

# 世界大型—超大型锡矿形成的 大陆动力学背景及其特征

贾润幸<sup>1,2,3</sup>, 方维萱<sup>1,2</sup>, 胡瑞忠<sup>1</sup>

(1. 中国科学院地球化学研究所 矿床地球化学重点研究实验室, 贵州 贵阳 550002;

2. 有色金属矿产地质调查中心 北京资源勘查技术中心, 北京 100012; 3. 中色金地资源科技有限公司, 北京 100012)

## 0 引言

大型-超大型矿床(矿集区)研究是目前矿床学研究领域的前沿和热点,它对于深化矿床学的理论研究和国民经济都有着举足轻重的意义<sup>[1]</sup>。不少学者对超大型矿床(矿集区)的成矿特征及研究进展已进行了系统的总结和概括<sup>[2-6]</sup>。随着与锡有关的火山沉积型<sup>[7-8]</sup>和热水喷流沉积型<sup>[9-10]</sup>等新矿床类型的相继确定,打破了长期以来“花岗岩成因论”锡的成矿模式,深化了人们对锡矿成因多样性的认识,也使与锡有关的成矿理论更加全面而完善。笔者在充分学习和综合前人研究成果的基础上,按照世界锡矿床形成的地质背景,从大陆动力学的角度<sup>[11]</sup>结合相应的矿床类型,对其分类作了初步尝试,共划分为 4 种类型。

## 1 挤压构造体制

挤压构造体制主要与碰撞造山作用有关,包括陆壳-陆壳碰撞,陆壳-洋壳碰撞、陆壳-岛弧碰撞、洋壳-岛弧碰撞、岛弧-岛弧碰撞等。与锡矿有关的碰撞作用主要有陆壳-陆壳碰撞,陆壳-洋壳碰撞、洋壳-岛弧碰撞等。按照碰撞过程中岩浆作用方式的不同又进一步分为浅成岩浆作用与深成岩浆作用。

### 1.1 陆壳-洋壳碰撞背景中浅成火山弧作用

这种环境多与大洋板块俯冲到大陆板块或岛弧之下有关。如在环太平洋多金属成矿带,由于大洋板块向大陆板块的俯冲挤压作用,常在活动大陆边缘伴随着酸性岩浆作用。Lehmann<sup>[12]</sup>认为分布于聚敛大陆边缘的酸性岩浆作用是陆壳和斑岩(与侵入作用有关的矿床)形成的最重要的岩石圈分异过程。从中安第斯斑岩体系铜、金和锡成矿模式来看,

岩浆高度分异并富集亲岩元素的锡斑岩体系,常形成于岩浆中等分异的铜、金斑岩体系之后。

斑岩型锡矿以块状硫化物为主,多产于褶皱区的边缘活动带。锡矿化与酸性到中性的次火山-侵入杂岩体有密切的成因联系,常为流纹质英安岩-英安岩,对应的花岗岩多为同碰撞形成的 I 型花岗岩(同熔型花岗岩)。矿体呈筒状、透镜状、囊状,产于火山机构及其附近的次火山-侵入体的内外接触带。

### 1.2 陆-陆碰撞造山背景中的深成岩浆作用

研究表明,强过铝花岗岩的形成多与碰撞造山作用有关<sup>[13-14]</sup>。与锡矿关系密切的深成岩浆作用主要为陆-陆碰撞造山作用和由此产生的壳源过铝质花岗岩(S 型花岗岩)。Barbarin<sup>[6]</sup>把过铝质花岗岩分为含白云母过铝质花岗岩类和含堇青石过铝质花岗岩类(CPGs)。Pearce 等<sup>[5]</sup>按造山作用发展进程将花岗岩分为同造山、晚造山和后造山等三种花岗岩类。在造山环境的不同演化过程中,花岗岩的特征存在很大差异,一般在造山演化的晚期或后期锡的成矿性要好一些。

## 2 伸展构造体制

伸展构造体制主要包括大陆裂谷、被动大陆边缘与洋盆、拗拉槽与碰撞谷等<sup>[15]</sup>。在伸展背景下,与 Sn 有关的成矿作用主要有火山沉积作用、热水喷流沉积作用或深部岩浆直接的侵入作用。

### 2.1 陆内裂谷盆地中的火山沉积作用

火山沉积型矿床多为火山块状硫化物型矿床(VHMS),金属硫化物多呈层状和似层状赋存在中-基性沉积型火山杂岩中。

### 2.2 大陆边缘拉分盆地中热水喷流沉积作用

由热水喷流沉积作用形成的矿床,多受同生断

基金项目: 国家“十五”科技攻关项目(2004BA615A-03); 国家重大基础研究发展规划项目(2001CB409805)

作者简介: 贾润幸(1969-),男,陕西西安人,高级工程师,博士,从事岩石学、矿床学和地球化学研究。E-mail:chookdog@163.com

裂控制,矿体形态以层状、似层状、透镜状为主,多与容矿岩石整合产出;矿石多以浸染状、块状金属硫化物矿石为主。成矿流体主要以大气降水和下渗的海水为主。

### 2.3 弧后裂谷盆地中海底喷气沉积作用

由海底喷气作用形成的矿床与热水喷流沉积作用形成的矿床较为相似,多受同生断裂控制,矿体形态以层状、似层状、透镜状为主,多与容矿岩石整合产出;矿石多以浸染状、块状金属硫化物为主。

### 2.4 大陆伸展构造区的岩浆侵入作用

大陆伸展构造区的岩浆侵入作用多具有深源(幔源或壳幔混合)特点,岩浆作用主要以A型花岗岩为主。A型花岗岩多形成于非造山环境<sup>[4,16]</sup>。刘昌实等<sup>[17]</sup>把A型花岗岩进一步分为两亚类三组。A1亚类型主要以似长石正长岩、碱性正长岩和响岩为主(AS组),SiO<sub>2</sub>不饱和、准铝、过碱-碱性岩石,通常含似长石,如方钠石、霞石、白榴石和钠沸石等为特征。A2亚类为SiO<sub>2</sub>过饱和、碱质-亚碱质岩石。该亚类又包括铝质A型花岗岩(ALAG)(弱过铝质和亚碱性岩石)和碱性花岗岩(AAG)(准铝质、碱质-亚碱质岩石)。

## 3 稳定大陆地块区(前寒武纪稳定区)

在南非 Zaaiplaats 伟晶岩型锡矿中,矿化与来源于岩浆的热液流体关系密切<sup>[18]</sup>。McNaughton等<sup>[19]</sup>通过对其不同类型花岗岩中铅同位素的研究认为,在岩浆侵位后长达1000Ma的时间里,使热液体系稳定保持在200℃以上的热源主要与放射性元素(U、Th、K等)的衰变有关。

## 4 大陆地块剥蚀区的表生成矿

砂锡矿的形成主要与原生锡矿遭受化学-风化剥蚀作用有关,一般产于含锡伟晶岩矿床和锡石-石英矿床发育区的风化剥蚀带。对砂锡矿最有利的成矿空间是古代和现代河谷、滨海和陆棚区。矿体一般呈层状、透镜状产出,长数十至数千米,厚0.5~5m,主要产于砂砾层中。锡石的晶形、粒度和矿物组合均与原生矿床有关,常见的有用矿物有锡石、黑钨矿、白钨矿、钛铁矿、锆石和稀有金属矿物。世界上的砂锡矿主要分布于东南亚、中南非、西澳大利亚等地。目前砂锡矿的锡储量占国外锡储量的64%,砂锡矿的锡产量约占整个锡产量的60%~70%。

## 5 结论

世界大型-超大型锡矿的成矿背景概括起来分为以下四种:①挤压构造体制:与锡矿有关的碰撞作用主要有陆壳-陆壳碰撞,陆壳-洋壳碰撞、洋壳-岛弧碰撞等;②伸展构造体制:与锡有关的成矿作用主要有火山沉积作用、热水喷流沉积作用或深部岩浆直接的侵入作用;③稳定大陆地块区;④大陆地块剥蚀区的表生成矿。

参考文献:

- [1] 翟裕生. 矿床学的百年回顾与发展趋势[J]. 地球科学进展, 2001,16(5):719-725.
- [2] 涂光炽. 九十年代固体地球科学及超大型矿床研究若干进展[J]. 矿物学报, 1997,17(4):357-363.
- [3] 毛景文,王登红. 花岗岩有关稀有金属矿床研究新进展[J]. 矿床地质, 1997,16(2):189-192.
- [4] Loiselle M C, Wones D R. Characteristics and Origin of Anorogenic Granites[J]. Abstr 92nd geol Soc Amer Meet, 1979, 11:468.
- [5] Pearce J A, Harris N B W, Tindle A G. Trace Discrimination Diagrams for the Tectonic Interpretation of Granitic Rocks[J]. J. Petrol. 1984,25(4):956-983.
- [6] Barbarin B. A Review of the Relationships Between Granitoid Types, Their Origins and Their Geodynamic Environments [J]. Lithos, 1999,46:605-626.
- [7] Hutchinson R W. Evidence of Exhalative Origin for Tasmanian Tin Deposit[J]. Trans, Canadian Ins. Min, Metall., 1979,82:116-130.
- [8] Plimer I R. Exhalative Sn and W Deposits Associated with Mafic Volcanism as Precursors to Sn and W Associated with Granites[J]. Mineralium Deposita, 1980,15:275-289.
- [9] Mulligan R. Geology of Canadian Tin Occurrences[J]. Canada geol. Survey Econ. Geol. Rept., 1975,28:155.
- [10] Relvas J M R S, Tassinari C C G, Munha J, et al. Multiple Sources for Ore-forming Fluids in the Neves Corvo VHMS Deposit of the Iberian Pyrite Belt (Portugal): Strontium, Eodymium and Lead Isotope Evidence[J]. Mineralium Deposita, 2001,36:416-427.
- [11] 王涛. 花岗岩研究与大陆动力学[J]. 地学前缘, 2000,(7): 137-146.
- [12] Lehmann B, Dietrich A, Wallianos A. From Rocks to Ore[J]. International Journal of Earth Sciences, 2000,89(2):284-294.
- [13] Sylvester P J. Post-collisional Peraluminous Granites[J]. Lithos, 1998,45:29-44.
- [14] Muzio R, Artur A C. Petrological Features of the Santa Teresa Granitic Complex Southeastern Uruguay [J]. Journal of South American Earth Sciences, 1999,12:501-510.

(下转第55页)

## 5 结论

在断裂构造控矿方面,玲珑断裂作为一条重要的导矿、控矿构造,在宏观上对西山矿脉中的主要矿化段起到了重要的控制作用,矿液源于玲珑断裂,然后向西运移,伴随矿质在有利条件下不断地堆积,向西矿化作用也逐渐减弱。同时玲珑断裂作二级控矿构造,它控制了次级矿脉的富矿段,矿脉的斜列及走向变化,其产状对两侧次级矿脉的赋矿标高产生一定制约。根据这些特征亦发现玲珑断裂控制的矿体呈等间距水平分布的现象,在纵向上也具有一定的

规律,对于深部找矿也起到了一定的指导作用。

### 参考文献:

(上接第 52 页)

- [1] 张道俊. 山东玲珑金矿地质特征及深部找矿潜力分析[J]. 地质找矿论丛, 2006, 21(10): 39-42.
- [2] 孙国胜, 刘 颖, 李绪俊, 等. 玲珑金矿田不同级别构造控矿特征[J]. 地质地球化学, 2003, 31(2): 18-24.
- [3] 李兴唐. 叠加断裂形成机制与构造应力场演化的关系[J]. 地质科学, 1981(3): 5-10.
- [4] 范永香, 卢作祥, 刘辅臣, 等. 山东玲珑金矿田西山金矿断裂构造控矿规律及深部预测研究[J]. 地质科技情报, 1983(1): 1-11.
- [15] 刘和甫. 伸展构造及其反转作用[J]. 地学前缘, 1995, 2(1/2): 113-124.
- [16] Collins W J, Beams S D, White A J R, et al. Nature and Origin of A-type Granites with Particular Reference to South-eastern Australia[J]. Contr Mineral Petrol, 1982, 80: 189-200.
- [17] 刘昌实, 陈小明, 陈培荣, 等. A 型岩套的分类、判别标志和成因[J]. 高校地质学报, 2003, 9(4): 573-591.
- [18] Pollard P J, Anderw A S, Taylor R G. Fluid Inclusion and Stable Iotope Evidence for Interaction Between Granites and Magmatic Hydrothermal Fluids During Formation of Disseminated and Pipe-style Mineralization at the Zaaiplaats tin Mine [J]. Economic Geology, 1991, 86: 121-141.
- [19] McNaughton N J, Pollard P J, Groves D T, et al. A Long-lived Hydrothermal System in Bushvekd Granites at the Zaaip-laats Tin Mine: Lead Isotope Evidence[J]. Economic geology, 1993, 88: 27-43.