

华南隐伏—半隐伏脉钨矿床的 地表标志带

古莉云

(广东冶金地质勘探公司)

一、脉钨矿床的形态分带和标志带概念

华南地区的脉钨矿床,多与花岗岩有成因上的联系。按工业矿脉与成矿岩体的空间关系,可将脉钨矿床分成三类,即外接触带矿床、内接触带矿床和内外接触带矿床。这三类矿床都具有形态分带性。外接触带和内外接触带矿床的形态分带特征基本相同,发育良好、保存完全者在垂直方向上综观可作五形变分带,即自上而下为线脉带、细脉带、薄脉带、大脉带、消失带^①。下部大、薄脉是上部线、细脉合并变大而成的。内接触带矿床只能分出三个带:线细脉带、大(薄)脉带、消失带。上部围岩中的线细脉与下部岩体内的大(薄)脉只有总体的相对应,而无具体矿脉的连接、递变关系。

外接触带和内外接触带脉钨矿床的线脉带,矿脉厚度小、矿化差,不具工业价值;细脉带有时可以圈出部分脉带矿体,工业意义不大;大脉带和薄脉带是主要的工业矿块,消失带虽有一定的脉幅,但欠工业矿化。同样,内接触带矿床的线细脉带和消失带也不具工业意义,只有大(薄)脉带的上段才有开采价值。所谓成矿标志带,狭义就是指矿床上部不能开采利用,而为良好找矿标志的线(细)脉带,广义则应包括脉带内外一定范围内具有成矿意义的全部地质体和地质现象。

然而,由于成矿后漫长地质时期的表生剥蚀作用,许多矿床的本来面貌都已遭破坏。按矿床的风化剥蚀深度,脉钨矿床可分为三个找矿类型:地表不出现工业矿脉(体)者叫做隐伏矿床;地表显露少量工业矿脉(体)者称为半隐伏矿床;工业矿脉(体)大量裸露地表者谓之表露矿床。本文讨论的对象是隐伏—半隐伏矿床。

二、成矿标志带的地质地球化学特征和找矿评价意义

(一) 标志带所处的构造部位

大量的实际资料说明,任一脉状钨矿成矿区或矿床,都有一个成矿断裂构造系统,它由断裂及次一级的含矿裂隙所组成。因为断裂仅有引裂作用,并不导矿或容矿,笔者称之为“引裂构造”。它产生于成矿时期,但成矿后或许发生过变动;其方向多为北东或近东西,

① 厚度>50厘米的矿脉叫大脉;10~50厘米为薄脉;1~10厘米为细脉;<1厘米为线脉。

产状不稳定, 往下时有反倾现象; 一般是压剪性构造, 呈硅化破碎带产出; 带内常有金属矿化, 有时还可见不规则的含矿石英脉。

一定的地区, 在构造动力作用下, 可能产生一个、一组或多组引裂构造。在这个地区性的应力场内, 于特定的构造部位(如断裂转弯或交汇处), 可能形成多个(或单个)应力作用中心。每个作用中心就是一个独立的局部应力场。场内形成之容矿裂隙带, 分布于断裂上(下)盘或多个断裂之间, 多数与断裂呈大角度斜交, 通常为剪性或张剪性裂隙。整个地区应力场的断裂和容矿裂隙带构成一个成矿区的成矿构造系统。各个局部应力场的断裂和容矿裂隙带, 称为矿床成矿构造系统。由于不同的局部应力场应力作用强度不一, 决定了矿床成矿构造系统有主次之分, 不同矿床的脉带规模和工业意义, 往往有很大的差异。又由于一个矿床构造系统内各个部位的应力作用也非同一强度, 因而矿床中不同脉带的发育程度仍有差别。在矿床的中心地带, 应力作用强烈, 脉带规模巨大, 形态分带明显; 愈往边部, 作用力愈小, 脉带愈不发育。

例如大吉山钨矿区(图1), 有两条北东向彼此平行的引裂构造, 叫东部和西部大断裂。

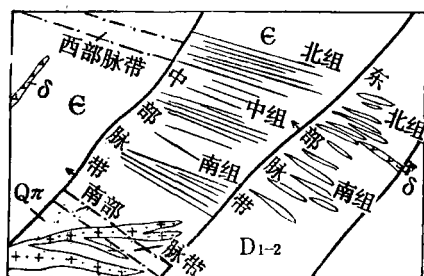


图1 江西大吉山矿区地表脉带分布略图
(据冶金地质二队和矿山资料综合整理)

Fig. 1. Plan showing the distribution of vein zones at the surface of the Dajishan mining area.

全区有四个脉带: 中部、东部、南部和西部脉带。中部和南部脉带都在两断裂之间, 前者为矿区中心部位, 后者位矿区南缘。东、西两脉带分别在东部和西部大断裂的外缘。中部脉带地表出露细脉、薄脉, 是工业脉带, 几乎全部储量都赋存在这个脉带内。它又可分出三组: 中组、南组和北组脉带。中、南两组脉带的规模巨大, 形态分带构式完美, 是矿床的主干脉带; 北组脉带规模次之, 形态分带尚清楚。东部、南部和西部脉带, 地表线脉、细脉往下不但合并变大, 反而越来越小, 因而不具工业价值。

上述实例及许多矿区的实际情况都说明, 有些标志带之所以没有成矿意义, 是因为脉带产在不利的构造部位, 地表线(细)脉往下不能合并成大脉, 而不在其它原因。

因此, 标志带产出的构造部位, 当成为能否成矿和成矿规模大小的首要条件。那么, 对于标志带的评价, 就必须特别重视成矿断裂构造系统的分析。

(二) 脉带的组构形式

地表线(细)脉带的平面组构型式, 常见的有三类: ①间列型: 多个组合脉带相间、平行排列。如江西大吉山钨矿、广东师姑山钨矿。②侧列型: 多个组合脉带侧幕状排列, 即为平面多字型。东西和北东向脉带常见为左行侧幕, 如江西漂塘钨-锡矿和罗龙钨矿。北西和南北向脉带则以右行侧幕为主, 如广东枚子窝钨矿和八宝山钨-铋矿。③等列型: 多个单位脉带, 间隔小, 几乎等距、平行排列, 组型犹如木排。如广东小南山钨-铋矿、江西岗美山钨矿。

根据地表脉带的排组规律, 有可能在已知脉带的旁侧找到新的脉带。如左行雁列的脉带, 找矿方向在左斜方, 而右行雁列的脉带, 则往右斜方找矿。

(三) 脉带的水平分带

从现有资料可以说明, 外接触带和内外接触带矿床的形态, 实际上都具有球面(半球面)分带特征^①。而风化剥蚀结果, 往往使矿床地表出现脉带平面环形分带现象。形态分带的显示程度, 决定于矿床的风化剥蚀深度。如广东枚子窝钨矿床的地表脉带, 可以大体分出三个

带, 即自内而外为薄脉带、细脉带、线脉带(图2)。无疑这种分带现象是判评标志带的重要依据: ①如果地表脉带具备比较清楚的水平分带, 下部必有工业大脉隐存; ②矿床中部脉带, 规模较大, 形态分带发育也较完全, 从中心往外, 脉带规模愈来愈小, 形态分带发育程度愈来愈差, 到边部脉带规模很小, 且无明显的合并现象。

(四) 地表脉带的形态特征

1. 脉带的构造类型——平行脉带和网脉带。如果是平行脉带, 往下一般都能合并成大脉, 只是合并的程度有差别。网脉带, 目前见有两种产状, 一是穿层细网脉带, 二是顺层网脉(带), 它们都不会归并成大脉。

2. 脉带的产状、构形和规模^②: ①成矿脉带的方向性强、连续性好。②脉带的倾角有两种情况。一种是矿床中部脉带倾角陡立, 两侧脉带相向倾斜, 各脉带往下有明显靠拢的趋势, 在横剖面上构成扇形; 另一种是全区脉带都以 $>60^\circ$ 的角度同向倾斜, 但从后往前脉带倾角逐渐变陡, 亦有向下靠拢而呈扇形的趋势。③脉带构形规则, 以长形扁豆状的平面形态最有成矿意义。④就线(细)脉带而言, 宽度 >10 米, 长度为宽度的二十倍者, 始有找矿意义。

脉带规模愈大, 愈有成矿可能性。但要特别强调脉带的长度, 长而稳定的脉带, 那怕是宽度小些, 仍然有可能形成工业矿床。

3. 组合脉带中各单位脉带的间距: 在具有实际意义的组合脉带中, 各单位脉带的总宽度一般都大于脉带间距之和。

4. 含脉密度、含脉率和矿脉总厚度^③: (1) 按矿脉密集度的不同, 可将脉带分成两类: 密集脉带(>5 条/米)和稀疏脉带($1\sim5$ 条/米)。两者经常相伴产出。能形成矿床的脉带, 通常是平均含脉密度 >2 条/米。密集带和稀疏带总宽度相比, 前者大于后者, 并且越大越好。(2) 在单位脉带内, 线脉带含脉率为 $1\sim5\%$, 矿脉总厚度 <1 米; 细脉带含脉率为 $5\sim20\%$, 矿脉总厚度不超过5米。(3) 细脉带的含脉率和矿脉总厚度具有某些独特的评价意义: ①含脉率和矿脉总厚度大, 合并成工业大脉的可能性也大; ②若细脉的矿化较好, 就要参照含脉率圈定脉带矿体, 工业矿体的含脉率 $>10\%$; ③由于带形脉体的矿脉总厚度可构

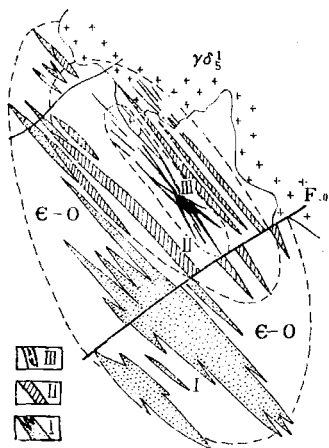


图2 枚子窝钨矿床地表脉带分布图

(据932队资料简化)

I—线脉带; II—细脉带; III—薄脉带

Fig. 2. Plan showing circular zoning at the surface of the Meiziwo tungsten deposit.

I. linear veinlet zone; II. veinlet zone; III. thin vein zone.

① 球面(半球面)形态分带和垂向五形变分带关系见作者1981年的“华南脉钨矿床的形态分带”一文。

② 脉带平面规模, 包括宽度和长度, 是按含脉密度圈定的, >1 条/米即圈为脉带。

③ 含脉密度是脉带中每米垂距的矿脉条数; 含脉率为矿脉总厚度与脉带宽度之百分比; 矿脉总厚度是同一平面上脉带内所有矿脉厚度之和。

成一个扁平透镜体, 因此上部细脉总厚度能指示下部大、薄脉厚度的大致变化区间。

5. 脉带的内部结构。在一条垂直脉带的线上, 单位脉带内只有一个线(细)脉密集中心, 说明这是单一脉带, 即往下合并成一条大脉; 若有多个密集中心, 则说明这是复成脉带, 即往下合并成多条大脉。

6. 单脉厚度大小。地表单脉厚度指示目前矿床出露的形带部位, 即为矿床现阶段的风化剥蚀深度或工业矿脉保存的完整程度。对比研究地表毗邻部位不同标高(如山脊与山沟)

的单脉厚度, 还可以看出脉带往下是否合并及其速度如何, 进而推测矿床的成矿深度。

例如江西漂塘和石雷两钨-锡矿床, 地表均出现典型的标志带——线(细)脉带。两个矿区都有一个中心脉带, 前者是Ⅲ号脉带, 后者为Ⅰ号脉带。这些脉带方向性强、连续性好、形状规则, 脉带宽度>50米、长度超过1000米, 平均含脉密度>5条/米, 密集带的宽度大于稀疏带。经工程证实, 两者地表脉带往下都靠拢合并成大脉, 并且延深很大。Ⅲ号和Ⅰ号脉带近侧的平行脉带, 规模中小, 产状形态尚好, 有一定的工业意义。而离开Ⅲ号和Ⅰ号脉带较远的那些脉带, 产状形态多不佳, 不能合并成大脉, 即不具工业意义(图3)。又如广东枚子窝、瑶岭等钨矿床的地表标志带, 也有十分近似的特征。

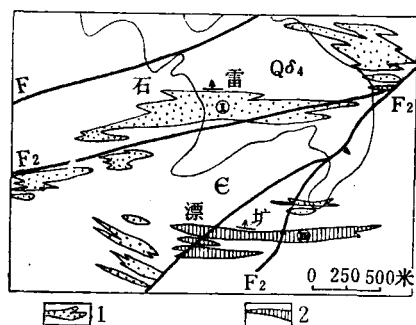


图3 漂塘—石雷钨锡矿田地表脉带分布图

(据江西冶金地质二队资料缩编)

1—线脉带; 2—细脉带

Fig. 3. The distribution of veinlet zones at the surface of the Piaotang-Shilei W-Sn ore field.

1. linear veinlet zone; 2. veinlet zone.

(五) 线(细)脉中具有指示性的物质组分

1. 标志矿物

(1) 非金属矿物

线(细)脉中的非金属矿物, 常见的有石英、云母、萤石、黄玉、长石、电气石、绿泥石、方解石、白云石等。按脉内的主要矿物成分, 可将已被实践证明能形成工业矿床的标志带分为三类: Ⅰ、白云母-石英线(细)脉带, 华南地区的大部分脉钨矿床都出露这类标志带; Ⅱ、铁锂(锂白)云母-黄玉-石英线(细)脉带, 如广东锯板坑钨-锡多金属矿、江西石雷钨-锡矿; Ⅲ、锂云母-萤石线(细)脉带, 如广西栗木水溪庙钨-锡矿。上述之各类线(细)脉带, 在一个矿床中, 往往是只择其一, 很少发现多种脉带同等发育。

许多矿床的评价勘探结果都说明, 地表一定的线(细)脉带类型, 与下部一定的工业矿化类型相联系。白云母-石英线(细)脉带下部为钨或钨-钼-铋矿化; 铁锂(锂白)云母-黄玉-石英线(细)脉带下部是钨-锡或钨-锡-多金属矿化; 锂云母-萤石线(细)脉带下部有钨-锡-稀有金属矿化。也就是说, 在线(细)脉中最有成矿意义的非金属矿物是云母、萤石和黄玉, 这些矿物的组合和含量, 不但能指示形成工业矿床的可能性, 而且还与矿床的矿化类型系有的联在着内。

(2) 金属矿物

在地表线脉中, 只有少量的金属矿物, 如呈星点状产出的锡石、黑钨矿、黄铁矿、方铅矿及闪锌矿; 而在细脉中金属矿物较多, 有黑钨矿、锡石、黄铁矿、方铅矿、闪锌矿、毒

砂、黄铜矿、磁黄铁矿等，可以见到块状矿物集合体。但值得一提的是，有些矿床（如广东枚子窝钨矿、江西新安子钨-锡矿）的地表线（细）脉，钨-锡矿物的含量很低，唯有硫化物（主要是黄铁矿）较为常见。在普查找矿工作中，若发现此类标志带，极有必要做些多元素综合查定工作，而不要轻易做出否定的结论。

2. 指示元素

从现有的实际资料来看，在地表线（细）脉中，带普遍性的指示元素（表1）可以分成三组：成矿元素 W、Sn、Pb、As 等；挥发性元素 F、P、B；稀碱金属元素 Li、Rb。成矿元素含量的变化范围从十万分之几到千分之几。其中 WO_3 达 $0.0n \sim 0.30\%$ 、Sn 达 $0.0n \sim 0.50\%$ 、挥发性元素含量达 $0.10 \sim 3.00\%$ ，以下值为最高；稀碱元素为 $0.02 \sim 0.20\%$ ，且 $Li > Rb$ 。又据部分矿床线（细）脉中云母单矿物分析结果，具有指示性的元素基本与脉内元素相同（表2），这表明云母是一种反映成矿作用的灵敏度很高的矿物。按线（细）脉和云母中各类元素组合及含量，可以推断标志带下部形成工业矿床可能性的大小，可以概略地预测隐伏矿床的矿化类型。

脉钨矿床地表标志带指示元素含量表*

表 1

矿床名称	样数	地层时代及 岩矿名称	分 析 元 素 及 其 含 量 (%)												
			WO ₃	Sn	Mo	Bi	Cu	Pb	Zn	As	F	P	B	Li ₂ O	Rb ₂ O
瑶岭钨矿床	1	云母石英线细脉	0.030	0.130	0.002	0.050	0.009	0.110	0.017	0.200	0.26	0.12	0.005	—	—
	1	ε-O粉砂岩	0.030	0.010	0.002	0.004	0.009	0.036	0.021	0.110	0.42	0.08	0.132	—	—
枚子窝 钨矿床	3	云母石英线	0.010	0.040	0.003	0.009	0.046	0.037	0.018	0.260	0.51	0.16	0.147	—	—
	3	ε-O变质砂岩	0.010	0.010	0.002	0.003	0.009	0.000	0.014	0.010	0.39	0.03	0.163	—	—
	9	含石英线细脉板岩	0.010	0.010	0.003	0.002	0.006	0.005	0.008	0.030	0.17	0.03	0.159	—	—
石人嶂 钨矿床	4	云母石英细脉	0.220	0.180	0.002	0.008	0.054	0.039	0.030	0.340	0.48	0.16	0.094	—	—
	5	ε-O板岩	0.020	0.010	0.002	0.007	0.047	0.015	0.026	0.290	0.74	0.17	0.140	—	—
锯板坑钨锡 多金属矿床	10	黄玉石英线细脉	0.170	0.320	—	—	0.015	0.327	0.014	1.080	3.82	0.38	—	0.028	0.014
	10	ε-O变质砂板岩	0.020	0.020	—	—	0.010	0.120	0.018	0.130	2.47	0.10	—	0.318	0.121
小南山钨铋矿床	5	黄玉石英线细脉	0.020	0.330	0.002	0.007	0.082	0.008	0.006	0.040	3.53	0.03	0.001	—	—
棉土窝钨铜矿床	4	石英线细脉	0.050	0.020	0.002	0.017	0.032	0.004	0.024	0.004	0.78	0.03	0.0016	—	—
	7	γ ₂ 云英岩	0.020	0.030	0.002	0.005	0.019	0.006	0.024	0.001	0.97	0.02	0.002	—	—
芭蕉坑钨锡矿床	2	云母石英线细脉	0.092	0.037	0.001	0.014	0.018	0.005	0.007	0.021	0.49	0.01	0.007	0.057	0.068
新安子钨锡矿床	1	云母线	0.013	0.065	0.001	0.004	0.012	0.014	0.007	0.150	1.56	0.05	0.15	0.132	0.121
	2	ε砂板岩	0.012	0.009	0.002	0.002	0.015	0.048	0.005	0.119	1.48	0.08	0.32	0.193	0.076
石雷钨锡矿床	1	云母黄玉石英细脉	0.010	0.040	0.001	0.004	0.023	0.008	0.005	0.031	3.20	0.02	0.01	0.185	0.149
源塘钨锡矿床	1	云母石英细脉	0.730	0.070	0.001	0.004	0.020	0.020	0.011	0.015	0.90	0.01	0.004	0.146	0.120
	1	ε粉砂岩	0.010	0.005	0.001	0.002	0.022	0.008	0.016	0.002	0.36	0.04	0.03	0.053	0.049
	1	含线细脉粉砂岩	0.007	0.018	0.005	0.003	0.005	0.016	0.120	0.050	1.07	0.007	0.27	0.186	0.102

* 广东冶金地质研究所分析室化学分析

地表线细脉的云母中指示元素含量表*

表 2

矿床名称	样数	矿物名称	分析元素及其含量(%)								
			WO ₃	Sn	Cu	As	F	P	B	Li ₂ O	Rb ₂ O
枚子窝钨矿床	3	含锂白云母	0.012	0.129	0.042	0.367	0.45	0.22	0.03	0.345	0.220
珊瑚钨锡矿床	3	白云母	—	—	—	—	1.71	—	0.02	0.081	0.181
大桂山钨矿床	2	白云母	—	—	—	—	2.32	—	0.01	0.169	0.154
荡坪钨矿床	4	含锂白云母	0.024	—	—	—	2.93	—	—	0.404	0.318
芭蕉坑钨铜矿床	1	白云母	0.062	0.070	0.039	0.118	0.94	0.03	0.02	0.105	0.150
新安子钨锡矿床	1	白云母	0.026	0.060	0.013	0.181	1.56	0.09	0.02	0.141	0.119
石雷钨锡矿床	1	锂白云母	0.011	0.033	0.081	0.008	1.95	0.04	0.001	0.460	0.238

* 广东冶金地质研究所分析室化学分析

但要特别指出,在大多数外接触带和内外接触带矿床中,主要成矿元素钨和锡,在垂直方向上的含量变化,都是从低到高再转低。上部从低变高是缓慢的,下部从高转低是快速的。钨富集于矿脉的中部,锡富集于中上部。即钨、锡品位变化曲线均为不对称的抛物线,

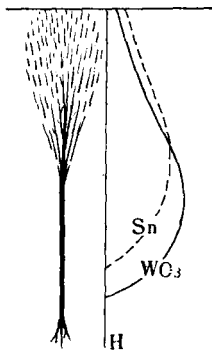


图 4 钨锡品位垂直变化示意图

Fig. 4. Diagrammatic illustrations of vertical variation in W-Sn tenor.

两者都只有一个峰值,前者峰位基本居中,后者略偏上(图4)。

由此可得出几点认识:①在线(细)脉中,钨、锡品位不高($WO_3 < 0.30\%$, $Sn < 0.50\%$)是正常现象,并且只有这样,下部才可能出现深度大、强度高的工业矿化;相反,如果脉体顶部品位就较高,说明矿化已近于峰值,往下不太深的部位工业矿化就会消失,即使是下仍有大脉存在,也无开采意义。②上部的细(薄)脉带,即可圈出脉带矿体的矿床,并不是最理想的矿床。因为此类矿床的矿化峰位偏高,工业矿化间隔不大。③由于钨、锡含量变化是基本同步的,故过去所说的“上锡下钨”不符合外接触带和内外接触带矿床的客观实际情况,至少也是一个不具普遍意义的结论。④必须研究掌握矿床下部位品位变贫的信号,有效地指导勘探工程的布置和施工,准确地圈定工业矿体的底部边界。

(六) 标志带的围岩蚀变

脉钨矿床的围岩蚀变,受围岩性质及其他地质条件的制约。在沉积碎屑岩中,有硅化、绢(白)云母化、电气石化、萤石化、黄玉化和绿泥石化,各类蚀变都围绕着脉体或脉带分布。外接触带矿床或脉带有可能形成接近理想的蚀变分带型式,即自内而外为硅化-白云母化-黄玉化带→萤石化-黄玉化-硅化-绢(白)云母化带→电气石化-萤石化-黄玉化-绢云母化-硅化带→绢云母化-绿泥石化-电气石化-硅化带(图5)。对于这类蚀变分带务须强调如下几点:①客观真实的蚀变分带,应该是围绕脉体或矿床的三度空间的球面分带。②蚀变带自上而下逐渐变窄,以线(细)脉带部位的宽度为最大。③单位脉带与区段脉带、区段脉带与全区脉带的围岩蚀变的关系,是个体与整体的关系。多个单位脉带的蚀变接合、迭加成为区段脉带的蚀变,多个区段脉带的蚀变接合、迭加成为全区脉带的蚀变。过去所称的脉侧蚀变和带(面)型蚀变,实际是一回事,不能作为两种蚀变型式。④矿床的中部脉带,围岩蚀变类型较全、强度较大、分带性也较好。愈往边部脉带,围岩蚀变发育愈差,内蚀变带愈难以见到。各脉带的蚀变分带接合、迭加的结果,就构成了整个矿床的蚀变分带。诚然,这种分带是

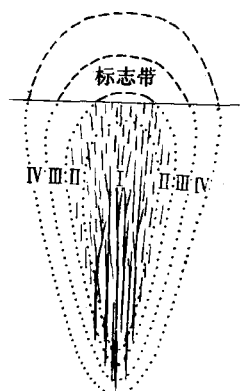


图5 脉带围岩蚀变分带示意图

I—硅化-白云母化-黄玉化带；II—萤石化-黄玉化-硅化-绢（白）云母化带；III—电气石化-萤石化-黄玉化-绢云母化-硅化带；IV—绢云母化-绿泥石化-电气石化-硅化带

Fig. 5. Schematic section showing wall rock alterations of a vein zone.

I. Silicification-muscovitization-topazization zone; II. fluoritization-topazization-silicification-sericitization (muscovitization) zone; III. tourmalinization-fluoritization-topazization-sericitization-silicification zone; IV. sericitization-chloritization-tourmalinization-silicification zone.

不明显的，只是个趋势罢了。⑤硅化和云母化是基本的、普遍的蚀变类型，由内往外，前者由强变弱，后者从白云母化逐渐变为绢云母化。因此，地质工作者对矿床围岩蚀变的直观认识往往是硅化、云母化带。而在其他成矿围岩中，虽然各有不同的蚀变组合，但各种蚀变的隐约分带现象是普遍存在的。

从上不难看出，标志带的围岩蚀变是比较复杂的，矿床中所有的蚀变类型，在标志带都可能出现，并且有一定的分布规律。从找矿的角度来说，必须特别注意检查挥发性蚀变——萤石化、黄玉化、电气石化、云母化及其产出情况，因为它们最有成矿指示意义。

（七）标志带的地质地球化学异常

1. 脉晕

任何工业矿床的地表线（细）脉，都可以分成两个部分：脉带和脉晕。脉晕发育于脉带周围，并形成一个包围圈；脉晕分布范围大于脉带。晕、带宽度比约为2~3，如广东枚子窝、锯板坑、小南山矿床，晕宽比带宽分别为2、3、3。脉晕中的矿脉厚度小，多为线脉或微脉，况且分布稀疏而不成带，也无明显的形态分带现象。晕内的线（微）脉很少出现金属矿物，只是偶而见到硫化物（如黄铁矿）。脉晕异常强度也用含脉密度来衡量，即密度愈大，异常强度愈大。

脉带与脉晕实际是同一构造应力作用产生的裂隙，只是由于各自所在应力场的部位不同发育程度有差异而已。因此，脉晕的找矿评价意义在于：①当发现了脉晕，就要意识到可能有脉带存在，并按晕、带空间分布规律，追索寻找脉带；②脉晕的规模和强度在一定程度上能说明脉带成矿意义大小，两者往往成正比相关。

2. 重砂分散晕

脉钨矿床线（细）脉中的金属矿物，经风化搬运而形成重矿物分散晕，主要的扩散矿物是黑钨矿和锡石。按朱焱龄等（1981）的资料，黑钨矿经地表搬运离开原生矿床约2~3公里，远者可达5公里；锡石搬运距离为5~6公里或更远，还可能形成砂锡矿床。

3. 次生分散晕

脉钨矿床标志带次生晕元素有W、Sn、Cu、Mo、Bi、As、Pb、Zn、Sb等，其中以W、Sn为主，并且Sn比W更为普遍。W、Sn及其他元素异常值都以脉带部位为最高，往外逐渐降低。各元素的扩散范围，严格地受地形条件的控制。一般来说，分散晕宽度都大于脉带宽度，有些元素的异常宽度还可大于脉带宽度的若干倍。如广东黄草山钨矿床，钨的高异常值

范围正好与脉带的位置相吻合,异常带宽度约为脉带宽度的两倍^①。

4. 原生分散晕

脉钨矿床地表围岩中的造晕元素,也和脉内的指示元素一样有三组(表1):即是成矿元素W、Sn、As、Pb等;挥发性元素F、P、B;稀碱金属元素Li和Rb。三类元素含量变化区间不同,成矿元素中 WO_3 和Sn为0.01—0.03%,As为0.01—0.30%,Pb为0.00%—0.10%;挥发性元素中F为0.40—2.50%,P为0.04—0.20%,B多在0.10—0.20%之间;稀碱元素中 Li_2O 为0.05—0.30%、 Rb_2O 为0.04—0.12%。对比围岩与线(细)脉的同类元素,可以看出,在同一矿床中,成矿元素一般都是线(细)脉的含量大于围岩,而挥发性元素和稀碱元素则多系围岩中的含量高于或近于脉内。各种元素在矿床分散场中的迁移范围也不一样。据初步研究,成矿元素的扩散区间最小,从矿脉向外的迁移平距未超过40米;稀碱元素扩散稍远,大于40米;挥发性元素散布距离最大,江西黄沙、漂塘等矿区F量剖面测量证明,F能扩散到离开脉带200米的地方^②。

上述实际资料表明:①利用标志带围岩中的指示元素预测隐伏矿床,不能只注意到成矿元素,还必须同时查定挥发性元素和稀碱金属元素,综合研究三组元素的分析数据,以解释标志带下部成矿的可能性和矿化特征。②各组元素在标志带围岩中的含量都比线(细)脉内稳定得多,这说明原生晕的成矿指示作用具有较高的可信度。③挥发性元素和稀碱元素在脉带围岩中的含量大于或近于脉内,这在理论上和实践上都有十分重要的意义。利用这些元素进行成矿预测,脉带围岩提供的信息强度是线(细)脉所无法比拟的。④围岩中的挥发性元素,不但含量高,而且扩散范围大,是预测深隐伏矿床的最佳指示元素。

5. 矿物包裹体蒸发晕和热晕

应用矿物包裹体蒸发晕和热晕寻找钨矿床,目前处于探索阶段,无论在理论上或方法上都很不成熟。但据广西珊瑚、广东小南山等矿床围岩次生包裹体爆破频率和温度测定结果,在线(细)脉带上及其旁侧都出现明显的异常,而且异常宽度较大。这表明,在隐伏一半隐伏脉钨矿床的找矿上,矿物包裹体蒸发晕和热晕是有实际意义的,将来还有可能逐步发展成为矿产普查的一种重要手段。

综上所述,脉钨矿床地表标志带的地质地球化学异常都围绕着脉带分布,从内往外,晕类愈来愈少,强度由大变小以至消失。各类异常宽度都大于脉带,它们的相对规模是:河流重砂晕>挥发性元素原生晕>包裹体蒸发晕、热晕>金属次生晕>金属原生晕>蚀变晕>脉晕(图6)。在评价标志带的实际工作中,最好是同时测量多种分散晕,互相补充,共同解释,以求达到比较理想的地质效果。

三、矿化线细脉(带)是许多内生金属矿床的重要成矿标志

已有充分的事实说明,不但脉钨矿床具有线(细)脉标志带,而且多种内生金属矿床都

① 940物探队:广东石人峰—枚子窝—瑶岭钨矿带化探实例(1974)。

② 陈尊达:“再上一层楼”,寻找隐伏脉钨矿床(1980)。

能形成类似的标志带^[1]。虽然各类矿床的标志带有其自身的特点，同时也不都象脉钨矿床那

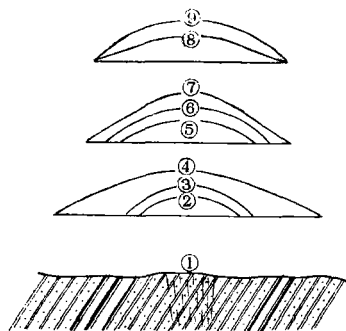


图6 标志带综合分散晕示意图

①—脉带；②—脉晕；③—蚀变晕；
④—河流重砂晕；⑤—金属原生晕；
⑥—金属次生晕；⑦—挥发性元素原生晕；⑧—包裹体蒸发晕；⑨—包裹体热晕
Fig. 6. Geochemical anomalies of various sorts surrounding the surface indicator zone.

1—vein zone; 2—vein halo; 3—alteration zone; 4—drainage heavy placer mineral halo; 5—primary halo of metallic elements; 6—secondary halo of metallic elements; 7—primary halo of volatile elements; 8—evapohalo of inclusions; 9—thermal halo of inclusions.

样上部线（细）脉往下合并成大脉，但标志带的成矿指示性是一致的。因此，在各种内生金属矿床的普查找矿工作中，都要注意寻找、认真评价矿化线细脉（带）。为说明问题，下面简介几个矿床实例。

1. 湖南柿竹园钨-多金属矿区（西区） 该矿区地表有一个近东西方向的、相当宏伟的细网脉带，内有长石细脉、云母石英细脉、黄铁矿石英细脉、方解石石英细脉等。脉内矿化较强，可以圈出锡脉带矿体；在细网脉带的下部，探明了一个巨大的细网脉矽卡岩型钨-钼-铋矿床；再往下还找到了花岗岩型钨-铋-锡-钼矿床^①。

2. 湖南铜山岭矿区东部多金属矿床 该矿床地表见两组硫化物石英线细脉带，一组近东西向，另一组为北西向。脉带本身不具开采价值，但下部隐伏层间（部分脉状）充填交代和接触带矽卡岩型铜-铅-锌矿床^[2]。

3. 广东石芬铅锌矿床 地表有一组北北东向的萤石细（薄）脉带，脉内见不到任何金属矿化。钻探证实下部有裂隙充填交代和矽卡岩型工业矿床。

4. 广东一六稀有金属矿区 以北西方向为主的含钽、铌、锂花岗伟晶岩细、薄脉（部分含钨石英细、薄脉），成带成群相向产出，往下逐渐变为含铌、钽、稀土

白云母花岗岩大脉（岩墙），上、下部矿脉都有工业价值。

5. 云南个旧老厂锡-多金属矿区 上部为细网脉带型锡-钨矿床，含矿细脉有锂云母蓝电气石脉、蓝电气石矽卡岩脉、黑电气石长石脉、石英脉等，出露地表的以锂云母蓝电气石脉为主；脉带矿床的根部接触带上，隐伏有矽卡岩型含锡硫化物矿床；再往下内接触带云英岩化花岗岩中，见有锡-钨矿化，有些部分也能构成工业矿体^②。

6. 山西孤堰山铁矿区东崖底矿段 磁铁矿体上部有大量的铁矿化矽卡岩细脉，包括镜铁矿-绿帘石细脉、绿帘石-石榴石细脉、石榴石细脉、方解石-透辉石细薄脉、金云母细脉、方柱石细脉等，其顶部多为镜铁矿-绿帘石细脉。细脉（带）不能开采利用，只有找矿评价意义^③。

本文所附的图表由陈希明和刘婉如同志清绘，谨表感谢。

参 考 文 献

- 〔1〕 古菊云 1979 矿化细脉（带）是寻找隐伏矿床的重要标志 地质论评 25卷2期
〔2〕 王力松 1975 湖南铜山岭东区铜铅锌矿床地表矿化细脉对找矿的意义 铁铜矿产专辑 第五集 地质出版社

① 据408地质队、中南地质科研所有关资料及笔者的现场观察。
② 云南冶金一矿地质勘探队研究室：云南某锡矿的原生分带（1976）。
③ 据李建业1976年“接触交代型铁矿区矽卡岩细脉的找矿意见”一文。

THE SURFACE INDICATOR ZONES OF THE BLIND— SEMI-BLIND TUNGSTEN VEIN DEPOSITS IN SOUTH CHINA

Gu Juyun

(Metallurgical-Geological Exploration Company of Guangdong Province)

Abstract

Tungsten vein deposits in south China are characterized by zonation in appearance. Vertically five zones could be roughly recognized in downward succession: linear vein zone, veinlet zone, thin vein zone, large vein zone and extinction zone. The so-called surface indicator zones refer to the first two zones occurring at the top of a deposit which, having no commercial value themselves, serve well as an indicator for mineral exploration. As weathering and rock disintegration vary in extent from deposit to deposit, these deposits are terminologically called blind to semi-blind deposits.

The following aspects are emphasized in the identification and evaluation of the indicator zones: (1) their structural positions; (2) their fabric patterns in plane; (3) their horizontal zoning; (4) their characteristics in shape, such as the structural type, attitude, configuration, size, density of veins and total thickness; (5) the indicating components present, including diagnostic minerals (nonmetallic and/or metallic minerals) and indicator elements (metallogenic elements, volatile elements and rare or alkaline elements); (6) wall rock alterations and zonation; (7) geologic and geochemical halos surrounding these indicator zones, chiefly vein halo, heavy mineral halo, primary dispersion halo, secondary dispersion halo and evaporite and thermal halos of mineral inclusions.

It should be pointed out that similar indicator zones have been found in numerous other endogenic metallic deposits. These zones can perform the same function of indicating mineralization in spite of their respective peculiarities. Therefore, great attention should be paid to the observation and evaluation of mineralized linear vein zones or veinlet zones in search for endogenic metallic deposits.