

滇西薅坝地锡矿的矿田构造分析

李光勋

(云南省地矿局第三地质大队)

内容提要: 矿区内存在纬向和反“S”型两类构造体系, 后者的控岩控矿作用十分明显。含矿裂隙以北北西至北西向右行压扭性断裂破碎带为主, 层间破碎带为次之。控矿构造主要有斜列式和层间破碎带两类。矿化类型为锡石电气石石英脉型。据花岗岩的含矿性及其与矿化的紧密关系, 以及氧、硫同位素、包体测温、热量和蒸发量特点等资料综合分析, 该矿床是在多期次构造活动控制下, 矿物质主要来自岩浆源的气化-高温热液复式矿床, 主要是受反“S”型构造体系的控制。

主题词: 薅坝地锡矿 地质特征 矿田构造 燕山晚期 岩浆热液矿床

夹持于薅坝地断裂和观音山断裂之间的薅坝地锡矿田地处昌宁县境内, 位于青藏滇缅反“S”型(歹字型, 后同)构造体系的澜沧江断裂构造带与滇西经向构造带的保山—镇康背斜构造带的复合部位的东南侧(图1), 又是南岭纬向构造带西段的西延部位。该锡矿田由红木树、冷水箐及薅坝地等矿床组成, 后者为其主体矿床, 三个矿床都是以锡石电气石石英脉型矿化为主。

一、矿区地质概况

(一) 地层 矿区地层可划分为上、下二部分, 二者为不整合接触。上部为始新世珠山群, 由灰至浅紫红色粉砂岩、页岩、杂砂岩及砂砾岩组成, 厚60—120m; 下部是上三叠统灰至灰黑色砂砾岩、石英杂砂岩、粉砂岩、页岩及灰岩夹层或透镜体之碎屑岩系, 厚约400m。其顶部的页岩夹石英杂砂岩(一般不超过30m厚)为锡矿体赋存部位, 成矿与岩性关系密切。过去因缺乏化石, 把上、下部的地层分别归属二叠系和泥盆系。1983年, 笔者在原泥盆系下段的泥质粉砂岩中采获上三叠世—侏罗纪瓣鳃类化石, 紧接着云南地科所吕伯锡在灰岩中采到三叠系的前环珊瑚。据此, 并结合区域资料, 将矿区上、下部地层分别划为下第三系和上三叠统, 这对研究矿区地质构造及成矿时代具有重要意义。

两套地层间的不整合关系早已确定, 但随地层时代的变新其含义已大不相同。经实地观察, 结合人工重砂、岩石薄片研究认为, 该不整合面是印支运动和燕山运动的叠加面, 代表两个构造旋回的构造活动。而成矿期是燕山晚期, 依据为: 底砾岩中含有锡石, 而且砾石在镜下可见许多锡石颗粒; 在不整合面下伏的某些矿体被剥蚀(图2); 至今, 不整合面以上的上覆地层仅有晚期的热液蚀变而无锡矿化现象。

此外, 矿区基底地层为寒武系勐统群绢云石英微晶片岩, 靠近薅坝地断裂的次级断裂面中产有锡石电气石石英脉。

(二) 岩浆岩 区内与成矿有关的岩浆岩主要是燕山晚期的薅坝地花岗岩体。它包括矿

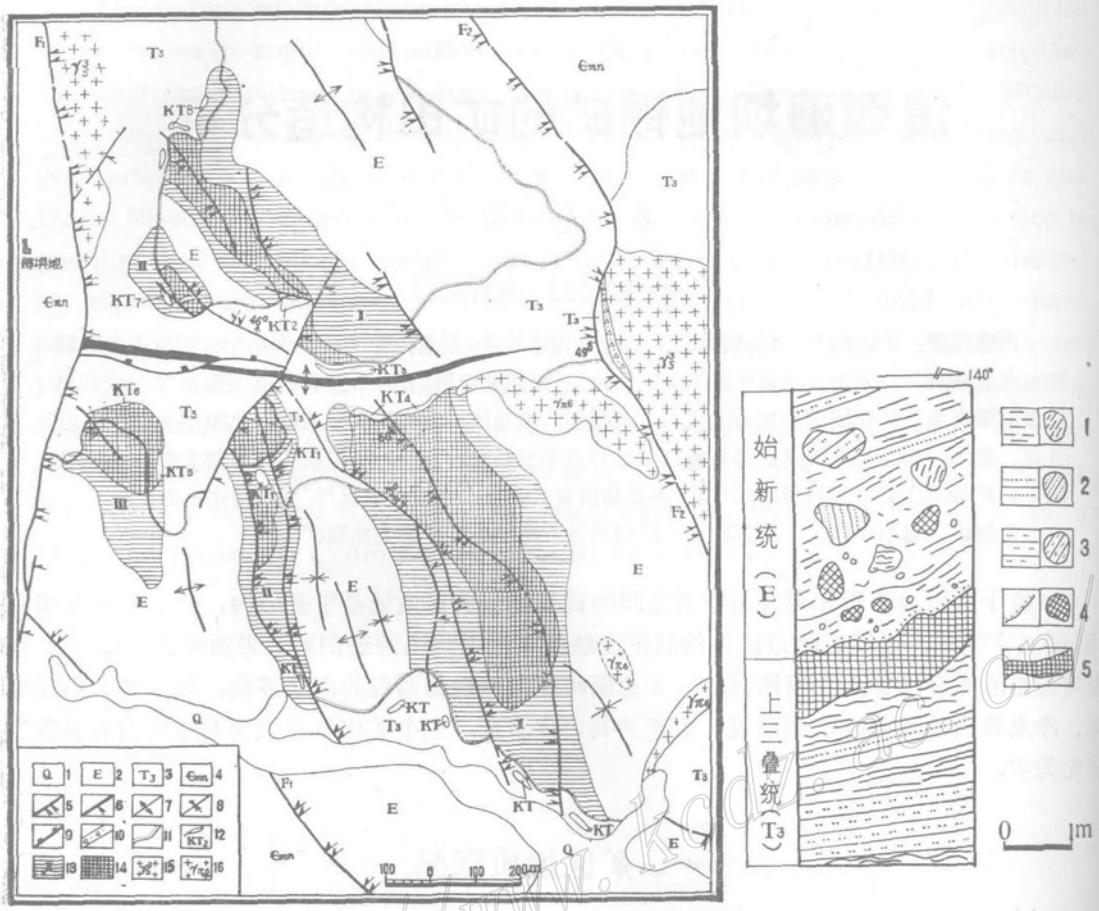


图 1 薊坝地锡矿田构造体系略图 (上左)

1—第四系冲积、洪积物；2—始新统；3—上三叠统；4—寒武系勐统群；5—反“S”型构造体系压性、压扭性断裂；6—反“S”型构造体系张性、张扭性断裂；7—背斜轴；8—向斜轴；9—纬向构造体系压性断裂；10—断裂破碎带；11—不整合；12—地表锡矿体及编号；13—锡矿化区及锡矿(化)带编号；14—锡矿体；15—花岗岩；16—花岗斑岩

Fig. 1. Schematic map showing structural system of the Haobadi tin orefield (left).

1—Quaternary alluvial and diluvial materials; 2—Eocene; 3—Upper Triassic; 4—Cambrian Mengtong Group; 5—Compressional and compresso-shearing fault of reversed “S”-shaped tectonic system; 6—Extensional and extensional-shearing fault of reversed “S”-shaped tectonic system; 7—Anticlinal fault of latitudinal tectonic system; 8—Synclinal axis; 9—Compressional fault of latitudinal tectonic system; 10—Fracture zone; 11—Unconformity; 12—Tin orebody at surface and its serial number; 13—Serial number of tin mineralization area or zone; 14—Tin orebody; 15—Granite; 16—Granite porphyry.

图 2 7号矿体采场柱状剖面素描图 (右图)

1—泥岩、砾石；2—粉砂岩、砾石；3—石英砂岩、砾石；4—不整合面，矿石砾石；5—矿体

Fig. 2. Columnar sketch of the quarry for No. 7 orebody (right).

1—Mudstone and pebble; 2—Siltstone and pebble; 3—Quartz Sandstone and pebble; 4—Unconformity, ore pebble; 5—Orebody.

区东侧的癞痢头山岩株及矿区内的七个岩枝，经钻探证实它们在地下连为一体。铷锶法和氩法测定的单矿物黑云母年龄值分别为 64.7Ma、64.6Ma 和 62.37Ma (云南地科所测定)，故属燕山晚期的产物。

此外尚有喜山期的花岗斑岩枝(脉)侵位于老第三系中，并切割破坏锡矿体，代表成矿

后的一次岩浆活动。

花岗岩侵位于上三叠统并产生热液蚀变而形成不同类型的角岩,角岩带宽几米至几十米。岩体中部以黑云斜长花岗岩为主,边部是黑云二长花岗岩和黑云花岗闪长岩。岩石化学特征是酸碱度低,基性程度较高,这与同化混染大量的围岩成分有一定关系。副矿物以锡石、电气石和锆石为主。锡石含量高,岩体含锡丰度均高出正常花岗岩的3—19倍。岩体中的石英单矿物爆裂温度为489—497°C,石英包裹体均匀化温度大于950°C,石英中气液包体均一法测定温度为425—160°C。矿区的硫同位素 $\delta^{34}\text{S}$ 变化范围较小与陨石硫的数据基本一致。从花岗岩内接触带至距岩体160m的范围中,其同位素值有从大变小的分馏趋势,氧同位素计算反映高温岩浆源中硫的均一作用是很完全的,与花岗岩中普遍出现的熔浆包体相一致。石英氧同位素计算出的 $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ 值为5.5—7.9‰^①,属岩浆水范围,也说明锡矿床与花岗岩具有成因上的联系。同时工业矿体产在花岗岩体顶部160m距离以内。

应强调的是薺坝地花岗岩在时、空分布上严格受反“S”型构造带的制约,呈北北西向的纺锤状或狭长带状,是在燕山晚期沿断裂带侵入而成;成岩后又受该构造带的改造,几乎整个岩体普遍具碎裂-糜棱结构和片麻状构造,局部出现千糜状构造。岩体延伸方向与断裂带走向一致,甚至岩体中的包裹体也沿此方向排列。

(三) 构造 矿区的构造至少可划分为纬向和反“S”型两大构造体系(图1)。

纬向构造带以东西向锡厂背斜及伴生的纵向断裂为代表。锡厂背斜位于矿区中部,由上三叠统组成的近对称褶皱,长约2km,宽300m。西段被薺坝地断层(F_1)垂直截切,往东延伸因被水草洼断裂(F_2)和花岗岩体所破坏而不够清楚,但岩体东侧的上三叠世地层中仍有东西向褶皱的踪迹。近东西向断裂是在褶皱的基础上发育起来的纵张断裂,断面向北缓倾,因受反“S”型构造的叠加改造而兼具压扭性,有的花岗岩体边部出现东西向凹凸形态则与其控岩作用有关。区域资料表明本矿区正处于北纬25°一线附近,西邻的西邑、羊邑等地有东西向隆起,往东至南涧西侧的上三叠统中也有东西向褶皱和断裂。故该矿区的东西向褶皱和断裂应是南岭纬向构造带的西段的西延成分。该纬向构造带在印支期活动明显,以褶皱为主;燕山期活动强烈,并以断裂为主;在喜山期中还在继续活动。

反“S”型构造形迹在矿区占主导地位,它是青藏反“S”型构造体系的组成部分。区域资料表明,该体系发育于晚三叠世晚期,燕山期活动强烈,于第三纪中期基本定型,晚近期仍有强烈活动。本区及邻区由中生代地层组成的北北西向褶皱及同向断裂,矿区两侧的薺坝地、水草洼断层以及矿区内控制三个矿带的北北西向次级断层均是燕山运动的产物,是该体系不同级别的构造成分,它们起着明显的导矿和容矿作用。而矿区内第三系中的一些北北西—北西向宽缓型次级褶皱和伴生断裂,则是喜山运动作用的结果,它们是成矿后构造。

薺坝地断裂(F_1)纵贯矿区西侧,倾向NE,倾角40°—60°,呈舒缓波状延展,长达几十公里,发育宽30m的挤压破碎带,为一右行压扭性构造。它控制了坡头花岗岩岩株的分布。成岩后的活动,又使花岗岩显示碎裂至糜棱状构造,呈现复性结构面的特征。成矿前一度显示的张性可能与叠置在纬向构造带横张断裂之上有关。该断裂旁侧的次级断层控制着大部分矿体,断裂带内也有多处蚀变矿化,还有矿脉展布,表明它与成矿关系紧密,为矿区的一级控

① 唐尚鹤,1986,薺坝地锡石电气石石英脉型矿床地质特征

矿构造。

矿区东侧的水草洼断裂(F_2), 倾向 $233^\circ-260^\circ$, 倾角 $52^\circ-78^\circ$, 其性质、规模和控矿特点与潞坝地断裂相类似, 但断面主要向南西倾斜。水草洼花岗岩株侵入之后, 该断裂活动尤为显著, 经历了压—张—压扭的多次活动, 岩体普遍碎裂, 并具糜棱岩化, 表现出强烈的压扭性质, 尔后发生张性活动, 形成宽10余米的角砾岩带。砾石大小悬殊, 棱角明显, 排列杂乱, 胶结疏松, 而且某些砾石中保留片理化带和糜棱岩化带的特征。张裂带内多处还发育有右行压扭性结构面, 它切割张裂带并使裂面附近的砾石略有定向排列, 这是较晚期的压扭性构造活动。

经向构造体系在本区也有表现, 但因多被反“S”型构造所重接和斜接而不易区分。

二、矿田构造特征

(一) 成矿前后的构造活动方式 据上述, 矿区内构造体系成生和应力场的变化特征概述如下: 成矿前(燕山早期), 纬向构造带的南北向挤压应力对已形成的反“S”型构造带的北西向断裂产生启张作用, 使之成为岩浆活动提供了良好的通道和储存空间。在成矿期(燕山晚期)这些构造对矿区的岩体和矿体的定位起了重要的控制作用, 并对岩体产生较明显的改造作用, 相继发生了锡矿化。成矿后(喜山早期), 反“S”型构造带的活动使不整合面上的新地层发生褶皱和断裂, 尤其断裂对矿体发生明显的破坏。此时反“S”型构造的应力场随即产生, 但强度较弱, 对先成的裂面有一定的启张作用(如上述北北西向张裂带的形成), 并在北北西向褶皱之上叠加了近东西向的小褶皱(长一般数十米), 但有时却会改变北北西向褶皱的方向。最晚一期的反“S”型构造活动更为微弱了, 表现为张裂带中小压扭裂面的成生。总之中生代以来, 本区的纬向构造体系应力场和反“S”型构造体系构造应力场表现出交替出现的特征。但前者由强变弱; 后者却有弱—强—弱的变化趋势, 但总的强度远远大于前者, 而在本区占主导地位。

(二) 构造活动与矿化阶段 由于反“S”型构造带在成矿过程中的多次活动, 岩石多次遭受挤压破碎, 故产生多期次的矿化作用。本区成矿期次划分如下^①:

1. 早期气化—高温热液氧化物阶段: 又可细分气化、高温热液含锡石电气石阶段。氧化作用强烈而硅化作用不强, 矿化后遭受强烈压碎, 被第二期矿化脉胶结或穿切, 局部显角砾状矿石。成矿温度, 据爆裂法测温为 $593-570^\circ\text{C}$, 均一法为 $460-415^\circ\text{C}$ 。

2. 气化高温热液石英—电气石—锡石阶段: 是主要成矿阶段, 并叠加在第一成矿阶段矿脉上, 硅化、电气石化作用非常强烈。此阶段形成的矿石又遭受挤压破碎以至呈糜棱结构, 被第三成矿阶段的矿脉所穿切。成矿温度, 爆裂法为 $530-425^\circ\text{C}$, 均一法为 $396-345^\circ\text{C}$ 。

3. 晚期中温热液硫化物阶段: 本期矿脉穿切早期生成的矿石, 由于它的叠加作用易形成富矿, 黄铁矿、磁黄铁矿、赤铁矿相对较多, 还有少量方铅矿和重晶石。成矿温度, 爆裂法测温为 $405-300^\circ\text{C}$, 均一法为 $321-275^\circ\text{C}$ 。

在爆裂温度直方图3中也大致反映出上述三个主要成矿温度区间。结合钻孔及坑道资料

① 云南省地矿局, 1985年, 滇西锡矿带成矿规律及找矿方向

大致反映出垂直逆向分带的特征,即上部以氧化物矿石为主,下部硫化物矿石有增加趋势,这种垂直逆向分带性正是由于构造活动的结果。

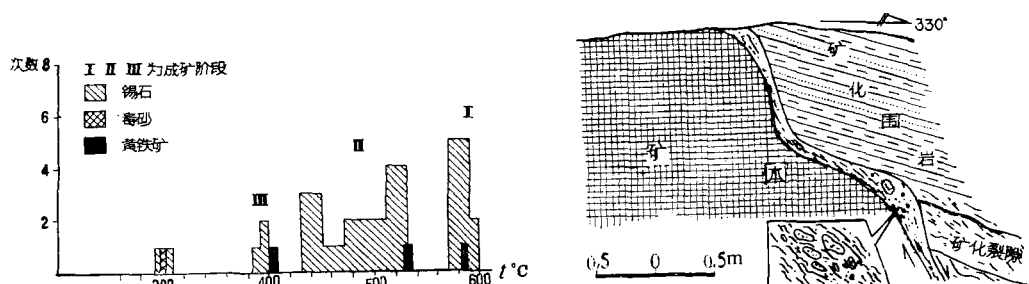


图3 勐坝地锡矿爆裂温度直方图(左图)
(据唐尚鹤)

Fig. 3. Histogram of decrepitation temperature of the Haobadi tin orefield(left).

图4 勐坝地锡矿田九号坑中北西向右行压扭裂面素描图(右图)

Fig. 4. Sketch of the NW-trending right-lateral compresso-shearing fracture surface in No. 9 gallery of the Haobadi tin orefield(right).

(三) 容矿构造类型及矿体产出特征 本区容矿构造主要有断裂、层间剥离、裂隙等构造,以前二类为主。

1. 断裂破碎带型: 矿区内大部分矿体主要产在北北西—北西向断裂挤压带中。它们一般长百余米至几百米,向北东或南西陡倾(图1)。矿带、矿体的产出部位及空间展布与该断裂组相一致,横向上的矿化强烈程度随远离该断裂组而逐渐减弱。已揭露出的多数矿体均沿北西向右行压扭性断裂破碎带产出(图4)。许多地段北西方向的右行压扭裂面,已为褐铁矿化石英脉、电气石-石英脉所充填。产于该类构造中的矿体形态简单,多呈透镜状、似层状,产状平缓。沿北西向断裂组矿体水平投影呈长条状排列,组成大致平行的三个矿带,但其空间排列具斜列式特征(图1)。I号矿带由四个矿体组成,长1800m; II、III号矿带均由二个矿体组成,长分别为1100m和400m。各矿带的水平投影宽度为100—500m。单个矿体长120—500m,厚1.6—7.5m,一般厚2—4m。最大的4号矿体长800m,最大水平投影宽度320m,最大铅垂厚度9.82m。矿体的总体产状向北东向缓倾且向南东倾伏。矿体主要为复矿脉组成的似层状,多时可达2—4层,矿脉密集展布显示叠瓦式的空间排列。矿体产在上三叠统顶部厚25—30m的石英杂砂岩夹层中的断裂破碎带内,破碎带之上覆盖一层厚度不等的页岩或粘土层,是成矿的有利遮挡层。

2. 层间剥离构造型: 发育在北北西向含矿断裂带旁侧的层间破碎带,属反“S”型构造带低级序组分。其特征是:层间破碎带多发育于砂岩、页岩或砂岩层之间;走向和地层延伸方向的基本一致,偶有交角;其规模一般长几十米至百余米,宽数米;局部发育有构造岩,以砂岩、页岩的砾石为主,尚有少量脉石英砾石,砾石显扭性断裂的特征。该层间破碎带控制了大部分似层状矿体的产出。此外,在2、3、6、7号矿体中,部分矿脉是产在东西向背斜的南北两翼层间破碎带中,从部分勘探剖面上皆能看出背斜两翼相应为赋矿层位,有锡矿体或矿化体存在,具有倾向相背之特征。同时,似层状、透镜状矿体的走向和地层产状大致相一致。破碎带中

构造岩缺乏，规模较小。这很可能反映出纬向构造带的控矿作用，但也不排除是受控于北西向断裂派生的东西向层间破碎带，这从热晕和蒸发晕的特征和北北西向断裂关系密切而得到启示（图5），现因资料不足尚难定论。

3. 裂隙构造型：矿区内部分地段，尚见到北东向的张扭裂面控矿，它多是反“S”型构造带的横张构造。如1号矿体北侧有一走向北东的破碎带存在，并有褐铁矿化石英脉充填，还被后期北西向破裂面所切错。由于矿区北东组断裂和裂隙很不发育，至今尚未见到有工业价值的矿体。此外，许多地段还见北北西—北西向的扭压裂隙，已为褐铁矿化石英脉和电气石-石英脉所充填。

(四) 构造控矿特征 根据矿体的排列组合、容矿构造类型和矿带空间展布形式（图1），本矿田的控矿构造有斜列式（“多”字型）、层间破碎带和“人”字型三种形式，但以前二种为主。

1. 斜列式：斜列式控矿构造是多字型构造控矿的一种形式，由反“S”型构造带的四、五级北北西至北西向右行压扭性断裂破碎带所构成，它们分布在两条二、三级长期活动的薹坝地和水草洼断裂带夹持区内，并与主断裂呈小的交角，但并未延伸到主断裂上。

2. 层间破碎带：是受岩性和一定地层层位限制的更低级序的构造形式，多数属于反“S”型构造的组分，也有一部分可能属于纬向构造带的成分。该层间破碎带并无固定的延伸方向，也不象其它控矿断裂在空间上具有一定的展布形式，然而它却控制着大部分似层状矿体（脉）的产出和分布，故本文将其作为一种独立的控矿形式列出。须要指出的是，在矿带中反“S”和纬向控矿构造形式往往交织在一起，甚至出现二者兼有的过渡形式，显示出复合构造控矿的特点。

3. “人”字型：矿区南部冷水管矿床的矿体（脉），受走向北西、倾向北东的冷水管右行压扭性断裂控制，该断裂与薹坝地断裂呈锐角相交，且不穿过主断裂，二者构成“人”字型构造，呈现出“人”字型控矿构造形式。

综上所述，并联系区域地质资料，认为该矿田在区域构造上以保山—镇康复背斜为代表的滇西经向构造带，生成发育于早古生代，后期有继承性活动。中、新生代的燕山期和喜山早期构造活动铸成的巨大反“S”型构造体系及成生最早的（中元古代时期的褶皱构造活动）纬向构造体系，在中生代时期又有活动。三种构造体系产生重复、斜接或包容等复杂的复合关系，具有构造体系复合控岩控矿的特征。而矿田构造则为后两种构造体系的二、三级低序次的断裂和褶皱，它们不仅具体控制着岩体时空分布，并且亦是导矿或布矿构造。而更低级的断裂或层间破碎带控制了矿体的分布。表明了构造体系的分级控矿的特点，并且显示出一

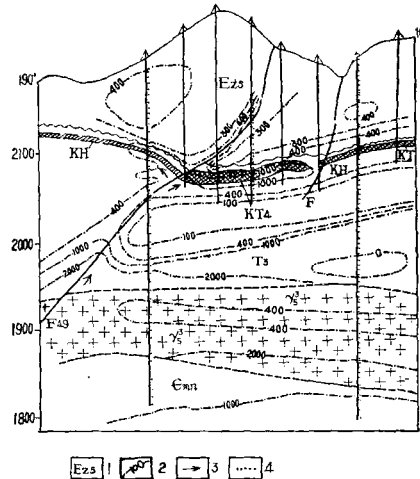


图5 薹坝地锡矿蒸发晕等值线图
(56号勘探线剖面)

1—第三系珠山群；2—蒸发晕等值线；3—热液运移方向；4—取样位置；其他同图1

Fig. 5. Contour diagram of evaporation halos along No. 56 exploration line in the Haobadi tin orefield.

1—Tertiary Zhushan Group; 2—Contour line of evaporation halo; 3—Direction of hydrothermal movement; 4—Sampling location; other symbols as for Fig. 1.

定的构造体系的复合控矿作用。但应强调的是该地区主导性的控岩控矿构造是反“S”型构造体系,纬向和经向构造带只起辅助性作用。同时,从锡矿化和花岗岩的紧密关系、矿化阶段、矿体形态以及包裹体测温、同位素资料等分析,该矿田是由多期次构造活动控制的,成矿物质主要来自岩浆源(部分可能来自地层),为气化-高温热液复式矿床。

成文过程中宜昌地质矿产研究所熊成云副研究员细心审阅了全文并提出宝贵意见,图件由陶家麟清绘,在此一并致以衷心的感谢。

主要参考文献

- (1) 中国地质科学院地质力学研究所 1984 1:250 万中华人民共和国及其毗邻海区构造体系图简要说明书 地质出版社
- (2) 李四光 1973 地质力学概论 科学出版社
- (3) 翟裕生等 1981 矿田构造与成矿 地质出版社
- (4) 李光勋 1981 滇西漕涧-昌宁一带地质构造与锡矿分布之特征 中国地质科学院年报 地质出版社

STRUCTURAL ANALYSIS OF THE HAOBADI TIN OREFIELD IN WESTERN YUNNAN

Li Guangxun

(No. 3 Geological Party, Bureau of Geology and Mineral Resources of Yunnan Province, Dali, Yunnan)

Abstract

The Haobadi tin orefield is located on the southeastern side of the compounding part between the Lancangjiang fault zone of Qinghai-Xizang reversed “S”-shaped tectonic system and the Baoshan-Zhengkang anticlinorium structural belt of western Yunnan meridional structural system, and also lies along the westward extension portion of the western section of Nanling latitudinal tectonic belt. The magmatic rocks related to metallization are Late Yanshanian biotite granites with Rb-Sr biotite age and K-Ar age being 64.7 Ma and 64.6 Ma respectively. Exploration demonstrates that several small rock bodies are connected with each other at depth, conditioned strictly in time and space by NNW-trending fault zone of the reversed “S”-shaped structural belt.

The structures in this area can be grouped into latitudinal and reversed “S”-shaped structural systems. The latitudinal structural features are NE-trending anticlines and longitudinal extensional faults, which bear compressive-shearing characteristics as a result of superimposed transformation of the reversed “S”-shaped structures and fail to play an obvious ore-controlling role. The reversed “S”-shaped structural zones, on the contrary, are dominant in the ore district and show apparent ore-controlling function, with the NNW-trending com-

presso-shearing fractural zones governing the approximately parallel distribution of three tin metallogenic zones.

The ore-bearing faults are mainly NNW-NW dextral compresso-shearing fractural zones several hundred meters in length and tens of meters in width, which incline steeply in NE or SW direction and strictly control the distribution of orebodies and ore zones; the interformational fractural zones possess the secondary importance, which control most stratoid orebodies and belong chiefly to derivative components of the NNW-trending compresso-shearing faults and partly to lower order structures of latitudinal structural belt.

The multistage mineralizations in the ore district are closely related to polyphase activities of reversed "S"-shaped structural zones; the orebodies are mostly in inclined arrangement, and each ore zone consists mainly of complex ore veins, which even reach 2-4 layers; the second order single ore veins are crowded, assuming imbricate arrangement.

<http://www.kcdz.ac.cn/>