

# 洛阳栾川钼矿复杂地层钻进工艺研究与试验

李冬霜<sup>1</sup>, 王茂森<sup>1</sup>, 梁毅<sup>2</sup>

(1. 吉林大学建设工程学院, 吉林 长春 130026; 2. 西南交通大学土木工程学院, 四川 成都 610031)

**摘要:**针对洛阳栾川钼矿复杂地层情况,对其钻进工艺进行研究,重点论述了全孔反循环钻进技术和跟管钻进技术的工作原理以及钻具组合、实验设备、野外工作情况及野外试验成果。生产试验证明,潜孔锤跟管钻进、潜孔锤反循环钻进技术的组合型应用对该矿区复杂地层的钻进更加有效。

**关键词:**复杂地层钻进;全孔反循环;跟管钻进技术;反循环钻头

中图分类号:P634 文献标识码:A 文章编号:1672-7428(2009)06-0010-03

**Research and Experiment of Drilling Technology in Complicated Stratum of Molybdenum Minerals in Luanchuan of Luoyang/LI Dong-shuang<sup>1</sup>, WANG Mao-sen<sup>1</sup>, LIANG Yi<sup>2</sup>** (1. Construction College of Jilin University, Changchun Jilin 130026, China; 2. School of Civil Engineering, Southwest Jiaotong University, Chengdu Sichuan 610031, China)

**Abstract:** According to the complicated stratum of molybdenum mineral in Luanchuan of Louyang, drilling technology was analyzed. The paper mainly discussed the working principle of full-hole reverse circulation drilling & drilling with casing technology, the drill assembly, experimental equipment, field work and field experimental result. It was proved that the combined application of DTH drilling with pipe and DTH reverse circulation drilling was more effective in this area.

**Key words:** drilling in complicated stratum; full-hole reverse circulation; drilling with casing; reverse circulation drilling bit

## 1 概述

### 1.1 矿区概况

河南省洛阳栾川县钼矿是我国国内最大的钼矿之一,该矿区位于东秦岭熊耳山与伏牛山之间,地形陡峭,切割较深。地形坡度多在35°以上,海拔高程1200 m以上,区内地形最高点高程1630.78 m,最低点(以矿区地表矿体出露最低点为准)高程为1272 m,高差358.78 m。矿区内属大陆高山型气候,夏季凉爽,冬季严寒,最高气温31℃,最低气温15.5℃,年降雨量654.4~804.3 mm,7~9月3个月为雨季<sup>[1]</sup>。

随着各种矿产资源的需求量快速增长,矿产资源勘探、矿山远景储量勘查与地面塌陷治理等探矿工程使钻孔工程复杂化,特别是开采时间较长的老矿区,伴生出现诸多钻探工程技术难题。复杂的地质条件使常规钻进方法难以进行钻进、成孔。另外,随着钼矿价格的不断攀升,钼矿勘探的工作量不断增加,钼矿开采的经济效益十分显著,成为带动地方经济发展的主导产业。

### 1.2 勘探任务和设计情况

本次勘探任务是:加密勘探网度,提高矿床储量

级别,探明设计区域内矿体形态、产状、空间位置、矿石质量、夹石分布情况;探明设计区域内空区顶板厚度和盲空区位置,为采场正常生产提供地质数据,而且为空区处理提供宝贵的地质资料。

设计情况:勘探网度25 m×25 m,设计地质勘探钻孔约89个,钻探工程量约2500 m,钻孔每2 m取一个样,用于钼钨矿品位分析,探明采场区内盲空区顶、底板准确深度,以确保施工安全。钻孔设计深度60~100 m不等,遇空区时穿过空区为止。

## 2 钻进工艺方法研究

复杂地层勘探一直是钻探工程领域的技术难题。结合栾川钼矿具体地层情况,综合近几年出现的问题,对复杂地层的钻探进一步研究。矿区内出现的勘探难题主要有:(1)地层构造结构复杂,破碎带极其发育而导致孔壁易坍塌;(2)采用露天开采方式,爆破产生的地层裂隙发育,此外,矿区内的空区塌方区分布面积较大,该区域内所形成的塌陷状地层结构极其复杂,钻孔施工过程中,坍塌、掉块、漏失情况严重,难以成孔;(3)矿区内地层漏失严重,曾采用金刚石钻进、提钻取心方法、普通潜孔锤等常

收稿日期:2009-02-26

作者简介:李冬霜(1983-),男(汉族),黑龙江人,吉林大学在读硕士研究生,岩土工程专业,从事多工艺冲击回转钻进技术研究及土建、公路、铁路施工地质勘查工作,吉林省长春市吉林大学建设工程学院2008级硕士,caulds@126.com;王茂森(1963-),男(汉族),陕西人,吉林大学建设工程学院教授、硕士生导师,勘察工程专业。

规方法钻进,但由于地层裂隙漏失过于严重,频频造成烧钻事故,使钻进无法进行。针对矿区存在的勘探技术难题,深入开展了以空气作为循环介质、以全孔反循环潜孔锤钻进技术为主、辅以跟管钻进技术的现场试验研究,并且取得了一定收获。

### 2.1 全孔反循环钻进技术

钻具组合:(1)SBZ-89/43 双壁钻杆+GQ-89/28 潜孔锤+ $\phi 95$ (93) mm 反循环钻头;(2)SBZ-89/43 双壁钻杆+GQ-108/43 潜孔锤+ $\phi 115$  mm 反循环钻头;(3)SBZ-89/43 双壁钻杆+GQ-127/43 潜孔锤+ $\phi 150$  mm 反循环钻头。第一种组合主要用于钻进;后两种组合主要钻进 $\phi 113$ 、 $150$  mm 孔,下 $\phi 108$ 、 $146$  mm 套管。

工作原理:实施潜孔锤全孔反循环钻进时,压缩空气由双壁钻杆进入贯通式潜孔锤的上接头环状间隙,推开逆止阀,充满外缸和内缸之间的环状通道,由内缸上的径向进气孔进入前后气室推动活塞往复运动产生周期性的往复冲击动作,冲击钻头,破碎岩石,进行做功。做功后的废气携带岩屑经钻头、潜孔锤中心通道及钻杆内管中排出,压缩空气排出时不经钻杆和孔壁的间隙,对孔壁不产生冲刷破坏<sup>[2]</sup>。因此,钻杆外管对孔壁有支撑保护作用,有利于复杂地层孔壁的稳定,适合钻进复杂地层。

### 2.2 跟管钻进技术

潜孔冲击器跟套管钻进技术实现了边钻进边跟入套管,既能发挥套管的稳定孔壁和保护孔口作用,又能发挥潜孔冲击器高效冲击碎岩的效果,实现钻进、排屑、护壁3个工序同步进行,并且在开孔阶段,尤其是遇到极其破碎、极容易坍塌地层,可使用跟管钻进下套管,保护孔口。这里主要论述偏心跟管钻具的工作原理及钻具组合。

钻具组合: $\phi 115$  mm 导向钻头+ $\phi 151$  mm 偏心钻头+ $\phi 127$  mm 管靴+ $\phi 126$  mm 导向器+HCD44 潜孔锤+SBZ-89/43 双壁钻杆+ $\phi 146$  mm 套管。

工作原理:钻进时,将压缩空气从钻杆送入潜孔冲击器使之工作,冲击器活塞冲击导正器,导正器偏心轴上套着偏心钻头,前端用丝扣连接着中心钻头。钻具顺时针回转时,偏心钻头会由于惯性力和孔内摩擦力张开,并开启到最大位置后有导正器上的挡块限位,冲击功由导正器传给中心钻头和偏心钻头,对孔底岩石进行破碎。偏心钻头会钻出大于套管外径的钻孔,使钻杆不受孔壁岩石阻碍而通过,套管的重力大于对套管外部摩擦阻力时,套管会靠自重跟进,当套管的重力小于对套管外部摩擦阻力时,套管

会停止前进,内层钻具继续向前破碎岩石,直到导正器上的台肩与管靴上的台肩接触。此时,导正器将冲击器传来的冲击能量部分施加给管靴,再加上钻压的作用迫使管靴带动整个套管柱与钻具同步跟进,保护已钻孔段的孔壁。当提钻时,可稍稍反转钻具,偏心钻头又会依靠惯性力和摩擦力回收,整套钻具外径小于套管内径,即可将钻具提出或加接套管钻杆的工序<sup>[3]</sup>。

采用跟套管钻进工艺,不仅能够有效地解决极其破碎、坍塌地层而且能解决空区塌方区和空区处理区域内存在的钻探难题,从而实现在该类型区域地层内进行地质勘探、空区探测等勘探工程的施工,为安全生产和计划生产提供地质资料。

### 3 野外实验研究

由于矿区内地质情况复杂,盲空区星罗密布,受爆破和地质情况影响,部分空区还发生过坍塌,岩层中存在软硬夹层,在盲空区勘探工程中,采用单一的钻探方法无法保证钻孔质量,我们采用了潜孔锤跟管钻进、潜孔锤反循环钻进技术进行了组合型应用,顺利完成了设计的钻孔约89个,钻探工程量约2500 m的任务,为矿山安全生产和计划生产提供地质资料<sup>[4]</sup>。此处仅以典型孔ZK2152为例,简单介绍我们的施工过程。

该孔为典型的复杂孔,图1为孔身结构示意图,图2为实验现场。该孔分别采用了多种空气钻进方法来原因解决破碎岩层、空区塌方区的钻进难题。

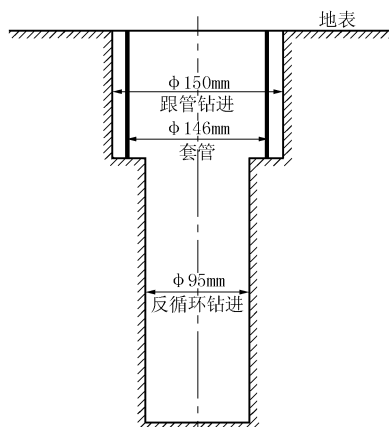


图1 孔身结构

主要设备机具:GSD-II型钻机,XRVS-466型空压机,拔管机,偏心跟管钻具,全孔反循环钻具。

开孔采用偏心跟管钻具,下入5 m时遇到基岩,穿过后1 m又为破碎岩层,跟管钻进至9 m后,更换高风压潜孔锤+ $\phi 95$  mm 钻头继续钻进,钻至18 m



图2 钻进试验现场

遇空区。换用GQ-89潜孔锤,实施潜孔锤反循环继续钻进,风压调至1.75 MPa,钻至64.8 m终孔。

ZK2152 钻孔复杂地层情况:

0~9 m 表层破碎带,下入套管护壁;

9~18 m 地层较完整;

18~23.6 m 遇到采空区;

24~27 m 破碎带,为泥质填充物;

27~64.8 m 地层逐步完整;

33~35.5 m 盲空区;

38~39 m 破碎带,为砂质填充物。

钻至41 m时遇水,且水量较大,41 m以下地层完整,具有一定的蓄水能力,每次加接钻杆时都有部分水沉积。

该孔试验表明,这种以潜孔锤跟管钻进、潜孔锤反循环钻进技术进行的组合型应用,能有效地钻进坚硬、破碎、松散的地层,特别是外平式钻具组合,对避免孔内事故的发生具有良好效果,并且该工艺钻进的岩心样采取率高,可获得大量的岩块,能够完成矿山勘探任务。

#### 4 生产试验研究成果

结合河南栾川钼矿区具体地质条件,我们对全孔反循环潜孔锤钻进技术、跟管钻进技术进行了生产性试验,顺利完成了2500 m的生产工作量。在实际工作中,根据不同地层情况采用不同的钻具组合,其应用过程如下。

(1)上部松散破碎,下部完整地层。该类型地层特点为:上部受爆破剥离影响或存在破碎带,地层松散破碎,易坍塌掉块,下部较为完整,且存在采空

区。遇到该类地层时,采用潜孔锤跟管钻进技术,下入套管穿过破碎带保护孔壁,待地层情况稳定后,换潜孔锤进行正循环或反循环钻进继续钻至空区。

(2)上部松散破碎,全孔裂隙发育地层。该类型地层特点为:上部地层松散破碎,下部裂隙极其发育,且岩石结构坚硬。在这种地层钻孔过程中,先采用潜孔锤跟管钻进技术,在松散破碎地层下入套管保护孔壁后,采用贯通式潜孔锤反循环钻进技术继续钻进,可保证良好的岩矿心采取率,同时优质地完成空区勘探任务。

(3)空区塌方区。该类型地层特点:由于空区发生过坍塌,该区域内的地质情况极其复杂,主要表现在岩石破碎程度严重,大块岩石与碎石堆积在一起,属于硬、脆、碎、坍塌、漏、掉块的复杂地层。在该类型地层施工时,先采用潜孔锤进行跟管钻进,由于地层破碎复杂,且岩石坚硬跟管困难,无法完全穿过破碎地层。跟管至一定深度后,采用GQ-89贯通式潜孔锤+ $\varnothing 89$  mm双壁钻杆,进行满眼钻进。由于钻具组合为外平式结构,钻杆同时作为套管进行护壁,即使地层极其破碎、坍塌、掉块也不会发生埋钻。只要钻机扭矩足够大,仍然能够进尺。一径到底,最终完成钻孔。

理论研究和实际的生产实验研究表明,针对不同的复杂地层条件,采取了相应的钻具组合,完成了试验。充分表明反循环潜孔锤钻进技术和跟管钻进技术的组合型应用能有效地钻进该矿区复杂地层,在获取矿石样的同时,探明了地下多处空区,获得了大量的岩样,既解决了矿区复杂地层钻进的技术难题,又为安全生产和生产计划制定提供了重要的地质资料,充分展现了该技术的特点和优越性。

#### 参考文献:

- [1] 王茂森.全孔反循环潜孔锤参数优化及其钻进工艺研究[D].长春:吉林大学,2007.
- [2] 殷琨,王茂森,彭视明,等.冲击回转钻进[M].北京:地质出版社,2006.
- [3] 耿瑞伦,陈星庆.多工艺空气钻探[M].北京:地质出版社,1995.
- [4] 王茂森,井石礅.栾川钼矿复杂地层勘探技术研究与应用研究报告[Z].2008.