

漫谈 世界 核电

一、世界核电现状

自从第一座核电站于1954年投入使用以来, 70年代和80年代初期, 核电在世界范围内得到迅速增长, 众多国家致力于开发核技术, 核电已成为电力的重要来源。

截至1995年底, 共有437座核电站在31个国家和地区运行, 装机总容量34440.2万千瓦, 年发电量22235亿千瓦时, 比1994年增长4.3%, 为世界总发电量的21.9%。简要情况如表1所列:

1995年, 印度、南朝鲜、乌克兰和英国各有一座新建核电站投入生产; 此外, 亚美尼亚的一座核电站于1989年停止运行后, 于1995年又恢复运行并网发电。它们的装机容量共为3666MWe。

1995年, 共有2座核电站正式退役: 一座是位于加拿大安大略省蒂弗顿, 装机容量848MWe的核电站在运行19年后停止运转, 另一座为位于德国维尔加森, 装机容量为640MWe的核电站则在运行24年以后退役。

美国的核电装机容量为99.4GWe居于世界首位, 在它以后的顺序为法国(58.5GWe), 日本(39.9GWe), 德国(22.0GWe), 俄罗斯(19.8GWe), 加拿大(14.9GWe), 乌克兰(13.6GWe)和英国(12.9GWe)。以上8个国家的核电能力约占世界核电总能力的82%,

截至1995年12月31日, 正在建设中的核电站共有85座, 其装机容量为77.0GWe, 分属于18个国家和地区, 简要情况如表2所列。

这些核电站中, 46座的工程量仅完成25%以下, 其净装机容量为41210MWe。

表1 1995年世界运行的核电站简况

国家和地区	运行的机组数	净发电能力 MWe	核电发电量 净TWh	核电占本国总发电量的 份额 %
美国	109	99,394	673.4	20.0
加拿大	21	14,907	92.3	17.3
西欧				
比利时	7	5,631	39.2	55.5
芬兰	4	2,310	18.1	29.9
法国	56	58,493	358.6	76.1
德国	20	22,017	145.7	29.6
荷兰	2	504	3.8	4.9
斯洛文尼亚	1	632	4.6	39.5
西班牙	9	7,124	53.1	34.1
瑞典	12	10,002	66.7	46.6
瑞士	5	3,050	23.5	39.9
英国	35	12,908	81.6	24.9
小计	151	122,671	794.9	42.5
东欧				
保加利亚	6	3,583	17.3	46.4
亚美尼亚	1	376	0.0	0.0
哈萨克斯坦	1	70	0.1	0.1
俄罗斯	29	19,843	99.4	11.8
乌克兰	16	13,629	65.6	37.8
捷克	4	1,648	12.2	20.1
匈牙利	4	1,729	13.2	42.3
立陶宛	2	2,370	10.6	85.6
斯洛伐克	4	1,632	11.4	44.1
小计	67	44,835	229.9	18.5
东亚				
中国	3	2,167	12.4	1.2
日本	51	39,893	286.9	33.4
韩国	11	9,120	63.7	36.1
中国台湾	6	4,884	33.9	35.4
小计	71	56,064	396.9	18.6
其它				
阿根廷	2	935	7.1	11.8
巴西	1	626	2.5	1.0
印度	10	1,695	6.5	1.9
墨西哥	2	1,308	8.4	6.0
巴基斯坦	1	125	0.5	0.9
南非	2	1,842	11.3	6.5
小计	18	6,531	36.2	3.5
世界总计	437	344,402	2,223.5	21.9

注: MWe=百万瓦或1千千瓦

TWh=10亿千瓦时

资料来源: 美国能源部能源信息局根据国际原子能机构于1996年4月发表的“世界核动力反应堆”报告等资料汇编而成。

表2 截至1995年底世界建设中的核电站简况

国家和地区	核电机组数	净发电能力 MWe
美国	7	8,433
西欧		
法国	8	11,610
东欧		
亚美尼亚	1	376
俄罗斯	9	7,225
乌克兰	5	4,750
捷克	2	1,824
罗马尼亚	5	3,250
斯洛伐克	2	776
小计	24	18,201
东亚		
中国	6	4,570
日本	14	15,380
韩国	10	8,320
中国台湾	2	2,500
小计	32	30,770
其他		
阿根廷	1	692
巴西	2	2,474
古巴	2	816
印度	6	1,708
伊朗	2	1,950
巴基斯坦	1	
小计	14	7,940
世界总计	85	76,954

美国建设中的7座核电站, 除有1座核电站安排于1996年投入运行外, 其余工程量已完成45%—80%的6座核电站的投产时间已被无限期推迟。

东亚地区正在建设中的核电站有32座, 装机容量为30.8GWe, 居于世界的前列。

1995年核电站建设的数量比1994年减少13座, 其中12座核电站中途停止建设。

1995年, 共有6座新建核电站开工, 其中, 中国、日本和伊朗各2座。

由于改善了核电站的性能, 美国核电站的平均设备利用率于1995年达到77.5%, 比

1994年提高3.7%。核电站的总发电量比1994年增加5.2%。

1995年, 美国核电量占全国总发电量的20.0%。过去8年, 美国核电站的平均设备利用率提高35%。

1996年, 位于田纳西州斯普林城的沃茨·巴1号, 装机容量1170MWe的核电站投入商业运行。至此, 美国共有110座、装机总容量为100.5GWe的核电能力。

二、世界核电发展的预测

关于世界今后核电发展的长期预测, 目前仍处于难以确定的阶段。虽然核电站运行中, 燃料费用较低, 多数国家的核发电成本能与本国的煤电抗争, 但由于核电站的建设需要投入大量资金, 一次性投资高。其它影响因素还有核废料的管理, 公众的理解和核废料的处理。此外, 近年兴起的、解除对电力工业供电系统的管制和私有化的发展趋势等也对核电站的发展形成压力, 促使其能够更经济地增强对其它能源发电技术的竞争能力。

为此, 美国能源部能源信息局(DOE/EIA)近期发表的报告中, 对世界核电今后的长期发展状况, 分为基线方案和高增长方案(详见表3)。

基线方案系反应目前世界核电工业的现状, 目前正在建设的各国核电站都能按期投入运行, 目前运行的核电站在其工作寿命满30年后即均按计划退役等。

高增长方案则反映核电站又在东亚和其它地区重新出现订货的势头, 假定各国未建成的核电站在2015年都能投入运行, 而且大多数国家的核电站都能运行到40年, 且有新的机组增建。

• 2000年, 世界的核电能力预测变动在359.4GWe和367.7GWe之间。所有目前在建的核电站都预期按计划投入运行, 但对可能发生的有关建设计划推迟和许可证延长

表3 1995年世界运行的核电装机容量和预测情况

单位: 净百万千瓦

国家和地区	1995	2000		2005		2010		2015	
		基线方案	高增长方案	基线方案	高增长方案	基线方案	高增长方案	基线方案	高增长方案
美国	99.4	100.5	100.5	100.5	100.5	93.5	100.5	63.7	100.5
加拿大	14.9	14.9	14.9	14.9	14.9	12.8	14.9	12.8	14.6
西欧									
比利时	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	3.9	5.6
芬兰	2.3	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	3.6
法国	58.5	64.3	64.3	62.9	64.1	62.9	65.5	62.7	74.1
德国	22.0	21.7	22.0	21.0	22.0	21.0	21.7	18.6	21.0
意大利	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6
荷兰	0.5	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6
斯洛文尼亚	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
西班牙	7.1	7.1	7.1	7.0	7.1	6.5	7.0	6.5	6.5
瑞典	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	6.7	10.0
瑞士	3.1	3.1	3.1	2.3	3.1	2.0	3.1	2.0	2.3
英国	12.9	11.8	11.8	10.5	10.5	9.5	10.5	7.2	9.5
小计	122.7	127.3	127.6	122.6	125.6	120.9	126.6	110.9	134.6
东欧									
保加利亚	3.5	2.7	3.5	2.3	3.7	1.9	3.8	1.9	3.8
亚美尼亚	0.4	0.4	0.8	0.8	0.8	0.4	0.8	0.0	0.8
哈萨克斯坦	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.7	0.0	1.3
俄罗斯	19.8	20.8	22.7	19.2	22.0	18.5	24.7	12.0	27.2
乌克兰	13.6	13.2	14.8	13.2	15.1	15.6	15.6	11.4	18.1
克罗地亚	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.6
捷克	1.6	2.6	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	4.1
匈牙利	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	2.3	1.7	2.9
立陶宛	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	1.2	2.4	1.2	1.2
罗马尼亚	0.0	0.7	0.7	0.7	1.3	1.3	2.6	1.3	3.3
斯洛伐克	1.6	1.6	2.0	1.6	2.4	1.6	1.6	0.8	2.2
小计	44.8	46.1	52.1	45.3	52.8	45.7	58.5	33.7	65.4
东亚									
中国	2.2	2.2	2.2	6.0	7.7	10.4	15.4	18.7	22.6
印度尼西亚	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	1.8	0.0	1.8
日本	39.9	43.7	43.7	48.2	48.2	49.1	52.5	51.0	59.8
朝鲜	0.0	0.0	0.0	1.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9
韩国	9.1	13.0	13.0	15.8	17.4	17.4	21.1	18.5	25.0
中国台湾	4.9	4.9	4.9	4.9	6.1	7.4	7.4	7.4	7.4
小计	56.1	63.7	63.7	75.9	82.0	86.3	100.1	97.5	118.5
其它									
阿根廷	0.9	0.9	0.9	1.6	1.6	1.3	1.3	1.3	1.3
巴西	0.6	0.6	1.9	1.9	1.9	1.9	3.1	1.9	3.1
古巴	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.8	0.0	0.8
埃及	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2
印度	1.7	2.1	2.5	2.7	3.9	3.0	4.8	4.8	5.9
伊朗	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	2.0	2.0	2.0	2.4

国家和地区	1995	2000		2005		2010		2015	
		基线方案	高增长方案	基线方案	高增长方案	基线方案	高增长方案	基线方案	高增长方案
以色列	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6
墨西哥	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
巴基斯坦	0.1	0.1	0.4	0.4	0.7	0.7	0.7	0.6	1.2
南非	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
土耳其	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	2.0	1.0	2.0
小 计	6.5	6.9	8.9	10.7	13.6	13.0	17.8	14.7	21.6
世界总计	344.4	359.4	367.7	369.8	389.4	372.2	418.5	333.3	455.2

资料来源:美国能源部能源信息局出版的DOE/EIA-0436(96)报告, 1996年10月

的情况则难以肯定。

• 2015年, 美国核电能力将从高增长方案预测的100.5GWe, 下降到基线方案预测的63.7GWe。由于在美国未来新建核电站时必须面临电力工业其他能源发电技术的竞争并且将继续对待如何妥善解决其高水平放射性废料的处理问题。

• 2015年, 世界核电能力预测将在333.3GWe和455.2GWe之间变动。只有在经济迅速增长的东亚和其他地区, 核电能力在以下两种情况下都将得到增长:

美国核电能力在世界核电总能力中的份额将从目前的约29%下降到22%和19%之间, 而东亚地区则将从目前的18%增加到26%和29%之间。

迄今, 美国尚无任何新建核电站的定货项目, 也没有任何关于许可证延期的申请。

三、核燃料循环

由于西方商业存货尚有一定数量和从前苏联的进口量逐渐减少, 世界铀市场正经历着重要的变化。目前, 世界核反应堆燃料的需要量继续超过铀的生产水平。

• 预计在1996—2015年间, 世界对核反应堆燃料的需求量在31亿至35亿磅氧化铀(U_3O_8)之间。在这期间, 世界年需要量将为1.19亿至1.98亿磅 U_3O_8 。到2015年, 西欧反应堆的铀需要量将占全世界需要量的31%; 美国反应堆需要量占28%; 东亚

地区反应堆需要量则占23%。

• 1995年, 美国生产600万磅 U_3O_8 , 比1994年的340万磅增加260万磅。到2004年, 其最高产量可望达到880万磅, 在这以后, 产量将逐步下降, 到2010年将减到570万磅, 因为较低费用的资源已经枯竭。到2010年, 美国生产的铀, 仅能满足本国反应堆20%的需求量, 其余部份将依赖进口解决。

• 由于从前苏联的进口量受到限制和西方商业存货继续减少, 铀的供应趋向紧张。因此, 1997年, 在限制性市场中每磅 U_3O_8 的价格将达17.50美元, 而1995年仅为11.46美元。到2000年, 有关现货价格可望由于澳大利亚和加拿大扩建和新建铀矿和美国及俄罗斯政府出售剩余的存货, 增加了供应后, 而有所下降。

• 在1996至2015年间, 从世界核反应堆卸出的乏燃料预计将达到21.3万吨至22.7万吨。

• 到2015年, 美国核反应堆卸出的乏燃料预计将累计达到7.4万吨至7.5万吨, 而截至1995年底, 则共卸出3.22万吨。

• 1996至2015年, 东亚地区核反应堆卸出的乏燃料, 预计将在3.9万吨至4.3万吨之间。

为此, 日本需在2010年前完成一处可容纳13000吨乏燃料的新贮存设施。韩国也将需要在2000年稍后, 解决乏燃料的贮存问题。

四、美国核电站的退役

在今后19年,美国运行的110座核电站中将有49座在达到它们的运行许可证规定的期限后,相继退役。若干商用反应堆已经成功地在目前的技术条件下实现退役。最大的不肯定因素是所需花费的费用和核废料排弃现场达到低水平辐射的可能性。

·一座核电站决定选择退役方案时,需要考虑许多因素,但其中主要的还是取决于为支付处理低水平放射性废料费用的上升速率。希望能够在本核电站经验丰富的工作人员参与下迅速拆卸和排除其对周围环境的污染,同时排除将来在这方面所需支付费用的不肯定性。

·目前,美国只有两处可以接受低水平放射性核废料:位于南卡罗来纳州的巴恩韦尔和华盛顿州的汉福德。它们接受低水平放射性废料的埋存费相差较大:在汉福德为每立方英尺85美元,在巴恩韦尔则为每立方英尺385美元。美国核能管理委员会估计一座标

准反应堆使其达到低水平放射废料的净化程度,在汉福德需要1.33亿美元至1.58亿美元;而要达到安全贮存方案所要求的程度,则需2.24亿美元到3.03亿美元。

·由于联邦政府有关高水平放射性废料贮存地点的选定继续往后推延,为此,核电站必须同时考虑继续采用坑道贮存的费用和效益与将它们乏燃料集中存放于一个单独的乏燃料贮存装置相比较。采用坑道贮存乏燃料的年费用估计为600万美元,而在单独的乏燃料贮存装置的年费用则为200万美元。

截至1996年初,美国已经永久地关闭11座商用核反应堆;其中5座系由于技术原因,4座系出于经济考虑,1座由于其1堆芯熔化产生事故后予以关闭,另1座则由于其他原因关闭。

如果今后核电站的工作性能能够继续得到改善,对核废料的处理找到更妥善的方式,以及对燃用化石燃料电厂的排放物限制更加严格等,将会更有利于今后核电站的商业运行。

(上接第18页)

足的矛盾,另一方面进口液化天然气除了满足该厂的用气需求外,还可以通过管道输送到江苏腹地,对改善用能结构、减轻环境污染将起到巨大作用。

3. 优化能源消费结构, 努力提高资源利用效率

能源短缺和能源浪费是两个普遍并存的问题,为此要加强节能宣传,提高全民的资源意识、经济意识和环境意识,同时采取法律、经济、行政手段,大力推进节能降耗工作。尤其要抓好化工、建材、冶金、电力、机械等重点行业的节能降耗工作,坚持“以热定电”发展热电联产;采用变频等调速技术,促使面广量大的风机、水泵经济运行;实施绿色照明工程,节约电力消耗;采用循环流化床、微机控制技术,提高锅炉效率,

节约煤炭,减少环境污染;研究和应用新型窑炉结构和燃烧技术,节约燃料油消耗。同时,要针对我省资源缺乏,经济效益不高,产业结构不合理的现状,加大结构调整力度,推进产业结构从以劳动密集型为主向资金、技术密集型高附加值产业为主方向转变,淘汰和禁止那些已建在建的煤耗高的小机组,鼓励发展供热机组,实行热电联产,进一步降低煤耗,优化能源消费结构,提高能源利用效率。

此外,为促进贫困地区经济发展,1995年至1997年江苏省实施了扶贫通电工程,预计1997年10月将在全省范围内基本消灭无电户。在此基础上,江苏省委省政府还决定在1998至1999年继续筹集资金用于贫困地区农网建设和改造,为贫困地区经济振兴提供电力先行的条件。