

为科学和技术服务的核数据： 支持发展的中心

关于 IAEA 的核数据中心及其服务和发展中国家对此全球 网的贡献的最新报道

Hans Lemmel

用中子活化法作地质样品的矿物分析,是现代核物理应用的一个范例。在这种分析中,先用中子照射所研究的样品,然后按 γ 射线强度和能量分析所产生的 γ 射线谱,以测定该样品的核组成及其矿物含量。这种不仅在工业化国家使用,而且在发展中国家也日益得到使用的方法,需要全面的核数据文档:样品所含各种元素的中子活化截面、核半衰期,以及研究中被活化的核素的放射性衰变数据。

放射治疗是能够说明核数据应用重要性的另一个实例。在某些情况下,治疗一种癌症可用不同种类的核辐射:重离子、有电离能力的带电粒子、电子、光子或中子。为选择最合适的辐射并评估其对肿瘤的效应和对周围健康组织的不良作用,要依据包括电离和散射截面在内的各种数据库用计算机进行计算。

所有 IAEA 成员国的科学家,都可通过机构的核数据服务使用这样一些数据文档。所需的数据文档连同有关这些数据的格式和来源的文献,都可在磁带或计算机软盘上获得。最近,人们已可经由互联网或环球网,通过核数据信息系统(NDIS)对世界上的这些大数据文件库进行联机访问。此外,可供科学家使用的还有若干种核数据手册。在电

子服务迅速发展的今天,许多用户使用这些手册依然感到方便。

IAEA 核数据科经营的一个中心维持着成员国核与辐射技术界所需的、世界最全的一套核和原子数据文件库。本文回顾这些服务和发展中国家在这个全球数据网中所起的独特作用。

能源和非能源应用

尽管核数据现在越来越为所有类型的核技术所需要,但是当初对这种全面数据文档的需要来自依赖各种各样核数据的核动力研究与发展。(见第 35 页方框。)这些数据的很大部分也是非能源应用所需要的。因此,这些基础数据文件库是“通用”文件库,并未打算用于专门应用。(见第 36 页方框。)这些数据文件库都相当大;每个文件库的典型规模约为 100 兆字节。它们是以国际上商定的一些格式来提供的。已有多种数据处理计算机程序,可以用来处理这些格式。

此外,也已建立了供专门应用的大量“专用”核数据文件库。它们包括专门供核测量标准化、探测器校准和中子剂量学以及许多其他方面使用的标准参考数据的文件库。这些数据文件库使用不同的格式且规模较小,因此非常适合在个人计算机上使用。还有一些核数据手册,不仅含有核数据表和曲线图,而且有供专门应用的有关测量技术

Lemmel 先生是 IAEA 物理和化学处核数据科高级职员。

的详细说明。(见第 36 页方框。)

核数据文档除供核动力应用外,还用于大学教育、核物理研究、国家中心或研究机构、研究与发展、材料中子活化分析、工业过程、剂量学与探测器校准、医用同位素生产,和放射治疗中的各种应用。

核数据测量

尽管人们以粗略的核数据知识开发了第一批核动力堆,但人们很快认识到要提高动力堆的效率、经济性和安全性不仅应详细和准确地了解所有重要的核数据,而且还应仔细分析这些数据的不确定性及其后果。更准确的核数据使人能够预测反应堆在非正常运行工况下的行为,从而提高反应堆的安全性。它们还可以提高运行的经济性,例如可提供比较准确的辐射损伤截面,使人能够更可靠地预测反应堆压力容器的寿命。因此,核计量学中核数据的准确性即使有很小的增加,也能使世界动力堆运行费用节省许多百万美元。

因此,曾主要在美国、西欧、前苏联和日本实施一项全面的核数据测量计划。该计划从 50 年代开始,在 70 年代和 80 年代初达到实施高峰期。该计划目前仍在继续,尽管是在较低水平上进行。该计划还包括由较先进发展中国家提供的各种测量。

核数据评价

第一批核数据测量结果有相当大的不确定性,同一量的不同测量结果间常有差异。为改变这种状况曾付出很大努力。它们包括开发新的方法、测量设施、辐射探测器和电子分析器,以及制备同位素纯样品,直至能以使准确核技术成为可能所需的高精度测定核数据。

核数据评价作为新学科逐渐发展起来。评价人员的工作是从现有实验数据开始,用有关实验未覆盖的能区和数据类型的理论估计值补充这些数据,并将产生的建议数据引入专门应用所需计算机程序所要求的文

核数据种类实例

核结构和衰变数据

- 同位素质量;核能级及其性质
- 放射性核素和同质异能素的半衰期
- γ 射线和发射粒子的能量和强度

核反应数据

- 中子、光子、质子和包括重离子在内的其他带电粒子诱发的核反应截面
 - 导致活化、辐射损伤、放射性同位素生产、裂变、散裂、转变等的反应
 - γ 射线和次级粒子的产额和能量
 - 核裂变:裂变中子和裂变产物的产额、相关能量释放等。

原子数据

- 电子的相互作用
- 聚变等离子体相互作用
- 医疗辐照中的原子过程

档格式中。

由这些努力产生的核数据文件库能够带来巨大效益。工业化国家和发展中国家间核数据文档的自由交换,标志着成功的技术传授达到了新的高度。

发展中国家的贡献

发展中国家在核数据的开发中起了什么作用呢?在 1970—1990 年期间,世界范围内共进行了约 44 000 次中子反应数据的测量,其中 4000 次(或 9%)是在 32 个发展中国家做的。为改善该领域技术传授情况,增强发展中国家在许多应用中利用核技术的能力,IAEA 曾在 80 年代实施一项有关核数据技术和仪器仪表的跨地区技术合作项目。随后,一些发展中国家参与了机构的旨在建立并改进供专门应用的核数据库的协调研究计划。这些库包括 14-MeV 中子活化截面、核医疗应用数据、裂变堆中的锕系元素核数据,以及供聚变反应堆设计用的核和原

核数据文件库

(首字母缩写,组织者,内容)

大型综合文件库

- EXPOR;国际核数据中心网;含实验核反应数据
- ENSDF;美国和国际网;含放射性核素的核结构数据和辐射数据
- 采用统一的“ENDF”格式的含评价过的反应数据的文件库:ENDF/B-6,美国;JEF-2,OECD的核能机构;JENDL-3.2,日本;BROND-2,俄罗斯联邦;CENDL-2,中国
- FENDL;IAEA和国际网;含聚变堆设计和其他场合使用的核数据

专用文件库

- N. D. 标准;IAEA国际核数据委员会;核测量标准
- XG标准;IAEA协调研究计划;γ射线和X射线探测器校准
- IRDF;IAEA与其他中心合作;国际反应堆剂量学文档,箔活化中子剂量学
- IDGAM;日本-巴西;根据放射性核素的γ射线鉴别放射性核素
- ALADDIN;IAEA和数据中心网;核聚变用原子和分子碰撞数据
- SGNucDat;IAEA核数据科;核保障核数据
- GANAAS;IAEA物理科;中子活化分析
- CENPL;中国;各种评价过的核参数
- MENDL-2;俄罗斯联邦;核转变

核数据中心网

- 国家核数据中心,美国布鲁克黑文;为美国和加拿大服务
- 经济合作与发展组织(OECD)核能机构(NEA)数据库,法国巴黎;为欧洲的OECD国家和日本服务
- IAEA核数据科,奥地利维也纳;主要为发展中国家和协调全球网服务
- 俄罗斯核数据中心,俄罗斯奥布宁斯克和莫斯科;为从前苏联分化出来的国家服务

核数据中心网除这些核心中心外,还包括日本、中国和匈牙利的国家核数据中心。其他一些国家虽提供合作但未正式参与该网。

核数据手册

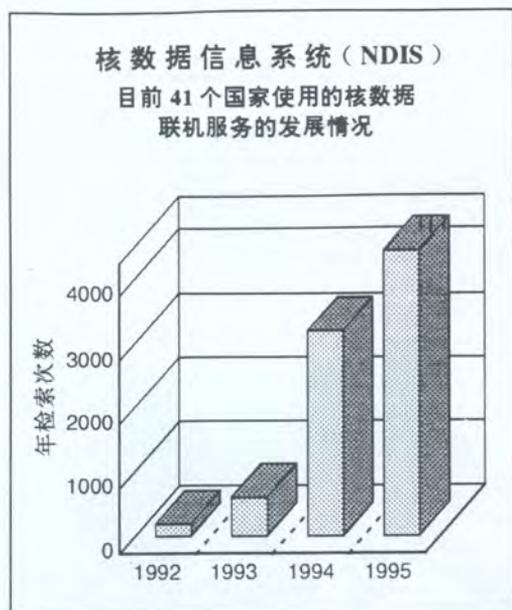
- 用于放射治疗和辐射研究的原子和分子数据(IAEA TECDOC-799,1995年发行)
- 有关微中子数据的文献和计算机文档索引(CINDA,每年出版)
- 国际聚变原子和分子数据通报(IBMND-49,每年出版两次)
- 核活化数据手册(IAEA技术报告丛书 No. 273,1987年发行,1995年再版)
- 超铀核素衰变数据(IAEA技术报告丛书 No. 261,1986年发行,1995年再版)
- 探测器校准用X射线和γ射线标准(IAEA TECDOC-619,1991年发行,1994年再版)
- 测井和矿物分析用核数据手册(IAEA技术报告丛书 No. 357,1993年发行)

子数据。

目前各国情况不尽相同。一些发展中国家——例如,阿根廷、孟加拉国、巴西、埃及、以色列、摩洛哥、巴基斯坦、泰国、土耳其、越南和许多东欧国家过去有而且现在仍有核数据测量计划。一些国家(例如,阿尔及利亚、马来西亚、墨西哥、缅甸、沙特阿拉伯等)间或报道过核数据测量结果。印度在70年

代实施过强有力的核数据计划,目前已明显减少这些活动。中国在1980年前后开始实施强有力的核数据计划,并且现在继续给予有力支持。

一个有趣的例子是大韩民国;尽管该国有核动力计划,但过去该国几乎没有进行过核数据测量。不过近几年,人们已认识到,在能源和工业领域大量应用核技术的国家要



按地理地区计的核数据服务, 1990—1995 年

地区	邮件服务		联机服务	
	国家数	请求次数的百分比	国家数	请求次数的百分比
OECD 国家	22	24%	17	36%
前苏联	6	7%	2	17%
东欧	9	18%	8	40%
亚洲, 澳大利亚	15	24%	6	1%
非洲和近东	26	13%	2	3%
拉丁美洲	15	14%	6	3%
总计	93	100%	41	100%

有包括数据测量在内的适当的核物理基础设施。因此,预期大韩民国不久将大大加强核数据方面的活动。

就核动力应用来说,为把核数据文件库加工成计算机程序所需要的特殊格式(“多组数据”)需要付出格外的努力。发展中国家中参与这种由 IAEA 协调并以培训班支助的活动的,主要有阿尔及利亚、印度、印度尼西亚、大韩民国和斯洛文尼亚。

另外一个合作项目涉及国际核结构和衰变数据的数据库维护。中国、科威特和俄罗斯同经济合作与发展组织(OECD)的 7 个国家一道,参与了这个由 IAEA 和美国国家核数据中心指导的项目。

工业化国家的核数据需求

在核数据领域中,工业化国家目前处于过渡阶段。在解决了对热动力堆和快中子动力堆的主要核数据需求后,许多测量设施已经关闭。与此同时,许多有经验的核物理学家已经退休。人们突然意识到,可能缺少年轻的核物理学家,而且如果不保存核数据测量技术的专门知识,能否继续使用核能可能成为问题。法国、美国、日本、俄罗斯和 OECD 核能机构(NEA)的若干专家的研究

报告,都表示过这种担心。此外,1995 年 IAEA 召集的一组一流专家认为,机构的核数据计划对所有成员国都仍然重要,是需要给予高度优先考虑的。

目前,工业化国家的活动主要集中在聚变堆开发所需的核数据上和研究动力堆中产生的有害锕系元素转变所需的高能核数据上。这种研究需要使用发展中国家不具备的昂贵设施。

除这种先进的核数据研究外,改进供裂变动力堆用的核数据的工作也在继续。在国际核数据委员会支持下,数据中心为动力堆和核材料保障中的专门应用需提高准确性的核数据,汇编了一份清单。这份清单包括 290 种需最优先考虑的数据和 430 种需次优先考虑的数据。汇编这份清单意在作为科学家和行政官员规划核研究计划时的一个指南。最近 NEA 也提出一份类似的需要“最优先”考虑的核数据的清单。在核数据中心网中,NEA 在核数据评价合作动力中起领导作用。

国际协调

50 年代,核数据测量的数量已经很大,以致在美国的布鲁克黑文国家实验室建立



包括保健在内的许多领域需要核数据。

(来源: H. F. Meyer/IAEA)

了国家核数据中心。1964年,在NEA、IAEA和俄罗斯奥布宁斯克又建3个中心。这4个中心是由IAEA协调的核数据中心网的核心。(见第36页方框。)它们提供核数据生产者和用户之间的必不可少的联系。大量数据的收集、汇编和评价以及把它们制成用户所需要的格式,只能通过得到很好协调的国际努力来进行。该方案能够避免工作重复,并最大限度发挥合作中心和各国的专家的作用。

这一网络的成就一直令人佩服。通过中心之间的系统性交换,任何成员国的科学家都有机会获得所有核数据信息,无论数据是在哪个国家生产的。此外,这些数据(至少是主要种类的核数据)是以世界上统一的格式提供的,以便在使用来自美国、欧洲、俄罗斯、中国或日本的已评价过的数据文件库时,可以应用同一套数据处理计算机程序。

在数据网中,IAEA核数据科工作重点是为发展中国家服务,而对工业化国家主要是借助它们的国家数据中心或NEA数据库提供服务。IAEA核数据中心的产品除从合作中心接收的对所有成员国免费提供的数据库外,主要来自协调研究计划和非正式合

作机制。IAEA核和原子数据应用计划的先后次序,由国际核数据委员会决定。该委员会是一个常设咨询机构,成员来自巴西、中国、匈牙利、印度、俄罗斯和8个OECD国家。

对服务的请求

在过去几年,机构的核数据中心每年收到来自93个成员国科学家的大约800次请求。每年要运送约300个磁带和软盘存贮的数据文件,100个有关的数据处理计算机程序和2000份印刷材料复印件。除这些传统的请求服务外,1995年通过互联网上联机的核数据信息系统提供4000多次电子检索服务。(见第37页图表。)

今后,预期联机服务的需求将快速增长。为进一步拓宽和改进这些服务,IAEA核数据科将做出重大努力。请求的次数表明,目前使用联机服务的主要是欧洲国家的科学家。这种对核数据的电子访问将成为传统的邮件运送的补充。眼下对许多发展中国家来说,传统的邮件运送依旧是接收他们支持其核科技发展所需信息的主渠道。 □