

云南东南部都龙锡石-硫化物型矿床的成矿特征

宋焕斌

(昆明工学院地质系)

内容提要: 都龙锡矿床是中国三大锡矿基地之一——滇东南老君山锡、钨多金属成矿区中最大的矿床。矿体产在老君山花岗岩体外接触带寒武纪地层中,属锡石-硫化物型多金属矿床。除产Sn外,还伴生有Zn、Ag、Cu、Fe等有用组分。本文通过对成矿物质来源、成矿控制因素和物理、化学条件等方面的研究,对以往的层控观点提出了异议,认为矿床的锡质主要来源于第一期花岗岩,第二期花岗岩与叠加在锡石硫化物矿床之上的铜矿化有关;矿质的运移和沉淀主要受控于断裂、裂隙构造及围岩的岩性;成矿流体以温度高(300—400°C)、盐度低(5.5wt.%NaCl)、密度小(0.9—1.0g/cm³)及富含挥发组分等为特征;矿床成因类型属岩浆期后高温热液矿床。

关键词: 滇东南 都龙锡矿床 成矿特征

云南边陲马关县都龙锡矿床是一个规模大的锡多金属矿床,以该矿床为主体,构成中国继云南个旧和广西大厂后的又一大型锡业基地。

一、成矿地质背景及矿床地质梗概

都龙锡矿床位于华南褶皱带的西南端,北西和南东分别与三江褶皱带及越北地块相邻,正处于滇越锡矿带上。古生代以来,本区经历了同生沉积、变质改造、岩浆活动等一系列地质作用,并伴随有复杂的成矿过程。区内最老地层为寒武系,其中寒武统田蓬组的浅变质岩为矿床的直接围岩。该地层岩性以云母石英片岩和大理岩为主,变质年龄约200Ma,为印支期区域变质之产物。燕山运动期间,本区发生岩浆活动,形成老君山含锡花岗岩体。岩体受当时的构造条件及东西向主压应力控制,出露形态为一曲边平行四边形,其长边为南北向(图1)。岩体侵入在中、下寒武统变质岩系中,出露面积约153km²。岩性以灰白色二云母花岗岩为主,同位素年龄100Ma左右。花岗岩含Sn接近70ppm,W、Cu、Pb、Zn等元素含量也很高,具有良好的成矿背景。以花岗岩体为中心,形成面积达500km²的锡多金属成矿区。区内矿化强烈,已知矿床有金竹林锡矿床(产于岩体内部)、花石头钨、锡矿床(产于岩体内接触带)、都龙锡矿床(岩体外接触带)和新寨锡矿床(离花岗岩露头较远)等(图1)。

都龙锡矿床属锡石-硫化物型多金属矿床,矿体产在老君山花岗岩体南缘外接触带上。经钻孔揭露,矿体下部为向南倾斜的隐伏花岗岩体。所以,矿床与花岗岩的空间关系十分密切。矿床严格受到断裂构造的控制,矿体都产在近南北向展布的F₀断裂上盘,呈南北向带状产出(图2)。矿体形态多为似层状、透镜状或囊状,部分为脉状矿体。锡以锡石状态存在,

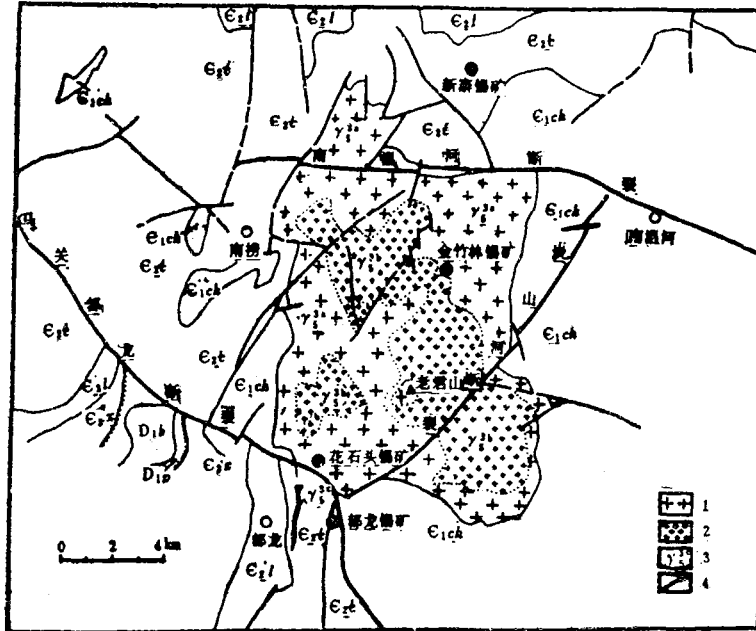


图 1 老君山地区地质略图

1—第一期花岗岩 (γ_5^{3a}); 2—第二期花岗岩 (γ_5^{3b}); 3—花岗斑岩 (γ_5^{3c}); 4—断层; D_{1b} —下泥盆统芭蕉阱组; D_{1p} —下泥盆统坡脚组; E_{3x} —上寒武统歇场组; E_{2l} —中寒武统龙哈组; E_{2t} —中寒武统田蓬组; E_{1ch} —下寒武统冲庄组

Fig. 1. Schematic geological map of the Laojunshan area.

1—1st stage granite (γ_5^{3a}); 2—2nd stage granite (γ_5^{3b}); 3—Granite porphyry (γ_5^{3c}); 4—Fault; D_{1b} —Lower Devonian Bajiaojing Formation; D_{1p} —Lower Devonian Pojiao Formation; E_{3x} —Upper Cambrian Niechang Formation; E_{2l} —Middle Cambrian Longha Formation; E_{2t} —Middle Cambrian Tianpeng Formation; E_{1ch} —Lower Cambrian Chongzhuang Formation.

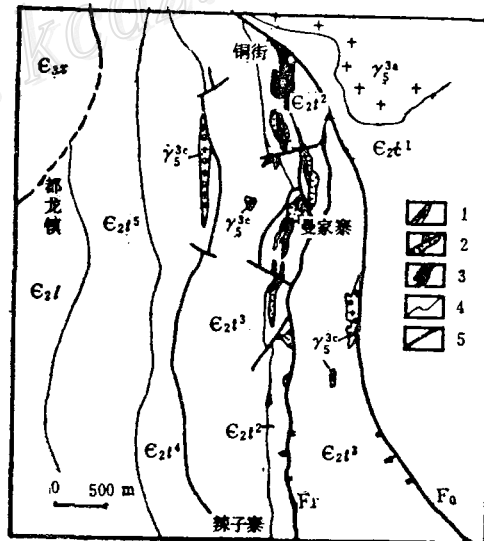


图 2 都龙锡矿床地质略图

1—大理岩; 2—砂卡岩; 3—矿体; 4—地质界线; 5—断层; 其它同图 1

Fig. 2. Schematic geological map of the Dulong tin ore deposit.

1—Marble; 2—Skarn; 3—Orebody; 4—Geological boundary; 5—Fault; other symbols as for Fig. 1.

呈微细粒状 (多小于 $74\mu\text{m}$) 散布于矿石中。矿石多为稀疏浸染状构造, 各种热液交代结构和固熔体分离结构十分发育。矿石中主要金属矿物有锡石、磁黄铁矿、铁闪锌矿、黄铜矿、

黄铁矿、毒砂和磁铁矿，常见脉石矿物为透闪石、阳起石、石榴石和绿泥石等。根据矿石中硫化物、硅酸盐矿物及磁铁矿的含量差异，可将矿石分为锡石-硫化物、锡石-硅酸盐和锡石-磁铁矿三个基本类型。除主要矿产Sn外，该矿床的Zn、Ag、Cu、Fe等伴（共）生组分的储量都十分可观。

二、成矿物质来源

关于本区矿床的锡质来源问题，尚存在不同的看法。许多人强调中寒武统田蓬组的片岩是矿源层，主要依据是都龙和新寨等锡矿床产在田蓬组中，而且部分矿体呈似层状；该地层锡等成矿元素含量很高；锡石的粒度很细。笔者通过研究花岗岩与矿床的时空关系、地层中锡的分布特征、微量元素对比、稳定同位素组成以及成矿温度在空间上的变化规律等，认为田蓬组片岩并非成矿母岩，矿床中锡等组分来自老君山花岗岩。主要依据有以下五方面：

1. 矿床直接产在花岗岩外接触带上，两者空间关系十分密切。在时间上，据围岩蚀变特征及新寨锡矿蚀变年龄为90.22Ma（西南有色地质勘探公司317地质队提供），明显表现为矿体略晚于花岗岩形成，即成矿期（90.22Ma）稍晚于成岩期（100Ma左右），相当于岩浆期后热液阶段成矿。可见，矿床与花岗岩空间上密切相依，时间上紧密相随。

2. 在成矿区及其外围地层中，成矿元素的分布是不均匀的，其规律是离矿床或花岗岩体越远，锡的含量就越低，具有明显的以花岗岩体为中心的金属晕。如都龙锡矿床近矿围岩平均含Sn 264.3ppm，Zn>646ppm（表1）；新寨锡矿床近矿围岩含Sn 530ppm，随着与矿床间距的加大，Sn和Zn的含量渐渐下降（表2）；在距都龙更远的桥头地区，田蓬组含Sn 34.7ppm（17个样平均，据西南有色地质勘探公司317地质队化学分析结果）。地层中元素在大范围内的这种规律性变化，正是岩浆物质来源的矿化特征（图3a）；若地层在沉积过程中锡和锌的含量就很高，作为矿源层经后期改造成矿，则元素的分布规律应和上述情况截然

表1 都龙锡矿床片岩的Sn、Zn含量(ppm)

Table 1. Sn and Zn contents of schist from the Dulong tin ore deposit (in ppm)

样号	Sn	Zn	取样地点
△2	200	1000	曼家寨地表
△9	430	600	曼家寨探槽
5901-10	163	340	5901钻孔
平均值	264.3	646	

由云南省地矿局测试中心用等离子光谱方法分析

不同。首先，区域上同一地层内的元素含量应基本一致；其次，矿床附近往往形成负异常区，然后成矿元素含量又有所回升，最后超于某一较高且较稳定的背景值（图3b）。

3. 花岗岩与矿石在微量组分上具正消长关系⁽¹⁾，如花岗岩中超过维氏值的Sn、W、Cu、Pb、Zn、As、B和F等元素，它们在矿石中含量也很高，一般为几百—几千ppm；花岗岩中低于维氏值的元素在矿石中含量也很低，或者未能发现（一般为几—几十ppm），如

表 2 不同地点片岩的Sn、Zn含量(ppm)

Table 2. Sn and Zn contents of schists from different localities (in ppm)

样号	Sn	Zn	离矿床的距离(km)	取样地点
D ₁	530	380	0.3	新寨
D ₂	140	320	1.2	新寨与小寨之间
D ₃	140	340	2.1	小寨
D ₄	130	280	3.0	巷香寨
D ₅	68	180	4.3	黄土坡
D ₆	85	140	5.4	跌达坡南东
D ₇	58	260	6.5	马毛以南
D ₈	110	100	7.1	马毛与后山之间
D ₉	51	140	8.0	后山
D ₁₁	39	110	8.8	广子山
D ₁₁	94	160	9.8	1575与1581高地之间
D ₁₂	56	180	10.8	茅草坪
D ₁₃	35	120	11.3	油榨房

由昆明冶金研究所化学分析

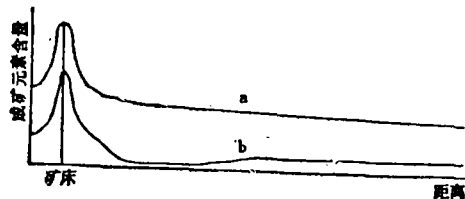


图 3 不同矿源的矿床中成矿元素分布形式示意图

a—成矿元素来自岩浆；b—成矿元素来自沉积层

Fig. 3. Diagram showing distribution of metallogenic elements in ore deposits of different sources.

a—Metallogenic elements from magma; b—Metallogenic elements from sedimentary strata.

Cr、Co、Ni、V、Ba、Sr、Zr 和 La 等。明显反映出老君山花岗岩与都龙锡矿石在成分上的亲缘关系，而地层与矿石之间不具亲缘性。

4. 矿石中金属硫化物的硫同位素组成多为 $-1.5 \sim +3.8\%$ (表 3)，不仅分布区间窄，而且都靠近零值，反映了岩浆型硫同位素组成的特点。与锡石共生的萤石中，包体水的氢同位素组成为 -61.3% (由北京大学地质系测定)，与岩浆水氢同位素组成相符，说明成矿热液来自岩浆。

5. 成矿温度在空间上的变化与花岗岩体的关系密切。随着离花岗岩体距离的加大，矿物明显由高温组合向中、低温组合过渡。锡石的晶胞参数也反映出靠近岩体处成矿温度更高，表现为锡石的单位晶胞较小，如铜街（北矿段 10 个样） a_0 为 4.7347， c_0 为 3.1845， v_0 为 71.3566；曼家寨（中矿段 11 个样） a_0 为 4.7356， c_0 为 3.1852， v_0 为 71.4296^①。所以，成矿温度无疑是受花岗岩浆的热能制约的。

① 据西南有色地质勘探公司地质研究所

表3 都龙锡矿床金属硫化物硫同位素组成

Table 3. Sulfur isotope composition of metal sulfides in the Dulong tin deposit

采样区	样号	测定矿物	$\delta^{34}\text{S}$ (‰)	取样地点	资料来源
北矿段	T1-1	磁黄铁矿	0.6	铜街采场	宋焕斌(1986)
	都硫5	铁闪锌矿	2.6	1号采样点	西南有色地质勘探公司317 地质队
	都硫6	铁闪锌矿	1.6	125剖面	
	A1005-1	铁闪锌矿	1.2	铜街地表	西南有色地质勘探公司地质 研究所
	A1010	黄铁矿	2.2	ZK11303	
	A1026	黄铁矿	9.3	ZK11303	
	A1028	黄铁矿	3.8	ZK11306	
	A1078	毒砂	0.2		
	ZK806-62	毒砂	0.4		
	A1005-3	铁闪锌矿	1.0	铜街地表	
	A1005-2-2	磁黄铁矿	1.0		
5901-1	磁黄铁矿	0.8	ZK5901	宋焕斌(1986)	
2701-1	磁黄铁矿	0.4	ZK2701		
中矿段	1101-1	磁黄铁矿	-0.7	ZK1101	西南有色地质勘探公司317 地质队
	都硫7	铁闪锌矿	-1.5	3号采样点	
	都硫8	铁闪锌矿	1.0	12号采样点	
	都硫10	铁闪锌矿	2.7	ZK59-11	
	都硫11	黄铜矿	0.6	4701坑	
南矿段	都硫9	铁闪锌矿	0.4	25-1坑口	宋焕斌(1986)
	L1-1	铁闪锌矿	1.8	辣子寨	
	L1-2	磁黄铁矿	1.8	辣子寨	

由有色总公司桂林矿产地质研究院等单位测试

三、成矿物理化学条件

都龙锡矿床因矿石主要为含锡石的块状硫化物，很少含有可供用于均一法测温的矿物，所以，无法系统进行矿物的均一法测温研究。矿物的爆裂温度见表4，其中主要金属矿物中磁铁矿的爆裂温度最高，达402℃（6个样平均值）。在产出位置上，磁铁矿仅分布在花岗岩接触带上及其邻近。磁黄铁矿的爆裂温度为352℃（21个样平均值），铁闪锌矿温度更低，为314℃（7个样平均值）。温度由高到低形成磁铁矿—磁黄铁矿—铁闪锌矿的顺序，与显微镜下确定的矿物生成顺序相一致。

由矿物爆裂温度反映出成矿温度为300—400℃，属于高温热液成矿作用的范畴。在微量元素组合上，该矿床也显示In-Fe-Sn、Ga-Fe和Cd-Zn的高温热液作用特征。国外同类型矿床主要形成于325—525℃，本矿床属于这一区间的下限。

成矿流体的盐度用与锡石共生的萤石来测定，用冷冻法测得萤石包裹体的盐度范围为3.4—9.0wt.% NaCl，平均为5.5wt.% NaCl（16个数据，昆明工学院地质系测定），具低盐度特

表4 都龙锡矿床矿物爆裂温度一览表

Table 4. Decepritation temperatures of various minerals from the Dulong tin deposit

采样区	样号	测定矿物	爆裂温度(°C)	取样地点	资料来源
北矿段	△T1-1	磁黄铁矿	351	铜街采场	西南有色地质勘探公司317地质队 宋焕斌(1986) 西南有色地质勘探公司317地质队
	△2-3	磁黄铁矿	342	ZK11302	
	△3-6	磁黄铁矿	351	ZK11303	
	△4-2	磁黄铁矿	377	ZK11304	
	△5-1	磁黄铁矿	361	ZK11305	
	都测温13	磁黄铁矿	310		
	都测温47	磁黄铁矿	340		
	都测温37	磁铁矿	380		
	都测温18	磁铁矿	400		
	T1-6	磁铁矿	482	铜街采场	
	都测温46	黄铁矿	380		
都测温40	透闪石	340			
T1-2	萤石	382	铜街采场		
中矿段	△6301-1	磁黄铁矿	361	ZK6301	西南有色地质勘探公司317地质队 宋焕斌(1986) 西南有色地质勘探公司317地质队 宋焕斌(1986) 西南有色地质勘探公司317地质队 宋焕斌(1986)
	△5101-1	磁黄铁矿	351	ZK5101	
	△3101-1	磁黄铁矿	351	ZK3101	
	△2701-1	磁黄铁矿	359	ZK2701	
	△2301-1	磁黄铁矿	351	ZK2301	
	△1901-1	磁黄铁矿	346	ZK1901	
	△1101-1	磁黄铁矿	374	ZK1101	
	△701-1	磁黄铁矿	361	ZK701	
	△301-1	磁黄铁矿	372	ZK301	
	△5901-6	磁黄铁矿	337	ZK5901	
	△5901-7	磁黄铁矿	326	ZK5901	
	△5901-8	磁黄铁矿	361	ZK5901	
	都测温22	磁黄铁矿	340		
	△5901-2	磁铁矿	371	ZK5901	
	△5901-3	磁铁矿	405	ZK5901	
	△5901-9	磁铁矿	376	ZK5901	
	都测温24	黄铁矿	300		
都测温26	铁闪锌矿	315			
都测温21	铁闪锌矿	290			
都测温28	铁闪锌矿	270			
△1501-1	铁闪锌矿	357	ZK1501		
△5901-5	铁闪锌矿	354	ZK5901		
南矿段	△L1-2	磁黄铁矿	374	辣子寨	西南有色地质勘探公司317地质队
	△L1-1	铁闪锌矿	329	辣子寨	
	都测温31	铁闪锌矿	289		

样号以“△”开头者由昆明工学院地质系测试室测定

征。用盐度与均一温度作图求流体的密度(图4)。将本区萤石包裹体的均一温度为180℃(30个测定值平均,昆明工学院地质系测定)和平均盐度5.5wt.% NaCl投入图上对应点A的密度落在 $\rho=0.9-1.0\text{g/cm}^3$ 的区间内,密度属中偏低。

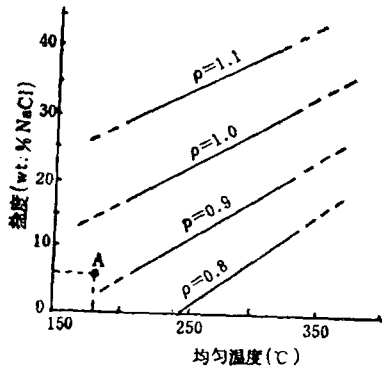


图4 盐度-均化温度-密度关系图
(转引自何知礼, 1982)

Fig. 4. Relationship of salinity-homogenization-density.

借助包裹体的盐度和均一温度,可通过下列经验公式计算成矿压力和深度⁽²⁾:

$$\text{初始温度 } t_0 = 374 + 920N \text{ (}^\circ\text{C)};$$

$$\text{初始压力 } p_0 = 219 + 2620N \text{ (}10^5\text{Pa)};$$

$$\text{成矿压力 } p_1 = p_0 \cdot t_1 / t_0 \text{ (}10^5\text{Pa)};$$

$$\text{成矿深度 } H = p_1 \cdot 1 / (300 \times 10^5) \text{ (km)}$$

式中: N ——盐度; t_1 ——实测温度。将萤石包裹体的盐度(5.5wt.% NaCl)和均一温度(180℃)代入上列各式,算得都龙锡矿床的成矿深度为1.6 km,成矿压力为 $485 \times 10^5\text{Pa}$ (即485巴或479个大气压),反映出中深成矿和中等压力的成矿环境。

因为花岗岩富含氟(1484ppm)和硼(33.25ppm),并且矿石中出现有萤石,推测含矿流体中含有大量的氟等挥发组分。氟的存在对成矿有积极作用,据И·Б·塔乌松等研究^①,岩浆挥发组分(F、H₂O、CO₂、H₂S、Cl、B等)与基本上保存于火成岩中的金属元素和稀有元素不同,它们大量地从正在结晶的熔体中分离出来,起着搬运剂的作用。他们还认为,某些挥发组分,首先是F和H₂O,能从根本上改变熔体的结构和热物理性质,具有很大的成岩和成矿意义。

四、成矿控制因素

都龙锡矿床的成矿作用主要受控于花岗岩、断裂和裂隙构造以及围岩岩性三个方面。

(一) **岩浆控矿** 老君山花岗岩属燕山期侵入的壳源重熔型花岗岩⁽³⁾,为多期侵入的复式岩体。岩石结构构造和同位素年龄等方面的差异,显示岩体分三次形成,各期岩石的特征见表5。由表5可知,各期岩石产在同一整体空间内,从早到晚依次以岩基—岩株—岩脉产出,反映出该区岩浆活动具有时间上紧密相随、空间上密切相依,规模上逐渐减小的特点。

如前所述,老君山花岗岩是锡矿床的成矿母岩。花岗岩对锡矿床的控制表现为两者时空上的统一性、成分上的亲缘性以及成矿温度在空间上的规律性变化。有关内容前文已论及,不再赘述。但须指出,不同期次的花岗岩对成矿具有一定的专属性。在第一、二两期花岗岩中,Sn、W、Cu、Pb的含量有显著差别(表6)。Sn和W在第一期花岗岩中含量高,故在其它条件相同时,比第二期花岗岩更有利于成矿。岩体中目前已知的Sn、W矿产都赋存在第一期花岗岩中,都龙锡矿床产在第一期花岗岩的接触带上;与Sn和W相反,Cu和Pb在第二期花

① 含矿花岗岩的地球化学分类,孙曼华译,1984

表 5 老君山花岗岩体的特征

Table 5. Characteristics of Laojunshan granite body

期次 特征	第一期	第二期	第三期
产状	岩基	岩株	岩脉
主要岩性	灰白色中—粗粒(含斑)二云母花岗岩	灰白色细—中粒二云母花岗岩	灰白色花岗斑岩
岩石结构	花岗岩结构、似斑状花岗岩结构	花岗岩结构	斑状结构
出露面积	100km ²	50km ²	≤3km ²
分布特征	分布在岩体外带,构成老君山花岗岩体的轮廓	分布在岩体内带,形态不规则,边界未超出第一期花岗岩的范围	分布在第一期花岗岩中及岩体外围地层中
蚀变与矿化	硅化、钠长石化、白云母化、云英岩化、绿泥石化等; Sn、W、Be 矿化	蚀变很弱,与矿化关系不明显	硅化、黄铁矿化等; 小型Sn矿化
副矿物	锆石、磷灰石、金红石、独居石、榍石、金属矿物	锆石、磷灰石、榍石、金属矿物	磷灰石等
同位素年龄 ^①	118—107Ma	95Ma	89Ma

① 同位素年龄据西南有色地质勘探公司地质研究所

岩中较为富集(表6)。在都龙矿区,普遍见到黄铜矿穿插或交代锡石的现象,显示铜的沉淀比锡晚。所以,第一期花岗岩是主要成矿母岩,第二期岩浆活动发生铜矿化的叠加。

(二) 构造控矿 控制矿床的主要构造是断裂和裂隙。矿区分布着两条近南北向的较大

表 6 老君山花岗岩微量元素含量(ppm)

Table 6. Minor element contents of Laojunshan granite (in ppm)

期次 岩性 元素	第一期			第二期	平均	花岗岩 维氏值
	细粒白云 母花岗岩	细粒二云 母花岗岩	中粗粒斑状 二云母花岗岩	中粒二云 母花岗岩		
Sn	132	30	93	20	68.75	3
W	34	60	83	30	51.75	1.5
Cu	50	26	53	100	57.25	20
Pb	36	38	49	60	45.75	20
Be	12	12	22	34	20.00	5.5
B	82	10	28	13	33.25	15
Bi					>8	0.01
Zn	206	150	163	160	169.75	60
Ba	38	79	169	160	111.50	830
Sr	7	23	44	22	24.00	300
F	2130	1254	1420	1133	1484.0	810

Bi的平均含量据宋焕斌(1986),其余元素据蔡德坤(1983)

的 F_1 、 F_0 断裂, (图2)。 F_0 断裂规模较大, 区域上称马关-都龙断裂, 属矿区的一级构造, 它在矿区内略呈反“S”形, 断层面向西倾斜, 倾角 $20^\circ-45^\circ$, 为一正断层。 F_0 断裂延深较大, 其深部直接和花岗岩相接, 是岩浆分异演化产生的含矿热液的主要通道。所以, F_0 断裂是导矿构造。

F_1 断裂是矿区的二级构造, 力学性质与 F_0 断裂相反, 属逆断层。因它位于 F_0 断裂的上盘, 两者大致平行且间隔不远, 尽管断层面也向西倾, 但倾角($35^\circ-65^\circ$)大于 F_0 断裂, 因此, F_1 断裂深部是与 F_0 断裂连通的。流进 F_0 断裂的含矿热液可进入 F_1 断裂并向周围的次级

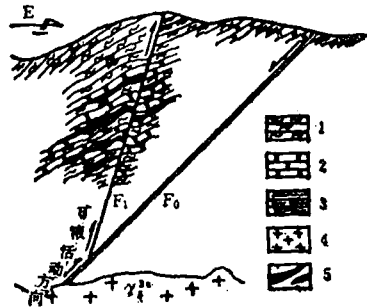


图5 控矿构造示意图

1—片岩; 2—大理岩; 3—片麻岩; 4—花岗岩; 5—矿体

Fig. 5. Sketch diagram of ore-controlling structures.

1. Schist; 2—Marble; 3—Gneiss; 4—Granite; 5—Orebody.

构造扩散, 从而造成 F_0 断裂上盘成矿而下盘不含矿的现象(图4)。 F_1 断裂本身含矿性差, 它主要起了输送矿液的作用, 为布矿构造。

F_1 断裂旁侧发育有张性裂隙带, 它们为成矿提供了良好的容矿空间, 矿体多充填在张性裂隙带内。

由此可见, 都龙锡矿床具有典型的构造控矿特征, 由于不同级别的断裂以及裂隙构造的联合控矿作用, 构成了以 F_1 断裂为中心的带状矿质沉淀域, 形成较为集中的矿群(图5)。

(三) 岩性控矿 围岩岩性对成矿有明显的控制作用, 当满足岩浆和构造条件时, 有利岩性地段成矿较好。岩性控矿主要表现在两个方面: 一是田蓬组中、下部的碳酸盐岩与片岩呈互层, 这种岩性组合是最有利的成矿围岩, 矿体多集中分布于这种岩性组合中; 二是矿体上覆厚度较大的田蓬组上部片岩, 这层片岩不仅厚度大, 岩性单一, 而且成分以石英和白云母为主, 化学性质较稳定, 韧性强而不易破碎, 透水性差。它就象一把巨大的保护伞, 阻挡了成矿溶液的分散和流失, 起到了隔挡层的作用, 致使成矿环境较为封闭, 有利于锡等成矿物质的沉淀富集。

必须指出, 都龙锡矿床的各种控矿因素不是孤立地起作用的, 矿产的形成是岩浆、构造和围岩岩性等多种控制因素相互组合配套、共同作用的结果。概括地说, 花岗岩是矿床的母体, F_0 断裂是矿液活动的通道(导矿构造), F_1 断裂是矿液运移的中转站(布矿构造), F_1 断裂旁侧的裂隙构造是矿液最终的归宿(容矿构造), 田蓬组中下部碳酸盐岩与片岩的交互带是矿质沉淀的媒介, 田蓬组上部厚层塑性片岩是阻止矿液流失的屏障。

五、结 论

1. 都龙锡矿床的锡质源于老君山花岗岩, 而不是地层。所以, 不宜把矿床列入层控矿床的范畴。

2. 第一期花岗岩(γ_1^a)不仅含锡最高, 而且与锡矿床空间关系密切, 是主要成矿母岩; 第二期花岗岩(γ_2^b)与叠加的铜矿化有关。

3. 矿床具有典型的构造组合控矿特征, 一级断裂 (F_0) 是导矿构造, 二级断裂 (F_1) 是布矿构造, 次级裂隙带是容矿构造。围岩岩性控矿明显, 田蓬组碳酸盐岩与片岩的交互带是最理想的成矿围岩。

4. 矿床形成于含矿流体温度高 (300—400℃)、盐度低 (5.5wt.% NaCl)、密度小 (0.9—1.0g/cm³)、富含氟等挥发组分以及中等深度 (1.6km) 和压力 (485×10^5 pa) 的物理化学环境中, 属岩浆期后高温热液矿床。

参 考 文 献

- [1] 宋焕斌、金世昌 1987 滇东南都龙锡矿床的控矿因素及区域找矿方向 云南地质 第6卷 第4期
 [2] 徐国风 1987 金矿找矿矿物学 地质与勘探 第23卷 第2期
 [3] 宋焕斌 1988 老君山含锡花岗岩的特征及其原因 矿产与地质 第2卷 第3期

ORE-FORMING CHARACTERISTICS OF THE DULONG CASSITERITE-SULFIDE TYPE ORE DEPOSIT IN SOUTHEASTERN YUNNAN

Song Huanbin

(Department of Geology, Kunming Institute of Technology, Kunming, Yunnan)

Abstract

The Dulong tin deposit is the largest Sn, W polymetallic deposit in Laojunshan, southeastern Yunnan and is also one of the three large tin bases in China. The deposit is of cassiterite-sulfide polymetallic type which occurs within Cambrian strata in contact with the Laojunshan granite intrusion. In addition to the main element Sn, it contains such associated recoverable elements as Zn, Ag, Cu and Fe. The main ore types include cassiterite-sulfides, cassiterite-silicates and cassiterite-magnetite, with the cassiterite disseminated in micro-grained form (generally <74 μ m) in the ore.

Based on researches on sources of ore-forming elements, ore-controlling factors and physical-chemical conditions for metallogenesis, the author holds that tin was derived from Laojunshan granite instead of from the strata, that the migration and deposition of metallogenic elements were controlled by faults, fissures and lithological characters of the wall rocks and that the ore deposit was formed in a physical-chemical environment where ore-forming fluids had high temperature (300—400℃), low salinity (5.5NaCl wt%) and density (0.9—1.0 g·cm³) and contained lots of volatiles such as fluorine, thus belonging to the deuteric hypothermal type.

The Laojunshan granite, being a crustal anatectic granite intruded in Yanshanian Period with isotopic age 89—118Ma, contained abundant tin (even reaching 70ppm) and thus served as the ore-forming parent rock providing excellent background for metallogenesis.