

Research on the Path to Improving the Contribution Rate of Agricultural Science and Technology Progress—Taking Jiangsu, China as an Example

Kaibao Sun Zhiqing Wang*

Huaiyin Institute of Technology, Huai'an, Jiangsu, 223001, China

Abstract

The contribution rate of technological progress has clear substantive significance in the economic field, directly quantifying the core role of technological progress in driving output growth. This study takes agriculture in Jiangsu Province as the empirical object, using the classic Cobb-Douglas (C-D) production function and Solow growth rate equation, combined with input-output analysis methods. By using the growth rate equation method and the fixed elasticity coefficient method, we accurately calculated the contribution rate and factor contribution rate of agricultural scientific and technological progress in Jiangsu Province from 2008 to 2022, and based on this, we have drawn several guiding conclusions. Based on the above research results, this paper proposes a series of policy recommendations aimed at promoting agricultural scientific and technological progress in Jiangsu Province. These suggestions cover five key areas: enhancing industrial innovation capabilities, improving the efficiency of technology transfer, optimizing resource allocation strategies, establishing talent training mechanisms, and implementing policies for farmland protection. The aim is to provide scientific and effective guidance for the sustainable and healthy development of agriculture in Jiangsu Province.

Keywords

agricultural growth; technological progress; contribution rate

提高农业科技进步贡献率的路径研究——以中国江苏省为例

孙开宝 王支晴*

淮阴工学院, 中国·江苏 淮安 223001

摘要

科技进步贡献率在经济领域具有明确的实质性意义,其直接量化了技术进步在推动产出增长中的核心作用。本研究以江苏省农业为实证对象,采用了经典的Cobb-Douglas (C-D)生产函数与Solow增长速度方程,并结合投入产出分析的方法。通过增长速度方程法和固定弹性系数法,我们精确计算了2008年至2022年间江苏省农业科技进步贡献率与要素贡献率,并据此得出了若干具有指导意义的结论。基于上述研究结果,论文提出了旨在推动江苏省农业科技进步的系列政策建议。这些建议涵盖了产业创新能力提升、科技成果转化效率、资源配置优化策略、人才培养机制以及耕地保护政策等五个关键领域,旨在为江苏省农业的持续、健康发展提供科学、有效的指导。

关键词

农业增长; 科技进步; 贡献率

1 引言

在推进农业现代化战略中,科学技术对农业发展的支持作用越来越明显。在农业农村部最新发布的权威报告中,中国农业科技进步贡献率显著超过63%的阈值,这一数据凸显了科技进步在农业总产出增长中的核心地位。

众多学者,如赵志燕等^[1]和张莉侠等^[2],均强调了对

技术进步在农业经济增长中贡献率进行科学测算的重要性。

在科技兴国的大背景下,江苏省农业产业发展迎来了前所未有的新机遇。同时也面临着农业科技与产业融合不足的挑战。

2 农业科技进步贡献率与投入产出指标确定

2.1 测算方法(模型)的确定

从20世纪初开始,在国内外学术界,关于农业科技进步贡献率的量化评估,研究者们广泛且深入地探讨了多种测算方法及其模型架构。这些方法主要包括柯布-道格拉斯生产函数法(C-D)、全要素生产率指数法(TFP)、增长速度方程法(即索洛余值法)、固定替代弹性生产函数法

【作者简介】孙开宝(1970-),男,中国江苏淮安人,硕士,正高级会计师,从事财务管理、内部控制研究。

【通讯作者】王支晴(2001-),女,中国安徽亳州人,硕士,从事农业经济管理研究。

(CES)、数据包络法(DEA)等^[3]。这些方法各有特点和适用场景,为评估农业科技进步对经济增长的贡献提供了多元化的工具。

朱希刚^[4]结合中国农业生产的具体特点,提出了固定弹性系数增长速度方程,为农业科技进步贡献率的量化分析提供了有力的工具。

因此,本研究在评估江苏省农业科技进步贡献率时,同样采用了增长速度方程法。该方法不仅有助于我们准确量化科技进步对农业增长的贡献,还能为江苏省乃至全国的农业现代化发展提供科学的决策支持。在李淑云^[5]、王洁等^[6]、段婷婷^[7]和潘鸿等学者的研究中,对农业科技进步贡献率的测算与分析也采用了类似的方法,这些研究都给我们提供了丰富的参考与借鉴。

$$Y = AK^{\alpha}L^{\beta}M^{\gamma}e^{\delta t} \quad (1)$$

在公式(1)中,我们定义Y为农业总产值的度量,A作为常数项存在,K、L、M则分别代表物质资源投入、劳动力资源投入及耕地面积。而 δ 作为科技进步速率的表征,实际上是农业总产值增长速率与科技进步对总产值增长贡献份额之积。时间维度以t标识, α 、 β 、 γ 分别对应物质要素、劳动力及耕地的弹性系数,e则作为一个恒定的常数项。将公式(1)的两侧同时取对数,并进行以下调节:

$$\ln Y = \ln A + \alpha \ln K + \beta \ln L + \gamma \ln M + \delta t \quad (2)$$

对t求导得:

$$\frac{1}{Y} \frac{dY}{dt} = \alpha \frac{1}{K} \frac{dK}{dt} + \beta \frac{1}{L} \frac{dL}{dt} + \gamma \frac{1}{M} \frac{dM}{dt} + \delta \quad (3)$$

式(3)中,取 $dt=1$,将 dY, dK, dL, dM 分别改写为 $\Delta Y, \Delta K, \Delta L, \Delta M$,得到下式:

$$\delta = \frac{\Delta Y}{Y} - (\alpha \frac{\Delta K}{K} + \beta \frac{\Delta L}{L} + \gamma \frac{\Delta M}{M}) \quad (4)$$

则农业科技进步贡献率为农业科技进步率与农业总产值增长率的比值,即:

$$\eta = \frac{\delta}{\frac{\Delta Y}{Y}} \times 100\% \quad (5)$$

2.2 数据来源及说明

为保证资料的可获得性,本研究采用《江苏省统计年鉴》中的投入产出指数为2008—2022年的农村消费品零售价格指数。

①农业总产值(Y)。采用郝利等人的研究思路,选取全省农林牧渔四大行业历年末的总产值作为江苏省农业行业总体规模测量法的核心指标。

②农业物质费用(K)。由于缺乏某些年份的农业物质费用数据所以,采用农业中间消耗费用作为农业物质费用的合理替代指标,其表达形式为农林牧渔总产值扣除农业增加值后所得,并将其换算成可比较的价格。

③农业劳动力数(L)。为了精确捕捉并刻画江苏省在农业劳动力投入方面的真实状况,本研究选取论文以江苏省各年度末的第一产业从业人数为人数的代表。

④耕地面积(M)。本研究采用农作物播种面积来代表耕地面积,以更准确地反映江苏省农业生产的实际投入情况。

⑤时间(t)。以2007年为基准年份,并将随后的2008年至2022年作为观测与分析的时间框架,对时间变量进行确认: $t_1=2008, t_2=2009, t_3=2010, \dots, t_{15}=2022$ 。

2.3 弹性系数的测算

2.3.1 固定弹性法

朱希刚等人根据四个历史阶段的农业发展情况,以农业生产函数模型为基础,对农业科技进步贡献率进行了详细的回归分析,并成功地得到了相关的回归方程系数。

在朱希刚等人的研究基础上,郝利^[8]等学者进一步将农业科技进步贡献率的回归方程系数与工业领域的弹性系数进行了对比与分析。最终将这些系数分别确定为0.55、0.20和0.25。这一步骤不仅体现了研究的深入性和严谨性,也确保了后续测算结果的科学性和准确性。

为了标准化计量手段,朱希刚团队依托原计委所颁布的资本产出弹性校正模型框架,鉴于农业生产的独特性和地域差异,创造性地纳入了“固定弹性系数”这一新概念。该方法确立于全国范围(除港澳台外)的普遍适用性之上,设定“0.25”作为核心假设的基准值,以此推动计量过程的统一性和科学性。当 $\alpha + \beta + \gamma = 1$ 时, $\alpha + \beta = 0.75$ 是不变的,但是在具体的计算时,要根据不同区域的农业发展水平,对弹性系数进行相应的调整。借鉴薛建军等^[9]、徐晓红等^[10]的实证研究,调整公式如下:

$$\alpha_i = \alpha \ln \left[e - 1 + \frac{\left(\frac{K_m + K_n}{L_m + L_n} \right)}{\left(\frac{K_{mi} + K_{ni}}{L_{mi} + L_{ni}} \right)} \right] \quad (6)$$

式(6)中: α 与 α_i 为全国范围和江苏省的农业物质费用弹性系数;e为一个固定常数,取值2.7182; K_m 、 L_m 和 K_n 、 L_n 分别为全国基期年和末期年的农业物质费用及劳动力数值; K_{mi} 、 L_{mi} 与 K_{ni} 、 L_{ni} 分别为江苏省各年度的基年及各年度的对应数据。其中,若计算结果 $\alpha_i > 0.65$,则按0.65取值;若 $\alpha_i < 0.40$ 的情况下,将其设定为0.40。

鉴于其计算方法具有直观性和明确性,农业部科技司在发布农科综(1997)13号文件后,正式对相关测算流程实施了标准化管理。该文件权威性地指出,朱希刚等人所研发的、基于固定弹性系数的农业科技进步贡献率测算方法,已被确立为全国农业领域内评估各地区农业科技进步贡献率的统一、标准方法。据此,当对各省份及区域的农业科技进步贡献率进行具体计算时,应遵循该方法的指导原则,并将关键参数设定为0.25。

尽管在此之后,国内学者提出了多种测算方法,如层次分析法的组合测度方法、边界生产函数法、数据包络分析法以及全要素生产率指数法等,但朱希刚提出的固定弹性调整法依旧占据主流地位,并被众多研究广泛采用。

2.3.2 变动弹性法

无论采用哪种方法都存在着一个公式即 $\alpha + \beta + \gamma = 1$ 恒成立，而变动弹性法和固定弹性法的区别就是，它是根据测量区域的数据来计算出，其基本思想是通过对物质费用弹性系数（ α ）和劳动力的产出弹性（ β ）的计算得出耕地的产出弹性（ γ ）为： $1 - \alpha - \beta$ 。为了消除江苏省耕地面积大幅变动所造成的多重相关性，将农业生产函数公式两边同除 M ，在规模报酬不变的条件下，有 $\alpha + \beta + \gamma = 1$ ，则农业生产函数模型可重写为：

$$\ln Y - \ln M = \ln A + \alpha(\ln K - \ln M) + \beta(\ln L - \ln M) + \delta t \quad (7)$$

令 $Y' = \ln Y - \ln M$ ， $K' = \ln K - \ln M$ ， $L' = \ln L - \ln M$ ， $C = \ln A$ ，则：

$$Y' = C + \alpha K' + \beta L' + \delta t \quad (8)$$

3 江苏省农业科技进步贡献率的测算与分析

为消除多重共线性带来的影响，论文假设规模收益是固定的即 $\alpha + \beta + \gamma = 1$ 。代入到 C-D 生产函数中。将公式的左、右两侧用 M （耕地面积）除以 C-D 生产函数，再对其进行对数计算，可以得到下面的公式：

$$\ln Y - \ln M = \ln A + \alpha(\ln K - \ln M) + \beta(\ln L - \ln M) + \delta t \quad (7)$$

令 $Y' = \ln Y - \ln M$ ， $K' = \ln K - \ln M$ ， $L' = \ln L - \ln M$ ， $C = \ln A$ 则：

$$Y' = C + \alpha K' + \beta L' + \delta t \quad (8)$$

利用 Eviews8.0 对上述（8）式进行了最小二乘分析得到了表 1 所示的数据。

表 1 农业物质费用、劳动力人数对农业总产值的回归结果

农业物质费用、劳动力人数对农业总产值的回归结果				
变量	系数	标准误差	t-检验	显著性
C	0.874256	0.306205	2.85513	0.0157
K	0.916663	0.031722	28.89707	0.0000
L	0.074031	0.15006	0.493341	0.6315
T	0.012025	0.006141	1.958218	
R ²	0.998346	模型 F 值	2213.837	
调整 R ²	0.997896	模型 P 值	0.0000	

模型的量化分析结果显示，江苏省的资本边际产出为 $\alpha = 0.916663$ ，劳动力的边际产出为 $\beta = 0.074031$ ，技术进步作为外生变量对农业总产值增长的持续推动作用，回归分析中系数的符号与数值均展现出良好的合理性。再利用公式算出耕地弹性系数 $1 - \alpha - \beta = \gamma$ ， $\gamma = 0.009306$ 。这 3 个弹性参数表明，如果不将技术进步计算在内，农林牧渔业总产值的增长主要来自物质材料投入，尽管劳动力和耕地也非常重要，但在 2008—2022 年，农林牧渔业的劳动力和耕地的数量呈现出一个逐渐下降的稳定状态，在一定程度上对农林牧渔业总产值的增长起到了很小的作用。

$R^2 = 0.998346$ ，表明了模型对观测数据的拟合优度极其优异，F 显著性水平极高，进一步验证了资本 K 与播种面积 M 对农业总产值具有显著的正面影响。然而，值得注意的是，劳动力 L 的 t 统计量值相对较低且未通过检验标准，这揭示了劳动力数量 L 对农业总产值的直接影响并不显著。鉴于此，依据统计显著性原则，首先剔除了 t 统计量最小的变量—劳动力 L ，对模型进行了重建，结果见表 2。

表 2 农业劳动力人数对农业总产值的回归结果

农业劳动力人数对农业总产值的回归结果				
变量	系数	标准误差	t-检验	显著性
C	0.724605	0.04044	17.91823	0.00000
K	0.908145	0.025759	35.25601	0.00000
T	0.009037	0.000977	9.244834	0.00000
R ²	0.99831	模型 F 值	3544.094	
调整 R ²	0.998028	模型 P 值	0.000000	

4 年均增长率的计算

一般而言，科技进步对经济增长的推动作用并非瞬时完成，而是呈现为一种持续性的动态效应。

另外，使用该期间的总体增长率来计算各个有关变量的年增长速度，并用所涉及的年份的几何平均数来计算。用以下的公式可以表达为：

某一统计量 Y 在 t 年间的年均增长率 = $(\sqrt[t]{Y_t/Y_0} - 1) \times 100\%$ 其中， Y_t 和 Y_0 分别对应为所计算的结束年份以及计算开始年份的前一年的数值。在采用变动弹性法测算得出各项弹性系数的基础上，整合式（5）与江苏省近年来农业总产值增长率、物质费用增长率、劳动人数增长率、耕地面积增长率，通过这一系列严谨的计算得出了农业科技进步贡献率。

5 结果分析及对策

5.1 相关弹性系数

根据详细的测算结果分析，2008 年至 2022 年间，江苏省农业资本的产出弹性系数显著，这一数字有力地证实了江苏省农业产出中资金的投入是非常重要的，而农业劳动力人数和播种面积对农业总产值的影响作用较小。

基于对各生产要素投入贡献率的进一步分析，为更好促进江苏省农业总产值的提高，应当着重加大资本投入，并努力提升支农资金的利用效率。

5.2 农业经济增长投入要素增长率与农业科技进步贡献率

如图 1 所示，首先，从农业总产值增长率的视角分析，2008—2016 年，增长率呈现出上升趋势。随后的 2017—2018 年，增长率却转为负增长。这一现象主要因为在 2017—2018 年稻谷在粮食总量中的占比达到十年最低位。造成这一结果的原因主要有两点：一稻谷最低收购价下调，导致农民种植积极性下降，种植面积减少；二是同时“优质

粮食工程”推广优质优价策略,引导农民种植高食味植水稻,但这些品种单产不高。

在图1分析中,物质费用增长率的波动趋势虽然存在,但总体上呈现相对平稳的状态,与农业总产值增长率的波动趋势大致保持一致。

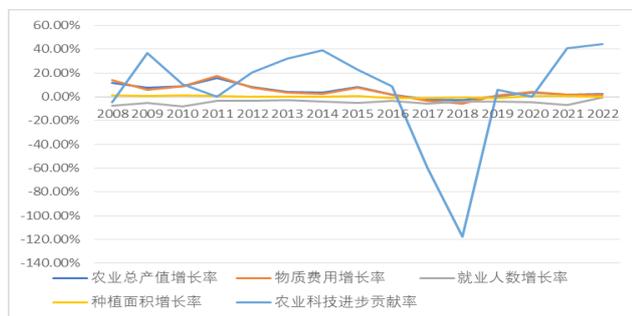


图1 农业经济增长投入要素增长率与农业科技进步贡献率

自2019年至2022年,受新冠肺炎疫情的影响,农民专业合作社、家庭农场、专业大户等粮食生产经营主体普遍面临粮食生产成本上升的难题。这种成本的上升对种粮成本产生了多方面的影响。

结果表明,江苏省农业科技进步率为0.06227,要测量江苏省农业科技进步贡献率必须先求得其年平均增长速度然后再得到江苏省农业科技进步的贡献率。

农业总产值增长率: $= [11.92\% + 7.80\% + 8.60\% + 15.78\% + 8.33\% + 4.36\% + 3.31\% + 8.37\% + 1.53\% + (-2.39\%) + (-2.68\%) + 0.89\% + 3.51\% + 1.97\% + 2.51\%] / 15 = 4.92\%$ 。

根据以上数据结果可以求出江苏省2008—2022年间的农业科技进步贡献率 $= 0.06227 / 0.492 \times 100\% = 126.55\%$ 。

由图1可以看出,江苏省农业科技进步的贡献率自2008年以来呈平稳的变化趋势最高值在0.4左右,最低值出现在2019年,显示了江苏省农业科技进步贡献率在不断提高稳步提高,为了促进江苏省农业经济的持续、对农业科技进步贡献率的提高,提出以下建议。

6 提高江苏省农业科技进步贡献率的路径的建议

6.1 提高劳动力群体素质,强化产业内部的创新驱动

一方面,需要革新人才培育与引进机制。积极培养和引进在国际上享有较高声誉的学者和专家。另一方面,应构建政府、产业、学术和研究之间的利益共同体。这旨在支持与引导新型农业经营主体与高校、科研院所进行深度合作,共同参与研发活动。具体而言,建议建立一套长效的农业技术推广人才培养方案技能培训定期开展新的知识更新、技能培训。

6.2 加强支农项目管理,科学安排项目资金

财政部门要进一步完善财政支农项目的立项审批程序,保证财政支农资金按一定的程序、有重点地逐步推进。必须强化组织领导,确保对支农项目全过程的严格监督。

6.3 严格控制耕地占用,强化耕地保护意识

为了实现土地资源的高效利用和农业的可持续发展强

化耕地保护与提升,优化土地利用,根本上解决出效益低下的瓶颈问题,最大化有限土地资源的综合效益产出。在此过程中,遏制非农化、非粮化,确保高质量、高效益、公平可持续利用。

6.4 构建多元推广机构,培养农技推广人才

为了推动农业科技的广泛应用和农业产业的持续发展,建立多样化的农技推广组织体系,这一进程中要发挥新型经营主体,如专业龙头企业、家庭农场、养殖大户等的主导作用。

为了进一步提升基层农技人员的专业素养和技能水平,应制定年度培训计划,选派各市县技术人员,送至南京农业大学、苏州大学、江苏省农业科学院等农业科研院校进行全日制学习或进修学习。

6.5 加大农业科技投入,加快推动成果转化与应用

一是政府应加大对农业科研机构和高校的财政支持力度,鼓励原创性研究和应用基础研究,建立研发奖励机制,确保有足够的资金保障。二是鼓励企业、高校和科研机构建立长期合作关系,共同开展农业科技研发和推广工作。通过联合攻关、技术转移等方式,加速科技成果的转化和应用。把全球顶尖的农业科技成果引进到江苏来。

7 结语

江苏省农业科技进步率在2008—2022年间,大致呈现逐渐上升的良好态势。其中农业资金的投入对提升农业科技进步贡献率非常关键。通过实施上述政策建议,希望进一步提升江苏省农业的科技含量和竞争力,为农业现代化和乡村振兴提供有力支撑。

参考文献

- [1] 赵志燕.台湾农业科技进步贡献率测算分析[J].福建农业科技,2009(5):72-75.
- [2] 张莉侠,张睿,林建永.1990—2009年三大都市农业科技进步贡献率的测算及比较[J].中国科技论坛,2012(11):104-109.
- [3] 张彦红,唐海春,田晓琴.“十五”以来中国各地区农业科技进步贡献率差异性研究及启示[J].科学管理研究,2020,38(5):125-130.
- [4] 朱希刚.中国“九五”时期农业科技进步贡献率的测算[J].农业经济问题,2002(5):12-13.
- [5] 李淑云.西藏农牧科技进步贡献率的测算[J].西藏科技,2000(2):6-11.
- [6] 王洁,夏维力.陕西省农业科技进步贡献率测算分析——基于索罗余值法[J].科技管理研究,2017,37(19):98-102.
- [7] 段婷婷.基于Solow余值法的农业科技进步贡献率测算[J].江西农业学报,2015,27(12):116-119.
- [8] 郝利,韩孟华,周连第.1990—2007年北京市农业科技进步贡献率的测算[J].农业技术经济,2010(3):89-96.
- [9] 薛建军,刘伯芹,陆春吉,等.通州区农业科技进步度量分析[J].上海农业科技,1999(1):4-6.
- [10] 徐晓红.农业科技进步贡献率测算方法研究述评及吉林省改进建议[J].乡村科技,2020(16):49-51.