

湖南明月峰地区水力割刀使用问题研究

孙熙宇^{1,2}, 易军平^{1,2}, 沈应航^{1,2}, 贾明浩^{3*}

- (1.核工业二三〇研究所,湖南长沙 410007;
2.湖南省伴生放射性矿产资源评价与综合利用工程技术研究中心,湖南长沙 410007;
3.中国地质科学院勘探技术研究所,河北廊坊 065000)

摘要:湖南省明月峰地区钻探施工中灰岩、泥岩地层易发生缩径卡钻事故,往往采用套管进行护壁。由于套管下入较深,且便携式钻机起拔能力有限,套管回收困难,采取的方法是使用水力割刀将套管中间割断进行回收。在实际切割过程中,切割套管的成功率不高,主要表现为切割结束后套管仍然无法提出钻孔,切割后的水力割刀易出现刀片崩坏、过度磨损等情况,主要原因为卡点位置判断错误和切割操作不规范。针对切割失败的原因制定了水力割刀的使用注意事项。按照相关注意事项对套管进行切割,可大幅度提高切割的成功率。

关键词:水力割刀;套管切割;缩径卡钻;事故处理;便携式钻机

中图分类号:P634.4 文献标识码:B 文章编号:2096-9686(2024)S1-0318-04

Research on the use of hydraulic cutting knives in the Mingyuefeng area of Hunan Province

SUN Xiyu^{1,2}, YI Junping^{1,2}, SHEN Yinghang^{1,2}, JIA Minghao^{3*}

- (1. No. 230 Research Institute of Nuclear Industry, Changsha Hunan 410007, China;
2. Engineering Technology Research Center for Evaluation and Comprehensive Utilization of Associated Radioactive Mineral Resources in Hunan Province, Changsha Hunan 410007, China;
3. Institute of Exploration Techniques, CAGS, Langfang Hebei 065000, China)

Abstract: During the drilling construction in the Mingyuefeng area of Hunan Province, accidents such as hole shrinkage and tool stuck are prone to occur in limestone and mudstone formations, and casing is often used for wall protection. Due to the deep penetration of the casing and the limited lifting capacity of the portable drill, it is difficult to recover the casing. The method adopted is to use a hydraulic cutter to cut the middle of the casing for recovery. In the actual cutting process, the success rate of casing cutting is not high, mainly manifested as the casing still cannot be lifted out of the drilling hole after cutting, and the hydraulic cutting blade after cutting is prone to breakage, excessive wear, etc. The main reasons are incorrect judgment of the stuck point position and irregular cutting operation. In this paper, precautions for the use of hydraulic cutting tools are formulated to address the reasons of cutting failure. Cutting the casing according to relevant precautions can significantly improve the success rate of cutting.

Key words: hydraulic cutting blade; casing cutting; hole shrinkage and tool stuck; accident handling; portable drill

0 引言

在复杂地层进行钻探施工过程中,为了保证孔

壁稳定,避免孔内事故的发生,通常采用多层套管进行护壁,保证钻探施工顺利进行。但是由于孔壁

收稿日期:2024-05-30;修回日期:2024-07-12 DOI:10.12143/j.ztgc.2024.S1.050

第一作者:孙熙宇,男,汉族,1998年生,助理工程师,勘查技术与工程专业,从事钻探生产工作,湖南省长沙市雨花区桂花路34号,1245617898@qq.com。

通信作者:贾明浩,男,汉族,1996年生,助理工程师,地质工程专业,硕士,主要从事地质钻探工艺及器具的研究工作,河北省廊坊市广阳区金光道77号,jiaminghao@mail.cgs.gov.cn。

引用格式:孙熙宇,易军平,沈应航,等.湖南明月峰地区水力割刀使用问题研究[J].钻探工程,2024,51(S1):318-321.

SUN Xiyu, YI Junping, SHEN Yinghang, et al. Research on the use of hydraulic cutting knives in the Mingyuefeng area of Hunan Province[J]. Drilling Engineering, 2024,51(S1):318-321.

不稳定,钻探施工结束后套管往往卡死在孔内,强力起拔容易造成二次事故,水力割刀可以将套管在合适的位置断开^[1-2],最大程度上回收套管,减少套管的浪费,保证施工过程中的安全。

1 明月峰地区地质概况

湖南省明月峰地区钻探施工揭露地层岩性主要为岩关阶组含炭泥灰岩、含炭泥岩,锡矿山组石英砂岩,余田桥组结晶白云岩、灰质白云岩、粉晶灰岩,棋梓桥组(含炭)泥灰岩,跳马涧组变质石英砂岩,冷家溪群角岩化绢云板岩,中粗粒黑云母花岗岩

以及少量花岗斑岩。构造岩以碎裂花岗岩、泥灰质碎裂岩、硅化构造角砾岩为主。工作区钻遇岩石物理性质及可钻性如下表1。

含炭泥岩、含炭泥灰岩地层遇水易缩径,容易造成缩径卡钻事故;泥灰质碎裂岩、碎裂花岗岩地层孔壁易掉块,容易发生掉块卡钻事故。为了避免缩径卡钻、掉块卡钻事故的发生,明月峰地区套管深度普遍超过200 m,过深的套管带来的问题是钻孔施工结束后套管往往被卡住,起拔困难,为了避免大量套管浪费,一般使用水力割刀对套管进行切割、回收^[3-7]。

表1 工作区岩石物理特性

岩石名称	主要矿物成分	研磨性	胶结程度	透水性	易发生的事故	可钻性分级
含炭泥灰岩	细晶结构,块状构造,成分主要为方解石(65%)、泥质及粘土质(30%)、碳质(5%)。岩石局部破碎,见泥灰岩角砾。不规则状方解石细脉及团块发育	弱	疏松	弱	缩径、卡钻	I~IV
含炭泥岩	泥质结构,层状构造,碎屑肉眼难以分辨	弱	疏松	弱	缩径、卡钻	I~IV
白云岩	细晶结构,块状构造,主要成分为白云石(90%),方解石(10%)。整体网脉状裂隙发育,多充填白色方解石。岩石局部沿裂隙破碎成角砾,以次棱角—棱角状为主	弱	致密	弱	—	VI~VIII
粉晶灰岩	粉晶结构,块状构造,主要由方解石组成。整体网脉状裂隙发育,裂隙多充填红褐色泥质物	弱	致密	弱	—	V~VI
石英砂岩	细砂状结构,块状构造,主要由碎屑石英(85%)、长石(10%)及杂基(5%)组成,粒径小,一般0.1~0.2 mm,分选一般,泥质胶结,颗粒支撑	中	致密	弱	—	VI~VII
变质石英砂岩	变余中粒砂状结构,块状构造,颗粒支撑,孔隙式胶结。变余砂屑主要成分为石英(80%),长石(10%),变余填隙物主要为绢云母(10%)	中	致密	弱	—	VI~VIII
角岩化绢云板岩	变余粉砂质结构,块状构造。成分主要由石英(35%)、绢云母(60%)及少量粘土(10%)组成。锤击声清脆。整体网脉状微裂隙较发育,局部见板岩角砾	中	较致密	弱	—	V~VI
中粗粒黑云母花岗岩	中粗粒结构,块状构造,主要成分为石英(55%),钾长石(15%),斜长石(20%),黑云母(10%),其中斜长石大部分已水云母化,黑云母蚀变为绿泥石。整体中等水云母化	强	致密	弱	磨损钻头快	VII~IX
花岗斑岩	似斑状结构,块状构造。斑晶占(60%),为钾长石(30%)、斜长石(10%)、石英(60%);基质占(40%),成分主要为石英和长石及少量云母。还可见少量零星分布的黄铁矿。整体发育面状强水云母化,中等钾化,中等硅化	强	致密	弱	磨损钻头快	VIII
泥灰质碎裂岩	碎裂结构,块状构造,成分主要为方解石(65%)、泥质及粘土质(25%)、碳质(10%)。泥灰岩局部碎裂,破碎程度高者多见次棱角状小角砾。普遍发育黄铁矿	中	较疏松	中等	掉块、漏水	II~V
碎裂花岗岩	花岗结构,块状构造;原岩为中粗粒黑云母花岗岩,岩石主要由长石、石英及黑云母组成;长英质矿物呈碎裂状,整体弱碎裂,局部碎裂较强,可见少量角砾。发育赤铁矿化、水云母化	强	较致密	中等	掉块、漏水	V~VIII
硅化构造角砾岩	碎裂结构,角砾状构造;基质含量50%~85%,角砾含量25%~50%,基质主要为硅质胶结物,主要包括杂色石英,白色、红色石英等;角砾主要为石英,少量长石残余,呈棱角状、次棱角状,角砾大小1×2~3×5 cm;岩石较破碎,发育硅化、赤铁矿化及水云母。局部网状石英脉较发育	强	较致密	中等	掉块、漏水、磨损钻头快	IX~XI

2 明月峰地区使用水力割刀过程中存在的问题

明月峰地区使用的钻机均为便携式全液压钻机,采用薄壁绳索取心工艺进行钻进,一般使用上一级钻杆作为套管,现场则是将HTW钻杆作为 $\varnothing 89$ mm套管进行使用,由于钻孔普遍较深,套管下入深度也较深。

目前使用水利割刀存在的问题主要是切割套管成功率低,导致大量的钻杆、套管浪费,造成了较大的经济损失。水利割刀切割失败主要有两种表现:(1)切割完成后割刀刀片崩刃,套管无法提出钻孔,(2)切割后割刀刀片未崩刃,属于正常磨损,但套管仍然无法提出^[8-9]。

3 水力割刀切割失败原因分析

3.1 钻孔倾角较小

部分钻孔倾角较小,个别钻孔倾角可达 $50^{\circ}\sim 60^{\circ}$,割刀下入钻杆、套管后,受到自身重力的影响,割刀贴紧下方管壁,回转过程中割刀刀片会受到较强的冲击,在切穿套管后,刀片会直接与孔壁接触切割,容易出现刀片过度磨损、崩刃的情况。

3.2 切割位置错误

发生卡钻等事故时,机长往往凭感觉和经验对卡点位置进行判断,并没有进行精确测算,下入割刀的位置不一定在卡点之上,导致切割完成后,无法提出事故钻具,需重新下入割刀进行切割。处理周期延长,时间成本、材料成本增加。

3.3 割刀操作问题

3.3.1 切割开始时先开泵,后进行回转

水力割刀对于钻杆、套管的切割是由钻杆、套管接触的硬质合金颗粒来完成的,水泵打开后,刀片上的硬质合金受力压入管材内壁,由于此时刀片较为尖锐,所以对应压入的管材深度较深,此时开始进行回转时,首次回转的切削量较大,所需要的回转力也较大,切割刀片的强度无法支撑,最终导致刀片崩刃,切割失败。

3.3.2 切割过程中骤然提升转速、泵量

切割过程中提高切割转速有助于提高切割效率、缩短切割时间。正常切割状态下,水力割刀在管内处于一个相对稳定的状态,突然大幅度提高切割钻速会破坏水力割刀的相对稳定状态,导致割刀在管内晃动,对管壁切割不均匀,刀片受力变化较大,同样容易导致切割刀片的崩断,此类情况在倾

角较小的斜孔中尤为明显。

切割过程中,泵量实际控制的是水力割刀刀片的张开角度,泵量越大,水力割刀刀片的张开角度越大,工作的角度也越大。骤然增大泵量会导致水力割刀刀片猛然张开,压入管材的深度突然增加,切削量增多,切割刀片受到的剪切力突然变大,当刀片强度不足以抗衡突然变大的剪切力时,刀片会发生崩断,最终导致切割失败。

4 切割套管要点

4.1 计算切割位置

由于钻杆受到外力的压缩和拉伸会出现弹性形变,可以通过对钻具施加一个拉力,同时测量钻杆产生的变形量,进行相应的计算得到钻具卡点相对准确的位置,具体操作方法如下:

(1)在静置状态下对孔口处的钻杆进行标记;

(2)给予钻杆一个提升力,并保持提升力不变,对提升力进行记录,得到提升力 F ;

(3)对孔口处钻杆进行第二次标记;

(4)测量两次标记之间的长度,得到钻杆的形变量 ΔL ,至此得到了全部计算数据。

卡点位置计算方法如下:

$$L = \frac{EA\Delta L}{F}$$

式中: L ——孔口到卡点的距离,mm; E ——弹性模量,为比例常数; A ——钻杆的横截面积, mm^2 ; F ——提升力,N; ΔL ——钻杆的变形量,mm。

目前常用的薄壁绳索钻杆材质为30CrMo,对应的弹性模量为219.6 GPa。

4.2 水力割刀使用前检查

(1)对钻机水路的密封情况进行检查,尽量避免漏水情况的发生,如果漏水严重会导致泵量不稳,刀片不能完全张开贴紧切割的管壁,在切割过程中容易导致刀片崩刃,切割失败。

(2)对下入钻杆的丝扣进行详细的检查,检查丝扣是否存在变形、破损的情况,避免因钻杆丝扣变形造成冲洗液泄露,损失泵压。

(3)对割刀进行通水检查,检查割刀刀片是否能够正常张开,刀片张开后,对刀片进行按压,保证刀片不会轻易受力收回。同时检查刀片磨损情况,若磨损较为严重需要替换。

4.3 割刀切割注意事项^[10-11]

(1)选择切割位置时应避免切割管材的接头、丝扣位置;

(2)将割刀下至指定的切割位置,要注意夹持器高度、机上余尺的影响,即切割深度=钻具总长-夹持器高度-机上余尺;

(3)切割时应先进行回转后进行开泵^[10-11]。

5 套管切割实例

ZKD20-1号孔终孔孔深641.2 m,HTW钻杆作为 $\varnothing 89$ mm套管下入孔内,套管深度为373.5 m。终孔后套管起拔困难,使用水力割刀将套管从中间割断。

通过对套管卡点进行计算,确定套管卡死位置大概为290 m,为了保证切割的成功率,减少起下钻的次数,采用在孔内连续切割3次的方法确保切割的成功率^[12]。为了避免切割到丝扣位置,选择287.5、287.3、287 m处作为切割点位。

切割前对水力割刀进行通水检查,确认刀片可以正常打开^[13-14],测量刀片位置割刀丝扣的长度,以便计算切割深度^[15]。下入割刀时对每根钻杆丝扣都进行检查,确保钻杆密封性完好。割刀下入指定位置后,按照操作步骤开始进行切割工作。

经过连续3个点位的切割,套管成功从孔内取出,顺利完成了套管回收工作。取出的套管切口断面平整(见图1),刀片磨损程度不高,可以再次投入使用(见图2)。



图1 切口断面

6 结论

为了提高水力割刀的切割成功率,水力割刀使用前,应优先确定卡点位置,确保切割工作有效,一次切割尽量选择多个点位进行切割,且避开丝扣位



图2 切割后刀片

置;切割前要对割刀和钻杆进行检查,确保切割刀具能够正常稳定工作,切割时应严格按照操作规程进行,调整切割参数时应尽量平稳过渡,避免转速和泵量的骤变。

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].长沙:中南大学出版社,2010.
- [2] 王年友,谢文卫,苏长寿.岩心钻探孔内事故处理工具手册[M].长沙:中南大学出版社,2011.
- [3] 田志超.水力内割刀在中国东部海区科学钻探套管卡阻事故处理中的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2020,47(3):75-79.
- [4] 荆江录,唐艳萍.BOWEN水力外割刀在打捞作业中的应用[J].新疆石油科技,2003,12(3):31-32,34.
- [5] 陈昭万.水力割刀切割落鱼探讨[J].化工管理,2020(11):144-145.
- [6] 刘建平,陈洪俊.采用偏心割刀处理小口径钻孔掉钻事故实践[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(4):48-49,53.
- [7] 颜生鹏.青海油田套管切割工艺改进与应用[J].石油钻采工艺,2014(5):134-137.
- [8] 华泽君,陈峰,王伟军.小尺寸油管水力内割刀设计及应用[J].中国石油和化工标准与质量,2021,41(1):111-113.
- [9] 王明杰,魏爱拴,陈永锋,等.高效切割一体多刀水力割刀研究[J].石油化工应用,2021,40(3):32-36.
- [10] 姜亮,朱培,李继勇.水力切割套管技术探讨与应用[J].科技与企业,2015(1):125,127.
- [11] 赵云良.机械水力割刀套管切割技术在煤矿区域治理中的应用[J].煤炭与化工,2022,45(9):55-57.
- [12] 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.
- [13] 段晓,皮建伟,顾科伟,等.水力割刀在岩心钻探烧钻事故处理中的应用[J].钻探工程,2022,49(3):118-122.
- [14] 杜丙国,马清明.小直径管内水力切割器的研制与应用[J].石油钻采工艺,2012,34(6):112-113,116.
- [15] 陆文祥,刘毅华,李文鑫.小口径割管器的设计与应用[J].中国煤炭地质,2009,21(2):225-227.

(编辑 王文)