

丝光坪锡矿地质特征及矿床成因初探

李 宗 玉

(云南省地矿局第四地质大队·保山市)

丝光坪锡矿与次火山岩有关。在相对开放的钙硅酸盐环境下,形成高—中温锡石—硫化物型及中低温锡石—蛋白石型复合叠加锡矿床。文中并提出了找矿标志和找矿前景。

关键词: 锡矿床; 地质特征; 云南省

地质概况

丝光坪锡矿位于三江构造带南段西缘,即印度板块与欧亚板块碰撞带的俯冲带上,区域出露地层为高黎贡山变质岩系。泥盆系的砂板岩、灰岩,石炭系浅变质砂板岩夹多层含砾岩屑复矿物砂岩及少量灰岩,二叠系下统为块状白云岩(图1)。本区处于前华力西期断褶隆起带与华力西期上叠断裂拗陷带的交界部位。前者构造简单,主要为南北向和北东向构造,分布于本区西部;后者构造比较复杂,为北东向构造形成的微向东突出的弧形带,褶皱断裂发育。燕山晚期—喜山早期的花岗岩广泛分布。据时间和空间的分布可分古永—老平山花岗岩带和槟榔江—来利山花岗岩带,由东向西岩体时代变新。岩体演化的总趋势为中性—中酸性—酸性岩。锡矿与晚阶段酸性岩有关(图1)。矿区出露地层为石炭系中统丝光坪组的板岩、粉砂岩、砂岩、灰岩等类复理石沉积,为一套浊积岩。褶皱为一近南北向两翼不对称的背斜,西陡东缓。断裂可分3组,以北西向组较发育,为主要容矿构造,北东向次之。变质作用以接触变质和动力变质作用为主。围岩蚀变较发育,成矿前蚀变有阳起石化、绿泥石化;成矿期蚀变有硅化、黄铁矿化、绢云英岩化、蛋白石化、碳酸盐化、高岭土化;成矿后蚀变有绢云母化、绿泥石化。

矿床特征

丝光坪锡矿体赋存于石炭系丝光坪组碎屑岩中的北西向缓倾斜复式断裂带及东西向陡倾斜裂隙中,呈似层状、脉状产出。整个矿带断续延长2km以上,宽20~50m。似层状锡矿体产于北西向缓倾斜复式断裂带中,有两层矿体,间距约220m。矿体在平面上由北向南呈雁行状排列,在剖面呈迭瓦状分布。脉状蛋白石富锡矿体,呈东西向陡倾斜产出、规模不清。目前已发现5个矿体, V₁-4为似层状锡矿体, V₁-3矿体长50~100m, 倾斜延深40~150m, 厚1~11.35m, 锡品位0.55~3.52%, 为黄铁矿锡矿石。V₄为矿区主矿体,呈北西—南东延伸,长600m, 斜深100~400m, 矿体呈似层状赋存于断裂破碎带中。矿体产状: 20~30°/∠20~35°, 矿层总趋势是向北倾伏, 向南翘起, 有波状起伏现象, 波峰部分矿体变薄, 波谷部分矿体增厚。矿体最小厚度0.4m, 最大厚度30.93m, 平均4.13m。锡品位最低0.166%, 最高27.51%, 平均1.044%, 锡品位和厚度一般呈正消长关系。矿体品位变化系数150.8%, 厚度变化系数为127%, 属于不均匀及不稳定类型。

矿物组份较简单,金属矿物主要为锡石、木锡石、黄铁矿、磁黄铁矿。次为黄铜矿、磁铁矿、方铅矿、镜铁矿等。非金属矿物主

不同矿石类型中锡石特征表

表 1

矿石类型	晶体形态	粒度 (mm)	颜 色	双 晶	晶胞参数 (Å)	单位晶胞
锡石—磁黄铁矿 矿石	他形一半自形、 粒状	0.05~1	浅棕、暗棕棕褐色，多色性弱， 环带构造常见	膝状双晶常见	$a_0 = 4.7369$ $c_0 = 3.1856$	71.4791
锡石—黄铁矿矿 石	半自形—自形、 短柱状、长柱状	0.09×0.06 $\sim 0.65 \times 0.29$	棕色，棕褐色	具环带构造及 膝状双晶	$a_0 = 4.7368$ $c_0 = 3.1865$	71.4873
锡石—蛋白石矿 石	针柱状、放射状、 他形、粒状、尘 点状	0.07×0.22 、 $0.005 \sim 0.4$ 、 < 0.005	无色、浅棕色， 多色性不明显	膝状双晶	$a_0 = 4.736$ $c_0 = 3.185$ $a_0 = 4.736$ $c_1 = 3.185$	71.4523 71.4523

黄铁矿矿石→锡石—蛋白石矿石，锡石结晶程度逐渐降低，粒度逐渐变小，颜色变浅，多色性变弱，晶胞参数趋于减小，形成温度逐渐降低。

(2) 锡石单晶中颜色不均一，往往中部深，边缘浅。通过对同一锡石晶体切面不同颜色（环带）部分进行探针分析表明，颜色深浅与铁含量有关，并是正相关关系，即在锡石环带中，随着铁含量增加，环带颜色变深，而与钛含量存在相反关系。

2. 木锡石

一般呈葡萄状集合体，也可呈胶状和树枝状。褐色，无光性或光性不显著，切面呈圆形，具同心层状构造、同心放射状构造。可见在粒度较大的泥晶状锡石周围有细粒状或长柱状的锡石呈有规律的相嵌，即胶态木锡石后期转变成锡石晶体。

3. 黄铁矿

含S53.40%，为灰—灰白色，金属光泽他形—自形晶。据形态和产出特征不同大致可分两期。第一期黄铁矿（PyI）呈星散状分布于矿体顶底板及围岩断裂带中，多呈半自形—自形，晶粒0.1~1mm，一般含量1~5%，分布较广。第二期黄铁矿（PyII）又可分两个阶段：其中PyII-1黄铁矿为暗灰色、浅黄色，他形—自形，粒晶0.2~1mm，含量50~70%，粒状集合体，常与方解石、石英共生，其晶出时间略有先后，一世代多呈立方晶体自形晶，二世代为细粒他形分布在前者周围。PyII-2黄铁矿为钢灰—浅铜黄色，常呈他形粒状，粒径0.005~0.1mm，沿裂隙分布，呈致密块体，硬度稍低，易氧化成黑色粉末状、镜下颜色淡而微红，能谱分析硫含量略低。常与方解石、石英相伴，

各类型锡矿石结构、构造特征表

表 2

矿石类型	矿石结构	矿石构造	矿 物 共 生 组 合		锡的赋存状态
			主 要	次 要	
锡石—磁黄铁矿矿石	半自形、自形、 粒状	浸染状细脉浸 染状	磁黄铁矿、锡石、 黄铁矿	石英、粘土矿物	锡 石
锡石—黄铁矿矿石	半自形—自形 粒状，锥状体	浸染状、条带 状、块状	黄铁矿、锡石	石英、方解石	锡 石
锡石—蛋白石矿石	他形一半自形 尘点状、斑点状	浸染状、条纹状、 条带状、块状	蛋白石、锡石、木 锡石	石英、绢云母、重 晶石	锡石、木锡石

可见微量的黄铜矿。

4. 磁黄铁矿

含硫39~40%，灰褐色，金属光泽，他形一半自形，稠密浸染一致密块状，常与石英共生，与锡石相伴，多产于矿体中，含量50~90%。

矿石结构：据矿物结晶程度不同可分微粒—细粒结构，局部为中粒结构，他形—自形晶粒结构，带状结构，连晶结构、碎裂结构、胶状结构等（表2）。

矿石构造：可分稀疏浸染状构造、细脉浸染状构造，稠密浸染状构造，准块状—块状构造，条纹条带状构造，角砾状构造、脉状构造等。

矿床稳定同位素特征

1. 硫同位素

试样采于矿体中的黄铁矿、磁黄铁矿，它们的 $\delta^{34}\text{S}$ ‰为5.12~5.89%。平均5.49%， $^{32}\text{S}/^{34}\text{S}$ 值22.090~22.170，平均22.093，分布范围很窄，与陨石硫数据接近，说明高温岩浆硫同位素有较完整的均一化作用，并表明硫来源于花岗岩浆。据云南地科所研究，本区的黄铁矿、磁黄铁矿 $\delta^{34}\text{S}$ 分布范围略有扩大，从+5~-3.8%。并出现重晶石。成矿热液体系除 H_2S 外，还有少量 SO_4^{2-} 。这与腾冲高压汽泉的自然硫、黄铁矿的硫同位素相似，表明本区硫同位素可能与次火山气液形成的硫同位素近似。

2. 氧同位素

矿石中矿物的 $\delta^{18}\text{O}$ ‰，石英9.6。锡石0.7，石英—锡石8.9。氧同位素平衡温度石英—锡石293℃。石英 $\delta^{18}\text{O}$ ‰值近于花岗斑岩、凝灰岩氧同位素值，表明本区氧同位素可能与喷发岩近似。

矿物包裹体特征

1. 矿物气—液包裹体的类型和形态特征

本区各类矿石的矿物中有大量成矿流体的包裹体，其成因类型有原生包裹体、次生包裹体和似次生包裹体。据观察除沿方解石裂隙分布有次生包裹体外，其他矿物中主要属原生包裹体和似次生包裹体。因此本区矿石中所获包裹体研究资料，基本可以代表成矿流体的性状。

据矿石矿物中气液包裹体的物理状态可分：气相（V）包裹体、纯液相（L）包裹体，气液相（V—L）包裹体及多相包裹体。多相包裹体中间发育有含 NaCl 子晶包裹体（S）和含液相（ CO_2 ）包裹体。包裹体形态一般呈不规则状、浑圆状、圆柱状及负晶状。多成群均匀密集分布，部分呈星散状。次生包裹体沿矿物裂隙分布。粒径一般在0.01mm以下，少数达0.02~0.05mm。以气液包裹体为主，气相、纯液相及三相包裹体所占比例较少。

2. 成矿温度、压力和流体的盐度、密度

本区矿石主要形成于高温阶段，均一温度310~460℃；锡石—蛋白石阶段，均一温度为181~160℃。

据矿物包裹体研究表明，矿石是高盐度流体，平均盐度为29.9~35.4wt%，局部可达50.8wt%。流体压力760~950Pa。密度0.87~0.98g/cm³。据上覆围岩2.52~2.73g/cm³计，则岩石静压力以270Pa/km向深部递增，计算本区成矿深度为1.4km左右。

成矿期及矿床成因

1. 成矿期、成矿阶段

据本区地质特征可分为3个成矿期5个成矿阶段。

（1）高一—中温成矿期 是本区主要成矿期，按矿物组合可分两个阶段：即锡石—黄铁矿阶段和锡石—磁黄铁矿阶段；前者分布于浅—深部，后者分布于深部。锡的富集程度由弱到强，成矿流体性质由弱碱性变成

弱酸性。成矿温度205~456℃。

(2) 中—低温成矿期 是本区重要成矿期, 据矿物组合可分两个阶段: 锡石—蛋白石阶段和锡石—黄铁矿、方解石阶段。锡的富集程度由强到弱, 成矿溶液性质由酸性变成碱性, 成矿温度143~217℃。

(3) 表生期 矿体形成后, 矿石遭受后期氧化作用, 即硫化矿变成氧化矿。

2. 矿床成因及找矿标志

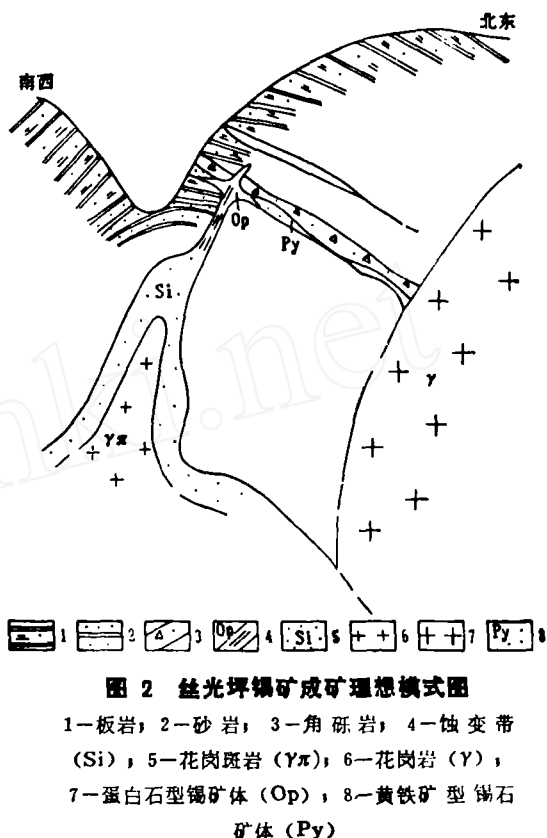
在具有贯穿性的构造条件下, 当残浆退化沸腾时形成隐爆角砾岩筒、岩墙的情况下, 从多体系混合残浆中, 含矿气化热液迁移至岩体外北西向断裂及东西向裂隙中, 在容矿构造空间, 围压骤减, 含矿流体发生减压沸腾, 而含锡络合物不稳定, 在酸性前锋中首先形成锡石、石英、白云母。继之碱化溶液在较低温下产生锡石、石英、黄铁矿。随着温度降低, 碱化溶液进一步解体便形成了锡石、木锡石、蛋白石。据矿石中泥晶状木锡石与锡石共生, 形态呈逐渐演化的特点, 可以断定矿床形成初期, 高一中温热液阶段为锡石黄铁矿矿石, 次为中—低温锡石—蛋白石矿石后, 再次又受较温热液作用叠加改造, 木锡石重结晶形成部分高温型锡石, 所以高低温锡石共生。据此推断、本区中—低温热液阶段曾发生过富硅、富锡的胶体溶液成矿作用, 进一步显示了花岗岩浆的次火山作用与成矿关系密切。目前地表初露头角的锡石—蛋白石锡矿体, 笔者认为就是在花岗岩斑岩强蚀变矿化产物, 预示深部有较大次火山岩体存在, 值得深入追索工作 (图2)。

本区属于与次火山岩有关的, 在相对开放钙、硅酸盐岩围岩环境下形成的高—中温锡石—硫化物型及中低温锡石—蛋白石型复合叠加的锡矿床。

找矿标志及前景

北西向断裂是本区找锡矿间接标志, 而褪色的砂岩、板岩、碎裂岩、石英岩、黑色

炭质板岩、糜棱岩是找锡的直接标志。地表出现褐铁矿及褐色砂土及高岭土时, 就可进一步追索和圈定锡矿体。而硅化、黄铁矿化较强部位大都预示有锡矿体存在。



矿区地质条特好, 成矿有利, 是进一步找矿最佳地段。地表锡矿体赋存于近南北向背斜东翼北西向缓倾斜复式断裂带中, 呈似层状多层产出、为锡石—硫化物型, 目前仅对下层矿V₄矿体深部未控制完的情况下就已达中型以上规模; 若深部继续追索, 再加上其他矿体的深入工作, 其储量还可大幅度增加。而产于V₄矿体中部近东西向陡倾斜脉状锡石—蛋白石型富锡矿体, 矿物组合、结构、构造比较特殊, 推测是次火山岩强蚀变矿化产物。总之, 本区地质条件好, 又属来利山大型锡矿外围, 若深入工作, 前景可观。