

# 华南地区古海洋热水沉积 的多样性及成矿作用\*

周永章 陈多福 梁华英  
刘友梅 高计元 张海华 王祖伟  
(中国科学院广州地球化学研究所, 广州)

**提 要:** 华南地区是地质历史上热水沉积最为发育的地区之一。沉积建造类型、沉积作用方式、产出的大地构造背景及岩石地球化学特征等方面均反映了热水沉积的多样性。该地区的许多金属矿床直接或间接与热水沉积作用有关。

**关键词:** 热水沉积 多样性 成矿作用 华南地区

热水活动-沉积体系是一开放体系, 是一类新发现的成矿机制和高效率的成矿作用。自 60 年代初首次在红海底发现现代海底热水活动以来, 它逐渐成为当代沉积学和矿床学最为活跃的研究热点之一<sup>[1,1,2]</sup>。对它的研究包括现代热水活动体系的观察和古代热水沉积作用的识别与重建两个重要部分。

华南地区是地质历史上热水沉积最为发育的地区之一。我国学者对该地区热水沉积开展了卓有成效的研究, 其中以对古老地热系及其相关沉积物的识别最有特色, 并以此为基础讨论某些矿床的热水成因。该地区热水沉积具有显著的多样性, 并且发育的地质历史跨度大, 产出层位相对稳定, 伴随着丰富的矿化作用。本文拟对该地区的有关工作做一简单的介绍。

## 1 热水沉积多样性

(1) 沉积建造: 硅岩、硫化物、BIF、重晶石是华南地区常见的热水沉积建造。热水成因硅岩建造广泛发育在震旦系顶部、泥盆系、二叠系地层中, 厚度通常是几十米<sup>[3-6]</sup>。热水成因硫化物建造在粤西大降平震旦系底部层位产出<sup>[7,8]</sup>。古海洋热水活动体系大致可以分出高温和低温两种。一般地, 它们分别与现代海底“黑烟囱”和“白烟囱”相对应。“黑烟囱”主要是硫化物成分, 而“白烟囱”主要是二氧化硅和硫酸盐成分。不同热水沉积建造和正常沉积建造经常以一种较为固定的时空有序的组合产出, 构成特色的礁硅岩套。

最近几年的研究显示, 热水沉积还可以形成特殊的钠长石岩, 这在粤西大沟谷震旦系乐昌峡群有产出<sup>[9]</sup>。

(2) 沉积作用的方式: 根据热水沉积发生的位置和方式, 可以区分出沉积期和准同生沉

\* 获国家科技部攀登预选项目 (95-预-39-v2)、广东省自然科学基金 (940409) 和中国科学院重点基金 (KZ952-S1-435) 资助

周永章, 男, 35 岁, 博士、研究员。邮政编码: 510640

积期的沉积、交代和充填3种方式。其中,沉积方式发生在沉积界面上,而交代和充填发生在沉积界面之下的热水流体通道及附近。

(3) 大地构造背景:热水沉积作用发育于地壳演化的不同阶段和各种大地构造位置。大洋中脊、弧后和弧间盆地、裂谷或断陷盆地等都是理想的热水活动-沉积的场所。它们多与张性应力环境和地热异常相联系。受热源形成和活动机制、热源稳定性及维持时间长短、深部壳-幔相互作用等因素的制约。

## 2 热水沉积建造地球化学特征

硅岩建造在华南地区热水沉积体系中非常有代表性。对震旦系顶部硅岩建造研究表明<sup>[14]</sup>,它们具有如下特征:① 常量元素  $\text{TiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  和  $\text{K}_2\text{O}$  一致地偏低。在 Al-Fe-Mn 三元图上,几乎所有的硅岩样品都落在前人圈定的热水成因硅岩范围内;② 大部分微量元素含量偏低(与地壳克拉克值相比),但 Ba、As、Sb、Hg 和 Se 偏高。而这些含量偏高的元素恰恰是热水沉积的特征元素;③ 多元统计分析显示,大部分微量元素在微量元素第一个主因子上均有显著的因子载荷。它代表了古地热系热水循环中的淋滤因子;④ 稀土元素总量以低为特征,并且对北美页岩组合样标准化后的稀土配分模式落在已知的典型热水沉积物的上、下限之间。

广西南丹-河池盆地榴江组硅岩是另一有代表性的热水沉积建造。它们具有与震旦系顶部硅岩建造相似的地球化学特征<sup>[3]</sup>。此外,从近热水喷口→远离热水喷口方向,依次发育类碧玉岩、纹理状硅岩、块状泥质硅岩、硅页岩,并同时存在特征的地球化学递变序列:富 Sb、As 和 Ag,相对贫 V 和 Cu,且 FeO 与 MnO 显示正相关→Pb、Zn 和 Ni 含量相对地高,并与  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  呈正相关关系→富 V,相对贫 Sb、As 和 Ag,且  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{K}_2\text{O}$ 、MgO 和  $\text{SiO}_2$  两两间表现为线性关系。

## 3 与矿产的关系

华南地区的许多金属矿床直接或间接与热水沉积作用有关。粤西河台金矿田的矿源层是震旦-寒武系地层。研究表明<sup>[15]</sup>,矿源层中包含了热水成因沉积物,热水沉积作用参与了金在矿源层形成阶段的初步富集。有利证据包括:① 热水成因硅岩中贵金属元素的丰度较高。对震旦系顶部硅岩建造测定,Au 丰度为  $8.7 \times 10^{-9}$ ,约为地壳 Au 丰度的两倍;② 在因子分析中,Au 和 As 同属一个因子,而 As 已经被证明是典型的热水沉积元素;③ 硅岩建造的富集元素恰恰是含矿的热液蚀变变形带中被带进的元素,如 Ag、As、Au、Bi、Hg、Sb 等,而大部分亲石元素,如 Cs、Hf、Nb、Rb、Sc、(Ta)、Th、U、Zr 和 REE,在硅岩和矿体中均属亏损元素。

广东云浮硫铁矿含矿层位是震旦系底部地层,它是热水沉积的直接结果<sup>[7,1]</sup>;桂西北大厂锡-多金属矿床主要产在中上泥盆统地层中,而后者包含了上泥盆统榴江组热水成因硅岩,矿床的形成与热水沉积作用有显著的关系<sup>[10]</sup>;广东清新县大沟谷钠长石岩型金矿床,产在震旦系乐昌峡群中,是热水沉积与后期改造叠加的结果<sup>[9]</sup>。新近在广东发现的长坑大型 Ag

(Au) 矿床, 其赋矿地层是石炭-二叠系, 也包含有热水成因硅岩<sup>[11]</sup>。此外, 广西泥盆系的硅岩-重晶石-多金属硫化物建造、湖南二叠系的 Pb、Zn、Au、U 矿化热水硅质沉积建造、粤北凡口铅锌矿、大宝山铜多金属矿床以及其他一些重晶石、铋、汞矿床也被认为与热水沉积作用有联系。

## 4 热水沉积演化

热水活动-沉积作用的重要特征之一是与地壳、地质构造演化阶段有关, 在时间上呈幕式发育。在拉张大地构造背景下, 一个完整的热水活动-沉积作用体系通常经历几个发展阶段。

在华南地区, 主要的热水活动-沉积事件发生在早震旦世、晚震旦世—早寒武世、泥盆纪、二叠纪地层中。

(1) 震旦纪早期: 典型代表有广东大降坪黄铁矿、广西鹰扬关铁矿、海南石碌铁矿、湖南民乐锰矿<sup>[1]</sup>。大降坪黄铁矿矿床的含矿地层由4个部分组成。下部为碎屑岩系, 中部为碳酸盐岩, 上部为细碎屑岩系。热水沉积黄铁矿层分布在中、上部的过渡带。

(2) 晚震旦世—早寒武世: 典型代表是云开地区震旦顶部硅岩建造<sup>[4]</sup>。该建造的硅岩主要发育层状构造、纹理状构造、块状构造和假角砾状构造。它形成于前寒武纪时期云开边缘地槽中的裂谷或张性应力带, 热水对流体系主要靠勾通海水与深部未知热源的大断裂系来维持。此外, 寒武系下部的重晶石层、磷矿层、黑色岩系亦被认为属于热水沉积成因<sup>[12,11]</sup>。

(3) 泥盆纪: 泥盆纪热水沉积建造广泛分布在华南各地。它的发育始于早泥盆世的塘下期, 到晚泥盆纪达到高潮。广西南丹-河池盆地榴江组硅岩建造是其典型代表。

(4) 二叠纪: 华南地区在这一时期主要发育碳酸盐型台地相, 以碳酸盐岩为主。热水成因层状硅岩建造在张性的台盆相区中, 以湘南下二叠统茅口阶上部的孤峰组/当冲组为最有代表性<sup>[6]</sup>。

热水沉积演化还表现在它的地球化学遗传性方面。对两广地区震旦系顶部和上泥盆统热水成因硅岩建造的研究表明, 热水成因硅岩对基底和古老地层沉积物具有显著的地球化学遗传性。

## 5 展 望

华南地区丰富的古海洋热水沉积建造为研究古地热系热水流体沉积体系提供了理想的场所。前人在该地区积累了许多工作, 但在一些方面还没有得到应有的重视, 如对热水沉积体系的三维地球化学空间结构(包括从热水喷口往外的地球化学变化系列)缺乏明晰的概括, 对热水沉积界面及其附近的非线性沉积地球化学动力学过程了解还很少, 对热水沉积与深部壳-幔相互作用的可能关系的重要性还未为研究者所重视。这些薄弱环节值得今后进一步做工作。

### 参 考 文 献

- 1 陈多福, 陈先沛, 高计元. 热水沉积作用与成矿效应. 地质地球化学, 1997, (4): 7~12.

- 2 侯增谦, 莫宣学. 现代海底热液成矿作用研究的现状及发展方向. 地学前缘, 1996, 3 (3), 263~272.
- 3 周永章. 广西丹池盆地泥盆系热水成因硅岩的地球化学特征. 沉积学报, 1990, 8 (3): 75~83.
- 4 周永章、刘友梅、张海华等. 粤西地区震旦纪硅岩建造的热液成因属性及古热水活动. 广东地质, 1996, 11 (2): 47~54.
- 5 王东安. 扬子地台晚元古代以来硅岩地球化学特征及其成因. 地质科学, 1994, 29 (1): 41~54.
- 6 夏邦栋, 钟立荣, 方中等. 下扬子早二叠世孤峰组层状硅岩成因. 地质学报, 1995, 69 (2): 125~137.
- 7 张乾, 张宝贵, 潘家永等. 粤西大降坪黄铁矿床热水沉积硅质岩特征及稀土模式科学通报, 1992, 37 (17): 1588.
- 8 王鹤年, 李红艳, 王银喜. 广东大降坪块状硫化物矿床形成时代——硅质岩 Rb-Sr 同位素研究. 科学通报, 1996, 41 (21): 1960~1962.
- 9 梁华英, 王秀璋, 程景平等. 大沟谷钠长石岩及金矿床形成分析. 贵金属地质, 1997, 6 (4): 255~260.
- 10 韩发, R W 哈钦森. 大厂锡多金属矿床热液喷气沉积的证据. 矿床地质, 1989, 8 (2): 25~27.
- 11 夏萍, 张湖, 王秀璋等. 粤西长坑金银矿区硅质岩的地质地球化学特征及成因探讨. 地球化学, 1996, 25 (2): 130~138.
- 12 李胜荣, 高振敏. 华南下寒武统黑色岩系中的热水成因硅质岩. 矿物学报, 1996, 14 (4): 416~422.
- 13 Rona P A and Scott S D (ed.). A Special Issue on Sea-floor Hydrothermal Mineralization: Perspective. Economic Geology, 1995, 88: 1935~2294.
- 14 Zhou Y Z, Chown E H, Guha et al. Hydrothermal origin of Precambrian bedded chert at Gusui, Guangdong, China: Petrologic and geochemical evidence. Sedimentology, 1994, (3): 605~619.
- 15 Zhou Y Z. Geochemistry and Metallogenetic Mechanism of the Hetai Gold Field, Southern China. Ph. D. Thesis, Universit du Quebec, 1992, 279.

<http://www.kcdz.ac.cn/>