

潜孔锤反循环钻进工艺在拉拉铜矿的试验应用

翟立新^{1,2}, 杨建利¹, 王雷浩³

(1. 辽宁省有色地质局一〇一队, 辽宁抚顺 113015; 2. 吉林大学地球科学学院, 吉林 长春 130026; 3. 河北省地质局第十一地质大队, 河北 邢台 054000)

摘要:针对现有露天矿区空气钻孔作业存在的粉尘污染、岩矿心(样)丢失严重等问题。采用贯通式空气潜孔锤反循环钻进工艺在四川拉拉铜矿露天矿区进行了生产性试验, 检验贯通式潜孔锤在露天矿区的钻进效率、粉尘控制以及岩心(样)采取率情况。试验共完成了 3 个试验孔, 进尺 483 m, 平均钻进效率为 8.83 m/h, 岩心(样)总长度 252.43 m, 反循环效果良好, 且不同的钻具组合对反循环形成效果无影响, 试验现场无粉尘弥散现象。

关键词:贯通式潜孔锤; 反循环钻进; 露天矿; 复杂地层; 拉拉铜矿区

中图分类号: P634 **文献标识码:** B **文章编号:** 1672-7428(2016)01-0066-04

Experimental Application of DTH Hammer Reverse Drilling Technology in Lala Copper Mine/ZHAI Li-xin^{1,2}, YANG Jian-li¹, WANG Lei-hao³ (1. 101 Team of Bureau of Non-ferrous Geology of Liaoning Province, Fushun Liaoning 113015, China; 2. College of Earth Sciences, Jilin University, Changchun Jilin 130026, China; 3. No. 11 Geological Brigade, Hebei Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, Xingtai Hebei 054000, China)

Abstract: According to the existing dust pollution and serious core (sample) loss in air drilling operation in open pit mine, productive experiment was carried out with air DTH hammer reverse circulation drilling technology in Lala copper opencast mine of Sichuan to test the penetration rates, the effects of dust control and core (sample) recovery percentage. The experiment was performed on 3 bore holes with total drilling depth of 483m, average drilling efficiency 8.83m/h and the whole length of core (sample) 252.43m. The effect of reverse circulation drilling was good and different drilling assembly had no influence on the effect of reverse circulation drilling. There was no dust dispersion in the test site.

Key words: DTH hammer; reverse circulation drilling; open pit mine; complex formation; Lala copper mining area

0 引言

随着科技社会的飞速发展和人口的与日俱增, 人类对于矿产资源的需求量也在不断增加^[1]。由于露天矿和浅部矿开采资源的逐渐枯竭, 需要进一步探明深部矿藏的储量^[2]。目前, 露天矿取心钻探存在的问题主要有: (1) 常规方法钻进困难; (2) 扩孔严重; (3) 钻杆易发生折断; (4) 取样困难; (5) 钻头球齿破损严重; (6) 施工周期长; (7) 工作人员、施工设备等安全问题突出。而贯通式潜孔锤反循环钻进技术除了具备空气潜孔锤在硬岩地层钻进效率高的特点外, 还具有耗气量小、成孔质量好、全孔反循环、孔口粉尘污染小等优点。美国采用该技术完成地质勘探工作量的比例接近总工作量的 80%, 澳大利亚则已超过 80%^[3]。本文采用空气潜孔锤反循环钻进工艺在四川拉拉铜矿区进行了应用试验, 旨在解决采用金刚石回转钻进工艺在该矿区钻进时所

遇到的钻进效率低、孔内坍塌卡钻事故频繁、岩矿心丢失等钻孔技术难题。

1 空气潜孔锤反循环钻进工艺原理

空气潜孔锤反循环钻进工艺集合了潜孔锤冲击回转碎岩、全孔介质反循环以及不提钻连续取心(样)等多种钻进工艺于一身, 其工艺原理如图 1 所示。压缩空气由空压机输出, 经储气罐和高压送风胶管进入双通道气水龙头, 进入双壁钻杆的环状通道, 驱动孔底的贯通式潜孔锤工作, 潜孔锤内部活塞高频往复运动冲击反循环钻头, 实现潜孔锤碎岩钻进^[2]。工作后的废气经钻头的底喷孔排出, 携带破碎下的岩心(样)经扩压槽进入钻头中心孔, 经潜孔锤的贯通孔和双壁钻杆的中心通道, 通过“鹅颈”弯管以及排渣胶管进入旋流取样器中, 气体和极细颗粒介质从旋流取样器上端排出口排出, 而岩心(样)

收稿日期: 2015-10-13; 修回日期: 2015-12-02

作者简介: 翟立新, 男, 汉族, 1989 年生, 经理助理, 助理工程师, 吉林大学在职硕士研究生在读, 从事文物保护工程施工及钻探施工工作, 辽宁省抚顺市顺城区九台一街 2 号, lnysswbh@163.com。

则在重力作用下经取样器下端出口落入到岩样袋内,从而完成动力及流体介质的反循环以及不停钻连续取心(样)。

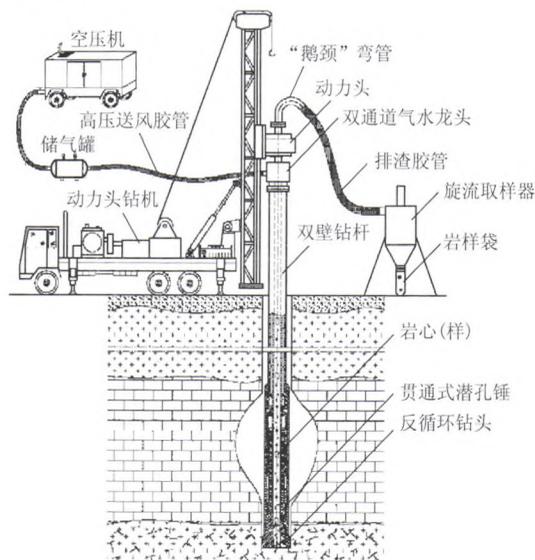


图1 反循环钻探原理图

2 贯通式潜孔锤反循环钻进工艺适用地层

(1) 所有火成岩和变质岩以及可钻性在6级以上的沉积岩地层;

(2) 对容易产生孔斜的地层,如片理、层理发育,或者软硬不均匀以及多裂隙岩层等,能有效防止或者减少孔斜;

(3) 卵砾石层、漂砾层、漏失层以及溶洞地层;

(4) 沙漠、干旱、高寒山区及永冻地层等复杂、恶劣的施工条件。

3 试验应用情况

3.1 试验矿区地质概况

拉拉铜矿矿区位于四川省金沙江左岸的山岭地带,地形总趋势为北高南低、地貌类型属“受流水侵蚀的山地”。矿区内出露的地层主要含矿岩石为变质的火山凝灰质岩石,黑云石英片岩,石榴黑云片岩以及变质钠角斑质岩石,石英钠长岩等,岩石可钻性为8级。矿区内褶皱、断裂构造异常发育,破坏矿体的连续性,早期岩浆活动频繁造成火成岩分广泛并对矿体起破坏作用,图2所示为矿区出露的岩石情况。从孔口处的地表观察,节理裂隙纵横交错,稳定性较差。

试验地层属于复杂地层,破碎、地下采空区交错、地下水丰富,孔壁不稳定,掉块、探头石多,粘土



图2 矿区出露的岩石情况

含量高且遇水缩径。由于矿坑内较近水源,无法采用金刚石绳索取心钻进方法。而采用正循环潜孔锤钻进方法,不但无法取出准确收集不同深度岩心(样),还会造成试验现场粉尘弥散,降低矿坑内其他工作平台能见度,影响工作人员身体健康和工作进度。试验任务是在拉拉铜矿进行3个钻孔试验工作,目的是检验贯通式潜孔锤反循环连续取心(样)钻进技术在露天矿区内的找矿效果,其中主要包括:潜孔锤钻进效率、成孔质量以及岩心采取率情况。

3.2 试验设备配套

现场主要的钻探设备如下。

(1) RC-400型空气反循环取样式动力头钻机,设计钻进深度400 m,转速90/180 r/min,最大提升力200 kN。

(2) Ingersoll Rand XHP1070型螺杆式空压机,额定风量30.3 m³/min,额定风压2.4 MPa。

(3) SBC-108/44型外平式双壁钻杆,SBC-127/44型外平式双壁钻杆。

(4) GQ-108C型高压风压型贯通式潜孔锤、GQ-127C型高压风压型贯通式潜孔锤以及配套反循环钻头。图3所示为通过仿真模拟电算得出的GQ-108C型潜孔锤与GQ-127C型潜孔锤的单次冲击功随供风压力的变化曲线,从图中可知:随着供风压力的增大,GQ-127C型潜孔锤的单次冲击功增加的幅度要比GQ-108C型潜孔锤的增加幅度大。

(5) 双通道气水龙头、“鹅颈”弯管、排渣胶管、旋流取样器、岩样袋等辅助设备。

3.3 试验数据及分析

本次试验共完成了3个试验孔,试验中共采用了5种不同的钻具组合,共进尺483 m,平均钻进效率为8.83 m/h。3号钻孔的钻具组合及钻进参数见表1,实际钻孔结构见图4。

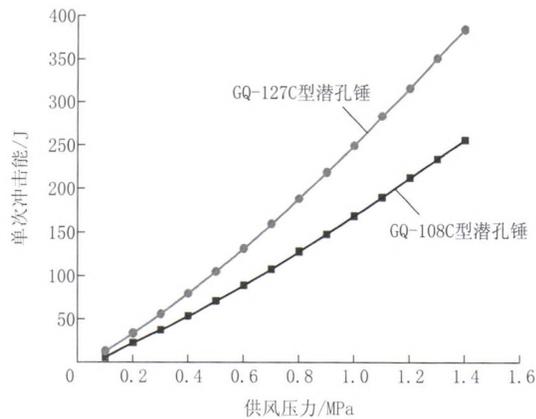


图3 GQ-108C型潜孔锤与GQ-127C型潜孔锤的
单次冲击功随供风压力的变化曲线

从表1可以看出:

(1)总进尺为202 m,总用时为25.7 h,平均钻进效率为7.86 m/h,样品总长度为101.7 m。

(2)开孔阶段,由于地层岩性较软,钻进效率最高,为11.35 m/h。随着孔深的增大,钻进效率有所降低。

(3)在0~127 m孔段,采用 $\varnothing 127$ mm潜孔锤钻进的平均钻进效率为8.79 m/h,而在127~202 m的孔深段内,采用 $\varnothing 108$ mm潜孔锤钻进的平均钻进效率为6.48 m/h。

(4)开孔段地层破碎、潮湿,反循环形成效果不理想,因此,收集到的岩心(样)长度较短。

表1 3号钻孔的钻具组合及钻进参数记录

钻具组合	钻孔深度/ m	钻进时间/ h	钻进效率/ ($m \cdot h^{-1}$)	岩心(样) 长度/m
$\varnothing 127$ mm 双壁钻杆 + $\varnothing 127$ mm 潜孔锤 + $\varnothing 154$ mm 取样钻头	0~7	0.62	11.35	1.20
$\varnothing 127$ mm 双壁钻杆 + $\varnothing 127$ mm 潜孔锤 + $\varnothing 133$ mm 取心钻头	7~118	12.58	8.82	62.63
上部 $\varnothing 108$ mm 双壁钻杆 + 下部 $\varnothing 127$ mm 双壁钻杆 + $\varnothing 127$ mm 潜孔锤 + $\varnothing 133$ mm 取样钻头	118~127	1.25	7.20	5.94
$\varnothing 108$ mm 双壁钻杆 + $\varnothing 108$ mm 潜孔锤 + $\varnothing 113$ mm 取样钻头	127~175	5.90	8.14	23.59
上部 $\varnothing 127$ mm 双壁钻杆 + 下部 $\varnothing 108$ mm 双壁钻杆 + $\varnothing 108$ mm 潜孔锤 + $\varnothing 113$ mm 取心钻头	175~202	5.67	4.76	8.34

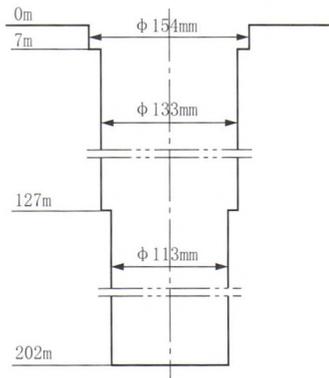


图4 钻孔结构示意图

图5为现场钻进情况,从图中可看出反循环效果良好,孔口处无粉尘从正循环通道排出。图6为采用岩样袋收集不同孔深段的岩心(样),图7即为岩样袋内收集到的岩心(样)颗粒大小情况。由于岩心(样)经旋流取样器减速分离后直接落入岩样袋中,不与大气接触,有效地保证了从孔内上返的岩(心)样基本都被收集到,提高岩样采取率,并消除岩心(样)串层现象的出现。表2所示为拉拉铜矿3个试验钻孔的参数表,从表中可知,本次试验总进尺483 m,平均钻进效率为8.83 m/h,收集到岩心(样)总长度252.43 m。

3.4 操作要点



图5 现场钻进情况



图6 用岩样袋收集不同深度岩心(样)

在试验中总结出空气潜孔锤反循环钻探技术的操作要点主要有以下几个方面。

(1)正常钻进时,孔内尽量不要停风,可以把潜孔锤提上一小段,以把孔内的水和岩粉吹尽,并且还



图7 岩样袋内收集到的岩心(样)

表2 拉拉铜矿3个试验孔的钻孔参数

钻孔编号	孔深/m	岩心(样)长度/m	钻进时间/h	钻进效率/(m·h ⁻¹)
1	154	83.46	14.68	10.49
2	127	67.27	14.00	9.07
3	202	101.70	26.02	7.76
总计	483	252.43	54.70	平均8.83

可以把渗入孔内的水顶住,从而保证上返的岩样尽量干燥。在更换岩样袋时为了方便更换可以适当关小一点风量,但不能完全通风。

(2)钻进过程中遇到了软弱、易缩径地层,钻杆上提不畅时,卸开孔口处的双壁钻杆,往内管以及外管与孔壁的环状间隙里都加水,并上下来回窜动钻杆,等发生堵塞段的岩粉被稀释得差不多强度降低后再往上提,且将孔内卡堵的岩粉排尽后方可继续钻进。

(3)在加接钻杆完成后,首先送风进行强吹,把渗入孔内的水吹出孔口,然后再下放钻杆并施加钻压,先检查潜孔锤是否可以正常工作,如果能工作并发出响声,然后再稍微减少压力或者稍微提提钻杆,让潜孔锤暂时不工作而且也不是强吹孔的状态,让潜孔锤排出的风把进入孔底的水全部吹出孔口,等到取样器出料口没有水流出后再恢复钻压或者下放钻杆,使潜孔锤切换到工作状态,从而保证反循环收集到的岩粉全部为干的。

(4)下钻时,先给风再下钻,防止孔内的岩粉进入潜孔锤内发生堵塞,造成潜孔锤不能工作。如果潜孔锤内已经吸进部分岩粉时,可以往钻杆环状间

隙加水,然后开始送风,让风把潜孔锤内部的岩粉和水全部压出潜孔锤外,起到清洗潜孔锤的效果。

4 结论

采用贯通式空气潜孔锤反循环钻探技术在四川拉拉铜矿区进行生产性试验,完成了3个试验孔,共进尺483 m,平均钻进效率为8.83 m/h,岩心(样)总长度252.43 m。从试验效果来看,GQ-127C型潜孔锤较GQ-108C型潜孔锤,平均钻进效率较高;并且证明采用不同的钻具组合对反循环形成效果无影响,除了在开孔阶段反循环形成不彻底,岩心(样)采取率不足外,其余阶段反循环形成效果均比较良好,岩心(样)采取率也较高。最后,在试验过程中还总结出一些空气潜孔锤反循环钻进工艺的操作要点,供以后应用此工艺的同行参考。

参考文献:

- [1] 张连杰. 金属矿山开采引起地表移动规律研究[D]. 北京: 中国地质大学(北京), 2013.
- [2] 吴银柱, 殷琨, 谭凡教. 贯通式反循环潜孔锤在某露天矿钻探工程中的应用[J]. 黄金, 2006, 27(9): 29-31.
- [3] 范黎明, 殷琨, 张永光, 等. 基于引射原理的侧吸式反循环钻头结构参数数值研究[J]. 中南大学学报: 自然科学版, 2011, 42(1): 220-226.
- [4] 博坤, 殷琨, 王茂森. 贯通式潜孔锤反循环钻进技术在矿区勘探中的应用研究[J]. 金属矿山, 2009, (3): 133-136.
- [5] 殷琨, 王茂森, 彭视明, 等. 冲击回转钻进[M]. 北京: 地质出版社, 2010: 52-57.
- [6] 张永勤. 反循环钻探技术的推广应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2007, (9): 46-47.
- [7] 郝树青, 殷琨, 高科, 等. 气动贯通式潜孔锤反循环连续取心取样钻进新技术在河南钼矿中的应用[J]. 钻采工艺, 2006, 29(4): 1-3.
- [8] 王茂森. 全孔反循环潜孔锤参数优化及其钻进工艺研究[D]. 吉林长春: 吉林大学, 2007: 7-8.
- [9] 殷其雷, 殷琨, 柳鹤, 等. 潜孔锤反循环钻进技术在某水电站的试验应用[J]. 吉林大学学报: 地球科学版, 2014, 44(3): 961-968.
- [10] 邓梦春, 陆生林, 殷琨, 等. 地质勘探空气反循环钻进技术找矿效果示范应用研究[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2013, 40(3): 1-6.