

# 湖南锡田锡矿的发现及找矿潜力分析

蔡新华<sup>1,2</sup> 贾宝华<sup>2</sup>

(1. 中国地质大学资源学院, 湖北 武汉 430074; 2. 湖南省地质调查院, 湖南 长沙 4100111)

**摘要:**湖南锡田锡多金属矿是近些年来南岭继骑田岭锡矿取得重大突破后寻找锡矿又一大的发现。锡田锡多金属矿由锡田岩体内外与岩体有明显成因联系的若干类型矿床组成。在南北长约 18 km, 东西宽约 10 km 的范围内, 蕴藏的矿产资源包括锡、钨等多种金属矿产。形成一个以锡田岩体为中心向外依次为岩体型钨-锡矿床→构造蚀变带(脉)型钨-锡矿床→矽卡岩型(复合型)锡-钨矿床→铅-锌矿床的矿化分带。笔者通过对锡田锡矿主要矿床(化)类型的产出规律、赋存状态、形成原因与模式的探讨和研究, 认为在同一成矿区形成种类齐全的不同的矿床类型是这一地区找矿潜力巨大的最重要的依据。笔者对锡田锡矿的找矿潜力进行了进一步分析, 并对锡田锡矿资源量进行了初步预测。

**关键词:**锡矿类型; 矿床特征; 找矿潜力分析; 湖南锡田

**中图分类号:** P618.44      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1000-3657(2006)05-1100-09

湖南锡田锡多金属矿位于湘东茶陵县城以东 25 km 处, 系南岭多金属成矿带北缘, 是近些年来南岭带寻找锡矿继骑田岭锡矿取得重大突破后又一大的发现。湖南省地质调查院在充分总结骑田岭超大型锡矿找矿经验的基础上, 通过对郴州—茶陵北东向成矿区带的认识和对锡田岩体与骑田岭岩体的对比研究, 于 2000 年始部署了锡田地区一带的化探及异常检查工作, 在此基础上发现了锡田以锡为主的锡钨多金属成矿区(图 1), 并于 2002 年正式立项为国土资源大调查项目之南岭锡多金属矿评价项目的工作内容之一。在中国地质调查局的大力支持下, 通过 4 年的工作, 锡田锡矿的找矿已取得重大进展, 并且展示了巨大的找矿前景。

锡田锡多金属矿系指锡田岩体内外与岩体有明显成因联系的若干类型矿床的总称。其范围大致西起垄上, 东至大湖, 北自牛形里, 南达花里泉、公德岭一带。南北长约 18 km, 东西宽约 10 km, 面积约 180 km<sup>2</sup>。分布有垄上、晒禾岭、牛形里、荷树下、桐木山、花里泉等数个矿床(点)(图 2)。蕴藏的矿产资源有锡、钨、铜、铅、锌等。形成一个以锡田岩体为中心向外依次为岩体型钨-锡矿床→云英岩脉型钨锡矿→构造蚀变带(脉)型钨-锡矿床→矽卡岩型(复合型)锡-钨矿床→裂隙充填型锡-铅-锌矿床的矿化分带<sup>[1-3]</sup>。

## 1 成矿地质条件

锡田锡矿位于南岭带湘东南与湘南二块体结合部, 郴州—茶陵断裂构造带北端, 锡田哑铃状中酸性花岗岩体中部及其东西两侧<sup>[4]</sup>。

### 1.1 地层

出露地层有奥陶系浅海相砂质、泥质、炭泥质及硅质沉积岩, 泥盆系滨海相碎屑岩、浅海相碳酸岩, 石炭系浅海相碳酸盐岩为主, 滨海相砂泥质岩为次, 二叠系滨海相灰质、泥沙质、硅质含煤沉积岩和白垩系山麓相、河相、湖相碎屑岩。

### 1.2 构造

锡田锡矿地处炎陵(茶陵)—骑田岭—连山(蓝山)北东向构造岩浆岩带(深大断裂带)北东段, 次级构造为北东向褶皱, 且在锡田地区形成一复式向斜, 并伴有北东、北北东、北北西向断裂(图 3)。

### 1.3 岩浆岩

出露岩体主要为燕山早期呈哑铃状的锡田复式岩基中部, 主期边部过渡带( $\gamma_5^{2-1a}$ )为灰白色细粒黑云母花岗岩, 内部( $\gamma_5^{2-1b}$ )为灰白色中粒斑状黑云母花岗岩, 补充期( $\gamma_5^{3-1}$ )为细粒白云母花岗岩, 尚有细粒二云母花岗岩、花岗斑岩、细

收稿日期: 2006-04-18; 改回日期: 2006-06-08

基金项目: 中国地质调查局地质大调查项目(200310200071)资助。

作者简介: 蔡新华, 男, 1967 年生, 高级工程师, 硕士生, 主要从事地质矿产技术工作及技术管理工作; E-mail: ddyxh@163.com。

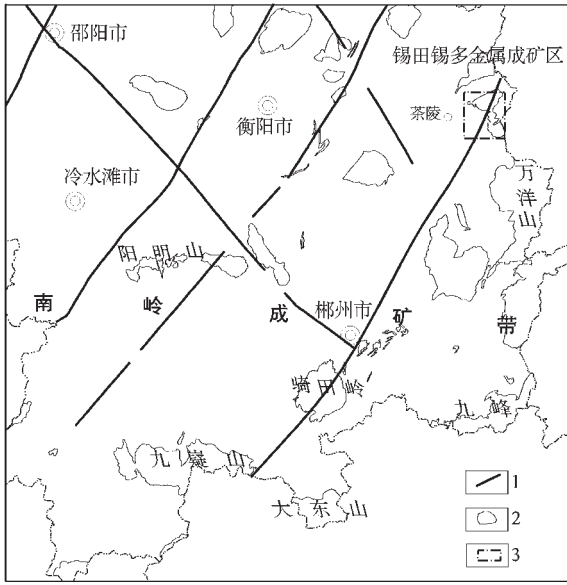


图 1 区域位置图

1—深大断裂;2—岩体;3—锡田锡多金属成矿区

Fig.1 Regional location map

1—Deep fault;2—Granite complex;3—Xitian tin polymetallic district

粒及中细粒斑状黑云母花岗岩。后期岩脉有细粒花岗岩、石英斑岩、辉石闪长岩等。受岩体影响外接触带有明显的角闪化、大理岩化及矽卡岩化并伴有锡钨矿化,接触蚀变带宽度为 0.3~2 km。

锡田岩体的主要造岩矿物种类和平均含量总体相近(表 1),仅结构存在一定差异,与南岭地区同时代花岗岩<sup>[4-5]</sup>相对比,锡田岩体花岗岩中黑云母含量略偏低,其他矿物含量大致相同。从岩石种类和造岩矿物、副矿物组合来看,完全可以与泛非造山运动有关的阿尔及利亚 Hoggar Taourirt 后造山花岗岩套类<sup>[6-7]</sup>。锡田岩体岩石的酸性程度相对较高,均高于南岭花岗岩平均值。从早期岩石到晚期岩石各氧化物含量及有关参数均呈现出一定的变化规律,从早期边缘相→内部相→晚期补体, SiO<sub>2</sub> 含量递增, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 递减, 分别变化于 73.99%~75.82%和 13.01%~12.03%, 与南岭、中国及世界花岗岩平均值相比,具有富硅贫铝的特点。岩石富碱、贫钙; Na<sub>2</sub>O 和 K<sub>2</sub>O 分别为 2.86%~3.23%和 5.65%~4.7%, 碱总量在 7.5%以上, 并且 K<sub>2</sub>O 大于 Na<sub>2</sub>O, 钾钠比介于 1.38~1.98; CaO 含量特低, 介于 0.62%~1.08%, 大大低于南岭、中国及世界花岗岩平均值, 与中国多数含锡花岗岩及南岭地区含钨花岗岩相类似。铁镁含量偏低, MgO 含量为 0.22%~0.12%, 为世界及中国花岗岩铁值的 1/5, 同时也低于中国多数含锡花岗岩, FeO+Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub><3%, 以亚铁为主, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/(Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+FeO)变化在 0.1~0.25, 铁镁总量不高于 3%, 与多数钨锡花岗岩相似。里特曼指数均在 1.83~2.33, 总体属钙碱性系列。分异指数(DI)较高(89.49~

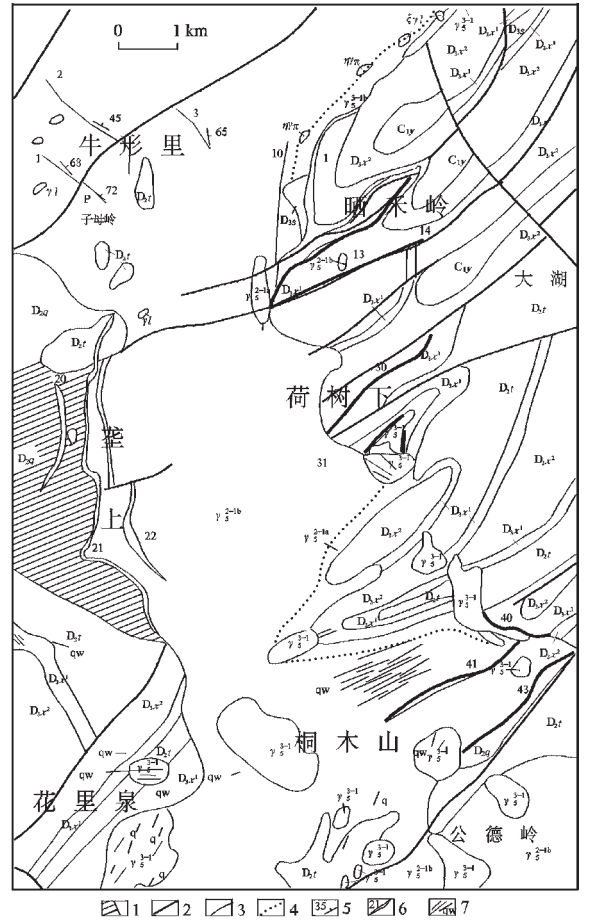


图 2 锡田地区地质略图

C<sub>1y</sub>—石炭系下统岩关组; D<sub>3x<sup>2</sup></sub>—泥盆系上统锡矿山组上段; D<sub>3x<sup>1</sup></sub>—泥盆系上统锡矿山组下段; D<sub>3s</sub>—泥盆系上统余田桥组; D<sub>3q</sub>—泥盆系中统棋梓桥组; D<sub>3t</sub>—泥盆系中统跳马洞组; γ<sub>5<sup>3-1</sup></sub>—燕山晚期细粒白云母花岗岩; γ<sub>5<sup>2-1a</sup></sub>—燕山早期细粒黑云母花岗岩; γ<sub>5<sup>2-1b</sup></sub>—燕山早期中粒斑状黑云母花岗岩; γπ—花岗斑岩脉; λπ—石英斑岩脉; ηγπ—二长花岗斑岩脉; ξγl—正长花岗细晶岩脉; γl—花岗细晶岩脉; qw—辉石闪长岩脉; q—伟晶岩脉; P—石英脉; 1—矽卡岩化; 2—断裂; 3—地质界线; 4—岩浆岩相带界线; 5—地层产状; 6—矿脉及编号; 7—石英脉—云英岩型矿脉

Fig.2 Geological sketch map of the Xitian district

C<sub>1y</sub>—Lower Carboniferous Yanguan Formation; D<sub>3x<sup>2</sup></sub>—Upper Member of Upper Devonian Xikuangshan Formation; D<sub>3x<sup>1</sup></sub>—Lower Member of Upper Devonian Xikuangshan Formation; D<sub>3s</sub>—Upper Devonian Shetianqiao Formation; D<sub>3q</sub>—Middle Devonian Qiziqiao Formation; D<sub>3t</sub>—Middle Devonian Tiaomajian Formation; γ<sub>5<sup>3-1</sup></sub>—Late Yanshanian fine muscovite granite; γ<sub>5<sup>2-1a</sup></sub>—Early Yanshanian fine biotite granite; γ<sub>5<sup>2-1b</sup></sub>—Early Yanshanian medium-grained porphyritic biotite granite; γπ—granite porphyry dike; λπ—quartz porphyry dike; ηγπ—monzogranite porphyry dike; ξγl—syenogranite aplite dike; γl—granite aplite dike; qw—augite diorite dike; q—pegmatite dike; P—quartz vein; 1—Skarnization; 2—Fracture; 3—Geologic boundary; 4—Boundary of magmatic facies zone; 5—Attitude; 6—Ore vein and No.; 7—Quartz vein - greisen type ore vein

91.01), 反映岩浆分异较为彻底, 符合含锡花岗岩的一般特征。DI 值从小到大, SI 值从大到小, 显示出同源岩浆的演化特征。里特曼指数( $\sigma$ )为 1.81~2.33, 反映锡田岩体花岗岩属钙碱性岩浆系列, 在赖特(1969)AR—SiO<sub>2</sub> 图解中进行细分, 落入碱性岩区, 在 K<sub>2</sub>O—Na<sub>2</sub>O 相关图解及 R<sub>1</sub>—R<sub>2</sub> 图解中, 样点全落在“A 型花岗岩”区内, A/CNK 比值除个别单元等于 1.1 外, 其余均小于 1.1, 在 CIPW 标准矿物中出现较多的刚玉分子(C), 岩石为铝过饱和型, 表明岩浆物质可能主要是来自地壳。与骑田岭、千里山含锡花岗岩相比, 锡田花岗岩普遍表现为略偏酸性, SiO<sub>2</sub> 含量高于世界含锡花岗岩平均值(73.1%<sup>[9]</sup>), K<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>O 平均比值(1.64)远高于世界(1.18)、中国(1.06)及南岭(1.48)花岗岩平均值。在 Juniper<sup>[7]</sup>主元素 Fe—(K+Na)—Mg 相关图中, 各样点均落入锡矿化花岗岩区。由此看来, 锡田复式岩体从早期到晚期岩石酸碱度略有增高, 铁镁质相应降低, 有利于钨锡矿迁移富集。

锡田岩体岩石稀土元素总量较高(表 2), 高于世界及南岭花岗岩平均值, 且稀土元素含量与华南花岗岩类岩石中的稀土元素含量变化一致, 通常为时间的函数<sup>[9]</sup>, 即随着岩浆的演化, 稀土元素总量增加(本区略有波动), 重稀土相对轻稀土越来越富集( $\Sigma Ce/\Sigma Y$  比值逐渐减少), 铈异常越来越明显(即  $\delta Eu$  值越来越小)。在稀土元素分配型式图中除早次岩石外, 均为对称“V”字型, 与骑田岭含锡花岗岩相类似<sup>[7]</sup>, 显示出锡田岩体赋锡的特征。

锡田岩体微量元素特征也显示出该区锡、钨成矿作用与花岗岩有密切联系。成矿元素 W、Sn、Mo、Bi、Cu、Li 等丰度特别高(表 3), 通常是维诺格拉多夫(1962)酸性岩平均值的 5~20 倍, 特别是 W、Sn 等元素丰度在较晚次岩石中最高, 如亲氧元素中的 Sn 含量高出同类岩石维氏值 6~11 倍, W 在早期边缘相岩石中高出约 1 倍, 而在内部相岩石中高出 28 倍, 晚期岩体岩石中高出 5 倍。Pb、U、Th、Rb 等元素丰度也较高; P、Ti、Sr、Ba、Ta 等元素丰度低, 亏损强烈, 说明岩浆存在具强烈分异的分离结晶作用, 岩石的形成处于一种较稳定的环境<sup>[9]</sup>;

Rb、Ba、Sr 含量及变化与中国著名锡矿区花岗岩相对比, 平均含量中等, 变化较大, 与骑田岭和千里山锡矿区比较, 反映出低 Sr 高 Rb、Ba 的特征<sup>[9]</sup>, 在 Rb—Ba—Sr 图解上<sup>[11]</sup>, 除早次岩石位于正常花岗岩区附近外, 均在与 W、Sn、Mo 有关的矿化花岗岩及钠长石化和云英岩化花岗岩区内<sup>[7]</sup>。

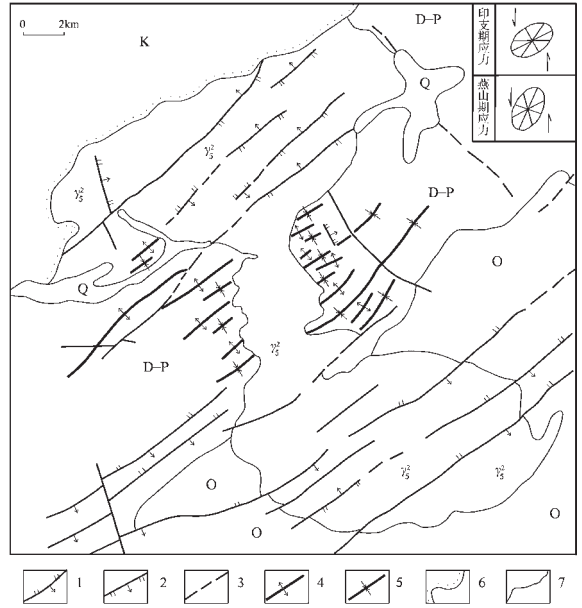


图 3 锡田地区构造图

- 1—压性断层; 2—张性断层; 3—性质不明断层(含推测断层);
- 4—背斜; 5—向斜; 6—不整合地质界线;
- 7—地质界线

Fig.3 Structural map of the Xitian district

- 1—Compressive fault; 2—Tensile fault; 3—Fault of uncertain nature (including inferred fault); 4—Anticline; 5—Syncline;
- 6—Unconformity; 7— Geologic boundary

表 1 锡田花岗岩化学成分(%)及有关参数

Table 1 Chemical compositions and related parameters of the Xitian granites

岩性	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup> 、灼失			
$\gamma_5^{2-1a}$	73.99	0.16	13.01	0.23	2.25	0.04	0.22	1.08	2.86	5.65	0.04	0.35			
$\gamma_5^{2-1b}$	75.52	0.07	12.06	0.54	2.28	0.08	0.2	0.62	3.23	4.45	0.01	0.93			
$\gamma_5^{3-1}$	75.82	0.05	12.03	0.2	2.45	0.06	0.12	0.7	3.18	4.7	0.02	0.59			
岩性	Ap	Il	Mt	Or	Ab	An	Qz	C	Hy	A/CNK	DI	SI	AR	$\sigma$	K <sub>2</sub> O/Na <sub>2</sub> O
$\gamma_5^{2-1a}$	0.09	0.31	0.34	33.54	24.31	5.15	31.63	0.31	4.32	1.02	89.49	1.96	4.05	2.33	1.98
$\gamma_5^{2-1b}$	0.02	0.13	0.79	26.55	27.59	3.05	36.73	0.83	4.31	1.07	90.86	1.87	4.07	1.81	1.38
$\gamma_5^{3-1}$	0.04	0.10	0.29	27.96	27.09	3.38	35.97	0.49	4.69	1.04	91.01	1.13	4.25	1.89	1.48

注:资料来源于湖南省地质调查院基础所《1:25 万衡阳市幅区域地质调查报告》送审稿。

表 2 锡田花岗岩稀土元素含量(10<sup>-6</sup>)及有关参数

Table 2 REE contents and related parameters of the Xitian

岩性	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y	ΣREE	ΣCe/ΣY	δEu
γ <sub>5</sub> <sup>24a</sup>	73.78	141.1	16.2	56.13	9.89	0.62	7.33	1.24	6.76	1.3	3.32	0.48	2.6	0.32	31.62	352.7	5.33	0.23
γ <sub>5</sub> <sup>24b</sup>	20.63	45.86	6.16	25.64	8.57	0.13	9.34	2.04	13.55	2.82	8.83	1.58	11.48	1.81	77.83	236.26	0.83	0.05
γ <sub>5</sub> <sup>31</sup>	30.82	70.92	9.89	37.05	11.92	0.12	13.54	2.96	20.97	4.53	14.46	2.61	18.92	3.17	128.0	369.88	0.77	0.03

注: 资料来源于湖南省地质调查院基础所《1:25 万衡阳市幅区域地质调查报告》送审稿。

表 3 锡田花岗岩部分微量元素含量

Table 3 Average contents for some trace elements of the Xitian granites

岩性	W	Sn	Mo	Bi	Cu	Pb	Zn	As	Ag	Sb	Hg	Sr	Ba	V	Th	U
γ <sub>5</sub> <sup>24a</sup>	2.7	25.3	7.98	0.4	293.3	47.4	66	2.3	0.029	0.4	0.017	49	221	12.5	65.5	10.6
γ <sub>5</sub> <sup>24b</sup>	43.21	49.7	18.81	15.7	72.1	61.9	55	7.2	0.304	1	0.142	10	74	8.5	41	20.8
γ <sub>5</sub> <sup>31</sup>	7.78	33.6	15.49	7.7	36.1	51.6	42	8.9	0.135	0.7	0.065	10	61	8.1	39.2	12.4

岩性	Co	Ni	Be	Ta	Nb	Zr	Hf	Rb	Cs	Cr	Sc	Cd	Ga	Li	Au
γ <sub>5</sub> <sup>24a</sup>	3.6	8.4	5.5	1.9	20.8	127	5.1	375	16.4	7.7	3.7	0.03	21.7	79	0.0010
γ <sub>5</sub> <sup>24b</sup>	3.6	10.8	18.8	14.3	38.9	96	3.7	803.7	58.2	20	6.2	0.17	25.1	382.1	0.0015
γ <sub>5</sub> <sup>31</sup>	3.1	10	6.3	9.6	33.1	96	3.3	819.2	63.1	22	4.3	0.04	22.5	387.2	0.0018

注: 资料来源于湖南省地质调查院基础所《1:25 万衡阳市幅区域地质调查报告》送审稿。

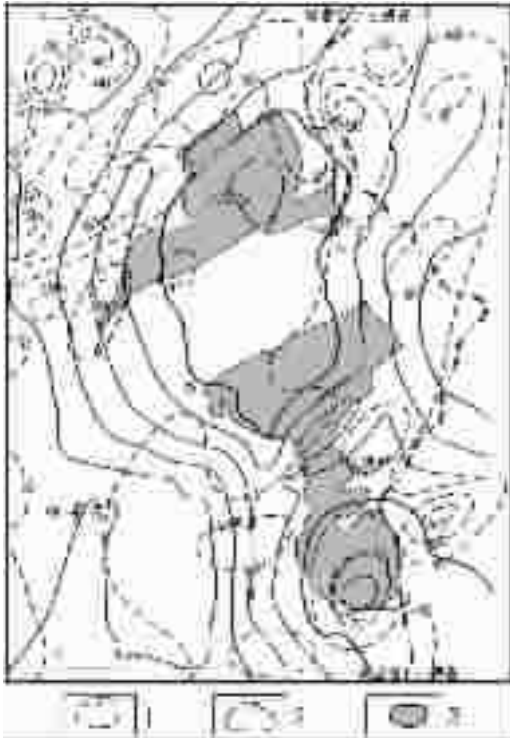


图 4 锡田地区重力、航磁异常图

1—航磁异常; 2—重力异常; 3—锡田岩体

Fig.4 Gravity and aeromagnetic anomalies in the Xitian district

1—Aeromagnetic anomaly; 2—Gravity anomaly; 3—Xitian granite complex

### 1.4 成矿条件分析

锡田岩体的围岩岩性条件和构造条件十分有利, 泥盆系中统棋梓桥组及上统锡矿山组下段含炭泥质、白云质的灰岩易形成含矿矽卡岩, 且该区的复式向斜使不纯灰岩与岩体接触面积增大, 利于成矿热液的充分交换; NE、NNE 向压扭性断裂及 NNW 向张扭性断裂构造发育, 利于成矿物质的运移储存。因此, 岩体内外接触带, 尤其是次级褶皱轴部、岩体接触带内弯部位、断裂构造发育部位等多与钨、锡、铜、铅锌多金属矿化关系密切, 为矿化富集的有力部位。形成矽卡岩型、裂控型、云英岩型及复合型锡多金属矿床。

## 2 物化探异常特征

矿区位于炎陵—郴州—蓝山重力梯级带北东缘, 区内分布有锡田重力低异常, 异常带走向 NNW, 往 SSE 方向撒开, 往 NNW 方向收敛, 与锡田岩体展布方向一致, 异常范围比岩体出露面积大(特别是在岩体哑铃柄部位), 反映岩体往东西两侧隐伏延伸, 且磁异常发育(图 4)。

区内各种化探异常相互重叠, 覆盖了岩体及其外接触带, 其中以水系沉积物异常和土壤异常最为发育, 整体上以锡田岩体哑铃柄地段内外接触带最为发育, 异常元素峰值高, 浓集中心明显, 且与本区锡矿床的展布基本吻合。据 1:5 万土壤地球化学测量资料, 区内钨、锡异常明显, 主要分布在岩体中部, 并在牛形里、晒禾岭、垄上、荷树下、桐木山—花里泉等地形成 5 个异常区(图 5)。

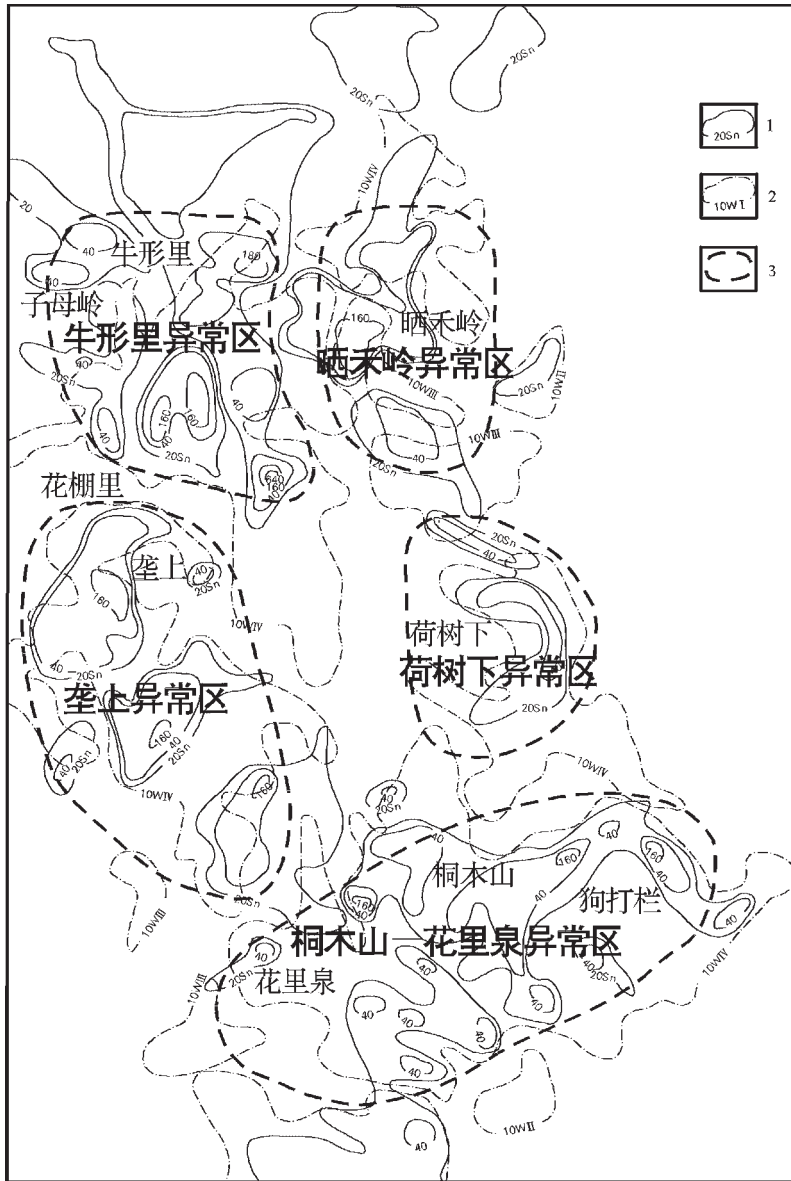


图5 锡田地区化探异常图

1—锡异常;2—钨异常;3—异常区

Fig.5 Geochemical anomalies in the Xitian district

1—Tin anomaly;2—Tungsten anomaly;3—Anomaly area

### 3 矿床(化)类型与特征

区内已发现钨锡多金属矿脉(体)100多条(个)。根据矿体形态、控矿因素,可将区内(含邻区)已发现锡多金属矿大致划分为矽卡岩型(6个)、构造蚀变带型(10多条)、矽卡岩-构造蚀变岩复合型(5个)、石英脉型(90多条)、蚀变花岗岩型(1个)及冲积砂锡矿(2个)等6类(表4)。

#### 3.1 矽卡岩型锡多金属矿体特征

位于锡田岩体哑铃柄地段西部,严塘复式向斜与岩体接

触带部位。矿区北部通过工作,已发现3条主要矿脉(体),均赋存在岩体与棋梓桥组内外接触带,自西向东编号为20、21、21-1、22。矿床类型分别为21、21-1号矿体、20、22号矿脉。

垄上21号矿体:产于岩体与泥盆系中统棋梓桥组灰岩接触部位之矽卡岩中,呈层状、似层状产出。矿体总体走向近SN,倾向W,倾角7~79°。矿体长4500m,矿体平均厚4.41m,Sn平均品位0.363%,WO<sub>3</sub>平均品位0.272%。矿物成分为透辉石、绿帘石等矽卡岩矿物,其矿石类型有金属硫化物锡矿石、磁铁矿锡矿石、萤石-绿帘石黄铜矿锡矿石等。

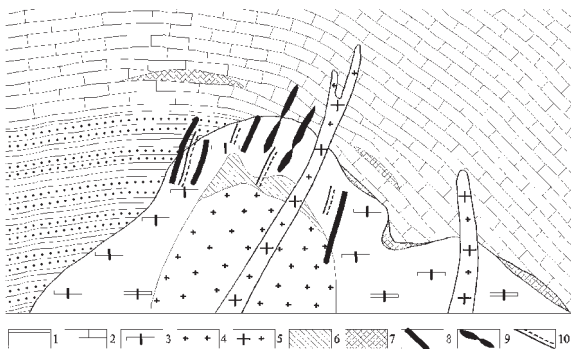


图 6 锡田地区锡多金属矿成矿模式图

- 1—砂页岩;2—碳酸盐岩;3—中粒斑状黑云母花岗岩;  
4—细粒黑云母花岗岩;5—斑岩脉;6—蚀变花岗岩型锡  
(钨铌钽)矿;7—矽卡岩型锡矿;8—构造蚀变岩型锡矿;  
9—矽卡岩-构造蚀变岩复合型锡矿;10—石英脉型锡矿

Fig.6 Metallogenetic model of tin polymetallic deposits in the Xitian district

- 1-Sandy shale; 2-Carbonate rocks; 3-Medium-grained porphyritic biotite granite; 4-Fine biotite granite; 5-Porphyry dike; 6-Altered granite type tin (tungsten-niobium-tantalum) deposit; 7-Skarn type tin deposit; 8-Structural alteration type tin deposits; 9-Skarn-structural alteration type tin deposit; 10-Quartz vein tin deposit

晒禾岭 13 号矿体:产于岩体与泥盆系上统锡矿山组下段灰岩接触部位,呈层状、似层状产出。矿体走向 NEE,倾向 SSE。矿体长 1000 m,厚 0.79~11.56 m,平均厚度 3.68 m, Sn 平均品位 0.492%。

桐木山 43 号矿体:矿体赋存在岩体与泥盆系中统棋梓桥组接触部位。矿体走向 NE,倾向 SE。矿体长 1700 m,矿体厚 0.81~8.31 m,平均厚 4.44 m, Sn 平均品位 0.44%。

### 3.2 构造蚀变带—矽卡岩复合型锡多金属矿脉特征

垄上 20 号矿脉:产于岩体外接触带受断裂控制的矽卡岩中,矿体呈似层状、透镜状产出,总体走向近南北,倾向东,倾角 50~88°。矿体长 850 m,矿体平均厚 5.55 m, Sn 平均品位 0.3%,  $WO_3$  平均品位 0.107%, 其北段富含铅锌。该矿脉矿石类型为含白钨黄铜的锡石方铅闪锌矿石、石榴石绿帘石钨锡矿石。矿石中主要有用组分为 Sn、W、Pb、Zn、Cu 等。

垄上 22 号矿脉:产于岩体内接触带受断裂控制的碳酸盐岩块形成的矽卡岩中,呈似层状产出,走向近南北,倾向东,倾角 32~85°。矿脉长 2700 m,矿体平均厚 11.91 m, Sn 平均品位 0.269%,  $WO_3$  平均品位 0.281%。该矿脉矿石类型有金属硫化物锡矿石、石榴石绿帘石锡矿石等。

晒禾岭 10 号矿脉:位于岩体内接触带,受断裂控制,矿体呈脉状、透镜状产出,走向 NNE,倾向 SEE。矿脉长 2000 m,矿体平均厚 2.27 m, Sn 平均品位 0.258%。

桐木山 41 号矿脉:产于岩体接触带受断裂控制的矽卡

岩中。矿体走向 NEE。矿体长 1800 m,厚 0.84~5.91 m,平均 3.36 m, Sn 平均品位 0.594%,  $WO_3$  平均品位 0.258%。

### 3.3 构造蚀变带型锡多金属矿脉特征

产于牛形里岩体内接触带的数条构造蚀变带型锡多金属矿脉,受 NE 向区域性断裂之次级 NW 向构造蚀变带控制,单矿脉长 500~2000 m,厚 0.75~6.33 m。单工程矿体品位: Pb 0.06%~6.25%, Zn 0.123%~7.5%, Sn 0.062%~0.376%。矿物组合:金属矿物主要为闪锌矿、方铅矿、锡石,次为黄铁矿、黄铜矿、毒砂等,非金属矿物主要为石英、长石、绿泥石、绢云母等。矿石具交代结构、镶嵌结构、压碎结构。矿石构造以浸染状构造、团块状构造、条带状构造为主,局部为块状构造。

## 4 成矿模式探讨

根据区内成矿地质条件、矿床特征与矿体分布规律,结合邻区矿床特征等,建立了锡田地区原生锡多金属矿的成矿模式(图 6)。从中不难看出:燕山早期形成的斑状花岗岩或花岗岩侵入到泥盆系灰岩或砂页岩中,花岗岩固结后产生断裂并有后期石英斑岩、花岗斑岩侵入。后期形成的成矿母岩侵入到斑状花岗岩及其围岩中,由于自变质作用或岩浆期后成矿热液作用的影响,在其顶部形成面状云英岩型锡钨钽矿,接触面内侧形成似伟晶岩壳型锡钨钽矿<sup>[2]</sup>。在花岗岩与灰岩接触的有利部位或灰岩的层间破碎带中形成矽卡岩型锡多金属矿。在成矿母岩的外接触带的斑状花岗岩、花岗岩、灰岩、砂页岩的有利构造部位形成构造蚀变岩型、石英脉型锡多金属矿。该模式只是已发现矿床的初步总结,无疑对区内进一步找矿是有一定指导意义的。但应当指出,由于该区的工作程度较低,上述归纳可能有一定的局限性,如湘南地区已发现的蚀变石英斑岩型、花岗斑岩型、斑状花岗岩型、网脉状大理岩型<sup>[13]</sup>等锡矿在区内尚未发现,今后工作中也应当予以注意。

## 5 找矿潜力分析

笔者在研究区内物化探资料后发现:区内重力负异常及航磁异常呈 NNW 方向展布,与锡田岩体走向一致,范围比岩体出露面积大,反映岩体往东西两侧隐伏延伸;1:20 万水系沉积物以及 1:5 万土壤地球化学测量圈出的异常面积大,并相互重叠,异常元素组合复杂、强度高、浓集中心和梯度变化明显,通过对比目前已取得的找矿信息,异常均位于已知矿点位置或成矿有利地段,说明这些异常示矿性强。

通过近年来的地质工作,在锡田岩体哑铃柄地段岩体内外接触带及岩体内的垄上、晒禾岭、桐木山、花里泉、荷树下、狗打栏等地发现了多处矿产地和有利矿化地段,显示出良好的找矿前景。

### 5.1 垄上锡矿

该处找矿潜力大,特别是 21 号矿体:棋梓桥组灰岩在该处出露长度约 5000 m,宽度 1000 余米,经现有工程控制,矿体稳定连续,在控制斜深 375 m 处仍见工业矿体,棋梓桥

表4 锡田地区及周边锡多金属矿床类型及其特征  
Table 4 Summary of types of tin polymetallic deposit in the Xitian district and its surroundings areas

矿床类型	矿床特征	矿物组合		围岩蚀变	分布
		金属矿物	非金属矿物		
矽卡岩型	矿体呈层状、似层状产于棋梓桥组、锡矿山组灰岩与花岗岩的正接触带或灰岩中,灰岩中的矿体多受层间破碎带控制。矿体长400~5000 m,厚1~26 m。矿石品位:锡0.164%~0.526%,三氧化钨0.100%~0.329%	主要为锡石、白钨矿,少量磁铁矿、镜铁矿、黄铁矿、毒砂、黄铜矿,有时伴方铅矿、闪锌矿	主要为透辉石、透闪石、次为石英、方解石、少许萤石、滑石、绿泥石、绿帘石等	矽卡岩化、大理岩化、萤石化	垄上、晒禾岭、荷树下、桐木山
矽卡岩—构造蚀变岩复合型	矿脉产于花岗岩或围岩中,呈北东向或近北北向,长1200~2200 m,宽0.70~19.83 m。矿石品位:锡0.165%~1.93%、三氧化钨0.044%~0.420%	主要为锡石、白钨矿,少量黄铁矿、毒砂、黄铜矿	主要为石榴子石、透辉石、透闪石,次为石英、方解石、萤石、绿泥石、绿帘石等	矽卡岩、云英岩化、绢云母化、硅化	垄上、晒禾岭、荷树下、桐木山
构造蚀变带型	矿脉产于花岗岩或围岩中,呈北东、北西、近东西向三组,长500~2000 m,宽0.70~10.00 m。矿石品位:锡0.062%~0.376%、三氧化钨0.172%~0.700%,有时含铅锌矿化	黑钨矿、白钨矿、锡石,有时有方铅矿、闪锌矿	主要为石英,少量白云母、绢云母	云英岩化、绢云母化、硅化	牛形里、荷树下、桐木山、花里泉
云英岩脉型、石英脉型	矿脉主要产于花岗岩中,呈北东60~80°,常密集成群,单脉长一般为100多米至1000多米,宽为0.02~2.00 m。矿石品位:锡0.115%~3.351%,三氧化钨0.086%~2.084%	黑钨矿、锡石、黄铁矿、毒砂,有时伴方铅矿、闪锌矿	主要为石英,少量白云母	云英岩化、绢云母化、硅化	桐木山、花里泉、狗打栏
蚀变花岗岩型	见于邻区湘东钨矿,含锡铋钽蚀变花岗岩为后期与成矿有关的花岗岩蚀变产物,呈顶盖状,一般为数十米,长数十米至百多米,厚数米至数十米。矿石品位铋钽氧化物一般为0.01%,伴生有锡	铋钽铁矿,伴生有锡石、金红石、钛铁矿、锆石	石英、白云母、钠长石、钾长石	云英岩化为主,次为钠长石化、钾化	见于邻区湘东钨矿
冲积砂锡矿	砂锡矿产于全新统组成的河漫滩底部,为砂砾石层,长10~16 km,宽一般为500~600 m,厚1~7.8 m,锡石含量一般为442~455 g/m <sup>3</sup>	锡石为主,伴生黑钨矿、白钨矿、钛铁矿、独居石、锆石、金红石等			严塘、尧水
裂隙充填型	矿脉产于岩体外围泥盆纪地层中,矿脉走向北北东向,长500 m,厚8.18 m,含钨4.16%,锡0.133%,银64 g/t	方铅矿、闪锌矿、锡石、毒砂、黄铁矿等	石英、绢云母、绿泥石、方解石等	绢云母化、硅化、绿泥石化、大理岩化	松树山

组之下为隐伏的花岗岩体,岩体接触面与地层呈较小角度斜交,推测矿体斜深可达800 m以上,由此预测该矿体的远景潜力较大。此外,该处内接触带的22号矿脉和外接触带的20号矿脉也达到一定规模,外围花里泉一带,通过踏勘亦已找到含矽卡岩,土壤剖面测量在接触带附近Sn、W异常强度高,浓集中心明显,预测该处有较大的找矿潜力,目前正在开展地表工程揭露。通过对20、21、22号3条主要矿脉(体)的资源量估算,锡钨333+334,资源量已超过10万t,且远景资源量仍有10万t以上。

## 5.2 晒禾岭锡矿

该处成矿条件十分有利。两个岩体凹陷刚好与组成复向斜的锡矿山组下段灰岩层直接接触,地表通过工程揭露已见到矿体,预测岩体凹陷中心或向斜转折部位有可能存在厚大的富矿体。另外,区内发现的受区域性NNE向断裂控制的12、14号复合型矿脉规模较大、品位高,找矿潜力也较大。预

测锡钨远景资源量在10万t以上。

## 5.3 桐木山锡矿

该处基本构造格架由小田复式向斜的一系列次级背向斜组成,呈NE向以40°左右之倾角往NE方向倾伏,与锡田岩体隐伏延伸的方向大致一致,利于矽卡岩型矿床的形成。区内地表在棋梓桥组、锡矿山组下段灰岩与岩体接触面附近均见到了矽卡岩型矿体,预测深部岩体接触面转折弯曲地段有较好的矿体存在<sup>[12]</sup>。预测该处锡钨远景资源量可达10万t。

## 5.4 云英岩脉带型锡钨矿

是区内一种重要的矿床类型,矿体产于岩体内,呈密集脉带型,已发现花里泉、荷树下、桐木山、狗打栏4个脉带,地表已发现矿脉90多条,单脉长50~1000 m,厚度在0.2~2 m之间,根据南岭成矿带相邻地区的资料综合分析对比,在云英岩脉带的深部,很有可能找到大脉型和岩体型锡钨矿,是这一区域存在锡钨找矿新突破的有利区域。预测锡钨远景资

源量 20 万 t 以上。

综上所述,该区地层、构造、岩浆岩、地球物理、岩石地球化学特征等均有利于钨锡多金属矿的形成,锡田矿区这几年来取得的找矿成果显著,通过资源量估算和预测,锡钨远景资源量在 60 万 t 以上,显示该区具有巨大的找矿潜力,是继湘南骑田岭锡矿之后又一新的找矿突破。

在成文过程中得到陈民苏教授级高级工程师、伍式崇高级工程师、陈湘立高级工程师、彭小军高级工程师等的帮助,胡玉芳助理工程师负责图件绘制,在此一并致谢。

#### 参考文献(References):

- [1] 郑明华.现代成矿学导论[M].重庆:重庆大学出版社,1988.  
Zheng Minghua. Introduction of Modern Metallogeny [M]. Chongqing: Chongqing University Press, 1988 (in Chinese with English abstract).
- [2] 袁见齐,等.矿床学[M].北京:地质出版社,1985.  
Yuan Jianqi, et al. Ore Deposits [M]. Beijing: Geological publishing House(in Chinese with English abstract).
- [3] 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-Jiangxi border area [J]. Geology in China, 2005,32,(4):557~570(in Chinese with English abstract).
- [4] 马铁球,柏道远,邝军,等.湘东南茶陵地区锡田岩体锆石 SHRIMP 定年及其地质意义[J].地质通报,2005,24(5):415~419.  
Ma Tieqiu, Bai Daoyuan, Kuang Jun et al. Zircon SHRIMP dating and its geological significance of Xitian granite complex, Chaling, south-eastern Hunan [J]. Geological Bulletin of China, 2005,24(5): 415~419(in Chinese with English abstract).
- [5] 郑基俭,贾宝华.骑田岭岩体的基本特征及其与锡多金属成矿作用关系[J].华南地质与矿产,2001,(4):50~57.  
Zheng Jijian, Jia Baohua. Geological characteristics and related tin-polymetallic mineralization of the Qitianling granite complex in southern Hunan Province [J]. Geology and Mineral Resources of Southern China, 2001, (4): 50~57(in Chinese with English abstract).
- [6] Bonin B,Azzouni-Sekkal A,Bussy F,et al.Alkali-calcic and alkaline post-orogenic (PO)granite magmatism:petrologic constraints and geodynamic settings [J].Lithos,1998,45:45~70 (in Chinese with English abstract).
- [7] 马铁球,王先辉,柏道远.锡田含 W, Sn 花岗岩体的地球化学特征及其形成构造背景[J].华南地质与矿产,2004,(1):11~16.  
Ma Tieqiu, Wang Xianhui, Bai Daoyuan. Geochemical characteristics and its tectonic setting of the Xitian tungsten-tin-bearing granite pluton [J]. Geology and Mineral Resources of Southern China, 2004, (1): 11~16(in Chinese with English abstract).
- [8] Taylor R G. 锡矿床地质学(云南地质科学研究与西南冶金地质勘探公司情报室合译)[M].北京:地质出版社,1983.488.  
Taylor R G. Tin Deposit Geology (Jointly translated by Yunnan Geoscience Research and Information Division of Southwestern Metallurgical Exploration Co. [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1983. 488(in Chinese).
- [9] 邱瑞照,周肃,常海亮,等.香花岭花岗岩稀土元素演化[J].现代地质,2002,16(1):53~58.  
Qiu Ruizhao, Zhou Su, Chang Hailiang, et al. Evolution of lanthanon of granitoid in Xianghualing area, Hunan [J]. Geoscience, 2002,16(1): 53~58(in Chinese with English abstract).
- [10] 李昌年.火成岩微量元素岩石学[M].武汉:中国地质大学出版社,1992.108.  
Li Changnian. Lithology of Microelements in Igneous Rocks [M]. Wuhan: China University of Geosciences Press, 1992. 108 (in Chinese with English abstract).
- [11] El Blouseily A M, El Sokyary A A.The relation between Rb,Ba and Sr in granitic rocks [J].Chem Geol,1975,16:207~219 (in Chinese with English abstract).
- [12] 韩润生,陈进,高德荣,等.构造地球化学在隐伏矿定位预测中的应用[J].地质与勘探,2003,39(6):25~28.  
Han Runsheng, Chen jin, Gao Deorong, et al. Application of tectono-geochemical ore-finding method in orientation prognosis of concealed orebodies [J]. Geology and Exploration, 2003,39(6): 25~28(in Chinese with English abstract).
- [13] 王昌烈,罗仕徽,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, et al. Shizhuyuan Tungsten-Polymetallic Deposit Geology [M]. Beijing: Geological Publishing Houses, 1987(in Chinese with English abstract).



## Discovery of the Xitian tin deposit, Hunan, and its ore potential

CAI Xin-hua<sup>1,2</sup>, JIA Bao-hua<sup>2</sup>

(1. School of Resources, China University of Geosciences, Wuhan 430074, Hubei, China;

2. Hunan Institute of Geological Survey, Changsha 410011, Hunan, China)

**Abstract:** The Xitian tin polymetallic deposit in Hunan is another major discovery after the significant breakthrough in finding the Qitianling tin deposit during tin prospecting in the Nanling belt in recent years. The Xitian tin polymetallic deposit consists of several types of deposit which encircle the Xitian granite complex and have clear genetic relation to the granite complex. With the Xitian granite complex as the center outward, multiple metallic minerals such as tin and tungsten occurring within an area of ~18 (north-south) by ~10 km (east-west) form mineralization zoning of complex type tungsten-tin deposits → structural altered zone (vein) type tungsten-tin deposits → skarn (compounding) type tungsten-tin deposits → lead-zinc deposits. By studying the modes of occurrence, origins and models of the main deposit (mineralization) types in the Xitian tin deposit, the authors believe that the formation of a complete range of types of deposit in the same metallogenic province is the most important ground for the huge ore potential. The authors perform a further analysis of the ore potential of the Xitian tin deposit and make a preliminary estimation of the resources in the Xitian tin deposit.

**Key words:** type of tin deposit; characteristics of deposits; analysis of ore potential; Xitian Hunan

---

**About the first author:** CAI Xinhua, male, born in 1967, senior engineer and now studying for the master's degree, mainly engages in geological and mineral resource technical work and technical management; E-mail: ddycxh@163.com.