

湘西层控白钨矿矿床的产状特征、成矿作用与找矿标志

包正相

(湖南有色地质勘探公司245队)

矿床产于雪峰弧形带中—东段,板溪群浅变质碎屑岩中;与特定地层有关,其下有不或假整合面。区域地层钨丰度高,成矿流体盐度低,属中低温;以变质水为主,有大气水加入,为混合热液成矿。找矿标志:含钙质岩和不纯碳酸盐岩夹层,钨丰度高的海侵底或下部沉积建造和W、Hg、Sb、As综合异常。

关键词: 湖南省;层控白钨矿;成矿作用;找矿标志

湘西层控白钨矿矿床,位于江南地轴雪峰弧形构造带中段和东段。区内广泛发育着元古界冷家溪群和板溪群,厚度2万余米,系一套具复理石和类复理石建造特征的浅变质浅海相碎屑岩系。板溪群是主要赋矿层位。武陵运动导致板溪群与冷家溪群之不整合,雪峰运动使代表地槽沉积的板溪群一起卷入,与震旦系多呈假整合接触。其后,本区进入地台发展阶段,接受了震旦纪至中志留世的浅海相碎屑岩—碳酸盐岩沉积,厚600~3300余米。加里东运动使晚志留世的沉积在全区缺失。泥盆系只出露跳马涧砂岩,石炭、二叠系多为碳酸盐沉积,零星分布于隆起带的断陷盆地中。侏罗系的陆相碎屑岩,广泛分布于西部沅麻盆地和东部的常桃盆地一带。侏罗纪开始引发的以断块运动为特征的早期燕山运动,是继武陵运动以来最为强烈的一次运动,并导致雪峰古隆起全面褶皱成山。下第三系红色碎屑岩,主要分布于洞庭湖区。岩浆岩不甚发育。

矿床类型及产状特征

自下而上,产于不同层位的层控白钨矿矿床类型及产状特征如下:

1. 层间破碎带的钨锡金矿床 该类型矿床见于两个层位:

(1) 陡倾斜层间破碎带钨锡金矿床
该矿床是锡金为主的共生钨矿床,赋存于冷家溪群上部灰绿色绢云母板岩、砂质板岩、条带状砂岩及变质砂岩内,于东西向羊角塘复背斜和北东向石桥冲断层交汇部位的层间破碎带内,倾角 $55^{\circ}\sim 62^{\circ}$,与地层产状近于一致(图1);其次为交错型破碎带,倾角 $51^{\circ}\sim 88^{\circ}$ 。单个矿体大者长120米,向深部扩展至240米,具膨胀收缩和尖灭再现的特点,延深大于710米,呈柱板状产出。矿体厚0.10~3.86米,含 WO_3 0~25.43%,品位变化大。在锡金矿体中白钨矿矿体呈矿包或共生。

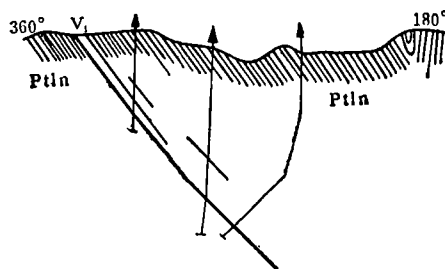


图1 西冲钨锡金矿床地质剖面图

Ptln—冷家溪群; V1—矿脉及编号

矿石矿物有辉钨矿、自然金和白钨矿,共生矿物有黄铁矿、毒砂、闪锌矿、方铅矿等。脉石矿物主要为石英、方解石和铁白云石等。近矿围岩蚀变有硅化、黄铁矿化、绿

泥石化等。

(2) 缓倾斜层间破碎带钨锡金矿床
矿床位于东西向沃溪压扭性断裂南侧(下盘), 赋存于板溪群马底驿组中段紫红色含钙绢云母板岩中, 呈薄脉状, 产状与区域断裂派生的层间断裂和蚀变带一致(图2), 局部见有层间脉分枝与围岩斜交的羽状矿脉, 并与强蚀变板岩组成细脉带矿体, 但一般仅出现于近矿围岩附近。已发现6层矿体, 主要有4层, 平行产出。单条矿脉长35~350米, 延深320~>2300米, 是其延长的2~12倍。矿脉厚度0.29~0.52米, 平均含 WO_3 0.38%。

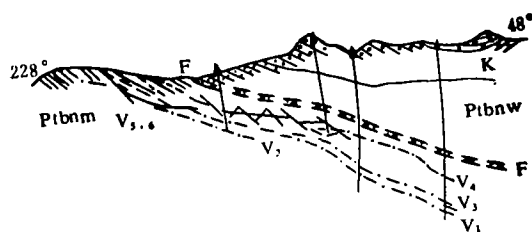


图2 沃溪钨锡金矿床地质剖面图

K—白垩系红色砂砾岩; Ptbnw—五强溪组石英砂岩; Ptbnm—马底驿组紫红色板岩; V1—矿体及编号

矿石矿物为白钨矿(少量黑钨矿)、辉钨矿和自然金, 共生矿物有黄铁矿、毒砂、闪锌矿、方铅矿、黄铜矿、黝铜矿、辉铜矿等; 脉石矿物以石英为主, 次为绢云母、叶腊石、方解石、绿泥石、白云石、铁白云石、磷灰石、钠长石、高岭土、伊利石。近矿围岩蚀变有褪色化、硅化、黄铁矿化、碳酸盐化等。在空间上, 蚀变与矿体相互联系和重叠, 形成一条褪色蚀变带, 是矿体赋存的重要标志。

2. 不整合面层状白钨矿矿床 矿床产于古佛山倒转背斜南翼, 元古界板溪群马底驿组底部, 与冷家溪群不整合面附近的钙质板岩夹碳酸盐岩石中(图3)。矿体呈层状、似层状, 与地层基本整合, 赋存于北东向郭

家冲张扭性断裂旁侧断块内的泥质灰岩、泥灰岩和粘土质泥灰岩中, 与含矿地层无明显界线。计有3层矿, 均产于碳酸盐岩夹层中, 成矿间隔200米左右。其中以底部矿层最稳定, 延伸7公里, 矿体规模亦最大, 单个矿体长200余米, 平均厚度2.78米, 含 WO_3 1.65%, 倾斜延深超过1500米, 构成明显的柱板状矿体[1]。

主要矿石矿物为白钨矿, 还有黄铁矿、黝铜矿、黄铜矿、自然金、辰砂、辉锑矿、方铅矿等, 总含量在1%以下。脉石矿物有石英、方解石、绢云母、绿泥石、叶腊石、磷灰石。近矿围岩蚀变为褪色化、硅化、黄铁矿化、碳酸盐化和绢云母化。它们不同程度地发育于含矿层及其上下盘围岩中, 是寻找盲矿体和成矿主断裂的重要标志。

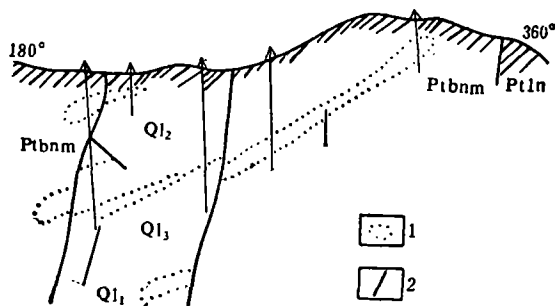


图3 西安白钨矿矿床地质剖面图

Ptln—冷家溪群; Ptbnm—板溪群马底驿组;
Q1—含矿层及编号; 1—蚀变带; 2—断层

3. 岩石节理裂隙内的细脉状白钨矿矿床(化) 仅见于安化渣滓溪, 平行产于锑矿层之下。位于北东东向岳溪、马家溪两条压扭性断裂间的次级北西西向张扭性断裂带内, 板溪群五强溪组浅变质碎屑岩夹层凝灰岩中, 计有5层矿化, 其中以第2、3层较好。单矿层长40~180米, 延深40~360米, 厚2~3米; 单个矿体长12~90米, 厚1.23米, 含 WO_3 0.35~1.27%。白钨矿呈细脉产出, 脉长10余厘米至1米余, 宽1~3毫米, 充填于北东向陡倾斜及与岩层产状一致的节理裂隙内。脉体与岩层斜交或平行, 但

含矿层仍沿地层伸展。金属矿物为白钨矿，微量辉钨矿；脉石矿物有石英、方解石，局部有胶磷矿等。近矿围岩蚀变仅见微弱褪色化和硅化等。

4. 花岗岩外接触带层状似夕卡岩型白钨矿矿床 矿床位于东西向香岩溪复背斜西段北侧，与北东向唐家田斜冲断层复合部位，赋存于燕山早期大神山黑云母二长花岗岩外接触带的热变质晕内。含矿地层为下震

旦统南沱砂岩组碎屑岩夹碳酸盐岩薄层，平行产出4层层状、似层状矿体，产状与地层大体一致（图4）。主要矿体位于南沱砂岩组上部 and 底部，单层矿体延长550~>1300米，延深大于860米；平均厚度2.28米，含 WO_3 0.63%。其成矿层位与部位均较稳定，相邻矿体在地层—岩石柱状剖面上可以对比^[2]。

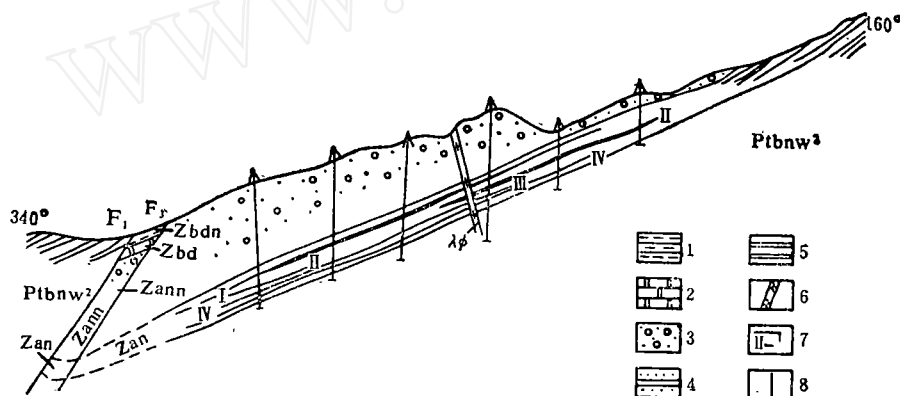


图4 大溶溪白钨矿矿床地质剖面图

Zann—下震旦统南沱冰碛岩组，Zan—南沱砂岩组，Zbdn—上震旦统灯影组，Zbd—陡山沱组；1—泥炭质板岩，2—白云岩，3—冰碛岩，4—砂质板岩，5—板岩，6—细晶岩(λφ)，7—白钨矿层及编号，8—断层；(其他图例同前)

共生矿物有白钨矿、黄铁矿、磁黄铁矿、闪锌矿、方铅矿、黄铜矿、毒砂、石英以及透辉石、透闪石、石榴石、绿帘石等夕卡岩矿物，其中只有白钨矿为矿石矿物。近矿围岩蚀变为夕卡岩化、硅化等。

5. 挤压破碎带内陡倾斜脉状白钨矿矿床 矿床位于北东向曾家溪倒转向斜轴部之次级层间挤压破碎带内，赋存于下寒武统小烟溪组黑色页岩夹薄层硅质岩中（图5）。含钨石英脉多沿层间构造充填，产状与围岩大体一致，倾角40~60°，少数与围岩斜交，具有分枝复合、膨胀狭缩及尖灭再现等形态特征。单条矿脉长30~60米，延深50~150米，厚0.3~1.01米，含 WO_3 0.5~5%。矿脉多隐伏于地下，地表仅见微弱硅化等。矿

石矿物为白钨矿，少量辉钨矿，共生矿物黄铁矿、石英、方解石等。

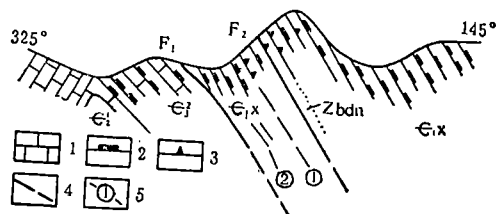


图5 曾家溪白钨矿矿床地质剖面图

ε₁—上寒武统上段，ε₂—上寒武统中段，ε₃—下寒武统小烟溪组，Zbdn—上震旦统灯影组；1—灰岩，2—黑色页岩，3—硅质岩，4—断层及编号，5—矿脉及编号

成矿地质作用

1. 矿床呈带状展布，成矿受一定层

位、岩性及其组合控制 湘西层控白钨矿矿床围绕雪峰隆起呈带状分布，赋存于特定的层位中，大者延长10余公里（包括几个矿床），小者长1公里（仅出现单独矿床）。成矿层位主要为元古界板溪群，矿化强度受含矿岩系的物理性质和化学成分制约。在成矿岩石组合剖面中，矿化被限制在岩石微细层理（韵律层）及节理裂隙较发育的含钙质、粉砂质、铁锰质板岩和不纯碳酸盐岩层内；上覆具塑性和不透水性的板岩或泥质岩层对矿化剂起屏蔽作用。它除促使成矿作用发生在物理性质有着明显差异的两种岩石接触面附近外，并可以对钨起着一定的吸附作用和

重矿物富集作用。相反，单一岩性岩层，如砂岩、凝灰质砂岩、板岩等对成矿不利。

本区白钨矿矿床的含矿岩系，虽多属硅铝质碎屑岩，但常含一定量的钙质（平均CaO1~10%）；若为碳酸盐岩石则属于高钙、低镁、富硅的不纯岩石（表1）。该类含钙岩石之所以有利于含矿热液渗滤交代成矿，是因为CaCO₃能与WO₄²⁻发生离子交换，生成白钨矿。

2. 成矿作用是在钨丰度较高的沉积层上发生和发展的，并表现出层控性 主要成矿物质直接来源于含钨沉积建造，并受一定的时间、层位和岩相控制。

湘西层控白钨矿矿床岩石化学分析结果 表 1

矿床名称	层位	岩石名称	样数(件)	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	烧失量	合计
大溶溪	南沱砂岩组	砂质硅质板岩	7	70.01	0.56	11.48	4.24	2.08	0.35	1.40	2.92	0.72	2.13	0.07	2.62	98.58
		粉砂质灰岩	1	17.64	0.10	1.69	0.64	0.68	2.85	0	39.84	0.04	0.16	0.125	31.83	95.60
		硅钙质角闪岩	2	64.05	0.58	10.81	5.44	3.25	2.00	1.18	5.73	0.93	1.74	0.08	2.55	98.61
		石英砂岩	8	72.93	0.42	10.71	2.38	2.07	0.19	0.40	5.35	2.32	1.94	0.07	1.25	100.03
渣滓溪	五强溪组	板岩	1	63.84	0.80	15.81	1.63	3.81	0.07	1.11	0.82	1.20	3.89	0.22	4.95	98.15
		凝灰质板岩	12	68.50	0.51	15.85	1.40	2.62	0.04	0.83	0.51	1.87	3.83	0.05	3.68	99.69
		凝灰质粉砂岩	5	67.28	0.40	14.27	1.68	2.68	0.07	1.01	0.41	2.71	2.88	0.04	3.60	97.03
		凝灰质砂岩	14	70.44	0.35	12.19	0.74	4.68	0.08	0.88	0.78	1.40	2.78	0.04	4.46	98.82
沃溪	五强溪组	砂质板岩	1	68.06	0.52	14.75	1.09	3.74	0.13	3.06	1.05	0.95	3.30	0.02	3.29	100.76
		紫红色板岩	4	62.99	1.81	17.34	3.84	3.06	0.24	2.05	1.92	1.30	3.06	0.09	2.48	100.18
西友	马底河组	灰色板岩	1	60.69		14.56	0.24	7.25		2.89	1.58	1.30	2.70		7.53	98.74
		紫红色板岩	2	63.22		16.40	2.03	3.35		2.27	1.34	0.70	2.94		4.91	95.16
		碳酸盐岩	2	18.74		2.19	0.13	2.39		1.91	38.15	0.22	0.48		33.48	98.74
		灰绿色板岩	1	62.58	0.87	18.17	1.81	6.04	0.13	2.77	0.44	1.45	2.95	0.05	3.40	100.66

注：表中除Na₂O和K₂O由湖南冶金地质研究所分析外，其余均由237队、245队分析。

本区地层以地槽相复理石、类复理石浅变质含钙的硅铝质碎屑岩和地台相滨海碎屑岩夹碳酸盐岩钨的初始丰度值较高。资料表明，区内含矿岩系钨的丰度值（8.3~11.8 ppm，最高54.8ppm）一般高出地壳平均含量（1.5ppm，泰勒，1964）的6倍。这一矿源层的存在是其成矿的物质基础。层控矿床主要是沉积成岩期后各种地质作用改造成矿，矿质主要来自地层（矿源层），可谓地

层控矿的专属性。因此，这类矿床严格地局限于某一时代的地层，且一个地区元素初始丰度及其组合，从根本上决定了层控矿床的成矿元素及其组合。所以，建立区域元素—地球化学剖面是进行层控矿床找矿和成矿预测的重要步骤。

3. 成矿需要较长的地质时间间隔，并有稳定的矿化环境和控矿构造条件

（1）矿床常形成于构造旋回的底或下

部区内多数层控白钨矿矿床都是在一次大的构造运动之后,形成于首次海侵序列的底部或下部地层中。似乎沉积间断时间愈长,形成的矿床规模愈大,分布愈广,西安白钨矿矿床便是最好的例证。反之,则矿床规模小,分布局限,如曾家溪钨矿床。因为这时古陆提供的物源丰富,钨的丰度值亦高。

(2) 矿带(床)展布与区域构造线一致 湘西层控白钨矿带(床)的展布方向与雪峰弧形构造带延伸方向一致,主要为近东西向和北东向。由于含矿岩系经历了加里东和燕山等运动,区内的褶皱与断裂构造,即构成了矿体赋存的良好空间。因此,成矿具有强烈的方向性和某种程度的等距性。

4. 岩浆侵入或岩浆热力驱动是似夕卡岩型矿床形成的必要条件 由于岩浆的热和热液作用,使岩石发生重结晶、矿物重新组合及角岩化、夕卡岩化等,形成热变质晕圈。当岩浆侵入或热力波及到矿源层时,使成矿元素在层间和节理裂隙构造部位聚集成矿,但延伸至花岗岩或非矿源层时矿体则突然中断。所以说,这类赋存于岩体外接触带、在空间上与岩体保持一定距离的似夕卡岩型白钨矿矿床,也是原始含矿岩系为矿床的形成提供了物质,并且还影响着后来岩体的元素丰度。当然,伴随岩浆期后热液作用,可产生某种叠加成矿作用,但意义不大。

5. 成矿具有多期性,整个矿化作用的历史呈现规律性的演变 成矿作用分为两个成矿期(白钨矿期和硫化物期)和三个阶段(早期、晚期和混合阶段)。白钨矿期是氧化条件,是矿床最早的矿化期,矿化规模大。硫化物期发育广泛,是在比较还原的条件下形成的。据沃溪矿床包裹体液相成分测定资料,pH值变化于6.14~8.12之间,平均6.68;西安矿床为5.3~6.5,属弱酸、弱碱性至中性溶液。在不同矿化阶段Eh值有所不同,早期石英—白钨矿阶段为304.6mV和

379.5mV,石英—硫化物—自然金阶段为330.7~-104.5mV,晚期石英—碳酸盐阶段为344.4mV,说明其成矿过程经历了氧化→还原→氧化3个阶段,而且是在一个比较连续地成矿作用过程中形成的。

6. 成矿作用是在低盐度,中低温度条件下进行的,硫同位素组成具深源硫特征 据沃溪西安矿床测试成果^{[3][4]},包裹体成分绝大多数是水,属Na—Ca—Cl(F)型;气相成分主要是CO₂,属CO₂—N₂—H₂型,并含少量甲烷和微量C₂H₄、C₂H₂。包裹体溶液的主要阳离子含量的总趋向是:Na⁺>K⁺>Ca²⁺>Mg²⁺,Na/K值一般为2.6~4.7,Ca/Mg值为3.5~5.5,不具特征数字。唯Cl、F含量及其比值有明显的不同(表2),可分两种类型,即Cl/F<1和Cl/F>1。前者组分类型为Na—Ca—F型,表明与深源成矿组分有关,代表海底热泉或火山喷气成矿作用占主导。后者为Na—Ca—Cl型,表明成矿过程中有多量的地层氯加入,与壳源有关。矿物包裹体的盐度平均为7.5和4.1NaCl wt%,而且从早期到晚期,盐度似有规律地下降。据石英、黑钨矿的δ¹⁸O测定结果,并计算成矿流体的δ¹⁸O值为+3.6~+17.2‰,具有承袭变质前页岩的氢氧同位素组成特征。包裹体水的δD变化范围为-51.2~-81‰,表明成矿流体是以变质水为主,并有大气循环水加入的混合热液。不同成矿阶段石英包裹体均一法温度从早到晚逐渐降低(396→213→143℃),平均温度约210℃。

矿床硫同位素组成的特点是富集轻硫,δ³⁴S值变化范围-12.9~+8.55‰,多数在±5‰以内,具有深源(火山、海底热泉)硫特征,而且由下部层位向上由富集轻硫到富集重硫,显示出与地层硫同位素交换反应的特点。

总之,湘西层控白钨矿矿床具有多层位、多旋回和成矿物质多来源的特征。

矿物气液包裹体成分(mol/l)

表 2

矿床名称	地质体	测定矿物	样数(个)	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	F ⁻	Cl ⁻	$\frac{Na}{K}$	$\frac{Ca}{Mg}$	$\frac{Cl}{F}$	组分类型
沃 ^① 溪	碳酸盐石英脉 含钨石英脉 硫化物自然金石英脉 含钨金网脉状石英细脉	石英	1	0.70	0.58	0.53	0.25	0.44	1.30	0.8	2.1	3.0	K-Ca-Cl
			2	0.25	0.66	0.22	0.04	0.04	0.70	2.6	5.5	17.5	Na-Ca-Cl
			11	0.46	0.97	0.43	0.15	0.09	0.71	2.1	2.9	7.9	Na-Ca-Cl
			3	0.29	0.74	0.82	0.15	0.07	0.49	2.6	5.5	7.0	Na-Ca-Cl
西 ^② 安	石英-白钨矿 石英-硫化物 石英-碳酸盐	石英		0.17	0.58	0.18	0.045	0.71	0.39	3.4	4.0	0.5	Na-Ca-F
				0.09	0.37	0.08	0.02	0.40	0.11	4.1	4.0	0.3	Na-Ca-F
				0.09	0.42	0.04	0.013	0.58	0.026	4.7	3.1	0.04	Na-Ca-F
流 ^③ 漳 溪	石英-白钨矿	白钨矿	2	0.124	0.40	2.12	1.19	0.047	1.61	3.2	1.8	34.2	Na-Ca-Cl
		石英	2	0.055	0.322	0.649	0.009	0.03	0.004	5.9	5.4	0.1	Na-Ca-F
	石英-碳酸盐	方解石	1	0.12	0.47	8.95	0.55	0.11	0.023	39.2	16.3	0.2	Na-Ca-F

注：①据罗献林等；②据万嘉敏；③湖南冶金地质研究所测定。

找矿标志

1. 地层 区内从元古界至寒武系均有白钨矿产出，但以产于元古界为重要，是主要找矿层位。此外，燕山期花岗岩内外接触带，尤其是外接触带的元古界至震旦系，是似夕卡岩型钨矿床的找矿层位。

2. 沉积建造 构造旋回底部或下部的不整合面、假整合面，以及区域沉积韵律交替部位，即首次海侵旋回形成的钨元素高丰度值的沉积建造。

3. 岩浆岩 这是似夕卡岩型白钨矿床形成的必要条件。对本区来说，主要为燕山早期的改造型花岗岩。

4. 区域构造 产于雪峰弧形构造带内的元古界至寒武系的近东西向、北东向主干构造的转折、复合部位及其派生的层间断裂、张扭性断裂带等。

5. 围岩蚀变 含矿岩系褪色蚀变带，尤其是叠加其上的硅化、黄铁矿化以及花岗岩外接触带的角岩化等。

6. 指示元素 以W、Hg、Sb、As多元素组合的原生晕异常带，为矿化赋存的综合指示元素。同时，该区层控钨锡砷金矿床常共生，因此，不同矿化可以互为找矿标志。

此外，重砂异常、旧采掘遗址和废石堆等，均可作为找矿标志和线索。

在成文过程中，曾参考了湖南省地质科学研究所、湖南冶金地质公司237队和我队有关资料，并得到我队鲍玉敏和欧雅兰工程师的热忱协助，在此一并致谢。

参考文献

- [1] 何谷先：地质地球化学，1985，第8期。
- [2] 包正相：地质论评，1984，第30卷第6期。
- [3] 罗献林等：地质与勘探，1984，第7期。
- [4] 万嘉敏：地球化学，1986，第2期。

Occurrence Features, Metallogenesis and Exploration Guide of a Stratabound Scheelite Deposit in Western Hunan

Bao Zhengxiang

This deposit is located at the middle-east segment of the Xuefeng arch-shaped structural zone and occurs in the metamorphic clastic rocks of the Banxi Group. Spatially it relates to a specific horizon and is underlain by a unconformable or pseudo-conformable contact surface. Regional strata have a high abundance of tungsten. Mineralization liquor, low in salinity, being epi-mesothermal, is mainly the metamorphic water with an addition of atmospheric water. So the deposit is of the mixed hydrothermal type, with following exploration guides: calcareous rock and unpurified carbonatite intercalated bed; the sedimentary formation with a high abundance of tungsten at the bottom of transgressive series; comprehensive anomalies of W, Hg, Sb and As.