



张靳雪,张梦圆,路剑. 多国生猪生产成本结构与效率动态比较研究——基于要素成本贡献度分解与全局 Malmquist 生产率指数的实证分析[J]. 中国农业大学学报, 2026, 31(01): 315-327.

ZHANG Jinxue, ZHANG Mengyuan, LU Jian. Comparative study on the cost structure and efficiency dynamics of pig production in multiple countries: An empirical analyse based on the factor cost contribution decomposition and global Malmquist productivity index[J]. *Journal of China Agricultural University*, 2026, 31(01): 315-327.

DOI: 10.11841/j.issn.1007-4333.2026.01.25

多国生猪生产成本结构与效率动态比较研究 ——基于要素成本贡献度分解与全局 Malmquist 生产率指数的实证分析

张靳雪 张梦圆 路 剑*

(河北农业大学 经济管理学院, 河北 保定 071001)

摘 要 针对全球生猪生产成本持续攀升与效率提升不足的问题,基于2016—2022年欧洲、美洲和亚洲15国的投入产出数据,采用要素成本贡献度分解与全局 Malmquist 生产率指数模型,从“成本—效率”双维度框架开展跨国比较分析。结果表明:1)全球生猪生产成本普遍上升,饲料成本为主要驱动项,劳动力、资本和其他可变成本在不同国家中呈现差异性特征,反映出各国生猪产业所处生命周期不同;2)全要素生产率整体提升主要源于技术进步,但其路径因国而异,成长期国家依赖规模扩张实现效率积累,成熟期国家依托技术、管理创新突破瓶颈,转型期国家则在政策倒逼下形成绿色创新补偿效应;3)成本结构与效率水平间存在显著的双向动态反馈机制,且外部冲击加速技术集约与产业整合,短期推高成本、长期增强韧性,形成“效率增益对冲成本压力”机制。为应对我国生猪产业成本上涨与效率不足的双重挑战,应在短期内着力控制饲料及劳动力成本以稳定生产,中长期内通过关键技术创新、管理能力提升、绿色养殖模式及环保设施普及以提升效率水平。

关键词 生猪生产成本;要素成本贡献度分解;全局 Malmquist 生产率指数;降本增效

中图分类号 F326.3

文章编号 1007-4333(2026)01-0315-13

文献标志码 A

Comparative study on the cost structure and efficiency dynamics of pig production in multiple countries: An empirical analyse based on the factor cost contribution decomposition and global Malmquist productivity index

ZHANG Jinxue, ZHANG Mengyuan, LU Jian*

(College of Economics and Management, Hebei Agricultural University, Baoding 071001, China)

Abstract To address the persistent rise in global pig production costs and inadequate efficiency gains, this study conducts a cross-country comparative analysis within a dual “cost-efficiency” framework, based on the input-output data from 15 countries in European, America and Asia during 2016 to 2022. The cost-component contribution decomposition and the global Malmquist productivity index model are used. The results indicate that: 1) Pig production costs have generally increased worldwide, with feed costs as the primary driver. Labor, capital, and other variable costs vary significantly across countries, reflecting differences in their respective pig industry life cycle stages. 2) The overall growth in total factor productivity is mainly driven by technological

收稿日期: 2025-03-25;接受日期: 2025-06-16

基金项目: 河北省在读研究生创新能力培养资助项目(CXZZBS2025099)

第一作者: 张靳雪(ORCID: 0009-0000-1260-5224), 博士研究生, E-mail: hbndzhangjinxue@163.com

通讯作者: 路剑(ORCID: 0009-0009-8874-1447), 教授, 主要从事畜牧产业经济研究, E-mail: ndlujian@126.com

progress, but its path varies by country. The growth-stage countries rely on scale expansion, the mature-stage countries rely on tech and management innovation breakthroughs, and the transition-stage countries rely on policy-driven green innovation. 3) A significant two-way dynamic feedback mechanism exists between cost structure and production efficiency, and external shocks accelerate tech intensification and industry consolidation, raising costs in short term but boosting resilience in long term, which creates an “efficiency gains offset cost pressure” mechanism. To address the dual challenges of rising costs and insufficient efficiency in China’s pig-production industry, short-term efforts should focus on controlling feed and labor costs to stabilize production, while medium-term efforts to long-term measures should enhance efficiency through key technological innovations, improved management capabilities, green farming models, and the widespread adoption of environmental protection facilities.

Keywords pig production cost; factor cost contribution decomposition; global Malmquist productivity index; cost reduction and efficiency enhancement

生猪产业是关乎国计民生的重要产业^[1],其发展对增加农业企业收入、稳定市场供给、保障国家粮食安全具有重要意义。在全球肉类消费向家禽倾斜且饲料价格不断上涨背景下^[2],我国生猪生产饲料转化率较发达国家低10%~15%^[3],导致生猪生产效率提升乏力、生产成本持续攀升。生产成本刚性上涨引发双重危机,不仅抑制猪肉价格回落^[4],加速禽肉替代进程,同时会削弱我国国际市场竞争优势,压缩应对贸易风险的缓冲空间^[5-7]。由此形成的“成本攀升—价格劣势—市场挤压”恶性循环,迫切需要系统性跨国比较研究揭示成本控制失效与效率提升滞后的深层机制,为破解我国生猪产业系统性困局提供理论依据。

现有研究多运用统计指数分析模型、数据包络分析法、Tobit回归分析及动态面板模型等多种模型方法,从产业竞争力评价、全要素生产率测算或成本收益分解等维度针对产业效率进行系统性研判,揭示了以下4类关键影响因素:1)生产要素配置方式,如要素价格变动及生产规模调整^[8-13];2)组织经营模式选择,如产业组织模式、流通模式^[14-15];3)宏观政策环境约束,如货币汇率波动^[16]、环保规制政策^[17];4)生物安全风险防控,如非洲猪瘟等重大不确定性事件^[18]。然而,已有研究在分析维度和方法适配性上仍存在4方面局限性:1)较多聚焦于少数国家间的双边比较,难以反映生猪产业成本结构在不同技术阶段、资源禀赋和政策环境下的全貌,导致结论易受个案干扰。2)多以单一维度考察成本结构或生产效率,难以全面识别成本结构与生产效率之间的互动作用及反馈机制,致使结论对二者内在关联的把握存在片面性。3)传统成本指数方法仅能衡量成本总量的变动趋势,无法识别各类要素

的结构性作用,难以解释成本上涨的具体来源及其演化机制。4)较多研究采用的传统DEA模型依赖于特定时期或地区作为参考前沿,在多个决策单元的效率测算中会存在基期偏误问题,难以实现不同国家间效率水平的统一度量,也无法有效适应样本异质性较大的跨国比较情境。

本研究将在“成本—效率”双维度框架下,基于2016—2022年欧洲、美洲及亚洲15国的生猪生产投入产出数据,采用要素成本贡献度分解法与全局Malmquist生产率指数,阐明细分成本结构演变与全要素生产率变化的联动机制,以期为破解我国生猪生产成本攀升与效率瓶颈问题提供分阶段、差异化降本增效方案。

1 多国生猪生产成本上升的要素成本贡献度分解

1.1 要素成本贡献度分解法

参考何泽军等^[19]的方法,本研究采用相对成本贡献率计算要素成本贡献度。

第一步,计算 t 时期相对于 $t-1$ 时期 i 项细分成本绝对增长率,公式为:

$$\rho_{i,t} = \Delta C_{i,t} / C_{i,t-1} = [C_{i,t} - C_{i,t-1}] / C_{i,t-1} \quad (1)$$

式中: $C_{i,t}$ 、 $C_{i,t-1}$ 分别表示在 t 和 $t-1$ 时期的 i 项细分成本。

第二步,计算 t 时期相对于 $t-1$ 时期的总成本绝对增长率,公式为:

$$\rho_t = \sum_{i=1}^m \lambda_{i,t}^* \rho_{i,t} \quad (2)$$

式中: $\lambda_{i,t}^*$ 为 t 时期 i 项细分成本占总成本比例。

第三步,计算 i 项细分成本 t 时期相对基期的相对成本增长率,公式为:

$$\sigma_{i,t} = \prod_{t=1}^n (1 + \rho_{i,t}) - 1 \quad (3)$$

第四步, 计算总成本相对增长率, 公式为:

$$\sigma_t = \sum_{i=1}^m \lambda_{i,0}^* \sigma_{i,t} \quad (4)$$

式中: $\lambda_{i,0}^*$ 为基期 i 项细分成本占总成本的比例。

第五步, 计算 i 项细分成本 t 时期相对基期的相对增长对总成本增长的贡献率, 公式为:

$$\delta_t = (\lambda_{i,0}^* \sigma_{i,t}) / \sigma_t \quad (5)$$

1.2 数据来源

为实现研究目的同时兼顾数据可得、历时可比原则, 本研究将基于 2016—2022 年中国、美国、巴西、爱尔兰、奥地利、比利时、丹麦、德国、法国、芬兰、荷兰、瑞典、西班牙、匈牙利、意大利共 15 国生猪生产投入产出数据, 深入剖析各国生猪生产成本变动的原因。选择这个时间段的数据主要基于以下 2 点考虑: 1) 2018 年爆发的非洲猪瘟对中国及全球生猪生产产生了深远影响。作为全球最大的生猪生产国, 中国受非洲猪瘟冲击生猪存栏量大幅下降, 生产成本急剧上升。2) 该时期全球生猪生产普遍受到日益严格的环保政策的冲击。研究该时期生猪生产成本结构及效率变化, 能够有效捕捉非洲猪瘟、环保政策出台等重大事件对生猪生产的影响。

中国生猪生产成本数据来自 2016—2022 年《全国农产品成本收益资料汇编》^[20], 育肥猪饲料数据来自中国农业农村部官网^[21]; 巴西、美国及欧洲国家生猪生产成本数据、育肥猪饲料数据来自英国农业园艺发展委员会官网中由 InterPIG 测算并公布的《部分国家养猪成本》^[22]; 除前述来源外, 美国生猪生产成本数据的另一种来源为美国农业部经济研究局官网^[23]; 汇率数据来自中国国家外汇管理局官网^[24]; 各国或地区新鲜或冷冻带骨猪肉的生产者价格指数及其他各国猪肉产量数据来自世界粮农组织数据库^[25]; 美国猪肉产量数据来自美国农业部对外农业事务局官网^[26]。

1.3 统计指标、数据来源及统计差异说明

1.3.1 统计指标说明

参考 InterPIG 生猪生产成本统计框架^[27], 选用饲料成本、其他可变成本、劳动力成本、折旧与财务成本共计 4 项细分成本指标: 1) 饲料成本包括仔猪繁育、保育及育肥 3 个阶段的自生产及外购饲料成本。2) 其他可变成本包括兽医药品成本、育种成本及能源消耗成本。3) 劳动力成本包括仔猪繁育、保

育及育肥 3 个阶段的家庭用工折价及雇工费用。4) 折旧与财务成本包括固定资产折旧、利息成本。总成本为 4 项细分成本指标之和。

1.3.2 统计差异说明

对比 InterPIG 与我国生猪生产成本统计方法^[27], 发现有 3 点统计差异:

1) 生猪生产成本数据单位存在差异。由于 InterPIG 公布的生猪生产成本基于生猪冷胴体重, 数据单位为“欧元/kg”; 国家统计局公布的生猪生产成本基于生猪出栏活重, 数据单位为“元/头”; 美国农业部经济研究局公布的生猪生产成本基于生猪出栏活重, 数据单位“美元/英担”。为方便后续对跨国生猪生产成本数据进行分析比较, 统一将各国生猪生产成本计算基础转换为生猪冷胴体重, 单位转换为“元/kg”。生猪屠宰活重转换为冷胴体重需要经过运输、屠宰和冷却过程。从活猪到胴体, 要去除头、蹄、尾和内脏等部分, 再经过冷却后得到冷胴体。参考已有研究或规定^[28-31], 将生猪出栏活重与冷胴体重之间的换算公式定义为:

$$W_{\text{cold}} = W_{\text{live}} \times 76.3\% \times 98\% \quad (6)$$

式中: W_{cold} 为生猪冷胴体重; W_{live} 为生猪出栏活重; 76.3% 为屠宰转换率; 98% 为冷胴体重转换率。

2) 生猪生产阶段划分不同带来的统计口径差异。InterPIG 生产成本模型将生猪生产划分为 4 个阶段, 即仔猪繁育、保育、育肥及猪肉生产。该生产成本计算模型中饲料成本、劳动力成本涵盖前 3 个阶段的成本。中国生猪生产成本包含繁育、育肥及屠宰 3 个阶段的成本, 但《全国农产品成本收益资料汇编》^[20]将仔猪费单独核算, 未区分仔猪繁育及保育过程中的饲料及劳动力成本, 导致难以与 InterPIG 的成本结构实现直接对应。为弥补统计口径差异, 本研究选取 InterPIG 框架中与中国数据结构最为接近的美国作为推算参照样本。原因在于, 美国不仅已按照 InterPIG 标准划分生猪各阶段成本并向其提交全量数据, 其农业农村部经济研究局发布的生产成本统计指标体系在分类结构和核算逻辑上与中国具有高度相似性。基于美国育种、保育和育肥阶段饲料及劳动力成本占总成本的结构比例, 推算中国涵盖前 3 阶段的对应细分成本, 公式为:

$$C_{\text{iChina},i} = (C_{\text{China},i} / C_{\text{US},i}) \times C_{\text{iUS},i} \quad (7)$$

式中: $C_{\text{iChina},i}$ 、 $C_{\text{iUS},i}$ 分别为 Interpig 框架下中国、美国

i 项生猪细分成本; $C_{China,i}$ 、 $C_{US,i}$ 分别为自有统计框架下中国、美国*i*项生猪细分成本。

3)各国价格变动存在差异。价格因素会对生猪生产成本产生作用,将没有进行平减处理的数据直接进行生猪生产成本趋势比对会造成结果存在偏颇。为消除价格因素的影响,以2016年为基期,采用新鲜或冷冻带骨猪肉的生产者价格指数,对各国数据进行平减处理。

1.4 要素成本贡献度分解结果

根据式(1)~(5)计算出15国细分成本相对增长对总成本上涨的贡献率,结果见表1。

1.4.1 整体分析

对15国生猪细分成本贡献率进行综合分析,主要特征如下:1)饲料成本是各国生猪生产成本上涨的主要因素,其贡献率普遍超过50%。2)劳动、折旧与财务贡献率呈现此消彼长的显著替代特征。发展中国家(如中国、巴西)更依赖劳动力投入,其劳动贡献率波动剧烈且相比之下资本贡献率较低;而发达国家(如美国、欧洲12国)则更侧重资本投入,且资本贡献率波动幅度相对较小。3)其他可变成本贡献率在发展中国家波动剧烈,在发达国家则相对平稳。综上,15国生猪细分成本贡献率整体呈

表1 2017—2022年中国、美国、巴西及欧盟生猪细分成本贡献率
Table 1 Pig production cost components contribution rates in China, the United States, Brazil and the European Union from 2017 to 2022

国家 Country	年份 Year	饲料贡献率 Feed contribution rate	其他可变成本贡献率 Other variable costs contribution rate	劳动贡献率 Labor contribution rate	折旧与财务贡献率 Depreciation and finance contribution rate
中国 China	2017	70.51	2.28	26.20	1.01
	2018	71.66	2.20	25.19	0.95
	2019	69.28	1.49	28.47	0.77
	2020	66.42	1.52	31.27	0.78
	2021	133.11	4.28	−38.34	0.96
	2022	−78.85	2.39	174.96	1.50
美国 United States	2017	11.50	27.06	2.40	59.04
	2018	83.54	−6.07	3.29	19.24
	2019	86.49	−8.46	10.69	11.28
	2020	99.03	9.71	11.63	−20.38
	2021	130.28	−22.99	−0.55	−6.74
	2022	86.42	0.00	3.10	10.47
巴西 Brazil	2017	179.61	−39.81	−19.91	−19.89
	2018	77.84	18.56	16.88	−13.28
	2019	82.45	7.80	24.00	−14.25
	2020	−15.17	47.61	38.59	28.97
	2021	−176.03	186.47	75.42	14.15
	2022	175.42	−85.41	−32.25	42.25
欧盟 ^① European Union	2017	62.76	44.84	−9.98	2.38
	2018	66.45	11.87	5.13	16.54
	2019	30.57	18.97	6.53	43.93
	2020	64.93	24.23	12.20	−1.36
	2021	90.10	11.88	3.15	−5.13
	2022	−56.22	106.00	−164.78	215.00

注:①欧盟数据为12个欧洲国家的算术平均值,表2同。
Note: ①EU figures are arithmetic averages of 12 European countries. The same applies to Table 2.

现“饲料主导、劳资替代、波动分化”的核心特征。

1.4.2 跨国横向对比分析

表 2 示出 2016—2022 年中国、美国、巴西及欧盟育肥猪复合饲料价格。可见,全球生猪生产成本上涨是由饲料成本、劳动力成本、折旧与财务成本、其他可变成本等多因素共同作用的结果,但各国推动生猪成本上涨的核心因素呈现显著的区域差异。

美国生猪生产成本上涨的主要驱动项由折旧与财务成本逐步转变为饲料成本。这一方面反映了美国生猪生产资本性成本影响下降,行业趋于成熟稳定;另一方面也凸显了美国生猪生产可变成本的提高,进一步挤压了行业利润。美国育肥猪复合饲料价格飙升,进而引发饲料成本暴涨,主要有 3 方面原因:1)美国育肥猪复合饲料配方中玉米、豆粕占比较高,玉米、大豆价格大幅上涨引发饲料成本暴涨。2021 年,干旱天气导致玉米主产区美国、大豆主产区巴西及阿根廷产量下降^[32-33];2022 年,俄乌战争爆发致使乌克兰玉米出口受限,化肥价格、运输和能源成本上升;同年,美元走强推动美国玉米、大豆出口增加^[34],进一步推升国内价格。2)2020—2022 年新冠疫情冲击全球供应链,饲料原料运输受阻,推动全球粮食价格普遍上涨。3)2018 年中美贸易摩擦后,中国对美大豆加征 25%

关税,中国转向南美采购,套利贸易导致美国大豆通过第三国间接流入中国,使全球大豆价格联动上涨,最终抬高美国国内大豆价格。

巴西生猪生产体系呈现饲料成本与劳动力成本双核驱动特征,且成本结构表现出剧烈波动性、阶段异变性与资本替代趋势。

1)从波动性看,饲料成本贡献率整体呈现上涨趋势且伴随剧烈波动。与美国类似,全球粮价、极端天气扰动主产区产量,叠加 2017—2022 年巴西货币雷亚尔相对美元累计贬值 40.78%^[35],共同推高了巴西国内大豆、玉米等饲料原料价格。

2)从阶段异变性看,2021 年巴西育肥猪复合饲料价格较 2020 年上涨 21.62%,但饲料成本贡献率却降至-176.03%。该异常波动可归因于兽医药品成本激增与能源消耗成本飙升^[36]共同引发的其他可变成本暴涨,这导致饲料成本在总成本中的权重被稀释。

3)从资本替代趋势看,2021 年劳动力成本贡献率触顶后,巴西加大养殖机械化设备与技术投入,尝试以资本替代劳动。次年,巴西折旧与财务成本贡献率显著上升,劳动力成本贡献率降至负值,反映出巴西生猪产业开始由劳动密集型向资本密集型转型。

表 2 2016—2022 年中国、美国、巴西及欧盟育肥猪复合饲料价格
Table 2 Compound feed prices for finishing pigs in China, the United States, Brazil and the European Union from 2016 to 2022

国家 Country	年份 Year							均值 Mean
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
中国 China	3 061.67	3 008.33	3 027.17	3 052.21	3 211.58	3 607.58	3 882.96	3 264.50
美国 United States	3 296.75	3 184.10	3 186.62	3 330.48	3 408.56	3 861.73	4 856.53	3 589.25
巴西 Brazil	3 533.10	3 922.10	2 481.21	2 439.11	2 530.18	3 077.21	3 599.33	3 083.18
欧盟 European Union	2 582.97	2 644.77	2 832.71	2 837.60	2 809.89	3 066.66	3 733.42	2 929.72

欧洲生猪生产面临着饲料成本稳步上升、其他可变成本不断增加以及资本性成本的波动。欧洲生猪生产细分成本贡献率中科技、环保投入成本增加,体现出欧洲生猪行业的现代化、绿色、可持续

特征。

1)饲料成本依然是主导因素。推动因素与美国类似,包括不确定的极端天气、俄乌战争及新冠疫情。但欧洲饲料成本上涨幅度、波动幅度均低于

美国,造成该差异的可能原因是欧洲生猪饲料配方多样化程度高,以小麦、大麦、玉米为主,对价格波动幅度较大的玉米依赖程度相对较低;美国饲料原料高度依赖国内生产,而欧洲生猪饲料原料主要依赖进口,供应来源多元化,整体价格波动幅度相对较低;奥地利、芬兰等国家种养结合模式拉低了欧洲整体的饲料成本上涨幅度。

2)其他可变成本对欧洲生猪生产成本上升的贡献率逐步提高。主要是非洲猪瘟引发防疫成本增加及更严格的环保规制政策下能源与环保设施投入增加,反映行业绿色可持续转型需求。

3)折旧与财务成本波动较大,劳动力成本对欧洲生猪生产成本上升的影响较为有限。严苛的环保规制政策、欧洲央行连续10次加息(2022年7月—2023年10月),进一步拉高融资成本,推高折旧与财务成本贡献率;同时,自动化和智能化水平整体提高也降低了对劳动力的需求,使劳动力成本贡献率保持较低水平。

中国生猪生产成本呈现“饲料价格长期上涨、劳动力成本飙升、其他细分成本占比低且相对稳定”的显著特点。

1)饲料成本贡献率呈现长期上涨、短期波动的特征。受极端天气、俄乌战争、非洲猪瘟等全球不确定性事件冲击及中美贸易战加剧的影响,研究期内中国育肥猪复合饲料价格累计增长26.82%。中国大豆对外依赖性极高,因国内大豆种植面积有限、单产偏低,导致国内大豆消费量80%以上依赖进口。2022年,中国大豆进口量为9108万t,其中,巴西占比59.73%,美国占比32.42%,阿根廷占比4.01%^[37]。为反制美国对华产品加征关税,中国商务部于2018年对原产美国的大豆、玉米等农产品加征25%关税^[38],推高了国内粮食价格,进一步加剧饲料成本上涨压力。值得关注的是2个特殊波动节点,即2019年非洲猪瘟,叠加巴西、美国大豆丰收,全球大豆供给过剩,引发豆粕价格下跌,缓解了饲料成本压力,表现为饲料成本贡献率显著下降;2021年,中国农业农村部下达了《猪鸡饲料玉米豆粕减量替代技术方案》^[39],依托配方优化降低饲料原料进口依赖,推动中国2022年饲料成本贡献率首次降至负值。

2)中国生猪劳动力成本贡献率飙升,这是结构性短缺、自动化水平低、非洲猪瘟、劳动力刚性成本

提高等多重因素交织的结果。城市化进程加快、农村人口持续外流及老龄化问题加剧,导致养殖场“招工难”现象普遍,而中国农村剩余劳动力逐步耗尽,已逼近刘易斯转折点^[40],劳动力市场供需趋紧,工资水平持续上升,从而抬高企业用工成本;养殖自动化水平偏低,对人工需求多、依赖程度高;非洲猪瘟后复养阶段补栏、防疫和生物安全标准提升,短期内急剧扩大劳动力需求;最低工资标准不断上涨,现代养殖与粪污处理对技能要求提高,招聘与培训成本同步攀升;新冠疫情后劳动力返流加剧农村地区劳动力的结构性错配,进一步抬高用工成本。

综上,全球生猪生产成本上涨趋势明显,饲料成本仍是主导因素,但受环保政策、能源危机、疫病防控等多重因素影响,各国次要成本项存在差异,反映出各国生猪产业所处发展阶段不同。生命周期理论认为,产业通常经历导入期、成长期、成熟期、转型期(或衰退期)等4个阶段,不同时期的资源投入结构和成本构成具有显著特征^[41]。结合本研究对各国次要成本项的归类结果,可将成本结构变化趋势与生命周期特征有机对应。中国与巴西的次要成本项为劳动力成本,占比高且波动大,反映出中、巴生猪产业尚处于成长期,依赖劳动力投入进行扩张,尚未实现要素替代与资本深化,但已出现资本与技术投入增加的初步迹象,表明两国开始由成长期向成熟期过渡。美国则以折旧与财务成本为次要成本项,显示出其生猪产业已进入成熟期,资本投入充分、固定资产比重大、成本结构稳定。欧洲国家的次要成本项多为其他可变成本,如环保投入、能源支出等,说明其生猪产业承受了来自经济绿色转型与结构调整的双重压力,标志着其生猪产业发展已由成熟期迈入转型期。

2 基于全局 Malmquist 生产率指数的多国生猪生产效率分析

尽管成本上升对养殖利润、生猪产业竞争力存在长期制约,但成本本身并非唯一决定性因素,“降本”之外还需“增效”。若行业能依托技术进步、规模优化、资源配置调整等方式提升生产效率,则有望缓解成本上涨压力。因此,在成本分析基础上,有必要进一步考察生猪生产效率及其结构的动态演化。

2.1 研究方法

本研究基于 2016—2022 年中国、美国、巴西等 15 个生产决策单元的生猪生产投入产出数据,选用规模报酬可变的、投入导向型的全局 Malmquist 生产率指数模型。相比于规模报酬不变、产出导向型的传统 Malmquist 生产率指数^[42-44],优势如下:

1) 规模报酬可变的全球 Malmquist 生产率指数模型更易捕捉到不同规模下的效率变化和技术进步。

2) 全局 Malmquist 生产率指数模型灵活性更高且无需依赖统一生产函数假设,更适用于分析具有跨国、技术及环境异质性较强、多投入单产出特征的数据。

3) 投入导向型的全局 Malmquist 生产率指数模型更适用于分析以成本控制为核心生产目标的生猪生产。

参考 Ray 等^[45]及 Pastor 等^[46]的方法,构建规模报酬可变的全球 Malmquist 生产率指数,公式为:

$$M(x_t, y_t, x_{t+1}, y_{t+1}) = \frac{D(x_{t+1}, y_{t+1})}{D(x_t, y_t)} \quad (8)$$

式中: $M(x_t, y_t, x_{t+1}, y_{t+1})$ 为 t 时期到 $t+1$ 时期规模报酬可变的、基于全局基准技术的全局 Malmquist 生产率指数; $D(x_t, y_t)$ 、 $D(x_{t+1}, y_{t+1})$ 分别为 t 时期、 $t+1$ 时期的全局基准技术距离函数; x_t 、 x_{t+1} 分别为 t 时期、 $t+1$ 时期的投入向量; y_t 、 y_{t+1} 分别为 t 时期、 $t+1$ 时期的产出向量。

距离函数为:

$$D(x, y) = \inf \{ \theta > 0 | (x/\theta, y) \in T \} \quad (9)$$

式中: T 为全局基准技术集; θ 为缩放因子。

全局 Malmquist 生产率指数分解公式为:

$$M(x_t, y_t, x_{t+1}, y_{t+1}) = \quad (10)$$

$$EC \times BPC = PTE \times SE \times BPC$$

式中: EC 为技术效率变化,衡量个体相对于同一基准前沿的“赶超”或“退步”程度; BPC 为基准技术变化,用来度量技术前沿从 t 时期到 $t+1$ 时期的整体移动幅度; PTE 为纯技术效率,在最优规模下衡量生产决策单元运用最先进技术对投入要素的使用效率; SE 为规模效率,反映实际规模报酬与可变规模最优之间的偏离。

2.2 变量设定

本研究采用具有多投入、单产出特征的全局 Malmquist 生产率指数模型,投入及产出变量设定如表 3 所示。投入变量为各国生猪生产的饲料成本、其他可变成本、劳动力成本、折旧与财务成本; 产出变量为各国猪肉产量。此外,考虑到投入和产出之间可能具有一定的时滞性,本研究利用 Stata17.0 软件,分别测算了各国无滞后、滞后 1 期、滞后 2 期的生猪生产全要素生产率。对比测算结果发现,无滞后结果直接反映当期生产效率和技術变化; 滞后 1 期结果略有平滑,某些年份中生产率变化小于无滞后结果; 滞后 2 期结果更为平滑,但可能导致部分数据偏离当前期效应。因此,后文均选择更为贴近真实情况的无滞后结果。

表 3 全局 Malmquist 生产率指数模型投入及产出变量设定

Table 3 Definitions of input and output variables for the global Malmquist productivity index model

变量类别 Variable category	指标层 Indicator layer	指标内涵 Indicator definition
投入变量 Input variables	饲料成本	包含仔猪繁育、保育及育肥 3 个阶段的自生产及外购饲料成本, 元/kg。
	其他可变成本	包含兽医药品成本、育种成本及能源消耗成本, 元/kg。
	劳动力成本	包含仔猪繁育、保育及育肥 3 个阶段的家庭用工折价及雇工费用, 元/kg。
	折旧与财务成本	包括固定资产折旧、利息成本, 元/kg。
产出变量 Output variables	猪肉产量	屠宰后冷胴猪肉产量, 万 t。

2.3 各国生猪生产效率的全局 Malmquist 生产率指数结果分析

2.3.1 整体及趋势分析

表4示出研究期内15国历年平均生猪生产全要素生产率及其分解指数结果。整体看,研究期内全球生猪生产全要素生产率呈现显著增长态势,核心驱动力源于技术革新而非效率优化。技术进步贡献度明显高于效率改善,其中,规模效率提升发挥了关键驱动作用,而纯技术效率的持续弱化则反映出生产环节仍存在优化空间。从趋势看,全要素生产率与技

术变化指数呈现周期性波动上升特征,在2018—2019年及2021—2022年形成2个明显的技术突破期,特别是2018—2019年,非洲猪瘟疫情引发的行业洗牌与环保政策倒逼效应,共同驱动了大规模产业技术升级和产业集中度提升。尽管2021年后技术进步幅度有所放缓,但前期积累的技术红利仍支撑着全要素生产率持续改善。值得关注的是,各效率指标在2019年达到峰值后普遍进入平缓下行通道,这表明生猪产业现有技术体系的边际效益正在递减,未来效率提升需要突破技术瓶颈或创新管理模式。

表4 2016—2022年历年平均全局 Malmquist 生产率指数及其分解
Table 4 Annual average global Malmquist productivity index and decomposition from 2016 to 2022

年份 Year	指标 Indicator	全局 Malmquist 生产率指数 Global Malmquist productivity index	技术效率 Technical efficiency	纯技术效率 Pure technical efficiency	规模效率 Scale efficiency	技术变化 Best practice change
2016— 2017	年均值	0.965 4	0.924 0	0.853 5	1.114 1	0.950 1
	指数≥1 的 国家数	5	4	5	12	4
2017— 2018	年均值	0.938 7	0.893 4	0.794 0	1.147 8	0.916 0
	指数≥1 的 国家数	2	3	2	15	0
2018— 2019	年均值	1.200 5	1.057 8	1.262 7	0.884 8	1.308 3
	指数≥1 的 国家数	12	12	12	3	15
2019— 2020	年均值	0.964 2	1.089 8	1.200 5	0.951 0	0.935 1
	指数≥1 的 国家数	7	11	11	7	1
2020— 2021	年均值	1.058 3	0.986 9	0.951 5	1.046 4	1.024 2
	指数≥1 的 国家数	8	6	6	11	9
2021— 2022	年均值	1.085 6	1.001 0	1.026 0	1.015 3	1.084 0
	指数≥1 的 国家数	10	6	8	9	13
2016— 2022	总平均值	1.035 4	0.992 2	1.014 7	1.026 6	1.036 3
	总累乘值	1.205 1	0.940 1	1.002 9	1.143 1	1.182 2

2.3.2 跨国横向对比分析

全球生猪生产全要素生产率演进路径呈现显著地域分化特征,技术变革、管理优化与政策约束共同塑造了处于不同生命周期阶段的各国生猪产

业的差异化发展模式,具体如下:

1)已进入成熟期的美国生猪产业呈现出“抗压韧性突出、技术与管理双轮驱动”特征。美国全要素生产率波动平缓且具备快速修复能力,技术革新

与精细化管理已形成良性循环,但规模效率长期稳定于中游水平,凸显美国生猪产业升级已逐步进入边际效益递减阶段。

2)处于成长期的巴西生猪产业呈现出“高波动、强政策依赖、规模驱动”特性。巴西全要素生产率短期爆发源于规模化红利,但技术断层与政策不连续性导致长期增长动能不足。这一发展困境折射出巴西生猪产业发展单纯依赖要素投入的局限性,亟需构建可持续的技术创新体系。

3)处于转型期的欧洲生猪产业呈现“技术先行、环保约束、区域分异”的典型特征。为落实欧盟《国家排放上限指令》^[47],欧盟国家均于2019年提交了《国家空气污染控制计划(NAPCP)》^[48]。根据波特假说^[49],环境规制在短期内可能抬高成本、压制效率,但若激励机制合理有效,则能够倒逼产业技术革新与管理优化,从而在中长期形成“创新补偿效应”,实现效率跃升。欧洲生猪产业的实践恰好印证了这一假说:自2019年全面推行《国家排放上限指令》^[47]以来,多国技术变化指数短期内下滑,反映了政策规制带来的初期适应成本,但随后部分国家技术效率和管理效率的回升,表明在政策压力下生猪产业发展已迈向绿色与效率协同提升路径。欧盟国家区域分异性是其环保规制的统一框架与成员国异质性能力相互作用的结果^[50],揭示了绿色转型进程中技术迭代能力与制度支撑体系的决定性作用。北欧凭借技术前瞻性与政策协同性,将环保压力转化为创新势能,但受制于规模化程度、产业集中度不足;西欧生猪生产虽依托技术驱动实现效率提升,但因管理韧性缺失与政策适应性薄弱,在环保规制突变时暴露出抗风险能力不足的结构性缺陷,2019年环保政策加码后全要素生产率出现断崖式下跌;东欧(匈牙利)生猪生产呈现“政策驱动转型、新旧动能断层”特征,其规模化扩张发展路径在《农林地转让第122号法案》^[51]叠加《动物保护指令》^[52]刚性约束下,陷入技术引进滞后与管理能力不足的双重困境,暴露出“规模红利消退而技术替代迟缓”的转型阵痛。

4)中国生猪生产具有“技术驱动、规模化加速、管理短板”的复合特征。技术变化指数与全要素生产率指数变化趋势高度一致,表明中国生猪产业全要素生产率提升主要由技术进步驱动。非洲猪瘟的冲击催化了自动化设备普及与标准化管理升级,

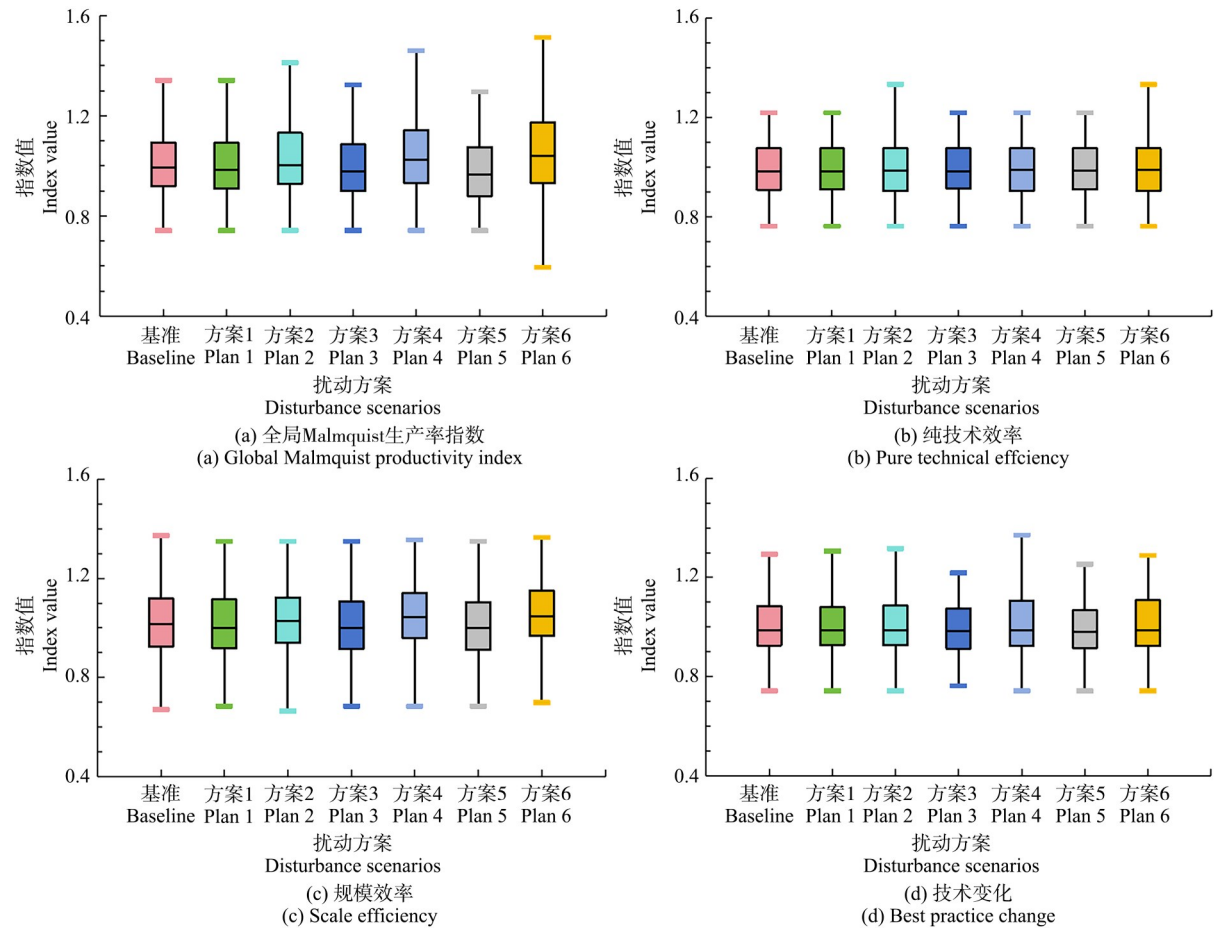
叠加政策引导的规模化进程加速,形成“技术集约+产能扩张”的协同增长模式。这一模式能够实现在扩大产能的同时控制边际成本,推动了效率和效益同步提升,但也暴露出中国现行生猪生产体系的深层矛盾——规模集约化经营与传统散户养殖并存,导致整体规模经济效应未能充分释放、管理效率仍有较大提升空间;尽管当前中国土地资源充裕与环保规制弹性能够为规模化发展提供持续性空间,但抗风险能力弱于美国成熟体系,管理标准化水平落后欧洲。造成深层矛盾的根源在于中国短期规模化红利与长期转型需求错配,即规模扩张速度快于技术渗透率与管理能力提升速度,使生产效率呈现出“头部跃升、长尾拖累”的非均衡状态。破解这一局面需依托产业链整合加速散户退出,并同步强化技术扩散与管理赋能。

综上所述,全球生猪生产引发全要素生产率变动的主要影响因素为技术进步,且表现出显著的阶段性特征,即生猪产业在成长期依赖规模扩张实现原始积累,在成熟期依托技术、管理优化突破瓶颈,在转型期则借助政策重构增长范式。当前环境规制与技术创新深度耦合的趋势,或将重塑全球生猪产业竞争格局。

2.4 稳健性检验:中国估算值变动下的敏感性分析

由于中国缺失育种及保育阶段饲料及劳动力成本的真实数据,本研究采用比例推导法估算相关指标,以便将其纳入跨国比较框架。然而,中美在仔猪繁育与保育阶段的投入方式、人工替代程度等方面仍存在差异,该推导方法虽具可比性基础,但难以完全反映中国在这2个阶段的实际投入强度。为检验该估算方法的合理性与稳健性,设计6种扰动方案,对中国饲料及劳动力成本的估算值进行敏感性分析。扰动方案1—方案6分别对估算值施加+5%、-5%、+10%、-10%、+15%和-15%的扰动,并重新计算全局Malmquist生产率指数、技术效率指数、纯技术效率指数、规模效率指数4项指标,结果见图1。

各扰动方案下4项指标整体分布形态、中位数和箱体范围并未出现明显的结构性偏移,表明估算值在可接受范围内波动时,不会显著改变全局Malmquist生产率指数模型结果,说明本研究采用的估算方法具备较强的稳健性和合理性。



方案1—方案6的扰动幅度分别为+5%、-5%、+10%、-10%、+15%及-15%。
The perturbation magnitudes for plan 1—6 are +5%, -5%, +10%, -10%, +15%, and -15%, respectively.

图1 6种扰动对全局Malmquist生产率指数及其分解指数结果影响的敏感性分析箱形图

Fig. 1 Boxplot of sensitivity analysis on the impact of six disturbances on the global Malmquist productivity index and its decomposition

3 讨论

成本与效率并非各自独立演化的维度,而是在产业发展过程中动态适配、协同演化,其动态特征归纳如下:1)要素替代驱动效率升级。饲料、劳动力、资本等核心成本项的变动直接塑造技术路径选择。劳动力成本攀升倒逼中、巴两国向资本密集型转型;美国依托技术与管理优化实现资本性成本占比下降;欧洲环保规制推动绿色技术投资,短期推高成本但奠定绿色升级基础。2)效率提升反哺成本优化。技术进步通过资源利用效率改善构筑“成本缓冲器”,欧洲环保技术削弱饲料及能源波动影响,中、巴两国机械化水平提高降低劳动力依赖程度,美国技术升级缓解饲料价格刚性上涨。3)生命周期分化作用路径,动态冲击强化产业韧性。横向

比较显示,效率提升缓解成本压力的作用路径因产业所处生命周期阶段不同存在差异,产业成长期国家依赖资本替代劳动实现规模增效;产业成熟期国家借助技术升级突破成本刚性;产业转型期国家依托政策及管理创新倒逼技术重构。纵向演化揭示,非洲猪瘟、新冠疫情等外部冲击加速技术集约化,将短期成本压力转化为长期效率增益,验证产业韧性源于“成本—效率”动态适配能力。4)“成本—效率”双向机制锚定升级路径。成本结构借助要素配置引导效率提升方向,效率提升反向增强成本稳定性。这种双向机制在不同发展阶段呈现差异化适配模式,为制定降本增效策略提供依据。

4 主要结论与政策启示

本研究围绕生猪生产成本变动的核心驱动因

素及生产效率的动态演化展开实证研究,主要结论如下:1)全球生猪生产成本上涨的主导因素仍是饲料成本,但次要成本项的差异性映射出各国生猪产业所处生命周期。中国、巴西以劳动力成本为次要成本项,反映两国生猪产业处于成长期,尚未完成资本替代与技术深化;美国以折旧与财务成本为次要成本项,表明美国生猪产业已进入资本充分投入、结构稳定的成熟期;欧洲受绿色规制和能源成本影响,其他可变成本占比较高,呈现出典型的产业转型期特征。2)全要素生产率增长主要依赖技术进步,但各国全要素生产率提升路径存在显著差异。产业成长期国家依赖规模扩张实现效率积累,产业成熟期国家依托技术、管理突破瓶颈,产业转型期国家则在政策倒逼下形成绿色创新补偿效应。3)成本结构与生产效率之间存在显著的双向动态反馈机制。在“成本—效率”双维逻辑下,成本结构变化不仅塑造了效率演进的方向,同时效率提升也凭借规模效应、资源配置优化反作用于成本结构。此外,外部冲击加速技术集约与产业整合,短期推高成本、长期增强韧性,揭示“效率增益对冲成本压力”的产业逻辑。本质上,生猪产业升级是“成本—效率”动态适配过程,其核心在于要素配置优化与技术响应能力的协同。

为针对性地破解我国生猪产业“降本”与“增效”的双重挑战,按紧迫性分短期、中长期阐述政策对策:1)短期内着力缓解饲料、劳动力成本压力,稳定产业运行基础。依托提升饲料作物自给率、建立饲料原料储备机制、推动种养结合等措施,降低饲料成本波动风险;加快养殖自动化设备推广、强化职业技能培训、支持规模化养殖,降低单位劳动力投入,缓解劳动力刚性成本上升带来的压力;同时借鉴欧洲经验,避免“规模陷阱”,确保规模化与土地承载力、基础设施匹配,确保规模扩张不会反噬效率提升目标。2)中长期内通过关键技术创新、管理能力提升、绿色养殖模式及环保设施普及,提升生猪生产效率水平。加强基因改良、生物育种与精准饲喂等关键技术研发,提高资源利用效率;完善规模化养殖的配套机制,强化养殖企业内部管理与协同效率,在持续技术进步基础上实现治理能力与组织绩效的同步提升;加快绿色养殖模式与环保设施普及,推动生猪生产体系向智能化、绿色化方向升级,增强中长期效率跃升动力与产业韧性。

参考文献 References

- [1] 国务院办公厅. 国务院办公厅关于稳定生猪生产促进转型升级的意见[Z]. 国办发[2019]44号, 2019
General Office of the State Council. Opinions of General Office of the State Council on stabilizing pig production and promoting transformation and upgrading[Z]. Guobanfa [2019] No. 44, 2019 (in Chinese)
- [2] 朱增勇. 中国猪肉价格周期性波动与稳定机制建设研究: 基于中国猪肉价格周期性波动分析[J]. 价格理论与实践, 2021(6): 13-16
Zhu Z Y. Research on China's pork price cyclical fluctuation and stability mechanism construction: Based on the analysis of cyclical fluctuations of pork prices in China[J]. *Price: Theory & Practice*, 2021(6): 13-16 (in Chinese)
- [3] Organisation for Economic Co-operation and Development, Food and Agriculture Organization of the United Nations. *OECD-FAO Agricultural Outlook 2024-2033*[M]. Paris and Rome: OECD and FAO, 2024: 27
- [4] 孙志华, 田双喜, 刘浩, 张丹辉. 后疫情时代我国生猪产业发展的分析展望及对策建议[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2022(14): 22-26, 134-135
Sun Z H, Tian S X, Liu H, Zhang D H. Analysis, prospect and countermeasures of China's pig industry development in the post-epidemic era[J]. *Heilongjiang Animal Science and Veterinary Medicine*, 2022(14): 22-26, 134-135 (in Chinese)
- [5] 朱晓芸. 我国不同畜产品生产成本及其收益比较分析: 以肉鸡和生猪为例[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2017(10): 41-43
Zhu X Y. Comparative analysis of production costs and benefits of different animal products in China: Taking broilers and pigs as examples [J]. *Heilongjiang Animal Science and Veterinary Medicine*, 2017(10): 41-43 (in Chinese)
- [6] 高海秀, 王明利, 石自忠. 中国生猪产业国际竞争力比较[J]. 西北农林科技大学学报: 社会科学版, 2020, 20(1): 145-152
Gao H X, Wang M L, Shi Z Z. International competitiveness of China's pig industry[J]. *Journal of Northwest A&F University: Social Science Edition*, 2020, 20(1): 145-152 (in Chinese)
- [7] 刘晨阳, 王济民, 王祖力, 裴璐, 辛翔飞. 中国生猪产业国际竞争力评价研究: 基于贸易与产业发展视角的比较分析[J]. 中国农业资源与区划, 2022, 43(1): 29-39
Liu C Y, Wang J M, Wang Z L, Pei L, Xin X F. Research on the evaluation of international competitiveness of China's hog industry: Comparative analysis based on the perspective of trade and industrial development[J]. *Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning*, 2022, 43(1): 29-39 (in Chinese)
- [8] 郭利京, 林云志. 中国生猪养殖业规模化动力、路径及影响研究[J]. 农村经济, 2020(8): 126-135
Guo L J, Lin Y Z. China's large-scale pig breeding industry: Incentives, paths and impact[J]. *Rural Economy*, 2020(8): 126-135 (in Chinese)
- [9] 刘晨阳, 辛翔飞, 王祖力, 王济民. 中国生猪生产成本变动及动因分解: 基于中美比较[J]. 农林经济管理学报, 2024, 23(4): 485-494
Liu C Y, Xin X F, Wang Z L, Wang J M. Changes in hog production costs and decomposition of the drivers in China: A study based on comparisons between China and the United States [J]. *Journal of Agro-Forestry Economics and Management*, 2024, 23(4): 485-494 (in Chinese)
- [10] 刘芮彤, 丛林, 周勋章, 刘振涛. 河北省不同生猪养殖规模的成本收益及生产效率分析[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2024(22): 1-9
Liu R T, Cong L, Zhou X Z, Liu Z T. Cost-benefit and production efficiency analysis of different pig breeding scales in Hebei Province[J]. *Heilongjiang Animal Science and Veterinary Medicine*, 2024(22): 1-9 (in Chinese)

- [11] 陈唯一, 赵慧芬. 不同规模生猪养殖成本收益分析: 基于风险管理视角[J]. 中国兽医杂志, 2024, 60(9): 149-157
Chen W Y, Zhao H F. Cost-benefit analysis in different scale pig farming: Based on the perspective of risk management [J]. *Chinese Journal of Veterinary Medicine*, 2024, 60(9): 149-157 (in Chinese)
- [12] Wang J J, Zhao C E, Chen S L. Analysis of convergence trends and driving factors of environmental efficiency of pig farming in China [J]. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 2025(9): 1467378
- [13] Geng N, Liu Z J, Wang X J, Meng L, Pan J Y. Measurement of green total factor productivity and its spatial convergence test on the pig-breeding industry in China [J]. *Sustainability*, 2022, 14(21): 13902
- [14] 李桦, 郑少锋, 郭亚军. 我国生猪不同饲养方式生产成本变动分析[J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2007, 35(1): 63-67
Li H, Zheng S F, Guo Y J. Cost change of hog production in China [J]. *Journal of Northwest A&F University: Natural Science Edition*, 2007, 35(1): 63-67 (in Chinese)
- [15] 胡浩, 江光辉, 戈阳. 中国生猪养殖业高质量发展的现实需求、内涵特征与路径选择[J]. 农业经济问题, 2022(12): 32-44
Hu H, Jiang G H, Ge Y. High-quality development of Chinese pig breeding industry: Realistic needs, connotation features and path selection [J]. *Issues in Agricultural Economy*, 2022(12): 32-44 (in Chinese)
- [16] 聂赞彬, 翟雪玲. 不同流通模式下猪肉价格形成、成本收益研究: 基于猪肉流通全环节追踪调研[J]. 农业经济, 2024(12): 128-131
Nie Y B, Zhai X L. Study on pork price formation and cost-benefit under different circulation modes: Based on the follow-up investigation of the whole circulation of pork [J]. *Agricultural Economy*, 2024(12): 128-131 (in Chinese)
- [17] 刘苇, 陶建平. 畜禽禁养区政策何以影响中国生猪市场稳定? [J]. 浙江农业学报, 2023, 35(5): 1195-1210
Liu W, Tao J P. How does livestock and poultry restricted zone policy affect stability of China's hog market? [J]. *Acta Agriculturae Zhejiangensis*, 2023, 35(5): 1195-1210 (in Chinese)
- [18] 黄季焜, 马恒运. 中国主要农产品生产成本与主要国际竞争者的比较[J]. 中国农村经济, 2000(5): 17-21
Huang J K, Ma H Y. Comparison of production costs of main agricultural products in China with those of major international competitors [J]. *Chinese Rural Economy*, 2000(5): 17-21 (in Chinese)
- [19] 何泽军, 王济民, 马恒运, 张朝辉, 赵明正. 中美农产品生产成本差距缘何越来越大: 以生猪为例[J]. 农业经济问题, 2020(5): 104-118
He Z J, Wang J M, Ma H Y, Zhang Z H, Zhao M Z. Why is the gap widening in agricultural products production costs between China and the US: A case study of hog product [J]. *Issues in Agricultural Economy*, 2020(5): 104-118 (in Chinese)
- [20] 国家发展和改革委员会价格司. 全国农产品成本收益资料汇编[M]. 北京: 中国统计出版社, 2016—2022
Price Department of National Development and Reform Commission. *Compilation of National Agricultural Products Cost and Benefit Data* [M]. Beijing: China Statistics Press, 2016—2022 (in Chinese)
- [21] 中华人民共和国农业农村部. 产品和饲料集贸市场价格情况[EB/OL]. (2025-05-11). <http://www.moa.gov.cn/>
Ministry of Agriculture and Rural Affairs of the People's Republic of China. Prices of agricultural products and feed in wholesale markets [EB/OL]. (2025-05-11). <http://www.moa.gov.cn/> (in Chinese)
- [22] Agriculture and Horticulture Development Board. Cost of production in selected countries[EB/OL]. (2025-05-11). <https://ahdb.org.uk/cost-of-production-in-selected-countries>
- [23] Economic Research Service of United States Department of Agriculture. Commodity costs and returns[EB/OL]. (2025-05-11). <https://www.ers.usda.gov/data-products/commodity-costs-and-returns/>
- [24] 中华人民共和国国家外汇管理局. 各种货币对美元折算率[EB/OL]. (2025-05-11). <http://m.safe.gov.cn/safe/2025/0530/26157.html>
State Administration of Foreign Exchange of the People's Republic of China. Exchange rates of various currencies against the US dollar [EB/OL]. (2025-05-11). <http://m.safe.gov.cn/safe/2025/0530/26157.html> (in Chinese)
- [25] Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT statistical database[DB/OL]. (2025-05-11). <https://www.fao.org/faostat/en/>
- [26] Foreign Agricultural Service of United States Department of Agriculture. Pork production data[DB/OL]. (2025-05-14). <https://www.fas.usda.gov/data/production/commodity/0113000>
- [27] Haxsen Gerhard. Calculating costs of pig production with the InterPIG network[EB/OL]. (2025-05-11). <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/39410/1/592501760.pdf>
- [28] 辛良杰, 王立新, 刘爱民. 我国饲料粮区域产销平衡特征及政策启示[J]. 自然资源学报, 2018, 33(6): 965-977
Xin L J, Wang L X, Liu A M. Regional production and consumption equilibrium of feed grain in China and its policy implication [J]. *Journal of Natural Resources*, 2018, 33(6): 965-977 (in Chinese)
- [29] 李欣, 李干琼. 我国饲料粮消费测算[J]. 中国农业大学学报, 2023, 28(10): 206-215
Li X, Li G Q. Re-estimate feed grain consumption in China [J]. *Journal of China Agricultural University*, 2023, 28(10): 206-215 (in Chinese)
- [30] Agriculture and Horticulture Development Board. Lower feed costs in 2023 drive margins rebound[EB/OL]. (2025-05-11). <https://ahdb.org.uk/news/lower-feed-costs-in-2023-drive-margins-rebound>
- [31] European Commission. Laying down detailed rules on the implementation of the community scales for the classification of beef, pig and sheep carcasses and the reporting of prices thereof[EB/OL]. (2025-05-11). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32008R1249>
- [32] Foreign Agricultural Service of United States Department of Agriculture. Grain: world markets and trade[EB/OL]. (2025-05-11). <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/grain.pdf>
- [33] United States Department of Agriculture. USDA foreign agricultural service: soybeans production[EB/OL]. (2025-05-11). <https://www.fas.usda.gov/data/production/commodity/2222000>
- [34] TradingView. United States dollar index[EB/OL]. (2025-05-11). <https://www.tradingview.com/symbols/TVC-DXY/>
- [35] Bank of America. Foreign exchange rates[EB/OL]. (2025-05-11). <https://www.bankofamerica.com/foreign-exchange/exchange-rates/>
- [36] British Petroleum. Statistical review of world energy 2022[R/OL]. (2025-05-11). https://www.bp.com.cn/content/dam/bp/country-sites/zh_cn/china/home/reports/statistical-review-of-world-energy/2022/bp-stats-review-2022-full-report_zh_resized.pdf
- [37] 中华人民共和国海关总署. 2022年中国农产品进出口统计数据[EB/OL]. (2025-05-11). <http://www.customs.gov.cn/>
General Administration of Customs of the People's Republic of China. China agricultural product import and export statistics in 2022[EB/OL]. (2025-05-11). <http://www.customs.gov.cn/> (in Chinese)
- [38] 中华人民共和国商务部. 关于对原产于美国的部分商品加征关税的公告[Z]. 商务部公告[2018]55号, 2018
Ministry of Commerce of the People's Republic of China. Announcement on imposing additional tariffs on certain goods originating in the United States

- [Z]. *ShangwubuGonggao* [2018] No. 55, 2018 (in Chinese)
- [39] 中华人民共和国农业农村部畜牧兽医局, 全国动物营养指导委员会. 猪鸡饲料玉米豆粕减量替代技术方案[EB/OL]. (2025-05-11). https://www.moa.gov.cn/gk/nszd_1/2021/202104/t20210421_6366304.htm
- Animal Husbandry and Veterinary Bureau of the Ministry of Agriculture and Rural Affairs of the People's Republic of China, National Animal Nutrition Steering Committee. Technical guidelines for reducing and substituting corn and soybean meal in pig and poultry feed[EB/OL]. (2025-05-11). https://www.moa.gov.cn/gk/nszd_1/2021/202104/t20210421_6366304.htm (in Chinese)
- [40] Lewis W A. Economic development with unlimited supplies of labour[J]. *The Manchester School*, 1954, 22(2): 139-191
- [41] Porter M E. *Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors*[M]. New York: Free Press, 1980: 156-188
- [42] Fare R, Grosskopf S, Norris M, Zhang Z Y. Productivity growth, technical progress, and efficiency change in industrialized countries[J]. *American Economic Association*, 1994, 84(1): 66-68
- [43] Brozova I, Houska M, Subrt J. Efficiency of pig production in the Czech Republic and in an international context[J]. *Agriculture*, 2020, 10(12): 597
- [44] Huong L T T, Duy L V. Environmental efficiency of pig production in ChuongMy District, Hanoi [J]. *Environmental Development and Sustainability*, 2023(25): 12231-12249
- [45] Ray S C, Desli E. Productivity growth, technical progress, and efficiency change in industrialized countries: Comment[J]. *The American Economic Review*, 1997, 87(5): 1033-1039
- [46] Pastor J T, Lovell C A K. A global Malmquist productivity index[J]. *Economics Letters*, 2005, 88(2): 266-271
- [47] European Parliament and Council of the European Union. Reduction of national emissions of certain atmospheric pollutants[Z]. Directive (EU) 2016/2284, 2016
- [48] Directorate-General for Environment of the European Commission. National air pollution control programmes and projections[EB/OL]. (2015-05-14). https://environment.ec.europa.eu/topics/air/reducing-emissions-air-pollutants/national-air-pollution-control-programmes-and-projections_en
- [49] Porter M E, Linde C V. Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship[J]. *Journal of Economic Perspectives*, 1995, 9(4): 97-118
- [50] United Nations Statistics Division. Standard country or area codes for statistical use (M49)[EB/OL]. (2025-05-14). <https://unstats.un.org/unsd/methodology/m49/>
- [51] 中财全球通. 匈牙利农林地转让法律限制分析[EB/OL]. (2025-05-14). <https://www.zcqtz.com/news/260738.html>
- Zhongcai Global. Analysis of legal restrictions on farmland transfer in Hungary[EB/OL]. (2025-05-14). <https://www.zcqtz.com/news/260738.html> (in Chinese)
- [52] Council of the European Union. Concerning the protection of animals kept for farming purposes[EB/OL]. (2025-05-14). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:31998L0058>

责任编辑: 刘迎春



第一作者简介: 张靳雪, 河北农业大学经济管理学院博士研究生, 专业方向为农业产业经济学及农村金融等领域。在校期间获得一等学业奖学金 2 次。在相关领域发表论文 4 篇; 参与“三农”保险发展论坛并宣讲论文, 受邀参加 2025 年清华农村研究博士生论坛, 获得 2024 年“三农”保险发展论坛论文一等奖、2024 年中国农业风险管理研究会学术年会论文三等奖。主持河北省在读研究生创新能力培养资助项目, 并参与省级课题 3 项。



通讯作者简介: 路剑, 博士, 河北农业大学经济管理学院院长、二级教授、博士生导师, 生猪产业创新团队经济岗位专家, 兼任沧州市、保定市社科联智库专家, 主要从事畜牧产业经济研究。先后主研国家社科基金、科技部课题 2 项, 主持农业农村部课题、省科技厅课题、省社会科学基金等各级课题 30 余项, 并获得省社会科学优秀成果二三等奖等省部级课题奖励 10 余项。在光明日报出版社、中国农业出版社、清华大学出版社等先后出版《现代畜牧业发展研究——以河北省为例》《“一带一路”沿线部分国家农业投资环境研究报告》著作教材 22 部。先后在《农业经济问题》《经济学动态》《农业工程学报》等刊物发表学术论文 100 余篇。