

基于GM(1,1)模型深圳市重特大疾病补充 医疗保险参保人数预测

赵 维

上海工程技术大学, 管理学院, 上海

收稿日期: 2023年8月15日; 录用日期: 2023年10月4日; 发布日期: 2023年10月12日

摘 要

“健康中国”战略背景下, 居民保险意识不断提升, 作为基本医疗保险和商业医疗保险的衔接部分——城市定制型商业医疗保险得以迅速发展。基于深圳市医疗保障局公布的数据, 分析深圳市2016~2021年重特大疾病补充医疗保险参保人数, 通过建立灰色预测模型, 预测未来六年深圳市重特大疾病补充医疗保险参保人数。结果表明, 未来六年深圳市重特大疾病补充医疗保险参保人数将保持稳定增长的态势。最后, 提出相关的对策建议, 以期实现城市定制型商业医疗保险更好地发展。

关键词

城市定制型商业医疗保险, 多层次医疗保障体系, 灰色预测模型

Based on GM(1,1) Model, Prediction of the Number of Insured Persons in Shenzhen's Supplementary Medical Insurance for Major Diseases

Wei Zhao

School of Management, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai

Received: Aug. 15th, 2023; accepted: Oct. 4th, 2023; published: Oct. 12th, 2023

Abstract

Under the background of “Healthy China” strategy, residents’ insurance awareness has been con-

tinuously improved; as a connecting part of basic medical insurance and commercial medical insurance, urban customized commercial medical insurance has developed rapidly. Based on the data released by Shenzhen Medical Security Bureau, this paper analyzes the number of people participating in the supplementary medical insurance for major diseases in Shenzhen from 2016 to 2021, and predicts the number of people participating in the supplementary medical insurance for major diseases in Shenzhen in the next 6 years by establishing a grey prediction model. The results show that the number of insured people in Shenzhen's supplementary medical insurance for major diseases will maintain a steady growth trend in the next six years. Finally, relevant countermeasures and suggestions are put forward in order to achieve better development of urban customized commercial medical insurance.

Keywords

Urban Customized Commercial Medical Insurance, Multi-Level Medical Security System, Grey Prediction Model

Copyright © 2023 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

2020年3月5日国务院正式发布的《关于深化医疗保障制度改革的意见》明确提出“到2030年，全面建成以基本医疗保险为主体，医疗救助为托底，补充医疗保险、商业健康险、慈善捐赠、医疗互助共同发展的医疗保障制度体系”。在这一政策思路的指导之下，我国已经初步建立了四个层级的医疗保障体系。第一层次是国家举办的基本医疗保险，包括基本医疗保险与医疗救助，第二层次是雇主举办的企业补充医疗保险，第三层次是商业健康保险，第四层次是慈善公益和医疗互助[1][2]。自2020年以来，多层次医疗保障共同发展，形成政府、市场、社会协同保障的格局，各级政府及有关部门支持商业保险机构开发与基本医疗保险相衔接的商业健康保险产品，更好覆盖基本医疗保险不予支付的费用。深圳作为最早探索城市定制型医疗保险的城市，于2015年6月深圳市政府推出了第一个城市定制型医疗保险——“深圳市重特大疾病补充医疗保险”（以下简称“重疾补充险”）。“深圳市重特大疾病补充医疗保险”由深圳市人社局牵头财政委、民政局联合推进实施，由平安养老保险公司承保。目前重疾补充险已在深圳市推行8年时间，本研究拟通过对该地区重疾补充险的参保人数进行预测，从而为建设该地区的多层次医疗保障体系提供科学参考。

2. 研究现状

2.1. 城市定制型医疗保险相关研究

我国学者针对城市定制型的商业医疗保险研究起步晚，针对大样本基本医疗保险对其需求影响的问题，多数学者已经开展了相关研究，关于基本医疗保险在商业医疗保险需求中的作用也已有少数学者做过研究。陈辉(2020)认为目前基本医保实现了全覆盖，之后需要关注的一个问题是特别弱势的群体如何得到保障，另外一个问题就是医疗资源如何控制费用，提高使用效率。而城市定制型商业医疗保险正尝试在回答这两个问题[3]。孙蓉等(2019)指出，普惠保险应具备符合普惠性质、属于市场化行为和以国家出台相关政策支持为前提的三要素[4]；徐徐(2022)等认为，惠民保与社会医疗保险的关系十分密切，具有

一定“准公共产品”色彩[5]。

2.2. 灰色模型预测研究

杨小康、王珍(2014)使用 GM(1,1)灰色模型对西安市未来十年的人口进行了预测,使用 GM(1,1)与线性回归两种方式进行预测,并对两种方法的优劣进行了评论,相比之下使用灰色系统模型进行预测的相对误差较小[6]。张荣艳、郝淑双(2013)通过构建 GM(1,1)灰色预测模型,使用 2001 至 2011 年的人口数据,对 2012 至 2020 年中国人口老龄化程度进行了预测[7]。杨真真、刘琳、谢艳秋(2021)通过 GM(1,1)灰色模型对我国 65 周岁以上的人口数量进行了预测,并通过了精度的检验[8]。文静等(2022)使用 GM(1,1)灰色模型预测了全国甲状腺癌的发病趋势,预测了未来五年全国分地区、分性别的发病率[9]。

2.3. 研究评述

综上所述,可以发现,目前我国关于城市定制型医疗保险的研究内容存在片面性,而灰色预测模型的应用领域也有待拓宽。因此,本文旨在探讨利用灰色预测模型来预测深圳市城市定制型医疗保险参保人数的可行性和必要性。通过该模型,可以更全面地理解参保人数的变化趋势,辅助决策制定。相对于现有研究方法,灰色预测模型在数据量较少或趋势不明显时具备较好的适用性。本研究的贡献在于将灰色预测模型引入医疗保险领域,为城市定制型医疗保险的管理与发展提供新的视角和决策支持。通过对深圳市的案例研究,本文有望为医疗保险管理者和政策制定者提供有益的参考,进一步推动城市定制型医疗保险的健康发展。

3. 资料与方法

3.1. 资料来源

数据资料来源于深圳市医疗保障局官方网站上公布的相关数据,基于现有的数据资料,对未来深圳市重疾补充险的参保人数进行预测。

3.2. 研究方法

3.2.1. 模型介绍

GM(1,1)模型预测为灰色系统理论中的重要预测方程模式方法之一,首先是由著名中国系统工程学家邓聚龙首先提出,基本思路即为通过对系统初始序列进行一次相加,弱化系统其自身内在规律的随机性,得到一个带有相对较好生成规律特征的累加初始序列,从而可以根据其生成的顺序来建立随机微分方程,拟合灰色系统规律并得到灰参数,以此来建立一个符合外推理论应用要求的灰色预测方程模型[10]。因此可以采用 GM(1,1)模型对深圳市重特大疾病补充医疗保险参保人数进行预测,既可探索模型的适应性,为后续应用提供参考,同时基于研究对象的数据特征,通过对原始数据累加序列构造预测方程,能有效减少无规律数据对整体的影响,增强预测结果的准确性和说服力。

3.2.2. 模型必要性分析

首先,灰色预测模型具有灵活性,GM(1,1)模型在数据不充分、数据随机性较大、分布不均匀的情况下,仍然能够提供较为可靠的预测结果。相比于其他常用的统计建模方法,GM(1,1)模型更加灵活。其次,模型拟合度高,GM(1,1)模型可以通过对原始数据的一次累加生成数据,进而通过指数生成原始数据的近似值。这种特点能够较好地拟合原始数据的变化趋势。最后,GM(1,1)模型适用于一些数据量较少、趋势难以分析的情况,具有较好的预测能力,而且模型简单易用,计算简单。

3.3. GM(1,1)模型构建

3.3.1. 级比检验, 建模可行性分析

1) 建立序列构造: 参保人数原始序列见式 1

$$X^{(0)} = \{X^{(0)}(1), X^{(0)}(2), \dots, X^{(0)}(6)\} \quad (1)$$

$$X^{(0)} = (486, 504, 625, 750, 780, 796)$$

2) 求级比见式 2

$$\sigma(k) = \frac{x^{(0)}(k-1)}{x^{(0)}(k)} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \sigma &= [\sigma(2), \sigma(3), \dots, \sigma(6)] \\ &= (0.9643, 0.8064, 0.8333, 0.9615, 0.9799) \end{aligned}$$

3) 级比判断用式 3

$$\sigma(k) \in \left(e^{-\frac{2}{n+1}}, e^{\frac{2}{n+1}} \right) \quad (3)$$

由于所有的 $\sigma(k) \in [0.75148, 1.33071]$ ($k=2, 3, \dots, 6$), 所以可以用 $x^{(0)}$ 作满意的 GM(1,1) 建模。

3.3.2. 用 GM(1,1) 建模

1) 对原始数据 $X^{(0)}$ 做一次累加:

$$X^{(1)}(k) = \sum_{m=1}^k X^{(0)}(m) \quad k = (1, 2, \dots, 6) \quad (4)$$

得: $X^{(1)} = (x^{(1)}(1), x^{(1)}(2), \dots, x^{(1)}(6)) = (486, 990, 1615, 2365, 3145, 3941)$

2) 构造数据矩阵 B 及数据向量 Y

$$\begin{cases} z^{(1)}(2) = \frac{1}{2}[x^{(1)}(1) + x^{(1)}(2)] = 738 \\ z^{(1)}(3) = \frac{1}{2}[x^{(1)}(2) + x^{(1)}(3)] = 1302.5 \\ z^{(1)}(4) = \frac{1}{2}[x^{(1)}(3) + x^{(1)}(4)] = 1990 \\ z^{(1)}(5) = \frac{1}{2}[x^{(1)}(4) + x^{(1)}(5)] = 2755 \\ z^{(1)}(6) = \frac{1}{2}[x^{(1)}(5) + x^{(1)}(6)] = 3543 \end{cases}$$

于是得到:

$$Y = \begin{bmatrix} x^{(0)}(2) \\ x^{(0)}(3) \\ x^{(0)}(4) \\ x^{(0)}(5) \\ x^{(0)}(6) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 504 \\ 625 \\ 750 \\ 780 \\ 796 \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} -z^{(1)}(2) & 1 \\ -z^{(1)}(3) & 1 \\ -z^{(1)}(4) & 1 \\ -z^{(1)}(5) & 1 \\ -z^{(1)}(6) & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -738 & 1 \\ -1303.5 & 1 \\ -1990 & 1 \\ -2755 & 1 \\ -3543 & 1 \end{bmatrix}$$

3) 最小二乘估计求参数列 $P = (a, b)^T$:

计算 $(B^T B)^{-1}$

$$(B^T B)^{-1} = \begin{bmatrix} 1.99659E-07 & 0.000412435 \\ 0.000412435 & 1.05196783 \end{bmatrix}$$

由于

$$\begin{aligned} \hat{P} &= (\hat{a}, \hat{b})^T = (BB^T)^{-1} B^T Y \\ &= \begin{pmatrix} -0.101955623 \\ 480.3902694 \end{pmatrix} \end{aligned}$$

于是得到 $\hat{a} = -0.101955623$, $\hat{b} = 480.3902694$ 。

4) 建立模型

$$x^{(0)}(k) - 0.101955623z^{(1)}(k) = 480.3902694$$

解得时间响应序列为:

$$\begin{aligned} x^{(1)}(k+1) &= \left(x^{(0)}(1) - \frac{\hat{b}}{\hat{a}} \right) e^{-\hat{a}k} + \frac{\hat{b}}{\hat{a}} \\ x^{(1)}(k+1) &= 5197.758457e^{0.101955623k} - 4711.758457 \end{aligned}$$

3.3.3. 模型检验

1) 残差检验

$$\text{平均相对误差: } \varepsilon(\text{avg}) = \frac{1}{n-1} \sum_{k=2}^n |\varepsilon(k)| = 0.058$$

$$\text{精度: } P^0 = (1 - \varepsilon(\text{avg})) \times 100\% = 94.2\%$$

经验证, 该模型的精度较高, 可进行预报和预测。

2) 后验差检验

$$\text{计算残差 } E(k) = x^{(0)}(k) - \hat{x}^{(0)}(k)$$

$$X^{(0)} \text{ 的均值: } \bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n x^{(0)}(k) = 656.8333333$$

$$X^{(0)} \text{ 的方差: } S_1 = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n [x^{(0)}(k) - \bar{X}]^2} = 126.9992345$$

$$\text{残差的均值: } \bar{E} = \frac{1}{n-1} \sum_{k=2}^n E(k) = -0.220512824$$

$$\text{残差的方差: } S_2 = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{k=2}^n [E(k) - \bar{E}]^2} = 43.91018183$$

$$\text{后验差比值: } C = \frac{S_2}{S_1} = \frac{43.91018183}{126.9992345} = 0.345751547$$

现在 $0.6745S_1 = 85.65968193$, 而所有的 $|E(k) - \bar{E}|$ 都小于 $0.6745S_1$, 故小误差概率为:

$$P = P\{|E(k) - \bar{E}| < 0.6745S_1\} = 1$$

模型等级评定:

Table 1. Model classification conditions**表 1.** 模型等级划分条件

模型等级	C	P
优秀	≤ 0.35	≥ 0.95
合格	0.36~0.50	0.80~0.94
勉强合格	0.51~0.65	0.70~0.79
不合格	> 0.65	< 0.70

结合表 1, 根据 $P \geq 0.95$, $C \leq 0.35$, 表示模型预测等级好, 由此可知预测方程 $x^{(1)}(k+1) = 5197.758457e^{0.101955623k} - 4711.758457$ 可用于进行深圳市重特大疾病补充医疗保险参保人数的后续外推预测。

4. 结果分析

4.1. 深圳市重特大疾病补充医疗保险参保人数现状

在政策的推动下, 我国第一款城市定制健康险于 2015 年在深圳试行。深圳市人力资源和社会保障部门通过政府采办、合同委托的方式选择商业保险公司承办重特大疾病补充医疗保险。深圳市重特大疾病补充医疗保险是当前运行时间最长, 也是政策介入较深的一款普惠式健康险, 在性质上更似政策性保险。深圳市重特大疾病补充医疗保险参保人数自 2015 年该险种推出以来逐年增加(见表 2)。

Table 2. The number of people participating in the supplementary medical insurance for major diseases in Shenzhen**表 2.** 深圳市重特大疾病补充医疗保险参保人数

年份	参保人数(万人)
2016	486
2017	504
2018	625
2019	750
2020	780
2021	796

4.2. 深圳市重特大疾病补充医疗保险参保人数预测情况

4.2.1. 深圳市重特大疾病补充医疗保险参保人数 GM(1,1)模型构建及检验结果

建立深圳市重特大疾病补充医疗保险人数累计值预测方程, 通过累计值相减还原各年参保人数预测值(见图 1)。对构建的模型进行检验, 残差检验结果显示模型的平均相对误差等于 0.058 小于 0.2, 后验差检验结果显示模型后验差比值 C 等于 0.346 小于 0.35, 小误差概率 P 等于 1 大于 0.95, 预测值能较好拟合原始值, 模型等级优秀。

4.2.2. 2022~2027 年深圳市重特大疾病补充医疗保险参保人数预测结果

预测结果显示, 2022~2027 年, 深圳市重特大疾病, 补充医疗保险参保人数将持续增加, 到 2027 年深圳市重特大疾病, 补充医疗保险参保人数将达到 1546.5 万人(见表 3), 年均增长速度为 12%。

k	x(1)(k+1)	x(0)(k+1)预测的原始值	x(0)	E(k)	原始x(0)均值差的平方	(E(k)-E')^2	E(k)-E''	判断
0	486	486	486		29184.02778		0.22051282	1
1	1043.9	557.8979245	504	-53.8979	23358.02778	2881.264519	-53.677412	1
2	1661.68	617.7795247	625	7.22048	1013.361111	55.3683043	7.44098813	1
3	2345.77	684.0884764	750	65.9115	8680.027778	4373.446239	66.1320364	1
4	3103.28	757.5146551	780	22.4853	15170.02778	515.5559759	22.7058577	1
5	3942.1	838.8219835	796	-42.822	19367.36111	1814.885302	-42.601471	1
			656.83333	-0.22051	96772.83333	9640.52034		
				S1	126.9992345	43.91018183	S2	
				C	0.345751547			
			小误差概率	P	1			
				[0, 1]		0.6745S1		
				[0.25,0.75]	-0.67448975	85.65968193		
					0.67448975			

Figure 1. Based on GM(1,1), prediction process of the number of people participating in the supplementary medical insurance for major diseases in Shenzhen

图 1. 基于 GM(1,1)深圳市重特大疾病补充医疗保险参保人数的预测过程

Table 3. Prediction of the number of insured persons in Shenzhen's supplementary medical insurance for major diseases

表 3. 深圳市重特大疾病补充医疗保险参保人数预测情况

年份	参保人数(万人)
2022	928.9
2023	1028.6
2024	1138.0
2025	1261.2
2026	1396.6
2027	1546.5

5. 讨论及建议

5.1. 使用的数据及预测模型具有一定的可靠性

本研究以深圳市重特大疾病补充医疗保险推行以来的数据为基础，对未来深圳市重特大疾病补充医疗保险的参保人数进行预测。根据上文中有关的分析和计算过程可以说明灰色系统理论 GM(1,1)预测模型在深圳市重特大疾病补充医疗保险参保人数的预测应用中表现优秀，GM(1,1)预测模型对深圳市重大疾病参保人群在数量上有较好的预测能力。通过建立的预测模型验证，预测结果与原始数据吻合较好，与历史变化趋势一致，从而预测结果在一定程度上具有较好的可信度。

5.2. 完善产品设计，提供更全面的保障

目前，我国城市定制型医疗保险的产品设计较为简单，主要以定额支付为主，对于医疗费用较高的特殊疾病、手术费用等没有提供足够的保障。因此，建议在产品设计上增加保障范围，提供全程的医疗保障，包括住院费用、手术费用、特殊疾病保障等，以满足人们对高品质医疗保障的需求。

5.3. 加强信息披露，增加透明度

目前，城市定制型医疗保险产品的价格、保障范围、理赔条件等信息并不够透明，消费者很难对不同保险公司的产品进行比较和选择。因此，建立一个统一的信息披露平台，包括所有保险公司的产品信息、价格、理赔记录等，提供给消费者进行比较和选择。同时，要加强对保险公司的监管，确保其信息披露的真实性和准确性。

5.4. 加强风险管理，降低保费

由于医疗费用的上涨和人口老龄化等因素的影响，城市定制型医疗保险的保费较高，使得一些消费者难以负担。为了降低保费，建议在风险管理方面做更多的工作。一方面，可以通过与医院、药店等医疗机构的合作，降低医疗服务和药品的价格，减少保险公司的理赔压力。另一方面，可以通过提供健康管理和服务，加强对被保险人的健康管理，减少慢性病发病率和医疗费用的增加，从而降低保费。

学者赵强等(2022)还提出各地应根据当地实际情况确定允许几个险种同时存在，既保证不是一家垄断，存在一定竞争，又不至于造成竞争失序和资源浪费[11]。

参考文献

- [1] 郑秉文. “多层次”医疗保障体系三大亮点与三大挑战——抗击疫情中学习解读《中共中央国务院关于深化医疗保障制度改革的意见》[J]. 中国医疗保险, 2020(4): 6-9.
- [2] 许飞琼. 中国多层次医疗保障体系建设现状与政策选择[J]. 中国人民大学学报, 2020, 34(5): 15-24.
- [3] 陈辉. 社商融合型普惠式健康险的“元年”[J]. 理财, 2020(11): 50-51.
- [4] 孙蓉, 吴剑, 崔微微. 普惠保险及其发展水平测度[J]. 保险研究, 2019(1): 58-74.
- [5] 徐徐, 姚岚. 城市定制型商业医疗保险可持续性发展思考[J]. 中国保险, 2022(1): 37-41.
- [6] 杨小康, 王珍. 灰色组合模型在西安市人口预测中的应用[J]. 中外企业家, 2014(8): 252-253.
- [7] 张荣艳, 马艳琴, 郝淑双. 残差灰色预测模型在我国老龄人口预测中的应用[J]. 数学的实践与认识, 2013, 43(16): 162-166.
- [8] 杨真真, 刘琳, 谢艳秋, 王淼. 基于灰色预测模型的人口老龄化发展趋势预测与应对策略研究[J]. 中国管理信息化, 2021, 24(9): 198-200.
- [9] 文静, 殷成宇, 廖国伟, 王苑, 张洁. 应用 GM(1,1)灰色模型预测全国甲状腺癌发病趋势[J]. 现代肿瘤医学, 2022, 30(5): 899-902.
- [10] 邓聚龙. 灰色系统理论教程[M]. 上海: 华中理工大学出版社, 1990.
- [11] 赵强, 王钰涵. 城市定制型商业医疗保险持续性发展思考[J]. 中国保险, 2022(8): 47-51.