

引用格式：

张改清, 刘铄. 黄河流域农业现代化水平时空演化及障碍因素解析 [J]. 农业现代化研究, 2023, 44(4): 624-634.

Zhang G Q, Liu S. The analysis of the spatiotemporal evolution and the constraint factors of the agricultural modernization level in the Yellow River Basin[J]. Research of Agricultural Modernization, 2023, 44(4): 624-634.

DOI: 10.13872/j.1000-0275.2023.0045



黄河流域农业现代化水平时空演化及障碍因素解析

张改清, 刘铄*

(河南财经政法大学工程管理与房地产学院, 河南 郑州 450046)

摘要：考量农业现代化发展水平的时空演化特征及其障碍因素，有助于推进农业高质量发展，同时有利于优化相关领域顶层设计。本文以黄河流域 9 个省区为例，运用熵值法、泰尔指数和障碍度模型，分析了黄河流域农业现代化水平时空演化特征及差异，进而探讨其障碍因素。结果表明，从黄河流域全域尺度看，其农业现代化水平在不断提高，但整体水平还处于低位。从黄河流域空间分布特征看，9 个省区农业现代化发展水平处于非均衡态势，内蒙古、山东、四川、青海和河南的发展水平较高，甘肃、陕西、山西和宁夏的发展水平相对较低，呈现出“中间低，四周高”的空间发展格局，但省区间的差距在逐渐缩小。黄河流域农业现代化发展的障碍因素主要集中在农业基础投入和农业科技及社会化服务水平，其中，单位耕地面积水资源占有量、高标准农田建设、人均耕地面积、农业社会化服务发展水平和机械化社会服务组织是多数省区共有的障碍因素。因此，提出优化农业现代化的空间布局；科学管理农业生产，提高水资源利用效率；加强高标准农田建设；促进农业规模化经营；以政策为引导，完善农业社会化服务体系；加强科技创新，提升农业机械化社会服务水平等的政策建议。

关键词：农业现代化；发展水平；时空演化；障碍因素；黄河流域

中图分类号：F303.3

文献标识码：A

文章编号：1000-0275 (2023) 04-0624-11

The analysis of the spatiotemporal evolution and the constraint factors of the agricultural modernization level in the Yellow River Basin

ZHANG Gai-qing, LIU Shuo

(College of Engineering Management and Real Estate, Henan University of Economics and Law,
Zhengzhou, Henan 450046, China)

Abstract : Examining the spatiotemporal evolution characteristics and the constraint factors of the agricultural modernization development level is helpful for promoting high-quality agricultural development and optimizing the top-level design of related fields. Taking 9 provinces in the Yellow River Basin as examples, this paper analyzed the spatiotemporal evolution characteristics and differences of the agricultural modernization level in the Yellow River Basin by the entropy method, the Theil index, and the constraint degree model. Results show that from the perspective of the entire Yellow River Basin, the level of agricultural modernization is constantly improving but still at a low level. From the perspective of the spatial distribution characteristics of the Yellow River Basin, the development level of agricultural modernization in the 9 provinces is in a non-equilibrium state, with Inner Mongolia, Shandong, Sichuan, Qinghai, and Henan having higher development levels, and Gansu, Shaanxi, Shanxi, and Ningxia relatively lower levels, forming a spatial development pattern of “low in the middle, high around”. But the gaps among provinces are gradually narrowing. The constraint factors to the development of agricultural modernization in the Yellow River Basin are mainly concentrated in agricultural basic input and the level of agricultural technology and socialized services. Among them, water resources per unit of farmland, construction of high-standard farmland, per capita farmland, the level of development of agricultural socialized services, and the organization of mechanized social services are common constraint factors in most provinces. Therefore, this paper suggests: 1) to optimize the spatial layout of agricultural modernization; 2) to manage agricultural production scientifically to improve water resource utilization efficiency; 3) to strengthen high-standard farmland construction; 4) to promote agricultural scale management; 5) to improve agricultural

基金项目：河南省软科学研究计划项目 (222400410110)；国家社会科学基金项目 (21BJY186)。

作者简介：张改清 (1970—)，女，山西孟县人，博士，教授，硕士生导师，主要从事农业技术经济研究，E-mail: 20100846@huel.edu.cn；

通信作者：刘铄 (1998—)，男，河南商丘人，硕士研究生，主要从事农业技术经济研究，E-mail: lius662@163.com。

收稿日期：2023-01-09；**接受日期：**2023-05-18

Foundation item: Henan Soft Science Research Program (222400410110); National Social Science Foundation of China (21BJY186).

Corresponding author: LIU Shuo, E-mail: lius662@163.com.

Received 9 January, 2023; **Accepted** 18 May, 2023

socialized service system under policy guidance; and 6) to strengthen technological innovation and improve the level of socialized services for agricultural mechanization.

Key words : agricultural modernization; development level; spatiotemporal evolution; constraint factors; Yellow River Basin

农业现代化是中国式现代化发展新道路的重要构成^[1],是农业高质量发展的重要保障。党的十八大报告明确将农业现代化与工业化、信息化、城镇化同步发展上升到国家战略高度,为我国农业现代化发展提供了坚实的政策支持。然而,在“四化”发展进程中,农业现代化发展水平相对滞后,处于薄弱环节^[2-3]。在此背景下,党的二十大报告中强调要“坚持农业农村优先发展,加快建设农业强国”,而农业现代化正是推进建设农业强国的重要路径。黄河流域作为我国重要的农产品主要产区,推进其农业现代化高质量发展,是确保粮食等重要农产品供给的有力保障。因此,在黄河流域生态保护和高质量发展上升为国家战略的背景下,研究黄河流域农业现代化发展水平的时空演化特征及其障碍因素,对加快建设农业强国,探索中国式农业现代化发展道路具有重要意义。

梳理相关文献发现,关于农业现代化发展水平的研究主要集中在以下3个方面:1) 测评方法。已有对农业现代化测评的方法有 TOPSIS 法^[4]、熵权法^[5]、数据包络分析法^[6]、多指标综合测度法^[7]等,其中多指标综合测度法的认可度较高且应用较为广泛。2) 指标体系的构建。对于农业现代化水平的评价指标体系尚未达成一致,其中具有代表性的两种为:一是从投入、产出、社会、生态等维度构建指标体系,如常艳花等^[2]从农业投入、农业产出、农村社会发展、农业生态4个维度构建指标体系,测度31个省份的农业现代化发展水平;二是从生产、产业、经营管理、生态等维度构建指标体系,如汤瑛芳等^[8]从产业体系、生产体系、经营体系、质量效益、绿色发展、支持保护6个维度构建指标体系,并对甘肃农业现代化水平进行了评价。3) 农业现代化的地区差异及障碍因素。地区差异集中在省份和省内之间的比较,如陈江涛等^[9]从省级层面研究发现我国农业现代化发展水平具有明显的空间集聚效应,东部和中部的农业现代化水平高于西部地区;安晓宁和辛岭^[10]研究发现我国省份之间的农业现代化水平有一定的提升,但发展水平与提升速度存在差异。同时,还有一些学者对省内的差异特征以及障碍因子进行了分析,如李梦洁等^[11]研究发现山东省的农业现代化水平在市域层面上具有空间正相关,鲁东和鲁中比鲁西南地区发展快,其中农业科技成果和农产品加工企业数量成为其农业现代化

发展的主要障碍因素;杨华等^[12]认为陕西省农业现代化水平呈现“中部高,南北低”的时空分布格局,且其空间格局的流域特征明显,渭河和洛河流域是农业现代化发展的核心区,而设施农业发展水平、劳均经济作物产出和畜产品产出水平是影响陕西省农业现代化发展的主要障碍因素。

综上所述,现有文献对农业现代化水平的测评方法与指标构建进行了大量的研究,而对区域农业现代化水平时空演进差异及障碍因素研究还缺乏深度解构,尤其对黄河流域的研究较少。事实上,在黄河流域作为“国家生态安全的重要屏障和高质量发展的重要实验区”上升至国家战略的背景下,探究黄河流域的农业现代化发展水平及其障碍因素,不仅可以为农业高质量发展提供思路,也为化解生态保护与保障农产品供给之间矛盾突出地区提供决策依据。为此,本文以黄河流域9个省区为研究对象,从农业基础投入、农业产出、农业生产效率、农业科技及社会化服务水平、农业绿色生态发展水平5个维度出发,运用熵值法对2009—2020年黄河流域的农业现代化水平进行测度,利用泰尔指数,分析区域内农业现代化的差异特征,并通过障碍度模型探究其障碍因素,以期为黄河流域农业现代化的空间规划、区域协调发展提供参考借鉴。

1 研究区域与研究方法

1.1 研究区域概况

黄河流域流经青海、四川、甘肃、宁夏、内蒙古、陕西、山西、河南和山东9个省区,横跨4个粮食主产区,其农业资源丰富、农业总产值占全国的1/3,是我国农产品的主要产区。随着黄河流域生态保护和高质量发展上升为国家战略,该地区农业现代化发展已成为国家战略支撑的重中之重。目前,黄河流域的农业现代化水平正在不断提高,但由于该地区水资源紧缺、水土流失严重、化肥与农药施用过量、农业基础设施落后等问题仍旧突出,且存在时空分布不均等现象,一定程度上阻碍了该地区农业现代化的可持续发展。

1.2 指标体系构建

农业现代化是一个动态的过程,在不同的发展阶段表现出不同的内涵特征,新发展阶段下的现代化农业是在能够保障国家粮食安全的基础上,现代种植业、畜牧业、水产业等充分发展,设施与装备

化水平高、可持续性强的农业^[13]。在构建农业现代化指标体系时,需要综合考虑指标的代表性、可比性和可获性,并结合黄河流域的特征。基于以上分析,本文借鉴已有的相关研究^[14-16],从农业基础投入、农业产出、农业生产效率、农业科技及社会化服务水平、农业绿色生态发展水平 5 个维度,构建了由 22 个具体指标组成的评价体系(表 1)。

1) 农业基础投入。增加农业投入是保障农业增长的重要手段,农业投入要素的数量与结构影响着农业增长的方式和速度^[17]。在保障国家粮食安全的战略下,优化农业投入有着重要的意义。在构建农业基础投入的指标时,为衡量政府对农业的支持力度,选取了农林水事务支出比重和高标准农田建设两个指标。考虑到耕地面积的重要性,选取了人均耕地面积作为反映农业生产基本条件的指标。用单位耕地面积水资源占有量来衡量农业水资源禀赋情况。此外,用粮食播种面积占农作物总播种面积的比重反映农业结构调整程度。

2) 农业产出。保障农产品的有效供给是农业现代化发展的目标之一^[18],也是国家粮食安全战略的重要组成部分。农业产出是农业生产的最终结果,反映了农业生产能力,因此,选取人均农业产值、

人均粮食产量、蔬菜单产和人均肉类产量 4 个指标作为反映农业产出水平的重要评价指标。

3) 农业生产效率。农业生产率的提高是农业现代化的前提条件^[19],现代化的农业需具备高效的生产能力,能够充分利用农业生产要素,实现农业产出的稳定增长。为反映农业生产效率的水平,本文选用了农业产出增长率、土地生产率、农业劳动生产率和农机生产率 4 个指标。这些指标可以全面、客观地评估农业生产效率的提高情况,为构建科学合理的农业现代化评价体系提供重要的参考依据。

4) 农业科技及社会化服务水平。农业现代化是一个逐步演进的过程,在这个过程中,农业机械化是农业现代化的基础。科技的发展为农业现代化提供先进的农业机械,并在产前、产中和产后的各个环节中使用机械作业^[20],以降低劳动者的体力劳动。此外,互联网在农业方面的应用拓宽了农业经营的流通渠道,推动传统农业向信息化、智能化农业转型^[21]。因此,选取机械化水平和农业信息化用于反映农业科技水平。农业机械化社会服务组织和农业服务业的发展能够提高农业综合生产能力和劳动生产率,基于此,用农业机械化社会服务组织和农林牧渔服务业的产值占农林牧渔总产值的比重来

表 1 农业现代化评价指标体系

Table 1 Evaluation index system of agricultural modernization

准则层	指标层	指标含义层	属性	权重
农业基础投入 (0.369)	A1 农林水事务支出比重	农林水事务支出 / 财政一般预算支出 (%)	+	0.026
	A2 高标准农田建设	高标准农田建设面积 (hm ²)	+	0.088
	A3 人均耕地面积	耕地面积 / 农村人口 (hm ² / 人)	+	0.065
	A4 单位耕地面积水资源占有量	水资源总量 / 耕地面积 (万 m ³ / hm ²)	+	0.168
	A5 农业结构调整	粮食播种面积 / 农作物总播种面积 (%)	+	0.022
农业产出 (0.167)	A6 人均农业产值	农林牧渔总产值 / 农村人口 (万元 / 人)	+	0.043
	A7 人均粮食产量	粮食产量 / 农村人口 (t / 人)	+	0.064
	A8 蔬菜单产	蔬菜总产量 / 种植面积 (t / hm ²)	+	0.013
	A9 人均肉类产量	肉类总产量 / 农村人口 (kg / 人)	+	0.047
农业生产效率 (0.095)	A10 农业产出增长率	(当年农业产值 - 上年农业产值) / 上年农业产值 (%)	+	0.008
	A11 土地生产率	粮食产量 / 粮食播种面积 (t / hm ²)	+	0.023
	A12 农业劳动生产率	第一产业增加值 / 第一产业就业人数 (万元 / 人)	+	0.023
	A13 农机生产率	第一产业增加值 / 农业机械总动力 (万元 / kW)	+	0.041
农业科技及社会 化服务水平 (0.247)	A14 机械化水平	农业机械总动力 / 耕地面积 (kW / hm ²)	+	0.054
	A15 农业信息化	农村互联网接用户数 / 农村用户数 (%)	+	0.050
	A16 农业社会化服务发展水平	农林牧渔服务业产值 / 农林牧渔业总产值 (%)	+	0.060
	A17 机械化社会服务组织	农业机械化社会服务组织 (个)	+	0.082
农业绿色生 态发展水平 (0.123)	A18 化肥利用水平	化肥使用量 / 耕地面积 (t / hm ²)	-	0.034
	A19 农药利用水平	农药使用量 / 耕地面积 (t / hm ²)	-	0.018
	A20 节水灌溉水平	节水灌溉面积 / 有效灌溉面积 (%)	+	0.017
	A21 抗灾能力	1 - (成灾面积 / 受灾面积) (%)	+	0.014
	A22 水土流失治理水平	水土流失治理面积 (hm ²)	+	0.039

注: 第一列括号内为准则层权重。

反映农业社会化服务水平。

5) 农业绿色生态发展水平。农业绿色生态发展是农业现代化的必由之路, 与新发展理念相契合。在黄河流域这样生态环境脆弱的地区, 为反映农业生态保护水平, 可选取化肥利用水平、农药利用水平、节水灌溉水平、水土流失治理水平、退耕还林面积和轮耕休作规模等指标, 然而退耕还林面积和轮耕休作规模的数据存在严重缺失, 最终选定的指标为化肥利用水平、农药利用水平、节水灌溉水平、抗灾能力和水土流失治理水平 5 个指标。

1.3 农业现代化水平计算方法

指标权重的科学性是衡量研究结果是否可信的重要组成部分, 为确保权重计算的客观性, 本文参考了李英杰和韩平^[22]、肖露等^[23]的研究, 采用熵值法进行指标权重计算, 以避免主观因素对计算结果的影响。在进行熵值法计算之前, 使用极差化法消除各指标之间量纲的影响, 将各指标数据值规范化为 0~1 之间的数值。之后, 运用多目标线性加权的方法计算农业现代化水平指数, 具体计算公式为:

$$Y = \sum_{j=1}^n w_j x_j \quad (1)$$

式中: Y 代表农业现代化水平指数; w_j 为第 j 个指标的权重, x_j 为第 j 个指标标准化后的值。

本文参考辛岭和蒋和平^[24]对农业现代化发展阶段划分的研究, 将农业现代化发展水平划分为起步阶段 ($Y < 0.4$)、发展阶段 ($0.4 \leq Y \leq 0.8$) 和成熟阶段 ($Y > 0.8$) 三个阶段。同时, 为进一步研究每个阶段省区之间农业现代化水平的差异, 参考武增海和李涛^[25]的研究, 引用自然断点法作进一步分析。自然断点法是指通过给定的分级数, 计算出断点数据, 使得每一级别中的差异最小, 级别间的差异最大。

1.4 泰尔指数分析法

泰尔指数被广泛应用于衡量经济和社会等方面的不平等^[26], 通过对泰尔指数的测算可以直观地分析地区差异, 同时能够将总体差异进一步分解为区域间差异和区域内差异。本文参考王军等^[27]的研究, 采用泰尔指数分析黄河流域区域间和区域内农业现代化水平的差异, 具体计算方法为:

$$T = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{Y_i}{y} \log \frac{Y_i}{y} = T_b + T_w \quad (2)$$

$$T_b = \sum_{k=1}^K y_k \log \frac{y_k}{n/n} \quad (3)$$

$$T_w = \sum_{k=1}^K y_k \left(\sum_{i \in g_k} \frac{y_i}{y_k} \log \frac{y_i/y_k}{1/n_k} \right) \quad (4)$$

式中: T 代表农业现代化水平的泰尔指数值, 取值范围在 0~1 之间; Y_i 代表第 i 个省区的农业现代化水平指数; y 表示黄河流域农业现代化水平的平均值; n 表示黄河流域的省区数量; 将 n 个省区分为 K 个子区域, 设第 K 个子区域 g_k 中包含 n_k 个省区, y_i 和 y_k 分别表示第 i 个省区和第 k 个子区域的发展水平指数占流域总值的比重; T_b 和 T_w 分别表示农业现代化区域间和区域内的差异。

1.5 障碍度模型

本文参考肖露等^[23]和陈强强等^[28]的研究, 将障碍度模型引入农业现代化水平的综合评价中, 用以探究黄河流域农业现代化发展水平的阻碍因素。具体计算方法为:

$$S_{ij} = 1 - x_{ij} \quad (5)$$

$$U_{ij} = W_i \times w_{ij} \quad (6)$$

$$O_{ij} = S_{ij} U_{ij} / \sum_{i,j=1}^n S_{ij} U_{ij} \quad (7)$$

式中: S_{ij} 为引入指标偏离度 (1 与标准值的差); U_{ij} 为因子贡献度; W_i 表示第 i 个准则层的权重; O_{ij} 表示个体指标对总目标的障碍度。

1.6 数据来源

本文以 2009—2020 年黄河流域 9 个省区面板数据为研究样本, 分为上游、中游和下游。上游包括青海、四川、甘肃和宁夏; 中游包括内蒙古、陕西和山西; 下游包括河南和山东。数据主要来源于《中国统计年鉴》《中国农村统计年鉴》《中国农业机械工业年鉴》《中国农业统计资料》《中国第三产业统计年鉴》《中国水利统计年鉴》《中国住户调查年鉴》《中国财政年鉴》和国家统计局及黄河流域各省区统计年鉴, 其中个别缺失值采用临近平均值和插值法填补。

2 结果与分析

2.1 黄河流域农业现代化综合发展水平分析

分析结果显示, 黄河流域的农业现代化水平指数呈现上升趋势, 从 2009 年的 0.226 上升至 2020 年的 0.402 (图 1), 农业现代化水平指数增幅显著, 年均增长率为 5.38%。2012—2020 年间, 农业现代化水平指数相较 2012 年之前呈现较快的增长趋势, 这得益于“四化同步”发展战略的提出, 该战略明

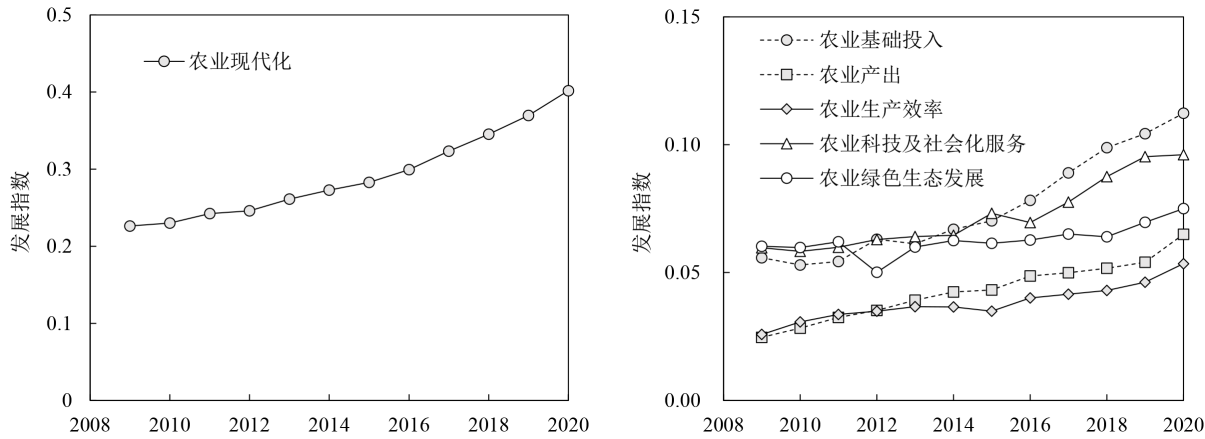


图 1 2009—2020 年黄河流域农业现代化和各准则层发展水平

Fig. 1 Development level of agricultural modernization and various standards in the Yellow River Basin from 2009 to 2020

确了加快发展农业现代化的重要性，并通过一系列政策促进了农业现代化的发展，如坚持工业反哺农业、城市支持农村等。从农业现代化发展水平指数可知，黄河流域的农业现代化水平处于稳定增长态势，农业生产经营从传统的分散、粗放式向着机械化、集约化和高效化方向转变。截止到 2020 年，农业现代化的综合指数低于 0.5，表明黄河流域的农业现代化水平尚处于发展阶段，有进一步提升的空间。因此，农业现代化的理念仍需进一步融入顶层设计和基层治理中。

从准则层来看，2009—2020 年期间，农业基础投入、农业产出、农业生产效率、农业科技及社会化服务水平和农业绿色生态发展水平都有不同程度的提升。其中，农业基础投入的提升幅度最大，得益于政府政策倾斜和对农业发展的高度重视，促使土地、资金和技术等要素投入增加，农业基础投入指数从 2009 年的 0.056 和上升到 2020 年的 0.112，

提升了 0.056。特别是，在政策支持下，2014 年以后农业基础投入指数呈现显著的增长态势，并且同农业科技及社会化服务水平指数处于领先地位。农业绿色生态发展水平提升最小，受到化肥、农药使用和气候因素的限制，指数从 2009 年的 0.060 增长到 2020 年的 0.075，仅提升 0.015。农业产出和农业生产效率指数一直处于落后的局面，但伴随着农业基础投入的增加和科技的进步，这两项指数增长较快，呈现追赶之势。

2.2 黄河流域各省区发展水平态势分析

从整体上来看，9 个省区的农业现代化水平虽然在个别年份出现略微的下降，但总体趋势是上升的（表 2），农业现代化水平有显著的提高。陈江涛等^[9]通过研究 31 个省份之间的农业现代化发展水平，发现内蒙古因为气候、地形等因素，其农业现代化发展水平不及山东、河南和四川。然而，本研究因为指标体系的不同，结果显示内蒙古的农业现

表 2 黄河流域 9 个省区农业现代化发展水平测评结果

Table 2 Evaluation results of agricultural modernization development level in 9 provinces of the Yellow River Basin

流域	省区	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	年均增长率 (%)
上游	青海	0.287	0.261	0.265	0.284	0.263	0.295	0.254	0.271	0.307	0.361	0.392	0.443	4.51
	四川	0.289	0.296	0.309	0.325	0.337	0.329	0.348	0.366	0.380	0.407	0.433	0.462	4.40
	甘肃	0.211	0.203	0.213	0.210	0.229	0.224	0.235	0.257	0.286	0.285	0.301	0.345	4.73
	宁夏	0.155	0.166	0.173	0.168	0.179	0.191	0.194	0.206	0.224	0.260	0.274	0.306	6.46
	均值	0.236	0.231	0.240	0.247	0.252	0.260	0.258	0.275	0.299	0.328	0.350	0.389	4.75
中游	内蒙古	0.251	0.269	0.300	0.308	0.359	0.375	0.405	0.425	0.447	0.483	0.515	0.539	7.25
	陕西	0.189	0.203	0.218	0.204	0.218	0.224	0.233	0.256	0.271	0.277	0.309	0.328	5.25
	山西	0.175	0.171	0.189	0.178	0.200	0.216	0.218	0.238	0.251	0.256	0.271	0.292	4.90
	均值	0.205	0.215	0.236	0.230	0.259	0.272	0.285	0.306	0.323	0.338	0.365	0.386	5.99
下游	河南	0.228	0.231	0.222	0.236	0.245	0.271	0.293	0.303	0.332	0.349	0.383	0.420	5.82
	山东	0.252	0.271	0.294	0.301	0.322	0.332	0.369	0.372	0.411	0.430	0.448	0.480	6.09
	均值	0.240	0.251	0.258	0.269	0.283	0.301	0.331	0.338	0.371	0.390	0.416	0.450	5.92
整体	均值	0.226	0.230	0.243	0.246	0.261	0.273	0.283	0.299	0.323	0.345	0.370	0.402	5.38

代化水平较高,处于领先地位,其后依次是山东、四川、青海和河南,而甘肃、陕西、山西和宁夏的农业现代化发展水平相对落后,低于黄河流域的平均水平。

从年均增长率来看,虽然宁夏的农业现代化发展水平较低,但其年均增长率较高,远远大于黄河流域的平均增长速率,具有明显的追赶趋势。原因在于:前期宁夏的农业现代化基础薄弱,在国家政策的支持下,结合自身优势形成了中宁枸杞、西吉马铃薯等一批专业化与集中化程度较高的特色产业,从而形成了产业集聚^[29]。内蒙古、山东和河南年均增长率处于前列,高于黄河流域的平均水平。结合农业现代化水平的分布情况发现,四川和青海虽然农业现代化水平较高,但其发展增速相对较慢,缺乏后续动力,急需改变落后的生产经营方式,采用更加现代化的模式,为农业现代化发展增添新动力。此外,值得注意的是,山西和甘肃的农业现代化发展水平和年均增长率都在平均水平以下,处于落后地位。这是由于甘肃和山西地区干旱缺水、自然灾害频发,同时,山西作为能源输出大省,植被破坏严重,导致水土流失、土壤贫瘠,进而使得产出水平低,不利于农业的发展。综上所述,要努力提高落后地区的发展水平,缩小省区之间的差距,促进农业现代化水平协调发展仍是当务之急。

2.3 黄河流域农业现代化发展的空间变化分析

黄河流域的大多数省区处于起步、发展阶段,为了更好地分析9个省区农业现代化的空间分布特征,运用自然断点法,将黄河流域9个省区的农业现代化发展水平划分为高值区(0.369, 0.539]、中高值区(0.254, 0.369]、中值区(0.194, 0.254]和低值区(0.155, 0.194]四个等级,利用 ArcGis 10.8 软件

进行空间可视化。

结果显示,黄河流域9个省区的农业现代水平在空间上呈现发展不平衡的现象(图2)。这一研究结果与杜宇能等^[30]研究30个省份农业现代化水平的结果相一致,均表明我国农业现代化存在区域发展不平衡的现象。研究期间,黄河流域的农业现代化发展水平在空间上大致呈现出四周相对较高、中部相对较低的局面。从发展水平较高省区的分布来看,与粮食主产区的分布有较高的契合性,其中尤以内蒙古和山东的农业现代化水平最高。而农业现代化发展水平相对较低的省区主要分布在黄土高原地区。

结合表2中的结果,从上、中、下游区域来看,黄河流域的农业现代化水平在区域间与区域内均存在不平衡现象。下游地区依托自然资源、区位和经济等方面的优势,其农业现代化水平处于领先地位,与中上游总体上有较大的差距。上游地区由于其农业基础和资源禀赋的限制,农业现代化发展水平较低。从区域内部分析,上游地区中四川和青海的农业现代化水平始终领先于宁夏和甘肃。中游地区虽然整体上落后于下游地区,但内蒙古作为黄河流域内的“领头羊”,在2009—2020年间,其农业现代化水平高于陕西和山西。在下游地区,山东的农业现代化水平始终高于河南。因此,黄河流域农业现代化发展不平衡不是局部的,而是整体的。在乡村振兴和共同富裕的背景下,如何促进省区和区域间农业现代化的协调发展,是必须要解决的难题。

2.4 农业现代化水平解构分析

表3是2020年黄河流域9个省区农业现代化水平准则层的指数和排名,分为5个维度,以此来探究9个省区农业现代化的优势所在和不足之处。

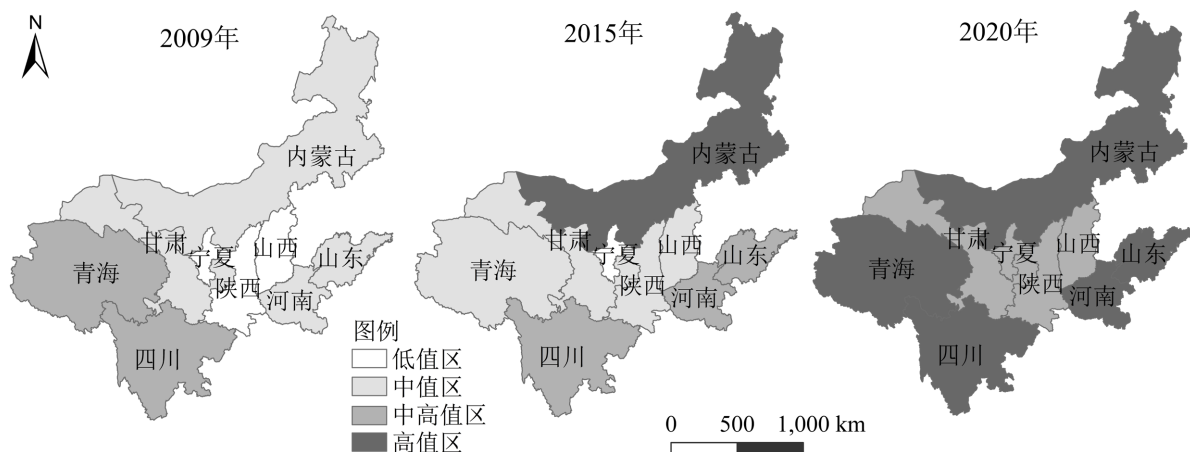


图2 黄河流域农业现代化发展水平空间分布图

Fig. 2 Spatial distribution map of the agricultural modernization development level in the Yellow River Basin

表 3 2020 年农业现代化水平准则层排名
Table 3 Ranking of criterion layer of the agricultural modernization level in 2020

流域	省区	农业基础投入		农业产出		农业生产效率		农业科技及社会化服务水平		农业绿色生态发展水平	
		指数	排名	指数	排名	指数	排名	指数	排名	指数	排名
上游	青海	0.207	1	0.044	7	0.050	7	0.066	7	0.076	5
	四川	0.121	3	0.057	5	0.079	1	0.119	3	0.087	3
	甘肃	0.083	6	0.039	8	0.034	9	0.095	4	0.095	2
	宁夏	0.062	9	0.065	3	0.054	5	0.071	6	0.054	8
中游	内蒙古	0.182	2	0.163	1	0.052	6	0.031	9	0.111	1
	陕西	0.072	7	0.045	6	0.060	2	0.079	5	0.072	6
	山西	0.070	8	0.037	9	0.039	8	0.064	8	0.082	4
下游	河南	0.116	4	0.058	4	0.059	3	0.145	2	0.041	9
	山东	0.097	5	0.076	2	0.055	4	0.195	1	0.057	7
整体	均值	0.112		0.065		0.053		0.096		0.075	

从农业基础投入的排名中可以看出,青海、内蒙古和四川处于领先地位,回溯指标层的数据可知,内蒙古的优势主要在于高标准农田建设面积和人均耕地面积较高,而青海和四川的优势在于单位耕地面积水资源占有量。例如,青海耕地面积水资源占有量达到 $17.35 \text{ 万 m}^3/\text{hm}^2$,远远大于排名较低的宁夏 ($900 \text{ m}^3/\text{hm}^2$) 和山西 ($3\,000 \text{ m}^3/\text{hm}^2$)。

相对于农业基础投入,农业产出的排名发生了变化,其中变化较大的有青海和宁夏。青海从农业基础投入的排名第 1 跌落至农业产出的第 7,其劣势表现在人均粮食产量和蔬菜单产方面,而宁夏从农业基础投入的排名第 9 上升至农业产出的第 3,其优势在于人均农业产值。内蒙古依然处于领先地位,这主要是由于内蒙古人均肉类产量高,2020 年达到 111.53 kg/人 ,比排名第二的山东 (71.62 kg/人) 高出 39.91 kg/人 。山东的优势在于蔬菜单产和人均肉类产量,其蔬菜和肉类总产量居全国首位。相比之下,山西和甘肃的人均粮食产量和人均肉类产量均较低,因此排名较为落后。

从农业生产效率来看,内蒙古从农业产出的排名第 1 跌落至农业生产效率的第 6。这是因为内蒙古的农业产出增长率和农机生产率较低。相比之下,四川和陕西的农业产出排名分别为第 5 和第 6,但农业生产效率排名分别为第 1 和第 2。回溯指标层的数据表明,四川主要优势在于土地生产率和农机生产率发展水平较高,而陕西在“十二五”以来大力发展农机现代化,农机装备水平得到大幅提升,农机生产率也因此较高。相比流域内的其他省区,甘肃的主要短板在于土地生产率水平和农业劳动生产率水平较低,这与汤瑛芳等^[8]通过对甘肃农业现代化的研究得出的结论一致。山西的主要劣势在于农业劳动生产率方面。

从农业科技及社会化服务水平的排名中可以看出,其发展水平较高的地区与粮食主产区的分布有着较高的契合性。排名领先的山东、河南和四川均为我国重要的粮食主产区,相比之下,这些省区投入较高的农业机械和社会化服务资源。而青海和山西在社会化服务方面的发展较为欠缺,内蒙古则在农业信息化方面较落后。

对于农业绿色生态发展水平指数,内蒙古和甘肃绿色化水平较高。内蒙古从 2015 年开始积极发展节水农业,落实严格的水资源管理制度,并推进高标准农田建设,使得其在节水灌溉水平和水土流失治理面积方面发展较快。甘肃近年来致力于推进农业绿色发展技术、开展统筹防治和采取农药化肥减量施用等措施,使得在化肥、农药和水土流失治理等方面发展水平较高。相较之下,河南、宁夏和山东在这些方面发展较为落后。

2.5 农业现代化水平差异分析

将黄河流域划分为上、中、下游三个子区域,利用泰尔指数量化分析黄河流域农业现代化水平的差异程度。研究期间,黄河流域的总体差异和区域内差异指数呈现上下波动式变化,但近年来,其下降态势明显(图 3),这表明在国家宏观调控的规划下,黄河流域农业现代化发展水平的地区差异在逐渐缩小,但仍需要继续优化顶层设计,促进地区之间的协调发展。

区域间和区域内的泰尔指数结果表明,区域内的农业现代化差异是导致黄河流域总体差异的主要来源(图 3),主要表现在中上游地区。以中游地区为例,内蒙古的农业现代化水平明显高于陕西和山西。区域间差异在 2011—2015 年间呈增长趋势,但自 2015 年以来下降趋势明显,说明近年来黄河流域上、中、下游间的农业现代化水平差距正在逐渐

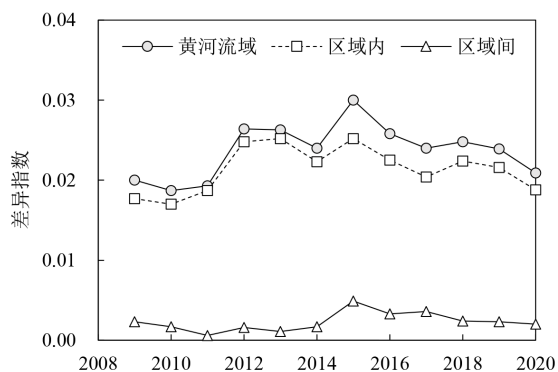


图3 黄河流域农业现代化水平的泰尔指数演进趋势

Fig. 3 Evolution trend of the Theil index for the level of modernization of agriculture in the Yellow River Basin

缩小，区域协调发展的政策已有成效。

2.6 农业现代化发展的障碍因素分析

利用障碍度模型测算 2009—2020 年 9 个省区农业现代化准则层的障碍度。结果显示，障碍因素由大到小依次为：农业基础投入 > 农业科技及社会化服务水平 > 农业产出 > 农业绿色生态发展水平 > 农业生产效率。为进一步剖析 9 个省区农业现代化发展障碍因素的差异，根据 2009—2020 年 9 个省区的 22 个评价指标的平均障碍度排序，筛选出前四位的障碍因素（表 4）。

9 个省区农业现代化发展的主要阻碍因素有很大的相似之处，但各主要障碍因素对不同省区的约束性存在差异。其中，A4 单位耕地面积水资源占有量、A2 高标准农田建设、A3 人均耕地面积、A16 农业社会化服务发展水平和 A17 机械化社会服务组织是多数省区共有的主要障碍因素（表 4）。由此可见，黄河流域指标层的障碍因素主要集中在农业基础投入和农业科技及社会化服务水平。由于黄河流域水资源总量短缺，仅占全国总量的 2.6%，而农业的发展需要丰富的水资源，因此造成水资源供

给与需求的矛盾，水资源短缺的压力依然是黄河流域最大的刚性约束。白芳芳等^[31]通过对黄河流域农业水资源利用的研究同样发现水资源禀赋是该地区农业发展的主要障碍因素。

由于黄河流域自然因素的限制和经济发展水平较低，该地区的高标准农田建设、人均耕地面积、农业社会化服务发展水平和机械化社会服务组织发展较为落后，难以满足农业发展的需要。然而，不同省区之间也存在差异。回溯指标含义层的数据可知，青海和宁夏的人均耕地面积较低是由于总体耕地面积少，而河南和山东则是由于农村人口较多导致人均耕地面积较少，这间接揭示了耕地规模化经营是提高黄河流域农业现代化水平的有效途径。青海、甘肃、内蒙古、宁夏和山西的主要障碍因素都有 A17 机械化社会服务组织，主要原因在于社会经济发展水平较低。具有相同障碍因素的陕西，作为西北地区经济发展的“领跑者”，电子信息、航空航天等高新技术产业实力雄厚，却对农业基础设施和社会服务体系投入不足，农业服务的发展相对落后，陕西应该依靠科技优势发展特色农业，促进农业现代化发展。此外，青海、四川、内蒙古、河南和山东的主要障碍因素都有 A16 农业社会化服务发展水平。对于青海和内蒙古来说，落后的经济发展水平是农业社会化服务水平较低的原因所在。四川、河南和山东则是由于传统低附加值的农业服务业较多，现代的农业服务则相对匮乏。

3 结论与政策建议

3.1 结论

研究表明，2009—2020 年黄河流域 9 个省区农业现代化水平在农业基础投入、农业产出、农业生产效率、农业科技及社会化服务水平、农业绿色生

表4 黄河流域9个省区农业现代化指标层障碍因素及障碍度均值(%)

Table 4 Constraint factors and the mean constraint degree of the agricultural modernization index in 9 provinces in the Yellow River Basin (%)

省区	第一障碍因素		第二障碍因素		第三障碍因素		第四障碍因素	
	指标	均值	指标	均值	指标	均值	指标	均值
青海	A2	17.74	A3	13.41	A17	11.71	A16	8.68
四川	A4	25.95	A2	14.18	A3	13.40	A16	8.20
甘肃	A4	30.92	A2	14.83	A3	10.07	A17	9.16
宁夏	A4	30.23	A2	14.43	A17	9.78	A3	8.72
内蒙古	A4	36.94	A2	11.25	A17	11.09	A16	9.01
陕西	A4	28.95	A2	13.91	A3	10.91	A17	9.33
山西	A4	30.29	A2	14.17	A3	10.50	A17	8.28
河南	A4	33.59	A3	12.44	A2	9.33	A16	6.00
山东	A4	35.86	A3	12.98	A2	12.32	A16	5.82

态发展水平都有所提高,但总体上发展水平还处于低位,尚处于发展阶段,与农业现代化的目标还有一定差距。黄河流域上、中、下游之间和省区之间的农业现代化水平发展不平衡,呈现出“中间低,四周高”的空间发展格局。这说明在农业现代化进程中,地区之间自然禀赋的差异使得发展水平存在差距,应该结合地区优势,促进农业现代化协调发展。此外,近些年随着社会经济的发展,省区间、上中下游之间的差异正在逐渐缩小,说明国家宏观政策的统筹规划及分区实施,持续推进了黄河流域农业现代化的协调化发展,同时也表明了优化顶层设计的必要性。

目前黄河流域的农业基础投入和农业科技及社会化服务水平是其农业现代化发展的主要短板,主要体现在单位耕地面积水资源占有量、高标准农田建设、人均耕地面积、农业社会化服务发展水平和机械化社会服务组织方面,根源在于自然资源禀赋的限制和经济发展水平的落后。因此,需要采取针对性措施,以提高农业现代化水平为目标,加快补齐短板,推进黄河流域农业现代化的进程。

本文从省区层面研究黄河流域的农业现代化发展水平及差异特征,但省内之间也有较大的差异,同时农业现代化的内涵会随时代发展而不断变化。因此,未来可以从市域和县级层面出发,科学合理完善指标体系,深入研究黄河流域在市域和县级层面的农业现代化水平状况,为推进农业现代化提供新视角和新方案。

3.2 政策建议

1) 优化黄河流域农业现代化的空间布局,促进区域协调发展。要推进农业现代化快速、均衡发展,注重提高低水平地区的发展水平,在政策、资金和人才等方面进行合理倾斜。同时,需要进一步打破省区之间的农业现代化要素流动“壁垒”,形成联动机制。在实践中,可以通过优化农业结构、推进现代化农业技术、完善基础设施建设等多种措施,促进黄河流域农业现代化协调发展。

2) 科学管理农业生产,提高水资源利用效率。首先,可以调整农作物种植结构,鼓励农户种植旱作低耗水、附加值高的农作物。其次,培育新型职业农民,并对农业生产活动进行科学管理。同时,应完善农业配套的服务,逐步改善农业生产条件,建设高效灌溉系统,利用现代科技手段提升水利设施的效益。

3) 加强高标准农田建设,推动农业高质量发展。一方面要完善高标准农田建设的相关政策和法

规,健全高标准农田建设的运行机制,通过立法的方式进行宏观管控。另一方面要增加资金投入,引导社会资本共同推动高标准农田建设的有序发展,形成以高标准农田建设为目标、政府引导、社会参与的运行机制,实现农业现代化和可持续发展的良性循环。

4) 推进土地流转,促进农业规模化经营。各地政府应完善鼓励土地流转的政策法规,引导农民自愿流转土地,保障土地流转的合法权益。此外,应建立健全土地流转市场,通过建设土地信息管理平台等手段,实现全面、准确、及时地收集和共享土地信息,吸引农民和企业的参与,进一步推进土地规模化经营,提高农业生产效益。

5) 以政策为引导,完善农业社会化服务体系。一方面政府应制定有利于农业社会化服务发展的政策和法规,促进社会资本参与农业社会化服务。另一方面应加强对农业社会化服务组织的管理和监督,提高服务质量,保障农民合法权益。要注重发挥互联网在农业社会化服务中的作用,完善农业社会化服务体系。

6) 加强科技创新,提升农业机械化社会服务水平。首先,应注重农业科技的创新,提高农业机械设备的运转效率,进一步提升农业机械化社会服务组织的服务质量。其次,应促进地区之间的联系,推广“互联网+农业”模式,强化农业信息化与智能化,拓展农业机械化社会服务组织的服务范围,促进农业大型机械的跨区流动。

参考文献:

- [1] 杨志良. 中国式农业现代化的百年探索、理论内涵与未来进路[J]. 经济学家, 2021(12): 117-124.
Yang Z L. Centennial exploration, theoretical connotation and future way of Chinese-style agricultural modernization[J]. Economist, 2021(12): 117-124.
- [2] 常艳花, 张红利, 师博, 等. 中国农业现代化发展水平的动态演进及趋势预测[J]. 经济问题, 2022(5): 82-89.
Chang Y H, Zhang H L, Shi B, et al. The dynamic evolution and trend prediction of China's agricultural modernization development level[J]. On Economic Problems, 2022(5): 82-89.
- [3] 文丰安. 乡村振兴战略背景下我国农业现代化治理的重要性及推动进路[J]. 重庆大学学报(社会科学版), 2022, 28(1): 43-53.
Wen F A. Agricultural modernization governance in the context of rural revitalization strategy: Importance and path ahead[J]. Journal of Chongqing University (Social Science Edition), 2022, 28(1): 43-53.
- [4] 刘云菲, 李红梅, 马宏阳. 中国农垦农业现代化水平评价研究——基于熵值法与TOPSIS方法[J]. 农业经济问题, 2021(2): 107-116.
Liu Y F, Li H M, Ma H Y. Evaluation of agricultural modernization

- of state farms: Based on entropy weight method and TOPSIS method[J]. *Issues in Agricultural Economy*, 2021(2): 107-116.
- [5] 刘玉洁, 吕硕, 陈洁, 等. 青藏高原农业现代化时空分异及其驱动机制[J]. *地理学报*, 2022, 77(1): 214-227.
- Liu Y J, Lü S, Chen J, et al. Spatio-temporal differentiation of agricultural modernization and its driving mechanism on the Qinghai-Tibet Plateau[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2022, 77(1): 214-227.
- [6] 田野, 黄进, 安敏. 乡村振兴战略下农业现代化发展效率评价——基于超效率 DEA 与综合熵值法的联合分析[J]. *农业经济问题*, 2021(3): 100-113.
- Tian Y, Huang J, An M. Evaluation on the efficiency of agricultural modernization under the rural revitalization strategy: Based on the combined analysis of super-efficiency DEA and comprehensive entropy method[J]. *Issues in Agricultural Economy*, 2021(3): 100-113.
- [7] 张香玲, 李小建, 朱纪广, 等. 河南省农业现代化发展水平空间分异研究[J]. *地域研究与开发*, 2017, 36(3): 142-147.
- Zhang X L, Li X J, Zhu J G, et al. Spatial distribution of agricultural modernization level in Henan Province[J]. *Areal Research and Development*, 2017, 36(3): 142-147.
- [8] 汤瑛芳, 张东伟, 乔德华, 等. 甘肃省州农业现代化发展综合评价[J]. *中国农业资源与区划*, 2020, 41(9): 198-206.
- Tang Y F, Zhang D W, Qiao D H, et al. The comprehensive evaluation on agricultural modernization of cities in Gansu Province[J]. *Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning*, 2020, 41(9): 198-206.
- [9] 陈江涛, 张巧惠, 吕建秋. 中国省域农业现代化水平评价及其影响因素的空间计量分析[J]. *中国农业资源与区划*, 2018, 39(2): 205-213.
- Chen J T, Zhang Q H, Lü J Q. Evaluation of agricultural modernization level in China's provinces and the analysis of influencing factors based on spatial econometrics[J]. *Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning*, 2018, 39(2): 205-213.
- [10] 安晓宁, 辛岭. 中国农业现代化发展的时空特征与区域非均衡性[J]. *资源科学*, 2020, 42(9): 1801-1815.
- An X N, Xin L. The spatiotemporal characteristics and regional non-equilibrium of agricultural modernization development in China[J]. *Resources Science*, 2020, 42(9): 1801-1815.
- [11] 李梦洁, 张亭好, 侯敬, 等. 山东省农业现代化发展水平时空演变及障碍因子研究[J]. *中国农业资源与区划*, 2023, 44(7): 238-247.
- Li M J, Zhang T H, Hou J, et al. Research on spatial-temporal evolution and obstacle factors of agricultural modernization development level in Shandong Province[J]. *Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning*, 2023, 44(7): 238-247.
- [12] 杨华, 芮畅, 李炬霖, 等. 陕西省农业现代化水平时空特征及障碍因素[J]. *资源科学*, 2020, 42(1): 172-183.
- Yang H, Rui Y, Li J L, et al. Spatiotemporal characteristics of agricultural modernization level and obstacles in Shanxi Province[J]. *Resources Science*, 2020, 42(1): 172-183.
- [13] 国务院发展研究中心农村经济研究部课题组. 新发展阶段农业农村现代化的内涵特征和评价体系[J]. *改革*, 2021(9): 1-15.
- Research Group of Research Department of Rural Economic, Development Research Center of the State Council. The connotation and evaluation system of agricultural and rural modernization in the new development stage[J]. *Reform*, 2021(9): 1-15.
- [14] 刘锐, 李涛, 邓辉. 甘肃省农业现代化水平时空格局与影响因素[J]. *中国农业大学学报*, 2020, 25(3): 106-116.
- Liu R, Li T, Deng H. Spatial-temporal pattern and influencing factors of agricultural modernization level in Gansu Province[J]. *Journal of China Agricultural University*, 2020, 25(3): 106-116.
- [15] 辛岭, 郝汉. 我国农业现代化发展水平评价方法研究[J]. *农业现代化研究*, 2022, 43(5): 747-758.
- Xin L, Hao H. The evaluation method of the development level of agricultural modernization in China[J]. *Research of Agricultural Modernization*, 2022, 43(5): 747-758.
- [16] 杨奇峰, 张平宇, 李静, 等. 东北地区农业现代化发展水平测度与时空演变分析[J]. *地理科学*, 2022, 42(9): 1588-1599.
- Yang Q F, Zhang P Y, Li J, et al. Development level and spatio-temporal evolution of agricultural modernization in Northeast China[J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2022, 42(9): 1588-1599.
- [17] 栗滢超, 杜如宇, 李鸣慧, 等. 农业生产投入要素与农业增长关系研究[J]. *地域研究与开发*, 2019, 38(3): 160-164.
- Li Y C, Du R Y, Li M H, et al. Relationship between input elements of agricultural production and agricultural growth[J]. *Areal Research and Development*, 2019, 38(3): 160-164.
- [18] 杜志雄, 陈文胜, 陆福兴, 等. 全面推进乡村振兴: 解读中央一号文件(笔谈)[J]. *湖南师范大学社会科学学报*, 2022, 51(3): 10-26.
- Du Z X, Chen W S, Lu F X, et al. Promoting rural revitalization in an all-round way: Interpreting the No.1 document of the central committee (written talk)[J]. *Journal of Social Science of Hunan Normal University*, 2022, 51(3): 10-26.
- [19] 李录堂, 薛继亮. 我国农业生产率与农业现代化的关系研究[J]. *东南大学学报(哲学社会科学版)*, 2009, 11(6): 15-19, 126.
- Li L T, Xue J L. Relation between agricultural productivity and agricultural modernization[J]. *Journal of Southeast University (Philosophy and Social Science)*, 2009, 11(6): 15-19, 126.
- [20] 金丽馥, 吴震东. 以农业科技现代化促进农业现代化的实践路径[J]. *排灌机械工程学报*, 2022, 40(10): 1056-1064.
- Jin L F, Wu Z D. Practical path of promoting agricultural modernization by agricultural science and technology modernization[J]. *Journal of Drainage and Irrigation Machinery Engineering*, 2022, 40(10): 1056-1064.
- [21] 李欠男, 李谷成. 互联网发展对农业全要素生产率增长的影响[J]. *华中农业大学学报(社会科学版)*, 2020(4): 71-78, 177.
- Li Q N, Li G C. The impact of internet development on agricultural total factor productivity growth[J]. *Journal of Huazhong Agricultural University (Social Sciences Edition)*, 2020(4): 71-78, 177.
- [22] 李英杰, 韩平. 中国数字经济发展综合评价与预测[J]. *统计与决策*, 2022, 38(2): 90-94.
- Li Y J, Han P. Comprehensive evaluation and prediction on China's digital economy development[J]. *Statistics & Decision*,

- 2022, 38(2): 90-94.
- [23] 肖露, 张榆琴, 李新然, 等. 欠发达地区农业农村现代化发展与阻碍因素分析——以云南省为例 [J]. 农业现代化研究, 2022, 43(5): 780-789.
- Xiao L, Zhang Y Q, Li X R, et al. Constraint factor analysis of agricultural and rural modernization in less developed areas: A case study in Yunnan Province[J]. Research of Agricultural Modernization, 2022, 43(5): 780-789.
- [24] 辛岭, 蒋和平. 我国农业现代化发展水平评价指标体系的构建和测算 [J]. 农业现代化研究, 2010, 31(6): 646-650.
- Xin L, Jiang H P. Setting up evaluation index system and calculation development level of China agricultural modernization[J]. Research of Agricultural Modernization, 2010, 31(6): 646-650.
- [25] 武增海, 李涛. 高新技术开发区综合绩效空间分布研究——基于自然断点法的分析 [J]. 统计与信息论坛, 2013, 28(3): 82-88.
- Wu Z H, Li T. The comprehensive performance evaluation of the high-tech development zone: Analysis based on the natural breakpoint method[J]. Journal of Statistics and Information, 2013, 28(3): 82-88.
- [26] Dong X M, Hao H. Would income inequality affect electricity consumption? Evidence from China[J]. Energy, 2018, 142: 215-227.
- [27] 王军, 朱杰, 罗茜. 中国数字经济发展水平及演变测度 [J]. 数量经济技术经济研究, 2021, 38(7): 26-42.
- Wang J, Zhu J, Luo X. Research on the measurement of China's digital economy development and the characteristics[J]. Journal of Quantitative & Technological Economics, 2021, 38(7): 26-42.
- [28] 陈强强, 孙小花, 吕剑平, 等. 甘肃省农业现代化水平测度及制约因子研究 [J]. 农业现代化研究, 2018, 39(3): 369-377.
- Chen Q Q, Sun X H, Lü J P, et al. Measurement of agricultural modernization level and diagnosis of restrictive factors in Gansu Province[J]. Research of Agricultural Modernization, 2018, 39(3): 369-377.
- [29] 方兴义. 宁夏农业产业集群效应测度的研究 [J]. 东北农业科学, 2021, 46(2): 87-93.
- Fang X Y. Study on the measurement of agricultural industrial cluster effect in Ningxia[J]. Journal of Northeast Agricultural Sciences, 2021, 46(2): 87-93.
- [30] 杜宇能, 潘驰宇, 宋淑芳. 中国分地区农业现代化发展程度评价——基于各省份农业统计数据 [J]. 农业技术经济, 2018(3): 79-89.
- Du Y N, Pan C Y, Song S F. Evaluation on the development degree of China's agricultural modernization—Based on the calculation and grading of agricultural statistics in different regions at provincial level[J]. Journal of Agrotechnical Economics, 2018(3): 79-89.
- [31] 白芳芳, 齐学斌, 乔冬梅, 等. 黄河流域九省区农业水资源利用效率评价和障碍因子分析 [J]. 水土保持学报, 2022, 36(3): 146-152.
- Bai F F, Qi X B, Qiao D M, et al. Evaluation of agricultural water resource utilization efficiency and obstacle factor diagnoses in nine provinces of the Yellow River Basin[J]. Journal of Soil and Water Conservation, 2022, 36(3): 146-152.

(责任编辑: 董成立)