

核数据:

为科学技术的基本需要服务

原子能机构国际核数据中心概述

Alex Lorenz 和 Joseph J. Schmidt

在当今世界,情报的传递和扩散意味着主要利用计算机来系统地收集、分类、存储、检索和传播知识。

为了能最好地利用近数十年来一直在发展着的最新情报技术,必须将科学知识简化为浓缩的事实语句或数据。今天,出版物数量之大,使任何人都不能完全掌握所从事领域内的情报,更不用说跟上其它领域的发展。因此,有必要用浓缩的资料来补充保存在图书馆中的一般出版物(例如书籍、杂志和报告)。这些浓缩的资料适于用计算机处理,并以容易提取和便于使用的形式提供给用户。

浓缩资料有以下各种形式:

- 题录文摘性汇编,例如国际核情报系统(INIS)
- 摘录资料的通报简讯
- 专题资料索引,例如CINDA(关于微观中子数据文献的索引)
- 数值形式的事实资料汇编。

需要更多数据

对科学家和工程师说来,最重要的东西显然是数值数据,它构成利用计算机解决各种问题时的基本输入数据。在该技术领域,近30年来,人们越来越需要一批经过整理和易于提取的数值形式的核情报。核动力技术的发展趋势——例如,目前正在开发更有效和更安全的核裂变反应堆,核聚变反应堆的长远计划,和核方法和核技术在所有科技领域内实际应用的增加——不断需要更多更好的数值数据,通常把它叫做核数据。

在最近5至10年期间,越来越多的发展中国家需要核数据,而且所要求的情报数量和复杂程度一直在增加。现在,有70多个成员国的科学家一直在接受原子能机构的

核数据服务。原子能机构核数据科每年收到的申请数在最近5年中已经翻番。近几年来,一些发展中成员国已开始发展核电和燃料循环技术。更多的成员国越来越积极要求引进核技术,在科学和工业中应用核辐射和同位素。

这些发展已给原子能机构提出了越来越多的要求,希望机构给日益增加的用户提供大量最新核数据,提供处理这些数据所需的计算机程序。机构正在通过这种服务,对创建这些国家的核基础设施作出贡献。

机构核数据计划的主要目的,是向所有成员国的科学

农业是许多需要用核数据支持其研究和发展的领域之一。图片所示为在奥地利塞伯斯多夫的原子能机构农业实验室中工作的科学家(来源:Katholitzky)



Schmidt先生是原子能机构核数据科科长,Lorenz先生是该科的工作人员。

团体提供所需的核的和原子的数值数据。这一目的是通过该计划的三种活动实现的:

- 协调数据的评价和研究
- 数据的处理和交换
- 数据中心的服务和技术转让。

为了确保合理的计划和实施这些任务,国际核数据委员会,即由总干事指定的高级专家组成的机构外部的常设咨询委员会,负责指导原子能机构的核数据计划。该委员会对该计划定期进行检查,并按发达和发展中成员国的需要和重点来指导其未来的活动。

核数据中心的活动

原子能机构核数据中心进行以下活动:

- 作为一个研究协调中心,它评价各个科技领域对核数据的需要。它通过会议和参观实验室,与60个成员国中从事核数据测量或处理工作的200多个研究实验室(包括33个发展中国家的55个研究实验室)保持经常联系,以便做好这种评价工作。为了促进所需的核数据和原子数据的产生和改善,该中心保持着由一些研究所的约50个小组参与的若干协调研究计划。由于这些努力,该中心才能出版标准参考核数据的各种汇编,并产生出各供重要技术领域用的专门化文档。这些文档包括核安全、核材料安全保障和核聚变。
- 作为一个汇编、验证和交流数据的中心,为了系统地收集、评价和传播核数据和原子数据,核数据中心协调着由30多个国家和地区的数据中心和小组组成的世界性网络。作为这项工作的最重要部分,由四个合作的核数据中心负责编纂世界上产生的所有核数据。这四个中心分别设在美国、苏联、原子能机构和经济合作与发展组织的核能机构(OECD/NEA)内,四者构成一个网;该网络是通过一个称做EXFOR的公共数据库开展工作的。1970年以来,每年以约40盘磁带的速率成套地交换此类数据。EXFOR数据总量极大(包括约300兆字节的数值数据),来自51个国家,其中35%来自美国,11%来自苏联,43%来自OECD成员国(美国除外)11%来自原子能机构的所有其它成员国(包括29个发展中国家)。除这个综合性EXFOR数据库之外,原子能机构核数据中心还保持着80个专用核数据库(包括另外的600兆字节的数值数据和题录数据)。为了保证这些数据准确可靠,正在花大力气对数据进行分析校核和确认。
- 作为一个国际数据中心,它主要为发展中成员国提供广泛的服务。它提供核数据和有关的数据处理计算机程序和

文件资料。它也支持和协调东-西和北-南核数据资料的传输和交流。在1985年,中心收到了73个成员国(53个发展中国家和20个工业化国家)的881项申请,其中有关数值核数据的269项,数据处理程序13项,技术报告591项。为了满足这些申请,核数据科在1985年分发了约1900份文件和45000多组总量约为1600兆字节的专用核数据。同时,对发展中国家的科学家在这些数据的使用和计算机处理方面,给予广泛的指导。

- 作为编制和传播核数据出版物的一个主要国际中心,它定期出版两种大型的供出售的题录数据索引(CINDA是核数据的,CIAMDA是原子数据的),每种均分发给1200多个图书馆、研究组和个人。还定期编制世界需求表WRENDA,其中包括1000多项对核数据测定值的需求。它被分发给约800位研究科学家和计划的领导者,供他们指导研究工作之用。该中心每年还平均编写约20篇核数据报告,分发由成员国编写的约40篇核数据报告,并将约10篇核数据报告从俄文翻译成英文;平均来说,每一种报告分发给约300至500位科学家。
- 作为一个对发展中成员国传输数据技术的中心,它是传输核方法和核技术的联络中心。20多个发展中国家和10多个工业化国家参加了关于核数据技术和仪器仪表的区域间技术合作项目。该中心通过这个项目以设备、培训金、派遣专家和研究合同等形式提供技术援助。目的在于对发展中成员国的核科学家和技术人员在核方法和核技术的应用方面进行培训。该中心也与设在的里雅斯特的国际理论物理中心一道组织活动。这些活动包括两年一次与核技术有关的核数据计算方法培训班,参加的有从约30个发展中国家来的约70至90位科学家;以及每年一次的区域间技术合作培训班,参加的一般有来自20个发展中国家的20位科学家。

中心的发展趋势

如附表中所说明的,核数据在许多活动领域中有广泛的应用,应用范围还在不断增长和发展。因此,在改进核数据和获得现在还没有的数据方面都提出了新的要求。此外,随着发展中国家核科技活动的增加,需要有一个向那些国家的科学家传输核数据技术的长期计划。有若干项开发工作正在决定着核数据领域的发展趋势:

- 数据文档的改进,特别要改进所需数据的准确度和可靠性。
- 用手册形式出版核数据和原子数据综合性汇编,并辅以计算机化的数据文档,供特定应用领域(例如核安全、安

全保障、核聚变、核地球物理学和医学的放射治疗等)使用的数据库。

●为发展中国家的利益保持一个比较充裕的技术援助和培训计划。

各种领域的核数据需求

在各种领域中,核数据和原子数据是供核方法和核技术的设计、实施和解释用的基础性资料。这里所说的核方法和核技术,已远远超出核电初期的考虑。(关于核数据和核安全的报告参见附框)。其它领域对核数据要求的新趋势的例子如下:

●放射治疗。在高中子能区和质子放射治疗的近期发展方面,对各种能区及某些核素的核数据和原子数据提出了新要求。为了能了解放射治疗中的放射生物学机理,进行了模拟各种高能辐射场(例如中子、质子、电子、X射线和 γ 辐射与细胞组织的相互作用的精确的辐射输运计算。此外,随着高中子能区和质子疗法的发展,为了设计必要的屏蔽和束流成形装置,为了了解辐射与活体组织相互作用的效应,也需要数据。机构核数据中心计划召开一系列会议,以评定供这些应用使用的现有数据,促进新的实验和理论工作以填补现有的空白。

●聚变。聚变动力及其相关技术的发展,在很大程度上是以大量计算为基础的。这就需要用于描述聚变等离子体过程的原子数据,以及用于模拟中子的输运和它们在产氦转换区和周围屏蔽层中被吸收的中子核数据。这两个方面的数据只勉强能满足需要。机构核数据中心,为了支持为实现核聚变而工作着的原子物理学家和核聚变等离子体模拟设计者,一直针对他们的需要单独开展着原子数据方面的活动。这是一项在估价发展聚变反应堆所需的核数据和建立供聚变反应堆计算用的核数据文档等活动以外的工作。

●核地球物理学。这个领域用到了在井中和钻孔中的 γ 能谱技术鉴定地下地层中的矿物和流体的性质,并测定其组成的技术。对测量的数据需要进行正确的定量分析,分析的目的在于测定痕量元素和主要矿物组分的浓度。这对能谱学测定值的质量提出了严格要求。因此,必然要对模拟地质总体材料状态的辐射输运计算和在地球物理测定值的实际分析和解释中所用的 γ 能谱学和核反应的数据的准确度提出要求。现有的那些经过评价的用于核反应堆技术的核数据,不能充分满足这些要求。它们不足以覆盖地质材料中存在的全部核素,也不能包含在这些测量中发生的核反应类型和 γ 射线产生截面。目前正全力以赴评价所需数据的现状和可获得性。在今后几年,机构核数据中心计划

核数据在原子能机构各计划领域中的应用

核动力	<ul style="list-style-type: none"> ●裂变和聚变反应堆的物理设计(堆芯计算,等离子体输运) ●裂变和聚变反应堆的工程设计(结构完整性,辐射损伤,屏蔽)
核燃料循环	<ul style="list-style-type: none"> ●堆内堆外燃料的管理 ●化学后处理 ●废物的操作、处理和处置
核安全	<ul style="list-style-type: none"> ●辐射安全(辐射的控制与监测、辐射效应和剂量计算) ●核事故评价(核安全和临界计算)
安全保障	<ul style="list-style-type: none"> ●仪器、方法和技术的发展(例如无损检验和计算方法)
物理科学	<ul style="list-style-type: none"> ●核物理学(加速器的设计和利用,研究反应堆和辐射探测器,核技术的应用和分析) ●等离子体物理学和受控聚变研究
工业和化学	<ul style="list-style-type: none"> ●材料分析(探矿中的核技术,分析技术的应用) ●医用和药用辐射源和放射性同位素的生产
同位素水文学	<ul style="list-style-type: none"> ●采用环境同位素、人造同位素示踪剂和密封放射源的核技术的应用
海洋科学	<ul style="list-style-type: none"> ●海洋中放射性核素释放的环境影响评价 ●海洋废物处置和海水污染的评价
生命科学	<ul style="list-style-type: none"> ●医学应用(在临床医疗中放射性同位素和辐射的应用,核粒子疗法) ●辐射剂量学(辐射与物质的相互作用) ●环境研究(活化分析,示踪分析,低水平辐射的效应)
食品和农业	<ul style="list-style-type: none"> ●家畜和农作物的生产(同位素示踪剂的使用) ●食品辐照

编制用于核地球物理学的综合性核数据手册和相关的核数据计算机文档。

●安全保障。机构的核材料安全保障计划的主要目的,是监督易裂变的和可转换核材料的流动。核材料核算建立在工厂经营者提供的资料,以及原子能机构安全保障视察员通过监督性复查对这些资料进行核实的基础之上。一般用来进行这些核实质性复查的分析技术包括破坏性试验(DT)和无损检验(NDT)技术,两者都依赖于测量待分析材料发射的辐射能量和强度。弄懂和解释这些测定值的结果,需要高度准确地掌握大量的有关的核数据。在为支持这些测

量所进行的计算中，以及为了改进和发展新的分析技术和仪器仪表，也均需要核数据。现在，机构核数据中心正与机构安全保障司的工作人员一起汇编所需的数据，编写安

全保障用的核数据手册。计划编制可直接作为计算机输入用的数据文档，作为对这本手册的补充。

核数据和核安全

在核数据应用的所有领域中，核安全是近几年国际上比较突出的一个应用领域。这也许可以说是要求改进核数据的准确性和可靠性的主要推动力之一。

核安全涉及到各式各样的课题，从反应堆的固有安全性（包括反应堆结构材料的核辐射损伤，锕系元素和裂变产物的积累，临界安全等）到对由反应堆及由乏燃料和废物运输与处理过程中发出的核辐射进行环境保护。

对这些问题的定量评价，及计算人体所受辐射量的容许剂量，都要以详细了解所发出核辐射的性质，和产生这些辐射的核过程的具体知识为必要条件。这些数据的准确性和可靠性都是极其重要的：它们对核安全计算的准确性和可靠性有着直接的影响。

例如，为了求出裂变堆和聚变堆所用结构材料的辐射损伤就需要用到核数据和原子数据。中子或带电粒子辐射对部件材料的损伤，对核反应堆的安全性、经济性和设计有着直接的影响（反应堆部件长期在反应堆本体内，受强辐射场照射后会使得各种材料产生辐射损伤）。为了弄清产生损伤的机理，有必要将损伤的类型和程度与辐射环境的性质和强度联系起来。解释和了解这种关联所需的资料，由核数据及原子数据组成。到现在为止，还没有能充分说明和预测与辐射损伤有关的各种问题的数据库。

所需的一种核数据是这样一些中子截面，它们能定量地表示出快中子与裂变堆和聚变堆所用反应堆结构材料之间的相互作用的大小。这种数据是评定核安全和辐

射损伤所需的，也是中子经济学和屏蔽计算所需要的。对于结构材料的组分核素（即不锈钢的三种主要成分—铁、镍和铬）来说，裂变和聚变中子学计算中所用的中子反应数据相当陈旧，一般来说已不再反映目前的知识水平。近几年来，已测定了结构材料的大量中子诱发反应数据。预测和解释快中子—原子核反应的核模型和计算机代码已有了重大改进。机构核数据中心目前正在协调国际上的工作，在考虑到比较近期的实验数据和核模型描述的基础上，改进现有的已评价过的核数据。

对核安全有意义的另一个问题是反应堆运行期间逐渐积累的锕系元素和裂变产物放射性核素。两者都是由反应堆核燃料中发生的中子俘获和裂变过程产生的。它们在核反应堆安全、核燃料循环、乏燃料管理和核材料的安全保障方面也占有突出的地位。对于锕系元素来说，需要不断地复查并使之国际标准化，以保证各类核数据的准确性和可获得性。（这些数据包括中子诱发的裂变截面和俘获截面，共振参数，每次裂变释放的平均瞬发中子数，和在乏燃料中生成的一些超铀核素的衰变特性）。

最近，机构出版了一本超铀核素的衰变数据汇编，这是一些大型实验室七年来共同工作的结晶。就裂变产物而言，对裂变产额和半衰期的了解通常仍未达到所需的准确程度，看来同样得花力气去更新这个数据库。今后几年内，机构核数据中心计划召开若干会议，并协调研究工作，以弥补空白和提高所需数据的准确度。