

中国宠物产业趋势预测及影响分析

张艺涵

北方工业大学理学院, 北京

收稿日期: 2025年4月28日; 录用日期: 2025年5月21日; 发布日期: 2025年5月30日

摘要

随着经济的迅猛发展和市场需求的日益多样化, 宠物的家庭渗透率正经历着动态变化, 深入分析宠物行业的发展现状与发展趋势, 并提出针对性建议, 已成为推动消费升级、增进社会福祉的关键任务。本研究深入探究了经济、社会等多重因素与宠物行业发展的内在联系, 构建了随机森林模型及动态经济模型等一系列先进模型, 并运用最小二乘法等科学方法对宠物行业的发展态势和市场需求变化进行了科学预测。通过这一系列深入细致的分析, 本研究旨在为促进宠物产业的健康发展、推动产业转型升级以及助力经济增长提供有力支撑。

关键词

市场需求, 随机森林模型, 动态经济模型, 最小二乘法, 经济增长

Trend Forecast and Impact Analysis of China's Pet Industry

Yihan Zhang

College of Science, North China University of Technology, Beijing

Received: Apr. 28th, 2025; accepted: May 21st, 2025; published: May 30th, 2025

Abstract

With the rapid economic development and increasingly diverse market demands, the household penetration rate of pets is undergoing dynamic changes. In-depth analysis of the current situation and

development trends of the pet industry, along with the provision of targeted suggestions, has become a key task in promoting consumption upgrading and enhancing social welfare. This study delves into the intrinsic connections between economic, social, and other multiple factors and the development of the pet industry, constructs a series of advanced models such as Random Forest models and dynamic economic models, and employs scientific methods like the least squares method to make scientific predictions about the development trend of the pet industry and changes in market demand. Through this series of in-depth and detailed analyses, this study aims to provide strong support for promoting the healthy development of the pet industry, facilitating industrial transformation and upgrading, and boosting economic growth.

Keywords

Market Demand, Random Forest Model, Dynamic Economic Model, Least Squares Method, Economic Growth

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着社会的快速发展和居民生活水平的提高，宠物已成为许多家庭的重要成员，宠物经济已成为社会经济产业中不可或缺的一环。然而，在宠物产业快速发展的背后，也面临着一些挑战和问题。因此，深入剖析并预测中国宠物产业的发展趋势，同时全面评估经济、社会等对其发展的多维度影响，已成为一个亟待解决的关键议题。本文以 2024 年第十四届 APMCM 亚太地区大学生数学建模竞赛 C 题为背景，通过综合运用多角度深入剖析的手段，对宠物行业的发展态势进行详尽考察，并借助随机森林模型、ARIMA 模型等多元统计方法预测其未来发展趋势。在此基础上进一步提出针对性的策略建议，为推动宠物行业的持续健康发展提供参考。

2. 数据说明

2.1. 数据来源

数据来源于 2024 年第十四届 APMCM 亚太地区大学生数学建模竞赛 C 题。

2.2. 数据整合

为提升分析便捷性与精确度，我们将题目所给数据及从多个权威网站收集的资料整合至条理清晰的 Excel 表格。

3. 问题一：中国宠物行业分析与未来预测模型

我们深入剖析 2019~2023 年中国宠物行业演变及现状，探究其多元影响因素，并预测 2024~2026 年趋势，为从业者提供前瞻性战略参考。鉴于猫、狗在宠物饲养中的主导地位[1]，本分析聚焦其近五年饲养情况。为了高效攻克当前问题，我们采用随机森林模型作为核心解决方案，该模型以其直观性与可解释性的显著优势，成为我们分析的首选，通过精细化训练优化参数至最优，并创新融合最小二乘法，可以高效解决问题。

3.1. 数据可靠性分析

3.1.1. 数据来源与描述

此问题所用数据均来自亚太赛题目所给数据以及从各大网站公开资料收集到的数据。

3.1.2. 数据质量评估

我们要检查数据的完整性、一致性和准确性，确保数据没有明显的错误或异常。

- 数据的完整性是指数据在各个方面都是真实、完整的。我们对该问题所用全部数据进行遍历，并未找出缺失值或空值，故所用数据具有完整性。
- 数据的一致性是指数据始终保持统一和协调。我们遍历数据，并未发现不符合一致性的数据。
- 数据的准确性是指数据正确地反映了实际情况，没有错误或偏差。我们本题所用数据为 2019~2023 年的经济增长率、城镇化率等，通过使用 Z-score 方法检测，我们发现数据中并没有异常值。

3.2. 宠物行业发展情况逐步分析

通过对题目所给数据进行可视化，我们得到了宠物猫和宠物狗的 2019~2023 年的数量变化图、年增长率图、年增长速度图、箱线图、相关性分析图。这里列出部分图表。

通过图 1、图 2 可见，宠物狗数量总体呈下降趋势，虽有波动但多在减少，虚线趋势线预示未来或继续缓降，变化或由政策等因素导致。而宠物猫数量过去五年持续增长，2020~2022 年尤为明显，预计未来将延续增长但增速或放缓，整体态势积极。

通过对比分析我们知道，若趋势延续，宠物猫数量或远超宠物狗，这可能是由于猫更易照料、成本低，且随独居人口增多，猫陪伴性强、维护简单成优选。但也要注意，不同地区之间这种数量变化也可能不同，这可能是由于人口密度、文化习惯等因素造成的。

此外，我们通过 MATLAB 计算得出宠物猫与狗数量相关系数为-0.67925，表明二者呈中度到强度的负相关，但这不直接说明一方数量变化会引发另一方变化，环境、政策、人类偏好等因素也可能产生影响。

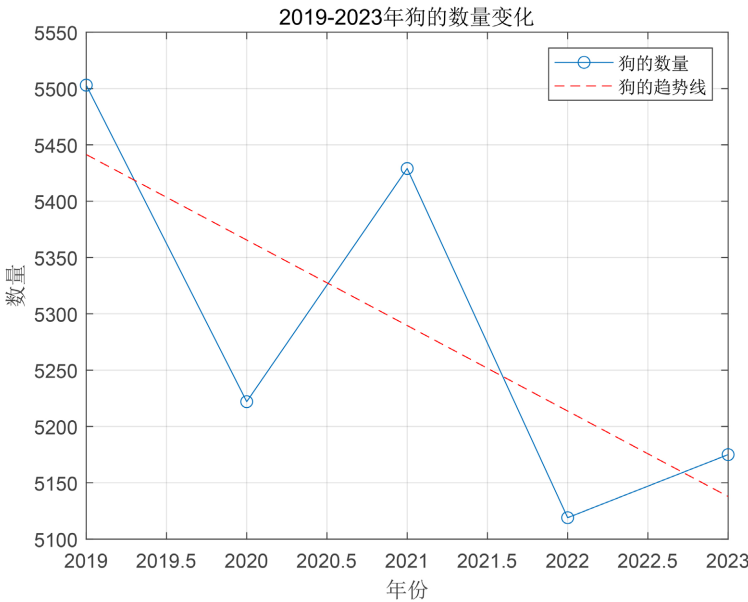


Figure 1. Pet dog population change chart
图 1. 宠物狗的数量变化图

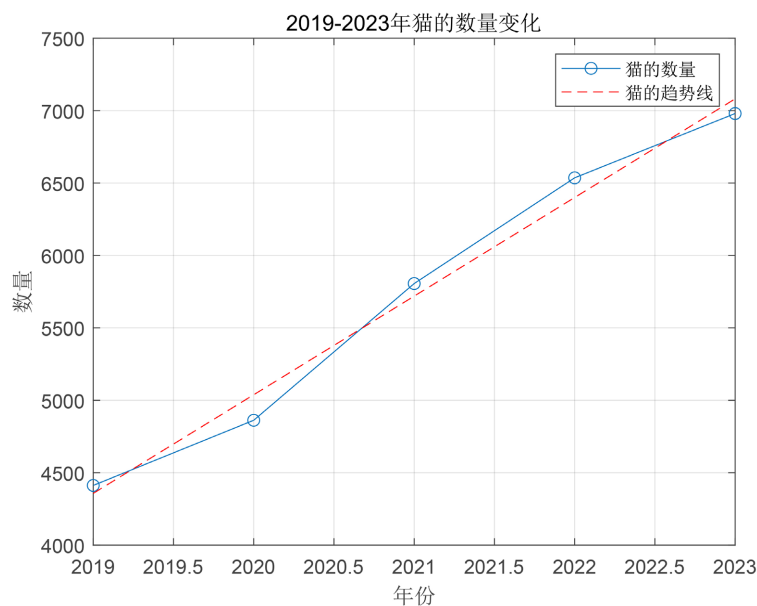


Figure 2. Pet cat population change chart

图 2. 宠物猫的数量变化图

除上述分析之外，我们还可以从中国宠物家庭渗透率等角度总结分析中国过去 5 年宠物行业的发展情况。

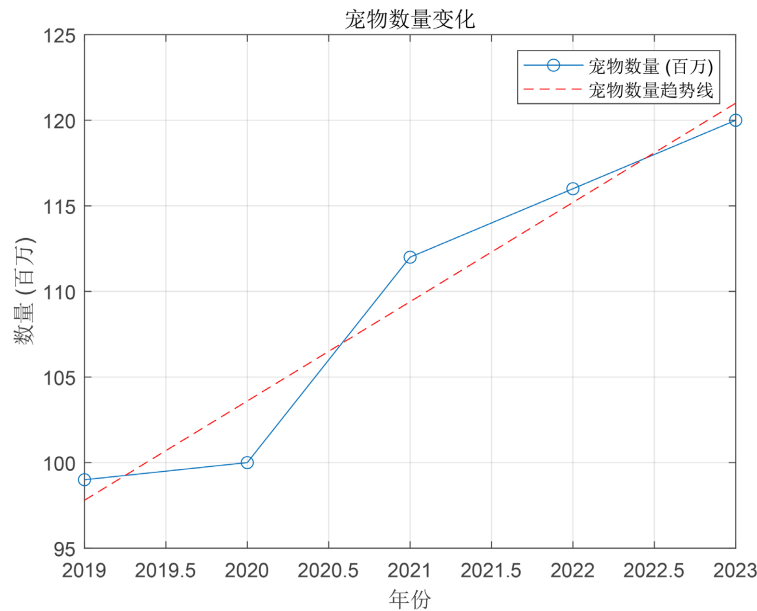


Figure 3. Pet population change chart

图 3. 宠物数量变化图

从图 3 我们可以看到，2019~2023 年宠物数量持续增加，图 4 显示宠物行业市场规模逐年增长。而从图 5 可以看出，宠物家庭渗透率在 2019~2023 年间略有波动，但整体稳定。另外，从增长率的角度看，图 6 显示宠物数量 and 市场规模的增长率在不同年份有所差异，虽然增长率较为平稳，但市场规模增长率略高于宠物

数量增长率。并且从增长速度上看，图 7 表明，宠物数量和市场规模的增长速度在不同年份有所不同但都保持了较高的稳定性，显示市场的健康增长态势。最后，散点图表明，宠物数量与市场规模呈正相关。

而图 8 则可以直观地看出宠物数量和市场规模的相关性，并且利用 MATLAB 我们可以计算出宠物数量和市场规模的相关系数为 0.97145，这表明随着宠物数量的增加，市场规模也随之扩大。

此外，通过收集相关资料也可以发现，从 2019~2023 年，中国兽医行业的市场价值和中国宠物食品行业市场收入也在逐年稳步增长，种种迹象都表明我国宠物产业发展势头良好。

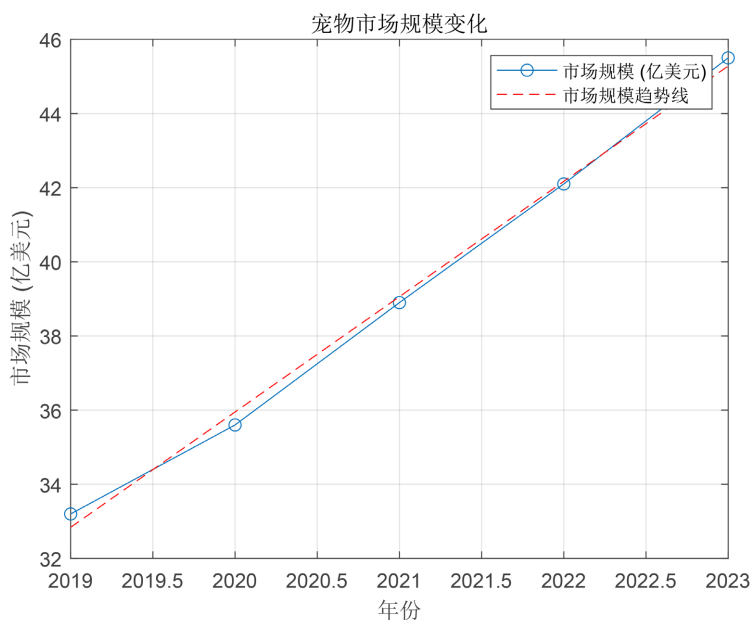


Figure 4. Pet market size change chart

图 4. 宠物市场规模变化图

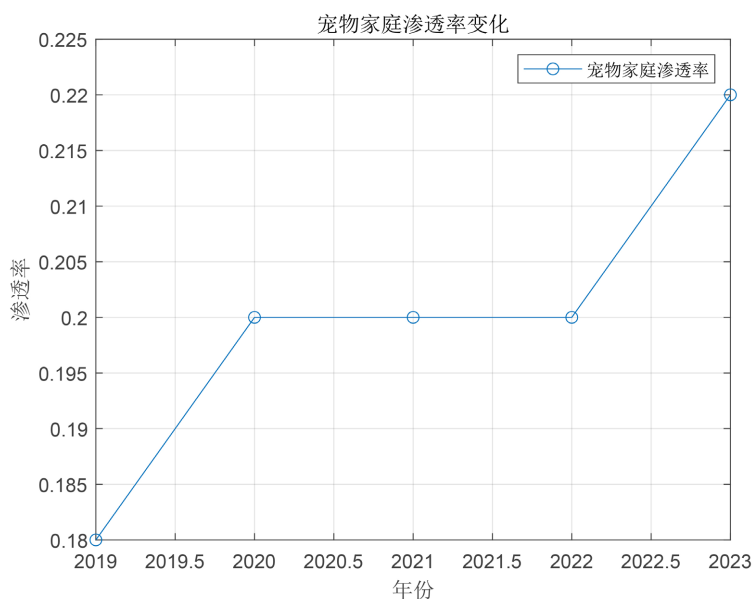


Figure 5. Changes in pet household penetration rate

图 5. 宠物家庭渗透率变化

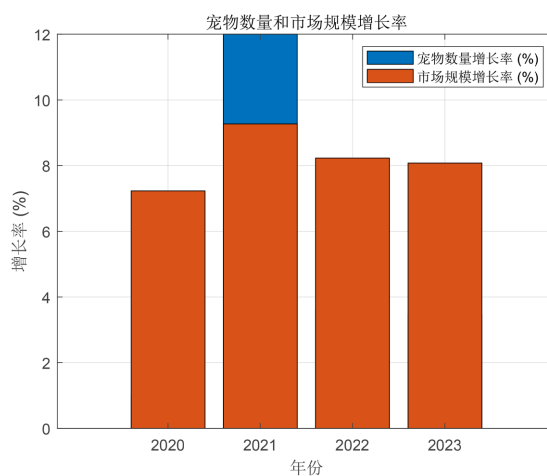


Figure 6. Pet numbers and market size growth rate
图 6. 宠物数量和市场规模增长率

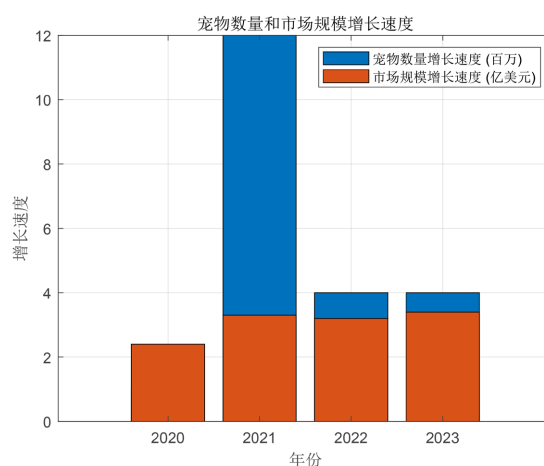


Figure 7. Pet population and market size increment speed
图 7. 宠物数量和市场规模增长速度

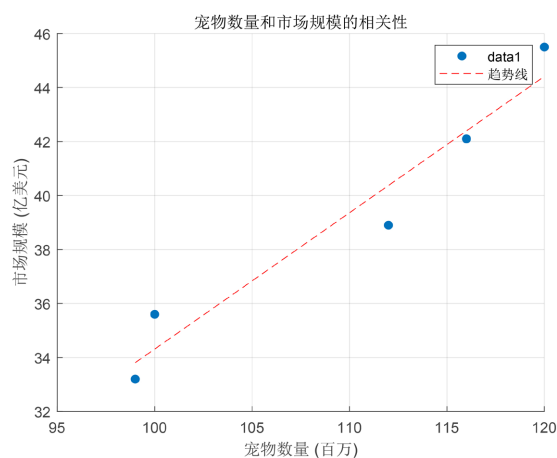


Figure 8. Correlation between the number of pets and the market size
图 8. 宠物数量和市场规模的相关性

3.3. 影响中国宠物产业发展因素探究

通过上面对中国宠物行业发展情况的分析,我们可以合理推测,经济、文化、人均 GDP(人均国内生产总值)[2]、城市发展水平、社会政策等均会影响中国宠物产业发展。由此,我们可以分别绘制单个因素与宠物产业发展关系的图表。此处仅展示因素间相关性热力图。

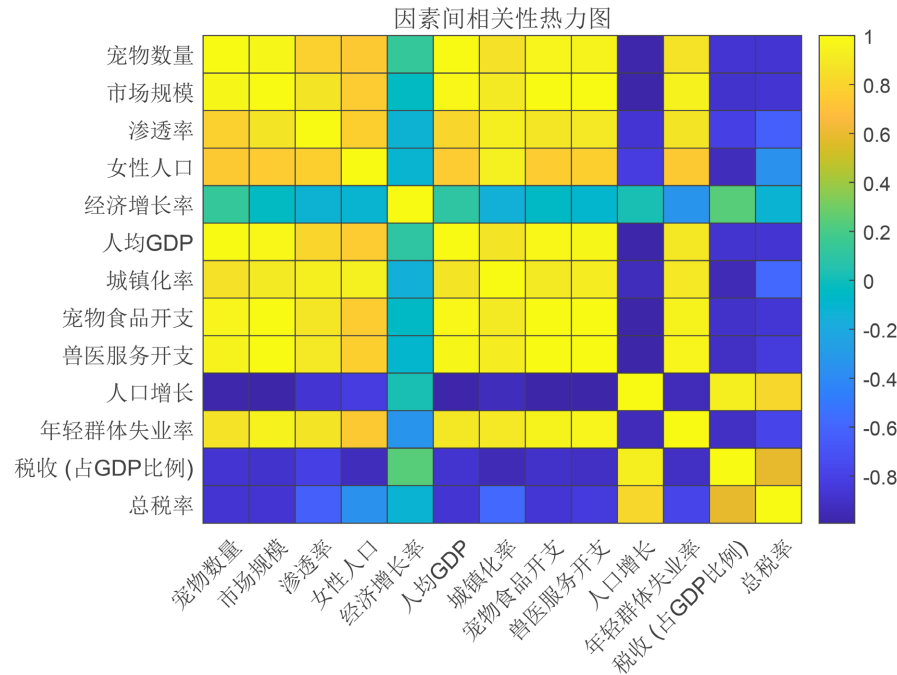


Figure 9. Heatmap of inter-factor correlation
图 9. 因素间相关性热力图

从图 9 我们可以得出以下几条主要结论:

- 1) 宠物数量、市场规模和渗透率这三个核心指标之间具有较高相关性,表明它们在很大程度上受到相同外部条件的影响。
 - 2) 经济增长率、人均国内生产总值、宠物食品开支和兽医服务开支四个因素对宠物产业发展的影响较大。
 - 3) 年轻群体失业率、税收和总税率三个因素与宠物产业发展呈负相关。
- 此外,还有很多其他因素也会影响我国宠物产业发展,例如环境、人类偏好等。

3.4. 随机森林模型建立与训练

随机森林模型是组合式自学习分类算法,其每棵树基于随机子样本与随机特征构建。分类时,各决策树投票选择类别,随机森林以得票最多者作为预测结果[3]。在解决此问题时,通过已查得的宠物产业发展影响因素,可运用随机森林模型与最小二乘法预测 2024~2026 年宠物猫、狗数量变化。最小二乘算法以误差的平方和最小为准则,并根据线性模型中的未知参数,确定其他参数[4]。

我们使用随机森林模型的具体实现步骤:

- 1) 准备数据:准备包含年份、经济指标和其他相关特征的数据集。
- 假设我们有一个数据集 D 包含 n 个样本和 p 个特征:

$$D = \{(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)\}$$

其中, $x_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ip})$ 是第 i 个样本的特征向量, y_i 是第 i 个样本的目标变量(在这里为宠物猫的数量和宠物狗的数量)。

2) 数据采样: 创建多个子样本集。

使用自助法(Bootstrap Sampling)从原始数据集中有放回地抽取多个子样本集。假设我们抽取 B 个子样本集, 每个子样本集 D_b 也是由 n 个样本组成:

$$D_b = \{(x_{b1}, y_{b1}), (x_{b2}, y_{b2}), \dots, (x_{bn}, y_{bn})\} \text{ for } b = 1, 2, \dots, B$$

3) 特征选择: 在每个节点分裂时, 随机选择部分特征进行考虑。

假设在每个节点处随机选择 m 个特征进行考虑(通常 $m < p$)。对于第 j 个特征, 计算最佳分割阈值 t_j :

$$t_j = \arg \min_t \left(\sum_{x_i \in L(t)} (y_i - \hat{y}_L)^2 + \sum_{x_i \in R(t)} (y_i - \hat{y}_R)^2 \right)$$

其中, $L(t)$ 和 $R(t)$ 分别是左子树和右子树中的样本集合, $\hat{y}_L$ 和 $\hat{y}_R$ 分别是左子树和右子树中目标变量的平均值:

$$\hat{y}_L = \frac{1}{|L(t)|} \sum_{x_i \in L(t)} y_i$$

$$\hat{y}_R = \frac{1}{|R(t)|} \sum_{x_i \in R(t)} y_i$$

4) 构建决策树: 递归地选择特征和分割阈值, 构建每棵树 T_b 。

决策树的结构可以用以下方式表示:

$$\text{如果 } x \in L, T_b(x) = \hat{y}_{b,L}; \text{ 如果 } x \in R, T_b(x) = \hat{y}_{b,R}。$$

其中, $\hat{y}_{b,L}$ 和 $\hat{y}_{b,R}$ 分别是左子树和右子树中宠物数量(猫或狗)的平均值。

5) 训练模型: 训练每棵决策树, 使其适应各自的子样本集 D_b 。

6) 预测: 使用训练好的随机森林模型对未来的年份进行预测。

对于一个新的输入样本 x^* , 随机森林模型的预测结果为所有决策树预测值的平均值:

$$\hat{y}(x^*) = \frac{1}{B} \sum_{b=1}^B T_b(x^*)$$

3.4.1. 模型构建与优化过程

我们首先设置了合适的随机森林模型的超参数网格, 保证参数够细致。

`numTrees = [200, 300, 400];`

随机森林是由多棵决策树组成的集成学习模型。增加树的数量通常可以减少模型的方差, 从而提高模型的稳定性与准确性。但是, 过量的树可能会导致计算成本显著增加而收益递减。选择 200 到 400 之间的树数量, 可以在保证模型性能的同时控制计算资源的消耗。这个范围内的数值通常是足够的, 因为在这个范围内, 模型的性能提升会逐渐变得不那么明显。

`minLeafSize = [1, 2, 4];`

`minLeafSize` 指的是每个叶子节点至少需要包含的样本数。较小的 `minLeafSize` 值可以使模型更细致地拟合数据, 但这也增加了过拟合的风险。通过设置不同的 `minLeafSize` 值, 可以在降低过拟合风险和保

持模型对训练数据的适应性之间寻找平衡。较大的 `minLeafSize` 有助于简化模型，减少过拟合并可能提高泛化能力。

`maxNumSplits = [10, 20, 30];`

`maxNumSplits` 限制了每棵树的最大分割次数，这直接影响到单个决策树的深度和复杂度。较少的分割次数可能导致欠拟合，因为模型可能过于简单无法捕捉数据中的所有模式；然而，过多的分割则可能导致过拟合，使模型对训练数据中的噪声过于敏感。选择 10 到 30 之间的最大分割次数，可以帮助探索不同复杂度的模型，以找到既能够充分拟合数据又不过度复杂的模型配置。

接着对于每个超参数组合，我们构建并训练了一个随机森林模型，然后计算其在验证集上的均方误差(MSE)。通过计算每个超参数组合下的 MSE，我们选择使得 MSE 最小的超参数组合作为最优超参数。

模型评估指标除了上面的均方误差(MSE)外，还包括平均绝对误差(MAE)和决定系数 R^2 。

通过 MATLAB 编程可以得到：

宠物猫模型：MSE: 27457.8114, MAE: 134.17, R^2 : 0.97084。

宠物狗模型：MSE: 2574.6919, MAE: 47.9313, R^2 : 0.88483。

总体来看，这些评估指标和特征重要性值是正常的，并且表明随机森林模型在预测宠物数量方面表现良好。其中，宠物狗模型表现更优， R^2 更高且 MSE、MAE 更低。宠物猫模型虽 MSE 偏高，但 R^2 高，表明模型仍然具有良好的拟合能力。

除此之外，我们还计算了特征重要性。特征重要性反映了每个特征对模型预测的重要性。具体来说，特征重要性可以通过以下公式计算：

$$\text{Feature Importance}(j) = \frac{1}{B} \sum_{b=1}^B (\text{OOB Error with Feature } j \text{ Randomized} - \text{OOB Error without Feature } j \text{ Randomized})$$

其中， j 表示第 j 个特征。

通过计算，我们得到了一系列数据，数据太多在这里不一一列举。

3.4.2. 模型求解

我们采用了随机森林算法与最小二乘法相结合的方法预测了 2024~2026 年宠物猫和宠物狗的数量变化。

其中，最小二乘法适用于预测未来特征值，在求解该问题时，我们可以通过假设特征值与年份之间存在二次多项式关系并定义损失函数为均方误差(MSE)，利用 `polyfit` 函数对历史数据进行二次多项式拟合，求解最优参数，然后通过使用训练好的模型对未来的年份进行预测。

随机森林模型则用于预测宠物猫和狗的数量。

通过求解得到如下图 10 所示的结果。

从图 10 可以看出，中国宠物猫数量在过去几年里呈现出稳步增长的趋势，而宠物狗的数量则相对稳定，略有波动但总体上保持在一个较为平稳的状态。

基于以上观察，我们可以对 2024~2026 年中国宠物产业的发展作出以下几点预测：

1) 市场需求持续增长

尽管宠物猫数量 2023 年后略有下降，但宠物市场需求整体仍强劲。随着人们生活水平的提高和消费观念的转变，更多家庭愿意养宠物[5]，这将推动宠物市场扩大。

2) 产品和服务多元化发展

为了满足不同消费者的需求，宠物行业的产品和服务将进一步丰富多样化。同时，宠物寄养、美容

护理等服务也将得到更多关注和支持。

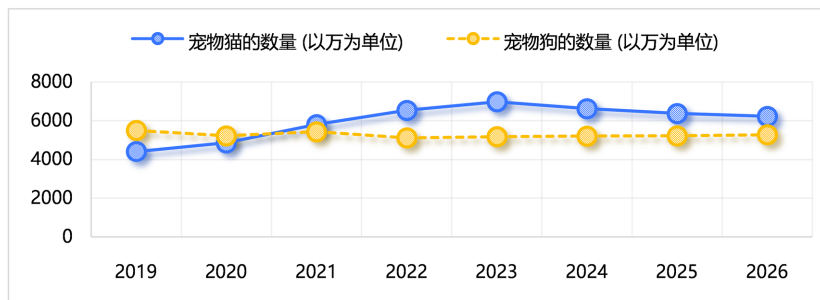


Figure 10. Pet cat and pet dog population forecast

图 10. 宠物猫和宠物狗的数量预测

3) 线上渠道成为主要销售渠道之一

受疫情及互联网技术发展的影响，线上购物成消费者首选之一。因此，电商平台将成为宠物用品销售的重要平台，企业应积极布局线上业务，提升用户体验和服务质量。

综上，尽管面临一些挑战如市场竞争加剧等问题，但总体而言，中国宠物产业在未来几年内仍有很大的发展空间。

4. 问题二：中国宠物食品发展趋势分析

为了全面把握中国宠物行业的发展脉络并提出切实可行的建议，我们可以从宠物食品这一关键视角切入[6]，深入剖析中国宠物食品行业的发展趋向。

4.1. 已有数据分析

首先，通过对题目所给数据和从各网站和官方渠道收集到的数据进行分析，我们可以得到以下分析结果：

- 中国宠物食品生产情况分析

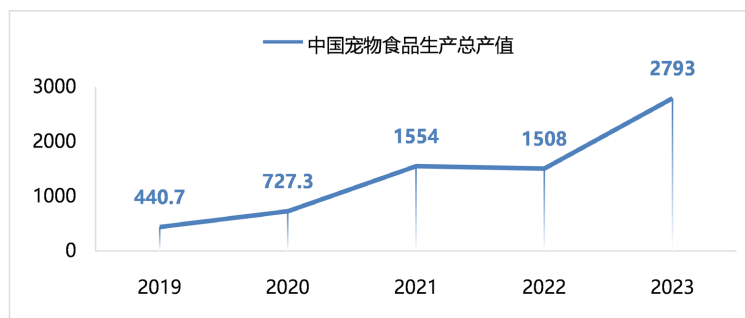


Figure 11. Changes in China's total pet food production value (unit: CNY)

图 11. 中国宠物食品生产总产值变化(单位：CNY)

由图 11 我们可以看出，尽管在个别年份出现了小幅波动，但从长期来看，中国宠物食品行业总产值呈明显上升趋势，显示出该行业具有良好的发展前景，有许多潜在原因，我们可以列出几个。在这里，我们选择一些可能的主要影响因素：人均国内生产总值、城镇化率、经济增长率。为了消除数据中的单

位或量级差异，提高数据的可比性和分析效率，我们对这些因素的相关数据进行归一化处理并通过图像分析它们的走向趋势，如图 12 所示。

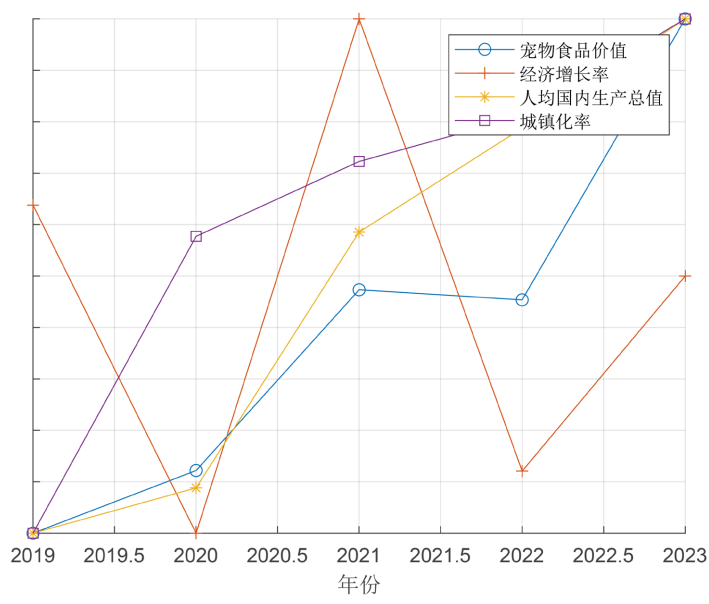


Figure 12. Trend in the direction of each influencing factor
图 12. 各影响因素的走向趋势

我们可以看出，随着人均收入的上升，生活品质要求提高，宠物护理需求增加，推动了宠物食品市场扩张[7]；同时，城市化进程中伴随生活方式的变化，可能会促进养宠文化的普及与发展。然而，经济增长率对宠物食品行业影响复杂，在经济整体增长期间，居民收入水平提高，消费者的购买力增强。对于拥有宠物的家庭来说，他们更愿意为宠物购买高质量的食物，宠物食品行业价值显著上升；而在经济增长放缓或下降时，宠物食品行业的价值虽然有所波动，但宠物作为家庭成员的地位使得宠物主人倾向于维持或增加对宠物食品的支出，尤其是基本必需品，这赋予了宠物食品行业一定的抗周期性，总体仍保持上升趋势。这表明宠物食品行业相对独立于宏观经济波动，具有稳定的增长能力。

• 中国宠物食品出口评价

类似地，我们对所掌握数据进行了深入的分析，发现中国宠物食品出口市场经历了一个先抑后扬的过程，特别是在克服了疫情带来的短期影响后，展现出强大的增长潜力和发展韧性。未来几年内，预计这一领域将继续保持积极的增长态势。

同样地，我们也可以分析一些影响它发展的主要因素，这里也只分析人均国内生产总值、城镇化率和经济增长率。据 MATLAB 代码运行结果，2019 至 2020 年总出口价值与经济增速都有所下降，这可能是因为 COVID-19 疫情的影响。而 2021 年以后，两者都开始回升，并且在 2023 年达到新的高点。这显示疫情控制与经济复苏推动宠物食品出口增长。同时，人均国内生产总值与总出口价值持续增长。城市化率的提高意味着更多的农村居民迁入城市，消费能力增强，宠物食品需求增加，可能促进国内市场增长及出口。

4.2. 中国宠物食品行业发展趋势分析

行业增长趋势

1) 我们先从多角度分析我国近几年宠物食品行业发展现状。主要从宠物市场规模、宠物食品支出、

中国家庭宠物拥有率、中国宠物食品的出口总额以及中国宠物食品的总产值这几个比较能反映我国宠物食品行业发展情况的因素出发来深入探讨。

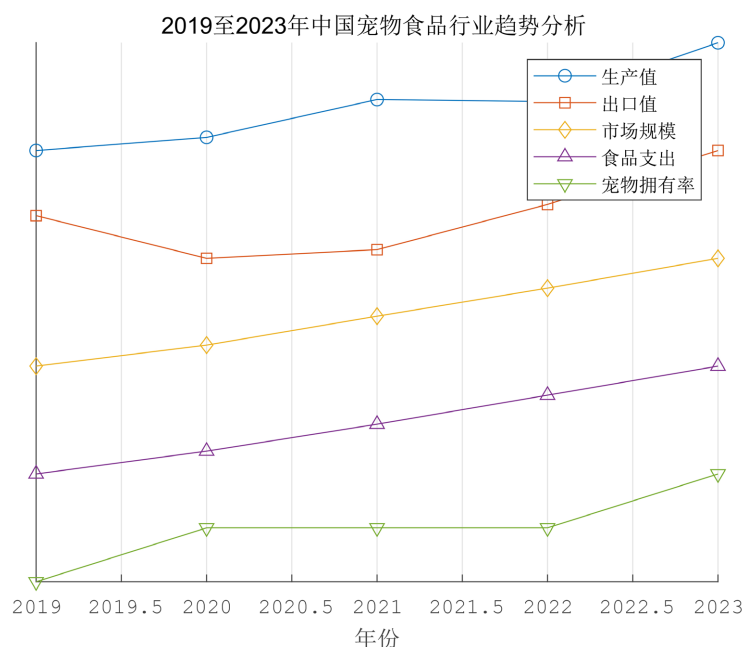


Figure 13. China's pet food industry trend analysis chart
图 13. 中国宠物食品行业趋势分析图

由图 13 可以看出,中国宠物食品行业在 2019~2023 年经历了一个积极的成长期。无论是生产、销售还是消费端的数据,都显示出这个行业具有很强的增长动力和发展前景。随着更多人选择养宠物以及对宠物健康饮食的关注提升,预计这种增长趋势在未来还会持续下去。

2) 接着,我们分析和预测 2024~2026 年的中国宠物食品的产量和出口量来帮助推测中国宠物食品行业的发展趋势。为了解答该问题,我们用到了 ARIMA 模型和多元线性回归模型。

ARIMA 模型是一种时间序列分析模型,特别适用于捕捉和分析数据中的时间序列趋势、季节性和周期性特征[8]。而通过回归分析,可以定量分析各个自变量对因变量的影响程度,从而揭示宠物食品行业发展的关键因素。将 ARIMA 模型在时间序列预测方面的优势与多元线性回归模型在因素分析方面的优势相结合,可以形成一个更为全面和准确的预测体系。这种结合能够捕捉到数据中的时间序列特征,同时考虑多个影响因素对宠物食品行业发展的影响。

我们用不同的方法来理解这两种模型:

• ARIMA 模型

ARIMA 模型结合了自回归(AR)、差分(I)和移动平均(MA)三种方法。

模型的数学表达式: $ARIMA(p, d, q) = AR(p) + I(d) + MA(q)$ 。

其中, $AR(p)$ 表示自回归模型, p 为自回归系数,指的是使用过去多少个观测值来预测当前值; $I(d)$ 表示差分模型, d 为差分次数,即将原始数据转化为差分数据,以消除趋势和季节性等影响,使之成为平稳序列; $MA(q)$ 表示移动平均模型, q 为移动平均项数,指的是在预测方程中包含过去的预测误差的数量。

为了优化模型参数并验证模型的有效性,我们首先将原始数据转换为时间序列,然后使用 KPSS 检验检查时间序列的平稳性。如果时间序列非平稳,进行一阶差分,并再次检查平稳性。接着我们通过网

格搜索法自动选择最佳 ARIMA 参数组合, 通过遍历不同的 $ARIMA(p, d, q)$ 参数组合, 选择 AIC 值最小的模型。

- 多元线性回归模型是一种统计方法, 用于建模一个因变量(目标变量)与多个自变量(特征变量)之间的线性关系[9]。在该问题中, 多元线性回归模型用于根据多个特征变量预测未来的出口值。为了直观清楚地了解其运用过程, 我们绘制流程图, 见图 14。

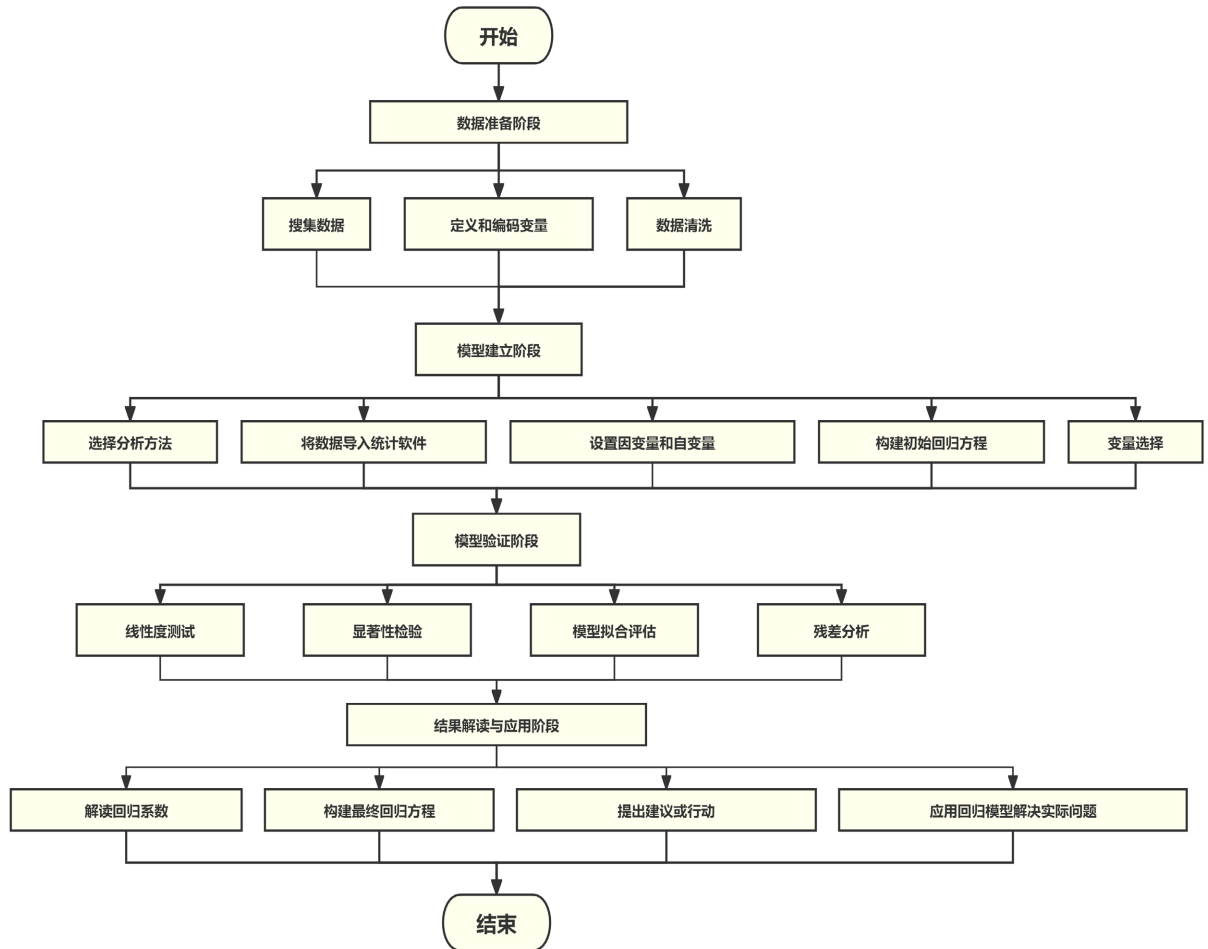


Figure 14. Flowchart of polynomial linear regression model application
图 14. 多元线性回归模型应用流程图

3) 模型求解

我们利用 ARIMA 模型和多元回归模型相结合的思想, 通过查找公开资料估计国内需求指数的变化、全球需求指数的变化以及汇率浮动, 接着用 MATLAB 顺利求解出 2024~2026 年中国宠物食品的产量和出口量。

我们可以画出中国宠物食品的总产值和出口总值变化图, 见图 15 和图 16。

综合图像与代码结果可知, 中国宠物食品行业近年快速增长, 国内外市场表现亮眼。未来趋势或延续, 但需警惕市场饱和与外部经济变动。同时, 国内市场需求持续增长, 国际竞争力提升。预计未来仍向好, 但需防市场饱和与竞争加剧, 可以借技术创新与产品差异化保持优势。

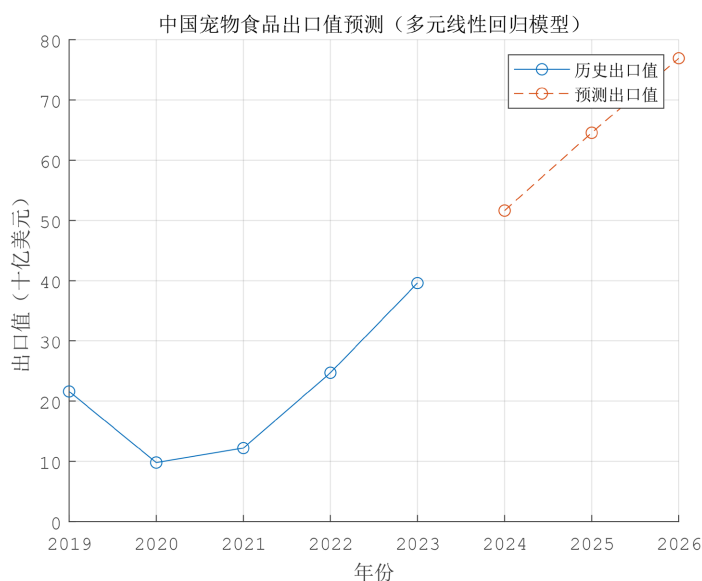


Figure 15. Forecast chart of China's pet food export value

图 15. 中国宠物食品出口值预测图

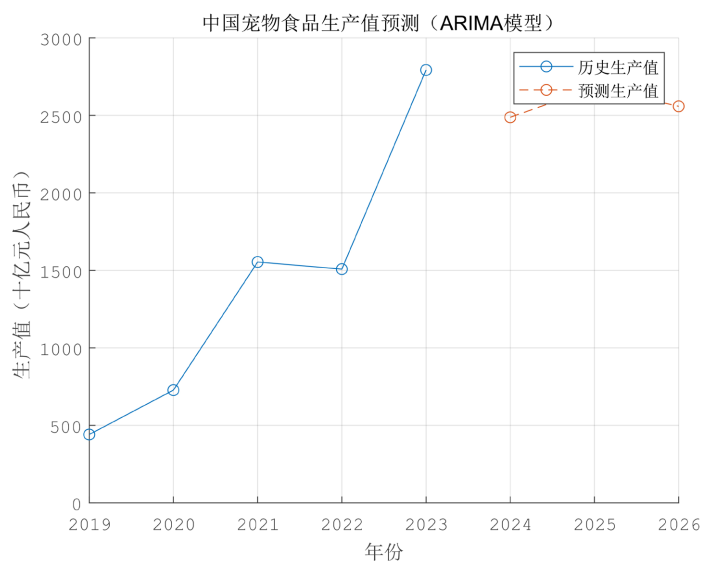


Figure 16. Forecast chart of China's pet food production value

图 16. 中国宠物食品生产值预测图

5. 问题三：欧美政策对中国宠物食品业的影响分析

前一个问题聚焦中国宠物食品行业内部趋势与需求，分析框架相对封闭。为全面考量多因素影响并制定可持续发展策略，需引入外部环境因素，尤其是欧美新经济政策(如关税政策)，其直接影响行业进出口、成本、价格、竞争力等多个方面。故此处着重分析外国经济政策对中国宠物食品产业的影响。

5.1. 数学模型建立与影响定量分析

5.1.1. 模型选择

我们结合多种经济学和统计学方法，包括自回归模型(AR)、随机过程和非线性动力学模型，建立一

个综合性的动态经济模型从而达到目的。

具体实现步骤如下：

1) 自回归模型

自回归模型用于描述当前值与其过去值之间的关系。在本题中，全球需求 D_t 的变化使用自回归模型：

$$D_t = \alpha_1 D_{t-1} + \text{external factors} + \varepsilon_D$$

其中：

- α_1 是自回归系数。
- *external factors* 包括城镇化率、人均国内生产总值、宠物数量等外部因素。
- ε_D 是随机误差项，服从正态分布 $N(0, \sigma_D^2)$ 。

2) 随机过程

随机过程用于描述系统中的随机波动。在本题中，关税 T_t 和全球需求 D_t 的变化都引入了随机误差项：

$$T_t = T_{t-1} + \varepsilon_T$$

$$D_t = \alpha_1 D_{t-1} + \text{external factors} + \varepsilon_D$$

其中：

- ε_T 是关税的随机波动，服从正态分布 $N(0, \sigma_T^2)$ 。
- ε_D 是全球需求的随机波动，服从正态分布 $N(0, \sigma_D^2)$ 。

3) 非线性动力学模型

非线性动力学模型用于描述系统中各变量间的复杂非线性关系[10]。在这个问题中，出口量 E_t 和出口价格 P_t 的变化都采用了非线性关系：

$$E_t = E_{t-1} \cdot (1 - \gamma \cdot T_t)^{\alpha_2} \cdot (1 + \lambda \cdot T_t)^{\beta_2} \cdot (1 + \mu \cdot D_t) \cdot [1 + 0.05 \cdot (\text{cat_count}_t + \text{dog_count}_t)]$$

$$P_t = \rho \cdot (1 + \lambda \cdot T_t) + \phi \cdot (1 + \delta \cdot D_t) + \tau \cdot \sum_{i=1}^{t-1} (P_i - P_t) + 0.05 \cdot \text{cat_annual_consumption}_t + 0.1 \cdot \text{dog_annual_consumption}_t$$

5.1.2. 模型参数设定

通过查阅大量资料和历史数据，我们设定了一系列参数帮助解决问题，在这里列出一部分：

- 全球需求自回归系数：0.8，表示当前年份的全球需求与前一年的需求之间的相关性。
- 外部因素对全球需求的影响系数：0.18，表示外部因素(如城镇化率、人均国内生产总值)对全球需求的影响程度。

除此之外，我们还初始化了一些存储变量，在这里不一一列出。

5.1.3. 基于动态经济模型的仿真计算

以上面所说的数据准备为基础，我们利用 MATLAB 编程，成功模拟出中国的宠物食品产业受外国经济政策影响的大致趋势，图表不再列出。

通过分析运行结果可知，虽然外国经济政策(如关税政策)对中国宠物食品产业有一定影响，但其效果并非单一负面。在全球需求强劲增长的大背景下，即使面临较高的壁垒，中国宠物食品行业仍能找到机会实现出口扩张。

6. 模型的评价与优化

6.1. 模型的优点

问题一运用随机森林模型，经过精细化训练优化参数，创新融合最小二乘法，成功预测宠物猫狗数

量变化。问题二结合 ARIMA 与多元线性回归模型优势,构建全面预测体系,既捕捉时间序列特征,又考虑多因素影响,实现了宠物食品行业发展预测。问题三创建综合性动态经济模型,综合考虑关税政策等多因素,增强了分析结果的权威性与可信度。

6.2. 模型的缺点

在本论文所构建的各类模型中,尚未充分探讨过拟合现象、系数的不稳定性和参数选择的复杂性等潜在问题,这些问题有待后续进行更为深入的探索与研究。

7. 结论

中国宠物产业的发展受经济、文化等多重因素交织影响,这些变量相互作用,共同塑造着宠物产业的成长轨迹。另外,为全面把握中国宠物行业现状并提出具有前瞻性的建议,本文还特别选取了宠物食品这一核心领域作为切入点进行深入探讨。鉴于宠物产业及宠物食品行业发展的复杂性,其影响因素众多,分析难度较大,因此,建立恰当的数学模型,并赋予合理的参数设定,以科学预测其发展趋势,成为了一项至关重要的任务。在充分汲取前人研究成果的基础上,本研究紧密结合宠物产业的当前发展态势,深入剖析了各影响因素与宠物行业发展的内在联系,并基于此构建了一套完整的数学模型框架。接着,利用随机森林算法等方法,本文对所建模型进行求解,旨在为宠物产业的未来发展提供战略性建议。同时,本文还对模型进行了全面评价,以期进一步提升其实用性。总之,本文所阐述的研究思路与计算方法极具借鉴意义,能够为相关问题的解决提供启示和参考。

参考文献

- [1] 易昌淞,张赵骏,尹垚鑫,等.我国宠物食品产业标准化发展现状研究[J].畜牧产业,2024(2):40-44.
- [2] 邹连生.我国宠物产业发展展望[J].广东畜牧兽医科技,2013,38(1):41-43.
- [3] 赵玉程,李英建,沈世民,等.基于网格搜索和投票分类模型的喷油器故障诊断研究[J].机床与液压,2024,52(5):213-220.
- [4] 董海山,王阳,李龙坤,等.基于最小二乘法的高压直流输电线路故障定位方法[J].电气技术与经济,2024(10):337-339.
- [5] 邬胜利.“宠物时尚”成当下市民文化新潮流[J].中国工作犬业,2024(4):66-67.
- [6] 王兵.中国宠物市场的发展现状及趋势分析[J].贵州畜牧兽医,2023,47(2):6-8.
- [7] 宠物产业新征程:机遇挑战并存下的破局与奋进[J].畜牧产业,2025(2):4-5.
- [8] 许立平,罗明志.基于 ARIMA 模型的黄金价格短期分析预测[J].财经科学,2011(1):26-34.
- [9] 颜鲁林.利用 SPSS 对大学生学习注意力集中程度进行多元线性回归分析[D]:[硕士学位论文].兰州:兰州大学,2012.
- [10] 王成.渐开线直齿轮传动系统非线性动力学研究[D]:[博士学位论文].北京:北京理工大学,2015.