

基于GM(1,1)模型的唐山市职工 医保基金收支预测研究

马玉青, 冯永亮

(唐山学院 基础教学部, 河北 唐山 063000)

摘要: 收集2015—2022年唐山市职工医保基金收入、支出数据, 分析基金的运行情况, 并采用灰色预测GM(1,1)模型对唐山市职工医保基金未来5年的收支趋势进行预测。结果显示, 2023—2027年唐山市职工医保基金收入、支出均保持增长态势, 支出的年均增长率为12.58%, 高于收入的年均增长率10.39%, 基金年结余与结余率均呈逐年下降趋势, 需要警惕收不抵支的风险。因此, 今后需加强基金使用常态化监管、严格控制医疗费用、加强基金风险预判和风险点监管, 以确保基金的可持续发展。

关键词: 唐山市; 职工医保基金; GM(1,1)模型; 风险预测

中图分类号: F842.6; R197 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-349X(2023)06-0087-05

DOI: 10.16160/j.cnki.tsxyxb.2023.06.015

Study on the Prediction of Income and Expenditure of Employee's Medical Insurance Fund in Tangshan Based on GM(1,1) Model

MA Yu-qing, FENG Yong-liang

(Department of Fundamental Sciences Teaching, Tangshan University, Tangshan 063000, China)

Abstract: The income and expenditure data of employee's medical insurance fund in Tangshan from 2015 to 2022 are collected to analyze the operation of the fund. The gray prediction model GM(1,1) is adopted to forecast the revenue and expenditure trend of the medical insurance fund for the next 5 years. The results show that from 2023 to 2027, both the income and expenditure of employees' medical insurance fund in Tangshan remain a growing trend, with the annual average growth rate of expenditure at 12.58%, higher than the growth rate of income at 10.39%. The annual balance and balance rate of the fund show a downward trend year by year, which indicates the need to be vigilant against the risk of insufficient funding. Therefore, it is necessary to strengthen the normalization supervision of fund use, strictly control medical expenses, enhance fund risk prediction, and supervise risk points to ensure the sustainable development of the fund.

Key Words: Tangshan City; employee's medical insurance fund; GM(1,1) model; risk prediction

作者简介: 马玉青(1980—), 女, 河北滦南人, 讲师, 研究方向为应用数学;

冯永亮(1987—), 男, 河北邯郸人, 讲师, 博士, 研究方向为数理统计。

0 引言

职工医疗保险制度是社会保障体系的重要组成部分。进入 21 世纪后,随着人口老龄化程度的加剧,我国基本医疗保险组成成分不断发生变化。2016 年国务院印发《关于整合城乡居民基本医疗保险制度的意见》(国发[2016]3 号),提出对城镇居民医疗保险和新型农村合作医疗进行整合,建立统一的城乡居民医疗保险制度;2019 年国务院办公厅印发《关于全面推进生育保险和职工基本医疗保险合并实施的意见》(国办发[2019]10 号),提出将生育保险基金并入职工基本医疗保险基金进行统一管理。基本医疗保险制度的整合使医保基金的收入、支出、人均筹资、参保人待遇等受到较大影响,基金发展的可持续性值得关注和探究^[1]。

灰色预测 GM(1,1) 模型是对含有不确定因素的系统进行预测的一种方法,适用于对少量数据(比如 20 个以内)作中短期预测,目前已广泛应用于医保基金预测研究。比如,刘晓祥^[2]运用灰色预测 GM(1,1) 模型对江西省人口老龄化程度和职工医保基金的收支进行了预测,发现“十四五”期间职工医保基金收支规模的差距将逐渐缩小,可能会出现收不抵支的风险;吴岚怡等^[1]基于灰色预测 GM(1,1) 模型预测了 2020—2025 年我国基本医疗保险基金、职工

医疗保险、城乡居民医疗保险基金收支情况,发现基本医疗总体运行持续向好,但需警惕职工医疗保险基金结余过多、城乡居民医疗保险基金收不抵支的情况;吴彬等^[3]采用等维新息灰色系统 GM(1,1) 模型对福建省城镇职工医保统筹基金运行的风险进行了预测,结果显示从 2014 年到 2019 年统筹基金会出现当期收不抵支的现象。

本研究基于 2015—2022 年唐山市医保基金收入、支出和结余状况的整理分析,构建灰色预测 GM(1,1) 模型,在不考虑未来基金政策调整的条件下,预测 2023—2027 年唐山市医保基金收支情况,推测其结余发展趋势,分析存在的问题,提出相应的对策,拟为唐山市控制医疗保险基金风险、保障基金健康运行提供理论参考。

1 唐山市职工医保基金运行现状分析

1.1 数据来源

数据来源于 2015—2022 年《河北省统计年鉴》和唐山市医保局相关资料。

1.2 基金参保人员的构成

表 1 为 2015—2022 年唐山市参保人员的构成。从表 1 可知,全市城镇职工医保在职参保人数和退休人员参保人数逐年增加;在职退休比整体呈上升趋势,但小有波动,2022 年在在职退休比为 1.92,与 2021 年相比降低了 2%。

表 1 2015—2022 年唐山市参保人员的构成

人员构成	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年
在职人数 / 万人	101.52	101.4	103.29	110.36	115.93	119.21	121.31	123.16
退休人数 / 万人	53.69	54.92	56.26	57.92	59.63	61.26	62.04	64.18
在职退休比	1.89	1.84	1.85	1.90	1.94	1.95	1.96	1.92

1.3 基金的收支情况

2015—2022 年,唐山市职工医保基金的收入和支出均呈逐年上升趋势,基金收入从 51.43 亿元增加到 103.18 亿元,基金支出从 39.03 亿元增加到 87.12 亿元,基金收入的增长率约为 50%,基金支出的增长率约为 55%,基金支出的增长率明显高于基金收入的增长率。

1.4 基金结余情况

截至 2022 年 12 月唐山市统筹基金累计结余 339 962.77 万元,统筹结余可支付月数为 12

个月,可见基金支撑力较强。

2 灰色预测 GM(1,1) 模型的构建^[4-5]

2.1 步骤 1: 序列构造

序列 1 为唐山市职工医保基金收入 / 支出原始值序列(数据量设为 n),该序列设为原始非负序列:

$$X^{(0)} = \{X^{(0)}(1), X^{(0)}(2), \dots, X^{(0)}(n)\}.$$

(序列 1)

序列 2 为基金收入 / 支出累加值序列:

$$X^{(1)} = \{X^{(1)}(1), X^{(1)}(2), \dots, X^{(1)}(n)\}.$$

(序列 2)

式中,

$$X^{(1)}(n) =$$

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

2.2 步骤2:方程建立与参数求解

对序列2建立其白化微分方程:

$$\frac{dX^{(1)}}{dt} + aX^{(1)} = u_0 \quad (1)$$

式中, a, u 为待求参数。

建立GM(1,1)灰色微分方程:

$$X^{(0)}(t) + aZ^{(1)}(t) = u_0 \quad (2)$$

式中, $Z^{(1)}(t)$ 为GM(1,1)模型的背景值,定义如下:

$$Z^{(1)}(t) = \frac{1}{2}[X^{(1)}(t) + X^{(1)}(t-1)], t=2, 3, \dots, n_0 \quad (3)$$

设待求参数矩阵 $\hat{a} = \begin{bmatrix} a \\ u \end{bmatrix}$,应用最小二乘法得:

$$\hat{a} = (B^T B)^{-1} B^T y_0 \quad (4)$$

式中:

$$B = \begin{bmatrix} -Z^{(1)}(2) & 1 \\ -Z^{(1)}(3) & 1 \\ \vdots & \vdots \\ -Z^{(1)}(n) & 1 \end{bmatrix} =$$

$$\begin{bmatrix} -\frac{1}{2}[X^{(1)}(1) + X^{(1)}(2)] & 1 \\ -\frac{1}{2}[X^{(1)}(2) + X^{(1)}(3)] & 1 \\ \vdots & \vdots \\ -\frac{1}{2}[X^{(1)}(n-1) + X^{(1)}(n)] & 1 \end{bmatrix},$$

$$y = \begin{bmatrix} X^{(0)}(2) \\ X^{(0)}(3) \\ \vdots \\ X^{(0)}(n) \end{bmatrix}。$$

得到参数的估计值后,求解微分方程(1)式,得:

$$\hat{X}^{(1)}(t) = ce^{-a(t-1)} + \frac{u}{a} \quad (5)$$

式中, c 为待定常数, $t=2,3,\dots,n_0$ 。

选定初始值 $\hat{X}^{(1)}(1) = X^{(0)}(1)$,可得 $c = X^{(0)}(1) - \frac{u}{a}$,代入方程(5)式得:

$$\hat{X}^{(1)}(t) = \left[X^{(0)}(1) - \frac{u}{a} \right] e^{-a(t-1)} + \frac{u}{a} \quad (6)$$

式中, $\hat{X}^{(1)}(t)$ 为职工医保基金第 t 年度收入/支出的累加预测值。

通过递减排还原第 t 年度收支的预测值:

$$\hat{X}^{(0)}(t) = \begin{cases} \hat{X}^{(1)}(t), t=1 \\ \hat{X}^{(1)}(t) - \hat{X}^{(1)}(t-1), t \geq 2 \end{cases} \quad (7)$$

2.3 模型检验

根据灰色模型的预测精度,采用后验差检验法检验模型是否合理,具体检验方法如下。

基于GM(1,1)模型求出原始序列数据 $X^{(0)}(t)$ 的估计值 $\hat{X}^{(0)}(t)$,计算出残差序列 $e(t) = X^{(0)}(t) - \hat{X}^{(0)}(t)$ 以及残差均值 $\bar{e}(t) = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n e(t) = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n [X^{(0)}(t) - \hat{X}^{(0)}(t)]$ 。计算原始序列 $X^{(0)}(t)$ 的方差 S_1^2 和残差序列 $e(t)$ 的方差 S_2^2 :

$$S_1^2 = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n [X^{(0)}(t) - \bar{X}]^2; \quad (8)$$

$$S_2^2 = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n [e(t) - \bar{e}(t)]^2 \quad (9)$$

$$\text{式(8)中, } \bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n X^{(0)}(t)。$$

计算后验差比值: $C = \frac{S_2}{S_1}$;计算小误差概率: $p = P\{|e(t) - \bar{e}(t)| < 0.6745 S_1\}$ 。

基于 C, p 两个指标,模型的精度检验等级划分见表2。

表2 模型精度检验等级表

模型精度等级	后验差比值 C	小误差概率 p
1级(优秀)	$C \leq 0.35$	$0.95 \leq p$
2级(合格)	$0.35 < C \leq 0.5$	$0.8 \leq p < 0.95$
3级(勉强)	$0.5 < C \leq 0.65$	$0.7 \leq p < 0.8$
4级(不合格)	$0.65 < C$	$p < 0.7$

3 唐山市职工医保基金预测结果

3.1 基金收入/支出数据的模型拟合结果

基于唐山市职工医保基金收入/支出数据建立GM(1,1)模型,并对构建的模型进行检验,结果见表3。结果显示:基于收入和支出数据拟合的模型,其后验差比值 C 分别为0.018和0.023,小误差概率 p 均为1,模型等级均为优秀。模型预测值与原始值的相对误差均小于0.1(见表4),表明预测值能较好地拟合原始值,预测结果具有一定的说服力。

表 3 基金收入 / 支出的 GM(1,1) 模型及检验结果

数据	方程表达式	C	p	等级
收入	$\hat{X}^{(1)}(t) = 543.34e^{0.099(t-1)} - 491.91$	0.018	1	优秀
支出	$\hat{X}^{(1)}(t) = 340.50e^{0.118(t-1)} - 301.47$	0.023	1	优秀

表 4 基金收入 / 支出的 GM(1,1) 模型拟合结果及相对误差

年份	收入			支出		
	原始值 / 亿元	拟合值 / 亿元	相对误 / %	原始值 / 亿元	拟合值 / 亿元	相对误 / %
2015	51.43	51.43	0	39.03	39.03	0
2016	60.61	56.528	6.735	43.12	42.676	1.03
2017	62.52	62.399	0.193	48.4	48.044	0.737
2018	65.85	68.88	4.602	50.56	54.087	6.975
2019	74.9	76.034	1.514	61.9	60.89	1.632
2020	81.5	83.931	2.983	73.6	68.548	6.864
2021	95.37	92.649	2.853	74.2	77.171	4.003
2022	103.18	102.271	0.881	87.12	86.877	0.279

3.2 基金收入 / 支出的模型预测结果分析

2023—2027 年唐山市职工医保基金收入 / 支出 GM(1,1) 模型的预测结果见表 5。由表 5 可知,2023—2027 年唐山市职工医保基金的收入和支出均保持增长态势。基金收入将从 2023 年的 112.89 亿元增加到 2027 年的 167.62 亿元,年平均增长率为 10.39%;基金支出将从 2023 年的 97.81 亿元增加到 2027 年的 157.10 亿元,年均增长率为 12.58%。总体上,唐山市职工医保基金支出的年均增长率大于收入的年均增长率,且基金结余与结余率呈逐年下降趋势,因此存在收不抵支的风险。

表 5 2023—2027 年唐山市职工医保基金收入 / 支出预测结果

年份	收入 / 亿元	支出 / 亿元	结余 / 亿元	结余率 / %
2023	112.89	97.81	15.08	13.37
2024	124.62	110.11	14.51	11.64
2025	137.56	123.96	13.60	9.89
2026	151.85	139.55	12.30	8.10
2027	167.62	157.10	10.52	6.28

注:结余 = 收入 - 支出;结余率 = (结余 / 收入) × 100%

3.3 讨论

导致唐山市职工医保基金收不抵支风险的原因可能包含如下几点。

(1) 人口老龄化程度不断加重,退休参保人员数量、比例不断加大,加之慢性病患者人数

显著增长,造成了医疗费用开支的增加。

(2) 随着经济社会发展,参保人群对医保待遇的预期不断提高,而且政府部门从惠民生的角度不断调整待遇政策,由此造成了医保基金支出的增加。

(3) 有些医疗机构或医生受经济利益驱动,使得目前重复检查、过度医疗、辅助用药多等问题突出;而且还存在一些就医人挂床住院或者套保骗保的情况,致使医保基金不合理支出增大。

(4) 医保监管力量不足、基金监督执法体系不健全等问题也是造成医保基金收不抵支风险的重要原因。

4 建议

唐山市职工医保基金存在收不抵支风险,其他地区也存在此类问题,国家或地方应该采取相应的措施进行规避,因此建议如下。

(1) 加强医保基金使用常态化监管。首先要加强医保监管队伍建设,提升监管水平;其次要建立健全飞行检查、专项整治、日常监管、智能监控、社会监督立体监管网络,以零容忍态度严厉打击骗保、套保和挪用贪占医保基金的违法行为,以切实维护医保基金安全。

(2) 严格控制医疗费用。要建立健全医疗费用控制机制和科学的考核评价机制,强化医院等医疗机构的主体责任,督促它们结合药品

集中带量采购、DIP支付方式改革等工作,加强医疗费用管控,提高成本意识,并不断改进管理方式、提升服务水平。

(3) 加强医保基金风险预判和风险监管。强化医保基金运行统计分析,加强基金收支的科学测算,掌握基金运行趋势,及时发现风险问题,并建立健全风险评估机制,以加强防范。

参考文献:

- [1] 吴岚怡,王前. 基于GM(1,1)模型我国基本医疗保险基金结余预测分析[J]. 中国卫生经济,2021,40(9):33-38.

- [2] 刘晓祥. 人口老龄化对江西省城镇职工基本医疗保险基金可持续发展的影响研究[D]. 南昌:江西财经大学,2022.
- [3] 吴彬,罗仁夏,曹建平. 等维新息灰色系统GM(1,1)模型在福建省医保统筹基金风险预测中的应用[J]. 中国卫生统计,2015,32(4):613-615.
- [4] 邓聚龙. 灰色系统理论教程[M]. 上海:华中理工大学出版社,1990:156.
- [5] 张之弘. 灰色离散GM(1,1)优化模型及其应用[D]. 重庆:重庆大学,2017.

(责任编辑:李秀荣)

(上接第47页)中现象。存在充填型溶洞的围岩应力值大于无溶洞的围岩应力值,充填型溶洞对围岩应力的影响较大。

参考文献:

- [1] 陈峰,吴绍明,王林枫,等. 富水地区溶洞对深基坑开挖稳定性影响[J]. 地下空间与工程学报,2020,16(6):1882-1890.
- [2] 武兴亮,罗平,赵应武. 引水隧洞充填型溶洞发育机理及处理措施探讨[J]. 陕西水利,2017(5):98-100.
- [3] 罗文艺. 黔张常铁路高山隧道巨型溶洞发育特征及工程评价[J]. 铁道标准设计,2018,62(6):93-98.
- [4] 管鸿浩. 充水溶洞隧道围岩位移特征及影

- 响因素研究[J]. 铁道工程学报,2016,33(8):59-65.
- [5] 常洲,魏研博,冷浩,等. 隐伏充填型溶洞对隧道稳定性影响与防治技术[J]. 公路,2022,67(9):439-445.
- [6] 郑小敏,覃爽. 兴文县溶洞特征、成因及演化研究[J]. 四川地质学报,2021,41(S2):117-125.
- [7] 孙江涛,李志堂,袁敬强,等. 隧道穿越大型充填溶洞超前综合探测与处治技术[J]. 现代隧道技术,2021,58(S1):416-425.
- [8] 邓朝燕,刘顺. 四川省康定市金汤地区一种新型溶洞及其发育机制[J]. 内蒙古科技与经济,2022(21):111-120.

(责任编辑:冯兆娜)

(上接第56页)

- [3] 赵剑曦. Gemini表面活性剂的研究与发展方向[J]. 精细与专用化学品,2008,16(2):14-19.
- [4] 伊梦娇. Gemini表面活性剂功能离子液晶的构筑及性能研究[D]. 济南:山东大学,2022.
- [5] 杜西刚. 新型烷基苯磺酸盐 Gemini表面活性剂的合成及性能研究[D]. 北京:中国科学院研究生院理化技术研究所,2007.
- [6] 杜西刚,路遥,李玲,等. 烷基苯磺酸盐 Gemini表面活性剂与非离子表面活性剂

- C10E6混合溶液的胶团化[J]. 物理化学学报,2007(2):173-176.
- [7] 杜西刚,路遥,李玲,等. 烷基苯磺酸盐 Gemini表面活性剂的结构与界面性质[J]. 精细化工,2007(4):328-331.
- [8] 孟君,路遥,吴会觉,等. NaCl对烷基苯磺酸盐 Gemini表面活性剂水溶液性质的影响[J]. 化学通报,2009,72(10):942-945.
- [9] 周丹丹. 醇对烷基咪唑 Gemini表面活性剂的性质影响研究[D]. 东营:中国石油大学(华东),2017.

(责任编辑:冯兆娜)