

# 重庆市人口预测与发展趋势分析

唐宇 余娇娇

(西华师范大学 国土资源学院, 四川 南充 637002)

**【摘要】:** 人口与经济、社会的发展具有密切的关系,科学的预测未来人口的发展趋势,有利于制定合理的人口政策,促进人口、经济、社会的协调可持续发展。基于重庆市 1999-2018 年的总人口数据,采用线性回归模型、马尔萨斯模型、灰色系统模型 GM(1, 1)对重庆市 2019-2036 年的人口规模发展趋势进行预测及分析,研究表明:线性回归模型预测的人口规模最小,马尔萨斯模型预测的人口规模居中,灰色系统模型 GM(1, 1)预测的人口规模最大,取三种模型预测结果的平均值作为最终的预测结果,并结合其经济、社会发展的状况,提出合理的人口发展战略,力图实现人口、经济、社会的协调可持续发展。

**【关键词】:** 人口预测 线性回归模型 马尔萨斯模型 灰色系统模型 GM(1, 1) 重庆市

**【中图分类号】:**F2 **【文献标识码】:**A

## 1 引言

人口是促进经济发展和维持社会稳定的基础,人口与经济发展水平、资源消耗、生态环境和社会平均资本占有度密切相关,是区域发展过程中不可忽视的重要问题。

人口预测就是根据现有人口数据,综合考虑影响人口发展的各种因素,科学合理测算未来一定时期内的人口规模和结构的发展趋势。目前,已有大量学者采用不同方法对全国和省域尺度的未来人口规模发展趋势进行了预测。王广州(2018)通过人口总量冈波斯和 logistic 模型的建立,发现中国人口长期快速减少和人口老龄化趋势不可避免的现象,单传朋(2015)将灰色 GM(1, 1)模型与马尔科夫链结合,发现江西省未来人口规模有下降趋势,李国成(2009)通过灰色人工神经网络模型,对全国人口规模进行了预测,提高了人口预测的精度,以上研究主要是以全国或省域尺度为研究对象进行人口的预测,而有关市域尺度的人口预测较少,预测方法较为单一,本文基于重庆市 1999-2018 年的总人口数据,采用线性回归模型、马尔萨斯模型、灰色系统模型 GM(1, 1)对重庆市 2019-2036 年的人口规模发展趋势进行预测与分析,对重庆市发展战略的制定具有重要意义。

## 2 重庆市人口发展概况

据重庆市 1999-2018 年历年总人口、常住人口及净流出人口数显示可知(表 1):2018 年全市总人口达到了 3412 万人,与 1999 年 3072.34 万人相比,净增加了 339.66 万人,总人口增长了 11.06%,重庆市人口规模在波动中保持了平稳增长。1999-2018 年重庆市人口流动情况可以划分为两个阶段,1999-2007 年为第一阶段,该时期内净流出人口保持了较快的增长,1999 年净流出人口 211.97 万人,2007 年净流出人口增加到 419.32 万人,净流出人口增加了 207.35 万人,年均净流出人口增长率为 10.87%,其主要原因是经济相对落后,市内地域经济发展不平衡,大量农村剩余劳动力外流;2008-2018 年为第二阶段,该时期内净流出人口逐步减少,劳动人口有加速回流趋势,2008 年净流出人口 418.05 万人,2018 年净流出人口 310.21 万人,净流出人口减少了 107.84 万人,年均净流出人口下降了 2.35%,其主要原因是随着经济发展,重庆市内区域经济发展差距缩小,城市化水平提高,创造了大量的就业机会和良好的人居环境。

表 1 重庆市 1999-2018 年历年总人口、常住人口及净流出人口数 (单位:万人)

| 年份   | 总人口     | 常住人口    | 净流出人口  | 年份   | 总人口     | 常住人口    | 净流出人口  |
|------|---------|---------|--------|------|---------|---------|--------|
| 1999 | 3072.34 | 2860.37 | 211.97 | 2009 | 3275.61 | 2859    | 416.61 |
| 2000 | 3091.09 | 2848.82 | 242.27 | 2010 | 3303.45 | 2884.62 | 418.83 |
| 2001 | 3097.91 | 2829.21 | 268.7  | 2011 | 3329.81 | 2919    | 410.81 |
| 2002 | 3113.83 | 2814.83 | 299    | 2012 | 3343.44 | 2945    | 398.44 |
| 2003 | 3130.1  | 2803.19 | 326.91 | 2013 | 3358.42 | 2970    | 388.42 |
| 2004 | 3144.23 | 2793.32 | 350.91 | 2014 | 3375.2  | 2991.4  | 383.8  |
| 2005 | 3169.16 | 2798    | 371.16 | 2015 | 3371.84 | 3016.55 | 355.29 |
| 2006 | 3198.87 | 2808    | 390.87 | 2016 | 3392.11 | 3048.43 | 343.68 |
| 2007 | 3235.32 | 2816    | 419.32 | 2017 | 3389.82 | 3075.16 | 314.66 |
| 2008 | 3257.05 | 2839    | 418.05 | 2018 | 3412    | 3101.79 | 310.21 |

数据来源: 重庆市统计年鉴注: 净流出人口=流出人口-流入人口

### 3 人口预测模型的建立与分析

人口预测的方法有很多,例如:人口年增长率法、马尔萨斯人口模型、Logistic 增长模型、GM(1,1)灰色模型法、时间序列法、回归分析预测法、劳动平衡法、带着系数法等,由于不同的人口预测方法具有其优缺点及适用范围,为避免单一预测方法所导致的局限性,本文根据重庆市 1999-2018 年的总人口规模的特征,分别采用线性回归模型、马尔萨斯模型、灰色系统模型 GM(1,1)对重庆市 2019-2036 年的总人口规模进行预测及分析,为了消除预测模型所产生的误差,提高预测结果的精度,本文取三种模型预测结果的平均值作为最终的拟合结果。

#### 3.1 线性回归模型

##### 3.1.1 线性回归模型建立

一元线性回归模型描述的是两个变量之间的线性相关关系,其模型基本形式为:

$$y=a+bx+\varepsilon$$

式中, a 和 b 为待定系数,  $\varepsilon$  为随机误差项, x 为年份, y 为总人口数。

##### 3.1.2 不同方案下线性回归模型的选择

当抽取的样本数量不一致时,同一线性回归模型的拟合结果会存在较大的差异,为了提高人口预测结果的精确度,本文在利

用线性回归模型预测重庆市 2019-2036 年总人口数时,根据重庆市不同时间段的人口增长幅度,设定两个不同样本数量的方案,分别为:1999-2008(模型 1)、1999-2018(模型 2),两个模型的显著性概率 P 值都小于 0.05,说明重庆市总人口数与对应年份之间存在显著的相关性;由拟合优度指数  $R^2$  可知,模型 2 的拟合优度指数  $R^2$  更大,拟合优度更高,所以选择模型 2 对重庆市未来总人口发展趋势进行预测与分析。

表 2 不同样本数量下的线性回归模型

| 模型 | 样本数量            | 线性回归模型                 | $R^2$ | P     |
|----|-----------------|------------------------|-------|-------|
| 1  | 1999-2008(10 个) | $y=-37610.157+20.345x$ | 0.959 | 0.000 |
| 2  | 1999-2018(20 个) | $y=-36041.788+19.564x$ | 0.977 | 0.000 |

表 3 基于线性回归模型的预测值及误差 (单位:万人)

| 年份   | 实际值     | 预测值     | 误差值    | 相对误差率(%) |
|------|---------|---------|--------|----------|
| 2009 | 3275.61 | 3262.29 | 13.32  | 0.41     |
| 2010 | 3303.45 | 3281.85 | 21.60  | 0.65     |
| 2011 | 3329.81 | 3301.42 | 28.39  | 0.85     |
| 2012 | 3343.44 | 3320.98 | 22.46  | 0.67     |
| 2013 | 3358.42 | 3340.54 | 17.88  | 0.53     |
| 2014 | 3375.2  | 3360.11 | 15.09  | 0.45     |
| 2015 | 3371.84 | 3379.67 | -7.83  | 0.23     |
| 2016 | 3392.11 | 3399.24 | -7.13  | 0.21     |
| 2017 | 3389.82 | 3418.8  | -28.98 | 0.85     |
| 2018 | 3412    | 3438.36 | -26.36 | 0.77     |

表 4 基于线性回归模型的总人口预测结果 (单位:万人)

| 年份   | 总人口     | 年份   | 总人口     |
|------|---------|------|---------|
| 2019 | 3457.93 | 2028 | 3634.00 |
| 2020 | 3477.49 | 2029 | 3653.57 |
| 2021 | 3497.06 | 2030 | 3673.13 |

|      |         |      |         |
|------|---------|------|---------|
| 2022 | 3516.62 | 2031 | 3692.70 |
| 2023 | 3536.18 | 2032 | 3712.26 |
| 2024 | 3555.75 | 2033 | 3731.82 |
| 2025 | 3575.31 | 2034 | 3751.39 |
| 2026 | 3594.88 | 2035 | 3770.95 |
| 2027 | 3614.44 | 2036 | 3790.52 |

预测结果表明,重庆市 2025 年总人口将增长到 3575.31 万人,2036 年总人口将达到 3790.52 万人,该模型预测结果的最大误差为 0.85%,最小误差为 0.21%,平均误差为 0.56%,说明预测结果精度高。

### 3.2 马尔萨斯人口增长模型

#### 3.2.1 马尔萨斯人口增长模型建立

人口的指数预测模型,即 Malthus 人口增长模型,其基本的含义是随着时间的推移,人口数量呈几何级数增加,该模型可以表示为:

$$y=x_0(1+r)^k \quad (1)$$

经过简单的数学变换,可以将式(1)的通用项化为指数形式:

$$y=x_0e^{rt} \quad (2)$$

通过数学变换,可以将式(2)化为线性模型,公式如下所示:

$$\ln y=\ln x_0+rt \quad (3)$$

式中, $y$  为预测年份总人口, $x_0$  为初始年份总人口, $r$  为人口年增长率, $k$  为预测年限。

#### 3.2.2 模型的求解与预测

将 1999 年看为初始年份,即 1999 年为 0,2000 年为 1,以此类推 2017 年为 18,2018 年为 19。运用 SPSS 对有关数据进行分析,可以得到相关参数: $x_0=3068.78$ , $r=0.006$ ,拟合优度指数  $R^2=0.975$ ,显著性概率  $P=0.00$ ,所以拟合效果好,其公式如下:

$$y=3.068.78(1+0.06)^k \quad (4)$$

表 5 基于 Malthus 模型的预测值及误差 (单位:万人)

| 年份   | t  | 实际值     | 预测值     | 误差     | 相对误差率% |
|------|----|---------|---------|--------|--------|
| 2009 | 10 | 3275.61 | 3257.84 | 17.77  | 0.54   |
| 2010 | 11 | 3303.45 | 3277.39 | 26.06  | 0.79   |
| 2011 | 12 | 3329.81 | 3297.05 | 32.76  | 0.98   |
| 2012 | 13 | 3343.44 | 3316.84 | 26.60  | 0.8    |
| 2013 | 14 | 3358.42 | 3336.74 | 21.68  | 0.65   |
| 2014 | 15 | 3375.2  | 3356.76 | 18.44  | 0.55   |
| 2015 | 16 | 3371.84 | 3376.90 | -5.06  | 0.15   |
| 2016 | 17 | 3392.11 | 3397.16 | -5.05  | 0.15   |
| 2017 | 18 | 3389.82 | 3417.54 | -27.72 | 0.82   |
| 2018 | 19 | 3412    | 3438.05 | -26.05 | 0.76   |

表 6 基于 Malthus 模型的总人口预测结果 (单位:万人)

| 年份   | 总人口     | 年份   | 总人口     |
|------|---------|------|---------|
| 2019 | 3458.68 | 2028 | 3649.99 |
| 2020 | 3479.43 | 2029 | 3671.89 |
| 2021 | 3500.30 | 2030 | 3693.92 |
| 2022 | 3521.31 | 2031 | 3716.08 |
| 2023 | 3542.43 | 2032 | 3738.38 |
| 2024 | 3563.69 | 2033 | 3760.81 |
| 2025 | 3585.07 | 2034 | 3783.38 |
| 2026 | 3606.58 | 2035 | 3806.08 |
| 2027 | 3628.22 | 2036 | 3828.91 |

预测结果表明:重庆市 2025 年总人口将增长到 3585.07 万人, 2036 年总人口将达到 3828.91 万人; 该模型最大误差率为 0.98%, 最小误差率为 0.15%, 平均误差率为 0.62%, 表明 Malthus 模型预测结果较为精确, 可以较好的模拟未来人口规模的发展趋势。

### 3.3 灰色系统模型 GM(1, 1)

### 3.3.1 灰色系统模型 GM(1, 1) 的建立

灰色系统介于白色系统与黑色系统之间, 即该类系统既含有已知信息又含有未知信息, 人口经济系统就是一个典型的灰色系统, 从灰色系统中抽象出来的模型即灰色模型, 本文通过构建灰色系统模型 GM(1, 1) 来预测重庆市 2019-2036 年的人口规模发展趋势, 其模型的建立过程如下:

设原始数据序列为  $x^{(0)} = (x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), x^{(0)}(3), \dots, x^{(0)}(n))$ , 对原始数据序列进行一次累加, 结果如下:

$$x^{(1)}(k) = \sum_{i=1}^k x^{(0)}(i), k = 1, 2, 3, \dots, n \quad (5)$$

GM(1, 1) 的灰微分方程为:

$$x^{(0)}(k) + ax^{(1)}(k) = b \quad (6)$$

式中,  $x^{(0)}(k)$  为  $x^{(1)}(k)$  的灰导数,  $z^{(1)}(k) = \frac{1}{2}(x^{(1)}(k) + x^{(1)}(k-1)), k = 2, 3, \dots, n$ 。

GM(1, 1) 的白微分方程为:

$$\frac{dx^{(1)}}{dt} + ax^{(1)} = b \quad (7)$$

其中,  $a, b$  为待定系数 ( $a$  为发展系数,  $b$  为灰作用量)。

利用最小二乘法求解可得:

$$U = (B^T B)^{-1} B^T Y_n \quad (8)$$

$$\text{其中: } B = \begin{vmatrix} -z^{(1)}(2) & 1 \\ -z^{(1)}(3) & 1 \\ \vdots & \vdots \\ -z^{(1)}(n) & 1 \end{vmatrix}$$

$$Y_n = \begin{vmatrix} x^{(0)}(2) \\ x^{(0)}(3) \\ \dots \\ x^{(0)}(n) \end{vmatrix} \quad U = \begin{vmatrix} a \\ b \end{vmatrix}$$

所以灰色系统模型的公式为:

$$x^{(1)}(k+1) = (x^{(0)}(1) - \frac{b}{a})e^{-\lambda k} + \frac{b}{a} \quad (9)$$

原始数据还原预测公式为：

$$x^{(0)}(k+1) = x^{(1)}(k+1) - x^{(1)}(k) \quad (10)$$

### 3.3. 2GM(1, 1)模型的求解与检验

本文基于重庆市 1999-2018 年的人口数据,采用灰色系统模型对未来人口进行拟合,拟合结果如表 7 所示,通过计算得出,  $a=0.006081$ ,  $b=3058.169844$ , 均方差比重  $c=0.0000047 < 0.35$ , 小误差概论  $p=1 > 0.95$ , 所以模型精度等级为 1 级, 模型精度高, 人口拟合结果较为准确。

表 7 基于灰色系统模型的拟合结果及误差 (单位:万人)

| 年份   | 实际值     | 预测值     | 残差(e)  | 相对误差率%(q) |
|------|---------|---------|--------|-----------|
| 2009 | 3275.61 | 3259.84 | 15.77  | 0.48      |
| 2010 | 3303.45 | 3279.72 | 23.73  | 0.72      |
| 2011 | 3329.81 | 3299.73 | 30.08  | 0.90      |
| 2012 | 3343.44 | 3319.86 | 23.58  | 0.71      |
| 2013 | 3358.42 | 3340.11 | 18.31  | 0.55      |
| 2014 | 3375.2  | 3360.48 | 14.72  | 0.44      |
| 2015 | 3371.84 | 3380.98 | -9.14  | 0.27      |
| 2016 | 3392.11 | 3401.60 | -9.49  | 0.28      |
| 2017 | 3389.82 | 3422.35 | -32.53 | 0.96      |
| 2018 | 3412    | 3443.22 | -31.22 | 0.92      |

表 8 基于灰色系统模型的拟合结果 (单位:万人)

| 年份   | 总人口     | 年份   | 总人口     |
|------|---------|------|---------|
| 2019 | 3464.22 | 2028 | 3659.10 |
| 2020 | 3485.35 | 2029 | 3681.42 |
| 2021 | 3506.61 | 2030 | 3703.88 |

|      |         |      |         |
|------|---------|------|---------|
| 2022 | 3528.00 | 2031 | 3726.47 |
| 2023 | 3549.52 | 2032 | 3749.20 |
| 2024 | 3571.17 | 2033 | 3772.07 |
| 2025 | 3592.95 | 2034 | 3795.07 |
| 2026 | 3614.87 | 2035 | 3818.22 |
| 2027 | 3636.92 | 2036 | 3841.51 |

预测结果表明:重庆市 2019-2036 年人口规模保持平稳增长,2025 年将增长到 3592.95 万人,2036 年将达到 3481.51 万人。

### 3.4 多模型下预测结果的比较及修正

#### 3.4.1 不同人口预测模型下预测结果的比较

线性回归模型的拟合优度指数 $R^2$ 比马尔萨斯模型的拟合优度指数 $R^2$ 更高,所以其误差更小,预测效果更好,但是重庆市的人口增长是非线性的,用近似线性的方法去处理非线性的问题,中长期的人口预测结果往往不理想;马尔萨斯模型虽然适用于非线性问题的拟合,拟合优度也较高,但是其人口增长率是恒定不变的,随着“二孩政策”的实施,人口增长率将会出现较大幅度的增长,其预测结果可能会偏小;灰色系统模型通过较少的原始数据建立微分方程,可以避免参数预估时产生的误差,预测结果精度更高,对于非线性、“二孩政策”实施后的人口预测情况更合适。

#### 3.4.2 不同人口预测模型下的均值预测结果

本文采用线性回归模型、马尔萨斯模型、灰色系统模型对重庆市未来人口规模的发展趋势进行了预测及分析,研究表明,三种模型的预测误差较小,预测结果精度较高,由于不同的模型有其适用范围与局限性,为了消除模型本身产生的系统误差,采用三种模型预测结果的均值作为最终的预测结果,如表 9 所示。

表 9 多模型下重庆市未来总人口预测结果 (单位:万人)

| 年份   | 线性回归模型  | 马尔萨斯模型  | 灰色系统模型  | 均值      |
|------|---------|---------|---------|---------|
| 2019 | 3457.93 | 3458.68 | 3464.22 | 3460.28 |
| 2020 | 3477.49 | 3479.43 | 3485.35 | 3480.76 |
| 2021 | 3497.06 | 3500.30 | 3506.61 | 3501.32 |
| 2022 | 3516.62 | 3521.31 | 3528.00 | 3521.98 |
| 2023 | 3536.18 | 3542.43 | 3549.52 | 3542.71 |
| 2025 | 3575.31 | 3585.07 | 3592.95 | 3584.44 |
| 2026 | 3594.88 | 3606.58 | 3614.87 | 3605.44 |

|      |         |         |         |         |
|------|---------|---------|---------|---------|
| 2027 | 3614.44 | 3628.22 | 3636.92 | 3627.53 |
| 2028 | 3634.00 | 3649.99 | 3659.10 | 3647.37 |
| 2029 | 3653.57 | 3671.89 | 3681.42 | 3668.96 |
| 2030 | 3673.13 | 3693.92 | 3703.88 | 3690.31 |
| 2031 | 3692.70 | 3716.08 | 3726.47 | 3711.75 |
| 2032 | 3712.26 | 3738.38 | 3749.20 | 3733.28 |
| 2033 | 3731.82 | 3760.81 | 3772.07 | 3754.9  |
| 2034 | 3751.39 | 3783.38 | 3795.07 | 3776.61 |
| 2035 | 3770.95 | 3806.08 | 3818.22 | 3798.42 |
| 2036 | 3790.52 | 3828.91 | 3841.51 | 3820.31 |

预测结果表明:2025年重庆市总人口将增长到3584.44万人,2036年重庆市总人口将增长到3820.31万人,人口年增长率为0.61%。

## 4 重庆市未来人口发展的对策及建议

以重庆市现有的人口数据为基础,对其未来的人口规模进行预测,并结合其经济、社会发展现状,针对重庆市人口发展过程中劳动力成长不足、人口老龄化趋势加强、劳动力外流严重、人口素质偏低等问题提出相应的对策及建议,对重庆市人口、经济、社会的协调可持续发展具有重要意义。

### 4.1 全面贯彻落实“二孩政策”,促进人口结构合理有序发展

重庆市2017年的总抚养比为43.04%,与2000年的总抚养比47.47%相比,下降了4.43%,抚养负担的减轻,有利于人口红利的增加;但是重庆市2017年少儿抚养比为24.13%,与2000年的少儿抚养比34.43%相比,下降了10.3%,人口自然增长率降低,少儿抚养比的下降,从短期来说,有利于人口红利的增加和人口规模的控制,但是从长远来看,可能会导致劳动力成长不足、社会养老负担加重、经济增长乏力等问题;重庆市2017年老年抚养比为18.91%,与2000年的老年抚养比13.04%相比,上升了6.87%,人口老龄化趋势加强,将会导致社会负担加重。为了避免未来青年劳动力不足、养老负担过重、经济增长乏力等问题,应全面贯彻落实“二孩政策”,合理调整人口结构。

一是要多渠道多形式的加大“二孩政策”的宣传力度,通过广播、电视、网络等途径,对群众进行宣传教育、培训讲解,加深群众对“二孩政策”的了解。

二是要通过各种方法降低群众养育成本。通过适当的政策补贴,减少儿童在住房、医疗、教育等方面的养育成本,减轻儿童的抚养负担。

### 4.2 充分发掘人口老龄化的经济潜力,大力发展养老产业,完善养老服务体系

---

人口老龄化趋势的加强,意味着老年抚养系数的增大和社会保障系统的负担加重,同时劳动力人口的老化直接对经济发展和劳动生产率的提高产生影响。重庆市应立足于老年抚养比上升的现状,制定相关政策,积极主动应对人口老龄化问题。

一是要充分发掘老龄化现象背后的巨大经济潜力,鼓励民间资本参与社会养老事业,大力发展养老产业。建立包括生活照料、文化娱乐、健康护理和精神慰藉在内的全方位的社会化养老服务体系。

二是要提高老龄人口的经济收入,通过完善城乡养老保险体系、加强社会福利与救助力度,解决老龄人口贫困现状,提高老龄人口生活质量。

#### 4.3 增强城市吸引力,引进、留住人才

人口及劳动力的迁移,一直以来都是社会、经济生活的重要内容,人口迁移流动在国家和地区之间调整了劳动力的供求比例,有利于实现生产要素的优化配置,但是迁出者多为青壮年或具有较高的文化和技术素养的人群,往往会导致人才的流失,对迁出区的经济发展带来一定的不利影响。基于人口外流现象严重的现状,重庆市应该积极增强城市吸引力,吸引外来人才的入驻和减少本地劳动力的外流。

一是要在户籍、住房、生活、子女入学、配套设施等方面,给予更多的政策优惠,吸引高端人才的入驻。

二是要通过鼓励农民工返乡创业、参加职业技能培训、保障其劳动权益等措施,解决农民工就业难、维权难的问题,促进返乡回流人群的就业。

#### 4.4 鼓励教育事业的发展,强化人才培养战略,提高人口素质

人口素质与地区的经济、社会发展具有密切的联系,是地区综合竞争力的重要组成部分,随着人口老龄化趋势的加强,人口红利必然下降,提高劳动者素质,才能为经济、社会的发展注入长期的动力。

一方面要加大财政支出在教育事业中的比重,推动教育事业平稳有序的发展,优化人才培养机制,做到产教融合、校企合作,培养一批能适应当地社会、经济发展需要的专业型人才。

另一方面要加强对青少年的思想道德教育,提高青少年的思想道德素养和科学文化素质,培育一批有理想、有信念、有道德的新青年。

#### 参考文献:

[1]贾洪文,谢卓军,高一公.甘肃省人口预测与发展趋势分析[J].西北人口,2018,39(03):118-126.

[2]罗琳.人口预测的数学模型与预测方法分析[J].亚太教育,2016,(17):105.

[3]王广州.中国人口预测方法及未来人口政策[J].财经智库,2018,3(03):112-138+144.

[4]单传朋.基于灰色马尔科夫模型在江西省人口预测中的应用[J].科技广场,2015,(04):95-100.

[5]李国成,吴涛,徐沈.灰色人工神经网络人口总量预测模型及应用[J].计算机工程与应用,2009,45(16):215-218.

- 
- [6]国土资源部. 县级土地利用总体规划规程[Z]. 北京:国土资源部, 2001.
- [7]王万茂. 土地利用规划学[M]. 北京:中国大地出版社, 2000.
- [8]徐建华. 计量地理学[M]. 北京:高等教育出版社, 2014.
- [9]李玉江. 人口地理学[M]. 北京:科学出版社, 2011.
- [10]甘蓉蓉, 陈娜姿. 人口预测的方法比较——以生态足迹法、灰色模型法及回归分析法为例[J]. 西北人口, 2010, 31(01):57-60.
- [11]李建新, 转型期中国人口问题[M]. 北京:社会科学文献出版社, 2005.
- [12]张凯悌, 中国人口老龄化与老年人状况蓝皮书[M]. 北京:中国社会出版社, 2010.