



中国农业文摘-农业工程
Agricultural Science and Engineering in China
ISSN 1002-5103, CN 11-2531/S

《中国农业文摘-农业工程》网络首发论文

题目：中国粮食生产脆弱性时空格局演变
作者：鲁曲阳，程千玲
DOI：10.19518/j.cnki.cn11-2531/s.20250731.011
网络首发日期：2025-08-01
引用格式：鲁曲阳，程千玲. 中国粮食生产脆弱性时空格局演变[J/OL]. 中国农业文摘-农业工程. <https://doi.org/10.19518/j.cnki.cn11-2531/s.20250731.011>



网络首发：在编辑部工作流程中，稿件从录用到出版要经历录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿等阶段。录用定稿指内容已经确定，且通过同行评议、主编终审同意刊用的稿件。排版定稿指录用定稿按照期刊特定版式（包括网络呈现版式）排版后的稿件，可暂不确定出版年、卷、期和页码。整期汇编定稿指出版年、卷、期、页码均已确定的印刷或数字出版的整期汇编稿件。录用定稿网络首发稿件内容必须符合《出版管理条例》和《期刊出版管理规定》的有关规定；学术研究成果具有创新性、科学性和先进性，符合编辑部对刊文的录用要求，不存在学术不端行为及其他侵权行为；稿件内容应基本符合国家有关书刊编辑、出版的技术标准，正确使用和统一规范语言文字、符号、数字、外文字母、法定计量单位及地图标注等。为确保录用定稿网络首发的严肃性，录用定稿一经发布，不得修改论文题目、作者、机构名称和学术内容，只可基于编辑规范进行少量文字的修改。

出版确认：纸质期刊编辑部通过与《中国学术期刊（光盘版）》电子杂志社有限公司签约，在《中国学术期刊（网络版）》出版传播平台上创办与纸质期刊内容一致的网络版，以单篇或整期出版形式，在印刷出版之前刊发论文的录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿。因为《中国学术期刊（网络版）》是国家新闻出版广电总局批准的网络连续型出版物（ISSN 2096-4188，CN 11-6037/Z），所以签约期刊的网络版上网络首发论文视为正式出版。

中国粮食生产脆弱性时空格局演变

鲁曲阳, 程千玲

(河南财经政法大学农业农村发展学院, 河南郑州 450000)

摘要:【目的】为揭示中国粮食生产脆弱性变化, 夯实国家粮食安全基础、推动农业强国战略实施提供参考依据。【方法】本研究选取2003—2023年全国25省粮食生产数据, 针对粮食生产脆弱性建立包含暴露性、敏感性、适应性三方面的评价体系, 研究采用熵权法测度并分析粮食生产脆弱性时间变化规律和空间差异。

【结果】全国粮食生产脆弱性整体呈下降趋势, 主产区改善最显著; 东部地区脆弱性最低, 适应性强; 中部地区稳定性提高, 潜力突出; 西部和东北部分地区受自然条件制约, 脆弱性仍然较高, 区域分化明显。【结论】我国粮食生产系统整体抗风险能力持续增强, 存在脆弱性东低西高的空间分布格局, 应因地制宜优化区域差异化治理路径, 加强农业基础设施与生态系统修复建设, 全面提升粮食系统韧性与可持续发展水平。

关键词: 粮食安全; 粮食生产脆弱性; 区域差异; 时空演化分析

引言

粮食安全是国家安全的战略支柱。2012年以来, 党中央持续将粮食安全保障置于治国理政的核心位置, 2025年一号文件第一条再次强调, “持续增强粮食等重要农产品供给保障能力”。粮食安全战略不仅涉及14亿国民的基本生存需求, 而且与经济社会稳定、国家发展全局以及主权安全密切相关^[1]。为确保实现谷物自主供给、主粮完全安全的战略目标, 我国深入实施“耕地资源保护”与“农业科技创新”双轮驱动战略, 逐步建立起覆盖生产、储运、加工、消费全过程的粮食安全保障网络。实践证明该体系成功应对了国际市场波动及气候异常等风险挑战, 有力支撑了乡村全面振兴和现代农业发展。然而, 面对日益复杂的国际形势、频发的极端天气事件和持续加大的资源环境压力, 我国粮食安全正面临着供需失衡加剧、结构性矛盾凸显等系统性挑战。从长远发展视角观察, 粮食安全系统的风险敏感性正逐步显现, 这一问题亟待引起充分重视^[2]。在此背景下, 科学研判并切实降低粮食安全体系的脆弱程度, 对夯实国家粮食安全基础、推动农业强国战略实施具有深远的实践价值和战略意义。

脆弱性概念最早应用于生态环境领域。此后, 诸多学者在金融系统^[3]、社会经济^[4]与城市科学^[5]等领域对脆弱性开展了探索并呈现出了多学科交融的趋

势。因研究领域的差异, 学界没有对“脆弱性”形成统一的概念^[6]。目前, 比较权威的是IPCC (2001) 报告中提出的脆弱性定义, “系统易受或没有能力应对气候变化的扰动, 包括变率和极端事件而产生不利影响的程度, 是气候变异特征、变化幅度和速率以及系统敏感性和适应能力的函数”^[7]。粮食生产脆弱性是由“粮食生产”和“脆弱性”融合而来。目前, 许多学者对粮食生产脆弱性展开了多方面的研究, 总体可以分为两类。一是, 基于粮食生产脆弱性理论内涵, 通过构建粮食生产脆弱性指标体系, 探究粮食生产脆弱性时空分异特征^[8-9], 以及其他因素与粮食生产脆弱性的耦合分析^[10]。二是, 聚焦于粮食生产脆弱性影响因素分析, 例如水资源非农化对粮食生产脆弱性影响的非线性特征^[6]; 还有学者构建水—能源—粮食—生态 (WEFE) 系统脆弱性, 通过Tobit回归分析WEFE脆弱性的影响因素^[11]; 以及数字素养对农户粮食生产脆弱性的影响^[12]。

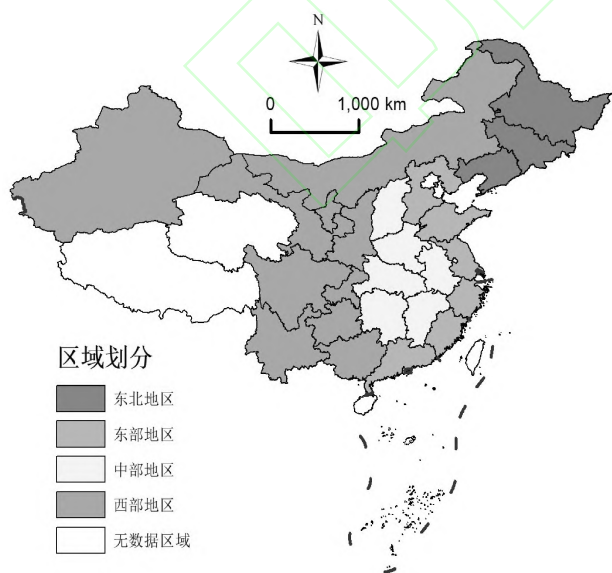
综上所述, 已有研究从多个方面对粮食生产脆弱性概念及粮食生产脆弱性的影响因素进行了丰富的探讨, 但是缺少对我国不同区域的分析对比。基于此本研究以粮食生产脆弱性为切入点, 构建粮食生产脆弱性评价指标体系, 依据国家统计局划分方法, 将我国区域划分为东部、中部、西部和东北四大地区, 进行分析。有助于揭示我国不同区域粮食生产系统在暴露性、敏感性和适应性方面的时空变化以及不同地区粮食生产脆弱性的异质性特征, 为推进农业现代化、优化粮食安全治理体系、实现高质量发展的目标提供参考。

作者简介: 鲁曲阳, 硕士, 研究方向: 农业经济。Email: 118630428894@outlook.com
程千玲, 硕士, 研究方向: 农业经济。Email: 18595705218@163.com

1 区域概况与数据来源

1.1 区域概况

为深入反映我国粮食生产脆弱性的时空差异,本研究依据国家统计局常用的区域划分方法,将我国划分为东部、中部、西部和东北四大经济区域。四大区域在自然资源禀赋、经济条件和农业基础等方面存在明显差异。并且四大区域的划分也是我国在多个五年规划和政策文件中所采用的标准,有助于对接政策和现实应用。东部地区包括北京、天津、河北、上海、江苏、浙江、福建、山东、广东和海南10个省份,该区域经济发达、城市化水平高,农业用地资源相对紧张粮食生产受限,粮食生产脆弱性表现为资源约束型。中部地区包括山西、安徽、江西、河南、湖北和湖南6个省份,该区域耕地面积广阔农业基础扎实,粮食生产稳定性高。西部地区涵盖内蒙古、广西、重庆、四川、贵州、云南、西藏、陕西、甘肃、青海、宁夏和新疆12省份,区域地形复杂,粮食生产易受到水资源短缺、气候波动和地形限制的影响。东北地区包括辽宁、吉林和黑龙江3个省份,该区域耕地资源丰富,机械化程度高但面临黑土地退化等挑战。因本研究内容为粮食生产脆弱性,剔除粮食产量极小的北京、上海、天津、青海、西藏、海南6个省份,最终所剩研究省份为25个。



注:该图基于自然资源部标准地图服务网站下载的审图号为GS(2024)0650号的标准地图制作,底图无修改

图1 中国四大区域划分

1.2 数据来源及说明

本文选2003—2023年我国25个省份(不包括西藏和港澳台地区及个别粮食产量极小地区)面板数据作为研究样本,为确保数据来源准确性与可获得性。数据主要来源于《中国统计年鉴》《中国农村统计年鉴》和各省份统计年鉴等资料。个别缺失数据采用插值法补齐。

2 粮食生产脆弱性指标体系建立与测度

2.1 粮食生产脆弱性指标体系

2007年,Polsky等提出了VSD模型,将系统的脆弱性分为暴露性、敏感性和适应性。其中,暴露性指系统遭受环境和其他因素的干扰程度,正面反映了系统脆弱性;敏感性指系统遭受损害后造成的正面或负面的影响程度;适应性指系统遭受破坏或影响后的恢复能力^[8-9]。基于此借鉴已有研究^[1-2, 4-6],从暴露性、敏感性、脆弱性3个维度中划分为粮食生产条件、粮食供给量与稳定性与粮食获取能力与利用水平3个方向^[2, 9],选取19项指标构建粮食主产区粮食生产脆弱性的综合评价指标体系。并采用熵权法确定权重。

2.2 粮食生产脆弱性测度

由于粮食生产脆弱性指标性质存差在异,缺乏可比性,因此采用极差法对数据进行无量纲化处理。经极差法变换后数据指标的取值范围在[0, 1],1为最优值,0为最劣值。并根据指标对各功能的影响方向分为正向指标和负向指标。正向指标数值越大越接近理想值,而负向指标越大则越偏离理想值。计算公式如下。

正向指标:

$$X_{ij} = \frac{x_{ij} - \min x_{ij}}{\max x_{ij} - \min x_{ij}} + 0.01 \quad (1)$$

负向指标:

$$X_{ij} = \frac{\max x_{ij} - x_{ij}}{\max x_{ij} - \min x_{ij}} + 0.01 \quad (2)$$

试(1)中, X_{ij} 为*i*省份*j*指标的标准值; x_{ij} 为*i*年第*j*个指标原始值; $\min x_{ij}$ 为*i*年*j*指标的原始最小值, $\max x_{ij}$ 为*i*年*j*指标的原始最大值。经熵权法通过一系列测算,最后确定各指标的权重为 w_j 。借鉴已有研究^[2],粮食生产脆弱性计算公式如下:

表1 粮食生产脆弱性评价指标体系

系统层	一级指标	二级指标	指标解释	单位	属性	权重
暴露性	粮食生产条件	人均粮食播种面积	粮食播种面积/常住人口	hm ² /人	负	0.055
		单位耕地面积劳动力	农村第一产业就业人口/耕地面积	人/hm ²	负	0.106
		单位粮播面积水资源拥有量	水资源总量/粮食播种面积	t/hm ²	负	0.058
	粮食供给量与稳定性	农作物受灾率	农作物受灾面积/农作物播种面积	%	正	0.633
	粮食获取能力与利用水平	人均粮食保证率	粮食产量/粮食需求量	%	负	0.057
		人均GDP	—	元/人	负	0.091
敏感性	粮食生产条件	农业生产资料价格指数	—	—	正	0.163
		非农产值占比	农业产值/总产值	%	负	0.091
		粮食播种面积占比	粮食播种面积/农作物播种面积	%	负	0.155
	粮食供给量与稳定性	人均粮食产量	粮食产量/常住人口	kg/人	负	0.034
	粮食获取能力与利用水平	粮食类居民消费价格指数	—	—	正	0.320
		恩格尔系数	食品消费支出/总消费支出	%	正	0.238
适应性	粮食生产条件	农业机械化水平	粮食生产农业机械总动力/农作物播种面积	kW/hm ²	正	0.136
		有效灌溉率	有效灌溉面积/农作物播种面积	%	正	0.140
		财政支农水平	财政支农支出/财政总支出	%	正	0.122
		单位粮食播种面积化肥施用量	粮食生产农用化肥折纯量/粮食播种面积	t/hm ²	正	0.120
		单位粮食播种面积农药施用量	粮食生产农药施用量/粮食作物播种面积	t/hm ²	正	0.243
	粮食供给量与稳定性	粮食总产量波动系数	(当年粮食产量-上年粮食产量)/上年粮食产量	%	负	0.052
	粮食获取能力与利用水平	公路密度	公路里程/土地总面积	km/hm ²	正	0.186

$$E_i = \sum_{j=1}^n X_{ij} \times W_j, \quad S_i = \sum_{j=1}^n X_{ij} \times W_j, \quad A_i = \sum_{j=1}^n X_{ij} \times W_j \tag{3}$$

$$V_i = E_i + S_i - A_i \tag{4}$$

其中， E_i 、 S_i 、 A_i 、 V_i 分别表示第*i*年的暴露性、敏感性、适应性和粮食生产脆弱性指数。暴露性与敏感性水平越低表明粮食生产受外部风险因素影响较小；适应性越高表明粮食生产系统抗压和稳定能力越强；粮食生产脆弱性指数越小则粮食安全水平越高。

3 结果分析

3.1 中国粮食生产系统脆弱性时序变化

2003—2023年全国及各区域粮食生产脆弱性均呈现明显的下降趋势。其中，东北地区下降幅度最大，2003—2023年东北粮食生产脆弱性指数从0.892

下降至0.194，降幅达78.282%；西部地区粮食生产脆弱性指数下降幅度最小，但2003—2023年降幅也达到了52.592%。从演变趋势看，全量粮食生产脆弱性指数2004年达到峰值0.929后逐步降低，2023年降至0.283，表明我国粮食生产系统整体增强。分区域看，东部地区粮食生产脆弱性水平较低，2003年粮食生产脆弱性指数为0.639，2023年下降至0.169，主要得益于该区域农业基础设施完善、科技水平较高与农产品市场化程度强等优势；中部地区作为我国传统粮食主产区，其脆弱性处于中等水平，整体呈现出波动降低的趋势，2008年0.839达到峰值随后降低至2023年的0.261；西部地区长期处于高脆弱性区间，峰值在2004年高达1.001，2023年虽降至0.390，但在四区域中粮食生产脆弱性较高，说明西部区域在自然条

件、交通基础设施和农业资源配置等方面仍面临较大挑战；东北地区在2004年达1.095，但近年来下降明显2023年已降至0.194，表明在国家粮食安全政策支持和黑土地保护工程推进下，区域粮食系统的适应能力显著增强。综上，四大区域整体观察我国粮食生产脆弱性呈现出东低西高的格局。

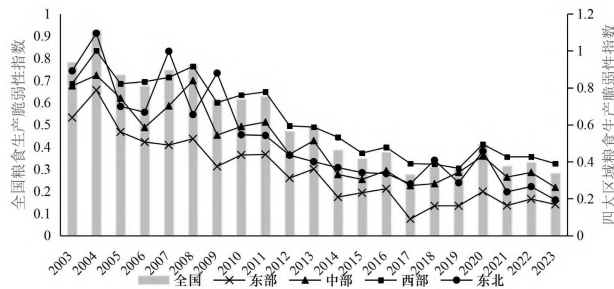


图2 2003—2023年全国粮食生产脆弱性时序变化

3.2 暴露性、敏感性与适应性演变特征分析

3.2.1 东部地区

东部地区自然条件优越、经济相对发达且农业现代化程度高。2023年，东部地区的暴露性、敏感性与适应性分别为0.312、0.288与0.392，均高于同期全国平均水平，整体面临的粮食生产风险压力相对较小，适应能力突出。其中，江苏、浙江、山东3个省份有较强的灾害应对和调整能力适应性最高，分别为0.479、0.466和0.426。随着城乡融合进程的推进、农业技术的进步和产业支撑体系的不断完善，东部地区粮食系统的稳定性也在持续提升。

3.2.2 中部地区

中部地区是我国粮食主产区之一，整体呈现出稳定性提高，脆弱性得到较大改善的特征。随着“藏粮于地、藏粮于技”战略的持续推行，该区域粮食生产的脆弱性得到明显改善。2023年，中部地区平均暴露性、敏感性与适应性分别为0.329、0.29与0.355，呈现出稳中有进的发展态势。河南和安徽作为中部地区有代表性的省份，在2003—2023年期暴露性从0.628和0.612下降至0.309和0.313，适应性分别升至0.379和0.368，系统抗冲击能力明显提高。整体而言，中部地区暴露性与敏感性处于全国中等水平，但其适应性较强，粮食系统已有一定的风险防控韧性。

3.2.3 西部地区

西部地区地形复杂，生态较为脆弱，农业发展基础相对薄弱，粮食生产脆弱性问题较为突显，粮食

生产仍面临较大压力。2023年，西部地区暴露性、敏感性与适应性分别为0.352、0.316与0.303，其中，甘肃、贵州和青海的敏感性高于0.34，适应性0.280低于平均水平；西藏、新疆等边远地区由于资源禀赋和政策基础的限制，脆弱性风险需重点给予关注；四川和陕西等省份凭借技术推广和政策支持，适应性得到较大提高。西部内部存在十分突出的发展差异，呈现出暴露性与敏感性高，适应性低的特征，是全国粮食脆弱性治理的重点区域。

3.2.4 东北地区

东北是我国最关键的粮食生产基地，由于东北地区耕地集中连片，机械化水平较高，呈现出低敏感高暴露，适应性分化十分突出的特征，在敏感性维度有一定优势。2023年，东三省敏感性为全国最低为0.273，东北地区农业系统稳定性较高，但该地区地处高纬寒区，暴露性偏高。2023年，黑龙江与吉林的暴露性分别为0.359和0.342，高于全国平均水平。在适应性方面，辽宁适应性为0.358，表现较好，黑龙江仅为0.301，分化较为明显，农业制度支撑与服务供给能力在不同省份间存在差距。从整体来看东北地区表现为高暴露、低敏感与适应性分化的特征，政策支持和区域协调发展亟须加强。

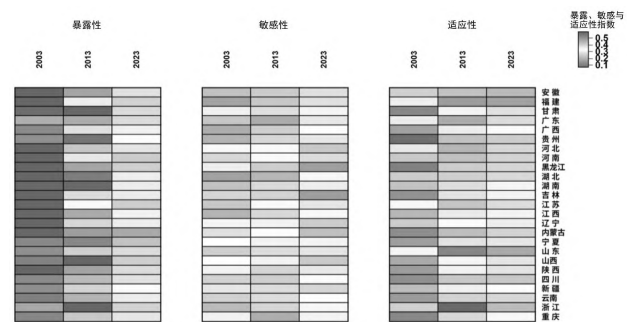


图3 2003—2023年中国粮食生产暴露性、敏感性和适应性变化

3.2.5 整体特征

从全国层面进行分析，2003—2023年粮食生产系统所面临的外部环境压力得到了显著缓解，其中，暴露性指标的均值由0.606降低至0.326，区域差异程度降低，标准差从0.115下降到了0.062。尤其是江苏、浙江等沿海发达地区，其暴露性数值一直处于较低水平，生产环境相对更稳定。2003—2023年，粮食生产系统的敏感度均值从0.386下降至0.294，这意味着农

业生产抵抗外部干扰的能力有所提高。2003年时, 敏感度较高的区域大多集中在南方农业条件欠佳的省份, 例如福建、湖南等地, 而内蒙古、黑龙江等北方产区的抗风险能力则较强; 2023年, 区域差异有所缩小, 河南、安徽等中部省份的系统敏感度明显改善, 全国粮食生产系统的适应能力持续呈现上升态势。2003—2013年适应性均值从0.209提升至0.356, 2023年微降至0.337, 整体呈现上升趋势。江苏、浙江、山东等经济发达省份借助加大农业科技研发投入、完善基础设施建设和健全政策保障体系, 提升了应对风险的能力; 甘肃、贵州等西部省份虽然也取得了一定进步, 但是适应能力仍然较低, 这反映出区域农业现代化发展存在不均衡的情况。近20年的数据表明, 农业现代化的推进使全国粮食生产的适应能力整体得到提升, 暴露度和敏感度虽存在波动但总体态势向好。

3.3 粮食生产系统脆弱时空变化特征分析

3.3.1 东部地区

东部地区粮食生产脆弱性指数处于最低水平, 呈现显著的下降趋势, 2003—2023年从0.657降至0.174, 下降幅度为0.483, 东部地区粮食生产抵抗风险的能力有了很大提升。东部地区有较为优良的自然条件, 农业现代化和技术创新水平较高, 农业机械化、信息化和先进农业管理理念得以广泛应用, 极大地提高了粮食生产的效率与稳定性。东部地区经济发展较为平衡, 非农产业快速发展, 也为农业提供了较强的风险分担能力, 东部地区粮食生产的脆弱性水平较低, 是我国粮食生产安全的关键支撑。

3.3.2 中部地区

中部地区的粮食生产脆弱性指数整体呈现下降趋势, 但变化幅度小于东部地区, 2003—2023年由0.831下降至0.268, 该地区粮食生产的稳定性有所提高, 但仍面临较大风险。中部地区作为我国粮食主产区之一, 自然条件良好, 该地区对农业的依赖程度较高, 但中部地区部分省份的农业现代化水平仍有待提高。尽管近年来国家对中部地区农业的支持力度逐渐加大, 但基础设施建设和技术推广相对滞后, 部分地区存在土地利用效率低、农民收入增长缓慢的问题, 农业生产仍存在一定脆弱性。

3.3.3 西部地区

西部地区存在自然方面的制约因素, 粮食生产

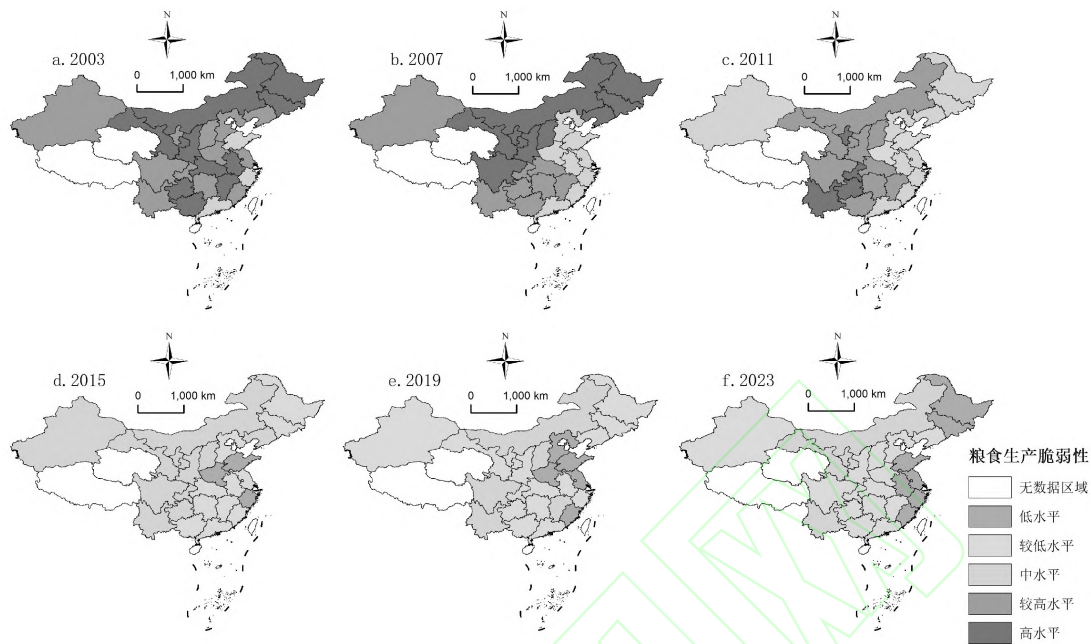
脆弱性指数在四大区域中是最高的, 在2003—2023年从0.818下降至0.3921, 但依旧明显高于其他区域。该地区大部分省份处于高原、山区或者干旱半干旱地区, 水资源短缺、土地贫瘠等问题严重, 粮食生产的可持续发展受自然条件限制。近年来, 一些西部省份在改善农业基础设施和提升农业科技水平方面取得了一定成效, 不过受气候变化和生态环境脆弱等因素影响, 西部地区的农业生产仍面临较高风险, 西部地区急需加强农业抗灾能力建设, 加大水资源管理和耕地保护力度。

3.3.4 东北地区

东北地区的粮食生产脆弱性呈波动下降趋势, 稳定性不断提高, 粮食生产脆弱性在2007年达到0.998的峰值后, 到2023年迅速下降至0.194, 降幅较为明显。长期以来, 东北地区是我国粮食生产的关键基地, 农业机械化水平较高, 种植模式和技术水平相对先进, 粮食生产的稳定性逐步提升, 随着土壤退化等问题加剧, 东北地区的粮食生产仍面临险阻。东北地区粮食生产脆弱性的下降反映了该地区在农业现代化进程中所取得的积极成果, 以及在农业生产规模化、产业化发展方面取得的成效。未来, 东北地区需在保护黑土地资源、提升耕地质量和农业可持续性等方面进一步发力, 以巩固其粮食安全基础地位。

3.3.5 整体特征

通过区域对比发现, 我国粮食生产系统脆弱性呈现明显“东低西高”的空间差异, 各区域都出现了不同程度的改善。东部沿海地区农业现代化水平领先, 基础设施完备, 不断加大科技投入, 脆弱性指数持续降低, 成为全国粮食安全生产的典范。中部粮食主产区虽逐步向好, 但部分地区农业生产结构单一, 现代化转型迟缓, 抗风险能力不足。西部生态脆弱区受自然条件恶劣与发展基础薄弱的双重制约, 粮食生产脆弱性明显高于其他地区, 粮食生产可持续发展面临巨大挑战。东北传统农区脆弱性经历先升后降, 凭借机械化推广和基础设施完善实现显著改善, 但气候变化、黑土退化等新问题带来不确定性。总体而言, 各区域脆弱性普遍下降, 证明国家农业政策和技术创新效果显著。未来, 需要重点加强对中西部地区的差异化扶持, 通过科技创新与基础设施建设双管齐下, 全面提升农业生产抗风险能力, 构建更均衡的国家粮



注：基于自然资源部标准地图服务网站下载的GS（2024）0650号标准地图制作。

图4 2003—2023年中国粮食生产脆弱性水平分布

食安全保障体系。

4 结论与政策启示

4.1 结论

本研究基于2003—2023年中国31个省份的面板数据，构建了包含暴露性、敏感性与适应性三个维度的粮食生产脆弱性评价体系，分析了我国粮食生产脆弱性的时空演变特征及其功能区差异。结果表明，我国粮食生产脆弱性在整体上得到了有效缓解，但区域发展不平衡的问题仍然突出，粮食安全保障的空间结构面临挑战。主要结论如下。

第一，全国粮食生产脆弱性总体呈现出显著下降的趋势，表现出良好的改善态势。脆弱性指数在2003—2023年由0.784降至0.282降幅高达64.031%，表明在国家强农惠农政策、科技进步和基础设施建设持续推进的背景下，我国粮食生产系统的风险抵御能力和适应能力不断增强。尤其是粮食主产区粮食生产脆弱性水平下降最为显著，从0.827降至0.255，降幅达69.166%，表现出我国农业发展基础进一步夯实。

第二，从空间分布看，粮食生产脆弱性呈现出明显的区域差异性特征。东部地区由于自然条件较优、经济基础雄厚与农业现代化水平高，其脆弱性普遍较低；中部地区在政策推动下改善明显，但依然存在一定的敏感性风险；西部地区因自然资源匮乏、生

态环境脆弱和基础设施薄弱等原因，脆弱性水平普遍偏高；东北地区虽具备较强的资源禀赋和生产潜力。近年来，受黑土地退化及人口外流等因素影响，其适应能力有所下降，导致部分区域粮食生产系统的稳定性受到挑战。

第三，按中国四大地理区域对比发现，东部的整体抗风险能力较强，是目前全国最为稳固的粮食安全支撑区。中部地区“藏粮于地、藏粮于技”的战略的推动下，生产效率与资源利用率不断提升脆弱性显著下降，具备更高质量发展的潜力。西部地区由于自然环境严酷、水资源匮乏及农业基础薄弱，粮食生产系统仍处于高敏感、高暴露、低适应的脆弱结构中，亟须加强政策扶持与科技介入。东北地区的脆弱性主要由自然环境暴露性驱动，尤其是黑土地退化背景下，需重点关注适应能力建设和农业生态系统修复问题。

4.2 政策启示

我国粮食生产脆弱性在过去20年整体呈现持续下降趋势，国家粮食安全保障能力稳步提升，但区域间仍存在显著的不平衡性与脆弱聚集现象。尤其是在西部和部分东北地区，受自然环境制约和社会经济条件限制，粮食生产系统的抗风险能力仍然薄弱。在全球气候不确定性加剧、资源环境约束趋紧与农业转型

加速的背景下,进一步提升粮食系统韧性、完善区域差异化治理策略,成为实现粮食安全与农业可持续发展的关键任务。据此,本文提出以下三点政策启示。

第一,持续提升农业综合抗风险能力,强化粮食安全制度保障。针对我国粮食生产脆弱性整体下降但仍面临多重风险叠加的现状,应进一步健全粮食安全战略体系,强化财政、金融、保险等多元支持手段,完善粮食主产区利益补偿与激励机制。特别是在自然灾害频发和全球市场波动背景下,应加快推进农业防灾减灾能力建设,推动智能气象服务、农业灾害预警系统和高标准农田建设协同发展,提升粮食生产系统的抗冲击能力与恢复能力,确保国家粮食安全的基础更稳固。

第二,因地制宜推动区域农业差异化发展,缩小粮食生产脆弱性空间差距。针对粮食生产脆弱性在空间上的“东低西高、南低北高”格局,应加强区域统筹协调,推动东中西部农业发展互补与联动。东部地区应继续发挥技术与资金优势,提升绿色农业和智慧农业水平,巩固其低脆弱性优势;中部地区应深化“藏粮于地、藏粮于技”战略,加快农业结构调整,促进农业与二、三产业融合发展;西部地区则需重点提升农业基础设施水平,加大水利工程、土地整治、农技推广等方面的投入,缓解其高暴露与高敏感问题,增强粮食系统稳定性。

第三,因地制宜,增强重点区域粮食系统应对风险的能力。由于各粮食功能区脆弱性产生的原因和表现不同,需要制定更精准的治理策略。东部地区要保证粮食稳定供应,同时带头探索数字农业、低碳农业发展模式,走可持续发展道路,发挥示范作用;中部地区要加大农业科技推广力度,加强农田水利设施建设,提高生产适应能力和效率;西部和东北地区要重点解决生态脆弱问题,把生态保护和农业生产结合起来,尽快建立农业风险监测和应对机制,提高应对极端天气和资源短缺的能力,保障国家粮食安全。

参考文献

[1] 董恺,穆月英.粮食生产脆弱性如何影响农户收

入? [J].干旱区资源与环境, 2024, 38 (7):42-51.

[2] 罗海平,李卓雅,胡学英,等.我国粮食主产区粮食安全脆弱性的时空演化与重心迁移[J].统计与决策, 2024, 40 (2):94-99.

[3] 崔慧霞.农村民间金融的脆弱性与相机治理[J].经济体制改革, 2005 (5):80-84.

[4] 唐永胜.发展中国家经济脆弱性的根源及其化解[J].现代国际关系, 2005 (11):1-8.

[5] 袁海红,高晓路.城市经济脆弱性评价研究——以北京海淀区为例[J].自然资源学报, 2014, 29 (7):1159-1172.

[6] 李长松,周玉玺.水资源非农化与粮食生产脆弱性[J].华南农业大学学报(社会科学版), 2023, 22 (5):25-37.

[7] 杨飞,马超,方华军.脆弱性研究进展:从理论研究到综合实践[J].生态学报, 2019, 39 (2):441-453.

[8] 高登云,李杏,钱龙.中国粮食安全系统脆弱性:时空格局与空间相关性[J].统计与决策, 2025, 41 (1):81-86.

[9] 姚成胜,殷伟,黄琳,等.中国粮食生产与消费能力脆弱性的时空格局及耦合协调性演变[J].经济地理, 2019, 39 (12):147-156.

[10] 李长松,周霞,周玉玺.中国粮食主产区农业水贫困与粮食生产脆弱性的时空耦合研究[J].农业资源与环境学报, 2023, 40 (4):965-975.

[11] 刘黎明,陈军飞,王春宝.长江经济带水-能源-粮食-生态脆弱性时空特征及影响机制[J].长江流域资源与环境, 2023, 32 (8):1628-1640.

[12] 罗光强,彭丽鹏.数字素养对农户粮食生产脆弱性的影响——基于CRRS的微观证据[J].湖南农业大学学报(社会科学版), 2024, 25 (5):38-45.

[13] 罗海平,王佳铖,胡学英,等.粮食主产区粮食安全与生态安全脆弱性耦合研究[J].统计与信息论坛, 2023, 38 (7):117-128.