# 山东玲珑金矿床黄铁矿形态成因与找矿

## 刘星

#### (昆明工学院)

摘 要 作者对玲珑金矿的黄铁矿晶体形态进行了系统研究,探讨了黄铁矿晶体形态与成矿阶段、
 标高、成分、温度及矿化贫富的关系,研究结果用于含矿性评价及找矿,效果很好。
 关键词 黄铁矿 形态成因 金矿找矿

玲珑金矿(典型的石英脉型)是我国目前最大、开采历史最悠久的金矿。已有许多地质学者 对其诸多方面进行了大量研究,但对最重要的矿石矿物一黄铁矿,仍有必要系统研究,为这个 老矿山的远景评价和找矿提供有用信息。

## 一、矿区地质背景

玲珑金矿区位于山东招远县,区内花岗岩类岩石广泛分布,该矿产于燕山期的玲珑花岗岩中。矿区内发育200多条含金石英脉,充填在 NE—NEE 向的裂隙系统中。热液成矿作用分为五 个阶段: I.无水硅酸盐阶段, I.含水硅酸盐阶段, I.早期硫化物阶段, Ⅳ.多金属硫化物阶 段, V.碳酸盐阶段。其中 I.Ⅳ为主要成矿阶段,矿化高度从海拔+700m 到一100m 以下。走向 NNE 的玲珑断裂从矿区中部切过,其东称为东山矿区,其西称为西山矿区。两区沿玲珑断裂发 生了相对升降运动,但究竟谁上谁下的问题长期未能解决。由于长期开采,金储量危机,急需对 两矿区的找矿远景及部分尚未勘探的石英脉的含矿性做出正确评价。

## 二、产状分布

黄铁矿是含金矿脉的主要矿石矿物,不仅在矿脉中有,在蚀变围岩中也有。在空间上从海 拔+700m~-100m 以下,在时间上从早到晚均有出现,是贯通矿物之一。各阶段黄铁矿的分 布及特点见表1。

从数量上看,黄铁矿主要在Ⅲ阶段大量产出,局部可形成块状黄铁矿脉(黄铁矿占脉体的 50~80%),构成很富的含金矿体。黄铁矿脉幅变化较大(0.5~40cm 宽),在空间从上向下,黄 铁矿脉幅有增大的趋势。在西山矿区,这种黄铁矿脉向深部逐渐转变为块状磁黄铁矿—黄铁矿 脉。随着磁黄铁矿的增加,矿脉金品位迅速降低。因此,磁黄铁矿的大量出现,可能标志着金矿 化快要尖灭了。

在东山矿区 ■阶段的黄铁矿脉中发育全由黄铁矿组成的晶洞,晶洞黄铁矿形态主要为 {111}+{100}、{111}、{100};西山矿区未见这样的晶洞发育。说明东山黄铁矿是在比西山更富 挥发组分的条件下形成的。

<u></u>		-										
$\searrow$	市及社		西	ш			东山					
成矿阶段		分布	粒度 (mm)	粒度 (mm) 形态		分布	粒度 (mm)	形态	含 Au 性			
石芽 (碳	英一方解石 酸盐)(V)	很少,分布在 碳酸盐脉中	0.1	{100}	贫矿	少量,在石英 方解石脉中	▶量,在石英 0.1 方解石脉中 (均匀) {100}		贫矿			
多金属硫化物 (Ⅳ)		量少,偏下部 190和260米	0. 2	{210}+{100}	富矿	量 少,不均 匀,有时在晶 洞中	0.2~ 0.5 (均匀)	<pre>{100}+ {100} + {111}, {111}+ {100} + {210}</pre>	富矿			
	黄铁矿 (∎₅)	少量	•	半自形	非矿 (?)	*						
	胶状黄铁 矿(Ⅲ,)	少量		胶状	非矿 (?)							
硫化物阶	磁黄铁矿 一黄铁矿 (Ⅲ3)	含量多,分布 较广泛	0. 2	块状或自形晶 {100},{210} {111},{hk1} 的聚形	富矿							
段 (Ⅲ)	石英一 黄铁矿 (Ⅲ2)	分布在脉旁 梳状石英中	0. 5	{100}+{210}	贫矿	连续,块状 粉末状 (小自形晶)	最大30, 一般 0.5~1 (不均匀)	<pre>{100} + {100} + {111}, {111} + {100}</pre>	富矿			
į	黄铁矿一 石英( <b>Ⅲ</b> ,)	含量较多,成 斑点状	5~20	{100},偶见到 {100}+{210}	贫矿	分布成 星散状	0.5 (均匀)	{100}	贫矿			
白ī	云母一石英 (Ⅱ)	很少,分布在 无矿石英脉中	0. 25	{100}	非矿							
伊长石-石英 (I)		很少,石英 裂隙中	<0.1	{100}	非矿							

表1 玲珑金矿不同阶段黄铁矿特征对比 Table 1 Comparison of characteristics of Pyrites for different stages in Linglong Gold Mine

## 三、黄铁矿的形态

145 颗晶体测量统计发现,组成玲珑金矿黄铁矿晶形的单形共 17 种,晶体形态共 22 种 (表 2、3、4)。其中东山矿区有单形 13 种,晶体形态 17 种;西山矿区有单形 9 种,晶体形态 11 种。

在出现的单形中,立方体最常见,它在东山和西山矿区均为主要单形。除此之外,八面体在 东山矿区出现较多,而五角十二面体在西山矿区出现较多(表 2)。

					•		
		西山		东山		全矿	
单形类型	单形符号	出现 次数	<b>频率</b> %	出现 次数	<b>频率</b> %	频率 % 次数 96.4 139 95.9 20.2 48 33.1 33.3 44 30.3	<b>频率</b> %
立方体	{100}	58	95.1	81	96.4	139	95.9
五角十二面体	{210} {310} {410} {750}	31	50.8	17	20. 2	48	<b>33.</b> 1
八面体	{111}	17	27.9	27	33. 3	44	30. 3
三角三八面体	{221}{551}{552}	0	0	5	6.0	5	3.5
四角三八面体	{211}{733}	2	3.3	3	3.6	5	3.5
菱形十二面体	{110}	0	0	5	6. 0	5	3.5
偏方复十二面体	11	18.0	3	3.6	14	10.0	

表 2 玲珑金矿黄铁矿的单形

Table 2 Crystal forms of pyrite in Linglong Gold Min

在出现的晶体形态中,两矿区均以简单立方体{100}为主。但在东山矿区聚形种类较多并 出现{111}习性晶体;而在西山矿区聚形种类较少且出现{210}习性晶体。根据热液金矿的一般 规律,越是靠近矿体上部,黄铁矿的单形种类越多,聚形种类也越多。在环太平洋岛弧火山带的 许多浅成热液金矿中,接近地表时黄铁矿大量出现{111}晶形,同时复杂聚形增多。由此看来, 东山和西山矿区黄铁矿单形种类和形态上的差异可能反映出东山黄铁矿是在上部(或浅部)形 成的,而西山黄铁矿形成部位较深。

## 1、形态与阶段

随着热液成矿作用从早到晚,简单立方体逐渐减少,复杂聚形增加,在 IV 阶段,复杂聚形达 到最多。但当热液作用进行到最晚阶段,黄铁矿数量大大减少,且全是简单立方体了(表 5)。这 说明黄铁矿在主要成矿阶段大量出现聚形,黄铁矿的复杂聚形是金矿化的良好标志。

.

			西	Ъ	东山			
	尖型	{ <b>nki</b> }	粒数	%	粒数	%		
		{111}	0	0	3	3.6		
	单形晶	{210} .	2	3. 3	0	0		
	类型     単形晶       単形晶	{100}	26	42.6	49	, 58. 3		
	•	{111}+{100}	0	0	1	1.2		
	二形晶	{100} + {111}	4	6.6	11	13.0		
		{100}+{210}	14	23. 0	4	4.8		
		{111}+{100}+{221}	0	0	1	1.2		
		(111) + (100) + (211)	0	0	1	1.2		
		{100} + {111} + {210}	0	0	5	6.0		
		$\{100\} + \{210\} + \{111\}$	5	8.2	0	0		
	三形晶	(100) + (210) + (532)	1	1.6	1	1.2		
		{100}+{210}+{211}	0	0	1	1.2		
聚		{100}+{210}+{110}	0	0	1	1.2		
形		$\{210\} + \{321\} + \{111\}$	1	1.6	0	0		
琞		{211}+{210}+{100}	1	1.6	0	0		
		(100) + (111) + (210) + (110)	0	0	1	1.2		
		, $(100) + (110) + (210) + (551)$	0	0	1	1. 2		
	四形晶	(100) + (221) + (552) + (750)	0	0	1	1.2		
		(210) + (111) + (100) + (321)	5	8.2	0	0		
		(321) + (111) + (100) + (421)	1	1.6	0	0		
	717/8	$\{100\} + \{111\} + \{110\} + \{221\} + \{321\}$	0	0	1	1.2		
	<b>土</b> 形 皕	$\{100\} + \{111\} + \{110\} + \{221\} + \{12,7,1\}$	0	0	1	1.2		
	六形晶	(100) + (111) + (110) + (210) + (211) + (310)	0	0	1	1 <b>. 2</b>		
	七形晶	$\{100\} + \{210\} + \{321\} + \{111\} + \{410\} + \{521\} + \{733\}$	1	0014 $6.6$ $11$ 14 $23.0$ 400 $1$ 00 $1$ 00 $1$ 00 $5$ $5$ $8.2$ $0$ 1 $1.6$ $1$ 0 $0$ $1$ 1 $1.6$ $0$ 1 $1.6$ $0$ 1 $1.6$ $0$ 0 $0$ $1$ 0 $0$ $1$ 0 $0$ $1$ $0$ $0$ $1$ $0$ $0$ $1$ $0$ $0$ $1$ $0$ $0$ $1$ $0$ $0$ $1$ $0$ $0$ $1$ $0$ $0$ $1$ $1$ $1.6$ $0$ $1$ $1.6$ $0$ $1$ $1.6$ $0$ $1$ $1.6$ $0$				
	总计		61	100	84	100		

## 表 3 玲珑金矿黄铁矿晶体形态 Table 3 Crystal habits of pyrite in Linglong Gold Mine

根据晶体测量,单形顺序按发育程度排列,从第四位开始肉眼难以分辨,包含二种单形的聚形晶简称二形

晶,其他依此类推

	-¥- 104	种	<b>·</b> 数	粒	数
	尖型	西山	东山	西山	东山
	单形晶	2	2	28	52
	二形晶	2	3	18	16
	三形晶	4	6	. 8	10
聚		2	3	6	3
形	五形晶	0	2	0	2
毘	六形晶	0	1	0	i
	七形晶	. 1	0	1	0
	合计	9	15	33	32
	总计	11	17	61	84

#### 表 4 玲珑金矿黄铁矿晶体形态

Table 4 Comparison of crystal habits of pyrite in Linglong Gold Min-

玲珑金矿黄铁矿晶体形态的主要演化顺序为: {100}→{100}+{210}+{111}→{210}+ {100}+{111}→{100}+{111}+{210}→{111}+{100}→{100}.

即:从早到晚,{111}晶面逐渐增大,到中晚期出现{111}习性晶面;而{210}晶面在中期发育最强,出现{210}习性晶面,再往后就逐渐消失了。

表 5 玲珑金矿东山不同阶段黄铁矿形态所占百分比(%)

Table 5 Distribution of crystal habits of pyrite in mineralization stages in Linglong Gold Mine(%)

阶段	{100}	{100} + {210}	{100}+{111}	{100}+{111}+{210}	4 种单形 组成聚形	5 种以上单 形组成聚形
v	. 100					
IV ·	50		28. 6	10.7	7.1	3. 6
<b>I</b> 2	54. 8	3. 2	22. 6	12.9	6.5	
II 1	66.7	14.8	11.1	7.4		

矿区	标高(m)	粒数	{100} %	{111}+{100}%	${210} + {100}\%$
	375~325	33	60.6	39. 4	0
<u>.</u>	255	345	46. 4	45. 2	8. 4
东山	206	802	59.2	26. 9	13. 9
щ	170	589	57.4	25.9	16.7
	130	152	66.5	14.3	19. 2
西山	230	545	47.2	4.2	48. 6
	190	608	37.7	3.6	58. 7

#### 表 6 玲珑金矿黄铁矿形态的空间分带

Table 6 Vertical zoning of crystal habits of pyrite in Linglong Gold Mine

## 表 7 玲珑金矿黄铁矿晶体形态比值(X)与标高的关系

Table 7 Relation between crystal forms ratio (X)of pyrite to height

矿区	脉号	标高(m)	样品数	粒数	X <sub>max</sub>	X <sub>ssin</sub>	x
	52	350	1	16	1.70	1.70	1.70
	52	325	1	17	1.60	1.60	1.60
东	52	255	16	345	4.00	1.15	1. 49
山	52 •	206	31	802	2.20	1.00	1.29
i	52	170	28	589	1.80	0.75	1. 12
	52	130	8	152	1.64	0.75	1.08
	108	230	10	203	0.79	0. 42	0. 54
西	108	190	9	168	0.65	0.16	0. 42
Щ	55	230	19	342	0. 69	0. 33	0. 54
	55	190	25	440	0.60	0. 21	0. 43

in Linglong Gold Mine

注:X= $\frac{\mathbf{a}+(\mathbf{a}+\mathbf{0})}{\mathbf{b}}$ 

a + (a + e)

## 2、形态与标高

本区黄铁矿绝大部分是易识别的单形晶和简单聚形,故对 Ⅲ阶段的黄铁矿进行了形态统 计(3074颗晶体),结果发现,矿脉中黄铁矿含{111}聚形从下向上增加,而含{210}聚形从下向 上减少,规律十分明显(表 6)。同时也看出东山明显具有上部矿体特征,西山具有下部矿体的 特征。

根据黄铁矿晶体形态有很好的空间分带性的特点,为了对这种分带性定量研究,设计了参数  $X = \frac{a + (a + o)}{a + (a + e)} (a\{100\}, o\{111\}, e\{210\}), 换算后发现, 各标高上 X 的均值 X 与标高很好正相关(表 7)。$ 

将东山矿区 52 号矿脉的 X值对标高(X)进行线性拟合,得:

 $\overline{\mathbf{X}} = 0.69 + 0.0029\mathbf{X}$  (r=0.986)

故 X对标高的变化梯度为 0.0029(<sup>1</sup>/<sub>m</sub>)。据此计算, 东山 52 号脉的 X值向深部减少, 直到一 90m 左右, 才与西山 108 号、55 号脉在+190m 标高上的 X值相当, 两者绝对相差 280m 左右。 亦即:玲珑断裂将东山、西山切断, 并将西山上推了 280m, 从而使原各居上下的东山、西山矿体 同位于现在相近的水平。

## 3、形态与成分

对不同形态黄铁矿进行了电子探针分析(表 8),结果发现,当出现含{111}单形时,As、Ba 含量明显升高;而 Co 含量则从{100}→{100}+{210}→{210}+{111}→{100}+{111}顺序减 少。一般在热液作用中,Co 在较高温富集,As、Ba 在较低温富集。此外,黄铁矿的(111)面网易 吸附 As,As 的吸附又使该面网在沿其法线向外的生长速度减慢,根据晶体生长的布拉维法则, 这将导致{111}单形的发育。

为了解黄铁矿单晶中成分的变化,对一颗{100}+{111}聚形晶沿晶体对角线切面 2mm 长度内进行等距电子探针分析(表 9)。

		• •				0 0
晶体形态 (样品数) 元 素	{100} (9)	{100}+{210} (6)	{210} (3)	{210}+{111} (1)	{100}+{111} (1)	$\{100\} + \{210\} + \{111\} + \{321\}$ (2)
Fe	46. 888	46.880	46. 993	46. 590	46. 541	46. 404
S	54.002	53. 690	53. 722	53. 585	53. 672	53.744
Ba	0. 055	0. 022	0. 022	0. 232	0. 080	0
As	0. 024	0. 039	0. 027	0.059	0.092	0. 011
Со	0.066	0.042	0. 027	0. 030	0. 027	0. 052
Ni	0. 007	0.004	0.014	0.008	<b>*</b> 0. 037	0. 010

表 8 玲珑金矿不同形态黄铁矿平均成分(wt%) Table 8 Average composition of pyrite with different habits in Linglong Gold Mine

武汉地院北京研究生部探针室分析,1984

结果发现,As、Bi、Cu、Ag、Au 含量从晶体中心部位向外有增加的趋势,说明它们易在结晶 晚期进入晶体:而 Co、Ni、Pb、Zn 含量由中心向外有减少的趋势,说明它们易在结晶早期进入 晶体。

点号 元素	1	2	3	4	5
S	52.85	52.60	51.75	52. 53	52.80
Fe	46. 27	46. 22	46. 37	46.17	46. 17
Au	0. 00	0. 32	0.10	0. 53	0.40
Ag	0.10	0.07	0.00	0. 45	0. 42
As	0. 20	0.14	0.00	0. 02	0.12
Bi	0.16	0.10	0.00	0. 00	0. 41
Co	0.00	0.14	0.17	0. 00	0. 00
Ni	0. 02	0.00	0.15	0. 01	0.00
Cu	0.18	0. 25	0. 04	0. 01	0.14
Рb	0.00	0.00	0.68	0.00	0.00
Zn	0.00	0. 11	0. 07	0. 06	0.00

 表9 聚形黄铁矿晶体切面上的化学成份(wt%)

 Table 9 Composition cross a pyrite crystal in Linglong Gold Mine(wt%)

中国地质大学(北京)探针室分析,1987

## 表 10 玲珑金矿黄铁矿晶体形态与温度的关系

Table 10 Relation between crystal habits of pyrite to temperature in Linglong Gold Mine

样号	阶段	形态及共生 组合类型	温度 ┰℃	l i	晶体中单形,	<b>聚形及</b> 所占	'	样	矿石	
				{100}	{100}+ {210}	{100}+ {210}+ {111}	$\{100\} + \{111\} + \{210\} + \{321\}$	{100}面 主要微形貌	品 教 (粒)	含金 性 ppm/米
340-1-6	v	(100)	218	100				层状生长不发育	50	$\frac{4.69**}{0.8}$
300-2-21	N	(100)	218	100				同上	100	$\frac{35.08}{0.5}$
260-1-23	N	(100)(210)( <b>hki</b> )	227	20	60		20	生长层为主	50	$\frac{42.70}{2.7}$
469-5-13	N	(100)(210)(111)(321)	228		25	25	50	同上	8	*
<b>As</b> -6	<b>X</b> 3	(100)(210)(111)(321)	260	16	33. 3	17.4	33. 3	同上	7	
190-6-2	Щ з	(100)(210)(111)	280	40	40	20		同上	50	$\frac{9.68}{1.13}$
214-2	1	(100)(210)(111)(321)	301	66.6			33. 4	同上	3	
玲-230	I	(100)	320	100				层状生长不发育	100	$\frac{1.50}{0.90}$

据张立(1984)资料整理 \*没有分析值 \*\*取自中段平面图

#### 4、形态与温度

爆裂法测温结果表明,黄铁矿在生长温度较高或较低时,易形成{100}简单晶体;而在 227 ~310℃的中温区间,易形成各种聚形晶体(表 10)。

事实上,这个温度区间恰好对应于多金属硫化物阶段,由于这时热液中含的各种元素杂质 最多,而黄铁矿的高指数面网容易吸附各种元素、杂质,从而导致各种聚形晶的大量出现。所 以,在多金属硫化物阶段出现大量复杂聚形晶(表 5)。

#### 5、形态与矿化

前面已经谈到,在主要成矿阶段形成的黄铁矿,大量出现各种聚形。而在最易形成聚形的 中温区间同时也是最有利于金沉淀的温度区间。从表 10 中也可看出,矿体中出现较多含 {210}和{111}的聚形晶体时,矿体的含金性就高,并且有黄铁矿聚形越复杂,矿体含金性就越 好的特点。

## 四、黄铁矿晶面微形貌

黄铁矿晶面微细图形的形态特征,留下了它生长历程的信息。按不同晶面分别讨论。

1、{100}晶面

(1)岛状生长层:生长层呈矩形,从底向上叠置呈金字塔形。生长层的顶面与坡面较光滑, 两者交棱平行〔001〕。在{100}晶面上这种生长层可有多个,有时呈长条岛状。这种生长层主要 在不成矿的早期阶段形成,反映出早期阶段高温和硫逸度较低的生长环境。

(2)片状生长层:平行〔001〕的矩形,在底面上层层叠置,构成阶梯状,常在〔011〕方向或 〔012〕方向被截角。其厚度一般小于岛状生长层。当这种生长层在〔011〕方向被截角时,指示着 {100}+{111}的聚形生长过程;当在〔012〕方向被截角时,指示着{100}+{210}的聚形生长过 程。在主要成矿阶段(Ⅲ、Ⅳ)形成的黄铁矿几乎都具有这种生长层,反映出中间阶段中温和硫 逸度较高的生长环境。

(3)不规则生长层:生长层边缘不规则,边缘间隔宽度不一,有时甚至表现为不规则的锯齿状。是由于机械杂质的吸附而使层状生长层不能均匀向前生长所致,可能反映出主成矿阶段局 部过冷却度较大、晶面快速生长和环境中杂质过多的生长条件。 2、{210}晶面

(1)正条纹:平行〔001〕方向延长的条纹,条纹细直,常出现在{100}+{210}聚形上。实际上 是由(100)面生长层边缘阶梯面形成的。在主要成矿阶段的黄铁矿常具这种条纹。

(2)负条纹:平行〔120〕方向(即垂直于(210)和(210)交棱)的条纹,条纹疏密不定。仅在西 山矿区 108 号矿脉下部少量出现。

3、{111}晶面

玲珑黄铁矿{111}晶面上见到的微形貌仅一种,即与{111}面反向的三角形状生长层,它<sup>1</sup>。 同心层状叠置于{111}面上。

#### 4、溶解形(蚀象)

所见的溶解形主要在{111}面上,溶蚀坑呈三角形,边缘平行{111}晶边。在{111}面和 {100}面上有时可见到溶蚀沟(线状沟槽),有的沟线连结成三角形状。具有这些溶解形特征的 黄铁矿常位于多阶段叠加的富矿部位,并且溶解形越发育,含金性越好。

总体看来,片状生长层发育(宏观表现为细密条纹)、不规则生长层发育、正条纹发育、溶解 形发育均代表着对金矿化有利的生长条件。

## 五、黄铁矿光片浸蚀实验

用稀释盐酸对光片中黄铁矿进行浸蚀,结果发现不同的环带发育现象。

(1)Ⅰ、Ⅱ阶段黄铁矿未见生长环带发育,反映出这时的热液处于较稳定状态,黄铁矿在此条件下缓慢连续结晶。

(2) ■ 阶段黄铁矿生长环带普遍发育,生长环带主要呈同心多边形(或矩形)环状,最多的 有六圈环。反映出这时成矿热液的化学组分和动力学状态不断发生波动,也可能反映出成矿热 液发生了多次周期性沸腾作用。

(3)Ⅳ阶段黄铁矿也有生长环带发育,但比3阶段的弱,反映出这时成矿热液的波动性有 所降低。

(4) V 阶段黄铁矿无生长环带发育,反映出热液又进入稳定状态,黄铁矿又缓慢连续结晶 了。

生长环带的发育与否,本质上与热液挥发性组分的活动性有关。早期阶段高温高压条件 下,挥发性组分活动性小;到主成矿阶段,温度压力的降低,使气相从液相中分离出来,使成矿 热液的物理化学条件发生剧烈波动(或沸腾),导致黄铁矿快速而又间断地结晶,形成环带;到 晚期阶段,温度压力的进一步降低,使气相几乎全部离开液体,热液成为纯液相,均匀的低温纯液相又使黄铁矿缓慢连续地结晶。

所以,黄铁矿生长环带的发育标志着对金矿化有利的热液环境。

## 六、结 论

1、玲珑金矿东山矿区和西山矿区黄铁矿的单形、聚形种类、习性晶面发育情况和晶体形态 在空间的分布规律均有力证实,东山矿区具有上部矿体的特征,西山矿区具有下部矿体的特征,现在之所以处于相近的水平高度上,是由于玲珑断裂将西山上推的结果,西山矿区是上升盘,东山矿区是下降盘。因此,东山矿区深部远景将会很大。

2、黄铁矿的形态参数 X的计算表明,玲珑断裂将西山矿区相对于东山矿区至少上推了约 300m。故在东山矿区深部-110m 标高附近,可能出现类似于西山矿区现在+190m 标高上的 金矿化类型。

3、黄铁矿具有多种聚形、复杂聚形时,是金矿化富集的标志。

4、黄铁矿片状生长层、正条纹、溶解形、生长环带的发育,标志着对金矿化有利的热液环境。

新近对东山矿区代表矿脉(52 号脉)的钻探工程揭示,在该矿脉深部-100 米左右标高,出 现了与西山矿区的典型矿脉(108 号矿脉)在+190~+230 米标高上很相似的矿物组合与矿化 特征,出现了很相似的黄铁矿形态与其组合特征。这不仅证实了上述结论的正确性,而且也有 力地说明:系统的黄铁矿形态成因研究,是进行金矿空间分带研究和含矿性评价的有效手段, 在矿山的远景评价和找矿中很有实用价值。

本次研究得到导师陈光远教授、孙岱生教授的热情指导,得到山东招远金矿地测处很多同 志的热情帮助,借此谨致诚挚谢意。

### 参考文献

〔1〕陈光远,孙岱生等,黄铁矿成因形态学,现代地质,1(1)1987。〔2〕刘星,山东玲珑金矿成因矿物学和找矿矿物学,中国地质大学博士论文,1988

# APPLICATION OF MORPHOGENESIS OF PYRITE TO GOLD EXPLORATION IN LINGLONG GOLD MINE SHANDONG

## Liu Xing

(Kunming Institute of Technology)

#### Abstract

Crystal habits of pyrites in Linglong Gold Mine are discussed in this paper. Relationship of crystal forms of pyrite to ore-forming stages, ore composition, altitude of ore, ore-forming temperature and ore grade is analysed. Results have been applied to exploration in the mine.

## 剪切带中金矿化三个阶段的成矿模式

加拿大、西澳、印度和津巴布韦前塞武地盾区,法国海西、前海西基底及新西兰中生代片岩 中金矿床的构造研究表明剪切带对金矿床的定位起着至关重要的作用。该模式把剪切带看作 是金矿化发育及金富集的一个整体,都经历了以下三个阶段。

早期阶段:第一幕为应力阶段。变形集中,形成了片岩和糜棱岩,给热液开辟道路。变形和 热液的双重作用使原岩局部溶解,矿物组合发生变化,化学成分重新分配。剪切作用把成矿物 质带到剪切带的核部。在镁铁质岩中主要形成硅化、碳酸盐化和绿泥石化,以及原含金矿化的 磁黄铁矿重结晶。第二幕,核部的热液蚀变最强,形成硅化带,富集了整个剪切带的一些元素。 磁黄铁矿解体形成白铁矿和黄铁矿,释放出金,提高金的品位。在有砷带入的地方,砷黄铁矿是 金的载体,其富集部位就是剪切带的核部。与第二幕有关的作用都富集金,法国和加纳已鉴别 出了几个与此有关的大的剪切带金矿床。

中期阶段:第三幕和第四幕。前者在剪切带或相邻的围岩中形成含矿构造一石英脉及岩墙。后者期间、剪切作用仍在继续,前者的构造因其比围岩坚硬更易于破碎,如形成糖粒状石英,再次成为金沉淀的有利场所而使金的含量增加,剪切带第一次出现自然金。这种金的纯度高(Ag小于15wt%)赋存在硫化物或糖粒状石英中。法国地形局的工作表明该阶段的矿化具有明显的 Au-Pb 相关性。这类矿床常伴有铅异常。

晚期阶段:后期拉伸作用形成断层和裂隙,导致新的变化,糖粒状石英重新结晶成小的自 形晶体,形成晶洞,其中常出现块金。一些剪切带核部可形成几十米到几百米的透镜体格架,并 应填在其所形成大的断层和裂隙中而使剪切带中金的含量降低。