

我国省市区农业机械化生产效率测度分析 —基于Bootstrap修正的三阶段DEA模型

刘宏笪^{1,2}, 张济建^{3*}

(1. 上海大学管理学院, 上海 200444; 2. 江苏大学管理学院, 江苏 镇江 212013; 3. 江苏大学财经学院, 江苏 镇江 212013)

摘要:在乡村振兴战略实施的关键时期, 农业机械化发展为农业升级转型、乡村高效建设提供不竭动力。本文基于三阶段DEA与bootstrapped修正方法, 对2016年我国31个主要省市区的农业机械化生产效率进行测度。研究表明: 剔除环境因素与随机干扰的影响, 我国整体农机化生产效率仅为0.498, 扭转技术资源冗余和消除城市化进程中的农业矛盾是改变农机化发展不利局面的关键所在。

关键词:农业机械化; 三阶段DEA; Bootstrapped-DEA; 生产效率

中图分类号: F327

文献标识码: A

文章编号: 2096-5877(2020)05-0132-07

Measurement and Analysis of Agricultural Mechanization Production Efficiency in China

—A Three-stage DEA Model Based on Bootstrapped Modifications

LIU Hongda^{1,2}, ZHANG Jijian^{3*}

(1. School of Management, Shanghai University, Shanghai 200444; 2. School of Management, Jiangsu University, Zhenjiang 212013; 3. School of Finance, Jiangsu University, Zhenjiang 212013, China)

Abstract: In the critical period of the implementation of Rural Revitalization Strategy of, the development of agricultural mechanization provides an inexhaustible driving force for the upgrading and transformation, and efficient rural construction. Based on the three-stage DEA and bootstrapped modification methods, this paper measured the agricultural mechanization production efficiency of 31 major provinces in China in 2016. The research shows that: excluding the impact of environmental factors and random interference, the overall agricultural mechanization production efficiency in China is only 0.498. The key to change the adverse situation of agricultural mechanization development is to reverse the redundancy of technical resources and eliminate agricultural contradictions in the process of urbanization.

Key words: Agricultural mechanization; Three-stage DEA; Bootstrapped DEA; The production efficiency

农业机械化是优化农业发展方式、提高农村生产力的重要抓手。随着2020脱贫攻坚战的打响, 优化贫困地区资源禀赋结构、促进农民创收增收、带动多产业融合、满足农业领域深层次需求的关键任务将赋予农业机械化转型更多压力, 如何测度并提高农业机械化的生产效率成为迫在眉睫的难题, 这对于研判农业机械化下一阶段的

发展方向与整体布局具有深远意义。

国内外对“农业效率”的研究较多, 其中以测度生产效率和技术效率两种分析框架为主。尚丽^[1]基于经典DEA模型对陕西粮食生产效率进行测度, 提出农业机械对于粮食生产技术提升的重要贡献; 吴振华等^[2]通过三阶段DEA模型分析河南农业土地生态效率, 强调农业生产中的规模问题; 陈晨等^[3]则分析了安徽省的耕地生产利用效率, 突出资源过剩、劳动力不足带给农业发展的问题。马剑锋等^[4]基于全局DEA方法分析农业用水的技术效率, 强调空间溢出效应对农业用水全局情况的影响; 邓敏慧等^[5]分析了农业科技资源的配置情况, 考察整体资源配置效率的动态演化

收稿日期: 2019-01-16

基金项目: 国家自然科学基金项目(71673117); 国家级大学生创新创业训练计划项目(201710299014Z)

作者简介: 刘宏笪(1996-), 男, 在读硕士, 主要研究方向: 农林经济管理。

通讯作者: 张济建, 男, 博士, 教授, E-mail: jjzhang@ujs.edu.cn

因素,认为我国整体农业技术资源区域特征明显。在农业效率的测度中,不少学者考虑到农业机械化在土地生态、粮食生产、耕地利用评估与技术资源配置中的重要地位,选取了农业机械动力^[1]、机械化程度等指标作为关键投入变量,但少有研究将上述问题综合解析,考虑农业机械化的生产效率以及农业的规模化发展问题,对农机化的发展态势也缺乏量化评价。

针对我国农机化的发展问题,部分学者进行了一定程度的理论探讨。孔祥智等^[6]指出农业经营细碎化时期,农业机械化应当调整自身,因地制宜高效发展;路玉彬等^[7]则基于制度变迁视角,分析农机化发展路径,强调技术和社会融合对农机发展的重要性;焦长权等^[8]整理了农业机械化的革命历程,分析机械化加速的动力机制,强调农机化是工业部门对农业发展的“反哺”。伴随着农机化转型^[9-10]的压力激增,我国农机化的发展是否“高效”,农机化生产与技术、社会环境的关系几何,已成为新时期亟待解决的话题。本文将分析我国农机化生产效率,并就农业机械化的发展环境进行剖析,寻找新环境新时期下农业机械化的发展道路。

1 研究方法和变量选取

1.1 研究方法

三阶段 DEA 是由 Fried 等人基于经典 DEA 模型、结合 SFA 模型测度决策单元效率的新方法^[11],能有效剔除环境变量和随机因素对决策单元效率值的干扰^[12],获得更为真实的效率数据。但三阶段 DEA 模型所得出的效率值仍然存在偏差^[13],无法确认效率值是否具备统计有效性与一致性,通过 DEA 与 Bootstrapped 方法结合,可以进一步优化数据,提高效率估计值的精度。

第一阶段:基础 DEA 模型。农业机械化投入存在一定的可控性,且大部分 DMU 难处于最优的生产规模状态,故本研究选用投入导向的规模收益可变模型,即 DEA-BBC 模型。其模型规划式^[14]如下:

$$\begin{aligned} \min \theta \text{ s.t. } & \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq \theta x_{ik} \quad \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{rj} \leq y_{rj} \quad \sum_{j=1}^n \lambda_j = \theta x_{ik} \\ & \lambda \geq 0 \quad i = 1, 2, \dots, m; \quad r = 1, 2, \dots, q; \quad j = 1, 2, \dots, n \end{aligned} \quad (1)$$

其中, i 表示 DMU 单元的序数, x_{ij} 表示第 i 个决策单元使用了 j 种投入要素,获得了 y_{rj} 产出要素。若 $\theta = 1$, 则表明各决策单元处于效率前沿

面;若 $\theta < 1$, 则处于无效状态。

第二阶段: SFA 模型分析与投入变量调整。第二阶段主要对第一阶段得到的效率值剔除管理无效率、外部干扰和随机影响,以获取更为准确的效率数据。其步骤如下,首先对第一阶段得到的投入变量松弛值进行 SFA 回归分析,解释变量为外部环境变量,公式如下

$$f^n(Z_i; \beta_n) = \beta_0 + \beta_1 Z_1 + \beta_2 Z_2 + \beta_3 Z_3 + \dots + \beta_n Z_n \quad (2)$$

n 为环境变量的个数, β 为 SFA 估计得出的变量系数, Z 为各环境变量。

由各投入要素的松弛值减去公式(2)所得的环境值即为混合误差项。其公式为:

$$\varepsilon_i = S_{ni} - f^n(Z_i; \beta_n) \quad (3)$$

管理无效率的计算公式参考罗登跃^[15]等的模型构建,公式为:

$$E[U_{ni}|V_{ni} + U_{ni}] = \frac{\sigma\lambda}{1 + \lambda^2} \left[\frac{\phi(\frac{\varepsilon_i\lambda}{\sigma})}{\varphi(\frac{\varepsilon_i\lambda}{\sigma})} + \frac{\varepsilon_i\lambda}{\sigma} \right] \quad (4)$$

其中 $\lambda = \frac{\sigma_u}{\sigma_v}$, $\varepsilon_i = v_i + u_i$ 为联合误差项, ϕ 、 φ 为标准正态分布的密度函数及分布函数。具体计算中,由 SFA 回归模型得出 σ^2 、 γ , 通过 $\sigma^2 = \sigma_u^2 + \sigma_v^2$, $\gamma = \frac{\sigma_u^2}{\sigma_u^2 + \sigma_v^2}$ 拆分即可得 σ_u 、 σ_v ; 当 γ 趋近于 1 时,表明管理无效率为效率干扰(偏差)的主导因素。

通过 SFA 回归模型对原始投入进行误差纠偏调整,公式如下:

$$\begin{aligned} X_{ni}^A &= X_{ni} + [\max(f(Z_i; \hat{\beta}_n)) - (f(Z_i; \hat{\beta}_n))] + [\max(v_{ni}) - v_{ni}] \\ & i = 1, 2, \dots, I; \quad n = 1, 2, \dots, N \end{aligned} \quad (5)$$

其中 X_{ni}^A 为修正后的投入值, $\max(f(Z_i; \hat{\beta}_n)) - (f(Z_i; \hat{\beta}_n))$ 为环境因素的修正, $\max(v_{ni}) - v_{ni}$ 为随机扰动的修正。

第三阶段:修正投入值后的 DEA-BBC 模型。将通过公式(5)修正的投入变量与原始产出数据代入 DEA-BBC 模型进行计算,得到剔除管理无效率等影响的精确效率值。

第四阶段: Bootstrapped-DEA。由第二阶段获取调整后的投入值和原始产出作为 Bootstrapped-DEA 的数据,计算得到各样本的效率得分;通过有放回的重复抽样方式,选取一初始样本进行平

滑处理,得到新样本;再利用 Bootstrapped 对初始样本投入值进行调整,代入 DEA 计算效率值,以此重复 N 次,即可得到每个决策单元的 N 个效率得分估计值,明确重复获得的效率值与初始效率值的偏差,得到调整偏差。

1.2 变量选取和数据来源

本文基于生产函数的核心内涵,选取农业机械总动力、农机化从业人员、农机化投入和农机净值作为投入变量,农机经营效益作为产出变量。外生环境变量中,主要考虑农机化推广及应

表 1 农业机械化生产效率评价体系

类型	名称	定义
投入变量	农业机械总动力(万千瓦)	反映当年的农机动力投入使用情况
	农机化从业人员(人)	反映当年农机化劳动要素投入情况
	农机化投入(万元)	反映当年农机化资本要素投入情况
	农业机械固定资产(万元)	反映当年农机化资本要素投入情况
产出变量	农机经营效益(万元)	反映农机化生产产出情况
	生产总值 GDP(亿元)	反映农机化生产经济环境
环境变量	农业专利数(件)	反映农机化生产技术环境
	城镇化率(%)	反映农机化生产社会环境

用过程中无法主观控制的变量,且这些变量对农机化本身起到重要的影响作用。环境变量中,本文选取地域 GDP、农业专利数和城镇化率作为外生变量。数据来源于 2017 年《中国农业机械工业年鉴》《中国统计年鉴》和布瑞克农业数据库(表 1)。

2 实证分析

2.1 一阶段分析

以 Deap 2.1 软件计算 2016 年全国 31 个省市自治区农机化生产效率值。从纯技术效率来看,北京、上海、安徽、湖南、广西、海南、西藏、青海处于纯技术效率前沿面;技术效率方面,仅安徽、湖南和广西三省达到技术进步状态,江苏、浙江、福

表 2 第一阶段省市区农机化生产效率情况

省份	技术效率	纯技术效率	规模效率	规模报酬变化	省份	技术效率	纯技术效率	规模效率	规模报酬变化
北京	0.373	1	0.373	Irs 递增	湖北	0.695	0.707	0.983	Irs 递增
天津	0.287	0.678	0.424	Irs 递增	湖南	1	1	1	- 不变
河北	0.401	0.403	0.994	Irs 递增	广东	0.73	0.761	0.959	Irs 递增
山西	0.443	0.484	0.915	Irs 递增	广西	1	1	1	- 不变
内蒙古	0.528	0.553	0.956	Irs 递增	海南	0.946	1	0.946	Irs 递增
辽宁	0.464	0.494	0.939	Irs 递增	重庆	0.62	0.686	0.904	Irs 递增
吉林	0.490	0.507	0.967	Irs 递增	四川	0.584	0.601	0.971	Irs 递增
黑龙江	0.495	0.507	0.976	Irs 递增	贵州	0.334	0.486	0.687	Irs 递增
上海	0.232	1	0.232	Irs 递增	云南	0.411	0.452	0.909	Irs 递增
江苏	0.601	0.608	0.989	Irs 递增	西藏	0.093	1	0.093	Irs 递增
浙江	0.644	0.679	0.949	Irs 递增	陕西	0.433	0.464	0.933	Irs 递增
安徽	1	1	1	- 不变	甘肃	0.433	0.507	0.854	Irs 递增
福建	0.709	0.801	0.885	Irs 递增	青海	0.256	1	0.256	Irs 递增
江西	0.695	0.719	0.967	Irs 递增	宁夏	0.517	0.725	0.713	Irs 递增
山东	0.477	0.509	0.937	Drs 递减	新疆	0.714	0.740	0.965	Irs 递增
河南	0.379	0.380	0.997	Irs 递增	均值	0.548	0.692	0.828	

建、江西、湖北、广东、海南、四川、新疆技术效率值处于平均水平之上;规模效率中,仅安徽、湖南和广西达到最佳生产规模的前沿面,生产效率最佳(表 2)。

2.2 二阶段分析

以各投入变量的松弛值做为被解释变量、环境变量为解释变量,通过 Frontier 4.1 软件进行 SFA 回归计算,结果见表 3。

由表 3 可知,模型单边似然比检验通过,可以进行 SFA 回归分析。sigma-squared 值较大,说明

表3 SFA 回归结果

	农业机械总动力松弛变量	农机化从业人员松弛变量	农机化投入松弛变量	农机固定资产松弛变量
常量	639.67***	408.68***	1171.64***	29.99***
生产总值GDP	0.13**	0.02***	1.56***	0.00***
农业专利	-0.07*	-0.01*	-1.75*	0.00***
城镇化率	-16.80*	-17.95**	-2987.85***	-2.12***
sigma-squared	399 844.10***	276 280.20***	420 142.00***	27 084.32***
gamma	0.99***	0.98***	0.97***	1.00***
单边检验	10.6	9.6	8.1	12.1

注:*,**,***分别表示在10%,5%,1%水平下显著

管理无效率占据了误差的主导影响。农业专利和城镇化率对各投入松弛值的回归系数均为负。在技术环境良好的情况下,科技资源没有得到有效配置或倾向于农机方面的技术支持较少,使农机

化生产出现投入冗余情况。城镇化率方面,过高的城镇化水平压缩了土地资源,使农机化运用支出投入更高。从经济环境来看,良好的经济环境助推农机的快速研发、生产,降低农机零配件的

表4 第三阶段省市区农机化生产效率情况

省份	新技术效率	新纯技术效率	新规模效率	规模报酬	省份	新技术效率	新纯技术效率	新规模效率	规模报酬
北京	0.030	0.833	0.036	Irs 递增	湖北	0.755	0.781	0.965	Irs 递增
天津	0.069	0.730	0.094	Irs 递增	湖南	1	1	1	- 不变
河北	0.672	0.760	0.885	Irs 递增	广东	1	1	1	- 不变
山西	0.321	0.606	0.530	Irs 递增	广西	1	1	1	- 不变
内蒙古	0.506	0.603	0.839	Irs 递增	海南	0.238	0.798	0.298	Irs 递增
辽宁	0.368	0.552	0.667	Irs 递增	重庆	0.386	0.685	0.563	Irs 递增
吉林	0.437	0.512	0.853	Irs 递增	四川	0.675	0.731	0.923	Irs 递增
黑龙江	0.650	0.716	0.908	Irs 递增	贵州	0.249	0.807	0.308	Irs 递增
上海	0.016	0.773	0.020	Irs 递增	云南	0.501	0.594	0.844	Irs 递增
江苏	0.879	0.940	0.935	Irs 递增	西藏	0.019	1	0.019	Irs 递增
浙江	0.624	0.666	0.936	Irs 递增	陕西	0.388	0.600	0.647	Irs 递增
安徽	1	1	1	- 不变	甘肃	0.316	0.693	0.456	Irs 递增
福建	0.497	0.784	0.634	Irs 递增	青海	0.059	0.891	0.067	Irs 递增
江西	0.560	0.641	0.874	Irs 递增	宁夏	0.161	0.738	0.218	Irs 递增
山东	0.839	0.864	0.970	Drs 递增	新疆	0.444	0.508	0.874	Irs 递增
河南	0.794	0.858	0.926	Irs 递增	均值	0.498	0.763	0.655	

资源周转周期,大大提高农机普及效率。

2.3 三阶段分析

通过SFA调整后,基于Deap 2.1软件重新计算各省份的农机化生产效率情况,结果见表4。

由表4可见,环境因素对各省的农机生产效率产生了干扰。(1)新技术效率方面,安徽、湖南和广西依旧处于生产前沿面,效率最优且未受外部因素影响;河北、黑龙江、江苏、山东、河南、湖北、广东、四川、云南地区的生产效率经三阶段修正后不降反增,且增幅在15%以上,这些地区都是经济表现较为卓越的农业大省,经济、技术和社会因素的施加使真实生产效率被“掩盖”,在良

好的外部环境条件下,产业表现同外部资源较差的省份相差不大,因而生产效率被“认定”为落后层次;当剔除外部影响后,效率得以恢复。以北京、天津和上海为代表的省市区则出现技术效率的大幅调低,降低幅度在55%以上,其中京津沪藏青五个地区的新技术效率几近为0,原因则是这些地区农机投入较少,整体投入量不足其他省份的10%,几乎少了一个量级,因而较于效率前沿面相比几乎处于无效或技术退步状态。整体而言,新技术效率降低了9.12%。(2)新纯技术效率方面,整体均值提升了10.26%。表明外部环境对新纯技术效率方面产生抑制效果。随着全面布局

的优势进一步体现,国家对农机化的统筹安排也更为流畅,且随着资金和劳动力等生产要素的充沛,农机生产效率的进步是显然且必然的,只不过由于社会环境的进步更为显著,从而分流了诸多有效资源,掩盖了新纯技术效率的真实数值。除安徽、湖南、广西和西藏依旧处于效率进步状态外,广东也表现出技术效率的稳步增长;除北京、上海、浙江、福建、江西、海南、青海和新疆有一定程度的下滑外,其余省份的新纯技术效率均有不同程度的提升。(3)新规模效率整体下降了20.89%,广东的新规模效率提升至1,和安徽、湖南和广西一起成为农机化生产的最优省份。除山东外,其余省市的新规模效率均有所下调。由此可见,环境因素主要通过制约农机化生产的新规模效应影响了整体的生产效率,这基本符合我国城镇化趋势与农业规模集约经营的矛盾现状。重新布局 and 经营大型农场,促成农机的统一运用,才能大大提高农机化生产效率并剪除不必要的投入。北京、天津、上海等高度城市化的地区农机化生产规模效率极低,难以实现规模效应,即便这些地区凭借雄厚的经济实力积累了科技力量,不断拔高新纯技术效率,最终也难以提升整体效率。打破无序散化的经营桎梏、实现规模化经营才是推动农机化高效生产的关键所在。

整体效率分布而言,可将31个主要省市区大体分为四类:

(1)农业薄弱且农机化程度较低的地区,主要是北京、天津、上海、海南、重庆、西藏、青海、贵州、新疆,其中京津沪渝四大直辖市高度城市化挤占农村用地,难以形成规模经营导致农机化生

产效率低下;海南、贵州、西藏、青海和新疆经济环境较差、难以腾挪充足的资金空间推动农机化转型,其次这些地区土地较贫瘠难以有效开垦,不具备大规模农业经营的条件。由于新疆早期投入大量的人力、物力进行机械化农业经营,获得了较好的发展成效,但在规模化经营中受投入限制,表现为效率略低。

(2)农业发展领先、农机化程度较高的地区,主要是河北、内蒙古、黑龙江、浙江、河南、湖北、四川、云南,该类地区是我国主要的产粮区,农业资源和条件极为丰厚,形成了一定的农业规模效应。但该类地区经济程度处于全国平均水平,因而农机化转型过程中受到一定的限制,整体效率只能处于中游水平。

(3)农业基础尚可、农机化稳步推进的地区,主要是山西、辽宁、吉林、福建、江西、山西、甘肃地区。该地区农机化的三大效率均处于均值水平,外部环境条件也不够出色,是下阶段我国农机化转型的重要发展区域。

(4)即农机化深度转型的示范地区,主要为江苏、安徽、湖南、广东、广西等省。江苏、广东凭借卓越的经济支撑,大力推广农机化发展,成效卓越;安徽、湖南农业基础稳定,政府、农民高度重视农业发展,稳定农机投入,因而保持在农机效率的前沿面;广西由于自身山地广阔的地域限制,较早考虑到农机化转型问题,在有限的耕地上极力推广农机应用,并保持年均2%以上的机械化水平增幅,由此实现农机化生产效率的最优。

2.4 四阶段—Bootstrapped分析

表5 修正后农机化生产纯技术效率值估算情况

省份	bootstrapped 效率值	偏差	偏差方差	置信区间下界	置信区间上界
北京	0.768	0.065	0.034	0.721	0.861
天津	0.663	0.067	0.032	0.613	0.745
河北	0.686	0.074	0.039	0.630	0.772
山西	0.541	0.065	0.035	0.489	0.618
内蒙古	0.538	0.065	0.045	0.485	0.637
辽宁	0.489	0.063	0.036	0.439	0.564
吉林	0.445	0.067	0.046	0.389	0.549
黑龙江	0.645	0.071	0.039	0.594	0.757
上海	0.692	0.081	0.037	0.628	0.762
江苏	0.805	0.135	0.080	0.693	0.985
浙江	0.544	0.122	0.084	0.437	0.721
安徽	0.627	0.373	0.242	0.289	1.297
福建	0.684	0.100	0.061	0.602	0.832

续表 5

省份	bootstrapped 效率值	偏差	偏差方差	置信区间下界	置信区间上界
江西	0.542	0.099	0.054	0.459	0.641
山东	0.660	0.204	0.156	0.485	1.023
河南	0.763	0.095	0.059	0.695	0.917
湖北	0.650	0.131	0.071	0.551	0.772
湖南	0.620	0.380	0.257	0.268	1.117
广东	0.617	0.383	0.284	0.257	1.209
广西	0.648	0.352	0.212	0.328	1.050
海南	0.644	0.154	0.084	0.508	0.826
重庆	0.607	0.078	0.041	0.547	0.691
四川	0.621	0.110	0.064	0.530	0.754
贵州	0.728	0.079	0.036	0.671	0.833
云南	0.497	0.097	0.063	0.414	0.614
西藏	0.620	0.380	0.198	0.266	0.956
陕西	0.528	0.072	0.038	0.473	0.609
甘肃	0.632	0.061	0.032	0.589	0.697
青海	0.757	0.134	0.092	0.643	0.979
宁夏	0.627	0.111	0.047	0.551	0.726
新疆	0.425	0.083	0.050	0.351	0.526
均值	0.623	—	—	—	—

注: bootstrapped 效率值为修正后纯技术效率的估算值,由表 4 中的新纯技术效率值减去偏差得到;偏差为修正后 DEA 的偏差估计量;其中置信区间上下界为 95% 的 Bootstrapped 置信水平下得到

Bootstrapped 修正主要剔除随机误差的影响,是对 SFA 回归模型的二次优化。从影响来看,Bootstrapped-DEA 主要对纯技术效率进行了调整,见表 5。

通过 Bootstrapped 修正后可见:整体估算结果信度较高,在剔除非效率因素(偏差)后,各省纯技术效率均有所降低,较三阶段和原始模型结果分别下降了 0.140、0.069,即排除随机干扰和环境变量的影响,整体可平均减少 18.35% 的投入量,以达到最为高效的生产模式。

3 结论与建议

通过三阶段 DEA 与 Bootstrapped 的双重修正,剔除外界影响和随机干扰,对 2016 年我国 31 个主要省市区的农机化生产效率进行了详细评估,并得出主要结论:

在保持现有投入水平的情况下,通过提高管理效率可提升农机化产出水平 18.35%;隔绝外部环境干扰可提升技术效率 9.12%、技术进步率 10.26% 和规模效率 20.89%。基于目前的农机化生产水平,大部分省市区处于规模递增阶段,各

地投入比例不当、冗余资源较多形成低效或无效生产。31 个主要省市区依据农业和农机发展情况大体可分为四类地区,其中北京等地为农业、农机双弱区;河北等地为农业、农机发展双优地区;吉林等地基于较优的农业基础,稳步进行农机化推广;广东等地为农机和农业发展的典型示范区。

结合本文结论,提出以下建议:一是实现技术创新与农机化的协同发展,通过优化农装全产业链布局与关键零部件技术突破,减少技术资源的无端消耗与冗余,使技术成为推动农机化生产的正向力量;二是建设高效农机应用示范区,提高农机化技术的推广能力,在全社会全领域形成农机化的正向氛围;三是缓解城镇化发展对农机化转型的矛盾,强调基层农村组织、农机化服务组织的服务能力,努力协调两者间的发展冲突;四是完善各村各镇的农机配套设施,实现农机装备的流动性,以空间互动弥补规模集成的缺失,通过各村镇的机械互通互助,变向实现连动式农业规模经营,提高农机化生产效率;五是强化农机化管理人才队伍建设,剪除农机化发展的管理无效率和投入冗余情况,以科学发展、理性管理的态

度调整农机化发展模式;六是因地制宜稳步推进农机化发展,在毗邻区域合作发展上寻求突破,

- [1] 尚 丽.基于DEA模型的陕西省粮食生产效率评价及影响因素研究[J].东北农业科学,2018,43(5):47-54.
- [2] 吴振华,雷 琳.基于三阶段DEA模型的农业土地生态效率研究—以河南省为例[J].生态经济,2018,34(10):76-80.
- [3] 陈 晨,伍国勇.基于四阶段DEA的安徽省耕地利用效率分析[J].水土保持通报,2018,38(4):288-294.
- [4] 马剑锋,佟金萍,王慧敏,等.长江经济带农业用水全局技术效率的空间效应研究[J].长江流域资源与环境,2018,27(12):2757-2765.
- [5] 邓敏慧,杨传喜.基于超效率DEA模型的中国农业科技资源配置效率动态演化研究[J].中国农业资源与区划,2017,38(11):61-66.
- [6] 孔祥智,周 振,路玉彬.我国农业机械化道路探索与政策建议[J].经济纵横,2015(7):65-72.
- [7] 路玉彬,周 振,张祚本,等.改革开放40年农业机械化发展与制度变迁[J].西北农林科技大学学报(社会科学版),2018,18(6):18-25.

强化分工、协作与交流,实现深层次的互利共赢。

参考文献:

- [8] 焦长权,董磊明.从“过密化”到“机械化”:中国农业机械化革命的历程、动力和影响(1980~2015年)[J].管理世界,2018,34(10):173-190.
- [9] 沈海波,徐世艳,刘志全,等.吉林省玉米机械化生产现状及发展途径探讨[J].吉林农业科学,2010,35(5):46-49.
- [10] 李 军,韩成伟.浅析农业结构调整与农机化发展[J].吉林农业科学,2004,29(6):51-53.
- [11] Fried H O, Lovell C A K, Schmidt S S, et al. Accounting for environmental effects and statistical noise in data envelopment analysis[J]. Journal of Productivity Analysis, 2002(17): 157-174.
- [12] 李 然,冯中朝.环境效应和随机误差的农户家庭经营技术效率分析—基于三阶段DEA模型和我国农户的微观数据[J].财经研究,2009,35(9):92-102.
- [13] 全 林,罗洪浪.基于Bootstrap方法数据包络分析的回归分析[J].上海交通大学学报,2005(10):1652-1655.
- [14] 成 刚.数据包络分析方法与MaxDEA软件[M].北京:知识产权出版社,2014:18-20.

半机械化自动播种,使得漏栽率、(下转第138页)(上接第106页)重播率低,具有连续、高速、高效的特点。(2)技术先进,传统的种植方式是采用整根甘蔗顺沟重叠方式播种,既浪费蔗种又对后期人工间苗增加强度。本机械既可以减少种苗的数量、又可以精确地确定种苗间的距离,弥补人工种植时浪费种苗、生产效率低、劳动强度大等缺点。(3)工作性能稳定,噪音小,坚固耐用,设计的全部工件严格按照国家标准生产制造,使用寿命长。

5 结 论

链板式甘蔗精量排种器通过刮板升运链的提升,倾斜式推送链的横向推送,毛刷式压制器的摆种、精种和布料器的送种等运动组合,实现了甘蔗种块的单粒精播,突破了甘蔗机械化精量播种的技术难题,填补了相关设备的空白,经试验已达相关测试指标。

本发明适用于平整及缓坡地块的甘蔗种植。与传统的人工作业方式相比,能够提高效率、节约人工、减轻劳动强度、降低作业成本。

参考文献:

- [1] 刘文亮,刘 枫,文正彪,等.预切式蔗种的基本参数试验测定与研究[J].东北农业科学,2020,45(3):115-118.
- [2] 刘福鹏,曲文利,房海悦,等.玉米茎粗Meta-QTL及候选基因分析[J].东北农业科学,2019,44(5):30-33.
- [3] 李 明,田洪春,黄智刚.我国甘蔗产业发展现状研究[J].中国糖料,2017,39(1):67-70.
- [4] 彭明戈,陈星富,陈润忠.甘蔗收获机收割现状及发展对策初探[J].农业研究与应用,2013(4):63-65.
- [5] 莫建霖,刘庆庭.我国甘蔗收获机械化技术探讨[J].农机化研究,2013,35(3):12-18.
- [6] 何礼新,伍勤忠.蔗糖业应在稳定中发展[J].广西农学报,2003(3):35-38.
- [7] 管荣根,顾 玲,张瑞宏.链板式连续输送机械的输送条件及其影响因素[J].起重运输机械,2005(3):51-54.
- [8] 李立荣.链板式输送机的技术改造分析[J].化工管理,2015(23):161.
- [9] 高秀华,于亚平,黄大巍.链板式输送机的设计计算[J].起重运输机械,2006(5):11-14.
- [10] 金 梅,张文毅.链板式水稻直播精量排种器的研发[J].农机化研究,2015,37(7):119-122.
- [11] 孙传祝,王相友.链板式输送带刮料装置的改进设计[J].农产品加工(学刊),2008(2):90-93.
- [12] 关建行.链板式红枣自动去核机关键零部件的优化设计[D].泰安:山东农业大学,2015.

(责任编辑:刘洪霞)