

某矿区钻孔弯曲原因及防治方法

顾景忠

某矿区钻探施工,自1966年至1973年共完成钻孔102个,进尺二万余米。由于钻孔弯曲的问题,有的影响了储量计算,并造成施工本身的困难,至于因为弯曲过大而使钻孔报废,造成的损失就更大了。为了扭转这种局面,加快矿区勘探速度,我们遵照毛主席关于“**要认真总结经验**”的教导,从1972年起,对钻孔弯曲原因、规律及防治方法,进行了分析研究,并采取了相应的措施,收到一定的效果。

一、矿区地质,设计要求和施工条件

矿区地质:矿床属黄铁矿型铜矿,呈层状,倾向314度,倾角60~80度,沿走向和倾斜有“S”形弯曲。矿体顶板主要是中性火山碎屑岩和碎屑熔岩类岩层,底板为片

理化蚀变斑状花岗岩等,岩层片理比较明显,断裂构造较发育。岩层倾向330~340度,倾角60度左右,与矿体呈小角度斜交。

设计要求:勘探线垂直矿体,方位134度,钻孔布置为100×100米。开孔倾角70~86度,方位角在119~134度和311~324度之间,见矿点不得偏离设计位置15~20米。

施工条件:开始使用XB—300及500型钻机,后随钻孔加深改为XU—600型和XB—1000型钻机。钻孔结构是,开孔150毫米,至硬盘下入定向管,用110毫米终孔。开孔用硬质合金钻头,至硬盘改用钢粒钻进。

二、钻孔弯曲的一些规律

(一) 钻孔倾角大漂时,方位角小弯;倾角小漂时,方位角弯曲较大(见表1)。

认为,喷反钻进加快钻头回转速度是提高小时效率的途径。在快转速的前提下,再去选择与之相适应的投砂量和冲洗量。一般认为,喷反钻具钻进,比普通单管钻进投砂量要多些,至于多到什么程度,则须视具体情况而定,这是因为冲洗液反向流动,孔底钢粒柱有所改变。投砂过多,孔底聚积大量钢粒,就会产生自磨现象,妨碍克取岩石。喷反钻具如在管内积存钢粒过多,也会妨碍反循环性能,影响进尺。

缩小液量也可使钢粒分布有所改变,循环着的冲洗液少,则会影响回次进尺的长度。故在可能的情况下(如机械、钻具、孔

内状况允许)可提高钻头转数,以调整钢粒分布,从而获得较高效率。效果如仍不理想,再考虑改变投砂量和冲洗量加以弥补。喷反钻进由于岩心受上升液柱托浮,比正循环钻进时岩心堵塞的机会要少,也是快速钻进的良好条件。

为要提高喷反钻进的效率,除了其它有效的方法外,选择抽吸力强的喷反钻具、使用足够长度的岩心管,将能更充分地发挥喷反钻具的作用。在各种有利条件的配合下,尽可能采用高转数,是提高喷反钻进效率的一个途径,至于提高程度如何,则需在进一步实践中加以鉴定。

钻孔倾角和方位角成反比关系弯曲表 表1

钻孔弯曲类别	孔及孔段数(个)	累计进尺(米)	平均每百米倾角上漂度		平均每百米方位角弯曲度	
			计划上漂	实际上漂	计划弯曲	实际弯曲
倾角大漂 方位角小弯	46	12255	3°	9°06′	5°	2°48′
倾角小漂 方位角大弯	14	2545	3°	2°58′	5°	9°47′

(二) 钻孔弯曲程度随孔深而增大(见表2)。

每百米孔深平均钻孔弯曲情况表 表2

平均百米孔深范围(米)	孔数(个)	平均百米弯曲度	
		倾角上漂	方位角弯曲
0—100	60	3°30′	4°40′
100—200	60	4°50′	2°10′
200—300	47	6°10′	5°10′
300—400	33	7°30′	4°
400—500	18	10°	5°10′
500—600	13	13°	5°15′
600—700	7	12°30′	5°40′
700—800	1	6°	7°

(三) 在矿体顶板施工的孔(方位角119~134度), 倾角上漂幅度较大, 方位角多呈顺时针方向弯曲。在矿体底板施工的孔(方位角311~324度), 倾角上漂较小, 方位角多呈逆时针弯曲, 个别孔先是逆时针而后又渐转为顺时针方向弯曲, 但弯曲幅度不大。即百分之九十以上的孔都朝着一个方向弯曲(见图1)。

三、钻孔弯曲的原因

(一) 设计方面的原因:

1. 钻孔倾角设计过大或过小, 不能抑制方位角弯曲或倾角上漂。造成四个钻孔方位角大跑, 六个钻孔倾角大漂。

2. 方位角设计过大, 方位角的扭角方向相背和扭角大小不当, 引起三十个钻孔的方位角大弯。

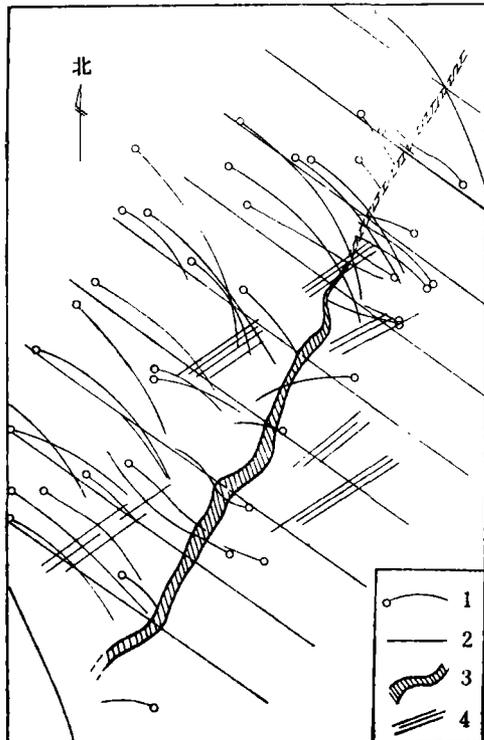


图1

1. 钻孔方位弯曲方向; 2. 勘探线; 3. 矿体及矿化带;
4. 岩层走向

3. 钻孔位置离勘探线太远或与勘探线方向不一致, 使三个钻孔见矿点的位置不合设计要求。

(二) 地质构造方面的原因:

1. 受岩层走向及倾向影响, 使钻孔沿着一定的方向弯曲。例如, 在矿体顶板施工的孔, 开孔方位是119~134度时, 钻具与岩层夹角均大于30~40度, 钻具力趋垂直于层面, 使钻孔上漂。又如钻孔的方向与岩层走向斜交(一般为50~60度的交角), 钻孔也呈现垂直于岩层走向的趋势。由于钻头在压着钢粒克取岩石时, 因顺层和逆层的缘故, 钻头受到的摩擦阻力不同, 如图2所示, 右上侧为逆岩层克取比左下侧顺岩层克取时的阻力大, 使钻头靠孔壁的右上方钻进。这样便逐渐形成了钻孔倾角的上漂与方位角向顺时针弯曲的现象。

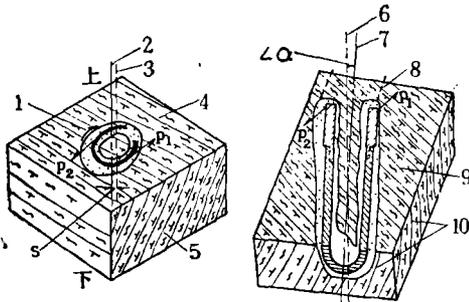


图2 在矿体顶板施工的钻孔受岩层影响示意

1. 钻头回转方向; 2. 钻孔轴心线方向; 3. 钻头轴心线方向; 4. 岩层走向; 5. 岩层倾向; 6. 钻孔轴心线方向; 7. 钻具轴心线方向; 8. 钻孔弯曲趋势; 9. 岩层走向; 10. 岩层倾向; 摩擦阻力 $P_1 > P_2$, 钻孔向顺时针弯曲; S为钻头与钻孔间位移距离; α 为钻具与钻孔轴心线偏移角

在矿体底板施工的钻孔方位角为311~324度, 钻具与岩层夹角均小于25度, 开始

倾角与岩层接近平行, 钻孔则沿着层面下滑。又因这时钻孔的方向和岩层走向斜交, 情况虽然和上述相似, 但因岩层倾斜方向恰恰相反, 这时便出现了左下方的逆层克取所受到的摩擦阻力要比右上方顺层克取受到的阻力大, 钻头便被反作用力推向孔壁的左下方钻进。这就出现钻孔倾角的下垂和方位角逆时针弯曲的现象(见图3)。

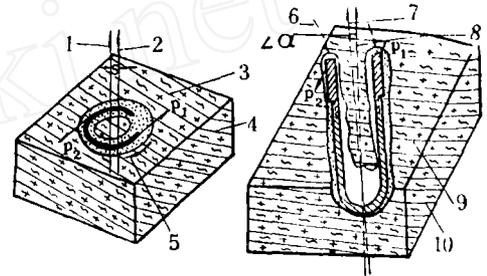


图3 在矿体底板施工钻孔受岩层因素影响情况示意

1. 钻头轴心线方向; 2. 钻孔轴心线方向; 3. 岩层走向; 4. 岩层倾向; 5. 钻头回转方向; 6. 钻孔弯曲趋势; 7. 钻孔轴心线方向; 8. 钻头轴心线方向; 9. 岩层走向; 10. 岩层倾向; 摩擦阻力 $P_1 < P_2$, 钻孔向逆时针弯曲, S为钻头与钻孔位移距离

上述现象, 在层状、似层状及摩擦性大的岩层中尤其明显。

2. 断裂构造的影响。矿区有断裂24条, 分为走向北东10~20度、北西20~30度、北东55~60度, 以及近似东西的四组。当钻孔与之相交时, 因位置、深度、交角的不同, 产生不同程度的弯曲。

3. 岩性的影响。岩石的松散、破碎、片理、滑感等物理性质都直接影响着钻孔的弯曲。因此, 钻进砾石层、破碎带、岩脉以及干枚岩都造成较大程度的弯曲(见表3)。

岩性影响钻孔弯曲统计

表3

岩性	孔斜		方位	
	钻孔数	上漂/25米	钻孔数	弯曲/25米
砾岩层	14	1°10'	14	7°40'
破碎带	8	3°36'	16	3°42'
岩脉	7	3°48'	9	3°30'
干枚岩	8	3°42'	6	3°33'

软 硬 互 层 影 响 钻 孔 倾 角 上 漂 的 统 计

表 4

孔 数 (个)	累计进尺(米)	换 层 次 数	平均每百米换层次数	平均每百米上漂度数	
				计 划	实 际
11	2940	277	9.4	3°	8°49'

4. 软硬互层的影响。在软、硬岩层交替出现的地段, 钻头在穿过上岩层时, 其底面并非同时接触同一均质的下岩层, 这就因岩石硬度及可钻性不同而产生的反作用力不同, 即软岩层反作用力较小, 钻进效率高, 硬岩则相反。因此, 换层时极易造成钻具和钻孔自然偏斜(见表4)。

(三) 施工技术上的原因:

1. 地盘修得不稳固、不平整, 钻机安装不稳固, 不平。有两个钻孔一开钻, 方位角就偏了两度。

2. 开孔钻进未及时加长粗径钻具; 换径钻进未用导向钻具; 套管下得不正、不牢固。有20个钻孔由于这种原因造成弯曲。

3. 粗径钻具太短, 刚性不好; 孔壁间隙过大等, 也造成钻孔弯曲。孔壁间隙愈大、粗径钻具愈短, 造成的钻孔弯曲愈严重。但粗径钻具也不能过长。实践证明, 如果岩心管的刚性不好, 或连接不对中, 长也无益。因为在轴心压力和回转扭力的作用下易变形弯曲, 进而磨损井壁, 使井壁间隙扩大, 钻孔弯曲(见图4)。

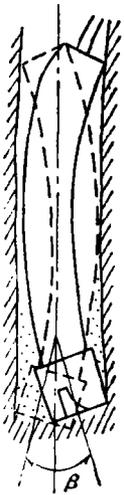


图 4 弯曲钻具扩大孔壁示意(β 为弯曲钻具在孔内回转中形成的圆锥角)

4. 在处理岩心管或钻头脱落事故时, 采用消灭的方法, 易把事故钻具劈开并挤向一边, 也会造成钻孔弯曲。

5. 钻进工艺参数不当, 如投砂量过多, 水量大、压力低、转数慢, 钻孔弯曲也大。

6. 钻头转向的影

响。斜孔钢粒钻进, 重力作用使钢粒聚积在靠下侧孔壁, 受钻头的旋转作用, 被带到右下侧。这样, 由于钻头被垫起, 使钻头靠右上侧钻进, 造成钻孔倾角上漂, 方位角顺时针方向弯曲。

四、钻孔弯曲的预防

孔斜问题, 应以防斜为主, 治斜为辅, 防治结合。我们在预防孔斜方面采取了如下措施:

(一) 在大量研究地质构造和以往孔斜规律的基础上, 认真搞好孔位、倾角和方位角的设计。

1. 根据附近竣工的钻孔弯曲(包括倾角和方位)情况及设计见矿深度, 正确选定孔位、倾角、方位角。

2. 以附近竣工钻孔方位角弯曲的累计数为依据, 将新孔的开孔方位角向相反方向扭转到这一累计方位角的1/3到1/2。

3. 以附近竣工钻孔的见矿点及方位弯曲偏离设计见矿点的距离为依据, 将新孔孔位向反方向平移这一偏距的2/3。

(二) 施工中采取的办法。

1. 保证地盘修得稳固、平整, 基台木、钻塔、钻机安装要牢固、水平、正确。

2. 不使用磨损严重的六方套、主动钻杆、立轴导管、齿筒内铜套等。钻进时合箱螺丝要紧固, 严防晃动。

(三) 钻进工艺的改进。

1. 采用刚性好的大径厚壁管组合钻具(图5)。

2. 根据岩层稳定性选择粗径钻具长度。在结构松散破碎及换层频繁的地段钻进, 粗径钻具长度约为8~9米, 在均质、完整的岩层钻进, 粗径钻具约为6~7米。

3. 控制投砂量(回次投砂1~3公斤)、

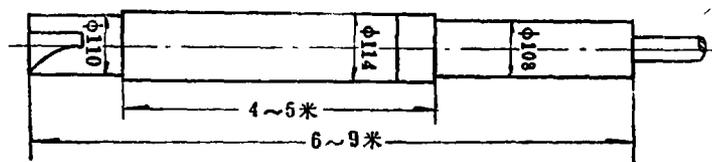


图5 大径厚壁管组合钻具

水量(30~40公升/分)、压力(钻头轴心压力550~650公斤),并在钻杆材质等因素允许的条件下,提高转速(300转/分)。各班操作均应一致。

- 4.及时捞粉,保持孔内清洁。
- 5.换层时要减压,并加长钻具。

五、钻孔弯曲的纠治

1.当发现倾角显著上漂,可及时采用大径厚壁管的长钻具(效果对比见表5),或以铅块加重钻具来纠治倾角上漂。如岩层偏软,可减轻压力使倾角下垂,但以钻孔倾

角大于60度时采用此法为宜。铅块应加在粗径钻具的下半部,其总重量应近于孔底所需压力的1/3以上。

2.当发现钻孔倾角下垂或上漂程度不够时,要缩短钻具(3.5~4.5米),多投砂,加大水量和压力,尽量扩大孔壁间隙,增大粗径钻具和钻孔轴心线之夹角,或者使用大钻头(φ110毫米)小粗径(岩心管φ89毫米)钻具,结合多投砂、大压力、大水量的方法,来增大钻具和钻孔轴心线之夹角,以加快倾角上漂,效果较显著(见表6)。用

大径厚壁管与普通岩心管效果比较表 表5

岩心管类型	孔(段)数(个)	总进尺(米)	平均每百米弯曲(度)	
			倾角上漂	方位弯曲
普通	10	1345	7°48'	7°32'
大径厚壁	11	2935	3°42'	1°40'

“大钻头小粗径”钻具使钻孔上漂效果表 表6

孔号	使用孔深(米)	进尺数量(米)	倾角上漂	方位弯曲
97	450-470	20	8°50'	1°30'
105	206-222	16	3°30'	2°
108	205-215	10	7°50'	1°30'
113	228-236	8	2'	0

反转纠方位效果 表7

孔号	反转孔段(米)	进尺(米)	方位角变化				效果	备注
			起测深(米)	方位角	终止测深(米)	方位角(度)		
71	288-550	262	300	154°30'	550	155	30'	基本稳定
92	381-450	69	380	150°0'	450	150	0'	稳定
104	115-329	214	150	313°30'	325	300	13°30'	纠回
114	171-400	229	175	320°0'	400	310	10°0'	纠回

(下转第78页)

58个斑岩矿床的170个特征出发找出44个最典型的特征,再归纳成16个定量地质因素,最后分类筛选出12个有意义的地质因素作为统计模型来评价远景地区的矿产,所用的统计方法是回归分析结合贝叶斯分类法。这种综合统计方法还可以用于其它地区预测和评

价其它矿种资源。

摘译自《Economic Geology》
1972; Vol.67, No.5, p.656~667

作者 J. De 杰弗洛埃

吴平译 谭顺道校

勘				误	
期	页	栏	行	误	正
1	7		例8	对变质岩铁矿富矿的形成	对变质岩铁矿的形成
1	79	右	图3	漏排图例说明	1—中新世火山岩; 2—年代新的石英闪长岩; 3—年代老的石英闪长岩; 4—黄铁矿晕; 5—铜矿; 6—火山岩可能延伸
1	80	右	图5	漏排图例说明	1—<1000γ; 2—1000~1500γ; 3—>1500γ; 4—铜矿
2	12	左	表5右2	0.001~0.097	0.01~0.099
2	35	左	例8	30分水	30分钟
2	35	左	例9	滤钟	滤水
2	45	右	例3	…换放…	摆放
2	48	左	例8	万象活接手	万向活接手
2	48	右	13	带槽拉手	带槽接手
2	51	左	附表	20.0	21.0

(上接第59页)

下变向器纠方位角效果表

表8

孔号	开孔方位(度)	楔子位置(米)	方位变化情况				纠回(度)
			下楔前测深(米)	方位角(度)	下楔后测深(米)	方位角(度)	
86	324	151.02~163.01	150	314	170	320	6
104	314	125.46~135.89	100	318	175	313	5
112	314	227.46~237.26	200	314	275	323	9

此方法钻进,每进5米要测斜检查效果,以免纠过了头。

3.发现钻孔方位角弯曲时,应立即换用长度适当的大径厚壁管组合的钻具,减少投砂量、水量和压力并适当提高转速。

4.利用斜孔钢粒钻进的促斜因素,改变钻具的回转方向(反转),造成与正转相反的促斜作用,来纠回或保持方位角。其效果见表7。

5.下变向器(死楔子)纠方位角或倾角。我们从1972年采用此法,收到了一定效果(见表8)。实践证明,当地质上的促斜因素占主导地位时,下楔后不久,钻孔方位角仍向原方向弯曲,要是同时改变钻具的回转方向则效果较好。有关变向器纠斜方法,与《地质与勘探》1972年第3期所载中南冶勘609队的经验基本相同,这里就不再详述了。