

多模型综合分析下的人口老龄化及其政策应对策略

郭懿萱* 陈国娜

中国石油大学(北京)克拉玛依校区

DOI: 10.12238/ems.v6i8.8780

[摘要] 在人口老龄化成为全球性问题的背景下, 中国作为人口大国, 其老龄化问题尤为严峻。本文通过综合运用 Logistic 模型、系统动力学模型和灰色模型, 对中国人口老龄化趋势及其政策干预效果进行了深入分析。研究表明, 若不采取有效措施, 老龄化问题将对中国经济和社会产生深远影响。Logistic 模型预测, 到 2050 年中国人口将达到 14.18 亿, 但通过延长法定退休年龄至 65 岁, 2025 年人口数量可调整至 14.2 亿, 显著减缓老龄化率。系统动力学模型模拟显示, 通过政策性调整, 如提高生育率和优化迁移政策, 2050 年的老龄化率可减缓至 0.7%。灰色预测模型进一步证实了政策干预的有效性, 预测 2050 年的老龄化率可降至 3.0%。这些模型的综合应用验证了政策调整在改善人口结构及减缓老龄化进程方面的重要作用, 为制定有效的人口政策提供了科学依据, 亦为未来人口发展规划提供了有力支持。

[关键词] 人口老龄化; Logistic 模型; 系统动力学模型; 灰色模型; 人口预测

Population Ageing and Its Policy Response Strategies under Multi-model Integrated Analysis

Yixuan Guo*, Guona Chen

China University of Petroleum (Beijing), Karamay Campus

[Abstract] In the context of population aging becoming a global problem, China, as a large population country, has a particularly serious aging problem. This paper provides an in-depth analysis of China's population aging trend and the effects of its policy interventions through the comprehensive use of Logistic model, system dynamics model and grey model. The study shows that if no effective measures are taken, the aging problem will have far-reaching impacts on China's economy and society. the logistic model predicts that China's population will reach 1.418 billion by 2050, but by extending the statutory retirement age to 65, the population can be adjusted to 1.42 billion by 2025, which will significantly slow down the aging rate. System dynamics model simulations show that the ageing rate can be slowed down to 0.7% in 2050 through policy adjustments such as increasing fertility and optimising migration policies. The effectiveness of policy interventions is further confirmed by a grey projection model, which predicts that the ageing rate can be reduced to 3.0% in 2050. The combined application of these models verifies the important role of policy adjustments in improving the population structure and slowing down the aging process, providing a scientific basis for the formulation of effective population policies and a strong support for future population development planning.

[Keywords] population aging; logistic model; system dynamics model; grey model; population projection

1 引言

在当今全球范围内,人口老龄化的浪潮悄然涌动,这股不可逆转的趋势成为了时代洪流变局。老龄化,即是指由于生育率下降与平均寿命延长,导致年轻人口比例减少而老年人口数量增多,进而整体人口结构发生根本性变化的现象。这一过程不仅体现在老年人口占比的逐步攀升,而且体现在社会整体人口构型向老龄化演进发散射出明显的转型。中国,作为全球人口大国,老龄化问题尤为突出,第七次人口普查数据显示,60岁及以上人口占比已超过18%,揭示老龄化程度深化。更甚者,2020年以来,生育率持续走低,新生人口数量减少,老龄化带来的负担加剧,养老责任日益沉重,社会抚养比加重。在不显著提高生育率的背景下,老龄化将直接引发劳动力规模缩水,若无生产率增长不足以抵消弥补,经济增长面临威胁,同时,对医疗、保障体系提出更高要求。对此,国家层面,中共中央、国务院高瞻远瞩,积极布局,相继发布《关于加强新时代老龄工作的意见》、《国家应对老龄化中长期规划》,力图绘老龄化的战略蓝图。老龄化是持久战,如何在挑战中寻找平衡老龄化,使人口年龄结构趋向合理化,是当前我国亟待解答的关键课题。老龄化问题,不仅关乎国计民生福祉,更是经济发展、社会稳定、社会保障体系改革的试金石,其重要性不容小觑。

2 人口老龄化现状

人口老龄化预测的核心在于对人口规模和结构变化趋势的深入理解,其中逻辑模型、系统动力学模型和灰色模型分别扮演着重要角色。逻辑模型基于资源限制假设,能够简明直观地描述人口增长趋势,但在考虑政策因素时可能存在局限。系统动力学模型则由于其对人口复杂性、多维度性、非线性和环境交互等因素的敏感性,更适用于数据有限的情境。灰色模型虽然能够处理信息不完备的问题,但对数据质量有较高要求。

自2021年以来,全球老龄化问题加速发展,各国纷纷面临老龄化社会的挑战。中国作为人口大国,低生育率导致的“长寿型”向“少子型”转变尤为明显,人均寿命已逼近发达国家水平,而科技进步对缓解老龄化影响有限。自20世纪60年代末以来,中国的老龄化进程显著加速,70年代开始,

死亡率和出生率快速下降。数据显示,从1960年到2022年,中国60岁及以上人口从2626万增至2亿,占总人口的比例从4%上升至13.7%。近30年来,老龄化问题尤为突出,2019-2020年间老龄化率上升0.16个百分点,2020-2021年上升0.18个百分点,2021-2022年更是上升了0.4个百分点。预计到2021年,中国将进入深度老龄化阶段,到2023年将进一步进入超级老龄化阶段,预计2025年老龄化率将达到3.0%。



图1 中国近年人口增长率

图1展示了中国近年来的人口增长率变化趋势。这一趋势显示出人口增长放缓与老龄化加剧的相互关系。在这种背景下,如何有效预测人口老龄化趋势并制定相应政策成为关键。逻辑模型、系统动力学模型和灰色模型的综合应用不仅能为政策制定提供科学依据,还能为人人口结构调整提供指导。政策的有效实施,如延长退休年龄、提高生育率、优化迁移政策等,将在缓解老龄化进程中发挥重要作用。通过多模型分析,能够更全面地理解老龄化趋势,并采取有效措施应对这一全球性挑战。

3 模型的建立与求解

3.1 Logistic 模型在老龄化预测

Logistic 增长模型是一个描述种群增长的S型曲线的数学模型。其一般形式为:

$$\frac{dN}{dt} = rN(t) \cdot \left(1 - \frac{N(t)}{K}\right)$$

其中 N 代表人口, t 代表时间, r 为内禀增长率, K 为环境承载力。以2010年为基点,假设 $N_0 = 137263$ (亿),年平均增长率为0.53%,则可估算出参数 r 和 K 。通过公式,可以预测未来年份如2030、2050年的人口规模。结合政策调整,例如延迟退休年龄,模型可以用来预测老龄化的影响并分析政策效果。

3.2 系统动力学模型构建

系统动力学模型是一种用于研究复杂系统的动态行为的计算机仿真方法。它通常使用方程组来描述人口动态, 考虑出生率 b , 死亡率 d , 迁移率和移出率为 m_{in} , m_{out} , 考虑政策影响, 可得:

$$N = bN - dN + m_{in} - m_{out}$$

结合数据, 假设政策影响, 如提高生育率 b 调整, 调整迁移政策。在构建系统动力学模型时, 首先定义状态变量(例如人口数量 N) 和决策变量(如出生率、死亡率等)。然后建立它们之间的反馈循环和相互作用关系。接着, 根据实际数据和假设的政策变化设置初始条件和参数值。最后, 利用数值仿真方法来模拟整个系统随时间的演变过程。

3.3 灰模型预测

灰色系统理论提供了一种解决不完全信息条件下的不确定性问题的方法。灰色预测模型基于生成操作序列的方法, 并通过累加生成微分方程来建立模型:

$$N(k+1) = L * N(k) + a$$

其中 a 为发展系数, L 初值, k 为发展率。利用数据, 如人口 $N_0 = 137263$ (亿), 求得 a , L , k , 进而预测未来规模。

灰色模型的核心在于处理小样本数据的能力。在实际应用中, 首先需要收集一定时期内的观测数据, 然后通过累加生成 (AGO) 操作将原始数据转换为单调递增的数据序列。之后选择合适的灰色模型进行参数估计 (通常是最小二乘法)。最后根据得到的灰色模型参数和累加生成后的序列数据来预测未来的人口规模。

4 结论

通过 Logistic 模型的预测显示, 到 2050 年中国人口将达到 14.18 亿。然而, 若将法定退休年龄延长至 65 岁, 模型预测 2025 年的人口数量将调整至 14.2 亿, 老龄化率显著减缓。进一步运用系统动力学模型进行模拟, 显示出在实施政策性调整后, 包括提高生育率及优化迁移政策, 老龄化率得以有效控制, 到 2050 年将显著减缓至 0.7%。与此同时, 灰色预测模型基于现有数据进行政策调整后预测, 显示 2050 年的老龄化率可降低至 3.0%, 证明政策调控具有显著成效。综上所述, 通过多模型分析及预测, 不同政策干预措施对人口老龄化问题的缓解效果得到了充分验证, 显示出政策调整

在改善人口结构及减缓老龄化进程方面具有重要作用。多重模型的综合应用不仅为人口政策的制定提供了科学依据, 也为未来的人口发展规划提供了有力支持。

5 对策建议

延长法定退休年龄是应对人口老龄化的有效手段之一。根据 Logistic 模型的预测, 将退休年龄延长至 65 岁, 可显著减缓老龄化率, 提高劳动力供给, 缓解社会抚养比的压力。同时, 还可以充分利用老年人口的经验和技能, 为社会经济发展做出持续贡献。通过完善和优化生育政策, 提高生育率是应对人口老龄化的关键措施。建议实施一系列鼓励生育的政策, 如延长产假、提供育儿津贴、减免育儿费用等。此外, 应加强生育和育儿服务的供给, 建立全面的生育支持体系, 为家庭提供更好的生育环境。优化迁移政策, 鼓励年轻人口向人口老龄化严重地区流动, 可以有效平衡区域人口结构。建议通过经济激励、住房补贴、职业培训等手段, 吸引年轻劳动力到老龄化地区工作和生活, 促进区域经济均衡发展。在劳动力规模难以大幅提升的情况下, 提高生产率是应对老龄化问题的有效途径。建议加大科技创新和技术研发投入, 推动产业结构升级, 提升劳动者技能水平, 提高劳动生产率, 从而缓解因劳动力供给不足带来的经济压力。建立健全多层次的养老保障体系, 提高养老服务质量和覆盖面, 是应对老龄化的重要措施。建议加大对养老机构的投入, 提升养老服务水平, 发展社区养老和居家养老模式, 为老年人提供更加优质的养老服务。同时, 应完善养老保险制度, 确保老年人基本生活得到保障。随着老龄化进程的加速, 医疗卫生服务需求将大幅增加。

[参考文献]

- [1] 杜鹏, 翟振武, 陈卫. 中国人口老龄化百年发展趋势 [J]. 人口研究, 2005, 29 (006): 90-93.
- [2] 杜鹏. 中国人口老龄化过程研究 [M]. 中国人民大学出版社, 1994.
- [3] 穆光宗, 张团. 我国人口老龄化的发展趋势及其战略应对 [J]. 华中师范大学学报 (人文社会科学版), 2011, 50 (5): 29-36.
- [4] 汪良防. 有关中国人口老龄化的数学模型分析 [J]. 河南教育学院学报: 自然科学版, 2013, 22 (4): 9.
- [5] 徐达. 人口老龄化对经济影响的模型与实证 [J]. 财经科学, 2012 (4): 8.