

核结构数据评价系统

周春梅 黄小龙

(中国原子能科学研究院中国核数据中心, 北京, 102413)

文章介绍了核结构数据评价系统, 评价系统的主要功能和特点以及在核结构数据评价中的具体应用。

关键词 核结构数据 评价系统 工作流程

核结构数据(包括核结构和衰变数据)是核物理基础研究、核技术应用和核工程设计的重要基本数据, 具有广泛的应用价值。

核结构数据及其能级纲图多分散发表在各种杂志、期刊、会议录、年报、内部报告、私人通讯及博士论文等资料中。由于测量条件的差异, 对同一个物理量, 不同实验室和作者给出的测量数据往往不同, 有的分歧很大, 这样应用者选准数据很难。同时, 这些数据大多很分散, 而应用者需要有系统和准确的成套数据。因此, 数据评价工作者需要对这些数据进行全面收集, 仔细分析, 认真比较以及综合处理等, 推荐出“最佳”实验测量数据。此外, 作为完整的成套评价数据, 还需要理论分析和计算, 并用理论计算结果填补实验数据的空缺。为了提高评价质量, 摆脱繁琐的手工评价, 缩短评价周期, 并方便地为应用者提供数据, 有必要研制和配套计算机化的评价系统。

为适应我国核科学技术事业的发展和需要, 我们于 80 年代中期在 PDP 计算机, 80 年代末在 VAX-780 计算机, 90 年代初在 MICRO-VAX-II 计算机及 IBM-PC 计算机上先后建立了核结构数据评价系统, 并在使用过程中不断完善和更新。目前, 已经建成相当完备的先进核结构数据评价系统。本文将作简要介绍。

1 评价系统

我国核结构数据评价工作经历了 2 个不同的发展阶段: 80 年代以开发国际先进物理分析程序为主^[1]; 90 年代在开发的基础上研制配套相关程序使之不断完善。表 1 列出了评价系统的主要程序及其功能的简要说明, 表 2 列出了我们进行的评价方法技术研究简况^[2-7]。从表可以看出, 我们建立的核结构数据评价系统, 不仅吸取国际先进的技术成果, 而且紧密结合自己的实际需要, 专门进行有关的方法技术研究, 并及时补充自己的研究成果。它已成为我国核

结构数据评价的主要工具, 在实际中, 很好地满足了我国核结构数据评价的需要。

表 1 核结构数据评价系统主要程序及其功能简况

Table 1 Main codes and their functions of nuclear structure data evaluation system

程序名称	主要功能
GTOL	拟合 γ 能量 E_{γ} 计算能级能量 E_i 及计算衰变强度平衡
LOGFT	计算 β 和 ϵ 衰变的 $\log f t$ 值及平均能量
ALPHAD ¹⁾	计算 α 衰变的禁戒因子
GABS	计算核衰变的 γ 绝对强度及其不确定性
AVERAGE ²⁾	用加权方法求多家测量数据平均值
HSICC ¹⁾	计算 γ 跃迁内转换系数 $\alpha_K, \alpha_L, \dots, \alpha_n$
HSMRG	将计算内转换系数由自由格式变为 ENSDF 格式
RULER	计算 γ 约化跃迁几率 ELW 和 MLW
FMCHK	ENSDF 数据格式检验
PANDOR	物理检验
TREND	制备数据表
PREND	画能级图
RADLST	计算衰变能量平衡及欧歇电子与 X 射线能量和强度
ROTFIT ²⁾	拟合转动能谱并参数化
SDFIT ²⁾	拟合 SD 带 γ 能谱并指定能级自旋
PSC ²⁾	输出能级图至宽行打印机 (M 3081)
PSC-1 ²⁾	输出能级图至激光打印机
QCALC	计算核反应 Q 值、核反应能和核衰变能

注: 1) CNDC 开发并完善其功能; 2) CNDC 研制

表 2 核结构数据评价方法技术研究简况

Table 2 Research on methods and technology of nuclear structure data evaluation

序号	研究内容	现况
1	γ 跃迁特性自治处理 ¹⁾	已应用并公开发表
2	α 衰变禁戒因子计算改进 ²⁾	已应用, 内部报告
3	γ 跃迁多极混合比与内转换系数计算	已应用并公开发表
4	核能级纲图绘制	已应用并公开发表
5	求多家数据加权平均值	已应用, 内部报告
6	转动能谱参数化	已应用并公开发表
7	超形变带能谱拟合及其带自旋分析	已应用并公开发表
8	库仑激发几率修正计算	已应用并公开发表
9	γ 约化跃迁几率计算与系统学推荐上限比较	已应用, 内部报告
10	放射性核衰变强度平衡计算	已应用, 内部报告
11	放射性核衰变能量平衡计算	已应用, 内部报告
12	X 射线能量与强度计算	已应用, 内部报告
13	欧歇电子能量与强度计算	已应用, 内部报告
14	内转换系数评价	已应用, 内部报告
15	核反应 Q 值和衰变能计算	已应用并公开发表
16	$\log f t$ 与分支比灵敏性	已应用并公开发表

注: 1) 已被国际协作网采纳, 并对 HSICC 程序作了更新; 2) 由 ORNL 引进, 输入输出数据格式与 ENSDF 格式相配套

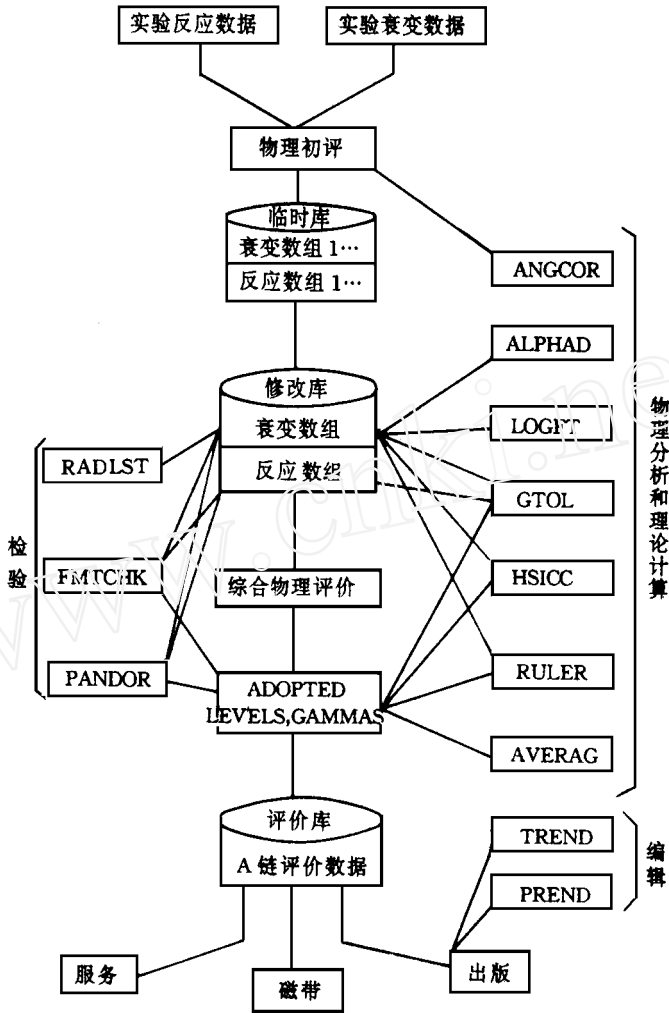


图 1 核结构数据评价系统流程图

Fig 1 Flow chart of nuclear structure data evaluation system

2 评价系统工作流程及其特点

图 1 给出了该评价系统的工作流程。评价是以 1 个核素为单位进行的。由图 1 可以看出该评价系统的主要特点:

(1) 推荐“最佳”实验数据。评价者从保存在美国 Brookhaven 国家实验室的核结构数据参考文献库(Nuclear Structure References File)检索有关参考文献,以该参考文献为主要依据,从国内外有关文献资料中收集所有实验测量数据、理论文章和其它相关信息。在此基础上,按获得该核素核特性的各种核反应和各种核衰变的实验进行数据分析和比较,经仔细筛选和适当取舍或用新标准归一后,用恰当的数据处理方法(如加权平均方法或直接推荐一家最好的实验测量数据)推荐“最佳”实验数据和能级纲图。经过物理初步评价后,以手工方式按国际标准数据格式 EN SDF 将这些数据及有关说明信息(包括数据来源)输入计算机,并建立相应的临时数据文件。对这些临时文件进行格式检验、物理分析与理论计算,必要时用理论计算结果填补实验数据的空缺。

(2) 综合物理评价。以临时数据文件为新的基础, 进行 1 个核素能级特性及其 γ 辐射数据的综合物理评价推荐, 给出该核素的自洽、准确和完整的成套核结构数据(包括能级纲图)及必要注释(特别是能级、自旋和宇称的最佳实验证据)。

(3) 完整 A 链核结构数据的评价推荐。在评价推荐了某一 A 链的每一个核素的成套核结构数据的基础上, 进一步按 Z 值由小到大的顺序进行合并, 并作适当统调, 使之成为 1 个完整的 A 链评价核结构数据并保持自洽。

(4) 数据的列表输出和能级纲图绘制。

3 应用

应用该评价系统对质量数 $A = 51-56, 61$ 和 $195-198$ 等核结构数据进行评价和更新评价^[8-18]。这些评价数据先后送核结构数据评价国际协作网, 通过了由其组织的国际同行专家的审评, 已存入评价核结构数据库并分别发表在“Nuclear Data Sheets”杂志, 供各国使用。

上述评价核结构数据的数据量多, 工作量大, 具有较大难度。很显然, 只有利用计算机化的评价系统, 才能使评价推荐数据准确、成套、自洽, 获得最为满意的结果, 并节省时间和精力。

参 考 文 献

- 1 Burrows TW, Tuli JK. ENSDF Analysis Programs 美国布鲁海汶国家实验室核数据中心 (Private Communication). 1993
- 2 周春梅 γ 跃迁多极混合比和内转换系数的计算 高能物理与核物理, 1993, 17(10): 955
- 3 Zhou Chunmei, Liu Tong Parameterization of Rotational Spectra Chin J Nucl Phys, 1992, 14: 183
- 4 Zhou Chunmei, Liu Tong Level Sp in Assignment of Superdeformed Band for A = 190 Nuclei Region. Chin J Nucl Phys, 1994, 16(1): 85
- 5 刘 彤, 周春梅, 张 紧 能级纲图绘制 原子能科学技术, 1994, 28(2): 173
- 6 黄小龙, 周春梅 Q 值在线计算程序 QCALC 原子能科学技术, 1996, 30(4): 365
- 7 Zhou Chunmei Sensitivity of Log ft on ϵ Branching to Ground State of ^{197}Au in Decay of ^{197}Hg Commun Nucl Data Prog, 1995, 14: 65
- 8 Zhou Chunmei Nuclear Data Sheets Update for A = 51. Nuclear Data Sheets, 1991, 63: 229
- 9 Zhou Chunmei Zhou Enchen, Huo Junde Nuclear Data Sheets for A = 51. Nuclear Data Sheets, 1985, 48: 111
- 10 Zhou Chunmei Zhou Enchen, Huo Junde Nuclear Data Sheets for A = 55. Nuclear Data Sheets, 1985, 44: 463
- 11 Zhou Chunmei Nuclear Data Sheets Update for A = 61. Nuclear Data Sheets, 1992, 67: 271
- 12 Zhou Chunmei Nuclear Data Sheets for A = 170. Nuclear Data Sheets, 1987, 50: 351
- 13 Zhou Chunmei Nuclear Data Sheets Update for A = 195. Nuclear Data Sheets, 1994, 71: 367
- 14 Zhou Chunmei Nuclear Data Sheets for A = 195. Nuclear Data Sheets, 1989, 57: 1
- 15 Zhou Chunmei Nuclear Data Sheets for A = 197. Nuclear Data Sheets, 1991, 62: 433
- 16 Zhou Chunmei Nuclear Data Sheets Update for A = 197. Nuclear Data Sheets, 1995, 76: 399
- 17 Zhou Chunmei Nuclear Data Sheets Update for A = 198. Nuclear Data Sheets, 1995, 74: 259
- 18 Zhou Chunmei Nuclear Data Sheets for A = 198. Nuclear Data Sheets, 1990, 60: 527

COMPUTERIZED EVALUATION SYSTEM OF NUCLEAR STRUCTURE DATA

Zhou Chunmei Huang Xiaolong

*(China Nuclear Data Center, China Institute of
Atomic Energy, P. O. Box 275-41, Beijing, 102413)*

ABSTRACT

Computerized evaluation system of nuclear structure data, which is set up in Micro-VAX-II computer at China Nuclear Data Center, is described in detail. Its performance and applications to nuclear decay data evaluation are also briefly depicted.

Key words Nuclear structure data Evaluation system Work flow chart

消 息 5 则

1996年7月4—8日,广东岭澳核电站初步设计通过国家审查,由国家计委会同电力部、中核总组织完成。会审结果表明:岭澳核电站工程初步设计文件基本齐全,内容原则上符合初步设计阶段所要求的深度。

1996年7月12日,中核总和加拿大原子能有限公司建设秦山三期坎杜型核电工程议标协议书在京签字。这标志着中加两国在浙江省秦山建造2台70万千瓦坎杜型核电机组商务谈判取得了突破性进展。

1996年8月19—21日,中核总在北京核工程研究设计院召开了对AP600等先进压水堆的可行性研究评估报告的评审会。会上,专家们对下一代核电站的选型进行了热烈讨论。

1996年7月22日,中核总科技委副主任、中国核学会辐射防护学会理事长、保健物理专家(原安防卫生局局长)潘自强研究员,在美国保健物理学会第41届年会上,获美国保健物理学会1996年摩根学者奖。

应国家核安全局的邀请,美国核管会主席Shirley Ann Jackson女士一行7人在国家核安全局局长黄齐陶和副局长乔治的陪同下,于8月23日参观访问了秦山核电公司。美国客人听取了秦山一、二、三期的情况介绍,参观了模拟机房、主控室、燃料厂房及秦山二、三期现场。

摘自《核经济研究》1996年第5期