文章编号:1674-7070(2014)05-0476-05

门可佩[1]　朱淑丹[1]

2002—2011 年江苏省农业现代化发展水平评价

摘要

根据《江苏统计年鉴(2002—2012)》的统计数据,运用熵值法和层次分析法相结合的主客观联合赋权法,对“十五”、“十一五”江苏省农业现代化水平进行评价.结果表明:江苏省农业现代化发展状态良好,研究时段农业现代化水平指数稳步上升,且上升势头强劲,2011 年已进入完全成熟阶段,但是可持续发展状况起伏较大,尚不够稳定.

关键词

熵值法;层次分析法(AHP);主客观联合赋权法;农业现代化;江苏

中图分类号 O213.9,F320.1

文献标志码 A

收稿日期 2012-10-17

作者简介

门可佩,男,教授,硕士生导师,主要从事应用统计分析研究. menkepei@163.com

1 南京信息工程大学 数学与统计学院,南京,210044

0 引言

农业是国民经济的基础,没有农业的现代化就没有国民经济的现代化.农业现代化是指传统农业向现代农业转化的过程和手段.江苏已明确提出在全国率先实现农业现代化的目标定位,力争在 2020 年实现全省农业现代化.对江苏省的农业现代化发展情况进行量化分析和客观总结,不仅为江苏自身发展进行科学定位,进而制定新的战略决策,也是对今后推广到其他省份乃至全国都有很好的借鉴意义.本文采用主客观联合赋权法[1-2],首先用熵权法确定各子系统指标的权重,然后根据层次分析法确定各子系统权重,对江苏农业现代化发展水平进行综合评价分析,为加快农业现代化发展进程,并推进整个江苏经济社会可持续发展提供有力依据.

1 研究方法

1.1 指标选取

根据综合评价指标体系建立的原则,借鉴辛岭等[3]、谭爱花等[4]、崔凯[5]等建立的农业现代化指标体系,并结合江苏农业发展的实际,本文将评价指标分为农业生产条件和手段、农业产出水平、农村社会发展水平和可持续发展水平 4 类,共计 25 个指标.同时,分别赋予正向指标(+)和逆向指标(-)两类属性,构建江苏省农业现代化发展水平指标体系如表 1 所示.

1.2 数据来源

本文数据主要来源于《江苏统计年鉴》(2002—2012)[6]和《数据见证辉煌——江苏 60 年》[7],具有一定的权威性.按下式将各个指标无量纲化:

$$\begin{cases} x_{ij}^{*} = \dfrac{x_{ij} - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}}, \text{正向指标}, \\ x_{ij}^{*} = \dfrac{x_{\max} - x_{ij}}{x_{\max} - x_{\min}}, \text{负向指标}, \end{cases} \tag{1}$$

得到标准化矩阵 $\boldsymbol{X} = (x_{ij}^{*})$.其中,$i$ 代表评价对象,j 代表评价指标,$x_{\max}$,$x_{\min}$ 分别代表该项指标的最大值和最小值.

1.3 基于主客观联合赋权法的评价模型

1.3.1 熵权法

假设以矩阵 $\boldsymbol{X}=(x_{ij})_{m\times n}$ 表示一个评价系统,$x_{ij}(i=1,2,\cdots,m;j=1,2,\cdots,n)$ 表示第 i 个评价对象中第 j 项指标的观测数据.对于给定的 j,x_{ij} 的差异越大,则该项指标对系统的比较作用就越大.采用熵权法[8] 确定子系统中各指标权重的步骤如下:

1) 计算第 j 个指标下第 i 个对象的特征值比重:

$$p_{ij}=x_{ij}/\sum_{i=1}^{m}x_{ij}. \tag{2}$$

2) 计算第 j 项指标的熵值:

$$e_j=-k\sum_{i=1}^{m}p_{ij}\ln(p_{ij}), \tag{3}$$

式中,$k=1/\ln m$,$0\leqslant e_j\leqslant 1$,若 $p_{ij}=0$,则取其为 0.000 01 代替计算.

表 1 江苏省农业现代化评价指标体系

Table 1 Index system of agricultural modernization in Jiangsu province

目标层	准则层	指标层	指标性质
农业现代化指标体系(A)	农业生产条件和手段(B1)	有效灌溉率/%	X1(+)
		人均农业固定资产投入/元	X2(+)
		劳均耕地面积/(hm^2/人)	X3(+)
		第一产业人均用电量/(kW·h/人)	X4(+)
		单位耕地农机总动力/(kw/hm^2)	X5(+)
		每亩耕地施用化肥(折纯量)/kg	X6(+)
		农用塑料薄膜使用量/(万 t)	X7(+)
		农村劳动力初中以上文化程度比重/%	X8(+)
		农村科技人员占劳动力比重/%	X9(+)
		农业服务人员占农业劳动力比重/%	X10(+)
		财政支农费用增幅/%	X11(+)
	农业产出水平(B2)	劳均农业增加值/(元/人)	X12(+)
		劳均粮食产量/(t/人)	X13(+)
		劳均肉奶蛋鱼产量/(kg/人)	X14(+)
		单位耕地面积粮食产量/(t/hm^2)	X15(+)
		单位耕地面积农业增加值/(万元/hm^2)	X16(+)
	农村社会发展水平(B3)	农业增加值占 GDP 比重/%	X17(-)
		农业从业人员比重/%	X18(-)
		城镇化率/%	X19(+)
		农村恩格尔系数/%	X20(-)
		农民人均纯收入/(元/人)	X21(+)
		农民人均生活支出/(元/人)	X22(+)
		农村电话机普及率/%	X23(+)
	可持续发展水平(B4)	农业成灾率/%	X24(-)
		森林覆盖率/%	X25(+)

3) 计算指标 x_j 差异性系数:

$$g_j=1-e_j. \tag{4}$$

4) 确定权重,即:

$$w_j=g_j/\sum_{j=1}^{n}g_j. \tag{5}$$

1.3.2 层次分析法

层次分析法(AHP)是一种定性和定量分析相结合的多准则决策方法.它是将决策问题的相关元素分解为目标、准则、方案等层次,用一定标度将人的主观判断进行客观量化,在此基础上进行分析的决策方法.表 2 给出了常用的 1~9 标度方法.

表 2 判断矩阵标度及其含义

Table 2 Judgment matrix criterion and their meanings

	极端重要	绝对重要	明显重要	稍微重要	一样重要
评分值	9	7	5	3	1

设各元素的权重向量为 $\boldsymbol{W}=(w_1,w_2,\cdots,w_n)^{\mathrm{T}}$,可以通过乘积方根法求解下列方程

$$\boldsymbol{A}\times\boldsymbol{W}=\lambda_{\max}\times\boldsymbol{W},$$

从而得到 W 的值,其中 $\lambda_{\max}$ 是矩阵 $\boldsymbol{A}$ 的最大特征值.

乘积方根法的计算步骤如下:

将 $\boldsymbol{A}=(a_{ij})_{m\times n}$ 的元素按列将各元素连乘并开 m 次方,即求各列几何平均值:

$$b_j=(\prod_{i=1}^{m}a_{ij})^{\frac{1}{m}},\quad j=1,2,\cdots,n, \tag{6}$$

再将 $b_j(j=1,2,\cdots,n)$ 归一化,即求得指标 x_j 的权重系数:

$$w_j=b_j/\sum_{j=1}^{n}b_j,\quad j=1,2,\cdots,n, \tag{7}$$

则向量 $\boldsymbol{W}=(w_1,w_2,\cdots,w_n)^{\mathrm{T}}$ 即为所求权重向量.

应用层次分析法,保持判断思维的一致性是非常重要的.所谓判断思维的一致性是指专家在判断指标重要性时,各判断之间协调一致,不致出现相互矛盾的结果[9].

根据表 3 中列出的 1 ~ 9 阶判断矩阵的 I_{R} 值,分别求出 I_{C} 和 R_{C} 值:

$$I_{\mathrm{C}}=\frac{\lambda_{\max}-n}{k-1}, \tag{8}$$

$$R_{\mathrm{C}}=I_{\mathrm{C}}/I_{\mathrm{R}}, \tag{9}$$

其中,I_{C} 表示判断矩阵一致性指数,R_{C} 表示随机一致性比例,$\lambda_{\max}$ 表示矩阵的最大特征值,k 表示子系统个数.

表 3　判断矩阵的随机一致性指标 I_R

Table 3　Random consistency index I_R in AHP

阶数	1	2	3	4	5	6	7	8	9
I_R	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.46

一阶、二阶判断矩阵因为总是具有完全一致性,因此不必检验.当判断矩阵的阶数大于 2 时,记$R_C = I_C/I_R$ 为判断矩阵的随机一致性比例.若 $R_C<0.1$,则认为矩阵通过了一致性检验,具有满意的一致性,结果可以接受;否则,需要调整判断矩阵,使之通过检验,即具有满意的一致性为止.

1.3.3　农业现代化水平评价模型

根据农业现代化指标体系的设计,以及指标层次分析,建立农业现代化水平综合评价的模型,数学表达式如下:

$$\begin{cases} A = \sum_i w_i B_i, \\ B_i = \sum_j w_{ij} X_{ij}, \end{cases} \tag{10}$$

其中,A 为农业现代化发展水平指数,w_i 为第 i 个子系统权重,B_i 为第 i 个子系统的值,w_{ij} 为第 i 个子系统第 j 项指标权重,X_{ij} 为第 i 个子系统第 j 项指标标准化值.

1.3.4　农业现代化水平阶段划分标准

正确区分农业现代化的发展阶段需要一定的衡量依据.目前理论研究及实证研究都没有提出划分农业现代化发展阶段的统一标准,在借鉴文献[3-4]关于农业现代化评价标准研究的基础上,以农业现状为实际参考依据,确定了表 4 的衡量标准.

表 4　农业现代化阶段划分标准

Table 4　Criterion for agricultural modernization level

	起步阶段	发展阶段	基本成熟阶段	完全成熟阶段
综合评价指数值	≤0.39	0.40~0.79	0.80~0.89	≥0.90

2　计算与实证分析

选取江苏省 2002—2011 年各项数据,根据式(1)

表 5　江苏省农业现代化数据标准化矩阵

Table 5　Standard data matrix of agricultural modernization system in Jiangsu province

指标	年份									
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
X1	0.043 1	0.000 0	0.259 1	0.207 7	0.480 1	0.476 6	0.475 1	0.592 8	0.626 4	1.000 0
X2	0.535 9	0.168 0	0.000 0	0.098 2	0.222 2	0.343 3	0.546 5	1.000 0	0.757 9	0.954 0
X3	0.000 0	0.115 5	0.219 7	0.335 7	0.456 5	0.611 6	0.702 8	0.812 9	0.952 6	1.000 0
X4	0.075 2	0.181 0	0.493 1	0.130 8	0.000 0	0.079 3	0.071 2	0.289 8	0.589 4	1.000 0
X5	0.000 0	0.053 4	0.099 7	0.167 7	0.292 5	0.383 9	0.568 5	0.721 4	0.816 8	1.000 0
X6	0.000 0	0.044 5	0.287 8	0.566 8	0.747 8	0.786 4	0.768 5	1.000 0	0.878 3	0.973 3
X7	0.000 0	0.023 9	0.042 6	0.085 1	0.167 6	0.308 5	0.441 5	0.678 2	0.835 1	1.000 0
X8	0.000 0	0.032 4	0.283 4	0.301 9	0.549 3	0.703 5	0.945 8	0.990 5	0.995 3	1.000 0
X9	0.000 0	0.266 4	0.021 8	0.162 0	0.319 3	0.356 7	0.699 4	0.820 9	0.655 8	1.000 0
X10	0.623 9	1.000 0	0.655 5	0.426 5	0.195 1	0.178 7	0.102 9	0.000 0	0.002 8	0.026 0
X11	0.076 7	0.000 0	0.079 4	0.354 7	1.000 0	0.228 7	0.621 5	0.687 8	0.206 2	0.304 8
X12	0.000 0	0.035 2	0.115 0	0.168 0	0.224 9	0.355 9	0.484 6	0.586 0	0.745 6	1.000 0
X13	0.080 1	0.000 0	0.204 3	0.277 9	0.474 7	0.596 5	0.681 7	0.794 6	0.893 0	1.000 0
X14	0.000 0	0.097 0	0.180 0	0.300 7	0.319 9	0.431 0	0.558 0	0.706 4	0.879 0	1.000 0
X15	0.400 2	0.000 0	0.387 4	0.401 6	0.686 9	0.731 6	0.783 2	0.859 8	0.864 9	1.000 0
X16	0.000 0	0.029 3	0.133 9	0.180 6	0.226 2	0.358 7	0.497 8	0.583 0	0.718 1	1.000 0
X17	0.000 0	0.259 8	0.312 2	0.602 0	0.775 3	0.804 2	0.850 9	0.900 3	1.000 0	0.974 9
X18	0.000 0	0.177 1	0.331 4	0.462 9	0.594 3	0.725 7	0.794 3	0.874 3	0.954 3	1.000 0
X19	0.000 0	0.120 3	0.202 3	0.337 2	0.418 6	0.494 2	0.558 2	0.633 7	0.924 4	1.000 0
X20	0.688 5	0.459 0	0.000 0	0.032 8	0.393 4	0.426 2	0.475 4	0.819 7	1.000 0	0.934 4
X21	0.000 0	0.035 7	0.111 3	0.188 0	0.266 9	0.376 7	0.493 5	0.588 6	0.752 3	1.000 0
X22	0.000 0	0.015 6	0.080 9	0.185 8	0.297 9	0.427 5	0.533 4	0.627 3	0.773 0	1.000 0
X23	0.000 0	0.445 5	0.698 0	0.799 1	0.924 0	1.000 0	0.921 9	0.848 4	0.855 4	0.922 4
X24	0.192 6	0.000 0	1.000 0	0.345 7	0.066 7	0.530 9	0.084 0	0.639 5	0.713 6	0.651 9
X25	0.000 0	0.000 0	0.507 5	0.507 5	0.507 5	0.507 5	0.507 5	1.000 0	1.000 0	1.000 0

和表 1 最右列所给出的指标性质将各项指标数据无量纲化,结果列于表 5.运用熵权法式(2)—(5),计算出每个子系统中各指标的权重分别为

w_1 = (0.070 6,0.076 7,0.063 8,0.121 5,0.092 7,0.060 8,0.126 2,0.072 6,0.085 9,0.135 6,0.093 7),

w_2 = (0.259 3,0.185 7,0.195 0,0.107 5,0.252 5),

w_3 = (0.100 8,0.113 0,0.144 5,0.145 3,0.206 7,0.219 1,0.070 6),

w_4 = (0.550 9,0.449 1).

制定由农业生产条件和手段、农业产出水平、农村社会发展水平和可持续发展水平构成的表格,由专家打分.本文采用文献[5]中的专家打分结果,得到子系统权重如下:

w_0 = (0.27,0.35,0.21,0.17).

根据式(10)计算出 2002—2011 年江苏省农业现代化发展水平指数以及各子系统得分,列于表 6,同时绘出图 1.

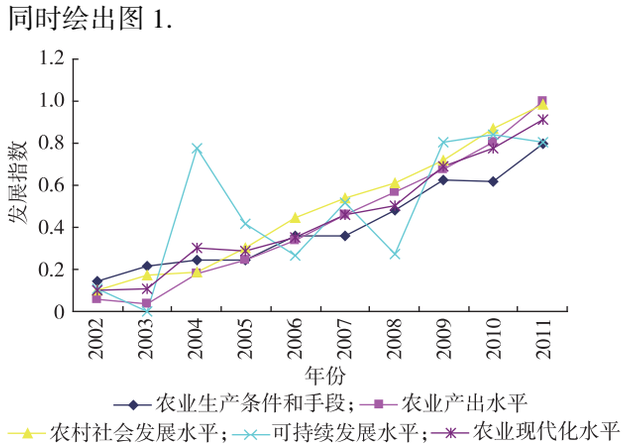


图 1 江苏省农业现代化发展趋势

Fig.1 Trends of agricultural modernization in Jiangsu province

在图 1 中,横坐标为年份,纵坐标为江苏省农业现代化发展水平指数.由图 1 和表 6 可以直观看出,“十五”与“十一五”期间,江苏农业现代化发展水平整体处于稳步上升趋势,2010 年农业现代化综合评价指数为 0.774 9,基本达到农业现代化成熟水平.2011 年是“十二五”的开局之年,农业现代化水平持续上升,农业生产条件和手段、农业产出水平、农村社会发展水平均稳步提高.但是,可持续发展水平不太稳定.

3 结论

1) 本文通过熵权法与层次分析法相结合的主客观联合赋权法,对江苏省农业现代化水平进行定量分析与定性评价,模型具有很好的层次性,避免了单一赋权方式的局限性,且易于掌握,评价结果符合江苏的实际,可以作为制定江苏省农业现代化方案的重要依据.

2) 评价结果表明江苏省农业现代化整体发展水平良好,研究时段农业现代化水平指数稳步上升,且上升势头强劲,从 2002 年的 0.098 5,持续上升至 2011 年的 0.909 1,在“十二五”开局之年就已进入了完全成熟阶段.农业生产条件和手段、农业产出水平、农村社会发展水平均稳步上升,但是农业生产条件和手段指数上升趋势相对缓慢.今后应加大农业产业投入,深化农业科技和教育体制改革,加强农业科技开发平台和团队建设,加大研究开发力度,同时加强农业企业经营者职业教育和技术培训.

3) 可持续发展状况相对不太稳定,主要是由于森林覆盖率总体上升幅度不大,农业成灾率极为波动不稳所造成的.今后应强化科学部署,切实做好防灾减灾工作,加强农业部门与气象、水利、民政等部门之间的能力合作,确保在第一时间获得天气变化信息和灾害预警预报[10].要加大灾害预警科研投入,充分发挥专家在指导防灾抗灾、评估灾害影响等方面的积极作用,确保灾情判断和影响分析科学准确,做到主动防灾、科学抗灾.

表 6 2002—2011 年江苏省农业现代化水平指数

Table 6 Agricultural modernization index of Jiangsu province during 2002—2011

指标	年份									
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
B1	0.145 1	0.213 8	0.243 1	0.247 1	0.361 2	0.358 3	0.484 9	0.625 6	0.617 5	0.797 7
B2	0.057 9	0.035 4	0.178 3	0.242 6	0.339 8	0.456 4	0.571 0	0.676 9	0.804 9	1.000 0
B3	0.100 0	0.172 5	0.188 1	0.302 5	0.448 6	0.538 5	0.609 2	0.719 2	0.872 8	0.982 5
B4	0.106 1	0.000 0	0.778 9	0.418 4	0.264 6	0.520 4	0.274 2	0.801 4	0.842 2	0.808 2
A	0.098 5	0.106 3	0.300 0	0.286 3	0.355 7	0.458 0	0.505 3	0.693 1	0.774 9	0.909 1

参考文献
References

[1] 李建明,曲成毅,刘庆欧.主客观赋权合成指标权重及其在公共卫生综合评价中的应用[J].数学的实践与认识,2007,37(5):1-6
LI Jianming, QU Chengyi, LIU Qingou. An approach of determining the weights of variables in synthetic evaluation by combining similarity weight and attribute weight and its Application[J]. Mathematics in Practice and Theory,2007,37(5):1-6

[2] 门可佩,张鹏.基于主客观联合赋权的上海市生态安全评价研究[J].安徽农业科学,2011,39(5):2838-2840
MEN Kepei,ZHANG Peng.Research on evaluation of ecological security in Shanghai city based on subjective and objective weighting method[J].Journal of Anhui Agricultural Sciences,2011,39(5):2838-2840

[3] 辛岭,蒋和平.我国农业现代化发展水平评价指标体系的构建和测算[J].农业现代化研究,2010,31(6):646-650
XIN Lin, JIANG Heping. Setting up evaluation index system and calculation development level of China agricultural modernization[J].Research of Agricultural Modernization,2010,31(6):646-650

[4] 谭爱花,李万明,谢芳.我国农业现代化评价指标体系的设计[J].干旱区资源与环境,2011,25(10):7-14
TAN Aihua,LI Wanming,XIE Fang.A design of China's agriculture modernization evaluation index system[J]. Journal of Arid Land Resources and Environment,2011,25(10):7-14

[5] 崔凯.粮食主产区农业现代化评价指标体系的构建与测算研究[D].北京:中国农业科学院,2011
CUI Kai.Construction and measuring study on agricultural modernization evaluation index system of major grain producing areas [D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences,2011

[6] 江苏省统计局.江苏统计年鉴(2002—2012)[M].北京:中国统计出版社,2012
Jiangsu Statistics Information Network of Jiangsu.Jiangsu statistical yearbook (2002—2012) [M]. Beijing: China Statistics Press,2012

[7] 江苏省统计局,国家统计局,江苏调查总队.数据见证辉煌:江苏 60 年[M].北京:中国统计出版社,2009
Jiangsu Survey Crops of National Statistics Bureau, Jiangsu Statistics Information Network of Jiangsu. Data witness glorious: The last 60 years of Jiangsu province [M].Beijing:China Statistics Press,2009

[8] 郭亚军.综合评价理论、方法和应用[M].北京:科学出版社,2007
GUO Yajun. Comprehensive evaluation theory, methods and application[M].Beijing:Science Press,2007

[9] 杜栋,庞庆华,吴炎.现代综合评价方法与案例精选[M].2 版.北京:清华大学出版社,2008
DU Dong, PANG Qinghua, WU Yan. Modern comprehensive evaluation method and selected cases [M].2nd Ed.Beijing:Tsinghua University Press,2008

[10] 农业部新闻办公室.农业部部署农业防汛抗旱工作[EB/OL].(2012-05-23).http://www.moa.gov.cn/ztzl/fzjz/201205/t20 120523_2634269.htm
The Information Office of the Ministry of Agriculture.Deployment of agricultural flood control and drought relief by the ministry of agriculture[EB/OL].(2012-05-23). http://www.moa.gov.cn/ztzl/fzjz/201205/t20120523_2634269.htm

Evaluation of agricultural modernization level in Jiangsu province during 2002—2011

MEN Kepei[1] ZHU Shudan[1]

1 School of Mathematics & Statistics,Nanjing University of Information Science & Technology,Nanjing 210044

Abstract According to the latest data in Jiangsu Statistical Yearbook(2002—2012),this paper makes an evaluation on the agricultural modernization level of Jiangsu province by using the combination of subjective and objective weighting method,namely entropy method and analytic hierarchy process.The results show that the agricultural modernization of Jiangsu province was overall positive and the index of agricultural modernization during the late ten years was continuously improved.In 2011,the modernization level was in a fully mature stage,while the sustainable development index was fluctuated.

Key words entropy method;analytic hierarchy process(AHP);subjective and objective weighting method;agricultural modernization;Jiangsu province