

上海养老保险基金结余的社会学分析与可持续性发展路径重构

李鑫星

上海工程技术大学管理学院, 上海

收稿日期: 2026年2月11日; 录用日期: 2026年4月3日; 发布日期: 2026年4月16日

摘要

本研究基于灰色系统理论, 构建了GM(1,1)预测模型, 旨在量化分析上海市养老保险基金结余量及其关键关联因素的动态演化趋势。通过整合2013~2022年上海市养老保险基金结余、地区生产总值、职工平均工资等数据, 对模型进行建模与检验。结果显示: (1) 模型整体精度较高, 在预测上海市养老保险基金结余及其关联因素方面表现出较高的适用性。(2) 2023~2032年上海市养老保险基金结余量将逐年下降, 凸显人口老龄化加速与基金支出压力增大的挑战。基金结余的减少不仅是财务指标的反映, 其背后更蕴含着人口结构转型、家庭结构变迁、社会公平等深层社会议题。基于此, 研究提出优化基金收支结构、推进渐进式延迟退休年龄政策、构建多层次养老保险体系等政策建议, 以增强制度可持续性, 并强调了政策设计需兼顾社会接纳度与公平性。本研究为养老保险基金的长期规划提供了科学依据, 但需进一步细化变量选取并加强模型动态校准。

关键词

基本养老保险, 灰色预测, GM(1,1)模型, 系统模拟仿真, 基金结余, 社会政策分析

A Sociological Analysis of Shanghai's Pension Fund Surplus and the Reconstruction of Sustainable Development Pathways

Xinxing Li

School of Management, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai

Received: February 11, 2026; accepted: April 3, 2026; published: April 16, 2026

Abstract

This study employs the Grey System Theory to construct a GM(1,1) predictive model, aiming to quantitatively analyze the dynamic evolution trends of Shanghai's pension fund surplus and its key associated factors. By integrating data from 2013 to 2022 on Shanghai's pension fund surplus, regional GDP, and average employee wages, the model was developed and validated. Results indicate: (1) The model demonstrates high overall accuracy and applicability in forecasting Shanghai's pension fund surplus and its associated factors. (2) From 2023 to 2032, the pension fund surplus will decline annually, highlighting challenges posed by accelerating population aging and increasing expenditure pressures. The reduction in fund surplus reflects not only financial indicators but also underlying societal issues such as demographic transition, family structure changes, and social equity. Based on this, the study proposes policy recommendations including optimizing fund revenue and expenditure structures, advancing a gradual retirement age delay policy, and establishing a multi-tiered pension insurance system to enhance institutional sustainability. It emphasizes that policy design must balance social acceptability and fairness. This study provides scientific grounds for long-term pension fund planning, though it requires further refinement in variable selection and enhanced dynamic model calibration.

Keywords

Basic Pension Insurance, Grey Forecasting, GM(1,1) Model, System Simulation, Fund Surplus, Social Policy Analysis

Copyright © 2026 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

近年来, 国家多次强调健全覆盖全民、统筹城乡、公平统一、安全规范、可持续的多层次社会保障体系¹, 城镇职工基本养老保险作为该体系的核心支柱, 其基金结余状况直接关系到制度的健康运行和长远可持续性。科学精准地预测上海市养老保险基金结余量, 对于动态把握基金支撑能力、防范支付风险、优化政策制定, 并为落实会议上提出的“推进企业职工基本养老保险全国统筹”、服务区域公平与全国资金调配提供精准数据支撑, 具有至关重要的意义。

当前学术界对基本养老保险基金可持续性进行模拟分析采用的最为主流的方法是构建精算模型[1]-[4], 同时也有研究采用系统动力学方法对基金结余进行测算[5][6]。然而, 社会保险基金体系作为一个庞大而复杂的社会经济系统, 内在地蕴含着高度的复杂性与不确定性。该体系的运作机制中, 各类内部变量之间的相互关系展现出鲜明的高阶非线性特征以及多回路反馈效应, 并且体系内部的信息和相互关系不是完全明确。学界将部分信息已知而部分信息未知的系统定义为灰色系统, 灰色系统理论专注于研究和解决分析、建模、预测、决策及控制等领域的问题。该理论核心观点是: 任何随机过程均可视为在特定时空区域内演变的灰色过程, 其中随机量应被视为灰色量。无序的离散时空数列实则是潜在有序序列的一种外在表现, 通过特定的生成变换技术, 这些无序序列可以被转化为满足灰色建模要求的有序序列。因此, 灰色系统理论的建模实践实质上是对经过生成变换后的数列进行建模, 不少研究基于灰色系统预

¹中国证券报, 中共中央关于进一步全面深化改革 推进中国式现代化的决定。

测模型解决动态发展问题[7]-[11]。

值得注意的是，养老保险制度及其基金运行，并非仅仅是一个纯粹的经济或精算问题，其本质上更是一个社会议题。制度设计、参数调整、基金的收付能力，深刻影响着社会公平、代际关系、工作与退休的生活安排以及民众对政府的信任。从社会学的“结构-功能”视角看，养老保险是社会用于应对老龄化风险、维持社会成员在生命历程中特定阶段基本生活的一种制度化安排，其可持续性关系到社会结构的稳定与整合。因此，在利用灰色模型进行量化预测的同时，有必要引入社会学分析，将基金数据的变动置于更广阔的社会转型背景中进行解读，从而使政策建议不仅科学，更具社会可接受性与可行性。

本研究采用了灰色系统控制方法，聚焦于动态过程发展态势的量化剖析，将不同时间序列下的基金结余量设为控制目标。在此基础上，选取经济发展水平、人口结构特征以及基金收支状况作为关键关联因素。通过整合这些因素，构建了一个关于基金结余量相关因素的灰色系统预测模型。该模型旨在精确衡量在不同时间序列中，基金结余量如何随着控制变量的变动而演变，并进一步预测其未来发展趋势。此举旨在为相关制度的可持续发展提供科学参考和实证支持，并尝试从社会学视角对预测结果进行诠释，探讨其社会意涵，以增强研究的现实意义与实践价值。

2. 基于灰色预测模型的上海养老保险基金结余量预测

2.1. 养老保险基金结余量 GM(1,1)模型构建

GM(1,1)灰色模型是将离散的随机数经过一次累加生成算子(记为 1-AGO, Accumulating Generation Operator), 削弱其随机性, 得到较有规律的生成数, 然后建立自化式微分方程、解方程进而建立模型。设研究对象的历史数据组成数列为:

$$\{X^{(0)}(t_i)\} = \{X^{(0)}(t_1), X^{(0)}(t_2), \dots, X^{(0)}(t_n)\}$$

对数列做 1-AGO, 即对原始数列进行累加得到:

$$\{X^{(1)}(t_i)\} = \{X^{(1)}(t_1), X^{(1)}(t_2), \dots, X^{(1)}(t_n)\} = \{X^{(1)}(t_1), X^{(1)}(t_1) + X^{(0)}(t_2), \dots, X^{(1)}(t_{n-1}) + X^{(0)}(t_n)\}$$

其中, $X^{(1)}(t_1) = X^{(0)}(t_1)$ 。

即做累加时:

$$X^{(1)}(t_i) = \sum_{k=1}^i X^{(0)}(t_k)$$

根据上式建立一个单序列的一阶线性动态灰色预测模型:

$$\sum_{i=1}^{n-1} b_i X_{i+1}^{(1)} = u$$

记为 GM(1,1)模型, 其对应的微分方程为:

$$\frac{dx^{(1)}}{dt} + ax^{(1)} = u$$

记系数向量 $b = [a, u]^T$, 用最小二乘法求解得:

$$b = [B^T B]^{-1} B^T Y_1$$

$$\text{其中, } B = \begin{bmatrix} -\frac{1}{2}(X^{(1)}(t_1) + X^{(1)}(t_2)) & 1 \\ \frac{1}{2}(X^{(1)}(t_2) + X^{(1)}(t_3)) & 1 \\ \dots & \dots \\ \frac{1}{2}(X^{(1)}(t_{n-1}) + X^{(1)}(t_n)) & 1 \end{bmatrix}, Y_1 = \begin{bmatrix} X^{(0)}(t_2) \\ X^{(0)}(t_3) \\ \dots \\ X^{(0)}(t_n) \end{bmatrix}.$$

解出 a , u 代入式中并解微分方程, 得到预测模型:

$$X^{(1)}(t+1) = \left(X^{(0)}(t_1) - \frac{u}{a} \right) e^{-at} + \frac{u}{a}$$

在建立模型后, 还必须对模型进行精度检验, 其检验标准见表 1。

Table 1. Criteria for model fit evaluation

表 1. 模型拟合检验的判断标准

模型拟合等级	C	P	模型拟合等级	C
1 级(好)	$C \leq 0.35$	$P \geq 0.95$	1 级(好)	$C \leq 0.35$
2 级(合格)	$0.35 \leq C < 0.50$	$0.80 \leq P < 0.95$	2 级(合格)	$0.35 \leq C < 0.50$
3 级(勉强)	$0.50 \leq C < 0.65$	$0.70 \leq P < 0.80$	3 级(勉强)	$0.50 \leq C < 0.65$
4 级(不合格)	$C \geq 0.65$	$P < 0.70$	4 级(不合格)	$C \geq 0.65$

检验合格后, 所建立的 GM(1,1)模型简化为:

$$X(T) = X^{(1)}(k) - X^{(1)}(k-1) = \left(X^{(0)}(t_1) - \frac{u}{a} \right) \left(e^{-a(t-1)} - e^{-a(t-2)} \right)$$

下面以实际数据建立养老保险基金结余量 GM(1,1)灰色预测模型并进行预测。通过查阅 2013~2022 年《劳动和社会保障事业发展统计公报》、2013~2022 年《中国统计年鉴》, 收集相关数据, 计算参考序列与比较序列之间的关联度。

原始比较数列包括参考序列 x_0 -上海养老保险基金结余(万元)和比较序列 x_1 -地区生产总值(亿元)、 x_2 -职工平均工资(元)、 x_3 -地方财政收入(亿元)、 x_4 -参保职工人数(万人), 将以上序列转变为级别差异不大的无量纲化数据备用。具体数据如表 2 所示。

Table 2. Shanghai municipal pension fund surplus and related factors, 2013~2022

表 2. 2013~2022 年上海市养老保险基金结余及关联因素情况

年份	上海基本养老保险基金 结余(万元)	地区生产总值 (亿元)	职工平均工资 (元)	地方财政收入 (亿元)	参保职工人数 (万人)
2013	10,769,978	23204.1	90,908	4109.51	1429.88
2014	12,599,976	25269.8	100,251	4585.55	1457.43
2015	14,509,724	26,887	109,174	5519.5	1493.8
2016	18,724,971	29,887	119,935	6406.13	1527.14
2017	20,687,546	32,925	129,795	6642.26	1548.22
2018	22,423,147	36011.8	140,400	7108.15	1573.37
2019	22,903,106	37987.6	149,377	7165.1	1589.57
2020	12,141,047	38963.3	171,884	7046.3	1616.67
2021	12,250,422	43653.2	191,844	7771.8	1654.36
2022	14,278,223	44809.1	212,476	7608	1659.38

2.2. 养老保险基金结余量 GM(1,1)模型预测

确定了预测模型, 首先需确定 x_i 的未来变化情况, 用 GM(1,1)模型对指标进行预测, 各因素的 GM(1,1)预测模型如表 3 所示, 预测结果如表 4 所示。

Table 3. GM(1,1) prediction models for each factor
表 3. 各因素的 GM(1,1)预测模型

类别	参数值	拟合方程模型	C	P	模型拟合等级
上海基本养老保险基金结余	$\alpha = 0.0093$ $\mu = 17536717.3296$	$x^{(1)}(k+1) = -1872525646.9051e^{0.0093k} + 1883295624.9050$	0.1414	1.000	1
地区生产总值	$\alpha = -0.0712$ $\mu = 23439.9630$	$x^{(1)}(k+1) = 352444.0815e^{-0.0712k} - 329239.9815$	0.0194	1.000	1
职工平均工资	$\alpha = -0.0953$ $\mu = 84102.6080$	$x^{(1)}(k+1) = 973195.3601e^{-0.0953k} - 882287.3601$	0.0178	1.000	1
地方财政收入	$\alpha = -0.0498$ $\mu = 5056.6049$	$x^{(1)}(k+1) = 105629.0948e^{-0.0498k} - 101519.5848$	0.0607	0.900	2
参保职工人数	$\alpha = -0.0160$ $\mu = 1435.7465$	$x^{(1)}(k+1) = 91175.9212e^{-0.0160k} - 89746.0412$	0.0198	1.000	1

Table 4. GM(1,1) prediction results for each factor
表 4. 各因素的 GM(1,1)预测结果

年份	养老保险基金结余		地区生产总值		职工平均工资		地方财政收入		参保职工人数	
	GM(1,1)	误差绝对值(%)	GM(1,1)	误差绝对值(%)	GM(1,1)	误差绝对值(%)	GM(1,1)	误差绝对值(%)	GM(1,1)	误差绝对值(%)
2013	10769978.00	/	23204.10	/	90908.00	/	4109.51	/	1429.88	/
2014	17483837.16	38.76	26006.74	2.92	97333.66	2.91	5415.12	18.09	1470.35	0.89
2015	17290819.95	19.17	27925.77	3.86	107068.44	1.93	5689.98	3.09	1494.06	0.02
2016	17099933.60	8.68	29986.40	0.33	117776.84	1.80	5978.81	6.67	1518.16	0.59
2017	16911154.59	18.25	32199.09	2.20	129556.23	0.18	6282.29	5.42	1542.64	0.36
2018	16724459.66	25.41	34575.05	3.99	142513.73	1.51	6601.17	7.13	1567.52	0.37
2019	16539825.79	27.78	37126.33	2.27	156767.18	4.95	6936.24	3.19	1592.80	0.20
2020	16357230.23	34.73	39865.87	2.32	172446.17	0.33	7288.32	3.43	1618.48	0.11
2021	16176650.48	32.05	42807.56	1.94	189693.29	1.12	7658.28	1.46	1644.58	0.59
2022	15998064.28	12.05	45966.32	2.58	208665.37	1.79	8047.01	5.77	1671.10	0.71
2023	15821449.64	/	49358.16	/	229534.94	/	8455.47	/	1698.05	/
2024	15646784.77	/	53000.28	/	252491.76	/	8884.66	/	1725.44	/
2025	15474048.16	/	56911.16	/	277744.60	/	9335.64	/	1753.26	/
2026	15303218.52	/	61110.62	/	305523.09	/	9809.52	/	1781.54	/
2027	15134274.80	/	65619.95	/	336079.84	/	10307.44	/	1810.27	/
2028	14967196.18	/	70462.03	/	369692.70	/	10830.64	/	1839.46	/
2029	14801962.06	/	75661.40	/	406667.33	/	11380.40	/	1869.12	/
2030	14638552.08	/	81244.43	/	447339.97	/	11958.07	/	1899.27	/
2031	14476946.11	/	87239.43	/	492080.46	/	12565.05	/	1929.89	/
2032	14317124.23	/	93676.80	/	541295.65	/	13202.85	/	1961.02	/

3. 结论与讨论

3.1. 研究结论

针对基金结余量的预测问题，本研究基于灰色系统理论构建了上海基本养老保险基金结余量的GM(1,1)预测模型。该模型能够量化分析并衡量各影响因素与基金结余量之间的动态关联及变化趋势。通过对2013~2022年历史数据的建模与检验，结果显示该模型在基金结余量的预测分析方面具有显著的有效性。具体而言，该模型不仅具备出色的解析能力，能够深入揭示各因素与基金结余量之间的复杂关系，还具有较强的实用性，可为未来基金结余量的发展趋势预测及相关政策调整提供坚实的科学依据。研究结论如下：

(1) GM(1,1)模型在预测上海市养老保险基金结余及其关联因素方面表现出较高的适用性。模型拟合结果显示养老保险基金结余、地区生产总值、职工平均工资和参保职工人数的模型拟合等级均为1级(好)(C 值 ≤ 0.35 , P 值 ≥ 0.95)；地方财政收入的模型拟合等级为2级(合格)($C = 0.0607$, $P = 0.90$)。结论表明模型整体精度较高，能够较好地捕捉数据的内在规律。

(2) 模型预测结果显示，2023~2032年上海市养老保险基金结余量从1582.15亿元降至1431.71亿元，呈逐年下降趋势。这一趋势从社会学视角看，是快速社会变迁的集中映射。它不仅反映了人口年龄结构的老化，更深层次地揭示了家庭养老功能弱化背景下社会性养老制度承压的必然性。同时，职工平均工资的快速增长(预测值从2023年的22.95万元增至2032年的54.13万元)在可能增加基金收入的同时，也潜藏着因收入差距拉大而导致的养老保险制度内部公平性挑战。高收入者的缴费贡献与未来待遇的精算关联，以及制度对低收入者的保护程度，是社会政策设计需要精细平衡的核心。

3.2. 政策启示

基于以上研究结论，政府可以从以下几个方面入手：一是优化基金收支结构以应对下行压力。基于模型预测结果可知基金结余将持续减少，必须采取开源节流并举的措施，拓展收入来源与提升支出效率双轨并行。二是实施结构性改革增强制度可持续性。针对模型揭示的人口老龄化加速导致的基金支出压力，需推进关键制度参数改革，例如科学制定并分步实施渐进式延迟法定退休年龄政策，直接增加缴费年限并缩短待遇领取期，以缓解基金平衡压力。需要特别指出的是，延迟退休政策是一项深刻的社会工程，其推行不能仅考虑财务平衡，还必须系统评估其对不同行业、不同技能劳动者的差异性影响，并关注其对青年就业、家庭照料安排可能产生的社会连锁反应。政策的成功有赖于广泛的社会共识与精细化的配套措施，如构建更灵活的弹性退休机制、加强职业技能培训以延长劳动者职业寿命等。三是加速构建多层次养老保险体系。基于本研究中模型预测的单一基本养老保险基金结余下降趋势，我国对发展第二、第三支柱的需求更加迫切。应大力促进企业(职业)年金发展，通过税收优惠和降低门槛提升覆盖率，并积极推动个人养老金制度落地，加强政策激励和投资者教育，显著提升补充养老金在居民养老储备中的比重，从根本上分担基本养老保险基金的支付压力。从社会学的“福利多元主义”视角看，构建多层次体系意味着国家、市场、社区与家庭在养老责任上的重新配置。在此过程中，需警惕市场化解决方案可能加剧的养老不平等，确保政策的普惠性与公平性导向，避免养老保障从一种社会权利异化为依据经济资本划分的阶层特权。

3.3. 局限性

本文存在一定局限性，未来可以从以下几方面来改进：一是进一步细化控制变量的选取与设定，在经济学变量之外，可尝试引入能反映社会结构变化的指标(如家庭户规模、代际同住比例等)进行关联分

析, 确保模型能够更准确地反映实际情况; 二是加强对模型预测结果的验证与校准, 提高预测的准确性; 三是结合政策环境与经济形势的变化, 灵活调整模型参数, 使模型能够更好地适应未来发展需求。未来研究可进一步采用定量与定性相结合的方法, 在模型预测的基础上, 通过对政策制定者、参保人等主体的深度访谈, 揭示数据背后复杂的行为逻辑与社会心态, 为政策优化提供更立体的依据。

参考文献

- [1] 石晨曦. 延迟退休、人口抚养比及养老保险基金可持续性[J]. 当代经济管理, 2022, 44(6): 68-76.
- [2] 岳公正, 王俊婷. 我国城镇养老保险基金收支平衡的预测分析[J]. 统计与决策, 2016(20): 153-155.
- [3] 杨红燕, 邓智宇, 叶菁. 全国统筹能否“均贫富”: 养老保险基金省际调剂的精算分析[J]. 贵州财经大学学报, 2025(1): 31-41.
- [4] 余芷晴. “全面三孩”政策对养老保险基金可持续性影响的研究[J]. 财政科学, 2022, 81(9): 125-138.
- [5] 王宇熹, 汪泓, 陈群民, 等. 上海养老保险改革的系统动力学仿真分析[J]. 上海交通大学学报, 2012, 46(8): 1340-1348.
- [6] 王其藩. 高级系统动力学[M]. 北京: 清华大学出版社, 1995.
- [7] 唐莉霞, 李红艳. 基于灰色模型的城镇职工养老保险基金结余量预测[J]. 科学与管理, 2019, 39(2): 35-40.
- [8] 闵惜琳. 基于灰色预测模型 GM(1, 1)的人才需求分析[J]. 科技管理研究, 2005(6): 72-74, 77.
- [9] 蒋诗泉. 基于灰色理论的人口老龄化发展趋势及其影响因素研究——以安徽省为例[J]. 华东师范大学学报(哲学社会科学版), 2014, 46(3): 133-139, 156.
- [10] 侯晓艳, 刘双艳. 基于灰色关联分析的社会保障水平影响因素探讨——基于山西省 11 个地市的统计数据[J]. 商业经济研究, 2018(18): 157-160.
- [11] 谢乃明, 刘思峰. 离散 GM(1, 1)模型与灰色预测模型建模机理[J]. 系统工程理论与实践, 2005(1): 93-99.