

在西门子机上的多能蒙特卡罗程序系统简介

张孝泽

关键词 多能蒙特卡罗, FORTRAN 语言, 热群截面。

一、概 况

西门子机 (Siemens 7760) 上的多能蒙特卡罗程序系统是 NOVA-840 机上的“直角三角形栅元的热中子通量和热利用因子的多群蒙特卡罗计算程序”^[1,2]的西门子机文本。

除了 840 机上的程序功能外, 西门子机上的多能蒙特卡罗程序系统增加以下三个功能: 第一, 可计算矩形栅元; 第二, 增加 Be, B, C, N 和 F 五种散射核; 第三, 输出两种形式的扩散系数。

由于西门子机的速度是 NOVA-840 机的 10~15 倍, 因此, 计算同一方案在西门子机上也快 10~15 倍。

二、增加的功能

西门子机上的多能蒙特卡罗程序系统, 除保留原来 NOVA-840 机的多能程序功能, 还增加了以下功能:

1. 计算矩形栅元 现在的程序可以计算如图 1 所示的十六区矩形栅元。

一般说来, 使用矩形栅元比使用直角三角形栅元有利。这是因为:

- (i) 对某些活性区结构, 不易取出三角形栅元;
- (ii) 使用矩形栅元比三角形栅元计算速度略快。

在程序中, 用一个参数来控制做哪种栅元, 它的值事先由方案参数给出。

2. 新核素表 现在的程序中, 热中子与 Be, B, C, N 和 F 五种核的散射截面也按单原子重气体模型计算出来。由此, 核素编号表见表 1。

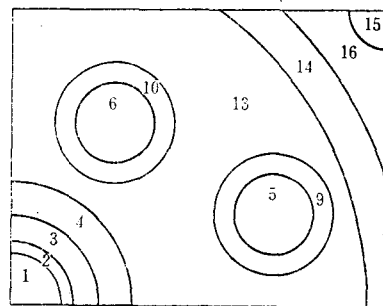


图 1 矩形栅元结构

表 1 核素编号表

编 号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
核 素	¹ H	² D	¹⁶ O ₋₁	¹⁶ O ₋₂	Be	¹¹ B	¹² C	^{14,14} N	¹⁹ F	²³⁸ U	²³⁹ Pu	¹¹² Cd
编 号	13	14	15	16	17	18	19	20	21	32
核 素	²³⁸ U	²⁴⁰ Pu	¹⁷⁸ Hf	⁹¹ Zr	⁶⁰ Fe	²⁷ Al	¹¹⁴ In	¹⁰⁷ Ag

3. 两种扩散系数 除计算

$$D^{IV} = (3 \sum_{I'}^{IV})^{-1}$$

外，还计算了另一种扩散系数 D_r^{IV} ：

$$D_r^{IV} = \frac{1}{3} \left(\overline{\frac{1}{\sum_{ir}^{IV}}} \right),$$

这里，

$$\left(\overline{\frac{1}{\sum_{ir}^{IV}}} \right) = \frac{1}{F} \sum_{i=1}^{30} \sum_{k=1}^{16} \left(\frac{1}{\sum_{sk_i} + \sum_{aki}} \right) V_k \phi_{ki} \Delta E_i,$$

$$F = \sum_{i=1}^{30} \sum_{k=1}^{16} V_k \phi_{ki}.$$

三、样 本 方 案

1. 轻水方案和重水方案 在 NOVA-840 机上和西门子机上同时计算了轻水栅元和重水栅元这两个方案。这两种栅元的几何结构如图 2 所示。

轻水栅元 (图 2 a) 的几何尺寸 (cm) 如下：

- $a=3.8, b=2.19393, \theta=\pi/6;$
- $r_1=0.7, r_2=1.05, r_3=1.35, r_4=1.4,$
- $r_5=r_6=r_7=0.3275, r_8=0,$
- $r_9=r_{10}=r_{11}=0.4, r_{12}=0,$
- $r_{13}=3.55, r_{14}=3.65, r_{15}=0;$
- $\bar{x}_5=1.93185, \bar{x}_6=2.95442, \bar{x}_7=2.59807, \bar{x}_8=0;$
- $\bar{y}=0.520944, \bar{y}_6=0.517638, \bar{y}_7=1.5, \bar{y}_8=0.$

各区的介质组成及核密度如下：

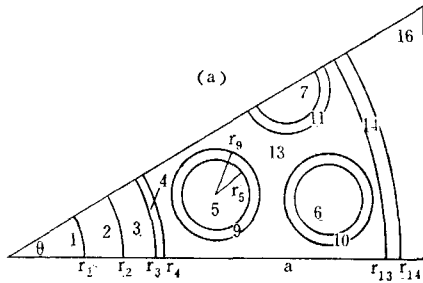


图 2(a) 轻水栅元

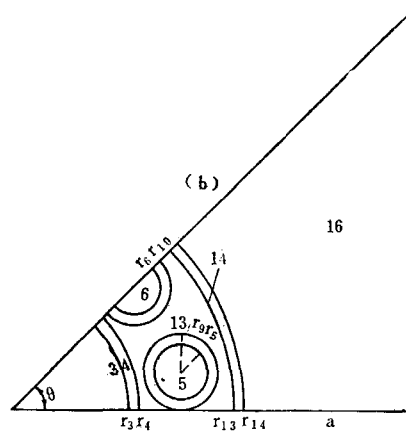


图 3(b) 重水栅元

区号 $k=1, 3, 13, 16$ 时，

$$N_H=0.067, N_O=0.035;$$

$$k=2 \text{ 时, } N_{Hr}=0.04;$$

$$k=4, 9, 10, 11, 14 \text{ 时, } N_{Zr}=0.045227;$$

$$k=5, 6, 7 \text{ 时, } N_O=0.046888,$$

$$N_{U5} = 0.72154 \times 10^{-3}, N_{U8} = 0.022722。$$

重水栅元 (图 2 b) 的几何尺寸如下:

$$a = b = 4.6, \theta = \pi/4,$$

$$r_1 = r_2 = 0, r_3 = 1.34, r_4 = 1.4,$$

$$r_5 = r_6 = 0.3275, r_7 = r_8 = 0,$$

$$r_9 = r_{10} = 0.4, r_{11} = r_{12} = 0,$$

$$r_{13} = 2.55, r_{14} = 2.65, r_{15} = 0。$$

各区的介质组成及核密度如下:

$$k = 3, 16 \text{ 时}, N_D = 0.0644, N_O = 0.0333, N_H = 0.2 \times 10^{-3};$$

$$k = 4, 9, 10 \text{ 时}, N_{Zr} = 0.423 \times 10^{-1};$$

$$k = 5, 6 \text{ 时}, N_O = 0.046834,$$

$$N_{U5} = 0.70251 \times 10^{-3}, N_{U8} = 0.0227145;$$

$$k = 13 \text{ 时}, N_D = 0.066337, N_O = 0.033289。$$

$$N_H = 0.2 \times 10^{-3}, N_{Fe} = 0.18354 \times 10^{-4}, N_{Zr} = 0.49533 \times 10^{-5};$$

$$k = 14 \text{ 时}, N_{Al} = 0.0602。$$

这两个方案均是冷态, 即 $T_{H_2O} = T_{燃料} = 293^\circ \text{K}$ 。

2. 计算结果 两个方案热群截面参数计算结果列于表 2。

表 2 热群截面参数

项目	轻水方案		重水方案	
	西门子机	NOVA-840	西门子机	NOVA-840
碰撞总数	100017	70123	157880	157644
D	0.207927	0.208013	0.834341	0.842263
L^2	2.017434	2.04576	56.9057	58.0688
$\Sigma_{0,7}$	0.103064	0.101681	0.014662	0.014504
$\nu_r \Sigma_r$	0.122071	0.120813	0.025809	0.025603
$\Sigma_{1,7}$	1.60312	1.602448	0.399517	0.395759
Σ_s	1.5	1.5	0.384855	0.381255

关于程序使用的详细说明参见[3]。

参 考 文 献

- [1] 张孝泽, 原子能科学技术, 1, 20(1979)。
 [2] 张孝泽, XIMT—直角三角形栅元的热中子通量和热利用因子的多群蒙特卡罗计算程序及其使用说明, 内部资料, 1977年。
 [3] 张孝泽, 在西门子机上的多能蒙特卡罗程序系统, 内部资料, 1983年。

(编辑部收到日期: 1983年7月20日)