

承德黑山矿区钻孔纠斜技术及防斜技术措施

赵均文, 于志坚, 邢运涛, 丁国东

(河北省地矿局地质四队, 河北 承德 067000)

摘 要:近两年,河北承德黑山矿区钻孔顶角、方位超差一直是困扰地质技术人员和钻探施工人员的一大难题,针对生产实际问题,采用 LZ-73(89)造斜器进行纠偏,取得了较好的效果。此外,在分析钻孔跑偏的主要原因和总结施工经验的基础上,提出了预防钻孔偏斜的技术措施,实践证明措施科学有效。

关键词:造斜器;钻孔;顶角;方位角;纠斜;防斜

中图分类号:P634.7 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2010)05-0017-05

Borehole Deviation Correcting and Controlling Technical Measures in Heishan Mining Area of Chengde/ZHAO Jun-wen, YU Zhi-jian, XING Yun-tao, DING Guo-dong (No. 4 Geological Party, Hebei Bureau of Geology and Mineral Exploration, Chengde Hebei 067000, China)

Abstract: Azimuth error and borehole top angle oversize were the difficult problems in drilling construction in Heishan mining area of Chengde. LZ-73(89) whipstock was used for deviation correction with good effect. Based on the analysis on the causes of borehole running deviation and summary on the construction experience, technical measures of borehole deviation prevention were put forward.

Key words: whipstock; borehole; top angle; azimuth angle; deviation control; deviation prevention

1 矿区钻孔偏斜情况

河北省承德县黑山矿区处于详查勘探阶段,勘探线间距 50 m,勘探线方位 350°。1982 年地矿部修订的《岩心钻探规程》规定孔深小于 600 m 的直孔顶角误差每百米允许 2°,孔深大于 600 m 由地质和探矿技术人员协商确定。地质设计要求该矿区钻孔孔底方位偏离勘探线的距离不能超过勘探线间距的 1/4~1/3,按 1000 m 孔深计算,要保证钻孔方位不超偏,1000 m 钻孔在垂直勘探线的情况下顶角误差只允许在 0.95°以内,因此钻探施工中钻孔方位的控制难度要大大超出对顶角的控制,施工中出现

了该矿区深孔施工顶角不超差,但方位难于满足地质要求的现象。近两年,黑山矿区钻孔直孔方位超差一直是困扰地质技术人员和钻探施工人员的一大难题,所完工钻井情况见表 1。施工用采用 XY-44 型钻机,0~300 m 用 S75 绳索取心钻具,300 m 至终孔用 S56 绳索取心钻具。

2 矿区地质

矿区位于河北省承德县高寺台镇,距离承德市 40 km。

黑山铁矿 1、2 号矿体位于王营北沟村 1

表 1 2008~2009 年黑山矿区已完工钻孔顶角、方位角统计表

(°)

孔深 /m	ZK0701		ZK0703		ZK0706		ZK0705		ZK0602		ZK0819	
	顶角	方位角	顶角	方位角	顶角	方位角	顶角	方位角	顶角	方位角	顶角	方位角
100	1.20	356.60	0.80	301.00	2.10	251.60	3.20	350.90	1.20	285.30	1.90	338.10
200	2.10	353.40	2.40	338.20	2.70	239.90	3.10	2.60	2.20	346.90	4.60	352.10
300	2.90	359.40	4.50	352.10	2.30	324.50	3.00	349.90	3.40	349.60	4.20	352.20
400	3.60	14.70	6.10	351.90	2.80	350.20	5.00	17.60	4.70	5.90	5.30	353.40
500	6.30	349.70	8.10	358.30	2.70	322.50	5.00	27.60	6.40	359.10	6.40	358.40
600	11.50	356.20	8.80	355.70	1.90	311.80	6.60	49.90	8.20	352.80	8.60	0.30
700	12.40	348.80	11.50	353.80	2.20	315.90	7.90	348.50	9.90	0.80	10.30	5.10
800	14.60	6.10	12.90	1.50	4.80	313.70	9.50	354.00	10.90	356.20	12.00	5.20
900			14.40	2.70	5.10	316.20	10.60	351.00	11.50	356.00		
1000			15.80	350.80	8.40	344.00	11.50	47.70	13.40	357.40		
1100			16.50	354.30			13.90	53.10	14.80	355.70		

收稿日期:2009-12-26; 修回日期:2010-04-18

作者简介:赵均文(1967-),男(汉族),山东人,河北省地矿局第四地质大队探矿工程技术研究院副院长、工程师、注册安全工程师,探矿工程专业,从事钻探技术及安全技术管理工作,河北省承德市双桥区水泉沟,zjw588@yahoo.cn。

km处,大庙斜长岩体南部边缘,红石砬一大庙深断裂带附近北侧,面积 1.58 km^2 。

矿区地层为第四系冲洪积物及人工堆积,其中冲洪积物主要出露王营北沟主沟中,现经露采后展布采场外两侧沟谷中,厚度 $1\sim 5\text{ m}$ 。矿区主要由基性岩体组成,岩石类型大致归纳为2种:一种为斜长岩类;另一种为苏长岩类。

斜长岩原生流动构造因蚀变行迹不明显。受丰宁—隆化和红石砬一大庙2条深断裂的控制和影响,次生构造较发育,控制苏长岩及铁矿的生成。黑山铁矿体群位于王营北沟—压青地,呈北东向展布,南侧为深断裂带形成的挤压断裂带;北东端为龙潭沟—岔沟压扭性断裂带。1,2号矿体在铁矿体群的西南端,在红石砬一大庙深断裂带的北界上。依据与成矿的关系,可大体划分出成矿前的构造、成矿期构造、成矿后构造。

3 钻孔跑偏的主要原因

3.1 地层及构造因素

矿区岩层的产状、岩石的物理机械性能、岩石构造所形成的劈理、片理、层理等对钻孔都会造成一定的偏斜;片理发育的岩层是钻孔弯曲的一般原因,经过近两年该矿区钻孔施工总结发现:黑山矿区地层在距地表深度 $450\sim 600\text{ m}$ 之间对钻孔的偏斜造成的影响较大。

3.2 工艺技术原因

3.2.1 设备的安装及其机械性能的因素

如塔基不平,钻机不正、不稳、摇动,孔口立轴同天车不在同一条直线上,垫方过多,经水泡造成钻塔、钻机偏斜,还有钻机的回转器立轴导管松旷,油压滑道的松旷等原因都有可能造成钻孔弯曲。

3.2.2 开孔与换径

开孔时地层软硬不均,有卵砾石等都会造成钻具的抖动,从而影响开孔质量。下完套管换径时,未使用带导正的钻具或使用的导向钻具与变径钻进钻具不同心也同样有可能造成钻孔偏斜。

3.2.3 钻具结构不合理

使用的粗径钻具与钻杆级配不合理,钻进中会造成钻杆柱轴向压力,离心力不平衡导致钻具不稳定,从而引起钻孔弯曲

3.2.4 钻进技术参数选择

给进压力过大、转速过高,孔底岩粉排不干净等因素的影响。

4 纠斜技术措施

在转入详查勘探线加密到 50 m 的情况下,为保证该矿区施工钻孔满足地质设计要求,我队于2009年10月从中国地质科学院探矿工艺研究所购进了LZ-73(89)造斜器。

4.1 LZ-73(89)造斜器简介

LZ-73(89)连续造斜器是利用专门机构产生偏斜力实现定向造斜的工具。主要特点是它能实现同径造斜,一次成孔而无须扩孔,且造斜后孔身呈平滑曲线状,无“狗腿”急弯,有利于改善钻杆柱工作条件。在施工定向孔和钻孔纠斜时,无须增加和改变现场设备条件,具有使用方便、工作原理先进、结构合理、工作可靠、易损件少、使用寿命长、使用不受孔深限制、对冲洗液无特殊要求、能实现高强度造斜等优点。

4.1.1 造斜器结构和工作原理

LZ-73(89)连续造斜器由定子和转子两部分组成(图1)。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、回位弹簧、花键轴、花键套、被动轴、短管和钻头。造斜器在孔底工作时,定子不

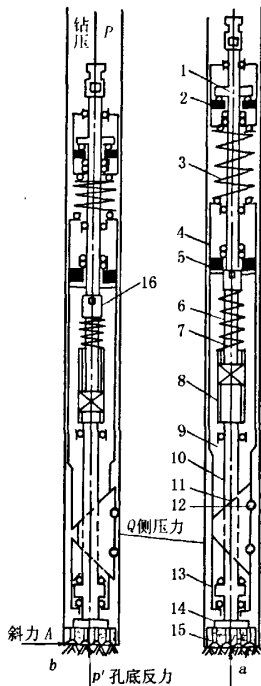


图1 LZ-73连续造斜器结构原理图

1—主动轴;2—单动外壳;3—工作弹簧;4—定子外壳;5—定位套;6—花键轴;7—回位弹簧;8—花键套;9—上半楔;10—被动轴;11—滑块;12—滚轮;13—下半楔;14—短管;15—钻头;16—定位接头

转动,只是在钻压作用下沿钻孔延深方向作直线运动。所以定子部分只传递钻压,而转子部分主要传递扭矩。当造斜器处于自由状态时,楔形滑块在回位弹簧作用下处于回收状态。转子上的定位接头与定子上的定位套通过定位键互相锁紧,以保证造斜器在下钻过程中两者之间不能产生相对角位移,为造斜器在孔底定向的准确性提供必要条件。

当造斜器在钻压 P 的作用下,钻压通过主动轴凸肩传给单动外壳→工作弹簧→上半楔→滑块→下半楔→被动轴凸肩→钻头。由于钻压的作用,一方面工作弹簧被压缩,主动轴下移,定位键脱离定子与转子解卡,转子恢复转动。另一方面,定子上的钻压使楔形滑块产生横向位移,与孔壁接触,孔壁对滑块的侧压力 Q 把造斜器推向孔壁另一侧,因钻头直径大于上下半楔及滑块的直径,于是钻头对孔壁产生一个侧切削力——造斜力 A 。造斜器在孔底工作时,钻头时刻侧向切削孔壁,造成孔斜。

LZ-73 连续造斜器的实物见图 2。



图2 LZ-73 连续造斜器实物图

4.1.2 造斜器的技术指标(见表 2)

4.2 黑山矿区造斜器的操作使用

ZK0804 孔于 2009 年 9 月 20 日开孔,10 月 21 日孔深 750 m 处停钻开始纠斜;ZK0805 孔于 2009 年 9 月 13 日开孔,10 月 3 日孔深 853 m 测斜,顶角误差 2°,方位误差 140°,偏离勘探线 19 m,地质人员下达停钻通知,机台停钻灌注水泥,准备在 450 m 处开始纠斜。自 10 月 22 日起至 11 月 20 日止,在探矿工艺所的专家指导下,对 ZK0804、ZK0805 两个钻孔开始纠斜,先后造斜 5 次,其中 ZK0804 孔造斜 2

表 2 LZ-73(89)连续造斜器主要技术指标

技术性能	造斜器型号	
	LZ-73	LZ-89
适用孔径/mm	75~88	91~110
滑块径向最大伸长/mm	25	35
允许钻孔超径/mm	15	20
造斜强度/[$(^{\circ})\cdot m^{-1}$]	0.3~1.8	0.6~1.6
钻进规程(配钻压/kN	25~28	25~28
不取心金刚石 钻头时)	转速/[$r\cdot min^{-1}$]	100~200
	钻井液量($L\cdot min^{-1}$)	50~70
钻具外径/mm	73	89
钻具长度/mm	2300	2400
钻具质量/kg	45	50
寿命/h	>80	>80

次,ZK0805 孔造斜 3 次。从测井结果看,第 5 次在 ZK0805 孔的纠斜取得预计效果。通过近一个月的钻孔纠斜,对 LZ-73(89)造斜器的性能和使用有了进一步了解,积累了钻孔纠斜的宝贵经验,对以后从事钻孔纠斜工作打下了基础。

按照造斜器的使用说明及注意事项,在专家的指导下,做好以下工作。

4.2.1 下钻前做好各项准备工作

(1)先检查造斜器的轴承是否完好,同时加黄油润滑,然后检查定位机构,对定位机构的要求是:定位套螺旋面及定位键尖端部都要光滑,否则要用锉刀修平。

(2)用垫叉背住锁接头,用自由钳转动单动外壳,如不费力就能转动,说明单动部分完好,否则说明单动部分轴承损坏需要更换。

(3)用两把管钳、一头背住主动轴锁接头,被动轴一头用管钳上紧,这样被动轴、花键套、花键轴的丝扣就上紧了。反过来再背住被动轴,上紧主动轴锁接手。

4.2.2 下钻时认真操作

(1)下钻要慢、要稳。

(2)如遇钻孔缩径或有探头石,造斜器下不去,可以反复拉几次,不要猛墩,不允许把造斜器作为扫孔钻具使用。

(3)下钻离孔底 0.3 m 左右停止,用垫叉把钻具卡在孔口,准备定向。

4.2.3 做好定向

4.2.3.1 地面定向

顺时针转动造斜器,指针由左向右偏转,钻杆转动,指针指向零位,此时为常零,再缓慢转动钻杆,指针又偏向左边,再转动钻杆,指针回到零位,此时索紧定位仪的定向接头,地面定向完成。

4.2.3.2 孔底定向

将定向仪缓慢放到孔底,定向接头入键,顺时针转动钻杆,指针由左向右偏转,钻杆转动,指针指向零位,此时为常零,再缓慢转动钻杆,指针又偏向左边,再转动钻杆,指针回到零位,在钻杆上划线,再反复 2 次转动钻杆,如果钻杆划线吻合,表明定位准确,孔内造斜器定位完成。

4.2.4 严格按有关要求造斜钻进

(1)定向完毕,合上立轴。注意合立轴时操作要稳,要背住钻杆锁接手,以防已定好的钻具转动,破坏定向方位。

(2)开泵冲孔,待冲洗液返出孔口后,边冲孔边缓慢地把钻具放到孔底,钻具下放过程中也要防止钻具转动,冲孔时间视孔内情况确定。

(3)先加压、后开车。钻机油缸加压 25 ~ 28 kN (包括钻具重力),然后用一挡转速(100 r/min)缓慢开车,钻进 5 ~ 10 min,若无异常情况,即可钻速提高,进行正常钻进。根据 LZ-73(89)连续造斜器钻进规程:钻压 25 ~ 28 kN,转速 90 ~ 200 r/min,泵量 50 ~ 70 L/min。

(4)发现憋泵的时候,不允许像常规钻进那样上下提动钻具,要立即提钻。

(5)经 5 次造斜的经验,造斜回次进尺以 2 m 为宜。

(6)造斜钻进的时候,由班长或机长操作,时刻注意泵压、泵量的变化。

(7)造斜结束,用总成 0.6 m 短钻具钻进 2 次,然后用 1.5 m 钻具钻进 2 次后换普通钻具正常钻进。

4.3 LZ-73 造斜器在黑山矿区的应用效果

ZK0804、ZK0805 先后造斜 5 次,其中 ZK0804 孔造斜 2 次,ZK0805 孔造斜 3 次,从目前看,第 5 次在 ZK0805 孔的纠斜取得预计效果,顶角由 800 m 的 1.9°,减为 850 m 的 0.4°。终孔孔深 1450 m,达到地质设计要求,挽回因钻孔报废造成的直接经济损失 60 余万元,为地质部门按时提交报告提供了保证。ZK0805 孔纠斜效果见表 3。

4.4 LZ-73 造斜器使用中遇到的问题

(1)定向仪的接线头密封不严,虽然用高压胶布密封,但在下入 700 ~ 850 m 的孔底后,进水造成短路,不得不重新将仪器提出孔内,重新接线和密封。

(2)造斜钻进时孔底压力不易掌握,造斜角度难以控制,结合孔底岩层情况,需要不断积累经验。

表 3 ZK0805 孔纠斜前后的测斜结果对照表

实测深度 /m	纠斜前实测 方位角/(°)	纠斜前钻孔 顶角/(°)	纠斜后实测 方位角/(°)	纠斜后钻孔 顶角/(°)
5.5	350.00	0.6		
100	358.80	0.6		
200	6.20	1.0		
300	29.50	1.3		
400	36.50	1.5		
500	109.30	3.1		
600	106.70	2.4		
650	111.30	2.2		
700	105.70	2.1		
750	105.70	2.3		
800	102.00	2.0		
850			103.20	0.4
855			199.30	0.3
860			215.30	0.5
863			216.50	0.6
866			209.50	0.5
870			221.50	0.5
880			167.90	0.1
900			266.70	0.4
1000			271.70	0.7
1050			311.10	1.0
1100			340.80	1.6
1150			340.50	2.4
1200			343.80	2.6
1300			346.80	4.9
1400			350.40	6.6
1450			352.70	6.9

(3)深孔施工造斜成本较高,造斜器本身的成本加上需多次提下钻,人工、燃油、材料等费用很高,工人劳动强度大,因此建议应按要求及时测井,发现钻孔顶角有过大的趋势,要及时纠斜。

4.5 纠斜施工经验体会

(1)黑山矿区近些年直孔深孔的施工实践证明:直孔深孔钻进过程中钻孔方位很难控制。通过一个月钻孔纠斜工作来看:小顶角钻孔纠顶角和纠方位都非常困难,另外深孔纠斜费工费时,影响深孔钻探施工效率的提高。建议该矿区设计施工斜孔(顶角 > 3°),钻探施工效果会比较好,因为斜孔有了初始方位,在钻孔施工中就可以利用控制顶角来有效地控制钻孔空间方位偏差、提高钻孔的施工效率和钻孔方位的控制精度。

(2)应加强学习、实践与总结工作,把造斜器用好,发挥应有的作用。

(3)在钻孔施工过程中按规范要求用仪器测斜(直孔每百米测斜一次),发现钻孔偏斜及时采取措施,在浅孔段纠斜,比深孔段纠斜效果要好,省时省力,效率高。

(4)分析研究矿区地层对钻孔跑偏造成的影响,为钻孔设计和施工提供资料。

5 黑山矿区钻探施工中的防斜措施及效果

5.1 防斜措施

虽然黑山矿区钻孔纠斜取得一定成功经验,但在提高钻孔质量和施工效率方面还应以防斜为主,结合黑山钻探施工实践,我们总结一下钻孔防斜措施,实践证明取得了良好的效果。

(1)选用性能优良的钻机设备。

(2)把好安装关,确保钻塔钻机安装周正、平稳、塔基平实。开孔前由钻探机长,地质组长等共同成立检查组,经检查组共同验收合格后才开孔。

(3)用泥浆开孔,采用低钻压、低转速。

(4)钻进技术参数选择

①根据岩石的可钻性和岩层的破碎程度,合理选择钻头:

胎体硬度:HRC35~40;

人造金刚石目数:40~60目;

人造金刚石品级:MBD12;

金刚石浓度:100%;

唇面有效系数:0.7~0.75;

金刚石层高:6mm;

胎体高度:15mm;

唇面形状:平底式和半圆式。

②控制钻进压力为15~20kN,转数400~600r/min,泵量60L。要求当班班长及时根据钻头、钻进速度和所钻岩石的软硬破碎情况,合理调整钻压和转速。控制进尺不单纯要减压,而要适当降低转速。

(5)泥浆配方:清水+膨润土+植物胶SD-2+CMC+PAM+06型高效润滑剂+多效堵漏剂(随钻型);

冲洗液技术参数:粘度19~20s,密度1.03g/cm³,滤失量9mL/30min,pH值9~10,泥饼厚度0.5mm。

及时对泥浆进行测试、维护,保证携带岩粉、润滑和堵漏效果。

(6)在钻具上方6m左右钻杆上加一扩孔器,用来加强钻具的稳定性,也可以减弱偏斜的程度。

用大口径S95绳索取心钻进,大径钻杆相比来讲强度高,在孔内旋转的时候,稳定性较好些。另外大口径钻头有着大唇面且可克取岩石的面积相对比较大,破碎地层钻进时导正作用比口径较小的钻杆要稳定,从施工结果看,采用S95钻杆钻进,钻孔斜度明显减少。

采用组合钻具,上部用大直径钻杆,下部用小直径钻杆。

(7)下套管换径要尽可能加长钻具,先轻压慢转待钻头完全进入岩石1m左右后再逐渐提高转速、钻压,以保证钻孔的垂直度。

(8)尽量简化钻孔结构,减少换径次数会有有效的预防钻孔的偏斜。

5.2 防斜效果

黑山矿区钻探施工采取综合防斜技术措施后施工的ZK0803孔,取得了良好的效果,受到了地质技术人员的好评,具体见表4。

表4 承德黑山山东大洼(详查)ZK0803孔测斜成果表

孔深/m	顶角/(°)	方位角/(°)	孔深/m	顶角/(°)	方位角/(°)
7.63	0.1	107.10	700	1.0	299.9
100	1.3	276.10	800	0.9	300.1
200	1.7	288.9	900	0.7	307.6
300	1.3	295.2	1000	0.7	309.5
400	1.1	288.0	1020	0.6	268.4
500	1.1	289.3	1040	0.4	166.9
600	1.1	289.3	1060	0.8	310.2

6 结语

我们将继续致力于黑山矿区及其它矿区的钻孔防斜、纠斜施工经验的总结和技术水平提高,以预防和纠正各种复杂地层对孔斜的影响,优质高效地完成地质勘查钻探施工任务。

参考文献:

[1] 张文英. 新型孔底造斜工具LZ-73连续造斜器[J]. 探矿工程, 1988, (1): 29-32.
[2] 刘广志. 金刚石钻探手册[M]. 北京:地质出版社, 1991.
[3] 汤凤林. 岩心钻探学[M]. 武汉:中国地质大学出版社, 1991.
[4] 郭绍什. 钻探手册[M]. 武汉:中国地质大学出版社, 1993.
[5] 鄯泰宁, 孙友宏, 彭振斌, 等. 岩土钻掘工程学[M]. 武汉:中国地质大学出版社, 2001.
[6] 李世忠. 钻探工艺学[M]. 北京:地质出版社, 1994.