆。

3.3 冠梁腰梁施工要点

(1) 冠梁部分桩头破除应采用人工凿除严禁采用挖机破碎,避免损坏桩头钢筋,且桩头钢筋锚入冠梁不低于抗震钢筋锚固长度,且桩头应深入冠梁不小于100mm,对于桩头钢筋偏出冠梁侧部分,应适当加宽冠梁,保证桩头钢筋锚入冠梁。

(2) 腰梁施工前应放线清除腰梁与桩交接位置泥土及其他杂物,保证腰梁与桩交接长度不小于桩径的2/3,并按照图纸要求植筋在桩上,腰梁钢筋施工前应采用绝缘物保护锚索防止锚索导电破坏,腰梁及冠梁的锚固面应大于锚具的规格。

(3) 冠梁及腰梁混凝土施工前应采用PVC套管保护锚索避免锚索被混凝土粘结,冠梁腰梁混凝土浇筑应分段浇筑一次浇筑成型避免冷缝。

(4) 冠梁腰梁混凝土强度大于设计强度的75%时方可进行锚索张拉锚固。

3.4 土方开挖控制要点

(1) 土方开挖按照“分层、分段、平衡”的原则,自上而下分层、分段开挖坑内土方,分层深度应为设计锚索或锚杆标高下0.5m,严禁超挖、欠挖或并层开挖,同一层土方开挖分段长度20-25m。

(2) 土方开挖应达到以下条件:支护结构构件强度达开挖阶段的设计强度后,方可下挖;有锚索部位的,需锚索张拉锁定后方可下挖。

(3) 土方开挖严禁挖土机械碰撞、损坏锚索、冠梁、腰梁等构件,靠近上述构件部位宜采用人工清挖。

(4) 当开挖揭露出的坑壁土层性状与勘察资料明显不符时,应停止开挖,上报甲方、监理、设计,采取相应的处理措施后方可继续施工。

(5) 开挖方式为“盆式开挖”即扣除基坑四周必要的施工作业面作为控制开挖区域,中间部位在基坑降水满足要求的情况下进行分层开挖,分层开挖不超过4m即为

自由开挖区域。控制开挖区域在基坑围护施工阶段,控制开挖区域为9m;在冠梁开挖及一下锚索施工开挖阶段控制开挖宽控制在6m,其余区域为自由开挖阶段,控制开挖阶段与自由段开挖阶段,一二形成的高差,进行放坡坡比为1:1.5。

(6) 支撑强度须达到设计强度80%方可开挖;开挖应按照分层、分段、分块、对称、平衡、限时的方法确定开挖顺序或验收,验收合格后方可进行下层土方开挖^[2]。

4 施工过程变形情况

根据现场测量对基坑开挖过程中维护结构及挡土墙变形情况分析,挡土墙加固张拉挡土墙向挡墙背侧有一定位移,最大位移为3mm,随着基坑土方开挖维护结构及挡土墙均有一定程度的向基坑内侧位移,位移随开挖深度增加位移速率增加至底部第二层锚索张拉后位移速率逐步降低,基础筏板施工后基本处于平稳,挡土墙顶部最大位移为6mm,维护结构最大位移为22mm,均满足变形要求。

5 总结

对与挡土墙斜交基坑才用基坑在挡土墙内侧部分采用采用锚索+格构梁加固挡墙底部采用桩锚方式做基坑支护,基坑在挡墙上及外侧部分采用挡墙外侧桩锚支护,顶部放坡+土钉墙方式支护做法即可以减小挡土墙位移,减小桩施工钻孔难度节约经济,在施工过程中控制好框格梁锚索及土方开挖施工配合可有效的保证基坑施工安全。

[参考文献]

[1] 宋德红,刘欣,刘雪峰,等.浅谈挡土墙设计[J].水利天地,2000(4):67.

[2] 李宏卓,邢莉.挡土墙设计和施工中应注意的问题[J].安徽建筑,2002(1):45.

作者简介:岩胶(1985.12-)男,毕业院校:昆明理工大学;所学专业:土木工程,当前就职单位:云南建投第六建设有限公司,职务:直管部经理,职称级别:工程师。