

基于多元线性回归的新冠肺炎疫情影响下中美两国工业发展对比分析

何佳俊, 罗志军*, 李香莲

湖南人文科技学院数学与金融学院, 湖南 娄底

Email: *ldljz123@163.com

收稿日期: 2021年7月26日; 录用日期: 2021年8月20日; 发布日期: 2021年8月27日

摘要

本文在新冠疫情的背景下, 基于多元线性回归函数, 分析中国与美国在疫情期间经济发展状况, 使用SPSS对数据进行多元线性回归分析, 对中美两国的工业方面进行比较。利用2018年至2021年期间中美两国的GDP增长率对比分析, 又利用2019年12月至2021年5月期间中美的工业增长率、制造业生产率、矿业生产率的历史数据, 通过多元线性回归的方法进行曲线拟合, 构建中美两国在疫情期间工业发展分析的最佳函数模型。结果显示, 曲线拟合程度较高, 且制造业对于工业发展有很大影响, 并针对两国疫情发展状况, 给出适当合理的工业发展建议。

关键词

新冠肺炎, 疫情中美比较, 工业发展, 线性回归, 拟合分析

Comparative Analysis of Industrial Development in China and the United States under the Impact of COVID-19 Based on Multiple Linear Regression

Jiajun He, Zhijun Luo*, Xianglian Li

School of Mathematics and Finance, Hunan University of Humanities, Science and Technology, Loudi Hunan

Email: *ldljz123@163.com

Received: Jul. 26th, 2021; accepted: Aug. 20th, 2021; published: Aug. 27th, 2021

*通讯作者。

文章引用: 何佳俊, 罗志军, 李香莲. 基于多元线性回归的新冠肺炎疫情影响下中美两国工业发展对比分析[J]. 社会科学前沿, 2021, 10(8): 2290-2299. DOI: 10.12677/ass.2021.108319

Abstract

Based on the background of COVID-19, this paper analyzes the economic development of China and the United States during the epidemic period based on multiple linear regression function, and makes multiple linear regression analysis using SPSS to compare the industrial aspects between China and the United States. Using the comparative analysis of the GDP growth rate between China and the United States during the period from 2018 to 2021, and using the historical data of Sino US industrial growth rate, manufacturing productivity and mining productivity during the period from December 2019 to May 2021, the multiple linear regression method was used to fit the curve of the growth rate of COVID-19 so as to construct the best function model for the analysis of industrial development between China and the United States during the epidemic. The results show that the curve fitting degree is high, and the manufacturing industry has a great impact on industrial development. According to the epidemic situation of the two countries, appropriate and reasonable industrial development measures are given.

Keywords

COVID-19, Comparison between China and the United States, Industrial Development, Linear Regression, Fitting Analysis

Copyright © 2021 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

新型冠状病毒肺炎(Corona Virus Disease 2019, COVID-19),简称“新冠肺炎”,世界卫生组织命名为“2019 冠状病毒病”,是指 2019 新型冠状病毒感染导致的肺炎。2020 年 2 月 11 日,世界卫生组织总干事谭德塞在瑞士日内瓦宣布,将新型冠状病毒感染的肺炎命名为“COVID-19”。截止 2021 年 4 月 14 日,中国新冠肺炎累计确诊人数为 103,165 人,死亡人数为 4855 人。美国新冠肺炎累计确诊人数为 32,070,784 人,死亡人数为 577,179 人。工业发展处于国家的重要地位,在疫情期间,各个国家的工业遭到很大冲击,因此分析一个国家的工业发展前景具有很大的研究意图。

在本次新冠肺炎疫情研究中,对经济发展的分析有许多,如李天明等通过建立 ARIMA 模型对贵州工业发展影响,通过对疫情发生前工业企业营业收入增长率的时间序列数据进行分析,对疫情期间的增长率进行预测[1]。此次疫情中,各种分析法的采用比较常见,如何颖,闻岳春等人通过纵横向分析法、比较静态分析法和路径分析法探究了新冠病毒肺炎疫情发展对我国经济、产业、金融等各领域产生的影响及其具体路径[2]。还有杨波等运用向量自回归方法实证检验新冠肺炎疫情对餐饮业的冲击及疫情期间外卖业务与餐饮整体间的相互影响关系[3]。而且问卷调查等方法也比较常用,张夏恒对 116 家中小微企业进行问卷调查发现,中小微企业受疫情影响严重,但不同类型企业受影响程度存在区别[4]。张永锋综合运用 Granger 检验、问卷调查、企业调研、专家访谈等方式评估了疫情对于港航业的总体影响[5]。此外,国外已有一些学者运用 VAR 模型分析新冠肺炎疫情对经济变量的影响,如 Joseph 在 VAR 框架下讨论了不确定性冲击(如新冠肺炎疫情)对美国航空公司劳动力的影响[6]。

本文则是基于多元线性回归的方法,利用 2019 年 12 月至 2021 年 5 月中美两国在新冠疫情期间的历

史数据，对工业发展进行分析预测，给出相应的建议结论。

2. 疫情期间中美两国经济增长和工业生产的发展现状

2.1. 数据来源

本文所使用的数据均来自 <https://zh.tradingeconomics.com/> 网站查询获得，源自中国国家统计局，美国经济分析局，美国联邦储备委员会。

2.2. 疫情期间中国经济增长与工业生产分析

2020年中国国内生产总值1,009,151.0亿元，比2019年同比增长2.3%全国居民消费价格指数为102.5，比2019年下降0.4%，同时财政收入达到182,895亿元，财政收入增长速度比上年下降3.9%，财政支出方面为245,588亿元，比上年增长2.8%，全年全社会固定资产投资527,270亿元，比2019年有所降低。在医疗卫生方面，医疗卫生机构数达到1,023,000个，相比于前几年，上涨幅度较大。根据图1数据显示，在2020年第二季度，国内生产总值年增长率下降至-6.8%，经济下跌严重，在后续两个季度GDP增长率逐渐回升，且在2021年第一季度，国内生产总值年增长率达到6.5%，基本达到疫情之前水平。在2021年第二季度，国内生产总值年增长率上涨至18.3%。

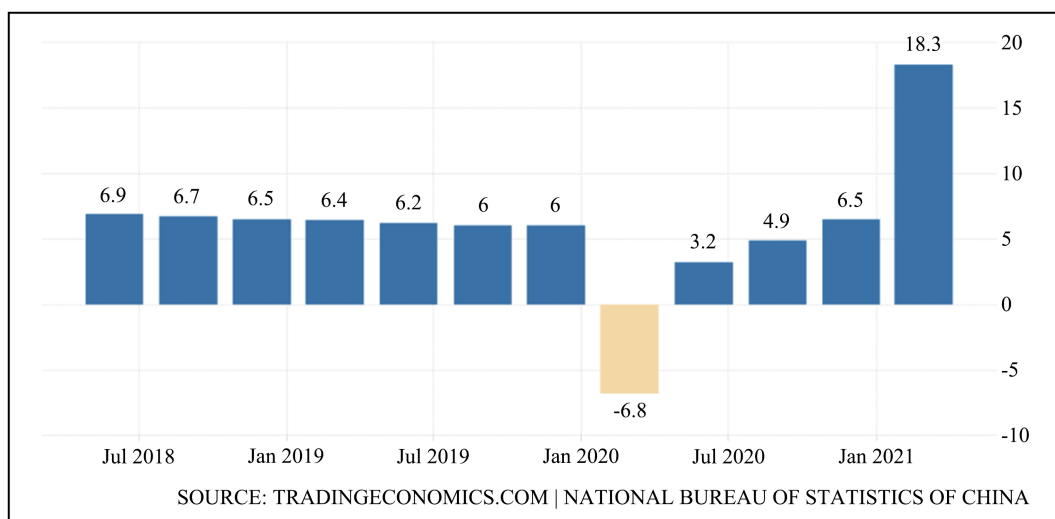


Figure 1. Growth rate of China's GDP from 2018 to 2021

图 1. 2018~2021 中国国内生产总值增长率

对中国国内生产总值较大影响的是第二产业的发展，在2020年，我国第二产业对国内生产总值增长的拉动为1.00，相比于2019年，下降了0.9个百分点，第二产业中，工业占据了极其重要的位置，由下图图2可以得到，在2020年2月，我国工业生产率同比已下降至-13.5%，持续至3月，仍为-1.1%，在4月以后，由于国家的及时管控，工业生产率渐渐回升，截止2021年2月，工业生产率达到35.1%，发展速度较快。直至2021年5月，虽工业生产呈下降趋势，但相比之下，仍为正增长。由此可见，在疫情期间，我国的经济发展受到了较大影响，部分经济组织都出现经济萧条现象，使得财政收入增长速度下降，且医疗卫生机构数上涨很大，在部分程度上影响了财政支出，由于各个产业的下跌，工业发展的也受到很大抨击。2020年是全面奔向小康的一年，但由于疫情的影响，使得前进道路变得艰难，但好在国家的及时管控，将经济损失降低到最小。

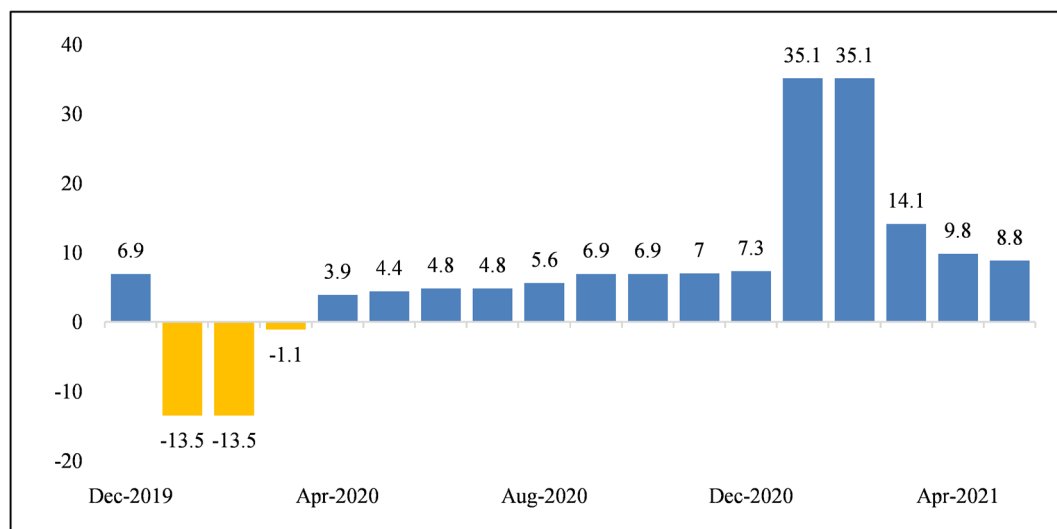


Figure 2. China's industrial productivity from December 2019 to may 2021

图 2. 2019 年 12 月~2021 年 5 月中国工业生产率

2.3. 疫情期间美国经济现状与工业发展分析

由图 3 的数据中可以看出, 2020 年, 美国国内生产总值为 1,366,382.65 亿元, 同比与 2019 年, 国内生产总值增长率下降至-2.3%, 尤其处于疫情期间, 2020 第三季度, 国内生产总值年增长率达到最低-9%, 持续至 2021 年第一季度, 仍为负增长率-2.4%, 于 2021 年第二季度, 美国国内生产总值增长率达到 0.4%, 略有起色。在 2020 年第二季度美国联邦政府支出达到最高 91,070.88 亿美元, 并且在后续的第四季度中为 60,259.39 亿美元, 仍然超过疫情之前水平, 2020 年第二季度的实际私人国内投资毛额下降到 28,497.92 亿美元, 使得美国联邦政府经济发展紧张。并且在图 4 可以看出, 在工业方面, 美国自 2020 年 1 月起, 工业生产率已达到负值为-2.1%, 在 4 月, 工业生产率达到最低-17.7%。在疫情期间持续为负增长, 至 2021 年 3 月工业生产率达到 1.5%, 至同年 4、5 月份, 工业生产率逐渐有上升趋势, 最高达到 17.6%。在制造业生产上, 2020 年 4 月, 美国制造业生产率降至-19.6%, 为 2020 年最低, 并在 2020 年 5 月~2021 年 2 月持续为负增长, 至 2021 年 3 月, 美国制造业生产率呈现正增长为 3.1%。

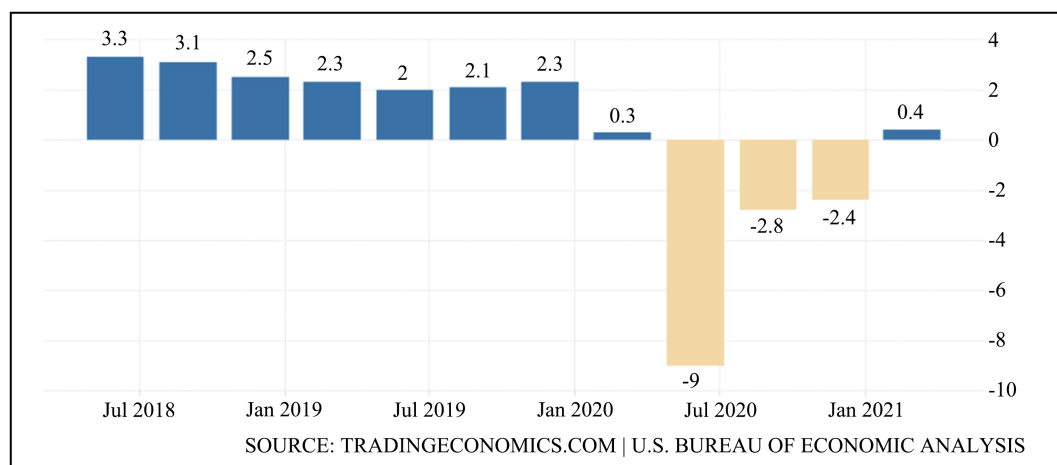


Figure 3. 2018~2021 US GDP growth rate

图 3. 2018~2021 美国国内生产总值增长率

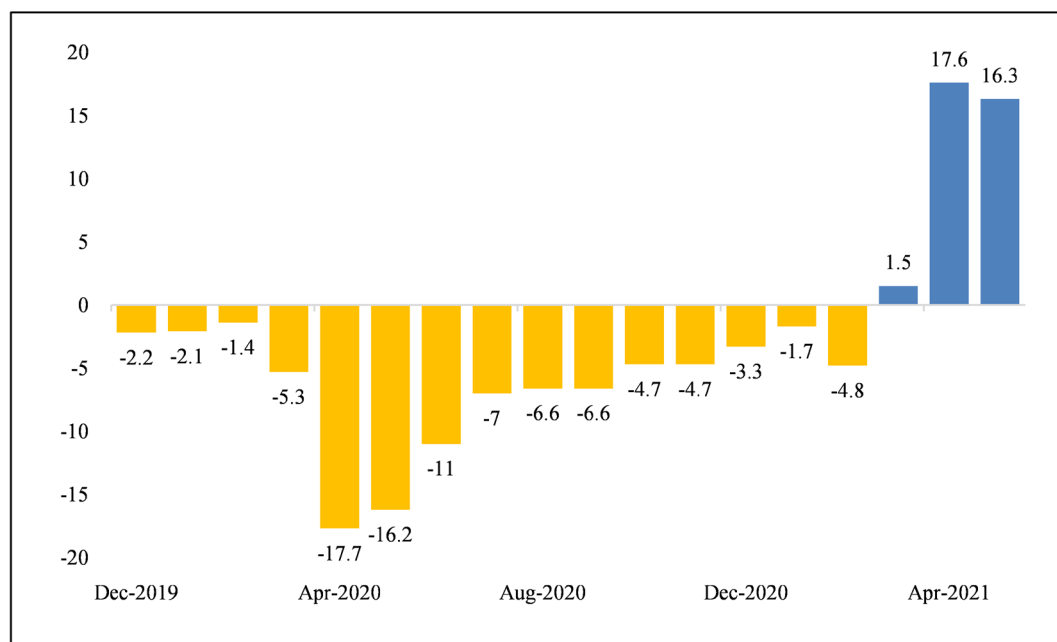


Figure 4. December 2019 may 2021 US industrial productivity
图 4. 2019 年 12 月~2021 年 5 月美国工业生产率

2.4. 中美两国经济现状比较

根据以上分析可以得出，中国在 2020 年 GDP 总值为 1,009,151.0 亿元，美国在 2020 年的 GDP 总值为 1,366,382.65 亿元，相比之下中国 GDP 总值处于下处，但中国较 2019 年仍保持正增长率，较美国而言，由于疫情的暴发，国内生产总值增长率下降至-2.3%。疫情突如其来，中国面对此次疫情，迅速做出反应，加快做好防护措施，财政支出方面为 245,588 亿元，而美国面对疫情却迟迟不做举动，任由发展，以至到目前为止人口感染数累计已达 32,536,470 人，在 2020 年第二季度美国联邦政府支出达到最高 91,070.88 亿美元，差距过于巨大，美国经济在疫情时期发展较差。再从工业角度分析，中国在 2020 年 2 月，工业生产率同比已下降至-13.5%，但在后续发展中，立刻转变为正增长率，一直保持下去，到 2021 年 2 月，工业生产率达到 35.1%，持续至 5 月份，工业生产率仍为正值，可见中国在疫情面前管控措施很好，以至经济发展速度较快，美国自 2020 年 1 月起，工业生产率已达到负值为-2.1%，在 4 月，工业生产率达到最低-17.7%，持续至 2021 年 2 月仍为负增长，虽后续有所提升，但在疫情当中，经济发展一直处于下降趋势，可见管控措施有效性不如中国，且如今疫情仍未结束，美国后续工业发展仍处于未知数。

基于疫情尚未结束，根据数据，可以通过多元线性回归方法对两国工业生产进行分析预测。

3. 研究方法与分析

3.1. 多元线性回归模型的构建

多元线性回归模型是指含有多个解释变量的线性回归模型，用于解释被解释变量与其他多个解释变量之间的线性关系。为研究工业生产率与其他因素之间的关系，建立多元回归分析的数学模型为：

$$y = \varepsilon + \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \cdots + \beta_p x_p \quad (1)$$

上式(1)式表示一个 p 元线性回归模型，其中有 p 个解释变量。其中被解释变量 y 指“工业生产率”，

x 指解释变量, ε , β_0 , β_1 , \dots , β_p 都是模型中的未知参数, 分别为回归常数和回归系数。

由于本文只选取两个解释变量, 分别为制造业生产率, 矿业生产率, 因此可以将模型简化为:

$$y = \varepsilon + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 \quad (2)$$

上式(2)式中 y 指“工业生产率”, x_1 指“制造业生产率”, x_2 指“矿业生产率”。

3.2. 中国工业生产发展分析

通过本文所搜集的数据, 运用 SPSS 线性回归分析, 可以得出以下结果。

3.2.1. 方程拟合度检验

表 1 是显示回归方程拟合度, 通过将数据输入软件 SPSS, 可以得出复相关系数 $R=1.000$, 复相关系数反映的是自变量与因变量之间的密切程度, 数值在 0~1 之间, 其越大越好, 决定系数 $R^2=0.999$, 说明该回归模型自变量“制造业生产率”与“矿业生产率”可解释因变量“工业生产率”99.9%的变异, 所以拟合效果很好。

Table 1. Model goodness of fit

表 1. 模型拟合优度

模型	R	R 方	调整后 R 方	标准估算的错误
1	1.000	0.999	0.999	0.3607

表 2 表示的是模型检验结果, 为标准方差分析表, 其中 $F=9879.478$, 其检验的概率水平 $p=0.000$, 小于 0.05 的显著性水平, 所以二元线性回归模型在 0.05 的显著水平上有统计意义。

Table 2. Model significance test

表 2. 模型显著性检验

模型		平方和	自由度	均方	F	显著性
1	回归	2570.038	2	1285.019	9879.478	0.000
	残差	1.951	15	0.130		
	总计	2571.989	17			

3.2.2. 共线性分析

表 3 为共线性分析。一般情况下, 对于多元线性回归分析需要分析变量之间是否存在共线性问题, 根据表 3 的特征值均不等于 0, 且条件指标都小于 30, 说明变量之间多重线性问题不严重。

Table 3. Collinearity diagnosis

表 3. 共线性诊断

模型	维	特征值	条件指标
1	1	2.307	1.000
	2	0.644	1.893
	3	0.049	6.842

3.2.3. 回归系数检验及方程构建

表 4 为回归模型的系数估计,根据表中数据可得,常数项的显著性检测统计量 $t = 3.116$, 其 $p = 0.007$, 小于 0.05, 自变量 x_1 (制造业生产率)显著性水平检测统计量 $t = 47.893$, $p = 0.001$, 小于 0.05, 自变量 x_2 (矿业生产率)显著性水平检测统计量 $t = 1.954$, 其 $p = 0.07$, 因此, 可以构建工业生产率与其他两个自变量的回归方程, 即

$$y = 0.31 + 0.85x_1 + 0.078x_2 \quad (3)$$

Table 4. Regression coefficient test
表 4. 回归系数检验

模型	未标准化系数		标准化系数	t	显著性	B 的 95.0%置信区间		共线性诊断	
	B	标准错误	Beta			下限	上限	容差	VIF
1 (常量)	0.310	0.100		3.116	0.007	0.098	0.522		
x_1 制造业生产率	0.850	0.018	0.963	47.893	0.001	0.813	0.888	0.125	7.991
x_2 矿业生产率	0.078	0.040	0.039	1.954	0.070	-0.007	0.162	0.125	7.991

3.3. 美国工业生产发展分析

运用 SPSS 线性回归分析, 可以得出以下结果。

3.3.1. 方程拟合度检验

表 5 是显示回归方程拟合度, 其中复相关系数 $R = 0.999$, 数值较大, 决定系数 $R^2 = 0.998$, 说明该回归模型自变量“制造业生产率”与“矿业生产率”可解释因变量“工业生产率”99.8%的变异, 因此拟合效果很好。

Table 5. Model goodness of fit
表 5. 模型拟合优度

模型	R	R 方	调整后 R 方	标准估算的错误
1	0.999	0.998	0.997	0.445

表 6 表示的是模型检验结果, 为标准方差分析表, 其中 $F = 3349.239$, 其检验的概率水平 $p = 0.000$, 小于 0.05 的显著性水平, 所以二元线性回归模型在 0.05 的显著水平上有统计意义。

Table 6. Model significance test
表 6. 模型显著性检验

模型		平方和	自由度	均方	F	显著性
1	回归	1328.541	2	664.271	3349.239	0.000
	残差	2.975	15	0.198		
	总计	1331.516	17			

3.3.2. 共线性分析

根据表 7 的特征值均不等于 0，条件指标都小于 30，并且根据表 8 可以看出，其容差接近于 1，VIF 的值均为 1.861，小于 5，说明变量之间多重线性问题不严重。

Table 7. Collinearity diagnosis

表 7. 共线性诊断

模型	维	特征值	条件指标
1	1	2.072	1.000
	2	0.766	1.644
	3	0.162	3.577

3.3.3. 回归系数检验及方程构建

表 8 为回归模型的系数估计，根据表 8 中数据可得，常数项的显著性检测统计量 $t = -2.605$ ，其 $p = 0.020 < 0.05$ ，自变量 x_1 (制造业生产率) 显著性水平检测统计量 $t = 54.902$ ， $p = 0.001 < 0.05$ ，自变量 x_2 (矿业生产率) 显著性水平检测统计量 $t = 7.149$ ，其 $p = 0.001 < 0.05$ ，由此，回归方程满足线性以及方差齐次检验，所以，可以构建工业生产率与自变量制造业生产率和矿业生产率的回归方程，即

$$y = -0.416 + 0.807x_1 + 0.092x_2 \quad (4)$$

Table 8. Regression coefficient test

表 8. 回归系数检验

模型		未标准化系数		标准化系数	t	显著性	B 的 95.0% 置信区间		共线性诊断	
		B	标准错误	Beta			下限	上限	容差	VIF
1	(常量)	-0.416	0.160		-2.605	0.020	-0.757	-0.076		
x_1	制造业生产率	0.807	0.015	0.914	54.902	0.001	0.776	0.838	0.537	1.861
x_2	矿业生产率	0.092	0.013	0.119	7.149	0.001	0.065	0.119	0.537	1.861

3.4. 回归方程拟合分析

图 5 所示，可以直观得出实际工业生产增长率曲线与预测曲线几乎一致，曲线拟合效果较好。可用于实际当中，并做出适当分析。当知道制造生产率和矿业生产率时，可以根据这两个变量进行预测工业生产率，且从两个回归方程中，可以明显看出制造业生产占了很大比重，而矿业生产就相对较小，因此，在疫情期间，中国在制造业生产方面发展较好，与此美国在制造业方面就相对薄弱些，以至中国在疫情时工业生产并没有受到很大影响，而美国就呈现下滑现象。中国制造业一直处于正增长形式，对我国的工业发展有的很大帮助，美国制造业长时间位于负增长状态，其工业发展也倍受影响。总体来看，中国工业生产增长率逐渐稳定下来，不会受到疫情很大的影响，但也需注意多方面的因素，以此来促进国民生产总值。而美国方面，起伏波动较大，未来发展仍不明朗。因此两国在制造业生产上都要制定相应的策略，给予良好的政策，以至两国制造业企业都能在疫情阶段持续发展。

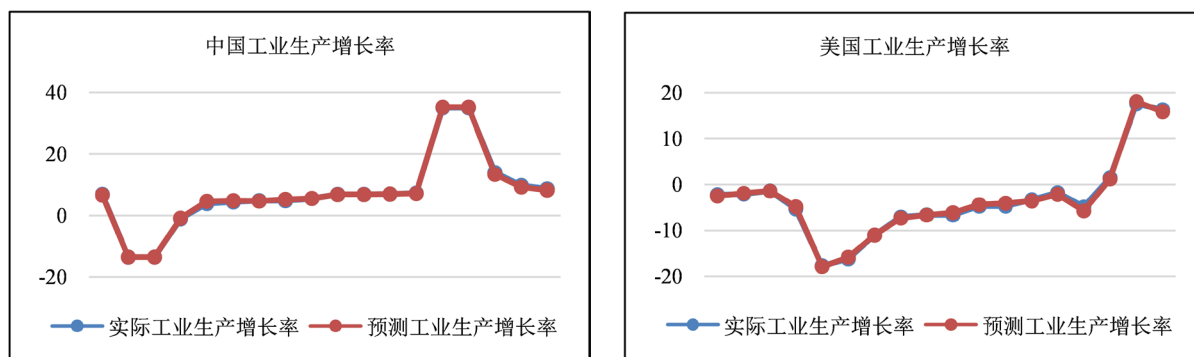


Figure 5. Curve fitting of industrial production growth rate between China and the United States

图 5. 中美两国工业生产增长率曲线拟合

4. 结论

本文采用线性回归方法对中美两国工业生产进行线性回归预测分析,以 x_1 (制造业生产率)与 x_2 (矿业生产率)为变量采取适当解释研究,以 y (工业生产率)为被解释变量,建立多元线性回归模型

$y = \varepsilon + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2$, 从多元线性分析结果得出, y (工业生产率)与 x_1 (制造业生产率)与 x_2 (矿业生产率)之间有着良好的线性关系,且两国的制造业生产率的系数 β_1 , β_2 分别为 0.850、0.807, 以较大数值出现,

由此可见制造业的发展在工业生产率中占有很大比重,通过多元线性拟合发现,预测值与实际值基本吻合,曲线拟合程度较为良好,并且,通过拟合图可以得出,中国的工业生产发展已逐渐稳定下来,并且还有很大发展空间,但美国方面,还处于波动环节,且呈下降趋势,由于长时间处于负增长状态,未来发展仍不明朗。其中也有些许误差,在人员流动方面和失业率方面和其他因素都没有进行很好的分析。总体来看,在疫情期间,中国的工业生产要比美国,有很好的发展,有很大程度上,因为中国的防控措施较好,以至于工业发展比较稳定,美国就相对发展缓慢。但疫情并没有完全结束,两国都要尽力采取适当措施,做好防控,并在经济发展方面采取适当策略。疫情期间,需求和生产骤降,投资、消费、出口均受明显冲击,短期失业上升和物价上涨。防控疫情需要人口避免大规模流动和聚集,隔离防控,因此大幅降低消费需求。工人返城、工厂复工延迟,企业停工减产,制造业、房地产、基建投资短期基本停滞。WHO 认定此次疫情为“国际公共卫生紧急事件”(PHEIC),虽不建议实施旅行和贸易限制,但出口仍可能受较大影响。美国目前仍是世界上确诊人数最多的国家,现在最紧急的还是做好疫情防护,以确保对后续经济发展的影响变得小些,在部分企业要采取一些扶持政策,以减少失业率的上涨。

5. 展望

随着科技发展,医疗技术的日益更新,新冠疫苗的出现已经很好的改善了疫情的走向,对国家的各个方面朝向都有很大帮助,世界经济发展都有着好的趋势,中国的经济发展也会走向更高的层次,美国在经济上的发展也会有所上升。

基金项目

湖南省教育厅重点科研项目(20A273), 湖南人文科技学院数学学科研究基金(2020SXJJ01)。

参考文献

- [1] 李天明, 田晓艳, 占东明. 财务视角下新冠肺炎疫情对贵州工业发展影响的统计测度[C]//中国统计教育学会. 2020年(第七届)全国大学生统计建模大赛优秀论文集. 2020年卷. 中国统计教育学会, 2020: 25.

-
- [2] 何诚颖, 闻岳春, 常雅丽, 耿晓旭. 新冠病毒肺炎疫情对中国经济影响的测度分析[J]. 数量经济技术经济研究, 2020, 37(5): 3-22.
- [3] 杨波, 夏筱君, 陈媛媛. 新冠肺炎疫情下的餐饮业:冲击与分化[J]. 河海大学学报(哲学社会科学版), 2021, 23(1): 31-40+106.
- [4] 张夏恒. 新冠肺炎疫情对我国中小微企业的影响及应对[J]. 中国流通经济, 2020, 34(3): 26-34.
- [5] 张永锋, 龚建伟, 殷明. 新冠肺炎疫情对中国港航业的影响及其对策[J]. 交通运输工程学报, 2020, 20(3): 159-167.
- [6] Joseph, S.B. (2020) COVID-19 and Airline Employment: Insights from Historical Uncertainty Shocks to the Industry. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 5, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2020.100123>