

智能化惰性气体同位素测量系统

郭春华, 贺怀宇, 刘宇

(中国科学院地质与地球物理研究所, 岩石圈演化国家重点实验室, 北京 100029)

Intelligent Noble Gases Isotopic Measurement System

GUO Chun-hua, HE Huai-yu, LIU Yu

(State Key Laboratory of Lithospheric Evolution, Institute of Geology and Geophysics,
Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029, China)

Abstract: The noble gases isotopic measurement system in IGGCAS (Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences) is composed of melting system (laser and furnace), purification system and MM5400 noble gas mass spectrometer. These three independent parts of the system are manually operated and have no communication with each other. The purpose is to control the three main parts of the measurement system by a dedicated computer. A new hardware controlling system suitable for automation was built for the intelligent measurement system. LabVIEW was introduced to the operating software. The whole experimental process will be handled by the dedicated computer. Based on the basic function software, the vacuum status alarm, valve status, data processing program and remote controlling will be added to the intelligent system.

By now, the hardware system building was accomplished, and the basic function software was established. The system joint commissioning is ongoing. Preliminary measurements indicate that the intelligent measuring system has same or even a better precision compared to the original system.

Key words: intelligent; noble gas mass spectrometer melting system; purification system; labVIEW

中图分类号: O 657.63 文献标识码: A 文章编号: 1004-2997 (2008) 增刊-219-02

惰性气体 Ar-Ar 定年法是广泛应用的年龄测定方法之一。传统的手动测量方式需耗费大量人力和时间, 且测量结果存在人为因素干扰, 实现快速精确的测量成为近年来的发展趋势。国外先进惰性气体同位素实验室均已实现了测量系统自动化, 而国内仅有一家实验室通过移植美国伯克利年代学中心的自动测量系统完成了自动化。针对国内自动化惰性气体测量研究领域的空白, 中国科学院地质与地球物理研究所在中国科学院的资助下, 开展了“智能化惰性气体同位素测量系统”的研制。

1 系统简介

中国科学院地质与地球物理研究所的惰性气体同位素测量系统由熔样系统(激光、石墨炉), 纯化系统(激光微区、常规)和 MM5400 惰性气体质谱仪 3 部分组成。此项研究旨在将原各自独立且需要手动操作的 3 部分通过自动化硬件环境的搭建和智能化软件的编制, 实现由一台计算机控制全过程的自动化测样。并在此基础上完成真空故障报警, 阀体状态检测, 数据自动联机处理, 远程监控等一系列智能化功能。

自动化硬件环境包括: 激光纯化系统精密二维工作台、控制电器柜及其内部控制电路、与新系统配套的离子计数卡、新系统真空管线、新系统石墨炉进样装置、激光纯化系统样品窗等; 软件的

制作采用图形化软件LabVIEW, 包括: 激光熔样系统的控制软件、质谱仪主机的控制软件、自动纯化系统的控制软件、石墨炉温度控制软件, 以及把这些软件整合在一起的主程序软件、在主程序上进行智能化升级的软件, 最终构成能够独立工作的智能化惰性气体测量系统。

智能化惰性气体测量系统的原理图见图1。

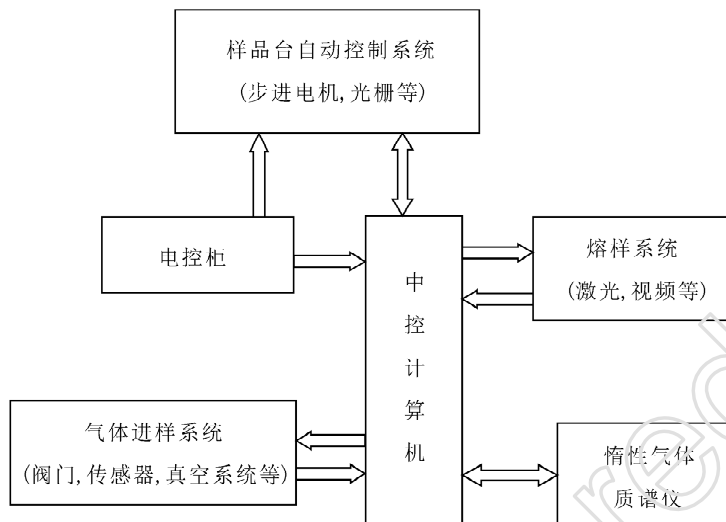


图1 智能化系统硬件框图

2 进展情况

目前本项目已经实现了硬件环境的搭建和基础应用软件的编制, 基本完成了三个部分的联机调试, 并取得了初步的测试数据。

数据表明, 本自动化测量系统对标准样品(空气)的测量达到了该实验室传统测量方法的精度, 避免了因操作失误和操作不规范引起的系统安全隐患, 并且减少了实验室工作人员的重复性操作的工作量。通过后续软件功能的完善, 该系统可以应用到实际样品的测试中。

(上接第218页)

实验使用 SO_2 标准气, 以双进样方式测量, $\delta^{34}\text{S}$ 测量值的外重复性精度完全可以保证优于0.5%, 实际测得同位素质谱仪分辨率为75, 灵敏度为 $0.1 \text{ A} \cdot \text{mbar}^{-1}$ 。使用真空热解法制氮装置/同位素质谱仪在线系统, 对10 mg植物样品进行分析, 其 ^{28}M 信号强度可达3 V, 完全可满足常规测量要求。

真空热解法制氮装置/同位素质谱仪在线系统的研制, 在国内尚属首次开展。仪器组装调试成功之后, 进行了大量实验性样品的制备与质谱测定, 其中包括示踪剂标准样品、土壤样品、植物样品、混合气体样品等。其作为氮同位素测定的专用型分析仪器完全可以应用于农业、医学、生物、商检及环境科学等有关领域, 并发挥其独特的作用。

参考文献:

- [1] BOUTTON T W, YAMASAKI S. Mass spectrometry of soils[J]. Marcel Dekker Inc, 1996, 12: 1-46.
- [2] MOOK W G, GROOTES P M. The measuring procedure and corrections for the high-precision mass-spectrometric analysis of isotopic abundance ratios, especially referring to carbon, oxygen and nitrogen[J]. Inter J Mass Spectrom Ion Phys, 1973, 12: 273-298.
- [3] 郑淑惠. 稳定同位素地球化学分析[M]. 北京: 北京大学出版社, 1986.
- [4] 曹亚澄. 质谱测定 ^{15}N 的方法[J]. 土壤, 1978, 6: 229-235.