

## 模拟裂变中子源能谱测量

王效忠 张 应 梁东麒 于春英  
董明理 慎伟奇 撒 骏 李安利

(中国原子能科学研究院, 北京)

关键词 模拟裂变中子源, 闪烁谱仪, 能谱, 平均能量。

### 一、引 言

在研究链式反应系统的各种性质时, 常常用到具有类似裂变中子能谱的中子源。模拟裂变中子源主要由  $^{210}\text{Po}$  的  $\alpha$  粒子轰击 F, Be, Li, B 等轻元素产生中子, 随着靶元素成份以及结构的差异, 中子能谱也不完全相同。应本院同位素处的要求, 我们测量了一模拟裂变中子源的能谱, 其源强约  $10^4\text{n/s}$ , 靶成份为天然 Li 24.16%, F 66.14%, B 9.4%, Be 0.3%,  $\alpha$  源为  $^{210}\text{Po}$  镀片, Au 为基底用干法工艺做成。该中子源的装料芯尺寸为  $\phi 11.2 \times 9.2\text{ mm}$  的圆柱体, 外面为双层不锈钢氩弧焊密封, 源的外形尺寸为  $\phi 16.5 \times 18.5\text{ mm}$ , 估计平均中子能量为 2 MeV 左右。由于源强不大, 我们利用苾晶体闪烁谱仪, 用积分反冲质子谱方法测量。其优点是所需条件简单。由于采用了计算机处理数据及在线获取数据, 弥补了该法处理数据较麻烦的缺点。

### 二、原理和测量

中子由源出射到苾晶体中, 与氢核发生弹性碰撞, 产生反冲质子, 实验测定反冲质子谱, 由此求解出中子谱, 其原理详见文献[1]。本工作对质子与电子能量关系在低能部分按实验值作了更正。且用数学公式拟合, 其经验公式和系数列表如下:

$$E_e = AE_p^B + \alpha_0 + \alpha_1 E_p + \alpha_2 E_p^2$$
$$A = 0.136 \quad B = 1.535$$

表 1 经验式中的系数  
Table 1 Coefficiency in experiential formula

$E_p$	$\alpha_0$	$\alpha_1$	$\alpha_2$
0—0.6	0	0.00388	-0.0271
0.6—3.0	-0.0017	-0.02480	0.02448
>3.0	-0.09649	0.11473	-0.00888

苾晶体闪烁谱仪如图 1, 中子探测器由  $\phi 40 \times 38\text{ mm}$  的苾晶体和光电倍增管 56 AVP

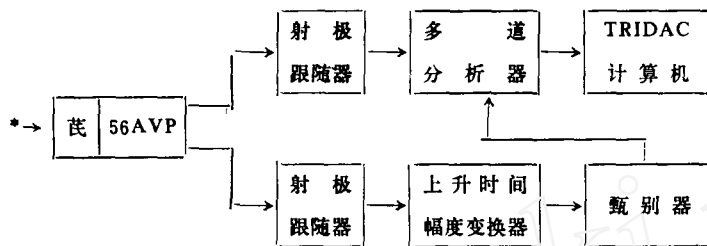


图 1 实验安排示意图

Fig.1 Block diagram of scintillator spectrometer

组成，并被安放在离地面 1.3 m 的空中，不加屏蔽体且尽量减少四周不必要的物体，也远离实验室墙壁，以减少散射中子本底影响。在计数率许可的情况下，源仅距 茛 晶体约 3 cm。由第十二打拿极引出的一线性讯号，送入上升时间幅度变换器作脉冲形状甄别，中子讯号作多道的开门讯号，并与第十打拿极的线性讯号符合，使多道获取由中子引起的反冲质子脉冲高度谱。计算机由电子-质子光响应曲线在线将反冲质子脉冲高度谱转换成按质子能量间隔的反冲质子谱。然后用预先由蒙特-卡罗法计算的效率矩阵解出中子能谱。

### 三、数据处理

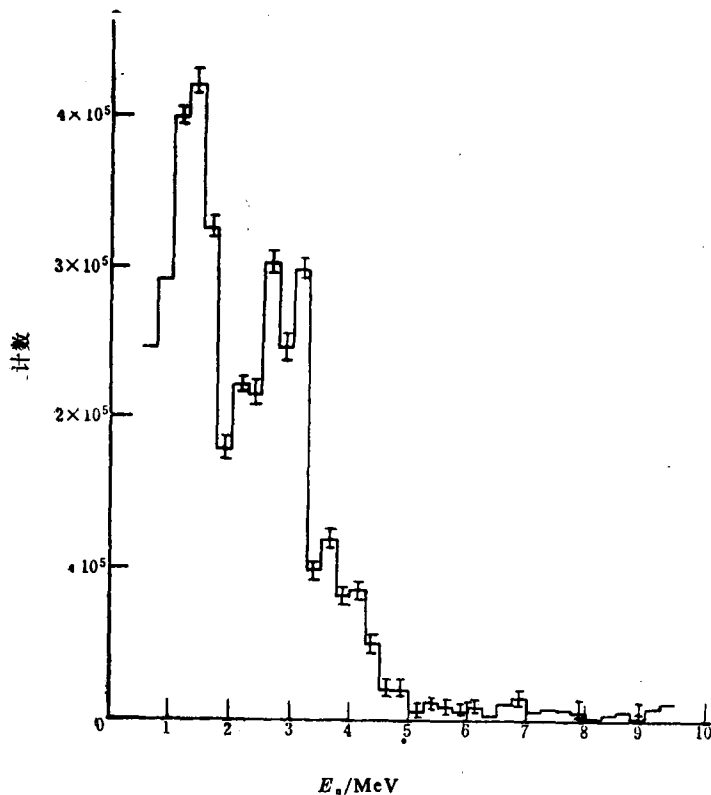


图 2 模拟裂变中子源谱

Fig.2 Neutron energy spectrum of mock fission neutron source

由于多道零点及范围限制, 不能对 0.5—10 MeV 的中子引起的反冲质子谱一次测得, 因此在两种不同高压情况下分别对低能及高能部分进行分段测量, 在保证线性的 1.5—2.5 MeV 范围内归一衔接高低能段能谱, 使其能量范围达到 0.5—10 MeV。在源与中子探测器间还加入了 7.5 cm 长的铜和 38.5 cm 长的石蜡制成的影锥, 用来测量本底。由于大厅本底与探测器和源之间的距离基本无关, 故可以将测得的本底近似看作实验获取数据时的本底。结果表明, 低能部分本底仅为 1% 左右, 高能部分更少, 故数据处理时忽略了本底的影响。

在效率矩阵转换成中子能谱中考虑了茂晶体的各向异性效应。经效率修正后的能谱示于图 2, 数据误差仅考虑了统计误差。

#### 四、实验结果和讨论

本工作前后共进行了两次测量, 时隔长达 7 个月, 两次测量结果相符, 在每次测量数据中, 各轮数据也重复, 平均能量为  $2.22 \pm 0.045$  MeV (见图 2)。比乳胶法测量的用材料均匀混和湿法制成的 MF 808 源略高, 平均中子能量较高的原因除了本测量中计算平均能量时比乳胶法多考虑了一段高能区外, 很可能是在 2—3 MeV 间存在一个较强的 B ( $\alpha, n$ ) 反应的中子峰之故, 也可能存在着源结构及制备工艺不同的影响。

感谢曹盘年同志提供了模拟裂变中子源及有关数据。

#### 参 考 文 献

[1] 快中子能谱测量组, 原子能科学技术, (3), 199 (1975)。

(编辑部收到日期; 1987 年 9 月 29 日)

## ENERGY SPECTRUM MEASUREMENT OF A MOCK FISSION NEUTRON SOURCE

WANG XIAOZHONG ZHANG YING LIANG DONGQI YU CHUNYING  
DONG MINLI SHEN WEIQI SA JUN LI ANLI

(China Institute of Atomic Energy, P. O. Box 275, Beijing)

#### ABSTRACT

The energy spectrum of a mock fission neutron source—Po- $\alpha$ -(Be + B + F + Li)—was measured with a recoil proton pulse height spectrometer. The measured spectrum was compared with the spectrum of another mock fission neutron source. The difference was discussed.

**Key words** Mock fission neutron source, Scintillator spectrometer, Energy spectrum, Average energy.