

余世勇,王 佳. 中国农业机械化效率分析[J]. 江苏农业科学,2013,41(12):420-422.

中国农业机械化效率分析

余世勇¹,王 佳^{1,2}

(1. 西南大学农业教育发展研究中心,重庆 400715; 2. 西南财经大学财政税务学院,四川成都 400031)

摘要:农业机械化效率的高低,不仅关系到农业机械化的推广和应用,而且直接影响到农业增产和农民增收。从生产距离函数出发,采用最优农业机械投入量与实际农业机械投入量来描述农业机械化效率,利用中国 31 个省份 1998—2010 年的数据进行实证分析。研究发现,中国农业机械化效率处于较低水平,农业发展相对落后的西部地区农业机械化效率明显高于东部和中部地区;中国农业机械化效率在 2000 年之后有一定改善,但农业机械投入依旧存在较大的帕累托改进空间;中国农业机械化效率存在较大的区域差距,但是其总差距和东中西部地区的区域内差距在样本期内都有明显的降低,说明农业机械化效率有进一步收敛的迹象。分析结果表明,中国在促进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。

关键词:农业机械化效率;投入距离函数;DEA - Windows

中图分类号:F323.3 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2013)12-420-03

1 中国农业机械化效率研究现状

农业机械化是农业现代化的重要物质技术基础,对提高农业综合生产能力、保障农产品有效供给起着十分重要的作用。在过去的 20 年间,中国农业机械化水平不断提高:农业机械化总动力从 1990 年的 2.87 亿 kW 增加到 2011 年的 9.77 亿 kW;单位农业播种面积农业机械动力到 2011 年已达到 6 020 kW/hm²,是 1990 年的 3.404 倍;耕种收综合机械化水平达到 54.5%,中国农业机械化水平已经步入中级阶段。然而,在中国农业机械化发展过程中却也存在农业机械化发展与农业需求不相一致、缺乏多功能高效的农业机械创新、农业机械化技术线路不明确等缺点,从而导致农业机械化总量不断扩大但农业机械化的应用水平和使用效率却处于较低的水平。农业机械化效率的高低,不仅关系到农业机械的推广应用和农民的使用积极性,而且直接影响农业增产和农民增收。2010 年《国务院关于促进农业机械化和农业机械工业又好又快发展的意见》提出:有中国特色的农业机械化发展道路不仅仅要求农业机械化水平的普遍提高,而且要求转变农业机械化发展方式。因此,提高农业机械化效率已成为中国农业机械化发展的重要组成部分。

目前已有文献对中国农业机械化的定量研究侧重于农业机械化对农业发展影响、农业机械化发展影响因素和中国农业机械化发展水平等方面,而对农业机械化效率的研究较少。亢霞等利用随机前沿生产函数分别估计了小麦、玉米、大豆、水稻等作物的技术效率和变动趋势,研究发现进一步增加肥料、种子和机械投入对其生产的促进作用极其有限^[1];姚鸿雁等应用数据包络分析对中国各地区农业机械化投入产出效

率的评价表明,我国大部分省区农机化投入产出为技术无效,而且地区间效率水平有很大不同^[2];曹阳等利用中国 17 个省的微观调查数据,分析了农业机械化水平的影响因素,发现户主的年龄和文化程度、耕地面积、山地面积、非农收入等对农业机械使用的影响较为显著,土地规模经营不是农业机械化的充分条件和必要条件^[3];芮小明等对中国省级农业能源利用效率进行分析,发现其农业能源消耗量随着机械化程度的推进而不断增加,但是农业能源利用效率却有下降的趋势^[4];李卫等采用随机前沿分析方法对农业机械生产配置效率进行了测算,并分析了其变化趋势和空间分布特征^[5];此外,也有一部分研究利用数据包络分析方法对中国农业全要素生产率^[6]、农业水资源效率^[7-8]、农业环境技术效率^[9]等进行实证研究。不同于以上研究,本研究采用投入距离函数(Input Distance Function)和 DEA 分析方法来建立农业机械化效率指标,然后利用中国 2002 年到 2010 年的省级面板数据来实证分析中国地区农业机械化效率状况。

2 农业机械化效率分析框架

由于农业机械仅仅是农业生产过程中多种投入要素的一种,故而采用单要素农业机械化效率指标如单位机械投入产出等并不能准确描述农业机械化效率的具体情况,并且其会受到其他要素投入如劳动、土地等投入和价格变化的影响。因此本研究通过构建一个投入导向性的生产距离函数来描述农业生产过程,也即对于每一个农业生产单元,假设其采用劳动(L)、农作物总播种面积(R)、农药投入量(P)、化肥投入量(H)和农业机械(M)等投入来生产农业增加值(Y),其生产技术可以定义如下:

$$T = \{(Y), (L, R, P, H, M)\} \quad (1)$$

式中: T 表示生产技术,根据 Fare 等的研究,生产技术应该满足:有界性,即在当前技术约束下产出是有限的;强可处理性,即生产决策单元可以获得生产前沿下的任意生产集合;凸性,即在其他要素不变的条件下,单一生产要素的边际产量满足田间条件^[10]。

收稿日期:2013-04-17

基金项目:西南大学农业教育发展研究中心研究项目。

作者简介:余世勇(1964—),男,重庆北碚人,博士,副教授,硕士研究生导师,研究方向为农业经济、区域经济。E-mail:henanpub@163.com。

如图 1, 生产单元的初始生产集合位于 A 处, 其并未在生产可能性集合上, 然而在当前技术约束下, 其最优的生产点为 B , 从而农业机械化投入可以从 OO_2 降低到 OO_1 , 而 O_1O_2 则为在产出不变的条件下, 农业机械化投入可降低的数量。因此农业机械化效率可以被定义如下:

$$TME = \frac{OO_1}{OO_2} \quad (2)$$

TME 是农业机械化效率, 是农业机械化实际投入量相对于最优投入量的距离。 TME 是介于 0 和 1 之间的 1 个数值, 当 TME 等于 1, 表明农业生产单元位于生产前沿, 不存在农业机械投入冗余; 而 TME 小于 1, 则表明农业机械化投入存在帕累托改进的空间, 农业机械化效率较低。

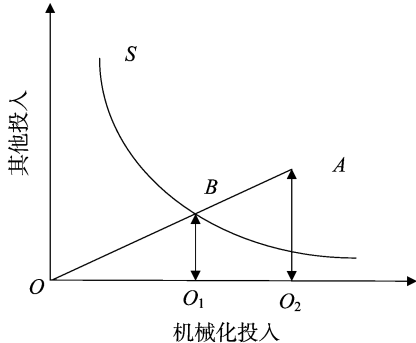


图1 农业机械化效率分析框架

为了寻找最优的农业机械投入, 通过投入距离函数 (Input Distance Function) 来进行描述:

$$\max \beta = \{ (Y), (L, R, P, H, M - \beta M) \} \quad (3)$$

式(3)表明在当前技术约束以及产出固定和其他投入不增加的条件下, 农业机械化投入可以降低的量, 从而农业机械化效率 TME 可以重写如下:

$$TME = \frac{(1 - \beta)M}{M} \quad (4)$$

对于公式(3)的求解, 可以采用由 Tone 发展而来的投入

导向型的 SBM 模型来获得^[11]:

$$\min \theta = \left[1 - \frac{1}{5} \left(\frac{SL_j^-}{L_j} + \frac{SR_j^0}{R_j} + \frac{SP_j^-}{P_j} + \frac{SH_j^-}{H_j} + \frac{SM_j^-}{M_j} \right) \right] \left/ \left[1 + \frac{SY_j^+}{Y_j} \right] \right. \quad (5)$$

$$st \sum_{i=1}^n \lambda_i L_i = L_j + SL_j^-; \sum_{i=1}^n \lambda_i R_i = R_j + SR_j^0;$$

$$\sum_{i=1}^n \lambda_i P_i = P_j + SP_j^-; \sum_{i=1}^n \lambda_i H_i = H_j + SH_j^-;$$

$$\sum_{i=1}^n \lambda_i M_i = M_j + SM_j^-; \sum_{i=1}^n \lambda_i Y_i = Y_j + SY_j^+; \sum_{i=1}^n \lambda_i = 1$$

式中: θ 为综合的农业生产效率, 而 $\sum_{i=1}^n \lambda_i = 1$ 则表示规模报酬不变, 即采用 CCR 模型 (Charnes et al, 1978)。

根据模型(5), 农业机械化效率 TME 可以计算如下:

$$\theta = \left(1 - \frac{SM_j^-}{M_j} \right) \left/ \left(1 + \frac{SY_j^+}{Y_j} \right) \right. \quad (6)$$

3 方法与数据

3.1 方法

本研究采用数据包络分析方法^[12], 然而传统的 DEA 分析方法并不能获得被评价单元的动态效率结果, 因此由 Charnes 等提出的 DEA 窗口分析方法被用来进行实证研究。DEA 窗口分析方法通过将评价单元的滞后期和提前期的数据包括在评价系统中, 从而能够获得生产决策单元效率的动态结果^[13]。然而, 由于 DEA 方法要求数据是同质的, 因此不能将所有时期的数据都纳入到评价系统中, 所以参照 Charnes 等^[13]的建议, 本研究将窗口宽度定位为 3, 其既能够保证效率评价不受到外部冲击的影响, 而且能够获得生产决策单元的动态效率评价。

3.2 数据

本研究采用中国 31 个省、直辖市和自治区的从 1998 年到 2010 年的数据进行实证研究, 总共包括 13 年序列、31 个截面和 11 个窗口, 所有的数据均来自《中国农村统计年鉴》和《中国统计年鉴》。所有变量的描述性统计见表 1。

表 1 变量描述性统计

变量	单位	最大值	最小值	平均值	标准差
农林牧副渔业增加值	亿元	3 588.30	31.30	743.47	642.66
农作物播种面积	千 hm ²	14 248.70	229.40	5 027.83	3 484.28
农业机械总动力	万 kW	11 629.00	91.50	2 144.59	2 255.07
劳动	万人	3 558.60	36.00	990.11	770.20
农药	t	173 461.00	0.50	40 545.72	42 635.89
化肥	万 t	655.20	2.50	151.38	126.13

4 中国农业机械化效率评价

4.1 中国农业机械化效率演进

对于全国层面和分地区的农业机械化效率, 本研究并未采用地区内所有省份的平均值来进行表述, 而是采用地区内所有省份的有效农业机械动力 (农业机械化效率与农业机械总动力的乘积) 与农业机械动力综合的比值来进行表述, 可以避免由于地区农业发展规划的不同而对地区农业机械化效率的影响。

图 1 报告了中国和分地区的农业机械化效率: 从 1998 年到 2010 年的平均值来看, 农业中国机械化效率处于较低的水

平, 其中全国层面的平均水平为 37.83%, 东部地区为 35.58%, 中部地区为 32.65%, 西部地区为 57.46%。从时间趋势来看, 全国层面、东部地区、中部地区和西部地区表现出了一致的变化, 从 1998 年到 2000 年, 农业机械化效率出现了大幅度的下降, 这主要是受亚洲金融危机的影响, 农业生产收到了较大的冲击, 从而导致农业机械化效率下降; 而 2000 年之后, 农业机械化效率有了一定程度的提高, 其中全国层面从 29.34% 增加到 48.46%, 东部地区从 26.53% 增加到 51.46%, 中部地区从 28.99% 增加到 35.62%, 而西部地区的增幅最大, 从 39.72% 增加到 70.29%。从地区间差距来看, 在 1998 年, 东部地区的农业机械化效率最低, 中部次之、

西部最高;然而在 2004 年之后,东部地区的农业机械化效率逐渐超过中部地区,但是与西部地区仍然有较大的差距,这是因为在东部地区,由于劳动等要素价格相对较高,农业机械拥有量较高,使用率偏低,从而导致农业机械的利用效率相对较低;而西部地区的农业生产条件相对落后,农业机械拥有量相对较少,从而使稀缺的农业机械资源在西部地区的利用效率较高;而中部地区由于是我国重要的粮食产区,农业机械化程度较高,并且由于中部地区大多属于平原地形,从而导致农业机械容易大规模使用,但是由于中部地区农业发展规模相对较低,从而导致尽管农业机械的使用规模较大,但是农业机械化效率则相对偏低。

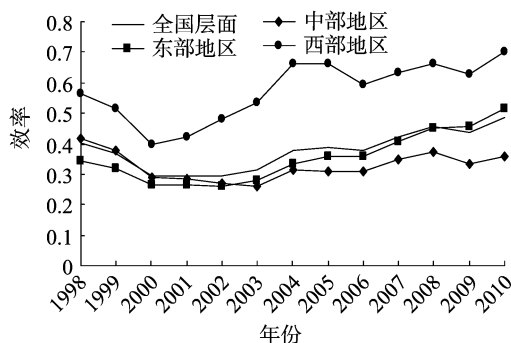


图2 中国和分地区农业机械化效率演化

4.2 中国农业机械化效率的地区差异性

为了进一步分析中国农业机械化效率的地区差距,本研究采用 Theil 系数 (GE1) 来测度中国和分东、中、西部地区农业机械化的差距(表 2)。从全国来看,中国省级农业机械化效率存在较大的差距,但是 1998 年到 2010 年其 theil 系数从 0.166 2 降低到 0.127 6,说明在样本期内中国省级农业机械化效率存在收敛的迹象;从分地区水平来看,西部地区的区域内差距明显大于东、中部地区的区域内差距,同时 3 大地区的区域内差距从 1998 年到 2010 年有逐年下降的趋势,从而说明 3 大地区的农业机械化效率存在收敛迹象。从区域差距的构成来看,组内差距对总差距的贡献最大,但是组内差距在样本期内的贡献从 1998 年到 2010 年逐年降低,而组间差距则逐渐扩大,从而说明总差距的降低主要来自于组内差距的降低,并且进一步的收敛迹象主要归功于 3 大地区区域内差距的降低。

表 2 中国农业机械化效率的区域差异性分析

年份	东部地区	中部地区	西部地区	全国	组内差距	组间差距
1998	0.153 8	0.154 9	0.186 3	0.166 2	0.165 2	0.001 0
1999	0.174 0	0.167 4	0.206 5	0.185 0	0.183 4	0.001 6
2000	0.172 5	0.098 4	0.154 2	0.154 2	0.150 1	0.004 1
2001	0.153 6	0.112 8	0.125 9	0.143 1	0.135 7	0.007 4
2002	0.154 0	0.120 3	0.117 9	0.147 6	0.134 4	0.013 2
2003	0.136 6	0.118 9	0.129 4	0.152 8	0.130 8	0.022 0
2004	0.119 4	0.148 2	0.099 9	0.136 6	0.117 1	0.019 5
2005	0.118 8	0.130 8	0.084 0	0.133 3	0.107 9	0.025 4
2006	0.111 9	0.129 8	0.075 8	0.120 6	0.102 3	0.018 2
2007	0.100 5	0.169 8	0.090 1	0.125 0	0.109 5	0.015 4
2008	0.087 6	0.137 1	0.090 1	0.115 8	0.097 3	0.018 5
2009	0.083 9	0.075 0	0.082 6	0.110 5	0.082 0	0.028 5
2010	0.093 9	0.070 3	0.097 2	0.127 6	0.091 6	0.036 0

5 结论

本研究从生产距离函数的角度出发,构建了农业机械化效率指标,其采用在农业生产过程中最优的农业机械投入量与实际农业机械投入量的比值来进行表述,从而能够降低劳动、土地等农业投入要素变动对农业机械化效率的影响。在农业机械化效率的基础上,利用中国 1998 年到 2010 年中国 31 个省份的数据进行实证研究发现:(1)中国农业机械化效率处于较低的水平,其中西部地区最高,东部地区次之,而中部地区最低;(2)农业机械化效率在 2000 年之后有一定程度的改善,但是改善的幅度较小,农业机械投入仍然存在帕累托改进的空间;(3)中国农业机械化效率存在较大的区域差距,但是其差距正在逐步降低,在全国范围内存在收敛的迹象;(4)在中国过去的农业机械化进程中存在农业机械的粗放型投入的特征,从而忽略了农业机械的集约化使用,并导致了农业机械化效率不高,农业机械化对农业生产的促进效应并没有得到充分的发挥。中国在促进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。

参考文献:

- [1] 亢霞,刘秀梅. 我国粮食生产的技术效率分析——基于随机前沿分析方法[J]. 农业技术经济,2005(4):25-32.
- [2] 姚鸿雁,叶连松,朱启贵. 我国农机化运营效率的数据包络分析[J]. 安徽农业科学,2007,35(2):616-617.
- [3] 曹阳,胡继亮. 中国土地家庭承包制度下的农业机械化——基于中国 17 省(市、区)的调查数据[J]. 中国农村经济,2010(10):57-65.
- [4] 冯小明,张宗益,康继军. 我国农业机械化进程中能源效率的影响因素研究[J]. 软科学,2012,26(3):51-56.
- [5] 李卫,薛彩霞,朱瑞祥,等. 基于前沿面理论的中国农业机械生产配置效率分析[J]. 农业工程学报,2012,28(3):38-43.
- [6] 李谷成,冯中朝. 中国农业全要素生产率增长:技术推进抑或效率驱动——一项基于随机前沿生产函数的行业比较研究[J]. 农业技术经济,2010(5):4-14.
- [7] 刘渝,杜江,张俊飏. 湖北省农业水资源利用效率评价[J]. 中国人口·资源与环境,2007,17(6):60-65.
- [8] 王学渊,赵连阁. 中国农业用水效率及影响因素——基于 1997—2006 年省区面板数据的 SFA 分析[J]. 农业经济问题,2008,29(3):10-18.
- [9] 杨俊,陈怡. 基于环境因素的中国农业生产率增长研究[J]. 中国人口·资源与环境,2011,21(6):153-157.
- [10] Fare R, Grosskopf S. Modeling undesirable factors in efficiency evaluation; Comment[J]. European Journal of Operational Research, 2004,157:242-245.
- [11] Tone K. A slacks-based measure of efficiency in data envelopment analysis[J]. European Journal of Operational Research,2001,130:498-509.
- [12] Charnes A, Cooper W, Golany B, et al. Foundations of data envelopment analysis for Pareto-Koopmans efficient empirical production functions[J]. Journal of Econometrics,1985,30:91-107.
- [13] Charnes A, Cooper W W, Rhodes E. Measuring the efficiency of decision making units[J]. European Journal of Operational Research, 1978,6:429-444.