

岩石包体中二氧化碳的碳同位素测定

张成君 文启彬

(中国科学院兰州地质研究所 兰州 730000)

〔摘要〕 岩石包体中的流体组份同位素特征是研究形成岩石时环境的流体地球化学性质的重要方法,对测量同位素的流体的收集以及测量对同位素数据的提供也显得十分重要,本文建立了测量岩石包体中二氧化碳的碳同位素方法,经实际测量证明该方法符合测量要求。

关键词:岩石包裹体 流体组份 二氧化碳碳同位素测定

1 前言

岩浆岩中包体流体组份特征能反映岩浆结晶时所处环境的物理化学特征。对于地幔深处人们无法直接观测到流体的物化状态,因此对流体的性质及其演化主要是靠对岩石包体中组份的测量而获得。从包体中取出流体组份目前主要有二种方法:一是加热使包体破裂释放出流体,二是采用激光熔样的方法,将岩石中包体用激光束击穿后释放流体组份。本文通过分步加热法使包体破裂,收集释放出的流体组份,从质谱分析可知流体组份主要以 CO_2 为主,因此 CO_2 中的碳同位素测定对解释地壳深部流体的循环、演化等地球化学特征有着十分重要的意义。

2 方法及结果

2.1 样品处理

首先对岩浆岩等岩石样品进行处理,处理步骤如下:

岩石样 $\xrightarrow{\text{破碎}}$ 20—40 目
↓
在超声波振荡下蒸馏水反复冲洗 5 遍左右
↓
二氯甲烷浸泡,超声波振荡 30 分钟
↓
超声波振荡下蒸馏水反复冲洗 10 遍左右
↓
稀盐酸浸泡 30 分钟左右
↓

超声波振荡下蒸馏水反复冲洗 10 遍左右



100℃烘箱中烘干备用

用二氯甲烷浸泡主要是将岩石表面吸附及污染的有机质除去,稀盐酸可以将次生的碳酸盐岩溶解以清除因高温下碳酸盐分解产生 CO₂ 气体干扰包体中的 CO₂。经过上述处理后可在图 1 所示的装置中收集岩石包体中的 CO₂ 气体,收集的气体在质谱仪 MAT-251 或 MAT-252 上进行测量。

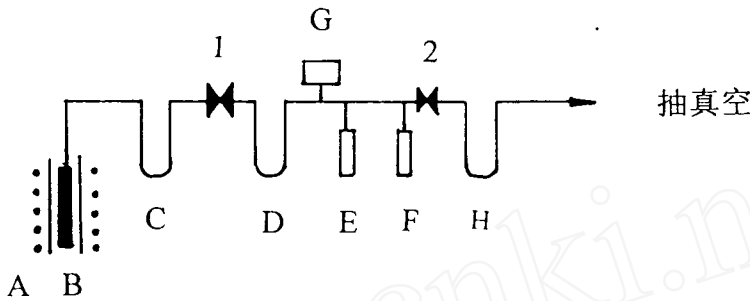


图 1 岩石包体中二氧化碳收集装置

A 电炉 B 石英样品管 C、D、H 冷阱 G 真空规 E、F CO₂ 样品收集管 1、2 阀门

Fig. 1 The equipment of collecting CO₂ from rock inclusion. A electro-furnace B Quartz sample tube C、D、H cryogenic trap G vacuum gauge E、F CO₂ sample collecting tubes 1,2 valves

2.2 CO₂ 的收集

在石英样品管中加入 2—4 克处理好的岩石样品,电炉 A 升温到 100℃,打开阀门 1 和 2,冷阱 H 加入液氮抽真空至真空规读数达到 10⁻²mbar 为止,一般大约需 30 分钟左右。然后,关掉阀门 1,电炉 A 分段升温加热 30 分钟后,关掉阀门 2,打开阀门 1,冷阱 D 加入液氮。经过 1 分钟左右,打开阀门 2 抽真空,将不冻的杂质气体抽掉,关掉阀门 2,在 CO₂ 样品收集管 E 或 F 上加上液氮冷阱,冷阱 D 换为酒精——液氮冷阱,观察真空规直到 D 中的 CO₂ 完全转移到 CO₂ 样品管 E 或 F 中为止。

2.3 测量结果

收集到的 CO₂ 在 MAT-251 或 MAT-252 上进行测量,从测量时观测到对 CO₂ 气样较大的样品,一般压力大于 30mV 的样品在 251 质谱仪上测量效果较好,微量样品(几 mV)在 252 质谱仪上测量效果较好。本文对中国东北地区的玄武岩分段加热,测得的 CO₂ 的 δ¹³C 值见表 1。

3 方法讨论

质谱法测 CO₂ 中 δ¹³C 值主要根据质量数为 45 和 44 二个峰的比值求得,因此凡是质

量数为 44 和 45 的非 CO₂ 分子离子对本方法测量是主要的干扰因素。从实验中发现有机质含量较多的气样测量时电压极不稳定,测量的误差也较大,在有机质中的 C₃H₈ 影响最大。样品同位素值以

$$\delta^{13}\text{C}_{\text{样}} = \frac{\delta_{\text{样}} - \delta_{\text{标}}}{\delta_{\text{标}}} \times 1000(\text{‰})$$

表示。CO₂ 标准气为本实验室的钢瓶气, $\delta^{13}\text{C} = 23.5\text{‰}$ (PDB)。对样品测量值的精度主要从平行样测量值说明,对不同样的多次重复测定结果(见表 2)说明测量的标准偏差分别为 0.8 和 0.5,考虑到地质样品本身的不均一性,测量结果基本达到测量的要求。

表 1 中国东北地区玄武岩样中 CO₂ 的 $\delta^{13}\text{C}$ 值
Table 1 The $\delta^{13}\text{C}$ of CO₂ in basaltic sample in the part of northeastern China

样 品	名 称	产 地	加热区间 (C)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	仪器精度
1	玻基玄武岩	卫深 2 井	200—300	-5.2	0.100
			300—400	-7.4	0.010
			400—500	-6.5	0.200
			500—600	-8.5	0.050
			600—700	-7.0	0.100
			700—800	-8.4	0.040
			800—900	-10.2	0.030
2	玻基斑岩	双深 4 井	200—300	-20.6	1.078
			300—400	-7.3	0.415
			400—500	-6.3	0.053
			500—600	—	—
			600—700	-7.6	0.019
			700—800	-15.7	0.312
			800—900	-21.7	0.174

表 2 样品平行样测量结果
Table 2 The results of measuring the same sample

样 品	名 称	测量次数	$\delta^{13}\text{C}$	样 品	名 称	测量次数	$\delta^{13}\text{C}$
Zh4	玻基玄武岩	1	-23.5	Zh7	玻基斑岩	1	28.3
		2	-24.5			2	-28.0
		3	-23.9			3	-26.7
		4	-25.5			4	-28.5
		5	-24.0			5	-27.0
		6	-25.3			6	-28.4
		7	-22.8			7	—

注:Zh4,Zh7 样温度区间为 300—900 C。

4 结论

①通过对岩石包体组份中 CO_2 的 $\delta^{13}\text{C}$ 的测量证明该实验方法基本可靠,可以作为岩石样品包体中 CO_2 同位素值测量的方法。

②实验的误差来源主要是有机质,特别是 C_3H_8 的干扰,另外硫化物对仪器本底值的干扰也是一个不容忽视的因素。清除这些影响因素可以在 CO_2 气样冷冻在冷阱 D 中时加长抽真空时间,等到真空规达到 10^{-2}mbar 后再转移 CO_2 样品。

The Carbon Isotopes Measured for Inclusion CO_2 in the Rocks

Zhang Chengjun, Wen Qibin

(Lanzhou Institute of Geology, Chinese Academy
of Sciences, Lanzhou 730000)

Received 1996-10-23

Abstract

The isotopic characteristic of fluid components in the rock inclusions is an important means to study the fluid geochemical characteristics of these rocks. And to collect fluid and measure isotopic value is also important because they can provide many isotopic data. In this paper we set up a means to measure the carbon isotope of CO_2 in the rock inclusions. It's proved by the practical measuring that this means is reliable in the geological measuring.

Key Words: rock inclusion, fluid component, CO_2 carbon isotope measuring