第28卷，第1期
2007年2月
中国农业资源与区划
Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning
Vol. 28, No. 1, pp26-29
February, 2007

·区域农业·

区域农业可持续发展综合评价研究*
——以浙江省为例

刘喜广，陶楚南，陈银蓉

（华中农业大学土地管理学院，湖北武汉 430070）

摘 要 该文以可持续发展理论为指导，构建农业可持续发展综合评价指标体系，评价区域农业可持续发展的综合水平。采用熵值法、模糊数学方法选取了人口、社会、经济、资源、环境5个方面31个指标进行评价，确定指标权重。采用指数和公式计算各年度的综合指标值，评价浙江省农业可持续性发展的状况。研究结果：浙江省农业可持续发展整体水平持续提高，人口、经济、社会呈可持续发展趋势，资源子系统呈非可持续利用态势，环境子系统呈不稳定态势，人口、经济、社会、资源、环境5个子系统处于非协调发展中。

关键词 农业可持续发展 区域农业 综合评价 浙江

我国农业可持续发展的目标是保持农业稳定增长，提高食物生产和保障食物安全，发展农村经济，增加农民收入，改变农村贫困落后状况，保护和改善农业生态环境，合理永续地利用自然资源特别是生物资源和可再生能源，以满足逐年增长的国民经济发展和人民生活需要[1]。为检验此目标的实施情况，该文拟通过建立农业可持续发展的评价模型，对浙江农业可持续发展水平进行定量评价，为决策部门提供依据。

一、研究区概况与资料的获取

浙江省位于我国东南沿海，介于北纬27°12′～31°31′和东经118°00′～123°00′之间。地势自西南向东北呈阶梯状倾斜，属亚热带季风气候，年平均气温15～18℃。年降水量1 000～2 200mm。河流水源充足，地表水平均年径流总量900亿m^3。全省土地总面积10.18万km^2。其中山地和丘陵占70.4%，平原和盆地占23.2%，河流和湖泊占6.4%，地貌结构为“七山一水二分田”。现有耕地159.9万hm^2，人均占有耕地仅0.035hm^2。

研究资料来源于1990～2000年《浙江统计年鉴》、《浙江农村统计年鉴》、《中国统计年鉴》等，有些指标的数据经过换算以后得到。

二、浙江省农业可持续发展评价指标体系的构建

农业可持续发展评价指标体系的构建不仅指人口、经济、社会、资源、环境等系统自身的发展，而且还包括几者的有机协调与统一。该文根据完备性与代表性、科学性、可操作性、独立性、层次性、动态性等基本原则，构建了由5个子系统、31个指标构成的浙江省农业可持续发展综合评价指标体系。该指标体系分别从人口、经济、社会、资源、环境5个方面来反映浙江省农业可持续发展状况。（表1）

三、结果与分析

（一）评价指标标准化处理

为消除因量纲不同对评价结果的影响，该文采用模糊隶属度[2]函数对各指标进行标准化处理：

收稿日期：2005-12-27 刘喜广为硕士生 陶楚南为硕士生 陈银蓉为教授
* 国家自然科学基金项目（70473029）

表 1　农业可持续发展能力评估指标体系及权重

第一层次	第二层次	具体指标	权重值(a_j)
农业可持续发展度	人口子系统	区域人口密度 C_{11}(人/km²)	3.33
		农村劳动力人口比重 C_{12}	2.93
		纯农业劳动力比重 C_{13}	3.88
		农村劳动力人均受教育年限 C_{14}(a)	3.50
	经济子系统	区域人均农业 $GDPC_{21}$(元/人)	3.71
		农业劳动生产率 C_{22}(元/人)	3.84
		农业土地生产率 C_{23}(元/hm²)	3.75
		农业中间消耗生产率 C_{24}	3.67
		农村非农产业比重 C_{25}	3.71
		平均农机总动力 C_{26}(kW/hm²)	3.98
		农业比较优势系数 C_{27}	1.34
		农产品商品率 C_{28}	3.65
		农村居民人均年纯收入 C_{29}(元/人)	3.87
	社会子系统	城乡居民收入差异系数 C_{31}	2.79
		农村居民恩格尔系数 C_{32}	3.59
		每万农业劳动力拥有的农业科技人员数 C_{33}(人/万人)	3.60
		乡村每千人拥有的医生和卫生人员数 C_{34}(人/千人)	3.96
		农村百人拥有电话机数 C_{35}(部/百人)	3.96
		区域城市化水平 C_{36}	3.10
		区域公路密度数 C_{37}(km/km²)	3.97
	资源子系统	区域人均耕地面积 C_{41}(hm²/人)	3.83
		区域水资源密度 C_{42}(万 m³/km²)	2.41
		土地复种指数 C_{43}	2.91
		耕地有效灌溉率 C_{44}	1.21
	环境子系统	区域废水排放量密度 C_{51}(t/km²)	3.58
		森林覆盖率 C_{52}	3.51
		农药使用强度 C_{53}(kg/hm² 耕地)	2.80
		化肥使用强度 C_{54}(kg/hm² 耕地)	1.60
		自然灾害受灾面积比例 C_{55}	3.07
		抗灾率 C_{56}	2.35
		水土流失面积比例 C_{57}	2.57

$$X_{ij}' = \frac{X_j - X_{min}}{X_{max} - X_{min}}$$

$$X_{ij}' = \frac{X_{max} - X_j}{X_{max} - X_{min}}$$

其中 X_j 为第 j 项指标值，X_{max} 为第 j 项指标的最大值，X_{min} 为第 j 项指标的最小值，X_{ij}' 为标准化值。若所用指标的值越大越好，则选用第一个公式，属于这类函数的评价指标包括农村劳动力人口比重、农村劳动力人均受教育年限、区域人均农业 GDP、农业劳动生产率、农业土地生产率、农业中间消耗生产率、农村非农产业比重、平均农机总动力、农业比较优势系数、农产品商品率、农村居民人均年纯收入、每万农业劳动力拥有的农业科技人员数、乡村每千人拥有的医生和卫生人员数、农村百人拥有电话机数、区域城市化水平、区域公路密度、区域人均耕地面积、区域水资源密度、土地复种指数、耕地有效灌溉率、森林覆盖率、抗灾率 22 个指标；若所用指标的值越小越好，则选用后一个公式，属于这类函数的评价因素包括区域人口密度、纯农业劳动力比重、城乡居民收入差异系数、农村居民恩格尔系数、区域废水排放量密度、农药使用强度、化肥使用强度、自然灾害受灾面积比例、水土流失面积比例 9 个指标。

（二）评价指标权重确定

熵值法是一种客观赋权方法，它通过计算指标的信息熵，根据指标的相对变化程度对系统整体的影响来决定指标的权重，相对变化程度大的指标具有较大的权重，这种思想与农业可持续发展机理非常相似，影响农业可持续发展的主要因素也是其中变化程度大的因素。因此采用熵值法确定农业可持续发展评价综合指标对整体持续性影响的权重比较适宜。应用客观赋权方法可以减少评价者的主观成分，具有更大的客观性和科学性。应用熵值法确定指标权重的步骤[3]如下：

1. 为消除上述标准化可能带来的影响，进行坐标平移，其公式为 $Z_i' = 1 + Z_i$。

2. 计算第 j 项指标下第 i 年份指标值的比重 $P_{ij} = Z_i' / \sum_{i=1}^{m} Z_i'$，式中 m 为年份数。

3. 计算第 j 项指标的熵值 $e_j = -k\sum P_{ij} \ln P_{ij}$，令 $k = \frac{1}{\ln m}$，则 $0 \leqslant e_j \leqslant 1$。

4. 计算第 j 项指标的差异性系数 $g_j = 1 - e_j$。

5. 计算第 j 项指标的权重 $a_j = \frac{g_j}{\sum g_j}$，计算结果见表 1。

（三）农业可持续发展综合指数值计算

根据加法法则在相互交叉的同类指标间采用加法合成，给出一个反映土地利用效益状况的综合指标值IQI，其计算公式为：

$$IQI=\sum a_j \times P_{ij}$$

由上式计算得到每年的农业可持续发展综合指数值 IQI（表 2）。IQI 值越大，可持续发展综合水平就越高。

（四）人口、经济、社会、资源、环境子系统协调状况计算

运用上述研究方法，在计算各具体指标权重的基础上，计算出 1990～2000 年浙江省农业各子系统及综合可持续发展度。为了衡量浙江省人口、经济、社会、资源环境 5 个子系统协调状况，引入发展协调度[4]作为测度农业可持续发展系统协调性的标尺，其公式为$\frac{a+b+c+d+e}{\sqrt{a^2+b^2+c^2+d^2+e^2}}$，计算结果如图 1。

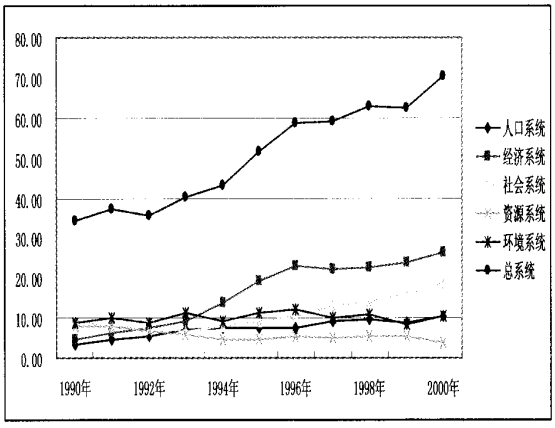

图 1 综合指标值变化曲线

（五）农业可持续发展分析

由图 1 可以看出，尽管资源子系统可持续利用度近年来略有下降，但浙江省农业可持续发展综合指标值总体上呈逐年上升趋势，说明浙江省农业可持续发展程度逐年提高。

农业可持续发展综合评价结果是否合理，能否反映浙江省农业可持续发展状况，这里用农业生产总值进行验证[5]。统计结果表明：IQI 分别与 11 个年度的农业生产总值（表 2）之间达到极度相关水平（P＝0.01），相关系数为 0.9681（n＝11）。IQI 与农业生产总值之间良好的相关性，表明综合评价的结果能较好地农业可持续状况，也说明了综合评价结果的合理性和实用价值，即可以用简单的数量指标来表达复杂的农业可持续发展状况。

表 2 浙江省农业生产总值与 IQI 关系

年份	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
农业生产总值	336.77	370.97	404.79	499.70	707.21	891.74	961.97	1 004.88	1 003.71	1 005.22	1 062.87
IQI	34.33	37.16	33.39	40.16	42.96	51.62	57.54	58.36	62.98	62.14	67.85

注：均按当年价格，单位：亿元

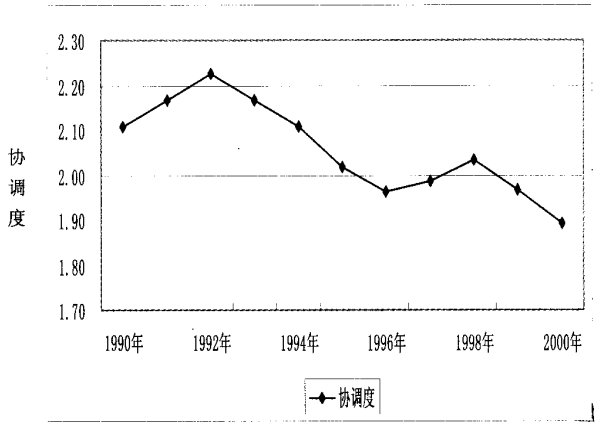

图 2 浙江省农业可持续发展各子系统协调度变化曲线

（六）协调度分析

从协调度指数看：总的趋势是下降的（见图 2），表明人口、经济、社会、资源、环境 5 个子系统处于非协调发展中，农业整体发展的可持续性比较弱，这主要是盲目追求农业经济增长，而忽视农业资源的可持续利用造成的必然结果。

四、结论

通过对 1990～2000 年的浙江省农业可持续发展状况的分析，可得出如下结论：

1. 浙江省农业可持续发展水平逐步提高，但上升的幅度有减小的趋势，同时人口、经济、

社会、资源、环境 5 个子系统的发展具有非同步性、非一致性的特点，表明随着浙江省农业资源的快速消耗，其对其它子系统的抑制作用增强，制约了农业系统的整体优化，进而导致浙江省农业可持续发展整体水平提升缓慢。

2. 浙江省为促进农业的现代化、产业化、规模化，过分强调农业经济子系统的快速发展，特别是通过农业机械化、化学化等技术手段，推进农业经济的粗放式增长，在一定程度上妨碍了农业社会子系统的发展。因此，农业经济子系统呈现出较强的持续性发展趋势，而其它子系统的发展多呈现出非可持续性特征或较缓慢的可持续发展水平的提升，从而导致农业系统的持续性发展呈现出较强的脆弱性。同时农业系统内部各子系统之间协调性的减弱，进一步限制了浙江省农业的可持续发展。

3. 由于浙江省农业经济子系统的持续快速增长足以抵消其资源子系统的退化和环境子系统的波动对农业可持续发展的制约作用，使得农业可持续发展总体趋势仍然逐步增强。说明只有坚持以提高经济效益为中心，积极推进农业的集约化、规模化经营，努力改善农业基础设施，大力推广农业先进适用技术，同时做到农业资源尤其是耕地资源的开发与保护并重，才可以推进农业的可持续发展。

4. 浙江省农业可持续发展综合评价是一个复杂的过程，因此，要促进农业的可持续发展，必须以系统观点为指导，综合考虑人口、经济、社会、资源、环境 5 个子系统的整体优化、同步同向演进。目前应以市场为导向，以推进农业产业化、规模化为核心，以优化农业产业结构、产品结构为重点，以农业技术创新为支撑，以农业组织、政策创新为制度保障，进一步减轻农民负担、增加农民收入，保护和鼓励农民生产的积极性，以形成推进农业可持续发展的政策、措施体系。

参考文献

1 陈厚基.持续农业和农村发展 ——SARD 的理论与实践.北京:中国农业科技出版社,1994
2 仇方道.县域可持续发展综合评价研究.经济地理,2003,23(3):319
3 张忠根,应风其.农业可持续发展评估:理论、方法与应用.北京:中国农业出版社,2003
4 许学强,张俊军.广州市可持续发展的综合评价.地理学报,2001,56(1):54
5 李新举,赵庚星,于开芹,等.泰安市土地利用可持续评价.中国土地科学,2004,6(3):27～34

STUDIES ON COMPREHENSIVE EVALUATION OF REGIONAL AGRICULTURE SUSTAINABLE DEVELOPMENT

—— TAKING ZHEJIANG PROVINCE AS AN EXAMPLE

Liu Xiguang, Tao Chunan, Chen Yinrong
(Land Management College of Central China Agriculture University, Hubei　Wuhan 430070)

Abstract　This paper takes the theory of sustainable development as guideline, establishes the target system and the integrate level for comprehensively evaluating sustainable agriculture development. Thirty-one targets from 5 fields of population, society, economy, resources and environment were selected and evaluated by entropy method entropy and blurred math method, the authority weight of targets was confirmed. The value of comprehensive targets for each year was calculated by index and formulas to evaluate the status of agriculture sustainable development in Zhejiang Province. Research results show that there is a continuous improvement in the whole level of agriculture sustainable development in Zhejiang Province. Population; economy and society assume the tendency of sustainable development; subsystem of resources assumes a state of non-sustainable utilization; subsystem of environment assumes unstable posture; thus, population, economy, society, resources and environment these 5 subsystems do not develop in harmony.

Keywords　agriculture sustainable development; regional agriculture; comprehensive evaluation; Zhejiang