

# 基于GM(1,1)预测农村医疗服务资源与发展需求

濮春婷

上海工程技术大学管理学院, 上海

收稿日期: 2023年8月16日; 录用日期: 2023年10月10日; 发布日期: 2023年10月20日

## 摘要

为促进我国农村医疗卫生条件发展, 加快完善医疗卫生资源供给, 利用GM(1,1)预测模型与2015~2020年农村医疗卫生相关数据, 分别从农村医疗技术人员配备数、农村卫生机构床位数及农村人均可支配收入等方面选取指标, 分析我国2021~2028年农村地区医疗服务资源与发展需求。结果显示, 到2028年我国农村地区每千人口乡镇卫生所数达2.3个, 床位数达179.73万张, 每千人口农村注册护士达4.26人, 农村卫生技术人员达8.58人。随着经济发展与社会保障制度不断完善, 农村地区医疗服务仍存在不足之处, 今后应拓宽农村医疗服务机构的范畴, 加大医疗人力资源投入, 保障农村医疗服务资源与发展需求。

## 关键词

农村医疗, 灰色预测模型, 发展需求

# Prediction of Rural Medical Service Resources and Development Demand Based on GM(1,1)

Chunting Pu

School of Management, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai

Received: Aug. 16<sup>th</sup>, 2023; accepted: Oct. 10<sup>th</sup>, 2023; published: Oct. 20<sup>th</sup>, 2023

## Abstract

In order to promote the development of rural medical and health conditions and accelerate the improvement of the supply of medical and health resources, the GM(1,1) prediction model and

2015~2020 rural medical and health related data were used to select indicators from the aspects of the number of rural medical technicians, the number of beds in rural health institutions and the per capita disposable income in rural areas. To analyze the medical service resources and development needs of rural areas in China from 2021 to 2028. The results show that by 2028, there will be 2.3 township clinics, 1,797,300 beds, 4.26 registered nurses and 8.58 health technicians per 1,000 people in rural areas. With the continuous improvement of economic development and social security system, there are still deficiencies in medical services in rural areas. In the future, the scope of rural medical service institutions should be expanded, and the input of medical human resources should be increased to ensure the resources and development needs of rural medical services.

## Keywords

Rural Medical Care, Grey Prediction Model, Development Demand

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

农村医疗卫生体系是保障亿万农民群众健康生活,提升其获得感、幸福感和安全感的基础性工程,特别是新冠疫情发生以来,更突显出农村医疗卫生体系的重要性,可以说完善的医疗卫生体系是抗击公共卫生突发事件的基层堡垒[1]。推进乡村公共卫生体系建设,应找准着眼点,精准发力、加快建设。自2009年新医改提出后,新式医疗服务体系也在筹划当中,根据新冠疫情发展,在实施分级诊疗制度的同时,应当积极推进医疗服务体系与医疗资源的同步下沉,明确提升农村基层医疗服务资源与服务能力的提升。

自2019年底新冠肺炎以来,我国正经历百年未有之大变局,中国拥有庞大的人口基数和乡村人口。基于此,本研究利用灰色系统GM(1,1)对《2020中国卫生健康统计年鉴》相关数据进行分析,结合我国农村医疗资源与发展现状进行模型预测,为科学有效提升我国农村医疗卫生发展提供参考依据。

## 2. 文献回顾

通过查阅文献发现,国内部分学者对于医疗服务资源配置分析集中在制度层面,对其进行公平性相关分析,忽略了城乡医疗体系的固有差距,导致研究没有实质性进展;在病患分级诊疗制度当中,有学者指出,由于农村地区对于基层医疗机构的刻板印象,对该制度认识了解不足,同时部分落后农村地区缺乏完善的信息宣传交流平台,导致农村医疗卫生资源利用不充分,效率较低;学者指出农村医疗卫生所提供的范围较窄,医护人员、医疗设备、医疗技术资源等不能得到有效利用,同时随着经济发展,越来越多的患者选择前往县级以上医疗机构就诊,加剧资源分配不均,造成资源浪费的现状[2]。

综上所述,我国农村医疗服务资源与发展存在诸多问题亟待解决,因此文章选取2015~2020年农村医疗卫生相关数据,分别从农村医疗技术人员配备数、农村卫生机构床位数及农村人均可支配收入等方面着手进行数据分析,进而为农村基层医疗机构的服务供给与发展提供建议。

## 3. 数据来源与方法

在充分考虑指标的可及性、数据的可靠性以及研究指标的科学性等原则,将研究样本时间容量确定为2015~2020年。由于医疗卫生资源内涵较大,因此将医疗卫生机构床位数、农村卫生技术人员、农村

执业医师、农村注册护士以及农村人口可支配收入和支出作为此次评判指标。本文研究数据均来自于《中国统计年鉴》(2016~2021), 保证数据真实, 可靠。

### (一) 研究方法

本研究使用 GM(1,1) 预测模型(灰色系统)对我国农村医疗服务资源与发展需求进行预测。其中, 灰色系统理论是由华中理工大学邓聚龙教授于 1982 年提出并加以发展的。该模型通过对系统各因素之间的发展趋势的相异程度, 既进行关联分析, 并对原始数据进行生成处理来寻找系统变动规律, 生成具有较强规律性的数据序列, 然后建立相应的微分方程模型, 从而预测事物未来发展趋势的状况。与其他模型相比, GM(1,1) 预测模型(灰色系统)虽然是长期预测模型, 但其所需数据量较少, 预测精读却很高且强, 可以满足本文选取的 2015~2020 农村医疗卫生数据, 并做出有效的长期性预测。同时, GM 预测模型可以在紊乱的数据中发现系统的内在规律, 这也是其优于其他模型的地方。

本论文选取 2015~2020 年间部分已知的农村医疗数据, 数据选取时间间隔较短, 数据容量较小且农村地区间医疗数据汇总杂乱, 相较其他模型, GM 预测模型更适合用于本文数据分析。因此, 本文在基于 GM 模型优点特性的基础上, 以“部分信息已知、部分信息未知”的“小样本”、“贫信息”不确定性系统为研究对象, 用已知的确定的数据去预测未来未知的数据。灰色预测模型中最基本的是一次拟合参数模型, 即 GM(1,1) 它是通过对原始数据进行累加生成后, 得到规律性较强的序列, 再用指数曲线去拟合得到预测值, 即累加之后属于指数增长型的数据适合用灰色预测。

建立 GM(1,1) 预测模型(灰色系统)主要分为以下步骤

第一步, 级比检验, 建模可行性分析。首先建立时间序列  $X^{(0)} = (x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), \dots, x^{(0)}(n))$ ; 其次, 求级比  $\sigma(k) = \frac{x^{(0)}(k-1)}{x^{(0)}(k)}$ ; 最后, 级比判断  $\sigma(k) \in \left(\frac{-2}{e^{n+1}}, \frac{2}{e^{n+1}}\right)$ 。

第二步, 数据变换处理。首先对原始数据  $x^{(0)}$  做一次累加:  $x^{(k)}(k) = \sum_{m=1}^k x^{(0)}(m)$  ( $k=1, 2, \dots, n$ ), 得到  $X^{(1)} = (x^{(1)}(1), x^{(1)}(2), \dots, x^{(1)}(n))$ ; 其次, 对  $x^{(1)}$  生成均值序列公式为  $Z_{(k)} = \frac{1}{2}(X_{(k)}^{(0)} + X_{(k-1)}^{(0)})$ ; 构造数据矩阵  $B$ , 及数据向量  $Y$ , 其中

$$B = \begin{bmatrix} -\frac{1}{2}[X^{(1)}(1) + X^{(1)}(2)] & 1 \\ -\frac{1}{2}[X^{(1)}(2) + X^{(1)}(3)] & 1 \\ \vdots & \vdots \\ -\frac{1}{2}[X^{(1)}(n-1) + X^{(1)}(n)] & 1 \end{bmatrix} \quad Y = \begin{bmatrix} X^{(0)}(1) \\ X^{(0)}(2) \\ \vdots \\ X^{(0)}(n) \end{bmatrix}$$

最后, 最小二乘估计求参数列  $\hat{P} = (\hat{a}, \hat{b})^T$ ,  $P = (a, b)^T = (BB^T)^{-1}$ 。

第三步, 建立 GM(1,1) 灰色预测模型, 通过上述公式推导, 利用离散数据建立近似的微分方程模型:

$$\frac{dx^{(1)}}{dt} + ax^{(1)} = b, \quad \text{得出时间响应函数为 } x^{(1)}(k+1) = x^{(0)}(1) - \frac{\hat{b}}{\hat{a}}e^{-ak} + \frac{\hat{b}}{\hat{a}}。$$

第四步, 对预测结果进行检验。对预测结果进行检验。计算的  $x^{(0)}$  方差  $S_{(1)}$  和残差的方差  $S_{(2)}$ , 得出后验差比值  $C$  和小误差概率  $P$ , 利用  $C$  值和  $P$  值进行预测模型的残差检验及拟合效果分析。

## 4. 预测结果分析

### (一) 2015~2020 年全国医疗资源与服务需求现状分析

通过 GM(1,1)预测模型对《中国统计年鉴》(2016~2021)中的数据分析,了解到,我国农村医疗卫生所床位数、注册护士数、执业(助理)医师数以及农村人口在医疗保健方面的支出指标都呈现上升趋势,见表 1。

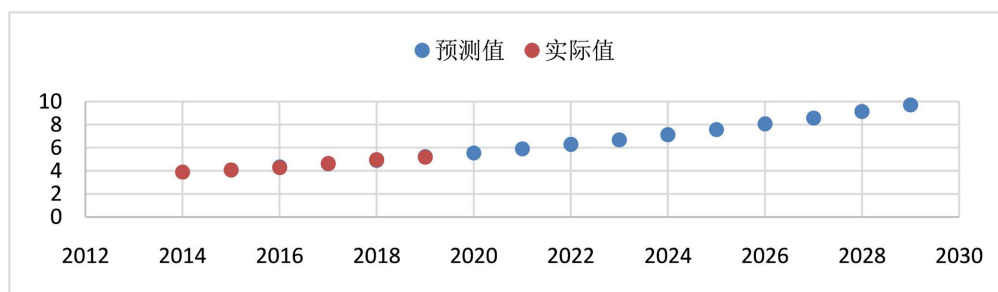
**Table 1.** Actual value of rural medical service resources and development demand in China from 2015 to 2020

**表 1.** 2015~2020 年我国农村医疗服务资源与发展需求实际值

年份	医疗保健费(元)	乡镇卫生院床位数 (万张)	农村卫生技术人员 (每千人)	农村执业(助理)医师 (每千人)	农村注册护士 (每千人)
2015	846	119.61	3.9	1.55	1.39
2016	929.2	122.39	4.08	1.61	1.5
2017	1058.7	129.21	4.28	1.68	1.62
2018	1240.1	133.39	4.63	1.82	1.8
2019	1420.8	136.99	4.96	1.96	1.99
2020	1417.5	139.03	5.18	2.06	2.1

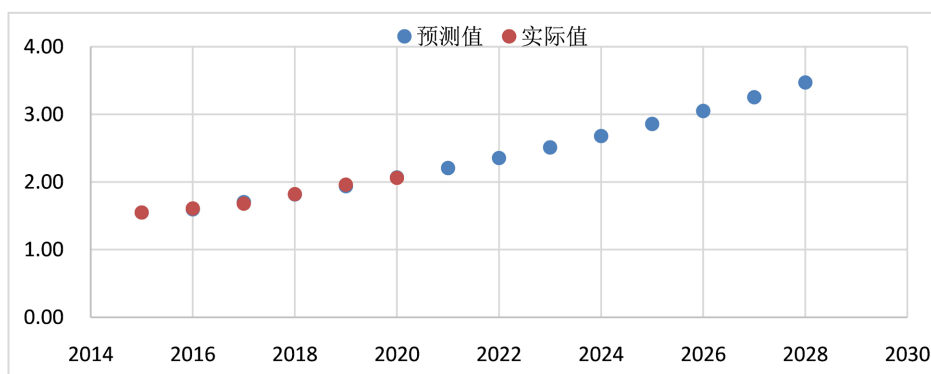
## (二) 模型检验

通过 GM(1,1)模型,对农村人口医疗保健费、乡镇卫生院床位数、农村卫生技术人员、农村执业(助理)医师、农村注册护士 5 个指标进行分析,并分别求出各个指标的  $a$  值和  $b$  值,带入 GM(1,1)模型的一阶一元微分方程,得出 5 项指标的后验差值  $C$  均小于 0.35,模型精度  $P$  均等于 1,所有模型的  $-a$  均小于 0.3 并且,图 1~5 位 5 个指标的预测模型拟合情况。由此,可以说明所建模型预测结果比较科学、准确,该模型对我国农村医疗服务资源与发展需求进行中长期预测。



**Figure 1.** Rural health technicians (per 1,000 population)

**图 1.** 农村卫生技术人员(每千人口)



**Figure 2.** Rural practising (assistant) doctors (per 1,000 population)

**图 2.** 农村执业(助理)医师(每千人口)

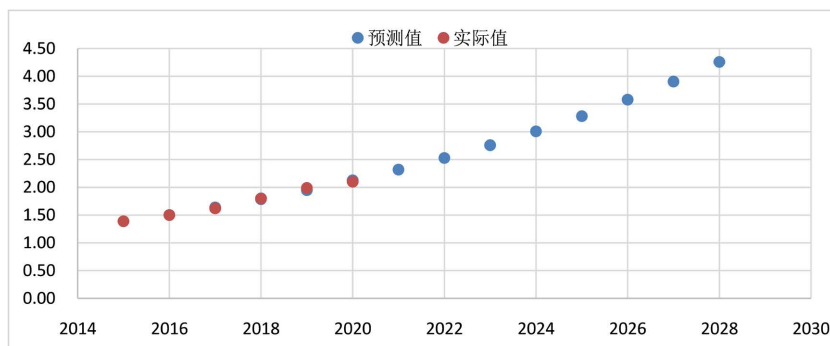


Figure 3. Rural registered nurses (per 1000)

图 3. 农村注册护士(每千人)

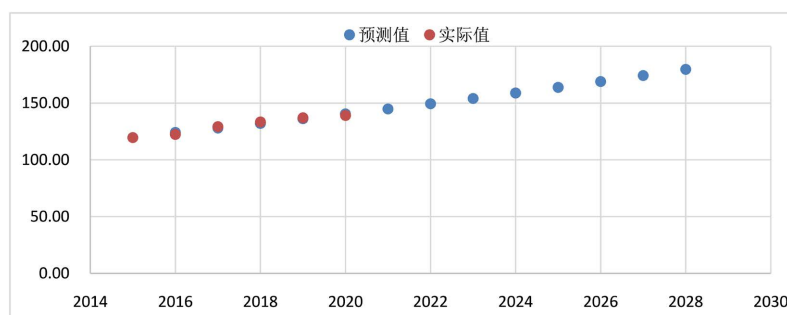


Figure 4. Number of beds in township health centers (ten thousand)

图 4. 乡镇卫生院床位数(万张)

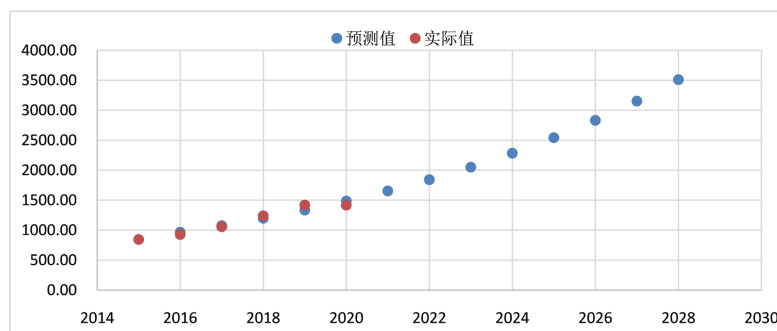


Figure 5. Medical care costs (Yuan)

图 5. 医疗保健费(元)

### (三) 预测结果分析

根据以上模型预测结果可以得出,我国农村医疗服务资源与发展需求将呈现平稳上升的趋势。每千人口农村卫生技术人员将从 2020 年的实际值 5.18 上升到 2028 年的 8.58,8 年内增加 3.4 个,增长率为 65.63%;每千人口农村执业(助理)医师由 2020 年的实际值 2.06 上升至 2028 年的 3.47,增加了 1.41 个,增长率为 68.44%;每千人口农村注册护士将从 2020 年的实际值 2.1 增加至 2028 年的预测值 4.26,8 年内增加了 2.16 个,增长率为 102.86%;乡镇卫生院床位数(万张)由 2020 年的实际值 139.03 增加至 2028 年的预测值 179.73,增加了 40.7 个,增长率为 29.27%;农村居民医疗保健费由 2020 年的实际值 1417.5 上升至 2028 的预测值 3509.98,增加了 2092.48,增长率为 147.61%。综上所述,农村居民医疗保健费的增长率最高,为 147.61%,其次为每千人口农村注册护士,增长率为 102.86%。

## 5. 结论与建议

农村医疗卫生体系是抗击公共卫生事件的托底保障。新冠疫情以来,农村公共卫生服务资源和发展需要的迫切性逐渐显现。在改革完善卫生体系的过程中应找准发力点、着眼点,加快建设[3]。在改革过程中,首先,重视人才的分工协作。农村卫生技术人员是农村公共卫生体系的首要力量,在推进体系建设发展中,需要夯实基层人才队伍;其次,在完善体系的过程中,各地政府根据实地情况展开工作,突出政府在公共卫生体系完善与发展中的主体地位,加大政府投入,强化政府理念。保障农村居民享有完善的医疗卫生体系[4]。

### (一) 优化资源配置,提高医疗水平

全面提升农村医疗服务水平,优化资源配置需要因地制宜。目前我国农村某些地区一般性医疗资源闲置,针对“一老一小”的服务能力较弱。随着时代经济发展,基于GM(1,1)灰色系统预测模型可知,到2028年农村人口医疗保健费用预测值为3509.98,较2020年增加了2092.48元,农村居民医疗服务需求呈现多元化趋势,因此我国农村医疗服务资源亟待加强[5]。首先,根据农村所在地区人口容量与密度,有区别的加强乡镇医疗卫生体系的建设,因地制宜提升乡村卫生所条件,有效发挥医疗资源;其次,加强城市乡村医疗资源联动,有效引导县级医院和城市优质资源向下传导输送,促进医疗资源之间的共享互通,切实帮助农村居民解决看病转诊,大病诊疗等问题。

### (二) 补齐人才短板,稳定村医队伍

基于GM(1,1)灰色系统预测模型可得,到2028年每千人口农村卫生技术人员将从2020年的实际值5.18上升到8.58,8年内增加3.4个,增长率为65.63%。虽然指标在8年内呈现上升趋势,但城镇医疗卫生体系相比,涨幅仍存在很大空间。农村卫生技术人员是农村医疗卫生体系的“守门人”,他们承担着农村大部分地区的公共卫生资源服务责任和医疗资源提供责任[6]。对于这类群体,政府和社会应重视农村医疗卫生体系人才短缺问题,实施积极地政策去稳定村医团队。政府相关部门制定全国统一的农村卫生技术人员管理办法,明确其从业资格要求,加强监督管理相关条例,保障农村医疗卫生从业人员收入待遇与社会保障问题,切实提高其保障水平,吸引人才并留住人才[7]。

### (三) 加大支持力度,建立长效机制

根据GM(1,1)模型预测显示,2028年乡镇卫生院床位数179.73万张,相较2020年增加了40.7万张。为完善我国农村医疗卫生资源和发展需求,应加大政府财政投入,压实地方政府投入责任,保障农村医疗卫生设备的更新及医疗机构建设[8]。农村医疗卫生体系的发展是关乎乡村振兴的重要内容,为优化农村医疗卫生资源分配,完善医疗卫生服务网络,保障农村人口就医便捷,根据区域财政分配,结合医疗机构布局,打造乡村15分钟医疗服务圈,有效实现乡村医疗资源合理利用,建立医疗卫生体系发展的长效机制[9][10]。

本研究利用灰色系统GM(1,1)对《2020中国卫生健康统计年鉴》相关数据进行分析,结合我国农村医疗资源与发展现状进行模型预测,以期科学有效提升我国农村医疗卫生发展提供参考依据,但由于选取的数据指标年限较短,运用的预测模型较为单一,在今后研究中,会拓宽指标选择范围,以期对农村医疗服务资源和发展需求,提出更完善的建议与解决措施。

## 参考文献

- [1] 朱德云,刘慧.中国城乡医疗卫生基本公共服务均等化的区域差异及收敛性研究[J].宏观经济研究,2022(10):143-160. <https://doi.org/10.16304/j.cnki.11-3952/f.2022.10.011>
- [2] 黄亚新,王长青.从失配到适配:农村医疗卫生服务可及性的逻辑转换[J].学海,2022(5):90-97. <https://doi.org/10.16091/j.cnki.cn32-1308/c.2022.05.024>

- [3] 杨欢, 吕承超. “新医改”十年: 中国医疗卫生服务效率的区域差异、动态演进及影响因素研究[J/OL]. 中国管理科学, 2023, 31(2): 162-172. <https://doi.org/10.16381/j.cnki.issn1003-207x.2021.0539>
- [4] 侯巧, 冯珊珊, 韩凌志. 广东省县域医疗卫生服务利用现状研究[J]. 广西医学, 2022, 44(15): 1767-1771.
- [5] 杨宏, 肖海燕, 楚文舒. 农村基层医疗卫生人力资源问题及对策分析[J]. 当代经济, 2022, 39(8): 94-106.
- [6] 孙宇晴. 中国省域医疗卫生资源配置与利用效率研究[D]: [硕士学位论文]. 长春: 长春工业大学, 2022. <https://doi.org/10.27805/d.cnki.gccgy.2022.000836>
- [7] 张仁忠. 基层医疗卫生服务能力提升路径研究[D]: [硕士学位论文]. 重庆: 重庆工商大学, 2022. <https://doi.org/10.27713/d.cnki.gcqs.2022.000692>
- [8] 王延中. 新冠肺炎疫情防控背景下中国医疗卫生与医疗保障制度的优化[J]. 社会保障评论, 2022, 6(3): 57-69.
- [9] 陈红川. 广安市医疗卫生人才引进政策执行问题及对策研究[D]: [硕士学位论文]. 重庆: 西南大学, 2022. <https://doi.org/10.27684/d.cnki.gxndx.2022.000992>
- [10] 王亮亮. 甘肃省基层医疗卫生机构人力资源发展现状及职业需求分析[D]: [硕士学位论文]. 兰州: 甘肃中医药大学, 2022. <https://doi.org/10.27026/d.cnki.ggszc.2022.000016>