

浙江矾山明矾石矿石激光微区 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 等时年龄测定

任胜利 周新华^{*} 戴潼谟^④ 储著银

(中国科学院地质研究所, 北京 100029; ④中国科学院广州地球化学研究所, 广州 510640. * 联系人)

摘要 通过激光微区 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 定年方法测定了浙江矾山超大型明矾石矿床的成矿时代为 74.50 Ma, 该年龄大致要比区域火山活动晚 10~20 Ma 左右. 此外, 还探讨了微区激光质谱 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 等时线测年方法在超大型非金属矿床的成矿时代研究中的适用性.

关键词 浙江矾山 超大型明矾石矿 激光微区 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 等时年龄

激光质谱微区 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 分析技术自 80 年代初问世以来以其高灵敏度、高精度及能提供微区年龄信息等优异性能而受到人们的高度重视, 并已在国内外获得广泛应用^[1~5], 但已有工作多集中于主要造岩矿物和火山岩全岩样品, 且对 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 体系在蚀变过程中的行为也少有讨论. 我国东南沿海发育有众多与中生代火山岩有关的大型_超大型非金属矿床, 如明矾石、沸石、叶蜡石、地开石等. 由于非金属矿物多为火山岩低温蚀变产物, 对放射性成因子体同位素的保存性差, 因而其确切成矿年代及其与火山岩成因机制的关系一直未能解决. 本文报道首例高纯度明矾石微区激光质谱 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 等时年龄测定, 以期对非金属矿物的生成年代研究提供新的途径.

1 样品的地质背景及制备

浙江苍南矾山明矾石矿床位于宁波_陆丰中生代火山岩喷发带中段、矾山破火山口的西缘, 围岩为中酸性火山碎屑岩及火山熔岩. 矿床的成因为火山与沉积热水(液)共同作用的结果, 已有工作表明深部物质可能在成矿中起着重要作用^[6~8].

为了直接确定成矿时代, 并克服纯矿石样品分选上的困难及样品中可能存在的 K_Ar 分布不均一性. 本工作在矿石全分析和火山岩围岩的全岩 K_Ar 年龄测定的基础上, 选择了具代表性的高纯度明矾石矿石(明矾石含量>80%), 作为激光质谱微区分析之用, 实验样品制成 6 mm × 6 mm × 2 mm 的光片.

2 实验方法

实验在中国科学院广州地球化学研究所 Ar 同位素质谱实验室的激光质谱装置上进行. 即以 MM_1200 型质谱计为主机匹配 Nd: YAG(掺钕钇铝石榴子石)固体红外激光器(1064 nm)及显微镜和载物台等组成的连续激光熔样_Ar 同位素分析系统. 输出激光束斑为 250 μm.

实验样品与我国 K_Ar 标准样(周口店花岗岩黑云母, K_Ar 年龄 132 Ma)同置于反应堆中心部位 E5 孔道照射 50 h, 快中子总通量为 $1.8 \times 10^{18} \text{ n/cm}^2$, 样品经放射性衰变冷却后装入载样盘, 并置于三轴可调的显微镜载物台. 实验中选择了 4 个微区进行激光熔样分析.

3 结果与讨论

明矾石样品 4 个微区激光质谱全熔融分析结果见表 1. 由表 1 可看出, 4 个测点的激光质

谱微区 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 的全熔融视年龄相对集中(70.76~77.36 Ma),采用这4个测点的 $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ – $^{39}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ 同位素比值进行等时线作图(图1),得到一条拟合得很好的等时线,其斜率 $A = 1.411$,相应的等时线年龄为 (74.50 ± 1.49) Ma,与4个测点的视年龄值十分吻合.此外,该等时线的截距,即 $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ 的初始值为294.9,与尼尔值(295.5)十分接近.

表1 明矾石样品激光质谱微区 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 等时年龄数据^{a)}

分析点号	熔样温度/℃	$^{40}\text{Ar}/\%$	$^{39}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$	$^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$	年代/Ma	2σ
1	1 500	54.49	243.07	651.85	77.36	0.86
2	1 500	50.93	230.70	604.30	70.76	0.75
3	1 500	50.36	213.36	597.11	74.65	0.76
4	1 500	5.48	11.76	312.64	76.95	5.13

a) $\lambda_K^{40} = 5.543 \times 10^{-10}/\text{a}$

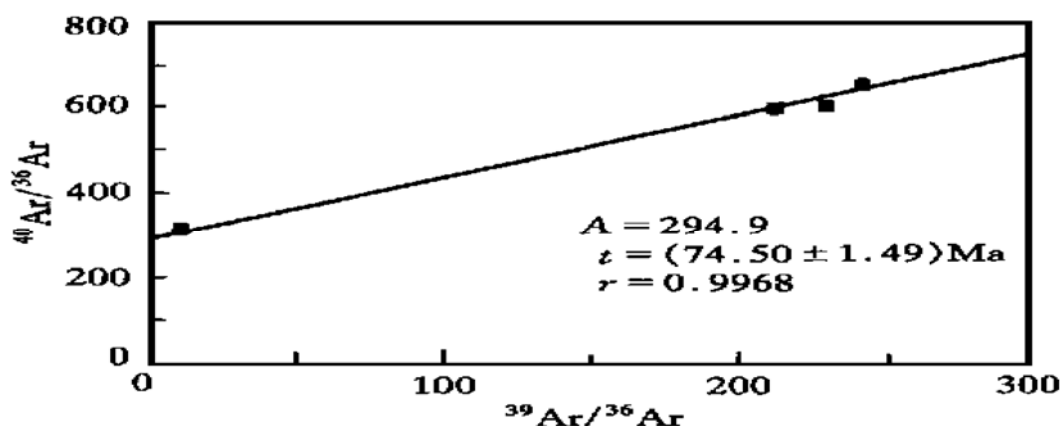


图1 明矾石 $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ – $^{39}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ 等时线

上述实验结果表明,明矾石激光微区熔融 Ar_Ar 视年龄值集中且与等时线年龄一致,并且,等时线 $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ 初始值与尼尔值一致.这些事实较为一致地表明了火山蚀变过程中,明矾石并未捕获过剩氩,且成矿过程中明矾石的 Ar_Ar 体系并不存在微区不均一以及开放体系行为.

为了检验上述结果的可信性,对同一样品及同矿区矿石样品进行了常规 K_Ar 视年龄测定,结果表明同一样品获得完全一致的 K_Ar 视年龄 $((72.68 \pm 0.02) \text{ Ma})^{[9]}$.此外,相关样品也获得与地质证据一致的可比年龄.这些年龄测定结果表明:明矾石应是一种具良好的 K_Ar 保存性的年龄测定对象,其原因可能与其高的钾含量及硫酸盐的晶格结构有利于放射成因 Ar 保存有关.

通过明矾石激光微区 Ar_Ar 等时年龄与区域地层(87~110 Ma)^[10]和矾山明矾石矿床的直接围岩 K_Ar 年龄(95~101 Ma)等资料的对比研究可知,矾山明矾石矿床的成矿时代大致要比区域火山活动晚10~20 Ma左右,这一初步结论对于探讨浙东地区明矾石等非金属矿床的成矿时代及成矿机制均具有重要的地质意义.

致谢 工作中得到温州市科委付培鑫研究员,中国科学院地质研究所苏明迪、胡世玲研究员,中国科学院广州地球化学研究所曹俊臣研究员的许多帮助,在此一并致谢.本工作为“攀登”计划(批准号:A30_20)资助项目.

参 考 文 献

- 1 York D, Hall C M, Yanase Y, et al. $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating of terrestrial minerals with a continuous laser. *Geophys R L*, 1981, 8: 1 136~ 1 138
- 2 Dalrymple G B. The GLM continuous laser system for $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating: description and performance characteristics, new frontier in stable isotopic research: laser probes, ion probes, and small sample analysis. *Geol Surv Bull*, 1988, 1 890: 89~ 96
- 3 Dalrymple G B, Duffield W A. High precision $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating of oligocene rhyolites from the Mogollon-Datil volcanic field using a continuous laser system. *Geophys R L*, 1988, 15: 463~ 466
- 4 戴潼谟, 蒲志平, 许景荣, 等. 连续激光探针质谱 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 法测定单矿物颗粒年龄. *地球化学*, 1995, 24(4): 334~ 340
- 5 胡世玲, 郑祥身, 戴潼谟, 等. 激光质谱测定南极乔治王岛北岸 A635 玄武岩微区 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 的等时年龄. *岩石学报*, 1995, 11(3): 306~ 311
- 6 陈鹤年, 巫全准, 贺菊瑞, 等. 浙闽赣地区中生代火山成因非金属矿床基本特征. *地质专报之四——矿床与矿产*, 第9号, 1988
- 7 王国武. 浙江中生代酸性、中酸性火山岩中非金属矿床成因类型及应用的探讨. *建材地质*, 1992(2): 1~ 6
- 8 汤元林. 浙江苍南矾山破火山与明矾石矿床成因机制探讨. *化工地质*, 1991, 14(3): 8~ 16
- 9 周新华, 任胜利, 储著银, 等. 浙江东部大型_超大型典型非金属矿床的地球化学特征及同位素年代学. *中国科学*, 1998(增刊): 15~ 23
- 10 胡华光, 胡世玲, 王松山, 等. 华东及邻区中、新生代火山岩同位素地质年龄. 见: 吴利仁主编. *华东及邻区中、新生代火山岩*, 北京: 科学出版社, 1984. 56~ 83

(1997-08-06 收稿, 1997-11-17 收修改稿)

液态亚共晶铝铁合金结构因子的预峰

秦敬玉 边秀房 王伟民 马家骥 徐昌业^④

(山东工业大学材料科学与工程学院; ④数理系, 济南 250061)

摘要 利用 $\theta\theta$ 液态金属 X 射线衍射仪, 研究了 675 °C 时 Al_{1.1}%Fe (质量分数, 下同) 合金的熔体结构及其与熔体热历史的关系, 并用纯铝作对比研究. 结果表明, 未过热铝铁合金熔体的结构因子的小角部分出现预峰, 高温过热后预峰消失; 而纯铝熔体的结构因子在过热前后基本不变, 也未出现预峰. 预峰的出现是液体中存在中程序的标志, 预峰直接对应于 Fe-Fe 原子在中程序尺度上的关联. 以晶体结构作为一级近似, 就可以构造一个液体结构模型. 基本的单元是一个体心立方, 8 个 Al 原子位于它的顶点上, 一个 Fe 原子占据它的中心. 这样的单元沿着体对角线方向平移一个对角线的距离, 能够满足预峰对 Fe-Fe 原子间距的要求, 并给出一个类 DO₃ 结构. 再将单元之间的空隙用铝的类 fcc 晶胞填充, 那么整个实体的成分约为 Al₇Fe, 与由快速凝固所得的亚稳相 Al₆Fe 的成分相近. 可以推测在液体亚共晶铝铁合金中存在成分近似 Al₆Fe 的原子团簇.

关键词 液态亚共晶铝铁合金 结构因子 预峰 X 射线衍射

快速凝固铝铁基合金是重要的新一代航空、航天及工业用高强、耐热的轻质合金^[1], 熔体