

The Effect of Delayed Birth on the Population

Xubo Na

Department of Science, Shenyang Aerospace University, Shenyang Liaoning
Email: 1835744831@qq.com

Received: Aug. 2nd, 2018; accepted: Aug. 15th, 2018; published: Aug. 22nd, 2018

Abstract

Aiming at the problem of the influence of the delayed birth on the population, this paper uses the enumeration method, the Weber distribution theory and the grey forecast method to construct the population forecast model based on Leslie, the birth rate model based on Weber distribution and the grey forecast model, etc. It is concluded that the birth age of the first child will be advanced after the adjustment of the birth policy, the change of the birth policy will skew the sex ratio of the youth in the future, and the number of births per year will not increase too much after the opening of the three-child policy.

Keywords

Childbearing Policy, Age-Specific Fertility of Women, Leslie Population Prediction Model, Grey Prediction Model, Weber Distribution Model

延迟生育对人口的影响

那绪博

沈阳航空航天大学理学院, 辽宁 沈阳
Email: 1835744831@qq.com

收稿日期: 2018年8月2日; 录用日期: 2018年8月15日; 发布日期: 2018年8月22日

摘要

本文针对延迟生育对人口的影响问题, 运用了枚举法、韦伯分布理论及灰色预测法等方法, 构建了基于Leslie人口预测模型、基于韦伯分布的生育率数学模型及灰色预测模型等, 综合运用了MATLAB等软件编程求解, 得出了生育政策调整后第一胎的生育年龄将提前、生育政策变化将会使青年性别比例在未来

失衡及开放三胎政策后每年新生儿不会过多增加等结论。

关键词

生育政策, 妇女年龄别生育率, Leslie人口预测模型, 灰色预测模型, 韦伯分布模型

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

生育政策[1]的调整能否对第一胎生育年龄分布、中国人口数量有所影响, 以及变化趋势如何。开放二胎政策后[2][3][4][5], 虽然出生率有所上升, 但对人口现状改善不大。如果可以开放三胎政策, 那么相应第一胎生育年龄的变化, 以及对人口的影响会有多大?

本文针对延迟生育对人口的影响问题, 运用了枚举法、韦伯分布理论及灰色预测法等方法, 构建了基于 Leslie 人口预测模型、基于韦伯分布的生育率数学模型及灰色预测模型等, 综合运用了 MATLAB 等软件编程求解, 得出了生育政策调整后第一胎的生育年龄将提前、生育政策变化将会使青年性别比例在未来失衡及开放三胎政策后每年新生儿不会过多增加等结论。

针对问题一, 讨论生育政策调整对第一胎生育年龄分布的影响。通过查询中国统计年鉴官网的相关数据, 以每 5 岁为一区间段, 绘制饼形图观察其变化, 总结生育政策调整对第一胎生育年龄分布的影响。运用了 MATLAB 软件进行图表绘制, 得出了第一胎生育年龄逐年提前的结论。

针对问题二, 以问题一中生育年龄分布为基础, 讨论生育政策变化对中国人口的影响。运用了 Leslie 矩阵、韦伯分布函数、灰色预测法, 构建了基于 Leslie 人口预测模型、基于韦伯分布的生育率数学模型和灰色预测模型, 运用了 MATLAB 软件编程求解, 得出了生育政策变化将会使青年性别比例在未来失衡的结论。

针对问题三, 若可以生育三胎, 讨论相应第一胎生育年龄的变化, 以及对人口的影响, 可讨论至 2100 年。运用了条件生育模式, 构建了三胎生育政策下的生育模式预测模型, 得出了开放三胎政策后每年新生儿不会过多增加的结论。

2. 模型分析与计算

2.1. 问题一的分析与求解

2.1.1. 对问题一的分析

本问题要求讨论生育政策调整对第一胎生育年龄分布的影响, 全面二孩政策颁布以后[6][7], 会导致许多原生家庭, 有生育二孩的意向[8], 进而会对未生育孩子的家庭的第一胎生育年龄产生影响。

2.1.2. 对问题一的求解

在 15 岁至 49 岁这个年龄区间段, 以每 5 岁为一区间段, 把各年龄段生育率进行对比, 对比结果见表 1。

通过对不同年份的第一胎生育年龄分布图进行对比, 可以得出第一胎生育年龄在逐年提前。

Table 1. Comparison of fertility rates among women of all ages in 2006~2015**表 1.** 2006~2015 年各年龄段女性生育率对比图

比例 \ 年龄段	15~19	20~24	25~29	30~34	35~39	40~44	45~49
2006	17%	36%	37%	6%	2%	2%	1%
2007	18%	36%	33%	7%	2%	1%	2%
2008	18%	34%	33%	7%	3%	2%	2%
2009	18%	35%	32%	7%	3%	2%	2%
2011	20%	39%	32%	6%	2%	3%	1%
2012	20%	39%	29%	7%	2%	3%	1%
2013	22%	35%	26%	9%	1%	4%	1%
2015	21%	38%	27%	8%	1%	3%	1%

2.2. 问题二的分析与求解

2.2.1. 对问题二的分析

本问题要求以问题一中生育年龄分布为基础，讨论生育政策变化对中国人口的影响。影响因素主要有生育率和人口总数，其他因素为出生率、死亡率、人口结构。首先，分析生育率，用 MATLAB 进行拟合，发现其符合韦伯分布模型的规律，运用韦伯分布模型对未来的生育率进行预测，其次，通过对生育政策颁布后对人口总数的影响进行统计分析，得出人口总数的长期变化趋势，从而对它的未来变化进行预测，但是，影响人口总数的因素众多且某些因素并不能完全确定，从而影响预测结果的精度，利用具有所需信息量少、预测精度高、能保持原系统的特征等优点的灰色预测法，能较好的反应系统的实际情况，所以，采用灰色预测法对人口总数进行预测。

2.2.2. 对问题二的求解

模型 I —— 基于 Leslie 人口预测模型

1) 模型准备

以问题一中的生育年龄分布为基础，查阅相关资料文献，列举有关我国生育政策对育龄妇女的生育率的影响，且具有全面性、科学性、代表性的评价指标，建立生育政策变化对中国人口影响的指标体系。影响其指标体系的因素有，人口年龄结构、人口老龄化、人口性别结构、人口地域结构等。

2) 模型的建立

中国人口结构的变化除了与出生率、死亡率密切相切相关之外，还受到其他许多因素的影响。本文拟通过建立 Leslie 矩阵人口模型，分析不同年份各年龄段人口总量的变化，来预测生育政策变化对中国人口的影响既中国人口的变化。

根据 Leslie 矩阵，得到 Leslie 的人口预测模型，通过简化公式，得到人口预测模型的简化公式为：

$$X(t+1) = LX(t)$$

L 是指 Leslie 矩阵， n 为将人口按年龄划分的 n 个级别。

在封闭的系统里，第 $t+1$ 年的 $i+1$ 岁人口是由第 t 年的 i 岁人口减去该年 i 岁的死亡人口而得，所以在封闭系统中，第 i 年龄级上的存活率为：

$$p_i = \frac{x_{i+1}(t+1)}{x_i(t)}, (i=1, 2, \dots, n)$$

第 i 岁的个体在第 t 年的繁殖率为 $f_i = b_i(t)w_i(t)$ ，从而第 $t+1$ 年的新生人口为：

$$x_0(t+1) = \sum_{i=0}^n b_i(t)w_i(t)x_i(t)$$

与矩阵模型等价的联合方程为：

$$x_0(t+1) = \sum_{i=0}^n b_i(t)w_i(t)$$

$$x_i(t+1) = x_i(t)p_i$$

当 $j > n-1$ 时， p_j 均为 0，即某种种群达到第 n 年龄级后便会全部死亡，则：

$$p_j = 1 - \frac{\text{第七年内第 } i \text{ 年龄级的死亡人数}}{\text{第七年内第 } i \text{ 年龄的人口数}}$$

从而得出中国到 2100 年人口数量变化趋势。

3) 模型的求解

通过已建模型和计算出的数据，使用 MATLAB 对各年龄段的男女比例变化趋势进行作图，如图 1 和图 2 所示。

由图可预测，以男女性别比例为例，所得预测趋势为，未来男女比例将失衡，男性人口数将多于女性人口数，所以按女性人口数为基数进行人口总数预测。

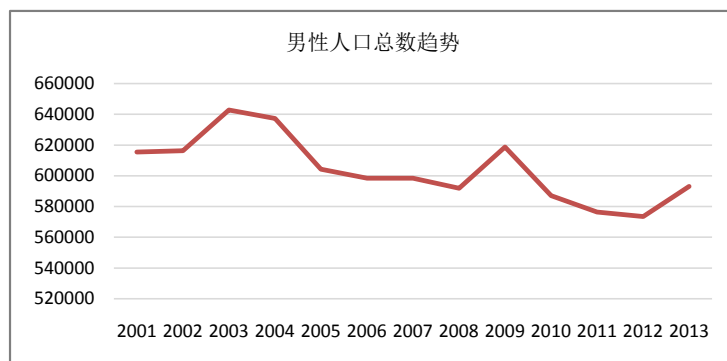


Figure 1. Trends in the overall male population

图 1. 男性人口总数变化趋势图

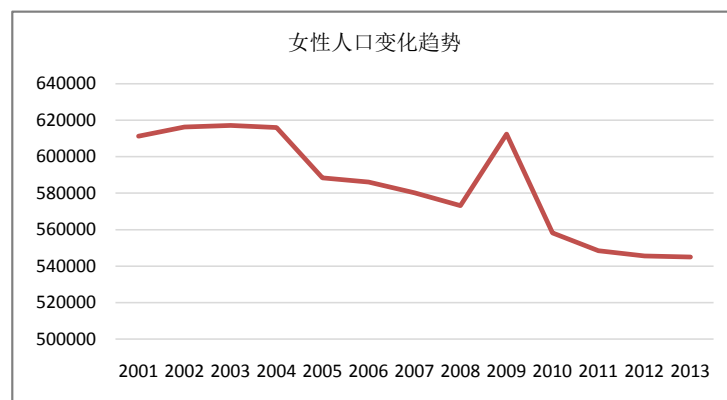


Figure 2. Trends in the overall female population

图 2. 女性人口总数变化趋势图

模型 II——基于韦伯分布的生育率数学模型

1) 模型的建立

根据总和生育率与年龄生育率的关系, 妇女的年龄生育率的数学表达式可设为 x_0 。其中 B 为总和生育率, $g(x)$ 为特定的生育模式 $b(x)$ 为妇女年龄别生育率, X 为生育年龄, 这里假设 X 取值范围为 15 为 49。

因为任何随机分布函数的积分值为 1, 所以需要年龄别生育率的统计数据进行标准化处理, 用累计(分胎次)年龄别生育率除以累计(分胎次)的总和生育率, 使其和为 1, 这样得到的标准化的年龄别生育率不会改变其本身的分布特点。反映到图示上中, 就等同于以同一比例缩小或放大年龄别生育率曲线。

将妇女年龄别生育率的数学形式 $b(x) = B \times g(x)$ 变形为 $\frac{b(x)}{B} = g(x)$ 。式中 $\frac{b(x)}{B}$ 就是指标化的年龄别生育率, 这个统计数据是已知的。

2) 模型的求解

用韦伯分布的数学形式表示生育模式为:

$$g(x) = a \times b(x - x_0)^{b-1} \times e^{-a(x-x_0)^b}$$

其中 x_0 为初始生育年龄, 也定为 $x_0 = 14$, 参数 a 和 b 决定了生育模式的形状。

根据韦伯分布的数学表达式可预测出未来的生育率。

模型 III——灰色预测模型

1) 模型的建立

人口增长主要有自然增长和机械增长两种方式。选用城市人口总数作为预测人口增长的综合指标, 对未来城市人口的发展进行预测比较合理。收集 2010 年到 2016 年中国城市人口的统计资料, 对未来城市人口做出预测。

模型建立的步骤为:

$x^0(1), x^0(2), \dots, x^0(M)$ 是所要预测的某项指标的原始数据。对原始数据作一次累加生成处理, 即

$$x^{(1)}(M) = \sum_{i=1}^M x^{(0)}(t)$$

得到一个新的数列。这个新的数列与原始数列相比, 其随机性程度大大弱化, 平稳性大大增加。

将新数列的变化趋势近似地用微分方程描述

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

其中, a, u 为辨识参数。辨别参数通过最小二乘法拟合得到,

$$\begin{bmatrix} a \\ u \end{bmatrix} = (B^T B)^{-1} B^T Y_M.$$

构造数据矩阵。上式中 Y_M 为列向量, $Y_M = [x^0(2) \quad x^0(3) \quad x^0(4) \quad \dots \quad x^0(M)]^T$, B 为构造数据矩阵,

$$B = \begin{bmatrix} -\frac{1}{2}[x^{(1)}(1) + x^{(1)}(2)] & 1 \\ -\frac{1}{2}[x^{(1)}(2) + x^{(1)}(3)] & 1 \\ \vdots & \vdots \\ -\frac{1}{2}[x^{(1)}(M-1) + x^{(1)}(M)] & 1 \end{bmatrix}$$

2) 求出预测模型

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

3) 模型的求解

由所查到的 2010 年到 2016 年中国城市人口数的数据, 可知中国城市人口的原始时间序列

$$x^{(0)}(t) = [138271, 137462, 136072, 135404, 134735, 134091]$$

由 $x^{(1)}(M) = \sum_{i=1}^M x^{(0)}(t)$ 式得一次累加数据序列

$$x^{(1)}(t) = [138271, 275733, 411805, 547209, 681944, 816035]$$

由模型建立(3)中的式子可得

$$B^T = \begin{bmatrix} -207002 & -156767 & -4799501 & -6145765 & -7489895 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

$$Y_M = [275733 \quad 411805 \quad 547209 \quad 681944 \quad 816035]^T$$

由此得:

$$\begin{bmatrix} a \\ u \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0.00073 \\ 2.0957 \end{bmatrix}$$

所得预测模型为:

$$x^{(1)}(t+1) = 2965.04e^{-0.00073t} - 2870.82$$

2.3. 问题三的分析与求解

2.3.1. 对问题的分析

本问题要求在可以生育三胎的情况下, 讨论相应第一胎生育年龄的变化, 以及对中国人口的影响, 可讨论至 2100 年。

2.3.2. 对问题的求解

根据条件生育模式进行对未生育妇女、已生育一胎的妇女、已生育二胎的妇女对于生育三胎欲望的预测。

条件生育模式的定义为: $tF_a^b = [0, 0, \dots, t \int_a^b (\eta, t) dt, \dots, \int_a^b (\eta, t) dt, \dots, \int_a^b (\psi, t) dt, 0, \dots, 0]$ 为各胎次标准化生育模式, 其中各胎次生育率 $t \int_a^b (j, t) dt$ 表示年龄 j 已生育 $h-1$ 胎(已生育 0 胎, 表示未生育过)但未生育过 h 胎的妇女, 将在 1 年内生育 h 胎的概率。

根据以上定义可知各胎次生育率的计算公式为:

$$t \int_a^b (j, t) dt = \int_a^b \frac{(j, t)}{p_a^b(j, t)} dt, \quad \eta \leq j \leq \psi$$

经过运算可以得出, 第一胎次条件生育模式与第一胎 生育模式类似, 但峰值后移一部, 方差变小; 第二胎次条件生育模式呈快速下降趋势, 但在 21 岁至 32 岁之间保存相对稳定, 在 33 岁以后出现明显下降趋势。这说明, 未生育妇女在 24 岁时生育一胎的概率最高, 两边呈现逐渐递减趋势; 已生育一胎的妇

女在 21 岁至 32 岁之间生育二胎的概率相对稳定,但高于 32 岁以后,生育欲望明显下降;已生有二胎的年轻妇女更倾向于生育三胎。

三胎生育政策下的生育模式估计:

为了方便比较生育政策的结果,将六普数据所反映得生育模式记为六普方案,反映保持计划生育政策不变的结果。

完全开放计划生育政策,包括三胎政策。为了方便比较定义三个比率,便于叙述:

比率 1: $\text{ratio1} = 1 - p_n^1(\psi, t)$, 表示终生至少生育一胎占该年龄妇女的比例。

比率 2: $\text{ratio2} = (1 - p_n^1(\psi, t) - p_n^2(\psi, t) - p_n^3(\psi, t)) / (1 - p_n^1(\psi, t))$, 表示终生生育二胎及以上的妇女占该年龄已生育一胎妇女的比率。

比率 3: $\text{ratio3} = (1 - p_n^1(\psi, t) - p_n^2(\psi, t) - p_n^3(\psi, t)) / (1 - p_n^1(\psi, t) - p_n^2(\psi, t))$, 表示终生生育三胎及以上妇女占该年龄已生育二胎妇女的比率。

首先,开放二胎政策,不影响第一胎生育模式,所以比率 1 不会发生变化。其次,以上调研数据假定已经生有第一胎的妇女在育龄期内期望且能够生二胎及以上胎次的比率在城市和乡镇分别假定为 55% 和 65%,及假定比率 2 分别为 0.55 和 0.65 由于三胎次政策同六普时期,所以三胎次及以上生育比率与第六次全国人口普查时期相同,三胎次总和生育率不发生变化。

通过对比,放开二胎政策在乡镇没有作用,新登记获得二胎的妇女在非二胎政策下依然会生二胎。但对于城市,二胎数量会出现显著提升,比率 2 由六普中的 0.28 提升至 0.55,即在已经生育一胎人口中有 27% 的妇女会增加生育二胎,接近原来生育二胎的一倍。但由于三胎政策的改变,导致生育二胎以后还会考虑生育三胎,在六普以前不论生育二胎还是三胎都是禁止的,但若完全开放计划生育政策后,即生育三胎及以上的妇女占已生有二胎的妇女的比率不变,均由妇女生理条件和社会习俗等背景下的生育欲望决定。

3. 结论

综上,如果本文用到的终生二胎次生育欲望调查参数和六普数据是准确的,且未来生育观念不发生重大改变,则有以下结论:

- 1) 仅开放三胎政策效果并不明显,因为即使政策对城市地区有效,但对乡镇效果并不明显,总体而言,开放三胎政策后每年新生儿增加也不会太多。
- 2) 新生儿男女性别比例失衡现象是近年来才出现的,而且非常严重,所以越宽松的生育政策,使得青年性别比例在越来越失衡。
- 3) 根据问题一的结论得知,即使开放三胎政策之后对新生儿人口的影响并不大,但是还是会有许多家庭考虑到以后会生育更多子女,所以第一胎的生育年龄还是会提前的。

参考文献

- [1] 王广州. 生育政策调整研究中存在的问题与反思[J]. 中国人口科学, 2015(2): 2-15.
- [2] 宋全成, 文庆英. 我国单独二胎人口政策实施的意义、现状与问题[J]. 南通大学学报(社会科学版), 2015, 31(1): 122-129.
- [3] 叶文振. “单独二胎”生育政策的女性学思考[J]. 中共福建省委党校学报, 2014(12): 58-63.
- [4] 李涌平, 蔡天骥. 理解单独二胎人口政策: 为了未来人口发展的平衡[J]. 人口与发展, 2014, 20(6): 104-109.
- [5] 邓爽, 刘杰, 贺雪娇. 我国实施“全面二胎”生育政策的利弊分析[J]. 产业与科技论坛, 2016, 15(4): 7-8.
- [6] 王金营, 戈艳霞. 全面二孩政策实施下的中国人口发展态势[J]. 人口研究, 2016, 40(6): 3-21.

-
- [7] 张丽萍, 王广州. “单独二胎”政策目标人群及相关问题分析[J]. 社会学研究, 2014, 29(1): 25-39.
- [8] 王军. 生育政策调整对中国出生人口规模的影响——基于生育意愿与生育行为差异的视角[J]. 人口学刊, 2015, 37(2): 26-33.

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