农业产业结构优化升级的空间差异性和收敛性

杨秀玉，乔翠霞

（山东师范大学 经济学院，山东 济南 250014）

摘　要：从农业产业结构合理化、高效化、高新化和生态化四方面考察我国农业产业结构优化升级情况，运用 Dagum 基尼系数分析农业产业结构优化升级空间差异的程度和来源，并通过多种收敛方法检验空间差异的收敛性。研究发现，农业产业结构高效化、高新化和生态化都呈现波动上升趋势；农业产业结构合理化和生态化西部地区内部差异最大，农业产业结构高效化和高新化东部内部差异最大；地区间交叉重叠程度是农业产业结构高效化和高新化总体差异的主要原因，地区间差异是农业产业结构合理化和生态化总体差异的主要原因；农业产业结构合理化和高新化在个别地区具有 σ 收敛，在所有地区具有绝对 β 收敛，农业产业结构合理化、高效化、高新化和生态化在所有地区都具有条件 β 收敛。因此，应优化农业生产力布局，建立跨区域合作机制，充分利用地区间的正向空间溢出效应，协同提高各地区农业产业结构优化升级水平。

关键词：农业产业结构；空间异质性；区域合作；收敛性

中图分类号：F323.3　　**文献标识码：**A　　**文章编号：**1672－0202(2022)01－0067－14

一、引言

改革开放以来，我国农业各方面都取得了惊人的成绩。国家统计局公布数据显示，2020 年，全国粮食总产量达 13390 亿斤，连续 6 年保持在 1.3 万亿斤以上，人均粮食占有量为 474 公斤，水稻、小麦自给率 100%，玉米自给率超过 95%；农业科技进步贡献率超过 60%，农作物耕种收综合机械化率达到 70% 以上；5 年来化肥、农药施用量继续保持负增长；全国农村居民人均可支配收入突破 1.7 万元，城乡居民收入差距由 2015 年的 2.73∶1 缩小到 2020 年的 2.56∶1。取得成绩的同时，我国农业发展过程中也面临农业产业结构不尽合理、抗风险能力弱，资源环境约束压力大和消费结构升级等挑战[1]。党的十九大提出产业兴旺、生态宜居、乡风文明、治理有效、生活富裕的乡村振兴战略，并把产业兴旺放在首位，突出农业优化升级对于农民增收、农业增效、乡村振兴的重要性。为此，《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》中明确提出，“优化农业生产布局，建设优势农产品产业带和特色农产品优势区”；“推进粮经饲统筹、农林牧渔协调，优化种植业结构，大力发展现代畜牧业，促进水产生态健康养殖”。实践也证明，脱贫攻坚成效的巩固和经济的高速发展都离不开农业产业结构的优化升级。

按照发展经济学结构主义学派的理论，当生产结构和需求结构相适应时，结构调整就可以成为经济效率增长的重要来源[2]，因此国内外学者们对于农业产业结构的优化升级问题展开广泛研

收稿日期：2021－09－07　　**DOI：**10.7671/j.issn.1672－0202.2022.01.007

基金项目：国家社会科学基金一般项目（19BJY049）

作者简介：杨秀玉（1981—），女，山东济南人，山东师范大学经济学院副教授，主要研究方向为农村经济管理。E-mail：xiuyu6818@126.com

究。在农业产业结构演进规律方面,学者们分别从各国农业产业结构调整实际情况入手,提出农业产业结构雁行调整规律,农业从种植业往畜牧业、粮食深加工调整的方向[3-7];在农业产业结构优化升级影响因素方面,大部分学者认为农业技术、消费者观念、土地流转政策、城镇化、基础设施、农业政策等因素会影响农业产业结构的优化升级[8-15];在农业产业结构度量方面,专门写农业产业结构度量的文章比较少,大多数学者都是在分析农业产业结构升级影响因素或带来的经济效果时,顺便度量一下农业产业结构水平,基本上是用农业产业结构合理化(泰尔指数)或直接用农林牧副渔各自的产值比代表农业产业结构[16-18];在农业产业结构优化升级经济效果方面,学者们主要分析了农业产业结构对农业绿色全要素生产率、农民增收的影响[19-21]。

学者们对于农业产业结构已进行了大量研究,尤其是在农业产业结构演进规律和影响因素方面,但在农业产业结构度量方法和时空分析方面还不够深入。本文在前人研究的基础上做了以下几方面的扩展:首先,由单从合理化角度分析农业产业结构优化升级到从合理化、高效化、高新化和生态化四方面衡量农业产业结构优化升级,全面分析我国农业产业结构优化升级的时空变化;其次,深入分析农业产业结构优化升级空间差异及来源;另外,从收敛性视角考察农业产业结构优化升级的地区差距演变趋势。因此,本文在测度农业产业结构合理化、高效化、高新化和生态化水平的基础上,运用 Dagum 基尼系数揭示其地区差距及其来源,进而通过多种收敛方法对中国农业产业结构优化升级的收敛性进行实证考察。

二、研究方法与数据说明

(一)农业产业结构优化升级的衡量方法

为了更加全面的描述和衡量农业产业结构优化升级,本文在干春晖等[22]的研究基础上,从农业产业结构合理化、高效化、高新化和生态化四个维度刻画农业产业结构优化升级的动态变迁过程。

农业产业结构合理化(AIS-RA)。中央一号文件多次强调在粮食作物总产量稳定增长的同时,大力发展林牧渔业,在种植业中加大经济作物产量比重,畜牧业中增加羊、牛比重,渔业中加大养殖业比重,因此分别选用经粮作物产量比①、牛羊肉占肉类总产量的比重、水产品养殖产量占总产量的比重和林牧渔业产值与农林牧渔业总产值比[23-24],并采用熵值法对各指标标准化之后的数据进行加权汇总,得出农业产业结构合理化指标。

农业产业结构高效化(AIS-HE)。从传统农业向现代农业转变的本质特征是生产效率的提高[25],这里选用农、林、牧、渔产业增加值与中间消耗的比值来表示各自的生产效率,然后用熵值法对各指标标准化之后的数据进行加权汇总,得出农业产业结构高效化水平。

农业产业结构高新化(AIS-HT)。农业发展由数量增长转变到数量质量效益并重,真正实现农业结构优化升级,必须依靠农业科技进步。本文借鉴陶群山的方法用农业生产函数来测度农业科技进步[26],设农业生产函数为:$Y_t = A_t k_{1t}^{\beta_1} k_{2t}^{\beta_2} k_{3t}^{\beta_3} k_{4t}^{\beta_4}$, 其中,$Y_t$ 为各地区农业生产总值,k_{it} 分别表示农业耕地面积、农村劳动力人数、农业机械总动力、农业化肥施用折吨量,β_i 分别为它们的贡献率,A_t 为农业科技进步指标,用标准化之后的 A_t 代表农业产业结构高新化水平。

农业产业结构生态化(AIS-EC)。随着化肥农药的大量使用和农业机械的普及,农业逐渐成为

① 文中经济作物产量汇总的是棉、麻、油、糖、烟叶和蔬菜产量。

了温室气体的重要来源[27]。在农业产业结构优化升级中也应注意缩减碳排放量,因此,本文选用单位碳排放带来产值的标准化数值反映农业产业结构生态化水平。碳排放量的计算参照闵继胜等人和田云等人的方法[28-29]。

(二)空间差异测算与分解方法

本文按照 Dagum(1997)提出的方法,对我国农业产业结构优化升级的地区差距进行度量和分解,具体公式见表 1。

表 1　Dagum 基尼系数相关公式

变量	公式	变量	公式
Dagum 基尼系数(G)	$\dfrac{\sum_{j=1}^{k}\sum_{h=1}^{k}\sum_{i=1}^{n_j}\sum_{r=1}^{n_k}\lvert AIS_{ji}-AIS_{hr}\rvert}{2n^2\,\overline{AIS}}$	超变密度的贡献(Gt)	$\sum_{j=2}^{k}\sum_{h=1}^{j-1}G_{jh}(p_j s_h+p_h s_j)(1-D_{jh})$
地区内基尼系数(Gjj)	$\dfrac{\sum_{i=1}^{n_j}\sum_{r=1}^{n_j}\lvert AIS_{ji}-AIS_{jr}\rvert}{2n_j^2\,\overline{AIS_j}}$	地区内差异的贡献(Gw)	$\sum_{j=1}^{k}G_{jj}p_j s_j$
地区间基尼系数(Gjh)	$\dfrac{\sum_{i=1}^{n_j}\sum_{r=1}^{n_k}\lvert AIS_{ji}-AIS_{hr}\rvert}{n_j n_h(\overline{AIS_j}+\overline{AIS_h})}$	地区间差异贡献(Gnb)	$\sum_{j=2}^{k}\sum_{h=1}^{j-1}G_{jh}(p_j s_h+p_h s_j)D_{jh}$

其中,地区个数用 k 代表,n 代表省市区个数,n_j(n_h)表示地区 j(h)内省区市的个数,AIS_{ji}(AIS_{hr})表示 j(h)地区内省市区 i(r)的农业产业结构升级优化,$\overline{AIS}$和$\overline{AIS_j}$($\overline{AIS_h}$)分别表示全国所有省区市的农业产业结构升级优化平均值和地区 j(h)的农业产业结构升级优化平均值,D_{jh}为地区 j 和 h 之间农业产业结构升级优化的相对影响。另外,$p_j=n_j/n$,$p_h=n_h/n$,$s_j=\dfrac{n_j\,\overline{AIS_j}}{n\,\overline{AIS}}$,$s_h=\dfrac{n_h\,\overline{AIS_h}}{n\,\overline{AIS}}$。

(三)收敛检验方法

σ 收敛、β 收敛和俱乐部收敛是常用来检验收敛性的方法,下文分别对我国农业产业结构升级优化进行 σ 收敛和 β 收敛检验。

1. σ 收敛

考虑到四大地区的农业产业结构优化升级水平不一致,为了更好地反映平均水平不同的不同组别的离散程度,这里选用变异系数法衡量 σ 收敛。变异系数法计算公式为:$\sigma_{vt}=\dfrac{s_t}{\overline{AIS_t}}$,式中,$\overline{AIS_t}$为 t 时期各地区农业产业结构优化升级的平均值,s_t 为 t 时期各地区农业产业结构优化升级的标准差。如果随着时间的推移 σ_{vt}值逐渐缩小,则认为存在 σ 收敛,反之,则不存在 σ 收敛。

2. β 收敛

β 收敛进一步可细分为绝对 β 收敛和条件 β 收敛:前者假设各地区影响农业产业结构优化升级的因素相同,不同地区的农业产业结构优化升级最终会收敛于相同的稳态水平;而后者假定各地区农业产业结构优化升级的影响因素有所不同,不同地区的农业产业结构优化升级收敛于各自的稳定水平。根据是否考虑地区间空间依赖性,β 收敛又可分为传统基于面板数据的 β 收敛和基于空间依赖的 β 收敛,β 收敛的公式见表 2。

表2 β收敛相关公式

模型	绝对β收敛	条件β收敛
传统面板模型(OLS)	$\ln(\frac{AIS_{i,t+1}}{AIS_{i,t}}) = \alpha + \beta\ln(AIS_{i,t}) + u_i + v_t + \varepsilon_{it}$	$\ln(\frac{AIS_{i,t+1}}{AIS_{i,t}}) = \alpha + \beta\ln(AIS_{i,t}) + \gamma\ln X_{i,t+1} + u_i + v_t + \varepsilon_{it}$
空间滞后模型(SAR)	$\ln(\frac{AIS_{i,t+1}}{AIS_{i,t}}) = \alpha + \beta\ln(AIS_{i,t}) + \rho\sum_{j=1}^{N} w_{ij}\ln(\frac{AIS_{i,t+1}}{AIS_{i,t}}) + u_i + v_t + \varepsilon_{it}$	$\ln(\frac{AIS_{i,t+1}}{AIS_{i,t}}) = \alpha + \beta\ln(AIS_{i,t}) + \rho\sum_{j=1}^{N} w_{ij}\ln(\frac{AIS_{i,t+1}}{AIS_{i,t}}) + \gamma\ln X_{i,t+1} + u_i + v_t + \varepsilon_{it}$
空间误差模型(SEM)	$\ln(\frac{AIS_{i,t+1}}{AIS_{i,t}}) = \alpha + \beta\ln(AIS_{i,t}) + u_i + v_t + \varepsilon_{it}$ $\varepsilon_{it} = \lambda\sum_{j=1}^{N} w_{ij}\varepsilon_{jt} + \sigma_{it}$	$\ln(\frac{AIS_{i,t+1}}{AIS_{i,t}}) = \alpha + \beta\ln(AIS_{i,t}) + \gamma\ln X_{i,t+1} + u_i + v_t + \varepsilon_{it}$ $\varepsilon_{it} = \lambda\sum_{j=1}^{N} w_{ij}\varepsilon_{jt} + \sigma_{it}$
空间杜宾模型(SDM)	$\ln(\frac{AIS_{i,t+1}}{AIS_{i,t}}) = \alpha + \beta\ln(AIS_{i,t}) + \rho\sum_{j=1}^{N} w_{ij}\ln(\frac{AIS_{i,t+1}}{AIS_{i,t}}) + \theta\sum_{j=1}^{N} w_{it}\ln(AIS_{i,t}) + \mu_i + v_t + \varepsilon_i$	$\ln(\frac{AIS_{i,t+1}}{AIS_{i,t}}) = \alpha + \beta\ln(AIS_{i,t}) + \rho\sum_{j=1}^{N} w_{ij}\ln(\frac{AIS_{i,t+1}}{AIS_{i,t}}) + \theta\sum_{j=1}^{N} w_{it}\ln(AIS_{i,t}) + \gamma\ln X_{i,t+1} + \eta\sum_{j=1}^{N} w_{ij}\ln(X_{i,t}) + u_i + v_t + \varepsilon_{it}$

其中，u_i 表示地区效应，ν_t 表示时间效应，ε_{it}表示服从独立同分布的随机干扰项，ρ 为空间滞后系数，λ 为空间误差系数，θ 为基期农业产业结构优化升级水平空间滞后值对被解释变量的影响，w_{ij}为空间权重矩阵中的元素，γ 为控制变量回归系数，η 为控制变量空间滞后效应系数，β 为收敛性的判定系数，也是文章关注的重点，当$\beta<0$ 时，代表存在β 收敛，即农业产业结构优化升级具有收敛性；当$\beta>0$ 时，代表不存在条件β 收敛，即农业产业结构优化升级呈现发散态势。运用 LM 检验和 Robust LM 检验判定是传统面板模型还是空间面板模型，通过 Hausman 检验是固定效应还是随机效应，再根据 LR 检验和 Wald 检验对 SAR、SEM 和 SDM 进行比较，并选择一个较好的模型进行基于空间依赖的β 收敛分析。

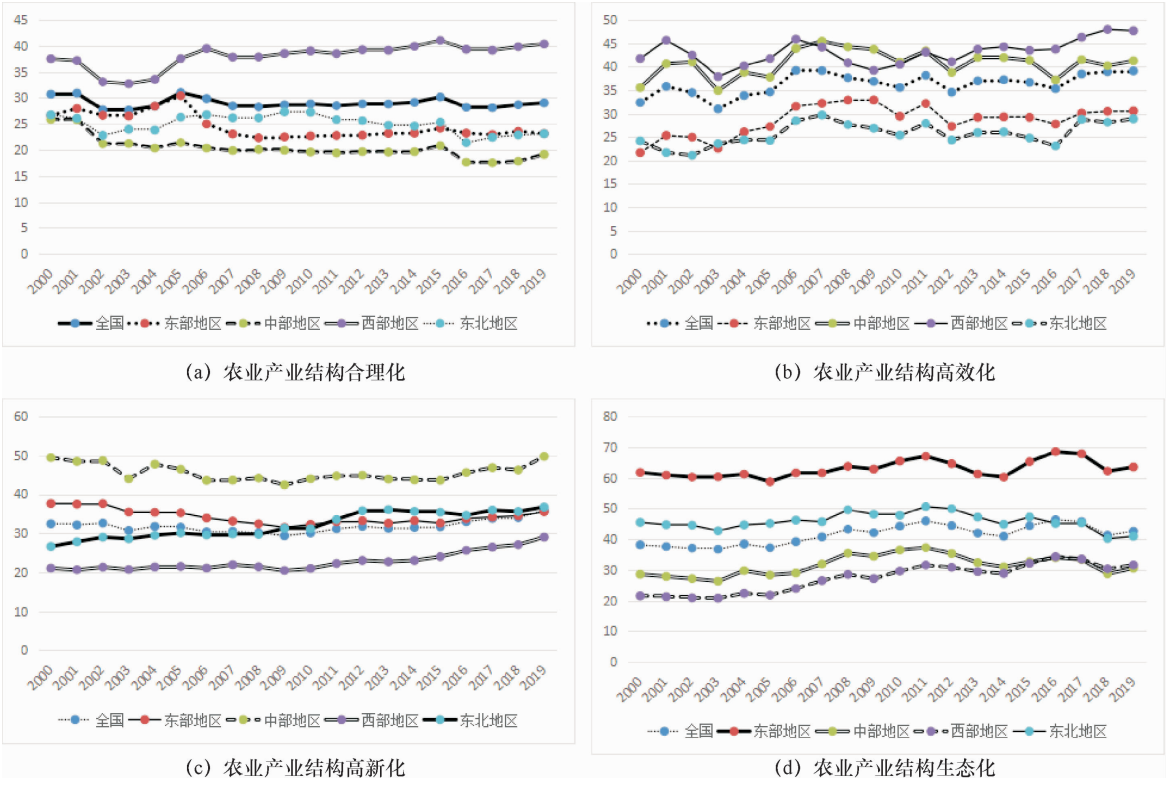
（四）数据来源

本文选取除台湾、香港和澳门之外的我国 31 个省级行政区为研究对象，计算 2000—2019 年我国各省区市的农业产业结构合理化、高效化、高新化和生态化水平。本文数据来自 2001—2020 年的《中国统计年鉴》、《中国农村统计年鉴》和《中国科技统计年鉴》。

三、农业产业结构优化升级空间差异性

（一）农业产业结构优化升级空间分布格局

按照前文介绍的农业产业结构优化升级测度方法，本文测量了 2000—2019 年我国 31 个省级行政区的农业产业结构合理化、高效化、高新化和生态化水平。



(a) 农业产业结构合理化　(b) 农业产业结构高效化

(c) 农业产业结构高新化　(d) 农业产业结构生态化

图 1　农业产业结构化水平

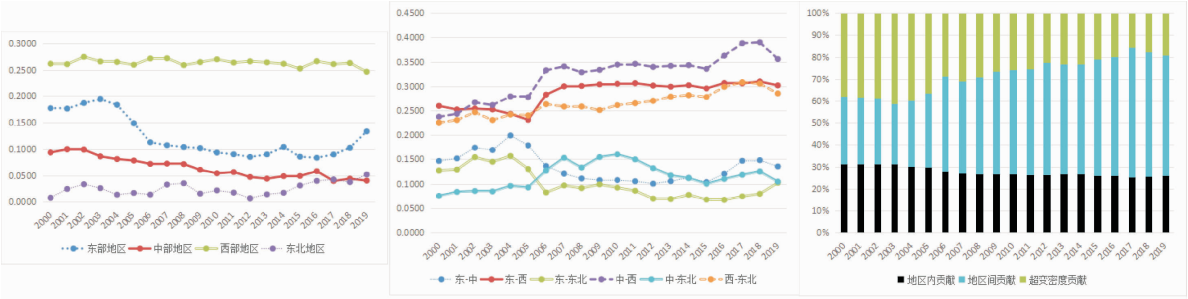
从图 1(a)可以看出我国农业产业结构合理化全国层面呈现略微波动下降的趋势,考察期内平均 29.01,东部、中部和东北部和全国发展趋势一致,但幅度稍大一点,西部地区先降后升,整体呈上升趋势,且西部地区的农业产业结构合理化水平(平均值为 38.05)高于全国及其他三地区,差距越来越大。图 1(b)描述的是我国农业产业结构高效化水平,全国和西部、东北地区农业产业结构高效化发展趋势一致,都经历了波动上升,东部和中部地区农业产业结构高效化先升后降,且前期上升幅度大于后期下降幅度,总体上也呈现上升波动趋势,中部和西部地区高于全国平均水平(考察期内平均 36.28),东部和东北地区低于全国平均水平。图 1(c)描述的是我国农业产业结构高新化水平,全国和四大地区农业产业结构高新化发展趋势一致,都经历了先降后升的波动趋势,西部地区高于全国平均水平(考察期内平均 32.42),东部和东北地区和全国平均水平差不多,西部地区低于全国平均水平。图 1(d)描述的是我国农业产业结构生态化水平,除东北地区以外,其他地区都呈略微上升的波动趋势,其中,东部地区农业产业结构生态化水平最高(考察期内平均 62.93),远高于全国平均水平的 41.42,西部地区波动幅度最大,从 2000 年的 21.53 提高到 2019 年的 31.60。

(二)农业产业结构优化升级地区差异来源分析

1. 农业产业结构合理化地区差异来源分析

从图 2(a)可以看出,西部地区农业产业结构合理化的基尼系数最大,其他地区依次为东部地区、中部地区和东北地区,说明西部地区各省区市农业产业结构合理化的地区差异最大,东北地区各省农业产业结构合理化的地区差异最小。其中,西部、东部和中部的基尼系数波动下降,但东部地区近几年又有上升趋势,东北地区的基尼系数波动上升。根据图 2(b),中 - 西、东 - 西、西 - 东

北和中－东北的基尼系数波动上升，东－中和东－东北的基尼系数波动下降，但近几年也有回升趋势。根据图2(c)，地区间差异的贡献率最大且逐年增加，地区内差异的贡献率略微下降，超变密度对地区差异的贡献逐年降低，可见，地区间差异是农业产业结构合理化总体差异的主要原因。

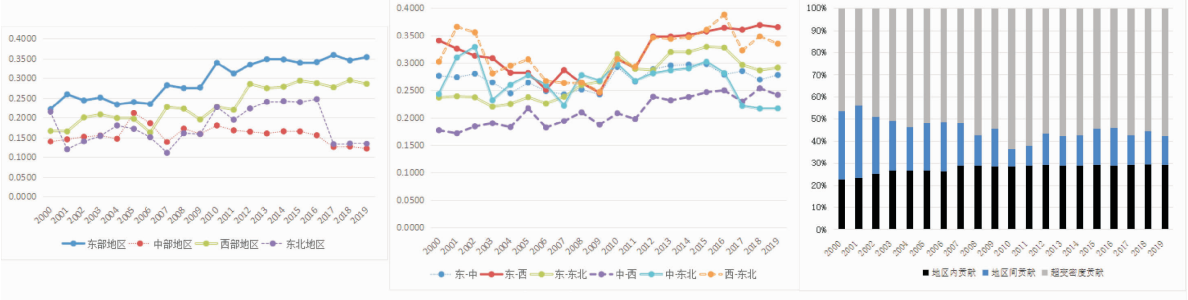


(a) 地区内基尼系数 (b) 地区间基尼系数 (c) 地区差距的贡献率

图2 农业产业结构合理化的基尼系数演变

2. 农业产业结构高效化地区差异来源分析

从图3(a)可以看出，东部地区农业产业结构高效化的基尼系数最大，其他地区依次为西部地区、东北地区和中部地区，说明东部地区各省区市农业产业结构高效化的地区差异最大，中部地区各省农业产业结构高效化的地区差异最小。其中，东部和西部的基尼系数波动上升，说明这两地区农业产业结构高效化的地区内差异越来越大，中部和东北地区的基尼系数波动下降，且后者上下起伏波动较大。根据图3(b)，东－中、东－西、东－东北和西－东北的基尼系数先降后升，整体呈现上升趋势，但上升幅度不大，中－西地区基尼系数波动上升，中－东北地区基尼系数波动下降。根据图3(c)，超变密度对地区差异的贡献最大，地区内差异的贡献率略微上升，地区间差异的贡献率最小且逐年下降，可见，农业产业结构高效化在地区间的交叉重叠程度是农业产业结构高效化总体差异的主要原因。



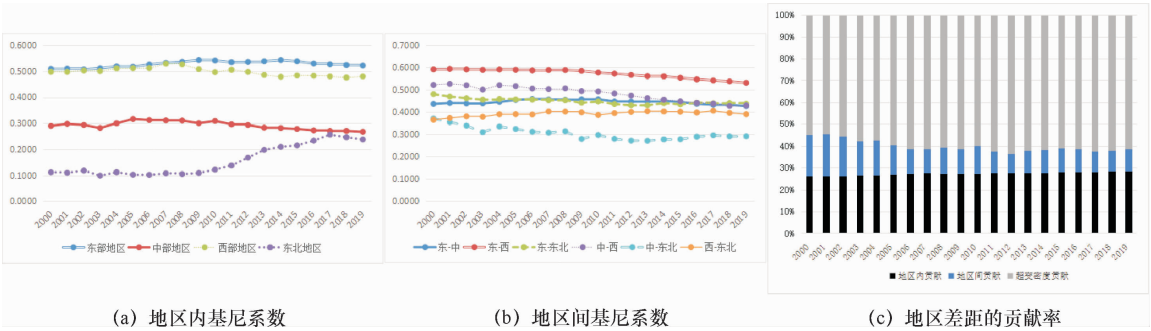
(a) 地区内基尼系数 (b) 地区间基尼系数 (c) 地区差距的贡献率

图3 农业产业结构高效化的基尼系数演变

3. 农业产业结构高新化地区差异来源分析

从图4(a)可以看出，东部地区农业产业结构高新化的基尼系数最大，其他地区依次为西部地区、中部地区和东北地区，说明东部地区各省区市农业产业结构高新化的地区差异最大，东北地区各省农业产业结构高新化的地区差异最小。其中，东部、西部和中部的基尼系数先升后降，说明近几年这三地区农业产业结构高新化的地区内差异越来越小，而东北地区的基尼系数波动上升，说明东北地区农业产业结构高新化的地区内差异越来越大。根据图4(b)，除西－东北的基尼系数有略微上升外，其他各地区间的基尼系数呈下降的发展趋势，说明这些地区间农业产业结构高新化

的差异逐年缩小。根据图 4(c)，超变密度对地区差异的贡献最大，且贡献越来越大，地区内差异的贡献率略微上升，地区间差异的贡献率呈缩小态势，可见，农业产业结构高新化在地区间的交叉重叠程度是农业产业结构高新化总体差异的主要原因。

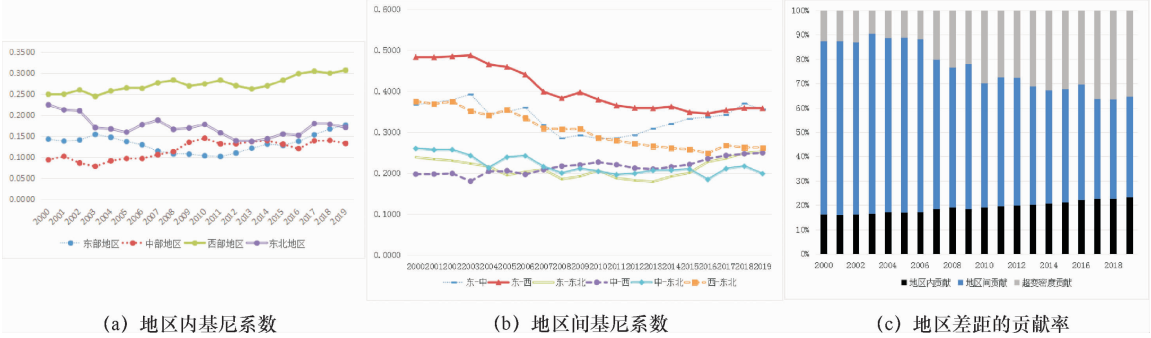


(a) 地区内基尼系数　　(b) 地区间基尼系数　　(c) 地区差距的贡献率

图 4　农业产业结构高新化的基尼系数演变

4. 农业产业结构生态化地区差异来源分析

从图 5(a)可以看出，西部地区农业产业结构生态化的基尼系数最大，其他地区依次为东北地区、东部地区和中部地区，说明西部地区各省区市农业产业结构生态化的地区差异最大，中部地区各省农业产业结构生态化的地区差异最小。其中，西部、中部和东部的基尼系数波动上升，说明这三地区农业产业结构生态化的地区内差异越来越大，东北地区的基尼系数波动下降，说明东北地区农业产业结构生态化的地区内差异越来越小。根据图 5(b)，东－中、东－东北的基尼系数先降后升，期末和期初的尼基系数基本持平，东－西、中－东北和西－东北的基尼系数呈下降态势，中－西的基尼系数波动上升，但上升幅度不大。根据图 5(c)，地区间差异的贡献率最大但逐年缩小，地区内差异的贡献率略微上升，超变密度对地区差异的贡献逐年上升，可见，地区间差异是农业产业结构生态化总体差异的主要原因。



(a) 地区内基尼系数　　(b) 地区间基尼系数　　(c) 地区差距的贡献率

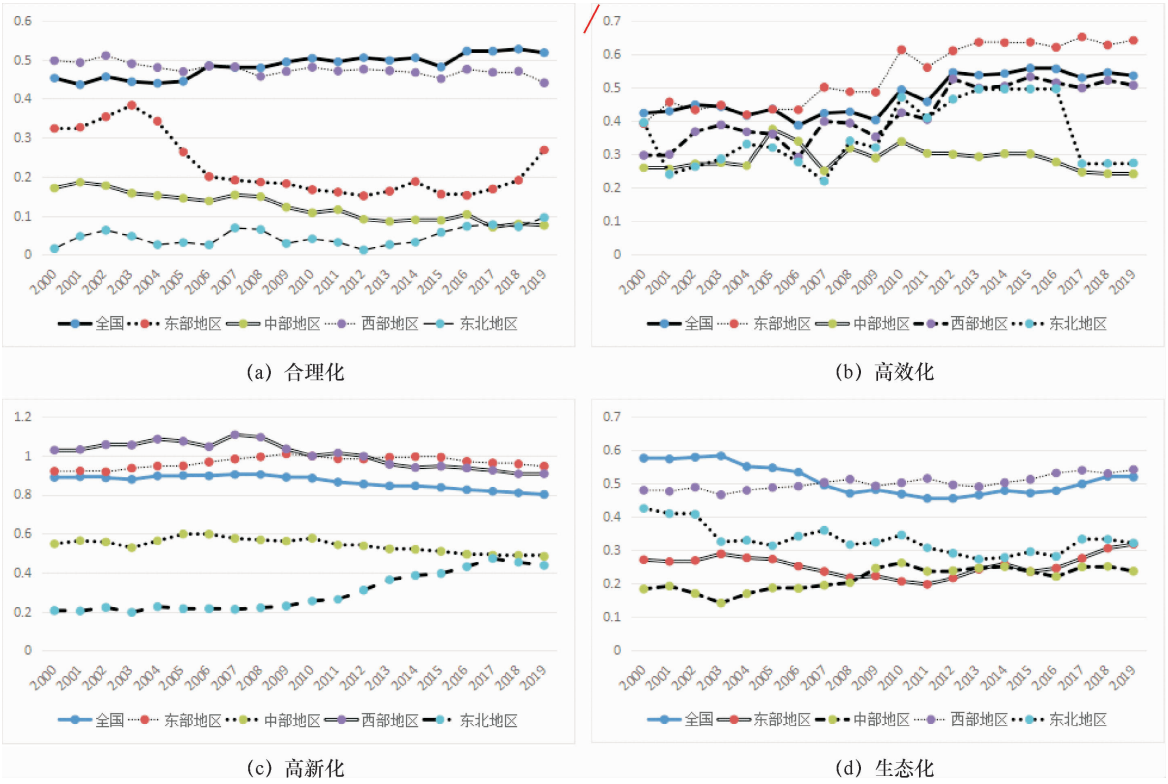
图 5　农业产业结构生态化的基尼系数演变

四、农业产业结构优化升级的空间收敛性检验

(一)σ 收敛

图 6(a)－(d)分别展示了农业产业结构合理化、高效化、高新化和生态化的 σ 收敛变化情况。从图 6(a)可以看出，就全国层面看，农业产业结构合理化的 σ 系数波动上升，表明农业产业结构合理化整体不存在 σ 收敛；就地区层面看，中部和西部地区 σ 系数波动下降，东北地区 σ 系数波动上升，东部地区 σ 系数先升后降再升，这意味中部和西部地区农业产业结构合理化呈 σ 收敛，东北地

区不存在σ收敛，而东部地区变化较为复杂，期初和期末期间不存在σ收敛，中间时段存在σ收敛。如图6(b)所示，全国整体、东部和西部地区农业产业结构高效化的σ系数波动上升，说明农业产业结构高效化在全国、东部和西部地区不存在σ收敛，中部和东北地区农业产业结构高效化的σ系数先升后降，但两地收敛趋势不明显。根据图6(c)，全国、东部、中部和西部地区农业产业结构高新化的σ系数呈轻微波动下降，东北地区农业产业结构高新化的σ系数波动上升，说明该地区农业产业结构高新化不存在σ收敛。就农业产业结构生态化而言，全国、东部和东北地区农业产业结构生态化的σ系数先降后升，不过前两者下降趋势大于上升趋势，整体呈略微下降态势，后者上升趋势大于下降趋势，整体呈略微上升态势，中部和西部地区农业产业结构生态化的σ系数波动上升，表明全国、东部和东北地区农业产业结构生态化收敛态势不明显，中部和西部地区农业产业结构生态化不存在σ收敛。



(a) 合理化　(b) 高效化

(c) 高新化　(d) 生态化

图6　农业产业结构优化升级的σ收敛变化

(二)β收敛

1. 空间相关性检验

在进行β收敛分析之前，以地理距离倒数矩阵为空间权重矩阵，测算莫兰指数 Moran's I 分析农业产业结构合理化、高效化、高新化和生态化的空间相关性。结果如表3所示，农业产业结构合理化和高效化的莫兰指数在考察期内都通过1%的显著性检验，说明各省区市的农业产业结构合理化和高效化水平都存在显著的空间正相关性；农业产业结构高新化的莫兰指数在考察期内都通过10%的显著性检验，说明考察期内农业产业结构高新化也具有一定的空间正相关性；农业产业结构生态化的莫兰指数除在2017和2019年以外的时期都通过10%的显著性检验，说明在各省区市的农业产业结构生态化也具有一定的空间正相关性。

表 3　农业产业结构优化升级的 Moran's I 指数

年份	农业产业结构合理化	农业产业结构高效化	农业产业结构高新化	农业产业结构生态化
2000	0.093(0.000)	0.129(0.000)	0.060(0.006)	0.162(0.000)
2001	0.093(0.000)	0.143(0.000)	0.060(0.006)	0.157(0.000)
2002	0.100(0.000)	0.137(0.000)	0.055(0.010)	0.143(0.000)
2003	0.101(0.000)	0.132(0.000)	0.047(0.018)	0.150(0.000)
2004	0.101(0.000)	0.146(0.000)	0.047(0.018)	0.135(0.000)
2005	0.099(0.000)	0.147(0.000)	0.041(0.029)	0.135(0.000)
2006	0.095(0.000)	0.129(0.000)	0.037(0.040)	0.123(0.000)
2007	0.096(0.000)	0.135(0.000)	0.032(0.055)	0.109(0.000)
2008	0.098(0.000)	0.121(0.000)	0.033(0.051)	0.104(0.000)
2009	0.105(0.000)	0.119(0.000)	0.035(0.042)	0.115(0.000)
2010	0.106(0.000)	0.109(0.000)	0.038(0.034)	0.102(0.000)
2011	0.104(0.000)	0.097(0.000)	0.034(0.047)	0.080(0.001)
2012	0.105(0.000)	0.066(0.003)	0.033(0.053)	0.068(0.003)
2013	0.104(0.000)	0.070(0.002)	0.033(0.052)	0.065(0.003)
2014	0.092(0.000)	0.066(0.004)	0.033(0.051)	0.055(0.008)
2015	0.099(0.000)	0.066(0.004)	0.028(0.070)	0.045(0.022)
2016	0.094(0.000)	0.078(0.001)	0.030(0.065)	0.025(0.088)
2017	0.101(0.000)	0.083(0.001)	0.030(0.066)	0.018(0.131)
2018	0.101(0.000)	0.072(0.002)	0.030(0.066)	0.027(0.075)
2019	0.100(0.000)	0.078(0.001)	0.031(0.061)	0.020(0.113)

2. 绝对 β 收敛分析

表 4 分别展示了农业产业结构合理化、高效化、高新化和生态化绝对 β 收敛的检测结果。从表 4 可以看出,农业产业结构合理化方面,除西部地区外,全国、东、中和东北地区都选用空间模型,说明农业产业结构合理化存在空间相关性,空间地理因素会影响农业产业结构合理化,前三者选用 SDM 模型,最后者选用 SEM 模型,而中部地区没有通过 LM 检验和 Robust LM 检验,只能选用传统面板模型。除中部地区,其他地区的 β 系数均通过 1% 显著性水平的检验,且都为负,说明农业产业结构合理化不论在全国层面还是地区层面都具有一定的绝对 β 收敛性。全国、东部和中部地区的空间滞后系数 ρ 通过显著性检验,且前两者大于零,说明农业产业结构合理化存在显著正向空间外溢效应,而中部地区的空间滞后系数 ρ 小于零,说明中部地区产业结构合理化存在显著负向空间外溢效应。

农业产业结构高效化方面,全国和四大地区都选用空间模型,说明农业产业结构高效化存在空间相关性,空间地理因素会影响农业产业结构高效化,西部地区选用 SDM 模型,其余地区都选用 SAR 模型。全国和四大地区的 β 系数均通过 1% 显著性水平的检验,但且都为正,说明农业产业结构高效化不论在全国层面还是地区层面都不具有绝对 β 收敛性。除东北地区外,其他地区的空间滞后系数 ρ 通过显著性检验,且均大于零,说明这些地区农业产业结构高效化存在显著正向空间外溢效应。

农业产业结构高新化方面,除中部地区以外,其他地区都采用空间模型,说明这些地区农业产业结构高新化存在空间相关性,空间地理因素会影响农业产业结构高新化。四大地区的 β 系数均通过 5% 显著性水平的检验,且都为负,说明农业产业结构高新化在四大地区层面都具有一定的绝

对β收敛性。全国和西部地区空间滞后系数ρ通过显著性检验，前者的农业产业结构高新化存在显著正向空间外溢效应，后者农业产业结构高新化存在显著负向空间外溢效应。

表4 农业产业结构优化升级绝对β收敛的模型设定检验和估计结果

		全国	东部地区	中部地区	西部地区	东北地区
合理化	模型选择	个体固定 SDM	个体固定 SDM	时间固定 SDM	固定 OLS	双固定 SEM
	β	−0.1181***	−0.1316***	−0.0370	−0.1925***	−0.4326***
	ρ	0.7684***	0.6164***	−0.9506***	−	−
	θ	−0.0272	−0.0751	−0.2789**	−	−
	λ	−	−	−	−	−0.9645***
	Sigma2_e	0.0030***	0.0038***	0.0009***	−	0.0003***
	R^2	0.6254	0.7082	0.6036	0.6059	0.7827
	logL	857.72	250.37	232.4688	−	132.65
高效化	模型选择	个体固定 SAR	个体固定 SAR	个体固定 SAR	个体固定 SDM	个体固定 SAR
	β	0.1932***	0.1692***	0.5958***	0.1788***	0.3483***
	ρ	0.5092***	0.2358**	0.3486***	0.3474***	0.1303
	θ	−	−	−	0.2747**	−
	λ	−	−	−	−	−
	Sigma2_e	0.0342***	0.0710***	0.0121***	0.0172***	0.0282***
	R^2	0.7239	0.7169	0.7538	0.7743	0.7367
	logL	153.65	−19.36	75.70	137.48	20.60
高新化	模型选择	个体固定 SAR	时间固定 SDM	固定 OLS	个体固定 SAR	随机 SEM
	β	−0.0870***	−0.01443***	−0.2490**	−0.0084***	−0.0433**
	ρ	0.5460***	−0.1920	−	−0.3501**	−
	θ	−	−0.0012	−	−	−
	λ	−	−	−	−	−0.1356*
	Sigma2_e	0.0031***	0.0038***	−	0.0037***	0.0017***
	R^2	0.7071	0.7309	0.7004	0.6332	0.7231
	logL	858.67	258.88	−	311.52	99.14
生态化	模型选择	固定 OLS	个体固定 SAR	个体固定 SAR	固定 OLS	随机 OLS
	β	−0.1141***	−0.0485*	−0.0213	−0.1102**	−0.0533
	ρ	−	0.6275***	0.6854***	−	−
	θ	−	−	−	−	−
	λ	−	−	−	−	−
	Sigma2_e	−	0.0022***	0.0021***	−	−
	R^2	0.6159	0.6179	0.6863	0.6062	0.6325
	logL	−	300.86	178.35	−	−
	样本个数	589	190	114	228	57

农业产业结构生态化方面，全国、西部和东北地区选用传统面板模型，东部和中部地区都采用SAR模型，说明这两地区空间地理因素会影响农业产业结构生态化。全国和四大地区的β系数均为负，但只有全国层面、东部和西部地区通过显著性检验，说明这些地区的农业产业结构生态化具有绝对β收敛性，其他地区的绝对β收敛性不显著。采用SAR模型的东部和中部地区其ρ通过显著性检验，且均大于零，说明这些地区农业产业结构生态化存在显著正向空间外溢效应。

3. 条件 β 收敛分析

参考前人相关研究成果,并且尽量避免因变量遗漏而引起的误差,本文选取以下控制变量:人均国民生产总值(RJGDP),反映地区经济发展水平;居民消费水平(RCL),代表居民消费能力;农产品出口贸易(APT),用农产品出口总额占农林牧渔总产值的比重表示,反映农业参与国际贸易的程度;农业财政支持(AFS),用财政支出中的农林水事务支出占财政总支出比重表示,反映政府对农业的扶持力度;城镇化率(UR),采取非农业人口占总人口比重来衡量城镇化水平;农业技术水平(ATL),以农业机械总动力与农林牧渔业从业人员的比值表示。表 5 分别展示了农业产业结构合理化、高效化、高新化和生态化条件 β 收敛的检测结果。

农业产业结构合理化方面,全国和四大地区都选用个体固定 SDM 模型,且 β 系数均为负,都通过 1% 的显著性检验,说明全国和四大地区的农业产业结构合理化都具有条件 β 收敛性,而空间滞后系数 ρ 也都通过 1% 的显著性检验,都为正值,说明这些地区农业产业结构生态化存在显著正向空间外溢效应。

表 5　农业产业结构合理化条件 β 收敛的模型设定检验和估计结果

		全国	东部地区	中部地区	西部地区	东北地区
合理化	模型选择	个体固定 SDM	个体固定 SDM	个体固定 SDM	个体固定 SDM	个体固定 SDM
	β	−0.1255***	−0.1788***	−0.1754***	−0.1960***	−0.6266***
	ρ	0.7529***	0.4542***	0.7116***	0.6518***	0.4052***
	θ	−0.0517*	0.0098	−0.0117	−0.5526	−0.1001
	Sigma2_e	0.0029***	0.0035***	0.0012***	0.0019***	0.0018***
	R^2	0.7451	0.7792	0.7706	0.7086	0.7419
	logL	869.55	263.18	210.41	378.66	96.57
高效化	模型选择	个体固定 SDM	个体固定 SDM	个体固定 SDM	个体固定 SDM	个体固定 SDM
	β	−0.2823***	−0.4891***	−0.8916***	−0.1872***	−0.6962***
	ρ	0.3574***	0.09272	0.3093***	0.2793**	−0.0238
	θ	0.3233**	0.2217	−0.1178	0.4500***	0.3120
	Sigma2_e	0.00322***	0.0600***	0.0096***	0.0165***	0.0190***
	R^2	0.6283	0.6313	0.6506	0.6893	0.6357
	logL	173.59	−2.46	101.86	143.29	32.12
高新化	模型选择	个体固定 SDM	个体固定 SDM	固定 OLS	时间固定 SDM	个体固定 SDM
	β	−0.0697***	−0.2145***	−0.3221**	−0.0161***	−0.2025**
	ρ	0.4903***	0.3342***	−	−0.4853***	0.1209
	θ	−0.0551	−0.1373*	−	−0.0625	0.2501
	Sigma2_e	0.0028***	0.0022***	−	0.0033***	0.0011***
	R^2	0.6410	0.7468	0.6001	0.6857	0.7553
	logL	886.53	309.02	−	323.43	113.91
生态化	模型选择	固定 OLS	固定 OLS	固定 OLS	个体固定 SDM	随机 OLS
	β	−0.1512***	−0.1724***	−0.3322**	−0.1780***	−0.0369***
	ρ	−	−	−	0.4547***	−
	θ	−	−	−	−0.0849	−
	Sigma2_e	−	−	−	0.0053***	−
	R^2	0.6212	0.6274	0.6234	0.6147	0.6844
	logL	−	−	−	269.27	−
	控制变量	是	是	是	是	是
	样本个数	589	190	114	228	57

农业产业结构高效化方面，全国和四大地区都选用个体固定 SDM 模型，且 β 系数均为负，都通过 1% 的显著性检验，说明全国和四大地区的农业产业结构高效化都具有条件 β 收敛性，而空间滞后系数 ρ 只有在全国、中部和西部通过 5% 的显著性检验，都为正值，说明这些地区农业产业结构高效化存在显著正向空间外溢效应。

农业产业结构高新化方面，除中部地区外，其他地区都选用 SDM 模型，且 β 系数均为负，都通过 5% 的显著性检验，说明全国和四大地区的农业产业结构高新化都具有条件 β 收敛性，而空间滞后系数 ρ 只有在全国、东部和西部通过 1% 的显著性检验，前两者为正值，说明这些地区农业产业结构高新化存在显著正向空间外溢效应，西部地区的空间滞后系数 ρ 为负值，代表该地区农业产业结构高新化存在显著负向空间外溢效应。

农业产业结构生态化方面，除西部地区外，其他地区都选用传统面板模型，所有地区的 β 系数均为负，都通过 5% 的显著性检验，说明全国和四大地区的农业产业结构生态化都具有条件 β 收敛性，西部地区的空间滞后系数 ρ 也通过 1% 的显著性检验，说明该地区农业产业结构生态化存在显著正向空间外溢效应。

五、结论与建议

本文从农业产业结构合理化、高效化、高新化和生态化四方面考察我国农业产业结构优化升级，利用我国 2000—2019 年面板数据，运用 Dagum 基尼系数分析空间差异的程度和来源，并通过多种收敛方法检验空间差异的收敛性，为促进地区农业产业结构协同优化升级提供决策支持。研究发现：（1）农业产业结构合理化在全国层面变化不大，西部地区的农业产业结构合理化水平波动上升，且高于其他地区；同时，西部地区各省区市农业产业结构合理化的地区差异最大，东北地区最小；中－西、东－西、西－东北和中－东北的基尼系数波动上升，地区间差异是农业产业结构合理化总体差异的主要原因；中部和西部地区呈现一定的 σ 收敛，不论在全国层面还是地区层面都具有一定的绝对 β 收敛性（中部地区除外）和条件 β 收敛性。（2）农业产业结构高效化在全国和四大地区都表现为波动上升，但上升幅度较小；东部地区各省区市农业产业结构高效化的地区差异最大，中部地区最小；东－中、东－西、东－东北和西－东北的基尼系数先降后升，整体呈现上升趋势，但上升幅度不大，中－西地区基尼系数波动上升，中－东北地区基尼系数波动下降，农业产业结构高效化在地区间的交叉重叠程度是农业产业结构高效化总体差异的主要原因；农业产业结构高效化在全国和四大地区不存在明显 σ 收敛和绝对 β 收敛性，但具有条件 β 收敛性。（3）农业产业结构高新化在全国和四大地区都变表现为波动上升，但上升幅度较小；东部地区各省区市农业产业结构高新化的地区差异最大，东北地区最小；除西－东北外，其他各地区间农业产业结构高新化的差异逐年缩小，农业产业结构高新化在地区间的交叉重叠程度是农业产业结构高新化总体差异的主要原因；除东北地区外，其他地区具有一定的 σ 收敛，不论在全国层面还是地区层面都具有一定的绝对 β 收敛性和条件 β 收敛性。（4）农业产业结构生态化在全国和东中西部地区表现为波动上升，但上升幅度较小；西部地区各省区市农业产业结构生态化的地区差异最大，中部地区最小；东－西、中－东北和西－东北的基尼系数呈下降态势，中－西的基尼系数波动上升，但上升幅度不大，地区间差异是农业产业结构生态化总体差异的主要原因；农业产业结构生态化 σ 收敛的证据不显著，全国层面、东部和西部地区具有绝对 β 收敛性，不论在全国层面还是地区层面都具有条件 β 收敛性。

基于以上研究结论，得出以下政策建议：首先，充分认识我国农业产业相对落后，产业结构调整缓慢，农业产业结构优化升级还有较大改善空间的现实。在确保国家粮食安全和主要农产品有

效供给的前提下,通过优化农业生产力布局、延伸农业产业链、发展乡村新产业新业态,推进农业优化升级,实现农村一二三产业深度融合发展和农业提质增效。其次,充分认识我国农业产业结构优化升级的非均衡空间分布特征,建立跨区域合作机制,在农业技术、信息服务、人才培训和环境保护等方面加大交流,充分利用地区间的正向空间溢出效应,减少地区间农业产业结构优化升级的差距。再次,根据农业产业结构合理化、高效化、高新化和生态化收敛实际情况,协同提高各地区农业产业结构优化升级水平,比如有些地区农业产业结构合理化、高新化和生态化具有收敛性,但高效化不存在收敛性,这就需要引导农业产业提高生产效率,减少中间损耗,提升农业产业结构高效化的收敛性。最后,各地区要根据本地实际情况,通过完善基础设施、加强环境建设、提升科技水平等途径,为农业产业结构优化升级创造条件。

参考文献:

[1]成德宁,李燕. 农业产业结构调整对农业劳动生产率的影响[J]. 经济问题探索,2016(11):148 - 153,172.

[2]何里文,刘伟. 中国农业发展存在"结构红利"吗? [J]. 西北农林科技大学学报(社会科学版),2015(4):79 - 86.

[3]GLASSBURNER B. Modern Economic Growth: Rate, Structure, and Spread[J]. Journal of Economic Issues, 1967(1 - 2): 118 - 120.

[4]AKAMASTU K. Waga kuni yomo kogyohin no susei[J]. Shogyo Keizai Ronso, 1935(13):129 - 212.

[5]CHAVAS J P, ALIBER M. An Analysis of Economic Efficiency in Agriculture: A Nonparametric Approach[J]. Journal of Agricultural & Resource Economics, 1993(1):1 - 16.

[6]黄思. 引导与主导:农业产业结构调整的政府逻辑及其影响[J]. 重庆社会科学,2021(4):5 - 14.

[7]曹永强,李维佳,袁立婷. 河北省主要农作物生产时空格局变化特征及安全评价[J]. 地理科学,2018(8):1319 - 1327.

[8]GODDARD E, WEERSINK A, CHEN K, et al. Economics of Structural Change in Agriculture[J]. Canadian Journal of Agricultural Economics/revue Canadienne Dagroeconomie, 2010(4):475 - 489.

[9]吴娜琳,李立,李二玲,等. 特色种植的空间持续性及其影响因素研究——以河南省封丘县树莓产业为例[J]. 地理科学,2018(3):428 - 436.

[10]万宝瑞. 新形势下我国农业发展战略思考[J]. 农业经济问题,2017(1):4 - 8.

[11]匡远配,周凌. 农地流转的产业结构效应研究[J]. 经济学家,2016(11):90 - 96.

[12]GALE H F. Why Did the Number of Young Farm Entrants Decline? [J]. American Journal of Agricultural Economics, 1993(1): 138 - 146.

[13]杨钧. 中国新型城镇化发展对农业产业结构的影响[J]. 经济经纬,2016(6):84 - 89.

[14]江艳军,黄英. 农村基础设施对农业产业结构升级的影响研究[J]. 资源开发与市场,2018(10):1400 - 1405.

[15]PEREZ M P, RIBERA L A, PALMA M A. Effects of trade and agricultural policies on the structure of the U. S. tomato industry[J]. Food Policy, 2017(69): 123 - 134.

[16]江艳军,黄英. 民间投资、农业科技进步与农业产业结构升级——基于"一带一路"沿线省域的实证研究[J]. 科技管理研究,2019(17):123 - 130.

[17]成德宁,李燕. 农业产业结构调整对农业劳动生产率的影响[J]. 经济问题探索,2016(11):148 - 153,172.

[18]李二玲,胥亚男,雍雅君等. 农业结构调整与中国乡村转型发展:以河南省巩义市和鄢陵县为例[J]. 地理科学进展,2018(5):698 - 709.

[19]金芳,金荣学. 农业产业结构变迁对绿色全要素生产率增长的空间效应分析[J]. 华中农业大学学报(社会科学版),2020(1):124 - 134.

[20]杨玲. 农业产业结构对农民收入影响的多元线性回归分析[J]. 统计与决策,2017(17):118 - 120.

[21]曹菲,聂颖. 产业融合、农业产业结构升级与农民收入增长——基于海南省县域面板数据的经验分析[J]. 农业经济问题,2021(8):28 - 41.

[22]干春晖,郑若谷,余典范. 中国产业结构变迁对经济增长和波动的影响[J]. 经济研究,2011(5):4-16.
[23]王崇红,陈冬生,王燕. 山东省农业产业结构调整的经济效益分析[J]. 东北农业科学,2019(5):82-87.
[24]宋德军. 中国农业产业结构优化与科技创新耦合性评价[J]. 科学学研究,2013(2):191-200.
[25]余艳锋,王长松,彭柳林,等. 江西农业产业结构与农业自然资源生态系统协同性分析[J]. 科技管理研究,2021(12):83-93.
[26]陶群山,胡浩. 环境规制和农业科技进步的关系分析:基于波特假说的研究[J]. 中国人口·资源与环境,2011(12):52-57.
[27]段华平,张悦,赵建波,等. 中国农田生态系统的碳足迹分析[J]. 水土保持学报,2011(1):203-208.
[28]闵继胜,胡浩. 中国农业生产温室气体排放量的测算[J]. 中国人口·资源与环境,2012(7):21-27.
[29]田云,张俊飚,李波. 中国农业碳排放研究:测算、时空比较及脱钩效应[J]. 资源科学,2012(11):2097-2105.

Spatial Difference and Convergence of Optimization and Upgrading of Agricultural Industrial Structure

YANG Xiu-yu, QIAO Cui-xia
(*School of Economics*, *Shandong Normal University*, *Jinan* 250014, *China*)

Abstract: This paper examines the optimization and upgrading of China's agricultural industrial structure from four aspects: rationalization, high-efficiency, high-tech and ecologicalization of agricultural industrial structure, uses Dagum Gini coefficient to analyze the degree and source of spatial differences in agricultural industrial structure optimization and upgrading, and tests the space convergence through a variety of convergence methods. The study found that the high-efficiency, high-tech and ecologicalization of the agricultural industry structure all present a fluctuating upward trend; the internal difference between the rationalization and ecologicalization is the largest in the western regions, and the internal difference between the high-efficiency and high-tech agricultural industrial structure is the largest in the eastern regions; the degree of overlapping between regions is the main reason for the overall difference in the high-efficiency and high-tech agricultural industry structure, and the inter-regional differences are the main reason for the overall difference in the rationalization and ecologicalization of the agricultural industry structure; the rationalization and high-tech of the agricultural industry structure has σ convergence in individual regions, and absolute β convergence in all regions, and the rationalization, high efficiency, high-tech and ecologicalization of the agricultural industry structure have conditions of β convergence in all regions. Therefore, it is necessary to optimize the layout of agricultural productivity, establish a cross-regional cooperation mechanism, making full use of the positive spatial spillover effects between regions, and coordinately improve the level of optimization and upgrading of the agricultural industrial structure in various regions.

Key Words: agricultural industry structure; spatial heterogeneity; regional cooperation; convergence