

中欧和东欧国家的电力供应:核能的作用

在这一地区,各国目前都面临着采取何种措施满足其潜在的电力需求问题

B. A. Semenov,
P. Dastidar和
L. L. Bennett

电力与生活质量密切相关。在中欧和东欧(CEE)地区,居民用电远未达到饱和,而经济的发展无疑将会使工业部门的用电量增加。

那些曾属于东欧集团的国家,过去实行的是比较僵化和中央集中计划的经济体制,它们已经具备了相当规模的核发电能力。当这些国家着手进行政治和经济改革时,这些变革将如何影响核能未来发展的问题也就随之出现了。

本文从几个方面来分析 CEE 地区在这方面的形势。首先简要回顾一下这一地区的电力供应和需求以及核计划的现状。然后将比较详细地讨论与核能及其它发电来源相关的一些问题,还要讨论 IAEA 在这一地区的核动力的规划、开发和安全等方面所能起的作用。

电力需求和供应

在过去的 10 年里,CEE 地区的电力消耗量一直在稳步增长,但其增长速度比世界其它地区低。在 1960—1990 年这一段时

Semenov 先生是主管 IAEA 核能与核安全司的副总干事;Dastidar 是核动力处处长;Bennett 先生是规划与经济研究科科长。对本文做出贡献的还有 Evelyn Bertel 女士,她是规划与经济研究科职员。

间里,CEE 地区电力消耗年平均增长率为 2.3%。在同一时期内,经济合作与发展组织(OECD)国家为 2.7%,发展中国家高达 6.8%。

1990 年,CEE 地区的电力消耗量已达到约 2300 太瓦时(TWh),约占该年度全世界电力总消耗量 11 600 TWh 的 20%。电力在一次能源消耗量中的份额,CEE 地区约为 28%,OECE 国家为 38%,发展中国家为 24%。按人均计,CEE 地区年电力消耗量约为 5.4 兆瓦时(MWh)。这比 OECD 国家的 7.7 MWh 低,但又比发展中国家的 0.7 MWh 高得多。

在整个这一地区,由于经济增长速度以及体制和结构变化方面有许多不确定因素,因而电力需求的前景很难预料。有些国家的经济正在衰退,这使得电力需求的增长趋缓甚至减少。由于历史上没有中央计划经济向市场经济转换的先例,因而要预测经济恢复将在何时、以何种方式发生,是困难的。要预测这将如何影响能源和电力部门,那就更难了。

在工业和居民用电方面,提高能源效率的潜力都很大;在电力的生产、传输和分配方面也有大量节约的可能。然而,尽管 CEE 地区的人均电力消耗量相当高,但对电力事业的需求仍远未达到饱和水平。

鉴于在提高效率方面有潜力,因而仍然有可能减少电力消耗量;尽管如此,工业的发展及老百姓生活条件的改善都可能需

要更多的电力供应。从长远来看,当经济恢复发生时,对电力事业潜在的巨大人均需求将成为这一地区的支配因素。

体制变化对电力需求的影响将是复杂的,至少近期内是这样。一方面是电价提高和市场竞争定能刺激效率的提高,但另一方面社会和经济的需要将导致潜在需求的增加。正在暴露出的对区域环境的担心也将对消费模式和政策产生影响,尤其是在能源部门。

关于能源资源,各国间有所不同。苏联的继承者——独立国家联合体(CIS)有丰富的煤炭、石油、天然气、水力和铀资源,波兰则有丰富的煤炭储量。其它国家能源需求的大部分不得不依靠进口。总的说来,这一地区的能源是净出口的,主要因为前苏联是个大出口国。当然其它国家的情况也不尽相同:在90年代初,保加利亚一次能源消耗量的进口比例为66%,匈牙利为37%,捷克斯和洛伐克则为32%。

除了阿尔巴尼亚(其水电约占其发电总量的90%),该地区电力的主要来源是化石燃料。其它CEE国家有潜在的水力资源,但在许多情况下,由于环境因素限制因而未加以开发。

为了减少对进口以及对煤炭运输的依赖,CEE国家过去选择了发展核电。前苏联强大的核动力和核燃料循环基础设施为这一发展提供了便利。苏联工业界具备向这一地区供应核电设备与服务的能力。此外,几个有天然铀资源的CEE国家也能生产铀浓缩物,可满足它们自己的需求甚至还可出口。

另一个重要因素是前苏联在提供燃料循环服务方面的契约性安排。其中尤其重要的是前苏联承诺收回由其供应的燃料生成的乏燃料,而且不要求运行核电厂的国家随后运回乏燃料后处理所产生的高放废物。这些安排使得进口核电厂的国家节省了用于乏燃料或高放废物长期存贮设施的投资。

此外,中央计划经济有利于连贯地执行核计划。在这种经济体制下,一旦完成了

电力供应(1990年)

总发电量	2300 TWh (全世界的20%)
人均电力消耗量	5.4 MWh
电力在一次能源中的份额	28%

核电装机容量(1991年)

	装机容量		发电量	
	机组数	GW(e)	TWh	核电份额(%)
保加利亚	6	3.5	13	34
捷克斯洛伐克	8	3.3	22	29
匈牙利	4	1.6	13	48
斯洛文尼亚	1	0.6	5	6
前苏联*	45	34.7	212	13
地区总计	64	43.7	265	12

* 包括立陶宛、俄罗斯和乌克兰。

技术经济研究并做出政策性决定,所有相关的经济部门中的政府机构就有责任支持已批准的政策和计划的实施。

中欧和东欧地区的电力供应及核电装机容量

核计划的现状

在1992年初,CEE地区各国已并网的核电机组共64套,它们的总装机容量为43.75吉瓦电(GWe)。占全世界核电装机容量的13%强。拥有运行中核电机组的国家有:保加利亚、捷克斯洛伐克、匈牙利、立陶宛、斯洛文尼亚和独联体。

除了斯洛文尼亚和罗马尼亚(罗马尼亚没有运行中的核电机组,但有5套核电机组在建),所有CEE国家的核电计划都使用前苏联开发的堆型。斯洛文尼亚有一套从美国进口的660 MWe压水堆(PWR)机组,是西屋公司制造的,于1983年投入运行。罗马尼亚正在建造的机组采用加拿大的设计。

前苏联在民用核电方面开发了两种基本设计:加压轻水反应堆(WWER)和石墨慢化轻水冷却反应堆(RBMK)。但出口的只有WWER机组。

RBMK机组只在前苏联境内有,集中

在目前的立陶宛、俄罗斯和乌克兰三国。在 1991 年底,已并网的 RBMK 机组共有 20 套(其中多数装机容量为 1000 MWe),总装机容量为 16 GWe。这些机组采取边运行边换料方式,使可利用因子很高,经济效益也相当可观。然而,RBMK 机组在安全性方面却存在着严重的缺陷,就象 1986 切尔诺贝利事故所表明的那样。因此,已决定不再发展 RBMK 机组并大大提高正在运行的和接近建成的 RBMK 机组的安全水平。

WWER 机组有 3 种型号。第 1 种是 60 年代开发的 WWER-440/230 型,功率为 400 MWe。第 2 种是 WWER-440/213 型,功率也是 400 MWe,它是 WWER-440/230 型的改进型,改进主要是在安全设备方面。第 3 种也是比较先进的,是 80 年代早期开发的 WWER-1000 型,功率为 1000 MWe,其安全概念类似于正在世界各地运行的 PWR。

目前有 WWER-440 型机组在运行的国家是:保加利亚、捷克、斯洛伐克、匈牙利和俄罗斯,有 WWER-1000 型机组在运行的国家是:保加利亚、俄罗斯和乌克兰。

CEE 国家通过发展其核动力计划,已经大大降低了对煤炭发电的依赖。在 1992 年初,CEE 地区核电占总发电量的份额为 12%;其中匈牙利为 48%,保加利亚为 34%,捷克斯洛伐克为 29%,独联体为 13%,前南斯拉夫为 6%。

前苏联 1991 年核发电总量为 212 TWh,是世界核电生产第三大国,仅次于美国和法国。1991 年,前捷克斯洛伐克的核发电总量是 22 TWh,保加利亚是 13 TWh,匈牙利是 13 TWh,上述国家均在 1991 年世界核电生产大国之列。在这些国家中,核电已成为电力供应的主要来源之一,是能源结构中的一个既定的组成部分。

尽管存在着环境等方面的担心,一些 CEE 国家仍在建造新的核电机组。在 1992 年初,这一地区在建的核电机组共有 36 套,总装机容量为 28 GWe,占全世界在建核装机容量的近 45%。其中俄罗斯和乌克兰有在建的核电机组 24 套,捷克斯洛伐克

有 6 套,罗马尼亚有 5 套,立陶宛有 1 套。

在俄罗斯和乌克兰,在建机组的绝大部分(21 套)是 WWER-1000 型机组,3 套是 1986 年之前开始建造的 RBMK 型机组。这 3 套 RBMK 型机组也将按照提高了的安全水平建设。对这些国家的大部分在建机组来说,土建工作大约 10 年之前就已开始,在今后几年之内完成。然而,在目前的经济状况下,很可能要推迟一些时间。如果建造工作按计划进行,到 90 年代中期,这些国家的核装机容量将与法国目前运行中的核装机容量持平。值得注意的是前苏联的核计划已被大大削减,第一次是在切尔诺贝利事故之后,第二次则是由经济危机引起的。当时已开始建造的 43 套核电机组中,有 12 套已经被取消,其它机组的建设步伐也因新的许可证审批手续及资金短缺而放慢。

在前捷克斯洛伐克,80 年代中期开始建造的 4 套 WWER-440 型机组(莫霍夫采)和两套 WWER-1000 型机组(泰梅林),可望在 1995 年之前投入商业运行。这 6 套机组的投运将使捷克和斯洛伐克的核装机容量增加一倍,即从 3.5 GWe 增加到 7 GWe。

在罗马尼亚,采用加拿大设计的 5 套机组的建设工作始于 1980 年。这些机组由加拿大原子能有限公司(AECL)提供,建造工作得到了加拿大工业界的有力支持。第 1 套机组计划于 1993 年投入运行,到 90 年代末这些机组全部投入运行时,该国的核装机容量将达到约 3GWe。

除了在建机组外,多数 CEE 国家(包括那些目前没有在建核电机组的国家)还在规划其它核电机组。匈牙利的核发电量尽管已占到其总发电量的一半,但其电力供应严重依赖于进口,因而可能于本世纪末下世纪初订购西方的新核电机组。波兰于 1990 年 12 月决定停建其第一座核电厂(两套从前苏联进口的 WWER-440 型核电机组)。当时建造工作已经完成了 40%,这一项目主要是在舆论的压力下放弃的;在经济衰退背景下进行的技术经济分析的结果

也支持这一决定。然而,核选择在波兰仍具有吸引力。考虑到烧煤的环境影响和依靠西方技术的可能性,核动力主要被看作燃煤电厂的替代方案。

在俄罗斯,据报道政府已于1993年初批准了在今后20年内建造25套以上核电机组的规划。这一规划还需要经地方政府的批准和筹集足够的资金。

安全和环境问题

世界各地都越来越关注人类活动的健康和环境效应,这种情况在CEE地区可能更为突出。那里在最近几年中发生的急剧社会政治变革,使这种担心开始抬头。

在切尔诺贝利事故之后,公众对核动力的敌对情绪变得越来越大,这是由于人们觉得苏联设计的核电厂不够安全。与此同时,与燃烧化石燃料(特别是煤)及水电厂相关的健康和环境影响也成了人们关心的重点。由于环境因素的制约,中欧地区的水电开发相当有限,去年撤销了几个大型水电项目就说明了这一问题。

就核设施而言,应当承认中央计划经济体系的某些方面不利于核设施达到较高的安全水平,无论是核设施的设计还是其运行方面都是这样。当前国际上对这一地区的核电机组进行的安全审查肯定能很好地评价所存在的问题,并帮助这些国家筹划增强这些机组安全性的计划。对新一代核电机组来说,CEE国家将得益于因政治和经济环境的变化而变得容易实现的信息交换和技术转让。

已经证明,大气污染是CEE国家的一个重要问题。这些国家的经济发展基本上是以能源密集型工业为基础的,没有把环保措施放在优先考虑的位置上。这一地区的人均二氧化碳排放量与西欧相比是相当高的。在保加利亚、前捷克斯洛伐克和前苏联,年人均碳排放量为4吨,波兰为3吨,匈牙利为2吨。而在日本则为2吨,法国为1.6吨,美国则为5吨多(前德意志民主共

和国也曾达到这一水平)。(见下图。)

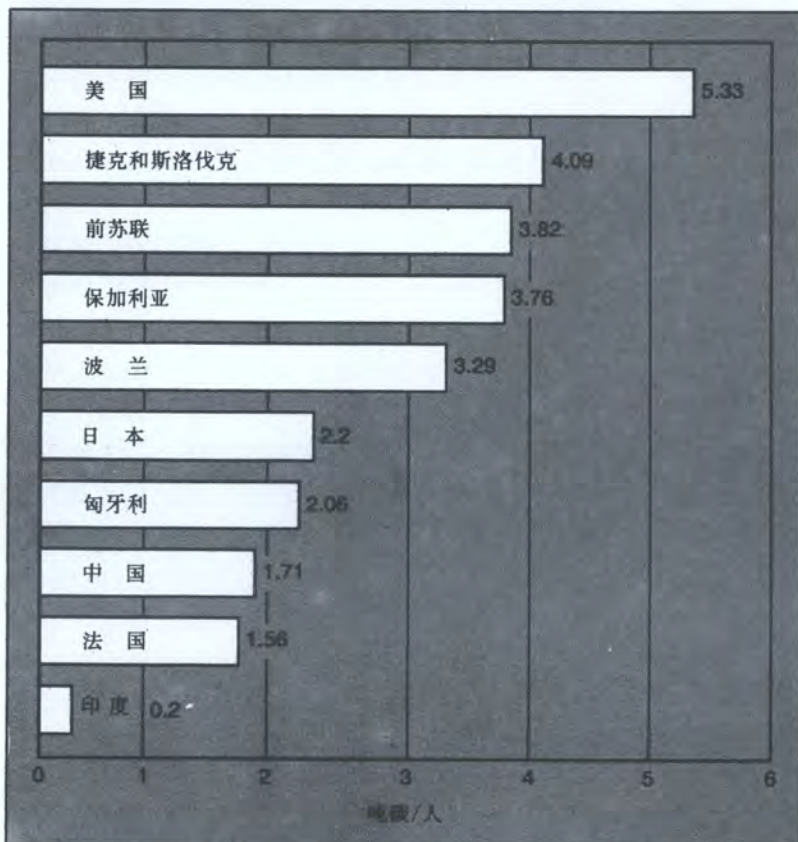
在CEE地区,燃烧化石燃料排放的其它气体也相当高,并且已经产生了值得注意的健康和环境影响。大量使用诸如新褐煤、褐煤和泥煤等低品位燃料也是造成这一地区大气污染的主要根源。这一状况强烈呼唤着人们开发电力生产的替代来源。

核安全方面的援助和IAEA的作用

IAEA应CEE地区成员国的请求,在其全面的安全服务范围之内,已制定了评定和增强苏联设计核电机组安全性的多项计划。在IAEA的OSART和ASSET计划名下,已对CEE地区的核电厂进行了十多次出访。这些计划的作用是协助各国安全管理部门和营运单位确保核电机组的建造和运行的安全性。

1990年后期还单独开辟了一项国际计划对WWER-440/230机组进行全面审

1988年的人均CO₂排放量



查,向这一型号的10座运行中的反应堆派出过安全审查小组。这一项目现在已基本完成。该计划找出并评价了有安全意义的缺陷,并就改正措施的轻重缓急提出了建议和指导性意见。IAEA还召集过一次国际专家会议,为RBMK型反应堆的全面安全审查奠定技术基础,这是改进此类反应堆安全性的一项协调计划的第一步。

除了这些安全服务之外,IAEA还在能源、电力及核动力规划方面提供服务。这样做的目的是,当核动力成为这些成员国的一种有生命力的选择时,为它们在其自己的能源体系中引入核动力的规划工作提供信息和帮助。IAEA在这方面的活动涉及以下几个方面:增强成员国分析能源与电力的需求与供应的未来发展趋势的能力;在综合评价各种选择的经济潜力及其健康和环境影响的基础上,规划核动力在电力供应方面可能起的作用;评价拟发展核动力国家的基础设施、人力资源和资金筹措能力,并评价改善这些条件的必要性;帮助实施核项目。

由于电力事业的规划工作变得越来越复杂,IAEA正在下大力气开发对各种选择进行综合评价的先进方法。这些方法不仅考虑经济方面,而且还考虑健康和环境的风险与影响。这一计划是在其它国际组织的密切合作下进行的。

IAEA为能源、电力和核动力的规划开发的基本方法,已经被传授给多数CEE国家(包括阿尔巴尼亚、保加利亚、捷克、斯洛伐克、匈牙利、波兰、罗马尼亚、俄罗斯和斯洛文尼亚)。与此同时,IAEA还经常主办由这些国家专家参加的培训班,具体地教他们如何使用已提供给他们的一些工具。例如,1991年在罗马尼亚实施了一个如何进行能源需求预测和制定电力规划的项目;这一项目正被扩充为从基础设施要求和环境影响角度出发,从长远角度研究其总体能源供应体系。此外,在前捷克斯洛伐克举行过一次一国研讨会,帮助该国的工程师和经济学家提高其对不同核电机组

供应商的投标进行技术经济比较评价的能力。

一个国家要引入核动力时需要细心地进行规划,各项决策需建立在一系列相互关联的研究和分析的基础之上,每项研究和分析解决一个具体问题。从分析核选择总体生命力的预可行性研究,到核动力计划的详细可行性研究,直到核电机组的规划和实施,这些工作需要按合理的顺序进行。IAEA已经开发出了一些基本方法和工具,并给对此类研究的各个阶段感兴趣的成员国提供帮助,帮助它们在考虑到替代策略的综合社会费用的基础上改进电力部门的规划和决策程序。IAEA的这一帮助对于这些国家从中央计划经济向市场经济转换可能是有用的。

参加IAEA培训计划和援助项目的CEE国家的专家们,已经成为这些国家能源、电力与核动力规划方面的中坚力量。这些专家也一直在对IAEA的基本方法进行改进,并设法使这些基本方法适应各自的具体情况。

未来发展

众所周知,核动力的发展需要有稳定和可预测性的政治和体制形势为基础。CEE国家的核计划显然已经受到向市场经济的转换及其所带来后果的严重影响。

然而,在多数CEE国家,核动力已经处于大规模发展阶段,核电已成为这一地区电力供应的主要组成部分。由于当前存在一些不定因素和经济衰退,该地区的核装机容量在1995年前可能不会有什么变化。在建机组的完工期很可能由于更严格的安全法规、资金困难以及在某些情况下由于公众的反对而延迟。

从长远来看,倘若运行中和在建的核电机组的安全水平得到提高——让公众确信这一点——则经济和环境因素可能会激励核动力规模的扩大。 □