

# 中国经济发达地区能否率先实现节能减排目标

——以江苏省为例

尹敬东<sup>1</sup>, 王菲<sup>2</sup>

(1. 南京财经大学 经济学院, 江苏 南京 210023; 2. 国金证券股份有限公司, 上海 200120)

**摘要:** 中国经济发达地区能否率先实现节能减排目标, 对中国实现节能减排的目标具有重要意义, 论文以东部经济发达的省份江苏省为例, 通过建立 LEAP—Jiangsu 模型, 设置基准情景和政策模拟情景, 并根据江苏省的实际情况设置情景参数, 测算了 2015—2050 年江苏省能源需求量和碳排放。结论是, 江苏在节能减排方面的贡献与全国节能减排的动态趋势基本一致, 难以做到率先达标。综合情景下江苏省能源需求总量在 2040 年达到峰值, 消耗 7.1 亿吨标准煤, 比基准情景同比减少 6.275 亿吨; CO<sub>2</sub> 排放量呈现先增长后下降的趋势, 在 2030 年达到峰值, 为 0.78 亿吨, 比基准情景下的排放量同比减少 0.5 亿吨。

**关键词:** LEAP 模型; 情景分析; 节能减排

**中图分类号:** F206      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1672-6049(2016)03-0018-08

## 一、引言

国际能源署(IEA)的数据显示, 中国在 2009 年就已超越美国成为世界上最大的能源消费国, 国内能源供不应求, 能源对外依存度不断提高。以煤炭消费为主的能源消费结构, 中国同时是世界上最大的碳排放国, 据国际能源署数据和相关资料, 2013 年碳排放量占全球总量的 27.7%, 比美国高出 13.3%。

根据 2014 年中美签署的《中美气候变化联合声明》, 美国计划于 2025 年实现在 2005 年基础上减排 26%—28% 的减排目标, 争取减排 28%, 中国计划于 2030 年左右二氧化碳排放达到峰值, 并计划到 2030 年非化石能源占一次能源消费比重提高到 20% 左右。

中国能否实现节能减排目标, 并在 2030 年左右二氧化碳排放达到峰值, 发达地区率先实现

减排达标是关键。江苏省作为中国东部沿海经济最发达的地区之一, 加工业在全国乃至全球具有举足轻重的地位, 2013 年全省规模以上工业企业主营业务收入达 13.23 万亿元, 同年全国规模以上工业企业主营业务收入为 102.91 万亿元, 略低于山东, 位列全国第二, 占全国规模以上工业企业主营业务收入的比重为 12.86%。研究预测未来江苏中长期能源消耗和碳排放的可能情景具有十分重要的意义, 基于此, 本文以 LEAP 模型情景预测作为工具, 系统分析影响能源消费的驱动因素, 包括国民经济增长、人口规模变化、产业结构调整、城镇化率等, 覆盖了江苏省终端能源消费部门和加工转换部门两大核心部门, 并涵盖了江苏省能源平衡表中所列的能源品种, 结合不同政策措施可能导致的节能减排效果, 模拟了江苏省在 2015 年至 2050 年间的能源

收稿日期: 2016-04-20

基金项目: 本文获“江苏高校优势学科建设工程资助项目”(PAPI); “南京财经大学预研项目”(项目编号: YJDXW10001) 资助。

作者简介: 尹敬东(1964—), 男, 安徽安庆人, 南京财经大学经济学院教授, 研究方向为环境与经济增长; 王菲(1989—), 女, 国金证券股份有限公司职员。

消耗和二氧化碳排放动态,验证了江苏省是否能够顺利完成《中美气候变化联合声明》的节能减排目标。

LEAP 模型系长期能源规划模型(the Long-range Energy Alternatives Planning System, LEAP),是由瑞典斯德哥尔摩环境研究所与美国波士顿大学共同研发,是基于情景分析的静态能源—环境计量经济学建模平台。以能源需求、消费和环境影响为研究对象,通过数学建模来模拟各情景,并对情景方案进行详细的经济、环境分析,应用范围广泛。尤其是随着计算技术的发展和各国环境数据库的建立,LEAP 模型不仅适用于宏观层面的能源—环境—经济增长互动研究,也适用于具体行业的能源消耗的情景研究。LEAP 模型作为预测工具能够对中长期能源供应与需求做出推测;作为政策分析工具,能够模拟与分析可替代能源项目、投资等政策的经济与环境效应,特别是能用以对国家和城市中长期能源环境规划,可用来预测在不同驱动因素的影响下,全社会中长期的能源供应与需求,并分析能源在国民经济系统流通过程中产生的大气污染物以及温室气体排放情况<sup>[1]</sup>。

基于 LEAP 模型,国内对能源前瞻性问题有诸多研究。迟春洁(2004)<sup>[2]</sup>等应用情景分析方法和 LEAP 模型的计算,对中国可供选择的能源供需前景进行了探讨;陈长虹(2005)<sup>[3]</sup>以上海市为研究对象,利用 LEAP 模型通过设置不同情景对上海市能源消费和大气污染排放量进行预测,研究发现情景中的低碳经济不仅能够缓解能源消费紧张而且对环境质量的改善有显著的作用;常征(2012)构建了 LEAP-Shanghai 模型,测算结果显示,不论是基准情景下的惯性发展,还是减排情景和强化减排情景下的多政策干预,上海能源消费总量与碳排放总量均呈上升趋势,在中短时期内仍难以逆转;Huang 等(2010)<sup>[4]</sup>应用 LEAP 模型预测了台湾中长期能源需求与供应;遆曙光(2010)<sup>[5]</sup>基于 LEAP 模型构造了河南省 2005—2030 年居民生活能源与环境模型 LEAP—Henan,设置不同的情景和参数,模拟了河南省城乡居民生活能源需求和环境负荷,结果表明政策执行力度及技术推广程度对能源需求量及能源结构有较大影响;Zhao 等(2011)<sup>[6]</sup>应用 LEAP 模型和情景分析的方法勾勒了中国实

施低碳经济的未来发展情景;陈俊武、陈香生(2011)<sup>[7]</sup>讨论了我国碳减排的拐点,认为 2025 年是应该争取的目标,但挑战不小;于灏、张贤(2013)<sup>[8]</sup>构建了 LEAP-BJ 模型,在对经济发展的基本参数进行合理设定后,基于北京市颁布的一系列有关节能减排规划方案,设定了基准情景和政策情景等四个子情景,模拟了不同情景的排放结果;吕明元、王洪刚(2016)<sup>[9]</sup>运用自回归分布滞后模型对京津冀产业结构生态化与能源结构的关系进行实证分析,认为产业结构高级化水平对能源消费结构影响大;对经济发达的广东,陈红蕾、覃伟芳、吴建新(2013)<sup>[10]</sup>认为实现产业结构转型升级,优化能源消费结构是提高全要素生产率、实现低碳发展的关键。

相关研究对勾勒我国和区域能源消耗与碳排放可能的效应提供了有价值的测量,并构成了本文的研究基础,相对而言,本文侧重于探讨将区域能源消耗和碳排与对我国未来碳排放的政策愿景和政策相联系的含义。

本文余下的部分内容如下,第二部分介绍 LEAP 模型研究进展和相关的研究,第三部分是江苏 LEAP—Jiangsu 模型的建立,第四部分是基于 LEAP—Jiangsu 模型的情景结果和分析,最后是结论。

## 二、江苏 LEAP—Jiangsu 模型

### (一) 模型结构

根据 LEAP 模型原理和江苏省经济发展状态,我们构建江苏 LEAP—Jiangsu 长期能源规划模型,模型中的部门、能源品种和参数的选择均由江苏省的实际情况确定,部门覆盖了江苏省终端能源消费部门和加工转换部门两大核心部门,能源品种基本涵盖了江苏省能源平衡表中的能源品种,采用 2012 的数据进行建模,基准年是 2012 年,情景年是 2015 年至 2050 年;经济系统的驱动因素包括 GDP 增长率、人口规模、产业结构、城镇化率。

部门具体包括农业、工业、交通运输业、商用服务业和居民生活五个终端能源消费部门以及一个加工转换部门。在五个终端能源消费部门中,工业是排除能源加工转换部门剩下的其它工业部门;交通运输业包括客运和货运两个部门;商用服务业包括第三产业中的批发零售、住宿餐饮、金融业以及房地产;居民生活包括城镇和乡

村两个部门;加工转换部门包括发电、炼油、炼焦、供热及输配损失五个部门,每个部门又细分为加工转换方式和能源产出两部分。其中,发电部门细分为煤炭发电、天然气发电、核电、风电、水电和生物质发电;炼焦部门细分为原煤炼焦和洗精煤炼焦;供热部门细分为原煤供热和洗精煤供热。

能源品种分一次能源和二次能源两大类,一次能源主要包括原煤、洗精煤、原油、天然气、汽油、煤油、柴油、液化石油气等。如图 1。

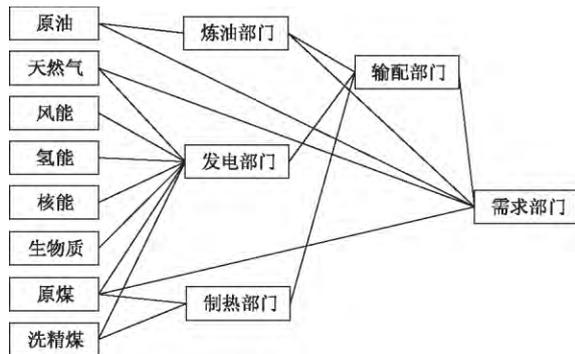


图 1 LEAP—Jiangsu 模型结构

LEAP 模型要求终端部门的能源需求总量等于可供消费的能源供应与加工转换产出量之和。终端能源需求部门、加工转换部门和碳排放的运行机制如下:

1. 终端能源需求部门

终端能源需求部门的经济活动水平和能源强度的影响因素 根据各部门的实际情况具体确定,具体如下:

(1) 农业、工业、建筑业以及商用服务业的经济活动水平选择部门增加值,主要受 GDP 与产业结构影响;能耗强度主要受终端用能设备及其技术进步率的影响。

(2) 交通运输业包括客运部门和货运部门两个部门,经济活动水平分别选择客运量和货运量,分别受人口规模、GDP 和交通运输业结构影响;能耗强度主要受居民出行方式的转变、终端用能设备及其技术进步率的影响。

(3) 居民部门包括城镇部门和农村部门两个部门,经济活动水平分别选择城镇人口和农村人口,均受人口规模的影响;能耗强度主要受终端用能设备的技术进步率以及居民生活观念与生活方式的变化所影响。

部门的能源需求量根据部门经济活动水平、能源消费品种以及单位活动水平的能源强度计算:

$$EC_k = \sum_i AL_{k_i} \times EL_{k_i} \quad (1)$$

其中  $EC$  为该终端部门的能源需求量;  $AL$  为部门活动水平;  $EL$  为单位活动水平的能源需求量,即能耗强度;  $k$  为能源类型;  $i$  为活动部门。

2. 加工转换部门效率参数

加工转换部门以终端能源需求部门的需求为准,对一次能源进行加工转换得到二次能源,部门包括能源“投入—产出”和“输配损失”两个子部门。除了部分一次能源和外部调入的二次能源直接输送到终端能源需求部门,其余的能源均由加工转换部门加工转换后得到二次能源,再供终端能源需求部门使用。

(1) “投入—产出”部门运算公式:

$$I_i = O_i / Ef_i \quad (2)$$

其中  $I_i$  为  $i$  种燃料的加工投入量;  $O_i$  为  $i$  种燃料的加工产出量;  $Ef_i$  为  $i$  种燃料的加工转换效率。

(2) “输配损失”部门运算公式:

$$Ef_i = 1 - LO_i \quad (3)$$

其中  $LO_i$  为  $i$  种能源在输送分配过程中的损失率。

表 1 转换部门转换效率值

部门	子部门	转换效率值
发电部门	煤炭发电	40.78
	天然气发电	35.00
炼焦部门	原煤炼焦	77.00
	洗精煤炼焦	77.00
供热部门	原煤供热	83.06
	洗精煤供热	83.06
炼油部门	—	95.26

表 2 输配部门输配损失

部门	子部门	输配损失率
输配部门	电力	6.87
	热能	4.14
	汽油	0.21
	LPG	0.29

资料来源:表 1 和表 2 的数据根据 2012 年江苏省能源统计年鉴数据计算。

3. 碳排放计算

(1) 终端能源消费部门的碳排放计算方

式为:

$$CES = \sum_i EC_{k,i} \times EF_{k,i} \quad (4)$$

其中  $CEC$  为终端能源使用部门碳排放总量;  $EF_{k,i}$  为第  $i$  种部门第  $k$  种燃料的单位碳排放量。

(2) 加工转换部门的碳排放计算方式为:

$$CEC = \sum_s I_{k,s} \times EF_{k,s} \quad (5)$$

其中  $CEC$  为加工转换部门碳排放总量;  $EF_{k,s}$  为第  $s$  种部门第  $k$  种燃料的单位碳排放量。

各种能源折标准煤参考系数采用综合能耗计算通则(GB/T2589—2008),各种能源的碳排放系数采用 LEAP 模型中的数据库 Technology and Environmental Database(TED)。

## (二) 情景及参数设置

### 1. 情景设置

江苏 LEAP-Jiangsu 模型情景和参数的设置充分考虑江苏省经济发展现状与特点,并结合江苏省和国家出台的各项政策法规,包括《江苏省国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要(2011—2015)》、《长江三角洲地区区域规划(2010—2015)》、《国民经济和社会发展十二五规划纲要(2006—2020)》、《世界人口展望:2012年修订版》、《能源发展战略行动计划(2014—2020)》以及最新公布的《中美气候变化联合声明》。

#### (1) 基准情景

基准情景(Baseline Scenario)指在实现既定社会经济发展目标的前提下,延续当前能源政策措施并且不采取特别的政策措施。该情景假设 GDP 和人口按照正常的速度增长,产业结构以适当速度转变,交通体系按照现有政策规划发展,能源供应与消费结构小幅度调整,节能减排技术未有显著突破,低碳生活模式没有普及。本文中基准情景是其他情景的参照情景。

#### (2) 政策情景

政策情景(Policy Scenario)指在政府出台的政策约束下能源与碳排放情景。在基准情景的基础上将不同的政策转化为模型中的参数,进而模拟政策实施达到的效果。遵循于灏,张贤(2013)的分析思路,我们设置三种政策情景,分别是清洁能源推广情景、节能减排情景和综合情景。综合情景包括清洁能源推广情景和节能情景

的所有情景内容。

## 2. 经济情景参数的设置

(1) GDP: 2014 年社科院发表《经济蓝皮书夏季号:中国经济增长报告(2013—2014)》,预测未来五年中国的经济增长率为 6.4%—7.8%,GDP 在未来五年将步入稳速、有效率的增长时期;国际能源署和美国能源信息署均认为,2030 年前中国 GDP 持续保持 6%—7% 的增速。江苏省经济发展较快,地区生产总值年增长率保持在 10% 以上。结合社科院和美国能源信息署的估计,本文设定江苏省 GDP 增速 2012—2020 年为 7%—8%,2020—2030 年为 5%—6%,2030—2040 年为 4%—5%,2040—2050 年为 3%—4%。

(2) 产业结构: 2013 年是中国产业结构发生历史性变化的一年,第三产业比重在 2012 年的基础上增加了 1.5%,比重首超第二产业,标志着我国的经济开始进入“服务化”时代。江苏省第二产业比重较全国均值水平偏高,根据我国产业结构调整的速度并借鉴发达国家的产业结构发展过程,保守估计江苏省到 2050 年第二产业比重下降到 34%,第三产业比重上升到 62%。

(3) 人口: 人口参数设定参考 2013 年联合国发布的《世界人口展望:2012 年修订版》,根据该展望,中国人口在 2030 年会达到一个顶峰,然后逐年下降直到 2050 年,届时中国人口将达到 13.85 亿人,但是总人口与 2013 年人口数相近。根据中国人口的变化特点,本文设定江苏省年末人口在 2030 年达到顶峰,然后逐渐降低到 2050 年年末人口为 8000 万,与 2013 年相当。

(4) 城镇化率: 城镇化率参考联合国开发计划署的《2013 中国人类发展报告》,报告预测到 2030 年中国将新增 3.1 亿城市居民,城镇化水平将达到 70%。江苏省城镇化水平高于全国水平,2013 年全国城镇化率为 53.73%,江苏为 64.11%,约高出十个百分点。考虑到江苏已处于城镇化发展后期,进一步城镇化率可能有所降低,设定到 2030 年江苏省城镇化水平为 75%,但 80% 的城镇化率也应是一个合理的假定。到 2050 年进入稳态的城市化状态,将达到 90%。

上述各种参数设置综合见表 4。

表3 政策情景内容

政策情景	情景内容
清洁能源推广	<p>削减煤炭消费,大力提升新能源、天然气、电力和可再生能源的利用水平。2030年全省清洁能源占一次能源消费比重提高到20%左右,2050年全省清洁能源占一次能源消费比重提高到50%左右。天然气发展进入全面提速阶段。具体假设如下:</p> <p>工业部门:减少煤炭、石油等高污染的化石燃料使用,推广天然气,到2050年,天然气消费比重由4%增加至10%以上,煤炭和石油等化石燃料的比重从65%下降至40%。</p> <p>交通部门:到2050年,电动公交车、CNG和LPG分别占公交客运量的25%、20%和10%;电动出租车、CNG和LPG出租车分别承担出租车客运周转量的30%、20%和10%;电动、CNG、柴油小轿车分别承担私人客运周转量的30%、20%、10%。</p> <p>建筑业部门:到2050年,天然气消费比重增加至10%;煤炭和石油等化石燃料的比重下降至2050年的50%。</p> <p>转换部门(发电和供热部门):清洁能源中的核能和其他可再生能源如太阳能、氢能等发电逐渐替代燃煤发电机组和供热机组,到2050年煤炭发电从2012年的91%下降至2050年的50%,天然气的发电从2012年的4%增加至2050年的30%,太阳能光伏发电、风电、水电和核电等总发电逐渐增加至20%。</p> <p>居民部门:推广天然气和热力,减少煤炭的使用,城镇居民的天然气消费占终端能源消费总量的比重从2012年的12%增加至2050年的50%,热力的消费比重从0.0013%增加至1%,LPG等化石燃料消费比重下降到40%;农村居民的煤炭化石燃料消费占终端能源消费总量的比重从2012年的31%下降至2050年的20%,并且推广天然气和热力的使用,在2050年的比重总计能够达到10%。</p>
节能减排	<p>工业部门:调整工业用能结构,降低单位增加值的能耗,加强对重点用能单位的监管力度,推进节能技术进步。煤炭及煤制品能耗强度以年均变化率2%下降,原油及油制品如柴油、燃料油以年均变化率2%下降,电力强度以年均变化率1%下降。</p> <p>转换部门:转换效率值不断提升,能耗逐渐减小,火力发电能耗以年均0.5%下降,天然气发电能耗以年均0.5%下降;炼焦部门能耗以年均0.5%下降;热力生产能耗以年均0.5%下降;炼油部门效率值进一步提升到2050年接近1。</p> <p>商业 &amp; 服务业:LPG、煤炭等化石燃料的能耗强度以年均变化率2%下降,用电强度以年均变化率1%下降。</p> <p>居民部门:LPG、煤炭等化石燃料的能耗强度分别以1%和1.5%的年均变化率降低,用电强度以年均变化率1%下降。</p> <p>建筑业部门:煤炭及煤制品能耗强度以年均变化率2%下降,原油及油制品如柴油、燃料油以年均变化率2%下降,电力强度以年均变化率1%下降。</p>
综合	包括清洁能源推广情景和节能情景的所有情景内容

表4 模型核心参数设置

年份	2012	2013	2020	2030	2040	2050
GDP增长率%	10.10	9.6	7—8	5—6	4—5	3—4
第一产业%	6.32	6.2	5.52	4.52	3.52	2.52
第二产业%	50.17	49.2	46.80	42.58	38.36	34.15
第三产业%	43.50	44.7	47.47	52.42	57.37	62.32
年末人口/万人	7919	7939	8242	8664	8366	8079
城镇化率%	63.01	64.11	68.00	74.70	82.10	90.30

### 三、情景结果和分析

#### (一) 能源需求

基于江苏省未来经济发展以及能耗的参数设置,依据LEAP模型计算,得到了基准情景、清洁能源推广情景、节能减排情景和综合情景下,江苏省2015年至2050年的能源需求变化情况,如图2所示。

由图2可以看出,江苏省2015年至2050年

期间,基准情景、清洁能源情景和节能减排情景中能源需求量都呈上升趋势,综合情景中能源需求呈先上升后趋于稳定的趋势。

基准情景中,不采取任何清洁能源推广政策或者节能减排措施,江苏省能源需求量从2015年至2050年保持较快的速度增长,到2030年,需求总量将增长到9亿吨标准煤,需求总量接近基准年需求总量的3倍,到2050年,需求总量将

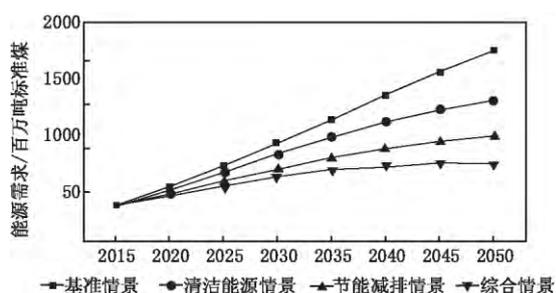


图2 四种情景下能源需求总量趋势

增长到 17 亿吨标准煤,需求总量超过基准年需求总量的 5 倍,可以看出基准情景下的能耗增长速度较快且总量巨大。

清洁能源推广情景中,通过大力推广清洁能源和可再生能源,减少高污染、低效率的化石能源,使能源需求量得到一定程度的控制。图 2 显示,能源需求总量的增长速度较基准情景有所放缓,特别是到 2030 年以后,增长速度进一步降低,得到了有效的控制。到 2030 年,能源需求总量将达到 8 亿吨标准煤,比基准情景同比减少 1 亿吨标准煤,到 2050 年,能源需求总量将达 13 亿吨标准煤,比基准情景同比减少 4 亿吨标准煤。

节能情景中,通过降低各终端需求部门的能耗强度以及提高转换部门的转换效率来控制能源需求量。在该情景能源需求的增长速度进一步降低,到 2030 年,能源需求为 6.8 亿吨标准煤,比基准情景同比减少超过 2 亿吨标准煤,到 2050 年,能源需求将达到 9.7 亿吨标准煤,比基准情景同比减少超过 7 亿吨标准煤。

在综合情景中,2015—2030 年能源需求总量增长较为明显,但是仍然比前三种情景中能源需求增长地缓慢,到 2030 年,能源需求为 6.1 亿吨标准煤,比基准情景同比减少超过 2.7 亿吨标准煤;2030 年以后能源需求增长速度放缓,在 2040 年左右达到峰值,届时将消耗 7.1 亿吨标准煤,然后缓慢下降。综合情景下的能源需求峰值比联合国环境规划署(UNEP)发布的《中国绿色经济展望:2010—2050》预测的中国能源消耗将在 2048 年达到峰值早了 8 年。

因此,相比于清洁能源推广情景和节能减排情景,同时包含清洁能源推广政策和节能减排政策的综合情景,能够有效地控制江苏省能源需求的增长,使得江苏省的能源消耗将比整个国家提

前 8 年到达峰值。

## (二) 碳排放

化石燃料的大规模使用是碳排放剧增的罪魁祸首,因能源结构不合理和消费量巨大导致中国的碳排放已超过美国和欧盟的总和跃居世界第一。同时,碳排放带来的环境问题层出不穷,诸多城市屡屡出现的雾霾天气,这对居民的健康和生活造成了严重影响。江苏省的环境现状不容乐观,2013 年以来包括南京、苏州在内的多个城市的多次出现雾霾天气。2015 年至 2050 年基准情景、清洁能源推广情景、节能减排情景和综合情景下江苏省二氧化碳排放总量如图 3 所示。

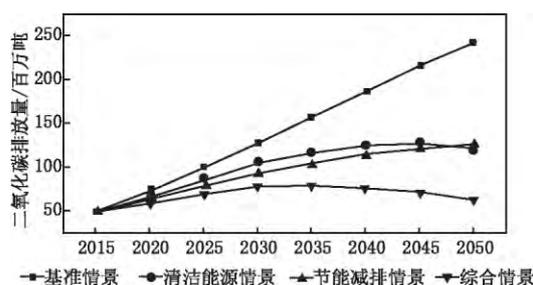


图3 四种情景下的二氧化碳排放趋势

在基准情景中,不采取任何清洁能源推广政策或节能减排政策,CO<sub>2</sub> 排放量增长速度非常快,到 2030 年 CO<sub>2</sub> 排放量将达到 1.28 亿吨,超过基准年排放量的两倍,到 2050 年 CO<sub>2</sub> 排放量将达到 2.42 亿吨,超过基准年排放量的 4 倍。

清洁能源情景中,通过推广清洁能源、减少化石燃料的使用,逐渐以可再生能源和清洁能源替代煤炭、石油等利用率低、污染严重的化石能源,从模型结果可以看出 CO<sub>2</sub> 排放量明显减少,到 2030 年 CO<sub>2</sub> 排放量为 1.07 亿吨,比基准情景下的排放量同比减少 0.2 亿吨,到 2050 年减排效果更为明显,CO<sub>2</sub> 排放量为 1.23 亿吨,比基准情景下的排放量同比减少 1.19 亿吨。

节能减排情景中,通过降低各终端需求部门的能耗强度以及提高转换部门的转换效率来控制能源需求量进而实现 CO<sub>2</sub> 减排,从模型结果可以看出,与清洁能源中一样,CO<sub>2</sub> 减排效果较为明显,到 2030 年,CO<sub>2</sub> 排放量为 0.94 亿吨,比基准情景下的排放量同比减少 0.34 亿吨,到 2050 年,CO<sub>2</sub> 排放量为 1.26 亿吨,比基准情景下的排放量同比减少 1.16 亿吨。

综合情景中,通过清洁能源推广政策和节能

减排政策的共同作用,江苏省 CO<sub>2</sub> 排放量呈现先增长后下架的趋势,在 2030 年左右达到峰值,与中国计划到 2030 年左右二氧化碳排放达到峰值的承诺基本同步。届时江苏省 CO<sub>2</sub> 为 0.78 亿吨,比基准情景下的排放量同比减少 0.5 亿吨,到 2050 年,CO<sub>2</sub> 排放量为 0.64 亿吨,比基准情景下的排放量同比减少 1.78 亿吨。

综上所述,四种减排情景均显示江苏在碳排放的减排方面存在着巨大的减排压力,难以在全国做到率先减排,最好的结果是包含清洁能源推广政策和节能减排政策的综合情景方案,CO<sub>2</sub> 排放量在 2030 年左右达到峰值,与《中美气候变化联合声明》中 CO<sub>2</sub> 减排的目标同步。

#### 四、结论与启示

本文在分析江苏省能源供需现状的基础上,建立情景预测模型 LEAP-Jiangsu 分别预测了基准情景、清洁能源推广情景、节能减排情景和综合情景下江苏省在 2015 年至 2050 年的能源需求状况和碳排放状况,得出如下结论:

(1) 基准情景下,江苏省的能源需求总量一直都保持较快的增长速度,能耗规模巨大。到 2030 年,需求总量达到 9 亿吨标准煤,是基准年需求总量的 3 倍,到 2050 年,需求总量达到 17 亿吨标准煤,是基准年需求总量的 5 倍。CO<sub>2</sub> 排放量增长速度也非常快,到 2030 年,CO<sub>2</sub> 排放量将达到 1.28 亿吨,超过基准年排放量的两倍,到 2050 年,CO<sub>2</sub> 排放量将达到 2.42 亿吨,超过基准年排放量的 4 倍。

(2) 政策情景下,清洁能源推广情景或节能减排情景都无法实现《中美气候变化联合声明》中的节能减排目标,组合清洁能源推广政策和节能减排政策的综合情景有利于节能减排目标的实现。到 2030 年,能源需求为 6.1 亿吨标准煤,比基准情景同比减少超过 2.7 亿吨标准煤;2030 年以后,能源需求增长速度放缓,在 2040 年左右达到峰值,比联合国环境规划署(UNEP)发布的《中国绿色经济展望:2010—2050》预测的中国能源消耗 2048 年达到峰值早了 8 年,消耗 7.1 亿吨标准煤。CO<sub>2</sub> 排放量呈现倒 U 形增长曲线态势,在 2030 年左右达到峰值,与《中美气候变化联合声明》中 CO<sub>2</sub> 减排的目标同步,比基准情景下的排放量同比减少 0.5 亿吨;到 2050 年,CO<sub>2</sub> 排放量为 0.64 亿吨,比基准情景下的排放量同

比减少 1.78 亿吨。

总体上,江苏在节能减排方面的贡献与全国节能减排的动态趋势基本一致,碳排放的拐点大致在 2030 年,难以做到率先达标。这体现了江苏是中国最发达的经济省份和发达的工业角色地位。那么江苏是否还有可能进一步突破综合情景减排格局,达到更为理想的结果?我们认为这是完全可能的,一方面,基于情景分析的历史路径和参数设置,从江苏经济增长的历史路径和特征看,2003 年到 2010 年是江苏历史上重化工业增长黄金时期,同时也是能耗增长最显著的时期,这种以重化工业为驱动力的增长模式不可能再延续和重现;另一方面,2012 年之后,中国经济进入了新常态发展阶段,中国的经济增长将转入中速经济增长模式,同时,新常态伴随着新的经济增长方式和新的经济增长动力,这些都对节能减排产生持久的影响。

#### 参考文献:

- [1] 常征. 基于能源利用的碳脉分析[D]. 复旦大学, 2012.
- [2] 迟春洁,于渤,张弛. 基于 LEAP 模型的中国未来能源发展前景研究[J]. 技术经济与管理研究, 2004(5).
- [3] 陈长虹. Leap 模型在上海市能源消耗及大气污染物减排预测中的应用[C]. 长三角清洁能源论坛论文集, 2005.
- [4] Huang Y, Bor Y J, Deng C Y. The Long-term Forecast of Taiwan's Energy Supply and Demand: LEAP Model Application[J]. Energy Policy, 2011(10): 6790-6803.
- [5] 遆曙光,王韵,徐广印. 基于 LEAP 模型的河南省居民生活能源与环境情景分析[J]. 河南农业大学学报, 2010(4).
- [6] Zhao Tao, Liu Zhao, Zhao Changxin. Research on the Prospects of Low-carbon Economic Development in China Based on LEAP Model[J]. Energy Procedia, 2011(5): 695-699.
- [7] 陈俊武,陈香生. 中国中长期碳减排战略目标初探(Ⅶ)——中国能源需求暨碳排放情景分析讨论[J]. 中外能源, 2011(5).
- [8] 于灏,张贤. 城市节能与二氧化碳减排情景分析——以北京市为例[J]. 中国人口资源与环境, 2013(专刊): 23.
- [9] 吕明元,王洪刚. 京津冀产业结构生态化演进对能源

结构影响的实证分析[J]. 首都经济贸易大学学报, 2013(5).  
2016(2).

[10]陈红蕾, 覃伟芳, 吴建新. 考虑碳排放的工业全要素  
生产率变动及影响因素研究[J]. 产业经济研究,

(责任编辑: 黄明晴)

## Could the Developed Regions of Economy in China Take the Lead in Achieving the Target of Energy Conservation and Emission Reduction?

### ——A Case Study of Jiangsu Province

YING Jingdong<sup>1</sup>, WANG Fei<sup>2</sup>

(1. School of Economics, Nanjing University of Finance and Economics, Nanjing 210023, China;

2. Sinolink Securities Co., Ltd, Shanghai 200120, China)

**Abstract:** It is essential for China to achieve the goal of energy conservation and emission reduction that the developed regions achieve it first. The authors take Jiangsu Province as an example of developed province and establish the model of LEAP – Jiangsu based on the baseline scenario and policy simulation. According to the actual situation, the authors calculate the energy demand and CO<sub>2</sub> emission of Jiangsu from 2015 to 2050. The conclusion is that Jiangsu Province is hardly an example in terms of energy conservation and emission reduction. In the comprehensive scenario, the sum of the total energy demand of Jiangsu Province is expected to reach the peak in 2040, which equals to the consumption of 710 million tons of standard coal, 627.5 million less than in the baseline scenario; carbon emissions will peak in 2030 at 78 million tons, 50 million tons less than in the baseline scenario.

**Key words:** LEAP model; scenario analysis; energy conservation and emission reduction