

Population Aging Degree Prediction Research in Anhui Province

Yi Wang

College of Sciences, North China University of Technology, Beijing
Email: 1049992463@qq.com

Received: Aug. 3rd, 2018; accepted: Aug. 20th, 2018; published: Aug. 27th, 2018

Abstract

China has large population, the population issue has become an important reason for restricting China's economic development. Anhui Province is the country's most populated province, and in 1998, it entered the aging society. Due to the continued increase in the aging population, aging population has brought increasingly serious social, economic and other important problems. Therefore, the development of aging research and analysis without delay, to accurately predict the trend of population aging, and the stability of the socio-economic development of Anhui Province, is particularly important. This paper uses part of the data in 1998~2015 in Anhui Province relating to the elderly population and the gray forecast GM(1,1) model prediction methods to predict the total population in Anhui Province and elderly population over the next decade, and then forecast the aging factor. The results showed that the total population in Anhui Province will continue to rise in next decade, and elderly population is also in the process of increasing, population aging coefficient subsequently continues to rise. Finally, according to the empirical model, the current situation and forecast results of Anhui population aging are analyzed and related policy recommendations are presented based on the results.

Keywords

Aging of Population, Grey Prediction, GM(1,1) Model

安徽省人口老龄化程度预测研究

汪毅

北方工业大学理学院, 北京
Email: 1049992463@qq.com

收稿日期: 2018年8月3日; 录用日期: 2018年8月20日; 发布日期: 2018年8月27日

摘要

中国人口众多，人口问题成为制约我国经济发展重要原因，而安徽省是我国的人口大省，并且在1998年就步入了老龄化社会。由于老龄人口的持续增加，人口老龄化带来了愈来愈严重的社会、经济以及其他重要方面的问题。故而，对老龄化发展进行研究分析刻不容缓，准确预测老龄化发展趋势，对安徽省社会经济的稳定发展来说尤为重要。本文采用1998~2015年安徽省与老年人口有关的部分数据，运用灰色预测中的GM(1,1)模型预测方法，分别预测了未来十年安徽省总人口数和老年人口数，由此预测出老龄化系数。结果表明未来十年的安徽省总人口数将会一直呈上升趋势，老年人口也在逐年上升的过程中，人口老龄化系数也是随之持续上涨。最后，根据实证模型分析，对安徽省人口老龄化现行的情况和预测结果进行分析，并根据结果提出与之有关的政策建议。

关键词

人口老龄化，灰色预测，GM(1,1)模型

Copyright © 2018 by author and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

由十四亿多人组成的中国是世界上人口最多的国家，除此之外中国也拥有比其他国家都要多的老龄人口，是名副其实的老年人口国家。不仅如此，我国的人口老龄化情况也在逐步加剧，已经进入老龄化的高潮期。随着经济快速发展，医疗技术不断进步，公众卫生得到了改善，人均寿命比以前延长了不少。同时由于育儿费用的提高、生活压力不断增加，从而人们的生育率不断下降。再加上我国为了控制人口继续大幅增长而实行的计划生育等限制生育的政策也造成了我国快速出现人口老龄化的现象。但是和世界上的经济发达的国家有所不同，中国的老龄化有着自己的独特之处：首先，中国在预计的时间前攀上了人口老龄化的高峰。在计划生育政策实施后，加快了中国人口老龄化的步伐，随后一直坚持计划生育的国策，使我国提早达到了人口老龄化高峰。其次，我国进入老龄化时，社会经济以及各方面并不十分发达，呈现出“未富先老”的特点，不仅如此，经济不够强也使得人口老龄化成为了对我们来说更加棘手的问题。另外，在进入老龄化阶段时，我国处于多重压力下，我国的经济不是十分发达、社会也不是十分稳定，各种各样的问题矛盾互相交错，使得和经济发达、社会稳定、人口较少的国家相比较而言，解决老龄化问题对我们更具有挑战性[1]。从1998年开始，安徽省就迈进了人口老龄化阶段，而随后将近二十年的发展使得人口老龄化的程度有了进一步的深化，从而对我省的社会经济各个方面产生了极大效应。人口老龄化既有有利的方面又有不利的方面，不可以直接断言它是好是坏。人口老龄化可以减缓人口增长速度，能够有效控制总人口的数量，使得人口素质有所改善。然而，老龄化增大了劳动力抚养系数，从而造成劳动力供给少于需求，从而也加重了国家财政负担。不仅如此，人口老龄化对产业结构的调整也产生了重大影响，还对我国目前的养老保险体制以及社会福利制度等有了新的要求。随着我省老年人口持续增多，老年系数逐步增长，老龄化问题愈发凸显出来，应该予以重视。我们应该对老年人给予最大的重视，尽最大的努力去主动应对愈来愈严重的人口老龄化问题，更加完善地处理好养老问题，这对于促进人口、社会、经济同步发展有着极其重要的现实意义。所以，是否能准确对人口老龄化发展

趋势进行预测，了解相关的信息，对我国来说至关重要。

人口老龄化是人类面临的重要问题之一，对于这一问题的解决，国内外学者有着不同的解决措施。[3]基于非参数自回归对我国人口老龄化进行预测以及结构分析；[4]利用径向基神经网络模型对湖南省人口老龄化进行预测；[5]应用相关分析和灰色数列对人口老龄化进行预测；[6]利用灰色关联度、主成分分析以及灰色预测对贵州省人口老龄化的进行分析与预测；[7]利用向量自回归模型对人口老龄化进行预测。用于人口预测的模型有很多，但由于涉及人口的相关问题通常比较复杂，选择合适的模型对于人口预测来说至关重要。人口系统是灰色系统的一种，选择灰色模型来分析和预测人口发展规律较为合适。综上所述，本论文将建立 GM(1,1)模型来对安徽省人口老龄化进行预测。

2. 安徽省人口老龄化发展历程及成因

2.1. 安徽省人口老龄化发展历程

从上个世纪末开始，安徽省的总人口不停增多，死亡率却在减小以及人们的寿命也在加长，安徽省的老龄化程度随之加深。安徽省在 1990 年时拥有了 306.3 万老年人，老年人口占总人口的 5.41%，安徽省在 1998 年时拥有了 431.87 万老年人，老年系数也增加到了 7.02%，安徽省从此成为了老龄化社会的一员；在此之后，安徽省老龄化程度加速深化，由 1999 年 457.93 万老年人口到 2003 年 589.08 万老年人口，平均每年增加了 32.78 万老年人，老年系数也增长到 9.19%；从 2003 年到现在，安徽省老年人口平均每年增长 18.84 万人，老年系数一度达到 12.24%。

2.2. 安徽省人口老龄化成因

以前人们的寿命都不长，甚至到了十八世纪中期，经济实力领先于世界的国家少有超过六十岁的老年人，平均寿命也才四十岁而已。随着经济逐渐发展，国家的宏观调控也在不断加强与合理，人们也过上了国富民安的生活，生活的各个方面得到了更好的改善，不仅如此，公共设施也在不断齐全，基础设施愈来愈完备，除此之外，发展迅速的医疗水平以及逐步改善的公共卫生，人们对一些基础的医疗健康知识有所了解，老年人的死亡率不断下降并且人们的寿命也在增加，十岁再不算上古来稀了，方方面面的原因共同导致了人口老龄化的出现。

以前的某些传统思想比如孩子越多福气越大，生孩子来养老等促使人们的生育意愿强烈并且由于幼儿成活率太低共同成就了高出生率，与之不同的是，现在的教育、医疗水平提高了很多，人们从一味的追求多子到现在注重孩子的质量，从传统思想的禁锢中挣脱出来，使得生育率自然而然就下降了。随之而来的就是新增加的人数在减少而老年人却在增多，老年人的比重不断上升即老龄化持续深化。

3. 预测方法的选择

3.1. 灰色预测法定义

灰色预测法可以利用不是十分全面的信息对灰色系统做出预测，适用于原始数据较少的时间序列，根据少数的数据预测出实务未来的发展的情况，具有高效准确地预测效用。GM(1,1)模型是灰色预测最常用的模型。本文将选用 GM(1,1)模型对安徽省人口老龄化水平做出预测，并对预测结果进行分析。

3.2. 灰色预测模型的建立

设时间序列 $X^{(0)} = \{X^{(0)}(1), X^{(0)}(2), \dots, X^{(0)}(n)\}$ 共有 n 个观测值，通过累加生成新序列

$$X^{(1)} = \{X^{(1)}(1), X^{(1)}(2), \dots, X^{(1)}(n)\} \quad (1)$$

则 GM(1,1)模型相应的微分方程为:

$$\frac{dX^{(1)}}{dt} + aX^{(1)} = \mu \quad (2)$$

设 $\hat{\alpha}$ 为待估参数向量, $\hat{\alpha} = \begin{pmatrix} a \\ \mu \end{pmatrix}$, 可用最小二乘法求解, 可得 $\hat{\alpha} = (B^T B)^{-1} B^T Y_n$, 其中,

$$B = \begin{bmatrix} -1/2[X^{(1)}(1)+X^{(1)}(2)] & 1 \\ -1/2[X^{(1)}(2)+X^{(1)}(3)] & 1 \\ \vdots & \vdots \\ -1/2[X^{(1)}(n-1)+X^{(1)}(n)] & 1 \end{bmatrix}, Y_n = \begin{bmatrix} X^{(0)}(2) \\ X^{(0)}(3) \\ \vdots \\ X^{(0)}(N) \end{bmatrix}$$

求解微分方程, 即可预测模型:

$$\hat{X}^{(1)}(k+1) = \left[X^{(0)}(1) - \frac{\mu}{a} \right] e^{-ak} + \frac{\mu}{a} \quad (k=0,1,2,\dots,n) \quad (3)$$

3.3. 模型的检验

残差检验: 计算相对误差

$$\Delta^{(0)}(i) = |X^{(0)}(i) - \hat{X}^{(1)}(i)|, \quad i=1,2,\dots,n$$

$$\phi(i) = \frac{\Delta^{(0)}(i)}{X^{(0)}(i)} \times 100\%, \quad i=1,2,\dots,n$$

后验差检验:

$$1) \text{ 计算原始序列的标准差: } S_1 = \sqrt{\frac{\sum [X^{(0)}(i) - \bar{X}^{(0)}]^2}{n-1}};$$

$$2) \text{ 计算绝对误差序列的标准差: } S_2 = \sqrt{\frac{\sum [\Delta^{(0)}(i) - \bar{\Delta}^{(0)}]^2}{n-1}};$$

$$3) \text{ 计算方差比: } C = \frac{S_2}{S_1};$$

$$4) \text{ 计算小误差概率: } P = P\{|\Delta^{(0)}(i) - \bar{\Delta}^{(0)}| < 0.6745S_1\}。$$

$$\text{令 } e_i = |\Delta^{(0)}(i) - \bar{\Delta}^{(0)}|, S_0 = 0.6745S_1, \text{ 则 } P = P\{e_i < S_0\}。$$

根据检验精度, 划分等级, 具体参见表 1。

4. 模型建立、预测结果及分析

4.1. 样本选取和数据说明

本文选取 1998 年到 2015 年安徽省城人口老龄化水平历史数据作为预测的基础, 其中老年人口数是指年龄超过 65 岁的人口数, 人口老龄化程度则用老年系数来表示。1998~2014 年的数据取自历年安徽省统计年鉴其中的人口数据部分, 2015 年的数据则取自安徽省 2015 年国民经济和社会发展统计公报的人口数据部分, 见表 2。人口老龄化程度从 1998 年的 7.02%, 大幅增长到了 2009 年的 11.43%, 之后更是

Table 1. Accuracy inspection level reference table [2]**表 1.** 精度检验等级参照表[2]

小误差概率值 P	均方差比值 C	预测精度等级
>0.95	<0.35	好
>0.80	<0.50	合格
>0.70	<0.65	勉强合格
≤0.70	≥0.65	不合格

Table 2. Population ageing in Anhui Province from 1998 to 2015**表 2.** 1998~2015 年安徽省人口老龄化水平

年份	人口总数 (万人)	老年人口数 (万人)	老年系数 (%)	年份	人口总数 (万人)	老年人口数 (万人)	老年系数 (%)
1998	6152	431.87	7.02	2007	6676	715.67	10.72
1999	6205	457.93	7.38	2008	6741	751.62	11.15
2000	6278	476.50	7.59	2009	6795	776.67	11.43
2001	6325	512.33	8.1	2010	6827	698.40	10.23
2002	6369	541.37	8.5	2011	6876	784.55	11.41
2003	6410	589.08	9.19	2012	6902	833.76	12.08
2004	6461	600.87	9.3	2013	6929	848.11	12.24
2005	6516	656.81	10.08	2014	6936	812.21	11.71
2006	6593	669.85	10.16	2015	6949	815.12	11.73

资料来源：1998~2014 年数据来源于历年安徽省统计年鉴，2015 年数据来源于安徽省国民经济和社会发展统计公报。

涨到了 2013 年的 12.24%，整体呈现递增的趋势，增长幅度很大。由于老龄化程度逐年加深，不可避免的因此而造成的我省的社会经济等方面的问题愈来愈突出。拥有众多人口的安徽省及时准确地调整产业结构以及相应的政策从而使得人口老龄化与安徽省经济发展相协调，继而做到提高安徽省的综合实力，使安徽省成为我国的强省。

4.2. 安徽省人口总数以及老年人口数 GM(1,1)模型建立

首先，以安徽省 1998 年到 2015 年人口总数为原始数据，对安徽省人口总数进行预测。以 1998~2015 年人口总数为原始序列，即：

$$x^{(0)} = (6152, 6205, 6278, 6325, 6369, 6410, 6461, 6516, 6593, 6676, 6741, 6795, 6827, 6876, 6902, 6929, 6936, 6949)$$

根据(1)~(3)式可得预测模型为：

$$\hat{x}^{(1)}(k+1) = 829032e^{0.0075k} + 822880 \quad (4)$$

根据此模型预测得到 1998~2025 年的预测值，如表 3 所示。

对该模型进行模型检验，预测值相对误差小于 10%，就是高精度预测，所以此模型的预测结果可信，后验差比值 $C = 0.1506 < 0.35$ ，小概率误差 $P = 1 > 0.095$ ，说明模型可行，并且预测精度等级为好，所以，可用该模型对安徽省随后十年的人口总数进行外推预测。

Table 3. Results of total population forecast for Anhui Province from 1998 to 2015**表 3.** 安徽省 1998~2015 年总人口预测结果

年份	预测值(万人)	相对预测误差(%)	年份	预测值(万人)	相对预测误差(%)
1998	6152	0	2007	6630.1	0.69
1999	6241.5	0.59	2008	6680.3	0.90
2000	6288.8	0.17	2009	6730.9	0.94
2001	6336.5	0.18	2010	6781.9	0.66
2002	6384.5	0.24	2011	6833.3	0.62
2003	6432.9	0.36	2012	6885.1	0.24
2004	6481.6	0.32	2013	6937.3	0.12
2005	6530.7	0.23	2014	6989.9	0.78
2006	6580.2	0.19	2015	7042.8	1.35

其次, 以 1998 年到 2015 年安徽省老年人口数为原始数据, 对安徽省老年人口数进行预测。以 1998~2015 年老年人口为原始序列, 即:

$$x^{(0)} = (431.87, 457.93, 476.50, 512.33, 541.37, 589.08, 600.87, 656.81, 669.85, 715.67, 751.62, 776.67, 698.40, 784.55, 833.76, 848.11, 812.21, 815.12)$$

根据(1)~(3)式可得预测模型为:

$$\hat{x}^{(1)}(k+1) = 14162.37e^{0.0351k} + 13730.5 \quad (5)$$

对该模型进行模型检验, 灰色预测值相对误差小于 10%, 就是高精度预测, 所以此模型的预测结果可信, $C = 0.2904 < 0.35$, $P = 1 > 0.095$, 说明模型可行, 并且预测精度等级甚至达到好的标准。所以, 可用该模型对安徽省随后十年的老年人口总数进行外推预测。

利用上述模型对 1998~2015 年安徽省老年人口总数进行预测, 预测结果以及相对预测误差如表 4 所示。

对该模型进行模型检验, 灰色预测值相对误差小于 10%, 就是高精度预测, 所以此模型的预测结果可信, 后验差比值 $C = 0.2904 < 0.35$, 小概率误差 $P = 1 > 0.095$, 说明模型可行, 并且预测精度等级甚至达到好的标准, 所以, 可以用该模型对安徽省未来老年人口数进行外推预测。

4.3. 预测结果与分析

根据模型式(4)和式(5)分别对 2016 年到 2025 年的安徽省人口总数以及老龄人口数进行预测, 在此基础上计算得出未来十年的老龄化系数, 如表 5 所示。

由表 5 可知, 安徽省人口的年龄结构将进一步有所改变, 即老年人口的比重继续扩大, 所以老龄化将不可避免的逐渐加深。根据表 5 预测结果可知, 总人口数从 2015 年的 6949 万人, 将发展到 2016 年 7096.2 万人, 进一步上升为 2020 年 7313.7 万人, 最后到 2025 年的 7595 万人; 老年人口由 2015 年 815.12 万人, 到 2016 年 919 万人, 2020 年 1057.5 万人, 到 2025 年的 1260.4 万人, 并且老年系数在不断增长, 从 2015 年的 11.73%, 发展为 2020 年的 14.46%, 最后 2025 年老年系数甚至达到了 16.60%, 快速增长趋势显然易见, 从结果得知, 安徽省未来的人口老龄化程度进一步加深, 情况不容乐观。

Table 4. Results of the elderly population in Anhui Province from 1998 to 2015**表 4.** 安徽省 1998~2015 年老年人口预测结果

年份	预测值 (万人)	相对预测误差 (%)	年份	预测值 (万人)	相对预测误差 (%)
1998	431.9	0.01	2007	798.6	6.38
1999	505.9	8.48	2008	827.1	7.68
2000	524	7.97	2009	856.6	7.46
2001	542.7	5.93	2010	887.3	6.59
2002	562.1	3.83	2011	919	1.73
2003	582.2	1.17	2012	951.8	4.22
2004	603	0.35	2013	985.8	2.48
2005	624.6	4.90	2014	102.1	5.47
2006	646.9	3.43	2015	105.75	8.86

Table 5. Forecast results of population aging in Anhui Province from 2016 to 2025**表 5.** 安徽省 2016~2025 年人口老龄化预测结果

年份	人口总数 (万人)	老年人口数 (万人)	老年系数 (%)	年份	人口总数 (万人)	老年人口数 (万人)	老年系数 (%)
2016	7096.2	919	13.00	2021	7369.1	1095.3	14.86
2017	7149.9	951.8	13.31	2022	7424.9	1134.4	15.28
2018	7204.1	985.8	13.68	2023	7481.2	1175	15.71
2019	7258.7	1021	14.07	2024	7537.9	1216.9	16.14
2020	7313.7	1057.5	14.46	2025	7595	1260.4	16.60

5. 结论与相关政策建议

本论文基于安徽省的总人口、老年人口，利用灰色预测法，建立灰色预测模型 GM(1,1)，对安徽省的总人口数和老年人口数进行预测，进而预测安徽省的老年人口系数。从预测结果可以看出，未来十年安徽省的老年人口将会继续增加并且老龄化系数也将呈现出持续上升的趋势，也就是表明安徽省的老龄化程度在未来十年甚至之后都在持续加深并且将会强有力的影响安徽省经济快速稳定的发展。故而，我们应该把我省的老龄化问题纳入继续关注以及重视的范围内。

由于我省老龄化程度日益加深，在我省经济水平比较低的情况下，人口老龄化问题必定作用于社会稳定、经济发展并且造成不利后果。所以我们应该从预测的结果出发努力完善防范措施，在我国共产党以及政府的领导下，使老年人的生活水平得以有效提高并且在最大程度上维护老年人的一切合法的权益，实施合理有效的措施减缓老龄化的程度，使安徽省经济各方面得以稳定发展。

首先，在态度上我们应该对老龄化问题予以高度重视，最好将老龄工作纳入政府工作中，应完善养老模式，构建更加完备的老年服务体系，设身处地的为老年人着想，使老年人在购物、出行、日常生活中得到更好的服务，并且为老年人的文体、健身、娱乐创造更好的条件，以便老年人在身体机能逐渐衰退的日子里能够安全、健康、愉快的生活。

再之，安徽省拥有着厚重的文化底蕴，传承尊老敬老这种传统美德是我们的责任与义务。安徽省早在十几年前就迈入了老龄化阶段，而且，老龄化水平在总体上看来更是一年比一年高。所以，在老龄社

会里, 我们应该做到尊敬老年人、关爱老年人、赡养老年人, 不能忽视老年人、虐待老年人, 不仅注重老年人的身体健康而且要注重他们的心理健康, 为老年人创造安稳、舒适的生活条件与社会氛围。

最后, 在安徽省人口老龄化达到顶点之前, 政府应该制定好相关政策、实施相关政策。人民群众也应该配合好政府的工作, 自觉主动的为解决人口老龄化问题提供自己的一份力。第一, 逐步健全完善老龄工作的政策法规体系, 做好老年维权工作, 不断完善符合我省省情的养老保障机制, 构建老年安全网络; 第二要制定老龄产业政策, 大力扶持老龄产业的发展并且使老年人经验与能力有用武之地, 鼓励老年人继续参加我省社会经济的建设。无论何时何地, 都会有老年人的存在, 所以我们应该做好老年工作。

参考文献

- [1] 杜鹏, 邬沧萍. 人口老龄化与老龄问题[M]. 北京: 中国人口出版社, 2006.
- [2] 徐国祥. 统计预测和决策[M]. 上海: 上海财经大学出版社, 2012.
- [3] 陈光慧, 蔡远飞, 李凤. 我国人口老龄化趋势预测与结构分析——基于非参数自回归模型[J]. 西北人口, 2014(4): 81-87.
- [4] 陈毅华, 李永胜, 苏昌贵, 等. 径向基神经网络模型在人口老龄化预测中的应用——以湖南省为例[J]. 经济地理, 2012, 32(4): 32-37.
- [5] 陈婷, 徐丽丽, 陈晓静, 等. 中国人口老龄化问题的预测与分析[C]//中国优选法统筹法与经济数学研究会. 第十三届中国管理科学学术年会论文集. 北京: 中国优选法统筹法与经济数学研究会, 2011: 711-716.
- [6] 徐超然. 贵州省人口老龄化灰色关联分析与预测[J]. 现代经济信息, 2013(18): 491.
- [7] 余倩, 吕盛鹤. 浙江省人口老龄化预测分析[J]. 杭州电子科技大学学报(社会学版), 2008(3): 24-28.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2324-7991, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>
期刊邮箱: aam@hanspub.org