

核不扩散与国际保障核查

杨大助 傅秉一 编著

中国原子能出版社

核不扩散与国际保障核查

杨大助 傅秉一 编著



中国原子能出版社

图书在版编目(CIP)数据

核不扩散与国际保障核查 / 杨大助, 傅秉一编著. —
北京: 中国原子能出版社, 2012. 9
ISBN 978-7-5022-5672-2

I. ①核… II. ①杨…②傅… III. ①核不扩散条约
(1975) — 研究 IV. ①D816

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 213300 号

内 容 简 介

本书从核能相关知识介绍入手, 分析可能造成核扩散的一些关键性技术途径和国际保障核查的法律基础; 评述保障核查的意义和作用; 介绍保障核查的基本概念、措施与方法以及国际核出口管制、核材料实物保护, 本书还简要介绍了中国关于核不扩散保障核查的政策、立法和实践。

核不扩散与国际保障核查

出版发行 中国原子能出版社(北京市海淀区阜成路 43 号 100048)
责任编辑 黄厚坤
责任校对 冯莲凤
责任印制 潘玉玲
印 刷 保定市中画美凯印刷有限公司
经 销 全国新华书店
开 本 1000mm × 1400mm 1/16
印 张 20.5
字 数 379 千字
版 次 2012 年 9 月第 1 版 2012 年 9 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5022-5672-2
印 数 1—1200 定 价 80.00 元

网址: <http://www.aep.com.cn>
发行电话: 010-68452845

E-mail: atomep123@126.com
版权所有 侵权必究

序

核能的发现和利用无疑是 20 世纪的重大科技成就之一。然而,同其他许多重大发现一样,它在为人类的繁荣带来福祉的同时,也铸成了可以毁灭世界文明的利剑。目前,全球有 300 多座核电站,提供着 16% 的电力。然而,人们也清醒意识到核武器的巨大威力及其对世界和平的潜在威胁。促进核能和平利用与制止核武器扩散,两者相辅相成,这已在世人中取得广泛共识。一个以《国际原子能机构规约》、《不扩散核武器条约》为基础的国际防扩散体系,对全球防止核武器扩散发挥着重要和不可或缺的作用。其中,国际原子能机构的国际保障核查执行机制,是防止核扩散的主要屏障。

中国一贯奉行核不扩散政策。中国不主张、不鼓励、不从事核扩散,也不帮助别国发展核武器;反对任何国家以任何借口进行核扩散及其相关活动;积极参与核裁军谈判,主张全面禁止和彻底销毁核武器;支持加强核不扩散的国际努力。中国郑重宣布,在任何情况下都不对任何国家首先使用核武器。

中国是国际原子能机构的成员国,也是《不扩散核武器条约》的缔约国和“核供应国集团”的成员。中国坚定支持《国际原子能机构规约》的宗旨,认真履行《不扩散核武器条约》规定的义务,并通过参与相关的多边活动和双边合作,对国际保障核查机制的发展和实践作出了重要贡献。

本书以核能基本知识及核扩散的技术途径作为切入点,分析了核扩散主要途径、关键环节、高风险部位,在解读大量国际法律文书和剖析国际核保障核查体系的基础上,全面介绍了国际核不扩散保障核查机制的建立和发展、相关的国际法律文书、保障核查技术与方法,并就中国的核不扩散政策、相关国际义务和履约实践作了说明。将国际法与核查技术密切联系起来,是本书的主要特色。

本书的两位作者多年来从事核不扩散的工作和研究活动,先后在中国国家原子能机构,中国常驻国际原子能机构代表团或国际原子能机构秘书处工作,积累了大量的资料和丰富的经验。本书是我所见到的专门介绍国际核不扩散保障核查的第一部中文书,它内容全面系统,特点鲜明,相信本书的出版对国内从事核不扩散保障研究、管理、教育工作的人士具有较大参考价值,对关心国际防止核武器扩散和反核恐事务的广大读者也会有所裨益。借此作序之机,我愿向读者推荐本书,并为此对付出辛勤劳动的两位作者表示感谢。

张华祝

2012年9月

前 言

随着核科技与核工业的发展和国际核合作的扩大,中国已确立了自己的核能和平利用政策并参加了国际上有关防止核武器扩散的条约、协定、组织和相关国际保障核查机制。20 世纪 80 年代以来,中国相继加入国际原子能机构、《不扩散核武器条约》、核供应国集团,同国际原子能机构签订核保障协定,与有关国家签订和平利用核能合作协定,进而全面参与了国际防核扩散保障核查事务,规范了我国的核进出口及其他核合作活动。

目前,核武器扩散和核恐怖主义危险依然是世人高度关注的热点问题。在此背景下,宣传我国的核不扩散立场和政策,介绍国际防核扩散的保障核查机制,让更多的人了解核能带来的利益和风险,以及国内外如何应对它们,具有重要的现实意义。

目前,公众对这一领域和相关进展还比较陌生,从事外交、军控以及核领域对外合作的人员也希望对于国际核不扩散保障核查整个机制,尤其是国际原子能机构的保障核查在其中的地位和作用有一系统了解。有鉴于此,作者萌生了编著本书的念头。

本书以核能基本知识及核扩散的技术途径作为切入点,分析了核扩散主要途径、关键环节、高风险部位,在解读大量国际法律文书和剖析国际核保障核查体系的基础上,全面介绍了国际核不扩散保障核查机制的建立和发展、相关的国际法律文书、保障核查技术与方法。

“保障”是由英文词“Safeguards”直译而来;有些文件中将其意译为“保障监督”、“安全保障”或“核保障”,其中文词说法不一,但其所要表达的基本含义相同。“核查”是由英文词“Verification”翻译而来,不同场合也有“核实”、“检查”等不同表述。核查是保障机制中的核心措施,所以保障机制也称为保障核查机制。保障核查包含着一整套法律机制和

技术手段,是一政治与技术相结合的防核武器扩散的重要屏障。

为了帮助读者全面了解核保障核查,本书分为九章:第一、二两章介绍核能相关知识,重在分析可能造成核扩散的一些关键性技术途径,并从技术角度指出防核扩散的重点所在。第三章回顾核不扩散保障核查的由来和发展过程,分析了国际保障核查的法律基础,评述保障核查的意义和作用。第四章讲述保障核查的基本概念、措施与方法。第五章概述国际原子能机构的保障职能和活动。第六章介绍国际核出口控制机制和主要核供应国出口政策。第七章评述保障核查领域发展的几个问题。第八章介绍核材料实物保护和禁产谈判等保障相关领域。第九章简要介绍中国关于核不扩散保障核查的政策、立法和实践。为便于读者参阅,本书还编写了国际核保障核查大事记和保障核查中英文缩略语附于书后。书中叙及的《国际原子能机构》、《不扩散核武器条约》等保障相关条约、协定类法律性文书诸多。由于它们篇幅过长,不便全部载入,本书仅选其最主要的几件列作附录供参阅。

作者接触和从事保障工作多年,有机会参加了一系列保障相关的研究与实践。根据自己的工作经验、所接触到的资料和研究活动中了解的知识及相关体会编写了本书。在编著过程中,参阅了国内外专家的有关著作和观点,也得到了许多领导和同事的关心和支持,尤其是中国国家原子能机构前主任张华祝先生为本书作序,张国斌先生和刘大鸣先生对本书的一些重要内容进行了精心审阅和提出了许多宝贵意见,在此谨致以诚挚的感谢。

由于作者水平有限,书中错误难免,敬请读者不吝赐教。

编著者

2012 年 9 月

目 录

第一章 核相关知识	1
第一节 核与核能	1
第二节 核材料、核武器、核试验及核扩散	7
第二章 核燃料循环与核扩散	13
第一节 核燃料循环	13
第二节 核扩散的主要途径	22
第三节 核扩散关键环节——敏感设施和技术	28
第四节 核扩散高风险部位	32
第五节 氘、氚、锂-6 的生产	38
第三章 国际保障核查体系的建立和发展	41
第一节 概述	41
第二节 《国际原子能机构规约》和早期的保障核查	45
第三节 《不扩散核武器条约》和国际原子能机构的全面保障核查	49
第四节 加强保障的“93 + 2 计划”和《附加议定书》	55
第五节 一体化保障方案	61
第六节 核武器国家的自愿保障	72
第七节 地区无核武器条约及其相关保障	74
第八节 区域性保障核查机制	77
第九节 核进出口自愿报告机制	81
第十节 评论与展望	82
第四章 保障核查的基本程序与方法	85
第一节 保障核查的一些基本概念	85
第二节 保障核查的程序与方法	94
第三节 国家评价和保障结论	106
第四节 保障核查技术和设备	113

第五章 保障核查的执行管理	127
第一节 保障核查组织	127
第二节 保障核查工作量	130
第三节 保障核查经费	131
第四节 保障核查人力资源和工作人员培训	132
第五节 成员国支助计划	133
第六章 核出口控制	135
第一节 桑戈委员会	135
第二节 核供应国集团	137
第三节 一些国家的核出口管制政策	142
第七章 保障核查发展中的新课题	155
第一节 铨和镅的核扩散风险与核查	155
第二节 核燃料循环多边安排	161
第八章 保障核查的相关领域	173
第一节 核安保下的实物保护	173
第二节 防止核走私	181
第三节 禁止易裂变材料生产	183
第九章 中国关于核不扩散保障核查的立场与实践	190
第一节 中国的核不扩散政策	190
第二节 加入国际原子能机构	191
第三节 签订自愿保障协定	192
第四节 加入《不扩散核武器条约》	193
第五节 签署保障协定附加议定书	194
第六节 参加核进出口自愿通报机制	196
第七节 参加桑戈委员会和核供应国集团	196
第八节 参加《核材料实物保护公约》	198
第九节 奉行严格核出口控制政策	199
第十节 签订政府间和平利用核能协定	201
第十一节 保障核查事务管理	202

第十章 国际核保障核查记事	206
核保障术语和缩略语对照表	220
主要参考文献	228
附录 I 国际原子能机构规约	229
附录 II 不扩散核武器条约	244
附录 III 根据《不扩散核武器条约》的要求国际原子能机构与各国之间 的协定的结构和内容	249
附录 IV 各国和国际原子能机构关于实施保障的协定的附加议定书范本	269
附录 V 核供应国集团核转让准则	307

第一章 核相关知识

核能是人类在 20 世纪中最重大的科学发现之一,它的开发和利用对于世界和平与发展有巨大影响。核能可以用来发电,1 千克标煤完全燃烧释放的能量合 8.14 千瓦时,而 1 千克铀-235 完全裂变释放的能量则约合 22 800 000 千瓦时;另外,核能也可用于军事目的,一枚大当量的氢弹可在顷刻间毁灭一座数百万人口的城市。防止核武器扩散,促进核能的和平利用,事关全人类的福祉。作为本书的基础,首先对核及核能的相关知识作一简要概述。

第一节 核与核能

1. 原子和原子核

大家知道,自然界中的物质是由原子组成的,原子是由原子核和环绕在其周围高速旋转的电子组成的。电子很轻,在整个原子质量中所占的比例极小,甚至可以忽略不计;原子的质量几乎全部集中在原子核中,因而原子核的质量也可近似视为原子的质量。在体积上,原子的半径约为 $10^{-11} \sim 10^{-10}$ 米,而原子核的半径则小至 $10^{-15} \sim 10^{-14}$ 米。可以想象:原子中的原子核就相当于足球场上的一个乒乓球。原子核通常由质子和中子组成。质子和中子又统称为“核子”。单个原子核的质量极小,约为 10^{-21} 克,但其密度却极大,核子的质量大致相同,每立方厘米核物质的质量在 1 亿吨以上。

质子数相同的原子被称为同一元素。元素周期表中各元素就是按原子核中质子数的多少为序排列的。氢原子核中有一个质子,被称为 1 号元素。铀原子核中有 92 个质子,被称为 92 号元素。人们将质子数相同而中子数不同的同种元素称为同位素。同位素元素具有相同的化学性质,在元素周期表中占据同一位置。氢有 3 种同位素:氢原子核有 1 个质子,重氢(又称“氘”)有 1 个质子和 2 个中子,超重氢(又称“氚”)有 1 个质子和 3 个中子,但它们统称为氢同位素。具有 92 个质子的铀元素,因其中子数不同可分为铀-233(其中有 141 个中子)、铀-235(其中

有 143 个中子)和铀-238(其中有 146 个中子)等几种同位素。

物理学揭示,只有当原子核中的质子数与中子数的比值在一定范围内时,原子核才比较稳定。例如,在氢同位素中,氘是不稳定的,它是一种放射性同位素,它不断衰变而成为另一种原子核(氦)。质子或中子过多的原子核也不稳定,也具有放射性并不断衰变。在已知的约 2 700 种同位素中,只有 300 多种是稳定的。

原子序数大于 83 的元素,由于其质子数目多,静电排斥力大,故没有稳定的同位素。如铀元素的同位素都是放射性同位素,只不过铀-238 的半衰期很长(45 亿年),有相对意义的稳定性。

不同的同位素,由于其中子数不同,造成它们在核物理性质上有着重大差别。例如,铀-235 容易与热中子发生核反应,但铀-238 难以与热中子发生核反应。正是因为上述差别,使得不同的同位素发生核反应并释放核能的条件各不相同,从而影响到它们作为核材料的应用。例如,铀-235 可用做原子弹关键核装料,铀-238 则不适合。

2. 核反应

在核物理理论中,人们将原子核与原子核、核子与原子核、其他粒子与原子核之间的相互作用引起原子核发生变化或生成新的原子核的过程称为“核反应”。

由于原子核带正电荷,因强大的同性排斥力,在通常条件下很难使两个原子核相互接近并发生核反应。在当代技术条件下,为了克服排斥力,人们通常利用加速器将由两个质子组成的原子核(即氦核,又称 α 粒子)加速,用它轰击别的原子核,从而实现原子核之间的核反应。

中子是一种不带电的核子,它与原子核之间不存在排斥力,这使它可以较容易地接近原子核,与其相互作用发生核反应。中子可参与或引发各种核反应,其中重要的有“散射反应”、“俘获反应”和“裂变反应”:

散射反应是指中子与原子核相碰撞发生弹性散射造成能量损失和速度减慢的过程。中子在经过多次碰撞后,其运动速度会减慢即能量降低,当与所在系统达到热平衡时,人们称之为“热中子”^{*}。热中子可使某些易裂变的重原子核发生裂变反应。能使中子高效率慢化的物质称为“中子慢化剂”,如水、重水和石墨就是核反应堆中最常用的中子慢化剂。

^{*} 能量小于 0.001 电子伏的中子称为冷中子;能量小于 0.1 电子伏的中子称为热中子,其标准能量值为 0.025 3 电子伏;能量大于 0.1 百万电子伏的中子为快中子,当能量大于 100 兆电子伏时称为高能中子。能量介于热中子和快中子之间的中子其能量在 100 电子伏附近的称为共振中子,能量在 10 000 电子伏附近的称为中能中子。

俘获反应是指中子与某些重原子核相互作用,被重原子核俘获吸收后产生一种不稳定的新原子核的过程。例如,中子被铀-238俘获后生成新的原子核铀-239,而铀-239不稳定,经过放射性衰变成为钚-239,这一过程就是利用中子的俘获反应和放射性衰变过程得以实现的。

裂变反应是指某些重原子核与中子相互碰撞后,在中子的作用下裂变成两个或多个新核的过程。例如铀-235在热中子作用下可以发生核裂变,并释放出巨大能量。重核裂变是目前开发和利用核能的主要途径。

3. 核能

核能是存在于原子核中的一种能量,它通常是在通过核反应改变原子核的结构时才释放出来。

19至20世纪,现代物理学取得一系列重要进展。科学家确立了原子核结构理论,并发现在自然界中除了“万有引力”和“电磁作用力”外,还有“核相互作用力”,简称“核力”。核力是一种短程力,十分巨大,是库伦斥力的数百倍,核力可以克服带正电的质子之间的静电斥力,使一定数目的质子与中子紧密结合在一起成为稳定结构的原子核。原子核的能量总是小于组成它的所有质子与中子所带能量之和。

20世纪初,爱因斯坦提出了著名的质能关系式:如 m 为质量, E 为能量, c 为光速,它们之间存在着下述的关系:

$$E = mc^2$$

根据这一关系式,当一种物质的质量亏损时,它就要向外释放出相应数量的能量。一个给定的原子核的质量总是小于组成它的所有质子和中子质量之和,这个差值换算成能量就是该原子核的“结合能”。用质能转换关系式描述这种质量亏损(用 Δm 表示)和相应的能量释放(用 ΔE 表示):

$$\Delta E = \Delta mc^2$$

由于光速 c 的数值很大,所以由 c^2 构成的系数非常大。这表明在质能转换过程中只要有极少的质量亏损,便会释放出巨大的能量。在一定条件下,重核的分裂和轻核的聚合都将会产生一定数量的质量亏损伴之以释放出相应的结合能。核力比原子核与电子的相互作用力大得多,即原子核的结合能比化学结合能大得多。如1千克铀-235全部裂变所释放的能量相当于2800吨标煤全部燃烧所释放的能量。

爱因斯坦的理论向人们揭示,在原子核中存在着巨大的能量,而获取并利用它的关键,在于找到可以发生和控制这种质量损耗的条件。

实际上,不同的原子核结合的紧密程度是不一样的。有的原子核结合得非常

紧密,有的原子核则相对来说不那么紧密。原子核结合的紧密程度,可以用“平均结合能”(即该原子核的结合能除以它的核子数)来描述。研究表明,中等质量的原子核平均结合能最大,结合得最紧密,较为稳定;而较轻的原子核和较重的原子核的平均结合能较小,则结合得不那么紧密,容易发生核反应。较轻的原子核可在适当的条件下“聚合”成为中等质量的原子核,这一过程称为“核聚变”;而较重的原子核则可在适当的条件下裂变成为两个或两个以上中等质量的原子核,这一过程称为“核裂变”。

例如,铀-235核在中子轰击下时发生的核分离与重组反应,就属于核裂变反应。氘核与氚核发生的反应,则属于聚变反应。由于前者的能量是由重核铀-235分裂成两个或多个原子核时放出的,故被称为“裂变能”;后者的能量是在两个较轻的原子核聚合成一个原子核时放出的,故被称为“聚变能”。裂变能和聚变能统称为核能。

4. 核裂变

一个重原子核分裂成两个质量相近的原子核的现象称为“核裂变”。核裂变是个复杂的物理过程(见图1-1)。核裂变可以通俗地理解为,原本有分裂倾向的重原子核(例如铀-235)在受到中子轰击后更加不稳定,随之经过振荡并发生如同一个水滴被粉碎而成为两个水滴的碎裂与重新组合的过程。用水滴形象地描述核裂变过程的模型称为“水滴模型”。裂变后产生两个质量相近的新的原子核并伴随着放出2~3个中子以及约为200兆电子伏的能量。这些能量主要以裂变碎片和中子的动能以及光子能量的形式放出,可转化为热能。1千克铀-235含有 2.56×10^{24} 个铀原子核,如果全部裂变所放出的能量相当于1.76万吨梯恩梯爆炸所放出

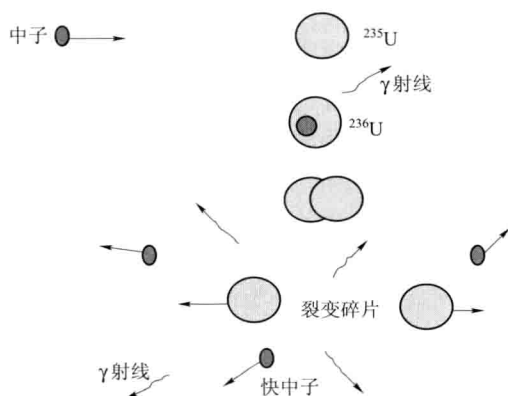


图1-1 核裂变过程示意图

的能量。1945 年 8 月 6 日,美国轰炸日本广岛所用的原子弹,装了 64 千克铀-235 富集度为 80% 的浓缩铀,其中约有 850 克发生了裂变,爆炸威力相当于 1.5 万吨梯恩梯。

5. 链式反应与临界质量

原子并非处于致密的状态,事实上核与核之间的空隙极大,因此只有大量的原子堆积在一起时,入射的中子才可能与其中的原子核相撞发生裂变反应,并放出新的中子。如果新产生中子再与其他重核相撞发生下一代裂变反应并继续放出中子,如此一代一代持续不断反应被称为“核裂变的链式反应”(见图 1-2)。不难看出,维持裂变反应的基本条件是,每次裂变反应放出的中子中至少要有一个或一个以上的中子能与其他原子核相撞并发生新一代裂变反应。这意味着,参加裂变反应的重原子核材料的体积需要足够大,表面积要尽可能小,否则,如果体积小,表面积大,第一代裂变生产的中子便会大量逃逸,不能引发新的裂变反应,从而使上述反应不能呈链式连续进行。能够维持某种核材料持续进行链式裂变反应所需要的最小体积,被称为该种核材料的“临界体积”,与该体积相应的质量便称为“临界质量”。

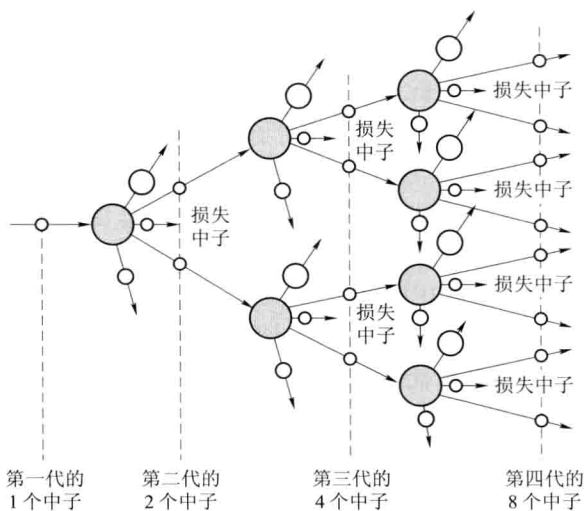


图 1-2 链式裂变反应示意图

在核工程领域,核材料的临界质量是一重要的概念,它是衡量核材料是否容易发生裂变反应的重要核物理特性,也是决定该材料能否作为核反应堆燃料或核武器装料使用的关键参数之一。核材料临界质量的大小与其性质、纯度、密度、形状

及周围介质的核物理性质等密切相关。对于同种核材料而言,其纯度越高、压实密度越大、表面积越小,发生链式裂变反应的临界质量就越小。这是核能开发中需要着重考虑的问题。在易裂变重核材料的生产、运输、储存和使用过程中,需要时时注意防止由于达到临界质量而引发意外裂变反应,从而造成“临界核事故”。

6. 中子源和反射层

自然界存在着中子,例如在宇宙射线中有自由中子,地球上铀元素也有可能自发核裂变产生中子。但这些中子过于分散,实际上无法把它们集中起来用于引发重原子核发生核裂变反应。为了实现核裂变反应,需要有人工制造的、能在有限空间内瞬间释放出大量中子的装置,这就是“中子源”,包括核反应堆中子源、加速器中子源与放射性核素中子源。通常情况下,“中子源”系指放射性核素中子源。

用于造成核裂变链式反应的中子源,多是利用铍在受到 α 粒子轰击时产生中子的原理制成。通常用来发出 α 粒子的放射源主要有镭、钍、钋、镅等,但最常用的是钋-210 和镅-241 两种,因为它们或是较纯的 α 放射体,或者只有较弱的 β 放射性,使用时容易屏蔽。此外放射性核素铀-235 是自发裂变中子源,有较高的中子发射率,但制备困难。反应堆作为强中子源用来进行核基础研究和应用研究,可生产许多种放射性同位素、特种可裂变材料钚-239 和铀-233、热核材料氘,还可进行单晶硅掺杂,中子活化分析和中子照相等。

加速器中子源用带电粒子(α 粒子、质子、氘核、其他离子等)轰击一定的靶核引起发射中子的反应,如氘氘反应等。加速器中子源广泛用于核科学研究活动以及医学中的中子治癌、工业中的中子测井、农业中的中子育种等。

原子弹也要用相应的中子源点火。钋-铍中子源(钋-210 的半衰期只有 138.4 天,用起来很不方便)和中子管中子源可以用作点火用的中子源。中子管中子源实际上是一种小型加速器,由离子源、加速系统和靶组成。加速系统将氦离子束轰击到氦离子靶上,诱发氦氦聚变反应,放出中子。

中子穿过裂变材料层通常有相当大的份额没有发生核反应,称为“无功外逸”。为增加中子利用率,通常在核装置外面加上一层不易吸收中子并在与中子碰撞时弹回中子的材料。这种材料层被称为“中子反射层”。在热中子反应堆中,通常使用与慢化剂相同的物质如水、重水、石墨、铍等作中子反射层材料。快中子反应堆常用铍、铅、铁和贫铀作为反射层的材料。

第二节 核材料、核武器、核试验及核扩散

1. 核材料和核装料

核材料通常是指在热中子作用下容易发生核裂变反应的核素*或可转换成此种核素的材料。在用途上,核材料可分为两类:用于产生核动力的称为“核燃料”;用于核武器的则称为“核装料”。有的著述把在适当条件下可发生核聚变反应的材料(如氘等)也列入核材料。鉴于核聚变与核裂变均属核反应,故此类材料可以作为传统核材料概念的合理外延。

国际原子能机构将核材料分为“源材料”和“特种可裂变材料”两类。源材料系指:1) 存在于自然界的铀同位素的混合物(即天然铀);2) 铀同位素分离后,铀-235丰度低于天然铀的“贫化铀”;3) 钍;4) 任何以金属、合金、化合物或浓缩物形式存在的上述物质;5) 任何含有上述一种或几种物质的材料(但铀矿石或矿渣不包括在源材料定义中)。特种可裂变材料系指:1) 钚-239,铀-235,铀-233,同位素铀-235或铀-233已经被浓缩的铀;2) 含有上述一种或多种物质的材料;3) 国际原子能机构理事会随时确定的其他可裂变材料。但特种可裂变材料不包括源材料。本书采用了国际原子能机构有关核材料的上述定义。

核装料是核武器的核心材料。所谓核爆炸实质上是核装料通过自持裂变和/或聚变释放巨大能量产生的爆炸,因而在有的书籍中把核装料称为核炸药。核装料是核武器工程的术语,目前可作为核装料的通常是指高纯度的铀-235、钚-239和铀-233。但也有一些文件中将核装料概念扩大到铀-235、钚-239和铀-233含量超过一定数值(例如铀-235在20%以上)的核武器和爆炸装置可用材料(即核武器可用材料)。铀-235、钚-239既是特种可裂变材料,也是核武器可用材料的核心部分。铀-233虽然也是特种可裂变材料,但其生产过程复杂,在世界上积累量不大,资料显示,只有美国早期做过使用铀-233作装料的核爆炸试验,因此在防核武器扩散领域,目前通常将铀-235或钚-239作为保障核查的主要目标。

铀-235、钚-239以及铀-233可用作核武器装料,是由它们的核物理性质决定的。它们的相关性质列于表1-1。

* 核物理学上将这类核素称为易裂变材料或易裂变同位素,例如铀-235、钚-239和铀-233,将在较高能量中子作用下才能发生裂变的核素称为可裂变材料或可裂变同位素,例如铀-238。