

# 购机补贴政策对我国农业机械使用效率的影响分析\*

## ——基于省级面板数据与 DEA-Tobit 两阶段法

潘 彪 田志宏

**摘要：**本文运用 DEA-Tobit 两阶段法模型，测算了 2001~2015 年全国各省市农机使用效率，评估了购机补贴政策对农机使用效率的影响。研究表明：2001~2015 年我国农机使用效率经历了先下降后增长并趋稳的阶段性变化，2001~2006 年农机使用效率普遍下滑，从 2007 年开始，得益于购机补贴政策的实施，农机装备结构不断改善，农机使用效率进入上升阶段，持续增长并逐步趋于稳定，随着农机存量日趋饱和，补贴对效率的提升作用逐渐弱化；进一步地，购机补贴对农机使用效率的影响可以分解为两个方面，其存量增加效应降低了农机使用效率，而结构改善效应则有利于效率的改进；此外，农机使用效率也显著受到政策、经济和自然环境等因素的影响。未来购机补贴政策的实施中，应动态调整产品补贴范围，重点补贴新型高效和关键作业环节机械，增强政策的灵活性针对性，重视农机技术推广、培训等工作，提高农机利用和管理水平。

**关键词：**购机补贴 农机使用效率 政策效果评价 DEA-Tobit 两阶段法

**中图分类号：**F323.3 **文献标识码：**A

### 一、问题提出与文献综述

为调动农民购买农业机械的积极性，改善农机装备结构，提高农业机械化水平，我国在 2004 年出台了农机购置补贴政策，对农民和农业生产经营组织购买农业机械给予资金补贴。政策实施十几年以来，补贴力度不断加大，中央财政补贴资金从 2004 年的 0.7 亿增加到 2016 年的 237.4 亿元，在每年农机购置投入资金中的比例由不足 1% 上升至接近 30%（见图 1）。购机补贴政策逐渐成为一项重要的财政支农政策，与种粮直补、农资综合补贴、良种补贴并称为中国农业“四大补贴”<sup>①</sup>。伴随着补贴政策的实施，我国农机装备水平和农业机械化水平发生了很大变化，农机总动力从 2004 年的 6.41 亿千瓦上升至 2016 年的 9.72 亿千瓦，农作物耕种收综合机械化水平也由 34.3% 上升至

---

\*本文研究获得农业部农业法制建设与政策调研项目“农机新产品补贴试点机制研究”（编号：121721301122441201）、农业部农业行业管理业务经费项目“农机购置补贴政策实施与 WTO 规则衔接对策”（编号：121721301124031203）的资助。

<sup>①</sup> 2016 年种粮直补、农资综合补贴和农作物良种补贴三项补贴已经在全国范围内调整合并为“农业支持保护补贴”，政策目标调整为支持耕地地力保护和粮食适度规模经营。

65.2%<sup>①</sup>。在这一变化过程中，购机补贴政策发挥了什么样的作用？补贴是否有效提升了农机装备水平和农业机械化水平？是否显著改进了农业生产率进而增加了农业产出？这些问题关乎购机补贴政策的效果评价以及未来调整方向，引起广泛关注。

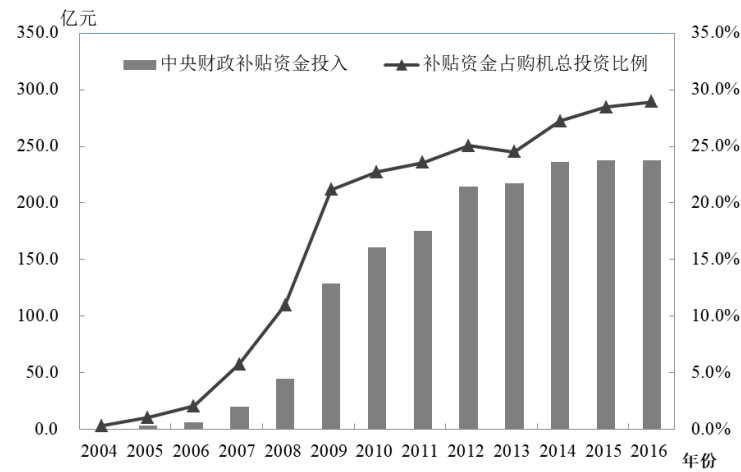


图1 农机购置补贴中央财政资金投入（2004~2016年）

数据来源：农业部南京农业机械化研究所，2005~2017：《中国农业机械化年鉴》，北京：中国农业科学技术出版社。

通常来说，一项财政支农政策的实施，是为了改变农业生产状况，实现农民增收或农业产出的增加，对于政策效果的评价，研究者主要关注其对农户行为和农业产出的影响（Binswanger, 1986; Huang et al, 2013）。值得注意的是，农业机械不同于种子、化肥、农药等一次性投入品，它是农业生产的耐用性投入品，补贴不仅影响当期购买量，还通过形成农业机械存量，产生持续性效果，而农业生产中对农机的需求正是存量需求（Biondi et al, 1998）。补贴带动下农机存量的增加并不必然提高农业机械化水平，还有赖于农机使用效率的改进（见图2）。这就要求评价购机补贴政策的效果时，不能局限于对农户购机行为和农业生产的影响，更重要的是补贴引起的农机使用效率的变化。

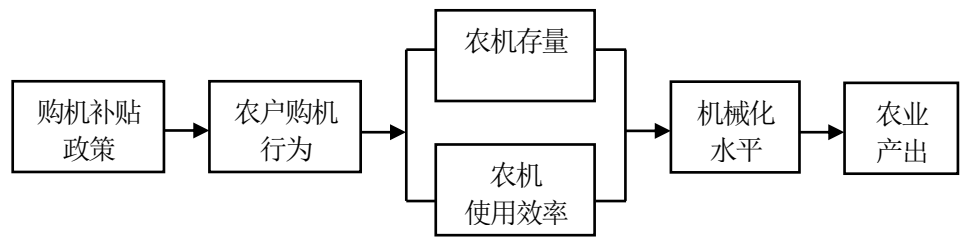


图2 农机购置补贴政策的作用路径

国内外学者围绕购机补贴政策及其效果开展了大量的研究，取得了丰富的研究成果。首先，购机补贴政策对农户购机需求的拉动作用已被众多学者证实，补贴资金能够缓解农户购买农业机械时面临的资金流动性约束（Key and Roberts, 2006; Ariyaratne and Featherstone, 2009），提高农户的农

<sup>①</sup> 农业部南京农业机械化研究所，2005~2017：《中国农业机械化年鉴》，北京：中国农业科学技术出版社。

机购买能力（杨敏丽、白人朴，2004；纪月清等，2013），进而增加机械存量（侯方安，2008；胡凌啸、周应恒，2016）。其次，补贴作用下农业机械化水平提升对农业生产的促进作用也已十分明确，学者们普遍发现农业机械化能够改善农业生产条件，提高农业生产率，扩大农业经营规模，提升农业生产能力、粮食产量和农民收入（洪自同、郑金贵，2012；陆建珍、徐翔，2014；吕炜等，2015；周振等，2016）。

然而，对于农机使用效率变化这一农业机械化水平提升的关键问题，学者们做出了一些有益的探索，但在效率界定、测算方案和影响因素分析方面还有很大改进空间。张宗毅、曹光乔（2008）基于 DEA 效率模型分析了 2001-2005 年各地区农业机械化的效率变化和技术进步情况，认为土地流转、跨区作业、社会化服务等能够提高机械利用率；进一步地，张宗毅、曹光乔（2012）在研究耕种环节农机装备结构优化问题时，发现 2009 年我国低马力拖拉机数量过多，农机装备技术效率和利用率低下；李卫等（2012）和余世勇、王佳（2013）分别使用随机前沿生产函数和 DEA 方法，研究农业生产中机械的生产配置效率，指出我国在推动农业机械大规模使用的同时，更应关注农业机械的充分利用和效率提高。需要指出的是，前两篇文献中使用了短期面板数据和截面数据，无法全面准确反映农机使用效率的长期变化情况；后两篇文献中对农机使用效率的界定略显偏颇，结论的准确性存疑。同时，这些研究对购机补贴政策的作用关注不够，既有的定性判断多认为补贴会引起局部农机保有量饱和，在作业需求稳定的情况下，致使农机使用效率下降（杜辉等，2010；李农、万祎，2010；曹光乔等，2010）。

农机使用效率的高低，不仅关系到农业机械推广应用和农民购买积极性，而且直接影响农业增产和农民增收（余世勇、王佳，2013）。购机补贴政策实施以来，我国农业机械的使用效率究竟发生了什么样的变化？补贴政策是提升还是降低了农机使用效率？这是本研究所要回答的问题。据此，后文的安排如下：第二部分为理论分析，提出购机补贴政策对农机使用效率的影响机制；第三部是研究思路与方法；第四部分利用 DEA 方法测算各省农机使用效率，并对效率的总体变化情况和地区差异进行分析；第五部分评估购机补贴政策对效率的影响；最后是结论与思考。

## 二、理论分析

### （一）农机使用效率的概念界定

效率主要用于描述生产资源使用情况。Farrell（1957）最早对生产效率进行了分析，他认为对效率的考察可以从技术效率与配置效率两个方面展开，其中技术效率反映的是产出既定的情况下缩小投入的潜在能力，或者是投入既定的情况下扩大产出的潜在能力；配置效率则是在给的技术与要素价格条件下，以最优比例利用投入要素的潜在能力。由此来看，技术效率是一个相对纯粹的物质概念，不考虑投入成本和产出价格的高低，而配置效率则与要素价格相关（王婷婷，2015）。

学者们基于这一概念对农业机械的使用效率给出过不同解释。曹光乔等（2010）从农机户成本收益的角度界定了农机经营效率；李卫等（2012）认为农业机械生产配置效率是在一定市场环境和生产条件下，固定数量的农业机械投入实现最大农业产出的程度，或者在固定产出条件下所能实现

最小农业机械投入的程度；余世勇、王佳（2013）把农业机械化效率定义为农业产出固定和其他投入不增加的条件下，农业机械化实际投入量相对于最优投入量的距离。然而，从成本收益角度考察农机使用情况，不仅要考虑作业价格的影响，还需要把自用机械进行收益折算，远不如用作业面积来衡量更为清晰直接；从农业产出的角度分析农机使用效率，则需要控制其他生产要素对农业产出的影响，投入产出关系不够紧密，结果的准确性值得商榷。

农业机械作为一种投入要素，在农业生产中的使用表现为农机手操作拖拉机、收割机等机器进行田间作业，以完成耕、耙、播、收作业来实现要素贡献。本研究旨在明确现有的农业机械在农业生产中是否得到充分使用，是否存在投入冗余和闲置，并不涉及在价格和成本约束下的资源配置问题，也无意于评价农业机械对劳动力的替代程度。结合 Farrell（1957）对效率的阐述，本文中把农业机械的使用效率界定为技术效率，即在给定农业生产结构和技术水平下，为满足一定水平的农业机械化作业需求，农业机械的最小投入量与实际农机保有量的比例。

## （二）购机补贴政策对农机使用效率的影响机制

我国购机补贴政策具有多目标性，包括调动农民购买农业机械的积极性，提高农机装备总量，改善装备结构，提升农机化作业能力和水平，促进农机工业结构调整和技术进步。政策实施过程中，通过划定补贴机具的品目范围以及产品资质认定，形成农机产品补贴目录，推广先进适用的农业机械，鼓励技术创新和产品更新升级。

从购机补贴政策的具体实施过程和作用路径上可以发现，补贴对农机使用效率可能产生两个方面的影响：一是购机补贴政策实施，尤其是普遍性补贴以后，促进了新型高效农机和关键作业环节农机的购买，能够提升农机经营者的专业化程度，拓宽机械作业范围，优化作业环节，加快全程机械化，而对于老旧农机报废更新的补助<sup>①</sup>，也能够显著改善农机装备结构，从整体上提升了农机的使用效率；二是补贴扩大了农机购买量和装备存量，会引发边际使用效率的下降，这主要是因为区域农机作业需求具有相对稳定性，机械存量快速增加使得单机可作业面积下降，再加上补贴刺激下部分农户从众购机，重买轻用，不注意机械投入的管理（曹光乔等，2010；杜辉等，2010；Papageorgiou，2015），导致农机使用效率下降。对此，我们把前者称为补贴政策的“结构改善效应”，而把后者称为“存量增加效应”（见图3）。

农机使用效率的提升意味着农业机械化发展过程中质量和效益并重，具有可持续性。农机使用效率的下降则会使农户机械投资收益减少，抑制农户购买农机的积极性，引起农机投资波动，与补贴政策目标相违背，值得警惕。在20世纪70年代日本农业机械化发展过程中，小规模经营农户持有的机械使用效率低，购买农机追加的投资得不到补偿，农户收入降低而出现“机械化贫穷”现象（刘文璞，1980）。同样是小农经营占主导地位，如何避免重蹈日本农业机械化发展的覆辙，理应是我国购机补贴政策的关切点。鉴于此，2010年我国农业部曾专门发文要求通过购机补贴政策引导，

---

<sup>①</sup> 2012年农业部、财政部和商务部联合印发的《2012年农机报废更新补贴试点工作实施指导意见》中，明确提出“推进老旧农机报废更新，优化农机装备结构……中央财政从农机购置补贴中安排农机报废更新补贴专项资金，对农民自愿报废淘汰老旧农机且购买新农机的给予适当补助。”

优化农机装备结构布局，提高农机使用效率<sup>①</sup>。

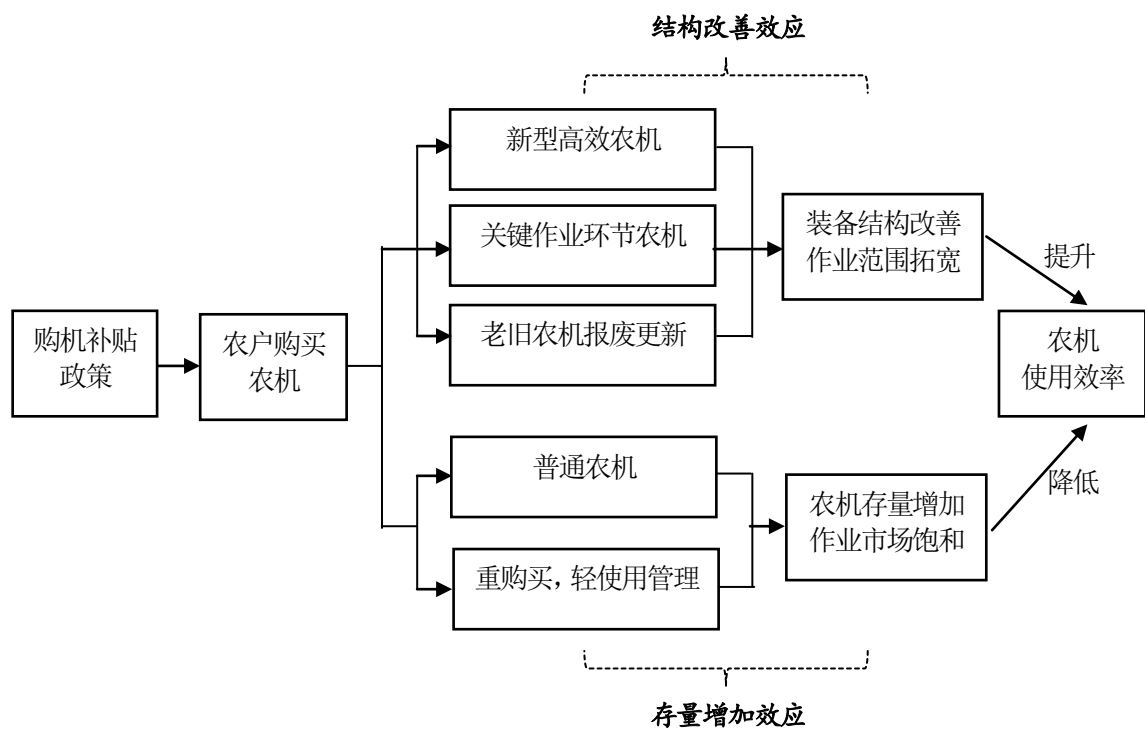


图3 购机补贴政策对农机使用效率的影响机制

### 三、研究思路与方法

评估购机补贴政策对农业生产中机械使用效率的影响实际上是两个问题：一是农机使用效率的变化情况；二是补贴政策在这一过程中发挥的作用。在综合考虑效率变化及其影响因素时，使用DEA-Tobit 两阶段法模型较为合适（朱满德等，2015；郝晓燕等，2016）。鉴于此，本文的研究分为两步，即使用DEA方法测度我国农机的使用效率并构建面板Tobit模型，来评估购机补贴政策对农机使用效率的影响。

#### （一）农机使用效率的测算

DEA模型中，技术效率能够反映产出既定条件下，缩小投入的潜在能力，也就是资源的利用效率，亦即本文所关注的农机使用效率。考虑到农机作业过程中生产投入的可控性，本文采用投入导向的规模报酬可变（BBC-I）模型。进一步地，本文将综合技术效率分解为纯技术效率和规模效率，其中纯技术效率反映经济主体对农业机械的利用能力以及管理水平的高低，规模效率反映的是农机使用中的规模经济程度情况。对于 $n$ 个决策单元（Decision Making Unit，以下简称DMU），其中第 $k$ 个DMU的技术效率值 $\theta$ 的计算方法如下。

<sup>①</sup> 2010年3月23日农业部关于印发《进一步加快转变发展方式优化农机装备结构布局工作方案》的通知。

Min  $\theta$

$$\text{s.t.} \begin{cases} \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq \theta x_{ik} \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j q_{rj} \geq q_{rk} \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \\ \lambda_j \geq 0 \end{cases} \quad (1)$$

(1) 式中,  $\lambda_j$  是第  $j$  个 DMU 的非负权重,  $x_{ij}$  是第  $j$  个 DMU 的第  $i$  个投入变量,  $q_{rj}$  是第  $j$  个 DMU 的第  $r$  个产出变量, 其中,  $j = 1, 2, \dots, n$ ;  $i = 1, 2, \dots, l$ ;  $r = 1, 2, \dots, m$ 。

在农机使用效率的测算过程中还需要解决 3 个关键问题: 一是农业机械范围的选择。农业机械种类繁多, 各类机械在性能、作业方法和作业对象等方面差异较大。考虑到种植业机械作业技术标准统一, 具有可比性和一致性, 且历年受补贴机具以动力机械(拖拉机)、收获机械和耕整地机械为主, 本研究侧重于分析种植业机械<sup>①</sup>的使用效率。二是时间跨度的选择。购机补贴政策源于 1998 年的“大中型拖拉机及配套农具更新补助”项目, 2004 年之前属于试点阶段(苏晓宁, 2012), 为了充分反映政策实施前后农机使用效率的变化, 笔者选择了尽可能长的时间跨度, 使用 2001~2015 年的数据进行分析。三是模型决策单元的选择。我国购机补贴政策资金按省为单位发放, 综合考虑样本的代表性和数据的可得性, 本文以省为决策单元。

## (二) 效率影响因素的实证模型

使用 DEA 方法测算出的农机使用效率的取值范围为[0, 1], 属于典型的两端截断受限被解释变量。对这类回归模型而言, 使用最小二乘法不能得到一致的估计结果(McDonald, 2009)。为此, 本文构建了面板 Tobit 回归模型如下。

$$y_{it} = \alpha + \beta_1 MS_{it} + \sum_j \varphi_j Z_{j,it} + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

式中的被解释变量  $y_{it}$  为 DEA 模型中测算出的农机使用效率,  $\alpha$  表示常数项,  $MS_{it}$  代表购机补贴财政投入, 以各省获得的中央财政购机补贴金额来衡量, 是模型的核心自变量,  $Z_{j,it}$  是控制变量, 下标  $j$  表示变量标记,  $i$  表示省份,  $t$  表示年份,  $\varepsilon_{it} \sim N(0, \sigma^2)$ 。

购机补贴政策对农机使用效率有两个方面的作用, 但(2)式中  $MS_{it}$  的系数  $\beta_1$  只能表示二者的混合效应, 无法准确评估补贴政策的影响, 有必要对模型进行修正。补贴对农机使用效率的降低作用通过扩大农机购买量来实现, 其作用大小直接由补贴资金规模决定; 补贴对农机使用效率的提高作用的发挥存在一定的门槛, 2001~2003 年政策尚未正式实施, 2004~2006 年补贴力度较小, 很难对农机装备结构产生实质性影响, 从 2007 年开始补贴额快速增长, 补贴产品范围扩大, 政策的积极

<sup>①</sup> 《全国农业机械化统计报表制度》年报指标解释(2016)中统计的种植业机械包括耕整地机械、种植施肥机械、农用排灌机械、田间管理机械、收获机械、收获后处理机械和设施农业设备 7 类。

作用逐步显现。为此，笔者把（2）式中 $\beta_1 MS_{it}$ 项代表的政策效应做了进一步分解，构建出如下模型。

$$y_{it} = \alpha + \beta_1 MS_{it} + \beta_2 MS_{it} \times D_{it} + \sum_j \phi_j Z_{j,it} + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

（3）式中， $D_{it}$ 是年份虚拟变量，在2001~2006年取值为0，2007年及以后取值为1。 $MS_{it}$ 表示存量增加效应，即补贴对效率的负向作用；交叉项 $MS_{it} \times D_{it}$ 表示结构改善效应，即补贴对效率的正向作用。把购机补贴对效率的影响分解为两个方面，这是本研究的一个特点，有助于客观全面地评估出补贴政策的作用。为便于区分，我们把（2）式称为基准模型，把（3）式称为效应分解模型。

面板 Tobit 模型中，解释变量的系数可以通过最大似然估计法估计。各解释变量对农机使用效率的边际影响可以参考 Hoff（2007）提出的方法进行测算，计算方法如（4）式所示：

$$\frac{\partial E(y_{it}|x_{m,it})}{\partial x_m} = \beta_m \left[ \Phi \left( \frac{1 - \sum \beta_k x_{k,it}}{\sigma} \right) - \Phi \left( \frac{-\sum \beta_k x_{k,it}}{\sigma} \right) \right] \quad (4)$$

（4）式中， $\Phi(\cdot)$ 是标准正态分布的累积分布函数，表示第 $m$ 个解释变量的边际效应是所有解释变量的函数。

## 四、农机使用效率的测算

### （一）投入产出指标选择

考虑到机组是农业机械作业的基本单元，由动力机械、作业机械和操作人员组成（高连兴等，2014），同时，我国农业机械化水平以耕、种、收三个环节机械作业面积占比加权来表示，本文在测算农机使用效率时选择了4项投入指标和3项产出指标<sup>①</sup>（见表1）。7个指标的数据来源于2002~2016年《中国农业机械化统计年鉴》<sup>②</sup>。新疆数据由新疆和新疆建设兵团的数据加总得出，西藏统计数据缺失较多，未纳入研究范围，同时也未包括港澳台地区。本文选择了30个省市作为决策单元，共450个样本。

<sup>①</sup> 考虑到拖拉机作为动力机械，广泛应用于各种作物的机耕、机播环节，无法区分出每种作物、每个环节的投入量；同时，本研究致力于回答农业生产中农业机械的整体使用情况，故在效率测算中以农作物耕、种、收3个环节的作业面积作为产出指标，不再分作物和作业环节进行测算。

<sup>②</sup> 农业部南京农业机械化研究所，2002~2016：《中国农业机械化年鉴》，北京：中国农业科学技术出版社。

表 1

DEA 模型中投入和产出指标选择

投入指标		产出指标
动力机械	$x_1$ : 拖拉机 (万千瓦)	$q_1$ : 机耕面积 (万公顷) $q_2$ : 机播面积 (万公顷) $q_3$ : 机收面积 (万公顷)
作业机械	$x_2$ : 拖拉机配套农具 <sup>①</sup> (万台)	
	$x_3$ : 收获机械 (万千瓦)	
操作人员	$x_4$ : 农机驾驶人员数量 (万人)	

## (二) 测算结果及解释

笔者基于投入产出数据,使用 DEA 方法计算出历年各省农机使用的综合技术效率、纯技术效率和规模效率。表 2 中给出了各省农机使用效率的平均值,其中有 3 点值得注意。

(1) 受农机作业的经济和自然环境的影响,我国省际农机使用效率差异较大。全国 30 个省市农机使用的综合技术效率的均值为 0.75。其中,重庆、上海和黑龙江 3 个省市的效率值达到 1.00,位于技术前沿。效率值在 0.8~1.0 以及 0.5~0.8 的省市各有 12 个,占比均为 40.0%。效率值低于 0.5 的省份有 3 个,依次为河南、福建和青海。需要说明的是,福建丘陵面积占比高,青海地形和气候条件都不适宜机械作业,两省农机使用效率较低符合实际情况;同样是以丘陵山区为主,由于重庆市历来重视对农业地形的改造,积极推进土地宜机化整理,同时注重发展适用型农机,机械使用效率位于技术前沿,这意味着通过开展针对性措施,可以在很大程度上缓解地形对农机作业的制约。河南作为平原地区的农业大省,其农机使用效率低下的可能原因有 2 个:一是其农机投入存在一定的冗余,以 2015 年为例,河南省每百亩耕地拥有农机总动力 96.3 千瓦,是全国平均水平 (55.2 千瓦) 的 1.75 倍,而综合机械化率仅比全国 (63.8%) 高出 13.7 个百分点<sup>②</sup>;二是由于农机跨区作业<sup>③</sup>,河南作为农机作业净流出大省,本省统计的机械化作业面积可能低于其农机实际作业面积,这一解释同样适用于河北、安徽等农机使用效率偏低平原省份。

(2) 各经济区域的农机使用效率存在一定差异。在四大经济区域中,东北地区的农机综合技术效率的平均值最高,达到 0.95,其规模效率更是高达 0.98,符合规模化作业提高农机使用效率的一般经验;中部地区和西部地区农机综合技术效率的均值都为 0.73,略高于东部地区的 0.72,这其中主要是因为中西部省份农业机械化水平低于东部,农业机械处于短缺状态<sup>④</sup>,农业机械的作业强度高,使用效率也相对较高。

<sup>①</sup> 拖拉机配套农具是指由拖拉机牵引或悬挂的田间移动作业机具,例如机引犁、旋耕机、播种机等。

<sup>②</sup> 耕地面积数据来源:国家统计局农村经济社会调查司,2016:《中国农村统计年鉴》,北京:中国统计出版社;农机总动力和综合机械化率数据来源:农业部南京农业机械化研究所,2016:《中国农业机械化年鉴》,北京:中国农业科学技术出版社。

<sup>③</sup> 在我国现行统计口径下,跨区作业是指跨县级以上行政区域开展作业。需要注意的是,在 2014 年之前,农机跨区作业面积是指本县农机在县域外完成的作业面积,从 2014 年开始调整为外来农机在本县完成的作业面积,然而从两种统计方式中都无法得出农机跨省作业的面积。

<sup>④</sup> 以贵州为例,其农机保有量一直处于较低水平,2015 年每百亩耕地拥有农机总动力 37.8 千瓦,仅为全国平均水平的 68.6%。



(3) 粮食主产区的农机使用效率整体上高于非主产区<sup>①</sup>。粮食主产区 13 个省份农机使用的综合技术效率均值为 0.78, 比非粮食主产区高 0.05, 这主要是因为我国比较重视粮食作物的全程机械化, 粮食作物生产过程中机械对劳动的替代更普遍, 机械使用频繁。

表 2 2001~2015 年各省市农机使用效率的均值

区域	省份	综合技术效率	纯技术效率	规模效率	区域	省份	综合技术效率	纯技术效率	规模效率
东部地区	北京	0.889	0.974	0.906	西部地区	内蒙古	0.957	0.990	0.966
	天津	0.875	0.953	0.916		广西	0.586	0.735	0.825
	河北	0.517	0.521	0.992		重庆	1.000	1.000	1.000
	上海	1.000	1.000	1.000		四川	0.845	0.980	0.860
	江苏	0.723	0.927	0.780		贵州	0.845	0.940	0.879
	浙江	0.570	0.763	0.767		云南	0.514	0.613	0.857
	福建	0.435	0.448	0.973		陕西	0.776	0.794	0.978
	山东	0.655	0.796	0.842		甘肃	0.626	0.658	0.952
	广东	0.679	0.753	0.887		青海	0.395	0.649	0.663
	海南	0.829	0.929	0.895		宁夏	0.529	0.603	0.872
中部地区	均值	0.717	0.806	0.896		新疆	0.969	0.976	0.993
	山西	0.843	0.853	0.988		均值	0.731	0.812	0.895
	安徽	0.562	0.722	0.778	东北地区	辽宁	0.995	0.995	1.000
	江西	0.887	0.981	0.903		吉林	0.850	0.907	0.941
	河南	0.487	0.717	0.701		黑龙江	1.000	1.000	1.000
	湖北	0.611	0.778	0.774		均值	0.949	0.967	0.980
	湖南	0.994	1.000	0.994		粮食主产区	0.776	0.870	0.887
	均值	0.731	0.842	0.857		非粮食主产区	0.727	0.802	0.903

为了从整体上把握农机使用效率的变化情况, 笔者把各省的效率值进行了平均, 得到 2001~2015 年全国农机使用效率 (见图 4)。总体来看, 我国农机使用的综合技术效率的均值为 0.75, 分解后规模效率始终高于纯技术效率, 均值分别为 0.90 和 0.83。这表明各省农机使用的规模经济程度较高, 农机规模化作业占据重要地位; 而农机的利用能力以及管理水平相对较低, 存在一定提升空间, 其

<sup>①</sup> 粮食主产区包括辽宁、河北、山东、吉林、内蒙古、江西、湖南、四川、河南、湖北、江苏省、安徽省、黑龙江 13 个省。

可能的原因在于随着购机补贴政策的实施，补贴的落实和监管工作占用了基层农机化管理和服务部门大量的工作时间，对原有的农机推广、技术培训、规划管理等工作产生挤出效应，不利于农机使用和管理能力的提升。

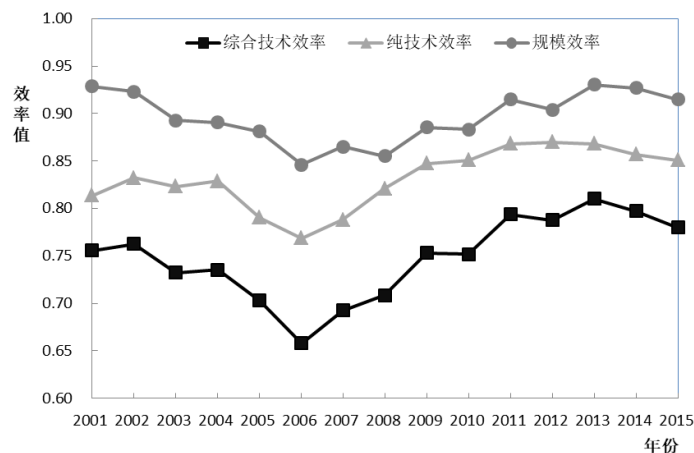


图4 2001~2015 全国农业机械的使用效率

从变化趋势来看，我国农机的使用效率经历了先下降后上升并趋稳的阶段性变化，具体以2006年为界分为两个阶段。从2001~2006年，农机使用效率普遍下滑，综合技术效率值从0.76降低到0.67，主要原因是这一阶段农业用工费用上升与农户购机之间存在着结构性矛盾，劳动力和机械投入之间不匹配，这期间全国农机总动力和拖拉机总动力分别增长了32%和27%<sup>①</sup>，而农业就业人口仅下降12%<sup>②</sup>，机械对劳动力的替代不够顺畅，新购置的农机未得以充分使用。随着购置补贴政策的深入实施，农机装备结构持续改善，农机作业范围变宽，关键作业环节取得突破，补贴对农机使用效率的积极作用开始显现，效率下滑的状态得到扭转，从2007年开始进入上升阶段，近年已经恢复并超过2001年水平，逐步趋于稳定，增长幅度持续放缓，近两年甚至出现负增长。这一减速增长过程意味着补贴政策的长期实施，农机保有量会趋于饱和，补贴对农机装备结构的改善效应逐渐减弱，对效率提升作用也越来越难以发挥。那么，为了防止农机使用效率下降，在今后一段时期内，购机补贴政策应适时进行调整和创设，维持并强化补贴对农机装备结构的优化作用。

## 五、购机补贴对农机使用效率的影响

### （一）模型与数据

基准模型和效应分解模型中，控制变量 $Z_{jit}$ 代表影响农机使用的政策环境、经济环境和自然环境等因素。本文使用土地治理项目财政投入额代表农业综合开发政策的实施力度；使用人均GDP表示地区经济发展水平，亩均农机作业费和劳动日工价表示机械服务和劳动力的成本；使用人均耕地面积衡量耕地细碎程度，农机作业地表坡度衡量地形条件。各因素的作用机理如下。

<sup>①</sup> 数据来源：农业部南京农业机械化研究所，2002，2007：《中国农业机械化年鉴》，北京：中国农业科学技术出版社。

<sup>②</sup> 数据来源：国家统计局，2001，2006：《中国统计年鉴》，北京：中国统计出版社。

(1) 平整的土地和良好的机耕道是农机开展作业的基础(胡凌啸、周应恒, 2016)。我国农业综合开发政策中的土地治理项目以平整土地、改良土壤为主要内容, 能够有效改善农机作业环境, 提高农机使用效率。为此, 本文使用各省土地治理项目财政投资的年度完成额来衡量农业综合开发的实施力度, 数据来源于《中国财政年鉴》<sup>①</sup>。

(2) 经济发展水平直接决定着农机购买能力, 是推动农机装备水平上升的主要因素(Pingali, 2007; 刘玉梅等, 2009)。经济发达地区农业劳动力相对短缺, 对农机装备的需求更强, 先进适用的农业机械往往最先推广使用, 有助于提升农机使用效率。笔者使用人均 GDP 衡量经济发展水平, 数据来源于《中国统计年鉴》。

(3) 要素的相对价格决定着其在生产中的投入量。根据诱致性技术变迁理论, 劳动力价格上升时, 农户偏向于使用机械替代劳动, 这有助于提高农机使用效率, 而农机作业服务的价格上升刚好相反。为此, 笔者使用亩均农机作业费和劳动日工价表示农机作业服务和劳动力的价格, 数据来源于《全国农产品成本收益资料汇编》, 其中各省农机作业费使用水稻、小麦、玉米三种粮食作物亩均机械作业费的简单平均数<sup>②</sup>, 劳动日工价使用省会城市价格数据。

(4) 耕地细碎化妨碍了农机使用(Fleisher et al, 1992; Wan and Cheng, 2001), 不利于大中型农机作业优势的发挥, 同时土地经营规模较小, 众多农户购买中小型农机, 引起投入冗余, 使用效率下降。考虑到实际地块规模要小于农业从业人员平均耕地面积(侯方安, 2008), 笔者使用地区人均耕地面积衡量耕地细碎程度, 数据来源于《中国统计年鉴》和《中国农村统计年鉴》。

(5) 地形对农机使用效率的影响体现在 2 个方面: 一是丘陵山区地块分散且分布不均匀, 耕地细碎化程度更高; 二是丘陵山区机耕道等基础设施条件比较薄弱, 机械作业难度较大(曹阳、胡继亮, 2010; 张宗毅、曹光乔, 2012; 郑旭媛、徐志刚, 2016)。笔者使用坡度大于 6° 的国土面积占比来衡量地形条件<sup>③</sup>, 数据由 2000 年航天飞机雷达测绘任务(SRTM) 90m 分辨率的 DEM 数据和 90m 分辨率的 Slope 数据<sup>④</sup>加工处理得出。该数据为非时变数据, 代表原始地形禀赋。

为了消除价格变化的影响, 笔者对涉及金额的数据进行了消胀处理, 折算为 2001 年的不变价格。其中, 分省购机补贴中央财政投入资金原始数据来源于《中国农业机械化年鉴》, 使用全国机械化农具生产资料价格指数进行平减, 土地治理财政资金、农机作业费和劳动日工价使用农业生产资料价格指数平减, 人均 GDP 使用消费者价格指数进行平减。表 3 给出了所有变量的单位和基本统计量。

<sup>①</sup> 1988~2002 年为合计数据, 笔者先算出了 2001 和 2002 年农业基本建设支出在这一段时期中支出的占比, 然后参考这一比例计算出两年土地治理项目的财政投入。

<sup>②</sup> 考虑到主要种植作物的差异以及统计数据的限制, 青海使用小麦和油菜两种作物计算, 贵州使用中籼稻、油菜、玉米三种作物计算。

<sup>③</sup> 根据中国农业区划委员会颁发的《土地利用现状调查技术规程》, 地形坡度在 6° 以上即为坡地。

<sup>④</sup> 研究使用数据由中科院计算机网络中心提供, 中国科学院计算机网络中心对 SRTM 所有数据进行了镜像, 并加工生成了高程、坡度、坡向等数据产品。

表 3

变量选择及数据描述性统计

影响因素	表征变量及单位	均值	标准差	最小值	最大值	样本量
购机补贴 ( $MS_{it}$ )	中央财政购机补贴投入额(亿元)	2.67	3.71	0.00	18.54	450
农业综合开发 ( $LS_{it}$ )	土地治理项目财政投入额(亿元)	3.93	2.72	0.27	22.23	450
经济发展水平 ( $GDP_{it}$ )	人均 GDP (万元)	2.32	1.59	0.29	7.67	450
农机作业服务价格 ( $MC_{it}$ )	亩均农机作业费(元/亩)	44.47	23.40	0.09	122.69	450
劳动力价格 ( $LP_{it}$ )	劳动日工价(元)	18.64	9.64	7.30	57.60	450
耕地细碎程度 ( $Land_{it}$ )	人均耕地面积(亩)	1.66	1.19	0.12	6.24	450
作业地形 ( $Slope_i$ )	坡度大于 6° 的面积占比(%)	45	25	0	87	450

## (二) 结果与分析

笔者分别估计了综合技术效率 ( $Effch_{it}$ )、纯技术效率 ( $Pech_{it}$ ) 和规模效率 ( $Sech_{it}$ ) 的影响因素。为清晰直观地反映购机补贴政策的影响, 本文同时给出了基准模型和效应分解模型的估计结果。表 4 中个体误差  $\sigma_{\mu}$  和随机误差  $\sigma_e$  的系数均比较小, 方差比  $\rho$  大于 0.5, 似然比 LR 的值也很大, 拒绝了不存在个体效应的原假设, 表明随机效应面板 Tobit 模型选择是合理的。与基准模型相比, 效应分解模型中交叉项的系数显著为正, 补贴对农机使用效率的影响被分解为两个方面, 更客观全面地评估了补贴政策的影响; 控制变量的系数基本相同, 且 LR 值更大, 模型拟合效果较好, 结果分析基于此模型展开。

进一步地, 为分析各因素对农机使用效率的影响程度, 笔者根据 (4) 式计算出了各变量的边际效应值, 结果如表 5 所示。主要结果及讨论如下:

(1) 购机补贴的存量增加效应对农机使用效率有负向影响。各省获得的补贴资金每增加 1 亿元, 综合技术效率、纯技术效率和规模效率便会分别下降 23.7%、11.2% 和 14.7%。这主要是因为农机作业需求稳定的情况下, 农机装备水平的快速上升引发农机作业市场饱和, 单机作业面积下降。与此同时, 补贴在一定程度上鼓励小规模农户持有农机, 这既无益于农机投入的管理, 又不利于规模化作业, 降低了纯技术效率和规模效率。

购机补贴的结构改善效应对农机使用效率有较强的提升作用, 这一作用从 2007 年开始显现。具体来说, 各省获得的补贴资金每增加 1 亿元, 综合技术效率、纯技术效率和规模效率便会分别提高 22.3%、9.7% 和 14.6%。其原因在于购机补贴政策实施力度加大以后, 激发了高效农机和关键作业环节农机的购买, 改善了农机装备结构, 推进了全程机械化, 提高了农机使用效率。需要注意的是, 随着购机补贴政策的长期实施, 政策的固化会使得“结构改善效应”逐渐减弱, 补贴对农机使用效率的提升作用会越来越难以发挥。为此, 有必要对补贴政策进行持续地调整和创新, 保持政策活力。

(2) 农业综合开发对农机使用的综合技术效率有显著正向影响,对纯技术效率和规模效率有正向影响但不显著。各省土地治理项目财政投入资金每增加 1 亿元,农机使用的综合技术效率提高 0.8%。作为农业综合开发政策的重要组成部分,我国土地治理项目财政投入资金从 2001 年的 92.5 亿元增加到 2015 年的 401.6 亿元,其中的耕地平整、土壤改良、机耕道建设等工程,改善了农机作业环境,对农机的使用起到积极作用,重庆市丘陵山区土地宜机化整理正是基于此而开展。这意味着购机补贴和农业综合开发的配合实施,有助于加快我国农业机械化的进程。

表 4 面板 Tobit 模型估计结果

变量	基准模型			效应分解模型		
	$Effch_{it}$	$Pech_{it}$	$Sech_{it}$	$Effch_{it}$	$Pech_{it}$	$Sech_{it}$
$MS_{it}$	-0.022*** (-4.23)	-0.037*** (-5.95)	0.002 (0.48)	-0.484*** (-3.86)	-0.308** (-1.99)	-0.359*** (-3.29)
$MS_{it} \times D_{it}$				0.456*** (3.69)	0.268* (1.75)	0.354*** (3.31)
$LS_{it}$	0.014* (1.70)	0.013 (1.41)	-0.000 (-0.06)	0.016* (1.94)	0.015 (1.54)	0.002 (0.22)
$GDP_{it}$	0.051*** (3.06)	0.053** (2.51)	0.032** (2.39)	0.053*** (3.19)	0.055** (2.57)	0.033** (2.44)
$MC_{it}$	-0.001 (-1.57)	-0.002 (-1.35)	-0.002*** (-3.16)	-0.001 (-1.51)	-0.002 (-1.31)	-0.002*** (-3.10)
$LP_{it}$	0.006** (2.55)	0.010*** (3.50)	0.003* (1.77)	0.006*** (2.58)	0.010*** (3.51)	0.003* (1.76)
$Land_{it}$	0.006 (0.15)	-0.052 (-0.99)	0.066*** (2.69)	0.019 (0.48)	-0.045 (-0.86)	0.075*** (2.96)
$Slope_i$	-0.099 (-0.50)	-0.244 (-1.01)	0.032 (0.29)	-0.100 (-0.50)	-0.247 (-1.02)	0.030 (0.27)
$\alpha$	0.685*** (5.05)	0.951*** (5.43)	0.797*** (9.74)	0.682*** (5.02)	0.948*** (5.45)	0.795*** (9.56)
$\sigma_{\mu}$	0.261*** (6.35)	0.309*** (5.22)	0.142*** (6.31)	0.265*** (6.43)	0.310*** (5.28)	0.146*** (6.26)
$\sigma_e$	0.151*** (23.49)	0.166*** (20.80)	0.128*** (22.48)	0.148*** (23.55)	0.165*** (20.81)	0.126*** (22.52)
$\rho$	0.749	0.776	0.551	0.761	0.779	0.571
$LR$	371.46	300.73	183.99	384.64	303.62	192.87

注：①  $\sigma_{\mu}$  是个体效应估计值， $\sigma_e$  是随机干扰项估计值；②括号内数字是各系数的 Z 统计量；③\*\*\*、\*\*、\* 分别表示 1%、5%、10% 的显著性水平。

(3) 地区经济发展水平的提高有利于提升农机使用效率。人均 GDP 对农机使用的综合技术效率、纯技术效率和规模效率有显著正向影响，其每增加 1 万元，效率值分别上升 2.6%、2.0% 和 1.3%。经济发展水平较高的地区，农业劳动力相对短缺，更注重机械对劳动力的替代；与此同时，农户收入水平高购买能力强，在补贴作用下，倾向于购买先进适用的大中型农业机械，并进行科学的农机作业管理，显然有助于提高农机使用效率，对纯技术效率的改进尤为明显。

表 5 Tobit 模型中解释变量的边际效应

变量	基准模型			效应分解模型		
	$Effch_{it}$	$Pech_{it}$	$Sech_{it}$	$Effch_{it}$	$Pech_{it}$	$Sech_{it}$
$MS_{it}$	-0.011*** (-3.85)	-0.013*** (-4.97)	0.001 (0.48)	-0.237*** (-3.58)	-0.112** (-1.94)	-0.147*** (-3.19)
$MS_{it} \times D_{it}$				0.223*** (3.44)	0.097* (1.72)	0.146*** (3.22)
$LS_{it}$	0.007* (1.67)	0.005 (1.39)	-0.000 (-0.06)	0.008* (1.90)	0.005 (1.51)	0.001 (0.22)
$GDP_{it}$	0.025*** (2.83)	0.019** (2.35)	0.013** (2.36)	0.026*** (2.94)	0.020** (2.41)	0.013** (2.40)
$MC_{it}$	-0.001 (-1.55)	-0.001 (-1.34)	-0.001*** (-3.06)	-0.001 (-1.49)	-0.001 (-1.31)	-0.001*** (-3.00)
$LP_{it}$	0.003** (2.49)	0.004*** (3.39)	0.001* (1.75)	0.003** (2.50)	0.004*** (3.40)	0.001* (1.73)
$Land_{it}$	0.003 (0.15)	-0.019 (-1.04)	0.027*** (2.66)	0.009 (0.47)	-0.016 (-0.90)	0.031*** (2.93)
$Slope_i$	-0.049 (-0.50)	-0.089 (-1.02)	0.013 (0.29)	-0.049 (-0.50)	-0.090 (-1.03)	0.013 (0.27)

注：①括号内数字是 Z 统计量；②\*\*\*、\*\*、\* 分别表示 1%、5%、10% 的显著性水平。

(4) 农机作业服务的价格对农机使用的规模效率有显著负向影响，农机作业费每增加 1 元，规模效率下降 0.1%，这不利于农机作业达到规模经济状态；劳动力的价格对农机使用效率有正向影响，对纯技术效率的提升作用最突出，劳动日工价每增加 1 元，纯技术效率上升 0.4 个百分点，表明在劳动力成本相对较高时，农户倾向于使用机械替代劳动，注重对农机投入的管理，农机使用效率就会上升，符合相关理论。随着城市化和人口老龄化，我国农村劳动力短缺加剧将导致农业劳动力成本的进一步上涨，农机作业需求空间还很大，对农机装备水平和机械使用效率提出了更高的要求，

也意味着购机补贴政策继续实施的必要。

(5) 耕地细碎化不利于农机作业,土地集中经营能够改进农机使用的规模效率。人均耕地面积每增加 1 亩,规模效率就能够提升 3.1%,更接近规模经济状态。我国农户家庭土地经营规模较小,且地块分散,不利于农机作业和农业机械化,这为当前农地流转和土地规模经营赋予了重要的意义。伴随着土地规模经营,使用大中型农业机械集中连片作业,是降低农机作业成本,提高机器使用效率和农业生产率,实现规模经济的关键。这就要求购机补贴政策适当调整补贴产品范围,侧重于作业效率较高的大中型机械。

(6) 作业地形对农机使用的综合技术效率有负向影响但并不显著。这可能是因为数据本身为非时变数据,只是表示原始的地形状态,无法反映出近十五年人们对地形的改造,影响了数据的显著性,但这并不能否定地形对农机使用的制约作用。以福建为例,省内多丘陵山区,限制了农机的使用,农机化进程滞后,主要作物耕种收综合机械化率低于全国平均水平。对于地形地貌复杂的地区,有必要针对性的调整购机补贴政策,把补贴的重点放在适宜于丘陵山区作业的中小型农机上,同时推进土地平整、高标准农田建设等宜机化整理工作,推动地区农机化均衡发展。

## 六、结论与思考

本文基于省级面板数据,使用 DEA-Tobit 两阶段法模型,测算了 2001~2015 年全国各省市农机使用效率的变化情况,评估了购机补贴政策对农机使用效率的影响,具有一定的创新性,研究得到 3 点主要结论。

(1) 2001~2015 年我国农机使用效率经历了先下降后增长并趋稳的变化,整体上以效率的改进为主。2001~2006 年,由于劳动力和机械投入的不匹配,我国农机使用效率出现了普遍下滑;在购机补贴政策引导下,新型高效农机和关键作业环节农机的购买,显著改善了农机装备结构,从 2007 年开始,农机使用效率的下滑状态得以扭转,持续增长并逐步趋于稳定,呈现出减速上升趋势,与此同时,近年的效率下降倾向值得关注。

(2) 购机补贴政策对农机使用效率产生了两个方面的影响,补贴的存量增加效应降低了农机的使用效率,结构改善效应则提升了农机的使用效率。这在很大程度上解释了我国农机使用效率的阶段性变化特征,也修正了已有文献认为补贴引发农机使用效率下降的简单认识。更为重要的是,随着购机补贴政策的长期实施,农机存量会趋于饱和,补贴对农机装备结构的改善效应逐渐减弱,对效率提升作用也越来越难以发挥,农机使用效率有再次下滑的倾向,继续实施购机补贴面临着政策调整和创设问题。

(3) 农机使用效率还受到农业综合开发、地区经济发展水平、农机作业服务和劳动力的相对价格、耕地细碎化程度以及作业地形等因素的影响。在多种因素共同作用下,农机使用效率的省际差异较大,使用最不充分的省份综合技术效率仅为最大值的 40%;同时,不同经济区域以及粮食主产区和非主产区的农机使用效率也存在一定差异。

为保持农机的高效使用,实现我国农业机械化的稳定与可持续,未来农机购置补贴政策应关注

3 点。(1) 动态调整产品补贴范围, 重点补贴农业生产急需而保有量较少的机械, 鼓励老旧机械报废更新, 完善农机新产品的推广鉴定和补贴制度, 引导新型高效农机和关键作业环节农机的购买和使用。(2) 提高政策的灵活性和针对性, 对于经济发展水平高、土地经营规模较大的地区, 重点补贴大中型农机, 推进规模化作业; 而对于丘陵山区, 则应重点补贴中小型农机, 推进土地宜机化整理, “机适地” 和 “地适机” 工作并举。(3) 简化购机补贴落实和监管程序, 提升政策执行效率, 强化农机管理部门在农机化规划、技术推广、培训等方面的职能, 通过农机化管理与服务理顺政府、企业、农机户之间的关系, 提高农机化管理水平。

### 参考文献

1. 曹光乔、周力、易中懿、张宗毅、韩喜秋, 2010: 《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》, 《中国农村经济》第 6 期。
2. 曹阳、胡继亮, 2010: 《中国土地家庭承包制度下的农业机械化——基于中国 17 省(区、市)的调查数据》, 《中国农村经济》第 10 期。
3. 杜辉、张美文、陈池波, 2010: 《中国新农业补贴制度的困惑与出路: 六年实践的理性反思》, 《中国软科学》第 7 期。
4. 高连兴、郑德聪、刘俊峰, 2015: 《农业机械概论》, 北京: 中国农业出版社。
5. 郝晓燕、韩一军、李雪、吕向东, 2016: 《小麦技术效率的地区差异及门槛效应——基于全国 15 个小麦主产省的面板数据》, 《农业技术经济》第 10 期。
6. 洪自同、郑金贵, 2012: 《农业机械购置补贴政策对农户粮食生产行为的影响——基于福建的实证分析》, 《农业技术经济》第 11 期。
7. 侯方安, 2008: 《农业机械化推进机制的影响因素分析及政策启示——兼论耕地细碎化经营方式对农业机械化的影响》, 《中国农村观察》第 5 期。
8. 胡凌啸、周应恒, 2016: 《农业综合开发、农技推广培训与农机购置补贴效率》, 《经济与管理研究》第 08 期。
9. 纪月清、王亚楠、钟甫宁, 2013: 《我国农户农机需求及其结构研究——基于省级层面数据的探讨》, 《农业技术经济》第 07 期。
10. 李农、万玮, 2010: 《我国农机购置补贴的宏观政策效应研究》, 《农业经济问题》第 12 期。
11. 李卫、薛彩霞、朱瑞祥、郭康权、黄玉祥、刘会霞, 2012: 《基于前沿面理论的中国农业机械生产配置效率分析》, 《农业工程学报》第 03 期。
12. 刘文璞, 1980: 《日本农业机械化》, 《中国农村观察》第 1 期。
13. 刘玉梅、崔明秀、田志宏, 2009: 《农户对大型农机装备需求的决定因素分析》, 《农业经济问题》第 11 期。
14. 陆建珍、徐翔, 2014: 《渔业购机补贴政策效果评价——基于广东、海南两省 426 户淡水养殖户数据的分析》, 《农业经济问题》第 12 期。



15. 吕炜、张晓颖、王伟同, 2015: 《农机具购置补贴、农业生产效率与农村劳动力转移》, 《中国农村经济》第 8 期。
16. 苏晓宁, 2012: 《农机购置补贴政策对农户购置行为的影响研究》, 中国农业大学博士学位论文。
17. 王婷婷, 2015: 《基于 DEA、FDA 的中国省际能源效率测度研究》, 北京: 清华大学出版社。
18. 杨敏丽、白人朴, 2004: 《中国农业机械化财政投入分析》, 《农业机械学报》第 5 期。
19. 余世勇、王佳, 2013: 《中国农业机械化效率分析》, 《江苏农业科学》第 12 期。
20. 张宗毅、曹光乔, 2008: 《“十五”期间中国农机化效率及其地区差异》, 《农业工程学报》第 7 期。
21. 张宗毅、曹光乔, 2012: 《基于 DEA 成本效率模型的我国耕种农机装备结构优化研究》, 《农业技术经济》第 2 期。
22. 郑旭媛、徐志刚, 2017: 《资源禀赋约束、要素替代与诱致性技术变迁——以中国粮食生产的机械化为例》, 《经济学(季刊)》第 1 期。
23. 周振、张琛、彭超、孔祥智, 2016: 《农业机械化与农民收入:来自农机具购置补贴政策的证据》, 《中国农村经济》第 2 期。
24. 朱满德、李辛一、程国强, 2015: 《综合性收入补贴对中国玉米全要素生产率的影响分析——基于省级面板数据的 DEA-Tobit 两阶段法》, 《中国农村经济》第 11 期。
25. Ariyaratne, C. B. and A. M. Featherstone, 2009, “Impact of Government Payments, Depreciation and Inflation on Investment Behavior in American Agriculture Sector Using Sample of Kansas Farms”. *Selected Paper prepared for presentation at the AAEA & ACCI Joint Annual Meeting*.
26. Binswanger, H. P., 1986, “Agricultural Mechanization: A Comparative Historical Perspective”, *The World Bank Research Observer*, 1(1): 27-56.
27. Biondi, P., D. Monarca, and A. Panaro, 1998, “Simple Forecasting Models for Farm Tractor Demand in Italy, France and the United States”, *Journal of Agricultural Engineering Research*, 71(1): 25-35.
28. Farrell, M. J., 1957: “The Measurement of Productive Efficiency”, *Journal of the Royal Statistical Society*, 120(3): 253-290.
29. Fleisher, B. M. and Y. Liu, 1992, “Economies of Scale, Plot Size, Human Capital, and Productivity in Chinese Agriculture”, *Quarterly Review of Economics & Finance*, 32(3): 112-123.
30. Hoff, A., 2007, “Second Stage DEA: Comparison of Approaches for Modelling the DEA Score”, *European Journal of Operational Research*, 181(1): 425-435.
31. Huang, J., X. Wang, and S. Rozelle, 2013, “The Subsidization of Farming Households in China’s Agriculture”, *Food Policy*, 41: 124-132.
32. Key, N. and M. J. Roberts, 2006, “Government Payments and Farm Business Survival”, *American Journal of Agricultural Economics*, 88(2): 382-392.
33. McDonald, J., 2009, “Using Least Squares and Tobit in Second Stage DEA Efficiency Analyses”, *European Journal of Operational Research*, 197(2): 792-798.

34. Papageorgiou, A., 2015, “Agricultural Equipment in Greece: Farm Machinery Management in the Era of Economic Crisis”, *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, (7): 198-202.
35. Pingali, P. L., 2007, “Agricultural Mechanization: Adoption Patterns and Economic Impact”, *Handbook of Agricultural Economics*, (3): 2779-2805.
36. Wan, G. H. and E.Cheng, 2001, “Effects of Land Fragmentation and Returns to Scale in the Chinese Farming Sector”, *Applied Economics*, 33(2): 183-194.

（作者单位：中国农业大学经济管理学院）

## **The Impacts of Agricultural Machinery Purchase Subsidy Policy to the Using Efficiency of Agricultural Machinery in China**

### **——Based on Province-level Data and DEA-Tobit Two-stage Approach**

PAN Biao      TIAN Zhihong

**Abstract:** In this paper, we measure the using efficiency of agricultural machinery and evaluate the impact of the subsidy policy based on DEA-Tobit approach. The results show that: from 2001 to 2015, the using efficiency experienced initial decline and then increase until stabilized. From 2001 to 2006, it keeps decline; from 2007 onwards, it entered a rising stage, continued to grow and gradually stabilized because of the implementation of the subsidy policy. As the stock of agricultural machinery became saturated, the effect of subsidies on the promotion of efficiency was gradually weakened. Further, the impact of the subsidy policy can be decomposed into two different aspects: stock increasing effect and structural improving effect. In addition, the using efficiency is also significantly affected by the policy, economy and natural environment. In the future implementation of the subsidy policy, the scope of product subsidy should be dynamically adjusted, enhance the pertinence and flexibility of the policy, and focusing on technology promotion and farmer training, improving the utilization and management of agricultural machinery.

**Keywords:** Agricultural Machinery Purchase Subsidy; Using Efficiency of Agricultural Machinery; Policy Effect Evaluation; DEA-Tobit Two-stage Approach