

湘南锡矿找矿方向探讨

张怡军

(湖南省湘南地质勘察院, 湖南 郴州 423000)

摘要:湘南地区蕴藏着丰富的锡矿资源,锡及锡多金属矿床(点)分布广泛,类型复杂,它们的形成除与花岗质侵入岩体直接相关外,同时还受到区域地层和地质构造等因素的共同制约。通过对锡矿的地质背景、分布特征、矿床特征与矿化规律、矿床成因及找矿信息和标志的研究,把湘南地区锡矿的找矿归纳为:“划带、圈区、寻体、定位”的找矿模式,不仅从宏观上提出了或解决了锡矿找矿方向的问题,而且近年来的地质找矿工作得到了实践应用,并取得了丰硕的找矿成果。

关键词:锡矿;找矿方向;矿床类型;成矿模式

中图分类号:P618.44 **文献标志码:**A **文章编号:**1000-3657(2007)06-1073-09

湘南地区的锡矿床是南岭地区中生代岩浆活动与成矿作用的重要组成部分。对湘南锡矿形成的地质背景和找矿方向进行研究,不仅能解决锡矿找矿中存在的许多重要的科学问题,为进一步寻找锡矿资源指出方向,而且对认识湘南地区地质构造演化史、探讨花岗岩类及其锡矿床的形成环境也具有特别重要的意义。笔者从锡矿成矿地质背景研究开始,通过矿床类型划分和成矿模型的建立,来探讨湘南地区锡矿的找矿方向。

1 锡矿成矿地质背景

湘南地区地处扬子与华夏板块的交接地带,即茶陵—郴州断裂带,断裂倾向南东,西盘向东的俯冲造成西坳陷、东面隆起的构造格局^[1]。区内发育自中元古代蓟县纪至古近纪的各时代地层,而泥盆纪—石炭纪地层中的灰岩、含泥质灰岩、白云岩等碳酸盐岩是主要的有利赋矿层位。湘南地区主要经历了加里东运动、印支运动和燕山运动等几次大的构造事件,由此形成了由断裂、褶皱、构造盆地等组成的较为复杂的变形格架。区域主干断裂有 NE—NEE 向和 NW 向两组,NE—NEE 向主干断裂自西而东主要有新宁—邵阳断裂、茶陵—郴州断裂、桂东—汝城断裂等,断裂大多倾向南东,少数倾向北西,并以压(扭)性或逆冲为主;断裂常控制了燕山期陆相盆地的发育。NW 向主干断裂主要有郴州—邵阳断裂、香花岭—阳明山断裂等,断裂地表痕迹不太清楚,主要表现为隐伏性质,属基底走滑断裂。岩浆活动频繁,尤其是不同时期、不同类型的花岗岩分布广泛,是南岭构造—岩浆带的重要

组成部分。地表出露岩浆岩以中深成—中浅成的中酸性—酸性花岗岩为主,另有基性、中酸性、酸性脉岩类发育。花岗岩时代主要有加里东期、印支期、燕山期等,岩浆活动总体延续时限近 380 Ma。区内锡矿产绝大部分与印支期和燕山早期花岗岩有关。

区域物探背景:重力场以中北部高、西部和东南部低,以及大量规模不一的重力低与少量重力高等重力场圈闭为特征(图 1)。中北部高、西部和东南部低的重力场反映出与中北部凹陷且花岗岩体欠发育、东南部隆起且花岗岩体大量发育以及西部相对隆起的构造特征相吻合。

绝大多数圈闭的重力低场则与低密度的花岗岩体有关^[2],如大义山、骑田岭、千里山、彭公庙、诸广山、万洋山、九嶷山、塔山、阳明山、越城岭等花岗岩体,均伴有重力低场。在中北部高重力场与南东部低重力场之间为炎陵—临武重力梯度带,长 > 250 km,宽约 20 km,重力异常值 $(-35 \sim -60) \times 10^{-5} \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$,水平梯度为 $1.25 \times 10^{-5} \text{m} \cdot \text{s}^{-2} / \text{km}$ 。梯度带表明自北西向南东陆壳变厚,从而也反映出茶—郴深大断裂倾向南东的产状特征。

航磁异常大致与布格重力异常对应,骑田岭、千里山一带呈北东东向,北西侧为负值平缓区,南东侧为正值高异常区,强度最高达 200 nT,并在黄沙坪、新田岭、千里山、瑶岗仙等地形成一定规模的正负相伴的局部异常(图 2)。

部分断裂构造带具有较清楚的航磁异常反映。沿郴州—茶陵断裂一线,异常方向总体呈明显的 NNE 向,并为一航磁 ΔT 化极异常梯度带。沿郴州—大义山基底断裂与构造岩浆带一线形成局部航磁异常串珠状排列。安仁—永兴一线局部

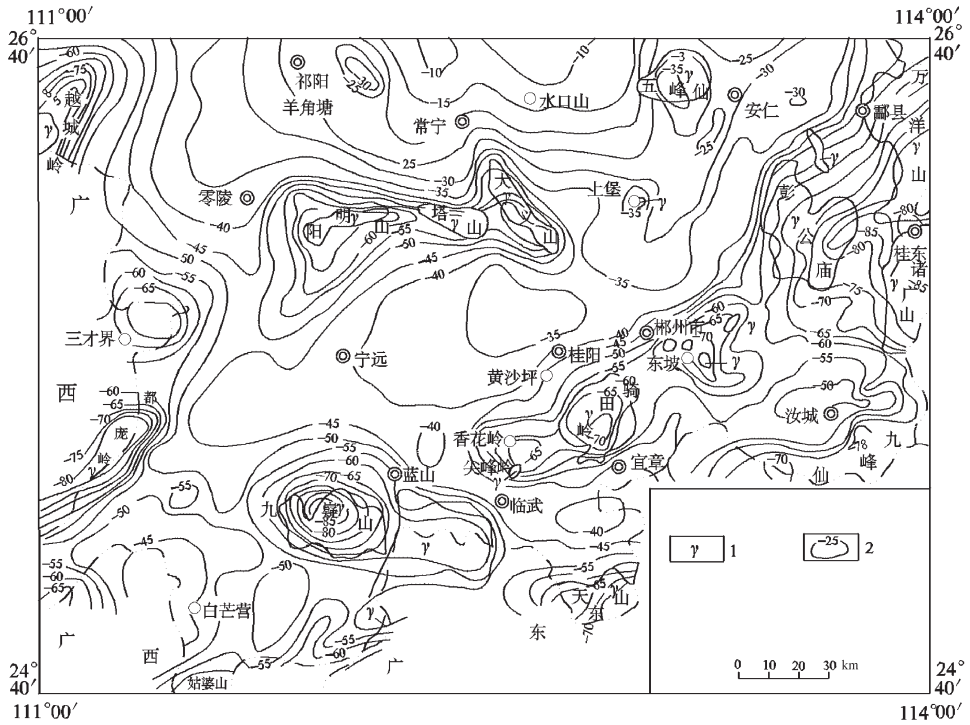


图1 湘南地区重力布格异常平面图

1—花岗岩;2—布格异常等值线

Fig.1 Plan map of Bouguer gravity anomalies in southern Hunan

1—Granite;2—Bouguer anomaly contour

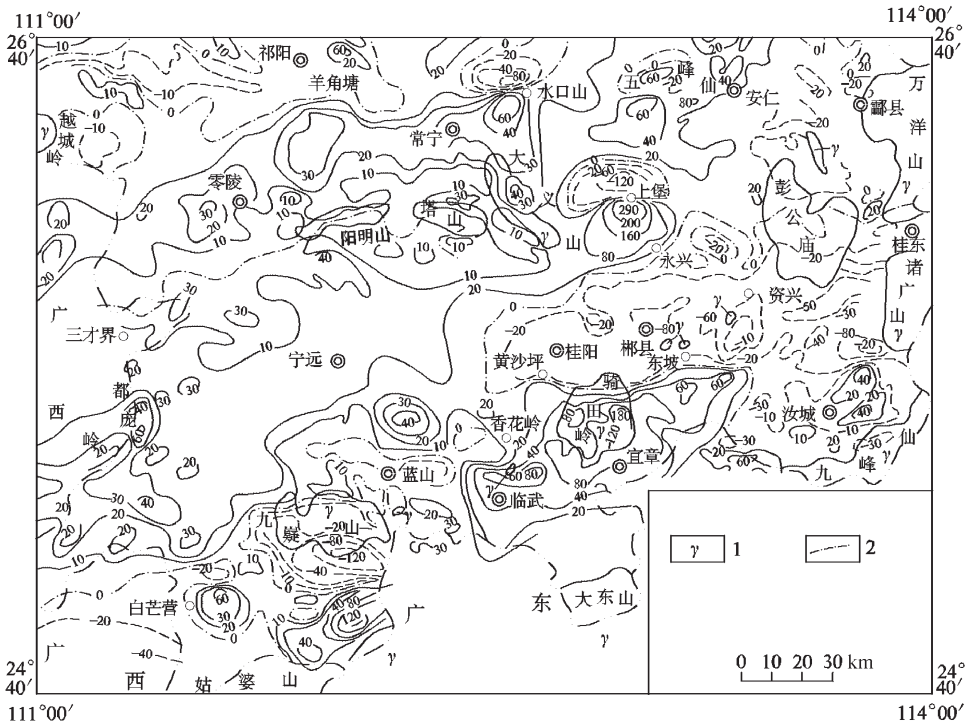


图2 湘南航磁 ΔT 异常平面图

1—花岗岩;2—航磁异常等值线

Fig.2 Plan map of aeromagnetic ΔT anomalies in southern Hunan

1—Granite;2—Magnetism anomaly contour

航磁异常串珠状排列,走向 20°,是 NNE 向断裂的反映。

2 锡矿床特征

2.1 锡矿床分布特征

湘南地区蕴藏着丰富的锡矿资源,矿床(点)分布广泛,类型复杂。据不完全统计,全区现已发现的各类锡矿床(点)150 余处,有特大型、大型矿床 11 处,中、小型矿床 59 处,已探明的资源储量约 200 万 t,锡矿主要分布在郴州柿竹园、芙蓉、香花岭,衡阳大义山,株洲锡田,永州的菇婆山和九嶷山等地(图 3)。其分布多与岩浆岩有关,尤其是燕山期岩浆岩关系更为密切。由于本区岩浆活动具有多期、多阶段的特征,所形成的矿床亦具有多期多阶段特征。矿床的物质组分复杂,单一组分的少,而且多以 W、Bi、Mo 和 Pb、Zn 等共生或伴生

出现,而且由岩体中心向外,矿化强度和物质组分有明显的分带性,物质组分分带为:Sn、W、Mo、Bi→Sn、W→Sn、Pb、Zn→Pb、Zn、Ag;矿床类型分带为云英岩型→矽卡岩型→裂隙充填交代型→硫化物型的顺向分带的现象。

2.2 锡矿床成因类型

以往众多学者^[2-4]对本区锡矿床类型的划分已有多种方案,在划分类型时,由于不同时期、不同学者所持有的学术观点和角度不同,因而对同一矿床产生了不同类型的名称,如同是裂隙充填交代型锡矿床,就有不同称谓,突出成生地质构造环境的叫“构造蚀变带型”,突出矿物组合特征的则称“锡石硫化物型”。同时随着科技的进步,地质工作的不断深入,近年来又发现了一些新的矿床类型,如“斑岩型锡矿、蚀变花岗岩型锡矿”等。笔者根据矿床的成矿作用、成生方式、

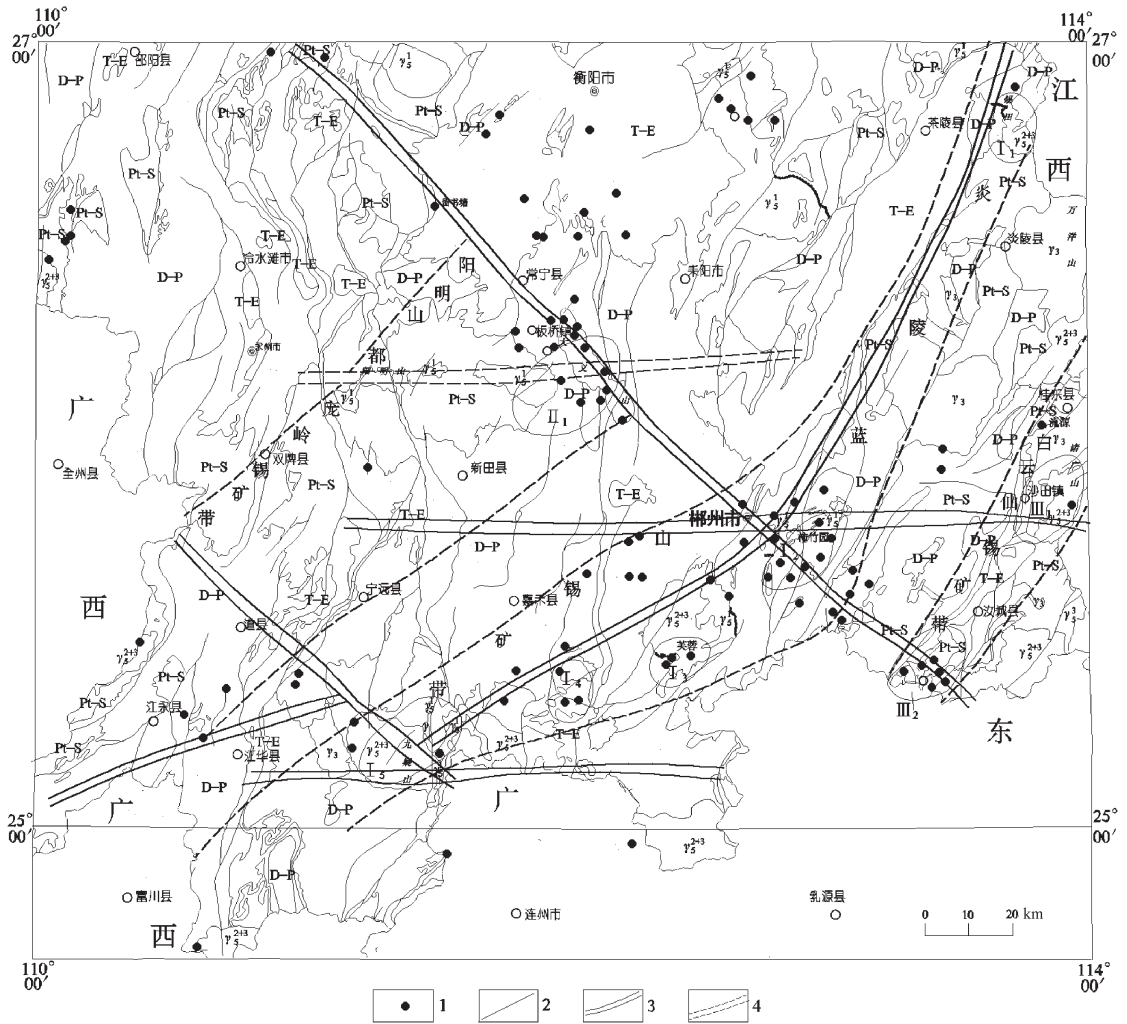


图 3 湘南地区锡矿床分布及矿带、远景区划分图

T—E—三叠系—古近系;D—P—泥盆系—二叠系;Pt—S—元古代—志留系; γ_3 —加里东期侵入体; γ_1 —印支期侵入体; γ_{2+3} —燕山期侵入体;1—锡矿床(点);2—断层;3—基底断裂;4—成矿带界线

Fig.3 Distribution of tin deposits, ore belts and prospect areas in southern Hunan

T—E—Triassic—Paleogene;D—P—Devonian—Permian;P—S—Proterozoic—Silurian; γ_3 —Caledonian intrusion; γ_1 —Indosinian intrusion; γ_{2+3} —Yanshanian intrusion;1—Tin deposit (occurrence); 2—Fault;3—Basement fault;4—Boundary of ore belt

物质来源、控矿条件、矿床特征、围岩蚀变等因素,将湘南地区内生锡矿床划分为3类8亚类型(表1)。其中以云英岩型、蚀变花岗岩型、矽卡岩型和锡石硫化物型为主,尤以接触交代矽卡岩型最为重要。还需指出的是大多数矿床(体)为多种矿床类型的复合类型,单一矿床类型的矿床(体)比较少见;如柿竹园锡矿是矽卡岩型、云英岩体型和云英岩脉型,又如白腊水矿区的19号脉为代表的构造蚀变带型锡矿,实际上为蚀变花岗岩型、云英岩型及锡石硫化物、矽卡岩型的复合类型,红旗岭矿区4号脉为石英脉型和锡石硫化物型的复合类型。

2.3 锡矿成矿模式

所谓成矿模式就是对矿床形成的地质环境、矿化作用及其演化规律、成因机制等各个方面,用直观的图形或方式表达出来。区内以锡为主的多金属矿床主要分布在郴州—临武北东向深大断裂带上和加里东褶皱隆起区边缘,矿床受构造岩浆活动影响沿北东向成带分布。以深大断裂为界,分为两个大的成矿系列,东部是与酸性中浅成花岗岩类有关的锡多金属成矿系列,西部是以中酸性浅成花岗岩类长斑岩为主的锡多金属成矿系列。具有矿种多,矿化类型复杂,矿床分带明显的特点,矿床类型主要有矽卡岩型、云英岩型、蚀变岩体型、锡石硫化物型等,各矿床类型在空间分布上,围绕岩体向

外或由深到浅出现顺向分布,即云英岩型—矽卡岩型—裂隙充填交代型。盖层广布,其中Z—ε、D₂—D₃含W、Sn、Al、Cu、Pb、Zn、F等元素比较高,通常为维氏值的2~10倍,它们通过岩浆作用提供了部分成矿物质。锡矿床在成因上和时空分布上都与酸性和中酸性花岗岩类有关,其成矿一般都经过了含矿花岗岩形成、成矿岩体和含矿岩浆热液的形成演化、岩浆期后气水热液成矿等3个阶段。矿体主要赋存在SN向紧密线型褶皱带及其伴生的逆冲断裂带、褶皱构造的虚脱空间和层间剥离裂隙、岩体的顶部和蚀变小岩体中。基于上述认识,初步建立湘南锡矿的成矿模式(图4)。

3 锡矿找矿方向

3.1 锡矿找矿模型

建立找矿模型的目的是为了从已知矿床的找矿实践中,在分析研究成矿规律的基础上重点研究直接找矿标志和间接找矿信息之间的关联,总结出寻找该类矿床最有效、最经济的找矿手段和找矿方法,从而指导对该类隐伏矿床和盲矿体的找矿工作。

根据多年来找矿勘探实践,在总结出矿床成矿模式和充分研究各种方法、手段的有效性、合理性的基础上,确定了本

表1 湘南内生锡矿床类型划分
Table 1 Types of endogenic tin deposits in southern Hunan

矿床类型		产出部位	赋矿层位及岩性	矿体形态及规模	主要矿物组合		围岩蚀变	代表矿床
类	亚类型				金属矿物	非金属矿物		
高温热液岩体型	斑岩型	岩体内	燕山期石英斑岩、花岗斑岩	似层状、脉状、不规则状中—大型	锡石、黑钨矿、黄铜矿、方铅矿	长石、石英、云母	云英岩化、绢云母化、绿泥石化	白腊水野鸡尾塘官铺
	云英岩型	岩体内	燕山期云英岩化花岗岩、花岗斑岩	似层状、透镜状、筒状、不规则状。小—大型	锡石、黑钨矿、辉钼矿、辉铋矿、黄铁矿	石英、长石、云母、萤石、黄玉	云英岩化、萤石化、绢云母化	柿竹园野鸡尾正冲
	蚀变花岗岩型	岩体顶部	蚀变花岗岩	似层状、透镜状、不规则状。中—大型	锡石、黑钨矿、黄铜矿、及铌钽矿物	长石、石英、云母、电气石、绿泥石	绢云母化、云英岩化、绿泥石化、钠长石化	白腊水小源
热液接触交代型	矽卡岩型	花岗岩与碳酸盐岩接触带	泥盆—石炭系碳酸盐岩与燕山期花岗岩	似层状、透镜状、不规则状。中—大型	锡石、白钨矿、辉钼矿、辉铋矿、磁铁矿、黄铜矿	石榴石、透辉石、符山石、角闪石、绿帘石、石英、萤石	矽卡岩化、云英岩化、萤石化、大理岩化	柿竹园金船塘大顺隆
热液充填交代型	云英岩脉型	岩体内外及接触带的裂隙中	花岗岩与硅铝质岩石	脉状小—中型	锡石、黑钨矿、铁闪锌矿	石英、云母、萤石、黄玉	云英岩化、黄玉化、萤石化	大坳湘源
	石英脉型	岩体内外及接触带的裂隙中	花岗岩与硅铝质岩石	脉状小—中型	锡石、黑钨矿、黄铁矿	石英、黑云石、白云母、电气石、毒砂	硅化、绢云母化、云英岩化、绿泥石化	红旗岭尚家坪
	锡石硫化物型	岩体内外及接触带的裂隙中	花岗岩与硅铝质岩、碳酸盐岩	似层状、透镜状、脉状、不规则状。小—大型	锡石、方铅矿、闪锌矿、黄铜矿、磁黄铁矿	绢云母、绿泥石、石英	云英岩化、绢云母化、矽卡岩化、硅化、绿泥石化	红旗岭香花岭界牌岭
	网脉大理岩型	岩体外接触带大理岩中	泥盆系碳酸盐岩	似层状、透镜状。中—大型	锡石为主,伴有方铅矿、闪锌矿	绿泥石、绢云母、石英	硅化、绿泥石化、绢云母化	柿竹园白腊水野鸡尾

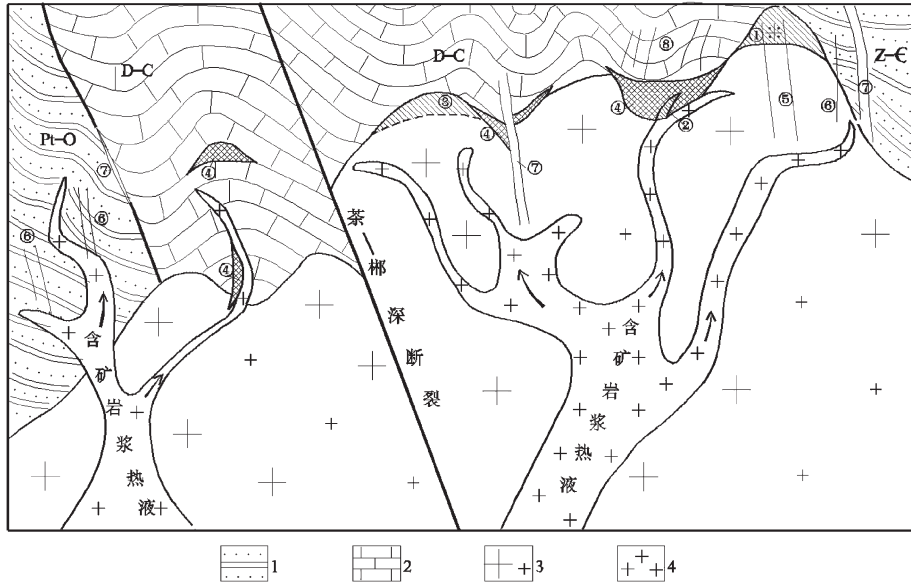


图 4 湘南锡矿成矿模式图

Pt—O—元古界—奥陶系;Z—Є—震旦—寒武系;D—C—泥盆—石炭系;①—斑岩型锡矿;②—云英岩型锡矿;③—蚀变花岗岩型锡矿;④—夕卡岩型锡矿;⑤—云英岩型锡矿;⑥—石英脉型锡矿;⑦—锡石硫化物型锡矿;⑧—网脉大理石型锡矿;
1—浅变质杂砂岩;2—灰岩;3—燕山早期斑状花岗岩;4—燕山晚期中—细粒花岗岩

Fig.4 Metallogenic model of tin deposits in Hunan

P—O—Paleozoic—Ordovician;Z—Є—Sinian—Cambrian;D—C—Devonian—Carboniferous;①—Tuwu porphyry type tin deposit;
②—Greisen type tin deposit;③—Altered granite type tin deposit;④—Skarn type tin deposit;⑤—Greisen type tin deposit;
⑥—Quartz vein tin deposit;⑦—Cassiterite sulfide type tin deposit;⑧—Stockwork marble type tin deposit;
1—Low-grade metamorphic graywacke;2—Limestone;3—Early Yanshanian porphyritic granite;
4—Late Yanshanian medium- and fine-grained granite

区锡矿床的找矿标志,根据找矿标志,提出了本区矿床的地质综合找矿模型(图 5)。

3.2 锡矿找矿方向

区内锡矿以内生为主,外生锡矿较少。内生锡矿的形成主要是与岩浆侵入活动有关,是岩浆晚期含矿气水热液,在有利的成矿环境下有用组分聚集而形成的,成矿温度主要在气化高一高中温阶段。矿床类型主要为高温热液岩体型、热液接触交代型和热液充填交代型 3 种,各种类型的矿床其产出部位不同,寻找的方向也是不相同的。

通过研究湘南地区锡矿的地质背景,锡矿床的分布特征,各类型锡矿床特征与矿化规律、矿床成因及找矿信息和标志的基础上,结合多年找锡矿的经验,把湘南地区锡矿的找矿归纳为:“划带、圈区、寻体、定位”的找矿模式。

划带:该区锡矿床(点)具有一定的分布规律,它总是与构造岩浆岩带具有一定的内在联系,这反映了该区锡矿床形成的区域成矿作用,即构造—岩浆活动的演化与 Sn 等成矿元素,随其演化的地球化学特征与成矿。因此,湘南地区的各类型锡矿床(点)无一不是分布在这些构造—岩浆岩带内。所以划带是一次战略性的工作,它决定了找矿方向。根据湘南地区锡矿床(点)的分布与大地构造和花岗岩的关系,笔者将湘

南地区锡矿床(点)的分布划分为 3 个锡矿带(图 1),即炎陵—兰山锡矿带(受控于炎陵—兰山深大断裂—岩浆岩带)、白云仙锡矿带(受控于白云仙褶皱隆起—岩浆岩带)、阳明山—都庞岭锡矿带(受控于阳明山—都庞岭褶皱隆起带)。其中以炎陵—兰山锡矿带最具找矿意义,湘南地区有名的锡矿床都分布在该带内,如芙蓉矿田的白腊水锡矿床,东坡矿田的柿竹园、金船矿、野鸡尾、红旗岭锡矿床等。而且也是今后找矿潜力最好的成矿带。

圈区:一个锡矿带内不是都有锡矿床(点)产出,常是产出在矿带受其他方向构造带交切处,并产生薄弱的空间地区,为深部岩浆的侵入提供了动力和空间,这一特定的空间地区具有其特殊的地质背景,遥感影像特征、地球物理场和地球化学场特征、围岩蚀变特征等,从而具备了一系列直接的、间接的锡矿找矿标志,利用这些特征和标志有关的遥感—地质—物化探方法圈出一系列的锡矿找矿远景区。如炎陵—兰山锡矿带内圈出株洲锡田成矿远景区(I₁)、郴州东坡矿远景区(I₂)、郴州芙蓉成矿远景区(I₃)、郴州香花岭成矿远景区(I₄)、永州九嶷山成矿远景区(I₅),白云仙锡矿带内共圈出郴州小江成矿远景区(III₁)、郴州九峰仙成矿远景区(III₂),阳明山—都庞岭锡矿带中圈出衡阳大义山成矿远景区(II₁)一个。

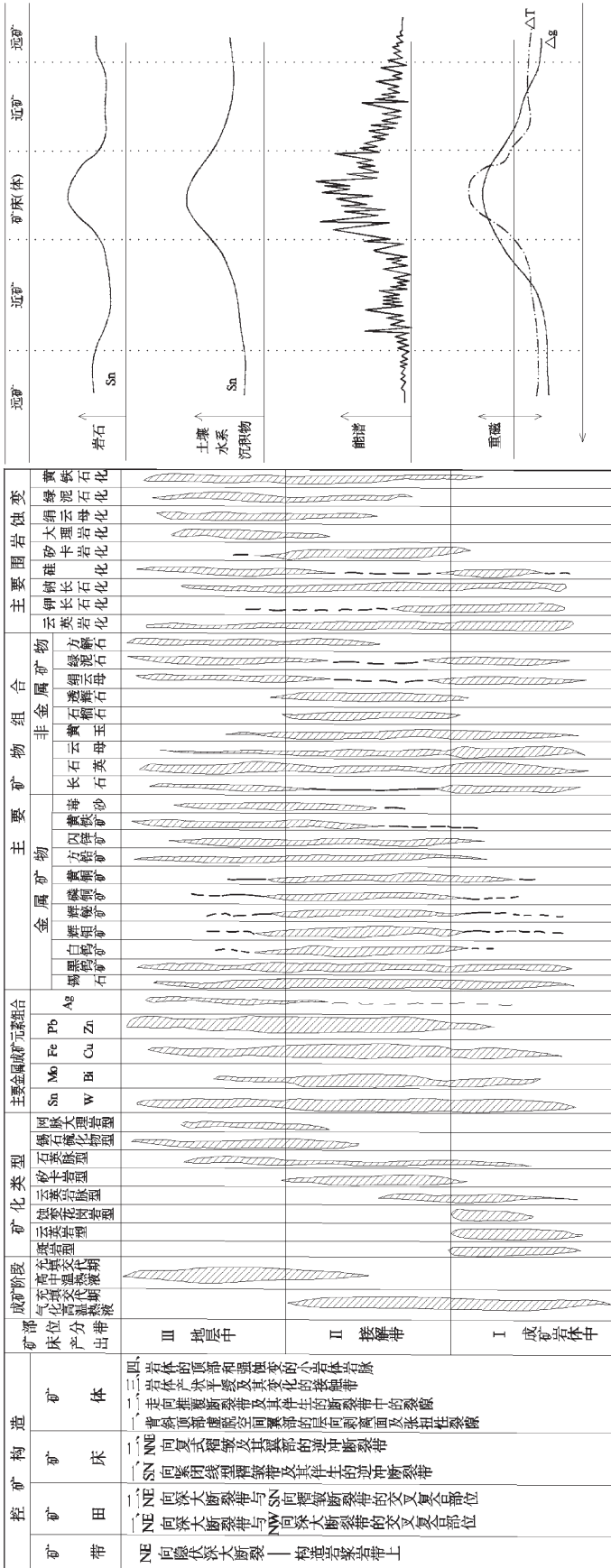


图5 湘南锡矿综合找矿模式图

左图—地质标志;右图—物化探信息标志

Fig.5 Composite ore search model of tin deposits in Hunan

Left: geological indicator; right: geochemical-geophysical information indicator

其中东坡成矿远景区是湘南地区锡矿成矿最好的远景区,金船塘锡矿、野鸡尾锡矿、红旗岭锡矿、荷花坪锡矿都在该远景区内,已探明的锡资源量百余万吨。

寻体:湘南地区的锡矿床(点)无一不是分布在花岗岩体的内外,其形成与花岗岩体有着密切的成生联系。但是,不是所有的花岗岩体内外都能形成锡矿床,那么哪些花岗岩不能形成锡矿床,哪些花岗岩可能形成锡矿床,寻体就是要寻找能形成锡矿床的花岗岩体,这是锡矿找矿工作的关键。

根据目前形成锡矿床的花岗岩归纳起来有如下特征:分布上主要在炎陵—兰山深大断裂带及其旁侧,其次在褶皱带中的隆起区,岩体形态主要为岩株、岩瘤、岩枝等形状的小岩

体,出露面积一般数千平方米至十余万平方米;岩体形成的时间主要是印支期第一阶段至燕山早期第三阶段,越早的岩体形成锡矿的可能性越小,岩体类型是“S”型花岗岩为主,目前大型锡矿床的成矿母岩都是“S”型花岗岩^①;岩性以酸性程度高的黑云母二长花岗岩、二云母二长花岗岩为主,岩石具高硅、高钾、富碱、准铝—弱过铝的特征。现将与锡成矿有关的“S”型主要特征叙述如下:岩体定位时代及空间分布;与已知矿床产出有关的岩体,已测定的同位素年龄值(表 2)最大的为 278 Ma,最小的为 102 Ma,属印支期第一阶段至燕山早期第三阶段侵入定位的。空间上主要分布在早古生代隆起区和晚古生代拗陷区接合部位的边缘或是隆起区内部。成矿小岩体往往是隆起区深部隐伏大岩基晚期、晚阶段岩浆活动沿此等薄弱地带或应力集中区上侵形成。

岩石化学成分特征:成矿岩体以黑云母二长花岗岩为主,有少量黑云母花岗岩。此类花岗岩中以富 SiO₂、Al₂O₃、MnO、Na₂O、K₂O、Li₂O、Rb₂O、F, 而贫 TiO₂、MgO、CaO、H₂O、Cl 为特征^②(表 3)。

岩体主要成矿元素含量(表 4)特征,岩石中 Sn 的丰度为 4.4×10⁻⁶~91×10⁻⁶,是维氏值 3(10⁻⁶)的数十至数百倍。就一个复式岩体而言,晚侵入的比早侵入的岩体含 Sn 高,岩体中 F 的含量较高,为 6.70×10⁻⁶~23.79×10⁻⁶,是维氏值的 2~4 倍;B 的含量一般高出 10~20 倍,这些明显富集的元素主要是亲花岗岩的成矿元素和挥发组分。而 Pb、Zn 这类亲铜或亲铁元素则不具有这种富集趋势。

稀土元素含量(表 5)特征,与锡成矿有关的花岗岩的稀土总量较其他各时代不成矿岩体及与铅锌矿化有关岩体的稀土总量要高,一般来说与成矿关系最密切的那一阶段或期次侵位的岩体,稀土总量往往是较高的。而且在多旋回或多阶段与矿体有关的复式岩体中,一般随时代变新,其稀土总量有渐次增大的趋势。岩体中轻稀土相对重稀土富集, Eu 亏损强烈和 Pb/Sr 值高,显示岩体经历了强烈的结晶分异作用。

寻体的另一目的是寻找隐伏、半隐伏的花岗岩体,进而寻找新的锡矿基地。从目前已出露的含 Sn 花岗岩看,一般具有重力负异常、正磁异常和以岩体为中心的成矿元素的半球面分带特征,因此用重力测量、磁力测量和土壤、岩石的地化测量来寻找隐伏、半隐伏的含 Sn 花岗岩体,这是今后寻找新

表 2 湘南与锡矿有关的岩体同位素年龄

Table 2 Isotope ages of intrusions related to tin deposits in Hunan

岩体名称	岩性	同位素年龄值/Ma	资料来源
千里山	黑云母二长花岗岩 γS^{2-1}	全岩 Rb-Sr162	湘南院
	黑云母二长花岗岩 γS^{2-2}	全岩 Rb-Sr148	湘南院
骑田岭	黑云母二长花岗岩	锆石 U-Pb144	宜昌所
	黑云母二长花岗岩	锆石 U-Pb157	地化所
王仙岭	电气石花岗岩	锆石 U-Pb192	研究所
痢子岭	云英岩化钾长花岗岩	全岩 Rb-Sr102	陈德潜, 1985
尖峰岭	云英岩化钾长花岗岩	全岩 Rb-Sr104	陈德潜, 1985
螃蟹木	二云母花岗岩	黑云母 K-Ar155	三 0 九队
五峰仙	中粒斑状黑云母花岗岩	锆石 U-Pb222	研究所
大义山	斑状角闪石黑云母花岗岩	锆石 U-Pb278	湘南院
	巨斑状角闪石黑云母花岗岩	黑云母 K-Ar159	湘南院
锡田	黑云母二长花岗岩	锆石 V-Pb155	马铁球

表 3 湘南与锡矿有关的岩体岩石化学成分

Table 3 Petrochemical composition in intrusions related to tin deposits in Hunan

矿化类型	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	K ₂ O	Na ₂ O	Li ₂ O	Rb ₂ O	P ₂ O ₅	H ₂ O ⁺	F
与锡矿矿化有关岩体(47)	38.45	0.30	22.15	2.54	14.25	0.89	0.44	0.19	10.13	0.30	1.56	0.80	0.05	2.71	4.58
非锡矿矿化岩体(54)	36.14	3.13	14.68	3.95	20.17	0.37	6.90	0.78	8.63	0.22	0.30	0.11	0.24	3.80	1.23

注:括号中为样品数,单位为×10⁻²。

① 邓诗谔. 花岗岩类及成矿作用研究. 湖南省地质学会会讯, 1980.

表 4 湘南与锡矿有关的岩体主要成矿元素含量
Table 4 Content of main ore-forming elements in intrusions related to tin deposits in Hunan

岩体名称	样品数	Sn	W	Pb	Zn	B	F
千里山	55	62.5	18.8	144.1	17.3	2.28	6.70
骑田岭	41	22.0	9.8	42	30.0	1.83	1.27
王仙岭	103	45.0	65.0	89.0	33.0	1.90	11.85
痢子岭	15	25	3.5	110	77	2.08	14.55
尖峰岭	7	91.0	89.0	69.0	179.0	1.86	23.79
螃蟹木	13	6.6	150.0	30.0	50.0	1.90	12.95
五峰仙	10	14		58			
大义山	157	15.0		27.0		74.0	
锡田	35	44.0	62.4	48.0	51.0	1.95	14.60

注:资料引自于湘南地区地质矿产基本特征,单位为 10^{-6} 。

型锡多金属矿,锡矿品位较低;当接触带产状较缓时,形成中等厚度(一般数十到十余米)的矽卡岩,同时叠加有多种热液蚀变时,可形成矿物组合复杂的矽卡岩型锡多金属矿,锡品位较高,局部可形成富锡矿体。

第三种是在花岗岩体外围地层中,外围地层岩性不同,锡矿类型亦不同。地层是碳酸盐岩且发育较强的大理岩化并伴有其他热液蚀变细脉时,可形成网脉状大理岩锡矿;地层是硅铝质碎屑岩,且发育有大断裂和热液蚀变时,可形成断裂充填交代型锡矿。

4 结 论

湘南地区锡成矿区带的划分是成矿规律的一种客观反

表 5 湘南与锡矿有关的岩体稀土元素含量

Table 5 REE content in intrusions related to tin deposits in Hunan

岩体名称	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y
千里山	23.2	62.6	9.1	36.3	17	0.1	21	4.7	29	5.8	18	3.3	24	3.5	185
骑田岭	66.4	125	14.7	47.4	9.3	0.7	7.5	1.3	8.3	1.7	4.8	0.9	5.9	0.6	48
王仙岭	20.4	39.2	4.4	16.0	3.7	0.3	3.0	0.5	2.8	0.8	1.4		1.8	0.2	17
痢子岭	41.4	95.6	11.6	39.3	10	0.1	10	2.7	18	4.7	12	2.2	14	1.9	92
尖峰岭	50.3	121	15.1	52	18	0.3	18	2.9	26	7.3	17	2.5	24	3.2	154
螃蟹木	13.3	36.0	3.8	13.9	4.7	0.1	4.7	1.5	9.6	2.4	5.8		5.9	0.8	53
大义山	46.7	90.0	10.4	35.1	6.7	0.5	5.8	1.0	6.0	1.1	3.1	0.5	3.0	0.5	33
锡田	30.8	70.9	9.9	37.1	12	0.1	13	3.0	21	4.5	14	2.6	19	3.2	128

注:资料引自湘南地质勘查院和基础研究所,单位为 10^{-6} 。

的锡矿产地的方向。

定位:就是在所圈定的远景区内的花岗岩内外什么地方才能找到矿体,实际是寻找锡矿的方向问题。

定位首先要根据已知花岗岩体和围岩地层岩性特征,地质构造和热液蚀变特征等确定寻找什么类型的锡矿后,再确定到什么地方去找。前者是确定是否具备形成某种类型锡矿的条件,后者是确定找矿部位,只有具备了形成某种类型锡矿条件的部位,才是选择到了最佳的找矿位置,就能取得好的找矿效果。就湘南已知的锡矿归纳起来,主要的找矿部位有如下 3 种:

第一种是在花岗岩体内,当花岗岩体顶部凹陷内有碳酸盐岩地层,且该地层受到不同程度矽卡岩化和叠加有深断裂带经过,热液蚀变发育,就可能找到构造蚀变带-矽卡岩复合型锡矿;花岗岩体内发育有深断裂,且浅部裂隙发育并伴有较强烈的热液蚀变,就可能找到蚀变花岗岩体型锡矿,在花岗岩体顶部或前缘具有较强的云英岩化,就可能找到云英岩体型锡矿,如只在花岗岩体接触带内侧发育一组或多组断裂,且沿断裂发育云英岩化,则只能寻找云英岩脉型锡矿。

第二种是在花岗岩体与碳酸盐岩地层接触带,这是本区找锡矿的主要部位。当接触带为内凹时,可形成大的矽卡岩,若后期多种热液蚀变不发育,则为矿物组合较简单的矽卡岩

映,每一个成矿区带就是发现中型以上矿床最有希望的地段。应该说,根据成矿区带所提出的找矿思路,只是从宏观上提出了或解决了找矿方向的问题,对于部署地质工作具有战略意义,而具体在什么地方找矿或预测矿,则要综合考虑各种具体因素。

上述找矿方向的认识,已经为近年来的找矿实践所证实。例如近年来在炎陵—兰山成矿带中发现的芙蓉矿田,通过对白腊水、三门口、麻子窝、狗头岭、陶窑窝等 5 个矿区的评价,已初步探明和估算 Sn 资源量达 60 万 t 左右,是湘南地区新发现的最具前景的锡矿基地。王仙岭地区的荷花坪一带,预测 Sn 的资源量也在 20 万 t 以上。又如锡田锡矿床,目前通过地质工作,已取得了新的进展和突破,已发现有垄上、桐木山、晒禾岭等多处锡矿床,已求得 Sn 资源量在 20 万 t 以上。因此找矿方向的正确与否,直接关系到找矿成果的好坏。所以笔者的目的除了揭示成矿规律之外,主要是用于指导找矿,快出成果,多出成果。本文得到了廖兴钰教授级高级工程师、伍仁和教授级高级工程师精心指导,在此一并致谢。

参考文献(References):

- [1] 柏道远,黄建中,刘耀荣,等.湘东南及湘粤赣边区中生代地质构造发展框架的厘定[J].中国地质,2005,32(4):557-570.

- Bai Daoyuan, Huang Jianzhong, Liu Yaorong, et al. Framework of Mesozoic tectonic evolution in Southeastern Hunan and the Hunan-Guangdong-Jingxi border area [J]. *Geology in China*, 2005, 32(4):557-570(in Chinese with English abstract).
- [2] 王昌烈, 罗仕徽, 胥友志, 等. 柿竹园钨多金属矿床地质 [M]. 北京:地质出版社, 1987.
- Wang Changlie, Luo, Shihui, Xu, Youzhi, et al. Shizhuyuan Tungsten Polymetallic Deposit Geology [M]. Beijing:Geological Publishing Houses, 1987(in Chinese with English abstract).
- [3] 魏绍六, 曾钦旺, 许以明, 等. 湖南骑田岭地区锡矿床特征及找矿前景[J]. *中国地质*, 2002, 29(1):67-75.
- Wei Shaoliu, Zeng Qinwang, Xu Yiming, et al.Characteristics and ore prospects of tin deposits in the Qitianlingarea,Hunan[J]. *Geology in China*, 2002, 29 (1):67-75 (in Chinese with English abstract).
- [4] 伍光英, 潘仲芳, 李金冬, 等. 湘南大义山花岗岩地质地球化学特征及其与成矿的关系[J].*中国地质*;2005, 32(3):434-442.
- Wu Guangying, Pan Zhongfang, Li jindong, et al. Geological and geochemical characteristics of the Dayishan granitoids in southern Hunan and their relations to mineralization [J]. *Geology in China*,2005,32(3):434-442(in Chinese with English abstract).
- [5] 刘树生, 曾志方, 赵永鑫. 湖南道县大坳岩体型钨锡矿床地质特征与成因探讨[J]. *中国地质*, 2007, 34(4):657-667.
- Liu Shusheng, Zeng Zhifang, Zhao Yongxin. Geological characteristics and genesis of the Da'ao intrusion-type tungsten-tin deposit, Daoxian County. Hunan [J]. *Geology in China*, 2007, 34 (4):657-667(in Chinese with English abstract).
- [6] 付建明, 李华芹, 屈文俊, 等. 湘南九山大坳锡矿的 Re-Os 同位素定年研究[J]. *中国地质*, 2007, 34(4):651-656.
- Fu Jianming, Li Huaqin, Qu Wenjun, et al. Re-Os isotope dating of the Da'ao tungsten-tin deposit in the Jiuyi Mountains. Southern Hunan Province [J]. *Geology in China*, 2007, 34 (4):651-656(in Chinese with English abstract).
- [7] 蔡新华, 贾宝华. 湖南锡田锡矿的发现及找矿潜力分析 [J]. *中国地质*, 2006, 33(5):1100-1108.
- Cai Xinhua, Jia Baohua. Discovery of the Xitian tin deposit, Hunan, and its ore potential[J]. *Geology in China*, 2006, 33(5):1100-1108 (in Chinese with English abstract).

Direction for looking for tin deposits in southern Hunan

ZHANG Yi-jun

(Southern Hunan Institute of Geological Survey, Chengzhou 42300, Hunan, China)

Abstract: Abundant tin resources are contained in the southern Hunan region. Tin and tin-polymetallic deposits (occurrences) are widespread in the region and their types are complex. Their formation is not only directly related to granitic intrusions but also controlled by factors such as regional strata and geological structure. According to the geological setting, distribution characteristics, deposit features and mineralization characteristics, deposit genesis and ore search information and indicators, the ore search model for tin deposits in the southern Hunan region may be summarized as “delineation of ore belts and ore districts, search for mineralized intrusions and determination of ore deposit locations”. This model not only macroscopically presents or solves the problem of the direction for looking for tin deposits but also has been applied in ore prospecting in recent years, and fruitful results have been achieved in ore finding.

Key words: tin deposit; direction for ore search; deposit type; metallogenic model

About the author: ZHANG Yijun, male, born in 1955, senior engineer, has long worked on geological and mineral resources survey; E-mail: zyj2401@163.com.