

广东莲花山钨矿床中分散钨 赋存情况及有用元素综合利用的研究

曾玖吾 王曼祉 曲维政 陈森煌

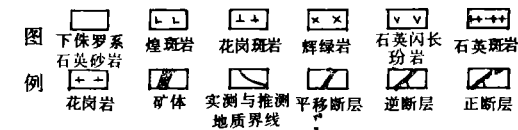
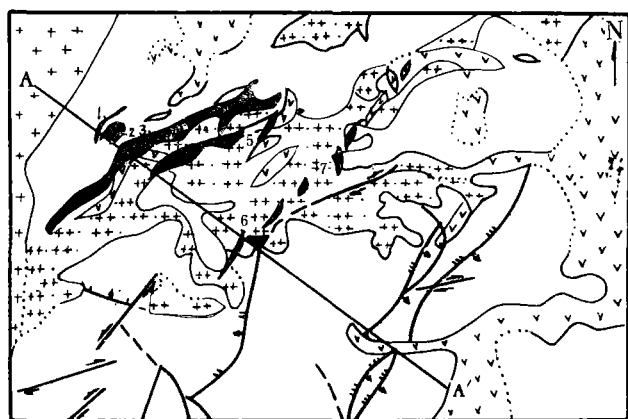
在承担《南岭地区典型钨矿床矿石物质成分及综合利用前景研究》专题中,应广东莲花山钨矿的要求,重点对该矿床三号矿体进行了野外观察,采样及大量室内工作,在分散钨,有价元素的赋存状态,空间分布及其综合利用的研究方面比前人有所前进。

一、矿床地质概况

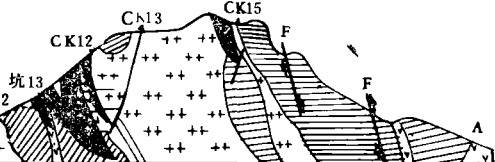
莲花山钨矿位于广东省汕头地区澄海县境内。区内出露地层为下侏罗系小坪煤系及上侏罗系—白垩系的火山岩,区内褶皱平缓,构造发育,燕山期岩浆活动强烈,沿北东断裂带广泛分布有黑云母花岗岩、石英斑岩、石英闪长玢岩等岩体与岩脉(图一)。

钨矿体产于石英斑岩体内及其与下侏罗系变质砂岩的内外接触带上,属斑岩性钨矿床。

区内石英斑岩体和围岩遭受多次热液活动,致使热液蚀变种类繁多,在空间上相互重迭,发育有钾化,云英岩化,绢英岩化,绿泥石—黄铁矿化及碳酸盐化等。区内矿石类型及特征见表1。



A—A' 剖面



绢云母砂岩和石英砂岩互层, 线条的倾向和倾角代表岩层产状
资料来源: 黎彤《硫化物型黑钨矿—白钨矿矿床》

图一、广东莲花山钨矿区地质略图

莲花山钨矿矿石类型及特征 表 1

特征	矿 石 类 型		
	白云母—石英—红 柱石型钨铁矿物石	石英—硫化物型黑钨矿 白钨矿矿石	硫化物型黑钨矿、 白钨矿矿石
主要矿物组合	白云母、石英、红柱石、赛黄晶、金 红石、钨铁矿。	石英、黑钨矿、白钨矿、钨铁矿、 毒砂、黄铁矿、胶黄铁矿、斜方砷铁 矿、磁黄铁矿、绢云母、白云母、电 气石、柘榴石、黑钨矿、白钨矿一般 同时存在，也有石英白钨矿组合和黑 钨矿黄铁矿组合。	石英、黑钨矿、白钨矿、毒砂、黄 铁矿、胶黄铁矿、磁黄铁矿、黄铜矿、 方铅矿、闪锌矿、辉铋矿、辉钼矿、 碲铋矿族、斜方砷铁矿、金银矿物、 绿泥石、绢云母、石英、碳酸盐等。
钨的工业矿物	钨铁矿	黑钨矿、白钨矿、钨铁矿	同 左
矿石结构 构造	平行网状细脉梳状构造，钨铁矿呈板 状不规则粒状。	网脉状、角砾状、浸染状构造、黑 钨矿在脉中呈板状它形，白钨矿自形 晶、四方双锥状、在围岩中，两者呈 不规则浸染粒状（少），钨铁矿在晶 洞中呈球粒状，镜下呈放射状。	黑钨矿、白钨矿呈破碎角砾状包于 磁黄铁矿中，交代熔蚀结构发育。白 钨矿交代黑钨矿呈环状构造
围岩及 蚀 变	产于云英岩化石英斑岩中。	产于石英斑岩、变质砂岩和石英闪 长玢岩中，围岩有弱云英岩化（电英 岩化）、绢英岩化、黑云母化、绿泥 石化等蚀变现象。	产于石英斑岩、变质砂岩及石英闪 长玢岩中。围岩绿泥石化、绢云母化、 绿泥石—硫化物化、局部碳酸盐化。
空间分布	南矿带（矿区海拔500 米以上）	三号矿体，中上部比下部多。	三号矿体，中下部比上部多。

莲 花 山 钨 矿 矿 物 表 表 2

类别及 数 量	主要、次要矿物	少 见 矿 物	
		前 人 发 现	本 次 发 现
原生金属 矿物34种	黑钨矿、白钨矿、钨铁矿、毒砂、 磁黄铁矿、黄铁矿、黄铜矿、锡石、 闪锌矿、方铅矿、胶黄铁矿。	辉铋矿、锑银矿、铜铅银铋矿、园 柱锡矿、镜铁矿、辉钼矿、斜方砷钨 矿、斜方砷铁矿、辉钨矿（辉砷钨矿）、 自然金、银金矿、钛铁矿、镍磁铁矿。	金银矿、自然银、黑铋金矿、自然 铋、辉砷铋矿、赫砷铋矿、硫砷铋 矿—A、硫砷铋矿—B、铁砷砷钨矿 和钨毒砂。
原生非金 属矿物23 种	石英、白云母、黑云母、绢云母、 绿泥石、电气石、柘榴石。	赛黄晶、正长石、红柱石、锆石、 黄玉、独居石、磷钼矿、磷灰石、方 解石、褐帘石。	金红石、铁金红石、钠长石（？）伊 利石（？）绿帘石、氟碳铈矿（？）
次生矿 23种	褐铁矿、白铁矿、钨华、高岭土。	软锰矿、赤铁矿、石髓、泡铋矿、 水绿矾、水胆矾、臭葱石铋华、兰铁 矿、孔雀石、硅孔雀石、辉铜矿、斑 铜矿、铜兰、白铅矿。	水铁矾、四水白铁矾、黄钾铁矾、 白钨石。

矿床矿物种类比较复杂。五十年代发现原生矿物29种，次生矿物20种，随着各研究单位工作的深入和这次工作的结果，该矿床矿物已达80种（表 2）。

二、分散钨的赋存状态及分布情况

莲花山钨矿中钨矿物有黑钨矿，白钨矿，钨铁矿、钨华和铁钨华（？）。本文中的分散

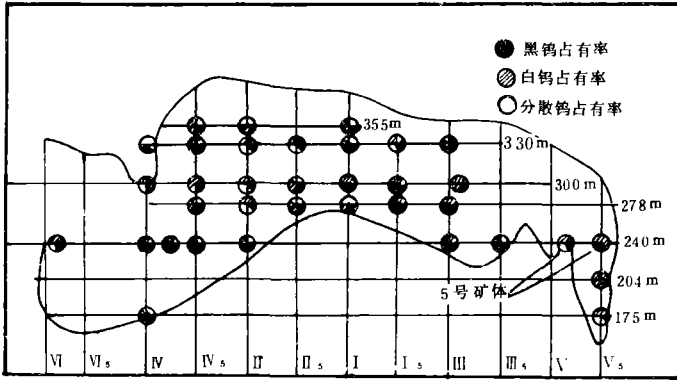


图2 莲花山钨矿床三号矿体各工程黑钨白钨及分散钨占有率分布图

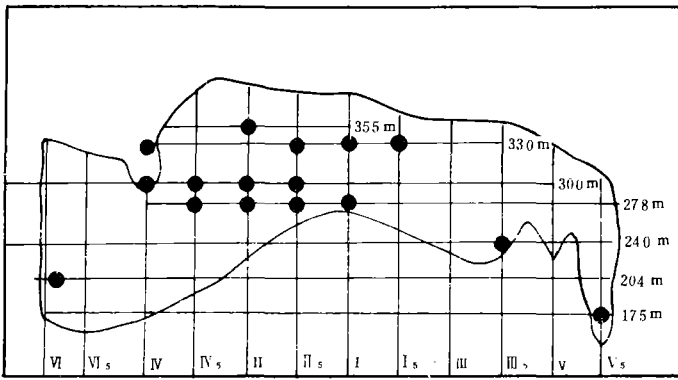


图3 莲花山钨矿床三号矿体各工程分散钨占有率（高于30%）分布图

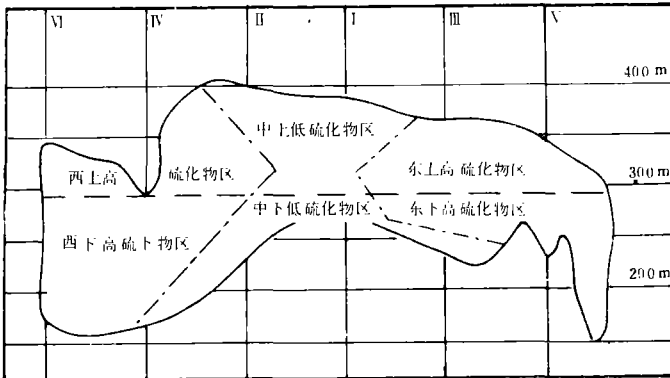


图4 莲花山钨矿床三号矿体硫化物分区图

钨数据是指钨华与铁钨华（？）中 WO_3 量之和，而矿山所称的分散钨是不能回收的钨统称分散钨。因此，该矿床中黑钨矿，白钨矿的细小包裹体及被硫化钨或脉石矿物交代残留的细小连晶中的 WO_3 也应算分散钨，因这部分钨也是选矿不能回收的，但本文中分散钨未包括这部分，原因是矿物种类繁多，蚀变交代现象复杂，矿物分布不均匀，无法对每种矿物进行研究。仅对35个工程组合样品进行了钨的物相分析（由本院分析室吴善浒分析），其结果如（表3）。从表中可以看出，35个样品中有22个黑钨矿多于白钨矿，其最高含量达0.7%，在总钨量中占有率最高者达82.62%，黑钨矿主要富集在IV、IV_s、I线和III线（图2），主要分布在矿体中上部。白钨矿多于黑钨矿的样品有13个，其最高含量为0.652%，最高占有率为66.82%，白钨矿在270米中段以上的II线和I_s、III、III_s线富集，在240米中段以下的V_s线更为富集（图2）。白钨矿主要分布在矿体的中部到东下

钨 的 物 相 分 析 及 占 有 率 表 3

勘 探 线	WO ₃ 总 量	钨 华 %		白 钨 %		黑 钨 %		(铁钨华) (%)		分 散 钨	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
360 — IV ₅	1.187	0.137	11.54	0.0372	31.34	0.180	10.44	0.198	16.68	0.335	28.22
360 — II	0.556	0.144	25.9	0.089	16.01	0.132	23.74	0.191	34.35	0.335	60.25
360 — I	0.434	0.040	9.22	0.142	32.72	0.166	38.25	0.086	19.82	0.126	29.04
330 — IV	0.098	0.024	24.49	0.015	15.31	0.028	26.53	0.033	33.67	0.057	58.16
330 — IV ₅	0.160	0.066	14.35	0.160	34.78	0.202	43.91	0.032	6.96	0.098	21.31
330 — II	0.181	0.020	11.05	0.094	51.93	0.036	19.89	0.031	17.13	0.051	28.18
330 — II ₅	0.143	0.021	14.69	0.062	43.36	0.018	12.59	0.042	29.37	0.063	44.06
330 — I	0.084	0.011	131.1	0.017	20.24	0.300	35.71	0.026	30.95	0.037	44.05
330 — I ₅	0.445	0.047	10.56	0.218	49	0.076	17.08	0.104	23.37	0.151	33.93
330 — III	0.769	0.017	2.21	0.037	4.81	0.632	82.18	0.083	10.79	0.100	13.00
300 — IV	0.062	0.010	16.13	0.022	35.48	0.014	22.58	0.016	25.81	0.026	41.94
300 — IV ₅	0.157	0.032	20.38	0.065	11.40	0.038	24.20	0.022	14.01	0.054	34.39
300 — II	0.141	0.035	24.82	0.055	39.01	0.034	24.11	0.017	12.06	0.052	36.88
300 — II ₅	0.039	0.006	15.38	0.011	28.21	0.014	35.90	0.008	20.51	0.014	35.89
300 — I	0.364	0.030	8.24	0.132	36.26	0.168	46.15	0.034	9.34	0.064	17.58
300 — I ₅	0.466	0.038	8.15	0.132	28.33	0.260	57.79	0.036	7.73	0.074	15.88
300 — III ₂	1.386	0.062	4.47	0.652	47.04	0.520	37.52	0.152	10.97	0.214	15.44
270 — IV ₅	0.070	0.008	11.43	0.015	21.42	0.030	42.86	0.017	24.29	0.025	35.72
270 — II	0.292	0.028	9.59	0.142	48.63	0.028	9.59	0.094	32.19	0.122	41.78
270 — II ₅	0.056	0.005	8.93	0.009	16.07	0.021	37.50	0.021	37.50	0.026	46.43
270 — I	0.031	0.007	22.58	0.006	19.35	0.010	32.26	0.008	25.81	0.015	48.38
270 — I ₅	0.160	0.014	8.75	0.052	32.50	0.074	46.25	0.020	12.50	0.034	21.25
270 — III	1.163	0.039	3.35	0.300	25.80	0.700	60.19	0.124	10.66	0.163	14.01
240 — IV ₁	0.034	0.003	8.82	0.012	35.29	0.010	29.41	0.009	26.47	0.012	35.29
240 — IV ₅	0.386	0.014	3.63	0.037	9.59	0.280	72.54	0.055	14.25	0.069	17.88
240 — IV	0.815	0.016	1.96	0.043	5.28	0.620	76.07	0.136	16.69	0.152	18.60
240 — IV ₅	0.192	0.006	3.13	0.010	20.83	0.108	56.25	0.038	19.79	0.044	22.92
240 — II	0.051	0.003	5.88	0.015	29.41	0.022	43.14	0.011	21.57	0.014	27.45
240 — III	0.364	0.011	3.85	0.037	10.16	0.260	71.43	0.053	14.56	0.067	18.41
240 — III ₅	0.097	0.015	15.46	0.022	22.68	0.038	39.18	0.022	22.68	0.037	38.14
240 — V ₅ *	0.272	0.016	5.88	0.117	43.01	0.044	16.18	0.095	34.93	0.111	40.81
240 — V ₅ *	0.847	0.010	1.18	0.551	65.05	0.251	29.63	0.035	4.13	0.045	5.31
204 — V ₅	0.868	0.028	3.23	0.580	66.82	0.112	12.90	0.148	17.05	0.176	20.28
175 — IV	0.178	0.038	7.95	0.123	25.73	0.220	46.03	0.097	20.29	0.135	28.24
175 — V ₅	0.342	0.015	4.39	0.154	45.03	0.039	11.40	0.134	39.18	0.149	43.57

注：1.百分含量 2.占有率 * 为5号矿体

莲花山钨矿床三号矿体硫化物分区情况表

表 4

分区	硫化物、钨矿物分布情况及量上关系
东上高硫化物区	硫化物不太多,以黄铁矿为主,其次是毒砂、黄铜矿、磁黄铁矿;钨矿物中白钨矿多于黑钨矿,黑钨矿少许,局部稍多,白钨矿普遍含量微至其微,局部达多量至大量(330米中段I ₅ 线),白钨矿交代黑钨矿,但不完全。磁黄铁矿与黄铜矿在量上呈正消长关系。
东下高硫化物区	硫化物,底部多于上部,上部以黄铁矿为主,少许黄铜矿、毒砂和磁黄铁矿,下部则以磁黄铁矿、黄铜矿为主;黄铁矿、毒砂则很少;钨矿物中,黑钨矿在显微镜下才见,且部分被白钨矿交代,白钨矿,下部多于上部。磁黄铁矿和白钨矿在量上有不太明显的正消长关系。
西上高硫化物区	硫化物以磁黄铁矿、黄铁矿为主(330米、360米中段胶黄铁矿增多),其次是毒砂、黄铜矿;白钨矿分布较普遍,但量微,黑钨矿在显微镜下可见,量也微。白钨矿、磁黄铁矿、黄铜矿在量上呈正消长关系。白钨矿交代黑钨矿。
西下高硫化物区	硫化物以黄铁矿(部分胶黄铁矿)为主,其次是毒砂、磁黄铁矿,黄铜矿量微至其微,局部磁黄铁矿增多,毒砂向下有所增加,与黄铁矿呈正消长关系;黑钨矿与白钨矿量微,但前者稍多,局部可达少量。白钨矿交代黑钨矿。
中上低硫化物区	硫化物极少,尤其是360米中段更少,以黄铁矿为主,其次是磁黄铁矿、黄铜矿和毒砂;白钨矿分布不普遍,量其微,但局部如330米中段则比较多,白钨矿交代黑钨矿。
中下低硫化物区	硫化物极少,以磁黄铁矿为主,毒砂、磁黄铁矿和黄铜矿;黄铁矿与毒砂在量上呈正消长关系。偶见黑钨矿及白钨矿。

部。黑钨矿与白钨矿的含量在垂直和水平方向都有很大变化。

钨华主要分布在矿体的上部,铁钨华(?)远远多于钨华,在整个矿体中,凡是钨含量高的地方,分散钨含量也高,从表3可以看出,分散钨占有率是相当高的,最高可达60.25%,一般为30—40%,最低为5.32%。如果再加上黑钨矿、白钨矿呈细小包裹体及交代残留的细小连晶不能回收,这就是矿山钨回收率低的原因。分散钨在IV—I₅线以及V、V₅线相对集中。为了预测回收率的变化,将分散钨占有率高于WO₃总量30%以上地段的工程加以圈定(图3),供生产原单位参考。

三、矿床矿物空间分布

矿床矿物在空间分布是有一定规律的,矿体中的硫化物分布见图4,硫化物主要为黄铁矿、磁黄铁矿、毒砂和黄铜矿等。从图4、表4可看出,东西四个区硫化物含量高,中区硫化物含量低种类少,西区上部以磁黄铁矿为主,下部以黄铁矿为主。东区上部以黄铁矿为主,下部以磁黄铁矿为主。毒砂在240米中段的IV₅、II成相对富集。

金矿物在矿体中分布较广,几乎各工程都有发现,但以三号矿体IV₅、III线和五号矿体的V₅线的各中段金矿物种类较多,自然银的含量很低,矿物颗粒也非常细,但空间分布比金矿物要广,唯独黑铋金矿仅在240米中段IV₅线上几处发现。

铋铋矿物种类随矿体延深有增加的趋势,在300米、330米中段的III线相对富集,特别是240米中段以下更加发育。

辉砷钴矿在300米中段IV₅线一处见到,铁硫砷钴矿在240米中段VI₃线发现,钴毒砂分

布比前两者为多。

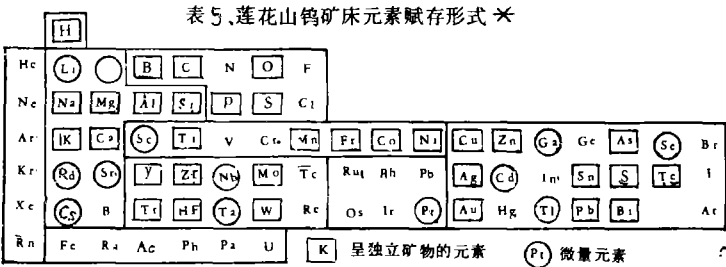
氧化矿物主要分布在近地表及破碎带中，本区主要氧化矿物为白铁矿、铜兰、斑铜矿、辉铜矿、孔雀石、硅孔雀石、针铁矿、褐铁矿及钒类矿物。

四、矿床中有益元素及综合利用

莲花山钨矿床除W外，其它可利用的有益元素还有 Co、Cu、Bi、Au、Ag、As、S 等，其含量分别为 Co 0.033 %；Cu 0.147 %；Bi 0.065 %；Au 1.07 g / t；Ag 4 g / t；As 0.77%；S 3.56%。其他有益元素还有 Sn、Mo、Pb、Zn、REE、Nb、Ta、Te、Se、Tl、Pt 等，大部分元素都形成了独立矿物 见表 5，在此只对前人工作做一些补充。以下分别叙述各元素的存在形式及特点。

1. 钴

钴是主要综合回收对象，矿体中含 Co 最高达0.40%，最低为0.001 %，平均0.033%。钴的独立矿物，有辉钴钴矿、铁硫钴矿，为数都很少，主要以类质同像形式存在，赋存于斜方砷铁矿和毒砂或钴毒砂中，其次在磁黄铁矿、黄铁矿、白铁矿和黄铜矿中而钴的含量见表 6。



* 据微形资料补充而成

硫化矿物中 Co 的含量 * 表 6

	钴毒砂	毒砂	斜方砷铁矿	磁黄铁矿	黄铁矿	白铁矿	黄铜矿	胶黄铁矿
最高含量 %	9.42	2.23	6.22		0.76	0.065	0.067	0.096
最低含量 %	3.19	0.04	0.07		0.02	0.02	0.055	0.078
平均含量 %	6.30	1.30	3.14	0.028	0.17	0.048	0.060	0.087
样品数	2	11	5	6	7	3	3	2

* 磁黄铁矿为化学分析结果，其它为电子探针分析结果。

2. 铋

矿体中普遍含有铋元素，经光谱半定量分析，最低含量为<0.001 %，最高含量为>0.1

% (表 7), 主要以铋的独立矿物出现, 在矿体中发现有自然铋、辉铋矿、泡铋矿、硫碲铋矿 A、硫碲铋矿 B、赫碲铋矿、黑铋金矿和铋华, 其次是以混入物形式赋存毒砂、斜方砷铁矿、辉砷钴矿、铁硫砷钴矿、黄铁矿、方铅矿和白钨矿中。

各种矿物中 Bi 的含量 (%)

表 7

	毒 砂	黄铁矿	磁黄铁矿	方铅矿	辉砷钴矿	铁硫砷钴矿
最高含量	2.73	0.52	0.031	4.52		
最低含量	0	0	0.002	2.81		
平均含量	1.76	0.14	0.013	3.76	1.95	0.13
样品数	8	7	3	3	1	1

注: 除磁黄铁矿为化学分析结果, 其它为电子探针分析结果。

3、金和银

矿床中的原矿含金 1.07 g/t 、银 4 g/t 。精选尾砂中含金 4 g/t 、银 15 g/t 。通过对毒砂、磁黄铁矿、黄铁矿单矿物进行化学分析, 其结果见 (表 8)。从表中可以看出, 毒砂含金量与含银量都是最高, 磁黄铁矿含金、银量最低。经镜下观察, 单矿物电子探针分析及光谱半定量分析, 黄铜矿、斜方砷铁矿、闪锌矿、方铅矿、辉铋矿、自然铋、赫碲铋矿、硫碲铋矿 A、石英、绿泥石、黑云母等都含有微量金。经显微镜观察及电子探针分析, 三号矿体 (包括五号矿体) 的金、银矿物主要是 $\text{Au} - \text{Ag}$ 系列矿物 (自然金、银金矿、金银矿、自然银) 和黑铋金矿。其粒径均在 0.075 mm 以下。自然银主要呈星散状及细脉浸染状赋存在载体矿物中。自然金、银金矿、金银矿主要赋存在载体矿物的解理、裂隙及晶粒间或呈次生包裹体形式出现, 主要以次显微金形式存在。

4、碲和硒

在部分单矿物中进行 Te 、 Se 的光谱分析和电子探针分析, 发现碲的独立矿物有硫碲铋矿 A、硫碲铋矿 B、赫碲铋矿等, 此外在 $\text{Au} - \text{Ag}$ 系列矿物以及黄铁矿、毒砂、方铅矿中也普遍含有 Te (表 9)。在黑铋金矿、铁硫砷钴矿中也含微量的 Te , 分别为 0.04% 和 0.03% 。在辉铋矿、自然铋和白铁矿中偶尔见到, 含量为 $0.04 - 0.06\%$ 。

Se 元素仅在 $\text{Au} - \text{Ag}$ 系列矿物和毒砂、黄铁矿、磁黄铁矿中分布较普遍, 但量微 (表 10), 在硫碲铋矿 B 和辉铋矿中也含有微量。

5、钛

原矿中含钛为 0.48% 。钛的独立矿物为钛铁矿、金红石、铁金红石及白钛石。分布较普遍, 但含量很少。

6、稀土元素

在矿体工程组合样的光谱半定量分析中, 发现普遍含有稀土元素。 La_2O_3 为 $0.01 - 0.02\%$; CeO_2 多小于 0.02% , 局部达 0.036% , Nd_2O_3 多小于 0.01% , 局部达 0.04% , Pr_6O_{11}

莲花山钨矿床单矿物中 Au、Ag 含量表 (g / t) 表 8

矿物名称	黄 铁 矿							磁 黄 铁 矿					毒 砂			
样品编号	W527	W196	W232	南 6	W655	※	平均	W218	W237	W669	※	平均	W105	W254	※	平均均
Au	0.70	8.01	1.76	0.70	2.85	1.98	2.67	0.50	0.64	0.86	0.5	0.63	6.20	7.53	16.3	10.01
Ag	3	6	15	14	6.7	12	9.4	7	2	4	6	4.8	40.0	28.3	17.0	28.5

※据莲花山钨矿资料

单矿物中 Te 含量 (%) 表 9

	Au — Ag 系列矿物	黄铁矿	毒 砂	方铅矿	磁黄铁矿
最高含量	0.182	0.15	0.06	0.043	< 0.001
最低含量	0	0	0.03	0.016	< 0.001
平均含量	0.05	0.06	0.045	0.029	< 0.001
样品数	12	4	4	3	3

注：磁黄铁矿石为化学分析，其它为电子探针分析结果。

单矿物中Se 含量 (%) 表 10

	Au — Ag 系列矿物	黄铁矿	毒 砂	磁黄铁矿	辉铋矿
最高含量	1.59	0.0064	0.0071	0.0074	1.31
最低含量	0	0.002	0.0057	0.0017	0
平均含量	0.81	0.0033	0.0064	0.0037	0.37
样品数	5	5	2	3	8

注：Au — Ag 矿物及辉铋矿为电子探针分析结果，其余为化学分析结果。

莲花山钨矿床可综合回收元素品位 表 11

有 用 金 属	矿石品位	精选尾砂品位
WO ₃	0.619	1.4
Co	0.03	0.385
Au	1.07 g / t	1.3 g / t
Ag	4 g / t	15.7 g / t
Cu	0.147	0.34
Br	0.065	0.186
As	0.765	6.52
S	3.56	20.7

据莲花山矿资料

小于0.02%。精选尾砂中 Ce 0.5 — 5 %；La 0.3 — 3 %；Nd 0.1—1 %；Y 0.01—0.1 %；Yb 0.0005%—0.005 %。据前人资料，矿床中发现有磷钇矿和独居石、褐帘石。本次发现有氟碳铈矿 (?) 。

7、其它元素

在矿床中还发现有铌、钽、铈、钨、钼。铌钽见于原矿及钨铁矿中，铈也在原矿中发现，精选尾砂磁黄铁矿中含钨

黄铁矿、毒砂中含 $<0.001\%$ 的钨, 三号矿体组合样分析金时有铀 0.0001% , 含量都很低, 未见独立矿物。

莲花山钨矿主要综合回收的元素有钴、金、银、铜、铋、镍、砷、硫等(见表11)。从这个表中可以看出莲花山钨矿体是一个可综合回收多种有用元素的金属矿床, 甚至伴生组分价值超过了金属钨的价值。金、钴等金属是国家急需物质。另外硫的储量也很大, 可用这些资源制取硫酸, 改变汕头地区缺硫酸的状况。积极开展综合回收有用金属的工作, 不但能充分利用国家宝贵的矿产资源, 而且给国家和矿山会带来更大的经济效益。据昆明冶金研究所等单位估算, 如建成规模为年产钴 $35-40$ 吨, 金 $30-34$ 公斤, 每年总盈利可达 $159-230$ 万元, 可见综合利用的经济价值是非常之大。

根据莲花山钨矿各种有益元素赋存状态的研究认为: 金的主要载体矿物是毒砂。钴主要赋存在毒砂和斜方砷铁矿中, 而斜方砷铁矿不成单体, 紧密与毒砂连生。镍在毒砂中呈类质同像形式存在。银、铋、碲等元素的矿物多呈次生包体或微裂隙充填方式存在于毒砂中, 毒砂本身又是含砷、硫的主要矿物, 因此, 主要有益元素的回收应首先回收毒砂, 当然其它硫化物也不能排出。又根据金、银、铋、碲矿物颗粒细的特点, 要从毒砂中把这些有益元素回收出来, 必须破坏毒砂晶格, 因而通过冶炼回收是最有效的方法, 只有通过充分的高温熔烧, 彻底破坏毒砂晶格, 有益元素的回收才会更高。毒砂中的砷既有益也有害, 因而解决毒砂问题是综合回收的关键。

从表11也可看出, 精选尾砂中有益元素要比原矿中有益元素的品位高许多, 所以, 精选尾砂是综合回收多种元素的重要资源。

根据本次工作, 还发现 Te、Se、Tl、Sc、Pt 等元素, 是否有综合回收价值, 也是今后工作中值得注意的。

主 要 参 考 文 献

- (1) 黎彤等: 《硫化物型黑钨矿—白钨矿床》。科学出版社, 1961年。
- (2) 谭运金: 《广东莲花山斑岩钨矿床地质地球化学特征及矿床成因》。地球化学1983年第二期。
- (3) 王灏等: 《系统矿物学》上册。地质出版社, 1982年。

A STUDY ON THE OCCURRENCE OF DISPERSED TUNGSTEN AND COMPREHENSIVE UTILIZATION OF USEFUL ELEMENTS IN MOUNT LOTUS, GUANGDONG

Zeng Jiuwu

Wang Manzhi

Qu Weizhen

Chen Senhuang

Abstract

On the basis of previous data, detailed research work has achieved the following results:

(1) The occurrence conditions of dispersed tungsten and the cause for low recovery have been made clear.

(2) More than 10 minerals and a few elements which are never reported before are found in this study.

(3) The occurrence conditions and distribution of useful elements in the deposit are described in detail.

(4) The suggestion for comprehensive utilization and the main recoverable minerals in the studied deposit is proposed.