

采用偏心楔侧钻处理坚硬地层烧钻事故

廖远苏, 胡啟锋, 廖长生, 缪 赛, 卓廉明

(江西有色地质勘查二队, 江西 赣州 341000)

摘要:介绍了一种取出式改进型偏心楔的侧钻方法、工艺措施及侧钻效果。与传统偏心楔侧钻法比较,具有偏孔速度快、可取出斜面岩心、无专程扩孔工序、不留事故隐患、不影响后续绳索取心钻进、偏心楔可重复使用等优点。解决了某矿区 ZK901 孔在坚硬岩中侧钻处理烧钻事故的关键技术难题。

关键词:侧钻法;偏心楔;造斜钻具;绳索取心钻进;烧钻事故

中图分类号:P634.8 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2015)09-0005-04

Treatment of Bit Burning in Hard Formation with Eccentric Wedge Sidetracking/LIAO Yuan-su, HU Qi-feng, LIAO Chang-sheng, MIAO Sai, ZHUO Lian-ming (No. 2 Team of Jiangxi Nonferrous Metals Geological Exploration, Ganzhou Jiangxi 341000, China)

Abstract: The paper introduces an improved retrievable eccentric wedge about its sidetracking method, technological measures and the efficiency. Compared with the traditional one, this eccentric wedge has the advantages of fast sidetracking, inclined coring, no accident threat, no influence on subsequent wire-line core drilling, no specific reaming process and reuse of the eccentric wedge, by which the technical difficulties of bit burning were solved with sidetracking for ZK901 in hard rocks.

Key words: sidetracking; eccentric wedge; deflecting drilling tool; wire-line core drilling; bit burning accident

0 引言

近几年,我队在赣南钨矿区采用偏心楔侧钻法补采过岩矿心、处理过烧钻事故和水泥注浆糊钻事故。偏心楔为传统的取出式,楔顶角 $1.5^{\circ} \sim 2^{\circ}$ 。造斜钻具有硬质合金锥形钻头与 $\varnothing 50$ mm 钻杆连接;也有 S60 金刚石钻头,通过短接管、变径接头与 $\varnothing 55.5$ mm 钻杆连接。偏心楔有的坐在注浆水泥的人造孔底;也有的坐在事故钻杆、事故钻具的上端。侧钻地层有绢云母千枚岩、砂质板岩及石英砂岩,可钻性 7~9 级。侧钻深度为 224~605 m。累计侧钻 5 次,偏心楔的内贴斜面被磨破 4 次。在石英砂岩中的 2 次侧钻,还是未能偏出新孔(套回原孔),以失败告终。通过多起事故的处理,认为 9 级以上的坚硬岩层是偏心楔侧钻法不可逾越的“雷区”。

2014 年 7 月 28 日,某矿区 ZK901 孔在坚硬花岗岩地层,尝试偏心楔侧钻法处理一起烧钻事故获得成功。该法在传统取出式偏心楔及其造斜工艺的基础上做了进一步改进。在解决坚硬岩偏孔难的关键技术问题上取得重要突破。从此改变了偏心楔侧钻法禁用于坚硬地层的看法。

1 事故孔概况

该孔设计深度 650 m,开孔倾角 75° ,事故孔深 553.85 m。0~521.96 m 孔段,为变质石英砂岩,可钻性 7~9 级;下部孔段,为中细粒黑云母花岗岩,可钻性 >9 级。 $\varnothing 130$ mm 口径开孔,过渡口径为 110 mm、91 mm。12.70 m 以深孔段,为 S75 金刚石绳索取心钻进。

该孔曾经在 2014 年 4 月份,于孔深 278.10 m 处遇断层破碎带突发全孔漏失。采用水泥注浆堵漏时,因压送替浆水失误,导致注浆管被水泥浆淹埋、固结事故,报废进尺 278.3 m。

新开孔在孔深 280 m 后一直处于顶漏钻进状态。部分钻杆因上次历经顶、拉、打、拧、反、扩等方法处理事故后受伤严重,钻进中时有断杆、泄漏现象发生。本次烧钻事故因钻杆柱泄漏引起,钻工“打懒钻”所至。

烧钻事故发生后,当初误判为卡、埋钻事故,惯用拉、拧、顶、打等方法几经处理无效,反而带来断杆、撸扣等孔内事故。后来动用 $\varnothing 50$ mm 反丝钻杆,取出孔内全部钻杆及 S75 钻具的弹卡挡头后,判定为一次严重的烧钻事故。考虑到反取孔内钻杆时的

反劲较大,畏惧再次带来次生孔内事故,选择了遗弃孔内钻具(含内管总成),采用偏心楔侧钻法偏孔(绕障)处理。

2 偏心楔的结构与制作

2.1 结构特点



图1 取出式偏心楔实物图片

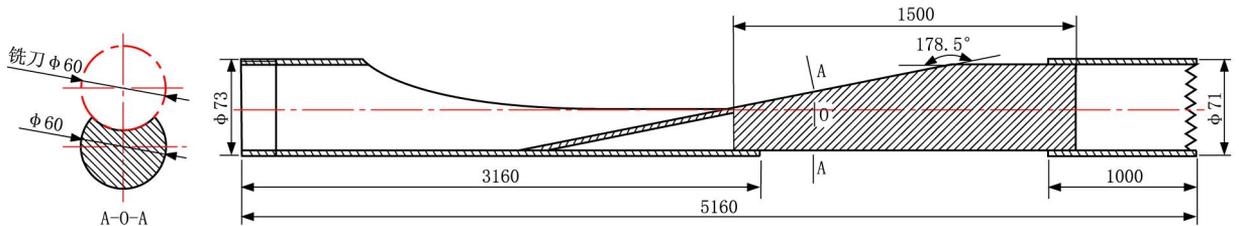


图2 取出式偏心楔结构示意图

了楔身的强度和稳定性;楔管上端与 $\varnothing 71$ mm 钻杆丝扣连接,可用于较大深度的中深孔异径纠斜或侧钻绕过事故孔段。

(2) 斜面由一小块管壁内面与楔体铣槽面两段对接而成,全长 2.3 m,楔顶角 1.5° 。与固定楔比较,因其楔顶角较小,造斜钻具倾倒在斜面上的附着力较小,钻头对斜面的破坏程度相应就较小。从实物表面观察,斜面的磨损深度只有 0.5 ~ 1.0 mm,不用修理仍能重复使用。

(3) 楔体取用了固定楔(实心圆钢制作)的刚性和耐磨性,弥补了用岩心管制作容易扭曲变形、斜面易被钻头切破的不足。

(4) 楔座取用 1 m 长的钻杆制作有两个目的:一是管内可容纳余留沉渣,坐管更实;二是确保分支孔在事故头能分开一定距离,防范钻头顺着老孔边缘下行再套回老孔。

(5) 异于传统偏心楔的显著特点是楔身无任何卡固装置。偏心楔在楔座底端切割成锯齿形状,利用自身承受钻杆柱压力所产生的旋向阻力,足以抵触钻具回转力带动偏心楔转向,稳定性可靠。

2.2 制作要求

楔管与楔座外径 ≥ 74.5 mm;全长直线度偏差 ≥ 1.5 mm \cdot m $^{-1}$;焊缝存在咬边、弧坑、裂纹等缺陷应补焊,焊瘤、夹渣须清除;楔管的所有割线边角用手持砂轮机修磨光滑;切口宽度 60 ± 0.5 mm,必须

偏心楔由 3 段焊接而成,如图 1 所示。上段为楔管,用 $\varnothing 73$ mm 岩心管旧料制作;中段为楔体,用 45 实心圆钢在专业铣床机上加工而成;下段为楔座,用 $\varnothing 71$ mm 钻杆旧料制作。主要结构尺寸,如图 2 所示。

(1) 楔管剖切面长度 1.5 m,底端 0.3 m 与楔体上端焊接成整体。与传统取出式套管楔比较,提高

保证 $\varnothing 59.5$ mm 扩孔器自由通行。

3 侧钻施工工艺

3.1 主要设备及器具

XY-44 型钻机、BW-250 型泥浆泵、HCX-13 型管架斜塔;S75 和 S60 绳索取心钻杆及钻具;KXP-2T 型数字罗盘测斜仪、四件套泥浆性能测试仪。

3.2 冲洗液类型及性能

侧钻过程应用水解聚丙烯酰胺 (PHP) 冲洗液冲孔,冲洗液漏斗粘度调至 25 s;后续 S60 绳索取心钻进采用清水冲孔。

3.3 侧钻方法

自制取出式偏心楔,用 $\varnothing 71$ mm 钻杆降送到孔内事故钻具顶端(孔深 550 m)坐实。 $\varnothing 71$ mm 钻杆留在孔内作埋头技术管。然后用 $\varnothing 55.5$ mm 钻杆连接单管造斜钻具,贴着偏心楔斜面导向钻进分出新孔。分支孔进尺 2 m 后改用 S60 绳索取心钻具扩孔钻进,持续转入正常绳索取心钻进。

单管造斜钻具由 S60 绳索取心钻具的钻杆、异径接头、短接管及金刚石钻头组成。钻头外径 59 mm,全长 3.37 m,如图 3 所示。

S60 绳索取心钻具,钻头和扩孔器外径在标准件的基础上均改小 1 mm,目的是能够顺利通过 $\varnothing 71$ mm 钻杆柱内孔;内管可容纳 2.2 m 岩心,钻具总长 2.86 m。

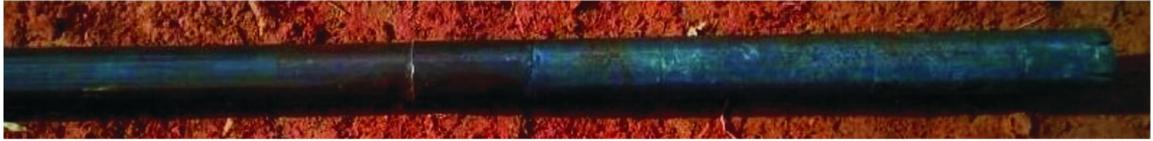


图3 造斜钻具实物图片

3.4 操作程序与技术要点

3.4.1 造斜准备

下楔前,应把孔内钻屑、孔壁坍塌物等清理干净,并对事故头部位进行夯实处理,防止偏心楔因座底不实下行。

3.4.2 下楔就位

偏心楔降下时,钻杆柱丝扣必须拧紧;坐实孔底后,钻杆埋头深度应 $>5\text{ m}$,以防主杆变径接头碰挂管头扭动偏心楔转向。

3.4.3 造斜进尺

(1)下钻前应计算好所需 $\text{Ø}55.5\text{ mm}$ 钻杆数和碰头机上余尺,确保金刚石钻头在过斜面时能够持续进尺 2 m 以上。

(2)造斜钻具下到距楔顶面 0.50 m 时开启泥浆泵冲孔,以慢速($100\sim 200\text{ r/min}$)回转立轴并启用立轴油缸控制钻具缓慢下行,不能用卷扬机提动钻具试探楔顶面位置。当立轴回转有异常响声反应时,表明钻头碰刮孔壁和楔面,进入造斜状态。

(3)钻头进入造斜状态,应控制立轴下行速度,不能操之过急。随着造斜进尺延深,在钻进平稳情况下可逐步加大钻压($3\sim 10\text{ kN}$),稳衡钻进速度。

(4)钻头过完斜面后,可给以正常钻进所需转速($300\sim 500\text{ r/min}$)和钻压(13 kN);分孔进尺 2 m 后方可进入下道扩孔工序。

3.4.4 扩孔钻进

(1) $\text{S}60$ 绳索取心钻具降至楔顶面时,也不能用卷扬机提动钻具试探扩孔起点位置,其操作要领和造斜钻具进入造斜状态的操作过程基本相同。

(2)扩孔时,在无异常响动的情况下可适当提高转速($300\sim 400\text{ r/min}$),但不宜通过增加钻压来加快扩孔进度,否则孔壁未扩大,反而造成扩孔器耐磨块损坏,外径尺寸变小。

(3)扩孔到位后,持续转入正常绳索取心钻进。此阶段因钻具与孔壁的环状间隙过小,加之侧钻过程中冲洗液的漏斗粘度上调至 25 s ,导致钻进泵压升高较快,应把冲洗液粘度逐步调降至清水粘度(15 s),确保冲洗液畅通。

3.5 注意事项

(1)偏心楔座底必须稳固不可架空,否则楔身下移错位,可能导致重大孔内事故或分孔失败。

(2)初入斜面位置不可操之过猛,否则易导致钻头挤压变形,或胎体掉块。图4展示试探斜面不小心造成的钻头损坏情况;图5展示用立轴油缸小心操控造斜钻进后的钻头磨损情况。



图4 试探斜面造成钻头损坏情况



图5 造斜钻头正常磨损情况

(3)钻头贴在斜面上无明显偏孔进尺时,不能长时间停留在一个点面上研磨,应及时提升钻具查明原因,否则易造成楔面破坏。

(4)造斜钻进用冲洗液以粘稠、滑溜为好,不易造成岩心堵塞,可减少提钻次数。宜选用高分子聚合物、植物胶类无固相冲洗液。

(5)扩孔后进入绳索取心钻进的前5个回次(进尺长度 $>10\text{ m}$)应将钻头提离楔顶面深度再打

捞岩心和投放内管,以防打捞失败或造成内管投放不到位打单管。

4 侧钻效果

(1) 钻孔侧钻前后的测斜数据见表1所示。

表1 侧钻前后的测斜数据

测斜次序	测位/m	方位角/(°)	顶角/(°)
侧钻前	540	179	17.7
侧钻后	560	177	18.6



图6 花岗岩斜面岩心图片

5 认识与体会

(1) 在坚硬岩中侧钻难的关键技术问题是建造人工孔底材料与岩体之间的硬度级差大。螺杆钻和连续造斜器侧钻法,通常在侧钻孔段灌注水泥浆,用水泥材料“架桥”建造人工孔底。该工艺技术为连续造斜,造斜孔段的弯曲强度可控,对后续同径绳索取心钻进影响不大,但局限于岩层可钻性7级左右,至于8~9级硬岩,侧钻成功的可能性较小。偏心楔侧钻法用金属材料“架桥”建造人工孔底,其硬度和强度比水泥大得多。该工艺技术为单点造斜,虽然在9级以上的硬岩中侧钻有过成功的先例,但是由于偏心楔的楔顶角偏大,偏孔后修孔难度大,用于绳索取心钻孔常因“狗腿弯”问题导致钻杆柱频繁折断,而且留有事故隐患。一般认为偏心楔不适宜在小口径绳索取心钻孔中侧钻。本次侧钻选用实心圆钢制作可取式偏心楔的楔体,既控制了楔顶角偏大的不利因素,又提高了楔身的强度和稳定性,解决了ZK901孔在坚硬岩中侧钻处理烧钻事故的关键技术难题。

(2) 改进后的偏心楔与传统偏心楔的侧钻方法比较,具有偏孔速度快、可取出斜面岩心、无专程扩孔工序、不留事故隐患、不影响后续绳索取心钻进、偏心楔可重复使用等优点。

需要指出,该侧钻方法主要有以下2个缺点。

①未能实现同径分支钻孔。某些矿种在详查或勘探阶段,为了满足岩矿心采样要求还不允许钻孔穿矿口径<75 mm。这就缩小了该侧钻方法的应用

范围。据测斜数据作图计算,分支孔与原孔轴线夹角为 1.08° 。

图6为造斜钻进的斜面岩心。在室内测定岩心块斜面夹角为 1.10° ,与作图计算结果误差 0.02° 。

(2) 尝试侧钻法处理该起烧钻事故,从降下偏心楔开始至偏出原孔转入正常绳索取心钻进,共花费作业时间39.5 h。分支孔钻进51回次,累计进尺103.95 m,终孔验收深度650.45 m。偏孔后绳索取心打捞成功率100%,整个钻进过程未发生断杆事故。

范围。

②需具备2套口径的绳索取心钻杆、钻具及其附属器具。

(3) 当前我国地质找矿千米以上钻孔所占比重越来越大,深孔侧钻面对的问题更复杂,技术难度也更大。侧钻法必须跟进钻探主导技术的发展不断完善与创新,才能提高钻探技术的整体发展水平。否则重大孔内事故,也就成了深孔钻进的致命要害,束缚深部地质找矿的一道瓶颈。

参考文献:

- [1] 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.
- [2] 樊腊生,张伟,吴金生,等.汶川地震断裂带科学钻探项目WFSD-4孔定向钻进技术应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2014,41(9):101-108,113.
- [3] 朱恒银,蔡正水,王强,等.赣州科学钻探NLSD-1孔施工技术研究与实践[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2014,41(6):1-7.
- [4] 刘志强,童军兵,谢宏军,等.黑龙江金厂矿区定向分支孔施工实践[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2014,41(1):17-20.
- [5] 罗晓斌,罗凯.偏心楔钻进技术的改进与应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(10):23-25,31.
- [6] 首照兵,卢文华,李跃成,等.Ø71 mm同径开口式导斜楔偏斜(绕障)施工技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(10):36-39.
- [7] 李光华.螺杆钻侧钻分支绕障技术处理绳索取心钻孔事故[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(11):32-34.
- [8] 张文英,张廷茂,吴德军,等.侧钻技术在钻孔事故处理中的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(6):10-12.
- [9] 黄平.大村矿段钻孔下偏心楔补采煤心施工技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(3):26-28,32.
- [10] 张家军,潘峰.煤田深孔补采煤心施工技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(5):34-35,52.