

绳索取心深孔偏心楔同径侧钻绕障技术实践

王红阳, 罗永贵, 腾新明

(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:招远市栾家河金矿区 47ZK3 孔设计孔深 2570 m, 于孔深 2297 m 处发生跑钻事故, 处理至孔内事故底部时, 处理难度增大。为加快事故处理进度, 降低事故损失, 采用偏心楔侧钻技术进行同径造斜的方法, 绕开事故段。通过对偏心楔设计、偏心楔制作与安装、造斜钻头及分支钻进钻头选择等技术措施进行优化, 较好地解决了偏心楔侧钻过程中偏心楔固定及过斜面工序的关键技术问题, 顺利地将分支孔延伸至终孔。

关键词:绳索取心; 偏心楔; 侧钻; 锥形钻头

中图分类号: P634.5 **文献标识码:** B **文章编号:** 1672-7428(2015)06-0017-04

Practice of Sidetracking Obstacle-avoiding with Same-diameter Bit in Deep Hole Wire-line Core Drilling/WANG Hong-yang, LUO Yong-gui, TENG Xin-ming(No. 3 Geological Exploration Institute, Henan Provincial Bureau of Geo-exploration and Mineral Development, Luoyang Henan 471023, China)

Abstract: 47ZK3 was designed in depth of 2570m in Luanjiahe gold field of Zhaoyuan, string dripping off occurred at the depth of 2297m. To speed up the accident treatment progress and decrease the loss, same diameter deflecting was made with eccentric wedging sidetracking to bypass the accident section. By the optimization of the technical measures of design, manufacturing and installation of eccentric wedging as well as selection of deviation bits and branch drilling bits, key technical problems were solved in eccentric wedging fixation and inclined plane passing procedure, the branch hole was extended to hole termination finally.

Key words: wire-line coring; eccentric wedging; sidetracking; cone bit

偏心楔造斜技术, 是岩心钻探施工中常用的侧钻方法。我院在招远市栾家河金矿区 47ZK3 孔一次深孔绳索取心事故处理中, 采用偏心楔同径侧钻技术, 在“落鱼”顶 2257 m 孔深实施侧钻绕障, 甩掉事故。通过对偏心楔造斜技术的优化, 简化了造斜程序, 造斜可靠性进一步增强, 使这一传统的侧钻技术, 在处理绳索取心深孔事故中发挥着作用。

1 事故概况

招远市栾家河金矿区 47ZK3 孔, 设计孔深 2570 m, 90°直孔, 终孔口径 ≤ 75 mm; 孔深 650 m 至终孔为 77 mm 口径绳索取心金刚石钻进; 事故孔段钻遇岩石为绢英岩化花岗岩、绢英岩化花岗质碎裂岩, 岩石可钻性级别 9~10 级, 可钻性较差。

当该孔施工至孔深 2297 m 时, 出现了钻具断落事故, “落鱼”含内外管总成, 处理过程中又发生跑钻叠加事故, 经处理后, “落鱼”顶上升至孔深 2257

m。由于事故位置深度较大, 起下大钻时间长, 继续处理“落鱼”会耗费大量的台时, 对该孔造成的经济损失增大。因此, 确定不再继续纠缠事故, 侧钻绕障, 甩掉事故段。

2 侧钻方法选择

该事故孔侧钻的难点是事故深度大, “落鱼”顶孔深 2257 m; 事故孔段围岩以花岗岩为主, 岩石较完整、坚硬, 可钻性差; 受设计终孔直径限制, 不允许变径; 侧钻分支后必须满足口径 ≤ 75 mm 绳索取心正常钻进。据此, 对常用的螺杆钻侧钻、LZ 连续造斜器侧钻、钢球支撑侧钻、偏心楔侧钻等人工造斜技术方法进行比较, 选择出适宜该事故的侧钻方法。

螺杆钻、LZ 连续造斜器、钢球支撑等侧钻技术方法, 虽具有无障碍物遗留的优点, 但均需水泥营造人工孔底, 且对水泥固结质量要求较高, 在以往的硬岩造斜实践中, 常因水泥强度与围岩强度差值较大,

收稿日期: 2014-11-05; 修回日期: 2015-04-22

作者简介: 王红阳, 男, 汉族, 1976 年生, 工程师, 从事地质岩心钻探技术及管理工。

通讯作者: 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, 河南省洛阳市洛龙区关林南路 74 号院, lyg119900@163.com。

影响钻头的侧向力,而出现顺水泥柱而下的现象;另外,在2000余米的深孔中实施水泥灌注的可靠性和安全性较差,并且水泥灌注后的候凝时间和扫水泥柱时间较长,以致造斜周期过长。

偏心楔造斜虽然存在不易操作、有障碍遗留等问题,但其强制性造斜的优点适宜该孔坚硬花岗岩地层中造斜,若对偏心楔的固定方式及过斜面工艺加以改进,就能达到快速绕开事故的目的。根据该孔事故的侧钻难点以及地质设计对钻孔方位无特殊要求,确定侧钻方法选择为开口式偏心楔分支侧钻。

3 偏心楔设计与安装

3.1 偏心楔材料选择

由于侧钻孔段岩石坚硬,可钻性差,造斜钻进对楔面的铣磨量较大,以及侧钻分支后距终孔孔深尚有较多的进尺量,所以,偏心楔选取 $\varnothing 75$ mm普通圆钢制作。

3.2 偏心楔参数确定

造斜孔段的钻孔弯曲强度应根据所用钻杆类型确定。根据相关资料,绳索取心钻杆允许的钻孔弯曲强度为 $0.2^{\circ} \sim 0.5^{\circ}$,考虑到偏心楔的制作难度,确定钻孔弯曲强度 $\geq 0.5^{\circ}$ 。

偏心楔斜度的近似计算如下:

$$\varphi = 57D/L$$

式中: φ ——偏心楔顶角, $^{\circ}$; D ——圆钢直径,mm; L ——楔面长度,mm。

采用 $\varnothing 75$ mm \times 3000 mm圆钢制作偏心楔,下部留出钻头过楔面余量及丝扣长度100 mm,楔面长度为2900 mm。根据上式计算出偏心楔顶角近似为 1.47° ,满足绳索取心钻进的造斜强度。

3.3 偏心楔制作(见图1)

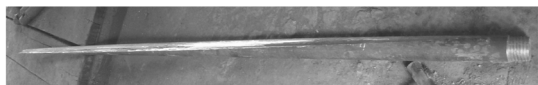


图1 $\varnothing 75$ mm 开口式偏心楔

由于圆钢铣出楔面钻头弧度的难度较大,可将圆钢按设计顶角切开后(楔顶厚度 ≤ 6 mm),在偏心楔楔面上按 $\varnothing 77$ mm钻头弧度,铣出宽度为20 mm的浅槽,然后用手砂轮机沿弧形槽打磨成型;在偏心楔背面距楔顶 $1/3$ 处,利用钻机油缸下压为弓形,使楔顶偏离圆钢轴线 $5 \sim 7$ mm,其目的是偏心楔到位后,楔顶背面能够尽可能的贴向孔壁,以增大造斜钻

头的初始工作空间,确保楔顶不受损。

3.4 偏心楔组合(见图2)

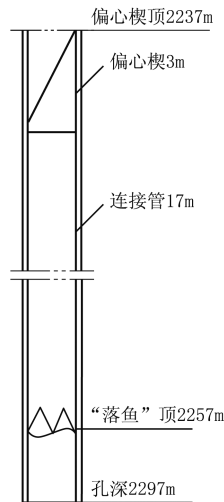


图2 偏心楔组合与固定示意图

(1) 偏心楔下部与 $\varnothing 73$ mm套管连接为一整体,套管长度约17 m,其目的是一是支撑偏心楔到位,取代水泥架桥;二是以足够的长度,增大偏心楔楔体与孔壁的接触面积,满足卡料填充量,确保偏心楔固定可靠。

(2) 与偏心楔连接的 $\varnothing 73$ mm套管,以及所有套管接头均用电焊焊接为一整体。

(3) 将偏心楔连接管底端切割出4~5个倒三角齿,形成齿筒状,其目的是偏心楔送至“落鱼”顶后,钻具重力使齿筒插入“落鱼”并变形,起到阻止偏心楔转动作用。

3.5 偏心楔送入

采用 $\varnothing 18$ mm螺纹钢筋,一端焊接在 $\varnothing 71$ mm绳索取心钻杆母接手内,便于偏心楔到位后,直接冲投卡料;一端与偏心楔楔面连接,在逆钻具回转方向一侧,连接钢筋与楔面进行单面局部焊接,其目的是偏心楔到位后,通过回转钻具,便于钢筋与楔面间焊缝分离。

3.6 偏心楔固定

偏心楔固定是否可靠,是直接关系到偏心楔侧钻成败的关键程序。常规固定偏心楔的方法多采用水泥固结法,但由于该孔事故位置深度较大,考虑灌注水泥的成功率较低和灌注风险,以及封、扫水泥占用台时多等弊端,故采用整体加长偏心楔,直接将偏心楔坐在“落鱼”顶,通过偏心楔底的齿筒结构与卡料填充的方法固定偏心楔。

偏心楔送至“落鱼”顶后,在钻具重力和回转的作用下,偏心楔与钻具实现分离后,即通过钻杆向偏心楔投放卡料。选用焊条粒和粗砂作为混合卡料,即将焊条剪切成长度2 mm左右的粒状,粗砂以石英砂为主,粒径级配在1~3 mm之间,并经过筛选、清洗。混合卡料经钻杆内分若干次少量、缓慢地投放,并以泵冲送至偏心楔与孔壁环隙间。

4 造斜与分支孔钻进

4.1 造斜钻进

造斜钻具的组合及造斜钻头的选择是过楔面技术的关键。

4.1.1 造斜钻头选择

选择 $\varnothing 76$ mm 金刚石圆锥台体钻头造斜钻进(见图3)。钻头结构为最大直径76 mm,最小直径60 mm,锥体高度20 mm,钻头锥度比按下式计算为1:0.8。

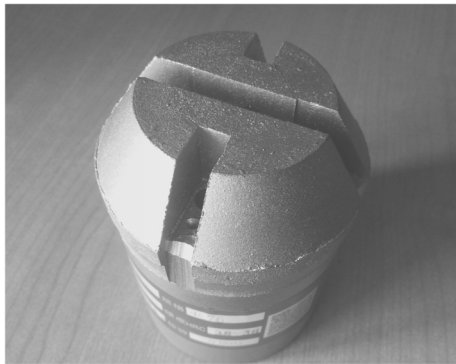


图3 锥形造斜钻头

$$C = \frac{D-d}{L}$$

式中: C ——锥度比; D ——钻头大端直径,mm; d ——钻头小端直径,mm; L ——锥体高度,mm。

该孔直径约为 $\varnothing 77.8$ mm,偏心楔顶最小厚度为6 mm,通过锥度比计算出造斜钻头锥体进入偏心楔顶深度15 mm左右,满足造斜钻头的初始工作空间。该孔使用的绳索取心钻杆外径为71 mm,偏心楔顶角 1.47° ,楔面长2900 mm,造斜强度满足绳索取心钻杆弯曲强度。因此,选择 $\varnothing 76$ mm 金刚石锥形钻头与绳索取心钻杆直接连接,同径造斜钻进。

4.1.2 造斜钻进参数

钻压和转速是造斜钻进的重要参数。初始阶段以小规程均匀造斜钻进,以防出现造斜急弯。随着造斜进尺的增加,克取孔壁岩石的面积增大,偏心楔

厚度也趋于增厚,钻压和转速可随导斜钻进深度的增加而提高。

(1) 钻压:楔面段钻进钻压为500~800 N;穿过偏心楔后钻压为800~1000 N。

(2) 转速(XY-8型钻机):楔面段转速为79 r/min;穿过偏心楔后转速为137 r/min。

(3) 泵量:90~100 L/min。

造斜钻进中,在距偏心楔顶 $1/3$ 段,由于偏心楔壁较薄,钻进速度应控制在0.8~1 m/h,钻速过慢易造成钻头对楔面磨铤量过大,影响偏心楔强度。

4.1.3 造斜孔段长度

造斜钻进的深度即造斜孔段长度。造斜钻进的深度以满足分支孔钻进为宜,并满足分支孔初回次绳索取心钻进时,取心钻具总成处于偏心楔面以下的分支孔段内。本次造斜钻进共进尺5.4 m,即2237~2242.4 m,过楔面后分支孔进尺长度为2.5 m。

4.1.4 铰扩造斜孔

造斜孔完成后,需对造斜孔进行铰扩至分支钻进所需的口径。在绳索钻杆与锥形钻头之间加装单扩孔器($\varnothing 77.5$ mm)进行铰扩造斜孔,不再延伸造斜孔。铰扩至造斜孔底后,反复提下钻具,确认无遇阻现象即可转入下一程序。

4.1.5 削磨“狗腿”弯

在偏心楔造斜过程中,虽然偏心楔斜面的顶角只有 1.47° ,但自造斜钻头在楔顶接触岩石钻进的同时,老孔与新孔间的孔壁上也会自然形成一个弯度,俗称“狗腿”弯。削磨“狗腿”弯的具体做法,是在锥形取心钻头与绳索取心钻杆之间安装5个 $\varnothing 77.5$ mm扩孔器,连接成削磨钻具,削磨钻具下部用2个旧扩孔器,上部用3个新扩孔器。削磨钻具在距偏心楔顶上下各约2 m的范围内,反复扫磨30~40 min,消除或减缓“狗腿”弯,并利用锥形取心钻头钻进0.4 m,取出分支孔岩心,以验证造斜效果,至此,造斜钻进结束。

4.2 分支孔钻进

侧钻分支孔的关键是取心钻头和初回次取心钻具长度的确定。

(1) 侧钻分支孔钻头为特制同心圆环齿绳索取心外锥钻头(见图4)。钻头设计外径76.5 mm,小端外径66 mm,锥体高度8 mm。由于钻头胎体外径为圆锥台体,且分支孔钻进钻头外径小于造斜孔径

1 mm,所以在下钻过程中,钻头在其锥面的导入作用下,能够顺畅地通过偏心楔楔面,不至于在楔面上搁浅或损坏偏心楔。



图4 锥形取心钻头

(2)侧钻分支孔的初始阶段采用短钻具取心钻进,其目的是避免钻具处于偏心楔楔面上,扰动、磨损偏心楔;再者,为减少钻头的侧向力,控制钻孔弯曲度,是分支孔钻进初始阶段稳斜钻进的需要。绳索取心短钻具的总成长度,根据造斜孔段的长度确定。本次造斜孔段总长度为5.4 m,过楔面后的分支孔段长度为2.5 m,据此确定取心钻具外管总成长度为2.2 m,内管长度为0.9 m,内管长度加上扩孔器和钻头长度,则回次进尺 ≥ 1 m。使用短钻具钻进一个提大钻回次后,换回常规绳索取心钻具钻进。

5 侧钻绕障效果

(1)造斜周期短。在硬岩石中偏心楔侧钻,通常采用小一级口径过楔面钻进,即 $\varnothing 77$ mm 钻孔用 $\varnothing 60$ mm 口径钻出先导孔,再进行同级扩孔;绳索取心钻进则在绳索钻杆下部连接若干 $\varnothing 50$ mm 普通钻杆,采取逐回次加长粗径钻具的方法造斜钻进,程序较繁琐。本次偏心楔同径造斜实施过程中,通过对偏心楔造斜技术程序进行优化,简化了造斜程序,以 $\varnothing 71$ mm 绳索取心钻杆连接 $\varnothing 76$ mm 造斜钻头,直接同径造斜钻进,在2257 m 事故孔深,坚硬花岗岩地层中,仅用5趟大钻(造斜钻进更换钻头一次),计84个台时,便完成了造斜过程的4个工序,即送偏心楔;造斜钻进;铰扩造斜孔;削磨“狗腿”弯。

(2)偏心楔固定可靠。采用加长偏心楔体,混合卡料与楔体齿筒结构固定偏心楔的办法,操作简单,可靠;避免了水泥固定偏心楔耗时多、风险大的弊端。在造斜钻进、侧钻延伸分支孔过程中,均未出现偏心楔松动、扭转现象。

(3)造斜钻头及侧钻取心钻头选择合理。选择的 $\varnothing 76$ mm 锥形造斜钻头,造斜钻进速度快,过斜面安全通畅。侧钻分支孔选用的 $\varnothing 76.5$ mm 锥形取心钻头,设计合理,孔深2237~2442.29 m,侧钻进尺205.29 m,提下大钻未出现楔面遇阻现象,并在137 r/min 的低转速回转下,机械钻速仍达到1.5 m/h 左右。

(4)47ZK3 孔经侧钻后,终孔孔深2442.29 m,钻孔各项质量指标均满足了地质设计要求。

6 结语

偏心楔造斜的关键工序是固定偏心楔和过楔面技术。在实施过程中,对其关键工序的工艺技术进行优化,发挥其强制性造斜的优越性,快捷、可靠地在深孔硬岩中,实现绳索取心同径分支侧钻,绕开事故,减少事故对钻孔的经济损失。

参考文献:

- [1] 江天寿,周铁芳,等.受控定向钻探技术[M].北京:地质出版社,1994.
- [2] 吴翔.受控定向钻进[R].河南郑州:河南省地矿局钻探技术高级培训班,2010.
- [3] 何远东,高波,何远洪,等.绳索取心钢球偏斜技术原理及应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(4):37-39.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] 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.
- [7] 首照兵,卢文华,李跃成,等. $\varnothing 71$ 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.
- [8] 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.