

综述与专论

我国能源结构及电力供需简析

王丽, 蔡春霞, 王忠臣, 何磊, 孙汉坤, 王连军, 尤扬, 施霞珍, 梅硕

(北京国寰天地环境技术发展中心有限公司, 北京 100029)

摘要:资源赋存特点决定了我国以煤炭为主的能源生产与消费结构, 现已形成了以煤炭为主体、电力为中心、石油天然气和可再生能源全面发展的能源供应格局, 基本建立了较为完善的能源供应体系。我国能源资源的分布和发电、用电负荷的分布极不均衡, 能源资源与能源需求呈逆向分布, 决定了能源和电力跨区域大规模流动的必然性。以燃煤为主要燃料的电力生产结构, 使得电力发展也存在结构和供需上的矛盾。煤炭在终端能源消费中所占比例过大引发的能源效率低下和一系列环境问题越来越受到重视。

关键词:能源结构; 电力供需; 分布不均衡; 跨区域流动

中图分类号: TM 344.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-8759(2014)02-0001-04

CHINA'S ENERGY STRUCTURE AND ELECTRIC POWER SUPPLY AND DEMAND ANALYSIS

WANG Li, CAI Chun-xia, WANG Zhong-chen, HE Lei, SUN Han-kun,
WANG Lian-jun, YOU Yang, SHI Xia-zhen, MEI Shuo

(Beijing GuoHuan TianDi Environmental Technology Development Center Co., Ltd.,
Beijing 100029, China)

Abstract: Resources characteristic determines that China's coal-dominated energy production and consumption structure, has formed a pattern of energy supply to the coal as the main body, power center, oil and natural gas and renewable energy development, basically established a relatively complete system of energy supply. China's energy resources distribution and power generation, electrical load distribution is extremely uneven, energy resources and energy demand was reverse distribution, decided the inevitability of large-scale cross-regional flows of energy and power. Electric power production structure to coal as the main fuel, the power development is the contradiction between supply and demand structure and the. The proportion of coal had more energy efficiency induced and a series of environmental problems and more attention in the terminal energy consumption.

我国拥有较为丰富多样的资源能源, 其中煤炭资源较为丰富, 保有量超过 10 000 亿 t, 剩余探明可采储量约占世界的 13%, 油气资源较为短缺, 石油年产量约为 1.6 亿 t, 预计可采储量为 118~158 亿 t, 开采年限仅为几十年^[1], 新能源和可再生能源(水电、太阳能、生物质能、风能、地热、海洋

能)潜力巨大^[2], 亟待开发。

煤炭作为能源结构的主体决定了电力的发展模式在很长一段时间仍将以煤电为主, 电力发展受能源供应牵制明显。我国能源分布北多南少, 西富东贫, 经济发达、人口集中的沿海地区缺少化石能源, 东南沿海城市越加强劲的电力需求和煤炭资源匮乏的供需矛盾使得西煤东输、西电东送成为能源和电力的主要流动方向。

1 全国能源结构及供需分析

1.1 能源生产结构

1990~2010 年中国能源生产总量和构成如表 1。

表 1 1990~2010 年中国能源生产总量和构成^③

年份	能源生产总量 (万吨标准煤)	占能源生产总量的比重/%			
		原煤	原油	天然气	水电、核电、风电
1990	103922	74.2	19.0	2.0	4.8
1991	104844	74.1	19.2	2.0	4.7
1992	107256	74.3	18.9	2.0	4.8
1993	111059	74.0	18.7	2.0	5.3
1994	118729	74.6	17.6	1.9	5.9
1995	129034	75.3	16.6	1.9	6.2
1996	133032	75.0	16.9	2.0	6.1
1997	033460	74.3	17.2	2.1	6.4
1998	129834	73.3	17.7	2.2	6.8
1999	131935	73.9	17.3	2.5	6.3
2000	135048	73.2	17.2	2.7	6.9
2001	143875	73.0	16.3	2.8	7.9
2002	150656	73.5	15.8	2.9	7.8
2003	171906	76.2	14.1	2.7	7.0
2004	196648	77.1	12.8	2.8	7.3
2005	216219	77.6	12.0	3.0	7.4
2006	232167	77.8	11.3	3.4	7.5
2007	247279	77.7	10.8	3.7	7.8
2008	260552	76.8	10.5	4.1	8.6
2009	274619	77.3	9.9	4.1	8.7
2010	296916	76.5	9.8	4.3	9.4

从表 1 可以看出,近 20 年来,我国能源生产大体可以分为三个阶段:第一阶段是 1997 年以前,能源生产处于缓慢增长阶段;第二阶段是 1998~2001 年,经济增长相对平缓,能源生产总量出现较大波动,能源增速放缓;第三阶段是 2001 年以来,我国能源供给能力明显增强,2010 年我国能源产量是 2001 年的 2.06 倍,能源产量实现翻番。

20 世纪 50 年代末至 60 年代初我国煤炭占能源生产总量的比重一直在 90%以上,此后逐年下降,从 2003 年开始维持在 75%左右,虽然 1999 和 2001 年其比重下降至 68%,但近几年煤炭占能源生产总量的比例又呈逐步回升态势,至 2010 年达到 76.5%;原油生产比例正逐步下降,已由 1990 年的 19%下降至 2010 年的 9.8%;天然气和水电生产所占比重正不断上升,这说明我国的能源结构在向清洁能源方向发展,但变化十分缓慢。

可以看出,我国能源生产长期以煤炭为主,虽然目前正在加紧开发和利用可再生能源和新能源,但是预计“十二五”期间煤炭仍将是我国最大的能源资源。

1.2 能源消费结构

1990~2010 年中国能源消费总量和构成如表 2。

表 2 1990~2010 年中国能源消费总量和构成^④

年份	能源生产总量 (万吨标准煤)	占能源生产总量的比重/%			
		原煤	原油	天然气	水电、核电、风电
1990	98703	76.2	16.6	2.1	5.1
1991	103783	76.1	17.1	2.0	4.8
1992	109170	75.7	17.5	1.9	4.9
1993	115993	74.7	18.2	1.9	5.2
1994	122737	75.0	17.4	1.9	5.7
1995	131176	74.6	17.5	1.8	6.1
1996	135192	73.5	18.7	1.8	6.0
1997	135909	71.4	20.4	1.8	6.4
1998	136184	70.9	20.8	1.8	6.5
1999	140569	70.6	21.5	2.0	5.9
2000	145531	69.2	22.2	2.2	6.4
2001	150406	68.3	21.8	2.4	7.5
2002	159431	68.0	22.3	2.4	7.3
2003	183792	69.8	21.2	2.5	6.5
2004	213456	69.5	21.3	2.5	6.7
2005	235997	70.8	19.8	2.6	6.8
2006	258676	71.1	19.3	2.9	6.7
2007	280508	71.1	18.8	3.3	6.8
2008	291448	70.3	18.3	3.7	7.7
2009	306647	70.4	17.9	3.9	7.8
2010	324939	68.0	19.0	4.4	8.6

从表 2 中可以看出,我国近 20 年能源消费总量呈上升趋势,消费结构一直以煤炭为主,煤炭消费比例保持在 2/3 以上。2010 年我国能源消费总量 32.49 亿 t 标准煤,同比增长 5.97%。其中,煤炭消费量 22.96 亿 t,增长 6.35%。我国能源生产形成的以煤炭为主的生产体系,决定了其消费体系也必然长期以煤炭为主。

近年来,我国能源生产和消费总量均快速增长,但消费量大于生产量,供需出现缺口,并呈逐渐增大的趋势。其中原煤生产比例保持稳定略有增长,由于总量的快速增长,原煤的生产和消费量增幅也较大。相比较而言,原油生产比例逐年下降,但消费比例保持稳定,并且原油的消费水平始终高于原油的生产水平,因此缺口逐年增大。

我国能源的供需结构不平衡,其中,原煤自给率基本保持稳定,产销差在平衡水平上下波动;随着原油消费量的持续升高,原油产销差不断上升,自给率下降较快,进口依赖不断加大。

1.3 资源能源分布

全国各种能源资源在地域分布上都具有不同程度的不平衡性,主要有以下特点:

煤炭资源主要赋存在华北、西北地区。昆仑-秦岭-大别山一线以北的北方省区煤炭资源量之和占全国总量的 93.08%;中国水能资源 70%集中在西南地区,中南和西北为次,华北、东北和华东

地区所占比例很小;石油、天然气资源主要赋存在东、中、西部地区 and 海域。

中国主要的能源消费地区集中在东南沿海经济发达地区,资源赋存与能源消费的地域矛盾,形成了现在大规模、长距离的北煤南运、北油南运、西气东输、西电东送的能源流向格局。

2 全国电力供需现状分析

2.1 电力生产结构

2.1.1 电源结构

到 2010 年底,全国发电装机容量达到 96 219 万 kW,其中火电占总容量 73.44%;水电(含抽水蓄能电站)占总容量 22.18%;核电约占总容量的 1.12%;并网风电约占总容量的 3.23%^[3]。2010 年全国电力装机结构比例如图 1 所示。

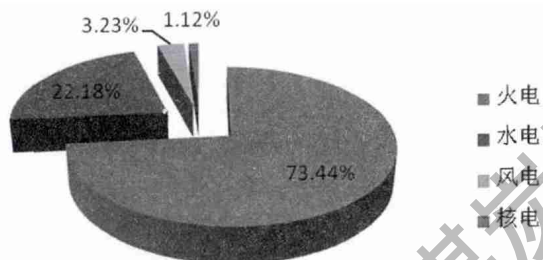


图 1 2010 年全国电力装机结构比例(设备装机容量)

2.1.2 发电结构

根据 2010 年中电联统计数据,2010 年,全国全口径发电量 42280 亿 kWh。其中,火电占全口径发电量的 80.76%,比上年下降 1.05 个百分点;水电占全口径发电量的 16.23%,比上年提高 0.70 个百分点;核电占全口径发电量的 1.82%,比上年下降 0.09 个百分点;风电占全口径发电量的 1.18%,比上年提高 0.43 个百分点。“十一五”期间,火电发电量所占比重从 2005 年的 81.83%上升到 2007 年的 83.34%后下降到 2010 年的 80.76%;风电发电量所占比重从 2005 年的 0.07%上升到 2010 年的 1.18%^[3],带动水电、核电和风电等清洁能源发电量比重明显提升^[4]。2010 年全国发电结构比例如图 2 所示。

2.1.3 电网现状

目前,我国电网已基本实现全国互联,东北~华北通过高岭背靠背工程实现异步联网,华北~华中通过 1000kV 交流联网,形成了华北~华中大同步电网;华中电网与华东电网通过葛洲坝~南桥、龙泉~政平和宜都~华新直流工程实现异步联网;

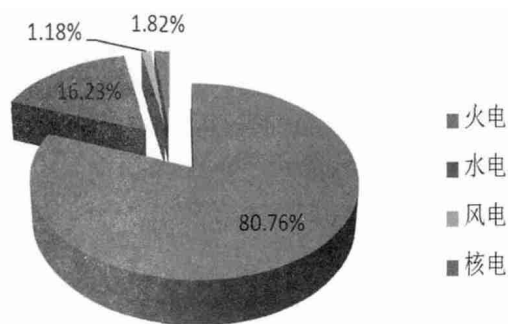


图 2 2010 年全国发电结构比例(发电量)

华中电网和南方电网通过三峡~广东直流实现异步联网;西北与华中电网通过灵宝直流背靠背工程实现异步联网。全国形成东北、华北~华中、华东、西北、南方五个主要同步电网。

2.2 电力消费结构

2.2.1 用电结构

随着我国宏观调控政策的不断实施,国民经济将保持一个较高的增长水平,电力需求也将继续保持一定的增长。2010 年,第一产业用电量 984 亿 kWh,占全社会用电量的 2.35%，“十一五”期间年均增长 5.44%;第二产业受国家宏观调控政策影响显著,用电增速下降幅度较大,是全社会用电量下半年增速回落的最主要动力,全年用电量 31318 亿 kWh,占全社会用电量的 74.7%，“十一五”期间年均增长 10.91%;第三产业及城乡居民生活用电量总体保持稳定增长,但受天气影响明显,全年用电量分别为 4497 亿 kWh 和 5125 亿 kWh,分别占全社会用电量的 10.73%和 12.22%，“十一五”期间年均分别增长 12.25%和 12.65%。与 2005 年比较,第二产业用电比重略有下降,第三产业与城乡居民生活用电比重有所上升。2010 年全国电力消费结构如图 3 所示。

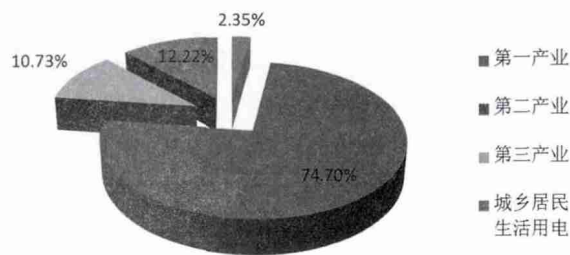


图 3 2010 年全国电力消费结构(用电量)

2.2.2 电力消费弹性系数

2001~20010 年全国电力消费弹性系数如图 4 所示。

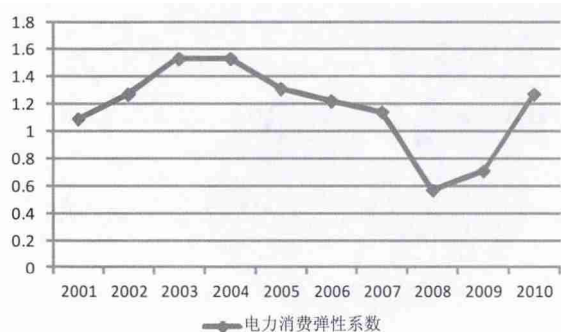


图4 2001~2010年全国电力消费弹性系数

从图4可以看出,2001~2007年全国电力消费总量增长均大于经济增长速度,2008年电力消费总量增速放缓并低于经济增长速度,2009年由于工业用电回升大,电力弹性系数有所回升,2010年电力消费弹性系数回升至1.27,电力消费需求旺盛。

3 我国能源结构和电力供需存在的主要问题

3.1 我国能源生产和消费结构单一

以煤炭为主的资源能源赋存特点决定了中国以煤炭为主的能源生产与消费结构。

3.2 能源运输成本高

能源赋存与消费需求的地域差,形成了现在大规模、长距离的北煤南运、北油南运、西气东输、西电东送的能源流向格局。

3.3 电力供需矛盾突出

随着经济的不断发展,对电力的需求压力日益显著,电力生产量和需求量的矛盾凸显。

3.4 发电能源资源制约日趋严重,加快优化煤电发展

由于中国电力结构主要以火电为主,电力发展和煤炭产量息息相关,煤炭的生产能力成为制约中国电力发展的重要因素。根据我国能源资源特点,以煤炭为主体、电力为中心的能源结构在未来相当长的历史时期内还无法改变。燃煤机组的发电量占我国总发电量的比例大体为80%。要大幅降低燃煤发电的比例在较长的时间内是很困难的。基于此特点,我国电力结构的调整,在加大水电、核电和其他可再生能源比重的同时,更应当关注煤电的优化发展。

3.5 电力输送压力大

由于电力生产和消费地域的分布差异,造成

了电能的大规模、长距离输送。我国发电能源资源的分布和用电负荷的分布极不均衡。一方面,80%的水能资源分布在西部地区,煤炭资源保有储量的76%分布在新疆、内蒙古、山西、陕西等北部地区,陆地风能主要集中在西北、东北、华北北部等地区;另一方面,东部沿海和京广铁路沿线以东地区经济发达,用电负荷约占全国的三分之二,发电能源资源却严重不足。能源资源与能源需求呈逆向分布,决定了能源和电力跨区域大规模流动的必然性。

3.6 电力产业发展带来环境问题

煤炭作为我国电能生产的主要燃料来源,燃煤电厂排放的SO₂等大气污染物及其对大气环境的影响尤为引起关注。2010年全国工业企业排放SO₂总量1705.45万t,其中电力、热力生产供应企业排放SO₂2899.79万t^[3],占全部行业的52.76%,贡献比例超过50%。

4 能源结构与电力供需发展建议

4.1 优化能源结构

优化现有能源结构主要可以通过两种方式改变能源结构,减少环境代价:

(1)改变以煤为主的能源结构;

(2)在以煤为主的能源消费方式上,发展多元化的能源供应,尤其是可再生能源和新型清洁能源的利用。

4.2 优化电力发展模式

根据能源优化发展的思路,电力结构优化旨在改变原有以煤电为主要燃料能源的发电模式,加大水电、核电和其他可再生能源发电的比重。优化电源结构的同时,优化煤电技术管理,提高煤电燃烧效率,加强环境污染排放控制,在解决能源供需矛盾的同时,减少燃煤发电对环境的影响。

5 结论

根据我国能源资源特点,以煤炭为主体、电力为中心的能源结构在未来一段时期内还无法改变。在能源与电力供需问题中,能源结构问题无疑处于核心地位,作为电力生产的主要燃料来源,煤炭的供应成为了电力发展的制约因素,能源和电力的供需矛盾在很长一段时间内都将存在,能源资源与能源需求呈逆向分布,决定了能源和电

(下转第8页)

[13] Roger Matta, Khalil Hanna, Serge Chiron .Fenton-like oxidation of 2, 4, 6-trinitrotoluene using different iron minerals [J]. Science of the Total Environment, 2007, 385: 242–251.

[14] Marcio Barreto-Rodrigues, Flávio T. Silva, Teresa C.B. Paiva. Combined zero-valent iron and fenton processes for the treatment of Brazilian TNT industry wastewater [J]. Journal of Hazardous Materials, 2009, 165:1224–1228

[15] Huang Jun, Tang Wanying , Zhou Shenfan . Preliminary study on the treatment of TNT redwater by wet peroxide oxidation under normal pressure [J]. Chinese Journal of Explosives and Propellants, 1998, 4 (3): 482–501.

[16] Chang Shuangjun, Liu Yucun. Degradation mechanism of 2,4,6-

trinitrotoluene in supercritical water oxidation [J]. Journal of Environmental Sciences, 2007,19 (12):1430~1435.

[17]Dimitrios Kalderis, Steven B. Hawthorne, Anthony. A. Clifford, Evangelos Gidaracos.Interaction of soil, water and TNT during degradation of TNT on contaminated soil using subcritical water [J]. Journal of Hazardous Materials, 2008, 159: 329–334

[18] Hundal L S,Singh J, Bier E L,et al.Removal of TNT and RDX from water and soil using iron metal [J].Environmental Pollution, 1997,97(1-2):55–64.

[19] Zhang Xin, Lin Yu-man, Chen Zu-liang.2, 4, 6-Trinitrotoluene reduction kinetics in aqueous solution using nanoscale zero-valent iron [J].Journal of Hazardous Materials, 2009, 165: 923–927.



(上接第 4 页)

力跨区域大规模流动的必然性。同时,煤炭在终端能源消费中所占比例过大引发的能源效率低下和一系列环境问题也越来越受到重视。基于此点,我国能源结构优化迫在眉睫,应鼓励新能源、可再生能源和清洁能源发展,电力结构的调整在加大水电、核电和其他可再生能源比重的同时,更应当关注煤电的优化发展。

参考文献



(上接第 16 页)

[4] Younger P L. Coalfield abandonment: geochemical processes and hydrochemical products [J]. Nicholson K., Energy and the Environment. Geochemistry of Fossil, Nuclear and Renewable Resources. Society for Environmental Geochemistry and Health. McGregor Science, Aberdeenshire, 1998:1–29.

[5] Younger P L. Predicting temporal changes in total iron concentrations in groundwaters flowing from abandoned deep mines: a first approximation[J]. Journal of Contaminant Hydrology, 2000,44(1):47–69.

[6] Adams R, Younger P L. A strategy for modeling ground water rebound in abandoned deep mine systems [J]. Ground Water, 2001,39

[1] 邹璇.能源结构优化与经济增长[J],经济问题探索,2010,(7):33.

[2] 王庆一.中国能源资源状况评析(上)[R],节能与环保,2008,(5):12.

[3]《2011 年中国统计年鉴》[M].中国统计出版社,2011.

[4] 倪维斗,我国的能源问题与对策[J].宁波大学学报(人文科学版),2009(1):5–8.

[5] 董维武编译.世界煤炭生产与消费趋势[J].中国煤炭,2006 (12):76–78.

[6] 付融冰.中国能源的现状[J].能源环境保护,2005 (1):8 –12.

[7] 曹新.中国能源结构调整探讨[J].中国国情国力,2009(4):13–15.

[8] 虎维岳,闫兰英.废弃矿井地下水污染特征及防治技术 [J]. 煤矿环境保护,2000(04):37–38.

[9] 周建军,虎维岳,刘英锋.废弃矿井含水介质场特征和水流运动特征分析[J].煤炭科学技术,2011(01):107–110.

[10] 周建军,虎维岳,侯大勇.废弃矿井地下水淹没过程的水流与水位数值模拟[J].煤田地质与勘探,2011(04):28–31.

[11] 冯美生.废弃煤矿对地下水污染研究[D].辽宁工程技术大学,2007.

[12] 刘埔,孙亚军.闭坑矿井地下水污染及其防治技术探讨[J].矿业研究与开发,2011(04):91–95.



(上接第 19 页)

[2] 王锦,赵玲,毛维东,等.膜法处理淮南矿区矿井水的试验研究[J].能源环境保护,2009,23(4):19–21.

[3] 汤芳,孙迎雪,石晔,等.污水再生处理微滤-反渗透工艺经济分析[J].环境工程学报,2013,7(2):417–421.

[4] 毛维东,周如禄.矿井水反渗透处理系统设计要素[J].辽宁工程技术大学学报(自然科学版),2013,32(7):916–919.

[5] 潘献辉,阮国岭,赵河立,等.天津反渗透海水淡化示范工程(1000m³/d)[J].中国给水排水,2009,25(2):73~77.

[6] 侯铮斐,任虹,彭乙雪,等.膜分离技术在食品精深加工中的应用[J].食品科学,2012,33(13):287–291.

[7] 于鲁冀,唐敏,刘培,等.超滤-反渗透集成膜技术深度处理酒精废水[J].环境科学与技术,2012,35(7):82~85.

[8] 王建泰,李天增,苏宏,等.反渗透处理尾矿废水脱盐率的影响因素研究[J].工业水处理,2009,29(2):32~34.

[9] 陈益棠,陈雷.高回收率反渗透-纳滤海水淡化成本[J].水处理技术,2004,30(5):251~254.

[10] 任建新.膜分离技术及其应用[M].北京:化学工业出版社,2003.