

# 新疆哈密白山钼矿深孔钻探施工工艺

马德义, 贾宏福, 廖志新, 付兆友, 盖志鹏

(新疆地质矿产局第六地质大队, 新疆 哈密 839000)

**摘要:**介绍了新疆哈密白山钼矿深孔钻探施工工艺。就深孔施工的一些关键问题,如钻孔结构,设备选型,钻头选择,冲洗液选用与维护,深孔防斜等进行了探讨。

**关键词:**深孔钻探;钻孔结构;冲洗液;深孔防斜;岩心钻探

**中图分类号:**P634.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2011)05-0028-04

**Construction Technology of Deep Hole Drilling in Baishan Molybdenum Mine of Xinjiang/MA De-yi, JIA Hong-fu, LIAO Zhi-xin, FU Zhao-you, GE Zhi-peng** (No. 6 Geological Unit Team, Xinjiang Geology and Mineral Bureau, Hami Xinjiang 839000, China)

**Abstract:** The paper introduced the construction technology of deep hole drilling in Baishan molybdenum mine of Hami, Xinjiang. And the study was made on key problems such as borehole structure, selection of equipment and bit, flushing fluid selection & the maintenance and the deviation control of deep hole.

**Key words:** deep hole drilling; borehole structure; flushing fluid; deviation control of deep hole; core drilling

## 1 项目概况

白山钼矿位于哈密市东南 275 km 处,是新疆维吾尔自治区深部找矿重点项目。为向深部继续挖掘潜力,自治区加大投入进一步加大大白山钼矿深部找矿勘查力度。2010 年该项目设计 2 个深孔,设计孔深分别为 1900 和 2000 m,设计倾角均为 90°,由我队承担。

其中 ZK15-5 孔终孔孔深 2103 m,总计 796 个回次,台效 353 m,纯钻时效 1.5 m。该孔暂时为西北地区岩心钻探最深孔。

## 2 地质概况

### 2.1 地层与构造

矿区范围内以近东西向断层及破碎带构成主要的断层构造格局,在局部位置上存在北北东向和北北西向断层。矿区内干墩组地层构成向斜褶皱,地层倾角 63°~84°。

### 2.2 岩性

矿区岩性主要为长英质角岩、细碧岩、石英和花岗岩等。岩石完整、致密、坚硬。石英脉发育,厚度几毫米到几米不等。岩石研磨性强弱变化多,整体

上表现出软硬互层现象。以 ZK15-5 孔为例:0~800 m 内,辉钼矿化黑云母斜长角岩,细碧岩和斜长角岩交替出现,部分孔段斜长角岩蚀变强烈,可钻性 5~8 级,研磨性中等;800~1368 m 以黑云母长英质角岩,石英闪长玢岩脉和钾长石-石英脉为主,且交替出现,可钻性 5~11 级,研磨性中等;1368~2103 m 内似斑状、碎裂岩化、铜钼矿化二长花岗岩交替出现,岩性变化频繁,可钻性 9~10 级,研磨性有强弱变化。

## 3 施工设备与机具

### 3.1 钻机选型

出于对 ZK15-5 孔有研究及科学试验性质,后期有可能加深的考虑,因此,对该孔选用了 XY-8 型钻机及辅助设备施工(前期由 HYDX-6 型钻机施工)。

### 3.2 钻杆选择

该矿区深孔施工均使用唐山金石超硬材料有限公司生产的 XJS75 型高强度绳索取心钻杆,使用效果较好。

收稿日期:2011-03-02;修回日期:2011-03-23

**作者简介:**马德义(1970-),男(汉族),内蒙古开鲁人,新疆地质矿产局第六地质大队副队长、工程师,探矿工程专业,从事钻探工程、岩土工程勘察技术管理工作,新疆哈密市建国北路 174 号, jia510@sina.cn;贾宏福(1986-),男(汉族),甘肃武威人,新疆地质矿产局第六地质大队助理工程师,勘查技术与工程专业,从事探矿工程施工工作;廖志新(1970-),男(汉族),湖南望城人,新疆地质矿产局第六地质大队勘察公司经理,探矿工程专业,从事探矿工程施工管理工作;付兆友(1973-),男(汉族),江苏东海人,新疆地质矿产局第六地质大队勘察公司副经理,探矿工程专业,从事探矿工程施工管理工作;盖志鹏(1984-),男(汉族),河北石家庄人,新疆地质矿产局第六地质大队助理工程师,勘查技术与工程专业,从事探矿工程施工工作。

## 4 施工工艺

### 4.1 钻孔结构

由于该矿区地层坚硬完整,我队在该矿区有多年施工经验,且2009年曾以 $\varnothing 75$  mm口径为主施工过1366 m的深孔,因此,ZK15-5孔结构设计如下:

$\varnothing 130$  mm开孔,下入 $\varnothing 127$  mm孔口管4.5 m,水泥密封;换 $\varnothing 110$  mm钻进,下入 $\varnothing 108$  mm套管13.6 m,水泥密封;用 $\varnothing 91$  mm钻具导正后换 $\varnothing 78$  mm绳索取心钻进至终孔。

### 4.2 钻头

胎体硬度HRC20~40。通过实践,齿轮形底唇的钻头比较适合该矿区地层,其寿命约20~30 m,相对较稳定。

### 4.3 冲洗液

#### 4.3.1 分段使用冲洗液

由于矿区生产用水取自附近盐湖,矿化度较高,对泥浆性能有较大影响。使用前需向水中加入烧碱预先处理,沉淀后取上层清液使用,同时泥浆中纯碱加量也适当增大。

开孔后使用配方: $1\text{ m}^3\text{ H}_2\text{O} + 0.1\% \text{ Na}_2\text{CO}_3 + 0.5\% \text{ CMC} + 0.5\%$  植物胶。

施工至约1300 m后地层发生变化,将泥浆配方调整为: $1\text{ m}^3\text{ H}_2\text{O} + 0.1\% \text{ Na}_2\text{CO}_3 + 1.5\text{ L}$  液态聚合物 LIQUI-POL + 0.5% CMC。

(注:LIQUI-POL是一种高分子量的液体负离子聚合物粘度剂,能够快速提高粘度。其非常容易搅拌,可与淡水或咸水一起迅速制成完整的钻井冲洗液系统)

施工至1800 m后,由于辅助时间较长未排出孔内的岩粉对取心造成了一定困难,故使用了触变性很好的黄原胶泥浆,其配方为: $1\text{ m}^3\text{ H}_2\text{O} + 0.1\% \text{ Na}_2\text{CO}_3 + 0.2\% \text{ 黄原胶} + 0.2\% \text{ 瓜尔胶}$ 。

#### 4.3.2 冲洗液净化与维护

一是改进了循环系统,将原有的一套变为并联的2套(如图1所示),根据需要随时切换,增加了岩粉沉淀时间。二是要定期检测冲洗液性能,适时

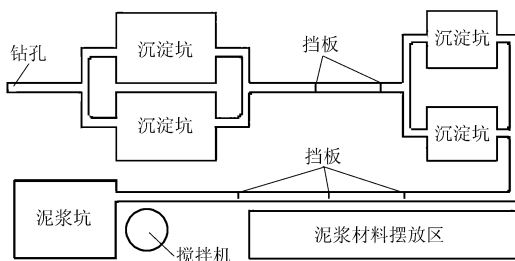


图1 泥浆循环系统图

更换沉淀坑中的冲洗液。

### 4.4 钻进参数

钻压:7~10 kN。

实际施工时以进尺速度作为判断标准。深孔段宜用较小压力钻进。一般,调整压力至开始进尺然后维持在此压力处。有时,进尺极缓时小幅活动钻具可加快进尺速度。

转速:

0~770 m,由HYDX-6型液压力头钻机施工,无级变速:0~900 r/min;

770~850 m,600、480 r/min;

850~1400 m,480 r/min;

1400~2013 m,280、260 r/min。

泵量与泵压:

采用BW250型泵一挡泵量52 L/min。孔深1500 m时,实测冲洗液进入孔内到返出用时约150 min,据此计算得上返速度大约0.35 m/s,在理论推荐值范围内。

钻进时泵压在5~6 MPa之间。钻井液粘度较低时,泵压维持在4~5 MPa。

## 5 施工经验

### 5.1 设备更换引起的问题及处理方法

ZK15-5孔上部(0~770 m)使用HYDX-6型钻机施工。XY-8型钻机到货后更换钻机,由于钻机及其底座较大较重,对准孔位有一定难度。

由于同时更换了附属设备以及钻具、钻头,导致先后两套机具施工钻孔轨迹不同,为后期钻孔施工埋下隐患给施工带来了诸多困难。通过对关键孔段用水泥固孔,重新扫孔过渡,并在钻杆表面涂抹润滑脂得以正常施工。

### 5.2 钻头选型与使用

(1)上部孔段应尽量使用新钻头,更换时测量扩孔器外径,其外径要大于钻头外径0.3~0.5 mm,否则应更换扩孔器。

(2)及时与钻头生产厂家联系,取实际岩样定制适合矿区地层的钻头。经过调研,我们选用了北京探矿工程研究所研制的超高胎体双水口钻头(参数:胎体硬度HRC35~40;金刚石粒度30~40目;金刚石浓度80%)。其有以下特点:

①钻头胎体高度25.4 mm,约为常规钻头的2倍;

②两层水口上下交错设计,底层水口磨耗殆尽后,中间水口即打开,每一阶段都有足够水口冷却钻

头;

③水口数量少、宽度大,具有高效排粉能力。

选用高胎体钻头可达到高效稳定的目的。另外选用较低金刚石浓度、较宽水口的钻头,可以在加压受限条件下增大金刚石受力。

表1所示为相同地层使用普通钻头(常规胎体高度,锯齿型底唇)与定制超高胎体双水口钻头的效率对比,可见使用定制的超高胎体双水口钻头的优越性:提钻次数少且效率高。

表1 相同地层普通钻头与高胎体钻头使用效果对比

孔段 /m	岩层	钻头类型	钻头数 /个	平均时效 /m
1268 ~ 1360	花岗岩	普通钻头	3	1.3
1772 ~ 1864	花岗岩	超高胎体双水口钻头	1	2.2

(3)研磨性弱、进尺慢的地层可适当忽略岩粉的清除,适当减小泵量降低冲洗液在孔底的流速,以增大岩粉与脱落的细小金刚石颗粒对钻头工作层胎体的磨损使之锐化出刃。

(4)进尺速度极缓时用人工出刃的方法。一是酸蚀;二是取心后投砂,投石英颗粒。投石英颗粒时要掌握其量,过多过大的颗粒可能造成卡钻。

### 5.3 深孔防斜

#### 5.3.1 钻孔弯曲对深孔施工的影响

钻孔轨迹的不规律变化将会给深孔施工带来以下问题:

- (1)回转阻力大,不利于开高转速。
- (2)打捞器到位不易判断,到位难,取心困难。
- (3)影响压力的传递,导致实际钻压偏小。

(4)因上述问题引起提钻频繁,导致钢丝绳寿命偏短,增大了安全隐患。

#### 5.3.2 钻孔弯曲的影响因素

##### 5.3.2.1 岩石的各向异性与软硬互层

岩层产状变化较大,而岩层层理发育,就使得岩石不同方向上的物理力学性质不相同,当平行于层理方向与垂直于层理方向上的硬度比越大时,钻孔弯曲趋势越强烈。同时,软硬岩层交替出现时情况亦如此。钻具穿过层理与软硬互层孔段时就会发生顺层跑或顶层进现象。ZK15-5K孔虽然层理与软硬互层不明显,但查阅更详细的钻孔地质资料发现岩石交替变化非常频繁,以922~1086m为例:黑云母长英质角岩和长石-石英脉交替出现,分别为5次、4次。类似孔段全孔可以分出7段。频繁的岩性交替变化是ZK15-5孔发生偏斜的原因之一。

##### 5.3.2.2 钻进工艺

(1)钻进参数。三个班班长的操作经验不同,钻进参数不一致,操作过程也有差异。统计报表发现,正常钻进时,一般,三个班钻压依次减小,班进尺依次减少。钻压的如此周期性变化可能导致钻孔弯曲。

(2)钻孔结构与钻具组合。鉴于白山地层坚硬、完整,ZK15-5孔实际钻孔结构较为简单,以 $\varnothing 78$  mm钻头钻进为主,扩孔器外径约78.5 mm。与邻近的ZK0-4相比,孔径增大约1.5 mm,同时ZK0-4上部722 m以 $\varnothing 95$  mm钻头钻进,轨迹偏斜较小。这两方面的差异可能也影响了钻孔轨迹的变化。

由表2可以看出两孔结构与钻具组合(0~1000 m)对钻孔偏斜程度的影响。

表2 钻孔结构与钻具组合对钻孔顶角的影响

孔号	ZK15-5					ZK0-4				
	0~5 m	5~16 m	16~1000 m	0~5 m	0~722 m	722~1000 m				
钻孔结构	$\varnothing 130$ mm	$\varnothing 110$ mm	$\varnothing 78$ mm	$\varnothing 110$ mm	$\varnothing 95$ mm	$\varnothing 77$ mm				
钻具组合	$\varnothing 130$ mm 钻具	$\varnothing 110$ mm 钻具	钻杆( $\varnothing 75$ mm $\times$ 4.5 m) + 钻具( $\varnothing 78$ mm $\times$ 5.6 m)	$\varnothing 110$ mm 钻具	$\varnothing 130$ mm 钻具	钻杆( $\varnothing 75$ mm $\times$ 4.5 m) + 钻具( $\varnothing 77$ mm $\times$ 4 m)				
顶角变化	200 m	400 m	600 m	800 m	1000 m	200 m	400 m	600 m	800 m	1000 m
	1.7°	2.6°	3.9°	4.5°	5.2°	1.2°	1.9°	2.6°	3.2°	3.5°

#### 5.3.3 防斜措施

(1)尽量统一钻进参数,交接班时务必充分沟通,参数与操作上尽量保持一致。

(2)使用液动潜孔锤。

(3)稳定冲洗液性能,提高其润滑性。地层条件允许的条件下,尽量使用优质,单一的冲洗液。另外,良好的润滑性亦利于钻孔保直。

(4)改进钻具组合。在白山矿区地层条件下,

可使用 $\varnothing 77$  mm扩孔器与相应钻头,以减小环隙。另外,提钻后将孔底的钻杆换为较短钻杆,增加支点(接手),也利于保直。

ZK15-5孔发现孔斜问题后,经机台会议研究,立即采取了上述措施。钻进参数统一方面,机长、班长增加了现场交流次数,由交接班沟通变为经常性的现场交流沟通,最大程度上保证了三个班在钻进过程中的参数一致。孔深1268~1368 m段,在中国

地质科学院勘探技术研究所专家的指导下使用了SYZK75型绳索取心式液动锤,同时使用了以液态聚合物为主处理剂的无固相泥浆,极大地提高了泥浆的润滑性能。随后,由下往上逐步增加孔底钻具以上100 m范围的短钻杆(1~1.5 m)数量。经过一段时间的施工,多次测斜后发现钻孔偏斜趋势(表3)有所减缓,取得了预期效果。

表3 重点防斜措施采取前后ZK15-5钻孔顶角变化趋势对比

参数	孔深/m	顶角变化/(°)
采取措施前	800	4.5
	900	4.9
	1000	5.2
	1100	7.1
	1200	10.3
采取措施后	1300	12.1
	1400	12.8
	1500	12.8
	1600	13.1
	1700	12.8

## 6 结语

- (1) 做好施工准备是顺利施工的重要前提。
- (2) 优选钻孔结构,是后期施工顺利的保证。

对于类似地层2000 m左右的深孔,宜选用 $\varnothing 95$  mm钻具施工至1000 m左右后,下 $\varnothing 89$  mm套管,然后换用 $\varnothing 77$  mm系列钻具施工。

(3) 坚硬“打滑”地层施工时,使用长寿命的高胎体钻头可提高效率,减轻劳动强度。

(4) 钻进参数保持统一是防止钻孔偏斜的重要措施之一。

(5) 注重施工细节是提高效率、避免事故和安全生产的重要途径。

## 参考文献:

- [1] 王达. 深孔岩心钻探的技术关键[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2009, 36(S1): 1-4.
- [2] 李世忠. 钻探工艺学[M]. 北京: 地质出版社, 1992.
- [3] 鄢捷年. 钻井液工艺学[M]. 山东东营: 中国石油大学出版社, 2001.
- [4] 黄建国, 赵振峰, 王生, 等. 本溪台沟铁矿深部坚硬地层孕镶金刚石绳索取心钻头的选择和使用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2010, 37(8): 73-75.
- [5] 赵尔信, 蔡家品, 贾美玲, 等. 浅谈国内外金刚石钻头的发展趋势——高效、低耗[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2010, 37(10): 70-73, 81.

## 陕西西探地质装备有限公司奠基仪式在西安阎良举行

本刊讯 2011年5月10日上午10点,位于西安阎良国家航空高技术产业基地迎宾大道旁的工地上,彩旗飘舞,锣鼓喧天,礼炮齐鸣,总投资1.5亿元的陕西西探地质装备有限公司建设项目奠基仪式在这里隆重举行。西安市发改委副主任刘秦,省地矿局副局长张宽民,地矿局副局长、省地矿总公司总经理赵廷周,西安阎良国家航空高技术产业基地管委会副主任、阎良区副区长刘宗峰等领导出席,并为项目剪彩奠基。

陕西西探地质装备有限公司总经理崔高汉致欢迎词,他介绍了建设项目概况。陕西西探地质装备有限公司建设项目是陕西省地质矿产勘查开发局(总公司)的一项重点建设项目,是根据国务院关于加强地质工作的决定和国家产业政策导向,为做大、做强、做优陕西和西北乃至西部地区地质装备产业和拓展航空非标设备产业链的延伸而兴建的。该项目计划总投资1.5亿元,将建成具有3亿元生产能力的现代、环保、节能的航空非标设备和西北地区最大的地质装备研发制造基地。

赵廷周副局长在讲话中说,陕西西探地质装备有限公司的建设和发展,需要各方的关心支持和帮助。衷心希望西安阎良国家航空高技术产业基地管委会和阎良区委、区政府、街办和有关部门领导,以及建设、设计、施工、监理等合作单位及社会各界人士一如既往地大力支持和帮助这个项目的建设,竭尽全力提供和创造优良的发展环境,使这个建设项目进展顺利、早竣工、早投产,并且凭借阎良国家航空产业园的强大发展之势,把公司产业做大、做强、做优,成为西安阎良航空产业园和阎良区建设的一道亮丽的风景和新的经济增长点,为阎良地区、为航空产业和陕西省乃至全国地质行业的经济发展做出积极的贡献。

刘宗峰副区长在讲话中表示,将继续对陕西西探地质装备有限

公司建设项目给予大力支持和帮助,培育良好的外部环境和提供优惠政策,全力支持该公司的建设和快速、稳定、可持续发展。

党向阳总经理代表陕西省地矿局(总公司)基层单

位致辞。他说,今天的奠基仪式标志着陕西西探地质装备有限公司在区位优势 and 地域优势的新转化上,迈出了新的一步,它必将为陕西西探地质装备有限公司经济可持续发展增添强大的动力和插上继续腾飞的翅膀。陕西西探地质装备有限公司是地质装备制造行业的一支轻骑兵,也是西北地区最具实力的地质装备研发生产龙头企业。它的前身西安探矿机械厂为祖国的地质事业做出了不可磨灭的历史功绩,可喜可贺。凭借着阎良航空产业基地这片沃土,新建的陕西西探地质装备有限公司一定能够取得新的、伟大辉煌的业绩。

出席奠基仪式的还有阎良区委、区政府、区人大,西安阎良国家航空高技术产业基地管委会,省地矿局,地矿总公司所属部门、单位的部分领导,设计施工单位、新闻媒体、陕西西探地质装备有限公司领导班子全体成员和部分干部职工代表等220余人参加了奠基仪式。陕西西探地质装备有限公司党委书记兼副总经理郭维佳主持了奠基仪式。

(田建国、任小军/图文)

