

# 农业综合产出对投入资源的敏感性研究

张燕 高翔 张洪\*

(南京大学 地理与海洋科学学院,南京 210093)

**摘要** 用弹性系数讨论农业产出对投入资源的敏感性和资源投入的合理性,采用加权 TOPSIS 法综合多种产出,分析安徽省农业资源利用情况。结果表明:从全省来看,农业综合产出对农药、从业人员和灌溉等资源投入的敏感性较高;2003、2005 和 2007 年的资源投入不尽合理,而 2004、2006 和 2008 年的资源投入比较合理。从皖南山区来看,2002、2003、2005 和 2007 年的资源投入不尽合理,2001、2004、2006 和 2008 年的资源投入则比较合理。安徽省农业实践说明,适度减少投入仍有可能提高产出。

**关键词** 农业经济; 投入-产出; 弹性系数; 加权 TOPSIS 法

中图分类号 F 304 文章编号 1007-4333(2011)06-0169-05 文献标志码 A

## Sensitivity analysis of agricultural integrated output to input resources

ZHANG Yan, GAO Xiang, ZHANG Hong\*

(School of Geographic and Oceanographic Sciences, Nanjing University, Nanjing 210093, China)

**Abstract** When the sensitivity of agricultural output to input resources and the rationality of resources' inputs are discussed using the elasticity coefficient, it is necessary to integrate various outputs. Because in actual agricultural production system, the input resources and the outputs are variable given usually the input data of the specific resource and the corresponding output data might be hardly collected. In order to compare and discuss the relationship between the input of the specific resource and the output the weighted TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) method, which has unambiguous geometric meaning and is simple and convenient, is used to integrate the various outputs. Using the elasticity coefficient of the specific resource and the TOPSIS method the states of agriculture resource utilization in Anhui province are discussed. The results indicate that the agricultural integrated output in whole province is highly sensitive to the inputs of the pesticide, the number of agriculture laborer and the effective irrigated area. The inputs of resources were reasonless in 2003, 2005 and 2007, but relatively reasonable in 2004, 2006 and 2008. In the mountainous area of the South Anhui province the inputs of resources were reasonless in 2002, 2003, 2005 and 2007, but relatively reasonable in 2001, 2004, 2006 and 2008. The practice of agriculture production in Anhui province indicated that the integrated output may be also increased by decreasing the inputs of resources.

**Key words** agricultural economy; input-output; elasticity coefficient; weighted TOPSIS method

要在农业生产中获得尽可能高的产出,需合理利用自然与人工两类资源。作物生长需要的自然资源有光照、降水、气温、土壤及自然肥力,但其受到地理区位限制;土壤结构、供肥能力、病虫害等亦会影响作物的产量。为弥补自然资源在地域分布和时间

分配上的不均,须向农田生态系统补充作物生长所需而当地却短缺的物质与能量,如肥料、农药、农用塑料薄膜、灌溉和人工辅助动力等,以减少农田内部消耗并增加其生产力。然而,为建设资源节约型农业以确保可持续发展,投入资源时,应以满足需要为

收稿日期: 2011-04-08

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(40930103,40771186); 江苏省自然科学基金资助项目(BK2001040)

第一作者: 张燕,副教授,博士,主要从事资源与环境的教学与研究, E-mail: zhangynju@sina.com

通讯作者: 张洪,讲师,博士,主要从事旅游规划与景观设计研究, E-mail: zhhongnju@yahoo.com.cn

限,尽量节俭、适度,而不盲目追求投入水平的提高。

国内外研究农业产出与资源投入关系的方法主要有比值法<sup>[1]</sup>、生产函数法<sup>[2]</sup>、包络法<sup>[3]</sup>、能量效率法<sup>[4]</sup>、因子—能量法<sup>[5]</sup>及能值法<sup>[6]</sup>等,还有学者研究了单项资源(化肥)对单项产出(粮食)的增产效率与潜力<sup>[7]</sup>,但农业综合产出对投入资源的敏感性研究还未见报道。

笔者认为,向农田添加作物生长所需资源时,应考虑前期的产出与投入;相对产出而言,还有增产潜力的资源可予追加,但应适度添加相应资源,实现用较少投入获取较多产出;已有富余甚至造成减产的资源便不应再追加甚至应减少;即使减少投入量也不会造成产出下降的资源则应坚决减少。这样做经济上合理,又利于保护环境,维护生态系统的平衡。为此,须掌握以往农业产出与相应资源投入的情况。本研究即采用反映投入资源量与产出之间关系的“弹性系数”作为参数,以揭示安徽省农业综合产出对各种投入资源的敏感程度,旨在评价安徽省目前农业资源投入的合理性,为今后投入相关资源时提供参考依据。

## 1 研究方法

### 1.1 农业投入资源的弹性系数

借助经济学“弹性”概念,笔者用弹性系数  $E_j$  度量农业投入资源的增产效果。 $E_j$  表示资源  $r_j$  变化 1%,农业产出  $Q$  相应变化的百分比。用此参数,可比较产出对不同投入资源的敏感程度即何种资源引起产出较大变动,并了解变动的方向是什么。

$$E_j = (\Delta Q/Q)/(\Delta r_j/r_j) \quad (1)$$

式中, $r_j$  为投入的某种具体资源(如电力、农膜、水等); $Q$  为农业产出(如谷物、棉花、花生、蔬菜等)。由于缺少与特定产出对应的投入资源的数据,为便于讨论,本文对产出做了综合,即文中的  $Q$  为农业综合产出; $\Delta Q$ 、 $\Delta r_j$  为综合产出与特定投入资源在不同时段( $t-1 \rightarrow t$ )的变化量; $\Delta Q = Q(t) - Q(t-1)$ , $\Delta r_j = r_j(t) - r_j(t-1)$ ;根据计算弹性系数的“中点公式”,取  $Q = [Q(t) + Q(t-1)]/2$ , $r_j = [r_j(t) + r_j(t-1)]/2$ 。

根据(1)式,农业投入资源  $r_j$  可以处在 4 种利用状态:

(a)  $E_j > 0$  且  $\Delta r_j > 0$ , 即有  $\Delta Q > 0$ ;

(b)  $E_j > 0$  且  $\Delta r_j < 0$ , 即有  $\Delta Q < 0$ ;

(c)  $E_j \leq 0$  且  $\Delta r_j > 0$ , 即有  $\Delta Q \leq 0$ ;

(d)  $E_j < 0$  且  $\Delta r_j < 0$ , 即有  $\Delta Q > 0$ 。

(a)、(b) 状态下, $\Delta Q/Q$  随  $\Delta r_j/r_j$  的增减同步增减,若  $E_j > 1$ ,表示  $Q$  的变化率超过  $r_j$  的变化率,即在现生产方式下,可通过追加  $r_j$  的投入获得产出的更快增长;若  $0 < E_j \leq 1$ ,表示  $Q$  的变化率小于等于  $r_j$  的变化率,即在现有生产方式下,追加  $r_j$  虽仍有提高  $Q$  的余地,但此时的产出增长实际是获自于消耗更多的  $r_j$ ,从经济性角度与  $E_j > 1$  相比,这时投入  $r_j$  的效率较低,而且可能出现  $r_j$  效率越来越低(即  $E_j$  越来越接近 0)的情况,若如此则表明  $r_j$  在现有生产方式下的增产潜力已经耗尽,不能再靠追加  $r_j$  的投入来提高产出了。(c)、(d) 状态下, $\Delta Q/Q$  与  $\Delta r_j/r_j$  反方向变动,但处于(c) 状态时, $r_j$  投入过剩,追加  $r_j$  不仅不能增加反而减少产出,即资源利用效率为负,因而有必要改变已有生产方式;而(d) 状态表示现行生产方式在减少资源  $r_j$  的投入时仍可实现产出的增加,这显然是比单纯依赖追加  $r_j$  投入来获取  $Q$  增长更为节约资源的生产方式,对资源的利用效率更高,这时,在满足  $\Delta Q \geq 0$  的条件下,可以进一步减少  $r_j$  的投入,直至  $\Delta Q = 0$ 。综上所述,从对资源  $r_j$  的利用效率对比来看,从优到劣的顺序显然是(d)—(a)—(b)—(c),尤其(d) 对应的是最具“可持续”特点的资源利用方式,相应的生产方式是应努力追求的。

### 1.2 加权 TOPSIS 方法

用加权 TOPSIS 法 (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution)<sup>[8]</sup> 确定农业综合产出  $Q$  的具体步骤是:

1) 选择指标并建立矩阵,对数据做标准化处理。以安徽省不同区域的农业产出作为样本,利用  $m$  个样本(即  $m$  个区域)和  $n$  个指标(即  $n$  种农业产出)组成讨论对象,建立一个由  $m$  个样本  $n$  个指标构成的矩阵  $X = (x_{ij})_{m \times n}$ , $x_{ij}$  为指标实际值, $i$  为样本序号, $j$  为指标序号。

$x_{ij}$  通常有量纲,为排除量纲与数量级差异造成的影响,本文对矩阵采用极差标准化处理,处理后的矩阵为  $X' = (x'_{ij})_{m \times n}$ ,各元素取值为  $0 \leq x'_{ij} \leq 1$ 。

$$x'_{ij} = \frac{x_{ij} - \min_{1 \leq i \leq m} x_{ij}}{\max_{1 \leq i \leq m} x_{ij} - \min_{1 \leq i \leq m} x_{ij}}$$

$$(i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n) \quad (2)$$

式中, $\max_{1 \leq i \leq m} x_{ij}$ 、 $\min_{1 \leq i \leq m} x_{ij}$  分别为第  $j$  个产出指标的最

大、最小值。

2) 用标准化矩阵  $X'$  中各指标的最大值和最小值确定最大、最小参照样本  $X^+$ 、 $X^-$ 。 $n$  个指标构成一个  $n$  维空间, 每个样本对应此空间一特定点, 共有  $m$  个空间对应点; 再在此空间中找到两个参照点, 即所有指标的最大值和最小值分别构成的空间点  $X^+$  (最大参照样本)、 $X^-$  (最小参照样本)。对产出而言, 最大参照样本对应最理想的样本状态, 最小参照样本对应最不理想的样本状态。

$$\begin{aligned} X^+ &= (\max_{1 \leq i \leq m} x_{i1}, \max_{1 \leq i \leq m} x_{i2}, \dots, \max_{1 \leq i \leq m} x_{in}), \\ X^- &= (\min_{1 \leq i \leq m} x_{i1}, \min_{1 \leq i \leq m} x_{i2}, \dots, \min_{1 \leq i \leq m} x_{in}) \end{aligned} \quad (3)$$

3) 用加权欧氏距离分别计算各样本与  $X^+$ 、 $X^-$  间的距离 (即空间两点间的距离)  $d_i^+$ 、 $d_i^-$ :

$$\begin{aligned} d_i^+ &= \sqrt{\sum_{j=1}^n w_j (x_{ij} - x_j^+)^2}, \\ d_i^- &= \sqrt{\sum_{j=1}^n w_j (x_{ij} - x_j^-)^2}; \\ 0 \leq d_i^+, d_i^- \leq 1 \quad (i = 1, 2, \dots, m) \end{aligned} \quad (4)$$

因为不同作物的产出量不同, 因此不同作物在综合产出中的贡献不同, 而产出量与播种面积成比例, 于是权系数  $w_j$  就根据第  $j$  种作物播种面积  $S_j$  占总播种面积  $S$  的比例来确定, 即  $w_j = S_j/S$ 。

当一个样本所有指标均达到最大值时, 它与最大参照样本的距离最小 ( $d^+ = 0$ ), 与最小参照样本的距离最大 ( $d^- = 1$ ); 而一个样本所有指标均为最小值时, 它与最大参照样本的距离最大 ( $d^+ = 1$ ), 与最小参照样本的距离最小 ( $d^- = 0$ )。对产出而言,  $d_i^+$  越小表示  $i$  样本与期望越接近;  $d_i^-$  越大表示  $i$  样本越远离最不理想状态, 则  $i$  样本状态越好。

4) 用指数  $Q_i$  来综合  $d_i^+$  与  $d_i^-$ , 以此作为农业综合产出。对产出来说,  $Q_i$  越大表示  $i$  样本状态越优。若样本 (即区域) 各指标 (即各种农业产出) 均处于最大 (即有  $d_i^+ = 0$  且  $d_i^- = 1$ ) 则  $Q_i = 1$ ; 若样本各指标均处于最小 (即有  $d_i^- = 0$  且  $d_i^+ = 1$ ) 则  $Q_i = 0$ 。

$$\begin{aligned} Q_i &= \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^+}; \quad 0 \leq Q_i \leq 1 \\ (i = 1, 2, \dots, m) \end{aligned} \quad (5)$$

## 2 结果与讨论

### 2.1 分区、指标选择与数据来源

参照安徽省农业分区<sup>[9]</sup>, 结合数据的可获取性, 将安徽省的 17 个市划分为 4 个区域: 淮北平原 (淮

北市、亳州市、宿州市、蚌埠市、阜阳市、淮南市)、江淮丘陵 (合肥市、滁州市、六安市)、皖南山区 (黄山市、宣城市、池州市)、沿江平原 (马鞍山市、芜湖市、铜陵市、安庆市、巢湖市)。

选择农业投入资源为: 单位播种面积的农业机械总动力  $r_1$  (kW/hm<sup>2</sup>)、化肥  $r_2$  (折纯, kg/hm<sup>2</sup>)、用电量  $r_3$  (kW/hm<sup>2</sup>)、农膜  $r_4$  (kg/hm<sup>2</sup>)、农药  $r_5$  (kg/hm<sup>2</sup>)、灌溉面积占耕地面积比重  $r_6$  (%), 单位耕地面积从业人员  $r_7$  (人/hm<sup>2</sup>)。农业产出指标则采用: 各种作物 (主要为谷物、豆类、薯类、油料、花生、油菜籽、棉花、麻类、黄红麻、烟叶、烤烟、蔬菜) 的单位面积产量 (kg/hm<sup>2</sup>)。

用 (1)~(5) 式处理 2001—2009 年安徽统计年鉴<sup>[10]</sup> 提供的农业基础数据; 先分 4 个农业区统计各年农业投入资源与产出; 再计算各区各种投入资源的变化率  $\Delta r_i/r_i$ , 以及相应年份农业综合产出和其变化率  $\Delta Q/Q$ ; 然后计算各区投入资源的弹性系数  $E_j$ 。结果见表 1。

### 2.2 农业综合产出与农业投入资源总体状况

农业产出与作物的播种面积有关, 故在计算综合产出时, 以各种作物播种面积占总播种面积的比例作为权系数。尽管各年各区域不同作物的权系数有差异, 但 4 个区域平均权系数由大至小的排列均是谷物、油料、油菜籽、蔬菜、豆类、棉花、薯类、花生、麻类、烟叶、烤烟和黄红麻。

由表 1 可见, 2001—2008 年安徽省各区域农业综合产出变化率变动方向改变频繁且变动幅度大, 如江淮丘陵 2003 年综合产出变化率为 -147.0%, 而 2004 年的变化却为 158.6%。各区域农机总动力  $r_1$ 、用电量  $r_3$ 、灌溉  $r_6$  的投入增加 (变化率 > 0) 且变化幅度较小; 从业人员  $r_7$  投入减少 (变化率 < 0) 且变化幅度较小; 化肥  $r_2$ 、农膜  $r_4$ 、农药  $r_5$  的投入有增有减且变化幅度较大。

### 2.3 农业投入资源的敏感性及合理性讨论

投入资源的弹性系数是指资源投入量发生 1% 的变化所引起的产出变化的百分比, 因此, 可用它度量产出对投入资源的敏感程度, 并基于此判断各地区不同时间各种资源投入的合理性, 以便根据前期各种投入资源所处的利用状态来明智地安排下一年资源投入量: 去年处于 (a)、(b) 状态 (尤其  $E_j > 1$ ) 的资源, 表明其投入合理, 今年可适度增加相应资源的投入以提高产出; 去年处于 (c) 状态的资源, 表明其

**表 1 2001—2008 年安徽省各区域农业投入资源的弹性系数 ( $E_j$ ) 及综合产出变化率 ( $\Delta Q/Q$ )**  
 Table 1 Elasticity coefficient of input resources ( $E_j$ ) and change rate of integrated output ( $\Delta Q/Q$ )  
 in areas of Anhui from 2001 to 2008

地区	年份	$E_1$	$E_2$	$E_3$	$E_4$	$E_5$	$E_6$	$E_7$	$\Delta Q/Q/\%$
淮北平原	2001	1.13 <sup>a</sup>	1.41 <sup>a</sup>	1.87 <sup>a</sup>	1.70 <sup>a</sup>	1.00 <sup>a</sup>	4.23 <sup>a</sup>	-16.48 <sup>d</sup>	10.5
	2002	1.32 <sup>a</sup>	-0.31 <sup>d</sup>	1.58 <sup>a</sup>	1.07 <sup>a</sup>	101.19 <sup>a</sup>	3.13 <sup>a</sup>	-4.50 <sup>d</sup>	6.8
	2003	-31.30 <sup>c</sup>	-4.27 <sup>c</sup>	-49.80 <sup>c</sup>	-40.84 <sup>c</sup>	36.74 <sup>b</sup>	-83.06 <sup>c</sup>	46.66 <sup>b</sup>	-133.7
	2004	18.53 <sup>a</sup>	-10.42 <sup>d</sup>	32.57 <sup>a</sup>	11.45 <sup>a</sup>	24.71 <sup>a</sup>	78.10 <sup>a</sup>	-95.34 <sup>d</sup>	144.7
	2005	-7.49 <sup>c</sup>	-1.64 <sup>c</sup>	-5.57 <sup>c</sup>	-5.49 <sup>c</sup>	-3.02 <sup>c</sup>	-60.50 <sup>c</sup>	16.47 <sup>b</sup>	-29.7
	2006	5.71 <sup>a</sup>	-1.04 <sup>d</sup>	5.23 <sup>a</sup>	-6.00 <sup>d</sup>	316.42 <sup>a</sup>	17.63 <sup>a</sup>	-101.80 <sup>d</sup>	34.6
	2007	-8.55 <sup>c</sup>	-0.97 <sup>c</sup>	-5.32 <sup>c</sup>	5.39 <sup>b</sup>	-21.22 <sup>c</sup>	-10.39 <sup>c</sup>	4.10 <sup>b</sup>	-30.7
	2008	4.42 <sup>a</sup>	-2.33 <sup>d</sup>	2.46 <sup>a</sup>	-4.60 <sup>d</sup>	1.57 <sup>a</sup>	32.83 <sup>a</sup>	-7.56 <sup>d</sup>	31.2
江淮丘陵	2001	0.36 <sup>a</sup>	-0.14 <sup>d</sup>	0.59 <sup>a</sup>	0.10 <sup>a</sup>	-0.66 <sup>d</sup>	6.96 <sup>a</sup>	-4.53 <sup>d</sup>	3.7
	2002	6.30 <sup>a</sup>	0.89 <sup>a</sup>	7.52 <sup>a</sup>	-0.71 <sup>d</sup>	-1.42 <sup>d</sup>	49.35 <sup>a</sup>	-5.79 <sup>d</sup>	16.4
	2003	-23.56 <sup>c</sup>	-58.23 <sup>c</sup>	-6.10 <sup>c</sup>	-119.49 <sup>c</sup>	-7.85 <sup>c</sup>	-74.21 <sup>c</sup>	90.15 <sup>b</sup>	-147.0
	2004	47.65 <sup>a</sup>	24.24 <sup>a</sup>	63.81 <sup>a</sup>	-21.65 <sup>d</sup>	159.55 <sup>a</sup>	34.83 <sup>a</sup>	485.27 <sup>a</sup>	158.6
	2005	-3.88 <sup>c</sup>	0.47 <sup>b</sup>	-1.60 <sup>c</sup>	-0.77 <sup>c</sup>	-6.32 <sup>c</sup>	11.77 <sup>b</sup>	12.35 <sup>b</sup>	-11.9
	2006	1.67 <sup>a</sup>	1.09 <sup>a</sup>	0.87 <sup>a</sup>	24.65 <sup>a</sup>	9.89 <sup>a</sup>	-46.28 <sup>d</sup>	-9.76 <sup>d</sup>	12.3
	2007	0.33 <sup>a</sup>	5.26 <sup>a</sup>	0.61 <sup>a</sup>	0.21 <sup>a</sup>	0.74 <sup>a</sup>	37.38 <sup>a</sup>	-0.65 <sup>d</sup>	3.7
	2008	2.34 <sup>a</sup>	0.80 <sup>a</sup>	1.71 <sup>a</sup>	-0.44 <sup>d</sup>	-7.24 <sup>d</sup>	-22.35 <sup>d</sup>	-4.10 <sup>d</sup>	8.4
皖南山区	2001	5.69 <sup>a</sup>	4.67 <sup>a</sup>	-5.03 <sup>d</sup>	0.53 <sup>a</sup>	3.90 <sup>a</sup>	22.33 <sup>a</sup>	-36.49 <sup>d</sup>	11.3
	2002	-3.22 <sup>c</sup>	-7.64 <sup>c</sup>	-1.44 <sup>c</sup>	-2.75 <sup>c</sup>	-1.60 <sup>c</sup>	-48.73 <sup>c</sup>	7.90 <sup>b</sup>	-15.6
	2003	-1.71 <sup>c</sup>	-0.64 <sup>c</sup>	-0.56 <sup>c</sup>	-0.88 <sup>c</sup>	-4.48 <sup>c</sup>	-2.41 <sup>c</sup>	-30.37 <sup>c</sup>	-8.5
	2004	-348.20 <sup>d</sup>	-1.56 <sup>d</sup>	4.87 <sup>a</sup>	-3.62 <sup>d</sup>	2.87 <sup>a</sup>	7.81 <sup>a</sup>	9.67 <sup>a</sup>	36.2
	2005	-0.50 <sup>c</sup>	-0.23 <sup>c</sup>	-0.16 <sup>c</sup>	0.92 <sup>b</sup>	-0.18 <sup>c</sup>	1.80 <sup>b</sup>	0.64 <sup>b</sup>	-2.5
	2006	1.64 <sup>a</sup>	3.83 <sup>a</sup>	0.41 <sup>a</sup>	0.94 <sup>a</sup>	5.70 <sup>a</sup>	10.21 <sup>a</sup>	-82.08 <sup>d</sup>	7.0
	2007	-0.49 <sup>c</sup>	-0.23 <sup>c</sup>	-0.24 <sup>c</sup>	0.49 <sup>b</sup>	-0.43 <sup>c</sup>	3.85 <sup>b</sup>	0.57 <sup>b</sup>	-3.0
	2008	3.43 <sup>a</sup>	-0.22 <sup>d</sup>	0.27 <sup>a</sup>	-7.79 <sup>d</sup>	-41.74 <sup>d</sup>	9.49 <sup>a</sup>	-1.25 <sup>d</sup>	4.7
沿江平原	2001	0.87 <sup>a</sup>	-17.56 <sup>d</sup>	0.38 <sup>a</sup>	0.56 <sup>a</sup>	-0.34 <sup>d</sup>	12.98 <sup>a</sup>	-1.87 <sup>d</sup>	4.8
	2002	-4.18 <sup>c</sup>	-0.64 <sup>c</sup>	-2.19 <sup>c</sup>	1.96 <sup>b</sup>	-14.53 <sup>c</sup>	-39.13 <sup>c</sup>	4.31 <sup>b</sup>	-14.9
	2003	-1.85 <sup>c</sup>	0.25 <sup>b</sup>	-0.63 <sup>c</sup>	2.90 <sup>b</sup>	-0.46 <sup>c</sup>	-2.79 <sup>c</sup>	1.63 <sup>b</sup>	-6.1
	2004	-8.06 <sup>d</sup>	10.55 <sup>a</sup>	-3.34	-13.81 <sup>d</sup>	-28.87 <sup>d</sup>	24.65 <sup>a</sup>	-6.11 <sup>d</sup>	31.9
	2005	-2.23 <sup>c</sup>	-129.03 <sup>c</sup>	-1.69 <sup>c</sup>	-67.95 <sup>c</sup>	-0.50 <sup>c</sup>	-25.03 <sup>c</sup>	1.83 <sup>b</sup>	-7.2
	2006	3.19 <sup>a</sup>	0.59 <sup>a</sup>	0.48 <sup>a</sup>	-0.93 <sup>d</sup>	-6.23 <sup>d</sup>	-10.41 <sup>d</sup>	-2.49 <sup>d</sup>	8.6
	2007	-1.08 <sup>c</sup>	1.20 <sup>b</sup>	-0.28 <sup>c</sup>	-0.43 <sup>c</sup>	-1.05 <sup>c</sup>	-3.51 <sup>c</sup>	0.82 <sup>b</sup>	-5.0
	2008	1.42 <sup>a</sup>	-0.53 <sup>d</sup>	3.06 <sup>a</sup>	7.73 <sup>a</sup>	0.67 <sup>a</sup>	-36.37 <sup>d</sup>	-1.84 <sup>d</sup>	6.8

注:  $E_1 \sim E_7$  分别为农机总动力、化肥、用电量、农膜、农药、灌溉和从业人员的弹性系数;  $Q$  为综合产出。a、b、c、d 为 1.1 所述农业投入资源的 4 种利用状态。

投入已超过农业生产实际需要量,致使资源投入不合理,今年生产中便应减少相应资源的投入以提高其利用效率;去年处于(d)状态的资源,表明减少该种资源的投入仍可提高产出,今年配置资源时可以考虑进一步适度减少其投入,以实现农业资源的优化配置。下面,利用表 1 数据讨论综合产出对各种

投入资源的敏感性和资源投入的合理性。

### 2.3.1 总体分析

1) 尽管各区域不同年份农业综合产出对各种投入资源的敏感性有差别,但仍能从高至低将安徽省农业综合产出对投入资源的敏感性大致排序: 农药  $r_5$ 、从业人员  $r_7$ 、灌溉  $r_6$ 、用电量  $r_3$ 、农机总动力  $r_1$ 、

化肥  $r_2$ 、农膜  $r_4$ 。

2) 2005年,各区域农业综合产出变化率均 $<0$ ,且农机总动力  $r_1$ 、用电量  $r_3$ 、农药  $r_5$  处在(c)状态(即  $\Delta r_j$  增加  $\Delta Q$  却降低),表明在现有生产方式下,这些资源过剩,不能再靠增加这些资源实现增产,为提高这些资源的利用效率,须适时改变生产方式;从业人员  $r_7$  则均处在(b)状态(即  $\Delta r_7$  减少  $\Delta Q$  也相应降低),表明增加从业人员有可能获得更多产出;其余资源处在(b)与(c)状态的都有,且以处在(c)状态的区域具多。2005年,各区域产出对之敏感的资源是从业人员  $r_7$ ,尤以淮北平原、江淮丘陵、沿江平原为甚( $E_7 > 1$ )。与2005年情况类似的年份还有2003和2007年。

3) 2008年,各区域农业综合产出变化率均 $>0$ ,且农机总动力  $r_1$ 、用电量  $r_3$  处在(a)状态(即  $\Delta Q$  随  $\Delta r_j$  增加而提高),表明可增加这两种资源的投入来获得更多产出;从业人员  $r_7$  则均处在(d)状态,表明前期劳力的投入过剩,减少劳力也有继续增产的可能,这样利用劳力最为理想,相应的生产方式正是资源节约型农业所要追求的;其余资源处在(a)与(d)状态的都有,且以处在(d)状态的区域具多。2008年,各区域产出对之敏感的资源是农药  $r_5$ 、灌溉  $r_6$ 、农膜  $r_4$ ,对化肥  $r_2$  最不敏感;其中,淮北平原、江淮丘陵、沿江平原产出对之最敏感的是灌溉  $r_6$ ,皖南山区最敏感的是农药  $r_5$ 。与2008年情况类似的年份还有2001、2004和2006年。

### 2.3.2 以皖南山区为例分析特定地区资源投入的合理性

2001年,该区各种资源利用状态分别处在(a)和(d),除农膜  $0 < E_4 < 1$  外,其余均  $|E_j| > 1$ ,表明资源投入合理。2002年,除从业人员  $r_7$  处在(b)状态外,其余投入资源均处在(c)状态,且  $E_j < -1$ ;2003年,各种资源的投入继续增加,但所有投入资源都处在(c)状态,表明2002、2003两年的资源利用效率为负,即资源投入不合理,适当减少资源投入反而有可能提高产出。2004年,减少了农机总动力  $r_1$ 、化肥  $r_2$ 、农膜  $r_4$  的投入,于是,它们的利用状态处在(d),其余资源利用状态处在(a),且所有资源  $|E_j| > 1$ ,表明当年资源投入合理。2005年,投入资源  $r_1$ 、 $r_2$ 、 $r_3$ 、 $r_5$  处在(c)状态且存在  $-1 < E_j < 0$ , $r_4$ 、 $r_6$ 、 $r_7$  则处在(b)状态,表明该年资源投入仍不尽合理,但比2002与2003年却要好些。2006年除  $r_7$  处在(d)状态外,其余资源利用均处在(a),且多数资源

$|E_j| > 1$ ,表明当年资源投入合理。2007年则与2005年情况相似。在2007年基础上,2008年减少了化肥  $r_2$ 、农膜  $r_4$ 、农药  $r_5$ 、从业人员  $r_7$  的投入,使这几种资源处在(d)状态,其余资源则处在(a)状态,表明资源投入合理;当年的产出对农药  $r_5$ 、灌溉  $r_6$ 、农膜  $r_4$ 、农机总动力  $r_1$  敏感。

## 3 结论

1) 农业生产中投入了诸多种类的资源并有多种产出,对农业生产的多种产出进行综合时,TOPSIS法不失为一种几何意义明确、简便可行的方法。在此基础上,结合投入资源的弹性系数,可探讨农业综合产出对各种投入资源的敏感程度,并评价具体资源投入的合理性。

2) 从安徽全省来看,农业综合产出对农药、从业人员、灌溉等资源投入的敏感性较高;一些年份即使从特定地区来看,资源投入也不尽合理。尽管不同时间各区域各种资源投入的状态在不断变化,但通过适度减少投入来提高综合产出是可能的。

## 参 考 文 献

- [1] 谢高地,齐文虎,章予舒,等. 主要农业资源利用效率研究[J]. 资源科学,1998,20(5):7-11
- [2] 李相银,沈达尊. 农业生产函数研究与应用中的几个问题[J]. 农业技术经济,1995(1):19-22
- [3] Cooper W W, Huang Z M, Li S X. Satisfying DEA models under chance constraints[J]. Annals of Operational Research, 1996,66:279-295
- [4] 徐勇,齐文虎,谢高地,等. 农业自然资源利用效率的因子—能量评价模型及其应用[J]. 资源科学,2002,24(3):86-91
- [5] 范小杉,高吉喜. 中国农业生态经济系统能值利用现状及其演变态势[J]. 干旱区资源与环境,2010,24(7):1-9
- [6] Ugiati S, Odum H T, Basfianoni S. Energy use, environmental loading and sustainability: An energy analysis of Italy[J]. Ecological Modeling,1994,73:215-268
- [7] 曾希柏,陈同斌,胡清秀,等. 中国粮食生产潜力和化肥增产效率的区域分异[J]. 地理学报,2002,57(5):539-546
- [8] Huang C L, Yoon K. Multiple Attribute Decision Making: Method and Applications[M]. Berlin:Spring-verlag,1981
- [9] 曹松涛. 安徽农业自然条件与区划[M]. 合肥:安徽科学技术出版社,1986
- [10] 安徽省统计局. 安徽统计年鉴 2001—2009[M]. 北京:中国统计出版社,2001—2009