

基于时间序列模型的我国卫生总费用预测分析

马飞雅

上海工程技术大学管理学院, 上海

收稿日期: 2023年12月8日; 录用日期: 2023年12月28日; 发布日期: 2024年2月29日

摘要

目的: 分析我国卫生总费用发展现状, 对卫生总费用, 个人现金卫生支出, 社会卫生支出和政府卫生支出发展趋势进行预测分析, 以其为制定医疗卫生政策, 推进我国“医疗一体化”提供科学的参考依据。方法: 选取1978年~2021年我国卫生总费用, 个人现金卫生支出, 社会卫生支出和政府卫生支出等数据, 分别建立ARIMA模型对卫生费用发展趋势进行预测。结果: 自1978年到2021年以来, 我国卫生总费用呈现不断增长的趋势, 其中, 政府卫生支出与个人现金卫生支出的增长趋势平缓, 社会卫生支出的增长趋势较快。通过ARIMA模型预测, 在2022~2026年里, 我国卫生总费用将继续保持稳定增长, 但个人现金卫生支出, 社会卫生支出和政府卫生支出之间发展存在一定差距。结论: 我国卫生总费用未来几年将继续保持增长。应当合理调整个人现金卫生支出, 社会卫生支出和政府卫生支出的分布比例。在以后研究中, 要结合实际因素对预测模型进行优化。

关键词

时间序列, ARIMA模型, 卫生总费用, 发展趋势

Prediction and Analysis of Total Health Costs in China Based on Time Series Models

Feiya Ma

Department of Business Administration, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai

Received: Dec. 8th, 2023; accepted: Dec. 28th, 2023; published: Feb. 29th, 2024

Abstract

Objective: To analyze the current development status of total health expenditure in China, predict and analyze the trends of total health expenditure, personal cash health expenditure, social health expenditure, and government health expenditure, and provide scientific reference for formulating

medical and health policies and promoting “medical integration” in China. Method: The total health expenditure, personal cash health expenditure, social health expenditure, and government health expenditure in China from 1978 to 2021 were selected, and ARIMA models were established to predict the development trend of health expenditure. Result: Since 1978 to 2021, the total health expenditure in China has shown a continuous growth trend. Among them, the growth trend of government health expenditure and personal cash health expenditure is flat, while the growth trend of social health expenditure is relatively fast. According to the ARIMA model, it is predicted that the total health expenditure in China will continue to maintain stable growth from 2022 to 2026. However, there is a certain gap in development between personal cash health expenditure, social health expenditure, and government health expenditure. Conclusion: The total health expenditure in China will continue to increase in the coming years. The distribution ratio of personal cash health expenditure, social health expenditure, and government health expenditure should be reasonably adjusted. In future research, it is necessary to optimize the prediction model based on practical factors.

Keywords

Time Series, ARIMA Model, Total Healthcare Costs, Development Trends

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

卫生总费用通常指一个国家在一年内全社会用于医疗卫生服务所消耗的资金总额。卫生总费用是由政府卫生支出、社会卫生支出和个人现金卫生支出三部分构成[1]。从全社会角度反映卫生资金的全部运动过程,分析与评价卫生资金的筹集、分配和使用效果[2]。卫生总费用是标志一个国家整体对卫生领域的投入高低。所以卫生总费用是了解我国卫生状况的一个有效途径。近年来,学者对于卫生总费用的预测进行了广泛地研究。李玲[3],张芳芳[4],和蒋艳[5]等学者用 ARIMA 模型分别对湖南省,广东省和北京市卫生总费用进行预测分析。唐舒宜[6]基于 PCA-BP 神经网络模型对卫生总费用未来三年变化进行了预测并提出相应的政策建议。丁海峰[7]等学者利用 GM (1, 1)灰色预测模型对上海市 2017~2023 年卫生总费用及其构成进行了预测。其中 ARIMA 模型是建立差分整合移动平均自回归模型,通过少量数据实现对模型运行、演化规律的正确描述和有效监控。ARIMA 模型相较于其他算法,由于不需要对时间序列的发展趋势作先验假设,同时可以通过反复修改识别,直到获取满意的模型,因此适用于各种类型的时间序列数据,是一种精确度很高的短期预测方法。基于此,本研究使用 ARIMA 模型预测卫生总费用。利用 1978~2021 年卫生总费用相关数据,建立卫生总费用的发展趋势图,通过对 2022~2026 年卫生总费用的预测,明晰未来五年的我国卫生总费用及其构成,为相关卫生政策的制定提供参考依据。

2. 资料来源和方法

2.1. 资料来源

1978~2021 年的卫生总费用,以及政府卫生支出、社会卫生支出和个人现金卫生支出数据来源于国家统计局官网的年度数据。根据数据的可获得性,选取了 1978~2021 年数据。国家统计局的卫生费用数据是从 1978 年开始。于是从 1978 年录入数据,为确保之后进行预测分析准确性更高。

2.2. 研究方法

通过描述性统计分析对我国卫生总费用，以及政府卫生支出、社会卫生支出和个人现金卫生支出发展现状及趋势进行对比分析。对其进行预测采用了 ARIMA 模型。ARIMA 模型由于预测效果好，准确性高，对数据的要求较低等优点而被广泛应用于医疗，经济，农业等各领域。本文利用 ARIMA 模型对我国 2022~2026 年卫生总费用及政府卫生支出、社会卫生支出和个人现金卫生支出进行预测对比分析。用 EXCEL 表格进行数据的整理与录入，之后用 R 软件进行预测模型的建立与求解。

2.3. 模型介绍

ARIMA 模型是差分整合移动平均自回归模型，又称整合移动平均自回归模型，是时间序列预测分析方法之一。ARIMA (p, d, q)中，AR 是“自回归”，p 为自回归项数；MA 为“滑动平均”，q 为滑动平均项数，d 为使之成为平稳序列所做的差分次数[8]。

ARIMA 模型的构建主要包括：1) 时间序列的获取。时间序列的获取通过相关部门的统计数据等途径获得。对于得到的数据，需要进行预处理，保证所获得数据能够准确建立合适的模型。2) 时间序列的预处理。时间序列的预处理包括两个方面的检验，平稳性检验和白噪声检验。能够适用 ARIMA 模型进行分析预测的时间序列必须满足的条件是平稳非白噪声序列。对数据的平稳性进行检验是时间序列分析的重要步骤，对于非平稳时间序列中若存在增长或下降趋势，则需要进行差分处理然后进行平稳性检验直至平稳为止。3) 模型识别。模型识别是差分处理完成后，通过自相关(ACF)和偏自相关(PACF)图来定阶，即确定 p 值和 q 值。若平稳序列的自相关图呈现拖尾，偏自相关图呈现截尾时，建立 AR 模型；若平稳序列的自相关图呈现截尾，偏自相关图呈现拖尾时，建立 MA 模型；若平稳序列的自相关图和偏自相关图均拖尾，建立 ARIMA 模型。之后通过 AIC 值和残差值等选出最优模型。4) 模型的验证。模型的验证主要是验证模型的拟合效果，如果模型完全或者基本解释了系统数据的相关性，那么模型的噪声序列为白噪声序列，那么模型的验证也就是噪声序列的独立性检验。

3. 结果

3.1. 我国卫生总费用发展现状

自 1978 年到 2021 年以来，我国卫生总费用呈现不断增长的趋势。见图 1，我国卫生总费用由 110.21 亿元上升至 76844.99 亿元，其中，政府卫生支出由 35.44 亿元上升至 20676.06 亿元，社会卫生支出由 52.25 亿元上升至 34963.26 亿元和个人现金卫生支出由 22.52 亿元上升至 21205.67 亿元。这表明我国卫生总费用整体呈现上升趋势。其中，政府卫生支出与个人现金卫生支出的增长趋势接近，而社会卫生支出的增长趋势较快。

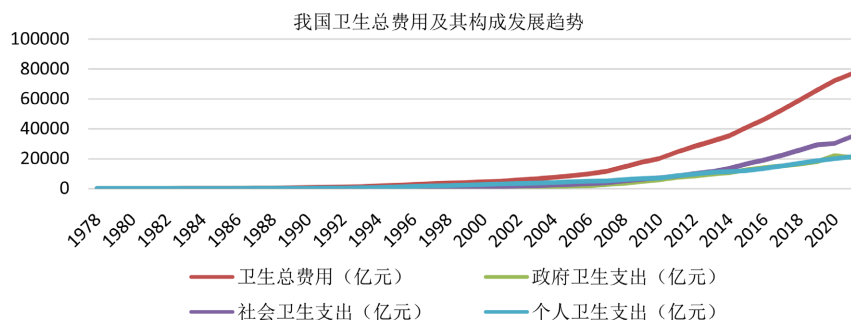


Figure 1. Development trends of total health expenses and their composition in China from 1978 to 2021
图 1. 1978~2021 年我国卫生总费用及其构成发展趋势

3.2. 我国卫生总费用预测

3.2.1. 数据的平稳性处理

根据 1978~2021 年我国卫生总费用及其构成的数据来看，卫生总费用，政府卫生支出，社会卫生支出和个人卫生支出随着年份增加呈现增长趋势，均不是平稳序列。因此，需要通过差分使其变为平稳序列。在 R 软件运行的结果来看，我国卫生总费用序列在经过二阶差分后趋于平稳，见图 2。原序列政府卫生支出，社会卫生支出和个人现金卫生支出不是平稳序列，进行二阶差分后找到使原序列平稳的值。对原序列进行自然对数转化，自然对数转化后的序列呈现明显的上升趋势，但未通过单位根检验。说明自然对数转化后的序列仍不是平稳的，需要通过差分使其变成平稳序列。差分后，发现带有漂移项的二阶差分呈现为平稳序列，P 值为 0.01。见图 3~5。在此基础上，对自然对数转化后的序列进行白噪声检验，P 值显著小于 0.05。即转化后的序列可以进行 ARIMA 模型分析。同时，在 R 软件中得到社会卫生支出序列取自然对数后的带漂移项一阶差分结果，个人现金卫生支出序列去自然对数后的二阶差分结果，可以进行 ARIMA 模型分析。

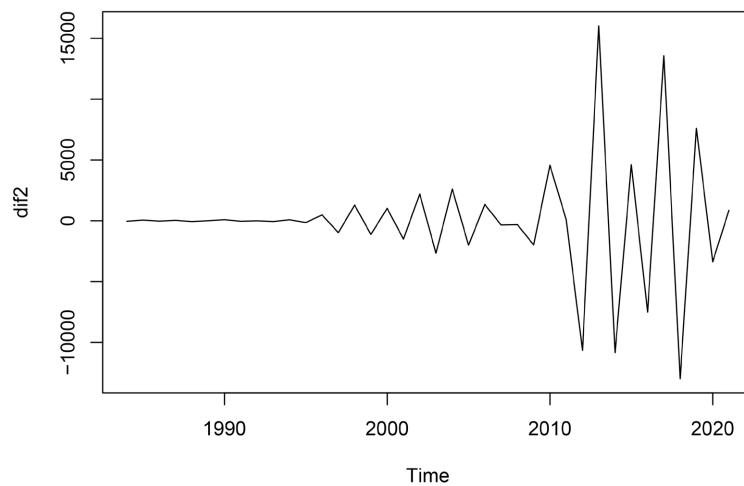


Figure 2. Second order difference diagram of the total health expenditure sequence in China
图 2. 我国卫生总费用序列二阶差分图

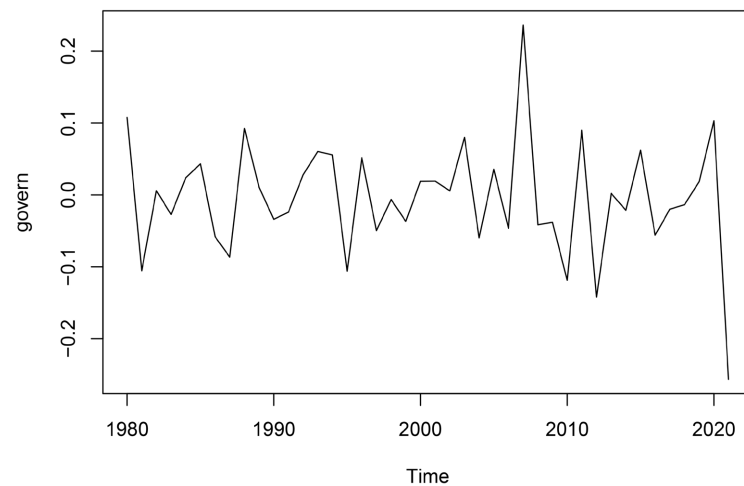


Figure 3. Second order difference of government health expenditure sequence
图 3. 政府卫生支出序列二阶差分图



Figure 4. Second order difference graph of social health expenditure sequence

图 4. 社会卫生支出序列二阶差分图

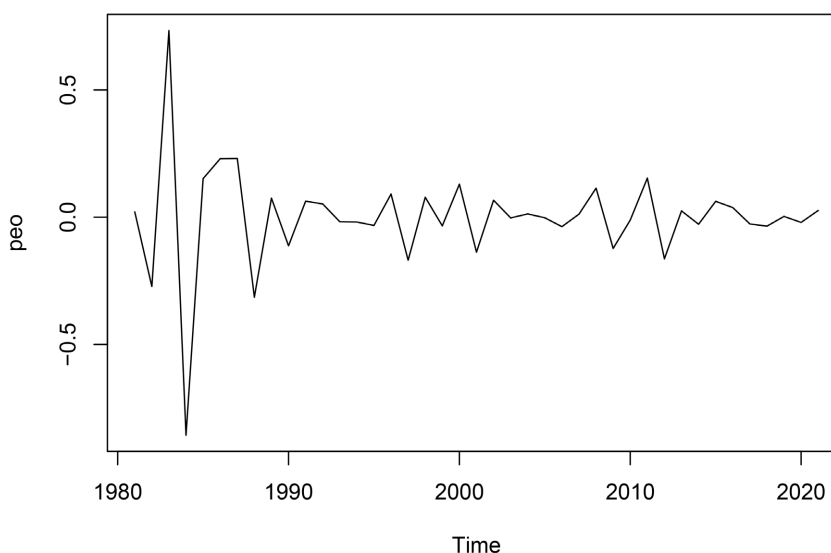


Figure 5. Second order difference graph of personal cash health expenditure sequence

图 5. 个人现金卫生支出序列二阶差分图

3.2.2. 参数的估计及检验

所有数列经过差分后, 利用 R 软件对我国卫生总费用, 以及政府卫生支出, 社会卫生支出和个人现金卫生支出分别进行拟合, 通过自相关(ACF)和偏自相关(PACF)图初步判断拖尾和截尾情况, 经过模型的对比和不断改进, 对 ARIMA 模型各项参数进行估计。最终我国卫生总费用最佳的三个参数 $p = 0$, $d = 2$, $q = 0$, 即 ARIMA(0, 2, 0)模型。其中 $AIC = 627.15$ 。从而可以利用其对我国卫生总费用进行预测。我国卫生总费用的 ACF 和 PACF 图见图 6 和图 7, 同时, 政府卫生支出序列拟采用 ARIMA (2, 2, 0)模型, 社会卫生支出拟采用 ARIMA(0, 2, 2)模型和个人现金卫生支出拟采用 ARIMA (0, 2, 2)模型。通过残差白噪声序列检验, 由于各阶延迟下 LB 统计量的 P 值都显著大于 0.05, 可以认为我国卫生总费用残差序列属于白噪声序列, 即该拟合模型显著有效, 见图 8。

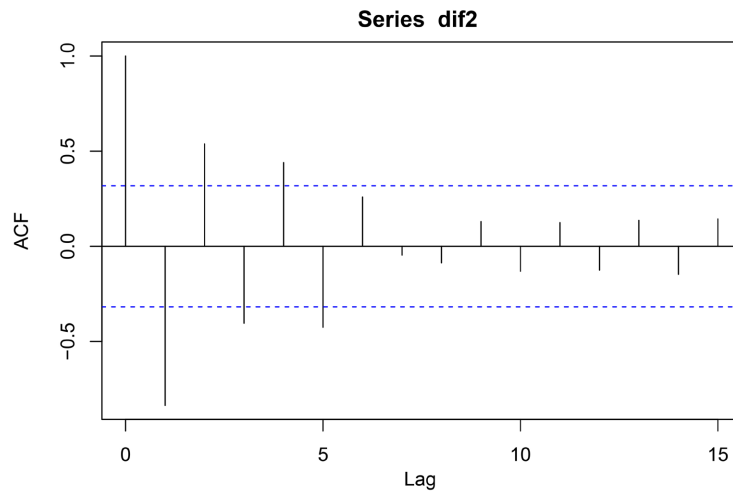


Figure 6. Second order difference autocorrelation (ACF) chart of total health expenses in China
图 6. 我国卫生总费用二阶差分自相关(ACF)图

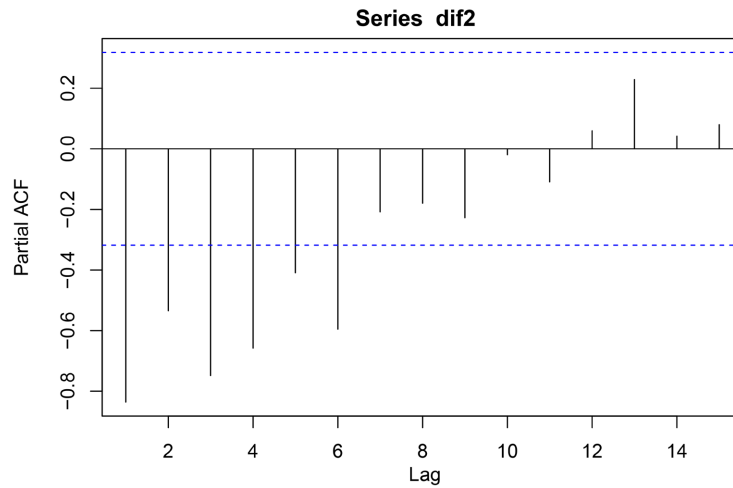


Figure 7. Second Order Partial Autocorrelation (PACF) chart of total health costs in China
图 7. 我国卫生总费用二阶偏自相关(PACF)图

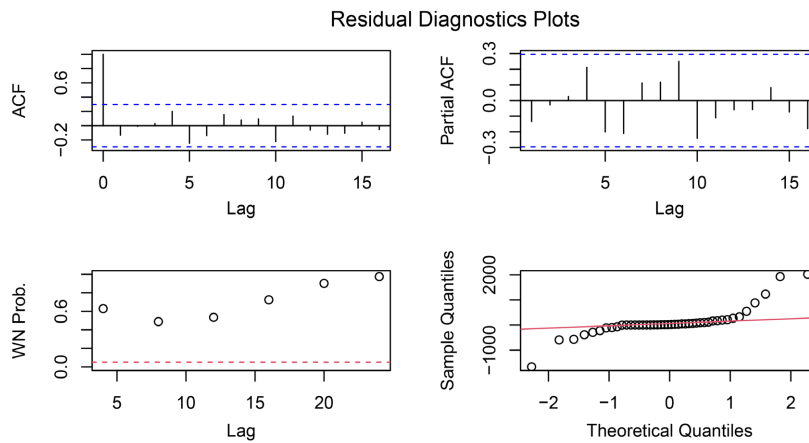


Figure 8. Residual test chart of total health expenditure sequence in China
图 8. 我国卫生总费用序列残差检验图

3.2.3. 模型的拟合及预测

利用所建立的 ARIMA 模型分别对我国卫生总费用，以及政府卫生支出，社会卫生支出和个人现金卫生支出序列都呈现增长趋势。预测结果显示，我国卫生总费用及其构成也继续呈现稳步上升趋势。在 R 软件中，为卫生总费用进行了未来 5 年的预测。结果显示，见表 1，到 2026 年，我国卫生总费用将增加到 100194.94 亿元。

Table 1. ARIMA model for predicting total healthcare costs over the next 5 years

表 1. ARIMA 模型对卫生总费用未来 5 年预测

年份	2022	2023	2024	2025	2026
卫生总费用预测值(亿元)	81514.98	86184.97	90854.96	95524.95	100194.94

4. 讨论

4.1. ARIMA 模型预测的准确性及不足

ARIMA 模型对时间序列数据进行预测，具有运算精度高，运算效果佳和对数据量的要求较低的优点。因此，ARIMA 模型被广泛用于医疗，经济和农业等领域。本文通过 1978~2021 年我国卫生总费用及其构成的相关数据，建立相关的 ARIMA 模型，对未来几年我国卫生总费用及其构成的发展趋势进行预测分析。根据模型的残差检验结果，可知模型拟合得较好。而本次对于卫生费用的预测是通过时间序列预测模型进行的。实际上，卫生费用的投入受到国家经济发展因素，卫生政策，人口老龄化以及近年来新冠疫情爆发等方面的影响[9]。这是时间序列预测模型的局限性，是本文研究的不足之处。之后对于卫生费用的研究，应该考量多方面因素对卫生费用的影响以提供预测模型的科学性和准确性。

4.2. 我国卫生总费用将继续保持上升

卫生总费用是衡量我国医疗投入水平的重要指标[10]。对于卫生总费用的研究，帮助提出优化卫生总费用投入的对策和建议。改进国家医疗卫生政策，并推动医疗行业发展[11]。根据本文的预测。未来我国卫生总费用及其构成将继续保持稳定增长的趋势。近年来，我国卫生总费的增长速度加快。人口增长意味着卫生总费用的增加。突发卫生事件如新冠疫情也是卫生支出的一部分。由于人口老龄化的不断加剧，是卫生总费增长速度加快的一个原因。政府卫生支出和个人现金卫生支出保持在一个接近的增长速度。而社会卫生支出的增长速度高于政府卫生支出和个人现金卫生支出，说明近年来投入到社会卫生支出的比重不断增加。

4.3. 合理调整个人现金卫生支出，社会卫生支出和政府卫生支出的分布比例

卫生总费用的增长除去自身各种因素影响外，合理调整个人现金卫生支出，社会卫生支出和政府卫生支出的分布比例很重要。首先，应当完善医保体系，持续推动医保支付方式等改革。推动医保支付方式从现在的按项目付费，转变为按照 DRG 支付等多种支付方式，有效降低个人医疗费用支出[12]。其次，推动人口老龄化下的健康管理方式[13]。个人卫生支出占卫生总费用比例是反映医疗卫生费用中个人负担比例的重要指标。应坚持把医改纳入全面深化改革统筹谋划，卫生总费用中个人卫生支出占比逐年下降，处于全国平均水平，切实减轻群众就医负担[14]。政府加大对医疗卫生机构的投入力度，提高医疗资源的配置效率；优化卫生筹资结构，建立公平高效的卫生筹资体系；促进卫生资源合理配置，提升医疗服务可及性[15]。最后，针对突发公共卫生事件，如新冠疫情等。制定卫生费用支出预案。如新冠疫情的爆发。医疗费用的支出与使用具有特殊性，受到经济因素和政策因素影响，突发公共卫生事件会在特定时间内

产生影响, 导致医疗费用时间序列可能是非线性不稳定的[16]。为了优化卫生总费用支出, 应针对突发公共卫生事件制定卫生费用支出预案, 并使其成为常态化机制。

参考文献

- [1] 吴宁, 刘春雨, 薄云鹤, 等. 天津市卫生总费用结构变动及趋势预测研究[J]. 中国医疗管理科学, 2023, 13(6): 26-32.
- [2] 冷品逸, 周茜. 我国卫生资源配置水平的地区差距及其演变趋势[J]. 中国医院, 2023, 27(12): 23-26.
- [3] 李玲, 夏新斌, 周良荣. 基于 ARIMA 模型的湖南省卫生总费用趋势预测及分析[J]. 湖南农业大学学报(社会科学版), 2019, 20(5): 69-75.
- [4] 张芳芳, 廖瑞斌, 宫晓, 张秋. 基于 ARIMA 模型的广东省卫生总费用趋势预测及构成分析[J]. 现代预防医学, 2019, 46(2): 289-293.
- [5] 蒋艳, 满晓玮, 赵丽颖, 赵璇, 程薇. 基于 ARIMA 模型的北京市卫生总费用“十三五”期间的趋势及结构预测研究[J]. 中国卫生统计, 2017, 34(6): 939-942.
- [6] 唐舒宜. 基于 PCA-BP 神经网络模型的我国卫生总费用预测[D]: [硕士学位论文]. 北京: 北京交通大学, 2021.
- [7] 丁海峰, 李立清. ARIMA 和 GM(1, 1)模型预测上海市卫生总费用[J]. 南京医科大学学报(社会科学版), 2021, 21(5): 418-423.
- [8] 袁炳鑫, 张爽, 单苗苗, 等. 基于 ARIMA-GM(1, 1)组合模型的河南省卫生总费用及其构成预测分析[J]. 卫生软科学, 2023, 37(12): 64-68.
- [9] 童小栢. 中国人口老龄化对医疗卫生费用的影响研究[D]: [硕士学位论文]. 济南: 山东大学, 2019.
- [10] 李岩, 张毓辉, 万泉, 付晓光, 翟铁民, 柴培培, 郭锋, 王荣荣, 陈春梅, 李涛. 2020 年中国卫生总费用核算结果与分析[J]. 卫生经济研究, 2022, 39(1): 2-6.
- [11] 王靖宇, 张加奇, 周良荣, 王莹, 李玲. 结构变动视角下新医改十年湖南省卫生总费用筹资及流向变化分析[J]. 卫生软科学, 2021, 35(11): 55-59.
- [12] 肖安琪, 梁笛, 黄霞燕. “一带一路”沿线国家卫生资源配置状况分析[J]. 医学与社会, 2022, 35(5): 1-6.
- [13] 罗洁, 李媛媛, 李菁, 王佩, 万健, 张利英. 分级诊疗背景下天津市基层医疗卫生机构药品费用核算分析[J]. 中国卫生经济, 2021, 40(10): 56-59.
- [14] 胡雪莲. 个人现金卫生支出占卫生总费用比重在地市级核算中的难点、运用误区及建议[J]. 中国卫生经济, 2023, 42(11): 54-56.
- [15] 周雨倩. 上海市卫生总费用影响因素研究[J]. 经济研究导刊, 2022(19): 19-21.
- [16] 朱红灿, 魏富裕, 肖诗依. 基于信息生态理论的突发公共卫生事件“信息疫情”生成关键影响要素研究[J]. 现代情报, 2023, 43(12): 14-27.