

山西腰站矿区 ZK6004 孔烧钻事故的处理

于志坚, 耿 印, 李 明, 于保国, 布 凡
(河北省地质矿产勘查开发局第四地质大队, 河北 承德 067001)

摘要:山西腰站矿区施工的 ZK6004 钻孔, 设计孔深 1450 m, 地层复杂, 而且全孔漏失, 极易发生烧钻事故。就该孔连续发生的 2 次烧钻事故, 进行了事故原因分析、处理方法的经验介绍。2 次烧钻事故的处理过程中, 根据实际不同情况, 分别采用了掏眼法和冲砸法。这是深孔烧钻事故处理新方法、新尝试。同时总结了漏失深孔烧钻事故的预冲孔经验及预防措施。对于今后在复杂漏失地层深斜钻孔的施工有一定的借鉴价值。

关键词:漏失地层; 深孔; 烧钻事故处理; 掏眼法; 冲砸法; 山西腰站矿区

中图分类号: P634.8 **文献标识码:** B **文章编号:** 1672 - 7428(2015)05 - 0022 - 04

Treatment of Bit Burning in ZK6004 of Yaozhan Mining Area of Shanxi/YU Zhi-jian, GENG Yin, LI Ming, YU Bao-guo, BU Fan (The Fourth Geological Team of Hebei Provincial Bureau of Geological Exploration and Mineral Development, Chengde Hebei 067001, China)

Abstract: The designed depth of ZK6004 was 1450m in Yaozhan mining area of Shanxi with complex formation and hole leakage, the bit burning occurred easily because of this situation. The paper introduces the treatment experience of 2 bit burning accidents in this hole with the analysis on the causes. According to the different conditions, new methods of hole cutting and impacting were adopted. At the same time, the paper also summarizes the experience of pre-washing and the preventive measures for bit burning in deep hole with circulation loss, which can be reference to deep inclined borehole construction in leakage formation.

Key words: leakage formation; deep hole; treatment of bit burning; hole cutting; impacting; Yaozhan mining area of Shanxi

1 矿区地层概况

省地质勘查局二一七地质队承担勘查任务。该矿区

山西灵丘县腰站铁矿普查(续作)项目, 由山西 ZK6004 孔地层状况、岩性情况见表 1。

表 1 ZK6004 孔从上到下地层情况

自上而下地层顺序	地层名称	岩 性 组 成	厚度/m
第一段	第四系(Q)地层	灰褐色—黄色粘土、亚砂土、沙石、砂砾石	15 左右
第二段	侏罗系后城组	砾岩、凝灰质砾岩、砂岩、膨润土	15 ~ 54
第三段	蓟县系雾迷山组(JXW)	燧石角闪石岩、含砾石、石英	82
第四段	青白口系望狐组(Qnw)	岩性含燧石条带泥晶、粉晶白云岩、石英砂岩、细砂岩	430 ~ 540
第五段	蓟县系杨庄组(JXY)	砾岩、砂岩、白云岩	9 ~ 24
第六段	长城系高于庄组(chg)	砂砾屑白云岩、灰质页岩、较破碎、偶见砂砾屑、断裂构造发育	220 ~ 750
第七段	王台群金剛库组(W.J)	变粒岩、片麻岩、角闪岩夹磁铁矿石英岩等, 为主要控矿地层单元	> 884

我单位于 2012—2014 年承担了该矿区的 ZK6003、ZK6401、ZK6004 等钻孔施工。其中 ZK6004 孔设计孔深 1450 m, 孔斜 75°, 整个钻孔全孔漏失, 属于孔隙与微裂缝类漏失, 不见返水, 而且部分地段坍塌、掉块十分严重, 施工难度很大。我们采取了很多防塌、堵漏等技术措施、邀请有关专家进

行堵漏工作, 但效果仍不明显。使用 3 台搅拌机同时搅拌供浆, 顶漏钻进, 直至终孔。期间发生了 2 次烧钻事故, 根据实际不同情况, 分别采用了掏眼法和冲砸法成功处理。现把事故的处理方法总结如下, 供同行们参考。

收稿日期: 2014 - 07 - 23; 修回日期: 2015 - 04 - 15

作者简介: 于志坚, 男, 满族, 1977 年生, 工程师, 从事地质找矿钻探与管理工, 河北省承德市双滦区双塔山镇三岔口上白庙, gengyin02@163.com。

2 烧钻事故原因分析

固体岩心钻探施工中发生的烧钻事故原因很多,但最根本的原因就是钻头在高压高速旋转与岩石磨削工作中,摩擦产生大量的热量,如果钻头胎体部位的冲洗液一旦缺失或不足,钻头上的金刚石得不到及时冷却,瞬间就会造成钻头局部高温,达到一定温度后,金刚石晶体颗粒会熔化挥发,胎体熔融变形或与岩石熔融粘连,而发生烧钻事故。金刚石成分为碳,它的热稳定性极差,在 720 ~ 800 °C 时就会熔化,变为 CO 或 CO₂ 气体。

腰站矿区地层断裂构造发育,ZK6004 钻孔地层属于孔隙裂缝型漏失,全孔漏失严重。漏失地层极易发生烧钻的主要原因:(1)岩粉不能及时排出孔外,造成孔内岩粉存量多,可能出现岩粉堵塞冲洗液循环通道或钻头水口;(2)钻孔内静水位没有或过低,需送浆,耗时长,下钻后若冲洗液尚未送达孔底即开车易出现孔底干磨而烧钻,较深钻孔、漏失地层尤显突出。

在深孔钻探施工中,遇到完全漏失地层时,要按钻孔的容量法计算预冲孔时间,一定要等向孔内送的浆液量大于钻孔容量时才可以进行钻进,否则就有烧钻的风险。可参照下面的公式计算送水时间。

预冲孔时间:

$$t = \frac{0.2kq(H-h)}{Q} + 2$$

式中: k ——常数,取 1.5; H ——孔深,m; h ——静水位,m; Q ——泵量(BW250 泵一档泵量 52 L/min,二档泵量 90 L/min),L/min; q ——钻杆容积($\varnothing 75$ mm 钻杆 2.96 L/m),L/m;2——水口冲孔时间,min。

3 第一次烧钻事故采用掏眼法处理

掏眼法处理烧钻事故的原理是采用掏小眼的方法,以减少事故粘连面积,扰动破坏事故点岩层,最大限度降低被烧钻头与岩层烧结的预应拉力,再配合地面震动法,处理烧钻事故。

3.1 事故情况

在施工 ZK6004 钻孔中漏失严重,无返水,静水位几乎为零,钻进至 199.85 m 时,出现泵压表突然有波动显示、出现憋车、电流急剧增高等孔内异常现象,操作人员立即停车,上顶钻具顶不动,愧车上顶无效,判断发生了烧钻事故。

3.2 事故分析

当时钻机 4 档转速(225 r/min)钻进,BW250 型泥浆泵一档泵量供浆正常,发生事故时泵压表有波动起伏,孔内发现异常时停车及时,可能是因岩粉堵住钻头水口或钻具造成缺水发生轻烧事故,事故段的岩心如图 1 所示。



图 1 烧钻事故段的岩心

3.3 事故处理

此时内管在孔内,钻具柱为: $\varnothing 89$ mm 钻杆 + 钻杆变径 + 弹卡挡头 + 弹卡室 + 扩孔器 + 外管 + 扩孔器 + $\varnothing 95$ mm 钻头。按以往处理方法先打捞完内管,接着下反丝钻杆反 $\varnothing 89$ mm 钻杆,最后剩 $\varnothing 95$ mm 钻头后下钻推磨破坏掉剩余的钻头。此法一方面反钻杆耗时过长,另一方面推完钻头后孔内会遗留很多钻头刚体碎片给以后的施工留下风险。经现场技术人员分析,钻头应属轻烧,当时孔径较大,决定下 $\varnothing 75$ mm 普通双管钻头从 S95 钻头内打眼掏过钻头入岩后,破坏熔粘钻头部分岩层,减少粘连岩层面积,造成对熔粘岩层钻头剩余部分的扰动,之后再强力起拔钻具,力争把钻杆柱一次拔起,以提高处理时效。

处理过程如下:把 S75 打捞头焊在自加工的变径上与 $\varnothing 71$ mm 钻杆相连接。下钻到捞矛头上端约 50 mm 处然后慢慢下放,直到称重拉力表表针下降 0.5 t 为止。此时可以确定打捞头与捞矛头咬住,用钻机卷扬慢慢上提钻杆,当拉力表显示指针比钻杆自重高 0.5 t 后又回到原指针后即开始提钻。结果一次打捞内管成功。下 $\varnothing 75$ mm 钻具掏眼钻进,钻头很快穿过 S95 钻头进入岩石 10 cm 提钻。对上立轴机上钻杆与 $\varnothing 89$ mm 事故钻杆连接紧密后用立轴反复晃车上顶,结果一次性把烧住的钻头晃开,(当时钻孔较浅如若晃动不开时,可以采用向上打吊锤震动处理),使钻头离开孔底。 $\varnothing 89$ mm 钻杆和钻具

一同提出孔外。此次事故处理非常成功,共用时 10 h,节省很多处理事故时间。

4 第二次烧钻事故采用冲砸法处理

冲砸法处理烧钻事故是孔内震击处理烧钻事故方法的一种延伸,自行加工的冲砸头与钻杆连接,利用钻杆的自重直接冲击事故点,进而使烧钻粘连点得到破坏的方法。

4.1 事故情况

ZK6004 孔 S95 钻进至 245 m 下 $\varnothing 89$ mm 套管后改为 S75 口径钻进。S75 钻进至 810 m 处再次烧钻。发生情况与第一次情况基本相同,而且钻进时孔内状况复杂,孔内掉块,每次提大钻后都有掉块取出。

4.2 事故处理难点

第一步捞取内管:现场只有 $\varnothing 50$ mm 反丝钻杆 600 m,而孔深 810 m,不足以下到孔底。如捞取内管需要下复合钻杆柱(即 $\varnothing 75$ mm 钻杆 210 m + $\varnothing 50$ mm 反丝钻杆 600 m),这样需要 $\varnothing 75$ mm 钻杆确保在孔深 220 m 以深处反开。

第二步处理事故钻杆:捞内管后,现场反丝钻杆 600 m,孔深 800 m,不足以反出全孔 810 m 事故钻杆。即使反丝钻杆足够的情况下,孔内掉块严重,每次提下钻时都发现有掉块。为防止处理事故时因孔壁受到扰动,掉块脱落加剧,而落入钻杆内,造成埋钻事故,出现事故的叠加,不应冒险反开事故钻杆。即使必须卸开部分事故钻杆,为保险起见卸开事故钻杆的长度应在 $\varnothing 89$ mm 套管 240 m 以内;如若下正反丝复合钻杆柱,因正反丝复合钻杆柱不能开车转动,掏眼法无法实施;打吊锤震击法处理烧钻事故,对于孔深 800 m、孔斜 75° 的斜孔而言,可能效果不大。

由于本次烧钻事故属于轻烧,冷却后基岩过火后变脆,而钻头胎体刚性减弱,韧性增强。综合分析了各种实际情况后,决定充分利用现场实有钻杆物资,卸开事故钻杆 220 m,采用 600 m 反丝钻杆 + 210 m $\varnothing 75$ mm 钻杆组合为复合钻杆,利用钻杆的自重,直接反复冲砸钻头底部,力争在外力撞击作用下能脱开被烧岩层。

4.3 事故处理方案

考虑到事故实际情况,利用 $\varnothing 50$ mm 反丝钻杆先反开最少 220 m 以上的事故钻杆提出;下复合捞

矛钻杆($\varnothing 77$ mm 钻杆 210 m + $\varnothing 50$ mm 反丝钻杆 600 m + 捞矛构成复合钻杆)捞取内管;接上自行加工的“炮弹”冲砸头于 $\varnothing 50$ mm 反丝钻杆下端;下复合处理事故钻杆(“炮弹”冲砸头 + 600 m $\varnothing 50$ mm 反丝钻杆 + $\varnothing 77$ mm 钻杆 210 m)进行冲砸 S77 钻头内台阶;成功后提取事故钻杆;下一步再磨蚀剩余胎体部分。

4.4 “炮弹”冲砸头的加工制作

选用 45 圆钢进行加工,硬度适中。上部加工 $\varnothing 50$ mm 反丝钻杆锥扣以便与反丝钻杆连接;中部柱体长度设计为 60 mm,直径 $D = 60$ mm,相当于内管直径;下部圆弧部分圆弧高度 $h \leq 12$ mm,不应大于钻头胎体高度,圆弧比较圆滑既能保障顺利下钻,冲砸时又可以把力直接作用于钻头底唇面上。冲砸头中间加工一个 $\varnothing 15$ mm 的中通孔防止上下钻时抽吸受阻。“炮弹”冲砸头设计见图 2。

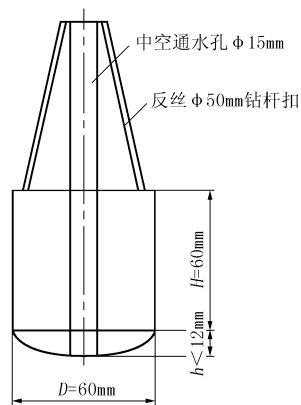


图 2 “炮弹”冲砸头示意图

4.5 事故处理过程

开动钻机用 $\varnothing 50$ mm 反丝钻杆反开 $\varnothing 71$ mm 事故钻杆,上提 230 m 再下入孔内与原钻杆连接。在 220 m 处把钻杆丝扣松开围绕丝扣根拧一根 8 号铁丝,使该点丝扣不能上满,便于拧紧下部钻杆,准确反开上部 220 m 钻杆上提。

下 $\varnothing 71$ mm 钻杆 210 m + $\varnothing 50$ mm 钻杆 600 m 复合钻杆捞内管。由于在反 $\varnothing 71$ mm 钻杆上提时,裸眼孔段出现掉块致使捞矛头被遮盖住,连续下钻 3 次才成功打捞出内管。

复合钻柱 + “炮弹”冲砸头下入孔底直接砸钻头内台阶。升降机提钻杆柱在 30 mm 高范围内反复冲砸了 20 次后提钻,提出处理事故的复合钻杆。下反丝钻杆反出 $\varnothing 71$ mm 钻杆带有 8 号铁丝事故钻

杆,接上 $\varnothing 71$ mm 钻杆并拧紧,合上立轴,用立轴慢慢上顶钻具,结果一次性就把钻具提离孔底。上钻后检查,孔内没留下大的遗留物,成功处理完此次事故。下钻慢慢钻进,穿过事故点后正常施工。此次事故处理共用时 21 h,在所有处理深孔 800 m 以浅的烧钻事故中用时最短。处理后提出的被烧钻头见图 3。



图3 被烧钻头

5 深孔漏失地层烧钻事故的预防

钻探施工中发生烧钻事故往往都是由于现场的操作人员经验不足,孔内出现异常变化没能及时发现,处理不及时而造成事故。操作人员要认真学习理论知识,积累实际操作经验,把防范事故这一概念时刻贯穿于整个操作之中,严格按规程操作,事故发生机率可大大降低,至少能降低事故的严重程度,把损失降低最少范围内。因此我们从以下几方面探讨烧钻的预防。

5.1 保持泥浆泵工作良好,确保良好供浆

使用泥浆泵要做到定期检查、更换易损部件,发现缸套漏水、水量不足时及时更换活塞。时刻观察泵压表的变化,发现泵压表不稳时必须及时检查,查找原因;经常检查吸水管使用情况,防止漏气或由于内径脱胶造成吸水时堵水;及时清理水源箱杂物,防止杂物堵住吸水笼头,特别是在使用高聚合物化学材料如 PAM,一定要定期检查水龙头的透水性,防止聚合物围堵吸水笼头导致水泵不上水或水量减小;生产中尽量不要使用三通阀来调整水泵量,防止孔内堵塞出现假循环现象。

5.2 每次开钻前必须要有足够的预冲孔时间

由于钻进停顿极有可能造成岩粉沉淀,堵塞钻头水口,所以每次开钻前必须要有足够的预冲孔时间,确保冲洗液完全循环后再开车。

完全漏失且没有泵压显示的钻孔施工要仔细计算钻孔的容量,一定要充分进行预冲孔,向孔内泵送的浆量大于钻孔容积后方可钻进,预冲孔时间按前面的公式计算,否则就有烧钻的风险。在冲洗液失返,但有泵压显示时泥浆泵选用泵量 52 L/min,没泵压显示时应选用泵量 90 L/min。

5.3 精心操作

发现水泵压力表骤升、骤降情况立即上提钻具并停止回转。查找到原因后方可继续钻进,否则要提大钻检查。防止冲洗液中途泄露,造成假循环。提大钻时要仔细检查钻杆是否完好无损。下钻时钻杆丝扣连接部位要涂运丝扣油,防止丝扣漏水。

钻具在离孔底 0.5 m 部位时开始送浆循环冲孔,达到预冲孔时间。到底后先慢转轻压使钻头与孔底充分磨合后再开高转速,钻进中仔细观察孔内情况变化,盯住电流表、泵压表,发现异常及时停车提钻解决。

发现孔内异常,泵压上升,电流升高疑似烧钻时一定要不能先停车,要尽最大可能上顶钻具,使钻头提离孔底,避免钻头与孔底岩石烧死。

6 结语

(1) 掏眼法处理烧钻事故的原理是为了减少事故粘连面积,扰动破坏事故点岩层,最大限度降低被烧钻头与岩层烧结的预应拉力。岩层经过高温冷却后会变脆,再经过掏眼过程的震荡能大大破坏被烧钻头与岩层烧结部位的预应力,有利于事故的处理。

掏眼法成功与否与孔径的大小有直接关系,孔径越大掏眼面积越多效果越好,即钻头底唇面积与钻头内径面积的比值 q 越小越好(其中, $q = \frac{R^2 - r^2}{r^2}$, R 为钻头胎体外径, r 为钻头胎体内径)。 $\varnothing 75$ mm 以下钻孔不建议使用掏眼法。

在处理事故时掏眼完成后,应尽量配合使用地面上击器进行震击钻具,切不可强力晃车强拉,避免事故叠加。

(2) 冲砸法处理烧钻事故是孔内震击处理烧钻事故方法的一种延伸,利用钻杆的自重直接冲击事故点,使烧钻粘连点破坏,在深孔中很有效。但使用时必须小心谨慎,确保冲击力不超过钻杆接头的最大承载能力,否则就会出现钻杆接头的“插蜡”事故。最低端承荷力最大。(下转第 30 页)

在滦县古马铁矿钻探施工中,通过应用 SYZX75 (77) 绳索取心液动锤钻进技术,我们共施工完成了 9 个千米以深的钻孔,最深钻孔为 1648 m (87°),完成钻探工作量 12340 m,钻进时效平均达到 2.26 m,最高台月效率 1006.23 m (此为我队历史上单机最高纪录)。

6 结语

通过滦县古马铁矿深孔钻探的施工实践,并经多个钻孔的实验表明,科学的施工方法、先进的施工工艺与技术、新材料、新设备的试验应用,对将来深孔、超深孔的钻探施工将会起到决定性的影响。

(1) 深斜钻孔的施工,首先必须确定技术方案,提前充分考虑可能遇见的各种不利因素,做好应对措施,制定施工应急预案。

(2) 深厚第四纪覆盖层地区钻进施工深斜钻孔时,一定要规划好钻孔成孔结构,备足各种施工管材和泥浆材料。

(3) 针对深斜孔钻进施工,合理选择使用高效的金刚石钻头和扩孔器、优化配置泥浆冲洗液是关系到整个钻孔成功与否的前提。

(4) 深孔钻孔施工设备和工艺的合理应用(如

绳索取心液动锤钻具),充分发挥新工艺、新方法、新设备的最优性能,是提高施工效率和检验效果的直接手段,先进的科学的施工工艺能大大降低事故发生率,降低施工成本。

参考文献:

- [1] 石立明. 复杂地层岩心钻探综合治理技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2008, 35(2): 12-14.
- [2] 孙丙伦, 陈师逊, 陶士先. 复杂地层深孔钻探泥浆护壁技术探讨和实践[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2008, 35(5): 13-16.
- [3] 张元清, 宋健. 长白矿区复杂地层多金属矿深孔施工技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2010, 37(12): 13-16.
- [4] 胡成涛, 郑门关, 周红心, 等. 湖北磷矿复杂地层深孔钻探施工工艺[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2010, 37(11): 19-21.
- [5] 曾石友. 嵩县多金属矿区复杂地层岩心钻探施工综合技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2010, 37(11): 16-18.
- [6] 杨宽才, 田敏, 曾石友, 等. 绳索取心液动潜孔锤钻进技术在小秦岭矿区的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2013, 40(2): 40-43.
- [7] 陈显, 韩栋材, 靳二举, 等. 绳索取心液动潜孔锤钻进技术在利比亚邦山铁矿详查中的应用与探索[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2013, 40(2): 44-46.
- [8] 郑思光, 刘继东. 内蒙古曹四夭钨矿复杂地层深孔钻探技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2013, 40(5): 17-22.

(上接第 25 页)

冲击力 f 与作用时间 t 、孔深 h 、钻杆自重 G 、钻孔倾斜角度、提升高度有关。孔深 h 愈深钻杆自重 G 愈大, 钻孔倾斜角度愈小, 提上高度愈高, 下降速度愈快(作用时间 t 愈短), 冲击力 f 愈大。ZK6004 孔处理事故时孔深 810 m, 孔斜 72° 上提 $\varnothing 71$ mm 钻杆仅为 30 cm。冲砸事故点一定要考虑钻头底唇面的最大承载能力, 以及影响作用力 f 大小的各种因素, 控制好提升高度, 象捣蒜一样少提多砸几次。

(3) ZK6004 孔是全漏失钻孔, 堵漏无效, 顶漏钻进出现 2 次烧钻事故, 根据不同情况分别采用了掏眼法和冲砸法进行事故处理。成功地处理了 2 次烧钻事故, 大大缩短事故处理时间, 节省了大量物力人力。

参考文献:

- [1] 李振学. 南坪矿区复杂地层深孔钻进技术研究[J]. 探矿工程

(岩土钻掘工程), 2010, 37(11): 12-15.

- [2] 徐爱臣. 大规模钻探施工组织管理若干问题与对策[J]. 探矿工程(岩土掘进工程), 2012, 39(4): 80-82.
- [3] 孙炳伦, 陈师逊, 陶士先. 复杂地层深孔钻探泥浆护壁技术探讨和实践[J]. 探矿工程(岩土掘进工程), 2008, 35(5): 13-16.
- [4] 翟东旭. 豫东地区中深孔厚覆盖地层钻探套管护壁和泥浆护壁效果对比[J]. 探矿工程(岩土掘进工程), 2013, 40(8): 6-9, 17.
- [5] 郑思光, 赵志杰, 左新明. 查干德尔钨矿复杂地层钻探技术探讨与实践[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2012, 39(5): 31-33, 64.
- [6] 王达, 何远信, 等. 地质钻探手册[M]. 湖南长沙: 中南大学出版社, 2013.
- [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(22): 345-347.
- [8] 时志兴, 贾有金. 烧钻事故的预防与处理措施[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2012, 39(3): 40-42.
- [9] 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.