

华南脉钨矿床原生地球化学分带及其 “帽晕”的找矿意义

陈尊达 (执笔)

(江西有色地质勘探公司矿产地质研究所)

华南脉钨矿床除具有形态和矿物的环状分带外,还具有“多环一帽”的地球化学分带特征。环是指以富矿带为中心向外的成矿元素的浓度梯度环状分带;一帽是指在线脉带前缘及其旁侧,挥发性元素和矿化剂元素呈现的地球化学帽状异常。矿床的地球化学帽晕是矿床原生矿化分带的组成部分,即在“五层楼”式的分带基础上更上一层楼。这一认识有利于指导找寻埋深较大的盲矿床。根据帽晕的异常强度、范围和元素组合、可预测矿床的埋深、规模和产状,以及矿石建造类型。

我国脉钨矿床的找矿勘探史表明,50年代主要是寻找表露的大脉型矿床;60年代初期,地质工作者在实践中总结出脉钨矿床垂向“五层楼”式形态分带规律,以矿床最上层表露的线细脉带为标志带,寻找和评价脉钨矿床。20多年的实践,已获不少成功案例。随着时间的推移,找寻表露标志带的难度日益加大,因为埋深较大的盲矿床其线细脉标志带也处于隐盲状态。因此,研究矿床上部隐盲线细脉带的地表标志,以预测埋深更大的钨矿床,便成为“六五”期间地质科技攻关的重点课题之一。实践表明,内生锡钨矿床的原生地球化学分带及其“帽晕”,比容矿构造体系有着更为广阔的空间分布,是寻找深隐盲矿体的良好标志。

矿床的原生地球化学分带性

以锡石、黑钨矿—石英建造为主的脉状钨矿床,属壳源花岗岩成因系列。容矿构造发育于花岗岩体的内外接触带,成矿作用通常是多阶段的,成矿流体在沿裂隙构造充填的过程中,向围岩渗透扩散,并发生交代作用。

为了更深入地开展找矿,我们对华南30多个大、中型脉钨矿床的地质勘探资料作了分析总结,对18个矿床进行了较系统的地球化学取样分析,研究其地球化学分带规律。

(一) 垂向分带特征 单一成矿阶段形成的矿体

(排除多阶段叠加成矿的影响),参与成矿作用的几套标准元素(以独立矿物或分散状态存在)自矿液源沿其运移方向作有序排列:K、Na一般在矿床下部含量最高;W、Sn、Be富集于矿床的中、下部;Cu、Pb、Zn、As位于中部或中上部,Ag与硫化物含量呈正消长关系;F、B、Li、As、Rb、Cs在矿床顶部富集。即自矿液源向上,原生地球化学分带序列为K、Na(Be、Mo、W、Sn)→W、Sn、Be(Cu、Pb、Zn、Ag)→F、B、Li、Rb、Cs。矿物组合分带表现为硅酸盐→氧化物→硫化物→富挥发份矿物。亲氧元素与亲硫元素组合的分带系数 $[W \cdot Sn \cdot BeO / Cu(Pb + Zn)Ag]$ 在纵剖面上呈有规律的变化(图1),反映了这一地球化学分带序列的分布特征。

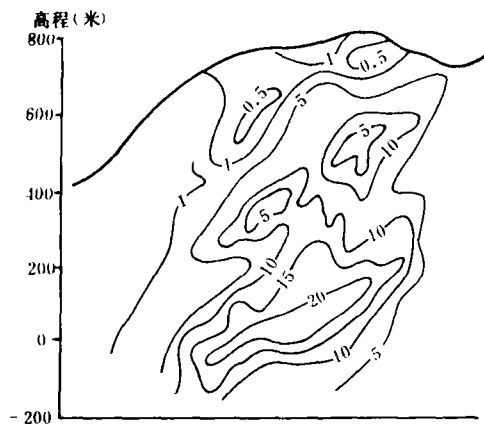


图1 某钨锡铜—石英脉纵剖面分带系数等值线图

(一) 水平分带特征 成矿流体在运移和成矿作用过程中向围岩扩散, 并与之发生交代作用, 产生元素带入和带出。带入围岩的元素通常有W、Sn、Be、Mo、Bi、Cu和F、B、Li、Rb、As, 在围岩中显示正异常; 从围岩中带出的元素有Fe、Mn、Mg、Ti、K、Na等, 多形成相对负异常。

成矿成晕元素按其浓度变化规律可分为正常扩散晕和扩散外峰晕。前者元素的最高含量在脉体中, 向围岩方向逐渐降低, 如W、Sn、Be、Cu、Pb、Zn、Ag等; 后者含量峰值不在脉体中, 而是在近脉围岩中, 如F、B、Li、Rb、As等挥发性较强的元素。就一个脉体而言, 正常扩散晕的宽度很窄, 一般只有几十厘米至十几米; 扩散外峰晕的宽度则较大。因此, 自脉体向外的水平分带为W、Sn、Be (Cu、Pb、Zn) → F、B、Li、Rb、As。在垂向上脉旁扩散晕的范围表现为上大下小, 在矿床上部, 随着矿脉条数的增多, 含脉密度增大, 扩散晕彼此相连向面型过渡, 呈现整个脉组或矿床的帽晕。

(三) 空间分带特征 脉钨矿床原生地球化学分带在三度空间上表现为“多环—帽”式^{*}。环是指以脉组(带)中部富矿带为中心往外, 成矿元素的浓度梯

度环状分带; 一帽是指脉带顶部前缘及旁侧所显示的以挥发性元素和矿化剂元素为主的帽状地球化学异常带。矿床的围岩性质及矿石建造类型不同时, 其分带程度和组合形式也有所差异。一般内带型矿床表现为二环或三环—帽式; 外带型矿床多数为三环—帽式(图2), 有的表现为四环—帽。此外, 矿床的地球化学环带结构对应于矿床的形态分带和矿化分带, 即内环对应于大脉带(富矿带); 中环对应于细脉带(贫矿带); 外环对应于线脉带(无矿或矿化带)。

根据矿物和元素组合可将脉钨矿床分为黑钨矿—绿柱石—辉钼(铋)矿型(钨钼铋组合)、黑钨矿—锡石—硫化物型(钨锡硫组合)和黑(钨)钨矿—辉钼矿(钨钼组合), 三者在华南脉钨矿床中分别占44%、54%和2%。矿化类型不同其内环(异常元素高浓度带)的元素组合也有所不同, 钨锡硫化物型为W、Sn (Cu、Zn、Ag); 钨钼铋型主要为W、Be、Mo、Bi。中环的元素组合上下有别, 上部以W、Sn、Cu、Zn为主; 往下Cu、Zn减少, 而以Be、Mo占主导地位。外环除了W、Sn、Bi、Cu、Zn等元素的弱异常外, 还有较明显的As、F、B、Li、Rb、Cs等元素的异常。帽晕是矿床原生矿化分带的组成部分, 位于线脉带的前缘及旁侧, 是以F、B、Li、Rb、Cs、As等为主的组合异常。因此, 地球化学帽晕是寻找矿床顶部线脉带的良好标志, 研究帽晕特征, 对指导找深隐盲矿床有着重要的理论和实际意义。

原生地球化学“帽晕”的特征

要取得评价深隐盲矿床的可靠参数, 深入研究地球化学帽晕至关重要。为此, 在赣南钨矿产地选择六个区域或矿田作地球化学剖面测量, 以确立区域或某些矿田的地球化学背景值。震旦系和寒武系一般都有几十个以上的可靠测试数据参加计算; 泥盆系和石炭系取样4~10个。虽然取样有一定的局限性, 但为区域找矿和地质研究工作提供了一个可供对比的尺度。另外, 选择了18个具有一定代表性的、地表出露线细脉带的已知矿床作地球化学测量, 所显示的地球化学帽晕大同小异。图3是形态分带较为典型的漂塘大型钨锡矿床所显示的剖面F异常。

漂塘矿床的围岩主要是寒武纪砂、板岩, 主脉带

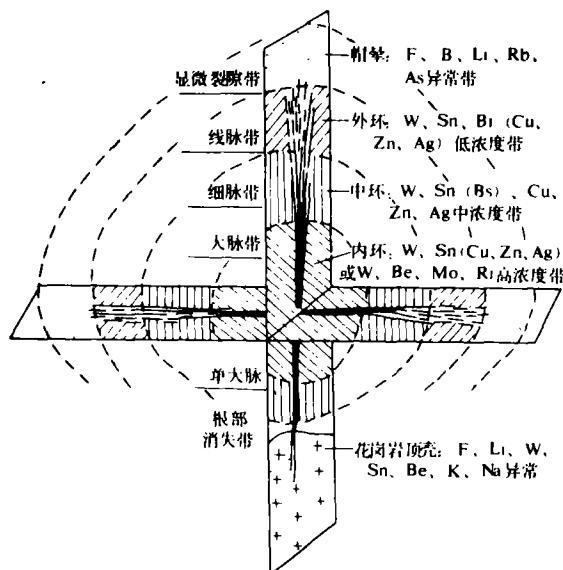


图2 外带型脉钨矿床原生地球化学分带模式

* 有色金属工业总公司北京矿产地质研究所李惠等, 1984年曾提出“三环—帽”的地球化学分带模式。

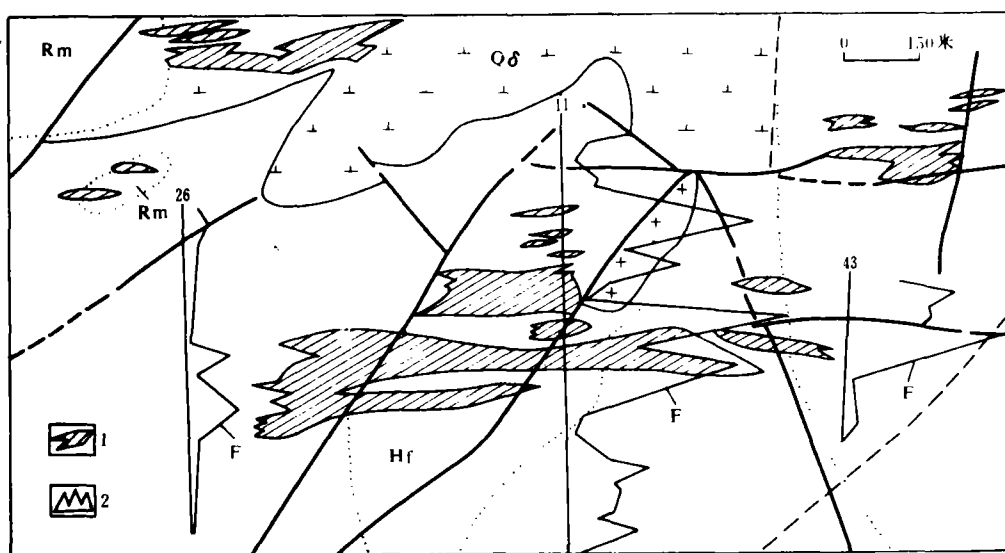


图3 漂塘钨矿床不同剖面的F异常

Hf—白云母、黑云母角岩带；Rm—黑云母斑点板岩带；Bs—区域变质砂、板岩；Qδ—印支期石英闪长岩；
1—含矿石英细脉带；2—F异常曲线

走向东西，延长千余米，地表出露线细脉标志带和细脉状矿体。所测的三个剖面中有一个（11线）穿过表露的线细脉标志带，另两个剖面线布设在距线细脉标志带消失端80~100米处。从图3 F 的异常曲线可以看出，异常强度和形态除受矿体产状制约外，还受成矿前和成矿期构造的控制，特别是受控矿构造线的控制。由于成矿流体中的成矿元素W、Sn等多与F形成络阴离子或复杂络合物形式运移，在适当条件下络

合物解络，W、Sn等沉淀成矿，具有强挥发性的F还要向上或两侧运移一段距离，故能在线细脉标志带的前缘和两侧形成宽阔的帽状异常，其强度随矿化类型不同而异，其分布范围基本相同 B 与F有类似情况（表1），虽然有些矿床的帽晕中B的含量并不高，但因矿床围岩中其背景值较低，故仍有较大的异常强度，分散距离一般为100~150米

帽晕中主要异常元素的分散距离及其对应强度变

不同矿化类型帽晕中F、B异常强度对比

表1

矿化类型	矿区名称	围岩时代	脉带内围岩F、B丰度		50米内异常强度*		备 注
			F (%)	B (ppm)	F	B	
钨锡硫化物型	漂塘	Є	1.83	355	5~25	5~30	W、Sn为主
	黄沙	Є	1.25	219	4~20	5~25	W、Cu为主
	石雷	Є	1.22	327	5~23	5~27	W、Sn为主
	葛源	Z	1.21	135	4~22	5~25	细网脉带（W、Sn）
钨铍铜（铋）型	樟斗	Є	0.24	7.6	2~5	1.5~2	20米标高以下（W、Be、Mo）
	木梓园	Є	0.32	51	2~5	4~8	W、Mo为主
	盘古山	D	0.42	34	3~7	2~4	W、Bi为主
	行洛坑	Z	0.43	41	3~8	4~8	细网脉带（W、Mo）

*异常强度用“异常元素浓度/背景值”表征

脉钨矿床幅度的异常范围(米)及对应强度

表 2

元 素	元 素 异 常 范 围 及 对 应 强 度 (同表 1)					
	脉间围岩	0 ~ 20 米	20 ~ 50 米	50 ~ 100 米	100 ~ 200 米	200 米
W	8 ~ 12	2 ~ 4	1 ~ 1.5	1	1	1
Sn	12.3	3.1	1.9	1.2	1	1
Be	15.2	3.5	2.3	1.6	1	1
Bi	19	2.7	1.2	1	1	1
Cu	29	2.2	1	1	1	1
F	15 ~ 40	10 ~ 25	4 ~ 10	3 ~ 7	2 ~ 5	1
B	5 ~ 25	4 ~ 25	3 ~ 17	2 ~ 5	1 ~ 3	1
Li	4	2.2	1.6	1	1	1
Rb ₂ O	2.8	1.9	1.1	1	1	1
As	13	10	7	1.3	1	1

化见表 2。

多个矿床的统计资料表明,发育于矿床顶端(或成矿岩体外接触带)的由挥发性元素、矿化剂元素及成矿元素组合为特征的地球化学帽晕,其轮廓与脉带形态相似,但范围要大得多,特别是沿控矿构造线及脉带走向延伸较远。不同类型矿床帽晕中F、B、Li、Rb、As的异常范围基本相同,但其强度和元素组合因矿床类型不同而异。钨锡硫化物型和钨铍钼(铋)型矿床F、B异常宽度都达150~200米,前者强度为25~40,后者只有3~8。As的异常范围为30~80米,异常强度为3~30,也是前者明显高于后者。不同类型矿床中Li、Rb的异常强度和范围差异不大,Li异常强度为1.5~3,宽40米,Rb异常强度小于2,宽15~20米。成矿及伴生元素W、Sn、Be、Bi、Cu等的异常强度2~4,范围一般小于30米。

“帽晕”在找矿评价中的意义

脉钨矿床的垂向形态分带和对应的地球化学分带规律十分明显,在矿床线脉标志带的前缘,发育着分布范围广、以F、B、Li、Rb、As组合为特征的地球化学帽异常。这一特征对指导大比例尺地球化学成矿预测和寻找深隐盲矿床有重要的实际意义。

(一) 帽异常是寻找深隐盲矿的良好标志 发育于矿床顶端(或成矿岩体外接触带)以挥发性元素为主的地球化学帽晕,其轮廓与脉带形态相似,但分布范围比矿床要大得多,在控矿构造线方向上延伸较远。在大比例尺地球化学成矿预测中,可以此为标志圈定靶区,指导找深盲矿床。

(二) 根据帽异常特征预测盲矿床的产状和规模

异常分布面积较大,呈不规则等轴状,元素组合以F、B、Li为主,并伴有一定程度的热接触变质角岩化带出现,预示着深部可能有成矿花岗岩体,在岩体顶壳的有利构造部位可能赋存内带型矿床;当帽异常元素出现多个自成中心的地球化学异常带,这多半是由一个矿田中的多个隐伏矿床引起。综合分析成矿构造和成矿岩体的控矿规律,有可能发现一组有成因联系的矿床:一组呈带状分布的,如相间出现多个异常元素的高强度带,预示深部有多个脉组(带)。异常规模大、强度高,一般预示深部矿床延深和延长都较大,且品位也高。

(三) 根据帽晕的异常强度、规模及元素组合可预测矿床埋深 如地表仅有F、B异常,强度2~3,预示在150~200米深处可能见矿床的线细脉带;如异常中出现F、B、Li、As元素组合,可能距线细脉带约30~80米,若异常中出现W、Sn或Be、Cu、Zn等弱异常,而有较强的挥发性元素异常,是靠近矿床线细脉带的标志,越接近线细脉带,异常的元素组合越复杂,异常强度也愈大。

(四) 根据帽异常中的元素组合推断隐伏矿床的矿石建造类型 钨锡硫化物型矿床的帽晕中,有高强度的F、B异常,异常强度峰值常大于20;钨铍钼(铋)型矿床帽晕中Li、Rb异常较明显,而F、B异常较弱,一般F、B异常强度分别小于10和5。

脉钨矿床的原生地球化学帽晕,是矿床原生矿化分带的组成部分。这一认识在原来“五层楼”式分带基础上更上一层楼,对指导寻找相对埋藏更深的盲矿

床具有重要的意义。

本文是我公司“六五”期间对钨矿床地球化学分带研究的部分总结。文中引用了有色金属工业总公司北京矿产地质研究所的一些研究成果资料，工作中得到康永孚高级工程师的指导，谨致谢忱。

参考文献

[1] 黎彤：地球化学，1976，第3期

[2] 陈尊达等：《钨矿地质讨论会论文集》，地质出版社，1981年

[3] 古菊云：《钨矿地质讨论会论文集》，地质出版社，1981年

[4] 姜齐节、梅友松：地质与勘探，1982年，第1期

[5] 冶金部南岭钨矿专题组：《华南钨矿》，冶金工业出版社，1985年

The Primary Geochemical Zoning of the Veined W-deposits in South China and the Prospecting Implication of Its “Capping Halo”

Chen Zunda

(*Jiangxi Research Institute of Geology for Mineral Resources,
Nonferrous Metals Geological Exploration Company*)

Abstract

In addition to the ring-shaped morphologic and mineral zoning, the veined W deposits in South China are characterized by a geochemical zoning with “several rings and a cap”, the formers refer to the ring-shaped outward concentration gradient zoning of the metallogenic elements with the rich ore at the centre, while the latter is a hat-shaped geochemical anomaly caused by the volatile elements and mineralizing agent elements at the front of the stringer vein belt and its contiguous areas. The geochemical capping halo is a component part of the primary mineralization zoning of the deposit. That means an upper storey is superimposed on the top of the so called ‘five storeyed building’ zoning. Such an understanding is advantageous to guide the exploration of concealed ore deposits at a great depth. It is possible to predict the depth of burial, size, mode of occurrence of the ore deposits and types of ore formations, in the light of anomaly intensity and extent, and element assemblage of the capping halo.