

确保核燃料循环安全： 下一步该怎么办？

S. V. Ruchkin 和 V. Y. Loginov

对国际防止核扩散制度的最大挑战是核能既用于和平目的又用于军事目的的双重性质造成的。铀浓缩和乏核燃料后处理（以下称“敏感核技术”）从防扩散角度看是十分重要的，因为它们可能被用来生产武器级核材料——高浓铀和分离钚。

1968年《不扩散核武器条约》签署时，核武器国家和无核武器国家之间曾达成一项折中方案：无核武器国家克制自己发展或获取核武器的企图（第二条）以换取“……本条约所有缔约国为和平目的而研究、生产和使用核能的不容剥夺的权利”（第四条），但未排除获取敏感核技术。不过，正如时间所表明的，一些国家已假借和平核计划从事获取核武器能力的秘密活动。

敏感核技术

20世纪70年代，国际社会开始制订用以制止敏感核技术扩散的进一步措施。1975年成立核供应国集团就是此类措施之一。核供应国集团使那些愿意协调其关于向无核武器国家出口核材料、核设备和核技术的立法的国家结成一体。

除用以限制敏感核技术扩散的措施外，用以处理核燃料循环问题的多边方案也开始被讨论。这些想法体现在1975年《不扩散核武器条约》审议会议的最后文件中，以及原子能机构有关多边方案的若干项目中。不过，由于各种原因，包括三里岛（1979年，美国）和切尔诺贝利（1986年，苏联）事故发生后核电计划的冻结，这些想法一直没有成为现实。

在随后的若干年里，国际防核扩散体制受到新的挑战，其中包括：核材料和核设备的非法转让；传统上局势紧张地区政治上变得更加不稳定（恐怖主义威胁）；以及信息技术和通讯技术的迅速发展使获取敏感信息更加容易。



一些旨在解决核燃料循环问题的方案倡议再一次被提出。图中，技术员正在燃料组件的一个最后阶段检查核燃料棒。图片来源：国际原子能机构Dean Calma

碳氢化合物价格的螺旋上升及其行将枯竭的前景，促使愈来愈多的国家把核能视为确保其可持续发展的替代手段。因此，把扩大核能应用的客观需要与特别通过防止敏感核技术扩散和确保感兴趣的能够获得核燃料循环产品和服务来加强核不扩散联系起来，这一点变得愈来愈重要。

多边核方案

考虑到这一点，原子能机构总干事穆罕默德·埃尔巴拉迪在原子能机构大会2003年常会上呼吁建立一个多边核方案国际专家小组。这项建议得到支持。2005年2月，以Bruno Pellaud领导的国际专家组提出了载有不同多边方案建议的报告（由原子能机构作为INFCIRC/640号文件发表，见www.iaea.org）。

报告中的建议可以概括如下：加强现有的市场机制；使各国政府和原子能机构参与供应保证，包括建立低浓铀库存作为储备；把现有的国家铀浓缩企业和乏

核燃料后处理企业转变为在国际管理和控制下的多边企业；以及在地区和国际层面上建立新的多边企业。

此后在这方面做了哪些工作呢？核能利用的多边方案发展前景如何？

正如前面所提到的，专家小组报告中所建议的用以加强核燃料循环产品和服务供应安全的手段之一是加强现有的市场机制。在这方面，世界核协会于2005年8月建立一个由世界核行业专家组成的专门工作小组看来是十分合理的。世界铀浓缩服务四大供应商AREVA（法国）、TENEX（俄罗斯）、URENCO（德国、荷兰和英国）和USEC（美国）均派代表参加了该小组。结果，2006年5月，世界核协会提出了一份题目为“确保国际核燃料循环供应安全”的报告（见世界核协会网址：www.world-nuclear.org/security.pdf）。

这份报告最重要的要点是：

✓ **现在的世界市场和生产者的能力**能够保证在世界核电业所需要的整个核燃料循环产品和服务范围，都能达到可靠的供应水平，并且是供应的主要保证者。因此，提出额外保证的问题可能不是为了解决供应问题（这样的问题幸亏今天不存在），而是作为市场机制瓦解情况下的安全网。

✓ **浓缩服务的额外保证**可以在与确保核安全的纵深防御概念相似的一种三层概念的基础上，由浓缩企业在原子能机构和各国政府的支持下，作为一种集体承诺给出。只有当商业供应合同由于一些与防扩散不相关的政治原因而被中止时，这种机制才能启动。在任何情况下，额外保证都不得从负面影响现有的世界市场。

✓ **额外保证采用**的前提将是接受国满足经过有关各方预先确定和商定、由政府间协定加以补充以及受原子能机构控制的所有防扩散要求。

2005年9月，在美国领导下，六个浓缩服务供应国建立了一个政府间工作组，目的是开发可靠获取核燃料的多边机制。2006年6月，该工作组向原子能机构成员国提交了其建议。有关实现这些国家在一定条件下向不从事敏感核活动的国家提供低浓铀的提议，各方在继续磋商今后应采取的步骤。

全球核电基础结构

2006年1月25日，俄罗斯总统弗拉基米尔·普京宣布了一项倡议，那就是建设一个能够使严格遵守防扩散要求的一切感兴趣的国家有保证和无歧视（平等）地获取核能好处的全球核电基础结构。建立一个在原子能机构保障下包括浓缩服务在内的国际核燃料循环中心网络，将成为这种基础结构的一个关键因素。全球核电基础结构-国际核燃料循环中心将主要面向虽然正在发展核电但未计划建立本地铀浓缩和乏核燃料后处理能力的国家。

作为第一步，俄罗斯已自愿启动一个联合项目，将在安加尔斯克市（伊尔库茨克地区）的浓缩厂的基本上建立一个国际铀浓缩中心。一些感兴趣的俄罗斯政府部门和商业部门已经在研究建立该中心的基本原则。尽管这项工作远未完成，但一些关键原则已正式提出：

① 一切感兴趣的、不打算发展本地敏感核技术并且满足既定防扩散要求的国家，都可成为**平等的、无歧视的会员**；

② 浓缩服务接受国**加入国际铀浓缩中心获得的“便利”**（政治的、经济的、科学的和技术的便利）应该胜过因克制发展本国核燃料循环能力所带来的“不便”；特别是，建立国家核燃料循环能力很显然只对拥有大量核动力堆的国家来说才是经济上合理的；

③ **国际铀浓缩中心商业活动要透明**（符合国际惯例），有成本效益和长期投资吸引力；

④ **国际铀浓缩中心的浓缩能力要置于原子能机构保障之下**；原子能机构可以参加这个中心的管理；

⑤ 感兴趣的国家（可能还有原子能机构）之间要**缔结政府间协定**，以及联合制订和批准国际铀浓缩中心的《宪章》；

⑥ 浓缩者、低浓铀接受者和源铀供应者可能在国际铀浓缩中心的支持下**实现（纵向的）整合**；

⑦ 以浓缩六氟化铀形式提供的**国际铀浓缩中心产品**应该满足参加者的核反应堆要求；

⑧ **国际铀浓缩中心的外国会员**将没有获取俄罗斯铀浓缩技术的权利。

通过成为国际铀浓缩中心会员，打算建造核动力

反应堆的国家将能够推行其能源多样化政策，并从市场条件下的低浓铀供应额外保证中受益。这是由于：

❖ 有**俄罗斯和其他参加国**根据政府间协定**做出的承诺**；

❖ 由于原子能机构对国际铀浓缩中心活动的参与，**国际铀浓缩中心具有国际地位**；

❖ **俄罗斯浓缩工厂能力强**，掌握业已证明的高技术和具有竞争力的浓缩技术。

全球核电基础结构-国际核燃料循环中心可能有一些后续实施阶段。它们主要关于：

◆ 用后处理方法和通过在国际核燃料循环中心的框架内利用现代快堆和乏燃料管理技术处置剩余废物，及时解决乏燃料管理问题；

◆ 扩大在双边和多边基础上进行的有关革新型反应堆和相关核燃料循环技术（原子能机构“革新型反应堆和燃料循环国际项目”和第四代反应堆）的国际合作，包括建立专门的国际核燃料循环中心；

◆ 建立为发展核电的国家进行人员培训和资格确认的国际中心。俄罗斯总统的这项倡议基于八国集团为制止敏感核技术的扩散而制订的政策，是对实施八国集团在格里诺斯（苏格兰，2005年）和圣彼得堡（俄罗斯，2006年）首脑会议“防扩散宣言”所体现的共识的一项有效输入。这项倡议也是为促进原子能机构和浓缩服务供应国在多边核方案方面的努力而提出的。

全球核能伙伴关系

美国政府最近就“全球核能伙伴关系”提出一项新的倡议。美国倡议和俄罗斯倡议的主要目的是促进建立一种全球伙伴关系，在考虑人类面临的全球问题的前提下和平利用核能。

在防止敏感核技术的扩散方面，“全球核能伙伴关系”建议建立一个由有完全的核燃料循环能力（包括先进的核技术）的发达国家组成的国际组织（横向的整合）。这个国际组织的成员将假定成为其他国家的主要铀浓缩和乏核燃料后处理服务的供应者。“全球核能伙伴关系”还将假定，由核燃料循环服务供应者与发展中国家达成一种包含乏核燃料返回规定的核燃料租借安排，以便打断发展中国家获取本地核燃料循环的念头。

很明显，上述所有的倡议（可靠获取核燃料，世界核协会，全球核电基础结构-国际核燃料循环中心，全球核能伙伴关系）都含有与供应保证有关的共同因素。因此，这些倡议可通过相互协调，彼此受益。我们认为，应该尝试建立一个国际可靠核燃料循环产品和服务供应框架，以限制敏感核技术的扩散，从而加强国际防核扩散制度，同时帮助扩大世界和平利用核能。

这种框架要以世界核燃料循环产品和服务市场为基础，因为这个市场是核燃料循环产品和服务的主要保证者。在市场机制瓦解的情况下，可以采取一些非常规的措施，以便给出额外的供应保证，并且鼓励接受国放弃开发和利用敏感核技术——由政府承诺和储备低浓缩铀库存的建立所加强的商业供应者的集体保证。

与原子能机构建议相一致，另一些多边方案也可以使用——在一个现有的国家工厂的基础上，通过把它变为在国际控制（原子能机构保障）下的多边企业而建立的国际核燃料循环中心，或将由拥有完全的核燃料循环产品和服务的供应国组成的国际组织。在这两种情况下，我们都可以预计，作为纵向和横向整合的结果，世界核燃料产品和服务市场上会有一些新的玩家出现。

有关国际框架的概念，是想为感兴趣的国家、原子能机构和世界核工业界的防扩散努力找到一种系统化方案所作的尝试。建立这种国际框架的目的是，加强核能的作用，并通过给予那些不使用敏感核技术来发展核电的国家获取核燃料循环产品和服务的额外保证来加强防核扩散制度。我们认为协调最近的一些国际倡议和制订一项协调的行动计划，将有助于达到所宣布的短期和长期目标。

S. V. Ruchkin是俄罗斯莫斯科技术装备出口公司战略分析部副主任。电子信箱：Ruchkin@tenex.ru。
Vladimir Loginov是该公司战略分析部资深专家。

TENEX是与核燃料循环有关的产品和服务的世界主要供应商之一。电子信箱：tenex@online.ru。