

贵州农业绿色全要素生产率研究

邱丫丫

云南省昆明市云南农业大学经济管理学院 云南昆明 650500

摘要: 衡量绿色全要素生产率有助于帮助了解农业绿色化发展阶段和特征。本文运用 Malmquist-Luenberger 指数和方向性距离函数构建模型, 将农业碳排放量作为非期望产出, 农林牧渔总产值作为期望产出, 同时投入指标分别为化肥、农药、农业机械等, 使用 MAX-DEA 软件对收集到的 2012-2021 年的农业指标数据进行处理, 计算出农业绿色全要素生产率, 并与传统的农业全要素生产率进行了比较。结果得出贵州省农业 GTFP 在逐年提高, 并且存在向前增长的趋势, 同时还发现技术进步是提高农业绿色全要素生产率的关键因素, 而技术效率对农业 GTFP 没有产生影响。此外, 通过将 GTFP 与传统 TFP 进行比较, 了解到贵州省在 2012-2021 年间未重视生态环境治理, 农业绿色发展的挑战依然十分严峻。

关键词: GTFP; 全要素生产率; 贵州农业; Malmquist-Luenberger 指数; 方向距离函数

Study on agricultural green Total Factor Productivity in Guizhou

Yaya Qiu

College of Economics and Management, Yunnan Agricultural University, Kunming 650500, China

Abstract: Measuring green total factor productivity is helpful to understand the development stage and characteristics of agricultural greening. In this paper, the Malmquist-Luenberger index and directional distance function were used to construct the model. The agricultural carbon emission was taken as the non-expected output, the total output value of agriculture, forestry, husbandry and fishery was taken as the expected output, and the input indexes were fertilizer, pesticide, agricultural machinery, etc. MAX-DEA software was used to process the agricultural index data collected from 2012 to 2021, and the agricultural green total factor productivity was calculated, and compared with the traditional agricultural total factor productivity. The results showed that the agricultural GTFP of Guizhou Province was increasing year by year, and there was a trend of forward growth. Meanwhile, it was found that technological progress was the key factor to improve the agricultural green total factor productivity, while technical efficiency had no effect on agricultural GTFP. In addition, by comparing GTFP with traditional TFP, we learned that Guizhou Province did not pay attention to ecological environment governance during 2012-2021, and the challenge of green agricultural development is still very severe.

Keywords: GTFP; Total factor productivity; Guizhou agriculture; Malmquist-Luenberger index; Directional distance function

引言

随着三农问题的不断推进, 乡村振兴战略将农业发展问题提升到国家发展战略层面。为了更加积极有效地处理三农问题, 推进乡村振兴战略, 实现农业向着现代化方向前行, 衡量农业当前的发展状态和阶段特征十分重要。目前, 绿色化和全要素生产率是农业研究的主要热点之一。其中, 农业绿色化发展在“十四五”中被提出, 全要素生产率在党的二十大报告中被指出。

农业绿色化水平和农业发展状态如何可以用农业绿色全要素生产率进行衡量, 目前对全要素生产率的计算大多基于数据包络分析 (DEA) 法和 Malmquist 指数。Malmquist 指数最早由 Malmquist[1]于 1953 年提出, 最初用于衡量金融、工业和医疗等部门的生产效率。随后, 1978 年著名运筹学家如 Charnes[2]提出了数据包络分析 (data envelopment analysis, DEA) 来评价具有多个输出和多个输入的决策单元

之间的相对效率。在此基础上, Färe [3]等将两者结合, 采用 DEA 包络分析法求解 Malmquist 指数, 并对面板数据进行分析, 使得 Malmquist 指数在以后得到广泛的关注和应用。后来, Chung[4]等人在 Malmquist 模型中加入了方向距离函数, 对该模型进行丰富和改进, 得到了 Malmquist-Luenberger (ML) 指数, 弥补了传统 Malmquist 指数在解决含有非期望产出数据时存在的缺陷。

对于农业全要素生产率的研究, 全要素生产率的测度及其影响因素的研究是目前的两大热点。李谷成[5]等利用 ML 指数对环境约束下 1978-2008 年省级农业全要素生产率进行研究, 发现促进农业全要素生产率增长的主要原因是技术进步, 而不是环境技术效率; 王兵[6]等采用 Luengerber 生产率指数和 SBM 方向性距离函数研究了中国 13 个省份 1995-2008 年的农业 TFP, 对农业 TFP 的影响因素展开了分析探讨。同时, 农业绿色全要素生产率的研究, 与全要素生

产率的研究一样，也是围绕这两个方面展开的，黄明明[7]测算了 2006-2020 年中部 6 省的农业绿色全要素生产率，并通过 GML 模型将数据进行求解。最终结果表明，中部 6 省农业发展存在资金投入不足、技术改造效率低、资金管理水水平较低等问题；李波[8]运用 SBM-GML 指数法测算了黄河流域 9 省 2001-2019 年的农业绿色生产率，结果得出带动农业绿色全要素生产率增长的主要动因是农业技术进步；谢会强[9]研究了农村普惠金融和人力资本对农业绿色全要素生产率的影响，结果表明人力资本的积累和普惠金融对农业绿色全要素生产率都有着积极的影响；杨秀玉[10]探讨了农业贸易和农业产业聚集对农业全要素生产率的影响，认为这两个影响因素对农业绿色生产率皆存在异质性影响。

根据上述文献，对农业绿色全要素的研究主要集中在生产率的测度及其分解和影响因素上。本文的研究是对贵州省的农业绿色全要素生产率进行测算，数据来源于贵州省 2012-2021 年的统计年鉴，同时考虑期望产出和非期望产出，采用 Malmquist-Luenberger 指数和方向性距离函数的方法，针对数据结果分析贵州省农业绿色化特征以及发展中的问题，并提出相应的建议。

一、研究方法

(一) 指标选取与数据来源

1. 投入变量

对于绿色全要素生产率的研究，投入指标必须与农业生产密切相关。因此，本文投入指标选取贵州省第一产业劳动力、农作物播种面积、农业机械、化肥、农药、灌溉、农用地膜，共 7 个指标。各指标数据直接来源于 2012-2021 年《贵州省统计年鉴》，具体数值如表 1 所示。

表 1 2012-2021 贵州省农业投入情况

年份	劳动力/万人	土地/万 hm ²	农业机械/万 kW.h	化肥/万 t	农药/万 t	灌溉/万 hm ²	农膜/万 t
2012	1092.21	518.286	2106.65	98.17	1.44502	131.759	4.4062
2013	1039.88	539.011	2240.8	99.54	1.3744	136.766	4.8031
2014	990.81	551.646	2458.4	101.29	1.3425	142.949	4.8949
2015	937.58	554.217	2575.15	103.69	1.3722	150.656	4.9403
2016	883.03	559.681	2711.3	103.67	1.3677	155.292	5.1053
2017	828.02	565.737	2812.41	95.65	1.3399	158.566	5.1138
2018	764.96	547.718	2910.52	89.59	1.1312	160.609	5.4830
2019	700.45	548.156	2962.71	83.18	0.9210	115.399	4.4121
2020	634	547.535	3001	78.78	0.8423	116.549	4.5411
2021	618	542.29	3020.08	75.98	0.7048	116.55	4.4224

2. 产出变量

本文的产出指标包括考虑碳排放的期望产出和非期望

产出。其中，期望产出以农林牧渔总产值为计量基础，非期望产出选取农业生产中的碳排放总量为计量基础。对于碳排放的计算，为了保证碳排放计算指标的数据的可获得性，同时参考了前人对农业碳排放的碳源的相关研究，本文选取的农业碳源主要为农药、化肥、农业机械、农膜、翻耕和灌溉，对于这六个农业活动的数据同样来自贵州省统计年鉴。

农业碳排放总量的主要含义是各农业碳源的具体数值与其对应的碳排放系数的乘积之和，其数学计算公式如下：

$$C = \sum C_i = \sum I_i \times \delta_i \quad (1)$$

其中，C 表示碳排放总量， C_i 是第 i 项指标的碳排放量， I_i 是第 i 项指标的具体数值， δ_i 是第 i 项指标的碳排放系数。各指标的碳排放系数如表 2 所示，按公式计算出来的非期望产出如表 3 所示，期望产出的数值来自贵州省统计年鉴。

表 2 碳排放系数

农业碳源	碳排放系数
农药	4.9341(kg/kg)
化肥	0.8956 (kg/kg)
农膜	5.18(kg/kg)
灌溉	20.476(kg/km ²)
翻耕	312.6(kg/km ²)
农业机械	0.18(kg/(kw.h))

表 3 期望产出和非期望产出

年份	期望产出 农林牧渔总产值/亿元	非期望产出 农业碳排放总量/万 t
2012	1436.61	282.9683391
2013	1663.02	292.5081123
2014	2118.48	298.5090106
2015	2738.66	302.0226835
2016	3097.19	304.6647482
2017	3413.86	299.367242
2018	3619.52	289.2493682
2019	3888.99	276.1447554
2020	4358.62	272.3203368
2021	4691.97	266.8832199

(二) 研究区域与研究方法

1. 研究区域

贵州省地处西南内陆地区，地势西高东低，面积为 17.62 万 Km^2 ，占全国总面积的 1.8%，有 4 个地级市，3 个自治州，2 个地区，具有“八山一水一分田”的特点[11]。根据贵州省统计年鉴上面的数据可知（见表 1），2012-2021 年间，贵州省从事农业劳动的人口在逐年减少，从 2012 年的 1092.21 万人下降到 618 万人，但是随着现代科技的发展，农业机械的使用量在逐年增加，提高了农业的劳动效率。而且，为了响应发展绿色农业的号召，贵州省的农药、化肥使用量在逐步下降，甚至灌溉面积、农膜使用量都有一定的下降趋势。

2. 研究方法

对于农业绿色全要素生产率的测度, 本文将农业碳排放视为非期望产出, 构建 ML 指数与方向距离函数模型, 运用 MAX-DEA 软件求解全要素生产率及其分解。

根据 Chung et al. (1997) 的 Malmquist-Luenberger (ML) 模型, 从 t 期到 $t+1$ 期可将绿色全要素生产率分解为两个部分, 分别是规模效率变化 (EFFCH) 和规模技术变化 (TECH), 表达式如下:

$$TFP_t^{t+1} = EFFCH \times TECH \quad (2)$$

数据大小的含义是: 当 $EFFCH > 1$ (或 < 1) 时, 表示规模技术效率得到提高 (或恶化), $EFFCH = 1$ 时, 表示规模技术效率没有变化; 当 $TECH > 1$ (或 < 1) 时, 说明技术水平进步 (或衰退), $TECH = 1$ 时, 表示技术水平保持不变, 没

表 4 ML 指数及其分解

年份	非期望产出时					期望产出时				
	SECH	PECH	EFFCH	TECH	GTFP	SECH	PECH	EFFCH	TECH	TFP
2013	1	1	1	1.136868495	1.136868495	1	1	1	1.42	1.42
2014	1	1	1	1.245944199	1.245944199	1	1	1	1.246	1.246
2015	1	1	1	1.294500189	1.294500189	1	1	1	1.294	1.294
2016	1	1	1	1.135686979	1.135686979	1	1	1	1.136	1.136
2017	1	1	1	1.126708034	1.126708034	1	1	1	1.127	1.127
2018	1	1	1	1.114383095	1.114383095	1	1	1	1.115	1.115
2019	1	1	1	1.256349538	1.256349538	1	1	1	1.256	1.256
2020	1	1	1	1.161176566	1.161176566	1	1	1	1.161	1.161
2021	1	1	1	1.173087605	1.173087605	1	1	1	1.175	1.175
平均值	1	1	1	1.182744967	1.182744967	1	1	1	1.182	1.182

从表 4 中的数据结果可以看出, 2012-2021 年间, 无论非期望产出存在与否, PECH 和 SECH 始终等于 1, 这说明了贵州省的规模技术效率保持不变, 贵州省的技术发展和综合管理以及农业规模扩大没有有效提高农业生产率。但是贵州省的农业 GTFP 和 TECH 的变动值始终高于 1, 且平均值也高于 1, 这表明了贵州省农业绿色全要素生产率在 2012-2022 年间不断得到了提高, 技术水平也不断得到了提高, 农业技术进步是提高农业绿色全要素生产率的关键因素, 而技术效率对农业绿色全要素生产率没有产生影响。

从贵州省农业 GTFP 和传统 TFP 的变化趋势来看, 它们有着相同的变化趋势, 在 2012-2021 年间都比 1 高, 且数值趋于相等, 表明贵州省的农业全要素生产率得到了提升。但是将它们进行对比可看出, GTFP 在大部分时间里都等于传统 TFP, 甚至在有的年份如 2013 年和 2021 年小于传统 TFP, 这表明在 2012-2021 年间贵州省并没有重视对农业发展过程中的环境治理, 忽视了农业往绿色化方向发展。

有发生变化。

进一步地, 规模收益可变时, EFFCH 可以继续分解为纯技术效率变化指数 (PECH) 和规模效率变化指数 (SECH)。PECH > 1 表示纯技术效率得到改善, SECH > 1 表示规模效率提高, TFP > 1 表示全要素生产率提升, 反之则结果的含义相反, 等于 1 则表示没法发生改变。

二、贵州省农业绿色全要素生产率分析

基于多投入和存在非期望产出的多产出指标下的农业绿色全要素生产率的测算, 本文使用的是 MAX-DEA 软件, 运用 ML 指数和方向性距离函数方法进行数据处理。同时, 为了探讨农业 GTFP 与传统 TFP 的关系, 对绿色全要素生产率和传统全要素生产率进行了比较, 因此对传统 TFP 也进行了测算和分解, 结果如表 4 所示。

三、主要结论及建议

(一) 结论

在全球呼吁生态保护的大环境下, 促进农业绿色发展也至关重要。农业生产过程中也存在大量的环境问题和碳排放源, 本文考虑到农业碳排放的非期望产出, 基于 2012-2021 年贵州省农业面板数据, 利用 MAX-DEA 软件进行数据处理, 分析结果如下。

第一, 从总体上看, 2012-2021 年贵州省农业绿色全要素生产率 (GTFP) 高于 1, 农业绿色全要素生产率有所提高, 并有稳定增长的趋势。

第二, 贵州省农业 GTFP 与传统 TFP 的比较中, 前者等于后者, 在某些年份甚至小于后者, 这说明贵州在研究年份期间的农业发展过程中没有重视环境治理, 忽视农业的绿色发展。

第三, 对贵州省农业 GTFP 的分解情况进行分析, 在所研究的年份期间, 纯技术效率变化指数和规模效率变化指数都等于 1, 技术进步指数始终大于 1, 表明贵州省农业技术

水平得到了提高,技术进步促进了绿色生产率的提高,而技术效率对绿色生产率的提高没有发挥作用,技术没有被充分利用起来,需要在未来加强这个方面的改进。

第四,贵州省的农业 TECH 和农业 GTFP 的变化基本相同,波动状况趋于一致,表明在绿色化发展的前提下,贵州省农业绿色全要素生产率的提高需要依托于农业技术的不断向前发展。

(二) 建议

首先,农业发展既依赖于技术进步,也需要良好的自然生态环境,贵州省在发展农业的过程中,应该将生态保护和科技进步同时兼顾。技术进步不仅可以带动经济的发展,还能对生态环境保护问题提供新的办法和处理技术。因此,贵州省在农业发展过程中,应利用好技术进步的优势,创造更加绿色的生产方式和工艺,以提高资源的利用率,实现绿色发展[12]。

其次,在贵州省农业发展的过程中,不能只满足于当前,还需要对生产技术及手段进行更新和转变,采用更有效的低碳环保技术。贵州省是喀斯特地貌,地形独特。目前,贵州省的农业生产技术相对落后,在生产过程中,只注重用技术提高效率,而没有考虑在环境治理中使用技术。因此,贵州省需要在未来的农业发展中形成农业与生态绿色发展一起衡量来提高农业全要素生产率的发展思路,以丰富全要素生产率的内涵,提高其对整个贵州省农业发展的贡献[13]。

然后,在这基础上,贵州省要不断完善激励机制,鼓励农民敢于尝试技术创新。贵州地处山区,农业规模效率和技术效率都不高,技术的使用未能提高农业绿色生产率,应该进行技术使用的培训和相关技术补贴,积极鼓励农户根据自身的地形土壤状况进行技术创新,让农户感受到技术的使用对提高农业绿色生产率的提高有着积极的作用。

最后,贵州省农业发展可以借鉴其他省份的优秀经验,根据贵州省自身情况因地制宜转变发展模式。在农业生产过程中,贵州省应该抓住乡村振兴的机遇,深入落实碳中和和生态文明发展理念,转变发展模式,尽量控制农药和化肥等会对环境造成污染的产品使用量,对农业机械进行改进,着重发展农业基础设施,以求减轻对环境的破坏和污染。

参考文献:

[1]Malmquist Sten. Index numbers and indifference surfaces[J]. Trabajos de Estadística,1953,4(2).

[2]Charnes A.,Cooper W.W.,Rhodes E.. Measuring the efficiency of decision making units[J]. European Journal of Operational Research,1978,2(6).

[3]Rolf Färe,Daniel Primont. Multi-Output Production and Duality: Theory and Applications[M].Springer, Dordrecht.

[4]Y.H. Chung,R. Färe,S. Grosskopf. Productivity and Undesirable Outputs: A Directional Distance Function Approach[J]. Journal of Environmental Management,1997,51(3).

[5]李谷成,陈宁陆,闵锐.环境规制条件下中国农业全要素生产率增长与分解[J].中国人口·资源与环境,2011,21(11):153-160.

[6]王兵,杨华,朱宁.中国各省份农业效率和全要素生产率增长——基于 SBM 方向性距离函数的实证分析[J].南方经济,2011(10):12-26.

[7]黄明明.基于 Global-Malmquist-Luenberger 模型的中部 6 省农业绿色全要素生产率研究[J].湖南农业科学,2022(10):88-92.DOI:10.16498/j.cnki.hnnykx.2022.010.021.

[8]李波,胡豹.黄河流域农业绿色全要素生产率实证分析:基于 SBM-GML 指数模型[J/OL].浙江农业科学:1-5[2023-03-18].DOI:10.16178/j.issn.0528-9017.20220629.

[9]谢会强,吴晓迪,杨丽莎.农村普惠金融对农业绿色全要素生产率的影响研究——基于空间溢出效应的视角[J/OL].中国农机化学报:1-13[2023-03-18].http://kns.cnki.net/kcms/detail/32.1837.S.20230213.1749.002.html

[10]杨秀玉,全锦涛.农产品贸易对农业绿色全要素生产率的空间溢出效应——基于农业产业集聚的调节作用[J/OL].中国农业资源与区划:1-15[2023-03-18].http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3513.s.20230117.0912.008.html

[11]李绍平,杨宏力.贵州省农业生产效率演变及影响因素分析[J/OL].浙江农业科学:1-9[2023-03-18].DOI:10.16178/j.issn.0528-9017.20220997.

[12]王兴国,吴梵,刘韬.农村金融发展影响农业高质量发展的空间计量研究[J].山东社会科学,2021(10):84-91.DOI:10.14112/j.cnki.37-1053/c.2021.10.013.

[13]李昱呈.开发性金融支持乡村振兴可持续发展路径探究[J].开发性金融研究,2021(05):41-48.DOI:10.16556/j.cnki.kfxjr.2021.05.009.

作者简介:邱丫丫(1997-),女,贵州,云南农业大学硕士研究生在读。专业:农业经济管理。研究方向:农业经济管理。