

“江南古陆”中段湖南地区金矿床成矿模式研究

匡文龙 刘继顺 朱自强 高珍权
(中南大学资源环境建筑工程学院)

【摘要】 “江南古陆”又称“江南古岛弧”，它是我国南方一条重要的金成矿带，其内发育有一系列似层状的金矿床，有关其成因长期以来一直被认为属于晚元古代的层控矿床。笔者通过对“江南古陆”金矿成矿带上新近发现的万古金矿床和邻近的其它金矿床进行对比性研究，提出了对“江南古陆”中段湖南地区金矿床成矿模式的有关认识，认为元古宙浅变质岩系作为金矿赋存层位，在成矿作用过程中提供了一定的物源，但主要成矿作用发生在燕山期。

关键词 江南古陆 成矿带 金矿床 成矿模式
中图分类号 P618.51 **文献标识码**: A

1 概述

在“江南古陆”成矿带中金矿床的储量虽不十分巨大，但却分布广泛，数量众多，而且多以金-钨-锑、金-锑、金-砷-锑矿化组合为特征，特别是金矿床在空间上与花岗岩体关系不十分明显，因而其成因尚有争议。在“江南古陆”中段的湖南境内有一大批金矿床产出，如东有黄金洞、万古、万源洞、七宝山；西有沃溪、铲子坪、溁滨、银马洞等（图 1），由于这些矿床不仅产于同一构造单元，而且均以构造蚀

变岩型或石英脉型为特征，还伴有锑、钨金属，故刘英俊等（1989, 1993）将这些矿床论证为晚元古代层控矿床。

“江南古陆”上的湘西北，是湖南省最大的金矿床聚集区；而湘东北地区，除七宝山伴生金矿床外，在 20 世纪 90 年代之前仅有黄金洞一处独立金矿，万古金矿床的发现和探明，是湘东北地区地质找矿工作的重要突破。综合研究这些已知矿床的成矿作用过程，对于探讨“江南古陆”这一重要成矿带内的金矿床成因和成矿模式，是具有典型意义的。

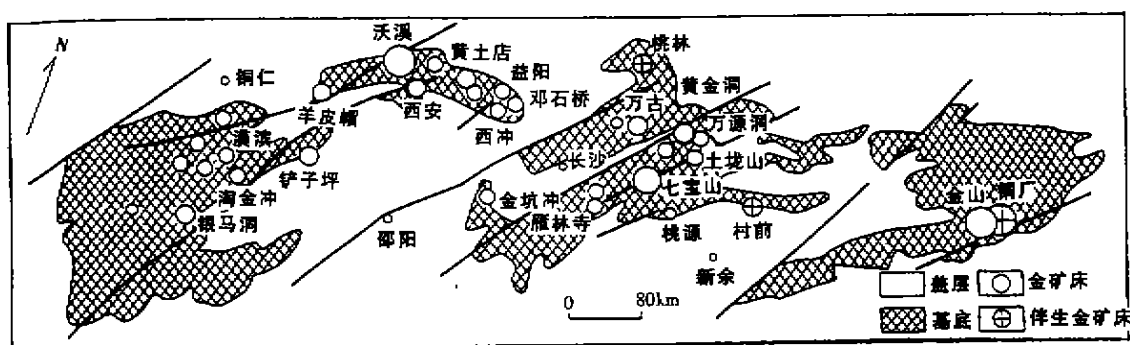


图 1 “江南古陆”中段湖南地区金矿床分布略图

2 深部构造与金矿床分布

由湖南省莫霍面深度图（图 2）可以看出，洞庭湖区为全省地壳最薄区，厚度小于 30km，湘东北斜坡带地壳厚度小于 32.5km，湘西北陡坡带地壳厚度

小于 35.5km。通常斜坡带、陡坡带是地壳厚度的变化带，反映存在着地层断裂或岩石圈断裂，也是多金属成矿的有利地带。湖南地区金矿床主要位于上述两大壳厚度变化带处。

根据现有资料，湖南省区内的上地幔可以分为塑性地块和刚性地块，绝大部分金矿床分布于上地幔刚性块体上部的地壳中。其次，在湘东北地区湘西北地区，上地幔电阻率极高，达 $n \times 10^3 \sim n \times$

10^4 ,属高阻刚性地幔地块,视基性度大于0.4,属偏铁镁质型地壳;湘中和湘南地区,视基性度小于0.4,属硅铝质型地壳,电阻率为 $n \times 10^2$,是中低阻塑性地幔。区内金矿床主要分布于视基性度变化梯度较大的地带(图3)。

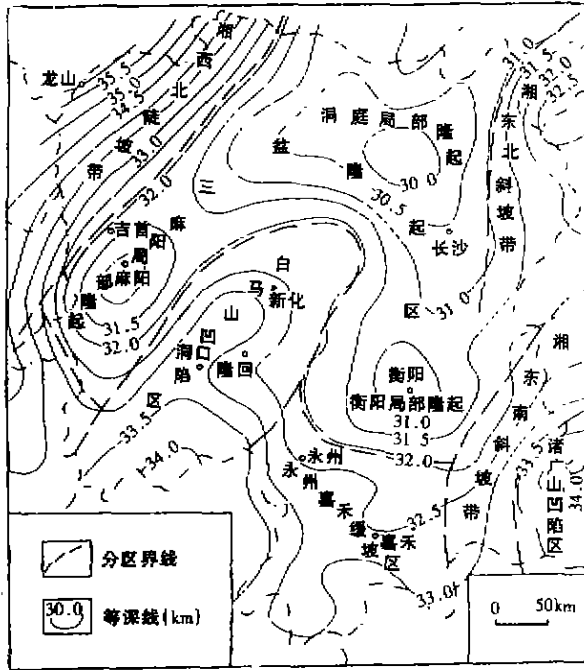


图2 湖南省莫霍面深度图(湖南地质学校,1985)

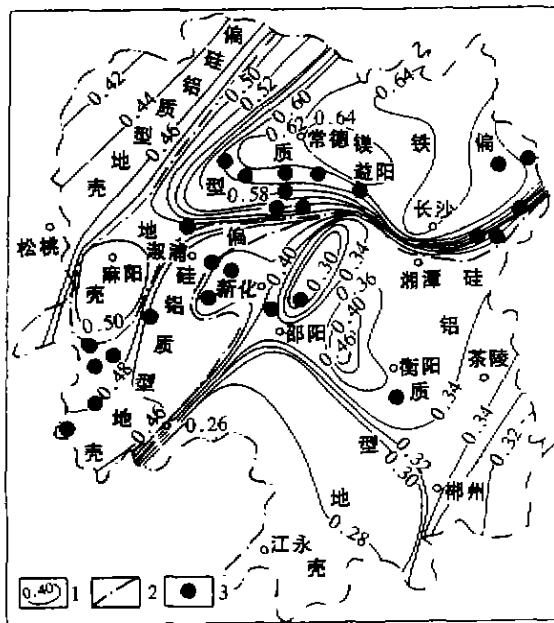


图3 湖南省地壳类型与金矿分布关系略图

1—视基性度等值线 2—地壳类型分界线 3—主要金矿床

3 成矿过程中的同位素证据

3.1 氢、氧同位素

通过对万古、黄金洞(据毛景文,1997)、沃溪(据罗献林,1984)、淘金坑(据阎明等,1994)、黄土店(据刘英俊等,1994)、西安(据万嘉敏,1994)、漠滨(据周德忠,1989)等7个金矿床的有关资料研究,石英矿物的 $\delta^{18}O$ 分布于 $15\text{‰} \sim 21\text{‰}$ 之间,以富 $\delta^{18}O$ 为特征。

根据同一样品流体包裹体资料,按同位素分馏公式:

$$1000 \ln \alpha = 3.57 \times 10^6 T^{-2} - 2.71 \quad (\text{无温度范围限制}) \quad (\text{据 Wenner, 1971})$$

$$1000 \ln \alpha = 3.38 \times 10^6 T^{-2} - 3.40 \quad (200 \sim 500^\circ\text{C}) \quad (\text{据 Clayton 等, 1972})$$

其中: α ——同位素分馏系数;

T ——温度(K)。

计算出平衡条件下流体的 $\delta^{18}O_{H_2O}$ 值:沃溪金矿床为 $6.1\text{‰} \sim 9.8\text{‰}$;万古金矿床为 $7.8\text{‰} \sim 10.8\text{‰}$;黄金洞金矿床为 $5.1\text{‰} \sim 9.6\text{‰}$;淘金洞金矿床为 $-2.0\text{‰} \sim 8.96\text{‰}$;黄土店金矿床为 $3.55\text{‰} \sim 5.21\text{‰}$;西安金矿床为 $4.9\text{‰} \sim 11.2\text{‰}$;漠滨金矿床为 $-0.44\text{‰} \sim 7.33\text{‰}$ 。

这些氧同位素数据反映出成矿是以岩浆水为特征^[1],它与氢同位素 D 为 -56‰ ,所给出的信息完全吻合。

现代矿床地球化学研究表明,深部流体以及幔汁是诸多矿床形成的重要因素,这些流体可以 H^+ 、 F^- 以 CO_2 形式上升。由于本区岩浆活动不十分明显,因此,将该地区之“岩浆水”称为深部流体或许更为合理^[2]。

同时在该区金矿床研究中,为判别各矿床的成矿物质来源应用了 Sheppard(1979)的 δD 对 $\delta^{18}O_{H_2O}$ 图解(图4)。由该图可以看出:成矿带中的主要矿床,都具有明显的深部流体特征;或者在成矿过程中,具有以深部流体为始端向不同方向演变的特点。

万古金矿的绝大部分成分点投影于岩浆水区,个别样品明显富 $\delta^{18}O$;黄金洞仅两个成分点,即早期成矿阶段为深部流体,晚期阶段为加入循环大气降水;沃溪矿床三个投影点也全部在岩浆水区;西安矿床的成矿流体以岩浆水为主,部分位于两侧,说明有热变质作用的影响;漠滨金矿的早期成矿阶段为岩浆水或深部流体,中晚期是古海水和大气降水的混合水,成矿后期基本上以循环大气降水为主的流体;淘金洞的八个投影点几乎成一条直线向中生代

雨水线方向演化。

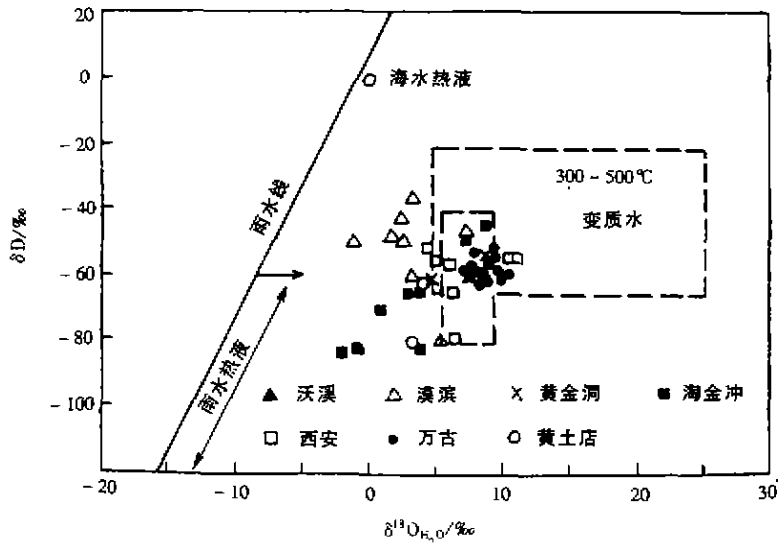


图 4 “江南古陆”金矿床成矿流体的氢、氧同位素图

3.2 硫同位素

在“江南古陆”金矿床中,硫化物含量较少,粒度细,但结晶程度高,唯辉锑矿晶体相对较粗,为研究形成该区硫化物之硫的来源,现综合湘西北、湘东北有关金矿床的硫同位素资料,并分析如下:

(1)湘西北地区几个金矿床的 $\delta^{34}\text{S}$ 值变化比较大;沃溪和铲子坪在零附近,分别为 $-5.1\text{‰} \sim +2.1\text{‰}$ (罗献林, 1984)和 $-3.5\text{‰} \sim +0.91\text{‰}$ (刘英俊, 1993),同心锑金矿床的 $\delta^{34}\text{S}$ 值为 $+0.2\text{‰} \sim +2.4\text{‰}$ (李彤泰, 1987),羊皮帽和渣溪洞则明显富 $\delta^{34}\text{S}$,前者 $\delta^{34}\text{S}$ 为 $+0.6\text{‰} \sim +12.3\text{‰}$,基本上呈塔式分布(李彤泰, 1987);后者为 $+4.7\text{‰} \sim +10.4\text{‰}$,明显呈塔式分布。

(2)在湘东北地区的黄金洞金矿 $\delta^{34}\text{S}$ 为 $-13\text{‰} \sim -3\text{‰}$,在万古金矿则为 $-13\text{‰} \sim -5\text{‰}$,可见湘东北地区金矿床与湘西北金矿床的显著不同在于:后者明显富 $\delta^{34}\text{S}$,这可能是由于受周围地层中硫混合的影响。

罗献林等(1984)分析表明,湘西北 $\delta^{34}\text{S}$ 值在冷家溪群为 $13.1\text{‰} \sim 17.2\text{‰}$,在板溪群为 $12.9\text{‰} \sim 23.5\text{‰}$,由此可以认为:湘西北地区,在金矿床的成矿过程中,部分矿床中的硫以深部硫为主,如沃溪、铲子坪和同心等金矿床;而另一部分矿床中的硫则为深部硫与地层硫的混合,如溁滨、渣溪洞、羊皮帽等金矿床。

3.3 铅同位素

根据罗献林等(1989)所有铅同位素资料,并将它们投影于 Doe 和 Zartman(1984)提出的铅构造模式理论图上(图 5),可以看出:

(1)除少数点之外,大多数点呈一条直线分布,说明铅曾经历过某一均一化过程。

(2)与万古金矿相似的黄金洞、西安、益阳南郊、沧浪坪、西冲及龙山的投影点主要集中于造山带,表明成矿形成于造山过程;而沃溪矿床的铅主要来自上地壳本身;金坑冲矿床的铅与地幔物质有关;溁滨矿床的投影点十分离散。

(3)尽管铅来自不同源处,但它们可能形成于同一时代或同一过程。

关于“江南古陆”基底中金矿床的形成时代,以往一般认为其主要成矿期为晚元古代,这种认识主要是基于铅同位素的模式年龄,笔者通过对有关资料的研究认为:

(1)毛景文等(1997)得出万古矿床 Rb-Sr 等时线年龄为 $70.30 \pm 8.56\text{Ma}$,说明成矿时代为燕山期, $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_0 = 0.76433 \pm 0.000230$,在一定程度上表明成矿的铷锶体系与地壳物质有关。史明魁在沃溪金锑钨矿床和龙山金锑矿床获得 $144.8 \pm 11.7\text{Ma}$ 和 $175 \pm 27\text{Ma}$ 数据。童潜明(1996)获得金山金矿的成矿时代为 167Ma 。这几条等值线的吻合表明,这一组矿床可能生成于同一时期,而且具有同样的成矿机制。

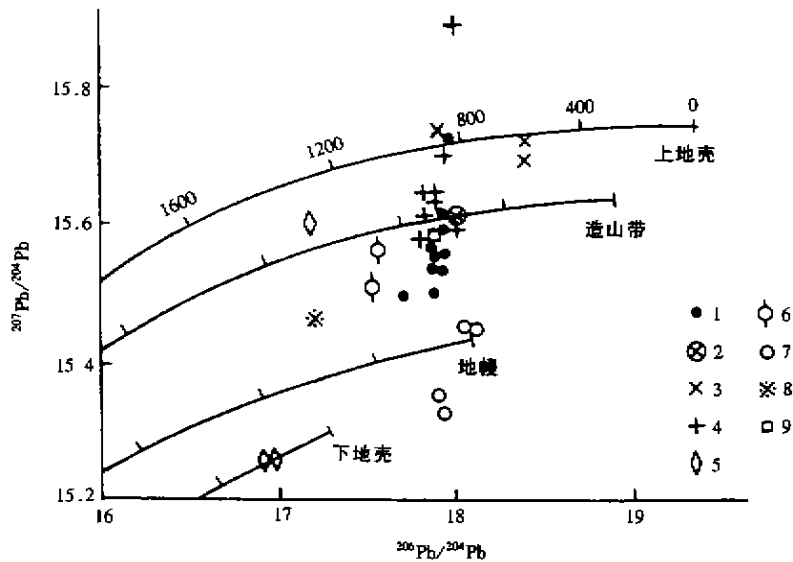


图5 “江南古陆”金矿床铅同位素构造模式图

1—黄金洞 2—沧浪坪 3—沃溪 4—西安 5—漠滨 6—益阳南部 7—金坑冲 8—龙山 9—西冲

(2)从“江南古陆”地质发展的历史来看,加里东运动在中元古代基底上形成近EW和NNW向断裂,但这不与燕山期成矿作用相矛盾,在中生代中国东部地区的地质发展与太平洋板块向西俯冲密切相关^[3]。区内NNE向的褶皱造山与断陷成盆过程中,由于NNE向的挤压,导致NNW向的张裂作用,刚性基底中NNW向断裂再次活动,为赋矿提供了良好的场所。因此,在万古、黄金洞、沃溪等矿床中,矿体多分布于走向EW或NW向的断裂中。

(3)另外,在冷家溪群中W、Ag、Sb、和Hg等元素含量,远远低于各相应元素在地壳中的克拉克值;但在矿体附近,这些元素普遍富集甚至成为伴生成矿元素,这些特征表明花岗岩体及其有关的热液,可能在一定程度上,对金矿床的形成有着积极的贡献。

4 成矿模式

“江南古陆”中的金矿床成矿作用特殊,它是我国一个典型的金矿床类型,在湖南境内,10%以上的脉金矿床(点)均产于冷家溪群内,如黄金洞金矿发育于冷家溪群坪原组第三岩性段条带状板岩、粉砂质板岩及杂砂岩中;万古金矿则与冷家溪群坪原组第二岩性段有关。众多资料显示,国内外许多重要的金矿床都赋存于元古宙浅变质岩系中:如河南上官金矿,广东河台金矿,江西金山金矿,吉林荒沟

山金矿,海南抱板及二甲金矿,南非兰德式金矿,美国霍姆斯塔克金矿,由此可见元古宙浅变质岩系作为金矿赋存层位具有全球普遍性的意义。

综合上述研究,可归纳出“江南古陆”中段湖南境内金矿床成矿模式(图6),其特点有:

(1)含金围岩是一套中、晚元古代基底岩石,包括冷家溪群、板溪群、震旦系,这套地层的原始沉积以滨海相为特征,局部有火山岩;地层变化程度相当弱,只达低绿片岩相,个别层位富含Au、Sb、W、S;硫同位素在湘东北地区较贫,在湘西北地区则较富,在成矿作用过程中,部分元素被淋滤、萃取、搬运、富集,参与成矿。

(2)燕山运动导致中国东部地区强烈褶皱、断裂,地壳深熔,壳幔同熔成花岗质岩浆并随之上侵定位。岩体的侵位从东向西逐渐变深,这些岩体成为所在地区成矿的热源,以致于形成一系列热水循环的地热系统,还引起深部含金流体上涌成矿。

(3)在成矿过程中,不仅有深部流体,而且大气降水也积极参与了成矿作用;越到成矿晚期,大气降水比例愈大,在个别矿床中,岩石中的古海水也对成矿有一定的贡献。

(4)区内NNE向的断裂是导热和成矿的通道,以张性复活的NNW向断裂为容矿构造。

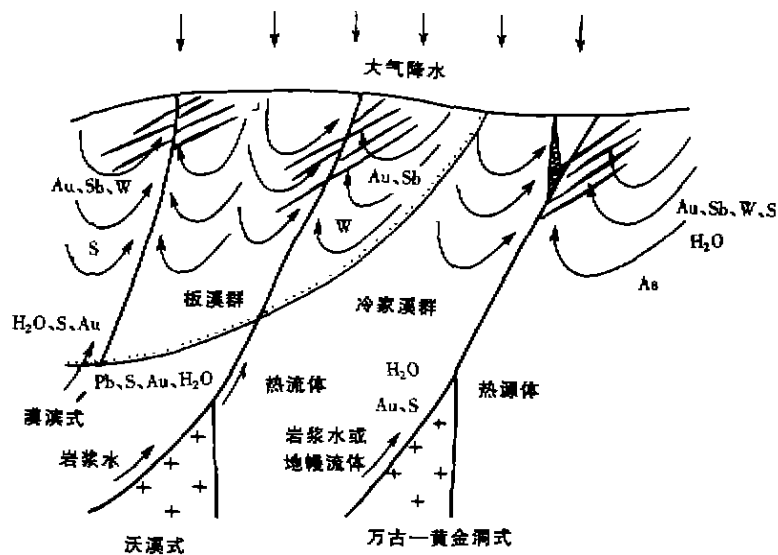


图 6 “江南古陆”中段湖南境内金矿床成矿模式

参考文献

- 1 刘英俊, 马东升. 金的地球化学. 北京: 科学出版社, 1991.
- 2 贾叶飞. 岩石中金的赋存状态及其浸滤实验研究. 地质找矿论丛, 1994.
- 3 朱自强, 何继善, 匡文龙. “江南古陆”中段湖南地区构造应力场特征分析. 湖南省岩石矿物地球化学论丛, 2000.

编辑: 宿晓静

Study on metallogenetic model of gold deposit in Hunan Region of the middle part of “Jiangnan Ancient land”

Kuang Wenlong, Liu Jisun, Zhu Ziqiang et al.

(Institute of Architectural Engineering of Resource Environment, Central-South University)

Abstract: “Jiangnan Ancient Land” is also called “Jiangnan Ancient Island Arc”. It is an important gold deposit belt in the south part of China, within which a series of layered-like gold deposit developed. Its origin concerned has long since been considered to be layer bound deposit of late proterozoic era. Through contrast studies between Wangu Gold Deposit (which was found recently in this metallogenetic belt) and the adjoining deposits, the writers of this paper consider the hypabyssal metamorphic rock series as the strata of the gold deposit occurrence which provide material source in the process of metallization. The metallization mainly took place at Yanshan period.

Keywords: Jiangnan Ancient Land; metallogenetic belt; gold deposit; metallogenetic model

欢迎订阅 2002 年《国外金属矿选矿》

《国外金属矿选矿》杂志(大 16 开)创刊于 1963 年,是全国最早由国家科委主办的公开发行的刊物,现由北京矿冶研究总院主办。是《中国学术期刊(光盘版)》入编期刊和《中国期刊网》入编期刊。

《国外金属矿选矿》为月刊,由邮局公开发行,每期 48 页,10 万字左右,每期定价 5.00 元,全年 60.00 元。国内统一刊号:CN11—1842,邮发代号:2—670,凡欲订阅,到当地邮局办理。如果在当地邮局无法订阅,可向我编辑部办理邮购,款项请通过邮局汇寄。注明订阅份数、订阅单位或个人详细地址和邮政编码,汇款请寄北京西直门外文兴街一号(邮编:100044)《国外金属矿选矿》编辑部收。