



李国景, 杨亚东, 刘洋, 朱文博. 县域水稻生产区域差异与增产效应[J]. 中国农业大学学报, 2024, 29(10): 60-71.

LI Guojing, YANG Yadong, LIU Yang, ZHU Wenbo. Regional difference and yield increasing effect of rice production at county level[J]. *Journal of China Agricultural University*, 2024, 29(10): 60-71.

DOI: 10.11841/j.issn.1007-4333.2024.10.05

## 县域水稻生产区域差异与增产效应

李国景<sup>1</sup> 杨亚东<sup>1</sup> 刘洋<sup>1</sup> 朱文博<sup>2\*</sup>

(1. 中国农业科学院 农业资源与农业区划研究所/北方干旱半干旱耕地高效利用全国重点实验室, 北京 100081;  
2. 中国社会科学院 农村发展研究所, 北京 100732)

**摘要** 为厘清近年来我国水稻生产的区域差异, 把握区域水稻增产能力, 利用全国县级样本水稻生产数据(统计数据未含港澳台地区, 下同), 分析水稻生产能力的区域差异, 采用对数平均迪氏分解法, 从时间和空间维度上对县域水稻增产的驱动因素贡献度进行分析。结果表明: 2016—2019年我国水稻生产格局呈现北增南减变化趋势, 黑龙江东北部的三江平原增产明显。县域水稻种植面积与总产量的空间分布格局较为接近。全国层面上, 种植面积和单产共同促进了水稻产量增长, 但单产累计效应的贡献度超过93%, 种植面积贡献度较小; 时间维度上单产提高对水稻增产的驱动强度逐步增强, 而种植面积作用逐步减弱并转化为减产效应。区域上, 东北平原区水稻产量总体呈现增长趋势, 主要推动因素来自种植面积; 长江中下游区和华南沿海区水稻产量的下降主要由种植面积主导; 黄淮海区水稻产量呈现增长, 来自于种植面积和单产的共同推动作用; 西南区水稻产量呈现下降趋势, 种植面积和单产均起到负向抑制作用。因此, 东北平原区在稳住水稻种植面积的基础上, 深入挖掘单产提升潜力; 长江中下游区和华南沿海区继续强化单产提升, 加快高标准农田建设, 构建适宜的早晚稻品种组合, 加强城市周边优质稻田保护; 加强西南区水库建设, 解决季节性缺水问题。

**关键词** 县域; 水稻生产; 区域差异; 增产效应

中图分类号 F323

文章编号 1007-4333(2024)10-0060-12

文献标志码 A

## Regional difference and yield increasing effect of rice production at county level

LI Guojing<sup>1</sup>, YANG Yadong<sup>1</sup>, LIU Yang<sup>1</sup>, ZHU Wenbo<sup>2\*</sup>

(1. Institute of Agricultural Resources and Regional Planning, Chinese Academy of Agricultural Sciences/State Key Laboratory of Efficient Utilization of Arid and Semi-Arid Arable Land in Northern China, Beijing 100081, China;  
2. Rural Development Institute, Chinese Academy of Social Sciences, Beijing 100732, China)

**Abstract** In order to clarify the regional differences of rice production in recent years in China and grasp the regional rice yield increase capacity, using national county-level sample rice production data (Data do not include those of Hong Kong, Macao and Taiwan regions. The same below), this study analyzed the regional differences in rice production capacity, and adopted the Logarithmic Mean Divisia Index to investigate the contribution of driving factors for rice yield increase in counties from both temporal and spatial dimensions. The results showed that: From 2016 to 2019, the rice production pattern in China showed an increasing trend in the north and decreasing trend in the south, with a significant increase in

收稿日期: 2023-12-25

基金项目: 中国社会科学院创新工程项目(2024NFSB09); 中国社会科学院国情调研重大项目(2024GQZD004); 2023年度农村发展研究所智库基础科研项目(23ZKJC055); 国家马铃薯产业技术体系项目(CARS-9); 中国农业科学院重大科技任务项目(CAAS-ZDRW202418, CAAS-ZDRW202419)

第一作者: 李国景(ORCID:0009-0008-9806-5609), 副研究员, 主要从事区域发展研究, E-mail: liguojing@caas.cn

通讯作者: 朱文博(ORCID:0000-0003-1324-8411), 助理研究员, 主要从事粮食安全与食物经济研究, E-mail: zhuwenbo@cass.org.cn

yield in the Sanjiang Plain in the northeast of Heilongjiang Province. The spatial distribution pattern of rice planting area and total yield in the county was relatively close. At the national level, the planting area and yield jointly promoted the growth of rice yield, but the cumulative effect of yield per unit area contributed more than 93%, and the contribution of planting area was relatively small; The driving force of increasing yield per unit area on rice production in the time dimension was gradually increasing, while the effect of planting area was gradually weakening and transforming into a yield reduction effect. Regionally, the overall rice yield in the Northeast Plain region displayed an increasing trend, with the main driving factor was the planting area; The decrease in rice yield in the middle and lower reaches of the Yangtze River and the coastal areas of South China was mainly dominated by the sowing area; The rice yield in the Huanghuaihai region was increased, which was driven by the combined effects of planting area and yield per unit area; The rice yield in the southwest region showed a downward trend, and both the planting area and yield had a negative inhibitory effect. Therefore, on the basis of stabilizing the rice planting area, the Northeast Plain region should deeply explore the potential for yield improvement; The middle and lower reaches of the Yangtze River and the coastal areas of southern China will continue to strengthen yield improvement, accelerate the construction of high standard farmland, build suitable combinations of early and late rice varieties, and strengthen the protection of high-quality rice fields around the city; and the construction of reservoirs in the southwest region should be strengthened to solve the problem of seasonal water shortage.

**Keywords** county level; rice production; regional disparities; yield-increasing effects

当前,我国农业发展的内外部环境正发生深刻变化,国内粮食持续增产压力大,膳食结构面临升级,国际粮食供应存在风险。面对新形势新挑战,优化粮食生产区域布局,提升粮食综合生产能力,对于保障国家粮食安全和夯实农业强国建设基础具有重要意义。2024年3月,国务院常务会议,讨论通过的《新一轮千亿斤粮食产能提升行动方案(2024—2030年)》提出巩固提升口粮、主攻玉米大豆、兼顾薯类杂粮的增产思路。2024年中央一号文件明确提出把粮食增产的重心放到大面积提高单产上。稻谷作为我国居民的主要口粮之一,其每年的消费量占口粮消费总量的60%以上。近年来,我国稻谷年度产量稳定在两亿t以上,其中85%以上的稻谷用于口粮消费,对于确保谷物基本自给、口粮绝对安全发挥了重要作用<sup>[1]</sup>。从种植空间格局来看,我国传统稻谷生产优势产区主要分布在东北、长江流域和东南沿海。过去20年,我国水稻生产重心由南向北变动,东北和长江流域水稻种植面积占全国的比重分别提高了8.5和2.2个百分点,东南沿海水稻种植面积占比则下降10.1个百分点<sup>[2]</sup>。从单产变化来看,近年来我国水稻单产不断提高,2016—2019年期间水稻每公顷产量增加了193.5 kg,对于水稻总产的稳定作出了重要贡献<sup>[2]</sup>。但受气温、降雨、土壤、地势和经营规模等因素影响,区域水稻单产变化存在差异<sup>[3]</sup>。

我国人口基数大,居民食物消费持续转型升级,稻米的多元化消费和品质改善需求都将呈增长趋势,而且利用国际市场弥补国内需求的市场风险大,从生产端保障稻谷稳定供给的压力将长期存在。因此,在水稻种植面积总体呈现下降、区域单产分化明显,以及稻谷确保高自给率的背景下,研究当前水稻生产的空间分布,厘清影响区域稻谷增产的主导因素,对于因地制宜、分区施策、精准发力开发区域稻谷增产潜力具有重要意义。

目前,对水稻种植空间变化的研究成果较为丰富,但是使用数据相对较旧,研究层面多聚焦于省级层面或者特定区域的县级层面,从全国县域的角度分析水稻生产的研究有待于丰富。杨万江等<sup>[4]</sup>利用1978—2009年省级数据分析了全国水稻生产重心的空间变动,认为我国水稻生产由南向北变动轨迹明显。卮军等<sup>[5]</sup>以江苏省为研究区域分析了1980—2009年水稻种植面积空间格局变化,发现苏南区域快速减少,苏北区域快速增加。近年来,多数研究以粮食为研究对象开展生产区域规律性分析<sup>[6-7]</sup>。谢坤等<sup>[8]</sup>从人均粮食产量角度测算了我国粮食产量分布的区域特征,划分出了缺粮区和余粮区。罗慧等<sup>[9]</sup>分区域测算了水稻、小麦和玉米3种主粮作物的生产效率,结果表明生产要素在空间上存在错配。卢新海等<sup>[10]</sup>分析了口粮生产能力在区域上的差异性,认为应强化区域粮食生产联动效应。

分析水稻单产区域差异性以及对产量的贡献是研究热点,但同样欠缺全国县域层面针对水稻的深度分析。孙致陆<sup>[11]</sup>分省份分析了我国稻谷单产时空演进趋势,发现1978—2015年单产均在波动变化中显著提升,主产区省份单产持续高于非主产区省份。水稻单产空间差异性主要源于不同区域气候地势水源等自然因素,例如南方的水稻普遍可以种植两季或三季,但作物生长期的缩短对单产会造成影响<sup>[12-13]</sup>。解伟等<sup>[14]</sup>利用文献统计方法分析了已有研究关于气候变化对中国未来粮食单产影响的评估结果,研究表明气温每提高1℃,三大主粮作物的单产下降约2.6%。目前我国宜耕耕地后备资源匮乏,农业土壤肥力水平总体不高,中低产田面积大,土壤退化严重,在现有自然环境条件下,提升单产水平成为保障水稻有效供给的重要路径<sup>[15-16]</sup>。王薇等<sup>[17]</sup>分析了单产对水稻增产的影响,发现水稻产量增加主要源于单产,未来单产贡献趋于平缓。为了厘清近年来我国水稻生产的区域差异,把握区域水稻增产能力,利用全国县级样本水稻生产数据,分析了区域水稻生产水平的差异,采用对数平均迪氏分解法(Logarithmic Mean Divisia Index, LMDI)模型分析县域水稻增产的分解因素效应,为挖掘区域水稻产能潜力和制定产能提升政策提供借鉴。

## 1 研究方法 with 数据说明

### 1.1 研究方法

运用因素分解法来识别水稻产量变化的驱动因素,并实现县域层面的分解和差异比较。因素分解法包括指数分解法和结构分解法两种,以指数分解法最为常用。一些学者对指数分解法进行了改进和拓展,其中,LMDI是目前最广泛使用的分解方法之一。Ang<sup>[18]</sup>在综合比较各种因素分解方法的基础上,指出LMDI方法满足因素可逆,能消除残差项,可以完美地处理零值。LMDI方法已经在能源消耗、环境污染物排放的研究中得到广泛应用<sup>[19-20]</sup>。采用无残差的LMDI加性分解方法,对水稻产量进行分解。基于LMDI框架,将县域层面水稻增产的驱动因素分解种植面积效应和单产效应。

利用产量的测算公式对水稻产量进行分解如下:

$$P = A Y \quad (1)$$

式中: $P$ 为县域内水稻产量,万t; $A$ 为县域水稻作物

的种植面积,万 $\text{hm}^2$ ; $Y$ 为该水稻单产, $\text{t}/\text{hm}^2$ 。水稻产量的年份间变动表示为:

$$\Delta P = P^t - P^0 = \Delta A + \Delta Y + \Delta R \quad (2)$$

式中: $P^0$ 、 $P^t$ 分别为基期和第 $t$ 期的水稻产量; $\Delta A$ 为水稻种植面积变化引起的产量变化; $\Delta Y$ 为水稻单产变化引起的产量变化; $\Delta R$ 为加法分解过程中产生的残差,残差的存在以及残差值大小直接影响产量的分解结果。为了能够减少残差对产量分解的影响,采用LMDI模型将水稻产量分解为种植面积效应和单产面积效应:

$$\Delta P = \Delta A + \Delta Y = \frac{P^t - P^0}{\ln P^t - \ln P^0} \times \ln \frac{A^t}{A^0} + \frac{P^t - P^0}{\ln P^t - \ln P^0} \times \ln \frac{Y^t}{Y^0} \quad (3)$$

式中: $A^0$ 、 $A^t$ 分别为基期和第 $t$ 期的水稻种植面积; $Y^0$ 、 $Y^t$ 分别为基期和第 $t$ 期的水稻单产; $\frac{P^t - P^0}{\ln P^t - \ln P^0}$ 为对数平均权数; $\Delta A$ 为水稻种植面积变化对产量变动的贡献程度,单位为万t; $\Delta Y$ 为水稻单产变化对产量变动的贡献程度,单位为万t。当某因素效应符号为正表示该因素对水稻生产变动起着促进作用;否则,表示抑制作用。在分时间段计算种植面积和单产的效应后,将各时间段各分解因素效应加总获得整个研究时间区间上分解因素的总效应:

$$\sum \Delta P = \sum \Delta A + \sum \Delta Y \quad (4)$$

式中: $\sum \Delta P$ 为在整个研究期间内由分解因素变化导致的水稻生产变化量; $\sum \Delta A$ 为种植面积变化对水稻产量变动的贡献程度; $\sum \Delta Y$ 为单产变化对水稻产量变动的贡献程度。

### 1.2 数据来源与统计描述

使用的样本县级数据来源于国家农业部门实施的县域粮食生产情况调度数据,时间区间为“十三五”时期的前4年,即2016—2019年。之所以选择2020年前的数据样本开展分析,一方面因为2009年发布的《全国新增1000亿斤粮食生产能力规划(2009—2020年)》在2019年规划到期,新一轮粮食产能提升亟需谋划,选择2019年为研究时间区间截止年对于新的粮食产能规划具有重要借鉴意义。另一方面,2020年年初暴发了新冠肺炎疫情,并持续3年,疫情重大突发事件不可避免对我国粮食生产产生影响,因此将研究时间点截止在2019年,能更具有代表性地反映粮食生产的平稳性。另外,选择“十三五”开局之年的2016年作为研究数据开始

点,能够较为完整的体现该时期水稻生产的变动情况,而避免 2 个五年规划衔接期的不确定性影响。

为了对比分析各区域的水稻生产能力,根据粮食生产功能区划定的范围,将全国水稻生产区划分为东北平原区,主要包括黑龙江、吉林、辽宁省和内蒙古自治区东部;黄淮海区主要包括河南、山东、天津和河北省(市);长江中下游区主要包括上海、江苏、浙江、安徽、江西、湖北、湖南省(市);华南沿海区主要包括福建、广东、广西、海南省。西南区主要包括四川、重庆、云南、贵州省(市)。本研究所采用的县域粮食生产情况调度数据涵盖了 1 183 个县,

其中东北平原区 149 个县、黄淮海区 29 个县、长江中下游区 456 个县、华南沿海区 246 个县、西南区 303 个县。

样本县级数据能够代表性的反映全国水稻的生产情况。由表 1 可知,2016—2019 年五大区域的样本县域水稻产量占全国水稻总产量的比重均在 94% 以上,表明样本数据具有较好的代表性。其中,2017 年东北区平原区、黄淮海区、长江中下游区、华南沿海区和西南区水稻产量占全国总产量比重分别为 18.19%、2.56%、51.55%、12.36% 和 13.23%,相比其它年份总比重较高达到 97.89%。

表 1 2016—2019 年区域水稻产量及占全国产量的比例

Table 1 Regional rice production and its proportion to national rice production from 2016 to 2019

区域 Region	2016 年		2017 年		2018 年		2019 年	
	产量/万 t Production	比例/% Proportion	产量/万 t Production	比例/% Proportion	产量/万 t Production	比例/% Proportion	产量/万 t Production	比例/% Proportion
东北平原区 Northeast plain region	3 594.51	17.03	3 793.82	18.19	3 652.73	17.22	3 612.21	17.23
黄淮海区 Huanhuaihai region	532.12	2.52	534.43	2.56	577.76	2.72	571.47	2.73
长江中下游区 The Yangtze basin	10 706.20	50.72	10 750.82	51.55	10 646.87	50.19	10 422.28	49.72
华南沿海区 South China coastal region	2 619.28	12.41	2 578.40	12.36	2 470.36	11.65	2 465.17	11.76
西南区 Southwest region	2 762.99	13.09	2 758.48	13.23	2 745.50	12.94	2 734.04	13.04
小计 Total	20 215.10	95.76	20 415.95	97.89	20 093.22	94.72	19 805.17	94.48

由表 2 可知,1)2016—2019 年,县域水稻的产量和种植面积的平均值表现出相同的变化趋势,均呈现下降趋势,而单产的平均值却呈现上升趋势,表明该时期面积对水稻产量的减产作用大于单产对产量的提升作用。2)水稻产量、面积和单产的偏离系数均 $>0$ ,并且中位值小于平均值,说明县域水稻数据分布特征呈现正偏态分布,即频数分布的高峰向左偏移,长尾向右侧延伸,表明有较多的低值数据集簇分布,而高值数据离散分布。3)水稻产量、面积和单产的峰度系数均 $>0$ ,表明与标准正态分布相比,3 个数据的高峰更加陡峭,集中分布程度较强。

## 2 结果分析

### 2.1 县域水稻生产能力时空分布分析

#### 2.1.1 水稻产量分布时空变化

从表 1 区域样本县水稻产量的变化来看,2016—2019 年,东北平原区水稻产量先增后减,但是 2019 年产量仍然大于 2016 年产量,增加了 17.7 万 t。同期,长江中下游区水稻产量同样表现为先增后减,但 2019 年的产量远小于 2016 年的产量,减少了 283.92 万 t。同期,黄淮海区水稻产量总体呈现增长趋势,而华南沿海区和西南区水稻产量一直呈现下降趋势。可以看出,我国稻生产格局呈现北增南



表2 县域水稻生产及其分解因素的统计描述

Table 2 A statistical description of rice production and its decomposition factors at county level

指标 Index	年份 Year	极小值 Min	极大值 Max	全距 Range	平均值 Mean	中位值 Median	标准差 SD	偏离系数 Skewness	峰度系数 Kurtosis
水稻产量/万 t Rice production	2016	0.07	236.12	236.05	17.09	10.17	20.93	4.30	34.64
	2017	0.04	245.68	245.64	17.26	10.41	21.32	4.40	36.00
	2018	0.02	226.49	226.47	16.98	10.14	20.80	4.21	32.68
	2019	0.05	222.44	222.39	16.74	10.09	20.07	3.93	29.14
种植面积/万 hm <sup>2</sup> Planting area	2016	0.01	30.70	30.69	2.48	1.56	43.47	3.81	27.58
	2017	0.01	31.05	31.05	2.47	1.57	43.41	3.94	29.42
	2018	0.00	31.67	31.67	2.42	1.51	43.16	4.22	32.59
	2019	0.01	30.92	30.92	2.36	1.47	41.93	4.09	30.83
单产/(kg/hm <sup>2</sup> ) Yield	2016	2 700.00	13 276.35	10 576.35	6 858.75	6 730.35	87.30	0.36	3.04
	2017	3 195.30	13 011.60	9 816.30	6 921.30	6 768.60	86.87	0.28	2.86
	2018	2 667.60	10 650.00	7 982.40	6 912.30	6 730.35	82.85	0.17	2.80
	2019	2 661.90	12 163.95	8 017.05	7 064.25	6 854.25	89.31	0.23	2.97

减变化趋势,原因包括东北早熟单季稻区面积增加,而南方双单季稻区面积减少。

产量分布图1显示,2016—2019年县域水稻产量空间分布存在明显区域差异,水稻年产量较高的县域主要分布在东北和长江中下游,具体分布在东北平原区的黑龙江省东北部的三江平原、黑龙江与吉林省交界的松嫩平原、长江中下游区的江苏、安徽、江西、湖北和湖南省。长江中下游仍然是我国水稻的主产区,一是该区域是最适宜种植水稻的区域;二是虽然下游的浙江、江苏、安徽和上海市(省)的双季稻面积明显减少,但是下游的水稻单产优势对产量的提升仍然较强,而且长江中游地区的水稻种植面积扩大体现出规模拉动趋势。另一方面,东北平原区是我国水稻增产的重点区域,尤其是黑龙江东北部的三江平原。水稻新品种研发,栽培技术与防灾减灾技术改善,人均耕地面积较大,机械化作业程度高,以及气候变暖扩大了该区域的水稻种植区,这些条件为东北平原区水稻增产提供了便利。

产量分布图1显示,2016—2019年水稻产量较低的县域主要分布在东北平原区的吉林南部、辽宁北部,长江中下游区的浙江省,华南沿海区的福建省、广西的西北部、海南沿海地区,西南区的云南、贵州省。吉林和辽宁省的部分地区受气候因素、土

地质量下降等原因导致该时期水稻产量下降;浙江、福建省低产县分布较多,该区域双季稻面积减少、耕地撂荒、耕地数量减少等因素导致水稻产量偏低;广西西北部、西南区遭受强降雨、洪涝、干旱灾害的次数偏多,对水稻产量造成损失。分布统计显示,水稻产量低于20万t的县域有852个,其水稻产量占全国产量的34.18%。其中,东北平原区有101个县,占该区域县域数量的67.79%;长江中下游区有244个县,占该区域县域数量的53.51%;华南沿海区有213个县,占该区域县域数量的94.72%;西南区有274个县,占该区域县域数量的90.43%;黄淮海区有20个,占该区域县域数量的68.97%。

### 2.1.2 水稻种植面积和单产分布时空变化

种植面积分布(图2)显示,2016—2019年各区域间县域水稻种植面积的空间分布存在明显差异,与总产量的空间分布格局较为接近。水稻种植面积在1.3万hm<sup>2</sup>以上的县域主要分布在东北平原区黑龙江的三江平原,东北平原区的松嫩平原,长江中下游区的江苏、安徽、江西、湖北和湖南,以及华南沿海区广西和广东也有少量分布。

单产分布(图3)显示,县域水稻单产的空间分布在时间上变化明显。2016年水稻单产水平在

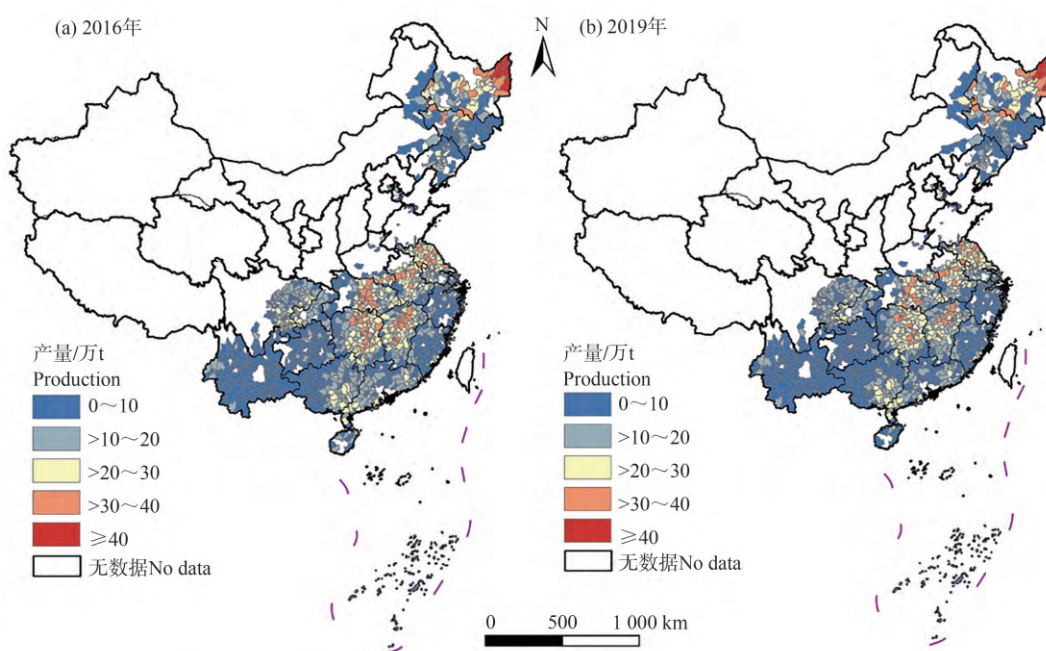


图 1 2016 和 2019 年县域水稻产量

Fig. 1 County-level rice production in 2016 and 2019

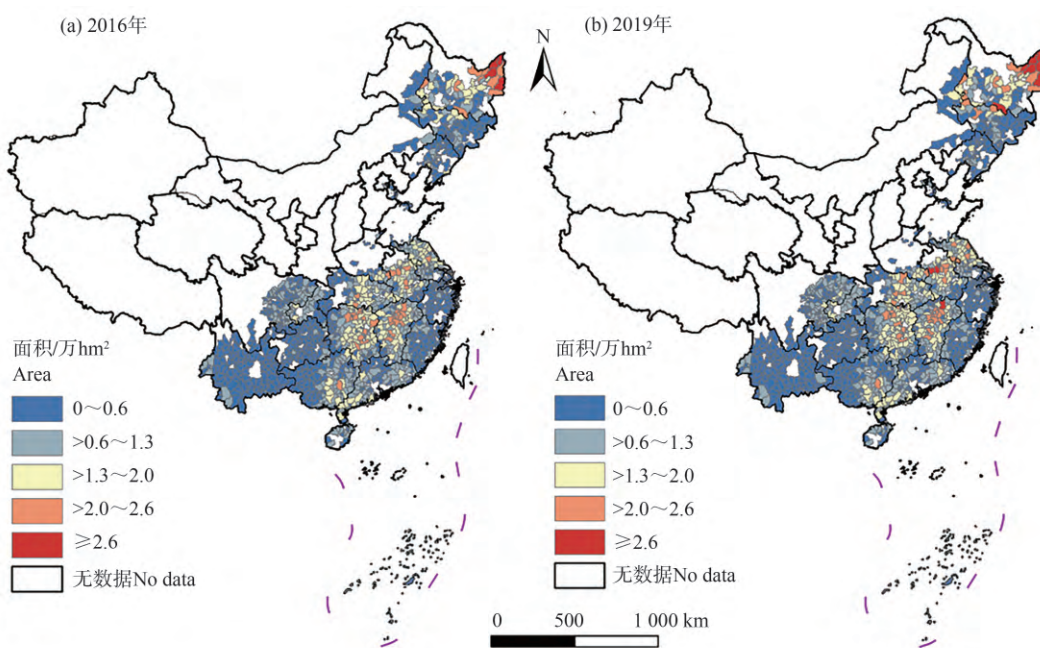


图 2 2016 和 2019 年县域水稻种植面积

Fig. 2 County-level rice cultivation area in 2016 and 2019

6 765 kg/hm<sup>2</sup> 以上的区域主要分布在黑龙江的东北部、吉林西北部、辽宁西北部、内蒙古东部、江苏、浙江北部、湖北、四川西部、云南中部。到 2019 年，单产水平在 6 765 kg/hm<sup>2</sup> 以上的区域主要分布在吉林

西北部、辽宁西北部、内蒙古东部、江苏、湖北中部，零星分布在云南中部。

综合产量、面积和单产空间分布变化可以看出，在黑龙江东北部、长江中下游的江苏和湖北，种

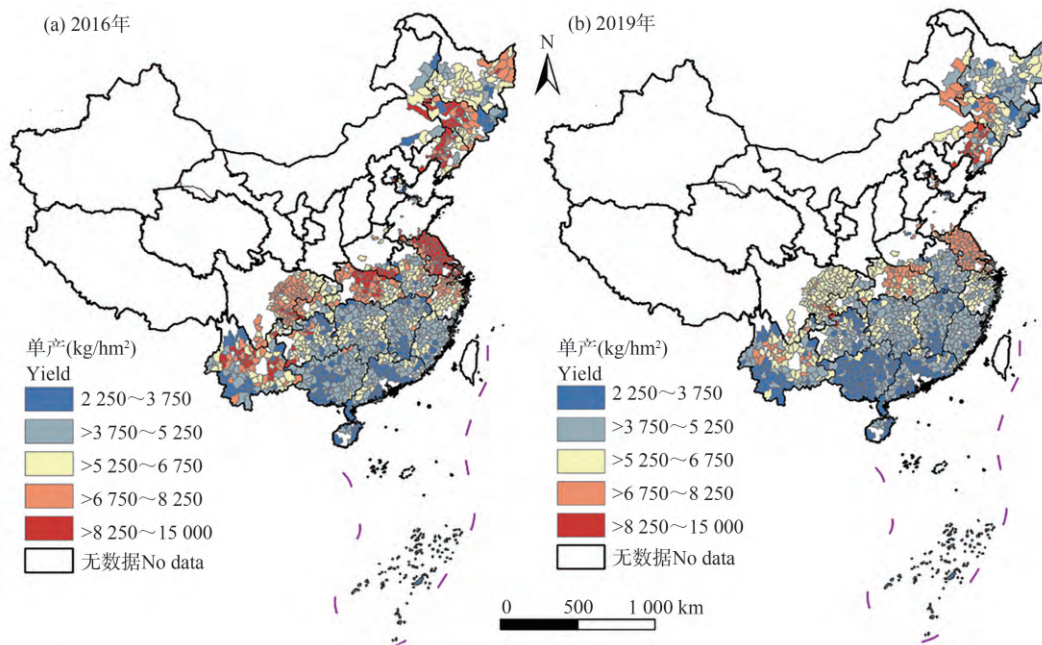


图3 2016和2019年县域水稻单产水平

Fig. 3 County-level rice yield per mu in 2016 and 2019

植面积对水稻增产上的推动作用在增强。一是2019年黑龙江东北部水稻单产出现下降,掉出了高单产的行列,而该区域的水稻产量和种植面积却在全国处于领先地位。二是对比2016和2019年的单产变动,长江中下游的江苏和湖北的水稻单产同样出现了下降,而该区域水稻在产量和种植面积却处在全国前列。

各区域具体分析来看,东北平原区是我国粳稻优势产区,该区域规模化程度高、土壤肥沃,水稻生长期雨水充沛、日照充足、昼夜温差大,有助于水稻单产增加。2016—2019年,该区域内的吉林省水稻平均产量达到 $8\,871.45\text{ kg/hm}^2$ ,该区域内的其他省份水稻平均产量接近或超过 $7\,500\text{ kg/hm}^2$ 。黄淮海区主要种植粳稻,该区域土地规模化程度高,夏季光热资源丰富,秋季昼夜温差大,水稻单产普遍较高,该区域内的省份水稻平均产量均超过 $7\,500\text{ kg}$ 。长江中下游区域水热资源丰富,水稻三熟制和两熟制并存,适宜发展水稻生产,区域内的太湖平原、皖中平原、江汉平原等区域是我国著名稻米产区。该区域的水稻单产水平为 $7\,164.3\text{ kg/hm}^2$ ,与全国水稻的平均产量 $7\,147.95\text{ kg/hm}^2$ 相当,其中该区域的江苏水稻平均产量达到 $9\,000\text{ kg/hm}^2$ 。华南沿海区是降水、光照与热量最充足的地区,是最适宜水稻生长的区域,但是稻田主要分布在沿海平原和山间

盆地,规模化程度小,水稻生产期短,导致该区域水稻单产水平普遍较低,该区域内福建水稻单产为 $6\,244.35\text{ kg/hm}^2$ ,而广东、广西、海南均低于 $6\,000\text{ kg/hm}^2$ 。西南区是我国传统特色稻作区,但是该区域旱灾等各类自然灾害多发,对稻生产影响较大。西南区的水稻单产水平为 $7\,162.2\text{ kg/hm}^2$ ,也与全国水稻的平均单产水平相当。

## 2.2 县域水稻产量变化驱动因素分解

### 2.2.1 动态时间维度的驱动因素分解

根据式(1)~(4)构建的县域水稻产量影响因素分解模型,计算得到全国层面和五大区域层面县域单产和种植面积对水稻产量影响的时间差异(表3)。

从全国层面总体来看,该时期种植面积和单产共同促进了水稻产量增长,单产累计效应的贡献度超过93%,种植面积累计效应的贡献度较小。从时间动态维度的分解结果看,单产提高对水稻增产的驱动强度逐步增强,2016—2019年县域内由单产提高引起的水稻产量增加了 $0.95\text{ 万 t}$ ,3个年份分别增加了 $0.16\text{ 万}$ 、 $0.31\text{ 万}$ 和 $0.48\text{ 万 t}$ ;种植面积扩大对水稻增产的驱动力逐步减弱并转化为减产效应,2016—2019年县域内由种植面积引起的水稻产量仅增加 $0.07\text{ 万 t}$ ,其中,2017和2018年分别增加 $0.19\text{ 万}$ 和 $0.1\text{ 万 t}$ ,而2019年减少 $0.22\text{ 万 t}$ 。



表 3 2016—2019 年各区域县域水稻生产变化的种植面积效应和单产效应  
Table 3 Area and yield effects on regional rice production changes from 2016 to 2019

区域 Region	分解效应 Decomposition effect	2016—2017 年	2017—2018 年	2018—2019 年	累积效应 Cumulative effect
全国 Nationwide	种植面积效应	0.19	0.10	-0.22	0.07
	单产效应	0.16	0.31	0.48	0.95
东北平原区 Northeast plain region	种植面积效应	0.87	0.78	0.4	2.05
	单产效应	0.19	-0.19	0.21	0.21
黄淮海区 Huanhuaihai region	种植面积效应	0.57	1.39	1.21	3.17
	单产效应	0.27	1.19	1.17	2.63
长江中下游区 The Yangtze River basin	种植面积效应	-0.3	-0.94	-1.64	-2.88
	单产效应	0.31	0.67	0.83	1.81
华南沿海区 South China coastal region	种植面积效应	-0.13	-0.77	-0.96	-1.86
	单产效应	-0.04	0.12	0.18	0.26
西南区 Southwest region	种植面积效应	-0.06	0.04	-0.1	-0.12
	单产效应	0.05	-0.23	0.01	-0.17

东北平原区。种植面积对水稻产量增长起到显著正向驱动作用,但正向作用在减弱。2016—2019年,县域内由种植面积引起的水稻产量增加2.05万t,3个年份分别增加0.87万、0.78万和0.4万t。对比来看,单产对水稻增产的效应相对较小,2016—2019年由单产引起的水稻产量仅增加了0.21万t,而且在2017—2018年单产起到了负向抑制作用。可见,东北平原区水稻产量增长的推动因素主要来自种植面积。

黄淮海区。种植面积和单产对水稻产量增长均起到显著正向驱动作用,且正向作用总体呈现增强趋势。2016—2019年,县域内由种植面积引起的水稻产量增加3.17万t,3个年份分别增加0.57万、1.39万和1.21万t。由单产引起的水稻产量增加了2.63万t,3个年份分别增加0.27万、1.19万和1.17万t。

长江中下游区。种植面积对水稻增产起到显著负向作用,且有增强趋势;相反,单产效应一直为正值,且对水稻增产的作用不断增强。对比来看,种植面积对该区域水稻增产的负向作用超过了单产的正向推动作用。2016—2019年,县域内由种植

面积引起的水稻产量减少2.88万t,而由单产引起的水稻产量增加1.81万t。可见,长江中下游区水稻产量变化的主要由种植面积主导。

华南沿海区。种植面积对水稻增产起到负向作用,且作用在增强;单产对水稻产量增加的正向作用相对较小。2016—2019年,县域内由种植面积引起的水稻产量减少了1.86万t,而由单产引起的水稻产量增加了仅为0.26万t。结合华南沿海区产量的下降,华南沿海区水稻产量变化的主要由种植面积主导。

西南区。种植面积和单产对水稻产量增长均起到负向作用,且各年份对产量的作用相对较小。2016—2019年,县域内由种植面积和单产引起的水稻产量分别减少了0.12万和0.17万t。

总结各区域驱动因素对产量变化的强弱作用变化来看,一是2016—2019年,东北平原区水稻产量总体呈现增长趋势,主要推动因素来自种植面积;二是长江中下游区和华南沿海区水稻产量的下降主要由种植面积主导;三是黄淮海区水稻产量呈现增长,来自于种植面积和单产的共同推动作用;四是西南区水稻产量呈现下降趋势,种植面积和单产均起到负向抑制作用。



### 2.2.2 空间分布维度的驱动因素分解

将2016—2019年各县域水稻生产变化的各分解因素效应进行累加,得到各县域分解因素的累积效应(图4)。单产和种植面积对水稻产量的影响呈现明显的区域分布特征。种植面积对水稻产量的正向效应 $>10$ 万t的县域主要分布在东北平原区的

黑龙江东北部的三江平原,黑龙江西南部、吉林西北部、内蒙古东部的松嫩平原,以及长江中下游的安徽中部。种植面积对水稻产量起到负向效应的县域主要部分在长江中下游区的湖南和江西、华南沿海区的广西。其他区域县域水稻种植面积效应普遍在10万t以下。

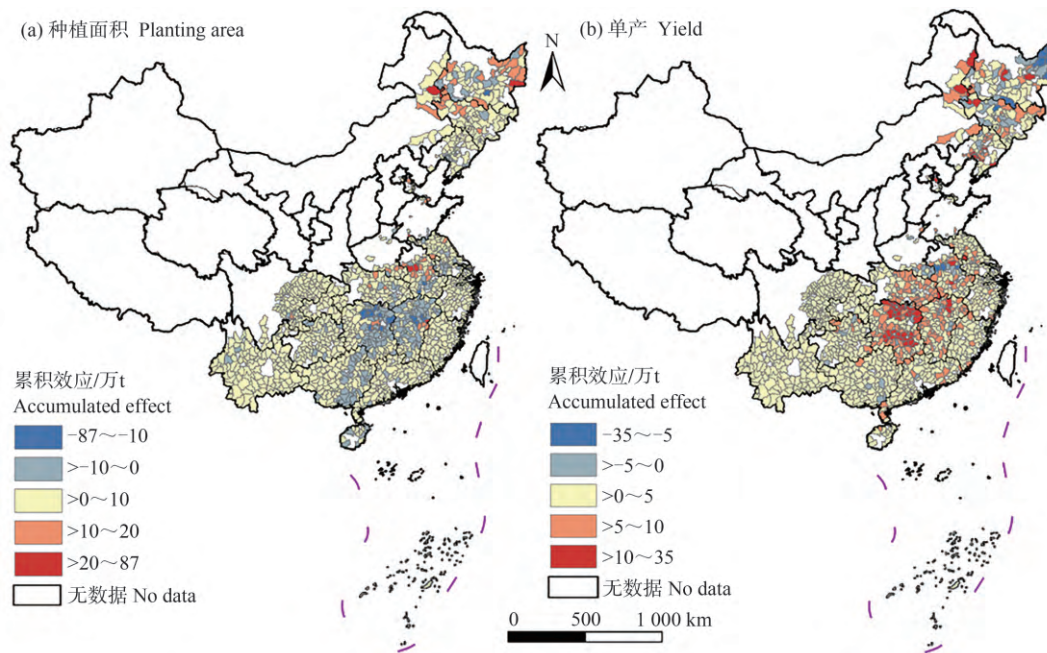


图4 2016—2019年县域水稻生产变化的驱动因素累积效应

Fig. 4 Cumulative impact of driving factors on county-level rice production changes from 2016 to 2019

单产对水稻产量的正向效应 $>10$ 万t的县域主要分布在长江中下游区的江苏、安徽、江西、湖北、湖南,零星分布在东北平原区的三江平原、松嫩平原和辽河平原。单产对水稻产量起到负向效应的县域集中分布在东北平原的三江平原,零星分布在松嫩平原和辽河平原,长江中下游区的安徽中部也有少量分布。其他区域县域水稻单产效应主要在10万t以下。

对比分析种植面积和单产的累积效应分布来看,一是东北平原区的三江平原和松嫩平原县域水稻种植面积表现出较强的正向累积效应,较高单产效应和较低单产效应的县域零星分布在该区域,表明东北平原区的水稻增产主要受到种植面积的主导作用,这与时间维度的分析结果保持一致。二是县域水稻单产效应较高的县域集中分布在长江中下游区江苏、安徽、江西、湖北、湖南,表明长江中下游区应持续加强品种和栽培技术研发,提高单产。

三是长江中下游的安徽县域水稻种植面积表现出较强正向累积效应,而该区域内部分县域单产对水稻增产具有较大的负向抑制作用。四是长江中下游区的湖南和江西集中分布着种植面积对水稻产量起到负向效应的县域,主要与该区域双季稻改单季稻导致复种指数下降有关。五是从全国范围来看西南区县域水稻种植面积和单产的累积效应并不突出,种植面积效应普遍在10万t以下,单产效应主要在9万t以下。西南区水稻种植面积占全国总种植面积的6%左右,由于该地区生态条件复杂,容易频发强降雨、洪涝和干旱等各类自然灾害,特别是旱灾,影响了水稻种植面积和单产的提高。

### 3 结论与讨论

利用2016—2019年县级层面的水稻生产数据,分析了区域水稻生产差异,采用LMDI模型分析了

县域种植面积和单产对水稻产量的影响程度和时空差异。主要结论如下：

1)我国水稻生产格局呈现北增南减变化趋势,长江中下游是水稻的主产区,东北平原区是水稻增产的重点区域,黑龙江东北部的三江平原增产明显,黄淮海区水稻产量总体呈现增长趋势,而华南沿海区和西南区水稻产量一直呈现下降趋势。

2)县域水稻种植面积与总产量的空间分布格局较为接近,2019年单产水平在 $6\ 765\ \text{kg}/\text{hm}^2$ 以上的区域主要分布在吉林西北部、辽宁西北部、内蒙古东部、江苏和湖北中部,零星分布在云南中部。在黑龙江东北部、长江中下游的江苏和湖北,种植面积对水稻增产上的推动作用在增强。

3)全国层面上,该时期种植面积和单产共同促进了水稻产量增长,但单产累计效应的贡献度超过93%,种植面积贡献度较小;时间维度上单产提高对水稻增产的驱动强度逐步增强,而种植面积扩大对水稻增产的驱动力逐步减弱并转化为减产效应。各区域驱动因素对产量变化的强弱作用变化显示,2016—2019年东北平原区水稻产量总体呈现增长趋势,主要推动因素来自种植面积;长江中下游区和华南沿海区水稻产量的下降主要由种植面积主导;黄淮海区水稻产量呈现增长,来自于种植面积和单产的共同推动作用;西南区水稻产量呈现下降趋势,种植面积和单产均起到负向抑制作用。

4)驱动因素空间分布上,东北平原区的三江平原和松嫩平原县域水稻种植面积表现出较强的正向累计效应。县域水稻单产效应较高的县域集中分布在长江中下游区江苏、安徽、江西、湖北、湖南。长江中下游的安徽县域水稻种植面积表现出较强正向累计效应,而该区域内部分县域单产对水稻增产具有较大的负向抑制作用。长江中下游区的湖南和江西集中分布着种植面积对水稻产量起到负向效应的县域。从全国范围来看西南区县域水稻种植面积和单产的累计效应并不突出。

使用的样本县级数据量较大,具有一定的代表性,以期较为清晰的展示该时期我国水稻生产的空间分布,分析各驱动因素对水稻产量变化贡献的时空差异,为了解我国水稻生产格局及驱动因素变化、探寻水稻生产的提质增效路径提供参考,但存在研究时间滞后和范围小的不足。结合分析结果,

得到如下启示:

一是东北平原区的黑龙江省东北部地区。该局部区域的种植面积对水稻高产起到较大推动作用。从产量分布可以看出,该区域县域水稻产量在全国范围内处于较高水平,达到30万t以上。对比分解因素累计效应分布可以发现,该区域水稻高产主要源于种植面积,而单产起到了负向抑制作用。该区域位于三江平原,地势平坦、土壤肥沃,秋季雨水充沛、日照充足、昼夜温差大,是我国粳稻优势产区。但该区域也易受到低温影响,导致水稻单产有年际间的波动。因此,在提升水稻产能上,该局部地区需要在稳住水稻种植面积的基础上,深入挖掘单产提升潜力,不断提高科技进步对水稻增产的贡献率,用单产效应逐步替代种植面积效应。应加强三江平原田间配套工程建设,提高地表水灌溉保障能力;加强选育耐低温优质高产粳稻品种选育;提高绿色标准化生产技术,加强提高灾害防控能力;利用生态区位优势,发展绿色有机稻米,培育稻米区域品牌和公共品牌。

二是长江中下游区的江苏、安徽、江西、湖北、湖南和华南沿海区广西。该局部区域的单产对水稻增产起到较高的推动作用。水稻产量分布显示,该区域的水稻产量较高,多数县域水稻产量在20万t以上。分解因素累计效应结果显示,该区域水稻高产主要源于单产,而种植面积起到了一定的负向抑制作用。该区域水热资源丰富,适宜发展水稻生产,太湖平原、皖中平原、江汉平原等是我国传统稻米产区,区域内双季稻三熟制和单季稻两熟制并存。但是近年来受城镇化影响较大,种植收益减少,部分地区旱涝灾害比较严重,水稻和双季稻种植面积缩减。结合区域自然特点,该区域局部地区在提升水稻产能上需要继续强化单产提升,打造单产超强优势区;加快高标准农田建设,加强对中低产水田的改造,提高稻田地力;构建适宜的早晚稻品种组合,通过价格调控、补贴政策提高复种指数,加强传统双季稻适宜产区适当恢复双季稻面积。

三是西南区、长江中下游的浙江和华南沿海的福建和广东。该局部区域对于水稻增产并没有表现出突出贡献也没有表现出明显短板,种植面积和单产对县域水稻产量的贡献程度基本处在十万吨以下的较低水平,这也意味着该区域提高单产和扩

种面积的潜力大、难度也高。西南区水稻产量相对偏低,频发各类自然灾害,特别是旱灾。而东南沿海三省的经济增长速度,产业升级强度高,对水稻等粮食种植的限制高。结合该区域自然条件和社会经济发展特点,该局部地区在水稻生产能力建设中主要以稳为主,严格守住现有水稻产能的底线,保证单产和种植面积不出现明显下降。应重点加强西南区水库建设,解决季节性缺水问题,重点加强浙江、福建、广东沿海地区的城市周边优质稻田保护。

## 参考文献 Reference

- [1] 陈锡文. 当前农业农村的若干重要问题[J]. 中国农村经济, 2023(8):2-17  
Chen X W. Several important issues in current agriculture and rural areas[J]. *Chinese Rural Economy*, 2023(8):2-17 (in Chinese)
- [2] 国家统计局. 2020年中国统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2020  
National Bureau of Statistics. *China Statistical Yearbook 2020* [M]. Beijing: China Statistics Press, 2020
- [3] 李国景, 罗其友. 我国耕地资源保护与利用体系、挑战与对策[J]. 山西农业大学学报: 社会科学版, 2023, 22(6):9-15  
Li G J, Luo Q Y. The system, challenges and countermeasures of the protection and utilization of China's cultivated land resources[J]. *Journal of Shanxi Agricultural University: Social Science Edition*, 2023, 22(6):9-15 (in Chinese)
- [4] 杨万江, 陈文佳. 中国水稻生产空间布局变迁及影响因素分析[J]. 经济地理, 2011, 31(12):2086-2093  
Yang W J, Chen W J. Studies on the spatial distribution changing of China's rice production and its influencing factors [J]. *Economic Geography*, 2011, 31(12):2086-2093 (in Chinese)
- [5] 倪军, 张洪程, 陆建飞. 江苏省水稻生产30年地域格局变化及影响因素分析[J]. 中国农业科学, 2012, 45(16):3446-3452  
Nai J, Zhang H C, Lu J F. Regional pattern changes of rice production in thirty years and its influencing factors in Jiangsu Province [J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 2012, 45(16):3446-3452 (in Chinese)
- [6] 王凤, 刘艳芳, 孔雪松, 陈奕云, 潘佳威. 中国县域粮食产量时空演变及影响因素变化[J]. 经济地理, 2018, 38(5):142-151  
Wang F, Liu Y F, Kong X S, Chen Y Y, Pan J W. Spatial and temporal variation of grain production and its influencing factors at the county level in China[J]. *Economic Geography*, 2018, 38(5):142-151 (in Chinese)
- [7] 高婵, 张蚌蚌, 赵敏娟, 杨小柳. 中国耕地粮食生产能力及产量差测算[J]. 中国农业大学学报, 2020, 25(1):10-18  
Gao C, Zhang B B, Zhao M J, Yang X L. Grain productivity potential of cultivated land and yield gap analysis in China [J]. *Journal of China Agricultural University*, 2020, 25(1):10-18 (in Chinese)
- [8] 谢坤, 丁明军, 辛良杰, 陈利文. 中国县域粮食产量的时空格局及其与经济空间关系[J]. 经济地理, 2021, 41(11):167-175  
Xie K, Ding M J, Xin L J, Chen L W. Spatial-temporal patterns of grain output and its spatial relationship with economic development at the county level in China [J]. *Economic Geography*, 2021, 41(11):167-175 (in Chinese)
- [9] 罗慧, 赵芝俊, 钱加荣. 要素错配对中国粮食全要素生产率的影响[J]. 中国农业大学学报: 社会科学版, 2021, 38(1):97-110  
Luo H, Zhao Z J, Qian J R. Effects of factors misallocation on the TFP growth in China's grain industry [J]. *Journal of China Agricultural University: Social Sciences*, 2021, 38(1):97-110 (in Chinese)
- [10] 卢新海, 柯楠, 匡兵. 中国粮食生产能力的区域差异和影响因素[J]. 中国土地科学, 2020, 34(8):53-62  
Lu X H, Ke N, Kuang B. Regional differences and influencing factors of China's grain production capacity [J]. *China Land Science*, 2020, 34(8):53-62 (in Chinese)
- [11] 孙致陆. 我国三大主粮单产水平的时空演进与地区收敛[J]. 华南农业大学学报: 社会科学版, 2017, 16(3):12-26  
Sun Z L. Spatial temporal evolution and regional convergence of the yields of China's three major grains [J]. *Journal of South China Agricultural University: Social Science Edition*, 2017, 16(3):12-26 (in Chinese)
- [12] 唐朔, 王建英, 陈志钢. 农户耕地经营规模对粮食单产和生产成本的影响: 基于跨时期和地区的实证研究[J]. 管理世界, 2017(5):79-91  
Tang K, Wang J Y, Chen Z G. The impact of farm land management scale on grain yield per unit area and production cost: Based on cross-period and regional empirical research [J]. *Journal of Management World*, 2017(5):79-91 (in Chinese)
- [13] 尹朝静, 李谷成, 范丽霞, 高雪. 生育期气候变化对我国水稻主产区单产的影响: 基于扩展C-D生产函数的实证分析[J]. 中国农业大学学报, 2018, 23(10):183-192  
Yin C J, Li G C, Fan L X, Gao X. Effects of climate change during growth period on yield per unit area in major rice producing areas in China: An empirical analysis based on extended C-D production function [J]. *Journal of China Agricultural University*, 2018, 23(10):183-192 (in Chinese)
- [14] 解伟, 魏玮, 崔琦. 气候变化对中国主要粮食作物单产影响的文献计量Meta分析[J]. 中国人口·资源与环境, 2019, 29(1):79-85  
Xie W, Wei W, Cui Q. The impacts of climate change on the yield of staple crops in China: A Meta-analysis [J]. *China Population, Resources and Environment*, 2019, 29(1):79-85 (in Chinese)
- [15] 李靖, 孙晓明. 省域粮食单产水平与波动状况研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2011, 21(4):76-80  
Li J, Sun X M. Analysis on provincial grain unit yield and its fluctuation conditions [J]. *China Population, Resources and Environment*, 2011, 21(4):76-80 (in Chinese)
- [16] 李国祥. 2020年中国粮食生产能力及其国家粮食安全保障程度分析[J]. 中国农村经济, 2014(5):4-12  
Li G X. Analysis of China's grain production capacity and its national food security in 2020 [J]. *Chinese Rural Economy*, 2014(5):4-12 (in Chinese)
- [17] 王薇, 张淑雯, 田旭. 三大主粮增产原因及潜力分析: 基于单产增长的内部贡献分解[J]. 农林经济管理学报, 2019, 18(4):441-452  
Wang W, Zhang S W, Tian X. Growth potential of three staple grains in



- China: From the perspective of yield growth decomposition [J]. *Journal of Agro-Forestry Economics and Management*, 2019, 18(4): 441-452 (in Chinese)
- [18] Ang B W. The LMDI approach to decomposition analysis: A practical guide[J]. *Energy Policy*, 2005, 33(7):867-871
- [19] Hoekstra R, van der Bergh J C J M. Comparing structural decomposition analysis and index[J]. *Energy Economics*. 2003, 25(1):39-64
- [20] Freitas L C D, Kaneko S. Decomposing the decoupling of CO<sub>2</sub> emissions and economic growth in Brazil[J]. *Ecological Economics*. 2011. 70(8): 1459-1469

责任编辑: 袁文业



**第一作者简介:** 李国景, 经济学博士, 中国农业科学院农业资源与农业区划研究所副研究员。主要从事区域发展等相关研究。参与国家自然科学基金项目(71473251, 42271401)等课题研究。在 *Journal of Environmental Management*, 《经济科学》《南开经济研究》等期刊发表多篇学术论文。



**通讯作者简介:** 朱文博, 管理学博士, 中国社会科学院农村发展研究所助理研究员。主要研究方向为食物经济, 具体研究领域包括食物消费与营养健康、粮食安全、农产品贸易等。在国内外核心期刊发表多篇学术论文, 参与中国社会科学院国情调研重大项目(2024GQZD004)等课题研究。