

分类号:

学校代码: 10140

密级: 公开

学号: 4031430288



遼寧大學

LIAONING UNIVERSITY

硕士学位论文

THESIS FOR MASTER DEGREE

论文题目: 基于人口生育政策变动的中国人口预测分析

英文题目: Analysis of Chinese Population Prediction Based on The
Population Birth Policy Change

论文作者: 安亚革

指导教师: 王 青 教授

专 业: 数量经济学

完成时间: 二〇一七年四月

辽宁大学学位论文原创性声明

本人郑重声明：所呈交的学位论文是本人在导师的指导下独立完成的。论文中取得的研究成果除加以标注的内容外，不包含其他个人或集体已经发表或撰写过的研究成果，不包含本人为获得其他学位而使用过的成果。对本文的研究做出重要贡献的个人和集体均已在文中进行了标注，并表示谢意。本人完全意识到本声明的法律结果由本人承担。

学位论文作者签名：安亚革

2017年5月22日

学位论文授权使用授权书

本学位论文作者完全了解学校有关保留、使用学位论文的规定，同意学校保留并向国家有关部门或机构送交学位论文的原件、复印件和电子版，允许学位论文被查阅和借阅。本人授权辽宁大学可以将本学位论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存和汇编学位论文。同时授权中国学术期刊（光盘版）电子杂志社将本学位论文收录到《中国博士学位论文全文数据库》和《中国优秀硕士学位论文全文数据库》并通过网络向社会公众提供信息服务。学校须按照授权对学位论文进行管理，不得超越授权对学位论文进行任意处理。

保密（ ），在 年后解密适用本授权书。（保密：请在括号内划“√”）

授权人签名：安亚革

指导教师签名：王青

日期：2017年5月22日 日期：2017年5月22日

申请辽宁大学硕士学位论文

基于人口生育政策变动的中国
人口预测分析

Analysis of Chinese Population Prediction Based on
The Population Birth Policy Change

作 者：安 亚 革

指导教师：王 青 教授

专 业：数量经济学

答辩日期：2017 年 5 月 20 日

二〇一七年四月·中国辽宁

摘 要

人口问题是影响人类社会政治和经济发展的关键问题。中国是世界上人口最多的国家之一，随着 1980 年计划生育政策的开展，中国少生人口达 4 亿多，在一定程度上缓解了人口增加对社会、资源和环境的压力。与此同时，中国面临着人口自然增长率下降、总和生育率降低、出生人口性别比偏高、劳动力数量减少和人口老龄化日益严重等问题。为了缓解上述问题，生育政策由“一孩”到“双独二孩”、“单独二孩”和“全面二孩”转变，生育政策的变化能否缓解上述问题，是本文研究的关键。

本文首先介绍中国人口生育政策的演变历程和人口发展的现状，以 2014 年全国人口变动情况抽样调查数据为基础，建立 Leslie 人口预测模型，估计生育率参数、死亡率参数、出生人口性别比参数，分析“全面二孩”政策实施后，中国 2015—2050 年的人口数量和人口结构发展趋势。结果表明：“全面二孩”政策不会使人口出现爆发式增长，而是保持相对稳定的发展水平，在一定程度上缓解了劳动力下降及老龄化加重的趋势。最后，根据以上分析，提出了一些维持中国人口长期可持续发展的政策建议。

本文的创新点：第一，多学科交叉分析。以人口学、统计学和社会学等多个学科分析生育政策变化前后中国人口数量和结构的发展趋势。第二，题材新颖。人口生育政策变动是当今的热门话题，受到了社会的广泛关注，研究生育政策变动对人口数量和结构的影响，具有很好地现实意义。

关键词： 生育政策 Leslie 模型 人口预测

ABSTRACT

The population problem is the important problem of the influence of human social political and economic development. China is one of the most populous countries in the world. The national have fewer with a population of more than 400 million people since the birth planning put forward in 1980. Effectively alleviate the population growth of the society, resource and environment pressure. At the same time, our country is faced with the natural population growth rate, low fertility, birth sex ratio increasing, and the decrease of labor force and the aging of population. In order to alleviate the above problems, the fertility policy transformed from the "one child" to "double only two-child", "two-child" separately and "comprehensive two-child", whether the fertility policy changed can alleviate the problem, is the key to this study.

This paper introduces the evolution process of population fertility policy and the present situation of population development in China. Leslie population forecast model is set up based on the national population sampling survey data in 2014, estimate the parameters of fertility rate, mortality and birth sex ratio, analysis of the "comprehensive two-child" policy, the population of China from 2015 to 2050 and to predict the development of population quantity and structure. The results show that the policy of "comprehensive two-child" will not make the population explosive growth, but maintain a relatively stable level of development, ease the downward trend of labor force and aging to a certain extent. Finally, according to the above analysis, some policy suggestions are put forward to maintain the long-term equilibrium development of Chinese population.

The innovation of this article: the first, multidisciplinary cross analysis. Multiple disciplines such as population, statistics and sociology analysis of the birth policy change under the development trend of the Chinese population quantity and structure. The second, theme is novel. Birth policy change is today's hot topic, has received the widespread attention of the society, the research of birth policy change on the influence of population quantity and structure has a good practical significance.

Key Words: Two child policy Leslie model Population forecast

目 录

摘要	I
ABSTRACT.....	II
绪论	1
0.1 选题背景及研究意义.....	1
0.1.1 选题背景.....	1
0.1.2 研究意义.....	1
0.2 国内外文献综述.....	2
0.2.1 国外研究文献综述.....	2
0.2.2 国内研究文献综述.....	3
0.3 研究的内容及研究方法.....	6
0.3.1 研究的内容.....	6
0.3.2 研究方法.....	7
0.4 本文的创新与不足.....	7
0.4.1 本文的创新之处.....	7
0.4.2 本文的不足之处.....	7
1 相关理论基础	8
1.1 人口相关基本概念界定.....	8
1.1.1 人口数量相关概念介绍.....	8
1.1.2 人口结构相关概念介绍.....	9
1.2 人口预测模型介绍及比较.....	9
1.2.1 人口预测模型介绍.....	9
1.2.2 人口预测模型比较.....	11
2 中国人口生育政策发展历程和人口现状	12
2.1 中国的人口生育政策发展历程.....	12
2.1.1 1949—1979 年中国人口生育政策.....	12

2.1.2 1980—2013 年中国人口生育政策.....	13
2.1.3 2013 年至今中国人口生育政策.....	13
2.2 中国人口现状.....	14
2.2.1 中国人口数量现状.....	14
2.2.2 中国人口结构现状.....	16
3 基于Leslie模型的中国人口预测分析.....	19
3.1 人口预测模型构建.....	19
3.1.1 模型假设.....	19
3.1.2 模型建立.....	19
3.1.3 数据来源.....	20
3.2 人口预测模型参数设定.....	21
3.2.1 生育率模型.....	21
3.2.2 死亡率模型.....	22
3.2.3 出生人口性别比确定.....	23
3.3 实证结果.....	26
3.3.1 人口生育政策变动下中国人口数量预测结果.....	27
3.3.2 人口生育政策变动下中国人口结构预测结果.....	29
4 结论与政策建议	32
4.1 结论.....	32
4.2 政策建议.....	32
参考文献	34
附录	37
致谢	46
攻读学位期间发表论文以及参加科研情况.....	47

图 表 目 录

图目录

图 2-1 1981—2015 年中国人口占世界人口比重	14
图 2-2 1981—2015 年中国人口出生率、死亡率和自然增长率变化	15
图 3-1 2014 年妇女生育模式真实值与拟合值比较	22
图 3-2 2014 年男性与女性年龄别死亡率	23
图 3-3 不同生育政策下 2015—2050 年中国人口数量预测	29
图 3-4 不同生育政策下 0—14 岁人口的比例	29
图 3-5 不同生育政策下 15—64 岁人口占比	30
图 3-6 不同生育政策下老年人口占比	31

表目录

表 2-1 2001—2015 年中国历年总和生育率	15
表 2-2 1982—2015 年历年人口结构现状	16
表 3-1 GM(1, 1) 模型精度划分	25
表 3-2 2016—2050 年出生人口性别比预测值	26
表 3-3 GM(1, 1) 模型精确度检验结果	26
表 3-4 不同总和生育率下 2015 年总人口实际值与和预测值比较	27
表 3-5 $B=1.5$ 时 2015 年中国人口预测值与实际值比较	27
表 3-6 不同生育政策下人口数量描述性统计	28

绪 论

0.1 选题背景及研究意义

0.1.1 选题背景

中国是世界上人口最多的国家之一，占世界总人口数量的 1/5 左右。2015 年全国 1%人口抽样调查数据表明，中国总人口是 13.7349 亿，同 2010 年第六次全国人口普查的 13.397 亿相比，五年时间增加了 0.3377 亿人，增长了 2.52%，年平均增长率是 0.5%^[1]。自 1980 年实施计划生育政策以来，中国的人口自然增长率从 1981 年的 14.55%，下降到 2015 年的 4.96%，全国少生人口达 4 亿多人，有效地缓解人口增长对社会、资源 and 环境的压力。随着中国人口自然增长率的不断下降，近年来出现了生育率降低、劳动力供给减少、老龄化程度加重、出生人口性别比例偏高等问题，人口结构问题成为人口发展的突出矛盾。面对这些问题，2013 年中共十八届三中全会提出放开生育政策，即执行“单独二孩”政策，允许夫妻一方为独生子女的可以生育两个孩子^[2]。从“单独二孩”的执行效果来看，符合生育政策的夫妻生育意愿远远少于预期。由于“单独二孩”政策并没有达到预想的效果，2015 年中共十八届五中全会明确提出“全面开展一对夫妇生育两个孩子的政策”，积极采取应对人口老龄化的措施^[2]。该政策于 2016 年 1 月 1 日起正式执行。

0.1.2 研究意义

人口预测是以过去的人口现状为基础对将来人口的一种估算，精确的人口预测可以为社会经济发展计划决策的确立指明正确的方向。近年来人口问题是全世界关注的热点，中国的生育政策发生了巨大的改变，研究人口生育政策变动下的人口数量和人口结构，探讨生育政策改变对于解决中国生育率降低、出生人口性别比例偏高、劳动力供给减少、人口老龄化严重等困境符合中国国情，具有一定的现实意义。中国的人口生育政策由“一孩”到“双独二孩”、“单独二孩”和“全面二孩”会不会使新出生人口数量剧烈增加，会不会对中国粮食安全以及教育、医疗卫生、就业等公共基础服务造成压力，是政府部门和广大民众关注的话题，也是本文的研究意义。研究结果表明：“全面二孩”政策不会使人口出现爆发式

增长,而是保持相对稳定的发展水平,使人口总量在可控制的范围内,并且在一定水平上缓解了劳动力下降及老龄化程度加重的趋势。

0.2 国内外文献综述

0.2.1 国外研究文献综述

人口问题的定量研究方法始于国外。早在 17 世纪 90 年代英国社会学家 G.King^[4]教授提出采取简单的数学方法计算未来人口,并通过该模型对英国未来 600 年的人口状况进行了粗略的手工估计。虽然该数学方法的预测精度并不高,但是为后人留下了有益的启示。1789 年英国统计学家 Thomas Robert Malthus^[5]在他的《人口原理》中提出 Malthus 增长模型,此模型假定人口的自然增长率 r 是常数,完全忽略了有限的生育空间和生育力水平的发展,当人口增加到一定数量时,人口自然增长率要随人口数量的上升而不断下降。1838 年比利时数学家维哈尔斯特 (Verhulst)^[6]考虑到自然资源、环境条件和经济现状等因素对人口增长起阻碍作用,人口数量不可能没有约束地增加,提出了 Logistic 模型又称为自我抑制性方程。该方法在某种水平上避免了 Malthus 增长模型的缺点,能够用于人口长期预测。澳大利亚统计学家莱斯利在 1945 年提出了莱斯利模型^[7],通过利用某一初始时刻种群的年龄结构现状构造 Leslie 矩阵,预测任意时段种群的数量和年龄结构。以后的人口预测研究方法是 Malthus 指数模型、Logistic 增长模型和 Leslie 模型为基础,进行多重改变发展的。Strydom N, Struweg J (2016)^[9]探讨南非人口增长和粮食安全的长期趋势。若人口增长符合 Malthus 模型,将会导致南非人均谷物产量下降,考虑到国家的粮食安全状况,人口增长要受到自然资源的限制。Maghsoodi Y, Grist E P M (1973)^[9]通过渐进行为的数学分析研究 Leslie 矩阵的特征值,探究当时间充分长时人口增长和年龄分布结构趋势是否趋于稳定状态。Leach D (1969)^[10]运用 Logistic 模型对美国、英国、苏格兰的人口进行预测。Jpq C (1981)^[11]运用 Logistic 模型对美国和巴西的人口进行预测。Woodward I O (2010)^[12]发现人口动态预测可以运用标准的年龄结构方法—莱斯利矩阵预测模型,并举例说明该方法克服了以前试图反对使用莱斯利的建模过程预测人口的阶段性增长。Nelson B, Reid D T, Tangar A 等 (2013)^[13]根据美国 2000 年人口数据,构建 Leslie 矩阵,预测美国 2000—2020 年的美国女性人口。通过与 2010

年美国人口普查数据中女性人口的实际数据进行对比,探究Leslie矩阵的准确性。Shang H L, Smith P W F, Bijak J等(2015)^[14]使用英国 1975 到 2009 年的数据,采用Leslie模型进行建模,结合多层次的功能数据方法,结果表明该方法在 2001 年至 2009 年间显示出良好的样本预测精度,并对 2010—2030 年的样本人口进行预测。目前人口预测研究方法是以上述数学模型为基础,进行多重改变发展的。

0.2.2 国内研究文献综述

选择合理的人口预测模型,从数量上准确刻画和预测人口数量和人口结构,是当今学者研究的关键。国内人口预测方法主要有 BP 神经网络方法、灰色预测模型、ARMA 模型、Logistic 增长模型、Leslie 矩阵模型。

BP神经网络对于复杂的、非线性的数据有曲线拟合能力,无需进行模型假设并且计算简单、灵活,但容易陷进局部极小的缺陷。尹春华,陈雷(2005)^[15]通过数据挖掘方法里面的BP神经网络技术,构造了人口预测方法,实际预测了辽宁省沈阳市某区的婴儿数量,预测结果与实际情况吻合,为该地区在婴幼儿保健、学校教育的规划上提供理论支持。陆文珺,柳炳祥(2016)^[16]通过BP神经网络模型以 1970—2010 年中国总人口数为样本预测 2011—2014 年人口数量,并与实际数据进行对比,结果表明,预测结果相对误差较小,模型精确度较高。

灰色预测是邓聚龙教授^[17]在 1982 年创立的,它能够把无序离散的原始数据转化为一个有序数据,模型可以较为准确地反映数据的真实情况。吴琼,陈永当,秦路宇(2015)^[18]采用GM(1,1)方法对陕西省 2005—2012 年人口数量进行预测,统计检验和相对误差计算结果显示灰色预测方法的精确度较高。由于GM(1,1)预测模型精确度的大小取决于原始数据的光滑程度,通过改进原始数据的光滑程度可以改善模型的预测精度。GM(1,1)方法在预测时期较长时,该方法精度会降低,可利用等维灰数递补方法提高模型的精确度。李富荣(2013)^[19]将 1999—2012 年人口数据进行幂函数变换,以改善数据的光滑性并结合等维灰数递补的优点,采用变形的GM(1,1)方法对中国 2013—2022 年的人口数量进行估计,使最终预测结果更加精确和合理。灰色预测模型存在不足之处,虽然反映了数据的变化规律,但不能全面反映非规律性变量对预测结果的影响。

ARMA模型可以克服回归模型的自相关性和不规则因素的影响,能够对时间序列模型进行长期预测。李姝敏,张勋尘(2015)^[20]以兰州市 1998—2012 年人口总数为样本序列,先进行单位根检验、阶数识别、参数估计建立ARMA模型,最后确立AR(1)模型并预测该城市 2013—2015 年总人口数。金露,夏万军(2012)

^[21]引入虚拟变量，研究计划生育政策的实施对中国总人口的影响，采用ARMA组合模型对中国未来五年人口进行预测，结果表明计划生育政策效果显著，对控制人口数量发挥了重要的作用。安和平（2005）^[22]选取中国 1992—2002 年的人口数据，以人口年增长量为内生变量，人口出生率、人口年增长量的滞后量和人口死亡率的滞后量为外生变量，建立并选取较优的自回归分布滞后模型，预测模型不仅精度高，而且具有再开发的潜力。

Logistic模型考虑了人口受环境和自然资源的阻滞作用，只需要知道初始人口、人口自然增长率和最大环境承载人口数，模型简单，但如果考虑到的影响因素增多，方程就会变得复杂，求解难度会增加。王学保，蔡果兰（2009）^[23]采用线性估计方法和数值微分技术对Logistic增长模型进行了参数估计，并验证了2005—2007年中国人口数量的误差较小，预测效果理想。逢锦波，武博（2008）^[24]采用Logistic模型对青岛地区常住总人口数量进行预测，并且与青岛市不断增多的迁移人口进行比较，分析青岛地区迁移人口和常住人口之间的关系，研究显示，到2020年该地区常住人口呈现出平稳增加趋势，总人口数量的增加主要来源于迁移人口的增加。

由于单一预测方法存在局限性，之后出现了一些组合预测方法，以改善预测效果，如灰色预测方法与BP神经网络预测方法相结合，建立组合预测模型。何兰思，孙红兵（2016）^[25]选取云南省2000—2013年人口总数，采用了灰色预测方法和BP神经网络方法相结合的组合预测方法，对2014—2025年的人口总数进行估计，结果显示，组合预测方法优于单一的灰色预测和BP神经网络预测模型，大大提高了预测的准确性。

以上方法只能预测总人口数量，不能动态地预测种群的数量和年龄结构随时间的变化情况。Leslie人口预测模型适用在大范围和大跨度的预测，并能详细获取每个年龄组的人口状况，在对人口结构预测时选用Leslie人口预测模型。由于出生、死亡和迁移三大要素^[26]的改变能够直接决定最终的人口预测数量，Leslie人口预测模型中不考虑人口的国际迁移，模型涉及到生育率、死亡率、出生人口性别比等参数，后续学者主要在模型参数上进行改进。

计划生育政策未发生改变之前，Leslie人口预测模型大多假定总和生育率、死亡率不随时间发生变化，预测未来中国或各省市人口数量和结构的变化情况，在省市人口数量研究中考虑人口的迁入和迁出。邓艳娟（2015）^[27]以2005年全国1%人口抽样调查结果作为初始数据，发现生育率和死亡率不随时间发生明显变

化,采用Leslie矩阵模型对中国 2015—2035 年人口总量进行估计判断,数据表明,中国未来总人口数量呈现出先增加后减少的趋势,人口老龄化趋势加重,提出放开二孩政策,缓解老龄化进程。陈文权,赵兹,李得胜(2008)^[28]以 2004 年人口数据建立Leslie模型对中国 2005—2050 年人口进行预测,发现人口总数表现出先上升再下降后趋于平稳的特征,人口总数在 2020 年达到峰值。

在提出实施“单独二孩”和“全面二孩”政策后主要考虑生育政策变化对总和生育率的影响,在总和生育率的研究上方法不近相同。宋健(1981)^[29]首次将总和生育率纳入人口发展方程预测模型,考虑了生育模式水平的影响,使人口预测变量的设置和参数要素的考虑更加完善。孙丽娟,沙元霞,党有权等(2015)^[30]通过构造遗传学模型分析“单独二孩”政策下总和生育率的变化,预测分析黑龙江省在“单独二孩”政策下 2005—2025 年 0—9 岁幼儿人口数量。张青(2006)^[31]在计算中国 1994—2004 年的总和生育率时,探究决定总和生育率发生改变的各种因素,结果发现决定中国总和生育率的关键因素是国家经济发展的水平、生育年龄高低、一般生育率大小和城镇化进程,并建立多元回归方程,其模型拟合程度高,以上因素可以说明总和生育率的改变。雷敏(2008)^[32]在研究人口生育率影响因素时,对 2001—2006 年中国 31 个省市数据建立面板模型,发现女性接受教育机会、经济发展水平和总和生育率三者表现出明显的负的线性关系。王焕清(2013)^[33]以计划生育政策、经济发展水平、城市化率和出生率为解释变量,建立中国总和生育率的多元回归模型,并将该其引入到人口发展方程中构造联立方程模型,对中国不同人口生育政策下的人口状况进行预测分析,提出应该适度放开生育政策,人口结构才会向平衡的自然更替发展水平。赵佳音,孙骁(2013)^[34]选用北京市 2000—2010 年人口普查数据,将年龄别生育率拟合成对数正态分布和泊松分布的组合模型,采取非线性普通最小二乘回归估计各参数的值,组合模型拓展了模型的使用范围,提高了拟合精度。陈卫(2015)^[35]在广义稳定人口模型基础上提出整合法和变量 r 法,对中国 1982 年以来的生育水平进行估计。虽然这两种估计方法得到的结果存在差别,但对于 2000—2010 年的平均总和生育率的估计在 1.6 左右,是对中国生育率水平的又一探索。

在出生人口性别比参数的预测上主要采用非线性分形分析 R/S 和 Bootstrap 方法。聂坚,孙克(2008)^[36]利用分形 R/S 法的非线性分析方法,实证分析了中国 1950—2003 年的出生人口性别比的变化特征。结果发现:中国出生人口性别比的变化过程存在着显著的分形特征和明显的持续性,存在着 27 年左右的周期。

李静，屈思敏（2007）^[37]在对广西省出生人口性别比进行极大似然估计时，发现孩次的出生性别比随着孩次的增加而增加，第一个孩子的出生人口性别比例处在正常水平，二孩及以后性别比偏大。瞿凌云（2012）^[38]采用Bootstrap方法对中国的出生人口性别比率进行统计模拟，通过研究湖北省胎次性别比时发现在当意愿生育数量受到计划生育政策挤压时，人们会通过违反自然规律的手段选择期望生育的性别。

人口死亡率代表着人口死亡水平的大小，死亡率的精确预测是人口预测的重点探索方向。在死亡率参数研究中最常用的是Lee和Carter提出的Lee-Carter模型和此模型的拓展方法。柳向东，范洋洋（2016）^[39]以 Lee-Carter模型为基础，选取 1994—2010 年人类死亡率数据探究中国内地和台湾地区之间死亡率的相关关系，为两地联合长寿债券的价格确定提供了一定的参考依据。王晓军，黄顺林（2011）^[40]利用贝叶斯信息准则和最大似然比方法比较一些经常使用的随机死亡率模型，结果显示Cairns-black-Dowd双变量扩展模型的估计效果较好，在此方法的基础上对中国男性群体的死亡率进行了预测。

纵观各种预测方法，每种方法有各自的优点和不足之处，需要根据具体情况具体分析。本文研究的是“人口生育政策调整下中国人口预测分析”从人口数量和人口结构两个角度分析，只预测人口数量的模型不适用于本文，因此本文选取 Leslie 人口预测模型。国内采用 Leslie 人口预测模型的文章大多是以旧的生育政策展开的，缺少在实施“全面二孩”政策后中国人口数量和结构的变化趋势分析。

0.3 研究的内容及研究方法

0.3.1 研究的内容

本文首先阐述论文研究的背景和意义，总结国内外关于人口预测模型相关文献综述，然后介绍了新中国成立以来，中国人口生育政策的发展过程以及在该政策下中国人口数量和结构发展现状。研究结果表明：旧的生育政策使中国面临着出生人口性别比偏高，少年儿童数量减少和人口老龄化加重的现象，放开人口生育政策势在必行。

接着，建立 Leslie 人口预测模型预测中国 2015—2050 年人口发展趋势，对比分析人口生育政策变化前后的人口数量和结构。结果表明，人口生育政策发生改变时，中国人口在未来几十年不会出现爆发式增长，而是呈现先增加后减少的

趋势，放开二孩不仅推迟了人口拐点，而且拔高了人口峰值，有利于缓解少年儿童数量减少、劳动力供给下降和老龄化加重等问题。

最后，提出生育政策变化下，鼓励群众按政策生育，需要关爱女性职业发展、减少养育孩子成本、保障老年人权益和进一步放开人口生育政策的建议。

0.3.2 研究方法

1、采取定量分析方法对中国人口数量和结构的历史演变及现状进行描述和分析，通过图表观察其变动趋势，为未来的人口预测提供一些可用依据。

2、利用 Leslie 人口预测方法预测中国 2015—2050 年人口数量和结构的改变情况。在模型预测过程中，确定年龄别生育率、年龄别死亡率、出生人口性别比参数。人口生育政策的改变影响着总和生育率，根据年龄别生育率曲线图，将年龄别生育率拟合成正态分布，年龄别死亡率参数采用 Lee-Carter 方法来估计，出生人口性别比例采用 GM(1,1)方法预测。

3、比较分析法。进行人口预测的目的就是比较分析人口生育政策改变前后人口数量和结构发生的变化，进一步说明人口生育政策变化的必要性。

0.4 本文的创新与不足

0.4.1 本文的创新之处

本文的创新之处主要有两点。第一，多学科交叉分析。以人口学、统计学和社会学等几个学科分析生育政策变动下中国人口数量和结构的发展趋势。第二，题材新颖。生育政策变动是当今的热门话题，受到了社会的广泛关注，研究生育政策变动对人口数量和结构的影响，具有很好地现实意义。

0.4.2 本文的不足之处

本文的不足之处主要有三点。第一，由于全面二孩政策出台不久，现有的理论大多是围绕旧的生育政策展开的，可供参考的理论研究相对较少。第二，影响人口增长的因素有很多，例如：生育愿望、抚养孩子的经济成本、女性的职业发展等，这些因素很难进行定量研究，这是本文进一步探索的目标。第三，数据的准确性；由于中国人口基数庞大，普查和抽样调查数据难免存在一些漏报和误报。数据来源中个别年份的年龄别死亡率数据存在缺失；另外，模型构造的整个过程中进行了两次预测，引入了两次预测误差，导致最终预测结果存在一定的偏差。

1 相关理论基础

本部分首先介绍了人口数量和结构的相关概念，其次介绍了三种主要的人口预测方法 Malthus 模型、Logistic 模型和 Leslie 模型并比较三者的优缺点，最后选择 Leslie 人口预测模型。

1.1 人口相关基本概念界定

1.1.1 人口数量相关概念介绍

在对中国人口数量预测分析的过程中用到总人口数量、人口自然增长率、出生率、死亡率、存活率、总和生育率、年龄别生育率等相关概念

1、总人口数量指某一时期、区域之内的人口总和。一般不包含港澳台和海外华侨人数。

2、人口自然增长率指在某一时间范围内人口自然增加数（出生人数与死亡人数的差值）和该段时间里人口均值（或中期人口数）的比值，常用千分率表示。

计算公式：

$$\begin{aligned}\text{人口自然增长率} &= \frac{\text{本年出生人口数} - \text{本年死亡人口数}}{\text{年平均人数}} \\ &= \text{人口出生率} - \text{人口死亡率}\end{aligned}$$

其中，出生率指某一时间范围内平均每一千人所出生的人口数的比值。计算公式：

$$\text{出生率} = \frac{\text{年出生人口}}{\text{年平均人数}}$$

出生人数是指活产婴儿，即胎儿与母体分离时，有过呼吸或者其他生命特征的个体。

死亡率指在一定时间范围内的死亡人数与该时期人数的平均值的比值，通常用千分率表示。计算公式：

$$\begin{aligned}\text{死亡率} &= \frac{\text{年死亡人口}}{\text{年平均人数}} \\ \text{存活率} &= 1 - \text{死亡率}\end{aligned}$$

3、总和生育率指假设妇女根据某一年的年龄别生育率度过生育时间，每个妇女在生育年龄段生育子女数量的均值。这是假设每个妇女在她的生育年龄期间都根据某一年的年龄别生育率生育的情景下，一生当中生育子女的个数。

4、年龄别生育率指处于某个生育年龄的女性在某一年生育率的平均值，数

据能够从人口统计年鉴得到，用来说明生育率的年龄分布趋势。

1.1.2 人口结构相关概念介绍

人口结构一般包含宗教、年龄、民族、职业、人种、性别、受教育程度、收入等方面，本文主要涉及性别和年龄两个方面。关于人口性别比、少儿占比、老年人口占比、人口抚养比等相关概念介绍

1、人口性别比：人口中男性数量与女性的比值，通常以 100 个女性所对应的男性数量来表示。

2、少儿占比：0—14 岁人口占总人口的比重。

3、老年人口占比：65 岁及以上人口与总人口的比值，通常用它反映老龄化趋势的指标。

4、人口抚养比：在总人口当中，非劳动年龄人口数量（0—14 岁和 65 岁及以上）与劳动年龄人口数量（15—64 岁）的比值。人口抚养比得值越大，意味着每个劳动力需要承载的人口数量就会越多，整个社会的负担越重，生活压力越大。

1.2 人口预测模型介绍及比较

1.2.1 人口预测模型介绍

1.2.1.1 Malthus 模型

Malthus 模型假设人口自然增长率为定值，人口发展按照指数增长函数的变化，设 r 是人口自然增长率， p_0 是初始年份人口总量， $p(t)$ 是 t 时刻的人口总数，则模型表示为：

$$\begin{cases} \frac{dp(t)}{dt} = rp(t) \\ p(t_0) = p_0 \end{cases} \quad (1-1)$$

求解得：

$$p(t) = p_0 e^{rt} \quad (1-2)$$

1.2.1.2 Logistic 模型

Logistic 增长模型是在 Malthus 指数模型的基础上建立的，提出人口自然增长率是不断变化的，要受到自然环境因素限制，设 r 是人口自然增长率， p_0 是初始年份人口总量， $p(t)$ 是 t 时刻的人口总数， k 为环境最大承载量，其方程表示

为:

$$\begin{cases} \frac{dp(t)}{dt} = r(1 - \frac{p(t)}{k})p(t) \\ p(t_0) = p_0 \end{cases} \quad (1-3)$$

求解得:

$$p(t) = \frac{k}{1 + (\frac{k}{p_0} - 1)e^{-rt}} \quad (1-4)$$

1.2.1.3 Leslie 模型

Leslie 模型是一种以年龄和性别为基础的离散矩阵方法, 依据生物个体的生理特征, 将时间离散化, 通常把人口依照年龄大小分成 m 个年龄组, 不考虑相同时间区间内人口数量的改变。设在时间 t 第 i 年龄组的总人口数量为 $n_i(t), i=1,2,\dots,m$, 定义向量 $n(t)=[n_1(t), n_2(t), \dots, n_m(t)]^T$ 。设第 i 年龄组的生育率是 b_i , 即 b_i 是一定时间范围内第 i 年龄组的每个妇女平均生育子女的人数; 第 i 年龄组的死亡率是 d_i , 即 d_i 是每一时间范围第 i 年龄组死亡人数和总人口数量的比值, s_i 表示存活率, 其中, $s_i = 1 - d_i$ 。在稳定的环境下 b_i 、 s_i 不随时间 t 变化, 人口的变化情况满足以下条件:

第 $t+1$ 年第一年龄组人口数量是第 t 年各年龄组生育的人口数的和:

$$n_1(t+1) = \sum_{i=1}^m b_i n_i(t) \quad (1-5)$$

第 $t+1$ 年第 $i+1$ 年龄组人口数量是第 t 年第 i 个年龄组存活下来的人口数量:

$$n_{i+1}(t+1) = s_i n_i(t), i=1,2,\dots,m-1 \quad (1-6)$$

综合公式 1-5 和公式 1-6 得:

$$n(t+1) = Ln(t) \quad (1-7)$$

记矩阵

$$L = \begin{bmatrix} b_1 & b_2 & \cdots & b_{m-1} & b_m \\ s_1 & 0 & \cdots & \cdots & 0 \\ 0 & s_2 & \cdots & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & s_{m-1} & 0 \end{bmatrix}$$

上述矩阵 L 即称为 Leslie 矩阵。

当矩阵 L 和各年龄组的原始人口数量 $n(t)$ 已知的时候，可以利用 Leslie 矩阵预测未来任意时间各年龄组人口数量。

1.2.2 人口预测模型比较

Malthus 模型只考虑出生率和死亡率，认为人口长期是无限增长的，没有考虑到社会自然环境的限制，只能用于短期预测，因此 Malthus 模型不能用来长期预测未来人口总数。Logistic 模型考虑到了社会自然环境的限制，人口总量不可能无限增长，Logistic 模型常被用于增长速度呈 s 型增长的物种，其变化速度初始时刻缓慢，中间时段变化速度加快，最后变化速度逐渐放缓。由于环境最大承载力很难确定，另外还有其他因素，如医疗水平、生育政策和生育观念影响人口发展，如果增加这些因素，求解过程和难度会增加。Leslie 模型根据某一开始时间种群的年龄结构现状，动态地预测人口数量和年龄结构随时间的变动情况，克服了 Malthus 和 Logistic 模型只能在总量上对人口进行预测的缺陷。Leslie 模型适用于大范围和大跨度的预测，而且可以详尽获取每个年龄组的人口状况。因此本文选用 Leslie 人口预测模型。

2 中国人口生育政策发展历程和人口现状

本部分介绍了中国自 1949 年以来人口生育政策的变化过程和 1980 实施计划生育政策以来中国人口数量和人口结构的发展情况。

2.1 中国的人口生育政策发展历程

新中国成立以来,中国人口发展历经了两个阶段,在实施计划生育政策以前,人口发展处在无意识、无计划的快速增长阶段,计划生育政策开展以后,人口发展渐渐地向有计划、可控制的稳步阶段。

2.1.1 1949—1979 年中国人口生育政策

中华人民共和国成立之前,由于战争不断,国家不安定,经济发展不景气等因素导致人口增长速度缓慢。新中国成立后,社会安定,经济快速发展,人民的的生活和健康水平得到提高,为了尽快恢复人口数量,中国没有很明确的计划生育政策,当时的人口发展处于自发的和无计划的状态,随着卫生事业的迅速发展,危害人民健康的流行病,如天花、痢疾、疟疾得到了很好地控制,人口死亡率出现了前所未有的大幅降低。1953 年全国人口普查显示,人口出生率增加至 37%,死亡率减少到 14%,人口自然增长率创下 23%的新高。在 1949—1952 年国民经济恢复时期,中国人口再生育类型完成了从高出生、高死亡、低增长到高出生、低死亡、高增长的变化。面对快速增长的人口现状,毛主席在党的八大第三次全体会议的讨论中,提出控制人口增长的想法,显示出了新中国人口生育政策的雏形^[41]。

1957 年《人民日报》刊登了马寅初创作的《新人口论》,文章指出中国人口快速增长会不利于社会经济的可持续发展,提倡控制总人口数、改善国民素质。但是,1957 年随着反右派斗争的开展,把合理控制人口数量作为马尔萨斯人口批判理论,从而出现了“人口增加会扩大劳动力数量,经济会较快地发展”的教条理论,虽然 20 世纪 60 年代曾经提出过控制总人口数和开展计划生育政策,但没有得到真正的贯彻落实。1959 年发生了严重的自然灾害,出生率快速降低,死亡率上涨幅度较大,1960 年开始显现出异常的人口负增长,计划生育政策被搁置。到了 20 世纪 70 年代,中国人口达到 8 亿以上,面对日益严重的人口情况,国家开始加大控制人口力度。1971 年国务院批转《关于做好计划生育工作的报

告》，将控制人口数量作为国家经济发展的计划指标。1973 年提出“晚、稀、少”政策，1978 年国家明确提出“倡导一对夫妇最好生育一个孩子、最多不超过两个”，并将“国家提倡和推行计划生育”写入宪法，逐渐地一对夫妇只生育一个孩子的政策逐渐成形^{[42][43]}。

2.1.2 1980—2013 年中国人口生育政策

1980 年 9 月党中央公开发布《关于控制中国人口增长问题致全体共产党员、共青团员的公开信》，号召全体党员和团员模范遵守并带头执行“一对夫妻只生育一个子女”，情况特殊的，经夫妻二人一起申请，通过相关计划生育行政部门批准，可根据人口规划和间隔计划再生育一个孩子。把计划生育作为中国的长期战略任务和基本国策。计划生育是采取推迟结婚和生育年龄以达到少生和优生的目的，对人口进行有安排的调整过程。进入 1990 年，中国人口从生育率高、死亡率低、人口增长过快到出生率和死亡率降低、人口缓慢增长的改变成为现实。为了实现人口和经济、社会、资源、环境的可持续发展，开展计划生育，提升家庭幸福感、民族兴旺发达和社会不断进步，2001 年 12 月，国家推行《人口与计划生育法》，鼓励自愿终生只生育一个孩子的夫妇，政府发给他们《独生子女父母光荣证》并给予一定的物质奖励和补助。对于违背法律法规，生育孩子过多的家庭征收社会抚养费，严重者依法追究相关刑事责任。

2000 年政府出台夫妻两方均为独生子女的能够生育两个子女的政策，放开“双独”，各省份陆续公布施行双独二孩政策的时间，2011 年 11 月河南省通过了有关修正《河南省人口与计划与生育条例》的提议，成为全国最后一个开展该政策的省份，至此全国各地全面实施双独二孩政策^{[44][45]}。由于符合此政策的对象数量不多，对生育率的变化微乎其微。

2.1.3 2013 年至今中国人口生育政策

2013 年 11 月 12 日，中共十八届三中全会通过的《中共中央关于全面深化改革若干重大问题的决定》^[2]提出“继续开展计划生育的基本国策，提倡实施夫妇一方是独生子女能够生育两个孩子的政策，逐步调整完善生育政策，维持人口长期可持续发展”。2014 年 1 月各省陆续实行单独二孩政策，但是提出二孩生育申请人数低于预期。《2015 年国民经济和社会发展统计公报》表明，2015 年新出生人口数量是 1655 万人比 2014 年的 1687 万人少 32 万人，《中国统计年鉴 2016》中关于 2015 年全国 1%人口抽样调查数据表明，2015 年总和生育率仅仅是 1.05 而不是实施“单独二孩”预期的 1.8，中国满足要求的 1100 万对夫妻中，提出再

生育生育请求的数量不足 100 万，申请比例不到 10%，单独二孩遇冷。单独二孩的实践结果说明，中国人口生育政策需要再次放开。2015 年 10 月 29 日，党的十八届五中全会公报《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十三个五年规划的建议》^[3]提出，保障人口可持续发展，继续开展计划生育这一基本国策，改善中国人口发展战略，全面开展一对夫妇生育两个孩子的政策，积极采取应对老龄化加重措施，鼓励群众按政策生育，这是在 2013 年十八届三中全会决定执行单独二孩政策以后的又一次人口政策转变。该提议在 2016 年 1 月 1 日起开始实施，这代表着推行 36 年的城镇居民人口独生子女政策宣告结束。

2.2 中国人口现状

2.2.1 中国人口数量现状

中国位于世界上总人口数量的第一名，大约占世界人口数量的五分之一。从中国人口占世界人口比例来看，鸦片战争前中国有 4 亿人口，世界一共 12 亿，中国人口是世界的三分之一。二十世纪初，由于战争时常发生，中国人口依旧为 4 亿，此时世界人口增加到了 16 亿，中国人口占世界的比例降为四分之一。2015 年中国人口是 13.75 亿，世界人口达到 73.5 亿，占世界的比例不足五分之一。可见中国人口增长速度小于世界人口增长速度，中国人口占世界人口的比重在不断下降。随着 1980 年中国计划生育政策的实施，中国人口占世界人口数量的比例呈现下滑的趋势。图 2-1 显示，从 1981 年的 22.17% 下降到 2015 年的 18.70%，下降趋势明显。

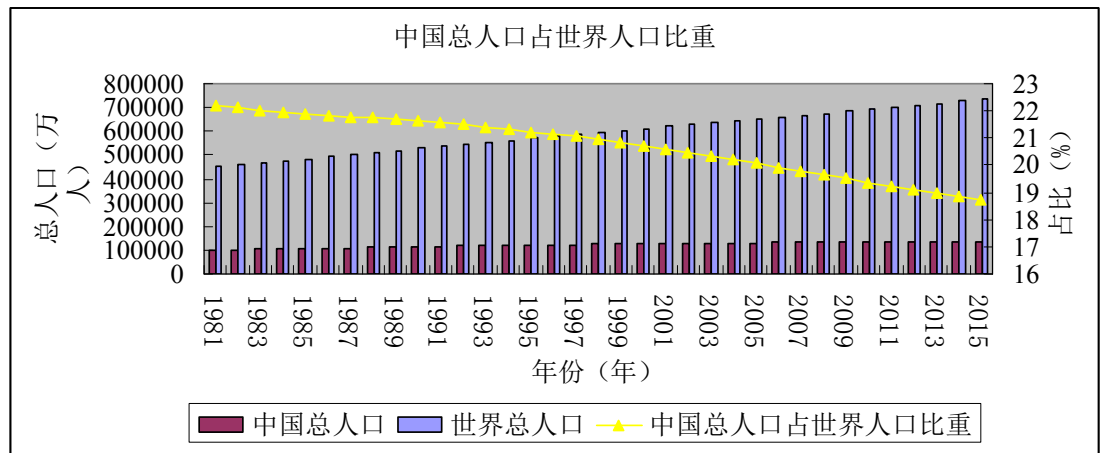


图 2-1 1981—2015 年中国人口占世界人口比重

从图 2-2 中可以看出，人口出生率在逐渐降低，由 1981 年的 20.91‰，降低

到 2015 年的 12.07‰。图中 1987 年人口出生率之所以那么高是因为 1962 年第二次婴儿潮导致育龄人口增加，造成中国第三轮人口出生高峰。人口死亡率表现出上升的趋势，随着医疗水平的不断提高，人口平均预期寿命在提高，死亡率上升的主要原因是老年人比其他年龄段面临的死亡率高，老年人口在总人口的比重上升。出生率降低和死亡率提高导致人口自然增长率在逐渐下降，由 1981 年的 14.55‰，降低到 2015 年的 4.96‰，减少了 9.59‰。若人口生育政策不发生改变，该值将持续下降。

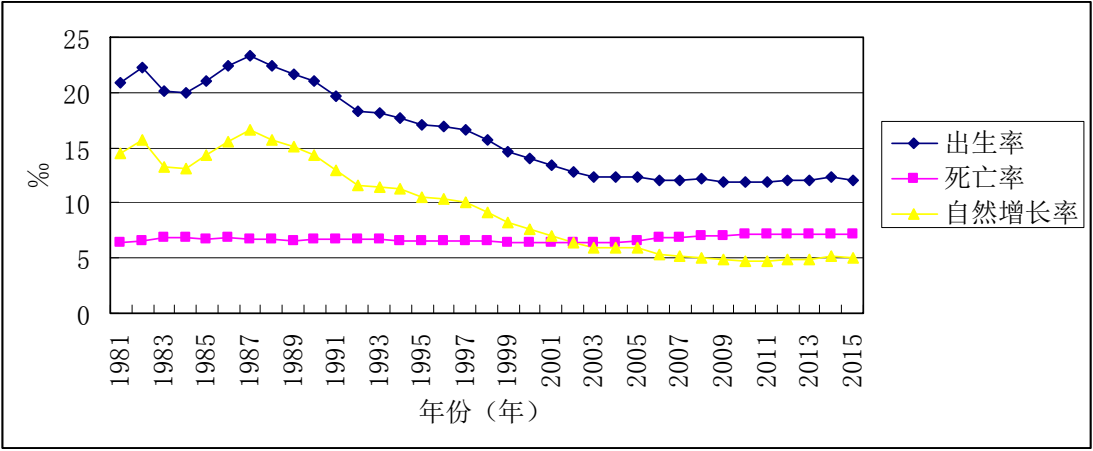


图 2-2 1981—2015 年中国人口出生率、死亡率和自然增长率变化

计划生育政策的开展，使中国持续处于极低生育率模式的情况。表 2-2 显示，2001—2015 年中国总和生育率表现出降低趋势，并处于低生育率的状态。1970 年中国的总和生育率为 5.8，1980 年为 2.24，2015 降至 1.047，远低于实行“单独二孩”政策预期的 1.8，总和生育率不但没有超过 2014 年的 1.259，反而出现了下降的现象。2010 年联合国发布的《世界人口数据表》指出：2010 年世界平均每个女性生育子女数量是 2.5 个，发达国家生育 1.7 个，欠发达国家生育 2.7 个，最不发达国家生育 4.5 个，排除中国后的欠发达国家平均生育 3.1 个。2010 年第六次全国人口普查数据表明中国的总和生育率是 1.18，还不及全球平均水平的二分之一，并且还低于发达国家。

表 2-1 2001—2015 年中国历年总和生育率

年份	总和生育率	年份	总和生育率	年份	总和生育率
2001	1.386	2006	1.385	2011	1.035
2002	1.389	2007	1.453	2012	1.246
2003	1.414	2008	1.478	2013	1.223
2004	1.452	2009	1.374	2014	1.259
2005	1.338	2010	1.188	2015	1.047

数据来源：《中国统计年鉴》2002—2016.

2.2.2 中国人口结构现状

表 2-2 1982—2015 年历年人口结构现状

年份 (年)	出生人口 性别比	0—14 岁 占比 (%)	15—64 岁 占比 (%)	65 岁及以上 占比 (%)	少儿抚养 比 (%)	老年抚养 比 (%)
1982	108.47	33.6	61.5	4.9	54.6	8.0
1987	107.55	28.7	65.9	5.4	43.5	8.3
1990	111.14	27.7	66.7	5.6	41.5	8.3
1991	113.48	27.7	66.3	6.0	41.8	9.0
1992	114.61	27.6	66.2	6.2	41.7	9.3
1993	115.21	27.2	66.7	6.2	40.7	9.2
1994	116.59	27.0	66.6	6.4	40.5	9.5
1995	117.77	26.6	67.2	6.2	39.6	9.2
1996	118.52	26.4	67.2	6.4	39.3	9.5
1997	120.44	26.0	67.5	6.5	38.5	9.7
1998	122.07	25.7	67.6	6.7	38.0	9.9
1999	122.65	25.4	67.7	6.9	37.5	10.2
2000	117.86	22.9	70.1	7.0	32.6	9.9
2001	115.65	22.5	70.4	7.1	32.0	10.1
2002	119.85	22.4	70.3	7.3	31.9	10.4
2003	117.54	22.1	70.4	7.5	31.4	10.7
2004	121.18	21.5	70.9	7.6	30.3	10.7
2005	118.59	20.3	72.0	7.7	28.1	10.7
2006	119.25	19.8	72.3	7.9	27.3	11.0
2007	120.22	19.4	72.5	8.1	26.8	11.1
2008	120.56	19.0	72.7	8.3	26.0	11.3
2009	119.45	18.5	73.0	8.5	25.3	11.6
2010	117.94	16.6	74.5	8.9	22.3	11.9
2011	117.78	16.5	74.4	9.1	22.1	12.3
2012	117.70	16.5	74.1	9.4	22.2	12.7
2013	117.60	16.4	73.9	9.7	22.2	13.1
2014	115.88	16.5	73.4	10.1	22.5	13.7
2015	113.51	16.5	73.0	10.5	22.6	14.3

数据来源：《中国统计年鉴》2016.

从表 2-2 不难看出：

1、出生人口性别比远远高于正常水平。如果依照人类性别的自然平衡比例，出生人口性别比的正常范围为 102—107。从 20 世纪 80 年代开始，中国出生人口性别比持续增加，1982 年为 108.47，1999 年高达 122.65，很大程度上偏离了 102 至 107 的正常水平。自 2009 年之后出现了连续第七次降低，由 2008 年的 120.56，降低至 2015 年的 113.51，尽管中国出生人口性别比持续较高的趋势得到遏制，但整体水平较高，面临的情况依旧严峻，促进人口性别比结构平衡依然任重道远。传统重男轻女的现象导致出生人口性别比高于正常水平，农村地区实行的“一孩半”，一孩是女孩的家庭 5 年后可以生育二胎，这种家庭对生育男孩的期望值较高，可能会导致非法鉴别胎儿性别和选择胎儿性别终止妊娠，为了实现生育男孩的目的，直接导致了男女性别比失衡，显著的助长了出生人口性别比的升高。随着女性人口比重的下降，将会导致人口再生育能力降低。2030 年以后，步入婚育年龄的女性将显著少于男性，会出现婚姻挤压难题，收入少、素质低的群体结婚难度加大，“光棍”数量增加，将引发婚姻买卖、拐卖妇女等犯罪行为，社会稳定和发展受到影响。

2、中国 0—14 岁少年儿童人口占人口总数的比例不断下降。1982 年少年儿童人口占总人数的比例为 33.6%，2005 年减少到 20.3%，到 2015 年，已下降至 16.5%，三十三年下降了 17.1 个百分点，下降趋势明显。随着中国经济和社会的发展，女性接受高等教育机会和劳动参与率不断增多，家庭抚养孩子成本节节攀升，人们生育意愿不高，中国已进入严重少子化社会，这将导致适龄劳动人口得不到补充，原有的劳动力人口慢慢跨入老年人口队伍，人口结构发生巨大的变化。同时，中国 15—64 岁劳动力人口数量占比从 2011 年出现了下滑趋势，人口红利在逐渐消失。

3、中国 65 岁及 65 岁以上人口占比不断上升。主要原因有两个方面：第一，生育率水平低。《中国统计年鉴》2016 表明，2015 年中国生育率是 1.05，远低于发达国家人口的自然更替水平 2.1。第二，人口预期寿命的延长。据全国人口普查结果发现，2015 年中国人口平均寿命预期值是 76.34 岁。中国老龄化呈现出增长快、数量大和“未富先老”的特征。2015 年中国 65 岁及以上老年人口占比已大于 10%。国际上，当一个国家或地区 65 岁以上老年人口的比重达到 7%，则代表着这个国家或地区的人口步入了老龄化社会。自 2001 年起，中国 65 岁及以上老年人口的比例持续高于 7%，意味着中国已经步入了老龄化国家行列。

4、0—14 岁少年儿童比例减少导致少儿抚养比下降，65 岁及以上老年人口比例增加导致老年抚养比不断攀升，人口金字塔呈现上面宽，下面窄的现象。少年儿童是未来的消费主力和劳动力，少子化将引起未来内需不振以及适龄劳动人口减少。老年抚养比加重致使养老保障负担日益沉重，老年人卫生保健消费快速增长，社会公共保障设施面临巨大的压力。鼓励生育政策势在必行，以减慢老龄化进程和少子化现象，避免人口快速减少。

3 基于 Leslie 模型的中国人口预测分析

本部分介绍了 Leslie 模型假设、变量的选择、数据来源以及模型参数生育率参数、死亡率参数、出生人口性别比变量的确定。最后对比分析人口生育政策改变对中国人口数量和结构的影响。

3.1 人口预测模型构建

3.1.1 模型假设

假设 1: 不考虑意外灾难等因素对人口数量的影响。

假设 2: 国际移民的数量忽略不计, 国家内部人口变迁不改变人口总量。

假设 3: 年龄别生育率只与年龄有关。

假设 4: 2050 年前人口生育政策不发生变化。

3.1.2 模型建立

时间以年为单位, 年龄按周岁计算, 以 1 岁组距为间隔将时间离散化, 共划分为 91 个年龄组。其中, 90 岁及以上为 1 个年龄组。

$x_i(t)$, $y_i(t)$, $z_i(t)$ 分别代表第 t 年第 i 年龄组的女性、男性人口数和总人口数;

$xd_i(t)$, $yd_i(t)$ 表示第 t 年第 i 年龄组的女性和男性的死亡率;

$xs_i(t)$, $ys_i(t)$ 表示第 t 年第 i 年龄组的女性和男性的存活率;

$$xs_i(t) = 1 - xd_i(t) \quad (3-1)$$

$$ys_i(t) = 1 - yd_i(t) \quad (3-2)$$

其中 $i = 1, 2, \dots, 91$; $t = 1, 2, \dots$ 。

w 表示新出生人口当中女性的比例;

$b_i(t)$ 表示第 t 年第 i 年龄组的女性生育率, 根据医学生理常识和统计数据, 假设

年龄在 15—49 的女性才能进行生育, 则 $b_1(t) = b_2(t) = \dots = b_{14}(t) = b_{15}(t) = b_{51}(t)$

$= b_{52}(t) \dots = b_{90}(t) = b_{91}(t) = 0$ 。

第 $t+1$ 年第 1 年龄组新出生人口数量为:

$$z_1(t+1) = \sum_{i=16}^{50} b_i(t)x_i(t) \quad (3-3)$$

第 $t+1$ 年第 1 年龄组新出生女性人口数量为:

$$x_1(t+1) = \sum_{i=16}^{50} wb_i(t)x_i(t) \quad (3-4)$$

第 $t+1$ 年第 1 年龄组新出生男性人口数量为:

$$y_1(t+1) = \frac{1-w}{w} \sum_{i=16}^{50} b_i(t)x_i(t) \quad (3-5)$$

第 $t+1$ 年第 $i+1$ 年龄组的人口是从第 t 年第 i 年龄组存活下来的人口数量:

$$z_{i+1}(t+1) = xs_i(t)x_i(t) + ys_i(t)y_i(t) \quad (3-6)$$

第 $t+1$ 年第 91 年龄组人口为第 t 年第 90 年龄组和第 91 年龄组存活下来的人口数之和:

$$Z_{91}(t+1) = xs_{90}x_{90}(t) + xs_{91}x_{91}(t) + ys_{90}y_{90}(t) + ys_{91}y_{91}(t) \quad (3-7)$$

构造 Leslie 矩阵

$$L_x = \begin{bmatrix} wb_1 & wb_2 & \cdots & wb_{m-1} & wb_m \\ xs_1(t) & 0 & \cdots & \cdots & 0 \\ 0 & xs_2(t) & \cdots & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & xs_{m-1}(t) & 0 \end{bmatrix}$$

$$L_y = \begin{bmatrix} (1-w)b_1 & (1-w)b_2 & \cdots & (1-w)b_{m-1} & (1-w)b_m \\ ys_1(t) & 0 & \cdots & \cdots & 0 \\ 0 & ys_2(t) & \cdots & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & ys_{m-1}(t) & 0 \end{bmatrix}$$

第 $t+1$ 年第 i 年龄组的总人口数量为:

$$Z_{i+1}(t+1) = L_x x_i(t) + L_y y_i(t) \quad (3-8)$$

如果把 2014 年的人口数据当做初始数据, 带到公式 3-8 可以依次预测 2015—2050 年的总人口数。

3.1.3 数据来源

本文的数据来源于《中国人口统计年鉴》2002—2005 和《中国统计年鉴》2006—2016。由于 Leslie 人口预测模型中需要考虑分性别和年龄的死亡人口情况,《中国统计年鉴》没有该方面的数据, 用于 Leslie 人口预测模型的初始年份分年龄人口数据是 2015 年《中国人口和就业统计年鉴》中 2014 年全国人口变化

状况抽样调查的样本数据，调查比率为 0.822%，实际人口按调查比率进行还原。由于人口抽样调查时间的特殊性，人口数据为前年的 11 月 1 日至本年的 10 月 31 日。例如：2008 年人口数据时间范围是 2007 年 11 月 1 日到 2008 年 10 月 31 日。

3.2 人口预测模型参数设定

在进行人口预测的时候，除了知道基年的人口状态，Leslie 人口预测模型涉及到三个重要的参数，年龄别生育率 b 、年龄别死亡率 s 、出生人口性别比 w 需要对其做出详细的界定。

3.2.1 生育率模型

以基年年龄别生育率和总和生育率为基础，根据生育政策的调整，设定预测年份的总和生育率参数，计算预测年份的年龄别生育率。我们对 $b(x)$ 采取规范化转换，根据总和生育率与年龄别生育率的关系，妇女的年龄别生育率的数学表达式可设为：

$$b(x) = B * g(x) \quad (3-9)$$

其中， B 是总和生育率， $g(x)$ 是特定的生育模式， x 是生育年龄。其中，

$\sum_{x=15}^{49} g(x) = 1$ ，可以判断年龄别生育率的高低。总和生育率 B 为各年龄妇女生育率的加总，平均每名女性终生所生育的孩子数量。该数值与生育政策有关，2014 年的总和生育率是 1.259，随着人口生育政策的改变，该值会发生变化。观察图 3-1 发现，生育率的年龄分布近似对数正态分布，特定的生育模式 $g(x)$ 可以拟合成对数正态分布^{[46][47][48]}。

$$g(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}(x-x_0)} e^{\left\{-\frac{[\ln(x-x_0)-\mu]^2}{2\sigma^2}\right\}} \quad (3-10)$$

x_0 为初始生育年龄，取 $x_0 = 14$ ， x 的取值为 15—49，参数 μ 和 σ 决定了生育率曲线的形状。 μ 恒定时， σ 越小，则达到期望生育年龄的时间越短； σ 恒定时， μ 越小，则在期望年龄附近的生育率越高。

$$E(x) = e^{\mu+\sigma^2} \quad (3-11)$$

$$D(x) = (e^{\sigma^2} - 1)e^{2\mu+\sigma^2} \quad (3-12)$$

将样本均值和方差代入公式 3-11 和公式 3-12，求解出标准化生育模型的参数估计值 $\mu = 2.493$ 和 $\sigma = 0.385$ 。带入对数正态分布的密度函数 3-10 得：

$$g(x) = \frac{1}{0.385 * \sqrt{2\pi}(x-14)} e^{\left\{ \frac{[\ln(x-14)-2.493]^2}{2*0.385^2} \right\}} \quad (3-13)$$

由上式知，期望的生育年龄（ $e^{\mu+\sigma^2} + x_0$ ）为 26 岁。

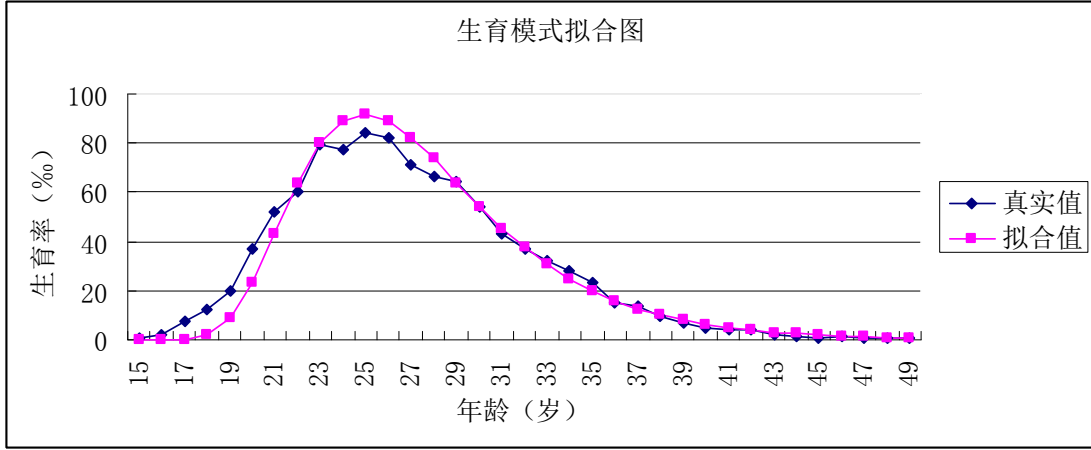


图 3-1 2014 年妇女生育模式真实值与拟合值比较

3.2.2 死亡率模型

结合图形 3-2 特点，发现各性别年龄别死亡率的不相同。随着中国医疗卫生水平的连续发展，中国人口平均预期寿命在逐渐增加，个人死亡率在慢慢降低。国家统计局报告显示中国人口平均预期寿命从 1981 年的 71.4 岁，增长至 2015 年的 76.34 岁。中国人口死亡率较以往以发生很大改变。本部分选择 Lee-Carter 模型预测死亡率^[49]。

$$\ln(m_{xt}) = \alpha_x + \beta_x k_t + \varepsilon_{xt} \quad (3-14)$$

其中， m_{xt} 表示 x 岁人口在时间 t 的死亡率， α_x 表示各年龄别的平均死亡率， β_x 表示各年龄别对死亡率改变的敏感度， k_t 表示死亡率随着时间 t 的变化程度， ε_{xt} 表示随机误差， $\varepsilon_{xt} \sim N(0, \sigma^2)$ 。模型参数标准化要求 $\sum_x \beta_x = 1$ ， $\sum_t k_t = 0$ 。

运用最小二乘法得到变量的估计量。

$$\hat{\alpha}_x = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^m \ln(m_{xt}) \quad (3-15)$$

$$\hat{\beta}_x = \frac{\sum_{t=1}^m \hat{k}_t \ln(m_{xt})}{\sum_{t=1}^m \hat{k}_t^2} \quad (3-16)$$

$$\hat{k}(t) = \frac{\sum_x \hat{\beta}_x \ln(m_{xt}) - \sum_x \hat{\alpha}_x \hat{\beta}_x}{\sum_{t=1}^m \hat{\beta}_x^2} \quad (3-17)$$

选取《中国人口和就业统计年鉴》(1999—2015)中中国 2000—2014 年的全国人口分性别和年龄的死亡人口数据。其中 2000、2005 和 2010 年的数据截止到 100⁺岁，按照死亡率公式进行合并处理，把它换算成 90⁺人口的死亡率。

通过样本数据对模型变量 α_x 、 β_x 和 k_t 进行估计，估计最终结果参见附录 A1，然后根据得出的时间序列 k_t 的估计值，预测未来（2015—2050 年）的 k_t 取值，采用 ARIMA 模型对 k_t 序列进行识别和估计，发现女性 k_t 序列为 ARMA (1,2) 模型，男性 k_t 序列为 ARMA (2,1) 模型（识别和估计过程参见附录 B），对 k_t 序列进行预测，最后把 α_x 、 β_x 和 k_t 三个变量代入 Lee-Carter 模型预测 2015—2050 年的中国人口的死亡率。

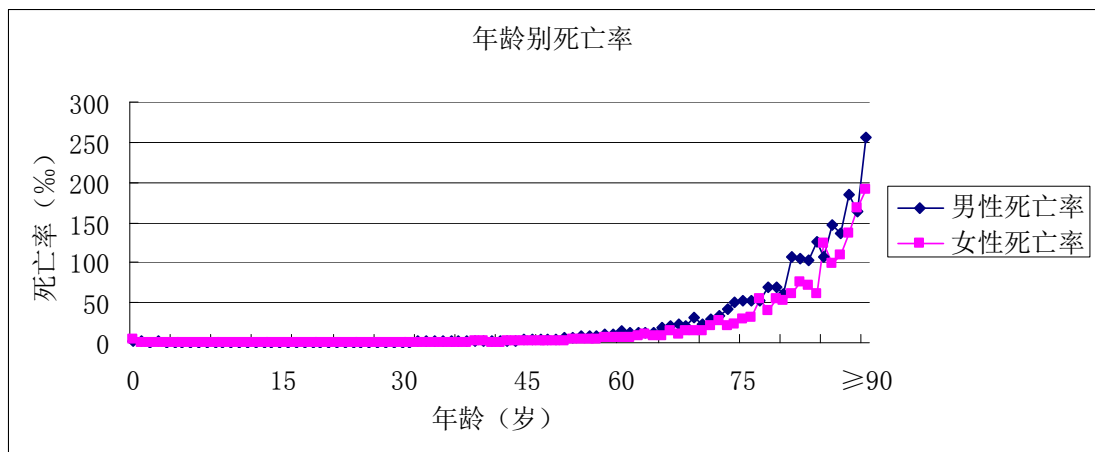


图 3-2 2014 年男性与女性年龄别死亡率

3.2.3 出生人口性别比确定

出生人口性别比将影响未来育龄妇女人口数量，进而影响未来出生人口数量和总人口数量。本部分以 2000—2015 年出生人口性别比为观察数据，应用灰色

系统的建立出生人口性别比预测模型。

3.2.3.1 GM(1, 1)模型建立

设原始向量 $x^{(0)}$ 是已知的数据向量, $x^{(0)} = \{x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), \dots, x^{(0)}(n)\}$, 通过累加获得的新向量 $x^{(1)} = \{x^{(1)}(1), x^{(1)}(2), \dots, x^{(1)}(n)\}$, 其中 $x^{(1)}(k) = \sum_{i=1}^k x^{(0)}(i)$, 则 GM(1,1) 方法的微分方程是

$$\frac{dx^{(1)}}{dt} + mx^{(1)} = n \quad (3-18)$$

其中: n 和 m 分别是灰色作用量和发展系数, 是待确定的系数。

构造矩阵 B 与向量 Y

$$B = \begin{bmatrix} -\frac{1}{2}(x^{(1)}(2) + x^{(1)}(1)), & 1 \\ -\frac{1}{2}(x^{(1)}(3) + x^{(1)}(2)), & 1 \\ \dots & \vdots \\ -\frac{1}{2}(x^{(1)}(n) + x^{(1)}(n-1)), & 1 \end{bmatrix}$$

$$Y = (x^{(0)}(2), x^{(0)}(3), \dots, x^{(0)}(n))^T$$

设 $P = (m, n)^T$, 则微分方程可表示为 $Y = BP$, 根据最小二乘方法可得:

$$P = (B^T B)^{-1} B^T Y \quad (3-19)$$

求解微分方程, 即可预测模型

$$\hat{X}^{(1)}(k+1) = \left[X^{(0)}(1) - \frac{n}{m} \right] e^{-mk} + \frac{n}{m} \quad (3-20)$$

对其做累减还原, 即可得原始序列的灰色预测模型

$$\hat{X}^{(0)}(k+1) = \hat{X}^{(1)}(k+1) - \hat{X}^{(1)}(k) \quad (3-21)$$

3.2.3.2 GM(1, 1)模型检验方法

(1) 求出 $x^{(0)}(t)$ 和 $\overline{x^{(0)}}$ 之间的残差 $e(t)$ 、相对误差 Δ_k 和平均相对误差 $\bar{\Delta}$ 。

$$e(t) = x^{(0)}(t) - \overline{x^{(0)}} \quad (3-22)$$

$$\Delta_k = \left| \frac{e(t)}{x^{(0)}(t)} \right| \times 100\% \quad (3-23)$$

$$\bar{\Delta} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \Delta_k \quad (3-24)$$

(2) 计算原始数据的平均值 $\overline{x^{(0)}}$ 和残差平均值 \bar{e} 。

$$\overline{x^{(0)}} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n x^{(0)}(t) \quad (3-25)$$

$$\bar{e} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n e^{(0)}(t) \quad (3-26)$$

(3) 计算原始数据的方差 S_1^2 与残差方差 S_2^2 的均方差的比 C 和小误差概率 p 。

$$S_1^2 = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n [x^{(0)}(t) - \overline{x^{(0)}}]^2 \quad (3-27)$$

$$S_2^2 = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n [e(t) - \bar{e}]^2 \quad (3-28)$$

$$C = \frac{S_2}{S_1} \quad (3-29)$$

$$P = \{ |e(t) - \bar{e}| < 0.6745 S_1 \} \quad (3-30)$$

表 3-1 GM(1, 1) 模型精度划分

等级	均值方差比 C	小误差概率 P
好	<0.35	>0.95
合格	<0.5	>0.8
勉强合格	<0.65	>0.7
不合格	≥ 0.65	≤ 0.7

P 值越大, $e(k)$ 、 Δ_k 、 C 值越小, 那么模型的准确度就越高。

3.2.3.3 模型求解

GM(1,1)模型至少要求 4 个数据才能够进行预测, 并非用于建模的数据越多准确度就越高。为了改善模型的预测精度, 通过构造不同阶数的预测模型, 结果发现 9 维 (2007—2015 年) 模型准确度较高, 因此本文把 2007—2015 年出生人口性别比当做原始数据, 运用 MATLAB 软件, 预测 2016—2050 年出生人口性别比。随着国家“全面二孩”政策的实施, 总和生育率比原来增加, 生育政策和中国传统观念的重男轻女思想发生转变, 使出生人口性别比逐渐回归到正常范围

^[50]。由于出生人口性别比的正常范围是 102—107，放开二孩后会降低出生人口性别比，根据预测结果，本文假设 2025 年后出生人口性别比保持 107 不变。

表 3-2 2016—2050 年出生人口性别比预测值

年份	预测值	年份	预测值	年份	预测值
2016	113.94	2028	104.89	2040	96.55
2017	113.16	2029	104.16	2041	95.88
2018	112.38	2030	103.45	2042	95.22
2019	111.61	2031	102.74	2043	94.57
2020	110.84	2032	102.03	2044	93.92
2021	110.08	2033	101.33	2045	93.27
2022	109.32	2034	100.63	2046	92.63
2023	108.57	2035	99.94	2047	91.99
2024	107.82	2036	99.25	2048	91.36
2025	107.08	2037	98.57	2049	90.73
2026	106.34	2038	97.89	2050	90.11
2027	105.61	2039	97.22		

根据模型精确度表 3-1 得知，模型准确度较高，相对误差较小。

表 3-3 GM(1, 1)模型精确度检验结果

等级	相对误差	均方差比值 C	小误差概率 P
好	0.4456%	0.3350	1

3.3 实证结果

人口生育政策改变主要会影响总和生育率的大小。生育政策发生改变是如何影响总和生育率的大小，在开展“单独二孩”政策下，2015 年中国总和生育率为 1.047，不但没有超过 2014 年的 1.259，反而出现了下降的现象。面对如此低的总和生育率，许多学者表示质疑，本文计算了 2015 年不同总和生育率下中国总人口数量，根据实际值与不同总和生育率下的预测值发现，2015 年的总和生育率没有官方公布的 1.047 那么低，应该在 1.46 左右，新出生人口存在着相对严重的少报和漏报情况。

表 3-4 不同总和生育率下 2015 年总人口实际值与和预测值比较

	实际值		预测值	
总和生育率	—	B=1.047	B=1.259	B=1.5
总人口（万人）	137462	137001	137237	137506
相对误差（%）	—	0.3352	0.1635	0.0317

当总和生育率 $B=1.047$ 时相对误差为 0.3352%，虽然小于 1%，模型预测精度较高，但总人口实际值和预测值相差 400 多万人，产生 100 万数量级的预测是很糟糕的，因此在人口预测过程中对 2015 年的总和生育率进行修正。由于在采用 Leslie 人口预测模型对人口进行预测过程中，年龄别生育率、出生人口性别比和死亡率都是预测数据，在模型建立的整个过程中进行了两次预测，引入了两次预测误差，导致预测出来的人口总数存在一定的误差。本文将 2015 年的总和生育率设定是 1.5，结果发现预测值与实际值相差不大。

表 3-5 $B=1.5$ 时 2015 年中国人口预测值与实际值比较

	总人口	0-14 岁	15-64 岁	65 岁及以上
实际值（万人）	137462	22715	100361	14386
预测值（万人）	137506	22743	100346	14416
相对误差（%）	0.0317	0.1233	0.01495	0.2085

本文根据不同生育政策下总和生育率发生变化设计了两方案：

方案一：人口生育政策按照 2014 年的“单独二孩”不发生改变时，总和生育率保持 2014 年的 1.259，以 2014 年人口数据为基础，预测 2015—2050 年人口数据。将方案一定义为原来生育政策。

方案二：人口生育政策 2016 年发生改变，实施“全面二孩”政策时，以 2014 年人口数据为基础，假设 2015 年总和生育率为 1.5，预测 2015 年人口数据，2016 年放开二孩政策，平均每对夫妇生育 2 个孩子，总和生育率保持 2 不变，以 2015 年人口数据为基础，预测 2016—2050 年人口数据。将方案二定义为新生育政策。预测结果参见附录 C。

3.3.1 人口生育政策变动下中国人口数量预测结果

通过预测不同生育政策下 2015—2050 年中国人口数量，观察人口数量描述性统计表 3-6 发现，人口生育政策不变时，人口峰值出现在 2021 年的 138376 万人，2050 年人口数量减少到最小值 113707 万人，在 95% 的显著性水平下，总人口在

[11555, 145976]万人范围内。生育政策变化时,人口峰值出现在2028年的145190万人,2015年人口数量最小为137506万人,在95%的显著性水平下,总人口数量在[137576, 147075]万人范围内。

表 3-6 不同生育政策下人口数量描述性统计

	最小值 (万人)	最大值 (万人)	均值 (万人)	标准差	方差
生育政策不变	113707	138376	130764	7760	60211175
生育政策变化	137506	145190	142326	2423	5871406

生育政策变动将影响总人口数量。图 3-3 对比分析中国在生育政策变化前后人口数量变化情况,中国 2015—2050 年人口呈现先上升后下降的趋势,都表现为未来几年内人口不断上升,达到一定数值后,持续下降。人口数量的增长主要来源于 1970 年以前的高生育率所积累的巨大人口惯性,使得人口生育率低于更替生育率之后继续增长。生育政策不变时,中国人口在 2021 年实现最大值 138376 万人,2022 年后人口总数一直降低,人口出现负增长,2050 年下降到 113707 万人,并且下降迅速,这将不利于人口的长期均衡发展。而在实施“全面二孩”政策下,人口总数并没有出现爆发式增长,预测结果显示 2016 年新生儿人口为 2200 万,这些都是在合理范围内。2016—2019 年出生人口在 2000 万以上,之后逐步回归到 1500 万人左右的水平,不会带来太大的人口冲击。中国人口在 2028 达到人口峰值 145190 万人,2029 年后人口表现出逐渐减少的趋势,降低速度不大,本世纪中叶基本维持在 137808 万人(较生育政策不变时多 2.4 亿),过快的负增长趋势得到缓解。《“十三五”全国计划生育事业发展规划》中预计到 2020 年,全国总人口在 14.2 亿左右,本文估计数据与该值相吻合。全面二孩政策在一定程度上推迟了人口拐点并拔高了人口峰值,放缓了中国步入人口负增长的步伐。

要保证人口数量相对于上一代不变,发达国家认为生育更替水平应该为 2.1,任何低于该值得,总人口数量会减少。世代更替率是在男女比例为 1:1 的情况下成立的,考虑到中国男多女少的现状,要想保持人口不增不减,总和生育率需要高于 2.1。同时考虑到成长过程中死亡率的存在,世代更替率要在 2.3 左右。当全面放开二孩时,总和生育率是 2,生育政策有待进一步调整。

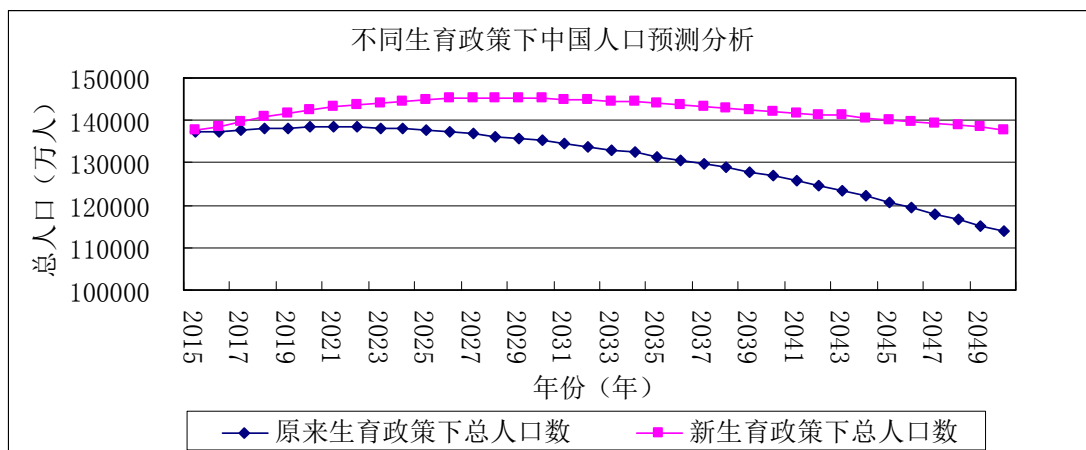


图 3-3 不同生育政策下 2015—2050 年中国人口数量预测

3.3.2 人口生育政策变动下中国人口结构预测结果

人口生育政策变动将影响各个年龄别人口数量。观察图 3-4 发现，生育政策不变时 0—14 岁人口占比呈下降趋势，2023 年后下降趋势增强，2015 年 0—14 岁人口数量为 22475 万，占比为 16.38%，到 2050 年为 11800 万，占比为 10.38%，下降了 6 个百分点。少年儿童占比减少将会导致未来劳动力短缺，极大地影响中国经济可持续增长的后劲。

生育政策改变时，“全面二孩”政策下新出生人口数量会出现大幅的增加，使 0—14 岁人口占比呈增长的趋势，迎来短暂的高峰期，一直持续到 2023 年，2024 年开始少年儿童占比呈下降趋势，下降速度平缓，2041 年出现小幅度上升的变化趋势。由于全面二孩政策释放的出生人口进入生育期，他们的生育行为使 0—14 岁人口数量占比再次增加。

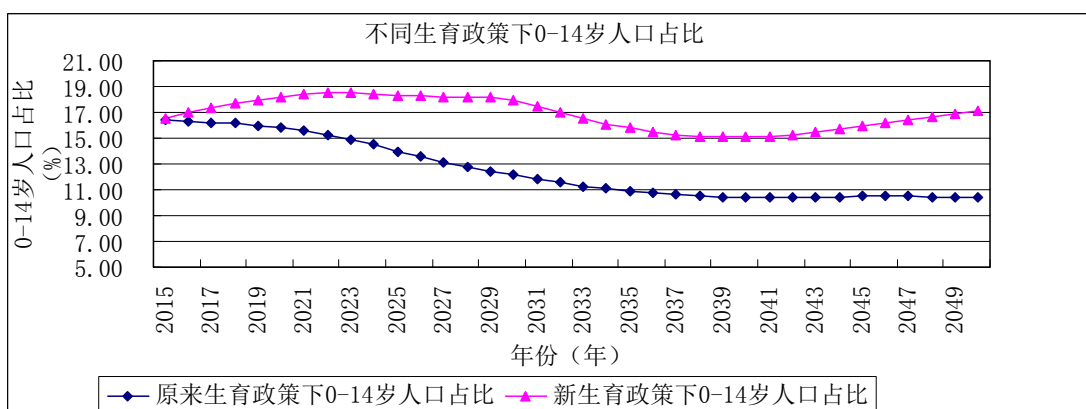


图 3-4 不同生育政策下 0—14 岁人口的比例

观察图 3-5 发现，无论生育政策改变与否，未来 35 年，15—64 岁青壮年人口占比呈下降趋势，生育政策改变时下降节奏缓慢，2050 年适龄劳力人口短缺是必然趋势。从 2032 年开始，二孩政策下新出生人口逐渐进入劳动年龄，劳动年龄人口比例下降趋势减慢，二孩政策能够扩大劳动年龄人口规模，但不会拉动适龄劳动人口占比，只会延缓适龄劳动力补充的衰减速度。随着适龄劳动人口供应减少，未来会出现用工荒的局面，同时养老保险的缴纳者数量下降，而养老保险的领取人数却在上涨，养老压力将会空前巨大。

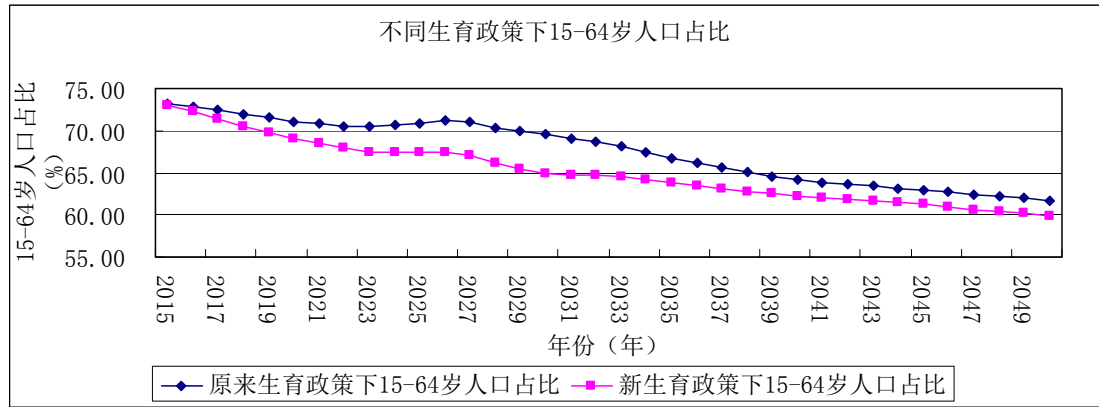


图 3-5 不同生育政策下 15—64 岁人口占比

观察图 3-6 发现，无论生育政策是否发生改变，由于老年人口增加的速度大于总人口增加的速度，老年人口占比都会不断加大，老龄化进程不可逆转。由于本文预测到 2050 年，全面二孩政策下出生的人口将在 2080 年后步入老年阶段，才会影响老年人数量的变化，生育政策变动不改变 2015—2050 年老年人口数量，根据预测结果 2015 年中国老年人口为 14416 万人，2050 年为 31713 万人，数量增长了 1.2 倍。生育政策的调整是通过影响人口总数，进而影响老龄人口的比例。生育政策不变时 65 岁及以上人口占比由 2015 年的 10.50%，提升到 2050 年的 27.89%，三十五年时间提高了 17.39 个百分点。生育政策改变时 65 岁及以上人口占比由 2015 年的 10.48%，上涨至 2050 年的 23.01%，与人口生育政策不变时相比下降了将近 5 个百分点。生育政策的改变可以放缓老龄化速度，延迟老龄化的时间。

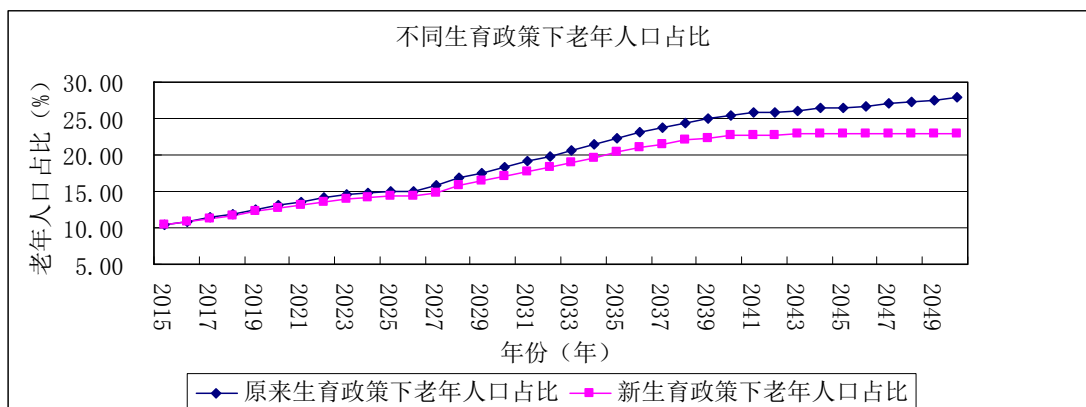


图 3-6 不同生育政策下老年人口占比

4 结论与政策建议

4.1 结论

本文通过 Leslie 人口预测模型，确定该模型生育模式、死亡率、出生人口性别比等参数的变动趋势，对比分析中国在不同人口生育政策下 2015—2050 人口数量和结构的变化情况。结果表明：当生育政策不发生变化时人口，人口出现严重下降的趋势，2050 年下降到 11.37 亿人，将不利于人口的长期均衡发展。生育政策改变时，从人口数量上看，人口总量不会出现爆发式增长，而是呈现先增加再减少后保持相对稳定的水平。从人口结构上看，虽然不能扭转人口结构变动的趋势，但能缓解劳动力减少、人口老龄化严重和少子化现象。

4.2 政策建议

本文的预测结果是在实施“全面二孩”政策下，假设每对夫妇平均可以生育两个孩子进行的，是一种理想的假设。生育政策和生育意愿有很大差别，有很多因素制约着家庭生育二孩，为了鼓励群众按政策生育提出以下四点建议：

第一，关爱女性的职业发展。生育二孩容易造成女性在就业时受到排挤和不公平的对待，用人单位不愿意承担女性在婚姻、生育、照看家庭方面的成本，加上女性在体力上不占优势的因素，导致企业在人员招录时不愿意招用女员工，这将大大减少女性就业的机会，使女性就业压力增大。企业是以盈利为目的的，而不是慈善机构，在选择人才时本能地从自身利益出发，性别歧视现象不可避免。女性生育期间休假造成职位空缺，影响其工作也不可逃避，政府应该加大保障女性生育权利的资金投入力度，对那些多招录女性的用人单位给予一定的奖励和支持，同时强化法律监督职能，严厉处罚由于怀孕解聘女性的公司，将带薪产假、哺乳假和生育补贴落实到位，维护女性在生育期间的合法权益。

第二，养育孩子成本加大。养育孩子已不是过去能吃饱饭、长大成人那么容易的事情，孩子需要接受教育，幼儿园、小学、初中、高中、大学直到成家立业花费的时间和金钱是不计其数的。很多家庭由于经济上的压力，担心养不起而不敢生育二孩；另外，夫妻双方由于工作繁忙照顾孩子时间较少，需要双方父母的

照看，或者女性退出职场该当“全职妈妈”，这将减少家庭收入来源，加重男性工作负担，降低生活质量。政府应加大3岁及以下托幼教育、学前教育方面的资金投入，完善全面二孩配套措施，缓解女性照顾子女和兼顾工作的沉重压力，减轻职场女性在照看孩子上的后顾之忧。

第三，中国老年人口占比不断上升，人均寿命也越来越长，政府在逐步推迟退休年龄和实行弹性退休制度，鼓励低龄、中龄老年人再就业，不仅减轻劳动年龄人口压力，而且还保障老年人养老时有更多的财产收入。同时，创建和健全养老保险制度、医疗以及退休金等多项社会保障。很多人认为把老人送往养老院是不孝顺的行为，然而年轻人由于工作繁忙而无暇顾及年迈的父母，可以推广社区养老，将社区养老和家庭养老相结合，以弥补传统家庭养老的不足，政府出资培养专业的养老护理员，招募志愿者和社会组织参与，实行不定期的上门服务，切实保障老年人的权益。建立夕阳红老年休闲会所，使老年人的娱乐生活多彩多样，让他们安享晚年。

第四，随着社会经济的快速发展，越来越多的人有接受高等教育的机会，结婚和生育年龄都在逐渐推迟，生育意愿逐渐降低，不孕率较以往有所提高，高学历人群存在少生甚至不生的现象，也存在一些终身单身人群和丁克家庭，选择终生不要孩子，可以适当考虑推行“全面三孩”政策，部分家庭生育三个子女，弥补那些不要子女和只生育一个子女的不足。同时，对于按政策生育的家庭予以奖励或表彰。“全面二孩”不是生育政策改变的尽头，应该根据人们的实际生育状况做出合理的改变，多方面监视“全面二孩”政策下生育指标的变动。未来可能进一步放开人口生育限制^[51]。

参 考 文 献

- [1] 中华人民共和国国家统计局. 2015 年全国 1%人口抽样调查主要数据公报[N]. 中国信息报,2016-04-21(001).
- [2] 新华社. 中共中央关于全面深化改革若干重大问题的决定[EB/OL]. <http://cpc.people.com.cn/n/2013/1115/c64094-23559163.html>,2013.11.15.
- [3] 人民日报. 中国共产党第十八届中央委员会第五次全体会议公报[EB/OL]. <http://www.scio.gov.cn/zxbd/tt/jd/Document/1453365/1453365.htm>,2015.10.30.
- [4] 温勇,尹勤.人口统计学[M]南京:东南大学出版社,2006:273-282.
- [5] 托马斯.罗伯特.马尔萨斯.人口原理[M].陈小白译.华夏出版社,2013.
- [6] Vogels M, Zoeckler R, Stasiw D M, et al. P. F. Verhulst's "notice sur la loi que la populations suit dans son accroissement" from correspondence mathématique et physique.Ghent,vol. X,1838[J]. Journal of Biological Physics,1975,3(4):183-192.
- [7] Leslie P H. On the use of matrices in certain population mathematics[J]. Biometrika,1945, 33(3):183.
- [8] Strydom N, Struweg J. Malthus revisited: Long-term Trends in South African Population Growth and Agricultural Output[J]. Agrekon, 2016, 55(2):34-61.
- [9] Maghsoodi Y, Grist E P M. Optimal population stabilization and control using the Leslie matrix model[J]. Bulletin of Mathematical Biology, 1995, 57(3):381-399.
- [10] Leach D. Re-Evaluation of the Logistic Curve for Human Populations[J]. Journal of the Royal Statistical Society, 1969, 144(1):94-103.
- [11] Jpq C. The use of the logistic curve for population projections[J]. Revista Brasileira De Estatística, 1981, 42(42):37-53.
- [12] Woodward I O. Modelling population growth in stage-grouped organisms: a simple extension to the Leslie model[J]. Austral Ecology, 2010, 7(4):389-394.
- [13] Nelson B, Reid D T , Tangar A, et al. LESLIE MATRICES AND WOMEN POPULATION IN THE UNITED STATES OF AMERICA[J]. Georgia Journal of Science, 2013.
- [14] Shang H L, Smith P W F, Bijak J, et al. A multilevel functional data method for forecasting population, with an application to the United Kingdom [J]. International Journal of Forecasting, 2015, 32(3):629-649.

- [15]尹春华,陈雷. 基于 BP 神经网络人口预测模型的研究与应用[J]. 人口学刊,2005,(02):44-48.
- [16]陆文珺, 柳炳祥. 一种基于 BP 神经网络的人口总数预测方法[J]. 中国管理信息化, 2016, 19(20):144-145.
- [17]邓聚龙.灰色系统理论教程[M].武汉:华中理工大学出版社,1990.
- [18]吴琼, 陈永当, 秦路宇. GM(1,1)模型及其在陕西省人口数量预测中的应用[J]. 中国管理信息化, 2015, 18(3):156-158.
- [19]李富荣. 改进的动态 GM(1,1)模型在人口预测中的应用[J]. 统计与决策, 2013(19):72-74.
- [20]李姝敏, 张勋尘. 基于 ARMA 模型的兰州市人口短期预测研究[J]. 中国市场, 2015(39):54-55.
- [21]金露, 夏万军. 基于 ARMA 组合模型的中国人口增长预测分析[J]. 哈尔滨商业大学学报(社会科学版), 2012(3):71-76.
- [22]安和平. 中国人口预测的自回归分布滞后模型研究[J]. 统计与决策, 2005(16):4-7.
- [23]王学保, 蔡果兰. Logistic 模型的参数估计及人口预测[J]. 食品科学技术学报, 2009, 27(6):75-78.
- [24]逢锦波, 武博. 基于 Logistic 模型的青岛常住人口预测[J]. 山东科技大学学报(自然科学版), 2008, 34(3):102-108.
- [25]何思兰, 孙红兵. 基于灰色预测和 BP 神经网络模型的云南省人口总量预测研究[J]. 计算机与数字工程, 2016(2):193-196.
- [26]王桂新.区域人口预测方法及应用[M].上海:华东师范大学出版社.2000:1-10.
- [27]邓艳娟. 基于 Leslie 模型的中国未来人口预测[J]. 通化师范学院学报, 2015, 36(10):28-30.
- [28]陈文权, 赵兹, 李得胜. Leslie 修正模型在人口预测中的应用[J]. 世界科技研究与发展, 2008, 30(2):219-224.
- [29]宋健, 田雪原, 于景元.人口预测和人口控制[M].北京:人民出版社.1982.
- [30]孙丽娟,沙元霞,党有权,马荣. “单独二胎”政策下黑龙江省幼儿数据的 Leslie 预测模型[J].齐齐哈尔大学学报.2015(1).87-94.
- [31]张青. 总和生育率的测算及分析[J]. 中国人口科学, 2006(4):35-42.
- [32]雷敏. 中国人口生育率影响因素的统计研究[D]. 天津财经大学, 2008.

- [33]王焕清. 不同计划生育政策下的中国人口预测研究[J]. 统计与决策, 2013(5):9-13.
- [34]赵佳音, 孙骁. 基于生育率组合模型的分年龄别生育率预测[J]. 统计与决策, 2015(13):102-105.
- [35]陈卫. 基于广义稳定人口模型的中国生育率估计[J]. 人口研究, 2015, 39(6):35-43.
- [36]聂坚, 孙克. 中国人口出生性别比发展趋势的分形分析[J]. 西北人口, 2008, 29(5):93-97.
- [37]李静, 屈思敏. 出生人口性别比的估计模型[J]. 经济与社会发展, 2007, 5(9):47-49.
- [38]瞿凌云. 中国出生人口性别比失衡的影响因素及统计模拟[J]. 统计与决策, 2012(2):89-92.
- [39]柳向东, 范洋洋. 基于均衡关系的中国人口死亡率预测模型[J]. 统计与信息论坛, 2016, 31(10):3-9.
- [40]王晓军, 任文东. 有限数据下 Lee-Carter 模型在人口死亡率预测中的应用[J]. 统计研究, 2012, 29(6):87-94.
- [41]孙锴. 中国人口政策的演变、问题与对策研究[D]. 山东大学, 2013.
- [42]朱秋莲. 建国以来党的人口生育政策变迁研究[D]. 湖南师范大学, 2013.
- [43]田雪原. 新中国人口政策回顾与展望[N]. 人民日报, 2009-12-04(007).
- [44]人民网. 从人民日报历史数据看中国生育政策演变史(组图)[EB/OL]. http://news.xinhuanet.com/politics/2015-07/29/c_128069558.htm. 2015.07.29.
- [45]迟明. 中国人口生育政策调整的经济学研究[D]. 吉林大学, 2015.
- [46]黄荣清, 亓昕. 中国的初婚初育模型研究[J]. 中国人口科学, 1990(4):6-13.
- [47]李勇胜. 人口预测中的模型选择与参数认定[J]. 财经科学, 2004(2):68-72.
- [48]陈辉, 刘筱嫔. 妇女生育模式概率模型探讨[J]. 中国卫生统计, 2003 (4):208-211.
- [49]卢仿先, 尹莎. Lee-Carter 方法在预测中国人口死亡率中的应用[J]. 保险职业学院学报, 2005(6):9-11.
- [50]石人炳. 生育控制政策对人口出生性别比的影响研究[J]. 中国人口科学, 2009, (05):86-94+112.
- [51]杨舸. “全面二孩”后的人口预期与政策展望[J]. 北京工业大学学报(社会科学版), 2016(4):25-33.

附录

附录 A

表 A1 Lee-Carter 死亡率模型的模型参数

年龄 (岁)	男性 α	男性 β	女性 α	女性 β	年份 (年)	男性 k	女性 k
0	-4.7211	0.03736	-4.59517	0.03836	2000	24.924914	34.12562
1	-6.62081	0.01218	-6.88024	0.01183	2001	19.816648	16.33622
2	-7.23236	0.02849	-7.14186	0.02280	2002	17.879614	18.46528
3	-7.33434	0.03270	-7.41699	0.01487	2003	13.608907	25.25087
4	-7.34014	0.02577	-7.90195	0.00250	2004	7.834472	16.11661
5	-7.84545	0.03471	-8.081	0.01741	2005	13.008465	9.968246
6	-7.63379	0.01002	-8.15655	0.00654	2006	-4.172622	-1.85828
7	-7.90814	0.02253	-8.27824	0.01894	2007	-7.657173	-5.69785
8	-7.71142	0.02205	-8.19978	-0.00219	2008	4.243094	-6.40999
9	-7.6262	-0.00799	-8.58045	-0.00835	2009	-16.089432	-14.6482
10	-7.72996	0.00441	-8.189	0.01625	2010	-9.341772	-13.3328
11	-8.26047	0.02326	-8.03623	0.00083	2011	-14.185620	-18.8986
12	-8.07992	0.00974	-8.3364	0.00284	2012	-14.780122	-15.7775
13	-7.72619	0.00409	-8.24817	0.02257	2013	-18.155570	-21.9764
14	-7.58332	0.00887	-8.12196	0.00094	2014	-16.933802	-21.6634
15	-7.63207	0.00467	-8.16044	0.00991	2015	5.130572	1.236143
16	-7.56203	0.02142	-8.14458	0.00760	2016	4.675358	0.994676
17	-7.39136	0.02926	-8.39089	-0.00218	2017	4.260534	0.800376
18	-7.35424	0.01752	-7.75377	0.01645	2018	3.882515	0.644031
19	-7.26337	0.00528	-7.7488	0.01535	2019	3.538037	0.518226
20	-7.14025	0.02868	-7.99958	0.00439	2020	3.224122	0.416996
21	-6.82544	0.01398	-7.88285	0.02861	2021	2.938060	0.33554
22	-7.02746	0.01776	-7.84691	0.01505	2022	2.677378	0.269996
23	-7.17368	0.02926	-7.48097	0.02284	2023	2.439826	0.217255
24	-7.11777	0.02784	-7.93118	0.01359	2024	2.223351	0.174817
25	-7.10481	0.02110	-7.68487	0.02837	2025	2.026083	0.140668
26	-6.96661	0.00824	-7.58301	0.01058	2026	1.846317	0.11319
27	-7.02779	0.01575	-7.71855	0.03387	2027	1.682501	0.091079
28	-6.93536	0.01717	-7.66976	0.02457	2028	1.533220	0.073288
29	-6.68023	0.00840	-7.54232	0.02578	2029	1.397184	0.058972
30	-6.70829	0.01923	-7.36123	0.02145	2030	1.273218	0.047452
31	-6.61622	0.00990	-7.44852	0.02363	2031	1.160251	0.038183
32	-6.57297	0.01318	-7.44086	0.02052	2032	1.057307	0.030724
33	-6.62497	0.01379	-7.20595	0.01727	2033	0.963497	0.024723

续表 A1 Lee-Carter 死亡率模型的模型参数

年龄 (岁)	男性 α	男性 β	女性 α	女性 β	年份 (年)	男性 k	女性 k
34	-6.49695	0.00714	-7.30851	0.01054	2034	0.878010	0.019893
35	-6.33108	0.00490	-7.27488	0.02723	2035	0.800108	0.016007
36	-6.4482	0.01670	-7.23256	0.01718	2036	0.729118	0.012881
37	-6.39325	0.00402	-7.11627	0.01353	2037	0.664426	0.010364
38	-6.2457	0.00795	-7.13289	0.02312	2038	0.605475	0.00834
39	-6.13787	0.00574	-6.78499	0.01010	2039	0.551753	0.006711
40	-6.06429	0.00211	-6.84054	0.01216	2040	0.502799	0.0054
41	-6.01863	0.01342	-6.77761	0.01519	2041	0.458188	0.004345
42	-5.93857	0.00093	-6.69636	0.00065	2042	0.417535	0.003496
43	-5.89721	0.00850	-6.66055	0.00655	2043	0.380489	0.002813
44	-5.85062	0.00990	-6.45907	0.01294	2044	0.346729	0.002264
45	-5.78692	0.00282	-6.51411	0.01477	2045	0.315966	0.001822
46	-5.66929	0.00326	-6.29496	0.00424	2046	0.287931	0.001466
47	-5.65519	0.00783	-6.21964	0.00381	2047	0.262384	0.001179
48	-5.51909	0.00589	-6.26304	0.01682	2048	0.239104	0.000949
49	-5.43772	0.00819	-6.06722	0.01463	2049	0.217890	0.000764
50	-5.27165	0.00291	-5.96436	0.00668	2050	0.198557	0.000614
51	-5.28515	0.00804	-5.8415	0.00490			
52	-5.11956	0.00651	-5.78135	0.00900			
53	-5.14306	0.00128	-5.75221	0.01245			
54	-5.006	0.00307	-5.54562	0.00177			
55	-4.91444	0.01080	-5.53584	0.00816			
56	-4.8248	0.00437	-5.42573	0.00514			
57	-4.85764	0.00460	-5.35361	0.00647			
58	-4.61479	0.00760	-5.19474	0.00904			
59	-4.52166	0.00767	-5.12075	0.00648			
60	-4.43654	0.00660	-4.97562	0.01068			
61	-4.3859	0.00717	-4.99761	0.01116			
62	-4.25829	0.01133	-4.77167	0.00836			
63	-4.16551	0.00847	-4.61436	0.00571			
64	-4.08452	0.01109	-4.55585	0.00924			
65	-3.94497	0.00720	-4.44708	0.01042			
66	-3.87612	0.00518	-4.35202	0.00733			
67	-3.79637	0.00614	-4.25696	0.01086			
68	-3.66407	0.00785	-4.10499	0.00750			
69	-3.5636	0.00832	-3.94809	0.00709			
70	-3.44489	0.01016	-3.85814	0.00950			
71	-3.33786	0.01060	-3.76259	0.00761			
72	-3.23307	0.00989	-3.6626	0.00848			
73	-3.14671	0.00844	-3.58518	0.00928			
74	-3.07414	0.00645	-3.49378	0.00929			

续表 A1 Lee-Carter 死亡率模型的模型参数

年龄 (岁)	男性 α	男性 β	女性 α	女性 β	年份 (年)	男性 k	女性 k
75	-2.94294	0.00683	-3.34453	0.00780			
76	-2.88133	0.00590	-3.29463	0.00570			
77	-2.74821	0.00647	-3.06858	0.00563			
78	-2.68473	0.00848	-3.01803	0.00649			
79	-2.56361	0.00751	-2.91285	0.00527			
80	-2.50192	0.00762	-2.75001	0.00786			
81	-2.3385	0.01143	-2.70832	0.00589			
82	-2.33587	0.00536	-2.64742	0.00559			
83	-2.23445	0.00467	-2.49545	0.00516			
84	-2.13647	0.00987	-2.43054	0.00834			
85	-2.09336	0.00900	-2.33955	0.00287			
86	-1.93477	0.00541	-2.25274	0.00637			
87	-1.91048	0.00758	-2.19101	0.00307			
88	-1.82146	0.00920	-2.03673	0.00206			
89	-1.7221	0.01059	-1.91313	0.00438			
90 及以上	-1.51275	0.00236	-1.65976	0.00764			

附录 B

k_t 序列的 ARIMA(p,d,q)模型的识别及估计

女性和男性 k_t 序列 ADF 检验结果如图 B1 和图 B2 所示：

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.195437	0.0485
Test critical values: 1% level	-4.200056	
5% level	-3.175352	
10% level	-2.728985	

图 B1 女性 k_t 序列平稳性检验

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.782037	0.0103
Test critical values: 1% level	-4.800080	
5% level	-3.791172	
10% level	-3.342253	

图 B2 男性 k_t 序列平稳性检验

检验结果显示，女性和男性 k_t 序列的 t 统计量均小于在 1%、5%、10%显著性水平下的临界值，拒绝原假设，女性和男性 k_t 序列不存在单位根，是平稳的。根据女性和男性序列 k_t 的相关图图 B3 和图 B4 识别 k_t 序列的阶数。

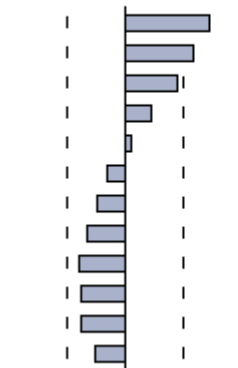
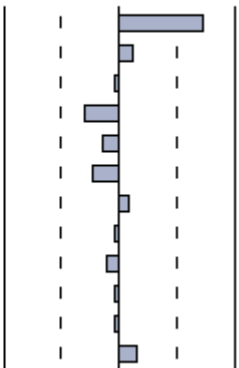
Autocorrelation		Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	0.747	0.747	10.167	0.001	
		2	0.611	0.119	17.487	0.000	
		3	0.472	-0.044	22.222	0.000	
		4	0.236	-0.311	23.508	0.000	
		5	0.054	-0.147	23.581	0.000	
		6	-0.157	-0.233	24.282	0.000	
		7	-0.251	0.083	26.290	0.000	
		8	-0.337	-0.037	30.417	0.000	
		9	-0.424	-0.112	38.067	0.000	
		10	-0.408	-0.027	46.575	0.000	
		11	-0.387	-0.029	56.113	0.000	
		12	-0.270	0.161	62.332	0.000	

图 B3 女性 k_t 序列相关图

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 0.696	0.696	8.8249	0.003
		2 0.570	0.167	15.208	0.000
		3 0.431	-0.031	19.163	0.000
		4 0.196	-0.279	20.057	0.000
		5 0.088	-0.019	20.253	0.001
		6 -0.164	-0.332	21.011	0.002
		7 -0.192	0.163	22.187	0.002
		8 -0.265	-0.091	24.743	0.002
		9 -0.435	-0.276	32.788	0.000
		10 -0.359	0.092	39.361	0.000
		11 -0.372	0.002	48.206	0.000
		12 -0.320	-0.052	56.888	0.000

图 B4 男性 k_t 序列相关图

女性 k_t 序列的自相关系数 (AC) 在二阶处截尾和偏自相关系数 (PAC) 在一阶处截尾, 取模型的阶数 $p=1$, $q=2$, 建立 ARMA (1, 2)。男性 k_t 序列的自相关系数 (AC) 在一阶处截尾和偏自相关系数 (PAC) 在二阶处截尾, 取模型的阶数 $p=2$, $q=1$, 建立 ARMA (2, 1)。利用 EViews 软件对女性 k_t 序列 ARMA (1, 2) 和对男性 k_t 序列 ARMA (2, 1) 进行估计, 估计结果如图 B5 和图 B7。

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	0.804660	0.163899	4.909476	0.0005
MA(1)	0.493332	0.306808	1.607952	0.1361
MA(2)	-0.399574	0.296264	-1.348709	0.2045
R-squared	0.810988	Mean dependent var	-2.437544	
Adjusted R-squared	0.776622	S.D. dependent var	16.52285	
S.E. of regression	7.809179	Akaike info criterion	7.135886	
Sum squared resid	670.8161	Schwarz criterion	7.272827	
Log likelihood	-46.95120	Hannan-Quinn criter.	7.123210	
Durbin-Watson stat	2.400885			
Inverted AR Roots	.80			
Inverted MA Roots	.43	-.93		

图 B5 女性 k_t 序列 ARMA (1, 2) 模型参数估计

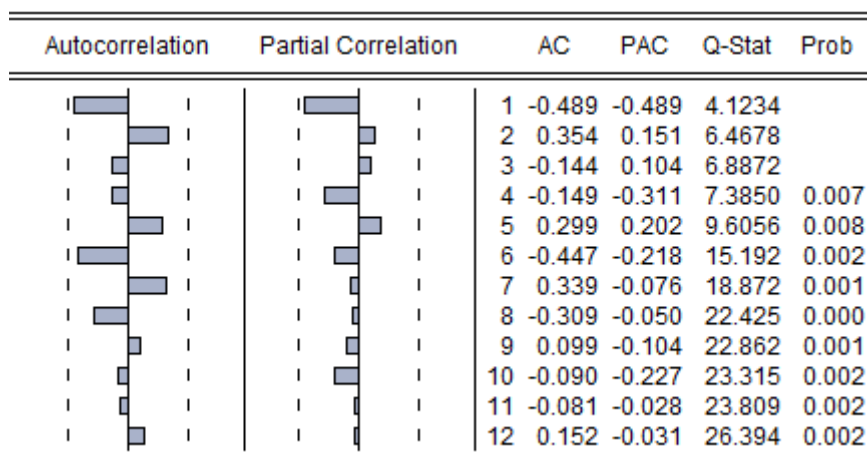


图 B6 女性 k_t 序列的 ARMA (1, 2) 模型残差相关图

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	0.911274	0.104500	8.720290	0.0000
MA(1)	-0.821012	0.283353	-2.897485	0.0145
MA(2)	0.959245	0.098940	9.695251	0.0000
R-squared	0.848596	Mean dependent var	-1.780351	
Adjusted R-squared	0.821068	S.D. dependent var	14.03308	
S.E. of regression	5.936045	Akaike info criterion	6.587373	
Sum squared resid	387.6029	Schwarz criterion	6.724313	
Log likelihood	-43.11161	Hannan-Quinn criter.	6.574696	
Durbin-Watson stat	1.940164			

图 B7 男性 k_t 序列 ARMA (2, 1) 模型参数估计

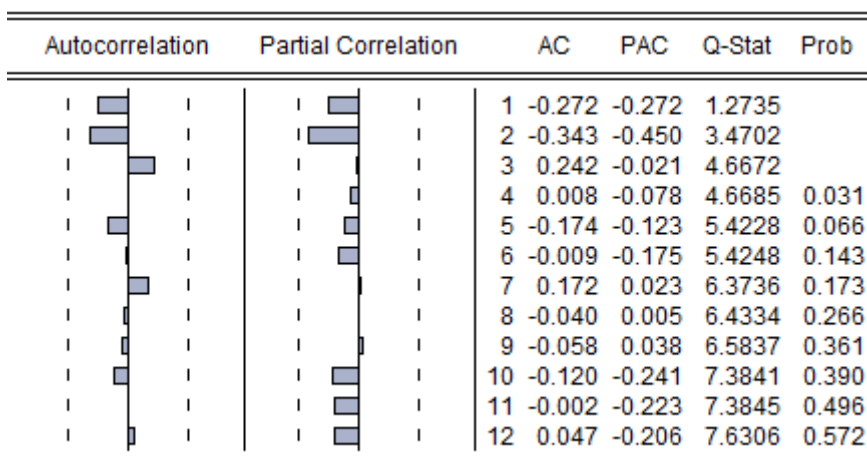


图 B8 男性 k_t 序列的 ARMA (2, 1) 模型残差相关图

对参数 t 检验显著性水平要求不像回归方程中那样严格，更多的是考虑模型

整体的拟合效果。观察图 B5 和图 B7 参数估计结果发现，模型整体拟合效果 R^2 在 80%以上，拟合效果较好。从模型残差相关图图 B6 和图 B8 得知残差不存在序列相关，这个回归方程不是伪回归，可以根据回归方程对 k_t 序列做预测。

附录 C

表 C1 原来生育政策下中国人口预测

年份 (年)	总人口 (万人)	0-14 岁人口 占比 (%)	15-64 岁人口 占比 (%)	65 岁及以上人口 占比 (%)
2015	137237	16.38	73.12	10.50
2016	137477	16.29	72.88	10.82
2017	137808	16.22	72.40	11.38
2018	138072	16.17	71.93	11.89
2019	138256	15.98	71.50	12.52
2020	138355	15.81	71.08	13.11
2021	138376	15.55	70.85	13.60
2022	138305	15.27	70.55	14.17
2023	138161	14.90	70.48	14.62
2024	137933	14.50	70.70	14.80
2025	137620	14.00	70.94	15.06
2026	137247	13.60	71.30	15.10
2027	136806	13.14	71.11	15.75
2028	136309	12.82	70.39	16.79
2029	135756	12.45	70.02	17.52
2030	135155	12.14	69.52	18.34
2031	134523	11.83	69.04	19.13
2032	133838	11.54	68.72	19.73
2033	133111	11.28	68.06	20.65
2034	132348	11.06	67.52	21.42
2035	131543	10.87	66.78	22.35
2036	130690	10.72	66.19	23.09
2037	129793	10.60	65.60	23.80
2038	128841	10.52	65.05	24.43
2039	127843	10.46	64.57	24.97
2040	126795	10.43	64.19	25.38
2041	125683	10.42	63.84	25.74
2042	124528	10.43	63.67	25.90
2043	123329	10.45	63.42	26.13
2044	122063	10.46	63.18	26.35
2045	120765	10.48	62.97	26.55
2046	119409	10.49	62.76	26.75
2047	118025	10.49	62.34	27.17
2048	116621	10.46	62.15	27.39
2049	115168	10.43	61.98	27.59
2050	113707	10.38	61.73	27.89

表 C2 新生育政策下中国人口预测

年份 (年)	总人口 (万人)	0-14 岁人口 占比 (%)	15-64 岁人口 占比 (%)	65 岁及以上人 口占比 (%)
2015	137506	16.54	72.98	10.48
2016	138558	16.95	72.32	10.74
2017	139679	17.34	71.43	11.23
2018	140711	17.74	70.58	11.67
2019	141638	17.98	69.79	12.22
2020	142451	18.23	69.04	12.73
2021	143157	18.37	68.48	13.15
2022	143743	18.48	67.88	13.64
2023	144227	18.48	67.52	14.00
2024	144602	18.44	67.44	14.12
2025	144868	18.30	67.39	14.31
2026	145054	18.25	67.46	14.29
2027	145156	18.14	67.02	14.84
2028	145190	18.16	66.08	15.76
2029	145158	18.12	65.49	16.39
2030	145072	17.96	64.95	17.09
2031	144953	17.44	64.81	17.75
2032	144780	16.95	64.81	18.24
2033	144566	16.51	64.48	19.01
2034	144316	16.11	64.24	19.64
2035	144026	15.77	63.81	20.41
2036	143696	15.50	63.50	21.00
2037	143342	15.29	63.17	21.55
2038	142964	15.14	62.84	22.02
2039	142585	15.08	62.54	22.38
2040	142208	15.08	62.29	22.63
2041	141823	15.15	62.04	22.81
2042	141446	15.28	61.91	22.80
2043	141074	15.46	61.70	22.84
2044	140672	15.68	61.46	22.87
2045	140268	15.91	61.23	22.86
2046	139824	16.16	61.00	22.84
2047	139364	16.40	60.58	23.01
2048	138886	16.64	60.37	23.00
2049	138356	16.86	60.17	22.97
2050	137808	17.07	59.92	23.01

致 谢

转眼之间在辽宁大学的三年研究生生活即将结束，回想这三年来的生活，心中充满感激。

在这里，首先衷心感谢我的导师王青教授。在论文的写作过程中，从一开始的选题、框架设计、数据分析，最后到论文的撰写，每一步都给予了悉心的指导和帮助。感谢王老师在我三年的研究生学习和生活中给予了极大的帮助，她以渊博的学科知识、严谨的治学态度和对科学研究的执着，深深影响着我，是我在以后工作和生活中不断进取、刻苦追求的榜样。也要感谢曾给我们授课的郭万山老师、韩云虹老师、付云鹏老师、付连艳老师，感谢你们的无私奉献。

其次感谢我的父母，感谢他们在背后默默的支持和鼓励；感谢求学过程中给予我帮助和支持的同学和朋友，感谢你们无微不至的关爱和照顾。

最后，感谢在百忙中评阅论文和参加答辩的专家、教授。

安亚革
二零一七年四月

攻读学位期间发表论文以及参加科研情况

一、 发表论文、出版专著

1. 《沈阳市小微企业生存现状研究》，现代经济信息，16 年 1 期，第一作者。
2. 《装备制造业技术创新效率评估—以辽宁为例》，科技与经济，16 年 3 期，第二作者。

二、科研项目

1. 沈阳市社会科学界联合会，SYSK2015085, “沈阳市小微企业生存现状研究”，已结题。
2. 辽宁省社科联项目，2016lslktzijjx-15 “辽宁装备制造业技术创新效率评估与创新驱动路径研究”，已结题。
3. 国家统计局 2012 投入产出研究课题，I012-ZC04 “消费结构变化对经济发展的影响研究”，已结题。



辽宁大学
LIAONING UNIVERSITY

硕士学位论文

THESIS FOR MASTER DEGREE