

# 基于GM(1,1)灰色预测模型对河南省城镇职工基本养老保险基金的收支预测

杨钰慧

上海工程技术大学管理学院, 上海

收稿日期: 2023年6月12日; 录用日期: 2023年7月29日; 发布日期: 2023年8月3日

## 摘要

随着我国人口老龄化进程的加快,我国在城镇职工基本养老保险方面的研究也愈发成为重点关注的对象,城镇职工的缴纳人数,覆盖范围,已经具有强有力的规模效应,所以研究区域内(河南省)城镇职工基本养老保险基金的收支问题成为必然且重要的发展趋势。研究目的:预测未来五年河南省城镇职工基本养老保险基金收支情况。研究方法:基于灰色系统理论,收集了自2013~2021年期间的河南省城镇职工基本养老保险基金的收支相关数据,建立了河南省城镇职工基本养老保险基金收支的GM(1,1)灰色预测模型。研究结果:未来五年2022~2026年河南省城镇职工基本养老保险基金收入和支出规模逐年扩大。研究意义:为区域职工养老保险基金收支平衡的管理和基金结余水平提供科学依据,为促进河南省城镇职工养老保险基金健康稳定地发展,促进了区域内养老基金的统筹性从而推动我国养老保险基金的全国统筹。

## 关键词

城镇职工基本养老保险, 预测分析, 灰色预测模型

## Based on GM(1,1) Grey Prediction Model, the Income and Expenditure Forecast of the Basic Pension Insurance Fund for Urban Workers in Henan Province

Yuhui Yang

School of Management, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai

Received: Jun. 12<sup>th</sup>, 2023; accepted: Jul. 29<sup>th</sup>, 2023; published: Aug. 3<sup>rd</sup>, 2023

## Abstract

With the acceleration of the aging process of China's population, China's research in the urban staff and staff basic pension insurance has become a focus of attention, the number of urban staff, the coverage, already has the strong scale effect, so the research area (Henan province) urban staff basic pension insurance fund revenue and expenditure problems become an inevitable and important development trend. Research purpose: To forecast the income and expenditure of the basic pension insurance fund for urban workers in Henan Province in the next five years. Research methods: Based on the grey system theory, the relevant data of the income and expenditure of the basic pension insurance fund of urban employees in Henan Province from 2013 to 2021 were collected, and the GM(1,1) grey prediction model of the income and expenditure of the basic pension insurance fund of urban employees in Henan Province was established. Research results: In the next five years from 2022 to 2026, the income and expenditure scale of the basic pension insurance fund for urban workers in Henan Province will expand year by year. Research significance: To provide a scientific basis for the management of the balance of payments and fund balance of the regional employee pension insurance fund, to promote the healthy and stable development of the urban employee pension insurance fund in Henan province, to promote the overall planning of the regional pension fund and thus promote the national overall planning of China's pension insurance fund.

## Keywords

Basic Pension Insurance for Urban Workers, Forecasting Analysis, Grey Forecasting 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

人口老龄化这一问题日益成为全球各国共同关注的热点话题，那么关于养老保险基金的收支和累计结余的话题也备受关注。据统计调查数据显示，随着人口预期寿命的不断延长，我国的老龄化程度不容乐观，预计在 2025 年，我国将进入深度老龄化社会，我国的养老保险基金的收支平衡问题引发学者们的深思。因此，我们国家在制定和完善基本养老保险基金的问题上应颇为重视。长期以来，我国的养老保险基金一直处于支出数额越来越大的状况，不平衡性的问题变得尤为明显。城镇职工与城乡居民成为基本养老保险基金缴纳相对庞大的两个群体，我们通过 2021 年度河南省人力资源和社会保障事业发展统计公报显示，截至 2021 年年底全省参加城镇职工基本养老保险人数达到 2377.23 万人，缴纳人数逐年增加。所以，我们有必要对于我国区域内(河南省)城镇职工养老保险基金有一个关于未来的精准预测分析，了解收支和累计结余的状况，使得政府和政策具有方向性和导向性，能够使得河南省城镇职工基本养老保险基金有一个良好健康的经营状况，为促进全国的统筹基金的发展做出地方性的共献。

## 2. 相关概念与文献综述

### 2.1. 城镇职工基本养老保险

城镇职工基本养老保险是一种基本的社会生活保障。职工基本养老保险的缴纳比例是：全国各地

区企业缴费率 16%，职工个人缴纳 8%，个人缴的那 8%划入个人账户。个人账户落实问题，更多的积累基本养老保险基金，保障企业职工的保险权益，有利于社保基金的持续性发展。

## 2.2. 基本养老保险全国统筹

城镇职工基本养老保险基金作为基本养老保险基金，全国统筹具有重要性、必然性。目前，各个省市都实现了省级统筹，接下来可以朝着地域统筹再到全国统筹迈进。基本养老保险的全国统筹，是在科学的原则指引之下，以全国范围内统一制度规定、调度、管理，确保我国养老保险基金的持续性和相对公平性，能够更加友好的对待老龄化问题。

## 2.3. GM(1,1)灰色预测

灰色系统理论是邓聚龙教授在 1982 年 3 月首先提出来的。GM 灰色模型(grey models)对连续的少量的数据，建立灰色微分预测模型，对发展趋势进行。以单数列矩阵形势对 GM(1,1)生成，且 Excel 利用公式操作得到了各类灰色预测，这样便形成了对简单数据的系统分析和预测。

## 2.4. 文献综述

随着我国基本养老保险的制度改革和统筹推进工作的开展，我国在实践和理论层面对于我们城镇职工基本养老保险都有了更高的关注和深入思考研究。基金是关于钱财大事，是关乎民生之根本问题的保障，更是在推进老龄化进程中不可或缺的重要组成部分。专家学者们对于此思考和探究也更加深入。(向伟、肖凡)中国城镇职工基本养老保险基金收支平衡分析中得出，在不同的制度和阶段之下，我国基本养老保险基金的支出结构是不平衡的，并且财政负担呈系统性特征。在此基础上提出加强基金收缴力度、进一步划转国有资本充实养老保险基金等建议，促进城镇职工基本养老保险基金收支平衡[1]。贾豪杰梳理了城镇职工基本养老保险基金的收支现状，分析了其面临的现实困境，并提出可持续发展的应对策略，以期提供借鉴和参考[2]。陈元刚对未来 30 年城镇职工基本养老保险基金也做出了预测和测算，研究结果表明，2022 年城镇职工基本养老保险基金收支差额将第一次出现负值，此后每年度的基金一直处在收不抵支的状态，基金累计滚存结余则将在 2026 年耗尽，之后基金累计缺口会越来越大[3]。目前对于城镇职工养老保险的研究现状主要是，随着基本养老保险基金的逐渐扩面，参保人数不断增加，所以导致城镇职工基本养老保险基金数量不断增加，但是逐渐出现放缓和饱和状态，且在未来缺口之上，参保人数的增幅逐渐小于领取人数的增幅，所以在未来会存在收不抵支的状况。面对这些问题所带来的严峻挑战，专家学者们也积极给予广泛的政策意见，主要围绕延迟退休政策、鼓励生育政策、包括落实和个人账户问题都必须进行实地发展。所以，在关于我国基本养老保险基金的基本预测，以及之后所触发一系列问题需要更多学者提供建设性意见建议。本篇文章也想更多的着眼于现实角度，对预测结果分析，给到贴合河南省城镇职工基本养老保险基金更有价值的参考。

## 3. 河南省城镇职工基本养老保险收支现状

截至 2021 年，全省参加城镇职工基本养老保险人数 2377.23 万人，全年城镇职工基本养老保险基金收入 2125.84 亿元，比上年增长 26.0%；基金支出 2108.98 亿元，比上年增长 8.6% [4]。

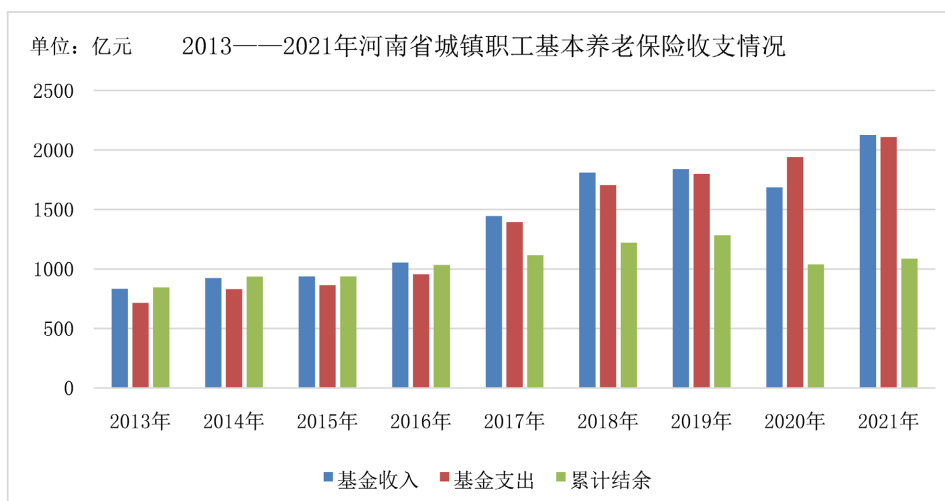
由表 1 和图 1 可见，2013~2021 年河南省城镇职工基本养老保险基金收入从 834.49 亿元增加到 2023 年 2125.84 亿元；养老保险基金的支出也从 714.01 亿元增加到 2108.98 亿元，累计结余也有波动性的增加。波动点主要是集中于 2020 年，这一年受到突如其来新冠肺炎疫情的影响，导致我国很多中小企业大多停工停产，出于停滞的状态，所以整个经济活力未能达到预期经济的正常水平，疫情期间所以很多公司企业直接歇业停产导致公司企业无法按时足额生产保障员工们最基本的社保缴纳要求，直到 2020 年下

半年逐渐进行复工复产，2021年处于疫情的第二年经济都得以有效的恢复增长，所以在2021年就恢复到正常的增幅水平。

**Table 1.** Basic pension insurance for urban employees in Henan Province from 2013 to 2021

**表 1.** 2013~2021 年河南省城镇职工基本养老保险

年份	基金收入	基金支出	累计结余
2013 年	834.49	714.01	844.23
2014 年	923.83	832.35	935.71
2015 年	937.24	863.73	936.87
2016 年	1052.57	954.69	1034.75
2017 年	1445.34	1394.18	1113.93
2018 年	1809.03	1705.51	1220.84
2019 年	1840.2	1799.74	1282.44
2020 年	1686.82	1941.91	1037.86
2021 年	2125.84	2108.98	1085.89



**Figure 1.** Income and expenditure status of basic pension insurance funds for urban employees in Henan Province from 2013 to 2023

**图 1.** 2013~2023 年河南省城镇职工基本养老保险基金收支状况

#### 4. 河南省城镇职工基本养老保险收支的灰色预测模型的构建与预测分析

河南省城镇职工基本养老保险收支预测主要是以 2013~2021 年河南省城乡居民的基本养老保险收支数据作为预测基础，运用 GM(1,1)模型，根据表 1 的收支数据进行预测，通过级差比检验，其可覆盖范围在  $\left[ e^{\frac{-2}{n+1}}, e^{\frac{2}{n+1}} \right]$  之内，检验通过，因此本次所选数据可用作模型建立。

设原始数据为：

$$X^0 = [X^0(1), X^0(2), X^0(3), \dots, X^0(9)]$$

则有： $X^{(0)} = [834.49, 923.83, 937.24, 1052.57, 1445.34, 1809.03, 1840.2, 1686.82, 2125.84]$

首先对  $X^0$  进行一次累加，生成一次累加序列，

$$X^{(1)} = [X^{(1)}(1), X^{(1)}(2), \dots, X^{(1)}(9)]$$

则有： $X^{(1)} = [834.49, 1758.32, 2695.56, 3748.13, 5193.47, 7002.5, 8842.7, 10529.52, 12655.36]$

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

在此公式中， $a$  为发展灰数， $u$  为内生控制灰数，设  $\hat{a} = [a, u]^T$ ，通过最小二乘法求解得到：

$$\hat{a} = (B^T B)^{-1} B^T Y_n$$

求出滑动平均值(模型背景值)  $\frac{1}{2}(X^{(1)}(1) + X^{(1)}(2))$  得：

$$[1296.405, 2226.94, 3221.845, 4470.8, 6097.985, 7922.6, 9686.11, 11592.44]$$

$$B = \begin{bmatrix} -\frac{1}{2}(X^{(1)}(1) + X^{(1)}(2)) & 1 \\ -\frac{1}{2}(X^{(1)}(2) + X^{(1)}(3)) & 1 \\ \vdots & \vdots \\ -\frac{1}{2}(X^{(1)}(n-1) + X^{(1)}(n)) & 1 \end{bmatrix} \text{ 得 } B = \begin{bmatrix} -1296.41 & 1 \\ -2226.94 & 1 \\ -3221.85 & 1 \\ -4470.8 & 1 \\ -6097.99 & 1 \\ -7922.6 & 1 \\ -9686.11 & 1 \\ -11592.4 & 1 \end{bmatrix}$$

$$Y_n = (X^0(2), X^0(3), \dots, X^0(n))^T$$

综上所述可以得出： $a = -0.11614166, u = 802.3157681$ 。

因此，相应的 GM(1,1) 模型为：

$$\hat{X}^{(1)}(k+1) = \left( X^0(1) - \frac{u}{a} \right) e^{-ak} + \frac{u}{a} = 7742.56902e^{-0.11614166k} - 6908.07902, \text{ 将 } k = \{1, 2, 3, \dots, 12, 13, 14\} \text{ 代入}$$

公式，可以得出，未来五年河南省城镇职工基本养老保险基金的收入预测值。见表 2，如下表。

**Table 2.** Income forecast of the basic pension insurance fund for urban employees in Henan Province  
**表 2.** 河南省城镇职工基本养老保险基金的收入预测

年份	基金收入	序列	基金预测值	递减还原值
2013 年	834.49	1	834.49	834.49
2014 年	923.83	2	1685.254247	850.7642475
2015 年	937.24	3	2640.794338	955.5400907
2016 年	1052.57	4	3714.013938	1073.2196
2017 年	1445.34	5	4919.405862	1205.391925
2018 年	1809.03	6	6273.24779	1353.841928
2019 年	1840.2	7	7793.822077	1520.574287
2020 年	1686.82	8	9501.66264	1707.840563

Continued

2021 年	2125.84	9	11419.83225	1918.169613
2022 年	#	10	13574.23398	2154.401729
2023 年	#	11	15993.96099	2419.727004
2024 年	#	12	18711.68939	2717.728405
2025 年	#	13	21764.11955	3052.430158
2026 年	#	14	25192.47164	3428.352095

通过表 2 河南省城镇职工基本养老保险基金的收入预测值可以看出, 基金的收入在未来五年呈现出不断增加的状况, 且增幅相对稳定, 是一种健康的增幅状态从 2022 年年底疫情的全面放开, 各个中小企业都恢复到以往的正常经济水平, 所以对企业在职工职工的养老保险基金缴纳有着健康良好的态势, 所以总体的养老保险基金呈现出增长稳定态势。所以根据 GM(1,1)模型, 同理可预测分析出未来五年河南省城镇职工基本养老保险基金的支出状况。见表 3。

**Table 3.** Prediction of basic pension insurance fund expenditure for urban employees in Henan Province

**表 3.** 河南省城镇职工基本养老保险基金支出状况预测

年份	基金支出	序列	基金预测值	递减还原
2013 年	714.01	1	714.01	714.01
2014 年	832.35	2	1470.05005	756.0400503
2015 年	863.73	3	2336.971667	866.9216166
2016 年	954.69	4	3331.036848	994.0651809
2017 年	1394.18	5	4470.892591	1139.855743
2018 年	1705.51	6	5777.920682	1307.028091
2019 年	1799.74	7	7276.63878	1498.718097
2020 年	1941.91	8	8995.160326	1718.521546
2021 年	2108.98	9	10965.72191	1970.561581
2022 年	#	10	13225.28796	2259.566052
2023 年	#	11	15816.24416	2590.956198
2024 年	#	12	18787.1925	2970.948344
2025 年	#	13	22193.86301	3406.670507
2026 年	#	14	26100.15911	3906.296105

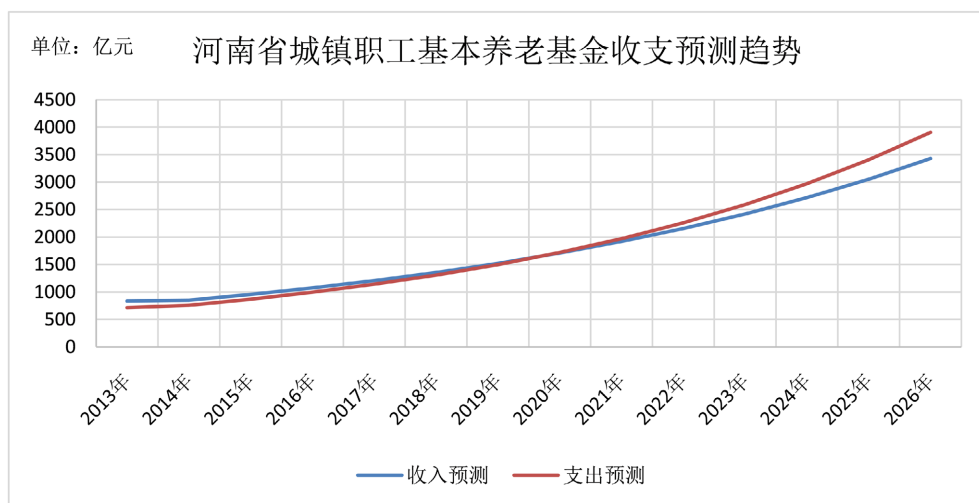
通过表 3 可以看出在未来五年时间来, 河南省城镇职工基本养老保险基金支出状况预测呈现出不断增加的态势。把城镇职工基本养老保险的收入与支出相结合见表 4。

通过表 4 和图 2 我们可以可看到在未来五年里, 城镇职工的基本养老保险基金的收入和支出状况都呈现出逐渐增长态势, 平均增长率为 1.1%, 且在 2021 年出现了新的变化。在此之前, 河南省城镇职工基本养老保险基金的收入是多于支出的, 但在 2021 年之后, 基金的支出状况反超收入, 此后, 基金支出状况都多于基金收入状况, 在未来五年的差值也是逐渐拉大的……且差值预估在 2026 年达到最

大，所以自 2021 年出现缺口变化之后基金收不抵支的状态越来越明显。所以在收不抵支的状况之下，我们应进一步加强和宣传让人们的人们思想意识得到一定的提升，在缴纳职工养老保险方面有着进一步扩大和提升。但同时，政府应制定相关合理的政策措施合理控制在养老金支出金额，也是值得考虑的问题之一。不能让基金的缺口像滚雪球一样越来越大，所以应该合理制定相关政策，提供城镇职工基本养老保险的保障水平。

**Table 4.** Forecast of basic pension insurance fund for urban employees in Henan Province in the next five years  
**表 4.** 未来五年河南省城镇职工基本养老保险基金预测

年份	收入预测	支出预测
2013 年	834.49	714.01
2014 年	850.7642475	756.0400503
2015 年	955.5400907	866.9216166
2016 年	1073.2196	994.0651809
2017 年	1205.391925	1139.855743
2018 年	1353.841928	1307.028091
2019 年	1520.574287	1498.718097
2020 年	1707.840563	1718.521546
2021 年	1918.169613	1970.561581
2022 年	2154.401729	2259.566052
2023 年	2419.727004	2590.956198
2024 年	2717.728405	2970.948344
2025 年	3052.430158	3406.670507
2026 年	3428.352095	3906.296105



**Figure 2.** Future trend analysis of the income and expenditure forecast of the basic pension insurance fund for urban employees in Henan Province

**图 2.** 河南省城镇职工基本养老保险基金收支预测的未来趋势分析



## 5. 就河南省城镇职工基本养老保险基金在未来的发展对策建议

### 5.1. 延迟退休

渐进式的延迟退休势必成为在老龄化道路上，在社保基金收不抵支状态下的必要选择。加大舆论宣传力度，让每个老百姓深知延迟退休的发展趋势，只有宣传到位，才能更好的推广符合的相关政策。分层分类逐步推进政策实施，延迟退休政策是一项社会大众福利保障相关的重要改革措施，是整合各方利益的重要手段。延迟退休政策，可以使得城镇职工，多缴纳社保基金年数，使得个人账户有更多的储备资金，让个人账户的钱落到实处，让统筹账户丰盈得以应对不时之需问题。

### 5.2. 加强个人账户利率投资，进一步落实个人养老金

落实和优化个人账户资金的合理开发利用，个人账户基金可以采用完全积累制，在一定条件下可以对里面资金进行集中的运营和投资，并且保障投资之后的回报率，加强个人账户资金商业化运营。在2022年国家实施了个人养老金制度，个人养老金实行个人账户制，缴费上限12,000元，完全个人承担，自主选择购买符合规定的储蓄存款、理财产品、商业养老保险等，按照国家有关规定享受税收优惠政策，城镇职工的劳动者可以在自己力所能及范围内，可以为中国构建多层次养老保险体系做出贡献发展。

### 5.3. 健全城镇职工基本养老保险基金的投资监管制度

城镇职工基本养老保险在落实过程中，会出现政府与行政部门沟通不畅，信息不对等，甚至出现诉讼等现象。为了能够帮助政府更好的展开工作，一定要注意地方政府道德风险的把控工作，因此，建立基本养老保险监督管理制度是紧迫必要的[5]。在关于个人养老金的过程中，金融监管部门做到监督落实，对其进行有效的监督管理，使得资金合理运营。

### 5.4. 加大政府的财政投入

关于河南省城镇职工基本养老保险在收支不平衡过程中，出现收不抵支的状况，为此，河南省政府对于基本养老保险基金的投入势必要合理加大力度，合理规划财政拨款款项，真正做到财政支出，合理高效，解决百姓民生问题。在推进全国统筹的大计之下，省级财政应先发挥好地域性作用，保障基本养老保险基金运营有保障。

## 参考文献

- [1] 向伟, 肖帆. 中国城镇职工基本养老保险基金收支平衡分析[J]. 特区经济, 2022(8): 12-16.
- [2] 贾豪杰. 城镇职工基本养老保险基金可持续发展研究[J]. 企业改革与管理, 2022(20): 171-173.
- [3] 陈元刚, 刘嘉艳, 赵源. 城镇职工基本养老保险基金可持续性测算研究: 2020-2050年[J]. 金融理论与实践, 2022(9): 106-118.
- [4] 河南省人力资源和社会保障厅. 2021年度河南省人力资源和社会保障事业发展统计公报[EB/OL]. <https://hrss.henan.gov.cn/2022/12-06/2652231.html>, 2023-06-10.
- [5] 宋瑞娟. 河南省城乡居民基本养老保险基金预测及统筹路径研究[J]. 运筹与模糊学, 2022, 12(2): 225-231. <https://doi.org/10.12677/orf.2022.122023>