

核反应堆和燃料循环的未来发展

需要创新

D. MAJUMDAR, J. KUPITZ, H. ROGNER, T. SHEA, F. NIEHAUS 和 K. FUKUDA

随着新世纪的开始,全球发展和人口增长必然会对地球的可居住性发出挑战。尤其是,人们愈来愈迫切地意识到,必须以保护环境的方式来满足对电力和水的日益增长的需求。

50年来,核能已从一种新的科学成果发展成为30多个国家能源混合体的重要组成部分。1999年,17个国家靠核动力满足了其25%以上的电力需求。同时,又有一些国家开发和论证核能的多样化应用(例如对利用反应堆淡化海水表现出兴趣)。

在此背景下,人们理应会看到核电的上升趋势。但实际情况并非如此,而且核动力今后对满足可持续能源发展要求的贡献也是不确定的。在世界范围内,核能的发展情况参差不齐:在西欧和北美,在建的新的核电机组没有一座,而在亚洲一些国家和东欧一些地区,核动力继续增长。

情况的主要因素是对下述3个问题的担心和误解:

- 安全和保安;
- 核动力与核武器间的联系;
- 核动力及其燃料循环的环境与经济问题。

核动力要以有效方式帮助满足未来能源,这些课题就必须得到解决。实际上,核动力能否被人们视为一种未来能源方案,将取决于能否成功地解决20世纪核能推广应用中所遇到的那些问题。

每个问题都可通过在下列3个相关联的领域所做的努力来解决。

- 技术 核技术本身的特点在相当大的程度上决定着安全与保安、不扩散及环

境与经济因素的关键方面。

- 法律和体制框架 商业合同、政府法律、条例以及政府间条约和公约决定着影响核动力开发和应用的基本原则。

- 监督和管理 由核设施的业主和营运者、地方和国家政府、地区和国际组织以及有关的民间组织实施的管理,足以确保所要求的核运营监督结构到位并得到保持。

在这3个相关联的领域的每一个中,都已做出并且在继续做出各种努力。实际上,在这50年中已形成一个产业,它有效地利用核能满足了1/6的世界电力需求,这个成就是显著的。

但是世界今天面临的问题不同于过去几十年所遇到

Majumdar 先生是 IAEA 核能司规划和经济研究科的美国专家, Rogner 先生是该科科长。Kupitz 先生是该司核动力技术发展科科长, Fukuda 先生是该司核燃料循环材料科科长。Shea 先生是 IAEA 保障司三边倡议办公室主任。Niehaus 先生是 IAEA 核安全司安全评估科科长。

的问题,而且世界不同地区问题也有很大差别,尤其是在发展中国家极具挑战性。它们需要电力来缓解贫困和满足可持续发展的基本人类需求。为帮助那些志在推行核电方案的发展中国家,还有许多工作要做。

可用来解决每个问题固有的挑战的手段,几乎没有一个经过简单的或短时间的改进即可使用。它们都将需要相当长时间的持续努力,并且都需要协同努力,才能找出解决主要问题、消除大的担心和误解的新办法。

从世界能源状况和可持续发展需求考虑,核心目标必须是加强扩大核动力对电力供应的潜在贡献的基础。通过一些致力于技术、法律和体制框架的协调计划,以及为取得公众和政治支持所需的监督制度,此类步骤可以得到实施。

从成立到现在,IAEA一直在建立和协调国际和平利用核能的努力中起着关键作用。在当前核动力的未来发展举棋不定的情况下,机构在核动力和燃料循环领域的活动颇具重要性。本文概述在所面临的主要挑战下的全球形势,讨论在新世纪开始之时,采取对确保核动力发展必不可少的、协调的长

期行动的必要性。随着全球能源市场的扩大,核能有潜力增加其对发电的贡献,并且通过在不同领域的多种应用,增加对能源的非电力使用的贡献。

全球形势

核能对未来能源供应的贡献,取决于几个关键因素。世界各国对可持续能源战略的承诺程度,以及对核能在可持续战略中的作用的认知程度,将影响核能的未来使用。工艺技术的成熟性、经济竞争性、资金筹措办法,以及公众的接受程度,是影响新核电厂建造决定的另一些关键因素。公众对各种能源方案和相关环境问题的认识,以及公众宣传与教育工作,也将起重要作用。继续对现有核电厂的安全运行保持警惕,在保持核动力对未来能源战略贡献的潜力方面,是另一个非常重要的因素。

从根本上说,对核动力提出的这些挑战要求我们进行科学和技术的研究与开发,以便不仅改进现有的核反应堆和燃料循环工艺技术,而且开发能抗扩散、效率更高、成本更低和更安全的新的革新型反应堆和燃料循环。

7个主题领域 核动力的全球前景可按以下7个主题来描述。

技术 50年来,核动力技术一直在发展。20世纪60年代商用核电厂开始大量订购。70年代核电机组开始广泛商业运行。目前,核动力供应着世界约6%—7%的一次能量。运行中的核电机组大多数一直性能良好,实绩在继续提高。

不过,在几个方面一直有问题发生,在某些场合下,核电机组被过早地关闭,或是虽已建成但从未运行过。70年代建造开始达到高峰,80年代为并网发电高峰,而这两方面的目前水平都远低于先前达到的值。

目前在核动力工业范围内开展的工艺技术开发活动,可以概括为下述3大类:

■ **目前运行的商业设施** 在维护、运行、工程支持、燃料供应和寿期延长方面实施改进。

■ **渐进性设计** 为未来短期内的推广应用,实施设计和运行改进,其中包括对现正在运行的商业设施的适当改动。

■ **革新性设计** 为未来长期内的推广应用,在设计 and 运行方面,做出与现在运行中的商业设施有重大差别

的改进。

最近几年,一些国家已有了许多有关新的动力反应堆设计和燃料循环的想法。其中的一些设计虽然可以使核动力恢复活力,但是只有在鼓励其成功并产生商业硕果的条件下,对它们进行开发、尝试和试验时才会有这种效果。在核开发中,从产品设计到实际投产的时间很长。一个新的核反应堆概念的形成和试验需要15—20年,这取决于不断的政治支持和充足资源的可获得性。在一些最有希望的候选概念能够被选中并被论证而成为核动力巨大发展的手段之前,上述时间也许会更长。需要采取有力的行动,以保持和增加已获取的必要的专门知识。

安全 目前核安全的高水平是基于全球经验积累进行不断的改进而实现的。正如IAEA的安全丛书出版物《核装置的安全》中提到的那样,安全措施一般是基于“合理可行”的判断而引入的。一些国家使用一种正式的成本/效益分析程序来决定是否进行改进工作。在存在诸多不确定性的场合,需要做出保守的决定。鉴于目前和未来硬件性能的高水平,需要强调运行安全的管理工作。

对未来反应堆的安全目标,已有广泛的国际共识,包括工业和监管机构。安全目标已由国际核安全咨询组(INSAG)提出,并且从根本上要求未来的核动力反应堆安全性要比现有反应堆的确定目标增加9倍(即为未来核动力堆确定的目标是,堆芯损坏频率为 10^{-5} 每年,大的放射性释放频率为 10^{-6} 每年)。INSAG-12中称,“为未来核动力堆确定的另一个目标是,实际排除可能导致大的早期放射性释放的事故序列,而可能导致包封延迟失效的严重事故则应该在设计过程中,与一些现实假设和最佳估计分析一起考虑,以便在处理这些严重事故后果时,将只需要在范围和时间上采取有限的防护措施。”

如果没有技术上的变化,这些改进将在资本费用和运行费用两个方面增加核动力成本。因此,对于未来核动力堆的开发和论证来说,具有挑战性的任务是如何在把安全性提高到这样一个高水平的时候,降低各项费用,使其在能源市场上具有竞争力。

这当然是一个原则上不可能实现的任务。同时改进技术的运行安全性和经济性,一直是工程创造性和革

新的基本驱动因素之一。

渐进性设计是探索提高安全性的办法。这些办法在硬件方面,包括采用现代控制技术,简化安全系统,利用先进的设计和延长所需要的响应时间,以便启动安全系统和操纵员采取行动。在软件方面,这些办法有可能减少论证符合要求的负担。此外,增加的技术知识和改进的计算机编码也有助于安全运行。另一个要素是“危险通报决定”。它旨在集中精力注意重要的安全问题,可能导致在某些情况下,对一些问题的要求更严格而放松对另一些问题的要求。还正在注意简化许可证审批程序,以及提高其可预测性。

一些革新设计甚至更充分地利用了能够提高固有安全性的一些特点。尤其是,设计努力论证,先进的设计或新的设施能够排除目前反应堆所需的某些安全系统;它们不是根本不需要,就是只用来保护核电厂内的投资,而不是保护公众健康和安全。在这种场合,设备仍可安装;不过它将不需要确定安全等级,否则现在就会大大增加其成本。这样一些设计也会大大减少开发事故管理措施和为紧急情况做准备所需要的努力。

实物保安 为防止未经许可占有核材料和其他危险的放射性材料,防止蓄意破坏核装置,或在运输中故意扩散这类材料,需要足够的防护措施和健全的国际框架。

乏燃料和放射性废物管理 乏燃料和废物管理是公众时刻关注的事情。乏燃料贮存能力不足,在几个国家中成为大的问题。与此同时,由于缺乏处置设施,乏燃料将不得不在同一场地贮存较长时间。目前尚没有示范永久废物处置设施,加重了公众的担心,并且给未来的运行带来不确定性,进一步降低了公众的支持、政治意愿和财政的可行性。为核燃料循环提出的带有新的工艺技术的一些革新概念能够有助于通过减小核废物量和毒性来减轻环境负担和加强核动力的安全性、抗扩散性和成本效益。

不扩散 核动力与核武器之间存在潜在联系的这种可能性,不仅是国际不扩散体制的中心问题,还是IAEA保障的基础。已确信有15个国家发展了铀浓缩方法,因而虽然目前只有一个未拥有核武器的国家推行化学后处理,人们仍然担心,现在和未来的核动力运行可能助长并

且提供与获取核武器有关的重要技术。

在伊拉克和朝鲜民主主义人民共和国事件发生后,国际不扩散体制已经得到扩大和加强,其中包括缔约国愿意防止帮助潜在的扩散者获取关键技术和专门知识;供应国对于敏感材料、设施和控制;和加强了IAEA保障——尤其是在探查未申报浓缩和后处理活动的的能力方面。任何从事核武器获取计划的国家,目前在获得国际援助方面都会遇到比以往要大得多的阻碍,此类计划在成功之前就被探知的可能性明显增大,在此类计划被揭露时,国际社会采取共同的反扩散行动的可能性也会更大。

经济性 在发电方面解除管制和加强竞争的全球趋势——以及化石燃料价格连续走低和发达国家的基荷发电能力供应过度——不利于核动力堆增多。虽然大多数现有的核动力堆是有利可图的,但正在订购的新动力堆极少。

廉价天然气在世界许多地区的可获得性和燃气轮机技术的突破,以及煤技术的进步,已将新的核动力堆的经济吸引力局限于不易获得天然气或煤、或高度重

视能源安全的国家。

国际能源机构(IEA)和经合组织(OECD)核能机构(NEA)所进行的研究,以及在美国和IAEA所做的研究工作都表明,在今天普遍预期利润率高和相应的偿还期短的情况下,新的核动力堆在容易获得天然气或国内煤储量丰富的地区难有竞争力。高的前端资本费用,相对较长的建造时间已完全抵消了核燃料的成本优势。今天,建造一些天然气系统所需的资本费用比规模与其相当的核电站的资本费用要低得多,而且其所需的建造时间不到核电站的1/3。因此在近期内,预期核动力能力只有在缺少本地能源资源或天然气基础设施的为数不多的国家里才能得到增长。

公众和政治接受 虽然现有的核动力堆在可靠和安全地运行,但当安全依赖于复杂的专设系统和操作人员的技术时,人们还是有担心和误解。尽管已研究出与现有的动力堆相比其安全特性已有种种改进的渐进设计,但在许多国家里,对核动力的支持还是已经减小。为更有效地宣传正在取得的进展,并促进公众从全球能源需求、比较能源系统和发电系统运行的监管环境与技术

环境的角度理解核动力,需要做更大的努力。

需要创新

在较长期内,全球电力市场的条件仍是不确定的。但是包括最近世界能源理事会声明在内的很多分析,强烈支持把核动力作为一种选择保持下来(见第2页相关文章)。人口与能源需求,尤其是在发展中国家中,持续增长,与对全球气候变化现象的更多经验和理解一起,突出说明全球有必要迅速而广泛地使用非化石燃料电站来发电。

2000年3月政府间气候变化委员会(IPCC)曾批准一份《排放情景专题报告》(SRES),这份报告涉及的时间一直持续到2100年。这些情景预期,在2020年以后,对非碳能源技术有巨大需求。

据预测,核能源推广应用的前景总体来说是相当好的。这些情景虽然预计了不断变化的核份额,但它们一致表明核增长的潜力很大——从现在的350 GWe增加到2050年的2000 GWe—5000 GWe和2100年的3500 GWe—10600 GWe(见第31页相关文章)。大体上说,这些情景中给出的2050

年的容量范围相当于在2020—2050年期间,全球每年增加核电容量50 GWe—150 GWe。

从已介绍的挑战来看,仅仅基于现有的渐进技术预测核能容量将增至5—10倍是困难的。必需进行革新的研究与开发活动,以确保核动力充分参与未来的世界能源市场。要考虑下述诸项:

■ **成本** 有必要加强核在解除管制的能源市场上,尤其是在容易获得天然气和(或)有小的地方电网的地方的竞争性,以及增加核的非电力应用。

■ **基础设施适应性** 预计电力需求的未来增加的相当一部分,将会发生在不是很熟悉核动力的国家。这些国家不可能很快建立反应堆运行和前端与后端燃料循环业务所需的基础设施。同样,当地为核电机组建造和运行制定的安全审查和许可证审批要求也需要付出合理的代价才能实现。

■ **安全** 通过不断进行的研究与开发活动,未来反应堆的安全正在得到进一步加强。一个目标是实际排除能够导致大的放射性早期释放的事故序列。为了降低成本,这需要采用那些能够通过简化系统和更好利用先进

安全设计和设施来提高安全性的革新解决办法。

■ **保障** 世界核动力堆数目的大量增加和乏燃料中的钚的数量的随之增加,是IAEA保障关注的重要问题。不过,关键铀浓缩技术和钚提取技术的扩散更令人关注。

为充分保证有关当事国继续履行其不扩散承诺所需的视察费用的变化幅度变化很大,这取决于所使用的技术的性质:以一座轻水反应堆为基线,则一座不停堆动力反应堆的视察工作量约增加5倍;一座铀浓缩厂要增加10倍;一座化学后处理厂要增加100倍。

应该在反应堆设计与燃料循环安排中进行一些这样的革新:它们在使核动力得到巨大发展的同时,把接触到能够容易被用于核武器或其他核爆炸装置的核材料或获取这类材料的生产技术的可能性降至最低限度。

■ **资源可获得性** 常规铀资源也许最终变得太昂贵,不能用来保持只以传统热堆为基础的全球核动力的成倍增长。应当制订一个全面的计划,以估计和满足未来的需求。

这些就是除渐进型反应堆外,还要开发革新型反应

与核燃料循环有关的创新技术

所属范围	工艺方法和系统	有关国家	特 点
燃料组成和工艺方法	高温法	日本、俄罗斯、美国	与湿法相比,核废物量小且工艺设施简单(预计有若干经济和环境优势)
	振动包装燃料	俄罗斯、瑞士	来自后处理的酸性溶液直接生产燃料颗粒(预计与粉末技术相比有经济上的优点)
	DUPIC 系统	加拿大、大韩民国	不从 PWR 乏燃料中分离铀(预计有抗扩散优点)
	钍燃料(钍-铀, 钍-钚)	印度、美国	钍资源丰富。钍-铀组成燃料产生的次锕系元素(MA)比铀-钚燃料少。
	惰性基质燃料	法国、日本、瑞士	由于是化学上稳定的氧化物,乏燃料被看做废物形式(环境缓解)
分离和转变(P-T)系统	加速器驱动系统	法国、日本、美国	产生的高中子能量能够摧毁 MA,即长寿命裂变产物(LLFP)。次临界堆芯提高安全性。
	与快中子反应堆结合的 P-T 系统	日本、俄罗斯	现有快中子反应堆技术被用于摧毁 MA,即长寿命裂变产物。
反应堆系统	铅(+铋)快中子反应堆	俄罗斯	用铅做冷却剂提高了安全性。

堆设计和燃料循环的主要原因。

革新研究与开发活动

革新的反应堆设计 目前主要在发展中国家在建的核动力堆的 40%(建造中的总容量的 23%)属于小型堆(300 MWe 以下)和中型堆(700 MWe 以下)。它们吸收了现在的大型核动力堆的基本技术。较小的渐进型反应堆(例如 AP-600、VVER-640、PHWR-500 和 CANDU-6)也以现有的堆为

基础。

不过,进行革新的研究与开发活动的必要性已经为核工业界和那些相信核动力具有长期的总体优势、生命力和重要性的国家所认识。现在,有关革新的核燃料循环和反应堆概念的重大研究与开发活动正在包括阿根廷、加拿大、中国、法国、印度、意大利、日本、大韩民国、俄罗斯、南非和美国在内的许多国家中开展(见表及方框)”

已将注意力集中于开发将在不同程度上兼有下述诸

项优点的中小型反应堆上:设计相对简单;经济地大批量生产;选址费用降低;堆芯寿命长;实际上无人值守远距离操作以及接受集中维护和换料服务。俄罗斯已经论证,小型反应堆能在偏远地区为供热与发电作商业运行。美国于 1999 年开始实施一项核能研究计划,旨在开发先进的反应堆和燃料循环概念,并在核技术上取得一些科学突破,以克服核能扩大应用的障碍。

许多国家正在研究以建造时间更短和资本成本更低

世界范围内正在开发的中小型核反应堆

许多国家正在设计和开发小型核反应堆。它们包括：

■ **Carem-25**,正在阿根廷开发的 25 MWe 压水堆。这种堆的设计带有一个能与淡化工工艺配套使用的一体化蒸汽发生器。

■ **KLT-40**,正在俄罗斯联邦开发的 40 MWe 压水堆。这种堆的设计是把破冰船上发生电用和西伯利亚北部地区供热用的小型反应堆装在平底船上的版本。

■ **PBMR**,正在南非开发的 114 MWe 高温反应堆。由于利用具有高热容的陶瓷涂敷燃料颗粒,这种气冷球床模块堆能同时满足一次通过式燃料循环要求和提高了的安全要求。

■ **SMART**,正在大韩民国开发的 100 MWe 压水堆。这种堆的概念设计几乎是完整的,其特点是有一个为多种应用(包括海水淡化)准备的一体化蒸汽发生器。

■ **NHR-200**,正在中国开发的 200 MWt 压水堆。同样在中国,一座用于非电力应用的 10 MWt 小型高温堆,预计 2001 年实现初始临界。

■ **AHWR**,正在印度开发的 235 MWe 重水堆。这是一种将使用钍基燃料,并且带有无源冷却特点的竖管先进反应堆。

■ **GT-MHR**,由美国、俄罗斯联邦、法国和日本联合开发的 285 MWe 气冷反应堆。

的较小型反应堆为目标的革新设计。目的是研究出一种安全性更高和抗扩散的经济型设计。这些不仅仅是较老设计的缩版。用在工厂制成的结构与部件,包括为迅速安装而准备的完整模件设备进行现场建造,是此类反应堆预想的一些特点。人们还希望,这些反应堆更容易筹

集资金,并且适于甚至有中等电网的地区推广应用。

从革新的观点看,也许要提到两种先进的非水冷反应堆技术。它们是直接循环高温气冷反应堆和铅/铅-铋冷却快中子反应堆。南非开发的 114 MWe 氦冷球床式模块反应堆(PBMR)已经受到全世界注意,因为开发者

称这种堆有一些令人满意的特点(包括市场竞争性)。俄罗斯人也已为他们的铅冷快中子反应堆发表了类似的声明,尽管是在更大的程度上。

所有这些反应堆都有可能减少人们对核动力发展的一些担心。重要的是,为未来的发展和论证选择出最好的候选反应堆。

革新的核燃料循环 从 20 世纪 60 年代核动力开发之初起,带有增殖堆的闭式燃料循环方案,曾被认为是核能大规模推广应用的最好方案。不过,现在需要做出一些突破性的努力,以处理来源于不扩散、环境缓解、经济性和提高的安全与保安要求的若干问题。

革新的核燃料循环的令人满意的特点可以根据下列目标来确定：

- 燃料循环的经济竞争性。
- 放射性废物的最少化。
- 不扩散目的的促进,也就是使核材料不能容易地被获取或容易地被转用于非和平目的。
- 通过技术工艺过程,进一步提高安全性。

虽然目前尚未实施有关革新核燃料循环的大规模计

划,但许多有核动力计划的国家正在研究此类计划。

此外,所有这些燃料循环概念都希望至少减轻人们对核发展的一些担心。我们将有必要确保实现核动力革新的总体目标;并且最后集中精力开发能够消除人们的担心或使其减至最小的燃料循环。

虽然现在的革新研究与开发计划有着共同目的,但它们各自的方法和具体目标是不同的。其产生的结果是,反应堆和燃料循环概念多种多样。许多计划正以新的眼光来审视那些在材料与其他技术方面的改进现在已使其变得有生命力的较老概念。另一些计划正在试图引入一些革新的系统来代替较常规的系统,以实现实质性的改进。还有的计划已经决定去探索全新的方案。

目前革新的研究与开发活动实际上涵盖了所有主要的核燃料循环和动力堆类型——轻水反应堆、重水反应堆、气冷反应堆和液态金属反应堆——还在探讨其他类型的反应堆。在世界各地的创新研究与开发活动中,有约 40—50 种不同的概念正在被开发。一些概念处于初始概念设计阶段;另一些进度较快,处于基本设计阶段;

并且有几种概念正在向建造原型堆或论证堆方向发展。

在安全、废物管理、不扩散、资源消费和各种能源应用等重要领域的需求方面,也存在较广的多样性。例如,在经济学领域,虽然所有概念都力求在未来能源市场具有竞争力,但在考虑可能引入二氧化碳税和化石燃料价格上涨后,它们是否有竞争力,存在不同意见。鉴于这些不确定性,核动力界应该有志于坚持自己的权利。

在安全领域,一些人认为,今天的先进轻水反应堆对于大规模开发是足够安全的,因为它们不会对附近地区产生影响(甚至在严重事故发生后,也不会发生不可忽视的场外放射性释放)。另一些人坚持认为,只有提出不会发生重大燃料故障(有时也对模块高温反应堆提出这种要求)可能性的新型反应堆时,公众才会接受大规模的核能推广应用。

在废物管理领域,一些人认为,乏燃料直接地下处置是足够安全的方案;而且为了确保公众能够接受,只需对这种方案进行实际论证。另一些人坚持认为,用燃烧或转变的办法来消除长寿命的危险核素,对于提高公众对核能大规模推广应用的支

持很重要。至于应该消除什么危险元素,和消除到什么程度,则存在不同的看法。同样,乏燃料的可回取性也是一个问题。

在不扩散领域,一些人提出开发更依靠内在的技术性能来防止核材料的可能转用的专门抗扩散的反应堆和燃料循环概念(新的燃料类型;不提取铀的新的后处理工艺技术;新的快中子反应堆概念等)。不过,在如何度量“抗扩散”水平和我们应该把我们对技术措施的依靠增加到什么程度的问题上,研究者们还没有共识。

核科技界必须找到一种办法,以减少方案的多重性,并确定几个最有希望成功的方案。

需要国际合作

鉴于个别政府对研究与开发活动的支持的有限性和概念设计的多样性,将今后决定性的 10—15 年用于生产定会在市场上获得成功的实用核反应堆与燃料循环是必不可少的。尤其是,废物管理、安全或不扩散方面的过高目标,也许导致核能成本过分增加,降低核方案的竞争力。

在开发各种革新技术的

同时,根据取得的进展审议和修正商业、政府和政府间的机制是必不可少的。

这些议题对于核动力的长期复兴而言非常重要,必须尽快加以解决。在研究与开发活动方面进行国际合作与全球协调,是取得进展和就其中的一些议题达成共识的一种办法。政府研究中心,IAEA、NEA 和欧洲委员会之类的国际组织,以及核工业界之间的国际合作,通过把资源集中用于一个共同目标,能够加快进展。例如,可将下述各项任务定为这些组织的联合活动:

- 评价未来电力公司的需要和核动力在不同市场背景中的作用;

- 为新的反应堆和燃料循环技术拟订一套有关安全、保安、废物管理、不扩散和资源消耗的令人满意的指标;

- 在开发前景最好的概念方面进行国际合作。

对于确保各国将从作为一种长期可持续能源供应方

案的核动力技术中获益来说,这些活动是重要的。

IAEA 活动 IAEA 设有在核动力开发和燃料循环的相关领域为各国提供帮助的长期计划。现在进行的努力旨在改善对活动的协调和根据机构成员国的兴趣来确定共同的目标。IAEA 的新的着重结果的计划和预算方法,会有助于把它的所有活动综合成为一个有关革新反应堆和燃料循环的计划,以更好地解决各国在能源与核动力开发方面所面临的大问题。在这个框架内,可对革新反应堆和燃料循环的全球发展进行评估。

正如在机构的中期战略中所提到的那样,努力的核心目标是支持与促进信息交流和有关核技术新的应用的开发。通过为评述与新的核动力和燃料循环技术有关的发展提供一个论坛和鼓励进行这种评述,可以实现这一目标。所评述的发展包括用于发电和供热(包括海水淡化)的中小型反应堆;与竞

争性、安全和效率有关的新技术开发;反应堆与相关燃料循环的抗扩散能力的改善;以及减少放射性废物产生量。正在考虑的活动的具体类型可作为希望开发类似设计概念的成员国的一个中心论坛。这实质上将有助于各成员国把资源与专门知识汇集于革新反应堆与燃料循环的开发中。

目前核动力正处在转折点,对其未来作用还没有达成共识。虽然它有帮助各国满足能源需求的可靠行动纪录——而且在可持续能源发展框架内,在发电方面,它要强于其他方案的各种优点——但如何使公众和政界更多地了解和接受核动力的潜在贡献,仍是一个重大的挑战。通过旨在加强国际核合作的新倡议和正在展开的一体化行动,IAEA 正在安排一个更具凝聚力的计划,它将更好地满足成员国在开发核动力和论证核动力方案是世界能源未来的重要组成部分方面的要求。 □