



对燃料的思考

Tariq Rauf 和 Zoryana Vovchok

核燃料循环的一种多边方案将有助于解决核电利用的预期增长并加强防核扩散体制。

全球能源需求的增加促使对核能利用的潜在扩大，近几年来，人们对可能开发一种新的多边核燃料循环方案的兴趣与日俱增。这种方案被普遍认为是解决核电利用的预期增长的一项关键措施，同时还可加强防核扩散体制。

建立一个对所有遵守所商定的防核扩散准则的核能利用者都公平、可利用的新框架，将是一项复杂的工作，需要采取一系列相关的渐进步骤来实现。

第一步是建立确保核反应堆的燃料供应——并且根据需要，确保这些反应堆的采购供应——的机制；第二步是建立将来

多边浓缩和后处理机制；第三步是将现有的国家浓缩和后处理设施转为多边运行。在这种情况下，协商并实施一项关于禁止生产核武器用易裂变材料的全球性、国际可核查的条约是至关重要的。

原子能机构的专题活动

目前，对于已经提出的多边核燃料循环方案有12项互补性建议，范围从提供后备供应保证，到建立一个由原子能机构控制的低浓缩铀储备和建立国际铀浓缩中心。

在2006年9月国际原子能机构大会期间，举行了一次有关新的核燃料循环框架的特别活动，以集中讨论这些现有的建议。来自许多国家和所有相关领域的专家

照片：生产中的核燃料芯块
来源：Melox

讨论了未来发展的方式和方法。

在提交给国际原子能机构2006年大会的关于这次专题活动的总结报告中提到，在某种程度上，近期提出的关于确保以铀为基础的核燃料供应的建议，可被视为是多边框架的更广泛的、较长期的发展的一个阶段。这种多边框架可能涵盖天然燃料和低浓铀的供应保证机制以及核燃料和乏燃料的管理。在这种情况下，建立一个对所有核能利用者都公平、可利用、十分完善的多边框架，是国际原子能机构及其成员国所要考虑的关键。

总结报告中还指出需要建立一个供应保证机制的原因。它可以解决两个问题。第一是解决由于与防扩散和履行合同义务的商业或其他方面无关的政治因素而中断核燃料供应可能产生的后果。这种中断可能阻止一些国家启动或扩大核电计划。此外，这种机制还将减少一些可能激励一些国家建造新的国家浓缩和后处理能力，而非选择依靠国际核燃料市场和供应保障的薄弱环节。

重温“原子用于和平”倡议

在1953年的“原子用于和平”倡议提出50多年后，该是不仅考虑而且实施一个新的核能利用框架的时候了。这是一个既要考虑经验教训，又要考虑当前现状的框架。这个新的框架在潜能上可以包括：更具固有安全性、防扩散和更经济的革新型核技术；普遍实施全面保障和附加议定书；在可核查的核裁军方面有实质性的、飞速进展；一个强健的国际核保安体系；以及一个高效、全面的核安全机制。

1946年提出的巴鲁克计划曾及早警告，“在新的原子时代的黑色征兆背后潜伏着一个希望，这种靠信仰紧紧把握的希望能够拯救我们自己……科学揭露了自然界中的一个秘密，它拥有如此巨大的潜能以至于我们的智慧在它所造成的恐惧面

前退缩。然而恐惧不足以抑制原子弹的使用。武器所制造的恐怖从来没有阻止人们使用这些武器。”巴鲁克提出了超前于那个时代的核燃料循环的国际化倡议。三十年后，1976年，国际核燃料循环评价工作组审议了核燃料循环的各种多边方案，但没能就未来的方式达成一致。又一个三十年后的2006年，国际原子能机构开展专门活动，鼓励就确保浓缩服务保证、国际燃料中心和多边控制所有燃料循环设施展开讨论，并为进一步行动铺平道路。

在全球对清洁能源方案的讨论中，目前正越来越多地谈论潜在的核复兴。在过去的二十年里，全世界约有16%的能源来自核能，并且这一百分比保持相对稳定。但在下一个二十年里，预计核电容量将增加。由于世界能源需求成倍增加，并且碳减排使政府的压力更大，因此预计将越来越多地依靠“清洁”核能。此外，如果真的迎来核复兴，还将在核能投入上有重大新的需求，不仅在反应堆方面，还包括燃料供应。接下来的问题是新的核燃料供应将从哪儿来？仍将由现有的几个可能扩大能力的供应商提供吗？新兴国家将开发本土化的国家浓缩和后处理能力吗？新框架的构想是专门置于多国控制之下，最终所有这些敏感核燃料循环技术连同供应保障机制都在多边下运作。

新的核燃料循环框架

目前主要的挑战是建立一个包含现有建议中所有共识的框架，从而勾画出一个可能的供应保证框架。

不同国家将为其能源要求选择不同的政策和方案，这一点已变得非常明确。这些政策与方案将取决于它们的具体情况，例如地理学、技术能力、国家优先事项和选择。因此，在这种情况下，最重要的是保持灵活性，不试图建议被认为是强迫性的方案，尤其是对消费国。这一点在国际

原子能机构的核燃料循环特别活动中已得到完全明确。

因此，供应保证机制将被仅仅视为是对目前正常的核材料、核燃料、核技术和核服务市场运作的一种后备机制。它并非替代现有市场，也不会解决由于商业、技术或其他问题导致的供应中断。在这种情况下，供应保证机制将适用于所有遵守达成的防核扩散准则的国家。任何国家都不会被要求或期望放弃或削减根据《不扩散核武器条约》或《国际原子能机构规约》所应有的权利。

新的核燃料循环可能框架建立在三个层次上。第一层是现有的市场，以现有的商业或其他安排为基础。第二层将依靠浓缩和燃料制造服务供应商及其各自政府提供的后备承诺，以确保当预定的条件和标准都满足时，由于政治因素所中断的核燃料供应。这可被视为是一种实际的浓缩和燃料制造储备联合机制。当一些国家仍然可能无法通过前两个层次来完全保证供应时，第三层是非常必要的。第三层将是贮存在一个或几个不同地点的低浓铀储备，消费国可通过一套包括国际原子能机构、供应国和公司的安排和协议来使用这些储备。以供应保证为基础的实际储备，也可以提供保证，无需对实际储备中的低浓铀做最后加工。延伸的保证还可能包括燃料制造服务。所有在国际原子能机构支持下的供应保证框架都应在公认标准的基础上，向原子能机构所有成员国开放。

任何核燃料供应保证框架下的材料发放都将按照提前确定的标准来决定，并以一致的方式来实施，不损害任何国家未来在多方方案中的燃料循环方案。

该框架将规定，一旦收到因政治原因导致供应中断的消费国的供应请求，国际原子能机构总干事将审议该请求，并决定它是否满足所确立的标准。如果该决定是肯定的，则将按供应框架行事。

对于一个可行的供应保证框架来说，可能的标准尽管既不确定也不详尽，但是可以包括：政治原因导致的供应中断（如前所述）；涉及供应材料的已生效的保障协定；原子能机构在刚刚发表的《保障执行情况报告》中得出消费国没有转用已申报核材料的决定；消费国无理事会正在审议中的保障问题；以及其他有关标准，例如基于原子能机构适用标准的核保安和核安全要求。这些标准需要事先商定和统一实施。各国可继续选择参加或不参加新的框架，而不损害其核燃料循环方案。

在法律权限方面，根据《国际原子能机构规约》，国际原子能机构已经有必要的权限为其成员国提供燃料循环相关服务，并且多年来一直通过国际原子能机构计划为提出要求的成员国提供支助。因此，国际原子能机构能够通过国际核燃料中心和虚拟或真实的核燃料银行来促进供应保证框架。

前方的路

核燃料循环多边方案有可能促进用于和平目的的核能利用的持续预期增长，还可突出利用核技术所带来的成本效率和规模经济的好处。这种方案还可为国际社会提供额外的保证，民用核燃料循环的敏感部分将更不易被滥用于非和平目的。因此，在为消费国提供核燃料供应保证的同时，核能、防扩散和经济考虑能相统一，并相互加强。

未来，需要相关成员国、核工业和其他利益相关者就共同课题和核燃料循环多方方案的内容进行磋商。

Tariq Rauf是国际原子能机构核查和保安政策协调科科长。电子信箱：T.Rauf@iaea.org。Zoryana Vovchok是国际原子能机构法律事务办公室实习生。电子信箱：Z.Vovchok@iaea.org。

已提出的

过去几年已就燃料供应保证和建立国际燃料中心提出一些建议。

1. 核燃料储备：

美国。美国于2005年9月在维也纳举行的国际原子能机构大会第四十九届常会上宣布，美国将承诺提供17吨高浓铀用于稀释成低浓铀，以“支持向放弃浓缩和后处理的国家提供可靠核燃料供应的保证”。

(参考文献：INFCIRC/659号文件，2005年9月)

2. 和平利用核能的声明

俄罗斯联邦。俄罗斯总统弗拉基米尔·普京概述了一项建议，内容包括：“建立一个在非歧视性基础上并在原子能机构控制下提供包括浓缩在内的核燃料循环服务的国际中心系统”。

(参考文献：INFCIRC/667号文件，2006年2月)

3. 全球核能伙伴关系

美国。“全球核能伙伴关系”的要素之一是建议的“燃料服务计划，其目的是使各国能够经济地获得核能，同时限制扩散风险。根据‘全球核能伙伴关系’，由拥有先进核技术的国家组成的一个联盟将确保同意放弃对浓缩和后处理技术进行本国投资的国家可靠地获得核燃料。”

(参考文献：“美国能源部宣布新的核倡议”，美国能源部，2006年2月6日)

4. 确保国际核燃料循环的供应安全

世界核协会。包括四个主要浓缩公司代表在内的一个工作组提出了保证浓缩服务的三级机制：

- (1) 由现有世界市场提供的基本供应安全；
- (2) 得到政府和原子能机构承诺支持的浓缩公司提供的集体保证；
- (3) 政府的浓缩铀产品储备。

(参考文献：《世界核协会报告》，2006年5月)

5. 可靠获得核燃料的多边机制概念

法国、德国、荷兰、俄罗斯联邦、英国和美国政府。六个浓缩服务供应国实质上建议在正常运行的市场之外提供两级浓缩保证。在“基本保证”一级，浓缩铀供应商将同意相互替代，以应对“已选择在国际市场获得供应并且没有从事敏感燃料循环活动”的国家的客户在发生某些供应中断时的情况。在“储备”一级，参与国政府可以提供实际或虚拟的低浓铀储备，以便在“基本保证”失效的情况下提供低浓铀。

(参考文献：GOV/INF/2006/10号文件，2006年6月)(限制使用)

6. 国际原子能机构核燃料供应保证的备用安排系统

日本。日本提议建立有助于防止核燃料供应中断的信息系统。该系统将由原子能机构管理，任务是传播成员国自愿提供的关于各国铀矿石、铀储备、铀转化、铀浓缩和燃料制造的国家产能的信息。日本将该建议描述为是对上述第5条所述六国提出的可靠获得核燃料概念的补充。

(参考文献：INFCIRC/683号文件，2006年9月)

7. 反对核威胁倡议

“反对核威胁倡议”提出向原子能机构捐款5000万美元，用于帮助建立由原子能机构持有和管理的低浓铀库存，以便在其他供应安排中断的情况下提供低浓铀。该建议是一项应急性安排，取决于以下两项条件，而且这两项条件均应在建议提出后两年内得到满足：

- (1) 原子能机构采取必要的行动批准建立这种储备；
- (2) 一个或多个成员国再捐助1亿美元资金或等值低浓铀。

这种安排的所有其他问题，如结构、地点

核燃料循环

12项建议

和准入条件等将由原子能机构及其成员国决定(2007年12月,美国国会批准捐助5000万美元,2008年2月,挪威认捐500万美元)。

(参考文献:“反对核威胁倡议”信函,2006年9月)

8. 浓缩契约

英国。英国的建议是,一旦原子能机构确定规定的条件得到满足,“契约”的原则是:

(1) 保证不阻止国家浓缩供应商提供浓缩服务;

(2) 提供事先同意出口的保证。德国和荷兰正在与英国一道合作研究浓缩契约概念。

(参考文献:INFCIRC/707号文件,2007年6月)

9. 安加尔斯克国际铀浓缩中心

俄罗斯联邦。在2007年1月通过必要的授权法律后,俄罗斯联邦将在安加尔斯克电解化学联合企业设立一个国际铀浓缩中心,“向参加该中心的组织提供有保证地获得铀浓缩的能力”。2007年5月10日,俄罗斯联邦和哈萨克斯坦共和国签署了国际铀浓缩中心框架内的第一份协议。

目前正在拟定一项划拨低浓铀库存的机制,该机制可能为更广泛的供应保证机制作出贡献。“将制定出口控制领域的一项法规,以保证应原子能机构的请求将材料运出境外”(2007年6月,俄罗斯提出在原子能机构的支持下建立一个120吨的低浓铀储备,并在保障下贮存在安加尔斯克,供原子能机构成员国使用)。

(参考文献:INFCIRC/708号文件,2007年6月)

10. 核燃料循环多边化

德国。德国提议建立具有治外法权地位的多边铀浓缩中心,该中心在原子能机构控制下作为市场中的一个新供应商在商业的基础上运

作,并提供铀浓缩服务。潜在用户随后可以在严格的监督下从该中心获得民用核燃料。该中心还可以帮助保证向符合条件的国家供应浓缩铀(德国提议在由一些相关国家建立的国际浓缩中心下,在域外基础上,在东道国建立一个“多边浓缩庇护项目”)。

(参考文献:INFCIRC/704号文件,2007年5月)

11. 核燃料循环多边化

奥地利。奥地利提出了一种双轨多边机制。一方面“将最合理地建立超越原子能机构现行保障义务的国际透明度”。另一方面把所有核燃料交易置于“核燃料库”的主持下进行,“以促使能够平等获得最敏感的核技术特别是浓缩和后处理技术并对这些技术实施控制”。

(参考文献:INFCIRC/706号文件,2007年5月)

12. 核燃料循环

欧洲联盟。欧盟的非文件指出,在考虑燃料供应选择方案时应保持灵活性,并提出了燃料供应可靠性多边机制的评定标准。这些标准除其他外,特别包括:

- a) 防扩散——最大程度地减少无意转让敏感核技术的风险;
- b) 供应保证——长期供应安排的可靠性;
- c) 与平等权利和义务的一致性——供应商、公司、消费国和原子能机构的义务;
- d) 市场中立性——避免对当前市场的运作造成任何不必要的妨碍或干预。

(参考文献:欧洲联盟的非文件,2007年6月)

注:本文选自GOV/INF/2007/11号限制使用文件。

中心