

doi:10.3969/j.issn.1005-152X.2021.11.009

基于灰色GM(1,1)的南京都市圈物流需求预测

江楠

(安徽商贸职业技术学院 电子商务学院,安徽 芜湖 241002)

[摘要]以灰色预测理论为基础,基于南京都市圈主要8个城市2015—2019年的货运量数据,建立灰色GM(1,1)预测模型,对南京都市圈未来5年的物流需求量进行了预测,预测值围绕实际值及其演变趋势出现小范围上下波动,表明预测精度高且验证了模型预测的适用性和可行性。预测结果显示,未来5年南京都市圈物流需求量将逐年增加,结合南京都市圈主要城市物流实际发展情况,为南京都市圈发展规划下的区域物流规划和决策提供了一定的参考依据。

[关键词]南京都市圈;区域物流;物流需求预测;GM(1,1)模型

[中图分类号]F252

[文献标识码]A

[文章编号]1005-152X(2021)11-0044-04

Forecasting of Logistics Demand in Nanjing Metropolitan Ring Based on Grey GM (1,1)

JIANG Nan

(School of E-Commerce, Anhui Business College, Wuhu 241002, China)

Abstract: Based on the gray forecasting theory, using the freight volume data of 8 major cities in the Nanjing metropolitan ring from 2015 to 2019, we set up a gray GM (1,1) forecasting model to calculate the logistics demand of the area in the next 5 years. The forecast value fluctuates within a small range around the actual value along its evolution trend, indicating that the forecasting is highly accurate and feasible. The forecast result shows that the logistics demand of the Nanjing metropolitan ring will increase year on year in the next five years, which, in connection with the actual logistics development of the major cities in the area, can provide certain reference and basis for regional logistics planning and decision-making.

Keywords: Nanjing metropolitan ring; regional logistics; logistics demand forecasting; GM(1,1) model

0 引言

随着现代社会的不断发展、科学技术的不断进步以及供应链管理的不断完善,全球物流行业都在不断快速发展,早在1970年,日本早稻田大学教授西泽修就已经将物流称为第三利润源泉,各个国家也都将物流产业的发展作为其经济推动力的重要组成部分。区域物流作为物流的重要组成部分,对于区域经济发展以及区域产业结构调整也都起到了至关重要的作用,2018年国务院发布了《推进运输结构调

整三年行动计划(2018—2020)》的通知,要求加快建设现代综合交通运输体系,助推区域经济和区域物流的快速发展。区域物流发展水平的提升能有效降低社会生产和人们日常消费中的时间及经济成本^[1]。

2021年2月,南京都市圈正式获得国家支持,这是全国第一个有发改委支持的都市圈,也是全国首个跨省都市圈。南京都市圈的建设将推动南京以及周围城市经济的高速发展,从而提升江苏和整个长三角的综合实力。南京都市圈规划范围主要包括南京、镇江、扬州、淮安、芜湖、马鞍山、滁州、宣城8市,

[收稿日期]2021-05-10

[基金项目]安徽省高等学校自然科学研究项目“电商在线评论情感指数分析与应用研究”(KJ2019A1007);安徽商贸职业技术学院“双高建设”项目“提升专业群师资队伍国际化水平”(2020sgxm17-03);校级重点项目“基于Word2Vec+K-means的在线评论产品属性提取方法研究”(2020KZZ05);校级重点项目“后扶贫时期农产品直播运营的可行路径研究”(2021KZR14);校级一般项目“‘双高’建设背景下打造新商科‘留学安徽’国际品牌的路径研究”(2021KYR22)

[作者简介]江楠(1992-),女,安徽池州人,硕士研究生,安徽商贸职业技术学院助教,研究方向:电子商务。

处于中国重要的沿海和沿江发展轴线的交汇点,也是东部与中西部经济发展的转换地带、南方与北方经济发展的交融区域。地理位置的优越性更加突出其区域物流产业发展的重要性,而物流产业的发展及其需求规律受不确定性因素影响较大,要提高南京都市圈物流发展质量,就必须对南京都市圈未来物流需求量进行科学预测,基于预测结果,对其未来物流产业发展规划进行科学决策,从而助推南京都市圈区域物流高质量发展。

1 文献综述

相对国外而言,物流在我国起步较晚,但由于电子商务与物流行业的相互依存,我国物流行业随着电子商务的飞速发展而不断发展壮大,为促进物流产业的高质量发展,对于区域物流的需求预测一直是专家学者关注的热点。随着科学技术的不断进步,对于区域物流需求预测的方法也在不断完善,鲁渤,等^[2]结合影响区域物流发展的经济学因素,构建了区域物流引力模型,并对内蒙古鄂尔多斯物流需求进行预测,研究区域对物流需求的影响机理。曹志强,等^[3]基于遗传算法优化支持向量回归机建立区域物流需求预测模型,并以1990-2015年广西货运量为时间序列数据进行模型验证,预测效果良好。罗冰洁^[4]基于MLP神经网络技术对物流数据进行需求模拟,模拟实验发现得到的结果与实际数据误差不大。赵文德^[5]运用多项式回归、ARIMA和BP神经网络等模型对广东省区域物流能力预测进行实证分析,研究结果表明,BP神经网络模型能够更好地实现区域物流能力的预测。顾佳敏^[6]基于灰色系统理论,运用灰色关联方法分析影响物流需求变化的相关因素,通过计算各个因素与GDP的灰色关联度,选取货物周转量作为衡量物流需求的关键指标。通过构建GM(1,1)模型进行预测精度分析,结果表明此模型精度较高,具有很好的预测效果。李夏培^[7]基于灰色线性组合模型,使用Matlab软件,借助蚁群算法求出了单个模型的权数,构建出灰色线性组合模型,对“十三五”时期北京市农产品的物流需求进行预测,预测

结果表明,灰色线性组合模型的拟合度较好,比其他传统方法有更高的预测精度。

目前对于区域物流需求的预测方法主要有灰色预测法、神经网络、支持向量机以及它们的改进形式,每种预测方法都各有利弊,灰色系统理论对于信息匮乏且不对称的数据以及信息明确但样本数量有限的数据有很好的的预测效果,本文结合所需数据实际获得情况以及灰色系统理论特征,选择灰色GM(1,1)预测模型进行预测分析。

2 模型介绍

区域物流发展受多方面因素影响,物流体系具有不确定性,灰色系统理论先将无规律序列变成有规律序列,建立满足灰色系统理论建模条件的有规律序列,适用于研究不确定性系统。灰色系统理论预测模型主要包括GM(1,1)模型、DGM(1,1)模型和灰色Verhulst模型等,而最常用的模型为GM(1,1)模型。

GM(1,1)模型中的(1,1)分别表示一阶,一个变量,所以GM(1,1)预测模型只能对含有一个自变量的一阶方程进行预测,具体计算步骤如下:

步骤1:设非负原始序列 $X^{(0)} = \{X^{(0)}(1), X^{(0)}(2), \dots, X^{(0)}(N)\}$ 。

步骤2:对 $X^{(0)}$ 作一次累加DGM(1,1)得到生成数列为 $X^{(1)} = \{X^{(1)}(1), X^{(1)}(2), \dots, X^{(1)}(n)\}$ 。

步骤3:对原始数据经过累加处理后,还需对数列 $X^{(0)}$ 进行准光滑性检验,检验公式为: $\rho(k) =$

$$\frac{X^{(0)}(k)}{X^{(0)}(k-1)}, \text{若 } \rho(k) < 0.5, \text{则原始数列 } X^{(0)} \text{ 具有准光滑}$$

性,对生成数列 $X^{(1)}$ 还需进行准指数规律检验,检验公式为: $\sigma^{(1)}(k) = \frac{x^{(1)}(k)}{x^{(1)}(k-1)}$,若 $\sigma^{(1)}(k) \in [1, b], \delta = b -$

$1 \leq 0.5$,则生成数列 $X^{(1)}$ 满足准指数规律。在两个条件都满足的情况下,可对数列 $X^{(0)}$ 进行GM(1,1)建模,如果未满足以上两个检验条件,则需继续累加。

步骤4:根据灰色系统理论,对于一次累加生成序列 $X^{(0)}(k)$,有微分方程 $\frac{dx^{(0)}}{dt} + ax^{(0)} = u$,式中参数a,u

用最小二乘法求得： $\hat{a} = \begin{pmatrix} a \\ u \end{pmatrix} = (B^T B)^{-1} B^T Y$ 。

$$B = \begin{pmatrix} -\frac{1}{2}[x^{(0)}(1) + x^{(0)}(2)] & 1 \\ \vdots & \vdots \\ -\frac{1}{2}[x^{(0)}(k-1) + x^{(0)}(k)] & 1 \end{pmatrix}$$

$$Y = \begin{pmatrix} x^{(0)}(2) \\ x^{(0)}(3) \\ \vdots \\ x^{(0)}(k) \end{pmatrix}$$

步骤5:通过以上步骤求解得出微分方程,即可得到预测模型:

$$\hat{x}^{(0)}(k+1) = \left[x^{(0)}(1) - \frac{u}{a} \right] e^{-ak} + \frac{u}{a}$$

3 实证分析

3.1 构建GM(1,1)模型

本文选取2015-2019年南京都市圈城市货运总量表示物流需求量,具体数据见表1。

表1 2015-2019年南京都市圈城市货运量(万t)

城市	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年
南京	27 206	26 311	28 403	29 837	41 381
镇江	8 293	8 408	9 108	9 641	7 279
扬州	12 163	12 325	13 375	14 128	11 830
淮安	12 062	12 211	13 346	13 923	12 632
芜湖	26 050	24 869	28 260	29 007	31 692
马鞍山	16 793	14 449	15 409	15 606	16 646
滁州	28 659	29 432	18 963	19 010	17 804
宣城	18 838	17 889	18 981	18 849	20 257
合计	150 064	145 894	145 845	150 001	159 521

根据灰色系统理论,建立GM(1,1)模型:

步骤1:设 $X^{(0)} = (150\ 064, 145\ 894, 145\ 845, 150\ 001, 159\ 521)$ 。

步骤2:将 $X^{(0)}$ 作一次累加处理,得到数列 $X^{(1)}$, $X^{(1)} = (150\ 064, 295\ 958, 441\ 803, 591\ 804, 751\ 325)$ 。

步骤3:对 $X^{(0)}$ 进行准光滑性检验,由 $\rho(k) = \frac{X^{(0)}(k)}{X^{(0)}(k-1)}$ 得 $\rho(2) \approx 0.97, \rho(3) \approx 0.50, \rho(4) \approx 0.34 < 0.5, \rho(5) \approx 0.21 < 0.5$,由此可见当 $k > 3$ 时, $X^{(0)}$ 能够满足准

光滑性检验;对 $X^{(0)}$ 进行准指数规律检验,由 $\sigma^{(0)}(k) = \frac{x^{(0)}(k)}{x^{(0)}(k-1)}$ 得: $\sigma^{(0)}(2) \approx 1.97, \sigma^{(0)}(3) \approx 1.49, \sigma^{(0)}(4) \approx 1.33, \sigma^{(0)}(5) \approx 1.27$,当 $k > 3$ 时, $\sigma^{(0)}(k) \in [1, 1.5]$, $\rho < 0.5$, $X^{(0)}$ 数列满足准指数规律检验,故可对 $X^{(0)}$ 数列建立GM(1,1)模型。

步骤4:对 $x^{(0)}$ 作紧邻均值生成,得:

$$Z^{(0)} = (223\ 011, 368\ 880.5, 516\ 803.5, 671\ 564.5)$$

于是有:

$$B = \begin{pmatrix} -Z^{(0)}(2) & 1 \\ -Z^{(0)}(3) & 1 \\ -Z^{(0)}(4) & 1 \\ -Z^{(0)}(5) & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -223\ 011 & 1 \\ -368\ 880.5 & 1 \\ -516\ 803.5 & 1 \\ -671\ 564.5 & 1 \end{pmatrix}$$

$$Y = \begin{pmatrix} x^{(0)}(2) \\ x^{(0)}(3) \\ x^{(0)}(4) \\ x^{(0)}(5) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 145\ 894 \\ 145\ 845 \\ 150\ 001 \\ 159\ 521 \end{pmatrix}$$

接下来对参数 \hat{a} 进行最小二乘法估计,根据公式 $\hat{a} = \begin{pmatrix} a \\ u \end{pmatrix} = (B^T B)^{-1} B^T Y$ 得:

$$\hat{a} = \begin{pmatrix} -0.030\ 341\ 153 \\ 136\ 811.468\ 6 \end{pmatrix}$$

步骤5:确定模型 $\frac{dx^{(0)}}{dt} - 0.030\ 341\ 153x^{(0)} = 136\ 811.468\ 6$,时间序列模型为:

$$\hat{x}^{(0)}(k+1) = \left[x^{(0)}(1) - \frac{u}{a} \right] e^{-ak} + \frac{u}{a} = 4\ 659\ 169.822e^{0.030341153k} - 4\ 509\ 105.822$$

3.2 模型的检验与误差分析

据灰色预测方法,a为模型的发展系数,反映需要预测的数据之间的变化关系,根据灰色系统理论,当 $-a < 0.3$ 时,GM(1,1)模型可用于中长期预测;当 $0.3 < -a < 0.5$ 时,GM(1,1)模型可用于短期预测,中长期预测慎用;当 $0.5 < -a < 1$ 时,应采用GM(1,1)改进模型,包括GM(1,1)残差修正模型。根据上述数据计算得出 $-a = 0.030\ 341\ 153 < 0.3$,可用于中长期预测,但为了保证预测模型的精准性,需对模型进行误差

分析,根据相对误差公式 $\Delta(k) = \frac{|e^{(0)}(k)|}{x^{(0)}(k)} \times 100\%$,其中

$\varepsilon^{(0)}(k) = x^{(0)}(k) - \hat{x}^{(0)}(k)$, $\hat{x}^{(0)}(k)$ 是由 GM(1, 1) 模型计算得到 $\hat{x}^{(0)}(k)$ 累减生成的时间序列, 如果 $\Delta(k) < 5\%$, 则检验通过。

根据模型公式, 计算得:

$$\hat{x}^{(0)} = (\hat{x}^{(0)}(1), \hat{x}^{(0)}(2), \dots, \hat{x}^{(0)}(9)) (150\ 064, 288\ 382.052\ 7, 430\ 806.391\ 4, 577\ 458.920\ 6, 728\ 465.163\ 5)$$

由此可得:

$$\hat{x}^{(0)}(k) = (150\ 064, 138\ 318.05, 142\ 424.34, 146\ 652.53, 151\ 006.24)$$

根据以上数据, 可得误差检验表, 具体见表 2。

表 2 误差检验表

序号	实际数据 $x^{(0)}(k)$	模拟数据 $\hat{x}^{(0)}(k)$	残差 $\varepsilon^{(0)}(k) = x^{(0)}(k) - \hat{x}^{(0)}(k)$	相对误差 $\Delta(k) = \frac{ \varepsilon^{(0)}(k) }{x^{(0)}(k)} \times 100\%$
2	145 894	138 318.05	7 575.95	5.192 8%
3	145 845	142 424.34	3 420.66	2.345 4%
4	150 001	146 652.53	3 348.47	2.232 3%
5	159 521	151 006.24	8 514.76	5.337 7%
平均相对误差				3.777 0%

通过误差检验表得出平均相对误差为 3.777 0% < 5%, 说明预测模型的精准度良好, 可以进行预测。

3.3 南京都市圈物流需求预测

根据上述分析, 得到时间序列模型 $\hat{x}^{(0)}(k+1) = 4\ 659\ 169.822e^{0.030\ 341\ 153k} - 4\ 509\ 105.822$, 且模型预测精准度良好, 利用此模型可以预测未来 5 年南京都市圈物流需求量, 具体预测结果见表 3。

表 3 未来 5 年南京都市圈物流需求预测结果(万 t)

年份	2020年	2021年	2022年	2023年	2024年
预测值	155 489	160 105	164 858	169 752	174 792

4 结语

本文基于灰色 GM(1, 1) 预测模型, 收集 2015–2019 年南京都市圈主要 8 个城市的年货运量数据, 建立南京都市圈物流需求预测模型, 并对未来 5 年南京都市圈物流需求量进行了预测, 得出 2020 年预测值为 155 489 万 t, 2021 年为 160 105 万 t, 2022 年为 164 858 万 t, 2023 年为 169 752 万 t, 2024 年为 174 792 万 t, 总体需求量呈稳步上升的趋势, 如图 1 所示。根据货运量需求发展趋势及其影响因素, 结合南京都市圈发展规划, 提出以下几点建议:

(1) 区域协同发展, 提升物流现代化水平。根据

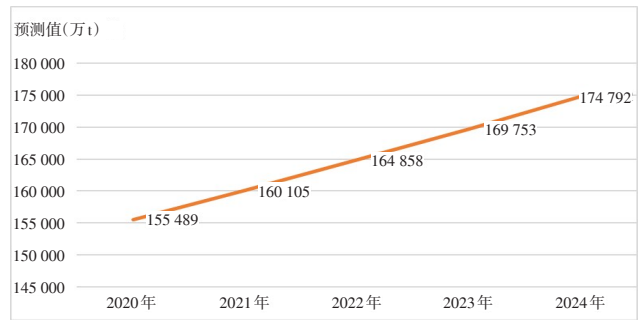


图 1 未来 5 年南京都市圈物流需求预测结果

国家发改委网站发布的《国家发展改革委关于同意南京都市圈发展规划的复函》中要求江苏、安徽两省以健全同城化发展机制为突破口, 着力推动基础设施一体高效、创新体系协同共建、产业专业化分工协作^[8]。根据未来 5 年物流需求预测, 南京都市圈物流需求量增长态势明显, 但南京都市圈主要城市物流发展水平差距较大, 城市物流基础设施不够完善, 为满足物流发展需求, 江苏与安徽应统筹推进物流基础设施合理布局与建设, 城市间应加强合作, 以强带弱, 协同创新, 推动物流产业专业化发展, 加强区域物流建设现代化水平。

(2) 加强科技创新, 提升物流运作效率。随着科学技术的不断发展, 物流也在逐渐向“智能化”发展, 产业结构转型升级加快, 但从南京都市圈主要城市物流基础数据来看, 部分城市物流智能化水平发展不足, 城市间物流发展水平及科学技术发展水平差距较大, 为推动物流产业协调发展, 满足未来物流发展需求, 需加强物流产业的科技创新, 城市间形成科学联动, 共享物流创新技术, 同时政府间要加强智能物流基础设施建设, 提升物流运作效率。

(3) 注重人才培养, 保持物流发展活力。加强对物流专业人才的培养力度是提升物流发展能力的有效手段, 政府作为教育的主导部门, 应拓宽人才培养渠道, 加大人才培养数量, 依托专项研究, 打造物流专业人才, 同时应加大人才培养及就业支持力度, 做到能培养能留住。学校作为人才培养的主要部门, 应完善物流专业课程体系, 健全物流人才培养方式方法, 积极与企业合作, 实现“校企联合”培养模式, 加大对物流专业人才的实践能力培养(下转第 53 页)