

河北涞源木吉村铜矿 ZK6801 孔 深孔绳索取心钻进体会

张向明, 李亚东, 纪正武, 李永红
(河北省保定地质工程勘察院, 河北 保定 071051)

摘要:结合河北涞源木吉村铜矿 ZK6801 孔深孔绳索取心钻进实践,总结了金刚石绳索取心钻探工艺在复杂地层深孔钻探施工的几点经验和体会,着重论述了泥浆护壁堵漏、水泥浆护壁以及套管护壁的应用原则。

关键词:绳索取心钻进;深孔;复杂地层;钻孔护壁;木吉村铜矿

中图分类号:P634.5 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2014)04-0039-03

Experience of Wire-line Core Drilling in ZK6801 of Mujicun Copper Mine in Hebei/ZHANG Xiang-ming, LI Ya-dong, JI Zheng-wu, LI Yong-hong (Baoding Geological Engineering Investigation Institute, Baoding Hebei 071051, China)

Abstract: Based on the practice of wire-line core drilling for deep hole of ZK6801 of Mujicun copper mine in Hebei, the paper sums up the application and experience of diamond wire-line core drilling technology in the complex formation and focuses on the application principles of wall protection with mud, cement slurry and casing.

Key words: wire-line core drilling; deep hole; complex formation; borehole wall protection; Mujicun copper mine

0 前言

河北省涞源县杨家庄镇木吉村铜矿是我院工作多年的老矿区,并且极具做进一步工作的必要,现在已探明为一处大型多金属矿群。查明铜资源量 98.11 万 t,达大型(50 万 t 以上);钼资源量 3.13 万 t,达中型(1~10 万 t);伴生金远景资源量 20 t,达大型(20 t 以上);伴生硫远景资源量 1164 万 t,达到大型(500 万 t 以上);伴生银远景资源量 447.91 t,达中型(200~1000 t)。勘查工作实现铜(钼)矿找矿的重大突破,荣获中国地质学会“2010 年度十大地质找矿成果”奖。

这一成果的取得,首先应归功于绳索取心钻探工艺的应用,从表 1 可以看出金刚石绳索取心钻进工艺的巨大优势。

随着地质找矿工作的进一步发展,钻孔越来越深,近几年,我院施工深度在 1200~2000 m 间的钻孔已有 20 多个,今后数量还要更多,深度还将更深。为此,笔者结合木吉村铜矿 ZK6801 孔的生产实践,对绳索取心钻进工艺在中深孔中的应用总结几点体会,为今后的深孔施工积累经验。

1 矿区地层情况

河北省涞源县杨家庄镇木吉村铜矿区地层复杂,

表 1 绳索取心钻进与硬质合金、钢粒钻进效果对比

孔号	钻孔深度/m	钻进方法	终孔口径/mm	岩矿心采取率/%	台月效率/m
ZK8	423.18	合金、钢粒	110	64	203.6
ZK10	500.48	合金、钢粒	91	69	210.1
ZK11	471.81	合金、钢粒	91	61	221.1
ZK14	454.10	合金、钢粒	91	60	218.0
ZK7	823.09	合金、钢粒	91	67	190.3
ZK9	600.48	合金、钢粒	91	79.04	230.4
ZK8405	1300.23	金刚石绳索取心	59	92	420.5
ZK7602	1344.39	金刚石绳索取心	59	98	456.1
ZK7601	1653.47	金刚石绳索取心	59	96	468.3
ZK6801	1950.52	金刚石绳索取心	59	95	433.5

区内的构造以断裂构造、古火山构造为主,断裂构造有 NNE 向、NE 向、NEE 向、近 SN 向、NW 向等多组,以 NNE 向、NE 向的乌龙沟断裂系为主,大多具多次活动的历史。主要控矿(岩)断裂为 F4。该地区内的岩浆岩是涞源杂岩体的一部分,其主要岩石类型有黑云母石英闪长岩、花岗闪长岩和斑状花岗闪长岩、粗粒斑状花岗岩、钾长花岗岩、二长斑岩和闪长玢岩。

2 钻孔施工简况

ZK6801 钻孔,设计孔深 1650 m,直孔,设计终孔口径 ≥ 59 mm。其钻孔结构: $\varnothing 150$ mm 口径开孔,

收稿日期:2013-05-29;修回日期:2014-02-21

作者简介:张向明(1965-),男(汉族),河北保定人,河北省保定地质工程勘察院高级工程师,探矿工程专业,工商管理硕士,从事钻探生产施工及管理工作,河北省保定市百花东路 156 号,bkzg2013@163.com。

穿过第四系及坡积物,孔深 43 m,下入 $\varnothing 146$ mm 孔口管;换径 $\varnothing 130$ mm 硬质合金钻进,进入中风化完整基岩,孔深 136 m,下入 $\varnothing 127$ mm 技术套管;之后换径 $\varnothing 110$ mm 单管金刚石钻进(当时我单位没有 $\varnothing 110$ mm 绳索取心钻具)。在 320 m 处遇到一条破碎带,厚度 2.5 m,在泥浆中加入羧甲基纤维素钠和腐植酸钾,调整泥浆粘度等性能,经过数次扫孔,得以穿过,继续钻进至 400 m,遇到一层厚约 5 m 的破碎带,反复扫孔无效,下入 $\varnothing 108$ mm 套管变径。用 $\varnothing 95$ mm 绳索取心钻进至 660 m,遇到一层破碎带又有活动水并且伴有流沙,坍塌掉块,漏失严重,影响下一步钻进。泥浆护壁及水泥灌注均没达到实际效果,只得下入 $\varnothing 89$ mm 套管变径,用 $\varnothing 75$ mm 绳索取心钻进,当钻进到 1100 m 时,遇到一层破碎带,灌注了 3 次水泥,成功护壁,孔深到 1360 m,地层破碎,充填物复杂,坍塌、掉块严重,破碎、坍塌段长度达 60 m,采取了多种处理方法,在勉强钻穿这一层后及时下入 $\varnothing 73$ mm 套管换 $\varnothing 59$ mm 口径钻进,到达设计终孔深度后,该孔加深 300 m,直至 1950.52 m,于 2013 年 3 月终孔。

3 经验与体会

该钻孔的施工,走了一些弯路,为此也获得了一些经验和体会。

3.1 钻孔结构设计要留有余地

钻孔结构是指钻孔由开孔至终孔孔身剖面中各孔段的深度和口径的变化情况。钻孔换径次数越多,钻孔结构越复杂。

对于深孔来说,特别是地层不明的钻孔,钻孔结构的设计尤为重要。这个矿区是一个老矿区,但原来施工的钻孔均较浅,对深层的地质情况尚无明确的认识,所以,开孔直径要尽可能的大,地层越复杂,就越要留有变径的余地。

该孔采用 $\varnothing 150$ mm 开孔,经过了 5 次变径,才达到了终孔深度。简化钻孔结构一定要合理,一定要确保终孔口径满足地质要求。该孔虽然设计终孔口径 ≥ 59 mm,但前期工作是按 $\varnothing 75$ mm 终孔准备的。

在 ZK6801 钻孔中,使用了 $\varnothing 95$ 、75 和 59 mm 三种规格的金剛石绳索取心钻具,级配合理。一般的浅孔,所穿过的不良层位较少,孔内简单,开孔后可一径或变一径到底。而对于深度大地层又复杂的钻孔,钻进中必须要加固孔壁。而用泥浆或化学浆液无法达到护壁的效果,采用水泥固孔也无效时,就必

须用套管来隔离不稳定的孔壁。要做好下一层、两层、三层甚至更多层套管的准备,形成多台阶的钻孔结构,所以开孔口径要比终孔口径大几级。

钻孔结构的要素包括:钻孔目的;要求终孔口径(或穿矿口径);地质条件和孔深,设备能力。

钻孔结构设计原则是采用自下而上的方法设计钻孔结构,首先要确定所需的终孔口径,为了降低成本和增加钻进效率,在可行的条件下尽量简化钻孔结构。在设计钻孔结构时要留一级备用口径,当出现无法处理的孔内情况时,可以补下一级套管,以保证达到地质目的终孔。下套管的原则:

(1) 孔口管,以保证孔口覆盖层不被冲坏,又起到导正钻孔的目的。

(2) 加固难用泥浆护壁或水泥固孔困难的土层。

(3) 隔离漏水层或涌水层。

(4) 当设备能力不足或处理孔内异常需要缩小一级口径时。

(5) 两级套管之间的间隔尽可能的大,在上一级套管下入后,进尺较少(小于 100 m)、孔又较浅(小于 600 m)时,遇到破碎地层,尽可能起拔套管扩孔而不急于下下一级套管,终孔前套管留有级数越多,顺利终孔越有保证。

(6) 套管间丝扣连接最好是采用反扣,便于套管的起拔。

3.2 泥浆使用一定要适宜

套管护壁是最有效、最牢固、最永久的护壁方法,但每下一层套管就意味着缩小一级口径,因此在钻进各种松散、松软和破碎地层时,经常出现孔壁坍塌、掉块和缩径等不稳定状态,特别是深孔钻探不稳定状态频繁出现,不可能无限度地加大钻孔的口径,为稳定孔壁,首选的技术措施就是利用具有护壁性能的泥浆,在冲孔的同时稳定孔壁,只有当靠泥浆难以完成护壁作用时,再选用水泥固孔、下套管等其他的护壁措施。

绳索取心钻进,钻杆柱与孔壁的间隙较小,内外管之间的间隙小,这就要求钻进用的冲洗液要有润滑性又不能在内、外管壁上形成泥皮,因此要求泥浆中的固相含量越少越好。这与在钻进各种松散、松软和破碎地层时要求护壁的泥皮形成了矛盾,所以必须使用优质的低固相泥浆或化学泥浆。值得注意的是,在提钻过程中,必须及时补浆,以维持孔内液柱压力,此外,提下钻要避免压力激动,特别是孔壁不稳定的情况下,以预防孔内事故的发生。

ZK6801孔采用低固相泥浆,效果很好,钻进中遇到多个断层破碎带,护壁堵漏效果明显。

泥浆配方:水+7%膨润土+1.8%腐植酸钾+ 0.7 kg/m^3 聚丙烯酰胺+ 2.5 kg/m^3 堵漏剂。泥浆的性能指标:密度 1.03 g/cm^3 ,苏氏漏斗粘度24 s,失水量 8 mL/30 min 。在泥浆使用过程中严格控制膨润土的含量,使得钻进中的高转速情况下,始终没有结泥皮现象。另外还要加强对泥浆的保护,坚决不允许直接向现有泥浆内加清水来稀释泥浆。总之,在钻进过程中,必须根据地层条件及时调整泥浆性能,在泥浆能够满足护壁堵漏的情况下,不要轻易下入套管,以免使得钻孔结构复杂化,同时也为下面出现复杂地层时留下处理的余地,确保钻孔顺利终孔。

3.3 水泥固孔要结合泥浆和套管的使用

使用泥浆护壁不能维持孔壁的稳定和正常钻进时,在不下套管的情况下,最常采用的是向不稳定的孔段孔壁灌注水泥浆,待水泥浆液凝固后,使用原孔径的钻头钻开固结物,重新形成的孔壁是固结物或被固结物胶结的岩石。涑源木吉村矿区几乎所有钻孔都注过水泥,每个钻孔的灌浆段还不止一段。

2005年施工的ZK2004孔,设计孔深700 m,设计终孔口径 $\geq 59\text{ mm}$ 。施工设计采用四级套管五径成孔,用 $\text{Ø}130\text{ mm}$ 口径开孔下入 $\text{Ø}127\text{ mm}$ 套管,开孔后钻孔全孔破碎,每打一段几乎没有超过50 m就要注一次水泥,最后是注水泥、下套管和泥浆护壁相结合才完成钻孔。 $\text{Ø}108\text{ mm}$ 套管下100 m, $\text{Ø}89\text{ mm}$ 套管160 m, $\text{Ø}73\text{ mm}$ 套管300 m, $\text{Ø}59\text{ mm}$ 口径钻进至500 m时,地层相当不稳定,无论是注水泥和泥浆都不能顺利进行,经请示后下了一级 $\text{Ø}53\text{ mm}$ 套管,最后用 $\text{Ø}42\text{ mm}$ 口径终孔,孔深710 m,达到了地质目的。

ZK6801孔在1100 m的破碎带,也是通过灌注水泥达到了护壁堵漏的目的。将0.5:1的水泥浆液通过钻杆压至封堵孔段,压完替浆水提出钻杆,封闭孔口再次压水,利用泵压封闭24 h,以求取得最好的灌注效果。

钻孔灌注水泥浆的原则。

(1)钻过坍塌、掉块地层后,泥浆不能有效地维持孔壁稳定,孔壁持续有坍塌、掉块发生时而灌注水泥。

(2)塌、漏共存的钻孔,为加固塌、漏层的孔壁,以便使用清水顶漏钻进而灌注水泥。

(3)孔壁因坍塌、掉块在局部孔段出现大的空

腔(大肚),即使坍塌已经停止,但在空腔处钻杆高速回转时容易引起钻杆折断,为充填空腔而注水泥浆。

(4)在严重坍塌、掉块地层内,泥浆无力使钻头钻透该地层,这时采用钻一段灌一段水泥浆,逐段加固通过严重坍塌、掉块地层。

在近几年的水泥固孔护壁实践中,经常有注水泥的效果不是很好,有时是因为注水泥不到位,或是孔内冲洗不干净,或是地下水活动剧烈,这都使得注水泥不成功。另外就是注水泥成功后,孔壁也不是长久牢固,孔壁上的水泥有破碎、脱落现象,还易造成事故。因此,注水泥与泥浆护壁、下套管要有机结合,掌握最佳下套管的钻孔深度,以保证最高效率地完成钻孔。

4 结语

绳索取心钻进工艺在深孔施工中,由于减少了提下钻次数,减少了辅助工作时间,减轻了工人的劳动强度,提高了钻进效率;在钻孔质量方面,由于钻杆和孔壁间隙小,钻孔不易弯曲,同时,小的坍塌掉块不易卡钻;发生岩心堵塞时能够及时提钻,有利于保证岩(矿)心采取率。因此,使用绳索取心钻进在中深孔中施工,在保证钻孔质量上效果非常明显,但对于中深孔,特别是地层复杂的情况下,必须充分考虑钻孔结构、水泥护壁堵漏以及泥浆的正确使用,对复杂地层综合治理,确保绳索取心钻进工艺在复杂地层的中深孔钻进中发挥优势。

当然,绳索取心钻进工艺在中深孔钻探应用中的影响因素还很多,如地层情况、钻机动力因素、钻头和扩孔器的使用情况等,还有待于在今后的生产实践中继续摸索、充分总结,使我院的钻探生产能力和效率进一步提高。

参考文献:

- [1] 马国玺,陈志宽,陈立景,等.木吉村铜(钼)矿床地质特征[J].矿床地质,2010,29(6):1101-1111.
- [2] 杨海珠.凤太矿田复杂地层大口径金刚石绳索取心钻进工艺[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(8):16-18.
- [3] 张金昌.深部找矿关键钻探技术与对策[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(11):1-6.
- [4] 张金昌.地质岩心钻探技术及其在资源勘探中的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(8):1-6.
- [5] 邢运涛,巫相辉,胡春跃,等.SD-KP冲洗液在河北承德超深孔中的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2008,35(5):16-17.
- [6] 陈风云,谷天本.西平铁矿深孔绳索取心钻探技术应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(6):16-19.