

湖北省农业经济与农业生态系统耦合协调关系研究

李爱杰 (长江大学, 湖北荆州 434023)

摘要 探索湖北省农业经济与农业生态系统协调发展规律, 在实践上为湖北省农业高质量发展提供一定的理论支撑。通过构建农业经济与农业生态评价体系, 运用熵权法、耦合模型和耦合协调度模型, 评估湖北省农业经济与农业生态的耦合协调关系。结果表明: 湖北省农业经济综合发展水平和农业生态综合发展水平整体呈现上升态势, 农业经济与农业生态的耦合度已经达到高度耦合程度, 其耦合协调程度历经失调发展阶段—协调发展阶段—高度协调阶段, 未来有望达到优质协调。

关键词 农业经济; 农业生态; 耦合协调

中图分类号 S-9 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2022)14-0200-04

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2022.14.047



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Study on the Coupling Coordination Relationship between Agricultural Economy and Agricultural Ecosystem in Hubei Province
LI Ai-jie (Yangtze University, Jingzhou, Hubei 434023)

Abstract Explore the law of coordinated development of agricultural economy and agricultural ecosystem in Hubei Province, and provide theoretical support for the high-quality development of agriculture in Hubei Province in practice. By constructing an evaluation system of agricultural economy and agroecology, this paper uses entropy weight method, coupling model and coupling coordination degree model to evaluate the coupling and coordination relationship between agricultural economy and agroecology in Hubei Province. The research shows that the comprehensive development level of agricultural economy and the comprehensive development level of agricultural ecology in Hubei Province is on the rise as a whole, the coupling degree of agricultural economy and agricultural ecology has reached a high degree of coupling, and the degree of coupling and coordination has gone through the stage of unbalanced development-coordinated development stage-high coordination. At this stage, it is expected to achieve high-quality coordination in the future.

Key words Agricultural economy; Agroecology; Coupling coordination

随着经济的发展, 我国农业取得一系列成就。农业经济的增长具有正、负外部性, 正外部性如农业现代化程度日益加深、农民不断增收等, 其中负外部性最具代表性的是农业生态环境问题日益突出。农业经济与农业生态系统是否协调发展是实现农业可持续发展的一个关键因素。现今, 一方面, 随着我国对“三农”问题的重视, 农业生态环境问题得以改善, 农业经济生态系统协调程度日益变优; 另一方面, 我国对农业生态环境方面问题的广泛关注, 实现农业可持续发展任重道远。因此, 理清农业经济与农业生态的关系, 探析农业经济与农业生态协调发展路径是有必要的。

农业经济与农业生态一直以来都是学者们研究主要内容。首先是关于农业经济的研究, 刘丽伟等^[1]从支撑制度能力、技术能力和组织能力 3 个视角构建农业经济发展方式的评价体系, 研究发现农业经济三大能力耦合关系逐年上升。王克响等^[2]基于省级面板数据, 运用空间计量模型研究发现农业经济具有较强的空间聚集性, 技术进步和生产规模对农业经济增长具有显著的正面影响。寇爽^[3]在乡村振兴的背景下, 探讨了农村数字经济与农业的概念与特征, 然后提出扩大农村基建覆盖面和加快信息技术融合两方面的建议, 促进农业经济与数字农业的融合发展。其次是关于农业生态的研究, 徐维祥等^[4]运用马尔科夫链和 SBM 模型等方法研究发现我国农业生态效率呈现“W”型波动, 农业生态效率由东中西部依次递减。梁耀文等^[5]、舒晓波等^[6]以环渤海和长江中游地区为研究对象, 通过使用 Super-SBM 模型和地理探

测器模型估算农业生态效益与分析影响因子。再者是关于农业经济和农业生态两者关系的研究, 丁磊等^[7]以农业生产恶劣的甘肃省为研究对象, 分别以农业经济产业和废水排放为代表的农业经济指标和农业生态指标构建评价体系, 运用耦合模型计算 2010—2018 年两系统的耦合关系, 研究表明, 2015—2018 年甘肃省农业经济与生态的耦合度呈下降态势, 表明农业经济与生态系统情况不容乐观。程东亚等^[8]以贵州乌蒙山区人地矛盾为出发点, 研究经济、人口和农业生态三者间的关系, 研究表明乌蒙山区经济、人口和农业生态关系日趋紧密, 但整体处于低耦合状态。冯俊华等^[9]构建陕西农业 EES 系统评价对农业经济生态和社会的耦合度量, 结果表明目前陕西农业经济社会系统的耦合协调度趋于优化。

综上所述, 目前关于农业经济和农业生态的研究成果较多, 研究视角丰富既有研究农业经济与其他要素影响关系, 还有研究农业生态效率与影响因素, 更有研究农业经济、生态、社会、人口等多重关系的文献。但从研究区域来看, 研究区域以北方地区为主, 以湖北这样的农业大省为研究对象的文献较少; 从研究的时间跨度来看, 研究时长一般不足 10 年, 难以把握研究结果的整体趋势; 从研究有效性来看, 研究的最新年份止步于 2018 年, 缺乏对最新年份的数据分析。湖北省作为农业大省、中部粮仓, 在发展的同时也存在着一些问题, 如空气污染、暴雨洪涝灾害、资源短缺等问题。在这样的背景下, 深入探讨农业经济生态系统的耦合协调程度对湖北农业高质量发展具有重要意义。基于此, 笔者以湖北省为研究对象, 运用 2003—2019 年面板数据, 通过构建农业经济与农业生态耦合模型, 测算湖北省农业经济与农业生态的耦合协调关系, 在一定程度上有利于农业经济与农业生态系统

研究体系的完善,为湖北省农业可持续发展提供理论依据与参考。

1 模型构建与计算方法

1.1 模型构建与数据来源 在借鉴参考有关学者的研究成果的基础上^[10-12],充分考虑数据指标的可得性、科学性和代

表性等原则,同时结合湖北省的现实情况,构建出以人均粮食产量、人均农业机械总动力等 13 指标组成的湖北省农业经济与农业生态系统评价指标体系,评价指标体系见表 1。该研究所有原始数据来源于《湖北农村统计年鉴》(2002—2020)、《湖北统计年鉴》(2002—2020)。

表 1 湖北省农业经济-农业生态评价体系
Table 1 Agricultural economy-agro-ecological evaluation system in Hubei Province

目标层 Target layer	子系统 Subsystem	指标 Index	指标权重 Index weight	方向 Direction
农业经济-农业生态评价体系 Agri-cultural economy-agricultural ecological evaluation system	农业经济	人均粮食产量(t)	0.152 0	正
		人均农业机械总动力(kW)	0.242 7	正
		农村居民家庭人均可支配收入(元)	0.186 2	正
		人均农业产值(元)	0.179 5	正
		农业增加值占农业总产值的比例(%)	0.096 8	正
	农业生态	农业投资占社会总投资的比例(%)	0.142 8	正
		人均耕地面积(hm ²)	0.250 4	正
		人均农作物播种面积(hm ²)	0.074 4	正
		农田有效灌溉率(%)	0.107 7	正
		单位农化化肥施用量(按折纯法计算)(t/hm ²)	0.226 1	负
		森林覆盖率(%)	0.211 9	正
		人均水资源量(m ³)	0.087 3	正
		成灾面积占比(%)	0.042 2	负

1.2 计算方法 在构建湖北省农业经济与农业生态评价指标体系的基础上,首先通过熵值法确定各项指标的权重,然后计算湖北省农业经济与农业生态系统的综合发展水平,最后通过耦合模型和耦合协调模型计算湖北省农业经济与农业生态的耦合协调度。湖北省农业经济与农业生态系统的耦合协调度具体计算步骤如下。

(1)原始数据无量纲化处理。

$$X'_{ij} = \frac{X_{ij} - X_{jmin}}{X_{jmax} - X_{jmin}}, \text{正向指标} \tag{1}$$

$$X'_{ij} = \frac{X_{jmax} - X_{ij}}{X_{jmax} - X_{jmin}}, \text{负向指标} \tag{2}$$

式(1)、(2)中, X_{ij} 为原始数据,表示第*i*年第*j*个指标的数据, X'_{ij} 为处理后数据。

(2)计算比例。

$$E_{ij} = \frac{x'_{ij}}{\sum_{i=1}^n x'_{ij}} \tag{3}$$

式(3)中, E_{ij} 表示第*i*年第*j*个指标的比例。

(3)计算熵值和信息熵冗余度。

$$e_j = -\frac{1}{\ln n} \sum_{i=1}^n E_{ij} \ln E_{ij} \tag{4}$$

式(4)中, e_j 表示第*j*个指标的熵值。

$$G_j = 1 - e_j \tag{5}$$

式(5)中, G_j 表示第*j*个指标的信息熵冗余值。

(4)计算权重。

$$Q_j = \frac{G_j}{\sum_{i=1}^n G_{ij}} \tag{6}$$

式(6)中, Q_j 表示第*j*个指标的权重。

(5)计算农业经济 Z_1 与农业生态 Z_2 系统的综合评价指数。

$$Z_i = \sum_{j=1}^m Q_j X'_{ij} \tag{7}$$

式(7)中, Z_i 表示第*i*年农业经济 Z_1 或农业生态 Z_2 系统的综合评价指数,其值越大,表明发展水平越高。

(6)计算耦合度。

$$O = 2 \times \sqrt{\frac{Z_1 \times Z_2}{(Z_1 + Z_2)^2}} \tag{8}$$

式(8)中, O 表示耦合度,其值越大($0 \leq O \leq 1$),表明 Z_1 与 Z_2 系统越协调;当 $O=1$ 时,表明 Z_1 与 Z_2 两系统协调状态处于最佳水平。

(7)计算耦合协调度。由于耦合度难以全面反映湖北省农业经济与农业生态的耦合协调程度,因此需要引入耦合协调度模型,以便全面客观反映湖北省农业经济与农业生态的耦合协调发展程度。

$$D = \sqrt{O \times T} \tag{9}$$

式(9)中, D 表示耦合协调度。

$$T = \alpha Z_1 + \beta Z_2 \tag{10}$$

式(10)中, T 表示综合协调指数; α 与 β 均是待定系数;该研究农业经济 Z_1 与农业生态 Z_2 两系统同等重要,即 α 与 β 均为 0.5。

借鉴冯俊华等^[9]的研究成果,将湖北省农业经济与农业生态耦合等级进行划分,划分标准见表 2。

2 结果与分析

2.1 湖北省农业经济与农业生态综合评价水平 图 1 为 2003—2019 年湖北省农业经济与农业生态综合发展水平变化趋势。

表 2 耦合等级划分标准

Table 2 Coupling grade classification standards

耦合发展程度 Degree of coupling development	耦合协调度 Coupling coordination	耦合协调等级 Coupling coord- ination level
失调衰退 Dissonance decline	[0,0.1]	极度失调
	(0.1,0.2]	严重失调
	(0.2,0.3]	中度失调
失调发展 Dysregulated devel- opment	(0.3,0.4]	轻度失调
	(0.4,0.5]	濒临失调
	(0.5,0.6]	勉强协调
协调发展 Coordinated devel- opment	(0.6,0.7]	初级协调
	(0.7,0.8]	中级协调
	(0.8,0.9]	良好协调
高度协调 Highly coordinated	(0.9,1.0]	优质协调

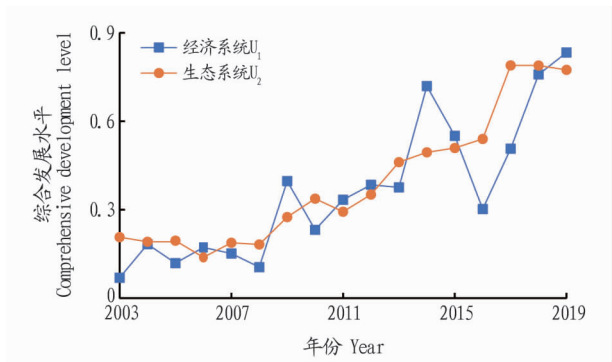


图 1 湖北省农业经济与农业生态综合发展水平

Fig.1 The comprehensive development level of agricultural e-
conomy and agro-ecology in Hubei Province

2.1.1 湖北省农业经济综合发展水平测度分析。湖北省农业经济综合发展水平呈现波动式上升态势,其中出现过 2 次峰值和 1 次较大的下降。在 2003—2008 年,湖北省农业经济发展相对稳定,其农业经济综合发展水平维持在 0.15 上下波动。2009 年出现第一次峰值,农业经济综合发展水平从 2008 年的 0.105 3 增长至 2009 年的 0.396 9,增长了 1 倍多。2009—2014 年起伏式上升,2014 年农业经济综合发展水平 0.719 0,达到农业经济的第二次峰值。这与 2014 年以农业增加值增长 4%,粮食增产 6 亿 kg 为主要目标的湖北省委一号文件的助推作用分不开。2014—2016 年出现下降趋势,其中 2016 年降低到 0.302 1。2016 年长江中下游地区的强对流天气以及洪涝等灾害导致该年湖北省 5—7 月共计直接经济损失 346.4 亿元,农作物受灾面积高达 156.72 万 hm²,其中绝收 38.99 万 hm²,农业经济遭受重创。2016—2019 年农业经济在逐渐恢复发展。2018 年农业经济综合发展水平 0.758 5 与 2014 年发展水平基本持平,2019 年略有上升。

2.1.2 湖北省农业生态综合发展水平测度分析。湖北省农业生态综合发展水平呈阶梯式上升趋势,整个农业生态综合发展水平大致可划分为 2 个时期。2003—2016 年为农业生态发展平稳期,这段时间农业生态综合发展水平增幅较缓。2003 与 2016 年农业生态综合水平分别为 0.206 8、0.539 8,13 年间农业生态综合水平增幅空间为 0.333 0,增速比较缓慢。2017—2019 年为快速发展期,这几年的农业生态综合发展水

平大幅提升,2016 年发展水平为 0.539 8,2017 年骤升至 0.789 1,并且近年来农业生态发展水平一直维持在高发展水平。这主要得益于 2017 年中央一号文件提出的推行农业绿色生产,增强可持续发展能力。2016 年湖北省单位农用化肥施用量为 0.971 7 t/hm²,2019 年减少至 0.523 1 t/hm²,化肥、农药使用量的减少,大幅提升了农业生态综合发展水平。

2.2 湖北省农业经济与农业生态耦合协调水平评价 运用耦合度模型和耦合协调度模型,计算出湖北省农业经济与农业生态耦合度及耦合协调度,具体结果见表 3。

表 3 湖北省农业经济-农业生态耦合协调度

Table 3 Coupling coordination degree of agricultural economy and ag-
ricultural ecology in Hubei Province

年份 Year	耦合度 O 值 Coupling O value	耦合协调 指数 T 值 Coupling coordination index T value	耦合协调 度 D 值 Coupling coordination degree D value	耦合协 调等级 Coupling coordination level
2003	0.866 2	0.137 9	0.345 7	轻度失调
2004	0.999 8	0.187 0	0.432 4	濒临失调
2005	0.970 2	0.156 9	0.390 1	轻度失调
2006	0.994 2	0.155 2	0.392 8	轻度失调
2007	0.994 2	0.169 6	0.410 7	濒临失调
2008	0.963 7	0.143 7	0.372 1	轻度失调
2009	0.983 4	0.335 9	0.574 7	勉强协调
2010	0.982 6	0.284 5	0.528 7	勉强协调
2011	0.997 9	0.313 3	0.559 2	勉强协调
2012	0.999 0	0.367 8	0.606 1	初级协调
2013	0.994 8	0.418 4	0.645 2	初级协调
2014	0.982 7	0.606 7	0.772 2	中级协调
2015	0.999 2	0.529 7	0.727 6	中级协调
2016	0.959 3	0.420 9	0.635 5	初级协调
2017	0.976 0	0.647 9	0.795 2	中级协调
2018	0.999 8	0.773 7	0.879 5	良好协调
2019	0.999 3	0.803 4	0.896 0	良好协调

由表 4 可知,湖北省农业经济与农业生态系统耦合度一直维持在 0.866 2~0.999 8 的较高水平,2019 年耦合度为 0.999 8,接近最佳耦合状态。这表明农业经济与农业生态两系统存在较强的耦合作用。

由图 2 可知,湖北省农业经济与农业生态的耦合度与耦合协调度整体走势趋于良好,其中耦合协调度增长趋势呈震荡式上升,耦合协调度由 2003 年的 0.345 7 上升到 2019 年的 0.896 0,农业经济与农业生态两系统的协调关系得到优化与改善。

结合表 2,对湖北省农业经济与农业生态耦合协调程度进行划分,2003—2019 年湖北省农业经济与农业生态的耦合协调度历经失调发展—协调发展—高度协调 3 个阶段。2003—2008 年为失调发展阶段,耦合协调度在 0.3~0.5 波动;2009—2017 年为协调发展阶段,农业经济与农业生态的耦合协调度维持在 0.5~0.8 上下浮动;2018—2019 年为高度协调阶段,这一时期耦合协调度均在 0.8 以上,且有向优质协调方向发展的趋势。湖北省农业经济与农业生态的耦合协调发展的演变过程如下。

第一阶段:失调发展阶段(2003—2008年)。这一阶段农业经济与农业生态的耦合协调程度处于较低水平,耦合协调等级在轻度失调和濒临失调徘徊。该阶段农业经济发展水平相对滞后,农业经济系统与农业生态体系处于磨合状态。可能是因为这一时期农业经济关系还未理顺:农业市场体制关系存在一定缺陷,国有农场改革还处于探索期,农业税费有待完善。2004年长江中下游地区秋天降雨量为1951年以来同期最少,出现大范围秋旱。2008年冬季的特大雪灾,全国20多个省市受到不同程度影响,湖北省积雪天数创近24年之首,其经济损失超过14亿元。农业经济关系的缺陷与重大气象灾害的影响,导致该时期农业经济发展滞后,农业生态发展相对比较均衡,最终造成湖北省农业经济与农业生态处于失调发展状态。

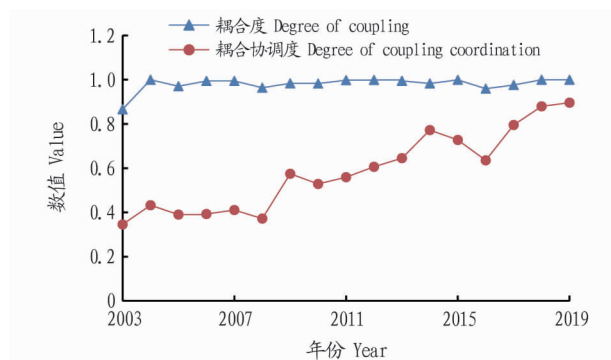


图2 湖北省农业经济-农业生态耦合度与耦合协调度

Fig.2 The degree of coupling and coordination of agricultural economy-agricultural ecology in Hubei Province

第二阶段:协调发展阶段(2009—2017年)。这一阶段农业经济与农业生态的耦合协调度逐年上升,耦合协调指数也在攀升,农业经济与农业生态的耦合协调状态趋于良好。这一时期湖北省农业经济之所以能够实现快速发展,关键在于湖北省委省、党委政府高度重视,支持政策有力。政策文件对农业农村的发展指明前进方向,财政支持与目标考核机制的确定激发了农业生产主体积极性。湖北省从2010年开始实施农业财政强力支持战略,省级财政通过免息、年出借年底还等方式支持农业发展,农业专项财政资金额度逐年攀升,从最初的10亿元增长至55亿元。同时对于市级地方农业进行20多项指标考核,完成考核目标的地区将予以表彰并获得100万元奖励。从省委到地方和从政策文件到财政考核,双管齐下的激励措施促进了这一阶段农业经济与农业生态耦合协调程度的提高。

第三阶段:高度协调阶段(2018—2019年)。这一阶段农业经济与农业生态的耦合协调程度处于良好协调状态,这与2017年年末乡村振兴战略的提出密不可分。乡村振兴战

略从产业兴旺、生态宜居、乡风文明、治理有效和生活富裕5个方面对农村经济和农业生态等提出了新要求,同时也为发展农业经济、构建绿色文明安全的农业生态注入了新活力。2018年《湖北省污染防治攻坚战工作方案》的出台,为绿色清洁的农业生态营造了一个良好的环境,农业生态发展有了政策的指引,其发展水平将会大幅提升。

3 结论与探讨

该研究构建了湖北省农业经济与农业生态评价指标系统,使用无量纲化处理、耦合度模型和耦合协调度模型,对2003—2019年湖北省农业经济与农业生态的综合发展水平、耦合度与耦合协调度进行估算,得到的结论如下:

(1)湖北省农业经济与农业生态系统的综合发展水平整体呈现上升趋势,其中农业经济系统的发展波动幅度大,主要受自然灾害和政府政策指导的影响。农业生态系统发展相对平稳。两系统于2016年后实现同步发展状态。

(2)湖北省农业经济与农业生态系统的耦合度大部分处于0.9以上,说明湖北省农业经济与农业生态系统处于高度耦合状态,并且近几年的耦合度还在上升,无限趋近于最佳耦合状态。

(3)湖北省农业经济与农业生态系统耦合协调度在研究时期内从失调发展阶段-协调发展阶段-高度协调阶段,耦合协调程度逐步增加,农业经济与农业生态的耦合协调关系不断得到改善。根据现有发展趋势判断,未来湖北省农业经济与农业生态系统的耦合协调程度有望达到优质协调。

参考文献

- [1] 刘丽伟,高中理,周密.中国农业经济发展方式转变中的三大能力及其影响[J].数量经济技术经济研究,2021,38(8):3-21.
- [2] 王克响,万吉丽,张霞,等.技术进步、生产规模与农业经济增长:基于空间计量模型的实证研究[J].山东农业科学,2021,53(7):150-156.
- [3] 寇爽.技术引领下我国农村数字经济与农业经济的有效融合研究[J].农业经济,2021(6):12-14.
- [4] 徐维祥,郑金辉,李露,等.中国农业生态效率的空间关联及其影响因素分解[J].统计与决策,2021,37(15):62-65.
- [5] 梁耀文,王宝海.环渤海地区农业生态效率时空演化及影响因素研究[J].生态经济,2021,37(6):109-116.
- [6] 舒晓波,冯维祥,廖富强,等.长江中游城市群农业生态效率时空演变及驱动因子研究[J].水土保持研究,2022,29(1):394-403.
- [7] 丁磊,吕剑平.基于熵权法测度甘肃省农业经济和农业生态的耦合性[J].中国农机化学报,2021,42(3):151-158.
- [8] 程东亚,李旭东.贵州乌蒙山区人口-经济-农业生态环境耦合协调关系研究[J].世界地理研究,2021,30(1):125-135.
- [9] 冯俊华,张路路,唐萌.农业经济—生态—社会复合系统耦合协调发展研究:以陕西省为例[J].系统科学学报,2021,29(3):92-96.
- [10] 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.
- [11] 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.
- [12] 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.