

锡矿山超大型锑矿床控矿规律及形成机理初步研究

文国璋

(中南工业大学·长沙)

刘汉元 谢国柱

(中南工业大学·长沙)

吴 强

(长沙工业高等专科学校)

雷秀柳

(黄沙坪铅锌矿)

文中阐明了锡矿山超大型锑矿床地质特点和控矿规律。岩溶、岩溶—构造复合控矿是锑矿床形成的重要条件。论证了矿床的成因,认为是典型的地洼型层控古岩溶低温热液矿床。

关键词 地洼超大型锑矿床 古岩溶 成矿模式

矿田地质概况

锡矿山矿田位于东南地洼区、湘赣地洼系、湘中地穹至涟源—邵阳地穹区。按地理位置分南、北两矿区,由老矿山、飞水岩、物华和童家院4个矿床组成,由北往南呈长条形展布,长9km,面积约18km²(图1)。

矿田内地层为地台构造层的泥盆系中、上统棋梓桥组、锡矿山组和余田桥组,以及石炭系岩关阶,其岩石由灰岩及砂页岩组成,厚约2000m。余田桥组相应层位是锑矿的主要含矿层位。

褶皱、断裂构造均较发育。矿田以泥盆纪地层为核心,并向两端倾伏,构成复式背斜,其内发育一系列轴向北东25~50°的线形褶皱,自北东向南东呈右形雁列式展布。较大的褶皱有老矿山背斜、物华背斜、童家院背斜和飞水岩背斜,以及仙人界向斜和常子岩向斜(见图1)。

断裂构造主要有F₇₅,斜贯矿田的西部,走向北东25°,倾向北西,倾角40~60°,长约30km,宽40~50m,由一系列平行裂面组成。其内充填有泥质和钙质砾屑

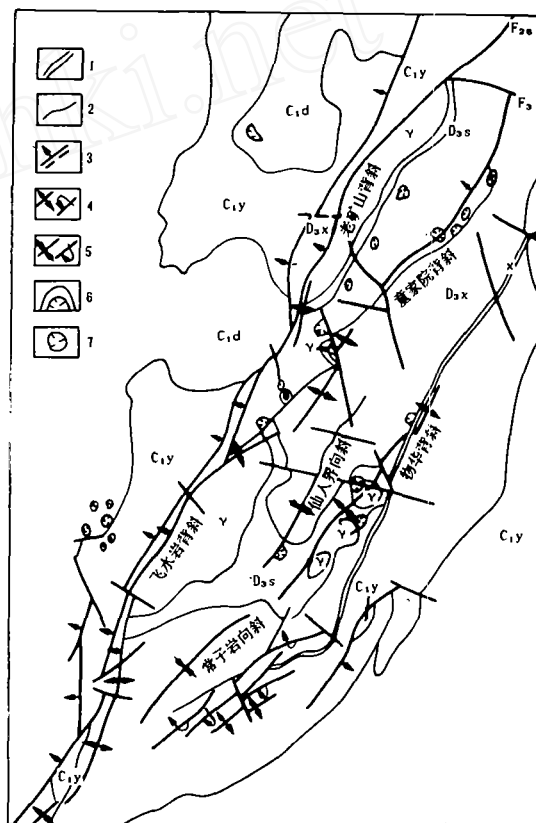


图1 锡矿山锑矿田地质略图

C_{1d}—大塘阶; C_{1y}—岩关阶; D_{3x}—锡矿山组; D_{3s}—余田桥组; γ—硅化岩溶地质; 1—煌斑岩脉(x); 2—地质界线; 3—断层; 4—背斜、倒转背斜; 5—向斜、倒转向斜; 6—古岩溶天坑; 7—岩溶斗或坑

本文1992年11月收到,1993年2月改回,张旭明编辑。

物,劈理发育,沿断裂面分布有灰岩构造透镜体,与断裂面平行排列,是以张性为主的张扭性断裂。该断层与上述褶皱构造构成矿田的基本格架,控制了矿田岩溶地质体及矿床的空间分布(见图1)。

由 F_{75} 断层派生的断层有 F_3 、 F_{71} 、 F_{72} 、 F_{73} 、 F_5 、 F_6 和 F_7 ,走向北东—北北东,与之锐角相交,其特征与 F_{75} 断层相似。其中以 F_3 断层规模最大,走向长4km,宽1~3m,局部达7~8m,是控制童家院岩溶地质体及矿床分布的重要因素。

此外,北西与北北西向的更次级断层亦较发育,与岩溶地质体复合,对矿化富集有一定控制作用。

矿田内岩浆岩很少,仅东部有一条煌斑岩脉,走向北东 30° ,倾向不稳定,倾角 80° 以上,与围岩呈侵入接触,接触面平直,与辉锑矿化无直接成因联系^①。

矿床地质特征

1. 矿体赋存层位及围岩

矿田内岩溶极为发育^①,余田桥组(D_3^s)灰岩、砂岩和页岩被溶蚀而彻底改组,在其范围内重新形成堆积了各种岩溶地质体,呈层状、似层状产出。据岩溶地质体的成分、组构和产状特征,可分为岩溶碎裂岩、岩溶坍塌角砾岩、岩溶堆积角砾岩、岩溶—构造复成角砾岩和岩溶化学沉积角砾岩^②。矿体均赋存在厚而稳定的层状岩溶地质体中。

2. 矿体形态、产状及规模

矿体形态、产状和规模均受岩溶地质体制。根据矿体与岩溶地质体的空间关系,可分为上部矿体(I)、中部矿体(II)、下部矿体(III)和岩溶与断裂构造复合矿体(IV)。其中,I、II和III矿体总体形态为层状、似层状,与岩溶体产状一致,呈缓倾斜

产出(图2)。各矿体常由大小不等、数量不一的锑矿囊状体,呈串珠状组成(图3)。IV矿体呈陡倾斜产出,规模最小,以I、II矿体规模最大,占矿田锑矿储量的80%,次为III矿体。

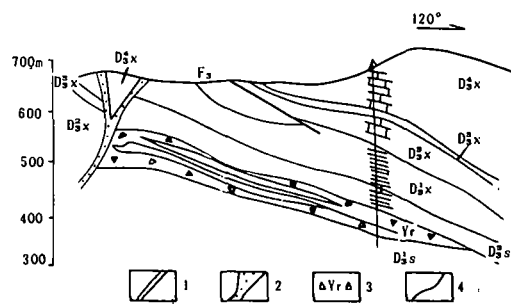


图2 锡矿山锑矿层状、似层状矿体产出层位剖面图(18线)

(据锡矿山矿务局资料编)

D_3^x —马牯脑灰岩; D_3^x —泥塘里铁矿层; D_3^x —兔子塘灰岩; D_3^x —长龙界页岩; D_3^s —老江冲泥灰岩、页岩段; D_3^s —龙口冲泥质石英粉砂岩; 1—层状、似层状辉锑矿矿体; 2—断裂带; 3—硅化岩溶地质体(Yr); 4—地质界线

3. 矿石组分

矿石中金属矿物主要为辉锑矿,另有少量黄铁矿、磁铁矿和微量闪锌矿。脉石矿物以石英为主,次为方解石、萤石、重晶石和少量石膏。次生锑的氧化物矿物有红锑矿、锑华、黄锑华和锑锆石等。据矿物共生组合特点,矿石类型可划分为:石英—辉锑矿矿石;方解石—石英—辉锑矿矿石;重晶石—石英—辉锑矿矿石和萤石—石英—辉锑矿矿石。其中石英—辉锑矿矿石约占90%以上。矿石自然类型可划分为:原生硫化物矿石、氧化物矿石及硫化物和氧化物混合矿石。原生硫化物矿石主要分布在南矿和北矿;混合矿石主要分布在北矿。

辉锑矿主要呈自形晶和半自形晶结构,次为他形晶和交代结构。此外,还有聚片双

①中南工业大学、锡矿山矿务局,湖南锡矿山矿田找矿前景研究报告,1992年2月。

②中南工业大学地质系锡矿山课题研究组,锡矿山地区找矿潜力及经济评价研究报告,1990年12月。

晶结构、揉皱结构和草莓状结构。矿石以角砾状和块状构造为主，次为浸染状、晶洞状、层纹状和细脉状构造。

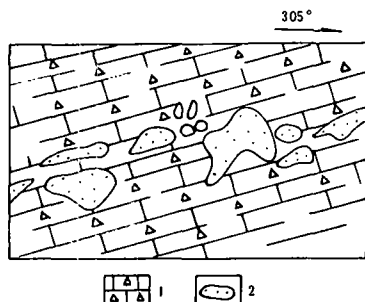


图3 童家院矿床3中段72川串珠状辉锑矿囊

1—岩溶碎裂岩化灰岩；2—辉锑矿囊

4. 围岩蚀变

围岩蚀变以硅化最为强烈，分布广泛，与锑矿化关系最密切，锑矿化及锑的工业矿体与硅化、岩溶地质体紧密连生，石髓化、蛋白石化亦较普遍。此外，还有碳酸盐化、重晶石化和萤石化。

控矿规律

1. 地层岩性控矿规律

(1) 泥盆系是锑矿形成的重要物源：Sb 丰度值高。据邹同熙对泥盆系灰岩、白云岩夹页岩 398 个样品分析结果，Sb 的丰度值为 11.5×10^{-6} ，是地壳丰度值的 57.2 倍；近锡矿山矿田的大乘山泥盆系 Sb 丰度值达 17.95×10^{-6} ，是地壳丰度的 90 倍。近矿床的余田桥组未蚀变灰岩，Sb 丰度值达 40×10^{-6} 。上述分析资料表明，泥盆系不论是区域或是矿田附近及矿田内，Sb 的丰度值都大大超过地壳丰度值，特别是泥盆系上统，是本区岩溶控矿的重要物源。

(2) 有利的地层岩性组合，为 Sb 元素活化转移创造了有利的条件：余田桥组中段 (D_3^3s) 的灰岩钙质层，长期受地下水和构造作用影响，其原岩被溶蚀彻底改组，形成一套巨厚的古岩溶地质体，在岩溶化过程中，其内锑矿质活化转移，在有利的条件下富集

成矿。

(3) 矿田内，锑矿体主要赋存在余田桥组上段 (D_3^3s) 下部的岩溶地质体中： D_3^3s 下部为一套黑色泥页岩、砂质泥页岩，覆盖在岩溶地质体之上。本区 I、II 主矿体均赋存在 D_3^3s 黑色泥页岩、砂质页岩系组合之下的岩溶地质体中 (图 4)。这是由于在成矿过程中，Sb 矿液沿着空隙大和透水性强的岩溶地质体畅通无阻的流动，并在砂、泥页岩盖层的遮挡下，使锑矿液有充分的时间和空间富集成矿。

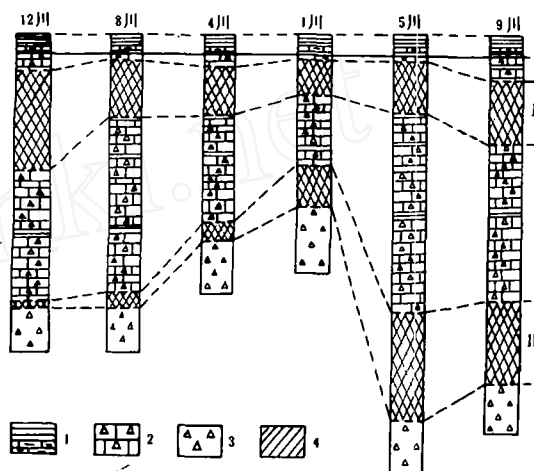


图4 锡矿山矿田南矿 (15 川中段) 岩溶地质体与锑矿化体沿走向实测剖面柱状对比图

1—泥灰岩页岩；2—硅化岩锑矿化岩溶碎裂岩；3—硅化岩锑矿化岩溶堆积角砾岩；4—辉锑矿矿层

2. 岩溶控矿规律

矿田岩溶作用发生的时代，有中生代的古岩溶，也有近代岩溶^①，与矿化关系密切的为古岩溶作用及其岩溶地质体。余田桥组中的岩溶地质体呈线形似层状展布。各种岩溶地质体既是锑矿液运移的良好通道，又是锑矿赋存富集的有利场所，如 I、II 主矿体 (层) 就是赋存在岩溶地质体中，其下盘为一层厚约 1~2m 的硅化岩溶堆积角砾岩，或者是硅化和弱矿化岩溶堆积角砾岩 (图 4)。岩石在岩溶化过程中，在某些部位产生强烈的溶蚀坍塌，形成大小悬殊、排列杂

乱、棱角明显的岩溶坍塌角砾岩带，其上覆岩层形成虚脱空间，是锑矿赋存富集的有利部位，形成以块状锑矿石为主的富矿包，如童家院 72 川与 66 运道交叉处，形成厚达 20m、品位达 40% 以上的富矿包（图 5）。

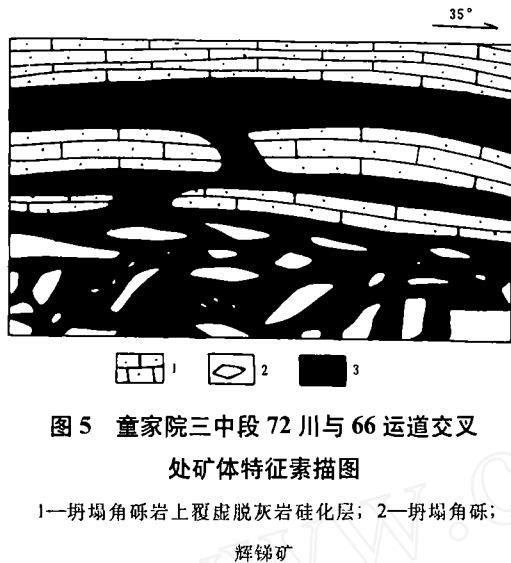


图 5 童家院三中段 72 川与 66 运道交叉处矿体特征素描图

1—坍塌角砾岩上覆虚脱灰岩硅化层；2—坍塌角砾；3—辉锑矿

3. 构造—岩溶复合控矿规律

(1) 背斜构造与岩溶复合控矿：由于背斜轴部岩层弯曲强烈，灰岩在弯曲的外弧拉伸，内弧压缩，易于形成构造破碎带，或复杂的裂隙构造系统，利于岩溶作用进行，形成各种岩溶地质体，为锑矿液的运移和赋存提供了通道和场所。背斜的倾没部位更有利于各种岩溶地质体的形成，当上覆透水性差的泥页岩(D₃s)为遮挡层时，则形成封闭系统，使锑矿液有充裕的时间和空间沉淀形成富矿，如南矿飞水岩背斜倾没部位和北矿老矿山背斜倾没部的富矿就是例证。

(2) 断裂构造与岩溶复合控矿：F₇₅ 和 F₃ 断层系由一系列平行的破裂面组成的张扭性正断层。其控矿规律表现在：首先，为地表水的下渗至旁侧岩层起了通道作用，加速了岩溶作用的进行，为各种岩溶地质体的形成提供了岩溶动力；其次，为深部成矿元素提供了通道，起了导矿的作用。据垂直 F₇₅ 断层面全岩 Sb、Pb、Zn 和 B 元素的含

量，随着远离断层面，自西往东，逐渐减少，Sb 从 0.8% 减至 0.1%，B 从 0.03% 减至 0.01%，Pb、Zn 从 0.05% 减至 0.008%；第三，控制了锑矿体的空间展布。矿体一般都赋存在断层一侧的下盘或次一级背斜构造的岩溶地质体中（图 2）。此外，北西、北北西断层等间距分布在东部地区，如 F₂₁₉、F₂₁₈ 和 F₂₁₇ 断层，它们控制了岩溶地质体的分布，在相应部位有大的溶洞或岩溶断裂构造复合带，常充填有以方解石—辉锑矿为主的构造岩溶复成因的锑矿体。

矿床形成机理

1. 矿化特点

主要锑矿体均赋存在余田桥组的岩溶角砾岩带中，矿体形态产状严格受各种岩溶遗迹制约，空间上紧密连生在一起。矿体层位稳定，呈层状、似层状产出。辉锑矿是唯一的原生矿石矿物。矿石结构主要为自形晶和半自形晶结构，并见有草莓状结构。矿石构造主要为角砾状、块状构造，次为浸染状、晶簇、皮壳状和层纹状构造。围岩蚀变主要为硅化，次为石髓化、蛋白石化和重晶石化等。矿化与岩浆岩关系极不明显。

2. 成矿物质来源

(1) 泥盆纪地层 Sb 元素丰度值高，是锑矿床形成的重要矿源。

(2) 同位素组成特点

表 1 南矿辉锑矿硫同位素组成表

矿体号	样品号	$\delta^{34}\text{S}\%$	$^{32}\text{S}/^{34}\text{S}$	$\delta^{34}\text{S}\%$ 变化范围	平均 偏离值	全矿 平均 偏离值	
I	I ₁	3.802	22.136	3.464 ~ 6.686	0.1125	0.1731	
	I ₂	6.437	22.078				
	I ₃	6.686	22.078				
	I ₄	3.464	22.143				
II	II ₁	6.880	22.068	6.880 ~ 8.9	0.1673		
	II ₂	6.984	22.068				
	II ₃	8.90	22.024				
III	III ₁	8.291	22.037	6.205 ~ 16.5	0.227		
	III ₂	6.205	22.083				
	III ₃	16.50	21.859				

①硫同位素：南北矿（表 1、2）各矿体硫同位素组成变化特点基本相似，但亦有差异，北矿出现负值，平均偏离值较南矿小， $\delta^{34}\text{S}\text{‰}$ 变化在 $-2.8\text{‰} \sim 15.6\text{‰}$ 之间，离差为 18.4，二者均较南矿大，显示了硫来源较南矿复杂。就全矿田而言，硫同位素 $\delta^{34}\text{S}\text{‰}$ 平均偏离值为 0.1379，90%以上为正值，离差为 19.3，表明全矿田硫既有加热经岩石中硫酸盐还原硫，又有深源硫，但以前者为主。这一结论与庄锦良对矿田 260 个辉锑矿硫同位素组成测试结果一致。

表 2 北矿辉锑矿硫同位素组成表

矿体号	样品号	$\delta^{34}\text{S}\text{‰}$	$^{32}\text{S}/^{34}\text{S}$	$\delta^{34}\text{S}\text{‰}$ 变化范围	平均 偏离值	全矿平均 偏离值
I	I ₁	5.4	22.101	5.4~	0.1635	0.1096
	I ₂	9.2	22.017	9.2		
II	II ₁	7.9		7.9~	0.1125	
	II ₂	9.7		~		
	II ₃	8.8		9.7		
	II ₄	8.8				
III	IX ₁	-2.6		-2.8~	0.053	
	IX ₂	-2.7	22.280	~		
	IX ₃	-2.8	22.282	15.6		
	IX ₄	15.6	21.879			

②碳、氧同位素：对不同期形成的锑矿石中的方解石和石英进行了碳、氧同位素测定，结果如表 3、4。

表 3 北矿方解石碳同位素组成特点

样品号	产状	$\delta^{18}\text{O}\text{‰}$	$\delta^{13}\text{C}\text{‰}$
2	方解石—辉锑矿	-12.09	-6.69
2-5	2~5 层中方解石	-12.30	-7.02
4	落石穿层方解石	-10.44	-1.52
3	晶洞内自形晶	-10.88	-0.98

表 4 北矿石英氧同位素组成特点表

样品号	产状	$\delta^{18}\text{O}\text{‰}$
5	辉锑矿假象石英	11.48
0	皮壳状石英	12.32
72-3	石英—辉锑矿	9.11
F ₁	石英—辉锑矿	10.11

③据袁见齐资料，岩浆水 $\delta^{18}\text{O}\text{‰}$ 为 $+6\text{‰} \sim +9\text{‰}$

④成都地院，矿床学下册，地质出版社，1978，P318。

表 3 说明，早期方解石中的 $\delta^{13}\text{C}\text{‰}$ 为 $-6.69\text{‰} \sim -7.02\text{‰}$ ，与初生碳比值差异较明显，晚期充填在晶洞内的方解石，其 $\delta^{13}\text{C}\text{‰}$ 值在 $-0.98\text{‰} \sim -1.52\text{‰}$ 之间，接近于灰岩中的碳。可见，早、晚两个阶段的碳同位素有差异，显示其来源不一，具有混杂的特点。与岩浆热液成因的碳、氧明显不同，方解石中的 $\delta^{13}\text{C}\text{‰}$ 为 $-0.98\text{‰} \sim -7.02\text{‰}$ ，属海水范围，显沉积特点。与原始岩浆中的 $\delta^{18}\text{O}\text{‰}$ 值 $7\text{‰} \sim 9\text{‰}$ 相比较，其值低得多。

表 4 说明，早期石英 $\delta^{18}\text{O}\text{‰}$ 值为 $9.11\text{‰} \sim 10.11\text{‰}$ ，与岩浆热液来源有差异^③，而晚期石英 $\delta^{18}\text{O}\text{‰}$ 值为 $11.48\text{‰} \sim 12.32\text{‰}$ ，其差值更大。

碳、氧同位素组成特点表明，成矿溶液具有非岩浆热液来源特点。

③单矿物微量元素特征：辉锑矿钴、镍元素测量结果 $\text{Co} < \text{Ni}$ ， Co/Ni 比值为 0.184。据庄锦良黄铁矿 $\text{Co} < \text{Ni}$ ， Co/Ni 比值为 $0.49 \sim 1.00$ ，显沉积特点。两矿物微量元素表明，硫来源具有非岩浆热液特征^④。

3. 成矿溶液的性质及形成温度

对矿田内单矿物气液成分测试（表 5）结果表明，南矿 I、II 矿体辉锑矿中，气体含量总的较低， CO_2 较高，这与碳酸盐岩受古岩溶作用有关。在岩溶作用下，碳酸盐岩石溶解放出 CO_2 ，而 Ca^{2+} 离子大量转入溶液。此外，在矿化过程中，岩溶地质体的硅化，钙质减少，使溶液中 Ca^{2+} 离子继续增加，促使 $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ 值降低，也是重要原因之一。液相中， $\text{Na}^+ > \text{K}^+$ ， $\text{Na}^+/\text{K}^+ > 1.2$ ， F^- 、 Cl^- 离子浓度亦较高，但其平均值 $\text{Cl}^- < \text{F}^-$ ，故成矿溶液具有热卤水性质的特点。北矿矿体中，辉锑矿气液成分也具有同样的特点。就全矿而言， $\text{Na}^+ > \text{K}^+$ ， $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ 平均值低，为

0.226, Na^+ 和 K^+ 分别为 1.085 和 0.406, 床形成的含矿溶液为 $\text{Na}^+ - \text{Ca}^{2+} - \text{Cl}^- (\text{F}^-)$
 F^- 、 Cl^- 均较高, 平均值相近。故矿田内矿型地下热卤水溶液。

表 5 锡矿山矿田矿床中辉锑矿、石英、方解石包裹体成分(μ/g)

矿 区	样号	气 相 成 分							液 相 成 分							
		H_2	O	N_2	CH_4	CO_2	CO	H_2O	K^+	Na^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	F^-	Cl^-	$\frac{\text{Ma}}{\text{K}}$	$\frac{\text{Na}}{(\text{Ca} + \text{Mg})}$
南 矿	I ₁	无	无	4.533	痕	31.48	2.58	128	0.50	0.89	23.27	0.18	1.67	1.88	1.78	0.038
	II ₂	0.037	无	无	痕	18.438	痕	840	0.26	0.66	4.21	0.12	1.19	1.12	2.538	0.152
	平均	0.018	无	2.266	痕	24.959	1.29	484	0.38	0.775	13.74	0.15	1.43	1.5	2.159	0.095
北 矿	I ₁	0.019	无	4.625	无	59.293	4.836	844	0.84	2.19	8.87	0.17	3.12	3.28	2.607	0.242
	I ₂	0.006	无	9.066	无	81.602	4.433	857	0.48	1.36	1.26	0.05	1.46	2.25	2.833	1.038
	I ₃	0.004	无	3.232	无	67.827	5.060	533								
	II ₁	0.015	无	9.989	无	105.91	5.536	996	0.11	0.65	1.22	0.02	0.41	1.15	5.909	0.524
	II ₂	0.010	无	9.066	无	93.818	4.301	1394	0.54	1.84	7.50	0.25	5.20	2.67	3.407	0.237
	IX	0.007	无	5.073	无	46.507	14.437	910	0.50	1.43	5.06	0.57	2.32	2.78	2.86	0.253
	II ₃ (石英)	0.201	无	9.045	0.609	345.513	14.131	352	0.13	0.25	1.26	0.03	0.44	1.68	1.923	0.193
	219(方解石)	0.452	无	痕	痕	211.825	痕	1499	0.43	2.04	103.30	1.11	4.96	2.07	4.744	0.019
	平均	0.097	无	6.265	0.304	126.536	6.591	923.125	0.432	1.395	18.352	0.314	2.558	2.268	3.469	0.358
全矿	平均	0.057	无	4.265	0.304	118.392	3.94	703.562	0.406	1.085	16.046	0.232	1.994	1.884	2.814	0.226

对不同阶段矿石中共生的脉石矿物方解石和石英进行了均一法温度测量, 结果(表 6)表明, 方解石—辉锑矿中的方解石均一温度为 131.65℃, 石英—辉锑矿(早阶段)中的石英为 135~163℃, 平均 149℃, 而硅化岩溶体中的石英均一温度更低, 为 100℃。从均一温度并考虑到矿物共生组合和围岩蚀变等特点, 锑矿形成的温度一般在 100~150℃内, 矿液为低温热液。

表 6 北矿矿物均一法测温结果表

矿 物	样品数	样品号	温度(℃)	平均温度(℃)
方解石	3	2	144	131.65
		3	138	
		4	113	
石 英	2	1	135	149
		4	163	
硅化灰 岩中的 石英	4	A	100	100
		B	100	
		C	100	
		D	100	

综上, 本区锑矿床为典型地洼层控古岩溶低温热液矿床。

4. 矿床形成过程

矿床形成经历了两个大地构造阶段。

(1) 地台阶段: 古生代沉积了一套滨海—浅海相的碳酸盐岩层, 其中泥盆系中、上统棋梓桥组和余田桥组在矿田范围内分布广泛, 且为一套以灰岩为主并夹薄层砂页岩相间出现的岩石组合, 余田桥组 Sb 元素含量大大超过区域背景值, 矿化及同位素组成特点, 均说明晚泥盆世时, 棋梓桥组, 特别是余田桥组碳酸盐为主的泥岩组合沉积时, 就有锑的原始聚集, 为本矿田超大型锑矿床的形成提供了重要矿源。

(2) 地洼阶段: 本区经历了印支、燕山和喜山 3 次大的构造运动, 印支运动使之地壳上升, 结束了该区域内的海相和浅海相的沉积, 并形成叠加在构造层上的巨型隆起和断陷带——地穹和地洼。早期燕山运动逐使矿田构造骨架的形成, 使地貌反差大, 特别是在 $T_3 - T_1$ 古气候适宜的条件下, 对前期所形成的背斜和断裂构造, 以及余田桥组为一套以灰岩为主的岩性特点, 是本区古岩溶作用进行的前提。在燕山运动的影响下, 西部断层复活, 不仅带来了深部成矿物质, 而

且使地表水长期沿断裂带下贯，向旁侧次一级断裂构造引入余田桥组岩层，逐使地下水溶液循环活动加剧，因而加速了岩溶作用的进行，使原余田桥组地层岩石溶蚀瓦解，重新形成各种岩溶地质体。同时由于岩溶作用，逐使岩层内锑矿质活化转移。岩溶作用的结果形成了各种岩溶形迹，如岩溶作用引起岩层坍塌，形成坍塌角砾岩带和上覆岩层的虚脱空间，为锑矿液的运移、沉淀、富集提供了通道和场所。这是锡矿山超大型锑矿床形成的重要机制。侏罗纪时，在中、晚燕山运动的影响下，西部 F_{75} 断层多次复活，对地下水热液的对流循环和来自深处热液的

渗流和贯通进一步加强，这不仅加速了岩溶作用进一步的进行和 Sb 元素活化转移动力的加强，而且也扩大了矿化富集场所和基底层中 Sb 矿质的来源，使多次活化转移和深部 Sb 矿质搬运至各种岩溶形迹中，或者岩溶形迹与断裂构造的复合部位沉淀，形成巨大晶形完好的辉锑矿晶簇和半自形块状、角砾状集合体，堆积形成超大型锑矿床

锑矿搬运沉淀过程中，其原因是由于介质的变化及温度压力的降低和 pH 值的变化，Sb 元素沉淀富集形成矿床。其过程大致是：当溶液酸化到一定程度时，硅质开始沉淀，形成硅化岩溶地质体。其反应式是：

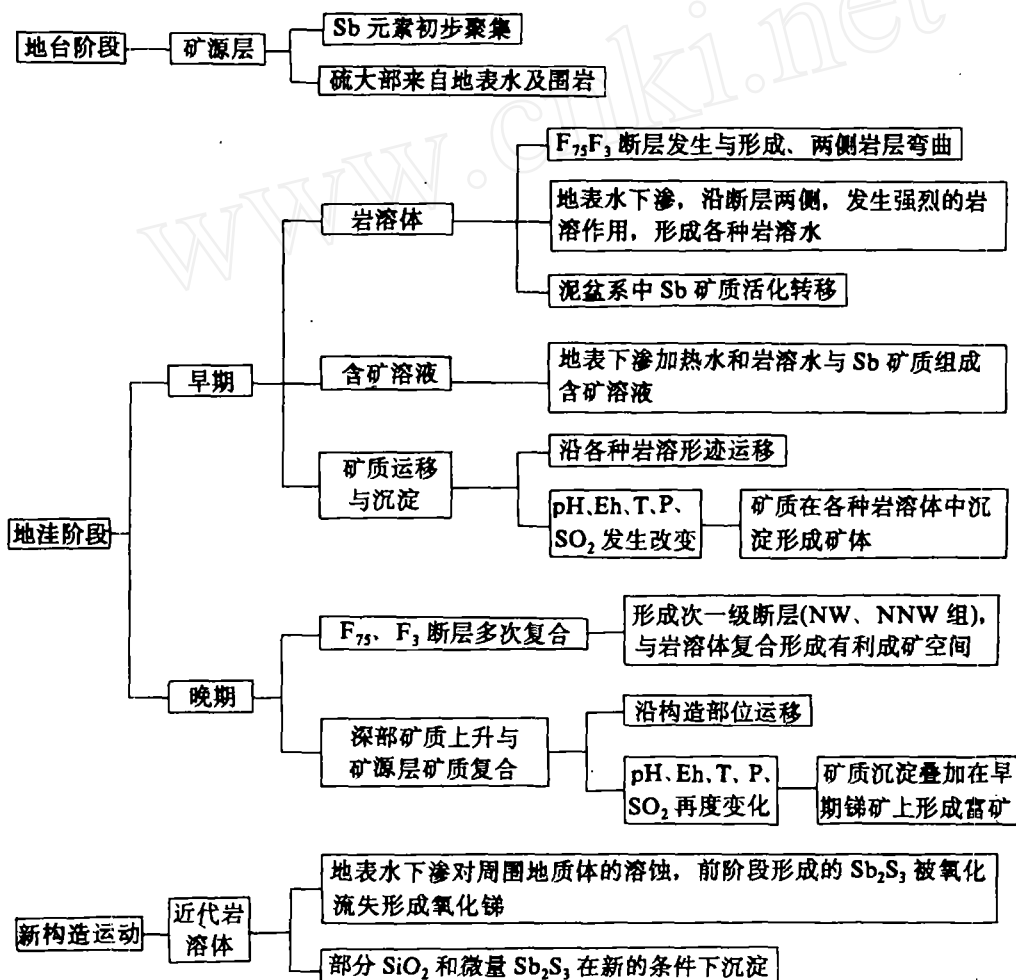
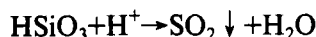
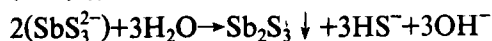


图 6 湖南锡矿山矿田锑矿成矿模式图



当温度继续下降到 400℃ 以下时, H_2S 不断溶解于溶液中, 随着温度不断下降, 溶液中硫离子浓度加大, 据热力学分析 (张本仁, 1981), 辉锑矿在 $\text{pH}=4.5$ 时相继开始沉淀, 其反应式是:



这一沉淀过程中, 随介质条件不断的改变, 矿质不断的补充, 在各种有利的岩溶形迹中赋存富集形成本区超大型锑矿床。

5. 成矿模式

综上所述, 锡矿山超大型锑矿床形成的模式见图 6。

本文, 1986、1987 级部分本科生和研究生参加了部分野外调研工作, 岩石和单矿物中的微量元素及包体成分由我校测试中心测定; 硫、碳和氧同位素由桂林矿产地质研究院测定, 均一法测温由湖南矿产局测试研究中心完成。野外工作得到了锡矿山矿务局大力支持, 在此谨致谢意。

参考文献

- [1] 陈国达, 成矿构造研究法, 地质出版社, 1978 年。
- [2] 文国璋、吴强, 地质与勘探, 1972, 第 9 期。
- [3] 任美镔, 岩溶概论, 商务印书馆, 1984 年。
- [4] 庄锦良, 锡矿山锑矿地质特征及成因探讨, 湖南地质, 1978。

Preliminary Study on Ore Controlling Regularities and Metallogenic Mechanism of Super Large-sized Sb-deposits in Xikuangshan

Wen Guozhang, Wu Qiang, Liu Hanyuan, Xie Guozhu, Lei Xiuli

The geological features and ore controlling regularities of super large-sized Sb-deposits in Xikuangshan have been expounded in this paper. Karst and tecto-Karst are the important composite ore controlling factors to form the Sb-deposits. The metallogenic process has been demonstrated and it is also shown that these deposits are typical of the geodepression-type strata-bound ancient Karst epithermal deposits.

(上接第 19 页)

矿床受同沉积期构造运动形成的秦岭海槽中二级构造盆地(柞水凹陷)的控制, 产出二级构造盆地中因差异升降形成的三级构造盆地, 同时在分布上受近东西向的商南—漳县断裂、山阳—礼县断裂的控制。碎屑岩相和碳酸盐相的过渡域是矿体赋存的有利部位。成矿元素沿矿床附近的大断裂或与大断裂伴生的次级断裂以火山气液形式向上运移, 同海水混合后在高盐度弱酸性的成矿流

体是以络合物的形式运移, 在半封闭的海水相对稳定的三级构造盆地中, 由于成矿物化条件发生变化, 盐度逐渐降低, 酸度逐渐由中性向弱碱性过渡, 成矿元素由原来的络合物形式分解成离子状态, 同时与海水中的硫或硫酸盐化合生成硫化物, 并沉淀成矿(图 7)。

主要参考文献

- [1] 拉奇.D.E. (戴自希译): 《国外地质科技》, 1982, 第 1 期。

The Dynamic Analysis of Metallogeny of Zhashui Ag-Pb Polymetallic Deposit, Shanxi

Wei Junhao Wang Siyuan

The paper summarized firstly the geological features of ore deposit and metallogenic background. It put an emphasis on the dynamic analysis of metallogeny from three parts including volcanic dynamics, physical-chemical condition of ore formation and experimental simulation of ore formation. Finally, the metallogenic model is set up in this paper.