

# 乡村振兴背景下农业龙头企业技术创新效率研究

## ——基于六盘水 21 家样本企业的实证分析<sup>1</sup>

龙怀航 李萍 畅叶凡

(北京农学院经济管理学院, 北京 102206)

**【摘要】**:基于 DEA 模型结合 Malmquist 指数方法,利用 2018—2020 年期间六盘水市农业三大产业猕猴桃、刺梨、茶叶中的 21 家省级以上农业龙头企业的农业投入与产出数据,对 21 家企业的综合技术效率、纯技术效率、规模效率及全要素生产率进行解析,探究影响六盘水市农业三大产业技术创新效率的因素。结果表明:六盘水市 21 家农业龙头企业的技术创新效率较低,主要受限于纯技术效率;技术进步率显著影响着全要素生产率,三大产业均属于技术推动创新绩效型。因此,为有效提高产业技术创新效率,必须以重塑创新格局提升技术进步率。

**【关键词】**:乡村振兴;技术创新;DEA 模型;Malmquist 指数

### 0 引言

2022 年中央一号文件指出,加快推进乡村振兴进程,大力发展县域富民产业。鼓励各地培育优势特色农业产业集群,抓紧抓实将农业龙头企业做强做大,进一步形成“一县一业”发展格局。基于此,六盘水市不断优化农业产业结构、加速农业产业转型,通过创新经营模式、攻克核心技术难题等方式,着力发展猕猴桃、刺梨、茶叶为代表的“凉都三宝”农业特色优势产业。其中猕猴桃产业现有基地 21.8 万亩,年产量超过 3 万吨,培育与引进知名企业和合作社 56 家;刺梨产业种植面积超过 117.56 万亩,年产量达 6 万吨,有农民专业合作社 438 个,带动农户超过 52 万人;茶叶种植面积超过 31 万亩,年产近万吨。在乡村振兴的新形势下,全市农业龙头企业应加快技术创新研发、新产品精深加工、延长产业链条、提高农产品加工转化率,实现全要素生产率的提升。

### 1 相关研究文献述评

农业企业技术创新效率是衡量农业企业技术创新过程中有效产出与投入之比的重要指标,农业企业技术创新水平的提升为乡村振兴高质量发展注入新动能。商漱莹等(2020)指出现阶段提高农业企业技术创新效率,加强技术创新管理是我国加快现代农业建设的必由之路<sup>[1]</sup>。现代农业体系主要由农业龙头企业与农户共同构建,农业龙头企业为农户提供专业的技术支撑和充裕的资金支持,农户提供基本的农业生产资料。郭永田(2018)提出以科技为支撑,提高农业全要素生产率、农业综合效益和产业竞争力是传统农业走向现代农业的必由之路<sup>[2]</sup>。由上述可知,提升农业企业技术创新效率、增强企业内生动力、促进农业龙头企业做强做大,是加快推进农业现代化发展,实施乡村振兴战略目标的有效途径。近年来已有不少专家学者从不同视角运用不同方

<sup>1</sup> **基金项目**:北京市社会科学基金项目——“北京农业科技型企业技术轨道形成及其对创新模式演化的影响研究”(项目编号:18GLB011;项目负责人:李萍)成果之一。

**作者简介**:龙怀航,北京农学院经济管理学院硕士研究生,研究方向:技术创新管理、农业企业管理;李萍(通信作者),管理学博士,北京农学院经济管理学院副教授、硕士生导师,研究方向:技术创新管理、农业技术经济、农业企业管理;畅叶凡,北京农学院经济管理学院硕士研究生,研究方向:技术创新管理。

法测算农业龙头企业的生产效率，如张明林等(2016)采用 DEA-Tobit 分析法测算政府政策对江西省 26 家龙头企业生产效率的影响，结果显示贴息贷款和税收减免等政策有利于提升企业生产效率<sup>[3]</sup>。陈燕翎等(2017)通过 DEA-Malmquist 指数法测算福建省龙头企业的生产效率，得出研发投入与行业规模对全要素生产率影响显著<sup>[4]</sup>。董明涛(2014)利用 DEA 模型对我国大部分地区的农业技术创新效率进行研究，结果表明各地区配置效率差距很大。政府支持力度、农村发展水平对农业技术创新效率具有显著的正向影响[5]。

综上，现有文献主要研究农业企业技术创新效率的整体情况，但对不同产业技术创新效率的对比研究还比较少。因此，本文在相关学者研究的基础上，利用 DEA 模型和 Malmquist 指数法测算六盘水市 21 家省级以上农业龙头企业 2018—2020 年间的技术创新效率，探究农业龙头企业技术创新效率的关键影响因素。

## 2 研究方法数据来源

### 2.1 DEA 模型

DEA 模型分析法是数据包络分析法(Data Envelopment Analysis)的简称，该方法的基础是评价“效率”问题。运算过程不需要知道具体的生产函数，通过运筹学中的数学规划和统计学中的决策单元(DMU)为基础同时对多投入、多产出的有效性进行评价。本文从六盘水市 21 家农业龙头企业 2018—2020 年间的综合技术效率(TE)、纯技术效率(PTE)、规模效率(SE)等 3 个方面，运用 DEA 模型分析法对 21 家农业龙头企业的创新绩效进行评价，找出影响创新绩效的关键因素。

根据 DEA 模型分析法，假设有  $t$  个决策单元(DMU)，每个 DMU 都有  $m$  个投入变量和  $n$  个产出变量，其中各变量的定义如下文所示。

$x_{ij}(i=1, \dots, m; j=1, \dots, n)$  表示第  $j$  个 DMU 的第  $i$  种投入量， $yr_j(r=1, \dots, s; j=1, \dots, n)$  表示第  $j$  个 DMU 的第  $r$  种产出量。

$v_i(i=1, \dots, m)$  表示第  $i$  种投入的权值； $u_r(r=1, \dots, s)$  表示第  $r$  种产出的权值。

通过线性规划理论基础可以得到对偶模型，从而延伸出投入、产出松弛变量  $S^-$  和  $S^+$ ，且  $S^- \geq 0, S^+ \geq 0$ ，具体模型定义见式(1)。

$$\text{s. t. } \begin{cases} \sum_{j=1}^t X_j \lambda_j + S^- = \theta X_0 \\ \sum_{j=1}^t X_j \lambda_j - S^+ = Y_0 \\ \lambda_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, t \\ S^-, S^+ \geq 0 \end{cases} \quad (1)$$

其中  $\theta$  无约束， $\theta$  为第  $i$  个 DMU 的技术效率值，满足  $0 \leq \theta \leq 1$ 。当  $\theta = 1$  时，称 DEA 有效，即在此投入的基础上产出达到最优。当  $\theta < 1$  时，称 DEA 非有效，即在此投入的基础上产出未达到最优。

### 2.2 Malmquist 指数模型

Malmquist 指数模型是一种衡量多投入、多产出的非参数效率评价法。相较于只能测量静态效率的 DEA 模型而言, Malmquist 指数可以动态反映六盘水市 21 家农业龙头企业在 2018—2020 年间的技术创新效率的纵向变化情况, 解释效率变化的动态特征。假设  $t$  时期和  $t+1$  时期的输出函数分别为  $D_t$  和  $D_{t+1}$ , 投入和产出向量分别为  $(X_t, Y_t)$  和  $(X_{t+1}, Y_{t+1})$ , 则  $t$  到  $t+1$  时期的 Malmquist 指数表达式为:

$$M(X^{t+1}, Y^{t+1}, X^t, Y^t) = \left[ \frac{D^t(X^{t+1}, Y^{t+1})}{D^t(X^t, Y^t)} \times \frac{D^{t+1}(X^{t+1}, Y^{t+1})}{D^{t+1}(X^t, Y^t)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

在式(2)中, 当  $M < 1$  时, 表明从  $t$  到  $t+1$  时期全要素生产率降低; 当  $M = 1$  时, 表明从  $t$  到  $t+1$  时期全要素生产率不变; 当  $M > 1$  时, 表明从  $t$  到  $t+1$  时期全要素生产率提高。

此外, Malmquist 指数还可分解为 EFC 指数和 TEC 指数, 其表达式分别为式(3)至式(5)。

$$EFC = \frac{D^t(X^{t+1}, Y^{t+1})}{D^t(X^t, Y^t)} \quad (3)$$

$$TEC = \left[ \frac{D^t(X^{t+1}, Y^{t+1})}{D^{t+1}(X^{t+1}, Y^{t+1})} \times \frac{D^t(X^t, Y^t)}{D^{t+1}(X^t, Y^t)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (4)$$

$$M(X^{t+1}, Y^{t+1}, X^t, Y^t) = EFC \times TEC \quad (5)$$

其中,  $M$  表示全要素生产率,  $EFC$  表示综合技术效率,  $TEC$  表示技术进步率。综合技术效率和技术进步率的乘积  $EFC \times TEC$  表示全要素生产率。当  $EFC < 1$  时, 表明企业技术效率相比上一期有所降低; 当  $EFC = 1$  时, 表明企业技术效率不变; 当  $EFC > 1$  时, 表明企业技术效率相比上一期得到提高。当  $TEC < 1$  时, 表明技术衰退, 企业的技术发展滞后; 当  $TEC = 1$  时, 表明技术不变, 企业的技术创新水平停滞不前; 当  $TEC > 1$  时, 表明技术进步, 企业的技术创新效率高。

### 2.3 数据来源与指标选取

六盘水市共有市级以上农业龙头企业 167 家、其中省级农业龙头企业 97 家、国家级农业龙头企业 2 家。本文数据来源于 2021 年 9 月到 12 月在六盘水市所管辖的六枝特区、盘州市、水城区、钟山区等 4 个(区、市)从事猕猴桃、刺梨、茶叶三大特色优势产业种植、加工且连续三年荣获省级以上龙头企业称号的 21 家企业进行调研所得。调研主体包括猕猴桃企业 13 家、刺梨企业 2 家、茶叶企业 6 家, 其中刺梨企业有一家为国家级龙头企业。

借鉴农业龙头企业的投入与产出指标的相关研究, 如张宇等(2013)将企业种植面积、原材料购买值、企业总资产、员工人数作为投入指标; 销售收入和利润、带动农户数量作为产出指标<sup>[6]</sup>。唐衡等(2019)从物力、人力、资本三方面将企业固定资产、员工人数作为投入指标; 主营业务收入和销售净利润作为产出指标<sup>[7]</sup>。崔宝玉等(2015)将企业总资产、员工人数、营业成本、研发投入作为投入指标; 销售收入、销售利润、企业税收、带动农户数量作为产出指标<sup>[8]</sup>。

依据相关学者对农业龙头企业技术创新效率评价投入与产出指标的研究，结合对六盘水市农业龙头企业调研数据的具体情况，本文将固定资产、员工人数作为研究的投入指标；销售收入、带动农户人数作为研究的产出指标。固定资本(百万元)：由于无法直接度量资本对农业龙头企业增长实际提供的服务量，因此用资本存量代表公司的资本投入。员工人数(人)：企业员工人数可以反映企业规模。销售收入(百万元)：反映企业的销售产值的情况，在一定程度上代表公司在整个行业所占的市场份额及地位。带动农户数量(百人)：农业龙头企业是对农户经济收益有带动作用的经营主体，计算农业龙头企业带动农户数量是其重要的衡量指标。表1为21家农业龙头企业投入与产出的基本情况。

表1 2018—2020年21家企业变量的描述性统计结果

	平均值	标准差	最大值	最小值
固定资产(百万元)	19.14	38.67	270.14	0.34
员工人数(人)	39.00	37.90	200.00	3.00
销售收入(百万元)	9.87	26.93	168.33	0.32
带动农户人数(百人)	227.93	925.37	5 200.00	0.03

### 3 实证检验与结果分析

#### 3.1 创新绩效静态分析

本文选用DEA模型中规模报酬可变的BCC模型对六盘水市21家省级以上农业龙头企业进行技术创新绩效分析。其中综合技术效率是对21家农业龙头企业资源的配置能力和使用效率等多方面的能力进行综合评价的指标；纯技术效率反映21家农业龙头企业在最优规模时投入要素的生产效率，主要受企业的组织管理能力和现有技术等因素的影响；规模效率反映的是实际生产规模与最优生产规模间的差距。调研样本1—13为猕猴桃企业，14—15为刺梨企业，16—21为茶叶企业。在规模效益中drs表示增加的产量小于增加的全要素投入、irs表示增加的产量大于增加的全要素投入。21家样本企业的综合技术效率及分解指标计算结果详见表2，变动情况见表3。

表2 21家农业龙头企业的综合技术效率及分解指标

样本企业	综合技术效率	纯技术效率	规模效率	规模效益
1	1.000	1.000	1.000	—
2	1.000	1.000	1.000	—
	1.000	1.000	1.000	—

3				
4	0.510	1.000	0.510	irs
5	0.388	0.437	0.887	drs
6	1.000	1.000	1.000	—
7	0.492	1.000	0.492	drs
8	0.112	0.185	0.603	drs
9	0.194	0.537	0.362	drs
10	1.000	1.000	1.000	—
11	0.526	0.542	0.970	irs
12	0.606	0.689	0.880	irs
13	0.330	0.445	0.743	irs
14	0.169	0.216	0.782	irs
15	0.329	0.410	0.802	irs
16	0.327	0.443	0.737	drs
17	0.180	0.249	0.725	drs
18	0.396	0.536	0.739	drs
19	0.701	0.824	0.850	irs
	0.296	0.345	0.856	irs

20				
21	0.688	0.778	0.885	irs
平均值	0.535	0.649	0.801	

表 3 21 家农业龙头企业的综合技术效率及 分解指标的变动情况

样本企业	综合技术效率		纯技术效率		规模效率		规模效益		
	<0.5	≥0.5	<0.5	≥0.5	<0.5	≥0.5	有效	递增	递减
数量(家)	11	10	8	13	2	19	5	9	7
占比(%)	0.524	0.476	0.381	0.619	0.095	0.905	0.238	0.429	0.333

由表 2、表 3 可得：从整体评价结果来看，2018—2020 年，六盘水市 21 家农业龙头企业的整体技术创新效率处于一般水平，有较大的提升空间。全市综合技术效率的均值为 0.535，仅有 47.6%的企业综合技术效率在 0.5 以上。纯技术效率的均值为 0.649，61.9%的企业纯技术效率高于 0.5。规模效率的均值为 0.801，90.5%的企业规模效率在 0.5 以上。其中仅有 5 家企业(1、2、3、6、10)综合技术效率及分解指标均为 1，实现 DEA 有效。这 5 家企业的资源配置较合理，科技投入与企业发展规模相符，不存在投入冗余和产出不足。全市有 16 家企业未实现 DEA 有效，其中两家(4、7)纯技术效率为 1，即在当前的技术水平下，两家企业资源投入得到有效利用，可适当增加企业规模以实现 DEA 有效。

六盘水市三大产业 21 家省级以上农业龙头企业中，13 家猕猴桃企业有 5 家实现 DEA 有效，2 家综合技术效率为 1，表明 7 家企业的资源配置与技术创新管理较为合理，其余 6 家企业(除样本企业 9 以外)规模效率的值均大于纯技术效率。未实现 DEA 有效的 8 家企业中，4 家企业规模效益递增，4 家企业规模效益递减。说明猕猴桃产业技术创新总体发展水平较高，但出现创新投入不均衡现象。2 家刺梨企业规模效率的值都大于纯技术效率，且规模效益均递增。由此可得，刺梨产业适当增加投入可以带来更多的收益。6 家茶叶企业规模效率的值均大于纯技术效率，其中 3 家企业规模效益递增，3 家企业规模效益递减。即茶叶产业同时存在创新投入过多和投入不足的现象。

综上，六盘水市 21 家农业龙头企业的整体技术创新效率不高，16 家企业在技术创新资源配置与产出未达到效益最优。企业技术创新效率主要受纯技术效率的影响。

### 3.2 创新绩效动态分析

通过 Malmquist 指数模型对 2018—2020 年间六盘水市猕猴桃、刺梨、茶叶三大产业省级以上龙头企业的全要素生产率及其分解指标进行计算，并借鉴相关研究成果对全要素生产率进行分级<sup>[9]</sup>。计算结果见表 4 和表 5。

表 4 2018—2020 年三大产业的全要素生产率 及其分解指标

产业	综合技术效率	技术进步率	纯技术效率	规模效率	全要素生产率
猕猴桃	1.667	0.555	1.075	1.550	0.924
刺梨	1.000	1.199	1.000	1.000	1.199
茶叶	1.000	0.635	1.000	1.000	0.635
平均值	1.186	0.750	1.024	1.157	0.890

表 5 全要素生产率的分级 导出到 EXCEL

全要素生产率	<0.9	0.9—1.0	1.0-1.1
类型	低效率	徘徊型	低增长型

由表 4、表 5 的计算结果可以看出：从整体来看，2018—2020 年期间，六盘水市三大产业的全要素生产率均值为 0.890，属于低效率型。其技术进步率的衰退速率超过了综合技术效率的增长速率，使之总体呈衰退趋势。三大产业中，猕猴桃产业的全要素生产率为 0.924，属于徘徊型。其纯技术效率与规模效率的均值都大于 1，使其产业总体发展处于良好态势。但技术进步率的衰退速率过快导致其全要素生产率近三年间衰退 7.6%。刺梨产业的全要素生产率年均增长高达 19.9%，属于高增长型，高技术进步增长率说明刺梨产业有较大的技术突破。其纯技术效率和规模效率的值均为 1，可知近三年刺梨产业内部管理水平较高，资源投入与产业规模相符，实现投入产出效益最优。茶叶产业的全要素生产率为 0.635，属于低效率型，远低于其他两个产业。主要原因在于现有的技术创新主要在种植方面，对茶产品加工深度不足而导致技术进步率不高。

综上，三大产业中刺梨产业的技术进步率最高，其全要素生产率也最高，即技术进步是推动刺梨产业发展的加速器。猕猴桃产业的全要素生产率排在第二位，其分解指标中除技术进步率外均在 3 个产业中处于领先，即猕猴桃产业的发展主要受技术进步率的影响。茶叶产业的全要素生产率最低且与技术进步率的值相同，可见茶叶产业发展主要与技术进步率相关。

## 4 结论与启示

从静态分析来看，六盘水市 21 家农业龙头企业的整体技术创新效率不高，76%的企业在技术创新资源配置与产出方面未达到效益最优。企业纯技术效率对技术创新效率有着显著影响。从动态分析来看，三大产业总体发展处于良好态势，全要素生产率受技术进步率的影响较大，说明三大产业技术创新都属于技术推动创新绩效型。

三大产业中刺梨产业技术创新处于较好态势，其发展在高技术进步率的影响下，全要素生产率年均增长高达 19.9%。刺梨龙头企业中的企业 14 作为深加工高成长企业，刺梨加工技术近年来不断成熟。刺梨产业的各企业注重产品创新，依靠刺梨果汁饮料、刺梨气泡水、刺梨果酒、刺梨果脯、刺梨护肤品、刺梨保健品等产品申请知识产权专利近 700 项，已授权 78 项，申请商标近 40 个；而猕猴桃产业与茶叶产业的技术创新效率有较大的提升空间，二者分解指标中仅有技术进步率的值小于 1，由此可得，技术进步率低制约着产业的全要素生产率。基于上述结论，得出以下启示：

---

第一，加快产业自主研发进程，提升技术创新效率。

农业龙头企业应积极与国内高等院校共同开展产学研合作，组建博士工作站和硕士工作站，形成企业提供资金、高校提供人才、政府提供政策的健康体系。全市各产业加大人才引进力度，尤其针对深加工领域实施专项引入计划，以人才为基点推动技术的自主研发，进而优化产业结构，增加产品多样性，提高产业技术创新效率。

第二，积极培育国家级农业龙头企业，提升农产品品牌价值。

培育一批以猕猴桃、刺梨、茶叶等特色农产品为优势产业且在全国具有一定知名度的农业龙头企业。通过技术创新延长农产品加工链条，打造农业高科技产品，涵养农业龙头企业发展的内生动力，提高三大产业农业龙头企业在全国农产品加工领域的竞争力。六盘水市现有的“弥你红”“天刺力”“水城春”3个特色品牌虽具有一定的知名度，但存在发展不平衡、整体效益仍然较低及产品竞争性较弱的问题。各优势产业龙头企业应利用新理念、新技术、新模式将科研成果转化为生产力，打造一批具有较强竞争力的特色农产品来提升品牌价值及效益。

第三，发挥联农带农作用，深入助力乡村振兴。

在取得脱贫攻坚的胜利后，总结先进经验，避免农户返贫。出台更多惠农政策，积极招商引资，引进一批具有产业引领作用的农业龙头企业。引导企业以资金、先进技术入股，农户以土地、劳力入股，建立“企业+农户”的直接合作模式，使农业龙头企业和农户共同享有经营利润，让更多农民直接参与到产业组织和产业链中，提升农业生产效率，共同促进农业农村发展，争取早日实现乡村的全面振兴。

## 参考文献

- [1] 商漱莹, 陈泽明, 邱兆学. 农业企业技术创新及绩效管理研究[J]. 农业技术经济, 2020(9):144.
- [2] 郭永田. 产业兴旺是乡村振兴的基础[J]. 农村工作通讯, 2018(1):34.
- [3] 张明林, 文丽情. 扶持政策对绿色食品农业龙头企业相对绩效影响效果的实证分析——基于 DEA-Tobit 分析方法[J]. 农林经济管理学报, 2016, 15(5):524-531.
- [4] 陈燕翎, 商艺强, 庄佩芬. 农业产业化龙头企业生产效率测度研究[J]. 价格理论与实践, 2017(11):154-157.
- [5] 董明涛. 我国农业科技创新资源的配置效率及影响因素研究[J]. 华东经济管理, 2014, 28(2):53-58.
- [6] 张宇, 王丽明, 王玉斌. 基于 DEA 模型的国家重点龙头企业生产效率分析[J]. 中国农学通报, 2013, 29(2):52-58.
- [7] 唐衡, 孟蕊, 赵海燕. 提升农业龙头企业全要素生产率问题研究——基于北京 75 家样本企业的实证分析[J]. 价格理论与实践, 2019(2):161-164.
- [8] 崔宝玉, 刘学. 我国农业龙头企业经营效率测度及其影响因素分析[J]. 经济经纬, 2015, 32(6):23-28.
- [9] 杨传喜, 徐顽强, 孔令孜, 等. 农业科学院科技资源配置效率研究——基于 30 个省级农业科学院的面板数据分析[J]. 南方农业学报, 2015, 46(1):170-174.