

不同尺度下区域农业系统协调度的评价

杨世琦¹,杨正礼¹,高旺盛²

(1 中国农业科学院 农业环境与可持续发展研究所,北京 100081;2 中国农业大学 区域农业发展中心,北京 100094)

【摘 要】 【目的】研究区域农业系统在不同尺度下的协调度变化情况,探索区域农业系统协调度评价理论。 【方法】构建了区域农业系统协调理论,包括协调度概念、功效函数、功效系数、协调函数、协调度、协调度变化区间和协调等级等;采用改进专家调查法构建评价指标体系,从生态、经济和社会子系统中共筛选出 24 个评价指标;采用自尺度、省域尺度和国家尺度对广东省新兴县区域农业系统进行协调度实证分析。 【结果】不同尺度下,广东省新兴县区域农业系统协调由高到低的排序是自尺度、国家尺度和省域尺度;生态子系统的排序是自尺度、省域尺度和国家尺度;经济子系统的排序是国家尺度、自尺度和省域尺度;社会子系统的排序是自尺度、国家尺度和省域尺度。区域农业系统、生态与社会子系统在自尺度下的协调度高于国家尺度和省域尺度。 【结论】广东省新兴县区域农业系统的协调水平、农业生态环境和社会发展状况,与广东省和全国相比还有一定差距;经济子系统协调度高于全国而低于广东省。自尺度适用于系统协调发展趋势评价,省域尺度与国家尺度适于系统之间的协调差距评价。

【关键词】 区域农业系统;自尺度;省域尺度;国家尺度;协调度;协调等级;改进专家调查法

【中图分类号】 F062.2 【文献标识码】 A 【文章编号】 1671-9387(2008)05-0064-09

Appraising on harmony coefficient of regional agricultural system at different scales

YANG Shi-qi¹, YANG Zheng-li¹, GAO Wang-sheng²

(1 Institute of Environment and Sustainable Development in Agriculture, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China;
2 Research Center of Regional Agricultural Development, China Agricultural University, Beijing 100094, China)

Abstract: 【Objective】 The change of harmony coefficient (HC) of regional agricultural system (RAS) was studied at different scales, and the theory system of harmony coefficient of regional agricultural system was explored. 【Method】 The theory of harmony coefficient of RAS was conceived, which consisted of harmony conception, efficacy function, efficacy coefficient, function of harmony coefficient, harmony coefficient (HC), range of harmony coefficient, rank of harmony coefficient (RHC), and the core of harmony theory was HC and RHC. The appraising index system of RAS was established by improving expert inquiry method, which included 23 indexes and was filtrated from ecological subsystem, economic subsystem and social subsystem. HC of RAS of Xinxing County, Guangdong Province (XCGP) was taken as a case study and appraised at self scale, provincial scale and national scale. 【Result】 The results were: at the different scales, the sort ascending HC of RAS was self scale, national scale and provincial scale, and the sort ascending of ecological subsystem was self scale, provincial scale and national scale, and the sort ascending of economic subsystem was national scale, self scale, and provincial scale, and the sort ascending of social subsystem was self scale, national scale and provincial scale. 【Conclusion】 HC of RAS, ecological subsystem and social sub-

* [收稿日期] 2007-06-04
[基金项目] 国家科技支撑计划项目(2006BAD09B04);国家科技重点资助项目(1251610721336)
[作者简介] 杨世琦(1970—),男,陕西旬邑人,副研究员,主要从事区域农业和生态农业研究。E-mail: shiqiyang@126.com
[通讯作者] 杨正礼(1960—),男,山西万荣人,研究员,主要从事生态农业和农业产地环境治理研究。E-mail: yangzl@cjac.org.cn

system were higher in self scale than in national scale and provincial scale, showing definite difference between RAS of XCGP and Guangdong Province and nation in system harmony level, agriculture ecological environment and social development level. HC of economic subsystem in self was less than in national scale, and more than in provincial scale, showing the economic statue of XCGP was better than nation, and worse than Guangdong province. Self scale was fitting in appraising the trend of HC development of RAS, and provincial scale and national scale was fit for appraising difference of HC of RAS.

Key words: regional agriculture system (RAS); self scale; provincial scale; national scale; harmony coefficient (HC); rank of harmony coefficient (RHC); improving expert inquiry method

区域农业系统协调度评价是区域农业研究的重要内容之一,对促进区域农业协调发展具有一定的指导意义。国内外近年关于系统协调度进行了一些探索研究,主要针对自然、社会和经济系统,为此提出了一些评价理论与方法;其中国外主要是对系统协调的定性研究,国内则开展了一些定量研究^[1-10]。由于系统特征、评价目标和方法不同,研究结果存在一定差异,而且对其他系统的借鉴性不强。本研究根据区域农业系统的特征,运用数理统计中的集中与分散原理,构建了功效系数函数、协调函数和评价指标体系,建立了区域农业系统协调度评价理论体系,具有一定的创新性,并在不同尺度下对区域农业系统的协调度进行了实证研究,具有一定的理论与实践指导意义。

农业系统的不同尺度是指自尺度、省域尺度和国家尺度 3 种。不同尺度协调度的主要差别是评价指标的取值范围不同,即极值不同。自尺度的极值是在研究时段上,选取评价指标中的极大值与极小值作为评价范围;省域尺度的极值是以省为区域农业系统单元,并作为被评价区域农业系统的参照,从相应时段中选取对应指标在省级区域农业系统中表现的极大值与极小值作为评价范围;国家尺度的极值是以国家为区域农业系统单元,并作为被评价区域农业系统的参照,从相应时段中选取对应指标在国家区域农业系统中表现的极大值与极小值作为评价范围。在本研究中,将行政县作为独立的区域农业系统进行协调度评价,自尺度是研究系统自身的协调度变化规律;省域尺度是研究该行政县在行政管辖省的协调度变化规律及其协调发展水平;国家尺度是将国家区域农业系统作为评价参照,研究协调度变化规律及其发展水平。自尺度协调度主要研究系统自身的协调度发展变化情况,考察系统协调发展的趋势;省域尺度和国家尺度协调度是研究区域农业系统在更大区域农业系统上的协调程度及协调水平的高低。

1 协调度评价理论方法

协调是指系统之间或系统组成要素之间在过程中相互和谐一致、相互影响的平衡状态。区域农业系统协调发展,指经济发展和社会需求不是基于牺牲生态价值和破坏生态环境,而是经济发展、社会需求与生态保护共同处于和谐有机的状态。当生态、经济和社会子系统处于良性匹配时,表现为生态环境良好、经济增长和人类社会可持续发展。协调度评价理论包括功效函数、协调函数、协调度区间、协调度等级和评价指标体系等。

1.1 功效函数(Efficacy Function)

根据指标功效对系统协调度的影响,将功效函数分为正功效和负功效 2 种^[11-12]。

当 $EC(V_{ji})$ 具有正功效时, $EC(V_{ji}) = \frac{X_{ji} - \beta_{ji}}{\alpha_{ji} - \beta_{ji}}$, $\beta_{ji} \leq X_{ji} \leq \alpha_{ji}$, X_{ji} 增加,系统协调度增加;

当 $EC(V_{ji})$ 具有负功效时, $EC(V_{ji}) = \frac{\alpha_{ji} - X_{ji}}{\alpha_{ji} - \beta_{ji}}$, $\beta_{ji} \leq X_{ji} \leq \alpha_{ji}$, X_{ji} 增加,系统协调度降低。

式中: $EC(V_{ji})$ 为评价指标的功效系数,介于 0 和 1,当目标最满意时取 $EC(V_{ji}) = 1$,当目标最差时取 $EC(V_{ji}) = 0$; V_{ji} 表示评价指标, j 是子系统的下标 ($j \in [1, m]$), i 是子系统评价指标的下标 ($i \in [1, n]$); X_{ji} ($j = 1, 2, \dots, m; i = 1, 2, \dots, n$) 是评价指标 V_{ji} 的实际表现值; α_{ji} 、 β_{ji} 是评价指标 V_{ji} 的极值,即 $\beta_{ji} \leq X_{ji} \leq \alpha_{ji}$ 。

1.2 协调函数(Function of Harmony Coefficient)

系统是多指标的复合系统,因此单一功效系数还不能说明系统的协调状态,必须建立以指标功效系数为自变量的函数来评价系统的总体协调程度,这样的函数即为协调函数(FHC),函数值被称为协调度(Harmony Coefficient,缩写为 HC)。本研究构建的协调函数是借用数理统计中的变异系数原理,同时考虑功效系数之间的集中性与离散性,用综

合值来判定系统评价指标之间的统计特征,并用其衡量系统的发展状态。该协调函数的主要优点是既考虑了统计数字的集中性程度,又考虑了其离散性程度,与以往评价函数相比更全面,对系统的评价更客观,结果更可靠。协调函数模型如下:

$$HC=1-\frac{S}{EC(\bar{V})},$$
$$其中\ S=\sqrt{\frac{\sum_{j=1}^k\sum_{i=1}^m(EC(V_{ji})-EC(\bar{V}))^2}{n-1}}。$$

式中:HC 为协调度,EC(V_{ji})为功效系数,EC($\bar{V}$)为功效系数的平均值,n 代表功效系数的个数,k 为子系统的个数,m 为子系统中功效系数的个数。

1.3 协调度区间

协调度的取值应该限于某个区间内,是说明计算结果和判断系统协调性的重要依据。通过分析功效函数,确定其取值的范围应是[1- $\sqrt{n}$,1],其中 n 表示指标的个数, $\sqrt{n}$ 实际上表示变异系数。从中可以看出下限的范围是不确定的,随着考察指标个数

的增加,协调度下限取值趋于减小,而上限取值稳定在 1。依据统计学原理,当变异系数超过 1 时(此时的协调度已经小于 0),表示数据的离散程度已经超过集中程度的 1 倍以上,数据的差异性明显大于相似性,表现在协调度上则已经小于 0,表明协调特征基本丧失。协调度的范围确定为[0,1],越大表示系统的协调性越大,越小则表示协调性越差。

1.4 协调度等级理论的构建

协调理论中,协调度缺乏定性化的信息,在[0,1]区间可有无数个协调度。借用模糊数学思想,提出协调等级概念,将某一区间的协调度隶属为同一类型,为此把协调度的范围划分成若干连续区间,每一区间代表 1 个协调等级(RHC),在此区间内的协调度属于同一协调等级,形成了连续的协调等级阶梯。协调等级与协调度相当于配置两个旋钮,协调等级是粗调按钮,协调度是微调按钮。协调度与协调等级及其表示的含义见表 1。

表 1 协调度与协调等级(RHC)及其含义

Table 1 Harmony coefficient rank of harmony coefficient and its implication					
协调度 HC	协调等级 RHC	含义 Implication	协调度 HC	协调等级 RHC	含义 Implication
0.000 0~0.100 0	1	极度失调 Top maladjustment(TM)	0.500 1~0.600 0	6	弱度协调 Feeble harmony(FH)
0.100 1~0.200 0	2	高度失调 High maladjustment(HM)	0.600 1~0.700 0	7	低度协调 Low harmony(LH)
0.200 1~0.300 0	3	中度失调 Mid maladjustment(MM)	0.700 1~0.800 0	8	中度协调 Mid harmony(MH)
0.300 1~0.400 0	4	低度失调 Low maladjustment(LM)	0.800 1~0.900 0	9	高度协调 High harmony(HH)
0.4001~0.500 0	5	弱度失调 Feeble maladjustment(FM)	0.900 1~1.000 0	10	极度协调 Top harmony(TH)

1.5 评价指标体系

区域农业具有自然特征、经济特点和社会属性,由此把区域农业系统分成自然、经济和社会 3 个子系统,在子系统中选取指标,研究子系统与子系统所辖要素之间的协调关系,系统的发展则可以从生态效益、经济效益和社会效益 3 个方面反映。本研究采用改进专家调查法,在若干专家的著作与文章中,统计各位专家在同一研究领域内对同一评价指标的关注程度,以该指标出现的频次为选择和排序依据,以此确定区域农业协调度的评价指标体系。具体方法是:在“中国期刊全文数据库”中,首次检索词“评价指标”,检索形式选择“关键词、摘要和篇名”,检索学科包括农业、社会与经济学科各领域,检索时间设定为 1994~2005 年,检索结果是文献数量 17 108 篇,二次检索在“全文”中检索具体指标,得到评价指标在总文献中出现的次数,根据次数大小排序。检索

时间为 2005-08-20。评价指标体系见表 2,由于系统的差异性,根据实际情况对其中部分指标作了调整。

2 不同尺度下区域农业系统协调度的案例研究

新兴县位于广东省中部偏西,毗邻珠江三角洲,距省会广州 170 km。县域南北相距 51 km,东西宽 56 km,总面积 1 519 km²,属新(兴)、高(明)、鹤(山)丘陵台地。地势自西南向东北倾斜,有“新兴盆地”之称。该县地处北回归线南侧,属亚热带季风气候区,气候温和,热量丰富,光照充足,雨量充沛,霜期短。年平均气温 21.5℃,年均降雨量 1 663.7 mm,年均日照 1 695.4 h,年均无霜期 359 d,年均地温 24.4℃。自然资源丰富,地表水资源以天然降水为主。新兴县 1995~2003 年区域农业系统指标原始值见表 2,不同尺度下的指标极值见表 3^[13-16]。

表 2 广东省新兴县 1995~2003 年区域农业系统指标原始值

Table 2 The original data of regional agriculture system (RAS) of Xinxing County,Guangdong Province in 1995-2003							
子系统 Subsystem	指标 Index	年份 Year					
		1995	1999	2000	2001	2002	2003
生态子系统 Ecological subsystem	人均播种面积/hm ² Planting area per cap.	0.108	0.105	0.101	0.101	0.101	0.100
	灌溉比例/% Ratio irrigation	90.60	67.33	67.2	68.06	54.44	53.85
	农药用量/(kg·hm ⁻²) Pesticide dosage per cap.	48.69	61.72	57.96	39.9	53.1	53.7
	化肥用量/(kg·hm ⁻²) Fertilizer dosage per cap.	928.06	807.38	827.97	803.18	813.21	466.8
	粮食单产/(kg·hm ⁻²) Food yield per cap.	5565	6480	6420	6525	6375	6630
经济子系统 Economic subsystem	人均 GDP/元 GDP per cap.	4498	6590	6956	7556	8099	9190
	农民人均纯收入/元 Net income per farmer	2024	3371	3581	3745	3896	4028
	农村非农收入比例/% Ratio of non-agricultural earning	65.4	73.5	74.2	74.6	74.3	74.0
	GDP 能耗/(t·万元 ⁻¹) Energy consumption per GDP	0.351	0.333	0.340	0.342	0.324	0.317
	百人电话量 Phones per 10 ² person	6.19	11.88	15.42	20.06	18.83	42.37
	农机动力/(kW·hm ⁻²) Agricultural power per cap.	6.6	7.4	7.9	12.9	10.8	11.1
	农业财政支出/(元·人 ⁻¹) Payout of agricultural finance	19.4	44.3	58.2	57.8	81.4	98.1
社会子系统 Social subsystem	人均粮食/kg Food per cap.	366.0	401.7	361.2	358.8	346.7	339.7
	人均肉品/kg Meat per cap.	116.4	174.4	191.2	209.9	233.6	251.4
	人均水产品/kg Aquatic production per cap.	25.6	33.6	34.2	36.5	38.7	40.6
	人均水果/kg Fruit per cap.	65.5	61.2	53.2	59.5	64.8	66.7
	人口自然增长率/% Ration of population increasing	1.326	0.985	0.854	0.511	0.515	0.549
	病床数/(张·万人 ⁻¹) Sickbeds per 104 person	11.75	12.30	11.99	13.11	13.04	12.19
	升学率/% Ratio of enter a high school	58.00	75.01	71.50	78.70	51.41	51.27
	农村二、三产业就业率/% Ration of obtain employ- ment in non agricultural industry	34.3	23.1	22.3	22.9	26.6	27.1
	人均农村耗电量/(kW·h ⁻¹) Consumption of electric power per cap.	91.6	114.3	119.6	145.7	172.7	178.5
	人均禽存栏数/只 Amount of birds on hand per cap.	115.5	139.0	152.6	173.6	185.8	205.8
	人均猪存栏数/头 Amount of pigs on hand per cap.	1.5	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9

注:化肥用量是折纯量;农机动力和农药用量的面积是耕地面积;纯收入指标均来自国家统计局农户调查,不包括城市居民;人均粮食和人均肉品表示农产品的占有量(不代表消耗数量);升学率是初中进入普通高中、职业技校、中专与技校的升学率;农村人均耗电量中包括生活用电和生产用电。资料来源于新兴县统计年鉴 1996~2004 年。

Note:Fertilizer dosage was pure discount. Agricultural power and pesticide dosage were dosage of per land area. Pure income was from national farm-
er investigation,excluding townsmen. Food and meat were average appropriation quantity (not consumption quantity). Ratio fo enter a high
school was from junior high school to senior high school,vocational school,technical secondary school and vestibule school. Consump-
tion of electric power per cap.included living and production consumption. Data was form Xinxing stat. yearbook 1996-2004.

表 3 不同尺度下广东省新兴县区域农业系统的极值

Table 3 Extremum of different scales of regional agriculture system (RAS) of Xinxing County,Guangdong Province							
子系统 Subsystem	指标 Index	自尺度 Self-scale		省域协调尺度 Provincial scale		国家协调尺度 National scale	
		下限 Low	上限 Up	下限 Low	上限 Up	下限 Low	上限 Up
生态子系统 Ecological subsystem	人均播种面积/hm ² Planting area per cap.	0.099	0.109	0.056	0.077	0.100	0.200
	灌溉比例/% Ratio irrigation	53.3	91.5	87.0	82.0	30.6	52.0
	农药用量/(kg·hm ⁻²) Pesticide dosage per cap.	39.5	62.3	40.3	34.6	5.3	15.3
	化肥用量/(kg·hm ⁻²) Fertilizer dosage per cap.	462.1	937.3	844.6	935.5	223.7	426.0
	粮食单产/(kg·hm ⁻²) Food yield per cap.	5509	6696	5535.0	5565.0	3579.0	6895.0
经济子系统 Economic subsystem	人均 GDP/元 GDP per cap.	4453	9282	7864.0	17642.0	1355.0	10000.0
	农民人均纯收入/元 Net income per farmer	2004	4068	2699.0	4054	545.0	6000
	农村非农收入比例/% Ratio of non-agricultural earn- ing	64.7	75.3	34.000	60.1	12.3	50
	GDP 能耗/(t·万元 ⁻¹) Energy consumption per GDP	0.314	0.355	1.3	1.140	1.0	5.5
	百人电话量 Phones per 10 ² person	6.1	42.8	6.7	58.3	0.3	50
	农机动力/(kW·hm ⁻²) Agricultural power per cap.	6.6	13.0	7.2	7.6	2.8	15.0
	农业财政支出/(元·人 ⁻¹) Payout of agricultural finance	19.2	99.1	17.8	133.5	19.3	100

续表 3 Continued of the table 3

子系统 Subsystem	指标 Index	自尺度 Self-scale		省域协调尺度 Provincial scale		国家协调尺度 National scale	
		下限 Low	上限 Up	下限 Low	上限 Up	下限 Low	上限 Up
社会子系统 Social subsystem	人均粮食/kg Food per cap.	336.3	405.8	266.0	193.0	350.0	450.0
	人均肉品/kg Meat per cap.	115.2	253.9	44.0	46.0	10.7	75.0
	人均水产品/kg Aquatic production per cap.	25.4	41.0	77.0	84.0	77.0	84.0
	人均水果/kg Fruit per cap.	52.7	67.3	69.0	93.0	69.0	93.0
	人口自然增长率/% Ration of population increasing	0.506	1.339	1.333	0.821	1.57	0.1
	病床数/(张·万人 ⁻¹) Sickbeds per 10 ⁴	11.63	13.24	5.8	7.4	22.5	40.0
	升学率/% Ratio of enter a high school	50.8	79.5	62.1	50.5	38.1	90.0
	农村二、三产业就业率/% Ration of obtain employment in non agricultural industry	22.1	34.7	33.2	42.8	13.4	65.0
	人均农村耗电量/(kW·h ⁻¹) Consumption of electric power per cap.	90.7	180.2	274.4	924.8	90.7	180.2
	人均禽存栏数/只 Amount of birds on hand per cap.	114.4	207.9	14.8	16.6	14.8	16.6
	人均猪存栏数/头 Amount of pigs on hand per cap.	1.4	2.0	0.6	0.7	1.4	2.0

注:省域尺度上、下限的确定选取的是广东省 1995 和 2003 年的值;国家尺度中人均水产品、人均水果以及人均禽存栏数采用的是省域尺度的极值。

Note: The up and the low limits of provincial scale was by Guangdong provincial 1995 to 2003;The up and the low limits of national scale of fruit,aquatic production and birds were by provincial scale.

本研究为了避免指标功效系数 0 与 1 的出现,对原来系统表现的极值作适当调整,将极大值放大 1%,极小值缩小 1%,这样就基本保障了原来指标极值的功效系数趋向于 1 和 0。新兴县区域农业系

统自尺度指标功效系数的计算结果见表 4,省域尺度指标功效系数的计算结果见表 5,国家尺度指标功效系数的计算结果见表 6。

表 4 广东省新兴县区域农业系统自尺度指标的功效系数

Table 4 Efficacy efficient of Xinxing County,Guangdong Province RAS at self scale

子系统 Subsystem	指标 Index	年份 Year					
		1995	1999	2000	2001	2002	2003
生态子系统 Ecological subsystem	人均播种面积 Planting area per cap.	0.852 2	0.639 4	0.246 2	0.220 8	0.162 4	0.105 3
	灌溉比例 Ratio irrigation	0.976 4	0.367 3	0.363 9	0.386 4	0.029 8	0.014 4
	农药用量 Pesticide dosage per cap.	0.596 9	0.025 4	0.190 4	0.982 5	0.403 5	0.377 2
	化肥用量 Fertilizer dosage per cap.	0.019 4	0.273 4	0.230 1	0.282 2	0.261 1	0.990 1
	粮食单产 Food yield per cap.	0.047 2	0.818 0	0.767 5	0.855 9	0.729 6	0.944 4
经济子系统 Economic subsystem	人均 GDP GDP per cap.	0.009 2	0.442 5	0.518 4	0.642 6	0.754 9	0.980 9
	农民人均纯收入 Net income per farmer	0.009 7	0.662 3	0.764 1	0.843 5	0.916 7	0.980 6
	农村非农收入比例 Ratio of non-agricultural earning	0.062 8	0.832 8	0.891 5	0.933 1	0.901 2	0.877 7
	GDP 能耗 Energy consumption per GDP	0.097 7	0.541 1	0.360 2	0.328 7	0.746 8	0.935 0
	百人电话量 Phones per 10 ² person	0.002 5	0.157 5	0.254 0	0.380 4	0.346 9	0.988 3
	农机动力 Agricultural power per cap.	0.020 7	0.143 4	0.210 7	0.986 1	0.664 6	0.700 5
	农业财政支出 Payout of agricultural finance	0.001 9	0.314 4	0.488 1	0.482 6	0.778 9	0.987 3
社会子系统 Social subsystem	人均粮食 Food per cap.	0.427 5	0.941 6	0.358 0	0.323 5	0.150 1	0.049 5
	人均肉品 Meat per cap.	0.008 7	0.426 8	0.547 9	0.682 8	0.853 4	0.981 9
	人均水产品 Aquatic production per cap.	0.013 5	0.527 8	0.567 0	0.710 4	0.855 0	0.973 3
	人均水果 Fruit per cap.	0.876 5	0.581 7	0.037 2	0.468 4	0.826 7	0.957 6
	人口自然增长率 Ration of population increasing	0.015 6	0.425 0	0.582 2	0.994 0	0.989 2	0.948 4
	病床数 Sickbeds per 10 ⁴ person	0.074 5	0.416 1	0.223 6	0.919 3	0.875 8	0.347 8
	升学率 Ratio of enter a high school	0.250 9	0.843 6	0.721 3	0.972 1	0.021 3	0.016 4
	农村二、三产业就业率 Ration of obtain employment in non agricultural industry	0.969 2	0.082 7	0.016 2	0.062 7	0.354 3	0.398 4
	人均农村耗电量 Consumption of electric power per cap.	0.009 9	0.264 0	0.322 5	0.615 0	0.916 4	0.980 5
	人均禽存栏数 Amount of birds on hand per cap.	0.012 0	0.262 6	0.408 6	0.633 4	0.763 3	0.977 9
	人均猪存栏数 Amount of pigs on hand per cap.	0.194 4	0.194 0	0.281 5	0.529 7	0.718 3	0.892 0

表 5 广东省新兴县区域农业系统省域尺度指标的功效系数

Table 5 Efficacy efficient of Xinxing County,Guangdong Province RAS at provincial scale

子系统 Subsystem	指标 Index	年份 Year					
		1995	1999	2000	2001	2002	2003
生态子系统 Ecological subsystem	人均播种面积 Planting area per cap.	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0
	灌溉比例 Ratio irrigation	1.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0
	农药用量 Pesticide dosage per cap.	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.070 2	0.000 0	0.000 0
	化肥用量 Fertilizer dosage per cap.	0.081 8	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0
	粮食单产 Food yield per cap.	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0
经济子系统 Economic subsystem	人均 GDP GDP per cap.	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.024 0	0.135 6
	农民人均纯收入 Net income per farmer	0.000 0	0.495 9	0.650 9	0.772 0	0.883 4	0.980 8
	农村非农收入比例 Ratio of non-agricultural earning	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0
	GDP 能耗 Energy consumption per GDP	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0
	百人电话量 Phones per 10 ² person	0.000 0	0.100 4	0.169 0	0.258 9	0.235 1	0.691 3
	农机动力 Agricultural power per cap.	0.000 0	0.579 9	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0
	农业财政支出 Payout of agricultural finance	0.013 4	0.229 2	0.349 2	0.345 4	0.550 0	0.693 9
社会子系统 Social subsystem	人均粮食 Food per cap.	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0
	人均肉品 Meat per cap.	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0
	人均水产品 Aquatic production per cap.	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0
	人均水果 Fruit per cap.	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0
	人口自然增长率 Ration of population increasing	0.013 7	0.679 7	0.935 5	1.000 0	1.000 0	1.000 0
	病床数 Sickbeds per 10 ⁴ person	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0
	升学率 Ratio of enter a high school	0.646 6	1.000 0	1.000 0	1.000 0	0.078 4	0.066 4
	农村二、三产业就业率 Ration of obtain employment in non agricultural industry	0.115 8	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0
	人均农村耗电量 Consumption of electric power per cap.	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0
	人均禽存栏数 Amount of birds on hand per cap.	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0
	人均猪存栏数 Amount of pigs on hand per cap.	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0

表 6 广东省新兴县区域农业系统国家尺度指标的功效系数

Table 6 Efficacy efficient of Xinxing County,Guangdong Province RAS at national scale

子系统 Subsystem	指标 Index	年份 Year					
		1995	1999	2000	2001	2002	2003
生态子系统 Ecological subsystem	人均播种面积 Planting area per cap.	0.075 1	0.054 4	0.015 3	0.012 1	0.006 2	0.001 2
	灌溉比例 Ratio irrigation	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0
	农药用量 Pesticide dosage per cap.	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0
	化肥用量 Fertilizer dosage per cap.	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0
	粮食单产 Food yield per cap.	0.598 9	0.874 8	0.856 8	0.888 4	0.843 2	0.920 1
经济子系统 Economic subsystem	人均 GDP GDP per cap.	0.363 5	0.605 5	0.647 9	0.717 3	0.780 0	0.906 3
	农民人均纯收入 Net income per farmer	0.271 1	0.518 1	0.556 6	0.586 6	0.614 3	0.638 5
	农村非农收入比例 Ratio of non-agricultural earning	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0
	GDP 能耗 Energy consumption per GDP	0.097 7	0.541 1	0.360 2	0.328 7	0.746 8	0.935 0
	百人电话量 Phones per 10 ² person	0.118 5	0.233 0	0.304 2	0.397 6	0.372 8	0.846 5
	农机动力 Agricultural power per cap.	0.314 3	0.379 7	0.415 5	0.828 6	0.657 4	0.676 5
	农业财政支出 Payout of agricultural finance	0.001 9	0.314 4	0.488 1	0.482 6	0.778 9	0.987 3
社会子系统 Social subsystem	人均粮食 Food per cap.	0.160 1	0.517 4	0.111 8	0.087 8	0.000 0	0.000 0
	人均肉品 Meat per cap.	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0
	人均水产品 Aquatic production per cap.	0.013 5	0.527 8	0.567 0	0.710 4	0.855 0	0.973 3
	人均水果 Fruit per cap.	0.876 5	0.581 7	0.037 2	0.468 4	0.826 7	0.957 6
	人口自然增长率 Ration of population increasing	0.166 0	0.398 0	0.487 1	0.720 4	0.717 7	0.694 6
	病床数 Sickbeds per 10 ⁴ person	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0
	升学率 Ratio of enter a high school	0.383 4	0.711 2	0.643 5	0.782 3	0.256 5	0.253 8
	农村二、三产业就业率 Ration of obtain employment in non agricultural industry	0.405 0	0.000 0	0.656 9	0.676 3	0.652 0	0.651 6
	人均农村耗电量 Consumption of electric power per cap.	0.009 9	0.264 0	0.322 5	0.615 0	0.916 4	0.980 5
	人均禽存栏数 Amount of birds on hand per cap.	0.012 0	0.262 6	0.408 6	0.633 4	0.763 3	0.977 9
	人均猪存栏数 Amount of pigs on hand per cap.	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0

3 结果与分析

3.1 广东省新兴县区域农业系统在自尺度下的协调度变化

由表 7 可以看出,广东省新兴县区域农业系统协调度呈现波动趋势,除 1995 年外,协调等级差别不大,2001 年系统协调度达到最大值 0.543 8,仅表现 6 级弱度协调等级,其余年份均呈现 5 级弱度失调。生态子系统的协调度变化呈现倒 U 型曲线,2001 年达到最大值 0.360 2,均为失调状态,协调等级从 1 到 4 级。经济子系统的协调度呈现上升趋势,协调度从 0.000 0 增加到 0.885 5,协调等级从 1 级增长到 9 级,其中 3 年协调(2 年中度协调 8 级以

上),3 年失调。社会子系统 2 年协调,4 年失调,协调等级较低。

在自尺度下,经济子系统对区域农业系统协调度的影响具有正作用,主要是人均 GDP 高,年均增长达到 11.2%,农民人均纯收入的绝对增长值年均达到 11.0%,农村非农收入比例增长快,最大时接近 2/3;生态子系统具有较大的负作用,主要是耕地面积减少、灌水资源减少、农药用量增加;社会子系统处于波动影响,人均粮食占有量不稳定,农村医疗保障下降,农村对教育重视不够,升学率下降,人口自然增长率降低,人均家禽与猪存栏的功效系数增长较快。

表 7 新兴县区域农业系统不同尺度下系统与子系统的协调度

Table 7 HC of system and sub-system of Xinxing County RAS at different scales

尺度 Scale	系统 System	指标 Index	年份 year					
			1995	1999	2000	2001	2002	2003
自尺度 Self scale	生态子系统 Ecological subsystem	协调度 HC	0.104 8	0.268 2	0.340 9	0.360 2	0.155 5	0.055 7
		协调等级 RHC	2	3	4	4	2	1
	经济子系统 Economic subsystem	协调度 HC	0.000 0	0.417 7	0.490 0	0.590 3	0.738 6	0.885 5
		协调等级 RHC	1	5	5	6	8	9
	社会子系统 Social subsystem	协调度 HC	0.000 0	0.417 2	0.390 3	0.551 3	0.502 1	0.419 3
		协调等级 RHC	1	5	4	6	6	5
	区域系统 RAS	协调度 HC	0.000 0	0.414 5	0.424 5	0.543 8	0.485 0	0.477 3
		协调等级 RHC	1	5	5	6	5	5
省域尺度 Provincial scale	生态子系统 Ecological subsystem	协调度 HC	0.146 4	0.087 1	0.087 1	0.138 3	0.087 1	0.087 1
		协调等级 RHC	2	1	1	2	1	1
	经济子系统 Economic subsystem	协调度 HC	0.000 0	0.165 8	0.284 0	0.332 0	0.393 1	0.592 4
		协调等级 RHC	1	2	3	4	4	6
	社会子系统 Social subsystem	协调度 HC	0.067 3	0.192 3	0.206 6	0.207 2	0.068 9	0.065 0
		协调等级 RHC	1	2	3	3	1	1
	区域系统 RAS	协调度 HC	0.000 0	0.190 8	0.238 3	0.263 1	0.211 8	0.268 9
		协调等级 RHC	1	2	3	3	3	3
国家尺度 National scale	生态子系统 Ecological subsystem	协调度 HC	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0
		协调等级 RHC	1	1	1	1	1	1
	经济子系统 Economic subsystem	协调度 HC	0.081 8	0.458 8	0.564 7	0.664 4	0.701 4	0.823 2
		协调等级 RHC	1	5	6	7	8	9
	社会子系统 Social subsystem	协调度 HC	0.000 0	0.285 1	0.272 6	0.473 6	0.410 1	0.402 6
		协调等级 RHC	1	3	3	5	5	5
	区域系统 RAS	协调度 HC	0.000 0	0.258 1	0.276 5	0.399 7	0.380 5	0.400 1
		协调等级 RHC	1	3	3	4	4	5

3.2 广东省新兴县区域农业系统在省域尺度下的协调度变化

省域尺度下协调度评价的主要目的是研究新兴县区域农业系统在广东省的综合发展水平及其变化趋势。新兴县在省域尺度上的协调度表现为上升趋势,协调度由 0.000 0 增长到 0.268 9,协调等级由 1 级增长到 3 级,呈现极度、高度和中度失调状态。生态子系统协调度总体表现为下降趋势,变化过程中有波动,协调度由 0.146 4 下降至 0.087 1,协调等

级由 2 级降低至 1 级,呈现极度和高度失调状态。经济子系统协调度总体表现为上升趋势,协调度由 0.000 0 增长到 0.592 4,协调等级由 1 级增长到 6 级,只有 2003 年呈现协调态,协调等级为 6 级。社会子系统协调度由 0.067 3 增长到 0.207 2,又下降至 0.065 0,协调等级由 1 级到 3 级,表现为极度、高度和中度失调状态。

在省域尺度下,经济子系统对区域农业系统协调度的影响为正作用,主要是农民人均纯收益接近

全省上限,非农收入比例高于全省上限 60.1%;社会子系统具有负作用,主要是农村二、三产业的就业比例低于全省平均水平的下限,升学率接近广东省下限;生态子系统的副作用更强一些,主要是农田灌溉比例低于广东省平均水平的下限 87%(只有 1995 年超过),单位面积上的农药用量也超过省域平均水平的上限 34.6 kg/hm²。

3.3 广东省新兴县区域农业系统在国家尺度下的协调度变化

广东新兴县区域农业系统在国家尺度的协调度呈现上升趋势,协调度从 0.000 0 增长到 0.400 1,协调等级从 1 级到 5 级,表现为失调状态。生态子系统的协调度全部等于 0,协调等级为 1 级。经济子系统的协调度呈现上升趋势,协调度从 0.081 8 增加到 0.823 2,协调等级从 1 级增加到 9 级,有 4 年协调,2 年失调,从弱度失调增长到高度协调。社会子系统的协调度呈现上升趋势,协调度从 0.000 0 增长到 0.473 6,协调等级由 1 级增长到 5 级,表现为失调。

在国家尺度下,区域农业系统协调度上升主要依靠经济与社会子系统,主要是人均 GDP 和农民人均收入处于国家平均中上水平,农村非农收入是国家上限的近 1.5 倍,农村通讯和农业机械处于国家中上水平,畜牧养殖和人均肉奶蛋占有量高于全国平均水平的上限,人均粮食占有量低于国家平均水平的下限,农村医疗水平低于国家平均水平的下限,2002 年升学率只有全国平均水平的 57%左右;生态子系统对系统协调度的负作用非常大,人均耕地面积持续下降,人均播种面积接近全国平均水平的下限 0.100 0 hm²,农田农药用量大,单位面积的施用量超过国家平均水平上限 15.3 kg/hm² 的 2.5~4 倍,农田化肥投入量大,单位面积的施用量超过国家平均水平上限 426 kg/hm² 的 1~2.3 倍;主要表现为经济、社会与生态子系统的矛盾比较突出。

4 讨 论

4.1 不同尺度下的协调度变化规律

在不同尺度下,不同年份,广东新兴县区域农业系统的协调度由高至低的排序基本是:自尺度>国家尺度>省域尺度;生态子系统的协调度排序是自尺度>省域尺度>国家尺度;经济子系统的排序是国家尺度>自尺度>省域尺度;社会子系统的排序是自尺度>国家尺度>省域尺度。从区域农业系统和子系统的排序可以看出:一是新兴县区域农业系

统在自尺度下的协调度高于国家和省域尺度下,生态子系统、社会子系统与区域农业系统协调度相同,在协调性上说明系统和子系统与广东省和全国相比还有一定的差距;经济子系统的协调度低于国家尺度但高于省域尺度下,说明新兴县区域农业系统的经济水平高于全国而低于广东省。

4.2 不同尺度对区域农业系统协调度的影响分析

用不同尺度反映区域农业系统协调度的发展状态,是对系统进行全面评价的一种尝试。但区域尺度变换本身存在一定的缺陷,主要是区域放大实际上忽视了区域的差异性,它假设放大前后的区域在自然环境、经济与社会特征等方面相同或者是均匀的,但这与实际情况有一定的差异,所以评价误差在所难免。但尺度放大研究是必要的,以便在大范围定位系统的发展水平和发展差距,确定区域以后的发展目标与发展方向。

4.3 协调度函数在不同尺度的评价效果分析

从自尺度、省域尺度和国家尺度 3 个层次上看,在自尺度上的评价结果最好,能够反映系统自身协调发展的趋势。在省域和国家尺度上由于评价指标极值的改变,功效系数值趋向和超过 1 与 0 的情况较多,功效系数增减幅度加大,导致协调度降低较多,对评价结果产生一定影响,但同时又会放大系统的优点与不足,提供充足可靠的信息,对促进系统的协调发展具有重要作用。因此自尺度评价注重趋势分析,而省域与国家尺度评价注重差距分析,系统协调分析应该有效地结合 3 种尺度。

5 结 论

广东省新兴县区域的农业系统协调水平、农业生态环境和社会发展状况,与广东省和全国相比还有一定差距;经济子系统协调度高于全国,低于广东省。自尺度适用于系统协调发展趋势评价,省域与国家尺度适于系统之间的协调差距评价。

[参考文献]

- [1] Callicott J B. Harmony between men and land: Aldo Leopold and the foundations of ecosystem management [J]. Journal of Forestry Bethesda, 2000, 98(5): 4-10.
- [2] Swaminathan M S. Achieving rural-urban harmony in agricultural development [J]. Guest-Lecture-Series, Institute of Rural Management, 1985, 3: 22-24.
- [3] Yi B Z, Liu J. The evolution of traditional Chinese agriculture with the harmony of China and the West in modern times [J]. Agricultural-History-of-China, 2000, 19(2): 65-72.

- [4] Wu Y X. Theoretical study on dynamic appraisal of regional forest resources sustainable development [J]. Journal of Beijing Forestry University, 1999, 21(1): 62-67.
- [5] 张晓东, 池天河. 中国省级区域经济与环境协调度分析 [J]. 地理研究, 2001, 20(4): 506-515.
Zhang X D, Chi T H. Differentiating and analysis of the coordination degree between economic development and environment of provincial regions in China [J]. Geographical Research, 2001, 20(4): 506-515. (in Chinese)
- [6] 刘凤琴, 马俊海. 农业持续系统协调度的分析预测模型 [J]. 农业系统科学与环境综合研究, 2003(4): 244-248.
Liu F Q, Ma J H. Analysis and forecast modals for coordination degree of agricultural sustainable development system [J]. System Science and Comprehensive Studies in Agriculture, 2003(4): 244-248. (in Chinese)
- [7] YANG shi-qi, GAO Wang-sheng. Harmony coefficient and regional agricultural systems [J]. Agricultural Sciences in China, 2006, 5(7): 539-544.
- [8] 刘耀斌, 王启仿. 改革开放以来中国工业化与城市协调发展分析 [J]. 经济地理, 2004, 24(5): 600-613.
Liu Y B, Wang Q F. Analysis of the coordination development between industrialization and urbanization in China from 1978 to 2001 [J]. Economic Geography, 2004, 24(5): 600-613.
- [9] 郭 镭, 张 华, 袁去病. 区域环境-经济协调发展定量分析方法研究 [J]. 四川环境, 2003, 22(5): 67-72.
Guo L, Zhang H, Yuan Q B. Study on the quantitative evaluation methods of coordinating development of regional environment and economy [J]. Sichuan Environment, 2003, 22(5): 67-72. (in Chinese)
- [10] 申金山, 宋建民, 关 柯. 城市基础设施与社会经济协调发展的定量研究方法与应用 [J]. 城市环境与城市生态, 2000(5): 10-11.
Shen J S, Song J M, Guan K. Quantitative evaluation method and its application for infrastructure and social economy coordinated development [J]. Urban Environment and Urban Ecology, 2000(5): 10-11. (in Chinese)
- [11] 周国富. 贵州喀斯特地区生态经济系统协调发展评价 [J]. 中国岩溶, 2004, 23(1): 67-71.
Zhou G F. Evaluation on coordinative development of the eco-economic system in Guizhou Province Karst region [J]. Carso-logica Sinica, 2004, 23(1): 14-19. (in Chinese)
- [12] 杨世琦, 高旺盛, 隋 鹏, 等. 湖南资阳区生态经济社会系统协调度评价研究 [J]. 中国人口资源与环境, 2005, 15(5): 7-12.
Yang S Q, Gao W S, Sui P, et al. Evaluation of the harmony degree of Ziyang District's Ecologic-Economic-Social System [J]. China Population, Resources and Environment, 2005, 15(5): 14-19. (in Chinese)
- [13] 国家统计局, 农村社会经济调查总队. 中国 2003 年农村经济调研报告 [M]. 北京: 中国统计出版社, 2004.
National Bureau of Statistics, Rural Survey Organization. Research on rural economics of China 2003 [M]. Beijing: China Statistics Press, 2004.
- [14] 中华人民共和国国家统计局. 中国统计年鉴 1991~2005 [M]. 北京: 中国统计出版社, 1991-2005.
National Bureau of Statistics of China. China statistic year-book 1991-2005 [M]. Beijing: China Statistics Press, 1991-2005.
- [15] 广东农村统计年鉴编辑委员会, 广东农村统计年鉴 1995, 1998-2004 [M]. 北京: 中国统计出版社, 1995, 1998-2004.
The Compilation Committee of Agricultural Statistics of Guangdong Province. Guangdong agricultural yearbook, 1995, 1998-2004 [M]. Beijing: China Statistics Press, 1995, 1998-2004.
- [16] 中国农业统计编辑委员会. 中国农业统计年鉴 [M]. 北京: 中国统计出版社, 1995-2003.
The Compilation Committee of Agricultural Statistics of China. China agricultural yearbook [M]. Beijing: China Statistics Press, 1995-2003.