

白水寨地区绳索取心钻进效率分析

骆建诗

(核工业二七〇研究所探矿工程院,江西 南昌 330200)

摘要:介绍了在白水寨地区2010年度铀矿钻探施工中采用金刚石绳索取心钻进工艺的情况,并结合矿区实际情况,从钻孔设计、钻进工艺及工程管理等几个方面进行了分析,简要介绍了该地区提高钻进效率的技术措施,最后对硬岩型铀矿的钻探提出了几点看法和体会。

关键词:绳索取心钻进;金刚石钻进;钻进效率;白水寨地区

中图分类号:P634.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2013)02-0047-04

Analysis on Wire-line Coring Drilling Efficiency in Baishuizhai Area/LUO Jian-shi (Research Institute No. 270, CNNC, Nanchang Jiangxi 330200, China)

Abstract: Introduction was made on diamond wire-line coring drilling technology used in uranium exploration construction of Baishuizhai area in 2010. According to the practical conditions of the mining area, analysis was made on borehole design, drilling technology and project management as well as the technical measures to increase drilling efficiency in the construction. Some drilling experiences in hard rock type uranium deposit were presented.

Key words: wire-line coring drilling; diamond drilling; drilling efficiency; Baishuizhai area

翁源县白水寨地区位于广东省韶关市翁源县白水寨山区,我单位在该地区进行的硬岩型铀矿钻探采用的是绳索取心金刚石钻进工艺,由于施工机台选用的设备、管材和钻探方法都不相同,因此各机台的钻进效率有显著差异。本文仅对该地区采用的一些钻探工艺进行分析,并提出对该地区钻探工艺的几点建议。

1 施工概况

1.1 翁源白水寨地区的地质概况

该地区的岩石组成主要是中粒、中细粒云母花岗岩,夹杂些破碎风化岩层,主要是高岭土、硅质化石英。该地区的岩石可钻性级别在7~10级。

1.2 施工钻孔概况

白水寨地区在2010年共有4个机台参与施工,该地区的钻孔都是顶角80°、方位340°的斜孔,设计孔深在50~800m之间。表1是该地区部分钻孔的简要情况。

1.3 施工设备及技术概况

1.3.1 设备情况(见表2)

表1 白水寨矿区部分钻孔情况

孔号	施工机台	工期/d	孔深/m	钻孔结构	消耗钻头数/个	岩心采取率/%	纯钻进时间/h
ZK5-4	270-2	44	603.95	Ø110+Ø91+Ø75	13	93.94	305.16
ZK9-9	270-2	28	821.20	Ø110+Ø91+Ø75	16	98.16	424.5
ZK5-5	270-2	25	768.10	Ø110+Ø91+Ø75	11	97.98	370.67
ZK6-8	270-2	24	730.10	Ø110+Ø91+Ø75+Ø56	13	93.78	331
ZK9-8	270-1	44	750.23	Ø110+Ø91+Ø75+Ø56	20	86.57	378.5
ZK1-3	270-1	25	601.15	Ø110+Ø91+Ø75+Ø56	18	92.01	303.58
ZK2-5	270-1	27	801.20	Ø110+Ø91+Ø75+Ø56	18	95.85	340.25
ZK29-2	247-1	26	506.46	Ø127+Ø91+Ø75	12		
ZK28-4	247-1	28	560.40	Ø127+Ø91+Ø75	13		
ZK18-4	247-1	27	618.39	Ø127+Ø91+Ø75	13		
ZK15-10	247-2	120	710.00	Ø110+Ø91+Ø75	20		

1.3.2 钻进参数选择

该地区岩石比较坚硬,岩石可钻性级别较高,因

此采用金刚石绳索取心钻进技术,在实际施工过程中,全孔以S75型绳索取心钻具施工为主。由于设

收稿日期:2012-08-28;修回日期:2013-01-29

作者简介:骆建诗(1989-),男(汉族),江西南昌人,核工业二七〇研究所探矿工程院助理工程师,勘查技术与工程专业,从事钻探生产及管理工作,江西省南昌县79号信箱,ljs26211155@126.com。

表2 选用设备情况

机台	钻机	泥浆泵	钻塔	动力机
270-1	XY-42	BW-150	SG13	R4105G53(42 kW)
270-2	XY-44	BW-150	SG18	YC4108ZD(50 kW)
247-1	JU-1000	BW-150	18 m	4105(42 kW)
247-2	HGY-1500A	BW-250	13.5 m	75 kW

备及使用工艺的差异,钻进参数统计比较麻烦,在此根据经验公式,以S75型钻具为例,计算合理的钻进参数范围。

钻压:金刚石绳索取心钻进时,加在钻头上的轴向压力必须高于所钻岩石的抗压强度,而低于金刚石本身的抗压强度。此外选择钻压时还应考虑岩石性质、金刚石质量、数量和粒度以及钻头类型、克取岩石面积等因素。而且由于钻杆与孔壁间间隙小,钻杆会靠在孔壁上,损失一部分压力,另外由于环空间隙小,阻力大,对钻具的反作用力也会使钻压减小。因此为保证钻头钻进所需的压力,应适当加大钻压。实际操作中,应在开泵前后分别进行孔内钻具称重,计算好泵压损失后,再确定孔内钻压。根据地层的不同,钻压的大小选择也有差异。

泵量:绳索取心钻进的泵量应保证足以清除孔底岩粉、冷却钻头和保护孔壁。泵量过大会造成钻具内压高,而抵消钻头压力,增加钻具振动,冲蚀钻头胎体和岩心,造成岩心堵塞,还会降低孔壁的稳定。泵量不足又会造成排粉不畅,产生重复破碎或岩粉垫,增加金刚石消耗,发生糊钻、烧钻等事故。因此合理的泵压是比较重要的。

$$Q = \beta F v = (\pi/4) \beta (D^2 - d^2) v \quad (1)$$

式中: Q ——冲洗液量, m^3/s ; β ——上返速度不均匀系数, $\beta = 1.1 \sim 1.3$; F ——最大上返环状空间过流段截面, m^2 ; D ——由最大钻头决定的孔径或最大套管直径, m ; d ——钻杆外径, m ; v ——冲洗液上返流速,根据经验金刚石钻进中冲洗液的合理上返速度在 $0.5 \sim 0.8 \text{ m/s}$ 之间。

得出 Q 取值范围为 $40 \sim 75 \text{ L/min}$ 。

转速:转速是影响绳索取心金刚石钻进效率的关键因素。在一般情况下,钻速随转速的增加而增加,但是转速与金刚石的磨损之间的关系比较复杂,其间存在一个合理值。但开高转速又受到设备、钻杆、孔内情况、泥浆润滑等因素的限制。通常计算公式为:

$$n = 60v / (\pi d) \quad (2)$$

式中: v ——钻头圆周速度,孕镶钻头一般取 $1.5 \sim 4.0 \text{ m/s}$; d ——钻头直径, m 。

根据地层及设备,选取转速为 $382 \sim 1018 \text{ r/min}$ 。

2 影响钻进效率的因素

2.1 孔深结构设计

合理的孔深结构设计不仅可以有效地减小工程施工难度和材料消耗,降低工作强度;而且减少了孔内事故的发生,最大限度地保证了钻孔的安全施工。

孔深结构设计应遵循的原则:避免漏、喷、卡、塌等孔内复杂情况的产生,使钻探施工周期最短;钻具级配时要控制环状间隙的尺寸在钻杆直径的 $15\% \sim 20\%$ 以内,避免因超径而引起的钻杆损坏等一系列问题。

在ZK15-9孔的施工过程中,在下入 $\text{Ø}108 \text{ mm}$ 的套管后直接以S75的钻具进行钻进,在钻进中,S75型钻具的钻杆在 $\text{Ø}108 \text{ mm}$ 套管的下入处多次发生钻杆断裂的事故,极大地影响施工效率和经济效益。

2.2 钻杆损坏

绳索取心钻杆的损坏形式主要有3种:折断、开裂及塑性变形。其中以钻杆的折断和开裂为主。钻杆的损坏形式大都发生在钻杆两端的丝扣及接头处。以ZK6-8号孔为例,在其钻进过程中共有9次断钻杆及钻杆脱扣事故,而且都是发生在钻杆接头丝扣上。表3为该钻孔钻杆损坏情况。

表3 钻杆损坏情况

序号	损坏时孔深 /m	钻杆损坏形式	钻杆损坏段 /m	处理时间 /h
1	366.66	断钻杆	288	4.17
2	389.27	断钻杆	326	5.33
3	425	断钻杆	240	3.17
4	450	脱扣	268	3.00
5	455	断钻杆	288	3.50
6	461.23	断钻杆	358	4.83
7	557.22	断钻杆	234	6.00
8	570.33	断钻杆	90.80	2.67
9	572.83	断钻杆	525	4.50

从表3可以看出,为处理因钻杆损坏而消耗的时间大都在 3.5 h 左右,并且随着孔深的增加,处理的时间越长,并且进行多次起下钻操作,大大增加了机台工作人员的劳动强度,对孔内的稳定及钻进的正常进行都造成了很大影响。

2.3 钻头及其他钻具的选择

2.3.1 钻头的选择

以白水寨地区S75金刚石绳索取心钻头为例,其单个钻头的钻进时效及使用寿命如图1所示。

从图1可以看出,在该地区的施工中,S75的钻头钻进时效平均在 2 m 左右,钻头平均进尺 58.38 m ,使用寿命 27.8 h 。但是在硅质胶结及石英含量

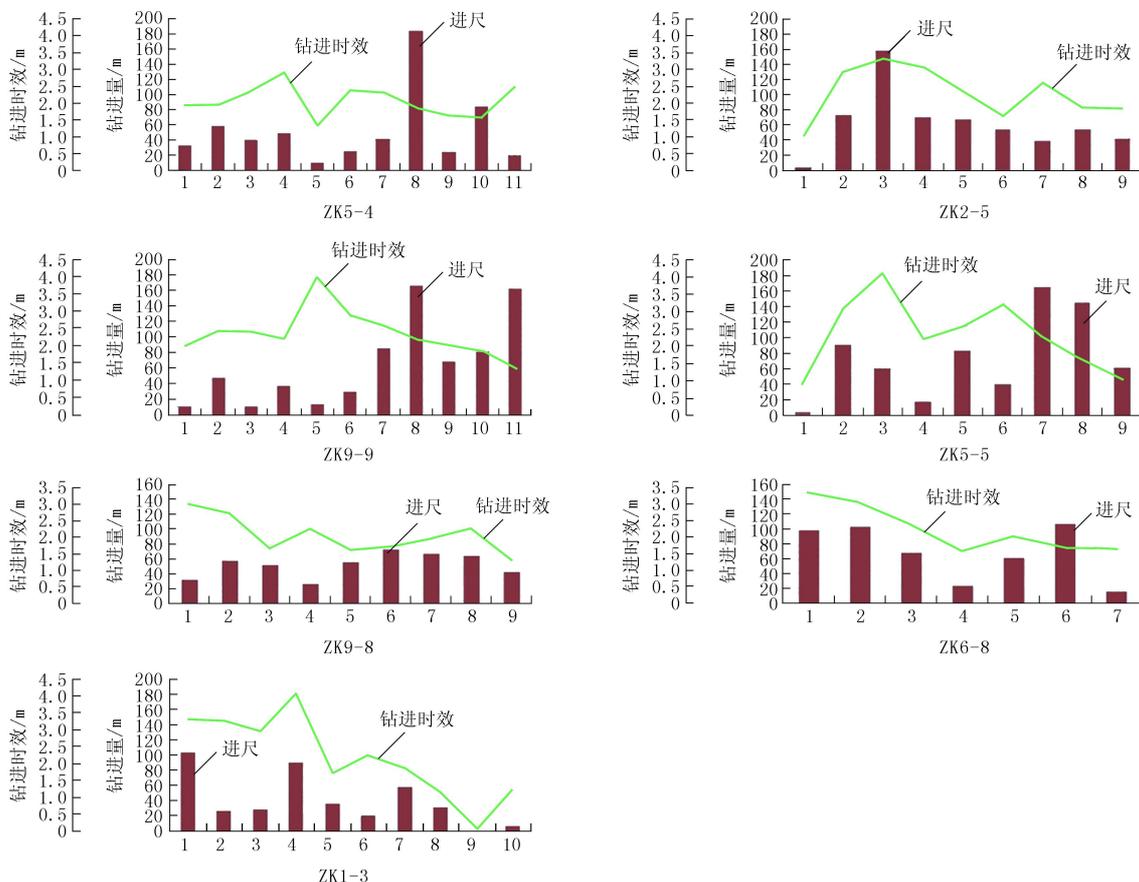


图1 钻进时效图

较多的岩层钻进时,明显存在进尺慢,钻头不出刃,磨损厉害的现象。这都和钻头的选型及钻进参数的选择有很大关系,并且严重影响钻进效率。

在2010年的施工过程中,各机台普遍采用的均为平底同心圆尖齿钻头,水口数目6~8个,遇到坚硬“打滑”地层时,采取投石子磨钻头的工艺,但是效果不一,一般初期效果明显,但持续时间不长,而且钻头使用寿命会大大缩短。针对该地区地层及岩石性质,在钻进过程中应合理选择胎体硬度及胎体端面形状,例如选用阶梯状钻头或者锯齿钻头,增大对“打滑”地层的轴向冲击克取深度,采用多种碎岩机理综合增强碎岩效果。在ZK18-4孔的施工中,247-1机台试用了2个锯齿钻头,平均进尺50m左右,钻头使用过程中出刃及自锐良好,钻进时效也比较高。

在该地区施工中,S75金刚石钻头非正常磨损的形式主要表现为底唇拉槽、底唇抛光、胎体快速磨损、胎体掉块等。产生钻头非正常磨损的原因可以从以下几个方面进行阐述。

(1)胎体性能:选用钻头时要根据地层的硬度以及研磨性来选择合适的胎体硬度,强研磨性及破碎地层适用胎体硬度高的钻头,弱研磨性(“打滑”

地层)适用胎体硬度低的钻头。在不同的地层未采用合适胎体硬度的钻头,会造成钻头胎体磨损速度过快或过慢,均会引起钻头的出刃及自锐性能,降低钻头使用寿命。

(2)唇面形状及水口面积:机台普遍采用的是平底尖齿同心圆钻头,水口数目8个。绳索取心钻进相对于普通的单管钻头来说,钻头底唇面较大,与地层的接触面也更大,钻进时钻压一般不容易达到破碎岩石的目的。因此在保持钻头力学性能合理的情况下,可减小钻头底唇面面积,加大水口面积及数量。在实际使用中可能因为水口面积小,泵压高,泥浆性能不好,过度的冲蚀也会造成钻头的磨损。

(3)保径措施:孕镶金刚石钻头采用的一般为圆柱状聚晶,每个扇形块的内外径排列2排,每排2粒,高度在3.5~4mm之间。当保径层的保径材料选用的不合适或者质量不合格会造成钻头在钻进中内外径提前磨损,大大降低钻头寿命。

(4)工作层高度:一般金刚石钻头的工作层高度为4mm,在钻进磨损到2mm时就应更换,为增加钻进综合效率,可在保证钻头强度和质的前提下适当增大工作层高度,提高单个钻头经济效益。

2.3.2 扩孔器的配合选用

金刚石钻头和扩孔器要排队轮换使用,先用外径大、内径小的,再用外径小、内径大的。扩孔器的外径应比钻头大 0.3 ~ 0.5 mm,坚硬岩层不得大于 0.3 mm。扩孔器外径过大时造成扩孔量增加,磨损加剧,外径过小则起不到扩孔作用。建立健全钻头和扩孔器的使用登记制度。

2.3.3 卡簧的尺寸选择

钻头的内径与卡簧的自由内径必须合理配合,卡簧自由内径过大,则会造成取不上或者卡不住岩矿心,造成岩矿心中途脱落或者残留岩心过多;卡簧自由内径过小,易造成岩心堵塞。以前回次的岩心直径为准,卡簧套在上面为摩擦滑动即可。

2.4 泥浆性能及护壁堵漏措施

该地区在金刚石钻进正常情况下基本采用 HPAM + 润滑剂的聚合物泥浆体系,在地层漏失时则可加入锯末、棉籽壳等惰性材料与 HPAM 混合堵漏后再钻进。但是由于在施工中对泥浆性能的维持重视度不够,钻进后期泥浆都因岩粉多、未及时换浆造成泥浆性能降低,严重影响钻进效果。对于小裂隙采用的堵漏措施效果不错,但裂缝大或者漏失层段增多后就效果不好,采用水泥封堵亦无大的效果,往往采用顶漏钻进的方法,风险大、待水耗时长、钻进效率低。

2.5 施工管理

明确各岗位职责,合理分工,安全生产。

3 该地区提高钻探效率的技术措施

(1)使用 2 个级配的绳索取心钻具(S75 与

S56),在钻进效率低、地层复杂时可以改变口径继续钻进。

(2)绳索取心的内管总成及内管型号尺寸一致,可交替使用,减少钻进中辅助工作的间隔时间,提高效率。

(3)采用 HPAM + 防塌剂 + CMC + KHm + 润滑剂的泥浆体系,适应该地区的大多复杂地层情况,并且在使用中一直保持泥浆性能的稳定性。

4 结论与建议

(1)金刚石绳索取心钻探不仅台月效率高,而且孔内及机械事故率低,大大缩短工作周期,并取得不错的经济效益,在中深孔及深孔的钻探中发挥重大作用,对硬岩型铀矿的勘探是至关重要的。

(2)要积极推广新技术,比如液动潜孔锤与绳索取心复合钻进技术,采用新的护壁堵漏方法等等。

(3)加强机台的生产管理,做好材料的采购与管理工作以及常用机加工生产,是提高钻探效率的重要保障。

参考文献:

- [1] 韦漠. 广西向阳坪铀矿“打滑”地层绳索取心钻进存在问题与对策[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2006,33(10).
- [2] 孙秀梅,刘建福. 坚硬“打滑”地层孕镶金刚石钻头设计与选用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(2).
- [3] 谢俊卿,等. 银洞坡金矿区钻探施工技术及其工艺[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2004,31(10).
- [4] 汤凤林,等. 岩心钻探学[M]. 湖北武汉:中国地质大学出版社,1997.
- [5] 魏臣. 提高绳索取心钻进效率的有效途径[J]. 中国煤田地质,2006,(6).

(上接第 46 页)

5 结语

通过使用绳索取心液动潜孔锤钻探工艺,解决了邦山铁矿区磁铁石英岩坚硬打滑、钻进效率低、周期长、成本过高的难题,极大地提高了施工进度,缩短了施工工期,获得了武钢公司和国际监理隆格公司的好评,取得了明显的经济效益和社会效益。

当然,该技术也存在着一些不足之处,以 SYZX75 型为例:(1)钻具较为复杂,分为若干段,外管丝扣连接处较多,降低了总体强度;(2)对冲洗液的性能要求较高,在复杂孔段难以使用等。

但我们相信,随着地质行业不断发展,对于钻探技术的挑战也将越来越强,绳索取心液动潜孔锤钻

进工艺也会越来越完善,肯定会有更大的发展空间和展示舞台。

参考文献:

- [1] 苏长寿,谢文卫,杨泽英,等. 系列高效液动锤的研究与应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(3):27-31.
- [2] 王建华,苏长寿,左新明. 深孔液动潜孔锤钻进技术研究与应用[J]. 勘察科学技术,2011,(6):59-64.
- [3] 傅丛群. 绳索取心液动锤在多类型矿区的应用及其效果[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(9):24-26.
- [4] 刘广志. 金刚石钻探手册[M]. 北京:地质出版社,1991.
- [5] 蒋光旭,唐振华,李德波,等. SYZX96/75 绳索取心液动锤钻具的应用效果[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(6):13-15.
- [6] 刘景华,何立新. SYZX75 绳索取心液动锤加长岩心管的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(2):5-6.