

叠加定向纠斜法在大冶铁矿深部勘探中的应用

杨相茂, 陈胜波, 王奇光

(武汉中南冶勘资源环境工程有限公司, 湖北 武汉 430035)

摘要:通过大冶铁矿深部勘探实践,介绍了叠加定向纠斜法的基本原理、实施要点、使用效果。为定向纠斜开辟了一种全新的思路,对钻孔的轨迹控制具有重要意义。

关键词:叠加定向纠斜;偏心楔;定向钻进

中图分类号:P634.7 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2009)08-0025-02

Application of Superimposing Directional Correction of Inclination for Deep Exploration in Daye Iron Mine/YANG Xiang-mao, CHEN Sheng-bo, WANG Qi-guang (Wuhan Central-South Metallurgical Geological Exploration & Resource-Environment Engineering Co., Ltd., Wuhan Hubei 430035, China)

Abstract: This article introduced the basic principles, the implementing points and the application effect of superimposing directional correction of inclination for deep exploration in Daye Iron Mine. A new idea was provided for solving the difficulties in the directional correction of inclination, and it was very important for borehole trajectory control.

Key words: superimposing directional correction of inclination; eccentric wedging; directional drilling

1 概述

在大冶铁矿的深部找矿勘查中,对钻孔的弯曲度要求很高,在施工中虽然采取了多种措施来控制钻孔的弯曲,但因为地层的原因,许多钻孔在钻进过程中还是超出了地质要求。为了达到地质目的,必须进行纠斜。

最简单的纠斜方法就是用偏心楔,但是常用的偏心楔的安装与固定方法还存在较多的困难,需要专用的定向仪器来定向。

下面介绍一种较简单的定向纠斜方法——叠加定向纠斜法。它不需要任何定向仪器,只需要现场的测斜仪就可完成楔子的定向,操作简单、可靠,在大冶铁矿深部找矿钻探中应用得较成功,也取得了较好的效益。

2 叠加定向原理简介

2.1 定向原理

钻孔偏离了设计轨迹后,就会有一定的顶角 θ_1 ,方位角 α_1 ,纠斜的目的就是要改变顶角与方位角,使之满足地质要求。假设楔子顶角为 γ ,则楔子下入钻孔后,新的钻孔轨迹就会沿着楔子面向前延伸,新钻孔的顶角 θ_2 可理解为原顶角 θ_1 与楔顶角 γ 的矢量相加,即:

$$\theta_2 = \theta_1 + \gamma$$

如图1:在球面坐标中 OA 为原钻孔的方向, OB 为新孔的方向。在球面坐标中, B 点始终在以 A 点为圆心、以弧长 γ 为半径的圆上。

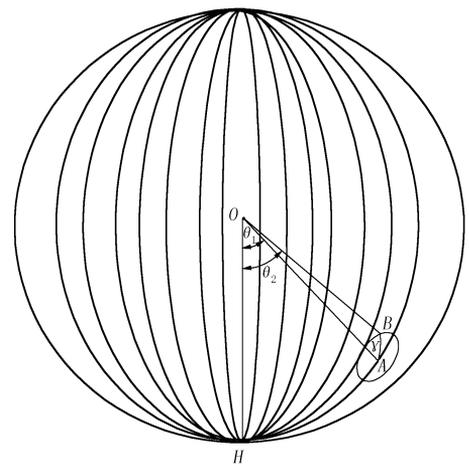


图1 纠斜球面坐标示意图

新孔顶角 $\angle HOB = \theta_2$ 在最大值 $\theta_1 + \gamma$ 与最小值 $\theta_1 - \gamma$ 之间,在正、反 180° 方向与楔子的安装角一一对应,最大顶角与最小顶角是唯一的,在安装楔子时,只需把测斜仪与楔子工作面对应,测量到斜子面的顶角后,就可知道楔子面的安装角,通过转动楔子,再次测量转动后的楔子面的顶角,就可计算出新孔的方位角,转动楔子到顶角与方位角符合纠斜要求并固定楔子,这样就已完成楔子的定向。

收稿日期:2009-02-23

作者简介:杨相茂(1968-),男(汉族),湖南邵阳人,武汉中南冶勘资源环境工程有限公司副总工程师、高级工程师,探矿工程专业,硕士,从事岩石心钻探及其延伸业、基础施工、地灾治理等工作,湖北省武汉市古田二路汇丰企业总部7-A-5楼, yangxma@tom.com.

因为在楔子定向时,只需要测量顶角,而现场的大部分测斜仪都能满足,简化了仪器,利于推广使用。

2.2 操作要点

(1)由上述定向原理可知,楔子的安装定向是由测量楔子面的顶角来确定的,因此,每一次的测量应确保测斜仪与楔子面有同样的对应关系,即测量数据应真实反映楔子工作面的顶角;

(2)楔子面的方向应在地面可连续转动;

(3)要求测斜仪的精度要高,口径要小,目前现场用的有 JJX - 3S II 型高精度测斜仪、KXP - 2D 型小口径数字罗盘测斜仪等都满足要求。

3 应用实例

现在以大冶铁矿 ZK19 - 1 - 17 钻孔为例,说明叠加定向纠斜的操作流程。

在孔深 300 m 时实测钻孔顶角为 $\theta_1 = 9^\circ$,方位角为 $\alpha_1 = 290^\circ$,而设计顶角为 $\theta_2 = 8^\circ$,方位角为 $\alpha_2 = 280^\circ$,需要进行纠斜。

3.1 计算偏心楔顶角 γ 与安装角 ω

3.1.1 公式法计算^[1,2]

根据球面三角形的计算公式可得:

$$\gamma = \cos^{-1} [\cos\theta_1 \cos\theta_2 + \sin\theta_1 \sin\theta_2 \cos(\alpha_2 - \alpha_1)]$$

$$\omega = \text{tg}^{-1} \frac{\sin(\alpha_2 - \alpha_1)}{\cos(\alpha_2 - \alpha_1) \cos\theta_1 - \sin\theta_1 \text{ctg}\theta_2}$$

代入数据可得 $\gamma = 2^\circ$, $\omega = -129^\circ$ 。

3.1.2 作图法求得

参见图 2。

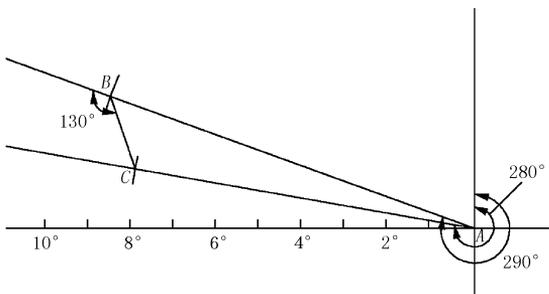


图 2 作图求解楔顶角与安装角

(1)在直角坐标系中按方位角 $\alpha_1 = 290^\circ$,顶角 $\theta_1 = 9^\circ$,横坐标一格为 1° ,作线段 \overline{AB} ;

(2)按同样的比例尺,方位角 $\alpha_2 = 280^\circ$,顶角 $\theta_2 = 8^\circ$,作线段 \overline{AC} ;

(3)连接 \overline{BC} ,量得 \overline{BC} 线段的长度,用同样的比例尺比较可得楔子顶角 $\gamma = 1.8^\circ$,用量角器量 \overline{AB} 延长线与 \overline{BC} 之间夹角得偏心楔安装角 $\omega = -130^\circ$ 。

3.2 制作偏心楔子

根据计算,制作偏心楔子斜面顶角为 20° 。要求偏心楔子与现场的绳索钻杆连接,楔子面以上要求有测斜仪器的固定装置,并且测斜仪器的倾斜方向要与楔子面的倾斜方向一致,偏斜的角度也要一致,如图 3 所示。

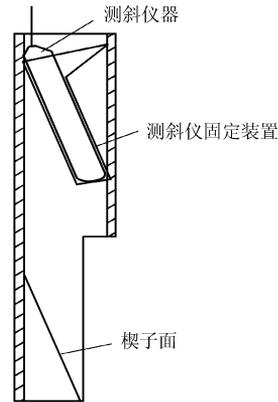


图 3 楔子制作示意图

3.3 楔子定向

用绳索取心钻杆连接楔子下入孔内,待到达离孔底 20 ~ 30 cm 时用提引器吊稳钻杆及楔子,在钻杆内下入测斜仪,试验几次,确认测斜仪到达固定装置并固定可靠。这时测斜仪所测量到的顶角是可靠的,顶角的大小就是 $\theta_2 = \theta_1 + \gamma$,慢慢转动钻杆,带动楔子及测斜仪转动,则可看到顶角的大小在 $\theta_1 + \gamma$ 与 $\theta_1 - \gamma$ 之间变化,在上述钻孔的操作中就清楚地看到实测顶角在 $11^\circ \sim 7^\circ$ 之间变化,待顶角度数为 11° 时,可以认为此时安装角 $\omega = 0^\circ$,定向要求的安装角为 -129° ,这就要求逆时针转动钻杆 129° ,或顺时针转动钻杆 231° ,这时可看到测斜仪的顶角度数为 8° 。保持钻杆不转动,将其放到孔底,提出测斜仪。因有较重的钻杆压住楔子,在扫楔子定向钻进时楔子不会转动,不需采取其它措施固定定向楔子。

3.4 纠斜钻进

楔子定向完成后,在绳索钻杆内下入小一级的钻具扫过楔子面进尺。在上述钻孔原孔径为 $\varnothing 75$ mm,下入 $\varnothing 71$ mm 绳索钻杆及楔子后改为 $\varnothing 60$ mm 的口径扫过楔子面。孔深超过原孔深 3 ~ 5 m 后,测斜验证纠斜效果。提出 $\varnothing 75$ mm 钻杆及楔子,用锥形钻头扫掉拐点,再换用 $\varnothing 75$ mm 绳索钻具继续钻进。

3.5 使用效果

(下转第 30 页)

能提出部分钻杆。处理埋卡在井内的钻具采用套铣的方法。最初泥浆液面大多是在50多米的位置,处理时,泥浆加稠的同时,还要在泥浆中加入桥式堵漏剂进行护壁和堵漏;井壁相对稳定的情况下,逐步进行套铣。从处理过程发现,控制住180 m以浅含水层的漏失,以下不再有松散含水层的漏失;但是,260 m以深的地层才基本没有明显的坍塌,坍塌物(主要是砂)间断地落到近600 m的深度。发生上述情况的原因是:(1)多年的热水开采,热储层压力下降很大(较开采初期下降了近0.9 MPa);(2)护壁管下的少(仅80 m左右);(3)个别井进入风化壳不足1 m就大量漏失,还没有来得及判断清楚是否钻到基岩。

采取的应对措施:(1)改“三开井”(图4)为“四开井”(图5),表层套管改为 $\varnothing 339.7$ mm,下深300 m,表层套管既是泵室管,又是护壁管;(2)二开用 $\varnothing 311$ mm钻至距预计基岩面100 m时,改用小一级钻头钻进,同时去掉扶正器和较粗的钻铤;(3)结合钻探特征和地质录井,卡准基岩面,必要时停钻进行专门的泥浆循环,以便捞样分析。

3.2 基岩顶漏钻进

在牛驮镇地热田北部的井中,一般没有大的漏失,也没有明显的风化壳,井壁较稳定,顶漏钻进风险不大。但在雄县县城及白洋淀温泉城的井,顶漏钻进存在很大的弊病:(1)井内的岩粉以及风化壳

的不稳定,对钻进安全构成很大威胁,极易造成卡钻;(2)大量岩粉进入储层,给含水层造成一定的堵塞;(3)有些井因岩粉太多,不得不提前终孔。正循环钻进,顶漏钻进的弊端不太好克服。从现今的工艺看,采用气举反循环钻进是有效的方法。牛驮镇地热田南部的井,揭露雾迷山组基岩厚度大多在200 m内,采用气举反循环钻进可以提高因漏失而无法钻进的深度,对探明整个雾迷山组的热储情况很有意义。

4 结语

河北省牛驮镇地热田20多年的勘探开发,结合了水文水井的成井工艺和石油钻井工艺,钻探工艺水平逐步提高,有经验也有深刻的教训。从现状看,在地热田的南部开展气举反循环新工艺钻进很有必要。各部门应加强对地热开发的管理,开展地热回灌工作,对地热田进行保护性开采有着迫切而又积极的意义。

参考文献:

- [1] 赵金洲,张桂林. 钻井工程技术手册[M]. 北京:中国石化出版社,2005.
- [2] 马忠平,庞海,等. 天津地区地热钻井及成井技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2008,35(12).
- [3] 杨广山,张长茂,等. 河北省牛驮镇地热田勘查钻探技术工作报告[Z]. 1991.

(上接第26页)

大冶铁矿接替资源详勘钻探施工对孔斜要求较高,1000 m深的钻孔终孔要求偏离钻孔中心小于25 m。在施工中除采取各种措施控制钻孔偏斜外,还要有纠斜措施作保证。在施工中曾使用了灌水泥、扩孔、螺杆定向钻进等方法纠斜,但经过实践证明,在孔深300 m以前,用叠加定向法纠斜具有操作简单、经济、可靠的特点。在铁山矿区用此法纠斜效果统计见表1。

表1 铁山大冶铁矿纠斜效果统计表

孔号	纠斜深度/m	原顶角/方位角	纠斜后顶角/方位角	设计顶角/方位角
ZK19-1-17	300.00	9.0°/290°	7.8°/275°	8.0°/280°
ZK21-9	85.52	3.0°/280°	1.5°/260°	0°/-
ZK15-1-5	340.61	3.8°/320°	2.0°/304°	0°/-
ZK14-11	280.55	3.5°/260°	1.8°/280°	0°/-
ZK17-10	302.30	4.0°/235°	2.2°/215°	0°/-
BK-1	364.21	4.2°/308°	2.4°/290°	0°/-

4 结语

(1)用叠加定向原理对造斜的楔子进行定向,只需要使用测斜仪测量顶角,消除了铁磁体对测量方位角的影响,省去了定向仪,简化了装备,增加了定向可靠性与实用性,降低了消耗,提高了效益;

(2)定向工序简单,便于机台掌握、使用;

(3)造斜楔子不留孔内,对后续施工无任何影响。

参考文献:

- [1] 李世忠. 钻探工艺学(中)[M]. 北京:地质出版社,1992.
- [2] 江天寿,等. 受控定向钻探技术[M]. 北京:地质出版社,1993.
- [3] 滕子军,范万庆. 螺杆钻具纠斜的关键技术[J]. 中国煤田地质,2004,(S1).