

空气反循环连续取样钻进技术 在紫金山金铜矿区的应用

李 永¹, 王德龙², 王占丑², 罗 强²

(1. 福建岩土工程勘察研究院, 福建 福州 351100; 2. 无锡金帆钻凿设备股份有限公司, 江苏 无锡 214112)

摘要:紫金山金铜矿矿产勘查中使用空气反循环连续取样钻进工艺, 解决破碎地层、缺水地区钻探取样难、施工成本高的问题。介绍了机具的配套、钻进工艺流程及施工注意事项, 特别是针对紫金山金铜矿区破碎、漏失地层, 为提高钻进效率, 采用正反循环2种潜孔锤钻进, 获得了高的采样率, 提高了施工效率, 大幅度降低了施工成本。

关键词:空气潜孔锤钻进; 反循环连续取样; 双壁钻杆; 紫金山金铜矿区

中图分类号: P634 **文献标识码:** B **文章编号:** 1672-7428(2017)06-0045-03

Application of Air Reverse Circulation Continuous Sampling Drilling Technology in Zijinshan Gold-copper Mine/
Li Gong¹, WANG De-long², WANG Zhan-chou², LUO Qiang² (1. Fujian Geotechnical Engineering Research Institute, Fuzhou Fujian 351100, China; 2. Wuxi Jinfan Drilling Equipment Co., Ltd., Wuxi Jiangsu 214112, China)

Abstract: In the mineral exploration of Zijinshan gold-copper mine, air reverse circulation continuous sampling drilling technology was used to solve the problems of the broken formation drilling, the difficult sampling in water-deficient area and the high construction cost. This thesis introduces machines matching, drilling process and attentions of construction; especially in broken and leakage formation of Zijinshan gold-copper mine, normal and reverse circulation DTH drilling were used to improve drilling efficiency, high sampling rate is received with improved construction efficiency and reduced cost.

Key words: air DTH drilling; reverse circulation continuous sampling; dual-wall drill pipe; Zijinshan gold-copper mine

1 工程概况

紫金山金铜矿床是20世纪80年代在我国东部陆相火山岩区勘查的一个大型金铜矿床, 位于福建省上杭县城北15 km处, 矿田范围40 km²。目前紫金山金铜矿探明黄金储量约310 t, 探明铜储量约400万t。

钻探施工区域为紫金山金铜矿露采场东部铜矿区域, 容矿围岩以碎裂花岗岩为主, 次为隐爆角砾岩。矿区内无地表水系, 可用洒水车提供钻探少量用水。

1.1 钻探工程量

设计钻孔数105个, 总工程量11447 m。所有钻孔均为地表钻, 最小孔深94 m, 最大孔深154 m。

1.2 工程技术和质量要求

生产勘探要求终孔孔径 ≤ 75 mm, 钻孔位置采用GPS放样和收测。

(1) 岩样采取率: 要求岩样的采取率 $\geq 80\%$ 。

(2) 钻孔弯曲度测量: 钻孔均为直孔, 要求每钻

进50 m和终孔后必须测定钻孔天顶角, 且顶角 $\geq 2^\circ/100$ m。

(3) 孔深校正: 终孔后均应校正孔深, 允许误差 $\geq 1/1000$ 。

1.3 钻进方法的选择

由于矿区内无地表水系, 且大部孔段地层破碎, 冲洗液易漏失, 普通金刚石取心钻进进尺慢、成本高, 因此选用空气反循环连续取样钻进方法。

经与矿区地勘科最终确认, 钻孔孔径为115 mm, 每2 m一个样袋, 岩粉的采取率 $\geq 80\%$ 。单孔孔深根据标高及具体位置确定。

2 空气反循环取样钻进技术

空气反循环取样钻进技术是利用压缩空气为冲洗介质, 将压缩空气从双壁钻杆环状间隙送到孔底, 然后携带岩样从双壁钻杆中心通道返回地面, 岩样由地面收集器收集利用。因这种工艺将钻进和连续取样结合起来, 钻进效率高, 样品采取率高, 非常适

收稿日期: 2016-07-26; 修回日期: 2017-03-30

作者简介: 李永, 男, 汉族, 1968年生, 院长助理, 高级工程师, 矿山机械专业, 从事钻探技术管理与施工工作, 福建省福州市闽侯县上街镇科技东路1号, 281672742@qq.com。

合不需要取心分析的钻探工程。

为提高钻进效率,空气反循环钻进大都使用潜孔锤钻进。根据潜孔锤结构形式,有普通正循环气动潜孔锤及反循环气动潜孔锤2类,相同直径的正循环潜孔锤其冲击功要大于反循环潜孔锤,在坚硬地层,大都使用正循环潜孔锤,以提高钻进效率,但正循环潜孔锤不适合破碎及漏失地层的取样钻进。

使用正循环潜孔锤的空气反循环取样钻进,其钻孔底部是局部正循环,通过正反转换接头实现正反循环的转换,由于孔底封堵的限制,钻孔直径不宜太大。

紫金山金铜矿区取样钻探施工布孔分散,有松散破碎地层,也有少量完整地层。钻孔大都是上段破碎,而下段地层较完整。为取得更佳的经济效益,不同地层、不同孔段使用不同的工艺方法,即松散破碎地段使用反循环气动潜孔锤取样钻进,而深部完整地段使用正循环气动潜孔锤取样钻进。

3 施工设备及钻具

3.1 钻机

钻机采用无锡金帆钻凿设备股份有限公司生产的YGL-150A(F)型多功能履带工程钻机(见图1)。该钻机为履带底盘装载、全液压驱动、动力头式钻机,是适用于多角度多方位钻进的钻孔设备,钻机适用多种钻进工艺方法:无循环螺旋钻进(干钻)、空气潜孔锤钻进、泥浆正循环钻进、空气反循环钻进等。钻机主要适用于水电工程、铁路、公路边坡等岩土工程中的大吨位预应力锚固孔;城市深基坑支护及地基加固工程孔;隧道管棚孔;小型桩基孔、水井;矿产勘查等工程。



图1 YGL-150A(F)型多功能履带工程钻机

钻机采用柴油动力,安装双通道动力头及双通道水龙头。主要技术参数为:名义钻孔深度150 m,

钻孔直径110~250 mm,转速30~210 r/min,最大输出扭矩8000 N·m,给进行程3500 mm;柴油机功率125 kW。

3.2 空压机

因钻孔直径在115 mm,孔深在150 m以内,先期使用寿力660RH型移动螺杆式空压机,该空压机主要技术参数为:额定排气压力2.0 MPa,公称容积流量18.5 m³/min,工作压力范围0.97~2.0 MPa,柴油机功率260 kW。

3.3 双壁钻杆

随机配套Ø89/43 mm外平双壁钻杆,长度3 m。钻杆采用接头与管体螺纹连接形式,环氧树脂胶结,既保证了气密性又便于更换损坏件。内管采用插接式结构,2道密封,钻杆柱的气密性好。

3.4 气动潜孔锤及钻头

使用的气动潜孔锤有DHD340型正循环潜孔锤及FQC345型反循环潜孔锤2种型号。钻头分别为全面钻进钻头和中心取样钻头,直径均为115 mm。

DHD340型潜孔锤外径92 mm,工作气压1.2~2.0 MPa,耗风量7.6~18 m³/min。

FQC345型反循环潜孔锤外径105 mm,工作气压0.7~2.1 MPa,耗风量5.7~14.7 m³/min。

3.5 正反分流接头

使用正循环潜孔锤实现反循环连续取样钻进必须使用正反分流接头(见图2),刻取的岩样从钻头以正循环的形式流到反流口,进入到钻杆中心通道,排到地表。同时正反分流接头起到封隔器的作用,阻止了岩屑从孔壁排出。

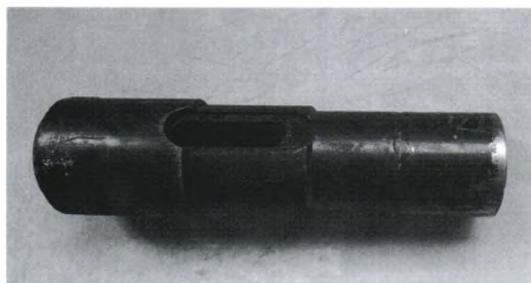


图2 正反分流接头

3.6 旋流除尘器

钻机配带有旋流除尘器(见图3),这种除尘器结构简单,内部无运动件,体积小,除尘效率高,使用寿命长,操作简单。其缺点是对细微尘粒的分离效率较低。

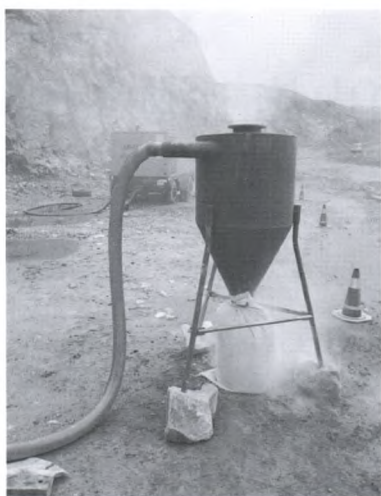


图3 旋流除尘器

4 钻进施工技术

4.1 钻进参数的选择

潜孔锤反循环连续取样钻进,其钻进工艺与普通潜孔锤钻进相似。根据施工钻孔直径 115 mm,孔深 150 m 之内情况及冲击器性能,推荐钻进参数为:钻压 5 ~ 7 kN;钻具钻速 30 ~ 40 r/min;风压 1.8 ~ 2.0 MPa。

4.2 样品的收集

上返到孔口的样品,送至旋流除尘器,经过旋流器的分离和除尘,岩样从旋流器的下出口排出,用样袋收集,净化后的气体经排气管排出器外。本项目每 2 m 一个样袋,收集后称重,填写放置岩样卡,同时在样袋口处做好标识,防止岩样卡污损,而影响样品的辨识。

4.3 钻杆密封检查

由于高速流动的岩样磨蚀钻杆内管,使用中内管接头有磨穿现象,加之钻杆经常拆卸,密封件也会损坏。要求每次都要对下入孔内的钻杆进行外观检查,及时更换缺损的密封件及钻杆零件,确保其气密性。

4.4 潜孔锤的润滑

由于压气管路中未加油雾器,为了润滑潜孔锤,同时为防止过多的润滑油污染岩样,加接钻杆时仅允许向钻杆环隙加注不超过 50 g 的机械油,施工结束后清洗保养潜孔锤。

4.5 正反循环潜孔锤交换施工

由于施工现场在采矿区,施工中往往遇到爆破撤场时段,合理安排开孔时间,在爆破撤场前力争钻

孔达到 60 ~ 70 m。考虑到 DHD340 型潜孔锤冲击功较大的特点,施工工序安排上,上部破碎地层孔段用 FQC345 型反循环潜孔锤反循环钻进,下部完整地层孔段用 DHD340 型潜孔锤钻进。下钻前测量钻头直径,保证钻头能顺畅地下到孔底。

4.6 常见事故及处理方法

4.6.1 中心通道堵塞

钻孔施工中由于岩样块上返途中相互挤卡堵塞中心通道,有时会有较大石块堵在入口处,出现中心通道气堵不返渣。一般情况下,通过反复提送钻具就能疏通中心通道。如果反复提送钻具不能解决卡阻,就在孔口接上正反转换接头,将反循环改为正循环,用高压气流解堵。

4.6.2 泥环

紫金山矿区破碎地层含水,沿孔壁上返的粉尘遇水形成泥环,影响钻具的提升,此时切忌强力提拉。可以接上正反转换接头,将反循环改为正循环,用高压气流解堵,同时沿孔壁向孔内注水,反复提送钻具,稀释泥环解卡。

4.6.3 卡钻

在破碎地段钻进,容易发生塌孔、掉块卡钻事故,钻进时应经常扫孔,观看钻具在孔内的运转情况。发现卡钻事故,不得强行提拉钻具。接上正反转换接头,将反循环改为正循环,用高压气吹开孔壁堵塞的岩粉,上下活动钻具,较高转速回转钻具,排出细小岩渣,稍大颗粒磨碎后排出孔内,解除卡钻。由于潜孔锤直径大于钻杆直径,为防止过度磨损潜孔锤上接头,施工中在钻杆与潜孔锤之间加一过渡接头,接头上端焊保径硬质合金,既能起到耐磨效果,也能起到反向切削的作用。

4.6.4 破碎地段取样不足

破碎地层钻进时岩粉易从裂隙或沿孔壁排出,导致取样不足。该类地层必须使用反循环潜孔锤。反循环潜孔锤的保护套外径与钻头外径相近,可以减少岩粉的漏失量。钻进时可以经常提拉钻具,强力吹孔清渣,这样可以收集到更多的岩样,提拉钻具的幅度不宜过大,以能强力吹孔为限,防止搅动碎块,造成卡钻事故。

5 结语

潜孔锤反循环连续取样钻进在紫金山金铜矿
(下转第 51 页)

自寻北陀螺仪钻杆内进行测井,找准方位在井下巷道内施工钻孔对接贯通泄水。钻孔施工完毕,下入 $\Phi 139.7\text{ mm} \times 9.17\text{ mm}$ 筛管,泄水成功,泄水量达到约 $100\text{ m}^3/\text{h}$ 。

钻孔实际结构如图5所示。

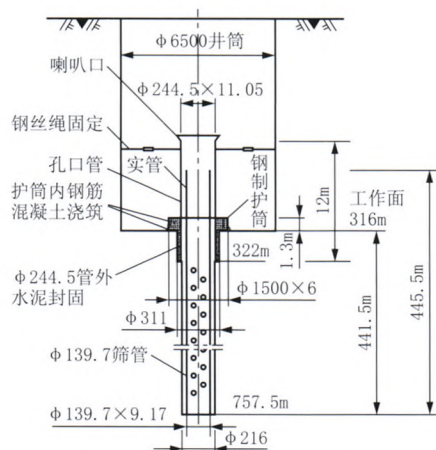


图5 泄水钻孔实际钻孔结构示意图

5 结语

经过相关技术攻关与方案调整,解决了制约长距离悬空无法进行传统泥浆钻进及钻杆摆动的问题,克服了水量大、压力大的施工影响因素,圆满完

成钻孔的施工任务。该施工方法与地面预注浆相比,投入低、速度快。本次工程经验为建井中遇到涌水情况提供了一项经济高效的解决方法。不足之处是孔斜难以控制,需要下一步重点研究解决。

参考文献:

- [1] 崔云龙. 简明建井工程手册[M]. 北京:煤炭工业出版社, 2003.
- [2] 郭培强, 尚国安. 立井井筒含水层地面预注浆施工技术[J]. 中国煤炭地质, 2009, 21(S2): 60-61.
- [3] 许延春. 竖井施工中用地面预注浆法堵塞裂隙涌水和加固岩层[J]. 煤田地质与勘探, 1995, (2): 41-44.
- [4] 昌修林. 地面预注浆技术在立井井筒施工中的应用[J]. 建井技术, 2007, 28(5): 12-14.
- [5] 胡焕明. 地面预注浆技术在杨柳煤矿井筒施工中的应用[J]. 建井技术, 2006, 27(5): 2-4.
- [6] 赵厚胜. 井筒地面预注浆施工技术[J]. 煤炭技术, 2006, 25(9): 96-98.
- [7] 丁振宇. 地面预注浆技术在袁店二矿风井施工中的应用[J]. 建井技术, 2011, 32(4): 11-13.
- [8] 王冠民, 孟林, 刘庆利, 等. 利用长距离悬空钻杆导向管钻孔技术应用研究[J]. 煤炭工程, 2012, (11): 26-28.
- [9] 赵福森, 谭家政, 杨晨, 等. 空气(泡沫)潜孔锤钻进工艺在王家岭煤矿紧急避险孔中的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2015, 42(8): 25-29.
- [10] 刘海波. 空气泡沫潜孔锤钻进技术在大直径基岩深井中的应用试验[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2015, 42(5): 31-34.

(上接第47页)

勘查中取得了较好的效益,钻孔速度快,成本低,取样率高。其勘查成本从金刚石取心钻进的650元/m,下降到连续取样钻进的210元/m,施工成本仅为原来的1/3。钻孔取样率平均96%,即使在破碎地层钻进,其取样率也高于90%,所有钻孔倾斜角度 $<1^\circ/100\text{ m}$,完全满足地质取样要求。

潜孔锤反循环连续取样钻进在紫金山金铜矿勘查中的成功应用,为干旱缺水地区矿产勘察提供了一种很好的钻进方法。

参考文献:

- [1] 耿瑞伦, 陈星庆. 多工艺空气钻进技术[M]. 北京:地质出版

社, 1995.

- [2] 刘军, 王春毅, 何亚青. 贯通式潜孔锤反循环钻进技术在探矿中的应用[J]. 采矿技术, 2007, (2).
- [3] 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).
- [4] 李峰. 空气反循环连续取样钻探技术在新疆乌什磷矿矿区地应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2013, 40(5).
- [5] 李雪峰, 白玉鹏. 空气反循环连续取样施工中卡钻事故的预防与处理[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2014, 41(8).
- [6] 刘家荣, 王建华, 王文斌, 等. 气动潜孔锤钻进技术若干问题[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2010, 37(5).
- [7] 王达, 何远信, 等. 地质钻探手册[M]. 湖南长沙:中南大学出版社, 2014.
- [8] 武汉地质学院, 等. 钻探工艺学[M]. 北京:地质出版社, 1980.
- [9] 鄢泰宁. 岩土钻掘工程学[M]. 湖北武汉:中国地质大学出版社, 2001.