

# 基于 logistic map 的未来几年成都市人口数量预测

银 航

(成都师范学院 数学学院, 成都 611130)

**摘要:** 针对近几年成都市人口的迅速增长, 运用线性回归分析和数据拟合等构建了 logistic map 模型, 确定了较准确的变化参数  $r$ , 以预测未来几年成都市的人口数量。综合运用 MATLAB 和 Excel 等软件求解, 研究认为变化参数  $r$  与其所在的年限呈正相关, 可以结合近 10 年来成都市的人口数量推测出未来几年成都市的人口数量。

**关键词:** logistic map; 成都市; 人口数量预测

中图分类号: O242.1      文献标志码: A      文章编号: 1674-8646(2020)24-0148-02

## Quantitative Forecast of Chengdu Population in Future Several Years Based on Logistic Map

Yin Hang

(School of Mathematics, Chengdu Normal University, Chengdu 611130, China)

**Abstract:** In view of the rapid growth of population in recent years, and through using linear regression analysis and data fitting, the logistic map model is constructed to determine the more accurate change parameter  $r$  and predict the population of Chengdu in the next few years. By using MATLAB, Excel and other software to solve the problem, it is found that the change parameter  $r$  is positively related to the age of its location. Through combining with the population of Chengdu in the past decade, the population of Chengdu in the next few years will be introduced.

**Key words:** Logistic map; Chengdu City; Population forecast

## 0 引言

成都是国家重要的高新技术产业基地、商贸物流中心、西部地区重要的中心城市, 其每年人口都在按一定数量增加。人口数量对于一个城市的经济发展、文化繁荣起着重大作用。通过确定 logistic map 中  $r$  的数值, 可以预测往后几年成都市人口的数量。而国家的一些相关政策也会影响  $r$  的值, 使其发生较大变化。我国生育水平长期走低, 老龄化加速推进, 未来劳动力短缺, 出生性别比长期失衡, 这一系列人口问题已经成为困扰我国未来社会经济发展的潜在制约因素<sup>[1]</sup>, 但从单独二孩政策到全面二孩政策的出现又使得全国人口有了较大幅度的增长。

## 1 数据来源与模型假设

本研究数据来源于成都市历年人口统计公报, 为了便于研究提出以下几点假设: ①假设在预测人口模型中不考虑境内人员的迁入和迁出。②假设出生率、死亡率等不随人口流动而变化。③假设不考虑自然灾

害等非正常因素对人口变化的影响。④假设所收集的数据都在误差范围内, 不会影响模型的最后结果。⑤假设人们对国家单独二孩和全面二孩的政策比较支持。

## 2 数据分析

设  $x_n$  表示对应年份的人口数量,  $r$  为变化参数, 由 logistic map 可知  $x_{n+1} = rx_n(1 - x_n)$ 。将 2007 年记为 1, 即  $x_1$  表示 2007 年的户籍人口数量,  $r_2$  表示 2007 — 2008 年的变化参数, 代入成都市 2007 — 2018 年的常住人口和户籍人口数量<sup>[2]</sup> 就可得到分析结果。从结果可以看出, 2015 年之前的变化参数值波动较小, 而在 2016 年出现了较大波动。2015 年 10 月, 第十八届中央委员会第五次全体会议公报指出, 要坚持计划生育基本国策, 积极开展应对人口老龄化行动, 实施全面二孩政策<sup>[3]</sup>。在全面二孩政策下, 还是有较多人选择了要第二个孩子, 所以 2016 年成都市人口数量才有了一个较大幅度的提升。2016 年之后, 人口数量的增多使得  $r$  的值有所减少, 但相比 2016 年之前还是有所增加。

将 2007 — 2018 年分为三段, 分别是 2013 年之

收稿日期: 2020-05-11

前的独生子女阶段,2013—2015 年的单独二孩阶段以及 2015 年之后的全面二孩阶段。通过 MATLAB 数据拟合可以得出各阶段  $r$  对应的线性表达式。

2013 年之前:  $r_n = 0.001\ 467x + 1.135$  ( $n = 2, 3, 4, 5, 6, 7$ )。

2013—2015 年:  $r_n = 0.003\ 489n + 1.125$  ( $n = 7, 8, 9$ )。

2015 年之后:  $r_n = 0.016\ 09n + 1.011$  ( $n = 9, 10, 11, \dots$ )。

由 logistic map 可知,当  $r$  在 1 和 2 之间时,不论起始值数值为多少,  $x_n$  均会快速趋近  $\frac{r-1}{r}$ 。若一直实施独生子女政策,则可借助模型预测未来几年成都市的人口数量。预测结果显示,每年人口数量的增加量较稳定,儿童成长所需时间远慢于人口老龄化,不利于城市经济发展和文化繁荣,应适当实行一些生育政策。若一直实施单独二孩政策,则可借助模型预测未来几年成都市的人口数量,如表 1 所示。

表 1 单独二孩政策下成都市人口数量模型预测  
Tab. 1 Quantitative model forecast of Chengdu population under selective two-child policy

n	7	8	9	10	11	12
m	1.149 423	1.152 912	1.156 401	1.159 89	1.163 379	1.166 868
$x_n$ /亿人	0.129 998	0.132 631	0.135 248	0.137 849	0.140 435	0.143 005

预测结果显示,人口数据比较符合实际人口数量。因为全面二孩政策出台之后有较多的家庭选择只生一个孩子,或者先生一个孩子,经过较长时间再生第二个孩子。但一些家庭在成都的生活压力较大,无法拥有较多时间来管理第二个孩子。若一直实施全面二孩政策,则可借助模型预测未来几年成都市的人口数量,见表 2。

表 2 全面二孩政策下成都市人口数量模型预测  
Tab. 2 Quantitative model forecast of Chengdu population under the policy of two-child policy

n	9	10	11	12	13	14
m	1.155 81	1.171 9	1.187 99	1.204 08	1.220 17	1.236 26
$x_n$ /亿人	0.134 806	0.146 685	0.158 242	0.169 49	0.180 442	0.191 109

预测结果显示人口数据相对多于实际人口数量,人口的迅速增长只出现在 2015—2016 年,因为全面二孩政策的出现,有较多家庭选择了生第二个孩子,但之后几年人口数量的增长就不会那么迅猛。成都市人口数量的变化参数  $r$  随年份变化的一元线性回归模型如下<sup>[4]</sup>:  $r_n = b + cn + \varepsilon$  ( $n \geq 2$ ) 其中年份为自变量  $n$ 。

分析结果为  $r_n = 1.114\ 7 + 0.006\ 1n + \varepsilon$  ( $n \geq 2$ ),  $R^2 = 0.790\ 5$ ,  $F = 30.177\ 6$ , 拟合较好。在进行回归分

析时,没有使用 2016 年的数据。人们担心全面二孩政策不会实施太长时间,于是在政策出台之后就要了第二个孩子,所以 2016 年成都市人口数量有了一个较大幅度的提升。2016 年之后,每年增加的人口数量都比前几年的多,但都在正常范围内。人们在经过一番冷静之后,会结合自己的实际情况考虑要不要第二个孩子。有些年轻人选择加入丁克族或推迟生育,所以对成都市未来几年人口数量的预测也应考虑到前几年独生子女和单独二孩政策下的人口数量变化。在此情况下,成都市人口数量的变化参数  $r$  随年份变化的一元线性回归模型如下:  $r_n = 1.114\ 7 + 0.006\ 1n + \varepsilon$  ( $n \geq 2$ ),  $\varepsilon \in (-0.009\ 7, 0.031\ 9)$ 。

在确定变化参数  $r$  的值之后,带入公式  $x_{n+1} = rx_n(1 - x_n)$  就可得出未来几年成都市的人口数量。在不考虑  $\varepsilon$  的值时,带入数据可以得到成都市未来 5 年人口数量的预测值。对照成都市户籍人口数量统计数据可知,预测数据与实际数据之间存在一定的误差。此误差是不可避免的。考虑  $\varepsilon$  的值之后,可以得到成都市未来 5 年的人口数量预测区间,它由当年的人口数量上限和人口数量下限构成,有 79.05% 的自相关水平。根据 2014—2018 年成都市户籍人口数量统计数据所对应的人口预测区间就可得出成都市未来几年的人口数量大致范围,进而对成都市未来几年的经济发展、公共设施建设和住房投入等进行适当调整。

### 3 结语

就成都市人口数量的增长进行分析,利用了 MATLAB 进行数据拟合,根据变化参数  $r$  随年份  $n$  变化的一元线性回归进行分析,并对一元回归模型进行了检验和异常数据排除,最终代入 logistic map 模型,以完成对成都市未来几年人口数量的预测。但研究时忽略了一些次要因素和少数群体的影响,客观上存在一定误差。结合成都市近 10 年的人口数量,代入模型得出预测结果并进行检验和误差分析,认为建立的模型准确度较高<sup>[5]</sup>。

### 参考文献:

- [1] 翟振武,张现苓,靳永爱.立即全面放开二胎政策的人口学后果分析[J].人口研究,2014,38(02):3-17.
- [2] 彭阳.成都统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,2018.
- [3] 彭森.中国改革年鉴——深改五周年(2013-2017)专卷[M].北京:中国经济体制改革杂志社,2018.
- [4] 夏富富,刘太合.关宝山铁矿与砵子山铁矿小体重的一元线性回归模型的应用分析[J].科学技术创新,2019,(17):62-63.
- [5] 高梅,康宝生,曹黎侠.数学模型在西安市人口预测中的应用[J].西安工业大学学报,2019,39(04):373-377.