

# 基于改进 BP 神经网络的 水产品冷链物流需求预测研究

——以浙江省为例

刘艳利, 伍大清\*

(上海海洋大学 经济管理学院, 上海, 201306)

**摘要:** 冷链物流作为新技术发展, 在我国物流中的地位越来越重要。浙江省作为水产品产量大省, 对于水产品冷链物流的需求旺盛, 但发展却相对滞后, 严重影响水产品行业发展以及水产品出口的质量。本文分析影响浙江省水产品冷链物流发展的关键因素及流通过程中存在损耗大、水产品冷链物流成本高、信息化程度不高等问题, 通过对浙江省 2003-2018 年影响水产品冷链物流指标数据进行整理, 建立基于需求的水产品冷链物流预测模型, 采用主成分分析和 BP 神经网络组合法对 2019-2023 年浙江省水产品冷链物流需求量进行预测; 实验结果显示, 改进后的预测模型可以有效地预测浙江省的水产品冷链物流需求量。通过预测值, 为相关部门提出一些建议, 以期能为浙江省的冷链物流设施建设提供依据。

**关键词:** 水产品、冷链物流、PCA-BP 组合预测、需求预测

中图分类号: F426.407

文献标识码: A

文章编号: 1009-(2020)05-0093-09

## 一、引言

随着人们收入水平的提高, 人们越来越重视食品的营养价值, 使冷链物流日益得到重视、备受关注。水产品是易腐食品, 易腐货物的特性决定了其供应链系统对冷链物流的特殊需求, 发展冷链物流是易腐货物在供应链中质量保证的基础, 要求冷链各环节具有更高的组织协调性。

浙江省作为水产品产量大省, 不管是经济还是地理位置都是在全国前列。随着浙江省居民越来越注重食品安全及质量, 消费质量和消费结构都发生了明显的变化, 特别是居民食品消费结构中鲜活食品占比显著增加。近年来, 浙江省经济社会发展速度增加, 人们越来越重视食品安全问题, 冷链物流运输就显得尤为重要。另一方面, 浙江省的物流需求量却无法从官方数据进行确定。本文主要通过运用 Pearson 对影响指标进行选取, 并且运用主成分分析方法和 BP 神经网络组合法对浙江省水产品冷链物流需求进行预测。准确掌握水产品冷链物流需求规模, 引导物流要素合理配置与优化组合, 进而实现行业效益和效率的最大化, 保障行业良性发展。在农产品冷链物流预测方面, 也大多仅预测整体面上的需求量, 而鲜有对农产品细分领域冷链物流需求的预测。为了在这些问题方面有多突破, 本文通过主成分分析和 BP 神经网络组合法预测浙江省水产品的冷链物流需求。

收稿日期: 2020-04-10

作者简介: 刘艳利(1995-), 硕士研究生, 助教, 研究方向: 水产品、冷链物流, E-mail: yanli\_liu@163.com;  
伍大清(1982-), 博士, 副教授, 硕士生导师, 研究方向: 冷链物流, 智能决策, E-mail: dqwu@shou.edu.cn。

论文说明: 本文受教育部人文社会科学研究青年基金项目“冷链物流网络规划设计与策略优化研究”(NO.18YJCZH192)项目资助。感谢本文匿名审稿人的宝贵建议, 文责作者自负。

## 二、相关文献综述

近年来,许多国内学者对冷链物流需求进行了预测研究,如李隽波(2011)<sup>[1]</sup>以我国的水产品冷链物流的需求为例,运用多元回归分析法建立了冷链物流需求量的预测方程,并得到出精确、实用的预测体系。张喜才(2019)<sup>[2]</sup>打破传统单一预测方法,采用灰色—马尔科夫链组合模型对京津冀农产品冷链物流需求进行预测,结果表示为组合模型比单一模型精度更加精准。王晓平(2018)<sup>[3]</sup>通过采取定量和定性分析的方法,研究出冷链物流需求影响因素,通过研究表明遗传神经网络用于农产品冷链物流需求分析更加精准。郝玉晶(2013)<sup>[4]</sup>运用多元线性回归模型对水产品冷链物流需求量进行了预测。王秀梅(2018)<sup>[5]</sup>通过权重分配组合方法,分别对水产品、肉禽蛋奶类产品进行了冷链物流需求的预测,其证明了组合预测比单一预测更加精准。原静(2017)<sup>[6]</sup>则是对农产品冷链物流的方法进行比较,通过单一预测和正向权重两种方法预测结果进行比较分析。王新娥(2014)<sup>[7]</sup>通过预测城镇居民人口数量,再结合城镇居民需要冷链物流服务的农产品年均消费量来预测农产品冷链物流需求量。兰洪杰(2008)<sup>[8]</sup>首先预测需求主体数量,而后联合人均食品消耗量预测冷冻冷藏食品的总需,预测食品冷链物流需求量。霍蕾(2014)<sup>[9]</sup>选取了水产品冷链物流需求规模和需求结构两个方面的指标,运用不同的预测方法对水产品冷链物流需求量进行了预测。高帆(2019)<sup>[10]</sup>研究了农产品冷链物流目前在我国的发展状况及制约因素,提出了农产品冷链物流质量管理的对策。汪旭晖(2015)<sup>[11]</sup>通过冷链相关企业数据,对鲜活农产品冷链物流中物联网意愿进行了调查,讲明了感知易用性、网络外部性、感知兼容性三者的关系。刘东华<sup>[12]</sup>通过构建水产品冷链物流发展影响要素指标体系,运用 FAHP 实证措施得到影响要素的指标权重和总排序,研究出影响福建省水产品冷链物流的影响因素。

而在国外,水产品冷链物流的预测研究比较早,且研究的影响因素比较全面。Ya<sup>[13]</sup>基于动态系统理论,建立冷链物流科学的系统命令参数,充分利用综合性的多元回归和 BP 神经网络的非线性最小化的负面影响缺乏数据预测。通过研究表明,新的预测方法更加精准、简单、实用,值得推广应用。Xiao et al<sup>[14]</sup>则考虑到到产品价格、质量等影响因素,以收益共享契约的方式进行定价决策。

上述研究文章为冷链物流需求奠定了良好基础,但对水产品冷链物流需求的研究还缺乏科学、准确的缺陷,主要缺陷表现在:(1)由于水产品冷链物流发展起步较晚,相关冷链需求统计数据很不完善,当前各官方还没有系统归纳和筛选水产品冷链物流需求的影响因素;(2)传统的预测方法都则采用单一预测方式,难以准确预测水产品冷链物流系统中的非线性关系,导致预测精度低。本研究系统归纳筛选了水产品冷链物流发展的影响因素,后用主成分对指标进行降维分析,将主成分分析值作为神经网络的输入值,最后采用 Matlab 软件的 BP 神经网络对浙江省水产品冷链物流需求量进行预测(模拟和仿真),为冷链物流管理着提供科学的决策支持。

首先对选取的多个指标进行标准化,经过 SPSS 进行 Pearson 相关性剖析,对相关度差的指标进行剔除,之后通过主成分分析法和 BP 神经网络组合法对 2018 年-2023 年水产品冷链物流需求量进行预测。

## 三、模型构建

### (一)主成分因子分析

主成分分析法其主要目的是降低数据维度,将多个特征变量简化为少数几个不相关的综合变量,主成分之间相互正交,构成空间的正交基。也就是通过将指标数据进行降维,减少众多自变量中信息共存重叠的信息。主成分分析法考虑了个指标或指标之间的相互影响和反馈关系,

更能反映现实问题的实际情况。通过主成分分析,可有效的对指标之间的关系反应出来,使结果更加明确。本文通过对主成分分析和BP神经网络方法的结合,打破传统只是用单一的预测方法,使数据更加精确。

在进行主成分因子分析预测之前,应先对指标进行标准化,来消除变量在数量级或者量纲之间的影响。标准化公式如下表示为:

$$ZX_i = X_i - \text{均值} / \text{标准差} \quad (1)$$

上述公式中,  $X_i$  为原始数据,均值为原始数据均值,根据上述标准化公式对以上经筛选的指标得到标准化数据。将标准化的数据通过SPSS软件进行分析后,得到主成分因子分析结果。

## (二) BP神经网络

BP神经网络是一种经反向传播误差训练的神经网络误差计算上一层误差,从而得到每一层误差的估计。BP神经网络结构分为三层,包括输入层、隐含层和输出层。BP神经网络根据误差进行反向传播算法对输入的样本数进行训练学习,当获得输出值后,进行反向传递和权值的修改,模型根据误差不断调整权重直到误差达到初始目标设定值便停止迭代。具体原理如图1。

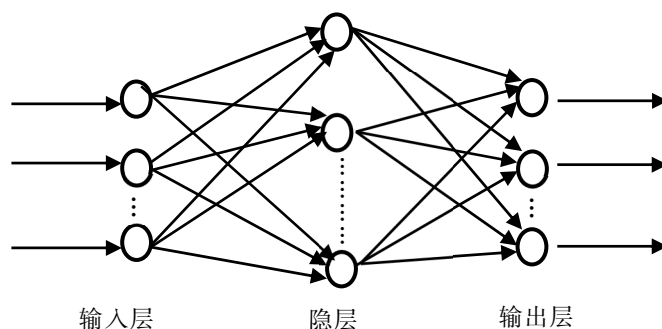


图1 BP神经网络原理

其具体计算过程如下:

输入:  $net = x_1w_1 + x_2w_2 + \dots + x_nw_n$  式中,  $x_i$  为输入值,  $w_i$  为连接权值。

输出:  $y = f(net) = 1 / (1 + e^{-net})$

输出得导数:  $f'(net) = 1 / (1 + e^{-net}) - 1 / (1 + e^{-net})^2 = y(1 - y)$

误差函数:  $\Delta y = |(y - y')|$  式中,  $y$  为预测真实值。

## (三) 预测精度评价

采用平均绝对误差(MAE)指标进行评价,计算公式如下:

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |Y_i - \hat{Y}_i|$$

## 四、实证分析

### (一) 数据来源

本研究根据2003-2018年的《浙江省统计年鉴》《中国统计年鉴》《中国冷链物流发展报告》及相关网站中的数据直接引用或者间接计算得出。其中,本文将浙江省应当采用冷链物流运输的水产品作为冷链物流需求量进行研究。公式计算为:应当采用水产品冷链物流的水产品量=海

水养殖量+海水捕捞量+30%内陆水产品<sup>15</sup>。由于缺乏关于冷链物流的数据，本文总结了文献和实践中可能影响浙江省水产品冷链物流的因素。

## （二）影响因素分析与选取

浙江省水产品冷链物流的规模与水产品的需求量的关系是密不可分的，本文将浙江省应当采用冷链物流运输的水产品（应当采用水产品冷链物流的水产品量=海水养殖量+海水捕捞量+30%内陆水产品）作为冷链物流需求量。水产品冷链物流需求系统是一个非线性且非常复杂系统，需要考虑的影响因素也是多种的，比如经济、社会、物流规模、人文和区位因素等，冷链物流作为复杂的系统，它的影响因素也是很多的，单是考虑单一的影响因素是不科学的、不严谨的，故本文有综合考虑上述各种因素。张改平等<sup>16</sup>采用问卷调查法和模糊层次分析法提炼出影响冷链物流发展的关键因素，包括市场因素、技术因素、经济因素和政策因素四大影响因素，并构建了两级影响指标体系。本文在张改平等人的基础上构建了5个一级指标和11个二级指标的指标体系。

### 1. 产业经济水平

产业经济水平包括浙江省GDP和第三产业生产总值。

地区经济的发展水平在一定程度上决定了冷链物流基础设施的水平，从而影响冷链物流需求规模，因而也会进一步促进水产品冷链物流需求的发展。

### 2. 人文因素指标

人文因素指标包括总人口数和城市居民人均可支配收入。

人口数量越多，水产品消费者的数量也就越多。浙江省人口数量的变化对水产品冷链物流需求有着重要的影响。

### 3. 物流需求规模

物流需求规模包括货运量和货运周转量这两个指标。

货运量和货运周转量是水产品冷链物流运输过程中必要考虑的因素，物流的运输能力也是影响水产品冷链物流发展的中要因素之一。

### 4. 冷链技术指标

冷链技术包括冻结能力、冷藏能力、制冰能力这三个指标。为了保证水产品的新鲜度或水产加工品的保鲜，冷库的冻结能力、冷藏能力、制冰能力是必不可少的。

### 5. 区位优势因素

区位优势因素包括港口货物吞吐量和水产品总产量

表1 水产品冷链物流需求预测指标体系结构

体系	一级指标	二级指标
影响水产品冷链物流需求因素指标	产业经济水平	浙江省GDP
		第三产业生产总值
	人文因素指标	总人口数
		城市居民人均可支配收入
	物流需求规模	货运量
		货运周转量
	冷链技术指标	冻结能力
		冷藏能力
		制冰能力
	区位优势因素	港口货物吞吐量
		水产品总产量

浙江省作为水产品生产大省，每年都会进出口大量的水产品。港口货物吞吐能力也影响着水产品冷链物流的需求。港口货物吞吐能力是水产品冷链物流运输出口的重要参考因素。

除上述 11 个影响因素外, 还有其他影响因素, 如国家宏观政策、冷链从业人员等, 由于难以对国家宏观政策对水产品冷链物流的影响进行量化, 所以并没有直接数据可以采用。冷链从业人员也会随着冷链的技术而减少, 并不能真正反映水产品冷链物流需求市场的供求关系。以上影响水产品冷链物流需求量因素指标见表 1。

### (三) 主成分分析 (PCA)

#### 1. 相关性分析

通过运用 Pearson 相关性对构建的影响因素指标数据进行分析。将地区生产总值 X1、第三产业生产总值 X2、总人口数 X3、城市居民人均可支配收入 X4、货运量 X5、货运周转量 X6、冻结能力 X7、冷藏能力 X8、制冰能力 X9、沿海港口货物吞吐量 X10、水产品总产量 X11 这 10 个影响因素的数据, 通过 SPSS 对影响因素指标数据进行分析, 所得的相关性系数如下表示:

$$r_{x_1} = 0.970; r_{x_2} = 0.952; r_{x_3} = 0.964; r_{x_4} = 0.964; r_{x_5} = 0.919; r_{x_6} = 0.982; r_{x_7} = 0.785; r_{x_8} = 0.822; r_{x_9} = 0.248; r_{x_{10}} = 0.975; r_{x_{11}} = 0.975; r_{x_{12}} = 0.983$$

通过以上剖析, 根据 Pearson 相关系数的判断, 选出相关性强的指标, 剔除制冰能力这一指标, 其他的相关指标大部分大于 0.8, 有着极强的相关性。通过筛选, 水产品冷链物流需求影响因素共选取了 X1、X2、X3、X4、X5、X6、X7、X8、X10、X11 这 10 个指标。

表 2 KMO 和 Bartlett 的检验

取样足够度的 Kaiser-Meyer-Olkin 度量		.796
Bartlett 的球形度检验	近似卡方	456.626
	df	55
	Sig.	.000

在进行主成分分析之前, 需对数据进行相关性检验, 判断是否对数据进行降维处理。检验的主要方法为 KMO 检验和 Bartlett 球形检验, 检验结果见表 2。

由以上分析可知, df 自由度为 55, Bartlett 检验的显著性小于 0.05。基于以上数据结果, 我们可以说影响因素的各个指标之间是适合做主成分分析的, 所以接下来可对各个指标做进一步的分析。

#### 2. 标准化数据主成分分析

运用 SPSS 软件对标准化数据进行主成分分析, 各主成分特征值及累积贡献率见表 3。

表 3 解释的总方差

成份	初始特征值			提取平方和载入		
	合计	方差的 %	累积 %	合计	方差的 %	累积 %
1	9.310	84.633	84.633	9.310	84.633	84.633
2	1.010	9.184	93.817	1.010	9.184	93.817
3	.373	3.392	97.209			
4	.229	2.084	99.292			
5	.057	.517	99.809			
6	.014	.124	99.933			
7	.004	.032	99.965			
8	.003	.025	99.991			
9	.001	.006	99.996			
10	.000	.001	100.00			

提取方法: 主成份分析。

从表 3 可知, 通过主成分因子分析, 可提取出两个特征根大于 1 的公因子, 且该公因子特征根为 9.31 和 1.01, 其累计方差达到 84.633% 和 93.817%, 并且大于经济学要求的指标 80%,

说明该主成分分析是成立的，可对接下来的成分矩阵做分析。由表 2 可提取两个主成分，第一主成分和第二主成分基本提取了原始数据的大部分信息。经过主成分分析后得到各主成分的成分系数，见表 4。

表 4 各主成分的成分得分系数

挖掘参数	主成分 F1	主成分 F2
地区生产总值	0.107	-0.067
第三产业生产总值	0.106	-0.19
总人口数	0.106	-0.123
城市居民可支配收入	0.107	-0.033
货运量	0.103	-0.148
货运周转量	0.104	-0.18
冻结能力	0.86	0.174
冷藏能力	0.93	-0.338
沿海港口货物吞吐量	0.106	-0.116
水产品总产量	0.094	0.414

将各主成分得分系数与标准化原始数据值线性相合后得到个主成分得分值，并根据得分值进行神经网络训练。

#### (四) PCA-BP 神经网络模型

BP 神经网络在进行学习之前，首先要对数据做归一化处理，主要是将 BP 神经网络模型中所有神经元之间的连接权值均赋予小于 1 的随机量，防止在学习过程中不收敛的情况。通过对提取到的两个主成分得分作为输入样本，经过试验发现隐含层数为 2 时，BP 神经网络的预测误差值最小，以浙江省水产品冷链物流需求量为输出样本，输出层节点设为 1，选取 2003–2018 年数据为训练样本，2019–2023 年数据为测试样本。

根据 BP 神经网络模型的原理，应用 Matlab 软件中的 feedforwardnet 工具箱创建 BP 神经网络，并在不断试验后选择 trainlm 函数作为训练函数，最后使用 sim 函数对结果进行预测。由 BP 神经网络仿真得到浙江省 2003 年–2018 年水产品冷链物流需求预测值，结果见表 5

表 5 BP 神经网络预测水产品冷链物流需求量结果

年份	实际值/万吨	预测值/万吨	绝对误差
2003	429.04	432.79	3.75
2004	438.54	434.90	-3.64
2005	426.79	423.12	-3.67
2006	425.97	426.05	0.08
2007	360.87	361.42	0.55
2008	341.75	341.69	-0.06
2009	369.04	367.77	-1.27
2010	393.69	393.69	0
2011	418.96	419.08	0.12
2012	434.66	434.79	0.13
2013	438.66	438.93	0.27
2014	446.11	445.97	-0.14
2015	463.28	453.59	-9.69
2016	483.11	479.46	-3.65
2017	462.20	464.59	2.39
2018	446.20	449.15	2.95

从表 5 的预测值与实际值的比较来看，预测结果是精准的，预测值与实际值的绝对误差总体来说是均衡的，预测结果具有参看价值的。除此外，本文还对真实值和 BP 神经网络预测值进行曲线拟合，更能直观看到 BP 神经网络模型的精确度，见图 2。

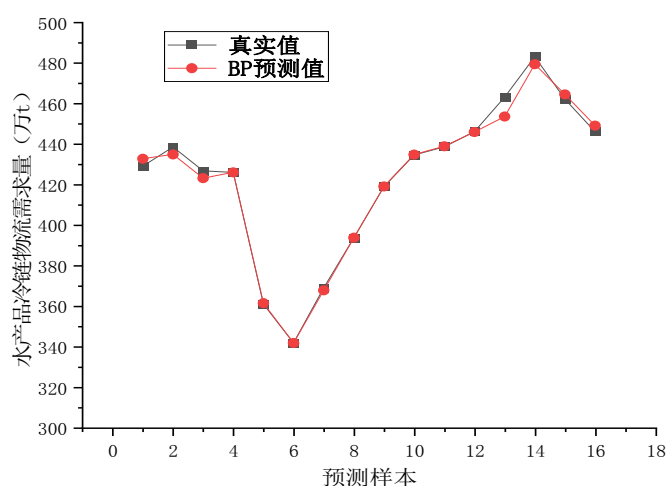


图2 水产品冷链物流需求量预测结果对比

通过 BP 神经网络对 2019–2023 年的预测值,求得以下预测值如表 6 所示。

表6 2019–2023 年浙江省水产品冷链物流需求量

单位:万吨

年份	2019	2020	2021	2022	2023
预测值	448.56	450.87	453.19	455.50	457.82

根据预测结果可知,未来五年浙江省水产品冷链物流需求总量呈现出明显上升的趋势,且每年以 0.5% 的增长率在增长,水产品总产量到 2023 年底达到 457.82 万吨。根据对以上指标的分析,对水产品冷链物流影响最大的货运量也是以每年最高 3.2% 的增长率在增长,各个指标的发展也严重影响着水产品冷链物流的需求。根据上述的指标筛选中,可以得出哪些是影响水产品冷链物流需求的影响因素,对以后冷链物流需求的分析可得到进一步提升。可见,浙江省水产品的冷链需求是非常大的,也预示着浙江省水产品冷链物流将迎来发展的重要机遇。未来几年,浙江省水产品冷链物流将迎来冷链物流需求高峰,对冷链物流的要求也会提高,需要进行升级和优化。

## 五、结论与建议

### (一) 结论

本文通过运用 Pearson 对影响指标进行选取,并且运用主成分分析方法和 BP 神经网络模型对浙江省水产品冷链物流需求进行预测。根据以上对预测结果分析,下面从筛选出的冷链物流需求影响因素和冷链物流需求量的预测结果两个方面进行分析。

从筛选出的冷链物流需求影响因素来看,影响水产品冷链物流的因素是广泛的、多面的、复杂的。通过本文对水产品冷链物流需求影响因素的分析,对冷链物流建立标准体系或者规范性政策方面都是具有借鉴意义。冷链物流对水产品的保鲜能力也是目前影响消费者消费的重要因素,未来在水产品的保鲜能力上的提高,也是冷链物流要去追求的目标之一;从以上冷链物流需求量的预测结果来看,未来水产品冷链物流的需求的潜力是巨大的,且基本保持稳定增长的趋势,但是目前水产品冷链物流还存在着许多的问题:一是在流通过程中损耗大,水产品作为易腐产品,自身损失率就比较高,再加上没有专门化的第三方水产品冷链物流企业,导致水产品的损失率更加严重。二是水产品冷链物流成本高,水产品的易腐性对冷链物流的各个环节的要求更高,而且冷链物流是一个庞杂的系统,对各个环节的技术成本要求也就更高,所以

需要投资更大的投资。三是冷链物流的智能设备与技术的缺乏先进性。目前我国冷链物流技术方面与国外相比还是有一定的差距，我国在冷链物流的技术方面还是存在一定的局限性，影响冷链物流真正的发展。

从上述预测结果来看，浙江省水产品冷链物流的水产品冷链物流需求量不断增加，原因在于当前人民生活不断提高，影响水产品冷链物流的各方面的因素也正朝着好的方向发展，使得对于水产品冷链物流需求量得到有效增加。当前随着消费者对生鲜水产品需求的增大，对生鲜偏好也越来越看重，所以对于水产品新鲜度提出了更高的要求。在日后的水产品冷链物流需求影响因素研究中，对于水产品冷链物流需求的影响因素中，运输时间和消费者生鲜偏好两个影响因素，这也是日后重点研究的重点内容。

## （二）建议

### 1. 培育专门化的第三方冷链物流

当前水产品冷链物流多以小企业为主，由于这一点，暂时还没有形成专门化的第三方冷链物流企业，水产品冷链物流运输过程中的品质难以得到保证。根据上述问题，在培育专门化第三方冷链物流时，可根据不同产品的特征，提供与之相匹配的物流车，即可节省成本又可以减少水产品的损失率。培育专门化的第三方冷链物流是冷链物流降低成本、高效率的实施方式之一，也是未来冷链物流亟待解决的冷链物流结构化调整，使冷链物流行业更加专业化。

### 2. 完善水产品冷链物流标准体系

完整的水产品冷链物流标准体系，可对水产品冷链物流的发展起着不可取代的作用。我国的冷链物流标准较发达国家还有很大差距，规范性的政策相对较少。浙江省想要完善水产品冷链物流标准体系，还需积极采用国际标准，发展起一套完整且与国际接轨的水产品冷链物流标准体系。完善的水产品冷链物流标准体系，为冷链物流各方面出台政策起到基础作用。

### 3. 加强冷链物流智能设备与技术水平

在加强冷链物流智能设备和技术水平方面，可通过产学研的方式加强对水产品冷链物流技术的突破，引进、推广自动化冷库技术、真空预冷技术、无损检测与商品处理技术、运输车温度自控技术等先进技术。在未来的发展趋势下，水产品的保鲜能力是要亟待解决的问题之一，解决此问题的办法，就是引进先进冷库设备并且加大投资力度，研发出更加实用的设施。

## 参考文献：

- 1 李隽波,孙丽娜.基于多元线性回归分析的冷链物流需求预测[J].安徽农业科学,2011,39(11):6519-6520+6523.
- 2 张喜才,李海玲.基于灰色与马尔科夫链模型的京津冀农产品冷链需求预测[J].商业经济研究,2019(15):109-111.
- 3 王晓平,闫飞.京津冀农产品冷链物流需求影响因素及预测模型研究[J].福建农业学报,2018,33(8):870-878.
- 4 郝玉晶.烟台港海产品冷链物流的需求预测模型研究[D].天津:天津师范大学,2013.
- 5 王秀梅.基于权重分配组合法的农产品冷链物流需求趋势预测[J].统计与决策,2018,34(9):55-58.
- 6 原静.正向权重组合预测机制下的农产品冷链物流需求量预测[J].江苏农业科学,2017,45(19):341-346.
- 7 王新娥,王学剑.新疆城镇居民农产品冷链物流需求预测分析[J].物流技术,2014,33(01):185-186,202.
- 8 兰洪杰,汝宜红.2008 北京奥运食品冷链物流需求预测分析[J].中国流通经济,2008(2):19-22.
- 9 霍蕾.水产品冷链物流需求预测研究[D].北京:北京交通大学,2014.
- 10 高帆.农产品冷链绿色物流发展的影响因素分析[J].农业经济,2019(4):143-144.
- 11 汪旭晖,张其林.鲜活农产品冷链物流中物联网采纳的影响因素——拓展 TAM 模型视角下冷链相关企业的经验证据[J].财贸研究,2015,26(6):5-12.



- 12 刘东华,朱鹏颐.基于 FAHP 的福建省水产品冷链物流影响因素分析[J].青岛农业大学学报(社会科学版), 2016,28(1):35-39,68.
- 13 Ya B. Study of Food Cold Chain Logistics Demand Forecast Based on Multiple Regression and AW-BP Forecasting Method on System Order Parameters[J].Journal of Computational & Theoretical Nanoscience,2016,13(7):4019-4024.
- 14 Xiao Tiaojun,Yang Danqin,Shen Houcai,Coordinating a supply chain with a quality assurance policy via a revenue-sharing contract[J].International Journal of Production Research,2011,49(1):99-120.
- [15] 吴稼乐,孔庆源,陈坚,等.水产品冷链物流中三项指标的构建——冷链物流流通率、冷链运输率和损失率[J].中国渔业经济,2008,26(5):66-71.
- 16 张改平,赵颜,李玮.影响我国冷链物流发展的关键因素分析[J].交通运输研究,2019,5(6):101-108.

## Research on cold chain logistics demand prediction of aquatic products based on improved BP Neural Network: a case study of Zhejiang Province

LIU Yan-li, WU Da-qing\*

(College of Economics and Management, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

**Abstract:** As a new technology development, cold chain logistics plays an important role in China's logistics. As a province with a large output of aquatic products, Zhejiang Province has a strong demand for cold chain logistics of aquatic products, but its development is relatively backward, which seriously affects the development of aquatic product industry and the quality of aquatic products export. This paper analyzes the key factors affecting the development of aquatic products cold chain logistics in Zhejiang Province and the problems in circulation process, such as large loss, high cost of aquatic products cold chain logistics and low degree of informatization. By sorting out the index data of aquatic products cold chain logistics in Zhejiang Province from 2003 to 2018, a forecasting model of aquatic products cold chain logistics based on demand is established. The combined method of principal component analysis and BP Neural Network is used to forecast the demand of aquatic products cold chain logistics in Zhejiang Province from 2019 to 2023. The experimental results show that the improved model can effectively predict the demand for cold chain logistics of aquatic products in Zhejiang Province. Through the predicted value, some suggestions are put forward for relevant departments in order to provide basis for the construction of cold chain logistics facilities in Zhejiang Province.

**Key words:** aquatic products; cold chain logistics; PCA-BP combination forecast; demand forecast

(责任编辑 耿瑞/校对 马林)