

深孔小口径金刚石钻进严重烧钻事故的预防与处理

罗永贵, 古世丹, 罗璇, 王东寅

(河南省地质矿产勘查开发局第三地质勘查院, 河南 洛阳 471023)

摘要:深孔小口径金刚石钻进施工中, 由于所配置的钻机钻进能力强, 在深孔的中深及以浅孔段钻进时转速高、钻效高, 常因钻头工作环境或某一钻进参数的改变, 而发生金刚石钻头(岩心管)与岩石烧结为一体的严重烧钻事故。通过严重烧钻事故案例, 分析出中深孔段金刚石钻进易发生严重烧钻事故的几种工作状况, 并对预防严重烧钻事故及处理严重烧钻事故的关键问题进行探讨。

关键词:小口径金刚石钻进; 严重烧钻; 金刚石; 深孔; 冲洗液

中图分类号: P634.8 **文献标识码:** B **文章编号:** 1672-7428(2016)03-0037-04

Prevention of Drill Bit Burning in Small Diameter Diamond Drilling of Deep Hole/LUO Yong-gui, GU Shi-dan, LUO Xuan, WANG Dong-yin (No. 3 Geological Exploration Institute, Henan Provincial Bureau of Geo-exploration and Mineral Development, Luoyang Henan 471023, China)

Abstract: Because of the high drilling capacity of the drill configured for small diameter deep hole diamond drilling, with the high rotation rate and drilling efficiency in the hole sections of medium-depth as well as the less, serious bit burning accidents, diamond bit (core barrel) and rocks sintering, are often caused by the changes of working condition or a certain drilling parameter. With the case of serious bit burning accident, the paper analyzes the working conditions in medium-depth hole section of diamond drilling, there serious bit burning accident is easily happen and discusses the key issues of prevention and treatment of the accidents.

Key words: small diamond drilling; serious bit burning; diamond; deep hole; flushing fluid

0 引言

小口径金刚石深孔施工, 所配置的钻机扭矩大, 钻进能力强, 在深孔的中深及以浅孔段钻进时, 由于转速高、钻效高, 常因钻头工作环境或某一钻进参数的改变, 而发生金刚石钻头(岩心管)与岩石烧结为一体的严重烧钻事故。金刚石严重烧钻事故, 处理难度较大, 需耗费大量的台时和费用, 甚至会因处理不当导致事故复杂化, 严重影响钻探经济效益。

1 严重烧钻案例

1.1 河南刘秀沟金矿区 ZK6008 孔烧钻事故

1.1.1 钻孔简况

ZK6008 孔位于河南省洛宁县刘秀沟金矿区。设计孔深 1200 m, 钻孔倾角 80°, 终孔口径 77 mm; 主要钻探设备为 XY-6B 型岩心钻机, BW320 型泥浆泵。上部地层需穿过多个断层, 每条断层厚 15~30 m, 断层成分极其复杂, 岩石极破碎, 故采用普通金刚石与绳索取心金刚石混合钻进。即 500 m 以浅

用普通金刚石钻进, 500 m 以深采用绳索取心金刚石钻进; 护壁措施为套管与 PHP 低固相泥浆护壁。

1.1.2 烧钻过程

ZK6008 孔采用 $\varnothing 50$ mm 外丝钻杆, $\varnothing 76$ mm 普通金刚石单管钻进, 孔内冲洗液循环正常。钻进压力为 8 kN、转速 260 r/min、泵量为 118 L/min, 钻进速度正常。当钻进至孔深 320 m 左右时, 钻遇构造蚀变带, 岩石破碎, 且夹杂泥质成分。在倒杆操作完成后, 准备继续钻进时, 钻机回转开不开车, 钻具上下不能活动, 孔内冲洗液仍循环正常。

1.1.3 处理方法

采用反丝钻杆反出粗径钻具以上 $\varnothing 50$ mm 外丝钻杆, 然后用 $\varnothing 76$ mm 单管金刚石钻头套扫 $\varnothing 73$ mm 粗径钻具的方法处理。经处理后认为, 由于钻杆丝扣漏水造成冲洗液“假循环”, 导致钻具与岩石烧结为一体(见图 1)。该严重烧钻事故处理占用台时约 148 h。

收稿日期: 2015-10-08; 修回日期: 2016-01-13

作者简介: 罗永贵, 男, 汉族, 1957 年生, 高级工程师, 探矿工程专业, 从事地质岩心钻探技术及管理工作, 河南省洛阳市洛龙区关林南路 74 号院, lyg119900@163.com。



图1 ZK6008孔岩心管与岩心烧至一体

1.2 河南小秦岭金矿田 ZK813 孔烧钻事故

1.2.1 钻孔简况

ZK813 孔位于河南省灵宝县的小秦岭金矿田南矿带杨砦峪矿区,设计孔深 1600 m,终孔口径 77 mm。主要钻探设备为 XY-6B 型钻机, BW320 型泥浆泵;钻进方法为金刚石绳索取心钻进;岩石条件较好,循环介质为 PHP-CMC 无固相冲洗液。

1.2.2 烧钻过程

ZK813 孔钻进至孔深 80 m 便出现冲洗液全漏失,经多次封堵无效。由于钻遇岩石为片麻状花岗岩,岩石条件较好,下入 $\varnothing 89$ mm 套管 100 m 后,则顶漏钻进。因钻孔全漏失是贯通性的,孔内水位极低,钻进中无泵压显示,甚至会出现负压。当钻进至孔深 625 m 时,钻压 10 kN、转速 490 r/min、泵量 92 L/min。由于泥浆泵工作不正常,地表未及时发现异常,同样是在倒杆完成后,孔内钻具不能转动。

1.2.3 处理方法

将钻杆反至内管总成捞矛头露出后,将 $\varnothing 73$ mm 正丝母锥切断(或 $\varnothing 56$ mm 母锥),长度控制在母锥内径能够吃入内管总成捞矛头部位为准,强行锥出内管。根据岩心判定外管与岩石烧死,之后采用导向铣头铣磨掉岩心管。烧至焦炭状的岩心见图 2。该严重烧钻事故占用台时约 360 h,且在继续钻进 100 m 内,多次发生岩心管碎片卡钻事故。



图2 ZK813孔烧至焦炭状岩心

2 易发严重烧钻的孔段

金刚石钻进严重烧钻事故一般多发生在孔深 1000 m 以浅孔段。其原因是该孔段正处在“抓进尺”的孔深区间,机台多以大压力、高转速钻进;另外,目前深孔施工中,多以“大马拉小车”的原则配置钻机,钻机功率大,钻进能力强。在中深孔段钻进时,钻具质量小,回转阻力小,在钻机强大的扭矩和高转速回转的共同作用下,钻进效率高,一旦孔底冷却不良,便发生钻头(岩心管)与岩石熔结在一起的严重烧钻事故,且烧钻征兆不明显,甚至表现为短时间内正常进尺(岩心管烧耗),多在停机倒杆时,才有所察觉。

当深孔钻进时,由于随着钻孔深度的延伸,钻杆柱质量逐渐增大,回转阻力也相应增大,为了获得较大的扭矩,以及本着深孔“抓安全”的原则,机台一般均会降低钻机转速;再者,由于深孔钻进负荷较大,当孔内出现异常时,各种征兆明显,容易引起操作者的警觉,可及时采取处理措施,即便发生烧钻,一般也多为微烧或轻烧,极少酿成严重烧钻事故。

3 易发严重烧钻的工况

通过对近年来多起严重烧钻事故的总结,以及对中深孔钻进特点的分析认为,深孔施工的中深孔段钻进中,以下几种钻进工况更易发生金刚石钻进严重烧钻事故。

3.1 普通金刚石钻进

普通金刚石钻进多采用泥浆护壁,钻杆工作环境恶劣;再者由于取心需要频繁起下钻具,钻杆接手螺纹经常拧卸,磨损日趋变大,端面密封角不能很好地吻合,接手处常产生泄漏;当孔内钻具通水不畅或钻头部位发生堵塞时,冲洗液经接手螺纹处泄漏,形成假循环,导致烧钻。为了解决螺纹泄漏问题,机台常采用在钻杆接头螺纹处缠绕棉纱的办法,但在频繁的起下钻过程中,棉纱线会拧碎并残留在钻杆接手内,这些残留的棉纱会在钻进中随冲洗液而下,在单动双管的分水接头处堵塞水眼造成钻头缺水烧钻。

而金刚石绳索取心钻进,由于螺纹结构的特点,钻杆接手密封性高。如我们常用绳索取心钻杆是以 1:30 锥度的特殊梯形进行联接,由于内、外螺纹的内、外径分别为锥度配合,具有光滑圆锥体结合的优点,能自动对中,能自动补偿配合间隙,配合紧密。

在螺纹的两端设计有 15° 密封楔角,不仅起到了增加刚性和避免内大端的扩张变形作用,同时还提高了螺纹的密封作用。由于绳索取心钻杆螺纹密封性能好,只要泥浆泵工作正常,绳索取心钻进发生烧钻事故的机率较低。

3.2 软岩、断层钻进

孕镶金刚石钻进较软岩石时,由于钻速提高,岩心直径较硬岩变细,孔径也相应增大,单位时间内产生的岩粉量也增多,由于金刚石钻进对冲洗液量的要求较小,软岩钻进易造成排粉(渣)不及时,引起糊钻或岩粉(渣)重复破碎而导致烧钻。当孕镶金刚石钻头钻遇断层时,断层中的泥质成分极易将钻头水口糊死,以致钻头得不到冲洗液的冷却而发生严重烧钻。这也是金刚石钻进软岩的弱点所在。

3.3 全漏失地层钻进

豫西山区的大部分金属矿区,地质构造多,漏失通道发育,大部分钻孔都存在冲洗液全漏失现象。全漏失地层分为两类:一类是局部全漏失,地面有泵压显示;一类是贯通性全漏失,地面无泵压显示。当钻遇这两类漏失地层,机台基本上都在封堵无效,地层条件允许,且水源充足的情况下,选择顶漏钻进。全漏失工况下钻进,易在回次初始段,因预送冲洗液时间不足而发生烧钻;另外,贯通性全漏失钻孔钻进中,因地面无泵压显示,只能依靠泥浆池中冲洗液液面高低来观察供水是否正常,在中深孔段高速钻进时,泥浆泵一旦供水异常,或管路密封不可靠,不能及时察觉,瞬间便会发生严重的烧钻事故。

4 严重烧钻的预防

预防严重烧钻除需要有常规的操作性措施外,还应针对中深孔段的钻进特点,从工艺措施角度对易发生烧钻事故的工况加以防范。

4.1 合理选择钻进方法

在复杂地层必须采用普通金刚石钻进时,采用绳索取心钻杆进行金刚石普通单、双管钻进。这种方法既解决了 $\varnothing 50$ mm外丝钻杆因螺纹密封不可靠带来的冲洗液泄露问题,还可在普通与绳索取心金刚石混合钻进时,节约因配备 $\varnothing 50$ mm外丝钻杆,带来的搬运及其他费用。我们在灵宝大湖金矿区ZK12011深孔中,全孔采用 $\varnothing 71$ mm绳索取心钻杆,混合钻进孔深1500 m,其中以 $\varnothing 94$ mm口径普通金刚石钻进复杂层870 m,收到了极好的效果。

4.2 合理选择钻头唇面形状

在孕镶金刚石钻头的各种底唇形状中,平面底唇钻头冷却条件较差(见图3)。因孕镶金刚石钻头上的金刚石出刃小,平面底唇钻头与岩石接触面积大,与岩石间的间隙小,其冷却形式是通过扇形唇面与水口位置的变换来实现的,扇形唇面与岩石摩擦产生的热量(岩粉),只能通过水口被冲洗液带走。而其他异型金刚石钻头唇面形状则较好地改善了钻头的冷却条件。如同心圆尖齿唇面钻头,其胎体底唇与岩石摩擦产生的热量(岩粉),除大部分通过水口由冲洗液带走外,还可部分通过同心圆尖齿间的环槽带走(见图4)。



图3 平底唇面金刚石钻头

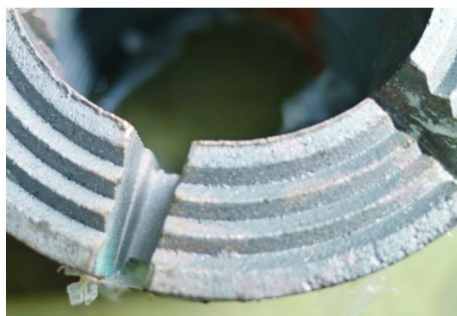


图4 同心圆尖齿唇面金刚石钻头

经施工证明,软岩或断层泥应使用过水面积更大的齿轮齿金刚石钻头,因这类钻头其底唇面与岩石接触面积小,不仅对防烧钻有利,也有利于提高钻效。在钻效高的中深孔段,以及完整岩层段应使用同心圆尖齿金刚石钻头或阶梯齿金刚石钻头。

4.3 液动冲击锤技术应用

贯通性全漏失钻孔采用绳索取心液动锤技术,防止严重烧钻。绳索取心金刚石岩心钻探常用的SYZX75、96型绳索取心液动冲击锤,其设计工作泵压为0.5~3 MPa。由于液动冲击锤对工作压力的要求,所以,即便是在无泵压显示的贯通性全漏失地

层,当液动冲击锤(内管)总成到位后,地面泵压表即可直观地显示出冲洗液的流通状态和液动冲击锤的工作状态,不需要考虑预送冲洗液的时间,避免了无泵压显示下钻进的“盲打”现象,有效地解决了贯通性全漏失地层易发严重烧钻事故的难题。

5 严重烧钻的处理

(1)目前岩心钻探多为绳索取心钻进,发生烧钻事故后应设法先打捞出内管总成,降低处理难度。

(2)发生烧钻事故后,机台总希望通过活动钻具解除事故,所以,频繁地强行回转或上顶、下压钻具。但对于严重烧钻事故是不可取的,其危害一是孔内钻杆螺纹被反复上劲后,会导致孔内钻杆被拧得更紧,造成反钻杆难度增大,或损坏设备及扭断反丝钻杆,影响处理速度;再者,钻杆、接手螺纹发生内缩外紧、变形等情况,绳索取心钻杆螺纹变形,直接影响到钻杆螺纹的密封性和连接的可靠性。正确方法是在发生烧钻事故后,若经简单活动钻具无果,就及时转入反出或割断上部钻杆,这样可减轻处理难度,加快处理速度。

(3)由于严重烧钻事故其钻头(外管)与岩石烧结为一体,最终基本都是以铣磨的方法消灭外管。值得注意的是,在铣磨岩心管的过程中,由于岩心管口参差不齐及碎铁片的原因,钻具会产生径向“憋钻”和轴向“弹跳”,这种现象会导致铣磨钻头脱落,增大处理难度。另外,应采用带导向的铣磨钻头或金刚石平推钻头磨灭事故岩心管,避免使用无导向筒状钻头扫、劈岩心管,以防偏扫或残留铁片过多、

过大,给转入正常钻进后带来隐患,造成卡钻事故。

6 结论

(1)深孔小口径金刚石钻进中,因钻机钻进能力强,在中深孔及以浅孔段钻进效率高,但也是严重烧钻事故的高发孔段,且烧钻征兆不明显;

(2)对易发严重烧钻的几种工况,除需要常规性的操作预防措施外,还应通过对钻进工艺的研究来有效地预防烧钻;

(3)严重烧钻处理难度较大,处理过程中,谨防将烧钻事故复杂化而转换为其他恶性事故。

参考文献:

- [1] 马迎秋.关于绳索取心接头加工工艺的探讨[J].探矿工程,1982,(4):19-22,32.
- [2] 严通元,徐晓军,赵宝书.对孕镶金刚石钻头烧钻的几点看法[J].探矿工程,1983,(1):41-44.
- [3] 苏长寿,谢文卫,杨泽英,等.系列高效液动锤的研究与应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(3):27-31.
- [4] 钱书伟,杨胜生,贾文敏,等.全漏失钻孔预送冲洗液时间的确定[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(3):44-45,73.
- [5] 刘克林.浅析烧钻事故的发生及处理[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(5):32-33,36.
- [6] 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.
- [7] 熊钟,罗晓斌.小口径金刚石深孔钻进烧钻事故的分析研究[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(S2):345-347.
- [8] 时志兴,翟东旭,张东兴.小口径岩心钻探钻孔缩径的预防与处理[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(6):46-49.
- [9] 王建华,苏长寿,左新明.深孔液动潜孔锤钻进技术研究与应用[J].勘察科学技术,2011,(6):59-64.