

中国农机化效率：区域差异及购置补贴影响效应

——基于省域视角和 DEA-Tobit 模型的分析

张宗毅¹, 王许沁², 葛继红²

(1. 农业农村部南京农业机械化研究所, 江苏 南京 210014; 2. 南京农业大学经济管理学院, 江苏 南京 210095)

摘要: 运用 DEA-Malmquist 指数法测度 2008—2015 年 30 个省(区、市)农机化全要素生产率变动趋势, 并构建面板 Tobit 模型分析农机购置补贴对农机化累计全要素生产率变动的影响, 结果表明: 农机化累计全要素生产率整体呈现下降趋势, 同时滞后一期的农机购置补贴资金折旧存量对农机化全要素生产率的影响方向显著为负, 即农机购置补贴资金折旧存量越大则负向影响强度越大。此外, 机械化水平较高的新疆、东北等地区, 由于机具饱和程度更高, 这种负向影响强度更大。因此, 应及时对农机购置补贴政策进行调整, 将饱和机具退出补贴范围, 资金向薄弱环节、关键环节倾斜。

关键词: 农机购置补贴; 农机化效率; 全要素生产率; 省域

中图分类号: F323.3

文献标志码: A

文章编号: 1009-2013(2019)03-0001-08

Chinese agricultural mechanization efficiency: Analyses on regional differences and the impact effect of purchase subsidy based on DEA-Tobit model of provincial panel data

ZHANG Zongyi¹, WANG Xuqin², GE Jihong²

(1. Nanjing Research Institute for Agricultural Mechanization, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Nanjing 210014, China; 2. College of Economics and Management, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China)

Abstract: First, the Total Factor Productivity Change (TFPch) of Chinese agricultural mechanization in 30 provinces (districts, cities) during 2008–2015 had been measured by the DEA-Malmquist index in this paper. Then, the panel Tobit model was constructed to explore the impact of agricultural machinery purchase subsidy policy on the cumulative TFPch of Chinese agricultural mechanization. The study found that: The cumulative TFPch of agricultural mechanization showed a downward trend year by year in all provinces during the period from 2008 to 2015. At the same time, the impact direction of the depreciation subsidy fund stock on the TFP of agricultural mechanization was significantly negative, which meant that the greater the depreciation subsidy fund stock, the greater the negative impact intensity. In addition, the higher level of mechanization in Xinjiang, Northeast China and other regions, due to the higher degree of machine saturation, the negative impact intensity was greater. Therefore, we should timely adjust the subsidy policy of agricultural machinery purchase, withdraw the saturated machinery from the subsidy scope, and tilt the funds to weak links and key links.

Keywords: agricultural machinery purchase subsidy; agricultural mechanization efficiency; total factor productivity; provincial domain

一、问题的提出

随着新型工业化、城镇化进程加快, 中国农业劳

动力大量减少并且老龄化和女性化严重^[1,2], 刘易斯拐点的到来已成为中国农业发展中不争的事实^[3-5], 农业机械化成为必然选择。2004 年中央政府颁布《中华人民共和国农业机械化促进法》, 同时开始实施农机购置补贴政策。据农业农村部农业机械化管理局统计, 2016 年农机购置达到 237.5 亿元, 2004—2017 年累计补贴 1872 亿元。农机购置补贴政策已经成为中国重要的支农政策之一。

收稿日期: 2019-01-14

基金项目: 国家自然科学基金项目(71303125); 中国农业科学院基本科研业务费项目(SR201912); 江苏省优势学科建设项目(PADA)资助

作者简介: 张宗毅(1982—), 男, 四川万源人, 博士, 研究员, 主要研究方向为农业机械化、农机产业经济。

学界对农机购置补贴政策开展了大量研究,在微观上侧重分析农机购置补贴对农民购机行为与农户收入的影响,在宏观上侧重分析农机购置补贴对农机保有量、农业机械化水平、农业总产出的影响。王姣和肖海峰^[6]的研究表明农机购置补贴对农户种植业收入和粮食产量的提高具有正向促进作用。颜玄洲等^[7]以江西省为例实证分析表明实施农机购置补贴政策能有效促进农民增收。周振等^[8]运用双重差分模型与工具变量估计方法分析得到农机购置补贴对农民收入的影响具有滞后效应。胡凌啸和周应恒^[9]的研究表明,农机购置补贴政策显著提高了农机作业服务供给者对大型农机的需求,并且农机经营户的农机需求强于普通农户。苏晓宁等^[10,11]认为,农机购置补贴在很大程度上刺激了农民的购机热情,促进了农机保有量不断增长。曹光乔等^[12]基于江苏省水稻种植业的调查数据实证分析结果表明农机购置补贴促进了机具购买,高玉强^[13]对农机购置补贴的替代效应和收入效应分析也得出类似结论。李红^[14]认为农机购置补贴会促进农机装备数量增加,进而促使全社会农机作业面积增加。张宗毅、吕炜等^[15,16]研究表明农机购置补贴对农机化水平有显著的促进作用。苏晓宁^[11]研究表明购机补贴对农业总产值有显著正向影响。

如果说供给侧结构性改革的短期目标包含解决要素配置效率低下的问题^[17],那么农机购置补贴政策对农机化效率是否有促进作用?又应如何调整才能提高效率?对于农业全要素生产率的测度已有较多研究,如李谷成^[18]采用数据包络分析法、张乐和曹静^[19]运用随机前沿生产函数法进行了测算,但只有个别研究涉及农机化效率测算^[20],而关于农机购置补贴政策对农机化效率影响的研究则近乎空白。为此,本研究拟先采用 DEA-Malmquist 指数方法测度并分析 2008—2015 年全国省域农机化效率变化趋势,然后进一步运用 Tobit 模型探究农机购置补贴政策对农机化效率的影响,并提出农机购置补贴政策改进的建议。

二、理论分析与研究方法

1. 补贴对农机化效率影响的理论分析

无论是与农业生产挂钩还是与农业生产不挂钩的直接补贴政策,都会不同程度地影响农业经营

主体的生产决策和经营行为^[21]。农机购置补贴作为一项财政转移性支付,将直接提高购置农机农户的收入水平,降低农户购机成本。Gustafson 等^[22]基于理性经济人的前提假设对农户实地调研发现,补贴政策是影响农户购买农机的主要因素之一。也就是说在农机购置补贴政策的外部刺激下,农户形成购机需求导致农户的农机需求曲线向上平移,在新的均衡中农机需求扩大,农机购买量增加。然而,在农机保有量持续提高的同时,农机平均作业面积却趋于下降^[10]。Kumbhakar 和 Lien^[23]基于 1991—2006 年北欧各国面板数据的实证分析认为,农业补贴对农业全要素生产率具有消极影响。随着农机购置补贴力度不断加大,总额逐年翻番,可能造成相当部分地区特别是平原地区农机保有量超过当地农业生产的需求量,这些地区得到持续的补贴将导致农机作业量不饱满和对其他生产要素的不合理替代,带来资源配置效率损失及农机化效率下降。

假设生产函数 $Y=F(X)$, 横轴 X 和纵轴 Y 分别表示投入的各类拖拉机和实际的作业面积,按照经济学传统生产函数所表达的曲线应是一条 S 形的曲线,但一个区域的最大作业面积是固定的(设定为 Y_{\max}),因此当产出达到最大值 Y_{\max} 时,无论再增加投入多少农机 X ,其产出都不会继续增加,因此产出曲线右上端为一条平直直线,只有左下段符合传统假定(图 1)。产出与投入的比值可以用生产曲线所在点与原点连线的斜率表示。农机购置补贴对农机化效率的影响可分为三个阶段:一是实施补贴前,假设全社会农业机械保有量不足,每台农机的效率都得到最大发挥,在作业时间窗口内每台农机都满负荷作业,但仍然不足以完成全部作业量,此时的生产情景位于 A 点,投入为 X_1 、产出为 Y_1 ,农机化效率用 OA 的斜率代表。二是实施农机购置补贴一段时间内,农户购买了更多的农机,此时的生产情景位于 B 点,投入为 X_2 、产出为 Y_{\max} ,如果正好处于规模报酬递增阶段,则代表此时农机化效率的 OB 斜率会大于 OA ,如果此时处于规模报酬下降阶段则会使农机化效率下降。此时的机械化水平已经接近 100%,农机作业量已经达到区域极限值 Y_{\max} ,产出不能继续增加。三是实施农机购置补贴一段时间后,随着农机购置补贴力度的进一步加大,农机保有量或者农机投入量进一步增加,生

产情景变为 C 点，投入为 X_3 、产出仍然为 Y_{\max} ，代表此时农机化效率的 OC 斜率一定会低于 OB 斜率，随着投入的进一步加大如生产情景变为 D 点则农机化效率会持续降低，即投入量 X 越大农机化效率越低。

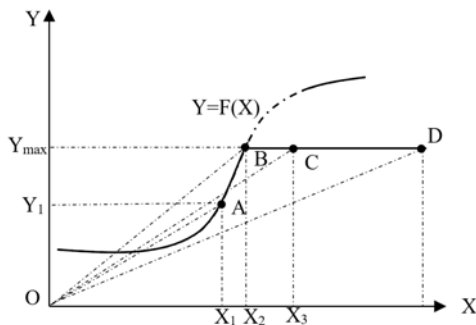


图 1 购置补贴政策对农机化效率影响机理示意图

如果假定生产函数曲线规模报酬不变，则进行图 1 类似分析将会发现农机化效率会持续下降。同时，农机购置补贴政策本身可能会制约农机化技术进步。目前采取的分类分档定额补贴制度有利于廉价农机的销售而不利于质优价高农机的推广销售，进而降低农机化效率。

以上考虑的是在技术效率最优的生产前沿面上移动的情况，实际上即使在 B 点之前也会存在效率下降的风险。由于补贴的不断增加，会使源源不断的新农机手加入，而这些新农机手很大概率是操作不熟练的个体，他们数量的增加会影响整个区域的作业效率，使得大量区域落在无效率区间。

总之，理论分析表明，农机购置补贴政策的实施将会使得农机化效率随着时间持续下降。由此假设：农机购置补贴的持续投入将降低农机化效率。

2. 农机化全要素生产率测定及购置补贴影响效应的模型设定

从要素角度看，效率可以分为单要素生产率和全要素生产率。决策管理单位 i （简称 DMU_i ）在 t 时期的产出 Q_{it} ，单要素 x_{ijt} 的要素生产率即为 Q_{it}/x_{ij} ；全要素生产率为产出与所有投入要素加权后数值的比值，可以表示为 $TFP_{it} = Q_{it} / \sum_j \mu_j x_{ijt}$ ，其中 μ_j 为第 j 个投入要素的权重。单要素生产率指标具有简单明了的优势，但不利于对生产决策进行整体优化，比如单考虑土地产出率的提高而不顾劳动生产率和其他资本的产出率就容易误判，因此衡量效率用全要素生产率指标优于单要素生产率指标。在市场价格和生产技术不变情况下的效率一般指技术效

率，从效率来源可以进一步将技术效率拆分为纯技术效率和规模效率^[25-27]。技术效率是指相同的产出下生产单元理想的最小可能性投入与实际投入的比率，其中纯技术效率的提高主要源于管理水平的提高，而规模效率的提高则源于规模变化。全要素生产率的提高，可能是源于管理水平的提高导致的纯技术效率变动，也可能是规模的提高导致的规模效率变动，也可能是技术进步导致的单个要素效率提高（有偏的技术进步）或者多个要素效率提高（希克斯中性的技术进步）。因此，以全要素生产率作为效率指标更具有综合性、全面性。本研究将采用全要素生产率指标来衡量农机化效率。

测度全要素生产率的方法主要有增长核算法、索洛生产函数法和生产前沿法，前两种测算方法需基于完全竞争市场、规模报酬不变和技术充分有效的前提假定，后者则无需上述假设约束，允许无效率行为存在。生产前沿法包括基于随机前沿分析（SFA）的参数方法和基于数据包络分析（DEA）的非参数方法，比较两种方法：SFA 需要事先假定投入与产出之间关系的生产函数的具体形式，容易出现函数设定偏误；而 DEA 则无需事先设定生产函数，也不需要参数进行估计。Malmquist 指数最初由瑞典学者 Malmquist 于 1953 年提出，Caves、Christensen 和 Diewert 于 1982 年首先将该指数应用于生产率变化的测算，后广泛应用于 DEA 对全要素生产率变化的测度。Malmquist 生产率指数利用距离函数的比率测算投入产出效率的优势在于：规模报酬可变的假设条件下，可以将全要素生产率变化（ $TFPch$ ）分解为技术效率变化和技术进步（ Tch ），其中技术效率变化可进一步分解为纯技术效率变化（ $Tech$ ）和规模效率变化（ $Sech$ ），即： $TFPch = Tch \times Tech \times Sech$ ；适用于多个地区跨时期的样本分析；不需要成本最小化和利润最大化等条件；不需要相关的价格信息，避免了价格信息不易获取的困难^[24]。因此，本研究选择 DEA-Malmquist 指数法测度农机化全要素生产率变化。

全要素生产率是一个始终处于变化状态的指标，反映的是当期基于上一期的变化，为了更直观地观测到每一年的变化，将全要素生产率变化（ $TFPch$ ）累乘得到每一年基于基年 2008 年全要素生产率的累计变化，即 2015 年基于 2008 年的全要

素生产率累计变化等于 2009—2015 年 Malmquist 指数相乘 ($\prod TFP_{ch_t}$), 基期 2008 年等于 1。本研究计算出 2008 年的技术效率, 以此作为基年 2008 年的全要素生产率, 则 2009 年的全要素生产率等于 2008 年全要素生产率乘以 2009 年累计全要素生产率变化, 并以此类推, 得到累计全要素生产率。

目前衡量农机化水平主要有 3 个环节, 即耕地、播种和收获, 本研究只选择耕地环节的效率进行评价, 主要原因在于: 1) 机播环节的农机投入物包括拖拉机和播种机, 但并不是所有拖拉机都用于播种, 比如 2015 年西南丘陵山区机耕水平达到 50% 左右, 而机播水平只有 5% 左右, 表明该区域绝大部分拖拉机是不参与播种作业的, 把不参与播种作业的机具作为投入要素用 DEA 来测算其效率将出现严重偏差, 并出现大量无效决策单元; 2) 收获环节存在大量的跨省作业, 特别是三大粮食作物的跨区作业非常频繁, 因此, 以省为决策单元测算出来的收获环节的效率值会出现高估或者低估; 3) 机耕环节的投入物——不同马力段的拖拉机绝大部分是用来耕地的, 拖拉机跨省作业现象也较少出现, 不存在类似播种和收获环节的问题, 同时拖拉机总动力占除运输机械以外的农机总动力的比例接近 50%, 因此, 以耕地环节为例来测算农机化效率具有一定合理性。

农业生产中耕地环节的主要投入装备是拖拉机, 因此本研究选取的投入指标为耕地环节不同马力段的拖拉机总动力, 由于机耕船并不是在每个省(自治区、直辖市)都有投入, 将机耕船动力与耕整机动力加总合并, 单位为万千瓦; 选取的产出指标为耕地环节机耕面积, 单位为千公顷。

本研究以 DEA-Malmquist 指数方法测算得到的累计农机化全要素生产率作为被解释变量, 其取值均大于 0, 为左截断受限被解释变量, 若直接使用最小二乘法 (OLS) 进行回归会使结果产生偏误且不一致, 因此使用 Tobit 截断回归模型, 其模型表达如下:

$$TFP_{it} = \alpha + \beta \cdot f(Sub_{it-1}) + \theta \cdot Z_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

式中, 下标 i 代表省份, t 代表年份。被解释变量为各省 2008—2015 年累计全要素生产率 (TFP_{it}), 关键解释变量为农机购置补贴政策 (Sub_{it-1})。之所以考虑滞后一期是由于上一年够买的农机可能

相当一部分要在下一年才开始发挥作用。控制变量 (Z_{it}) 包括经济环境 ($AGDP_{it}$)、劳均耕地面积 ($LArea_{it}$)、水稻种植面积占粮食作物播种比例 ($RRice_{it}$) 和农作物熟制 ($HarvT_{it}$)、平地面积占耕地比 ($FLand_{it}$), 分别代表人地关系变量、种植制度、自然环境。 α 为常数向量, β 、 θ 为系数向量, ε_{it} 为随机扰动向量。

为了验证 Sub_{it-1} 与 TFP_{it} 的关系, 对于 $f(Sub_{it-1})$ 的函数形式可以用线性模型验证 Sub_{it-1} 的回归系数, 如显著为负即可证明假设, 也可以对 Sub_{it-1} 取对数作为新变量放入模型验证新变量的回归系数, 如显著为负即可证明假设。后面将对这两种形式都进行验证, 并取似然比最大的那个函数形式作为最终的分析模型。

由于各省可能处在农机化的不同阶段, 因此补贴对各地区的农机化效率影响会有差异, 为了更好地拟合验证补贴与农机化效率之间的关系, 假设补贴项的系数为变系数, 即对于每个地区的样本 i 来说, 补贴变量对农机化全要素生产率的影响系数均不同。

农机化全要素生产率的影响因素复杂多样, 除了农机购置补贴政策这一关键变量以外, 还有经济环境、自然环境、人地关系和种植制度等控制变量。本研究借鉴前人研究成果, 设置以下控制变量:

(1) 经济环境 ($AGDP$): 一个地区经济发展水平越高, 对农机的投入能力就越强, 因此预期地区经济水平对农机化全要素生产率有正向影响。经济环境用均地区 GDP 来衡量, 单位为万元/公顷。由于该变量数据变化较大, 为了降低异方差, 对该指标取对数。

(2) 人地关系变量 ($LArea$): 用劳均耕地面积来衡量人地关系, 单位公顷/人。每个农业劳动力所承担的耕地面积越大对农业机械化需求越强烈, 越有利于农机的普及使用, 但是规模过大或过小都可能导致全要素生产率的下降。因此难以预计劳均耕地面积对农机化全要素生产率的影响方向。

(3) 种植制度: 采用水稻种植面积占粮食作物播种比例 ($RRice$) 和农作物熟制 ($HarvT$) 来表示。对于旱作粮食种植户而言, 使用农业机械能充分发挥连片作业、集成作业的优势, 成本远低于人力, 农机效率高; 而稻作机械化的限制多于旱作, 不利于农机的使用, 效率低下。一个地区农作物熟制越

高，农机的利用率也越高。因此，预计水稻种植面积占粮食作物播种比例对农机化全要素生产率有负向影响，农作物熟制对农机化全要素生产率有正向影响。

(4) 自然环境(*FLand*)：中国由于自然地理条件差异导致农业机械化发展呈现出区域不平衡的现象^[28-31]。一个地区的土地资源中，平地占比越大，其农机化越容易实现，效率越高。该变量用耕地中平地面积占比表示，预期方向为正。

三、数据来源与实证结果分析

1. 数据来源

本研究数据来源于《全国农业机械化统计年报》《全国农业统计提要》《中国国土资源年鉴》《中国农业机械工业年鉴》《中国统计年鉴》以及中国科学院人地系统主题数据库，使用数据为 2008—2015 年。农机购置补贴政策 2004 年开始，本研究未采用 2004—2007 年数据，主要鉴于被解释变量农机化累计全要素生产率的测算所需的机耕面积指标在 2008 年前后统计口径发生了变化，2008 年前后数据较难统一。选取截面包含除西藏以外的其他 30 个省、自治区和直辖市，共 30 个决策管理单位。之所以不包含西藏，是因为西藏的数据资料缺失，无法对其进行评价。

由于无每年的分机具农机购置补贴数据，故而用每年全部补贴数据替代拖拉机补贴数据。实际上，农机购置补贴资金相当部分是用于拖拉机的购置，如 2015 农机购置补贴资金 237.5 亿元，扣除 20 亿元的深松补贴，剩下的 217.5 亿元中有 90 亿用于拖拉机购置。因此用农机购置补贴资金总额作替代仍然可以从方向和趋势看出用于拖拉机购置部分补贴资金对耕种环节全要素生产率的影响。中

国各省农机购置补贴资金虽以流量形式存在，最终以农机总动力存量体现。大中型农机的使用寿命一般为 10 年，假定平均每年折旧率为原值的 10%，那么考虑折旧后折算的累计农机补贴资金 $Subsidy_{iT} = \sum_{t=10}^T (1 - (T - t) \times 10\%) Subsidy_{it}$ ，其中 $Subsidy_{iT}$ 表示第 T 年第 i 个省份的累计补贴资金折旧后的金额， $subsidy_{it}$ 表示第 t 年第 i 个省份实际的农机购置补贴资金。则关键解释变量农机购置补贴政策变量 $Sub_{it} = Subsidy_{it} / land_{it}$ ，其中 $land_{it}$ 为第 t 年第 i 个省份的耕地面积。考虑农机价格年度波动将各年农机购置补贴资金除以机械化农具价格指数；由于农机购置补贴政策起始于 2004 年，为了增加直观感受以 2004 年为定基并假定其机械化农具价格指数为 100。

农作物熟制变量赋值。根据中国温度带分布，对各省农作物熟制赋值：内蒙古、辽宁、吉林、黑龙江、甘肃、青海、宁夏和新疆为一年一熟，赋值 1；山西和陕西为两年三熟，赋值 1.5；北京、天津、河北、上海、江苏、浙江、安徽、江西、山东、河南、湖北、湖南、重庆、四川和贵州为一年两熟，赋值 2；福建、广东、广西、海南和云南为一年三熟，赋值 3。

2. 农机化全要素生产率分析

利用 DEAP2.1 软件和 DEA-Malmquist 指数法测算出 2008—2015 年全国省域（除西藏外）农机化全要素生产率变化，以 2008 年为定基计算出累计全要素生产率变化数值，并用该数值乘上 2008 年各省的农机化技术效率，得到各省历年农机化累计全要素生产率，结果见表 1。表中分区参考张宗毅等人的经验^[32]，将 30 个省、自治区和直辖市分为 6 个区域。全国及 6 个分区的农机化累计全要素生产率结果如图 2 所示。

表 1 2008—2015 年 30 个省（市区）农机化累计全要素生产率变化趋势

区域	省份	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年
华北平原	北京	0.029 0	0.074 4	0.071 5	0.059 3	0.060 4	0.056 9	0.051 0	0.048 8
	天津	0.280 0	0.229 6	0.243 4	0.222 7	0.206 4	0.199 4	0.210 0	0.207 9
	河北	0.606 0	0.534 5	0.501 4	0.461 7	0.438 7	0.402 7	0.371 3	0.340 8
	山东	0.303 0	0.235 1	0.214 4	0.181 2	0.167 4	0.156 9	0.143 5	0.132 1
	河南	0.842 0	0.826 8	0.774 8	0.745 3	0.735 6	0.671 6	0.636 7	0.599 1
西北地区	山西	0.666 0	0.570 1	0.519 9	0.446 6	0.383 6	0.332 6	0.296 0	0.264 9
	陕西	0.421 0	0.347 3	0.274 7	0.230 0	0.198 4	0.180 6	0.176 4	0.150 5
	甘肃	0.468 0	0.373 5	0.251 7	0.215 7	0.195 0	0.161 9	0.149 6	0.137 0
	青海	1.000 0	0.635 0	0.599 4	0.469 4	0.349 7	0.381 8	0.249 7	0.207 3

表 1(续)

区域	省份	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年
东北地区	宁夏	0.828 0	0.657 4	0.542 4	0.417 1	0.350 4	0.311 5	0.271 6	0.238 5
	新疆	0.467 0	0.492 7	0.407 9	0.347 2	0.297 2	0.259 7	0.244 9	0.230 2
	内蒙古	0.835 0	0.783 2	0.742 5	0.639 3	0.534 5	0.450 5	0.382 1	0.338 9
	辽宁	0.572 0	0.441 6	0.404 0	0.317 6	0.286 8	0.250 6	0.219 6	0.204 2
	吉林	0.692 0	0.667 1	0.515 0	0.398 6	0.375 9	0.307 5	0.258 9	0.230 7
长江下游平原	黑龙江	0.667 0	0.423 5	0.353 7	0.330 0	0.290 4	0.268 9	0.254 4	0.233 0
	上海	1.000 0	0.666 0	0.533 5	0.447 6	0.414 0	0.346 9	0.336 5	0.298 8
	江苏	1.000 0	0.748 0	0.695 6	0.783 3	0.579 6	0.550 1	0.527 0	0.525 4
南方低缓丘陵区	安徽	0.892 0	0.777 8	0.674 4	0.613 0	0.473 9	0.434 0	0.404 1	0.386 3
	湖北	0.203 0	0.177 0	0.402 7	0.353 2	0.184 0	0.177 4	0.176 5	0.163 1
	浙江	1.000 0	0.558 0	0.450 9	0.349 9	0.277 1	0.239 7	0.182 4	0.157 6
	福建	1.000 0	0.689 0	0.751 7	0.662 2	0.711 3	0.647 2	0.572 2	0.509 2
	江西	1.000 0	0.910 0	0.870 0	0.939 6	0.837 1	1.295 9	1.044 5	0.824 1
	湖南	0.225 0	0.206 6	0.195 4	0.194 4	0.196 6	0.169 4	0.154 2	0.136 9
	广东	0.838 0	0.766 8	0.621 9	0.476 3	0.395 4	0.379 2	0.371 2	0.373 0
西南丘陵山区	广西	0.331 0	0.260 2	0.316 6	0.325 8	0.294 2	0.286 0	0.257 9	0.285 3
	海南	0.531 0	0.158 2	0.155 4	0.146 7	0.150 5	0.145 2	0.139 1	0.178 9
	重庆	1.000 0	0.894 0	1.048 7	0.955 3	0.907 6	0.901 2	0.893 1	0.873 5
	四川	0.270 0	0.163 6	0.156 6	0.156 4	0.146 7	0.141 9	0.151 4	0.140 8
	贵州	0.096 0	0.099 7	0.122 8	0.118 0	0.108 0	0.108 0	0.110 9	0.120 2
	云南	0.089 0	0.072 8	0.071 0	0.069 3	0.063 9	0.058 6	0.053 5	0.050 3

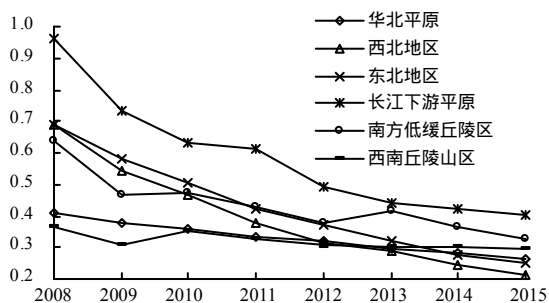


图 2 2008—2015 年全国及各区域累计全要素生产率

2008—2015 年期间, 累计全要素生产率无论是全国、各区还是各省都呈逐年下降趋势(北京和贵州例外, 但这两个区域的累计全要素生产率都相对较低), 2015 年全国农机累计全要素生产率为 0.29, 相较于 2008 年下降了 52.69%。其中 2009 年累计农机化全要素生产率下降了 20.44%, 为 8 年间最大下降幅度, 巧合的是, 2009 年农机购置补贴资金比 2008 年上升了 187.46% 为 8 年间最大幅度。

3. 农机购置补贴对农机化效率的影响分析

本研究分别采用线性形式和对数形式对 Tobit 截断回归模型进行估计, 结果见表 2。通过两个模型比较, 可以看出来模型较为稳健, 在线性模型中补贴变量显著为负的省份除个别省份外在对数模型中也均显著为负。相对而言, 对数模型有更大的

表 2 模型估计结果

变量	线性模型	对数模型	变量	线性模型	对数模型
Sub _{it-1}			河南	-0.0003***	0.0017
北京	0.0000	-0.1081***	湖北	-0.0001	-0.1182***
天津	0.0001	-0.1081***	河南	-0.0000	-0.1344***
河北	-0.0003***	-0.0499***	广东	-0.0008***	-0.0393**
山西	-0.0005***	-0.0735***	广西	0.0001	-0.0471***
内蒙古	-0.0013***	-0.1458***	海南	0.0001	-0.0851***
辽宁	-0.0003***	-0.1595***	重庆	0.0000	0.0467*
吉林	-0.0008***	-0.1626***	四川	0.0001	-0.0951***
黑龙江	-0.0001	-0.2404***	贵州	0.0005*	-0.1024***
上海	-0.0002***	-0.1134***	云南	0.0002	-0.0400
江苏	-0.0003***	-0.0669***	陕西	-0.0002*	-0.0989***
浙江	-0.0004***	-0.1220***	甘肃	-0.0006**	-0.1603***
安徽	-0.0006***	-0.0543***	青海	-0.0007***	-0.0967***
福建	-0.0001**	0.0147	宁夏	-0.0007***	-0.1369***
江西	0.0003***	-0.0150	新疆	-0.0002***	-0.1567***
山东	-0.0000	-0.0950***			
Ln(AGDP _{it})	-0.0952**	0.0223			
LArea _{it}	-0.2194*	0.2356*			
RRice _{it}	0.0035**	0.0055***			
HarvT _{it}	-0.1908*	-0.3717***			
Fland _{it}	0.0037*	0.0024			
常数	0.9702***	1.0525***			
似然比	256.7532	278.9987			

注: *, **, *** 分别表示在 10%、5% 和 1% 的统计水平上显著。

似然比，能够更好地解释农机化效率的影响因素，即补贴与效率之间的关系是向原点内凹的指数递减关系，故后面的分析围绕对数模型展开。对数模型中有 26 个省份补贴变量显著水平超过 10%，其中显著水平为 1% 的有 24 个，回归系数显著为负的有 25 个，与补贴负向影响农机化效率假设吻合。

由于农机购置补贴增加有可能带来规模效率的提高进而提升农机化全要素生产率，因此本研究进一步将 8 年的面板数据按照每两年一个时间段进行回归。结果绝大部分省份仍然处于负向影响阶段，因此进一步确认用对数模型进行分析。对模型求偏效应，得到表 3。

表 3 自变量对因变量偏效应分析

变量	偏效应	标准误	Z 统计值	相伴概率
$Ln(Sub_{it-1})$	-0.0921	0.0128	-7.1700	0.0000
$Ln(AGDP_{it})$	0.0223	0.0380	0.5900	0.5570
$LArea_{it}$	0.2356	0.1247	1.8900	0.0590
$RRice_{it}$	0.0055	0.0014	3.9800	0.0000
$HarvT_{it}$	-0.3717	0.0783	-4.7500	0.0000
$FLand_{it}$	0.0024	0.0017	1.4500	0.1470

注：本表省略省份虚变量偏效应。

从 $Ln(Sub_{it-1})$ 系数可以看出：全国平均每公顷耕地累计补贴投入每增加 1%，农机化累计全要素生产率下降 0.0921×10^{-2} ，表明 2008—2015 年期间实施的农机购置补贴政策并没有提高农机化全要素生产率。反而由于对农机“饱和”地区过度补贴导致农机化全要素生产率越低下，前述假设得以证明。尤其是北京市，2015 年单位耕地面积上的累计农机购置补贴资金全国最高，为 1756.19 元/公顷，但其农机化累计全要素生产率则是全国最低水平，仅为 0.05。

各省的偏效应加上补贴的总的偏效应得到各省购机补贴实际偏效应，按区域计算平均值得到的结果如图 3 所示。可以看出，各区域农机购置补贴政策对农机化全要素生产率的影响均为负向，但区域之间略有差异，其中机械化水平较高的新疆、东北地区补贴对农机化效率的负向影响较深，因为这些地区农机化水平较高、拖拉机饱和程度也较高，继续补贴只会持续降低这些区域的农机化效率。实际上，从保有量看，目前各区域的拖拉机是完全能够满足农业生产作业需求的^[33]。虽然由于跨区作业而无法准确测算收获环节的农机化效率，但从全国总数依然能看出来个大概，比如稻麦收获环节，平均每千公顷稻麦播种面积拥有稻麦联合收割机从

2008 年的 12.62 台上升到 2015 年的 23.81 台，平均每台承担的作业面积从 2008 年的 52.10 公顷下降到 2015 年的 36.70 公顷，农机化效率下降趋势是显然的，这与农机购置补贴力度的加大有莫大关联。当然，这并不是说中国农业机械化水平已经足够高，无需再通过产业政策进行推进，实际上中国油料作物和糖料作物种植的关键环节、经济作物种植与收获等关键环节、畜禽水产养殖业环境控制及粪污处理等关键环节、设施农业种植与采摘等关键环节机械化水平严重滞后，今后应改变目前农机购置补贴资金主要集中在拖拉机和联合收割机上的现状，向薄弱环节倾斜。

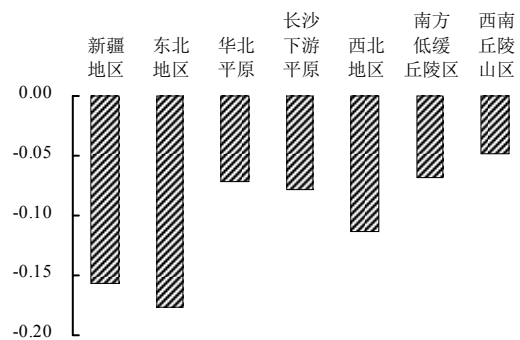


图 3 2008—2015 年各区域农机购置补贴政策对农机化全要素生产率的偏效应

四、结论及其政策含义

上述研究表明：2008—2015 年期间，中国农机化全要素生产率整体呈现下降趋势，农机化水平的提高是以牺牲效率为代价；滞后一期的农机购置补贴资金折旧存量对农机化全要素生产率的影响方向显著为负，且农机购置补贴资金折旧存量越大，负向影响强度越大；机械化水平较高的新疆、东北等地区，由于机具饱和程度更高，这种负向影响强度更大。

根据研究可以得出以下基本结论：农机购置补贴政策对农业机械化发展确实起到了巨大的推动作用，但发展农业机械化不是不计成本、不讲效率地进行，不合理的农机购置补贴对农机化效率有消极影响，今后应注重提高农机化效率，优化农机购置补贴政策。研究结论具有如下政策含义：一是尽快在全国范围内彻底实施“缩范围、降定额、促敞开”的既定政策，对于目前已经饱和的拖拉机、谷物收获机等机械应降低补贴额度，对于非关键环节机械应剔除出补贴范围，将补贴资金向薄弱环节、关键环节倾斜；二是应加强数据统计和区域预警，对区域饱和的农机具，政府应通过公开渠道

定期发布相关保有量数据和最佳保有量范围数据,引导农民理性购机、将购机重点转向薄弱环节进而提高农机化效率。

注释:

① 因为 2008 年之前的机耕面积统计口径为一块土地上耕一次算一次,而 2008 年及以后则是一年无论耕多少次只算一次,统计口径发生变化,为了确保同一指标的一致性,本研究选择数据从 2008 年开始。

参考文献:

- [1] 李旻,赵连阁.农村劳动力流动对农业劳动力老龄化形成的影响——基于辽宁省的实证分析[J].中国农村经济,2010(9):68-75.
- [2] 郭熙保,赵光南.我国农村留守劳动力结构劣化状况及其对策思考——基于湖北、湖南、河南三省调查数据的分析[J].中州学刊,2010(5):112-117.
- [3] Cai F,Wang M.A Counterfactual Analysis on Unlimited Surplus Labor in Rural China[J].China & World Economy,2008,16(1):51-65.
- [4] 蔡昉.刘易斯转折点后农业发展政策选择[J].中国农村经济,2008(8):4-15,33.
- [5] 蔡昉.人口转变、人口红利与刘易斯转折点[J].经济研究,2010,45(4):4-13.
- [6] 王姣,肖海峰.我国良种补贴、农机补贴和减免农业税政策效果分析[J].农业经济问题,2007(2):24-28.
- [7] 颜玄洲,欧一智,姬钰.江西农机具购置补贴政策实施效果分析[J].中国农机化,2011(5):28-31.
- [8] 周振,张琛,彭超,等.农业机械化与农民收入:来自农机具购置补贴政策的证据[J].中国农村经济,2016(2):68-82.
- [9] 胡凌啸,周应恒.农机购置补贴政策对大型农机需求的影响分析——基于农机作业服务供给者的视角[J].农业现代化研究,2016,37(1):110-116.
- [10] 苏晓宁.购机补贴对农户农机需求的影响——基于陕西省和河北省的农户调查[J].价格理论与实践,2012(1):84-85.
- [11] 李农,万祎.我国农机购置补贴的宏观政策效应研究[J].农业经济问题,2010,31(12):79-84.
- [12] 曹光乔,周力,易中懿,等.农业机械购置补贴对农户购机行为的影响——基于江苏省水稻种植业的实证分析[J].中国农村经济,2010(6):38-48.
- [13] 高玉强.农机购置补贴与财政支农支出的传导机制有效性——基于省际面板数据的经验分析[J].财经经济,2010(4):61-68.
- [14] 李红.农机购置补贴政策的经济学分析[D].乌鲁木齐:新疆农业大学,2008.
- [15] 张宗毅,周曙东,曹光乔,等.我国中长期农机购置补贴需求研究[J].农业经济问题,2009,30(12):34-41.
- [16] 吕炜,张晓颖,王伟同.农机具购置补贴、农业生产效率与农村劳动力转移[J].中国农村经济,2015(8):

22-32.

- [17] 胡鞍钢,鲁钰锋,周绍杰,等.供给侧结构性改革的三大逻辑[J].国家行政学院学报,2016(6):28-34,125-126.
- [18] 李谷成.人力资本与中国区域农业全要素生产率增长——基于 DEA 视角的实证分析[J].财经研究,2009,35(8):115-128.
- [19] 张乐,曹静.中国农业全要素生产率增长:配置效率变化的引入——基于随机前沿生产函数法的实证分析[J].中国农村经济,2013(3):4-15.
- [20] 张宗毅,曹光乔.“十五”期间中国农机化效率及其地区差异[J].农业工程学报,2008(7):284-289.
- [21] Baffes J,Meerman J.From prices to incomes:Agricultural subsidization without protection?[J].World Bank Research Observer,1998,13(2):191-211.
- [22] Gustafson C R,Barry P J,Sonka S T.Machinery investment decisions:A simulated analysis for cash grain farms[J].Western Journal of Agricultural Economics,1988,13(2):244-253.
- [23] Kumbhakar S C,Lien G.Impact of subsidies on farm productivity and efficiency[C]//Fanfan R.The Economic Impact of Public Support to Agriculture:An International Perspective.New York:Springer ed,2010.
- [24] 孙翔,黄如晖,朱婧霖,等.基于 DEA 模型的农村生活垃圾处理工程环境及经济效益评估[J].农业工程学报,2018,34(16):190-197.
- [25] 刘静,吴普特,王玉宝,等.基于数据包络分析的河套灌区农业生产效率评价[J].农业工程学报,2014,30(9):110-118.
- [26] 朱宁,秦富.机械化对蛋鸡规模养殖技术效率的影响[J].农业工程学报,2015,31(22):63-69.
- [27] 刘秉镰,李清彬.中国城市全要素生产率的动态实证分析:1990—2006——基于 DEA 模型的 Malmquist 指数方法[J].南开经济研究,2009(3):139-152.
- [28] 李卫,薛彩霞,朱瑞祥,等.中国农机装备水平区域不平衡的测度与分析[J].经济地理,2014(7):116-122.
- [29] 周晶,陈玉萍,阮冬燕.地形条件对农业机械化发展区域不平衡的影响——基于湖北省县级面板数据的实证分析[J].中国农村经济,2013(9):63-77.
- [30] 段亚莉,何万丽,黄耀明,等.中国农业机械化发展区域差异性研究[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2011(6):210-216.
- [31] 刘玉梅,田志宏.中国农机装备水平的决定因素研究[J].农业技术经济,2008(6):73-79.
- [32] 张宗毅,曹光乔,易中懿.“十二五”农业机械化发展区域划分研究[J].中国农业资源与区划,2011,32(4):50-55.
- [33] 张宗毅,宋建武.我国农机装备结构评价指标体系研究[J].中国农业大学学报,2015,20(5):262-270.

责任编辑:李东辉