

基于灰色理论的上海市人口出生率的预测及研究

苏琦*, 杨雪芬芳

上海工程技术大学管理学院, 上海

收稿日期: 2023年3月31日; 录用日期: 2023年6月9日; 发布日期: 2023年6月16日

摘要

随着社会发展和经济增长, 我国人口老龄化、少子化、性别失调的问题愈发加重, 针对这些问题我国陆续出台了全面二孩、三孩政策, 但二孩政策出台后并没有达到预期的效果, 因此本文选取上海市2012年~2021年的出生人口数量作为数据基础, 通过灰色预测模型对上海市未来十年(2022年~2031年)的出生人口数量进行预测, 预测结果显示三孩政策出台后, 上海市出生人口数量仍呈下降趋势, 于是假定生育态度决定出生人口数量, 通过问卷调查和相关分析对政策因素和经济状况做出分析可得, 政策因素对于生育率的影响并不显著, 经济状况则相比其他因素更能对出生率产生显著影响, 针对这些问题文章中再次提出了提供生育津贴、住房补贴、育儿政策等相关建议措施, 以缓解生育率下降等问题。

关键词

灰色预测, 出生率, 生育政策

Prediction and Research of Population Birth Rate in Shanghai Based on Gray Theory

Qi Su*, Xuefenfang Yang

School of Management, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai

Received: Mar. 31st, 2023; accepted: Jun. 9th, 2023; published: Jun. 16th, 2023

Abstract

With the development of society and economic growth, China's population aging, low birth rate,

*通讯作者。

文章引用: 苏琦, 杨雪芬芳. 基于灰色理论的上海市人口出生率的预测及研究[J]. 运筹与模糊学, 2023, 13(3): 1760-1768. DOI: 10.12677/orf.2023.133176

gender imbalance problems are becoming more and more aggravated; in response to these problems, China has successively introduced a comprehensive two-child, three-child policy, but the two-child policy after the introduction of the effect is not as large as expected, so this paper selects the number of births in Shanghai from 2012 to 2021 as the data basis, through the gray prediction model to predict the number of births in Shanghai in the next ten years (2022~2031). The prediction results show that after the introduction of the three-child policy, the number of births in Shanghai is still in a downward trend, so assuming that fertility attitudes determine the number of births, and it is possible to analyze policy factors and economic conditions through questionnaires and related analysis, the impact of policy factors on fertility is not significant, and economic conditions can have a significant impact on the birth rate compared to other factors, which again put forward the provision of birth allowances, housing subsidies, childcare policies and other related recommended measures in these questions to alleviate the decline in fertility and other problems.

Keywords

Grey Prediction, Birth Rate, Birth Policy

Copyright © 2023 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

随着经济的快速发展,我国的人口矛盾已经发生转变,“人口红利”所带来的经济效应和发展也逐步消失,人口老龄化、出生比例失调等问题相继产生[1],针对这些问题,在专家和相关人士的研究和呼吁下,2013年11月15日,十八届三中全会通过《中共中央关于全面深化改革若干重大问题的决定》,正式宣布了单独二胎政策。2015年10月29日,党的十八届五中全会决定通过普遍二孩政策,全面实施一对夫妇可生育两个孩子的政策[2]。全面二孩政策出台之后,并没有迎来预期中的生育高峰,生育率仍然呈现下降的趋势。但是老龄化、超高龄化、少子化问题并没有缓解,其中根据《上海市统计年鉴》数据,上海市早已步入老龄化社会,上海市老龄化率在国内主要城市(北上广深)中老龄化程度是最高的,与国际上大城市相比,也处于较高水平(见表1)[3]。

Table 1. The aging degree of Shanghai and major cities at home and abroad

表 1. 上海与国内外主要城市老龄化程度

城市(2017年)	上海	北京	广州	深圳	中国香港	东京	纽约	伦敦
老龄化率(%)	14.3	10.9	7.9	3.4	15.9	22.2	12.1	11.1

数据来源:上海市统计局。

上海市作为我国重要的经济中心,老龄化和少子化问题如果不能正确得到解决,那么必然会阻碍上海市的经济发展和城市建设,针对该问题,2021年5月31日,中共中央政治局召开会议,审议《关于优化生育政策促进人口长期均衡发展的决定》并指出,为进一步优化生育政策,实施一对夫妻可以生育三个子女政策及配套支持措施。三孩政策全面实施,是否会对少子化问题产生积极影响,是否会促进生育率的增长,为此,本文通过灰色理论预测上海市未来十年的生育率,从而得出,未来上海市生育率的

发展趋势以及对影响生育率的相关因素做出相应的分析。

2. 上海市人口出生率的现状

根据《上海统计年鉴》的数据可得,从2010年到2020年上海市人口出生率总体呈下降趋势,自2015年全面二孩政策开放起,2015年到2017年,人口生育率有一个短暂的回升后又开始呈下降趋势,到2021年,上海市人口出生率仅4.66%,人口自然增长率为-4.36%,人口自然增长率严重过低。自三孩政策实施以后,上海市的生育率暂未发现有任何回升或者下降的趋势(详见表2)。

Table 2. The birth rate, death rate and natural growth rate of the household registration population in Shanghai in the main years

表 2. 上海市主要年份户籍人口出生率、死亡率、自然增长率

年份	出生		死亡		自然增长	
	人数	出生率	人数	死亡率	人数	自然增长率
	(万人)	(‰)	(万人)	(‰)	(万人)	(‰)
2010	10.02	7.13	10.87	7.73	-0.84	-0.60
2011	10.15	7.17	11.11	7.85	-0.96	-0.68
2012	12.11	8.51	11.74	8.25	0.37	0.26
2013	10.89	7.62	11.67	8.16	-0.78	-0.54
2014	12.41	8.64	11.95	8.32	0.46	0.32
2015	10.59	7.35	12.42	8.62	-1.83	-1.27
2016	13.07	9.04	12.35	8.54	0.72	0.50
2017	11.77	8.10	12.64	8.70	-0.87	-0.60
2018	9.84	6.70	12.57	8.60	-2.73	-1.90
2019	9.14	6.24	12.52	8.54	-3.38	-2.31
2020	7.88	5.35	13.06	8.87	-5.18	-3.52
2021	6.91	4.66	13.39	9.02	-6.48	-4.36

数据来源:《2022年上海统计年鉴》。

3. 模型构建

(一) 数据收集

本文选取2010~2021年的上海市人口出生人数数据,具体数据如表2所示。

(二) 模型可行性分析

2010~2021年上海市人口出生人数原始数据数列 $X^{(0)} = (10.02, 10.15, 12.11, 10.89, 12.41, 10.59, 13.07, 11.77, 9.84, 9.14, 7.88, 6.91)$, 首先对原始数列进行级比检验,分析建模的可行性,级比公式为:

$\sigma(k) = \frac{x^{(0)}_k - 1}{x^{(0)}_k}$ 。根据共识所得,检验结果 $\sigma(k)$ 未在 $\left(e^{-\frac{2}{n+1}}, e^{\frac{2}{n+1}} \right)$, 因此,不可以用 $X^{(0)}$ 做满意的 GM(1,1)

建模。所以我们对原始数据进行平移转换可出新的序列为 $X^{(1)}$, 可得平移转换后序列的所有级比值都位于区间(0.857, 1.166)内, 说明平移转换后序列 $X^{(1)}$ 适合构建灰色预测模型(具体见表 3)。

Table 3. Table of grade ratio test results
表 3. 级比检验结果表

索引项	原始值 $X^{(0)}$	级比值	平移转换后 序列值 $X^{(1)}$	平移转换后 级比值
1	10.02	-	24.02	-
2	10.15	0.987	24.15	0.995
3	12.11	0.838	26.11	0.925
4	10.89	1.112	24.89	1.049
5	12.41	0.878	26.41	0.942
6	10.59	1.172	24.59	1.074
7	13.07	0.81	27.07	0.908
8	11.77	1.11	25.77	1.05
9	9.84	1.196	23.84	1.081
10	9.14	1.077	23.14	1.03
11	7.88	1.16	21.88	1.058
12	6.91	1.14	20.91	1.046

(三) 灰色模型构建

根据灰色理论模型, 首先可以对 $X^{(1)}$ 通过累加生成新的数据数列 $X^{(2)} = (24.02, 48.17, 74.28, 99.17, 125.58, 150.17, 177.24, 203.01, 226.85, 249.99, 271.87, 292.78)$ 。接着对一阶累加序列做紧邻均值生成, 紧邻值序列为 $w(1) = (W^{(1)}(2), W^{(1)}(3), \dots, W^{(1)}(n))$, 其中 $W^{(1)}(k) = \frac{1}{2}(x^{(2)}k + x^{(2)}(k-1))$, $k = 1, 2, 3, \dots, k$ 。然后构造数据矩阵 A 及数据向量 Y , 求得参数向量 $a = [a, b]^k$, $a = (A^k A)^{-1} A^k Y$, 其中带入 A 和 Y ,

$$A = \begin{bmatrix} -w^{(1)}(2) & 1 \\ \vdots & \vdots \\ -w^{(1)}(n) & 1 \end{bmatrix}, Y = \begin{bmatrix} x^{(1)}(2) \\ \vdots \\ x^{(1)}(n) \end{bmatrix}, \text{求得 } a = 0.015, b = 26.885, \text{由此可以建立模型。然后通过后验差值 } c$$

来检测 GM(1,1)模型的精度, 求得 $c = 0.572$, $0.5 < 0.572 < 0.65$, 因此, 模型精度基本合格, 可用于预测。

(四) 模型拟合

通过构建的 GM(1,1)模型对 $X^{(0)}$ 进行数据处理, 得到 $\tilde{X}^{(0)}$, 即对 $X^{(0)}$ 的预测值或模拟值, 表示上海市出生人口的模拟数值, 具体可见表 4。预测值和实际之间的差值计算出残差, 然后计算值是机制和预测值之间的相对误差, 可得模型平均相对误差为 9.855%, 意味着模型拟合效果良好, 可用于预测上海市未来十年的出生人口, 结果可见表 5。

Table 4. Table of actual and analog values of the birth population in Shanghai from 2010 to 2021**表 4.** 2010~2021 年上海市出生人口实际值和模拟值表

年份	2010	2011	2012	2013	2014	2015
实际值	10.02	10.15	12.11	10.89	12.41	10.59
预测值	10.02	12.323	11.928	11.539	11.156	10.778
相对误差(%)	0	21.407	1.504	5.958	10.107	1.778
年份	2016	2017	2018	2019	2020	2021
实际值	13.07	11.77	9.84	9.14	7.88	6.91
预测值	10.407	10.04	9.68	9.324	8.975	8.63
相对误差(%)	20.378	14.695	1.629	2.019	13.89	24.89

Table 5. Simulated values of the birth population in Shanghai over the next decade**表 5.** 上海市未来十年的出生人口的模拟值

年份	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
预测值	8.290	7.956	7.627	7.302	6.983	6.668	6.358	6.052	5.751	5.455

从上数预测可知, 尽管我们为了缓解少子化, 人口老龄化等问题相继开展了二孩政策和三孩政策, 但预测得的出生人口数量仍然呈下降趋势, 因此, 二孩和三孩政策对于促进生育的效果十分有限, 并且在预测数据中, 2019 年~2021 年的出生人口的实际值也远远小于预测值, 因此需要考虑其他因素对于实际出生率的影响。

4. 上海市出生率影响因素分析

为了探讨出生率的影响因素, 根据已有文献和上海市的实际情况来看, 对于出生的影响因素主要锁定在生育意愿, 即假定生育意愿越高则生育率也会越高, 为此我们对上海市主要生育群体也就是 90 后的生育意愿进行了相关的问卷调查。本次问卷调查以线上发放为主, 共收集问卷 130 份, 剔除未答完的问卷, 其中有效问卷 127 份, 问卷有效率为 98%。本文主要选取问卷中的政策因素和收入情况两种因素进行分析。

(一) 政策因素

Table 6. A comprehensive two-child and three-child policy and a descriptive statistical table of the number of children born**表 6.** 全面二孩、三孩政策与生育子女个数的描述统计表

	频率	百分比
是的, 我想要 1 个孩子	19	15.0
是的, 我想要 2 个或者 3 个孩子	16	12.6
没有影响	92	72.4
总计	127	100.0

Table 7. Understanding the impact of the comprehensive two-child and three-child policies on fertility intentions
表 7. 了解全面二孩、三孩政策对生育意愿的影响

		对政策的了解程度			总计
		了解	一般	不了解	
生育意愿量表 获得分数	0	51.7%	47.7%	36.4%	45.7%
	1	24.1%	29.2%	36.4%	29.9%
	2	10.3%	12.3%	6.1%	10.2%
	3	3.4%	3.1%	6.1%	3.9%
	4	0.0%	1.5%	0.0%	0.8%
	5	3.4%	0.0%	6.1%	2.4%
	6	3.4%	0.0%	0.0%	0.8%
	7	3.4%	1.5%	3.0%	2.4%
	8	0.0%	4.6%	6.1%	3.9%
总计		29	65	33	127

Spreaman 等级相关系数 = 0.2099, $p = 0.267$; Gamma 等级相关系数 = 0.132, $p = 0.268$ 。

由表 6 可知, 在国家全面二孩、三孩政策出台之后, 受访者中仅有 27.6% 的人受到影响, 而有 72.4% 的受访者的生育意愿并没有受到影响, 从表 7 可知, p 值大于显著性水平, 认为了解全面二孩、三孩政策的程度对生育意愿的影响不显著, 政策并没有实际增加受访者的生育意愿, 笔者认为政策仅仅是告知了群众个人可以生育孩子的数量, 其本质并不能起到刺激青年群体提高生育意愿的作用, 因此得出目前的国家生育政策及相关配套措施并不足以鼓励上海市 90 后青年群体提高生育意愿的结论。

(二) 收入情况

我们统计了受访者认为可能会影响自己生育孩子与否的因素, 由表 8 可知, 在调查中有 80.3% 的受访者认为家庭经济收入水平对自己的生育意愿产生了影响, 经济状况是对于生育的主要影响因素。针对此, 我们又进一步对于不想生育孩子或者二孩三孩的原因进行调查, 由表 9 可知, 有 70.9% 受访者表示自己不愿意生育二孩的原因正是经济压力大, 为此, 我们对于个人收入和生育意愿进行了相关检验分析, 由表 10 可得个人收入对生育的意愿存在影响, 并且收入越高, 生育的意愿就越强烈, 这就进一步验证了家庭收入对于生育意愿存在影响的假设。由此笔者认为家庭的收入状况是影响生育意愿的重要因素, 人们更倾向于收入更高的时候生育孩子, 以便给予更好的教育和其他支持。

(三) 其他因素

鉴于对生育态度的影响, 我们还对于性别对生育意愿的影响, 受教育程度对生育意愿的影响, 以及工作对生育意愿的影响分别进行了调查, 在对于性别对于生育意愿的调查中, 男性的生育意愿高于女性生育意愿, 考虑到男性生育子女相比较女性无论是身体还是职场等方面受到的压力都会小一点且男性的传宗接代的观念会更强; 在对受教育程度对于生育意愿的调查中, 受教育程度越高生育意愿越低, 二者呈负相关的关系; 在对工作对于生育意愿的影响调查, 部分女性更希望可以在职场上获得更平等的权利以及由于工作压力大或者产假较少等因素而生育意愿不高, 在对文献的阅读和实际生活中, 可以知道部分岗位或工作性质对女性要求更高, 工作节奏快, 也存在职场对于女性的歧视和不公平待遇, 女性为了

工作选择不生育。对于以上三方面的影响因素, 调查中仅仅是做了简单的描述统计和相关分析, 并没有深入调查产生该方面现象的原因, 因此笔者在本文重点对于家庭经济状况和政策因素进行分析。

Table 8. Factors that influence the intention to have children or the intention to have two children and three children

表 8. 对生育意愿或二孩三孩生育意愿产生影响的因素

	响应		个案百分比
	个案数	百分比	
家庭经济收入水平	102	32.5%	80.3%
父母长辈的期望	20	6.4%	15.7%
父母是否能帮忙照顾孩子	34	10.8%	26.8%
朋辈生育压力	8	2.5%	6.3%
抵御失独风险	9	2.9%	7.1%
养育孩子所花费的时间精力	54	17.2%	42.5%
身体健康状况	37	11.8%	29.1%
国家生育政策和生育保障措施	16	5.1%	12.6%
养儿防老、多子多福的观念	4	1.3%	3.1%
职业发展前景	20	6.4%	15.7%
已生育的孩子的意愿	10	3.2%	7.9%
总计	314	100.0%	247.2%

Table 9. Reasons for not wanting to have children or two children and three children

表 9. 不想生育孩子或者二孩三孩的原因

	响应		个案百分比
	个案数	百分比	
经济压力大	90	33.7%	70.9%
家庭其他成员不想要孩子或者二孩三孩	16	6.0%	12.6%
工作影响, 如产假时间短, 单位不允许等	53	19.9%	41.7%
社会配套资源不足, 如幼儿园招生少, 医疗等配套设施不够健全	38	14.2%	29.9%
未来主要靠自己养老等原因, 有一个孩子就足够	18	6.7%	14.2%
自身原因, 如身体素质差, 生产痛苦, 年纪过大等	42	15.7%	33.1%
社会各界, 身边人的影响	10	3.7%	7.9%
总计	267	100.0%	210.2%

Table 10. The effect of personal income on fertility intention
表 10. 个人收入对生育意愿的影响

	个人收入(月平均收入)				
	5000 及以下	6000~10,000	11,000~15,000	16,000~20,000	21,000~50,000
0	50.0%	38.5%	37.5%	0.0%	0.0%
1	28.9%	30.8%	12.5%	100.0%	100.0%
2	10.0%	7.7%	25.0%	0.0%	0.0%
3	2.2%	11.5%	0.0%	0.0%	0.0%
生育意愿量表 获得分数	4	0.0%	3.8%	0.0%	0.0%
	5	1.1%	0.0%	25.0%	0.0%
	6	0.0%	3.8%	0.0%	0.0%
	7	3.3%	0.0%	0.0%	0.0%
	8	4.4%	3.8%	0.0%	0.0%
总计	90	26	8	2	1

Spreaman 等级相关系数 = 0.208, $p = 0.050$; Gamma 等级相关系数 = 0.228, $p = 0.042$ 。

5. 结论与建议

本文通过灰色预测模型对上海市 2012 年~2021 年的出生人口数量进行拟合分析并且对于上海市未来十年的出生人口数量进行预测, 发现上海市的出生人口数量呈下降趋势, 在二孩生育政策出台后, 出生人数也仅仅是短暂回升后又呈现下降趋势, 但三孩生育政策出台后, 根据预测数据显示生育率并没有显著回升, 因此提出假设生育政策对于生育率的影响并不显著, 这一假设也在调查问卷结果中得到了验证, 并且从问卷中得出, 相比较生育政策及其他因素, 家庭的经济情况对于生育率的影响更为显著。基于此, 针对上海市的出生率下降的情况笔者提出以下几点建议: 第一, 为夫妻双方提供多样化的生育津贴, 并根据经济水平和生育数量对生育津贴进行动态调整。目前的生育津贴与实际物件水平并不匹配, 不足以对于生育意愿起到激励作用, 因此上海市需要建立与物价和工资水平相匹配的生育津贴制度, 并且对于生育二孩三孩的家庭也应该调整津贴的数额, 以起到鼓励激励的作用, 生育二孩、三孩的家庭的津贴基数可以适当增加, 应通过相应的生育福利政策来激发生育意愿; 第二, 对于在上海本地租房或有买房计划的育龄家庭, 可提供相应购房租房补贴, 根据相关文献可知, 高房价也是出生意愿下降出生率减少的因素, 因此政府应该相应的增加住房供应, 降低房价, 确保育龄家庭有足够的住房保障; 第三, 部分受访者也在调查过程中表示除了经济状况外, 育儿也是一大难题, 孩子上学难上学贵的问题仍然存在, 因此, 可以通过建设生育友好的社区、社会, 设立普惠性托育服务机构, 完善托幼服务体系, 解决孩子入园难、上学难等问题。兴办惠民性的托育机构, 促进教育资源的公平分配, 解决育儿问题, 减少生育孩子后的后顾之忧, 同时对于二孩三孩家庭, 可以通过减免学费等政策, 适当减少家庭的育儿压力, 促进生育率的提升。

本文通过灰色理论模型对上海市出生人口进行拟合预测, 实际数据与预测数据有明显的差异, 通过调查问卷对该差异进行简单分析, 但是仅对于政策和家庭经济状况做出了相关检验, 对于其他的影响因

素的调查和分析不够全面, 文中只做简单描述, 后续对于该研究可以更深入的探析预测出生人口数量与实际出生人口数量之间产生差异的原因, 诸如父母帮带等方面, 以及影响出生率的其他相关因素, 另外由于缺少 2022 年实际出生人口的数据, 文中未能对此进行对比分析, 在后续数据齐全之后可以再对于三孩政策的实际影响进行研究。

参考文献

- [1] 韩雷, 田龙鹏. “全面二孩”的生育意愿与生育行为——基 2014 年湘潭市调研数据的分析[J]. 湘潭大学学报(哲学社会科学版), 2016, 40(1): 51-56.
- [2] 庄亚儿, 姜玉, 王志理, 李成福, 齐嘉楠, 王晖, 刘鸿雁, 李伯华, 覃民. 当前我国城乡居民的生育意愿——基于 2013 年全国生育意愿调查[J]. 人口研究, 2014, 38(3): 3-13.
- [3] 上海市统计局. 上海人口老龄化现状和预判[EB/OL]. <https://tjj.sh.gov.cn/tjfx/20181123/0014-1002033.html>, 2018-11-23.