

# 铊的地球化学与找矿的若干问题讨论

## ——以黔西南主要铊矿床(点)为例

陈代演<sup>1)</sup> 王 华<sup>1)</sup> 任大银<sup>2)</sup> 邹振西<sup>1)</sup>

1 (贵州工业大学资源工程系, 贵阳 550003)

2 (贵阳市第六中学, 贵阳 550004)

关键词 铊 地球化学 找矿 黔西南 铊矿化

本文仅以黔西南滥木厂、杨家湾等主要铊矿床(点)为例, 讨论铊的地球化学与找矿有关的若干问题。

### 1 关于铊作为找金指示元素的研究

铊与金的地球化学和晶体化学性质相似, 在矿物和矿体中常共生, 且易挥发, 用铊作指示元素找金, 其异常较汞、砷大而清晰, 特别是找隐伏金矿效果显著, 国外已有不少的报道<sup>[1-4]</sup>。我国也有个别报道<sup>[5]</sup>。应特别指出的是侯嘉丽和杨密云的工作是迄今为止国内第一个用铊作为指示元素并经验证找到金的工业矿体的成功实例<sup>[6]</sup>。他们1992年起先后在陕西煎茶岭、葫芦沟、八卦庙、铜厂等金(铜)矿区蚀变岩型、微细浸染型等不同类型金矿的已知矿体和预测剖面上进行找矿试验, 试验表明, Tl 指示金矿(化)体准确、灵活, 与 Au 呈显著正相关, 特别是在隐伏金矿(化)体的地表, Au 含量微弱 ( $Au < 1 \times 10^{-9}$ ), 但 Tl 显示异常明显, 可以高出 Au 几倍至几百倍。1992年在葫芦沟金矿区, 在经查定无矿的剖面上准确的指示出了金矿体, 现已经工程验证并发现了金的工业矿体。这足以说明 Tl 在找 Au 中所具有的探深找盲效果。

但不足的是, 这一行之有效的找金方法, 迄今还未得到广泛的应用, 对滇黔桂地区的微细浸染型金矿只个别学者用了此法, 也只限于在已知金矿床上作试验, 没有发挥 Tl 在发现新的金矿(化)体时, 探深找盲的功能。我们最近在杨家湾铊矿点根据地表实测地球化学剖面(15件样品)所获 Tl、Au、Hg、Sb、As 分析结果, 14件(YJ1~14)样品 Tl ( $386 \sim 948$ )  $\times 10^{-6}$ , 平均  $653 \times 10^{-6}$  (0.0653%), 远大于滥木厂汞铊矿石中 Tl 的平均含量(0.011%), 说明存在有工业价值的铊矿体。

在肯定有工业铊矿石存在的同时, 在够工业品位的铊矿石 YJ1~9 中, Au 含量为  $(11 \sim 244) \times 10^{-9}$  (YJ2 和 YJ6 出现两个高达  $244 \times 10^{-9}$  的峰值), 平均为  $76.78 \times 10^{-9}$ , 高于滥木厂矿区金的异常下限值  $70 \times 10^{-9}$ , 与同属赵家坪背斜的紫木凶、赵家枰和三叉河对比, 成矿条件有相似之处, 预测该矿点深部不仅可发现 Tl、Hg 隐伏矿体, 且有发现 Au 的工业矿体的可能性。这一预测目前尚无法用工程验证, 如能与生产单位结合则有可能付诸实施。看来教学科研单位应与生产单位密切配合, 以便科研成果较快地转化为生产力。

## 2 铊及有关的成矿元素的背景值、异常下限、异常分带标志(分级)的确定及其找矿意义

根据滥木厂矿区剖面 XL- I、XL- II 及其外围王家山剖面 and 杨家湾剖面 Tl、Au、Hg、Sb、As 的 101 件样品分析结果, 采用柯尔莫各洛夫正态检验, 剔除离群样品后, 对各元素求得背景值, 以背景值加 2 倍标准差作为各元素的异常下限, 以各元素异常下限的  $a^0$ 、 $a^1$ 、 $a^2$  倍 ( $a = 2$ ) 来进行浓度分带(异常等级分带), 划分外带(I 级)和内带(II 级)(表 1)。据各元素异常等级划分标准在剖面(XL- I、XL- II 上进行圈定, 并与其邻近勘探线剖面进行对比, 可得出以下认识:

表 1 滥木厂矿区找矿元素背景值、异常下限值( $10^{-6}$ )和浓度分带

Table 1 Concentration zonations, the lowest values of anomaly and background in Lanmunchang mine field

元素	背景值	异常下限值	外带(I)	内带(II)
Tl	4.40	14.56	15~30	>30
Au	23.5	70.42	70~140	>140
Hg	6.00	20.77	21~42	>42
Sb	3.25	11.70	12~24	>24
As	66.54	196.27	196~392	>392

(1) Tl 的 I 级异常(外带)边界与断裂蚀变-矿化带边界基本一致; II 级异常(内带)位于断裂蚀变-矿化带的中心部位; 有工业价值的矿体集中分布于带内。

(2) Hg 的 I 级异常(外带)边界略宽于断裂蚀变-矿化带; II 级异常(内带)位于其中心部位, 但较 Tl 的内带稍宽; 有工业价值的矿体在近地表及深部均集中分布于此带内。

(3) As 只出现 I 级异常, 分布于断裂蚀变-矿化带内, 远较 Tl、Hg 窄, 其连续性亦不及之。

(4) Au 只出现 I 级异常, 与 Tl、Hg、As 异常产生重叠, 但连续性较之差。

(5) Sb 亦只出现 I 级异常, 大体与 Tl、Hg 异常重叠, 但远较前二者为窄, 且连续性不好。

由上述异常的分布特征可知:

a. 当 Tl、Hg、As、Sb 同时出现 I 级异常, 即 Tl 为  $(15 \sim 30) \times 10^{-6}$ 、Hg 为  $(21 \sim 42) \times 10^{-6}$ 、As 为  $(196 \sim 392) \times 10^{-6}$ 、Sb 为  $(12 \sim 24) \times 10^{-6}$  时, 可指示铊(汞)矿化区和矿化带的存在。

b. 当  $Tl > 30 \times 10^{-6}$ 、 $Hg > 42 \times 10^{-6}$  出现 II 级异常时, 则指示有工业价值的铊汞矿体存在。

c. 由于 Tl-Hg、Tl-As、Tl-Au 常存在明显的正相关, Tl、Hg、As 往往形成 Au 的头晕。当 Au 异常与 Tl、Hg、As 异常重叠或出现于 Tl、Hg、As 矿(化)体中时可指示其下可能存在有工业价值的 Au 矿(化)体。

总之, 可作为直接找矿标志的各种地球化学指标应从实际资料中统计得出才对指导找矿有实际意义, 且在运用时应注意地区的局限性。

### 3 地质植物法和植物灰分法用于找铊及其有关矿床的尝试

将植物尤其是特征植物用于找矿, 已日益受到重视。植物找矿包括地质植物法和植物灰分法, 国外的例子较多。国内自 50 年代以来, 就不断有人运用这一方法, 如谢学锦等(1952)用海州香薷(铜草)找铜矿, 周德忠、陈代演等(1964)用大叶醉鱼草找汞矿<sup>[7]</sup>, 均收到较好的效果。侯嘉丽等<sup>[6]</sup>根据 Tl 与 Au 的显著相关性, 用植物灰分法通过发现铊的异常来寻找金矿, 作者近年来亦在黔西南若干铊矿床(点)上用地质植物法和植物灰分法对找铊及其有关的矿床作了一些初步尝试。

#### 3.1 大金发藓

大金发藓在滥木厂断裂-蚀变-矿化带普遍发育。经按  $120 \times 60$  m 间距对大金发藓的发育密度(以  $2 \times 2$  m 范围所占面积百分比)进行统计, 将统计结果表示于地质图上, 按 90%、70%、50%、30%、10%、0% 六级圈出等值线, 可看出以下规律:

(1) 大金发藓等值线展布的方向与断裂带、蚀变带、矿化带一致, 其分布范围亦大体与断裂-蚀变-矿化带的范围一致。

(2) 密集度为 90% 以上的分布区与矿化中心和强蚀变带范围一致; 密集度为 30%~70% 的分布区与蚀变带和矿化带一致; 30% 等值线位于断裂-蚀变带边界内侧附近; 10% 的等值线则位于断裂-蚀变带外侧附近。

(3) 在矿区北东角近图边处 50%~70% 的等值线没有圈闭, 这一地段浮土掩盖厚, 结合地质情况, 推知矿化蚀变带亦不应圈闭, 有隐伏于地下继续向北东方向延出图外的可能, 为在矿区进一步向外围和深部找矿提供了依据。

在对矿点分别统计大金发藓密度的同时, 还采集了大金发藓样品 37 件, 经烧成灰(重 10 g 以上)后对 5 个成矿元素进行了定量分析, 其变化范围和平均值分别为: Tl  $(0.11 \sim 0.42) \times 10^{-6}$ , 平均  $0.21 \times 10^{-6}$ ; Hg  $(0.1 \sim 54.3) \times 10^{-6}$ , 平均  $9.7 \times 10^{-6}$ ; As  $(1.4 \sim 30.4) \times 10^{-6}$ , 平均  $9.26 \times 10^{-6}$ ; Sb  $(0.001 \sim 10.4) \times 10^{-6}$ , 平均  $4.21 \times 10^{-6}$ ; Au  $(4 \sim 25) \times 10^{-9}$ , 平均  $12.16 \times 10^{-9}$ 。

由于植物对不同元素具有选择性吸收的特点, 为了正确评价大金发藓的找矿功能, 特引入

对比系数( $CP$ )这一参数:

$$CP = \frac{\text{某植物灰分中某元素的含量}}{\text{某植物生长底质(岩矿石及其风化产物)中某元素含量}}$$

这一比值能反映某植物灰分中某元素含量与其生长底质中某元素含量对比相对富集和贫化的程度: 当  $CP \geq 1.5$  时相对富集,  $CP > 3$  强烈富集,  $0.5 \leq CP \leq 1.5$  二者属同一水平,  $CP < 0.5$  相对贫化,  $CP < 0.1$  时强烈贫化。

滥木厂大金发藓中成矿元素 Tl、Hg、As、Sb、Au 的含量 ( $\times 10^{-6}$ ) 分别为 0.21、9.70、9.62、4.21 和 12.16 (37 个样品平均值), 这些元素在滥木厂矿区的平均丰度(背景值)分别为: 4.40、6.00、66.54、3.25 和 23.50 ( $\times 10^{-6}$ )。

由以上分析可知, Hg 的对比系数(在大金发藓中的含量与背景值的比值)为 1.62, 比其底质中相对富集; 其次为 Sb 为 1.30, Au 为 0.52; Sb 和 Au 与底质中的含量属同一水平; As 和 Tl 对比系数分别为 0.14 和 0.05, 属相对贫化和强烈贫化。大金发藓高度密集带与断裂蚀变带的一致性, 一方面与苔藓植物需要较大的湿度和水分有关, 而断裂带正可提供这样的条件, 但与矿化带的一致性, 则主要是反映了 Hg 的矿化(Hg 的选择性吸收)。由于 Hg 与 Tl 呈正相关, 间接反映了与 Tl 的矿化有关, 并在空间和成因上存在一致性。故在滥木厂矿区外围大金发藓的大量出现可以作为找寻汞矿及与之共生的铊矿的间接标志。

### 3.2 蕨类植物与桦树

对多种植物进行分析证明元素对植物有选择性。在此只举出蕨类植物和桦树的资料。在滥木厂矿区及其外围杨家湾铊矿点取蕨类植物 8 件和桦树 9 件。据分析资料按前述方法计算了对比系数, 蕨类植物灰分平均对比系数  $CP$  按大小顺序依次为: Tl 13.00, Sb 11.52, Hg 6.61, As 4.81, Au 2.43; 桦树灰分平均对比系数  $CP$  依次为: Sb 40.72, As 3.12, Hg 0.46, Au 0.31, Tl 0.06。由两组数据可知: 1) Tl 在蕨类植物中强烈富集, 而在桦树中强烈贫化, 在同一底质上生长的两种植物 Tl 的含量相差 3~4 个数量级, Tl 对不同植物的选择性非常明显。2) 蕨类植物中 Tl、Sb、Hg、As、Au 的对比系数都大于 1.5, 结合已进行过试验的植物来看, 蕨类植物应是在该区发现铊异常、找寻铊矿和金矿的最佳植物。同时用于找寻 Hg、Sb、As 亦较理想。3) 桦树中只有 Sb 和 As 的对比系数大于 1.5, 应是发现 Sb、As 异常和找寻 Sb 和 As 的较佳植物。

### 参 考 文 献

- 1 Massa P J, Ikramuddin M. 美国内华达州科莫矿区含金石英脉及伴生火山岩中的铊. 地质地球化学, 1987, (4): 7~10
- 2 Ikramuddin M. 铊: 矿床的一种潜在指示剂. 地质地球化学, 1985, (5): 6~12.
- 3 Warren H V *et al.* Thallium, a biogeochemical prospecting tool for gold. Journal of Geochemical Exploration, 1986, 26(3): 215~221.
- 4 M. 伊克拉穆丁等. 卡林型金矿床中的铊. 地质地球化学, 1988, (2): 14~16
- 5 潘家永, 张宝贵. 铊——寻找微细浸染型金矿床的指示元素. 矿物学报, 1997, 17(1): 45~49.
- 6 侯嘉丽, 杨密云. 用铊作探途元素寻找金矿. 有色金属矿产与勘察, 1995, 4(4): 223~227.
- 7 周德忠, 陈代演, 王天禄. 大叶醉鱼草作为汞矿指示植物的商榷. 贵州工学院学报, 1964, (2).