

松江河石龙电站边坡加固工程施工技术

朱英,王迪,赵宪富

(吉林省地质勘探技术研究所,吉林 长春 130103)

摘要:在松江河石龙电站边坡加固工程中,采用小直径抗滑桩加锚杆的桩锚联合支护体系,替代单纯的大直径抗滑桩,解决了陡峭边坡大型设备无法使用问题。采用潜孔锤跟管钻进工艺,解决了人工填石层钻孔坍塌及不能用水做循环介质的问题。介绍了该边坡治理方案及其施工技术,对陡峭边坡灾害治理工程有实用参考价值。

关键词:滑坡;边坡加固;抗滑桩;锚杆;潜孔锤;跟管钻进;松江河石龙电站

中图分类号:U417 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2012)05-0071-04

Construction Technology of Slope Reinforcement in Shilong Power Station of Songjianghe/ZHU Ying, WANG Di, ZHAO Xian-fu (Jilin Provincial Institute of Geo-exploration Techniques, Changchun Jilin 130103, China)

Abstract: Combined pile-anchor supporting system with small diameter anti-slide pile and anchor rod was adopted for slope reinforcement in Shilong power station of Songjianghe, which replaced simple large diameter anti-slide pile and realized the application of large equipment in steep slope. Borehole collapsing and water as circulating medium in artificial backfilled stone layer were solved by DTH hammer drilling technology. The paper introduced the slope reinforcement scheme and construction technology in Shilong power station of Songjianghe.

Key words: landslide; slope reinforcement; anti-slide pile; anchor; DTH hammer; drilling with casing; Shilong power station of Songjianghe

1 工程概况

松江河石龙电站位于吉林省抚松县城与松江河镇之间的松江河上,为第二松花江上游几座大型梯级电站之一。为建设电站需要,在原有抚松至松江河公路与电站之间修建一条专用公路,以满足电站运输大型设备、物资材料及人员进出之需要。公路在进入电站区域,地形逐渐变得险要,其右侧为高山,左侧为峡谷,峡谷底部即是松江河(此峡谷乃松江河水流切割而成)。在距离电站大坝300~400 m之间,路左侧(往大坝行进方向)有两处路基在运送材料、物资等重载车辆震动作用下有失稳趋向,路左侧部分人工填筑路基土石已经不同程度下滑,如不及时进行加固治理,雨季来临时,在雨水浸泡冲刷作用下,将发生大的滑坡。为避免滑坡等地质灾害的发生,电站工程管理部门决定对其进行加固治理。

2 加固方案的确定

需加固处理的路基分为两处,沿公路轴线方向,一处长度23 m,另一处长度17 m,两段中间间隔63 m。原加固方案设计为抗滑桩加固,两处共设计抗滑

桩42根,桩中心间距为1 m,桩直径为500 mm,桩长度7~9 m(进入风化基岩2 m)。拟采用冲击钻进方法钻凿桩孔。但这个设计方案无法实现施工,主要有以下3个问题无法解决:一是此段路位于松江河谷一侧,路左边缘处即是松江河岸边,向底部河道有70°~80°的倾角,其高度近100 m(指路面至谷底斜坡段长度),施工时必须搭设脚手架,设备只能在脚手架上作业。由于路基左侧斜坡段上部全部为回填土和块石,较松软且空隙较大,回填块石直径大的达40~50 cm,只能采用冲击钻成孔。而大型冲击成孔设备施工时产生的震动对脚手架安全构成严重威胁,无法保证人员及设备安全作业。二是大型冲击成孔钻机冲击钻进成孔时对周围土体会产生较大的振动力,在如此大的振动力作用下,上部回填部分土石方随时都可能发生滑坡。第三,土石方的回填深度在5~7 m之间,为避免水流对回填土体的冲蚀进而诱发滑坡,钻孔施工不能用水,而原设计施工方案考虑用冲击钻成孔,则必须用水(或泥浆)护壁和排渣。因此,这一设计施工方案一直搁浅无法采用。

在雨季即将到来之前,必须马上确定一种可行

收稿日期:2012-01-06;修回日期:2012-03-26

作者简介:朱英(1969-),女(汉族),吉林长春人,吉林省地质勘探技术研究所工程师,探矿工程专业,从事钻探施工技术及金刚石钻头生产研究工作,吉林省长春市高新区畅达路799号,zhuying19691222@163.com;王迪(1988-),男(满族),吉林长春人,吉林省地质勘探技术研究所助理工程师,岩土工程专业,从事钻探施工技术及金刚石钻头生产研究工作;赵宪富(1957-),男(汉族),吉林长春人,吉林省地质勘探技术研究所教授级高级工程师,探矿工程专业,从事钻探施工技术及金刚石钻头生产管理工作。

的施工方案立即开工(吉林省雨季一般为7月至9月末,讨论此施工方案时已经是5月末),否则,雨季来临前无法保证路基加固工程结束,后果不堪设想。因此,该工程具有一定抢险性质,必须保质保量按期完成。经施工方与电站工程技术部门共同协商,最后决定采用 $\phi 150$ mm的小直径抗滑桩加锚杆的桩锚联合支护体系作为加固方案,用风动潜孔锤跟管钻进工艺成孔,避免用水;此钻进工艺所需设备轻便,不会对脚手架安全造成威胁,另外钻进成孔时对周围土体不会产生较大的振动力,不会诱发滑坡。也就是说此施工方案完全避免了原设计施工方案中存在的3个致命缺陷,使工程得以如期开工。

3 桩、锚杆、连系梁设计

3.1 桩设计

在距路肩1 m处,沿公路轴线方向共设计42组抗滑桩,第一处24组,第二处18组,每一组桩由3根 $\phi 150$ mm的小桩组成,共126根 $\phi 150$ mm小桩。桩长7~9 m,视回填土石方深度情况而定,以进入风化基岩2 m为准。钢筋笼直径为129 mm(跟管钻进管靴内径为130 mm,钢筋笼直径不能大于管靴内径),每组桩中心间距为1 m,每组桩分为前后2排,前排(靠近公路一侧)为2根,后排1根(见图1)。桩身混凝土标号为C30,桩顶部打钢筋混凝土连系梁把各组桩连接起来。

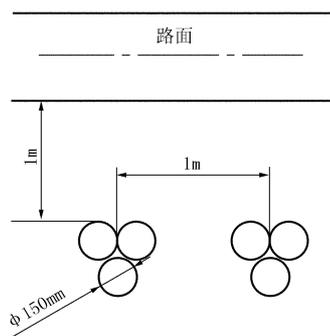


图1 桩布置示意图

3.2 锚杆设计

两处共设计锚杆21根,第一处设计12根,第二处设计9根,锚杆孔直径130 mm,孔深10 m,倾角 8° ,见图2。锚杆长度为锚杆孔深加孔口至连系梁距离,实际施工时各锚杆长度会有所差异(因受地形影响,实际施工时不同桩的位置与设计会稍有差异,进而影响到梁的位置及锚杆长度)。

3.3 连系梁设计

两处设计钢筋混凝土连系梁共计40 m长,梁截

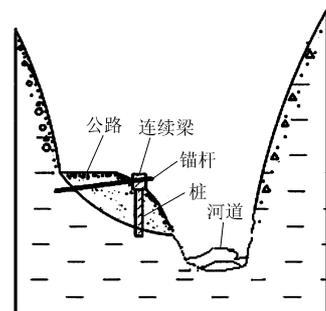


图2 锚桩示意图

面为 $200\text{ mm} \times 200\text{ mm}$,主筋为 $\phi 18$ mm螺纹钢,混凝土标号为C30。

4 主要施工设备

MG-50型钻机1台,20/20型空压机1台(压力2 MPa,风量 20 m^3),100 kW发电机组1套,W110型潜孔锤2套, $\phi 73$ mm钻杆30 m, $\phi 146$ mm套管60 m(跟管钻进用),套管靴10个(内径130 mm),注浆泵1台,混凝土搅拌机1台,注浆管线及拧卸工具等若干。

5 施工工艺

5.1 搭设脚手架

先在公路左侧斜坡上搭设脚手架,施工作业全部在脚手架上进行,故要求脚手架搭设必须牢固可靠,架杆顺排(沿公路轴线方向)间距0.8 m,横排间距1 m,卡扣必须拧紧并由专门负责安全人员逐个检查。每个架杆底部铺垫一平整石块或地板以增加架杆与地面的接触面积(表面回填土石很松软)。为增加架子的整体性,一次搭设架子长度27 m(第一处施工长度为23 m),另一施工面搭设长度21 m(施工长度17 m),架子宽度为6 m,以满足钻机作业和安放锚杆要求为准。架子边缘部位搭设护栏,架子搭设完毕后,在路边按3 m间距打几根竖直锚杆,用钢筋把锚杆与架子焊牢拉住,以防架子沿斜坡方向倾覆。之后在上面铺设地板,每块地板必须用铁线绑紧在架子上,以防踩翻。

5.2 抗滑桩施工

5.2.1 钻孔

5.2.1.1 钻孔施工顺序

先选择一组钻孔(3个钻孔为一组)中的任意一孔钻进成孔,灌注混凝土后,移动钻机至下一组钻孔钻进成孔,该孔成孔灌注混凝土后如已灌注完的上一孔混凝土强度达到要求,则移回钻机至上一组钻孔,选择剩下的2个钻孔中的一个钻进成孔。成孔灌注混凝土后,再移动钻机至下一组钻孔钻进其他

2个钻孔中的任一钻孔,如此依次类推,一组一组向下施工,见图3。

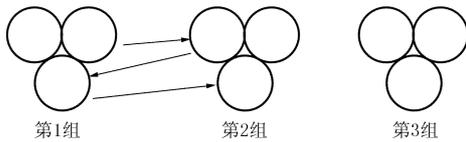


图3 锚桩示意图

5.2.1.2 钻进工艺

本工程钻孔施工采用潜孔锤跟管钻进工艺。潜孔锤跟管钻进工艺是破碎地层及人工堆积、填筑地层中防止孔壁坍塌行之有效的钻进方法,目前愈来愈广泛的应用于预应力锚索钻孔及水电站人工堆石坝钻孔工程中。本工程中采用此成孔工艺主要是解决不能用水做循环介质及孔壁坍塌等问题。

普通潜孔锤钻进原理为:钻进时由空压机排出的具有一定压力的气体作为动力,驱动潜孔锤气缸里的活塞上下往复运动,不断冲击下部钻头对岩石产生冲击破碎,冲击的同时钻机通过钻杆带动潜孔锤连续回转使钻头不断改变冲击破碎岩石的位置,从而使钻进破碎岩石得以连续不断进行下去。压缩空气作为碎岩动力的同时,在孔内上返时还及时将钻头破碎下来的岩屑携带出孔外。

而潜孔锤跟管钻进则是在普通潜孔锤底部安装一偏心钻头,偏心钻头与潜孔锤之间连接一套管靴,套管与管靴相连接(连接好后潜孔锤在套管内部)。钻进时在钻机回转力(正转)的作用下偏心钻头向外张开,使钻出的钻孔直径大于套管外径,随着钻孔加深潜孔锤不断下行,继而带动管靴及套管不断向下运动,使跟管钻进不断进行下去。钻孔终孔后,钻机轻轻反向回转2圈,孔底偏心钻头在钻杆带动下亦反向回转,偏心钻头即合拢收到套管以内,从套管内提钻取出,套管则留在孔内起护壁作用,整个跟管钻进作业即行完成。

5.2.1.3 钻进参数

本次跟管钻进钻头张开外径150 mm,跟 $\varnothing 146$ mm套管。

钻进参数:风压0.5~0.7 MPa;风量9~11 m³/min;钻机转数40~50 r/min;钻压8~10 kN。

钻进过程中,如无意外发生,可一次跟管到底。如果钻进时发现套管不能与钻头同步跟进,则可能发生套管折断事故(一般多为管靴处螺纹断裂,由于此处距离钻头最近,所受振动力最大,另外处于套管最底端,跟管时所受拉力也最大),此时应立即停止钻进,先尝试直接提钻(不收拢钻头),如钻孔不

深阻力不大,可直接把钻具及套管一并提出孔外,如孔相对较深阻力较大不能直接提出钻具(潜孔锤)及套管,则收拢钻头先提出钻具,再处理套管。

5.2.2 制作钢筋笼

原设计桩的直径为500 mm,改为3根 $\varnothing 150$ mm小桩代替后,其横截面积大幅减小,为增加桩的抗剪强度,增加了主筋含量。主筋为 $\varnothing 18$ mm螺纹钢,每个钢筋笼由11根主筋组成。箍筋为 $\varnothing 14$ mm普通钢筋,绕筋为 $\varnothing 6$ mm盘圆筋。笼长度同孔深,并适当加长与上部横梁衔接。钢筋笼制作主要是外径控制要求严格,不得大于 $\varnothing 129$ mm。因套管靴内径为 $\varnothing 130$ mm,钢筋笼外径过大,下不进管靴内,灌注混凝土后,会造成套管起拔不出来。其他要求按钻孔灌注桩规范执行。钢筋笼制作可与钻孔施工同步进行。

5.2.3 下钢筋笼

钻孔终孔提出钻具后,不拔套管,在套管里直接下钢筋笼,调整钢筋笼中心与孔位中心重合后,在孔口用钢筋将笼子点焊在套管上定位,以防灌注时发生错位。

5.2.4 灌注混凝土

由于每根桩需灌注的混凝土量不大(按9 m孔深计算,每根桩只需0.16 m³,不计钢筋笼占体积),为减少浪费及频繁搅拌,亦可每钻出4~5孔一起灌注一次(视现场具体情况灵活掌控)。但由于灌注前不能拔套管,套管占用量较大,需多准备套管。灌注时,由于孔内无水位,孔深不大,混凝土可直接从孔口倒入。每灌注1 m高度后用振捣器振捣20~30 s,以提高混凝土密实度。

5.2.5 起拔套管

混凝土灌注完后再起拔套管。先用钻机直接起拔,如阻力较大起拔困难,则在孔口安装一特制套管接头,将潜孔锤反向连接在套管接头上,开动空压机向潜孔锤供风使其向上冲击(将钻头与外缸绑扎固定在一起,使钻头没有自由行程,这样才能连续冲击),在震动和冲击力的双重作用下,可将套管顺利拔出。

5.3 浇筑连系梁

全部桩施工完毕后,在其上部浇筑钢筋混凝土连系梁,浇筑时注意将桩头上部预留钢筋与连系梁钢筋绑扎连接在一起,在对应锚杆位置预留锚杆孔。

5.4 锚杆施工

5.4.1 施工锚杆孔

由于锚杆需穿过公路路基上部人工填筑的碎石层,必须用跟管钻进方法成孔(除钻压略大外,其他钻进参数同前)。钻进时由于斜孔(倾角8°)加上地

层破碎,跟管钻进阻力较大,会出现潜孔锤不工作现象,这是由于套管与孔壁摩擦阻力增大导致钻头超前进尺所致(钻头与潜孔锤是花键连接,有一定自由行程,可防止潜孔锤空打现象),此情况下需适当加大钻压。使潜孔锤始终保持与钻头处于压紧状态,即可保证潜孔锤连续工作。但一定要注意加压时要考虑架子的承受能力,不要为追求进尺而盲目加大钻压,以免钻机反作用力造成脚手架倾覆酿成安全事故。钻进至预定孔深后,用压缩空气彻底冲洗孔底,将岩屑排净。

5.4.2 锚杆制作

锚杆用25号螺纹钢制作,制作时将钢筋矫直并清除表面锈斑及污物。每间隔1m焊接一导向架,以保证锚杆在孔内中心。焊接时轻轻点焊即可,避免电焊深度过大影响锚杆强度。因各锚杆长度并不相等,故制作好的锚杆要与锚杆孔一一对应并编号,安放时一定要对号入座不得错位,锚杆制作可在另一场地与钻孔施工同步进行。

5.4.3 锚杆安装

锚杆用人工堆放安装入孔。至少要有3人同时托起锚杆安放入孔,避免人少在运移过程中造成锚杆弯曲变形。由于有碎石孔段,阻碍安装,钻完孔后不拔套管,锚杆安装在套管内完成,并将注浆管绑扎在锚杆上一同安放入孔内,注意注浆管底口要与孔底保持有10~15cm距离,以免孔底有残渣等将注浆管堵死。

5.4.4 注浆

全部锚杆安放完毕后,用注浆泵向孔内注入水泥浆(水泥浆水灰比为0.5,加早强剂),待注满浆液从孔口溢出后停止注浆(暂不拔注浆管),起拔套管。如阻力较小用钻机起拔,如阻力较大,则依前法用潜孔锤起拔。

5.4.5 补浆

套管拔出后,由于地层破碎等原因水泥浆液会有不同程度的漏失,此时水泥浆尚未初凝,可向孔内直接补浆,补满浆液后拔出注浆管。

5.4.6 锚杆锁定

待孔内水泥结石强度达到要求后,将锚杆锁定在混凝土连系梁上,用螺帽拧紧即可,不加预应力。最后用20号水泥砂浆将锚头封死,使其不外漏。

6 安全检查

施工过程中,由于机械设备震动等原因,架子卡扣可能会不同程度有松动现象,要有专职安全员不断检查,发现松动及时拧紧。另外还要注意随时观察架子整体是否有变形或倾斜情况,如有上述情况发生,则停止施工,加固处理后再继续施工。

7 结语

由于改进后的施工方案合理可行,特别是跟管钻进工艺大大提高了成孔速度,进而提高了整个工程的施工进度,使工程在雨季到来前顺利完工。

在雨季里,工程经受住了多场大雨及大暴雨的严峻考验,经实践检验,工程质量全部达标,甲方十分满意。

参考文献:

- [1] 李国胜,等.岩土工程施工方法[M].辽宁沈阳:辽宁科学技术出版社,1990.
- [2] 程良奎,等.岩土锚固工程技术[M].北京:人民交通出版社,1996.
- [3] 武汉地质学院.钻探工艺学[M].北京:地质出版社,1980.
- [4] 赵宪富,等.治理某水库山体滑坡应用的锚固工程技术[J].探矿工程,1993,(5).
- [5] 史茂君,等.瀑布沟水电站淹没区右岸公路边坡综合治理技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(12).

江西页岩气勘查开发进入实质性阶段

《中国矿业报》消息(2012-05-19) 从江西省煤田地质局获悉,该局在对页岩气资源进行初步调查评价的基础上,成立了江西省页岩气勘查开发有限公司;国土资源部已确定江西省赣西北区块为全国页岩气探矿权招标区块,具有实力的企业集团7月份可与江西省内有气体勘查资质的勘查单位合作勘查开发页岩气。这标志着江西省页岩气勘查开发将进入实质性阶段。

页岩气作为非常规天然气,被国家有关部门定位为独立矿种进行勘查开发。根据江西省“358”找矿突破战略规划,计划查明资源量为:3年后10亿 m^3 ,5年后100亿 m^3 ,8年后1000亿 m^3 。

据了解,2011年以来,作为目前江西省唯一一家具有气体勘查甲级资质的单位,江西省煤田地质局与中国矿业大学共同开展了江西省页岩气资源调查评价工作,并组织技术人员选择页岩发育条件较好的赣东北、赣西北、赣西区块,以及赣南的大余和崇义作为主要调查区,进行了资源调查和评价。综合所收集的资料、国外已有经验和此次调查评价结果表明,江西省具备页岩气生成和储存的良好条件,潜在资源量约占全国的4%~5%,具有很大的勘探开发利用潜力,这为江西省页岩气勘查开发进入实质性阶段奠定了扎实基础,也为江西省能源多元化利用提供了新的途径。