

核电在未来全球能源平衡中的作用

核能将适度增长,但其贡献到下世纪仍将是显著的

B. A. Semenov,
D. Guthrie
和 Y. Tatsuta

分析 2000 年后能源需求和供应的种种预测时,应极其慎重。作这些预测时往往需要考虑许多难以评估的可变因素。不过,其大趋势还是可以近乎可靠地看清楚。

正确判断今后 30 年内核电在全球能源平衡中的作用,从逻辑上看至少应考虑以下因素:全球的能源和电力需求趋势;实际可利用或估计可利用的供应来源;这些能量来源应满足的主要要求;核电本身的潜力;现实地估价核电现状;以及与核电有关的一些问题。

全球的能源和电力需求趋势

世界能源理事会(WEC)1989年大会上提出的一些预测表明,从1985年到2020年,世界能源消耗量将上升50—75%。IAEA于1991年发表的对1990—2010年的估计则表明,世界能源消耗量预计增加28—41%。IAEA估计,这一期间总发电量的年增长率为3—4%。在某些地区——拉丁美洲、非洲、中东和南亚、东南亚和太平洋地区,以及远东——预计到2010年装机容量将几乎翻番。(见下表。)

总装机容量的估计值(吉瓦电(GWe))

	1990年	2000年	2010年
北美	857	1 125	1 394
拉丁美洲	167	288	412
西欧	584	707	837
东欧和苏联	482	664	827
非洲	76	131	194
中东和南亚	161	249	362
东南亚和太平洋地区	79	113	150
远东	389	532	729
世界总计	2 795	3 809	4 904
OECD 国家	1 655	2 110	2 558
CMEA 国家	471	649	811
其余国家	669	1 051	1 535

来源: IAEA。低增长情景的数据。

Semenov 先生是主管 IAEA 核能和核安全司的副总干事, Guthrie 和 Tatsuta 先生是该司职员。本文是 1991 年在东京召开的日本原子工业公会年会上发表的一篇文章的修改本。

由此可见,在预见到能源需求会快速增长这一点上, WEC 和 IAEA 的看法不谋而合。其他一些研究结果,包括经济合作与发展组织的国际能源机构(IEA/OECD)、欧

洲共同体委员会(CEC)和国际应用系统分析研究所(IIASA)的研究结果,也都与上述结论一致。

可利用的能源资源

当研究今后 30 年世界能源的大规模增长问题,并考虑有可能解决这些问题的途径时,着眼点自然应限于那些已被证实并在经济上有竞争力的资源和技术,或那些正在开发并可望在预期的时间范围内在经济上作出贡献的资源和技术。

这一条件实际上使我们的着眼点只能限于一些已知的“常规”能源,例如煤、石油、天然气、水力和核能。

至于现在处于开发阶段的替代能源,例如太阳能、风能、生物质能、地热能和潮汐能,当然必须被排除在那些实际可利用的、成熟的和有经济竞争力的大规模能量来源之外。WEC 1989 年的结论指出,估计在 2020 年时新的和可再生的能源只能满足世界能源需求的 3%。

为了估价包括核能在内的各种常规能源的可能地位,应考虑可以影响能源政策制定者决策的若干经济的、政治的、环境的和社会的因素。这些因素中最重要的是经济竞争力、健康和环境影响、资源的长期可获得性、对供应多样化的愿望,以及公众的认同程度。

根据这些因素对现有的大规模能量来源所作的简要评述,得出如下看法:

煤可供使用许多个世纪,在现行的环境要求范围内经济上多半是有竞争力的。不过,从生态学上看,长期这样做是不适宜的。采用新的复杂的净化工艺,可以大大地减少氮的氧化物和二氧化硫的排放量,但同时也降低了煤的经济竞争力。二氧化碳的“温室效应”问题在任何情况下都是个大的不利因素。若征收二氧化碳税就会进一步降低煤的竞争力。

石油和天然气可供使用几十年,但成本会逐步上升,因而经济竞争力逐步下降。不过,它们可以而且应该作为化学工业的

原料,以便更有效地得到利用。这两种能源燃烧时的生态学效果都比煤好。在二氧化碳的排放量方面,天然气只有煤的一半,但输气管道 1—2% 的泄漏则可以抵销它的优点。从遥远地区获得供应,会不时地引起严重的问题。

水力资源的潜力有限。全世界大约 60% 的水力资源已被开发,而在工业化国家已接近 100%。水力在生态学上被认为是干净的,但更仔细地琢磨一下,它在环境方面并不是十全十美的,如它会影响蓄水区和水的流型。

核能资源,特别是把钷利用起来以后,可使用好几百年,且在经济上是富有生命力的。在正常运行情况下,核电厂在生态学上是干净的,而且人们能做到在事故工况下也是可接受的。核能实际上不会发生常见的那些燃料供应问题。尽管核能具有已被证实的和潜在的优点,但在许多国家中其前途依然未卜。

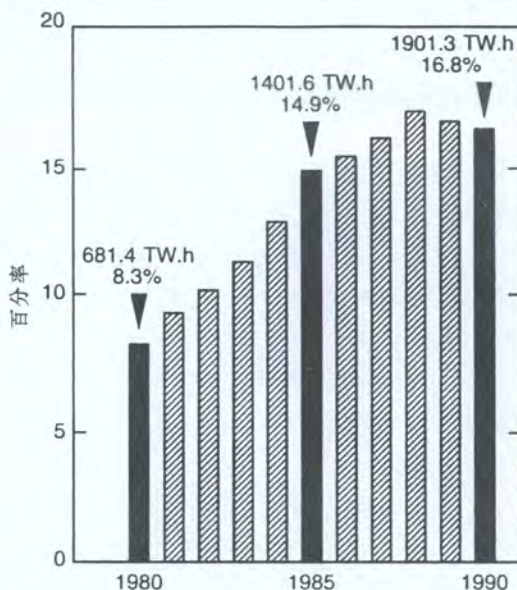
核电现状

当今得到核电好处的国家有 24 个。此



在东南亚等地区的发展中国家中,预计今后 20 年内发电装机容量将成倍增长。图为印度尼西亚工人在检查输电线路。(来源:EdF)

80年代核发电量及其在总发电量中的份额



来源: IAEA。

外,还有4个国家——中国、古巴、伊朗伊斯兰共和国和罗马尼亚——也在建造他们的首批核电厂。

1990年底,全世界共有423套核电机组在运行,净装机总容量为326 GWe。在建机组83套,总装机容量接近66 GWe。1990年,加拿大、法国、日本、美国和苏联总共有10套新机组并网发电。

就产生的能量来说,1990年的核发电量大约为1901太瓦·小时(TWh),比1989年增长2.5%,约占世界总发电量的16.8%。(见上图。)在法国,核发电量占75%;比利时占60%;匈牙利占51%;大韩民国占49%;瑞典占46%。现今,核发电量占总发电量30%以上的国家有10个。

核电的展望 (GWe)

	1990年		2010年(低增长和高增长情景)			
	核电装机容量	占总装机容量的份额	预测的核电装机容量 增加量	总计	占总装机容量的份额	平均年增加率
全世界总计	326	11.7%	130	456	9.3%	1.7%
			251	577	10.0%	2.9%
发展中国家	18	2.7%	28	46	3.0%	4.7%
			55	73	3.6%	7.2%

来源: IAEA。

在1990年的核电装机容量中,OECD国家占81.4%,经互会国家(CMEA)占13%,发展中国家占5.6%。

虽然切尔诺贝利事故严重地影响了一些国家,特别是苏联的核电发展和核电计划,但在事故发生以来的这段时间里,全世界建成了约98 GWe的装机容量,关闭或取消的装机容量约24 GWe。

核电的展望

今后10年,核电的增长将与过去不同。在过去10年中,工业化国家电力消耗量的增长率一直在下降,导致先前计划增加的装机容量被取消或被推迟,而且公众对核电的担心也增加了。因此,核电的实际增长始终低于历次的预测值。由于核电建设的周期很长,所以近期内(直到本世纪末下世纪初)核电装机容量的增加仍将主要取决于过去的决定,当然施工进度、许可证审批的延迟或政策的改变也会有一定的影响。尽管2000年以后的形势不大好预测,但或许并不那么悲观。

按照IAEA的最新估计,对低增长情景来说,核电总装机容量将从1990年的326 GWe增加到2010年的大约460 GWe,这个时期的年平均增长率为1.7%,总增加量约130 GWe。(见左表。)

在同一时期内,发展中国家(出于统计目的专指OECD和CMEA成员国以外国家)的核电装机容量预计2010年将达到46 GWe,相应的核电装机容量增加量为28 GWe,年平均增长率为4.7%。发展中国家的核发电量占总发电量的份额预计将不断增加,从1990年的4%增到2010年的6%。从装机容量看,预计2010年以前全世界新投入商业运行的核电装机容量中,发展中国家将占22%。

影响核电前景的因素

经济性。核电的经济性,如同其他能源的经济性那样,也是因条件而异的,并无绝

对的优势。IAEA 和 NEA/OECD 最近的联合评估表明,核电在许多国家仍具有很强的竞争力。不过,它的竞争力同诸如许可证审批和施工进度、标准化程度、利率,以及与之相竞争燃料的价格等众所周知的因素密切相关。因此,为了保持并进一步提高核电的经济竞争力,应在某些方面,特别在许可证审批之类的制度方面采取进一步的措施。

某些开发工作,特别是先进堆领域的开发工作,是建立在成熟技术的基础之上的。这样的开发工作为获得易通过许可证审批、更加简单、更加安全和更加便宜的反应堆提供了良好的基础。在资源日益减少的情况下,石油和天然气价格的逐步上涨是一种必然的趋势,这也将有利于核能的发展。

环境影响。任何人都无法把能源的经济性同它的环境后果割裂开。环境上适宜而有竞争力和商业上富有生命力的能源的提法,也许可看成是一种矛盾修饰法。在对各种可用能源进行了费用—效益分析后可以清楚地看出,就可以量化的费用和效益而言,将来能够用最低的费用换取最高效益的能源就是核电。为了对全球变暖进行科学评价并阐明应付全球变暖的战略,由联合国环境规划署(UNEP)和世界气象组织(WMO)创建的政府间气候变化小组(IPCC)于 1988 年正式成立。该小组于 1990 年提出的最终报告,现已作为下一步工作,即国际间已经开始的就全球变暖问题起草一个框架性公约的谈判的基础。对于能源部门来说,“CO₂ 排放量低和不排放”的能源当然是最受欢迎的。报告正文虽未明确提及核电,但背景文件中有它。自 IPCC 创立以来,IAEA 一直参与它的工作,特别是在响应战略方面,提供事实性的核电资料,并正确地将核电与其他能源比较。

核电被视为现今可用于发出所需数量电力又不产生温室气体的最可行的能源之一。它早就在帮助减小二氧化碳的新增排放量。目前由核能生产的电力若改用煤炭生产,那每年将增加大约 20 亿吨的二氧化

碳排放量。在为 IPCC 准备的一份分析报告中,IAEA 设想了 2000 年后每年分别增加 40 GWe 和 60 GWe 的两种核电增长模式。此项分析不是预测,只不过是一种假设;即算一算假若出于政治意愿而接受了其中的某一种模式时,能够少排放多少二氧化碳?

这个分析的结论是,到 2010 年,所设想的核电增加量可避免的二氧化碳排放量,相当于改用煤炭发电时二氧化碳总排放量的 30—38%。(见下表。)

安全性和放射性废物。三里岛事故,特别是切尔诺贝利事故,已使公众和政府核电运行安全性的注意大大增加。

长期以来,IAEA 一直在为求得国际社会对安全标准和实践的共识而尽力。这些标准一直在更新,以反映当时的观点、取得的经验和重要的技术进步。虽然这些标准和条例对确保核安全是必不可少的,但仍然必须充分注意运行安全实践。在这方面,IAEA 以给正在运行和在建的核电机组提供多种服务的形式帮助其成员国。

就放射性废物管理而言,一国的和国际的工作都应该加强,以缩小处置方法的实际技术状况和公众认识之间存在的差距。应采取的重大措施包括用实验证实与废物处置有关的各种措施的可靠性,特别是支持科学预言的长期有效性的那些。原型废物处置库的实际运行当然是非常重要的。

发展核电可以避免的 CO₂ 排放量 (Mt 碳)

	1988 年	2000 年	2010 年
按以往情况发展的情景*			
可避免的 CO ₂ 量	438	660	870
减少的百分数**	21%	21%	21%
情况 1 (+40 GW/a)***			
可避免的 CO ₂ 量	438	660	1270
减少的百分数**	21%	21%	30%
情况 2 (+60 GW/a)***			
可避免的 CO ₂ 量	438	660	1590
减少的百分数**	21%	21%	38%

* 核电以使其在能源构成中的百分比保持 1988 年的水平的速率发展。

** 以如果用煤代核后的二氧化碳总排放量为 100%。

*** 2000 年以后。

IAEA 最近已开辟了一项计划,内容涉及乏燃料的长期安全贮存,以及高放废物的管理与处置的安全标准和导则。

决策和公众的介入

能源的可获得性对世界经济来说是十分重要的。自 1986 年以来,能源需求量一直在以每年 3% 的速率增长,而在 1979 年第二次石油危机以后的一段时间内,年增长率则停滞在大约 1% 左右。现在的预测表明,如果不包括节能措施,世界能源需求量在今后 30 年内将上升 50—75%。

不管是发展中国家还是工业化国家,电力都是受人喜爱的一种能源最终使用形

式。使用方便、效率高,而且几乎是万能的。因此,电力需求的日益增长是必然的一种发展趋势。

鉴于电力需求不断增长和环境保护意识不断增强,核电将在今后岁月中保持甚至可能增强其作为世界能源供应体系中重要成员的地位。未来的发展将在很大程度上取决于核工业界在减轻公众的担心和恢复对核选择的信任方面的努力。能源决策(尽管从来不是政府一家的事)正在受到公众越来越多的挑剔,人们希望参与决定能源的重要方针。

就 IAEA 来说,它将继续在帮助各国规划最佳的能源和电力系统方面出力,并充分考虑全球的能源供应保障和环境保护。

预期下个世纪中相当长的一段时间内,石油、天然气、煤、水力和核能仍将是世界上的主要发电能源。(来源:Ascent, AECL)

