

# “炮弹”式打捞器在处理断钻事故中的应用

商振华, 张辉, 董泽训

(山东省第六地质矿产勘查院, 山东 招远 265400)

**摘要:**山东省莱州市纱岭矿区地层类型较多、岩矿层破碎、结构复杂,小口径金刚石钻探施工中常出现断钻杆事故。在进行了调查研究和分析的基础上,研制了“炮弹”式打捞器,并将其应用在钻杆、套管折断事故处理中,提高了事故处理的效率和效果。简述了“炮弹”式打捞器的工作原理和使用注意事项,指出了存在的问题和局限性。

**关键词:**小口径深孔钻探;钻杆折断事故;套管折断事故;“炮弹”式打捞器;纱岭金矿区

**中图分类号:**P634.4<sup>+</sup>9 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2015)07-0023-04

**Application of “Shell” Shaped Fisher in Drill Pipe Breaking Accidents/SHANG Zhen-hua, ZHANG Hui, DONG Ze-xun** (The Sixth Exploration Institute of Geology and Mineral Resources of Mine Bureau of Shandong Province, Zhaoyuan Shandong 265400, China)

**Abstract:** Because of the variety of stratigraphic types, broken rock mass formation and complex geological structure in Shaling goldfields of Laizhou, drill pipe breaking often occurs in small diamond drilling construction. Based on the investigation and analysis, a “shell” shaped fisher was developed, which is used for drill pipe or casing breaking accidents, the efficiency and effect of accident treatment are highly improved. The working principle and attentions in use are outlined in this paper and the existing problems and limitations are also pointed out.

**Key words:** small diameter deep hole drilling; drill pipe breaking accident; casing breaking accident; “shell” shaped fisher; Shaling goldfields

## 0 引言

我院为了寻找新的金矿资源,决定继续践行“东部攻深找盲”的金矿勘查战略,根据以往勘查成果,在莱州市纱岭矿区进行金矿小口径绳索取心钻探工作。该矿区位于焦家断裂带的中段西部,地表距焦家断裂带约1.5~4.0 km。区内第四系地层广泛分布,以主裂面为界,东侧为玲珑超单元之崔召单元,西侧为马连庄岩套之栾家寨岩体。根据钻孔揭露,矿区范围西北角为崔召单元、其它地段均为马连庄岩套之栾家寨岩体。

由于该矿区地层类型较多、岩矿层破碎、结构复杂,完成的117个钻孔的平均孔深为1545.26 m,超过2000 m的钻孔有7个,最深孔304ZK807号孔达到2117.70 m,因此对小口径钻探中常见的事故进行有效地预防和处理就显得格外重要。本文仅对该矿区钻探施工中常见的断钻事故的预防措施和“炮弹”式打捞器的实际应用进行了分析。

## 1 纱岭矿区钻进难点

莱州市纱岭矿区地层构造比较发育,破碎漏失严重(见图1),岩石的可钻性等级在7~8级,硬度较大,且多数钻孔的设计孔深1500 m以深,加之国产钻杆、套管质量还未达到比较高的水平,因此在该矿区的小口径钻探施工的117个钻孔中,出现钻杆、套管折断事故的钻孔多达31个,部分地层极其破碎的钻孔甚至多次出现钻杆、套管折断事故。该类事故约占本矿区所有事故的30%,如何正确、及时处理本类事故将直接影响本矿区钻探施工任务的进行。

## 2 钻杆、套管折断事故的预防及一般处理方法

### 2.1 钻杆、套管折断事故的预防

施工过程中严格按照操作规程及钻进技术要求进行,对可能发生的孔内事故做到“早预防,早发现”,对发生的事故采取有效的方法措施及时处理,确保工程施工的顺利开展。

(1)贯彻以“预防为主、处理为辅”的方针,从



图1 矿区破碎的岩心

开孔抓起,开孔前,根据地质技术设计书所介绍的地层情况,以及已完工钻孔的施工情况,召开专题会议,分析施工中可能遇到的问题。该矿区一般地层采用 $\varnothing 110$  mm口径开孔,用 $\varnothing 95$  mm绳索取心钻进至300~400 m下入 $\varnothing 89$  mm套管,但在施工完成破碎严重的钻孔周围的其他钻孔采取加大一级口径,即用 $\varnothing 130$  mm口径开孔,并用 $\varnothing 95$  mm绳索取心钻进至500~600 m下入 $\varnothing 89$  mm套管。加强机台生产技术管理,建立健全岗位责任制、交接班制度、安全检查制度、设备维护保养制度等。

(2)选取质量达标的管材,详细了解钻杆、套管的性能和指标,不能超过管材的强度进行作业。我院施工使用的钻杆主要是产自常熟、济南、唐山等地的专业探矿机械厂,钻杆材质为45MnMoB,其屈服强度为590 MPa,抗拉强度大于765 MPa,以上厂家生产的管材质量均达标。在加工套管丝扣时要严格执行规范要求,保证加工质量,该矿区所用套管由我院恒通机械厂使用DZ40地质管加工,其屈服强度为373 MPa,抗拉强度为637 MPa,各项技术指标均满足该矿区钻探需求。机台人员应利用起下钻、校正孔深和搬迁等时间检查各种管材,发生变形、裂纹、偏磨等问题的管材立即更换,认真检查设备和钻具的工作性能和磨损情况,发现隐患和磨损过度应及时更换或修理。

(3)在施工过程中,必须认真、全面、严谨地掌握钻进情况、设备情况、地层情况,对每一个环节和出现的每一种事故预兆,如电流、泵压、进尺、异响等,发现异常要及时研究解决,并进行详细的分析研究,做到心中有数,操作合理。保持孔内清洁,每次下降钻具应根据孔内岩粉的多少,离孔底一定距离先开泵冲洗,然后开车扫孔。

(4)保持水泵有足够的泵量、泵压。当泵量、泵压不足时,不能凑合钻进。钻进中应避免冲洗液循

环中断,尤其是钻进砂层、松软岩层更应特别注意。提钻前,应先冲孔,使孔内岩粉排除干净,待提出机上钻杆后,方能停泵。钻具在孔内时不能停止冲洗液循环,因故修理水泵时,必须把钻具提至安全孔段,以免发生断钻和埋钻事故。

(5)严格遵守操作规程,合理控制钻速和钻压。扫孔、扩孔、扫脱落岩心时,要低压慢转,适当控制给进速度,避免因阻力过大而扭断钻杆;深孔钻进时,钻压与钻速需与地层相适应,不宜过高,有条件可以使用钻铤加压,并使用钻参仪。在发生断钻事故后,千万不要立即停泵,如果冲洗液尚能循环,应首先冲孔,再进行处理。

(6)升降钻具前,要仔细检查升降机制动装置、提引器、垫叉(或夹持器)以及钢丝绳等是否完好,发现问题应立即处理,下钻时,下降速度不能太快,以防发生意外。

## 2.2 钻杆、套管折断的一般处理方法

处理孔内断钻杆、套管事故时要做到四要四不要,四要为情况要明、措施要准、处理要快、操作要稳;四不要为不要盲目拉、顶、蹶,不准超过设备负荷,不要不熟练人员操作,不要心急忙乱。

一般情况下,断钻杆、套管事故通过下入丝锥(见图2)等方法比较容易处理,如果这类事故是因卡钻、烧钻等事故引起,或者发生这类事故后又伴随夹钻、埋钻事故,除需打捞孔内钻具以外,还需根据事故的性质和情况分别处理,这样的事故处理起来就比较麻烦。下述处理方法,只从单纯的钻杆、套管折断事故考虑,不包括其他事故。



图2 机台配备的各种丝锥

## 3 “炮弹”式打捞器处理孔内钻杆、套管折断事故

断钻事故在钻进生产中比较常见,在孔深较浅的情况下比较好处理,但在纱岭矿区的钻进生产中,由于该矿区钻孔设计普遍超过1500 m,此类事故的处理就变得比较复杂,断裂的事故头往往呈“麻花”

状、“竹子劈开”状和其他一些不规则形状(见图3),这些情况用普通丝锥去打捞,不仅费时费力,而且成功率比较低。为此,我们根据事故的实际处理情况,并参考借鉴相关文献,研制了“炮弹”式打捞器。



图3 不规则的事故头

### 3.1 工作原理

“炮弹”式打捞器的设计原理类似球卡式提引器,因其外形酷似炮弹,故取此名称,属于内卡法打捞,其原理相对较简单(见图4),图5为我院使用的“炮弹”式打捞器(由我院恒通机械厂生产加工),其上下部为一体实心特殊钢材,钢柱长约30 cm,底部直径与所处理事故头内径相差3 mm,上部间隙为7~10 mm,并在上部开3个 $\text{\O}12$  mm的出水口(投放的钢珠也通过出水口到达工作区),通过异径接手及短钻杆与处理事故所用的钻杆相连。在准确计算出事故头所处的位置后,将打捞器与2 m左右的短钻杆连接,放入断头1.5 m左右,然后从机上钻杆口投入20粒左右直径5 mm的钢珠,开泵送水并同时使用管钳扭动钻杆,待其“吃劲儿”后,停泵提钻或回转,事故头就能处理上来。“炮弹”式打捞器

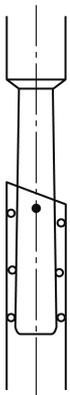


图4 “炮弹”式打捞器原理图



图5  $\text{\O}71, 89$  mm “炮弹”式打捞器

的类型根据所处理的事故头直径可分为 $\text{\O}71, 89, 108$  mm等多种口径,具体规格可按照实际需要加工;根据所连接的正、反丝钻杆,可分为正丝“炮弹”和反丝“炮弹”。根据使用方法,可以通过起拔和回转2种方式处理事故。

### 3.2 应用效果

#### 3.2.1 在336ZK804孔处理断钻事故

2013年12月5日,我院612机台在纱岭矿区施工336ZK804号钻孔,该钻孔于2013年9月13日开孔,设计孔深为1800.00 m,当钻进至1705 m时,当班班长发现泵压、电流突然下降,不再进尺,立刻停钻提钻,发现钻杆折断,通过丈量机上余尺和立根,确定事故头在1501.20 m,于是下入 $\text{\O}71$  mm公锥进行处理,耗费2个小班打捞2次没有成功,由于担心钻具在孔内时间较长后可能发生埋钻事故,经过现场技术人员研究,决定采取“炮弹”式打捞器进行处理。将该打捞器通过异径接手与2 m的短钻杆连接,然后接入反丝钻杆,在通过计算准确进入事故头1.5 m后,一次打捞成功(见图6~8)。

在处理该孔套管折断的事故中也运用了这种



图6 处理上来的事故头



图7 切割事故头



图8 完成作业的“炮弹”式打捞器

方法。该孔下入  $\varnothing 89$  mm 套管共 627 m,在起拔套管的过程中套管在 95 m 处折断。开始时先用公锥处理,在锥上套管后无法拉动,于是开始回转处理,但使用公锥压力不好掌握,压力大了丝扣间的作用力就大,只能反出 1~2 根套管,压力小了又不能锥上,用公锥反该孔的效率比较低。于是下入“炮弹”式打捞器,在处理时用升降机拉紧钻杆柱,边通过减压阀减压边回转,在回转器开始转动时即为反开丝扣,该孔仅下了 3 次“炮弹”式打捞器就将  $\varnothing 89$  mm 套管全部取出。该孔于 2014 年 1 月 21 日顺利终孔,终孔孔深为 2012.68 m。

### 3.2.2 在 216ZK761 孔处理断钻事故

2011 年 10 月 17 日,我院 635 机在纱岭矿区施工钻孔 216ZK761,该钻孔于 2011 年 7 月 6 日开孔,设计孔深为 1700 m。当钻进至 1526 m 处时发生断钻事故,断钻位置在 1320 m 处,开始下入  $\varnothing 71$  mm 公锥处理,在确定好公锥吃上断钻丝扣后,强力起拔无法提动,反钻杆柱时丝锥出现 2 次滑扣现象。由于该孔岩层破碎程度一般,现场技术人员认为应提高其扭力处理该事故,于是下入  $\varnothing 71$  mm“炮弹”式打捞器,很快将钻杆柱及钻具反出。该孔于 2011 年 11 月 18 日顺利终孔,终孔孔深为 1710.69 m。

### 3.3 “炮弹”式打捞器的优点及使用注意事项

通过实践使用,和普通丝锥相比,“炮弹”式打捞器具有以下优点:(1)提升力越拉越大,不存在脱扣现象;(2)如果拉不动可直接再反事故钻杆,不存在滑扣现象;(3)在起套管的处理中,反上来的套管数量明显多于用公锥直接反的数量,非常高效;(4)丝扣的破坏数量较少,节约了钻探成本;(5)普通丝锥使用寿命比较短,而“炮弹”式打捞器可循环使用多次,且效果不减。

但使用该打捞器时也应注意一些问题,“炮弹”式打捞器为不可退式打捞器,只能通过上提和回转的方式处理事故头,切记不可随意加压力起拔,一定要在设备和钻杆的承受能力下,根据实际情况处理,否则事故就会演变为双重事故,这一点需要引起重视。

2013 年 10 月 15 日,我院 605 机在纱岭矿区施工钻孔 272ZK808,该钻孔于 2013 年 8 月 23 日开孔,设计孔深为 1650 m。该孔在 1120~1175 m 有一处破碎严重的地层,在施工至 1400 m 左右完成一次取心作业后,钻具无法下放到孔底,强力开泵憋

泵,上下串动钻具也不能活动,在多次顶拉无效后强力起拔钻具,钻杆在 1020 m 处折断。当时机台并未配备反丝钻杆,当班班长急于追赶进尺,认为直接用正丝钻杆连接  $\varnothing 75$  mm“炮弹”式打捞器打捞钻杆柱没有问题,于是下入该打捞器。由于孔内挤压力比较大,钻杆柱不能提动,又不能反,从而造成二次事故,将该打捞器断在孔内。在该孔的后续处理中,通过用反丝钻杆连接“炮弹”式打捞器将孔内钻杆柱等顺利反出,调整泥浆性能护住该段孔壁,钻孔才得以顺利终孔。

## 4 结语

开展深部找矿工作是当前矿产资源勘查的客观要求,解决深孔钻探中的各类事故,保证深孔钻探质优、高效、经济地实施,对开展深部找矿、提供资源保障具有重要意义。“炮弹”式打捞器在纱岭矿区的成功应用,极大地提高了断钻事故的处理效率,值得在深孔钻探中推广应用。但在实际生产中应分析具体的问题,制定合理的处理措施,做到有的放矢,才能更好地解决小口径深孔钻探中的各种断钻事故。此外,该方法为不可退式打捞,只能通过回转和强力打捞处理事故,很多技术问题亟待完善,还需进一步研究改进,完善该方法,为深部找矿发挥积极作用。

## 参考文献:

- [1] 张丽君,彭莉,吕红军.深孔绳索取心钻杆质量控制措施[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(11):33-36.
- [2] 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.
- [3] 孙丙仑,孙友宏,张敏,等.深部找矿钻探技术与实践[M].北京:地质出版社,2013.
- [4] 孙建华,陈师逊,刘秀美,等.小直径特深孔绳索取心口径系列及钻柱方案[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2013,40(1):1-5,17.
- [5] 董海燕,王鲁朝,杨芳,等.国产 CNH(T)绳索取心钻杆在中国岩金勘查第一深钻工程中的应用分析[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2014,41(1):49-53.
- [6] 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,2009.
- [7] 王年友,谢文卫,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.
- [8] 庞少青,李国东,姜彬霖.钻探施工中钻杆折断事故原因分析及预防建议[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2013,40(6):31-34,42.
- [9] 罗永贵,王年友,王红阳,等.水力内割刀与可退式捞矛在打捞深孔事故钻杆中的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2015,42(1):60-63.