黄河流域农业经济韧性：水平测度、时空差异与障碍因子

张永凯[1]，游美怡[2]

（1. 兰州财经大学农林经济管理学院，兰州 730020；2. 兰州财经大学经济学院，兰州 730020）

摘要：黄河流域是中国重要的农业经济地带，在农业强国建设中具有不可替代的战略地位。研究其农业经济韧性对保障国家粮食安全，推动黄河流域生态保护和高质量发展意义深远。首先从风险抵御能力、适应调整能力和重构创新能力3个方面，构建农业经济韧性测度指标体系；然后采用泰尔指数和莫兰指数，研究黄河流域农业经济韧性的时空差异；最后运用障碍度模型，分析该地区农业经济韧性的障碍因子。研究结果表明：2013—2022年黄河流域的农业经济韧性整体实现稳步上升；在空间上存在集聚效应，时空差异明显，上游地区农业经济韧性较弱，中游地区较为稳定，下游农业经济韧性较强；第一产业总产值、农业机械总动力和农林牧副渔业增加值成为黄河流域农业经济韧性发展水平最重要的障碍因子。

关键词：黄河流域；农业经济韧性；时空差异；障碍因子

中图分类号：F327 **文献标志码：**A **文章编号：**1671－1807(2026)11－0160－08

农业是国民经济的基础。然而，农业又是高度依赖自然环境的产业，干旱、洪涝、台风、冰雹等极端天气都会直接影响农业的稳定性。同时，农业政策调整也带来市场价格波动和资源配置变动，增加了农业生产经营的脆弱性和不确定性。农业经济韧性有助于发挥农业“稳定器”和“压舱石”的作用，保障粮食安全。黄河流域是全国重要的粮食生产基地，占据全国粮食产量的35.33%，但又是全国的生态脆弱区，农业发展面临的问题日益凸显[1]。因此，有必要深入研究该区域的农业经济韧性，推动黄河流域生态保护和农业高质量发展。

“韧性”是指一个经济体在遭遇各类风险与冲击之后，抵御来自内外部干扰和外部冲击的能力。Martin[2]对经济韧性概念进行了系统界定，并从4个维度系统解析区域经济应对衰退冲击的过程：经济系统的抵抗能力、受损后的自我恢复能力、主动调整结构的适应能力以及创新驱动更新能力。Cellini和Torrisi[3]认为经济弹性可以被定义为：在面对外部冲击时，一个地区的经济能够保持其原有状态，并在冲击过后恢复到之前的水平。这一界定在近年来的实证研究中得到进一步延伸。Martín-García等[4]以西班牙947个大田农场2009—2021年数据为样本，得出西班牙大田农场呈现“部分经济韧性”特征，静态韧性较强，但动态韧性不足，二者存在显著权衡关系。现有研究还聚焦不同场景下的经济与食物系统韧性[5]，证实城市经济多样性[6]可通过劳动力流动调节缓冲负面冲击并产生福利保险效应，生态农业[7]能通过多样化生产、社群协作等提升地方食物系统抗风险能力但依赖制度环境支持。相比国外，国内有关农业经济韧性的研究起步较晚。蒋辉等[8]运用因子分析和耦合协调方法研究了农业高质量发展的特征，采用了多种面板回归模型研究了农业经济韧性对农业发展的影响机理。中国农业经济韧性整体上已经开始呈现上升趋势，且区域之间的差异较大[9-11]。蔡清龙[12]认为，中国农业经济韧性水平存在空间相关性，东部及中部地区多呈现“高-高”型和“低-高”型聚集。李冰清等[13]从局部构建长江经济带农业经济韧性指标评价体系，对农业经济韧性进行影响因素分析并厘清其时空差异。王瑞雪等[14]基于异质性视角，对粮食主产区的农业经济韧性时空演变格局进行了探究，提出农业经济韧性驱动因素存在明显的空间

收稿日期：2025-12-06

基金项目：甘肃省自然科学基金项目(23JRRA1783)；兰州财经大学学科科研融合团队建设项目(XKKYRHTD202302)

作者简介：张永凯(1974—)，男，甘肃庆阳人，博士，教授，研究方向为乡村振兴与区域发展；通信作者游美怡(2001—)，女，江西九江人，硕士研究生，研究方向为资源利用与区域发展。

异质性。从农业的弱质性探讨农村产业融合对农业经济韧性的影响，证实了农村产业融合对农业经济韧性具有正向促进作用，且城乡融合起到一个中介作用[15-17]。数字普惠金融对农业经济韧性具有正向的空间溢出效应，不仅对本地的农业韧性有积极作用，而且对周边地区也会起到推动作用[18-20]。除此之外，数字化乡村建设也是影响农业经济韧性的一个重要考察因素。学者们从数字乡村的角度切入，研究了数字乡村建设对农业经济韧性的促进作用[21-22]。

综上所述，随着对农业经济韧性研究的不断深入，其概念也逐渐清晰。目前国内外关于农业经济韧性的研究多数集中在全国省域尺度和长江经济带以及粮食主产区等区域层面，对黄河流域的研究较少。黄河流域作为中国重要的粮食主产区，生态环境较为脆弱，长期以来受人类活动的影响和干扰，流域整体性、系统性生态退化问题突出[23]。亟须通过农业经济韧性研究进一步优化区域协同机制，探索农业现代化与高质量发展的适配性解决方案。

1 研究设计

1.1 指标构建

在借鉴相关研究成果基础上[24]，遵循科学性、系统性及数据可得性原则，从农业经济韧性的风险抵御能力、适应调整能力、重构创新能力3个方面构建黄河流域农业经济韧性的指标体系（表1）。其中，生产条件反映了地区农业的生产状况，良好的农业生产条件表明地区的农业综合生产能力较强、抵御风险水平较高，因此选取农作物播种面积、农业机械总动力、有效灌溉面积、受灾面积进行衡量。黄河流域作为生态脆弱区域往往存在土壤肥力不足、水资源承载力偏低等短板，这会直接降低农业生产的稳定性，要求测度体系必须纳入资源禀赋约束相关指标。此外，生态脆弱区灾后修复成本高、周期长，会削弱农业经济的恢复力，测度过程中还需增加生态修复潜力与韧性恢复速度的关联指标。故选取农业生产用水量、农用塑料薄膜施用量、农用农药施用量和农用化肥施用量作为负向指标进行衡量。经济基础作为衡量农业经济韧性的重要指标，能够反映地区农业经济的发展水平。第一产业从业人员、第一产业总产值、第一产业总产值占GDP比重和粮食总产量从人力、规模、地位、供给4个维度，夯实农业经济韧性的底层支撑。经济增长是农业经济韧性提升的内生动力，从农村居民人均可支配收入、农村居民消费价格指数、第一产业GDP增长率和农村居民消费支出额来衡量农业经济韧性的适应调整能力。创新动力是农业经济遭受冲击后恢复原有运行状态的重要推动力量，能够通过创新性的方式进行重建和优化，在农业遭受冲击之后，政府补救措施、农林牧副渔增加值和农村用电量等都能直接反映当地农业的重构创新能力。

1.2 数据来源

本文的研究对象是黄河流域的农业经济韧性，涉

表1 农业经济韧性综合评价指标体系及指标权重

一级指标	二级指标	三级指标	单位	属性	权重
风险抵御能力	生产条件	农作物播种面积 X_1	khm^2	正向	0.048 4
		农业机械总动力 X_2	万 kW	正向	0.066 0
		有效灌溉面积 X_3	万 hm^2	正向	0.049 2
		受灾面积 X_4	万 hm^2	负向	0.005 3
	生态治理	农业生产用水量 X_5	亿 m^3	负向	0.031 0
		农用塑料薄膜施用量 X_6	t	负向	0.013 7
		农用农药施用量 X_7	万 t	负向	0.015 5
		农用化肥施用量 X_8	万 t	负向	0.016 3
	经济基础	第一产业从业人员 X_9	万人	正向	0.048 0
		第一产业总产值 X_{10}	亿元	正向	0.302 2
		第一产业总产值占GDP比重 X_{11}	%	正向	0.029 6
		粮食总产量 X_{12}	万 t	正向	0.055 5
适应调整能力	经济增长	农村居民人均可支配收入 X_{13}	万元	正向	0.018 7
		农村居民消费价格指数 X_{14}	—	正向	0.019 4
		第一产业GDP增长率 X_{15}	%	正向	0.039 8
		农村居民消费支出额 X_{16}	万元	正向	0.030 5
重构创新能力	创新动力	财政扶农支出额 X_{17}	万元	正向	0.033 0
		农林牧副渔业增加值 X_{18}	亿元	正向	0.061 8
		农村住户固定资产投向第一产业投资额 X_{19}	亿元	正向	0.055 5
		农村用电量 X_{20}	亿 kW·h	正向	0.060 4

及青海、四川、甘肃、宁夏、内蒙古、山西、陕西、河南、山东9个省份。研究数据主要来源于2013—2022年《中国统计年鉴》《中国人口与就业统计年鉴》《中国农村统计年鉴》。部分数据来自各省历年统计年鉴和统计公报。此外，对于个别缺失数据，采用插值法予以补齐。

1.3 研究方法

1.3.1 熵值法

为了指标权重的客观性以及数据的可得性，采用熵值法进行权重计算，通过计算各个指标的信息熵，确定各指标对决策结果的影响程度，具体步骤如下。

(1)对原始数据进行标准化处理，同时区分正向和负向指标。

正向指标：

$$x'_{ij}=\frac{x_{ij}-\min x_j}{\max x_j-\min x_j} \tag{1}$$

负向指标：

$$x'_{ij}=\frac{\max x_j-x_{ij}}{\max x_j-\min x_j} \tag{2}$$

式中：x'_{ij}为标准化值；x_{ij}为原始值；$\min x_j$为最小值；$\max x_j$为最大值；i为省份；j为指标。

(2)计算第i个评价对象在第j个评价指标下的特征比重P_{ij}。

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

式中：m为样本数。

(3)计算信息熵e_j。

$$e_j=-\ln mm\sum_{i=1}^{m}(P_{ij}\ln P_{ij}) \tag{4}$$

式中：n为指标数。

(4)计算差异系数d_j。

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

(5)计算指标权重w_j。

$$w_j=\frac{d_j}{\sum_{j=1}^{m}d_j} \tag{6}$$

(6)计算农业经济韧性综合得分score。

$$\text{score}=\sum_{j=1}^{m}(w_jx'_{ij}) \tag{7}$$

1.3.2 泰尔指数

泰尔指数是衡量收入或财富分配不平等程度的常用指标，它是基于信息理论提出的，能够反映社会中的收入或财富分配的差异，后来又被研究推广至其他更多的领域，用以分析区域之间的差异。应用泰尔指数对黄河流域农业经济韧性水平差异进行分区域研究，从上中下3个区域进行拆分，具体步骤如下：

$$T_t=\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{p_i}{p_t}\frac{s_i}{\bar{s}_t}\ln\frac{s_i}{\bar{s}_t}\right) \tag{8}$$

$$T_{wt}=\sum_{j=1}^{m}\left[\frac{p_{jt}}{p_t}\left(\sum_{i\in z}\frac{p_i}{p_{jt}}\frac{s_i}{\bar{s}_{jt}}\ln\frac{s_i}{\bar{s}_{jt}}\right)\right] \tag{9}$$

$$T_{bt}=\sum_{j=1}^{m}\left(\frac{p_{jt}}{p_t}\frac{\bar{s}_{jt}}{s_t}\ln\frac{\bar{s}_{jt}}{s_t}\right) \tag{10}$$

$$T_t=T_{wt}+T_{bt} \tag{11}$$

式中：i为省份；j为区域；t为年份；p_i为i省农村人口总数；p_t为黄河流域t年份的农村人口总数；s_i为i省份的农业经济韧性；$\bar{s}_t$为黄河流域t年份的平均农业经济韧性；p_{jt}为j区域内t年份的农村人口总数；$\bar{s}_{jt}$为j区域内所有省份t年份的平均农业经济韧性；T_t为t年份总泰尔指数，取值范围为[0,1]，其值越接近0，说明区域差异越小，其值越接近1，则区域差异越大；T_{wt}、T_{bt}分别为t年份区域内泰尔指数、t年份区间内泰尔指数。

1.3.3 全局和局部莫兰指数

全局莫兰指数是用来衡量地理空间数据中变量的空间自相关性的一个指标。具体来说，它用于描述在某一地理区域内，相邻或邻近区域之间某一变量值的相似性或差异性。空间自相关可以分为正自相关、负自相关和零自相关。具体公式为

$$\text{Moran's } I=\frac{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}[w_{ij}(D_i-\bar{D})(D_j-\bar{D})]}{S^2\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}w_{ij}} \tag{12}$$

式中：D_i为区域i的农业经济韧性；$\bar{D}$为黄河流域农业经济韧性均值；w_{ij}为省份相邻关系的空间权重；S^2为标准差。当$I>0$时，表示存在正空间自相关，即相邻区域的变量值相似，存在聚集效应；当$I<0$时，表示存在负空间自相关，即相邻区域的变量值不同，存在分散效应；当$I=0$时，表示没有空间自相关，变量值在空间上是随机分布的。莫兰散点图则可以反映所研究地区的局部集聚特征，通常有“H-H(高-高)、L-H(低-高)、L-L(低-低)、H-L(高-低)”4种集聚类型。

2 黄河流域农业经济韧性的时空差异分析

2.1 时序差异分析

从区域整体上看，根据熵值法计算的2013—2022年黄河流域农业经济韧性综合测算得分见表2。10年内，整体农业经济韧性呈现出缓慢上升的趋势，从0.262上升到0.326。除2013—2014年

表 2　2013—2022 年黄河流域农业经济韧性综合测算得分

流域	省份	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年	均值
上游	青海	0.116	0.114	0.112	0.114	0.110	0.120	0.125	0.128	0.126	0.130	0.120
	四川	0.301	0.299	0.312	0.330	0.340	0.360	0.378	0.408	0.391	0.408	0.353
	甘肃	0.170	0.164	0.172	0.20	0.177	0.191	0.203	0.213	0.224	0.230	0.194
	宁夏	0.125	0.113	0.115	0.115	0.116	0.128	0.127	0.134	0.137	0.145	0.125
	内蒙古	0.248	0.245	0.247	0.249	0.254	0.273	0.281	0.289	0.308	0.315	0.271
中游	山西	0.344	0.346	0.340	0.340	0.332	0.347	0.374	0.474	0.489	0.509	0.389
	陕西	0.206	0.203	0.20	0.202	0.207	0.221	0.249	0.252	0.247	0.255	0.224
下游	河南	0.412	0.413	0.416	0.411	0.408	0.420	0.431	0.465	0.463	0.481	0.432
	山东	0.434	0.447	0.458	0.450	0.453	0.454	0.463	0.477	0.464	0.462	0.456
均值		0.262	0.260	0.263	0.268	0.266	0.280	0.292	0.316	0.317	0.326	—

和 2016—2017 年出现小幅度回落之外,其余年份持续向好。表明农业在应对自然灾害、气候变化、市场波动等不确定性因素时,表现出了更强的适应性和抗风险能力。且近年来国家持续关注农业发展,各地区积极响应国家号召,助力农业经济韧性稳步提升。

从省域尺度上看,山东的农业经济韧性水平最高,达到了 0.456,其次是河南,排名第 2,综合得分 0.432。山东、河南地处黄河下游地区,占据了得天独厚的地理区位、气候和人口优势,同时在国家政策的助推之下,致使河南、山东在农业经济韧性上表现较为优异。宁夏在农业经济韧性上的综合得分较低,2012—2022 基本处在 0.12 左右,2013 年出现了农业经济韧性下滑的现象,随后用了 4 年时间慢慢恢复到 2013 年的水平,2017 年后开始稳中求进。

2.2　空间差异分析

从地域空间上看,黄河流域上、中、下游 3 个区域的农业经济韧性差异较大,上游地区的农业经济韧性水平处于整体平均水平之下,中游地区农业经济韧性与整体平均水平基本接近,而下游地区的农业经济韧性水平处于领先状态。10 年来,上游和下游的农业经济韧性整体提升虽不明显,但稳中求进,中游地区自 2017 年后提升明显(图 1)。

运用泰尔指数进一步分析区域内的空间差异。可以发现,黄河流域农业经济韧性的区域间差异在不断缩小,而区域内差异却在不断增大,且区域间

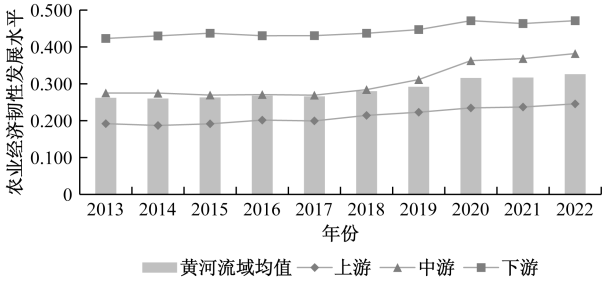


图 1　2013—2022 年黄河流域农业经济韧性发展水平

差异是构成黄河流域农业经济韧性差异的主要因素,平均贡献率达到 53.23%(表 3)。由此说明各区域之间的农业发展水平相距较大,要提升农业经济韧性整体水平,就要缩小区域之间的发展差异。从各区域差异及贡献率来看,上游地区的差异度最大,贡献率占比 37.38%,上游地区农业经济韧性水平普遍不高,主要是受地理环境、产业结构单一、劳动力不足等因素影响,农业经济韧性发展提升难度较大。下游地区的河南和山东在农业发展上实力旗鼓相当,差距较小,农业经济韧性稳居黄河流域前列。

2.3　空间相关性分析

借助 Stata 软件计算黄河流域 2013—2022 年全局莫兰指数,见表 4。研究期内各年份 Moran's I 值均保持正值,且对应的 z 统计量均大于 1.65、P 均小于 0.05,通过了统计显著性检验,明确证实黄河流域农业经济韧性存在显著的空间正自相关特征,即农业经济韧性较高或较低的省份在地理空间上呈现明显的集聚分布态势。从时间演变趋势来看,Moran's I 呈现出先微升后持续递减的变化轨迹:2013 年为 0.459,2014 年小幅升至阶段峰值 0.467,此后从 2015 年的 0.438 逐年下降至 2022 年的 0.277,10 年间降幅达 40%以上,反映出流域内 9 省份农业经济韧性的空间集聚程度持续减弱。伴随这一过程,z 统计量从 2.583 降至 1.728,P 从 0.005 升至 0.042,虽仍保持统计显著性,但空间关联的紧密性与显著性水平均呈弱化趋势。这一变化与国家农业政策导向高度相关。2013 年后《全国农业可持续发展规划(2015—2030 年)》等政策的实施,通过优化农业生产力布局、加大流域重点支持力度,推动青海、甘肃等原本农业经济韧性较低的上游省份实现较快增长,逐步缩小了与下游高韧性省份的发展差距,进而稀释了区域间的空间集聚效应,体现了政策对流域农业均衡发展的推动作用。

表 3　2013—2022 年黄河流域泰尔指数及其分解结果

年份	总体差异	区域间差异		区域内差异		各区域差异					
						上游		中游		下游	
		泰尔指数	贡献率/%	泰尔指数	贡献率/%	泰尔指数	贡献率/%	泰尔指数	贡献率/%	泰尔指数	贡献率/%
2013	0.093 1	0.057 5	61.78	0.035 6	38.22	0.068 8	30.11	0.031 8	7.98	0.000 3	0.13
2014	0.103 0	0.064 1	62.24	0.038 9	37.75	0.076 6	29.67	0.034 3	7.80	0.000 8	0.28
2015	0.103 9	0.063 0	60.70	0.040 8	39.30	0.080 9	31.44	0.034 0	7.45	0.001 2	0.41
2016	0.095 8	0.053 2	55.51	0.042 6	44.49	0.083 4	36.42	0.032 8	7.69	0.001 0	0.38
2017	0.100 4	0.054 8	54.55	0.045 6	45.45	0.093 8	38.88	0.027 1	6.08	0.001 4	0.49
2018	0.090 1	0.046 5	51.64	0.043 6	48.37	0.088 4	41.86	0.024 8	6.22	0.000 8	0.29
2019	0.088 3	0.044 3	50.20	0.044 0	49.80	0.092 0	44.12	0.020 3	5.44	0.000 6	0.25
2020	0.098 2	0.046 0	46.78	0.052 3	53.21	0.097 2	40.82	0.047 5	12.36	0.000 1	0.03
2021	0.095 0	0.042 8	45.08	0.052 2	54.92	0.091 2	39.95	0.055 1	14.97	0.000 0	0.00
2022	0.093 6	0.041 0	43.78	0.052 6	56.22	0.090 6	40.49	0.056 3	15.66	0.000 2	0.07
均值	0.096 1	0.051 3	53.23	0.044 8	46.78	0.086 3	37.38	0.036 4	9.17	0.000 6	0.23

表 4　2013—2022 年黄河流域农业经济韧性全局莫兰指数

年份	I	z	P
2013	0.459	2.543	0.005
2014	0.467	2.583	0.005
2015	0.438	2.467	0.007
2016	0.367	2.154	0.016
2017	0.363	2.130	0.017
2018	0.334	1.991	0.023
2019	0.321	1.934	0.027
2020	0.300	1.814	0.035
2021	0.292	1.794	0.036
2022	0.277	1.728	0.042

局部莫兰散点图主要用于揭示局部空间自相关性和空间异质性，其优势在于能够直观地识别空间数据中的集聚模式。与全局莫兰指数相比，局部莫兰散点图不仅能反映整体空间相关性，还能揭示局部空间关系的细节，为区域政策制定和资源分配提供更具针对性的依据。针对黄河流域 2013 年和 2022 年局部莫兰散点图分析如图 2 所示。散点图的坐标系由“H-H”“L-H”“L-L”和“H-L”4 个象限组成。位于“H-H”和“L-L”象限的点所代表的城市具有正的空间自相关性，表明这些城市的属性值与周边城市相似，呈现出空间集聚特征。反之，位于“L-H”和“H-L”象限的城市则代表负的空间自相关性，说明这些城市的属性值与周边城市存在差异，表现出空间异质性。

结合图 2 可知，在 2013 年和 2022 年的散点图中，山西、河南、山东是位于第Ⅰ象限（H-H），呈现出正的空间自相关性，即这些省份表现出较强的空间集聚特征，其中本身多为农业大省，具有较强的农业经济韧性，其邻省的农业经济韧性也普遍较高。青海、甘肃、宁夏和内蒙古位于第Ⅲ象限（L-L），也呈现出正的空间自相关性，但本身的农业经济韧性水平较低，与之相邻省份的农业经济韧性水平也较低。陕西位于第Ⅱ象限（L-H），农业经济韧性水平不高，但周边省份的农业经济韧性水平较高，呈现出“低值洼地”。四川位于第Ⅳ象限（H-L），其本身的农业经济韧性水平较高，但周边相邻省份的农业经济韧性水平较低，呈现出“孤立高峰”。10 年间，跨象限变动较大的是青海，有从第Ⅲ象限（L-L）挪至第Ⅱ象限（L-H）的趋势，说明青海与周边省份的农业经济韧性差距加大，空间相关性在减弱。

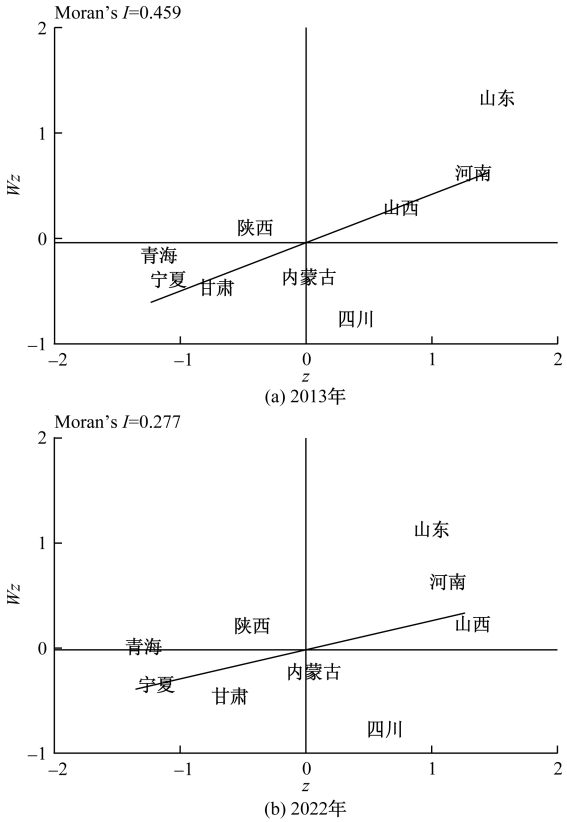


图 2　2013 年和 2022 年局部 Moran's *I* 散点图

除此之外，其余省份变动均不明显。

3 黄河流域农业经济韧性的障碍因子分析

3.1 引入障碍度模型

为了更好地识别并评估阻碍黄河流域农业经济韧性提升的因素，引入障碍度模型，具体公式如下：

$$D_j = 1 - x'_{ij},\ h_j = \frac{D_j F_j}{\sum_{j=1}^{n}(F_j D_j)} \times 100\% \quad (13)$$

$$H_j = \sum_{i=1}^{n} h_{ij} \quad (14)$$

式中：x'_{ij}为黄河流域农业经济韧性各项指标的标准化值；F_j为单项指标对总目标的权重；D_j为各项指标对农业经济韧性发展目标之间的差距；h_j和H_j分别为各单项指标和各指标层对农业经济韧性的影响程度，h_j越大，说明该单项指标对农业经济韧性的障碍度越大，同理，H_j越大，则说明该指标对农业经济韧性的障碍度越大。

3.2 障碍度模型分析

基于障碍度模型，对影响黄河流域农业经济韧性的各因素进行评估，结果见表5。从10年来的均值看，影响农业经济韧性的最大障碍是风险抵御能力这个指标层，其障碍度高达0.696，其次是重构创新能力和适应调整能力，障碍度分别为0.193和0.110。从单个指标层面进行分析，风险抵御能力在近10年的时间里，对农业经济韧性的障碍度呈现一个不断增长的趋势。而适应调整能力和重构创新能力的障碍度则是呈现一个逐渐下降的势态。

通过分析每个区域排名前3的障碍因子，可以找出阻碍农业经济韧性发展的因素，从而能够更好地制定相应的对策，分析结果见表6。上游地区农业经济韧性的主要影响因素是第一产业总产值、农林牧副渔业增加值和农村用电量，表现出较低的农业经济韧性和较强的空间集聚特征。上游地区因自然条件恶劣，多山地、干旱半干旱气候，耕地面积有限且土壤贫瘠，农作物产量低，同时以传统种植业为主，农产品附加值低，导致第一产业总产值长期处于低位。农村用电量作为重构创新能力的重要指标，反映农业基础设施水平，上游农村电网覆盖不足、供电稳定性差，难以支撑灌溉、农机作业等现代化农业生产需求，进一步制约农业效率提升。农林牧副渔业增加值低则因上游产业结构单一，畜牧业规模化程度低、农产品加工环节缺失，无法通过产业链延伸提升产值，三者共同构成上游农业经济韧性提升的核心瓶颈。

中游地区的最大障碍来自第一产业总产值、农业机械总动力与农林牧副渔业增加值。第一产业总产值偏低，源于中游地形复杂，山西黄土高原、陕西沟壑地貌导致耕地碎片化，规模化种植难度大，粮食单产低于下游平原地区。山西位于黄土高原之上，由于黄土疏松，加上长期的水土流失，生态环境较为脆弱，干旱和土壤退化问题突出。陕西北部位于黄土高原南部，南接秦岭，境内沟壑纵横，生态环境脆弱，但近年来通过退耕还林、植树造林等生态

表5 2013—2022年黄河流域农业经济韧性指标层障碍度

年份	风险抵御能力	适应调整能力	重构创新能力
2013	0.676	0.113	0.211
2014	0.673	0.121	0.206
2015	0.677	0.123	0.200
2016	0.690	0.112	0.198
2017	0.692	0.116	0.192
2018	0.703	0.108	0.189
2019	0.712	0.101	0.188
2020	0.717	0.102	0.181
2021	0.711	0.107	0.183
2022	0.715	0.100	0.185
均值	0.696	0.110	0.193

表6 2013—2022年黄河流域前3障碍因子排序

年份	上游					中游		下游	
	青海	四川	甘肃	宁夏	内蒙古	山西	陕西	河南	山东
2013	$x_{10}x_{20}x_{18}$	$x_{10}x_{2}x_{20}$	$x_{10}x_{18}x_{2}$	$x_{10}x_{2}x_{18}$	$x_{10}x_{20}x_{2}$	$x_{10}x_{18}x_{2}$	$x_{10}x_{20}x_{18}$	$x_{10}x_{19}x_{15}$	$x_{10}x_{15}x_{16}$
2014	$x_{10}x_{20}x_{18}$	$x_{10}x_{2}x_{19}$	$x_{10}x_{18}x_{2}$	$x_{10}x_{2}x_{18}$	$x_{10}x_{20}x_{2}$	$x_{10}x_{18}x_{2}$	$x_{10}x_{20}x_{18}$	$x_{10}x_{19}x_{15}$	$x_{10}x_{15}x_{5}$
2015	$x_{10}x_{20}x_{18}$	$x_{10}x_{2}x_{20}$	$x_{10}x_{18}x_{20}$	$x_{10}x_{2}x_{18}$	$x_{10}x_{20}x_{2}$	$x_{10}x_{18}x_{2}$	$x_{10}x_{20}x_{19}$	$x_{10}x_{19}x_{15}$	$x_{10}x_{15}x_{5}$
2016	$x_{10}x_{20}x_{18}$	$x_{10}x_{2}x_{20}$	$x_{10}x_{2}x_{18}$	$x_{10}x_{2}x_{18}$	$x_{10}x_{20}x_{2}$	$x_{10}x_{2}x_{18}$	$x_{10}x_{20}x_{19}$	$x_{10}x_{19}x_{15}$	$x_{10}x_{15}x_{5}$
2017	$x_{10}x_{20}x_{18}$	$x_{10}x_{2}x_{15}$	$x_{10}x_{2}x_{18}$	$x_{10}x_{2}x_{18}$	$x_{10}x_{20}x_{2}$	$x_{10}x_{2}x_{18}$	$x_{10}x_{20}x_{19}$	$x_{10}x_{19}x_{15}$	$x_{10}x_{15}x_{5}$
2018	$x_{10}x_{20}x_{18}$	$x_{10}x_{2}x_{15}$	$x_{10}x_{2}x_{18}$	$x_{10}x_{2}x_{18}$	$x_{10}x_{20}x_{2}$	$x_{10}x_{2}x_{18}$	$x_{10}x_{2}x_{12}$	$x_{10}x_{19}x_{15}$	$x_{10}x_{15}x_{5}$
2019	$x_{10}x_{20}x_{18}$	$x_{10}x_{2}x_{15}$	$x_{10}x_{18}x_{20}$	$x_{10}x_{2}x_{18}$	$x_{10}x_{20}x_{2}$	$x_{10}x_{2}x_{18}$	$x_{10}x_{2}x_{12}$	$x_{10}x_{19}x_{15}$	$x_{10}x_{15}x_{5}$
2020	$x_{10}x_{20}x_{18}$	$x_{10}x_{2}x_{15}$	$x_{10}x_{2}x_{18}$	$x_{10}x_{2}x_{18}$	$x_{10}x_{20}x_{2}$	$x_{2}x_{18}x_{19}$	$x_{10}x_{2}x_{12}$	$x_{10}x_{15}x_{19}$	$x_{10}x_{15}x_{5}$
2021	$x_{10}x_{20}x_{18}$	$x_{10}x_{2}x_{15}$	$x_{10}x_{2}x_{18}$	$x_{10}x_{2}x_{18}$	$x_{10}x_{20}x_{2}$	$x_{2}x_{18}x_{19}$	$x_{10}x_{2}x_{12}$	$x_{10}x_{19}x_{15}$	$x_{10}x_{15}x_{19}$
2022	$x_{10}x_{20}x_{18}$	$x_{10}x_{2}x_{15}$	$x_{10}x_{2}x_{18}$	$x_{10}x_{2}x_{18}$	$x_{10}x_{20}x_{2}$	$x_{2}x_{18}x_{19}$	$x_{10}x_{2}x_{12}$	$x_{10}x_{19}x_{15}$	$x_{10}x_{19}x_{15}$

修复工程，环境有所改善。两省受地形环境限制，且农业科技推广不足，境内农作物机械化程度不高。山西和陕西的农业以传统种植业为主，粮食作物占比较大，附加值较低，进而制约农业经济韧性的整体水平。

下游地区虽农业基础雄厚，但第一产业总产值、第一产业GDP增长率与农村住户固定资产投向第一产业投资额成为主要障碍。第一产业总产值受产业结构单一影响，下游虽为粮食主产区，但对比工业、服务业增速，第一产业产值增长乏力。农村住户固定资产投向第一产业投资额不足，源于农户对农业投资信心不足，更倾向于将资金投入非农领域，导致农业基础设施升级、技术研发等缺乏资金支撑，难以突破增长瓶颈，制约农业经济韧性向更高水平提升。

4 结论与建议

4.1 研究结论

依据熵值法对2013—2022年黄河流域农业经济韧性进行水平测度，借助泰尔指数、莫兰指数和障碍度模型分析省份之间的区域差异以及阻碍各省农业经济韧性提升的因素，得到如下结论。

(1)2013—2022年，黄河流域的农业经济韧性整体呈现出上升的趋势，从0.262上升到0.326。其中，中游地区上升较为明显，上游地区保持低值稳步上升，下游地区维持高值缓慢上升。

(2)黄河流域农业发展的区域间差异在不断缩小，区域内差异在不断扩大，上游地区的差异度贡献最大。且黄河流域之间存在明显的空间集聚效应，但是近年来，各省份之间的空间集聚效应在不断减弱，各省的农业发展越来越摆脱地域上的局限。

(3)黄河流域农业经济韧性发展阻碍最大的指标层是风险抵御能力，对农业经济韧性的阻碍程度在不断增加，适应调整能力和重构创新能力正在逐渐减弱自身的障碍度。其中，最重要的障碍因子是第一产业总产值、农业机械总动力和农林牧副渔业增加值。

4.2 政策建议

基于以上研究结论，为进一步提升黄河流域农业经济韧性，提出如下政策建议。

(1)加大政策扶持力度，提升上游农业经济韧性。上游地区地处农业经济发展的薄弱地区，需要加大对农业经济的政策支持和资金投入，实施对上游地区的政策支持和资源倾斜，以缩小与中下游地区的差距。针对上游地区，重点实施“财政扶持＋生态适配”策略。一方面，可以加大农业基础设施投入，优先完善灌溉工程，解决水资源短缺问题，对新建灌溉系统的农户进行补贴；推进农村电网升级，保障农业生产用电需求，逐步降低农村用电量的障碍度。另一方面，立足高原、干旱区生态特征，发展适应性农业，如青海推广高原特色种养、甘肃发展旱作农业，通过“特色产业＋品牌化”，提升第一产业总产值与农林牧副渔业增加值，减少对传统粮食作物的依赖。

(2)构建跨区协同机制，推动区域之间协调发展。有效的跨区域协同机制，可以促进技术、资金和劳动力等要素的跨区域流动，实现黄河流域的资源共享和优势互补。以黄河为轴线，打造沿黄农业经济带，推动上中下游地区在农业技术、市场开发和资源利用方面深度合作。要加强数字平台的建设，打破区域发展之间的信息差，提高农业资源配置效率。在上游布局特色种养基地，中游建设加工园区，下游发展物流集散中心，形成“种养-加工-销售”跨区产业链。数字协同方面，加快建设黄河流域农业大数据平台，整合九省农产品生产、流通、库存数据，打破信息壁垒，提高农业资源配置效率，进一步减弱空间集聚对农业发展的制约，推动区域均衡发展。

(3)优化农业产业结构，提高核心风险抵御能力。针对风险抵御能力成为阻碍农业经济韧性发展的最大指标层的问题，上游地区应注重农业产业链的延伸，发展农产品加工业，优化产业结构，提高附加值，落实初加工企业免征所得税政策。推动农业产业升级和多元化发展，降低对第一产业总产值的过度依赖，从而提高自身风险抵御能力；中游地区聚焦水土流失治理与产业升级结合，培育精深加工企业，提高中游地区的农业机械动力；下游地区发挥黄淮海平原、山东半岛资源优势，推进农业全产业链建设，比如稻田养鱼、标准化生猪养殖，形成“种养结合”模式。通过对上、中、下游不同的地理和气候条件，结合现有农业技术，持续推动农业现代化和高质量发展。

参考文献

[1] 杨建利，邹雨潼，宋大威. 黄河流域农业高质量发展水平测度、地区差异及动态演进[J]. 中国农业资源与区划，2024，45(10)：212-227.

[2] MARTIN R. Regional economic resilience，hysteresis and recessionary shocks[J]. Journal of Economic Geography，2012，12(1)：1-32.

[3] CELLINI R, TORRISI G. Regional resilience in Italy: a very long run analysis[J]. Regional Studies, 2014, 48(11): 1779-1796.
[4] MARTÍN-GARCÍA J, GOMEZ-LIMON J A, MENOR-CAMPOS A A. Farm s' economic resilience: assessment, drivers and policy-making[J]. Environmental and Sustainability Indicators, 2025, 27: 1-17.
[5] CHAVEZ-MIGUEL G, HÄMMERLE J, GONZÁLEZ A, et al. Local food system resilience in the context of shocks and crises: vulnerabilities and responses of agro-ecology-based farmers in Peru, Germany, and the United States[J]. Agroecology and Sustainable Food Systems, 2024, 6(48): 876-897.
[6] DE SOYRES F, FUCHS S, KONDO I O, et al. Economic diversity and the resilience of cities[J]. Journal of International Economics, 2025, 158: 104184.
[7] CHEN C, GOEL A, KIRABAEVA K, et al. Navigating weather shocks: challenges and investing to strengthen agriculture resilience in Namibia[J]. Selected Issues Papers, 2025, 91: 1-15.
[8] 蒋辉, 张驰, 蒋和平. 中国农业经济韧性对农业高质量发展的影响效应与机制研究[J]. 农业经济与管理, 2022(1): 20-32.
[9] 张明斗, 惠利伟. 中国农业经济韧性的空间差异与影响因素识别[J]. 世界农业, 2022(1): 36-50.
[10] 石岩. 中国农业经济韧性水平测度与区域差异分析[J]. 统计与决策, 2024, 40(21): 122-126.
[11] 于伟, 张鹏. 中国农业发展韧性时空分异特征及影响因素研究[J]. 地理与地理信息科学, 2019, 35(1): 102-108.
[12] 蔡清龙. 中国农业经济韧性水平测度与时空演化[J]. 技术经济与管理研究, 2024(4): 140-145.
[13] 李冰清, 姜霞, 朱婷. 长江经济带农业经济韧性水平测度及影响因素分析[J]. 安徽农业科学, 2024, 52(18): 202-206.
[14] 王瑞雪, 陈建成, 方宜亮, 等. 中国粮食主产区农业韧性的空间分异、演化特征与驱动力[J]. 农业经济与管理, 2023(4): 23-36.
[15] 郝爱民, 谭家银. 农村产业融合赋能农业韧性的机理及效应测度[J]. 农业技术经济, 2023(7): 88-107.
[16] 祝宏辉, 郑新. 数字经济、城乡融合与农业经济韧性[J]. 统计与决策, 2023, 39(18): 22-27.
[17] 孙聪, 夏恩君, 黄洁萍, 等. 数农融合发展对农业韧性的影响[J]. 经济与管理研究, 2024, 45(6): 76-94.
[18] 赵巍, 赵恬婧, 马婧. 数字普惠金融、农村产业融合与农业经济韧性[J]. 农林经济管理学报, 2023, 22(5): 555-565.
[19] 姚龙辰. 数字普惠金融对农业经济韧性的影响[J]. 科技和产业, 2025, 25(18): 138-144.
[20] 李义姝, 严奉宪. 数字普惠金融对农业经济韧性的空间溢出及门槛效应[J]. 中国农业大学学报, 2024, 29(9): 282-295.
[21] 王美雯. 数字乡村建设对县域农业经济韧性的影响研究[J]. 农业经济, 2024(8): 28-30.
[22] 于丽艳, 史晨宇, 杨鑫, 等. 乡村数字化对中国农业韧性的影响机制[J]. 中国农业大学学报, 2023, 28(7): 308-320.
[23] 牟雪洁, 张箫, 王夏晖, 等. 黄河流域生态系统变化评估与保护修复策略研究[J]. 中国工程科学, 2022, 24(1): 113-121.
[24] 李久林, 滕璐, 马昊楠, 等. 安徽省农业经济韧性的空间异质性及其影响因素[J]. 华东经济管理, 2022, 36(11): 75-84.

Resilience of Agricultural Economy in Yellow River Basin: Level Measurement, Spatiotemporal Differences and Obstacle Factors

ZHANG Yongkai[1], YOU Meiyi[2]

(1. School of Agriculture and Forestry Economics and Management, Lanzhou University of Finance and Economics, Lanzhou 730020, China; 2. School of Economics, Lanzhou University of Finance and Economics, Lanzhou 730020, China)

Abstract: The Yellow River Basin constitutes a vital agricultural economic zone in China, holding irreplaceable strategic significance in building a strong agricultural nation. Investigating its agricultural economic resilience carries profound implications for safeguarding national food security and promoting ecological conservation and high-quality development in the Yellow River Basin. Firstly, an evaluation index system for agricultural economic resilience from three dimensions was constructed: risk resistance capability, adaptive adjustment capacity, and reconstructive innovation capacity. Subsequently, Theil index and Moran's index were employed to analyze spatiotemporal differences in agricultural economic resilience across the nine provinces. Finally, an obstacle degree model was applied to identify constraining factors. The findings are as follows: From 2013 to 2022, agricultural economic resilience in the region demonstrates an overall steady improvement. Significant spatial clustering effects and temporal-spatial disparities are observed: resilience remains weaker in upstream areas, relatively stable in midstream regions, and stronger in downstream zones. The gross output value of the primary industry, total agricultural machinery power, and added value of agriculture-forestry-animal husbandry-fishery emerges as the most critical obstacle factors. To address these findings, policymakers should strengthen targeted support measures, optimize agricultural industrial structures, and enhance coordinated regional development strategies.

Keywords: The Yellow River Basin; agricultural economic resilience; spatiotemporal differences; obstacle factors