

# 我国中长期发电供应能力研究

白建华, 辛颂旭

(国家电网能源研究院, 北京 100052)

[摘要] 结合我国能源资源储量、禀赋特点和能源发展相关政策,对我国中长期发电供应能力进行了全面的分析,包括燃煤发电、水电、核能发电、风力发电、太阳能发电、生物质能发电和天然气发电的供应能力。在此基础上,以社会总体成本最小为原则,对我国中长期电源结构调整进行了研究,同时研判了我国中长期电源发展布局。

[关键词] 发电供应能力;中长期;电源结构;电源布局

[中图分类号] TK01<sup>+</sup>9 [文献标识码] A [文章编号] 1009-1742(2011)06-0065-10

## 1 前言

“十一五”期间,我国电源发展十分迅速。火电装机以年均 6 300 万 kW 的装机容量增长,风电装机以年均近 100 % 的速度增长<sup>[1,2]</sup>。“十二五”是我国电源发展的关键时期,立足我国资源储量和电源自身发展需求,结合国家大力发展清洁能源和促进节能减排政策,研究我国中长期发电供应能力十分迫切和必要。

## 2 燃煤发电可供应能力分析

### 2.1 煤炭开发潜力

我国煤炭资源非常丰富,2 000 m 以浅的预测煤炭资源量为 5.6 万亿 t。截至 2007 年年底,全国查明煤炭资源量 1.2 万亿 t<sup>[3]</sup>。未来我国煤炭开发规模主要受煤炭资源、开采条件、自然灾害、生态环境、水资源和开发经济性等多方面因素制约;东部地区主要受煤炭资源和地质灾害的影响;中部地区环境承载力弱,水资源短缺,开发规模也受到很大限制;西南地区开采条件和自然灾害是重要约束因素;新疆煤炭资源丰富,将是未来全国煤炭供应的重要

支撑点之一,未来煤炭开发主要受生态环境制约。

综合考虑各种开发约束,预计未来我国煤炭可持续供应能力可达到 37 亿 t 左右,如表 1 所示。同时,随着煤炭清洁化利用水平的提高,我国煤电转化比例将进一步提高。煤电转换比例按 70 % 考虑时,全国电煤可持续供应能力可达 26 亿 t 左右。

表 1 未来我国煤炭可持续供应能力<sup>[3]</sup>

Table 1 Sustainable supply capacity of coal in the future in China

地区	煤炭供应能力			电煤供应能力	
	2007 年	2030 年	2050 年	2030 年	2050 年
西部地区	10.19	24	25.35	16.8	17.7
中部地区	10.18	9.87	9.39	6.9	6.6
东部地区	4.89	3.33	2.56	2.3	1.8
全国合计	25.26	37.2	37.3	26.0	26.1

### 2.2 燃煤发电的环境约束

长期以来,我国煤电大量布局在东中部地区。这些地区环境污染物排放超标,环境问题严重。而我国西部、北部能源资源富集地区火电装机规模相对较小。就环境承载力而言,我国硫沉降最大允许

[收稿日期] 2011-03-29

[基金项目] 中国工程院重点咨询项目支持

[作者简介] 白建华(1963—),男,河北石家庄市人,博士,高级工程师,长期从事能源战略与规划、电力发展规划、新能源发展规划、能源与电力环保、能源与电力技术经济等研究;E-mail: baijianhua@sgeri.sgcc.com.cn

量总体呈东低西高的趋势;就环境经济损失而言,环境污染给中东部地区带来的经济损失远大于西部、北部地区。2007年,东部地区单位土地面积的二氧化硫排放量是西部地区的5.2倍。东中部地区的单位二氧化硫排放造成的经济损失是西部和北部地区的4.5倍<sup>[4]</sup>。

从二氧化硫排放控制的角度考虑,以95%保证率下的最大允许硫沉降量作为控制目标,将各省的实际硫沉降量与控制目标进行比较,得到各省还能够承受硫沉降的环境空间。总体来讲,西部和北部地区的多数省(自治区)还有较大的硫沉降空间,中东部地区大部分已经没有硫沉降空间,如图1所示。



图1 我国煤电建设大气环境空间分布示意图

Fig.1 Atmospheric environmental space distribution for coal-fired plants construction

### 2.3 燃煤发电的水资源约束

发电用水是建设燃煤电厂必须考虑的因素。随着建设空冷机组以及利用城市中水、矿坑排水、水权转换、黄河引水工程、水库工程等供水措施,可以解决西部和北部大型煤炭基地的燃煤电厂发电用水。根据相关发展规划,预计到2020年各煤电基地的规划装机容量约为4亿kW<sup>[5]</sup>,煤电基地建设所需要的发电用水量仅占当地总供水量的4.3%,见图2。可见,我国西部和北部煤炭产区具备建设大型煤电基地的水资源支撑能力。

### 2.4 大型煤电基地开发潜力分析

从煤炭资源和煤电建设环境空间分布看,考虑水资源可持续供应能力,未来我国煤电建设应向西部和北部煤炭产区倾斜。从能源、环境、经济的协调发展考虑,加快西部和北部煤电基地建设,优化煤电布局,具有降低全国电力供应成本、提高能源开发利用效率、优化利用全国的环境资源、促进风电等清洁

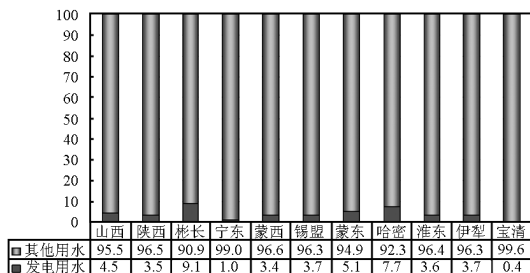


图2 各地区发电用水供应情况(单位:%)

Fig.2 Water supply conditions among various regions (unit:%)

能源的大规模开发和高效利用、提高我国土地资源的整体利用效率、促进我国区域经济协调发展、保障中东部地区的能源供应安全等综合效益<sup>[6]</sup>。未来我国应加快西部和北部煤电基地的建设,构建“输煤输电并举”的能源综合运输体系。

根据资源及建设条件,我国的山西(晋东南、晋中、晋北)、陕北、宁东、准格尔、鄂尔多斯、锡林郭勒、呼伦贝尔、霍林河、宝清、哈密、准东、伊犁、彬长、淮南等地区具备建设大型煤电基地的条件。

2020年,综合考虑条件约束下的煤炭开发潜力、发电环境资源和水资源,上述煤电基地可开发总规模接近6亿kW<sup>[7]</sup>,其中晋东南、晋中、晋北三个煤电基地可开发电源装机规模约1亿kW;陕北煤电基地约4380万kW;宁东煤电基地约4880万kW;准格尔煤电基地约6000万kW;鄂尔多斯煤电基地约6000万kW;锡林郭勒盟煤电基地约5000万kW;呼伦贝尔煤电基地约3700万kW;霍林河煤电基地约1420万kW;宝清煤电基地约1200万kW;哈密煤电基地超过2000万kW;准东煤电基地约3168万kW;伊犁煤电基地约8700万kW;彬长煤电基地约1300万kW;淮南煤电基地约2500万kW。

## 3 水电可供应能力分析

### 3.1 水能资源及分布

我国水力资源非常丰富。根据2005年发布的我国水力资源复查成果<sup>[8]</sup>:我国大陆水力资源理论蕴藏量在1万kW及以上的河流共3886条,水力资源技术可开发装机容量5.42亿kW,年发电量2.47万亿kW·h,居世界首位。

我国水力资源地区分布不均衡,西部丰富,中、东部相对较少。其中,西南地区(四川、重庆、云南、贵州、西藏)是我国水力资源最为丰富的地区,技术

可开发量占全国的 66.7 %。

根据我国水力资源的分布特点,我国规划建设长江上游、金沙江、大渡河、雅砻江、乌江、南盘江红水河、澜沧江、黄河上游、黄河北干流、东北、湘西、闽浙赣、怒江 13 个大型水电基地,如图 3 所示。



图 3 我国十三大水电基地分布示意图(单位:MW)

Fig. 3 China's 13 hydropower bases distribution (unit: MW)

### 3.2 水电开发潜力

截至 2009 年年底,我国水电开发利用率仅为 34 %,其中,西南地区(四川、重庆、贵州、云南、西藏)的水电开发利用率仅为 18.3 %;西藏水电开发率仅为 0.003 %,是我国水电开发率最低的地区。与国外发达国家相比(水力资源平均开发程度在 60 % 以上),我国水力资源开发程度较低,未来开发潜力较大。

从十三大水电基地的开发情况看,长江上游、乌江、南盘江红水河、黄河上游及中游北干流、湘西、闽浙赣和东北水电基地 8 个水电基地开发程度较高;金沙江、雅砻江、大渡河、澜沧江和怒江 5 个水电基地开发程度较低,开发潜力较大,这些水电基地均分布在西南地区。

### 3.3 大型水电基地开发规划

2011—2020 年,西南水电开发规模可超过 1 亿 kW<sup>[9]</sup>,2020 年水电外送规模可达到 7 800 万 kW,其中,四川、西藏水电主要送华中、华东地区,云南水电主要送广东、广西地区。到 2030 年,全国除西藏外,其他地区水电基本开发完毕。

#### 3.3.1 西南水电

金沙江下游的向家坝(640 万 kW)、溪洛渡(1 386 万 kW)、白鹤滩(1 440 万 kW)、乌东德(870 万 kW)等大型水电站地处川滇交界,距离本省负荷中心较远,是最有条件实现外送的电源。华

东、华中地区市场潜力大,消纳水电能力较强。从一次能源平衡、输电距离和资源使用效率等因素综合分析,金沙江下游电站主送华中、华东地区。2015 年、2020 年金沙江下游送华东电网容量分别为 1 360 万 kW、2 260 万 kW,2020 年送华中东四省地区 1 840 万 kW。

四川省内雅砻江、大渡河、岷江等的水电开发,在满足四川省负荷发展需求的基础上,富余部分可送往重庆、华东和华中地区。2015 年、2020 年四川电网送华中东四省 400 万 kW、400 万 kW;送华东电网 400 万 kW、600 万 kW。2015 年雅砻江下游锦屏一、二级水电站及官地水电站水电打捆,以直流方式送华东容量 720 万 kW,2015 年四川凉山州地区水电汇集 400 万 kW,以直流方式送华中东四省。

#### 3.3.2 西藏水电

西藏水电 2030 年规划送出规模达 2 520 万 kW,其中,川渝电网 720 万 kW、华东电网 1 800 万 kW。

## 4 核能发电供应能力分析

### 4.1 铀资源及分布

#### 4.1.1 世界铀资源状况

国际原子能机构与经济合作与发展组织(OECD)发表联合调查报告,指出按照目前的开采速度,全球的铀矿还可供人类开采 85 年。如果使用快速反应堆技术,则这些铀矿可以使用 2 500 年。世界上探明的铀资源量主要分布于澳大利亚、巴西、加拿大、哈萨克斯坦、尼日尔、南非、美国、纳米比亚、乌兹别克斯坦 9 个国家,占全球已探明铀资源总量的 70.8 %。这其中又主要集中于澳大利亚、加拿大、哈萨克斯坦 3 个国家。据世界核协会统计的数据,2004 年世界天然铀产量的 80 % 以上都集中在国外的八大公司手中。

#### 4.1.2 我国铀资源基本情况

我国至今已探明大小铀矿 200 多个,矿石以中低品位为主,0.05 % ~ 0.3 % 品位的矿石量占总资源量的绝大部分,矿床规模以中小型为主(占总储量的 60 % 以上),探明的铀矿体埋深多在 500 m 以内。2003 年 OECD 公布的数据<sup>[10]</sup>:中国的铀资源量(成本低于 130 美元/kg 铀)为 7.7 万 t 铀,其中,成本低于 40 美元/kg 铀的储量约占 60 %,主要分布在江西、新疆、广东、辽宁等省,如图 4 所示。

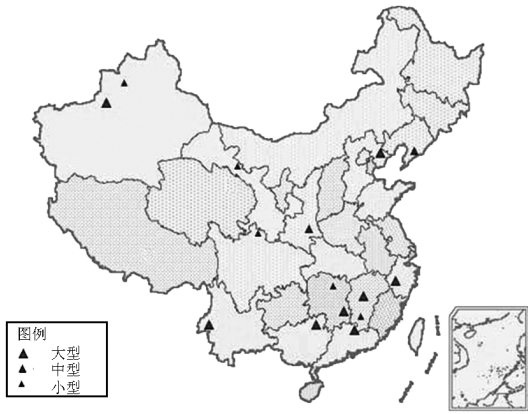


图4 我国铀矿资源分布图

Fig. 4 Uranium resource distribution in China

## 4.2 核电发展资源保障与厂址可得性情况评估

### 4.2.1 核燃料供应能力

近年来,通过加大国内勘探力度,我国每年新增储量远大于近中期核电对天然铀的消费量。我国尚有近50%的铀矿地质勘查可查面积,潜在总量较大,前景广阔。我国与主要产铀大国和主要铀业公司建立了长期友好的合作关系,在铀资源的海外勘查方面也开展了大量的前期工作。综合来看,通过加强铀资源勘探开发、加强国际合作、积极利用海外资源,天然铀供应不会成为我国核电大规模发展的制约因素。

### 4.2.2 厂址资源可得性

我国满足核电环境要求(包括人口分布、人口密度、工农业经济、军事设施、航线、可能的外部事件等)、适宜进行核电建设的地区分布较为广泛。当前我国已储备了一定规模的核电厂址资源,主要集中在浙江、江苏、广东、山东、辽宁、福建和广西等沿海省份。除沿海厂址外,湖北、江西、湖南、吉林、安徽、河南、重庆、四川、甘肃等内陆省(直辖市)也不同程度的开展了核电厂址前期工作。据不完全统计,我国已开工建设和通过可研审查的厂址资源已超过7000万kW;考虑备选厂址后,我国现有厂址资源可支撑核电装机1.6亿kW以上;通过进一步选址勘察,我国核电厂址资源可满足3亿~4亿kW的核电装机。

## 4.3 核电发展前景分析

核电的发展中尤其需要处理好技术路线、安全、经济性、资源等方面的关系,从国家整体能源与核电发展上统筹考虑。

按照规划,2020年,核电装机要达到8000万kW左右,江西、湖南、湖北、安徽与河南等内陆省份核电占到一定比例。2030年,核电总装机达到16000万kW左右,沿海发达地区和华东地区

新增电力装机以核电为主。中部地区(包括湖南、湖北、江西、河南等地)核电数量继续增加。2050年,核电装机容量争取达到40000万kW左右。随着电力供需形势的发展,以及我国对AP1000等先进第三代乃至第四代技术的掌握程度的推进,核电的发展空间将更加广阔。

## 5 非水电可再生能源发电可供应能力分析

### 5.1 风电

#### 5.1.1 风能资源及分布

我国风能资源十分丰富,但分布较为集中。我国陆地风能资源丰富区主要分布在两个地带<sup>[11]</sup>:一是北部地区(包括西北地区大部、华北北部、东北大部)风能资源丰富带,这些地区年平均风功率密度在 $150\text{ W/m}^2$ 以上的区域面积大,有效小时数达5000~6000h,是我国最大的成片风能资源丰富带;二是沿海风能资源丰富带,这一风能资源丰富带在陆上仅限于离海岸线2~3km范围内,可供风能资源开发利用的面积有限。另外,在内陆局部地区风能资源也较丰富,如图5所示。

#### 5.1.2 考虑开发约束条件下的开发潜力

根据对场址风能资源、工程地质、交通运输、施工安装及工程投资等条件的综合分析,预计2020年全国风电开发潜力为1.7亿kW,其中,七大基地(河北、蒙东、蒙西、吉林、江苏、酒泉、哈密)为1.4亿kW;2030年全国风电开发潜力为2.7亿kW,其中,七大基地为2.1亿kW。七大风电基地开发潜力如图6所示。

### 5.2 太阳能发电

#### 5.2.1 太阳能资源及分布

我国太阳能资源十分丰富,据估算<sup>[12]</sup>陆地表面每年接受太阳辐射能约 $1.47 \times 10^8$ 亿kW·h,约等于上万个三峡工程年发电量的总和。根据接受太阳辐射量的大小,全国大致上可分为五类地区。其中,一、二、三类地区年日照时数大于2200h,年辐射总量高于 $1390\text{ kW}\cdot\text{h/m}^2$ ,是我国太阳能资源丰富或较丰富的地区,面积较大,约占全国总面积的2/3以上。其中,西北的青藏高原、甘肃北部、宁夏北部和新疆南部等地区全年日照时数为3200~3300h,年辐射量在 $1860 \sim 2330\text{ kW}\cdot\text{h/m}^2$ ,相当于225~285kg标准煤燃烧所发出的热量,是我国太阳能资源最丰富的地区,具有利用太阳能的良好条件。我国太阳能资源分布如图7所示。

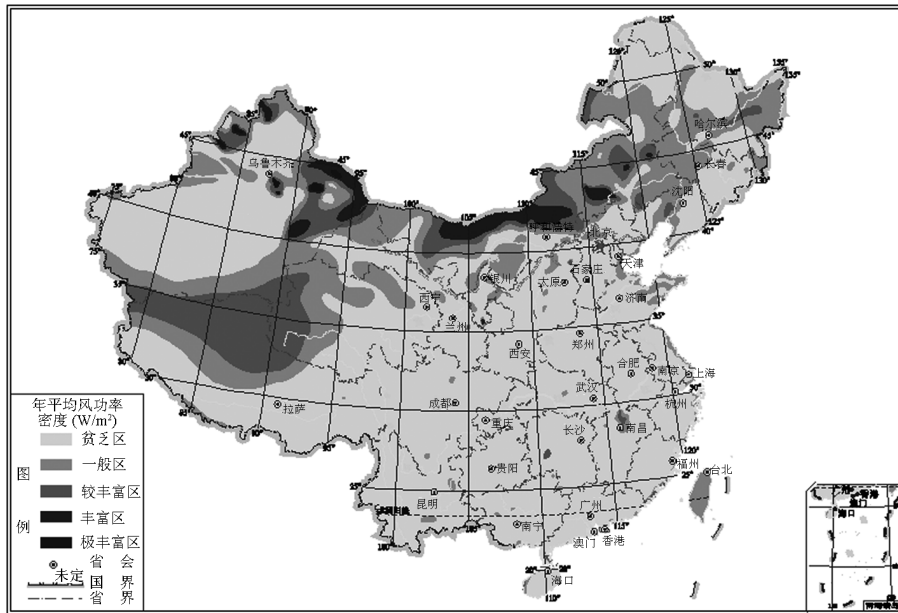


图5 我国风能资源区划分图

Fig.5 Partition of wind resources in China

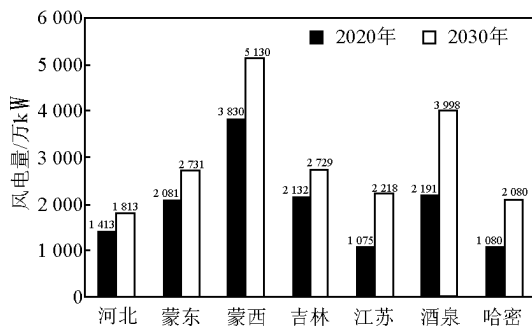


图6 七大风电基地开发潜力

Fig.6 Exploitation capacity of 7 large wind power bases

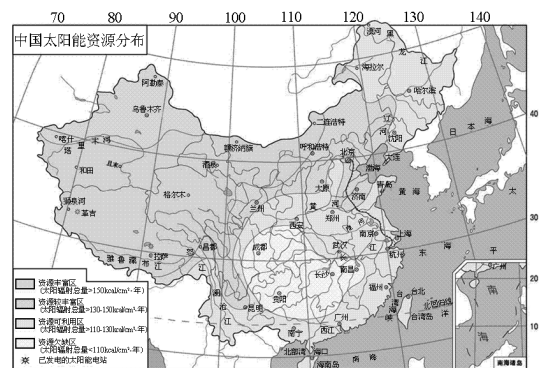


图7 我国太阳能资源分布图

Fig.7 Solar resource distribution in China

成本偏高是影响我国光伏发电规模化发展的主要因素,未来随着光伏发电技术逐步成熟,成本不断下降,其经济性将不断提高。预计2020—2030年光伏发电成本将大幅降低,进入规模化发展阶段。

### 5.3 生物质能发电

我国生物质能资源主要有农业废弃物、森林和林产品剩余物及城市生活垃圾等。据2006年资源数据,我国生物质资源折合约5.4亿tce,可用于生物质资源量约为2.8亿t;随着有机废弃物的增加和低产/边际土地的开发,估计2050年我国生物质资源最高可达14亿t,可供清洁能源化利用的生物质能资源潜力可达8.9亿tce。

生物质发电不具备资源和成本优势,应鼓励生物质发电技术的多样化发展。在规模上,根据原料

### 5.2.2 开发潜力

从资源的角度看,我国未来太阳能光伏发电的发展潜力巨大。我国具有大量的建筑物屋顶,在西北部太阳能资源富集地区具有大面积的荒漠荒地可用于太阳能开发。粗略估计我国现有建筑屋顶面积总计约400亿 $m^2$ ,假如1%安装光伏系统,可安装光伏发电装机容量为3550万~6620万kW,年发电量为287亿~543亿 $kW\cdot h$ 。我国荒漠化土地面积约264万 $km^2$ ,其中干旱区荒漠化土地面积逾250万 $km^2$ ,主要分布在光照资源丰富的西北地区。按利用我国戈壁和荒漠面积3%的比例计算,太阳能发电可利用资源潜力可达27亿kW,年发电量可达4.1万亿 $kW\cdot h$ 。

供应的可能性,以中小规模为主。我国生物质发电2020年装机规模大约为1 500万kW,2030年装机达2 000万kW后保持基本稳定,见表2。

表2 我国生物质能源可利用资源的潜力估算

Table 2 Estimated potential of available biomass resources in China

项目	亿 tce			
	2010年	2020年	2030年	2050年
1. 现有可用生物质资源潜力	2.8	2.8	2.8	2.8
2. 新增生物质能资源潜力	0.7	2.3	3.6	6.1
(1) 新增各类有机废弃物	0.6	1.7	2.2	2.7
(2) 现有低产林地增产量	0.05	0.3	0.7	1.37
(3) 新开发边际土地产量	0.05	0.3	0.7	2.0
生物质能资源潜力合计	3.5	5.1	6.4	8.9

## 6 天然气发电供应能力分析

### 6.1 天然气储量

据新一轮油气资源评价结果<sup>[12]</sup>,我国常规天然气资源量约为56万亿m<sup>3</sup>,可采资源量为22万亿m<sup>3</sup>,主要分布在塔里木、四川、鄂尔多斯、柴达木、松辽、东海、琼东南、莺歌海和渤海湾九大盆地。其中,塔里木、四川、鄂尔多斯三大盆地天然气资源丰富,资源量共计29.2万亿m<sup>3</sup>,占总资源量的52.3%。

我国未来勘探潜力大。利用翁氏旋回模型等方法预测了2050年前我国天然气探明地质储量增长趋势,如表3所示。

表3 我国天然气探明地质储量预测表

Table 3 Forecast of proved reserves of gas in China

探明地质储量	万亿 m <sup>3</sup>			
	2008—2020年	2020—2030年	2030—2050年	2008—2050年
常规天然气煤层气	6.5	6.5	10.5	23.5
新增探明地质储量				
煤层气新增探明地质储量	1.1	0.8	2	3.9

表4 2020—2050年我国发电装机情况

Table 4 Generation capacity of China during 2020—2050

年份	万 kW								
	合计	水电	抽蓄	煤电	燃气	核电	风电	太阳能	生物质等
2020年	176 200	34 400	5 000	103 400	5 900	8 000	16 000	2 000	1 500
2030年	248 700	43 000	9 000	132 700	9 000	16 000	30 000	7 000	2 000
2050年	322 000	45 000	12 000	130 000	13 000	40 000	50 000	30 000	2 000

### 6.2 供应能力

综合国内常规天然气、煤层气和海外资源引进供应情况总体来看,到2020年我国天然气供应量可达3 000亿m<sup>3</sup>左右,2030年为3 900亿m<sup>3</sup>,2050年为5 000亿m<sup>3</sup>,海外资源将成为我国天然气供给的重要组成部分,煤层气将成为重要的补充资源。根据系统优化测算,预计到2020年,燃气发电装机可达约5 200万kW;2030年,燃气发电装机可达约7 300万kW。

## 7 未来我国发电供应格局

立足我国一次能源供应的基本格局,未来20年甚至40年,构建“洁净煤发电+核电+可再生能源”的总体发电能源供应格局,是适合我国国情、满足资源和环境承受力的战略选择。2050年之前,煤电仍将是我国电力工业的主力电源,但煤电装机和发电量比重将呈大幅度下降趋势。

### 7.1 优化研究方法

优化电源结构的基本方法是以社会总体成本(指发电与跨区输电全社会总成本)最小为原则,确定合理的电源结构、布局、规模、时序和跨区电力交换规模、方向、方式,包括风电开发和消纳规模、方向、时序、方式。本方法也可以固定风电的开发规模,研究其布局、消纳市场、配套电源电网措施等。具体求解流程图如图8所示。

### 7.2 电源装机情况

为满足电力需求预测水平,全国发电装机总规模2020年约17.6亿kW,2030年约24.9亿kW,2050年约32.2亿kW。2020年、2030年、2050年的全国各类电源装机规模如表4和图9所示,装机比例如图10~图12所示。

2020—2050年各类电源新增发电容量情况如图13所示。

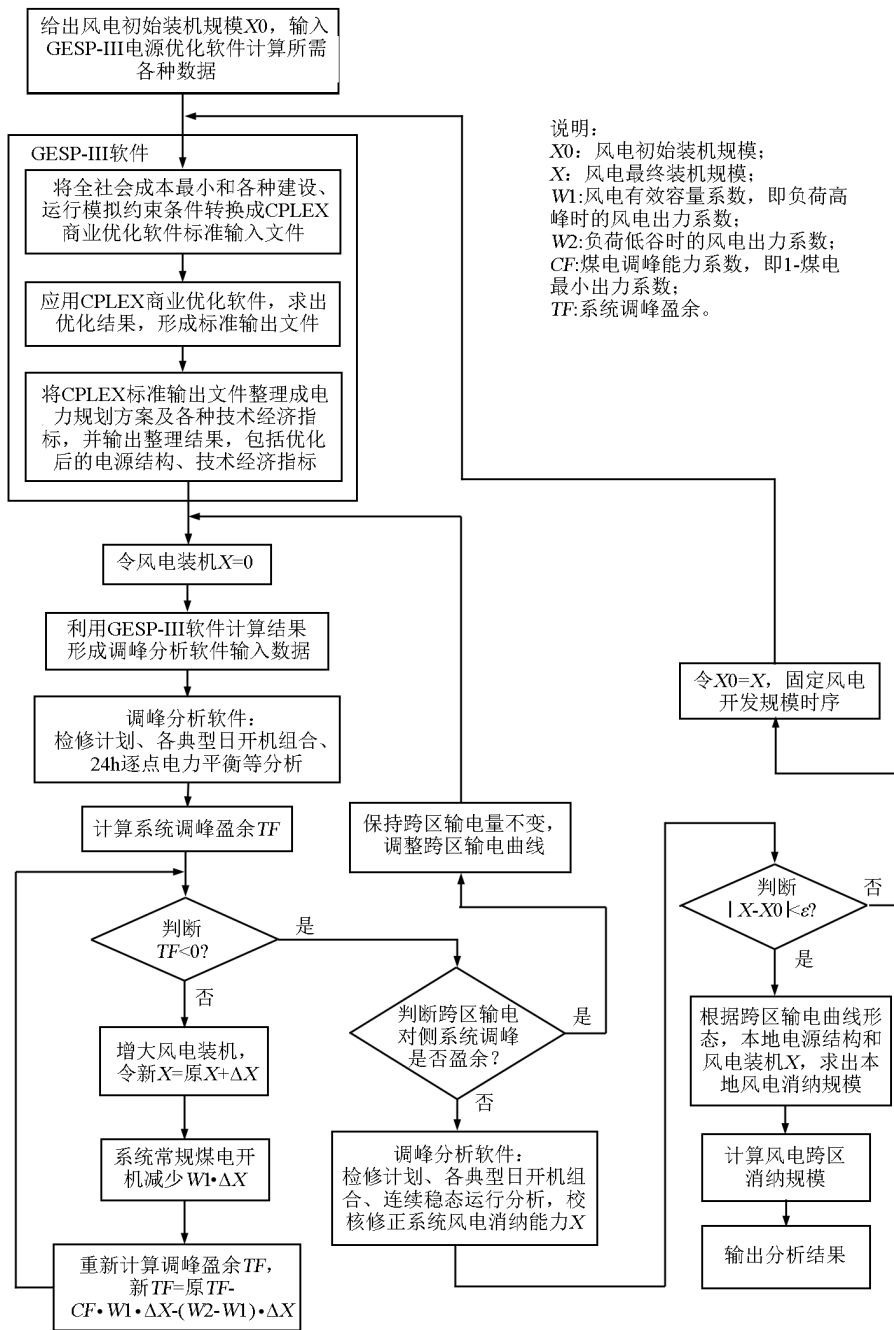


图8 电源结构及风电消纳能力分析示意图

Fig. 8 Flow chart of analyzing generation mix and wind power consumption

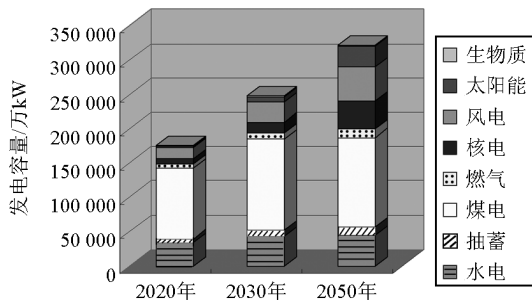


图9 2020—2050年我国发电容量  
总体规模

Fig.9 Generation capacity of China  
during 2020—2050

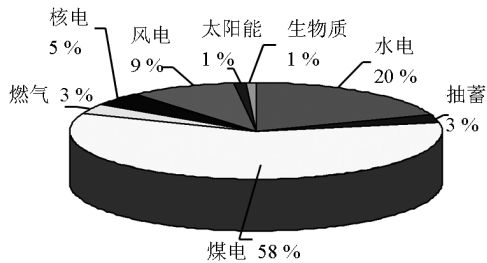


图10 2020年我国发电装机比例  
Fig.10 Generation mix of China in 2020

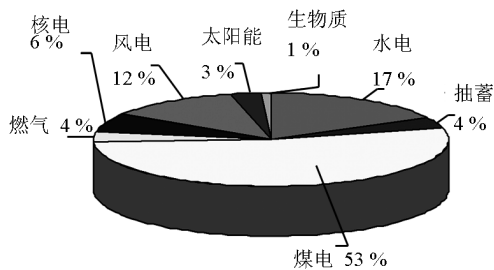


图11 2030年我国发电装机比例  
Fig.11 Generation mix of China in 2030

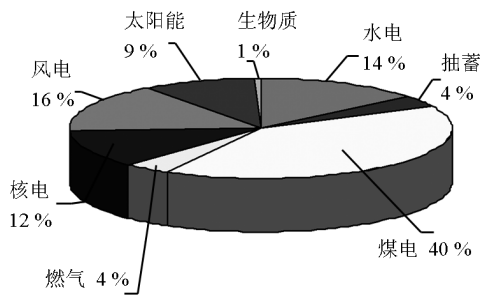


图12 2050年我国发电装机比例  
Fig.12 Generation mix of China in 2050

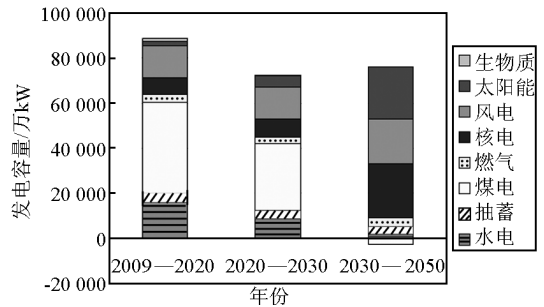


图13 2020—2050年新增发电容量  
构成情况

Fig.13 Newly added generation capacity  
during 2020—2050

通过上述分析可以看出,2030—2050年,风电、太阳能发电等非水电可再生能源发电以及核电所占比重大幅度上升,新增份额分别占到全国新增装机的58.7%和32.7%,成为新增发电的绝对主力。

### 7.3 各类电源发电量情况

未来全国各类电源发电量2020年约达到7.5万亿kW·h,2030年约10.0万亿kW·h,2050年约12.0万亿kW·h。2020年、2030年、2050年的全国各类电源发电量情况如表5和图14所示。

表5 2020—2050年我国各类电源发电量情况

Table 5 Electricity generated by different sources of China during 2020—2050

亿 kW·h

年份	合计	水电	煤电	燃气	核电	风电	太阳能	生物质等
2020年	75 000	12 000	50 800	2 100	6 000	3 200	300	600
2030年	100 000	15 100	61 800	3 200	12 000	6 000	1 100	800
2050年	120 000	15 800	54 300	4 600	30 000	10 000	4 500	800

预计到2020年,全国发电装机总容量中燃煤机组发电量比重由2006年的83%下降到67.7%,水电、核电及其他可再生能源(风能、生物质能及太阳能等)发电量由17%提高到29.5%,天然气发电量约占2.8%;2030年,水电、核电、气电及其他可再生能源(风电、太阳能和生物质能等)等非燃煤发电

装机的发电量所占份额上升到38%以上,煤电的发电份额下降到62%以下;到2050年,核电、水电、气电及其他可再生能源(风电、生物质能及太阳能等)机组的发电量所占份额上升到54%以上,煤电的发电份额下降到46%以下。



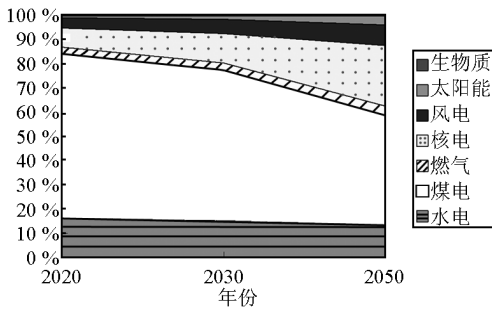


图 14 2020—2050 年我国各类电源发电量构成情况

Fig. 14 Share of electricity generated by different sources of China during 2020—2050

2020 年、2030 年和 2050 年,全国需要发电能源分别约为 25 亿、29 亿、38 亿 tce(按发电煤耗法折算),约占同期全国一次能源需求的约 50%~55%。电煤占各水平年煤炭供应能力的比重接近 70%。2020 年、2030 年、2050 年的全国各类电源消耗的一次能源情况如表 6 和图 15 所示。

从以上分析可见,按照以煤电为主逐步过渡到以核电和可再生能源发电为主的电源接替性发展技术路线,未来 20~40 年,我国电源结构将逐步实现优化和多元化,至 2050 年,煤电在发电能源中的比重可望下降到 50%左右。

#### 7.4 发电能源消耗情况

表 6 2020—2050 年我国各类发电能源消耗的一次能源情况

Table 6 Primary energy consumption by different sources of China during 2020—2050

年份	合计	水电	煤电	燃气	核电	风电	太阳能	生物质等
2020 年	24.85	3.68	17.44	0.65	1.83	0.97	0.10	0.18
2030 年	29.05	4.44	17.87	0.94	3.50	1.74	0.33	0.23
2050 年	37.48	4.53	18.71	1.32	8.55	2.85	1.29	0.23

亿 tce

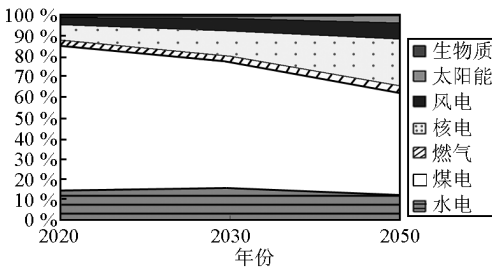


图 15 2020—2050 年我国发电能源需求及构成

Fig. 15 Share of primary energy consumption of different power sources of China during 2020—2050

来风电及核电的大规模发展将加大系统的调峰压力,需要加大抽水蓄能等调峰电源建设。同时,为保障能源和电力工业的协调可持续发展,必须转变电力发展方式,优化煤电布局,新增煤电主要在西部和北部产区布局,加快发展跨区特高压输电,实行输煤输电并举,以提高电煤供应保障度、降低电力供应总成本、优化利用全国环境资源、促进区域经济的协调发展。同时,“三北”地区风电基地需要与火电基地协调规划、联合输送,保证风电基地的大规模开发、高效率消纳、经济性输送。

2030—2050 年:除部分水电之外,核电、风电和太阳能发电成为满足新增发电需求的三大主力电源。同时,需要保障发电能源供应和电源布局合理、满足环保和应对气候变化等外部环境要求,最大限度地满足经济社会发展对电力供应的要求。

## 8 结语

未来 20~40 年是我国电力工业继续保持较快发展的重要时期,也是发电能力实现可持续发展的关键时期。我国水电、核电及风电等清洁能源发电将获得较快发展,在电力供应结构中所占比重不断提高。在 2030 年之前、2030—2050 年,每个阶段的发电能力各有侧重:

2030 年之前:我国核电及风电等新能源发电将获得较快发展,在电力供应结构中所占比重不断提高。由于风电出力通常具有反调峰特性,核电出于安全性和经济性的考虑而一般带基荷运行,因此未

### 参考文献

- [1] 中国电力联合会. 2009 年电力工业统计资料汇编[G]. 2010.
- [2] 中国电力联合会. 2010 年全国电力工业统计快报[R]. 2011.
- [3] 中国煤炭工业发展研究中心. 我国未来煤炭供应能力研究[R]. 2008.
- [4] 国家环境保护总局环境规划院. 我国发电环境空间研究[R]. 2006.
- [5] 国家发展改革委员会. 电力中长期发展规划(2004—2020 年)[R]. 2004.
- [6] 国网能源研究院. 输煤输电综合比较研究[R]. 2010.

- [7] 中国电力工程顾问集团公司. 我国主要煤炭产区燃煤电厂建设规模研究[R]. 2006.
- [8] 全国水力资源复查工作领导小组. 中华人民共和国水力资源复查成果(2003年)[R]. 2005.
- [9] 中国水电工程顾问集团公司. 西部水电基地开发和外送能力研究[R]. 2006.
- [10] IAEA. Uranium 2003, resources, production and demand[R]. 2004.
- [11] 国网能源研究院. 我国风电大规模开发若干重大问题研究[R]. 2010.
- [12] 国家能源局. 科学发展的2030年——国家能源战略研究报告(征求意见稿)[P]. 2009.

## Study of mid-long term power supply capacity in China

Bai Jianhua, Xin Songxu

(State Grid Energy Research Institute, Beijing 100052, China)

**[Abstract]** Considering energy resource reserves in China and relevant energy development policies, this paper comprehensively analyzed China's mid-long term power supply capacity, including supply capacities of coal-fired power, hydropower, nuclear power, wind power, solar power, biomass power and gas power. Based on this, with the objective of minimizing the total cost to society, it also optimized the mid-long term generation mix in China, and proposed the mid-long term generation arrangement.

**[Key words]** power supply capacity; mid-long term; generation mixture; generation arrangement