

# 云南省出生人口预测及其经济影响因素研究

田永强 黄洪旭<sup>1</sup>

(云南财经大学商学院, 云南 昆明 650221)

**【摘要】:** [目的]分析云南省目前的出生人口现状,并预测未来十年人口的发展趋势,希望为云南省政府及相关部门人口政策的制定和实施提供一定参考。[方法]根据2012-2020年云南省出生人口,通过灰色预测,对云南省未来10年出生人口进行预测。[结论]云南省未来10年新生儿出生人口数量将呈现总体上升趋势;在影响因素中,城乡结构的关联度最大,从加快城镇化建设,提供充足教育资源,完善社会保障和促进就业方面提高生育率,可以加快云南人口和经济增长。

**【关键词】:** 灰度预测 相关性分析 二胎

**【中图分类号】:**F24 **【文献标识码】:**A

## 1 绪论

近年来,云南省总人口呈现总体稳定的趋势,经济发展也呈现出平稳的趋势。但这样的人口状态和经济情况并不利于本省的发展,重视并解决这一制约社会发展的的问题尤为重要。通过对云南省出生人口及总人口的预测,政府及相关部门就可以制定有利于经济增长和促进人口增长策略,促进云南省的发展。2016年开放的二胎政策在一定程度上促进了之后两年的全国总人口增长。相信二胎政策的实施也有助于提高人口生育率、加快城镇化进程。截至2020年,云南省新生儿人口达到62万人,仅有6.4%自然增长率且有不断下滑的趋势,作为一个正在快速发展的省份,人口增速放缓显然不是一个好消息。因此,提高云南省出生人口的数量势在必行,但适龄人口生育意愿却越来越低,各种复杂因素都在影响着出生人口数量。例如,家庭生育成本的压力、教育成本的压力以及尚未健全的各种社会保障配套政策等。这些因素导致云南省出现“新生儿人口少、老年人口多”的倒金字塔畸形人口结构。

如果能够相对准确地掌握未来一定时间内各个年龄结构人口的变动情况,就能够提前对公共服务、基础设施进行布局,以更好地应对人口变动所带来的新的社会问题。作为人口大国的中国,近代发展离不开人口的增长,人口红利在过去的很长时间对祖国的经济发展起到了重要的推动作用。人口结构变动所产生的公共服务需求更是不容小觑,全面二胎政策实施后,老龄化会不会有所减缓,人口结构会出现什么新的变化,这些问题都可以通过科学的人口预测进行探讨。

人口数量的增加在很大程度上依赖新生儿数量的增加,但随着居民经济压力的增大和新生儿抚养成本的增加,使得大部分适婚适育的人不会将育儿作为首要选择。基于此,通过分析《云南统计年鉴》的相关人口数量和产业变化等数据,构建GM(1,1)灰色预测模型,对云南省未来十年出生人口发展趋势进行预测,希望能够为云南省相关部门完善人口政策提供一定参考。

## 2 基于GM(1,1)的出生人口分析

---

**作者简介:** 田永强(1993-),男,汉族,河南周口人,硕士,云南财经大学工商管理硕士在读,研究方向:企业管理。黄洪旭,云南财经大学商学院工商管理硕士研究生在读

## 2.1 数据来源

研究数据来源于 2012-2020 年《云南统计年鉴》、2012-2020 年《中国统计年鉴》，选取云南省出生人口数、城乡人口数等相关数据作为预测指标。

## 2.2 研究方法

灰色系统理论首次提出于邓聚龙教授所作的“含未知数系统的控制问题”的学术报告，是一种运用于大量未知信息的系统的模型，是定性定量分析相结合的综合评价模型，可以较好地解决评价指标难以准确量化和统计的问题，并且能够排除人为因素的影响，能够使评价结果更加客观。在运算中只需要少量代表性的样本即可，模型运算步骤较为简单，容易掌握。本研究通过构建灰色预测，对云南省出生人口进行分析，并利用 Matlab2018b 进行数据分析和处理。

## 2.3 模型构建

### 2.3.1 模型级比及可行性分析

按时间序列设置为：

$$X^{(0)} = (x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), \dots, x^{(0)}(n))$$

其中  $n$  表示观测值数量， $\sigma(k)$  表示级比，当所有的  $\sigma(k)$  值全部在检验范围内时，说明模型通过检验。

级比的计算和判断公式为：

$$\sigma(k) = \frac{x^{(0)}(k-1)}{x^{(0)}(k)}, \sigma(k) \in (e^{-\frac{1}{\mu}}, e^{\frac{1}{\mu}})$$

对原数列  $X^{(0)}$  进行 AGO(累加生成)

$a$  和  $\mu$  是 GM(1,1) 灰色预测模型的主要参数， $\mu$  是灰色作用量， $a$  是指发展系数，进行预测周期的判断。见表 1。

表 1a 的取值对模型的影响

a 的范围	预测类型
$-a < 0.3$	模型可进行中长期预测
$0.3 < -a < 0.5$	模型可用于短期预测
$0.5 < -a < 1.0$	模型需要进行矫正
$-a > 1.0$	模型不能用于预测

### 2.3.2 构建数量矩阵和数据矩阵

根据预测模型，由累减可以求得还原值。

$$\hat{X}^{(1)}(k+1) = \left( x^{(0)}(1) - \frac{\mu}{a} \right) e^{-ak} + \frac{\mu}{a} \quad (k = 0, 1, 2, \dots, n)$$

### 2.3.3 模型检验

平均相对误差及精确值

$$\begin{aligned} \varepsilon(\text{avg}) &= \frac{1}{n} \sum_{k=2}^n |\varepsilon(k)| \\ (P^0 &= (1 - \varepsilon(\text{avg})) \times 100\%) \end{aligned}$$

后验差比值  $C = \frac{S_2}{S_1}$ ，其中， $S_1$ 代表残差的方差， $S_2$ 代表  $x^{(0)}$ 的方差的公式为：

$$\begin{aligned} S_1 &= \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{k=2}^N [E(k) - \bar{E}]^2} \\ S_2 &= \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{k=1}^N [x^{(0)}(k) - \bar{X}]^2} \end{aligned}$$

表2 精度等级表

模型精度等级	P	C	$\varepsilon(\text{avg})$
1级(好)	>95%	<0.35	$\leq 0.01$
2级(合格)	>80%	<0.50	$\leq 0.10$
3级(勉强)	>70%	<0.65	$\leq 0.20$
4级(不及格)	$\leq 70\%$	>0.65	>0.20

### 2.4 云南省人口现状

据《云南统计年鉴》发布数据可知，近几年，云南省新生人口自然增长态势趋于缓慢。截止到2020年底，云南省出生人口5100万人，出生率12%，自然增长人数32万人，自然增长率6.4%，城镇人口为2363万人，乡村人口2358万人，具体发展趋势见图1。

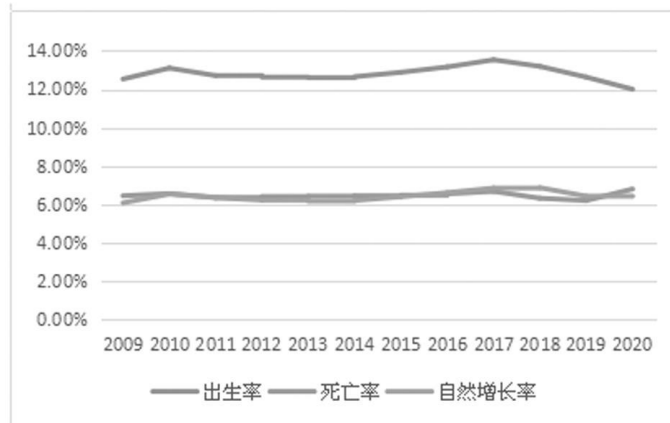


图 1 2009-2020 年云南省人口比率趋势图

由图可知，最近几年云南省新生儿出生率呈现上下波动趋势。2014 年至 2017 年出生率呈现上升趋势，2016 年的二胎政策助力了出生人口数量的增加；2017 年至 2020 年的出生率呈现下降趋势。云南省仍处于城乡人口结构调整的关键时期，而增加新生儿数量是加快转换的有效途径。因此，对云南省未来的新生儿人口发展趋势进行预测显得尤为重要。

## 2.5 云南省出生人口预测模型的建立

时间序列：

$$X^{(0)} = (X^{(0)}(1), X^{(0)}(2), \dots, X^{(0)}(9)) = (58.70, 58.88, 59.46, 60.90, 62.60, 64.75, 63.50, 61.18, 63.00)$$

经检验，数列所有级比数值都落在区间

$$\sigma(k) \in (e^{-\frac{1}{10}}, e^{\frac{1}{10}}) = (0.82, 1.22)$$

因此通过级比检验，可以进行模型的建立。

累加构成生成列：

$$X^{(1)} = (58.70, 117.58, 177.04, 237.94, 300.54, 365.29, 428.79, 489.97, 552.97)$$

构造数据矩阵 B 和数据向量 Y：

$$B = \begin{pmatrix} -\frac{1}{2}[x^{(1)}(1) + x^{(1)}(2)] & 1 \\ -\frac{1}{2}[x^{(1)}(2) + x^{(1)}(3)] & 1 \\ \vdots & \vdots \\ -\frac{1}{2}[x^{(1)}(8) + x^{(1)}(9)] & 1 \end{pmatrix} \quad Y = \begin{pmatrix} x^{(0)}(2) \\ x^{(0)}(3) \\ \vdots \\ x^{(0)}(9) \end{pmatrix}$$

通过公式

$$B^T B, (B^T B)^{-1}, \hat{a} = (B^T B)^{-1} \times B^T \times Y,$$

得到:

$$a = -0.009, \mu = 59.06, \frac{\mu}{a} = -6557.46$$

云南省新生儿总数预测模型为:

$$\hat{X}^{(1)}(k+1) = \left(x^{(0)}(1) - \frac{\mu}{a}\right)e^{-ak} + \frac{\mu}{a} = 6616.16e^{0.009k} - 6557.46$$

模型检验:

经检验, 云南省出生人数的预测模型平均相对误差为 0.02, 后验差比值 C 为 0.47, 模型精度 P 为 98%, 表明模型的精度较高。可以利用此预测模型进行中长期预测, 见表 3。

表 3 云南省出生人口检验结果实际值与预测值比较

年份	实际值	预测值	残差	相对误差	P	S1	S2
2012	58.70	58.70	0.00	0.00	0.98	1.96	4.15
2013	58.88	59.85	0.97	0.02			
2014	59.46	60.40	0.94	0.02			
2015	60.90	60.94	0.04	0.00			
2016	62.60	61.49	-1.11	0.02			
2017	64.75	62.05	-2.70	0.04			
2018	63.50	62.61	-0.89	0.01			

2019	61.18	63.18	2.00	0.03			
2020	63.00	63.75	0.75	0.01			

## 2.6 预测结果

由预测结果可知，到 2030 年，云南省新生儿的数量将达到 69.76 万，相比于 2020 年增加了 249.08 万人，变化趋势如表 4。

表 4 2020-2030 年人口变化

	总人口	出生人口	城镇人口	乡村人口
C	0.51	0.47	0.03	0.02
P	0.99	0.98	0.99	0.99
2020 年人口数(万)	4720.93	63	2362.86	2358.07
2030 年人口数(万)	4970.01	69.76	3397.69	1914.75

由上述预测可知，在总人口方面，由于三胎政策的实施，云南未来 10 年的新生儿出生数量依然有上升的趋势，但增长趋势不明显，且人口增速基本在三胎政策实施的开始阶段有促进作用。从人口的总体规模看，无论全面三胎政策实施后生育率转变到哪一个水平，我国人口规模总体上呈现出先上升后下降的趋势。

在城乡结构方面，十年间的总人口变化不大，但乡村到城镇的流入增多，出现了人口迁移的现象，在一定程度上表明随着经济发展，人民生活水平有了提高，城镇化的进程加快。城乡结构转化将是十年内云南省表现出来的最明显的人口特征，但新生儿数量的增速放缓，在一定程度上影响了经济的发展和城乡结构的转化。

## 3 云南省出生人口影响因素的灰色关联度分析

因为疫情的影响，我国的经济建设在很大程度上出现了停滞，人均收入下滑，人们的生活压力变大，适婚人群的生育意愿变低。抚养费用的增加也是影响新生儿数量的一个重要原因，虽然文化课辅导在双减政策下得到了遏制，但各类舞蹈，乐器培训班等都增加了培养孩子的成本。教育资源匹配程度也是影响新生儿数量的一个方面，如果居民生活的周边有配套较为齐全的教育资源，居民在知识改变命运等思想的影响下，在一定程度上会有生育意愿。还有就是医疗卫生条件对居民生育意愿的制约，完善的医疗条件和医疗设施会使得人民对健康的保障更加有信心，使得适育人群更加倾向于生育。

因此，出生人口的数量，与居民经济生活水平的高低，教育设施的完善与否，医疗卫生设施是否齐全，收入是否达到心理预期都有关系。那么找出在这些因素中，影响新生儿数量的关键因素，就可以对影响生育率的最关键的因素进行有针对性的改善，尽量促进新生儿数量的增加。

### 3.1 建立模型

两个因素之间的关系，会随着时间或不同对象的变化而变化，这两个因素关联性大小的量度，称为关联度。

灰色关联分析方法则可以认为是根据关联度，作为衡量因素间关联程度的一种方法。能够为一个系统的发展变化趋势以及变化形式提供可以进行量化的度量，因而非常适合做动态历程的分析。

### 3.1.1 构造参考因素数列

$$x_0 = \{x_0(k) | k=1, 2, 3, \dots, n\} = (x_0(1), x_0(2), x_0(3), \dots, x_0(n))$$

其中： $x_0$  为参考数列，反映研究对象的性质； $k$  表示时刻。

假设有  $m$  个比较数列

$$x_i = \{x_i(k) | k=1, 2, 3, \dots, n\} = (x_i(1), x_i(2), x_i(3), \dots, x_i(n)), i=1, 2, 3, \dots, m$$

其中： $k$  表示时刻。

### 3.1.2 归一化处理

$$x_{\max} = \max_{1 \leq k \leq n} (x(k)) \quad x' = \left( \frac{x(1)}{x_{\max}}, \frac{x(2)}{x_{\max}}, \frac{x(3)}{x_{\max}}, \dots, \frac{x(n)}{x_{\max}} \right)$$

$x = (x(1), x(2), x(3), \dots, x(n))$  为数列的归一化数列。

### 3.1.3 计算 $x_0$ 和 $x'$ 之间的灰色关联系数

$$\zeta_{0i}(k) = \frac{\min_i \min_k |x'_0(k) - x'_i(k)| + \rho \max_i \max_k |x'_0(k) - x'_i(k)|}{|x'_0(k) - x'_i(k)| + \rho \max_i \max_k |x'_0(k) - x'_i(k)|}$$

其中  $\zeta_{0i}(k)$  表示归一化的比较数列  $x'_i (i=1, 2, 3, \dots, m)$  对参考因素数列  $x'_0$  在时刻  $k$  的关联度； $\rho$  表示分辨系数，变化范围是  $[0, 1]$ 。

### 3.1.4 计算指标间的关联度

因为关联系数是比较数列与参考数列在各个时刻(即曲线中的各点)的关联程度值，所以它的数不止一个，而信息过于分散不便于进行整体性比较。因此有必要将各个时刻(即曲线中的各点)的关联系数集中为一个值，即求其平均值，作为比较数列与参考数列间关联程度的数量表示，具体公式为：

$$r_i = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \zeta_{0i}(k)$$

其中： $r_i (i=1, 2, 3, \dots, m)$  表示关联度； $k$  表示时刻， $r_i (i=1, 2, 3, \dots, m)$  值越接近 1，说明相关性越好。

本文选用云南省出生人口作为母序列  $X_0$ , 各主要影响因素作为特征序列  $X_i$ , 对应的度量指标共计 5 个, 分别是城镇人口数、乡村人口数、高校数量、卫生机构数量以及就业人数。

### 3.2 计算步骤及结果分析

构造参考因素数列

$$x_0 = (58.70, 58.88, 59.46, 60.90, 62.60, 64.75, 63.50, 61.18, 62.00)$$

表 5 关联度排序

影响因素	排序	关联系数
城镇人口数	1	16.27
乡村人口数	5	2.38
高校数量	2	7.35
卫生机构数量	3	6.59
就业人数	4	4.01

在进行归一化处理之前, 需要分别列出城镇人口、乡村人口、高校数量、卫生机构数量和就业人数, 这五个因素的比较数列。

对原始数据进行初值化(归一化)处理。求出母序列和特征序列之间的灰色关联系数, 根据关联系数得出不同因素的关联度, 对关联度进行排序。得到的结果如表 5。

在众多出生人口的影响因素中, 城乡结构的转变和教育资源的倾斜对新生儿的影响最大。现行的三胎政策虽然可以在短期内增加新生儿的人口数量, 但增长数量与增长速度都比较小, 从长期来看, 这种增速并不能持续。因此, 只凭借三胎政策并不能有效改善云南省的人口年龄结构, 对减缓人口老龄化的作用也比较小。因此, 在实施三胎生育政策的基础上, 应该重点从城乡结构、教育资源、医疗健康三个方面入手, 提高出生人口增长率。

#### 参考文献:

[1]倪宣明, 韦江, 文伟, 等. 人口政策对老龄化的影响预测——基于出生侧和死亡侧模型分析[J]. 系统工程理论与实践, 2020, 40(01):69-78.

[2]赵玉峰, 杨宜勇. 我国中长期人口发展趋势及潜在风险[J]. 宏观经济管理, 2019, (08):11-17+24.

[3]梁海艳. 全面二孩政策对人口与就业的影响研究[J]. 中国人力资源开发, 2017, (09):127-138.

[4]王永斌, 马石头, 王焕, 等. 我国妇女生育水平变化及未来人口预测[J]. 中国卫生统计, 2017, 34(01):34-36+39.

---

[5]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(06):3-21.

[6]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, 16(04):25-33.

[7]汤兆云. 全面两孩政策对人口结构的影响——以福建省为分析对象[J]. 社会科学家, 2017, (5):12-18.