

# 湘西金矿及其区域马底驿组锑分布的多峰结构

## ——累积概率格纸在金矿成因和找矿中的应用

马东升<sup>1</sup>, Bernd Lehmann<sup>2</sup>

(1. 南京大学 内生金属矿床成矿机制研究国家重点实验室, 江苏 南京 210093; 2. Technical University Clausthal, Germany)

关键词: 锑; 多峰结构; 金矿; 湘西; 概率格子作图法

中图分类号: P618.510.664 文献标识码: A 文章编号: 1007-2802(2000)04-0218-03

湖南雪峰弧形构造隆起带(中—上元古界)囊括了该省 80% 以上的原生金矿(“沃溪式”金矿)和 90% 以上的砂金<sup>[1]</sup>,也是世界著名的金-锑-钨综合矿化带。其中,赋存于上元古界板溪群马底驿组紫红色板岩中,位于湘西北沅陵县的沃溪金-锑-钨矿,即湘西金矿为代表性矿床。它也是我国仅次于湘中锡矿山的第二大锑矿生产基地。对沃溪地区赋矿地层中金分布的研究揭示,不但在近矿脉围岩中有局部的金负异常,而且在区域上发育有大范围的金亏损带<sup>[2,3]</sup>。作为对这一认识的印证,在该地区乃至整个江南金成矿带十多年来的地球化学勘查中,迄今为止尚无一例有关金矿床周围发育有完整的,明显高于区域背景的金原生晕(正异常),可作为常规地球化学勘查依据的报道。已知锑和砷等是该类金矿床的重要指示元素。由此而产生了分别与湘西金矿成因和找矿有关的两个问题:1)除了金产生与成矿有关的亏损之外,锑作为主要的区域性成矿元素之一也应有类似响应——锑在矿区和区域马底驿组的分布如何?2)湘西金矿不发育完整的金原生晕(正异常)——它的地球化学勘查有效指示元素和矿致异常参数如何?本文针对这些问题,应用概率格纸作图法对区域上板溪群马底驿组锑的地球化学背景和矿区地球化学异常的含量分布结构进行了定

量分析。

样品取自 4 条地球化学剖面。所有剖面均大致垂直于地层走向,长度从 2 500 m 到 4 300 m。在区域上的三条剖面(文献[3])中,野外未发现任何矿化蚀变痕迹,尽量采取新鲜的样品。因此,这些剖面的数据应代表区域上未蚀变(或仅有肉眼不可识别的极微蚀变)的地层锑含量。第 4 条剖面取自紧邻矿区的官庄,部分延伸进矿区。该剖面位于沃溪金-锑-钨矿向北东隐伏延伸的地表,并穿过含大量石英脉的褪色灰色板岩,但在取样时也尽量避开了肉眼可识别的蚀变岩石。镜下见官庄剖面和区域上的三条剖面的马底驿组板岩没有明显差别,均呈细粒石英碎屑和泥化的长石碎屑分布于极细粒泥质中。

3 条区域剖面由南京大学取样。从中选出全部的马底驿组岩石共 55 个样品,在原冶金部华东有色金属总公司实验室用氢化物原子荧光光谱法分析锑,检测限为  $0.2 \times 10^{-6}$ 。代表矿区的官庄剖面由德国 Clausthal 技术大学研究人员取样,共 66 个马底驿组样品送加拿大 Bondar-Clegg 公司作中子活化分析,锑检测限为  $0.1 \times 10^{-6}$ 。为了考察由不同实验室和不同测定方法获得的分析结果,选择了 50 个样品分别在两个国家用相应的方法进行了重复对照测定,结果如图 1 所示。

收稿日期:2000-06-25 收到,08-30 改回

基金项目:国家重点基础研究发展规划(G1999043210),教育部博士点基金(98028422)和国家自然科学基金(49733012)

第一作者简介:马东升(1952—),男,教授,博士生导师,地球化学专业。

从图 1 可见,不同实验室两种方法的分析结果相当一致。因此,所有数据可用来进行地球化学分布的结构分析。

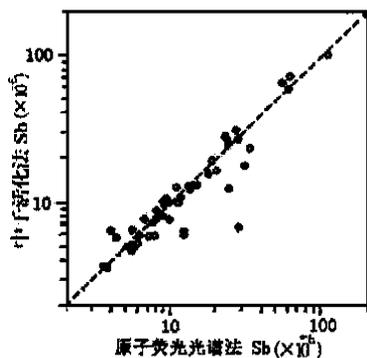


图 1 中子活化方法和原子荧光法的锑含量重复对照测定结果

图 2A 和图 2B 分别为矿区剖面(66 个样品统计)和区域剖面(55 个样品统计)的锑含量对数概率格纸图解。由图可见,矿区和区域地层样品中的锑分布实际上各由 3 个正态子群(population)的叠加组成,并具非常相似的分布模式。6 个子群的几何平均值  $\bar{X} \pm 1$  的变化范围(括号中)分别为矿区剖面(图 2A):

(1) AI(由 67% 的样品组成)  $\bar{X} = 7.4 \times 10^{-6}$  Sb [ (5.0 ~ 11.0)  $\times 10^{-6}$  ],

(2) AII(由 21% 的样品组成)  $\bar{X} = 25 \times 10^{-6}$  Sb [ (20 ~ 33)  $\times 10^{-6}$  ],

(3) AIII(由 12% 的样品组成)  $\bar{X} = 80 \times 10^{-6}$  Sb [ (41 ~ 155)  $\times 10^{-6}$  ],

区域剖面(图 2B):

(4) BI(由 36% 的样品组成)  $\bar{X} = 0.5 \times 10^{-6}$  Sb [ (0.4 ~ 0.6)  $\times 10^{-6}$  ],

(5) BII(由 53% 的样品组成)  $\bar{X} = 1.4 \times 10^{-6}$  Sb [ (1.0 ~ 2.0)  $\times 10^{-6}$  ],

(6) BIII(由 11% 的样品组成)  $\bar{X} = 5.4 \times 10^{-6}$  Sb [ (2.3 ~ 12)  $\times 10^{-6}$  ]。

分析结果显示,高锑含量的 AIII 和 BIII 子群有很大的  $\pm 1$  变化范围。结合样品的野外产状和镜下观察,证明这些样品受裂隙或显微裂隙控制的热液叠加影响而有锑的带入。因此,在统计区域和矿区非蚀变马底驿组岩石的平均锑含量时 AIII 和 BIII 子群的样品应予剔除。AI 和 AII 子群占矿区剖面 88% 的样品,含锑分别为  $7.4 \times 10^{-6}$  和  $25 \times 10^{-6}$ ,两群的锑平均值为  $12 \times 10^{-6}$ ,代表了矿区马底驿组的锑异常水平。锑的这种双峰异常结构显示它在地层中曾有过两次富集。这存在两种可能性,地层沉积时锑就在部分层位中产生原始富集;或者湘西金矿曾发生过两次与锑矿化有关的热液事件。由于锑和金在含量与矿化上关系密切,故以前者可能性较大,即锑与马底驿组紫红色板岩中 90% 以上的金共同在

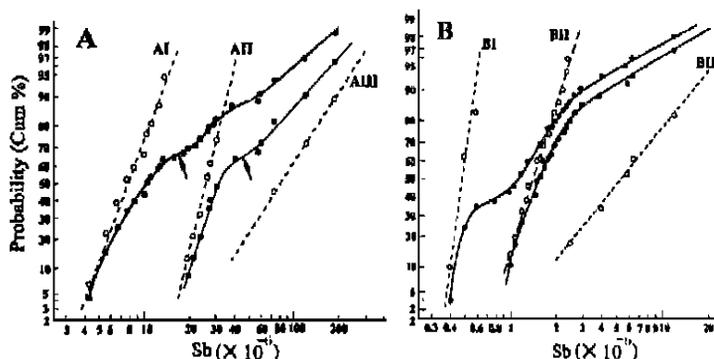


图 2 马底驿组中锑含量分布的对数概率格纸图解

A:官庄剖面,66 个样品;B:区域剖面(三条剖面),55 个样品。

富集于 0.063 mm 及其以下粒度的粘土矿物和赤铁矿中<sup>[4]</sup>。

区域剖面中 89% 的样品属于 BI 和 BII 子群, 二者的平均锑含量为  $1 \times 10^{-6}$ , 可视为马底驿组的区域锑背景值。其中 BII 占区域样品总数 53%, 平均含锑  $1.4 \times 10^{-6}$ , 相当于世界页岩平均值<sup>[5]</sup> 和布隆迪前寒武系变质碎屑沉积岩 ( $1.5 \times 10^{-6}$ )<sup>[6]</sup>, 也与已发表的本区马底驿组及华南褶皱系前寒武系泥质岩、板岩和江南地轴上元古界的 Sb 丰度相当<sup>[3,7-9]</sup>, 应代表正常背景值。而占区域样品总数 36% 的 BI 子群含锑仅  $0.5 \times 10^{-6}$ 。显然, 区域马底驿组中这两个子群的锑含量差异或者是由原生沉积时锑的不均匀分布造成的(不同的蚀源区或沉积分异), 或者是由大范围区域性后生改造作用形成的。由于 BI 和 BII 子群在岩性和矿物组成上没有区别, 目前也尚无有关马底驿组来自多蚀源区的确切证据, 也没有锑在中—低温水热活动中易于进入溶液<sup>[11]</sup> 的证据。因此, BI 子群的低锑含量应与地层中金亏损的成因类似, 即形成于和地层中大规模流体活动有关的水—岩反应<sup>[3,12]</sup>。

锑是重要的金矿指示元素。从图 2 的分析可识别出能直接应用于地球化学勘查的 4 个子群: (1) 区域背景 (BI + BII,  $0.4 \sim 2 \times 10^{-6}$ ,  $\bar{X} = 1 \times 10^{-6}$ ); (2) 与金—锑矿化有关的矿区异常 (AI + AII,  $\bar{X} = 1 \times 10^{-6}$ , 异常下限为  $5 \times 10^{-6}$ ); (3) 在区域上分布的, 受裂隙控制但与矿体无关的分散异常 [BIII, (2.3 ~ 12)  $\times 10^{-6}$ ,  $\bar{X} = 5.4 \times 10^{-6}$ ]; 和 (4) 矿区内受裂隙控制的矿致异常 [AIII, (41 ~ 155)  $\times 10^{-6}$ ,  $\bar{X} = 80 \times 10^{-6}$ ]。结合其它金矿指示元素的概率格纸作图方法, 能进一步有效地限定地球化学找矿指标。图 3 为沃溪地区板溪群马底驿组的锑—砷区域背景、矿区异常和与裂隙有关矿化异常的分布图解。其中与锑含量有关的框线位置分别根据 BI 和 BII (区域背景) 以及 AI 和 AII (矿区异常) 的 1 变化范围确定; 而与砷有关的含量则应用同样的概率格纸方法进行样品总体分解后, 根据有关子群的范围加以确定。

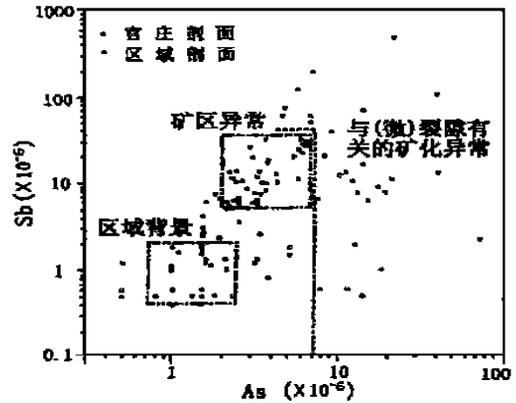


图 3 沃溪地区板溪群马底驿组的 Sb-As 地球化学背景、矿区异常和裂隙矿化异常

#### 参考文献:

- [1] 中国人民武装警察部队黄金指挥部. 湖南省沃溪式层控金矿地质[M]. 北京:地震出版社, 1996.
- [2] 马东升等. 地球化学[A]. 自然科学年鉴, 1989[M]. 上海:上海翻译出版社, 1990. 3. 123 - 3. 126.
- [3] 马东升, 刘英俊. 江南金成矿带层控金矿的地球化学特征和成因研究[J]. 中国科学(B 辑), 1991, (4): 424 - 433.
- [4] 牛贺才, 马东升. 湘西层控金矿床成因机制的研究[J]. 矿床地质, 1992, 11 (1): 65 - 74.
- [5] Turekian K K, Wedepohl K H. Distribution of the elements in some major units of the earth's crust[J]. Bull. Geol. Soc. America, 1961, 72: 175 - 191.
- [6] Lehmann B, Timm F. Berichte zur Lagerstaetter-und Rohstofforschung (Hannover) [J]. 1991, 10: 1 - 117.
- [7] 刘英俊, 孙承轅, 马东升. 江南金矿及其成矿地球化学背景[M]. 南京:南京大学出版社, 1993. 141.
- [8] 何江, 马东升, 等. 湘西低温汞、锑、金矿床成矿作用地球化学研究[M]. 北京:地质出版社, 1998. 16.
- [9] 鄢明才, 迟清华. 中国东部地壳与岩石的化学组成[M]. 北京:科学出版社, 1997. 67 - 139.
- [10] 刘海臣, 朱炳泉. 湘西板溪群几冷家溪群时代研究[J]. 科学通报, 1994. 39(2): 148 - 150.
- [11] 牛贺才, 马东升. 在低温开放体系水/岩反应过程中金、锑、钨的实验地球化学研究[J]. 科学通报, 1991, 36 (24): 1879 - 1881.
- [12] 马东升. 地壳中大规模流体运移的成矿现象和地球化学示踪[J]. 南京大学学报, 1997, 33: 1 - 10.

刘海臣等的铅同位素研究表明, 马底驿组的铅同位素很分散, 无法形成 Pb-Pb 等时线年龄<sup>[10]</sup>, 其地质意义尚待研究。