

doi:10.3969/j.issn.1673-9833.2021.04.010

湖南省农业生态-经济系统耦合协调发展研究

韩超跃, 赵先超, 胡艺觉

(湖南工业大学 城市与环境学院, 湖南 株洲 412007)

摘要: 通过构建湖南省农业生态-经济系统综合评价指标体系, 并运用熵值法和耦合协调模型, 对2004—2018年湖南省农业生态-经济系统综合发展水平及耦合协调程度进行了定量分析。结果表明: 2004—2018年, 湖南省农业生态系统与农业经济系统综合发展水平均呈波动上升趋势; 研究期内, 湖南省农业生态-经济系统耦合度 C 值均高于0.9, 处于高度耦合状态, 并于2018年达最佳耦合状态; 研究期内, 湖南省农业生态-经济系统耦合协调度 D 值波动上升, 由0.620上升至0.827, 即由起初的初级协调程度演变为良好协调程度。按照惯性发展趋势来看, 湖南省农业生态-经济系统耦合协调度未来有望达到优质协调程度。

关键词: 农业生态-经济系统; 耦合度; 耦合协调度; 湖南省

中图分类号: F205

文献标志码: A

文章编号: 1673-9833(2021)04-0072-08

引文格式: 韩超跃, 赵先超, 胡艺觉. 湖南省农业生态-经济系统耦合协调发展研究 [J]. 湖南工业大学学报, 2021, 35(4): 72-79.

Research on the Coupling and Coordinated Development of Agricultural Ecological-Economic System in Hunan Province

HAN Chaoyue, ZHAO Xianchao, HU Yijue

(College of Urban and Environmental Sciences, Hunan University of Technology, Zhuzhou Hunan 412007, China)

Abstract: Based on the construction of a comprehensive evaluation index system of agricultural ecological-economic system in Hunan Province, with the entropy method and coupling coordination model combined together, an analysis has been made of the comprehensive development level and coupling coordination degree of agricultural ecological-economic system in Hunan Province from 2004 to 2018. The results show that from 2004 to 2018, the comprehensive development level of agricultural ecosystem and agricultural economic system in Hunan Province showed a fluctuating upward trend; during the study period, C -value of the coupling degree of agricultural ecological-economic system in Hunan Province was higher than 0.9, which was in a highly coupling state, with the optimal coupling state reached in 2018; during the study period, D -value of the coupling coordination degree of agricultural ecological-economic system in Hunan Province kept fluctuating, rising from 0.620 to 0.827, i.e., from the initial primary coordination degree to good coordination degree. According to the inertial development trend, the coupling coordination degree of agricultural ecological-economic system in Hunan Province is expected to reach the high-quality coordination degree in the future.

收稿日期: 2020-10-21

基金项目: 国家统计局科学研究基金资助重点项目(2019LZ285); 湖南省哲学社会科学基金资助项目(20JD026)

作者简介: 韩超跃(1994-), 女, 河北衡水人, 湖南工业大学硕士生, 主要研究方向为低碳经济发展模拟与低碳生态规划,
E-mail: hcyjysa@163.com

通信作者: 胡艺觉(1990-), 女, 湖南邵阳人, 湖南工业大学讲师, 主要从事城乡发展与低碳规划方面的教学与研究,
E-mail: 283890637@qq.com

Keywords: agricultural ecological-economic system; coupling degree; coupling coordination degree; Hunan Province

1 研究背景

改革开放以来,我国的农业迅速发展,取得了一系列的成就,如粮食产量日益增加、农业机械化程度日益加深、农民收入不断提升等。但是随着农业经济的快速发展,农业生态环境问题日益突出,农业生态-经济系统失调已成为抑制农业可持续发展的一个重要因素。现今,一方面,随着国家对“三农”问题的重视以及乡村振兴战略的实施,农业生态环境明显改善,农业生态系统与农业经济系统渐趋协调;另一方面,如生态农业、循环农业等注重生态-经济-社会三者协调发展、高效利用农业资源、推进农业可持续发展的农业模式,其推广应用还有待进一步加强,与此相关的理论基础、政策体系等仍然不够完善,实现农业的可持续发展任重道远。因此,研究农业生态-经济系统耦合协调程度仍然很有必要。

农业生态-经济系统是一个由农业生态与农业经济两个子系统构成的复杂系统,它是由两者通过物质循环、能量流动和信息传递等耦合作用形成的复合系统^[1]。检索国内外已有文献,发现农业生态-经济系统的相关研究主要集中于结构功能与效益评价、能值与可持续发展分析、耦合协调关系分析、时空动态与系统演替分析、发展水平及发展模式分析等层面。在结构功能与效益评价研究层面,朱玉林等^[2]利用2008年湖南省农业生态系统的相关经济、社会和环境统计数据,对该系统的投入和产出能值进行了计算和处理,并对其投入产出结构、系统负荷能力、系统运行效率等进行了分析。其研究结果为湖南农业生态系统可持续发展的深入研究打下了坚实基础。在能值与可持续发展分析研究层面,陈珏^[3]从可持续发展视角研究了我国农业生态经济系统的能值投入及发展情况,并客观评价了该系统可持续发展状况;孙卫民等^[4]运用能值分析和成本收益分析理论,对江西省内主要作物生态经济系统的经济效益(单位面积作物成本构成)、生态经济综合效益(单位面积能值投入产出构成)进行了分析,并且对其生态经济效率和发展趋势进行了评价。在耦合协调关系分析研究层面,王继军^[5]针对纸坊沟流域的农业生态经济系统耦合问题,建立了以林草资源以及相关产业为核心的优化耦合模型,研究得知该地区经历了系统

耦合、系统冲突、系统耦合和局部高杠杆冲突的发展过程。在时空动态与系统演替分析研究层面,胡忠秀等^[6]通过研究农村社会经济的指标数据,得出了农业生态经济系统协调度和等级,以及其各地区的时空差异。在发展水平及发展模式分析研究层面,鲁莎莎等^[7]运用能值分析方法和GIS软件,结合时空动态与定量分析,评价了黑龙江省77个县(市、区)农业生态经济系统格局及其综合发展水平,并且对系统调控和优化提出了相应的对策与建议。

综上所述,国内学者们从不同角度开展了农业生态-经济系统的相关研究,并且取得了较为丰富的研究成果,初步构建了农业生态-经济系统研究的框架体系。但是从研究区域来看,现有研究成果主要集中于生态脆弱的省份以及典型县区和流域,而对处于中部区域的湖南省的研究相对较少;从时间角度来看,现有研究成果在一定程度上缺乏对农业生态-经济系统耦合协调关系长时间序列的分析。湖南省是我国中部地区具有代表性的农业大省之一,近年来其农业得到了迅速发展,农产品产量及质量逐渐提高、农民收入持续增加、农业基础设施逐渐加强、农业科技创新水平不断提升、有关农业的各项政策渐趋完善,但目前仍面临着一些问题,例如资源短缺、环境退化、旱涝灾害频繁等。也正是在这种背景下,深入研究湖南省农业生态-经济系统耦合协调程度对湖南省农业高效、优质、绿色发展十分有意义。基于此,本文拟以湖南省为实证研究对象,通过构建湖南省农业生态-经济系统综合评价指标体系,并运用熵值法和耦合协调模型,对2004—2018年湖南省农业生态-经济系统综合发展水平及耦合协调程度进行定量分析,探测湖南省农业生态-经济系统耦合协调关系变化特征,在理论上充实和完善农业生态-经济系统耦合协调发展的理论成果,在实践上为湖南省农业优质高效发展提供一定的数据参考与理论支撑。

2 研究区概况

湖南省位于我国中部、长江中游,总面积为 $21.18 \times 10^4 \text{ km}^2$,处于东部沿海地区和中西部地区的过渡带,具有承东启西、连接南北的枢纽地位。

2019年末全省常住人口为6 918.4万人,其中农村人口为2 959.7万人,占总人口数的42.78%。湖南省的地貌类型多样,但是以山地、丘陵为主,四季分明,热量充足,雨量集中,年平均降水量为1 200~1 800 mm;省内河流众多,水系发达,水资源总量居全国第六位,具有一定的水资源优势;土地资源总量丰富,类型齐全,适宜多种农作物的生长。

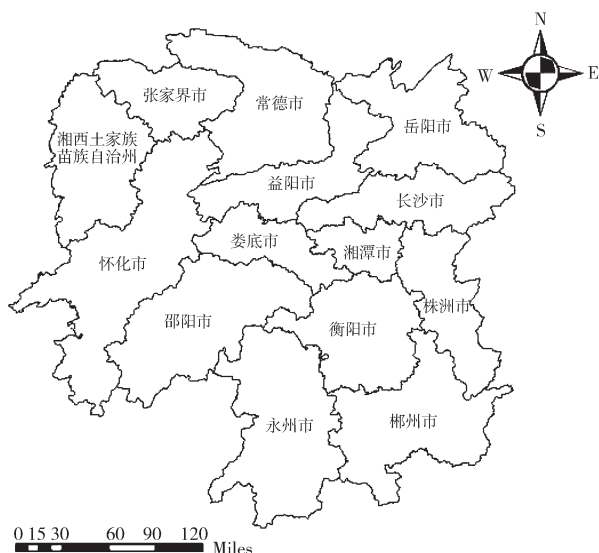


图1 湖南省行政区划图

Fig. 1 Administrative division map of Hunan Province

湖南省是全国重要的粮食生产基地,其稻谷产量多年为全国之冠,主要农副产品产量也位居全国前列。2019年,湖南省全年地区生产总值为39 752.10亿元,比上年增长7.6%;农业总产值为3 052.10亿元,同比增长14.56%,其占全国农业总产值的比例为4.62%,比上年所占比例增加了0.28%;农林牧渔业增加值为3 850.2亿元,比上年增长了3.5%。其中农业增加值为2 124.0亿元,比上年增长了3.6%(数据来源于湖南省政务网)。

3 研究方法 with 数据来源

3.1 评价指标体系的构建

评价指标体系,是由能够体现出所评价对象的各方面特性以及各个指标的相互关系而构成的有机整体。指标体系的构建是研究农业生态系统与农业经济系统耦合协调程度的基础和关键,对评价结果起到了决定性的作用。本文在参考相关学者已有研究成果的基础上^[8-11],根据指标选择应当遵循的科学性、实用性、易获取性、可比性和可操作性、全面性等原则,结合湖南省的实际情况,构建了湖南省农业生态-经济系统耦合协调评价指标体系,具体如表1所示。

表1 湖南省农业生态-经济系统耦合协调评价指标体系

Table 1 Evaluation index system of coupling coordination of agricultural ecological-economic system in Hunan Province

系统	子系统	评价指标	指标权重	指标单位	指标解释	指标属性
农业生态-经济系统	农业生态	人均耕地面积	0.092 6	hm ² /人	耕地面积/人口总数	+
		人均农作物播种面积	0.134 9	hm ² /人	农作物总播种面积/人口总数	+
		农田有效灌溉率	0.119 3	%	有效灌溉面积/耕地面积	+
		单位农田化肥施用量	0.150 5	t/hm ²	化肥施用量/耕地面积	-
		单位农田农药施用量	0.120 1	t/hm ²	农药施用量/耕地面积	-
		森林覆盖率	0.172 5	%	林地面积/土地总面积	+
		人均水资源量	0.119 1	m ³ /人	水资源总量/人口总数	+
	农业经济	受灾面积占比	0.091 1	%	受灾面积/耕地面积	-
		人均粮食产量	0.050 9	t/人	粮食总产量/人口总数	+
		人均农业机械总动力	0.117 0	kW/人	农业机械总动力/人口总数	+
		农村居民人均可支配收入	0.200 1	元	农村居民总收入/农村人口数	+
		人均农业产值	0.149 9	万元/人	农业总产值/人口总数	+
		农业增加值占农业总产值比例	0.262 8	%	农业增加值/农业总产值	+
		农林牧渔业投资占社会投资的比例	0.219 3	%	农林牧渔业投资额/社会固定资产投资总额	+

3.2 研究方法

本文在构建湖南省农业生态-经济系统综合评价指标体系的基础上,首先运用熵值法确定各项指标的权重,然后分别计算出湖南省农业生态系统和农业经济系统的综合发展指数,最后通过耦合度以及耦合

协调度模型分析湖南省农业生态-经济系统的耦合协调程度。

3.2.1 运用熵值法确定评价指标权重

熵值法是一种客观赋权方法,它能够很好地避免层次分析法、专家调查法等主观赋权的随意性,有较

强的理论依据。运用熵值法确定评价指标权重的具体步骤如下。

1) 数据无量纲化处理

为便于不同单位或量级的指标能够进行比较和加权,需要对数据进行无量纲化处理。无量纲化也称为数据的规范化,是为了避免评价指标体系中的不同指标间由于量纲、表现形式、作用等的不同而不具备可比性,导致无法进行后续模型计算。因此,需要事先将各项指标数据进行无量纲化处理,以消除影响并且使得研究得以顺利进行。具体的无量纲化处理公式如下:

正向指标,

$$P'_{ij} = \frac{P_{ij} - P_{j\min}}{P_{j\max} - P_{j\min}}; \quad (1)$$

逆向指标,

$$P'_{ij} = \frac{P_{j\max} - P_{ij}}{P_{j\max} - P_{j\min}}。 \quad (2)$$

式(1)(2)中:

P'_{ij} 、 P_{ij} 分别为处理后的数据和原数据;

$P_{j\max}$ 、 $P_{j\min}$ 分别为第 j 项指标数据中的最大值和最小值。

2) 数据平移

经无量纲化处理后,会有一些数据为 0,而熵值法中有些公式要求数据为正数,此时需要对数据进行简单处理以使得对数有意义。本研究将处理后的各指标数据整体均加 0.000 1,即

$$Q_{ij} = P'_{ij} + 0.000 1。 \quad (3)$$

式中 Q_{ij} 为移动后的数据。

3) 计算比例

第 i 个系统第 j 项指标的比例为

$$X_{ij} = \frac{Q_{ij}}{\sum_{i=1}^n Q_{ij}}。 \quad (4)$$

4) 计算熵值和信息熵冗余度

第 j 项指标的熵值为

$$e_j = -\frac{1}{\ln n} \sum_{i=1}^n X_{ij} \ln X_{ij}; \quad (5)$$

第 j 项指标的信息熵冗余度为

$$D_j = 1 - e_j。 \quad (6)$$

5) 计算权重

第 j 项指标的权重为

$$W_j = \frac{D_j}{\sum_{j=1}^n D_j}。 \quad (7)$$

3.2.2 湖南省农业生态-经济系统耦合度及耦合协调度模型

农业生态系统与农业经济系统的综合发展指数由两个子系统内部各个指标的权重计算求得,分别表明两个子系统对农业生态-经济系统的影响程度。以 $U_{\text{生态}}$ 代表农业生态子系统对农业生态-经济系统的综合发展指数值,以 $U_{\text{经济}}$ 代表农业经济子系统对农业生态-经济系统的综合发展指数值。

1) 两个子系统的综合发展指数以加权法计算得出,其公式为

$$U_i = \sum_{j=1}^m W_j P'_{ij}。 \quad (8)$$

式中, U_i 为第 i 年的农业生态系统或农业经济系统的综合发展指数值,该值越大,表明该年的农业生态系统或农业经济系统发展水平越高。

2) 根据物理学中的容量耦合模型^[12],可得出耦合度模型公式,为

$$C = 2 \times \left[\frac{U_{\text{生态}} \times U_{\text{经济}}}{(U_{\text{生态}} + U_{\text{经济}})^2} \right]^{\frac{1}{2}}。 \quad (9)$$

式中 C 为耦合度,其取值范围为 $[0, 1]$ 。 C 值越大,表明农业生态与农业经济两系统越协调; C 值等于 1,表明农业生态与农业经济两系统的协调状态处于最佳水平。

耦合度并不能有效地反映湖南省农业生态-经济系统的耦合协调程度,还需要引入耦合协调模型,以便更为客观全面地反映农业生态-经济系统的耦合协调发展水平。耦合协调模型公式如下:

$$D = \sqrt{C \times T}, \quad (10)$$

$$T = a \times U_{\text{生态}} + b \times U_{\text{经济}}。 \quad (11)$$

式(10)(11)中:

D 为耦合协调度;

T 为湖南省农业生态-经济系统的综合协调指数;

a 、 b 均为待定系数,由于农业生态与农业经济两个子系统同等重要,故 a 、 b 均取值 0.5。

3.3 数据来源

本文选取 2004—2018 年湖南省农业生态-经济系统相关指标数据进行研究,各指标的原始数据主要来源于《中国统计年鉴》、《中国农村统计年鉴》、《湖南统计年鉴》、《湖南省国民经济和社会发展统计公报》等。

3.4 分类体系及判别标准

本文参考宋彩平^[10]的研究成果,将湖南省农业生态-经济系统耦合协调程度划分为如表 2 所示等

级标准。

表2 湖南省农业生态-经济系统耦合协调度判别标准

Table 2 Criterion for the coupling coordination degree of agricultural ecological-economic system in Hunan Province

协调发展程度	协调等级	协调度	耦合协调类型	两系统对比关系
协调	10	(0.9, 1]	优质协调	$U_{\text{生态}} > U_{\text{经济}}$, 生态优先经济滞后型;
	9	(0.8, 0.9]	良好协调	
	8	(0.7, 0.8]	中级协调	
	7	(0.6, 0.7]	初级协调	
过渡	6	(0.5, 0.6]	勉强协调	$U_{\text{生态}} = U_{\text{经济}}$, 生态经济同步型;
	5	(0.4, 0.5]	濒临失调	
失调	4	(0.3, 0.4]	轻度失调	$U_{\text{生态}} < U_{\text{经济}}$, 生态滞后经济优先型
	3	(0.2, 0.3]	中度失调	
	2	(0.1, 0.2]	严重失调	
	1	(0, 0.1]	极度失调	

4 结果与分析

4.1 湖南省农业生态系统与农业经济系统综合发展水平分析

图2所示为2004—2018年湖南省农业生态系统与农业经济系统的综合发展指数变化趋势。

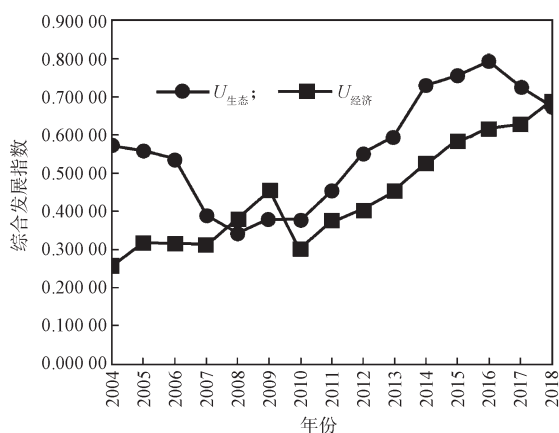


图2 湖南省农业生态系统与农业经济系统的综合发展指数变化趋势

Fig. 2 Change trend of the comprehensive development index of agricultural ecosystem and agricultural economic system in Hunan Province

观察图2可以得知,2004—2018年,湖南省农业生态系统与农业经济系统的综合发展水平总体均呈现增长态势。

4.1.1 湖南农业经济发展水平

2004—2018年,湖南省农业经济系统的综合发展指数增幅较大,从2004年的0.256 95增长到2018年的0.692 91,且在其波动上升的过程中经历了先升后降再稳步上升的变化趋势。总体可将其分为如下两

个阶段。

1) 2004—2010年,为湖南省农业经济发展水平波动上升阶段。其中2004—2009年稳步上升,但2010年明显降低,主要是由于湖南省的洪涝灾害的影响,并且造成了山体严重滑坡和泥石流,导致湖南省农业受灾严重,造成较大的经济损失。但是政府推出了各项惠农政策、加大对农业的投资力度、大力推广农业先进技术、优化农业经济结构等,使得农业总产值和农业增加值均有所增加,但农业增加值增长幅度较小,其在农业总产值中所占比例降低,致使2010年湖南省农业经济综合发展水平略微降低。

2) 2011—2018年,为稳步上升阶段。其综合发展指数由0.377 18增长到0.692 91,此阶段湖南省的农业经济发展水平有很大的提升。一方面,国家加大对农业的扶持力度,颁布各项强农惠农政策。例如湖南省2012年全面推行惠农补贴“一卡通”制度,实现补贴资金信息公开。该制度在2017年实现系统升级,能很好地促进农民增收、农业增效;2013年实行的粮食最低收购价格政策,极大地调动了农民的生产积极性;2015年实施的农业“三项补贴”,包括种粮农民直接补贴、农资综合补贴和农作物良种补贴。此外还有其他补贴,例如耕地地力补贴、粮食适度规模经营补贴、农机购置补贴等。全社会对农林牧渔业的投资由2010年的353.00亿元上升为2018年的1 908.99亿元,年均增长率为23.49%;另一方面,农业科技水平提升、农业现代化及机械化程度加深、农业基础设施完善、抵御自然灾害能力增强等,使得农业经济稳步增长。农村居民人均可支配收入由2010年的5 621.96元增加到2018年的14 092.51元,年均增长率为12.17%,农民生活水平逐渐提高,对农产品的追求更趋向于提质增效。

4.1.2 湖南农业生态发展水平

2004—2018年,湖南省农业生态系统的综合发展指数增幅较小,呈现出先下降后上升再下降的发展变化趋势,于2008年达最低值。一方面,2008年湖南发生了特大雪灾以及严重洪涝、滑坡和泥石流等自然灾害,农业基础设施不完善,其抵御自然灾害的能力较差,使农业受灾面积达 $447.40 \times 10^4 \text{ hm}^2$,占农作物总播种面积的59.22%,这给农作物生长带来严重损伤;另一方面,农药、化肥以及农用薄膜的不合理使用,使得耕地质量下降、土壤酸化问题突出,农业环境遭到污染;最后,乡镇工业在快速发展的同时会产生大量废水、废气和废渣,这些污染物均未经处理直接排放,成为农业环境的威胁。此时农业生态环境面临很大压力。

2008 年以后，湖南省农业生态系统综合发展水平稳步提升，这主要得益于政府对生态环境的高度重视。湖南省作为农业大省，其所具有的自然资源有利于农作物生长，但是自然灾害频发以及农业生态环境的恶化，严重抑制了农业的发展。对此，政府采取各项措施加强湖南省生态环境建设，并加强环境执法和监督力度，有了很大进展。

对比分析农业生态系统与农业经济系统综合发展指数趋势，结合生态经济耦合发展类型，可以看出湖南省在大部分年份都是生态优先经济滞后型，这

与湖南省一直以来高度重视保护生态环境、推动生态绿色发展以及注重污染防控和防治的举措密不可分。除此之外，湖南省还注重环境保护督察工作，对潜在的环境问题及时整改、突出环境问题和环境保护责任落实情况等，这一系列有效措施使得湖南省生态环保工作取得显著成效。

4.2 湖南省农业生态 - 经济系统的耦合度、耦合协调度分析

通过对搜集的数据进行耦合协调模型计算，所得结果见表 3。

表 3 2004—2018 年湖南省农业生态 - 经济系统耦合协调发展水平结果
Table 3 Results of the coupling and coordinated development level of agricultural ecological-economic system in Hunan Province from 2004 to 2018

年份	$U_{生态}$	$U_{经济}$	耦合度 C 值	协调指数 T 值	耦合协调度 D 值	协调等级	耦合协调程度	生态经济耦合发展类型
2004	0.573 96	0.256 95	0.924	0.415	0.620	7	初级协调	初级协调发展经济滞后型
2005	0.560 71	0.319 00	0.962	0.440	0.650	7	初级协调	初级协调发展经济滞后型
2006	0.539 54	0.315 55	0.965	0.428	0.642	7	初级协调	初级协调发展经济滞后型
2007	0.395 43	0.313 69	0.993	0.355	0.593	6	勉强协调	勉强协调发展经济滞后型
2008	0.342 40	0.377 77	0.999	0.360	0.600	6	勉强协调	勉强协调发展生态滞后型
2009	0.383 09	0.456 19	0.996	0.420	0.647	7	初级协调	初级协调发展生态滞后型
2010	0.378 40	0.301 37	0.994	0.340	0.581	6	勉强协调	勉强协调发展经济滞后型
2011	0.457 47	0.377 18	0.995	0.417	0.645	7	初级协调	初级协调发展经济滞后型
2012	0.555 50	0.405 06	0.988	0.480	0.689	7	初级协调	初级协调发展经济滞后型
2013	0.599 76	0.453 19	0.990	0.526	0.722	8	中级协调	中级协调发展经济滞后型
2014	0.733 12	0.528 83	0.987	0.631	0.789	8	中级协调	中级协调发展经济滞后型
2015	0.755 86	0.585 57	0.992	0.671	0.816	9	良好协调	良好协调发展经济滞后型
2016	0.796 03	0.617 25	0.992	0.707	0.837	9	良好协调	良好协调发展经济滞后型
2017	0.726 52	0.630 51	0.997	0.679	0.823	9	良好协调	良好协调发展经济滞后型
2018	0.675 46	0.692 91	1.000	0.684	0.827	9	良好协调	良好协调发展生态滞后型

分析表 3 中数据，可以得知 2004—2018 年湖南省农业生态 - 经济系统耦合度 C 值均保持在 0.9~1.0 之间，处于高度耦合状态，并于 2018 年达到最佳耦合状态，表明两子系统有着较强的耦合作用。

分析表 3 中的耦合协调度 D 值可以得知，湖南省在研究期内的农业生态 - 经济系统耦合协调度均处于协调发展程度，由 2004—2012 年的勉强协调发展、初级协调发展程度逐渐演变为 2013—2014 年的中级协调发展程度，并于 2015 年达到良好协调发展程度。

由图 3 所示湖南省农业生态 - 经济系统的耦合度、耦合协调度增长趋势可知，湖南省农业生态 - 经济系统耦合协调度由 2004 年的 0.620 增长到 2018 年的 0.827，整体态势属于波动上升，意味着两个子系统之间的协调关系不断得到改善。

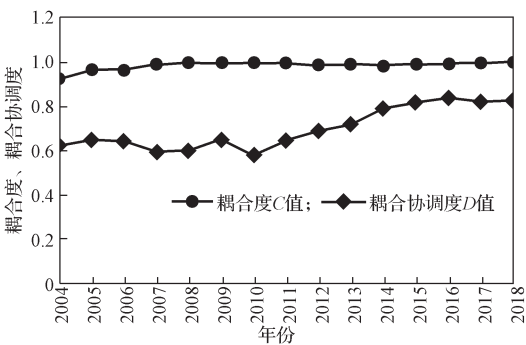


图 3 湖南省农业生态 - 经济系统的耦合度、耦合协调度增长趋势

Fig. 3 Growth trend of the coupling degree and coupling coordination degree of agricultural ecological-economic system in Hunan Province

湖南省农业生态 - 经济系统协调关系的具体演变过程可分为如下两个阶段：

第一阶段为2004—2010年,此阶段农业生态—经济系统耦合协调度波动起伏明显,处于过渡调和阶段。该时期政府注重发展经济,农业经济系统发展水平提高,但是农业生态系统发展水平降低,此时两个子系统处于磨合状态。虽然政府颁布了例如取消农业税费、促进农业机械化、保护耕地质量及农业生态环境、提高农产品质量等农业相关政策,但是由于农业基础设施建设不够完善、追求经济效益、自然灾害频发等,经济的发展给生态环境带来压力,生态经济耦合发展类型也由生态优先经济滞后型转变为生态滞后经济优先型。但是从整体来看,湖南省农业生态—经济系统是协调的。

第二阶段为2011—2018年,此阶段农业生态系统与农业经济系统协调度稳步上升。湖南省通过加强农业生态环境建设和农业基础设施建设、深化农业金融服务及保险、完善农业补贴、推广应用农业技术,以及建设农产品品牌等,使得农田有效灌溉率提升了约14.04%、人均农业机械总动力增长了约25.08%、农林牧渔业投资占社会总投资的比例增加了近50%,实现了农业生态系统与农业经济系统的良性发展,而两个子系统的和谐也推进了湖南省农业的可持续发展。根据惯性趋势以及湖南农业生态—经济系统整体协调发展状况预测,未来两个子系统有望达到优质协调发展阶段。

5 结论与讨论

本文通过构建湖南省农业生态—经济系统综合评价指标体系,运用熵值法和耦合协调模型,对2004—2018年湖南省农业生态—经济系统综合发展指数及耦合协调水平进行了定量分析,得到的主要研究结论如下:

1) 2004—2018年,湖南省农业生态系统与农业经济系统的综合发展指数总体均呈现增长态势。其中,农业经济系统增幅较大,从2004年的0.256 95增长到2018年的0.692 91,这与政府实施强农惠农政策、农业科技水平提升等有关。结合生态经济耦合发展类型发现,大部分年份为生态优先经济滞后型,说明湖南省在发展经济的同时注重保护生态环境,并未造成严重的生态问题。

2) 研究期内,湖南省农业生态—经济系统的耦合度 C 值均在0.9以上,即其处于高度耦合状态,并且于2018年达到最优耦合状态。两个子系统之间的相互作用程度较强,一个系统发生变化会引起另一个系统的剧烈变化,因此,处理好两个系统的协调关系非常重要。

3) 研究期内,湖南省农业生态—经济系统的耦合协调程度较好,均处于协调阶段,由初期的勉强协调程度逐步发展为良好协调程度,整体态势为波动上升,这意味着农业生态系统与农业经济系统之间的耦合协调关系不断得到改善。按照惯性发展趋势来看,其未来有望达到优质协调程度。

本文在时间上选用2004—2018年的数据对湖南省农业生态—经济系统的耦合协调发展程度进行了时间序列分析,并且对未来的发展态势按照惯性增长趋势进行了总体分析,可以为湖南省农业优质、高效、可持续发展提供一定的借鉴。但尚未涉及多维政策情景下的湖南省农业生态—经济系统耦合协调度发展模拟,今后将重点基于系统动力学方法,开展多情景方案下的湖南省农业生态—经济系统耦合协调度模拟预测研究。

参考文献:

- [1] 张红军,胡月英,赵伟峰.安徽农业经济—生态系统耦合协调研究[J].中南林业科技大学学报(社会科学版),2019,13(1):31-36.
ZHANG Hongjun, HU Yueying, ZHAO Weifeng. Study on the Coordinated Development Countermeasures of Agricultural Economy-Eco System in Anhui Province[J]. Journal of Central South University of Forestry Science and Technology (Social Science Edition), 2019, 13(1): 31-36.
- [2] 朱玉林,周杰,李莎,等.基于能值理论的湖南农业生态经济系统生态效率分析[J].湖南科技大学学报(社会科学版),2011,14(6):86-89.
ZHU Yulin, ZHOU Jie, LI Sha, et al. On Eco-Efficiency of the Agricultural Eco-Economic System in Hunan Based the Energy Theory[J]. Journal of Hunan University of Science & Technology (Social Science Edition), 2011, 14(6): 86-89.
- [3] 陈珏.农业生态经济系统能值及可持续发展分析[J].中国农业资源与区划,2016,37(12):163-166,236.
CHEN Yu. Analysis on the Energy Value and Sustainable Development of Agricultural Eco-Economic System[J]. Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning, 2016, 37(12): 163-166, 236.
- [4] 孙卫民,欧一智,黄国勤.江西省主要作物(稻、棉、油)生态经济系统综合分析评价[J].生态学报,2013,33(18):5467-5476.
SUN Weimin, OU Yizhi, HUANG Guoqin. Analysis and Evaluation of the Eco-Economic Systems of the Main Crops (Rice, Cotton and Rapeseed) in Jiangxi Province, China[J]. Acta Ecologica Sinica, 2013, 33(18): 5467-5476.

- [5] 王继军. 黄土丘陵区纸坊沟流域农业生态经济系统耦合过程分析[J]. 应用生态学报, 2009, 20(11): 2723-2729.
WANG Jijun. Agricultural Eco-Economic System Coupling in Zhifanggou Watershed in Hilly-Gully Region of Loess Plateau[J]. The Journal of Applied Ecology, 2009, 20(11): 2723-2729.
- [6] 胡忠秀, 周忠学, 李 晶. 关天地区农业生态经济系统协调度时空动态分析[J]. 江西农业学报, 2012, 24(8): 112-115, 120.
HU Zhongxiu, ZHOU Zhongxue, LI Jing. Spatial-Temporal Dynamic Analysis of Harmony Coefficient of Agricultural Eco-Economic System in Guantian Region[J]. Acta Agriculturae Jiangxi, 2012, 24(8): 112-115, 120.
- [7] 鲁莎莎, 陈 妮, 关兴良, 等. 基于 GIS 和能值分析的黑龙江省农业生态经济格局综合评价[J]. 生态与农村环境学报, 2016, 32(6): 879-886.
LU Shasha, CHEN Ni, GUAN Xingliang, et al. Comprehensive Assessment of the Agricultural Eco-Economic System in Heilongjiang Province Based on GIS and Energy Analysis Theory[J]. Journal of Ecology and Rural Environment, 2016, 32(6): 879-886.
- [8] 高 静, 于建平, 武 彤, 等. 我国农业生态经济系统耦合协调发展研究[J]. 中国农业资源与区划, 2020, 41(1): 1-7.
GAO Jing, YU Jianping, WU Tong, et al. Study on the Coupling Coordinated Development of Agricultural Ecological-Economic System in China[J]. Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning, 2020, 41(1): 1-7.
- [9] 王 晶, 胡 一, 白清俊. 治沟造地背景下延安市农业生态经济系统耦合发展分析[J]. 应用生态学报, 2020, 31(9): 3154-3162.
WANG Jing, HU Yi, BAI Qingjun. Analysis on Coupling Development of Agricultural Eco-Economic System in Yan'an City Under the Background of Gully Control and Land Consolidation Project[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2020, 31(9): 3154-3162.
- [10] 宋彩平, 魏言妮, 尚 杰, 等. 黑龙江省农业经济—农业生态环境—玉米产业发展耦合协调研究[J]. 生态经济, 2017, 33(4): 110-114.
SONG Caiping, WEI Yanni, SHANG Jie, et al. Research on the Coupling Coordinated Degree of Agricultural Economy-Agricultural Ecological Environment-Corn Industry Development of Heilongjiang Province[J]. Ecological Economy, 2017, 33(4): 110-114.
- [11] 方应波, 胡建团, 王厚俊. 生态文明视角下农业生产效率评价: 以广东省为例[J]. 湖南工业大学学报, 2020, 34(6): 67-75.
FANG Yingbo, HU Jiantuan, WANG Houjun. An Agricultural Production Efficiency Evaluation from the Perspective of Ecological Civilization: A Case Study of Guangdong Province[J]. Journal of Hunan University of Technology, 2020, 34(6): 67-75.
- [12] VALERIE I. The Penguin Dictionary of Physics[M]. Beijing: Foreign Language Press, 1996: 92-93.

(责任编辑: 廖友媛)