

# 安徽省农业可持续发展能力动态分析

卢李朋<sup>1</sup>, 张杰<sup>1</sup>, 卞晓峰<sup>1</sup>, 张锐<sup>2</sup>

(1. 西北师范大学 地理与环境科学学院, 甘肃 兰州 730070; 2. 西南大学 地理科学学院, 重庆 400715)

**摘要:** 基于安徽省 2000—2010 年的农业相关基础数据, 在构建农业可持续发展能力综合评价体系基础上, 利用熵值分析方法从经济、社会、人口和资源、环境持续性 5 个层面对农业可持续发展能力进行了动态分析。建立了协调度模型, 并对农业可持续发展 5 个子系统 11 a 的协调状态进行了评价。结果表明, 2000—2010 年安徽省农业可持续发展的整体水平呈现出稳步攀升的态势, 但各个子系统的可持续发展水平的差异显著, 经济子系统的起点高, 发展最快, 社会、人口子系统次之, 3 者均保持平稳较快增长态势; 而资源和环境子系统的发展缓慢, 甚至负增长, 状态呈下滑趋势。安徽省 11 a 间农业可持续发展的协调状况不容乐观, 基本处于不协调状态。

**关键词:** 农业可持续发展; 熵值法; 协调度; 动态分析; 安徽省

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2014)04-0248-07

中图分类号: F327, X826

DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2014.04.062

## Dynamics Analysis of Agricultural Sustainable Development Capability of Anhui Province

LU Li-peng<sup>1</sup>, ZHANG Jie<sup>1</sup>, BIAN Xiao-feng<sup>1</sup>, ZHANG Rui<sup>2</sup>

(1. College of Geographic and Environmental Science, Northwest Normal University, Lanzhou, Gansu 730070, China; 2. School of Geographical Sciences, Southwest University, Chongqing 400715, China)

**Abstract:** Based on the original data in agriculture from 2000 to 2010 in Anhui Province and the construction of comprehensive assessment system for agricultural sustainable development capability, We conduct a dynamic analysis on agricultural sustainable development capability from the five levels of economic, social, ecological, environmental and resource sustainability by using entropy method. And the coordination degree model was established in order to expand the evaluation on the coordination state of the agricultural sustainable development of the five sub-systems from 2000 to 2010. The result indicates that the overall level of agricultural sustainable development shows a steadily rising trend in Anhui Province during 2000—2010, however, the levels of the sustainable development have a significant difference among the various sub-systems. The economic sub-system has a higher starting point and was grown fastest, followed by social sub-system and demographic sub-system; They all maintain a steady and rapid growth state. Whereas the resource sub-system and the environmental sub-system are at a slower developing speed, they even have a negative growth and still decrease. The coordination situation of the agricultural sustainable development from 2000 to 2010 in Anhui Province is not optimistic, it was basically at the uncoordinated state.

**Keywords:** agricultural sustainable development; entropy method; degree of coordination; dynamics analysis; Anhui Province

农业可持续发展是我国可持续发展总体战略的优先领域和重要组成部分, 也是我国现代农业发展的理性抉择和根本出路。农业可持续发展能力的研究, 有助于巩固农业的基础地位, 保障粮食安全, 也有利于贯彻可持续发展理念, 加快中国特色现代农业的转型升级。近年来, 农业可持续发展主题受到国内外学

者和政治家的关注, 其已成为农学、生态学、经济学和社会学等学科的研究热点。国内外农业可持续发展的研究也在与时俱进, 发展迅速。1985 年, 美国加利福尼亚议会通过的《可持续农业研究教育法》正式提出农业可持续发展的概念。1987 年美国农业部可持续农业研究与教育计划(SARE)正式提出了农业可

收稿日期: 2013-08-03

修回日期: 2013-08-11

资助项目: 国家自然科学基金项目“中国地级及以上城市的腹地测度及其空间演变研究”(41061017)

作者简介: 卢李朋(1987—), 男(汉族), 安徽省界首市人, 硕士研究生, 研究方向为区域发展和资源环境。E-mail: lulp1987@126.com。

通信作者: 张杰(1959—), 男(汉族), 甘肃省兰州市人, 副教授, 主要从事区域发展和行政区划研究。E-mail: zhjnnu@126.com。

可持续发展的模式。1991年4月,联合国粮农组织(PAO)在荷兰召开国际农业与环境会议,形成了可持续农业和乡村发展的丹波宣言,并提出了SABD的3大目标。1992年在巴西召开的联合国环境与发展大会,提出了以人的全面发展为目标,经济、社会和资源、环境协调可持续发展的新发展现。1992年初,国家计委等部门联合编制的《中国21世纪人口环境与发展白皮书》,标志着我国农业可持续发展战略的提出。1994年3月《中国21世纪议程》的编制和推进,标志着中国农业可持续发展的研究和实践进入新的阶段。

目前,我国学术界关于农业可持续发展的研究硕果累累,洪绂曾<sup>[1]</sup>宏观上详细总结了新中国农业60a成就、经验与可持续发展状况;白蕴芳,陈安存<sup>[2]</sup>具体指出了当前我国现代农业可持续发展的困境和挑战,并指明了中国特色现代农业发展的现实路径。综合来看其研究重点集中在评价指标体系的构建和研究方法的选择层面。从评价指标体系看,基于研究范围及侧重点差异,所建评价指标体系也因地制宜,不尽相同<sup>[3-5]</sup>。从测评方法来看,主要采用了综合指数评价和多元统计方法,因子分析方法<sup>[6]</sup>和聚类分析<sup>[7]</sup>、层次分析方法(AHP)<sup>[8]</sup>、主成分分析方法<sup>[9]</sup>等方法比较常见,指标的主观赋值方法(AHP)运用相对较多,但其相比客观赋值法(如熵值法、因子分析法)主观性较强,评价结果的客观性受到影响。熵值法是一种比较客观全面无需先验结果的综合评价方法。该方法克服了层次分析法比较主观、BP神经网络模型需要先验结果进行训练才能得出指标的相应权重以及主成分分析法丢失部分信息的局限。基于评价结果的科学性和客观性考虑,本研究采用熵值法对安徽省农业2000—2010的可持续发展能力及其协调度进行综合测评,期望为相关部门农业可持续发展决策提供科学参考和理论借鉴,更好地促进农业生产持续稳定快速地发展。

## 1 研究区概况

安徽省(114°54'E—119°37'E, 29°41'N—34°38'N)面积 $1.40 \times 10^5 \text{ km}^2$ ,地势南高北低、西高东低,平原、丘陵、山区面积各占总面积的31.3%, 29.5%和31.2%,属于暖温带向亚热带的过渡季风气候,年均温14~17℃,年均降雨量750~1700mm,易诱发旱涝灾害;10℃以上活动积温为4620~5300℃,年无霜期约为200~250d;主要有红壤、黄壤、黄棕壤、棕壤、黄褐土、潮土、水稻土等土壤类型。安徽省2010年总人口6826.63万人,其中77.29%为农业人口,年末实有耕地面积 $4.18 \times 10^6 \text{ hm}^2$ ,人均耕地0.0612

$\text{hm}^2$ 。该省GDP为 $1.24 \times 10^4$ 亿元,粮食总产量 $3.08 \times 10^7 \text{ t}$ 。农民人均纯收入5285.2元,人均占有粮食451.25kg。安徽省是我国农业大省之一,有淮北平原、沿江平原、江淮丘陵、大别山区和皖南山区5大农区,农产品种类多、产量大,粮食综合生产能力较强,是我国13个粮食主产省、6大余粮省和粮食调出省之一,其中江淮平原是我国重要的商品粮基地之一,另外安徽省也是华东、华北地区重要的蔬菜基地,但从全国角度而言,农业发展面临严峻挑战,亟须加快向现代农业的转变步伐。

## 2 农业可持续发展指标体系的建立

### 2.1 数据来源及方法

2.1.1 数据来源及处理 所用农业相关指标原始数据来源于主要来源于《安徽统计年鉴(2000—2010年)》《安徽农村经济统计年鉴》和《安徽60年》的农业相关数据统计资料<sup>[10-12]</sup>,主要运用ArcGIS 9.2, SPSS 17.0和Excel软件处理图表数据。

2.1.2 熵值法的综合评价步骤 采用熵值评价法对安徽省农业2000—2010年的可持续发展能力进行综合测评。熵值法是一种客观赋值方法,其根据各项指标观测值所提供的信息的大小来确定指标权重。熵值法计算步骤为:

(1) 为方便比较,消除指标间因计量单位差异造成的干扰,采用极差标准化方法对数据进行无量纲化处理。

$$Z_{ij} = \frac{X_{ij} - \min Z_{ij}}{\max Z_{ij} - \min Z_{ij}} \quad (\text{用于正功效指标, 指标值越大对系统正贡献越大}),$$

$$Z_{ij} = \frac{\min Z_{ij} - Z_{ij}}{\max Z_{ij} - \min Z_{ij}} \quad (\text{用于负功效指标, 指标值越大对系统负贡献越大}).$$

式中: $Z_{ij}$ ——指标标准化值; $X_{ij}$ ——某一指标属性值; $\max(Z_{ij}), \min(Z_{ij})$ ——某一指标的最大值和最小值。

$$(2) \text{ 定义评价指标值的比重: } Y_{ij} = \sum_{i=1}^m Z_{ij}$$

(3) 计算各项评价指标的熵值:

$$E_j = -k \sum_{i=1}^m (Y_{ij} \ln Y_{ij})$$

式中: $K = \ln m$  ( $m$ ——时间序列跨度),  $0 \leq E_j \leq 1$ 。

(4) 评价指标的差异性系数计算: $D_j = 1 - E_j$ , 衡量各指标之间的差异, $E_j$ 越小,指标间差异系数 $D_j$ 越大,指标就越重要,其描述了指标数值的变化相对幅度,代表了该指标变化的相对速度。

$$(5) \text{ 定义评价指标的权重: } W_i = D_i / \sum_{i=1}^n D_i$$

$$(6) \text{ 单项指标评价价值: } S_{ij} = W_i \cdot Z_{ij}$$

(7) 第  $i$  年农业可持续发展能力的总值:

$$SARD_i = \sum_j^n S_{ij}$$

## 2.2 测评体系的构建

区域农业可持续发展系统(SARDS)是由相互作用、相互影响的农业经济、社会和环境 3 个子系统所组成的有机整体,农业发展也是一个动态发展的过程。因此,所建综合测评体系应当具有定量化、全面性、可操作性,层次性和动态性等特征。

为准确评估安徽省 2000—2010 年农业可持续发

展水平的动态变化,在各具体测评指标的选择设置上,按照判断区域农业是否可持续发展的经济持续性、资源持续性、环境持续性和社会持续性的原则要求,依据指标选择的科学性、系统全面性、可行性和可操作性、可比性和针对性以及可获得性等原则,在参考、借鉴学术界相关研究成果<sup>[13-14]</sup>的基础上,从农业可持续发展的具体内涵出发,构建了安徽省农业可持续发展水平评价的层次结构体系,其主要包含人口、经济、社会、资源和环境 5 大子系统层,共计 34 个二级指标(表 1)。

表 1 农业可持续发展系统评价体系、评价指标及权重

目标层	准则层 子系统	指标层			
		指标	信息熵	冗余度	权重
农 业 可 持 续 发 展 系 统	人口子系统	区域人口密度/%	0.885 70	0.114 30	0.027 21
		人口自然增长率/%	0.957 85	0.042 15	0.010 03
		万人在校大学生数/人	0.764 39	0.235 61	0.056 10
		文盲率/%	0.945 48	0.054 52	0.012 98
		劳动力转移人数/万人	0.891 50	0.108 50	0.025 83
	经济子系统	人均农业生产总值/元	0.785 27	0.214 73	0.051 12
		农村居民家庭人均纯收入/元	0.798 98	0.201 02	0.047 86
		土地生产率/%	0.921 99	0.078 01	0.018 57
		农业产值/亿元	0.834 43	0.165 57	0.039 42
		农村非农业产值/亿元	0.848 21	0.151 79	0.036 14
		农村人均用电量(kW·h/人)	0.851 97	0.148 03	0.035 24
		单位耕地机械总动力/(kW·hm <sup>-2</sup> )	0.898 38	0.101 62	0.024 19
		人均粮食产量(kg/人)	0.944 57	0.055 43	0.013 20
		农业固定资产投资/亿元	0.764 08	0.235 92	0.056 17
		社会子系统	城镇化水平/%	0.887 79	0.112 21
	农村人均居住面积(m <sup>2</sup> /人)		0.888 14	0.111 86	0.026 63
	电话普及率含移动(部/百人)		0.890 84	0.109 16	0.025 99
	每千农业人口乡村卫生院床位/张		0.818 78	0.181 22	0.043 15
	农业从业人员数/万人		0.886 23	0.113 77	0.027 09
	每千农业人口乡村卫生人员/人		0.905 31	0.094 69	0.022 54
	农村居民与城市居民收入比/%		0.864 99	0.135 01	0.032 15
	农村居民恩格尔系数/%		0.930 20	0.069 80	0.016 62
	资源子系统	人均耕地面积(hm <sup>2</sup> /人)	0.812 64	0.187 36	0.044 61
		人均水资源(m <sup>3</sup> /人)	0.871 23	0.128 77	0.030 66
		旱涝保收率/%	0.804 73	0.195 27	0.046 49
		区域林地面积/10 <sup>3</sup> hm <sup>2</sup>	0.911 88	0.088 12	0.020 98
	环境子系统	化肥使用强度/(kg·hm <sup>-2</sup> )	0.873 65	0.126 35	0.030 08
		塑料薄膜使用强度/(kg·hm <sup>-2</sup> )	0.840 12	0.159 88	0.038 07
		农药使用强度/(kg·hm <sup>-2</sup> )	0.888 53	0.111 47	0.026 54
		农业成灾率/%	0.906 81	0.093 19	0.022 19
		农业受灾率/%	0.898 07	0.101 93	0.024 27
		森林覆盖率/%	0.926 40	0.073 60	0.017 52
		水土流失治理面积/10 <sup>3</sup> hm <sup>2</sup>	0.900 78	0.099 22	0.023 62

注:人均农业生产总值=农林牧渔总产值/乡村人口数;土地生产率=粮食总产量/耕地面积;农村人均用电量=农村用电量/乡村人口数;单位耕地面积机械总动力=农业机械总动力/耕地面积;人均粮食产量=粮食总产量/总人口数;农村居民与城市居民收入比=农村居民人均纯收入/城镇居民人均纯收入;化肥使用强度=化肥使用量/耕地面积;农药使用强度=农药使用量/耕地面积;塑料薄膜使用强度=农用塑料薄膜使用量/耕地面积;农业受灾率=受灾面积/农作物播种面积;农业成灾率=成灾面积/农作物播种面积。

### 3 结果分析

#### 3.1 安徽省农业可持续发展水平动态变化

由表2可知,安徽省农业可持续发展综合评价得分(SARD)从2000年的0.2415稳步增加到2010年的0.6421,10a累计增长了0.4006,年均增长率为11.48%,总体而言,其农业可持续发展的整体水平呈现出上升的态势,其中经济、社会和人口子系统的可持续发展能力也顺应这个整体趋势,但资源和环境子系统则有衰退趋势。据表2数据计算可得,安徽省农业经济子系统、社会子系统、人口子系统、资源子系统和环境子系统得分年增长率分别为37.02%,10.25%,10.46%,−9.67%和−2.43%。基于数据处理软件SPSS 17.0对SARD与5大子系统的相关系数进行计算,发现SARD与经济子系统、社会子系统以及人口子系统的相关系数分别为0.9840,0.9590和0.8872,说明农业经济的快速增长,城乡差距的不断缩小是安徽省农业可持续发展水平的不断提高的主要动力因素;人口数量的有效控制以及人口素质

的不断提高是农业可持续发展能力逐步增强的有效保障因子;但是,其与资源子系统和环境子系统的相关系数分别为−0.7716和−0.4257,另外,安徽省农业资源、环境子系统得分年增长率分别为−0.772和−0.426(负增长),可见,资源、环境子系统与SARD呈负相关关系,资源环境的持续恶化严重制约了安徽省农业的可持续发展;再者,资源子系统和经济子系统、社会子系统以及人口子系统的相关系数分别为−0.8618,−0.8383和−0.8074;环境子系统与经济子系统、社会子系统及人口子系统的相关系数分别为−0.5298,−0.4975和−0.5966。说明经济、社会、人口子系统的加速发展给资源、环境子系统带来了巨大的压力,换言之,经济、社会、人口子系统对SARD的巨大贡献是建立在牺牲资源、环境子系统的基础上的;农业可持续发展的5大子系统的关系不甚合理、协调。因此,必须正确协调农村经济、社会发展和农业资源、农村环境保护间的关系,按照可持续发展理念,积极构建“两型”农业农村发展体系,促进农业全面、协调、可持续发展。

表2 安徽省2000—2010年农业可持续发展水平得分

年份	人口系统	经济系统	社会系统	资源系统	环境系统	SARD	协调度
2000	0.037 08	0.012 93	0.065 84	0.077 78	0.095 70	0.241 49	0.490 73
2001	0.038 93	0.022 55	0.074 30	0.096 95	0.114 90	0.290 17	0.502 75
2002	0.054 89	0.043 36	0.058 00	0.103 17	0.135 25	0.327 05	0.559 68
2003	0.062 10	0.034 92	0.052 09	0.107 83	0.081 26	0.297 57	0.629 30
2004	0.061 81	0.082 60	0.065 96	0.069 66	0.132 65	0.346 36	0.684 90
2005	0.071 14	0.096 72	0.069 06	0.048 53	0.064 11	0.317 50	0.777 30
2006	0.075 91	0.120 45	0.113 35	0.032 09	0.087 77	0.385 69	0.633 91
2007	0.080 26	0.172 66	0.110 79	0.023 73	0.073 84	0.424 37	0.469 28
2008	0.081 68	0.238 55	0.149 93	0.017 06	0.085 26	0.529 85	0.345 61
2009	0.087 20	0.276 00	0.183 08	0.017 49	0.074 94	0.601 23	0.285 69
2010	0.100 28	0.301 53	0.174 70	0.028 12	0.074 84	0.642 05	0.297 61

#### 3.2 子系统可持续发展能力分析 & 政策建议

3.2.1 经济可持续发展水平 由表2可以看出,2000—2010年,安徽省农业经济可持续发展水平保持着稳定增长态势,增幅较大,经济子系统持续发展能力由2000年的0.01293上升到2010年的0.30153,10a累计增长了23倍之多,年均增长率高达41.9%,说明安徽省的农业经济总体状态运行良好。由数据统计<sup>[10-12]</sup>可知,2010年安徽省实现农村居民人均纯收入5285.2元,同比增长17.34%,农林牧渔业增加值233.5745亿元,同比增长15.62%。另外,通过对原始数据的计算分析发现,经济子系统各具体指标增速也存在明显差异,按照年均增长率大小排列各指标的前后顺序为:农业固定资产投资(15.03%)>农村

非农业产值(10.75%)>农村居民家庭人均纯收入(10.57%)>农业产值(8.63%)>农村人均用电量(8.41%)>人均农业生产总值(7.92%)>单位耕地面积机械总动力(4.9%)>土地生产率(2.34%)>人均粮食产量(1.37%)。说明安徽省农业经济增长的主要动力是资金等生产要素的投入,非农产业的异军突起成为农村经济新的增长点和内在驱动力,但也存在着粮食投入产出比不高、土地资源配效率低等问题。针对这些农业经济问题,强化政府宏观调控机制,统筹人口—资源—环境的关系。着力推进农村经济结构调整和经济增长方式的根本性转变;继续加快非农产业发展步伐,提高粮食单产及土地配置效率,保障粮食安全;主动承接东部产业转移,积极融入“长

三角”经济圈,推广生态农业和农村循环经济模式。

3.2.2 社会可持续发展水平 2000—2010年,安徽省农村社会子系统发展水平在5个子系统中仅次于经济子系统,其得分从2000年的0.06584增长到2010年的0.1747,10a累计增长了0.1089,年均增长率达到11.45%。其中,2006年的社会子系统得分比2005年多出0.0443,增幅高达64.13%,这主要受惠于政府政策的推动作用。具体从社会子系统各指标数据<sup>[10-12]</sup>分析,农村电话普及率、农村从业人员和城镇化水平、农村居民人均居住面积、每千农业人口乡镇卫生院床位数保持着稳定上升态势,其中农村电话普及率增速尤为明显,年均增长率高达20.62%,农村从业人员、城镇化水平、农村居民人均居住面积和每千农业人口乡镇卫生院床位数的年均增长率分别为9.94%,4.43%,3.74%和1.35%。另外恩格尔系数则不断减小,年均递减率为2.5%,说明农村居民的生活品质在逐步提升;农村居民与城市居民收入比和农业技术人员数的增减态势均不甚稳定,有所起伏,总体呈减少趋势,其年均递减率各是0.87%和1.59%,说明城乡居民的收入差距有加大趋势,单位农村居民的就近医疗卫生人员配备条件有所削弱,但床位等硬件基础有所改善。从农村社会子系统总体情况来看,随着国家对“三农”支持力度的加大,安徽省农村的基础设施建设得到明显改善,农民的生活质量越来越好,为新农村各项事业的发展奠定了坚实基础。但不容忽视的是城乡居民收入差距没有得到有效改善,随时有被加大的可能。

因此,要继续加大对“三农”建设的支持力度,多渠道强化各级领导及公众的可持续发展意识,积极推进社会主义新农村各项事业的全面发展;建立、完善农村医疗、卫生等基础服务设施;继续发展农村教育事业,提升精神消费比重,缩小城乡差距,推进农村城镇化战略。

3.2.3 人口可持续发展水平 2000—2010年,人口子系统持续性水平呈现平稳增长态势,10a得分累计增长0.0632,年增长率达到10.46%。其原因在于计划生育、义务教育基本国策和科教兴皖及人才强国战略的有效实施,一定程度上实现了计划生育基本国策的控制人口数量、提高人口素质目的。数据资料<sup>[10-12]</sup>表明,安徽省农村的人口自然增长率呈下降趋势且稳定在低水平(6.4%左右),区域人口密度则一直在变大,从2000年时的449人/hm<sup>2</sup>增加至2010年时的489人/hm<sup>2</sup>,年均增长率为0.84%。文盲率由2001年最高时的15.72%锐减到2010年的8.14%。万人中在校大学生数量呈加速增长态势,

2010年万人中在校大学生数比2000年增长了4.35倍,年均增长率为18.26%。劳动力转移人数由2000年的433万人增加到2010年的1240万人,10a累计增加了1.86倍,年均增长率11.1%。这一定程度上说明了农村整体人口素质在逐步提高,农业劳动力转移进程有所加快,人口增长的惯性作用和人口基数大所产生的“分母效应”一定程度削弱了人口系统的可持续发展能力。因此,应继续贯彻实施计划生育和义务教育的基本国策,大力发展农村高等教育和职业教育,在稳定低生育水平前提下,提高农村人口的文化素质和职业技能,着力培养“新农民”;利用近长三角的地缘优势和人力资源优势,着重引进劳动密集型产业和加工贸易型企业,实现农村富余剩余劳动力的对外输出及自我消化,加快富余剩余劳动力的转移进程,以提升人口可持续发展水平。

3.2.4 资源可持续发展水平 资源的持续性为农业的生产发展提供基本的物质基础,可见,资源的合理利用和有效保护是实现农业可持续发展的重要保障。总体来看,安徽省农业资源子系统持续性是5个子系统中发展水平最慢的,得分年均增长率为-9.67%,呈衰减趋势,2000—2003年保持基本稳定,2003—2010年则迅速降低。由表2可知,安徽农业资源子系统持续性水平得分年衰减率达到9.67%,其主要原因在于农业经济发展的过程对资源的掠夺性开发利用,导致资源对农业可持续发展的制约作用日益显现,必须引起有关方面的足够重视。资料统计<sup>[10-12]</sup>表明,2000—2010年,安徽省人均水资源占有量波动起伏,但后期逐渐稳定,但增速极其缓慢,由2000年的0.1026m<sup>3</sup>上升至2010年的0.1352m<sup>3</sup>,增加了0.0330m<sup>3</sup>;人均耕地面积由2000年的0.06737hm<sup>2</sup>/人减少至2010年的0.06125hm<sup>2</sup>/人,减少了6.125×10<sup>-3</sup>hm<sup>2</sup>/人,虽然降幅不大,但人口增长对土地资源的压迫性影响不容忽视;旱涝保收率2010年(39.65%)比2001年(46.02%)降低了6.37%,旱涝保收率的降低趋势一定程度说明了自然环境的变化对农业可持续发展的不利影响,农业的稳产高产受到巨大挑战;区域林地面积由2000年的4.12×10<sup>6</sup>hm<sup>2</sup>增长到2010年的4.43×10<sup>6</sup>hm<sup>2</sup>,年均增长率仅0.724%,增长极其缓慢,但其对农业资源环境的生态保护性作用不容小觑。因此,应贯彻执行合理利用水、土资源和切实保护耕地的基本国策;鼓励节水农业、设施农业、绿色食品开发、生态农业等领域的发展。因地制宜,合理调整林地、耕地等的土地利用结构,科学构建农田防护林体系。

3.2.5 环境可持续发展水平 环境的持续性能够为

农业的生产发展提供良好的生态环境,是实现农业可持续发展的根本保证。2000—2010 年,安徽省环境系统可持续性水平变化呈现波动性变化特征,2000—2005 年环境子系统的得分稳定在一个相对较高水平(0.9~0.14),但波动性明显增强,2003 和 2005 年是两个明显低谷期(0.081 26 和 0.064 11),2006—2010 年环境系统持续性水平基本处于持续下降趋势,得分减少了 0.057 81。总体来看,安徽省农业环境子系统持续性水平在 5 个子系统中发展水平仅快于资源子系统,得分年均增长率为-2.43%,人类农业生产中一系列不合理的开发利用活动所致的环境负面影响正在逐渐显现。(1) 农业生产过程中不合理的使用化肥、农药和农膜等农资易污染农业生态环境。安徽省化肥使用强度、塑料薄膜使用强度、农药使用强度分别由 2000 年的 598.53,17.87 和 13.74 kg/hm<sup>2</sup> 增长至 2010 年的 764.77,27.89 和 19.30 kg/hm<sup>2</sup>,年均增长率分别为 2.48%,4.55%和 4.05%;(2) 局部性的自然灾害一直是安徽省农业生态环境安全不容忽视的影响因素。安徽省处在全国 3 条易灾带的北部地带,尤其是皖北平原春夏季节性干旱以及淮河、长江流域旱涝灾害危害严重。资料统计<sup>[10-12]</sup>表明,安徽省 2000—2010 年农业成灾率和受灾率高低起伏呈现周期性波动特征,农业受灾率最高时达到 41.07%,最低到 7.77%,极差达到 33.3%,平均年受灾率为 24.81%;成灾率最高时达到 28.7%,最低到 3.3%,极差达到 25.4%,平均年受灾率为 12.56%;(3) 农业生态系统自我防护功能下降,人类为农业环境保护而付出的努力相应增加。由统计数据<sup>[10-12]</sup>可知,安徽省森林覆盖率在 2000—2004 年有所上升,2004—2009 年呈下降趋势,基本维持在 26.00%,2010 年增加至 27.54%,低于最高水平。水土流失治理面积则呈现出持续增加的态势,从 2000 年的 1.77×10<sup>6</sup> hm<sup>2</sup> 增加至 2010 年的 2.14×10<sup>6</sup> hm<sup>2</sup>,2000—2010 年间水土流失治理面积累计增加 3.71×10<sup>5</sup> hm<sup>2</sup>,年均增长率达到 21.25%。因此,应统筹经济社会发展和环境保护系统发展,坚决摒弃“先污染后治理,边治理边污染”的发展方式,加强资源环境破坏与污染的源头控制,坚定走资源节约型和环境友好型发展的可持续发展的道路。具体而言,在主动承接东部产业转移过程中,应严格限制资源浪费、污染严重产业的规模和布局范围;重点要加强对土壤肥力、水土流失,环境污染和自然灾害的监测和预警,特别是重点农业区的相关监测和预警。

### 3.3 农业各子系统间的协调性分析

3.3.1 协调度模型 从系统协调的视角看,协调是

系统之间或系统组成要素之间在发展演化过程中彼此的和谐一致。协调是实现可持续发展的途径,可持续发展是协调的目的,其目标是追求系统的整体最优。协调度就是度量系统之间或系统内部之间协调状况好坏的定量指标。

农业系统的协调度即人口、经济、社会和资源、环境 5 个要素之间彼此和谐一致的耦合程度,协调性包括组成农业系统的 5 大子系统之间及其内部的协调。诸子系统全面、协调并进的程度是判断农业可持续发展水平的重要标志。定义协调度( $H$ )的计算公式为:

$$H=1-S/M$$

式中: $M$ ——某年的各子系统持续性得分的平均值; $S$ ——标准差。 $H$  越大,说明某年份的各子系统间耦合度越高,协调度越好,反之相反<sup>[15]</sup>。以此来判读安徽省 2000—2010 年间农业可持续发展的 5 个子系统间的协调程度。

3.3.2 协调性分析 根据公式计算得出安徽省 2000—2010 年 5 个子系统的协调度,然后按照协调度的衡量标准对历年农业可持续发展水平进行评价(表 3)。由表 3 可以看出,安徽省农业可持续发展各子系统的协调形势不容乐观,呈恶化趋势,亟需科学调控,否则,长此以往,农业发展中的问题将不可调和。2000—2010 年安徽农业可持续发展协调状态为:不协调→比较协调→不协调。总体来看,2000—2010 年间仅有 2005 年(0.777 31)勉强达到比较协调的状态,其余年份均为不协调的状态,2000—2005 年呈现健康发展态势,协调度逐渐升高,到 2005 年达到极峰,但 2005—2010 年协调度得分持续走低,协调状态趋向恶化。具体来说,协调度从 2000 年的 0.490 73 持续上升到 2005 年的 0.777 31,其后骤降到 2009 年的 0.285 69,到 2010 年才遏制住下降趋势(0.297 61)。

表 3 安徽省农业可持续发展协调度评价

年份	协调度 $H$	协调状态	年份	协调度 $H$	协调状态
2000	0.490 73	不协调	2006	0.633 91	不协调
2001	0.502 75	不协调	2007	0.469 30	不协调
2002	0.559 68	不协调	2008	0.345 61	不协调
2003	0.629 31	不协调	2009	0.285 69	不协调
2004	0.684 90	不协调	2010	0.297 61	不协调
2005	0.777 31	比较协调			

注:  $H \geq 0.9$  表示协调;  $0.75 \leq H < 0.9$  表示比较协调;  $H < 0.75$  表示不协调。

综合表 2—3 可知,2000—2005 年安徽省农业系统内部 5 大子系统间的协调度处于稳步爬升阶段,这主要得益于农业经济的加速发展以及社会基础设施的不断完善,但欠科学的发展方式(以牺牲资源、环境

为代价,单纯追求农村经济发展和社会条件改善)的负面作用逐渐显现,加之人口基数大伴随“分母效应”所产生的人口压力等原因,导致协调度从 2005 年的 0.777 31 陡降到 2009 年的 0.285 69,经济子系统持续性发展得分和资源、环境子系统的分差越拉越大,协调度随之俱减。2010 年安徽农业经济与人口、资源和环境的协调度触底反弹,有所回升,主要是由于国家及各级政府对环境保护力度的加大,环保投入的增加,积极推进社会主义新农村的建设,环境压力逐渐缓解,在农业经济继续保持快速增长的背景下,协调度水平整体上有提升。

总之,提高安徽省农业可持续发展能力,需从经济、社会、人口、资源和环境持续性及其关系协调程度着手,积极探寻全方位、协调并进的提升模式和方法。大力发展现代农业,加快由农业大省向农业强省的转变步伐。构建资源节约型和环境友好型社会,积极为农业可持续发展营造和提供宽松的、公平的经济、社会环境,逐步将其纳入规范化、法制化轨道。

## 4 结论

2000—2010 年,安徽农业可持续发展的整体水平呈现出稳步上升的态势,但各个子系统的可持续发展水平的差异显著,经济子系统的起点高,发展最快,社会、人口子系统次之,3 者均保持平稳较快增长状态;而资源和环境子系统的发展缓慢,甚至负增长,状态呈下滑趋势。安徽省 2000—2010 年间农业可持续发展的协调状况不容乐观,基本处于不协调状态。

由于农业可持续发展指标体系是一个多层次、多方位和多结构的综合系统,可持续发展分析应综合考虑影响机制方面的和系统表现状态方面的因素。本研究综合考虑搜集数据的需要及所得数据完整性,主要考虑了可测度的影响因素,单纯考虑农业生产性投入不甚合理,比如环境方面就缺少污染源、环境状态指标;另外,对影响可持续发展的制度因素研究有待后续跟进。本研究以省域为研究对象,而农业生产具有地域性和再生产性特点,省域属于行政单元,由于区域自然环境和资源条件的差异性及相互作用,安徽省的农业可持续发展并非独立不受周边省区影响,选

择以地域分工为特点的经济区域研究农业可持续发展问题或者把安徽省分为若干生态经济区进行不同区域可持续发展特点及原因分析,其结论判断和政策建议可能更为合理和有效。由于构建的评价指标体系所涉及的指标数量多,受限于数据资料的可得性及收集完整程度,选择 2000—2010 年时间序列动态分析中,政府农业宏观规划及相关政策对农业可持续发展的阶段性作用可能受到一定程度的抑制和掩盖。

### [参 考 文 献]

- [1] 洪绂曾. 新中国农业 60 年成就、经验与可持续发展[J]. 中国人口·资源与环境,2010,20(8):1-7.
- [2] 白蕴芳,陈安存. 中国农业可持续发展的现实路径[J]. 中国人口·资源与环境,2010,20(4):117-122.
- [3] 曹执令. 区域农业可持续发展指标体系的构建与评价:以衡阳市为例[J]. 经济地理,2012,32(8):113-116.
- [4] 董明辉,魏晓. 区域农业可持续发展度评价:以环洞庭湖区为例[J]. 经济地理,2008,28(3):479-482.
- [5] 赵学平,陆迁. 区域农业可持续性定量评价研究:以陕西省为例[J]. 华南农业大学学报:社会科学版,2007,6(1):17-22.
- [6] 文余源,邓宏兵. 基于 GIS 和 SPSS 的湖北省可持续农业发展能力研究[J]. 中国人口·资源与环境,2002,12(4):89-90.
- [7] 崔和瑞. 河北省农业可持续发展状况的综合评价[J]. 统计与决策,2008(12):103.
- [8] 许信旺. 安徽省农业可持续发展能力评价与对策研究[J]. 农业经济问题,2005(2):58-61.
- [9] 张丽,刘越. 基于主成分分析的农业可持续发展实证分析:以河南省为例[J]. 经济问题探索,2007(4):31-32.
- [10] 安徽统计局. 安徽统计年鉴[M]. 北京:中国统计出版社,2011.
- [11] 安徽省农业委员会,安徽省统计局. 安徽农村经济统计年鉴[M]. 安徽 合肥:黄山书社,2011.
- [12] 安徽省人民政府. 安徽 60 年[M]. 北京:中国统计出版社,1999.
- [13] 赵莹雪. 山区县域农业可持续发展评价指标体系及方法[J]. 经济地理,2002,22(5):534-538.
- [14] 徐梦洁,赵其. 南通市农业可持续发展[J]. 经济地理,2000,20(4):77-79.
- [15] 张竟竟,陈正江,杨德刚. 城乡协调度评价模型构建及应用[J]. 干旱区资源与环境,2007,21(2):5-11.