

基于GM(1,1)灰色系统模型的山东省卫生总费用分析与预测研究

叶金萍

上海工程技术大学, 上海

收稿日期: 2022年4月11日; 录用日期: 2022年5月6日; 发布日期: 2022年5月16日

摘要

目的: 对2020~2029年十年间的山东卫生总费用进行预测分析研究。方法: 通过应用GM(1,1)灰色预测模型, 利用Excel 2019对山东省卫生总费用支出进行数据分析讨论。结论: 灰色GM(1,1)模型预测结果表明, 至2029年山东省的卫生总费用仍然呈上升趋势, 但是受经济发展新常态和资源的有限性等原因的影响, 卫生总费用本身不可能无限增长而且最终会达到一个阈值和平台期。

关键词

卫生总费用, 灰色模型, 预测, 卫生支出

Analysis and Prediction Studies of Total Health Cost in Shandong Province Based on the GM(1,1) Grey System Model

Jinping Ye

Shanghai University of Engineering Science, Shanghai

Received: Apr. 11th, 2022; accepted: May 6th, 2022; published: May 16th, 2022

Abstract

Objective: To analyze the total health cost in Shandong for ten years from 2020 to 2029. **Methods:** By applying GM(1,1) grey prediction model and excel 2019 to analyze total health expenditure in Shandong Province. **Conclusion:** The prediction results of grey GM(1,1) model show that the total health cost in Shandong province is still on an upward trend by 2029, but due to the new normal of

economic development and limited resources, the total health cost itself cannot increase indefinitely and will eventually reach a threshold and platform period.

Keywords

Total Health Cost, Gray Model, Prediction, Health Expenditure

Copyright © 2022 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

卫生总费用作为宏观经济信息,指的是一个国家或地区在一定时期内(通常指1年),全社会用于医疗卫生服务所消耗的资金总额[1]。它在评价一个国家或地区卫生筹资水平、筹资结构、卫生资源投入及使用效率、政府对居民健康的重视程度和居民疾病经济负担以及卫生事业是否与社会经济协调发展等方面发挥了重要作用[2]。作为我国人口大省和经济大省之一,山东省目前正处于推进“健康中国2030”建设、全面落实“十三五”规划以及进一步深化医药卫生体制改革的关键时期,因此,分析并预测山东省卫生总费用的发展趋势,研究致使总费用增长的影响因素,探索其中的关联程度,对控制不合理卫生费用增长,制定相关政策有重要意义[3]。本文通过应用GM(1,1)灰色预测模型,预测分析2020~2029年的山东省的卫生费用结构分布情况及发展趋势,为完善相关部门政策提出建议和对策。

2. 资料来源与方法

2.1. 资料来源

本研究数据源自2010~2019年《山东省统计年鉴》,选取卫生总费用、政府卫生支出、社会卫生支出、个人卫生支出相关数据作为预测指标,分别构建灰色预测模型。本研究数据来源真实、可靠。

2.2. 研究方法

本研究选取山东省卫生总费用及构成相关指标,通过构建灰色GM(1,1)预测模型,运用Excel 2019对数据进行统计、筛选和分析处理。

3. 结果与分析

3.1. 山东省卫生总费用现状

卫生总费用由政府、社会和个人卫生费用支出三部分组成,卫生总费用研究的目的在于为制定和实施卫生发展战略目标提供宏观经济信息,为制定调整有关卫生经济政策服务,适应经济发展及结构调整、体制转变的需要,为政策执行者提供宏观卫生经济信息[4]。

2010~2019年期间,山东省卫生总费用从1345.30亿元增加到4284.04亿元,年均增长量约326.53亿元,10年间增长了约3.18倍,见图1。政府卫生支出从2010年的327.40亿元增加到2019年的961.00亿元,占卫生总费用比重从24.34%降到22.43%,年均增长量约70.4亿元,10年间增长了近3倍;社会卫生支出从2010年的497.02亿元增加到2019年的2060.05亿元,占卫生总费用比重从36.95%增长到48.09%,年均增长量约173.67亿元,10年间增长了近4.14倍;个人卫生支出从2010年的520.88亿元增

加到 2019 年的 1262.99 亿元，占卫生总费用比重从 38.72% 降到 29.48%，年均增长量约 82.46 亿元，10 年间增长了近 2.42 倍；人均卫生总费用年均增长量约 316.79 元，10 年间增长了约 3 倍。见表 1。

Table 1. Total health expenses and current composition in Shandong Province

表 1. 山东省卫生总费用支出及构成现状

年份	政府卫生支出		社会卫生支出		个人卫生支出		人均卫生总费用(元)	卫生总费用(亿元)	卫生总费用占 GDP 比重(%)
	总费用(亿元)	占比(%)	总费用(亿元)	占比(%)	总费用(亿元)	占比(%)			
2010	327.40	24.34	497.02	36.95	520.88	38.72	1403.13	1345.30	3.43
2011	425.10	25.78	616.02	37.37	607.53	36.85	1710.70	1648.65	3.63
2012	498.38	25.84	726.42	37.66	704.09	36.50	1991.65	1928.88	3.86
2013	571.45	25.44	874.71	38.95	799.80	35.61	2307.49	2245.97	4.11
2014	619.70	24.95	1039.50	41.84	824.97	33.21	2537.60	2484.16	4.18
2015	722.22	25.39	1213.99	42.67	908.75	31.94	2889.11	2844.96	4.52
2016	813.19	24.24	1536.92	45.81	1004.59	29.95	3372.70	3354.70	4.93
2017	842.49	23.59	1679.35	47.03	1048.99	29.38	3568.74	3570.82	4.92
2018	917.10	22.15	1982.61	47.88	1241.11	29.97	4121.35	4140.82	5.41
2019	961.00	22.43	2060.05	48.09%	1262.99	29.48	4254.18	4284.04	6.03

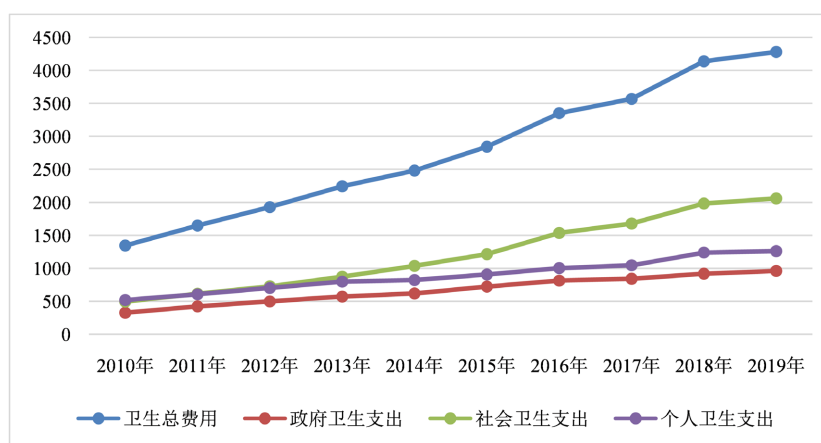


Figure 1. Trend of health expenses in Shandong Province from 2010 to 2019

图 1. 2010~2019 年山东省卫生费用的走势图

3.2. 山东省卫生总费用预测模型

依据灰色模型 GM(1,1) 建模方法对卫生总费用及政府、社会以及个人支出三部分构成进行预测。

对原始序列 $X^{(0)}$ 作一次累加：

$$X^{(1)}(1) = X^{(0)}(1); \quad X^{(1)}(2) = X^{(1)}(1) + X^{(0)}(2); \quad X^{(1)}(3) = X^{(1)}(2) + X^{(0)}(3);$$

$$X^{(1)}(4) = X^{(1)}(3) + X^{(0)}(4); \quad \dots;$$

$$X^{(1)}(10) = X^{(1)}(9) + X^{(0)}(10)$$

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

首先对卫生总费用构造生成列为:

$$X^{(1)} = [2508.5, 4157.15, 6086.03, 8332, 10816.16, 13661.12, 17015.82, 20586.64, 24727.46]$$

构造矩阵 B 和数据向量 Y_n

$$\text{矩阵 } B = \begin{pmatrix} -\frac{1}{2}[X^{(1)}(1) + X^{(1)}(2)] & 1 \\ -\frac{1}{2}[X^{(1)}(2) + X^{(1)}(3)] & 1 \\ \vdots & \vdots \\ -\frac{1}{2}[X^{(1)}(n-1) + X^{(1)}(n)] & 1 \end{pmatrix}$$

$$Y_n = [X^{(0)}(2), X^{(0)}(3), \dots, X^{(0)}(n-1), X^{(0)}(n)]^T$$

通过构造矩阵 B 和数据向量 Y_n , 计算 $B^T B$, $(B^T B)^{-1}$ 和 $B^T Y_n$, 得

得: $a = -0.11626934$, $u = 1515.006216$

$$\frac{u}{a} = -13030.14381, \quad X^{(0)} - \frac{u}{a} = 14375.44381$$

由此可以构建山东省卫生总费用预测模型

$$X^{(1)}(k+1) = 14375.44381e^{0.11626934k} - 13030.14381$$

同理, 经过计算得政府、社会和个人卫生支出,

a 分别为 -0.095102892 , -0.147736609 , -0.087826359

u 分别为 417.4764054 , 554.6737082 , 566.8280709

$\frac{u}{a}$ 分别为 -4389.73408 , -3754.477055 , -6453.963

$X^{(0)} - \frac{u}{a}$ 分别为 4717.13408 , 4251.497055 , 6974.843

由此可以构建 GM(1,1)灰色系统预测模型

政府卫生支出: $X^{(1)}(k+1) = 4717.13408e^{0.095102892k} - 4389.73408$;

社会卫生支出: $X^{(1)}(k+1) = 4251.497055e^{0.147736609k} - 3754.477055$;

个人卫生支出: $X^{(1)}(k+1) = 6974.843e^{0.087826359k} - 6453.963$

3.3. 山东省卫生总费用预测模型的检验

通过计算, 平均相对误差为 0.030, 精度 P 为 97%, 大于 95%, 卫生总费用的均方差比值 C 为 0.127981513, 小于 0.35, 见表 2。经验证, 该模型的精度较高, 可进行预报和预测; 同理, 政府、社会和个人卫生支出的平均相对误差分别为 0.037、0.05、0.026, 精度 P 分别为 96.26%、95%、97.4%, 精度 P 均大于 95%, 均方差比值 C 分别为 0.176631614, 0.149476343, 0.139857055, 均小于 0.35, 经验证, 模型的精度较高, 可进行预报和预测, 所建立的模型均具有科学、准确的预测效果。拟合效果图见图 2~5。

Table 2. Test table for prediction error of GM(1,1) prediction model on total health expenditure in Shandong Province
表 2. GM(1,1)预测模型对山东省卫生总费用预测误差检验表

年份	卫生总费用实际值	卫生总费用预测值	残差	相对误差
2010	1345.3	1345.3	0	
2011	1772.47	1648.65	-123.82	-7.51%
2012	1991.01	1928.88	-62.13	-3.22%
2013	2236.50	2245.97	9.47	0.42%
2014	2512.26	2484.16	-28.10	-1.13%
2015	2822.01	2844.96	22.95	0.81%
2016	3169.96	3354.70	184.74	5.51%
2017	3560.82	3570.82	10.00	0.28%
2018	3999.86	4140.82	140.96	3.40%
2019	4493.03	4284.04	-208.99	-4.88%

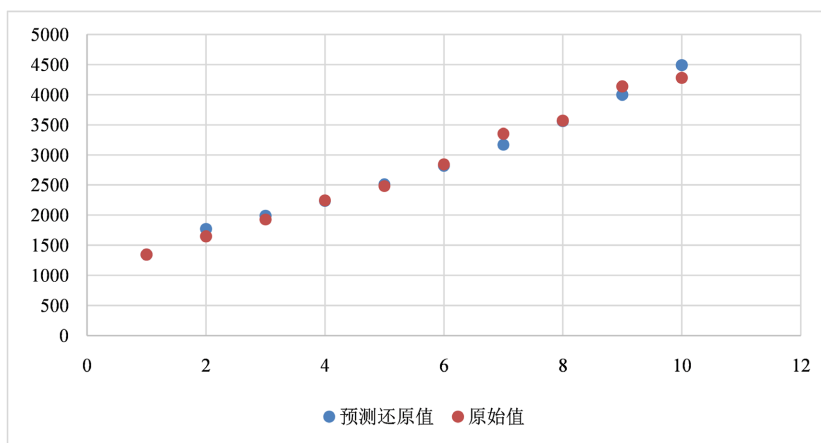


Figure 2. Fitting effect diagram of total health expenses
图 2. 卫生总费用支出拟合效果图

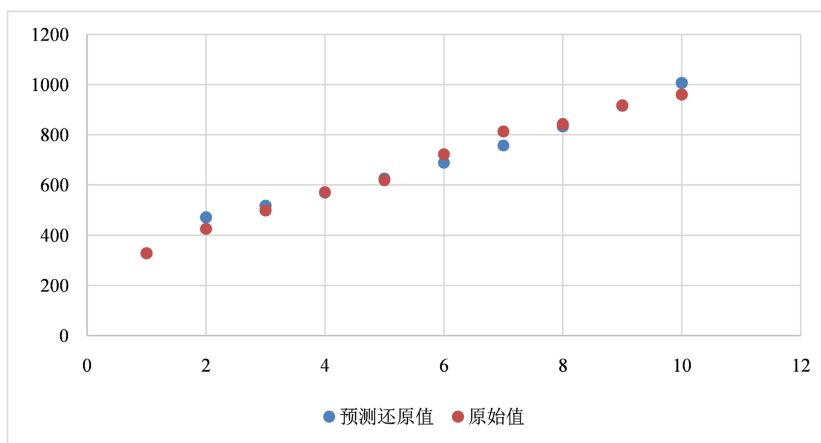


Figure 3. Fitting effect diagram of government health expenditure
图 3. 政府卫生支出拟合效果图

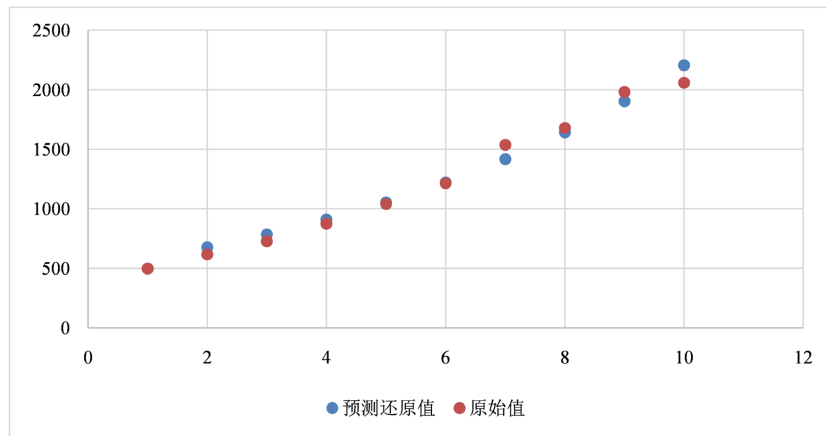


Figure 4. Fitting effect diagram of social health expenditure
图 4. 社会卫生支出拟合效果图

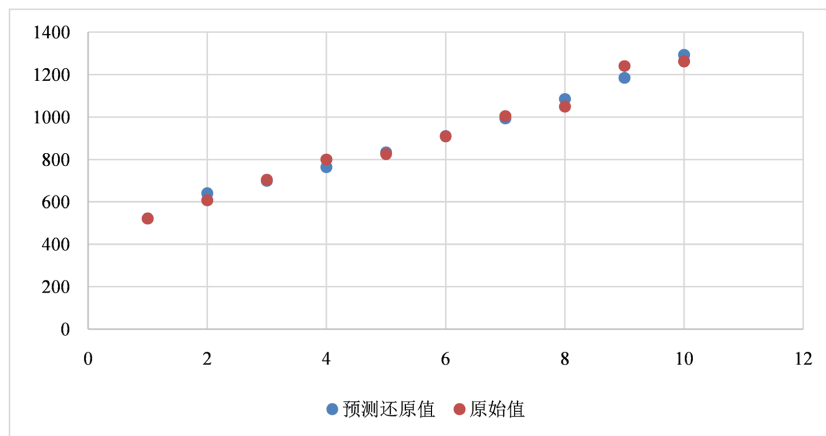


Figure 5. Fitting effect diagram of personal health expenditure
图 5. 个人卫生支出拟合效果图

3.4. 山东省卫生总费用预测结果

通过对所建立模型的检验,均属于一级模型,模型精度较高,可以用其对山东省卫生总费用、政府、社会和个人卫生费用支出进行中长期的预测[5],本研究预测周期为2020~2029年。见表3和图6。

Table 3. Total health cost and composition forecast from 2020~2029 based on GM(1,1) model
表 3. 基于 GM(1,1)模型的 2020~2029 年山东省卫生总费用及构成预测

年份	卫生总费用						累加总费用 (亿元)	直接预测总 费用(亿元)
	政府卫生支 出(亿元)	占比(%)	社会卫生支 出(亿元)	占比(%)	个人卫生支 出(亿元)	占比(%)		
2020	1107.67	21.82	2558.33	50.39	1411.41	27.80	5077.41	5047.02
2021	1218.19	21.28	2965.63	51.80	1540.98	26.92	5724.8	5669.31
2022	1339.73	20.74	3437.78	53.22	1682.43	26.04	6459.94	6368.32
2023	1473.40	20.20	3985.11	54.63	1836.88	25.18	7295.39	7153.53
2024	1620.40	19.65	4619.56	56.03	2005.50	24.32	8245.46	8035.55

Continued

2025	1782.07	19.11	5355.03	57.42	2189.60	23.48	9326.7	9026.32
2026	1959.87	18.56	6207.60	58.79	2390.60	22.64	10,558.07	10,139.25
2027	2155.41	18.02	7195.89	60.16	2610.06	21.82	11,961.36	11,389.40
2028	2370.46	17.48	8341.53	61.51	2849.66	21.01	13,561.65	12,793.69
2029	2606.96	16.94	9669.57	62.84	3111.25	20.22	15,387.78	14,371.13

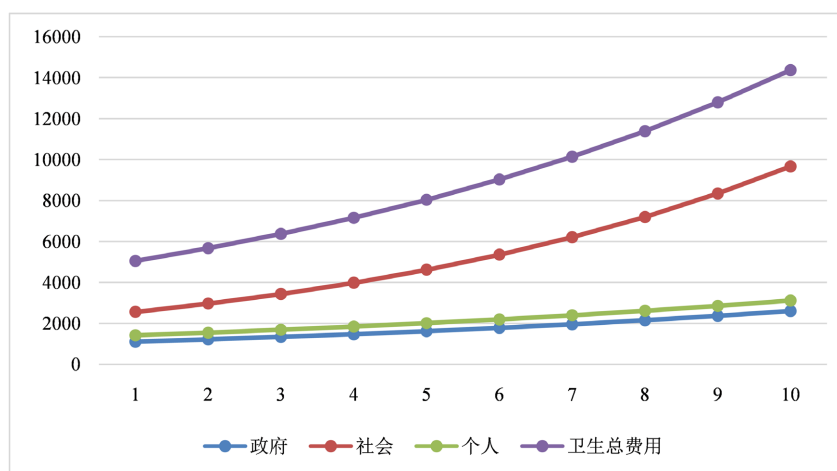


Figure 6. The forecast trend of total health cost and composition in Shandong Province

图 6. 山东省卫生总费用及构成预测趋势

基于灰色预测 GM(1,1)模型 2020~2029 年山东省卫生总费用将从 5047.02 亿元增加到 14371.13 亿元, 年均增加约 1145.60 亿元, 政府卫生支出年均增加约 166.59 亿元, 占比降低到 16.94%; 社会卫生支出年平均增加约 790.14 亿元, 占比增加到 62.84%; 个人卫生支出年平均增加约 188.87 亿元, 占比降低到 20.22%。

从卫生总费用构成看, 预计在历史数据及现有卫生筹资政策不发生重大变化基础上, 未 2020~2029 年筹资总量大小依次为社会卫生支出、个人卫生支出、政府卫生支出; 从预测结果看, 2020 年~2029 年卫生总费用各指标中, 社会卫生支出在卫生总费用中所占的比重最大且呈现持续上升趋势, 在 2029 年高达 62.84%, 比 2019 年占比增加了 14.75%; 政府和个人卫生支出的占比则相反均呈下降趋势, 预计到 2029 年政府卫生支出占比减少到 16.94%, 比 2019 年占比降低了 5.49%, 预计个人卫生支出到 2029 年占比减少到 20.22%, 比 2019 年占比降低了 9.26%。从整体构成看, 所有的预测数据都是根据山东省卫生总费用的历史数据进行计算的, 这与《“十四五”全民医疗保障规划》中将个人卫生支出占卫生总费用的比例作为约束性指标纳入发展主要指标体系, 提出了从 2020 年的 27.7%降到 2025 年 27%的预期目标相契合。

4. 讨论

灰色 GM(1,1)模型预测结果表明, 模型预测精度较好, 可用于长期预测, 至 2029 年山东省的卫生总费用仍然呈上升趋势。但是由于经济发展进入新常态, 呈现放缓趋势, 也影响了卫生总费用的增长速度; 另一方面, 基于资源的有限性, 卫生总费用本身不可能无限增长, 最终会达到一个阈值和平台期; 此外, 社会卫生支出比例则不断上升, 而个人卫生支出与这一趋势正好相反, 呈现下降趋势, 而这正与新一轮医药卫生体制改革的目标和预计成效相切合。

5. 对策建议

5.1. 提高卫生筹资水平、优化筹资构成

面临经济新常态,保持经济增长,加大政府卫生投入力度并提高卫生总费用筹资水平。保持经济的稳定增长;提高卫生总费用占GDP比重;提高政府卫生投入占卫生总费用比重;优化政府、社会卫生支出结构[6]。

5.2. 完善医疗保障制度建设

基本医保的保费筹资标准的不同,导致了医保补偿标准也不同,目前补偿水平最高的为城镇职工医保,这就表现出医保制度不公和筹资差距[7]。以略有结余为标准,在充分发挥医保基金作用的基础上,对人口、医疗等因素进行科学预测,完善医疗保障制度建设。

5.3. 加强对卫生资金的监管

政府应该继续深化医药卫生体制改革,加强有关部门对卫生资金的监督和检查[8],保证卫生资金收支情况的透明、公开,防止有关人员滥用职权,暗箱操作。加强综合管理,避免“九龙治水”现象,增强卫生、财政等部门的沟通、交流,杜绝推诿,各司其职,合理化地加强对卫生费用的管理和使用。

6. 结束语

面对卫生总费用快速上涨的现状,政府应当继续深化医药卫生体制改革,充分考虑经济因素、卫生资源、卫生服务、人口等因素对卫生总费用的影响,加强对医疗卫生机构的监管,控制卫生总费用的快速上涨,建立预警机制,控制不合理的生长因素,合理配置大型医用设备等医疗卫生资源,引导公立医疗卫生机构坚持公益性,减少诱导需求,完善医疗保障体系,逐步提高医疗保障水平,减轻人民群众的看病经济负担;同时,政府应当大力发展经济,推动经济社会与医疗卫生事业协调发展[9]。因此,医疗卫生机构应当坚持以人为本,增强人民群众的健康水平,一切为了人民群众,严厉抵制诱导需求,强化规范医生的行医准则,人民群众应当积极学习自我保健的知识,提高预防疾病的能力。

参考文献

- [1] 孟庆跃. 卫生经济学[M]. 北京: 人民卫生电子音像出版社, 2013.
- [2] 陈力, 赵郁馨, 刘国祥, 等. 天津市卫生筹资与资源配置研究[J]. 中国卫生经济, 2008(9): 12-18.
- [3] 井淇, 马安宁, 高倩倩, 等. 灰色增量模型在山东省卫生总费用预测中的应用[J]. 中国卫生统计, 2019, 36(2): 285-287.
- [4] 刘晓光. 河南省卫生总费用核算及管理的研究报告[D]: [硕士学位论文]. 郑州: 郑州大学, 2012.
- [5] 丁海峰, 高凯, 姜茂敏. 基于灰色GM(1,1)模型的上海市卫生总费用预测研究[J]. 医学与社会, 2020, 33(6): 42-46. <https://doi.org/10.13723/j.yxysh.2020.06.011>
- [6] 任强, 张洁羽, 吕智浩. 人口转变、经济发展与卫生支出增长——以人口普查为基础的因素分解[J]. 人口与发展, 2014, 20(1): 22-32.
- [7] 许建强. 山东省卫生总费用分析与预测研究[D]: [博士学位论文]. 济南: 山东大学, 2016.
- [8] 相静, 孔杨, 徐天和. 基于灰色系统GM(1,1)模型的山东省卫生总费用预测研究[J]. 中国卫生统计, 2016, 33(4): 653-656.
- [9] 孙健, 陈飞, 文秋林, 王前强, 朱平华. 中国卫生总费用影响因素的灰色关联分析[J]. 农村经济与科技, 2017, 28(16): 176-177+191.