

基于GM(1,1)模型的四川省人口结构平衡趋势预测

王 香

上海工程技术大学管理学院, 上海

收稿日期: 2022年11月23日; 录用日期: 2022年12月16日; 发布日期: 2022年12月27日

摘 要

中国人口自然生育年龄水平已经持续长期低于世界更替年水平, 甚至正在面临迈向低年龄段生育安全陷阱边缘的潜在危机。人口增长结构呈现负增长的趋势, 人口社会老龄化水平持续加深, 出生率“人口红利”比例正逐步下降。本文通过分析四川省2011~2020儿童人口和老年人口现状, 利用灰色GM(1,1)进行趋势预测分析, 预测2021~2025年四川省人口结构的变化趋势, 并给出相应的对策建议。方法: 选取2011~2020年四川省人口统计年鉴0~14岁和65岁以上的人口数量, 利用灰色GM(1,1)模型预测2021~2025年四川省生育与老龄人口比例。结果: 低适龄生育率正与我国老龄化加速相叠加, 矛盾突出和面临的挑战继续深化。

关键词

人口的老龄化研究, 人口灰色理论模型, 人口实证模型分析研究

Trend Prediction of Sichuan Province Based on GM(1,1) Model

Xiang Wang

School of Management, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai

Received: Nov. 23rd, 2022; accepted: Dec. 16th, 2022; published: Dec. 27th, 2022

Abstract

The natural fertility age level of China's population has long been lower than the world's replacement year level for a long time, and it is even facing a potential crisis on the edge of the fertility safety trap of low age groups. The population growth structure presents a negative growth trend, the population aging level continues to deepen and the birth rate "demographic dividend" propor-

tion is gradually declining. This paper analyzes the status of child population and elderly population in Sichuan province in 2011~2020, using gray GM(1,1) to conduct trend prediction analysis, predict the trend of population structure in Sichuan province in 2021~2025, and give corresponding countermeasures and suggestions. Methods: The number of people aged 0~14 and over 65 from 2011~2020 was selected, and the grey GM(1,1) model was used to predict the ratio of births to aging population in Sichuan Province in 2021~2025. Results: The low-age fertility rate is overlapping with the acceleration of aging in China, and the contradictions and challenges continue to deepen.

Keywords

Population Aging Research, Population Grey Theoretical Model, Population Empirical Model Analysis and Research

Copyright © 2022 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

中国人口自然生育年龄水平已经持续长期低于世界更替年水平，甚至正在面临迈向低年龄段生育安全陷阱边缘的潜在危机。[1]人口增长中的连续负增长的趋势、人口社会老龄化水平的日益加深趋势和性别比“人口红利”趋势的逐步持续下降，反映出目前我国社会人口结构性问题状况仍然可能阻碍中国人口发展的持续长期健康均衡发展，从而深刻影响着经济社会事业的长远可持续发展。因此，积极组织实施国家“三孩政策”计划已成为沿线国家着力解决当前人口结构性矛盾冲突和发展重大必然的选择。四川作为人口规模大人口省，水平和变化趋势已与目前全国范围基本一致。如何结合现实落实人口策略，研究四川时需要去重点地分析认识和正确把握好“一老一小”的四川真实人口状况，以真正推动实现人口、经济、社会一体化的快速高质量发展。

2. 材料与方法

2.1. 数据来源

本研究数据来源于 2010~2020 年我国《四川省统计局》、2010~2020 年《中国人口统计年鉴》，并从中获取四川 0~14 岁人口数量，65 岁以上人口数量，2 个指标。

2.2. 研究方法

以 2011~2020 年四川人口的数据为基础，采用灰色系统理论对 2021~2025 年四川人口结构情况进行预测分析。GM(1,1)模型建模具有所需样本数据少，拟合精度较高，计算简便的特点，在小样本、贫信息、不确定系统中得到广泛运用。[2]对儿童、老年人口统计来说，仍然大多是基于某种规律性特点的不甚强越性的离散分布的统计，而灰色系统理论则通常是指将诸如“部分信息已知，部分信息未知”这样的从“小样本”至“贫信息”这样大规模的不确定变量的系统数据，做为一个主要的调查研究和分析预测对象，从而可以有效综合的运用于在到人们的老龄化和发展的严重程度等问题的各种数据分析预测中。以当前的四川从 2011 年末到至 2020 年的四川省内所有 14 周岁儿童和以下的几乎全部适龄儿童总人口规模，以及所有 65 周岁或及以上的全部四川省内老年人口总量规模依次作为原始规模与变化的时间顺序，通过

构建模式来辅助对四川省内人口的未来长期发展趋势，以及当前人口趋势与变化及其规律关系进行人口的综合预测。

3. 四川人口现状

低平均总和生育率水平持续与全球社会人口老龄化的程度加深相反勾系叠加，矛盾越来越尖锐，低生育率与老龄化相叠加，矛盾和挑战深化 2020 年与 2010 年相比，四川 0~14 岁人口占常住人口比重下降了 0.87 个百分点，与此同时，老龄化不断加深。2020 年，中国现有四川人口城市户籍 60 岁及以上、65 岁及以上年龄阶段人口比重分别高达为约 21.71%、16.93%，与 2010 年的年均值水平相比，现有四川人口城市居民户籍 60 岁及以上的龄人口总数构成的整体比重仍可上升至约 5.41 个百分点，65 岁龄组及以上的人口数中约 5.98 个百分点(见表 1)。

Table 1. Changes of children and elderly population in Sichuan Province, 2011~2020

表 1. 2011~2020 四川省儿童老年人口比重变化表

年份	0~14 岁人口(万人)	0~14 岁人口占比(%)	65 岁及以上人口(万人)	65 岁及以上人口占比(%)
2011	1304.00	16.20	868.78	12.03
2012	1310.77	16.23	954.10	11.81
2013	1341.76	16.55	1034.34	12.76
2014	1319.89	16.21	1138.74	13.99
2015	1302.78	15.88	1061.54	12.94
2016	1318.69	16.64	1131.58	13.70
2017	1314.11	15.83	1156.44	13.93
2018	1365.07	16.37	1250.22	14.99
2019	1374.69	16.41	1318.07	15.74
2020	1347.11	16.10	1416.76	16.93

4. 实证分析

4.1. 建立时间序列

2011~2020 年 14 岁以下的儿童人口原始序列 $X^{(0)} = (X^{(0)}(1), X^{(0)}(2)\cdots X^{(0)}(10)) = (1304.00, 1310.77, 1341.76, 1319.89, 1302.78, 1318.69, 1314.11, 1365.07, 1374.69, 1347.11)$ ， $X^{(0)}$ 经过级别公式计算，该级别公式为：根据计算该数列的级比值 λ 全部落入区间内，可以进行模型建立，通过累加生成即累加序列 $x^{(1)} = (2614.77, 3956.53, 5276.42, 6579.2, 7897.89, 9212, 10577.07, 11951.76, 13298.87)$ ，和 65 岁以上老年人口原始序列 $X^{(0)} = (X^{(0)}(1), X^{(0)}(2)\cdots X^{(0)}(10)) = (968.78, 954.1, 1034.34, 1138.74, 1061.54, 1131.58, 1156.44, 1250.22, 1318.07, 1416.76)$ ，通过累加生成即累加序列 $x^{(1)} = (968.78, 1922.88, 2957.22, 4095.96, 5157.5, 6289.08, 7445.52, 8695.74, 10013.81, 11430.57)$ 。

4.2. 构造矩阵 B 和数据向量 Y

$$B = \begin{pmatrix} -\frac{1}{2}[x^{(1)}(1)+x^{(1)}(2)] & 1 \\ -\frac{1}{2}[x^{(1)}(2)+x^{(1)}(3)] & 1 \\ \vdots & \vdots \\ -\frac{1}{2}[x^{(1)}(n-1)+x^{(1)}(n)] & 1 \end{pmatrix} Y = \begin{pmatrix} x^{(0)}(2) \\ x^{(0)}(3) \\ \vdots \\ x^{(0)}(7) \end{pmatrix}$$

经过计算 $B^T B, (B^T B)^{-1}, B^T Y, (B^T B)^{-1} * B^T Y$, 得到 a, u 的数值。0~14岁: $a = -0.004344439, u = 1301.209637$, $u/a = -299511.54$; 即 2011~2020 年四川省 0~14 岁人口 GM(1,1) 灰色预测模型为: $\hat{X}^{(1)}(k+1) = 300815.548$ 同理, 经过同样步骤进行计算, 2011~2020 年四川省 65 岁以上的人口 $a = -0.00505703, u = 1303.108134$, $u/a = -299511.548$; 建立 GM(1,1) 灰色预测模型为: $\hat{X}^{(1)}(k+1) = 258651.3037$ 。

4.3. 模型检验

后验差方法是 GM(1,1) 模型常用的检验方法之一, 其中 P 表示小误差概率。经计算四川省 0~14 岁人口中 GM(1,1) 灰色预测模型中 $P = 98.79\%$, 平均相对误差 = 1.21%, 均在 0.01~0.05 之间, 模型的相对误差与其精度要求相符合。四川省 65 岁以上的人口在 GM(1,1) 灰色预测模型中 $P = 98.70\%$, 平均相对误差 = 1.30%。根据灰色预测理论, 当 $-a \leq 0.3$ 时, 可以用灰色 GM(1,1) 模型做中长期预测, 因此模型较为合理。根由于 $P \geq 0.95$, 表示模型的预测等级较好, 可以用上述灰色预测模型对四川儿童和老年人口进行预测。(见表 2)

Table 2. Comparison of actual population forecast and forecast value in Sichuan Province
表 2. 四川省人口预测实际值与预测值对比

年份	14 岁以下人口(万人)			65 岁以上人口(万人)		
	实际值	预测值	相对误差	实际值	预测值	相对误差
2011	1304.00	/	/	968.78	/	/
2012	1309.71	1310.77	-1.052	1311.32	1310.77	0.550
2013	1315.42	1341.76	-26.339	1317.96	1341.76	-23.791
2014	1321.14	1319.89	1.257	1324.65	1319.89	4.760
2015	1326.89	1302.78	24.119	1331.36	1302.78	28.586
2016	1332.67	1318.69	13.986	1338.11	1318.69	19.425
2017	1338.47	1314.11	24.368	1344.89	1314.11	30.789
2018	1344.30	1365.07	-20.763	1351.71	1365.07	-13.351
2019	1350.15	1374.69	-24.530	1358.57	1374.69	-16.118
2020	1356.03	1347.11	8.927	1365.45	1347.11	18.349

5. 结果与讨论

5.1. 四川省 2021 年~2025 年人口预测结果

以当前的四川从 2011 年末到至 2020 年的四川省内所有 14 周岁儿童和以下的几乎全部适龄儿童总人口规模, 以及所有 65 周岁或及以上的全部四川省内老年人口总量规模依次作为原始规模与变化的时间顺序, 通过构建模式来辅助对四川省内人口的未来长期发展趋势, 以及当前人口趋势与变化及其规律关系进行人口的综合预测。根据灰色 GM(1,1) 模型预测 2021~2025 的人口数量, 得到以下结果。(见表 3)

5.2. 低生育率与老龄化相叠加, 矛盾和挑战深化

由表 3 预测结果可知, 2021~2025 年四川省人 14 岁以下的人口和 65 岁以上的人口都呈现稳步上升的趋势。2025 年与过去 2010 年平均值增长率相比, 总人口为四川人的本市 0 周岁至~岁未完全满或 14 岁或以上户籍人口年龄水平占整个城市人口常住户口比重水平已经同比下降了约降低了近 0.87 个百分点,

Table 3. Grey GM(1,1) model prediction results
表 3. 灰色 GM(1,1)模型预测结果

年份	14 岁人口(万人)	65 岁人口(万人)
2021	1361.94	1372.38
2022	1367.87	1379.33
2023	1373.82	1386.33
2024	1379.80	1393.36
2025	1385.81	1400.42

与此同时，老龄化社会趋势正不断并继续的加深。与五年前以及 2010 年数据情况的相比，四川 60 岁以下和以上两个年龄段人口总量占平均人口数比重上升幅度为约 5.41 个百分点，65 岁上升为了约 5.98 个百分点。按照发展趋势，随着人口快速老龄化社会发展总体速度水平下降，估计 2022 年前后将超过全球老龄化 14% 的水平快速老龄化型国家。同时，当中国计划人口规模中存在的低比例生育带来的人口堆积的效应似乎已经逐步消失，生育率指数也还无法预计还将如何面临着进一步地下滑。

这种长期叠加的矛盾，一方面是使低劳动能力年龄人口经济积累或来源渠道不足，加深高劳动技能年龄人口劳动力内部劳动年龄结构老化，人口红利消失。[3]致使社会养老等综合改革问题更加深化，养老体系与社会医疗卫生改革等挑战将更加突出。另一方面，长期拖低总生育率将会直接带来的一系列重大的严重社会和国家经济问题。如农村劳动力资源供给大幅减少，消费服务能力明显降低，养老巨大的财政压力等。

6. 对策

6.1. 优化生育及老龄化政策包容性来促进人口均衡发展

要大力促进城乡人口数量优势和生活质量红利地同步健康发展。根据我国相关政策研究和结果也表明，维系与保持老龄人口红利稳定的老龄化长效政策机制体系是能够促进老年人口数量增长和释放质量红利，消除经济老龄化因素对老年经济增长能力的重大制约力的内在关键政策因素。

6.1.1. 落实好“三孩政策”的配套服务措施，加快构建生育支持体系

一是探索实行地区差异化待遇的生育个税专项抵扣试点以及社会经济转移补贴相关政策，在试行全国政策基础情况上实施进一步区域差异化，覆盖所有孕妇从保健起到受学历阶段教育全部结束年限以前，托育儿津贴，家庭个税专项抵扣等。二是全面加大婴儿托育费服务品种供给。三是着力完善大龄女性进城就业服务全力和保障。

6.1.2. 积极地应对社会人口迅速老龄化，打造一批高质量的为客户服务老产品供应商和服务支持体系

一是全面推动实施城乡居民社保全国范围基本统筹，发挥基本养老服务事业财政保障能力，发挥第二、三两支柱功能，以达成提供最重要的支撑保障。[4]二是继续大力实施构建企业职工实现老有所学就业后上岗的养老职业的终生学习体系，鼓励吸引老年企业长期留用人员和长期雇佣能接替其即将退休的适龄劳动力，适时降低并按适当标准逐步调整推迟养老职工到达法定社会最低的退休保障标准年龄。三是着力加快实施打造提供多样化和高质量等多层次特点的个性化为老年生活提供综合服务品牌及特色产品，打造全面健康友好型老年社会。

参考文献

- [1] 王裕明, 吉祥, 刘彩云. 上海市人口结构变化预测研究[J]. 上海经济研究, 2014(3): 89-98.

-
- [2] 张振华. 基于灰色 GM(1,1)模型的城市人口老龄化预测[J]. 统计与决策, 2015(19): 76-79.
 - [3] 朱再清. 运用 GM(1,1)模型对湖北省人口发展趋势的预测[J]. 统计与决策, 2006(16): 63-65.
 - [4] 邓世成. 基于灰色多元回归模型的重庆市人口老龄化预测[J]. 贵州商学院学报, 2018(3): 73-78.