

基于组合模型的北京市中医药总费用预测研究*

吴明^①, 蒋艳^①

摘要 目的: 基于组合模型预测2022—2030年北京市中医药总费用的变化趋势, 为政策制定和调整提供数据支撑和参考。方法: 运用ARIMA模型和灰色GM(1,1)模型构建组合模型, 对北京市中医药总费用机构流向构成部分及总量进行预测。结果: 组合模型拟合精度明显优于GM(1,1)模型和ARIMA模型分别预测的结果; 根据预测结果, 北京市中医药总费用从2022年的826.23亿元增至2030年的1447.13亿元, 年均增速为7.26%, 机构流向优化明显。结论: 可探索利用组合模型来提高费用预测精度; 突发公共卫生事件对中医药费用存在较大冲击; 应合理看待预测研究结果, 根据实际情况的变化不断优化预测模型。

关键词 中医药总费用; 费用预测; ARIMA模型; 灰色GM(1,1)模型; 北京

中图分类号 R1-9; F014.4 **文献标志码** A **文章编号** 1003-0743(2023)08-0033-04

Research on Total Expenditure Prediction of Traditional Chinese Medicine in Beijing Based on Combinatorial Model/ Wu Ming, Jiang Yan/Chinese Health Economics, 2023,42(8):33-36

Abstract Objective: To predict the trend of total expenditure of traditional Chinese medicine in Beijing from 2022—2030 based on the combination model, and to provide data support and references for policy making and adjustment. **Methods:** ARIMA model and grey GM(1,1) model were used to construct a combined model to forecast the components and total amount of the flow direction of traditional Chinese medicine expense institutions in Beijing. **Results:** The fitting accuracy of the combined model is obviously better than that of GM(1,1) model and ARIMA model respectively. According to the forecast results, the total cost of traditional Chinese medicine in Beijing increased from 82.623 billion yuan in 2022 to 144.713 billion yuan in 2030, with an average annual growth rate of 7.26%, and the flow of institutions was optimized significantly. **Conclusion:** The use of combination models can be applied to explore the forecasting accuracy for cost forecasting research. Public health emergencies have a great impact on the cost of traditional Chinese medicine. The prediction research results should be viewed reasonably and the prediction model should be continuously optimized according to the changes of the actual situation.

Keywords total expenditure of traditional Chinese medicine; expenditure prediction; ARIMA model; Gray GM(1,1) model; Beijing

First-author's address Beijing University of Chinese Medicine, Beijing, 102401, China

Corresponding author Jiang Yan, E-mail: jy_ftn@163.com

中医药总费用作为评价中医药事业发展的重要指标, 全面反映了一个国家或地区在一定时期内(通常指1年)全社会用于中医医疗保健服务所消耗的资金总额^[1]。其增长受到政策、人口、经济各方面的影响, 科学合理的预测不仅能够评价当前卫生政策实施效果, 也能根据变化趋势及时提出政策建议, 助力中医药事业发展目标的实现。中医药总费用作为卫生总费用核算研究的一个子系统, 其研究目前仍停留在核算阶段, 且仅有个别学者在国家级层面上对中医药总费用展开了核算研究, 尚未有学者开展过预测研究^[2]。

北京市目前已有2013—2021年机构法中医药总费用核算结果。本研究选取ARIMA模型和灰色GM(1,1)模型进行组合, 根据机构流向各部分数据特点构建组合模型, 预测2022—2030年北京市中医总费用总量及各部分

构成的变化趋势, 为北京市未来中医药发展政策的制定及调整提供数据参考。

1 资料与方法

1.1 资料来源

本研究资料来源于2013—2021年“北京市卫生健康财务年报”“北京市卫生健康统计年鉴”及北京市中医药管理局中医药总费用核算课题组研究资料等。

1.2 研究方法

1.2.1 ARIMA模型。

ARIMA模型又称为差分自回归移动平均模型, 是最常见的一种用于进行时间序列预测的方法, 主要从自相关的角度反映时间序列数据自身发展的规律。该模型预测精度较高, 众多学者将其广泛应用于全国卫生费用总量和GDP占比趋势的预测研究^[3-5]。

1.2.2 灰色GM(1,1)模型。

灰色预测模型是通过将没有规律的原始数据进行累加, 生成较为规律的数据, 进一步探索序列内的规律和变化趋势的模型。灰色系统理论适用于样本量较少的数据, 且对数据分布没有特定要求, 在卫生领域应用也很广泛^[6-8]。

* 基金项目: 北京市中医管理局2020年度中医总费用核算服务项目(BUCM-2022-JS-FW-060)。

① 北京中医药大学管理学院 北京 102401

作者简介: 吴明(2001—)女, 大学学历; 研究方向: 卫生财务管理、卫生费用; E-mail: wm1484832926@163.com。

通信作者: 蒋艳, E-mail: jy_ftn@163.com。

1.2.3 方法选择。

以往学者对卫生费用预测的研究，大都是基于单一模型或仅针对卫生费用总量进行预测，其结果也仅能应用于卫生费用总量制定及调整相关政策研究。北京市机构法中医药总费用数据特点是构成部分较多，且各部分数据增长和变化趋势的影响因素较为复杂，因此，应用单一模型可能导致拟合结果误差较大。本研究构建组合模型进行预测，有助于对中医药费用总量和机构流向结构进行分析，针对各部分流向的不同变化提出政策建议。其中数据预处理、灰色GM(1,1)模型的构建和预测通过Excel实现，ARIMA模型的构建和预测通过SPSS 20.0统计软件实现。

1.3 数据预处理

经过初步分析，2020年由于突发重大公共卫生事件，导致北京市卫生总费用和中医总费用都呈现负增长。这种由于突发事件导致的下降是短期的异常变化，直接用来分析将对拟合及预测效果产生较大影响，导致较大误差。有学者在全国卫生费用预测研究中也表明突发重大公共卫生事件对模型预测精度会产生一定影响^[9]。此外，公共医疗卫生机构、中医类医学科研与教育机构、卫生行政机构（以下简称三类机构）所占比重较小，单独进行各部分建模拟合也会产生较大误差。故本研究利用2017—2019年的年均增速预测得到的2020年数据进行替换，并将三类机构加和作为一个整体来构建新的时间序列数据进行模型拟合。

2 研究结果

2.1 中医药总费用主要核算结果

北京市中医药总费用从2013年的376.19亿元增长到2021年的758.97亿元，按2000年为基期的可比价格计算，其年均增长速度为7.04%。医院、基层医疗卫生机构、药品及其他医用品零售机构（以下简称药品零售机构）和三类机构年均增长速度分别为6.85%、10.66%、4.61%和8.46%。

从机构流向来看，基层医疗卫生机构、三类机构中医药总费用占比上升，而医院和药品零售机构中医药费用占比呈波动下降的趋势（图1）。

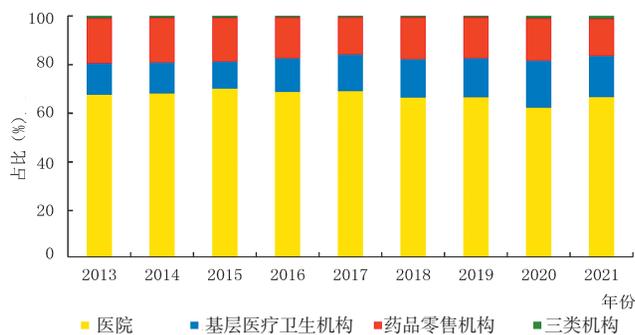


图1 2013—2021年北京市中医药总费用机构流向构成

2.2 拟合结果分析

2.2.1 ARIMA对各机构流向部分的拟合。

(1) 平稳性检验。2013—2021年的中医药总费用的总额、医院、基层医疗卫生机构、药品零售机构和三类机构中医药费用均呈现较为明显的增长趋势，原始时间序列数据均为非平稳序列。为进行模型拟合，对数据进行差分法的平稳化处理。

(2) ARIMA模型拟合结果。对中医药总费用机构流向各部分进行ARIMA模型拟合，其最优的拟合模型如表1所示。拟合结果显示大部分误差都在10%以内，但对于三类机构加和中医药费用的拟合误差波动较大，不够稳定（表2）。

2.2.2 灰色GM(1,1)对各机构流向部分的拟合。

(1) 模型检验结果。使用Excel对各机构流向中医药费用进行灰色GM(1,1)模型构建并检验，医院、基层医疗卫生机构和药品零售机构3个模型的后验差比值均小于0.35，模型精度比较好^[10]，三类机构的模型模型精度合格但略次于以上3项（表3）。

(2) 模型拟合结果。灰色GM(1,1)模型对医院、基层医疗卫生机构、药品零售机构中医药费用拟合误差大多数在10%以内，个别年份有较大差异，可能是由于卫生领域政策环境及社会健康大环境的影响导致的；对于三类机构的拟合情况同样不稳定（表4）。

2.2.3 对北京市中医药总费用总额的拟合。

两个模型对各部分的预测结果和误差大小有所不同，但ARIMA模型预测医院和药品零售机构的相对误差更小，对于基层医疗卫生机构和三类机构的预测来说，灰色GM(1,1)模型拟合结果的相对误差则更小（表5）。

对于北京市中医药总费用的预测，本研究采用组合模型预测汇总和对总额利用两种模型直接预测两种方法进行预测，从平均相对误差的角度来看，组合模型是误差最小、最适合用来预测中医药总费用总额的方式（表6）。

2.3 前瞻性预测结果分析

采用组合模型对各部分进行前瞻性预测，结果显示北京市中医药总费用将从2022年的826.23亿元增长至2030年的1447.13亿元，年均增速为7.26%。机构流向变化中，医院费用占比由2021年的66.60%下降至2030年的54.46%，基层医疗卫生机构所占比重由16.95%增长至31.04%，药品零售机构所占比重由15.39%下降至11.74%，中医药总费用机构流向构成变化趋势明显（表7）。

3 讨论和建议

3.1 根据数据特点，合理选择预测方法，提高预测精准度

运用ARIMA模型和灰色GM(1,1)模型构建组合模型对北京市中医药总费用各构成部分分别预测，精

表1 ARIMA模型对北京市各类机构拟合情况

机构类型	ARIMA(p,d,q)	R ²	正态化的BIC	常数P值	残差
医院	ARIMA(0,1,0)	0.978	5.302	<0.001	白噪声序列 (P>0.05)
基层医疗卫生机构	ARIMA(0,1,0)	0.935	4.385	0.014	白噪声序列 (P>0.05)
药品零售机构	ARIMA(0,1,0)	0.743	4.965	0.156	白噪声序列 (P>0.05)
三类机构	ARIMA(0,1,0)	0.228	1.120	0.337	白噪声序列 (P>0.05)

表2 2013—2021年ARIMA模型对北京市各类机构拟合结果 %

年份	医院	基层医疗卫生机构	药品零售机构	三类机构
2013	—	—	—	—
2014	3.12	9.79	0.10	54.44
2015	2.41	20.11	0.08	2.52
2016	1.40	17.52	0.78	35.02
2017	6.16	9.27	1.57	5.38
2018	0.53	4.34	14.53	0.00
2019	0.68	3.08	0.73	15.36
2020	2.32	0.81	5.79	8.73
2021	2.43	5.53	17.98	44.50

表3 北京市各类机构灰色模型检验结果

机构类型	后验差比值c	发展系数-a	灰作用量b
医院	0.07	0.065 4	282.357 3
基层医疗卫生机构	0.06	0.130 5	45.697 2
药品零售机构	0.15	0.061 0	72.216 2
三类机构	0.36	0.191 6	0.997 0

表4 2013—2021年各类机构灰色模型拟合结果 %

年份	医院	基层医疗卫生机构	药品零售机构	三类机构
2013	0.00	0.00	0.00	0.00
2014	11.57	7.13	4.60	31.06
2015	4.40	26.30	3.18	29.10
2016	0.05	1.99	3.03	1.42
2017	8.06	7.23	4.11	4.66
2018	8.37	9.82	11.19	7.68
2019	8.10	4.73	9.62	30.78
2020	5.96	1.17	13.81	49.63
2021	3.41	7.82	3.44	12.02

准性优于单一模型预测结果，同时能够更好地体现各部分数据的变化特点和趋势，预测结果有助于政策制定者针对性的对各构成部分进行政策制定和调整。有研究在既往关于卫生费用的预测研究中也指出由于预测对象的特点和影响因素的复杂性，应用单一模型进行预测会有一定的局限性，可以采用多种预测模型进行组合分析，在提高预测效果和精度的同时为政策的制定提供多维参考依据^[5-11]。在未来卫生费用相关的预测研究中，可以探索运用组合模型来提高拟合精

表5 2013—2021年北京市中医药总费用组合模型拟合结果 亿元

年份	ARIMA		GM (1,1)	
	医院	药品零售机构	基层医疗卫生机构	三类机构
2013	—	—	48.89	3.61
2014	285.56	75.45	55.63	1.86
2015	308.34	81.28	63.39	2.25
2016	347.35	87.12	72.23	2.73
2017	383.69	92.35	82.30	3.31
2018	440.27	96.83	93.77	4.01
2019	469.35	119.19	106.85	4.85
2020	497.59	124.23	121.75	5.88
2021	517.72	137.78	138.73	7.12

度，优化预测结果。

3.2 考虑突发公共卫生事件等政策因素对费用预测的影响和冲击

本研究拟合结果显示，2020年，中医药总费用替换后预测值拟合精度较高，但与原始值619.25亿元相比，拟合绝对误差高达21.02%，明显高于其他年份。这很大程度上是由于突发公共卫生事件而造成中医药总费用在2020年出现短暂性大幅下降。从2021年实际核算结果来看，随着突发重大公共卫生事件的常态化发展，中医总费用的发展也开始恢复增长，如果不进行替换而直接开展预测研究，可能会对后续年份的拟合效果和预测精度产生较大影响。目前，大多数卫生费用预测研究都是基于2019年以前的数据，未纳入突发重大公共卫生事件的影响因素^[6]，仅有个别学者的在研究中指出，突发重大公共卫生事件对卫生费用的变化趋势会产生一定影响^[9]。

3.3 中医药总费用流向逐渐优化，但应考虑政策因素对预测结果的影响是否持续

经预测，北京市中医总费用流向医院和药品零售机构的中医药费用占比分别从64.98%和14.85%下降至54.46%和11.74%，而基层医疗卫生机构和三类机构中医药费用占比分别从19.13%和1.04%升至31.04%和2.76%，中医药总费用的机构流向优化明显。这说明随着分级诊疗制度的逐渐完善，北京市中医药总费用流向日趋合理，资源利用效率得到提升。但同时也应结合突发公共卫生事件影响、政策引导等因素辩证看待各部分的变化，由于居民疫情期间减少了外出就诊的

表6 2013—2021年北京市中医药总费用模型拟合结果

年份	实际值 (亿元)	组合模型汇总预测		灰色模型总额预测		ARIMA 模型总额预测	
		预测值 (亿元)	误差 (%)	预测值 (亿元)	误差 (%)	预测值 (亿元)	误差 (%)
2013	376.19	—	—	376.19	0.00	—	—
2014	406.93	418.50	2.84	444.29	9.18	424.04	4.20
2015	450.50	455.26	1.06	478.89	6.30	454.78	0.95
2016	512.31	509.42	0.56	516.20	0.76	498.35	2.72
2017	591.65	561.64	5.07	556.41	5.96	560.16	5.32
2018	658.93	634.88	3.65	599.76	8.98	639.50	2.95
2019	700.36	700.24	0.02	646.48	7.69	706.78	0.92
2020	744.43	749.44	0.67	696.84	6.39	748.21	0.51
2021	758.97	801.34	5.58	751.12	1.03	792.28	4.39

表7 2022—2030年北京市中医药总费用组合模型预测结果

年份	总费用 (亿元)	各机构流向占比 (%)			
		医院	基层医疗 卫生机构	药品零售 机构	三类机构
2022	826.23	64.98	19.13	14.85	1.04
2023	887.40	64.04	20.30	14.49	1.18
2024	952.04	62.99	21.56	14.13	1.33
2025	1 020.64	61.83	22.91	13.76	1.50
2026	1 093.80	60.57	24.36	13.38	1.70
2027	1 172.19	59.20	25.90	12.99	1.92
2028	1 256.59	57.72	27.53	12.58	2.17
2029	1 347.89	56.14	29.24	12.17	2.45
2030	1 447.13	54.46	31.04	11.74	2.76

频率，药品零售机构费用占比在2020年出现明显下跌，预测结果显示未来药品机构中医药费用的占比会呈下降趋势，但随着2022年北京市医保卡个人账户可在定点零售药店使用、持处方去药店购药也可纳入医保报销范围等政策的实施可能会引导居民更多地在零售药店自主购药，从而导致药品零售机构的费用占比在未来可能会呈现上升趋势，出现与预测结果出现不符的情况。

3.4 合理看待预测研究的结果和意义

通过对中医药总费用的合理预测，能够为优化费用结构、制定调整卫生政策提供重要参考，但也存在一定的局限性。由于预测研究往往是基于过去的数据趋势对未来展开预测，在以后的研究中随着数据的增加，模型预测误差可能会增大，需要不断优化预测模型^[12]，其次随着卫生政策的调整，未来的实际结果可能与当前预测值并不完全契合，而这正是预测研究的意义所在^[13]。本研究的模型拟合效果较好，预测结果也显示未来北京市中医药总费用流向结构逐渐优化，变化趋势较为理想，但实际预测效果仍需在未来实际的发展过程中得以验证，政府应当继续完善推进分级诊疗

制度，引导费用流向逐渐优化，同时也应当随着拟合数据的增加不断修正检验模型。

参 考 文 献

- [1] 蔡东霞, 程薇, 徐阅, 等. 2010年以来全国医院中医药总费用变化趋势研究[J]. 中国卫生经济, 2021,40(1):58-61.
- [2] 徐阅, 蒋艳, 赵璇, 等. 基于机构流向法的北京市中医药总费用研究[J]. 中国卫生经济, 2017,36(11):54-56.
- [3] 陈沛军, 黎东生. 基于ARIMA模型的中国卫生总费用预测分析[J]. 医学与社会, 2016,29(3):18-20.
- [4] 郑骥飞, 尹文强, 于倩倩, 等. 基于ARIMA模型的“十三五”期间卫生总费用趋势预测[J]. 中国卫生统计, 2016,33(5):823-825.
- [5] 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.
- [6] 戴泽阳, 徐爱军, 乔学斌. 基于不同GM(1,1)模型的江苏省卫生总费用趋势预测及分析[J]. 现代预防医学, 2021,48(19):3549-3553,3564.
- [7] 张诗梦, 莫颖宁, 焦奥南, 等. 基于灰色系统理论的山东省卫生总费用预测及影响因素研究[J]. 现代预防医学, 2022,49(5):851-855.
- [8] 鲍晓露, 向国春, 史卢少博, 等. 基于灰色GM(1,1)-SVM组合模型的广东省卫生总费用预测研究[J]. 现代预防医学, 2022,49(5):856-859.
- [9] 闫果, 张倩. 基于Kalman融合模型的全国卫生总费用预测研究[J]. 现代预防医学, 2022,49(15):2768-2776.
- [10] 梁冰华, 黄李凤. 基于GM(1,1)灰色预测模型的中国医疗卫生资源预测分析[J]. 现代预防医学, 2021,48(20):3655-3659.
- [11] 何思长, 杨长皓, 周明华. 四川省卫生总费用的结构变动及预测研究[J]. 现代预防医学, 2021,48(23):4294-4298, 4303.
- [12] 黄云霞, 杨练, 李胜, 等. 四川省卫生总费用趋势预测及方法探讨[J]. 中国卫生统计, 2015,32(5):836-838.
- [13] 蒋艳, 庞林旗. 基于Logistic回归模型的北京市卫生总费用预测与发展阶段研究[J]. 中国社会医学杂志, 2021,38(5):580-582.

[收稿日期: 2023-05-20] (编辑: 高非)