

# 浅论扬子西南缘卡林型金矿成矿物质来源及有机质在成矿过程中的作用

任涛<sup>1,2</sup>, 张兴春<sup>1</sup>, 王守旭<sup>1,2</sup>, 冷成彪<sup>1,2</sup>

(1. 中国科学院地球化学研究所 矿床地球化学国家重点实验室, 贵阳 550002;

2. 中国科学院研究生院, 北京 100039)

**摘要:** 在前人研究的基础上,对扬子西缘卡林型金矿采用稳定同位素和生物化学试验方法,分析赋金地层中有机质的种类、性质和有机质与金矿的关系,讨论有机质在金元素富集、迁移、成矿过程中的作用。认为赋金地层与后期岩浆热液发生广泛的交换作用,萃取出成矿物质形成成矿流体,这种富含成矿物质的热液流体在一定的条件下富集成矿。

**关键词:** 卡林型金矿;有机质;同位素;扬子西南缘

**中图分类号:** P611;P618.51 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2008)04-0287-05

## 0 引言

扬子西南缘金矿成矿区的成矿时代主要是燕山晚期—喜山早期<sup>[1-4]</sup>,与燕山期岩浆活动有关,根据稳定同位素研究发现成矿物质主要来源于富含有机质的沉积地层,地层中金的含量与有机质的含量成正相关;同时发现二叠纪峨眉山玄武岩含金较高,在本区具有矿源层的作用<sup>[5]</sup>。通过综合研究后得出扬子地块西南缘卡林型金矿床的成因类型属沉积改造型金矿床,成矿物质来自特定沉积环境中形成的含金建造。

## 1 卡林型金矿与有机质

所谓的卡林型金矿,一个重要的特征就是含碳量很高<sup>[6]</sup>。在现代沉积物中金的含量略高于长英质、镁铁质和超镁铁质岩石,含量最高的是黑海贝壳石灰岩,金与有机质具有普遍的正相关关系。前人在研究我国滇黔贵、陕甘川地区及美国内华达州的

卡林型金矿时发现在矿石和储矿地层中含有大量的有机质。苏文超(2002)<sup>[7]</sup>在扬子地块西南缘卡林型金矿床成矿流体研究中用激光拉曼分析得出黔西南卡林型金矿包裹体中含有有机成分。庄汉平等(1998)<sup>[8]</sup>在研究黔西南卡林型金矿床时指出矿体中存在明显的碳和沥青质污染。张志坚等(1999)<sup>[9]</sup>研究发现黔西南卡林型金矿原生包裹体中发现大量有机包裹体,通过对包裹体激光拉曼光谱分析发现了较多的C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, -CH<sub>3</sub>及C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>原子团,通过对金矿石抽提物的色-质谱分析(GC-MS)发现了大量的有机质分子,主要为三萜烷、藿烷、莫烷及胆甾烷类。肖建新等<sup>[10]</sup>对桂西北卡林型金矿的矿体与围岩的有机含量测定对比研究,结果表明矿体有机质的平均值高于围岩1倍,且 $w(\text{Au})$ 随着 $w(\text{C}_{\text{有机}})$ 的增加而增加。其中凤山金牙矿区Au与有机质的相关性最为明显(图1)。

从前人的研究成果(表1)可以看出,扬子西南缘卡林型金矿中含有大量高成熟度有机质。有机质与扬子西南缘卡林型金矿的形成具有密切的关系,有机质对矿源层和含金热液流体的形成、金矿沉淀有重要影响。

收稿日期: 2007-11-13

作者简介: 任涛(1982-),男,陕西淳化人,硕士研究生,从事矿床地球化学研究。E-mail: rtao1982@126.com

通讯作者: 张兴春,男,博士,矿床地质与地球化学专业。通信地址:贵州省贵阳市观水路46号中国科学院地球化学研究所,邮政编码: 550002, E-mail: zhangxingchun@vip.gyig.ac.cn

表1 扬子西南缘卡林型金矿矿石中有机质的质量分数

Table 1 Content of organic carbon of ore from the Carlin type gold deposits in the southwestern Yangtze Craton

矿床	赋矿层位	储矿层岩性	$w(C_{\text{有机}})/\%$	资料来源
丹寨汞金矿床	E-O	碳酸盐岩	0.06~0.97	陈庆年(1986)
紫木函金矿	T	粉屑泥晶灰岩	0.12~0.83	林青(1989)
丫他金矿	T	碳质粉砂岩	0.35~1.00	林青(1989)
板其金矿	T	泥土岩	0.14~0.36	林青(1989)
高龙金矿	T	泥质粉砂岩	0.21~0.28	谭运龙(1997)
烂泥沟金矿	T	灰黑色含碳质粉砂岩	0.25~1.96	李九玲等(1996)
金牙金矿	T	粉砂质及粘土质岩石	0.11~0.34	李九玲等(1996)
戈塘金矿	P	碳质泥岩、碳质泥质粉砂岩	0.05~22.92	庄汉平等(2000)

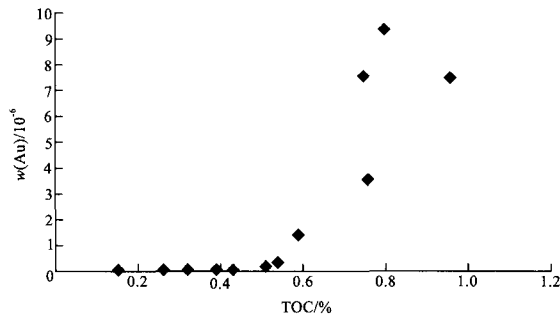


图1 金与总有机碳含量的关系

Fig. 1 Gold vs total organic carbon content plot

## 2 与金矿成矿有关的有机质的类型和特点

与金矿床有成因联系的有机质包括生物体繁衍、死亡、分解至沉积成岩过程中产生的一切有机质和有机体<sup>[15]</sup>,在研究金矿时关注的有机质通常是腐殖酸、氨基酸、羧酸、石油、沥青、干酪根和细菌,其中真正起作用的是含有 O, N, S 配位体或基性集团以及这些物质所表现出来的还原性。在金矿成矿作用过程中,这些有机质在不同的方面起作用,有机质将参与金矿成矿物质的初步富集、活化、运移、沉淀等<sup>[16]</sup>。所以其具有以下特殊性质:①分子中含有 O, N, S 等杂原子团,或含有一 COOH, -OH, -NH<sub>2</sub>, -HS, -OCH<sub>3</sub> 等极性基团;②在低温下能与过渡金属元素形成稳定的配合物;③在温度 100~190℃时开始分解(利于释放金元素);④有机化合物、有机结合体或生物体本身就具有还原性;⑤具有特殊的性质,如强的极性、吸附型、胶体负电性、密度小、易挥发等<sup>[17,18]</sup>。

## 3 成矿物质来源

前人对扬子西南缘卡林型金矿的成矿物质来源做了大量研究,一部分研究人员认为成矿物质来源于沉积地层<sup>[8,19,20]</sup>,另一部分研究者则主张成矿物质既有壳源物质又有幔源物质,即壳幔物质混合作用<sup>[21,22]</sup>。本文作者经过研究认为成矿物质主要来源于沉积地层和二叠纪玄武岩,后期岩浆热液与沉积围岩发生广泛交换反应,从围岩中淋滤出成矿物质,最后在合适的环境下富集成矿。总之扬子地块西南缘卡林型金矿床的成因类型属沉积改造型金矿床,成矿物质主要来自特定沉积环境中形成的含金建造。

### 3.1 成矿物质的沉积来源

根据岩性、岩石组合,形成时代及沉积环境等特征,将扬子地块西南缘卡林型金矿床的含金建造分为 4 类:①半深海—深海沉积环境形成的中三叠统许满组;②浅海沉积环境形成的下三叠统夜郎组;③滨岸湖坪—滨海湖坪环境形成的上二叠统龙潭组火山陆源碎屑岩型含金建造;④由灰白色、黄褐色、杂色粘土化玄武质火山角砾岩、玄武质凝灰岩、角砾状粘土岩等组成的大厂层<sup>[5,13]</sup>。由于沉积环境的海水深度、温度、酸碱度和氧逸度等存在差异,使含金建造的原始有机母质类型不同,其富集金的能力不同。

对我国扬子西南缘卡林型金矿的稳定同位素研究显示(图 2)<sup>[7,23-25]</sup>石英矿物的  $\delta(^{18}\text{O})$  主要分布在 +11.3~+26.1,与石英平衡时水的  $\delta(^{18}\text{O})$  主要在  $-0.4 \times 10^{-3} \sim +14.6 \times 10^{-3}$  范围内变化,高于该区的大气降水范围( $-8.7 \times 10^{-3} \sim 14 \times 10^{-3}$ ),而石英流体包裹体中水的  $\delta(\text{D}) = -51.1 \times 10^{-3} \sim -104.3$

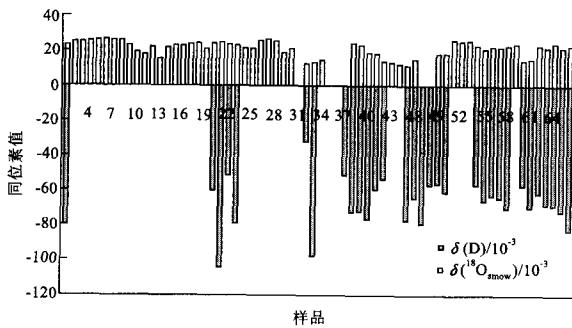


图 2 扬子西南缘主要卡林型金矿的氢氧同位素 (数据来源: zhang<sup>[24]</sup>, 苏文超<sup>[7]</sup>等)

Fig. 2 H, O isotope analysis for major Carlin type gold deposits in the southwestern Yangtze Craton

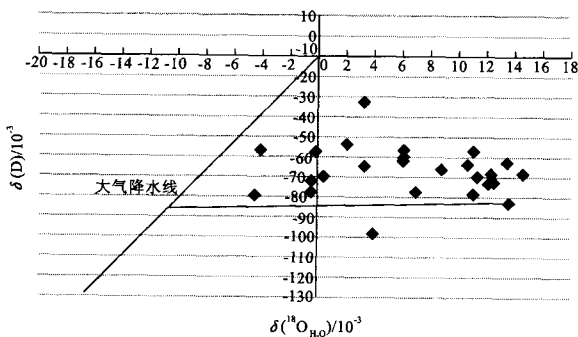


图 3 大气降水和沉积岩氧同位素交换

Fig. 3 Isotope exchange of meteoritic water with sedimentary rocks

$\times 10^{-3}$ , 与该区大气降水 ( $-88.6 \times 10^{-3} \sim 103.2 \times 10^{-3}$ ) 相当(图 3)。

从图 3 可以发现, 滇黔桂卡林型金矿的成矿流体主要来源于大气降水, 并与沉积型围岩 ( $\delta(^{18}\text{O}) = +5 \times 10^{-3} \sim +25 \times 10^{-3}$ ) 发生了广泛的交换作用,  $\delta(^{18}\text{O})$  发生正漂移。

扬子西南缘金矿中黄铁矿的  $\delta(^{34}\text{S})$  一般为正值。金矿床中热液期硫化物的  $\delta(^{34}\text{S})$  值明显继承了地层中沉积的硫同位素组成特点, 即热液成矿期硫化物和成岩期黄铁矿的硫为同一沉积硫源(图 4)<sup>[20]</sup>。成岩期、成矿期、成矿晚期的  $\delta(^{34}\text{S})$  有很好的一致性(戈塘金矿数值有一些偏差)。成矿热液期黄铁矿与赋矿地层沉积成因黄铁矿的  $\delta(^{34}\text{S})$  值相当, 说明成矿物质主要来自于沉积地层。

### 3.2 成矿物质的其他来源

本区主要的火成岩有中元古代中期的枕状玄武岩流、二叠纪的峨眉山玄武岩<sup>[26,27]</sup>、中三叠纪—早第三纪陆内碰撞造山及其伸展作用形成的偏碱性超

基性岩和同期花岗岩<sup>[28]</sup>。对低温矿床成矿有重要影响的主要是晚二叠世早期峨眉山玄武岩的喷发, 与峨眉山地幔柱有关。同时在研究扬子西南缘卡林型金矿时, 在不同成矿阶段石英流体包裹体中有较高的 Co, Ni, Cu, Pb, Zn<sup>[7]</sup>, 与由流体浸取洋底玄武岩而形成的现代洋中脊热液的成分类似<sup>[29]</sup>, 也说明该区卡林型金矿的成矿物质有基性—超基性岩来源。这些基性—超基性岩在本区有形成矿源层的作用<sup>[30]</sup>, 但并不是直接成矿。虽然研究区赋矿层位主要为三叠系, 但成矿物质来源并不一定只限于三叠系, 而可能是多层位来源<sup>[31]</sup>, 可能主要源于深部沉积地层, 已经发现流体包裹体 Rb/Sr 等时线年龄为 ( $259 \pm 27$ ) Ma 的古流体<sup>[32]</sup>。

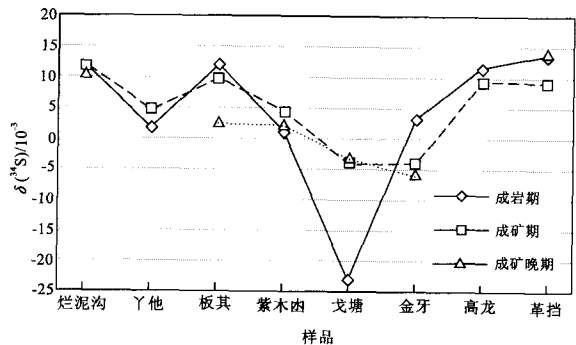


图 4 扬子西南缘主要金矿的硫同位素分析 (据 zhang<sup>[24]</sup>, 苏文超<sup>[7]</sup>等)

Fig. 4 S isotope analysis for major Carlin type gold deposits in the southwestern Yangtze Craton

## 4 有机质在金矿成矿中的作用

### 4.1 有机质富集成矿元素促使矿源层的形成

1998 年胡受奚等<sup>[33]</sup>用蓝藻和藻粉研究有机质对金的富集能力。实验得出, 蓝藻对金有极强的富集能力, 富集系数为 5 500~85 220, 即使在海水中蓝藻对金的富集系数也达 5 500 以上。而且海洋中生物生产量巨大, 特别是在浅海地区。扬子西南缘在泥盆纪—早二叠世属被动大陆边缘裂陷盆地, 沉积物以浅水碳酸盐为主, 晚二叠世至早三叠世转化为被动大陆边缘裂谷盆地, 深水碳酸盐和细碎屑沉积占主导地位, 中、晚三叠世, 受特提斯构造域活动的影响转化为周缘前陆盆地, 沉积了巨厚的复理石建造<sup>[34]</sup>。

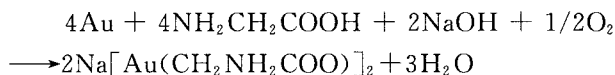
莫斯科《情报所新闻》(1969)指出: 霉菌菌能从

溶液里提取金,活的真菌在15~20小时内可以把溶液中98%的金提取出来<sup>[6]</sup>。李兆麟等(1995)研究草酸对沉积地层中金属的淋滤实验,结果显示草酸对金属有极强的淋滤能力,并与温度有关,在150℃时草酸对金属有最高的淋滤效率。这也同时说明在中低温下有机质对金属的淋滤效率高。在高温下有机质的分解对金属的淋滤能力下降<sup>[35]</sup>,当温度>200℃时,金从有机流体转移到成矿流体中。

#### 4.2 成矿物质的活化及运移

##### 4.2.1 有机质参与下的成矿物质的配合作用

研究表明,含有机质的热液流体对金的溶解度将大大提高<sup>[36,37]</sup>,这主要与生物体在生活、分解过程中所产生的氨基酸有关,特别是天冬氨酸、丝氨酸、组氨酸和谷氨酸与金配合,生成阴离子配合物<sup>[38]</sup>。如:氨基酸的溶金反应:



##### 4.2.2 有机质参与下的成矿物质的吸附作用

有机质对金的吸附可以通过很多种途径:①微生物通过胞外多糖、蛋白质和核酸等吸附可溶性金<sup>[15]</sup>;②腐殖酸不仅可以和金、铅、锌发生强烈的配合作用,而且可以大量吸附游离态的金、铅、锌离子<sup>[39]</sup>。古老沉积岩中的高演化干酪具有类似于活性炭的性质,可能会发生更广泛的吸附作用<sup>[40]</sup>。

##### 4.2.3 阳离子交换

这种作用可能在腐殖酸的沉积物中存在,沉积物孔隙中的过渡金属元素不断与腐殖酸吸附的 $\text{K}^+$ , $\text{Na}^+$ , $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{Mg}^{2+}$ 等离子交换而在有机质中富集<sup>[15]</sup>。

有机质正是靠与金形成高稳定的配合物、靠腐殖酸的吸附作用使金属活化,并在一定的应力场(构造应力场、热压力场)的作用下发生转移。

## 5 有机质参与下的成矿物质沉淀

### 5.1 有机质的受热分解

由于埋深作用或岩浆侵入使地温梯度升高,有机质受热分解,它所携带的金属元素被释放出来进入热液流体,形成成矿流体;同时烃类受热分解还会产生大量的 $\text{CH}_4$ , $\text{H}_2\text{S}$ , $\text{CO}_2$ 和沥青。 $\text{H}_2\text{S}$ 和 $\text{CO}_2$ 进入水体极大地改变了水相性质,为金属元素释放转入水相进行第二次迁移、在适当的条件下沉淀成矿创造条件<sup>[41]</sup>。

### 5.2 有机质的还原作用

有机质在低温条件下可以还原硫酸盐形成 $\text{S}^{2-}$ ,如: $2\text{CH}_2\text{O} + \text{SO}_4^{2-} \longrightarrow \text{H}_2\text{S} + 2\text{HCO}_3^-$ 生成的 $\text{S}^{2-}$ 直接与金属阳离子反应形成沉淀<sup>[42-44]</sup>。

## 6 讨论与结论

有机质在高度熟化以后有机碳含量降低到原来的10%左右<sup>[45]</sup>,根据目前测得的数据推断出扬子西南缘有机质在沉积初期占沉积物总量的1%以上,有的甚至可以达到10%~30%,高含量有机质在金矿成矿作用过程中无疑起了很重要的作用,它直接参与了成矿元素的初富集、成矿物质的活化、运移,间接地参与了成矿物质的二次运移、成矿物质的沉淀及最终成矿。

有机质在金矿成矿过程中起到了初步富集即矿源层的作用,它为后期热液成矿提供了成矿物质。所以卡林型金矿在形成过程中有两种流体先后存在,第一种流体是含有大量有机质的有机流体,这种流体含有成矿元素,成矿元素是以吸附态、配合物、螯合物等形式存在,它随有机流体迁移,迁移动力主要来自构造作用力。第二种流体是含有大量成矿物质的热液流体,它在热压力作用下运移,在一定的物理化学转化带沉积成矿。

通过以上分析我们可以得出这样的结论:卡林型金矿的形成确实有一个富含有机质的矿源层的存在,有机质对成矿物质的初富集起到了非常重要的作用。

### 参考文献:

- [1] 中国科学院黄金科技工作领导小组办公室. 中国金矿研究新进展(第一卷,下篇)[M]. 北京:地震出版社,1994:295.
- [2] 胡瑞忠,苏文超,毕献武. 滇黔桂三角区微细浸染型金矿成矿热液的一种可能性的演化途径:年代学证据[J]. 矿物学报,1995,15(2):144-149.
- [3] 张峰. 黔西南微细浸染型金矿裂变径迹成矿时代研究[J]. 科学通报,1992,37(17):1593-1595.
- [4] 苏文超,杨科佑,胡瑞忠,等. 中国西南部卡林型金矿流体包裹体年代学研究——以烂泥沟大型卡林型金矿为例[J]. 矿物学报,1998,18(3):359-362.
- [5] 沈阳地质矿产研究所. 中国金矿主要类型区域成矿条件文集

- (黔西南地区)[M]. 北京:地质出版社,1989:1-15.
- [6] 涂光炽,霍明远. 金的经济地质学[M]. 北京:科学出版社,1991:43-56.
- [7] 苏文超. 扬子地块西南缘卡林型金矿成矿流体地球化学(博士论文)[D]. 贵阳:中国科学院地质化学研究所,2002:1-95.
- [8] 庄汉平,卢家烂,傅家谟,等. 黔西南两种成因类型的卡林型金矿床[J]. 科学通报,1998,43(9):977-982.
- [9] 张志坚,张文淮. 黔西南卡林型金矿成矿流体性质及其与矿化的关系[J]. 地球科学,1999,24(1):74-78.
- [10] 肖建新,杨建民,林杨松,等. 微细浸染型金矿床矿体与围岩对比研究[J]. 黄金地质,2002,8(3):47-52.
- [11] 陈庆年,贾蓉芬,刘德汉. 中国科学院地球化学研究所有机地球化学开放研究实验室研究年报[M]. 贵阳:贵州人民出版社,1986:145-158.
- [12] 林清. 黔西南金矿床地球化学和有机地球化学研究[D]. 贵阳:中国科学院地球化学研究所,1993:1-87.
- [13] 谭运金,韦龙明. 扬子地块西北缘及西南缘卡林型金矿的有机质地球化学[J]. 矿床地质,1997,16(2):130-138.
- [14] 李九玲,元锋,徐庆生. 微细浸染型(卡林型)金矿成矿过程中碳和有机质的作用[J]. 矿床地质,1996,15(3):193-206.
- [15] 张本仁,傅家谟. 地球化学进展[M]. 北京:科学出版社,2005:424-434.
- [16] 包志伟,赵振华. 有机质在卡林型金矿成矿过程中的作用[J]. 地质科技情报,2000,19(2):45-50.
- [17] 卢家烂,袁自强. 有机络合物稳定性的试验研究[J]. 地球化学,1986,(1):66-67.
- [18] 胡明安. 低温成矿系列中生物有机质的矿床学意义[J]. 地球科学,2000,25(4):375-379.
- [19] 单卫国,钟维敷,宋懿红,等. 黑色岩系成矿作用及相关金属矿床找矿[J]. 云南地质,2004,23(2):125-139.
- [20] 潘彤,孙丰月,邵军,等. 美国与中国西部卡林型金矿的对比[J]. 地质与资源,2003,12(4):248-252.
- [21] 刘显凡,苏文超,朱赖民. 滇黔桂微细浸染型金矿深源流体成矿机理探讨[J]. 地质与勘探,1998,35(1):14-19.
- [22] 朱赖民,刘显凡. 滇-黔-桂微细浸染型金矿床时空分布与成矿流体来源研究[J]. 地质科学,1998,33(4):464-474.
- [23] 李存有. 高龙金矿同位素地球化学特征及其地质意义[J]. 贵金属地质,1994,3(2):123-130.
- [24] Zhang X C. The geology and hydrothermal evolution of sediment-hosted gold deposit in southwestern guizhou province, PRC[D]. University of London and diploma of imperial college of science, technology and medicine. 1997:192-222.
- [25] 尹福光,万方,唐文清. 黔西南微细粒金矿的油气成藏模式[J]. 沉积与特提斯地质,2000,20(3):1-8.
- [26] 张旗,钱青,王焰,等. 扬子地块西南缘晚古生代基性岩浆岩的性质与古特提斯洋的演化[J]. 岩石学报,1999,15(4):576-583.
- [27] 钟自云,柳淮之,姚明. 右江裂谷带早三叠世玄武岩的特征[J]. 桂林冶金地质学院学报,1989,9(1):45-55.
- [28] 吴根耀,马力,钟大赉,等. 滇桂交界区印支期增生弧型造山带:兼论与造山作用耦合的盆地演化[J]. 石油实验地质,2001,23(1):8-18.
- [29] 卢焕章. 成矿流体[M]. 北京:科技出版社,1997:122-139.
- [30] 谢卓熙. 广西田林高龙金矿地质特征及成因[J]. 黄金科学技术,2000,8(5):28-36.
- [31] 赵会庆. 中国卡林型金矿成矿构造环境及热液特征[J]. 地质找矿论丛,1999,14(3):34-41.
- [32] 王国田. 桂西北地区三条铷-锶等时线年龄[J]. 广西地质,1992,5(1):29-35.
- [33] 胡受奚,王鹤年,王德滋,等. 中国东部金矿地质学及地球化学[M]. 北京:科学出版社,1998:266.
- [34] 韩至钧,盛学庸. 黔西南金矿及其成矿模式[J]. 贵州地质,1996,13(2):146-153.
- [35] 李兆麟,郭洪中,王玉荣. 草酸对沉积地层中 Fe, Cu, Pb, Zn 元素的淋滤实验研究[J]. 地球化学,1995,24(Sup.):177-182.
- [36] 刘金钟,傅家谟,卢家烂. 含有机质热水溶液对金、铜、汞相互作用的实验研究[J]. 现代地质,1992,6(3):309-316.
- [37] 刘金钟,傅家谟,卢家烂. 有机质在沉积改造型金矿成矿中作用的实验研究[J]. 中国科学(B辑),1993,23(9):993-1001.
- [38] 吴健,戴桂馥. 微生物参与下的自然界金的循环[J]. 地质地球化学,1995,(1):15-24.
- [39] 庄汉平,卢家烂. 与有机质有成因联系的金属矿床[J]. 地质地球化学,1996,(4):6-11.
- [40] 涂光炽. 低温地球化学[M]. 北京:科学出版社,1998:139-153.
- [41] 殷鸿福,谢树成,周修高. 微生物成矿作用研究的新进展和新动向[J]. 地学前缘,1994,1(3-4):148-156.
- [42] 刘文均,郑荣才. 硫酸盐热化学还原反应与花垣铅锌矿床[J]. 中国科学(B辑). 2000,30(5):456-464.
- [43] 冉崇英,庄汉平. 楚雄盆地铜、盐、有机质组合矿床地球化学[M]. 北京:科学出版社,1998.
- [44] 卢家烂,傅家谟. 沉积改造矿床中的若干有机地球化学问题[J]. 沉积学报,1991,(Sup.):171-177.
- [45] Mossman D J, Lafaye F G, Jackson S E. Black shales, organic matter, ore genesis and hydrocarbon generation in the Paleoproterozoic Franceville Series, Gabon[J]. Precambrian Res,2005,137:253-272.

## A TENTATIVE STUDY OF THE MATTER SOURCE AND THE ROLE OF ORGANIC MATTER IN METALLOGENY OF CARLIN-TYPE GOLD DEPOSITS IN SOUTHWESTERN YANGTZE CRATON, SOUTHWESTERN CHINA

(下转第319页)

东地质, 1996, (4): 7-17.

北京: 地质出版社, 2004.

[6] 胡受奚, 叶瑛, 方长泉. 交代蚀变岩岩石学及其找矿意义[M].

## GEOLOGICAL CHARACTERISTICS AND PRELIMINARY GENETIC DISCUSSION OF "GUANGDONG GREEN" JADE

GUO Qing-hong<sup>1,2</sup>, ZHOU Yong-zhang<sup>1</sup>, CAO Shu-min<sup>2</sup>, XU Zhi<sup>2</sup>, ZHANG Yu<sup>2</sup>

(1. *The research Center of Earth Environment and Resources of Zhongshan University, Guangzhou 510275, China*; 2. *The Guangdong Provincial Material Experiment and Test Center, Guangzhou 510080, China*)

**Abstract:** The "Guangdong green" jade deposit is situated in Wuzhishan area, Ningxian county, Guangdong Province. It occurs in granodioritic porphyre and granitic porphyre and the spatial distribution of the jade veins are controlled by lithology. The raw jade is in multi-colors with scaly blastic and massive textures under microscope. Wallrock alteration is developed and characterized by zoning as sericitization, kaolinization and pyritization. Mineral study shows that the "Guangdong green" jade is a special micaceous jade mainly consisting of sericite and hydro-muscovite. The whole rock geochemical characteristic is coincided with the chemical composition of mica. The metallogenic analysis indicates that the jade formation condition includes late magmatic dykes, shearing faulting and acidic medium-low hydrothermal activity. The "Guangdong green" jade is a special sericite greisenized product and it is formed by granitic rock that was exposed to late magmatic epi-meso-hydrothermal alteration and strong hydration.

**Key Words:** "Guangdong green"; jade; sericite; replacement; Guangdong province



(上接第 291 页)

REN Tao<sup>1,2</sup>, ZHANG Xing-chun<sup>1</sup>, WANG Shou-xu<sup>1,2</sup>, LENG Cheng-biao<sup>1,2</sup>

(1. *State Key Laboratory of Ore Deposit Geochemistry, Institute of Geochemistry, CAS, Guiyang 550002, China*; 2. *Graduate University of Chinese Academy of Science, Beijing 100039, China*)

**Abstract:** Since 1970s, Carlin-type gold deposits have been discovered in the southwestern Yangtze Craton in China. Many predecessors made researches on the ore-forming materials and metallogeny. On basis of the researches this paper applies stable isotope and biochemistry and combines the analysis of the types and nature of organic matter in the ore-bearing strata and studies on the relation between organic matter and gold deposits to discuss the role of organic matter in accumulation and transportation for the gold. A wide-ranging exchange occurred between the ore-bearing strata and the late magmatic hydrothermal fluid with gold-minerals extracted to form Carlin-type gold deposits under certain conditions.

**Key Words:** Carlin-type gold deposit; organic matter; stable isotope; the southwestern Yangtze Craton