

裂 变 产 物 衰 变 数 据 库

王 胤

关键词 裂变产物, 衰变数据, 数据库。

一、引 言

裂变产物核数据包括裂变产物产额、裂变产物衰变数据和裂变产物的中子截面数据。

裂变产物核数据在反应堆方面主要用于计算衰变热。停堆后由放射性核素衰变而释放出的能量谓衰变热。衰变热的正确计算对控制动力堆的安全性有重要意义。如果冷却不当, 衰变热就可能引起活性区熔化而导致安全壳的整体破坏。因此, 从动力堆发展以来, 人们就非常关心衰变热的计算。这是一个有关核电站安全控制的重要课题。

产生衰变热的放射性核素来源于核燃料的裂变反应以及核燃料, 慢化剂和结构材料等捕获中子发生的核嬗变反应。其中, 核燃料的裂变反应是主要的。因此, 通常所说的衰变热主要是对裂变产物而言。

裂变产物衰变热的计算是通过所谓求和法来进行的。在这种计算中要牵涉到每种裂变产物的浓度随时间的变化, 以及每种裂变产物对整个裂变产物衰变热的贡献。经长时间运转的反应堆, 还须考虑在运转过程中裂变产物因捕获中子而发生的核嬗变。

在裂变产物衰变热的计算中, 应考虑的质量范围是 60—170。在这个质量范围内有上千个裂变产物核素。其中, 尚未在实验上得到认证的近于 300 个, 实验数据不完全的近 200 个, 此外还有 150 个左右的稳定核素。在裂变产物衰变热计算中涉及的裂变产物核数据是很广泛的, 包括裂变产额、衰变常数、 Q 值、分支比、 β 和 γ 能量以及截面等等。

目前全世界有五百个大型的动力堆, 它们的发电能力相当于现在人类所使用电力的十分之一。为评价衰变热以满足我国核电站发展的需要, 继裂变产物产额库初建之后, 拟建裂变产物衰变数据库。

二、裂变产物衰变数据库

从普遍意义上讲, 数据库是模拟现实世界中信息的集合。当然, 这里所指的数据并非专指进行数学运算的数值, 而是那些能以数字形式传递和存贮的信息。可以预计, 数据库技术的发展将有可能把世界所有信息存贮并组织起来。但目前的每一数据库都仅为有限的应用目的服务, 如本裂变产物衰变数据库就主要是供核电站计算衰变功率用的。

为了兼顾到作 γ 能谱分析的广大用户对衰变数据的需要, 我们把裂变产物衰变数据库建在了 SCORPIO-3000 测量系统上。本系统配用的计算机为 PDP-11/04。

对任何一个数据库, 数据文件系统是它的主要部分。此外, 还必须有数据的输入、存贮、检索、修改、增删等管理系统。我们参照 ENDF/B 的衰变数据库格式, 用 FORTRAN 语言编写了 FPDD 程序用以输入和存贮数据。至于其他功能是利用 PDP-11 系列计算机自身的软件系统来实现的。

本裂变产物衰变数据库主要是由若干数据文件组成的，每个数据文件存贮一个特定核素的各类衰变数据。每个数据文件分为若干记录，以存贮不同类型的衰变数据。每个记录又分为若干字段，以存贮具有一定衰变意义的数据。每个文件由核素代码开头，以 γ 数据结尾。在此，我们以 ^{138}I 的衰变数据为例，说明一个数据文件的存贮内容和结构。至于对每个记录的详细描述，因篇幅关系从略。

本裂变产物衰变数据库目前存贮有一些专用数据。裂变产物衰变数据在本库中的存贮格式见附表。

附表 裂变产物衰变数据的存贮格式

```

05312800
EVALUATOR:LI MING, INSTITUTE OF ATOMIC ENERGY.
DATE:OCTOBER 10,1980.
REFERENCES:Q--1973, REVISION OF WAPSTRA-GOVE MASS TABLES.
OTHER--SEE R.L. AUBLE, NUCL.DATA SHEETS, 9, 157(1973).

```

Z	A	ELEMENT	SPIN & PARITY	NO. OF COMMENT RECORDS
53	1280	I	1+	3
T1/2	ERROR	UNITS	NO. OF DECAY MODES	NO. OF SPECTRA
24.990	0.020	M	2	4
DECAY MODE	FINAL-STATE ISOMER	Q	ERROR	BRANCHING
1	0	2127.0	5.0	93.9
2	0	1258.0	5.0	6.1
<ELECT.>	ERROR	<EPHOT.>	ERROR	<EH.P.>
751.10		85.20		
NORMALIZATION FACTOR(BETA-)	ERROR	NO. OF TRANSITIONS	RADIATION TYPE	<EBETA->
1.000		4	1	751.10
E(BETA-)	ERROR	I(BETA-)		ERROR
544.0	5.0	0.012		
1158.0	5.0	1.900		
1684.0	5.0	15.000		
2127.0	5.0	77.000		
NORMALIZATION FACTOR(BETA+)	ERROR	NO. OF TRANSITIONS	RADIATION TYPE	<EBETA+>
1.000		2	2	0.0013
E	ERROR	I(EC)	ERROR	I(BETA+)
510.000	5.000	0.140		0.000
1258.000	5.000	6.000		0.002
NORMALIZATION FACTOR(X,ANN)	ERROR	NO. OF ENTRIES	RADIATION TYPE	<E>
1.000		1	9	1.280
KX-RAY INT.	ERROR	LX-RAY INT.	ANN.RAD.INT.	ERROR
4.480		0.720	0.004	2
NORMALIZATION FACTOR(GAMMA)	ERROR	NO. OF TRANSITIONS	RADIATION TYPE	<EGAMMA>
0.1600		7	0	83.880
E(GAMMA)	ERROR	I(GAMMA)	ERROR	SOURCE FLAG
442.910	0.070	100.0000	0.0000	1
526.620	0.100	9.6000	0.0000	1
613.100	0.500	0.0150	0.0040	1
743.500	0.200	0.9000	0.1000	2
969.400	0.400	2.4000	0.3000	1
1139.700	0.200	0.0600	0.0080	1
1434.500	0.600	0.0033	0.0007	1

三、结 束 语

本裂变产物衰变数据库是为评价衰变热而建的，有待在今后的实际应用中进行考验，使其完善。

(编辑部收到日期：1982年3月28日)

关于“电子直线加速器束流崩溃的起始 电流”一文的商榷意见

高 维

1. 文章(见本刊1983年第1期68页——编者注)介绍了P. B. Wilson在1963年提出的理论，Wilson只推导了在能量不变情况的阈电流公式，作者运用同样的方法推导了能量线性增加时的阈电流公式。这一理论从功率平衡出发，物理概念较清楚，但毕竟是早期的理论，比较粗糙。而且，束流崩溃现象有两种：发生在单段加速器中的迴授型和发生在多段加速器中的多段累积型。这两种束流崩溃现象的起因虽然相同，但它们生长的机制则不同。Wilson的理论是针对单段加速器中的迴授型束流崩溃提出的。这些内容在文章中似乎都应加以简单说明，使读者对此理论的适用范围有正确的认识。

2. 文中叙述的关于束流崩溃形成的物理概念是错误的。例如68页正文第5行“当注入电流增大到其所激起的非对称波的传播功率等于电子束流从非对称波里吸取的功率时，将发生再生共振现象，最后导致束流崩溃”。基于上述分析，文中给出了束流从非对称波中吸取的平均功率式(12)，它与束流 I_0 成正比。而 HEM_{11} 波的传播功率是 P_r (式(16))。前面叙述中“当注入电流增大到其所激起的非对称波的传播功率”，而文中给出的传播功率 P_r 的表达式(16)中并未包括束流 I_0 ，显然矛盾。事实上，由于束团中固有的各种噪声和扰动，它总可能在波导中激起 HEM_{11} 极化波。束团在 HEM_{11} 波作用下发生偏转，由于偏轴，它将与 HEM_{11} 波纵向电场分量作用，电子束将把功率转移给 HEM_{11} 波。在偏转束团的过程中， HEM_{11} 波也要损失一部分功率，但与束团给予它的能量相比是很小的，可以忽略(Wilson是这样处理的)。所以文中式(12) P_0 表示的是束流转移给 HEM_{11} 波的功率，而不是文中所说的束流从非对称波中吸取的功率。功率 P_0 与束流 I_0 成正比，也与 HEM_{11} 波振幅 \bar{A} 的平方成正比，当 P_0 等于在波导中建立振幅为 \bar{A} 的 HEM_{11} 波所需的功率 P_r 时，由于 HEM_{11} 波的返波特性和(不考虑衰减)，就达到了反馈振荡的平衡条件。一旦束流再增加，使 $P_0 > P_r$ ，则 HEM_{11} 波振幅迅速增加，使束流偏到孔上。因此文中式(17)或(18)可以认为是脉宽无限时的束流崩溃阈电流。如果按文中所述， P_0 是束从 HEM_{11} 波吸收的功率，则束流 I_0 增加，束吸收的功率增加，不是反而不易发生束流崩溃了吗？

由于上述概念上的错误，文中自然得出束流崩溃起始电流与段上束团相对 HEM_{11} 波总相移 δ 有图1所示关系。故文中72页“实现强流的途径”一节第一行说，“我们求常能时