

生猪养殖规模化程度的影响因素及其空间效应*

——基于 13 个生猪养殖优势省份的研究

张园园 吴 强 孙世民

摘要: 基于 2007~2015 年的相关统计数据, 本文首先利用生猪规模养殖指数分析了 13 个生猪养殖优势省份的生猪规模养殖发展状况及其省际差异, 然后通过建立空间杜宾模型分析了生猪养殖规模化程度的影响因素及其空间效应。研究结果表明: 第一, 生猪规模养殖整体上呈现向华北地区和东北地区富集的基本趋势, 但目前生猪养殖规模化程度仍较低; 第二, 农民文化程度越高, 城镇化水平越低, 工资性收入比例越高, 猪肉消费能力越大, 猪肉价格指数越低, 交通通达性越好, 生猪出栏能力越大, 环境规制强度越大, 省域的生猪养殖规模化程度会越高; 第三, 由于土地承载力、城镇化水平、工资性收入比例、消费市场潜力、猪肉消费能力、交通通达性、农民固定资产投资能力、环境规制强度这 8 个影响因素产生了外溢效应, 生猪养殖规模化程度的提升存在空间依赖性。因此, 发展生猪规模养殖需充分考虑空间相关性和外溢性, 既要提高工资性收入比例、消费市场潜力和猪肉消费能力, 改善交通通达性, 增强农民固定资产投资能力, 提高环境规制强度, 同时也要考虑土地承载力和城镇化水平的抑制作用。

关键词: 生猪 规模养殖 省际差异 空间效应

中图分类号: F326.5 **文献标识码:** A

一、引言

中国是世界上最大的猪肉生产国和消费国, 2017 年全国生猪出栏量达 6.89 亿头, 猪肉产量为 5340.12 万吨, 均居世界首位^①。近年来, 生猪规模养殖趋势越来越明显, 规模养殖在资源配置效率、疫病防控、质量提升等方面具有明显优势。中央和地方政府相继出台各种扶持发展生猪规模养殖的政策, 也为生猪养殖规模化程度的提升提供了外在保障。然而, 受资源禀赋和经济发展水平等因素的影响, 中国生猪规模养殖发展呈现出明显的省际差异: 一是生猪规模养殖的发展速度虽总体偏低,

*本文为山东省社会科学规划项目“山东畜禽养殖场户清洁生产行为演进机制及优化策略研究”(编号: 18DGLJ08)和国家社会科学基金项目“基于供应链的畜产品质量控制策略研究”(编号: 15BGL136)的阶段性研究成果。

^①数据来源: 国家统计局(编):《2018 中国统计年鉴》, 北京: 中国统计出版社。

但省际差异日益明显；二是生猪养殖的规模增长与地区结构优化不同步，表现为生猪养殖大省的规模养殖发展速度缓慢。在当前环境规制力度不断加强的现实背景下，如何在全国层面科学布局生猪规模养殖、推动生猪产业健康持续发展，成为亟待研究的重要课题。

回顾生猪养殖业发达国家生猪规模养殖发展进程可知，猪场数量与猪场规模的变化存在补偿性关系（James, 1995）。美国生猪养殖规模扩张主要得益于规模经济和技术进步，而丹麦生猪农场规模扩大受制于农场兼并和土地流转进展缓慢（Svend, 2011）。此外，非农工作机会、农产品价格和市场距离对农场规模扩大具有显著影响（Zimmermann and Thomas, 2012）。由于社会经济相对落后，发展中国家生猪规模养殖起步较晚，受研究者的关注较少。从有关制约因素的研究看，Ogunniyi and Omoteso（2011）指出，饲料短缺和资金缺乏是限制尼日利亚生猪规模养殖发展的主要因素。

发达国家生猪养殖的区域布局经历了由地理分散走向集中（Abdalla and Lanyon, 1995）或地理位置上的空间转移过程（Brian et al., 2002; Robinson et al., 2014）。饲料成本、运输成本和环境治理成本是影响生猪养殖区域布局变化的重要因素。发展中国家生猪养殖区域布局的相关研究较多。例如，Herold et al.（2010）指出，受限于基础设施不发达和市场信息滞后，越南北部偏远地区发展生猪养殖的可行性较低；Fu et al.（2012）采用 Moran's I 指数将中国畜禽养殖区域划分为集中区域和稀疏区域；Thanapongtharm et al.（2016）的研究指出，泰国大型养猪场集中分布在地势较低的城郊地区，而散户和小型养猪场则主要分布在海拔较高地区、偏远地区和农村地区。

中国生猪规模养殖起步于 20 世纪 80 年代（张晓辉、卢迈，1997），2007 年以后才得到逐步发展（许彪等，2015）。规模养殖是生猪产业发展的必然趋势，但是，中国生猪规模养殖水平还不高，导致生猪良种技术推广缓慢、相关治污成本高昂以及猪肉质量参差不齐等问题。从根本上讲，生猪规模养殖是养殖户主动发起或参与的逐利过程，人工成本优势、政策补贴和环保压力是重要驱动因素。国内学者还从家庭禀赋、养殖效益、资金来源、组织化程度、专业化程度等方面对养猪场户的生猪规模养殖行为展开了一定研究（例如韩洪云、舒朗山，2010）。

国内学者对于生猪养殖空间布局的调整和空间转移的必然性达成了共识，但是，对于其转移路径仍存有争议。有的认为生猪养殖会向粮食主产区集聚（周旭英等，2007），有的认为生猪养殖会向经济落后地区转移（虞祎等，2011）。近年来，生猪养殖规模化程度的省际差异日益显现，京津沪等大城市郊区已基本实现生猪规模养殖，以山东、广东为代表的经济较发达地区生猪养殖规模化程度也较高，而以四川、湖南为代表的传统生猪养殖大省生猪养殖规模化程度却提升缓慢（刘爱民等，2011）。此外，已有学者开始关注环境规制对中国生猪养殖区域布局的影响，环境规制强度的区域差异使生猪产业出现了“南猪北移，东猪西进”的空间转移趋势（周建军等，2018）；与此同时，也有少数学者指出研究畜牧业规模养殖不应忽视有关影响因素的溢出效应（曹翠珍、胡娜，2014）。

纵观已有研究，可以发现，学界在生猪养殖规模化发展趋势和生猪养殖空间转移的必然性上达成了共识，但对于生猪养殖规模化程度和空间转移方向难有定论，对生猪养殖规模化程度的省际差异、影响因素及其空间效应研究较少。鉴于此，本文将利用 2007~2015 年的相关统计数据，基于生猪规模养殖指数阐述优势省份的生猪规模养殖发展状况及其省际差异，并运用空间计量模型分析

生猪养殖规模化程度的影响因素及其空间效应，旨在为优化养猪场户生产决策、完善扶持政策和推进生猪规模养殖发展提供参考与借鉴。13个生猪养殖优势省份的选取依据是：四川、湖南、河南、山东、河北、广东、广西、湖北、江苏和安徽10省（区）的生猪出栏量占全国生猪出栏总量的65%左右，为生猪主产区；结合“南猪北移”的空间转移趋势，本文同时将黑龙江、吉林、辽宁3个省份纳入分析范畴。本文的贡献可能有以下3点：第一，采用分级的生猪规模养殖指数，系统描述生猪养殖优势省份的生猪养殖规模化程度及其省际差异；第二，构建计量模型考察生猪养殖优势省份不同规模化程度的影响因素，厘清同一（类）因素对分级的生猪养殖规模化程度的不同影响；第三，运用空间计量模型对生猪养殖规模化程度的影响因素的空间效应进行分析与解释。

二、研究设计

（一）变量选取与说明

1. 生猪养殖规模化程度（因变量）。目前，对生猪规模养殖的划分指标不一，通过查阅各类统计年鉴，笔者发现，完整且能客观说明中国生猪养殖规模化程度的时序指标为“不同出栏规模的养猪场户数”。本文利用《中国畜牧兽医年鉴》^①对于养猪场户的分规模统计数据，计算了2007~2015年生猪养殖优势省份的生猪规模养殖一级指数 y_{it}^a 、生猪规模养殖二级指数 y_{it}^b 和生猪规模养殖两级指数差 y_{it}^Δ （下文依次简称一级指数、二级指数和两级指数差）。计算公式如下：

$$y_{it}^a = \frac{\text{某省年出栏50头及以上的养猪场户数}}{\text{某省同年养猪场户总数}} \times 100 \quad (1)$$

$$y_{it}^b = \frac{\text{某省年出栏100头及以上的养猪场户数}}{\text{某省同年养猪场户总数}} \times 100 \quad (2)$$

$$y_{it}^\Delta = y_{it}^a - y_{it}^b \quad (3)$$

(1)~(3)式中，生猪养殖优势省份 i 的取值为[1, 13]中的整数，依次代表河北、辽宁、吉林、黑龙江、江苏、安徽、山东、河南、湖北、湖南、广东、广西、四川； t 代表年份，其取值为[2007, 2015]。

本文之所以选择上述3个指标来测量生猪养殖规模化程度，主要基于以下考虑：一方面，年出栏50头被视为是否为生猪规模养殖的传统指标界限，但是，随着近年来生猪养殖规模化程度的提高，规模养殖的指标界限应有所改变。本文选取的 y_{it}^a 和 y_{it}^b 可视为对生猪养殖规模化程度差异的简单区分，即 y_{it}^b 反映的规模化程度高于 y_{it}^a 。另一方面，本文还引入 y_{it}^Δ 来反映年出栏50~99头的养猪场户的比例变化，以便对养殖规模化程度进行更全面和更深入的对比。

2. 自变量的引入与测量。借鉴前期研究成果，本文主要从资源禀赋状况、经济发展水平、市场与交通条件、生猪产业基础和环境规制5个方面选取自变量。

借鉴以往对生猪规模养殖发展的研究，本文在研究中引入饲料生产能力、农民文化程度和土地

^①国家统计局（编）：《中国畜牧兽医年鉴》（2008~2016年，历年），北京：中国农业出版社。

承载力 3 个变量来反映省域资源禀赋状况。生猪养殖业是耗粮型畜牧业，饲料供给的便利性是影响省域生猪规模养殖的重要因素。统计数据表明，饲料成本在生猪养殖总成本中的占比高达 55%，玉米成本占饲料总成本的 70%^①，因而，饲料生产能力可以从玉米产量的角度来考量。当前生猪养殖业处于转型关键期，发展生猪规模养殖对养猪场户提高管理能力、创新养殖技术和领会扶持政策提出了更高要求，因而，智力投资对于发展生猪规模养殖是不可或缺的。很多农业经济领域的研究都验证了文化程度与农民生产决策的相关关系（例如卢海阳、李祖娴，2018），而侯国庆、马骥（2016）进一步指出，以高中为分界线的文化程度差异是造成农户畜禽养殖规模差异的主要原因。基于此，本文以“高中及以上文化程度的农村居民占比”来衡量省域农民文化程度。随着《环境保护税法》的颁布实施，环保问题已成为发展生猪规模养殖的瓶颈，土地承载力水平在一定程度上决定着生猪规模养殖的发展空间。近年来，学界已从土地承载力角度分析了畜禽养殖的发展潜力（例如潘瑜春等，2015），《畜禽粪污土地承载力测算技术指南》明确规定了规模养猪场的配套土地面积^②，因而，本文以耕地面积所占比例来衡量省域土地承载力。

在产业关联效应下，生猪规模养殖的发展并不是孤立的，而是会受经济发展水平的影响，一般而言，经济发达地区生猪养殖规模化程度相对较高。本文在研究中引入城镇化水平和工资性收入比例 2 个变量来反映省域经济发展水平。其原因是：一方面，城镇化水平和经济发展水平之间存在一定的耦合关系（刘雷、张华，2015），可以用城镇化水平这一指标来衡量省域经济发展水平；另一方面，经济发展水平会直接影响省域生猪规模养殖的发展成本，经济发展水平越高，工资性收入比例会越高，而工资性收入比例的提高会直接增加生猪养殖成本，但生猪规模养殖能实现规模经济，具备成本优势。

市场价格是生猪产业发展的风向标，生猪养殖规模化程度受市场供需状况的影响。本文在研究中引入消费市场潜力、猪肉消费能力、猪肉价格指数 3 个变量来反映省域市场条件。需求引导供给，城乡居民猪肉消费需求对于省域发展生猪规模养殖具有一定引导作用，而这一需求水平的高低会受人口规模和人均猪肉消费量的影响，因而，本文用人口数和人均猪肉消费量两个指标来衡量消费市场潜力和猪肉消费能力。生猪价格波动会对不同规模的养猪场户数量产生影响，即发展生猪规模养殖应考虑生猪价格波动（张国富、杜子平，2015）。学界普遍采用价格指数来反映市场波动，综合考虑数据可得性，本文利用肉禽及其制品的价格指数和食品总指数来衡量猪肉价格指数。市场半径对发展生猪规模养殖的影响也得到学者的关注，交通条件的改善有利于扩大市场半径，以便于获得饲料等投入品和拓展生猪销售市场。本文在研究中引入交通通达性来反映省域交通条件，并借鉴李雪松、孙博文（2015）的计算方法，将其测量为交通密度（ MD_{it} ），其计算公式为 $N_{it}/area_{it}$ ，其中， N_{it} 为 i 省第 t 年铁路、公路里程和内河航道通航里程， $area_{it}$ 为 i 省第 t 年的面积。

生猪养殖业发展具有“路径依赖”特性（张园园等，2014），良好的生猪产业基础为发展生猪

^①数据来源：国家发展和改革委员会价格司（编）：《全国农产品成本收益资料汇编 2016》，北京：中国统计出版社。

^②配套土地面积等于规模养猪场粪肥养分供给量（对外销售部分不计算在内）除以单位土地面积粪肥养分需求量。

规模养殖提供了先天条件。本文在研究中引入农民固定资产投资能力、生猪出栏率、生猪出栏能力 3 个变量来反映省域生猪产业基础。生猪规模养殖不仅需要耗费大量的玉米、豆粕等饲料资源，还需要使用大量土地、场舍和设备。生猪养殖规模化程度越高，所需的固定资产投入越大，生猪养殖的资本密集属性越强，本文用“农林牧渔业固定资产投资额占各行业固定资产投资总额的比例”来衡量省域农民固定资产投资能力。生猪规模养殖的技术密集属性越来越强，生猪出栏率是衡量养殖技术水平高低的常规指标，可以用“本年生猪出栏量与上年年末存栏量的比值”来衡量。此外，生猪出栏能力是总体评价生猪产业基础的指标，结合当前生猪规模养殖这一必然趋势，生猪出栏能力越大，生猪规模养殖的发展动力越强，因而，本文从生猪出栏量的角度衡量生猪出栏能力。

随着环保政策的逐步实施，环境规制已成为制约生猪规模养殖的重要因素。本文在研究中引入环境规制强度来反映省域环境规制状况。根据“污染天堂假说”，污染密集型产业有可能从环境规制强度大的省份向环境规制强度小的省份转移。但是，也有学者表达了不同观点，认为生猪规模养殖在治理环境污染和提高政府监管效率等方面存在优越性（例如程秋萍、熊万胜，2016）。本文借鉴周建军等（2018）的计算方法，用规制系数（ G_{it} ）来衡量环境规制强度，其计算公式是 $GDP_{it} \times \frac{1}{2/3\sqrt{area_{it}/\pi}}$ ，其中， GDP_{it} 为 i 省第 t 年地区生产总值， $area_{it}$ 为 i 省第 t 年面积， π 为圆周率。

（二）研究方法

为综合分析生猪养殖规模化程度的影响因素及其空间效应，本研究利用空间计量经济学方法，并通过 Stata13.0 软件进行分析。

1. 空间相关性检验。根据空间计量经济学的研究思路，在选择具体的研究方法之前需要对因变量进行空间相关性检验，若因变量存在空间相关性，才可以构建具体的空间计量模型进行估计和检验。一般地，Moran's I 指数是用来检验某个变量空间相关性普遍使用的统计量。本文中，该指数的表达式为：

$$I = \frac{13}{\sum_{i=1}^{13} \sum_{j=1}^{13} w_{ij}} \times \frac{\sum_{i=1}^{13} \sum_{j=1}^{13} w_{ij} (y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{\sum_{i=1}^{13} (y_i - \bar{y})^2} \quad (4)$$

（4）式中， y_i 是测量 i 省生猪养殖规模化程度的 3 个指标（ y_{it}^a 、 y_{it}^b 、 y_{it}^A ）， \bar{y} 是平均值， w_{ij} 是 i 省到某一邻近生猪养殖优势省份 j 省（ $j \neq i$ ）的空间权重矩阵^①。Moran's I 指数值是介于[-1, 1]的任意数。该指数值大于 0，说明 i 省与 j 省的生猪规模养殖指数之间存在空间正相关；该指数值小于 0，说明 i 省与 j 省的生猪规模养殖指数之间存在空间负相关；该指数值近似为 0，说明 i 省与 j

^①常用的邻接权重矩阵不能描述离散点区域间的邻接关系，而经济权重矩阵在变量选择上主观性较大，都具有一定局限性。本研究中 13 个生猪养殖优势省份不一定都相邻，且省域面积存在差异。因而，本文通过用 13 个省份省会城市经纬度计算的地理距离来构建空间权重矩阵（参见张可云等，2017）。

省的生猪规模养殖指数服从随机分布。该指数值的绝对值越大,说明*i*省与*j*省的生猪规模养殖指数之间的空间相关性越强。

2.空间计量模型。依据 Anselin (1988) 提出的判别准则,在选择空间计量模型时,应首先运用拉格朗日乘数(简称“LM”)检验来判断空间滞后效应与空间误差效应是否显著。若这两种效应均显著或均不显著,则可构建空间杜宾模型。空间杜宾模型的表达式为:

$$y_{it}^a = \delta^a \sum_{j=1}^{13} w_{ij}^a y_{jt}^a + \varphi^a + \beta^a x_{it}^a + \sum_{j=1}^{13} w_{ij}^a x_{it}^a \theta^a + c_i^a + \alpha_i^a + \varepsilon_{it}^a \quad (5)$$

$$y_{it}^b = \delta^b \sum_{j=1}^{13} w_{ij}^b y_{jt}^b + \varphi^b + \beta^b x_{it}^b + \sum_{j=1}^{13} w_{ij}^b x_{it}^b \theta^b + c_i^b + \alpha_i^b + \varepsilon_{it}^b \quad (6)$$

$$y_{it}^\Delta = \delta^\Delta \sum_{j=1}^{13} w_{ij}^\Delta y_{jt}^\Delta + \varphi^\Delta + \beta^\Delta x_{it}^\Delta + \sum_{j=1}^{13} w_{ij}^\Delta x_{it}^\Delta \theta^\Delta + c_i^\Delta + \alpha_i^\Delta + \varepsilon_{it}^\Delta \quad (7)$$

(5)~(7)式中, δ^a 、 δ^b 、 δ^Δ 分别为3个方程的空间自回归系数,表示*i*省的某一邻近生猪养殖优势省份*j*省的因变量 y_j 对*i*省生猪养殖规模化程度 y_i 的影响,若这一影响显著且空间自回归系数为正,则表示存在明显的空间溢出正效应; β^a 、 β^b 、 β^Δ 分别为3个方程中自变量的回归系数,表示*i*省的自变量 x_i 对*i*省生猪养殖规模化程度 y_i 的影响; θ^a 、 θ^b 、 θ^Δ 分别是自变量的空间滞后项系数,表示某一邻近生猪养殖优势省份*j*省的自变量 x_j 对*i*省生猪养殖规模化程度 y_i 的影响; w_{ij}^a 、 w_{ij}^b 、 w_{ij}^Δ 分别为3个方程中的空间权重矩阵。

(三) 数据来源与描述

综合考虑数据的价值和可得性,本文研究样本为13个生猪养殖优势省份,研究时期为2007~2015年^①。在分级的生猪规模养殖指数的测算中,年出栏50头以上的养猪场户数、年出栏100头以上的养猪场户数、年出栏50~99头的养猪场户数和养猪场户总数数据来源于《中国畜牧兽医年鉴》^②;在农民文化程度的测算中,农村居民高中及以上文化程度的人口数和农村居民总人口数数据来源于《中国农村住户调查年鉴》^③和《中国住户调查年鉴》^④;在土地承载力的测算中,省域耕地面积和全国耕地总面积数据来源于《中国农村统计年鉴》^⑤;在猪肉消费能力的测算中,城乡居民人均猪肉消费量数据来源于《中国农村统计年鉴》和13个生猪养殖优势省份的统计年鉴^⑥;在饲料生产能

^①2007年,国家实施了“一揽子”补贴政策,中国生猪规模养殖自此进入新的发展阶段。

^②国家统计局(编):《中国畜牧兽医年鉴》(2008~2016年,历年),北京:中国农业出版社。

^③国家统计局(编):《中国农村住户调查年鉴》(2008~2011年,历年),北京:中国统计出版社。

^④国家统计局(编):《中国住户调查年鉴》(2012~2016年,历年),北京:中国统计出版社。

^⑤国家统计局(编):《中国农村统计年鉴》(2008~2016年,历年),北京:中国统计出版社。

^⑥各省统计局(编):《河北农村统计年鉴》、《辽宁统计年鉴》、《吉林统计年鉴》、《黑龙江统计年鉴》、《江苏统计年鉴》、《安徽统计年鉴》、《山东统计年鉴》、《河南统计年鉴》、《湖北统计年鉴》、《湖南统计年鉴》、《广东统计年鉴》、《广西统计年鉴》、《四川统计年鉴》(2008~2016年,历年),北京:中国统计出版社。

力、城镇化水平、工资性收入比例、消费市场潜力、猪肉价格指数、交通通达性、农民固定资产投资能力、生猪出栏率、生猪出栏能力、环境规制强度等指标的测算中，地区生产总值，玉米产量，粮食总产量，城镇人口数，总人口数，农民工资性收入，农民可支配收入，肉禽及其制品价格指数，食品总指数，铁路、公路里程和内河航道通航里程，省域面积，农林牧渔业固定资产投资额，各行业固定资产投资总额，生猪出栏量，年末生猪存栏量，全国人口总数以及全国生猪出栏总量这些指标的数据，均来源于《中国统计年鉴》^①。

对本文中所有变量的基本描述见表 1。

表 1 变量的含义与描述性统计分析结果

变量名称	代码	具体含义	均值	标准差
生猪规模养殖指数 (因变量)	y_{it}^a	i 省第 t 年生猪规模养殖一级指数	9.358	6.566
	y_{it}^b	i 省第 t 年生猪规模养殖二级指数	3.669	2.612
	y_{it}^d	i 省第 t 年生猪规模养殖两级指数差	5.689	4.689
资源禀赋状况				
饲料生产能力	L_{it}	i 省第 t 年玉米产量占同期粮食总产量的比例 (%)	30.200	23.360
农民文化程度	E_{it}	i 省第 t 年农村居民高中及以上文化程度的人口占比 (%)	17.076	5.435
土地承载力	D_{it}	i 省第 t 年耕地面积占全国耕地总面积的比例 (%)	4.756	2.213
经济发展水平				
城镇化水平	U_{it}	i 省第 t 年城镇人口数占总人口数的比例 (%)	50.981	8.964
工资性收入比例	W_{it}	i 省第 t 年农民工资性收入占可支配收入的比例 (%)	43.395	12.105
市场与交通条件				
消费市场潜力	Q_{it}	i 省第 t 年人口数占同期全国人口总数的比例 (%)	4.945	1.704
猪肉消费能力	C_{it}	i 省第 t 年城乡居民人均猪肉消费量 (千克/人)	18.275	7.339
猪肉价格指数	P_{it}	i 省第 t 年肉禽及其制品价格指数与食品总指数的比值	1.058	0.109
交通通达性	R_{it}	i 省第 t 年交通密度，通过铁路、公路里程和内河航道通航里程、省域面积计算 (千米/万平方公里)	1.070	0.575
生猪产业基础				
农民固定资产投资能力	T_{it}	i 省第 t 年农林牧渔业固定资产投资额占各行业固定资产投资总额的比例 (%)	3.498	1.833
生猪出栏率	S_{it}	i 省第 t 年生猪出栏量与第 $t-1$ 年年末生猪存栏量的比值 (%)	161.968	84.584
生猪出栏能力	H_{it}	i 省第 t 年生猪出栏量占同期全国生猪出栏总量的比例 (%)	5.531	2.309
环境规制				
环境规制强度	G_{it}	i 省第 t 年规制系数，通过地区生产总值 (亿元)、省域面积 (万平方公里) 计算	1.579	1.202

^①国家统计局 (编): 《中国统计年鉴》(2008~2016 年, 历年), 北京: 中国统计出版社。

三、生猪养殖规模化程度的省际差异分析

尽管中国生猪规模养殖起步较晚，但伴随着近年来国家组合调控政策（集良种补贴、防疫补贴、病害猪无害化处理补助、能繁母猪保险和育肥猪保险、标准化规模养猪场建设、生猪调出大县奖励、税费优惠于一体）的逐步实施，生猪养殖规模化程度稳步提升，并呈现出明显的省际差异。

如图 1 所示，依据一级指数的变化情况，可将生猪养殖优势省份分为以下“三大阵营”：山东、黑龙江和吉林一级指数在 20 以上，属于规模养殖基础较好且发展速度较快的第一阵营；辽宁、江苏、河南和广东一级指数介于 10~15，属于有一定规模养殖基础但发展速度较慢的第二阵营；河北、湖南、安徽、湖北、四川和广西一级指数在 10 以下，属于规模养殖基础较弱且发展速度很慢甚至在某一时段规模化程度出现下降（例如河北省）的第三阵营。

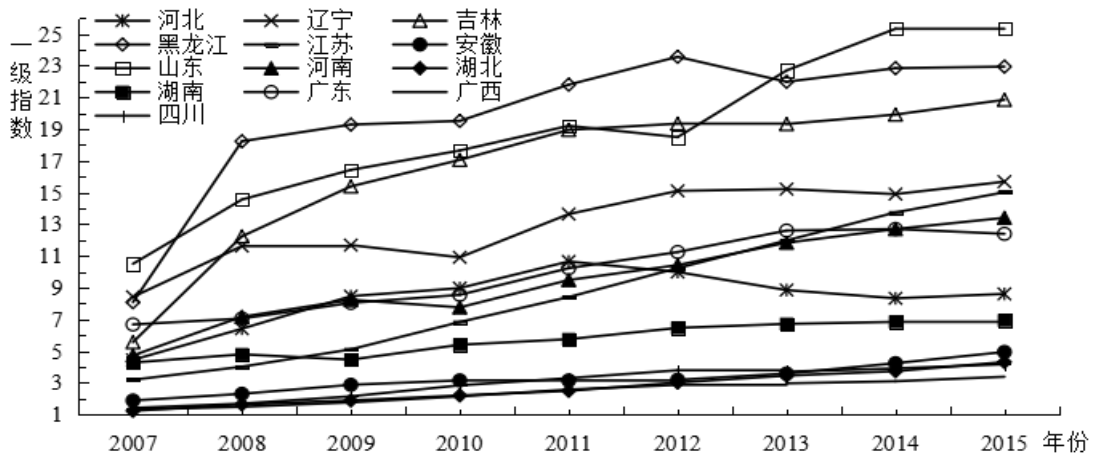


图 1 2007~2015 年生猪养殖优势省份生猪规模养殖一级指数变化情况

如图 2 所示，依据二级指数的变化情况，可将生猪养殖优势省份划分为以下两极：一极以山东、江苏、河南和广东为代表，表现为二级指数起点高且增幅大；另一极以湖南、湖北、安徽、广西、四川为代表，表现为二级指数起点低且增幅小。更重要的是，生猪养殖优势省份二级指数的绝对值均较低，这说明，中国生猪养殖的规模化程度还较低。总体上看，中国生猪规模养殖发展状况无法与畜牧业发达国家相提并论^①。

如图 3 所示，从两级指数差的变化情况看，山东和东北三省的两级指数差起点较高，波动幅度较明显，而其余省份的两级指数差较小，且波动幅度较小。综合分析图 1~图 3 可知，山东、江苏、河南和广东 4 省生猪规模养殖的发展更多得益于养殖规模为年出栏 50~99 头的养猪场户的增加，

^①例如，美国在 1986 年有近 8000 家生猪存栏量为 1000 头以上的规模养殖场，到 2000 年增至近 12000 家，1996 年有超过 1400 家生猪出栏量为 5000 头以上的大型养殖场（参见陈佳，2016）；20 世纪 80 年代末 90 年代初，丹麦生猪存栏量为 200 头以下的小型猪场快速退出，2004 年前后，逐渐涌现出生猪存栏量为 5000 头以上的大型和超大型养殖场（参见《丹麦的规模化养殖是否适应于中国》，<http://www.feedtrade.com.cn/technology/news/news/2014659.html>）。

河北生猪养殖规模化程度下降则主要缘于养殖规模为年出栏 50~99 头的养猪场户的减少,而东北三省生猪规模养殖的发展则主要得益于养殖规模为年出栏 100 头以上的养猪场户的增加。

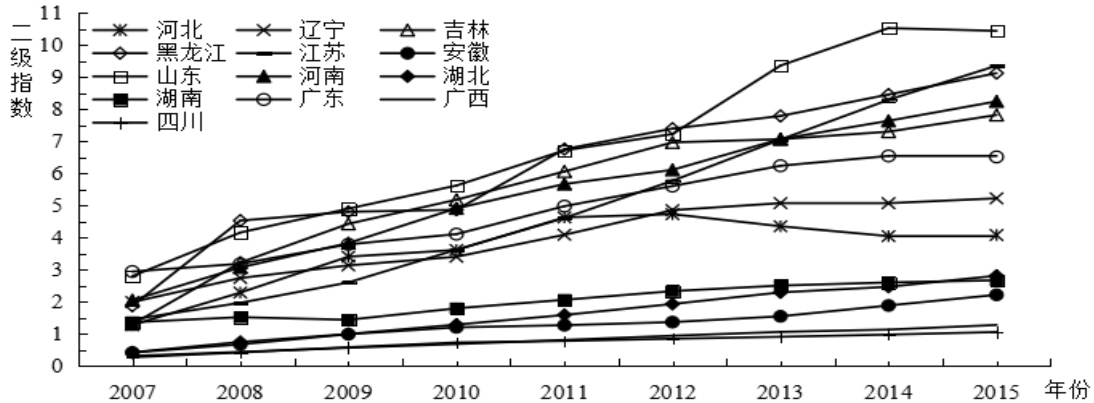


图 2 2007~2015 年生猪养殖优势省份生猪规模养殖二级指数变化情况

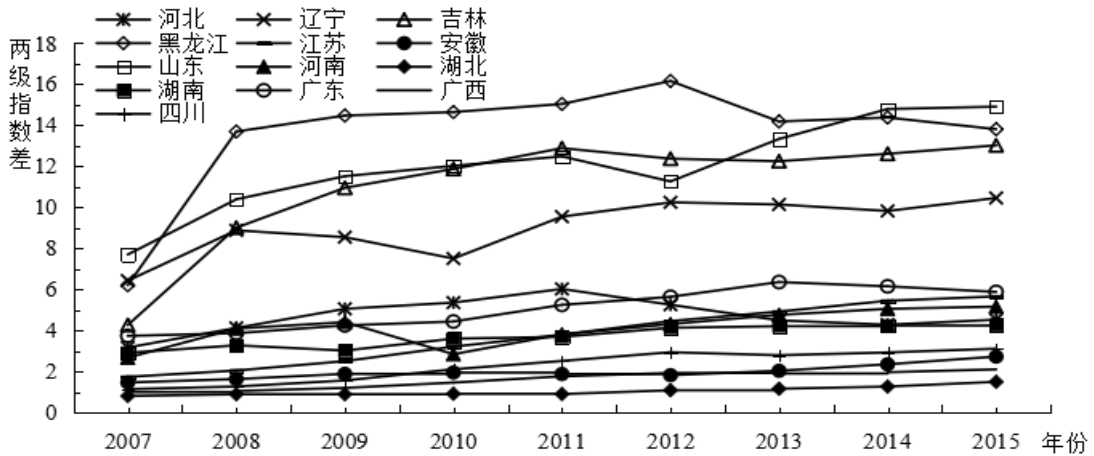


图 3 2007~2015 年生猪养殖优势省份生猪规模养殖两级指数差变化情况

综合分析 2007~2015 年生猪养殖优势省份生猪规模养殖的发展情况,可以看出,吉林、黑龙江和山东 3 省属生猪规模养殖特快发展区域,辽宁、江苏、河南和广东 4 省属生猪规模养殖快速发展区域,安徽、湖北、湖南、广西和四川 5 省(区)属生猪规模养殖缓慢发展区域,河北省属生猪规模养殖约束发展区域。这表明,生猪规模养殖已呈现出明显的省际差异。那么,这种省际差异究竟是什么因素导致的?测量生猪规模养殖的 3 个变量的影响因素是否存在影响程度差异和空间效应?下文将基于空间杜宾模型分析生猪养殖优势省份一级指数、二级指数和两级指数差的影响因素及其影响程度的不同,并进而探讨生猪规模养殖发展的空间依赖性和影响因素的外溢效应。

四、估计结果与分析

(一) 空间相关性检验结果

运用 Moran's I 指数对中国生猪养殖优势省份生猪养殖规模化程度进行空间相关性分析,结果

显示：2007~2015年，生猪养殖优势省份的 Moran's I 指数在 0.110~0.243 之间波动^①，表明因变量存在显著的正向空间相关性，即某一邻近生猪养殖优势省份 *j* 省的生猪规模养殖会促进 *i* 省生猪规模养殖的发展。因此，本文在构建实证模型时将考虑空间效应，采用空间计量模型进行分析。

1.LM 检验。在空间固定、时间固定、时空固定 3 种时空效应类型下分别进行 LM 检验及稳健 LM 检验，结果（见表 2）显示：在方程 1 中，空间固定效应下的空间滞后效应和时间固定效应下的空间误差效应未通过 LM 检验，时空固定效应下的空间误差效应未通过稳健 LM 检验，其余全部通过了 LM 检验；在方程 2 中，空间固定效应下的空间滞后效应和空间误差效应均未通过稳健 LM 检验，时间固定效应下的空间误差效应未通过 LM 检验，其余全部通过了检验；在方程 3 中，空间固定效应和时间固定效应下的空间误差效应未通过 LM 检验，时间固定效应和时空固定效应下的空间误差效应未通过稳健 LM 检验，其余全部通过了检验。因此，本文需进一步构建空间杜宾模型。

表 2 生猪养殖规模化程度影响因素的空间杜宾模型在不同时空效应类型下的 LM 检验结果

方程	不同时空效应类型下的 LM 检验和	空间固定效应		时间固定效应		时空固定效应	
		检验值	p 值	检验值	p 值	检验值	p 值
方程 1	空间滞后效应 LM 检验	0.041	0.840	0.892	0.003	25.627	0.000
	空间滞后效应稳健 LM 检验	0.005	0.041	4.108	0.000	12.167	0.000
	空间误差效应 LM 检验	5.486	0.019	0.016	0.899	15.371	0.000
	空间误差效应稳健 LM 检验	5.451	0.020	4.019	0.000	1.912	0.167
方程 2	空间滞后效应 LM 检验	0.054	0.007	1.351	0.025	6.929	0.008
	空间滞后效应稳健 LM 检验	0.026	0.959	3.031	0.000	1.680	0.095
	空间误差效应 LM 检验	1.538	0.015	1.090	0.296	5.706	0.017
	空间误差效应稳健 LM 检验	1.486	0.443	3.028	0.000	0.457	0.039
方程 3	空间滞后效应 LM 检验	0.002	0.099	5.196	0.023	10.977	0.001
	空间滞后效应稳健 LM 检验	0.139	0.000	1.308	0.000	4.212	0.040
	空间误差效应 LM 检验	8.461	0.504	1.110	0.740	6.822	0.009
	空间误差效应稳健 LM 检验	8.599	0.003	1.307	0.709	0.058	0.810

2.Hausman 检验。对于面板数据模型估计是选择固定效应模型还是随机效应模型，学界通常通过 Hausman 检验来判定。如表 3 所示，3 个方程的 Hausman 检验值均为正，且均在 1% 的统计水平上显著，应拒绝随机效应模型有效的原假设（参见 Wooldridge, 2001）。因而，本文选择固定效应模型。

表 3 生猪养殖规模化程度影响因素的空间杜宾模型 Hausman 检验结果

Hausman 检验值	自由度	方程 1	方程 2	方程 3
空间滞后因变量	14	84.139***	20.978***	14.382***
空间滞后误差项	14	36.348***	-23.985***	7.129***

注：***表示在 1% 的统计水平上显著。

^①版面所限，文中没给出具体结果，感兴趣者可向作者索取。

(二) 空间杜宾模型的估计结果

由于空间计量模型中包含空间滞后误差项和空间滞后因变量，普通最小二乘估计会带来有偏或无效的估计结果，所以，一般采用最大似然估计方法来估计空间计量模型（参见 Anselin, 1988）。模型估计结果见表 4。从拟合优度看，3 个方程的拟合优度均比较高。

表 4 生猪养殖规模化程度影响因素的空间杜宾模型固定效应估计结果

变量	方程 1				方程 2				方程 3			
	β^a	z 值	θ^a	z 值	β^b	z 值	θ^b	z 值	β^Δ	z 值	θ^Δ	z 值
δ	0.697***	3.640	—	—	0.778***	3.600	—	—	0.699***	2.680	—	—
L_{it}	-0.042	-0.380	0.080	0.350	0.051	0.990	0.201	1.160	-0.045	-0.430	-0.352	-0.680
E_{it}	0.201***	4.640	-0.137	-0.660	0.732***	2.970	0.063	0.720	0.389***	1.090	-0.803	-1.270
D_{it}	0.119	1.840	-0.163	-0.370	0.068	1.600	-0.214**	-1.200	0.096	0.950	0.714	1.110
U_{it}	-0.129***	-3.900	0.494	0.390	-0.596***	-4.550	1.009***	1.500	-0.204**	-0.560	0.546	0.320
W_{it}	0.046***	2.680	-0.011	-0.340	-0.006	-0.520	-0.254***	-1.960	0.043	0.780	0.033	0.640
Q_{it}	0.646	0.280	3.666***	3.830	-1.193	-1.350	8.971**	2.410	6.098	2.340	5.684***	3.070
C_{it}	0.066	1.160	-0.495	-1.510	0.049**	2.530	0.344**	2.590	-0.008	-0.130	-0.568	-1.510
P_{it}	-2.115**	-2.300	6.869	1.430	3.179	2.010	1.425	1.030	-4.567**	-0.550	-3.555	-0.360
R_{it}	-0.009	-0.090	1.077*	1.740	0.088**	2.020	0.473	1.210	0.267	1.580	2.608*	1.750
T_{it}	-0.578	-0.740	6.271*	2.550	-0.265	-0.810	2.432**	2.360	0.150	0.170	0.300*	0.080
S_{it}	0.001	0.970	0.007	1.260	0.001	0.260	0.001	0.320	0.002	1.360	0.008	1.410
H_{it}	1.927**	2.520	-1.156	-0.160	1.386***	2.670	-1.796	-0.750	3.218*	1.680	13.604	1.130
G_{it}	3.777***	8.440	12.199**	2.000	1.133***	2.160	9.253***	3.070	2.629***	9.960	4.716*	0.590
R ²	0.888				0.947				0.857			
MLE	151.502				141.138				185.637			

注：MLE 指最大似然估计值；***、**和*分别表示在 1%、5%和 10%的统计水平上显著。

(三) 生猪养殖规模化程度的影响因素分析

1. 资源禀赋。3 个方程中，农民文化程度的影响均通过了显著性检验，省域农村居民中高中及以上文化程度的人口占比每提高 1 个百分点，一级指数、二级指数和两级指数差将分别提高 0.201、0.732 和 0.389，且农民文化程度对省域内年出栏 100 头以上的养猪场户的规模化程度（即二级指数）影响最大。一般地，高中及以上文化程度的农民接受新知识和采取新技术的意愿较强，这有助于其提高管理能力和改进生产技术，从而能为发展生猪规模养殖提供关键条件。这也验证了侯国庆、马骥（2016）的研究结论，高中及以上文化程度的农民普遍有较大的畜禽养殖规模。

2. 经济发展水平。方程 1 至方程 3 中，城镇化水平的影响均通过了显著性检验，省域城镇人口数占总人口数的比例每提高 1 个百分点，一级指数、二级指数和两级指数差将分别降低 0.129、0.596 和 0.204，且城镇化水平对省域内年出栏 100 头以上的养猪场户的规模化程度影响最大。13 个生猪

养殖优势省份仍处于城镇化加速时期^①，自然资源、政治法律、经济社会和科学技术等宏观要素并不会向污染相对严重的生猪养殖业倾斜，从而使生猪养殖业发展面临土地、劳动力、技术等要素的制约；且养猪场户的养殖规模越大，这种要素制约体现得越明显。

在方程 1 中，工资性收入比例的影响通过了显著性检验，省域农民工资性收入占可支配收入的比例每提高 1 个百分点，一级指数将增加 0.046；而这一自变量对二级指数和两级指数差没有显著影响。养猪场户的生猪养殖决策会受工资性收入比例的影响，工资性收入比例提高会直接导致生猪养殖成本提高，年出栏 50 头以下的养猪场户为实现规模经济而扩大养殖规模的可能性会提高。

3. 市场与交通条件。在方程 2 中，猪肉消费能力的影响通过了显著性检验，省域城乡居民人均猪肉消费量每增加 1 千克，二级指数将提高 0.049。城乡居民猪肉消费能力的提高，促进了省域内年出栏 100 头以上的养猪场户所占比例的上升。然而，受环境、质量、效益等因素的制约，传统的生猪散养难以有效满足城乡居民不断扩大的猪肉消费需求。只有发展生猪规模养殖，才能有效保障猪肉供给。

在方程 1 和方程 3 中，猪肉价格指数的影响通过了显著性检验，省域肉禽及其制品价格指数与食品总指数的比值每降低 1 个百分点，一级指数和两级指数差将分别提高 2.115 和 4.567，且猪肉价格指数对年出栏 50~99 头的养猪场户的规模化程度影响更大。依据供给理论，价格变动是影响养猪场户养殖决策的最重要因素。根据周晶等（2014）的研究，年出栏 100 头以下的养猪场户对价格变动的反应更加灵活，可以在短期内小范围调整养殖规模。

在方程 2 中，交通通达性的影响通过了显著性检验，省域交通密度每提高 1 千米/万平方公里，二级指数将提高 0.088，但这一自变量对年出栏 100 头以下的养猪场户规模化程度的影响并不显著。原因可能是，年出栏 100 头及以上的养猪场户对种猪、饲料、兽药等投入品有更多需求，所出栏生猪的销售市场半径更大，对猪肉产品的贮藏和运输要求更高，因而对交通通达性的依赖更强。

4. 生猪产业基础。方程 1 至方程 3 中，生猪出栏能力的影响均通过了显著性检验，省域生猪出栏量占同期全国生猪出栏总量的比例每提高 1 个百分点，一级指数、二级指数、两级指数差将分别提高 1.927、1.386 和 3.218。生猪出栏能力是判断一个省份是否为生猪主产区的指标。一般而言，生猪主产区具备良好的资源条件、长期的生猪养殖传统和成熟的生猪养殖技术，这有利于其发展生猪规模养殖。

5. 环境规制。3 个方程中，环境规制强度的影响均通过了显著性检验，省域环境规制系数每提高 1，一级指数、二级指数和两级指数差将分别提高 3.777、1.133 和 2.629，且环境规制强度对年出栏 100 头以上的养猪场户的规模化程度影响最小。目前，环境规制强度在生猪规模养殖发展中起着积极推动作用而非抑制作用。其原因是，散养户受经济实力和整体能力等约束，对环保政策的响应相对消极，面对环境规制也相对脆弱，因而更可能选择被动退出；而年出栏 100 头以上的养猪场户对

^①经计算，2011~2015 年，生猪养殖优势省份（东北三省除外）城镇化率年增速介于 2.85%~3.66%，高于合理增速（参见《中科院专家：城镇化率年增速 1%为宜》，<http://news.sohu.com/20130911/n386331044.shtml>）。

养殖污染的治理能力较强,表现为规模经营有助于推动养猪场户改进生产技术,在降低单位生猪养殖污染物产生量的同时还能提高污染物处理能力。

(四) 生猪养殖规模化程度影响因素的空间效应分析

由表 4 中 3 个方程的空间自回归系数可知,生猪养殖优势省份中邻近省份的生猪规模养殖存在空间溢出正效应,且这种正效应对二级指数影响最大,对一级指数影响最小。 j 省一级指数上升 1 时,邻近生猪养殖优势省份 i 省的这一指数将上升 0.697; j 省二级指数上升 1 时,邻近生猪养殖优势省份 i 省的这一指数将上升 0.778。可见, j 省发展生猪规模养殖具有显著的示范作用,有利于邻近省份发展生猪规模养殖。与生猪散养相比,规模养殖对各类投入品的需求更大, j 省促进生猪规模养殖的举措——发展基础设施、技术和社会化服务等将产生正外部性,有利于带动邻近生猪养殖优势省份发展生猪规模养殖,从而产生空间溢出正效应。下文将具体分析生猪养殖规模化程度影响因素的空间效应。

1. 资源禀赋状况。方程 2 中,空间滞后土地承载力的影响通过了显著性检验,表明土地承载力产生了生猪规模养殖空间外溢效应。即 j 省耕地面积占全国耕地总面积的比例每降低 1 个百分点,邻近生猪养殖优势省份 i 省二级指数将上升 0.214。养猪场的建立应尽量保证配套一定面积的耕地,以便于利用和消纳生猪养殖污染物,减少对周边环境的影响(兰勇等, 2015)。土地承载力小的省份在发展生猪规模养殖方面面临较大的制约,这无疑为邻近省份发展生猪规模养殖提供了更多可能。

2. 经济发展水平。方程 2 中,空间滞后城镇化水平的影响通过了显著性检验,表明城镇化产生了生猪规模养殖空间外溢效应。即 j 省城镇人口数占总人口数的比例每提高 1 个百分点,则邻近生猪养殖优势省份 i 省二级指数会上升 1.009。其原因主要在于生猪养殖存在“污染天堂效应”,生猪规模养殖会向经济相对落后地区转移,意即城镇化水平的提升会制约省域内生猪规模养殖的发展,从而为邻近生猪养殖优势省份发展生猪规模养殖让出空间。

方程 2 中,空间滞后工资性收入比例的影响通过了显著性检验,表明工资性收入比例产生了生猪规模养殖空间外溢效应。即 i 省农民工资性收入占可支配收入的比例每提高 1 个百分点,邻近生猪养殖优势省份 j 省二级指数将降低 0.254。其原因主要在于人口外流。工资性收入比例的省际差异会使外出务工农民在本省与邻近省份之间流动。工资性收入比例的提高会增加养殖成本,有利于推动省域内生猪规模养殖的发展以达到降低劳动力成本的目的,这可能与邻近省份形成对资源和市场的直接争夺,在一定程度上会使邻近生猪养殖优势省份年出栏 100 头以上的养猪场户所占比例下降。

3. 市场与交通条件。方程 1 至方程 3 中,空间滞后消费市场潜力的影响均通过了显著性检验,表明消费市场潜力产生了生猪规模养殖空间外溢效应。即 j 省人口数占同期全国人口总数的比例每提高 1 个百分点,则邻近生猪养殖优势省份 i 省一级指数、二级指数和两级指数差将分别上升 3.666、8.971 和 5.684。这主要缘于人口外流和居民外出就餐消费。随着收入水平的提高,城乡居民省外出行和外出就餐越来越普遍,市场潜力的增加为邻近生猪养殖优势省份发展生猪规模养殖提供了契机。

方程 2 中,空间滞后猪肉消费能力的影响通过了显著性检验,表明猪肉消费能力产生了生猪规模养殖空间外溢效应, j 省居民猪肉消费能力的提高,有利于邻近生猪养殖优势省份发展生猪规模

养殖。即 j 省居民人均猪肉消费量每增加 1 千克, 则邻近生猪养殖优势省份 i 省二级指数将提升 0.344。究其原因, 主要是随着城乡居民人均猪肉消费量的增加, 潜在市场需求扩大, 这种潜在市场需求并没有严格的省域边界, 会首先向邻近生猪养殖优势省份溢出, 从而提升其年出栏 100 头以上的养猪场户所占比例。更进一步地, 随着人均猪肉消费量的增加, 城乡居民对猪肉品质的要求也会逐渐提高, 这对邻近省份发展生猪规模养殖具有推动作用。

在方程 1 和方程 3 中, 空间滞后交通通达性的影响均通过了显著性检验, 表明交通通达性产生了生猪规模养殖空间外溢效应。即 j 省交通密度每提高 1 千米/万平方公里, 则邻近生猪养殖优势省份 i 省一级指数和两级指数差将分别上升 1.077 和 2.608。究其原因, 是因为生猪养殖投入品外流。充足的种猪、饲料、兽药、养殖设备和其他设施是发展生猪规模养殖的先决条件, 养猪场户获取的投入品并非都来自省内。交通通达性的改善为养猪场户在更大范围内获取质优价廉的投入品提供了可能, 因此, 交通密度的提高有利于生猪养殖投入品与邻近省份实现便捷流通, 为邻近生猪养殖优势省份发展生猪规模养殖提供了有利条件。

4. 生猪产业基础。方程 1 至方程 3 中, 空间滞后农民固定资产投资能力的影响均通过了显著性检验, 表明农民固定资产投资能力产生了生猪规模养殖空间外溢效应。即 j 省农林牧渔业固定资产投资额占各行业固定资产投资总额的比例每提高 1 个百分点, 则邻近生猪养殖优势省份 i 省一级指数、二级指数和两级指数差将分别上升 6.271、2.432 和 0.300。其原因主要是资本外流。当前, 生猪养殖资本化时代已经来临(王刚毅等, 2018)。资本量是反映农民固定资产投资能力的直观指标, 资本在邻近省份之间流通有利于资本流入省份发展生猪规模养殖。

5. 环境规制。方程 1 至方程 3 中, 空间滞后环境规制强度的影响均通过了显著性检验, 表明环境规制强度产生了生猪规模养殖空间外溢效应。即 j 省环境规制系数每提高 1, 则邻近生猪养殖优势省份 i 省一级指数、二级指数和两级指数差将分别提高 12.199、9.253 和 4.716。自 2013 年国务院颁布《禽畜规模养殖污染防治条例》^①以来, 地方政府统筹考虑环境保护和畜牧业发展, 相继制定了环境规制方面的地方性法规。环境规制法规的颁布实施会对邻近生猪养殖优势省份产生积极的示范效应, 通过学习机制, 邻近生猪养殖优势省份或许会效仿甚至采取更有力的举措来强化环境规制。

五、结论与政策启示

基于 2007~2015 年的相关统计数据, 本文首先利用生猪规模养殖指数分析了 13 个生猪养殖优势省份生猪规模养殖的发展历程及省际差异, 然后通过建立空间杜宾模型对比分析了这些省份一级指数、二级指数和两级指数差的影响因素, 证实了生猪规模养殖发展的空间依赖性和影响因素的外溢效应。本文得出的结论主要有:

第一, 整体上, 中国生猪规模养殖呈现向华北和东北地区集中的基本趋势, 但目前生猪规模养殖层次还较低, 无法与畜牧业发达国家相提并论。在 13 个生猪养殖优势省份中, 吉林、黑龙江、山

^①参见《中华人民共和国国务院令 第 643 号》, http://www.gov.cn/flfg/2013-11/26/content_2535095.htm。

东属生猪规模养殖特快发展区，辽宁、江苏、河南和广东属生猪规模养殖快速发展区，安徽、湖北、湖南、广西和四川属生猪规模养殖缓慢发展区，河北属生猪规模养殖让渡发展区。

第二，农民文化程度越高，城镇化水平越低，工资性收入比例越高，猪肉消费能力越大，猪肉价格指数越低，交通通达性越好，生猪出栏能力越大，环境规制强度越大，省域生猪养殖规模化程度越高。

第三，生猪养殖规模化程度在 13 个生猪养殖优势省份之间存在显著的空间溢出正效应，并且二级指数的这种效应最大，一级指数的这种效应最小。空间溢出正效应主要通过相关影响因素的空间滞后项进行传递： j 省土地承载力越小，城镇化水平越高，工资性收入比例越低，消费市场潜力越大，猪肉消费能力越大，交通通达性越好，农民固定资产投资能力越大，环境规制强度越大，其某一邻近生猪养殖优势省份 i 省的生猪养殖规模化程度越高。

根据上述结论，从空间异质性出发，各生猪养殖优势省份在发展生猪规模养殖时应尊重省际差异，采取因地制宜、有序推进的发展策略。发展生猪规模养殖需充分考虑生猪规模养殖指数的空间相关性及其影响因素的外溢性。一方面，通过提高工资性收入比例、消费市场潜力和猪肉消费能力，改善交通通达性，增强农民固定资产投资能力，提高环境规制强度等来推动生猪规模养殖发展；另一方面，要考虑土地承载力和城镇化水平对省域发展生猪规模养殖的抑制作用。基于此，本文研究结论的政策启示是：一要继续优化全国生猪养殖空间布局。综合考虑各地区的土地承载力和城镇化水平，经济发达地区可以考虑有序退出生猪养殖业，并尽快对退出从业者制定转型、安置政策；资源禀赋较好的经济欠发达地区则要鼓励发展生猪规模养殖。二要不断完善基础设施，完善生猪主产区、主销区和产销关联的交通网，为生猪规模养殖健康、持续发展提供便利条件。三要加快推进生猪产业提质增效，树立生猪养殖的环保壁垒，增加生猪养殖业固定资产投资，提高生猪养殖效率和管理效率，实现生猪规模养殖发展与生态环保的协调共赢。

参考文献

- 1.曹翠珍、胡娜，2014：《我国畜牧业规模化养殖区域变动的分析框架和影响因素探讨》，《经济问题》第1期。
- 2.陈佳，2016：《美国生猪养殖规模化进程对我国的启示》，《北方牧业》第7期。
- 3.程秋萍、熊万胜，2016：《治理交易成本与农业经营组织形式演变——基于1949-2015年J市养猪业兴衰史的分析》，《社会学研究》第6期。
- 4.韩洪云、舒朗山，2010：《中国生猪产业演进趋势及诱因分析》，《中国畜牧杂志》第12期。
- 5.侯国庆、马骥，2016：《不同受教育水平农户的畜禽养殖规模差异分析》，《中南大学学报（社会科学版）》第6期。
- 6.兰勇、刘舜佳、向平安，2015：《畜禽养殖家庭农场粪便污染负荷研究》，《经济地理》第10期。
- 7.李雪松、孙博文，2015：《密度、距离、分割与区域市场一体化——来自长江经济带的实证》，《宏观经济研究》第6期。
- 8.刘爱民、强文丽、王维方、赵明洋，2011：《我国畜禽养殖方式的区域性差异及演变过程研究》，《自然资源

学报》第4期。

9.刘雷、张华, 2015: 《山东省城市化效率与经济发展水平的时空耦合关系》, 《经济地理》第8期。

10.卢海阳、李祖娟, 2018: 《农民工人力资本现状分析与政策建议——基于福建省1476个农民工的调查》, 《中国农村观察》第1期。

11.潘瑜春、孙超、刘玉、唐秀美、任艳敏, 2015: 《基于土地消纳粪便能力的畜禽养殖承载力》, 《农业工程学报》第4期。

12.王刚毅、王孝华、李翠霞, 2018: 《养殖资本化对生猪价格波动的稳定效应研究——基于中国面板数据的经验分析》, 《中国农村经济》第6期。

13.王雨林、刘国强、李后建、陈蓉、刘胜林, 2015: 《农户继续从事生猪散养行为的影响因素分析——基于四川省25个县(市、区)的调查》, 《中国农村观察》第5期。

14.许彪、施亮、刘洋, 2015: 《我国生猪养殖行业规模化演变模式研究》, 《农业经济问题》第2期。

15.虞祎、张晖、胡浩, 2011: 《环境规制对中国生猪生产布局的影响分析》, 《中国农村经济》第8期。

16.张国富、杜子平, 2015: 《猪肉价格波动与通货膨胀相依关系研究》, 《商业研究》第1期。

17.张可云、王裕瑾、王婧, 2017: 《空间权重矩阵的设定方法研究》, 《区域经济评论》第1期。

18.张晓辉、卢迈, 1997: 《我国农户生猪饲养规模及饲料转化率变化趋势探讨》, 《中国农村经济》第5期。

19.张园园、孙世民, 2014: 《山东省生猪生产格局及其影响因素的实证分析》, 《中国农业大学学报》第1期。

20.周建军、谭莹、胡洪涛, 2018: 《环境规制对中国生猪养殖生产布局与产业转移的影响分析》, 《农业现代化研究》第3期。

21.周晶、丁士军、阮冬燕, 2014: 《中国生猪生产波动影响因素分析——基于2000-2012年省级面板数据的实证研究》, 《农业现代化研究》第6期。

22.周旭英、罗其友、屈宝香, 2007: 《我国生猪区域发展研究》, 《中国农业资源与区划》第3期。

23.Abdalla, C. W., and L. E. Lanyon, 1995, "What We Know about Historical Trends in Firm Location Decisions and Regional Shifts: Policy", *American Journal of Agricultural Economics*, 77(5): 1229-1236.

24.Anselin, L., 1988, *Spatial Econometrics: Methods and Models*, Boston: Kluwer Academic Publishers.

25.Brian, E. R., E. G. Irwin, and J. S. Sharp, 2002, "Pigs in Space: Modeling the Spatial Structure of Hog Production in Traditional and Nontraditional Production Regions", *American Journal of Agricultural Economics*, 84(2): 259-278.

26.Fu, Q., Y. Q. Zhu, Y. F. Kong, and J. L. Sun, 2012, "Spatial Analysis and Districting of the Livestock and Poultry Breeding in China", *Journal of Geographical Sciences*, 22(6): 1079-1100.

27.Herold, P., R. Roessler, A. Willam, H. Momm, and A. V. Zárate, 2010, "Breeding and Supply Chain Systems Incorporating Local Pig Breeds for Small-scale Pig Producers in Northwest Vietnam", *Livestock Science*, 129(1): 63-72.

28.James, R. V., 1995, "The Industrialization of Hog Production", *Review of Agricultural Economics*, 17(2): 107-118.

29.Ogunniyi, L. T., and O. A. Omoteso, 2011, "Economic Analysis of Swine Production in Nigeria: A Case Study of Ibadan Zone of Oyo State", *Journal of Human Ecology*, 35(2): 137-142.

30.Robinson, T. P., G. R. W. Wint, G. Conchedda, V. B. Thomas P., V. Ercoli, E. Palamara, G. Cinardi, L. D' Aietti, S. I.

Hay, M. Gilber, and M. Baylis, 2014, "Mapping the Global Distribution of Livestock", *Plos One*, 9(5): 1-13.

31. Svend, R., 2011, "Estimating the Technical Optimal Scale of Production in Danish Agriculture", *Food Economics*, 8(1): 1-19.

32. Thanapongtharm, W., C. Linard, P. Chinson, S. Kasemsuwan, M. Visser, A. E. Gaughan, M. Epprech, T. P. Robinson, and M. Gilbert, 2016, "Spatial Analysis and Characteristics of Pig Farming in Thailand", *BMC Veterinary Research*, 6 (12): 1-15.

33. Wooldridge, J. M., 2001, *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*, Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.

34. Zimmermann, A., and H. Thomas, 2012, "Structural Change of European Dairy Farms — A Cross-regional Analysis", *Journal of Agricultural Economics*, 63(3): 576-603.

(作者单位: 山东农业大学经济管理学院)

(责任编辑: 薇 洛)

The Determinants of Hog Scale Production and Its Spatial Correlation: An Analysis Based on Data from 13 Main Provinces of Hog Production in China

Zhang Yuanyuan Wu Qiang Sun Shimin

Abstract: Based on relevant statistics from 2007 to 2015, this article describes the development course and the scale production characteristics of hog production using the scale index of 13 provinces. Afterwards, it establishes a spatial model to analyze the determinants of hog scale production and its spatial correlation. The main conclusions are as follows. Firstly, the hog scale production in China tends to concentrate in north China and northeast China, and hog production scale is generally low. Secondly, there are several factors influencing hog scale production, including farmers' education level, urbanization level, non-agricultural employment wage rate, pork consumption capacity, pork price index, traffic accessibility, output of hog production and environmental regulation intensity. Thirdly, hog scale production has a spatial dependence on the determinants such as land carrying capacity, urbanization level, non-agricultural employment wage rate, potential consumer market, pork consumption capacity, traffic accessibility, farmers' ability to invest in fixed assets and environmental regulation intensity. Therefore, in the process of promoting hog scale production, the government should fully consider the spatial correlation and spillover effects. On one hand, we should expand the potential consumer market, improve pork consumption capacity and transportation accessibility, enhance farmers' ability to invest in fixed assets, and strengthen environmental regulation. On the other hand, we should also consider the inhibiting effect of the urbanization level, change in non-agricultural employment wage rate and land carrying capacity.

Key Words: Hog; Scale Production; Provincial Difference; Spatial Correlation