

# 我国快递业务收入的时间序列分析

## ——基于ARIMA模型

韩薇薇

上海工程技术大学管理学院, 上海

收稿日期: 2024年1月11日; 录用日期: 2024年1月24日; 发布日期: 2024年2月29日

### 摘要

本研究选取2008年1月~2023年11月全国快递业务收入的月度数据为样本, 采用时间序列检验方法对其进行了相关分析, 然后根据数据特征建立了ARIMA乘法模型来拟合此时间序列。接着, 我们用拟合模型来预测2022年3月和4月的全国快递业务收入, 通过分析2022年3月和2022年4月全国快递业务收入预测值和真实值的差值, 得出突发事件对我国快递行业有着短期负向冲击作用的结论。其次, 我们用2008年~2019年的数据对2020年的全国快递业务收入做了预测并且分析预测值和实际值之间的差距以判断2020年初突发事件对全国快递业务收入的影响。最后, 我们用2008年~2022年的数据对2023年的数据做出预测, 对比实际值和预测值的差距我们发现: 快递收入很快恢复至突发事件发生之前水平并有所增长。这对于电商快递行业在遭遇不可抗力因素导致的业务影响时, 如何在抵抗短期负面影响的同时也兼顾到未来长期发展具有一定的借鉴意义。

### 关键词

快递业务收入, 时间序列分析, ARIMA模型

# Time Series Analysis of China's Express Business Revenue

## —Based on ARIMA Model

Weiwei Han

School of Management, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai

Received: Jan. 11<sup>th</sup>, 2024; accepted: Jan. 24<sup>th</sup>, 2024; published: Feb. 29<sup>th</sup>, 2024

### Abstract

In this study, we selected the monthly data of national express delivery business revenue from

January 2008 to November 2023 as a sample, used the time series test method to analyse its correlation, and then built an ARIMA multiplication model based on the data characteristics to fit this time series. Then, we use the fitted model to predict the national express business revenue in March and April 2022, by analysing the difference between the predicted value and the real value of the national express business revenue in March 2022 and April 2022, we conclude that emergencies have a short-term negative impact on China's express industry. Secondly, we use the data from 2008~2019 to forecast the national express business revenue in 2020 and analyse the difference between the forecast value and the actual value to judge the impact of the unexpected events on the national express business revenue in early 2020. Finally, we use the data from 2008~2022 to make a forecast for 2023, and compare the difference between the actual value and the forecast value, we find that the express delivery revenue quickly returns to the previous level and grows. This is of some significance to the e-commerce express industry in the event of force majeure factors caused by the business impact, how to resist the short-term negative impact while also taking into account the future long-term development.

## Keywords

Express Business Revenue, Time Series Analysis, ARIMA Model

Copyright © 2024 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

2020年初开始,由于受到突发公共卫生事件的影响,全国乃至全球的经济皆受到严重冲击,同时由于交通管制、封闭管理,物流行业如快递业务受到了很大的冲击,针对此类突发事件,快递业务的收入变化值得关注。

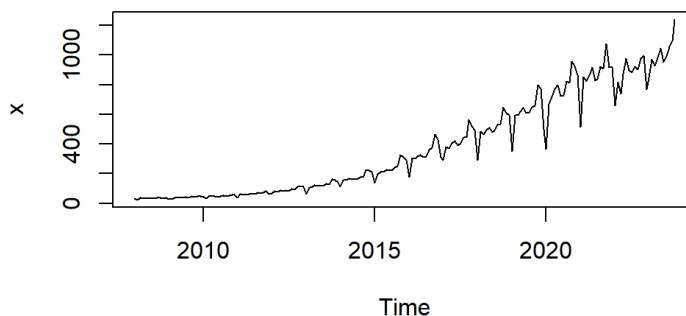
由于2022年3月开始,病毒卷土重来,尤其是上海因受到影响而导致正常的生产生活无法继续,而上海作为全国甚至全球的经济贸易中心,此次事件对于全国的快递业务收入应该有较大影响。国家邮政局数据显示,2022年3月,全国快递服务企业业务量完成85.4亿件,同比下降3.1%,同比上年同期增速(47.4%)由正转负,环比2022年1~2月增速(19.6%)由正转负;业务收入完成818.5亿元,同比下降4.2%,同比上年同期增速(27.7%)由正转负,环比2022年1~2月增速(13.8%)由正转负。所以,我们通过历史数据来用拟合模型预测2022年3月和4月的全国快递业务收入。通过分析2022年3月和2022年4月全国快递业务收入预测值和真实值的差值,关注突发事件对我国快递行业是否如猜测那样具有冲击作用,接着,我们用2008年~2022年的数据对2023年的数据做出预测,观测在事件之后我国快递业务收入会呈现怎样的发展趋势。

ARIMA模型(自回归积分滑动平均模型),其基本模型包括自回归过程(AR),滑动平均过程(MA),自回归积分移动平均过程(ARMA),所谓ARIMA模型,就是将原本非平稳的时间序列通过差分等一系列方法,转化为平稳的时间序列[1]。ARIMA模型认为依照时间顺序进行排列的所有观测值之间都具有自相关性[2]。这种自相关性延续了变量的发展趋势,若将这种自相关性用定量的方法描述,就可以依据时间序列的过去值来预测其将来值。

## 2. 数据选取

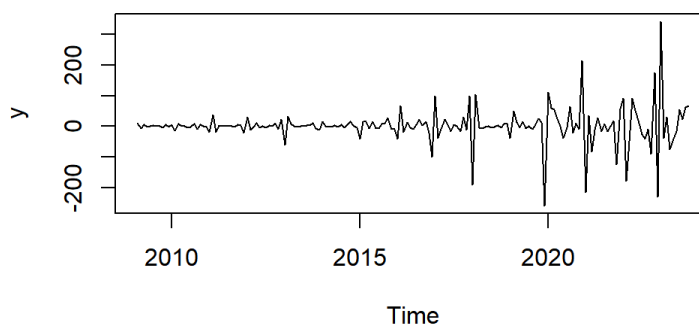
本文选取了2008年1月~2023年11月全国快递业务收入的月度数据(单位:亿元),具体数据来源于

国泰安数据。快递业务收入每月数据的时序图如图 1 所示，以月份(Time)为 x 轴，每月对应的快递业务收入为 y 轴，单位为亿美元。



**Figure 1.** Monthly data time series of national express business revenue  
**图 1.** 全国快递业务收入的月度数据时序图

从时序图中可以看出 2008 年~2023 年我国快递业务收入呈现出稳步增长的趋势,且有一定的周期性。所以我们认为,该数据有长期递增趋势,又存在季节效应趋势。由于该时间序列非平稳,我们对数据进行了 1 阶 12 步差分以提取线性增长趋势和时间的的影响,差分后的时序图如图 2 所示。



**Figure 2.** Monthly data time-series of the sequence plot of the sequence of total national express business revenues after 1st order 12-step  
**图 2.** 全国快递业务收入总额序列 1 阶 12 步差分后序列图的月度数据时序图

可以看到差分后的序列在一定范围内上下波动,趋势性消除,但是可能很明显地看到 2020 年 1 月和 2021 年之后快递业务收入的波动程度较大,猜测是由于受到 2020 年初和持续反复的公共卫生事件的影响。总的来说,在 1 阶 12 步差分之后,该时间序列数据可看作类似平稳。接下来,我们就可以对差分后的序列进行检验分析,选择合适的模型拟合该数据。

### 3. 建模过程及结果分析

#### 3.1. 平稳性检验和白噪声检验

本研究对选取的全国快递业务收入序列进行 ADF 平稳性检验(检验结果如表 1 所示)。可以看出,如果序列的结构考虑无漂移项自回归结构、有漂移项自回归结构和带趋势的回归结构的话,ADF 统计量的 p 值均小于显著性水平( $\alpha = 0.05$ ),因此可以判断该序列为平稳序列。

同时,对模型进行纯随机性检验,检验结果如表 2 所示,6 阶 p 值为  $6.09E - 06$ ,12 阶 p 值为  $6.09E - 06$ ,p 值均远远小于 0.05,则该序列为非白噪声序列。通过上述检验可知,差分之后的全国快递业务收入为平稳非白噪声序列。

**Table 1.** ADF test  
**表 1.** ADF 检验

检验类型	Lag = 1	Lag = 2	Lag = 3	检验结果
No drift no trend	0.01	0.01	0.01	平稳
With drift no trend	0.01	0.01	0.01	平稳
With drift and trend	0.01	0.01	0.01	平稳

**Table 2.** Results of the pure randomness test  
**表 2.** 纯随机性检验结果

	p-Value
df = 6	6.09E - 06
df = 12	9.54E - 08

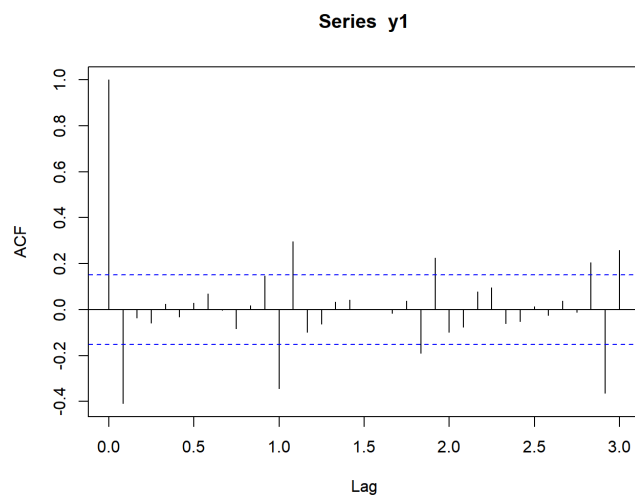
## 3.2. 模型估计与选择

### 3.2.1. 模型估计

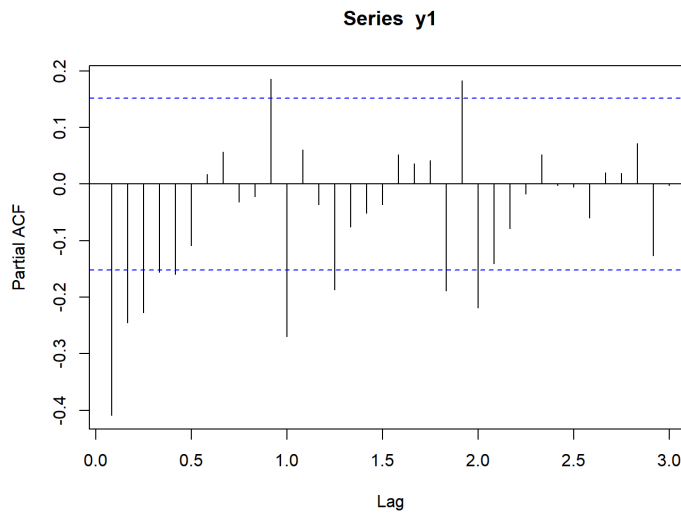
根据 1 阶 12 步差分后的序列绘制自相关图和偏自相关图，如下图 3 和图 4 所示。考察差分后序列的自相关图和偏自相关图的性质，自相关图显示延迟 12 阶之后的自相关系数仍然大于两倍标准差，说明差分后的序列蕴含非常显著的季节效应，延迟 1 阶的自相关系数也大于 2 倍标准差，说明差分后的序列还具有短期相关性。观察偏自相关图也可得到一致结论。因为该序列的短期相关性与季节效应有复杂的关联性，不能简单提取，故尝试拟合 ARIMA 乘法模型。

首先考虑 1 阶 12 步差分后，序列 12 阶以内的自相关图和偏自相关图的特征，以确定短期相关模型。12 阶以内的自相关系数 1 阶截尾，偏自相关系数拖尾，尝试使用 ARMA(0,1)模型提取短期自相关信息。

再考虑季节自相关特征，自相关图显示，延迟 12 阶、36 阶自相关系数均显著非零，以周期为长度的单位自相关系数呈现拖尾特征。偏自相关图显示，延迟 36 阶的偏自相关系数落入两倍标准差内，可认为自相关系数 2 周期截尾。为了寻找最优的拟合模型，用以 12 步为周期长度的 ARMA(2,0)<sub>12</sub> 模型、或者 ARMA(1,0)<sub>12</sub> 提取差分后序列的季节自相关信息，进行试验。综上，可供选择的模型组合有 ARIMA(0,1,1)(2,1,0)<sub>12</sub> 或者 ARIMA(0,1,1)(1,1,0)<sub>12</sub>。



**Figure 3.** Sequence autocorrelation diagram  
**图 3.** 序列自相关图



**Figure 4.** Sequence biased autocorrelation plot  
**图 4.** 序列偏自相关图

### 3.2.2. 模型优化

由于以上我们无法确定用 ARMA(1,0)还是 ARMA(2,0)来提取季节相关性，所以我们根据极大似然定阶方法中的 AIC 信息准则以及 BIC 信息准则来确定阶数，1 两种模型对应的 AIC 值和 BIC 值如下表 3 所示，通过对比不同的 p、q 值下的 AIC 值，选择使 AIC 最小时的 p、q 值。经过比较，当  $p = 2$  且  $q = 1$  时，AIC 值较小。综上选择 ARIMA(0,1,1) (2,1,0)<sub>12</sub> 乘法模型拟合此序列[3]。

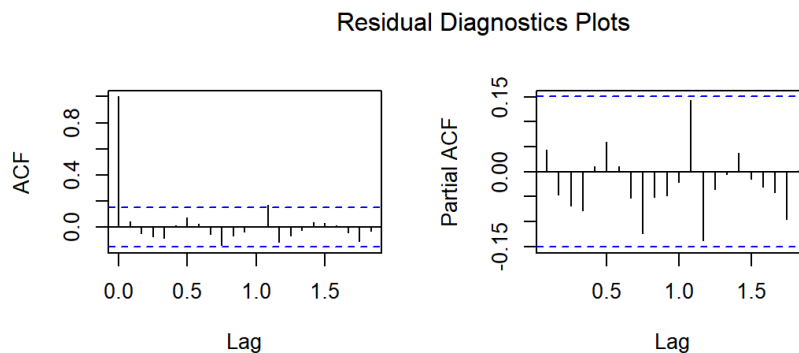
**Table 3.** Comparison table of model results

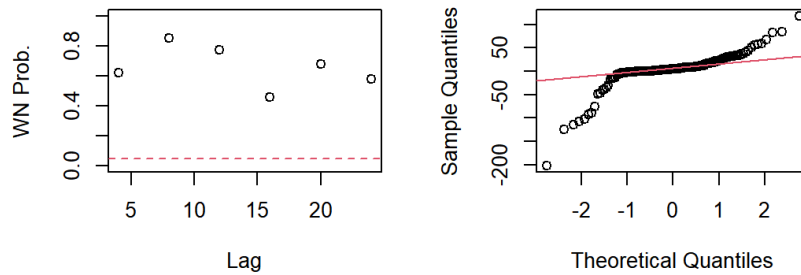
**表 3.** 模型结果对比表

	AIC	BIC
ARIMA(0,1,1) (1,1,0) <sub>12</sub>	1578.772	1590.997
ARIMA(0,1,1) (2,1,0) <sub>12</sub>	1583.368	1592.536

### 3.3. 模型检验

采用 Q 统计量对上面建立的 ARIMA 模型的有效性进行检验。从图 5 中可以看到，残差相关图显示自相关函数基本在 95% 的置信区域内，且 P 值显著大于 0.05，表明残差是纯随机性的，残差序列为白噪声，表示 ARIMA(0,1,1) (2,1,0)<sub>12</sub> 模型构建有效。



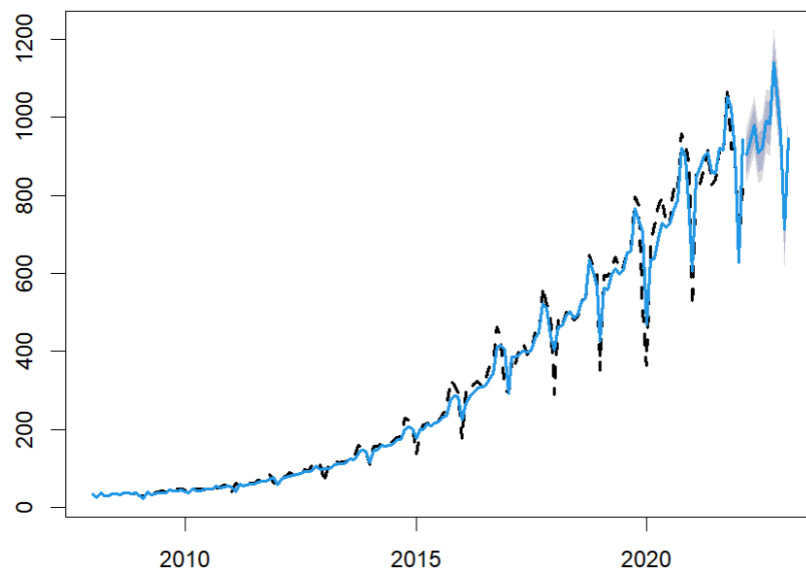


**Figure 5.** Significance test of the fitted model of national express business revenue series  
**图 5.** 全国快递业务收入序列拟合模型显著性检验图

### 3.4. 模型预测分析及比较

用 RStudio 软件生成模型的拟合图(如图 6 所示), 虚线为时间序列的观察值, 实线为拟合值, 我们可以看出该模型的拟合值与历史数据较为贴合, 整体来说拟合效果较好。

**Forecasts from ARIMA(0,1,1)(2,1,0)[12]**



**Figure 6.** Predictive effectiveness of the fitted model  
**图 6.** 拟合模型的预测效果图

其次, 用拟合的有效模型  $ARIMA(0,1,1)(2,1,0)_{12}$  对 2022 年 3 月之后的月度数据进行预测, 预测的数据如表 4 所示。

**Table 4.** Data predicted with the fitted model  
**表 4.** 用拟合模型预测的数据

	Point Forecast	Lo 80	Hi 80	Lo 95	Hi 95
Mar-22	902.4128	856.8680	947.9576	832.7581	972.0676
Apr-22	941.0661	893.8741	988.2581	868.8922	1013.2400
May-22	980.9871	932.2035	1029.7707	906.3790	1055.5952
Jun-22	908.7474	858.4225	959.0723	831.7821	985.7127

续表

Jul-22	918.7738	866.9534	970.5942	839.5214	998.0262
Aug-22	990.6726	937.3987	1043.9465	909.1972	1072.1480
Sep-22	983.4988	928.8100	1038.1876	899.8595	1067.1381
Oct-22	1139.0330	1082.9650	1195.1010	1053.2844	1224.7816
Nov-22	1039.9284	982.5143	1097.3425	952.1211	1127.7356
Dec-22	959.0218	900.2925	1017.7511	869.2031	1048.8405
Jan-23	712.4555	652.4398	772.4712	620.6694	804.2416
Feb-23	945.1658	883.8907	1006.4410	851.4536	1038.8781

利用该模型对 2022 年 3 月~2022 年 4 月快递业务收入进行预测, 将利用 ARIMA 模型的预测值作为未受突发事件影响的快递业务收入序列的理论值, 预测值与实际值之差即为受突发公共卫生事件影响而变化的数值[4]。通过分析这些数值, 可以看到从 2022 年 3 月和 2022 年 4 月快递业务收入真实值与预测值的差值是负的(见表 5), 表明从 2022 年 3 月陆续开始快递业务收到了较强的负面冲击, 尤其是在 2022 年 4 月当外部环境发生了巨大变化时, 这种负面冲击显得尤其强烈。

**Table 5.** Comparison of the results of the model predictions with the true values for 2022  
**表 5.** 2022 年的模型预测结果与真实值对比结果表

	预测值	Lo95	Hi95	真实值	差值	相对误差
Mar-2022	902.41	832.76	972.07	818.5	83.91	9.30%
Apr-2022	941.07	868.89	1013.24	740.5	200.57	21.31%

除此之外, 我们用 2008 年~2019 年的数据来估计 2020 年初发生的突发公共卫生事件对全国快递业务收入的影响, 来对比两次相似突发事件的发生对快递行业的影响有什么不同之处。下表 6 是 2020 年全国快递业务收入的真实值和预测值之间的比较以及误差分析。可以看到, 2020 年 2 月快递业务遭受的负面影响较大, 实际值比预测值减少了一倍左右, 已经远远地超过了 95% 的置信区间内。虽然快递业务有了大幅度的下滑, 但是这种影响并不是持续性的, 快递业务很快地恢复了, 在接下来地几个月中快递业务收入地实际值和预测值差别不大, 除了个别几个月之外, 实际值均落在 95% 的置信区间内。

由此, 我们可以推测出, 2022 年初的突发事件对全国快递业务收入地影响也只是短暂的, 待外部情况缓和, 快递业务会很快恢复, 并且由于社会对快递业务的需求不会降低, 可能较之前年度还会有大幅增长的趋势。

**Table 6.** Comparison of the results of the model predictions with the real values for the year 2020  
**表 6.** 2020 年的模型预测结果与真实值对比结果表

	预测值	Lo 95	Hi 95	真实值	差值	相对误差
Jan-20	473.51	431.47	515.55	500.50	26.99	5.70%
Feb-20	730.95	687.77	774.12	364.40	-366.55	-50.15%
Mar-20	725.50	681.22	769.77	669.10	-56.40	-7.77%
Apr-20	750.39	705.04	795.74	720.90	-29.49	-3.93%
May-20	773.86	727.46	820.26	771.90	-1.96	-0.25%

续表

Jun-20	739.99	692.56	787.42	797.00	57.01	7.70%
Jul-20	747.42	698.99	795.86	723.30	-24.12	-3.23%
Aug-20	780.54	731.12	829.96	727.40	-53.14	-6.81%
Sep-20	789.49	739.10	839.87	824.30	34.81	4.41%
Oct-20	925.11	873.78	976.44	811.00	-114.11	-12.33%
Nov-20	900.35	848.09	952.62	959.40	59.05	6.56%
Dec-20	877.30	807.15	947.45	926.20	48.90	5.57%

为了验证以上猜想，本文用 2008 年~2022 年的数据来估计 2023 年后快递业务收入的预测值，再将预测值与真实值对比，从表 7 可以看出，在 2023 年 1 月至 11 月只有三个月全国快递业务收入的真实值低于预测值，其余月份的快递收入的真实值都要比预测值大，根据以上数据可以看出突发消极事件对快递业务的影响是短期的，在此之后由于生活方式和新的需求快递业务收入不降反增。

**Table 7.** Comparison of the results of the model predictions with the real values for the year 2023

**表 7.** 2023 年的模型预测结果与真实值对比结果表

	预测值	Lo 95	Hi 95	真实值	差值	相对误差
Jan-23	638.9774	560.571	717.3838	767.5	128.5226	20%
Feb-23	866.1874	784.1831	948.1916	849.7	-16.4874	-2%
Mar-23	835.946	750.4952	921.3967	972.4	136.454	16%
Apr-23	931.47	842.7065	1020.234	924.9	-6.57	-1%
May-23	1004.3094	912.3524	1096.266	982.3	-22.0094	-2%
Jun-23	926.2806	831.2374	1021.324	1046.2	119.9194	13%
Jul-23	920.8954	822.863	1018.928	952.4	31.5046	3%
Aug-23	984.373	883.44	1085.306	992.8	8.427	1%
Sep-23	966.1333	862.3807	1069.886	1057.4	91.2667	9%
Oct-23	1075.473	968.9754	1181.971	1098.3	22.827	2%
Nov-23	1058.4543	949.2808	1167.628	1241.4	182.9457	17%

#### 4. 结论

本文对我国 2008 年 1 月~2023 年 11 月全国快递业务收入总额的数据进行分析，建立了 ARIMA(0,1,1)(2,1,0)<sub>12</sub> 乘法模型，拟合值的结果显示模型的拟合效果较好，并运用该模型对 2022 年 3 月和 4 月的快递业务收入总额进行预测，通过预测值与实际值的比较，突发公共卫生事件对我国快递行业的短期影响较大。原因是很多线上卖家或者买家由于政策原因，不能发货与收货。特别是有些行业需要上门服务的，比如需要配送安装的家具，没办法完成最后一公里。

同时，我们比较了 2022 年初和 2020 年初突发事件发生之后全国快递业务收入的变化趋势，预估突发事件对快递业务收入是否有长期影响。通过对 2020 年快递业务收入的实际值和预测值做比较可以看出，2020 年突发事件对快递业务的负面影响是短期的，其次通过 2023 年快递业务收入的实际值和预测值做比较可以看出，突发事件对快递业务收入的影响在长期来看，不仅没有降低，反而增加了。因为在



初期, 此类突发事件特有的不确定性与急剧扩散性使得消费者信心遭受冲击, 交通运输严重受阻, 使得消费意愿大幅减弱, 突发事件进入缓解与消退阶段后, 消费者情绪逐渐恢复, 预期指数回落至稳态水平[5], 市场预期随之转好。长期来说突发公共卫生事件是提高了电商的成交比例, 当用户养成了线上购物的习惯时, 有效获取大量新用户之后, 将直接拉动快递行业发展, 自营电商平台各项优势将提前显现。

我们可以看到不确定因素会对线上购物、电商平台和快递行业造成短期影响, 但是长期来看只要采取有效措施就能将挑战转变为机遇。电商和快递行业要加速线上数字化转型, 把电商与物流结合起来, 形成现代化的物流体系, 借助“互联网+”农业和“数字乡村”战略的实施, 加快现代农产品流通体系建设[6]。注重发展本地业务, 如可以为线下商超提供运输, 为社区居民提供民生配送, 为上网课的学生提供课本配送等; 同时把握资本更多向线上消费和线上办公倾斜的投资趋势[7], 把握住机会来促进企业的技术进步和企业组织方式的变革。

### 参考文献

- [1] 李明书, 刘仁云, 胡姝祺, 闫明水. 基于时间序列分析的长春市物流研究及预测[J]. 科技创新与应用, 2020(32): 34-36.
- [2] 王燕. 应用时间序列分析[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2008.
- [3] 白同元, 许萍, 陈韵洁. 我国进出口总额的时间序列分析[J]. 现代商贸工业, 2021, 42(29): 27-29.
- [4] 任敏, 王晨铭, 严鸿雁. 新冠肺炎疫情对我国医药行业股价影响——基于 ARIMA 模型的实证分析[J]. 北方经贸, 2022(2): 93-96.
- [5] 杨子晖, 陈雨恬, 张平森. 重大突发公共事件下的宏观经济冲击、金融风险传导与治理应对[J]. 管理世界, 2020, 36(5): 13-35+7.
- [6] 王可山, 郝裕, 秦如月. 农业高质量发展、交易制度变迁与网购农产品消费促进——兼论新冠肺炎疫情对生鲜电商发展的影响[J]. 经济与管理研究, 2020, 41(4): 21-31.
- [7] 智艳, 罗长远. 新冠肺炎疫情对中国经济的影响及其思考[J]. 学习与探索, 2020(4): 99-105.