

支持革新

国际革新性核反应堆与燃料循环项目 进入第一阶段

PETER J. GOWIN 和 JUERGEN KUPITZ

根据 IAEA 的国际革新性核反应堆与燃料循环项目 (INPRO), 一些工作已经启动, 包括计划今后几个月内举行技术会议和工作会议。其中一项活动是在 2001 年 9 月 IAEA 大会期间开展的一次关于 INPRO 的信息“附带活动”。

从 2001 年 8 月到 11 月, 安排了几次技术会议和工作会议。所处理的课题包括: 安全领域的用户要求和核开发准则 (8 月); 与革新性核反应堆和燃料循环废物管理技术有关的安全问题 (9 月); 有关 INPRO 的革新核技术的评估和比较方法 (9 月); 关于革新性反应堆、燃料循环和废物管理的环境影响的用户要求 (10 月); 以及不扩散和抗扩散领域的用户要求和核能开发准则 (11 月)。

INPRO 指导委员会第二次会议安排于 2001 年 12

月举行。该指导委员会成立大会于 5 月 23—24 日在维也纳召开。在此次会议上, 成员们强调了 INPRO 对革新性核动力技术方面的其他国家和国际活动的独特作用。其作用在于: (1) 确定广大发展中国家和发达国家的需要和要求; 和 (2) 明确支持有关核动力全球可接受性的辩论。

截至 2001 年 8 月, 加入 INPRO 的国家或组织有: 阿根廷、加拿大、中国、法国、德国、印度、荷兰、俄罗斯联邦、西班牙、土耳其和欧洲委员会。总计, 已有 14 名专家由各自国家政府或国际组织提名。

INPRO 成员是向该项目捐助现金或提供免费专家的那些国家或组织。IAEA 全体成员国也可以观察员身份自由参加指导委员会。

INPRO 背景 2000 年 9 月 IAEA 大会常会要求“所

有感兴趣的成员国在机构的指导下齐心协力考虑核燃料循环问题, 尤其是在审查革新性和抗扩散的核技术方面”。IAEA 根据这一要求启动了国际革新性核反应堆与燃料循环项目, 即 INPRO。

在 2000 年 11 月 27—28 日举行的成员国与国际组织高级官员会议上, 讨论了该项目的目标和条件, 确定了《职权范围》。《职权范围》规定, INPRO 将由一个国际协调组 (ICG) 实施, 其实施细则已得到通过。

约 25 个成员国和国际组织参加了此次会议。一些参加者宣布, 其政府打算向该项目提供预算外捐款。一旦参加的成员国提供了充分的资源, 该项目立即启动。

Growin 先生是 IAEA 核动力处核动力技术发展科职员。Kupitz 先生是该科科长兼 INPRO 协调员。

INPRO 原则与目标 《职权范围》从能源需求和发展的角度,确定了 INPRO 的原则和目标。《职权范围》规定,“核能的长期发展,应当在未来能源需求和环境影响的更广泛的前景中加以考虑。为使核能在可预见的将

来在全球能源供应中发挥有
意义的作用,需要采用革新
性方法处理有关经济竞争
力、安全性、废物和潜在扩散
风险等问题。”

在国家范围,已有几个
IAEA 成员国正在核动力堆
设计和燃料循环概念的渐进

性方法与革新性方法方面开
展工作。在国际范围,IAEA
正与经合组织的核能机构和
国际能源机构合作审查正在
进行的革新性反应堆设计方
面的研发工作,并确定合作
方案。美国能源部正在推动
第 4 代国际论坛(GIF)活动,

IAEA 在球床模块堆项目中的重要作用

2000 年,球床模块堆(PBMR)项目的进展已促使人们建立一个国际联合企业来开发和推广革新性核反应堆概念。这个称为“PBMR 股份有限公司的首席执行官 David Nicholls 明确表示,要是没有 IAEA 的参与和支持,该项目工作绝不会进行得这么顺利。这一成功经验可以作为 IAEA 旨在促进革新性核技术开发的未来努力的榜样。因此,有必要了解这一值得称赞的成果是如何实现的。

1993 年伊始,南非国家电力公司 Eskom 启动了未来南非电力生产概念的研究,涉及核和非核两种选择。1995 年 9 月,在研究的初步成果表明模块式高温气冷堆(HTGR)技术处于领先地位后,Eskom 便与 IAEA 核技术发展科(NPTDS)联系,请求对其工作的支持。他们寻求有关该项技术的进一步信息和在该技术方面博学的世界领先专业人员。

他们终于如愿以偿。NPTDS 的主要目标就是鼓励国际信息交流和促进核动力技术开发方面的世界领先者间发展专业联系。

通过与 Nicholls 先生就 IAEA 能对 PBMR 工作做出什么贡献的意见交流,确定了下列可提供支持的具体领域:

■ **国际网络** 在 Eskom 可行性研究初期阶段,Eskom 员工参加了多次 IAEA 会议,包括国际气冷堆工作组(最近更名为气冷堆技术工作组)的会议。与成员国气冷堆技术方面的一些一流专家的接触,在多数情况下就咨询、部件开发支持、技术转让协议等建立了双边关系。

■ **开发与推广** 几十年来通过 IAEA 的信息交流会议与协调研究项目,(CRP)从事减少关键领域内的不确定性工作的国际专家们已走到了一起。例如,最近完成的 3 个 CRP 处理了有关 3 个关键安全功能(反应堆功率控制、燃料冷却、放射性材料包封)的一般模块式 HTGR 特性问题。这些活动和其他 IAEA 活动一起大大降低了 PBMR 项目由于基础技术限制而停止或受到严重影响的风险。

■ **信息与评价的独立客观来源** 1999 年和 2000 年初,IAEA 应南非政府的要求对 PBMR 项目进行了两次审查。由国际专家和 IAEA 核能、核安全和保障司的人员组成的工作组对技术准备、设计方法和充分性、经济性、安全与保障等方面问题进行了审查。各司间进行的这些审查结果,为南非政府 2000 年 4 月决定批准继续设计工作和启动环境影响评估提供了支持。

IAEA 和 NEA 均作为观察员参加了这项活动。

俄罗斯联邦总统曾在千年峰会上呼吁 IAEA 成员国合作创立一种革新性的核动力技术,以进一步降低核扩散风险和解决放射性废物问题。

在革新性方法方面,尽管现有的国家和国际活动发挥了重要作用,但在大部分情况下,它们在范围、参加或时间框架上较为有限。在这一背景下,考虑到 IAEA 在核技术、安全与保障领域内担负的独特任务,IAEA 大

会请成员国参加到一个国际合作项目中来。

《职权范围》规定,INPRO 目标为:

- 帮助确保核能以可持续方式满足 21 世纪的能源需求;
- 将所有感兴趣的成员

随着 Eskom 研究的进展,并逐步着重于模块式 HTGR 技术,用于该项目的资源水平也稳步增长。由于 Eskom 越来越多地参与 IAEA 气冷堆会议,南非国内对该技术的兴趣和活动水平不断增加,开始为其他 IAEA 成员国所熟知。而这又激起其他成员国对这一技术的兴趣和活动。

随着活动的开展,Eskom 开始探索增加合作伙伴以加大该项目可利用资源的财政与技术深度的前景。1999 年下半年,作为南非半国有风险资本组织的工业开发公司经适当努力,决定与 Eskom 一起从事 PBMR 开发工作。2000 年,总部设在英国的国际企业英国核燃料有限公司(BNFL)也决定加入此项目。它是一个有核燃料制造和核电厂设计与运行能力的企业。同时,Exelon 公司也决定加入。这是一家总部设在美国、长期从事核电技术开拓工作的大电力公司。于是,从事这项事业的 PBMR 联合企业成立。

由世界核电厂设计和运行方面公认的领先者组建的 PBMR 企业,激励了全世界模块式 HTGR 技术开发的兴趣和活动。日本和中国已经启动由工业支持的概念开发和未来推广的可行性研究,以补充其研究堆工作。俄罗斯继续与美国、法国和日本合作,开发燃气轮机模块氦堆(GT-MHR)。欧洲委员会通过第 5 个框架研究与开发计

划,大幅增加对模块式 HTGR 技术开发的

支持。诸多模块式 HTGR 设计依靠无源和内在特性加上涂敷颗粒燃料,不依赖有动力源的能动系统实现高水平的安全性。它们被广泛认可为可供未来推广利用的革新性概念。将这些特性与最新技术水平的燃气轮机、热交换器和电子技术结合在一起,将增加正在开发的设计的革新性质。因此,作为 PBMR 项目的一个促进者,IAEA 在一种革新性核动力技术的国际开发中发挥了至关重要的作用。

随着对核动力开发和推广的兴趣持续增长,其他技术也有望得到推广利用。循着 PBMR 项目模式,IAEA 可以通过继续下列工作为其他活动的成功做出贡献:

- 通过周密安排和妥当执行国际会议,发挥国际网络化催化剂作用;
- 通过促进成员国为解决重大问题而进行的 CRP,降低与革新性核动力开发和推广有关的不确定性;
- 作为革新性设计的信息和评价的一个独立来源,支持政府机构的决策过程。

正如 PBMR 情况所表明的,这种支持能够大大增强所有类型的革新性核动力技术的未来开发与推广的前景。——IAEA 核动力技术发展科职员 James Kendall 撰稿。

国,包括技术持有者和技术使用者召集在一起,共同考虑需要采取哪些国际行动和国家行动才能在核反应堆和燃料循环方面实现下述革新展望:采用适当的且有经济竞争力的技术,尽可能以具有内在安全特性的系统为基础,以及能将扩散风险和环境影响降到最低;

- 建立一个使所有重要干系人参与进来的程序,他们必将对现有机构的活动以及正在国家和国际范围进行的活动产生影响,从中汲取教训以及予以补充。

项目框架 INPRO 是全机构项目,所有相关的 IAEA 司在可利用资源范围内为其提供支持。

项目实施框架构成如下:

- 一个指导委员会,其委员为以提供预算外资源方式参加项目的成员国的高级官员,其观察员为感兴趣的成员国和国际组织的代表。IAEA 项目管理层也有代表参加。该指导委员会酌情举行会议,就方案制定和工作方法提供总体指导、建议,并审议取得的成果;

- 一个国际协调组(ICG),由来自参与成员国的免费专家组成,负责协调和

实施该项目;

- 技术专家组,由来自成员国的专家组成,将由 ICG 酌情召集举行会议,审议具体的主题;

- IAEA 的支持,包括项目管理、行政和技术支持。

项目阶段 该项目将分 2 个阶段实施。第一阶段于 2001 年初启动,计划到 2003 年结束。在此期间,工作将按 2 条平行路线、在 5 个被认为对核能技术未来发展具有重要意义主题领域内开展。

这 5 个主题领域为:资源、需求与经济性;安全性;乏燃料与废物;不扩散;以及环境。

2 条路线为:

- 第 1 条:为不同概念和方法之间的比较选定标准,开发成套方法与导则,同时考虑这些概念和方法的编辑和审查;确定这些主题领域的使用者要求。

- 第 2 条:对照标准和要求,检验成员国提供的革新性核能技术。

联合研究 这些已可供 INPRO 使用的专家具有广泛的专业知识和经验。他们是核能与燃料循环技术、核安全、经济性以及核不扩散领域的专业人员。这些专家

成为今年早些时候在 IAEA 维也纳总部组建的 ICG 成员,首届任期为 2 年。

正在由 IAEA、NEA 和 OECD/IEA 共同进行的“革新性核反应堆开发国际合作机会”研究已为 ICG 提供了投入。该小组还与其他国家与国际利益相关者,尤其是 NEA 和第 4 代国际论坛(GIF)相互联系,以确保以互补方式实现有效协作和合作。

一旦 INPRO 第一阶段成功完成,同时考虑了指导委员会的建议,并且得到参与成员国的认可后,便会启动 INPRO 的第二阶段。根据第一阶段的成果,第二阶段的方向将为:

- 在可利用的技术范围内,考虑启动一个国际项目的可行性;和

- 找出一些可能适合于成员国用来实施这样一个国际项目的技术。 □

了解 INPRO 动态,请访问 IAEA “WorldAtom”因特网网站上的该项目网页。项目网页可通过核动力技术发展科的主页“<http://www.iaea.org/programmes/ne/nenp/nptds/inpro>”获得。