

文章编号: 1000-3673 (2001) 02-0046-06

中国电力工业 2001~ 2020 年发展问题探讨

吴敬儒, 綦连斌

(国家开发银行, 北京 100037)

A DISCUSSION ON DEVELOPMENT OF ELECTRIC POWER INDUSTRY IN CHINA FROM 2001 TO 2020

WU Jing-ru, QI Lian-bin

(State Development Bank, Beijing 100037, China)

ABSTRACT The development scheme of power industry and its actual development from 1980 to 2000 are summarized and overviewed in this paper. The power generation of China and the total installed capacity of generators from 2001 to 2020 are forecasted. The power energy structure in China, including the power generation and installed capacity composition of hydropower, nuclear power, conventional thermal power, natural gas-fired power and new energy source, from 2001 to 2020 is analyzed and forecasted. Various power generation equipment, their development and the problems which would appear are discussed, and some relevant proposals are suggested. Finally, the development of major power grids in China and the integration of power grids are analyzed.

KEY WORDS electric power planning; electric power forecasting; installed capacity of generators; power energy source structure

摘要: 对 1981~ 2000 年中国电力工业发展规划及实际发展情况作了简要的回顾和总结; 预测了 2001~ 2020 年中国发电量和发电装机容量发展水平; 分析预测了 2001~ 2020 年发电能源构成及水电、核电、天然气发电、火电、新能源等发电量及发电装机容量构成情况; 研究了各类发电装机发展情况、方向及问题, 并提出相应建议; 分析研究了中国各大电网发展及全国联网问题

关键词: 电力规划; 电力预测; 装机容量; 电源结构

中图分类号: TM 715 文献标识码: B

1981年至 2000年,我国电力工业发展迅速,取得了举世公认的伟大成就。预计 2000年的发电量将由 300.6 TWh 增加到 1300 TWh, 年均增长 7.6%; 发电装机容量由 65 870 MW 增加到 310 GW, 年均增长 8.05%。发电量和装机容量都居世界第 2 位, 基本扭转了 20 年长期缺电的局面, 实现了全国电力供需基本平衡。

今后 20 年如何发展, 这是国内有关单位、专家十

分关心的问题。笔者对此做了调查研究。初步研究成果表明: 由于我国经济将继续保持 6%~ 7% 的快速发展趋势, 电力工业也将继续保持较快发展速度, 才能保证经济发展和居民生活用电增长的需要。预测 2005 年发电量将达到 1 680 TWh, 发电装机容量将达到 380 GW; 2010 年发电量 2 180 TWh, 发电装机容量 490 GW; 2020 年发电量 3 400 TWh, 发电装机容量 750 GW。在此期间, 水电、火电、核电将有巨大发展, 随着天然气资源的开发利用, 发电能源结构将有较大变化, 资源利用更加合理。三峡、溪洛渡等一批特大型水电站将建成投产, 西电东送规模显著扩大, 火电厂技术改造步伐加快, 环境质量大大改善, 核电和天然气发电比重增加。各大电网规模、供电范围继续扩大, 将出现 750~ 800 kV 电压等级, 并实现全国联网。技术水平和经营管理水平大大提高, 接近世界先进水平。经济效益提高, 电力市场机制基本建立。

1 1981~ 2000 年发展回顾

20 世纪 80 年代初, 我国提出了分 3 步走的发展战略, 到本世纪末实现国民经济翻两番的目标, 人民生活达到小康水平。根据这一目标, 电力工业部计划司组织编制了 1981~ 2000 年发展规划, 提出了 2000 年发电量达到 1 200 TWh (其中, 水电 250 TWh, 火电 905 TWh, 核电 45 TWh), 发电装机容量达到 255 GW (其中, 水电 68.7 GW, 火电 179.1 GW, 核电 72 GW), 实际情况如表 1 所示。

(1) 2000 年发电量和装机容量超过了预测水平。原因是: ① 国民经济发展速度超过了规划的 7.18%, 达到 9.7%, 需电量增多。② 改革开放促进了电力工业发展, “政企分开, 联合电网, 省为实体,

表 1 1980~ 2000年电力工业发展情况
Tab. 1 Development of power industry in China from 1980 to 2000

年份	1980	1985		1990		1995		2000(预计)		1981~2000
	数量	数量	增长 %	数量	增长 %	数量	增长 %	数量	增长 %	增长 %
发电量 /TWh	300. 60	410. 70	6. 44	621. 30	8. 63	1006. 90	10. 10	1300. 00	5. 24	7. 60
其中: 水电	58. 20	92. 40	9. 69	126. 30	6. 45	186. 80	8. 14	230. 00	4. 25	7. 10
火电	242. 40	318. 30	5. 60	495. 00	9. 23	807. 40	10. 30	1055. 00	5. 50	7. 60
核电	-	-	-	-	-	12. 70	-	15. 00	-	-
发电装机容量 /GW	65. 87	87. 05	5. 73	137. 89	9. 64	217. 22	9. 51	310. 00	7. 37	8. 05
其中: 水电	20. 32	26. 41	5. 38	36. 05	6. 42	52. 18	7. 68	75. 00	7. 53	6. 75
火电	45. 55	60. 64	5. 89	101. 84	10. 90	162. 94	9. 86	233. 90	7. 50	8. 52
核电	-	-	-	-	-	2. 10	-	2. 10	-	-

统一调度,集资办电”,征收电力建设基金,利用外资扩大了资金来源,实行新电新价,合资电厂实行独立核算等。③东部沿海地区如广东、福建、浙江、上海、江苏、山东等发展速度大大超过了预测水平,组成了超额的主要部分,中西部地区与预测水平差不多。

(2)各个五年计划发电量发展速度是不同的,有快有慢,其中“七五”及“八五”时期发展较快,“九五”时期最慢。

(3)从电源构成看,火电发电量和装机容量均超过了规划水平;水电装机容量超过了规划数,而发电量没有达到;核电发电量和装机容量均大大低于规划数。

(4)电力弹性系数,当初在编规划时有争论,多

数人主张要等于 1,少数人认为可小于 1,编制规划时采用 1。由于产业产品结构调整力度较大,节能降耗成效显著,1981~ 1999年电力弹性系数实际为 0. 79。各个五年计划期间电力弹性系数有高有低,但从长期来看是有规律的,变化幅度是不大的。如 1981~ 1996年为 0. 81,1991~ 1999年为 0. 76(详见表 2)。因此在长远规划中利用电力弹性系数方法测算是较好的方法之一。关键是如何合理、正确地选取电力弹性系数。

(5)电力在能源消费中的比重逐年提高,发电用煤占煤炭产量的比重逐年上升,增加很快,见表 3。

必须重视研究发展电力工业的能源政策和消费构成。

表 2 1981~ 1999年电力弹性系数
Tab. 2 Power elastic factor from 1981 to 1999

年 份	1981~ 1985	1986~ 1990	1991~ 1995	1996~ 1999	1981~ 1990	1991~ 1999	1981~ 1999
国内生产总值年均增长 %	10. 70	7. 87	12. 00	8. 35	9. 28	10. 40	9. 80
发电量年均增长 %	6. 44	8. 63	10. 10	5. 13	7. 53	7. 88	7. 70
电力弹性系数	0. 60	1. 12	0. 84	0. 61	0. 81	0. 76	0. 79

表 3 1980~ 1999年电力能源消费
Tab. 3 Electric energy consumption from 1980 to 1999

年 份	1980	1985	1990	1995	1998
电力消费能源在一次能源中比重 %	20. 60	21. 32	24. 68	29. 09	31. 75
电煤消费占煤炭产量比重 %	17. 98	19. 14	25. 13	33. 13	42. 12

2 2001~ 2020年电力发展水平预测

为稳妥起见,本文按国内生产总值 2001~ 2010年年均增长 7%,2011~ 2020年增长 6%来预测需电量。由于资料有限,采用 1991~ 1999年电力弹性系数 0. 76进行测算,相应需电量增长速度 2001~ 2010年为 5. 32%,2011~ 2020年为 4. 56%,20年平均为 4. 94%,较前 20年的发展速度 7. 7%低得多。根据“积极发展水电,优化发展火电,适当发展核电,因地制宜地发展新能源发电”的方针,对各种电源的可能

发展水平作了分析预测。对 2001~ 2020年各个五年发电量和发电装机容量水平预测如表 4所示。

表 4 2001~ 2020年电力预测
Tab. 4 Power generation forecasting(2001~ 2020)

年 份	1995	2000	2005	2010	2015	2020
需电量 /TWh	1007	1300	1680	2180	2720	3400
发电装机容量 /GW	217	310	380	490	610	750

2020年我国发电量 3 400 TWh,发电装机容量 750 GW,也只大体相当于 1995年美国水平(发电量 3 395 TWh,发电装机容量 817. 25 GW)。按人口

14.5亿计算,人均发电量为2 345 kWh,人均装机容量为0.52 kW,也只相当于1996年世界人均水平(发电量2 383 kWh,发电装机容量0.54 kW),还落后于世界人均水平2年。与目前发达国家和中等发达国家人均用电水平相比差距还很大。近期世界发电量的增长速度仍较快,1986~1996年世界年均增长3.22%(国内生产总值年均增长2.75%),美国为2.74%,发展趋势还在继续,并未减缓。我国必须保持更快的发展速度,才有可能在21世纪中叶赶上中等发达国家水平。

国际能源机构按我国1995~2020年国内生产总值年均增长5.5%测算,到2020年我国发电量将达到3 857 TWh,年均增长5.4%;发电装机容量757 GW

此外,国外一些国家的电力工业发展实际情况

表5 1967~1996年美国发电量与装机容量
Tab. 5 Power generation and installed capacity of USA from 1967 to 1996

年份	发电量/TWh				发电装机容量/GW			
	合计	水电	火电	核电	合计	水电	火电	核电
1967	1317.3	225.3	1084.4	7.7	288.18	48.89	236.41	2.89
1972	1853.4	277.6	1521.8	54.0	418.46	57.57	345.59	15.30
1977	2211.0	228.0	1732.2	250.9	576.05	69.50	456.67	49.88
1982	2304.2	310.8	1705.8	282.8	666.41	79.56	523.81	63.04
1987	2718.7	255.5	2007.9	455.3	748.07	87.53	558.94	101.60
1992	3106.9	249.2	2857.8		797.45	92.30	705.15	
1995	3395.0	308.2	3086.8		817.28	94.52	722.76	
1996	3473.4	339.9	3133.5		824.22	94.26	729.96	

表6 经济发达国家及世界综合电力弹性系数
Tab. 6 Comprehensive power elastic factor of developed countries and the world

年份	美国	加拿大	英国	法国	德国	意大利	日本	世界综合
1966~1970	2.43	1.52	1.88	1.24	1.76	1.27	1.23	
1971~1975	1.61	0.98	0.77	1.33	2.24	1.43	1.33	
1976~1980	1.12	1.33	0.50	2.00	1.24	1.02	0.89	
1981~1985	0.63	1.36	0.37	2.53	1.64	1.07	0.76	
1986~1990	1.19	1.08	0.70	0.94	0.52	1.43	1.04	1.14
1991~1995	1.02	1.46	0.66	2.95		1.93	2.07	1.02

3 发电能源构成预测

考虑的原则是:①发电用能源应主要立足于国内,优先利用我国丰富的水电、煤炭资源和新开发的天然气资源;②积极发展核电;③从国外进口液化和管道天然气部分用于发电;④积极合理开发利用风能、太阳能等新能源发电;⑤不考虑发展烧油电厂。预测中首先考虑水电,水电是按加快水电开发,加大“西电东送”力度精神,按项目逐项计算的,计入了水利项目的发电容量和抽水蓄能电站。其次考虑核电,按积极推进设备国产化、降低造价及发电成本,按比

也可供我们参考。2000年我国发电量和发电装机容量只相当于美国1967年水平,以后美国各代表年的发电量和发电装机容量如表5所示。

2001~2010年我国发电量增长速度和美国1968~1977年相近,2011~2020年则较美国快,原因是:①70年代末至80年代初美国经济处于萧条期,增长很慢;②居民人均生活用电水平已较高,增长速度减缓,且经济增长速度较低,故发电量增长只能保持2.4%左右。

电力弹性系数在不同发展时期有高有低是正常的。但从长周期来看,世界综合和主要经济发达国家一般都大于1。1986~1995年世界综合电力弹性系数为1.089,美国为1.1,除英国、德国小于1外,其他国家均大于1。其变化情况如表6所示。

较积极的方案预测的。不足部分由火电补充。火电中首先考虑天然气发电,今后20年我国将加快开发陆上及东海、南海气田,并进口液化天然气及从俄罗斯、中亚进口管道天然气。在优先满足民用及工业用气后,将有部分天然气可用于发电。据初步了解的情况分析,在我国今后新增火电发电量中,可能有10%~20%用于天然气发电,其余新增电量由烧煤火电供给。风能、太阳能等新能源发电因数量不大,计入火电未单独列出。

我国1995~2020年发电装机容量、发电量构成及火电能源构成、耗用量如表7、表8所示。

表 7 1995~ 2020年发电装机及发电量
Tab. 7 Installed capacity and power generation from 1995 to 2000

年 份	1995			2000			2005			2010			2015			2020		
	数量	构成	%	数量	构成	%	数量	构成	%	数量	构成	%	数量	构成	%	数量	构成	%
发电装机容量 /GW	217. 22	100. 0		310. 0	100. 0		380. 0	100. 0		490. 0	100. 0		610. 0	100. 0		750. 0	100. 0	
其中: 水电	52. 18	24. 0		75. 0	24. 2		92. 0	24. 2		121. 0	24. 7		140. 0	22. 9		175. 0	23. 3	
火电	162. 94	75. 0		232. 9	75. 1		279. 3	73. 5		355. 3	72. 5		451. 3	74. 0		545. 0	72. 7	
核电	2. 10	1. 0		2. 1	0. 7		8. 7	2. 3		13. 7	2. 8		18. 7	3. 1		30. 0	4. 0	
发电量 /TWh	1006. 90	100. 0		1300. 0	100. 0		1680. 0	100. 0		2180. 0	100. 0		2720. 0	100. 0		3400. 0	100. 0	
其中: 水电	186. 80	18. 6		230. 0	17. 7		294. 0	17. 5		387. 0	17. 8		455. 0	16. 7		597. 0	17. 6	
火电	807. 40	80. 4		1055. 0	81. 1		1338. 0	79. 6		1711. 0	78. 4		2153. 0	79. 2		2623. 0	77. 1	
核电	12. 70	1. 2		15. 0	1. 2		48. 0	2. 9		82. 0	3. 8		112. 0	4. 1		180. 0	5. 3	
发电消费一次能源 /Mt(标煤)	381. 6			479. 7			603. 1			760. 8			922. 0			1118. 6		

表 8 火电装机容量、发电量构成及燃料消耗量
Tab. 8 Installed capacity composition of power generation and fuel consumption of fossil fuel power plants from 1995 to 2020

年 份	1995			2000			2005			2010			2015			2020		
	数量	构成	%	数量	构成	%	数量	构成	%	数量	构成	%	数量	构成	%	数量	构成	%
火电装机容量 /GW	162.94	100.0		232.90	100.0		279.30	100.0		355.30	100.0		451.30	100.0		545.00	100.0	
其中: 天然气发电装机容量							7.00~ 14.00	2.5~ 5.0		16.00~ 32.00	4.5~ 9.0		27.00~ 54.00	6.0~ 12.0		38.00~ 76.00	6.9~ 13.8	
火电发电量 /TWh	807.4	100.0		1055.0	100.0		1338.0			1711.0			2153.0			2623. 0		
其中: 油发电量	41.0	5.1		42.0	4.0		42.0	3.1		42.0	2.4		42.0	1.9		42.0	1.6	
天然气发电量							28.0~ 42.0	2.1~ 4.2		66.0~ 132.0	3.9~ 7.8		110.0~ 220.0	5.1~ 10.2		157.0~ 314.0	6.0~ 12.0	
煤发电量	766.4	94.9		1013.0	96.0		1268.0~ 1254.0	94.8~ 92.7		1603.0~ 1537.0	93.7~ 89.8		2001.0~ 1891.0	93.0~ 87.9		2424.0~ 2267.0	92.4~ 86.4	
发电消耗原油量 /Mt	10.72			10.85			10.40			10.30			10.00			9.70		
发电消耗天然气量 /Mt(石油当量)							5.10~ 10.20			11.90~ 23.80			19.80~ 39.60			28.30~ 56.60		
发电消费原煤量 /Mt	407.00			524.00			638.00~ 624.00			784.00~ 752.00			951.00~ 900.00			1118.00~ 1045.00		

4 水电

水电是可再生能源,我国可开发水电资源 378 GW 我国水电的另一特点是丰枯水期发电能力差别大,枯水期保证出力一般只有发电装机的 28%~30%,为保证枯水期供电,必须装设必需的火电,这就会影响水电比重的提高和发挥水电效益。为此,①要优先开发建设库容大、调节性能好、枯水期保证出力高的水电站,特别对整个流域有良好调节作用的龙头水电站,如龙滩、小湾、锦屏一级、三板溪、洪家渡水电站等,并实行梯级滚动连续开发;②西电东送,扩大供电范围,把电送到缺少发电能源、用电较多的东部沿海经济发达地区。这些地区用电高峰在夏季,是水电的丰水期,可以充分吸收丰水期水电,发挥水火电相互调剂资源优化配置作用,可以减少电网发电装机,减少投资,降低发电成本,加快西部地区水电开发,减少东部地区环境污染,促进东西部经济共同发展,对双方都是有利的。对优化我国发电

能源结构也有重要意义。

测算中计入的项目有:金沙江溪洛渡、向家坝水电站、雅砻江锦屏一级水电站、大渡河瀑布沟水电站、澜沧江小湾、景洪水电站、乌江洪家渡、构皮滩水电站、红水河龙滩、恶滩水电站、沅水三板溪水电站、清江水布垭水电站、黄河上游公伯峡、拉西瓦水电站、新疆吉林台水电站等。结合水利开发的有:岷江紫坪铺、广西右江百色、丹江口加高扩机、黄河上游大柳树水电站等。为解决东部地区电网,特别是核电站的调峰问题,建设华东桐柏、铜官山、琅琊山、山东泰安、广东第二抽水蓄能、华北张河湾、板桥峪、东北蒲石河等抽水蓄能电站。此外中小水电也有很大发展,合理利用清洁能源向附近地区供电。

5 火电

由能源特点及用电分布决定,火电仍是我国今后发电量和发电装机容量构成的主体。要优化火电结构,降低能耗,增加清洁能源比重,提高烧煤火电

环保标准,使之符合环保可持续发展战略要求

开发天然气是一个系统工程,必须符合经济规模要求,有稳定的用户,故国外新增天然气产量50%以上用于发电。

由于烧天然气的燃气蒸汽联合循环机组(CCGT)具有投资省、建设快、热效率高、调峰能力强、污染少、电价有一定竞争力,故国外近期发展很快,不少国家成为新增电源的主体。CCGT热效率可达50%以上,没有灰渣及飘尘。预测2005年天然气发电装机可能达到7~14 GW;2020年发电装机38~76 GW,发电量157~314 TWh。发展天然气发电必须加快大型燃气轮机国产化步伐,争取三五年内实现设备国产化。

发展烧煤火电的主要问题是妥善解决环境保护问题。为此:

- (1)新增火电主要采用300、600、900 MW超临界、亚临界大机组,减少煤炭消耗量。
- (2)加快改造煤耗高、环境保护差的小机组,特别是中低压机组,用大机组来代替。环保符合要求,有较大热用户的可以改成以热定电的热电厂。
- (3)提高煤炭质量,发展洁净煤燃烧技术。
- (4)提高火电厂排放标准。
- (5)提高烧煤火电机组的调峰能力,稳定运行的最小发电出力应达到额定容量的40%~50%,以适应电网调峰的需要。

这样会增大烧煤火电造价和发电成本,使电价升高,但这是改善我国生态环境、提高生活质量、实现可持续发展战略所必须付出的代价。

6 核电及新能源发电

我国核电装机2000年只有2.1 GW,发电量约15 TWh,占1%左右。在建核电站3座,共7台机组,总容量6.6 GW,可于“十五”期间投产发电。

用国产设备核电才有竞争力。按秦山核电二期(2台0.6 GW国产机组)造价12 000元/kW计算,资本金回报率10%,年利率6.21%,还贷期20年计算,上网电价(不含增值税)约0.35元/kWh,高于烧煤火电,稍低于天然气发电。如采用国产1 GW机组,造价降至10 000元/kW(相当于脱硫火电高1倍),则电价可降至0.3元/kWh,较烧煤火电高不多。

风力、太阳能发电,我国资源丰富,没有环境污染,今后将加快发展。目前主要问题是设备价格贵,依赖进口,发电成本高。也要积极实现设备国产化,为推广应用创造条件,并拉动国内经济发展。

7 电网

1998年我国已形成7个跨省供电电网及5个独立省网。建成35 kV以上送电线656 561 km,变电容量834.27 GVA(详见表9-10)。

今后20年我国电网将有很大发展。现有12个电

表 9 各电网 1998 年发电装机及发电量
Tab. 9 Installed capacity and power generation of power networks in 1998

	发电装机容量 /GW				发电量 /TWh			
	合计	水电	火电	核电	合计	水电	火电	核电
1 华北电网	37.19	2.21	34.98		178.90	2.40	176.50	
2 东北电网	34.31	5.48	28.83		141.10	7.90	133.20	
3 华东电网	46.09	4.44	41.35	0.30	211.50	0.14	198.80	1.2
4 华中电网	40.75	12.47	28.28		160.40	46.00	114.40	
5 华南电网	45.25	14.24	29.21	1.80	174.40	50.00	111.40	13.0
6 川渝电网	15.10	7.14	7.96		57.00	23.30	33.70	
7 西北电网	17.27	6.92	10.35		69.60	19.70	49.90	
8 福建电网	8.01	4.67	3.34		32.20	18.50	13.70	
9 山东电网	17.38	0.05	17.33		84.10	0.10	84.00	
10 海南电网	1.53	0.53	1.00		3.70	1.00	2.70	
11 乌鲁木齐电网	2.16	0.13	2.03		10.60	0.40	10.20	
12 拉萨电网	0.16	0.11	0.026		0.28	0.17	0.003	

表 10 1998 年输电线路统计
Tab. 10 Statistics of transmission lines in 1998

	合计	其中			
		550 kV	330 kV	220 kV	110 kV
全国 110 kV 及以上送电线长 /km	656 561	20 093	7 291	115 645	181 027
全国 110 kV 及以上变电容量 /GVA	834.27	68.82	10.65	250.96	297.14

网发送变电容量,供电范围将进一步扩大,500kV、330 kV 网架结构大大加强,成为各省电网的主网架。220 kV 电网大部分将分开运行向近区供电,除西藏、新疆等少数边远地区外,电网供电范围将覆盖各省市自治区全部地区。11个大电网间联网将进一步加快,逐步形成北部、中部(三峡)、南方三大联合电网。西北电网将首先建成750 kV电压级输变电工

程,使得电网技术水平和经营管理水平达到世界先进水平,并实现全国联网

(1)中部(三峡)电网 三峡水电站投产后,用 500 kV 交流输电向华中、川渝电网送电,用 3 回 ± 500 kV 直流输电线路向华东送电,福建电网也将和华东电网相联。1998 年发电装机 11.5 GW,2010 年将形成装机容量超过 200 GW 的中部电网。后 10 年,金沙江、溪洛渡、向家坝梯级电站投产后及四川水电站部分丰水期电力一起送电华东、华中电网,西电东送能力约 20 GW,电网装机容量将超过 300 GW。

(2)北部联合电网 供电范围包括华北、东北、西北及山东电网。华北、东北电网正在建设绥中电厂至唐山 500 kV 线路实现联网。近期计划建设山西王曲电厂向山东送电,山东也将与华北联网。西北电网水电比重大,调峰性能好,单位千瓦造价低,电网高峰负荷出现季节不同,联网后可发挥水电调峰、水火调剂、互为备用、减少装机容量的作用。2010 年前可能通过韩城二厂和华北用 500 kV 交流联网,也正在研究直流联网方案。新疆在 2010 年前以北疆电网为中心与南疆库尔勒、库车阿克苏、喀什电网及伊犁、阿勒泰等电网联合形成新疆统一电网,并和西北电网联网,形成北部联合电网。北部电网 1998 年发电装机容量 11.2 GW,2020 年将接近 300 GW。

(3)南方电网 供电范围将通过建设海底电缆扩大到海南。龙滩、小湾水电站建成投产后将向广东输送部分电力,500 kV 电网将进一步加强。2005 年前将研究充分发挥天广直流及二回交流输电线路的作用,把云南丰水期多余的电力约 1 GW 送到广东,既可解决夏季高峰时广东用电需要,又可充分利用云南水电。南方电网 1998 年电网发电装机容量 49.79 GW,预测 2020 年将达到 140~150 GW。

南方电网现已和香港、澳门联网,输送并交换电力电量。香港、澳门装机容量未计入南方电网内。

(4)全国联网问题 上述 3 大联合电网形成,将为全国联网创造了有利条件。为充分利用三峡丰水期水电,目前正在研究建设安阳至邯郸 500 kV 输电线实现华华北联网。长江水系与珠江水系水电迳流特性不同,有补偿调节效益,正在研究通过湖南与广西、广东联网,从而将实现全国联网。此外已确定建设河南三门峡容量 360 MW 的背靠背直流联网试点工程。正在研究成都至宝鸡直流联网工程,交换丰枯水期电力,陕西建火电厂向华东、华中送电可行性等。

(5)大电网之间联网用交流好还是直流好?笔者认为交流联网投资省、见效快,交换功率方便,有利于发挥日错峰效益。采用交流柔性输电技术后,也可控制联络线功率,有利于调度管理,故在大多数情况下用交流联网较好。国外大多数大电网联网也是用交流联网。只有在少数特殊情况下(如跨海、不同频率联网或限制短路容量等)才用直流联网。

西藏拉萨、日喀则附近地区将联成一个电网,阿里、昌都地区仍由孤立电网供电。

(6)750 kV 电压等级问题 目前我国大电网除西北用 330 kV 外,最高电压均为 500 kV 电压等级。西北电网现有 330 kV 电网已不能满足需要,经多年论证,为充分利用黄河上游公伯峡、拉西瓦水电向甘肃、陕西送电,需配合建设拉西瓦—兰州—平凉—关中双回 750 kV 输变电工程。此外,西电东送容量大、落点多的电网也要研究建设 750 kV 电压输变电工程的经济合理性。

(7)城乡电网改造建设问题 改革开放以来,城乡居民及第三产业用电增长很快,大大超过一、二产业用电增长速度,这一趋势将继续保持下去。1999 年我国城乡居民用电占 12%,第三产业用电占 10.6%,远低于发达国家各占 25%~30% 的水平,是今后用电增长的重要组成部分。城乡电网建设将是一项长期任务。

(8)和周边国家联网问题 正在研究的有:俄罗斯伊尔库茨克水电站向华北、东北送电,送电距离约 2 500 km,容量 2~3 GW;吉尔吉斯共和国水电站建设 250 km 220 kV 送变电工程向新疆喀什送电;建设云南景洪水电站(1.5 GW)向泰国送电等。

参考文献:

- [1] 中国能源战略研究课题组. 2000-2050 年中国能源战略研究 [M]. 北京: 中国电力出版社, 1996.
- [2] 1995-1999 年国际统计年鉴 [M]. 北京: 中国统计出版社.
- [3] 中国统计年鉴 [M]. 北京: 中国统计出版社.

收稿日期: 2000-04-25

作者简介:

吴敬儒 (1932-),男,教授级高级工程师,原水利电力部计划司司长,国家能源投资公司副总经理;

慕连斌 (1966-),男,工程师,国家开发银行副处长。

(编辑 陈树勇)