

湘南地区内生锡矿床锡的赋存状态

陈湘立^{1,2}, 金艳辉¹

(1. 湖南省地质调查院, 长沙 410011; 2. 中国地质大学, 武汉 430074)

[摘要] 湘南地区内生锡矿床主要有蚀变岩体型、接触交代型和裂隙充填型三大类型, 文章对湘南地区不同成因类型锡矿中的锡的赋存状态进行了系统归纳总结, 锡在不同的类型中具有不同的赋存状态。蚀变岩体型和裂隙充填型矿床中的锡主要赋存在锡石矿物中, 锡石锡占有率一般在90%以上, 具有较好的工业利用价值; 接触交代型锡矿床锡的分配变化很大, 锡石锡占有率一般在70%以下, 甚至有些矿床仅有百分之几, 工业利用较为困难。

[关键词] 锡矿床类型 赋存状态 湖南南部

[中图分类号] P618.44 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 0495-5331(2003)04-0046-04

锡矿床中锡的赋存状态对矿床利用价值具有决定性意义, 我国拥有世界上最丰富的锡矿资源, 湖南南部是南岭地区乃至全国锡矿的重要产区与成矿远景区, 包括了我国绝大部分锡矿类型, 因此研究该地区锡矿中的锡的赋存状态, 对部署锡矿地质找矿与开发利用具有重要意义。本文拟分类型对该地区锡的赋存状态进行研究和探讨。

1 锡的地球化学性质

锡在地壳中的含量为 2×10^{-6} (泰勒, 1964), 而在锡矿床中锡可富集到 $n \times 10^{-2}$, 富集系数为数千至上万倍^[1]。按戈尔德施密特的元素地球化学分类, 锡为亲铁元素, 具有亲氧和亲硫的两性特征, 在自然界中锡主要呈自然元素、金属互化物、氢氧化物、硫化物、硫酸盐、硅酸盐、硼酸盐等形式存在。目前发现锡矿物50余种, 在当前选冶技术经济条件下, 具有工业意义的主要矿物为锡石, 95%以上的锡金属从锡石中提取, 次要的为黄锡矿、圆柱锡矿、硫锡铅矿、辉锑锡铅矿等^①。

湘南地区为锡的高背景区, 锡矿成因主要与燕山期花岗岩有关, 该区燕山早期花岗岩中含锡 94×10^{-6} , 燕山晚期花岗岩中含锡 62×10^{-6} , 较世界花岗岩平均值高出几倍至几十倍, 锡主要赋存在锡石

副矿物中及以类质同像存在于黑云母、榍石中。在锡的成矿作用过程中, 在岩浆的热动力的驱动下, 锡从富锡花岗岩中活化转移在成矿有利部位沉淀, 由于成矿地质环境的多样性, 造就了多种锡矿成因类型。

2 湘南地区锡矿类型

通过近几十年的地质工作, 湘南地区的锡矿找矿及科研取得了较多的成果, 根据锡矿床的成矿作用、生成方式、物质来源、控矿条件和矿床特征等因素, 总结归纳了区内内生锡矿主要锡矿类型, 分3大类, 划分方案见表1^{②[2]}。

表1 湘南地区内生锡矿床分类表

矿床类型		主要矿床	
蚀变岩体型锡矿床	云英岩化花岗岩及云英岩化石英斑岩型	野鸡尾、柿竹园(Ⅳ矿带)、	
	绿泥石化花岗岩型	芙蓉矿田奇古岭	
接触交代型锡矿床	夕卡岩型锡矿床	水湖里、金船塘、柿竹园(Ⅱ矿带)、野鸡尾、河路口	
裂隙充填型锡矿床	锡石硫化物型锡矿床	红旗岭、香花岭、界牌岭、铁砂坪、铜金岭、野鸡窝	
	网脉大理岩型锡矿床	柿竹园矿区Ⅰ矿带	
	石英脉型锡矿床	红旗岭矿区石英细脉带锡钨矿床	
	云英岩型锡矿床	正冲云英岩锡矿床	

[收稿日期] 2002-12-09; **[修订日期]** 2002-00-00; **[责任编辑]** 余大良。

[基金项目] 中国地质调查局项目(编号: 199910200219)资助。

①地质矿产部地质调查局. 固体矿产部分矿种勘查标准汇编, 1997.

②湖南省地质矿产局湘南地质队. 湘南地区地质矿产基本特征, 1989.

[作者简介] 陈湘立(1965年-), 男, 1987年毕业于浙江大学, 获学士学位, 高级工程师, 在读硕士生, 现主要从事地质矿产勘察和矿业权评估工作。

3 锡的赋存状态

在不同的锡矿类型中,由于形成矿床的温度压力的不同、围岩条件的不同,锡在迁移沉淀过程中表现出不同的性状,以下按锡矿类型分别阐述锡的赋存状态特征。

3.1 云英岩化花岗岩中锡的赋存状态^[3]

这类矿床产于云英岩化石英斑岩或云英岩化细粒斑状黑云母二长花岗岩岩体上部及侵入到围岩的突出部位。矿体的形态产状往往与岩体大体一致,与岩体呈过渡关系,矿体呈透镜状、扁豆状、不规则脉状、筒状。主要金属矿物有锡石、黄铁矿、磁黄铁矿、黑钨矿、黄铜矿、辉钼矿、辉铋矿,主要非金属矿物有石英、长石、黄玉、绢云母、白云母、萤石等。主要有用组分为 Sn,伴生有 W、Mo、Bi、Cu、Pb、Zn 等。矿石具细粒花岗变晶结构、斑状变晶结构、鳞片花岗变晶结构、浸染状构造、条带状构造、脉状构造、块状构造等。矿石类型有富石英云英岩锡钨钼铋矿石、黄玉石英云英岩锡矿石、白云母石英云英岩钨锡矿

石,蚀变主要有云英岩化、萤石化、绢云母化等,云英岩化和早期萤石化与锡钨矿化关系密切,早期绢云母化形成的岩石常见与锡石连生。该类型锡矿主要形成于多期多阶段中期,如柿竹园矿床共有 14 个成矿阶段,云英岩化阶段处于第 4 和第 8 阶段,野鸡尾矿床该类型锡矿形成于夕卡岩阶段与硫化物阶段之间。

含锡矿物主要为锡石,微量尼日利亚石、黄锡矿。锡绝大部分赋存于锡石中,少部分为硫化锡(主要矿物有黄锡矿)、硅酸锡、胶态锡(主要为水锡石)(表 2)。该类型锡矿中的锡石多呈不规则粒状或粒状集合体,少数呈针状、短柱状和锥状,粒度较大,为 0.05~0.2 mm 不等,锡石的嵌布特征复杂,一类呈粗细粒嵌布,其粒径一般在 0.5~0.005 mm 之间,常与石英、萤石及磁黄铁矿、黄铁矿、黄铜矿等硫化矿物密切接触连生;另一类呈微细粒嵌布,粒径多在 0.037 mm 以下,呈不规则粒状包裹于磁黄铁矿、黄铁矿、黄铜矿、铁闪锌矿、萤石中。

表 2 湘南地区不同类型锡矿床锡在各物相中的分配表

锡矿类型	物相分析结果					锡的占有率				代表矿床
	总锡	锡石锡	硫化锡	硅酸锡	胶态锡	锡石锡	硫化锡	硅酸锡	胶态锡	
云英岩化花岗岩型	0.305	0.296	0.005	0.0025	0.0015	97.05	1.64	0.82	0.49	柿竹园Ⅳ矿石类型
	0.214	0.205	0.004	0.004	0.001	95.79	1.87	1.87	0.47	
	0.262	0.243	0.011	0.003	0.005	92.74	4.20	1.15	1.91	野鸡尾
绿泥石化花岗岩型	0.4616	0.445	0.0005	0.0144	0.0017	96.40	0.11	3.12	0.37	奇古岭锡矿床
夕卡岩型锡矿床	0.417	0.216	0.103		0.091	51.80	24.70		21.82	水湖里磁铁锡铋矿床
						31.9~64.52		35.48~68.1		柿竹园矿区Ⅱ、Ⅲ矿石类型
	1.095	0.06	0.005	0.943	0.045	5.48	0.46	86.11	4.11	桃树坪锡铋矿
锡石硫化物型锡矿床	0.539	0.521	0.008	0.003	0.005	96.66	1.48	0.56	0.93	红旗岭锡多金属矿床
	1.00	0.88	0.12			88	12			香花岭锡多金属矿新风矿段
网脉大理岩型锡矿床	0.152	0.122	0.005	0.02	0.010	80.26	3.29	13.16	6.58	柿竹园矿区Ⅰ矿石类型
云英岩型锡矿床	0.132	0.1275	0.0045			96.59	3.41			正冲云英岩锡矿床

注:湖南省地矿局测试中心测试。

3.2 绿泥石化花岗岩型锡的赋存状态

该类矿床产在岩体内,受断裂构造控制,矿体呈脉状、透镜状产出。金属矿物以锡石为主,另有少量的黄铜矿、方铅矿、闪锌矿,非金属矿物有绿泥石、绢云母、长石、石英等。主要有益组份为 Sn,伴生组份含量较低,主要有 Cu、Bi、Pb、Zn、W、Ag。矿石具结晶结构、交代残余结构、显微鳞片结构,块状构造、浸染状构造。矿石类型以锡石矿石为主,局部出现黄铜矿锡石矿石、方铅矿闪锌矿锡石矿石。

矿石中锡元素主要以氧化锡的锡石矿物状态存在与分布,其次有少量黄锡矿及胶态锡产出。它是受热液蚀变的影响与强烈的绿泥石化、绢云母化、硅化、萤石化等交代蚀变有关。因此锡石普遍分布在绿泥石绢云母的表面和片理层间,其次多在石英粒间和裂隙处,此外锡石也见于辉铋矿、黄铜矿、黄铁矿等硫化矿物的边缘及矿脉中,在萤石矿脉中亦可见锡石分布。锡石形态多样,其单体有粒状、短柱状、长柱状、针状、板状、碎屑状,集合体有团粒状、斑

状、鳞片状、放射状、纤维状、脉状。粒级大小不均,范围广泛,有粗粒、中粒、微细粒级锡石,但以细微粒级为主,一般粒径是 0.15~0.020 mm,锡石的嵌银关系十分复杂,有包裹被包裹的嵌银,有粒间和裂隙嵌银。锡化学物相分析结果见表 2。

3.3 夕卡岩型锡矿床锡的赋存状态^[4]

这类矿床产在岩体与碳酸盐岩接触部位的夕卡岩中,严格受接触带控制,常产于岩体的内弯、凸部和凹部,矿体形态复杂。主要金属矿物有锡石、磁铁矿、黑钨矿、白钨矿、黄铁矿、磁黄铁矿、辉钼矿、辉铋矿,主要非金属矿物有透辉石、石榴石、角闪石、硅灰石、符山石、绿泥石、石英、方解石、萤石、金云母。主要有用组分为 Sn、W、Mo、Bi、Cu。矿石具粒状变晶结构、交代结构、交代残余结构、环带状结构、筛状变晶结构、条带状构造、网脉状构造、块状构造和浸染状构造等。矿石类型有钨锡钼铋多金属矿石、锡铜矿石、锡铋矿石、钨锡矿石、锡矿石等。蚀变主要有夕卡岩化、云英岩化、绢云母化、萤石化。该类型锡矿主要形成于多期多阶段的早期夕卡岩阶段。

含锡矿物主要为锡石、黝锡矿,少量黄锡矿、木锡矿、水锡石、尼日利亚石,矿石中锡石锡所占份额变化较大,一般在 70% 以下,甚至有些矿床仅占百分之几,其余大部分为硅酸锡、胶态锡、硫化锡。锡石一般呈自形短柱状及等腰鼓状集合体产出,少数呈他形粒状颗粒集合体产出,锡石与硅酸盐矿物以及石英、萤石等矿物紧密嵌镶,部分与磁铁矿、黄铜矿、黄铁矿等金属矿物紧密嵌镶,锡石粒度细,一般粒径 0.074~0.01 mm。

柿竹园矿床Ⅲ矿石类型锡较大部分以类质同象形式存在于夕卡岩类矿物中(表 3),硅酸锡中以石榴石含锡最高,其次为角闪石。产于大东山花岗岩体内的桃树坪矿点含锡品位高达 1.095%,其矿石类型为含锡石榴石夕卡岩,石榴石含量达 97%,锡绝大部分赋存在石榴石中,占有率高达 86.11%。石榴石中锡主要呈分散状态存在,而且锡含量的高低与铁的含量呈正相关,因此含锡夕卡岩中石榴石含量的多少直接影响锡工业价值。

表 3 柿竹园矿床Ⅲ矿石类型锡的分配 $\omega(\text{Sn})/\%$

项目	锡矿物中锡		类质同象锡				
	锡石	黝锡矿	石榴石	角闪石	绿泥石	符山石	磁铁矿
矿物量	0.0409	微	34.0	5.0	7.0	0.5	5.0
占有率	31.9	微	56.22	10.14	1.32	0.16	0.26

注:湖南省地矿局测试中心测试。

3.4 锡石硫化物型锡矿床锡的赋存状态

这类矿床产在岩体及其外接触带的破碎带中,矿体严格受断裂控制,矿体主要为脉状,次为透镜状、似层状、扁豆状。有用矿物以锡石为主,并与金属硫化物紧密共生,矿物种类多,共计 50 余种,主要金属矿物有锡石、黄铜矿、方铅矿、毒砂、闪锌矿、磁黄铁矿等,主要非金属矿物有石英、绢云母、绿泥石等。有用组分以 Sn 为主,此外还有 W、Bi、Cu、Pb、Zn、Fe、Mn 等。矿石具自形、半自形、他形粒状结构、交代填隙结构、交代残余结构、乳浊状结构、包含结构、骸晶结构、压碎结构,块状、浸染状、条带状、细脉状、细脉浸染状、网脉状、条纹状、环带状构造。矿石类型有锡石黄铁矿矿石、锡石方铅矿闪锌矿矿石、锡石磁黄铁矿矿石、锡石毒砂矿石、锡石石英矿石、锡石绿泥石矿石。蚀变有云英岩化、夕卡岩化、绿泥石化、绢云母化、大理岩化、硅化、电气石化、萤石化、黄铁矿化、钠长石化、锂云母化等。

含锡矿物主要为锡石,微量黝锡矿,矿石中锡主要以锡石的形式存在,锡石锡占有率 88%~96.66%,其余存在于硫化锡、硅酸锡、胶态锡中。锡石呈等轴粒状半自形、它形晶,少数呈双锥状,粒度较粗,一般在 0.2 mm 以上,最粗 10 mm,锡石常呈脉状或小团块状产于石英及硫化物之间,或沿硫化物边缘生长,锡石常被毒砂包裹或交代锡石与石英密切共生。

3.5 网脉大理岩型锡矿床锡的赋存状态

这类矿床产于花岗岩外接触带大理岩裂隙中,仅见于千里山花岗岩与中、上泥盆统灰岩的接触带中。以矿体规模大,形态简单、品位低、粒度小为特征。矿体呈似层状、透镜状。主要金属矿物有锡石,主要非金属矿物有方解石、萤石。有用组分除 Sn 外还有 Be、Zn、Pb、Cu、W 等。矿石具他形晶结构、半自形晶结构,浸染状、网脉状、块状构造。矿石类型有网脉状大理岩锡铋矿石、网脉状大理岩锡铜矿石和大理岩化灰岩锡铅锌矿石等。

含锡矿物主要为锡石、木锡矿、黝锡矿。锡主要赋存于锡石中,锡石锡占有率 80.26%,约 1/5 为硫化锡、硅酸锡、胶态锡。锡石呈细粒和微粒状,嵌布复杂,常与萤石、磁黄铁矿、电气石、云母、长石等矿物连生,也有的呈微晶浸染状分布在萤石及磁黄铁矿中。锡石粒度多为 0.01~0.07 mm,很难回收。

3.6 石英脉型锡矿床锡的赋存状态

这类矿床在湘南地区分布不广,且规模小,产于花岗岩岩体边缘及外接触带断裂裂隙中,呈脉状产

出。本类型锡矿矿物成分比较简单,主要金属矿物有锡石、黑钨矿,主要非金属矿物有石英、黄玉、黑云母。有用组分以 Sn、W 为主,矿石具他形晶—自形晶结构和交代结构,呈点状、浸染状、条带状、团块状、放射状构造。矿石类型为锡石石英细脉矿石。锡主要赋存于锡石中。

3.7 云英岩型锡矿床锡的赋存状态

这类矿床产于岩体内的断裂破碎带中,矿体呈脉状产出,主要金属矿物有锡石、黑钨矿、主要非金属矿物有石英、铁锂黑云母、长石。主要有用元素为 Sn、W,矿石多具粒状镶嵌结构、鳞片花岗变晶结构,团块状、星散浸染状、细脉浸染状构造,矿石类型有锡石石英矿石、锡石黑钨矿石英矿石、锡石云英岩矿石。蚀变主要有钾长石化、云英岩化、硅化、钠长石化。

锡主要赋存于锡石中,少量赋存于铁锂云母、黄玉、硫化物中。锡石多呈半自形及不规则的他形粒状,粒径一般为 0.065 ~ 0.4 mm,与石英、铁锂黑云母、黄玉共生,多呈浸染状散布于石英及铁锂黑云母内,分布不均匀。

4 结论

1) 湘南锡矿床随矿床类型不同,锡具有不同的赋存状态,蚀变岩体型和裂隙充填型矿床锡主要赋存在锡石矿物中,占有率在 90% 以上(网脉大理岩型锡矿床除外),很少一部分为硫化锡、硅酸锡、胶态锡,其围岩一般为硅铝质岩石,主要为花岗岩、碎屑岩类,目前矿山开采选矿效果好,经济效益高。接

触交代型锡矿床锡的分配变化很大,该类型矿床其围岩为碳酸盐岩,锡在锡石中的分配一般在 70% 以下,个别锡矿虽然品位高,但是由于较大部分锡以类质同象形式存在于夕卡岩类矿物中(主要为石榴石),决定了矿床的工业价值不大。

2) 当矿床围岩为碳酸盐岩时,锡的赋存状态存在一定的变化规律,即从接触带向外(上),锡石锡含量逐渐增加,而硫化锡、硅酸锡、胶态锡中锡逐渐减少。

3) 鉴于锡因矿床类型的不同而在各矿物相中具有不同的分配,在目前选冶技术经济条件下,具有工业意义的主要矿物为锡石,目前我国绝大部分锡矿山选矿回收率低,选矿尾砂中含锡品位已达到或超过边界品位及工业品位,造成资源大量浪费^[5],其造成的主要原因是锡的赋存状态不清以及选冶技术不高。在目前市场经济条件下,地质找矿中更应加强锡的赋存状态研究,避免勘探一些储量大、品位高而目前无法利用的呆矿。

[参考文献]

- [1] 武汉地质学院地球化学教研室. 地球化学[M]. 北京:地质出版社,1979.
- [2] 罗小亚,蒋希伟,魏绍六,等. 湘南地区锡矿地质工作现状及找矿思考[J]. 湖南地质,2001,20(4):303~308.
- [3] 廖兴钰. 湘南地区云英岩化作用及云英岩体型矿床特征[J]. 地质与勘探,2001,37(4):18~22.
- [4] 王昌烈,罗仕徽,胥有志,等. 柿竹园钨多金属矿床地质[M]. 北京:地质出版社,1987.
- [5] 李章大,周秋兰. 我国尾矿利用现状及 21 世纪展望[J]. 地质与勘探,1997,33(3):21~28.

THE TIN OCCURRENCE IN ENDOGENIC TIN DEPOSITS IN SOUTH HUNAN PROVINCE

CHEN Xiang-li^{1,2}, JIN Yan-hui¹

(1. Hunan Institute of Geological Survey, Changsha 410011; 2. China University of Geosciences, Wuhan 430074)

Abstract: Endogenic Tin deposits in the southern Hunan Province can be divided into altered granite type, contact - metasomatic type and crack filling type. Tin occurrence in different types tin deposits are summarized. Tin is distributed mostly in stannolite in altered granite type tin deposits and crack filling type tin deposits. Stannolite possesses tin up to 95%. Stannolite occupancy is variable in contact - metasomatic tin deposit, and the distribution of tin in stannolite is below 70%. It should strengthen research on the tin occurrence in geological survey.

Key words: tin deposit type, tin occurrence, south Hunan province