

LZ-73 型连续造斜器在兰陵铁矿勘查中的应用

刘 治

(山东省第三地质矿产勘查院, 山东 烟台 26400)

摘 要: LZ 系列连续造斜器作为一种定向造斜的工具, 广泛应用于石油领域。而在小口径固体矿产钻探, 则缺乏相应的成熟技术, 一直未能较大范围的推广。针对兰陵铁矿矿区的地质情况与其造成钻孔普遍偏斜的原因, 结合矿区连续造斜器的应用, 介绍了 LZ-73 型连续造斜器的工作原理和 2 种定向方法, 以及一些使用心得。

关键词: 连续造斜器; 造斜; 定向钻探; 铁矿勘查

中图分类号: P634.7 **文献标识码:** B **文章编号:** 1672-7428(2013)04-0013-04

Application of LZ-73 Continuous Whipstock in the Exploration of Lanling Iron Mine/LIU Zhi (No. 3 Geology Team of Shandong Provincial Geo-mineral Bureau, Yantai Shandong 264000, China)

Abstract: LZ series of continuous whipstock is a deflection-making tool applied in petroleum domain, but which is not popularized in a wider scope for small diameter drilling of solid minerals being lack of the mature corresponding technology. According to the formation conditions in Lanling iron mine area and the causes of common phenomenon of borehole deflection, the paper introduced the working principles of LZ-73 continuous whipstock and 2 kinds of direction methods based on the application of whipstock in the mine and some experiences.

Key words: continuous whipstock; deflection making; directional drilling; iron mineral exploration

1 矿区地质及水文地质条件

兰陵铁矿勘查项目位于鲁南丘陵区, 地形起伏不大, 总体地势西高东低。海拔一般在 31~37 m, 相对高差较小。

1.1 地质条件

矿区内地层系华北地层大区、晋冀鲁豫地层区、鲁西地层分区之潍坊-临沂地层小区, 区域地层除西北部的蓼藤一带有较大面积出露外, 其余地段均被第四系松散沉积物所覆盖。区内基岩地层由老至新, 主要有新太古代泰山岩群山草峪组; 新元古代土门群; 古生代长清群、九龙群。泰山岩群山草峪组变质岩层于新兴乡后大窑一带有少量出露, 其余均于钻孔中所见。区域内的“鞍山式”铁矿即赋存于该组地层的硅铁构造中, 为一特大型深埋藏隐伏矿体。区内盖层厚度 550~800 m, 基底变质岩系地层巨厚, 大于 4000 m。岩层走向 300°左右, 倾角 80°~89°, 倾向 30°~40°。

1.2 矿区水文地质条件

矿区内大部分为第四系覆盖的冲击平原, 水系发育。

2 ZK61-1 孔偏斜情况和纠斜方法

2.1 ZK61-1 孔弯曲度的设计要求

ZK61-1 孔设计开孔顶角 7°, 方位角 210°, 设计孔深 1550 m。孔深在 800 m 前, 顶角每百米上漂不大于 1°; 深度在 800 m 以后, 每百米上漂不大于 2°。全孔孔段顶角不得下垂。方位角在见矿点偏差 不大于勘探线间距的 1/4。

2.2 ZK61-1 孔实际钻进情况

根据本矿区的施工经验, 为防止钻孔顶角变小超出要求, 实际开孔顶角 9°, 方位角 192°。

该孔在 400 m 之前顶角和方位角满足设计要求, 但在 400 m 以后由于地层软硬不均, 发生跑斜现象。表 1 为该孔 400~600 m 测井数据。

表 1 ZK61-1 孔 400~600 m 测井数据

孔深/m	顶角/(°)	方位角/(°)	孔深/m	顶角/(°)	方位角/(°)
350	11.3	189.9	485	6.6	247.9
400	10.1	195.1	491	6.7	251.6
425	7.8	205.5	500	8.2	258.6
440	6.9	217.4	506	8.1	260.4
450	6.5	227.4	510	8.3	263.2
460	6.4	234.6	515	8.0	263.5
470	6.6	239.3	520	9.2	269.7

收稿日期: 2013-01-30; 修回日期: 2013-03-19

作者简介: 刘治(1987-), 男(汉族), 山东泰安人, 山东省第三地质矿产勘查院助理工程师, 勘查技术与工程专业, 从事小口径金属矿床钻探技术工作, 山东省烟台市机场路 271 号, 373273034@163.com。

从孔深 400 m 时, 钻孔顶角开始下垂。至钻孔钻进到 491 m 这一期间, 我们采用合理组合钻具(如使用 2 个扩孔器, 上扩孔器小, 下扩孔器大)、调整钻进参数等措施, 仍无法遏制顶角下降趋势。为避免钻孔愈加背离探矿需要的设计, 严重脱靶, 必须

对钻孔进行纠斜, 才能达到地质设计要求。于是, 我们使用了 LZ-75 型连续造斜器进行孔内造斜, 并使用 TYD-3 型钻孔定向仪对其定向。造斜情况见表 2。

表 2 LZ-73 型孔内连续造斜器造斜统计

造斜孔段/m	造斜目的	造斜进尺/m	短钻具进尺/m	原孔设计/(°)		造斜前/(°)		造斜后/(°)		造斜钻头	岩石可钻性等级
				顶角	方位角	顶角	方位角	顶角	方位角		
492.61 ~ 500.00	起顶角	2.01	0.87	12	220	6.7	251.6	8.2	258.6	表镶	5
510.50 ~ 515.00	纠斜	0.70	1.40	12	220	8.3	263.2	8.0	263.5	孕镶	5

经过两次定向造斜后, 钻孔的顶角有很大的改观, 但方位超出了设计的极限要求。在考虑到方位角纠斜比较困难, 决定用 425 水泥封孔至 420 m, 建立人工孔底后, 再选择在 425 ~ 440 m 处进行定向纠斜。

2.3 ZK61-1 孔偏斜问题分析

ZK61-1 孔造斜地层属新元古代土门群二青山组、黑山关组、浮来山组、佟家庄组、石旺庄组, 古生代寒武系长清群馒头组、朱砂洞组、李官组及新太古代泰山岩群山草峪组, 盖层岩性主要为泥岩、泥灰岩, 石英砂岩(造斜能力较弱), 变质基底岩性以黑云变粒岩为主, 夹黑云角闪片岩、角闪石岩等。

其中泥岩、泥灰岩层理发育, 变换频繁, 颗粒较细, 硬度较低, 容易造成方位西偏及顶角下垂; 而变质岩系云母含量较高, 石英含量忽高忽低, 岩石绿泥石化, 断层较多且深, 容易造成方位继续西偏或者东偏及顶角下垂。

2.4 ZK61-1 孔造斜设计

2.4.1 造斜钻具的组合

(从上往下) 主动钻杆— $\varnothing 75$ mm 钻杆—变径接头(23.6 cm)— $\varnothing 50$ mm 钻杆(2.46 m)—定向接头—LZ-73 型连续造斜器— $\varnothing 75$ mm 造斜钻头。

定向仪的组合(从上往下): 地面显示器—双股导线—定向仪。

短钻具的组合(从上往下): 主动钻杆— $\varnothing 75$ mm 钻杆—变径接头(23.6 cm)— $\varnothing 50$ mm 钻杆(2.46 m)—变径接头—短钻具(1.65 m)— $\varnothing 76$ mm 普通金刚石钻头。

2.4.2 LZ 造斜器结构及工作原理

2.4.2.1 结构

LZ-73 型连续造斜器由定子和转子 2 部分组成(如图 1 所示)。定子部分包括单动外壳、工作弹簧、定子外壳、定位套、上半楔、滑块和下半楔。转子部分包括主动轴、定位接头、花键轴、花键套、被动轴、滚轮、短管和钻头。

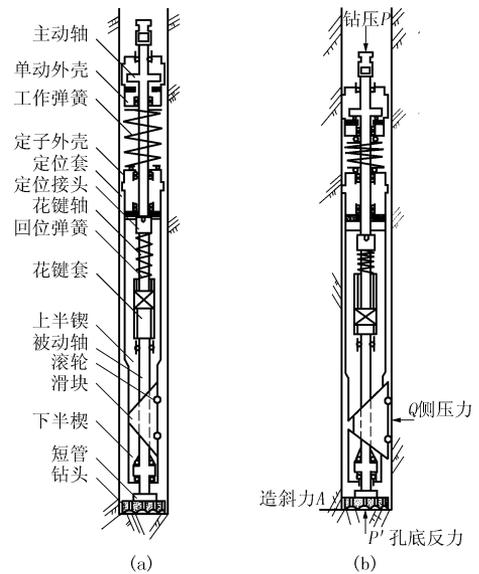


图 1 LZ 型造斜器结构

当造斜器处于自由状态时(如图 1a 所示), 滑块处于回收状态, 且定子与转子由于定位套与定位键相互锁紧而不发生相对位移。这就为造斜器在孔底定向的准确性提供了必要的条件。

当对造斜器施加压力时(如图 1b 所示), 定位键脱开, 定子与转子解卡, 转子恢复转动, 定子不转动, 只是在钻压作用下利用滑块上的滑轮沿钻孔延伸方向做直线运动。另一方面定子部分滑块由于钻压作用产生横向位移, 抵在孔壁, 孔壁产生的反作用力促使钻头切削对面的孔壁, 从而造成孔斜。

LZ-73 型连续造斜器的主要技术参数为: 适用孔径 75 ~ 88 mm; 滑块径向最大延伸 25 mm; 允许钻孔超径 15 mm; 造斜强度 0.3 ~ 0.8°/m; 钻进规程(配不取心金刚石钻头时)钻压 25 ~ 28 kN, 转速 100 ~ 200 r/min, 钻井液量 50 ~ 70 L/min; 钻具外径 73 mm; 寿命 > 80 h。

2.4.2.2 工作原理

LZ 连续造斜器在孔底安装方位不同, 所产生的

纠、造斜效果也不同,其基本原理和偏斜结果如图 2 所示。

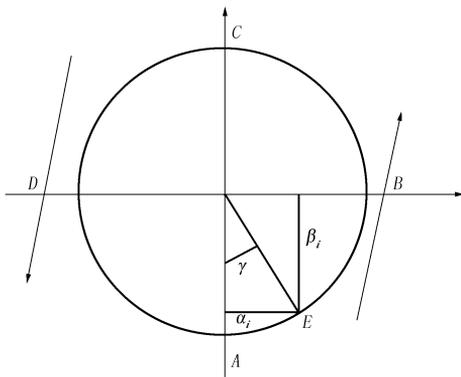


图 2 造斜原理示意

A—钻孔底帮;C—钻孔上帮;B—钻孔右侧帮;D—钻孔左侧帮;E—连续造斜器楔形滑块中心母线; γ —连续造斜器楔形滑块母线相对于钻孔底帮旋转的角度

假设 LZ 系列连续造斜器的造斜强度为 i , 单位为 $^{\circ}/m$ 。

则其对顶角的造斜效果为 $\beta_i, \beta_i = i|\cos\gamma|$ 。

对方位角的造斜效果为 $\alpha_i, \alpha_i = i|\sin\gamma|$ 。

顺着钻孔延深方向观察,连续造斜器造斜效果具体为:

E 安装于 A 点,增大顶角,安装于 C 点,则降低顶角;

安装于 B 点,使方位角减小,安装于 D 点,使方位角增大。

安装于 A、B 之间,顶角增大,方位角减小;

安装于 B、C 之间,顶角减小,方位角减小;

安装于 C、D 之间,顶角减小,方位角增大;

安装于 D、A 之间,顶角增大,方位角增大。

2.4.3 造斜过程

2.4.3.1 LZ-73 型连续造斜器使用前的检查

(1) 各部件检查,尤其是要保证造斜部件(上半楔、下半楔及中心滑块)连接紧凑、滑动灵活。

(2) 保证中心滑块上的滚轮转动灵活,尽可能换用新轮,以便造斜结束后对照,以判断造斜部件工作情况。(若滑块打开,滚轮只是滚动磨损,磨损较轻,磨损比较均匀;若滑块未打开,则滚轮随钻杆一起圆周转动,滚轮磨损一半,滚轮外侧磨损较内侧严重)。

(3) 定位键与定位套与其他部件连接要符合要求。可通过对比定位键和定位套使用前与使用后的外观情况,判断滑块在孔里是否工作。

(4) 定位接头内的定位销涂抹红漆,判断定位仪下放到钻具内是否到位。

2.4.3.2 地面定位

LZ-73 型连续造斜器地面定位有 2 种情况:

(1) 通过计算,计算出造斜器面向在孔底的安装角 β ,测量出定向接头母线与滑块母线的初始扭转角 φ 。按公式 $\alpha = \varphi - \beta$ 调整定向仪引鞋刻线与定向仪探管的夹角 α 。

(2) 将 LZ-73 型连续造斜器在地面竖起,模拟下放到孔底时钻具所处的顶角和方位角。之后根据造斜需要,调整连续造斜器滑块母线所应对的方向。再以方向调整定向仪引鞋刻线与定向仪探管母线的夹角。

ZK61-1 孔造斜,我们选用的第 2 种方法。

2.4.3.3 孔内定向

(1) 下钻时尽量使每根立根的丝扣旋紧,下钻要慢、要稳。

(2) 无论何时在没有加够额定钻压的情况下,都不允许强力扭动钻具和开车。

(3) 下钻离孔底 0.3 ~ 0.6 m 时停止,用垫叉把钻具卡在孔口,准备定向。

(4) 通过地面仪找准位置后,用红漆在钻具与钻杆上做好记号,然后下放钻具(这个过程一定要缓慢,避免孔内的静液压柱将定向仪顶出),观察地面仪的变化。

(5) 重复步骤(4)多次,若地面仪变化不大,则可确定定向位置,若变化大,则以下入孔底的变化为准,进行校正。

如 ZK61-1 孔现在所面临的问题是顶角下垂、方位角偏大的问题。这就要求连续造斜器安装位置为造斜滑块中心线介于钻孔底帮与右侧帮。而我们使用的定向仪示数存在 4 个分区:长零区、短零区、正数区、负数区,如图 3 所示。短零区大约的范围在 15° 左右。如果要取得造斜的理想效果,那么可认为

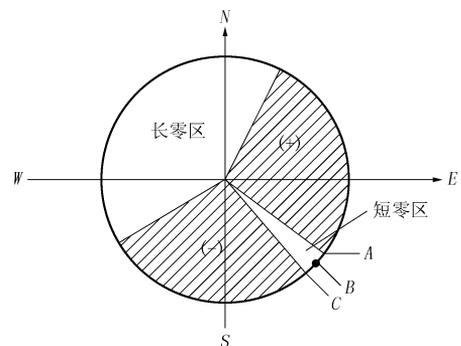


图 3 定向仪示数区

S—钻孔底帮;N—钻孔顶帮;W—钻孔左侧帮;E—钻孔右侧帮;A—正数区到短零区的零界点;B—短零区到负数区的零界点;C—造斜效果最好的安装位置

必须将这个范围处在钻孔的底帮和左侧帮。在通过转动钻杆确定定向仪示数正数区到短零区的零界点A与短零区到负数区的零界点B之后,再通过多次验证找到最理想的造斜位置C。这样的目的是使定位不再是单独一个点的控制,而是先找2点再精确找最理想的第3个点,取得孔内定向更加准确的效果,避免了较大的误差出现。

2.4.3.4 定向钻进

(1)孔内定向结束后,通过倒杆的方式,将钻具放到孔底。

(2)打开水泵,冲孔5~10 min后,进行称重。

(3)根据称重结果,适当加压或减压,使钻压在

连续造斜器的额定要求范围之内。

(4)在施加压力确保造斜部分滑块打开之后,缓慢松开离合器,使钻机慢慢转动。

(5)在静待几分钟观察钻进无异常情况后,将手柄打到钻进位置,进行造斜钻进。

(6)进行倒杆时,要先停车后松开卡头进行倒杆,避免连续造斜器在孔底安装位置发生变化。

2.4.4 造斜结果

ZK61-1孔在封孔人工造孔底后,又进行了5次纠斜。在此过程中一系列的纠斜数据统计如表3所示。

表3 LZ-75孔内连续造斜器封孔后造斜统计

造斜孔段/m	造斜目的	造斜进尺/m	短钻具进尺/m	原孔设计/(°)		造斜前/(°)		造斜后/(°)		造斜钻头	岩石可钻性等级
				顶角	方位角	顶角	方位角	顶角	方位角		
436.31~446	起顶角	1.60	1.53	11	218	7.4	207.3	8.2	203.5	表镶	5
554.95~575	起顶角	0.85	无	12	221	6.8	224.0	7.8	240.2	孕镶	4
578.78~585	纠斜	0.46	无	12	222	7.8	240.2	7.8	243.2	孕镶	4
595.26~625	纠斜	0.49	无	13	222	8.1	245.5	9.0	248.6	孕镶	4
626.29~650	方位角	0.30	0.80	13	223	9.0	248.6	9.8	251.1	孕镶	4

注:纠斜主要是指使顶角增大并减小方位角。

由表3可以看出,除了第三次纠斜效果不太明显外,其他几次都有显著的效果,尤其是顶角变化。通过对第二次纠斜与第3~5次纠斜结果的对比,可以看出后几次的纠斜对于方位角的增大趋势有一定的抑制作用。其纠斜所产生的造斜趋势最终在650 m后发挥效果,慢慢使方位角向西减小,保证了地质找矿对方位角的要求。

2.4.5 造斜注意事项

(1)地面定位时要尽量模拟孔内情况,确定2个临界点的精确位置。

(2)孔内定位时,尽量使钻具接近孔底。钻杆旋转一段时间后方可定位。定位要多次试验,基本相同时才可标定位置。

(3)送水称重要准确,保证孔底所施加的压力在仪器的额定使用压力范围,避免轴承人为损坏。

(4)所使用的钻头应选用外出刃较大的表镶金刚石钻头或PDC钻头。

(5)造斜一段后要及时测斜,观察情况。有时候纠斜的效果是制造一个趋势,所以需要常规钻进一段距离后才能显现效果。

3 结语

(1)LZ连续造斜器在较浅的孔内可以起到良好的人为造斜效果。

(2)钻孔较大的顶角可以抑制方位角的变化。但在顶角较大的情况下,方位角的纠正是相当困难的。

(3)及时、规范的测斜,是预防与处理孔斜事故的必要条件。

(4)任何一种仪器的使用,其每一步的操作都是至关重要的,需要认真仔细对待。

参考文献:

- [1] 任攀攀,陈晓琳,林修阔.连续造斜绳索取心钻具造斜机构的设计与试验[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(1):35-36.
- [2] 赵燕来.LZ型连续造斜器在四川某铀矿区详勘中的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2008,35(7):84-86.
- [3] 郭绍什,冯德强,杨凯华,等.钻探手册[M].湖北武汉:中国地质大学出版社,1993.
- [4] 张文庆.孙家庄铁矿初级定向钻进及防斜措施[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(12):22-24.
- [5] 叶友仁,陈洋.湖南郴县红旗岭钨锡矿多金属矿区钻探施工措施分析[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(9):6-9.