

# 南通市农业生产用能的县域差异演变 及影响因素分析

邢 红<sup>1,2</sup>, 赵 媛<sup>1,3</sup>, 王宜强<sup>1</sup>

(1. 南京师范大学地理科学学院, 江苏 南京 210023)  
(2. 如皋高等师范学校中文与社会科学系, 江苏 如皋 226500)  
(3. 南京师范大学金陵女子学院, 江苏 南京 210097)

**[摘要]** 农业生产用能与农村经济发展关系非常密切. 本文利用各种农业生产用能折能系数计算出南通各县市 1998 年~2013 年农业生产用能总量, 在对农业生产用能特征和用能效率分析的基础上, 利用面板数据模型对各县市农业生产用能的驱动因素进行研究. 结果表明, 南通各县市农业生产用能水平在不断提高, 但各县市间的差异在扩大. 农业生产用能效率总体呈上升趋势, 其中有机肥、机械能、燃油和电力对农业生产基本起促进作用, 而化肥、农药和薄膜的投入已经饱和, 其对农业经济增长的促进作用已非常有限. 面板数据模型结果表明农业经济总量与能源消费习惯对农业生产用能影响程度较大; 劳动力投入的贡献逐渐丧失; 农业固定资产投资对农业生产用能的影响程度较小. 最后提出提高农业综合机械化水平、合理使用有机肥、改变能源消费习惯、培育新型农民等措施以发展现代农业, 提高农业生产用能效率.

**[关键词]** 农业生产用能, 县域差异, 影响因素, 南通

**[中图分类号]** F323 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1001-4616(2015)03-0127-08

## Regional Disparities and its Influence Factors of Agricultural Energy Consumption on County Scale in Nantong City

Xing Hong<sup>1,2</sup>, Zhao Yuan<sup>1,3</sup>, Wang Yiqiang<sup>1</sup>

(1. School of Geography Science, Nanjing Normal University, Nanjing 210023, China)  
(2. Department of Chinese and Social Science, Rugao Normal School, Rugao 226500, China)  
(3. Ginling College, Nanjing Normal University, Nanjing 210097, China)

**Abstract:** Agricultural energy consumption has a close relation with the rural economic development. The amount of energy consumption from 1998 to 2013 in each county of Nantong are obtained by using a variety of transforming coefficients. Based on the research of characteristics and efficiency of energy consumption, the panel data model is established to analyze its driving factors. The results show that: (1) The quantity of agricultural energy consumption in each county increases constantly, but disparities among these counties are expanding. (2) The efficiency of energy consumption is on the rise in Nantong on the whole, among which organic fertilizer, the mechanical energy, fuel oil and electric promote the development of agricultural production while the chemical fertilizer and pesticide start to saturation and their roles in promoting economic growth of agriculture are very limited. (3) The panel data model analyses show that the agricultural economic output and the habit of energy consumption can have great effect on the agricultural energy consumption; labor input can act as a substitute of it to some degree; while the agricultural investment in fixed assets only can play limited roles in it. Finally, the paper points out some measures, such as improving agricultural mechanization level, using organic fertilizer reasonably, changing the habit of energy consumption, cultivating new farmers and so on, should be taken to develop agricultural production and improve the energy efficiency of agricultural energy consumption.

**Key words:** the agricultural energy consumption, regional disparities on county scale, influence factors, Nantong

收稿日期: 2014-09-07.

基金项目: 国家自然科学基金(41371518)、江苏省高校优势学科建设工程资助项目.

通讯联系人: 赵媛, 教授, 博士生导师, 研究方向: 能源经济与区域可持续发展. E-mail: njnuzhaoyuan@126.com

农业生产用能与农村经济发展关系十分密切. 刘巽浩<sup>[1]</sup>最早对我国不同地区农业能量的转换效率进行研究,开辟了农业物资折算能源的先河;闻大中<sup>[2-4]</sup>系统研究了包括生物质、人力和畜力、矿物燃料、农田用电、农业机械、化肥、农药、繁殖用种等各种不同农业能源转换成能流量的方法;李连禄等<sup>[5]</sup>研究了包括燃料、电力、化肥、农药、塑料、农业机械等农业生产用能的折算方法和折能系数;李兰海<sup>[6]</sup>提出了包括生态指标和生产效率指标的农业生态系统能流分析指标. 在农业生产用能影响因素方面,胡莉莉等<sup>[7]</sup>利用面板数据模型研究表明我国各地区农业生产用能与农业产出增长之间存在格兰杰因果关系,并且这种关系随发达程度的降低越发明显;朱立志等<sup>[8]</sup>认为我国农业生产能源使用效率呈下降趋势;彭科等<sup>[9]</sup>基于固定效应模型实证分析了我国农业生产能源消费的影响因素. 已有研究基本是从宏观层面对全国农业生产用能进行分析,但我国地域辽阔,各地农业生产条件差别巨大,因此自“十六大”首次以党的文件形式提出“县域”概念以来,县域已成为研究的热点,主要集中在生态足迹<sup>[10]</sup>、县域经济<sup>[11,12]</sup>、现代农业发展水平<sup>[13]</sup>、综合发展水平<sup>[14]</sup>等方面,但对农业生产用能的县域研究还不多. 而从县域的微观层面进行研究可以更具体地认识其农业生产用能特征及其影响因素,为县域农业生产用能的合理发展提出建议.

南通市位于长江入海口北岸,地处“黄金海岸”与“长江黄金水道”的集合部,被称为“江海门户”,不仅地理位置优越,而且具有农业生产发展的良好自然条件. 2013年南通农林牧渔业总产值达到594.78亿元,仅次于盐城和徐州,居全省第三位;其中油料产量居全省第一,棉花产量居全省第二. 伴随农业现代化的发展,农业生产规模的扩大,农业生产用能也在快速增加,如南通市农机总动力1998年以来以年均4.4%的速度增长;农林牧渔业用电量波动中上升,2013年达到52 260万度;化肥施用量23.49万t(折纯),塑料薄膜和农药施用量分别为1.23万t和1.05万t,也仅次于徐州和盐城,居全省第三位<sup>[15]</sup>,可见农业生产用能对南通各县市农业现代化建设起着极其重要的作用. 因此本文运用农业生产用能的折算方法分析南通各县市农业生产用能的消费特征及用能效率,并利用面板数据模型分析农业生产用能的影响因素,在此基础上提出建议,对推进南通市农业现代化建设、制订合理的农村经济政策具有一定的指导意义.

## 1 研究方法与数据来源

### 1.1 农业生产用能计算方法

农业有狭义农业和广义农业之分,本文中的农业指狭义农业,即种植业. 农业生产用能包括有机能和无机能,有机能主要包括畜力和有机肥;无机能按照利用方式分为直接能和间接能,其中直接能包括燃油和电力,间接能包括农用机械设备能(简称机械能)、化肥、农药和薄膜等. 南通地区大型役畜很少,所以本文的农业生产用能主要包括有机肥、燃油和电力、机械能、化肥、农药和薄膜,根据南通地区实际情况并参照已有研究成果将各种生产用能换算成统一单位兆焦(MJ)<sup>[7,16,17]</sup>. 农业生产用能的计算公式为:

$$E = \sum E_i = \sum_{i=1}^n f_i \cdot e_i, \quad (1)$$

式中: $E_i$ 为第*i*种能源折能后的数量, $f_i$ 为第*i*种能源实物消耗量, $e_i$ 为第*i*种能源折能系数. 由于各县域之间耕地面积差异较大,为便于比较,本文以单位耕地面积生产用能来表示农业生产用能.

### 1.2 农业生产用能效率计算方法

农业生产用能效率,按照常用的单要素能源效率计算方法,即为农业产值与农业生产用能之比. 但单要素能源效率计算方法只是总体上说明能源使用效率,为进一步分析各种农业生产用能的效率,本文进一步计算各种生产用能的弹性系数,计算方法如下:

根据柯布一道格拉斯生产函数设定为:

$$V = C \cdot Y^\alpha \cdot Z^\beta \cdot J^\gamma \cdot H^\theta \cdot N^\lambda, \quad (2)$$

将上式两边同时取对数,得:

$$\ln V = C + \alpha \cdot \ln Y + \beta \cdot \ln Z + \gamma \cdot \ln J + \theta \cdot \ln H + \lambda \cdot \ln N, \quad (3)$$

式中: $V$ 为种植业增加值, $C$ 为生产转换因子, $Y$ 为有机肥, $Z$ 为燃油和电力, $J$ 为机械能, $H$ 为化肥, $N$ 为农药和薄膜, $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 、 $\theta$ 、 $\lambda$ 分别为各自的弹性系数.

### 1.3 影响因子模型的建立

影响农业生产用能的因素很多,根据已有研究成果<sup>[9]</sup>并结合本文研究区域实际情况,选择农业经济总量、农业从业人数、农业固定资产投资、能源消费习惯等因素.为使各地区具有可比性,均求取单位耕地面积的指标.在借鉴柯布一道格拉斯生产函数的基础上,将面板数据模型<sup>[18]</sup>设定为:

$$\ln E_{it} = c + \beta_1 \ln V_{it} + \beta_2 \ln L_{it} + \beta_3 \ln T_{it} + \beta_4 \ln E_{it-1} + u_{it}, \quad (4)$$

式中: $E$ 为农业生产用能总量( $\text{MJ}/\text{hm}^2$ ), $V$ 为种植业增加值( $\text{元}/\text{hm}^2$ ), $L$ 为农业从业人数( $\text{人}/\text{hm}^2$ ); $T$ 为农业固定资产投资( $\text{元}/\text{hm}^2$ ), $E_{it-1}$ 为前一期的能源消费量( $\text{MJ}/\text{hm}^2$ ),表示能源消费习惯, $c$ 为地区 $i$ 的截面恒量, $\beta$ 为系数, $u_{it}$ 为扰动项.

文中所用数据均来自于《江苏省农村统计年鉴》(2000年~2014年)和南通各县市统计年鉴(1999年~2014年).为更加真实地反应各县市的农业生产用能效率,对各县市的种植业增加值以1998年为基期进行等价换算.统计年鉴中个别缺少的数据用SPSS通过线性插值法进行了缺失值处理.

## 2 农业生产用能的县域差异

### 2.1 农业生产用能总量提高,但各县市间差异扩大

根据公式(1)计算1998年~2013年南通各县市单位耕地面积农业生产用能总量(图1).从图1中可以看出,自1998年以来,除如皋市因为化肥与农药的施用量减少导致农业生产用能总量下降外,其余各县市单位耕地面积生产用能水平都在不断提高,其中增长最快的是如东县,单位耕地面积生产用能从1998年的 $43.80 \times 10^3 \text{ MJ}/\text{hm}^2$ 上升到2013年的 $82.97 \times 10^3 \text{ MJ}/\text{hm}^2$ ,年均增长率为4.35%.

南通市农业生产用能水平在不断提高的同时,各县市间差异也在扩大.2013年海安、如东等经济相对落后的县市农业生产用能较多,其中海安最多,为 $88.34 \times 10^3 \text{ MJ}/\text{hm}^2$ ;通州、海门等经济相对发达的县市农业生产用能较少,其中通州最少,为 $43.10 \times 10^3 \text{ MJ}/\text{hm}^2$ ,尚不足海安的一半.海安县以种植稻麦等粮食作物为主,而通州区以种植油菜、大豆等经济作物为主,因此在生产过程中海安施用了大量的有机肥和化肥.进一步计算标准差、极差和变异系数(表1),可以看出,标准差由1998年的 $11.09 \times 10^3 \text{ MJ}/\text{hm}^2$ 上升到2013年的 $17.97 \times 10^3 \text{ MJ}/\text{hm}^2$ ,极差由 $30.41 \times 10^3 \text{ MJ}/\text{hm}^2$ 上升到2013年的 $45.24 \times 10^3 \text{ MJ}/\text{hm}^2$ ,表明南通市农业生产用能的绝对差异在不断扩大,期间虽有波动,但波动幅度较小,总体来看绝对差异扩大的趋势更加明显.变异系数反映了农业生产用能相对差异的变化,由1998年的0.23波动上升到2013年的0.28.

表1 1998年~2013年南通市农业生产用能县域差异演变

Table 1 The disparities evolution of agricultural energy consumption on county scale in Nantong City from 1998 to 2013

年份	标准差/( $10^3 \text{ MJ}/\text{hm}^2$ )	极差/( $10^3 \text{ MJ}/\text{hm}^2$ )	变异系数
1998	11.09	30.41	0.23
2000	10.67	25.10	0.19
2005	14.14	41.13	0.24
2010	14.36	39.45	0.24
2013	17.97	45.24	0.28

### 2.2 有机能比重高于东部地区,各县市间用能量差异较大

南通各县市单位耕地面积各类型农业生产用能见表2.

现代农业生产中,人工辅助能对农业产出增长的重要程度已远远超出自然界自身能量循环作用.2013年,南通市有机能比重平均值为18.18%,其中如皋市的有机能比重最高,达到25.61%,而我国东部地

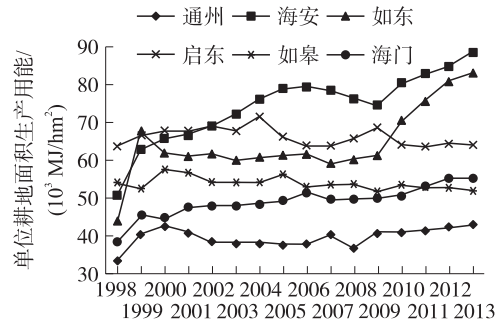


图1 1998年~2013年南通各县市单位耕地面积农业生产用能

Fig.1 The agricultural energy consumption per unit area of farmland in Nantong City from 1998 to 2013

区的有机能水平仅为4.90%<sup>[7]</sup>,南通地区有机能比重约为东部地区的3.7倍.较高的有机肥投入有利于改良土壤、培肥地力,有利于提高肥料的利用率从而促进农田生态系统的良性循环,有利于增加农产品产量、提高品质,当然有机肥利用方式的不恰当也可能在一定程度上产生环境污染问题.各县市间用能能量相对差异较大,通州的有机肥用能水平最低,为 $8.2\times 10^3$  MJ/hm<sup>2</sup>,海安则高达 $20.43\times 10^3$  MJ/hm<sup>2</sup>,前者仅为后者的40%左右,这主要是因为海安是南通的畜牧业大市,其有机肥资源非常丰富.

表2 2013年南通各县市单位耕地面积农业生产用能

Table 2 The agricultural energy consumption per unit area of farmland in Nantong City in 2013

地区		有机能	无机能					生产用能总量/ (10 <sup>3</sup> MJ/hm <sup>2</sup> )
			燃油和电力	机械能	化肥	农药和薄膜	小计	
通州	用能(10 <sup>3</sup> MJ/hm <sup>2</sup> )	8.20	9.70	5.55	15.67	3.98	34.90	43.10
	比重(%)	19.02	22.51	12.87	36.37	9.23	80.98	
海安	用能(10 <sup>3</sup> MJ/hm <sup>2</sup> )	20.43	19.31	8.73	35.95	3.91	67.91	88.34
	比重(%)	23.13	21.86	9.89	40.70	4.43	76.87	
如东	用能(10 <sup>3</sup> MJ/hm <sup>2</sup> )	11.83	35.60	8.59	18.79	8.17	71.14	82.97
	比重(%)	14.26	42.90	10.35	22.64	9.84	85.74	
启东	用能(10 <sup>3</sup> MJ/hm <sup>2</sup> )	8.87	28.17	3.30	18.70	4.90	55.07	63.94
	比重(%)	13.87	44.06	5.16	29.25	7.66	86.13	
如皋	用能(10 <sup>3</sup> MJ/hm <sup>2</sup> )	13.30	6.85	11.74	15.57	4.47	38.63	51.93
	比重(%)	25.61	13.20	22.61	29.98	8.60	74.39	
海门	用能(10 <sup>3</sup> MJ/hm <sup>2</sup> )	8.62	8.24	4.48	27.31	6.44	46.47	55.09
	比重(%)	15.65	14.95	8.14	49.57	11.69	84.35	
全市	用能(10 <sup>3</sup> MJ/hm <sup>2</sup> )	11.58	18.53	7.24	20.89	5.44	52.10	63.68
	比重(%)	18.18	29.10	11.37	32.81	8.54	81.82	

资料来源:根据统计年鉴计算整理得到.

2.3 无机能中直接能均有不同程度增长,但仍以间接能为主

从生产用能的总量和占比来看(表2),间接能均远远超过了直接能.除如东与启东的直接能与间接能大体持平,其余各县市的无机能中间接能占比均超过60%,如皋、海门的间接能占比甚至超过了80%.但1998年以来,除启东直接能有所下降外,其余各县市直接能均呈持续增长趋势(图2).其中增长较快的为如东、海安和通州,三者直接能年均增长率分别为18.04%、11.53%和8.20%.直接能的利用与农业灌溉、机械耕作紧密相连,其增长速度反映了耕地灌溉与机械耕作的程度.与此相反,各县市间接能的增长趋势明显缓于直接能,增长速度最快的海安,年均增长率仅为3.32%,通州和如皋甚至出现了负增长.

2.4 间接能中化肥、机械能所占比重较高

各县市间接能中均以化肥能为主,2013年海安化肥能投入为 $35.95\times 10^3$  MJ/hm<sup>2</sup>,其在间接能中的占比高达74%.从变化看,海安化肥投入增加速度较快,年均增长率为3.4%;启东、海门的化肥投入微弱增长,而如皋、如东、通州的化肥投入呈下降趋势,其中如皋下降幅度最大,从1998年的 $24.39\times 10^3$  MJ/hm<sup>2</sup>下降到2013年的 $15.57\times 10^3$  MJ/hm<sup>2</sup>,跌幅达到36.2%.这是因为如皋和如东非常重视农业生态环境保护,尤其是实行生态农业、绿色农业以来,逐步减少化肥的使用.如东县的化肥施用量从1998年的0.68 t/hm<sup>2</sup>下降到2013年的0.47 t/hm<sup>2</sup>,如皋市则从1998年的0.62 t/hm<sup>2</sup>下降到2013年的0.41 t/hm<sup>2</sup>,二者的下降幅度均到达1/3.

如东机械能增长最快,年均增长率为2.49%,除通州外其余四县市的机械能均有小幅增长.如东的种植业占有重要地位,特别是推行土地流转、加快规模经营的过程中,为农业机械化程度的提高提供了有利条件.据2013年如东县国民经济和社会发展统计公报,2013年如东县农机总动力已达83.29万kW,拥有

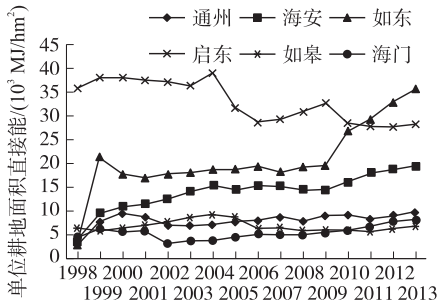


图2 1998年~2013年南通各县市直接能变化趋势

Fig.2 The trends of regional direct energy consumption in Nantong City from 1998 to 2013



大中型拖拉机 1 320 台,联合收割机 1 850 台,插秧机 4 189 台,机插率达 91.3%,农业综合机械化水平为 85.07%,机械化水平的提高带来机械能的快速增长。

### 3 农业生产用能效率的县域差异

#### 3.1 农业生产用能效率基本呈上升趋势

计算得到 1998 年~2013 年南通各县市农业生产用能效率(表 3)。结果表明,南通各县市农业生产用能效率基本呈上升趋势,上升幅度较大的有如皋市和通州市,如皋市用能效率由 1998 年的 0.26 元/MJ 上升到 2013 年的 0.51 元/MJ;通州市则由 1998 年的 0.47 元/MJ 上升到 2013 年的 0.91 元/MJ,年均增长率为 4.53%,二者的年均增长率均超过了 4.5%。

从 2013 年农业生产用能效率看,通州的效率最高达到 0.91 元/MJ,最低的是如东,仅为 0.32 元/MJ,大约为通州的 1/3;位居第二的是如皋,为 0.51 元/MJ。总体上,经济发展较好的通州、海门等县农业生产用能的平均效率较高,而经济比较落后的如东、海安等县农业生产用能的平均效率较低。

表 3 1998 年~2013 年南通各县市农业生产用能效率

年份	通州	海安	如东	启东	如皋	海门
1998	0.47	0.34	0.33	0.25	0.26	0.38
2000	0.41	0.29	0.21	0.26	0.26	0.33
2005	0.68	0.31	0.26	0.33	0.34	0.38
2010	0.85	0.41	0.34	0.41	0.44	0.45
2013	0.91	0.43	0.32	0.44	0.51	0.46

#### 3.2 各县市生产用能效率差异明显

根据式(3)进一步计算 1998 年~2013 年各县市各种农业生产用能的弹性系数,结果见表 4。

表 4 1998 年~2013 年南通各县市各生产用能的弹性系数

县域	有机肥	燃油和电力	机械能	化肥	农药和薄膜
通州	0.57	0.01	1.61	-0.35	0.57
海安	-1.72	0.19	-0.28	2.55	-0.02
如东	-0.73	1.54	-0.21	-1.19	-0.23
启东	0.08	0.58	0.05	0.37	-0.77
如皋	1.79	0.41	0.57	-0.99	-0.94
海门	0.50	0.84	1.38	-1.44	-0.03

从表 4 可以看出,有机肥对农业生产基本起促进作用,除海安和如东外,其余各县市有机肥的弹性系数均为正,其中如皋的弹性系数为 1.79,这意味着如皋的有机肥投入每增加 1%,农业产出会增加 1.79%。而海安的弹性系数为-1.72,表明海安有机肥投入的增加已经不能带来农业产出的增加,反而会有比较明显的负向作用。根据相关研究结果<sup>[19]</sup>,2010 年江苏、全国的单位耕地面积畜禽粪便污染量的能值分别为  $30.24 \times 10^3 \text{ MJ/hm}^2$ 、 $33.01 \times 10^3 \text{ MJ/hm}^2$ ,而海安研究期内单位耕地面积的有机肥投入均超过全国平均能值,2005 年甚至高达  $47.53 \times 10^3 \text{ MJ/hm}^2$ ,已远远超过其土地的承受能力,因此未来海安的畜禽粪便除适当用作有机肥以保持地力外,更多的应该能源化利用、饲料化利用,以充分发挥畜禽粪便的价值。

各县市燃油和电力弹性系数均为正值,表明直接能对南通各县市的农业生产具有较为明显的促进作用。其中如东、海门和启东的直接能弹性系数较大,分别达到 1.54、0.84、0.58。未来随着南通农业生产适度规模经营的推进,有必要投入更多的直接能以促进农业生产的发展。

机械能对农业生产基本呈促进作用。尤其是通州、海门市的促进作用很明显,机械能投入每增加 1%,农业总产值分别增加 1.61%、1.38%。南通地区未来还需要进一步增加机械能的投入,以减轻劳动强度、促进农业增产增收、提升劳动生产率以加快实现农业现代化。

化肥和农药薄膜对各县市农业总产值的增长已基本没有促进作用。南通各县市(除海安外)化肥、农药薄膜的投入已经达到饱和,继续增加投入不仅不能带来农业总产值的增加,而且会产生环境问题。

4 农业生产用能影响因素分析

4.1 面板数据模型估计

对各序列进行单位根检验结果表明,他们之间为 $I(1)$ ,协整检验表明各变量之间存在长期稳定关系,因此可利用面板模型估计各县市各序列之间关系. 面板数据估计结果为:可决系数 $R^2=0.999\ 5$ , $DW=1.902\ 0$ 非常接近于2,说明模型不存在一阶序列自相关. 虽然少数参数估计不够显著,但方程拟合总体效果较好,因此可以用来进行下一步的分析. 模型估计结果见表5.

表5 1998年~2013年南通各县市生产用能影响因素模型估计结果

Table 5 The model estimation results of influence factors of agricultural energy consumption in Nantong City from 1998 to 2013

县域	$\ln V$	$\ln L$	$\ln T$	$\ln E(-1)$
通州	0.098 0	0.075 9	0.006 3	0.117 6
	(0.555 2)	(0.527 0)	(0.011 8)	(0.496 8)
海安	0.307 6	0.053 3	-0.000 3	0.394 5
	(0.000 2)	(0.099 3)	(0.866 9)	(0.000 0)
如东	0.608 9	0.180 7	-0.001 6	0.072 4
	(0.000 0)	(0.000 0)	(0.444 4)	(0.301 9)
启东	0.302 9	0.180 8	0.001 0	-0.057 2
	(0.020 4)	(0.001 7)	(0.574 5)	(0.735 3)
如皋	0.256 4	0.191 0	0.001 0	-0.224 6
	(0.160 1)	(0.040 4)	(0.535 5)	(0.317 0)
海门	0.448 4	0.175 8	0.020 4	0.231 5
	(0.000 0)	(0.000 0)	(0.000 0)	(0.000 0)

括号内为概率值.

4.2 各因素对农业生产用能的影响

4.2.1 农业经济总量与能源消费习惯对农业生产用能影响程度较大

表5显示,各县市农业经济总量系数均为正,表明农业经济增长对农业生产能源消费均有正向影响,其中正向作用最明显的是如东,在研究期内农业生产总产值每增长1%,就会带动农业生产能源消费增长0.61%. 但总体来看,农业经济增长对农业生产能源消费的依赖程度并不高. 这主要是因为目前南通各县市农业生产依然以家庭联产承包为主,人均耕地资源少,其中通州、海安和启东人均耕地基本呈下降趋势,海门、如皋和如东人均耕地虽有增加,但人均耕地资源也不多,例如如皋人均耕地仅为 $0.056\text{ hm}^2$ . 这种分散的小规模家庭生产使得农户大多采用传统生产方式,这就降低了农业生产对能源消费的依赖性. 随着南通市土地流转规模的加大,万顷良田工程的进一步展开,未来农业生产对能源消费的依赖会有所增强.

以往的能源消费习惯对农业生产用能基本起促进作用,且影响程度较大,其中海安和海门的能源消费习惯造成的影响最明显. 以往农业生产中形成的经验、农机设备耗能的标准性和使用的长期性等造成过去耗能大的县市当期耗能依然比较大. 因此要节约能源,必须从改变生产习惯入手.

4.2.2 劳动力投入的贡献逐渐丧失

劳动力对农业生产用能的影响包括两个方面,一方面劳动力可以在一定程度上替代一般机械作业,从而减少能源的使用;但另一方面,劳动力数量能决定生产规模,投入的劳动力越多可以使得农业生产规模越大,从而间接导致对能源需求的增加. 因此劳动力数量对能源需求的影响是上述两种影响综合作用的结果,不能简单确定两者之间的正负相关关系.

本研究结果表明劳动力对农业生产用能的促进作用非常有限. 研究期内,如皋市的劳动力弹性系数最大,为0.19%,即劳动力投入每增加1%,农业生产用能消费增加0.19%,通州和海安的劳动力弹性系数则最小,均不到0.1%,这意味着劳动力对生产用能的促进作用将难以为继,因为一方面南通市农业劳动力数量锐减,2000年~2013年,由197.99万人下降为68.84万人,2013年只是2000年的35%;另一方面劳动者质量也在下降,一是年龄结构不合理,青壮年或在外打工或从事二、三产业,使得农业从业人员趋于老龄化,二是劳动力的文化素质在下降,据南通市2010年农村人力资源调查,未上学和小学文化程度的农业从业人员占比达37.3%,高出全省3.3个百分点.

#### 4.2.3 农业固定资产投资对农业生产用能影响程度各异

表5显示了农业固定资产投资水平对各縣市农业生产用能的影响程度。海门的促进效应最明显,农业固定资产投资投入每增加1%,农业生产能源消费仅增长0.02%,而海安和如东甚至出现了相反变化趋势。研究期内,南通农业固定资产投资波动上升,从1998年的6 620万元上升到2012年43 140万元,虽然有部分投资用于扩大生产规模和购置机械设备,但还有相当一部分投资用于改善农业基础设施、更新机械设备、购置节能机械等,前者会增加能源需求量,而后者则有利于提高能源利用率、降低能源消耗,从而导致两种效果相互抵消。

### 5 研究结果与对策

#### 5.1 研究结果

(1)从农业生产能源消费总量来看,南通各縣市自1998年以来不断提高,但各縣市农业生产用能的绝对差异和相对差异也在不断加大;从农业生产能源消费结构看,各縣市均以无机能为主,而无机能中又以间接能的消耗为主,间接能中化肥、机械能占有较大比重。

(2)南通市农业生产用能效率总体呈上升趋势,通州、启东、海门等经济较为发达的地区用能效率较高,而经济较为落后的北三县用能效率较低。在各种生产用能中,有机肥、机械能、燃油和电力对农业经济发展起明显的促进作用,而化肥、农药和薄膜的投入开始饱和,因此其促进作用有限甚至呈反向影响。

(3)利用面板数据模型对农业生产用能的影响因素进行分析表明,农业经济总量与能源消费习惯对农业生产用能影响程度较大;劳动力投入对各縣市农业生产用能的贡献逐渐丧失;农业固定资产投资对农业生产用能的影响程度则非常有限。

#### 5.2 对策

(1)大力提高农业综合机械化水平。2012年南通市农机化综合水平虽已领先于江苏苏北地区,但同期无锡市农业综合机械化水平为85%,与之相比还有较大差距。因此要大力提高农业综合机械化水平,既着力提高主要农作物生产机械化水平,如乘坐式插秧机、高性能联合收割机、油菜机械化播种、移栽和收获技术;又注重全面推进高效设施农业机械化,大力发展新型、高效、环保、节能的果蔬、花卉、畜禽、水产及其他特色农副产品生产加工机械。计划到2015年,全市农业机械总动力350万kW,农业生产机械化综合水平达到85%,努力将南通建设为全省高效设施农业机械化先进市,为现代农业发展提供有力的装备支撑。

(2)合理分配有机肥资源的利用。有机肥对维持南通较高的农业生产水平起了重要的作用,但同时有有机肥使用方式还存在许多问题,如畜禽粪便流失导致的水体污染,直接用畜禽粪便浇灌农地产生的土壤污染,过量使用畜禽粪便超过土壤最大的畜禽粪便承载量导致的环境污染等。因此未来南通要适当调整农业产业结构,“种、养、加”协调发展,除种植业消耗一部分畜禽粪便,降低化肥施用强度外,多途径使用畜禽粪便资源,如通过饲料化在畜牧业内部循环,既可减少畜牧业生产成本,还能减轻环境污染;再如发展中型沼气工程,既可以提供优质能源,又能提高有机肥的利用效率。

(3)改变能源消费习惯,提高能源利用效率。农业生产用能的投入并不是越多越好,超过农田的承受能力,不仅不能带来农业产出的提升,反而会增加土壤酸度,破坏整个农业生态系统。因此,要改变能源消费习惯,大力发展有机农业、生态农业,减少化肥的使用量,减少农药、薄膜的使用,提高能源利用效率。

(4)着力培育现代农业所需的新型农民。我国正处在传统农业向现代农业加快发展的进程中,现代农业是高产、优质、高效、生态、安全的农业,主要体现为用现代物质条件装备农业,用现代科学技术改造农业,用现代产业体系提升农业,用现代经营方式推进农业,用现代发展理念引领农业,用培养新型农民发展农业。因此,新型农民是现代农业发展的关键一环。应重点培养生产经营型人才、技能服务型人才和农村发展带头人,为发展现代农业提供人才保障,也为提高农业生产用能效率提供人才保障。

#### [参考文献]

- [1] 刘巽浩. 我国不同地区农田能量转换效率的初步研究[J]. 北京农业大学学报, 1982, 8(1): 47-53.
- [2] 闻大中. 农业生态系统能流的研究方法(一)[J]. 农业生态环境, 1985(4): 47-52.
- [3] 闻大中. 农业生态系统能流的研究方法(二)[J]. 农业生态环境, 1986(1): 52-56.



- [4] 闻大中. 农业生态系统能流的研究方法(三)[J]. 农业生态环境, 1986(2):48-51.
- [5] 李连禄, 黄育珠, 韩纯儒. 农业生态系统工业能投的折能系数探讨[J]. 农业生态环境, 1989(4):32-36.
- [6] 李兰海. 农业生态系统能流分析指标的探讨[J]. 农业现代化研究, 1988(1):18-19.
- [7] 胡莉莉, 牛叔文. 中国区域农业生产用能特征及经济效益研究[J]. 干旱区资源与环境, 2011, 25(10):1-6.
- [8] 朱立志, 刘静, 向猛. 我国农业生产能源消费变化与趋势分析[J]. 环境经济, 2010, 84(12):44-47.
- [9] 彭科, 安玉发. 中国农业生产能源消费影响因素的实证分析——基于固定效应模型[J]. 技术经济, 2012, 32(6):101-106.
- [10] 董国仓, 罗有贤, 翁才银, 等. 基于 Arcgis 的重庆市县域生态足迹差异分析[J]. 经济地理, 2009, 29(11):1 885-1 889.
- [11] 李建豹, 白永平, 罗君, 等. 甘肃省县域经济差异变动的空间分析[J]. 经济地理, 2011, 31(3):390-395.
- [12] 方叶林, 黄震方, 涂玮, 等. 基于地统计分析的安徽县域经济空间差异研究[J]. 经济地理, 2013, 33(2):33-38.
- [13] 李成圆, 熊黑钢, 闫人华. 天山北坡县域现代农业发展水平的差异研究[J]. 中国农学通报, 2013, 29(8):93-98.
- [14] 彭丽, 秦趣, 苏维词. 重庆市县域综合发展水平差异的时空特征分析[J]. 世界地理研究, 2009, 18(3):61-67.
- [15] 江苏省统计局. 江苏省农村统计年鉴[M]. 北京:中国统计出版社, 2014:192-195.
- [16] 尹钧, 高志强, 张布雷, 等. 农田能量测算原理与指标体系的研究[J]. 山西农业大学学报, 1998, 18(2):95-98.
- [17] 卞有生, 柳英坤, 卞晶. 农业生态工程中人工辅助能产投比的计算分析研究[J]. 中国工程科学, 2006, 8(8):28-32, 44.
- [18] 高铁梅. 计量经济分析方法与建模[M]. 2版. 北京:清华大学出版社, 2009:319-354.
- [19] 仇焕广, 廖绍攀, 井月, 等. 我国畜禽粪便污染的区域差异与发展趋势分析[J]. 环境科学, 2013, 34(7):2 766-2 774.

[责任编辑:丁 蓉]

(上接第119页)

#### [参考文献]

- [1] 武春友, 谢风媛. 入境旅游发展与经济增长的非线性关系[J]. 商业经济与管理, 2010(2):76-83.
- [2] 许志军. 入境旅游人数与我国GDP关系的协整分析[J]. 北京财贸职业学院学报, 2008, 24(3):29-32.
- [3] 王彩红, 孙根年, 马耀峰. 20年来中国入境旅游业的波动周期及影响因素[J]. 宁夏大学学报:自然科学版, 2004, 25(2):174-179.
- [4] 庞丽, 王铮, 刘青春. 我国入境旅游和经济增长关系分析[J]. 地域研究与开发, 2006, 25(3):51-55.
- [5] 张世兵. 湖南省入境旅游发展与经济增长的关系研究[J]. 经济地理, 2013, 33(7):182-186.
- [6] 唐芳, 师谦友, 程永静. 西安市入境旅游发展与经济增长的关系研究[J]. 河南科学, 2014, 32(1):133-138.
- [7] Huang N E, Shen Z, Long S R, et al. The empirical mode decomposition and the Hilbert Spectrum for nonlinear and non-stationary time series analysis[J]. Proceedings of the Royal Society of London, 1998, 454:903-995.
- [8] 邓拥军, 王伟, 钱成春, 等. EMD方法及Hilbert变换中边界问题的处理[J]. 科学通报, 2001, 46(3):257-263.
- [9] 张真真, 林振山, 杜建丽, 等. 树轮资料(1511—1954)太阳活动的多尺度分析——EMD方法的应用[J]. 地理科学, 2009, 29(5):709-714.
- [10] 陈玲玲, 林振山, 郭杰, 等. 基于EMD的中国粮食安全保障研究[J]. 中国农业科学, 2009, 42(1):180-188.
- [11] 陈玲玲, 杨慧. 我国入境旅游客源与旅游外汇收入的多尺度对比研究——EMD方法的新应用[J]. 地域研究与开发, 2011, 30(6):94-97.
- [12] 赵俊远, 高詹玉, 李肖利, 等. 四川省旅游外汇收入波动及其成因的多时间尺度分析——基于EMD方法的应用[J]. 西部经济管理论坛, 2013, 24(2):1-5.
- [13] 余向洋, 沙润, 朱国兴, 等. 基于EMD的景区客流波动特征及其组合预测——以黄山风景区为例[J]. 地理科学进展, 2012, 31(10):1 353-1 359.
- [14] 余向洋, 胡善风, 朱国兴, 等. 基于LS-SVM方法的景区客流中期预测研究[J]. 旅游学刊, 2013, 28(4):75-82.
- [15] Wu Z H, Huang N E. Ensemble empirical mode decomposition: a noise-assisted data analysis method[J]. Advances in Adaptive Data Analysis, 2009, 1(1):1-41.
- [16] 王兵, 李晓东. 基于EEMD分解的欧洲温度序列的多尺度分析[J]. 北京大学学报:自然科学版, 2011, 47(7):627-635.
- [17] 李慧群, 付遵涛. 基于EEMD的中国地区1956年~2005年日照变化的趋势分析[J]. 北京大学学报:自然科学版, 2012, 48(3):393-398.

[责任编辑:丁 蓉]