

中国农业科技创新效率及区域差异比较

——基于粮食功能区视角

王 芳^{1,2}, 刘亚甫¹

(1. 郑州大学 商学院, 郑州 450001; 2. 郑州大学 尤努斯社会企业中心, 郑州 450001)

摘要:基于不同的粮食功能区,分别运用超效率 DEA 模型和 Malmquist 指数法对 2001—2019 年中国三大粮食功能区的农业科技创新效率及其变化进行测度和比较。结果表明:2001—2019 年 3 个区域的农业科技创新效率均呈现波动上升的趋势;各粮食功能区之间农业科技创新效率差异明显,由低到高依次为主产区、产销平衡区和主销区;粮食主产区规模效率优势明显,主销区技术进步优势较强,而产销平衡区各分解因素的波动幅度最大。最后,从宏观统筹和优化各粮食功能区农业科技创新要素配置、合理推进各粮食功能区农业科技创新、提高农业科技创新效率的视角提出了对策建议。

关键词:粮食功能区;农业科技创新效率;超效率 DEA 模型;Malmquist 指数法;区域差异

中图分类号:F323.3 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2022)01-0153-09

粮食安全是国家安全的重要基础,农业科技创新对促进农业生产率的持续增长^[1]、实现农业可持续发展^[2]、提高粮食产量^[3]和保障国家粮食安全等具有重要意义。中国农业生产资源有限,科技创新是农业发展的唯一出路^[4]。党中央也一贯高度重视农业科技和粮食生产问题。2019 年中央一号文件明确指出“要毫不放松抓好粮食生产,推动藏粮于地,藏粮于技落实落地”,2020 年中央一号文件则强调“加强农业关键核心技术攻关”,2021 年中央一号文件指出“强化现代农业科技和物质装备支撑”,农业科技创新对促进粮食增产、农民增收、推动乡村振兴战略的实施具有重要意义。但是,不容忽视的是,随着人口的增加、消费结构和饮食结构的改变以及农业生态环境敏感脆弱性的不断加剧,粮食生产和粮食安全问题依然是制约全球农业可持续发展的关键阻滞。特别是 2020 年年初以来席卷全球 200 多个国家的新冠疫情,使全球粮食生产、供应和流通体系都受到了严重冲击。据粮农组织、农发基金、世界粮食计划署等机构共同发布的《全球粮食危机报告》分析显示,如不及时采取措施,新冠疫情

影响下,2020 年全球面临粮食危机的人数或再增加 1.3 亿,达到 2.65 亿^①。全球公共危机背景下,提高农业科技创新效率和农业生产能力,保障粮食生产和粮食安全变得更加紧迫。

粮食功能区视角下对不同区域农业科技创新效率的比较分析,是在当前全球粮食供给面临重大挑战的复杂背景下优化农业科技创新资源配置结构、提高农业科技创新贡献进而保障粮食生产的基本前提。那么,不同粮食功能区——主产区、产销平衡区与主销区的农业科技创新要素投入、产出水平和农业科技创新效率之间是否存在差异?承担着更多国家粮食安全战略任务的主产区农业科技创新效率是否更高?不同功能区农业科技创新效率的特点及变化趋势如何?然而现有研究大多从经济区域、传统行政区或不同效率梯度等角度对全国范围的农业科技创新效率进行区域比较,较为缺乏对粮食功能区之间的差异比较研究。因此,本文从粮食功能区视角对中国的农业科技创新效率及区域差异进行研究,以期优化农业科技创新要素配置,提高农业科技创新效率和创新水平,进而为推

收稿日期:2021-09-16

基金项目:河南省哲学社会科学规划项目(2021BJJ092);河南省重点研发与推广专项(202400410184);郑州大学尤努斯社会企业中心项目;郑州大学管理学新兴学科孵化研究基地项目(32610168)。

作者简介:王芳(1981—),女,河南濮阳人,郑州大学商学院,讲师,博士,研究方向为农村金融、产业经济学;刘亚甫(1997—),女,河南平顶山人,郑州大学商学院,硕士研究生,研究方向为产业经济学。

^①数据来源:Food Security Information Network (FSIN), Global Report on Food Crises (GRFC2020)。

进农业农村现代化发展、优化粮食供给体系和保障国家粮食安全提供借鉴和参考。

1 文献综述

Mittler 等^[5]指出农业科技创新就是让科学技术在农业建设中起基础推动作用。它包含创造和应用农业新知识和新技术、采用新型农业生产方式和经营管理模式、开发农业新品种、提高农产品产量和质量等过程^[6]。科学合理地测算农业科技创新效率可以检验农业科技创新这一经济活动是否真正达到了“经济性”^[7]；同时农业科技创新及其效率的提升对农业经济的健康发展具有关键作用^[8]。国内外学者关于农业科技创新效率的研究主要围绕农业科技创新效率的内涵、测度及影响因素3个方面展开。

1)关于农业科技创新效率内涵的研究。Sun 等^[9]从资源配置的角度指出农业科技创新效率是对有限的农业技术创新资源进行选择、安排、分配和利用所能达到的、社会需求的最大满足程度,体现着农业科技资源在现代农业发展过程中的配置情况。张静^[7]从系统的角度提出农业科技创新效率主要是农业科技创新系统将投入要素转化为有效产出的转化关系,既包括实际转化的效率,还包括可能转化的前沿效率^[10-11]。

2)关于农业科技创新效率的测度及区域差异的研究。张静和张宝文^[12]、肖碧云^[13]分别运用DEA模型对中国农业科技创新资源配置效率进行了分析,得出了区域间效率差距较为明显的结论。赵丽娟等^[14]、陈振等^[15]分别对中国东、中、西三大区域间的农业科技创新效率进行了比较分析,发现东部地区效率较高,而西部地区效率较低。邓敏慧和杨传喜^[16]基于超效率DEA方法,对传统行政区所划分的6个区域间的农业科技创新效率进行了比较研究,得出华东地区效率平均值最高、中南和西南地区相对较低的结果。郭翔宇等^[17]则基于超效率SBM模型,得出6大行政区域中西南区的农业科技创新综合效率值最高。而邓灿辉等^[18]通过改变根据行政区域或经济发展程度的传统地域分区方法,对不同梯队的农业科技创新效率及其差异进行分析。另外,赵桂燕和王巍^[19]、吴正平和何凤林^[20]、陈学云等^[21]、陈振等^[22]对单个省份进行研究,分别得出了黑龙江垦区、新疆、安徽、河南等地的农业科技创新效率存在损失的结论。张莉侠等^[23]采用SBM超效率模型,研究发现北京、上海、天津三大都市的农业科技创新效率呈现不同的变

化,且差异显著。

3)关于农业科技创新效率影响因素的研究。已有研究普遍认为,农村经济发展水平与政府支持力度^[24]、商业信贷^[25]、涉农企业自主创新基础水平^[26]等因素对农业科技创新效率的提升有显著正向影响,农村文化教育状况和农民生活信息化程度^[27]对效率具有显著负向影响。此外,赵丽娟等^[28]发现环境规制和政府R&D投入能够促进农业科技创新效率的提升且其影响存在显著的门槛性。赖晓敏等^[29]指出行政长官的社会资本反向抑制农业科技创新的规模技术进步,而通过教育和实践两种途径获得的人力资本分别有助于农业科技创新的纯技术进步和规模效率进步。

综合以上可以发现,针对农业科技创新效率的研究大多是从全国或个别省区市的视角进行的,并得出了许多有价值的结论。但从粮食功能区的视角关注农业科技创新效率的区域差异和时间演变的研究则相对较少。然而,三大粮食功能区不仅在农业生产资源禀赋和农业生产特点等方面存在较大差异,同时在粮食产量及其增长速度、粮食生产地位、粮食增产贡献率、省均及人均粮食生产水平、粮食生产比较贡献度以及粮食生产效率等方面均呈现显著差异^[30-33]。不同粮食功能区之间农业科技创新效率的差异和变动问题的深入研究,将对进一步明确不同粮食功能区在全国农业科技创新中的功能定位,协调不同粮食功能区农业科技创新资源配置、优化不同粮食功能区农业科技创新发展路径、推进各区域农业现代化协调发展、确保国家粮食安全具有重要积极意义。

基于此,本文将从粮食功能区的视角,运用超效率DEA模型和Malmquist指数法对粮食主产区、产销平衡区和主销区三大功能区的农业科技创新效率及其变化进行测度和比较,以期深入探究中国不同粮食功能区农业科技创新效率的特点及变化趋势,进而为提升各粮食功能区农业科技创新效率、保障国家粮食安全和有效供给提供可借鉴的参考。

2 研究方法与指标体系

2.1 研究方法

2.1.1 超效率DEA模型

选取 Andersen 和 Petersen^[34]提出的“超效率DEA模型”对中国三大粮食功能区及各省区市的农业科技创新效率进行测度。该模型的核心是:在对某个决策单元进行效率测算时,将该决策单元从参

考集中剔除,该决策单元的效率参考其他决策单元构成的前沿得出。与传统 DEA 模型相比较,无效的决策单元因生产前沿面不变,其超效率值与传统 DEA 模型的效率值相同;有效的决策单元因其生产前沿面后移,故测定出的效率值要大于传统 DEA 模型的测定值^[35],超效率值越高表明效率水平越高。

2.1.2 Malmquist 指数法

选取 Malmquist 指数法对中国三大粮食功能区及各地区农业科技创新效率的动态变化进行研究。无论是传统 DEA 模型还是改进后的超效率 DEA 模型都只能对效率值进行度量,而无法对效率的跨期变化进行识别、也无法进一步判断效率变化的原因,DEA-Malmquist 指数却能实现这样的目的。

2.2 指标体系构建与数据说明

借鉴已有研究成果并结合实际数据的代表性和可获得性,构建农业科技创新效率测算指标体系(表 1)。

表 1 农业科技创新效率投入产出指标

变量类型	指标
投入变量	农业 R&D 人员全时当量 X_1 /人年
	农业 R&D 经费支出 X_2 /万元
	农作物播种面积 X_3 /千 hm^2
	农业机械总动力 X_4 /万 kW
产出变量	专利申请授权数 Y_1 /件
	农林牧渔总产值 Y_2 /万元
	农村居民人均纯收入 Y_3 /元

1)投入变量。选取的用以反映农业科技创新投入的变量有 4 个,分别为:①农业 R&D 人员全时当量,用以反映农业科技创新的人力资源投入情况,该指标用“农业 R&D 人员全时当量=R&D 人员全时当量 $\times$ (农林牧渔总产值/地区总产值)”换算得出^[36];②农业 R&D 经费支出,用以反映农业科技创新的资金投入,由于无法直接获取农业上的 R&D 经费支出,采用“农业 R&D 经费支出=R&D 经费支出 $\times$ (农林牧渔总产值/地区总产值)”进行换算^[36];③农作物播种面积,用以反映农业科技创新的土地投入^[13];④农业机械总动力,用以反映农业科技创新的技术资源投入^[15]。

2)产出变量。选取的用以反映农业科技创新产出的变量有 3 个,分别为:①专利申请授权数,用以反映农业科技创新所带来的技术产出,选取专利申请数量与授权数量的平均值代表该指标^[16];②农林牧渔总产值,用以反映农业科技创新所带来的经

济产出^[26];③农村居民人均纯收入,用以反映农业科技创新使农民实现的收入水平,这是因为农业科技创新的最终目标是促进农民增产增收^[13]。

本文数据来自《中国科技统计年鉴》(2002—2020)、《中国统计年鉴》(2002—2020)等,并剔除港澳台等地。其中,关于粮食功能区的判断是根据各省区市资源禀赋状况和粮食产销情况,并结合《国家粮食安全中长期规划纲要(2008—2020 年)》。具体划分结果见表 2。

表 2 中国粮食功能区划分

功能区	省区市
主产区(13 个)	黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古、河北、河南、山东、江苏、安徽、江西、湖北、湖南、四川
产销平衡区(11 个)	山西、广西、重庆、贵州、云南、西藏、陕西、甘肃、宁夏、青海、新疆
主销区(7 个)	北京、天津、上海、浙江、福建、广东、海南

3 结果与分析

3.1 农业科技创新超效率实证分析

基于规模报酬可变、投入导向的超效率 DEA 模型,利用 DEA Solver Pro 5.0 软件对中国 2001—2019 年三大粮食功能区及 31 个省区市的农业科技创新超效率值进行测算,结果见表 3。

3.1.1 整体效率分析

总体来看,2001—2019 年全国农业科技创新效率均值基本上都大于 1,且各年份的超效率均值波动上升。具体来看,农业科技创新效率均值处于 DEA 有效状态的省区市有河南、四川、江苏、河北、山东、西藏、广西、新疆、北京、海南、福建、浙江、广东和上海共计 14 个,占全国的 45.16%;未达到 DEA 有效的省区市有内蒙古、湖南、辽宁、湖北、黑龙江、江西、吉林、安徽、青海、云南、贵州、宁夏、重庆、山西、陕西、甘肃和天津共计 17 个,占全国的 54.84%,表明全国大部分地区农业科技创新效率水平为非有效。此外,2001—2019 年全国农业科技创新效率的均值为 1.137,其中,河南、四川、西藏、广西、新疆、北京、海南、福建、浙江和广东等 10 个省区市的效率均值高于全国平均水平,且省份间农业科技创新效率水平差异显著。

3.1.2 区域差异比较

从粮食功能区视角来看,2001—2019 年三大功能区的农业科技创新效率均呈波动上升的趋势,虽个别年份偶有下降,但整体上升趋势明显。三大粮食功能区之间农业科技创新效率差异明显,由低到高依次为粮食主产区、粮食产销平衡区和粮食主销

区。2001—2019 年粮食主产区的农业科技创新超效率均值仅为 0.929,处于无效状态,明显低于粮食产销平衡区(1.163)和粮食主销区(1.481)的效率水平。其中,2001—2019 年粮食主产区中农业科技创新效率处于 DEA 有效状态的省份有河南、四川、江苏、河北和山东共计 5 个,占粮食主产区的 38.46%;粮食产销平衡区中农业科技创新效率处于 DEA 有效状态的为西藏、广西和新疆共计 3 个,占产销平衡区的 27.27%;粮食主销区中农业科技创新效率处于 DEA 有效状态的有北京、海南、福建、浙江、广东和上海共计 6 个,占粮食主销区的

85.71%。同时需要注意的是,虽然粮食产销平衡区农业科技创新效率的均值在总体上大于粮食主产区,但产销平衡区中处于 DEA 配置有效状态省份的比例却低于主产区和主销区,表明粮食产销平衡区内部各省份之间农业科技创新效率差异极大,且主产区农业科技创新资源的配置和利用还需要得到进一步的改进和优化,以确保稳定增产、保障粮食安全目标的实现。另外,西藏、北京等畜牧业发达或经济相对发达地区的超效率值较高,这与邓敏慧和杨传喜^[16]的研究结果一致;海南的效率值较高与其产业结构中农业占比较少等因素有关。

表 3 基于超效率 DEA 模型的 2001—2019 年部分年份中国各地区农业科技创新效率

功能区	省区市	2001	2004	2007	2010	2013	2016	2019	超效率均值
主产区	河 南	1.179	1.595	1.452	1.539	1.538	1.552	1.282	1.474
	四 川	0.837	1.128	1.665	1.137	1.285	1.271	1.236	1.166
	江 苏	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.085
	河 北	1.093	1.107	1.147	1.207	1.130	0.908	0.772	1.042
	山 东	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	内蒙古	1.191	1.273	1.000	1.007	0.955	0.754	0.589	0.992
	湖 南	0.858	1.022	0.926	0.881	0.833	0.766	0.764	0.863
	辽 宁	0.688	0.818	0.788	0.889	0.938	0.776	0.699	0.818
	湖 北	0.727	0.891	0.728	0.814	0.879	0.907	0.854	0.807
	黑龙江	0.647	0.671	0.531	0.651	1.043	0.942	0.943	0.802
	江 西	1.100	0.779	0.594	0.666	0.866	0.808	0.720	0.781
	吉 林	0.544	0.559	0.619	0.688	0.707	0.645	0.452	0.629
	安 徽	0.756	0.691	0.538	0.667	0.597	0.571	0.577	0.620
产销平衡区	主产区均值	0.894	0.964	0.922	0.934	0.982	0.915	0.838	0.929
	西 藏	3.256	5.457	3.881	5.757	6.367	6.247	6.813	5.187
	广 西	1.069	1.305	1.590	1.178	1.188	1.480	1.392	1.294
	新 疆	1.105	1.076	1.170	1.206	1.243	1.058	1.579	1.198
	青 海	0.650	0.586	0.913	0.855	1.156	1.244	1.045	0.917
	云 南	0.893	0.813	0.724	0.819	0.949	0.755	1.064	0.852
	贵 州	0.540	0.578	0.578	0.653	1.029	1.034	0.933	0.749
	宁 夏	0.796	0.796	0.500	0.558	0.617	0.753	0.664	0.643
	重 庆	0.636	0.675	0.509	0.573	0.693	0.635	0.581	0.612
	山 西	0.507	0.494	0.342	0.476	0.511	0.621	0.541	0.491
	陕 西	0.322	0.324	0.392	0.472	0.568	0.574	0.580	0.458
	甘 肃	0.252	0.324	0.328	0.386	0.520	0.516	0.456	0.386
	平衡区均值	0.911	1.130	0.993	1.176	1.349	1.356	1.423	1.163
主销区	北 京	1.390	1.377	1.416	1.395	2.641	4.854	6.599	2.601
	海 南	2.529	2.199	2.154	1.997	1.954	1.965	2.045	2.176
	福 建	1.482	1.225	1.233	1.313	1.432	1.648	1.682	1.415
	浙 江	1.427	1.000	1.000	1.325	1.000	1.000	1.000	1.176
	广 东	1.000	1.000	1.000	1.341	1.213	1.000	1.000	1.140
	上 海	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	天 津	0.968	0.863	0.865	0.872	0.866	0.811	0.700	0.862
	主销区均值	1.399	1.238	1.238	1.321	1.444	1.754	2.004	1.481
全国均值		1.014	1.085	1.019	1.107	1.217	1.261	1.308	1.137

注:限于篇幅,未能将全部年份的超效率值列出。

3.2 农业科技创新效率演变及分解

基于 Malmquist 指数法,使用 Deap2.1 软件对

中国 2001—2019 年三大功能区及各地区农业科技创新的全要素生产率进行测算与分解,以探究各地

区农业科技创新效率的演变、原因及区域差异。

3.2.1 整体时序演变

各年份 Malmquist 指数计算结果见表 4。2001—2019 年全国农业科技创新全要素生产率整体上呈现不断提高的趋势,年均增长 4.6%。其中,技术进步指数、技术效率指数、纯技术效率指数和规模效率指数的年均增长率分别为 4.2%、0.4%、0.3%和 0.1%。由此可见,技术进步指数增长较快,而技术效率、纯技术效率和规模效率增长不明显,这表明 2001—2019 年中国农业科技创新效率的提高主要是由技术进步推动的。

表 4 2001—2019 年中国农业科技创新效率
Malmquist 指数变化及其分解

年份	技术进步指数 Tch	技术效率指数 Ech	纯技术效率指数 Pech	规模效率指数 Sech	全要素生产率指数 TFP
2001—2002	0.978	1.000	0.991	1.009	0.977
2002—2003	1.106	0.950	0.972	0.977	1.051
2003—2004	0.964	1.106	1.063	1.040	1.067
2004—2005	1.166	0.873	0.947	0.922	1.018
2005—2006	1.006	1.006	0.995	1.011	1.012
2006—2007	1.042	1.079	1.018	1.059	1.123
2007—2008	1.055	1.005	1.032	0.975	1.061
2008—2009	0.815	1.154	1.047	1.102	0.940
2009—2010	1.105	1.021	1.006	1.015	1.129
2010—2011	1.123	0.998	1.034	0.965	1.121
2011—2012	0.990	1.052	1.015	1.036	1.041
2012—2013	1.069	0.983	1.006	0.978	1.051
2013—2014	1.050	0.978	0.990	0.988	1.027
2014—2015	1.061	0.995	0.989	1.006	1.055
2015—2016	1.083	1.002	0.997	1.005	1.085
2016—2017	1.081	0.956	0.991	0.965	1.034
2017—2018	1.049	1.007	1.013	0.994	1.056
2018—2019	1.074	0.934	0.955	0.978	1.003
全国均值	1.042	1.004	1.003	1.001	1.046

注:全要素生产率指数=技术进步指数×技术效率指数(TFP=Tch×Ech);技术效率指数=纯技术效率指数×规模效率指数(Ech=Pech×Sech)。

2001—2019 年,中国农业科技创新的全要素生产率普遍处于提高状态,特别是 2009 年以后全要素生产率均大于 1,表明 2009 年后效率水平持续提高。在全要素生产率增加的年份中,2009—2010 年的全要素生产率指数最高(1.129),增幅达 12.9%。依据全要素生产率的分解结果,可将统计期内全要素生产率大于 1 的年份分为以下 3 类:一是如 2003—2004 年和 2011—2012 年,技术进步指数小于 1,因而全要素生产率的提高主要依靠于技术效率的提升;二是如 2002—2003 年、2004—2005 年、

2010—2011 年、2012—2015 年、2016—2017 年和 2018—2019 年,由于纯技术效率或规模效率指数小于 1 而导致技术效率指数小于 1,因此全要素生产率的提高主要是依靠技术进步引起的;三是其他年份技术效率指数和技术进步指数均大于 1,全要素生产率的提高是由技术效率和技术进步两方面共同推动的。另外,统计期内,仅有 2001—2002 年和 2008—2009 年全要素生产率呈现下降,降幅分别为 2.3%和 6%,且均是由于技术进步指数小于 1 引起的。总体来看,2001—2019 年技术进步变化与农业科技创新全要素生产率的变化基本一致,表明全国农业科技创新效率的变动主要受技术进步影响。可见,农业技术水平的提高是农业科技创新效率提升的关键,这与姚凤民等^[36]的研究结论一致。

3.2.2 区域差异比较

2001—2019 年全国三大粮食功能区农业科技创新全要素生产率指数的变化及其分解如图 1 所示。总体来看,农业科技创新效率的提高关键依靠于技术进步,但各粮食功能区效率的变动差异较大;粮食主产区和产销平衡区的纯技术效率、规模效率和技术效率指数波动幅度相对较大。主产区各分解因素部分效率呈现增长变化,偶有年份出现下降,但技术进步指数总体水平不高,表明该区域的农业科技创新虽具有一定的规模优势,但促进其农业科技创新健康发展的良性长效机制尚未建立。产销平衡区相应的效率波动幅度虽然高于主产区,但波动幅度呈逐渐缩小的趋势,且技术效率指数近年来有一定程度的下降,表明技术效率推动该区域农业科技创新效率提升的动力呈现出削弱的趋势。粮食主销区农业科技创新效率的表现相对较好,农业科技创新效率和技术进步指数总体水平都为最高,但分解结果显示,其规模效率指数总体不高,可能的解释是由于主销区各省份多位于经济发达地区,资源禀赋状况等因素使得该区域在配置土地资源时,农业科技创新的发展规模受到限制,但较好的区位优势对人才、资金和技术的集聚效应使得该区域农业科技创新的纯技术效率和技术进步水平相对较高,这些恰好促进了主销区通过提高技术进步等途径,优化农业科技创新要素配置,以克服其区位特性引致的规模效率受限。

1)粮食主产区的农业科技创新效率分解分析(图 2)。总体来看,除内蒙古外,主产区各省份农业科技创新效率各分解因素的变动幅度都在减小,且主产区总体的规模效率虽趋于不断改善,但技术进

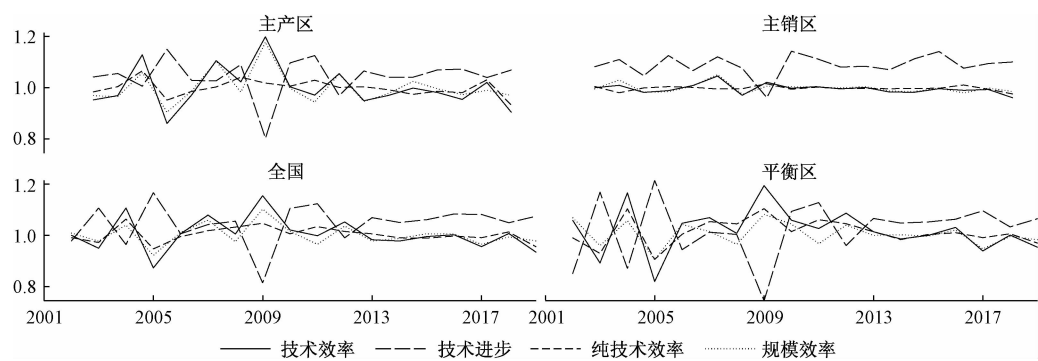


图 1 2001—2019 年 3 大功能区农业科技创新效率的变动

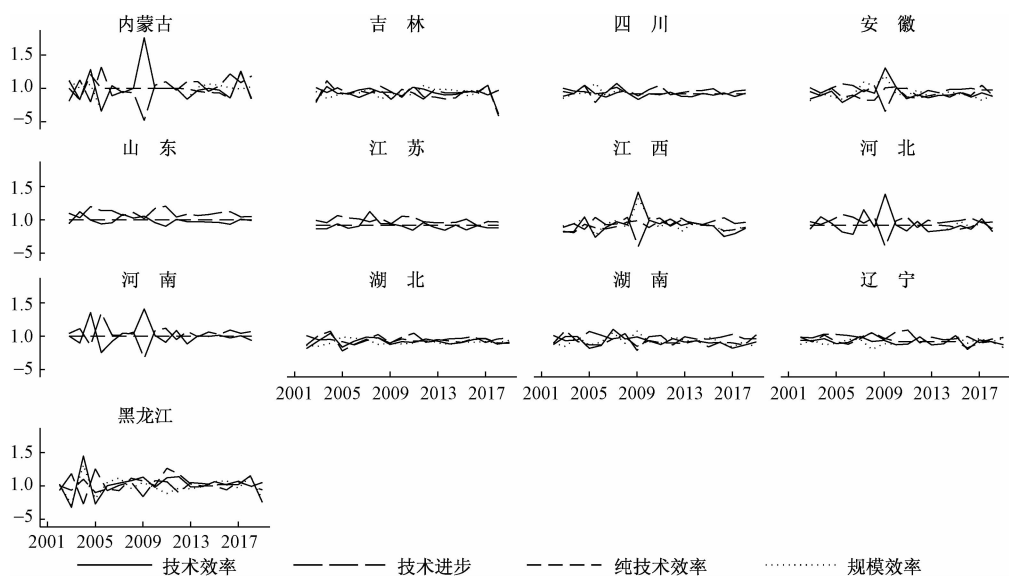


图 2 2001—2019 年主产区农业科技创新效率分解

步指数总体水平不高。具体来看,内蒙古、安徽、江西、河北、河南和黑龙江等 6 个省份各分解因素的波动幅度相对较大,技术进步指数在波动中上升,技术效率和技术进步差异明显,可见技术进步在其效率的提升中起到了更为关键的作用。吉林、四川、山东、江苏、湖北、湖南和辽宁等 7 个省份的效率变动趋势基本一致,且规模效率逐渐改善,技术效率、纯技术效率变动与技术进步变动的差异不大,技术效率和技术进步共同推动效率的提升。

2)粮食产销平衡区的农业科技创新效率分解分析(图 3)。总体来看,产销平衡区各省份的农业科技创新效率分解因素呈“W”型波动,波动幅度较大且逐渐缩小。另外,产销平衡区整体的技术进步趋于不断改善。其中,陕西省效率分解因素的波动幅度最小,表明粮食产销平衡区中陕西省的农业科技创新效率要素配置相对稳定,且效率提升动力欠佳。除西藏外,其他地区效率的变动趋势基本一

致,规模效率和技术效率不断改善,且技术效率和技术进步均在波动中上升,故可判断二者共同推动了农业科技创新效率的提升。西藏地区的纯技术效率、规模效率和技术效率水平均为 1,可见技术进步对其效率的提升具有关键作用。

3)粮食主销区的农业科技创新效率分解分析(图 4)。总体来看,主销区农业科技创新效率各分解因素普遍较高且波动幅度较小,主销区技术进步指数总体较高,纯技术效率几乎全部为 1。可见,粮食主销区普遍具有相对较好的技术进步优势,这与该区域较高的经济发展水平和技术基础密切相关。其中,北京、上海、海南等 3 个地区的纯技术效率、规模效率和技术效率均为 1,故其效率的提升主要依赖于较高的技术进步水平。广东、浙江和福建 3 个省份的纯技术效率均为 1,规模效率和技术效率略有波动,但技术效率指数小于技术进步指数,故技术进步也是促进该地区效率提升的主要因素。天

津是主销区中效率水平较低的地区,且其技术进步的改善并不显著。

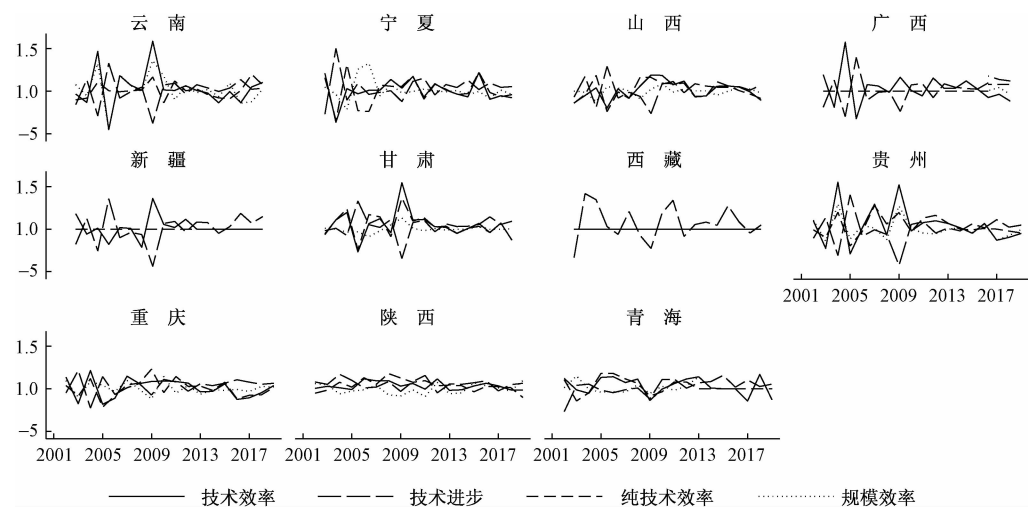


图 3 2001—2019 年产销平衡区农业科技创新效率分解

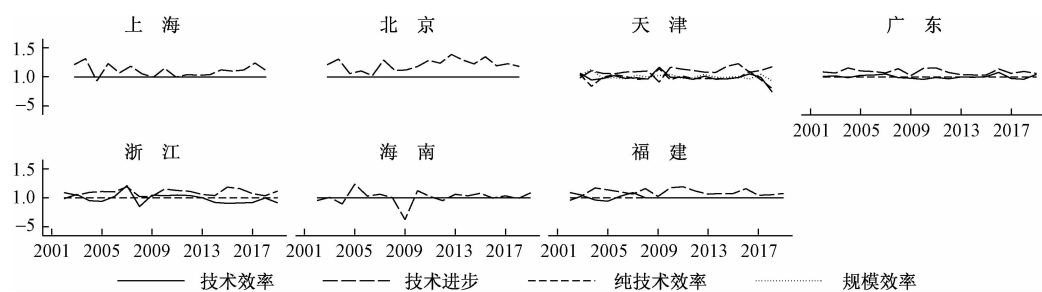


图 4 2001—2019 年主销区农业科技创新效率分解

4 结论与对策建议

4.1 结论

从粮食功能区的视角,使用超效率 DEA 模型和 Malmquist 指数法对中国 2001—2019 年三大粮食功能区的农业科技创新效率及其变化进行了测度,并对各功能区之间的差异进行了比较。得出以下主要结论:

1)2001—2019 年中国大部分地区农业科技创新效率水平处于 DEA 非有效状态。具体来看,农业科技创新效率处于 DEA 有效状态的省市地区有 14 个,占全国的 45.16%;未达到 DEA 有效的地区有 17 个,占全国的 54.84%,说明大部分地区农业科技创新效率水平为非有效。

2)研究期内三大粮食功能区农业科技创新效率整体上均呈现波动上升的趋势,且不同粮食功能区之间效率水平存在差异。不同区域农业科技创新效率从低到高依次为主产区、产销平衡区和主销区。2001—2019 年,粮食主产区的总体效率均值最低,且处于 DEA 无效状态,产销平衡区内部各省区

市效率水平差异最大,主销区整体效率水平较高。

3)2001—2019 年技术进步在中国农业科技创新效率的提高中发挥了重要的作用。从时序上来看,全国农业科技创新全要素生产率的变动与技术进步指数的变化趋势基本一致,且技术效率指数整体水平不高,表明技术进步主要影响效率的变动,而技术效率则成为农业科技创新效率提升的主要制约要素。

4)不同粮食功能区之间农业科技创新效率的变动及其分解差异显著。粮食主销区农业科技创新效率各分解因素的变动幅度明显小于其他功能区,且其技术进步指数总体水平最高,但规模效率指数总体不高。主产区技术进步水平整体不高,但其规模效率优势明显。产销平衡区各分解因素的效率变动幅度最大,但呈现逐渐减小的趋势。

4.2 对策建议

基于以上结论,为进一步优化农业科技创新要素配置,提高农业科技创新效率,保障国家粮食安全和粮食有效供给,从宏观统筹农业科技创新布

局、优化各粮食功能区农业科技创新要素配置、协调推进各粮食功能区农业科技创新效率提升的视角提出以下对策建议:

1)要加大对农业科技创新的投入和政策扶持,提高各类型农业科技创新主体参与农业科技创新研发、试验、应用和推广等环节的积极性和主动性。

2)对各粮食功能区在粮食生产、流通、加工、销售和消费等各环节的农业科技创新研发、试验和规模化推广等方面加强全国层面的资源整合,统筹安排各粮食功能区在农业科技创新方面的功能定位和农业科技创新布局。

3)各功能区在农业科技创新中要注意扬长避短,合理优化农业科技创新要素配置,如主产区可以着重进行农业科技的推广以发挥其规模效率优势,主销区可以承担更多农业科技的研发任务以发挥技术进步优势,平衡区则要提升并稳定农业技术进步水平,同时兼顾技术效率和规模效率。

4)完善农业科技创新机制,构建农业科技创新联盟,促进区域农业科技创新要素的合理流动和区域农业科技创新效率的协调发展。

参考文献

- [1] JOHNSON D G, HAYAMI Y, RUTTAN V W. Agricultural development: An international perspective [J]. American Journal of Agricultural Economics, 1989, 71 (4): 1062.
- [2] CHANDRASHEKAR T C. Scenario of technology in the agricultural practices of India-issues & dimensions-a study [J]. Asian Journal of Research in Business Economics & Management, 2013, 3(2): 207-226.
- [3] SHARMA O P. Science, technology and national goals: A study of the role of the Indian council of agricultural research in the agricultural development of India [J]. Asian Development and Public Policy, 1994, 108-109.
- [4] 王方. 吴孔明: 科技创新是农业发展唯一出路[EB/OL]. [2021-03-23]. <http://www.qstheory.cn/science/> 2017-07 05/c_1121265500. htm.
- [5] MITTLER R, BLUMWALD E. Genetic engineering for modern agriculture: Challenges and perspectives [J]. Annual Review of Plant Biology, 2010, 63(1): 443-462.
- [6] 杨学利, 张少杰, 公安伟. 农业科技创新信息服务体系构建研究 [J]. 情报科学, 2010, 28(10): 1501-1504.
- [7] 张静. 我国农业科技创新能力与效率研究 [D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2011.
- [8] 陈红玲. 农业科技资源与农业经济发展的关系研究: 以东部地区为例 [J]. 中国农业资源与区划, 2016, 37 (9): 220-224.
- [9] SUN J C I, SHANG Z Y. Research on allocation efficien-

cy of agricultural technology innovation resources in China [J]. Advanced Materials Research, 2011, 1290: 877-882.

- [10] 陈建伟. 我国农业科技创新效率研究 [D]. 保定: 河北农业大学, 2010.
- [11] 郑锐. 河南省农业科技创新能力与效率研究 [D]. 郑州: 河南农业大学, 2019.
- [12] 张静, 张宝文. 基于 Malmquist 指数法的我国农业科技创新效率实证分析 [J]. 科技进步与对策, 2011, 28 (7): 84-88.
- [13] 肖碧云. 基于 DEA 模型的我国农业科技创新资源配置效率研究 [J]. 吉林农业科技学院学报, 2016, 25 (4): 62-65.
- [14] 赵丽娟, 张玉喜, 潘方卉, 等. 科技人力资源与资金对农业科技创新效率影响研究 [J]. 华东经济管理, 2016, 30 (1): 100-105.
- [15] 陈振, 郑锐, 李佩华. 基于 DEA-Malmquist 方法的全国农业科技创新效率分析 [J]. 河南科学, 2017, 35 (12): 2048-2054.
- [16] 邓敏慧, 杨传喜. 基于超效率 DEA 模型的中国农业科技资源配置效率动态演化研究 [J]. 中国农业资源与区划, 2017, 38 (11): 61-66.
- [17] 郭翔宇, 杜旭, 王丹. 我国省域农业科技创新效率评价与比较分析 [J]. 学习与探索, 2020 (5): 141-147.
- [18] 邓灿辉, 马巧云, 魏莉丽. 我国农业科技创新效率的区域差异及其影响因素研究 [J]. 中国农业资源与区划, 2020, 41 (5): 231-237.
- [19] 赵桂燕, 王巍. 基于 DEA 的黑龙江垦区农业科技创新投入效率研究 [J]. 黑龙江八一农垦大学学报, 2018, 30 (4): 112-117.
- [20] 吴正平, 何凤林. 基于 MAXDEA 模型的新疆农业科技创新效率研究 [J]. 农业与技术, 2019, 39 (17): 1-5.
- [21] 陈学云, 程长明, 张敏. 安徽农业科技创新效率测度与创新能力提升对策 [J]. 科技与经济, 2019, 32 (4): 41-45.
- [22] 陈振, 郑锐, 李佩华, 等. 河南省农业科技创新效率评价与分析 [J]. 河南农业大学学报, 2018, 52 (3): 464-469, 484.
- [23] 张莉侠, 俞美莲, 王晓华. 农业科技创新效率测算及比较研究 [J]. 农业技术经济, 2016 (12): 84-90.
- [24] 董明涛. 我国农业科技创新资源的配置效率及影响因素研究 [J]. 华东经济管理, 2014, 28 (2): 53-58.
- [25] 王文一, 杜俊娟. 政策投入·商业信贷与农业科技创新效率: 基于省级面板数据的实证探究 [J]. 安徽农业科学, 2020, 48 (4): 227-231.
- [26] 郭婧煜, 樊帆. 长江经济带农业科技创新效率及影响因素研究 [J]. 科学管理研究, 2020, 38 (3): 126-131.
- [27] 杨传喜, 张俊飏, 李树明. 农业科技资源技术效率的测算与分析: 基于农业生态区划的视角 [J]. 中国科技论坛, 2011 (6): 138-143.
- [28] 赵丽娟, 张玉喜, 潘方卉. 政府 R&D 投入、环境规制与农业科技创新效率 [J]. 科研管理, 2019, 40 (2): 76-85.
- [29] 赖晓敏, 张俊飏, 何可, 等. 地方行政长官的个人特质与区域农业科技创新效率 [J]. 软科学, 2018, 32 (7): 44-

47,51.

[30] 陈璐,胡月,韩学平,等. 国家粮食安全中主产区粮食生产及其贡献的量化对比分析[J]. 中国土地科学,2017,31(9):34-42.

[31] 罗海平,艾主河,何志文. 我国粮食安全保障效能的空间差异及演化趋势的实证研究[J]. 云南财经大学学报,2020,36(5):3-14.

[32] 罗光强,姚旭兵. 粮食生产规模与效率的门槛效应及其区域差异[J]. 农业技术经济,2019(10):92-101.

[33] 高鸣,宋洪远. 粮食生产技术效率的空间收敛及功能区差异:兼论技术扩散的空间涟漪效应[J]. 管理世界,2014(7):83-92.

[34] ANDERSEN P,PETERSEN N C. A procedure for ranking efficient units in data envelopment analysis[J]. Management Science,1993,39:1261-1265.

[35] 成刚. 数据包络分析方法与 MaxDEA 软件[M]. 4 版. 北京:知识产权出版社,2014:149-150.

[36] 姚凤民,朱美金,查梓琰. 广东农业科技创新效率研究:基于超效率 DEA 模型和 Malmquist 指数法[J]. 科技和产业,2019,19(9):83-89.

Agricultural Science and Technology Innovation Efficiency and Regional
Difference Comparison in China:

Based on the perspective of grain functional areas

WANG Fang^{1,2}, LIU Yafu¹

(1. Business School of Zhengzhou University,Zhengzhou 450001,China;
2. Yunus Social Business Center of Zhengzhou University,Zhengzhou 450001,China)

Abstract: The agricultural science and technology innovation efficiency and its’ changes in 3 grain functional areas in China from 2001 to 2019 are measured and compared by using the Super-efficiency DEA model and the Malmquist index method from the perspective of grain functional areas. The results show that the efficiency in different grain functional areas shows a fluctuating upward trend during the period of 2001 to 2019. The agricultural science and technology innovation efficiency among 3 grain functional areas from low to high in turn are main grain production area, grain production and selling balance area and main grain selling area. The main grain production area has scale efficiency advantage, main grain selling area has technology progress advantage, and balance area’s efficiency fluctuation range is highest. Finally, suggestions are given from the perspective of overall planning and optimizing the allocation of agricultural science and technology innovation resources in each grain functional area, and reasonably promoting the agricultural science and technology innovation and its efficiency in each functional area.

Keywords: grain functional areas; agricultural science and technology innovation efficiency; super-efficiency DEA model; Malmquist index method; regional difference