

doi: 10.19388/j.zgdzdc.2022.02.03

引用格式: 王功民,王传建,周建飞,等.广西锑矿成矿规律研究[J].中国地质调查,2022,9(2): 25-38. (Wang G M, Wang C J, Zhou J F, et al. Research of metallogenic regularity of antimony deposits in Guangxi[J]. Geological Survey of China, 2022, 9(2): 25-38.)

广西锑矿成矿规律研究

王功民, 王传建, 周建飞, 官晓艺, 黄宝安, 庞彩鑫, 江志龙

(广西壮族自治区第六地质队, 广西 贵港 537100)

摘要: 广西锑矿资源丰富,为研究其成矿规律,在前人工作的基础上,较为全面地总结了广西锑矿的勘查开发、资源分布、矿床成因、空间分布特征、主要成矿时代及成矿规律等,并划分出了岩浆热液型、浅成中-低温热液型和风化型3个三级矿床成因类型,其中岩浆热液型为广西主要的锑矿床类型。在三级矿床成因类型的基础上共划分出7个四级成因类型,其中复合型锡石-硫化物锑矿床规模最大,且与岩浆热液成矿作用最为密切。此外,广西锑矿分布与富集受地层、构造、岩浆岩及接触带的“四位一体”联合控制,主要集中富集在滇黔桂被动陆缘构造单元、湘中-桂中北(坳陷)成矿带中,有工业价值的锑矿床主要赋存在泥盆系中,大规模爆发富集于燕山晚期。

关键词: 锑矿; 成因类型; 成矿规律; 成矿时代; 广西

中图分类号: P618.66; P612

文献标志码: A

文章编号: 2095-8706(2022)02-0025-14

0 引言

锑矿作为战略性矿产,是广西的优势矿产之一,其资源储量分布位居全国前列。广西的锑矿主要分布在华南Ⅱ级锑成矿区带中的湘中-桂中北Ⅲ级成锑带、滇黔桂Ⅲ级成锑带中^[1],以广西大厂、五圩箭猪坡的锑矿最为典型,主要矿床类型为岩浆热液型^[2]。为了尽可能全面地反映出广西锑矿在矿床类型及时空分布等方面的主要特征,本文试图在前人工作的基础上,总结当前广西锑矿的主要成矿规律,为关注广西锑矿的地质工作者提供基础地质资料,从而推动对广西锑矿的进一步研究,预期在广西实现新的找锑突破。

1 资源概况

根据本次工作,结合广西矿产资源储量数据库管理系统(2018)的统计数据,广西共有锑矿产

地94个(图1),包括大型矿床2个,中型矿床10个,小型矿床29个,矿点53个,矿产地以矿点居多,占比达56%,小型以上规模的矿产地占44%^[3]。广西是全国主要产锑的省份之一,其锑矿产的开发利用始于清朝光绪年间,最早有开采记录的是桂西的凌云县下甲乡,之后锑矿开采主要有桂中宾阳、桂西北丹池和桂西3个地区,桂南的防城也有开采记录。2011年国家将锑矿列为限制类开采项目以后,广西锑矿的勘查及开发逐步“降温”。随着广西工业化、城镇化进程的加快,锑矿保有资源储量下降过快,矿产品市场迫切需要寻找开发新的锑矿储备基地,锑矿的勘查及开发再一次“回暖”。

广西锑矿查明资源储量丰富,位列湖南省之后。锑矿产地在地域分布上范围较广,在广西10个地级市的33个县(区)均有产出,由南至北出于防城港市的东兴、防城,玉林市的北流、陆川及河池市的南丹和柳州县的融水。截至2018年底,广西查明锑矿产地有资源储量的43个(表1),其中

表2 广西锑矿成因类型划分

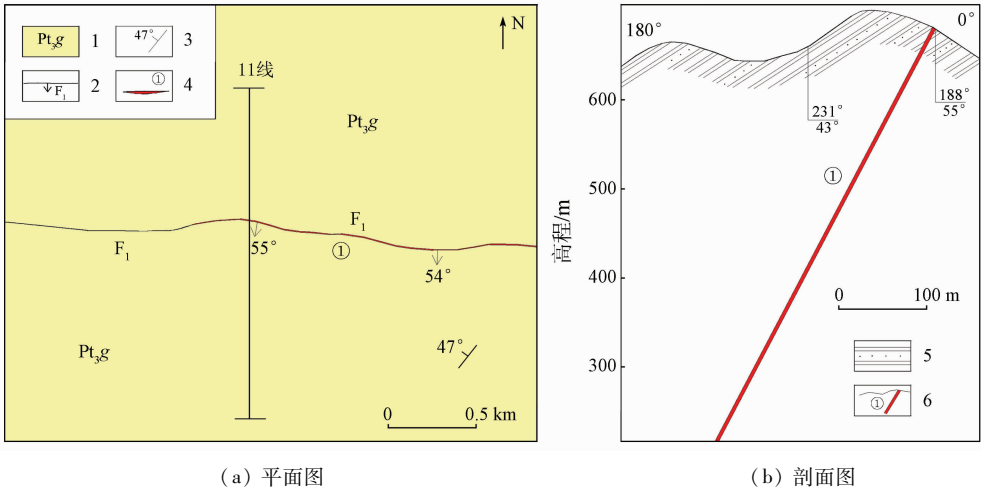
Tab.2 Classification of genesis types of antimony deposits in Guangxi				
一级分类	二级分类	三级分类	四级分类	矿床实例(矿床式)
内生矿床	岩浆作用矿床	岩热液型矿床	硫化物脉型锑矿床	罗城县黑刚锑矿(红岗式) 融水县大浪瓦瑶锑矿
			复合型锡石-硫化物锑矿床	南丹县大厂铜坑—长坡锡多金属矿(铜坑—长坡式) 南丹县大厂巴力—龙头山锡多金属矿
			石英脉型锑矿床	南丹县大厂茶山锡多金属矿(茶山式) 南丹县大厂响水湾锑钨矿 钟山县金盆地锑钨矿(金盆地式)
		含矿流体作用矿床	硫化物-石英脉型锑矿床	河池市五圩箭猪坡锑多金属矿(箭猪坡式) 宾阳县镇龙山锡多金属矿(镇龙山式) 防城港市双沟锑矿(双沟式) 陆川县良厚锑矿(良厚式)
				西林县马蒿锑矿(坡岩式) 东兰县东宁铜锑矿(东宁式) 巴马县弄腾铜锑矿(弄腾式) 兴安县崔家锑矿(崔家式) 隆安县都结锑银矿(都结式)
外生矿床	表生作用矿床	风化堆积型矿床	上林县镇圩红锑矿(镇圩式) 德保县巴考锑矿(巴考式) 南宁市上朔锑银矿(上朔式)	
		人工堆积型矿床	南丹县大厂砂坪采选厂尾砂锑矿(砂坪式)	

2.1 硫化物脉型锑矿床——与雪峰期花岗岩有关

硫化物脉型锑矿床与雪峰期花岗岩有关,主要分布在桂北地区九万大山一带,区域上位于扬子克拉通雪峰—四堡古岛弧中部,九万大山穹褶带的南西端,NNE 向区域性池洞断裂带旁侧。发现该类型小型锑矿床2个,即:罗城县黑刚锑矿床、融水县大浪瓦瑶锑矿床,成矿作用与四堡—雪峰期构造旋回有关,成矿富集与中-酸性岩浆作用关系密切。

以罗城县黑刚锑矿床为例。丹洲群拱洞组(Pt₃^{1b}g)为矿区主要赋矿层位,砂岩夹板岩为主要赋矿岩性。主要构造线为近SN向,次为NW向,矿区构造较为简单,以车洞倒转背斜为主体,洞坛、青鱼沟北偏东断裂为骨干,近EW向或NE向次级断裂为主体,构成一个总体呈北偏东展布的“梯状”构造挟持带,近EW向小断裂是本区主要控矿容矿构造。矿区北部4 km处有雪峰期的田蓬、平英花岗岩体出露,与成矿作用关系密切。

矿体赋存于呈近EW向展布的F₁断层破碎带中(图2),仅见1个矿体(编号①)。矿体与围岩界线清楚,接触面平直,局部呈舒缓波状。矿体平面形态呈长条状,长约800 m,走向近EW,倾向南,倾角58°~61°,剖面呈脉状、透镜体状,少量呈似层状。矿体厚度1.51~2.36 m,矿化不连续,于脆性岩层中节理发育地段矿体明显变厚、品位变富。矿石品位为0.97%~3.08%^[5]。



1. 上元古界丹洲群拱洞组; 2. 断层及编号; 3. 产状; 4. 平面上矿体及编号; 5. 砂岩夹板岩; 6. 剖面上矿体及编号。

图2 罗城县黑刚锑矿区地质简图^[5]

Fig.2 Geological sketch of Heigang antimony deposits in Luocheng County^[5]

矿物组合简单,主要金属矿物为辉锑矿,约占金属矿物的90%以上,其次为少量黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿等,脉石矿物以石英、玉髓及破碎围岩为主。矿石结构主要有自形晶结构、半自形晶结构、它形

粒状结构以及充填-交代结构;矿石构造以致密块状、角砾状、浸染状构造为主。主要蚀变类型为硅化,普遍发育于矿脉或矿化破碎带的上、下盘,强硅化带宽度一般在4~20 m,且下盘相对上盘较宽;硅化强度与矿化强度呈正相关,近矿围岩普遍发生褪色化。

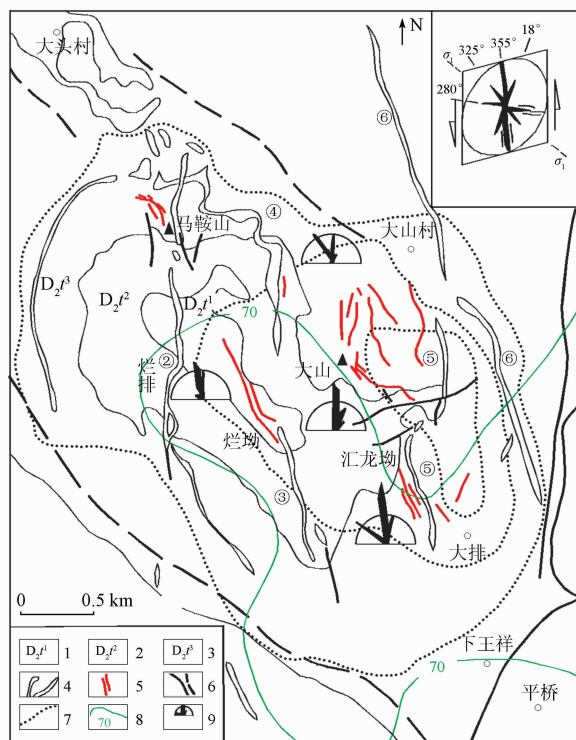
2.2 复合型锡石-硫化物锑矿床——与燕山晚期花岗岩有关

复合型锡石-硫化物锑矿床与燕山晚期花岗岩有关,主要以共生为主(部分伴生)产出于锡铅锌多金属矿床中,与燕山期的岩浆热液活动关系密切,主要分布在河池市南丹县大厂矿田和芒场矿田。有矿产地5个,其中大型锑矿2个:南丹县大厂巴力-龙头山锡多金属矿、南丹县大厂铜坑-长坡锡多金属矿;小型锑矿3个:南丹县大坪铅锌多金属矿、南丹县芒场大山锡多金属矿、南丹县芒场马鞍山铅锌多金属矿。

在大厂矿田中,复合型锡石-硫化物锑矿床与燕山中、晚期浅成或超浅成小岩体、岩脉或深部的隐伏岩体关系密切,一般产于岩体外接触带上,锑矿床以大中型为主。锑矿体主要产出于上泥盆统五指山组扁豆条带状灰岩、上泥盆统榴江组硅质岩、中泥盆统罗富组灰岩页岩、中一下泥盆统塘丁组生物礁灰岩中。矿体以细脉状、网脉状、细网脉状为主, $w(\text{Sb})$ 为0.22%~0.58%^[6];产于生物礁灰岩内的锑矿呈不规则脉状、囊状、板脉状,矿体品位较富, $w(\text{Sb})$ 为3.39%~5.58%^[6],锑矿体与锡矿体、铅锌矿体密切共生。主要金属矿物有锡石、毒砂、磁黄铁矿、铁闪锌矿、黄铁矿、白铁矿、脆硫锑铅矿,脉石矿物有石英、萤石、方解石、石膏、碳质沥青等。

芒场矿田由大山锡多金属矿床、烂排-烂坳多金属矿床和虎头山-汇龙坳多金属矿床组成,锑矿体受地层、岩性、构造及接触带产状联合控制,共生锡铅锌多金属矿体中,矿体以细网脉状、大网脉状分布为主(图3)^[7],产出于NNW向层理构造、层间滑动构造、层内节理构造、褶皱构造虚脱部位、复合断层构造、岩体接触带等,赋存于泥盆系塘丁组碎屑岩系中,含矿岩系为热变质石英砂岩-角闪岩系。在变质砂岩中产出层状、网脉似层状矿体,在角闪岩中产出透镜状、脉状矿体,在岩体顶部的云英岩化带中产出细脉浸染状矿体。锑矿体品位一般为2.481%^[8],矿石矿物主要有铁闪锌矿、锡石、黄

铁矿、磁黄铁矿、毒砂、闪锌矿、方铅矿、黄铜矿、脆硫锑铅矿。主要结构为它形粒状、自形一半自形状粒状结构、乳滴状结构、交代残余结构、骸晶结构、碎裂结构。主要构造为细网脉状构造、脉状构造、条带状构造、块状构造、浸染状构造、角砾状构造。围岩蚀变主要有云英岩化、硅化、电气石化、萤石化、碳酸盐化等。



1. 泥盆系塘丁组灰岩段; 2. 泥盆系塘丁组砂岩段; 3. 泥盆系塘丁组泥岩段; 4. 燕山晚期中酸性岩脉; 5. 矿脉; 6. 断层; 7. 热变质晕(隐伏岩体最高点在汇龙坳一带); 8. 重力低异常等值线($\Delta g/\text{mGal}$); 9. 控制节理走向玫瑰花图。

图3 南丹县芒场矿田岩脉及矿脉分布规律^[7]

Fig. 3 Dike and vein distribution of Mangchang ore field in Nandan County^[7]

2.3 石英脉型锑矿床——与燕山晚期花岗岩有关

石英脉型锑矿床与燕山晚期花岗岩有关,主要与黑钨矿及少量白钨矿共(伴)生,主要分布在河池市南丹县的大厂矿田及其外围,少数分布在钟山县,产于岩体的外接触带石英脉中,受岩浆热液作用明显,与岩体(脉)距离不远,属于近源岩浆热液作用矿床。

以南丹县大厂茶山锑多金属矿床为例。矿区位于丹池大背斜近轴西翼,锑钨矿赋存于中、上泥盆统的碎屑岩中,产出受丹池大断裂的次一级断裂

控制,与笼箱盖燕山期黑云母花岗岩体的空间关系密切。矿区锑钨矿体以石英脉型为主,矿脉常平行展布,成群出现,并切割似层状锌铜矿体。矿区锑钨矿脉主要有 NE 向和 SN 向 2 组,NE 向矿脉组包括矿区外的大燕矿段、反背矿段在内共计 30 多条,单脉长 200 ~ 420 m,厚 0.23 ~ 0.67 m, $w(\text{Sb})$ 为 0.36% ~ 5.53%, $w(\text{WO}_3)$ 为 0.08% ~ 1.49%^[9]; SN 向矿脉组以 28 号脉为主脉,平行产出的有 28-1 号、28-2 号和 29 号脉等,矿脉以锑钨矿为主,伴生有银矿、铅矿、锌矿、铜矿、金矿和萤石等,具有上锑、下钨的矿化分带特征,锑矿主要富集在海拔 200 m 以上,钨矿则主要富集在海拔 200 m 以下,银矿主要在锑矿体的上部或局部富集^[9]。

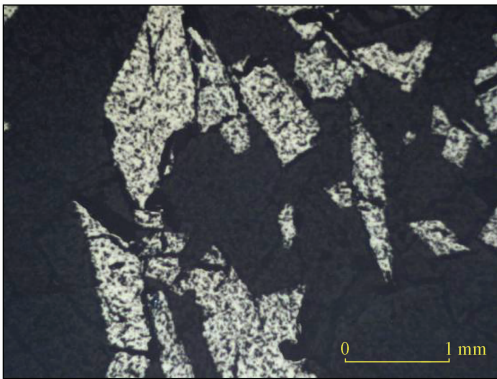
矿区内原生矿石为辉锑矿-黑钨矿-石英脉型,可细分为细脉浸染状、浸染状、致密块状和角砾状等 4 种类型,以细脉浸染状矿石为主要类型,约占总量的 80%。矿石矿物主要有辉锑矿、辉铁锑矿、铁闪锌矿、白钨矿、黑钨矿等,主要脉石矿物有方解石、石英、萤石、菱锰矿等。矿石结构有自形晶结构(图 4(c))、它形晶结构、固熔体分离结晶结构、乳滴状结构等。矿石构造主要为条带状构造(图 4(a))、细脉状构造(图 4(b))、浸染状构造(图 4(d))、晶洞构造等。围岩蚀变主要有硅化、碳酸盐化、高岭土化和夕卡岩化等。其中,硅化与钨锑矿关系密切,夕卡岩化主要在矿区北端和深部发育,与锌铜矿化关系密切。



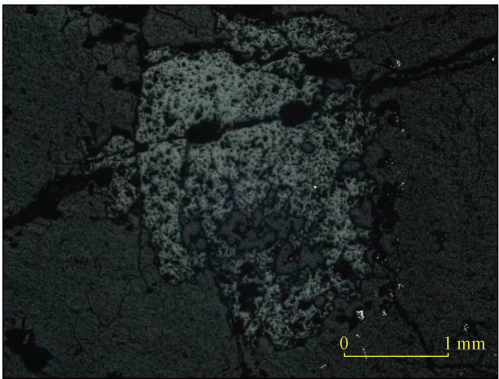
(a) 条带状闪锌矿、辉锑矿矿石



(b) 矿脉与围岩的接触关系



(c) 产于石英脉中自形粒状的毒砂(反射光, $d=1\text{ mm}$)



(d) 产于石英脉中的白钨矿(反射光, $d=1\text{ mm}$)

图 4 南丹县大厂茶山锑多金属矿矿石特征^[9]

Fig. 4 Ore characteristics of Chashan antimony polymetallic deposit of Dachang in Nandan County^[9]

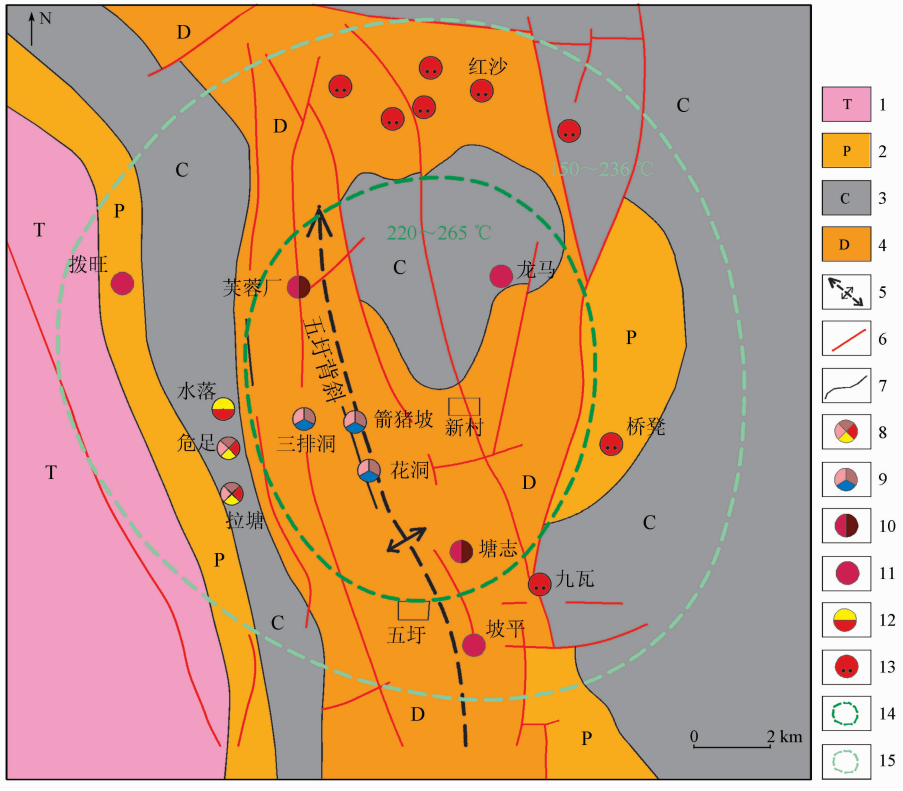
2.4 硫化物-石英脉型锑矿床

硫化物-石英脉型锑矿主要与铅锌矿、银矿共生(伴)生,主要分布在河池市金城江五圩矿田中,次为宾阳县、防城港市,少数分布在陆川县、灌阳县。矿体附近未发现岩浆岩出露,但成矿富集与岩浆

热液作用关系密切,矿石矿物简单,硫化物以辉锑矿为主,共(伴)生有铅锌矿,脉石矿物以石英为主。在五圩矿田中,硫化物-石英脉型锑矿床较为典型,以三排洞铅锌锑多金属矿床、花洞铅锌锑矿床、箭猪坡铅锌锑银多金属矿床等为中心,成矿作

用呈中温 - 中低温分带 (图 5)。中温带由三排洞、花洞、箭猪坡、芙蓉厂、塘志等铅锌锑多金属矿床 (点) 组成, 主体成矿温度为 200 ~ 250 ℃, 金属矿物以闪锌矿、辉锑矿、方铅矿、黄铁矿为主, 辉锑矿、脆硫铅锑矿呈铅灰色柱状, 少量为细粒状辉锑矿。中

低温带由水落砷铅汞多金属矿床、危足汞砷锑锌多金属矿床、拉塘汞砷锑锌多金属矿床、九瓦汞矿点、红沙汞矿点和桥凳汞矿点等矿床 (点) 组成。成矿温度为 145 ~ 249 ℃, 且以 200 ℃ 以下为主。金属矿物以辰砂、雄黄、雌黄为主, 偶有辉锑矿。



1. 三叠系; 2. 二叠系; 3. 石炭系; 4. 泥盆系; 5. 五圩背斜; 6. 断层; 7. 地质界线; 8. 汞砷锑锡多金属矿床; 9. 铅锑锡多金属矿床; 10. 锌锑矿; 11. 锑矿; 12. 汞砷矿; 13. 汞矿; 14. 成矿温度 220 ~ 265 ℃; 15. 成矿温度 150 ~ 236 ℃。

图 5 河池市五圩矿田矿产分布^[10]

Fig. 5 Mineral distribution map of Wuxu ore field in Hechi City^[10]

五圩矿田中, 锑多金属矿体产出于五圩复式背斜近轴部或翼部的断裂构造破碎带中, 矿体常成群平行展布。赋矿层位主要是下一中泥盆统塘丁组 ($D_{1-2}t$), 其次是中泥盆统罗富组 (D_2l)、上泥盆统榴江组 (D_3l)、五指山组 (D_3w), 赋矿岩性为泥岩、砂岩、泥灰岩、生物碎屑灰岩、扁豆状灰岩和硅质岩。矿体呈脉状、细网脉状、条带状, 充填在断裂带或断裂带附近岩石的节理裂隙中, 产状与断裂一致, 总体呈 NW 走向; 矿体沿走向和倾向变化较大, 常见矿脉分叉复合或尖灭再现等现象; 矿床品位: $w(Sb)$ 为 0.1% ~ 9.5%, $w(Pb)$ 为 0.2% ~ 4.7%, $w(Zn)$ 为 0.4% ~ 8.1%, $w(Ag)$ 为 33 ~ 54 g/t^[11]。主要金属矿物有黄铁矿、闪锌矿、辉锑矿、脆硫锑铅

矿、方铅矿等, 脉石矿物有石英、白云石、方解石、锰方解石等。矿石结构一般有自形晶结构、半自形 - 它形结构、交代 - 残余结构、乳滴状结构、填隙结构, 矿石构造有脉状构造、条带状构造、致密块状构造、浸染状构造。

分布于宾阳一带的锑矿床以镇龙山银锑多金属矿最为典型, 矿床规模为小型。矿床位于镇龙山穹隆近核北部边缘, NWW 向、近 SN 向断裂为主要的控矿构造, 含矿层位为寒武系黄洞口组、泥盆系莲花山组, 赋矿岩性为砂岩、粉砂岩夹少量泥岩。金矿、银矿、辉锑矿、铅锌矿等多金属矿以硫化物形式共 (伴) 生, 并伴随有强烈的硅化、电气石化、褐铁矿化, 在石英细脉及硫化物密集部位强烈富集, 矿

石类型主要有毒砂-黄铁矿-辉锑矿-石英脉型及黄铁矿-毒砂-金-石英脉型2种。锑矿体呈脉状、透镜状产于SN向、NNW—NE向2组断裂破碎带中,产状与破碎带产状一致;矿体长10~300 m,厚0.40~0.95 m,向下延伸100~200 m;矿化蚀变以马尿坑—长帽岭侵入岩带为轴心,向两侧蚀变由强到弱,由高温到低温呈现蚀变矿化水平分带; $w(\text{Sb})$ 为0.11%~12.30%, $w(\text{Ag})$ 为1.25~348.75 g/t, $w(\text{Pb})$ 为0.3%~3.29%, $w(\text{Zn})$ 为0.22%~3.24%, $w(\text{Au})$ 为0.16~1.95 g/t^[12]。锑矿石组成以构造角砾-团块状硫化物-方解石-石英脉矿石、构造角砾-石英脉-硫化物细脉矿石、构造角砾-石英团块-团块状、浸染状硫化物矿石为主,其次为疏松的土状及粉末状褐铁矿石。有用矿物以辉锑矿为主,次为辉银矿、自然银、硫铜银矿、锑铅银矿、银铜矿。矿石结构类型有自形晶结构、半形晶结构、它形晶结构、填隙结构、浸蚀结构。矿石构造类型主要有条带状构造、脉状构造、细脉状构造、网脉状构造、浸染状构造、土状及粉末状构造、晶洞构造。

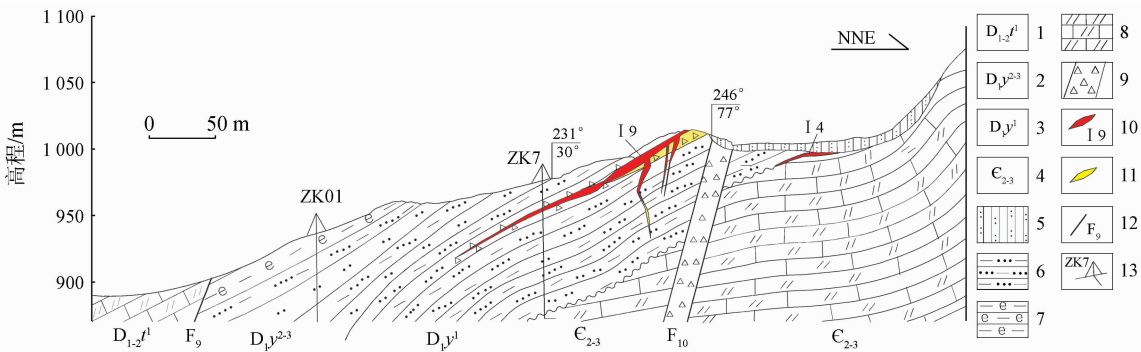
分布于防城一带的锑矿床规模较小,矿床位于钦防结合带钦防残留洋盆南西端,成矿作用与燕山期构造旋回的岩浆作用有关。防城—钦州—灵山深大断裂为主要的控岩控矿构造,次级近SN向压扭性及NW向张扭性2组断裂为主要的容矿构造,主要赋矿层位为志留系,含矿岩性主要为碎屑岩,岩石普遍发生变质作用,局部含矿岩性变质作用强烈。锑矿体沿断裂带近似等距离产出,矿体长6~200 m,厚0.10~1.83 m,向下延伸20~50 m, $w(\text{Sb})$ 为0.67%~6.10%。矿体规模不大,矿床以矿(化)点为主,主要矿床仅有双沟锑矿。有用矿物

主要为辉锑矿,伴生矿物为黄铁矿,次生矿物为锑华、赭锑石,脉石为石英。围岩蚀变主要为硅化、绢云母化。防城一带的锑矿床工作程度较低,对该区的成矿理论研究较少,地表矿化信息丰富,具备较好的找矿潜力。

2.5 浅成中-低温热液型锑矿床

此类型的锑矿床中矿石矿物较为简单,以辉锑矿为主,少数与银、金矿共(伴)生,矿体产出于断裂破碎带中,受断裂构造控制明显,与岩浆作用没有直接关系,成矿温度在137~250℃之间,主成矿温度属中-低温。在地理位置上,趋于富集在桂西的隆林、西林、田林、百色、隆安、凌云一带,少数分布在兴安、柳城。

以桂西为例,具有一定规模的矿床集中分布于隆林、西林一带。此类型锑矿床区域上位于滇黔桂被动陆缘南盘江—右江裂谷盆地,与微细粒型金矿有较密切的共(伴)生关系,NW向区域性断裂为主要的控矿构造,矿床多位于区域性断裂带旁侧或区域性褶皱的次级褶皱转换部位,锑矿体产于背斜轴部或近轴部的断裂带或次级断裂中。主要含矿层位为泥盆系、三叠系,沉积环境以深水、半深水斜坡—盆地相巨厚连续沉积为主。锑矿体规模大小不一,呈似层状、脉状产出,单矿体长度25~750 m,斜深30~450 m,矿体产状受层间破碎带及次级羽状裂隙产状控制。似层状矿体倾角一般较缓,与地层倾角一致或略大于地层倾角,单矿体规模往往较大(图6);脉状矿体倾角较陡为70°~88°,多发育于似层状矿体下盘的次级羽状裂隙中,单矿体规模较小,变化大,沿走向、倾向延伸,常出现分支、复合、尖灭、再现等现象。矿石自然类型主要为硫化锑,工业类型为石



1. 中—下泥盆统塘丁组下段; 2. 下泥盆统郁江组第二、三段; 3. 下泥盆统郁江组第一段; 4. 中—上寒武统; 5. 浮土覆盖层; 6. 泥质粉砂岩; 7. 生物碎屑泥岩; 8. 泥灰岩; 9. 构造角砾岩; 10. 锑矿体及编号; 11. 矿化体; 12. 断层及编号; 13. 钻孔及编号。

图6 隆林县坡岩锑矿区29号勘探线剖面^[13]

Fig.6 No.29 prospecting line section of Poyan antimony deposit in Longlin County^[13]

英(方解石)–辉锑矿型。矿石矿物组分简单,主要金属硫化物矿物有辉锑矿、黄铁矿、毒砂等,偶见有方铅矿、辉铜矿。脉石矿物有石英和方解石,矿石主要有半自形–自形结构、压碎结构、交代结构、条块状构造、带状(脉状)构造、角砾状构造及浸染状等。围岩蚀变较弱,有硅化、黄铁矿化、毒砂化、碳酸盐化等,弱硅化、黄铁矿化与锑矿化具有密切关系。

桂西凌云一带锑矿床具有较悠久的开采历史,但矿床规模较小,以民采为主。在隆林、乐业、凌云等地分布有浅水孤立碳酸盐岩台地,具盆包台的古地理构造格局。主要赋矿层位为泥盆系、二叠系,主要含矿岩性为含钙泥岩、泥质粉砂岩、石英砂岩互夹的岩性组合。矿床分布受次级断裂构造控制明显,压扭性断裂及其旁侧羽状裂隙为主要的容矿构造,矿体呈脉状、细脉状、透镜状、鸡窝状、包状,延伸不远,矿体局部富集品位较高,矿体以小、细而品位富为主要特征。主要矿物为辉锑矿,次为蓝铜矿、孔雀石,辉锑矿呈团块状分布于方解石–石英脉中,围岩具硅化、方解石化。

2.6 风化堆积型锑矿床

此类型锑矿主要赋存于经风化溶蚀形成的峰林谷地、洼地等地貌单元的碳酸盐岩层位上,原生锑矿的规模及地貌特征对此类型矿床的形成及保存起着重要的控制作用。赋矿地层为第四系残坡积黏土层。矿体一般呈层状、似层状产出。锑矿石由辉锑矿–方解石–石英,经风化、搬运、次生淋滤堆积而成,呈松散的砾状、块状或粒状。主要矿物为锑赭石、红锑矿、锑钙石、黄锑矿、水锑铅矿,副矿物有辰砂、钛铁矿、自然金、金红石等。矿床一般规模小,勘查程度低,主要分布在德保、靖西、田东、田阳、上林等地的岩溶洼地、谷地中。主要矿床为上林镇圩红锑矿。

2.7 人工堆积型锑矿床

人工堆积型锑矿主要位于河池市南丹县大型锑矿采选厂尾矿库中,由老矿山采矿活动产生的废碴经长期人工填埋而成,与砂锡矿床共生,规模达小型,主要矿物为锡石、辉锑矿、闪锌矿、脆硫锑铅矿、方铅矿等,主要矿床为南丹县大厂砂坪采选厂尾砂锡锑矿。目前,这一类型锑矿与砂锡、铅锌矿等尾矿一起回收再生产利用。

3 锑矿床的空间分布特征

3.1 构造单元中锑矿的分布特征

广西锑矿床主要集中在滇黔桂被动陆缘(Ⅳ–4–3),次为湘桂被动陆缘(Ⅳ–4–2),少数分布在钦防结合带(Ⅳ–5–1)、雪峰–四堡古岛弧(Ⅳ–4–1)(图1)。

滇黔桂被动陆缘(Ⅳ–4–3)位于扬子克拉通西南缘,南东以凭祥–大黎深大断裂与钦杭结合带分界,北东以南丹–昆仑关断裂与雪峰–四堡古岛弧分界。分布于该构造单元及其边部的锑矿床类型主要分为2类:岩浆热液型锑矿床、浅成中–低温热液型锑矿床,这两类矿床的分布受构造单元的断裂及褶皱构造控制明显。岩浆热液型锑矿床主要分布于构造单元东侧及其边部,沿南丹–昆仑关断裂次级断裂产出,成矿作用与岩浆活动关系密切,锑矿产出成群成带分布,矿床规模以大中型为主,大中型锑矿床往往共伴生于锡铅锌多金属矿床中,由岩体内接触带→岩体外接触带→远离岩体锑矿产出,呈锡石–硫化物→石英脉→硫化物–石英脉规律性分布。矿床按成因类型进一步划分为3种:复合型锡石–硫化物锑矿床、石英脉型锑矿床、硫化物–石英脉型锑矿床。浅成中–低温热液型锑矿床主要位于桂西隆林、西林、田林、凌云一带,受桂西大型平缓开阔右江复式向斜控制,NW向右江大断裂切过复向斜核部,次级NW向断裂为这类型矿床的主要控矿构造,成矿作用可能与岩浆活动没有直接关系,矿床规模以中小型为主,矿体规模不大,延伸不远,但品位较富,矿石矿物较为简单,少数与银、金矿共(伴)生,锑矿产出常与石英脉、方解石关系密切。

湘桂被动陆缘(Ⅳ–4–2)位于扬子克拉通东南缘,南东以岷中断裂与钦杭结合带分界,西以南丹–昆仑关断裂与滇黔桂被动陆缘分界,北以河池–宜州弧形断裂、三江–融安断裂与雪峰–四堡古岛弧分界,分布于该构造单元的锑矿床类型主要为岩浆热液型,少量为浅成中–低温热液型。该构造单元中的岩浆热液型锑矿床进一步划分为石英脉型锑矿床和硫化物–石英脉型锑矿床,锑矿床规模以小型为主,矿点居多。矿床分布与岩浆热液活动关系密切。硫化物–石英脉型锑矿床位于桂中宾阳、横县、贵港覃塘三地交汇处的昆仑关花岗岩

体与龙头山岩体(平天山岩体)间,产出距离岩体较远的外接触带,矿区范围内零星出露燕山期花岗岩脉,控矿层位主要为寒武系,次为泥盆系,含矿岩性以碎屑岩建造为主,矿石矿物以辉锑矿、方铅矿、黄铜矿、闪锌矿、锑铅银矿等硫化物矿石为主,脉石矿物主要为石英,矿体产出与密集网脉状石英脉关系密切。石英脉型锑矿床主要位于桂东北贺州钟山县,矿床规模以矿点为主,个别达到小型,矿体分布于盐田岭花岗岩体外接触带,含矿层位为泥盆系,含矿岩性主要为碎屑岩,主要金属矿物以辉锑矿为主,次有黑钨矿,围岩蚀变具强烈的硅化、黄铁矿化。少量浅成中-低温热液型锑矿床呈零星分布,以矿点为主,与岩浆作用没有直接关系。

钦防结合带(Ⅳ-5-1)位于华南新元古代—早古生代造山带西侧,分布于该构造单元的锑矿床类型主要为岩浆热液型锑矿床。矿床规模不大,以矿点为主,矿床范围内及其附近没有或极少有岩脉出露,但区域上位于大岩体旁侧,如陆川一带的锑矿床位于陆川岩体北及北东侧,防城一带的锑矿床位于那梭岩体南侧,成矿作用与燕山期构造旋回酸性岩浆作用有关。NE向构造线为主要的控岩控矿构造,次级NE向断裂转折处、次级NW向张扭性断裂及节理密集处为主要的含矿构造。

雪峰—四堡古岛弧(Ⅳ-4-1)位于扬子克拉通湘桂被动陆缘(Ⅳ-4-2)以北,产出岛弧单元,主要的矿床类型为桂北硫化物脉型锑矿床。矿产地少,矿床规模以小型为主,成矿作用与四堡—雪峰期构造旋回中—酸性岩浆作用有关,赋矿围岩为新元古界变质碎屑岩,锑矿产于区域性主干断裂的次级配套断裂中。

3.2 成矿区带中锑矿的分布特征

广西主要的锑矿床分布在滇黔桂被动陆缘和湘桂被动陆缘2大构造单元拼接部位的南丹—昆仑关断裂带中,根据中国成矿体系与区域成矿评价、成矿区带划分方案、重要矿产和区域成矿规律研究、重要矿产预测类型等区域成矿研究理论^[14-17],结合广西锑矿产地的地理分布特征、成矿地质构造背景、成矿地质条件及成矿作用等要素,分析总结了成矿区带中锑矿的分布特征。

广西锑矿产地,在Ⅰ级成矿区带中分布于滨太平洋成矿域(叠加在古亚洲成矿域之上);在Ⅱ级成矿区带中主要分布在南华成矿亚省,少数分布在上扬子成矿亚省;在Ⅲ级成矿带中(图1)主要分布在湘中—桂中北(坳陷)成矿带(Ⅲ-86)中,次为

桂西—黔西南—滇东南北部(右江地槽)成矿带(Ⅲ-88),少数分布在粤西—桂东南成矿带(Ⅲ-85)、南岭成矿带(Ⅲ-83)、钦州(残海)成矿带(Ⅲ-87)、上扬子中东部(褶皱带)成矿带(Ⅲ-77)、江南隆起西段成矿带(Ⅲ-78)。

湘中—桂中北(坳陷)成矿带(Ⅲ-86)中累计查明(探获)锑矿资源储量约为1 292 500 t,约占全区总量的81.80%。该成矿带主要的锑矿产地有南丹县大厂巴力—龙头山锡多金属矿(大型)、南丹县大厂铜坑—长坡锡铅锌矿(大型)、南丹县芒场马鞍山银铅锌矿(中型)、河池市五圩箭猪坡锑多金属矿(锑金属量79 460 t,中型)等。矿床类型主要为复合型锡石—硫化物锑矿床、石英脉型锑矿床、硫化物—石英脉型锑矿床,主要位于滇黔桂被动陆缘东侧、滇黔桂被动陆缘北西侧、雪峰—四堡古岛弧西侧构造拼接部位,沿南丹—昆仑关断裂分布。少数浅成中—低温热液型锑矿床零星分布于桂中北坳陷。成矿带中与岩浆作用有关的锑矿床的赋矿层位主要为泥盆系,控矿构造为南丹—昆仑关断裂,次级断裂与褶皱构造接合部位为主要控矿构造,岩浆岩主要为燕山期中晚期笼箱盖花岗岩体及花岗岩脉,矿体产出于岩体内外接触带的矽卡岩、锡石硫化物、石英脉及硫化物中,成因上具备地层—构造—岩浆岩—接触带“四位一体”的成矿条件,是广西重要的内生锑多金属矿成矿带。

桂西—黔西南—滇东南北部(右江地槽)成矿带(Ⅲ-88)中累计查明(探获)锑矿资源储量约为230 100 t,约占全区总量的14.56%。主要的锑矿产地有隆林县马雄锑矿(中型)、隆林县坡岩锑矿(中型)、隆林县龙滩锑矿(中型)、西林县马蒿锑矿(中型)等,主要矿床类型为浅成中—低温热液型锑矿床。从我国范围来看,黔西南的贵州晴隆大型锑矿床、滇东南的云南木利大型锑矿床也位于这个成矿带上^[15],且成矿作用相似,矿床成因与热(卤)水沉积成矿作用关系密切,成矿温度以中—低温为主,主要矿床类型都为浅成中—低温热液型锑矿床。目前,广西在该成矿带上这种类型的锑矿点众多,找矿信息较好,然而仅发现3处中型锑矿床,还没有发现大型锑矿床,因此,认为广西在该成矿带中仍然具有寻找大型浅成中—低温热液型锑矿床的远景。

粤西—桂东南成矿带(Ⅲ-85)、南岭成矿带(Ⅲ-83)、钦州(残海)成矿带(Ⅲ-87)3个Ⅲ级成矿带中锑矿以矿(化)点为主,呈相对集中地分布

在粤西—桂东南的陆川、南岭的钟山、钦州(残海)的防城,少数矿产地达到小型规模,查明(探获)锑矿资源量较少,主要的矿床类型为硫化物—石英脉型锑矿床。

3.3 地层中锑矿的分布特征

广西锑矿的赋矿地层跨度较大,自新元古界至三叠系均有分布。具有工业价值的锑矿床主要分布在泥盆系,其次为三叠系、寒武系、新元古界丹洲群,而其他地层锑矿多呈矿点或矿化点分布(表3)。

表3 广西锑矿赋矿地层一览

Tab.3 A list of ore – bearing strata of antimony deposits in Guangxi

地层	矿床/ 个	矿点/ 个	合计/ 个	资源储量 合计/t	各地层在总资源 储量中的 占比/%
第四系	2	5	7	2 661.70	0.17
三叠系	11	8	19	52 588.29	3.33
二叠系	1	9	10	1 287.00	0.08
石炭系	1	7	8	4 391.77	0.28
泥盆系	22	17	39	1 500 320.19	94.95
志留系	0	7	7	0.00	0.00
寒武系	2	0	2	14 350.62	0.91
丹洲群	2	0	2	4 437.40	0.28
合计	41	53	94	1 580 000.00	100.00

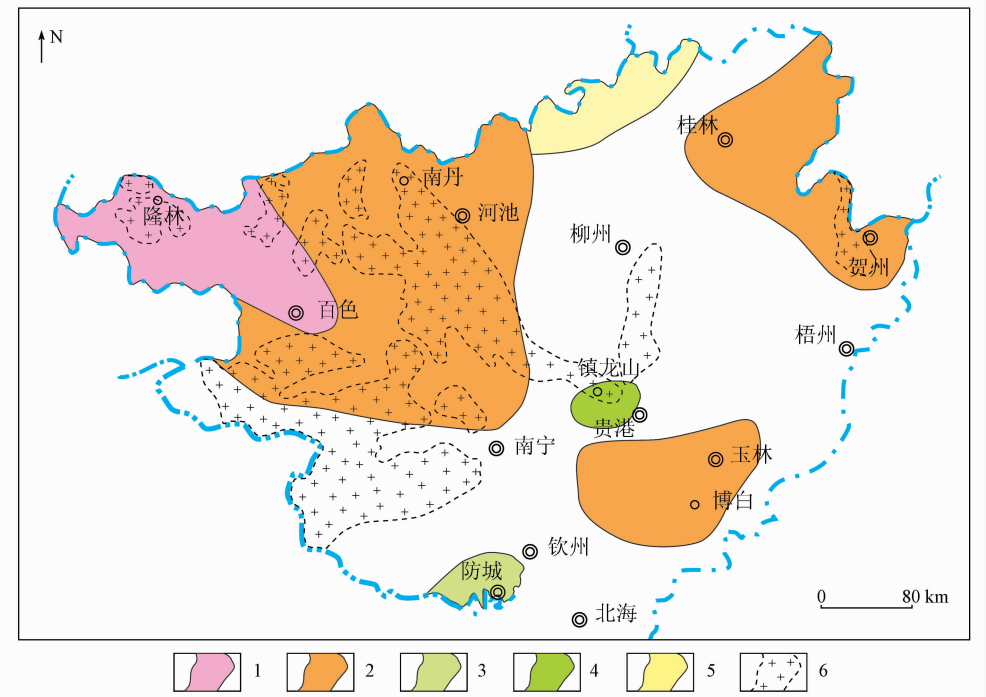
与泥盆系有关的锑矿产地主要分布在河池南丹—南宁—百色靖西、玉林博白、贺州—桂林等地(图7)。在河池南丹—南宁—百色靖西一带显示为Sb高背景区,与锑矿产地的分布相吻合,这一带具有工业价值的矿床主要赋存在泥盆系中—上统,其产出有一定的层位选择,主要赋矿岩性为扁豆条带状灰岩、硅质岩、灰岩页岩、生物礁灰岩、生物碎屑灰岩、泥岩、砂岩、泥灰岩。

与三叠系有关的锑矿产地主要分布在桂西隆林西林—百色一带,显示为Sb高背景区,与主要的浅成中—低温热液型锑矿床的分布相吻合,分布于乐业、凌云、田林、田东、田阳、平果的锑矿产地规模以矿(化)点为主,主要赋矿岩性为碳酸盐岩、碎屑岩。

与志留系、寒武系、丹洲群有关的锑矿产地规模以矿点为主,部分达到小型,主要赋矿岩性以碎屑岩为主,岩石不同程度受到区域变质作用的影响。

各岩性组中,下泥盆统莲花山组、郁江组、塘丁组,中泥盆统罗富组、东岗岭组,上泥盆统融县组、桂林组、榴江组,中三叠统百逢组、板纳组是锑矿化的主要层位。

赋矿沉积建造有3个类型:碎屑岩建造、碳酸盐岩建造、变质岩建造。碎屑岩建造以早泥盆世—



1. 与三叠系(T)有关锑矿分布区; 2. 与泥盆系(D)有关锑矿分布区; 3. 与志留系(S)有关锑矿分布区; 4. 与寒武系(C)有关锑矿分布区; 5. 与丹洲群(T)有关锑矿分布区; 6. Sb地球化学高背景区。

图7 广西锑矿主要赋存层位及地球化学异常

Fig.7 Main occurrence horizon and geochemical anomaly map of antimony deposits in Guangxi

早三叠世台地边缘为主,以及台、盆过渡带含碳酸盐岩的陆源碎屑岩建造,如坡岩、马雄、马蒿、龙滩、镇龙山、金盆地、茶山、箭猪坡等锑矿床以大中型矿床为主。碳酸盐岩建造以中泥盆世—早三叠世浅水碳酸盐台地沉积为主,如隆安都结、兴安崔家、田东龙西、凌云新房子等,以矿点为主。变质岩建造为丹洲群陆源碎屑复理石沉积,新元古代强烈褶皱变质,如纳翁红岗锑矿、融水瓦瑶锑矿等,矿点少。一般 2 个碳酸盐建造之间过渡的陆源碎屑岩建造锑矿化较为有利。

4 主要成矿时代

由于锑矿床矿物组合简单,缺乏可供定年的矿物,广西锑矿成矿时代测年数据少(表 4),目前,除了南丹大厂地区几个与岩浆岩关系密切的锑矿床

外,大部分锑矿床(点)产出与岩浆活动无明显的直接联系,同一个矿床采用不同矿物或不同测年方法获得的年龄差别大,广西大部分锑矿床成矿精确年龄尚无法确定,且尚无法精确划分广西锑矿床的成矿期次。前人以桂北的金属矿床为研究基础,分析桂北地区主要金属矿床及其与岩浆岩的成矿与演化关系,认为桂北地区锑矿产生于雪峰期^[18-19];也有学者通过收集整理华南锑成矿带同位素定年数据,以构造-岩浆活化理论为依据,认为华南地区锑矿化产生于加里东晚期^[20]。但是,华南、桂北的锑矿床大规模爆发富集于燕山晚期的观点是一致的^[18-20],且多与燕山晚期的酸性岩浆岩的关系较为密切,矿床规模以大中型为主,多与钨、锡、铅锌多金属共(伴)生,产于坳陷区的断褶带。

表 4 广西部分代表性锑矿成矿年龄及成矿期统计

Tab. 4 Statistical table of metallogenic ages and periods of some representative antimony deposits in Guangxi						
锑矿产地	岩体/矿石	测试对象	方法	年龄/Ma	成矿期	资料来源
罗城黑刚	辉锑矿				印支—燕山期	文献[21]
大厂长坡—铜坑	92 号矿体	石英	Rb - Sr 法	93.4	燕山期	文献[22]
大厂长坡—铜坑	夕卡岩	石榴子石	Sm - Nd 法	95.0	燕山期	文献[23]
南丹芒场	隐伏花岗岩体		Rb - Sr 法 K - Ar 法	81 ~ 96	燕山期	文献[24]
南丹茶山	辉锑矿				燕山晚期	文献[25]
五圩箭猪坡	辉锑矿				燕山期	文献[26-27]
南丹罗富	辉锑矿				燕山期	文献[28]
宾阳镇龙山	花岗斑岩				燕山晚期	文献[29]
隆林马雄	辉锑矿、金矿		Rb - Sr 法	156.0	燕山早期	文献[30]
隆林坡岩	辉绿岩		Rb - Sr 法	263.0	印支—燕山期	文献[31]
钟山长营岭	盐田岭花岗岩		锆石 U - Pb 法	(106 ± 13)	燕山晚期	文献[32]
			白云母 ⁴⁰ Ar / ³⁹ Ar	(103.9 ± 2.1)	燕山晚期	
隆安都结	辉锑矿				印支—燕山期	文献[33]
右江流域	红锑矿				喜马拉雅期	文献[34]

结合本次收集到的广西锑矿床成矿年龄及成矿期次^[35],以区域成矿地质背景、构造活动、岩浆活动为主线,剖析主要锑矿床的赋矿层位、成矿岩体,联系主要成矿地质事件,将广西锑矿成矿年代划分为新元古代(雪峰期)、古生代(加里东晚期—华力西期)、中生代中早期(印支期—燕山早期)、中生代晚期(燕山晚期)、新生代(喜马拉雅期)等 5 个成矿期。雪峰期为广西锑矿形成的胚胎期,零星分布于桂北古陆边缘及陆内褶皱区。加里东晚期—华力西期为锑矿床形成的萌芽期,稀疏分布于大陆边缘沉积褶皱区。印支期—燕山早期为锑矿床形成的成长期,大量分布于桂西、桂西北大陆边缘坳陷带及桂东的断褶带,矿产地数量最多,但矿床规模小,以矿点、矿化点为主,个别达到小型,极

少数达到中型,为燕山期锑矿富集奠定了物质基础。燕山晚期为锑矿床形成的成熟爆发富集期,燕山期锑矿床资源储量约占广西锑矿总储量的 84%,大规模爆发富集于桂西北的坳陷区的断褶带,矿石品位富,矿体规模大,与钨、锡、铅锌多金属共(伴)生。喜马拉雅期为锑矿床形成的凋零期,仅有小规模的风化堆积型锑矿,分布于桂西、桂中地区,呈锑赭石、红锑矿产出,部分红锑矿附近发现有原生锑矿,如隆安都结锑矿、凌云下甲锑矿。

5 结论

(1)广西锑矿在地理分布上范围较广,具有相对集中的特点,主要集中在百色市、河池市等地,以

中小型矿床规模为主,大型矿床集中在河池市。

(2)广西锑矿床在成因类型上以内生矿床为主,具有一定规模的锑矿床多与岩浆热液有关,矿床规模以中小型矿床为主;矿产地数量最多的矿床类型为浅成中-低温热液型锑矿床,成矿作用与岩浆热液没有直接或明显的关系,矿床规模以矿点为主,多分布于桂西一带。

(3)与岩浆热液有关的锑矿床主要集中在桂西北的丹池地区,复合型锡石-硫化物锑矿床与岩浆作用关系最为密切,成矿环境的岩浆活动及构造运动也最为强烈,矿石矿物组合也最为复杂,锑矿资源储量在各类型矿床中的占比最高;石英脉型锑矿床内有岩浆岩脉的穿插,锑钨矿共(伴)生;硫化物-石英脉型锑矿床主要分布于岩浆接触外带,随着2012年以来深边部勘查工作的推进,在箭猪坡247中段矿体中及ZK300-1中580.34 m处发现锡石,利用“缺位找矿”思路,为深部寻找中高温复合型锡石-硫化物锑矿床提供了依据。

(4)广西锑矿产出于深大断裂旁侧次级构造,矿体分布与富集受地层、构造、岩浆岩、接触带的联合控制,主要集中在滇黔桂被动陆缘(Ⅳ-4-3),次为湘桂被动陆缘(Ⅳ-4-2),少数分布在钦防结合带(Ⅳ-5-1)、雪峰-四堡古岛弧(Ⅳ-4-1)。在Ⅲ级成矿带中主要分布在湘中-桂中北(坳陷)成矿带(Ⅲ-86)中,次为桂西-黔西南-滇东北北部(右江地槽)成矿带(Ⅲ-88)。具有工业价值的锑矿床主要分布在泥盆系,其次为三叠系、寒武系、上元古界丹洲群,而其他地层锑矿多呈矿点或矿化点分布。

(5)广西锑矿成矿始于雪峰期,形成于加里东晚期-华力西期,大量分布于印支期-燕山早期,大规模爆发富集于燕山晚期。在锑矿大规模爆发富集的同时,与钨、锡、铅锌多金属矿共(伴)生产出,矿石矿物组合类型丰富,与岩浆热液作用成矿最为密切。

致谢: 本文得到了“中国矿产地志”项目办公室、中国地质科学院及陈毓川先生的全力支持,在成文过程中得到《中国矿产地志·广西卷·锑铜钨镍钴汞铋矿》项目组、广西自然资源厅、广西地矿局、广西地质调查院、广西第六地质队、中国地质科学院矿产资源研究所王登红研究员、陈懋弘研究员和王永磊副研究员的大力支持和协助,在此一并

表示衷心的感谢!

参考文献(References):

- [1] 王永磊,徐珏,张长青,等.中国锑矿成矿规律概要[J].地质学报,2014,88(12):2208-2215.
Wang Y L, Xu J, Zhang C Q, et al. Summary of metallogenic regularities of antimony deposits in China[J]. Acta Geol Sin, 2014, 88(12): 2208-2215.
- [2] 丁建华,杨毅恒,邓凡.中国锑矿资源潜力及成矿预测[J].中国地质,2013,40(3):846-858.
Ding J H, Yang Y H, Deng F. Resource potential and metallogenic prognosis of antimony deposits in China[J]. Geol China, 2013, 40(3): 846-858.
- [3] 广西自然资源厅.广西矿产资源储量数据库管理系统[R].南宁:广西自然资源厅,2018.
Guangxi Department of Natural Resources. Mineral Resources Reserve Database Management System in Guangxi[R]. Nanning: Guangxi Department of Natural Resources, 2018.
- [4] 中国矿产地志项目办公室,中国地质科学院矿产资源研究所.中国矿产地志(省级矿产地志研编技术要求)[M].北京:中国矿产地志项目办公室,2016.
Project Office of China Mineral Geology, Institute of Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences. Technical Requirements of Provincial Geological Survey of Mineral Resources in China[M]. Beijing: Project Office of China Mineral Geology, 2016.
- [5] 广西有色地质勘查局二七〇地质队.广西罗城县黑刚锑矿普查报告[R].广西融水:广西有色地质勘查局二七〇地质队,1992.
The 270 Geological Team of Guangxi Non-ferrous Geological Exploration Bureau. Antimony Mine Survey Report of Heigang of Luocheng in Guangxi[R]. Guangxi Rongshui: The 270 Geological Team of Guangxi Non-ferrous Geological Exploration Bureau, 1992.
- [6] 张清,卜国基,农强,等.广西壮族自治区南丹县大厂锡多金属矿田巴力-龙头山矿区锡多金属矿资源储量核实报告[R].南丹:广西二一五地质队,2008.
Zhang Q, Bu G J, Nong Q, et al. Verification Report of Tin-polymetallic Mineral Resources and Reserves of Ba Li-Long Toushang of Tin-polymetallic Ore Field of Dachang in Nandan, Guangxi[R]. Nandan: Guangxi 215th Geological Team, 2008.
- [7] 王思源.芒场矿田锡多金属成矿构造解析[J].地球科学:中国地质大学学报,1990,15(4):421-430,440.
Wang S Y. Metallogenic analysis for tin-multimetal deposits of strata-bound type[J]. Earth Sci J China Univ Geosci, 1990, 15(4): 421-430, 440.
- [8] 童加松,黄子义,魏彭寿,等.广西南丹县芒场矿田大山锡多金属矿床详查地质报告[R].柳州:广西第七地质队,1990.
Tong J S, Huang Z Y, Wei P S, et al. Detailed Geological Report of the Tin-polymetallic Deposit of Dashang of Ore Field of Mang

- Chang in Nandang, Guangxi [R]. Liuzhou: Guangxi 7th Geological Team, 1990.
- [9] 李容光. 广西南丹县大厂锡多金属矿田茶山锑矿矿区28号脉详查报告书[R]. 南丹: 广西二一五地质队, 1987.
- Li R G. Detailed Survey Report of Vein No. 28 in Antimony and Tungsten Ore Area of Chashang of Tin - polymetallic Ore Field of Dachang in Nandan, Guangxi [R]. Nandan: Guangxi 215th Geological Team, 1987.
- [10] 赵京. 广西五圩铅锌锡多金属矿田成矿分带特征及找矿预测研究[D]. 南宁: 广西大学, 2015.
- Zhao J. The Metallogenic Zoning Characteristics and Prospecting Prediction of Wuxu Lead - zinc - antimony Polymetallic Ore Field, Guangxi [D]. Nanning: Guangxi University, 2015.
- [11] 贺光照. 广西河池五圩多金属矿区三排洞、芙蓉厂、箭猪坡矿床地质普查报告[R]. 南宁: 广西地质资料馆, 1976.
- He G Z. Geological Survey Report of Sanpaidong, Furongchang, Jianzhupo of Wuxu Polymetallic Mining Area of Hechi in Guangxi [R]. Nanning: Guangxi Geological Archive, 1976.
- [12] 徐立春. 广西贵、横、宾阳县镇龙山银锡多金属矿区普查地质报告[R]. 南宁: 广西地质资料馆, 1976.
- Xu L C. Geological Report of Ag - Sb Polymetallic Mining Area of Zhenglongshan of Gui, Heng, Bingyang in Guangxi [R]. Nanning: Guangxi Geological Archive, 1976.
- [13] 尹朝斗. 广西壮族自治区隆林县坡岩锑矿区勘探地质报告[R]. 南宁: 广西地质资料馆, 1989.
- Yin C D. Report on Exploration Geology of Antimony Deposit of Poyan of Longlin in Guangxi [R]. Nanning: Guangxi Geological Archive, 1989.
- [14] 陈毓川, 王登红, 朱裕生, 等. 中国成矿体系与区域成矿评价[M]. 北京: 地质出版社, 2007.
- Chen Y C, Wang D H, Zhu Y S, et al. Metallogenic Regularity and Prospecting Direction of Zhaishang Gold Deposit, Shandong Province [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2007.
- [15] 徐志刚, 陈毓川, 王登红, 等. 中国成矿区带划分方案[M]. 北京: 地质出版社, 2008.
- Xu Z G, Chen Y C, Wang D H, et al. Division Scheme of Metallogenic Zones in China [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2008.
- [16] 陈毓川, 王登红, 徐志刚, 等. 全国重要矿产和区域成矿规律研究技术要求[M]. 北京: 地质出版社, 2010.
- Chen Y C, Wang D H, Xu Z G, et al. Technical Requirements for Research on Metallogenic Regularity of Important Minerals and Regions in China [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2010.
- [17] 陈毓川, 王登红, 李厚民, 等. 重要矿产预测类型划分方案[M]. 北京: 地质出版社, 2010.
- Chen Y C, Wang D H, Li H M, et al. Classification Scheme of Important Mineral Prediction Types [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2010.
- [18] 陈毓川, 毛景文. 桂北地区矿床成矿系列和成矿历史演化轨迹[M]. 南宁: 广西科学技术出版社, 1995: 200 - 410.
- Chen Y C, Mao J W. Metallogenic Series and Evolution Track of Ore Deposits in North Guangxi [M]. Nanning: Guangxi Science and Technology Press, 1995: 200 - 410.
- [19] 陈毓川, 毛景文, 王平安. 桂北地区金属矿床成矿历史演化程式[J]. 地质学报, 1994, 68(4): 324 - 338.
- Chen Y C, Mao J W, Wang P A. The evolutionary history of metallic deposits in Northern Guangxi, China [J]. Acta Geol Sin, 1994, 68(4): 324 - 338.
- [20] 彭建堂, 胡瑞忠. 华南锑矿带的成矿时代和成矿构造环境[J]. 地质地球化学, 2001, 29(3): 104 - 108.
- Peng J T, Hu R Z. Metallogenic epoch and metallogenic tectonic environment of antimony deposits, South China [J]. Geol Geochem, 2001, 29(3): 104 - 108.
- [21] 何海洲. 桂北黑刚地区锑矿地质特征及控矿条件[J]. 有色金属矿产与勘查, 1996, 5(1): 34 - 41.
- He H Z. Geological features and ore - controlling factors of the antimony deposits in the Heigang District, Northern Guangxi [J]. Geol Expl Non - Ferr Met, 1996, 5(1): 34 - 41.
- [22] 蔡明海, 梁婷, 韦可利, 等. 大厂锡多金属矿田铜坑一长坡92号矿体 Rb-Sr 测年及其地质意义[J]. 华南地质与矿产, 2006(2): 31 - 36.
- Cai M H, Liang T, Wei K L, et al. Rb-Sr dating of the No. 92 orebody of the Tongkeng - Changpo deposit in the Dachang tin - polymetallic ore field, Guangxi, and its significance [J]. Geol Mineral Res South China, 2006(2): 31 - 36.
- [23] 梁婷, 王登红, 李华芹, 等. 广西大厂石榴石 REE 含量及 Sm-Nd 同位素定年[J]. 西北大学学报: 自然科学版, 2011, 41(4): 676 - 681.
- Liang T, Wang D H, Li H Q, et al. REE Geochemistry and Sm-Nd isotope Age of Garnet from the Dachang, Guangxi [J]. J Northwest Univ: Nat Sci Ed, 2011, 41(4): 676 - 681.
- [24] 邹锡青, 王思源. 广西芒场锡多金属矿田稳定同位素组成对矿床成因探讨[J]. 广西地质, 1993, 6(2): 63 - 68.
- Zou X Q, Wang S Y. Discussion on stable isotopic composition and genesis of Mangchang tin-polymetallic Orefield, Guangxi [J]. Guangxi Geol, 1993, 6(2): 63 - 68.
- [25] 王东明. 广西丹池成矿带锑矿成矿特征及成因探讨[D]. 西安: 长安大学, 2012: 82 - 90.
- Wang D M. A Study on the Characteristic and Origin of the Antimony Deposit in Danchi Metallogenic Belt, Guangxi [D]. Xi'an: Chang'an University, 2012: 82 - 90.
- [26] 胡乔帆, 刘伟, 安玉伟, 等. 广西河池箭猪坡铅锌锑矿地质地球化学特征及矿床成因[J]. 地质论评, 2017, 63(S1): 47 - 48.
- Hu Q F, Liu W, An Y W, et al. The geological geochemical characteristics and ore genesis of Jianzhupo Pb - Zn - Sb deposit in Hechi of Guangxi [J]. Geol Rev, 2017, 63(S1): 47 - 48.
- [27] 陈玲, 黄文婷, 伍静, 等. 广西五圩矿田成矿温度变化及找矿方向分析[J]. 地球化学, 2015, 44(6): 546 - 555.
- Chen L, Huang W T, Wu J, et al. Ore - forming temperature variation and prospecting target of the Wuxu ore field in Guangxi [J]. Geochimica, 2015, 44(6): 546 - 555.

[28] 成涵. 广西南丹县罗富锑矿床地质特征和成矿预测[D]. 长沙:中南大学,2014:28-30.
Cheng H. Study on Geological Characteristics and Metallogenic Prediction of Luofu Antimony Deposit, Nandan, Guangxi [D]. Changsha:Central South University,2014:28-30.

[29] 王葆华,曾南石,欧阳菲,等. 广西镇龙山—龙山金(银)多金属成矿带的成矿规律及找矿方向研究[J]. 矿床地质,2012,31(S1):39-40.
Wang B H,Zeng N S,Ouyang F,et al. Study on metallogenic regularity and prospecting direction of Gold (silver) polymetallic metallogenic belt of Zhenglongshan - Longshang in Guangxi[J]. Miner Depos,2012,31(S1):39-40.

[30] 韦文灼. 马雄锑矿床地质特征[J]. 西南矿产地质,1993,7(2):8-16.
Wei W Z. Geological characteristics and prospecting potential of stibnite deposit in Hunan Province[J]. Southwest Mineral Geology,1993,7(2):8-16.

[31] 王国田. 桂西北地区三条铷-锶等时线年龄[J]. 广西地质,1992,5(1):29-35.
Wang G T. Three strontium and rubidium isotope ages in North-west Guangxi[J]. Guangxi Geol,1992,5(1):29-35.

[32] 余勇,李晓峰,肖荣,等. 广西珊瑚钨锡矿田锆石 U-Pb 和铀-钍⁴⁰Ar/³⁹Ar 年龄及其地质意义[J]. 矿物学报,2014,34(3):297-304.
Yu Y,Li X F,Xiao R,et al. Zircon LA-ICP-MS U-Pb and sericite ⁴⁰Ar/³⁹Ar ages at Shanhu W-Sn deposit, Guangxi Province, China, and its implications for W-Sn mineralization[J]. Acta Mineral Sin,2014,34(3):297-304.

[33] 吴善益. 广西都结锑矿地质特征与成因探讨[J]. 矿业工程,2010,8(3):12-13.
Wu S Y. Geological features and genesis - probing of Dujie Sb deposits of Guangxi province[J]. Mining Engineering,2010,8(3):12-13.

[34] 黄任军. 广西右江流域红锑矿产出特征与成因浅析[J]. 矿山地质,1994,15(4):253-260.
Huang R J. Characteristics and genesis of the Hongantimony deposit in Youjiang River Basin, Guangxi [J]. Min Geol, 1994, 15(4):253-260.

[35] 王登红,陈郑辉,陈毓川,等. 我国重要矿产地成岩成矿年代学研究新数据[J]. 地质学报,2010,84(7):1030-1040.
Wang D H,Chen Z H,Chen Y C,et al. New data of the rock-forming and ore-forming chronology for China's important mineral resources areas [J]. Acta Geol Sin,2010,84(7):1030-1040.

Research of metallogenic regularity of antimony deposits in Guangxi

WANG Gongmin, WANG Chuanjian, ZHOU Jianfei, GUAN Xiaoyi,
HUANG Baoan, PANG Caixin, JIANG Zhilong

(No. 6 Geological Team of Guangxi Zhuang Autonomous Region, Guangxi Guigang 537100, China)

Abstract: Guangxi antimony deposits resources are rich, which have become one of the dominant minerals in Guangxi. In order to investigate its metallogenic regularity, the authors of this paper have comprehensively summarized the Guangxi antimony deposits exploration, development, resource distribution, deposit genesis, spatial distribution characteristics and metallogenic regularity. The antimony deposits in Guangxi are divided into three genetic types, including magmatic hydrothermal type, epigenetic middle-low temperature hydrothermal type and weathering type, among which the magmatic hydrothermal type is the main type. 7 fourth-order genetic types are divided on the basis of the third-order genetic types, among which the compound cassiterite-sulfide antimony deposits are the largest, and most closely related to magmatic hydrothermal mineralization. In addition, the Guangxi antimony distribution and enrichment are jointly controlled by the four in one, including the strata, structure, magmatic rocks and contact zone. These antimonies were mainly enriched in Dianqiangui passive continental margin tectonic units and Xiangzhong-Northern Guizhong (depression) metallogenic belt, and the antimony deposits with industrial value mainly occur in the Devonian system, which burst in Late Yanshanian.

Keywords: antimony deposits; genetic type; metallogenic regularity; metallogenic age; Guangxi

(责任编辑: 沈效群)