

评价核结构数据库

周春梅

(中国原子能科学研究院 中国核数据中心 北京 102413)

摘要 本文简要介绍了评价核结构数据库(ENSDF)的组织结构、核数据的内容和应用范围、数据的及时更新和为各国用户的优良服务。

关键词 核结构, 核衰变, 数据库

1 引言

核结构和衰变数据(简称核结构数据)是核物理基础研究、核技术应用研究和核工程设计等的基本数据, 有着广泛的应用价值。因此, 它受到有关专家学者和工程设计部门的重视。1974年, 在国际原子能机构核数据科主持下, 组成了核结构和衰变数据国际协作网(International Nuclear Structure and Decay Data Network)。我国是1986年成为其正式成员的。该协作网各成员国分工协作进行所分配的A链核数据评价及其更新。为方便工作, 商定国际评价核结构数据库(Evaluated Nuclear Structure Data File)设在美国Brookhaven国家实验室美国国家数据中心(National Nuclear Data Center)。NNDC受国际协作网的委托, 负责评价核结构数据库(ENSDF)的建设和为用户提供服务等有关事宜。ENSDF包括了所有已知核素的全部核结构和衰变数据及其有关信息。该库的开放和服务不仅面向协作网成员, 也面向世界各国用户。

本文将简要地介绍ENSDF的组成结构、数据内容与应用和数据更新及服务等。

2 ENSDF 的组织结构和内容

ENSDF是由 $A=1\sim 266$ 质量链顺序排列的有关信息构成的。对每个A链, 它有如下三类信息:

1 简介(Brief) 包括评价作者姓名和工

作单位, 评价摘要和截止日期, 以及其它说明等内容。

2 参考文献(Reference) 包括评价中所引用的全部文献资料(按国际通用的关键数给出)。它由核结构参考文献库(Nuclear Structure Reference File)检索得到。

3 评价数据(Evaluated Data) 这是ENSDF的主体。它们是以 AZ 核素的Z值由小至大的顺序排列的。对每个 AZ 核素, 通常有核衰变、核反应和采用能级与 γ 辐射三类数组。其数据内容是:

(1) 核衰变数据(Decay Data)

母核特性: E_1 (能级能量), J^π (自旋宇称), $T_{1/2}$ (半衰期), Q (从母核基态到子核基态的衰变能)。

子核特性: E_1 (能级能量), J^π (自旋宇称), $T_{1/2}$ (半衰期)。

β (或 ϵ)衰变: \bar{E}_β (或 \bar{E}_ϵ)(平均衰变能), I_β^\pm , I_ϵ (衰变强度), LOGFT值, 符合测量。

γ 衰变: E_γ (衰变能量及其纲图中的位置), I_γ (强度), Mult.(多极性), δ (多极混合比), a (总内转换系数), a_k , a_L , a_M , a_{N+o} (K, L, M 和 N+O壳层内转换系数), 符合测量, $\gamma(\theta)$ 角分布系数 A_2 和 A_4 等。

α 衰变: E_α (能量), I_α (强度), HF(禁戒因子), 符合测量。

归一化因子: NR(相对 γ 强度), NT(γ +Ce的总 γ 强度), NB(β 衰变), BR(衰变分支比)。

除上述 β , ϵ , α 和 IT (同质异能态)衰变

外,还有 $\beta^- - n$ (缓发中子)、 $e - p$ (缓发质子)衰变和自发裂变等.这种数目中,除介绍各种衰变研究中已测到的“最好”数据外,还用系统学或理论计算补齐实验数据的空缺.

(2)核反应数据(Reaction Data)

反应: E_i (激发能级能量), L (转移角动量), $T_{1/2}$ (能级半衰期), J^π (自旋宇称), C^2S (谱因子), β (变形参数), $B(EL)$ (库仑激发几率), Q (反应能), σ (截面),核反应计算有关参数.

在束 γ 谱: E_i (能级), E_γ (γ 能量及其在能级图中的位置), I_γ (γ 强度),Mult.(多极性), δ (多极混合比), α (总内转换系数), α_k, α_L (k 壳,L壳内转换系数),符合测量, $\gamma(\theta)$ 测量等.

(3)采用能级, γ 数据(Adopted Levels, Gammas)

能级特性:基态核的 Q_β (β 衰变能), S_n (中子分离能), S_p (质子分离能), Q_α (α 衰变能), E_i (激发能级), J^π (自旋宇称及其实验证据), $T_{1/2}$ (半衰期),%IT,% β^- ,% e 和% α (能级的按百分比的同质异能态衰变、 β^- 衰变、 e 衰变和 α 衰变强度), μ (磁矩), Q (电四极矩); K^* (N, n_z, Λ)(核结构参数),电荷分布, δ_1 和 δ_2 (形变参数);转动带拟合参数;超形变带参数.

γ 辐射特性: E_γ (能量及其在能级图中位置), I_γ (相对强度),Mult.(多极性), δ (多极混合比), α (总内转换系数), $B(EL)$ 和 $B(ML)$ (约化跃迁几率)等.

采用能级和 γ 辐射数组是在评价各种衰变数组和各种反应数组的基础上,经综合物理评价后,推荐出 ^{12}Z 核素的全套核能级及其 γ 辐射特性数组.

对每个 ^{12}Z 核素,它的各种衰变数组、反应数组、采用能级和 γ 辐射数组之间是完全自洽的,最后把所有的 ^{12}Z 核素的数据组合并形成一个完整的自洽的 A 链评价核结构和衰变数据.

3 ENSDF 的数据更新

据 80 年代的资料统计,平均每个 A 链的参考文献是以每年 100 篇的速度递增.由此可见,核结构数据的更新是很快的.国际协作网

商定, A 链核数据的更新周期 5 年为宜.对 $A > 44$ 的链,每年更新核数据的 A 链数约 40 个,占其总核数据的 20%.由于各种原因,实际上每年更新核数据的 A 链数为 30 个,只占其总核数据的 15%.至 1992 年 3 月 18 日,ENSDF 已存入 2370 个核素的 11241 个数组,共 1075043 条记录(每条记录为 80 个字符长度).其数组详见表 1.

表 1 至 1992 年 3 月 18 日 ENSDF 数据简况

Type of Data Set	No.	
^{12}C	Decay	1
α	Decay	587
β^+	Decay	75
$\beta^+ p$	Decay	10
β^-	Decay	852
$2\beta^-$	Decay	1
$\beta^- 2n$	Decay	2
$\beta^- \alpha$	Decay	1
$\beta^- n$	Decay	26
$\beta^- e$	Decay	1
e	Decay	409
$e + \beta^+$	Decay	570
$e \alpha$	Decay	4
$e P$	Decay	15
IT	Decay	380
SF	Decay	66
Total Decay	3000	
Brief	232	
Reference	256	
Adopted:		
Adopted levels, Gammas	1394	
Adopted Levels	946	
No Levels or gammas	28	
Total	2368	
Muonic Atom	30	
Mössbauer	18	
Reaction	5474	

4 ENSDF 的数据应用

ENSDF 不仅为原子核物理基础研究提供可靠、系统的评价核结构数据,而且也为工业、农业、医学、生物、地球物理、环境保护和核电安全等应用提供可靠评价核数据;此外,也为核装置性能测试分析提供必需的可靠核数据。需特别指出的是,通过检索由 ENSDF 可得到如下一系列专用核数据及其核数据汇编或手册等:

(1) 放射性同位素核数据表 (Table of Radioactive Isotopes).

(2) 同位素核数据表 (Table of Isotopes)

(3) 袖珍核数据手册 (Nuclear Wallet Cards)

(4) 核素挂图 (Chart of Nuclides)

(5) 核医学核数据表 (Table of Nuclear Medicine)

(6) 热中子俘获 γ 射线 (Thermal Neutron Capture - Gamma Rays)

(7) ENDF/B-6 的核衰变数据文档中的数据.

(8) 分立能级及其辐射 γ 射线特性数据库。这是专门为中子核反应数据的理论计算提供有关计算参数的数据库。

上述专门和通用核数据汇编和手册都具有相当广泛的应用价值,是科技工作者喜爱的工具书和大学教师及研究生必备的参考书。

5 ENSDF 的在线检索和服务

众所周知,评价核结构和衰变数据不仅存入计算机国际联网的评价核结构数据库,而且对 $A \leq 44$ 的评价核数据库在《Nuclear Physics A》上发表,而 $A > 44$ 的则在《Nuclear Data Sheets》上发表。各国用户可查阅上述有关杂志。此外,ENSDF 不仅对国际协作网各成员国,而且也对世界各国用户开放。用户可以通过写信、电话、电传、传真、计算机通迅和计算机联网等方式由离线或在线检索系统从 ENSDF 得到所需数据或有关信息。其检索结

果可以列数据表或图形显示的形式,以打印、软盘、磁带、电传、传真、计算机传递和用户计算机终端屏幕上显视等适当方式提供服务。据 1991 年统计,平均每月进行在线和离线检索服务约 1000 次。由此可见,ENSDF 的服务对用户是多么重要。可以检索的主要内容有:

(1) 核结构参考文献库。包括了从 1910 年至现在的世界各国出版发行的低能和中能核物理的实验和理论等方面的出版物(杂志和期刊、会议录、内部报告、年报、专著、博士论文等)信息。可按照靶核、生成核、各种核反应,各种核衰变,核的各种特性、作者和论文发表时间等任何一种方式进行有关参考文献的检索。

(2) 评价核结构数据库。如上所述,它包含了所有已知核素的核结构和核衰变数据及有关信息。可按照质量数 A 、核素 A_Z 、靶核、各种核反应、各种核衰变、核能级与其 γ 辐射特性和核基态特性等任何一种方式以能级图或列数据表等形式进行检索。

美国国家核数据中心(NNDC)受核结构和衰变数据国际协作网的委托,负责 ENSDF 的建设和为世界各国用户提供上述有关服务等事宜。为便于我国核科学技术工作者充分利用 ENSDF 的信息资源,特提供如下联络方式:

National Nuclear Data Center (NNDC) Contact

The following modes of contact are available for products and services from the National Nuclear Data Center (NNDC). Please address your requests to the attention of Frances M. Scheffel.

Address

National Nuclear Data Center

Building 197D

Brookhaven National Laboratory

Upton, New York 11973, U.S.A.

Telephone

National Commercial: 516 282 2901

National FTS: 666 2901

International Commercial: 001 516 282 2901

Facsimile Transmission (FAX)

National: 516 282 2806

Verify: 516 282 2162

—“NNDC@BNLDAG”

International: 001 516 282 2806

Verify: 001 516 282 2162

Electronic Communications

Mail

DECNET operating system (ESNET (HEPNET/PHYSNET), SPAN) — BNL; : NNDC

TCP/IP operating system (INTERNET (ARPANET/MILNET), MFENET, NSFNET)

— “NNDC@BNL.GOV”

RSCS/NJE operating system (BITNET, EARN) — “NNDC@BNL”

File Transfer

DECNET operating system (see Mail above)

— BNLNDC: : (OR) 44437: : (OR)

[B — BNLND2: : (OR) 44436: :

TCP/IP operating system (see Mail above)

— BNLNDC. DNE. BNL. GOV (OR)

— BNLND2. DNE. BNL. GOV

RSCS/ NJE operating system (see Mail above)

6 ENSDF 的特点

ENSDF 的评价核数据是以根据核结构参考文献库存储全世界出版的有关参考文献为基础的。因此,它总结了核物理学的所有实验和理论研究成果,并经国际同行专家审评,符合国际协作网标准和要求后,才能存入 ENSDF 数据库。综合起来有如下特点:

(1) 它是综合性的和大容量的核数据库。存储了所有已知核素的核结构和衰变数据及其有关信息,并进行了系统和全面的总结和综合。

(2) 它是最先进的和具有权威性的核数据库。其评价方法和技术很先进;评价数据可靠;理论计算填补实验数据的空缺;数据完全、自洽一致;数据更新及时;内容及时反映核物理的新发展(如增补超形变带(Superdeformed Band));为各国用户提供优良服务。

(3) 它是国际协作网各成员国共建的和为世界各国用户服务的核数据库。

Evaluated Nuclear Structure Data File

Zhou Chunmei

(Chinese Nuclear Data Center, Institute of Atomic Energy of China, Beijing 102413)

Abstract This paper introduces the following fields of Evaluated Nuclear Structure Data File, which are file organization and structure, evaluated data contents, application fields and in-time update, and good services to world-wide users.

Key Words nuclear structure, nuclear decay, data library.