

# 河南省中小规模奶牛养殖场生产效率分析—基于 DEA 模型的实证

卢杨蕴 王建平  
河南科技大学动物科技学院 河南洛阳 471023

**摘要：**在奶业振兴的大背景下，河南省作为我国奶业大省在奶业振兴行动中承担着重要责任，提高河南省奶牛养殖生产效率具有重要意义。本文利用河南省规模奶牛养殖场 28 个样本调研数据，采用 DEA-BCC 投入导向模型进行奶牛养殖场生产效率分析，并比对了对中、小规模奶牛养殖场的生产效率。结果表明：（1）河南省总体规模奶牛养殖场综合技术效率平均值为 0.903，纯技术效率平均值为 0.966，规模效率平均值为 0.935。（2）小规模奶牛养殖场综合效率高于中规模奶牛养殖场。这说明河南省奶牛养殖场总体生产效率较高；中规模奶牛养殖场进一步提高生产效率空间更大。

**关键词：**河南省；奶牛养殖场；中规模；小规模；生产效率；DEA

## Production Efficiency analysis of medium and small scale dairy farms in Henan Province -- An empirical study based on DEA model

Yangyun Lu, Jianping Wang  
(College of Animal Science and Technology, Henan University of Science and Technology, Luoyang, Henan 471023)

**Abstract:** Under the background revitalization of the dairy industry, Henan Province, as a major province of the dairy industry, undertakes important responsibilities in the revitalization of the dairy industry. It is of great significance to improve the efficiency of dairy farming in Henan Province. Based on the survey data of 28 samples of large-scale dairy farms in Henan Province, this paper analyzed the production efficiency of dairy farms by using DEA-BCC input-oriented model and compared the production efficiency of medium and small-scale dairy farms. The results showed that: (1) The average comprehensive technical efficiency, the average pure technical efficiency, and the average scale efficiency of the overall scale dairy farm in Henan Province were 0.903, 0.966, and 0.935. (2) The comprehensive efficiency of small-scale dairy farms is higher than that of medium-scale dairy farms. This shows that the overall production efficiency of dairy farms in Henan Province is high. There is more room for medium-scale dairy farms to further improve production efficiency.

**Key words:** Henan Province; Dairy farms; Medium scale; small-scale; Production efficiency; DEA

### 引言

奶牛养殖业是关系国计民生的大产业，也是我国农业生产中的重要产业。2022 年中央一号文件提出继续实施奶业振兴行动，加快扩大牛羊肉和奶业生产，推进草原畜牧业转型升级试点示范，全力抓好重要农产品供给。奶业振兴行动的部署对我国提升奶制品品质及促进奶业转型升级具有重要意义。河南省是我国新兴奶业大省，在奶业振兴行动中承担着重要责任。2022 年河南省政府出台《河南省肉牛奶牛产业发展行动计划》发展目标提出到 2025 年奶类产量达到 300 万吨，肉牛奶牛一产产值达到 700 亿元；2030 年实现奶牛养殖规模化、标准化，全面建立肉牛奶牛现代化产业体系、生产体系和经营体

系，产业高质量发展水平全国领先。

我国学者基于 DEA 模型针对奶牛养殖场生产效率的研究经验较为丰富。微观方面，白燕飞等（2014）基于北京市经管站 2012 年北京市奶牛养殖合作社的生产监测数据，利用 DEA 方法分析其生产效率、纯技术效率和规模效率，认为奶牛养殖合作社纯技术效率较低是导致平均效率低的主要因素；乌云花等（2017）采用 DEA 效率分析方法对内蒙古周边奶牛不同养殖规模（散户、牧场、奶业合作社）的纯技术效率和规模效率进行了分析，得出牧场在综合效率和纯技术效率最高，散户存在投入要素过剩的情况；马彦丽等（2018）基于可变规模收益 DEA 模型对河北省石家庄周边的家庭牧场、养殖

小区及规模牧场的技术效率进行对比分析，发现家庭牧场的技术效率显著优于规模牧场，并发现在产量上家庭牧场的生产投入明显不足；窦畅等（2021）基于2018年黑龙江省7市奶牛养殖场的调研数据，利用DEA-BBC模型分析黑龙江省规模化养殖场的技术效率，发现该省技术效率整体水平不高，存在投入要素冗余现象，有待完善要素配置和养殖模式。

宏观方面，蒋蕊韩等（2018）采用数据包络分析实证方法，对奶牛不同养殖规模的成本收益进行分析，发现技术进步是提高全要素生产率的关键，奶牛养殖规模化和机械化将是未来发展的重要方向；张曼玉等（2015）采用成本收益法和DEA方法对不同省份之间各奶牛养殖规模进行了成分收益情况分析，得出规模化养殖场的全要素生产率上升速度高于散户，技术进步是主导因素；刘浩等（2020）根据2019年对我国五大奶业产区（东北内蒙古、华北、西北、南方及大城市周边）奶牛养殖场的调研数据，运用DEA模型测算，结果表明不同产区养殖效率存在明显差异，我国规模奶牛场的技术效率和成本效率仍有待提高，利用Tobit模型可以发现养殖区域对养殖效率无显著影响，饲料比和技术投入对其技术效率和规模效率有显著正影响；张艳新等（2021）基于2011-2019年年鉴统计数据对比分析河北省与黑龙江、内蒙、山东、河南、陕西5个省份的综合技术效率，发现河北省存在投入产出不合理的现象，纯技术效率导致该省奶牛生产效率低下；Wang Jing等（2021）用DEA模型测算了我国23省份规模牧场的奶牛养殖效率，发现我国目前奶牛养殖总体规模效率和配置效率较高，不同规模的奶牛养殖场生产效率存在明显差异，且随规模扩大存在技术效率损失现象。

截止2020年底河南省牛奶总产量为210.05万吨，离预期目标差89.95万吨。在奶业振兴的大背景下，河南省奶业发展迫在眉睫。我国学者在奶牛生产效率研究方面一定程度上推动我国奶业的健康稳定发展，但同时存在一些缺陷。目前文献主要集中研究全国不同省际之间、不同奶业产区和内蒙古周边省市，关于河南省微观视角下奶牛养殖生产效率的研究甚少。因此本文针对河南省规模化奶牛养殖场的生产效率展开研究。本文运用DEA模型对河南省规模化奶牛养殖场的微观调研数据进行测算分析，并根据计算结果提出相关建议，为河南省规模化奶牛养殖的发展提供必要的经验借鉴。

### 一、研究方法 & 数据说明

DEA模型即数据包络分析法，由美国学家Rhodes等人于1978年首次提出。1984年Banker等人，根据实际生产中规模报酬可变的情况，对Rhodes的工作进行了扩展，提出了DEA-BCC模型。该模型分析方法是借助数学规划方法，通过对比多个决策对象的投入和产出效率确定生产前沿面，以各个决策单元偏离的生产前面为判定依据，辨别DEA是否有效。与其他统计方法相比，

DEA可以解决多投入多产出的问题，评价多输入、多输出决策单元的有效性，并且无需人为设定具体函数形式，直接测算生产效率，克服因输入输出数据不符合模型假设所导致的偏差问题，使得测量结果更具客观性。

### 模型构建

本文根据投入导向型DEA-BCC模型构建测算河南省规模化奶牛养殖场生产效率的基本思想如下：

设河南省本次调研的规模奶牛养殖场为决策单元(DMU<sub>j</sub>)共有n个(1 ≤ j ≤ n)，每个决策单元都由e个投入向量和f个产出向量组成，定义两组向量分别为e维向量 $\mathbf{x}_{ej}$ ， $\mathbf{x}_{ej} = (x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{ej}) > 0$ ，f维向量 $\mathbf{y}_{fj}$ ， $\mathbf{y}_{fj} = (y_{1j}, y_{2j}, \dots, y_{fj}) > 0$ ，j=1,2,...,n。

在规模报酬不变的CCR模型上增加 $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$ 这个限制条件得到模型：

$$\begin{aligned} & \text{Min } \theta \\ & \text{s.t. } \left\{ \begin{array}{l} \sum_{j=1}^n \lambda_j \mathbf{x}_{ej} + \mathbf{s}_e^- = \theta \mathbf{x}_{e0} \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j \mathbf{y}_{fj} - \mathbf{s}_f^+ = \mathbf{y}_{f0} \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \\ \lambda_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n \end{array} \right. \quad (1) \end{aligned}$$

其中 $\mathbf{x}_{ej}$ 表示第j个决策单元第e项投入量， $\mathbf{y}_{fj}$ 是指第j个决策对象第f个产出值， $\theta$ 代表河南省规模化奶牛养殖场的有效值， $\lambda_j$ 为决策单元第j个的权重系数， $\mathbf{s}_e^-$ 、 $\mathbf{s}_f^+$ 为松弛变量，前者表示投入冗余；后者表示产出不足。

综合技术效率又称生产效率，可将其分解为纯技术效率和规模效率，是指在生产要素投入不变的情况下，生产实际值与产出最大值的比例。综合技术效率(TE)衡量奶牛养殖场是否在有效边界上进行生产；纯技术效率(PTE)衡量奶牛养殖场的技术水平和管理能力是否进行了最大化利用；规模效率(SE)衡量各奶牛养殖场的养殖规模是否达到适度规模。

### 1. 数据来源

本文数据源于对河南省规模化奶牛养殖场进行随机抽样实地调研，调研内容包括养殖场名称、负责人信息、养殖性质、员工人数、技术人员人数、总存栏量、当月产奶量、当期交奶价格、患病奶牛头数、当月精饲料与粗饲料的饲喂量及其价格、当月人工费用、当月折旧及当月其他成本。本文参照学者窦畅对奶牛养殖规模划分，按照奶牛存栏量划分，将奶牛头数介于100头-500头的养殖场划分为小规模；500头-1000头的养殖场划分为中规模；1000头及以上的养殖场划分为大规模。由于大型奶牛养殖场与其他规模奶牛养殖场差异较大，且河南省奶牛存栏量在100头至1000头的奶牛养殖场占比重大。因此本文的研究对象只包含小规模奶牛养殖场和

中规模奶牛养殖场这两种养殖模式。考虑到数据的准确性和研究结果可参考性，在后续整理中剔除信息不全的问卷，最终以河南省28个中小规模奶牛养殖场的数据作为研究。

### 2. 指标选取

**产出指标。**本文选取牛奶产值为产出指标，产出指标由泌乳牛当月产奶量与当月交奶价格的乘积得到。

**投入指标。**参照相关文献，选取五个投入指标分别为精饲料成本、粗饲料成本、人工费用、折旧费用和其他投入成本，上述投入变量均以月为统计单位计算各成本。精饲料成本和粗饲料成本皆指泌乳牛当月的饲料投入费用；人工费用是指管理人员、饲养人员、繁殖育种人员、兽医及挤奶工当月劳动工资总支出；折旧费用包含成母牛折旧和固定资产折旧，其中固定资产折旧包括基建折旧（如牛圈舍、青贮窖、挤奶厅、供电工程、污水处理设施等）和设备折旧（如装载机、三轮车、青贮取料机、饲料搅拌机、冷藏罐、乳成分分析仪等），根据问卷所调查的基建建造时间、设备购买年份及购入金额、使用寿命等信息，用平均年限法测算其折旧费用；其他投入成本包括水费、电费、燃料费、环保费、配种费、防疫费、治疗及兽药费、奶厅消耗、运输费、生鲜乳检测费、土地成本、设备维修费、保险费和销售费。对上述产出投入指标进行归纳如表1所示。

表1 产出投入指标归纳表

指标分类	指标名称	单位	指标解释
产出变量	Y 生鲜乳产值	元/月	泌乳牛产奶量所获得的收入
	X1 精饲料成本	元/月	指玉米、豆粕、棉籽粕等能量饲料费用
	X2 粗饲料成本	元/月	指全株玉米青贮、苜蓿、干草等饲料费用
	X3 人工费用	元/月	管理岗和技术岗劳动人员工资总支出
	X4 折旧费用	元/月	指成年母牛折旧和基建设备折旧
投入变量	X5 其他投入成本	元/月	指土地租赁费、水电燃料费、医疗防疫费、配种费、运输费等其投入总和

## 二、实证分析

本文运用DEAP2.1软件对河南省28个规模奶牛养殖场样本的生产效率水平进行测算，将投入产出数据代入投入导向性DEA-BCC模型，得到各规模奶牛养殖场的综合技术效率、纯技术效率和规模效率，比较河南省小规模和中规模奶牛养殖场的生产效率高低，判断DEA有效奶牛养殖场和DEA非有效奶牛养殖场的数量及比重进行分析总结。

### 3. 总体奶牛养殖场生产效率分析

河南省中、小规模奶牛场生产效率测算结果如表2所示。河南省总体规模奶牛养殖场综合技术效率平均值为0.903，纯技术效率平均值为0.966，规模效率平均值为0.935，这说明河南省奶牛养殖场总体生产效率较高。

从综合技术效率层面来看，其中9家（32.14%）规模奶牛养殖场的综合效率处于有效状态，78.57%奶牛养殖场的效率水平高于全省平均水平。因此可以得出河南省中、小规模奶牛养殖场生产效率整体较高，且有32.14%的奶牛养殖场资源配置合理，生产效率达到最优水平。从纯技术效率方面来看，20家奶牛养殖场的纯技术效率高于全省平均水平，总体DEA有效程度高达50%，这说明河南省一半养殖场技术和管理能力处于先进水平。从规模效率方面来看，23家规模奶牛养殖场高于全省平均水平，60.71%的奶牛养殖场处于规模报酬递增状态，仅有2家奶牛养殖场呈现规模报酬递减态势。这表明超过二分之一的养殖场处于产出大于投入阶段，存在利润空间，可以扩增养殖规模提高生产效率进而增加利润；处于规模报酬递减的奶牛养殖场说明投入大与产出，其技术水平和养殖规模不相符可以适当缩减养殖规模或提高纯技术效率来提升生产效率。

通过对比纯技术效率和规模效率发现，46.43%的奶牛养殖场纯技术效率低于规模效率，说明这些奶牛养殖场需提高管理能力和技术水平。此外，还发现样本5、6、15、18和26的纯技术效率均为1，但其规模效率不高，导致未处于生产前沿面，因此这5家养殖场应合理规划投资结构，调整规模大小，提高规模效率进而达到综合技术效率有效。

表2 河南省中小规模奶牛养殖场效率测算结果

全样本	综合技术效率	纯技术效率	规模效率	规模报酬
样本1	1	1	1	—
样本2	1	1	1	—
样本3	1	1	1	—
样本4	0.968	0.970	0.997	irs
样本5	0.951	1	0.951	irs
样本6	0.992	1	0.992	irs
样本7	1	1	1	—
续表				
样本8	0.957	0.981	0.957	irs
样本9	0.911	0.938	0.971	irs
样本10	1	1	1	—
样本11	0.888	0.903	0.983	irs
样本12	0.984	0.995	0.990	irs
样本13	1	1	1	—
样本14	0.883	0.898	0.983	irs
样本15	0.102	1	0.102	irs
样本16	0.770	0.848	0.908	irs
样本17	0.923	0.924	0.999	drs
样本18	0.612	1	0.612	irs
样本19	0.919	0.989	0.929	irs
样本20	0.958	0.974	0.983	irs
样本21	0.669	0.791	0.884	irs
样本22	1	1	1	—
样本23	0.981	0.984	0.997	irs
样本24	0.916	0.916	0.999	drs
样本25	1	1	1	—
样本26	0.940	1	0.940	irs



样本 27	1	1	1	—
样本 28	0.923	0.927	0.996	irs
平均值	0.903	0.966	0.935	

注: —表示规模报酬不变, irs 表示规模报酬递增, drs 表示规模报酬递减。

#### 4. 不同规模生产效率分析

由表 3 可知, 小规模的综合技术效率均值为 0.940, 中规模的综合技术效率均值为 0.909, 可以得出小规模奶牛养殖场综合效率高于中规模奶牛养殖场。

从纯技术效率水平看, 中规模纯技术效率等于 1, 表明中规模奶牛养殖场的技术水平和管理能力处于先进地位。小规模纯技术效率为 0.982, 中规模在纯技术效率方面高于小规模且达到最优, 这意味着中规模在技术和管理能力优于小规模且要素投入结构合理。从规模效率水平看, 小规模规模效率为 0.957, 中规模规模效率为 0.909, 小规模奶牛养殖场略高于中规模奶牛养殖场。由此可以推断出中规模奶牛养殖场综合技术效率低于小规模奶牛养殖场是因其规模效率导致。从 DEA 有效程度来看, 小规模奶牛养殖场占比为 37.5%, 中规模奶牛养殖场占比为 33.3%, 小规模奶牛养殖场在规模化程度略高于中规模养殖场。从规模报酬层面来看, 两者规模奶牛养殖场都处于规模报酬递增阶段, 说明两者需增加投入要素, 调整养殖规模, 尤其是中规模奶牛养殖场在下阶段发展中需扩大养殖规模提高生产效率实现最优生产状态。综上所述, 中规模奶牛养殖场由于规模效率偏低从而导致综合效率偏低, 可见规模效率是制约综合效率的重要因素。

表 3 不同规模奶牛养殖场效率测评结果

养殖模式	数量	TE 均值	PTE 均值	SE 均值	DEA 有效
小规模	16	0.940	0.982	0.957	37.5%
中规模	12	0.909	1	0.909	33.33%

注: 小规模(100-500头)、中规模(500-1000头); TE 为综合技术效率, PTE 为纯技术效率, SE 为规模效率。

### 三、结论与对策建议

本文提出了针对河南省中、小规模奶牛养殖场生产效率的评价指标体系, 通过运用 DEA 模型测算了河南省 28 家规模化奶牛养殖场的生产效率, 得出以下结论:

(1) 河南省中、小规模奶牛养殖场总体生产效率较高, 17 家奶牛养殖场处于规模报酬递增阶段存在利润上涨空间。(2) 小规模奶牛养殖场综合技术效率高于中规模奶牛养殖场, 主要表现在规模化程度方面, 说明规模效率对综合技术效率存在制约作用。中规模奶牛养殖场由规模效率偏低导致综合技术效率偏低的问题有待解决。

根据以上结论建议: (1) 河南省发展 100 头-500 头的养殖场更为适宜。总体来看, 100 头-500 头规模奶牛养殖场比 500 头-1000 头规模奶牛养殖场的生产效

率高, 因此应重点发展 100 头-500 头规模养殖, 推动奶牛生产效率提升。

(2) 500 头-1000 头规模奶牛养殖场应充分结合自身条件因素, 通过提高投入要素(如土地、劳动力、资金)利用率, 来进一步提高规模效率。

(3) 强化 100 头-500 头规模奶牛养殖人员的技术水平和科学饲养意识。地方政府可以结合当地奶牛养殖场的实际情况, 进行分批有针对性和周期性地开展培训, 主要针对技术水平和管理能力的培训, 进一步提升养殖人员在奶牛养殖方面的认知度, 加强奶牛养殖场的专业化管理能力。鼓励各奶牛养殖场开展产学研合作, 加强对奶牛养殖方面技术的创新和研发。

#### 参考文献:

- [1] 汪浩, 刘鹏凌. 基于 DEA 模型奶牛不同规模养殖生产效率分析——河南省与全国的比较 [J]. 云南农业大学学报(社会科学), 2018, 12(02): 36-43.
- [2] 冯朝睿, 尹俊越. 基于 DEA 模型和 Malmquist 指数的我国电商扶贫效率研究 [J]. 兰州学刊, 2021(11): 134-148.
- [3] 李冬雪, 李翠霞. 中国规模化牧场管理效率研究——基于全国 20 个省份中规模牧场数据 [J]. 农业技术经济, 2017(09): 88-94.
- [4] 白燕飞, 何忠伟, 吴夏梦, 刘芳. 基于 DEA 模型的北京奶牛养殖专业合作社经营效率分析 [J]. 农业展望, 2014, 10(09): 37-42.
- [5] 乌云花, 赵雪娇, 乔光华, 道日娜. 内蒙古周边奶牛不同养殖模式效率的对比研究 [J]. 中国乳品工业, 2017, 45(08): 37-42.
- [6] 马彦丽, 胡月. 基于 DEA 模型的中国奶牛养殖模式效率评价与产业发展思路 [J]. 河北经贸大学学报, 2018, 39(01): 83-90.
- [7] 窦畅, 姜冰, 李翠霞. 规模化养殖背景下奶牛场技术效率分析 [J]. 中国乳品工业, 2021, 49(02): 35-38.
- [8] 蒋蕊韩, 周曼蓉. 基于 DEA 模型奶牛养殖模式效率分析 [J]. 消费导刊, 2018(20): 139-140.
- [9] 张曼玉, 李彤, 刘希. 不同规模奶牛养殖的成本效益及生产效率研究 [J]. 广东农业学, 2015, 42(23): 232-238.
- [10] 刘浩, 彭华, 王川, 祝文琪, 董晓霞. 我国不同奶业产区奶牛养殖效率的比较分析——基于 266 个养殖场的调研数据 [J]. 中国农业资源与区划, 2020, 41(12): 110-119.
- [11] 张艳新, 叶紫涵, 李彤. 基于 DEA 方法的河北省奶业效率评价研究 [J]. 黑龙江畜牧兽医, 2021(22): 6-13+146.
- [12] Jing WANG, Xiaoxia DONG, Hua PENG, Jing ZHANG, Chao ZHANG, Hao LIU. Efficiency Comparison and Influencing Factor Analysis of Dairy Farms over/at

Different Scales: Based on the Survey Data of 263 Scale Farms in 22 Provinces of China[J].Asian Agricultural Research,2021,13(07):1-8.

[13] 王宝义,张卫国.中国农业生态效率的省际差异和影响因素——基于1996~2015年31个省份的面板数据分析[J].中国农村经济,2018(01):46-62.

[14] 杨国梁,刘文斌,郑海军.数据包络分析方法(DEA)综述[J].系统工程学报,2013,28(06):840-860.

[15] 高原.吉林省不同规模肉牛养殖生产效率及其影响因素研究[D].吉林农业大学,2021.

[16] 李杰,胡向东,王玉斌.生猪养殖户养殖效率

分析——基于4省277户养殖户的调研[J].农业技术经济,2019(08):29-39.

[17] 付雪,张凤娟,赵瑞莹.山东省不同肉羊养殖模式生产效率分析[J].山东农业科学,2020,52(03):162-167.

[18] 项目资助:农村农业部公益性项目-奶牛信息统计监测预警(20190101)

作者简介:卢杨蕴(1996—),女,汉族,浙江台州人,硕士研究生,研究方向为奶牛经济。

通讯作者:王建平(1964—),教授,研究方向为反刍动物营养。