中国锑矿成矿规律概要

王永磊,徐珏,张长青,王成辉,陈郑辉,黄凡

中国地质科学院矿产资源研究所,国土资源部成矿作用与资源评价重点开放实验室,北京,100037

内容提要:锑是中国的优势矿种之一。本文对中国锑矿床的成矿地质背景、赋矿围岩、控矿构造和成矿时代等进行了综合分析,简要总结了中国锑床的分布特征与成矿规律,同时提出了一些科学问题。中国锑矿床类型多,在时间上主要形成于中生代和新生代,且目前尚未发生有锑矿床形成于显生宙前,在空间上集中分布在西南天山、小兴安岭—张广才岭、昆仑—秦岭、长江中下游、藏北、藏南、西南三江、滇黔桂、江南隆起、湘中—桂中北、南岭、东南沿海等12个成锑带。当前需要从区域尺度来探讨锑矿床的形成机制,加强成矿规律和成矿系列的研究,从而实现锑矿资源的再发现。

关键词:锑矿;成锑带;分布特征;成矿规律;中国

锑,一种银白色、性脆、无延展性的金属,电和热的不良导体,其合金和化合物广泛用于各工业部门,是锑应用的主要形式。中国是世界上发现、利用锑较早的国家之一,明朝末年(1541年)已发现了世界最大的锑矿产地——湖南锡矿山,但当时把锑误认为锡,故命名锡矿山。锑是中国的优势矿种之一,多年来其储量和产量稳居世界首位,但目前中国的锑矿资源正在快速消耗,资源形势不容乐观。本文试图对我国锑矿资源特征进行总结,分析其主要成矿规律,以期引起地质工作者对锑矿床的关注,从而推动相关研究及找矿突破。

1 中国锑矿床的资源概况

中国锑矿资源比较丰富,矿床多,规模大,是我国的优势矿产之一。据2013年全国矿产资源储量通报,截至2012年,我国现已探明有储量的矿区184处,锑矿查明资源储量238.34×10^4t,其中基础储量45.01×10^4t(含储量32.29×10^4t),资源量193.33×10^4t。锑矿床在空间分布上具有区域性集中的趋向,其储量也明显具有相对集中的特点,目前所探明的锑矿床分布于我国19个省(自治区),主要集中在湖南(约占总查明资源储量的25%,下同)、广西(21%)、西藏(15%)、贵州(13%)、云南(9%)、甘肃(6%)等六省(自治区),六省(自治区)合计查明资源储量约占全国锑查明资源储量的89%。此外,在广东、陕西、湖北、安徽、江西、青海、浙江、四川、内蒙古、黑龙江、吉林、河南和新疆等13个省(自治区)亦有产出(图1)。

2 中国锑矿的主要类型

在地质勘探过程中锑矿石可划分为自然类型和工业类型,其中自然类型可划分为氧化矿石、混合矿石及原生矿石3种,工业类型则有单一锑、锑金、锑汞、锑金钨、锑钨等类型。我国锑矿床以原生矿床为主,次生和氧化矿床极少。在原生矿床中,有一部分是独立(或单一)锑矿床,即以辉锑矿为主,其他矿石矿物不足10%,主要分布在贵州、云南、湖南以及广东等地,其余则多为共伴生锑矿床,即矿石矿物组分较多,锑矿物仅是其中一种,有汞—锑矿床,锡—锑矿床、铅—锌—锑矿床、金—锑矿床、钨—锑矿床、银—锑矿床等。

长期以来,锑矿床主要按其矿体产出形态分为热液层状锑矿床和热液脉状锑矿床两大类,但随着锑矿床的不断发现和研究工作的深入,地质工作者根据锑矿床的成矿作用、矿质来源、地质构造环境、矿物组合、含矿围岩及蚀变类型等因素,分别提出了

注:本文为国家自然科学基金青年科学基金项目(编号41202060)、中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金(编号K1326)、全国矿产资源潜力评价项目(编号1212010633901)、全国重要矿产区域成矿规律研究项目(编号1212011121037)、中国分矿种(组)矿产地质总结研究项目(编号12120114039601)、中国矿产地质与区域成矿规律综合研究(中国矿产地质志)项目(编号1212011220369)联合资助成果。

收稿日期:2014-08-31;改回日期:2014-11-20;责任编辑:黄敏。

作者简介:王永磊,男,1980年生。博士,副研究员。主要从事矿床学研究。Email:yongleiw@163.com。

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

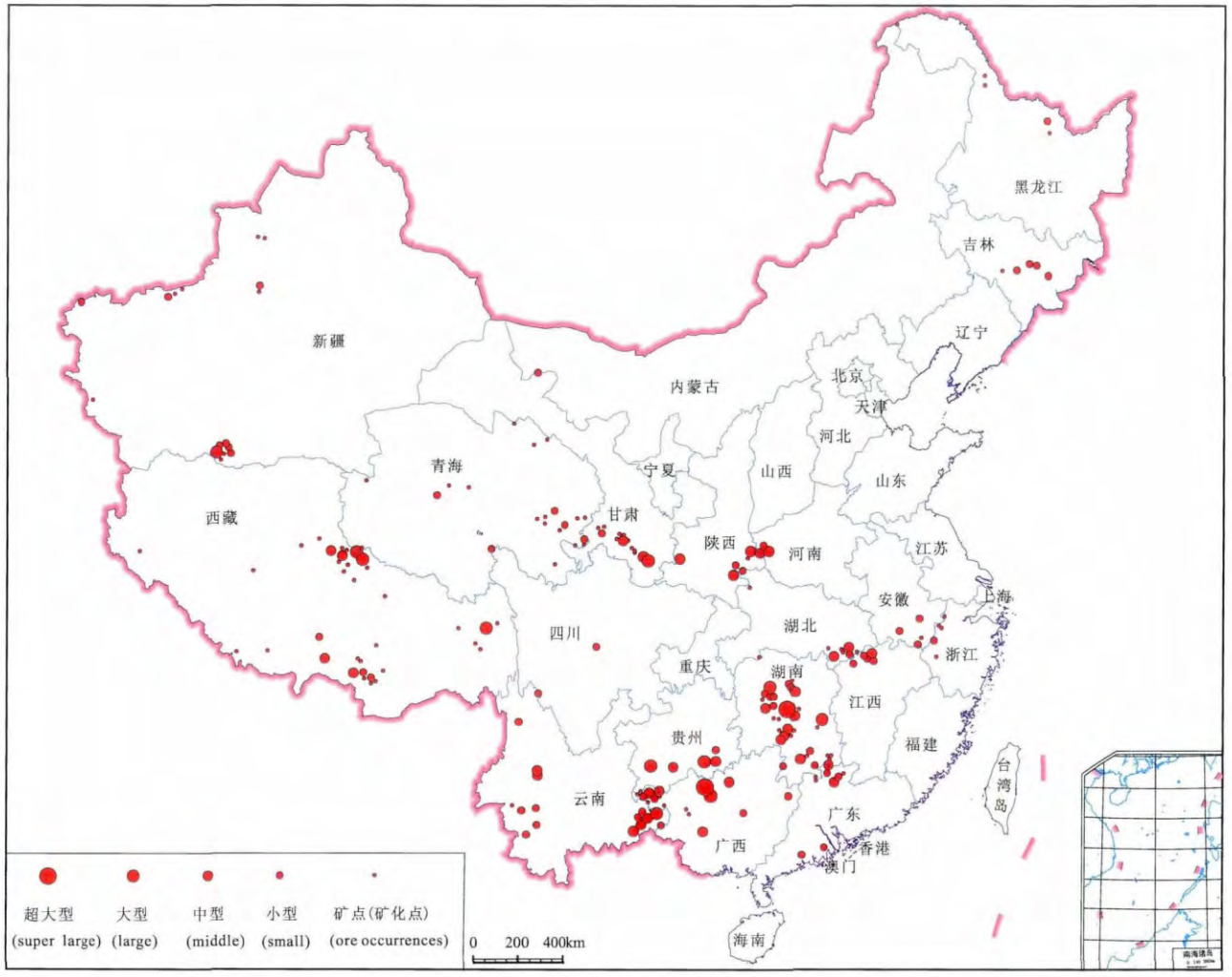


图 1　中国锑矿床分布图

Fig. 1　Distribution diagram of antimony deposits in China

新的划分方案。贵州冶金地质勘探公司情报资料组(1982)[1]将国内外锑矿床综合为十一类:①碳酸盐地层中层状锑矿床;②碳酸盐地层中层状汞锑矿床;③火山沉积岩地层中层状锑矿床;④中低温热液交错型脉状锑矿床;⑤中低温热液金锑矿床;⑥中低温热液金、锑、钨矿床;⑦中低温热液汞、锑、钨矿床;⑧中低温热液锑钨矿床;⑨中低温热液铅、锌、锑多金属矿床;⑩火山气液锑汞矿床;⑪温泉型矿床。中国矿床编委会(1986)将我国锑矿床分为七类:①碳酸盐岩型锑矿床;②碎屑岩型锑矿床;③浅变质岩型锑矿床;④海相火山岩型锑矿床;⑤陆相火山岩型锑矿床;⑥岩浆期后型锑矿床;⑦外生堆积型锑矿床。中国有色金属工业总公司地质勘查总局(1996)将我国锑矿床的成因类型划分为六类,即:①沉积改造型锑矿床;②喷流沉积改造型锑矿床;③火山沉积改造型锑矿床;④沉积变质再造型锑矿床;⑤岩浆热液充填型锑矿床;⑥表生堆积型锑矿床。赵一鸣等(2004)则将我国锑矿床分为热液层带型、热液脉型、岩浆热液型及砂矿型。全国矿产资源潜力评价项目成矿规律组(陈毓川等,2010)则在对我国锑矿成矿规律、矿床成因类型和工业类型等综合研究的基础上,主要依据矿床共性的成矿地质条件与矿产预测要素进行归类划分,将我国锑矿床分为四大预测类型:岩浆热液型、碳酸盐地层中热液型、碎屑岩地层中热液型、火山热液型(包括海相和陆相火山岩)。

3　中国锑矿床的分布特征

从构造角度而言,中国锑矿床具有线性分布的特征,主要受区域性大断裂控制,多数矿床定位于区域性大断裂旁侧次级断裂与背斜交汇处(肖启明等,1992;Wu J D,1993),张国林等(1998)认为我国锑矿床主要分布于华南锑矿成矿带、昆仑—秦岭锑成

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

矿带、阴山—天山锑成矿带及藏滇锑成矿带等 4 个锑矿带中，笔者则认为我国锑矿可初步分为西南天山成锑带、小兴安岭—张广才岭成锑带、昆仑—秦岭成锑带、长江中下游成锑带、藏北成锑带、藏南成锑带、西南三江成锑带、滇黔桂成锑带、江南隆起成锑带、湘中—桂中北成锑带、南岭成锑带及东南沿海成锑带等 12 个成锑带(图 2)，同一类型的锑矿床可能出现在不同成锑带，而同一成锑带中也完全可能出现多种类型的锑矿床。小兴安岭—张广才岭成矿锑带的锑矿床多与岩浆岩密切相关，矿化作用多受花岗岩断裂破碎带或火山岩层间构造控制，如吉林驿马锑矿床、黑龙江连珠山金锑钨矿床；西南天山成锑带属古亚洲成矿带中的天山成矿带，位于西伯利亚板块与塔里木—华北板块之间的过渡带，典型矿床有新疆萨瓦亚尔顿金锑矿床、查汗萨拉锑矿床等；昆仑—秦岭成锑带为塔里木—华北板块与华南板块之间的过渡带，目前探明的大中型锑矿床主要位于秦岭矿集区，如甘肃崖湾锑矿床、甘肃公馆汞锑矿床，此成锑带西段的西昆仑矿集区的化探全覆盖显示具有 Sb 的区域性富集特征，代表性矿床为新疆黄羊

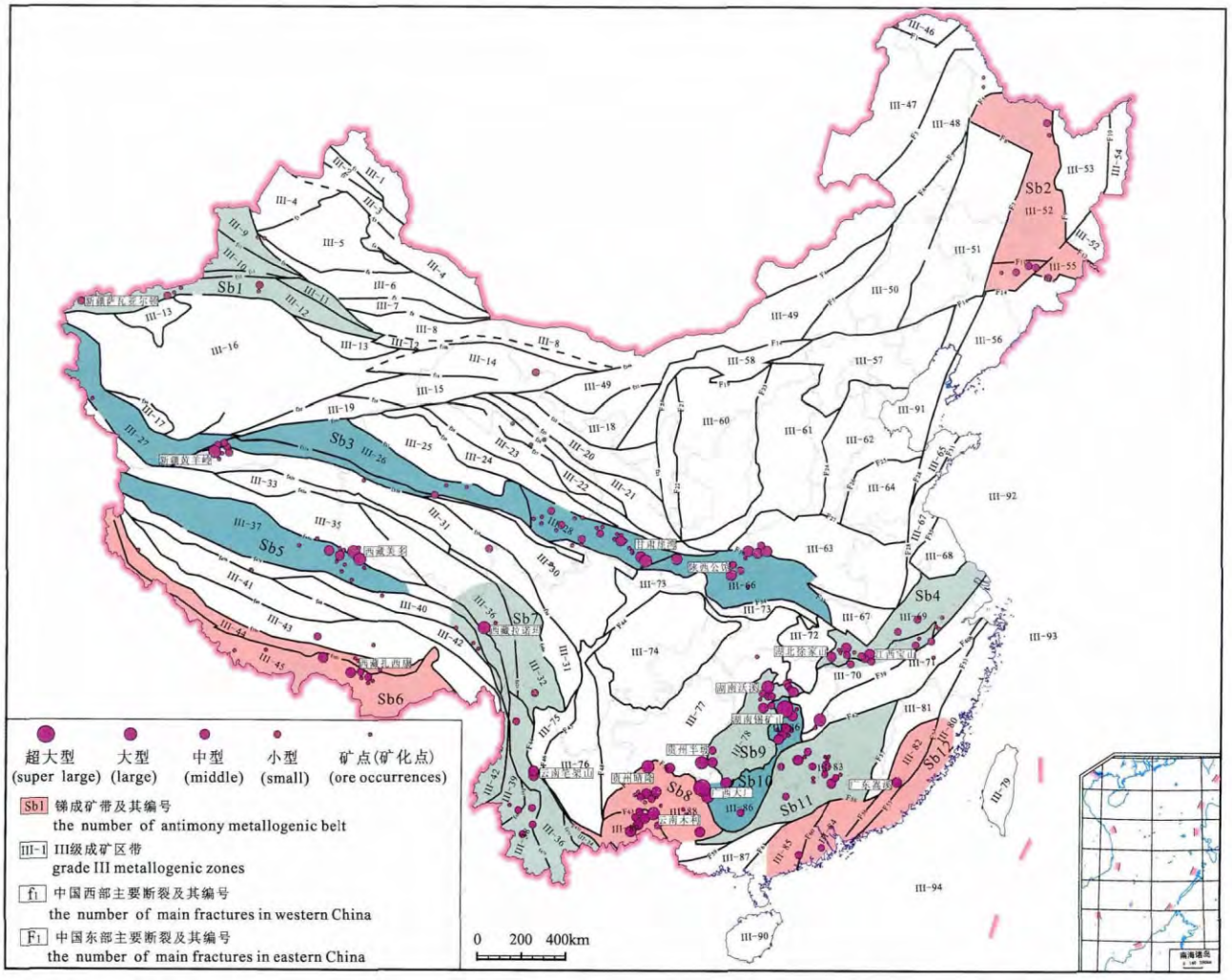


图 2 中国成锑带分布图(底图据徐志刚等，2008)

Fig. 2 Distribution of antimony belt in China(base map after Xu Zhigang et al., 2008)

Sb1—**西南天山成锑带**；Sb2—**小兴安岭—张广才岭成锑带**；Sb3—**昆仑—秦岭成锑带**；Sb4—**长江中下游成锑带**；Sb5—**藏北成锑带**；Sb6—**藏南成锑带**；Sb7—**西南三江成锑带**；Sb8—**滇黔桂成锑带**；Sb9—**江南隆起成锑带**；Sb10—**湘中—桂中北成锑带**；Sb11—**南岭成锑带**；Sb12—**东南沿海成锑带**

Sb1—Southwestern Tianshan antimony metallogenic belt; Sb2—Xiaoxing'anling-Zhangguangcailing antimony metallogenic belt; Sb3—Kunlun-Qinling antimony metallogenic belt; Sb4—the middle-lower Yangtze antimony metallogenic belt; Sb5—northern Tibet antimony metallogenic belt; Sb6—southern Tibet antimony metallogenic belt; Sb7—southwestern Sanjiang antimony metallogenic belt; Sb8—Yunnan-Guizhou-Guangxi antimony metallogenic belt; Sb9—Jiangnan uplift antimony metallogenic belt; Sb10—central Hunan-northern Guangxi antimony metallogenic belt; Sb11—Nanling antimony metallogenic belt; Sb12—southeast coast antimony belt

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

岭锑矿床;长江中下游成锑带是特提斯和太平洋两大构造体制交汇的部位,总体呈 NE 向,分布有江西驼背山锑矿床、湖北徐家山锑矿床等;湘中—桂中北成锑带目前是我国最重要的锑矿产区,总体走向 NE,分布有湖南锡矿山、广西大厂等 2 个超大型锑矿床;江南隆起成锑带大致呈 NE 向分布,代表性矿床有湖南沃溪钨锑金矿床、渣滓溪钨锑矿床等;滇黔桂成锑带位于为桂西、黔西南与滇东南组成的三角区,典型矿床有贵州晴隆锑矿床、云南木利锑矿床、广西马雄锑矿床等;南岭成锑带总体呈 NW 向分布,分布有湖南长城岭锑矿床、广东乐家湾锑矿床等;西南三江成锑带位于特提斯构造域的东段,纵跨西藏、四川、云南三省区,已知的代表性矿床有西藏拉诺玛铅锌锑多金属矿床、云南笔架山锑矿床等;藏北成锑带现已探明大型矿床 1 处,中型矿床 3 处,另外有 12 处达小型以上规模,代表性矿床有美多锑矿床、尕尔西姜锑矿床等;藏南成锑带的矿床主要受藏南拆离系、近东西向断层及南北向断层联合控制(聂凤军等,2005;杨竹森等,2006),典型矿床有扎西康铅锌锑多金属矿床、沙拉岗锑床、车穷卓布锑矿床等;东南沿海矿集区,总体走向 NE 向,代表性矿床有广东嵩溪银锑矿床。

从空间上来看,中国锑矿床主要位于大别山—秦岭—昆仑山以南,此线以北锑矿床较少,虽然西南天山成锑带向西与吉尔吉斯、塔吉克等锑矿带相连,但目前此成锑带的锑矿床数量较少,且多为小型矿床,那么以后会不会出现类似“南钨北扩”(王登红等,2012)的现象,尤其是 12 个成锑带以外的区域是否具备成锑的条件?目前尚未有相关研究进行报道。

就单个矿床而言,矿床的控矿构造主要是褶皱和断裂,在断裂和背斜,即双重构造同时存在时将更有利于成矿,尤其是平缓开阔的封闭背斜,加上规模较大,多次活动的纵断裂,且其上又覆有渗透性弱或防渗性好的盖层时成矿最为有利(赵一鸣等,2004),如湖南锡矿山锑矿床。

锑矿床的容矿岩石种类较多,既有沉积岩,又有变质岩与岩浆岩,其对围岩的物质成分似乎没有任何选择性,但国内锑矿床大约 95%以上赋存在沉积岩地层中,而国外大型锑矿床其容矿岩石多为火山岩或火山碎屑岩。我国锑矿床赋矿围岩几乎包括了各个时代的地层,根据我国 724 处锑矿床(点)赋矿地层的统计资料表明,国内锑床的赋矿层位主要为泥盆系、三叠系、前寒武,其次为寒武系、二叠系(图

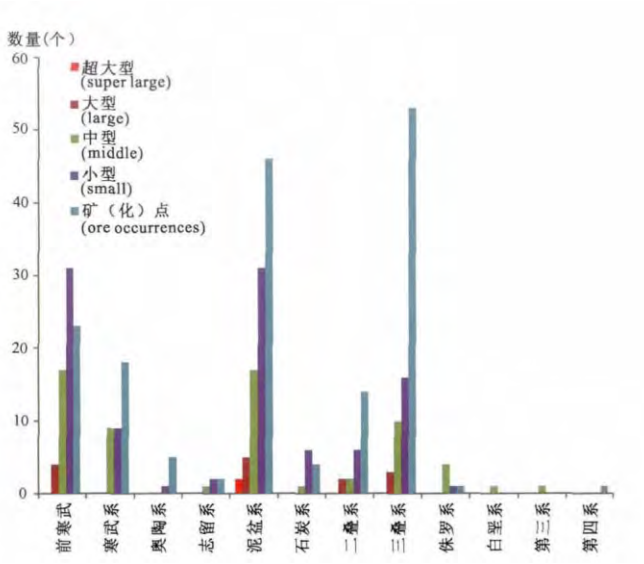


图 3　中国锑矿床赋矿层位分布图

Fig. 3　Distribution diagram of host strata of antimony deposits in China

3),赋矿岩性主要为碳酸盐岩、碎屑岩,次为火山沉积岩。西南天山成锑带赋矿地层主要有志留系、石炭系;昆仑—秦岭成锑带赋矿地层主要有前寒武、泥盆系、石炭系、二叠系及三叠系,其中西昆仑矿集区主要为二叠系,秦岭矿集区陕南地区以泥盆系为主,甘南地区以三叠系为主,河南锑矿则主要位于元古界地层中,秦岭矿集区中赋矿岩系在时间上具有由东端向西端逐渐变新的变化规律;藏北成锑带赋矿地层主要为三叠系;藏南成矿锑赋矿地层主要为三叠系、白垩系;西南三江成锑带地层主要为三叠系;湘中—桂中北成锑带赋矿地层主要为泥盆系;江南隆起成锑带赋矿地层主要为前寒武、泥盆系及二叠系;南岭成锑带赋矿地层主要为寒武系、泥盆系;滇黔桂成锑带内地层自前寒武至三叠系中均有锑矿床(点)产出,赋矿地层主要为泥盆系和二叠系。

国内多数锑矿床与岩浆岩无明显的空间联系,但有的矿区内可见岩浆活动的迹象,尤其是发育程度不同的煌斑岩或其他中基性岩的脉体,如湖南锡矿山锑矿床发现有辉绿岩脉,而有的矿区深部则可能存在隐伏岩体(图 4),因此,在锑矿床研究中不应忽视岩浆岩与锑成矿的关系。

4　中国锑矿床的围岩蚀变特征

我国锑矿的围岩蚀变类型相对简单,主要以硅化为主,其次为碳酸盐化、黄铁矿化、绢云母化、高岭土化、绿泥石化等。绝大多数锑矿床均发育有较为明显的硅化蚀变,锑矿体与硅化在空间上密切相关,

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net



图 4 贵州锑矿床与隐伏岩体示意图
(隐伏岩体资料来自王亮等,2009)

Fig. 4 Distribution diagram of Sb deposits and concealed rock body in Guizhou Province(after Wang Liang et al., 2009)

甚至有的矿体就赋存于硅化体中,部分地质工作者将其视为近矿围岩蚀变及找矿标志,但并非所有的硅化都有矿化。关于硅化的成因及其与锑矿化的关系,部分研究者也开始了相关研究(张启厚,1999;唐建武等,1999;闫升好等,2003;何俊国等,2007),但目前尚有不同认识。

5 中国锑矿床的主要成矿时代

对于锑矿床而言,由于其赋存的特殊性,矿物组合相对简单,多缺乏合适的可供常规同位素定年的矿物,而且空间上又往往与岩浆活动缺乏明显的联系,因此早期锑矿床成矿时代的确定多采用间接法获取。近年来,随着同位素年代学技术的飞速发展,如石英流体包裹体 Rb-Sr 等时线法、白钨矿(方解石、萤石)的 Sm-Nd 等时线法、闪锌矿 Rb-Sr 等时线法、硫化物 Re-Os 法、蚀变矿物及石英的 Ar-Ar 法及 K-Ar 法等,促使锑矿床的测年工作迈上了一个新台阶,积累了一定的数据资料(表 1)。全国矿产资源潜力评价项目成矿规律组也先后对西藏美多锑

表 1 中国部分代表性锑矿床的成矿年龄

Table 1 Metallogenic ages of some representative antimony deposits in China

省区	岩体/矿床	测试对象	方法	年龄(Ma)	资料来源	省区	岩体/矿床	测试对象	方法	年龄 Ma	资料来源
广西	大厂锡铜铅锌锑多金属矿(82×10^4t)	石英	Rb-Sr 法	93.40	蔡明海等,2006	广西	马雄锑矿		Rb-Sr 法	156.00	韦文灼,1993
广西	大厂锡铜铅锌锑多金属矿(82×10^4t)	石榴子石	Sm-Nd 法	95.00	梁婷等,2011	广西	坡岩锑矿		Rb-Sr 法	263.10	王国田,1992
湖南	渣滓溪钨锑矿(12×10^4t)	白钨矿	Sm-Nd 法	227.3	王永磊等,2012	湖南	板溪锑矿	石英	Ar-Ar 法	422.2	彭建堂等,2003a
湖南	锡矿山锑矿(200×10^4t)	辉锑矿、石英、方解石	Sm-Nd 法	156.30	胡雄伟,1995	湖南	锡矿山锑矿(200×10^4t)	方解石	Sm-Nd 法	155.50	Peng Jiantang et al.,2003
湖南	锡矿山锑矿(200×10^4t)	石英	Rb-Sr 法	160.00	本次研究	湖南	锡矿山锑矿(200×10^4t)	方解石	Sm-Nd 法	124.10	Peng Jiantang et al.,2003
湖南	沃溪金锑钨矿	白钨矿	Sm-Nd 法	402	彭建堂等,2003a	湖南	沃溪金锑钨矿	石英	Rb-Sr 法	144.8	史明魁等,1993
湖南	龙山金锑矿(18×10^4t)	石英	Rb-Sr 法	278	本次研究	湖南	龙山金锑矿(18×10^4t)	石英	Rb-Sr 法	175	史明魁等,1993
湖南	平茶金锑矿	含金石英	Rb-Sr 法	435	彭建堂等,2003a	贵州	晴隆锑矿(20×10^4t)	萤石	ESR 法	104	朱赖民,1999
贵州	晴隆锑矿(20×10^4t)	方解石	Sm-Nd 法	148.00	王登红等,2010	贵州	晴隆锑矿(20×10^4t)	石英	ESR 法	125.2	朱赖民,1999
贵州	晴隆锑矿(20×10^4t)	萤石	Sm-Nd 法	142.00	王登红等,2010	贵州	晴隆锑矿(20×10^4t)	萤石	Sm-Nd 法	142	彭建堂等,2003b
贵州	晴隆锑矿(20×10^4t)	萤石	Sm-Nd 法	148	彭建堂等,2003b	新疆	萨瓦亚尔顿金锑矿	石英	Rb-Sr 法	342	陈富文等,2003
新疆	萨瓦亚尔顿金锑矿	石英	Rb-Sr 法	246	陈富文等,2003	新疆	萨瓦亚尔顿金锑矿	石英	Rb-Sr 法	231	叶庆同等,1998
新疆	萨瓦亚尔顿金锑矿	石英	Rb-Sr 法	288	LiuJiajun et al.,2007	新疆	萨瓦亚尔顿金锑矿	石英	Ar-Ar 法	208.33	LiuJiajun et al.,2007

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 2　湖南龙山金锑矿床和锡矿山锑矿床石英流体包裹体铷、锶同位素组成数据

Table 2　Rb and Sr isotopic data of fluid inclusion in quartz from the Longshan Au-Sb deposit and Xikuangshan Sb depoosit in Hunan

矿床名称	原送样号	矿物	Rb($\times10^{-6}$)	Sr($\times10^{-6}$)	$^{87}Rb/^{86}Sr$	$^{87}Sr/^{86}Sr$	2σ
龙山金锑矿	LS-100-1a	石英	0.5288	1.787	0.8544	0.72265	0.00007
	LS-100-1c	石英	0.3704	1.273	0.8401	0.72250	0.00004
	LS-100-1d	石英	0.1923	0.7884	0.7042	0.72209	0.00003
	LS-100-1e	石英	0.552	8.628	0.1847	0.71999	0.00005
	LS-100-1a	石英	0.5989	1.841	0.9394	0.72300	0.00003
锡矿山锑矿	XKs-s01a	石英	1.474	29.81	0.1426	0.71184	0.00003
	XKs-s01b	石英	0.6013	16.26	0.1066	0.71180	0.00002
	XKs-s01c	石英	0.5656	8.69	0.1877	0.71196	0.00002
	XKs-s01d	石英	0.7545	9.528	0.2284	0.71207	0.00003

矿、江西宝山锑矿、广西杉木冲锑矿、茶山钨锑矿、湖南锡矿山锑矿、龙山金锑矿、广东嵩溪银锑矿等开展 Rb-Sr 测年工作,其中湖南锡矿山锑矿及龙山金锑矿所测样品(石英中的流体包裹体)Rb、Sr 含量及 $^{87}Rb/^{86}Sr$ 和 $^{87}Sr/^{86}Sr$ 比值见表 2。

表 2 中数据反映出样品的 $^{87}Rb/^{86}Sr$ 和 $^{87}Sr/^{86}Sr$ 比值差异大,其中龙山金锑矿变化范围分别在 0.1847～0.9394 和 0.71999～0.72300 之间,锡矿山锑矿变化范围在 0.1066～0.2284 和 0.71180～0.71207 之间,并且两个参数间具有良好的正相关性。用 ISOPLOT 程序(Ludwig,2001)计算获得龙山金锑矿的等时线年龄为 278±10Ma,$^{87}Sr/^{86}Sr$ 初始比值为 0.719262±0.000095,锡矿山锑矿的等时线年龄为 160±54Ma,$^{87}Sr/^{86}Sr$ 初始比值为 0.71154±0.00013(图 5)。

综观中国锑矿床成矿年龄数据,尚有众多锑矿床的成矿时代依然未知,虽然部分锑矿床赋存在前寒武地层中,但目前尚未有前寒武纪成矿时代报道,那么寒武纪之前是否发生过锑的成矿作用?对于单个锑矿而言,部分锑矿不同测年方法获得的数据时间跨度较大,可能暗示其经历了多期次成矿作用,如湖南龙山金锑矿床的成矿年龄范围为 175～278Ma,新疆萨瓦亚尔顿金锑矿床的成矿年龄范围为 208～342Ma。

从数量来看,在侏罗纪—白垩纪锑的成矿作用发生较为频繁;从储量来看,侏罗纪—白垩纪的锑矿床则占据了锑(已知成矿时代)储量的绝大部分,其中两个超大型锑矿床(湖南锡矿山锑矿床、广西大厂锡铅锌锑多金属矿床)就形成于侏罗纪—白垩纪,可见这个地质时期为锑成矿的爆发期。从地理位置来看,中国加里东期形成的锑矿床主要位于湘西地区,而西藏地区锑矿床的成矿时代则多为新生代,总体来看,每个成锑带均存在多期次的成矿作用,而部分典型锑矿床也具有多期次成矿的特征。

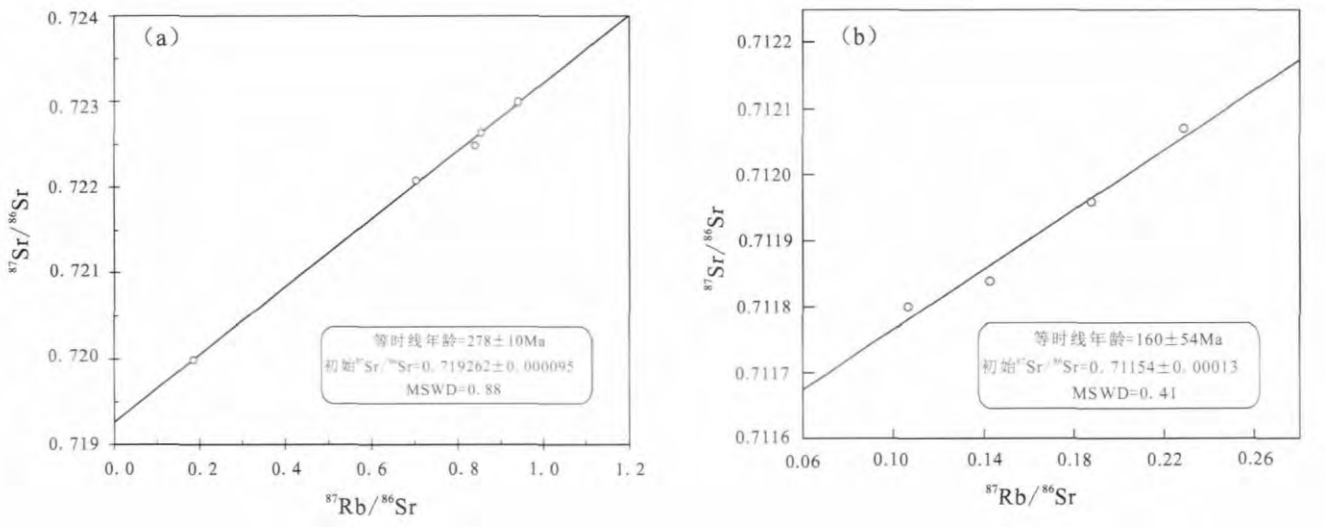


图 5　湖南龙山金锑矿(a)和锡矿山锑矿床(b)石英流体包裹体 Rb-Sr 等时线图

Fig. 5　Rb-Sr isochron of fluid inclusions in quartz from the Longshan(a) Au-Sb deposit and Xikuangshan(b) Sb deposit in Hunan

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

6 中国锑矿床的矿床成因

矿床成因是地质研究者长期关注的关键问题，目前关于中国锑矿床的成因，主要有岩浆热液成矿论、沉积－改造（再造）成矿论、热水（或热卤水）成矿论、古岩溶成矿论、地幔柱成矿等观点，而对于单个典型锑矿床而言，不同研究者也分歧颇大，以著名的锡矿山锑矿床为例，刘焕品等（1985）认为矿源主要源自混合岩浆水，围岩中锑的贡献不大，其属中－低温混合岩浆热液矿床；邹同熙（1988）认为寒武系、震旦系、泥盆系地层是矿源层，但主要为震旦系和寒武系，热卤水萃取围岩中的 Sb，沿有利构造部位运移，并在有利空间沉淀富集，形成锡矿山锑矿床，属层控－热液改造矿床；文国璋等（1993）则认为泥盆系地层是锡矿山锑矿床的重要矿源，其为典型层控古岩溶低温热液矿床；黎盛斯（1996）认为湘中锑成矿区的出现与壳幔演化过程中发生湘中富锑地幔柱这一深部地质异常事件是分不开的；饶家荣等（1999）提出了锡矿山锑矿田壳－幔成矿作用的观点。可见，锑究竟来自于何处？如何运移？为何富集？……这些问题依然需要我们进一步深入研究。

7 结语

中国锑矿床具有类型杂、时代多、线性分布的特点，尤其华南地区是成矿条件最好且工作程度相对较高，但相对于其他金属矿床而言，研究程度仍然偏低。

（1）中国锑矿床具有一定的时空分布特点，多数锑矿床分布于环太平洋成矿带、中亚天山成矿带及特提斯－喜马拉雅成矿带，赋矿围岩多为沉积岩，成矿时代以中生代和新生代为主。

（2）进一步加强典型锑矿床的科学研究，确定其成矿时代及矿床成因，总结其成矿模式及成矿规律，尤其是对于超大型锑矿床，要研究清楚其巨量金属堆积的原因，同时结合深部找矿的趋势，加强深部找矿技术方法的研究。

（3）中国锑矿床在空间上主要构成若干个成锑带，但目前对整个成锑带的成矿特征缺乏系统的研究和总结，需要从区域尺度来探讨锑矿床形成机制，同时注意与钨、锡、金、银、铅锌、汞等矿产的内在联系，加强矿床成矿系列的研究，指导矿产资源的再发现。

致谢：谨以此文祝贺陈毓川先生 80 华诞！陈先生治学严谨，知识广博，数十年如一日，为自己所钟爱的地质事业孜孜不倦地追求，永无止境地奉献，期冀陈先生青春永驻，精神光大。

注 释

❶ 贵州冶金地质勘探公司情报资料组. 1982. 国内外锑矿资源矿床类型及成矿特征. 内部资料.

参 考 文 献

蔡明海，梁婷，韦可利，黄惠明，刘国庆. 2006. 大厂锡多金属矿田铜坑－长坡 92 号矿体 Rb-Sr 测年及其地质意义. 华南地质与矿产，2：31～36.

陈富文，李华芹. 2003. 新疆萨瓦亚尔顿金锑矿床成矿作用同位素地质年代学. 地球学报，24(6)：563～567.

陈毓川，王登红，李厚民，熊先孝，高兰，徐志刚，盛继福，徐珏，袁忠信，白鸽，朱明玉，芮宗瑶，叶会寿，刘喜方，张长青，陈郑辉，王成辉，王永磊，应立娟，张建. 2010. 重要矿产预测类型划分方案. 北京：地质出版社，1～222.

何俊国，周永章，聂凤军，杨志军，张澄博，付伟. 2007. 藏南硅质岩特征及其与金、锑、铯多金属矿化. 矿物岩石地球化学通报，26(增刊)，452～454.

胡雄伟. 1995. 湖南锡矿山超大型锑矿床成矿地质背景及矿床成因(博士学位论文). 北京：中国地质科学院，1～173.

黎盛斯. 1996. 湘中锑矿深源流体的地幔柱成矿演化. 湖南地质，15(3)：137～142.

梁婷，王登红，李华芹，黄慧明，王东明，于萍，蔡明海. 2011. 广西大厂石榴石 REE 含量及 Sm-Nd 同位素定年. 西北大学学报(自然科学版)，41(4)：676～681.

刘焕品，张永龄，胡文清. 1985. 湖南省锡矿山锑矿床的成因探讨. 湖南地质，(1)：28～29.

聂凤军，胡朋，江思宏，李振清，刘妍，周永章. 2005. 藏南地区金和锑矿床(点)类型及其时空分布特征. 地质学报，79(3)：373～385.

彭建堂，胡瑞忠，赵军红，符亚洲，林源贤. 2003a. 湘西沃溪 Au-Sb-W 矿床中白钨矿 Sm-Nd 和石英 Ar-Ar 定年. 科学通报，48(18)：1976～1981.

彭建堂，胡瑞忠，蒋国豪. 2003b. 萤石 Sm-Nd 同位素体系对晴隆锑矿床成矿时代和物源的制约. 岩石学报，19(4)：785～791.

饶家荣，骆检兰，易志军. 1999. 锡矿山锑矿田幔－壳构造成矿模型及找矿预测. 物探与化探，(4)：241～249.

史明魁，傅必勤，靳西祥. 1993. 湘中锑矿. 长沙：湖南科学技术出版社，1～110.

唐建武，金景福，陶琰. 1999. 锡矿山锑矿矿田硅化岩的稀土元素特征及其地质意义. 地质地球化学，27(4)：40～44.

王登红，陈郑辉，陈毓川，唐菊兴，李健康，应立娟，王成辉，刘善宝，李立兴，秦燕，李华芹，屈文俊，王彦斌，陈文，张彦. 2010. 我国重要矿产地成岩成矿年代学研究新数据. 地质学报，84(7)：1037～1040.

王登红，陈郑辉，黄国成，武国忠，陈芳. 2012. 华南“南钨北扩”、“东钨西扩”及其找矿方向探讨. 大地构造与成矿学，36(3)：322～329.

王国田. 1992. 桂西北地区三条铷－锶等时线年龄. 广西地质，5

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

(1):29～35.

王亮,张应文,刘盛光. 2009. 区域重磁资料圈定贵州境内侵入岩体及局部地质构造. 物探与化探,33(3):245～255.

王永磊,陈毓川,王登红,徐珏,陈郑辉. 2012. 湖南渣滓溪 W-Sb 矿床白钨矿 Sm-Nd 测年及其地质意义. 中国地质,39(5):1339～1344.

韦文灼. 1993. 马雄锑矿床地质特征. 西南矿产地质,2:8～16.

文国璋,吴强,刘汉元,谢国柱,雷秀柳. 1993. 锡矿山超大型锑矿床控矿规律及形成机理初步研究. 地质与勘探,29(7):20～27.

肖启明,曾笃仁,金富秋,杨明跃,阳志芳. 1992. 中国锑矿床时空分布规律及找矿方向. 地质与勘探,12:9～14.

徐志刚,陈毓川,王登红,陈郑辉,李厚民. 2008. 中国成矿区带划分方案. 北京:地质出版社,1～138.

闫升好,余金杰,赵以辛,徐志忠,王安建,粟登逵. 2003. 藏北美多锑矿床容矿硅质岩的地球化学特征及成因. 矿床地质,22(2):149～157.

杨竹森,侯增谦,高伟,王海平,李振清,孟祥金,曲晓明. 2006. 藏南拆离系锑金成矿特征与成因模式. 地质学报,80(9):1377～1391.

叶庆同,叶锦华. 1998. 新疆萨瓦亚尔顿金锑矿的成矿机制和成因. 矿床地质,17(增刊):287～290.

张国林,姚金炎,谷相平. 1998. 中国锑矿床类型及时空分布规律. 矿产与地质,12(5):306～312.

张启厚. 1999. 晴隆大厂锑矿床容矿层硅质来源的研究. 贵州地质,16(2):111～116.

赵一鸣,吴良士,白鸽,袁忠信,叵五五,黄民智,芮宗瑶,盛继福,林文蔚,邓颂平,毛景文,毕承思,党泽发,王龙生,张作衡,陈伟十. 2004. 中国主要金属矿床成矿规律. 北京:地质出版社,194～221.

中国矿床编委会. 1989. 中国矿床(上册). 北京:地质出版社,338～413.

中国有色金属工业总公司地质勘查总局. 1996. 中国锑矿地质及矿床实例. 北京矿产地质研究所. 1～224.

朱赖民. 1998. 扬子地块西南缘(贵州)低温金属成矿域元素共生分异机制研究. 中国科学院地球化学研究所博士后报告,1～134.

邹同熙. 1988. 湖南锡矿山锑矿田的地球化学特征与成矿机理. 桂林冶金地质学院学报,8(2):187～195.

Liu Jiajun, Zheng Minghua, J. Cook Nigel, Long Xunrong, Deng Jun, Zhai Yusheng. 2007. Geological and geochemical characteristics of the Sawaya'erdun gold deposit, southwestern Chinese Tiansha. Ore Geology Reviews, 32: 125～156.

Ludwig K R. 2001. User's Manual for Isopot/Ex: a geochronological toolkit for Microsoft Excel. Berkeley Geochronology Center Special Publication, USA, 1～53.

Peng Jiantang, Hu Ruizhong, Burnard P. G. 2003. Samarium-neodymium isotope systematics of hydrothermal calcites from the Xikuangshan antimony deposit(Hunan, China) the potential of calcite as a geochronometer. Chemical Geology, 200: 129～136.

Wu Jiada. 1993. Antimony vein deposits of China. Ore Geology Reviews, 8: 213～232.

Summary of Metallogenic Regularities of Antimony Deposits in China

WANG Yonglei, XU Jue, ZHANG Changqing, WANG Chenghui, CHEN Zhenghui, HUANG Fan

MLR Key Laboratory of Metallogeny and Mineral Assessment, Institute of Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing, 100037

Abstract

Antimony is one of the dominant minerals in China. In this paper, the authors clarifies the distribution characteristics and metallogenic of antimony deposits through comprehensive analysis of some features, including geological background of ore-formation, ore-hosting rocks, ore-controlling structures and metallogenetic epochs of the antimony deposits in China, and put forward some scientific problems. Antimony deposits in China consist of various types, and were formed in Phanerozoic, mainly in the Mesozoic and the Cenozoic, and concentrated in Southwestern Tianshan antimony belt, Xiaoxing'anling-Zhangguangcailing antimony belt, Kunlun-Qinling antimony belt, the middle-lower Yangtze antimony belt, Northern Tibet antimony belt, Southern Tibet antimony belt, Southwestern Sanjiang antimony belt, Yunnan-Guizhou-Guangxi antimony belt, Jiangnan uplift antimony belt, Central Hunan-Northern Guangxi antimony belt, Nanling antimony belt and southeast coast antimony belt. We need to study the metallogenetic mechanism of antimony deposits from the regional scale, especially on the metallogenic regularity and metallogenic series, guiding the discovery of new antimy deposits

Key words: antimony deposit; antimony belt; distribution characteristics; metallogenic regularity; China

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net