

敏感核材料的安全保障：一些强化的方案

概述构成不同类型敏感核材料 IAEA 专门安全保障
方案基础的主要因素

在一心想获得核武器的国家的眼里，某些受 IAEA 安全保障的核材料可能很有助于实现他们的目标。一个国家在作出转用受安全保障核材料的决定时，总要权衡一下那些可能得到的战略的、计划的和经济的利益与可能被探知及随后对其采取行动的风险。

在这里，特种核材料的“敏感性”反映了两种主要考虑。第一，从一般意义上说，最接近于核武器制造要求的核材料显然比其他的敏感。第二，从特殊意义上说，考虑到国内现有的或通过国际协议可能获得的其他能力，某些核材料可能对一个国家的秘密核武器计划提供重要的帮助。

在尚未接受 IAEA 全面安全保障的国家里，有一些范围较为有限的协定。这些协定或许也适用于那些对一个国家获得核武器的努力具有重要意义的非核材料、专用设备及核设施或非核设施。在这样一些场合下，采用的安全保障措施遵循一般的要求，并且适应特定场所的情况。

在非核武器国家里，安全保障是根据不同设想加以实施的。大多数非核武器国家，已自愿接受 IAEA 对其所有核材料的全面安全保障。那些没有违反迹象的核活动，通常被认为是合法的和平性质的活动。在这样一些场合，IAEA 的安全保障实际上是

建立信心的措施，这方面的机构与国家合作目的在于表明该国的不扩散诚意。在一个国家企图违反有关安全保障协定的场合，可用 IAEA 安全保障措施探知违反情况。

本文着眼于 IAEA 安全保障实施规划中考虑的那些主要因素，并考虑不同的受安全保障的核材料的相对敏感性。

敏感的核材料

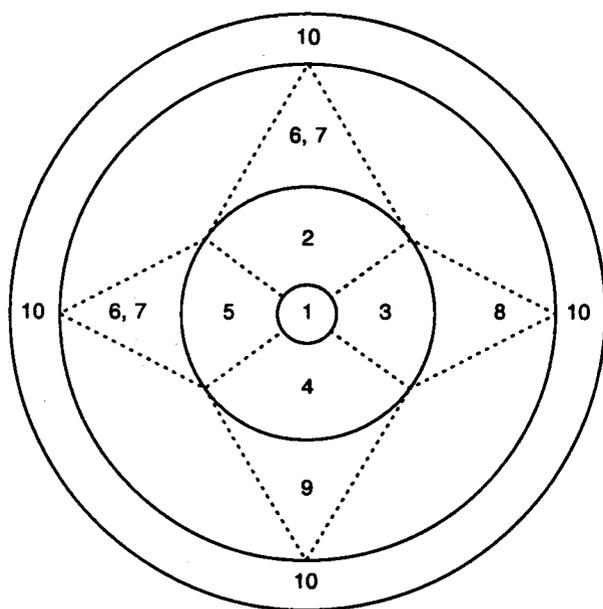
核武器含有用钚、高浓铀(HEU)(含有 20%以上铀-235 同位素的铀)或铀-233 制造的裂变能部件。这样，受 IAEA 安全保障的材料、设备或设施的安全保障“敏感性”，是根据钚或 HEU 易获得性，以及生产和加工这些材料的能力而确定的。

据一些核武器国家说，可用实际上有任何钚同位素组成的钚制造核武器。含钚-239同位素百分比很高的钚，比含有高于 10%钚-240 同位素的钚更适用于制造核武器。然而，即使燃耗深的反应堆级钚也可用来制造爆炸威力很大的核武器。除为制造热源而生产的含有高于 80%钚-238 同位素的钚外，对在非核武器国家的 IAEA 安全保障来说，所有的钚均被认为具有同等的“敏感性”。

只有少量 HEU 留用于和平核活动，主要用作研究堆燃料。铀-233 存在的数量极少。

T. E. Shea 和
K. Chitumbo

Shea 先生是 IAEA 安全保障司业务 A2 科科长，Chitumbo 先生是业务 C3 科科长。



针对各种转用策略的安全保障活动层次

IAEA 安全保障措施是以多层次的安全保障活动组合为基础的,这些安全保障活动考虑到潜在的转用策略(1)。这些策略可能包括少报核材料(2);转用设施和核材料(3);借入核材料(4);以及多报核材料(5)。为对付这些专门的策略,IAEA 安全保障措施包括核实(测量)活动和审计活动(6, 7);设计资料的核实和专门视察(8);以及封隔与监视(C/S)应用和专门视察(9)。这些措施是全面安全保障活动(10)的具体组成部分。实施全面安全保障活动是为了核实一个国家受安全保障的核计划的实物存量,以及评估在限定区域(材料结算区)内受安全保障的核材料的期末余额。

其他核材料(例如天然铀),对同位素生产堆或浓缩厂的运行也许是关键性的,因而是敏感的。这样的问题在下述情况也可能发生,即一个没有参加全面安全保障协定的国家里的未受安全保障的研究堆或动力堆的运行,也许需要受安全保障的重水,而这种反应堆可用于生产钚或铀-233。

转用策略

对给定设施上实施的安全保障方案,是为对付似乎有理的转用策略而设计的。潜在的转用者可能采用的转用策略及有关的隐蔽方法有:

- 移出受安全保障的核材料。移出之后作或不作假记录和假报告(例如少报收入量或多报运出量,多报废品和(或)残留废物量,或多报库存量);用或不用假的或部分假的材料替换;从或不从其他设施借入受安全保障的材料。

- 转用受安全保障的设施。转用的情形有多种,例如秘密地用研究堆或动力堆生产钚或铀-233;在低浓缩设施中进行

HEU 配置和生产;秘密进行后处理或废料回收;秘密进行重水生产或废料回收。

- 在没有受到全面安全保障协定约束的国家里,复制或转用受安全保障的设备。

安全保障活动

安全保障包含了在指定设施或其他地点实施的一系列措施。除通常采用的措施外,IAEA 还将实施若干旨在加强安全保障体系的措施。这些措施包括进行专门视察;更加重视设计资料的提供及其核查;扩大有关涉及专用材料和设备的交易的报告范围;以及采用环境取样等补充措施。实施这些补充措施的安排尚未完成。这些补充措施将首先用于受 IAEA 安全保障的敏感核材料。

对敏感核设施实施的安全保障措施,是以一些分层次组合的活动为基础的,以便复盖上述不同类型的转用策略。这些活动包括:

- 审查设计资料并核实实物存量。进行这些活动的目的是:

- 证实一座设施对申报的和平核活动

的适当性；

● 证实这种资料是完整的、准确的和无矛盾的，而且该设施是按照提供的资料建造、运行和维护的。设计资料的提供、审查和核实始于一座设施的概念设计，并延展到直至退役的整个设施寿期。在设施建造和改进或维护期间，在设施冷试和热试期间要进行广泛的实物核实活动。在设施运行期间，要把这种核实活动进行到实际可行的程度。

● 根据取得的结果，为打算探知材料转用或设施滥用，设计和实施一个安全保障方案。

● 将所得结果用作一个参比依据，以便对照它做种种比较，来确定正常的期望值和异常的或反常的情况。

涉及存量变化核实和及时性要求的活动。这些活动包括：

● 在物项受到控制和贮存有大量材料的场所，对设施广泛采用封隔与监视(C/S)措施。在某些场合，将测量系统装在相应的设施中以进行自动核实。

● 根据设施的规模和复杂性，采用实时 C/S 系统监视工艺场所内的设备操作情况。这些系统可以把设备测量系统同工艺流程图预测设备结合起来。

● 汇编经营者数据和在设施运行期间核实受保障材料流量、库存量和工艺存量的总量和位置，以便求得该设施单独的部分和结合的部分的近实时衡算(NRTA)余额。(在适当场合，可商定其他设施的具体安排。)采集数据所用方式和计算 NRTA 余额的频度取决于设施的规模。在新建的后处理设施，将采用在线数据采集方法，利用在上述各步采集的数据，并使用现场数据分析系统，以便每日结算 NRTA 余额。

● 为大型处理设施的小的处理活动(这些活动相应于为个别委托者进行的连接的作业)，计算材料差额(核材料衡算工作的一个组成部分)。

核实实物存量。要求设施经营者每年关闭一次其设施，清理核材料和提出实物存量。IAEA 按照随机取样计划，通过相应

设施类型	敏感核材料	设施数目	涉及核材料的 SQ 量
仓库	铀 HEU	26	3 678
研究堆*	铀 HEU	102	200
动力堆	铀	141	22 381
后处理厂	铀	6	68
燃料制造厂**	铀 HEU	15	911
浓缩厂	有 HEU 生产能力	5	

* 包括临界装置。

** 包括转化厂。

注：表内数据系截至 1993 年 3 月底的情况，涉及有实施中的《不扩散核武器条约》型和《特拉特洛尔科条约》(INFCIRC/153 协定)型安全保障协定的非核武器国家。

SQ=材料的重要量。铀的 SQ 约为 8 千克，高浓铀(HEU)的 SQ 约为 25 千克。

的非破坏性和破坏性分析，核实经营者申报的实物存量。采取 C/S 措施是为了减少测量工作量，或便于保持对已核实数据的了解的连续性。

评估材料余额情况。在每次实物存量核实工作结束时，对为期一年(最长时间)的材料余额进行评估和核实。此外，要计算该设施使用期内的累积材料余额，以确保长期稳定性。

核实初始存量

核实初始存量是为了证实该国有关受安全保障协定约束的设施、设备和材料的初始申报是完整的和准确的。

安全保障的实施方式将取决于安全保障初始适用之前，或因相关条件再次发生(未受全面安全保障协定约束的非核武器国家里的设施会有这种情况)而重新适用之前，一座设施是否已被建成或运行。

在这样一些情况下，安全保障实施前进行的调查有些象核考古。在调查中，人们除要广泛审查设施的运行历史记录外，还要分析从设施内外所取的痕量样品，以便证实运行记录。

受 IAEA 全面安全保障的敏感核材料和设施

燃料循环的两个问题

随着一些国家建立更完全的燃料循环,他们各自的核材料衡算和控制系统(SSAC)的能力通常都有所提高。这些能力在安全保障实施方面,向人们提出了两个截然相反的问题。第一个问题是,在某种程度上,IAEA 将可利用 SSAC 来满足其职责需要和得出独立的结论。第二个问题是,通常在一些有广泛民用核计划的国家里建立起来的一些先进技术能力和管理能力,可用于支持先进的转用隐蔽策略。

在和平核活动的大部分历史过程中,一种基于能源资源利用的理论已使人们产生这样的看法:一个国家只有掌握了“核燃料循环”前段和后段的所有部分之后,其核动力工业才是完全的。这包括铀浓缩、燃料元件制造、核动力堆设计和建造、乏燃料后处理,以及供轻水动力堆中再利用或增殖堆中利用的钚燃料元件的制造。然而,由于铀价格很低以及其后处理及钚燃料元件制造有关的费用很高,这种设想尚未成为现实。大多数国家已经(或许由于考虑不周)

为轻水堆装料选择了“一次通过式”方案,并打算把乏燃料贮存在地质处置库中而不加后处理。

此外,还出现了一种中间方案:一些国家将乏燃料出口给某个后处理厂(通常是核武器国家的后处理厂),然后收回提取的钚或制成的混合氧化物(MOX)燃料组件。

串联式燃料循环也被人们看成是改善重水堆经济性的一种手段。在这种场合,从轻水堆卸出的乏燃料不经后处理而被“重加包壳”。

上述每种情况都提出了一些新的可能性和如何确保安全保障的范围和重点仍然适宜的难题。

特殊情况的敏感性

有核武器计划的国家都愿意建造自己的专为其计划服务的设施,例外是极少的。

在非核武器国家,随着更多的燃料循环能力的确立,通过核材料转用或设施滥用获得核武器的能力在增加。第一,随着设施数目和库存规模的增大,获得分离钚存

截至 1992 年年底受安全保障或含有受安全保障材料的设施

设施类别	设施数目(整套装置数目)			
	INFCIRC/153 型协定	INFCIRC/66/ Rev. 2 型协定	核武器国家	合计
动力堆	151(182)	13(17)	2(2)	166(201)
研究堆和临界装置	134(145)	22(22)	2(2)	158(169)
转化厂	6(7)	3(3)	0(0)	9(10)
燃料制造厂	33(34)	9(9)	1(1)	43(44)
后处理厂	5(5)	1(1)	0(0)	6(6)
浓缩厂	5(5)	1(1)	1(1)	7(7)
独立贮存设施	35(36)	6(6)	5(5)	46(47)
其他设施	54(57)	4(4)	0(0)	58(61)
小计	423(471)	59(63)	11(11)	493(545)
其他场地	290(468)	28(32)	0(0)	318(500)
非核设施	0(0)	3(3)	0(0)	3(3)
总计	713(939)	90(98)	11(11)	814(1048)

注:INFCIRC/153型协定((不扩散核武器条约)和《特拉特洛尔科条约》型全面安全保障协定)栏数据不包括伊拉克的场地。INFCIRC/66/Rev. 2型协定栏不包括核武器国家的设施,但包括中国台湾省的设施。

量的可能性在增加。第二,以设施之间借用,或利用核实活动灵敏性有限所致累积误差等来隐蔽转用的机会在增多。第三,随着民用核活动的增加,某些技术领域内知识广博的专家人数将增加,形成一个能够促进武器相关活动的后援基础。

加强支助和透明度

IAEA 在伊拉克发现了秘密的核武器计划,对此,我们在实施行之有效的安全保障方面得出了几个重要教训。它们包括有必要提高核业务的透明度,以使和平核活动能够在国际社会怀有信心的情况下进行下去。改进 IAEA 安全保障虽能将这种透明度提高到一定程度,但各国采取负责的行动也许能将其提高到更高程度。这些行动是控制获取敏感核材料和技术的途径,向 IAEA 通报材料和设备的转让情况,以及在国家的行动有悖于正常的和平核计划时表示关切。

目前正在采取各种措施以加强 IAEA 的安全保障。虽然专门视察的特定环节、设计资料的提供和核查以及扩大通报范围等措施已经得到重视,但最重要的变化之一是人们已把“强化的安全保障分析”作为补充传统核实措施的手段。虽然“强化的安全保障分析”的特定环节尚在研究之中,但某些方向已经明确。

首先,机构将在例行基础上,对有关国家核活动的资料进行系统审查。这种资料将包括设计资料,和在 IAEA 安全保障正常实施过程中获得的视察资料。它将审查从一个国家所有核设施和从国际贸易伙伴获得的资料。此外,它将核对从 IAEA 其他司得到的资料,以证实安全保障数据并找出那些可能意味有未申报活动的矛盾处。它还将定期审议有关一个国家核活动的出版物评述文章。

在这些全国性审议中,还将考虑成员国依照 IAEA 理事会最近的建议所提供的资料。这种资料包括有关所有核材料转让的申报资料,和已(在 IAEA 文件

INFCIRC/254中)特别指明的其他材料和物品的转让的申报资料。

除这些资料来源外,大家公认,IAEA 成员国有责任向机构提供表明一个国家可能违反不扩散义务的可靠信息。这种信息将与所能得到的其他资料一起,用于确定有无必要要求澄清、进行正式出访,或酌情进行专门视察。

此外,根据水、空气和土壤样品的分析结果可以发现未申报的浓缩或后处理活动的迹象。利用这种手段提供重要核查能力的技术虽已存在,但尚未作出相应的安排。

IAEA 的安全保障现处在重要的过渡阶段。目前正在考虑将这样一些扩展的能力用于例行安全保障实施之中。人们希望,这样一些强化了的分析能力不仅将加强机构的核实系统,而且将通过它们在协同安排中的实施,使核实费用在不影响效率的情况下得到压缩。对加工、贮存和使用提取的铀及 HEU 设施的例行视察,约占 IAEA 视察工作量的三分之一。目前尚不清楚,采用这些强化了的分析方法能否减少其余的三分之二视察或对这些设施进行视察的费用。 □

作为核实活动的一部分,IAEA 经常分析有关受安全保障的核材料的现状资料。

