

锑矿地球化学定量预测在贵州榕江—雷山地区的示范

胡从亮,莫春虎,陈光荣,刘应忠,袁义生

(贵州省地质调查院,贵州 贵阳 550004)

摘 要: 在全国矿产资源潜力预测评价项目的基础上,以区域化探资料二次开发为前提,通过总结已知典型锑矿床的成矿成晕地质、地球化学特征,在贵州榕江—雷山地区,对不同地质单元(盖层和基底)开展锑矿的地球化学定量预测示范工作。以相似度、成矿地质条件、矿床点分布特征、元素组合特征、Sb 异常强度为预测变量,对榕江—雷山地区锑矿进行了预测靶区的圈定,从地球化学角度,通过类比法、面金属量法对圈定预测靶区的资源量进行估算,为矿产资源潜力预测评价提供地球化学预测资料。

关键词: 定量预测;地球化学;锑矿;矿集区;靶区

中图分类号: P632

文献标识码: A

文章编号: 1000-8918(2013)05-0779-08

根据全国矿产资源潜力预测评价项目编写的《化探资料应用技术要求》^[1]、《矿产资源地球化学模型建立与定量预测操作指南》^[2]技术要求,以贵州榕江—雷山地区锑矿为研究对象,开展贵州锑矿的地球化学定量预测示范工作。

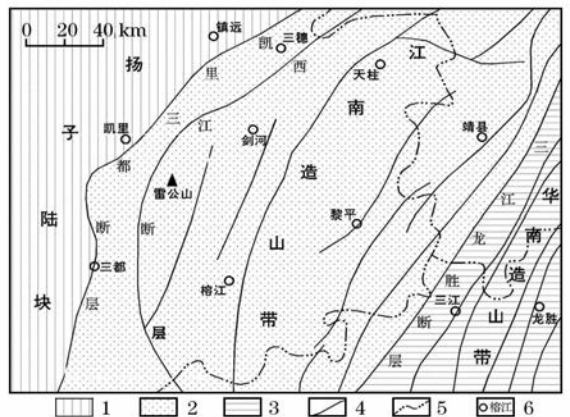
地球化学定量预测以成矿成晕地质、地球化学理论为指导,以已有的 1:20 万区域地球化学调查数据为主,综合利用 1:5 万~1:1 万中大比例尺化探资料,以现代信息技术为手段,研究总结典型矿集区(矿床)的异常特征,建立成矿带(矿集区)地球化学找矿模型,为成矿区带的地球化学定量预测提供类比依据。

1 区域地质背景

榕江—雷山地区地处扬子陆块与华南褶皱带之间的构造过渡带,位于江南造山带西南缘,基底地层发育一套前寒武系海相陆源碎屑及火山—陆源碎屑沉积建造,盖层以广泛发育的泥盆系地层为特点,其次出露有石炭系、志留系、奥陶系、震旦系及第四系地层。

区域上,地质历史中的多期次构造(热液事件),使基底前寒武系地层普遍遭受了低绿片岩相区域变质作用,并形成复杂多样的构造变形格局。四堡运动形成了 EW 向紧密褶皱基底;雪峰运动造成扬子陆块相对抬升;加里东运动使江南造山带发生变形、变位与变质,形成构造线呈 NNE-NE 延展的

由西向东的褶皱—逆冲推覆构造,并在中—深构造层形成过渡性和韧性剪切带;印支—燕山运动发生侏罗山式褶皱及由东向西的逆冲推覆,转化为地壳浅部的脆性变形环境,构造线的延展继承了加里东运动的 NNE 向主要方位,伴有派生 NE 向断裂构造;喜山运动导致黔东南地区面型上升,遭受剥蚀。区域构造格架的奠定主要是加里东长期的广西运动及印支—燕山运动^[3]。因此,该地区主体构造线方向为 NNE-SSW 向,发育有不同类型褶皱、多期活动性断裂及顺层韧性剪切带、过渡性剪切带。本区构造由早期西向东的推覆转化为东向西的推覆,预测区位于转换过渡区(图 1)。



1—扬子陆块;2—江南造山带;3—华南造山带;4—断层;5—省界;6—地区位置及地名(据参考文献[3-4]修改)

图 1 榕江—雷山地区区域构造地质概况

2 成矿地质特征

根据成矿地质和成矿元素组合特征,位于江南造山带西南缘的黔东南锑成矿区带可划分为两个成矿地质单元、三种锑矿床类型。两个成矿地质单元分别对应黔东南锑成矿区带东部基底上元古界浅变质岩系分布的古隆起地区和西部盖层以泥盆系地层为主的黔南坳陷褶皱地区;三种锑矿床类型为:产于基底上元古界浅变质岩系中的锑矿床(以榕江八蒙锑矿床为典型矿床)、产于盖层泥盆系地层中的锑矿床(以独山半坡锑矿床为典型矿床)和产于寒武系—奥陶系地层中的金—锑矿床(以苗龙金—锑矿床为典型矿床)。

产于基底上元古界浅变质岩系中的锑矿床地质特征为:赋矿地层均为上元古界下江群浅变质陆源碎屑岩和火山碎屑岩;控矿构造均系断层破碎带,主要是叠加于过渡性剪切带的 NNE 向断层带,以及 NE 向断层带穿越过渡性剪切带的地段;容矿岩石为断层破碎带的构造岩;矿体呈透镜状、脉状产出,几何形态要素与控矿断层基本一致,矿体与围岩界线分明;矿石矿物组分简单,属单一的石英—辉锑矿组合,其他矿物都在少量和微量范畴;矿石结构以结晶粒状结构为主,矿石构造多为致密块状、粗脉状构造,另外还有细脉状、网脉状、浸染状、角砾状等构造;化学组分中锑含量变化较大,但局部富集程度较高,出现致密块状辉锑矿矿石,局部地段可出现金含量高达 1×10^{-6} 以上的矿化富集;围岩蚀变主要是硅化,其次还有绢石母化、碳酸盐化等,蚀变作用局

限在控矿断层破碎带及其两侧较窄的范围之内。

产于盖层泥盆系地层中的锑矿床地质特征为:赋矿地层均为盖层岩系且见矿地层区间宽广,最老为中下志留统翁项群,最新为中泥盆统独山组鸡窝寨段,总厚度在 2 000 m 以上,其间共有 9 个层位见矿化;多向、多序次断裂构造控矿;矿体产状为两种类型,一是交错型矿体,主要充填于张扭性断裂破碎带中,呈陡倾斜不规则大脉交切岩层产出,产状与断裂基本一致,二是整合型矿体,产于碳酸盐岩与碎屑岩不同岩性的接触界面及其附近的层间滑动、层间破碎角砾岩中,产状与岩层基本一致、形状主要取决于控制层间破碎带的制约;多因素控矿,既有断裂、褶皱因素,也有地层、岩性和岩相古地理因素;矿石矿物组分简单,矿石矿物为单一的辉锑矿,其他矿物都在少量和微量范畴;围岩蚀变较弱、范围狭窄、种类单调,与矿化有关的主要是硅化和碳酸盐化,黄铁矿化无近矿指示意义。

产于寒武系—奥陶系地层中的金—锑矿床地质特征为:赋矿地层主要为介于基底与盖层之间的上寒武统三都组上部和下奥陶统锅塘组的底部条带状、层纹状薄层泥晶白云岩、泥灰岩和泥岩;控矿构造分 SN 向导、配矿断裂构造和横、斜切褶皱构造的 EW、NW 和 NE 向容矿断裂构造;矿体产状与断裂破碎带产状一致,严格受断裂构造控制;矿体形态以脉状为主,次为透镜状、豆荚状和囊状;相对前两个矿床类型,该矿床矿石矿物组分较为复杂,主要金属矿物有辉锑矿、自然金、毒砂、黄铁矿,其次为闪锌矿和辰砂;主要非金属矿物有石英、铁白云石、方解石、水

表 1 榕江—雷山地区锑成矿地质特征^[3,5-6]

成矿地质单元		黔东南古隆起区	黔南坳陷褶皱区
锑矿床类型		上元古界浅变质岩系中锑矿床 寒武—奥陶系地层中金—锑矿床	盖层泥盆系地层中的锑矿床
赋矿地层		上元古界下江群浅变质陆源碎屑岩和火山碎屑岩	中下志留统翁项群—中泥盆统独山组鸡窝寨段
控矿构造		叠加于过渡性剪切带的 NNE 向断层破碎带,以及 NE 向断层带穿越过渡性剪切带的破碎带	多方向、多序次断裂构造控矿
容矿岩石		断层破碎带内构造岩	碎屑岩、泥岩及碳酸盐岩
矿体产状		透镜状、脉状	交错型脉状、整合型似层状
矿石矿物		辉锑矿	辉锑矿
矿石结构构造		结晶粒状结构为主,构造多为致密块状、粗脉状构造,另外还有细脉状、网脉状、浸染状、角砾状等构造	自形、半自形、它形—半自形晶粒、交代、交代残余结构;致密块状、脉状、网脉状、角砾状、浸染状、放射状造、晶簇状、星点状构造
围岩蚀变		硅化、绢石母化、碳酸盐化	硅化、酸盐化
成矿元素	Sb	Au、Sb	Sb
典型矿床	八蒙锑矿床	苗龙金—锑矿床	半坡锑矿床

云母,其次为重晶石和萤石;矿石结构多样,主要有自形一半自形粒状结构、它形粒状结构、碎裂结构、粒间填隙结构、球粒状结构等;矿石构造以浸染状构造、脉状构造、角砾状构造为主;围岩蚀变主要发育在控断层破碎带及其两侧,蚀变类型有硅化、黄铁矿化、方解石化、重晶石化和萤石化,其中与金—锑矿化关系最为密切的是硅化和黄铁矿化。

两个成矿地质单元、三种锑矿床类型的成矿地质特征见表 1。

3 地球化学特征

3.1 区域地球化学特征

预测区在中国浅表地球化学场分区中属上扬子二级地球化学区^[4],该区突出的地球化学特征是铁族元素呈高背景(Fe_2O_3 、Cr、Mn)或异常(Co、Ni、V、Ti)分布,Cu、Zn、Hg 呈异常分布,这些元素的平均值在全国各地球化学区最高;此外,Au、Pb、As、Sb、Sn、U、B、F、Mo、Nb、P 也呈高背景或异常分布。

在该地球化学分区中,沿华南锑矿带从基底中上元古界变质岩系经古生界直到中生界三叠系,几

乎所有的海相沉积地层中都有锑矿床的产出;从老到新几乎所有的赋矿地层都具有异常高的锑丰度,常高出锑的地壳克拉克值数十倍。因此,黔东南锑矿区带的形成,很可能是与区域岩石圈块段的(深部)原始不均一性及随后的长期演化有关。

3.2 矿集区地球化学特征

3.2.1 矿集区的划分

矿集区是对成矿区带内矿床(点)集中分布的子成矿单元的划分。利用元素相关因子得分进行投点,结合半坡锑矿、八蒙锑矿、苗龙金锑矿等已知矿床(点)和预测区地球化学特征,将预测区划分为 6 个矿集区(独山锑矿矿集区、华兴锑矿矿集区、开屯锑矿矿集区、都匀—凯里铅锌多金属矿集区、苗龙金锑矿矿集区、大塘黑色页岩矿集区)和 4 个地球化学小区(都匀—凯里 Pb、Zn 地球化学小区、雷山 Sb 地球化学小区、苗龙 Au、Hg、Sb 地球化学小区、独山 Sb、Hg 地球化学小区)(图 2)。其中雷山 Sb 地球化学小区包括华兴锑矿矿集区、开屯锑矿矿集区;苗龙 Au、Hg、Sb 地球化学小区包括苗龙金锑矿矿集区、大塘黑色页岩矿集区。

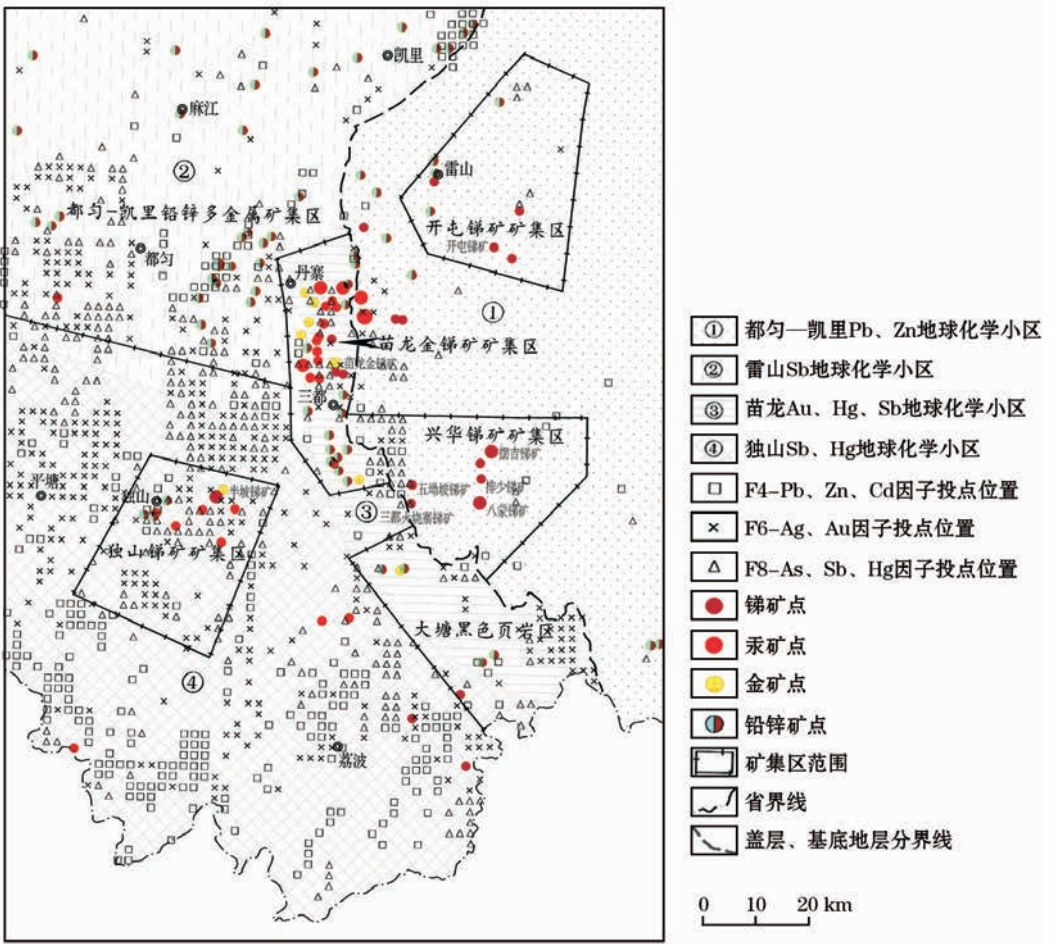


图 2 榕江—雷山地区矿集区分布

3.2.2 典型矿床地球化学特征

(1)独山半坡铋矿。该矿床为“再造式”层控交错型辉铋矿床,主要产于下泥盆统丹林群陆缘碎屑岩层中,充填于北北西向的半坡张扭性断裂带内,主矿体呈脉状产出,明显受地层岩性及断裂控制。矿石矿物以硫化铋为主,次为铋华及铋赭石,脉石矿物以石英为主。矿石结构主要有自形、半自形、他形等。主要蚀变有硅化、碳酸盐化、黄铁矿化、绢云母化、重晶石化。矿化关系最密切的是强硅化。

岩石地球化学以 Sb、Hg、As 明显富集,元素平均含量分别为 11.92×10^{-6} 、 0.702×10^{-6} 、 22.44×10^{-6} ,富集系数分别为 59.6、23.4、12.47。Sb、Mo、Au 在碎屑岩中富集,Pb 在碳酸盐中相对富集。As、Hg 为矿头晕,Sb、Mo 为矿中晕,Cu、Pb、Zn、Cd、Cr、Co 为矿尾晕,其原生晕异常都基本沿断裂带呈条带状、线状、串珠状展布,并随断裂带的宽窄而膨缩,异常严格受断裂及影响带控制。从围岩到破碎带中心,主成矿元素 Sb 及伴生元素 Hg、As、Zn、Mo、Ni、Co 含量升高,Pb、 V_2O_5 降低。 SiO_2 含量与 Sb 矿化强度呈正消长关系。半坡断裂中 Sb、Hg 的含量远高于区内各断裂中的 Sb、Hg 含量平均值,Sb 高出 5.4~27.4 倍,Hg 高出 1.4~6.2 倍,As、Mo 亦相对较高。高强度的 Sb、Hg、As、Au 组合晕,是矿化异常的明显标志。

(2)雷山八蒙铋矿床。该矿床为断裂充填的石英脉型铋矿床。矿床位于上扬子陆块南部被动边缘褶皱冲带、雪峰山基底逆推带及都匀南北向褶皱区的雷公山复式背斜的南倾没端,出露地层岩性为上元古宇下江群平略组含变余石英粉砂绢云母绿泥石板岩。主矿体以透镜状赋存于断裂破碎带及其上、下盘次级羽状节理裂隙中。矿体真厚度 0.3~13.67 m,平均厚 4.06 m。矿体 Sb 含量 1.42%~19.34%,平均 3.81%。矿石矿物以辉铋矿为主,矿石结构以粒状为主,构造以浸染状和细脉状为主,角砾状、团块状次之。主要围岩蚀变有硅化、铁白云石化、黄铁矿化、毒砂化。

矿床中辉铋矿的 Sb 和 S 含量之和大于 97%,含有少量 Fe、Pb 和 Zn,含量平均值分别为 $w(Sb) = 70.87\%$ 、 $w(S) = 27.54\%$ 、 $w(Fe) = 0.16\%$ 、 $w(Pb) = 0.37\%$ 、 $w(Zn) = 0.12\%$,其中 Pb 含量变化较大,为 0.02%~1.28%,是含量最高的杂质元素。微量元素分析表明,辉铋矿中几乎不含 Au,其中 Ag、Cd、Bi 含量也小于检测值,Cu、As、Hg 含量平均值分别为 133×10^{-6} 、 150×10^{-6} 、 0.12×10^{-6} ;稀土元素总量(ΣREE)很低,为 $(1.82 \sim 2.86) \times 10^{-6}$,轻、重稀

土比值 $w(LREE)/w(HREE)$ 为 3.30~4.38,富集轻稀土^[7]。矿化异常元素组合为 Sb、Hg、As。

3.2.3 典型矿集区地球化学特征

华兴、开屯铋矿矿集区和苗龙金铋矿矿集区:水系沉积物地球化学测量显示,Sb、As、Au 富集度为 1.46~13.07,离散度为 14~246.1,呈现明显高背景区,平均值较周围高 3~13 倍,Cu、Pb、Zn、Hg、Ag、W 等仅高 1~1.5 倍,表明部分地段存在铋矿化富集。Sb 一般含量为 $(10 \sim 20) \times 10^{-6}$,最高 2480×10^{-6} ,高含量地段呈近 SN 向带状延展;As 一般含量为 $(10 \sim 25) \times 10^{-6}$,最高 2799×10^{-6} ,含量变化趋势与 Sb 基本一致,在 Sb 高含量范围之内异常套合较好;Au 一般含量为 $(0.5 \sim 1) \times 10^{-6}$,最高 125×10^{-6} ,高异常位于提庆—开屯、永乐—雅灰、兴华、五坳坡等地。聚类分析中 Sb、As 的组合形式基本相同,其相关系数变化在 0.38~0.588 之间;Au 与 Sb、As 在开屯地段几乎不相关,而与 Pb、Cu 的相关系数达 0.7,表明 Au 与多金属矿有关,另有 W 的反映,元素组合具成矿温度相对较高的特征;在兴华地区 Au 与 Sb、As 呈负相关,与 Pb、Cu 关系也不明显,元素组合具成矿温度相对较低的特征。

独山半坡铋矿矿集区:Sb、Hg、As 等成矿及其伴生元素在地层中强烈富集,平均浓度克拉克值大于 8,以 Sb 最为显著,浓度克拉克值达 26.37。Pb、Ag、Mo 有富集趋势,而 Zn、Cu、Ba 为贫化元素。Sb 随地层变老含量有逐渐递增趋势,表明成矿物质来源于下泥盆统地层及下伏老地层。碎屑岩中 Sb、Hg、As、Mo 明显富集,其含量从碳酸盐岩—黏土岩—碎屑岩逐渐增高,Pb 则降低,Pb、Zn、Ag 在碳酸盐岩相对富集,Cu、Ga 在黏土岩富集趋势明显,表明成矿元素 Sb 及主要伴生元素富集对岩性具有选择性。构造中成矿元素 Sb 及共伴生元素 Hg、As 的异常主要沿背斜轴部呈椭圆状、条带状分布,在半坡、巴年铋矿区形成较强的浓集中心,且元素异常套合程度高,背斜两翼元素异常强度迅速减弱。

根据矿集区及其已知矿床(点)地球化学异常分布特征,分别对主成矿元素平均值、背景值、异常面积、面金属量、衬度异常量、元素组合特征进行了地球化学参数统计(表 2),其中已知典型矿床(点)中,苗龙金铋矿以 Hg、Sb、Au、Mo 异常为主,半坡铋矿以 Sb、Hg 异常为主,五坳坡—三都火烧寨铋矿以 Sb、As、Hg 异常为主,八蒙铋矿以 Sb、Hg 异常为主。矿集区中,半坡铋矿矿集区表现为 Sb、Hg 高异常,华兴铋矿矿集区表现为 Sb、Hg、As、Mo 高异常,开屯铋矿矿集区表现为 Sb、Au、As 高异常,都匀—凯里

表2 榕江—雷山地区已知矿床点、矿集区主成矿元素地球化学特征

名称	元素	平均含量	异常面积/km ²	背景值	面金属量	衬度异常量	元素组合
苗龙金锑矿点	Au	12.72	42.17	0.58	560.93	967.12	Hg、Sb、Au、Mo
	Hg	9811.28	97.50	110.92	967414.04	8721.73	
	Mo	2.37	122.92	1.20	438.72	365.60	
	Sb	12.84	169.70	1.52	2436.28	1602.82	
半坡锑矿点	Hg	711.56	131.34	110.92	108024.56	973.90	Sb、Hg
	Sb	131.47	322.03	1.52	42825.52	28174.69	
五坳坡—三都 火烧寨锑矿点	As	345.10	15.78	17.82	5726.94	321.38	Sb、As、Hg
	Hg	441.69	39.62	110.92	21894.52	197.39	
	Sb	36.94	128.10	1.52	4926.79	3241.31	
八蒙锑矿点	Hg	414.89	77.38	110.92	40687.20	366.82	Sb、Hg
	Sb	7.76	97.26	1.52	902.20	593.55	
半坡锑矿矿集区	Hg	696.22	135.56	110.92	109415.72	986.44	Sb、Hg
	Sb	130.00	336.16	1.52	44212.06	29086.88	
华兴锑矿矿集区	As	479.02	19.36	17.82	9618.83	539.78	Sb、Hg、As、Mo
	Hg	472.43	89.18	110.92	52023.02	469.01	
	Mo	7.93	39.97	1.2	364.94	304.12	
	Sb	20.82	184.12	1.52	4113.59	2706.31	
开屯锑矿矿集区	As	32.68	95.57	17.82	4826.17	270.83	Sb、Au、As
	Au	31.64	10.29	0.58	331.51	571.56	
	Sb	4.30	127.56	1.52	742.48	488.47	
都匀—凯里铅锌 多金属矿矿集区	As	29.60	312.67	17.82	14827.89	832.09	Pb、Zn、Au、Cd、As
	Au	5.64	140.48	0.58	874.23	1507.29	
	Cd	7510.75	111.28	674.53	910857.79	1350.36	
	Pb	94.07	801.18	28.58	98266.83	3438.31	
	Zn	315.04	386.64	77.45	151751.84	1959.35	
苗龙金锑矿矿集区	Au	12.18	65.58	0.58	836.75	1442.67	Hg、Sb、Au、Mo
	Hg	12956.41	263.75	110.92	3446508.39	31072.02	
	Mo	2.50	147.37	1.2	545.47	454.55	
	Sb	14.98	209.26	1.52	3453.25	2271.88	
大塘黑色页岩 矿集区	Ag	215.16	225.71	68.87	64108.65	930.86	Mo、Ag、Au
	Au	2.28	64.41	0.58	184.39	317.91	
	Mo	6.87	213.94	1.2	1725.70	1438.08	

注:Ag、Au、Cd、Hg 含量单位为 10⁻⁹,其余元素含量单位为 10⁻⁶;面金属量 = 异常面积 × (异常平均值 - 背景值),衬度异常量 = 面金属量/背景值。

表3 榕江—雷山地区锑矿地球化学预测靶区圈定要素与可信度分级

预测靶区圈定要素		A 级	B 级	C 级	说明
地球化学要素	元素组合异常图	*	*	*	Sb 等组合异常至少具外带
	典型矿床相似度图	*	*		累积频率分级的最高两级
	Sb 衬值图	*	*	*	Sb 衬值异常
	组合元素衬值图	*	*	*	异常分带清晰
	元素衬值异常个数(≥3)	≥3	≥3	≥4	多元素衬值套合程度高
地质矿产要素	矿产图	*	○		A 级需有矿点或矿化点
	地层	○	○	○	矿源层
	构造	○	○		矿质元素通道
	岩浆岩	○	○		矿质迁移热源(物源)

注:可信度分为 A 级、B 级、C 级;“*”表示必须具备的要素,“○”表示可供参考的要素。

铅锌多金属矿集区表现为 Pb、Zn、Au、Cd、As 高异常,苗龙金锑矿矿集区表现为 Hg、Sb、Au、Mo 高异常,大塘黑色页岩矿集区表现为 Mo、Ag、Au 高异常。

4 圈定地球化学预测靶区

4.1 圈定原则

在典型矿集区(矿床)地质、地球化学特征研究

及建立地球化学找矿模型的基础上,对预测靶区的圈定准则进行制定。根据地球化学必备要素中的元素组合异常、典型矿床相似度、Sb 衬值、组合元素衬值、元素衬值异常个数叠加情况,再结合矿点、赋矿地层、导矿构造等地质矿产要素进行预测要素及可信度的判定。具体圈定原则见表 3。其中 A 级、B 级可按制定的资源量计算准则进行资源量估算,而

C 级仅作为有利的成矿预测靶区。

4.2 预测靶区资源量

用 4 个典型矿床对全矿带进行相似度^[2]判别示踪,根据矿带内典型矿床的元素组合、异常规模、面金属量、剥蚀程度(矿尾晕与矿头晕的比值)、资源量等的综合考虑,以及挑选预测靶区的准则和资源量分级原则,把全矿带预测靶区分为 A 级(5)、B 级(22)、C 级(21)三类,共 48 个(图 3)。

根据预测靶区的圈定准则及其可信度分级,对

全矿带 A 级、B 级预测靶区进行了类比法、面金属量法和品位吨位法的定量计算。其中,类比法的基本思路是矿点资源量与异常规模成正比;面金属量法的基本思想是认为区域内资源量与面金属量成正比;品位吨位法认为矿体的体积和品位与矿区的剥蚀程度^[2]、异常面积、元素含量具有函数关系。品位吨位法与类比法、面金属量法的计算结果相差较大,未采用,最终结果取类比法、面金属量法二者加权平均值。预测区内已知矿床(点)资源量和预测

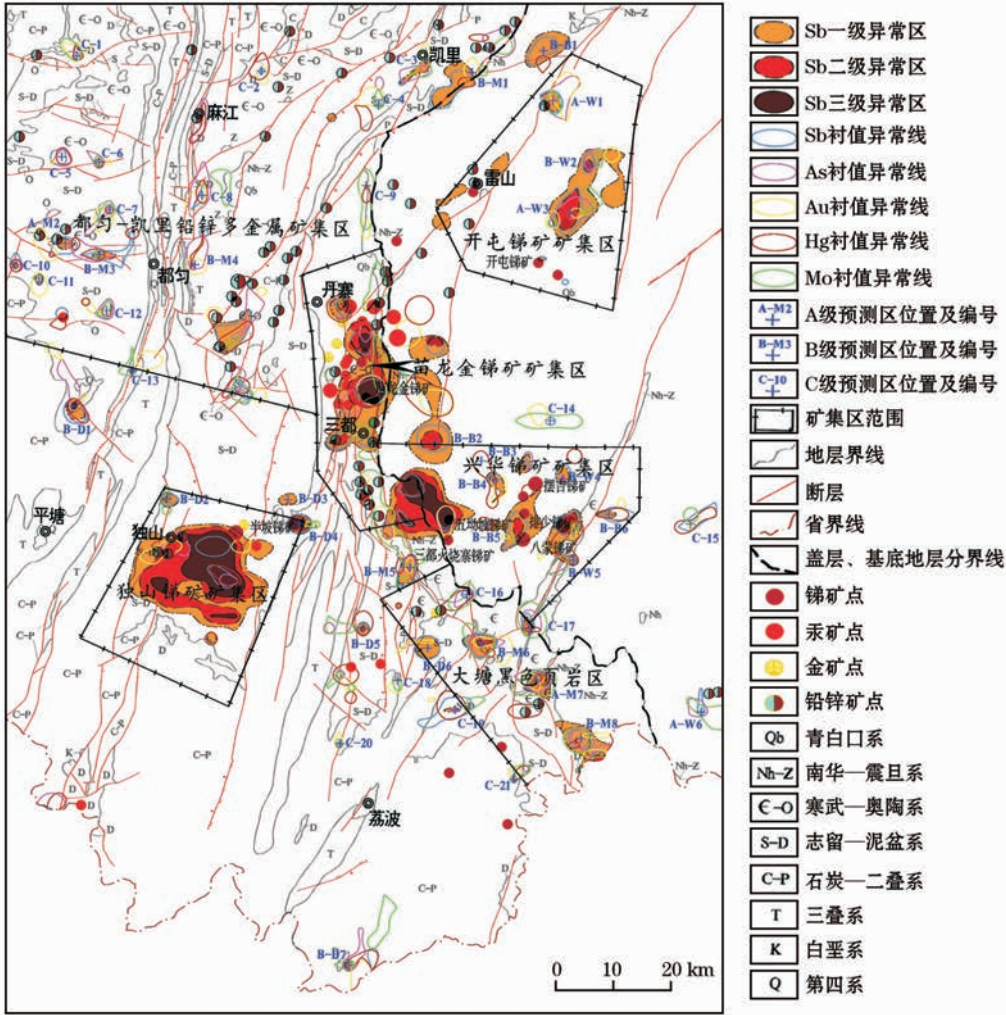


图 3 榕江—雷山地区地球化学预测靶区分布

表 4 榕江—雷山地区已知矿(床)点资源量及参数统计

已知矿床(点)	资源量/t	剥蚀系数 F_1	异常规模 Q	面金属量 P	类比法系数 K_1	面金属量法系数 K_2	元素
半坡锡矿	142903	0.10	43315.00	42825.52	0.30311	0.29968	Sb
苗龙金锡矿	4154	0.10	2694.23	2436.28	0.64859	0.58649	Sb
			2465.68	1858.90	0.59357	0.44750	As
八蒙锡矿	63506	0.10	1050.03	902.20	0.01653	0.01421	Sb
			122592.80	108024.56	1.93041	1.70101	Hg
五坳坡锡矿	3062	0.10	5121.49	4926.79	1.67260	1.60901	Sb
			6008.06	5726.94	1.96213	1.87033	As
总计	213625						

注:类比法系数 K_1 = 异常规模/资源量;面金属量法系数 K_2 = 面金属量/资源量。

表 5 榕江—雷山地区预测靶区资源量及参数统计

最佳相似矿床	级别编号	类比法资源量 V_d/t	面金属量法资源量 V_s/t	总资源量 V/t	剥蚀系数 F_2	级别	衬值异常元素组合
独山半坡锑矿	B-D1	346.88	305.84	330.47	0.1	B	Sb-Hg-As-Au
	B-D2	157.70	129.81	146.55	0.1	B	Sb-Mo
	B-D3	120.36	96.30	110.74	0.1	B	Sb
	B-D4	733.77	689.63	716.12	0.2	B	Sb-Au-Mo
	B-D5	97.31	81.22	90.88	0.1	B	Sb-Hg-As-Mo
	B-D6	318.37	254.73	292.91	0.1	B	Sb-As-Mo
	B-D7	26.32	21.06	24.22	0.1	B	Sb-Hg-Au-As-Mo
苗龙金锑矿	B-M1	299.90	262.36	284.89	0.2	B	Sb-Hg-Au-Mo
	A-M2	41.36	36.18	39.29	0.2	A	Sb-Hg-Au-As
	B-M3	44.81	39.20	42.57	0.1	B	Sb-Hg-Au-As-Mo
	B-M4	1292.81	1301.75	1296.38	0.1	B	Sb-Hg-Au-As
	B-M5	127.33	111.39	120.96	0.2	B	Sb-Hg-Au-As-Mo
	B-M6	226.81	203.68	217.56	0.1	B	Sb-Hg-Au-As-Mo
	A-M7	178.96	156.56	170.00	0.1	A	Sb-Hg-Au-As-Mo
	B-M8	418.17	369.66	398.77	0.1	B	Sb-Hg-Au-As-Mo
八蒙锑矿	B-B1	13061.54	12025.62	12647.17	0.1	B	Sb-Hg
	B-B2	34308.55	32613.57	33630.56	0.1	B	Sb
	B-B3	3283.95	3123.11	3219.62	0.1	B	Sb-Hg-Au
	B-B4	3270.00	3100.13	3202.05	0.1	B	Sb-Hg-Au
	B-B5	2112.79	1945.23	2045.77	0.1	B	Hg
	B-B6	1282.97	1181.22	1242.27	0.1	B	Sb-Hg-Au
五坳坡锑矿	A-W1	34.18	28.11	31.75	0.1	A	Sb-Au-As-Mo
	B-W2	211.71	176.42	197.59	0.1	B	Sb-Au-As-Mo
	A-W3	317.79	278.66	302.14	0.1	A	Sb-Au-As-Mo
	B-W4	26.06	21.86	24.38	0.1	B	Sb-As
	B-W5	16.81	13.83	15.62	0.1	B	Sb-Hg-Au-As-Mo
	A-W6	2249.13	1791.18	2065.95	0.1	A	Sb-As-Mo
合计		64606.34	60358.32	62907.15			

注:类比法资源量 $V_d = [Q \times (1 - F_2)] / [K_1 \times (1 - F_1)]$;面金属量法资源量 $V_s = [P \times (1 - F_2)] / [K_2 \times (1 - F_1)]$ 。

靶区资源量分别见表 4、表 5。

5 结论和建议

(1)以岩溶区(盖层)和浅变质岩低山丘陵区(基底)两个不同地质单元为研究对象,对带内 6 个矿集区、4 个地球化学小区、4 个典型矿床的异常面积、背景值、面金属量、衬值异常量、元素组合等资源量估算所需的地球化学参数进行统计研究,其中苗龙金锑矿、半坡锑矿、八蒙锑矿、五坳坡—三都火烧寨锑矿元素组合分别为 Hg-Sb-Au-Mo、Sb-Hg、Sb-Hg、Sb-As-Hg。

(2)以 4 个典型锑矿床为标准,以相似度、成矿地质条件、矿床点分布特征、元素组合特征、Sb 异常强度为预测变量,对榕江—雷山地区锑矿进行了找矿预测靶区的圈定,其中 A、B 级预测靶区 27 个、C 级 21 个。

(3)结合已知典型矿床资源量,以类比法、面金属量法对预测靶区的资源量进行估算,A、B 级预测靶区总资源量为 6.29 万 t,其中面金属量法估算资源量 6.03 万 t,类比法估算资源量 6.46 万 t。受已

知典型矿床地质工作程度、勘探深度的制约,预测的总资源量可能远低于实际资源量。

(4)地球化学优势矿种,可以直接为找矿预测提供地球化学预测变量。建议对已有资料进行研究,加强资料二次开发利用,充分挖掘找矿信息。

致谢:本次预测成果得到中国地质大学(武汉)地球化学研究所马振东教授、曾键年教授、龚敏博士等的大力支持和指导,资料收集方面得到贵州有色物化探总队等相关单位的大力支持,在此表示感谢!

参考文献:

[1] 向运川,任天祥,牟绪赞,等.化探资料应用技术要求[R].中国地质调查局发展研究中心,2009.

[2] 马振东,曾键年,龚庆杰,等.矿产资源地球化学模型建立与定量预测操作指南[R].中国地质调查局发展研究中心,2010.

[3] 朱霭林,易国贵,马骥.贵州雷公山地区锑矿成矿规律[J].贵州地质,1999,16(3):221-232.

[4] 胡云中,任天祥,马振东,等.中国地球化学场及其成矿关系[M].北京:地质出版社,2006.

[5] 钱建平,杨国清,李少游.贵州独山锑矿田地质地球化学特征和构造动力热液成矿[J].地质地球化学,2000,28(2):56-60.

- [6] 钟家祥. 独山半坡锑矿岩矿特征及成因探讨[J]. 西南矿产地质, 1995(3/4): 47-54.
- [7] 张绮玲. 八蒙辉锑矿的标型特征与矿床成因[J]. 岩石矿物学杂志, 1994, 18(4): 362-369.
- [8] 金中国, 戴塔根, 江红. 贵州省独山半坡锑矿地球化学特征及深部找矿预测[J]. 地质与勘探, 2004, 40(6): 24-27.
- [9] 金中国, 戴塔根. 贵州独山半坡锑矿田地质地球化学特征及成

- 矿模式[J]. 物探与化探, 2007, 31(2): 129-132.
- [10] 戴传固, 杨大欢. 黔东南地区构造特征[J]. 贵州地质, 2001, 18(1): 2-6.
- [11] 朱霭林, 王常微, 易国贵. 贵州雷公山地区过渡性剪切带及其与锑金多金属矿关系[J]. 贵州地质, 1995, 12(1): 1-22.
- [12] 胡从亮, 莫春虎, 刘应忠, 等. 贵州榕江—雷山地区锑矿资源地球化学模型建立与定量预测[R]. 贵州省地质调查院, 2010.

THE DEMONSTRATION OF ANTIMONY ORE GEOCHEMICAL QUANTITATIVE PROGNOSIS IN RONGJIANG-LEISHAN AREA OF GUIZHOU PROVINCE

HU Cong-liang, MO Chun-hu, CHENG Guang-rong, LIU Ying-zhong, YUAN Yi-sheng

(Guizhou Institute of Geological Survey, Guiyang 550004, China)

Abstract: On the basis of the project of "China National Mineral Resources Potential Evaluation" and with the secondary development of regional geochemical data as a precondition, the authors generalized the halation and metallization geochemical and geological characteristics of some typical antimony deposits within the study area. In Rongjiang-Leishan area of Guizhou Province, the authors conducted geochemical quantitative prognosis of some antimony deposits in different geological units (the cap and the base formation). Similarly, metallization conditions, deposits distribution, elements composition and antimony anomaly intensity were selected as the prognostic variables, and some target areas around Rongjiang-Leishan were delineated. Furthermore, the potential resource of each target area was evaluated individually on the basis of analogy and areal productivity methods. The results provide geochemical data as reference for mineral potential evaluation.

Key words: quantitative prognosis; geochemistry; antimony deposit; ore concentration area; target area

作者简介: 胡从亮(1976-),男,苗族,贵州省天柱县人,地质工程师,从事地质矿产、地球化学勘查工作。

· 书讯 ·

《国土资源 300 个怎么办》近期将出版发行

由国土资源部政策法规司调研员陈战杰同志编著的《国土资源 300 个怎么办》将于 2013 年 9 月初由地质出版社出版发行。作者在国土资源系统工作多年,曾经从事地质勘探、储量管理及土地和矿产资源管理政策法律研究,具有丰富的实际工作经验和理论知识。

该书收集了作者在职期间撰写的法律咨询问答 325 篇,其中部分文章曾经在国土资源报上发表过。全书分为三辑,第一、二辑为土地管理方面的内容,第三辑是矿产资源管理和其他方面内容,三辑共约 80 余万字。

该书内容丰富,短小精悍,基本涵盖了国土资源管理的方方面面,有针对具体行政事务的释疑,也有针对政府与公民之间、公民之间、政府之间的纠纷提

供的咨询意见,每一篇都引用了相关的法律条款,既维护了法律的尊严,又照顾了特殊情况,具有实用和参考价值,可以作为政府部门和矿山企业的参考用书。

近年来,在改革开放的春风中,适应全球经济一体化潮流,中国地勘企业主动走出去,参与国际经济活动。出于对国际市场运行规则的生疏,中国地勘企业遇到了许多意想不到的矛盾和纠纷。对此,作者主张深入思考沉着应对,其中的《中国地勘企业“走出去”风险漫谈》一篇提醒地勘企业“走出去”时应当注意防范的 20 个风险防患于未然,当业主的,将有利于防患于未然;打工承揽工程项目的,将有利于维护自己的合法权益。矿山企业办矿过程中遇到的法律纠结,该书里也有相应的答案。