第9卷 第4期 高 校 地 质 学 报 Vol.9 No.4
2003年12月 Geological Journal of China Universities Dec. 2003

华南下寒武统黑色岩系铂多金属矿中黄铁矿流体包裹体的He-Ar同位素体系

孙晓明[1,2], 王 敏[1], 薛 婷[1], 马名扬[1], 李延河[3]

(1. 中山大学 地球科学系, 广州 510275; 2. 南京大学 成矿作用研究国家重点实验室, 南京 210093;
3. 中国地质科学院 矿产资源研究所, 北京 100037)

摘 要: 利用惰性气体同位素质谱仪测定了华南下寒武统具代表性的黑色岩系铂多金属矿中黄铁矿流体包裹体的He-Ar同位素组成,发现其$^3He/^4He$均较低,为$0.43\times10^{-8}\sim26.39\times10^{-8}$,$R/R_a$为0.003~0.189,而$^{40}Ar/^{36}Ar$为258~287,接近大气饱和水。同位素地球化学示踪研究显示,该矿成矿流体主要由建造水(盆地热卤水)和大气饱和水(海水)组成,基本不含地幔流体或深源岩浆水。黑色岩系铂多金属矿的成矿可能与华南克拉通南缘加里东冒地槽的演化有关。在早寒武世,接受了巨厚沉积的加里东盆地中的建造水由于上覆沉积物的压力,顺层侧向迁移,并沿断裂上升与海水混合而成矿。

关 键 词: He-Ar同位素体系; 黄铁矿; 流体包裹体; 华南黑色岩系铂多金属矿; 盆地热卤水
中图分类号: P597.2 **文献标识码**: A **文章编号**: 1006-7493(2003)04-661-06

1 引 言

我国华南地区下寒武统黑色岩系分布广泛,其中超常富集铂族元素(PGE)等贵金属元素(别风雷等,1999; 叶杰等, 2000),局部已形成PGE工业矿体或矿化体,如贵州遵义发现的PGE矿化体(Coveney et al, 1991,1992a,1992b),湘西北大庸地区与黑色岩系型Ni-Mo-V矿体相伴生的PGE和Au矿化(鲍振襄, 1997; 李有禹, 1995; 梁有彬等,1995)等,显示了巨大的寻找PGE矿产资源的潜力。同时, 华南黑色岩系还代表了地质历史上的重要的缺氧环境和地质灾变事件(吴朝东, 2000; 张爱云等, 1987)。近年来,一些学者从不同侧面对这些黑色岩系的成因及其中铂族元素的富集机制进行了一系列研究:范德廉等(1983)根据华南寒武系黑色岩系的元素组合和Ir异常特征,提出其中PGE可能为地外来源;Murouchick等(1994)研究了华南寒武系富Ni-Mo-(PGE+Au)黑色岩系中硫化物的硫同位素组成,提出这些矿石与沉积岩同时形成或形成于成岩作用的早期;Horan等(1994)研究了加拿大和华南黑色岩系中Ni-Mo-PGE矿的Re-Os同位素组成,结果亦显示其中PGE的富集发生于黑色岩系的沉积过程或成岩作用的早期;Coveney等(1991,1992)根据元素组合特点,认为华南黑色岩系Ni-Mo-PGE-Au矿为海底热泉沉积成因,其中PGE和Au不可能是地外来源;李胜荣等(2000)根据华南寒武系黑色岩系中PGE的相关性和配分模式,提出其中贵金属来源于海底热水喷流,为海底热

基金项目: 国家自然科学基金(编号: 40173025; 49928201);国家教育部跨世纪优秀人才培养计划基金和高等学校国家重点实验室访问学者基金资助
第一作者简介: 孙晓明, 男, 1963年生, 教授, 博士导师, 主要从事矿床地球化学研究。

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

水通过循环汲取元古宙基性超基性物质的产物。但关于黑色岩系的成因和 PGE 等元素的来源等问题仍存在争议。

近年来,He 和 Ar 等惰性气体同位素体系被广泛应用于成矿流体的示踪研究,取得了许多重要的进展(Simmons et al, 1987; Stuart et al, 1995; Hu et al, 1997, 1998; Sun et al, 1999; Burnard et al, 1999; Zhao et al, 2002; Winckler et al, 2001; Zeng et al, 2000),其主要原因在于:(1) 惰性气体同位素体系在水/岩反应中基本保持不变,可以反映成矿流体来源的原始信息;(2) 不同来源成矿流体的 He-Ar 同位素体系差异甚大,较易区别。本文首次测定了华南下寒武统黑色岩系中黄铁矿流体包裹体的 He-Ar 同位素体系,并据此初步讨论了成矿机制。

2 含矿地层概述

华南地区下寒武统黑色岩系地层层位和岩石组成虽然在不同地区有所变化,但大致自下而上变化如下:震旦系白云岩及古风化壳层;寒武系黑色含磷质结核重晶石岩;寒武系黑色磷块岩;寒武系黑色硅质岩;寒武系富 Ni-Mo-PGE 黑色页岩矿层;寒武系"多元素矿化"黑色页岩;寒武系黑色页岩等(李胜荣等, 2000)。其中 PGE 等贵金属主要赋存于寒武系富 Ni-Mo-PGE 黑色页岩矿层中。该矿层厚度在大部分地区为 20~30 cm, 偶见 50~80 cm 者。显微镜下观察表明,该矿层主要由粘土矿物、长石、石英、碳酸盐矿物、有机质、硫钼矿和黄铁矿组成。黄铁矿为最主要矿石矿物之一,多呈层纹状和透镜状,宽度一般为 1~5 mm,局部见浸染状者。黄铁矿一般呈立方自形晶形,但局部亦可见草莓状结构者,其粒径多为 0.1~0.2 mm。

在富 Ni-Mo-PGE 黑色页岩矿层下伏地层中,常可见到众多宽仅数毫米、垂直切割地层的后期碳酸盐矿物和石英网脉。它们可能代表了 PGE 多金属矿成矿流体的通道。

3 样品和分析方法

本次研究所用矿石样品采自贵州遵义新土沟剖面和大元钼矿坑道、湖南张家界大坪、甘子坪和后坪等典型下寒武统黑色岩系铂多金属矿化剖面。将矿石样品破碎到 0.1~0.2 mm 粒径,用磁选-重液分选,并经立体显微镜下精选后分选出黄铁矿单矿物。经 X 衍射检验,黄铁矿样品纯度>99%。

将黄铁矿样品用丙酮在超声波中清洗 20 分钟,烘干,并在真空中 120 ℃去气 24 小时,以清除次生包裹体和附着在矿物表面的气体。然后压碎样品,释放出气体。释放出的气体经海绵钛泵、锆铝泵、活性炭液氮冷阱 4 级纯化,活性气体均被去除,Ar 和 Xe 被冷冻,纯净的 He 和 Ne 进入分析系统,经加液氮的钛升华泵再次纯化去掉微量 H_2 和 Ar,并分析 He 同位素。最后于-78 ℃释放 Ar,进行 Ar 同位素分析。根据压碎后通过 160 目(0.1 mm)的样品重量,计算样品的 He 和 Ar 含量。分析仪器为乌克兰产 MI 1201 IG 惰性气体同位素质谱仪,^{3}He 电子倍增器接收,^{4}He 法拉第杯接收。电子倍增器分辨率为 1200,法拉第杯分辨率为 760。测试标准为北京大气,其 $^3He/^4He = 1.4\times10^{-6}$。

4 分析结果和讨论

华南具代表性的黑色岩系铂多金属矿黄铁矿中流体包裹体 He 和 Ar 同位素测定结果见表 1。表中可见:(1) 所有黄铁矿流体包裹体的 $^3He/^4He$ 组成有一定的差异,但均较低,为 0.43×10^{-8}~26.39×10^{-8}, R/R_a 介于 0.003~0.189,其中来自湖南张家界甘子坪的样品

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 1　华南黑色岩系铂多金属矿黄铁矿中流体包裹体 He-Ar 同位素组成

Table 1　He-Ar isotopic compositions of fluid inclusions in pyrites from PGE polymetallic ores in Lower Cambrian black rock series of Southern China

样品号	采样位置	$^3He/^4He\times10^{-8}$	$^4He\times10^{-6}$ cm^3 STP/g	$^{40}Ar/^{36}Ar$	$^{40}Ar/^{38}Ar$	$^{36}Ar/^{38}Ar$	$^{40}Ar\times10^{-7}$ cm^3 STP/g	R/R_a*
200201	遵义新土沟 BT304	5.25±2.08	3.99	286±1	1605±10	5.60±0.05	4.30	0.038
200216	遵义大元钼矿坑道	11.19±2.12	3.30	287±2	1573±8	5.49±0.01	6.86	0.080
200222	遵义大元钼矿坑道	1.32	24.67	258±7	1456±67	5.63±0.06	8.18	0.009
200227	遵义大元钼矿坑道	1.78	1.85	282±5	1548±21	5.50±0.02	18.13	0.013
200240	张家界大坪	0.43	6.23	262±1	1486±1	5.68±0.03	6.45	0.003
200245	张家界甘子坪	26.39±6.01	2.44	275±1	1542±5	5.59±0.03	6.60	0.189
200249	张家界后坪	3.93	3.70	267±1	1541±13	5.74±0.05	1.37	0.028

* R 为样品的 $^3He/^4He$ 实测值；Ra 为北京标准大气 $^3He/^4He$ 比值，该值为 1.4×10^{-6}

最高，而来自张家界大坪的样品最低；(2) $^{40}Ar/^{36}Ar$ 组成变化不大，为 258～287，略低于大气饱和水的 $^{40}Ar/^{36}Ar$ 值(295.5)。

前人研究显示，由于黄铁矿中不存在明显的解理等原因，其流体包裹体中的 He 和 Ar 等惰性气体在被矿物俘获后，基本没有扩散丢失现象(Hu et al, 1997)，因此其 He 和 Ar 同位素组成应基本可以代表黑色岩系铂多金属矿成矿流体 He-Ar 同位素体系。

Burnard 等(1999)的研究表明，流体包裹体中的惰性气体同位素组成可以用来区别 3 种不同来源的成矿流体：(1) 大气饱和水(ASW)，主要包括大气降水和海水，其标准 $^3He/^4He$ 和 $^{40}Ar/^{36}Ar$ 值分别为 $1R_a$ 和 295.5；(2) 深源地幔流体，其标准 $^3He/^4He$ 和 $^{40}Ar/^{36}Ar$ 值分别应为 $6\sim9R_a$ 和＞400；(3) 地壳流体，包括建造水或盆地热卤水，其特征性 $^3He/^4He$ 和 $^{40}Ar/^{36}Ar$ 组成分别应为 $0.01\sim0.05R_a$ 和＞295.5。将上述 3 种成矿流体和华南黑色岩系铂多金属矿黄铁矿流体包裹体 He 和 Ar 同位素组成投入图 1，可见黑色岩系黄铁矿流体包裹体测定结果主要落在大气饱和水(ASW)和地壳流体(C)之间，特别是地壳流体范围的附近，而离开地幔流体(M)较远，表明黑色岩系铂多金属矿的成矿流体主要应为地壳流体或盆地热卤水与大气饱和水的混合水，而基本不含地幔流体或深源岩浆流体。同时，考虑到华南下寒武统黑色岩系主要由海相沉积岩组成，因此流体包裹体中大气饱和水应主要为海水。

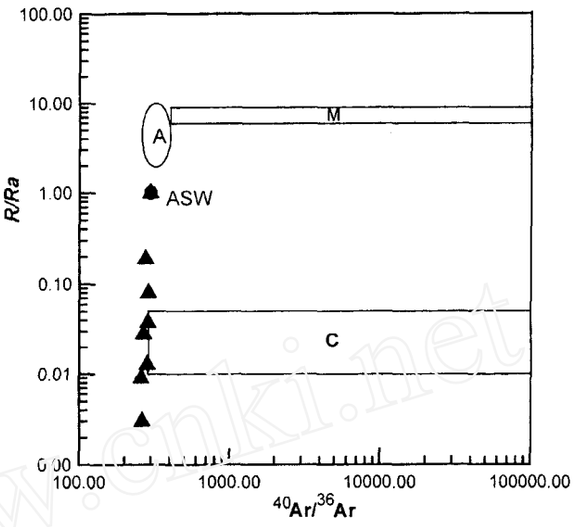
为了对比研究，在图 1 上标出了世界上典型现代海底热水如红海和大西洋中脊 TAG 地区海底热水的 $^3He/^4He$ 和 $^{40}Ar/^{36}Ar$ 变化范围(A)(Winckler et al, 2001; Zeng et al, 2001)，可见华南铂多金属矿成矿流体的投点与其相比有较大的差距，说明了这些黑色页岩中的 PGE 矿化作用不可能发生于洋中脊环境，其成矿流体中基本不含地幔流体的组份。

除了黄铁矿流体包裹体 He-Ar 同位素测定外，作者还对华南黑色岩系铂多金属矿及其下伏网脉中碳酸盐矿物和石英等流体包裹体特征进行了较为系统的研究，结果显示存在两种不同的包裹体，其一为富含有机质、盐度 ω(NaCl)多大于 15%者，另一为基本不含有机质，盐度 ω(NaCl)多小于 5%者，它们的均一温度多为 150～200 ℃，说明该种矿床成矿流体确实主要由盐度较高的盆地热卤水和盐度较低的大气饱和水两种不同流体混合而成，此点与本文 He-Ar 同位素分析结果相符。这部分工作将另文详述。

黄铁矿流体包裹体 He-Ar 同位素组成的测定为华南下寒武统黑色岩系铂多金属矿的成

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

因提供了新的线索：沉积盆地的演化及其伴生的盆地热卤水可能在黑色岩系 Ni-Mo-PGE 矿的成矿过程中起到重要的作用。在晚元古宙到早寒武世，位于华南克拉通南缘的加里东冒地槽接受了巨厚的细粒碎屑岩和碳酸盐岩等沉积物，其中建造水（盆地热卤水）在上覆沉积物的挤压下，顺地层侧向迁移，并从地层中吸取 Ni，Mo，V 和 PGE 等成矿元素，形成盐度较高、富含有机质的成矿流体。这些盆地热卤水沿断裂上升，与海水混合，在早寒武世（541.3 ±16 Ma）（毛景文等，2001）沉积形成黑色岩系铂多金属矿。在该矿层下伏地层中常见的近乎垂直的碳酸盐矿物和石英网脉可能代表了盆地热卤水上升的通道。



ASW. 大气饱和水（air saturated water）；A 为红海和大西洋中脊 TAG 地区海底热水范围（field of submarine hot brines from Red Sea and TAG in the Atlantic Ocean）（after Winckler et al, 2001; Zeng et al, 2001）；M 为地幔流体范围（field of mantle fluids）；C 为地壳流体范围（field of crust fluid）。三角为华南黑色岩系黄铁矿样品的投影点（The triangles are pyrites from black rock series in Southern China）

图 1 华南下寒武统黑色岩系黄铁矿流体包裹体 $^{40}Ar/^{36}Ar-R/R_a$ 图（据赵葵东等，2002）

Fig. 1 $^{40}Ar/^{36}Ar-R/R_a$ diagram of fluid inclusions in pyrites from Lower Cambrian black rock series, Southern China (after Zhao et al, 2002)

5 结 论

（1）华南下寒武统黑色岩系铂多金属矿成矿流体的 $^3He/^4He$ 很低，为 $0.43\times10^{-8}\sim26.39\times10^{-8}$，$R/R_a$ 介于 0.003～0.189，而 $^{40}Ar/^{36}Ar$ 为 258～287，接近大气饱和水。

（2）该矿成矿流体主要由建造水（盆地热卤水）和大气饱和水（海水）组成，而基本不含地幔流体或深源岩浆水。

（3）盆地热卤水在黑色岩系铂多金属矿的成矿中可能起到重要的作用。在早寒武世，接受了巨厚沉积的华南克拉通南缘加里东冒地槽中的建造水受挤压而顺层侧向迁移，并沿断裂上升与海水混合而成矿。

致 谢：本文第一作者孙晓明在南京大学攻读博士学位期间和以后的工作中，得到恩师徐克勤先生的精心指导，耳提面命，师恩如海；谨以此短文献给恩师徐先生的在天之灵。本文野外工作中，得到中科院贵阳地球化学研究所胡瑞忠研究员和罗泰义研究员等的大力支持和帮助，谨致谢忱！

参考文献：

鲍振襄. 1997. 湖南西北部黑色岩系中的贵金属矿化. 矿物岩石，17(2)：70-77.

别风雷，孟繁聪. 1999. 具有潜力的重要资源类型——黑色岩系铂多金属矿床. 矿产保护与利用，3：37.

范德廉. 1997. 缺氧环境与成矿作用. 见：中国科学院矿床地球化学开放研究实验室编. 矿床地球化学. 北京：地质出版社，268-295.

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

胡瑞忠，毕献武，Turner G，等. 1997. 云南马厂箐铜矿黄铁矿流体包裹体 He-Ar 同位素体系. 中国科学(D辑)，27(6)：503-508.
胡瑞忠，钟宏，叶造军，等. 1998. 金顶超大型铅锌矿床氦氩同位素地球化学. 中国科学(D辑)，28(3)：208-213.
李胜荣，高振敏. 2003. 湘黔寒武系底部黑色岩系贵金属元素来源示踪. 中国科学(D辑)，30(2)：169-174.
李有禹. 1995. 湘西北下寒武统黑色页岩伴生元素研究新进展. 矿床地质，14(4)：346-354.
梁有彬，朱文凤. 1995. 湘西北天门山地区镍钼矿床铂族元素富集特征及成因探讨. 地质找矿论丛，10(1)：55-65.
毛景文，张光第，杜安道，等. 2001. 遵义黄家湾镍钼铂族元素矿床地质、地球化学和 Re-Os 同位素年龄测定——兼论华南寒武系底部黑色页岩多金属成矿作用. 地质学报，75(2)：234-243.
孙晓明，Norman D I，孙凯，等. 1999. 粤中长坑金银矿成矿流体 N_2-Ar-He 示踪体系. 中国科学(D辑)，29(3)：240-246.
吴朝东. 2000. 湘西震旦—寒武交替时期古海洋环境的恢复. 地学前缘，7(增刊)：45-57.
叶杰，范德廉. 2000. 黑色岩系型矿床的形成作用及其在我国的产出特征. 矿物岩石地球化学通报，19(2)：95-102.
曾志刚，秦蕴珊，翟世奎. 2000. 大西洋中脊 TAG 热液区硫化物中流体包裹体的 He-Ne-Ar 同位素组成. 中国科学(D辑)，30(6)：628-633.
张爱云，伍大茂，郭丽娜，等. 1997. 海相黑色页岩建造地球化学与成矿意义. 北京：科学出版社，1-124.
赵葵东，蒋少涌，肖红权，等. 2002. 大厂锡—多金属矿床成矿流体来源的 He 同位素证据. 科学通报，47(8)：632-635.

References:

Bao Zhenxiang. **1997**. The noble metals mineralization in black shale of Northwestern Hunan. ***Journal of Mineralogy and Petrology***, 17(2): 70-77 (in Chinese with English abstract).

Bie Fenglei and Meng Fancong. **1999**. PGE-polymetallic deposit in black rock series: a potential important mineral deposit type. ***Protection and Application of Mineral Resources***, 3: 37 (in Chinese).

Burnard P G, Hu Ruizhong, Turner G, et al. **1999**. Mantle, crustal and atmospheric noble gases in Ailaoshan gold deposits, Yunnan Province, China. ***Geochimica et Cosmochimica Acta***, 63: 1595-1604.

Coveney R M Jr, Murowchick J B, Grauch R I, et al. **1992**a. Gold and platinum in shales with evidence against extraterrestrial sources of metals. ***Chemical Geology***, 99: 101-114.

Coveney R M Jr, Murowchick J B, Grauch R I, et al. **1992**b. Field relations, origins and resource implications for platiniferous molybdenum-nickel ores in black shales of South China. ***Exploration and Mining Geology***, 1(1): 21-28.

Coveney R M Jr, Nansheng C. **1991**. Ni-Mo-PGE-Au-rich ores in Chinese black shales and speculations on possible analogues in the United States. ***Mineralium Deposita***, 26:83-88.

Fan Delian. **1997**. Anoxic environment and metallogenesis. In: Open Laboratory of Geochemistry of Mineral Deposits Chinese Academy of Sciences, ed. Geochemistry of Mineral Deposit. Beijing: Geological Publishing House, 268-295 (in Chinese).

Horan M F, Morgan J W, Grauch R I, et al. **1994**. Rhenium and osmium isotopes in black shales and Ni-Mo-PGE-rich sulphide layers, Yukon Territory, Canada, and Hunan and Guizhou Provinces, China. ***Geochimica et Cosmochimica Acta***, 58: 257-265.

Hu Ruizhong, Bi Xianwu, Turner G, et al. **1997**. He-Ar isotopic systematics of fluid inclusions in pyrite from Machangqing copper deposit, Yunnan, China. ***Science in China (Series D)***, 27(6): 503-508 (in Chinese).

Hu Ruizhong, Burnard P G, Turner G, et al. **1998**. Helium and argon isotope systematics in fluid inclusions of Machangqing copper deposit in west Yunnan Province, China. ***Chemical Geology***, 146: 55-63.

Hu Ruizhong, Zhong Hong, Ye Zaojun, et al. **1998**. Helium and argon isotopic geochemistry of Jinding superlarge Pb-Zn deposit. ***Science in China (Series D)***, 41(4): 442-448 (in Chinese).

Li Shengrong and Gao Zhenmin. **2000**. Source tracing of noble metal elements in Lower Cambrian black rock series of Guizhou-Hunan Provinces, China. ***Science in China (Series D)***, 43(6): 625-632.

Li Youyu. **1995**. New advances in the study of associated elements in Lower Cambrain black shale of Northwestern Hunan. ***Mineral Deposit***, 14(4): 346-354 (in Chinese with English abstract).

Liang Youbin and Zhu Wenfeng. **1995**. Discussion on the enrichment characteristics of PGE, REE and the genesis for Ni-Mo ore deposits in Tianmenshan area, Northwest Hunan province. ***Contributions to Geology and Mineral Resources Research***, 10(1): 55-65 (in Chinese with English abstract).

Mao Jingwen, Zhang Guangdi, Du Andao, et al. **2001**. Geology, geochemistry, and Re-Os isotopic dating of the Huangjiawan Ni-Mo-PGE deposit, Zunyi, Guangzhou Province—with a dissussion of the polymetallic mineralization of basal Cambrian black shales in South China. ***Acta Geologica Sinica***, 75(2): 234-243 (in Chinese with English abstract).

Murowchick J B, Coveney R M Jr, Grauch R I, et al. **1994**. Cyclic variations of sulfur isotopes in cambrian stratabound Ni-Mo-(PGE-Au) ores of Southern China. ***Geochimica et Cosmochimica Acta***, 58(7): 1813-1823.

Simmons S F, Sawkins F J, Schulutter D J. **1987**. Mantle-derived helium in two Peruvian hydrothermal ore deposits. ***Nature***, 329: 429-432.

Stuart F M, Burnard P, Taylor R P, et al. **1995**. Resolving mantle and crustal contributions to ancient hydrothermal fluid: He-Ar isotopes in fluid inclusions from Dae Hwa W-Mo mineralisation, South Korea. ***Geochimica et Cosmochimica Acta***, 59: 4663-

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

4673.

Sun Xiaoming, Norman D I, Sun Kai, et al. **1999**. N_2-Ar-He systematics and source of ore-forming fluid in Changkeng Au-Ag deposit, Central Guangdong, China. ***Science in China*** (***Series D***), 42(5): 474-481.

Winckler G, Aeschbach-Hertig W, Kipfer R, et al. **2001**. Constraints on origin and evolution of Red Sea brines from helium and argon isotopes. ***Earth Planet. Sci. Let.***, 184: 671-683.

Wu Chaodong. **2000**. Recovery of the paleoocean environment in the alternating epoch of Late Sinian and Early Cambrian in the west Hunan. ***Earth Sciences Frontiers***, 7(S): 45-57 (in Chinese with English abstract).

Ye Jie and Fan Delian. **2000**. Characteristics and mineralization of ore deposits related to black shale series. ***Bulletin of Mineralogy, Petrology and Geochemistry***, 19 (2): 95-102 (in Chinese with English abstract).

Zeng Zhigang, Qin Yunshan, Zhai Shikui. **2001**. He, Ne and Ar isotope compositions of fluid inclusions in hy-drothermal sulfides from the TAG hydrothermal field, Mid-Atlantic Ridge. ***Science in China*** (***Series D***), 44 (3): 221-228.

Zhang Aiyun, Wu Da Mao, Guo Lina, et al. **1997**. Geochemistry and Metallogenic Significances of Marine Black Shale Formation. Beijing: Science Press, 1-124 (in Chinese).

Zhao Kuidong, Jiang Shaoyong, Xiao Hongquan, et al. **2002**. Origin of ore-forming fluids of the Dachang Sn-polymetallic ore deposit: Evidence from helium isotopes. ***Chinese Science Bulletin***, 47(12): 1041-1045.

He-Ar Isotopic Systematics of Fluid Inclusions in Pyrites from PGE-Polymetallic Deposits in Lower Cambrian Black Rock Series, Southern China

SUN Xiao-ming[1,2], WANG Min[1], XUE Ting[1], MA Ming-yang[1], LI Yan-he

(1. *Department of Earth Sciences, Sun Yat-sen University, Guangzhou* 510275, *China*; 2. *State Key Laboratory for Mineral Deposits Research, Nanjing University, Nanjing* 210093, *China*; 3. *Institute of Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing* 100037, *China*)

Abstract: He-Ar isotopic compositions of fluid inclusions trapped in pyrites from some representative PGE-polymetallic deposits in Lower Cambrian black rock series in Southern China were analysed by using an inert gas isotopic mass spectrometer. The results show that the ore-forming fluid possesses a low $^3He/^4He$ ratio, varying between 0.43×10^{-8} and 26.39×10^{-8}, with an R/R_a value of 0.003 ~ 0.189. The $^{40}Ar/^{36}Ar$ are 258 ~ 287, closing to that of air-saturated water (ASW). He-Ar isotopic indicator studies show that the ore-forming fluid was mainly composed of formation water or basinal hot brine and sea water, while the content of mantle fluid or deep-derived magmatic water might be neglected. The PGE-polymetallic mineralization might be related to evolution of Caledonian miogeosynclines distributed along southern margin of the South China Craton. In the Early Cambrian Period, the formation water (basinal hot brine) trapped in the Caledonian basins where accumulated extremely thick sediments was expelled and migrated laterally along strata because of the pressure generated by overlying sediments. The basinal hot brine ascended along faults, mixed with sea water and finally deposited ore minerals.

Key words: He-Ar isotopic systematics; pyrite; fluid inclusions; PGE-polymetallic deposit; basinal hot brine

(收修改稿日期:2003-08-24)

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net