

# 新疆乌拉根矿区复杂地层绳索取心钻进技术

乔彦斌

(北京中资环钻探有限公司,北京 100012)

**摘要:**在分析了新疆乌拉根矿区绳索取心钻探技术难点的基础上,介绍了在调整钻头、钻具级配,泥浆应用,操作技术等方面采取的技术方法,并对比了钻探技术效果。

**关键词:**复杂地层;绳索取心钻进;烧钻;卡钻;钻孔漏失;乌拉根矿区

**中图分类号:**P634.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2011)11-0018-03

**Wire-line Coring Drilling Technology in Complex Formation in Xinjiang Wulagen Mining Area/QIAO Yan-bin**  
(Beijing Sinodrill Co., Ltd., Beijing 100012, China)

**Abstract:** Based on the analysis on technical difficulties in wire-line coring drilling in Xinjiang Wulagen mining area, the paper introduced the technical methods in bit adjusting, drilling tool grading, mud application and operation technique, and the drilling effects were compared.

**Key words:** complex formation; wire-line core drilling; bit burnt; drill rod sticking; loss of circulation; Wulagen mining area

## 1 概述

### 1.1 乌拉根矿区地质情况

新疆乌拉根矿区位于塔里木盆地西端、天山南麓与昆仑山北麓两大山系的结合部位,属高山区,海拔最低处 2000 m,最高 2547 m。乌拉根盆地北以盐厂北断裂为界,南以克孜勒苏断裂为界,西至吉根断裂,东至乌恰县西 15 km 处。由于挤压作用,东西向拉长,南北向压缩,东西长近 100 km,南北宽 15~30 km,面积大于 2000 km<sup>2</sup>。区内矿产资源丰富,主要有铜、铅、锌、铁矿、铀、石油、天然气、煤和石膏等矿产。区内褶皱构造发育,主要表现为复式背向斜构造,区域上断裂极为发育,地层复杂。乌拉根矿区就位于乌拉根盆地的核心部位,该矿为中生代典型的浅成低温热液型铅锌矿。

### 1.2 区域地质勘探情况

该区域地质工作最初始于 1941 年,20 世纪 50 年代初,苏联专家在该区进行大规模地质调查、重磁力普查工作,并对喀什构造进行了详查。后来国内地质人员陆续做了些基础地质工作。21 世纪初,随着我国经济建设的迅速发展带来的对原材料的迫切需求,该区域的地质勘探工作量逐年增加。但由于 2008 年的全球经济危机,导致有色金属产品价格大跌,地质勘探工作大幅减少,随着 2009 年下半年金属矿产品价格的回升,又掀起了一波地质勘探热潮。该矿区 2011 年设计钻探任务为 12000 m,现有 6 台

钻机同时施工。

## 2 施工设备及钻探工艺概况

**施工设备:**我公司使用 2 台 YDX-3G 型全液压动力头履带钻机;另一公司使用 XY-44、XY-5、XY-6 型钻机共 4 台,配套 BW-250 型泥浆泵和 6135 柴油发电机组。钻机施工能力:Ø75 mm 口径的钻进深度 > 1000 m,而该矿区设计最深孔为 570 m,要求 Ø75 mm 口径终孔,满足要求。

**钻探工艺:**采用绳索取心钻进工艺:绳索取心钻具采用国际通用的 Q 系列标准钻具,钻具结构设计合理、间隙配合良好,可以较好地保证岩心采取率。根据项目情况,我们选用了 3 种口径的绳索取心钻具:PQ、HQ 和 NQ。采用 Ø146 mm 套管 + Ø152 mm 合金钻头开孔,下好 Ø146 mm 井口管。然后使用 PQ 钻具进行绳索取心钻进,并根据地层和孔深设计适时更换下一级口径,同时采用多层套管护壁。套管采用 Ø146、114、89 和 71 mm 口径,环状间隙配合紧密,较好的预防孔斜和保证钻孔质量。

**泥浆:**绳索取心钻进时采用无固相泥浆,主要添加成分为聚丙烯酰胺、切削膏。其主要性能参数:粘度为 20~30 s,密度为 1.02~1.08 kg/L,失水量为 8~20 mL/30 min,pH 值为 8~10,固相含量为 0。根据不同地层岩性特点,适时适当地改变泥浆性能参数。

收稿日期:2011-07-22;修回日期:2011-11-08

作者简介:乔彦斌(1984-),男(汉族),陕西人,北京中资环钻探有限公司工程师,勘查技术与工程专业,从事探矿工程技术和相关管理工作,北京市朝阳区安外北苑五号院四区北地大厦一层,sinoeric@126.com。

### 3 钻探施工中的主要困难和解决方法

#### 3.1 施工中存在的主要问题

我方钻机于2010年5月25日进驻该矿区,由于矿区地形陡峭,局部切割剧烈,钻场道路和钻场修建困难,耗时长,矿区前期准备工作不足,停机待孔至6月12日。在待孔期间,我们详细了解了矿区地层特点,岩石物理特性,前些年钻探存在的困难及注意事项,并观察了部分岩心样品。据此,我们在原有准备工作的基础上进一步改进了相应的技术措施。在3个多月的钻探施工中发现的主要问题和预想基本一致,现简述如下。

##### 3.1.1 泥岩层和石膏层缩径、烧钻问题

在乌拉根矿区地层中,含有厚大的泥岩和石膏层位,根据钻孔岩心情况,泥岩层0.3~20 m不等,石膏层0.5~26 m不等。该地区泥岩与石膏的共同特点是遇水膨胀(见图1),引起钻孔缩径,缩径后导致钻杆在孔内阻力增大,严重时卡钻,缩径层以下的钻杆、钻具无法提出,造成钻孔报废、管材报废等巨大的经济损失。由于施工用钻头主要为孕镶金刚石钻头,钻遇泥岩时,泥巴容易将钻头水口糊死,以致钻头得不到循环泥浆的冷却而烧钻,尤其是在高转速钻进时,短短十几秒就能造成严重烧钻。



图1 膨胀的泥岩岩心

##### 3.1.2 含砾砂岩和砂砾岩取心困难、掉块卡钻问题

乌拉根铅锌矿的主要含矿层位为一套古新统(以乌拉根组(E1w)为代表),以砂岩、含砾砂岩、砂砾岩、膏盐层和介壳灰岩、泥灰岩、白云岩等岩层为主。其中含砾砂岩、砂砾岩岩层的岩石特点是:胶结松散,稍遇水就散,而且在取心后放入岩心箱内,其本身含的水分丧失后也会散开(见图2、图3)。故而对泥浆性能参数具有较高的要求,如果泥浆失水量大,则会将岩心泡散,导致卡簧无法卡取岩心或者岩心丢失严重。



图2 散开的砂砾岩

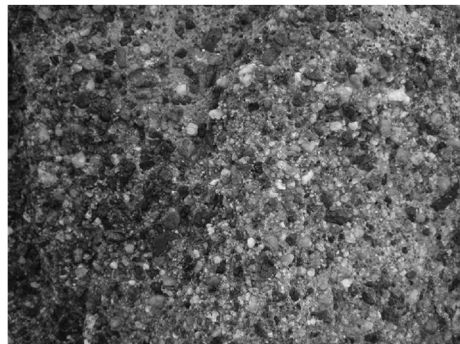


图3 胶结松散的砂砾岩断面

同时,在全孔漏失无法堵漏,钻进至含砾砂岩、砂砾岩层以下时,由于泥浆不能上返无法进行护壁,钻杆柱转动后与孔壁产生摩擦和碰撞,势必要使孔壁上松散的碎屑、颗粒等脱落,脱落较多或者有大颗粒,就很容易造成卡钻事故。

##### 3.1.3 裂隙和溶洞发育以致泥浆漏失严重问题

由于乌拉根矿区构造属于海相沉积型,生物介壳灰岩、灰岩、白云岩等较为发育,加之后期地质作用改造剧烈,褶皱和断裂极为发育,浅层低温热液改造,以及地下水的影响,在灰岩层中岩石裂隙发育,裂隙的宽度从1~15 mm不等,取上的岩心自然两半,裂隙面布满黄褐色的水锈,并有数量较多的小溶洞(见图4、图5)。裂隙与溶洞的大量存在导致钻孔泥浆漏失严重。



图4 宽大的岩石裂隙



图5 发育的小溶洞

### 3.2 施工过程及所采取的解决方法

#### 3.2.1 解决缩径、烧钻问题

采用加大钻头直径,并配备加大扩孔器,同时在钻具外管上增加加大的扶正器。以 $\varnothing 75$  mm口径为例,正常钻头外径尺寸为75 mm,通过加大钻头外径,使得外径达到 $\varnothing 76$ 或77 mm,从而预留出缩径间隙,延长缩径时间,确保了套管下入孔内后与孔壁之间的环状间隙,不会导致套管由于钻孔缩径被夹死的情况。同时,由于有套管作为护壁支撑,采用下一级口径则可以继续钻进至设计孔深。但在缩径特别严重的地层,难免有套管被夹死不能提出而被遗弃,只能用反丝钻杆将缩径层上部没有夹死的套管提出。

对于烧钻问题,主要原因在操作人员的技术水平上。因此,要求操作班长在钻进时一定要集中注意力,时刻注意钻机各仪表盘数据、泥浆泵泵压、钻探标尺反应的进尺速度,以及钻柱在孔内的声音变化。出现任何异常现象,包括但不限于仪表盘异常波动、泵压表压力突然升高、钻探标尺反应的进尺速度突然加快、钻柱在孔内的声音发生突变,都应该迅速上拉钻柱,然后再观察异常现象是否消失。等各种情况正常后,再缓慢向下钻进。

#### 3.2.2 解决含砾砂岩和砂砾岩层取心问题以及掉块卡钻问题

调整泥浆性能参数,主要是增加泥浆粘度和密度,以充分地将岩粉携带出孔外,同时平衡地层压

力,保持孔壁的稳定。降低泥浆失水量,防止岩心在钻进时间内被自由水泡散,保持岩心的完整性。同时,采用较大口径进行钻进,由于岩心直径较粗,岩心的整体物理力学性能会较为稳固,也能保持岩心的完整性。

在全孔漏失顶漏钻进的情况下,为防止上部的含砾砂岩、砂砾岩岩层掉块卡钻,需要下套管护壁,或者实施跟管钻进,以确保孔壁的稳定,保证钻进至设计孔深。

#### 3.2.3 解决泥浆漏失问题

由于裂隙与溶洞的大量存在导致钻孔泥浆漏失严重。在该矿区,我们针对钻孔漏失问题的原则是:小漏则堵,大漏则护,堵不住并没法护就顶漏钻进。具体为:针对较小的漏失情况,使用锯末、橡胶粒、棉籽壳、骆驼等牲畜粪等与高分子量的聚丙烯酰胺搅拌粘稠,进行堵漏,效果非常明显。针对较大的漏失情况,则采用套管护壁,在熟悉了矿区地层后,一般都在穿过漏失层后10 m左右,下入套管,然后换下一级口径进行钻进。严重的时候采用跟管钻进方法,但跟管钻进较为繁琐,而且耽误时间,一般不采用。由于使用水泥封闭方法耗时太长,而且容易出事故,故没有考虑使用。在堵漏没有效果、套管又无法跟进的情况下,只能进行顶漏钻进。由于该矿区岩石总体较软,岩石可钻性超过6级的岩层并不多,故花时间和财力进行堵漏不如直接顶漏快速钻进效果好。

顶漏钻进中,就要求操作班长要有丰富的经验,在施工中要严格控制操作程序,否则会造成井内事故。

### 4 钻探技术效果

通过采取以上方法和措施,在我方已经钻进完成的6个钻孔中取得了明显效果:台月效率556.23~898.33 m,平均730.43 m;小时效率1.02~1.78 m,平均1.42 m;纯钻时间利用率57.67%~84.54%,平均70.82%。详细钻孔情况及效果见表1。

表1 新疆乌拉根矿区钻探技术效果

孔号	孔深/m	台月时间/h	台月数	台月效率/m	时效/m	纯钻时间利用率/%	岩心采取率/%	备注
SZK8-3	428.3	552	0.77	556.23	1.23	63.04	97.06	顶漏钻进、等水、卡钻
SZK3-2	366.5	395	0.55	666.36	1.35	68.61	98.34	修钻机
SZK16-3	260.5	251	0.35	744.29	1.02	84.54	97.65	烧钻1次
SZK19-1	323.4	257	0.36	898.33	1.55	80.93	97.58	暴雨停机
SZK19-2	361.8	352	0.49	738.37	1.78	57.67	96.84	修钻机、烧钻钻具折断
SZK15-4	303.8	278	0.39	778.97	1.56	70.14	98.08	烧钻1次

压伸臂式,即在有液力的情况下切削臂伸出进行扩眼作业,当液力消失时,在外力的作用下切削臂恢复原位。扩眼工具下边直接连接领眼钻头,上边可连接动力钻具。

### 3.1.4 坐底套管

坐底套管位于套管柱末端,由定位台肩、定位止动器定位槽、轴向锁定短节、扭矩锁定短节和套管鞋组成。轴向锁定短节和扭矩锁定短节分别与井下锁定工具串的轴向锁定装置和扭矩锁定装置配合使用,用以在井下锁定工具串和坐底套管间执行锁定和解锁的任务。套管鞋上装配有 PDC 切削元件(或硬质合金元件),协助随钻扩眼器和领眼钻头钻进,并在随钻扩眼器的切削臂出现异常情况而不能到位回收时起磨铣作用。

### 3.2 抗静电阻燃可碎性 PVC-U 筛管

在起出孔底钻具组合,即可下入抗静电阻燃可碎性 PVC-U 筛管,进行护壁抽采瓦斯。由于复杂煤层具有松软、瓦斯大等诸多特点,在钻完孔后,孔壁可能发生坍塌。且孔内煤尘较多并与 PVC 管进行碰撞摩擦吸附,正负电荷不断重新分布聚集在管材与煤尘上,当电荷积累到一定程度就会产生电火花,因此必须在管材表面涂抗静电剂或在塑料中加入导电材料。阻燃性能应满足 IEC614 技术标准,最

好使筛管的性能达到在 3 s 内自熄。这样即可达到对复杂煤层安全抽放瓦斯的目的,在后期回采过程中,采掘机可以直接破坏 PVC 管,既安全且不影响生产。

## 4 结论

(1) 套管钻进技术是一项新技术,是今后的发展方向,将其应用于煤矿中是解决煤矿复杂地层瓦斯抽采的新方法。

(2) 套管钻进技术大大提高了工作效率,减轻了劳动强度。

(3) 采用可回收式孔底钻具组合,在完钻后起出昂贵的孔底钻具,并下入研制的 PVC-U 筛管,节约了成本,提高了瓦斯抽采率。

### 参考文献:

- [1] 张兰江,兰阔,黄耀华,等. Tesco 底部钻具可回收式套管钻井系统[J]. 石油机械,2003,31(12):46-48.
- [2] 刘宏丽. 套管钻井新技术[J]. 西部探矿工程,2002,(5):23-26.
- [3] 袁光杰,姚振强,林元华,等. 套管钻井中套管疲劳失效问题的研究[J]. 天然气工业,2003,23(5):56-59.
- [4] 黄锐,等. 塑料工程手册[M]. 北京:机械工业出版社,2000.
- [5] 杨书申,张景昌. 热塑性塑料阻燃抗静电技术研究进展[J]. 纺织高校基础科学学报,2000,13(1):66-71.

(上接第 20 页)

另一公司 4 台钻机钻进情况:1 号钻机在 SZK24-2 钻孔于 240 m 处烧钻,处理 40 余天未果,移孔重新开钻;2 号机在 SZK5-3 钻孔于近 300 m 处烧钻,处理事故过程中埋钻,造成“铁眼”,处理 10 余日未果,移孔重新开钻;3 号机钻进基本顺利,历时 42 天完成 SZK40-2 钻孔,孔深 427 m,但时效仅 0.42 m;4 号机钻进水文钻孔,不在此做对比。

通过对比,说明我们采用的技术措施收到了良好的效果。

## 5 结语

在新疆乌拉根地区的绳索取心钻探中,采用常规规格的钻头、常规材料的泥浆,孔内事故率高、风险高、成本高,而用目前的这套技术参数和工艺方

法,效果非常显著。大大降低了孔内事故率,保证了很高的岩矿心采取率,降低了堵漏成本,同时缩短了堵漏时间,从而大大提高了钻进效率,使得施工成本和风险大大减少。因此该方法是很值得在类似地区进行推广的一种有效方法。

### 参考文献:

- [1] 彭一江,祁永生,赵让乾,等. 新疆北部煤田勘探低成本堵漏技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2006,33(4):53-54.
- [2] 熊伟,田占成,徐景珠,等. CS14 型全液压力头钻机的生产应用效果及分析[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(4):35-36,46.
- [3] 刘广志. 金刚石钻探手册[M]. 北京:地质出版社,1991.
- [4] 鄢泰宁,孙友宏,彭振斌,等. 岩土钻掘工程学[M]. 湖北武汉:中国地质大学出版社,2001.
- [5] 汤凤林. 岩心钻探学[M]. 湖北武汉:中国地质大学出版社,1991.