

# 华南含金建造中的有机碳及其成矿意义\*

胡 凯 翟建平 刘英俊 于辰声

(南京大学地球科学系, 南京大学成矿作用国家重点实验室, 南京)

**提 要:** 对华南赣东北元古界双桥山群、桂东下寒武统水口群和湘东泥盆系等 3 个不同时代的含金建造岩石中有机碳的分析与金含量的相关关系研究后认为: 华南 3 个主要含金建造均是以富含有机碳为显著特征的。有机碳含量总平均值分别是 0.17%、0.89% 和 0.19%。有机碳对含金建造的形成与后期地质改造成矿作用的地球化学环境起了一定的控制作用。

**关键词:** 含金建造 有机碳 成矿作用 华南

作者近年来对我国华南具代表性的赣东北元古界双桥山群、桂东下寒武统水口群和湘东泥盆系等 3 个不同时代含金建造进行了系统的物质组分研究, 发现这 3 个含金建造各类岩石中有机碳含量及分布特征与建造形成的地球化学环境和金矿床的分布有一定的成生联系。本文着重从含金建造岩石中有机碳的丰度和分布规律剖析它在含金建造形成及其成矿中的意义。

## 1 华南含金建造中有机碳的丰度与分布特征

(1) 含金建造中有机碳富集的地质证据: 作者对华南赣东北元古界双桥山群、桂东下寒武统水口群和湘东中泥盆统余田桥组等 3 个主要含金建造进行了野外地质考察和地球化学采样。从野外地层剖面和钻孔岩芯样品可以明显看出, 3 个含金建造的主要岩石中均含有一定数量的有机碳质物, 表现为各主要岩石类型普遍呈深灰色至黑色, 并污手。在赣东北双桥山群的地层剖面中, 局部地段交替出现黑色的碳质板岩夹层, 特别是在一些构造破碎带上, 普遍存在似团块状的石墨层。如金山金矿体附近的构造剪切带上, 可发现有次石墨和石墨晶体。桂东水口群是一套含硫化物和有机质高的碳质、泥质板岩, 粉砂岩和硅质岩组合的黑色岩系建造, 有机碳含量高是这套黑色岩系的主要特点<sup>[1]</sup>。湘东泥盆系以生物屑灰岩为主, 金矿体赋存层位的底部出露一层厚约 8 m 的灰至灰黑色碳质灰岩并夹有数层厚约十几至几十厘米的沥青质, 在局部破碎带地段, 也出露有团块状的石墨层。

(2) 含金建造中有机碳的含量与分布特征: 图 1 和表 1 是华南 3 个主要含金建造地层中各类有机碳含量与分配特征。研究区内各时代含金建造岩石的有机碳的平均含量变化在 0.13%~1.56% 之间。有机碳含量最低的是双桥山群的变质砂岩为 0.09%, 最高的是水口群的碳质板岩, 可达 9.73%。显示出含金建造的形成时代的不同, 沉积环境的差异和后期地质改造作用对有机碳的含量影响。

\* 国家教育部博士学科点专项基金资助项目

胡 凯, 男, 37 岁, 博士, 副教授, 从事矿床地球化学和有机地球化学研究。邮政编码: 210093

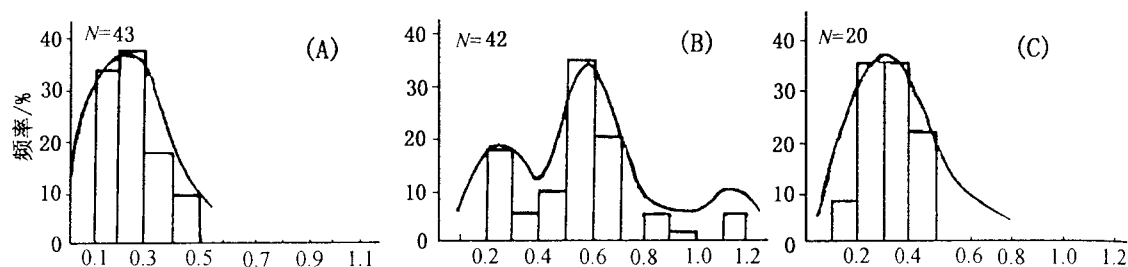


图1 华南含金建造中有机碳直方分布图

A—双桥山群；B—水口群；C—湘东泥盆系地层

表1 华南含金建造中有机碳的含量

| 含金建造 | 分布地区 | 地层年代            | 岩性组合   | 样品数 | 含量变化范围/%  | 平均值/% | 变异系数/% | 总平均值/% |
|------|------|-----------------|--------|-----|-----------|-------|--------|--------|
| 双桥山群 | 赣东北  | Pt <sub>1</sub> | 碳质千枚岩  | 18  | 0.10~0.22 | 0.15  | 43     | 0.17   |
|      |      |                 | 碳质板岩   | 15  | 0.12~0.44 | 0.20  |        |        |
|      |      |                 | 变质砂岩   | 8   | 0.09~0.17 | 0.13  |        |        |
|      |      |                 | 硅质岩    | 2   | 0.16~0.21 | 0.19  |        |        |
| 水口群  | 桂东   | Є <sub>1</sub>  | 碳质板岩   | 14  | 0.37~9.73 | 1.56  | 118    | 0.89   |
|      |      |                 | 泥质板岩   | 7   | 0.23~1.42 | 0.74  |        |        |
|      |      |                 | 碳质粉砂岩  | 16  | 0.18~1.92 | 0.55  |        |        |
|      |      |                 | 硅质岩    | 5   | 0.11~0.78 | 0.30  |        |        |
| 泥盆系  | 湘东   | D <sub>2</sub>  | 泥质灰岩   | 9   | 0.15~0.45 | 0.20  | 2      | 0.19   |
|      |      |                 | 含碳硅化灰岩 | 3   | 0.12~0.35 | 0.19  |        |        |
|      |      |                 | 含碳白云岩  | 3   | 0.15~0.39 | 0.25  |        |        |
|      |      |                 | 粉砂岩    | 5   | 0.12~0.15 | 0.14  |        |        |

研究区内含金建造中岩石的有机碳含量绝大部分在 0.20%~0.50% 范围内变化 (图 1)。不同沉积区岩石中有机碳含量存在较大差别。赣东北双桥山群含金建造中的有机碳含量较低, 总平均值为 0.17%。桂东下寒武统水口群的黑色岩系中的有机碳的丰度最高, 总平均值为 0.89%。而以碳酸岩沉积为主的湘东泥盆系含金建造的有机碳含量总平均值为 0.19%。以我国碎屑岩有机碳含量达 0.5% 和碳酸盐岩有机碳含量达 0.1% 即称为生油岩相比<sup>[2]</sup>, 可以认为华南主要含金建造均为富含有机碳的地质建造。尽管赣东北双桥山群的有机碳含量低于上述标准, 但该套建造由于受区域变质作用影响和经受过漫长的有机质演化作用, 有机碳氧化分解程度大等因素, 可以推断该建造中原始有机质含量也是十分丰富的。

(3) 含金建造中有机碳与金的相关特征: 为进一步研究讨论含金建造中有机碳与金的相关性特征, 作者对华南主要含金建造各类岩性的有机碳与金含量进行了相关性统计分析, 并选择了赣东北双桥山群钻孔 ZK3106 垂直剖面进行金与有机碳含量变化系统研究。分析结果表明有机碳含量高的岩石, 其金的含量也高或有增高的趋势, 两者丰度值在含金建造剖面位置上趋于一致的同步变化特征。

由图 2 中显示, 金与有机碳的变化规律显示出含金建造中金与控矿地层中有机碳有一定的相关关系, 金与有机碳有不十分明显的同步变化规律。对华南 3 个主要含金建造中各类岩石有机碳与金含量的相关统计结果表明<sup>[3]</sup>: 双桥山群含金建造各类岩石 41 个样品中两者的相关系数为 0.53 ( $\alpha=0.05$ ); 下寒武统水口群黑色岩系含金建造中 42 个样品的相关系数为

0.71 ( $\alpha = 0.05$ ), 具显著相关性特征; 湘东泥盆系 16 个样品的相关系数为 0.45 ( $\alpha = 0.05$ ), 相关性较弱。从以上 3 个华南主要含金建造中金与有机碳的相关特征表明, 金与有机碳可能具有同生沉积的内在联系, 并且有机碳在含金建造的同生含金性形成过程中起了一定的控制作用。

## 2 有机碳在金矿形成中的作用

(1) 有机碳在碳质含金建造形成中的作用: 作者依据我国主要含金建造的研究资料<sup>[4]</sup>与上述 3 个华南主要含金建造的沉积-构造环境、岩石组合和元素地球化学特征等对比后认为, 我国华南含金建造是具有以富含有机碳为显著特征的碳质含金建造。这种碳质含金建造中的有机碳对含金建造的形成、成矿元素的富集以及后期地质改造与成矿起着十分重要的作用。

从表 2 中可知, 碳质含金建造的形成与建造中有机碳的来源和有机质的演化有密切的关系。有机碳含量高是碳质含金建造中最明显的判别标志。在野外地质特征上, 碳质含金建造往往出现一层或数层交递出现的高碳岩层。金矿体多赋存在这些富碳质的岩层中, 有机碳与金具有同生成因。有机碳主要来自低等海洋生物或动物的残余体碎片, 有机质碎片通过吸附和凝聚作用富集海水或地下水循环体系中的金, 使金等成矿元素在含金建造中得到初步富集。

(2) 有机碳在层控金矿形成中的地球化学作用: 华南许多层控金矿床(如江西金山, 广西龙水、古袍, 湖南石峡等)的形成是在碳质含金建造形成后经地质改造成矿作用的产物, 它们的形成与分布在区域上受碳质含金建造的控制, 而矿体的产状与延伸方向却与含金建造中富含有机碳的层位有密切的时空关系。

有机碳是岩石中有机质丰度的量化标志。对华南碳质含金建造及其层控金矿床的研究表明, 有机碳在层控金矿形成中的地球化学作用主要包括两个方面: ① 有机碳或有机质在沉积过程中, 通过吸附或凝聚作用对海水或周围流体介质体系中金等成矿元素发生富集作用,

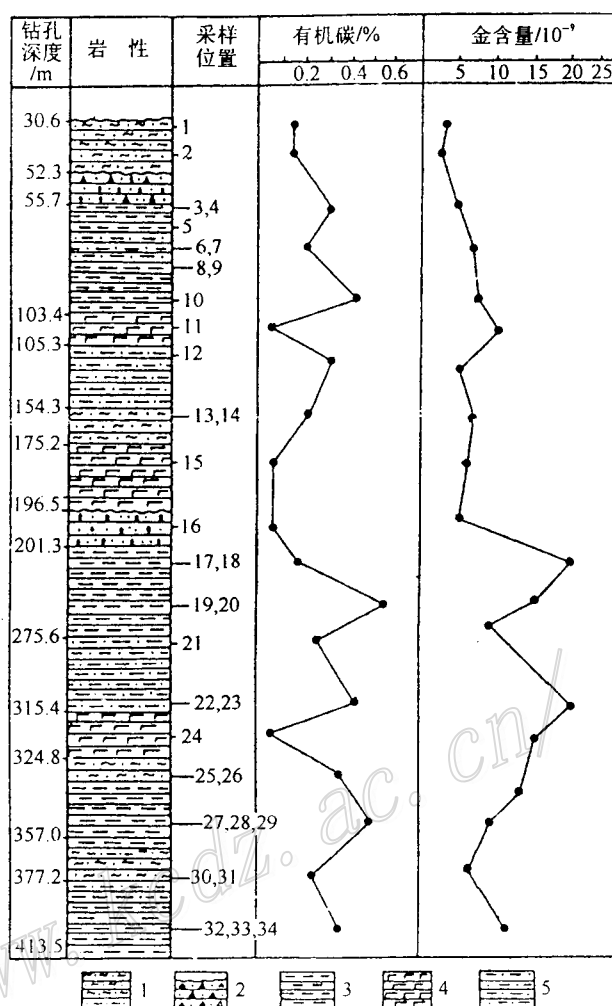


图 2 赣东北双桥山群 ZK3106 钻孔柱状剖面图

1—砂质千枚岩; 2—断层角砾岩; 3—碳质板岩;  
4—安山玄武岩; 5—碳质千枚岩

形成金预富集层。实际上,金是一种亲生物倾向的元素,它往往优先聚集在富含有机质的沉积物中,形成金与有机碳共同富集的层位;②有机碳作为一种还原性物质,可使部分金从水溶液中还原沉淀下来。由于后期地质改造作用,有机质受热分解发生碳氢化合物的脱氢作用所形成的分子氢,使水溶液中和先期富集于有机相中的金得以还原沉淀。有机碳或有机质通过还原作用使金沉淀和富集,同时有机质被氧化和分解,形成石墨化富集层。

表2 华南碳质含金建造与一般含金建造特征对比

| 识别标志    | 一般含金建造                                    | 碳质含金建造                                                                                                 |
|---------|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 沉积相     | 海相、陆相、火山岩相                                | 以海相、泻湖相为主                                                                                              |
| 沉积类型    | ①稳定型陆源碎屑和火山-沉积建造<br>②活动型陆源碎屑和火山-沉积建造      | 以稳定型陆源碎屑和化学沉积建造为特征,如碳酸盐岩和铁硅质建造等                                                                        |
| 岩石组合    | 中基性火山岩和火山碎屑沉积岩,海、陆相碎屑沉积岩以及碳酸盐岩和砂砾石等       | 含碳质千枚岩、板岩、硅质岩、变质砂页岩、碳酸盐岩,岩石颜色深灰至黑色                                                                     |
| 金含量与分布  | 一般高出上部地壳丰度值几倍,也有出现丰度值的“亏损”现象。金含量以多峰和双峰型分布 | 一般高出上部地壳丰度值几倍至十几倍,金含量多具双峰型,也有出现单峰型特征                                                                   |
| 有机碳含量   | 变化大,无确定的临界值                               | 一般大于0.2%,含量变化依据岩石组合类型差别较大,但多高出同类岩石有机碳含量的平均值                                                            |
| 金与有机碳来源 | 金可以和有机碳同来源、同成因,也可以是来自深部地壳,两者无明确关系         | 金与有机碳属同生成因,两者具有正相关性特征                                                                                  |
| 元素组合    | 微量元素组合分布范围广,多以亲铁元素和亲铜元素为主                 | 以亲铁元素为主,与某些元素具很大的亲缘性,如V、Ni、As、Hg、S、Fe <sup>2+</sup> 等,多数建造的岩石中Fe <sup>2+</sup> /Fe <sup>3+</sup> 比值大于1 |
| 分布时代    | 以太古代、元古代为主                                | 以元古代和古生代为主                                                                                             |

### 3 结 论

(1) 华南赣东北元古界双桥山群、桂东下寒武统水口群和湘东中泥盆系等3个不同时代的含金建造均是以富含有机碳为显著特征的含矿建造。有机碳的总平均值分别是0.17%、0.89%和0.19%。

(2) 华南含金建造中有机碳与金具有同生沉积的特征,有机碳对含金建造的形成与后期地质改造成矿作用的地球化学环境起了一定的控制作用。

(3) 有机碳或有机质通过吸附、凝聚作用方式对海水或周围流体介质中的金发生预富集。在后期地质改造成矿过程中,有机碳以还原作用方式使金沉淀和再富集形成金矿体并形成与石墨共同富集的层位。

### 参 考 文 献

- 1 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.
- 2 胡 凯. 金矿中的有机质及其有机成矿作用. 中国矿物岩石地球化学通报. 1998, (2): 71~76.
- 3 胡 凯等. 华南若干重要含金建造及其金矿床的有机地球化学. 南京大学学报(地球科学), 1993, (1): 49~57.
- 4 刘英俊,马东升. 华南含金建造的地球化学特征. 地质找矿论丛. 1987, (4): 1~14.