

湖南龙山矿区钻孔偏斜规律分析及控制

彭桥梁¹, 李天虎², 刘 瑞¹, 易金春¹, 谢彪武¹

(1. 湖南省地质矿产勘查开发局四一八队, 湖南 娄底 417000; 2. 中国地质调查局西安地质调查中心, 陕西 西安 710054)

摘要: 龙山金锑矿是位于湖南湘中地区龙山穹窿核心部位最具代表性的金锑矿床之一。由于劈理发育, 在以往施工的所有钻孔都存在严重的偏斜现象。在查阅以往钻孔施工资料及相关参考文献的基础上, 对造成钻孔偏斜原因及规律进行了统计分析, 发现龙山矿区钻孔偏斜距离与钻孔设计孔深、岩层劈理、施工工艺等因素有关。提出了可以采用移动孔位法、改变倾角法、扭转安装法和采用合理的施工工艺等预防措施, 减少了钻孔偏斜强度, 提高了施工效率, 保证了钻孔质量。

关键词: 龙山矿区; 金锑矿; 钻孔偏斜; 钻孔质量

中图分类号: P634.7 文献标识码: A 文章编号: 1672-7428(2017)11-0012-04

Analysis and Control of Borehole Deviation Regularity of Longshan Mining Area in Hunan/PENG Qiao-liang¹, LI Tian-hu², LIU Rui¹, YI Jin-chun¹, XIE Biao-wu¹ (1. Team 418 of Hunan Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, Loudi Hunan 417000, China; 2. Xi'an Center of Geological Survey, China Geological Survey, Xi'an Shaanxi 710054, China)

Abstract: Being located at the core area of Longshan dome, Longshan gold antimony deposit is one of the most representative gold antimony deposits in the central Hunan Province. All the boreholes in the previous construction are deviating seriously due to cleavage development. Based on the review of previous borehole data and related references, the statistical study and analysis on the reasons which caused borehole deviation and the deviation regularities are made, it is found that the borehole deviation distance is connected with borehole design depth, rock cleavage and construction technology. The prevention measures, such as hole location moving, inclination angle changing, vertical shaft azimuth adjusting and reasonable construction technology adopting, are put forward to reduce the borehole deviation, improve construction efficiency and ensure the borehole quality.

Key words: Longshan mining area; gold antimony deposit; borehole deviation; borehole quality

龙山金锑矿区为湖南湘中地区最典型的金锑矿床之一, 先后有众多生产、科研与教学单位对其进行了大量的研究和勘探工作, 积累了丰富的有关成矿规律、矿化与富集规律、成矿预测与成矿模式等研究和找矿成果^[1-7]。由于龙山矿区劈理发育, 钻孔偏斜不可避免, 以往施工的所有钻孔都有偏斜现象。在新龙矿业公司的配合下, 2014—2016年间, 湖南省地质矿产勘查开发局四一八队在龙山矿区边深部开展国土资源部老矿山找矿项目“湖南省新邵县龙山金锑矿接替资源勘查”。在项目实施过程中, 统计了矿区以往施工完成的110余个钻孔, 并对这些钻孔的偏斜情况进行分析和研究, 得出了一些新的认识, 并从中找出偏斜规律、提出预防钻孔偏斜措施, 这对本次接替资源勘查坑内钻探工作的顺利开

展, 具有重要的指导意义。

1 矿区地质概况

龙山矿区位于华南褶皱带的湘中凹陷带中部, 东西向白马山—龙山隆起带与北东向宁乡—新宁、涟源—黄亭市基底断裂带和北西向锡矿山—涟源基底断裂带交汇部位, 是一个地质构造极其复杂的浅变质岩地区。矿区出露地层主要为震旦系下统江口组第二段, 岩性为浅变质灰绿色碎屑岩。矿区断裂和褶皱构造非常发育, 具有明显的多期次活动的特征, 断裂构造按其地表走向不同可分为北西西向、北西向、北北东向和北东向等四组, 其中北西西向断裂以张扭性为主, 规模大, 为龙山矿区主要的工业矿体赋存场所, 为矿区导矿和容矿构造。矿区劈理同样

收稿日期: 2017-03-23; 修回日期: 2017-09-30

基金项目: 国土资源部老矿山找矿项目“湖南省新邵县龙山金锑矿接替资源勘查”(编号: 12120114066901)

作者简介: 彭桥梁, 男, 汉族, 1984生, 硕士, 从事矿产资源调查与勘探工作, 湖南省娄底市娄星区长青中街4号, penglang1229@163.com。

非常发育,总体上走向北东,倾向北西,局部反倾,倾角 $50^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 。龙山矿区有工业价值的主要矿脉有1、2、6、7、8、18等6条,按走向不同可分为两组,其中1、2、18号脉走向北西西,倾向北北东,倾角 75° ;6、7、8号脉走向北北东,倾向北西西,倾角 77° 。

2 钻孔偏斜特征

对以往施工完成的钻孔数据的统计、分析和研究表明,所有施工的钻孔都存在偏斜问题,且弯曲率和弯曲方向都具有一定的规律性,不同走向的矿脉方位角变化规律不同,针对北西西向(1、2、18号)矿脉施工的钻孔,方位角呈逆时针偏斜,即方位角变小,最终稳定方位角在 $160^{\circ} \sim 180^{\circ}$;而针对北北东向(6、7、8号)矿脉施工的钻孔方位角呈顺时针偏

斜,即方位角变大,最终稳定方位角在 $110^{\circ} \sim 130^{\circ}$;而所有钻孔顶角都是上飘的,递增上飘率是随着钻孔的加深而增大。此外,钻孔方位角和顶角变化与钻孔的直径、岩石劈理化发育程度等有关,直径越大钻孔方位角和顶角变化则越小,而劈理越发育钻孔方位角和顶角变化则越大。

同时钻孔弯曲普遍存在着方向性和连续性,在同一段相同标高范围内弯曲规律基本上连续一致。主要是因为相同地层各向异性在某一空间范围内呈一定的相似的变化规律^[8],钻孔的孔斜也因此有一定的规律性。由于矿区主要矿脉走向不同,设置的勘探线方位也不同,钻孔弯曲情况也不同。这可从已施工的钻孔偏斜情况看出其变化规律,详见表1。

表1 龙山矿区施工钻孔实际弯曲情况

矿脉走向	北北东				北西西			
代表性矿脉编号	6、7、8				1、2、18			
勘探线方向/ $^{\circ}$	115				200			
孔号	ZK80402		ZK82301		ZK10002		ZK10702	
终孔孔深/m	299.56		292.43		660.61		629.30	
开孔方位角与顶角/ $^{\circ}$	方位角	顶角	方位角	顶角	方位角	顶角	方位角	顶角
		115.0	10.0	115.0	10.0	200.0	4.0	200.0
50	117.0	15.0	118.0	12.0	196.0	4.8	200.0	5.0
100	120.0	17.0	122.0	15.0	177.6	5.9	198.0	7.0
150	122.0	20.0	124.0	19.0	172.0	7.3	196.0	8.0
200	123.0	23.0	123.0	23.0	173.0	8.5	190.0	10.0
250	124.0	27.0	123.0	25.0	172.0	8.2	188.0	11.0
290	125.0	29.0	124.0	27.0	167.2	8.6	186.0	13.0
孔深测斜点/m	350				163.0	10.8	185.0	15.0
	400				160.0	13.2	180.0	16.0
	450				161.0	14.2	174.0	17.0
	500				158.3	14.5	170.0	19.0
	550				158.0	15.4	165.0	20.0
	600				167.0	16.8	160.0	22.0
	650				164.6	18.4		
	终孔点偏离线距/m	6.83		10.17		67.54		51.24

3 钻孔偏斜原因分析

龙山矿区影响钻孔偏斜的主要原因是矿区处于龙山穹窿核部,褶皱及断裂非常发育,含矿围岩为含砾砂质板岩,劈理发育且各向异性非常明显,在钻机钻进过程中,在钻头顶层钻进的情况下,随着钻孔加深,当地层劈理产状较陡又有砾石不均匀含砾砂质板岩时,在钻具回转力的作用下产生横向推力作用,导致钻孔方位角偏移,但当钻进到一定深度时,这种变化趋缓。

4 钻孔纠斜预防措施

钻孔偏斜会加大钻孔施工成本,并给施工本身带来困难,严重时可能因达不到原设计的地质要求导致钻孔报废。在了解和掌握矿区钻孔偏斜弯曲规律的前提下,利用钻孔偏斜弯曲规律性特征^[8,10],通过改变地质布孔设计与改变施工工艺技术措施来减弱或消除地层的造斜作用,并随时控制钻孔在空间位置的变化是十分必要的,为此可采取以下几种方法来预防和纠正钻孔的偏斜。

4.1 沿勘探线移动孔位法

龙山矿区所有钻孔顶角都往上飘,为此移动孔位步骤如下:(1)在勘探剖面线图作平行直线,作为坑道内施工钻孔用联络巷道,A点为设计开孔点,设计80°斜孔,则终点D为预测实际理想钻孔见矿点,直线L1则为理想钻孔轨迹;(2)根据弯曲规律,做出从A点开孔实际钻孔轨迹线L2,见矿点为C点;(3)平移轨迹线L2,见矿点位置移动至D点,则钻孔轨迹线L3与联络巷道交点B为调整施工钻孔位置。倾角和方位角变化情况见图1。因此,为达到设计的地质目的,地质设计人员在指导联络巷道施工时需根据偏斜规律对设计钻孔位置进行适当调整。

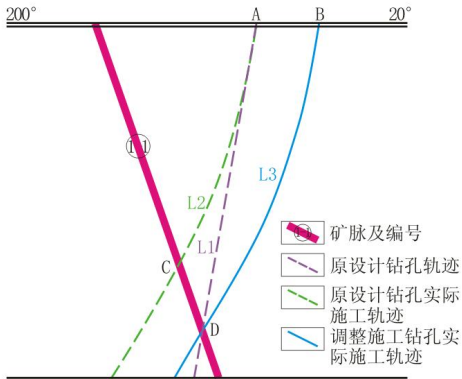


图1 移动孔位法示意图

4.2 改变钻孔倾角法

龙山矿区所有钻孔顶角都往上飘,为此改变倾角法的步骤如下:(1)在勘探剖面线图作平行直线,作为坑道内施工钻孔用联络巷道,A点为设计开孔点,设计80°斜孔,则终点D为预测实际理想钻孔见矿点,直线L1则为理想钻孔轨迹;(2)根据弯曲规律,做出从A点开孔实际钻孔轨迹线L2,见矿点为C点;(3)保持开孔位置B不动,沿B点转动轨迹线L2,使见矿点位置移动至D点,则B点外切线L3为调整施工钻孔开孔倾角,注意倾角最大不超过90°,否则钻孔轨迹可能反向,无法达到地质目的。根据矿区钻孔偏斜规律,一般设计孔深≤300 m,实际施工钻孔倾角可由设计的80°调整为84°~86°开孔,设计孔深>300 m,则调整为88°~90°开孔。倾角和方位角变化情况见图2。

4.3 立轴扭转安装法

龙山矿区北西西向(1、2号)矿脉施工的钻孔,方位角呈逆时针偏斜,而北北东向(6、7、8号)矿脉施工的钻孔方位角呈顺时针偏斜,为此立轴扭转安装

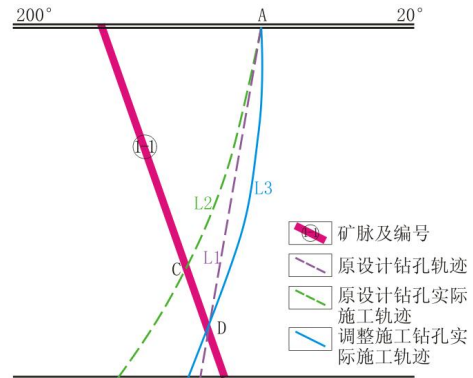


图2 改变倾角法示意图

法扭转的方位不一样,对北西西向(1、2号)矿脉施工钻孔时开孔方位角由原设计的200°增大 α 后施工。根据实践经验,调整角 α 大小与设计孔深有关,一般按100 m调整6°,倾角和方位角变化情况见图3;而北北东向(6、7、8号)矿脉施工钻孔时开孔方位角由原设计的115°减小 β 后施工, β 大小一般按100 m调整3°,倾角和方位角变化情况见图4。

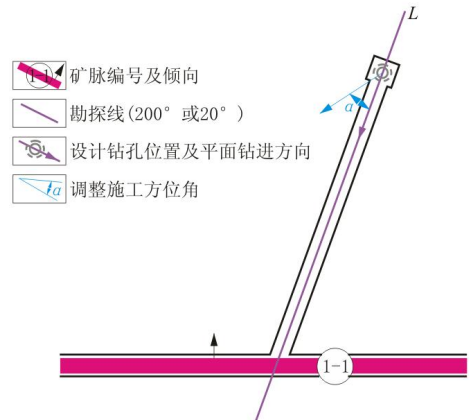


图3 立轴扭转安装法(北西西向矿脉)

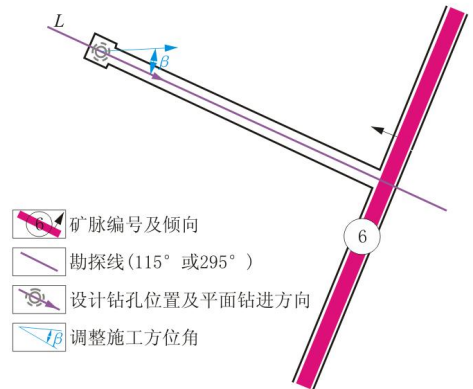


图4 立轴扭转安装法(北东东向矿脉)

4.4 钻进工艺与参数控制

由于龙山矿区地层构造相当复杂,劈理非常发

育,施工钻孔时极易发生偏斜。在钻进时应选用有防斜作用的绳索取心冲击回转钻进方法,适当的冲洗液量,减轻对孔壁的冲刷,采用合理的钻压与较低的转速等,以提高钻具在钻进过程中的稳定性。根据设计孔深的不同,钻孔结构也不一样,设计孔深 ≤ 400 m的钻孔,采用的钻孔结构为 $\varnothing 91 \sim 75$ mm,即使用 $\varnothing 91$ mm普通钻具开孔,下套管至岩面,然后用 $\varnothing 75$ mm绳索取心钻具钻至终孔;而对设计孔深 > 400 m的钻孔,采用XY-4型钻机,BW250型泥浆泵,钻孔结构为 $\varnothing 110 \sim 91$ mm。当钻孔在破碎带地段或易偏斜孔段钻进时相关规程参数应适当减小,钻压降低 $1/3$ 左右,或降低转速,转速控制在 900 r/min以内,冲洗液由皂化油改为泥浆混合冲洗液,主要由膨润土和烧碱等组成,粘度控制在 20 s左右,以提高施工钻孔的合格率,达到设计的地质目的。

在采取上述纠偏措施的同时,应加强钻孔弯曲的测量,利用高精度数字显示测斜仪及时进行测斜工作,在偏斜较大地段,适当加密测斜距离,及时完成钻孔连图并进行对比,在超过允许偏斜范围应及时进行钻孔的纠斜工作。

5 钻孔施工情况

在矿区270中段施工ZK10002孔时由于开孔未采取纠斜措施及矿脉倾角变陡,使用的XY-4型钻机钻进能力偏小,施工至 660.61 m时无法继续钻进,未达到设计目的。为此重新调配XY-6型钻机在原机室移孔位重新施工(编号ZK10003),施工前利用前述纠偏方法对开孔方位角和顶角进行了调整,2次施工测斜情况见表2。从表2可以看出,开孔时对方位角和顶角进行调整虽不能完全避免钻孔偏斜,但还是取得了一定的效果,重新施工的ZK10003孔基本达到了设计的地质目的。

6 结语

3年来,在龙山金锑矿区,地质设计人员按照前述纠斜措施,北西西向(1、2、18号)矿脉勘探线方向为 200° ,将开孔方位角由设计的 200° 调整为 $206^\circ \sim 236^\circ$,开孔顶角由设计的 80° 调整为 $82^\circ \sim 90^\circ$;而北北东向(6、7、8号)矿脉勘探线方向为 115° ,将开孔方位角由设计的 115° 调整为 $100^\circ \sim 112^\circ$,开孔顶角由设计的 80° 调整为 $82^\circ \sim 90^\circ$ 。钻探施工技术人员采用具有针对性的钻进方法与合理的技术措施,

表2 同一机台施工的ZK10002孔和ZK10003孔测斜情况对比

孔号	ZK10002		ZK10003			
	方位角	顶角	方位角	顶角		
终孔孔深/m	660.61		735.90			
开孔方位角与顶角/ $^\circ$	200.0	4.0	235.0	2.0		
	50	196.0	4.8	219.6	4.9	
	100	177.6	5.9	195.0	6.0	
	150	172.0	7.3	190.8	8.0	
	200	173.3	8.5	185.1	10.6	
	250	172.0	8.2	183.4	11.9	
	290	167.2	8.6	182.2	12.4	
	孔深测斜点/m	350	163.6	10.8	180.7	13.3
		400	160.0	13.2	177.7	14.3
		450	161.4	14.2	175.3	15.5
		500	158.3	14.5	173.5	16.8
		550	158.3	15.4	171.7	17.2
		600	160.7	16.8	176.7	17.6
		650	159.6	18.4	176.0	18.2
		700			170.0	20.8
		终孔点偏离线距/m	67.54		57.48	

先后施工完成了坑内钻孔35个,钻孔终孔时测定的方位角和顶角都在允许的误差范围之内,达到了地质设计的见矿目点,钻孔质量符合要求,采取的纠偏措施对防止和纠正钻孔偏斜具有较明显的效果。

参考文献:

- [1] 张新念. 龙山金锑矿控矿构造特征[J]. 四川地质学报, 2016, 36(2): 243-246.
- [2] 鲍肖, 陈放. 湖南龙山锑金矿床成矿规律与成因探讨[J]. 湖南冶金, 1995, (6): 24-28.
- [3] 吴运军. 湖南省新邵县龙山金锑矿成矿规律及深边部成矿预测[D]. 湖南长沙: 中南大学, 2003.
- [4] 刘鹏程, 唐清国, 李惠纯. 湖南龙山矿区金锑矿地质特征、富集规律与找矿方向[J]. 地质与勘探, 2008, 44(4): 31-38.
- [5] 李惠纯, 王德恭. 湖南省新邵县龙山锑金矿接替资源勘查报告[R]. 湖南娄底: 湖南省地质矿产勘查开发局四一八队, 2011.
- [6] 庞保成, 杨东生, 周志, 等. 湖南龙山金锑矿黄铁矿微量元素特征及其对成矿过程的指示[J]. 现代地质, 2011, 25(5): 832-845.
- [7] 彭桥梁, 郑时干. 湖南省新邵县龙山金锑矿接替资源勘查报告[R]. 湖南娄底: 湖南省地质矿产勘查开发局四一八队, 2016.
- [8] 地质部第一地质大队. 在强造斜地层打定向孔初见成效[J]. 青海地质, 1982, 4: 46-52.
- [9] 赵国法, 吕新前. 开化黄山矿区钻孔偏斜规律研究及控制措施[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2015, 42(2): 48-52.
- [10] 李立. 地质钻探钻孔弯曲预防措施[J]. 现代矿业, 2015, (8): 111-112.
- [11] 何小平, 王毅, 闫杰, 等. 潜孔钻机施工中钻孔偏斜的原因和对策[J]. 桥隧机械和施工技术, 2013, (6): 73-75.
- [12] 李军. 钻孔偏斜原因浅析[J]. 中国西部科技, 2013, 2(12): 9-11.