

# 甘肃岷县某金矿钻探施工技术与管理

张宝河<sup>1,2</sup>

(1. 中南大学, 湖南长沙 410083; 2. 武警黄金第五支队, 陕西西安 710100)

**摘要:**分析了复杂地层的成因,通过精心筹划、严密组织、技术攻关、研制冲洗液、有针对性地研制钻头、规范作业,解决了施工护壁难和取心难题,较好地提高了施工效率和钻孔施工质量。

**关键词:**复杂地层;钻探施工;效率;质量;组织与管理

**中图分类号:**P634 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2010)04-0044-04

**Drilling Construction Technology and the Management in a Gold Mine in Gansu/ZHANG Bao-he**<sup>1,2</sup> (1. Central South University, Changsha Hunan 410083, China; 2. No. 5 Detachment of the Gold Army, CAPF, Xi'an Shaanxi 710100, China)

**Abstract:** The causes of complex strata formation were analyzed; difficulties in the wall protection and coring were solved by technical research, flushing fluid development and implement bit development, the construction efficiency and borehole construction quality were improved.

**Key words:** complex strata; drilling construction; efficiency; quality; organization and management

甘肃省岷县某金矿是我支队近年来在西秦岭地区发现的超大型微细浸染型金矿床。矿区以钻探为深部探矿手段,设计钻孔深度 200 ~ 620 m、开孔角 65° ~ 85°,岩层采取率、矿化带、矿层与矿层顶底板岩心采取率 < 80%。但矿区地质构造发育,地层破碎,岩性复杂,钻孔护壁难、岩心采取难。2002 ~ 2008 年平均台月效率 231.6 m。2009 年,通过技术攻关和强化施工管理,较好的提高了钻进效率和工程质量,较大地降低了成本。

## 1 概述

### 1.1 矿区基本情况

甘肃省岷县某金矿位于县城北东 20 km,矿区海拔 2600 ~ 3300 m,相对高差 700 m。区内四季温差较小,寒冷时间较长,无霜期 5 ~ 9 月份。

### 1.2 施工设备工艺

主要钻探设备:XY-4 型、XY-44 型钻机、YDX-3L 型全液压钻机(2007 年 8 月后),BW-250 型泥浆泵和 SGX-13 型、SGX-17 型钻塔,SJ-1 型绳索绞车。

主要采用 Ø75 mm 绳索取心钻进。

### 1.3 矿区钻进存在的主要问题

矿区地质构造发育,破碎带地层复杂,岩石破碎、软硬互层多,钻孔结构复杂、套管用量大;孔内坍塌

塌掉块剥落多;提钻、停待后孔内岩屑多;钻孔扩径严重;夹钻、钻具折断等孔内事故多。岩石破碎、软、软硬互层多,岩矿心不易采取。

## 2 施工难点及原因分析

### 2.1 施工难点

(1) 地层复杂,岩石破碎,软硬互层多,护壁难;

(2) 钻孔结构复杂(钻孔结构多为 Ø150 ~ Ø75 mm 五级成孔),套管用量大(套管用量为累积进尺的 118%);

(3) 提钻、停待后孔内岩屑需要反复扫孔、捞取;

(4) 岩心破碎,不易进入钻具内管,软岩石膨胀容易在卡簧、卡簧座处堵死磨耗,软硬互层使较软岩石磨损消耗,矿石多为碎裂岩,岩矿心采取难。

### 2.2 施工难的原因

#### 2.2.1 地质因素

矿区地层:主要为中晚泥盆统、早二叠统、老第三系、第四系。

岩性:主要为板岩、砂岩、灰岩、砾岩、砂、砾石,其中砂岩(石英砂岩、长石石英砂岩)约占 20%,板岩(钙质板岩、泥质板岩、炭质板岩)约占 55%,灰岩(微晶碎屑灰岩)约占 10%。板岩中石英含量约 60%,高岭石、伊利石和伊蒙混层、绢云母、绿泥石粘

收稿日期:2010-02-08

作者简介:张宝河(1968-),男(汉族),内蒙古赤峰人,中南大学 2007MPA 学员,武警黄金第五支队支队长、工程师,从事探矿工程、岩土工程施工与管理,陕西省西安市长安韦曲区凤栖西路 7 号。

土等约占30%。粘土矿物遇水膨胀,钻探施工难度大。

区内压扭性断裂构造发育,断裂破碎带厚度数米至数百米,构造破碎带内岩石破碎,尤其板岩破碎成泥状,砂岩破碎成砂糖状。碎裂岩化对钻进影响突出。

### 2.2.2 操作因素

在复杂地层中,也有施工组织管理因素、工艺因素、操作不合理等人为因素加剧了地层的复杂性。例如:停工待料、冲洗液选择不当;钻孔结构不合理,钻杆柱与孔壁的环状间隙小;频繁上下钻、带内管上下钻破坏孔壁等加剧地层的复杂性;“干烧”、双动双管等频繁上下钻造成孔壁破坏等。

## 3 技术和管理措施

### 3.1 组织管理

#### 3.1.1 精心筹划钻探生产

针对2009年钻探施工任务多、难度大的特点,我们尽早对施工地层地质情况进行了实际踏勘,对水电路进行了布置,并根据实地情况有针对性地编写了施工技术设计,及早筹备生产物资,调配人员设备,在人财物方面全力满足施工需要。

##### 3.1.1.1 加强技术培训

人是生产力最活跃的因素。为此,我们把提高施工人员的专业素质作为解决施工难的突破口,主要做了3方面的工作:一是开展业务培训提高专业技能。施工预备期,利用4个月时间,较为系统学习了钻探设备、钻探工艺、冲洗液与护壁堵漏等8个部分的内容;二是广泛开展岗位培训活动,依照《岩心钻探规程》、施工技术设计规范作业,开展岗位培训,收效明显,开展一线机班长间的技术交流会,学习提高;三是针对难题聘请知名专家现场指导,提高了解决施工难题的方法措施。专业技能提高,提高了落实施工规程规范的自觉性,减少了人为失误,全年没有发生过严重的孔内事故。

##### 3.1.1.2 精心准备物资设备

材料保障是施工的基础,钻探材料17大类4000多种,仅钻杆就有绳索取心、普通双管、正丝反扣5种规格、套管 $\varnothing 146 \sim \varnothing 73$  mm五种口径,施工中的不确定性又增加了保障的难度。年初我们制订了详细的材料计划,2月底前,正常生产的材料准备齐全,对于专用材料要有库存,通用材料有保证。工欲善其事,必先利其器。2008年12月初施工才结束,野外气温 $-10$ ℃以下,为确保冬检冬修质量,我们

把野外钻探施工设备全部运回了机关,聘请厂家专业维修人员对2台全液压钻机维修保养。2009年,机故率较2008年下降10.2%。

### 3.1.2 严密组织完善制度

#### 3.1.2.1 靠前指挥所

施工期主管领导一线指挥施工生产、教育管理和生活保障等工作,协调与地方、工程与地质、施工保障等的关系,最大限度地减少了中间环节。

#### 3.1.2.2 思想发动

发挥我军政治工作优势,统一思想,提高一线人员工作的积极性、主动性。

#### 3.1.2.3 规范秩序

一是落实管理制度。把落实制度作为管理的重点,严格落实“岗位责任制”、“安全检查制度”、“质量管理制度”、“三工”制度12项现场管理制度等,达到了制度落实、秩序正规,较好地保障了生产。

二是严格执行《岩心钻探规程》和《施工技术设计》。减少了工作的随意性,为科学规范作业提供了保障,减少了人为失误。

三是解决制约施工进度因素。避免出现停工待料现象,加强设备维护,减少机故,现场有备用的钻具、水接头等,严密工序间的衔接,白班给夜班打基础等。

#### 3.1.2.4 完善奖惩

制定《探矿工程施工奖励办法》,以奖励为主,对人为原因造成损失的要承担经济责任。

## 3.2 技术攻关

### 3.2.1 破解取心难题

矿区钻探护壁难和取心难是相互关联而非相互独立的两种现象,以前把护壁难作为主要难题而采取措施是不够合理的。钻孔护壁难在很大程度上是取心难造成的,由于岩心难采,使用双动双管或“干烧”等措施取心,采取小规程、减小回次等,都对孔壁造成了较大的破坏;岩心采取不上来形成孔底沉砂造成夹钻蹩泵等,因此,解决取心难题是突破钻进难题的关键所在。

近年来,我们试验了多种类型的绳索取心钻具和普通双管钻具,但不同程度存在岩心取心率低、打捞成功率低、内管投放速度慢等不足。选择钻具时,我们注意克服钻具结构的不足,要求加工精度高、易损件少、性能稳定,这样就能保证取心的可靠性和打捞的稳定性。通过对多种钻具结构、特点的比较分析,我们选择了 $\varnothing 96S$ 、 $\varnothing 75S$ 喷射式反循环钻具和某公司的HQ、NQ钻具。

HQ、NQ 钻具卡簧弹性好、长度大、硬度高,保证了卡簧与岩心的接触面积和摩擦力,便于卡紧岩心;钻头内径 47.4 mm、卡簧内径 47.1 mm、内管内径 51.0 mm 之间的尺寸关系有利于岩心进入内管(以前使用的钻头内径 47.0 mm、卡簧内径 46.7 mm 和内管内径 51.0 mm 取心效果较钻头内径 49.0 mm、卡簧内径 48.7 mm 和内管内径 51.0 mm 取心效果好);卡簧下端无水口,配合底喷钻头使用,避免了冲洗液对岩心的直接冲刷,保护了岩心,利于取心;该钻具弹卡板与收卡部分为铰链结构,弹卡板收缩力较回收管收卡力量大、灵活,减少了弹卡板顶死弹卡挡头造成的内管打捞失败;钻具加工精度高,故障少,易损件少,减少了内外管卡死等问题的发生。

喷射式反循环钻具是在普通绳索钻具上加入喷射原件,以座环密封冲洗液,通过钻具内管、心管内形成孔底局部反循环,反循环有助于破碎岩心进入内管。

生产试验中,某公司的 HQ、NQ 钻具在破碎带、碎裂岩层,适当控制回次进尺,回次岩心采取率都能达到 80% 以上,能满足地质设计要求;打捞成功率达到 98% 以上,较普通钻具提高 10% 左右,很少有出现内管打捞失败提大钻现象。

喷射式反循环钻具在破碎、碎裂岩层,适当控制回次进尺,回次岩心采取率都能达到 80% 以上,能满足地质设计要求;对于提高软岩层取心率效果不明显。该钻具喷嘴为易损件,使用 60 h 需要更换,否则岩心采取率下降;该钻具打捞成功率较低,内管打捞失败提大钻现象与普通钻具相当。

经过对比,我们选择了某公司的 HQ、NQ 钻具,较好地解决了岩矿心采取率低的难题,且内管打捞成功率高。

### 3.2.2 突破护壁难题

以往,我们分别进行了冲洗液、水泥、套管等方法护壁。由于岩石软、地下水活动强烈,灌注水泥很少成功,已不再使用;主要是 5 级成孔,冲洗液和套管结合护壁。无固相冲洗液因钻杆内不结泥垢、钻具内管投放快、搅拌方便等优点受到优先选择,但各种无固相冲洗液在孔内循环 2 个循环后漏斗粘度即下降 2~4 s,性能不稳定。分析认为,由于矿区地层中含有大量的粘土矿物,这些粘土矿物遇高分子聚合物冲洗液后很快聚集、絮凝、沉淀,从而很快改变了冲洗液的性能,同时孔内岩石较软,钻进中产生较细岩粉及冲洗液冲刷、钻杆柱敲击孔壁产生的细岩屑表面积巨大,大量消耗有机高分子,使粘度迅速下

降。因此,我们把研究重点转向了泥浆。

通过对矿区易坍塌、剥落地层的矿物分析:矿区板岩中石英含量达 60%,高岭石 11%~15%、伊利石和伊蒙混层占 13%~17%。这就要求冲洗液失水量小、抑制泥质水化膨胀作用强。我们进行了 3 组正交泥浆试验,比较了各种处理剂对泥浆失水量影响程度依次为:CMC、K-PHP、SD-2、KHm、GLA、SH。对泥浆漏斗粘度影响程度依次为 K-PHP、CMC、GLA、SD-2、KHm、SH。并通过生产实际完善,研制出了 CMC-SD-2 低固相泥浆。

CMC-SD-2 低固相泥浆配方为:膨润土 4%~5%, $\text{Na}_2\text{CO}_3$  0.2%,CMC 0.5%,KHm 0.6%,GLA 0.6%,SD-2 植物胶 0.2%。

性能为:密度 1.018~1.025 kg/L,失水量 $\leq$ 8.0 mL/30 min,漏斗粘度 24~26 s,pH 值 8~9。

矿区试验和施工实践证明,CMC-SD-2 低固相泥浆可有效地抑制矿区水敏地层的坍塌、掉块和自然造浆现象,同时避免了高分子无固相冲洗液粘度下降快的现象。该泥浆性能优良,并能保证 600 r/min 钻杆不结泥垢,适合矿区钻孔护壁。

### 3.2.3 试验钻头提高机械钻速

在机械钻速、回次长度、起钻间隔、起下钻速度等技术指标中,机械钻速对效率影响最为显著。矿区岩石互层频繁,硬度多为 IV~VI 级,钻进时效应该比较高,但通过不同厂家的金刚石、复合片钻头试验,年平均机械钻速 1.10 m/h。我们根据地层、岩性、硬度、研磨性设计钻头,现场试验调整,机械钻速已达 1.44 m/h。提高了钻进效率,减少了孔壁岩石裸露时间。

钻头参数:胎体硬度 30~33 HRC,金刚石粒度 20~30 粒/克拉,金刚石浓度 75%。

## 3.3 施工管理

### 3.3.1 保证冲洗液质量的措施

- (1) 更换了高速搅拌机,泥浆搅拌更均匀。
- (2) 改由副班长担任泥浆岗,提高了泥浆的管理水平。
- (3) 要求各班严格按照冲洗液配方配置,按规定预溶,按顺序添加,按时间搅拌。
- (4) 改变冲洗液配方必须先做室内试验。
- (5) 每班测试泥浆失水量、漏斗粘度等性能,及时调整或更换,保证泥浆性能。
- (6) 严防污水、雨水进入泥浆中。
- (7) 膨润土必须预浸泡。

### 3.3.2 保证采取率的措施

- (1) 不打懒钻、不打堵心、不随意上下串动钻具。
- (2) 采用合理的回次进尺。
- (3) 保持钻具的单动性、不使用弯曲的钻具。
- (4) 进尺明显由快转慢或由慢转快应立即取心,防止软岩心磨损。
- (5) 根据矿区不同地层,及时更换施工钻具。

### 3.3.3 防止孔壁坍塌的措施

- (1) 上钻、取心时必须孔口回灌,平衡孔内压力。
- (2) 杜绝带内管上下钻,抽吸、压力激动严重破坏孔壁。
- (3) 合理控制上下钻速度,防止破坏孔壁。

- (4) 不强行开泵扫孔,必须捞取(干烧、反循环钻具)、冲洗液冲孔等方法将孔内粗颗粒岩屑处理干净。
- (5) 现场配备移动电站,防止停电造成孔内坍塌、缩径。

## 4 取得的效果

2009 年随着规范施工组织管理、引进新钻具、对冲洗液的试验研究和规范操作的措施的落实,矿区复杂地层钻进技术水平有了较大提高,生产效率明显提高,钻孔结构由 5 径简化为 4 径,使用套管数量减少 51%。经济技术指标见表 1。

表 1 经济技术指标对比表

年份	台月效率/m	时效/m	纯钻率/%	辅助率/%	停待率/%	成本/(元·m <sup>-1</sup> )	一级孔率/%
2006	246.4	1.18	28.2	40.3	31.5	454.62	71
2009	490.7	1.44	41.2	29.4	21.4	375.35	97

## 5 结语

通过在甘肃省岷县某金矿复杂地层钻探施工中加强组织管理、科学破解技术难题的措施,明显的提高了施工效率,有 3 点体会:

- (1) 科学合理的组织管理是施工的根本保障;
- (2) 有针对性的研究攻关可以较好的解决技术难题;

(上接第 43 页)

口井中撒消毒剂,静置 24 h,对大口井进行抽水实验,持续时间和落程同小井,抽水实验结束前,取水样 2 L,送国家卫生实验室进行细菌指标化验,至此,大小井施工结束。

## 4 结语

马里北部五大区 147 眼大小井工程(Project d'Hydraulique Village et Pastorale phase III),共施工 233 眼小井,成井 147 眼,最深 150 m,所施工的小井垂直度好,成井质量好。大井挖掘 147 眼,最深 79.6 m,全部达到良好以上,得到业主及监理公司肯定。图 3 为大小井现场图片。

大小井配套工程的施工,从技术角度看是可行的,从经济角度看是节约的,不失为解决非洲缺水地区人畜饮水的一种比较好的方法,有推广的价值。

(3) 提高人员业务素质、规范合理的操作是提高复杂地层钻进能力的基础。

## 参考文献:

- [1] 陈金照.大河煤田钻孔复杂因素分析及施工对策[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2009,35(5).
- [2] 汤松然.绳索取心钻探冲洗液[R].北京:地矿部探矿工程研究所,1990.
- [3] 靖向党.岩土钻孔工程学[M].北京:冶金工业出版社,2003.



图 3 大小井实物图

## 参考文献:

- [1] 王佳斌.人工挖孔桩的安全技术[J].山西建筑,2007,33(30): 148-149.
- [2] 张明辉.尼日利亚基岩潜孔锤钻进及成井方法[J].探矿工程,1991,(3).
- [3] 杜俊霞,肖俊文.用空气潜孔锤钻进技术施工马里水井[J].探矿工程,1993,(4).