Aging Research 老龄化研究, 2015, 2(3), 15-21
Published Online September 2015 in Hans. http://www.hanspub.org/journal/ar
http://dx.doi.org/10.12677/ar.2015.23003

Hans汉斯

Population Aging Prediction in China Based on Trend Extrapolation Model

Xiaoxiao Yin

School of Statistics and Mathematics, Yunnan University of Finance and Economics, Kunming Yunnan
Email: yinxiaoxiao2011@163.com

Received: Aug. 7th, 2015; accepted: Aug. 28th, 2015; published: Aug. 31st, 2015

Copyright © 2015 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

Abstract

With economic development, the problem of population aging is getting worse. This paper, based on the elderly population data, establishes trend extrapolation model for forecasting the future development trend of population aging. The results show that aging population from 2015 to 2024 increases year by year. But compared to the previous, population aging has slowed. The prediction of the future trends of population aging has a certain reference value and provides a basis for China to develop and implement related policies.

Keywords

Population Aging, Trend Extrapolation Model, Predictions

基于趋势外推模型的我国人口老龄化预测分析

尹潇潇

云南财经大学统计与数学学院，云南 昆明
Email: yinxiaoxiao2011@163.com

收稿日期：2015年8月7日；录用日期：2015年8月28日；发布日期：2015年8月31日

摘 要

随着经济的发展，我国人口老龄化问题越来越严重。本文基于老年人人口数据，建立趋势外推模型对未

文章引用: 尹潇潇 (2015) 基于趋势外推模型的我国人口老龄化预测分析. *老龄化研究*, **3**, 15-21.
http://dx.doi.org/10.12677/ar.2015.23003

来人口老龄化发展趋势进行预测。结果表明：我国2015~2024年的老龄化人口逐年递增，但相比以前，人口老龄化速度减缓。预测人口老龄化的未来发展趋势，具有一定的参考价值，为我国制定实施相关政策提供依据。

关键词

人口老龄化，趋势外推模型，预测

1. 引言

老龄化[1]是指年轻人在总人口中所占比例减少而老年人比例逐渐增加的一个动态变化过程。国际上规定：如果一个国家或地区 60 岁以上人口所占比例达到 10%或 65 岁及以上人口比例为 7%以上，就称该国家或地区迈入了老龄化社会[2]。人口老龄化是一个全球性的问题，不仅仅是个别国家或地区的问题，它是社会和经济发展到一定阶段的产物。随着经济的发展，我国人口老龄化问题越来越严重，因此，对我国人口老龄化未来发展趋势进行预测分析至关重要，这可以给国家制定合理的人口政策提供参考。

我国人口老龄化的预测研究有很多，如毕小龙等[3]在构建人口老龄化指标的过程中，应用了模糊集合的方法，然后通过神经网络法对我国未来人口老龄化趋势进行预测；石琳等[4]结合人口历史数据，建立人口控制模型，利用 Matlab 软件对我国人口变化趋势以及人口年龄结构预测分析；高采文等[5]建立时间序列模型对未来中国老龄化人口进行预测，然后建立线性回归方程分析人口老龄化与人口出生率、死亡率、自然增长率、人口密度、卫生费用、普通的本专科毕业人数以及人均 GDP 之间的关系。一般情况下，神经网络法做预测时，预测结果并不精确，因为它需要依靠精心设计的算法以及高精度的计算机才能保证结果相对准确，此外，神经网络法操作起来相对其他方法而言较麻烦，需要确定隐藏层的节点数目，一旦数目过多可能会导致过拟合的情况发生；而建立时间序列模型做预测时，通常将所有的可能影响因素都归结为时间这这一因素，它往往适用于中短期预测，因为长时间内实际问题受外界的影响作用会加大。趋势外推法，是在正确分析历史情况以及目前现状的情况下，建立可能的模型对未来进行预测，本文在做预测时，假定未来较长一段时间内，我国的人口政策是基本上没有变化的，该方法在一定条件下，可以进行长期预测，因此，运用此方法是合理的。所以，本文结合我国老龄人口的历史数据，首先分析我国人口老龄化的现状，然后建立几种可能的趋势外推模型对我国老龄人口预测分析，比较其预测精度，最终得到一个预测效果较好的模型预测我国未来十年的老龄人口数及其发展趋势。针对预测情况，给国家合理制定相关政策提供了参考。

2. 基本方法介绍

2.1. 趋势外推法

趋势外推法[6]，又称为趋势外插法，简单的说，它就是依据过去和目前的情况去推断未来发展趋势的方法总称。趋势外推法的依据是预测的连续性原理以及预测对象的发展具有一定规律性的特点，在对要预测对象过去和现在发展状况正确把握的前提下，预测研究对象未来的发展趋势。

事物随时间的变化会表现出一定的规律性，当我们对研究对象做预测时，其也有一定的趋势性，那么我们就可以建立以时间 t 为自变量，时间序列值 y 为因变量，趋势外推模型：

$$y = f(t)$$

而以顺延的时间作为已知条件，根据拟合的模型可以得到趋势值即预测值，我们所选取的拟合模型

将直接决定未来预测的精确程度。

2.2. 趋势外推模型的识别与选择

最终预测精度的高低是由我们建立的趋势外推模型决定的，因此，做预测最重要而且最关键的一步是拟合模型的选取。我们介绍以下三种方法进行模型识别与选择：

1) 直观判断法。绘制已知数据序列的散点，与常见的曲线形状作比较，选定形状比较相似的曲线模型作为趋势外推模型。

2) 特征分析法。通过分析已知数据所具有的特征，从我们所熟悉的曲线模型中选择出与此特征相符的模型。

3) 预测精度比较法。我们建立所有可能的拟合模型，然后计算其平均相对误差绝对值，根据该误差判段预测的精确度。

2.3. 曲线模型估计的步骤

在解决实际问题的过程中，该问题的变化趋势往往可由好几种可能的曲线进行描述，这时我们的主要问题就是哪种曲线最能说明实际问题的发展趋势呢。我们可以通过尝试建立不同的曲线模型进行拟合估计，如：线性、二次、三次、指数、增长、复合、S、Logistic 等，具体分析步骤如下：

1) 结合历史数据，绘制数据分布散点图；

2) 根据散点图，初步判断大致呈何种趋势，然后分别建立可能的模型；

3) 采用最小二乘法得到曲线模型的参数估计值，以及统计量 R 方、F 值和 P 值；

4) 根据参数估计结果，对相关统计量进行检验；

5) 根据 R 方值，初步选择出其较大值对应的模型为预测模型，结合平均相对误差绝对值进一步筛选预测效果最优的模型。

3. 我国人口老龄化预测分析

本文主要是根据我国老年人口数历史数据建立趋势外推模型对未来老龄化发展趋势进行预测。在建模预测前，我们首先分析我国人口老龄化的目前状况，然后结合预测情况，说明我国人口老龄化的未来发展趋势。

3.1. 数据来源及说明

本文所用的 65 岁及以上的人口数数据来源于国家统计局网站(http://data.stats.gov.cn/easyquery.htm?cn=C01) [7]，我们从国家统计局网站上收集了我国 1990~2014 年的总人口数以及 65 岁及以上的人口数。在对人口老龄化分析预测前，先计算 65 岁及以上的人口数即老年人人口数在总人口中所占的比例，从而描述我国人口老龄化的现状。我们将 1990~2009 年的数据作为训练集，根据该数据建立预测模型，然后将 2010-2014 年的数据作为测试集，说明所建模型的预测效果。最后，对我国未来 10 年的人口老龄化情况做预测，进一步说明其未来发展趋势。

3.2. 我国人口老龄化的基本现状

根据的 1990 年至 2014 年老年人口数在总人口数中所占的比例，我们做出其分布图，如图 1 所示。

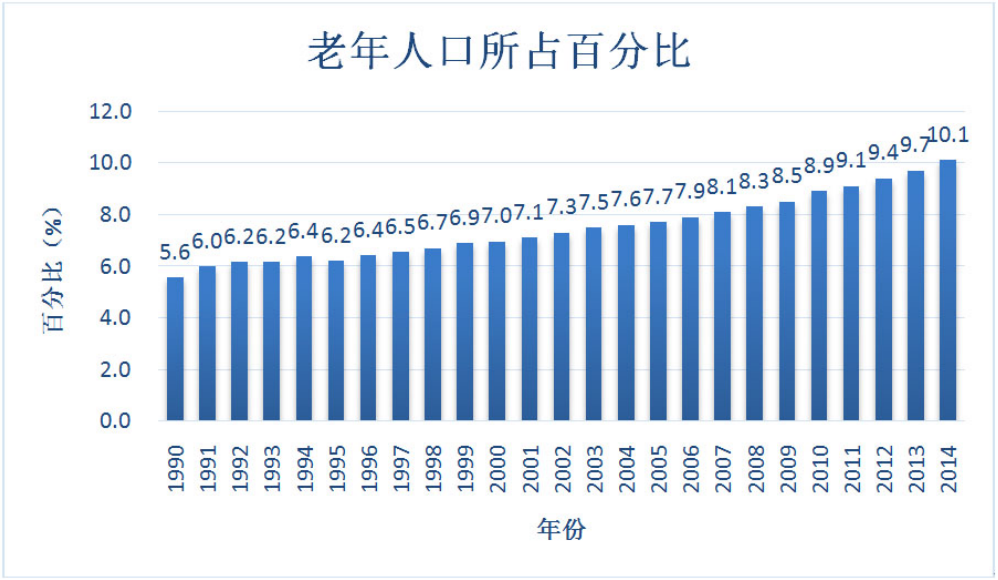
由图 1，可以发现我国总人口中的老年人口数呈逐年递增的趋势，1990~1999 年间，老年人口所占比例在 5.6%~6.9%之间，而从 2000 年后，老年人口的比例全都超出了 7.0%。根据人口老龄化的定义以及国际上规定的人口老龄化标准可知：我国从 2000 年开始进入了老龄化社会，而且老龄化程度逐年加剧，

到 2014 年，我国老年人口所占比例达到了 10.1%。仅 25 年的时间，老年人人口比例增加了 4.6，平均每年增长约 0.184。可见，我国老年人人口逐年增长，老龄化程度越来越严重。下面我们建立趋势外推模型对我国人口老龄化未来发展趋势进行预测。

3.3. 基于趋势外推模型的人口老龄化预测

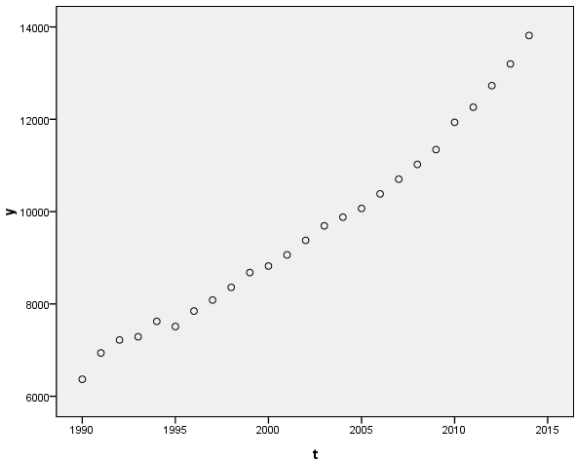
根据 1990~2014 年的人口数据集建立可能的趋势外推模型，比较各个模型的拟合效果，从而确定最后的最优预测模型。在建模预测前，假设我国未来几年内人口相关的政策基本没有大的变化。

我们将自变量记作 t，1990 年对应 $t=1$，1991 对应 $t=2,\cdots$，依次下去，$t=1,2,3,\cdots,25$；将因变量老年人口数记作 y。根据我国 1990 年至 2009 年的老年人人口数据，作出 y 与 t 之间的散点图，如图 2 所示。



数据来源：国家统计局网站(http://data.stats.gov.cn/easyquery.htm?cn=C01)

Figure 1. The proportion of the elderly population
图 1. 老年人口所占比例



数据来源：国家统计局网站(http://data.stats.gov.cn/easyquery.htm?cn=C01)

Figure 2. Scatter graph of the elderly population
图 2. 老年人人口数的散点图

观察图 2，我们可以发现我国老年人人口数随着时间的推移逐渐增长，其变化大致呈线性或二次或三次或指数趋势。因此，我们分别建立以 t 为自变量，以 y 为因变量的线性、二次、三次和指数模型进行分析预测，估计结果见表 1。

由表 1 可知，三次曲线模型的 R 方值(可决系数)最大，可决系数越大，说明该模型的拟合度相对较好，初步判定三次曲线模型预测精度较高。另外，根据表 1 可以写出四种模型的方程，结果如下。

线性模型：

$$y_1(t) = 281.982t + 5942.280 \tag{1}$$

二次模型：

$$y_2(t) = 5.892t^2 + 128.795t + 6631.619 \tag{2}$$

三次模型：

$$y_3(t) = 0.380t^3 - 8.938t^2 + 286.069t + 6257.903 \tag{3}$$

指数模型：

$$y_4(t) = 6407.585e^{0.029t} \tag{4}$$

通过式子(1)、(2)、(3)和(4)，根据 t 值，分别计算出我国 1990~2014 年老年人人口数的拟合值，和实际值比较，得到各个模型的平均相对误差绝对值，结果见表 2。

从表 2 可以发现三次曲线模型的平均相对误差绝对值(MAPE)最小，为 0.87，然后依次是二次、指数、线性模型，即 MAPE3 < MAPE2 < MAPE4 < MAPE1。由此进一步说明四个模型中，三次曲线模型的预测效果相对较好。再结合表 1 的分析结果，我们可以建立以时间 t 为自变量，老年人人口数 y 为因变量的三次曲线预测模型，对我国未来十年的老年人人口数进行预测。

三次曲线模型的对老龄化人口的拟合结果，见图 3，由图 3 可以明显看出该模型的预测效果较好。

4. 我国未来人口老龄化发展趋势预测

根据式(3)即三次曲线模型预测我国 2015~2024 年的老年人人口数，结果见表 3。

预测结果相应的散点图，见图 4。

观察表 3 和图 4，我们发现我国未来十年的老年人人口数越来越多，逐年递增，年平均增长率约为 4.7%，到 2020 年，我国的老年人口数将达到约 1.8 个亿，与 2014 年相比，仅六年的时间，增加了约 0.4 个亿，可见，我国人口老龄化问题越来越严重。再图 2 与图 3 比较，2015~2024 年间的人口老龄化速度明显小于 1990 至 2014 年的速度。

Table 1. The estimation of curve about the elderly population
表 1. 老年人口数的曲线估计结果

模型	R 方	F	$df1$	$df2$	Sig.	常数	$b1$	$b2$	$b3$
线性	0.977	991.906	1	23	0	5942.280	281.982		
二次	0.995	2189.950	2	22	0	6631.619	128.795	5.892	
三次	0.998	3351.722	3	21	0	6257.903	286.069	−8.938	0.380
指数	0.994	3700.111	1	23	0	6407.585	0.029		

Table 2. The absolute value of the average relative error
表 2. 平均相对误差绝对值

模型	线性	二次	三次	指数
平均相对误差绝对值(%)	2.74	1.25	0.87	1.36

Table 3. The elderly population prediction in China from 2015 to 2024
表 3. 2015~2024 年我国老年人人口数预测结果

年份	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
老年人口预测值(万人)	14332	14946	15602	16305	17056	17857	18711	19621	20587	21614

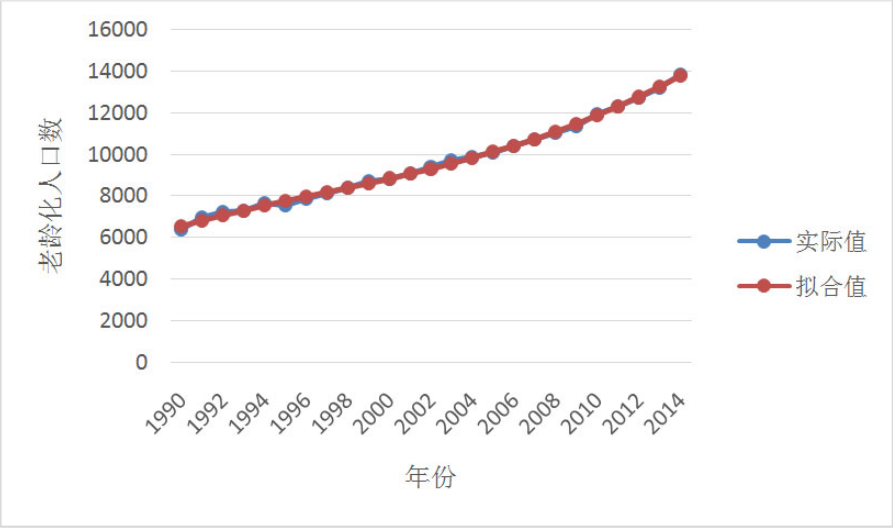


Figure 3. Fitting graph
图 3. 拟合图

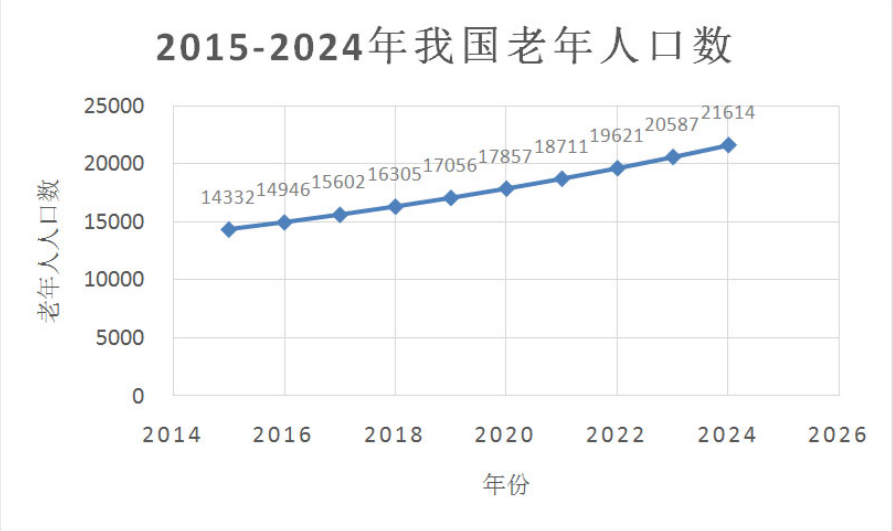


Figure 4. Scatter graph of the elderly population prediction in China from 2015 to 2024
图 4. 2015~2024 年我国老年人人口数预测结果散点图

5. 结论与建议

5.1. 结论

综合上面的分析，可以得到如下主要结论：

1) 对我国 65 岁及以上的老年人人口数进行预测，使用三次曲线模型，拟合效果相对较好，预测精度相对高。

2) 根据我国人口老龄化的现状，建立趋势外推模型—三次曲线模型对我国未来十年的老年人人口数进行预测，预测结果表明：我国老年人人口数随着时间的推移，呈逐年递增的趋势。到 2020 年，我国的老年人口数将达到约 1.8 个亿，我国人口老龄化程度越来越严重。比较图 2 和图 3，发现相比 1990~2014 年间，人口老龄化速度已经在减缓，这与我国采取的计划生育政策等是离不开的。

5.2. 建议

根据上面的结论知，虽然人口老龄化程度还在加剧，但人口老龄化的速度已经在减缓，说明我们国家实施的一些控制人口老龄化的政策是有效的。既然人口老龄化不可避免，那么我们应该积极面对，完善我国各项养老保险制度；延迟退休年龄以减轻国家的养老负担；适当的放宽计划生育政策，增加年轻人人口数，从而使老年人人口所占比例减小，降低老龄化程度。

参考文献 (References)

[1] 张中玉 (2014) 安徽省人口老龄化问题的对策思考. *长春理工大学学报*(*社会科学版*), **4**, 59-64.

[2] 尹豪 (2006) 人口学导论. 中国人口出版社, 北京.

[3] 毕小龙, 魏巍 (2005) 基于神经网络的我国人口老龄化趋势预测. *武汉理工大学学报*: *信息与管理工程版*, **6**, 182-184.

[4] 石琳, 刘甜 (2010) 中国人口老龄化预测与分析. *内蒙古科技大学学报*, **4**, 385-388.

[5] 高采文, 张静静 (2014) 中国人口老龄化序列分析预测研究. *山西大同大学学报*: *自然科学版*, **4**, 9-10.

[6] 张志启 (2012) 我国能源消费总量预测建模分析. 硕士论文, 内蒙古科技大学, 包头.

[7] 国家统计局网站 (2015) 人口年龄结构和抚养比. http://data.stats.gov.cn/easyquery.htm?cn=C01