

# 水力内割刀与可退式捞矛在打捞 深孔事故钻杆中的应用

罗永贵<sup>1</sup>, 王年友<sup>2</sup>, 王红阳<sup>1</sup>, 冯治平<sup>1</sup>

(1. 河南省地质矿产勘查开发局第三地质勘查院, 河南 洛阳 471023; 2. 中国地质科学院勘探技术研究所, 河北 廊坊 065000)

**摘要:** 采用水力式割刀分段割断事故钻杆, 可退式捞矛捞取事故钻杆的处理方法, 快捷、安全、经济地处理了招远栾家河金矿区47ZK3孔深孔跑钻事故。结合该工程实例, 介绍了水压式割刀和可退式捞矛的使用方法, 并与传统的反丝钻杆和丝锥锥捞处理方法进行了比较。

**关键词:** 水力内割刀; 可退式捞矛; 反丝钻杆; 深孔; 跑钻

**中图分类号:** P635.4    **文献标识码:** B    **文章编号:** 1672-7428(2015)01-0060-04

**Application of Hydraulic Internal Cutter and Retrievable Spear for Drill Rod Fishing in Deep Hole/LUO Yong-gui<sup>1</sup>, WANG Nian-you<sup>2</sup>, WANG Hong-yang<sup>1</sup>, FENG Zhi-ping<sup>1</sup>** (1. No. 3 Geological Exploration Institute, Henan Provincial Bureau of Geo-exploration and Mineral Development, Luoyang Henan 471023, China; 2. The Institute of Exploration Techniques, CAGS, Langfang Hebei 065000, China)

**Abstract:** The drill sliding accident was handled by drill rod section-cutting with hydraulic cutters and fishing with retrievable spear in 47ZK3 of Luanjiahe gold mine in Zhaoyuan of Shandong. With the engineering case, the paper introduces the usage of hydraulic-pressure cutters and retrievable fishing spear, and presents the comparison between this and conventional fishing by reverse-thread drill rod and screwing fishing.

**Key words:** hydraulic internal cutters; retrievable fishing spear; reverse-thread drill rod; deep hole; drill sliding

## 0 引言

随着深孔钻探工作量的增多, 对深孔事故处理的安全性、可靠性、及时性及经济性等, 越来越被各钻探施工单位所重视。河南省地质矿产勘查开发局第三地质勘查院在招远市栾家河金矿区47ZK3孔施工中, 于孔深2297 m发生一起跑钻事故, 经与中国地质科学院勘探技术研究所合作, 采用水力内割刀配合可退式捞矛的处理方法, 安全、快捷地打捞出1449 m事故钻杆, 极大地降低了事故造成的经济损失。

## 1 钻孔及事故概况

### 1.1 钻孔概况

栾家河金矿区47ZK3孔设计孔深2570 m, 终孔口径 $\leq 75$  mm; 钻进方法为金刚石绳索取心钻进, 套管与PHP-PAV无固相冲洗液护壁。主要钻探设备为: XY-8型钻机, BW320型泥浆泵, SG24Z型钻塔,  $\varnothing 71$  mm CNH(T)绳索取心钻杆。

### 1.2 跑钻事故概况

47ZK3孔钻进至2297 m时, 发生孔内事故, 由于“落鱼”处理难度较大, 采用偏心楔进行侧钻绕障。在导斜过程中提引钻杆时, 突发跑钻事故, 2250 m绳索取心钻杆及2 m单管钻具从801 m钻杆公接手丝扣处蹶断, 其余1449 m钻杆坠入孔底(偏心楔顶2277 m), 跑钻高度约20 m, 经顶、拉、转等措施处理, 均无效果。经分析认为, 蹶落的钻杆柱所连接的扩孔钻具(无内管), 其最薄弱的部位是扩孔器与钻头, 12 t左右的钻杆, 由约20 m高度自由跑下, 扩孔器与钻头已被膨胀在孔壁上, 甚至包含钻杆下部的部分钻杆接手一并被蹶胀。

## 2 处理方法确定

由于事故钻孔深度较大, 所采取的处理方案必须对其安全性、经济性、可靠性等进行认真地分析对比, 方可在孔内实施。

### 2.1 反丝钻杆丝锥打捞

采用反丝钻杆打捞孔内事故钻杆,是钻探工程常用的传统手段,具有操作简单、打捞可靠等优点,但在2000余米的深孔中使用反丝钻杆存在诸多问题。

### 2.1.1 处理周期长

47ZK3孔跑钻事故跑入孔内钻杆80.5个立根,每个立根18m,事故钻杆顶孔深828m,事故底孔深2277m。由于钻孔深度大,起下钻需占用大量台时,事故上部每天最多处理3趟钻,事故下部每天最多处理1趟钻,理想状态下,平均按每天打出3个立根计算,整个反钻杆时间也需近一个月时间,甚至更长。

### 2.1.2 机械故障率高

反钻杆是由钻机的反向回转,通过反丝钻杆传递反扭矩至事故钻杆上来实现退出事故钻杆的。在对反丝丝锥反复上劲过程中,钻机离合器始终是频繁地离合,直至反开事故钻杆,因此,极易损坏钻机离合器;当孔内事故钻杆扭矩较大时,回转器强行对反丝钻杆施加扭矩,极易将钻机回转器伞型齿轮打坏。

### 2.1.3 反丝钻杆用量大

反丝钻杆处理事故的钻杆用量一般都是按照“落鱼”底孔深配备。因此,2000余米的孔深则需大量的反丝钻杆,钻杆的运输、搬运都需耗费大量的资金和时间;另外,大量的钻杆在机台内的摆放也存在诸多不便。

### 2.1.4 处理风险大

在孔深较大的钻孔使用反丝钻杆处理事故钻杆,若事故钻杆扭矩大时,易出现反丝钻杆折断及反丝丝锥锥死在事故钻杆上现象,所以,反丝钻杆在钻孔深度较大的情况下处理事故钻杆,其叠加事故的风险较大。

## 2.2 割刀与捞矛打捞

处理小口径绳索取心钻杆所采用的割刀一般为水力式内割刀,其工作原理是将割刀送至拟割断的钻杆深度后,高压冲洗液泵入割刀体内,高压液体推动活塞压缩弹簧使活塞杆下行,活塞杆下端推动2个刀头向外张开与钻杆或套管内壁接触,张开的刀片随同切割钻具旋转,刀头周向同时切割,割断钻杆或套管后,关闭泥浆泵,刀头复位收回(见图1)。钻杆割断后,使用可退式捞矛打捞出事故钻杆(见图2)。这种处理方法存在的问题是,水力内割刀切割

钻杆对操作细节及参数的配合要求较高,若实施过程中,某一环节出现失误,将导致切割失败,耗费处理时间。



图1 水力内割刀



图2 可退式捞捞矛

## 2.3 两种方法的比选

经过对上述2种处理方案进行详细分析后认为,割刀切割钻杆的方法占用的处理钻杆少,在该孔跑钻事故中最多使用 $\varnothing 53.5$  mm绳索取心钻杆1500m,若分段切割,使用钻杆更少;钻机回转负荷小,对机械没有损害;处理周期短,若操作认真,参数配合合理,可快速结束事故。因此,在中国地质科学院勘探技术研究所专家的指导下,最终确定采用水力内割刀配合可退式捞矛处理47ZK3孔跑钻事故。

## 3 水力内割刀的应用

### 3.1 切割前的准备

#### 3.1.1 确定切割泵量

水力内割刀的工作泵压为1~2 MPa,泵压过低,不易出刀;泵压过高则易损坏刀头硬质合金,根据水压割刀的工作原理,应采用小泵量为宜。该孔使用的BW320型泥浆泵,为保证割刀正常工作,泥浆泵工作最大排量确定为66 L/mim。

#### 3.1.2 孔口试刀

割刀在入孔工作前,将割刀连接在立轴钻杆下,开泵检测割刀的出刀及退刀状态,测量最大出刀直径,并准确记录出刀时的工作泵压。

#### 3.1.3 割刀连接

事故钻杆以上部分仍使用孔内原钻杆( $\varnothing 71$  mm CNH(T)),进入事故钻杆内部分,采用 $\varnothing 53.5$  mm绳索取心钻杆与上部 $\varnothing 71$  mm钻杆异径连接。该孔事故钻杆1449m,按一次割断处理设计,准备 $\varnothing 53.5$  mm绳索取心钻杆1500mm。

### 3.2 切割钻杆步骤

#### 3.2.1 固定机上余尺及给进油缸

(1)由于钻孔深度较大,当割刀下入事故钻杆

内拟切割位置后,考虑钻杆压缩、拉伸余量,机上余尺应控制在2.5 m左右,一是减少上部立轴钻杆晃动;二是便于割断钻杆后,立轴钻杆有足够的上下活动区间,便于退刀。

(2)机上余尺固定后,将上下卡盘紧死,并将上卡盘横梁落到底,坐死在回转器上。由于受孔口钻杆夹持器高度的影响,一般上卡盘落不到底,可在上卡盘横梁与回转器齿轮箱之间加装两根400 mm左右长的短管(见图3),将上卡盘坐死在两根短管上,其目的是避免钻机回转时给进油缸产生上下位移,影响割刀刀头工作的稳定性,进而损坏刀头的硬质合金。



图3 给进油缸固定状态

### 3.2.2 出刀程序与切割参数

(1)正确的出刀程序是钻机先回转,割刀先在事故钻杆内做圆周运动,然后通过三通阀门逐渐向割刀泵送循环介质,使刀头逐渐向事故钻杆内壁撑开,开始切割钻杆动作。

(2)该事故孔采用的切割转速为79 r/min,最大泵量为66 L/min。切割钻杆过程中转速不可中途改变(立轴式钻机),泵量随切割时间增加而逐渐增大,直至全泵量。

### 3.2.3 切断时间与退刀

(1)切割时间从预送冲洗液结束后,泵压表指针开始上升的瞬间就是出刀的初始时间,要及时准确计时,这期间泵压会逐渐上升,直至稳定。当割刀工作约20 min,孔口处听到几声清脆的响声后,证明钻杆已被割断,立即停止回转,并停泵回水。

(2)退刀。47ZK3孔所用的割刀,其回收刀头是靠弹簧复位后,活塞杆上移,刀头在橡皮筋弹力的作用下实现回收刀头。由于切割刀头是以60°锥面角渐进的,若能及时停刀,切口整齐,刀头沿钻杆锥面切口较容易收回;若不能及时停刀,刀头继续回

转,导致事故钻杆切口磨损为不规则切口,或刀头进出窗口磨损严重,则退刀困难(见图4、图5)。若不能正常退刀,刀架则会兜住被割断事故钻杆底部一同拉出,或强行损坏刀架后拉出。



图4 及时停刀的钻杆  
接手加厚部位



图5 未及时停刀的  
钻杆体部位

### 3.3 注意事项

(1)割刀到达拟切割位置后必须对切割钻具进行称重,以便切割结束后准确判断刀头是否收回。

(2)切割钻杆采用的循环介质必须清洁,固含量尽可能的低,否则会影响出刀和退刀,最好采用清水作为循环介质进行切割。

(3)切割准备工作完成后,钻机回转、给水、计时等岗位均应分工明确,并由专人对切割程序统一指挥。

## 4 可退式捞矛的应用

孔内事故钻杆切断后,使用可退式捞矛打捞事故钻杆。可退式捞矛的工作原理是,当捞矛卡瓦接触“落鱼”时,卡瓦与矛杆产生相对移动,卡瓦从矛杆锥面脱开,矛杆继续下行,连接套顶着卡瓦上端面,迫使卡瓦缩进“落鱼”内。由于卡瓦直径大于“落鱼”内径,分瓣卡瓦受向内压力,靠其反弹力,卡瓦紧紧地贴在“落鱼”内壁上。捞矛到位后,称重下降,开始上提钻具,卡瓦、矛杆的内锥面贴合,产生径向张力,实现打捞。捞矛可根据事故类型加工异径接头,连接反丝钻杆或正丝钻杆。本次跑钻事故处理,采用割刀切割,捞矛配合打捞的方法进行处理。

(1)正常打捞。当切割钻杆完成后,即下入可退式捞矛打捞钻杆。下入捞矛前,手动将卡瓦固定在捞矛锥面键槽内;捞矛到达事故钻杆头位置后,利用钻杆自重或加压将捞矛压入事故钻杆内,然后上顶或提拉钻具,捞矛即与钻杆内壁胀紧,称重钻具质

量增加,钻机稍作回转,若无反车现象,证明事故钻杆完全断开,即可起钻。

(2)中途退出捞矛。当捞矛进入事故钻杆内出现提拉不动的情况时,可退出捞矛打捞工作。此次事故第一次切割后,因事故钻杆下部钻具被膨胀在孔壁上,捞矛下入后,上顶、提拉不动,则将钻杆质量返回原称重质量后,稍向下施加压力,使捞矛杆与卡瓦内锥面脱开,然后钻机轻转钻杆(1/4圈),使卡瓦下端大倒角进入捞矛杆锥面上三个键起端倾斜面夹角内,上提钻具,捞矛即退出事故钻杆。

## 5 应用效果

### 5.1 水力内割刀应用效果

47ZK3孔跑钻事故。事故底孔深2277 m,顶孔深828 m,跑钻“落鱼”为1449 m(不含导斜钻具2 m)绳索取心钻杆。采用水压式割刀,共实施切割4次,有效切割3次,分3段切割出事故钻杆。

(1)第一刀,割刀进入事故钻杆约1440 m处,试图一刀全部捞出事故钻杆,但由于事故钻杆底部钻具扩孔器、钻头及部分钻杆接手膨胀变形,切割后打捞失败,正常退刀。

(2)第二刀,调整切割顺序为由上至下分段切割。割刀下至事故钻杆内330 m处切割,捞出事故钻杆330 m,余事故钻杆1119 m。正常退刀,刀头损坏。

(3)第三刀,通过第二刀切割效果验证了割刀工作可靠,验证了事故钻杆与孔壁间阻力较小,孔内较干净,则第三刀切割事故增大切割事故钻杆数量,捞出事故钻杆至640 m,余事故钻杆479 m。正常退刀。

(4)第四刀,考虑事故钻杆底部导斜钻具(2 m)上的扩孔器与钻头,以及部分钻杆接手已被跑钻膨胀在孔壁上,则放弃导斜钻具及20 m事故钻杆,将其余459 m事故钻杆全部捞出。未能退刀,连同事故钻杆一并拉出。

该事故采用水力内割刀处理,共切割事故钻杆4次,使用切割刀头2套。

### 5.2 可退式捞矛应用效果

打捞事故钻杆传统的做法是用丝锥锥捞。这种捞取方法存在的弊端,一是锥不牢,当丝锥遇到质量不大且活动的“落鱼”时,就会出现我们常说的“跟着转”现象而锥不牢;二是易捋扣,当孔内“落鱼”阻

力较大时,由于反复上扣,丝锥用上几次后,负荷稍大便出现丝锥捋扣现象;再者,当“落鱼”阻力大,使用新丝锥锥捞时,极易发生锥上“落鱼”后提拉不动(或反不动),丝锥也退不掉的锥死现象,则导致事故处理出现反复。

此次跑钻事故处理中,使用可退式捞矛配合水压割刀打捞割断的事故钻杆,入孔打捞4次,除第一次因切割位置过深,提拉不动中途退出外,其余3次均一次顺利捞出事故钻杆。可退式捞矛打捞事故钻杆状态见图6。



图6 可退式捞矛打捞状态

## 6 结语

47ZK3孔深孔跑钻事故,采用水力内割刀与可退式捞矛配合,在钻孔深度较大的情况下,捞出事故钻杆1429 m,仅用了7 d时间,与传统的反丝钻杆锥捞处理法相比,具有处理事故简单化、机械事故少、处理周期短、节约处理事故成本等优越性,深受机台施工人员的欢迎。

## 参考文献:

- [1] 胡郁乐,张绍和. 钻探事故预防与处理知识问答[M]. 湖南长沙:中南大学出版社,2010.
- [2] 王年友,谢长卫,苏长寿. 岩心钻探孔内事故处理工具手册[M]. 湖南长沙:中南大学出版社,2011.
- [3] 王年友. 绳索取心钻探及事故处理[R]. 安徽黄山:深部钻探技术培训交流会,2010.
- [4] 潘光明,郭冬兰,潘东懿. 钻孔割管器的研究与应用[J]. 山东煤炭科技,2006,(2).
- [5] 薛国祥. 可退式捞矛结构浅析[J]. 石油钻采机械,1981,(6):26-32.
- [6] 李占锋,张佳俐,张金来. 一种新型割管器的设计与应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(3):27-29.
- [7] 谢炜,何世明,李建忠,等. 实用新型打捞工具的研究与应用[J]. 钻采工艺,2011,(2):72-75,117.
- [8] 周岩,路恩兰,周铁柱. 板石沟铁矿深部地质勘探工艺探讨[J]. 西部探矿工程,2012,(11):163-164,170.