

doi: 10.7621/cjarrp.1005-9121.20220712

• 问题研究 •

环境约束下畜牧业经济发展效率研究*

——基于三阶段方向距离函数

罗欢, 王芳*, 陈晓东

(四川农业大学管理学院, 成都 611130)

摘要 [目的] 文章采用三阶段DEA模型对2009—2018年四川省21个地市州的畜牧业经济发展水平进行投入产出效率分析,旨在测算和提高环境约束下畜牧业经济发展效率。[方法] 区别于传统的DEA模型,该研究重点在第一阶段和第三阶段都使用方向距离函数测算加入非期望产出后的效率值,也是环境约束的体现,且在第二阶段剔除了环境因素和随机误差干扰,可以更加准确地对效率值进行测算和评价。[结果] 四川省畜牧业经济发展效率在逐步提高,分区域而言,攀枝花、阿坝藏族羌族自治州、南充等地处于纯技术效率前沿面上,成都、德阳、广元、遂宁、乐山等地处于规模效率前沿面上;提高农民人均纯收入会改善粮食总产量、畜牧业劳动力数量和畜牧业资本投入相对过剩问题,增加畜牧业机械总动力有利于改善畜牧业劳动力和畜牧业投资额的过剩情况。[结论] 21个地市州之间畜牧业经济发展效率异质性较明显,部分地市州的效率较低且提升进程较缓慢,也有部分地市技术效率呈逐步上升趋势,且提升速度较快;在提升畜牧业经济发展效率方面,除了要参考目前的效率值,加大技术投入与推广力度或者扩大经营规模,还要注重环境因素对投入的影响。

关键词 环境约束 畜牧业经济 发展效率 三阶段DEA 四川省

中图分类号:F326.3 **文献标识码**:A **文章编号**:1005-9121[2022]07-0115-10

0 引言

畜牧业是我国农业农村经济发展的支柱性产业,是保证市场可以及时有效地提供肉蛋奶产品的战略性新兴产业^[1]。据最新的2020年《中国统计年鉴》的数据,2019年末我国农林牧渔业总产值达到12.39679万亿元,其中畜牧业产值3.30643万亿元,占农林牧渔业的26.67%,仅次于农业产值。据2019年《四川统计年鉴》的相关数据,2018年末四川省农林牧渔业总产值达到7195.65亿元,其中畜牧业产值2246.08亿元,占农林牧渔业的31.21%,为全国占比最高的省份。可见,四川省畜牧业的稳定健康发展对我国畜牧业的影响举足轻重。

目前学者们关于畜牧业经济的研究主要从畜牧业生态经济^[2-4]、畜牧业与环境^[5,6]、畜牧业全要素生产率^[7-9]、畜牧业与政府规制^[10,11]、畜牧业发展水平评价^[12,13]等方面展开,而主要的研究方法为DEA^[14,15]、SFA^[7-9]等。通过对畜牧业相关文献的梳理,发现对于环境约束下畜牧业经济发展效率的研究较少,且引入三阶段DEA模型测算畜牧业经济发展效率的研究极少,而在畜牧业快速发展过程中,会带来一系列环境问题^[16],因此,文章运用三阶段DEA模型对四川省21个市州畜牧业经济发展水平进行研究,以期能比较合理有效地测度出环境约束下四川省各市州的畜牧业经济发展水平。

收稿日期:2021-02-03

作者简介:罗欢(1998—),女,四川泸州人,硕士生。研究方向:农业技术经济、畜牧业经济

*通讯作者:王芳(1975—),女,宜宾高县人,博士、教授。研究方向:农业技术经济、农村资源利用管理、农业经济理论与政策。

Email: wangfangsend@sicau.edu.cn

*资助项目: 国家社会科学基金一般项目“我国畜牧业经济绿色转型研究:环境规制、效率提升与实施策略”(19BGL152)

1 研究区概况

据2019年《四川统计年鉴》记载,四川省总面积为48.6万 km^2 ,约占全国总面积的5%,2018年末常住人口数为8341万人,自然增长率为4.04‰,人均GDP为4.8883万元,增长7.4%;居民人均消费水平为1.9861万元/人,比2017年增长了10.8%。随着国民经济的快速发展,人们对畜牧产品的需求量不断提高,推动了畜牧业经济发展。

从畜牧业总产值(图1)来看,2009年四川省的畜牧业总产值为1596.7亿元,随后的几年均成稳步上升态势,201—2014年增长较为平缓,增长到2016年畜牧业总产值最高2551.71亿元,随后2年呈现下降趋势。从畜牧产品产量(图2)来看,肉类产品产量呈现缓慢增长趋势,2014年达到峰值704.1万t,之后缓慢下降,2018年末肉类总产量为664.74万t,相较于2017年而言,增长了1.67%。禽蛋和奶类产量呈现比较平稳的小幅度增长趋势,波动范围极小。

2 研究方法、变量选择与数据来源

2.1 研究方法

传统的数据包络分析模型(Data Envelopment Analysis, DEA),模型没有考虑环境因素和随机误差干扰对决策单元评价的影响,测算出的效率值不够准确,于是选择采用三阶段DEA模型,它剔除了环境因素和随机误差的干扰,可以更加准确地效率值进行评价。

2.1.1 第一阶段

第一阶段采用方向距离函数(Directional distance function, DDF)模型。1996年Chambers, Chung和Fare引入了方向距离函数(Directional distance function, DDF),可以测量具有多投入、多产出(期望产出或者非期望产出或者两者同时存在)生产单元的效率和生产率,并且在效率测量时可以同时考虑期望产出的扩张和投入(或者非期望产出)的缩减,已被广泛应用于效率测度^[17,18],能源管理和环境保护^[19,20]等方面。

基本概念为:

假定有 n 个DMU,对于任一 $DMU_j(j=1, 2, \dots, n)$, $X_{ij}(i=1, 2, \dots, m)$ 为消耗的投入, $V_{rj}(r=1, 2, \dots, s)$ 为期望产出, $b_{tj}(t=1, 2, \dots, p)$ 为非期望产出(比如,二氧化碳、废弃物等)。那么,包含非期望产出的生产可能集定义为:

$$T = \{(x, y, b) | \text{投入}x\text{可以得到期望产出以及非期望产出}\} \quad (1)$$

在非期望产出存在的情况下,基于生产可能集(1),方向距离函数的一般形式定义^[21]为:

$$\vec{D}_r(x, y, b; g) = \sup \{\beta : (x - \beta gx; y + \beta gy, b - \beta gb)\} \quad (2)$$

该研究选择采用的是存在投入、期望产出以及非期望产出的DDF模型。根据定义式(2),非期望产

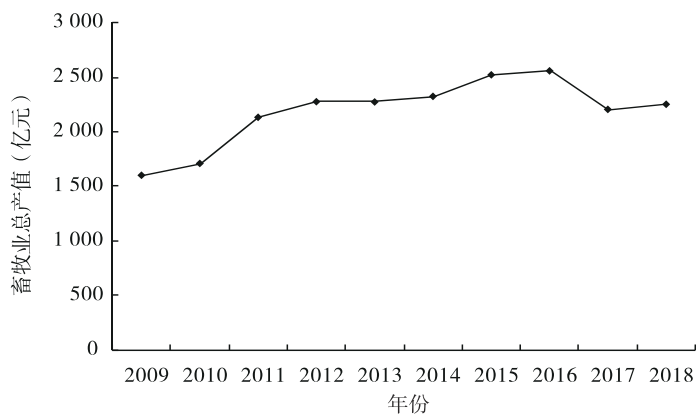


图1 2009—2018年畜牧业总产值变化

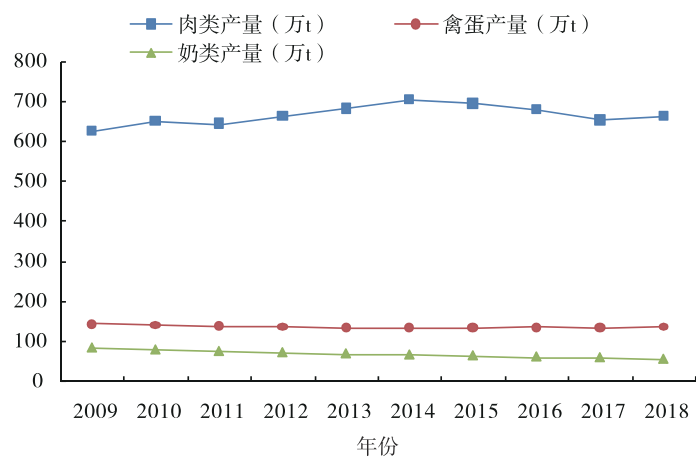


图2 2009—2018年畜牧产品产量变化

出弱可处置性下的方向距离函数线性规划模型^[21]为:

$$\begin{aligned} & \max \beta \\ & s.t. \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq x_{ik} - \beta g_{xi}, \quad i = 1, 2, \dots, m \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j v_{rj} \geq y_{rk} + \beta g_{yr}, \quad r = 1, 2, \dots, s \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j b_{tj} = b_{tk} - \beta g_{bt}, \quad t = 1, 2, \dots, p \\ & \lambda_j \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n \\ & \beta \geq 0 \end{aligned}$$

2.1.2 第二阶段

为了将第一阶段的环境因素、管理无效率和统计噪声拆分,该研究选择了随机前沿方法(SFA)模型,模型表示为:

$$S_{ni} = f(Z_i; \beta_n) + V_{ni} + \mu_{ni}; \quad i = 1, 2, \dots, n \tag{3}$$

式(3)中, S_{ni} 是第*i*个决策单元第*n*项投入的松弛值, Z_i 是环境变量, β_n 是环境变量的系数, V_{ni} 是随机干扰项, μ_{ni} 是管理无效率项, $V_{ni} + \mu_{ni}$ 是混合误差项。为了使所有决策单元在进行效率评估时可以不受环境因素和随机因素影响,要使它们处于同样的外部环境中,遂调整公式为:

$$\begin{aligned} X_{ni}^A &= X_{ni} + \{ \max [f(Z_i; \beta_n)] - f(Z_i; \beta_n) \} + [\max(V_{ni}) - V_{ni}] \\ & i = 1, 2, \dots, I; \quad n = 1, 2, \dots, N \end{aligned} \tag{4}$$

式(4)中, X_{ni}^A 是调整后的投入; X_{ni} 是调整前的投入; $\{ \max [f(Z_i; \beta_n)] - f(Z_i; \beta_n) \}$ 是对环境变量进行调整; $\max(V_{ni}) - V_{ni}$ 是使所有决策单元处于同样的外部环境中。

2.1.3 第三阶段

将第二阶段调整后的投入数据代入DEA模型中,产出数据不变,再次运用方向距离函数进行测算,根据测算结果对四川省畜牧业经济发展水平进行评价。

2.2 变量选择

2.2.1 投入产出变量

选择的投入变量有畜牧业劳动力数量和粮食作物总产量^[15],另外再根据生产函数的内涵,加入畜牧业投资额变量。从事畜牧业劳动力数量越多,代表投入畜牧业生产的劳动力越充足;而地区粮食总产量的提高,会使得牲畜饲料有保障,从而促进畜牧业经济的发展;畜牧业投资额作为资金投入部分为畜牧业的发展提供资金保证。而产出变量的选择,可以从畜牧业产值来判断一个地区畜牧业经济发展状况。当然,畜牧业发展过程中也存在非期望产出,如畜禽粪便、氮磷、COD等污染物^[22]。

用spss22软件对投入产出变量进行相关性检验,结果见表1。由表1可知,四川省21个地市州投入产出变量之间的相关系数均为正数,并通过了显著性水平检验,说明选择的投入产出变量可进行后续研究。

2.2.2 外生环境变量

参考前人的研究经验^[15]可知,可以将外生环境变量归纳为两大类:第一类是经济因素,比如人均可支配收入;第二类是自身因素,比如技术层面的农业机械化水平。结合四川省的实际情况以及数据的可获得性,该研究选择农民人均纯收入和畜牧业机械化水平作为外生环境变量。

表1 投入产出变量相关性分析

投入变量 产出变量	畜牧业劳动力 数量	粮食作物总产 量	畜牧业投资额
畜牧业产值	0.627**	0.835**	0.542**
畜禽粪便产生量	0.319**	0.013**	0.129*
总氮(磷)产生量	0.328**	0.068*	0.064*
COD产生量	0.194**	0.104*	0.151*

注: *、**分别表示在5%、1%水平上显著

2.3 数据来源

数据均来自于2010—2019年《四川省统计年鉴》以及四川省21个市州的统计年鉴。

3 实证分析

3.1 第一阶段效率值计算

运用MAXDEA Ultra版软件计算2009—2018年四川省21个市州的畜牧业经济发展效率值,结果见表2~4。

表2 2009—2018年四川省21个市、州的畜牧业经济发展DEA第一阶段技术效率值

地区	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
成都	0.54	0.68	0.86	0.86	0.83	0.90	1.00	0.97	1.00	1.00
绵阳	0.45	0.48	0.68	0.70	0.74	0.79	0.84	0.84	0.86	0.94
自贡	0.38	0.41	0.55	0.56	0.51	0.50	0.46	0.51	0.54	0.62
攀枝花	0.40	0.46	0.57	0.53	0.47	0.48	0.55	0.54	0.55	0.58
泸州	0.42	0.43	0.61	0.72	0.65	0.59	0.47	0.49	0.49	0.58
德阳	0.46	0.63	0.77	0.89	0.93	1.00	1.00	0.99	0.92	0.95
广元	0.32	0.34	0.49	0.41	0.44	0.47	0.49	0.52	0.50	0.54
遂宁	0.44	0.54	0.84	0.82	0.68	0.66	0.64	0.67	0.69	0.73
内江	0.47	0.50	0.74	1.00	0.95	1.00	1.00	0.97	0.94	0.97
乐山	0.48	0.54	0.73	0.71	0.70	0.76	0.74	0.77	0.72	0.73
资阳	0.42	0.67	1.00	0.89	0.86	0.67	0.61	0.60	0.60	0.64
宜宾	0.38	0.44	0.61	0.61	0.59	0.58	0.60	0.62	0.54	0.58
南充	0.49	0.74	1.00	0.92	1.00	0.94	0.97	0.96	0.86	0.87
达州	0.48	0.47	0.62	0.70	0.58	0.58	0.57	0.59	0.57	0.62
雅安	0.49	0.61	0.67	0.64	0.56	0.56	0.64	0.69	0.84	0.81
广安	0.35	0.40	0.54	0.57	0.56	0.54	0.54	0.54	0.49	0.51
巴中	0.33	0.39	0.44	0.37	0.35	0.38	0.40	0.39	0.37	0.45
眉山	0.40	0.52	0.85	0.65	0.63	0.66	0.68	0.65	0.82	0.90
阿坝	0.69	0.85	1.00	0.84	0.83	0.82	0.86	0.89	1.00	1.00
甘孜	0.97	0.90	1.00	1.00	1.00	0.82	0.83	0.82	0.71	1.00
凉山	0.49	0.52	0.63	0.70	0.76	0.83	0.75	0.87	0.80	0.90
均值	0.47	0.55	0.72	0.72	0.70	0.69	0.70	0.71	0.71	0.76

注:阿坝代表阿坝藏族羌族自治州,甘孜代表甘孜藏族自治州,凉山代表凉山彝族自治州。下同

由表2至表4可知,在没有剔除环境变量的影响下,2009—2018年四川省度畜牧业经济发展技术效率均值最高的年份是2018年的0.76,相应的纯技术效率均值为0.80,规模效率值为0.95。21个地市州的具体情况如下:2011年资阳、南充、阿坝藏族羌族自治州、甘孜藏族自治州,2014年德阳和内江,2015年成都等地技术效率值为1,表明对应的决策单元有效,畜牧业经济发展水平达最优状态。2014年阿坝藏族羌族自治州、甘孜藏族自治州、凉山彝族自治州、2015年攀枝花、南充、2016年成都、2018年内江等地纯技术效率值为1,表明这些地市州对应的决策单元为弱DEA有效,处于纯技术效率前沿面上。2009年资阳、2011年乐山、2012年广安、2014年泸州等地规模效率值为1,表明这几个地市对应的决策单元为弱DEA有效,处于规模效率前沿面上。而其他没有提及到的市州在技术效率和规模效率上都需要改进。

3.2 第二阶段SFA回归分析

将第一阶段3个投入变量的松弛变量分别作为被解释变量,将外生环境变量作为解释变量,运用Frontier4.1软件进行回归分析,其中松弛变量=原始投入值-目标投入值。结果见表5。由表5可知,变量

表3 2009—2018年四川省21个市、州的畜牧业经济发展DEA第一阶段纯技术效率值

地区	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
成都	0.61	0.75	0.94	0.95	0.90	0.96	1.00	1.00	1.00	1.00
绵阳	0.45	0.49	0.70	0.73	0.74	0.80	0.85	0.84	0.87	0.95
自贡	0.41	0.42	0.57	0.57	0.55	0.54	0.48	0.55	0.59	0.67
攀枝花	0.96	1.00	1.00	0.97	1.00	0.97	1.00	0.98	0.96	1.00
泸州	0.44	0.44	0.63	0.76	0.66	0.59	0.48	0.50	0.49	0.59
德阳	0.46	0.63	0.77	0.89	0.93	1.00	1.00	0.99	0.92	0.96
广元	0.34	0.36	0.54	0.43	0.45	0.48	0.52	0.54	0.52	0.56
遂宁	0.47	0.57	0.84	0.82	0.69	0.68	0.65	0.68	0.70	0.74
内江	0.50	0.53	0.77	1.00	0.96	1.00	1.00	0.99	0.96	1.00
乐山	0.49	0.54	0.73	0.76	0.75	0.80	0.79	0.81	0.73	0.74
资阳	0.42	0.69	1.00	0.91	0.91	0.88	0.83	0.63	0.61	0.65
宜宾	0.38	0.44	0.68	0.66	0.63	0.65	0.69	0.72	0.58	0.60
南充	0.51	0.75	1.00	0.92	1.00	0.97	1.00	1.00	0.91	0.91
达州	0.54	0.56	0.74	0.84	0.66	0.68	0.70	0.71	0.62	0.66
雅安	0.61	0.68	0.72	0.70	0.65	0.65	0.71	0.75	0.92	0.91
广安	0.36	0.41	0.54	0.57	0.57	0.55	0.54	0.55	0.50	0.52
巴中	0.34	0.39	0.44	0.37	0.35	0.38	0.41	0.40	0.39	0.46
眉山	0.42	0.52	0.86	0.66	0.64	0.68	0.69	0.66	0.87	0.93
阿坝	0.76	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.97	1.00	1.00
甘孜	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.98	0.93	1.00
凉山	0.96	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.96	1.00
均值	0.54	0.63	0.78	0.79	0.76	0.77	0.78	0.77	0.76	0.80

表4 2009—2018年四川省21个市、州的畜牧业经济发展DEA第一阶段规模效率值

地区	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
成都	0.89	0.91	0.92	0.91	0.92	0.94	1.00	0.97	1.00	1.00
绵阳	1.00	0.98	0.97	0.95	0.99	0.98	1.00	1.00	1.00	1.00
自贡	0.93	0.96	0.97	0.98	0.93	0.93	0.96	0.93	0.91	0.93
攀枝花	0.41	0.46	0.57	0.55	0.48	0.50	0.55	0.55	0.58	0.58
泸州	0.97	0.99	0.97	0.95	0.98	1.00	0.98	0.99	0.99	0.99
德阳	1.00	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99
广元	0.94	0.96	0.92	0.97	0.98	0.98	0.95	0.95	0.95	0.96
遂宁	0.95	0.95	0.99	1.00	0.99	0.97	0.98	0.99	0.99	0.98
内江	0.94	0.96	0.97	1.00	0.99	1.00	1.00	0.98	0.97	0.97
乐山	0.98	1.00	1.00	0.94	0.94	0.95	0.93	0.95	0.99	0.98
资阳	1.00	0.97	1.00	0.98	0.95	0.75	0.74	0.95	0.98	0.99
宜宾	1.00	0.99	0.90	0.92	0.93	0.89	0.88	0.87	0.93	0.98
南充	0.96	0.99	1.00	0.99	1.00	0.97	0.97	0.96	0.95	0.95
达州	0.89	0.84	0.83	0.83	0.87	0.84	0.82	0.83	0.92	0.93
雅安	0.81	0.90	0.93	0.92	0.87	0.87	0.91	0.92	0.91	0.89
广安	0.97	0.95	1.00	1.00	0.98	0.98	1.00	0.99	0.99	0.98
巴中	0.99	0.98	0.98	0.99	1.00	1.00	0.99	0.98	0.96	0.97
眉山	0.95	0.99	0.99	1.00	0.98	0.98	0.99	0.98	0.95	0.97
阿坝	0.91	0.85	1.00	0.84	0.83	0.82	0.86	0.92	1.00	1.00
甘孜	0.97	0.90	1.00	1.00	1.00	0.82	0.83	0.84	0.76	1.00
凉山	0.51	0.52	0.64	0.70	0.76	0.83	0.75	0.87	0.84	0.90
均值	0.90	0.91	0.93	0.92	0.92	0.91	0.91	0.92	0.93	0.95

表5 第二阶段SFA回归分析

项目	粮食作物总产量松弛量	t统计量	畜牧业劳动力松弛量	t统计量	畜牧业投资额松弛量	t统计量
常数项	-11.445	-51.446	-9.001	-9.048	-9.045	-5.437
农村居民人均纯收入	-27.039**	-3.403	-41.394***	-17.611	-23.459***	-11.628
畜牧业机械总动力	-9.045	-0.981	-7.771***	-19.672	-7.482**	-4.025
σ^2	12 328.004	1 232.002	6 895.847	7 060.252	5 052.368	4 853.842
γ	0.999	522 826.675	0.999	374 970.23	0.999	321 638.57
对数似然值	-89.311	—	-67.991	—	-65.362	—
单边误差的LR检验	10.921	—	13.029	—	9.241	—

注：**、***分别表示在5%、1%水平上显著

大多通过了t值显著性检验，同时，LR都通过了显著性检验，说明第二阶段的SFA回归分析是合理且有必要的。

就农民人均纯收入而言，粮食作物总产量、畜牧业劳动数量和畜牧业投资额的松弛量都分别通过了5%、1%显著性检验，且回归系数均为负，说明提高农民人均纯收入会改善粮食总产量、畜牧业劳动力数量和畜牧业资本投入相对过剩问题。可能的原因是四川作为劳务输出大省，农民外出务工使农村家庭中的非农收入占比增加，在此基础上的城乡人口流动使得外出务工的部分农民工选择定居城市，这导致农村人口减少，从事畜牧业的人亦随之减少，从事农业生产的人数也减少，粮食作物总产量相对下降，当然畜牧业投资额也随之减少。

就畜牧业机械总动力而言，畜牧业劳动力数量和畜牧业投资额的松弛量分别通过1%和5%显著性检验，且回归系数均为负，说明增加畜牧业机械总动力有利于改善畜牧业劳动力和畜牧业投资额的过剩情况。畜牧业机械总动力的增加，相当于技术水平的提高在一定程度上会减少畜牧业劳动力需求量，也能减少畜牧业投资的额外投入。

3.3 第三阶段调整后效率值

结合环境变量调整值、随机扰动项调整值和原始投入，得到调整后的投入变量，再结合原始产出变量，重新带入DEA模型中，得到剔除环境因素的畜牧业经济发展效率值，结果见表6~8。

由表6至表8可知，2009—2018年四川省度畜牧业经济发展技术效率均值最高的年份是2018年的0.88，相应的纯技术效率均值为0.90，规模效率值为0.98。与第一阶段的效率值相比，技术效率值从0.76上升到0.88，纯技术效率值从0.80上升到0.90，规模效率值从0.95上升到0.98，均有小幅度的上升。可从表6中明显地看出，技术效率值为1的地市州增多了，以2018年为例，成都、自贡、攀枝花、德阳、内江、雅安、眉山、阿坝藏族羌族自治州、甘孜藏族自治州这9个地市州的技术效率值为1，表明畜牧业经济发展水平达最优状态。2016年成都、攀枝花、南充、阿坝藏族羌族自治州、2018年南充、凉山彝族自治州等地处于纯技术效率前沿面上。2016年绵阳、泸州、资阳、宜宾、眉山、2017年广元、巴中、凉山彝族自治州、2018年的遂宁等地处于规模效率前沿面上。

4 结论

该研究运用三阶段DEA模型，合理使用方向距离函数测算环境约束下四川省21个地市州的畜牧业经济发展效率，得出以下结论。

(1) 四川省21个地市州的技术效率均值从2009年的0.59上升到2018年的0.88，可见四川省整体畜牧业发展向着优质方向提升，逐步提高投入产出效率。但从21个市州的发展情况来看，部分地市的效率值较低且提升进程较缓慢，如广元、巴中等地。绵阳、德阳两地技术效率值呈逐步上升趋势，德阳从2014年起就进入了畜牧业经济发展水平最优状态，成都、攀枝花、资阳、南充四地的技术效率值提升速度较快。

表6 2009—2018年四川省21个市、州的畜牧业经济发展DEA第三阶段技术效率值

地区	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
成都	0.66	0.79	0.93	0.95	0.91	0.96	1.00	0.99	1.00	1.00
绵阳	0.53	0.55	0.70	0.73	0.75	0.78	0.85	0.85	0.87	0.94
自贡	0.63	0.61	0.76	0.73	0.73	0.69	0.71	0.88	0.96	1.00
攀枝花	0.69	0.84	1.00	0.95	0.96	0.96	1.00	0.97	0.94	1.00
泸州	0.65	0.61	0.82	1.00	0.86	0.72	0.57	0.59	0.61	0.72
德阳	0.61	0.72	0.83	0.89	0.94	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
广元	0.33	0.37	0.50	0.45	0.47	0.50	0.52	0.55	0.54	0.57
遂宁	0.62	0.70	0.94	0.92	0.80	0.78	0.78	1.00	0.88	0.91
内江	0.66	0.66	0.84	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
乐山	0.55	0.61	0.79	0.83	0.81	0.86	0.85	0.87	0.80	0.83
资阳	0.59	0.78	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	0.87	0.93
宜宾	0.58	0.60	0.75	0.71	0.71	0.70	0.74	0.75	0.66	0.73
南充	0.68	0.76	1.00	0.92	0.99	0.94	1.00	0.99	0.93	0.95
达州	0.78	0.74	0.85	0.85	0.87	0.85	0.74	0.82	0.83	0.89
雅安	0.54	0.76	0.88	0.75	0.66	0.67	0.77	0.83	1.00	1.00
广安	0.59	0.55	0.68	0.69	0.72	0.66	0.65	0.65	0.69	0.69
巴中	0.48	0.55	0.54	0.46	0.40	0.42	0.45	0.42	0.39	0.45
眉山	0.51	0.57	1.00	0.80	0.75	0.78	0.81	0.77	0.98	1.00
阿坝	0.46	0.55	0.80	0.67	0.70	0.81	0.90	0.99	0.93	1.00
甘孜	0.48	0.49	1.00	0.97	1.00	0.76	0.77	0.85	0.88	1.00
凉山	0.66	0.68	0.74	0.78	0.81	0.84	0.79	0.86	0.84	0.91
均值	0.59	0.64	0.83	0.81	0.80	0.79	0.81	0.83	0.84	0.88

表7 2009—2018年四川省21个市、州的畜牧业经济发展DEA第三阶段纯技术效率值

地区	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
成都	0.66	0.79	0.95	0.95	0.91	0.97	1.00	1.00	1.00	1.00
绵阳	0.54	0.56	0.70	0.73	0.75	0.78	0.85	0.86	0.91	0.96
自贡	0.76	0.72	0.87	0.81	0.81	0.74	0.74	0.92	0.98	1.00
攀枝花	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
泸州	0.75	0.68	0.83	1.00	0.88	0.72	0.57	0.59	0.64	0.80
德阳	0.63	0.74	0.84	0.89	0.94	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
广元	0.37	0.39	0.52	0.45	0.47	0.50	0.53	0.56	0.54	0.57
遂宁	0.67	0.77	0.97	0.94	0.87	0.83	0.78	1.00	0.90	0.91
内江	0.77	0.73	0.86	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
乐山	0.60	0.64	0.81	0.83	0.81	0.86	0.86	0.87	0.81	0.83
资阳	0.60	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	0.89	0.95
宜宾	0.62	0.63	0.75	0.72	0.72	0.70	0.74	0.75	0.69	0.79
南充	0.68	0.76	1.00	0.92	1.00	0.96	1.00	1.00	0.99	1.00
达州	0.79	0.75	0.85	0.85	0.89	0.87	0.76	0.85	0.85	0.92
雅安	0.78	0.80	0.92	0.83	0.76	0.76	0.82	0.87	1.00	1.00
广安	0.67	0.59	0.70	0.70	0.73	0.67	0.65	0.66	0.71	0.74
巴中	0.60	0.64	0.63	0.50	0.43	0.44	0.46	0.43	0.39	0.46
眉山	0.61	0.65	1.00	0.86	0.79	0.80	0.81	0.77	0.99	1.00
阿坝	0.79	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.98	1.00
甘孜	0.75	0.72	1.00	0.99	1.00	0.80	0.79	0.87	0.93	1.00
凉山	0.68	0.70	0.74	0.78	0.81	0.85	0.79	0.95	0.84	1.00
均值	0.68	0.72	0.85	0.85	0.84	0.82	0.82	0.84	0.86	0.90

表8 2009—2018年四川省21个市、州的畜牧业经济发展DEA第三阶段规模效率值

地区	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
成都	0.99	1.00	0.98	0.99	0.99	0.98	1.00	0.99	1.00	1.00
绵阳	0.98	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.96	0.98
自贡	0.84	0.85	0.88	0.91	0.90	0.93	0.96	0.96	0.98	1.00
攀枝花	0.69	0.84	1.00	0.95	0.96	0.96	1.00	0.97	0.94	1.00
泸州	0.87	0.89	0.99	1.00	0.98	1.00	1.00	1.00	0.95	0.90
德阳	0.96	0.97	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
广元	0.91	0.96	0.96	0.98	0.99	0.98	0.98	0.99	1.00	1.00
遂宁	0.92	0.91	0.97	0.98	0.92	0.95	0.99	1.00	0.98	1.00
内江	0.85	0.91	0.97	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
乐山	0.92	0.96	0.98	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	0.99	1.00
资阳	0.98	0.97	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.97	0.98
宜宾	0.93	0.96	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00	0.96	0.92
南充	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	0.98	1.00	0.99	0.94	0.95
达州	0.99	0.99	1.00	0.99	0.98	0.98	0.97	0.97	0.97	0.97
雅安	0.70	0.94	0.97	0.91	0.86	0.89	0.93	0.95	1.00	1.00
广安	0.87	0.93	0.98	0.99	0.99	0.99	1.00	0.99	0.97	0.93
巴中	0.80	0.86	0.86	0.91	0.93	0.95	0.98	0.99	1.00	0.98
眉山	0.84	0.87	1.00	0.93	0.94	0.99	1.00	1.00	0.99	1.00
阿坝	0.58	0.55	0.80	0.67	0.70	0.81	0.90	0.99	0.95	1.00
甘孜	0.64	0.69	1.00	0.98	1.00	0.95	0.98	0.99	0.95	1.00
凉山	0.97	0.97	0.99	0.99	1.00	0.99	1.00	0.90	1.00	0.91
均值	0.87	0.90	0.97	0.96	0.96	0.97	0.99	0.98	0.98	0.98

(2) 就规模效率、纯技术效率而言, 2018年四川省规模效率值和纯技术效率值最高, 攀枝花、阿坝藏族羌族自治州、南充、凉山彝族自治州等地纯技术效率有效, 成都、德阳、绵阳、达州、乐山、泸州等地规模效率有效, 广元、宜宾、广安、巴中、凉山彝族自治州等地近10年未出现过技术效率达最优状态, 各地市州需根据具体情况加大技术投入与推广力度或者扩大经营规模, 以提高畜牧业经济发展效率。

(3) 整体来看, 通过第二阶段DEA的结果可知, 提高农民人均纯收入会改善粮食总产量、畜牧业劳动力数量和畜牧业资本投入相对过剩问题, 增加畜牧业机械总动力有利于改善畜牧业劳动力和畜牧业投资额的过剩情况, 那么在提升畜牧业经济发展效率方面, 除了要参考目前的效率值, 找准提升效率的方向, 还要注重环境因素对投入的影响, 在农民人均纯收入和畜牧业机械总动力方面。

参考文献

- [1] 杨振海. 加快转型升级建设现代畜牧业. 中国畜牧兽医报, 2019(7): 10-14.
- [2] 王果. 国外畜牧生态经济系统发展的经验借鉴及启示. 黑龙江畜牧兽医, 2019(20): 25-27.
- [3] 周杰, 高芬. 草原生态环境与畜牧业经济耦合协调关系分析——以内蒙古自治区为例. 生态经济, 2019, 35(5): 170-176.
- [4] Chai S H. Study on the ecological construction of livestock husbandry at county level. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2018, 185(1): 12039.
- [5] 张金鑫, 王红玲. 中国畜牧业碳排放地区差异、动态演进与收敛分析——基于全国31个省(市)1997—2017年畜牧业数据. 江汉论坛, 2020(9): 41-48.
- [6] Xue Y N, Luan W X, Wang H, et al. Environmental and economic benefits of carbon emission reduction in animal husbandry via the circular economy: Case study of pig farming in Liaoning, China. Journal of Cleaner Production, 2019, 238: 117968.
- [7] 朱宁, 秦富. 畜禽规模养殖场环境效率与环境全要素生产率分析——以蛋鸡为例. 农业技术经济, 2015 (9): 86-98.

- [8] Han Z, Han C, Chun Yang C. Spatial econometric analysis of environmental total factor productivity of animal husbandry and its influencing factors in China during 2001 - 2017. *Science of The Total Environment*, 2020, 723: 137726.
- [9] 许标文, 沈智扬, 林国华. 中国畜牧业绿色全要素生产率演变及区域差异研究. *中国生态农业学报(中英文)*, 2019, 27(4): 613-622.
- [10] 曲靖瞳. 乡村振兴背景下突泉县畜牧业发展政府规制研究[硕士学位论文]. 呼和浩特: 内蒙古大学, 2020.
- [11] Lavruk A. Problems of formation of the modern state policy on development of animal husbandry. *Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal*, 2019, 8(5): 21-23.
- [12] 林秀蔚, 万轩辰, 毕凯, 等. 黑龙江省畜牧业发展水平综合评价研究. *黑龙江畜牧兽医*, 2020(16): 21-24.
- [13] 魏禹尧. 经济学视角下畜牧业经济发展与转型新探——评《畜牧业经济与发展》. *中国饲料*, 2020(2): 120-121.
- [14] 张佳伊, 杨丽莎, 伍国勇. 基于三阶段DEA模型的山东省畜牧业经济发展效率分析. *黑龙江畜牧兽医*, 2020(4): 24-28.
- [15] 纪成君, 夏怀明. 我国农业绿色全要素生产率的区域差异与收敛性分析. *中国农业资源与区划*, 2020, 41(12): 136-143.
- [16] 张淑艳. 消费拉动与环境约束下的畜牧业生产结构调整探究. *中国农业信息*, 2014(15): 143.
- [17] Zhang Y J, Song Y. Unified efficiency of coal mining enterprises in China: An analysis based on meta-frontier non-radial directional distance functions. *Journal of Environmental Management*, 2020, 65: 127-129.
- [18] Lin X Q, Wang Y. Measuring resource, environmental, and economic efficiency of China's urban agglomerations based on hybrid directional distance function. *Journal of Urban Planning and Development*, 2019, 145(3): 243-245.
- [19] Liu L Q, Hao Y X, Zhang S, et al. Environmental efficiency of China's thermal power enterprises: A bootstrapped directional distance function with metafrontier approach. *Journal of Energy Engineering*, 2020, 146(4): 167-169.
- [20] Zhou Z X, Wu H Q, Song P F. Measuring the resource and environmental efficiency of industrial water consumption in China: A non-radial directional distance function. *Journal of Cleaner Production*, 2019, 240(3): 83-85.
- [21] Chung Y H, Fare R, Grosskopf S. Productivity and undesirable outputs: A directional distance function approach. *Journal of Environmental Management*, 1997, 51(3): 229-240.
- [22] 张晓华, 王芳, 郑晓书, 等. 四川省畜禽粪便排放时空分布及污染防控. *长江流域资源与环境*, 2018, 23(2): 433-442.

RESEARCH ON ECONOMIC DEVELOPMENT EFFICIENCY OF ANIMAL HUSBANDRY UNDER ENVIRONMENTAL CONSTRAINTS * ——BASED ON THREE-STAGE DIRECTION DISTANCE FUNCTION

Luo Huan, Wang Fang*, Chen Xiaodong

(College of Management, Sichuan Agricultural University, Chengdu 611130, Sichuan, China)

Abstract In this study, a three-stage data envelopment analysis (DEA) model was used to analyze the input-output efficiency of the animal husbandry economic development level in 21 prefectures of Sichuan province from 2009 to 2018, so as to measure and improve the economic development efficiency of animal husbandry under environmental constraints. Different from the traditional DEA model, the directional distance function was used in the first and third stages to calculate the efficiency value with the addition of non-expected outputs, it's also a reflection of environmental constraints. In the second stage, environmental factors and random error interference were eliminated, so the efficiency value could be evaluated more accurately. The results showed that the economic development efficiency of animal husbandry in Sichuan province was gradually improving, Panzhihua, Aba Tibetan and Qiang Autonomous Prefecture, Nanchong and other places were in the front of pure technical efficiency, Chengdu, Deyang, Guangyuan, Suining, Leshan, and other places are in the front of scale efficiency. Increasing the per capita net income of farmers would improve food production, animal husbandry labor and animal husbandry capital investment relative to the problem of excess, and increasing animal husbandry machinery total power to improve the surplus situation of animal husbandry labor and animal husbandry investment. The heterogeneity of economic development efficiency of animal husbandry among 21 cities and states was obvious. The efficiency of some cities and states was low and the process of improvement was slow, while the technical efficiency of some

cities showed a gradual upward trend and the speed of improvement was fast. In order to improve the economic development efficiency of animal husbandry, we should not only refer to the current efficiency value, increase the technical input and promotion or expand the scale of operation, but also pay attention to the impact of environmental factors on the input..

Keywords environmental constraint; animal husbandry economy; development efficiency; the three stage DEA; Sichuan province

·资讯·

乡村振兴促进法是实施乡村振兴战略的重要保障

2021年6月《乡村振兴促进法》正式实行,标志着全面推进乡村振兴进入了有法律遵循和法制保障的新阶段。不论是在城乡发展史上,还是在中华民族伟大复兴的征程上,《乡村振兴促进法》的出台均具有里程碑意义。一方面其为农业高质量提供了法律支撑,另一方面其为乡村建设提供了全局性的法律保障。

《乡村振兴促进法》将党中央、国务院关于促进乡村振兴的重大决策部署和通过实践检验行之有效的政策提升到法律层面,转化为法律条文,其瞄准当前乡村发展中的突出矛盾和问题,尽管没有设定法律责任专章,但仍然充分利用了法律的稳定性、规范性、可操作性,为实施乡村振兴提供了重要保障。具体而言,主要有以下表现。

一是丰富了乡村法律制度体系,为乡村振兴的实施提供了法律基础。我国“三农”法律体系是党和国家关于乡村建设顶层设计有效落地的缩影,主要由法律、行政法规、地方性法规等多个层次的法律规范构成,现已颁布的30多部与“三农”相关的法律立法目标相对单一,如《农村土地承包法》《农产品质量安全法》等。《乡村振兴促进法》是第一次为乡村专门立法,展现了党中央对“三农”工作的法治实践新理念,兼顾了农产品供给安全、公共设施建设保障等多重目标,与“三农”领域现有法律共同构建起了一套比较完整的法律体系,为实施乡村振兴提供了一揽子法律制度框架。在推动全面推进乡村振兴这一重大历史任务面前,《乡村振兴促进法》充分发挥了立法的引领和推动作用。从内容上来看,《乡村振

兴促进法》用具体条文明确表述了一系列重大问题的扶持措施,如对土地使用权出让的收入使用做出详细规定。从站位方向来看,《乡村振兴促进法》跳出乡村振兴论乡村振兴,实现了全面推进乡村振兴战略过程中法律不缺位。因此,《乡村振兴促进法》从法律层面拓展了实施乡村振兴战略的深度和广度,为高质量推进乡村振兴、优化乡村发展布局及在城乡协调互动的区位布局中加快城乡融合提供了法治保障。《乡村振兴促进法》中“政府”一词共出现了77次,可见,在推动实现乡村全面振兴这项重大历史性任务面前,营造良好的法治环境,确保牢不可破的法治外,相关政策措施的统筹协调力度还有待加强。以法律规范的形式强制调整相关政府部门的分配行为,对确保乡村振兴资金持续有效投入及各项措施的有效执行和落地起到了保驾护航的作用,最大程度地稳定了广大人民群众对乡村振兴的心理预期。这既适应了全面依法治国的新要求,也为农业农村优先发展提供了法治保障。

二是对乡村政治、产业、文化、生态、组织等的全面涵盖,尤其是对乡村生态文化功能的强调,促进了乡村振兴的全面推进和全面发展。当前正值我国向第二个百年奋斗目标迈进的历史关口,乡村振兴是极具中国特色的乡村建设道路,涉及内容广泛、主体多元、路径各异。要推进“产业兴旺、生态宜居、乡风文明、治理有效、生活富裕”的总要求落地生根,需政府、市场、社会明确边界划分、功能定位及职责职能,确保形成推动乡村振兴的有效合力。《乡村振兴促进法》

(下转第131页)