

文章编号:1005-0523(2014)04-0026-07

人工神经网络模型的江西省物流需求预测

张 诚,冯亚萍

(华东交通大学经济管理学院,江西 南昌 330013)

摘要:区域物流与区域经济息息相关。为了准确预测区域物流需求规模,运用灰色关联对决定区域物流需求的经济因素以及他们之间的相关性进行分析,建立区域物流需求预测指标体系和BP神经网络区域物流预测模型。通过实证分析,验证了预测模型的有效性,并对江西未来5年的物流需求做出了预测。

关键词:区域物流;区域经济;人工神经网络

中图分类号:F259

文献标志码:A

在中部崛起和江西建设上升到国家战略的大背景下,为推进科学发展、加快绿色崛起,建设富裕和秀美江西,加快物流业的调整和振兴,颁发了《江西省现代物流业“十二五”发展规划》。区域物流是区域经济的主要构成要素,而区域经济又促进区域物流的发展。实现物流资源的优化配置,对区域物流需求预测具有十分重要的意义。

大量文献资料显示,国内外学者对基于灰色关联的物流影响因素,基于人工神经网络的物流区域需求等方面进行了研究。李青峻(2009)^[1]运用灰色关联法对物流产业资源和需求两内部可量化的因素指标进行分析,得出各影响因素对重庆物流产业发展的影响程度大小,并对一些非可量化因素进行了定性分析,得出结论并给出了相应的建议措施。田刚(2010)^[2]等,运用灰色关联分析了5种主要运输方式下的货运量与江苏省GDP的关联度,得出灵活的公路运输和GDP的关联度最大。张佳红(2012)^[3]等,以河北省为例,用港口吞吐量的数据与GDP数据做灰色关联分析,通过实证得出港口物流对区域经济发展起促进作用。王晶琼(2011)^[4]首先将货运量与货运周转量与地区生产总值进行相关性分析,得出货运量与经济的关联性更大,然后深入分析各经济影响因素与货运量的关系,根据各指标的影响程度提出建议对策。宿梦思(2009)^[5]等,将影响区域物流的因素分为经济影响因素(主要包括区域经济规模、产业结构差异和区域经济空间布局)和非经济影响因素(主要有经济政策、技术进步、物流服务水平 and 突发因素),并用BP神经网络对后一年的物流需求量做预测。何霞(2009)^[6]指出BP神经网络具有结构简单,可操作性强,能模拟任意的非线性输入输出关系,弥补灰色预测不适合逼近复杂的非线性函数的缺点。故将两者结合,对区域物流需求量进行预测。金桥(2008)^[7]港口物流需求与腹地区域经济发展相辅相成,并采用非线性映射功能较好的神经网络预测工具进一步揭示了二者之间的紧密联系,并取得了很好的预测效果。陈治亚(2008)^[8]等,揭示了物流需求与经济的关系,建立了物流需求规模预测指标体系,在BP人工神经网络中引入适应度函数对物流需求规模进行预测。以上研究对我国的物流需求研究具有重要的借鉴和参考价值,为以后的研究提供了广泛的视角,但其所使用的预测方法并没有针对物流需求预测的特点进行可行性分析,对其影响因素、货运量和周转量的分析上大多使用定性化的论述,缺乏数量化的有力证据。以江西省近16年的经济指标与物流需求指标数据进行相关性分析,在论证该需求预测的理论和实践操作的可行性基础上构建人工

收稿日期:2013-11-03

基金项目:江西省软科学研究计划项目(20122BBA10104);科技部国家软科学研究计划项目(2010GXS5D224)

作者简介:张诚(1962—),教授,博士,研究方向为物流管理。

神经网络模型。选取近两年的数据作为网络测试样本,检验该模型的准确性,用学习好的网络样本对江西省未来5年的物流需求做预测。

2 模型方法介绍

2.1 灰色关联分析方法简介

灰色关联分析方法是衡量因素之间发展趋势的相似或相异程度的一种方法。若两因素变化的趋势具有一致性,即同步变化程度高,两者关联程度高,反之,则较低。

进行灰色关联分析的步骤如下:

1) 确定反应系统行为特征的参考数列 $Y_i=(Y_i(1), Y_i(2), \dots, Y_i(k))$ 和影响系统行为的比较数列 $X_i=(X_i(1), X_i(2), \dots, X_i(k))$, 其中, $i=1, 2, 3, \dots, n$ 为因素序号。

2) 为了便于计算和比较分析,将原始序列进行无量纲化处理以消除数量级大小不同的影响,一般采用初值化或均值化加以处理。使用初值化,即 $X_i'=X_i/x_i(1)$ 。

3) 计算每个时点上比较数列和参考数列的绝对差值: $\Delta i(k)=|y_i'(k)-x_i'(k)| (i=1, 2, 3, \dots, n)$, 并求出最大差和最小差序列: $M=\max_i \max_k \Delta i(k)$ 和 $m=\min_i \min_k \Delta i(k)$ 。

4) 计算灰色关联系数 $\Gamma_{Y_i1}(k)=\frac{m+\xi M}{\Delta i(k)+\xi M}$, $\Gamma_{Y_i1}(k)$ 描述了 X_i 对 Y_i 的影响程度, 绝对值 $\Delta i(k)$ 越大, $\Gamma_{Y_i1}(k)$ 越小, 反之, $\Delta i(k)$ 越小, $\Gamma_{Y_i1}(k)$ 越大。 ξ 为分辨系数, ξ 大于0, 通常取 ξ 为0.5。

5) 求关联度。因为关联系数是比较数列与参考数列在各个时刻(即曲线中的各点)的关联程度值, 所以它的数不止一个, 而信息过于分散不便于进行整体性比较。因此有必要将各个时刻(即曲线中的各点)的关联系数集中为一个值, 即求其平均值, 作为比较数列与参考数列间关联程度的数量表示, 公式为

$$ry1i = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Gamma_{Y_i1}(k) \quad (1)$$

2.2 BP网络预测模型

BP网络采用“误差逆传播算法”, 通过正向输入, 反向传播误差不断迭代的学习过程, 直到误差减小到可接收的程度。一般的, 包括输入层、隐含层和输出层的单隐层网络就能以任意精度表示并揭示任何连续函数所蕴含的非线性关系。神经网络结构图如图1所示。

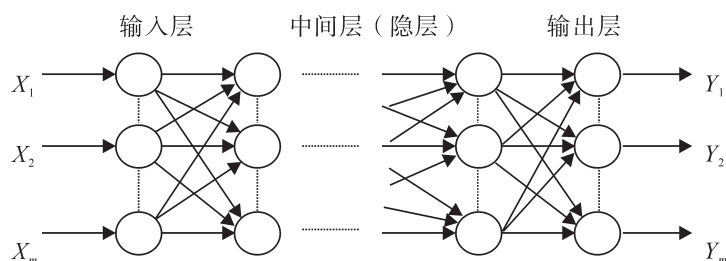


图1 BP神经网络结构图

Fig. 1 The BP neural network structure

2.2.1 隐含层数目的确定

隐含层神经元数目的确定是一个十分复杂的问题, 通用的经验公式有

$$\sum_{i=1}^n 0^{c_i} > k \quad (2)$$

式中: k 为样本数; n_i 为隐单元数; n 为输入单元数。

$$n_1 = \sqrt{n+m} + a \quad (3)$$

式中: m 为输入神经元数; n 为输入单元数; $a \in [1, 10]$ 。

$$n_i = \log_2^n \quad (4)$$

式中: n 为输入单元数。

Kolmogorov 定理: $n_1=2n+1$, n 为输入单元数

2.2.2 传递函数及训练算法的选择

神经网络工具箱提供了 3 种传递函数,线性函数和非线性函数 S 函数或 S 型曲线(Log-sigmoid 函数和 Tan-sigmoid 函数)。实践证明,中间层神经元传递函数选用 S 型正切函数,输出层神经元传递函数选用 S 型对数函数具有比较好的拟合效果。同时,工具箱中还包含了 4 种训练函数,分别是梯度下降的 BP 算法、梯度下降动量 BP 算法、梯度下降的动量及自适应算法和 Levenberg-Marquardt 算法,选择哪种训练函数则要根据处理问题的不同而议。

2.2.3 数据的预处理和后处理

为保证数据同一量纲,需要将数据归一化为区域[0,1]之间的数据。而对于 S 型曲线来说,在接近 0 或 1 的时候训练效果会明显下降,因此,为了避免数据落入饱和区域,保持数据的原有特征,根据经验,将数据

规范到[0.15,0.85]来进行修正。故可通过 $X_j = 1 - e^{\frac{1}{[0.1625 + \frac{(1.8971 - 0.1625)(X - X_{\min})}{X_{\max} - X_{\min}}]}}$ 来处理输入数据。同理,采用反归一化处理输出数据。

3 实证分析

3.1 预测指标的建立

对江西省物流需求进行预测,考虑到统计数据的可获得性以及指标间的相关性,选取货运量 Y_1 (万吨)或货运周转量 Y_2 (亿吨·公里)作为物流需求规模衡量指标。本着可操作的原则,选取用物流规模预测的经济指标为:代表经济规模对区域物流需求规模影响的地区生产总值 X_1 (亿元),代表区域经济结构对物流需求规模影响的第一产业产值 X_2 (亿元)、第二产业产值 X_3 (亿元)、第三产业产值 X_4 (亿元)以及区域物流的重要组成部分区域零售总额 X_5 (亿元)、区域外贸总额 X_6 (亿元)、居民消费水平 X_7 (亿元)。

3.2 数据来源

本文选取的数据资料来源于江西省历年的统计年鉴,如表 1 所示。根据样本数据选取原则,将 1996 至 2009 年的数据作为网络训练样本,将 2010 和 2011 年的数据作为网络测试样本,最后用训练好的网络预测 2012 到 2017 年的物流需求规模。

表 1 江西省历年货运量、货运周转量与经济指标数据

Tab. 1 Freight, freight turnover data and economic indicators over the years in Jiangxi

年份	X_1 /亿元	X_2 /亿元	X_3 /亿元	X_4 /亿元	X_5 /亿元	X_6 /亿元	X_7 /亿元	Y_1 /亿元·公里	Y_2 /亿元·公里
1996	1 409.74	440.00	481.30	488.44	490.44	92.89	758.36	22 625.00	431.70
1997	1 605.77	475.18	548.84	581.75	558.55	110.51	796.77	21 884.00	549.55
1998	1 719.87	450.44	608.22	661.21	605.09	103.34	823.03	22 292.00	650.04
1999	1 853.65	464.40	648.82	740.43	650.47	108.79	865.87	22 581.00	702.32
2000	2 003.07	485.14	700.76	817.17	704.87	134.47	989.20	23 601.00	746.93
2001	2 175.68	506.00	786.12	883.56	763.34	126.75	1 041.96	24 523.00	747.12
2002	2 450.48	535.98	941.77	972.73	832.71	140.27	1 114.58	25 641.00	801.65
2003	2 807.41	560.00	1 204.33	1 043.08	923.21	209.27	1 171.27	27 242.00	879.58
2004	3 456.70	664.50	1 566.40	1 225.80	1 074.49	292.32	1 431.42	31 139.00	867.23
2005	4 056.76	727.37	1 917.47	1 411.92	1 244.89	333.88	1 642.20	33 270.00	881.64
2006	4 820.53	786.14	2 419.74	1 614.65	1 448.19	494.86	1 804.79	36 759.00	947.76
2007	5 800.25	905.77	2 975.53	1 918.95	1 718.93	723.04	2 047.13	40 046.00	1 026.92
2008	6 971.05	1 060.38	3 554.81	2 355.86	2 141.79	954.51	2 522.19	43 011.00	1 059.40
2009	7 655.18	1 098.66	3 919.45	2 637.07	2 484.43	872.75	2 750.72	45 893.00	1 088.01
2010	9 451.26	1 206.98	5 122.88	3 121.40	2 956.21	1 462.98	3 552.93	53 721.00	1 267.48
2011	11 703.02	1 391.07	6 390.55	3 921.40	3 485.06	2 038.74	4 261.66	59 737.00	1 390.27

数据来源:江西省历年统计年鉴

由于BP网络预测方法在进行下一年度的预测时需知道下一年各影响指标的值。按照各影响因素从1996年到2011年的年均增长率来设定未来5年的经济指标数据,如表2所示。

表2 江西省2012至2016年预测经济指标数据

年份	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7
2012	13 612.95	1 510.28	7 687.83	4 548.82	4 007.82	2 541.90	4 815.68
2013	15 834.59	1 639.72	9 248.46	5 276.64	4 608.99	3 169.24	5 441.71
2014	18 418.79	1 780.24	11 125.90	6 120.90	5 300.34	3 951.41	6 149.14
2015	21 424.74	1 932.81	13 384.46	7 100.24	6 095.39	4 926.62	6 948.52
2016	24 921.26	2 098.45	16 101.50	8 236.28	7 009.70	6 142.51	7 851.83

3.3 指标体系的相关性分析

选取 X_1 、 X_2 、 X_3 、 X_4 、 X_5 、 X_6 、 X_7 作为江西省物流需求预测BP网络模型的输入, Y_1 、 Y_2 为BP网络模型的输出。根据经验公式 $n_i = \sqrt{n+m} + a$,其中, m 为输入神经元数, n 为输入单元数, $a \in [1, 10]$,将各可能的隐含层神经元个数代入matlab训练,根据结果对比,当隐含层神经元个数为9时,网络收敛速度最快,预测精度高,因此,将中间层神经元个数确定为9个。

通过1996至2011年的数据来计算关联度,可得

$$\begin{aligned} r_{y_1 1} &= 0.871\ 9; & r_{y_1 2} &= 0.980\ 5; & r_{y_1 3} &= 0.809\ 2; & r_{y_1 4} &= 0.867\ 6; \\ r_{y_1 5} &= 0.889\ 6; & r_{y_1 6} &= 0.787\ 6; & r_{y_1 7} &= 0.929\ 1 \end{aligned}$$

以货运周转量 Y_2 为系统特征值,计算与 X_i 之间的灰色关联度。

$$\begin{aligned} r_{y_2 1} &= 0.864\ 5; & r_{y_2 2} &= 0.947\ 7; & r_{y_2 3} &= 0.789\ 3; & r_{y_2 4} &= 0.875\ 0; \\ r_{y_2 5} &= 0.887\ 7; & r_{y_2 6} &= 0.754\ 5; & r_{y_2 7} &= 0.920\ 2 \end{aligned}$$

由以上关联系数结果可知, Y_1 、 Y_2 与 X_i 之间的关联系数都大于0.8,说明他们之间都具有强关联性,故选取 $X_i (i=1, 2, \dots, 7)$ 为网络的输入, Y_1 、 Y_2 为网络的输出是非常可行的。江西省的货运量与经济的关联性强弱排名为 $r_{y_1 2} > r_{y_1 7} > r_{y_1 5} > r_{y_1 1} > r_{y_1 4} > r_{y_1 3} > r_{y_1 6}$,同时,江西省周转量与经济的关联性强弱排名为 $r_{y_2 2} > r_{y_2 7} > r_{y_2 5} > r_{y_2 4} > r_{y_2 1} > r_{y_2 3} > r_{y_2 6}$,各不同影响因素对江西省货运量与周转量的关联性影响一致。

第一产业产值排名第一,说明江西省是个农业大省,全省农村人口3 200万人,约占总人口的77%,并正在向着农业强省跨越。江西省全面落实农机具购置补贴政策,稳步推进经济作物和养殖业的机械化,改革创新以市场经济的理念构建现代农业发展新机制,培育和发展农业社会化服务体系。随着社会的发展,江西省的经济结构在继续发扬农业绝地领先优势的同时逐渐由第一产业向第二产业、第三产业位移调整。居民消费水平指标排名第二,区域零售总额排名第三,说明江西省物流服务在消费和流通领域的社会化程度比较高,居民的社会消费品零售总额增长,消费能力增强。电子商务的发展,网络平台的构建,消费渠道的增多以及人民持续消费观念意识的强化都极大的促进了居民消费水平的增长。而居民消费的增长会刺激拉动物流需求的增加,带动整个物流业的发展。地区生产总值排名第四,而作为地区生产总值一部分的第一产业产占地区生产总值的绝大部分,第一产业的影响力远大于第二、三产业,说明江西经济发展方式单一化,发展水平还比较落后。第三产业排名第五,服务业等第三产业的发展促进了城市化硬件设施的完善,物流、商流、资金流、信息流的发展以及人民生活水平的提高。我们要充分挖掘江西省第三产业的巨大潜力,协调各服务行业的健康发展,有重点的发展江西特色旅游服务业。第二产业排名第六,说明我省第二产业的发展还有巨大的上升空间。第二产业的发展将是城市化进程加速的主动力,支柱产业和主导产业的形成能带来稳定的物流需求。排在最后一位的是区域外贸总额,说明外贸对江西物流需求的影响很少,从深层次揭示了江西省的出口外贸水平还比较低。江西省应充分利用沿江通海的区位优势 and 低成本优势,大力发展有区域特色和竞争优势的产品出口,将外贸增长方式由粗放型向集约型转变,招商引

资,加大吸引外资的力度,大力发展国际服务业务。

3.4 网络训练与预测

以traindm作为训练函数,在训练次数为15 000次,目标误差为0.000 01的情况下,经过14 994次训练后,网络达到目标要求,预测误差曲线如图1所示。

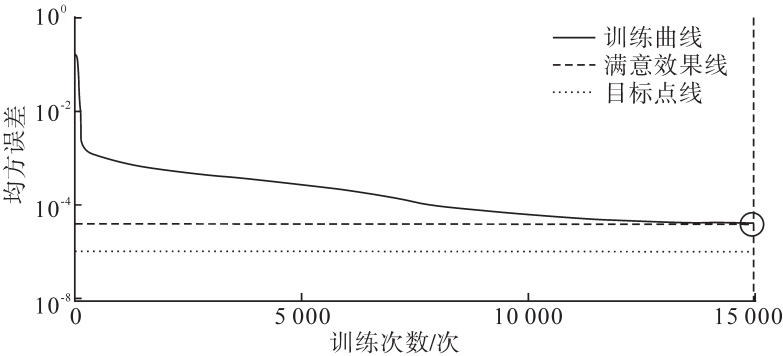


图1 所有样本的训练误差曲线

Fig. 1 Training error curve of all samples

表3 BP网络检验样本预测值与实际值比较

Tab. 3 Comparison between the actual and estimated value of BP network test samples

年份	货运量实际值/ 万吨	货运量预测值/ 万吨	货运量误差/%	周转量实际值/ 亿吨·公里	周转量预测值/ 亿吨·公里	周转量误差/%
2010年	53 271	53 520	-0.375%	1 267.48	1 271.22	0.259
2011年	59 737	59 892	0.295%	1 390.27	1 385.88	-0.316

由图1可以得出结论,该网络能够很快收敛,并且很好的拟合了输入因素与输出因素的线性关系。表3的结果显示,检验样本的预测值与实际值之间的平均绝对误差为0.311 3%。可知,神经网络的学习误差基本上在很小的范围内,将2010年和2011年货运量与周转量的预测值和实际值进行检验,预测精度较高,达到满意的效果。故可用上面训练好的神经网络来预测2012—2016年的货运量和周转量。

全部数据输入网络的训练结果如图2所示,预测误差曲线如图3所示。

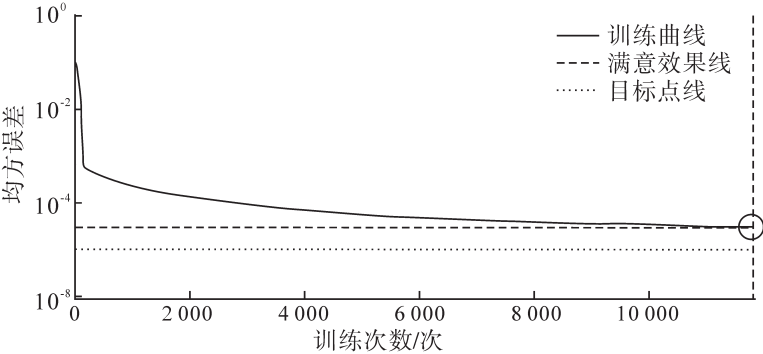


图2 所有样本的训练误差曲线

Fig. 2 Training error curve of all samples

由图2可知,在训练次数为1 500次,目标误差为0.000 01的情况下,经过11 798次训练后能达到满意的效果。由图3可知,预测值与实际值大体接近,最大误差小于2%,预测能力很强。

预测的结果为

$$t_force = \begin{bmatrix} 0.872\ 7 & 0.882\ 0 & 0.886\ 5 & 0.889\ 2 & 0.891\ 2 \\ 0.864\ 2 & 0.876\ 5 & 0.887\ 2 & 0.897\ 6 & 0.907\ 3 \end{bmatrix}$$

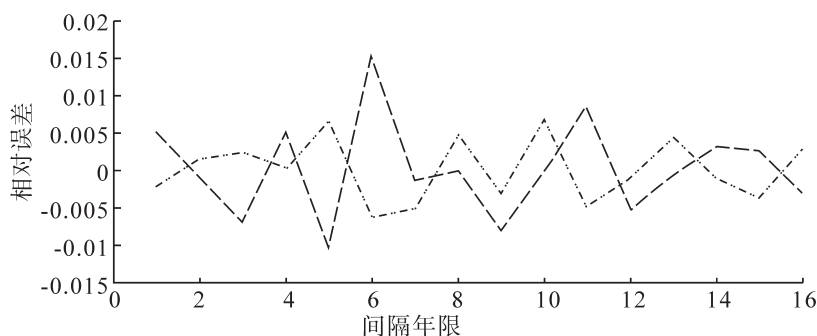


图3 货运量、货运周转量的预测误差曲线

Fig. 3 Forecast error curve of freight and freight turnover

对预测结果数据进行反归一化,得到输出结果

$$t_force = \begin{bmatrix} 63\ 312.48 & 64\ 959.78 & 65\ 827.38 & 66\ 355.89 & 66\ 735.86 \\ 1\ 445.36 & 1\ 497.76 & 1\ 547.83 & 1\ 601.09 & 1\ 656.33 \end{bmatrix}$$

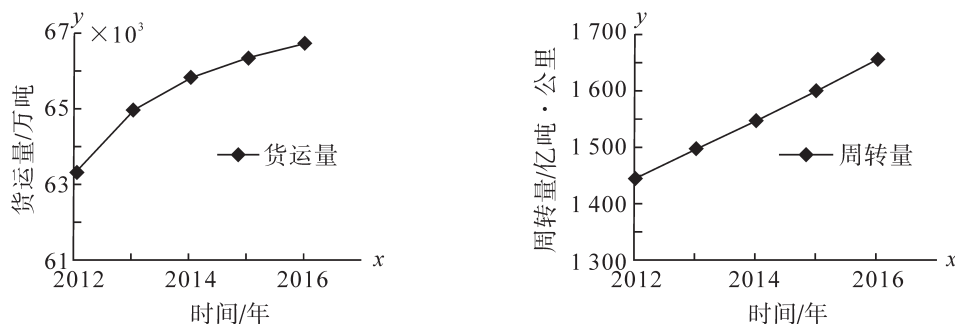


图4 货运量、货运周转量的变化趋势

Fig. 4 Change trend of freight, freight turnover

通过上面对江西省货运量以及货运周转量的预测结果分析可知,江西省物流需求在未来5年内将有较快的增长,表现为货运量将从2012年的63 312.48亿吨增长到2016年的66 735.86亿吨,增长5.41%,货运周转量也将从2012年的1 445.36亿吨·公里上升到2016年的1 656.33亿吨·公里,增长14.60%。

3 结论和建议

从江西省的经济发展和物流需求现状出发,通过灰色关联分析,得出区域经济发展与区域物流之间具有内在的逻辑性和强关联系。这就决定了我们可以用区域经济的发展状况来预测区域物流的需求。通过对江西省2012年至2016年的物流需求规模和结构进行预测,结果显示,江西省的物流需求将会有较快的增长和长足的发展,逐渐向现代大物流迈进。江西省物流需求与经济的发展是息息相关的,经济的飞速发展势必会为物流需求的增长推波助澜,而区域物流能力的增强也会对江西经济的发展起促进作用。因此,政府在面对江西省未来巨大的物流需求及发展的形势下,抓住“十二五”这一关键时机,紧跟经济发展动态,科学的制定物流发展规划和政策,保持区域物流的供需平衡,实现资源的优化配置和经济效益的最大化,推动物流业的健康快速发展。

第一,增加地区外贸总额,大力发展对外经济。江西应在中部崛起战略的契机下,倚靠作为长三角纵深腹地,沿江通海,承接沿海地区资本外溢、产业转移的地域优势,转变观念积极发展对外贸易。依托现有的交通运输设施,构建多式联运与转运设施工程。构建一个以南昌为中心的高效便捷、功能完备、货畅其流、集散有序、布局合理的现代物流网络,着力将南昌培育成为一个具有重要影响力的国际物流枢纽。

第二,完善物流基础设施建设,提高物流的信息化水平,构建现代物流信息系统平台以迎合未来物流

货运量和周转量的大幅度增长。随着江西省第二、三产业比重的加大和快速增长,对物流需求具有高附加值的发展趋势。鼓励自主创新,加强物流新技术的开发与应用,提高物流运作效率。加大物流人才的培养,让更多民营企业进入物流市场,加快第三方物流企业的发展成了大势所趋。

第三,在继续保持农业优势的前提下,积极促进二、三产业对物流的带动效应。促进物流业与其他产业的联动发展,提升相关产业价值,促进地区零售额的增长,推进各大产业体系平稳前行。加强网络和节点的科学合理布局,为客户提供一站式服务,利用信息化管理手段,提高物流装备的专业化和现代化。运用供应链运作模式,引导企业对工作、物流、信息和资金等进行流程改造,实现物流产业与其他产业的共同发展。发挥科技支撑作用,促进经济的健康快速发展。

参考文献:

- [1] 李青峻.基于灰色关联分析的重庆市物流产业影响因素研究[D].重庆:重庆工商大学,2011.
- [2] 田刚,李南.江苏省物流货运量灰色预测及灰色关联研究[J].价格月刊,2010(4):83-85.
- [3] 张佳红,李亮亮.港口物流与区域经济灰色关联度——以河北省为例[J].物流科技,2012(7):6-10.
- [4] 王晶琼,张凤济,刘俐.基于灰色关联模型的苏北物流经济影响因素分析[J].物流工程与管理,2011(5):51-53.
- [5] 宿梦思,张志清.基于BP神经网络和证据理论的区域物流需求预测[J].物流工程与管理,2009(10):21-22.
- [6] 何霞.基于灰色系统和神经网络的省级区域物流需求预测[D].长沙:长沙理工大学,2009.
- [7] 金桥.基于人工神经网络算法的港口物流需求预测研究及实证分析[D].北京:北京交通大学,2008.
- [8] 陈治亚,周艾飞,谭钦之,方晓平.基于改进的BP人工神经网络的物流需求规模预测.铁道科学与工程学报,2008(6):62-68.
- [9] 高晓月,封学军,蒋柳鹏.南京港集装箱生成量预测与发展措施建议[J].华东交通大学学报,2013,30(1):91-95.

Logistic Demand Forecasting in Jiangxi Province Based on Grey Correlation

Zhang Cheng, Feng Yaping

(School of Economics and Management, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China)

Abstract: Regional logistics and regional economies are closely connected. In order to accurately predict the demand size of the regional logistics, this paper uses grey correlation to analyze economic factors that may determine the regional logistic demand. It establishes regional logistic demand forecasting index system and BP neural network of regional logistic forecasting model. The empirical analysis verifies the validity of the prediction model, and provides a prediction of logistic needs in Jiangxi for the following five years.

Key words: regional logistics; regional economy; artificial neural network