

编 号：0178

内 部

科学技术成果报告

弓长岭铁矿地压活动规律的研究

科学技术文献出版社

科学技术成果报告

弓长岭铁矿地压活动规律的研究

(内部发行)

编辑者: 中国科学技术情报研究所

出版者: 科学技术文献出版社

印刷者: 中国科学技术情报研究所印刷厂

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

开本: $787 \times 1092^{1/16}$ 印张: 1.5 字数: 38.4千字

1980年12月北京第一版第一次印刷

印数: 1—1,880册

科技新书目: 179—32

统一书号: 12176·39 定价: 0.26元

目 录

前言.....	(1)
一、弓长岭铁矿开采概况.....	(1)
二、弓长岭铁矿Fe6层矿岩力学性质	(6)
三、岩层及地表移动观测方法.....	(9)
四、岩层移动规律.....	(12)
五、回采矿井安全矿柱的岩层移动特点.....	(17)
六、岩层移动的监测和预报.....	(21)
结束语.....	(22)

弓长岭铁矿地压活动规律的研究

鞍钢弓长岭铁矿、东北工学院地压科研组、

鞍钢矿山研究设计院*

前 言

弓长岭铁矿已有四十多年的开采历史。该矿地质及地质构造复杂,围岩不够稳固。由于日伪时期掠夺式开采,矿体上部形成贫矿悬顶和大量空区。解放后,改用深孔留矿法回采,采空区体积继续增加。随着大量超放矿石,造成顶柱破坏,上部充填料下移,采空区集中,为深部采矿遗留极不安全的隐患。自1956年,该矿先后发生四次大规模岩层移动及若干次较小的地压活动。

为了查清弓长岭铁矿采空区的存在状态,提出相应的空区处理方案,以及研究该矿岩层移动的规律,弓长岭铁矿、东北工学院和鞍钢矿山研究设计院三个单位,从1973年就组织有关人员进行综合性的科学研究(应用地球物理方法、声波法、光弹法以及现场调查、测量仪器观测等)。经过五年时间现场调查、实际观测及理论分析,已基本查清采空区的存在状态,并初步认识了弓长岭铁矿岩层移动的基本规律。本文在分析大量实测资料的基础上,着重总结了弓长岭铁矿岩层移动的基本规律,从而提出有关岩层移动的监测和预报的意见,希望与该矿条件相类似的地下金属矿山,共同总结经验,互为借鉴,为大打矿山之仗贡献力量!

一、弓长岭铁矿开采概况

1. 弓长岭铁矿矿床地质概况

弓长岭铁矿矿区在地质构造单元上属辽宁古陆台基的一部分,地层由古老的变质岩系构成。历经吕梁及燕山运动的作用,尤其在吕梁运动中或稍后,由于大规模弓长岭花岗岩侵入,冲断了即将完成的大复背斜,形成当前的一、二、三矿区。一、三矿区为原大复背斜的西南翼,二矿区(本文研究的部分)则为原大复背斜的东北翼。

一般认为弓长岭铁矿床是属沉积变质形成的矿床。矿床赋存于前震旦纪地层中,由六层含铁石英岩组成。其中夹有各种成分的变质页岩层(角闪岩、绿泥石、云母和其它成分的片岩夹层)。此六层铁矿层分属于两个含铁带(见表1,图1)。

2. 弓长岭铁矿Fe6层周围地质构造及其分布

由于经历吕梁及燕山运动作用,本区地层地质构造极其复杂。在矿体内断层、节理发育对矿床开采工作影响大。二矿区(以下简称本区)断层种类较多,有走向断层、横向断层及水平断层。生成时间各不相同,引起矿床强烈破坏、影响矿床赋存状态的主要是高角度走向逆断层。分布于本区的主要走向逆断层(图—2)有:

* 本报告系郑永学、蔡葛令、解世俊执笔

表1 弓长岭矿井下矿岩层位

矿带	岩矿层	组成岩石	符 号	走向长 (米)	倾 角(度)	厚度(米)
下 含 铁 带	下混合岩	混 合 岩	Mu	1600	NE60—90	1500
	角闪岩	角 闪 岩	Hb	1600	NE60—90	20—150
	底部片岩	石英云母片岩、石英角 闪片岩、绿泥云母片岩、 滑石片岩等	PSP	1600	NE60—90	3—36
	一 层 铁	中条带状角闪磁铁石英 岩	Fe ₁	1600	NE60—90	2—20
	中部片岩	钠长角闪岩、石英角闪 岩、绿泥云母片岩、绿泥 角闪片岩等	K	1600	NE60—90	2—20
	二 层 铁	细条带状角闪磁铁石英 岩	Fe ₂	1600	NE60—90	5—30
	中部钠长石片岩	石英绿泥钠长石片岩、 石英黑云母钠长石片岩	X	1600	NE60—90	50—150
上 含 铁 带	四 层 铁	细中条带状磁铁石英岩	Fe ₄	1600	NE60—90	1—20
	下角闪岩	石英钠长石角闪岩	Am	1600	NE60—90	10—40
	五 层 铁	细中条带状磁铁石英岩	Fe ₅	1600	NE60—90	1—15
	上角闪岩	组成岩石与下角闪岩相 似	Am	1600	NE60—90	6—20
	六 层 铁	中条带状，或块状磁铁 石英岩。本层矿分五层 Fe ₆₋₁ ；Fe _{6-SE} ；Fe ₆₋₂ ； Fe ₆₋₃ ；Fe ₆₋₄	Fe ₆	1600	NE60—90	5—40
	石英片岩	石 英 岩	S	1600	NE60—90	25—100
	上混合岩	混 合 岩	Mu	1600	NE60—90	22—100

注：因在钠长石片岩(X)中的Fe₃走向长310米，厚1.5~1.8米，倾角70—90°。在深部很快尖灭，故在下含铁带仅有Fe₁、Fe出现。

- (1) 大砬子走向逆断层(T_I)
全长1800米，在-60米可见；
- (2) 杨木山走向逆断层(T_{II})，
在-20米可见；
- (3) 茨山走向逆断层(T_{III})，
在100米可见；
- (4) T_{IV}走向逆断层；
- (5) T_V走向逆断层；
- (6) T_{VI}走向逆断层；
- (7) 磨石沟走向逆断层(T_{VII})。

这些走向逆断层产状基本与矿体
产状相同，断层带的宽度大致为

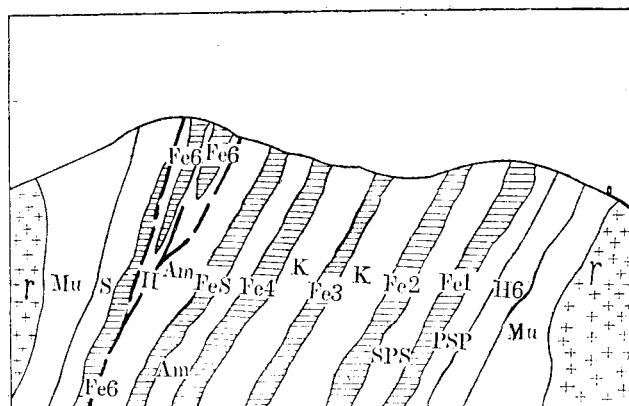


图1 二矿区横剖面图

0.05~5.0米左右, 且常有富化及热液蚀变现象, 是发生地压活动的薄弱环节。

除走向逆断层外, 还有10余条横断层, 其错距虽不大, 但对地压活动却有影响。

3. 弓长岭铁矿开采概况

弓长岭铁矿下属露天矿、井下矿。井下矿管辖二矿区的开采。在本区又划分东南区、西北区、中央区。在-20米水平以上, 中央区又分通洞、后台两个采区, 走向长度为1600米。于1973年已合并。

弓长岭矿井下矿中央区, 原采用平峒盲竖井联合开拓方式开拓矿床。

通洞区平峒设于140米水平, 二个盲竖井(一、二号)位于上含铁带下盘钠长石片岩中, 通洞区的中央部分。

平峒以上有五个中段: 180, 230, 245, 270, 300米水平。

140米以下由盲竖井开拓的中段有: 100, 60, 20, -20, -60, -100。

为适应生产发展的需要, 1963年在下含铁带下盘开凿一对明竖井, 担负-100米水平以下矿床开拓, 已于1976年投入生产。由新井开拓中段有-160, -220, -280, -340米中段。阶段高为60米。

后台区平峒设于180米水平, 180米水平以下采用三号盲竖井, 其开拓中段有150、120、90、60、20、-20米。-60, -100米两个中段由通洞二号竖井开拓。-100米水平以下通洞、后面构成统一开拓系统(图3)。

一、三号盲竖井已报废。目前弓长岭铁矿井下矿主要由二号竖井及新井担负提升矿石任务。

通洞区开采较早, 1932年以前日寇以堆积式采矿法开采180、230、270、300米中段富矿, 残留很多不明空区。随后日寇为适应其扩张主义发动侵略战争的需要, 大肆掠夺我国地下资源, 于1932年至1938年相继开凿一、二和三号盲竖井进行大规模开采。用全面水平分层充填法回采Fe₆矿体。在回采过程中, 由于暴露面积过大, 加之矿体断层、节理发育, 经常发生冒顶事故。尤其日寇为多出矿石, 不及时进行充填而使许多采场残留很大的空区。至1945年采到-20米中段。

解放后, 在党的关怀下, 通洞区曾进行一系列采矿方法改革工作。在1954年为减少冒顶事故发生频度, 决定缩小采场暴露面积, 将全面水平分层充填法改为大间隔充填采矿法(矿房40米、矿柱40米)。矿房与矿柱交替, 划为矿柱的矿段不采, 已采部分用木垛支撑。改用大间隔水平分层充填法后, 仍未改变频繁发生冒顶的局面。于是又改为小间隔充填采矿法(矿房14米、矿柱8米)。矿房尺寸尽管缩至14米, 但仍未杜绝冒顶伤人事故。于是在1957年进一步改充填法为天井崩矿留矿法。解决了人不在顶板暴露下作业, 安全有了一定保证。

为进一步提高回收地下资源, 改善工作条件, 于1963年进行了分段崩落采矿法的试验。目前-100米中段以下, 已采用无底柱分段崩落采矿法进行采矿。

后台区60米中段至180米中段间各中段用水平分层充填法回采。 -20米、-60米、-100米中段用留矿法开采(空区未处理)。弓矿中央区采用的采矿方法演变见表2。

经1973年调查通洞及后台区残留有10个采空区(表3)总容积为92万米³。因空区容积大, 且情况不明, 威胁着深部开采的安全, 并造成多次大规模的地压活动。

4. 大规模地压活动情况

弓长岭铁矿二矿区中央区, 曾发生四次大规模地压活动。

第一次地压活动发生于1956年8月20日。通洞区180米、140米和100米三个中段, 以113

表 2

采 矿 方 法	使 用 时 期	使 用 地 点	安 全 状 况
全面分层充填法	敌伪—1953	通洞及后台	经常发生大冒顶
房式水平分层充填法	1954—1958	通洞及后台	冒顶事故减少
浅眼留矿柱	1955—现在	后台—20米以下	
天井崩矿留矿法	1956—1965	通洞—60米	无采场冒顶伤人事故
分段崩落法（有底柱）	1963年试验	通洞—100米	无采场冒顶伤人事故
无底柱分段崩落法	1965—现在	通洞—100米	无采场冒顶伤人事故

采场为中心，同时发生错动。各中段生产人员听到剧烈响声后全部撤出，未发生任何事故。8月26日在180米至—20米各中段，又同时发生剧烈变动。当时，在巷道和采场有连续的剧烈响声和掉碴，一号和二号盲竖井中间最为激烈。60米至180米各中段上、下盘运输巷道和联络道，都产生连续裂缝（长达100米以上，宽为5~20毫米，错距15毫米），轨道歪斜，巷道冒顶和水沟干涸等现象。各中段沿走向波动范围为214~365米，活动时间达20天。这次地压

表 3

空区号	空 区 范 围	形 成 原 因	形成时间	空区容积 万米 ³	备 注
1	后台西部81~85	60米中段深孔留矿法 分段法爆破不良	1955~1956	2.0325	1、2号空区现已联成一体
2	60~120米中段 后台西部77—79 150~180米中段		1954~1955	0.4	
3	后台607~613 —20~+60米中段	放矿未充填	1962~1963	4.1915	经4次岩移后，3、4号空区下部已基本联通
4	后台614—621、 618~620	留矿后未充，下面放矿造成，614、616、618、620间柱相继倒塌	1962~1963	6.6861	
5	通峒573—591两层矿体 Fe ₆₋₂ ，573—585 Fe ₆₋₃ ，575~591	因充填上山偏上帮充不平	1961~1962	4.3704	1973年调查时尚处稳定状态
6	通峒—60米中段 513~523	大量放矿造成	1956.9~1958	62.5112	随回采工作进行经4次岩移6—10号空区现已联为一体
7	通峒229—231.333—337	大量放矿造成	1961~1962	3.4289	
8	通峒439—441	大量放矿围岩冒落	1961~1962	0.7650	
9	通峒442—448	大量放矿冒落形成	1961~1962	6.1900	
10	通峒533—537	双层矿体上山偏上充不平	1963	1.4658	
			Σ	92.0429万米 ³	

活动,使生产中断半年,一号盲竖井因天轮破坏而报废。

第二次地压活动发生在1958年6月14日。在通洞区180米中段观测人员,听到异常响声后,立即报告领导撤出各中段生产人员。这次地压活动现象和第一次基本相同,但错动范围更大,向深扩展至-20米,走向外延近200米,破坏情况更为严重。二井以东60米以上各中段的上、下盘巷道有的冒死,不能通过。这次地压活动延续10余天,方趋稳定。

第一、二次大规模地压活动,共损失1160万吨矿量。

第三次地压活动发生在1963年8月19日于后台区15—19号采场间。在毫无任何迹象,下午2时30分在地表突然出现塌陷坑,而后扩展大面积塌落,两个小时后,陷落面积达900米²,次日上午达3000米²,形成塌陷漏斗平面呈椭圆状,深达40多米。25日又发生一次大冒落,塌陷面积增至3600米²。以后逐渐稳定。在塌陷区外部的地面,出现多条裂缝,其平面也呈椭圆状,裂缝宽12—80毫米。在坑内冒落范围内的60~150米各中段的上、下盘巷道,也出现程度不同的裂缝,局部冒顶,轨道移动。25日大冒落时,在通洞区140米西端71号采场的巷道中,有七名工人被冲击气浪冲倒跌伤。在140米以下各中段,也感到冲击气流。在这次地压活动中,一台200千瓦主扇连同厂房和其它设备,全部掉进空区,造成近20万元的损失,并破坏全矿通风系统和后台区运输系统。

第四次地压活动发生在1969年8月于后台区60~150米各中段的03—11采场。在Fe4和Fe6间有5~10米厚的绿泥片岩或角闪岩夹壁(岩墙),因Fe4和Fe6均采空后而倒塌,使上述范围内的巷道冒死。重掘巷道100多米,使后台60米中段停产一个月,损失矿量20余万吨。

除上述四次大规模地压活动外,尚有多次较小的岩层移动。

二、弓长岭铁矿Fe6层矿岩力学性质

1. 弓长岭铁矿Fe6层矿岩的强度特性

在东北工学院岩石力学试验室,对弓长岭矿井下矿230米水平及-160米水平Fe6层矿岩进行了力学性质的测定。

试件尺寸为50×50×50毫米。在120吨压力试验机上以10—15公斤/秒加载速度加载,测定两组试件抗压强度,同时以同样规格试件应用倾斜压模法测定Fe6层矿岩抗剪强度,并根据测定结果绘制出各组试件的强度曲线。

测得的Fe6层矿岩力学性质列于表4。

从测得结果看出,Fe6层矿岩强度变化于390~1800公斤/厘米²。磁铁矿(贫)抗压强度最大1800公斤/厘米²,绿泥片岩强度最低390公斤/厘米²。偏差系数变化于5.1~46.5%。同时还看到230米水平各组试件强度均较-160米水平各组试件强度大。

磁铁矿(贫和富)、石英片岩、混合岩呈脆性破坏。一般在施加载荷达到极限载荷的1/3时出现响声。但强度低的绿泥片岩及角闪岩多沿片理及裂隙开裂破坏。而石榴石绿泥片岩常沿石榴石晶体表面裂开,破坏面不切割石榴石晶体,显示出裂隙在破坏中的作用。此类岩石受载时只有达到极限载荷,才出现响声。

各组试件的强度典型曲线示于图4,5,6,7。从所得数据看出岩石的内摩擦角与单向抗压强度间存在一定的内在联系 $\rho = f(\sigma_c)$ (图8)。反映出随抗压强度增加,内摩擦角亦增大,其间保持非线性关系。

2. 弓长岭铁矿Fe6层矿岩的变形特征

表 4

组别	试件数目	岩石名称	抗压强度		抗剪强度		弹性模量 $\times 10^5$		泊桑比
			公斤/厘米 ²	偏差系数 %	公斤/厘米 ² (Z_0)	内摩擦角 ($^\circ$)	初始	弹性	
B-1	5	石英片岩	1050	39.2	—	—	—	—	—
B-2	5	磁铁矿 (富)	1730	12.8	400	52.5	2.1	2.67	0.14
B-3	5	磁铁矿 (贫)	1800	20.7	430	49.5	3.7	5.7	0.247
B-4	5	石榴石绿泥片岩	860	23.4	220	24.0			
B-5	5	角闪绿泥片岩	640	26.7	120	27.0	2.17	7.9	0.13
B-6	5	混合岩	1280	5.1	380	48.0	2.3—5.4		
B-7	5	角闪岩	1160	16.9	300	34.0		2.8—4.8	0.14—0.30
A-1	5	绿泥片岩	390	30.5	130	22.0	1.38	2.99	
A-2	5	磁铁矿 (富)	1530	17.5	400	50.5		3.9	0.23
A-3	5	石榴石绿泥片岩	820	46.5	—	—		2.89	
A-4	5	角闪岩	1060	10.5	220	37.0		3.74—3.87	

在50×50×100毫米试件两两相对柱面中间部位张贴5×12或3×5, 120欧姆电阻丝应变片(其中一组平行长轴, 另一组平行短轴)测纵向及横向变形。同样在120吨试验压力机上以10公斤/厘米²秒加载速度加载。用YJ-5型静态应变仪测在各施加载荷条件下, 纵向应变及横向应变值 $\mu\epsilon_1$, $\mu\epsilon_2$ 。根据测定的应力应变值绘制各组试件的应力应变曲线(图9、10), 并计算弹性模数E和泊桑比 μ 列于表1—4。

从图9、10看出, Fe6层铁矿岩的变形破坏形式可概括成两大类:

(1) 似弹性体——磁铁矿(贫)直到破坏仍保持线性关系, 而混合岩在破坏前表现为非线性关系, 呈半弹性状态。达到极限载荷都表现为脆性突然崩溃破坏。

(2) 似弹塑性体——绿泥片岩及角闪岩在施加载荷初期和达到极限载荷时, 都呈现明显塑性变形。即 σ_c 达到550公斤/厘米²后, 应力增加200公斤/厘米²而获得的应变值为 700×10^{-6} , 相当每增加1公斤/厘米²能获得 3.5×10^{-6} 应变(图10)。

从体积应力应变曲线(图11)看出, 试件受载后发生变形直到破坏, 随载荷增加, 试件发出响声, 这反映试件内部裂隙的发展情况及其所处的应力状态。证实了弓长岭矿长期应用

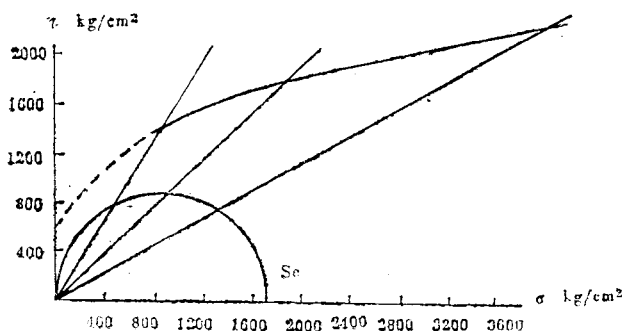


图4 磁铁矿(富)强度曲线

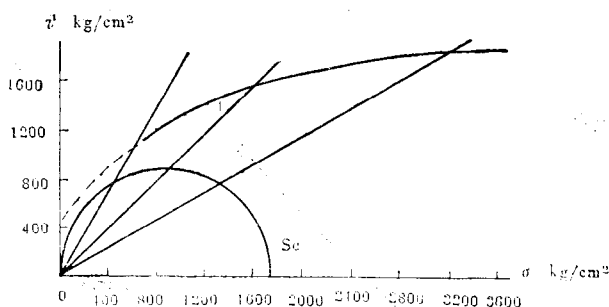


图5 磁铁矿(贫)强度曲线

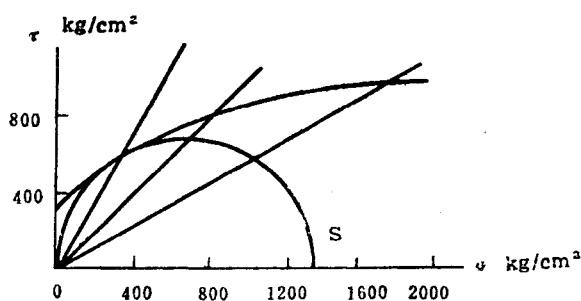


图6 绿泥片岩强度曲线

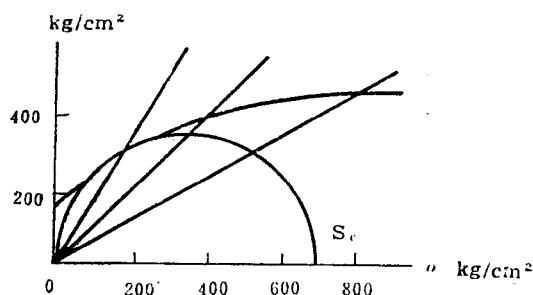


图7 角闪岩强度曲线

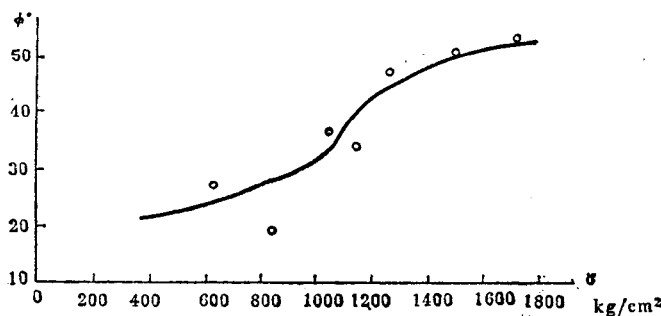
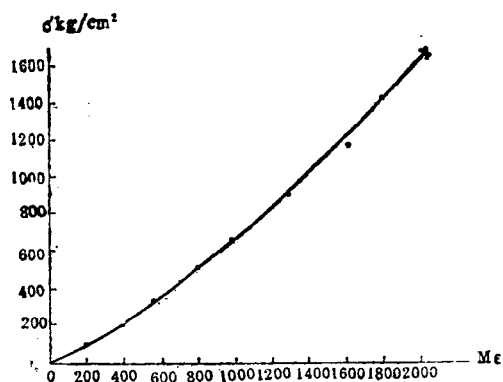
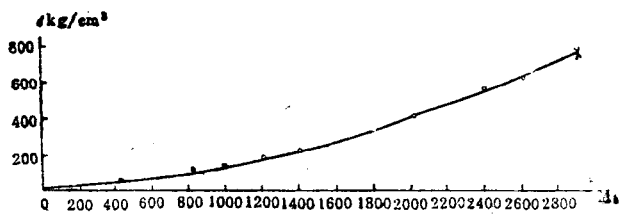


图8 岩石内摩擦角与强度关系



(a)



(b)

图9 磁铁矿应力—应变曲线

听声方法能反映岩体变形过程中所处应力状态。图11显示出体积变形曲线过C点后,弯向相反方向表示试件中,裂隙发展进入到不稳定阶段,裂隙扩大,体积增加。在裂隙进入不稳定发展阶段前出现响声,根据测定磁铁矿当施加应力达到 $1/4S_c$ 时,试件内部发生初始破坏。裂隙不稳定发展阶段开始时的相应应力为 $1/2S_c$ 。应力超过此值时,响声频繁出现。

角闪岩、绿泥片岩发生初始破坏时应力亦为极限强度的 $1/4$ 。但直到试件破坏时才听到响声。说明岩性较差的岩石声发射性能差。在此类岩石中,不宜采用声发射法监视岩体稳定性。这与在弓矿多年井下听声所得到的结论是一致的。一般在绿泥片岩中,岩体发生变形时只能听到掉渣声。

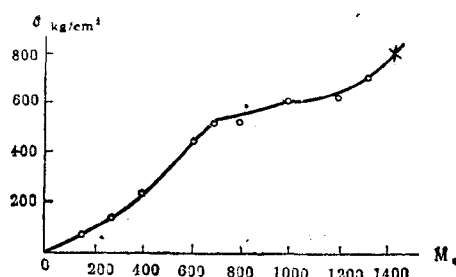


图10 角闪岩应力—应变曲线

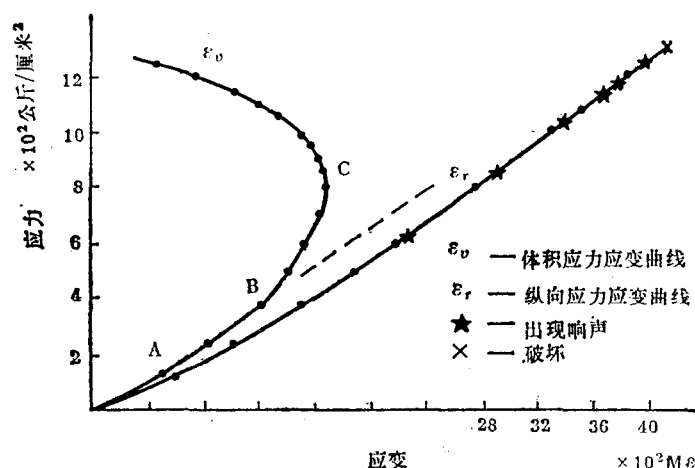


图11 体积变形曲线

三、岩层及地表移动观测方法

为研究岩层移动与井下回采工作发展及井下空区结构状态关系,控制岩层移动及回采工作安全影响必须在矿床回采过程中,开展对岩层移动的观测工作。弓长岭铁矿是我国最早开展岩层移动观测的少数几个金属矿山之一。第一次(1956年)岩移之后,即成立专业观测组。首先在直观调查的基础上建立140米、60米和20米各中段的垂直走向观测站。随后1964年于地表杨木山建立测量仪器观测的地表观测站。除文化大革命期间受“四人帮”干扰中断观测外,建站以来一直坚持长期持续的观测。目前已经形成由井下至地表测量仪器观测站和人工直观调查点相结合的综合观测站。通过综合站所获得资料的分析,掌握岩层移动动态和不断加深对移动规律的认识。同时,也为解决6号空区引起的安全问题等方面提供了必要的资料和数据。

1. 弓矿岩层移动特点及建站原则

金属矿山矿岩强度一般都比较,破坏前变形小,呈脆性破坏。岩层和地表移动一般为不连续,与煤矿岩层移动有很大差异。多年观测实践使我们认识到不能照抄煤炭部门的岩移观测的规定。必须针对金属矿山岩层移动特点确定岩层移动的观测方法、观测站的设置,以便进行理论研究,寻求金属矿山井下开采引起的岩层移动规律,对井下开采不断向深部发展的今天有着重要意义。

金属矿床开采过程中,岩层(岩体)常沿有利于向临空面(空区)滑动的原生结构面滑动。为了收集每一岩块的空间位移数据,必须在被原生结构面切割的岩块上,至少要设两个测点才能收集到满足岩块移动分析所需要的数据。另外,由于岩体断裂前变形量很小,要经很长时间才能观测到位移变化。例如,弓长岭铁矿于1956年建立的井下观测站直到1958年第二次岩层移动发生前都没有观测到位移变化。第二次岩层移动后,位于发生裂缝岩块上的19号点下量得由34毫米一下子就达到134毫米,而其余各点仍无变化。

观测站的目的主要是确定测点的垂直及水平方向的位移,确定地表或岩层变形速度,岩层移动的主要参数。以便指出岩层或地表的移动发展趋势,移动范围或根据所获得的表征岩层受开采影响范围内的岩层移动角、崩落角等。

根据多年实践认为,金属矿山必须按照下例原则进行建站:

(1) 永久站和临时站相结合

为确定移动角和进行移动理论方面研究所需要的参数,则需收集受采矿工作影响的岩层及地表移动的全过程资料。为此,要设立能进行长期观测,以便收集全部数据的观测站——称之为永久观测站。建站和观测工作都比较复杂,需要的人力物力较多。在一定时间内,为了解局部变化过程,或为某一安全问题收集资料的观测站——称为临时观测站。永久观测站要设在对全矿地质采矿条件有代表性的地段,为数不多。临时观测站则视需要建立。这种永久站和临时站相结合,可以利用临时站补充永久站不足,满足生产和科研的不同要求。

(2) 测量仪器观测站和人工直观调查点相结合

仪器观测所得数据精确、系统,但费时且技术要求高,必需有专业人员。直观调查简便易行,便于全面开展。这样可做到点上的精密数据和面上大量调查资料互相补充,就可更全面地收集到移动过程的丰富材料。更有利于分析和判断岩移的发展趋势以指导生产。

(3) 观测工作必需与地质采矿工作密切结合

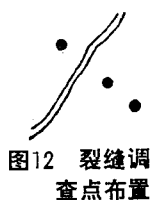
由于岩层和地表移动受原生结构面的控制,建站时必须充分调查结构面的分布,以便合理布置观测线和观测点。此外,还必须详细记录采矿工作和水文资料变化,才能正确地认识岩移的变化。

2. 地表移动观测站

为了观测地表移动全过程和记录到说明地表移动变化的全部数据,设立由人工直观调查和测量仪器观测相结合的综合观测站。

(1) 人工观测调查点

为了记录每一条裂缝的发生发展过程,要设立调查点。当地表出现新裂缝后,及时设点丈量必要数据,进行填图和建立裂缝档案。根据移动情况与回采工作的关系,决定观测时间。对回采工作安全有影响和活动激烈的地区要加强观测。如每天或每周观测一次。对一般只掌握移动过程的地区,可半月或一月观测一次。每次观测时,要丈量裂缝的长度、宽度、高差和水平错动,有可能时,还要丈量裂缝延深。通过观测积累的裂缝变化数据,进而分析判断整个地表移动的发展动态。



人工调查点建立简便,视观测对象可分以下几类:

一类为观测变化用。如用黄泥、铅油涂抹裂缝或用木楔插入缝中楔紧,观测裂缝变化。另一类为在裂缝两边建立如图12所示的,由三个测点组成的检查点。观测时,用2米钢尺或折尺丈量宽度,水平错动和高差,以便分析裂缝发展速度及移动趋势。

(2) 临时观测站

为做短期观测或局部的目的而设立临时观测站。例如，为观测某岩块的移动发展过程，地表排水工程的位移以及生产过程观测某地段移动与回采工作关系等。为观测回采后台沟三井安全矿柱对地表移动影响所设立的临时观测站示于图13。由A、B、C三点组成，借助水准测量，获得A、B、C三点随下部放矿工作进行位移变化值（表5）。依所得B点下沉值绘制 $w-t$ 曲线（图14）。曲线形状反映出地表移动过程的变化，激烈活动过程为时较短，便转入平缓移动。A、B、C三点高程的差异，又说明A、B、C三点所在的三号空区的顶盖在下沉过程中，曾发生向放矿中心方向倾伏。

(3) 永久观测站

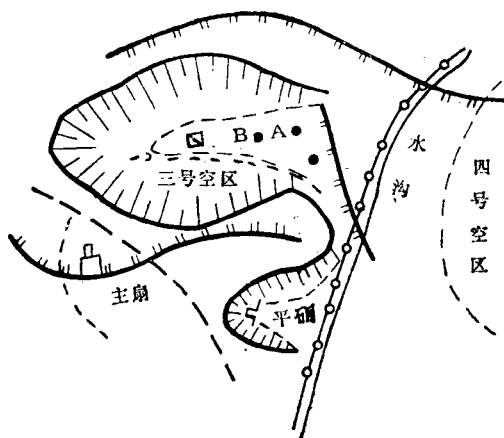


图13 地表临时观测站

表5 1974年5月22日至11月15日下沉值

点 号	下 沉 值
A	569
B	658
C	563

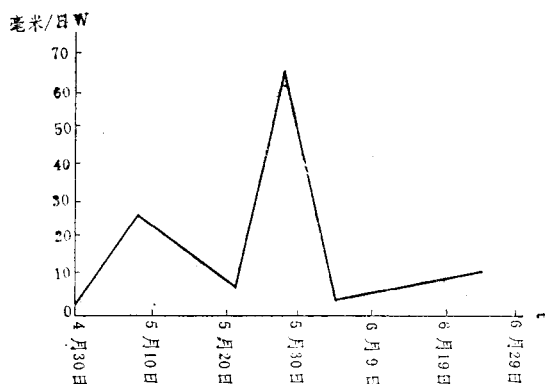


图14 B点 $w-t$ 曲线

为观测通洞区地下开采引起地表移动的全过程及监视上部空区所导致的岩层移动，在杨木山于280、286两剖面上建立两条观测线组成永久观测站（图15）。观测站设于1964年地表已经移动之后，按当时要求，观测线基本布于6号空区中央，观测线长度大于预计移动范围，观测点间距离按确定移动角所要求的精度确定的。没有考虑观测每个台阶的三个位移分量的要求，因而有的台阶上只布置一个点，或一个测点也没有。因此，在观测过程中，对原布置的观测线进行了改建，使每个台阶上都有两个测点。

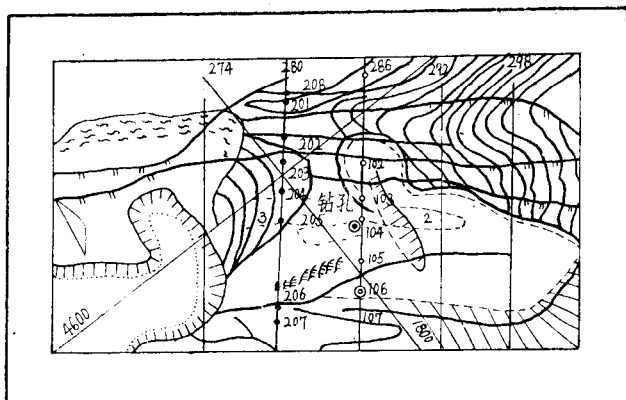


图15 地表观测站

观测内容为测量测点的高程、距离和偏距的变化。特别要保证原始和最终两次观测的精度。观测次数可由直观调查所得的地表移动变化的激、缓程度确定。一般在平缓时期可于春（化冻）冬（结冻）两季各测一次。

3. 井下岩层移动观测站

在通洞区井下和地表一样也逐渐形成了人工调查和仪器相结合的观测站。并且还在综合观测的基础上，试用光应力计测定岩体内应力变化和地音仪监听岩体变形时发生岩噪变化。

（1）人工调查

人工调查方式和地表基本相同。只是为了说明岩层移动和巷道变形破坏之间的关系，观测时要丈量巷道变形值，例如顶板下沉值等。为此，先后用过木滑尺，金属测杆等。

为了观测裂缝变化曾在巷道帮上粉刷宽100毫米，厚约1毫米的水泥观测带，或在结构面上用水泥粘贴玻璃片。这些简易办法都能有效地监视裂缝的变化及新的裂缝产生。

弓长岭铁矿井下矿长期应用监听岩体变形破坏时，所发出的岩噪——声发射频度判断冒顶与否，收到良好效果，避免了多起事故的发生。一般在移动活跃和影响安全的地段昼夜三班都派有观测工专门统计当班岩体断裂响声和掉渣次数。

（2）井下临时观测站

根据不同目的先后建有一系列临时观测站，如在后台区三井回采安全矿柱后，为监视井筒变形影响卷扬机基础下沉，威胁提升工作。在卷扬机地脚螺丝上设置4个观测点（图16），观测基础是否均匀下沉。为充分利用三井提升矿石，提供了依据。

（3）井下永久观测站

于各中段车场均建有垂直矿体走向的永久观测站，以便收集随井下采矿岩层移动发展外扩步距资料，从而确定岩层移动角、崩落角。

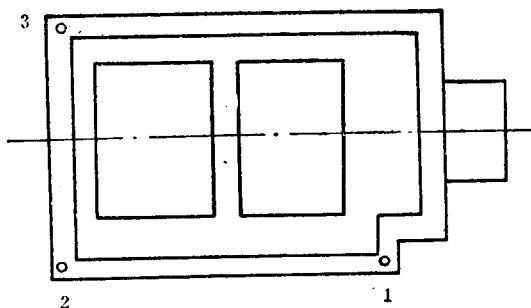


图16 简易观测站

四、岩层移动规律

弓长岭铁矿历次发生的大规模岩层移动根据分析，基本上可概括成下列几种情况：

1. 上下盘围岩较大范围地、有规律地、间断式地错动，地表出现倒台阶裂缝，与围岩错动相应地向外间断式扩展。岩体的构造促进并控制这种围岩错动和地表裂缝的发生和扩展。

弓长岭铁矿通洞区开采时间较久（约50年），在20米以上六个中段垂高240米，走向长度近700米的范围内，采用只留6米高的顶柱全面回采的分层干式充填法（见图3）就1/2产生大规模岩层错动，提供了有利的条件。由于顶柱长期受载荷（充填土及上、下盘传来的盘压）作用，顶柱的强度降低，加之位处中心（沿矿体走向和沿矿体倾斜）的113采场，由于受采准巷道切割较多而首先破坏，导致在较短的时间内发生了围岩错动。

由于弓长岭铁矿井下矿的特定条件，近地表部分留下80~120米厚的贫矿体未采，而且深部又残留不同类型的矿柱，导致围岩错动由发生、发展到相对稳定后，经一定时间，由于受回采工作的某种扰动突破已形成的平衡再度发生和发展历经三次活动（表6）。其错动范

围，沿走向和沿倾斜不断扩展，坑内残留的矿柱基本破坏，地表出现平行于矿体走向的四条裂缝（上盘三条，下盘一条）。上盘主裂缝长约300米，其最大宽度为1.5米如照片1。

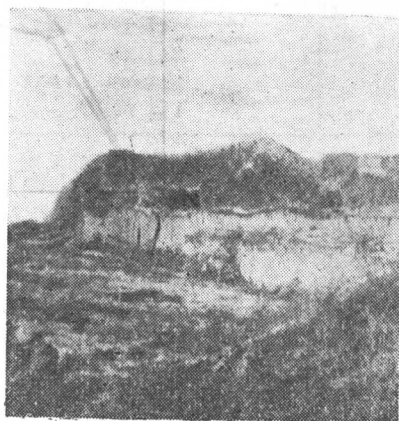
此后，随着回采工作面的下降，岩层移动有规律地、间断式地向上、下盘（特别是向上盘）扩展，而地表裂缝相应地呈倒台阶的形式如照片2，且上、下盘的走向裂缝，在矿体的端部闭合（见图15）。

表6 通洞区岩层移动汇总表

岩层移动 时 间	岩 层 移 动 范 围				开 采 条 件			岩 层 移 动 原 因		岩层移 动形式
	沿 走 向		沿 倾 斜		采矿方法	开采时间 (年)	空区体积 (万米 ³)	触发原因	主要原因	
	采 场	长 度 (米)	中 段	高 度 (米)						
1956年8月20 日~9月10日	62~24	300	180~ 60	120	全面 干式充 填法	3—5	7	113 采 场顶柱被 巷道切割 严重发生 破坏	多中段 同时作业， 开采时间 (约20年)	错动， 裂缝为主
1958年6月14 日~8月30日	77—31	480	230~ 20	250	全面 干式充 填法下 部留矿 法	5—7	7		多中段 同时作业， 开采时间 (约20年)	错动， 裂 缝、 局部冒 落
1964年3月1 日~3月6日	06—31	418	地表~ -20	360	全面 干式充 填法下 部留矿 法	留矿 法开采 6年	17	515~523 大量放矿	上盘围 岩暴露面 积大	错动， 巷道冒 死



照片1 上盘主裂缝



照片2 地表裂缝呈倒台阶形式

据实测资料，地表上盘主裂缝1972年长达410米，最大宽度为2.5米，深21米，台阶高差1米，1978年其长度为550米，宽度达4米，深30米，台阶高差为1.2~1.5米。最远的裂缝以

外，岩石无明显的变形。从地表观测线下沉曲线（图17a、b）可看出，最大下沉点104和205位于靠近矿体的上盘，且14年来基本不变，这说明急倾斜矿体岩层移动的特征。

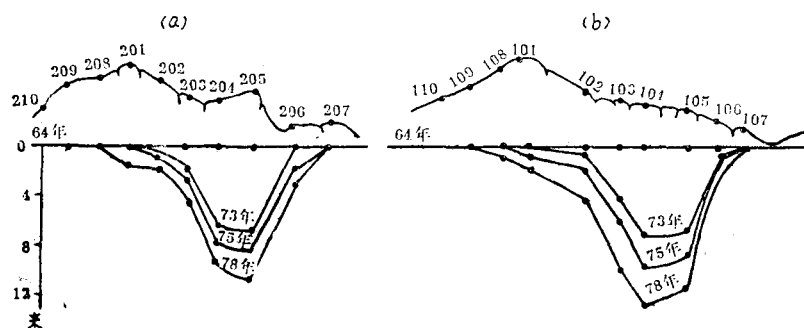


图17 地表下沉曲线图

a—二号观测线

b—一号观测线

另外，从地表观测线下沉速度曲线（图18）可以看出，井下回采和地表变形的密切关系，即井下加速回采时，地表下沉速度就增加，如1964年后，随-60及-100米的开采引起地表移动加剧。1973年以后仅-100米东部开采对地表观测线部分影响小，下沉速度变缓，并趋于稳定。但1976年后-100米中段东部回采加强，地表移动向东扩展，移动速度再度加剧。

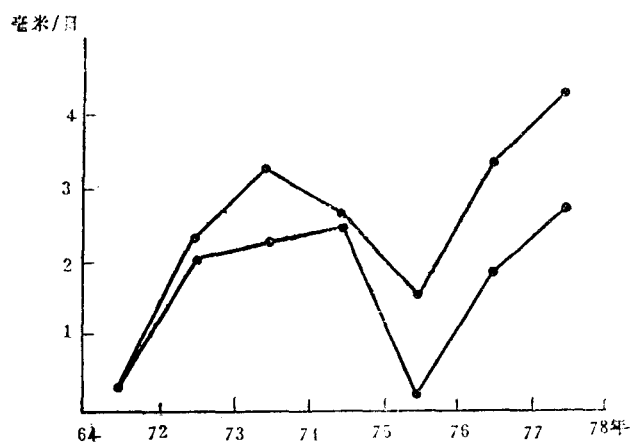


图18 地表观测线下沉速度曲线

同时，还从观测线测点的水平移动（表7）偏距（表8）看出下沉中心东移是受-100米中段开采的影响，但从表8看出各测点偏距方向不一，这是由于观测线所在地表已经落后于向东发展的移动范围的东部和受地形陡斜的大岩块滑离原位的影响，最大下沉点104和205同在一个台阶上，两点偏距和下沉值相差都很大，说明最大下沉台阶已断裂成为几个岩块，而各岩块的位移量各不相同。

弓长岭铁矿岩层移动还表明，不论井下历次的围岩错动，或是地表裂缝的发生和向外间断