怒江一带的地质背景与锡矿主要特征

彭寿增

（云南地矿局地质三大队·大理市）

怒江峡谷谷底两侧的变质岩系属元古代，其锡丰度为20ppm；多期次构造运动和花岗岩浆活动，促进了锡向富硅铝质岩石中迁移。锡矿与燕山期花岗岩有成因联系，并可分为花岗岩型、伟晶岩型和热液型。成矿过程具连续性，贯穿这一过程的矿物是电气石。

关键词：云南怒江；地质特征；锡矿类型

怒江峡谷谷底两侧一带是待开发的矿产宝地，已知矿产有锡、钨、金、银、铜、铅锌及宝石、玉石、云母等。由于外部条件差，地质工作起步晚，研究程度低。80年代中期完成1/20万地质调查，随后又进行了扶贫性质的矿产普查，发现了为数众多的锡矿点（图1）。本文主要讨论怒江一带的含锡地质背景与锡矿特征。

地质背景

1．含锡地层夹持于西部的元古界高黎贡山群与东部的元古界崇山群间，是一套火山岩较少，泥砂质碳酸盐建造的结晶片岩，多为绿片岩相，少量达角闪岩相，属区域变质岩系。它与高黎贡山群和崇山群为断层接触。笔者发现在怒江观察到的这套岩层，酷似西盟、耿马一带的西盟群（勐统群）岩层，岩性、变质程度可与之对比。面貌都很古老，大层内包容着许多小的褶曲和揉皱，说明它们曾经受了多期次的构造作用。笔者认为，怒江峡谷中的这套结晶片岩，应划属西盟群，并在图面上使用Ptxm的代号，尽管目前地质界对西盟群的时代还有争议，但已趋向于元古代。据西盟群底部所获同位素年龄为6.88亿年，那么，西盟一耿马一昌宁一怒江这套变质岩系的年龄，大致相当于6～8亿年。它与含生物化石的寒武纪、奥陶纪地层是无法对比的，与部分轻微变质的公养河群也不相当。其地史发展推测为，由于澜沧运动、燕山运动，滇西地壳受到强烈压缩，在怒江一带，高黎贡山群、崇山群、西盟群拼合在一起；西盟群两侧的古生代、中生代地层消失于怒江峡谷。但在北部梅里雪山西部出现的一套古生代地层，仍与南部孟连一带的古生代地层相当。因此可以看到，怒江一带的锡和多金属矿，与昌宁一耿马一西盟一带的锡和多金属矿，共同构成一条大矿带。这一认识在理论上和找矿实践上的意义是不可忽视的。此矿带北延进入西藏境内，也可能找到锡和多金属矿。

怒江一带出露的西盟群，构造非常复杂，但仍保持了复背斜的形态。复背斜核部大体位于怒江谷底。沿福贡一贡山行，可见江谷两岸岩层呈背斜产出。组成核部的岩层有大理岩，混合岩、绢云片岩，说明背斜脊线的起伏波状（图2）。压扭性的层间破碎带、小断裂和张扭性的破碎，随处可见，它们是怒江一带锡矿的容矿构造。

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

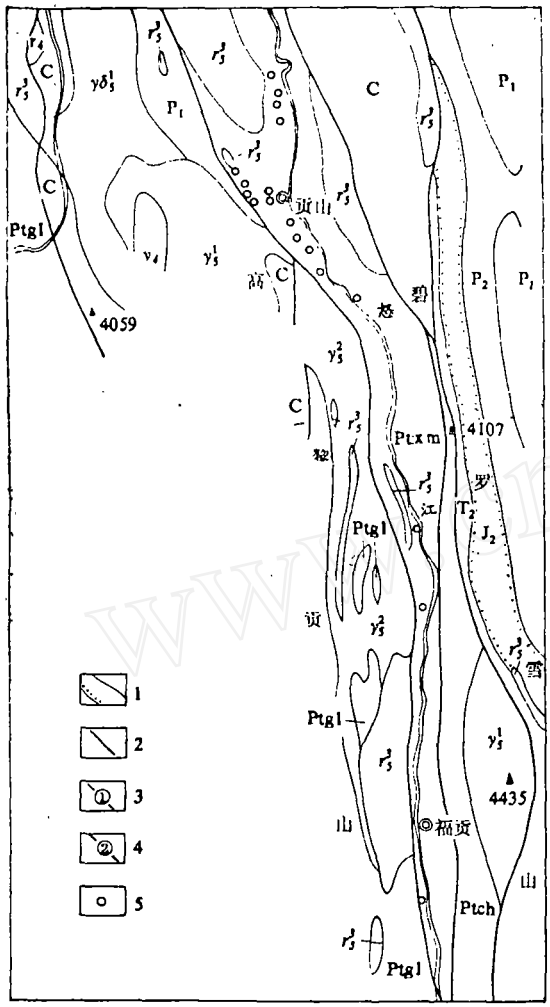

图 1 怒江一带地质图

J_2—中侏罗统红层；T_2—中三叠统；P_2—上二叠统；P_1—下二叠统；C—石炭系未分；Ptxm—元古界西盟群；Ptgl—元古界高黎贡山群；Ptch—元古界崇山群；γ_5^3—燕山晚期花岗岩；γ_5^2—燕山早期花岗岩；γ_5^1—印支期花岗岩；$\gamma\delta_5^1$—印支期花岗闪长岩；γ_4—华力西期基性岩；1—地质界线；2—断层；3—碧罗雪山深断裂；4—怒江大断裂；5—锡矿点

2．怒江一带花岗岩的特征，除具有时间上的连续性（自华力西晚期—燕山晚期）和复合定位外，主要有以下特征：

一是化学成分的变化，随着时代由老至新，硅、碱逐渐增加，铁、镁、钙逐渐减少，有利于锡的富集（表1）。

二是花岗岩浆演化至燕山晚期，挥发份增高，特别是氟、硼、砷、硫等的大量聚集，导致锡矿的生成。由于挥发份高，晚期花岗岩中云英岩化较普遍，并出现含锡石、电气石、萤石、黄玉的花岗岩。主要矿物成分，钾长石39%，斜长石24%，石英30%，黑云母2.5%，白云母3%。与燕山晚期花岗岩浆有直接成因联系的伟晶岩，更富含电气石、萤石和黄玉，锡矿化更普遍，部分伟晶岩体甚至成为锡矿体。含锡石、电气石花岗岩和伟晶岩的化学成分见表2。

锡矿的主要特征

目前发现的锡矿点，多位于怒江西岸，自北而南，从贡山的龙真—福贡的自博，长约130km，地方群采，年产含锡>60%的矿砂>50t。众多锡矿点分属于各种类型。鉴于怒江一带锡矿同属于一个有成因联系的成矿系列，笔者将它们划为：花岗岩型、伟晶岩型、热液型。成矿过程具有连续性，即从燕山晚期开始，锡石首先在富氟、硼的花岗岩中产生，继后产于残余花岗岩浆形成的伟晶岩中和岩浆期后热液中。电气石自始至终是参与成矿的重要角色，见锡石必见电气石，锡石包裹电气石或嵌布于电气石晶隙间连生产出。除电气石外，花岗岩型和伟晶岩型的重要伴生矿物是萤石和黄玉，伟晶岩型中见毒砂；热液型的重要伴生矿物主要是毒砂，少量黄铁矿。当见有含毒砂的石英脉和伟晶岩脉时，必能见到锡石和电气石。大量基岩光谱分析结果，锡与砷呈正相关关系，这也反映了成矿活动的特性。

3种类型锡矿，以热液型最重要，伟晶岩型次之，花岗岩型意义不大。

热液型锡矿体赋存于压扭性层间破碎带者，呈似层状或豆荚状，具一定规模，长可达数百米、厚0.5～1.5m，含锡多<1%，顶底板围岩常是灰绿色阳起石片岩、斜长阳起石片岩。几乎所有矿区皆如此。赋存于张

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

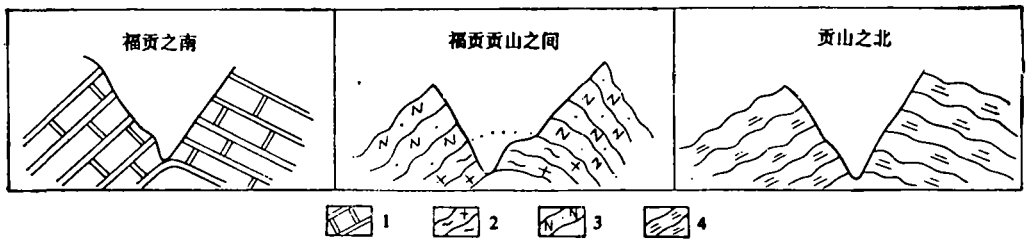

图 2 怒江江谷背斜构造示意图

1—大理岩；2—混合岩；3—变粒岩；4—绢云片岩

各时期花岗岩化学成分表(%) **表 1**

时代	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	烧失	总量
印支期	67.72	0.78	13.96	1.19	3.89	0.06	2.33	2.57	2.38	3.44	0.24	0.80	99.36
燕山早期	69.41	0.54	15.26	1.13	2.34	0.07	1.10	2.59	2.97	4.13	0.14	0.80	100.48
燕山晚期	71.91	0.26	14.01	0.79	1.95	0.10	0.28	1.68	3.01	4.65	0.09	0.73	99.46

据1/20万贡山幅、福贡幅区调报告。

含锡花岗岩和伟晶岩化学成分表(%) **表 2**

岩石名称	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	烧失	总量
含锡石花岗岩	74.96	0.20	13.38	0.72	0.45	0.00	0.00	1.03	4.06	4.79	0.10	0.35	100.04
含锡石伟晶岩	79.32	0.00	11.81	1.16	1.51	0.05	0.06	0.20	2.02	2.38	0.09	1.20	99.7

据贡山县矿点检查简报。

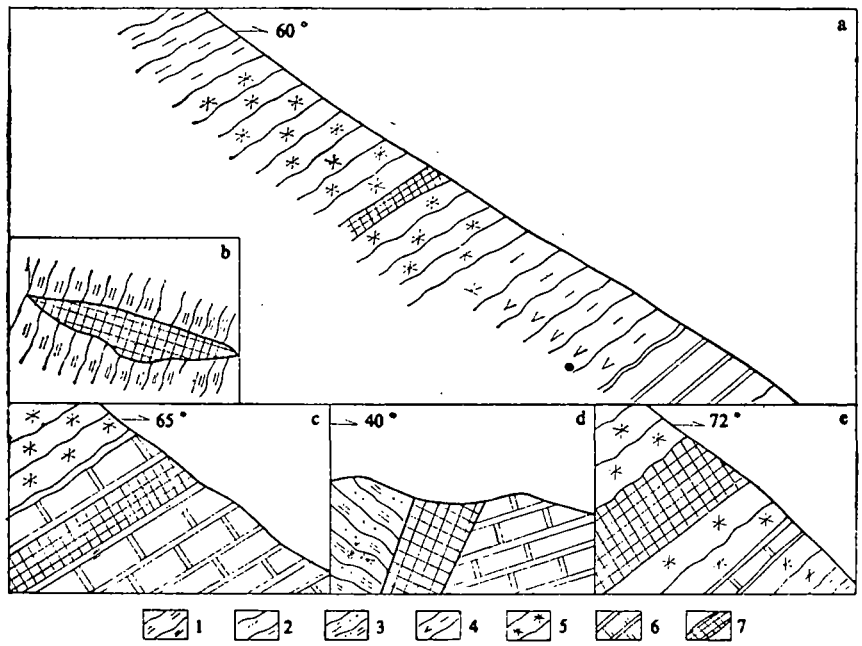

图 3 热液型锡矿体素描图

1—黑灰色绢云片岩；2—黑灰色黑云片岩；3—灰色绢云石英片岩；4—角闪黑云片岩；5—灰绿色阳起石片岩；6—大理岩；7—锡矿体为锡石电气石毒砂石英脉；a、c、d、e为剖面图，b为平面图

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

扭性裂隙中者，多为透镜体，厚10余cm～1m，延伸和延深不过数米，但品位很富，含锡一般>3%，最高达34.8%，是当地群众采矿的主要矿体。一个单矿体上能采获含锡>60%矿砂百余公斤～数吨（图3）。在一个矿区内，两组近于垂直的构造裂隙同时赋存互相交织的矿体屡见不鲜。

伟晶岩型锡矿体赋存于伟晶岩的某一部位，有时整个伟晶岩体几乎皆为锡矿体（图4）。伟晶岩含锡一般达0.04～0.07%，矿体含锡最高1.15%，伟晶岩呈不规则脉状产于压扭性层间裂隙或张扭性裂隙中，多数无分带现象，少数见分带现象。

含锡花岗岩仅见于西月各一个点，厚>3m，含锡0.1～0.16%，尚未达工业要求。

锡石的产出特征，随着岩浆—热液地质环境的改变，在粒度、晶形、颜色方面也略有不同。某些元素的含量也有差异，各类型锡石的产出特征见表3。

采自伟晶岩和热液型矿体的锡石单矿物光谱分析结果见表4。从表中可以看出，伟晶岩型9种元素含量高于热液型。

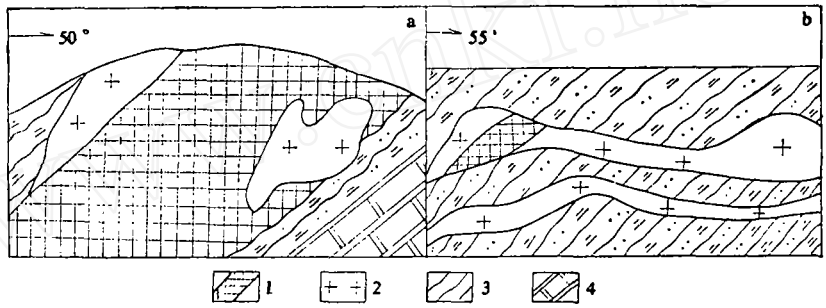

图4 伟晶岩型锡矿体素描图

1—伟晶岩矿体；2—伟晶岩；3—绢云石英片岩；4—大理岩

锡石产出特征表 表3

类型	锡石产状	晶形	颜色
花岗岩型	星散状不均匀分布，多为他形粒状，少数为自形晶，与电气石共生，粒径细小	正方双锥、正方短柱状，$d<1.2$mm	棕色
伟晶岩型	多为星散状，少数聚集成斑块状，不均匀分布，多为他形粒状，少数自形晶与电气石连生、有白云母和石英包体，粒径相对较粗大	多为正方双锥，部分正方短柱状，$d>5\sim15$mm	沥青黑色、棕色、灰白色
热液型	与毒砂、电气石、石英共生，细脉状、囊状，连晶块状。与电气石连生，粒径大小悬殊，大的块体达10余kg	正方双锥短柱状、正方单锥短柱状、复正方锥与复正方柱晶、晶簇，d1～50mm	棕色、浅棕色、浅黄色无色透明

锡石单矿物光谱分析结果表(ppm) 表4

类型	样数（个）	W	Bi	Li	B	Mn	Ge	Ga	Na	Si
伟晶岩型	2	≥1000	6.25	60	1000	500	5	42.5	0.1%	>5%
热液型	4	70	26	0	62.5	<20	0	5.4	0	<1%

热液型锡矿脉中有木锡产出，它生长于锡石的晶隙和裂隙间。

3种类型的锡矿体同时出现在一个矿区，仅有西月各一个点，其它矿区常常是伟

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

锡矿化围岩化学分析结果表　　表5

岩石名称		破碎二云石英片岩	破碎黑云石英片岩	石英脉	二云石英片岩	石英片岩	斜长阳起石片岩	大理岩
样数		4	7	1	4	15	6	2
锡含量（%）	范围	0.02～0.05	0.01～0.06	0.02	0.01	0.01～0.015	0.01	0.01～0.02
	平均值	0.042	0.033	0.02	0.01	0.013	0.01	0.015

晶岩型和热液型并存，相距最大200余m。

热液型锡矿体有较明显的边界，但矿体外锡的矿化还是较强的，这反映了热液活动较强，同时还反映了物质来源的丰富。围岩中的锡矿化见表5。从表可见，破碎与锡矿化强度呈正相关关系，这与在破碎岩石中有锡矿体产出相吻合。在破碎岩石中能看到电气石和毒砂时，锡含量≥0.1%，这又证明锡的成矿与毒砂和电气石的密切关系。

围岩的蚀变，普遍存在的云英岩化和硅化是在矿体或矿化体内；所谓褐铁矿化，实际上是热液型矿体中毒砂和少量黄铁矿的风化物，其颜色不是赭色而是褐灰色，自发采矿的人都知道，那就是他们要采的锡矿体。

矿床成因探讨

怒江一带厚达数千米的晚元古代西盟群，是一套含锡丰富的陆源沉积。各矿区基岩光谱分析，含锡多>20ppm，是成矿的物质基础。早期加里东运动，西盟群产生区域变质，背斜核部，部分出现熔融交代，有混合岩化发生。与此同时，亲氧的锡离子趋向富硅铝的岩石中，华力西晚期—印支期、燕山期，强烈的构造岩浆活动，夹持于怒江大断裂和碧罗雪山（澜沧江）深断裂中间的地壳，遭受到强烈压缩，褶皱、断裂发育，压扭性层间破碎和张扭性破裂亦大量产生。地壳深部重熔的岩浆，使锡进一步迁移富集，伴随上升侵位的花岗岩到达地壳浅部。岩浆的演化和衍生，使燕山晚期的花岗岩浆，更富含硅铝和碱，也更富含锡（20ppm），随着岩浆结晶分馏，挥发份向顶部集中。氟、硼、砷、硫等与锡形成复杂的氟硼络合物，当岩浆冷凝时，锡石析出，形成含黄玉、萤石、电气石的含锡花岗岩。富含挥发份的残余花岗岩浆侵位后，温度、压力降低，锡络合物又一次分解沉淀，形成含黄玉、萤石、电气石、毒砂的伟晶岩型矿体。伟晶岩中的萤石，块径可达10余cm；电气石具有翠绿、黄绿、蔷薇、蓝、黑等颜色；普遍有绿柱石出现。岩浆期后的热液，同样富含氟、硼、硫、砷，反映了与成锡花岗岩浆的成因联系。由于氟不利于远离岩浆母体作远距离迁移，因此热液型矿体中未发现萤石和黄玉，大量的是电气石和毒砂。成矿作用本质是由锡石、电气石、毒砂，少量黄铁矿和石英脉充填构造裂隙来完成的。在洞穴中形成晶簇状、连晶状锡石大块体。

成矿热液活动至少有两期，与锡石连生的电气石脉，有垂直生长的现象。不含毒砂、电气石的石英脉含锡达0.02%，说明热液活动还有多期，对锡矿也有富化。

3种类型锡矿中锡石晶形的特征是正方双锥体和正方短柱状体，说明成矿温度较高。木锡的出现，也反映了高温浅成的地质环境。

从上述可知，怒江一带的锡矿形成于燕山晚期—喜山期。

笔者仅在部分矿点上作过一些工作，大量的资料来自区调报告和近年310队、地质三大队的锡矿普查简报。限于资料和工作条件，文中不足之处，请予指正。

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net