

基于成都市常住人口预测下的城市资源配置

黄玉, 金明*

成都信息工程大学统计学院, 四川 成都

收稿日期: 2023年9月29日; 录用日期: 2023年10月30日; 发布日期: 2023年11月7日

摘要

自2016年以来, 城镇化进程已逐年放缓, 但超大型城市由于自身具有虹吸效应依旧会吸引大量外来人口流入, 当城市资源及基础设施建设跟不上人口增长的脚步时, 环境污染、资源紧张、人口拥挤、交通堵塞等一系列“城市病”就会接踵而至, 如何合理配置城市各项资源成了缓解超大型城市人口问题的突破口之一。本文结合成都市相关政策资料, 采用可能-满意度模型计算出满足群众基本要求的适当人口规模; 再结合GM-LSTM模型预测2035年成都市常住人口规模, 倒推计算出适合2035年常住人口规模的各项资源配置情况。结果表明: 2020年成都市常住人口规模已经极度接近2035年适度人口规模, 且2035年常住人口规模超出政府规划红线。从适度人口的角度来看, 到2035年, 在可能-满意度水平为0.6的情况下, 成都市供水量、供电量、天然气供应量均需达到当前水平的4.5倍以上; 全市绿地面积需达到当前水平的2.7倍。

关键词

适度人口, 常住人口, 可能-满意度模型, GM-LSTM模型

Comparative Analysis of China-Germany-Japan Railway Mountain Tunnel Design

Yu Huang, Ming Jin*

School of Statistics, Chengdu University of Information Engineering, Chengdu Sichuan

Received: Sep. 29th, 2023; accepted: Oct. 30th, 2023; published: Nov. 7th, 2023

Abstract

Since 2016, the process of urbanization has slowed down year by year, but the super-large cities

*通讯作者。

文章引用: 黄玉, 金明. 基于成都市常住人口预测下的城市资源配置[J]. 可持续发展, 2023, 13(6): 1748-1755.

DOI: 10.12677/sd.2023.136198

will still attract a large number of foreign populations due to their siphon effect. When urban resources and infrastructure construction cannot keep up with the pace of population growth, a series of “urban diseases” such as environmental pollution, resource tension, population crowding, traffic congestion will follow. How to rationally allocate urban resources has become one of the breakthroughs to alleviate the population problem in super-large cities. Based on the relevant policy data of Chengdu, this paper calculates the appropriate population size to meet the basic requirements of the masses by using the possibility-satisfaction model; combined with the GM-LSTM model, the permanent population size of Chengdu in 2035 is predicted, and the resource allocation conditions suitable for the permanent population size in 2035 are calculated backwards. The results show that the permanent population size of Chengdu in 2020 has been extremely close to the appropriate population size in 2035, and the permanent population size in 2035 has exceeded the government’s planning red line. From the perspective of moderate population, by 2035, the water supply, power supply and natural gas supply in Chengdu will be more than 4.5 times of the current level under the condition that the possible-satisfaction level is 0.6; the green area of the city needs to reach 2.7 times the current level.

Keywords

Moderate Population, Permanent Population, Possible-Satisfaction Model, GM-LSTM Model

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

人口不仅是推动国家经济发展与产业升级的重要因素，更是城市化的根本受益者。截止2021年年末，我国人口总数比2020年仅增加48万人，人口净增长量减少的内在原因是人口结构、人口老龄化、城镇化发展等一系列变化[1]。然而从历年人口迁移趋势看，人口总是按照“乡 - 镇 - 小城市 - 大城市”的路径由西向东迁移，尤其在城市化发展中后期，一二线大城市、大都市和区域中心城市会集聚大量人口[2]。人口大规模往城市流动迁移将导致城市资源不足、环境污染加剧等问题，同时西部地区的城市配套资源相较于东部地区有所落后，在吸收三四线城市人口、应对东部沿海城市人口回流的方面存在许多不足[3]。

作为西部地区的超大城市，成都也面临着与北上广深等东部超大城市一样的人口问题。有关成都市国土空间总体规划指出，2035年全市常住人口控制在2400万人，其中中心城区人口规模最高不能超过1360万人。据四川省第七次全国人口普查数据显示，成都市常住人口已达到2094.7万人，人口密度达1461人/km²，提升居民幸福满意度、促进各类资源优化配置对成都市均衡发展具有重要意义。

当前缺乏从适度人口角度对城市容纳人口所需资源量的研究，忽视了适度人口规模对城市资源配置的倒逼作用。为了深入对成都市未来资源进行规划，本文尝试解决以下方面问题：1) 2035年成都市符合经济、资源、社会、环保等要求的适度人口规模是多少？2) 2035年成都市较为准确的常住人口规模是多少？3) 成都市2035年常住人口规模超出政府规划人口数时，成都市应该如何配置各项资源？4) 成都市2035年常住人口规模超过适度人口规模时，成都市应该如何配置资源？针对上述问题，本文采用可能 - 满意度模型和GM-LSTM模型分别测算2035年成都市符合各项条件的适度人口和常住人口规模，并与政府规划人口进行比较，分析成都市资源配置情况，为成都市人口发展提供资源配置的有效方案。

2. 指标选取与数据处理

本文所选数据来自历年《中国统计年鉴》《成都市统计年鉴》《中国城市统计年鉴》以及成都市国土空间总体规划等文件资料。其中, 选取2009~2020年各项指标对成都市2035年适度人口进行测算, 基于数据的有效性、可获得性、可比性等原则, 将适度人口的影响因素分为经济发展、民生福祉、绿色生态、资源供应等4个方面, 选取14个二级指标。由于经济发展、民生福祉、绿色生态、资源供应等4个方面会相互影响, 在对数据进行无量纲处理时用到极差法, 在确定各指标的权重用熵值法, 最后对各方面的指标进行线性加权求和, 确定每个方面的权重[4]。

Table 1. Possible-satisfaction index system

表1. 可能 - 满意度指标体系

指标类型	可能度指标P (总量指标)	满意度指标S (人均指标)	权重
经济发展	GDP (亿元)	人均GDP (万元/人)	0.0764
	第二产业增加值(亿元)	第二产业人均增加值(元/人)	0.0778
	第三产业增加值(亿元)	第三产业人均增加值(元/人)	0.0755
	社会消费品零售总额(亿元)	社会消费品人均零售额(万元/人)	0.0761
	进出口总额(亿美元)	人均进出口总额(美元/人)	0.0763
民生福祉	卫生机构床位数(张)	每万人卫生机构床位数(张/万人)	0.0766
	道路长度(km)	人均道路长度(km)	0.0621
	住宅建筑面积(万m ²)	人均住宅建筑面积(m ² /人)	0.0689
	普通高等学校在校生数(人)	每万人普通高等学校在校生数(人)	0.0697
绿色生态	污水排放总量(万m ³)	人均污水排放总量(万m ³ /人)	0.0694
	绿地面积(hm ²)	人均绿地面积(hm ² /人)	0.0671
资源供应	全年城市供水量(万t)	全年人均城市供水量(t/人)	0.0677
	全年用电总量(亿kw·h)	全年人均用电总量(kw·h)	0.0698
	天然气供应量(m ³)	人均天然气供应量(m ³ /人)	0.0666

3. 可能 - 满意度模型测算成都市适度人口规模

3.1. 可能满意度模型指标赋值

可能 - 满意度模型是基于可能度 P 与满意度 S 进行综合计算的, P 、 S 均属于 $[0, 1]$ 的区间中: $P = 0$ 表示事件一定不会发生; $P = 1$ 表示事件一定会发生; $S = 0$ 表示事件发生后的结果让人无法接受; $S = 1$ 表示事件发生后的结果令人十分满意[5]。假设有一条可能 - 满意度曲线记为 W , 用来描述可能和满意的综合情况, W 也属于 $[0, 1]$ 的区间中。在测算成都市适度人口规模时, 可能 - 满意度公式可以写为:

$$W(a) = \frac{-r_B + aS_B}{(r_A - r_B) - a(s_A - S_B)}, \quad 0 < W < 1$$

适当变形可得:

$$a = \frac{W(r_A - r_B) + r_B}{W(s_A - S_B) + S_B}$$

上述公式中, W 表示可能 - 满意程度; a 表示人口适度的规模; r_B 和 r_A 分别表示事件可能度的上下限值;

s_A 和 s_B 分别表示事件结果满意度的上下限值。

针对14个二级指标赋值方面,有以下三种方法:1)参考成都市2035年政府规划;2)根据以往的文献资料,设定未来经济增长速度;3)参考沿海地区如北上广深等城市的发展现状和增长速度[6][7]。

经济发展的二级指标里,根据《成都市国民经济和社会发展的第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》,成都市地区生产总值未来五年年均增长速度为6.0%~8.0%,为了顺应国民经济与社会发展的战略目标,将成都市2021~2035年的GDP增速设置为7%,确定成都市GDP的上限值。根据成都市2035年国土空间总体规划,按照规划城市人口上浮20%配置教育、医疗等公共服务设施和市政、交通等基础设施用地,以此确定卫生机构床位数、住宅建筑面积、绿地面积等指标[8]。其余指标则根据历年数据做回归分析,以此估算出2035年具体数据如表2所示。

Table 2. Assignment table of likelihood and satisfaction of each secondary indicator in Chengdu in 2035 (units refer to Table 1)
表2. 成都市2035年各二级指标可能度和满意度的赋值表(单位参考表1)

二级指标	可能度下限 r_a	可能度上限 r_b	满意度下限 s_b	满意度上限 s_a
GDP	17716.68	48880.87	8.46	20.37
第二产业增加值	5418.50	9136.70	2.59	3.81
第三产业增加值	11643.00	24833.03	5.56	10.35
社会消费品零售总额	8118.54	17210.36	3.88	7.17
进出口总额	1034.79	2151.25	0.49	0.90
卫生机构床位数	153,700	211400.00	73.39	88.07
道路长度	7915.10	10885.21	3.78	4.54
住宅建筑面积	74468.69	102412.80	35.56	42.67
普通高等学校在校生	791700.00	1349400.00	378.05	562.25
污水排放总量	204557.91	112517.00	85.23	53.73
绿地面积	36334.00	49968.20	17.35	20.82
全年城市供水量	175586.00	293922.05	83.85	122.47
全年用电总量	725.43	1276.38	0.35	0.53
天然气供应量	34.72	65.30	0.02	0.03

3.2. 不同可能 - 满意度下适度人口测算

Table 3. Chengdu City's appropriate population size (10,000 people) under different possible satisfaction levels in 2035
表3. 2035年成都市不同可能 - 满意度水平下适度人口规模(万人)

指标类型	指标权重	不同可能 - 满意度水平下的适度人口规模(万人)				
		0.6	0.7	0.8	0.9	0.99
经济发展	0.382	2009.04	1756.76	1530.72	1326.90	1159.78
民生福祉	0.277	2132.06	2005.58	1885.12	1770.22	1671.20
绿色生态	0.137	2342.86	2428.60	2530.66	2651.35	2778.28
资源供应	0.204	2065.08	1867.45	1684.88	1515.69	1373.68
综合情况	1	2100.16	1940.06	1796.95	1669.15	1566.18

如表3所示, 可能 - 满意度水平处于大于或等于0.6的范围时, 某城市的适度人口才符合基本标准[9]。其中, 当可能 - 满意度水平达到0.99时, 可称为最优人口规模; 当可能 - 满意度水平达到0.9时, 人口规模较为理想; 当可能 - 满意度水平达到0.8时, 人口规模令人较为满意[10]。

从2035年一级指标对适度人口规模的影响分析来看, 经济发展是制约成都市当下即将来适度人口发展规模的首要因素, 在可能 - 满意度水平为0.6的情况下, 成都市经济发展可以满足的适度人口规模为2009.04万人。其次资源供应也是制约成都市适度人口发展规模的关键因素, 在在可能 - 满意度水平为0.6的情况下, 成都市资源供应可以满足的适度人口规模为2065.08万人。表明成都市当前存在经济发展动力不足、资源利用效率过低的问题。成都作为西部地区的新一线城市, 与传统的“一线城市”还是有一定差距。

4. GM-LSTM 模型预测成都市常住人口

4.1. GM (1, 1)模型

为满足从趋势变化上更好地预测成都市人口结构发展趋势的需求, 在模型数据选择上择取2000~2020年成都市人口的相关数据, 数据来源为2001~2021年的成都市统计年鉴。为了保证GM (1, 1)建模方法的可行性, 需要对已知数据做必要的检验处理[11]。设原始数据列为:

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

首先计算数列的级比,

$$\lambda(k) = \frac{x^{(0)}(k-1)}{x^{(0)}(k)}$$

如果所有的级比都落在可覆盖区间内:

$$X = \left(e^{-\frac{2}{n+1}}, e^{\frac{2}{n+1}} \right)$$

则数列 $x^{(0)}$ 可以建立GM (1, 1)模型且进行灰色预测。否则, 对数据做适当的变换处理, 如平移变换:

$$y^{(0)}(k) = x^{(0)}(k) + c, k = 1, 2, \dots, n,$$

取 c 使得数据列的级比都落在可容覆盖区间内。

经过检验由于常住人口的级比落在可覆盖区间内, 故可以建立GM (1, 1)模型如下:

$$x^{(0)}(k) + az^{(1)}(k) = b$$

用回归分析求得 a, b 的估计值, 于是相应的白化模型为:

$$\frac{dx^{(1)}(t)}{dt} + ax^{(1)}(t) = b,$$

解为:

$$x^{(1)}(t) = \left(x^{(0)}(1) - \frac{b}{a} \right) e^{-a(t-1)} + \frac{b}{a}$$

带入2000~2020年成都市常住人口数据, 可得上式中: a 和 b 的取值分别为-0.0365和979.0765。

4.2. LSTM 残差训练及 GM (1, 1)模型修正

经GM (1, 1)模型拟合出的预测值与实际值之间存在一定的误差, 也称残差。将2000年到2020年成都市常住人口的预测值减实际值, 就能得到项数为20的残差序列, 将残差序列带入LSTM模型进行训练以对2021年到2035年的常住人口残差值预测, 修正GM (1,1)模型后即可得到误差更小的常住人口预测值。

单个LSTM主要包括以下四个步骤:

1) 遗忘门

$$f_t = \sigma(W_f \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_f)$$

上式中, f_t 为输出信号, x_t 为t时刻输入信号, h_{t-1} 为上一个时刻输出信号, W_f 和 b_f 为sigmoid神经网络参数。

2) 更新输入信息

$$i_t = \sigma(W_i \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_i)$$

$$\tilde{C}_t = \tanh(W_c \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_c)$$

上式中, i_t 和 \tilde{C}_t 为输出信号, 取值范围分别在[0, 1]和[-1, 1]之间, x_t 为t时刻输入信号, h_{t-1} 为上一个时刻输出信号, W_i 和 b_i 为sigmoid神经网络参数, W_c 和 b_c 为tanh神经网络参数。

3) 更新网络状态

$$C_t = f_t * C_{t-1} + i_t * \tilde{C}_t$$

这里将遗忘门的输出 f_t 与上一时刻的状态 C_{t-1} 相乘来选择遗忘和保留一些信息, 将记忆门的输出与从遗忘门选择后的信息加和得到新的状态 C_t 。这就表示t时刻的状态 C_t 已经包含了此时需要丢弃的 $t-1$ 时刻传递的信息和t时刻从输入信号获取的需要新加入的信息 $i_t * \tilde{C}_t$ 。 C_t 将继续传递到 $t+1$ 时刻的LSTM网络中, 作为新的状态传递下去。

4) 网络输出信息

$$o_t = \sigma(W_o \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_o)$$

$$h_t = o_t * \tanh(C_t)$$

上式中, o_t 是由sigmoid神经网络层输出的一个0到1之间的数值, W_o 和 b_o 为sigmoid神经网络参数。

创建LSTM回归网络, 指定LSTM层的隐含单元个数为96 * 3个, 训练次数为250轮, 梯度阈值设置为1, 指定初始学习率为0.005, 并在125轮训练通过乘以因子0.2来降低学习率, 最终得出2035年成都市常住人口将达到2565.22万人。

5. 数据分析与资源配置

5.1. 成都市政府规划红线、适度人口规模、常住人口规模的综合比较

即使《国家人口发展规划(2016~2030年)》表明中国城镇人口扩张速度将会放缓, 但成都市常住人口往后几年依旧会有较为明显的增长趋势。截止2020年年底, 成都市常住人口已达到2094.70万人; 在可能 - 满意度水平为0.6的情况下, 成都市适度人口规模为2100.16万人; 2035年政府规划红线为2300万人; GM-LSTM预测的2035年常住人口为2565.22万人。以上数据表明, 2020年成都市常住人口规模已经极度接近2035年适度人口规模, 而到了2035年将超过适度人口规模约465.06万人, 超过2035年政府规划红线约265.22万人, 说明未来十年内, 成都市常住人口规模仍就有一定程度的增长。

5.2. 2035年成都市常住人口规模超过适度人口规模时的资源配置

将2035年成都市常住人口规模预测值2688.96万人作为可能-满意度水平为0.6下的适度人口值, 根据经济发展、民生福祉、绿色生态、资源供应等方面的权重不同计算出四个一级指标下对应的适度人口规模, 从而倒推出对应二级指标2035年理想值。

在选择指标配置的过程中, 经济发展下的二级指标不做考虑, 仅配置民生福祉、绿色生态、资源供应等方面的二级指标, 在可能-满意度水平为0.6条件下, 各项指标2035年的理想值如表4所示:

Table 4. Chengdu's resource allocation results corresponding to population growth in 2035 (units refer to Table 1)
表 4. 2035年成都市对应人口增长的资源配置结果 (单位参考表 1)

指标	现状值	理想值	比值
卫生机构床位数	153700.00	265252.20	1.73
道路长度	7915.10	13660.29	1.73
住宅建筑面积	74468.69	128521.89	1.73
普通高等学校在校生	791700.00	1332690.38	1.68
污水排放总量	112517.00	195762.65	1.74
绿地面积	36334.00	97999.52	2.70
全年城市供水量	175586.00	810205.91	4.61
全年用电总量	725.43	3347.35	4.61
天然气供应量	34.72	160.21	4.61

从表4可以得出, 成都市在资源供应方面对人口的承载能力较为不足, 2020年全年城市供水量、用电总量、天然气供应量分别为175,586万t、725.43亿kw·h、34.72 m³, 全年城市供水量、用电总量、天然气供应量的理想值与现状值之比均超过4.5。除此之外, 绿地面积现状值为36334.00平方千米, 理想值为97999.52平方千米, 比值为2.70。

6. 结论与政策建议

6.1. 结论

1) 在0.6的可能——满意度水平下, 成都市2035年适度人口规模为2100.16万人, 未超过政府规划红线。且在不同可能——满意度水平下的成都市适度人口规模波动幅度较大, 说明城市发展可供优化的空间较大。

2) 预测结果表明, 成都市2035年常住人口规模将超过政府规划红线和适度人口规模, 呈现常住人口规模 > 政府规划红线 > 适度人口规模的形式。

3) 成都需在城市供水量、供电量、天然气供应量及绿化方面加大调节力度, 2035年城市供水量、供电量、天然气供应量需达到当前水平的4.5倍以上, 绿地面积需达到当前水平的2.7倍以上。

6.2. 政策建议

成都应以提升城市供水量、供电量、天然气供应量以及绿地程度的人口容纳量为重点:

1) 加大供水工程资金投入规模, 加快供水管线更新改造进程, 有针对性的开展维护管理工作, 提高供水能力, 提升供水质量。

2) 逐渐突破传统发电方式对供电量的限制, 提高电力设备质量, 保证高温条件下成都市电网运行

安全, 加大发电技术创新的资金投入, 提升电网负荷能力和供电能力。

3) 完善天然气输配体系, 加快推进天府气田、川西气田的勘探, 推进天然气管道改造升级项目, 大力发展区域及用户双气源、多气源供应, 降低中间损耗, 提升天然气供应能力。

4) 合理规划用地规模, 推进龙泉山国家储备林项目和国家国土绿化试点示范项目, 积极建设“东部森林”, 加大大熊猫栖息地生态廊道修复力度, 创新“森林+”“公园+”“绿道+”“林盘+”模式, 构建公园城市生态场景体系, 进一步扩大绿地面积。

参考文献

- [1] 罗万春. 基于 BP 神经网络的重庆市人口预测[J]. 黑龙江科学, 2022, 13(4): 1-3+10.
- [2] 潘晶, 古海波. 城市产业空间资源配置策略探讨——以深圳市坪山区为例[J]. 规划师, 2021, 37(21): 44-50.
- [3] 陈慧琴, 郭贯成, 秦朝轩, 李兆碧. 基于 GM-LSTM 模型的南京市老年人口预测研究[J]. 计算机科学, 2021, 48(S1): 231-234+245.
- [4] 王勇, 解延京, 刘荣, 张昊. 北上广深城市人口预测及其资源配置[J]. 地理学报, 2021, 76(2): 352-366.
- [5] 朱志伟. 特大城市社区资源配置模式演化与推进机制——以上海市为例[J]. 福建论坛(人文社会科学版), 2020(11): 181-190.
- [6] 童玉芬, 王静文, 梁钊. 资源环境约束下的中国适度人口研究[J]. 社会科学文摘, 2016(5): 59-60.
- [7] 眭海霞, 陈俊江. 新型城镇化背景下成都市农业转移人口市民化成本分担机制研究[J]. 农村经济, 2015(2): 119-123.
- [8] 续伊特. 中国超大城市人口集聚与产业集聚、创新集聚的影响机制研究[D]: [博士学位论文]. 长春: 吉林大学, 2021.
- [9] 何东, 蓝志勇. 日本东京超大城市人口治理经验探讨[J]. 中国行政管理, 2018(10): 134-138.
- [10] 李超. 城市资源配置影响房价的实证分析: 回归房子的人口居住功能[J]. 学术研究, 2019(4): 95-102.
- [11] 侯瑞环, 徐翔燕. 基于改进 GM(1,1)模型的中长期人口预测[J]. 统计与决策, 2021, 37(1): 186-188.