

滇西锡矿的花岗岩类及其成矿作用

罗君烈

(云南省地质矿产局)

内容提要:滇西锡矿是三江锡矿的主体。本文论述了三江锡矿域与东南亚锡矿域各带的对比,指出滇西锡矿受特提斯构造演化的控制。腾冲—梁河地区花岗岩类首次划出3个岩群、8个超单元、28个单元和若干侵入体。对滇西原生锡矿床类型、成矿系列和成矿特征进行了较详细的研究。

关键词:锡矿带对比 花岗岩类 矿床类型 成矿系列

一、三江锡矿域的构造环境及其与东南亚锡矿域的对比

滇西地区锡矿是中国西南三江锡矿的主体^[1]。三江锡矿域包括从雅砻江经木里,剑川到红河以西的金沙江、澜沧江、怒江流域地区。北自四川邓柯、西藏类乌齐开始,南至滇缅、滇老边境,三江锡矿域长1300 km,宽300—450 km。占世界锡产量57.5%著名的东南亚锡矿域实际上是三江锡矿域的南延。从滇缅、滇老边境经泰、马到印尼,东南亚锡矿域长2500 km,宽200—500 km。

三江锡矿域和东南亚锡矿域各自包括西、中、东三个带,但只有西带和中带可以对比。三江锡矿域的西带分布于怒江以西,从贡山到腾冲、梁河,与缅甸央米丁、莫契到泰国比劳克东山、普吉的东南亚锡矿域的西带完全相连;三江锡矿域的中带从类乌齐、云龙、昌宁到西盟、景洪,沿澜沧江西侧呈线形展布,与从泰国清迈沙蒙、他念他翁山、乌太他尼、潘甘岛、宋卡到马来西亚吉保山脉的东南亚锡矿域的中带相连;三江锡矿域的东带只分布于邓柯到乡城、中甸地区,与从泰国春武里、马来西亚东岸山脉到印尼勿里洞岛的东南亚锡矿域的东带,在空间上彼此不连,其成矿时代,特征和地质背景完全不同。

三江锡矿域和东南亚锡矿域的连接关系见图1。它们的三个锡矿带主要异同点的比较见表1。

三江和东南亚锡矿域均位于特提斯构造带内。根据作者等“七五”对三江重点科技攻关的研究[●][2],滇西在特提斯发育前存在两种构造成分:一种是由巨大断裂圈闭其古构造位置难以恢复并由前寒武系组成的变质地体(包括苍山—哀牢山、石鼓、崇山—澜沧、西盟和高黎贡山等五个变质地体);另一种是在古老地块边缘接受显生宙被动沉积的微板块(包括中甸、兰坪—思茅、保山三个微板块)。当下石炭世至上三叠世时,古特提斯在滇西形成东、西两支(图2),相应形成第三种构造成分——古特提斯增生带(包括东支的云岭、墨江—金平

● 罗君烈等,1990,滇西特提斯的演化及主要金属矿床成矿作用,云南省地矿局科研报告。

图 1 三江—东南亚

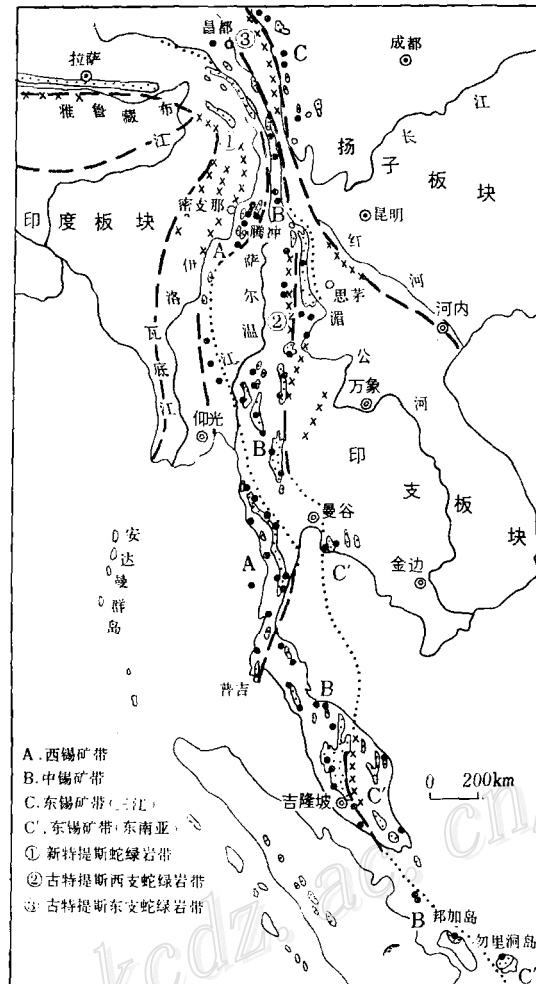
锡矿域锡矿分布及矿带对比

1—锡矿床(点); 2—花岗岩体;

3—主要断裂; 4—矿带分界

Fig.1. Distribution of tin deposits in the Sanjiang-Southeast Asia tin ore domain and comparison of tin ore belt.

1-Tin deposit (occurrence); 2-Granite body; 3-Major fault; 4-Boundary of ore belt; A-West tin belt; B-Central tin belt; C-East tin belt (Sanjiang); C'-East tin belt (Southeast Asia); ①-Neo-Tethys ophiolite; ②-Ophiolite belt along western branch of Paleo-Tethys; ③-Ophiolite belt along eastern branch of Paleo-Tethys.



A. 西锡矿带
B. 中锡矿带
C. 东锡矿带(三江)
C'. 东锡矿带(东南亚)
① 新特提斯蛇绿岩带
② 古特提斯西支蛇绿岩带
③ 古特提斯东支蛇绿岩带

1 2 3 4

和西支的孟连三个古特提斯增生带)。古特提斯造山后,滇西进入陆壳成熟阶段。由于新特提斯从中侏罗世至早第三世紧靠滇西的雅鲁藏布江至密支那发育,滇西整个纳入了相当于 A. M. C. Sengor 所称的基墨利地块的强烈陆内变形。因此,滇西含锡花岗岩类和主要锡矿床大多是燕山晚期和喜马拉雅期的产物。

三江锡矿域所属三个带均生成于特提斯增生带(或缝合线)的东侧。腾冲锡矿带(西带)是新特提斯洋北侧的高黎贡山变质地体以基底滑脱构造配置于密支那缝合线之东;澜沧江锡矿带(中带)紧靠孟连古特提斯增生带东缘;义敦—中甸锡矿带(东带)位于云岭古特提斯的东侧。上述的空间配置关系恰分别与新、古特提斯消亡形成的双变质带、蛇绿岩带及花岗岩带、幔源成矿组合(Cr、Ni、Pt、Fe、Cu等)及壳源成矿组合(Sn、W、Be、稀有等)的并列方式相吻合。

但是,三个锡矿带形成的构造阶段有明显差别。中带主要与印支期同造山花岗岩有关,是古特提斯主消亡期的产物;东带是三叠纪短暂岛弧消亡后的陆内地壳重熔的产物;西带是古老变质地体随新特提斯消亡沿热点改造和活化的结果。总之,滇西锡矿形成的区域构造环境具如下特点:

1. 空间上与古、新特提斯的分布作有规律的配置。

表 1 三江锡矿域和东南亚锡矿域各带特征对比表

Table 1. Comparison of characteristics of various ore belts in Sanjiang tin ore domain and in Southeast Asia tin domain

成矿条件	西 带		中 带		东 带	
	三江锡矿域	东南亚锡矿域	三江锡矿域	东南亚锡矿域	三江锡矿域	东南亚锡矿域
1. 主要围岩时代	C ₂₋₃ 勐洪群	C 为主, 普吉群、墨吉群	Pt ₂₋₃ 澜沧群、西盟群、崇山群	An ϵ 、 ϵ -O	T ₃	D-P
2. 容矿岩石	冰水沉积碎屑岩	冰水沉积含砾板岩	混合岩、片麻岩、片岩	片麻岩、片岩、大理岩	灰岩、砂板岩、火山岩	灰岩、砂岩
3. 含矿花岗岩时代	自东向西为三个亚带: 117-143Ma, 78.7-84.3Ma, 51.1-59.8Ma	泰国 7 条 Rb-Sr 等时线: 74 \pm 4 -98 \pm 7Ma, 一条等时线: 124 \pm 4Ma	196-238Ma, 部分 50.4-112.9 Ma	泰国 10 条 Rb-Sr 等时线: 201 \pm 22-244 \pm 28Ma, 一条: 130.4 \pm 4.4Ma	71-124.7Ma 为主, 部分 135.4-232Ma, 58-63.6Ma	320 \pm 60Ma, 少数 208Ma
4. 花岗岩带	复式中小型岩体, 地壳重熔花岗岩, 高侵位	中小型岩体, S型, 以蚀变强烈的“含锡花岗岩”为特征	同造山花岗岩, 长条状大中型岩基, 准原地低侵位及断裂重熔花岗岩	片麻状、线理状花岗岩, S型, 大型岩基, 糜棱岩、碎裂岩发育	小型岩体高侵位, S型	小型岩体, I型花岗岩
5. 锶初始值	0.7074-0.7137	泰国 0.7144-0.7453	0.7184-0.7233	泰国 0.7104-0.795 马来西亚 ϵ_{Sr} +12-+400 ϵ_{Nd} -6--10	马来西亚 ϵ_{Sr} +10-+80 ϵ_{Nd} -0.8-6 少量 ϵ_{Sr} +60-+120 ϵ_{Nd} -3.5--6	
6. 地球化学特征	富F、Na、Be、稀有, 萤石、黄玉、铌钽矿	特别富含Na、Li、F、稀有, 黄玉、萤石、锂云母、锂黑电气石、钠长石	富B、Na, 电气石、钠长石	富B、Ba, 伟晶状、电气石、含钼冰长石、多硅白云母	富K、W、Cu、Pb, 萤石、黝锡矿、少量马来石	富Mn, 马来石、锰斧石
7. 锡矿床类型	云英岩型、类砂卡岩型、伟晶岩型、变花岗岩型、内陆各类砂矿	含锡花岗岩型、伟晶岩型、热液脉带型、海滨及盆地砂矿	电英岩型、热液型、河湖相砂矿	砂卡岩型、伟晶岩型、风化壳及盆地砂矿	砂卡岩型、热液型	砂卡岩型、筒状锡矿

2. 成矿阶段极新。锡成矿带主要在陆内变形的古老变质地体区或相对稳定区。成锡的基础是滇西大面积的混合岩、花岗岩类在前寒武纪、加里东期、华力西期等多期的物质准备。

3. 特提斯消亡极其强烈的动力环境使滇西陆壳广泛出现基底滑脱、韧性剪切、糜棱岩带等。锡矿床的控矿、容矿构造无不受此制约。

4. 滇西锡矿容矿层位十分集中, 其岩性主要是碎屑岩、深变质岩类。因此, 以锡石-石

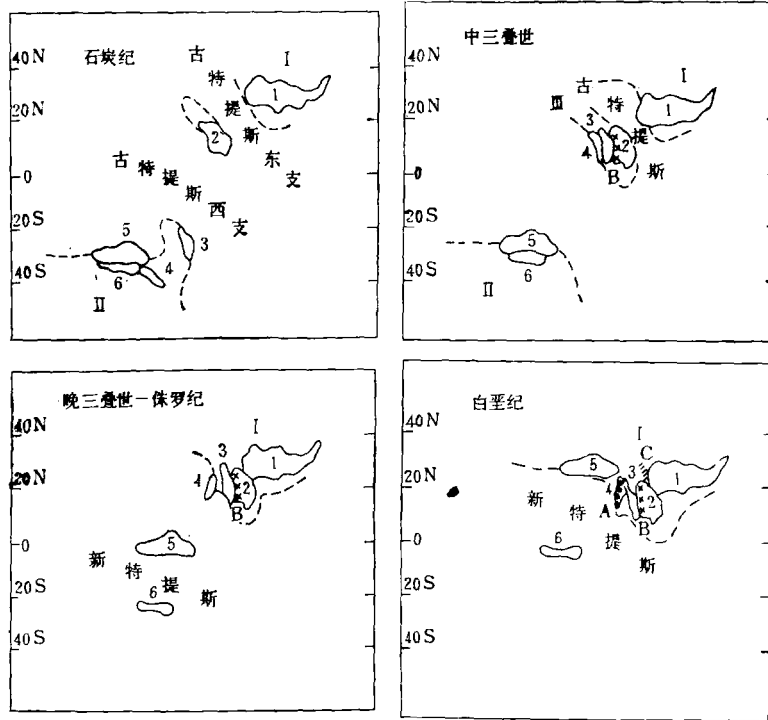


图 2 滇西锡矿和特提斯构造演化的关系 (古地磁数据见《滇西特提斯的演化及主要金属矿床成矿作用》, 1990)

I—欧亚古陆; II—冈瓦纳古陆; III—基墨利大陆; 1—扬子地块; 2—印支地块; 3—掸邦板块; 4—高黎贡山地体; 5—拉萨板块; 6—喜马拉雅板块; A—西锡矿带; B—中锡矿带; C—东锡矿带

Fig.2. Relationship of Western Yunnan (Dianxi) tin deposits to evolution of Tethysan tectonics.

I-Eurasian plate; II-Gondwana old land; III-Cimmerian continents; 1-Yangtze massif; 2-Indo-Sinian massif; 3-Shan plate; 4-Gaoligongshan terrains; 5-Lhasa plate; 6-Himalayan plate; A-West tin belt; B-Central tin belt; C-East tin belt.

表 2 滇西锡矿主要容矿地层部分高丰度元素背景值表(ppm)

Table 2. Background values of some high-abundance elements in major host strata of tin deposits in western Yunnan

带	地 层	Sn	W	Bi	B	F	Li	Rb	Cs	Be	Pb	Zn	As
西带	勐洪群	4.6—6.7	2.9—7.5	0.2—0.5	30—49	293—690	7—28	40—193	3.5—7.6	1.8—2.4	33—67	70—377	7.7—32.8
	高黎贡山群	4.3—4.9	1.6—2.3	0.5—1.0	13—75	459—637	33—34	177—232	11.8—12.0	1.9—2.0	33—40	40—56	1.7—10.5
中带	崇山群	2.8—4.0	1.8—2.7	0.2—1.1	52—109	707—716	33—45	116—195	15.8—19.2	2.1—2.7	21—35	48—78	2.5—3.8
	澜沧群	2.2—5.8	2.0—3.1	0.2—0.8	23—58	400—837	14—27	84—160	6.8—8.5	1.5—2.0	7—24	50—82	11.3—70
	西盟群及王雅组	1.3—32.7	0—15.7	0.3—3.8	28—153	241—3381	3—128	23—473	11.5—37.3	0.3—4.1	9—42	1—81	4.4—7.4
滇西地层平均		5.1	2.9	0.4	10.0	685	32	165	10.8	2.4	31	70	4.1
地壳克拉克值		2	2	0.09	10.0	625	20	90	3	2.8	12.5	70	1.8

据施琳等⁽³⁾ (1989) 资料综合

英矿系为主的组合是滇西的特色，它和南岭带以碳酸盐岩为围岩的矽卡岩型、锡石硫化物（或硫盐）型为主完全不同。滇西主要成锡的层位及其地球化学值见表2。

二、三江锡矿域西带的花岗岩类单元—超单元研究

参照W. S. Pitcher对花岗岩的单元—超单元填图方法，陈吉琛等^①对三江锡矿域西带

表3 腾冲—梁河地区花岗岩类单元—超单元划分表

Table 3. Division of granitoid units—superunits of Tengchong—Lianghe area

岩群	超单元	单元	岩石结构	同位素年龄 (Ma)	成矿元素组合
早第三纪 横江岩群	百华脑超单元	大秧田白云母、钠长石花岗岩	细粒微花岗岩结构		Sn-Nb-Ta-Rb 稀土
		漆木脑钾长花岗岩 百华脑 黑云母花岗岩	伟晶状 细粒等粒花岗岩结构		
	来利山超单元	淘金处黑云母钾长花岗岩	中粒等粒花岗岩结构	51.1	Sn-W云英岩型 (大型矿床)
		新塘黑云母二长花岗岩	中粒似斑状	58.9	
新歧超单元	新歧角闪、黑云二长花岗岩斑岩	微粒斑状	52.5		
	三个硐紫苏、角闪、黑云二长花岗岩 石生树紫苏、角闪、黑云二长花岗岩	细粒斑状 中粒似斑状	59.8		
水晶宫花岗岩 ^①			微粒斑状	52.8(?)	
晚白垩世 古永岩群	小龙河超单元	冻冰河白云母钠长石花岗岩	微花岗岩结构	78.7	Sn-W-Be 云英岩型 (大型矿床)
		左家寨含二云母碱长花岗岩 猫碛石黑云母钾长花岗岩 横沟黑云母二长花岗岩	细粒含斑结构 中粒等粒—含斑结构 细粒等粒结构	79.01	
	云峰山超单元	三草坝黑云母二长花岗岩 节节河黑云母二长花岗岩 铁厂河黑云母二长花岗岩	粗粒等粒结构 中粗粒似斑状 细粒似斑状	83.1 83.45 83.98	水晶 (Mo) (Mo)
青草岭紫苏、角闪二长闪长岩 ^①			中粒—含斑结构	84.3	
早白垩世 东河岩群	滇滩超单元	马头窝石英斑岩	显微斑状	127 118 138.4	Pb-Zn-(Ag) Sn-W-Fe (Sn)
		北风坡钾长花岗岩	微粒斑状		
		大哨塘黑云钾长花岗岩	细粒似斑状		
		烧灰坝黑云钾长花岗岩 大偏山黑云母二长花岗岩	中粒等粒结构		
	明光超单元	大硐厂花岗岩斑岩	微粒斑状	127	Pb-Zn-(Sn)
		上矿山黑云钾长花岗岩 晒米坡含角闪黑云二长花岗岩 弯塘含角闪黑云花岗岩闪长岩	细粒等粒结构 中粒似斑状 细粒等粒—含斑结构	134 143	
棋盘石超单元	夹谷山角闪黑云花岗岩闪长岩	微粒斑状	117	Pb-Zn-Sn	
	酱缸山角闪黑云石英二长闪长岩	中粒等粒结构	122		

① 暂未列入超单元归属的单元

● 陈吉琛等, 1989, 腾冲—梁河地区含锡花岗岩形态、特征、含矿性及分布规律研究, 云南省地质研究所研究报告

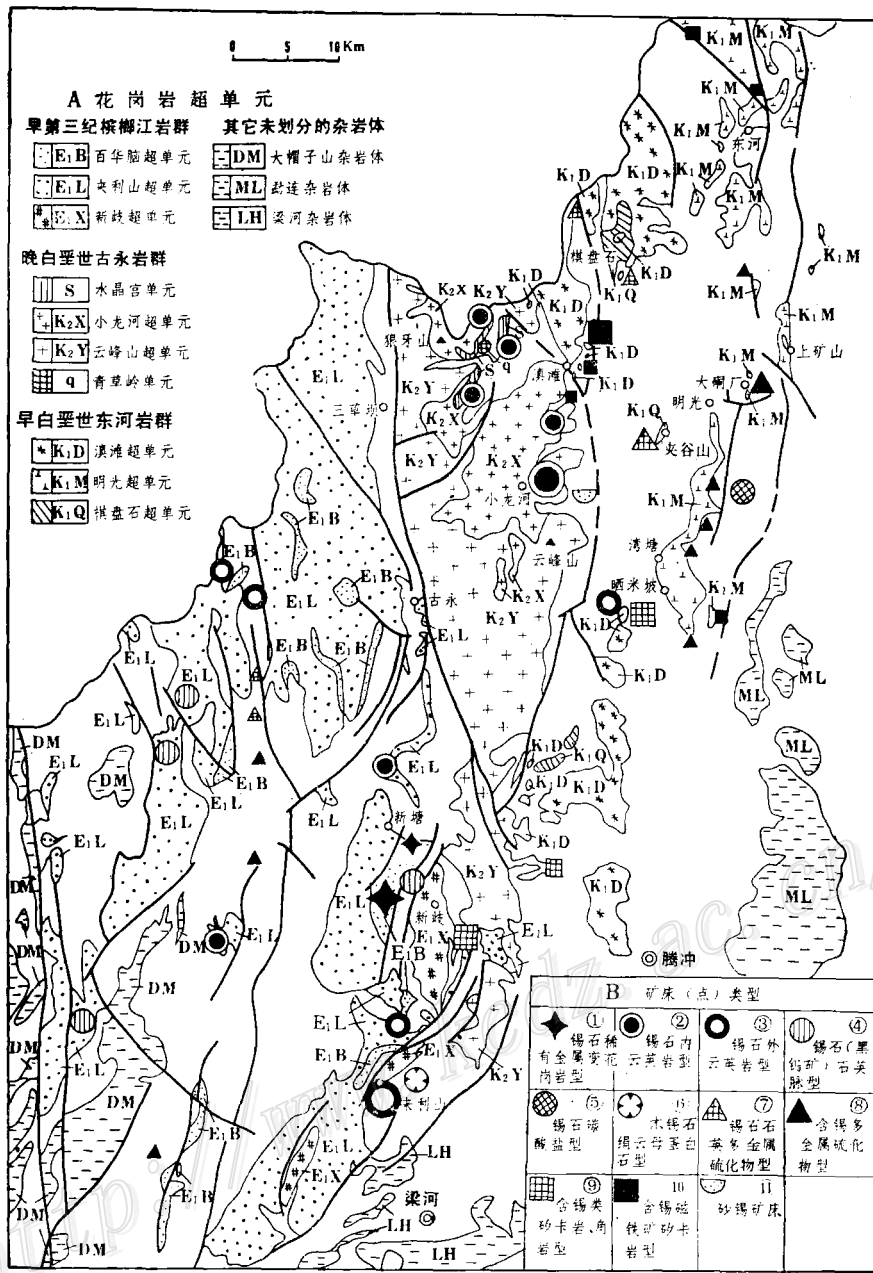


图 3 腾冲—梁河地区花岗岩超单元及矿床分布图
(据陈吉琛资料编)

Fig.3. Granite superunits and distribution of ore deposits in Tengchong-Lianghe area. A-Granite superunits: Eocene Binlangjiang rock group: E₁B-Baihuanao superunits; E₁L-Lailishan superunit; E₁X-Xinqi superunit; Late Cretaceous Guyong rock group: S-Shuijinggong unit; K₂X-Xiaolonghe superunit; K₂Y-Yunfengshan superunit; q-Qingcaoling unit; Early Cretaceous Donghe rock group: K₁D-Diantan superunit; K₁M-Mingguang superunit; K₁Q-Qipanshi superunit; other undivided complexes: DM-Damaozhishan complex; ML-Mengliang complex; LH-Lianghe complex. B-Types of ore deposits (occurrences): ①-Cassiterite-rare metal meta-granite type; ②-Cassiterite-endogreisen type; ③-Cassiterite-exogreisen type; ④-Cassiterite (wolframite) quartz vein type; ⑤-Cassiterite-carbonate type; ⑥-Wood tin-sericite-opal type; ⑦-Cassiterite-quartz-polymetallic sulfide type; ⑧-Tin-bearing polymetallic sulfide type; ⑨-Tin-bearing skarnoid and hornfels type; ⑩-Tin-bearing magnetite-skarn type; ⑪-Placer tin.

的腾冲—梁河地区花岗岩按侵入体—单元—超单元—岩群四个级次进行划分，它们分别类似于地层中的段—组—群—超群。由于在腾梁地区的解剖对深入认识滇西含锡花岗岩类有意义，下面概述其主要成果。

(一) 腾冲梁河地区花岗岩类的单元—超单元划分

除三种杂岩体归属未定外，该区花岗岩类共划分出三个岩群、8个超单元、28个单元和若干侵入体。其分布及特征分别见图3和表3。

上述单元、超单元划分的基础是野外观察。侵入体除较大者外，岩性比较均一，内部不存在岩性的截然分界。侵入体之间为突变接触。单元是将年代相同（或相近）且基本岩石类型相当的邻近几个侵入体归并，命名时用基本岩石名称。超单元是根据岩石结构、组成、化学成分结合同位素年龄值将基本上是一同熔融事件（同源、同成因）、一般在几百万年间隔内的单元合并，野外常是自然共生的复式岩体。单元与单元间主要是涌动式接触，也有脉动接触关系。图4表示了百华脑超单元内部三个单元及其与来利山超单元间的各种接触关系。岩群则是指同一岩浆旋回中控岩构造环境相同的超单元聚集区，可看成是独立的构造岩浆小

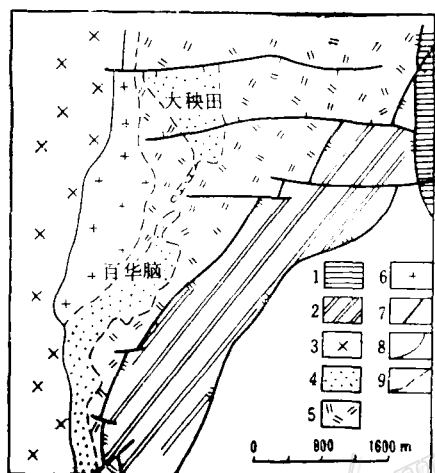


图4 百华脑超单元的三个单元之间及其与来利山超单元的联系关系

1—勐洪群；2—高黎贡山群；3—来利山超单元；4—大秧田细粒白云母钠长石花岗岩；5—漆木脑伟晶状钾长花岗岩；6—百华脑细粒黑云碱长花岗岩；7—断层；8—侵入接触界线；9—涌动接触界线

Fig.4. Contact relation between three units within Baihuanao superunit, and between Baihuanao superunit and Lailishan superunit.

1—Manghong Group; 2—Gaoligongshan Group; 3—Lailishan superunit; 4—Dayangtian fine-grained muscovite-albite granite; 5—Qimunao pegmatitic K-feldspar granite; 6—Baihuanao fine-grained biotite alkali-feldspar granite; 7—Fault; 8—Boundary of intrusive contact; 9—Boundary of surge contact.

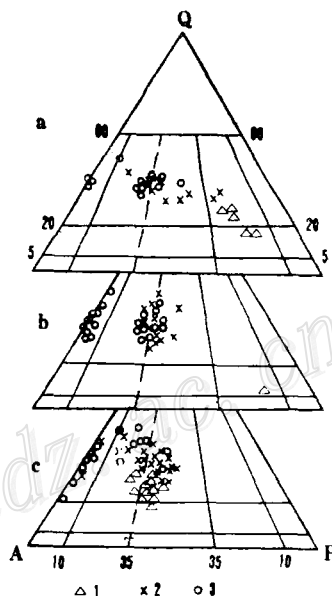


图5 岩石类型图解

a—东河岩群（1—棋盘石超单元；2—明光超单元；3—滇滩超单元）；b—古永岩群（1—青草岭超单元；2—云峰山超单元；3—小龙湖超单元）；c—槟榔江岩群（1—新歧超单元；2—来利山超单元；3—百华脑超单元）

Fig.5. Diagram illustrating rock types.

a—Donghe rock group (1—Qipanshi superunit; 2—Mingguang superunit; 3—Diantan superunit); b—Guyong rock group (1—Qingcaoling superunit; 2—Yunfengshan superunit; 3—Xiaolonghe superunit); c—Binlangjiang rock group (1—Xinqi superunit; 2—Lailishan superunit; 3—Baihuanao superunit).

带。岩群之间成岩时代间隔较大,且岩群内的超单元形成时间上时有并列重叠现象。

(二) 岩石类型的演化 (图5)

1. 虽然三个岩群的岩石类型包括碱长花岗岩、钾长花岗岩、二长花岗岩、花岗闪长岩和石英二长闪长岩,但古永岩群和槟榔江岩群更集中于碱长花岗岩和钾长、二长花岗岩区,两者出现惊人的一致性。早期的东河岩群岩类范围稍散,偏基性,但从石英二长闪长岩向碱长花岗岩依次演化明显。

2. 三个岩群只在后期的超单元(滇滩、小龙河、百华脑超单元)的某些单元中才出现碱长花岗岩类。

3. 按超单元为单位,对比其分异程度,有三种情况:(1)单元之间岩类有一定范围,但分异是连续过渡的。如棋盘石、明光、来利山、百华脑超单元。(2)单元集中于两个区间的岩类,彼此之间并不连续。如滇滩、小龙河超单元。(3)单元之间的岩类只集中于一个区间。如云峰山、新歧超单元。令人注目的是,三种情况凡属后期超单元的成锡(多金属、稀有)都较好。

4. 按上述三种情况总结不同岩群的演化趋势可以看出:东河岩群是从连续分异开始,晚期稳定在两个岩类区;古永岩群是从一个稳定的岩区开始,晚期也稳定于两个岩类区;槟榔江岩群则从一定稳定岩区开始,中后期连续分异成不同的岩石类型。

(三) 地球化学特征

由于各超单元内所包括的单元自行构成了演化系列,因此表4列出的变化幅度掩盖了许多特点,但对比单元间地球化学特征值可看出:

1. 地球化学特征反映出的酸碱度、分异指数、演化趋势与前述的岩石类型 $Q-A-P$ 图解相吻合。其中规律性较强的是 DI 、 S 、 A 、 B 、 $A \cdot R$ 、 F/B 、 ReI 值。

2. 岩石酸度、碱度较低,基性组分高、岩石分异程度低的是棋盘石超单元;明光、云峰山和新歧超单元中的初期单元(如弯塘、青草岭、石生树、三个洞等单元)也有类似情况;而酸度、碱度特高,基性组分低、分异强烈的是小龙河、来利山、百华脑超单元。

3. K_2O/Na_2O 比值中,新歧超单元和滇滩超单元的北风坡单元较高。其 K_2O 为5.34—5.84%,远高于滇西平均的3.94%。百华脑超单元则是两极分化成富钾、富钠的两个端员,因此 K_2O/Na_2O 跳动大,其中富钠花岗岩的风化壳直接是含矿岩石。

4. 除棋盘石超单元为铝不饱和,明光、滇滩、云峰山、新歧超单元中某些单元为正常一铝过饱和外,大多数属铝过饱和系列。

5. 在 $A-C-F$ 图中,棋盘石超单元投影点落入I型区;明光、云峰山、新歧超单元跨越I—S型区,它们与含褐帘石、楣石等一致;其余都落在S型区。

6. ReI 值表明,小龙河超单元和来利山、百华脑超单元中的大部分单元的Li、Rb、Cs等稀有元素特高,成矿元素和挥发成分也高,而Ba、Sr及基性组分低。稀有元素值最低的是棋盘石超单元。

(四) 主要造岩矿物及副矿物组合

1. 钾长石:表5反映出各超单元内的钾长石类型,它是根据X光衍射测定数据按 $\Delta P-\Delta Z$ 图解命名。凡三斜度、有序度的变化幅度过大者,说明其钾长石(亚)类型从早期单元向晚期单元作有规律的变化。

表4 腾梁地区花岗岩类各超单元地球化学特征值

Table 4. Geochemical characteristic values of various superunits of granitoids in Tengchong—Lianghe area

岩群	东河			古永		核桃江		
	棋盘石	明光	滇滩	云峰山	小龙河	新歧	来利山	百华脑
<i>DI</i>	55.6—78.1	78.71—91.29	88.52—92.6	55.63—88.9	85.81—92.41	78.83— 85.28	79.15— 91.82	85.15— 95.23
<i>Cl</i>	21.9—42	5.72—17.17	3.77—7.59	6.49—38.23	0.90—4.56	11.54— 16.21	4.82— 11.24	2.75— 7.53
<i>S</i>	62.08—70.4	71.53—76.1	73.51—76.15	57.42—74.55	72.89—75.43	68.12— 70.99	69.77— 75.20	73.65— 77.45
<i>A</i>	5.34—7.43	6.62—8.28	7.25—8.52	7.13—8.05	5.8—8.32	8.31— 8.90	7.12— 8.44	6.95— 8.40
<i>B</i>	22.09—34.04	15.54—21.26	15.47—16.82	16.59—34.25	14.98—15.47	19.76— 22.24	15.55— 20.94	13.83— 17.46
<i>K₂O/Na₂O</i>	0.62—1.14	0.75—1.62	1.41—2.17	1.20—1.61	1.32—1.61	1.61— 1.85	1.21— 1.94	0.88— 2.58
<i>F/(Fe³⁺+Fe²⁺)</i>	0.17—0.55	0.32—0.57	0.21—0.58	0.26—0.42	0.36—0.43	0.19— 0.27	0.07— 0.40	0.33— 0.40
<i>A·R</i>	1.66—2.45	2.22—3.97	3.29—4.28	1.90—3.42	2.32—4.37	2.12—3.56	2.60—4.3	2.96—5.34
<i>A'/CNK</i>	0.84—0.9	0.98—1.03	0.98—1.10	0.83—1.06	1.02—1.85	0.96—0.97	0.98—1.22	0.96—1.43
<i>C/ACF</i>	0.24—0.30	0.1—0.23	0.06—0.12	0.11—0.23	0—0.09	0.13—0.18	0.09—0.18	0.03—0.10
<i>A/Al</i>	0.49—0.69	0.64—0.85	0.74—0.84	0.56—0.80	0.53—0.86	0.74—0.81	0.62—0.87	0.65—0.96
<i>K/Rb</i>	146—150	100—81	106—197	78—190	20—88	143—152	75—192	33—128
<i>Rb/Sr</i>	0.27—0.8	0.7—6.8	1.44—10.3	0.3—16.5	24.2—700	1.19—1.9	1.28—34.9	12.2—314
<i>Rb/Ba</i>	0.22—0.6	1.04—8.28	1.22—3.06	0.2—3.1	6.82—74	0.58—1.4	0.6—22.6	6.5—104
<i>F/B</i>	8—142	22—230	17.7—33.2	172—179	285	128	43—519	56—1367
<i>Rel</i>	93—144	259—2282	363—967	205—4547	13646— 241600	389—856	359— 26292	2224— 370271

表中, *DI* 分异指数; *Cl* 结晶指数; *S* 酸性组分 ($\text{SiO}_2 + \text{TiO}_2$); *A* 碱性组分 ($\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$); *B* 基性组分 ($\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TFe} + \text{MnO} + \text{MgO} + \text{CaO}$); *A·R* 碱度率 ($(\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}) / (\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} - \text{K}_2\text{O} - \text{Na}_2\text{O})$); $A'/CNK = \text{Al} / (\text{Ca} + \text{Na} + \text{K})$ 分子比; $C/ACF = \text{Ca} / (\text{Al} + \text{Ca} + \text{TFe})$ 分子比; $A/Al = \text{K} + \text{Na} / \text{Al}$ 分子比; *Rel* 稀有元素指数 ($F(\text{Li} + \text{Rb}) / (\text{Ba} + \text{Sr})$)。本表引自陈吉琛等 (1989) 数据综合。

2. 黑云母: 黑云母矿物类型及微量元素特征见表6。与成矿关系密切的超单元以富铁的铁叶云母为主, 少数铁质黑云母; 当富 Li、Rb、F 时, 成矿性最佳。随分异到晚期, *MS* 率降低、含 Fe 率增加的规律性十分明显。铁氧化率略有增加, 但幅度不大。

表 5 各超单元钾长石特征表

Table 5. Characteristic parameters of K-feldspar in various superunits

岩群	东 河			古 永		槟 榔 江		
	棋盘石	明 光	滇 滩	云峰山	小龙河	新歧	来利山	百华脑
超单元	棋盘石	明 光	滇 滩	云峰山	小龙河	新歧	来利山	百华脑
钾长石 类 型	微纹 正长石	正长石	正长石—最 大微斜长石	正长石—最 大微斜长石	最大微斜长石	正长石	正长石—最 大微斜长石	最大微 斜长石
Or:Ab:An		Or = 61.7—67 Ab = 31.9—37.2 An = 1.1		Or = 61.73 Ab = 37.15 An = 6.46	Or = 82.5—89.7 Ab = 10.3—17.5 An = 0—1.0			
三斜度 ΔP		0.24—0.25	0—0.697		0.74—0.91	0—0.34		
有序度 ΔZ		0.49	0.073—0.783		0.76—0.95	0.45—0.6		

表 6 黑云母类型及副矿物组合表

Table 6. Biotite types and accessory mineral assemblages

岩群	东 河			古 永		槟 榔 江		
	棋盘石	明 光	滇 滩	云峰山	小龙河	新 歧	来利山	百华脑
超单元	棋盘石	明 光	滇 滩	云峰山	小龙河	新 歧	来利山	百华脑
黑云母类型	镁质黑云母— 铁质黑云母	镁质黑云母— 铁质黑云母	镁质黑云母— 铁质黑云母	镁质黑云母— 铁质黑云母	铁质黑云母— 铁质黑云母	铁质黑云母	铁质黑云母	铁质黑云母— 铁质黑云母
mg ①	0.44—0.52	0.40—0.54	0.33—0.63	0.1—0.46	0.04—0.18	0.29	0.08	0.01
f_0 ①	0.23—0.24	0.17—0.28		0.14—0.23	0.17—0.23	0.20	0.20	0.20—0.39
fc ①	0.47—0.54	0.47—0.58	0.6—0.65	0.53—0.89	0.56—0.95	0.70	0.91	0.98
副矿物组合	磁铁矿— 锆石	磁铁矿— 钛铁矿—锆 石	磁铁矿— 黄玉(晚期 单元)	磁铁矿— 锆石—榍石 —褐帘石	独居石— 锆石(晚期 富铪)—黄 玉—锡石	磁铁矿— 钛铁矿— 锆石— 褐帘石	磁铁矿— 锆石(富 铪)	锆石(富 铪)—褐帘 石—铌钽铁 矿

① 表中, $mg = Mg / (Fe^{3+} + Fe^{2+} + Mn + Mg)$; $f_0 = Fe^{3+} / (Fe^{3+} + Fe^{2+})$; $fc = (Fe^{3+} + Fe^{2+}) / (Fe^{3+} + Fe^{2+} + Mg)$

3. 副矿物组合: 从上表 6 还可看出, 早期超单元中富磁铁矿、钛铁矿或富榍石; 后期超单元富锆石、黄玉、铌钽矿物。褐帘石的出现位置有些特殊, 有些像华南地区于早期超单元中出现, 但很大一部分富集在晚期单元、超单元中(小龙河、百华脑超单元等)。锆石只在小龙河(晚期单元)、来利山、百华脑超单元中为富铪锆石, 其 Zr/Hf 比值 5.42—9.84; 其它超单元中的锆石 Zr/Hf 比值为 20.6—47.88。富铪锆石的出现明显有利于成锡。

(五) 稀土含量

经对各超单元、单元的花岗岩类稀土含量进行化学分析, 其特征如表 7。除明光超单元的大洞厂单元和百华脑超单元的漆木脑单元部分样品稀土总量(1611—1288ppm)很高外, 其余一般含量中等且比较稳定。轻稀土中等丰度, 仅新歧超单元和来利山的新塘单元明显偏高(LREE/HREE=5.08—6.71); 相反, 重稀土富集的只有马头窝、大秧田两个单元(LREE/HREE=0.3—0.56)。铈亏损以滇滩、小龙河、来利山(淘金处单元)、百华脑

表 7 各超单元花岗岩类稀土含量特征表(ppm)

Table 7. REE contents of granitoids of various superunits

岩群	东 河			古 永		槟 榔 江		
	棋盘石	明 光	滇 滩	云峰山	小龙河	新歧	来利山	百华脑
ΣREE	181.05— 231.48	131.3—1288	77—233.8	208.05— 360.52	68.6—389.3	385—439	163.16— 415	137— 1611
LREE	133.14— 178.35	78.1—1059	27.7—158	105.46— 282.41	55.05— 255.91	322.08— 381.99	46.93— 228.53	50.14— 1185.46
HREE	47.91— 53.13	30.32—229	45.4—74.8	56.07— 110.41	13.55— 133.39	56.88— 63.22	105.78— 208.68	60.55— 425.97
LREE/HREE	2.77—3.35	1.46—4.62	0.56—2.83	1.83—4.63	1.26—4.06	5.08—6.71	0.4—5.26	0.3—2.78
δEu	0.53—0.81	0.18—0.50	0.12—0.36	0.22—0.48	0.08—0.22	0.54—0.57	0.03—0.6	0.03—0.54
La/Sm	7.91—8.13	5.44—8.89	1.54—5.99	4.56—8.03	3.50—7.45	7.70—8.37	1.39—7.44	1.22—7.59
La/Yb	8.73— 15.34	5.17— 27.50	1.40—11.04	3.54—20.17	1.38—13.49	25.7—32.2	1.07— 21.25	0.38— 18.23

表 8 各超单元花岗岩类同位素组成表

Table 8. Isotopic composition of granitoids of various superunits

岩 群	东 河			古 永		槟 榔 江		
	棋盘石	明 光	滇 滩	云峰山	小龙河	新 歧	来利山	百华脑
⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr	0.7095— 0.7096	0.7084— 0.7132	0.7165	0.7090— 0.7105	0.7105— 0.7199	0.7120— 0.7123	0.7138	
全岩 δ ¹⁸ O (‰)	5.11— 10.59	8.20— 10.55	4.99—10.74	8.99— 10.07	8.26— 10.93	8.99— 10.55	9.13— 12.49	6.88
δD (‰)	-71.3— -88.3	-66.4— -105.8	-88.2— -111.5	-80.3— -132.2	-96.3— -154.4	-110.7— -111.6	-72.9— -105.2	-93.5
²⁰⁶ Pb/ ²⁰⁴ Pb	18.659— 18.88	18.657— 18.797	18.686— 18.762	18.667— 18.943	18.177— 18.774	18.712— 18.994	18.637— 18.785	18.654
²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁴ Pb	15.696— 15.74	15.714— 15.807	15.682— 15.774	15.697— 15.77	15.714— 15.74	15.744— 16.002	15.653— 15.689	15.649
²⁰⁸ Pb/ ²⁰⁴ Pb	39.118— 39.296	39.005— 39.48	39.17— 39.466	39.115— 39.269	39.204— 39.318	39.124— 40.124	39.038— 39.147	39.02

等超单元强烈。新歧超单元La/Sm、La/Yb值特高。

(六) 同位素组成

各超单元花岗岩类同位素值见表8。其铅同位素图解(图6)说明三个岩群均来自造山带与上地壳之间或上地壳之上。其中,古永岩群更靠近上地壳演化线;槟榔江岩群偏靠造山带演化线。锶初始比值的投影图也是介于上地幔与上地壳增长线之间,且其比值随时代变新呈有规律性增大。由于造山带物质和上地壳存在不同比例的混合,造成锶初始比值出现三个级次:棋盘石超单元较低;明光、云峰山超单元次之;滇滩、小龙河、新歧、来利山超单元较高。全区除个别单元(酱缸山、北风坡)δ¹⁸O(‰)偏低外,大多数单元的δ¹⁸O(‰)、δD(‰)

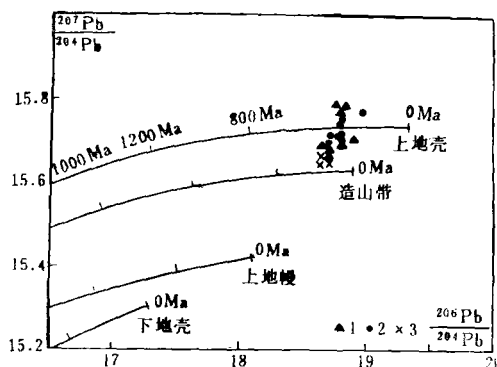


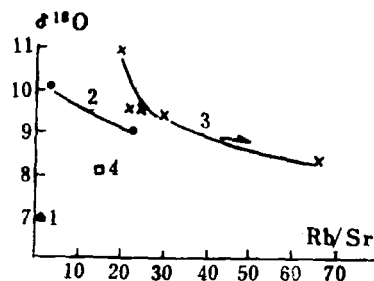
图6 花岗岩长石铅同位素组成的座标图

(采用Doe模式, 据陈吉琛等)

1—东河岩群; 2—古永岩群; 3—槟榔江岩群

Fig.6. Plot of lead isotope composition of granite.

1-Donghe rock group; 2-Guyong rock group; 3-Binlangjiang rock group.

图7 $\delta^{18}\text{O}$ —Rb/Sr关系图

(据陈吉琛等)

1—青草岭; 2—云峰山; 3—小龙河; 4—水晶宫单元

Fig.7. $\delta^{18}\text{O}$ —Rb/Sr diagram.

1-Qingcaoling; 2-Yunfengshan; 3-Xiaolonghe; 4-Shuijingong unit.

均属正常花岗岩范围。对古永岩群内两个超单元(云峰山、小龙河)的 $\delta^{18}\text{O}(\%)$ —Rb/Sr关系曲线并和归属未定的青草岭、水晶宫单元进行对比(图7)可看出:(1)云峰山和小龙河两个超单元形成两条平行演化线,反映出成岩机制相同但物源各异;(2)两条线的上下排列反映随岩浆演化 $\delta^{18}\text{O}(\%)$ 增大的一般规律,但每条演化线随时代变新而 $\delta^{18}\text{O}(\%)$ 反而下降的原因尚待查明,可能反映了岩浆选择性熔融区加深而有别于一般岩浆分异的特殊情况;(3)归属未定的单元其对比关系更难判定。野外观察青草岭单元是受小龙河超单元环绕的巨大捕虏体;水晶宫单元是侵入于小龙河超单元中岩性特殊的后期岩体。

(七) 空间展布及含矿性

图3反映出三个岩群自东向西依次展布,构成了三个花岗岩亚带随时代变新向西迁移的现象。由于岩群间均受较大断裂分割,超单元之间的同位素年龄值(表3)有重叠现象,反映出各超单元、单元的岩体形成的源地和定位机制有差异。例如,燕山早期的东河岩群是沿断裂侵位形成明光、滇滩东西两条空间上并列且时间上交叉的超单元,它们又分别控制了大碚厂含锡多金属矿带和滇滩铁(锡)矿带;而稍早的棋盘石超单元更多地具有幔壳混合特征且零星分布。燕山晚期的古永岩群为断裂控制的复式杂岩体,随时间演化,晚期超单元浓缩到小龙河和狼牙山两个中心,成岩过程具有热力底辟、中心塌陷后顶蚀再侵位的特点,形成重要的小龙河、铁窑山等锡矿床。喜马拉雅早期的槟榔江岩群是受弧形断裂控制,先形成大片的新歧超单元,普遍具有塑性流动特征、含矿性差;晚期来利山、百华脑超单元沿弧顶、次级断裂不规则侵位,在有利地段形成大型来利山锡矿和含锡稀有金属变花岗岩矿床。

三、滇西地区原生锡矿床类型及成矿系列

(一) 原生锡矿床类型

滇西地区锡矿包括三江锡矿域西带、中带的主体部分。由于与混合岩有关的伟晶岩锡矿

研究不多，与火山（次火山）作用有关的锡仅具矿化，本文只对与花岗岩类有关的原生锡矿床类型进行划分（表9）。

表9 滇西原生锡矿床类型表

Table 9. Types of primary tin deposits in western Yunnan

控矿环境	类 型 成矿阶段 容矿岩石	岩浆晚期 碱(自)交代 阶段(>500℃)	气化—高温热液阶段(500—300℃)		中温热液阶段 (300—200℃)	低温热液阶段 (200—50℃)
			富氟	富硼、富氯		
相对封闭构造环境	花岗岩体内	锡石稀有金属 变花岗岩型 (新歧式)	锡石内云英岩型 (小龙河式)	锡石内电英岩型 (志本山式)	锡石(黑钨矿) 石英脉型 (地瓜山式)	
相对开放构造环境	长英质碎屑岩(钙硅酸盐岩、混合岩、变质岩)	锡石稀有金属 花岗伟晶岩型 (宝华山式)	锡石外云英岩型 (来利山式)	锡石外电英岩型 (西盟式)	锡石石英多金属 硫化物型 (夹谷山式)	木锡石(锡石) 绢云母蛋白石 (石英)型 (丝光坪式)
	碳酸盐岩		接触交代作用 含锡类砂卡岩、角岩、叠加锡石云 英岩型(老平山式) 含锡磁铁矿(硼镁铁矿)镁质砂卡 岩型(滇滩式)		含锡 多金属 硫化物型 (大铜厂式)	锡石碳酸盐型 (茶子园式)

(参照施琳等方案修改)

具重要工业价值的主要是锡石内云英岩型、锡石外云英岩型、锡石外电英岩型、含锡类砂卡岩、角岩、叠加锡石云英岩型。滇西成锡特殊的是相对封闭构造环境下的花岗岩体内成矿和与钙硅酸盐岩(如勐洪群)的类砂卡岩型及与富镁碳酸盐岩(P₁)有关的镁质砂卡岩型，而丝光坪式层间破碎带的木锡石(锡石)-绢云母-蛋白石(石英)组合较为特殊。

(二) 原生锡矿床成矿系列

按程裕淇、陈毓川(1984)的概念，矿床成矿系列系指在某一构造单元内，地质发展某个阶段，与某一种成矿地质作用有关的，在成因上互有联系的一套各矿种各类型的矿床组合。参照三江系列图^①的方案，将滇西原生锡矿划为两个成矿系列、4个亚系列、17个代表性矿床(式)，见表10。这里强调了按时代的岩浆旋回进行划分，但各旋回之间矿床类型既有重复，也有差别。

(三) 锡矿成矿特征

限于篇幅，不能对各种成因类型、成矿系列进行叙述。下面简述几点结论：

1. 滇西锡矿主要受岩浆演化的控制，尤与高度分异的后期超单元、单元有关，如腾冲—梁河地区成锡以小龙河超单元的猫舔石单元、来利山超单元的淘金处单元最重要；其它如夹谷山、大铜厂、大哨塘、铁厂河、大秧田等单元都有中小型锡矿床，但成矿组合、矿床类

① 罗君烈、赵准，1989，怒江澜沧江金沙江区域地质矿产系列图(1:200万)，地矿部三江重点片协调组

表 10 滇西原生锡矿床成矿系列

Table 10. Metallogenic series of primary tin deposits in western Yunnan

成矿系列	成矿亚系列	代表性矿床(式)	成矿元素		岩类	成岩成矿时代(Ma)	主要成因类型
			主要	次要			
I. 华力西晚期—印支期与花岗岩类有关的成矿系列	I ₁ 与华力西晚期—印支期花岗岩类有关的锡、钨、多金属、稀有金属成矿亚系列	厂洞河式	Cu, Pb, Zn	Sn	火山-沉积岩		含锡多金属硫化物型
		铁厂式	Sn	W, Bi, Cu, Pb, Zn	片麻状花岗岩		锡石硫化物外电英岩型
		彝坝地式	Sn	W	碎裂花岗闪长岩	237	锡石外电英岩型
		布朗山式	Sn	Cu, Pb, Zn	白云母花岗岩	228	含锡类砂卡岩、角岩 叠加云英岩型
		勐宗式	Sn	W, Nb, Ta	二云母花岗岩	231.3	锡石内云英岩型
II. 与燕山—喜马拉雅早期花岗岩类有关的成矿系列	II ₁ 与燕山早期花岗岩类有关的铁、多金属、锡、硅灰石成矿亚系列	夹谷山式	Sn	Pb, Zn	角闪黑云花岗岩 长斑岩	117	锡石多金属硫化物型
		大洞厂式	Pb, Zn	Sn	花岗岩	127	含锡多金属硫化物型
		滇滩式	Fe, 硅灰石	Sn	黑云钾长花岗岩	118—138.4	含锡磁铁矿镁质砂卡岩型
		铁窑山式	Sn	Fe	斑状黑云钾长花岗岩	127	含锡类砂卡岩、角岩 叠加云英岩型
	II ₂ 与燕山晚期花岗岩类有关的锡、钨、铁、稀有金属成矿亚系列	老平山式	Sn		似斑状黑云二长花岗岩	83.98	含锡类砂卡岩、角岩 叠加云英岩型
		小龙河式	Sn, W	Nb, Ta	黑云钾长花岗岩	78.7—79.01	锡石内云英岩型
		冻冰河式	Sn	Fe	白云钠长花岗岩		含锡磁铁矿镁质砂卡岩型
	II ₃ 与喜马拉雅早期花岗岩类有关的锡、钨、稀有金属成矿亚系列	来利山式	Sn, W		黑云钾长花岗岩	51.1—58.9	锡石外云英岩型
		丝光坪式	Sn		黑云钾长花岗岩	51.1—58.9	木锡石(锡石)绢云母蛋白石(石英)型
		新歧式	Nb, Ta, Sn	W, Rb, Li	钠长花岗岩		锡石稀有金属变花岗岩型
		宝华山式	Nb, Ta	Sn, Be	花岗伟晶岩		锡石稀有金属花岗伟晶岩型
西盟式		Sn	W	黑云斜长片岩		锡石外电英岩型	

型各异。

2. 成矿年代学和地球化学研究表明, 三江锡矿域中带以华力西晚期—印支期矿床较多, 但叠加的燕山、喜马拉雅早期矿床也重要, 富硼、富氟的电英岩型是该带主要类型; 三江锡矿域西带均为燕山期以后成矿, 尤以燕山晚期及喜马拉雅早期占重要, 富氟、贫氯的

(内、外)云英岩型占优势。

3. 矿田、矿体的形态受断裂控制明显。滇西十分特征的层间破碎、滑脱、各类构造岩(碎裂岩、糜棱岩、角砾状矿石)反映了本区成矿过程强烈的内动力作用。小龙河成群成带的内云英岩脉、来利山延深很大的多期次角砾岩化矿石、丝光坪、藕坝地、西盟阿莫等规模较大、形态特殊的层间破碎带矿床是其例证。

4. 施琳等^[3](1989)对腾冲梁河地区云英岩型锡矿床氢、氧同位素的研究(图8),说明含锡花岗岩类及成矿流体均源于初始岩浆水,但两者具有不同的演化方向。含锡花岗岩类晚期 $\delta D(\text{‰})$ 急剧降低, $\delta^{18}O(\text{‰})$ 基本不变;含矿溶液则在低氘的同时,发生明显的“ ^{18}O 漂

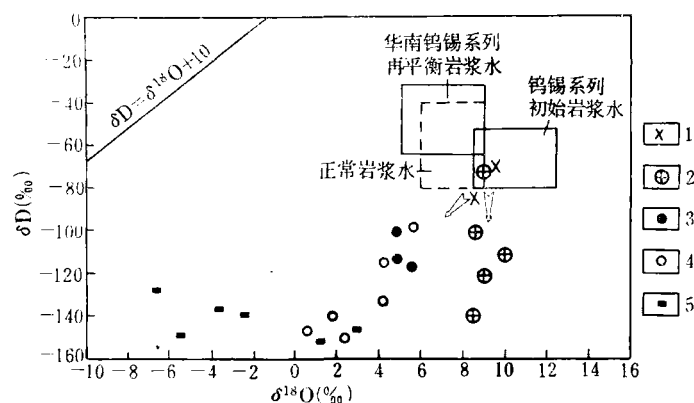


图8 云英岩型锡矿床成矿流体氢、氧同位素组成
(据施琳、陈吉琛资料编)

1—来利山超单元花岗岩; 2—小龙河超单元花岗岩; 3—来利山外云英岩(锡石、石英); 4—小龙河内云英岩(锡石、石英); 5—云英岩中的白云母

Fig.8. Hydrogen and oxygen isotope composition of ore-forming fluids in the greisen type tin deposits.

1-Granite of Lailishan superunit; 2-Granite of Xiaolonghe superunit; 3-Lailishan exogreisen (cassiterite, quartz); 4-Xiaolonghe endogreisen (cassiterite, quartz); 5-Muscovite in greisen.

移”,具有大气降水渗入的特点。据周维全(1989)计算,丝光坪木锡石(锡石)绢云母蛋白石(石英)型锡矿床的大气降水渗入量大大高于内、外云英岩型。

腾梁地区硫同位素组成除云英岩化矽卡岩显示富重硫特征外,云英岩型锡矿石的黄铁矿皆在 $+1.3$ — $+7.8\text{‰}$ 间,与该区花岗岩副矿物黄铁矿 $\delta^{34}S=3.6\text{‰}$ 基本一致,显示单硫来源。

5. 经对腾梁地区570件的成矿流体包裹体研究,其数据反映出:

(1) 成矿温度:内云英岩型 531 — 360°C 先晶出绿柱石、含锂铁叶云母、黄玉; 423 — 310°C 为锡石形成主期; 310 — 190°C 为叠加的锡石石英脉、锡石云母脉、外云英岩。外云英岩型成矿温度稍低, 431 — 337°C 先晶出黄玉、石英; 336 — 273°C 为锡石形成主期; 290 — 120°C 为萤石、方解石、石英叠加。木锡石(锡石)绢云母蛋白石型比较特殊,晶洞中木锡石—石英组合 328 — 190°C ,锡石—白云母—石英组合 273 — 201°C ,但也测有 443°C 形成的锡石,大量石英从 456°C 延续到 164°C ,可见成矿热液叠加现象明显。

(2) 压力:内云英岩型锡矿床高密度流体 390×10^5 — $1170 \times 10^5 \text{Pa}$,平均 $755 \times 10^5 \text{Pa}$;

低密度流体 $790 \times 10^5 \text{ Pa}$ 。外云英岩型高密度流体 $590 \times 10^5 - 870 \times 10^5 \text{ Pa}$ ；低密度流体 $740 \times 10^5 \text{ Pa}$ 。木锡石绢云母蛋白石型高密度流体 $950 \times 10^5 \text{ Pa}$ ；低密度流体 $760 \times 10^5 \text{ Pa}$ 。总的成矿深度约2—4km。

(3) 盐度及密度：上述三类锡矿床有利于锡成矿的平均盐度29.9—35.4wt%，相应密度 $0.98 - 1.14 \text{ g/cm}^3$ 。

(4) 流体成分：阳离子以 K^+ 、 Na^+ 为主，基本不含 Mg^{2+} 。内云英岩型 K^+/Na^+ 一般0.2—4.22，个别高达9.16—12.0；外云英岩型以高浓度 Na^+ 为特征， K^+/Na^+ 仅0.09—1.88。阴离子团以 F^- 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 为主。氟在内云英岩黄玉中0.153—0.249%，石英中0.01—0.147%，锡石中0.004—0.032%；氟在外云英岩黄玉中0.45%，石英中0.003—0.039%，锡石中0.005—0.073%。氯在内云英岩黄玉中0.023—0.083%，石英中0.003—0.528%，锡石中0.003—0.071%。氯在外云英岩黄玉中0.008%，石英中0.023—0.383%，锡石中0.01—0.017%。 SO_4^{2-} 在内云英岩黄玉中0.011—0.043%，石英中0.004—0.031%，锡石中0—0.475%。 SO_4^{2-} 在外云英岩黄玉中0.006%，石英中0.01—0.332%，锡石中0.047—0.566%。

比较而言，内云英岩石英中流体相对富氟，外云英岩石英中流体富 SO_4^{2-} 和氯。成矿流体属 $\text{Na}-\text{K}-\text{F}-\text{Cl}-\text{CO}_3^{2-}-\text{SO}_4^{2-}$ 型，pH值4.62—5.05，Eh值-0.45—-0.75。

东南亚锡矿域广泛发育并十分重要的含锡花岗岩型矿床在滇西地区没有发现，但在小龙河矿区内云英岩型的矿石中发现少量均一温度为 $860^\circ\text{C} - 890^\circ\text{C}$ 的硅酸盐熔融包体，究竟是独立的熔浆—溶液体系或者是含矿流体减压时沸腾的产物，仍有争论。

本文是“七五”地质矿产部重点科技项目滇西课题的部分成果，测试数据和某些观点引自陈吉琛、施琳等承担的专题，特此志谢。

参 考 文 献

- (1) 云南省地质矿产局 1990 云南省区域地质志 地质出版社
 (2) 罗君烈 1990 滇西特提斯造山带的演化及基本特征 云南地质 第9卷 第4期
 (3) 施琳、陈吉琛等 1989 滇西锡矿带成矿规律 地质出版社

GRANITOIDS RELATED TO WESTERN YUNNAN (DIANXI) TIN DEPOSITS AND THEIR METALLIZATION

Luo Junlie

(Bureau of Geology and Mineral Resources of Yunnan Province, Kunming, Yunnan Province.)

Abstract

The Southeast Asia tin metallogenic domain is the southward extension of the Sanjiang tin metallogenic domain in Southwest China. The western belts and central belts of the two domains are correspondingly connected and comparable with each other, but their eastern belts are not comparable. The Dianxi (下接80页 to be continued on p.80)

ALTERATION-MINERALIZATION OF SKARN IRON DEPOSITS IN HANXING (HANDAN-XINGTAI) AREA

Feng Zhongyan and Lai Yong

(*Peking University, Beijing*)

Abstract

Hanxing area is a famous skarn iron metallogenic province in China.

The alteration-mineralization event of the skarn iron deposits in this area included three stages: (1) garnet-pyroxene stage, during which magmatic hydrothermal fluids reacted upon limestone (marble), forming skarn dominated by andradite and diopside, (2) quartz-iron oxide stage, following the formation of the garnet-pyroxene skarn and accompanied by the hydrous alteration of early minerals; during this stage large amounts of magnetite, hematite, quartz and epidote precipitated; (3) quartz-sulfide stage, during which sulfides precipitated after the deposition of iron oxides, and the mineral assemblage of quartz, chlorite, tremolite, serpentine, calcite, pyrite and chalcopyrite was formed.

Through detailed field investigation and laboratory analysis and determination combined with fluid inclusion and stable isotope studies, we estimated temperature, pressure, composition, $X_{\text{CO}_2}/X_{\text{H}_2\text{O}}$, salinity, δD , $\delta^{18}\text{O}$, $\delta^{13}\text{C}$ and f_{O_2} of hydrothermal fluids in the process of alteration-mineralization, and the data obtained are given in the text.

(上接96页 continued from p.96)

tin deposits are the main part of the Sanjiang tin metallogenic domain, and their regional settings are related closely to the evolution of Paleo- and Neo-Tethys tectonics.

This paper has made a detailed analysis of the granitoids in Tengchong-Lianghe area and for the first time divided them into three rock groups, eight superunits, twenty-eight units and a number of intrusive bodies. In the light of petrologic evolution, geochemistry, assemblages of individual minerals and accessory minerals, REE and isotopic composition, spatial distribution and ore potentiality, the paper has studied the units and superunits.

A new scheme is put forward for the classification of primary tin deposits and the metallogenic series. In addition, some preliminary conclusions of the Dianxi tin deposits are drawn which show distinctive regional features.