

# 用“矿物学填图” 研究湖南漠滨型脉金矿床<sup>①</sup>

陈庆年 周丕康 何磷明

(贵州工学院地质系)

曾朝宗 罗文列

(冶金部漠滨金矿)

**提 要** 本文根据找矿矿物学,矿物学填图的基本原理和方法对漠滨贫硫化物型脉金矿床进行矿物学填图研究,同时对矿物包体、矿物组合及自然金成色作测定,编制了漠滨金矿区 PD265—390 中段矿物量分布图,反映出漠滨金矿有一定分带性。区域内此类矿床可分为不同亚类,为找矿预测提供了一定依据。

**关键词** 贫硫化物型脉金 矿物学填图

## 前 言

地质界公认,在矿床学、矿石学范畴内,“查明成矿物质的时间演化及空间分布”(A·Γ·别捷赫琴,1958)是一项基本任务。实际上,由于种种主客观原因,岩矿研究同地质脱离已经成为常见弊病。程裕淇等老专家曾提出抨击和警告。丘赫洛夫、金兹堡、陈光远、徐国风先后倡导“成因矿物学”“成矿矿物学”,并发表不少成果。

苏联地质学家 N·B 波克罗夫斯卡亚等将“矿物学填图”理解为“在野外条件下(通过在工程中观察)追索和在图上圈定出有规律的重复出现的具有不同成分、结构、成因特征的矿物生成物发育区”,编制出矿物学平面图,以反映矿化类型并提取成因信息。其在苏联某些矿山的工作已取得初步成果。苏联学者并对锡矿按开采块段进行“工艺性研究填图”以指导生产;“矿物学填图”的原理和方法亦在区域成矿、找矿中应用。我国已在花岗岩相带的划分及岩体内部构造的研究中应用此法。

贵州工学院师生于 85 年在漠滨金矿的支持下,以 II 号脉为对象进行了“矿物学填图”实践,得到一些新的认识,继于 87 年对该矿西段工作并结合部分矿物标型性研究,现报导阶段成果如下。

<sup>①</sup>国家自然科学基金、漠滨金矿资助项目。

## 一、漠滨型脉金矿床基本特征

漠滨金矿位于新华夏构造体系第三隆起带西南段的雪峰隆起带上的次级湘黔桂隆起的东北端,产于元古界板溪群五强溪组地层之中,带上金矿点较多,基本上都属石英脉贫硫化物型自然金矿床。

1. 含金石英脉产在绿片岩相的火山碎屑岩系中。据 32 件岩石化学全分析资料(表 1)整理,认为整套岩系相当于铝硅过饱和和类型岩石,  $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} + \text{P}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O}$  等活性组分可达 6.5~14.27%;其中所夹火山物质来源于大洋型基性火山活动,岩性为角斑岩,厚大碎屑岩系有浊流特点。火山凝灰岩及其脱斑化、硅化岩中,微量金可达数 10ppb。

2. 明显的构造控制。构造体系的演化控制金矿带;构造的复合控制矿区矿田;褶皱发育中的层间剥离或破碎带控制含金石英脉体(图 1);多期及不同序次构造的迭加复合,控制脉体组合及富矿包。由于构造因素,富矿包不限于脉内。

3. 含金石英脉体往往成群成带分布,断续出露可达数千米,沿倾斜控制可达 900 米,垂深可达 300 米。据漠滨金矿统计,矿体长度变化于 10~140 米,长度在 50~60 米时变异系数稳定。通常品位厚度变化均大,变异系数可达 181%,有人认为极不均匀。

4. 金常以粗粒明金状产出,可占 70%,但近期越来越证明细粒显微金的重要性。后者生于细粒黄铁矿及毒砂中,部分在石英中。方铅矿、闪锌矿、黝铜矿、黄铜矿及部分辉锑矿对粗粒明金及富矿包有指示意义。矿脉为贫硫化物型。

5. 成矿溶液为  $\text{H}_2\text{O} - \text{NaCl} (\text{KCl}) - \text{S}$  体系。均一化温度变化于 150~300℃ 间,有利的成矿温度为 220~180℃ 间。溶液矿化度不高。

6. 硫同位素说明硫为海洋硫酸盐硫。根据余大龙采集矿区 48 件硫同位素分析结果,  $\delta^{34}\text{S}\text{‰}$  平均为 7.58,变化范围为 +12.02~+1.36 之间,极差为 10.66(表 2)。说明在热液过程中有分馏作用。而  $\delta^{18}\text{O} - \delta\text{D}$  说明水的来源较复杂(图 2)。铅年龄值与雪峰期变质事件相当。

7. 新作的遥感图象解释说明构造有多期活动,并在矿区发现新的断层及大型节理,说明构造的迭加是成矿富集的重要因素,此看法与对控矿层间断层的观察一致,也得到气液包体研究的支持。

黔东一带上元古界下江群清水江组、番召组及隆里组和湘西马底驿组、枷榜组、拉揽组、五强溪组地层中,广泛产出此类贫硫化物型含金石英脉,已知矿床(点)有数十处,其中漠滨等地已建矿近 30 年,其余地点研究程度尚低,前人称为“漠滨型”脉金,对其成因虽有歧见,但前人多因其含金石英脉体“小、薄、贫、变”、勘探利用两难而持否定评价。

笔者等注意到,此型矿床审查批准的储量少,实际开采的储量多;地探和生探结论有较大出入;在几上几下的过程中不断出现储量增长并多次出现民采热潮的矿床(点)不乏其例,证明其仍具实际意义。应用新方法研究是必要的。

漠滨金矿区岩石化学全分析结果一览表

表 1

Table 1. Result of a rock chemistry total analysis of the Mobin Gold Deposit area

结果 序号	项目	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	灼失	总量
1		73.75	0.36	13.87	0.80	1.57	0.07	0.68	1.74	2.73	2.65	0.11	1.90			100.23
2		72.98	0.53	14.92	0.82	1.80	0.05	0.60	0.48	4.54	1.84	0.08	1.49			100.13
3		63.37	0.79	18.72	5.56		0.04	0.72	0.70	2.46	4.38	0.05	2.40	0.36		99.55
4		77.01	0.54	11.67	3.05		0.04	0.46	0.74	4.38	1.41	0.032	1.06	0.16		100.552
5		85.37	0.28	6.76	2.46		0.04	0.22	0.76	2.20	1.03	0.032	0.69	0.10		99.942
6		81.64	0.28	9.84	2.42		0.02	0.16	0.33	4.92	0.42	0.016	0.32	0.13		100.496
7		83.51	0.26	9.01	1.98		0.02	0.24	0.41	4.14	0.58	0.016	0.42	0.09		100.676
8		66.79	0.77	13.66	3.67		0.02	0.52	0.41	4.42	3.34	0.039	1.87	0.17		95.579
9		78.06	0.44	11.86	2.28		0.02	0.32	0.55	5.60	0.71	0.023	0.59	0.41		100.863
10		73.69	0.43	13.61	3.55		0.02	0.45	0.57	5.43	1.34	0.016	1.12	0.15		100.376
11		68.16	0.52	15.45	5.52		0.02	0.57	0.38	4.24	2.43	0.028	1.85	0.41		99.578
12		73.70	0.40	12.63	4.26		0.06	0.68	0.90	3.40	1.98	0.034	1.60	0.24		99.884
13		63.82	0.52	18.15	5.45		0.06	0.63	0.88	2.63	4.00	0.119	2.41	0.30		98.969
14		73.31	0.43	13.43	4.72		0.06	0.67	0.93	2.70	2.43	0.041	1.77	0.20		99.691
15		63.26	0.57	15.64	8.38		0.12	1.11	1.53	1.90	3.57	0.027	2.17	0.26		98.537
16		65.15	0.63	16.36	6.09		0.08	0.83	0.39	1.70	4.17	0.032	2.67	0.37		98.472
17		68.45	0.57	14.38	0.66	1.56	0.19	3.47	0.00	2.32	3.32	0.07			5.04	100.03
18		66.33	0.73	15.88	1.02	3.28	0.15	2.48	0.00	3.42	2.48	0.00			4.34	100.11
19		64.22	0.77	16.18	1.97	3.39	0.09	2.22	0.00	2.24	3.60	0.61			4.55	99.74
20		69.17	0.73	15.39	1.04	3.39	0.11	2.11	0.00	1.28	3.92	0.50			3.50	101.32
21		58.83	0.90	20.90	2.73	1.67	0.07	1.69	0.00	3.30	4.62	0.09			5.22	100.02
22		46.38	0.67	21.36	1.90	2.11	0.07	6.71	0.00	0.48	6.96	7.27			6.27	100.18
23		63.42	0.80	20.48	1.71	1.67	0.02	1.12	0.02	3.30	4.20	0.01			3.45	100.20
24		65.68	0.67	18.48	0.94	3.11	0.09	1.49	0.06	3.42	3.52	0.10			3.40	100.96
25		72.16	0.73	15.23	0.50	3.17	0.06	1.24	0.09	4.38	2.04	0.26			1.86	101.76
26		75.51	0.63	12.42	0.73	2.22	0.06	0.86	0.02	4.44	1.56	0.00			1.41	99.86
27		75.44	0.73	12.67	1.20	1.89	0.03	0.63	0.01	4.82	1.14	0.00			1.66	100.22
28		75.00	0.67	12.71	0.98	2.50	0.06	1.12	0.08	3.90	1.46	0.01			1.73	100.22
29		73.69	0.57	13.42	1.27	2.11	0.07	1.06	0.01	5.60	0.82	0.07			1.76	100.45
30		76.46	0.50	11.86	0.65	2.44	0.06	0.93	0.11	5.20	0.62	0.00			1.04	99.87
31		76.89	0.37	11.30	0.39	2.22	0.04	1.45	0.00	5.30	0.25	0.00			1.95	100.16
32		77.98	0.13	11.14	0.42	2.33	0.04	0.86	0.05	6.10	0.20	0.05			1.07	100.37
备注	资料来源于贵阳地化所(序号 1, 2), 湖南四〇七地质队(序号 3—16), 00535 部队(序号 17—32)。															

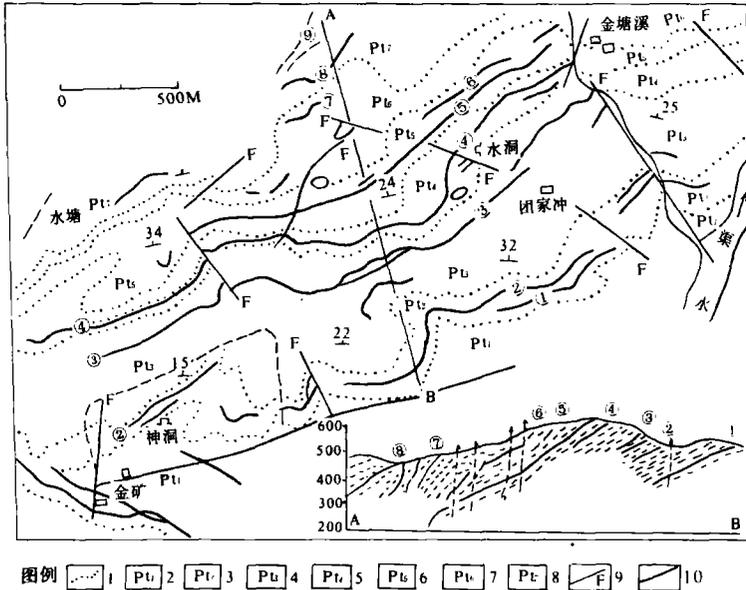


图 1 漠滨金矿地质图

图例: 1. 地质界线; 2. 变质细砂岩; 3. 条带状砂质板岩; 4. 板岩夹砂质板岩; 5. 砂质板岩夹变质细砂岩; 6. 变质细砂岩夹砂质板岩; 7. 变质细砂岩和砂质板岩; 8. 砂质板岩; 9. 断层; 10 含金石英脉;(据黎盛斯修改)

Fig. 1. The geological chart in Mobin gold Deposit.

漠滨金矿不同矿物硫同位素变化特征表

表 2

Table 2. Features of variation of Sulphur isotopes of different ores in Mobin Gold Deposit (据余大龙)

矿 物	样品数	$\delta S^{34}$	变化范围	极 差	标准差
黄铁矿	31	8.55	12.02—1.36	10.66	
毒 砂	7	8.29	10.09—7.57	2.52	
闪锌矿	2	7.06	7.86—6.25	1.61	
方铅矿	3	6.31	8.20—4.85	3.35	
黝铜矿	1	8.2	—	—	
车轮矿	1	6.13	—	—	
黄铜矿	1	8.55	—	—	
矿区全部	48	7.58	12.02—1.36	10.66	

## 二、“矿物学填图”等方法在漠滨金矿中的应用

1. 依据前言所述思路和方法以及矿床地质特征, 笔者对漠滨金矿 II 号脉首次进行了矿物一组构填图研究, 工作的依据优先考虑了矿山生产中的某些成功经验, 以及该矿矿化的特殊性。

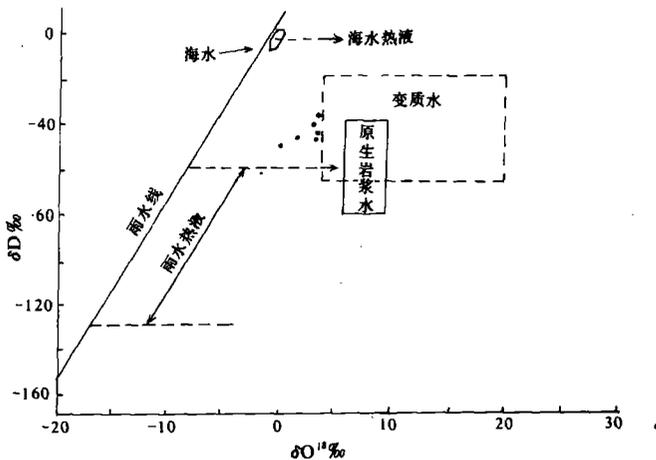
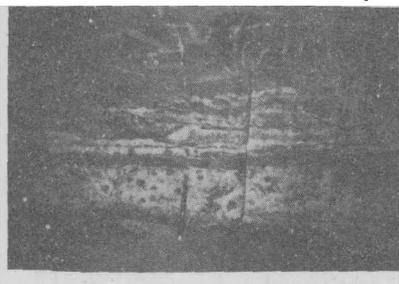


图 2 漠滨在不同成因水同位素组成变化略图中的位置

(据 Sheppard 1979, 余大龙)

Fig 2. Position of Mobin on sketch showing variation of isotopes composition in water of different genesis



照片 1. 漠滨金矿石英脉多层结构 (二层)

Photo 1. The multilayer structure of quartz vein in Mobin Gold Deposit

(1) 常规岩矿研究方法不适用“贫硫化物型”矿体。据 B. M 克列捷尔资料 (表 3) 可见, 若以平均金品位 5g/t 计, 依靠镜检发现一粒 0.25mm 自然金需要 160 个光片, 这是一般岩矿工作难以胜任的。

(2) 金的产出与硫化物的聚集及种类密切相关。矿山生产中将指示意义不同的矿物学标志称为“信”, 种类繁多, 现择要列举如下 (表 4)。

(3) 含金石英脉体结构复杂, 呈二“层”或三“层”的多层结构 (照片 1)。该结构为不同性质和期次的构造应力场沿袭同一层间剥离—破裂面作用形成。据矿区 I—XXIX 号脉统计, 具此结构多为复脉, 平均厚度大, 品位高, 矿体规模

大, 部分富矿包与其有关。

(4) 硫化物除星散浸染外, 常与矿物组构有关, 聚成细小条纹、条带、细脉状, 金与之有关。

2. 根据上述矿物特征,笔者采用了如下研究方法。

在一定品位金矿床中依靠镜检发现自然金的几率表(据 H. B 克列捷尔) 表 3

Table 3. Showing probability of discovering natural gold by microscopic examination for gold deposit of different tenor

矿石中 Au 含量		光片内不同粒度金粒数及光片数									
		1mm		0.25mm		0.05~50μm		10μm		5μm	
g/t	重量%	金粒	光片	金粒	光片	金粒	光片	金粒	光片	金粒	光片
50	0.005	1	250	1	16	3	2	40	1	160	1
40	0.004	1	320	1	20	4	3	30	1	135	1
30	0.003	1	425	1	26	1	1	24	1	95	1
20	0.002	1	635	1	40	2	3	16	1	63	1
10	0.001	1	270	1	80	1	3	8	1	30	1
5	0.0005	1	2540	1	160	1	6	4	1	16	1
2	0.0002	1	6350	1	400	1	16	5	3	6	1
1	0.0001	1	12700	1	800	1	32	3	4	3	1

矿山工人识别金富集的标志(信)及地质解释 表 4

Tabl3 4. Marks searching for gold concentrations by miner and the related geological explanations.

俗称	地质解释	含金性
鱼子信	粒径 1mm 左右方铅矿集合体	好、可见明金
荞子信	粒径 1~2mm 星点状分布的毒砂、方铅矿	自然金常伴随出现
火药信	黝铜矿, 车轮矿	含金好
牡丹信	黄铜矿, 方铅矿, 闪锌矿, 毒砂共生, 大块出现	含金好

(1) 用人工重砂法取得矿物及自然金研究样品, 配合光薄片研究, 在揭露完好的 PD290 中段对 II<sub>F</sub> 脉全脉按勘探线等间距采集样品, 对矿区西段(1 线以西)控制较密, 对东段控制较稀, 对不同标高的 PD265 及 PD340、PD390 中段也相应控制。

(2) 对有代表性的矿石类型采集四个大样, 进行矿物标型性及选冶性的解剖。

(3) 对自然金成色及杂质进行初步查定。

漠滨金矿Ⅱ号脉 PD265—390 中段人工重砂矿物量表

表 5

Table 5. Quantity of minerals by man-made heavy suite method in specimen taken from the middle section of Mobin Gold Deposit No. II, vein PD 265—390

样号	采样位置	原样重量 (千克)	淘洗后重量 (克)	单矿物(黄铁矿、毒砂)含量,硫化物总量(ΣMeS)及计算值										备注		
				黄铁矿占原样 中的含量(py) (%)	py 含量 对数首数	py 成 图值	毒砂占原样 中的含量(Ars) (%)	Ars 含量 对数首数	Ars 成 图值	ΣMeS 在 重砂中含量	SmeS 占原 样中含量 对数首数	ΣMeS 成图值				
1	PD265—26 线	20	0.40	$9.6 \times 10^{-1}$	-4	2										见金
2	PD265 过道上	1.7	3.82	$2.24 \times 10^{-1}$	-4	2	$2.1 \times 10^{-1}$	-2	4		95%	-2	4			见金
3	PD265—21 线	1.8	3.63	$2.01 \times 10^{-1}$	-4	2	$1.8 \times 10^{-1}$	-2	4		90%	-2	4			
4	PD265—22 线	1.4	1.51	$5.39 \times 10^{-2}$	-5	1	$9.7 \times 10^{-2}$	-3	3		57%	-3	3			见金
5	PD265—14 线	1.7	8.25	$9.7 \times 10^{-1}$	-3	3	$1.45 \times 10^{-1}$	-2	4		56%	-2	4			
6	PD290—2 线	4.0	0.45	$3.3 \times 10^{-2}$	-4	2	$9.12 \times 10^{-2}$	-5	1		51%	-4	2			见金
7	PD290—4 线	3.5	1.03	$8.83 \times 10^{-2}$	-4	2	$2.35 \times 10^{-1}$	-4	2		40%	-3	3			见金
8	PD290—8 线	3.0	8.01	$1.1 \times 10^{-1}$	-3	3	$2.6 \times 10^{-1}$	-4	2		40%	-2	4			见金
9	PD290—12 线	3.0	6.83	$1.07 \times 10^{-1}$	-3	3	$4.46 \times 10^{-1}$	-5	1		49%	-2	4			
10	PD290—14~16 线	3.5	8.01	$4.5 \times 10^{-1}$	-3	3	$6.8 \times 10^{-1}$	-3	3		52%	-2	4			
11	PD290—近 16 线	3.0	1.04	$4.8 \times 10^{-1}$	-4	2	$5.2 \times 10^{-1}$	-4	2		31%	-3	3			见金
12	PD290—16 线西	2.6	1.94	$2.23 \times 10^{-1}$	-3	3	$3.7 \times 10^{-1}$	-4	2		37%	-3	3			
13	PD290—16~18 线 采场	1.4	0.99	$4.5 \times 10^{-1}$	-3	3	$2.8 \times 10^{-1}$	-5	1		65%	-3	3			见金
14	PD290—16~18 线 采场	3.0	4.05	$2.7 \times 10^{-1}$	-3	3	$5.1 \times 10^{-1}$	-3	3		41%	-3	3			
15	PD290—16~18 线 采场	3.7	6.14	$8.2 \times 10^{-1}$	-4	2	$1.07 \times 10^{-1}$	-3	3		65%	-2	4			见金
16	PD290—16~18 线 3 号下山	4.5	8.03	$6.24 \times 10^{-1}$	-3	3					36%	-3	3			见金
17	PD290—18 线	2.9	0.91	$3.5 \times 10^{-1}$	-4	2	$9.4 \times 10^{-1}$	-4	2		42%	-3	3			见金
18	PD290—20 线	3.4	3.90	$2.29 \times 10^{-1}$	-3	3	$6.3 \times 10^{-1}$	-3	3		75%	-3	3			见金
19	PD290—26 线	2.5	6.01	$2.4 \times 10^{-1}$	-3	3	$1.3 \times 10^{-1}$	-3	3		65%	-2	4			
20	PD290—26 线西	8.0	2.92	$1.46 \times 10^{-1}$	-3	3	$9.3 \times 10^{-1}$	-3	3		41%	-3	3			见金
21	PD290—近 28 线	5.0	4.00	$1.6 \times 10^{-1}$	-3	3					21%	-3	3			见金
22	PD290—近 28 线	2.8	2.93	$4.18 \times 10^{-1}$	-3	3	$2.6 \times 10^{-1}$	-3	3		35%	-3	3			见金
23	PD290—5 线	1.7	1.03	$3.02 \times 10^{-1}$	-4	2	$6.05 \times 10^{-1}$	-5	1		5%	-4	2			
24	PD290—20 线①	1.7	2.92	$2.5 \times 10^{-1}$	-3	3					15%	-3	3			见金
25	PD290—20 线②	2.0	3.10	$1.82 \times 10^{-1}$	-3	3	$1.5 \times 10^{-1}$	-4	2		40%	-3	3			
26	PD290—20 线③	2.9	3.22	$1.11 \times 10^{-1}$	-3	3	$2.2 \times 10^{-1}$	-3	3		30%	-3	3			
27	PD290—20 线④	4.9	3.18	$6.4 \times 10^{-1}$	-4	2	$2.59 \times 10^{-1}$	-3	3		50%	-3	3			见金
28	PD290—20 线⑤	2.7	28.23	$5.22 \times 10^{-1}$	-3	3	$5.6 \times 10^{-1}$	-3	3		90%	-2	4			
29	PD290—18 线①	4.3	0.95	$8.6 \times 10^{-1}$	-4	2	$1.6 \times 10^{-1}$	-5	1		40%	-4	2			
30	PD290—18 线②	3.2	2.05	$4.4 \times 10^{-1}$	-3	3	$1.6 \times 10^{-1}$	-5	1		70%	-3	3			见金
31	PD290—18 线③	4.0	0.96	$2.4 \times 10^{-1}$	-4	2	$2.1 \times 10^{-1}$	-5	1		10%	-4	2			
32	PD290—18 线	2.8	2.80	$2.5 \times 10^{-1}$	-3	3	$1.0 \times 10^{-1}$	-5	1		25%	-3	3			见金
33	PD290—18 线 2①	5.0	2.85	$5 \times 10^{-1}$	-4	2	$6 \times 10^{-1}$	-5	1		10%	-4	2			
34	PD290—18 线 2②	3.3	5.13	$1.5 \times 10^{-1}$	-4	2	$7.7 \times 10^{-1}$	-4	2		51%	-3	3			见金
35	PD290—18 线 2③	4.4	6.20	$1.4 \times 10^{-1}$	-3	3	$5.6 \times 10^{-1}$	-4	2		50%	-3	3			见金
36	PD340—4 线	1.3	2.03	$4.6 \times 10^{-1}$	-3	3	$3.1 \times 10^{-1}$	-5	1		31%	-3	3			
37	PD340—8 线	3.2	6.95	$6.5 \times 10^{-1}$	-4	2	$7.6 \times 10^{-1}$	-4	2		3%	-4	2			见金
38	PD340—10 线	5.0	6.95	$2.7 \times 10^{-1}$	-3	5.8	$6.2 \times 10^{-1}$	-4	2		6%	-4	2			
39	PD340—18 线	2.9	3.04	$1.25 \times 10^{-1}$	-4	2	$2.0 \times 10^{-1}$	-4	2		12%	-4	2			
40	PD390—5 线	3.5	1.52	$1.08 \times 10^{-1}$	-4	2	$8.7 \times 10^{-1}$	-4	2		51%	-3	3			见金
41	PD390—1 线	2.8	7.32	$9.9 \times 10^{-1}$	-3	3	$5.22 \times 10^{-1}$	-4	2		41%	-2	4			见金
42	PD390—4 线	3.5	6.85	$9.7 \times 10^{-1}$	-4	2	$7.8 \times 10^{-1}$	-5	1		85%	-2	4			见金
43	PD390—10 线	8.3	1.13	$6.8 \times 10^{-1}$	-5	1	$8.1 \times 10^{-1}$	-5	1		37%	-4	2			见金

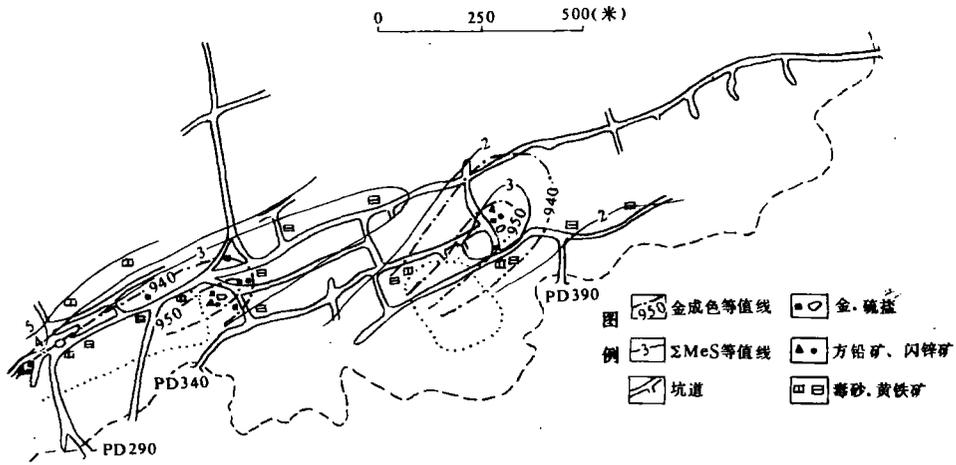


图3 II<sub>下</sub>脉 PD265—390 矿物学填图成果图  
 Fig. 3. Mineralogically-mapped map of II<sub>下</sub> vein.

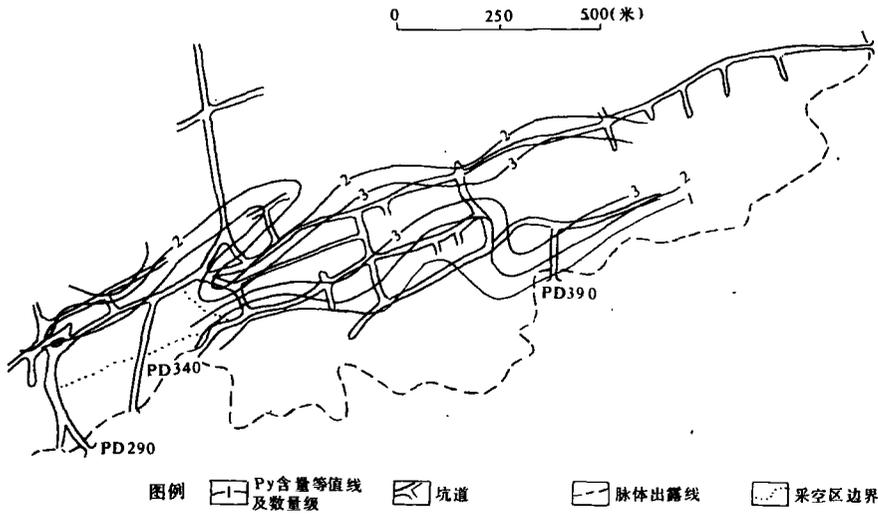


图4 II<sub>下</sub>脉 PD265—390 黄铁矿矿物量分布图  
 Fig. 4. Distribution chart of Pyrite content in No. II vein PD 265—390

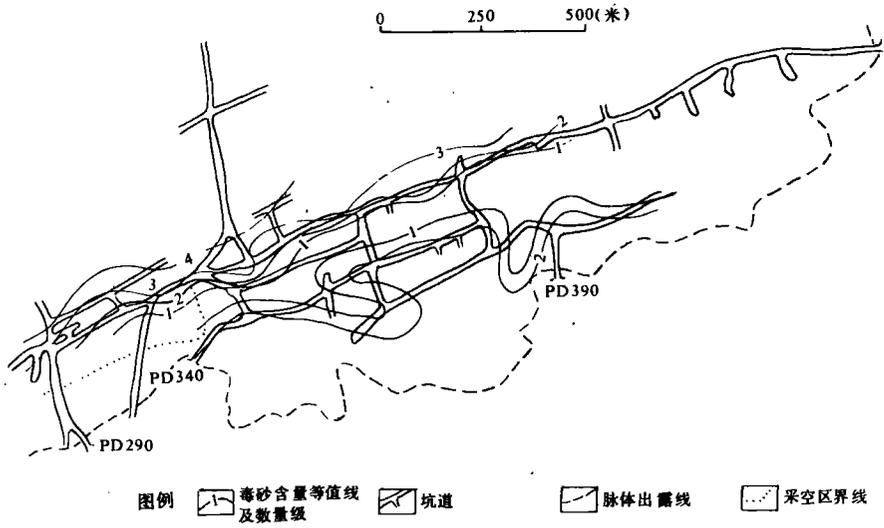


图 5 II<sub>下</sub>脉 PD265—390 毒砂矿物量分布图

Fig. 5. Distribution chart of Arsenopyrite content in No. II vein PD 265—390

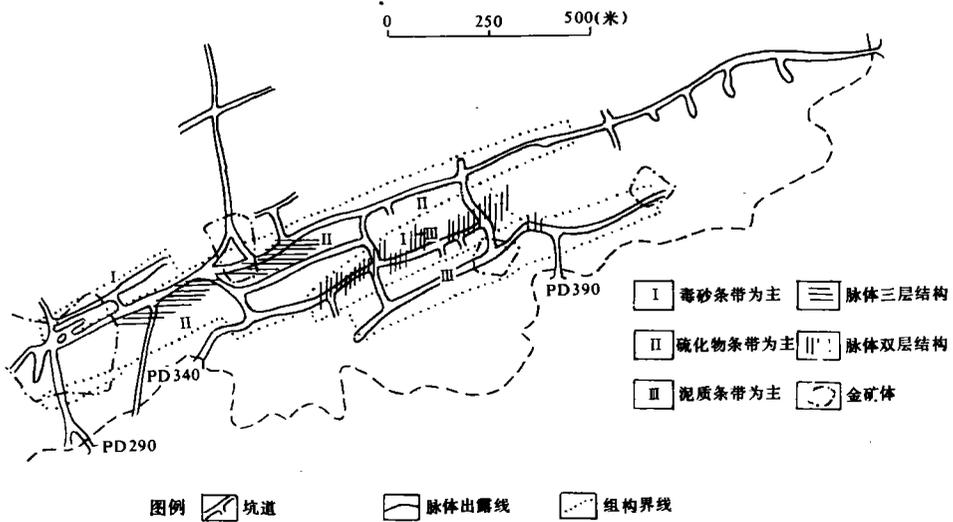


图 6 PD265—390II<sub>下</sub>脉体结构组构分布图

Fig. 6. The distribution chart of texture and fabric of No. II vein PD 265—390

(4)对脉体“多层结构”作现场追踪观察,并研究其矿化意义。

(5)系统采样作气液包体及岩石蚀变研究。

### 3. 矿物数据的成图问题

根据前述采样要求采集的各种样品进行分析研究,特别是人工重砂鉴定结果和金成色等值据以成图。

(1)从人工重砂样品的鉴定结果(表5),以及光薄片的研究,确定矿物共生组合,并作出黄铁矿、毒砂、方铅矿、闪锌矿等硫化物计量,求出单矿物在样品中的百分率。由于其绝对值很低,不同矿物悬殊很大,笔者采用了对其百分率值取以10为底的对数后用其首数分级(表6),并据以成图,此值反映出矿物量数量级的差别。

(2)依据自然金粒探针分析确定成色等值线图,此图反映出金的变化特征。

(3)依据脉体的“多层结构”特征作出组构空间分布图,此图反映出脉体构造的变化特征。

硫化物含量对数首数与成图值对应表

表6

Table 6. The value in the Fig V. S the logarithmic leader of sulphide contents

硫化物含量对数首数	-1	-2	-3	-4	-5
成图值	5	4	3	2	1

## 三、实际成果

根据前述思路、方法和样品分析鉴定结果,笔者编制了漠滨金矿Ⅱ<sub>F</sub>脉(为主)的一系列矿物学填图成果图,现分别介绍其结果及地质意义。

1. 从Ⅱ<sub>F</sub>脉(PD265—390)矿物学填图成果图(图3)可见:(1)金的成色向富矿段有增高的趋势,明金的富集范围比硫化物的分布范围小;与某些矿物有关。(2)向深部PD265中段,少见粗粒明金,金的存在逐渐变为显微粒级及硫化物中包裹金,多与细粒黄铁矿及毒砂连生,或成细粒裂隙包裹金。(3)在富矿地段如PD290一号上山西側,中低温硫化物组合方铅矿、黝铜矿等显著增加;XIX脉同此。(4)富矿地段显示了一定的矿物分带性,从矿包中心向外一定距离,矿物量比有改变,大致是黄铜矿、车轮矿、黝铜矿组合→方铅矿、闪锌矿组合→细粒黄铁矿为主,最外为毒砂。(5)在不同中段上,浅部自然金成色相对较高。

2. 从Ⅱ<sub>F</sub>脉(PD265—390)黄铁矿矿物量分布图(图4)可见:(1)黄铁矿的高值地段主要在PD290及PD340中段,而PD390及PD265中段含量减少。(2)PD290一号上山富矿位于等值线变形转向部位,是地质上顺层主脉与多组构造迭加的部位。(3)黄铁矿量等值线的展布主要反映了NEE向层间剥离带的影响。

3. 从Ⅱ<sub>F</sub>脉(PD265—390)毒砂矿物量分布图(图5)可见:(1)PD265和PD290中段毒砂含量高于PD340和PD390中段。(2)毒砂含量向富矿地段有减少趋势,向贫矿地段增高。(3)

等值线的变形反映了不同勘探线 NW 及 NE 向断层的迭加。

4. 从 II<sub>下</sub> 脉 (PD265—390) 脉体组构分布图 (图 6) 可见: 含金石英脉体组构在空间上略有分带性, 表现为深部是以毒砂为主的条带状构造, 脉体局部呈“双层结构”; 向上出现多种硫化物的条带状构造, 其中“三层结构”常见; 表浅部位多见“双层结构”混合硫化物及泥质条带状构造。矿区的东段脉薄, 多层结构少见, 显示其构造—成矿作用较单调。

#### 四、“矿物学填图”成果的地质意义

通过对漠滨金矿共生硫化物的组份—组构填图及自然金、矿物包体、矿石工艺类型等的研究, 反映出该矿床的成矿作用在时空演化规律方面的若干重要信息。

1. 漠滨型含金石英脉垂向上延伸较大, 脉体多层结构及矿石组构有一定分带性。硫化物总量及单矿物量的空间分布更直接证明这种分带性的存在:  $\Sigma\text{MeS}$  深部大于浅部, 且深部以毒砂富集为特征, 黄铁矿和毒砂分别在不同标高聚集, 空间上相互迭复, 在矿石中共生。以粗粒明金为特征的富矿分布于中温硫化物 (方铅矿等) 组合中, 而显微级金, 多在细粒黄铁矿、毒砂中。黄铁矿和毒砂量比与富矿距离有一定关系, 近富矿时细粒黄铁矿增多、毒砂减少, 同时中温组合矿物增多。分带性特征与矿床地质吻合较好, 同时亦为后述研究补充证实。

2. 自然金标型特征研究证明自然金的粒度、晶体习性、成色、颜色指数及共生杂质均有一定标型意义。漠滨金矿自然金的这些特征与其产出深度有关。

(1) 人工重砂矿物填图中获取 63 粒自然金, 送探针分析 10 个元素共做 21 件样品, 金的成色在 917.5~967.6 之间, 平均成色为 950.3。发现随着标高的不同, 金的成色出现有规律的变化 (表 7): 向浅部成色有增高的趋势, 而 II、IV 两主脉迭复的地段成色最高, 矿化亦最富集。此外明显可看出高温矿物共生组合中金的成色偏低, 而中温组合金的成色较高。

漠滨金矿不同中段金成色对比表

表 7

Table 7. Showing gold purity of different levels in Mobin Au-deposit.

不同深度(中段)	成 色(平均)	矿 物 共 生 组 合	成 色(平均)
浅部 PD390	953.1	硫酸盐+金+石英	966.6
中深部 PD340	959.2	毒砂+黄铁矿+金	945.6
深 部 PD290	951.0	毒砂+金+石英	946.2

(2) 自然金中微量元素随深度及矿石变化的趋势也是明显的。如从 PD290—PD390 中段, 自然金中 Cu 由 0.03 增至 0.04~0.06, Sb 由 0.02 → 0.03。形成较早的顺层主脉中, Ag 为 3.23~3.67, Te0.05~0.07; 而较晚的节理脉中 Ag 为 5.67~8.20, Te0.08~0.09, 均呈现增长

趋势。

3. 气液包体研究结果亦表明有一定的规律性(见陈庆年、周丕康、余大龙等专题研究)。

(1) 均一化测温确定该矿成矿温度区间为 160°~295°C, 有利于成矿的温度为 220°~180°C。

漠滨金矿不同中段包体特征简表

表 8

Table 8 A summary list of characteristics of inclusions of different levels in Mobin Au—deposit

中 段	包体大小 ( $\mu$ )	包体类型及所占比例	气液比	均化温度 (平均) (样品数)	备 注
PD390	2-3 $\mu$ 可达 3-5 $\mu$	气液两相 30-40% 液相 40-50% 其他 10%	1-2% 可达 3-4%	180°C (2)	
PD340	2-3 $\mu$ 可达 7-8 $\mu$	气液两相 40-50% 液相 30-40% 其他 10%	2-3% 可达 4-5%	195°C (3)	
PD290	2-5 $\mu$ 可达 10-15 $\mu$	气液两相 50-55% 液相 35-40% 其他 5%	3-5% 可达 7-10%	205°C (47)	
PD265	3-4 $\mu$ 可达 10 $\mu$	气液两相 50% 液相 40-45% 其他 5-10%	2-4%	205°C (2)	

漠滨金矿包裹体成分分析结果表(据余大龙)

表 9

Table 9. Composition analysis of inclusions found in Mobin Gold Deposit

样号	采样位置	分 析 结 果 mg/10g									
		H <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>+</sup>	Mg <sup>++</sup>	Li <sup>+</sup>	F <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	PH
1	PD390—4 线	24.50	0.029	0.0106	0.0119	0.0021	0.0005	0.0102	0.0100	0.0250	0.90
2	PD390—3 线	10.50	0.000	0.0042	0.0111	0.0021	0.0004	0.0051	0.0038	0.0500	6.80
3	PD340—18 线	14.70	0.015	0.0199	0.0178	0.0045	0.0012	0.0101	0.0175	0.0675	6.70
4	PD340—4 线	19.90	0.058	0.0149	0.0178	0.0021	0.0008	0.0102	0.0063	0.0725	6.90
5	PD340—12 线	12.50	0.015	0.0291	0.0223	0.0079	0.0011	0.0098	0.0300	0.0350	6.85
6	PD290—28 线	11.00	0.029	0.0058	0.0089	0.0021	0.0005	0.0083	0.0063	0.0525	6.76
7	PD290—20 线	14.00	0.035	0.0252	0.0586	0.0136	0.0025	0.0028	0.0125	0.1313	6.85
8	PD290—4 线	18.00	0.029	0.0166	0.0260	0.0100	0.0022	0.0000	0.0100	0.0625	6.70
9	PD290—9 线	6.80	0.000	0.0141	0.0000	0.0021	0.0004	0.0009	0.0450	0.0350	6.75
10	PD240	13.00	0.035	0.0042	0.0089	0.0007	0.0000	0.0093	0.0025	0.0500	6.80

湘黔浅变质岩系中(“漠滨型”)金矿三个亚类特征表

表 10

Table 10. Characteristics of sub-types of Mobin-type Au-deposit occurred in low grade metamorphosed rock series in Hunan and Guizhou Provinces.

序号	矿床亚类 特征	同古(花桥)亚类		漠滨—淘金冲亚类		金良冲亚类	
		1	含金地质体特征及控制因素	存在细脉浸染型及含金蚀变带中金矿体,厚可达10—30米,主干断层及旁侧断裂多控矿。		多期复脉及层间,旁侧节理脉群组成矿体,含金脉体受层滑断层及多期构造迭加综合控制。	
2	金及伴生元素的地化特征	—————		Au—As 成双峰分布 Au—As 相关系数 0.615		Au—As 成单峰分布 相关系数 0.61	
				Pb、Sb、Zn 异常与 As 迭复显示富矿段			
3	自然金成色及银含量(%)	$\frac{830 \sim 930}{880}$ 低~高 平均		$\frac{917.5 \sim 967.5}{950.3}$		—————	
		含银6—13%,有银金矿。		含银 6.86%。			
4	自然金粒度	有微细粒金存在		中粗粒明金为主*			
5	载金矿物(g/t)	黄铁矿 $\frac{0.3 \sim 1.8}{1.1}$	毒砂 0.01	黄铁矿 $\frac{1.6 \sim 265}{51.76}$	毒砂 $\frac{0.9 \sim 332.4}{49.76}$	—————	
6	$\delta^{34}\text{S}\%$	$\frac{+1.4 \sim +12.0}{\text{平均} +7.6}$		$\frac{+9.7 \sim +14.3^*}{\text{平均} +12.0}$		—————	
7	成矿年龄*	燕山期(?) 控矿主断裂切割二迭系煤系地层。		方铅矿 H—H 法模式年龄。 (Ma 表示百万年) 880~1041. Ma		含金脉体 Rb—Sr 等时线, (Ma 表示百万年) (1). 1002±67. Ma (2). 350±30. Ma	
8	$\delta^{18}\text{O} \sim \delta\text{D}^*$ (成矿流体)	—————		$\delta^{18}\text{O}$ +3.85~ -0.44	$\delta\text{D}$ -60.4~ -37.2	$\delta^{18}\text{O}$ +5.12~ +8.1	$\delta\text{D}$ -81.9~ -81.2
				(184°~147°C)		(180°C)	
9	成矿温度 $\frac{\text{低—高}}{\text{平均}}$ (均一法)	$\frac{230^\circ - 340^\circ}{277^\circ\text{C}}$		$\frac{160^\circ - 295^\circ}{227^\circ\text{C}}^*$		$\frac{110^\circ - 230^\circ}{136^\circ\text{C}}^*$	

说明:注“\*”者为作者及贵州工学院金矿科研队。3,引自李铁公。4,5引自罗献林、黎盛斯,贵州10队地质队。2,6,9引自贵州冶勘一队。

(2)从 PD265~PD390 中段看,包体类型及气液比有规律改变(表 8)。即较深部气液比较高,气液两相为主;而浅部多纯液体包体,两相包体则相对减少,气液两相包体气液比也较低。

(3)据余大龙 10 件包体成分分析(表 9)说明,从 PD240 → PD340 中段看, F<sup>-</sup>、CO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O、CH<sub>4</sub> (另据地化所分析四件样品)等随着标高的增高而增加; K<sup>+</sup>、Na<sup>+</sup> 同步变化,以 PD290 为中心向上下减少,但浅处含量较深处为高。Li<sup>+</sup> 的分布规律同 K<sup>+</sup>、Na<sup>+</sup>,但含量反相关。Cl<sup>-</sup> 与 K<sup>+</sup>、Na<sup>+</sup> 关系密切,有矿地段含量比无矿地段高出一个数量级。

(4)气液包体特征提示了成矿作用中深部热液与天水下渗共同作用的模式,两种不同溶液体系相遇的锋面附近,即是自然金大量沉淀富集的地段。按中段标高分矿体统计金储量,表明 PD290—330 中段占有金矿储量的 58.55%。占有大部分储量的 II 和 IV 号脉,分别在 PD330 钻孔 196 标高以及 PD320—PD460 形成最大的工业富集,证明以上模式是可信的,但目前的工作不足以确定分带性的类型及性质。

(5)前人把湘黔边界广大地区范围内的石英脉型金矿均视为统一类型,或沉积变质、或变质热液成因,据作者和贵工科研队的工作,认为它们虽然宏观特征有某些相似,但控制因素、成矿时代,温压条件、成矿流体特征等有明显的区别(表 10),各自代表不同温压环境下的地质成矿作用。

同古(花桥)型可能代表产出较深,交代蚀变强烈,成矿温度较高的类型。而漠滨—金良冲类型则看不出强烈蚀变交代地质体的关系,成矿以充填为主,代表了中浅成相的成矿作用。由于前述成矿溶液及矿物沉淀条件的相似及差异,这些金矿的矿物组合等特征也反映了相应的特点,因此矿物学填图方法应用于上述矿床亚类也是有意义的。

漠滨金矿矿石自然类型及空间分布表

表 11

Table 11. Ore types and spatial distribution of Mobin Au-deposit

样号	位置	矿物组合	工艺性能	地质意义
Z <sub>1</sub>	340—12 线 X1X 采场	Sp+Cp+Gl+Te	大量粗粒明金易选	(1)粗粒金外侧及深部注意显微金的寻找; (2)明金已采的老采场注意显微金的回收; (3)注意风化中的贫化和次生富集。
Z <sub>2</sub>	28 号采场	Sp+Cp+Gl+Py	大量粗粒明金易选	
Z <sub>3</sub>	290—16 线 11 采场	Py+Ars	粗金已采,微金残留强烈氧化,不利浮选	
Z <sub>4</sub>	290—(28—32)线	Py+Ars+少量 Gl, Cp	粗细明金与显微金共生;重选+浮选	

4. 为探讨矿石自然类型及工艺类型的空间分布,在矿床不同部位采集四件较大样品,如表 11 示,从表中可以得到地质、找矿及选矿生产的相应结论。(1)如 Z<sub>4</sub> 大样,位于矿区最西段,品位可达 30 余克/吨,发现细粒明金与显微金共生,出现有利的中温矿物组合,靠近测温最高的漠滨断层。这个类型的出现,预示该矿还有找矿远景。(2)对不同工艺类型的四件矿石大样中产出的硫化物,用顺磁共振测定其中金的赋存状态,图谱说明(图 7),漠滨金矿中黄铁矿、毒砂、方铅矿、闪锌矿中均未赋存晶格金。载金矿物中自然金,镜下证明多为裂隙金、晶隙金及微细自然金粒机械包裹体状态,这一信息对于选择矿石工艺及加强储量管理是有价值的。也从另一个侧面说明,选择不同矿物指标按矿块作矿石工艺填图可以指导生产。

### 5. 矿物学指标用于找矿预测的探讨

前述阶段性成果,主要依靠宏观观察及部分镜下研究得出,主要认识是可信的。继续完矿物测试及标型性研究,可以使矿区及区域找矿预测出现新的局面,其具体工作正在进行中。

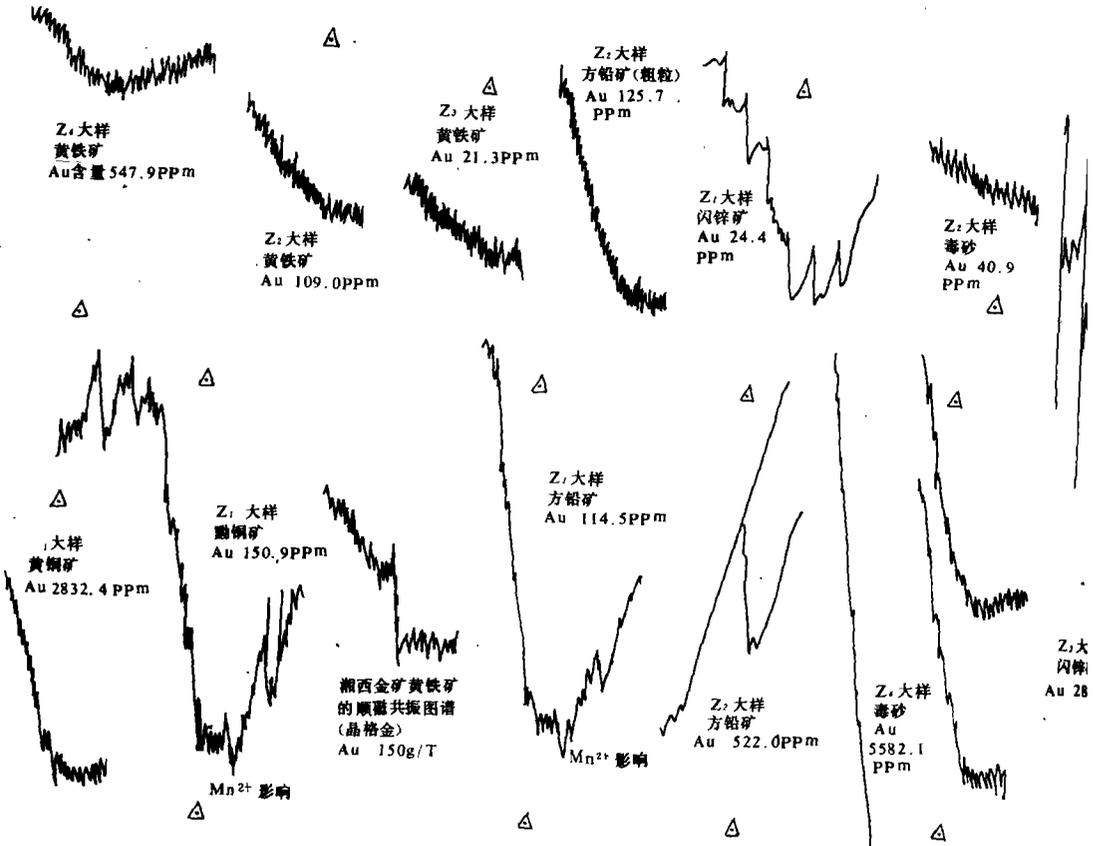


图7 漠滨金矿硫化物顺磁共振图谱

Fig. 7. The collection of illustrative plates of Sulphide paramagnetic Resonance in Mobin Gold Deposit

## 五、结 论

1. “矿物学填图”是在矿区及区域研究矿床成因、成矿作用以及总结成矿规律、开展评价预测的有用工具,是成因矿物学、找矿矿物学的具体应用,是多学科交叉的新兴边缘领域,有很高的理论和实践意义。实践证明,岩矿研究的手段很多,常规、简陋的方法也能做出有意义的结果,立足点应放在宏观与微观紧密结合上。

2. 通过矿物量、脉体结构、金的成色、气液包体等研究,确认漠滨金矿型金矿有空间分带现象。据此尝试建立区域内脉金矿床的分类和分带模式,深化了成矿规律的认识,有利于评价预测。

3. 成因成物学、找矿矿物学及矿物标型特征的专项观察测试,不一定都适合表达为图件,但由于地质图件便于应用,容纳信息量大,因而将矿物学信息转化表达与地质图相应的专门“矿物学填图”图件,其目标、手段、技术及其应用,都值得进一步研究,其在矿山地质、找矿预测中使用的前景应引起充分注意。

本文在完成过程中得到国家自然科学基金和漠滨金矿的大力支持,在此表示感谢。

## 参 考 文 献

- [1] N·B 波克罗夫斯卡娅等,鲁德内阿尔泰矿床矿物学填图的经验,地质科技动态,(2) 1985, 1—4
- [2] 邵洁涟,脉石英含金性评价的矿物学标志,地质与勘探,(9) 1981, 27—28
- [3] 地质勘探工作实践中矿物学研究,国外地质科技,(1~8) 1983
- [4] 地质矿产部情报研究所编译,找矿矿物学和矿物学填图,福建科学技术出版社,1987

## A STUDY OF MOBIN TYPE GOLD VEIN DEPOSIT BY MEANS OF MINERAL CHART PLOTTING METHOD

*Chen Qingnian Zhou Pikang Ho Lingming*

*(Guizhou Institute of Technology)*

*Zeng Chaozong Luo Wenlie*

*(Mobin Gold Deposit)*

### Abstract

According to the fundamental principles and practice of prospecting mineralogy and chart plotting, a mineral chart plotting study is made on the sulphide-poor type gold vein deposit of mobin; characteristics of the mineral fluids and inclusions and associations of minerals as well as the purity of natural gold are determined; distribution of minerals over the middle sector of Mobin Gold Deposit area PD 265-390 is mapped. It shows that there exists a certain zonality in Mobin Gold Deposit. Other conclusions are as follows:

1. The favourable minerogenetic association is  $Py + Ars + Gl (Sp + Te)$ , where natural gold has higher measure of purity; and specific sulphide association formed at moderate temperature is related to pay ore.
2. The characteristics of the mineral inclusions show that the ore fluid is a  $KCl (NaCl) - H_2O - S$  system. Hence the range of favourable minerogenetic temperature is ascertained.
3. The study on the charting of ore technology has great significance in the management of the mine.
4. In the sulphide of Mobin Gold Deposit, gold does not exist in the lattice, but is found in crevice, among crystals, or in mechanical mixture.
5. Mobin gold vein type deposit may be further divided into three sub-types.