

# 粤东北嵩溪银锑矿床中 有机质与成矿关系\*

肖振宇 黄震

(广东有色金属地质勘查局, 广州)

胡凯

翟建平 于辰声 刘庆

(南京大学地球科学系, 南京)

**提 要:** 通过控矿地层和矿床中岩石赋存的有机质研究和对比后指出, 粤东北下侏罗统嵩灵组黑色岩系建造是一套富含生物及有机质的含矿建造。沥青、干酪根和焦沥青是构成围岩与矿化岩石中主要的有机质显微组分。有机质热演化处于高成熟—过成熟阶段。这套黑色岩系控矿围岩中有机碳与银、锑等成矿元素具有较好的正相关关系。黑色岩系含矿建造中的有机碳对形成银、锑矿化起了一定的控制作用。有机质的镜质体反射率测定表明, 嵩溪银锑矿属低温 ( $150\sim 170^{\circ}\text{C}$ ) 浅层热液改造型矿床。有机质热成熟异常区是一种特殊的指示矿化作用的找矿勘查标志。

**关键词:** 银锑矿床 有机质 有机碳 成矿关系 粤东北嵩溪

粤东北嵩溪银锑矿床是我国近年来发现的产于下侏罗统黑色岩系含矿建造的大型矿床。变质程度低和含有丰富的生物有机质是这套含矿建造岩石中的重要特征。本文通过应用有机地球化学方法对控矿围岩和矿床中的有机质进行对比和探讨性研究, 以期从一种新的技术方法和新的视角剖析该矿床的成因机制。

## 1 矿区地质特征

嵩溪银锑矿床产于华南加里东造山带南缘永(定)-梅(县)古生代拗陷带内, 寨岗上中生代断陷火山盆地北缘。区域构造线方向为 NW 向, 由一系列褶皱和断裂构造组成。矿区出露地层仅有侏罗系下统嵩灵组和中统漳平群及第四系。嵩灵组地层由 3 个岩性段组成, 矿区仅见中、上两段。中段主要由灰白—灰黄色石英砂岩、细砂岩及粉砂岩组成, 自下而上粒径减小。上部夹灰黑色页岩和沉凝灰岩, 含层状银锑矿体。上段下部主要为黑色页岩, 夹石英细砂岩、粉砂岩、生物碎屑灰岩、沉凝灰岩和玄武岩等, 是最重要的容矿层位。

矿区位于一开阔背斜构造之转折及两翼, 以北东翼为主。背斜轴向 NW-SE, 向 SE 倾伏, 两翼地层倾角较缓, 一般为  $40^{\circ}\sim 60^{\circ}$ , 由侏罗系下统嵩灵组和中统漳平群组成, 在矿区外围被上侏罗统陆相火山岩不整合覆盖。矿床矿化类型可分为层状、似层状矿化和脉状矿化两种。脉状矿化斜切地层, 常可见石英垂直于脉壁生长成梳状构造<sup>[1]</sup>。

## 2 黑色岩系含矿建造岩石中的有机质特征

(1) 岩石中有机质的产出特征: 表 1 综述了区内控矿地层岩石与矿化岩石中有机质显微

\* 中国有色金属工业总公司和国家教育部博士点基金资助项目

肖振宇, 男, 41 岁, 教授级高工, 从事矿床地球化学研究。邮政编码: 510080

组分及产出特征。从表中可知,沥青、次石墨和干酪根是构成黑色岩系含矿建造岩石中主要的有机质显微组分。

岩石中有机质的显微组分赋存状态有两种类型:一种是以纹层—细分散状分布于碳质页岩和粉砂岩中,集合体多沿岩层的原始层面产出,形成纹层状和网脉状构造特征。这类有机质较好地保存了原生沉积特征,也反映出黑色岩系建造的原始沉积特点。另一种有机质多以辉锑矿、黄铜矿、方铅矿等金属矿物共生。由于热液的改造作用,有机质多演化至次石墨和焦沥青,分布于矿物颗粒之间。部分焦沥青沿岩石裂隙充填形成条带状。这类有机质多分布于含矿地段,受构造地质作用和含矿热液叠加改造作用的影响较大,与银锑矿化关系密切。

表 1 嵩溪银锑矿床控矿围岩与矿化岩石中有机质显微组分及产出特征

| 采样位置                     | 地层层位                      | 岩性组合                  | C <sub>有机</sub> /% | R <sub>0</sub> /% | 显微有机组分     | 有机结构              | 有机质产出特征                                         |
|--------------------------|---------------------------|-----------------------|--------------------|-------------------|------------|-------------------|-------------------------------------------------|
| 钻孔 ZK609 和 ZK1011 (控矿围岩) | 下侏罗统嵩灵组(J <sub>1s</sub> ) | 碳质页岩、粉砂岩、泥质岩、沉凝灰岩、玄武岩 | 0.03 ~ 4.20        | 0.98 ~ 3.90       | 沥青、干酪根、次石墨 | 具各种生物碎屑和藻类残余结构,均一 | 分布均匀,呈纹层—分散星点状分布在岩石的层理或绕矿物边缘分布                  |
| -13m中段 (矿化带)             | 下侏罗统嵩灵组(J <sub>1s</sub> ) | 碳质页岩、粉砂岩、沉凝灰岩、玄武岩     | 0.09 ~ 5.00        | 1.14 ~ 3.15       | 沥青、焦沥青、次石墨 | 无定性,有草莓状黄铁矿       | 多为颗粒状分布,不均匀,沿岩石裂隙或矿物颗粒间的边缘分布或与金属矿物如辉锑矿、黄铜矿等矿物共生 |

(2) 有机碳、银、锑的含量特征及其相关关系:表 2 是矿区控矿围岩和 4 号矿脉 (V<sub>4</sub>) 矿化岩石的 57 个样品有机碳与银、锑分析结果及不同岩石中它们的含量统计分布特征。从

表 2 嵩溪银锑矿床主要岩石中有机碳与银、锑含量分布特征

| 采样位置              | 岩石     | 样品数 | C 有机/%    |      | Ag/10 <sup>-6</sup> |       | Sb/10 <sup>-6</sup> |       |
|-------------------|--------|-----|-----------|------|---------------------|-------|---------------------|-------|
|                   |        |     | 分布范围      | 平均值  | 分布范围                | 平均值   | 分布范围                | 平均值   |
| 钻孔 ZK609 和 ZK1011 | 碳质页岩   | 21  | 0.09~4.20 | 1.02 | 0.04~1.88           | 0.75  | 17.25~70.0          | 40.38 |
|                   | 粉砂岩    | 10  | 0.04~0.33 | 0.14 | 0.04~2.86           | 0.44  | 11.31~74.75         | 30.29 |
|                   | 泥质岩    | 9   | 0.03~0.44 | 0.14 | 0.02~5.94           | 1.06  | 11.81~733.3         | 133.4 |
|                   | 沉凝灰岩   | 2   | 0.03~0.12 | 0.08 | 0.36~1.63           | 1.00  | 23.93~34.25         | 29.09 |
|                   | 玄武岩    | 3   | 0.03~0.05 | 0.04 | 0.05~0.65           | 0.26  | 39.69~94            | 63.73 |
| -13 m 中段          | 矿化碳质页岩 | 12  | 0.09~5.00 | 1.09 | 0.97~1050           | 99.28 | 76.0~359000         | 44686 |

表中数据显示以下特征:① 不同类型岩石中的有机碳含量差别很大,最低的有机碳含量仅为 0.03%,最高的有机碳含量可达 5.0%。② 以黑色碳质页岩中的有机碳含量最高,平均值达 1.02%。有机碳含量由高到低的岩石依次顺序为:碳质页岩 (1.02%) → 粉砂岩 (0.14%) → 泥质岩 (0.14%) → 沉凝灰岩 (0.08%) → 玄武岩 (0.04%)。③ 12 个采自 -13 m 中段受矿化影响的碳质页岩有机碳含量变化大,从 0.09% 至 5.0%,平均值达 1.09%。高出所有其他未受矿化样品的有机碳含量。这个结果表明,有机碳高含量的岩石层位是银锑成矿元素富集或矿化的重要标志层之一。④ 银的含量在围岩中主要分布在  $0.02 \times 10^{-6} \sim 10.0 \times 10^{-6}$  范围内,平均值变化在  $0.26 \times 10^{-6} \sim 1.06 \times 10^{-6}$ ,普遍高出上部地壳同

类岩石的数倍至数十倍<sup>[2]</sup>。矿化区带矿石中银含量最高可达  $1050 \times 10^{-6}$ ；锑的含量在围岩中主要分布在  $11.31 \times 10^{-6} \sim 733.3 \times 10^{-6}$  范围内，平均值变化在  $29.09 \times 10^{-6} \sim 133.4 \times 10^{-6}$ ，也高出上部地壳同类岩石的十几倍至数十倍<sup>[2]</sup>。矿石中锑可达 0.36%。

有意义的是，作者将钻孔 ZK609 岩心中的各种岩石的有机碳和银、锑含量进行对应相关分析，结果见图 1。从图 1 中可以看出有机碳与银、锑的相关关系较好，反映出控矿地层中有机碳富集地段也往往是银锑成矿元素的有利富集层段。

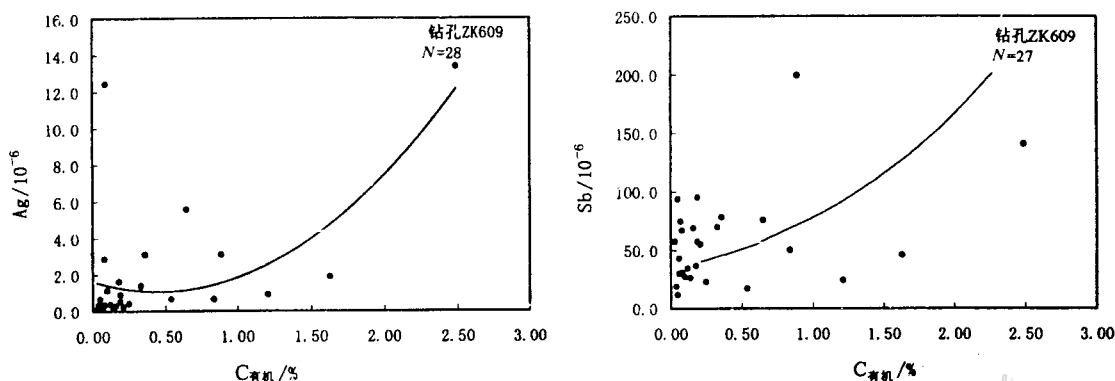


图1 嵩溪银锑矿床控矿地层岩石中有机碳与银、锑含量相关关系

### 3 有机质热演化特征与成矿关系

(1) 有机质饱和烃的气相色谱分布特征：图 2 (图略) 是围岩 (ZK1011-125) 与矿化样品 (SXV<sub>4</sub>-6) 的正构烷烃的气相色谱图。从图中可看出具有一些明显的分布特征：① 样品中均见有一定数量的生物标志化合物，如正构烷烃、姥鲛烷 (Pr)、植烷 (Ph)、降姥鲛烷等。姥鲛烷 (Pr) 的含量明显大于植烷 (Ph)，这反映了样品受后期地质改造作用比较明显；② 饱和烃的碳数分布范围较窄，基本上都在  $C_{16} \sim C_{23}$  之间，主峰多为  $C_{18}$  和  $C_{19}$ 。围岩与矿化样品中有机质饱和烃的气相色谱碳数分布基本相似。围岩样品呈前高单峰型，矿化样品呈弱的双峰型分布特征。饱和烃的气相色谱分布特征显示围岩和矿化的岩石中有机质均以海相浮游生物、藻类等低等生物来源为主；③ 大于  $nC_{20}$  的碳数直链烃组分基本消失。这是生物降解标志和后期地质改造作用的结果<sup>[3]</sup>。一方面表明细菌等微生物参与了成矿作用，另一方面表明有机质经地质改造或矿化作用影响已热演化至高成熟—过成熟阶段。

(2) 有机质的热成熟异常与银锑矿化关系：表 3 是矿区主要岩石镜质体反射率测定结果。由表中数据显示， $R_v^0$  的值在 1.75% ~ 3.20% 之间变化，绝大部分样品的镜质体反射率值在 2.0% 以上。显示矿区内有机质热演化达到高成熟至过成熟演化阶段。由表 3 数据中还显示大部分受矿化作用影响的样品反射率 ( $R_v^0$ ) 值比未受矿化的样品反射率值具有增高趋势。也就是说，矿化作用过程加速了有机质热演化的进程，在矿化区带出现过热异常。由镜质体反射率  $R_v^0$  的古地温推算<sup>[4]</sup>可知，嵩溪银锑矿的成矿温度在 150 ~ 170℃ 之间，属浅成低温热液改造型矿床。

有机质的热成熟度与银锑的成矿关系特征对于我们认识黑色岩系含矿建造中银锑矿的分

表 3 嵩溪银锑矿主要岩石有机质镜质体反射率测定及古地温推算结果

| 采样位置   |          | 样号         | 岩性    | 测点数 | $R_{\max}^0$<br>/% | $R_{\min}^0$<br>/% | $\bar{R}_v^0$<br>/% | $\bar{R}_v^{0\oplus}$<br>/% | 离差   | 矿化特征 | 古地温<br>推算/ $^{\circ}\text{C}$ ② |
|--------|----------|------------|-------|-----|--------------------|--------------------|---------------------|-----------------------------|------|------|---------------------------------|
| 钻孔     | 深度/m     |            |       |     |                    |                    |                     |                             |      |      |                                 |
| ZK609  | 10       | ZK609-10   | 粉砂岩   | 24  | 3.88               | 2.75               | 3.14                | 2.44                        | 0.54 | 不含矿  | 158                             |
|        | 246      | ZK609-246  | 碳质页岩  | 20  | 2.93               | 1.40               | 2.10                | 1.75                        | 0.42 | 不含矿  | 140                             |
|        | 277      | ZK609-277  | 碳质页岩  | 26  | 5.46               | 3.30               | 4.28                | 3.20                        | 0.60 | 黄铁矿化 | 170                             |
|        | 301      | ZK609-301  | 碳质页岩  | 20  | 4.74               | 3.04               | 3.87                | 2.93                        | 0.56 | 黄铁矿化 | 165                             |
|        | 336      | ZK609-336  | 碳质页岩  | 27  | 4.60               | 2.07               | 3.70                | 2.82                        | 0.50 | 黄铁矿化 | 160                             |
| ZK1011 | 90       | ZK1011-90  | 碳质页岩  | 25  | 4.39               | 2.70               | 3.40                | 2.62                        | 0.51 | 辉锑矿化 | 155                             |
|        | 101      | ZK1011-101 | 碳质页岩  | 23  | 4.78               | 2.50               | 3.48                | 2.67                        | 0.57 | 辉锑矿化 | 155                             |
|        | 120      | ZK1011-120 | 碳质页岩  | 11  | 3.12               | 0.95               | 2.47                | 2.00                        | 0.61 | 不含矿  | 150                             |
|        | 125      | ZK1011-125 | 碳质灰岩  | 4   | 4.31               | 2.81               | 3.35                | 2.58                        | 0.67 | 黄铁矿化 | 155                             |
|        | 217      | ZK1011-217 | 深灰色泥岩 | 1   | —                  | —                  | 4.09                | 3.08                        | —    | 不含矿  | 165                             |
|        | 236      | ZK1011-236 | 泥质灰岩  | 31  | 3.78               | 2.32               | 3.02                | 2.36                        | 0.38 | 不含矿  | 152                             |
| 4号矿脉   | -13 m 中段 | SXV4-5     | 碳质页岩  | 22  | 4.42               | 1.19               | 3.55                | 2.72                        | 0.50 | 辉锑矿化 | 160                             |
|        | -13 m 中段 | SXV4-6     | 碳质页岩  | 24  | 4.39               | 3.03               | 3.78                | 2.87                        | 0.37 | 辉锑矿化 | 160                             |

① 换算比结果  $\bar{R}_v^{0\oplus}$  用以下公式算得:  $\bar{R}_v^{0\oplus} = 0.668 \bar{R}_v^0 + 0.346$ ; ② 引自周中毅, 1992

布规律具有重要的指导意义。由于含矿热液的活动可以表现为各种规模及各种强度的热异常, 而岩石中有机质热变质现象比许多无机物的热蚀变作用能更敏感地反映出热液温度效应变化的影响, 因此在热液作用下有机质所具有的特征能更有效的指示热液矿床的形成过程及空间分布范围。这也是这种类型银锑矿矿化的特殊指示标志, 有利于找矿勘探。

## 4 结 论

(1) 粤东北下侏罗统嵩灵组黑色岩系建造是一套富含生物有机质的含矿建造, 低变质和高有机碳含量是这套含矿建造的主要地质特征。

(2) 沥青和干酪根是控矿地层岩石中主要有有机质显微组分, 有机质热演化处于高成熟—过成熟阶段。

(3) 控矿围岩中有机碳与银、锑成矿元素富集或成矿元素具有较好的正相关关系。有机碳高含量的岩石层位是银、锑矿化的重要标志层之一。

(4) 嵩溪银锑矿属低温 (150~170 $^{\circ}\text{C}$ ) 浅层热液改造型矿床。有机质热成熟异常区是一种特殊的指示矿化作用的找矿勘查标志。

## 参 考 文 献

- 肖振宇, 郑庆年, 陈繁荣等. 粤东北嵩溪银锑矿床地质地球化学初步研究. 矿物岩石地球化学通报, 1997, (1): 35~38.
- 刘英俊. 地球化学. 北京: 科学出版社, 1984, 96~100.
- 胡凯, 刘英俊, 王鹤年等. 华南碳质岩系层控金矿的有机地球化学特征和成因. 中国科学 (B 辑), 1995, (10): 1099~1108.
- 周中毅, 潘长春. 沉积盆地古地温测定方法及其应用. 广州: 广东科技出版社, 1992, 11~22.