

# 贯通式潜孔锤在新疆白干湖钨锡矿区 钻探施工的应用效果

全志刚

(吉林省地勘局第六地质探矿工程大队,吉林 龙井 133401)

**摘要:**针对新疆白干湖钨锡矿区自然环境恶劣,地质条件复杂,传统岩心钻探方法效率低、成本高、施工周期长等情况,使用贯通式潜孔锤反循环连续取心钻进技术,收到了良好的钻探效果。

**关键词:**钨锡矿;复杂地层;钻探;贯通式潜孔锤

**中图分类号:**P634.5<sup>+</sup>6 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2008)01-0012-03

根据中国地质调查局资[2003]015-05号地质调查工作内容任务书精神,“新疆东昆仑西段黑山—祁曼塔格成矿钨锡资源评价”项目由吉林省地质调查院承担,地调院委托吉林省地勘局第六地质探矿工程大队完成矿区勘察施工。

## 1 矿区概况

### 1.1 矿区自然地理条件

矿区位于新疆维吾尔自治区东昆仑西段,隶属于新疆维吾尔自治区若羌县。其地理坐标:东经 $88^{\circ}45'$ ~ $89^{\circ}15'$ ,北纬 $37^{\circ}40'$ ~ $38^{\circ}00'$ ,面积约 $1500\text{ km}^2$ ,区内高程为 $4100\sim 5638\text{ m}$ 。由于工作区属于抬升区,故地形切割强烈,河谷、荒漠区一般高程 $3500\sim 4730\text{ m}$ ,山区高程 $4100\sim 4800\text{ m}$ ,相对高差 $500\sim 1000\text{ m}$ ,其地形南高北低,起伏较大,气候属典型的藏北高原地理气候区,昼夜温差大,气候变化无常,区内人烟稀少,除少数地方有游牧民不定期居住外,其他均属无人区,区内交通、通信较差。且末—吐拉花土沟乡间便道是区内主要交通线,此处其他主要河谷均可通行汽车,但路况较差,阿尔金山上的积雪随区内气候变化,飘忽不定,单人单车行驶十分危险。工作区距花土沟镇 $230\text{ km}$ ,区内长年有雪,风力平均在 $3\sim 9$ 级,风沙特别大,矿区周边没有水、草及任何植物,施工生活用水需到 $15\text{ km}$ 外的大沙河去拉。

### 1.2 矿区地质特征

区内出露的地层主要有下元古界金水口群,古

志留系,第四系松散堆积物。岩性主要为二云石英片岩、绿泥绢云石英片岩、透闪石大理岩、石英闪长岩、中细粒二长花岗—似斑状二长花岗—中粗粒钾长花岗岩,岩石坚硬,可钻性 $8\sim 10$ 级,断裂构造异常发育,并有多次活动的特点。从孔口地表观察到节理裂隙纵横交错,稳定性极差,孔内稍有震动沿层理、节理面即发生垮塌,孔内漏失严重,故属于硬、脆、碎、漏、塌等极复杂地层,钻探施工难度极大。

## 2 钻探工艺分析论证

2004年初接到钻探施工任务后,由于时间仓促,我队没组织有关人员到矿区进行现场踏勘,只听地调院有关人员口头介绍了矿区地形、地貌、交通、地层等情况。因此,凭以往的施工经验,在施工工艺上采取了普通金刚石单动双管钻进。2004年7月13日开始施工ZK7401孔,设计孔深 $350\text{ m}$ ,至2004年9月26日施工至 $143.13\text{ m}$ 。由于矿区气候恶劣,西北所下令停止施工而停钻。该孔段施工,从孔口至 $143.13\text{ m}$ ,全孔段漏失严重,靠一台 $5\text{ t}$ 汽车 $24\text{ h}$ 拉水,往返需 $3\sim 4\text{ h}$ ,而从水站送至机台,机台水泵再泵入孔内需 $1\sim 2\text{ h}$ ,拉水搅泥浆往往满足不了施工所需,机台等水时间过长,导致施工成本增加。施工周期延长,而孔内经常发生坍塌掉块、钻孔超径、埋钻、卡钻、断钻杆等孔内事故,岩(矿)心采取率低,达不到地质要求。

2005年,依据施工ZK7401孔的经验,为完成施工任务,开动了2台钻机,在工艺上将普通金刚石钻

收稿日期:2007-03-01

基金项目:中国地质调查局地调项目(编号:资[2003]015-05)

作者简介:全志刚(1957-),男(汉族),湖南长沙人,吉林省地勘局第六地质探矿工程大队队长、高级工程师,探矿工程专业,从事探矿工程岩土工程管理工作,lxixiuling666@163.com。

进改为孔底局部反循环和液动潜孔锤钻进(两种钻具仅限于使用清水和低固相冲洗介质,而本矿区因孔内漏失严重,使用堵漏剂效果不佳),护壁堵漏措施采取 $\varnothing 130$ 、 $\varnothing 91$  mm 金刚石超深钻进,下入 $\varnothing 127$ 、 $\varnothing 89$  mm 套管护堵,工作量占全孔工作量的 $1/3$ 左右,下部采用泥浆或水泥护壁。2005年4月19日开始继续施工ZK7401孔,下钻至39 m遇阻,扫孔钻进,提钻后敲打岩心,岩心管内为冰柱,经多次反复扫孔,勉强扫至143.13 m,提钻后,第二日又“冻死”,所以判断该矿区属永冻层地区,后使用盐基泥浆扫孔钻进,至6月27日,钻进孔深161.53 m,孔内发生钻杆折断事故,多次处理无效,加之拉水、泥浆堵漏剂堵漏、水泥浆封固等护壁方法,成本大幅度增高。我队难堪重负,经请示而停止施工。由于此孔遇到永冻层,造成 $\varnothing 89$  mm 套套管长86.35 m起拔不出而遗留孔内。4月26日开始施工ZK7001孔,由于地层情况较ZK7401孔稍完整一些,加之前一年积雪较大,在机台附近修筑了蓄水池,机台不需拉水施工,但使用的发电机组因高原缺氧,事故率极高,停待时间过长而造成施工周期延长,成本增加。

面对上述诸多施工难题,7月5日由局科技处主持、地调院协助,召集省局退休钻探老专家、地矿建设集团副总经理、总工程师及我队相关人员,并邀请了吉林大学建设工程学院院长、博士生导师殷琨教授参加的座谈会,通过一天的研讨,多数同志赞同殷琨教授提出的由吉林大学建设工程学院研发的目前在国际上处于领先地位的贯通式潜孔锤反循环连续取心钻进工艺,采取局、队、学校联合攻关,解决新疆白干湖钨锡矿区钻探施工难题。

### 3 设备选择与钻具匹配

施工主要设备及器具为:连云港黄海机械厂生产的XY-44型钻机;英格索兰HRP-750GU型空压机,风量 $750 \text{ ft}^3/\text{min}$ ( $21 \text{ m}^3/\text{min}$ ),风压2.1 MPa;6150型发电机组;SG-18 m四角管塔,无锡探矿工具厂生产的 $\varnothing 89/44$  mm双壁钻杆,GQ127/108型潜孔锤, $\varnothing 152$ 、133、115 mm钻头。

钻具组合:粗径—— $\varnothing 152$  mm( $\varnothing 133$  mm)钻头 +  $\varnothing 127$  mm潜孔锤 +  $\varnothing 89/44$  mm双壁钻杆 +  $\varnothing 89/44$  mm双壁主动钻杆;小径—— $\varnothing 115$  mm钻头 +  $\varnothing 108$  mm潜孔锤 +  $\varnothing 89/44$  mm双壁钻杆 +  $\varnothing 89/44$  mm双壁主动钻杆 + 双通道气水龙头。

送风管路匹配:空压机 + 2 in( $\varnothing 50.8$  mm)高压胶管 + 2 in镀锌管 + 储气罐 + 2 in高压胶管 + 双通

道气水龙头。

### 4 贯通式潜孔锤工作原理

驱动潜孔锤后的废气由钻头底部的排气孔高速喷出,在喷口附近形成低压区,对周围介质就形成抽吸作用。气流与被抽吸的介质由孔底岩石反射后经钻头扩大压槽而进入钻头中心通孔,于是高速流体的流速逐渐降低,压力增高,携带的岩心、岩屑及孔内流体沿钻具的中心通道上返,经双通道气水龙头和“鹅颈”弯管排出孔外。该钻进工艺成功地实现了潜孔锤碎岩、流体介质反循环和钻进中连续取心3种钻探高新技术于一体。

### 5 贯通式潜孔锤工艺参数的选择

施工实践证明,要想获得高效率,选择最优技术参数尤为重要。

GQ127/108型潜孔锤钻进参数:转速 $10 \sim 30 \text{ r}/\text{min}$ ,供风量 $5 \sim 21 \text{ m}^3/\text{min}$ ,风压 $1.2 \sim 1.6 \text{ MPa}$ ,上返风速一般控制在 $15 \sim 25 \text{ m}/\text{s}$ ,环状间隙过小会引起憋风,影响正常钻进,过大则导致排屑困难,钻头与钻具匹配以减小排屑阻力。

风量大小取决于孔深、孔径、压力损失和钻进速度等综合因素,风量的大小具体可按下列公式计算:

$$Q \geq 60K_1K_2(\pi/4)(D^2 - d^2)v$$

式中: $Q$ ——所需风量, $\text{m}^3/\text{min}$ ;  $K_1$ ——孔深影响系数,孔深 $< 200 \text{ m}$ ,取 $1.05 \sim 1.1$ ,孔深 $200 \sim 500 \text{ m}$ ,取 $1.25 \sim 1.3$ ;  $K_2$ ——钻孔涌水增加系数,不涌水取1,中等涌水取1.5;  $D$ ——钻孔直径,m;  $d$ ——钻杆外径,m;  $v$ ——上返风速。

### 6 潜孔锤施工效果

贯通式潜孔锤施工既解决了矿区无水钻探困难,又节约了供水系统费用和劳动力,仅节约运水一项费用每孔达3万元,钻进成本比金刚石钻进下降 $10\% \sim 20\%$ ,获得了高效率、高钻孔质量、低成本和孔内事故少的综合效益,其施工效果见表1。

从表1可以看出,金刚石钻进施工的2孔,因裂隙发育,孔口不返水,钻进时无法确定钻头冷却情况,钻进不匹配,造成烧钻、断钻杆,两孔处理等待400 h,成本比潜孔锤钻进高,改为贯通式潜孔锤钻进效率明显提高。

### 7 工艺特点

贯通式潜孔锤与常规取心钻探方法相比,其根

表 1 潜孔锤钻进与金刚石钻进经济技术指标对比表

钻进方法	施工孔号	钻孔深度/m	施工周期(年月日)	钻月效率/m	台月效率/m	纯钻利用率/%	平均时效率/m	最高台班进尺/m	钻头寿命/m	最大提钻间隔/m	事故停待/h
金刚石	ZK7401	161.53	2004.7.13~2005.6.23	20.19	67.02	11	0.81	5.71	5.20	1.70	320(烧钻;断钻杆)
	ZK7001	230.10	2005.4.26~2005.7.30	73.51	315.20	32	1.20	15	11.51	4.35	80
潜孔锤	ZK7402	215.00	2005.8.26~2005.9.10	143	1132	32	4.67	48	42	42	24
	ZK7801	230.50	2005.9.29~2005.10.5	329	1286	39	4.33	59	59	59	10

本区别在于 3 个方面:改变了冲洗循环介质,即从液态变为气态;改变了循环方式,即从单壁钻杆正循环变为双壁钻杆反循环;改变了碎岩方式及样品形态,由原来的切削与磨削变为冲击与冲击切削碎岩,由获取柱状岩心变为获取碎屑状岩样。

由于这 3 个根本区别,决定了中心取样钻探方法具有以下工艺特点:

### 7.1 钻进效率高

(1)采用了潜孔锤和牙轮钻头,改变了碎岩方式,以冲击破碎取代了切削破碎和磨削破碎。

(2)使用空气作为循环介质,排粉效果好,减少或避免了重复破碎。此外,由于没有了液柱压力,孔底岩石从承受 3 向应力转为 2 向应力,使岩石强度相对降低。

(3)取消了常规钻探中的取心过程,钻进过程中除加接双壁钻杆和偶尔更换钻头外,样品在钻进时连续排出,纯钻时间利用率高。

### 7.2 有利于穿越复杂地层

钻进时,压缩空气在双壁钻杆中的循环恰似一闭路循环系统,即便遇到老窿或溶洞,一俟钻具到达洞底,正常循环也会立即恢复,而这在常规钻探方法中却是无法实现的。

此外,双壁钻杆为满眼钻具,孔壁间隙小,故破碎岩块没有坍塌的空间条件,双壁钻杆对孔壁还有一定的支护作用。而钻进过程的连续性,避免了因频繁提下钻具所形成的压力激动和抽吸作用给钻孔造成的破坏。

### 7.3 钻孔质量好

双壁钻杆为满眼钻具,刚性好,所以很少发生孔斜;双壁钻杆定尺规格一致,不会发生孔深丈量误差;无论地层条件如何,样品采取率总能达到或接近 100%,且没有外来的污染。

### 7.4 钻进工艺简单

由于中心取样钻探钻具自身的特点及碎岩方式的改变,钻进参数如压力、转速等的控制比较简单,即便稍有不妥,对钻进效率、孔内安全等影响均不大。此外,由于实现了样品连续上返,常常是一个钻头打一个孔,提一次钻,除特殊情况外,即使在复杂

地层钻进,也不必采取护孔堵漏措施,钻孔结构简单,通常一径终孔。

### 7.5 可以气代水

有利于在干旱缺水地区施工,这一点对于开发我国大西北具有特殊意义。

## 8 结语

贯通式潜孔锤钻进虽然空压机、钻杆及附属机具一次性投入费用高,但钻进效率比常规钻进高 6~8 倍,钻探综合成本节约 10% 以上,在缺水地区施工是其他钻进工艺无法取代的,其施工优越性越来越受广大钻探界所认可,在我国今后钻探领域能取得良好的技术与经济效果。

我队使用潜孔锤时间不长,经验不多,与兄弟单位相比差距较大,还需努力解决下列问题:

(1)Ø115 mm 取心、取样钻头边刃扫孔时,易磨损,影响钻头寿命;

(2)双通道气水龙头结构复杂,不易维修,“鹅颈”弯管易磨损;

(3)提下钻卸扣时间长,劳动强度大,无拧管机;

(4)粉尘污染大,无捕尘设备,有损于施工人员身体健康;

(5)Ø89 mm 钻杆丝扣磨损大,压力损失严重,潜孔锤不能充分发挥作用;

(6)钻机、空压机性能能否满足深孔钻进施工所需,有待于论证;

(7)深孔有水,岩屑携带应配合泡沫剂,雾化及其他充气介质来彻底清除孔内岩屑等问题;

(8)因无配套的打捞工具,孔内出现埋钻事故时,现场无法处理。

## 参考文献:

- [1] 耿瑞伦,陈星庆,蒋荣庆,等.多工艺空气钻探[M].北京:地质出版社,1995.
- [2] 张祖培,殷琨,蒋荣庆,孙友宏,等.岩土钻掘工程新技术[M].北京:地质出版社,2003.