

江西省生猪价格波动的成因及其预警分析

——基于灰色关联和 LS-SVM 模型

付莲莲^{1,2}, 翁贞林², 张雅燕²¹

1. 江西农业大学 理学院, 江西 南昌 330045

2. 江西农业大学 江西现代农业发展协同创新中心, 江西 南昌 330045

摘要: 以 2000 年 1 月至 2015 年 5 月的江西生猪价格数据为研究对象, 利用 Census-X12 和 HP 滤波分解方法探索生猪价格波动的特征, 结合逐步回归法和灰色关联分析识别影响生猪价格波动的显著因素, 在此基础上, 构建 LS-SVM 模型对生猪价格进行预测。结果表明, 生猪价格波动具有明显的季节性, 每年的 1 月份季节因子最大, 6 月份降至全年的最低点; 2000 年以来生猪价格共经历了 7 个波动周期, 平均周期为 25.3 个月; 随机性成分对生猪价格的贡献日益增大, 玉米价格、仔猪价格、猪肉价格、生产者预期、牛肉价格和疫情对生猪价格的波动有显著作用, 其中玉米价格和仔猪价格的影响较大; LS-SVM 模型的预测值和真实值很接近, 平均误差仅为 1.37%, LS-SVM 能较好地反映生猪价格及其影响因素之间的复杂的非线性关系。

关键词: 生猪价格; 波动特征; 灰色关联; LS-SVM 模型; 预警

中图分类号: S-9

文献标志码: A

文章编号: 1004-1524(2016)09-1624-07

doi: 10.3969/j.issn.1004-1524.2016.09.24

自 1985 年国家取消统购统销实行多渠道经营以来, 我国生猪价格波动历经了数次飙涨、暴跌及其相互转换过程^[1]。2010 年 5 月—2011 年 9 月, 生猪价格持续上涨, 累计涨幅达 95.48%。2014 年以来, “猪周期”再次来临, 2014 年 4 月, 生猪价格仅为 10.97 元·kg⁻¹, 全国生猪出场价格持续 19 周下跌, 累计降幅达 31.11%。2015 年 3 月开始, 猪价在 4 个月里上涨 50%, 此轮猪价上涨出乎意料, 在淡季出现了价格大逆转。生猪价格波动剧烈, 不确定因素众多, 且价格波动具有联动性、传导性、同步性和放大效应^[2], 对消费者和生产者造成巨大的经济损失, 影响市场的供求, 是困扰生猪产业健康发展、价格稳定的难题^[3]。

已有研究中, 国外学者主要从生猪供给、需求、石油价格、生产成本、货币、生物质能源、疫情、汇率、气候、国际畜产品价格等方面论述生猪价格波动的成因^[4, 5, 6, 7, 8, 9], 国内学者主要从生猪的生产成本、流通成本、养殖主体行为、生猪生产周期、替代品价格、疫情等生猪价格波动的原因进行了探讨。近年来, 我国豆粕、玉米等饲料原料价格上涨、人工成本增加导致生猪生产成本上升^[10]; 部分地区过多征收猪肉税费, 国内成品油价格大幅上涨, 生猪规模效益的缺乏都导致了生猪流通成本的增加

¹**作者简介:** 付莲莲(1981—), 女, 江西九江人, 博士, 讲师, 从事农业系统工程研究。E-mail: fulianhappy@163.com

收稿日期: 2015-12-05

基金: 国家自然科学基金项目(71561014, 61561025, 71461019); 教育部人文社会科学研究项目(11YJCZH236); 江西现代农业及其优势产业可持续发展的决策支持协同创新中心课题(XDNYA1502, XDNYA1510)

[10]。我国生猪饲养大都以农户散养为主，散养户的素质普遍偏低，基本不具备市场分析能力和决策能力，经常简单地依据市场价格做出生产决策。价格上涨时大家一窝蜂涌入市场，而价格下跌时纷纷退出，这种频繁进退市场行为容易引起生猪市场价格的剧烈波动^[11]。除了供给和需求层面的因素外，疫病、突发性事件和国家政策等外部冲击同样会影响生猪价格^[12]。学术界对生猪价格波动的成因未达成共识。

为此，本文基于 Census-X12 和 HP 滤波分解，探寻生猪价格波动的周期、趋势成分和不确定成分，结合逐步回归分析和灰色关联法挖掘生猪价格波动的原因。在此基础上，构建 LS-SVM 模型对江西省生猪价格进行预测，提出生猪价格风险调控策略。

1 研究方法和数据来源

1.1 研究方法

1.1.1 HP 滤波分解

生猪价格的月度数据通常包括 4 种信息成分：趋势成分 (trend)、周期成分 (cycle)、季节成分 (seasonal) 和随机成分 (irregular)。成分分解就是通过统计方法将月度数据的季节、趋势、周期和随机成分逐个分离出来，分析不同成分的波动特点。通过设置 λ 参数值 (月度数据=14 400)，根据对称移动数据平均法原理，通过数学计算，HP 滤波分析将生猪价格的月度数据分离成一条趋势线和一条上下波动的周期线^[13]，从而探索生猪价格的趋势成分、周期成分和随机成分。

1.1.2 LS-SVM 模型

支持向量机 (support vector machine, SVM) 在处理非线性问题及精确预测方面有较强的适用价值，能有效避免机器学习理论中的局部极小、维数灾难等传统问题，在很多领域都得到了成功的应用^[14]。在此，应用最小二乘支持向量机 (LS-SVM) 对生猪价格进行预测。

LS-SVM 在优化过程中的损失函数为误差的二范数，目标函数为：

$$\min_{w,b,\varepsilon} \frac{1}{2} \|w\|_2^2 + C \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 \quad (1)$$

约束条件为：

$$y_j(w^T \cdot \varphi(x_j) + b) = 1 - \varepsilon_j \quad j=1, 2, \dots, n \quad (2)$$

$\{x_i, y_i\}_{i=1}^n$ 为 n 个训练样本， $x_i \in R^6$ 为训练样本输入， $y_i \in R$ 为训练样本输出。 $C > 0$ 为惩罚因子，用于调节误差， C 值越大，模型的误差越小。定义 Lagrange 函数为：

$$L(w, b, \alpha, \varepsilon) = \frac{1}{2} \|w\|_2^2 + C \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 - \sum_{i=1}^n \alpha_i \{y_i(w^T \cdot \varphi(x_i) + b) - 1 + \varepsilon_i\} \quad ; (3)$$

其中 α_i 为拉格朗日乘子。根据 KKT 条件可以得到如下等式和约束条件：

$$\begin{cases} w = \sum_{i=1}^n \alpha_i y_i \varphi(x_i) \\ \sum_{i=1}^n \alpha_i y_i = 0 \\ \alpha_i = C \varepsilon_i \\ y_i (w^T \cdot \varphi(x_i) + b) - 1 + \varepsilon_i = 0 \end{cases} ; (4)$$

根据 Mercer 条件, 可得

$$\begin{bmatrix} y & L & y_n \\ y & y y K x x_n + \bar{c} & L & y y_n K x x_n \\ & M & M & M \\ y_n & y_n y K x_n x & L & y_n y_n K x_n x_n + \bar{c} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b \\ \alpha \\ M \\ \alpha_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} M \end{bmatrix} ;$$

式中, $K(x_i, x_i) = \Phi(x_i)^T \Phi(x_i)$ 是定义满足 Mercer 条件的核函数, 最后用最小二乘法求出 α_i 和 b , 则预测输出为

$$y(x) = \sum_{i=1}^n \alpha_i K(x, x_i) + b . (5)$$

1.2 数据来源

在研究江西生猪价格波动规律方面, 以 2000 年 1 月— 2015 年 5 月江西待宰活猪月度价格 (HOGP) 为研究对象, 数据来自中国畜牧业信息网。

在研究江西生猪价格波动成因和生猪价格预测方面, 选取玉米价格、仔猪价格、猪肉价格、猪肉替代品价格 (鸡肉、牛肉)、豆粕价格、疫情等因素作为生猪价格波动成因^[15, 16]。基于数据可得性, 样本范围定为 2000 年 1 月— 2015 年 5 月, 其中玉米价格、仔猪价格、猪肉价格、鸡肉价格、牛肉价格和豆粕价格数据来源于中国畜牧业信息网, 汇率来自于国际清算银行, 疫情以虚拟变量表示, 通过文本挖掘, 如果当年发生疫情, 记为 1, 否则, 记为 0。

2 结果与分析

2.1 江西省生猪价格波动规律

从价格走势图 (图 1) 发现, 2000 年 1 月— 2015 年 5 月生猪价格波动幅度较大。

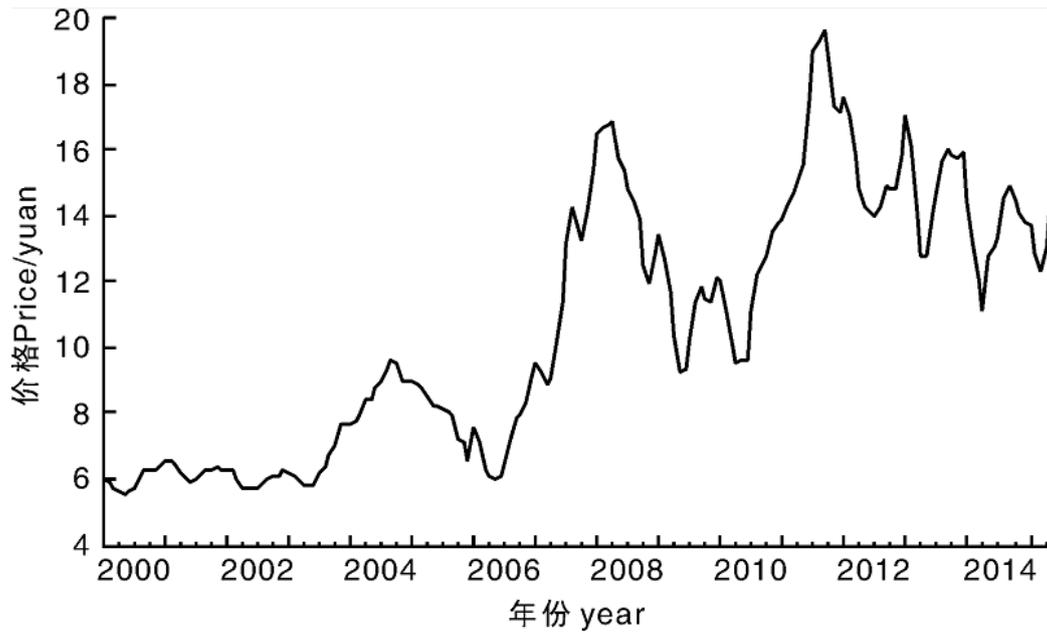


图1 江西省生猪价格走势

2.1.1 生猪价格的季节成分

月度数据可能存在季节性，为此，采用 Census-X12 对月度生猪价格 (HOGP) 进行调整，调整后的序列记为 HOGP_TC (图 2)，同时得到生猪价格的季节因子 HOGP_SF (图 3)。

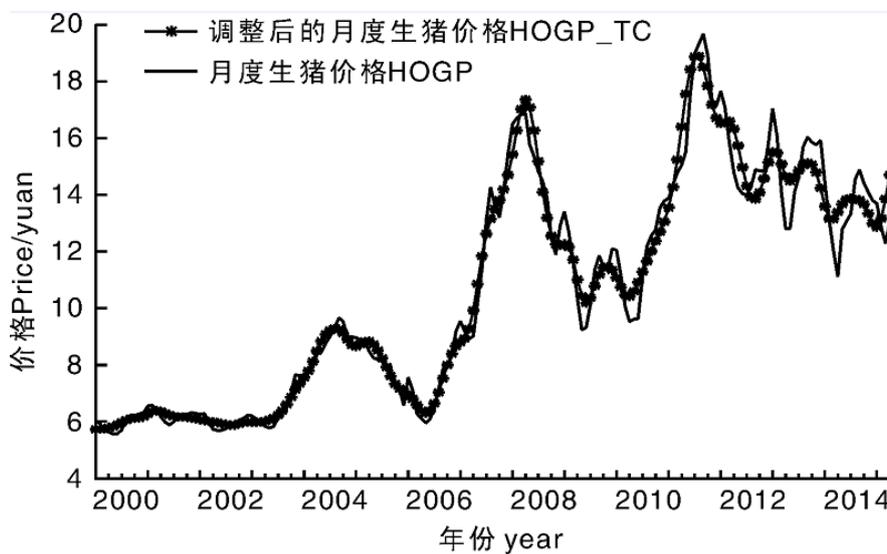


图2 HOGP 和 HOGP_TC 的走势

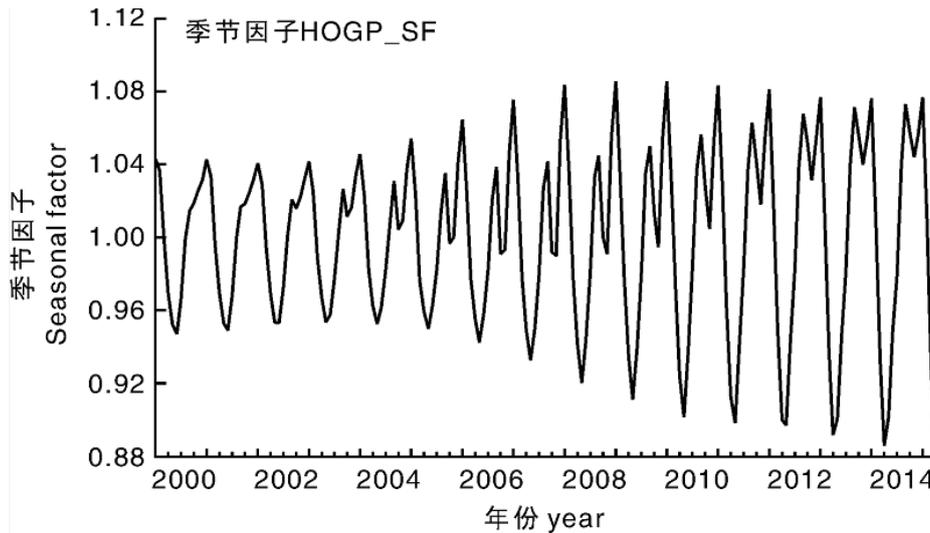


图3 生猪价格的季节成分

生猪价格波动具有明显的季节性。每年的1月份，生猪价格的季节因子最大，之后逐渐下降，5、6月份降至全年的最低点，之后开始上涨，12月至次年的2月均保持较高的价格。之所以会出现如此明显的季节规律，主要是由于我国居民的消费习惯和节假日的影响。每年的4月份以后，天气逐渐变热，猪肉的消费量也相应减少，供求关系决定了生猪价格走低；8月份之后，随着谢师宴、国庆节、元旦和春节等传统节日的来临，居民对猪肉的需求逐渐增加，拉动了生猪价格的上涨。

2.1.2 生猪价格的趋势成分和周期成分

对HOGP_TC进行HP滤波分解，得到生猪价格的趋势曲线和周期曲线(图4)。由图可知，生猪价格的趋势曲线有明显的时间趋势，对Trend关于时间拟合，经过反复调试，得：

$$Trend = \frac{5.76}{[96.81]} + \frac{0.0005t^2}{[10.379]} + \frac{3.54E-06t^3}{[5.625]} - \frac{2.76E-08t^4}{[-13.14]} \quad R^2=0.99, F=7054.6. \quad (6)$$

式(6)中，方括号里是t的统计量，R2和F值表明方程(6)的拟合效果较好，说明生猪价格有着明显的趋势性。长期来看，生猪价格的趋势性和生猪市场的供求、生猪进出口等因素有着密切的关系。

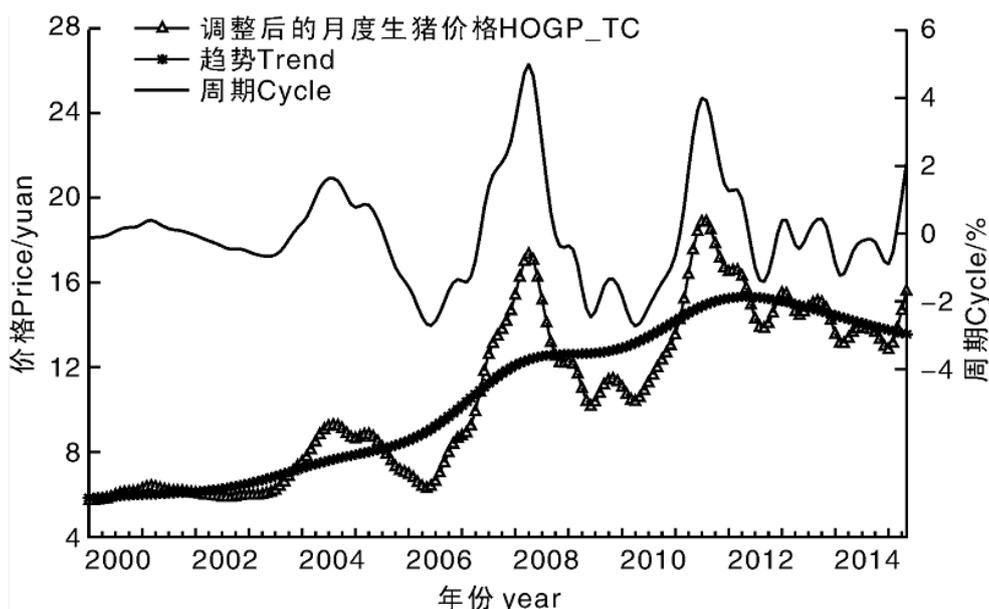


图4 H-P分解后的生猪价格的趋势成分和周期成分

周期曲线显示价格存在着明显的周期变化规律，按波谷—波谷划分，2000—2015年生猪价格共经历了大大小小7个完整的波动周期(表1)，大周期里面包含小周期。在不同周期中，生猪价格波动在时间和振幅上存在明显的差异，2006—2009年振幅最大，高达7.46%，而2000—2003年、2014—2015年年年初则振幅最小。价格波动呈现相对平稳、小幅度波动、急剧波动、小幅度波动的形式转变。

表1 2000—2015年生猪价格波动周期

项目 Item	1	2	3	4	5	6	7
时间段 Period	2000-02— May-03	2003-06— Jun-06	2006-07— Jun-09	2009-07— Apr-10	2010-05— Sep-12	2012-10— Feb-14	2014-03— Jan-15
周期长度 Cycle/month	39	36	36	10	29	16	11
上升期 Rising period/month	13	14	21	5	14	12	6
下降期 Declining period/month	26	22	14	5	15	4	5
峰值 Peak value/%	0.40%	1.64%	5.00%	-1.33%	4.00%	0.44%	-0.17%

谷 值 value/%	Valley	-0.66%	-2.70%	-2.46%	-2.73%	-1.42%	-1.23%	-0.90%
振幅 Amplitude		1.06%	4.34%	7.46%	4.06%	5.42%	1.67%	1.07%
波 峰 位 置 position	Peak	Mar-01	Aug-04	Apr-08	Nov-09	Jul-11	Oct-13	Aug-14

2.1.3 生猪价格的随机成分

生猪价格的随机成分见图 5。由图可知，自 2003 年以来，生猪价格的随机成分波动越来越频繁，2006 年初，生猪价格达到波谷，之后，随机成分波动未呈现明显的规律性。2006、2007 年疫情最严重，生猪蓝耳病、猪肺疫、猪瘟等发病数及次数创新高，自 2011 年以来基本无大疫情，生猪供应增长平稳，说明生猪疫情、炒作等不确定因素对生猪价格波动的影响非常明显。

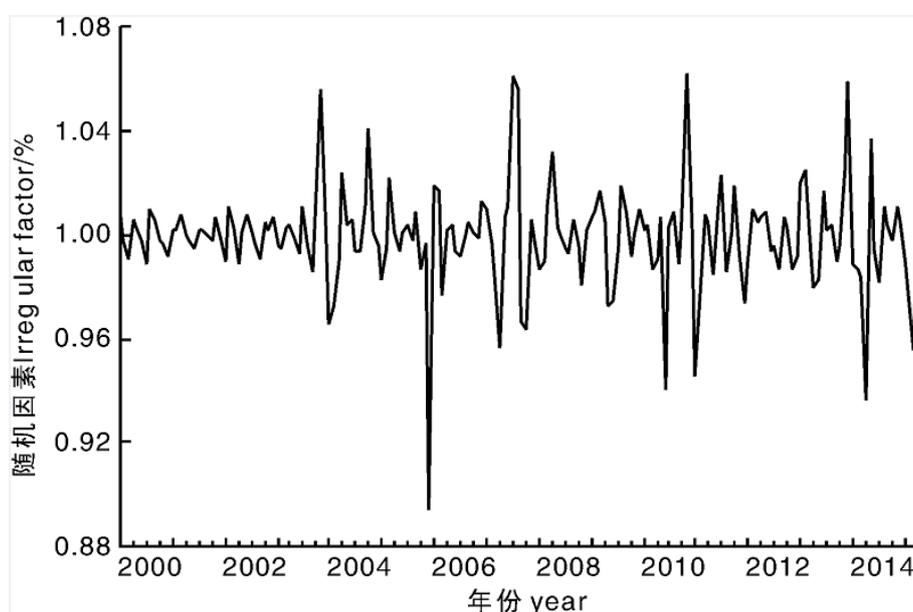


图 5 生猪价格的随机成分

21 世纪以来，生猪价格波动的周期性明显，大周期内现小周期，下跌的时间较上涨的时间长，随机性对生猪价格波动的贡献日益增大。挖掘其波动背后的因素、预测生猪价格亟待解决，这样有利于江西生猪产业的健康发展。

2.2 生猪价格波动的成因分析

2.2.1 基于逐步回归的生猪价格影响因素的研究

建立线性模型对生猪价格的影响因素进行筛选，模型具体为：

$$P_d = \alpha_0 + \alpha_1 P_y + \alpha_2 P_z + \alpha_3 P_p + \alpha_4 P_j + \alpha_5 P_n + \alpha_6 P_c + \beta_1 R + \beta_2 D. \quad (7)$$

式(7)中, P_d 、 P_y 、 P_z 、 P_p 、 P_j 、 P_n 、 P_c 、 R 、 D 分别表示待宰活猪价格、玉米价格、仔猪价格、去皮带骨猪肉价格、鸡肉价格、牛肉价格、豆粕价格、人民币有效汇率和疫情。

求 P_y 、 P_z 、 P_p 、 P_j 、 P_n 、 P_c 、 R 、 D 之间的相关系数, 发现, 玉米和豆粕价格、牛肉和鸡肉价格之间的相关性达到了 0.9 以上, 表明模型可能存在多重共线问题, 故采用 stepwise 逐步回归法回归, 考虑生猪价格可能存在滞后效应, 依次加入生猪价格的 n 阶滞后项进行调试, 最后滞后 3 阶生猪价格进入模型, 这和现实吻合, 故用滞后 3 阶的生猪价格代表生产者预期, 估计结果如下:

$$P_d = \frac{-0.628}{[-1.478]} + \frac{1.045}{[2.64]} P_y + \frac{0.119}{[3.559]} P_z + \frac{0.392}{[9.54]} P_p - \frac{0.032}{[-4.42]} P_n + \frac{0.123}{[2.52]} P_{d-3} - \frac{0.096}{[-1.724]} D$$

$$R^2 = 0.978, F = 1259.39. \quad (8)$$

式(8)中, 方括号内表示 t 的统计量, 在 5% 的显著性水平下, 玉米价格、仔猪价格、猪肉价格、牛肉价格、生产者预期和疫情对生猪价格的影响均比较显著。玉米价格的边际影响系数为 1.045, 高于其他因素的影响程度, 表明生产成本对生猪价格的影响较大。其次, 猪肉价格产生的需求拉动效应对生猪价格的影响也比较明显。

2.2.2 基于灰色关联法的生猪价格影响因素的研究

为更合理地剖析生猪价格波动的成因, 选取待宰活猪价格作为参考序列, 利用灰色关联法计算生猪价格和上述影响因素之间的关联度, 结果见表 2。

表 2 关联度排序表

影响因素	关联度	排序
Influence factor	Correlation	Sorting
玉米价格 Corn price	0.93	1
仔猪价格 Piglet price	0.84	4
猪肉价格 Pork price	0.85	3
鸡肉价格 Chicken price	0.81	7
牛肉价格 Beef price	0.81	6
豆粕价格 Soybean meal price	0.86	2
汇率 Exchange rate	0.73	9

疫情 Epidemic situation	0.8	8
生产者预期 Producers' expectation	0.82	5

玉米价格、猪肉价格、仔猪价格、生产者预期对生猪价格的影响较大，关联度均在 0.8 以上，其中玉米价格和生猪价格的关联度高达 0.93，仔猪价格和生猪价格的关联度为 0.84，进一步验证了逐步回归分析结果的正确性，发现玉米价格和仔猪价格是生猪价格波动的主要原因。豆粕价格和生猪价格的关联度也较高，但逐步回归模型 (3) 中没进入模型，可能是因为与玉米价格存在多重共线性。

结合逐步回归模型和灰色关联分析的结果，最终选取玉米价格、猪肉价格、仔猪价格、生产者预期、牛肉价格和疫情作为生猪价格的显著影响因素进入 LS-SVM 预测模型，这 6 个变量在逐步回归中显著，并且其和生猪价格的关联度均在 0.8 以上。表明这 6 个影响因素对江西生猪价格有着显著的影响。

2.3 基于 LS-SVM 模型的生猪价格的预测分析

选择玉米价格、猪肉价格、仔猪价格、生产者预期、牛肉价格和疫情作为训练输入变量，生猪价格作为输出变量，以 2000—2014 年江西省生猪价格和主要影响因素数据建立 LS-SVM 模型。在建立 LS-SVM 模型时，选择一个适当的核函数非常重要，常用的核函数主要包括多项式核函数、线性核函数、径向基核函数等。由于径向基核函数具有较强的泛化能力、表达形式简单、光滑性好等优点，为此，本文建立 LS-SVM 模型时，核函数选择径向基 (9)。

$$K(x_i, x_j) = \exp \left\{ -\frac{|x_i - x_j|^2}{\sigma^2} \right\} \quad (9)$$

预测过程的实现通过 MATLAB (R2010b) 平台的 LSSVM1abv1_8_R2009b_R2011a 工具箱完成。首先根据公式 (10) 将原始数据映射到 [0.2, 0.9] 区间，其中 x 为原始数据，y 为归一化后的输出数据。

$$y_j = (0.9 - 0.2) \frac{x_i - \min(x)}{\max(x) - \min(x)} \quad (10)$$

选取 2000 年 1 月—2014 年 6 月的相关数据作为训练样本，2014 年 7 月至 2015 年 6 月的数据作为测试样本，处理后构建 LS-SVM 模型，预测结果如表 3。结果表明，LS-SVM 模型取得较好的拟合效果，相对误差低于 2% 的值占到 91.7%。随着拟合的进行，相对误差的波动总体上趋于稳定。真实值和预测值非常接近，平均误差仅为 1.37%，表明 LS-SVM 模型在生猪价格预测方面具有良好的预测性能，能较好地反应江西生猪价格及其影响因素的复杂的、非线性的关系，在生猪价格预测方面具有良好的应用前景。

表 3 基于 SVM 模型的江西省生猪价格预测值与真实值

时间	预测值	真实值	误差	相对误差
Time	Predicted value	Actual value	Error	Relative error/%

Jul-14	13.38	13.34	0.038	0.29
Aug-14	14.37	14.56	-0.192	1.32
Sep-14	15.12	14.88	0.241	1.62
Oct-14	14.67	14.42	0.249	1.73
Nov-14	13.94	14.09	-0.15	1.06
Dec-14	13.99	13.81	0.178	1.29
Jan-15	13.44	13.69	-0.254	1.86
Feb-15	12.67	12.85	-0.178	1.38
Mar-15	12.6	12.3	0.3	2.43
Apr-15	12.85	13.02	-0.172	1.32
May-15	14.46	14.31	0.15	1.05
Jun-15	15.05	15.22	-0.172	1.13

3 结论与建议

本研究运用 Census-X12 和 HP 滤波方法研究了 2000 年 1 月— 2015 年 5 月江西生猪价格波动的周期性、季节性和随机性，并构建逐步回归模型和灰色关联模型，从众多影响因素中筛选出生猪价格波动的显著影响因素。在此基础上，构建 LS-SVM 模型，对江西生猪价格做出预测。研究表明，江西省生猪价格波动具有明显的季节性，每年的 1 月份，生猪价格的季节因子最大，5、6 月份降至全年的最低点。2000 年 1 月— 2015 年 5 月生猪价格共经历了 7 个波动周期，生猪价格经历了由相对平稳、小幅度波动到急剧波动，再到小幅度波动的转变，波动的周期越来越短，随机性成分对生猪价格的贡献日益增大。为挖掘生猪价格波动的成因，文章构建逐步回归模型和灰色关联模型甄别出玉米价格、仔猪价格、猪肉价格、生产者预期、牛肉价格和疫情 6 个显著影响生猪价格波动的因素，这 6 个因素较好地代表了生产成本、需求、预期和外部冲击对生猪价格的影响；其中，玉米价格和仔猪价格对生猪价格影响较大，与 Tan 等^[6]、张富的研究结论一致^[16]。最后，建立 LS-SVM 模型对生猪价格进行预测，取得了较好的拟合效果，价格的真实值和预测值接近。国内对生猪价格的预测主要采用了计量模型、结构方程模型和 BP 神经网络等，传统的 BP 网络模型可能出现局部极小问题，且需要大量样本进行学习和训练^[17]。生猪价格月度数据有非平稳、非线性、复杂性等特点，文中 LS-SVM 模型预测的平均误差较小，表明 LS-SVM 能更科学地反映生猪价格和影响因素之间的复杂的、非线性的关系。

基于本文研究，提出以下政策建议。

一是完善生猪生产和市场的预警体系。鉴于生猪价格波动的周期越来越短，随机因素对价格的干扰越来越剧烈，政府相关部门应在“互联网+”模式下进一步完善生猪生产和市场的预警体系。实现生猪生产和市场信息的实时共享，使生猪养殖户尤

其是散养户能够准确地把握未来生猪价格的变化，提高养殖户的科学决策水平，从源头上减缓生猪供给的波动，从而熨平生猪价格的非正常波动。

二是加强对饲料、兽药等相关行业的监管能力。逐步回归模型和灰色关联分析表明，玉米价格和豆粕价格对生猪价格的影响最大，通过加强对饲料和兽药等行业的监管，便于稳定生猪养殖的成本。另外，通过对饲料、兽药行业的监管，从终端及其产业链的角度避免“瘦肉精”“三聚氰胺”等事件的发生。

三是提升生猪价格预测预警水平。目前，生猪生产市场仍以散养户为主，这就需要加强生猪市场预期的准确性，要重视生猪价格波动特征的识别，运用不同的时间序列方法对生猪价格的周期和趋势进行甄别，并比较方法的结果的异同性。同时，需要引入更多高精度的预测模型到生猪价格预测预警中，深入分析生猪价格波动的机理，不断完善生猪价格预警指标，以适应生猪价格预测的需要。

参考文献：

- [1] GALE F, MARTI D, HU D. China's volatile pork industry[J]. Situation & Outlook Report Rice, 2012: 1-27.
- [2] 吕东辉, 杨祚, 金春雨. 基于MS-ARCH模型的我国生猪价格波动特征检验及其与CPI变动关联性分析[J]. 农业技术经济, 2012(9): 96-103.
- [3] ZHANG Q, WANG K, HUO R. Study on Stabilizing Price of Hog Market in China[M]// Proceedings of Selected Articles of 2013 World Agricultural Outlook Conference, 2014: 1-9.
- [4] CHEN S, KUO H, Chen C. Modeling the Relationship Between the Oil Price and Global Food Prices[J]. Applied Energy, 2010, 87(8): 2517-2525.
- [5] CHEN R, ZAPATA H O. Dynamics of Price Volatility in the China-US Hog Industries[C]//2015 Annual Meeting, January 31-February 3, 2015, Atlanta, Georgia. Southern Agricultural Economics Association, 2015.
- [6] TAN Y, ZAPATA H O. Hog price transmission in Global markets: China EU and US[C]//2014 Annual Meeting, February 1-4, 2014, Dallas, Texas. Southern Agricultural Economics Association, 2014.
- [7] YU X. Monetary Easing Policy and Long-Run Food Prices: Evidence From China[J]. Economic Modelling, 2014(40): 175-183.
- [8] SHIVA L, BESSLER D A, MCCARL B A. On the Dynamics of Price Discovery: Energy and Agricultural Markets with and without the Renewable Fuels Mand ate[C]//2014 Annual Meeting, July 27-29, 2014, Minneapolis, Minnesota. Agricultural and Applied Economics Association, 2014.
- [9] ABAO L N B, KONO H, GUNARATHNE A, et al. Impact of Foot-And-Mouth Disease On Pork and Chicken Prices in Central Luzon, Philippines[J]. Preventive Veterinary Medicine, 2014, 113(4): 398-406.
- [10] 宁攸凉, 乔娟. 中国生猪价格波动的影响与成因探究[J]. 中国畜牧杂志, 2010, 46(2): 52-56.

-
- [11] 李秉龙, 何秋红. 中国猪肉价格短期波动及其原因分析[J]. 农业经济问题, 2007(10): 18-21.
- [12] 毛学峰, 曾寅初. 基于时间序列分解的生猪价格周期识别[J]. 中国农村经济, 2008(12): 4-13.
- [13] 付莲莲, 邓群钊, 周利平, 等. 基于 ISM 的农产品价格波动的影响因素分析[J]. 软科学, 2014(4): 112-116.
- [14] 任顺, 于海业, 周丽娜. 基于支持向量机的叶绿素荧光预测光能利用效率研究[J]. 农业机械学报, 2015(04): 273-276.
- [15] 綦颖, 宋连喜. 生猪价格波动影响因素的实证分析——以辽宁省为例[J]. 中国畜牧杂志, 2009(8): 1-4.
- [16] 张富. 我国生猪生产波动与预警调控[D]. 北京: 中国农业科学院, 2012.
- [17] 杨璐. 基于结构方程模型的生猪价格预警研究[J]. 中国畜牧杂志, 2011(18): 6-9.