

梅子坪集镇防护工程 $\varnothing 3$ m 大口径抗滑桩施工实践

李德勇, 冯杨文, 杨世伟, 陈修星, 张海燕

(四川准达岩土工程有限责任公司, 四川 成都 610091)

摘要: 概要介绍了官地水库梅子坪集镇滑坡防护工程 $\varnothing 3$ m 大口径抗滑桩施工的主要难点及技术措施, 为今后类似大口径桩基工程施工提供了参考借鉴。

关键词: 官地水库; 梅子坪; 滑坡防护; 抗滑桩

中图分类号: TU753 **文献标识码:** B **文章编号:** 1672-7428(2013)10-0056-04

Practice of $\varnothing 3$ m Anti-slide Pile Construction for the Protection Engineering in Meiziping Town/LI De-yong, FENG Yang-wen, YANG Shi-wei, CHEN Xiu-xing, ZHANG Hai-yan (Sichuan Zhunda Geotechnical Engineering Co., Ltd., Chengdu Sichuan 610091, China)

Abstract: The paper briefly introduces the main difficult points and technical measures for the construction of $\varnothing 3$ m anti-slide pile in Meiziping town of Guandi reservoir, which can be the important references to the similar large diameter pile foundation construction.

Key words: Guandi reservoir; Meiziping town; landslide protection; anti-slide pile

1 概况

梅子坪集镇位于锦屏二级水电站发电厂房下游右岸, 官地水电站库尾, 距离官地水电站坝址约 50 km, 系盐源县梅子坪乡政府集镇所在地。集镇处在长约 230 m、宽 100 ~ 150 m 的滑坡台地上, 台面高程 1365 ~ 1380 m。

1.1 梅子坪集镇防护工程概况

梅子坪台地属早 I 期古滑坡体, 在现状条件下古滑坡处于稳定状态。官地水库蓄水后, 滑坡体前缘将被部分淹没, 水库蓄水后前缘部分将发生库岸再造, 有可能影响滑坡体的稳定, 进而影响梅子坪集镇及其居民的生命和财产安全。为确保梅子坪集镇安全, 需对其进行加固防护治理。

经技术经济比选, 设计采用“机械桩 + 锚索”的治理方案(参见图 1)。抗滑桩桩径 3 m, 机械成桩, 施工难度极大。

(1) 抗滑桩布置在滑坡体前缘、雅砻江岸边, 为机械桩, C30 圆桩, 桩径 3 m, 桩中心距 4.0 m, 共布置 16 根。抗滑桩顶高程 1333.0 m, 桩身平均长 25.2 m(最大桩长 32.0 m), 嵌入强风化绿片岩中深度 ≤ 12 m。

(2) 抗滑桩顶用 C30 混凝土联系梁相连, 每根桩顶布置 2 根锚索, 联合支挡, 提高抗滑桩支护的整体性。联系梁高 2 m、宽 3 m, 总长 63 m。

(3) 抗滑桩上方坡面采用“锚索 + 框格梁”进行防护。

(4) 预应力锚索为 1000 kN 自由式单孔多锚头防腐型预应力锚索, 深 50 ~ 75 m, 109 根。覆盖层采用跟管钻进护壁成孔。

1.2 工程地质条件

梅子坪台地滑坡体下伏为三叠系中统白山组 (T_2b) 大理岩夹三叠系中统盐塘组 (T_2y) 绿片岩透视镜体。主要地层如下:

① 填土, 褐黑色, 稍湿, 稍密, 成分以粘性土为主, 夹少量碎石、角砾和碎瓦片;

② 含碎石粉质粘土, 褐黄色, 可塑, 含氧化铁、云母片及少量铁锰质, 夹有含量 20% ~ 30% 的碎石及角砾, 碎石粒径 2 ~ 6 cm, 角砾粒径 1 ~ 3 cm, 碎石及角砾主要成分为灰岩, 强 ~ 中等风化状态;

③ 块碎石土, 棕红、黄褐色, 松散 ~ 稍密, 碎石级配一般, 呈块状或棱角状, 粒径 40 ~ 80 mm, 局部层位含块石, 成分为大理岩, 强 ~ 中等风化, 隙间充填为粘性土、粉土;

④ 绿片岩, 钻探揭示的绿片岩呈青灰、灰绿色, 片状结构, 按风化程度可分为全风化片岩④₁ 和强风化片岩④₂。

收稿日期: 2013-05-09

作者简介: 李德勇(1980-), 男(汉族), 湖北浠水人, 四川准达岩土工程有限责任公司项目总工程师, 勘查技术与工程专业, 从事水利水电施工及技术管理工作, 四川省成都市青羊区同诚路青羊工业园 N5 栋, ldy-zd@163.com。

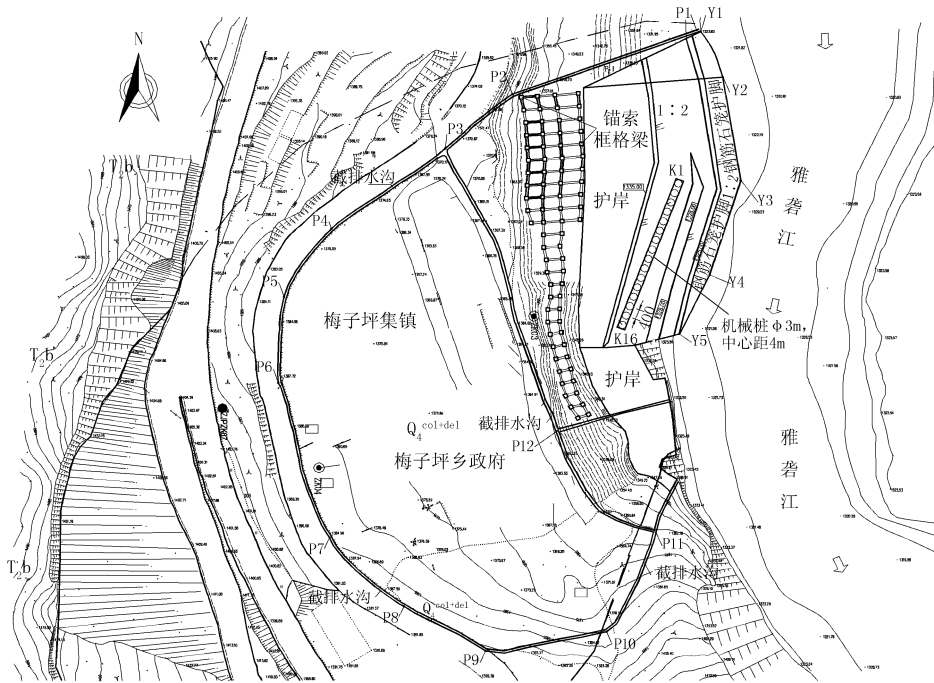


图 1 梅子坪集镇防护工程平面布置图

2 大口径抗滑桩施工重难点分析及技术措施

2.1 施工重难点分析

根据本工程区内地形与地质条件、工程特性、技术要求,对本工程难点及重点进行如下分析。

(1)本工程抗滑桩位于雅砻江江边,临近水面,抗滑桩施工前,采用钢筋石笼水下抛填、石渣回填形成抗滑桩施工平台。因桩身大部分将处于水下,难以采用人工挖孔方式形成桩孔,故采用机械成桩孔。由于桩径大(Ø3 m)、桩深(最大桩长 32.0 m),桩孔上部为河床冲积覆盖层,下部入强风化绿片岩中深度 $\le 12\text{ m}$,且桩孔内地下水位为雅砻江水位,受江水起伏影响,使得机械成桩孔施工难度极大。因此,Ø3 m 大口径抗滑桩机械成孔是本工程的难点。

(2)桩径大,桩深,相应的桩身钢筋笼的体形大,因此,钢筋笼制作及安装是本工程的重点。

(3)桩径大,桩身截面积大,单位长度混凝土体积大,且在水下浇筑,因此水下混凝土浇筑是本工程的又一重点。

2.2 抗滑桩机械成孔技术措施

2.2.1 施工方法

由于桩孔上部河床覆盖层中存在大量的漂石,不宜采用旋挖钻机成孔。满足 Ø3 m 大口径桩孔施工能力的工程回转钻机的外形大、价格高,亦不宜采用。经技术经济比较,采用冲击钻机进行冲击钻进成孔。

(1)根据 Ø3 m 大口径抗滑桩成孔特点以及地层条件,选择主要成孔设备及机具如下:CK-3000 型冲击钻机(图 2);13.0 t 锤头。



图 2 CK-3000 型钻机

主要设备性能参数:钻孔直径 3000 mm;钻孔深度 80 m;冲击频率 6~7 次/min;冲击锤头 13 t;外形尺寸 7800 mm × 2150 mm × 7500 mm;电机功率 75 kW。

(2)钻进技术参数:采用低冲次(5~7 次/min);覆盖层采用 1~2 m 中、小冲程钻进,泥浆密度为 1.35~1.50 g/cm³;在基岩中钻进时,采用 3~4 m 高冲程钻进,泥浆密度为 1.20 g/cm³左右。

2.2.2 泥浆护壁

泥浆护壁采用粘土浆,粘土料宜选择粘粒含量

>50%、塑性指数>20、含砂量<5%、二氧化硅与三氧化二铝含量的比值为3~4的粘土。在施工中,泥浆护壁符合下列规定:

(1)施工期护筒内的泥浆液面应高出地下水位1.0 m以上;在受水位涨落影响时,泥浆液面应高出最高水位1.5 m以上。

(2)在清孔过程中,应不断置换泥浆,直至浇注

水下混凝土。

(3)浇筑混凝土前,孔底泥浆密度 $<1.1 \text{ g/cm}^3$,含砂量 $\geq 5\%$,粘度 $\geq 35 \text{ s}$ 。

2.2.3 钻孔特殊情况处理

抗滑桩孔地质条件复杂,钻遇特殊情况,其分析处理参见表2。

表2 特殊情况处理

类型	原因分析	处理方法
桩孔不圆,掏渣筒下入困难	钻头的转向装置失灵,冲击时钻头未转动	经常检查转向装置的灵活性
	泥浆粘度过高,冲击转动阻力太大,钻头转动困难	调整泥浆的粘度和密度
	冲程过小,钻头转动时间不充分或转动很小	低冲程时每冲击一小段就适当换用较高些的冲程冲击,及时修整孔形
钻孔偏斜	冲击钻进遇探头石、漂石,大小不均,钻头受力不均	遇探头石时,回填碎石后再冲击钻进;或将钻机稍移向探头石一侧,击碎后再正常成孔
	遇基岩接触带	遇基岩时采用低冲程,并使钻头充分转动,加快冲击频率;进入基岩后采用高冲程钻进
孔壁、孔口坍塌	回填形成的施工平台产生局部变形使钻机移位	经常检查,及时调整
	孔口周边松散	加大孔口护筒埋设深度,若孔口坍塌,停钻并在护筒外围回填夯实后继续钻进
	冲击钻头、掏渣筒触及孔壁	严格控制放绳量,避免钻头倾侧触及孔壁
	受雅砻江水位起伏影响,泥浆漏失或泥浆密度变低,影响护壁效果	增大泥浆稠度,或投入粘土、泥膏,堵塞漏失通道
	孔内泥浆面低于孔外水位	经常检测孔内泥浆密度,及时调整使其符合要求,并提高泥浆面
	遇破碎地层或松散层时进尺太快,孔壁塌落	根据地层情况严格控制成孔速度;探明坍塌位置,回填碎石和粘土混合物至坍塌位置以上1~2 m,再重新冲孔;严格按间隔跳打的顺序施工桩孔,降低对邻近桩孔的震动影响

2.3 钢筋笼制作与安装

2.3.1 钢筋笼制作

本工程抗滑桩桩身钢筋笼直径为2.8 m,主筋为 $\text{Ø}36 \text{ mm}$ 螺纹钢,沿四周均匀布置54根;箍筋采用 $\text{Ø}25 \text{ mm}$ 螺纹钢,间距0.2 m布置。

(1)钢筋笼在桩孔附近现场加工成型,采用分段制作、桩孔孔口连接方式进行。

根据孔深情况,一般分2节进行制作加工。第一节长度基本为18 m,为了保证同一截面的接头不大于接头数量的50%,主筋长度为4 m+9 m+5 m和5 m+9 m+4 m交错布置。第二节长度根据孔深及第一节长度进行调整。

(2)主筋 $\text{Ø}36 \text{ mm}$ 螺纹钢在分节制作中采用套筒螺栓连接。箍筋 $\text{Ø}25 \text{ mm}$ 螺纹钢采用钢筋弯曲机进行制作,确保钢筋加工弯曲后的直径为2.8 m。

(3)钢筋笼制作时,先加工4个标准尺寸的箍筋,并在场地上竖起,采用两点一线的方式确保4根箍筋在同一条直线上,接着进行最底部主筋的焊接以及两边主筋的焊接,再进行最顶部的主筋焊接,形成钢筋笼的基本骨架,最后按照设计要求架设其余箍筋和主筋。

2.3.2 钢筋笼安装

本工程钢筋笼分节长度最长为18.0 m,其理论质量达到12 t左右,如何保证钢筋笼起吊时不变形及安全问题,是钢筋笼安装的重点。

2.3.2.1 吊装点的选择及加固

(1)吊装的主起吊点选择在钢筋笼顶部,在第3~5环箍筋位置。为了保证起吊安全,对该范围内的钢筋采取如下加固措施:

①箍筋与主筋全部点焊,加强整体连接强度。

②顶部1~10环箍筋范围内在钢筋笼内环各加布一道箍筋,并在内、外两道箍筋之间加焊加强筋,防止箍筋移位。

③在主起吊点处焊接4个U形吊点,U形环采用 $\text{Ø}36 \text{ mm}$ 螺纹钢制作,其宽度为钢筋笼主筋的间距,焊接时全部焊接在主筋上。

(2)副起吊点位于钢筋笼1/3尾部处。局部3~5环进行焊接内环箍筋,并焊接一个U形吊点。

(3)钢筋笼加固:钢筋笼顶部和尾部1~5环是加固的重点,加固方式采用内环箍筋的方式进行,中间部分每3~4 m加一道内环箍筋。

2.3.2.2 钢筋笼吊装

钢筋笼验收合格后,用50 t汽车吊分段安装就位。下放钢筋笼时严防碰撞孔壁,如下插困难,应立

即查明原因,不得强行下插,一般采用正反旋转的试探性方法逐步下放。

对分段制作的钢筋笼,当前一段放入孔内后即用钢筋穿入钢筋笼上面的箍筋下面,临时将钢筋笼搁支在护筒口上,再起吊另一段,对正位置焊接后逐段放入孔内至设计标高。

钢筋笼全部入孔后,按设计要求检查安放位置并作好记录,符合要求后,将主筋点焊于孔口护筒上,固定钢筋笼。如桩顶标高离孔口距离较大,则须在主筋上焊接2~4根吊筋,吊筋上部与护筒口点焊。

2.3.3 钢筋笼上浮的预防处理措施

(1)清孔符合要求,控制孔底沉渣厚度。防止由于沉渣过厚或者有块石,在浇筑桩基水下混凝土时,混凝土将沉渣、泥块一起向上顶起,严重时可能将钢筋笼整体托起,造成钢筋笼上浮现象。

(2)水下混凝土浇筑过程中,当混凝土面接近钢筋笼底端时,控制减缓混凝土面上升速度,待混凝土面高出钢筋笼底端1~2 m,桩孔内混凝土已将钢筋笼裹住后,再按正常速度浇筑,避免钢筋笼受混凝土的顶升而上浮。

另外,提升、拆卸导管时,计算其底口位置,控制导管底口不处在与钢筋笼底面接近的地方,避免由于导管内混凝土正好流出冲击钢筋笼底端而造成钢筋笼上浮。

(3)控制混凝土坍落度符合要求,浇筑连续,也有利于防止钢筋笼上浮。若浇筑的混凝土和易性和流动性不好,或者浇筑不连续,先浇筑的混凝土极易顶升钢筋笼从而导致其上浮。

(4)结合本工程实际情况,将钢筋笼固定在护筒壁上,且浇筑时将灌注支架直接压在钢筋笼上,防止钢筋笼上浮。

2.4 水下混凝土灌注

本工程采用水下C30混凝土,坍落度为180~220 mm,砂率宜为40%~45%,水泥用量 ≤ 370 kg/m³。

水下混凝土灌注是成桩的一个关键工序。采用直升导管法,混凝土搅拌运输车孔口直接输料连续浇筑。

(1)准备:提前4 h做好浇筑准备,检查电气、机械、导管、料斗、吊车等。从清孔结束到开浇混凝土的时间间隔,严格控制在3 h以内,否则重新清孔。

(2)混凝土运输:采用混凝土搅拌运输车运至

孔口,直接输料至料斗、导管的入仓方式浇筑。

(3)导管:混凝土灌注采用 $\varnothing 300$ mm导管,丝扣快速连接,O形密封圈插接式双密封。根据桩孔的实际深度,将试拼的导管逐节连接并吊放入孔内,导管底端距孔底15~25 cm。

(4)混凝土灌注:混凝土初灌量不少于计算值。一旦开浇,则连续进行,采用混凝土搅拌运输车在孔口直接连续输料入仓浇筑。导管埋入混凝土的深度1~6 m。混凝土面上升速度 ≤ 2 m/h;桩孔内混凝土面均匀上升,各处高差控制在0.5 m以内。

至少每隔30 min测量一次桩孔内混凝土面深度,每隔2 h测量一次导管内的混凝土面深度,及时填绘混凝土浇筑指示图。在开浇和结尾时适当增加测量次数。根据每次测量的混凝土面深度,核对浇筑量,指导导管拆卸。

(5)为确保桩顶混凝土质量,在桩顶设计标高以上加灌一定高度,一般不少于50 cm。

3 抗滑桩质量检查

梅子坪集镇防护工程 $\varnothing 3$ m抗滑桩施工完成后,按照要求采用低应变检测方法进行桩身质量检查。经低应变检测,测试的16根抗滑桩中,I类桩15根,II类桩1根,满足设计要求。

4 结语

梅子坪集镇防护工程抗滑桩直径3.0 m,桩径大,桩深,临江水施工,机械成桩,施工难度极大。经过科学分析、精心施工、措施到位,圆满施作了 $\varnothing 3.0$ m大口径抗滑桩,为梅子坪台地古滑坡体的安全稳定提供了有力保障。施工所总结的工艺技术方法,为今后类似大口径桩基工程施工提供了重要的参考借鉴。

参考文献:

- [1] 赵东,李德勇,等.官地水电站梅子坪集镇防护工程施工措施[Z].四川成都:四川准达岩土工程有限责任公司,2012.
- [2] 刘加朴,等.滑坡体治理工程中大口径抗滑桩施工技术[J].黑龙江水利科技,2012,40(10):123-125.
- [3] 任超,等.大口径深孔抗滑桩水下混凝土施工关键工艺控制[J].四川水力发电,2011,30(S1):253-255.
- [4] JGJ 94-2008,建筑桩基技术规范[S].
- [5] DZT 0155-95,钻孔灌注桩施工规程[S].