

湘西铋锡矿床主要地质特征

表 1

层位 群、组	矿床名称	类型	岩性	矿体地质特征				近矿围 岩蚀变	金属矿物 组合
				形态	产状	类型	控矿构造		
板溪群	溆浦江溪坑	铋、金	板岩、砂质板岩	陡倾斜脉状	与地层基本一致	整合型为主	层间挤压破碎带及羽状断裂	褪色化、硅化、毒砂化	辉铋矿、自然金及毒砂
	溆浦龙王江	铋、砷、金	板岩、砂质板岩及粉砂岩	缓倾斜透镜状为主	与地层基本一致或斜交	整合型为主	层间破碎带及羽状断裂	硅化、毒砂化	自然金、辉铋矿、毒砂
	溆浦羊皮帽	铋、金	砂质板岩、粉砂岩	扁豆状、脉状	与地层基本一致或斜交	整合型为主	层间断裂、张扭性断裂	硅化、毒砂化	辉铋矿、自然金、毒砂
	桃江王家村	铋、砷、金	板岩、砂板岩	脉状	与地层一致或斜交	整合型及交错型	层间断裂及羽状断裂	硅化、毒砂化	辉铋矿、自然金、毒砂
	会同漠滨	含金石英脉	砂质板岩、凝灰岩、石英角斑岩	缓倾斜似层状	与地层一致	整合型	层间断裂(破碎)带	硅化	自然金及少量毒砂、黄铁矿等
	安化符竹溪	铋、金	紫红色板岩	陡倾斜脉状	与地层斜交	交错型	陡倾斜压扭性断裂带	褪色化、黄铁矿化、硅化	自然金、辉铋矿、黄铁矿
	沅陵柳林汉	含金石英脉	粉砂质板岩	脉状	与地层基本一致	整合型为主	背斜轴部剥离构造、层间裂隙	硅化、钾长石化、绿泥石化	自然金及少量黄铁矿
	桃源冷家溪	含金石英脉	灰紫色绢云母板岩	脉状	与地层斜交	交错型	雁行状分布的斜冲断裂带	褪色化、硅化、黄铁矿化	自然金及少量黄铁矿等
	常德沧浪坪	含金石英脉	紫红色绢云母板岩	脉状	与地层基本一致	整合型	层间断裂带	褪色化、硅化、黄铁矿化	自然金、黄铁矿
	桃源沃溪	铋、铋、金	紫红色板岩、钙质板岩	缓倾斜层状、似层状	与地层一致	整合型为主	层间断裂及羽状裂隙带	褪色化、硅化、黄铁矿化等	自然金、辉铋矿、白钨矿、黄铁矿等
冷家溪群	桃江合心桥	铋、金	灰绿色板岩	脉状	与地层正交	交错型	陡倾斜压扭性断裂带	毒砂化、硅化	自然金、辉铋矿及毒砂、黄铁矿
	桃江西冲	铋、铋、金	灰绿色板岩	似层状	与地层一致	整合型为主	层间破碎带为主	硅化、黄铁矿化、毒砂化	辉铋矿、自然金、白钨矿、黄铁矿、毒砂
	平江黄金洞杨山庄	砷、金	板岩、砂质板岩	透镜状、扁豆状	与地层斜交	交错型	斜冲断层	硅化、黄铁矿化、毒砂化	自然金、毒砂、黄铁矿

1. 含金石英脉矿床

代表性矿床有漠滨、柳林汉、冷家溪等。石英脉多呈层状、似层状，长100~

3100m，断续长达10km（漠滨）。矿体呈透镜状、扁豆状和囊状，极少数为柱板状，具走向长（20~294m）、厚度薄（0.2~0.6m）、

品位变化大(0.2~251.7g/t)、产状平缓(20~45°)和多层性等特点(图2)。据漠滨金矿分析资料^①,矿石含Au7.32g/t。金在矿床中分段富集,可见金约占70~80%,粒度0.013~8mm,呈星点状分布于石英晶粒间的孔隙中,显微金及次显微金约占20~

30%。主要载体矿物是毒砂、黄铁矿、方铅矿等。单矿物含Au(g/t):毒砂16.28~26.63,黄铁矿96.75,方铅矿12.5。电子探针分析结果,自然金含Au(%)91.85,Ag6.86,Cu0.14。

2. 共生金矿床

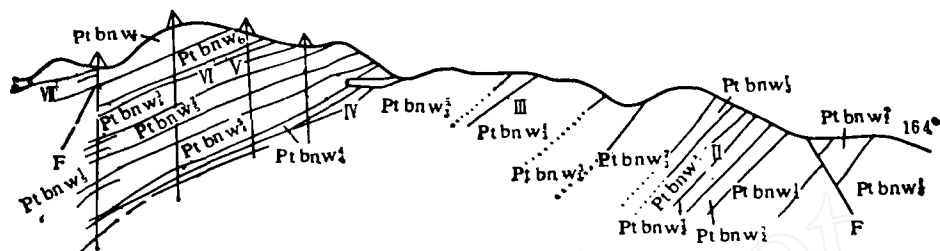


图2 会同漠滨金矿地质剖面图(据湖南地质局407队)

Ptbnw₁、Ptbnw₂、Ptbnw₃—砂质板岩及长石石英砂岩; Ptbnw₄—砂质板岩; Ptbnw₅—长石石英砂岩; Ptbnw₆—一条带状砂质板岩; F—断层; I~VI—矿脉及编号

区内钨锡金矿床即属于这一类型,其共同特点是,金矿物主要为自然金,以显微金和次显微金为主,金矿化较稳定,金品位3.06~9g/t,高者可达15g/t,特高品位少见。金与硫、砷、锑多为正相关关系。按照主要有用矿物共生组合,可将该类金矿进一步划分为钨锡金、锡金、锡砷金和砷金矿床4类,现分述如下:

(1) 钨锡金矿床 以沃溪矿床为代表。位于古佛山复背斜北翼,含矿建造板溪群马底驿组呈反“S”形展布,矿床处于其北西段沃溪东西向压扭性断裂下盘之层间断裂及羽状断裂带内。全山平均品位Au8.37g/t, Sb3.11%, WO₃0.43%,三者均具有单独的工业价值。有用组份一般在矿化中心部位富集,沿走向东部锡金较富,西部钨较富。沿倾向在矿化中心部位的十六棚公,上部白钨矿较富集,锡金含量向深部略有增高趋向;在横向上,矿化中心的主脉一般形成钨锡金共生矿体,在其上下盘的网脉带矿体则主要为钨金共生矿体。自然金成色高达988.92‰,含银0~0.06‰,粒度细小,一般<0.5μ。显微金和可见金占53.72%,主

要赋存于石英、黄铁矿、辉钨矿、白钨矿、闪锌矿和毒砂中;次显微金占46.28%,主要呈机械混入物、微包裹体及夹层赋存于各种硫化矿物中,少数呈胶体离子吸附在粘土矿物边缘^②。

(2) 锡金矿床 该类矿床在湘西分布较广,包括符竹溪、江溪垄、合心桥等。矿体产于成群成带分布的陡倾斜断裂带中。附近有石英斑岩、花岗斑岩及煌斑岩脉产出。矿化蚀变带长125~2750m,矿体长46~222m,延伸200~500m,含Au0.2~20.75g/t, Sb0.34~22.84%。自然金主要呈显微粒状和次显微粒状产出,粒度一般为0.005~0.03mm,多产于石英间隙和黄铁矿(毒砂)及少量辉钨矿中。

(3) 锡砷金矿床 以龙王江矿床为代表,位于淘金坪—龙鼻桥复背斜南东翼之洞坪和黑土坡两条北东向主干压扭性断裂间,赋存于板溪群五强溪组上段之层间断裂(破

① 邓远钧,湖南漠滨金矿地质特征,1982。

② 张振儒等,沃溪金钨锡矿床次显微金的赋存状态研究,1980。

碎)带及羽状裂隙中,由近50条规模不等、含金性不一的锑砷金、锑金、砷金和含金石英脉组成,一般长160~690m,延深250~410m,厚0.20~1.99m,含Au1.9~12.4g/t(含金石英脉品位可高达162.73g/t),Sb0.05~34.14%,As0.09~1.84%,其中主矿脉含Au8.73g/t、Sb0.43%,As0.77%。金矿物为含银自然金和自然金。金的主要载体矿物是毒砂^[3],其次是黄铁矿和辉锑矿。它们相应的携金量分别为(%)49.8,19.6,15.1,赋存于硫(砷)化物中的金占金总量的96.8%。自然金多呈不规则粒状、细脉状产于硫化矿物的裂隙或被包裹于其中,少数产在石英的裂隙中。

(4) 砷金矿床 如黄金洞矿床,位于雪峰隆起东端九岭复背斜南西端北侧,即北西西向的周堡界倒转倾伏向斜构造,矿脉产于与其斜交的逆断层内(图3)。全区长度>300m的矿脉有18条,主矿脉长1400~1800m,延深530~678m,厚0.3~7m。矿体长20~199m,厚0.60~0.97m,含Au3~10g/t,As0.3~10%,S1~5%。自然金呈麦粒状、粒状,次为叶片状和细脉状,充填于毒砂、黄铁矿、黄铜矿等矿物的颗粒间,或赋存于黄铁矿、毒砂组成的条带中,或产

于黄铁矿、毒砂、黄铜矿的连生体,或在车轮矿的包裹体内。其中粒间金占68.75%,裂隙金占0.78%,包裹金占30.47%。

成矿作用分析

1. 成矿受一定地层层位和岩性控制

据统计,区内90%以上的钨锑砷金矿床产于元古界冷家溪群和板溪群。冷家溪群为一套巨厚的复理石建造碎屑岩夹海底火山喷发的基性岩类,厚>10000m。火山岩夹层分布比较广泛,火山岩中局部可见到自然金[●]。板溪群为一套类复理石—细碎屑岩沉积夹海底喷发安山岩类,厚>4000m。这套地层中的火山岩除火山熔岩外,凝灰岩、凝灰质砂岩分布很普遍。含矿岩石以板岩、钙质板岩和粉砂质板岩较有利,变质砂岩较差。如沃溪矿床赋存于紫红色板岩中的矿脉形态较规则,延深大,但当矿脉进入变质砂岩时形态既不规则,变化又大,甚至出现分枝和尖灭现象。板溪群岩石化学分析结果表明,SiO₂偏高,Al₂O₃过剩,钙、铁、镁含量较高,碱金属氧化物总量高达4~5%,且K₂O/Na₂O>1。此外,金的含量随Al₂O₃、Fe₂O₃、有机碳的增高而增高(表2)。

2. 含金建造和构造层底部或下部常出现成矿元素的高峰度值

大量光谱分析资料表明(表3),冷家溪群和板溪群是区内钨锑砷金矿床的矿源层,并起着地层控矿的专属性作用。

此外,在构造层的底部或含金建造的下部常出现金的高峰度值(图4)。在漠滨矿床,五强溪组的变质细砂岩的人工重砂内(2件),发现自然金4~32片。上述事实表明,金除与含金建造具有成岩成矿的同时性外,金和其他重矿物的分布,也受到了沉积分异作用的影响。

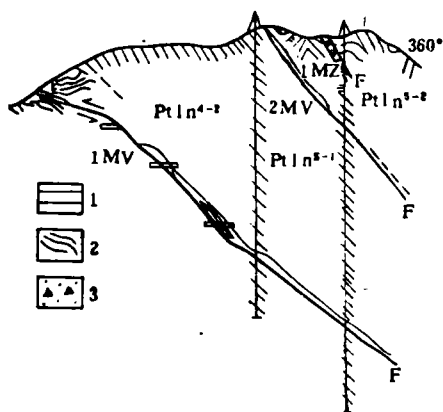


图3 黄金洞砷金矿床地质剖面图

Pt1n—冷家溪群,1MV—矿带编号,1—板岩;
2—蚀变带(1MZ),3—断层破碎带

● 杨舜全,湖南省金矿成矿地质条件的分析和找金的几点意见,1987。

湘西主要含矿建造部分岩石含金量

表 2

地 区	层 位	岩 性	Au (ppb)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	有机碳 (%)
桃 源	冷家溪群	灰色板岩	20.5	18.06	2.67	1.04
		灰色细粒砂岩	0.1	9.08	1.70	0.53
会 同	板溪群马底驿组	条纹状含砾砂质板岩	20.6	14.35	1.25	0.74
		条纹状变质砂岩	3.0	10.71	1.20	0.53

据罗鸣皋。

湘西钨锡铋金矿床成矿元素丰度统计(ppm)

表 3

矿床名称	位置	地 层	样数 (件)	W	Sb	As	Au
江溪垅	矿 区	板溪群			30	11.5	
龙王江			193	5	10	22.3	0.2
羊皮帽			61	2.5	65.5	5.5	
沧浪坪			五强溪组			75.0	0.008
			马底驿组			440.0	0.005
			冷家溪群			960.0	
沃溪	矿 区	板溪群	五强溪组	32	11.8	5.4	0.004
		板溪群	马底驿组	75	7.2	6.2	0.0045
			冷家溪群	22	8.4	3.1	0.004
	区 域	板溪群	五强溪组	15	8.3	35.1	0.006
			马底驿组	39	9.7	25.6	0.006
			冷家溪群	52	6.6	12.4	0.005
合心桥	矿 区	冷家溪群			10	10	0.00n
杨山庄			43			0.041	

注：除沃溪矿床微量元素Au分析使用泡沫塑料富集TMK测定法，余为光谱定量分析外^[4]，其他为光谱半定量分析。

3. 矿带展布方向与区域构造线方向一致，矿床产状形态受控矿构造制约

从区域来看，湘西钨锡铋金矿床主要分布于雪峰隆起区，其延伸受安化—溆浦—洪江深大断裂（即湘桂深大断裂北段）控制。该深大断裂对区内地层沉积及钨锡铋金矿床的成生有着重要作用。

一般来说，整合层状、似层状矿床多产于区域背斜的翼部和区域断裂下盘，尤其是

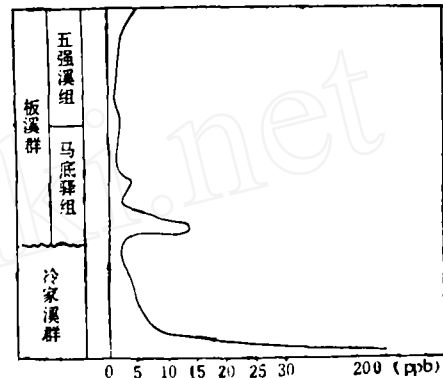


图 4 元古界金的分布与构造关系

当构造线呈弧形弯曲或东西向与北东向构造复合部位，矿床规模较大，产状形态亦较稳定。交错脉状矿床，一般出现在构造形变强烈地段，如倒转背斜翼部、区域断裂旁侧、构造挤压带、张（压）扭性断裂带及劈理带等，矿脉往往成群成组分布，其中以充填在张扭或压扭性复合断裂带内的矿脉形态较规则，而充填在张性裂隙中的矿脉，尤其是充填于砂岩的张性裂隙中的矿脉，延伸小，变化大。

4. 成矿具有多期性，近矿围岩蚀变是矿床赋存的地质标志

湘西钨锡铋金矿床是同一成矿地质作用不同成矿阶段的产物。按矿物共生关系及形成温度划分为3个成矿阶段：①早期白钨矿—石英阶段，是区内白钨矿的主要成矿期；②硫化物—自然金—石英阶段，为自然金、辉铋矿主要成矿期，并伴有黄铁矿、毒砂及黄铜矿、黝铜矿、方铅矿、闪锌矿等硫

(砷)化物,金与黄铁矿、毒砂、辉锑矿等紧密共生;③晚期石英-碳酸盐阶段。

区内近矿围岩蚀变以褪色化、硅化、黄铁矿化(毒砂化)与成矿关系最为密切,也是含金性的重要地质标志。实践表明,凡含矿石英脉或破碎带其旁必有褪色蚀变带存在。硅化(石英细脉、网脉等)预示着锑(金)矿化的出现和富集。硅化、黄铁矿化叠加时,预示着金(锑)富集段的出现。黄铁矿化(毒砂化)、硅化出现时,预示着金的富集。一般说来,含矿层出现碳酸盐化时,预示着矿化明显减弱,大量绿泥石化化的出现,则预示着矿化的消失。

矿床成因

1. 成矿物质来源

冷家溪群夹海底火山喷发的基性岩(局部可见自然金),以及板溪群普遍分布有安山岩类和凝灰岩、凝灰质砂岩等,反映晚元古代火山活动是很强烈的。由此推测,本区最初的成矿元素,可能是通过海底火山(热泉)喷溢作用进入海洋沉积物的,并和沉积物一起发生沉积成岩作用,形成矿源层。

2. 成矿作用是在中低温度、低盐度条件下进行的

据沃溪^[5]、西安^[6]等矿床不同成矿阶段均一法测温结果,整个成矿过程的温度主要集中在250~150℃之间,属中低温度。包裹体盐度值集中在3.7~6.6wt%NaCl之间,成矿溶液具低盐度特征。

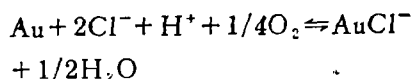
包裹体成分绝大部分是水,气相成分主要是CO₂,属CO₂-N₂-H₂型;液相属Na(K)-Ca-Cl型。包裹体的气体饱和度(CH₄+CO₂/H₂O),从早期硫酸盐-石英脉阶段到硫化物-自然金-石英脉阶段相同(0.01),晚期碳酸盐-石英脉阶段稍高(0.02),与矿化富集趋势一致。而挥发组份CO₂/CH₄值,在早、晚阶段最小(28.1和28.7),含钨石英脉和硫化物自然金石英脉

阶段大(79.5和86.8),后者表明成矿阶段相对富CO₂,推测成矿环境处于氧逸度较高的浅层部位。

3. 金在氧化或弱酸性条件下迁移,在弱碱性条件下沉淀

金的溶解能力是其迁移富集的基本因素。它首先是受氧化还原条件的影响,如 $Au^0 + H^+ + 1/4O_2 \rightleftharpoons Au^{2+} + 1/2H_2O$ 。据此,金的溶解能力,在氧化作用下增强,还原作用下减弱^①。从地球化学来说,金将被氧化的热水溶液淋滤搬运,当溶液进入还原环境时便沉淀下来。

鉴于本区成矿溶液中Cl⁻的浓度并不很高(平均0.60mol/L),推测金在矿液中以AuCl⁻为主要赋存形式。它在变质岩地区环流时,主要通过下列化学反应,使之活化并进入溶液中^[7]:



在进入还原或弱碱性岩石时,金将从热液流体中沉积出来,某些组份包括碳、黄铁矿和低价铁,也将在溶液中沉淀。此外,围岩绢云母化过程中,H⁺的消耗,使溶液的pH值升高,这也可促使金属络合物沉淀。

沃溪矿床,包裹体液相成分的pH值平均为6.68,属弱酸至弱碱性溶液。Eh值在不同矿化阶段有所不同,早期阶段为304.6mV和379.5mV,石英硫化物自然金阶段为330.7~104.5mV,晚期为344.5mV,也说明本区成矿过程经历了氧化→还原→氧化三个阶段,硫化物和金是在相对还原条件下沉淀的。

4. 同位素组成特征

(1) 硫同位素 区内11个矿床的126件硫同位素组成测定结果表明,多数以轻硫为特征,平均δ³⁴S为-0.36‰,变化范围-14.3~+12.3‰(大部分在±5‰±),极

① 丘淑和摘译自“金的地球化学”,1986年。

差26.6%，离差4.4，反映硫源可能主要来自地壳深部。

(2) 氢氧碳同位素 沃溪、西安和沧浪坪矿床20件石英的 $\delta^{18}\text{O}$ 测定结果为15.3~22.7‰SMOW，5件石英包裹体的 δD 值在-64~-118‰之间。由矿物的及平衡水的氢氧同位素计算包裹体水的 $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ 为3.6~11.2‰，沃溪矿床的 $\delta^{13}\text{C}$ 为-3.39~-7.24‰PDB；西安矿床为-3.15~-5.67‰PDB。上述氢、氧、碳同位素组成特征表明，成矿溶液是以变质水为主，并有大气循环水加入的混合热液。

(3) 铅同位素 铅同位素组成具有类似单阶段演化的特点。据黄金洞矿床外围，同一矿床类型的杨山庄砷金矿床，铅同位素组成测定结果(4件黄铁矿)，计算的单阶段模式年龄为617.05~526.73Ma，益阳南效矿床(3件黄铁矿)为639~633Ma，沃溪矿床为837~680Ma，西安矿床(9件方铅矿)为588~409Ma，围岩的K-Ar同位素年龄(4件)为476.4Ma，西冲矿床1件方铅矿的模式年龄大致为600Ma，主要相当于加里东运动期的产物，少数相当于雪峰期。

综上所述，笔者认为湘西钨锑砷金矿床属沉积—变质热液矿床，其主要成矿期相当于加里东运动早期。

找矿方向与找矿标志

(1) 地层层位与构造标志 雪峰隆起元古界浅变质岩分布区是主要的找矿层位；而安化—溆浦—洪江深大断裂两侧的次级层

间断裂带或主干断裂旁侧断裂带是成矿的主要构造标志。

(2) 注意从锑(砷)矿床中查找锑金矿床 研究与金伴生(共生)的黄铁矿、毒砂、辉锑矿等硫(砷)化物含金性，是评价湘西钨锑砷金矿床的有效方法。

(3) 围岩蚀变 在元古界浅变质岩建造内，叠加在褪色化板岩之上的硅化，是金矿化的重要地质标志；尤其同时还有黄铁矿化(毒砂化)存在时，指示着金矿化的存在。

(4) 重砂找矿 利用重砂异常找矿仍然是含金石英脉矿床找矿的有效手段。

(5) 指示元素 As、Sb、Hg、W等元素为共生金矿床找矿的综合指示元素。

(6) 小构造分析 研究矿体(尤其是柱板状矿体)侧伏方向，掌握复合构造方向，是已知矿床确定矿化富集中心部位的方法之一。

此外，在本区西部的湘黔汞带内还应注意“汞中找金”。

成文过程中，参考了湖南冶金237队、湖南省地矿局402队及我队有关地质资料，并得到我队覃志平工程师的热情协助，在此深表谢忱。

参考文献

- [1] 包正相，地质与勘探，1988，第3期。
- [2] 梁厚铎，地质与勘探，1986，第8期。
- [3] 包正相，地质与勘探，1986，第1期。
- [4] 罗献林等，地质与勘探，1984，第7期。
- [5] 张理刚，地质与勘探，1985，第11期。
- [6] 万嘉敏，地球化学，1986，第2期。
- [7] 郑明华等，成都地质学院学报，1986，第13卷，第2期。

Geological Features and Exploration Guides of the W-Sb-As-Au-deposits in Western Hunan Province

Bao Zhenxiang

Deposits dealt with in this paper bear relationship to submarine volcanic (hot spring) eruption and sedimentation and belong to the sedimentary metamorphosed-hydrothermal type, with following exploration guides and target areas: the Proterozoic low grade metamorphic rock distributive provinces at the both sides of a deep fault; interlayer faulted zones at the foot wall of regional fracture belt of an anticlinal limb; faulted zone by the side of a main fracture belt; enriched zone of sulfides; composite anomaly area of As, Sb, Hg and W.