

电力、健康和环境：挑选可持续的选择

在一次关于比较性能源评估的国际学术会议上，专家们讨论了决策者面临的重要问题

Leonard
Bennett和
Malik
Derrough

随着世界人口的增加，对能源特别是对电力的需求将大大增加，在发展中国家尤其如此。选用哪些能源选择，将明显地影响世界实现可持续的社会、经济和环境发展的进程。

在许多国家，能源规划人员和决策人员正面临着一些有关他们国家的能源前景的难题，他们必须在考虑许多因素的条件下评估大量的能源选择和战略。1995年10月国际原子能机构(IAEA)及其它9个国际组织在维也纳召开的国际学术会议，讨论了这方面的许多重要问题。(参看第29页方框。)

在这次学术会议开幕词中，IAEA总干事汉斯·布利克斯概述了全球能源的总体情况。他指出，预计化石燃料将继续在全球的能源供应中起主导作用，而太阳能、风能、生物能和其他可再生能源预计能起宝贵的但很小的作用。核动力现在约占全世界商业能源的7%和电力的17%，它的贡献预计将仍是相当大的。

他还指出了现今的能源规划人员和决策人员，特别是电力部门的这类人员所面临的一些复杂问题。他们必须考虑与能源的整个燃料循环有关的各种因素——包括它们的技术和经济性能及其对健康和环境的影响。尽管成本仍然是一个关键因素，但必须用许多比较的方法度量它们——包括对那些电力长期供应不足的国家所付的代价进行评估。

Bennett先生是IAEA核动力处规划和经济研究科科长，Derrough先生是该科职员。

他说，现在需要进行的那些类型的分析要求设计一些能将各种相关因素纳入不同的选择和战略的综合比较性评估的方案；并要求开发增强的数据库、成套的分析方法和其它的决策辅助工具，使决策人员能利用这些来支持他们的决定。他指出，国际组织在帮助迎接这些挑战方面能起到重要的作用。

作为IAEA协助各国能源主管部门分析和规划它们的能源和电力系统的努力的一部分，IAEA正在实施一项涉及将客观地支持决策过程的比较性评估和成套方法的计划。本文综述了在1995年国际学术会议上讨论过电力及与之相关的重要问题方面的工作，包括主旨发言的要点和在6个技术专场中谈到的部分要点。

主旨发言的要点

欧洲委员会(EC)的E. Andreta博士。他强调了弄清楚电力、环境和经济之间的连锁关系(3E连锁关系)的重要性。这些关系是十分复杂的。一方面，没有十分可靠而高效的工艺技术不可能管理好整个电力系统；另一方面，没有综合的管理和规划手段也不可能管理好。EC已经开发出一大批供规划能源和电力供应的可持续发展使用的能源模型。在由IAEA发起的机构间的DECADES项目中开发的数据库和模型是另一种积极的贡献，并证明有必要在这一领域进行全球合作。(参看第31页方框。)

世界银行的R. Stern博士。预计到2000年，发展中国家的一次能源消耗量将等于OECD国家的消耗量，而到2030年，前者会是后者的2.5倍。据世界银行估计，仅仅电

力部门的投资需要量每年将达到约 1500 亿美元。筹集这笔投资要求本国资源和国际资本相结合。世界银行认识到,政策机制和技术选择的适当结合将取决于每个国家的形势、它的天然资源量和为实现经济和环境目标而需要作出的必然的折衷。

对许多国家来说,天然气是很有吸引力的燃料。困难在于这种气体并不总是哪需要哪就有;因此,通过管道输送或以液化天然气(LNG)形式进行的天然气贸易是不可避免的。这必然需要大规模的投资、大量的国际合作和长时间的开发。Stern 博士指出,与燃烧煤相比,燃烧天然气产生相对少量的 CO₂。但是,未燃烧的天然气(甲烷)的温室气体效应约为 CO₂ 的 30 倍;因此,大致说来,天然气管道 5% 的泄漏率就会抵消掉在发电厂中用天然气替代煤所带来的 CO₂ 减少的好处。

联合国环境规划署(UNEP)工业和环境司的 J. Aloisi de Larderel 女士。尽管在工业化国家中几乎 100% 的居民有电可用,但在发展中国家,估计还有 20 亿人没用上电。因此,在发展中国家仍然有巨大的电气化潜力。电力提供了在家庭、运输和工业中使用清洁高效的能源的可能性。然而,给生活水平在不断提高、人数在不断增加的居民和不断扩大的工业供应大量电力,会引入可能很严重的环境影响的风险。因而,UNEP 在能源领域的首要作用是促使人们增强环境意识,鼓励更多地将环境课题纳入能源规划和能源政策中去。

联合国工业发展组织(UNIDO)的 A. Tcheknavorian-Asenbauer 博士。UNIDO 估计,发展中国家——预计全世界人口增加量的 60% 将出现在那里——的工业化过程将要求能源供应量到 2025 年增加两倍。

现有耗能设备的费用效率的改善以及在工业中采用良好的现场管理措施,能使效率增加高达 40%,而且只需投入小到中等数量的资金就能实现。工艺过程的改进虽然投资要大得多,但能使能源节省 50% 以上。因此,决策人员有必要研究一切现有的节能与提高能源效率的选择,考察它们在帮助实

这次国际学术会议概况

“电力、健康和环境:支持决策的比较性评估学术会议”,于 1995 年 10 月 16—19 日在奥地利维也纳举行。它的联合组织者 IAEA 和另外 9 个国际组织:欧洲委员会(EC)、亚太地区经济和社会委员会(ESCAP)、国际复兴开发银行(IBRD)、国际应用系统分析研究所(IIASA)、石油输出国组织(OPEC)、经济合作与发展组织核能机构(OECD/NEA)、联合国环境规划署(UNEP)、联合国工业发展组织(UNIDO)以及世界气象组织(WMO)。与会者有来自 53 个国家和 16 个不同组织的约 200 位专家。

此次学术会议是作为一个简称 DECADES 的机构间项目的一部分召开的,该项目由 IAEA 及其伙伴组织共同发起。该项目的工作重点是供比较性评估不同的发电能源使用的数据库和成套方法。其主要目的是加强在电力需求分析和供应规划领域内感兴趣与受影响的各方之间的信息分享与合作,以促进动力部门执行能够同时考虑经济、社会、健康和环境诸方面因素的可持续发展的政策。这次学术会议的几个专场讨论了以下几个专题:决策过程中的关键课题;分析健康与环境影响;比较性评估工作的一体化框架;比较性评估的实施情况;国别专题研究;以及决策方面的比较性评估。闭幕时的圆桌会议重点讨论与旨在促进执行可持续发展的电力政策的全球合作有关的问题。除这些主要的专场之外,墙上的大字报展示了在不同国家中进行的比较性评估研究的成果;软件演示使与会者有机会获取有关支持决策研究中所应用的最先进的计算机工具、数据库和分析模型的信息。

这次学术会议的论文集即将由 IAEA 出版。

现本国的经济与环境目标方面的潜力。

应该将新的和可再生的能源,诸如太阳能、生物能和小水电,作为可给农村地区分散地供应电力的选择来考察。这些地区由于人口密度低,依靠大电网供电比较贵。

Tcheknavorian 博士强调了生物能(特别是木柴)作为农村居民和地方工业的能源的重要地位。她指出,非洲的生物量占工业耗能量的 50%以上。不过,使用生物能的过程的转化效率常常不高,薪柴的采伐也会导致森林的破坏。

再者,工业化国家应该通过转让已被改造得非常适合发展中国家的需要和情况的技术来帮助这些国家。为了评估和比较各种能源系统,决策者有必要把技术转让视为能源计划中的一个战略性的因素。因此,各种技术能够被吸收的程度,转让过程所需的时间与费用,都有必要加以研究。最后一点,UNIDO 从与发展中国家的长期交往中得到的主要经验教训是,为了有助于社会经济的可持续发展,有关能源系统的决定必须考虑将要执行这些决定的国家的具体情况。

世界气象组织(WMO)的 L. Olsson 博士。他在代表 WMO 秘书长 Obasi 教授作主旨发言时,评述了与能源和气候变化有关的问题。能源的生产与使用对环境有相当复杂的影响(包括对气候的影响),对能源的需求量通常又与气候和天气直接相关。再者,与能源有关的许多活动,例如由生物能、水力及其它可再生来源生产能源的活动,都是基于对气候极其敏感的资源。全球对潜在的气候变化的关注,增加了对环境影响评估的需求。为了确保公正地评判各种能源系统,最重要的是要有相关的资料,同样不可缺少的是,在评估科学、工艺和社会经济发展时,要采取不偏不倚的态度。DECADES 项目正在为实现这一目标作出重要的贡献。

技术专场的要点

专场 1: 决策过程中的关键问题。这一由印度塔塔能源研究所所长 Rajendra Pachauri 博士主持的专场,集中讨论各个地区的决策者们所关心的各种问题。论文说明,由于各国的社会、经济和工业发展水平不同,关键问题的优先次序可能有很大差别。会上发言的有 EC 的 K. Leydon 博士、代表世界能源理事会的发展中国家能源问题委员会的 H. Khatib 博士、俄罗斯的 L. D.

Ryabev 先生和 Y. F. Chernilyn 先生、OECD 国际能源机构的 J. Ellis 女士和 S. Peake 先生,以及加拿大的 R. Lanari 先生等。他们发表了许多重要的观点。

● Leydon 博士指出,欧洲联盟成员国中,50%以上的能源依赖进口,而且这一数字将来可能上升至 70%左右。对任何经济学家的挑战是,如何满足环境目标且同时避免作为生产中的一个因素的能源费用的上升。他强调在不断演变的地缘政治状况下开发新的能源来源以响应不断变化的需求、提高能源效率以及开发新的工艺技术和产品等,都决不是轻松的任务。决策制度必须正确地反映出有待作出的这些选择的复杂性。

● Khatib 博士说,发展中国家特别是低收入类国家,关注的主要是费用。因此,只要有可能,他们就试图利用本国可获得的燃料而不顾它们的质量。再者,他们把优先权给了只需低投入的工艺技术,这会导致使用本国的、效率比最新工艺技术低的工艺技术。在多数事例中,这些国家付不起安装减轻污染的系统所需的费用。当然,发展中国家对环境问题变得越来越关注,他们正试图减少污染,特别是在污染正在给当地带来影响的地方。

● Khatib 博士指出,中国和印度这两个最大的发展中国家,分别有 11.75 亿和 9 亿人口,加起来就是 20.75 亿,几乎占全部发展中国家总人口的一半。这两个国家中电力供应量的增长潜力是很高的,而且两国都有大量的煤炭储量。因此,在未来的数十年内,两国将继续将煤炭作为它们的发电用主要燃料。实际上,所有拥有相当数量有商业意义的煤炭储量的发展中国家,都会用煤炭造成作为它们的发电用主要燃料。为了尽量减少更多地燃烧煤炭造成的环境后果,需要在发展中国家中推广净煤技术。

● 电力在 OECD 国家能源使用量中的份额,预计会从现在的 18%增加到 2010 年的 21%以上。电力是 OECD 国家中 CO₂ 排放量的重要来源,1993 年占与能源有关的总 CO₂ 排放量的 33%。因此,尽管作出了与《气候变化框架公约》有关的承诺,OECD 国

DECADES 项目: 进展报告

在这次学术会议上, B. A. Semenov 博士——1996年1月以前任 IAEA 副总干事与 DECADES 项目联合指导委员会主席——总结了该项目的三大方面的工作。“这些方面包括执行比较性评估所需的数据库、成套方法及培训与支助。

数据库。参考性工艺技术数据库(RTDB)已经建成,可在个人计算机上运行。该库含有关于使用化石燃料、核动力和可再生能源的各种发电工艺技术在不同生产环节上的主要特性的数字、文本和图像信息。用一套详细的参数表征了几百种工艺技术,参数中有技术性能、费用、大气排放量、废物及其他的环境负担。与 RTDB 同时进行的是,一直在帮助约 15 个国家建立国别数据库(CSDB),也就是使用 RTDB 的计算机软件储存有关这些国家的电力链生产设施的信息。这些 CSDB 涵盖 1000 多种工艺技术。

成套方法。成套方法方面完成了两项主要工作: 1) 编写了一份报告,描述可供比较性地评估发电选择和战略用的已有的计算机工具; 2) 开发了一套供分析和规划电力系统用的新软件包(DECAPAC)。

关于计算机工具的这份报告是以不同国家和国际机构的软件开发者提供的信息为基础作出的。新软件包的开发工作是利用美国提供的经费进行的,它提供了更强的将技术、经济、健康和环境因素全部纳入制定电力系统扩大规划这一过程的能力。它将与 RTDB 和 CSDB 连接起来,并使分析不同发电战略的费用、气载排放物、固体废物和健康的与环境负担成为可能。来自不同国家的大约 12 个工作组正在检验 DECPAC 在专题研究中的作用。它们的初步经验已经显示出,这一软件包对于电力部门的分析人员和规划人员是非常有用的,而且它能满足实际的需要。

培训与支助。正在组织一国、地区和跨地区的培训讲习班。这些讲习班涉及已建立的用户小组,目的是促进用户与软件开发者之间的信息交流。编写一本将经济、社会、健康和环境问题纳入电力部门政策制定过程的参考书的工作,于 1994 年下半年开始。该书的编写工作是由 IAEA 和世界银行共同领导的, DECADES 的其它组织和各国专家提供了重要的素材。该书论述了诸如一体化的资源规划、外部费用的估价和内部化,以及多种判据的分析工具和决

策辅助工具等课题。该书旨在帮助决策人员设计适应特定的要求与目标的比较性分析框架,选择供进行支持决策的研究用的相应计算机工具,预计 1996 年年中完成。

专题研究。Semenov 博士指出,已通过 IAEA 的协调研究计划(CRP),为电力部门完成了 20 多项有关备选战略和政策的比较性评估的国别专题研究。参加这些研究的是从事电力系统分析、宏观经济学和环境影响评估的专家。这项 CRP 已导致对有必要使各种担心与优先次序协调一致的认识增加;例如,减轻当地和全球环境影响和用比较的方法处理经济、社会和供应可靠性问题。

令人鼓舞的成果。Semenov 博士说,迄今为止通过 DECADES 取得的成果令人鼓舞,证明了国际组织和各国的专家和研究机构的共同努力是有成效的。各国专家,特别是发展中国家和正在转型国家的专家,显示出对这一项目的浓厚兴趣。尽管该项目第一阶段的侧重点是比较不同的电力供应选择,但已确定了几个新的工作方向,尤其是与需求方有关的工艺技术。有关这些工艺技术的信息或许会加到该数据库中,或许会将分析需求方选择一事纳入 DECPAC 模型。Semenov 博士指出,在此方面,是一直与关于编制“电力发展用环境手册”的项目(该项目是由世界银行主持的)密切协调的。该项目的成果有可能为进一步增强 DECADES 工具提供基础。

未来将进一步加强的另一个领域是关系到健康和环境影响的比较性分析。IAEA 已经在建立能源系统的健康和环境影响数据库方面做了一些工作,但为了产生一种能被用于这一比较性评估过程的工具,还需要做更多的工作。欧洲委员会在一些国家的研究机构配合下,也一直在从事能源系统的外部费用方面的工作。同样有用的一个方面是使用已开发出的工具进行国别研究以考察高度优先课题,例如不同能源系统和措施在减少温室气体排放量和其它环境负担方面的费用有效性。

* 关于更早的一篇报告,参见《电力、健康和环境: DECADES 项目》, Evelyne Bertel 著,《国际原子能机构通报》第 37 卷第 2 期(1995 年 6 月)。

家中由于电力生产引起的总 CO₂ 排放量预计还会增加,因为预测在 2010 年前,电力需求会以每年约 2.1% 的速率增加。但是,CO₂ 排放量将取决于燃料的结构。这种结构目前在 OECD 国家之间差别很大。例如,目前挪威电力的 99% 是靠可再生能源生产的;丹麦 87% 的电力来自煤炭,联合王国、美国、澳大利亚和德国的大部分电力也依赖于煤炭。另一方面,法国约 75% 的电力依赖于核电,而意大利的电力大部分来自石油。

● 在加拿大,土著居民正在参与规划一个水电项目的工作。通过与土著的伊努伊特居民的广泛磋商,有可能找到众多的能有助于解除他们对该项目潜在影响的担忧的措施。同样,这一磋商过程使社区居民有了一定程度的控制该项目的信心和正在控制该项目的感觉,否则他们是不会有这种感觉的。这一过程表明,使感兴趣的和受影响的各方积极参与决策过程而不仅仅作为被动的旁观者的重要性。

专场 2: 分析健康与环境影响。这一由斯里兰卡的 Mohan Munasinghe 教授主持的专场,考查了正在进行的分析发电用能源链的健康与环境影响的工具的开发工作。会上发言的有丹麦的 B. Sørensen 教授、美国哈佛大学的 A. Markandya 教授、前南斯拉夫马其顿共和国的 N. Pop-Jordanova 博士、中国的 D. Lin 女士、巴西的 N. P. Villela 女士,以及美国布鲁克海文国家实验室的世界卫生组织关于能源系统的健康与环境效应协调中心的 S. Morris 博士等。他们就各种议题发表了重要的观点。

● 有几篇论文强调,有必要继续改进数据库和分析工具,以便能减少数据和结果中的不确定因素。为能源系统的健康影响确定货币价值是一项困难的任务,有许多问题仍必须加以解决。当然,从货币角度估计这些影响的价值,有助于在选用燃料与工艺技术及确定电站建造地点这两个方面作出决定。

● Pop-Jordanova 博士提出,分析由于接触物理与化学因素所引起的直接健康效应的标准方法应加以扩充,以便还能考虑心理效应(如压抑、急躁和忧虑)。她的研究表明,

真实的与已察觉到的来自能源系统的健康效应之间有很大的差别。来自比较性分析的客观而透明的信息,定能有助于减少这种差别。

● 一切能源技术都涉及某种程度的健康风险。Morris 博士指出,尽管关于不同发电方法的相对健康影响有许多研究成果,但这些成果并未显示出已经影响实际的投资选择。然而,由于公众对发电的健康与环境问题的担忧日益增加,可以预料,此类研究会未来的决定有较大的影响。因此重要的是要使比较性分析方案能够给决策者提供科学上正确的和易于弄懂的信息。

● Munasinghe 教授在他的总结发言中强调,为了提供决策者所需的那种类型的综合信息,科学家与分析人员仍有很长的路要走。在调查诸如温室气体的排放量与影响的各种各样跨边界的和全球的问题方面,在分析例如化学与放射性废物的处置或许会引起的长期效应方面,以及在探索一切潜在的影响途径方面,都必须做更多的工作。在数据及模拟研究所得的结果方面仍然普遍存在的不确定性,使人们无法对各种问题给出确切的回答。因此,分析人员和决策者之间有必要进行更多的合作与交流,以便将分析研究得出的合适信息和有用的成果传送给负责决策工作的那些人。

专场 3: 比较性评估工作的一体化框架。这一专场由美国电力研究所的 Kurt Yeager 先生主持。会上发言的有希腊的 P. Capros 教授、从事 EC 和美国能源部的 ExternE 项目的代表 N. J. Eyre 先生和 J. E. Berry 女士、斯里兰卡的 M. Munasinghe 教授、瑞士 Paul Scherrer 研究所的 S. Hirschberg 博士、日本电力工业中央研究所的 Y. Uchiyama 博士、IAEA 的 I. F. Vladu 博士、瑞典斯德哥尔摩环境研究所的 M. Chadwick 教授,以及美国哈佛大学的 R. Wilson 博士等。发言的部分要点如下:

● ExternE 项目已经表明,在不同的燃料循环之间达到充分的可比性是困难的,因为每一种燃料循环都有一些独特的影响,量化时采用的假设会影响比较的结果。某些燃

料循环有很长期的影响,特别是化石燃料循环引起的全球变暖影响和核燃料循环的长寿命同位素引起的放射学影响。有两个东西仍然引起争论。一个是能源系统健康影响的货币价值。一个是一套方法,即用于确定居民所受风险的时间空间分布的方法。这又增加了不确定性。尽管有一些未解决的问题,但这项研究已经在以下几个方面取得了重要的进展:很大时间与空间范围内损伤的确定;以一致的方式报告与不同能源循环相应的损伤;找出剩余的不确定因素;使重要参数在决策过程中的地位突出。

●对瑞士的发电链进行的全寿期分析表明,核电排放的温室气体大约只有硬煤链的百分之一和太阳能系统的十分之一。对于化石燃料以外的燃料循环来说,发电厂的温室气体排放量都不大,排放量的大部分发生在燃料链的其它步骤(由于这些步骤消耗能源和生产材料)中。就瑞士而言,预计工艺技术的改进将使燃煤和核系统的温室气体排放量减少30%;太阳能系统则由于采用无定形硅板而使减少量达到80%。

●对日本的发电及供电系统的温室气体排放量进行的全寿期分析发现,煤、石油和天然气系统每发1 kWh的电力,分别排放约270 g、190 g和180 g碳。另一方面,水电、核电和太阳光电每发1 kWh的电力,分别排放约5 g、6 g和35 g碳。预计工艺技术的改进将使来自电力系统的温室气体排放量明显减少。用液化天然气(LNG)作燃料的复式循环气轮发电机组每 kWh 将排放140 g碳,而现行的燃天然气机组每 kWh 排放180 g碳。预计这种进步对于核电与光电系统来说还要大得多。拥有闭合的燃料循环的先进核反应堆每 kWh 将只排放约2至3 g碳(而不是目前反应堆的6 g/kWh),利用无定形硅电池的光电系统每 kWh 将排放8 g碳(而不是目前正在运行的系统的35 g/kWh)。

●Chadwick 教授指出,所有分析环境风险的方案,在定量估计方面都有一些困难;不仅环境效应难以定量,而且对哪些因素应该定量也没有普遍一致的看法。为了解决这一问题,人们已经提出了许多方法,并已在

比较性环境风险分析中采用若干可以利用的方法。但是,为了就决策过程中非常有用的那种方案达成某种程度的一致,还需要做更多的工作。他认为,这可能是这个 DECADES 项目下个阶段富有成效的工作领域。

●Wilson 博士认为,公众对能源来源的关注受4个主题支配。虽然,或由于专家们意见不一,或由于公众不相信专家们的意见,人们对每种来源的风险大小的看法是互相矛盾的。这4个主题是:严重核电厂事故的概率和效应;空气的颗粒物污染的健康影响;来自燃烧化石燃料的 CO₂ 排放量的增加导致的全球气候效应;以及核燃料循环产生的废物。Wilson 博士强调,能源系统的严重事故能够发生而且确实发生过,但从总体上看,核电的安全记录是非常出色的。化石燃料的使用对公众健康的效应主要是空气污染引起的效应,特别是来自所排放的极小颗粒和硫酸盐的效应。他指出,许多研究成果已经表明,地球大气中的 CO₂ 浓度在下一个世纪内将上升到历史记录的二三倍看来是很可能的。虽然关于这会有哪些效应的问题仍然存在着相当大的分歧,但普遍同意的一点是,我们正在使一个可能影响整个地球的重要气候参数(CO₂)发生大的变化。核动力的 CO₂ 影响是可忽略不计的,它有潜力至少替代相当大一部分发电用化石燃料。

关于能源系统的废物问题,Wilson 博士指出,许多专家的意见是,核电是理智的长期解决办法中唯一的一种社会对它有些看法的能源系统。煤的废物尚未被公众看成一个重大问题,而这些废物含有的放射性物质的半衰期与长寿命核废物是不相上下的。此外,煤的生产和燃烧所产生废物的体积或重量,使核燃料循环所产生废物的体积或重量显得太小了。例如在美国,每年约开采8亿吨煤,当它们被用于发电而烧掉时产生约1.2亿吨灰和2000万吨含硫化物。

专场4: 比较性评估的实施情况。这一专场由中国的周大地教授主持。会上发言的有IAEA的L. Bennett先生等、亚太地区经济和社会委员会(ESCAP)的T. Lefevre教

授、德国的 T. Herberg 先生和 U. Fritsche 先生、国际应用系统分析研究所 (IIASA) 的 M. Amann 先生、哥伦比亚的 R. Campo 先生, 以及斯德哥尔摩环境研究所 (SEI)-美国波士顿中心的 C. Heaps 博士等。

●会上报告了来自 IAEA 支持的、作为 DECADES 项目一部分的约 20 项比较性评估实例研究的成果。这些研究试图找出符合环境保护目标, 特别是以可接受的费用减少大气排放量这一目标的发电战略。整体成果表明, 通过提高不同水平的能源链(包括燃料转换和运输环节)中现有设施的效率, 能够明显减少排放量和减轻其它的环境负担。改造现有电厂, 特别是添加污染控制技术, 往往是一种费用效率较高的减轻环境影响的措施。通过鼓励热电联供来提高能源系统的整体效率, 在许多国家中被认为是一种费用效率很高的选择, 特别是在早已存在集中供热用的热力输送网的地区。

在考虑减少 CO₂ 排放量的那些研究中, 核电对于减少 SO₂, NO_x 和 CO₂ 排放量似乎是费用效率较好的。例如, 某些研究表明, 虽然减少 CO₂ 排放量的目标没有核电也能实现, 但核电的使用会导致费用明显降低。总之, 这些研究表明, 如果不使用核电, 那么在电力部门减少 CO₂ 排放量的可能性是非常有限的。

●ESCAP 一直在亚洲能源和环境方面的合作计划框架内开展能源环境规划 (EEP) 专题研究。Lefevre 教授强调, 虽然可持续发展现在被广泛地看成是一种关键的社会目标, 但有一点是清楚的, 具体地制定能源部门的可持续政策是一项复杂的任务, 它使许多亚洲国家陷入严重的困境。亚洲的发展中国家正在努力增加能源产量和(或)进口量, 以满足所需要的能源消耗量。由于这些国家正在迅速发展和必须快速增加能源生产能力, 因而它们的重点一直放在尽量减少基建费用上, 对于环境后果的注意相对而言就很少。当然, 这些国家受到的要求它们更多地注意环境和可持续发展的压力越来越大, 这种压力来自多边的贷款国和捐助国。再者, 由于这些国家中有许多已经

变得比较繁荣昌盛, 它们的公民越来越不大愿意用牺牲环境质量(包括公众健康)去换取廉价的能源。因此, 这些国家正在寻求用于进行能源-环境分析的技术与科学信息, 以及最先进的成套方法和工具, 以便帮助它们作出有关其能源开发战略的有根据的决定。

●委内瑞拉和斯里兰卡这两个国家, 已经在 SEI/UNEP 的燃料链项目名下使用该项目的软件和数据库, 研究跨越许多燃料和能源部门的燃料和工艺技术选择。这两个专题研究表明, 燃料链分析在突出当地和全球的环境影响之间的相互影响方面是有用的。就委内瑞拉而言, 这项分析发现, 尽管从电厂对当地的空气污染角度看, 使用压缩的天然气 (CNG) 比内燃机有利, 但使用 CNG 会导致温室气体总排放量的升高。

专场 5: 比较性评估的实施: 国别专题研究。 这一专场由哥伦比亚的 Cesar Cordoba-Salazar 博士主持。会上发言的有瑞典的 T. Larsson 博士等、巴基斯坦的 A. Khan 博士等、罗马尼亚的 A. Popescu 博士等、印度的 A. Das 博士、法国的 M. Vielle 博士、美国的 J. Geidl 博士和 S. Kanhouwa 博士, 以及奥地利的 IIASA 的 S. Messner 女士。

●瑞典的研究比较了三种不同的能源税和财政补贴政策对 CO₂ 排放量的影响。除了在给能源部门的财政补贴政策方面有某些差别外, 主要差别是 1990 年和 1994 年引入的税收制度之间的差别。结果表明, 1994 年在能源政策方面的变化, 将导致 2005 年时的 CO₂ 排放量比如果继续执行 1990 年的政策可能会达到的水平低 20%。但是, 2005 年以后, 也就是从已计划的核电逐步退出开始和以后, 则不管届时执行何种(1990 年的或 1994 年的)政策, CO₂ 排放量都将猛烈上升。

●在巴基斯坦, 在 DECADES 项目名下进行的一项研究, 涉及发展电力的两种可能途径, 一种是预计核电装机容量合理地增长, 另一种是假定停止发展核电。从每种供应选择的整个能源链的角度, 就相关的污染

物,如 SO₂、NO_x、CO₂、甲烷和放射性同位素的排放量,比较了这两种情况。这项研究表明,在巴基斯坦增加核电的使用量不仅费用效率较高,而且有助于减少该国来自发电方面的环境影响。

- 在罗马尼亚,备选的电力供应战略的比较性分析表明,扩大电力系统的费用最低的规划将是使用复式循环的燃天然气电厂。扩大使用核电的这一专题研究表明,总费用(至 2015 年)比上述最低费用规划高约 2.6%;但是,相对于最低费用规划而言,使用核电可使 2015 年时的 CO₂ 和 NO_x 排放量分别减少 70%和 80%。

- 在印度,一项专题研究考察了不同的减少 CO₂ 的措施,诸如加速开发水电、增加可再生能源的使用量及增加净煤技术的使用量。电力部门是印度排放 CO₂ 最多的部门,预计电力需求的年增长率为 6%—7%。假如现今的发电以煤为主的状况继续下去,则来自电力部门的 CO₂ 排放量到 2011 年或 2012 年将增加两倍。这项研究表明,费用最低的战略涉及加速水电的开发。这不仅会导致费用较低,而且会使 CO₂ 排放量到 2011 年或 2012 年降低约 12%。这项研究还考察了一种设想到 2011 年或 2012 年使 CO₂ 排放量减少 25%的“减少情景”。这一情景包括同时加速开发水电和引入净煤技术。结果表明,这一情景的费用比一切照旧情景大约高 7%。

- 在法国,一项研究考察了核电的经济和环境影响。它发现,假如法国没有发展核电,电价会比现在的高出约 15%,而且对于进口煤的价格波动非常敏感。SO₂ 的排放量也要比目前的水平高出 18%,其它的大气排放量的增加值还要更高些。

- IASA 的一个研究项目正在考察供能源的可持续发展使用的长远的选择与战略,特别是要评估在世界范围减少能源使用量和能源的碳强度的可能性。这一项目已产生了一份可用来减少 CO₂ 排放量的工艺技术的清单,并已将这些数据用于若干专题研究。数据库中含有 1400 种以上工艺技术的信息,有 70%以上的条目与发电和热电联供

技术有关。

专场 6: 决策方面的比较性评估。最后一个技术专场由印度尼西亚的 Nengah Sudja 博士主持。会上发言的有加拿大的 B. Reuber 女士、南非的 R. Dutkiewicz 教授,以及德国的 D. Martinsen 博士和 A. Voss 博士等。他们发表了许多重要的观点。

- 在加拿大,安大略水电公司一直把比较性分析作为其决策过程的一个不可分割的组成部分。他们一直在为安大略的化石燃料电站和它的核电站的全寿期确定外在值(即并不总在电力价格中充分反映出来的健康效应之类的社会费用)。初步的数据表明,对于化石燃料电站来说,外在值从较低的 0.06 加分/kWh 到较高的 1.66 加分/kWh 不等,平均值为 0.40 加分/kWh。对于核电站来说,估计的外在值从较低的 0.0015 加分/kWh 到较高的 0.12 加分/kWh 不等。

- 德国的一项综合性研究分析了该国未来发展其能源系统的可能途径,目的是找出到 2005 年使 CO₂ 排放量减少 30%、到 2020 年减少 50%的战略。针对四种独立的使 CO₂ 排放量减少 50%的情景(包括一种扩大核装机容量的情景),分析了核电作为一种缓解措施的可能作用。该项研究的结论是,2020 年前使 CO₂ 排放量减少 50%是可能的,而且能够依靠已有的、或者已知在今后 30 年中可以获得的工艺技术实现。CO₂ 排放量减少 50%这一目标虽然可在不使用作为无碳能源载体的核能的情况下实现,但费用很高。扩大核能的使用量能使这一目标在能源供应费用明显降低的条件下实现。

今后的工作方向

这次国际学术会议强调了比较性分析在支持电力部门的决策方面的重要性。它还确定了若干需要在其中进行更多的全球合作以改进供比较性分析用的资料库、分析工具和成套方法的领域。

IAEA 正在通过它的多种计划和活动,继续研究它的专门人才与支持能够在哪些领域被最佳地用于帮助国家的决策者客观而全面地评估其能源系统和战略。 □