

# 潜孔锤钻进技术在深厚砂卵石层中的应用

付兵,邱太宝,成体海

(四川省水利水电勘测设计研究院勘察分院,四川成都611731)

**摘要:**为了快速完成乐山市沙湾水电站泄压孔的造孔任务,根据工程技术要求和地层特点,使用空气潜孔锤钻进工艺,结合传统的钻探方法,加快了深厚砂卵石层的钻进速度,积累了经验,为今后在含水丰富的深厚砂卵石层中应用潜孔锤钻进打下了基础。

**关键词:**乐山市沙湾水电站;潜孔锤钻进;深厚砂卵石层;钻进参数;跟管

**中图分类号:**P634.5\*6 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2006)01-0042-02

## 1 概述

沙湾水电站工程为大渡河干流下游梯级开发中的第一级。坝址区位于四川省乐山市沙湾区葫芦镇上游1.0 km的大渡河干流上,距上游已建的铜街子电站约11.5 km,下游距乐山市区44.5 km。该工程以发电为主,兼顾灌溉和航运功能,电站装机容量480 MW。

该工程于2004年2月开始开工建设,采用束窄河床分期导流方式。2004年4月完成一期围堰。

据原勘察资料揭示,沙湾电站坝址区厂房坝段河床覆盖层深厚,最厚处达66.67 m,其以下基岩内有岩溶承压水分布。为了厂房基坑开挖的安全与稳定,设计决定对该段内的岩溶承压水进行先期减压处理。

我院于2005年3月5日进场开展施工,使用空气潜孔锤钻进工艺,结合传统的钻探方法,历时36天,完成4个钻孔,钻探工作量318.77 m,其中砂卵石层进尺212.38 m,较合同工期提前19天圆满完成了减压排水孔的造孔任务,受到业主的好评,取得了较好的经济效益。

## 2 地质条件及技术要求

### 2.1 地质条件

一期围堰由上下及纵向围堰组成,上游围堰长约315.0 m,堰顶高程425 m;下游围堰长约349.0 m,堰顶高程423 m;纵向围堰长约468.0 m,堰顶高程423~425 m。承压水减压排水孔平面位置均位

于一期围堰基坑内。由于前期采取砂石骨料,围堰基坑内地表均已进行了不同程度的开挖,致使围堰内地表均位于水下,水深5.0~7.5 m。

据原勘察资料钻探揭示,河床内覆盖层较为深厚,覆盖层最大厚度达66.67 m。物质组成上部为漂卵石夹砂,厚6.6~33.2 m;中部为卵石夹砂,厚20.31~44.5 m;下部为砂夹卵石及粉细砂层透镜体,砂层透镜体最大厚度达18 m;下伏基岩岩性以三叠系中统雷口坡组 $T_{21}^2$ 层之泥质白云岩为主,局部为 $T_{21}^3$ 层岩溶角砾岩。

### 2.2 钻孔技术要求

**减压排水孔钻孔深度:**以进入基岩承压水含水层底板为标准,孔深一般为80~90 m。

**覆盖层:**要求下入 $\varnothing 127 \text{ mm} \times 9 \text{ mm}$ 套管,无须取心。

**基岩:**孔径 $\leq 91 \text{ mm}$ ,需采取岩心。

## 3 钻进工艺和设备的选择

### 3.1 钻进工艺的选择

根据该工程勘察期间钻探施工经验,如采用常规的钻探方法,即先采用植物胶金刚石钻进取心,后跟进厚壁套管护壁的钻进工艺,需要上2台XY-2型钻机,才能按期完成钻探施工任务。而且由于水位较深,需搭建2个水上钻探平台,辅助工作量大,钻探施工成本高。

为了降低钻探施工成本,提高钻探施工进度,根据地层情况和钻孔技术要求,经过认真的分析研究,

收稿日期:2005-08-25

**作者简介:**付兵(1966-),男(汉族),四川成都人,四川省水利水电勘测设计研究院勘察分院副院长、高级工程师,西南交通大学地质工程专业工程硕士在读,钻探工程专业,从事水利水电勘察工程钻探施工技术及管理,四川省郫县犀浦镇犀浦路102号,(028)87855803,fb6622@tom.com;邱太宝(1966-),男(汉族),四川新都人,四川省水利水电勘测设计研究院勘察分院勘探科科长、高级工程师,钻探工程专业,从事水利水电勘察工程钻探施工技术及管理,(028)87852535;成体海(1961-),男(汉族),四川射洪人,四川省水利水电勘测设计研究院勘察分院项目负责人、高级工程师,地质工程专业,从事水利水电工程地质勘察工作,(028)87851130。

我院决定采用潜孔锤钻进技术施工减压排水孔。

### 3.2 钻探设备的选择

根据地层情况、钻孔深度和钻孔技术要求,钻探设备选择如下:XY-2型钻机(配低速电机)1台,BW-150型定量泵1台,20 m<sup>3</sup>/0.8 MPa空压机1台,阿特拉斯·科普柯(张家口)CIR-90型、CIR-110型潜孔锤各1套,采用油桶筏钻探平台,长×宽=10 m×6 m。

## 4 钻探工艺

### 4.1 钻进方法及钻孔结构

覆盖层采用 $\varnothing 115$  mm空气潜孔锤硬质合金钻头钻进,由于水位较深(5.0~7.5 m),开孔时先跟进 $\varnothing 178$  mm×12 mm厚壁套管2~3 m作为导向管;然后采用 $\varnothing 110$  mm空气潜孔锤硬质合金钻头钻进,提钻后再跟进 $\varnothing 178$  mm×12 mm(7 in)厚壁套管10 m,主要起导向和保护下一级套管的作用;之后采用 $\varnothing 95$  mm空气潜孔锤硬质合金钻头钻进,跟进 $\varnothing 127$  mm×9 mm(5 in)厚壁套管护壁并进入基岩0.5~1.0 m,跟进深度一般为25~65 m。

一般潜孔锤钻进回次进尺控制在0.7~0.8 m,以确保潜孔锤上部保持在套管内,以免被垮塌的砂卵石掩埋而影响潜孔锤的冲击钻进;提钻后跟进一次厚壁套管,长度0.5~0.7 m,然后采用 $\varnothing 95$  mm空气潜孔锤硬质合金钻头,只用潜孔锤的冲击功破碎套管中的卵石,并将一部分卵石冲出套管,挤入地层中;待钻头冲出管脚后再采用潜孔锤冲击回转钻进。

基岩采用 $\varnothing 91$  mm清水金刚石钻进,一径终孔。

### 4.2 钻进参数的选择

本工程考虑到水位较高,负压较大,为确保砂与破碎的卵石能被冲出孔外,我们选择了较大的风量。采用CIR110潜孔锤时,一般情况为12.0~13.0 m<sup>3</sup>/min,最大时达13.5 m<sup>3</sup>/min;采用CIR90潜孔锤时,一般情况为8.5~10.0 m<sup>3</sup>/min,最大时达12 m<sup>3</sup>/min。在潜孔锤钻进时,除正常工作所需风压外,还要加上孔深时沿程压降及克服水位以下的水柱压力。本工程风压一般情况为0.65~0.85 MPa,最大时达1.0 MPa。本工程钻压一般情况为0.5~0.6 MPa。本工程因选用的是XY-2型钻机,在采用低速电机的情况下,一档转速为85 r/min。

施工过程中,随着钻孔深度和地层情况的变化需要随时改变潜孔锤钻进参数,特别是要注意风量和风压的控制,以确保潜孔锤发挥出最优性能,同时确保砂砾及被击碎的卵石颗粒被冲出孔外。

### 4.3 跟管方法

一般在潜孔锤钻进0.7~0.8 m,提钻后用200 kg的吊锤跟进一次厚壁套管,长度0.5~0.7 m。为了确保厚壁套管的顺利跟进,在地层稳定性较差的孔段,应使用潜孔锤反复冲击扩孔钻进。在 $\varnothing 127$  mm×9 mm(5 in)厚壁套管跟进30 m后,应视地层和跟进速度,确定每回次厚壁套管的跟进深度,一般回次跟进深度控制在0.4~0.6 m,切忌盲目提高吊锤高度跟进厚壁套管,以免造成管脚损坏,而影响钻探施工。

### 4.4 钻进技术措施

#### 4.4.1 作业前的检查

(1)查供气管路及钻杆是否畅通,连接处是否漏气;

(2)反复倒置潜孔锤,检查活塞运动是否灵活;

(3)钻进开始时,在地表试验潜孔锤的性能。

#### 4.4.2 钻进中注意事项

(1)严格按照潜孔锤钻进技术参数作业,不能盲目追求进尺而加大钻压,防止钻杆折断、钻头掉齿和断齿等事故的发生;

(2)钻进中要随时注意观察气压表压力的变化,如发现压力急剧上升或下降,应立即提钻,查明原因,排除故障;

(3)钻进中经常注意潜孔锤冲击响声,如发现冲击频率变低或不稳定等异常情况,应立即提钻进行处理;

(4)钻进中如发现钻杆抖动厉害,应立即提动钻具,再慢慢下放,并降低压力进行钻进;

(5)定期向钻杆内加入少量机械油,确保潜孔锤充分润滑和高效能,延长使用寿命;

(6)下钻时,应边回转动边下放,当钻具接近孔底时,应放慢下放速度;

(7)下钻前,要在地表对潜孔锤进行试验,看其工作是否正常,否则要立即拆卸清洗、涂油,防止活塞与缸套的磨损加剧而损坏钻具。

(8)在施工过程中,应加强对潜孔锤的维护,并保证钻进所需的风压、风量,以确保潜孔锤的工作正常;

(9)采用材质较好的钻杆接头,并在施工过程中注意检查,以减少钻杆折断事故的发生。

## 5 结语

(1)采用空气潜孔锤钻进技术,结合常规跟管  
(下转第49页)

润土钻井液钻进)比较,在深度为130 m左右停钻24 h,1号孔液面下降8~9 m,而2号孔(使用充气泡沫钻井液)液面仅下降2~3 m。另外,使用充气泡沫钻井液时形成的泥皮薄而坚韧,孔壁稳定,主要表现在起下钻顺利,测井顺利。

(4)润滑效果好。K12是一种表面活性剂,有一定的乳化效果,能增加钻井液的润滑效果,有利于降低钻具、钻头和泥浆泵的磨损。

(5)提高钻进效率。由于携带岩屑能力强,润滑效果好,既减少了重复破碎岩石,也减少了各种磨损,提高了钻进效率。现场试验表明,如果在一个台班里全部使用充气泡沫钻井液,进尺能提高1~2 m(不使用充气泡沫钻井液时,每个班的进尺为8 m),即每个班的进尺提高12.5%~25%。通过对不同钻孔的班报表进行分析,大黄山2号孔的钻进工作历时14天完成,而临近的条件相同(孔深、口径等)的大黄山1号孔,整个钻进工作历时24天;而较远处的松迪焦化厂2号孔,孔径为450 mm,钻进至180 m,历时也达17天。另外,由于设备原因,在大黄山2号孔(此次的试验孔)的施工过程中,水龙头和钻进转盘等位置经常出现故障,因此在纯钻时间较少的情况下,仍保持了较快的进尺速度,说明使用充气泡沫钻井液能提高钻进效率。

(6)不影响洗井工作。使用充气泡沫钻井液时,护壁性能好,滤失量低,对地层的伤害少,泥皮薄,不影响洗井工作。DZK2孔的洗井工作历时36 h,与DZK1孔的洗井一致。

(7)充气泡沫钻井液配制简单,可操作性强,宜推广。使用充气泡沫钻井液无须添加其它装置,配制步骤简单,处理剂对人体无害,容易推广。

## 5 经济成本分析

普通膨润土钻井液的基本配方是:水+5%膨润土;充气泡沫钻井液的基本配方是:水+5%膨润土+0.5%CMC+0.1%K12。

在不考虑水源的远近和运输的情况下,膨润土约400元/t,普通膨润土钻井液为20元/罐,充气泡沫钻井液使用的CMC为6.5元/kg,K12为16元/kg,所以其总成本为: $10 + 2 \times 6.5 + 16 \times 0.25 = 27$ 元/罐。

相比较而言,充气泡沫钻井液的成本略高,但考虑到节约用水 $1/3 \sim 1/2$ ,提高了钻进效率,减少了钻具、钻头和泥浆泵的磨损,两者实际成本基本相当,尤其是在干旱缺水或漏失严重地区,充气泡沫钻井液的优势更加明显。

## 6 小结

充气泡沫钻井液在大黄山焦化厂2号孔(DZK2)的试验表明,充气泡沫钻井液节约用水,携渣能力强,护壁堵漏能力强,润滑效果好,钻进效率高、不影响洗井工作且操作简单。

抽水试验表明:大黄山焦化厂2号孔(DZK2)静/动水位为66.12 m/81.85 m,出水量为135 m<sup>3</sup>/h,达到设计要求;临近的大黄山焦化厂1号孔(DZK1)静/动水位为70.20/94.05 m,出水量为142.6 m<sup>3</sup>/h,两者结果基本持平。

建议在条件合适的情况下,如干旱缺水地区或漏失严重地区,进一步推广使用充气泡沫钻井液技术。

## 参考文献:

- [1] 徐同台,赵忠举. 21世纪初国外钻井液和完井液技术[M]. 北京:石油工业出版社,2004. 7.
- [2] 王良平,周世良. 钻井液处理剂及其作用原理[M]. 北京:石油工业出版社,2003. 268.
- [3] 刘德胜. 微泡沫钻井粗泡沫堵漏工艺在TBK气田表层中的应用[A]. 钻井承包商协会论文集[C]. 2004:187.
- [4] 张振华,鄢捷年,樊世忠. 低密度钻井流体技术[M]. 山东东营:石油大学出版社,2004. 168.
- [5] 乌效鸣,胡郁乐,贺冰新,等. 钻井液与岩土工程浆液[M]. 武汉:中国地质大学出版社,2002. 152-153.

致谢:本文的研究工作得到了新疆地矿局工勘处、新疆第二水文地质大队等单位的大力协助,在此一并表示感谢。

## (上接第43页)

钻进,在含水丰富的深厚砂卵石地层中取得成功,改变了空气潜孔锤只能在干燥或湿润的环境中使用,拓展了其使用的范围。

(2)在砂卵石层钻进,因潜孔锤冲击功较大,易发生钻杆接头折断事故,建议提高钻杆接头的材质和丝扣加工质量或采用外接箍钻杆接头。

(3)本次共施工减压排水孔4个,使用潜孔锤万方数据

异步跟管钻进砂卵石层总进尺212.0 m,综合台效达8.7 m/台班,比采用常规植物胶金刚石钻进效率提高近3倍,节约直接成本约180元/m。

(4)通过4个孔的施工,我们取得了使用潜孔锤钻进深厚砂卵石层的经验。使减压排水孔的施工顺利完成,受到业主的好评,为院创造了较好经济效益和社会效益。