

【区域经济与产业发展】

我国农业全要素生产率的测度及时空演进

武义青 侯涵

摘要:通过构建七要素农业柯布—道格拉斯生产函数,运用势分析方法对生产函数进行改进,导出了农业全要素生产率模型,对1991—2023年我国农业三大区域、三大粮食主产区及31个省(区、市)的农业全要素生产率进行测度。结果表明,30年来,我国区域农业全要素生产率呈上升趋势;特别是党的十八大以来,区域农业全要素生产率增长普遍加快。三大区域中,粮食主销区全要素生产率水平较高、增量较多、增速较快;三大粮食主产区中,黄淮海平原全要素生产率水平较高、增量较多、增速较快;七个单要素生产率中,区域化肥、农药和农膜生产率对农业全要素生产率增长的贡献普遍提高,播种和灌溉面积生产率对农业全要素生产率增长的贡献较大,但呈回落态势。“十五五”时期,需加快培育和发展新质生产力,着力完善区域协同发展机制、加大种业科技创新投入、推进化学农业向生态农业转型、加快农业数智化转型升级和因地制宜发展现代大农业。

关键词:区域;农业;生产函数;势分析;全要素生产率

中图分类号:F061.5 **文献标识码:**A **文章编号:**2095-5766(2026)02-0050-13 **收稿日期:**2025-09-13

作者简介:武义青,男,河北经贸大学京津冀协同发展河北省协同创新中心主任,研究员(石家庄 050061)。

侯涵,男,河北经贸大学经济研究所硕士生(石家庄 050061)。

“十五五”时期,我国农业的发展环境正经历深刻变革,面临资源环境约束持续收紧、国内外市场不确定性增加、新质生产力浪潮兴起等多重挑战。推进农业现代化、构建高质量高效率的现代农业体系,已成为保障国家粮食安全与全面实施乡村振兴战略的核心任务(习近平,2023)。在此关键时期,农业增长必须彻底告别依赖传统要素粗放投入的旧模式,转而致力于挖掘全要素生产率(Total Factor Productivity, TFP)这一增长新源泉。TFP综合体现了技术进步、规模经营、组织创新和资源配置优化所带来的产出效率,是衡量农业现代化进程与竞争力的核心指标。

科学测定农业TFP,对于“十五五”规划的科学制定与精准施策具有前瞻性意义。我国农业发展的一个基本国情是其巨大的区域异质性,不同地区在迈向现代化进程中的起点、路径和瓶颈各不相

同。因此,本文立足为“十五五”农业区域布局优化提供决策参考,从一个涵盖农业三大区域(粮食主产区、主销区和产销平衡区)、三大粮食主产区(东北平原、黄淮海平原和长江中下游平原)及31个(区、市)的多层次视角,系统测度1991—2023年我国农业TFP的时空演变与空间分异特征,旨在精准识别各区域效率提升的短板与潜力,为“十五五”期间因地制宜、分类施策,破解农业现代化发展的不平衡难题,提供坚实的实证依据与科学的政策启示。

一、文献综述

农业TFP作为破解农业高质量发展瓶颈的核心动能、农业新质生产力大幅提升的核心标志已成为近年来的研究热点。TFP也被称为总要素生产

率,可以用来衡量产业在生产过程中对资源要素的利用情况。早期研究中,学者们大多沿用索洛(Solow, 1957)所提出的索洛余值法。索洛余值法主要是基于柯布—道格拉斯(C-D)生产函数,选择产业相关的投入产出要素,代入生产函数,在估算出总量生产函数后,采用产出增长率扣除各投入要素增长率后所得到的残差来对TFP增长率进行测算,故也称生产函数法。在规模报酬不变和希克斯中性技术假设下,TFP增长就等于技术进步率(段文斌等, 2009)。但索洛余值法也存在明显缺陷,在索洛模型中技术进步贡献只是产出增长扣除各投入要素之后的“余值”,该“余值”反映了任何导致生产函数变动的因素,但是并非除投入要素增加以外的因素都是技术进步,如管理效率的提升、规模经济等(Coelli et al., 2005)。

随着TFP研究的深入,涌现出大量参数与非参数的测算方法。参数法主要是基于传统生产函数框架,如柯布—道格拉斯(C-D)生产函数法(Felipe et al., 2020)、常数替代弹性(CES)生产函数法(刘平峰等, 2021)、变替代弹性(VES)生产函数法等,此类方法的核心在于预先设定具体的生产函数形式,继而估计相关参数以测算TFP。其优势在于测算过程清晰,测算结果具有良好的经济意义,但是这种方法的缺点是对生产函数模型的设定往往依赖研究者的经验设定。非参数法则不依赖生产函数、参数形式的设定。其中,数据包络分析(DEA)结合曼奎斯特(Malmquist)指数的方法被广泛使用,该方法考虑了技术无效率,以实际投入产出与前沿面的距离表征无效率水平,通过构建Malmquist指数来表征TFP(颜鹏飞等, 2004)。该方法在假定规模报酬不变时,TFP变化可以分解为技术进步变化与技术效率变化两部分,技术效率变化又可进一步分解为纯技术效率变化和规模效率变化。该方法存在的缺点是在设定前提条件假设时依赖性较强,针对不同前提条件的设定可能会使测算结果出现较大的差异。

有关TFP的实证测算,学界已构建起较为成熟的测算分析体系。那么在此基础上,考虑到农业生产特殊性,将TFP研究视角聚焦于农业生产场景,系统探究农业TFP水平与时空分异特征成为评估农业生产效率提升、技术进步贡献及可持续发展能力的重要切入点(吴亚玲等, 2023; 尹朝静等,

2025)。早期农业TFP的研究多采用索洛余值法进行测度,其中农林牧渔总产值是产出指标中最常见的选择,而投入要素主要分为劳动力、土地、资本和中间投入四个部分。考虑到数据的可得性与可比性,农机总动力和化肥施用量分别是资本和中间投入最为常见的选择(龚斌磊等, 2024)。随着模型的改进和要素拓展,为了实现对农业TFP更全面、更科学的度量,碳排放、水资源消耗等非期望产出指标被逐步纳入核算框架(周凤等, 2024; 李文启等, 2024)。近年来,龚斌磊等(2024)指出传统方法难以关联实际技术进步并忽略要素质量提升,马国群等(2025)则强调数据要素应作为新型要素投入被纳入核算体系,以适应当前农业数智化转型升级的时代背景。在得到了农业TFP的测度结果的基础上,学者们研究的重点致力于揭示农业TFP的时空分异特征,其核心观点认为农业TFP的提升不仅是一个效率问题,更是一个涉及区域协调与空间互动的地理过程。大量研究借助基尼系数分解、核密度估计和收敛模型证实了中国农业TFP存在显著的梯度差异及俱乐部收敛特征(刘亦文等, 2021; 尹朝静等, 2024),凸显了农业效率演进中的区域不平衡性与空间依赖性。

武义青等(2016)基于生产函数,通过引入势效率系数,推导发现TFP与各单要素生产率之间的数量关系,即TFP是各单要素生产率的加权平均数,如在考虑劳动和资本投入的情形下,TFP为劳动生产率和资本产出率的加权平均,其经济意义明确、计算方法简便且易于在实际工作中推广。基于该模型,TFP的核算重点变为确定投入要素的种类和各单要素生产率的权重,并通过加权计算综合得出TFP。而且TFP可以分解为不同的单要素生产率,其增速约等于各单要素生产率增速的加权平均值(武义青等, 2023)。据此,文中的指标选取参照其他研究(Gong, 2018; Ayerst et al., 2020),农业投入选择了第一产业从业人数、农业机械总动力、播种面积、有效灌溉面积、农用化肥施用折纯量、农药使用量、农用塑料薄膜使用量等指标,农业产出采用了农业总产值指标。对1991—2023年我国31个省(区、市)的农业TFP及单要素生产率进行了测算,并依据粮食主产区(又分为东北平原、黄淮海平原和长江中下游平原)、主销区和产销平衡区的区域划分对其区域异质性展开比较分析。

二、研究设计

本文通过构建七要素农业柯布-道格拉斯生产函数,运用势分析方法对生产函数进行改进,进而导出农业全要素生产率模型,对1991—2023年我国农业三大区域、三大粮食主产区以及31个省(区、市)的农业全要素生产率进行测度。

(一)农业全要素生产率测度方法

1.扩展C-D生产函数

基于C-D生产函数:

$$Y=AL^\alpha K^\beta \quad (1)$$

式(1)中 Y 为产出, L 为劳动投入, K 为资本投入, α,β 分别是劳动和资本投入的产出弹性,满足 $\alpha,\beta>0$ 。构建扩展的C-D生产函数:

$$Y = AX_1^{b_1} X_2^{b_2} \dots X_n^{b_n} = A \prod_{i=1}^{b_1 n} X_i^{b_i} \quad (2)$$

式(2)中, Y 为总产出, X_i 为第 i 种生产要素的投入($i=1,2,\dots,n$), b_i 为 X_i 的产出弹性,且满足 $b_i>0,A$ 为结构参数。对于式(2)中的各项参数通常需要通过回归分析得到,对(2)式进行对数化处理,得到如下线性函数:

$$\ln Y = \ln A + \sum_{i=1}^n b_i \ln X_i + \mu \quad (3)$$

通过最小二乘法回归得到的回归模型通常会存在一个随机误差项 μ ,导致式(2)仅针对某些特殊值才成立,如:

$$\bar{Y} = A \prod_{i=1}^n \bar{X}_i^{b_i} \quad (4)$$

式(4)中, \bar{Y} 为总产出的平均值, \bar{X}_i 为第 i 种生产要素投入的平均值($i=1,2,\dots,n$)。

2.引入势效系数

对于上述可能存在的误差项 μ ,导致式(2)并不能完全成立。主动性决策理论认为,“势”作为资源发挥效能的条件和程度,具有和资源同样重要的地位。可通过引入“势效系数”对势进行量化。在(2)式中引入势效系数后,得到扩展的C-D生产函数的恒等式:

$$Y \equiv A \prod_{i=1}^n (r_i X_i)^{b_i} \quad (5)$$

式(5)中, r_i 为第 i 种生产要素的势效系数($i=1,2,\dots,n$)。令 $q=\sum_{i=1}^n b_i$,结合式(4),通过引入分离条件,可得:

$$r_i = \frac{Y^{\frac{1}{q}}}{X_i} / \frac{\bar{Y}^{\frac{1}{q}}}{\bar{X}_i}, i = 1, 2, \dots, n \quad (6)$$

显然, r_i 由要素 X_i 对应的生产率(即 $P_i=Y/X_i,i=1,2,\dots,n$)演变而来,表明 r_i 作为要素 X_i 发挥效能的程度是合理的。

3.建立全要素生产率模型

将(6)式代入(5)式,经过整理得到:

$$Y = \prod_{i=1}^n (P_i^{b_i^*} X_i^{b_i^*}) = \left(\prod_{i=1}^n P_i^{b_i^*} \right) \left(\prod_{i=1}^n X_i^{b_i^*} \right) \quad (7)$$

式(7)表明,产出由要素投入 X_i 和要素生产率 P_i 两部分构成,其中 $b_i^* = \frac{b_i}{q}, i=1,2,\dots,n$ 。且 $\sum_{i=1}^n b_i^* = 1$ 。依生产率定义,TFP为:

$$TFP = Y / \prod_{i=1}^n X_i^{b_i^*} = \prod_{i=1}^n P_i^{b_i^*} \quad (8)$$

显然,TFP由单要素生产率构成,为各单要素生产率的加权几何平均数。由此,可对TFP进行分析。

(二)指标选取及参数估计

1.指标选取

文中, X_1 采用第一产业从业人数作为劳动投入指标, X_2 采用农业机械总动力作为资本投入指标, $X_3、X_4$ 采用总播种面积和有效灌溉面积作为土地投入指标, $X_5、X_6、X_7$ 分别采用化肥施用量、农药使用量、农膜使用量作为中间投入指标; Y 采用农业总产值(1991年价)作为产出指标(农业总产值与粮食产量呈强正相关,且农业总产值与各项投入指标的匹配度更高)。文中所有数据均来自国家统计局、历年《中国统计年鉴》和各省份统计年鉴。相关指标及说明如表1所示。

2.参数估计

式(3)中参数 b_i 采用最小二乘法回归得到。本文采用1991—2023年全国相关数据分三步进行回归,结果如表2所示。

观察表2,经过三步回归,结果(3)是合理的,参数均为正值,其中 $b_1=0.041, b_2=0.036, b_3=0.594, b_4=0.381, b_5=0.246, b_6=0.162, b_7=0.069$ 。对回归系数进行归一化处理得到 $b_1^*=0.027, b_2^*=0.024, b_3^*=$

表1 主要变量说明

维度	一级指标	二级指标	单位
产出	总产出	农业总产值Y	亿元
投入	劳动投入	第一产业从业人数X ₁	万人
	资本投入	农业机械总动力X ₂	万千瓦
	土地投入	总播种面积X ₃	千公顷
		有效灌溉面积X ₄	千公顷
	中间投入	化肥施用量X ₅	万吨
		农药使用量X ₆	万吨
		农膜使用量X ₇	吨
全要素生产率	农业全要素生产率TFP	复合单位	
生产率	劳动投入生产率	农业劳动生产率P ₁	亿元/万人
	资本投入生产率	农业机械总动力生产率P ₂	亿元/万千瓦
	土地投入生产率	播种面积生产率P ₃	亿元/千公顷
		灌溉面积生产率P ₄	亿元/千公顷
	中间投入生产率	化肥生产率P ₅	亿元/万吨
		农药生产率P ₆	亿元/万吨
		农膜生产率P ₇	亿元/吨

资料来源:作者整理。

表2 回归结果

变量	(1)	变量	(2)	变量	(3)
lnX ₁	-0.304** (0.131)	lnP ₁	0.051 (0.040)	lnP ₁	0.041 (0.039)
lnX ₂	0.120 (0.107)	lnX ₂	-0.015 (0.031)	lnP ₂	0.036 (0.030)
lnX ₃	-0.332 (0.548)	lnP ₃	0.590*** (0.100)	lnP ₃	0.594*** (0.093)
lnX ₄	0.805 (0.565)	lnX ₄	0.359** (0.150)	lnX ₄	0.381** (0.143)
lnX ₅	0.712 (0.475)	lnX ₅	0.255* (0.131)	lnX ₅	0.246* (0.128)
lnX ₆	-0.668** (0.241)	lnX ₆	0.174** (0.070)	lnP ₆	0.162** (0.069)
lnX ₇	0.400*** (0.139)	lnX ₇	0.066 (0.044)	lnX ₇	0.069 (0.042)
样本量	32	样本量	32	样本量	32
R ² 值	0.995	R ² 值	1.000	R ² 值	1.000

数据来源:国家统计局、历年《中国统计年鉴》和各省份统计年鉴。

注:*,**、***分别表示在10%、5%、1%的水平上显著,括号内为标准误。

0.389, b₄*=0.249, b₅*=0.161, b₆*=0.106, b₇*=0.046。从而得到全国农业TFP模型:

$$TFP=P_1^{0.027} P_2^{0.024} P_3^{0.389} P_4^{0.249} P_5^{0.161} P_6^{0.106} P_7^{0.046} \quad (9)$$

据此,可对1991—2023年我国农业TFP进行测度并对影响TFP增长的因素(单要素生产率)进行分析。

3.我国农业TFP的测度及变动趋势

依式(9)对1991—2023年我国农业TFP进行测度,结果如图1所示。分析表明,全国农业TFP水平持续上升,由1991年的0.19个单位上升至2023年的0.55个单位,增加了0.36个单位,年均增长3.31%。其中,1992—2002年,全国农业TFP增长了0.06个单位,平均每年提高2.49%;2003—2013年,全国农业TFP增长了0.09个单位,平均每年提高2.83%;2013—2023年,全国农业TFP增长了0.22个单位,平均每年提高4.61%。与1992—2002年、2003—2013年相比,2013—2023年全国农业TFP增量分别增长了0.16个单位和0.12个单位,平均增速分别上升了2.12个百分点和1.78个百分点,表明30年来我国农业TFP持续提升,特别是近十年来农业TFP增长明显加快。

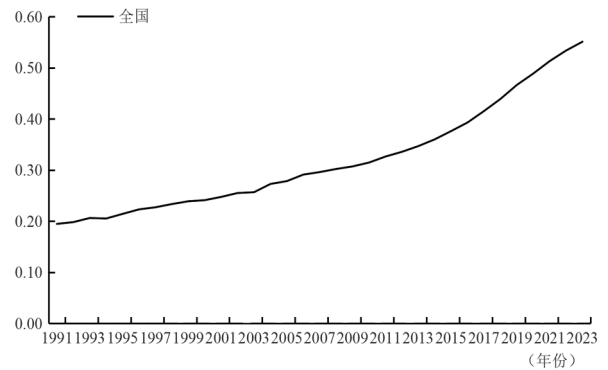


图1 1991—2023年我国农业TFP变动趋势

数据来源:国家统计局、1992—2024《中国统计年鉴》和各省份统计年鉴。

对1992—2023年全国农业TFP增长(3.31%)进行分析发现:播种面积和灌溉面积生产率的提高分别拉动全国农业TFP增长1.57个百分点和0.79个百分点(贡献度分别为47.35%和23.83%);化肥和农药生产率的提高拉动全国农业TFP增长0.42个百分点和0.33个百分点(贡献度分别为12.63%和10.04%);劳动生产率提高拉动全国农业TFP增长0.20个百分点(贡献度为5.92%)。2013—2023年,全国农业TFP增长4.61%,其中,播种面积和灌溉面积生产率的提高分别拉动了1.49个百分点和0.77个百分点(贡献度分别为32.42%和16.73%),化肥和农药生产率的提高分别拉动了0.94个百分点和0.92个百分点(贡献度分别为20.36%和19.98%)。这表明,党的十八大以来,优良品种的推广和水利基础设施的改善以及化肥农药减量增效的政策等对农业TFP增长作出了较大贡献(见表3)。

表3 1991—2023年我国农业要素生产率定基指数及年均增速变动趋势

年份	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	TFP
1991	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
2012	387.58	72.54	233.63	193.71	121.61	107.26	68.21	172.41
2023	940.40	104.91	353.91	271.04	226.82	269.05	107.92	283.09
以1991年为基期,1992—2023年								
年均增长	7.25%	0.15%	4.03%	3.16%	2.59%	3.14%	0.24%	3.31%
对TFP增长的贡献率	0.20%	0.00%	1.57%	0.79%	0.42%	0.33%	0.01%	3.31%
对TFP增长的贡献度	5.92%	0.11%	47.35%	23.83%	12.63%	10.04%	0.33%	100.00%
以2012年为基期,2013—2023年								
年均增长	8.39%	3.41%	3.85%	3.10%	5.83%	8.72%	4.26%	4.61%
对TFP增长的贡献率	0.23%	0.08%	1.49%	0.77%	0.94%	0.92%	0.19%	4.61%
对TFP增长的贡献度	4.91%	1.75%	32.42%	16.73%	20.36%	19.98%	4.19%	100.00%

数据来源:国家统计局、1992—2024年《中国统计年鉴》和各省份统计年鉴。

三、我国农业TFP的变动趋势测度

本部分分别对我国农业三大区域TFP、三大粮食主产区农业TFP、省域农业TFP的变动趋势进行测度分析。

(一)农业三大区域TFP的变动趋势

我国农业三大区域(粮食主产区、主销区和产销平衡区)农业TFP的测度结果如图2所示。

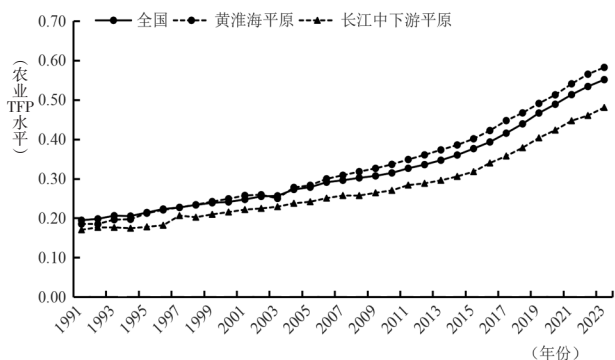


图2 1991—2023年我国农业三大区域TFP变动趋势

数据来源:国家统计局、1992—2024年《中国统计年鉴》和各省份统计年鉴。

从粮食主产区来看,1991—2023年,粮食主产区农业TFP水平持续上升,由1991年的0.18个单位上升至2023年的0.49个单位,累计上升了0.31个单位,年均增长3.16%。其中,1992—2002年,粮食主产区农业TFP增长了0.06个单位,平均每年提高2.60%;2003—2013年,粮食主产区农业TFP增长了0.08个单位,平均每年提高2.69%;2013—2023年,粮食主产区农业TFP增长了0.18个单位,平均每年提高4.22%。2013—2023年同1992—2002年和

2003—2013年相比,粮食主产区农业TFP增量分别增长了0.12个单位和0.10个单位,增速分别加快了1.62个百分点和1.53个百分点,表明三十年来粮食主产区农业生产效率及增幅持续提升,特别是近十年来上升较快(见图3)。

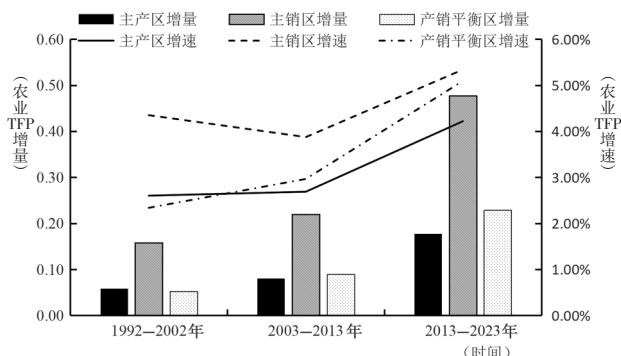


图3 1992—2023年我国农业三大区域TFP增量和增速的变动趋势

数据来源:国家统计局、1993—2024年《中国统计年鉴》和各省份统计年鉴。

从粮食主销区来看,1991—2023年,粮食主销区的农业TFP水平持续上升,由1991年的0.26个单位上升至2023年的1.09个单位,累计上升了0.83个单位,年均增长4.53%。其中,1992—2002年,粮食主销区农业TFP增长了0.16个单位,平均每年提高4.35%;2003—2013年,粮食主销区农业TFP增长了0.22个单位,平均每年提高3.87%;2013—2023年,粮食主销区农业TFP增长了0.48个单位,平均每年提高5.34%。2013—2023年同1992—2002年和2003—2013年相比,粮食主销区农业TFP增量分别增长了0.32和0.26个单位,增速分别上升了0.99个百分点和1.47个百分点,表明三十年来粮食主销区

农业生产效率及增幅持续提升,特别是近十年来上升较快(见图3)。

从产销平衡区来看,1991—2023年,产销平衡区的农业TFP水平持续上升,由1991年的0.18个单位上升至2023年的0.54个单位,累计上升了0.36个单位,年均增长3.47%。其中,1992—2002年,产销平衡区农业TFP增长了0.05个单位,平均每年提高2.34%;2003—2013年,产销平衡区农业TFP增长了0.09个单位,平均每年提高2.97%;2013—2023年,产销平衡区农业TFP增长了0.23个单位,平均每年提高5.09%。2013—2023年同1992—2002年和2003—2013年相比,产销平衡区的农业TFP增量分别增长了0.18个单位和0.14个单位,增速上升了2.75个百分点和2.12个百分点,表明30年来产销平衡区农业TFP及增幅持续提升,特别是近十年来上升较快(见图3)。

30年来,我国农业三大区域的农业TFP不断提高,特别是党的十八大以来,三大区域农业TFP提升速度明显加快。比较而言,粮食主产区TFP水平最高、增幅最大、增速最快;产销平衡区与粮食主产区TFP水平相当,但近年来产销平衡区TFP增速加快,其TFP由略低于粮食主产区到高于粮食主产区;粮食主产区虽然TFP水平较低、增幅较小、增速较慢,但提升空间较大。

(二)三大粮食主产区农业TFP的变动趋势

我国三大粮食主产区(东北平原、黄淮海平原和长江中下游平原)农业TFP的测度结果见图4所示。

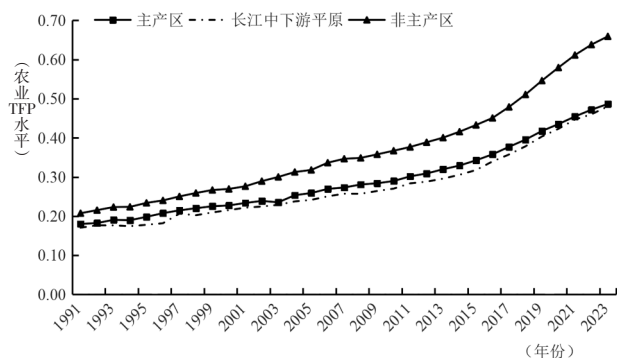


图4 1991—2023年我国三大粮食主产区农业TFP的变动趋势

数据来源:国家统计局、1992—2024年《中国统计年鉴》和各省份统计年鉴。

从东北平原来看,1991—2023年,东北平原的农业TFP水平持续上升,由1991年的0.20个单位上

升至2023年的0.34个单位,累计上升了0.14个单位,年均增长1.72%。其中,1992—2002年,东北平原农业TFP增长了0.02个单位,平均每年提高0.78%;2003—2013年,东北平原农业TFP增长了0.03个单位,平均每年提高1.33%;2013—2023年,东北平原农业TFP增长了0.10个单位,平均每年提高3.31%。2013—2023年同1992—2002年和2003—2013年相比,东北平原的农业TFP增量分别增长了0.08个单位和0.07个单位,增速分别提高了2.53个百分点和1.98个百分点,表明三十年来东北平原农业TFP及增幅平稳增长,特别是近十年来增长较快(见图5)。

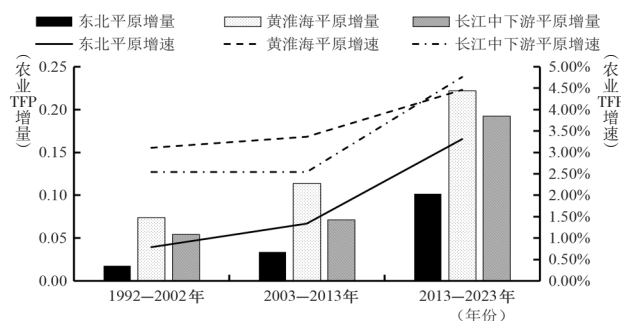


图5 1992—2023年我国三大粮食主产区农业TFP增量与增速的变动趋势

数据来源:国家统计局、1993—2024年《中国统计年鉴》和各省份统计年鉴。

从黄淮海平原来看,1991—2023年,黄淮海平原的农业TFP水平持续上升,由1991年的0.19个单位上升至2023年的0.58个单位,累计上升了0.39个单位,年均增长3.64%。其中,1992—2002年,黄淮海平原农业TFP增长了0.07个单位,平均每年提高3.10%;2003—2013年,黄淮海平原农业TFP增长了0.11个单位,平均每年提高3.36%;2013—2023年,黄淮海平原农业TFP增长了0.22个单位,平均每年提高4.46%。2013—2023年同1992—2002年和2003—2013年相比,黄淮海平原的农业TFP增量分别增长了0.15个单位和0.11个单位,增速分别提高了1.36个百分点和1.10个百分点,表明三十年来黄淮海平原农业TFP及增幅快速增长,特别是近十年来增长较快(见图5)。

从长江中下游平原来看,1991—2023年,长江中下游平原的农业TFP水平持续上升,由1991年的0.17个单位上升至2023年的0.48个单位,累计上升了0.31个单位,年均增长3.29%。其中,1992—2002年,长江中下游平原农业TFP增长了0.05个单位,

平均每年提高2.54%；2003—2013年，长江中下游平原农业TFP增长了0.07个单位，平均每年提高2.53%；2013—2023年，长江中下游平原农业TFP增长了0.19个单位，平均每年提高4.76%。2013—2023年同2003—2013年相比，长江中下游平原的农业TFP增量分别增长了0.14个单位和0.12个单位，增速分别提高了2.22个百分点和2.23个百分点，表明30年来长江中下游平原农业TFP及增幅提升较快，特别是近十年来增长加快(见图5)。

30年来，我国三大粮食主产区的农业TFP持续提高，特别是党的十八大以来，三大粮食主产区的农业TFP提升速度明显加快。比较而言，黄淮海平原TFP水平较高、增幅最大、增速较快；长江中下游平原TFP虽然初始水平较低，但其上升较快，尤其是近十年来增速加快，成为三大粮食主产区近期增速最快的区域；东北平原在20世纪90年代初期TFP水平较高，前20年增长比较平稳，后十年增长较快，但与其他两大平原相比仍有一定距离，这也表明其未来提升空间最为广阔。

(三)省域农业TFP的变动趋势

对我国31个省(区、市)农业TFP的测度结果如图6所示。2023年与2013年相比，31个省(区、市)的农业TFP均呈上升趋势。2023年农业TFP超过1个单位的省份有海南、广东和福建，超过0.9个单位的还有浙江、北京和陕西，这6个省市的农业TFP水平相对较高。这十年，农业TFP增量较多的省份仍然是海南、广东和福建(见图7)。这十年，31个省(区、市)的农业TFP增速同之前的1992—2012年相比，有28个省(区、市)的农业TFP增速是加快的。党的十八大以来，农业TFP增速最快的省份是贵州

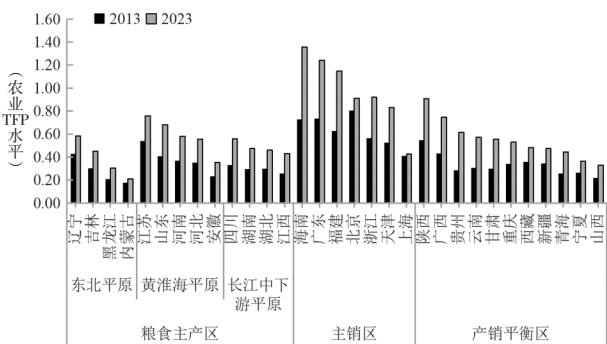


图6 2013年和2023年我国31个省(区、市)的农业TFP变化
数据来源：国家统计局、2014—2024年《中国统计年鉴》和各省份统计年鉴。

注：全要素生产率单位为复合单位。

(8.32%)，增速超过6%的省份有云南(6.31%)、海南(6.22%)、青海(6.16%)和甘肃(6.12%)，这5个省(区)中有4个属于产销平衡区，1个属于主销区；粮食主产区13个省(区)均处于2%~6%之间，其中，东北平原在2%~5%之间，黄淮海平原处于3%~6%之间，长江中下游平原处于4%~6%之间(见图8)。

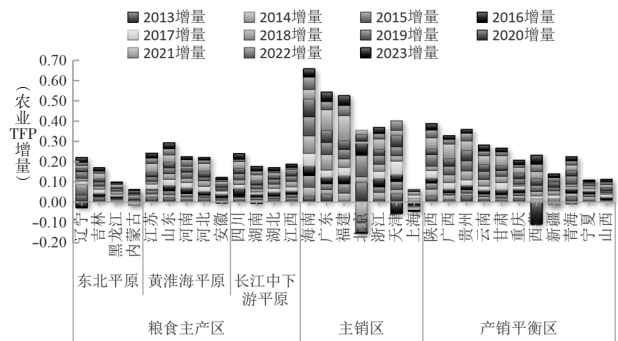


图7 2013—2023年我国31个省(区、市)的农业TFP增量
数据来源：国家统计局、2014—2024年《中国统计年鉴》和各省份统计年鉴。

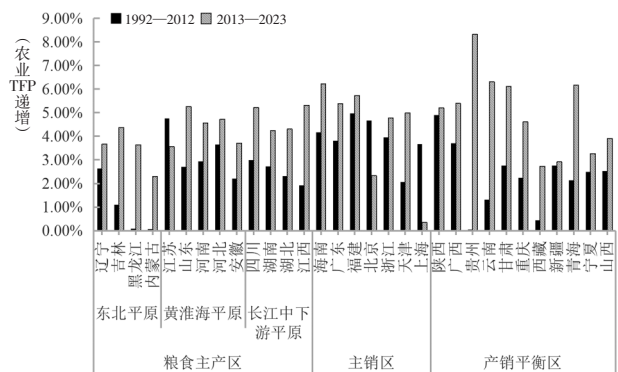


图8 1992—2012年和2013—2023年我国31个省(区、市)的农业TFP年均增速
数据来源：国家统计局、1993—2024年《中国统计年鉴》和各省份统计年鉴。

四、对我国农业TFP时空演进的分析

对我国农业三大区域、三大粮食主产区1992—2023年及1992—2002年、2003—2013年和2013—2023年三个阶段的农业TFP增长进行分解，得到分区域、分阶段各单要素生产率对农业TFP增长的贡献度(见表4)。

(一)对农业三大区域TFP增长的分析

从粮食主产区来看，1992—2023年，播种面积生产率对粮食主产区农业TFP增长的贡献最大，贡献度达47.66%，往下依次是灌溉面积生产率贡献了23.42%，化肥生产率贡献了13.12%，农药生产率贡

表4 1992—2023年和2013—2023年我国区域单要素生产率对农业TFP增长的贡献度

地区	阶段	要素生产率对农业TFP增长的贡献度(%)						
		P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇
三大农业区域								
粮食主产区	1992—2023	5.96	-0.21	47.66	23.42	13.12	9.35	0.90
	2013—2023	5.54	1.54	31.22	15.73	20.71	20.33	5.30
粮食主销区	1992—2023	4.54	1.27	45.78	23.90	13.28	10.64	0.74
	2013—2023	5.03	2.10	28.22	24.23	18.82	18.03	3.83
产销平衡区	1992—2023	5.50	0.45	50.88	25.87	10.82	7.11	-0.36
	2013—2023	4.98	2.02	35.13	16.78	19.58	19.20	2.64
三大粮食主产区								
东北平原	1992—2023	8.17	-1.22	66.53	10.53	12.57	0.47	3.41
	2013—2023	6.14	0.11	35.22	12.73	18.02	22.19	6.01
黄淮海平原	1992—2023	5.64	0.20	46.46	25.65	12.70	9.54	0.03
	2013—2023	5.42	1.91	31.63	17.52	20.23	18.46	5.11
长江中下游平原	1992—2023	5.44	-0.72	45.65	24.56	14.20	9.56	1.48
	2013—2023	5.13	1.50	29.65	15.44	22.61	21.03	5.12

数据来源:国家统计局、1993—2024年《中国统计年鉴》和各省份统计年鉴。

献了9.35%,其余要素生产率的贡献相对较小。其中,1992—2002年,播种面积生产率贡献突出,达到了70.06%,灌溉面积生产率贡献次之,为32.54%;2003—2013年,播种面积和灌溉面积生产率的贡献都有所回落,分别降至50.01%和27.13%,同时化肥、农药和农膜生产率的贡献度明显上升;2013—2023年,播种面积和灌溉面积生产率的贡献进一步回落至31.22%和15.73%,而化肥、农药和农膜生产率的贡献显著上升,分别达到20.71%、20.33%和5.30%。总体来看,劳动生产率的贡献相对稳定,一直保持在5%~7%;农机生产率的贡献相对较小,但由负转正。

从粮食主销区来看,1992—2023年,播种面积生产率对粮食主销区农业TFP增长的贡献最大,贡献度达45.78%,往下依次是灌溉面积生产率贡献了23.90%,农药和化肥生产率的贡献都超过了10%,分别为13.28%和10.64%,其余要素生产率的贡献相对较小。其中,1992—2002年,播种面积生产率的贡献突出,达到53.18%,灌溉面积生产率的贡献次之,为28.07%,化肥和农药生产率的贡献分别为9.34%和7.04%;2003—2013年,播种面积生产率的贡献有所上升,达到61.71%,灌溉面积生产率的贡献回落至19.32%,化肥生产率的贡献超过10%,为10.02%;2013—2023年,播种面积生产率的贡献大幅回落至28.22%,而化肥和农药生产率的贡献显著

上升,分别达到18.82%和18.03%。总体来看,劳动生产率的贡献相对稳定,一直保持在3%~5%左右;农机和农膜生产率的贡献相对较小但略有上升,农膜生产率贡献由负转正。

从产销平衡区来看,1992—2023年,播种面积生产率对产销平衡区农业TFP增长的贡献最大,贡献度高达50.88%,往下依次是灌溉面积生产率贡献了25.87%,化肥生产率贡献了10.82%,农药生产率增长贡献7.11%,其余要素生产率的贡献相对较小。其中,1992—2002年,播种面积生产率的贡献突出,达到67.93%,灌溉面积生产率的贡献次之,为41.50%;2003—2013年,播种面积生产率的贡献度有所回落,降至64.36%,灌溉面积生产率贡献为28.44%;2013—2023年,播种面积生产率的贡献大幅回落至35.13%,而化肥和农药生产率的贡献显著提升,分别达到19.58%和19.20%。总体来看,劳动生产率的贡献相对稳定,一直保持在5%~7%;农机和农膜生产率的贡献相对较小但略有回升并由负转正。

(二)对三大粮食主产区TFP增长的分析

从东北平原来看,1992—2023年,播种面积生产率对东北平原农业TFP增长的贡献最大,贡献度高达66.53%,往下依次是化肥生产率贡献了12.57%,灌溉面积生产率贡献了10.53%,劳动生产率贡献8.17%,其余要素生产率的贡献相对较小。

其中,1992—2002年,播种面积生产率的贡献尤为突出,达到159.44%,其次是化肥生产率贡献了18.10%,劳动生产率贡献了11.65%,其他要素生产率的贡献为负值;2003—2013年,播种面积生产率的贡献度有所回落,下降至79.00%,灌溉面积生产率的贡献回升至32.91%,劳动生产率的贡献为10.43%,农机、化肥和农药生产率的贡献为负值,农膜生产率的贡献较小但由负转正;2013—2023年,播种面积生产率的贡献大幅回落至35.22%,而化肥、农药和农膜生产率的贡献度显著提升,分别达到18.02%、22.19%和6.01%。总体来看,劳动生产率的贡献在6%~12%;农机和农膜生产率贡献的绝对值相对较小但由负转正。

从黄淮海平原来看,1992—2023年,播种面积生产率对黄淮海平原农业TFP增长的贡献最大,贡献度高达46.46%,往下依次是灌溉面积生产率贡献了25.65%,化肥生产率贡献了12.70%,农药生产率贡献了9.54%,其余要素生产率的贡献相对较低。其中,1992—2002年,播种面积生产率的贡献突出,达到67.21%,灌溉面积生产率的贡献次之,为36.60%,但农机、农药和农膜生产率的贡献为负值;2003—2013年,播种面积生产率的贡献度有所回落,降至45.38%,同时化肥、农药和农膜生产率的贡献明显上升;2013—2023年,播种面积生产率的贡献大幅回落至31.63%,而化肥、农药和农膜生产率的贡献显著提升,分别达到20.23%、18.46%和5.11%。总体来看,劳动生产率的贡献比较稳定,保持在5%~7%;农机和农膜生产率贡献相对较小但由负转正。

从长江中下游平原来看,1992—2023年,播种面积生产率对长江中下游平原农业TFP增长的贡献最大,贡献度高达45.65%,往下依次是灌溉面积生产率贡献了24.56%,化肥生产率贡献了14.20%,农药生产率贡献了9.56%,其余要素生产率的贡献度相对较低。其中,1992—2002年,播种面积生产率的贡献突出,达到了64.85%,灌溉面积生产率的贡献次之,为35.41%,但农机、农药和农膜生产率的贡献为负值;2003—2013年,播种面积生产率的贡献度有所回落,降至56.37%,灌溉面积生产率的贡献也有所回落,降至25.9%,同时化肥和农药生产率的贡献明显上升;2013—2023年,播种面积生产率的贡献大幅下降至29.65%,而化肥、农药和农膜生

产率的贡献显著提升,分别达到22.61%、21.03%和5.12%。总体来看,劳动生产率的贡献比较稳定,保持在5%~7%;农机和农膜生产率贡献相对较小但由负转正。

(三)对31个省(区、市)TFP增长的分析

对2013—2023年我国31个省(区、市)的农业TFP增长进行分解,测得各单要素生产率对农业TFP增长的贡献度(见表5)。

观察表5并对各省(区、市)每个单要素生产率对农业TFP增长的贡献度由高到低进行排列,统计31个省(区、市)的分布,可以得到表6。表6显示,大部分省(区、市)(26个)的播种面积生产率(P_3)对农业TFP增长的贡献是最大的,排在7个单要素生产率贡献之首;而农机生产率对农业TFP增长的贡献相对较小,大部分省(区、市)(22个)的农机生产率(P_2)对农业TFP增长的贡献排在第七(见表6)。

通过观察1992—2012年和2013—2023年省域生产率正(负)增长的省份个数及变化,我们发现,31个省(区、市)在两个阶段的农业TFP和劳动生产率全部都是正增长,且绝大部分省(区、市)的增长速度是加快的;其他6个单要素生产率中,有5个单要素生产率正增长的省(区、市)是增加的,其中,农机生产率正增长的省(区、市)增加了17个,灌溉面积生产率正增长的省(区、市)增加了两个,化肥、农药和农膜生产率正增长的省(区、市)分别增加了7个、15个和22个。总之,党的十八大以来,绝大部分省(区、市)的农业TFP和劳动生产率明显加快,其他单要素生产率正增长的省(区、市)明显增多,负增长的省(区、市)明显减少(见表7)。

势分析方法通过引入势效应系数,探究各要素发挥的效能情况,各要素生产率并非独立变动,而是相互关联、交互作用的。尤其需要说明的是,种子作为农业生产的核心,虽在文中难以作为独立的投入要素纳入测算,但品种改良及推广的作用已渗透并体现于各要素生产率的提升之中。而播种面积作为农业生产的基础载体,其效率改善也一定程度上内含良种推广、农艺改进及化肥等要素效率同步提升的综合作用。

在此框架下,党的十八大以来,我国各区域化肥、农药和农膜生产率对农业TFP增长的贡献显著上升;播种面积和灌溉面积生产率对农业TFP增长的贡献较大,但呈回落态势;劳动生产率对农业TFP

表5 2013—2023年31个省(区、市)单要素生产率对农业TFP增长的贡献度

省(区、市)	农业TFP 增长率(%)	单要素生产率对农业TFP增长的贡献度(%)						
		P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇
粮食主产区(东北平原)								
内蒙古	2.30	9.95	0.34	47.29	1.12	18.49	26.66	-2.92
辽宁	3.67	3.54	1.43	28.24	21.25	19.50	19.42	6.86
吉林	4.37	5.01	-0.25	31.19	25.14	15.49	16.46	7.19
黑龙江	3.64	6.71	-0.26	33.44	10.43	18.07	22.30	9.97
粮食主产区(黄淮海平原)								
河北	4.72	5.06	2.68	28.80	22.35	17.76	18.53	5.07
江苏	3.55	5.25	0.36	29.88	20.55	21.67	17.59	4.94
安徽	3.71	7.31	0.97	38.32	5.95	22.07	23.17	2.94
山东	5.25	4.61	2.06	30.41	18.46	21.64	17.52	5.58
河南	4.56	5.60	2.00	32.68	17.85	19.71	17.32	5.09
粮食主产区(长江中下游平原)								
江西	5.32	5.52	3.87	29.76	14.58	21.39	22.33	3.18
湖北	4.30	5.80	0.85	29.11	10.27	26.77	22.06	5.86
湖南	4.24	7.09	0.60	29.18	17.44	19.42	20.96	5.80
四川	5.21	3.69	0.97	30.80	18.79	22.29	18.33	5.44
粮食主销区								
北京	2.33	5.56	2.91	31.32	20.63	22.45	13.12	4.11
天津	4.99	4.93	3.33	21.95	18.56	23.55	19.25	9.03
上海	0.34	30.50	-21.01	-23.19	-130.55	54.36	189.64	8.13
浙江	4.78	6.69	2.92	24.66	22.87	20.16	21.26	2.00
福建	5.73	4.92	1.60	29.98	23.02	19.89	15.13	5.66
广东	5.38	5.09	1.78	26.42	28.40	18.01	16.80	3.78
海南	6.22	3.47	1.08	40.95	11.85	19.02	23.59	0.83
产销平衡区								
山西	3.90	5.19	5.17	35.87	14.78	19.61	17.21	2.46
广西	5.39	5.67	1.68	36.93	21.70	16.93	13.31	3.90
重庆	4.61	4.74	0.75	32.50	25.23	18.01	14.37	4.52
贵州	8.32	4.27	1.18	31.99	20.92	18.98	18.35	4.67
云南	6.31	4.04	2.24	35.00	18.08	20.38	16.53	3.94
西藏	2.73	5.43	-0.68	1.26	5.10	46.34	50.63	-4.42
陕西	5.21	3.73	1.80	33.58	25.69	20.66	12.64	2.02
甘肃	6.12	3.81	1.54	28.56	18.32	18.87	27.38	2.43
青海	6.16	3.95	1.11	24.06	23.20	30.28	17.63	0.56
宁夏	3.27	7.65	3.47	37.34	15.48	19.72	19.97	-3.08
新疆	2.91	6.57	1.31	33.74	12.33	20.72	23.72	2.06

数据来源:国家统计局、2014—2024年《中国统计年鉴》和各省份统计年鉴。

增长的贡献基本保持在一位数左右;农机生产率对农业TFP增长的贡献相对较小,农机效率有待提升。该结果在势分析框架下有其内在的合理性,土地效率的提高不仅能够直接贡献于农业TFP的增长,且其作为其余投入要素发挥效能的载体,也侧面反映了其余各类要素作用于土地所实现的协同

增效,故而土地效率对农业TFP增长的贡献显著高于其他投入效率。

五、结论与建议

通过构建农业七要素C-D生产函数,运用势分

表6 2013—2023年按省份各单要素生产率对农业TFP增长的贡献度排列的省份个数

贡献位次	单要素生产率对农业TFP增长的贡献							省份数合计
	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	
一	0	0	26	1	2	2	0	31
二	0	0	3	9	10	9	0	31
三	2	0	0	7	16	6	0	31
四	2	0	0	11	3	14	1	31
五	17	1	1	2	0	0	10	31
六	10	8	1	0	0	0	12	31
七	0	22	0	1	0	0	8	31
省份数合计	31	31	31	31	31	31	31	省份数合计

数据来源:国家统计局、2014—2024年《中国统计年鉴》和各省份统计年鉴。

表7 1992—2012年和2013—2023年两阶段生产率正增长和负增长的省份个数及变化

时期	增长方向	TFP	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇
①1992—2012	正增长	31	31	10	31	28	24	16	6
	负增长	0	0	21	0	3	7	15	25
②2013—2023	正增长	31	31	27	30	30	31	31	28
	负增长	0	0	4	1	1	0	0	3
变化=②-①	正增长	0	0	+17	-1	+2	+7	+15	+22
	负增长	0	0	-17	+1	-2	-7	-15	-22

数据来源:国家统计局、2014—2024年《中国统计年鉴》和各省份统计年鉴。

析法对生产函数进行改进,导出农业TFP模型,对1991—2023年我国农业三大区域及三大粮食主产区以及31个省(区、市)的农业TFP进行测度,得出以下分析结论。

第一,30年来我国农业三大区域TFP不断提高,特别是党的十八大以来,三大区域农业TFP提升速度明显加快。其中,粮食主销区TFP水平最高、增幅最大、增速最快,省份以海南表现最为突出;产销平衡区与粮食主产区TFP水平相当,但近年来产销平衡区TFP增速加快,其TFP由略低于粮食主产区到高于粮食主产区,产销平衡区中以陕西省水平最高、增量最多,贵州省增速最快;粮食主产区TFP水平较低、增幅较小、增速较慢(这与粮食生产比较效益较低有关),提升空间较大,但相对而言,省份以江苏水平最高,山东增量最多、增速最快。

第二,30年来我国三大粮食主产区农业TFP持续提高,特别是党的十八大以来,三大粮食主产区

TFP提升速度明显加快。其中,黄淮海平原TFP水平较高、增幅最大、增速较快,省份以江苏水平最高,山东增量最多、增速最快;长江中下游平原TFP虽然初始水平较低,但其上升较快,尤其是近十年来增速加快,成为三大粮食主产区近期增速最快的区域,省份以四川表现较为突出;东北平原在20世纪90年代初期TFP水平较高,前20年增长比较平稳,后十年增长较快,但与其他两大平原相比仍有一定距离(这与气候条件有关),相对而言,辽宁水平最高、增量最多,吉林省增速最快。

第三,对我国农业三大区域及三大粮食主产区以及各省份农业TFP的分析发现,党的十八大以来,各区域化肥、农药和农膜生产率对农业TFP增长的贡献显著提高,换言之,单位产出的化学品投入显著降低;播种面积和灌溉面积生产率对农业TFP增长的贡献较大,但呈回落态势;劳动生产率对农业TFP增长的贡献比较稳定,基本保持在一位数;农机生产率对农业TFP增长的贡献相对较小,换言之,单位产出的农机投入增长较快,农机生产率有较大提升空间。绝大部分省份的农业TFP和劳动生产率明显加快,其他单要素生产率正增长的省份明显增多,负增长的省份明显减少。

针对本文研究结论,提出以下政策建议。

一是进一步完善区域协同发展机制。粮食主产区TFP水平较低、增幅较小、增速较慢与粮食生产比较效益低密切相关。对此,需建立“主销区反哺主产区”的横向生态补偿制度,将主销区粮食购买量与主产区粮食输出量挂钩,为核心主产省份农业发展提供经济和生态支持。重点支持东北平原黑土地保护、黄淮海平原地下水超采治理等工程,并推动长江上下游建立农业生态补偿机制。同时,构建主产区与主销区的定向产销对接平台,严格落实鲜活农产品运输“绿色通道”政策,健全跨区域联动保供机制和滞销卖难应急处置机制。

二是持续加大对农业,尤其是种业科技创新的投入。新质生产力以TFP大幅提升为核心标志。要大幅提升区域农业TFP,须加快发展农业新质生产力,而科技创新是发展新质生产力的核心要素,种子又是农业生产的核心要素。因此“十五五”时期农业政策的重点应向种业研发领域倾斜,支持科研机构与高校聚焦产业急需,围绕新品种选育、种质资源保护等关键环节开展协同攻关,建立健全以

企业为主体、市场为导向的种业创新体系,确保创新成果能够迅速应用于田间地头,全面提升农业生产效率、农产品质量和附加价值,加快实现高水平农业科技自立自强。

三是加强农业人才队伍建设,夯实农业发展的人才基础。中国现代化离不开农业农村现代化,农业农村现代化关键在科技、在人才。我国目前存在着农村劳动力转移和农业劳动力素质明显下降的矛盾。农民老龄化,农村空心化等问题亟待解决。政府可以依托高等农业院校和科研机构,重点强化生物育种、智慧农机、数字农业等前沿领域的专业人才培养,推动“农业+科技+教育”深度融合,建设一批区域性农业技术推广中心和人才实训基地,通过“线上教育”和“实地考察”相结合的方式,以立德树人为根本,以强农兴农为己任,培养更多知农爱农新型人才,为推进中国农业农村现代化和保障国家粮食安全提供强有力的支持。

四是加快农业数智化转型升级。充分发挥人工智能、大数据、物联网等新一代信息技术的核心驱动作用,将AI、人工智能嵌入农业发展,加快人工智能驱动的育种体系创新,支持无人农机、AI病虫害诊断系统及智能灌溉设施等农业智能装备研发与应用;提高农业生产和加工工具的智能感知、决策、控制、作业等能力;建设区域性重大农业创新平台,通过算法模型为农户提供精准种植、灾害预警等服务。通过人工智能在农业生产管理、风险防范等领域作用,帮助农民提高生产经营能力与水平,最终实现以降本增效、资源优化为核心的农业高质量发展新范式。

五是加快推进化学农业向生态农业转型。党的十八大以来,我国化肥和农药等化学品投入强度和总量大幅减少,成绩显著;但仍是世界上化学品使用量和使用强度较高的国家。在实现农业高质量发展和保障粮食安全的进程中,生态农业的推广是至关重要的战略选择。化学农业虽在满足人口增长对粮食需求方面发挥了关键作用,但其对环境的负面影响和土壤退化问题日益严峻。生态农业通过减少化肥、农药和除草剂等使用,推广有机肥料和生物防治技术,旨在降低农业生产对环境的负面影响,同时提升农产品的品质和安全性,使我国在世界范围内逐渐从观察者转变成重要参与者,以生态农业引领世界发展。

大力推广生物及物理方法。生物方法的核心是通过引入或者强化自然天敌,如捕食性昆虫、寄生虫以及病原微生物等,以减少病虫害的数量;而物理方法克服了传统化学方法的副作用,具备环保、安全以及高效等特性,且不使用有害化学物质,能有效降低环境污染和人类健康风险。两种方法相结合,辅助以科学的作物轮作、间作以及混作规划,有益于提升作物抗病虫害能力和生产力,走生态绿色农业之路。

六是优化资源配置,提高全要素生产率。长期以来,我国农业全要素生产率的增长大多以土地产出率的提高为主要贡献,并取得了相当显著的成效。但值得注意的是,随着农业劳动力逐步转移、农业生态环境问题日趋严峻、全社会对农产品质量安全重视程度不断提高,我们应该走更加均衡的农业技术进步道路,在提高劳动生产率、农机生产率、土地产出率和“肥药膜”产出率之间把握好平衡关系,全面提高农业全要素生产率。

七是因地制宜发展现代大农业。三大粮食主产区中,东北平原省份应以保障国家粮食供给安全为核心任务,重点实施黑土地保护工程,推进高标准农田建设与灌排系统智能化改造;黄淮海平原着力构建节水型农业体系,推广水肥一体化技术;长江中下游地区强化防洪排涝设施建设,完善现代化田间管理体系。粮食主销区需发挥科技优势,重点发展数字农业与种源创新,建立市场化补偿机制反哺粮食主产区。产销平衡区立足生态承载力,西部地区重点发展抗旱节水作物与特色种植业,构建可持续发展的农业生产模式。

参考文献

- [1] SOLOW R M. Technical Change and the Aggregate Production Function [J]. *The review of economics and statistics*, 1957, 39(3): 312-320.
- [2] COELLI T J, RAO D S P, O' DONNELL C J, et al. *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis* [M]. New York: Springer US, 2005.
- [3] FELIPE J, MCCOMBIE J. The illusions of calculating total factor productivity and testing growth models: from Cobb-Douglas to Solow and Romer [J]. *Journal of post Keynesian economics*, 2020, 43.
- [4] GONG, BINLEI. Agricultural reforms and production in China: Changes in provincial production function and

- productivity in 1978–2015 [J]. Journal of development economics, 2018, 132:18–31.
- [5] AYERST S, BRANDT L, RESTUCCIA D. Market constraints, misallocation, and productivity in Vietnam agriculture[J]. Food policy, 2020, 94(000).
- [6] 习近平. 加快建设农业强国推进农业农村现代化[J]. 农村工作通讯, 2023(6).
- [7] 段文斌, 尹向飞. 中国全要素生产率研究评述[J]. 南开经济研究, 2009(2).
- [8] 刘平峰, 张旺. 数字技术如何赋能制造业全要素生产率?[J]. 科学学研究, 2021, 39(8).
- [9] 颜鹏飞, 王兵. 技术效率、技术进步与生产率增长: 基于DEA的实证分析[J]. 经济研究, 2004(12).
- [10] 吴亚玲, 杨汝岱, 吴比, 等. 中国农业全要素生产率演进与要素错配: 基于2003—2020年农村固定观察点数据的分析[J]. 中国农村经济, 2022(12).
- [11] 尹朝静, 廖培森, 葛静芳, 等. 中国农业全要素水资源绿色生产率的区域差异、动态演进及收敛性[J]. 干旱区资源与环境, 2025, 39(2).
- [12] 龚斌磊, 袁菱苒. 新质生产力视角下的农业全要素生产率: 理论、测度与实证[J]. 农业经济问题, 2024(4).
- [13] 周风, 文春晖. 环境规制对农业绿色全要素生产率的影响效应与作用机制研究[J]. 中国农业资源与区划, 2025, 46(6).
- [14] 李文启, 牛健敏. 气候变化、气候适应性措施与农业全要素生产率: 基于投入要素视角[J]. 世界农业, 2025(5).
- [15] 马国群, 秦知余, 崔叶辰, 等. 考虑数据要素的中国农业绿色全要素生产率测算: 理论框架与实证分析[J]. 中国人口·资源与环境, 2025, 35(5).
- [16] 刘亦文, 欧阳莹, 蔡宏宇. 中国农业绿色全要素生产率测度及时空演化特征研究[J]. 数量经济技术经济研究, 2021, 38(5).
- [17] 尹朝静, 杨坤, 田云. 中国农业生态全要素生产率增长: 经验事实、区域差异与动态演进[J]. 中国农村经济, 2024(2).
- [18] 武义青, 贾雨文. 势分析方法及其应用研究: 基于主动性决策理论[M]. 北京: 中国社会科学出版社, 2016.
- [19] 武义青, 耿艳楼, 姚连宵. 基于C-D生产函数的全要素生产率的测度及应用[J]. 河北经贸大学学报, 2023, 44(4).

Measurement and Temporal–Spatial Evolution of Total Factor Productivity in China’s Agriculture

Wu Yiqing Hou Han

Abstract: Theseven-factor agricultural Cobb–Douglas production function was constructed, the potential analysis method was used to improve the production function, and the agricultural total factor productivity model was derived, and the agricultural total factor productivity in our country’s three major agricultural regions, three major grain-producing regions and 31 provinces was measured from 1991—2023. The results show that in the past 30 years, our country’s regional agricultural total factor productivity has shown an upward trend. In particular, since the 18th National Congress of the Communist Party of China, the growth of regional agricultural total factor productivity has generally accelerated; Among the three major regions, the total factor productivity level of the main grain sales area is high, the increase is large, and the growth rate is faster. Among the three major grain producing areas, the Huanghuaihai Plain has a high level of total factor productivity, a large increase and a rapid growth rate; Among the seven single factor productivity, the contribution of regional fertilizer, pesticide and agricultural film productivity to the growth of agricultural total factor productivity generally increased, while the productivity of sowing and irrigation area contributed more to the growth of agricultural total factor productivity, but showed a downward trend. During the 15th Five-Year Plan period, it is necessary to accelerate the cultivation and development of new quality productive forces, focus on improving the regional coordinated development mechanism, increase investment in seed industrytechnological innovation, promote the transformation of chemical agriculture to ecological agriculture, accelerate the digital and intelligent transformation and upgrading of agriculture, and develop modern agriculture according to local conditions.

Key Words: Regional; Agriculture; Production Function; Potential Analysis; Total Factor Productivity

(责任编辑:江 夏)