

亚太区域合作:能源、电力和核动力规划

一些国家正在通过 IAEA 的技术合作计划

获得分析其能源选择的经验

J. Easey 和
P. Molina

过去 5 年,亚太地区的一些国家一直在通过 IAEA 的合作计划共同研究其能源前景。这项工作是通过一系列根据有关核科学技术的研究、发展和培训的区域合作协定(RCA)安排的讲习班和培训班进行的,该协定于 1972 年开始执行。自那以来,亚太地区的 15 个国家——澳大利亚、孟加拉国、中国、印度、印度尼西亚、日本、大韩民国、马来西亚、蒙古、巴基斯坦、菲律宾、新加坡、斯里兰卡、泰国和越南——已成为 RCA 成员。

过去二十年中,主要在农业、工业、医学、辐射防护和基础核科学领域,开展了广泛的 RCA 活动。1987 年,由于设立了能源和核动力规划项目,该项合作计划的范围扩大。其主要重点是使各国积累利用两个能源和核动力规划模型(即能源需求分析模型(MAED)和维也纳自动的系统规划程序包(WASP))方面的经验。此项目最初确定为期 4 年,实际上到 1992 年还在执行。1993 年 7 月,该项目的各国参加者在雅加达开会,提议将其期限延长。

本文回顾了在 RCA 能源项目名下开展的活动,并报道已提出的该项目下阶段的行动计划。

Easey 先生是 IAEA 技术合作司核科学技术研究、发展和培训方面的区域合作协定(RCA)的协调员,Molina 先生是 IAEA 核动力处职员。

经济和能源背景

在过去 10 年中,RCA 国家及亚太地区其它一些国家的经济迅速增长,大大超过了世界上其它地区。这使该地区国家的生活水平有了提高,而且很自然地对产品和服务的需求增加。这些因素及其它一些因素,已促使整个地区的能源总需求尤其是电力需求增加,有些国家的能源需求年增长率相当高。

尽管种种数字说明 RCA 国家的经济发展迅速,但是有必要用以人均值表示的指数来研究这些结果,从而可以看出 RCA 国家之间的差异是很大的。(见下页表。)越南人均国内生产总值(GDP)约为 130 美元(以 1980 年美元计),而澳大利亚和日本却为 13 000 美元左右。

同样,在 RCA 国家中,1991 年人均能源消费量的差异也很大。最高的是新加坡和澳大利亚,前者人均消费量为 6667 千克石油当量(kgoe),后者为 5033.5 kgoe。最低的是孟加拉国(77.4 kgoe)和越南(148.4 kgoe)。RCA 国家 1991 年的平均人均能源消费量约为 676 kgoe,不到世界平均数的一半,后者 1991 年的值约为 1583 kgoe。

RCA 国家 1991 年的人均电力生产量也有很大的差别。最高的是澳大利亚(8533 kWh)和日本(7129 kWh),最低的是孟加拉国(67.1 kWh)和越南(120 kWh)。值得指出的是,新加坡和蒙古达到了相当高的水

平,分别为 5725.4 kWh 和 1291.7 kWh。不过,RCA 国家 1991 年的平均人均电力消费量为 817.4 kWh,而当年的世界平均值为 2195 kWh。

亚洲国家给人深刻印象的经济增长率的一种可能解释,是目前这个地区内部的贸易格局。地区贸易正在不断地变得更加重要,预计今后会超过与世界其它地区的贸易。这将使该地区更加自力更生。预计未来几年内,亚洲的经济增长将会继续下去,这将对能源总需求、尤其是对电力的需求产生极大的影响。

仅仅是经济发展就将迫使生产出口商品和提供服务所需的能源增加,因为预计出口部门会进一步得到发展。与此同时,为满足国内居民的需求,也将需要更多的能源。

预计整个地区的电力在能源总需求量中的份额将增加。工业化国家的情况一直如此。在亚洲,许多国家正在经历工业化的过程,这个过程必将建造一些用电更多的新的现代化工厂。此外,电气化的趋势也将促使人们将电力送到所有无电的农村去。同样,随着家用电器的增多,人均能源消费量必将上升。

从供应角度看,普遍认为这个地区具有丰富的能源资源,可以满足预计的需求。不过也有某些困难。首先,该地区的资源分布不平衡,即使是国家内部分布也是不平衡的。在许多国家中,主要的能源需求中心远离资源区。有些国家由于其特殊的地理条件(岛国),或是缺乏足够的运输基础设施而使这个问题变得更加复杂。

这些因素表明,需要精心地规划未来的能源和电力生产设施。

迄今,该地区的国家在规划其能源和电力生产体系方面作出了很大的努力。但是,由于一次能源资源逐渐减少和需求继续增加,今后必须进一步加强这种努力。此外,能源/电力部门的投资受到整个社会—经济发展的其它部门(例如卫生保健和教育)所需投资的高度竞争。况且,由于环境方面的考虑越来越多,恰当解决能源供需

RCA 成员国平均年增长率(1980—1991 年)(单位:百分率)

	人口	GDP 1980—1990 年	能 源 消费量	电 力 生产量
澳大利亚	1.52	3.21	2.08	4.00
孟加拉国	2.56	3.45	5.95	11.60
中国	1.48	8.73	4.49	7.63
印度	2.07	5.74	5.09	9.74
印度尼西亚	2.00	4.70	3.94	11.28
日本	0.55	4.25	2.30	4.41
大韩民国	1.27	8.71	6.56	11.78
马来西亚	2.65	5.95	7.40	9.96
蒙古	2.78	6.05	2.49	7.59
巴基斯坦	3.27	6.15	6.33	11.21
菲律宾	2.49	1.72	2.04	1.98
新加坡	1.15	6.98	4.88	8.31
斯里兰卡	1.49	4.25	2.76	6.66
泰国	1.56	7.49	5.75	12.03
越南	2.18	4.54	0.19	6.89
RCA 国家平均数	1.80	5.33	3.97	6.53

RCA 成员国的人均国内生产总值(GDP)、能源消费量和电力生产量

	人均 GDP (以 1980 年美元计)		人均能源消费量 (kgoe)		人均电力生产量 (kWh)	
	1980 年	1990 年	1980 年	1991 年	1980 年	1991 年
澳大利亚	10 674	12 595	4 735	5 033	6 542	8 533
孟加拉国	171	186	54	77	29	73
中国	293	584	473	652	288	549
印度	251	356	239	329	161	358
印度尼西亚	517	670	422	519	90	233
日本	9 068	13 006	2 953	3 573	4 708	7 129
大韩民国	1 637	3 318	1 156	2 024	997	2 956
马来西亚	1 779	2 439	760	1 252	697	1 486
蒙古	835	1 142	1 424	1 380	781	1 292
巴基斯坦	328	431	222	306	172	389
菲律宾	724	669	457	435	356	337
新加坡	4 853	8 494	4 478	6 667	2 700	5 725
斯里兰卡	279	364	242	278	111	192
泰国	688	1 211	522	813	310	913
越南	105	132	184	148	73	120
RCA 国家 平均数	842	1 183	536	676	496	817

注:数据已化为整数。

平衡问题已变得更加复杂。

在电力方面,主要由于电力在总能源中的份额预计要增加,因此必须对电力生产的各个环节仔细加以分析。特别是对基于燃烧化石燃料的系统,需要依据其环境影响仔细分析。尽管通常认为可再生能源和核动力对环境比较合适,但也必须依据

RCA成员国动力堆
情况

	动力堆				核发电量/占总发电量的份额		运行经验	
	运行中的		在建的		发电量 TWh	%	年数	月数
	机组数	装机容量 MWe(净)	机组数	装机容量 MWe(净)				
世界合计	424	330 651	72	59 720	2027.4	16.7	6479	9
RCA 成员国								
中国	1	288	2	1 812	0.5	0.1	1	1
印度	9	1 593	5	1 010	5.6	3.3	101	3
日本	44	34 238	9	8 129	217.0	27.7	556	11
大韩民国	9	7 220	3	2 520	56.5	43.2	72	1
巴基斯坦	1	125	0	0	0.5	1.2	21	3
RCA 合计	64	43 464	19	13 191	280.1	17.2	752	7
占世界总量的百分数	15.1	13.1	26.4	22.6	13.8		11.6	

其对工业的要求、制造电厂和建造电厂所消耗的燃料、燃料的加工或制造,以及废物的处置,对其进行评价。这些比较评价将不仅需要考虑正在电厂中烧的燃料,而且要考虑与燃料在电厂中的使用有关的各个方面,还必须考虑电厂建造本身。在这方面,与化石燃料发电厂相比,核电厂具有几乎没有大气排放物的优点。不过,它的乏燃料处置依然是需要关注的问题。

当前,RCA 国家对电力的需求主要由碳氢化合物燃料来满足,今后这一趋势还将继续下去。目前该地区的核电装机容量占整个发电装机容量的约 10%,核发电量几乎占总发电量的 12%。这主要归因于日本和大韩民国的核装机容量。(见上表。)只

有 5 个 RCA 国家有核动力堆在运行(中国、印度、日本、大韩民国和巴基斯坦)。1992 年年底时,这些国家共有运行中的动力堆 64 座,总装机容量 43 464 MWe(净),占世界核电总装机容量的约 13%。这 5 个国家有 19 座动力堆正在建造,总装机容量为 13 191 MWe(净)。如果这些核电机组按计划并网发电,到 2000 年可使 RCA 国家的核电装机容量在全世界核电装机容量中的份额增加到约 15%。

2000 年以后,由于其它一些国家采用核电,这个份额预计将进一步增加。例如,印度尼西亚正在进行一项有关核电工程的可行性研究,目标是 2005 年投入运行。预计其它国家也将进行同样的研究。(参见本

世界能源、电力和
核电消费量的估计
值

国 家 组	1992 年			2000 年(估计的范围)			2010 年(估计的范围)		
	能源总 使用量 (EJ)	电力 份额 (%)	核电 份额 (%)	能源总 使用量 (EJ)	电力 份额 (%)	核电 份额 (%)	能源总 使用量 (EJ)	电力 份额 (%)	核电 份额 (%)
北美	92.1	38.2	7.3	94-95	40-43	7.2-7.3	95-99	43-50	7.3-7.4
拉美	23.7	27.5	0.5	30-32	30-31	1.0-1.1	40-45	35-36	1.0-1.2
西欧	60.2	38.8	11.9	63-64	42-43	12	66-68	47-50	10-13
东欧	70.9	29.2	3.5	72-73	32-34	4.3-5.1	73-76	35-40	5.2-7.5
非洲	15.5	20.8	0.6	20-21	21-22	0.5	28-30	22-23	0.4-1.0
中东和南亚	27.3	21.5	0.2	34-35	24	0.5-0.7	45-49	27-28	0.5-0.9
东南亚和太平洋	13.6	24.4		17-18	27		23-25	31-32	0.2-0.8
远东	62.7	30.6	4.7	73-76	33-34	5.8-6.5	90-98	35-38	6.1-7.8
世界总计	366.0	32.1	5.3	403-414	34-35	5.5-5.8	460-490	37-40	5.2-6.4

来源: IAEA Reference Data Series 1 (July 1993)。

期第2页开始的有关文章。)

从现在的发展趋势看,核动力对 RCA 国家的未来发展有可能作出重要的贡献。不过仍将需要对核电站的建造及其以后的安全运行制订详细的规划,并要求在这两方面及时作出决定。这种规划工作对于一个国家引入第一座动力堆并使之并网发电来说,具有更重要的意义。

RCA 的能源规划项目

1987 年,能源和核动力规划项目(ENPP)被批准作为 RCA 计划的一部分。

这个项目的根本宗旨是,通过交流 RCA 国家在使用 IAEA 的计算机模型(即 MAED 和 WASP)方面所取得的经验,促进在能源和核动力规划方面的区域合作。为此组织了经验交流会、培训班和其它活动。

经验交流会。第一次经验交流会是 1987 年 12 月 7—11 日在印度尼西亚的雅加达举办的,主要涉及 WASP 模型。会议的主要内容是各国之间交流使用 WASP 方法学制定电力系统扩大规划(其中包括制定核动力规划)方面的资料和经验。这次会议的第 2 项内容是研究是否需要改进 WASP 程序,以便更好地适应该地区各国的需求。

接着又举办了 3 次类似的会议:1988 年 12 月 5—9 日,马来西亚吉隆坡,这次经验交流会涉及 MAED 和 WASP 方法学;1989 年 9 月 4—8 日,中国北京;1990 年 8 月 27—31 日,大韩民国大田。后 2 次经验交流会还讨论了制定能源和电力规划时考虑环境问题的重要性。

每次经验交流会的特点是,与会者都介绍各自国家的情况,综述各自国家的能源、电力和核电现状。这使得大家能交换事实数据,并为与会者提供了联合确定重大问题和形成推荐性行动方针的机会。普遍认为 MAED 和 WASP 规划模型对于制定能源和电力规划来说是功能非常强的工具。与会者并建议组办地区培训班,为本地区的专家提供专门培训。

培训班。在这一 RCA 项目名下安排了

2 类区域培训班。

一类培训班是根据经验交流会上提出的建议组织的,其课题是制定电力系统扩大规划。第 1 期培训班是在马来西亚吉隆坡的亚洲和太平洋开发中心(APDC)举行的;它由马来西亚政府主办,APDC 协办,亚洲开发银行(ADB)提供了财政资助。提供支助的还有世界银行(IBRD)和联合国亚太经济社会理事会(ESCAP)。第 2 期培训班是在巴基斯坦拉合尔的水利和电力开发管理局(WAPDA)举行的;它由巴基斯坦政府通过 WAPDA 和巴基斯坦原子能委员会主办,ADB 提供了财政资助。提供支助的还有 ESCAP 和加拿大政府,后者是通过正由 ACRES 国际有限公司实施的一个加拿大国际开发署(CIDA)项目提供支助的。

这些培训班主要侧重于能源规划(包括电力规划)和其它经济部门之间的联系。尤其是,学员们受到了使用 IAEA 的制定电力系统扩大规划的方法学和计算机程序 WASP—Ⅲ 的个人计算机版本方面的培训。在每期培训班上,来自同一国家的 2 人或 3 人小组利用他们国家的数据进行实例研究。培训班的讲师来自本地区和其它地区的国家,以及 ADB、ESCAP、IBRD 和 IAEA。来自 10 个 RCA 国家的总共 58 名能源和电力规划人员通过这些培训班接受了培训。

另一类区域培训班是利用大韩民国提供的特别捐助组织的。这类培训班主要侧重于核动力项目的规划和执行。1988—1991 年期间的这些培训班由韩国原子能研究所(KAERI)在大田举办,每次为期 3 周,涉及一系列以韩国经验为基础的专题。总共有 64 名专家参加了这些培训班,其中包括来自 11 个 RCA 国家的 54 名专家。多数学员在核科学技术领域有丰富的经验。

培训班的首要任务是设法给学员们传授有关核电厂管理的实际技能和方法,其范围从可行性研究和评标直至商业运行。最后一期培训班特别把重点放在实施核动力计划必不可少的组织、工业和人力等基础条件的开发上。

培训班的大部分讲课者由大韩民国提供,包括来自 KAERI 和韩国其它公司(例如韩国电力公司、韩国动力工程公司、韩国重工业建筑股份有限公司)和大学的专家。在每期培训班上,都要对一些具体课题进行数轮讨论,以使弄清楚从制定核动力规划的不同方案中吸取的经验。培训班还包括参观核及有关场址和观看实际表演,如在核电机组模拟装置上进行的表演。

该项目今后的活动

1993 年 7 月,在有关能源和核动力规划的这个 RCA 项目的项目工作会议上,参加国探讨了未来的需要和工作方向。这次会议由印度尼西亚政府主办,并由国家原子能局(BATAN)组织,在其设在巴沙朱迈特的机构内进行。出席会议的有来自下列国家的国家协调员:澳大利亚、孟加拉国、中国、印度、印度尼西亚、大韩民国、马来西亚、蒙古、巴基斯坦、菲律宾、斯里兰卡、泰国和越南。

在审议该项目时,各国协调员商定,该项目的第一阶段对提供 WASP 方法学方面

的经验是非常有益的,并认为它实际已起到在本地区内交流能源、电力和核动力规划经验的论坛作用。他们认为,他们在分析能力方面的这种投入需要在国内进一步加以利用,办法是利用“培训教员”的方法对主要人员进一步培训,以及改进国家数据库的信息以提高成果的准确性。此外,普遍认为此项目可以对制定发展核电的有效战略起到积极的作用。

在建议将此项目延长 5 年时,各国协调员确定了 2 个技术目标,作为今后合作的基础:

- 加强并提高该地区对未来的能源和电力需求与影响的预测、规划和分析能力的可靠性和质量。

- 通过汇集和分析 RCA 国家使用的行之有效的战略方面的资料,促进各国实施其核动力计划。

在整个 90 年代和进入下个世纪后,RCA 国家将必须采取进一步的措施,以增强其发电能力。必须搞好规划,这是并将继续是相当重要的。为了协助进行分析和评价,RCA 的能源和核动力规划项目能够继续提供宝贵的支助。 □



1974 年正在讨论大韩民国第一座核电厂(古里)的建造计划的情景。如今,韩国有 9 套核电机组,提供的电力占全国电力的 40% 以上。