

基于改进 MGM(1,2)的我国快递业务量和收入预测

杨志红

(武汉理工大学 管理学院, 湖北 武汉 430070)

摘 要:文章介绍了灰色 MGM(1,N)模型基本理论,并对传统的灰色 MGM(1,N)模型初值进行了改进。运用改进后 MGM(1,2)模型对我国快递业务量和业务收入进行了预测。结果显示:比传统模型的平均预测误差分别减小了 29.486 6% 和 25.040 5%。最近 4 年的预测误差更小,平均预测误差仅为 0.411 23% 和 1.228 02%。由新模型预测得到 2020 年我国快递业务量和业务收入分别为 768.212 6 亿件和 9 085.650 6 亿元。

关键词:快递;业务量;业务收入;预测;MGM(1,N)

中图分类号:F252.14

文献标志码:A

文章编号:1671-9891(2020)4-0001-05

0 引言

快递业是现代物流业的重要组成部分。快递是指物流企业将用户委托的物品,快捷而安全地从发件人送达收件人的运输方式,具有速度快、适用领域广、专业化、便捷化、国际化等等优点。快递业是服务于现代生产和消费的新兴物流业态,对优化资源配置、提高消费水平、增加就业等具有不可替代的重要作用。但目前我国快递业在工作效率和服务质量上还有不少欠缺,如自动化、现代化、信息化水平低,作业大部分由人工完成,劳动强度高,工作效率低。科学预测我国快递业务量和业务收入,对制定快递物流业发展战略,统筹规划、合理布局产业结构,优化资源配置,推动我国快递业转型升级,加快速递业技术创新,提升快递业服务质量,增强快递业的竞争力,更好满足经济社会发展对快递物流业的需要等具有积极的意义。

灰色 MGM(1,N)模型是灰色 GM(1,1)模型的发展,它可对多个相互联系的变量同时进行预测,刻画它们之间的联系,擅长对贫信息、小样本数据的变化规律进行挖掘,实现对多变量的精度的预报,弥补了 GM(1,1)模型只能对单一变量进行预测和不能表达关联变量之间的关系的不足,广泛应用于经济、管理、工程等领域^[1-8]。虽然影响快递业务量和业务收入的因素较多,如经济形势、居民收入、物价、消费者信心、社会保障体系等等,但这些因素在没有大的波动情况下,快递业务量与业务收入有着自己的运行规律。近些年,我国经济社会稳定,快递业务量与业务收入高速增长,这为我们通过挖掘历史数据的规律,对快递业务量与业务收入未来的发展趋势进行预测提供了可能。由于快递业务量与业务收入之间存在紧密的联系,本研究运用 MGM(1,2)模型预测我国快递业务量和快递业务收入。

1 灰色 MGM(1,N) 模型

1.1 MGM(1,N)模型简介

GM(1,1)模型仅能用于单一时间序列的建模和预测,而在工程和经济领域,有许多变量之间往往是相互作用、相互影响的,如果运用 GM(1,1)模型对这些变量单独建模预测,就无法刻画这些变量之间的内在联系。MGM(1,N)模型从系统的角度出发,对相互联系的各个变量进行统一描述,能够真实反映系统中各变量之间相互作用关系。

设有 n 个时间序列 $x_i^{(0)}(k) (i=1,2,\cdots,n, k=1,2,\cdots,m)$, 每个时间序列中有 m 个数据, $x_i^{(0)}(k)$ 的一次累加生成序列为 $x_i^{(1)}(k) (i=1,2,\cdots,n, k=1,2,\cdots,m)$,

收稿日期:2020-06-26

作者简介:杨志红(1973—),女,四川成都人,武汉理工大学管理学院教授,硕士生导师,硕士。

其中, $x_i^{(1)}(k) = \sum_{j=1}^k x_i^{(0)}(j)$

$x_i^{(1)}(k)$ 紧邻均值生成序列为 $z_i^{(1)}(k) (i=2,3,\cdots,n, k=1,2,\cdots,m)$ 。

其中, $z_i^{(1)}(k) = (x_i^{(1)}(k-1) + x_i^{(1)}(k))/2$

$z_i^{(1)}(k)$ 称为模型的背景值。

则 MGM(1,N) 模型为 n 元一阶常微分方程组:

$$\begin{cases} \frac{dx_1^{(1)}}{dt} = a_{11}x_1^{(1)} + a_{21}x_2^{(1)} + \cdots + a_{n1}x_n^{(1)} + b_1 \\ \frac{dx_2^{(1)}}{dt} = a_{21}x_1^{(1)} + a_{22}x_2^{(1)} + \cdots + a_{2n}x_n^{(1)} + b_2 \\ \vdots \\ \frac{dx_n^{(1)}}{dt} = a_{n1}x_1^{(1)} + a_{n2}x_2^{(1)} + \cdots + a_{nn}x_n^{(1)} + b_n \end{cases} \quad (1)$$

记 $x^{(0)}(k) = (x_1^{(0)}(k), x_2^{(0)}(k), \cdots, x_n^{(0)}(k))^T$, $x^{(1)}(k) = (x_1^{(1)}(k), x_2^{(1)}(k), \cdots, x_n^{(1)}(k))^T$,

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \vdots & a_{nn} \end{bmatrix}, B = (b_1, b_2, \cdots, b_n)^T,$$

则式(1)可表示为:

$$\frac{dX^{(1)}}{dt} = AX^{(1)} + B \quad (2)$$

记 $a_i = (a_{i1}, a_{i2}, \cdots, a_{in}, b_i)^T, (i=1,2,\cdots,n)$, 可求得 a_i 的估计值 $\hat{a}_i = (\hat{a}_{i1}, \hat{a}_{i2}, \cdots, \hat{a}_{in}, \hat{b}_i)^T$ 为:

$$\hat{a}_i = (L^T L)^{-1} L^T Y \quad (3)$$

$$\text{其中, } L = \begin{bmatrix} z_1^{(1)}(2) & z_2^{(1)}(2) & \cdots & z_n^{(1)}(2) & 1 \\ z_1^{(1)}(3) & z_2^{(1)}(3) & \cdots & z_n^{(1)}(3) & 1 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ z_1^{(1)}(m) & z_2^{(1)}(m) & \cdots & z_n^{(1)}(m) & 1 \end{bmatrix} \quad Y = \begin{bmatrix} x_i^{(0)}(2) \\ x_i^{(0)}(3) \\ \vdots \\ x_i^{(0)}(n) \end{bmatrix}$$

由此得到模型的时间响应式为:

$$\hat{X}^{(1)}(k) = e^{\hat{A}(k-1)}(X^{(1)}(1) + \hat{A}^{-1}\hat{B}) - \hat{A}^{-1}\hat{B} \quad (4)$$

对式(4)作一次累减还原, 得到这 n 个变量序列的预测值为:

$$\hat{X}^{(0)}(k) = \hat{X}^{(1)}(k+1) - \hat{X}^{(1)}(k), (k=1,2,\cdots,m) \quad (5)$$

1.2 MGM(1,N)模型改进

传统的 MGM(1,N) 模型的初始值设定为 $X^{(0)}(1)$, 即是拟合曲线要经过 $(x_1^{(0)}(1), x_2^{(0)}(1), \cdots, x_n^{(0)}(1))$, 但通常最优拟合曲线不一定经过这一点。为了提高模型的拟合精度, 需要对初值进行优化, 以获得最优的拟合曲线。本研究对 MGM(1,N) 模型的初值进行以下改进:

$$X^{(1)}(1) = \beta X^{(1)}(1) \quad (6)$$

即对原初值进行一定比例的放大或缩小, $\beta \in [0, 1.5]$ 为初值调节系数, 根据拟合状况进行选定。

由于起始点不为首期值,因此,避免了预测方程需要通过时间序列的第一个点而导致的拟合偏差,而是起始点根据实际预测误差来灵活调整,这样,就使预测误差大为降低,从而有效提高预测方程的拟合精度。

则模型的最终预测值为:

$$\begin{cases} \hat{X}^{(0)}(1) = X^{(0)}(1) & k = 1 \\ \hat{X}^{(0)}(k) = \hat{X}^{(1)}(k+1) - \hat{X}^{(1)}(k) & k = 2, 3, \dots, n \end{cases} \quad (7)$$

2 快递业务量和业务收入的预测

我国快递业发展很快,不论是业务量还是业务收入连续多年位居世界第一。图1为我国快递业务量和业务收入统计数据(数据来源于国家邮政局),10年间,我国快递业务量增长了2 592.307 7%,年均增长288.034 2%;快递业务收入增长了1 204.821 0%,年均增长140.053 6%。由于快递业务量和业务收入存在正向的关系,因此,适合于采用能刻画多个变量之间相互作用的灰色 MGM(1,N)模型预测2项指标的变化趋势。

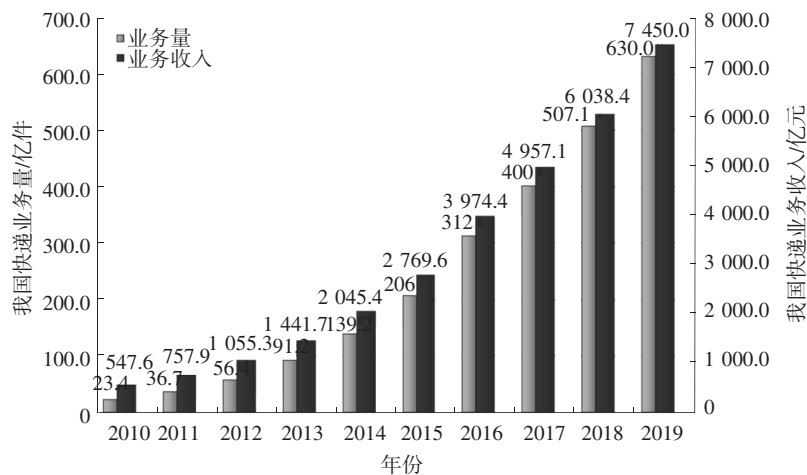


图1 我国快递业务量和业务收入统计数据

我们建立灰色 MGM(1,2)预测模型。设我国快递业务量和快递业务收入分别为时间序列 $x_1^{(0)}(k)$ 、 $x_2^{(0)}(k)$,

即

$$x_1^{(0)}(k) = [23.4, 36.7, 56.9, 91.9, 139.6, 206.7, 312.8, 400.6, 507.1, 630];$$

$$x_2^{(0)}(k) = [547.6, 757.9, 1 055.3, 1 441.7, 2 045.4, 2 769.6, 3 974.4, 4 957.1, 6 038.4, 7 450]。$$

以 $x_1^{(0)}(k)$ 、 $x_2^{(0)}(k)$ 为样本,利用 matlab2012 软件工具,按式(3)计算得到辨识参数 a 的估计值为:

$$\hat{a} = \begin{bmatrix} -0.571\ 73 & -7.637\ 50 \\ 0.067\ 61 & 0.852\ 75 \\ -14.684 & 167.530 \end{bmatrix}$$

$$\text{则有: } \hat{A} = \begin{bmatrix} -0.571\ 73 & -7.367\ 50 \\ 0.006\ 761 & 0.852\ 75 \end{bmatrix}, \hat{B} = \begin{bmatrix} 1.023\ 91 \\ 0.757\ 37 \end{bmatrix}$$

由此得到二元一次常微分线性方程组为:

$$\begin{cases} \frac{dx_1^{(1)}}{dt} = -0.571\ 73x_1^{(1)} - 0.736\ 750x_2^{(1)} + 1.023\ 91 \\ \frac{dx_2^{(1)}}{dt} = 0.006\ 761x_1^{(1)} + 0.852\ 75x_2^{(1)} + 0.757\ 37 \end{cases}$$

将 \hat{A} 、 \hat{B} 代入式(4)~(5),求出 $x_1^{(0)}(k)$ 、 $x_2^{(0)}(k)$ 的预测值,结果如表1所示。从表1可知,传统的 MGM(1,2) 预测效果并不理想,快递业务量的平均预测误差达36.481%,快递业务收入的平均预测误差为29.512%。这

主要是由于传统 MGM(1,N)模型的初值选取不当造成的。

表 1 我国快递业务量和业务收入预测结果

年份	实际值		传统 MGM(1,2)模型预测				改进 MGM(1,2)模型预测			
	业务量/ 亿件	业务收入/ 亿元	业务量/ 亿件	误差/%	业务收入/ 亿元	误差/%	业务量/ 亿件	误差/%	业务收入/ 亿元	误差/%
2010	23.4	547.6	23.016 14	-1.640 45	629.224	14.905 77	23.400 00	0.000 00	547.600 0	0.000 00
2011	36.7	757.9	56.378 88	53.620 91	1 033.549	36.370 05	29.315 76	-20.120 50	714.840 3	-5.681 45
2012	56.9	1 055.3	98.528 02	73.159 96	1 533.305	45.295 63	64.913 67	14.083 80	1 144.799	8.480 92
2013	91.9	1 441.7	150.680 0	63.960 80	2 140.870	48.496 20	109.500 7	19.152 00	1 672.665	16.020 30
2014	139.6	2 045.4	214.051 2	53.331 78	2 868.620	40.247 4	164.206 7	17.626 59	2 310.062	12.939 4
2015	206.7	2 769.6	289.858 00	40.231 25	3 728.934	34.637 99	230.161 7	11.350 58	3 068.618	10.796 42
2016	312.8	3 974.4	379.316 90	21.264 98	4 734.187	19.117 02	308.495 4	-1.376 16	3 959.956	-0.363 43
2017	400.6	4 957.1	483.644 20	20.729 95	5 896.757	18.955 77	400.337 8	-0.065 45	4 995.703	0.778 74
2018	507.1	6 038.4	604.056 40	19.119 77	7 229.020	19.717 48	506.818 8	-0.055 45	6 187.484	2.468 94
2019	630.0	7 450.0	741.769 80	17.741 24	8 743.355	17.360 46	629.068 3	-0.147 89	7 546.925	1.301 02
2020	—	—	898.010	—	10 452.136	—	768.212 6	—	9 085.650 6	—
平均误差	—	—	36.481%	—	29.512%	—	8.397 8%	—	—	5.883 1%

采用上述改进的方法对这两项指标进行预测,取 $\beta = 0.2$,结果如表 1 所示。从表 1 可见,两项指标的预测误差均有所减小,快递业务量的平均预测误差 8.397 8%,快递业务收入的平均预测误差仅为 5.883 1%。快递业务量和快递业务收入平均预测误差分别减小了 77.002 3%和 80.065 4%。虽然平均预测误差初看起来也不小,但主要为前期贡献,后期预测误差很小,最近 4 年的平均预测误差仅为 0.411 23%和 1.228 02%。而对于预测模型而言,前期数据主要是建模需要,后期预测精度才是体现模型优劣的关键。再看两个模型对 2020 年两项指标的预测值,传统 MGM(1,N)模型预测值分别为 898.010 亿件和 10 452.136 亿元,根据近几年的增幅,预测值显然过大,可信度不高,而改进 MGM(1,N)模型的预测值为 768.212 6 亿件和 9 085.650 6 亿元,要小得多,比较符合实际,可信度较高。从两方面来看,改进模型的优势还是很显著的。两个指标的预测曲线如图 2、图 3 所示。从图可见,改进模型的预测曲线几乎与实际曲线重合。

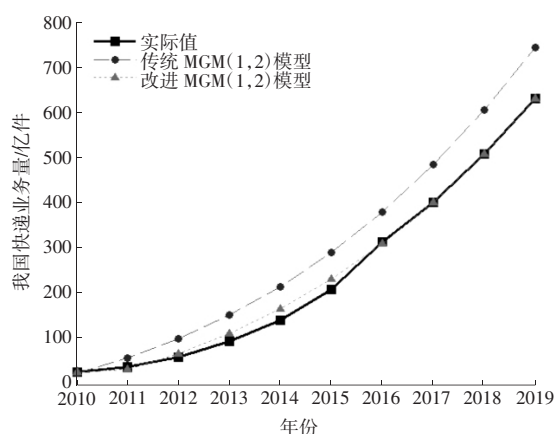


图 2 快递业务量预测曲线及对比

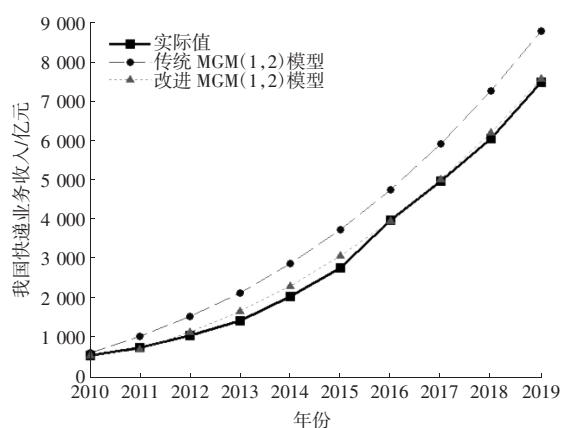


图 3 快递业务收入预测曲线及对比

3 结束语

快递业是现代物流业的支柱,在现代社会、经济、生活中具有重要的地位和作用。目前,我国经济已经进入新常态,消费将成为我国经济发展的主要动能。随着经济发展方式的转变,快递业在未来将成为我国经济增长的新引擎,实现我国经济高质量发展的助推器,完成全面小康社会建设的加速器。在新的历史时期,我国快递业要抓住机遇,乘势而上,不断创新发展模式,促进产业转型升级,以适应经济社会的发展,满足人民

群众追求美好生活的需要。在服务方式方面,要向精细型服务方向发展,通过精细化的管理,促进服务水平和业务能力的提高。在接单、取件、上门收寄,以及快递员的着装、礼仪、服务态度等各个细微环节做到规范化、标准化、程序化,进一步提高服务质量,提高客户满意度,努力吸引更多的客户资源。快递企业要积极拓展业务空间,深挖市场潜力。当前,在城市快件市场日趋饱和的情况下,要大力开拓农村或偏远地区的市场,借助国家实施电商扶贫政策的东风,推动“快递下乡”“快递进村”,助力精准扶贫。在发展策略上,要加大产业的科技投入,促进传统快递方式向信息化、自动化、智能化方式转变,以加快货物递送水平,提高管理运作效率,减低运营成本,提高经济效益。在激烈的市场竞争中,要形成自己的核心竞争力,如延伸业务范围,扩大服务对象,提供个性化、定制化服务等。对于跨国大客户,可利用自身优势资源,为其量身定做有效的供应链解决方案,提供金融服务等各种快递物流的增值服务,以鲜明的特色取胜,逐步吸收优势资源,不断做大做强自己。快递企业要拓展融资渠道,进一步发展壮大,通过上市、战略联盟、出售部分股权或银行贷款等方式来拓展融资,增加资本,扩大企业规模,发挥规模效益。由于快递业务量与业务收入两个变量相互作用、相互影响,存在紧密的关系,传统的 GM(1,1)模型预测无法表达这种关系。多变量 MGM(1,N)模型能对相互联系的多个变量进行统一描述,在预测过程中充分反映了这些变量之间的作用关系,适合于对互相联系的多个变量进行整体预测。本研究运用改进的 MGM(1,2)模型对我国快递业务量和快递业务收入进行了预测,与传统的 MGM(1,2)模型相比,该模型对快递业务量和快递业务收入预测误差分别比传统 MGM(1,2)减少了 29.486 6%和 25.040 5%。最近 4 年的预测误差更小,平均预测误差仅为 0.411 23%和 1.228 02%,由模型预测可知,2020 年我国快递业务量和业务收入为 768.212 6 亿件和 9 085.650 6 亿元。

参考文献:

- [1]张红敏,沙秀艳,王玉凤,等.改进的初值和背景值优化的 MGM(1,m)模型及应用[J].统计与决策,2020(1):15-19.
- [2]戚豹,陶祥令.基于 MGM(1,N)模型的浅埋暗挖下穿道路隧道实测规律分析[J].施工技术,2017(22):108-121.
- [3]舒服华.基于 MGM(1,N)的铝合金消失模铸造力学性能预测[J].特种铸造及有色合金,2016(11):1169-1172.
- [4]陈彩萍,柳福祥,许泽东.优化 MGM(1,n)模型及其应用研究[J].数学的实践与认识,2016(8):199-205.
- [5]夏卫国,米传民,刘思峰,等.基于初值改进的多变量 MGM(1,m)模型研究[J].中国管理科学,2013(11):81-85.
- [6]庞先明,庞井龙,晏卫国,等.MGM(1,n)模型在黔中枢纽大坝沉降分析的应用[J].水利信息化,2016(4):15-19.
- [7]王跃锦,薛松,曾鸣.基于 MGM(1,m)模型的供电企业安全投资预测[J].电力建设,2015(2):137-140.
- [8]熊萍萍,党耀国,王正新.MGM(1,m)模型背景值的优化[J].控制与决策,2011(6):806-810.

(责任编辑:范可旭)

Prediction of Chinese Express Delivery Service Volume and Revenue Based on Improved MGM (1, 2)

YANG Zhi-hong

(School of Management, Wuhan University of Technology, Wuhan 430070, China)

Abstract: The article introduces the basic theory of grey MGM (1, N) mode, and the initial value of traditional grey MGM(1, N) model is improved. The improved MGM(1, 2) model is used to predict the volume and revenue of express delivery services in China. The results show that the average prediction error of the traditional model is reduced by 29.486 6% and 25.040 5%, respectively. The prediction errors in the last 4 years have been smaller, with an average prediction error of only 0.411 23% and 1.228 02%. The new model predicts that Chinese express delivery service volume and business revenue in 2020 will be 76.821 26 billion pieces and 908.565 06 billion Yuan respectively.

Key words: express delivery; service volume; business revenue; prediction; MGM (1, N)