

南岭地区锡矿成矿规律浅析*

A tentative discussion on the metallogenic regularity of tin deposits in Nanling region

魏道芳^{1,2}, 鲍征宇^{2,1}, 付建明³

(1 中国地质大学地球科学学院, 湖北 武汉 430074; 2 中国地质大学地质过程与矿产资源国家重点实验室, 湖北 武汉 430074; 3 宜昌地质矿产研究所, 湖北 宜昌 443003)

WEI DaoFang^{1,2}, BAO ZhengYu^{2,1} and FU JianMing³

(1 Faculty of Earth Sciences, China University of Geosciences, Wuhan 430074, Hubei, China; 2 State Key Laboratory of Geological Processes and Mineral Resources, China University of Geosciences, Wuhan 430074, Hubei, China; 3 Yichang Institute of Geology and Mineral Resources, China Geological Survey, Yichang 443003, Hubei, China)

摘要 文章在系统总结前人资料的基础上, 提出南岭地区锡矿发生了三次大的成矿作用, 第一次发生于燕山早期的 150~160 Ma, 以南岭中段湘南地区的 Sn 矿为代表; 第二次发生于 130~140 Ma, 以南岭中段的 Sn 矿和东段的 W-Sn 矿为代表; 第三次发生于 90~100 Ma, 以南岭西段的大厂 Sn 矿为代表。三次大规模的锡矿成矿作用是该地区岩石圈伸展-减薄作用的产物, 与壳-幔相互作用、深部热和流体的成矿参与有着密切的关系。

关键词 成矿规律; 锡矿; 南岭地区

南岭地区锡矿的勘查评价和科学研究是“十五”时期国土资源大调查的工作重点, 几年来, 积累了较多的矿产勘查资料和科研成果。本文通过系统分析前人工作成果和资料, 总结了区域成矿规律, 以提高对南岭地区锡矿区域成矿规律的认识, 为“十一五”矿产勘查的规划部署提供参考。

1 区域地质背景

南岭地区位于扬子板块与华夏板块间的钦州-钱塘结合带的中部, 也即南岭地区近东西向构造-岩浆带与北东向的“十一杭”低 Nd 模式年龄带的交汇部位。从燕山早期开始, 华南内陆岩石圈发生伸展-减薄 (李献华等, 1999; 郭新生等, 2001; 王岳军等, 2001; 梁新权等, 2003), 南岭地区处于广泛的伸展拉张环境, 发生了强烈的构造岩浆活动和金属成矿作用, 各种类型的花岗质岩浆活动都是壳-幔相互作用的产物。正是由于地幔物质在不同程度上、以不同形式的参与, 才引起华南地区中、新生代大规模的岩浆活动和大量金属矿产的形成 (华仁民等, 2003)。

2 成矿规律

2.1 成矿时代

南岭锡多金属矿床的成矿时代从前寒武纪到第三纪都有, 不同区域有不同的主要成矿时代。其中, 前

*中国地质调查局南岭锡矿成矿规律研究项目 (200310200072) 资助

第一作者简介 魏道芳, 男, 1962 年生, 博士研究生, 教授级高工, 从事矿床地球化学研究。E-mail: ycwdaofang@cgs.gov.cn

寒武纪主要见于南岭西段,如桂北宝坛锡矿田,与平英岩体(836 Ma)有关;第三纪锡矿床见于南岭东段,如广东渤海洞锡矿床,与渤海花岗岩(53 Ma)有关。然而,南岭锡多金属矿化主要集中于中生代燕山期(大致占 95%以上),该期成矿作用明显与燕山期区域岩石圈伸展减薄的动力学背景有关。

近几年来,笔者汇集了南岭地区中生代锡多金属矿床成矿年龄数据 30 多个,编制了成矿年龄频率图(图 1)。同时,笔者还对 186 个南岭地区中生代花岗岩的形成年龄作了统计(图 2)。从图 1 上可以看出,区内以燕山期成矿作用显著,并可分为 90~100 Ma、130~140 Ma、150~160 Ma 3 个阶段。其中,150~160 Ma 是区内第一次成矿高峰期,南岭中部的几个大型钨锡矿都是在这一时期形成的。如本项目获得新田岭石英流体包裹体 Rb-Sr 等时线年龄为(155±2)Ma、锡田锡多属矿中辉钼矿 Re-Os 等时线年龄为(150.0±2.7)Ma;路远发等(2006)测得的黄沙坪铅锌锡多属矿中辉钼矿 Re-Os 等时线年龄为 153 Ma;毛景文等(2004)对骑田岭花岗质岩体南芙蓉锡矿田中山门口和淘锡窝云英岩锡矿石中白云母和岩体北部接触带的新田岭钨矿床中矽卡岩退化蚀变岩的铁云母进行了 ^{40}Ar - ^{39}Ar 测年,获得坪年龄分别为(156.1±0.4)Ma、(160.1±0.9)Ma、(156.1±0.4)Ma,与岩体中黑云母 ^{40}Ar - ^{39}Ar 坪年龄(157.5±0.3)Ma 相吻合。李红艳等(1997)对柿竹园矽卡岩型矿石中的辉钼矿进行了 Re-Os 同位素测年,获得(151.1±3.5)Ma 数据。这与毛景文等(1997, 2004)测定的千里山岩体第一期花岗岩的成岩时代(152±9Ma)和柿竹园矿区云英岩矿脉云母的 ^{40}Ar - ^{39}Ar 年龄(153.4±0.2Ma)相吻合。赣南几个黑钨矿(锡石)石英脉型矿床也是在这一时期形成的,例如,漂塘钨锡矿床的石英流体包裹体 Rb-Sr 等时线年龄为(150.2±1.4)Ma,大吉山钨矿的石英流体包裹体 Rb-Sr 等时线年龄为(150.4±8)Ma。

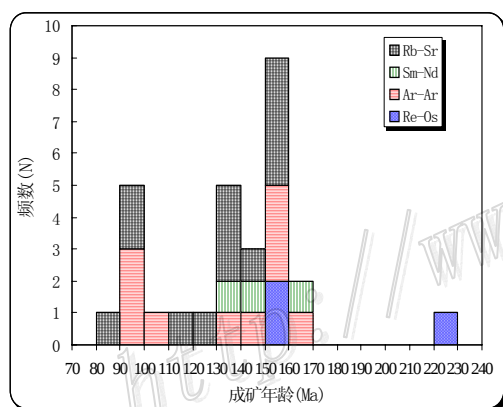


图 1 南岭地区中生代锡多金属矿床年龄直方图

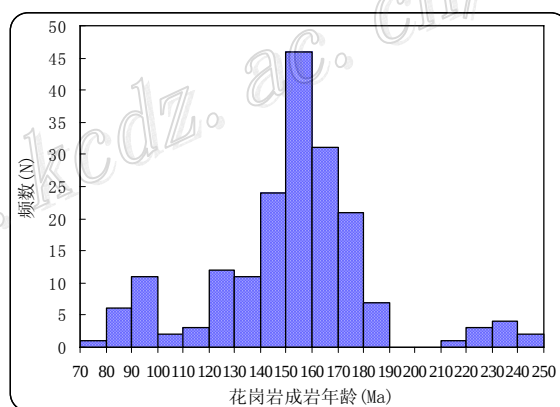


图 2 南岭地区中生代岩体年龄直方图

130~140 Ma 为第二次成矿高峰期。这一期间柿竹园第二阶段成矿年龄为(134.0±1.6)Ma(毛景文等, 2004),西华山两个阶段钨矿分别为 139.8 Ma 和 137.4 Ma(李华芹等, 1993),江西岩背锡矿形成于(128±4.2)Ma(黄常立等, 1997)。最近,李华芹等(2006)测定的骑田岭白腊水 19 号脉矿石-矿物 Sm-Nd 等时线年龄和 10 号脉锡石硫化物矿石 Rb-Sr 等时线年龄分别为(133±15)Ma 和(137±5)Ma。另外,荷花坪、香花岭、姑婆山等地的断裂破碎带型锡多金属矿也是这一时期形成的。

90~100Ma 是华南第三次较大规模的成矿作用,主要分布在南岭西段,如粤西银岩锡矿为 89.6±6 Ma(胡祥昭, 1989)和桂西大厂锡矿为(91.4±2.9)Ma、(94.56±0.45)Ma、(94.52±0.33)Ma(陈毓川等, 2002)。

对单个矿床(田)来讲,常常存在多期成矿,如骑田岭、柿竹园、荷花坪等锡矿床。在南岭地区,形成于不同时代的钨锡矿床具有明显的分带性,以湘南和赣南为中心,柿竹园钨锡铜铋矿的成矿时代为 151 Ma,西华山钨矿为 156~139.8 Ma,向外则成矿时代渐变年轻。如东部岩背锡矿的成矿时代为 100~122 Ma,

西部大厂锡矿为 90~118 Ma (2000, 毛景文等)。从更大范围的整个华南造山系来看也具有这一趋势, 燕山早期锡矿床主要分布在该区的中部, 包括广西东部 (栗木)、湖南南部 (柿竹园)、江西南部 (漂塘)、广东北部 (大顶); 燕山晚期锡矿床分布在四周, 包括广西北部 (大厂)、云南东部 (个旧)、广东南部 (银岩)。

2.2 成矿期次

南岭锡多金属成矿作用至少可分为矽卡岩期和热液期, 早期矽卡岩化导致锡的初步富集, 成矿作用与燕山期早阶段中 (粗) 粒 (似) 斑状花岗岩 (主侵入体) 有关, 矿化过程中伴有强烈的矽卡岩化, 锡石主要赋存于硫化物 (氧化物) 周缘或裂隙中, 成矿时代为 (150±5) Ma 左右; 晚期岩浆热液叠加成矿作用与燕山期晚阶段富含挥发份的细 (中) 粒花岗岩或花岗斑岩类关系密切, 形成蚀变花岗岩型、斑岩型、云英岩型、热液充填型、热液交代型锡矿床, 成矿时代为 (130±5) Ma 左右。

值得指出的是, 南岭地区真正形成于矽卡岩期的工业锡矿床很少 (仅见个别含锡磁铁矿矿床), 其突出的特点是除以锡石细小的单矿物形式存在外, 锡主要呈类质同象形式存在于矽卡岩造岩矿物 (如石榴子石、钙铁辉石)、硫化物或氧化物中; 绝大部分产于矽卡岩中的锡矿床经历了矽卡岩期后的热液叠加期成矿 (如骑田岭白腊水矿区 19 号脉、荷花坪矿区 IV 号矿体等), 后者往往对矿化的规模及矿床的工业意义起决定性作用, 而矽卡岩仅作为成矿载体与赋矿空间, 因此, 岩浆热液叠加是形成工业锡矿床的关键。

2.3 矿床空间分布规律

南岭锡多金属成矿带以北东-北北东向扬子板块与华夏板块之间钦州-钱塘结合带为界可分为南、北 2 个成矿单元, 即西北部的扬子成矿单元和东南部的华夏成矿单元, 前者以 Sn、(W)、Nb、Ta、Sb、Au 成矿为主, 燕山早期成矿作用十分显著; 后者主要以盛产 W、Sn、Au、Ag、Cu、Pb、Zn 矿为特色, 成矿时代以燕山晚期为主。钦州-钱塘结合带成矿作用具有上述两个成矿单元的共同特征, Sn、W、Cu、Pb、Zn 矿产都十分丰富。相比较而言, 南岭西段以亲硫系列锡矿床特别发育为特征, 以广西丹池燕山晚期-喜马拉雅期成矿带和桂西北与新元古代花岗岩类有关的锡矿床为代表; 南岭东段 (赣南地区) 以亲硫系列和亲氧系列共生为特征, 前者以斑岩锡矿床工业意义最大 (如岩背锡矿等), 含较多黝锡矿、银黝锡矿、黄锡矿等锡的硫化物; 后者主要是石英脉型锡矿床, 并往往与钨矿床伴生; 南岭中段以亲氧-亲硫-亲铁系列广泛发育为特点。其中, 亲氧系列锡矿床有较具工业意义的岩体型锡矿床 (如栗木)、石英脉型钨锡矿床 (如珊瑚等) 及矽卡岩型钨锡多金属矿床 (如柿竹园); 亲硫系列锡矿床伴生和共生元素种类多, 工业类型以锡石-硫化物脉型锡矿为主 (如香花岭); 亲铁系列锡矿床往往以大型-超大型铁锡矿床形式出现 (如大顶铁锡矿), 锡多呈离子状态分布于硫化物或氧化物晶格中, 即使以锡石矿物形式出现, 颗粒也较细。

2.4 成矿控制因素

(1) 构造与成矿的关系 南岭中段 80% 的锡多金属矿床集中分布在扬子板块与华夏板块之间的钦州-钱塘结合带上。不仅有珊瑚、水岩坝、柯达、香花岭、宝山、黄沙坪、柿竹园、东坡、红旗岭、瑶岗仙等十多个已知的大-中型矿床, 而且近年来在找矿上已经取得突破或具有 (超) 大型矿床规模的芙蓉锡矿、香花岭锡矿、荷花坪锡矿、大垌锡矿以及锡田锡矿等均分布在该带内。由此可见, 区域性巨型构造是控制锡矿成矿带的主导因素。而不同方向区域性构造交汇部位控制着锡矿田的分布, 如桂北九毛锡矿田受近南北向断裂带与东西向隐伏构造交汇部位控制, 湖南香花岭矿田受北东向断裂与北西向断裂交汇区控制。其次是岩体的接触构造、矿田内多组构造复合聚敛部位以及层间剥离、层间破碎带等构造控制矿床、矿体的产出。

(2) 花岗岩与成矿的关系 南岭中生代锡矿床无论在空间上还是时间上都与同时代花岗岩关系密切, 显示出成矿作用与岩浆演化息息相关。一般说来, 南岭中生代成锡花岗岩基的早期主侵入体引起的矽卡岩化导致了锡的初步富集; 晚期补充侵入体岩浆热液叠加成矿是形成工业锡矿体的关键。锡矿床与花岗岩体

的空间关系概括起来有 3 种:

①锡矿化直接产于花岗岩体中,形成斑岩型锡矿(如银岩)、蚀变花岗岩型锡矿(如栗木)、含锡云英岩型锡矿(如黄沙坪、大垌)。

②锡矿化产于花岗岩体接触带中,形成含锡矽卡岩型锡矿(如柿竹园、锡田等)。

③锡矿化产于花岗岩体围岩中,形成锡石硫化物型锡矿(如香花岭等)。

(3) 围岩与成矿的关系 区内锡矿床赋矿围岩的时代和岩石类型比较广泛,其中包括元古代、古生代、中生代各类岩石,就地层本身来说,作为赋矿围岩,对是否成矿选择性不明显,不过容矿围岩性质不同对矿体的产出类型有一定影响。

①当成矿岩体定位于碳酸盐岩为主的岩类中,有利于接触交代型和交代-充填型锡矿的形成。南岭地区余田桥组(D_3s)、石磴子组(C_{1s})和栖霞组(P_{1q})是主要赋矿围岩。如柿竹园超大型钨锡多金属矿床(接触交代型)即产于与千里山岩体直接接触的余田桥组泥质条带灰岩中,黄沙坪大型钨锡铅锌矿床(交代-充填型)则赋存于石磴子组中。

②当成矿岩体定位于硅铝质岩(包括碎屑岩、花岗岩等)中,因硅铝质岩性脆,易破碎形成容矿空间,是含锡成矿热液渗滤成矿的良好场所,易于形成裂隙充填型和构造破碎带型锡矿,如红旗岭大型锡矿即产于震旦系碎屑岩中,芙蓉锡矿田中的大多数脉状矿体则产于骑田岭岩体内部。

2.5 成矿动力学背景分析

近年来,不少研究已经表明华南地区从白垩纪以来存在岩石圈减薄事件。Gilder 等(1996)、Chen 等(1998)和 Hong 等(1998)测定华南地块存在几条低 t_{DM} 和高 ϵ_{Nd} 带,这种低 t_{DM} 和高 ϵ_{Nd} 带被认为是岩石圈伸展和壳幔之间强烈相互作用的证据。南岭地区有碱性玄武岩(赵振华等,1998)、双峰式火山岩(陈培荣等,1999)、A 型花岗岩(范春方等,2000;付建明等,2004)、A 型火山岩(孔兴功,2000)及钾质碱性岩(李献华等,1999;郭新生等,2001)等反映伸展背景的岩浆侵位或喷发;谢桂青等(2003)提出华南地区的岩石圈伸展出现于 6 个阶段,但主要可以归并为 180~155 Ma, 145~125 Ma 和 110~75 Ma 3 个阶段。这 3 个阶段的大量基性岩脉形成与锡矿成矿作用发生的 160~150 Ma、140~130 Ma 和 100~90 Ma 3 个时间段基本吻合,说明锡矿的形成与区域性岩浆-热事件是相关联的。从图 1 和图 2 上也可以看出,燕山期成矿作用在时间上能与花岗岩成岩时代较好的对应,反映了两者时间上的一致性。由此可见,南岭锡多金属矿床集中分布于华夏与扬子板块缝合带附近,成锡花岗岩具有多期(阶段)侵入的特征,并且主要形成于燕山期,说明锡成矿作用发生于中生代岩石圈伸展-减薄阶段,它与壳-幔相互作用、深部热和流体的成矿参与有着密切的关系。

参 考 文 献

- 陈培荣, 孔兴功, 倪琦生, 等. 1999. 赣南燕山早期双峰式火山岩的厘定和意义[J]. 地质论评, 45(增刊): 734~741.
- 范春方, 陈培荣. 2000. 赣南陂头 A 型花岗岩的地质地球化学特征及其形成的构造环境[J]. 地球化学, 29(4): 358~366.
- 华仁民, 陈培荣, 张文兰, 等. 2003. 华南中、新生代与花岗岩类有类的成矿系统[J]. 中国科学, 33(4): 335~343.
- 李红艳, 毛景文, 孙亚利. 等. 1996. 柿竹园钨多金属矿床的 Re-Os 同位素等时线年龄研究[J]. 地质论评, 42(3): 261~267.
- 梁新权, 范蔚茗, 王岳军. 2003. 湖南中生代陆内构造变形的深部过程: 煌斑岩地球化学示踪[J]. 地质学报, 24(6): 603~610.
- 毛景文, 谢桂青, 李晓峰, 等. 2004. 华南地区中生代大规模成矿作用与岩石圈多阶段伸展[J]. 地学前缘, 11(1): 45~55.
- 毛景文, 李红艳, 裴荣富. 1995. 湖南千里山花岗岩体的 Nd-Sr 同位素及岩石成因研究[J]. 矿床地质, 14(3): 236~242.
- 毛景文, 李晓峰, Bernd Lehmann, 等. 2004. 湖南芙蓉锡矿石和有关花岗岩的 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年龄及其地球动力学意义[J]. 矿床地质, 23(2): 164~174.
- 谢桂青. 2003. 中国东南部晚中生代以来的基性岩脉(体)的地质地球化学特征及其地球动力学意义初探——以江西省为例[D]. 指导教师: 胡瑞忠. 中国科学院地球化学研究所. 128.
- Chen J F and Jahn B M. 1998. Crustal evolution of southeastern China: Nd and Sr isotopic evidence[J]. Tectonophysics, 284: 101~133.
- Gilder S A, Gill J B, Coe R S, et al. 1996. Isotopic and paleomagnetic constraints on the Mesozoic tectonic evolution of South China[J]. J Geophys Res, 101(B7): 16137~16154.
- Hong D W, Xie X L and Zhang J S. 1998. Isotope geochemistry of granitoids in South China and their metallogeny[J]. Resource Geology, 48: 251~264.