

氦的测量及标定方法

许秋龙

新疆地震局地下水研究中心

^{222}Rn 和 ^{220}Rn 都是自然界存在的放射性元素氡的同位素,它们分别来自不同的母体铀和钍. 由于铀和钍的地球化学性质不同,以及 ^{222}Rn 和 ^{220}Rn 的衰变积累规律不同, ^{220}Rn 主要反映近地表的信息,而 ^{222}Rn 可以反映地下深部的信息. 多参数测量可以判别氡异常的性质,排除地表干扰因素,有利于确定地质构造的分布位置

天然放射系中氡及其子体的主要辐射特征

238 U 衰变链			232 Th 衰变链			235 U 衰变链		
核素	半衰期	α 粒子能量	核素	半衰期	α 粒子能量	核素	半衰期	α 粒子能量
222 Rn	3.824d	5.49	220 Rn	55.6s	6.29	219 Rn	3.96s	6.12
218 Po	3.04min	6.00	216 Po	0.15s	6.78	215 Po	1.78ms	8.35
214 Pb	26.8min	β, γ	212 Pb	10.64h	β, γ			
214 Bi	19.7min	β, γ	212 Bi	60.6min	6.05			
214 Po	164 μ s	7.69			6.09	211 Po	0.516s	6.22
210 Pb	22.3a	β, γ	212 Po	0.30 μ s	8.78			
210 Po	138.8d	5.30						
稳定的 206 Pb								

222Rn的半衰期为3.82天，**220Rn**的半衰期为55秒，而**219Rn**的半衰期不到4秒，通常所说的氡指**222Rn**。

观测方法（仪器）：

- 1、电离室法（**FD-105K**、RTⅢ2100）
- 2、静电法（**FD-3017**、RAD7）
- 3、闪烁室法（**FD-125**、FD216、**SD-3**）

氡是唯一的放射性气体，然而其衰变的子体却都是固体。因此电离室和闪烁室易受其子体附着累积所污染，而影响观测精度。

目前我们在实验室内主要是用
FD-105K、**FD-125** 两种测氦仪，
由于一般都是从观测点采样回来，
鼓泡脱气后静置1小时后才分析
的，因为其它子体的半衰期太短。
所以在实验室测量氦只有**222Rn**。

SD-3系列自动测氦仪也是闪烁室法，作为野外连续观测除了前面提到的氦子体对闪烁室的污染外还因 ^{222}Rn 半衰期是3.82天，闪烁室内难免有残留氦存在导致本底升高。

FD-3017仪器是一种瞬时测氦仪器，它利用静电收集氦衰变的第一代子体(RaA)作为测量对象，定量测量土壤或水中氦浓度，其特点是没有探测器污染问题。具有较高的灵敏度、操作简单、测量时间短、工作效率高。特别适用于土壤氦普查及工程检测。



RAD7抽吸测量基于氦子体的3分钟 α 衰变（可去掉其他辐射的干扰）和钍射气子体的瞬间 α 衰变。所以RAD7对钍射气的影响实际上是瞬时的。工作原理
RAD7静电收集 α 粒子后进行光谱分析精确确定 α 粒子能量，建立氦的特征图，用以鉴别氦和钍及其它同位素的 α 粒子。但是湿度对其影响非常大。



氦气在衰变成不同子体时 α 的能量是不同的，所以根据其能谱可区分不了子体。

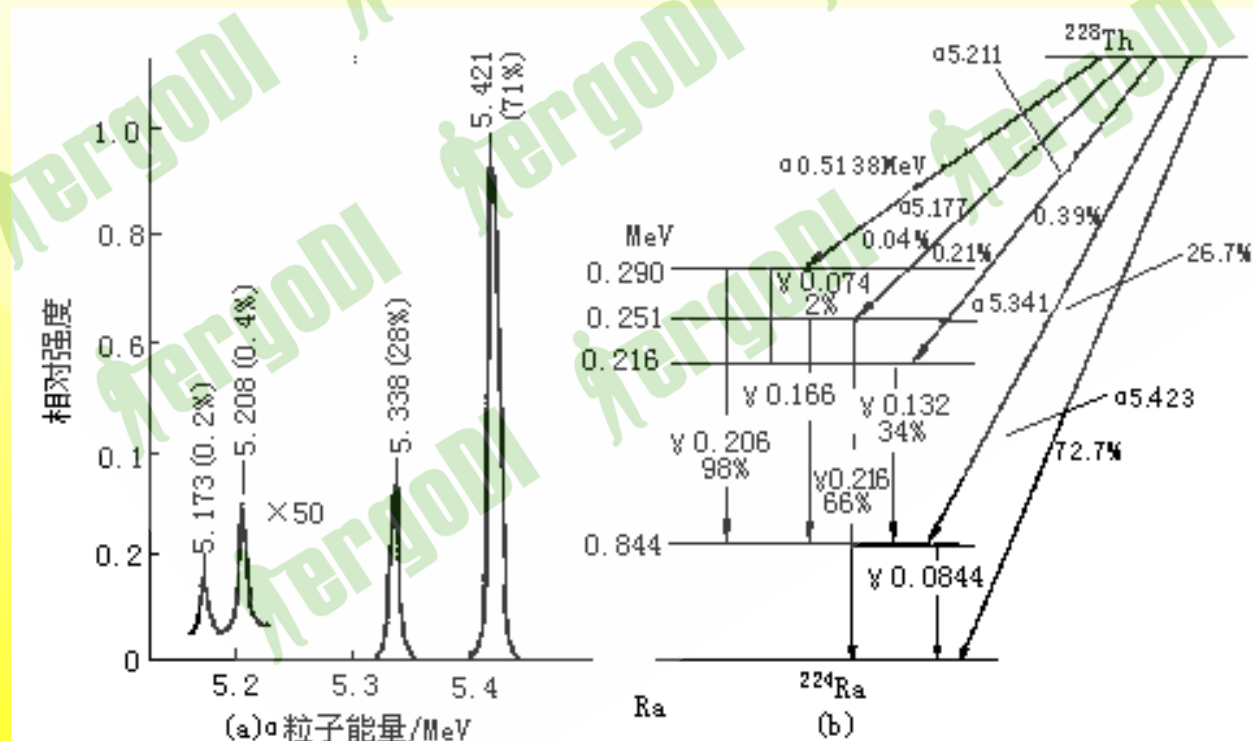


图23-1 ^{228}Th α 能谱 (a) 与其核变衰图 (b)

测氦仪器的标定

(RN-150或FD-3024固体氦源)

- 1、原来的方法适用于室内标定
- 2、许多台站买不到固体源
- 3、不适用野外自动观测仪器的
标定

鉴于以上原因我受学科组的委托5月9日至11日前往南华大学核科学技术学院进行了调研，向大家汇报如下



中华人民共和国

专项计量授权证书

The People's Republic of China

Certificate of Metrological Authorization for Special Items

(国)法计(2005) 0113号

南华大学核实验室

根据《中华人民共和国计量法》、《中华人民共和国计量法实施细则》和《计量授权管理办法》的有关规定，在核定项目范围内，你单位的计量标准经考核评定合格，现授权准予进行计量检定、校准和检测工作，特发此证（授权区域和项目见附件）。

This is to certify that measurement standard of your organization has been examined and deemed to be qualified within the authorized items in accordance with the provisions of the Law on Metrology of the People's Republic of China, the Rules for the Implementation of the Law on Metrology of the People's Republic of China, and the Acts for Metrological Authorization Management. Your organization is hereby authorized to carry out metrological verification, calibration and test (for authorized regions and items shown in the annex).

发证机关:
Issued by

发证日期: 2005 年 1 月 20 日
Issued on

有效期至: 2010 年 1 月 19 日
Valid to

批准人签名:

Approved by

王基平





计量标准考核证书

Certificate for Examination of Measurement Standard

[99] 国 量 标 核 证 字 第 001 号

根据《中华人民共和国计量法》，按照《计量标准考核规范》的要求，考核合格。特发此证。

This is to certify that the measurement standard conforms with the requirements of the "Rule for the Examination of Measurement Standard" according to the Law on Metrology of the People's Republic of China.

建标单位：南华大学氩实验室

Possessor of the measurement standard

计量标准名称：氩及氩子体浓度测量仪检定装置 代码：37316400

Name of measurement standard

Code

测量范围：氩浓度： $(100 \sim 2.7 \times 10^3 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3})$ 氩子体浓度： $(4 \times 10^{-7} \sim 1 \times 10^{-4} \text{ J} \cdot \text{m}^{-3})$

Measuring range

不确定度或准确度等级 氩浓度：U=5.8% (k=2)

或最大允许误差： 氩子体浓度：U=5.0% (k=2)

Uncertainty/accuracy class/
maximum permissible error

发证机关(印章)

The issuing authority

发证日期 2007 年 4 月 11 日

Date issued

有效期至 2007 年 4 月 11 日

Date of expiry



- 1、现用测氦仪的刻度、标定**
- 2、提供FD-125测氦仪配件及定标器**
- 3、氦监测预报地震的测量方法的优化**

利用南华大学氦实验室研制的流气式固体氦源，配上取样泵和流量计组成标准标定装置，建立一套规范的刻度、标定方法，可满足中国地震局所有现用测氦仪的刻度、标定



南华大学氦实验室研制了稳定性高和抗干扰能力强的智能定标器，可供**FD-125**测氦仪选配。



该仪器是针对氦和氦子体定值而设计的一款双路智能定标器，采用**4*20**的液晶显示器做工作显示界面，用**3 1/2**位液晶显示面板表显示高压。仪器内部提供一路**0 — +1000V**，一路**0 — -1000V**高压，可配接**FD-125**和**FJ414**氦，氦子体测量仪，可代替两台**FH-463**定标器，可通过**RS-232**口与计算机通讯，并通过计算机间接操作仪器。可由用户编程多种操作模式，自动完成托马斯三段法测量等多种功能。

- 1、除闪烁室测氦法外，开展其他测氦方法（如静电收集测氦法）在地震监测应用中的研究；
- 2、根据氦的行为规律，建立起规范、可靠的氦气采集系统；
- 3、土壤氦的可靠性测量方法在地震监测中的推广试验研究；
- 4、对氦监测预报地震的诸多影响因素的研究（如气象条件、地温、氦的析出、迁移规律等），希望在氦监测预报地震的理论和方法上有较大提高。

静电收集半导体法



NR-200A氦子体连续测量仪

静电滤膜法



专用的样品
采集装置可以
观测不同深度
的氦及子体



静电法测土壤氦有优势

谢谢各位专家
欢迎批评指导

