

碳排放约束条件下江苏省经济增长的影响研究

魏珠联

(安徽财经大学 统计与应用数学学院, 安徽 蚌埠 233030)

摘要:为江苏战略性能源开发供应提供依据,本文运用线性回归理论和灰色关联度分析江苏省煤炭消费总量及其占能源消费量的比重、三次产业煤炭消费量的变动对节能减排、经济增长等指标的影响及运用线性回归理论和协整理论建立误差修正模型为江苏省在节能减排的基础上及碳排放约束下经济发展措施提供合理的建议。

关键词:多元线性拟合;灰色关联度;误差修正模型;优化;预测

中图分类号:C934;F423;X37 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2013)08-0009-04

能源是人类社会赖以生存和发展的物质基础,在国民经济中具有重要的战略地位。能源相当于城市的血液,它驱动着城市的运转。在当今世界,能源的发展,能源和环境,是全世界、全人类共同关心的问题,也是我国社会经济发展的重要问题。在 21 世纪的今天,能源的地位已经上升到关乎一个国家经济发展稳定的高度,能源的可持续供应的能力在现今社会显得尤为重要。

然而,人类开始迅速加快对能源的开发和使用,没有节制和计划性的能源开采以及低利用率的能源开采使用能源资源大幅度减少。在人类步入 21 世纪之后,能源短缺趋势开始在全球范围内显露出来。能源短缺还引起了包括人口增长与资源匮乏在内的一系列全球问题,进一步加大了全球范围内的贫富差距。人们为了争夺资源,甚至还发动了战争,引发了国家和民族间的矛盾,造成了巨大的损失。

我国的能源结构包括煤炭、石油、天然气、其他(水电、核电、风电等)能源。中国是个发展中国家,由于历史的原因,人口多,底子薄,中国石油、天然气资源相对不足,在中国的能源结构中,煤炭消费比重比世界平均高 41.5 个百分点,石油低 16 个百分点,天然气低 20.5 个百分点。

根据能源对节能减排、经济增长的重要性,对江苏省的能源结构及该省煤炭消费总量占能源消费量的比重、江苏省煤炭消费总量、第一、二、三产业煤炭消费量各指标对节能减排、经济增长的影响程度进行研究。本文具体分以下三点逐步研究。

1 节能和经济发展目标下能源结构的预测^[1]

根据江苏省(1985—2010 年)能源消费量(W)、地区生产总值(S)、碳排放量(C)等数据(数据见江苏统计年鉴 2011)运用 *matlab* 软件分别拟合曲线得到煤炭消费量(F_1)、石油消费量(F_2)、天然气消费量(F_3)的数学模型^[2]以及可决系数如下:

煤炭消费量预测的数学模型:

$$F_1 = -0.0155W - 0.0407S + 1.2718C - 330.1278 \quad (1)$$

石油消费量预测的数学模型:

$$F_2 = -0.2142W + 0.0412S + 0.5285C + 242.6380 \quad (2)$$

天然气消费量预测的数学模型:

$$F_3 = 0.2374W - 0.0050S - 0.3305C - 83.7224 \quad (3)$$

可决系数依次如下: $R^2 = 0.9997, R^2 = 0.9756, R^2 = 0.9112$,说明三个模型拟合度很好。

进一步对以上模型进行残差的正态检验: h 都为零,表明残差都服从正态分布。

根据“十二五”期间及 2020 年江苏省单位地区 GDP 能耗比及单位 GDP 碳排放量的降低率目标如表 1 所示。

2010 年江苏省地区生产总值为 41 425.48(亿元),“十一五”期间江苏省的地区 GDP 增长率均值为 14.9%,按此增长率计算 2015、2020 年江苏省地区生产总值。分别用 2005、2010 年江苏省单位 GDP 能耗比、单位 GDP 碳排放量数据运用表 1 计算出 2015、2020 年的各指标数值,如表 2。

收稿日期:2013-06-05

作者简介:魏珠联(1992—),女,安徽淮南人,安徽财经大学统计与应用数学学院在校本科生,研究方向:环境保护下经济决策的数理分析方法。

表 1 江苏省碳排放约束目标

指标 年份	单位地区生产总值能耗 降低/%	单位地区生产总值二氧 化碳排放减少/%	其他能源占一次能源 消费比重/%
2015	18	19	7 左右
2020	50	50	

注:2015 年指标值是以 2010 年为基期,2020 年指标值是以 2005 年为基期。

表 2 2015、2020 年的江苏省单位 GDP 能耗比、单位 GDP 碳排放量数值

年份	2005	2010	2015	2020
地区生产总值/亿元	18 598.69	41 425.48	82 960	166 139
单位 GDP 能耗比 $k/\text{万 t} \cdot \text{亿元}^{-1}$	0.908 4	0.622 2	0.510 2	0.454 2
单位 GDP 碳排放量 $h/\text{万 t} \cdot \text{亿元}^{-1}$	0.573 4	0.359 3	0.291 0	0.286 7

注:2015 年指标值是以 2010 年为基期,2020 年指标值是以 2005 年为基期。

根据表 2 利用公式: $k=W/S$, $h=C/S$, 进一步计算 2015 年、2020 年的地区生产总值(S , 单位: 亿元)、能源消费量(W , 单位: 万 t/亿)、碳排放量(C , 单位: 万 t/亿)值:

2015 年: $S=82960, W=42326.12,$
 $C=24141.36$
2020 年: $S=166139, W=75460.33,$
 $C=47632.05$

再分别把 2015 年、2020 年的 S 、 W 、 C 值代入回归方程(1)、(2)、(3), 预测出 2015 年和 2020 年的煤炭消费量、石油消费量、天然气消费量, 得出结果:

2015 年: $F_1=26340, F_2=7353, F_3=1571$
2020 年: $F_1=52317, F_2=16098, F_3=1257.5$

预测结果 2015 年能源消费量约为 42 326.12 万 t, 煤炭、石油、天然气及其他能源的消费量分别约为 26 340 万 t、7 353 万 t、1 571 万 t、7 064.23 万 t, 消费比重约为 62.23%、17.37%、3.71%、16.69%。2020 年能源消费量约为 75 460.33 万 t, 煤炭、石油、天然气及其他能源的消费量约为 52 317 万 t、16 098 万 t、1 257.5 万 t、5 787.81 万 t, 消费比重约为 69.33%、21.33%、1.67%、7.67%。

根据上述预测江苏省的能源结构以煤炭为主, 并且在未来相当长的时期内, 中国能源消费结构仍将保持煤炭占据主导地位的状况。故选择煤炭消费量作为能源消费的指标进行研究。大量煤炭的燃烧导致 CO₂、氮氧化物、粉尘等环境污染物的排放量逐年增大。节约能源资源是落实科学发展观、转变经济增长方式、从根本上缓解资源约束、减轻环境压力、实现全面建设小康社会目标和经济可持续发展的必然选择。

2 江苏省煤炭消费总量对节能减排、经济增长的影响程度

2.1 江苏省煤炭消费总量对节能减排的影响程度

运用灰色关联度来分析江苏省煤炭消费总量及其占能源消费量的比重、三次产业煤炭消费量的变动对节能减排等指标产生的影响。用 CO₂ 的排放强度来作为节能减排的指标, 以 1996—2010 年的数据为 15 个评价样本数据。

用 matlab 求解, 得到各指标对节能减排的关联度, 如表 3。

表 3 各指标对节能减排的关联度

因子	关联度
煤炭消费总量	0.830 0
煤炭消费总量占能源消费量的比重	0.848 9
第一产业煤炭消费量变动率	0.801 8
第二产业煤炭消费量变动率	0.780 1
第三产业煤炭消费量变动率	0.736 0

综上所述:

各指标对节能减排的影响程度: 江苏省煤炭消费总量占能源消费量的比重>江苏省煤炭消费总量>第一产业煤炭消费量>第二产业煤炭消费量>第三产业煤炭消费量。

由节能减排的影响程度知节能减排的效果主要取决于江苏省煤炭消费总量, 因此在碳排放约束下的江苏省煤炭需求预测对节能减排具有重要意义。然而随着经济的快速发展, 经济发展对能源的需求越来越大, 经济发展受制于能源的情况将会越来越严重, 不断增长的能源需求和能源稀缺性的问题将成为经济发展难以摆脱的瓶颈。因此, 在节能减排时也应保持经济增长, 故研究江苏省能源消费与经济增长的关系具有一定的理论意义和现实意义。

2.2 江苏省煤炭消费总量对经济增长的影响程度

运用灰色关联度来分析江苏省煤炭消费总量及其占能源消费量的比重、三次产业煤炭消费量的变动

对经济增长等指标产生的影响。用江苏省 GDP 增长率来作为经济增长的指标,以 1996—2010 年的数据为 15 个评价样本数据。

用 matlab 求解,得到各指标对经济增长的关联度,如表 4:

表 4 各指标对经济增长的关联度

因子	关联度
煤炭消费总量	0.829 9
比重	0.875 6
第一产业变动率	0.887 0
第二产业变动率	0.893 0
第三产业变动率	0.884 1

各指标对经济增长的影响程度:第二产业煤炭消费量>第一产业煤炭消费量>第三产业煤炭消费量>江苏省煤炭消费总量占能源消费量的比重>江苏省煤炭消费总量。

在整个碳排放约束下,考虑节能目标和江苏省经济发展目标,对江苏省的煤炭消费量,地区生产总值、单位地区生产总值 CO₂ 排放量(用江苏省 CO₂ 排放强度表示)及单位地区生产总值能耗量的数据进行分析,我发现江苏省的煤炭消费量与江苏省地区生产总值、单位地区生产总值 CO₂ 排放量(CO₂ 排放强度表示)及单位地区生产总值能耗量之间具有协整和因果关系。运用 Eviews 软件^[3]对具有长期均衡关系的江苏省的煤炭消费量、江苏省地区生产总值、单位地区

生产总值 CO₂ 排放量(CO₂ 排放强度表示)及单位地区生产总值能耗量构建具有误差修正项的长期均衡方程,并对模型进行分析。为消除异方差的影响和数据的剧烈波动,对上述四个变量数列取自然对数。使用 Eviews 软件建立误差修正模型^[4],采用 Engle-Granger 两步法,首先对变量进行 Augment Dickey-Fuller(ADF)单位根检验,以确定序列的平稳性和单整阶数。经 ADF 单位根检验,检验结果见表 5。观察表 3 可以发现煤炭消费总量、地区生产总值、单位地区生产总值 CO₂ 排放、单位地区生产总值能耗对数化后均为二阶单整,即 LNCC、LNGDP、LNCG 及 LNEG 均为 I(2)。

因此变量之间存在长期稳定的均衡关系,即江苏省煤炭消费总量和地区生产总值、单位地区生产总值 CO₂ 排放、单位地区生产总值能耗存在长期的均衡关系。使用 Eviews5.0 可以分别求出 LNCC 和 LNGDF, LNCC 和 LNCG, LNCC 和 LNEG 的长期均衡方程。

表 5 ADF 单位根检验结果

变量	ADF 值	临界值	检验结果
D (LNCC, 2)	-4.437 656	-3.699 871	平稳
D (LNGDP, 2)	-4.462 065	-3.711 457	平稳
D (LNCG, 2)	-5.169 744	-3.699 871	平稳
D (LNEG, 2)	-4.742 744	-3.699 871	平稳

注:表 5 中的临界值均为 1%水平下的临界值。

$$\begin{aligned} \text{LNCC} &= 1.932854 + 1.675984 * \text{LNCC}(-1) - 0.909972 * \text{LNCC}(-2) + 0.067816 * \text{LNGDP} \\ &\quad (3.0792) \qquad\qquad (11.6049) \qquad\qquad (-6.2231) \qquad\qquad (3.0720) \\ R^2 &= 0.991626 \qquad DW = 1.660657 \qquad SC = -3.575196 \\ \text{LNCC} &= 2.290692 + 1.662274 * \text{LNCC}(-1) - 0.946464 * \text{LNCC}(-2) + 0.102774 * \text{LNCG} \\ &\quad (2.9885) \qquad\qquad (11.3055) \qquad\qquad (-6.1919) \qquad\qquad (2.9537) \\ R^2 &= 0.991444 \qquad DW = 1.616091 \qquad SC = -3.553650 \\ \text{LNCC} &= 1.619736 + 1.691701 * \text{LNCC}(-1) - 0.880387 * \text{LNCC}(-2) + 0.052895 * \text{LNEG} \\ &\quad (2.7191) \qquad\qquad (11.3833) \qquad\qquad (-5.9036) \qquad\qquad (2.7112) \\ R^2 &= 0.991069 \qquad DW = 1.587205 \qquad SC = -3.510751 \end{aligned}$$

在建立以上三个均衡方程的过程中,随机产生了地区生产总值、单位地区生产总值 CO₂ 排放、单位地区生产总值能耗的误差修正序列,对误差修正序列进行单位根检验,发现三组误差修正序列都是 0 阶单整,即误差修正序列是平稳的。从而证明了以上三组长期均衡关系的成立,即协整关系的存在。通过以上分析,从而可以建立最终的误差修正模型:

$$D(\text{LNCC}) = 1.432379 * D(\text{LNCC}(-1)) -$$

$$\begin{aligned} &0.728430 * D(\text{LNCC}(-2)) + 0.393314 * D(\text{LNGDP}) - 0.285467 * D(\text{LNEG}(-1)) - 0.733603 * \\ &\text{ECM} - \text{GDP}(\text{ECM} - \text{GDP}; \text{对应 GDP 的误差修正序列}) \\ R^2 &= 0.751 398 \qquad\qquad Ad \quad R^2 = 0.706 197 \\ SC &= -3.819 796 \qquad\qquad DW = 1.825 881 \end{aligned}$$

从以上误差修正模型来看,江苏省短期煤炭消费量主要取决于上一年煤炭消费量及当地区生产总值,

上一年煤炭消费量对当期煤炭消费量的影响相当显著,地区生产总值变化1%,则引起煤炭消费量增加0.39%而滞后两期的煤炭消费量和滞后一期的单位地区生产总值能耗引起当期煤炭消费量反方向的变化,这与我国积极推进经济增长方式的转变,走集约化道路是分不开的。

模型的长期均衡主要体现在国内生产总值,ECM—GDP 项的系数的大小反映了对偏离长期均衡的调整力度。ECM—GDP 的系数 $-1 < -0.733\ 603 < 0$,满足误差修正项前面系数的取值范围及符号。从系数估计值($-0.733\ 603$)来看,地区生产总值与煤炭消费量间长期均衡关系对短期波动的调整力度还是相当大的,并且在建立模型时,通过多次估计和检验,发现只有国内生产总值的误差修正项对煤炭消费量有显著的长期均衡误差控制。

3 碳排放约束下,江苏省经济发展措施

本文运用协整理论和误差修正模型对江苏省的经济发展与能源消费关系进行了分析。不但发现了江苏省能源消费与经济增长之间存在着长期均衡关系,同时还发现能源短缺可能导致江苏今后经济衰退。为了实现江苏经济的快速、稳定、可持续发展和节能减排目标,应有近期工作重点和中长期安排,分阶段按步骤加以推进,既抓重点解决突出矛盾,又建立长效机制,为长期节能奠定基础;近期应从源头控制能源需求快速增长的势头;中远期应加快制度建设、调整经济结构、优化能源利用方式。建议采用如下措施:

一是控制国内煤炭生产的过快增长。从生产侧,目前有两种意见值得考虑,一种是对煤炭生产总量设定上限,年生产总量不得突破上限;另一种是在对煤炭企业进行兼并重组、建立大型煤炭企业集团的基础

上对大型煤炭企业实施煤炭生产配额管理,控制其增长幅度。从消费侧,新上各类项目能用气的不用煤,能用油的不用煤,能用气的不用油,鼓励优先用气,其次用油,不得已的经过审批才能用煤。唯此,才能控制煤炭消费过快增长,才能降低煤炭消费比重,优化能源消费结构。

二是在挖掘国内生产潜力的同时,更多地要开拓国际市场,用贸易弥补国内清洁能源的不足。能源短缺,是我国目前和今后相当长一段时期内面临的挑战。我国人均能源资源占有量仅为世界平均水平的一半。如果按现有开发力度,我国的石油、天然气和煤炭的可开采储量仅能维持20年、50年、100年。国内资源有限,必须全面出击,抢占世界资源。国内可以加紧勘探,特别是对油气的勘探。

三是加快煤制天然气产业发展、优先开发水电、推进风电就地转化等可代替煤炭的其他能源。“十二五”应该走出切实可行的路子来,充分发挥这些其他的能源产业在能源结构调整中的重要作用。积极开发利用太阳能、生物质能和其他可再生能源。此外,还要加强对潮汐能、波浪能等海洋能技术的跟踪和研发,为未来进一步开发海洋能奠定基础。

参考文献

- [1] 郭云涛. 中国煤炭中长期供需分析与预测[J]. 中国煤炭, 2004(10):22—25.
- [2] 王永福,戴浩辉,潘建瑜. 数学实验教程[M]. 北京:科学出版社,2006.
- [3] 张小峒,马薇. 计量经济学基础[M]. 天津:南开大学出版社, 2007.
- [4] 马超群,储慧斌,等. 中国能源消费与经济增长的协整与误差校正模型研究[J]. 系统工程,2004(10):47—50.

Analysis the Economic Growth of Jiangsu Province under the Carbon Emission Constraints

WEI Zhu-lian

(Anhui University of Finance & Economics, Bengbu Anhui 233030, China)

Abstract: Provide the basis for the development of Jiangsu strategic energy supply ,This article use the linear regression analysis and gray correlation theory to analysis the total coal consumption of Jiangsu Province and its share of total energy consumption, coal consumption in the three industries of changes in energy conservation, economic growth and other indicators of impact and the use of linear regression theory and the cointegration theory to estblsh the error correction model on the basis of energy saving and carbon emission constraints undand economic development measures for Jiangsu Province to provide reasonable suggestions.

Key words: multiple linear regression;grey optimal prediction;error correction model;optimization; forecast