

表 1 几种材料性能的对比

探 测 器	CA-7801	DDH 片 基	洗印引带片基
本 底 (个/mm ²)	≤20	≤30	≤40
潜迹消失率(%)	60℃保存 4 小时	20.3	20.0
	100℃保存 4 小时	27.7	31.9
	室温相对湿度100%保存60小时	3.0	
	40℃相对湿度100%保存10小时	60.0	

浓度较低(1~2N)时, 径迹坑浅、色调很淡; 浓度增至 4N 以上, 径迹中心呈紫色, 并有色环; 在 60℃ 条件下 5~6N 效果较好。因此, 选择的最佳蚀刻条件是: 5~6N 浓度的 KOH 或 NaOH 水溶液, 每 100ml 加 3~5g 的高锰酸钾作为氧化剂, 蚀刻温度为 60℃, 时间 30~40 分。

在野外, 探测器记录的氢的 α 粒子的能量不是单一的, 一般用 300~400 倍显微镜进行观测, 当径迹直径在 4~10 μ m 时, 计数比较准确; 小于 4 μ m 或大于 10 μ m 时, 计数均偏低。应该注意的是, 要避免高温高湿度的综合影响, 以减少径迹消失率。

目前 CA-7801 探测器在铀矿地质上已广泛应用, 并取得良好效果。

CA-7801 solid state track detector for searching uranium ore body

Lin Yufei Li Zhenfu Ma Lijuan
(Beijing Institute of Uranium Geology)

CR-39 塑料固体径迹探测器

崔浣华 吴日升 王世成

(中国科学院高能物理研究所)

用固体径迹探测器记录重离子具有以下优点: 本底低、潜径迹不易衰退、处理简单、测量量轻便、且能做成很大的面积。因此它在宇宙线物理研究中得到广泛的应用。

1978 年, Cartwright 等人发现 CR-39 探测器。它的灵敏度高、响应一致、径迹轮廓清晰, 它的性能比至今所用的其它固体径迹探测器都好。

为了记录北京上空宇宙线中的相对论重离子, 我们对 CR-39 探测器的基本性能进行了初步的研究。

1. 选择最佳蚀刻条件

用裂片径迹直径法测定总体蚀刻速度 V_e 。用 6.1MeV α 粒子和裂片径迹直径之比 d 表示 CR-39 探测器在各种蚀刻条件下的相对灵敏度, 根据相对灵敏度的高低来选择最佳蚀刻条件。

由 d (或 V_e) 和蚀刻温度(40~80℃)的关系以及与氢氧化钠浓度(2~10N)的关系可见, V_e 随温度升高而增加, 并随氢氧化钠浓度的增大而增加。在 4~6.8N NaOH 之间 d 具有最大值, 数值基本不变。在 60~80℃ 之间 d 值变化不大, 但以 70℃ 的 d 值略高一点, 因此选择 70℃, 6.8N NaOH 作为最佳蚀刻条件。

2. V_e 响应的一致性

用上述方法先求出最佳蚀刻条件下的 d 值, 再计算径迹蚀刻速度 V_e ,

$$V_e = \frac{1+d^2}{1-d^2} V_0 \quad (1)$$

以 $4V_t/V_i$ 表示响应的一致性。

将 CR-39 剥蚀至不同厚度, 直到每面的剥蚀深度约 $120\mu\text{m}$ 为止, 用上述方法求出不同深度的 d 和 V_t 。CR-39 探测器不同深度的 $4V_t/V_i$ 为 1%。

3. 测定 CR-39 探测器的灵敏度

用各种能量的 α 粒子、质子和氦核照射过的 CR-39 探测器, 在 70°C , $6.8N$ NaOH 溶液中蚀刻, 测量各种径迹的直径。

从 α 粒子、质子和氦核径迹的半径与剥蚀厚度的关系中可见, 能量高达 26.5MeV α 粒子, 1MeV 质子和 1.45MeV 氦核的蚀刻曲线都通过坐标原点, 表明它们处在探测器可记录的能量范围之内。因此, CR-39 探测器记录 α 粒子、质子和氦核的最高能量分别大于 26.5 、 1 和 1.45MeV 。

由 α 粒子径迹的直径, 根据 (1) 式计算蚀刻速度比 V ($V = \frac{V_t}{V_a}$), 并由 α 粒子的能量计算 Z/β 值 (Z 为 α 粒子的原子序数, β 为 α 粒子速度与光速之比)。

$$\beta = \{1 - [1 + (E/931.14A)]^{-2}\}^{1/2}$$

式中 E 为 α 粒子的能量, A 为 α 粒子的原子量。

将 α 粒子的 $(V-1)$ 和 Z/β 的关系表示在图 1 中。由图可见, CR-39 探测器记录最低的 $Z/\beta \leq 17$, 它可以记录 $Z \leq 17$ 以上垂直入射的相对论重离子。因此它可以用来探测宇宙线中铁组核及比它更重的相对论重离子。

4. 结论

我们的结果 (图 1) 和 Price 等人的结果基本上一致。实验验证了 CR-39 探测器的灵敏度和响应的一致性远远超过至今所用的其它一切固体径迹探测器。它可以记录自然界中所有能量的 α 粒子, 是一种良好的轻粒子探测器。它也可以记录宇宙线中铁组核以上的相对论重离子, 是一种灵敏度高、分辨好的重离子探测器。

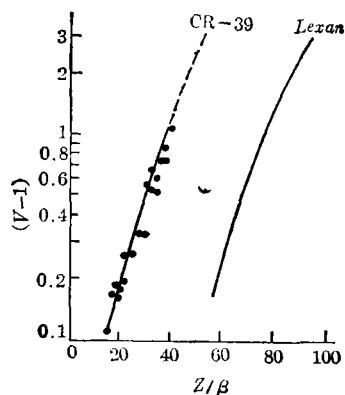


图 1 α 粒子的 $(V-1)$ 和 Z/β 的关系

CR-39 plastic solid state track detector

Cui Huanhua Wu Risheng Wang Shicheng

(Institute of High Energy Physics, Academia Sinica)

用 SC-79 塑料固体径迹探测器探测 α 粒子

庞德聆 马国才

(上海市工业卫生研究所)

SC-79 是一种塑料光学玻璃, 早在 1946 年已由美国 P.P.C. 公司 (Pittsburg Plate Glass Co.) 的哥伦比亚研究所试制成功, 它的商品名称为 CR-39。1979 年我国华东化工学院分院、上海东风农药厂试制一甘醇双烯丙基碳酸酯 (简称 DEGAC) 的单体和聚合物获得成功。SC-79 塑料光学玻璃就是 DEGAC 与甲基丙烯酸甲酯的一种共聚物。

国产 DEGAC 与国外文献报导的 CR-39 标准红外光谱图相符。由于 CR-39 在结构上无交键, 只需要很小的辐射剂量就能把键打断, 因此它对带电粒子非常灵敏。此外, CR-39 还具有高度的各向同性, 均匀性以及光学透明度。