

# 重庆市人口分布模型与特征分析

张洪阳, 杨 虎

(重庆大学 数理学院统计研究所, 重庆 400044)

**摘要:** 本文先用聚类分析对重庆市的人口进行了分类, 并对每类数据进行了分析, 通过建立模型对重庆市第三次、第四次、第五次人口普查数据揭示的人口分布进行了定量研究。我们的研究表明重庆市的人口基本符合负指数分布, 城市正处于成长阶段。

**关键词:** 聚类; 负指数模型; 成长阶段

中图分类号: C921 文献标识码: A 文章编号: 1000-4149(2003)02-0053-06

## Population Distribution Model and its Characteristics in Chongqing City

ZHANG Hong-yang, YANG Hu

(Department of Statistics and Actuarial Science, College of Mathematics and Science, Chongqing University, Chongqing, 400044)

**Abstract:** Using cluster analysis method, we classify population in Chongqing into different types and analyze each type population in detail. Based on the third, fourth and fifth population census data, we study the population distribution through quantitative models. The research results show that the population in Chongqing fits in with exponential model, and is at growing stage.

**Keywords:** cluster analysis; negative exponential model; growing stage

### 一、人口分布的地理特征

根据第五次人口普查资料数据<sup>[1]</sup>, 对重庆市各区域人口密度进行聚类分析, 大致可分为四类: 高密度区、较高密度区、一般区、低密度区。其中高密度区有: 渝中区、大渡口区、江北区三个区; 较高密度区有: 沙坪坝区、九龙坡区、南岸区三个区; 一般区有: 万州区、涪陵区、北碚区、万盛区、双桥区、渝北区、巴南区、长寿县、綦江县、潼南县、铜梁县、大足县、荣昌县、璧山县、梁平县、忠县、开县、云阳县、垫江县、江津市、合川市、永川市二十二个区县; 低密度区有: 黔江区、城口县、丰都县、武隆县、奉节县、巫山县、巫溪县、石柱县、秀山县、南川市、酉阳县、彭水县十二个县市, 从重庆市各地区人口密度图<sup>[2]</sup>中容易发现人口密度以市区为中心向四周逐渐减少, 人口密度中心为渝中区, 高达 30224.64 人/平方公里, 而密度最低的地区为城口县, 人口密度仅为 68.3 人/平方公里, 相差达到 442.5 倍!

从地理环境来说, 重庆地势由南向北沿长江河谷逐级降低, 西北部和中部以丘陵、低山为主, 东南部靠大巴山和武陵山两座大山脉。长江、嘉陵江在市区交汇, 极好的地理环境使市区的经济迅速发展, 也使人口迅速增加, 形成了高密度的地理区域。而东南部由于多为山区, 经济发

收稿日期: 2002-08-28; 修订日期: 2003-01-08

作者简介: 张洪阳(1978-), 男, 辽宁人, 重庆大学数理学院统计研究所 2000 级硕士研究生, 研究方向为统计线性模型、人口统计等。

展缓慢，人口密度也很小。人口分布的一般区在重庆西部是围绕在市区周围，然后往东形成一个狭长的地区。从重庆的地势图可以看出，这条狭长的区域位于长江流域，而且海拔相对不是很高，交通设施比较完善，旅游景点也比较多，为经济的发展提供了有利的条件，人口密度适中。人口低密度的区域海拔一般都比较高，多山、少水，人民生活水平低，生活环境艰苦。

高密度与较高密度区位于市区内，本地人口由于经济发展迅速增加，加上多年外来人口的大量涌入，形成了人口密度过高的局面，其城市化水平远远高于其他地区。六个区土地面积约占全市总面积的 1.74%，人口约占总人口的 12.4%，比土地面积比重高出 10 余个百分点。一般区分布在市区的周围及长江沿岸，地势多为低山、丘陵，经济发展较为平稳，城市化水平一般。土地面积约占总面积的 50.16%，而人口约占总人口的 66%，比土地面积比重也高出十几个百分点。低密度区的区县大多数位于山区，交通不便，经济发展缓慢，城市化水平很低，人口平均密度为 171.7 人/平方公里，人口稳定。土地面积占总面积的 48.1%，而人口只占总人口的 21.6%，远远小于土地面积比重。

根据以上分析，我们给出重庆市人口分布的劳伦兹曲线<sup>[3]</sup>，如图 1。

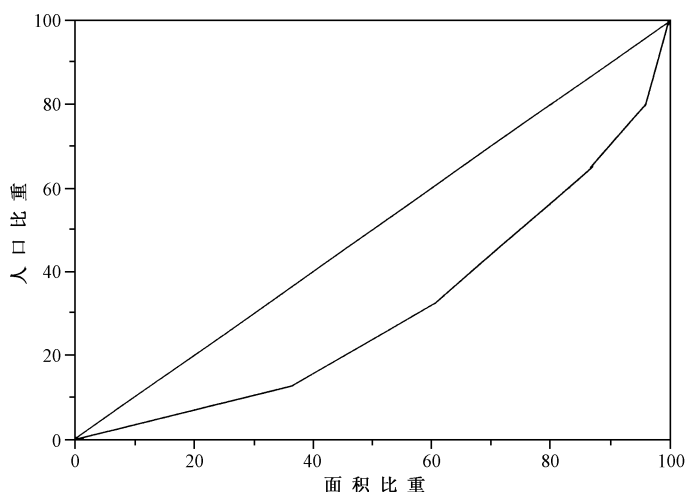


图 1 劳伦兹曲线图

劳伦兹曲线能反映人口分布均匀与否，其方法是将各地区按人口密度高低顺序排列，对于人口密度的任意区域分了一个等级，计算各地域的人口累计比重和土地累计比重，然后以人口的累计百分比为纵轴，相对应的土地面积累计比为横轴，画出其轨迹。曲线离从原点出发的对角线越近，表明人口分布越均匀，反之则越不均匀。从图上可以看出，重庆市人口分布很不均匀。

## 二、各密度区人口分析

首先，从老龄人口看<sup>[4]</sup>，重庆市已经属于老龄化城市。对于各个年龄男女人口数我们给出了树形图 2，可以看出，人口年龄中青少年、中青年、中老年的人数都有一个高峰，且老年人的比重已很明显，重庆市人口已进入老龄化人口行列。根据人口普查数据重庆市 60 岁以上人口占总人口的 12%，人口老龄化浪潮已经来临。

老年人口分布中，人口高密度区所占比例很大，如渝中区 14%，大渡口区 13%，江北区 13%，均位于全市前列，这给这几个地区的经济发展带来相当大的负担。而人口较高密度区沙坪坝区、九龙坡区、南岸区老龄人口所占比例均为 11%，小于全市平均水平，发展负担相对较小。其余两类密度区情况复杂，不能同一而论。

其次，从人口的文化素质来分析各地情况，这里只考虑初中以上的文化水平。通过计算可以看出四个区的人口文化素质较为分明。全市初中文化水平以上的人口占总人口比重为 44%，人

口高密度区分别为：渝中区 77%，大渡口区 70%，江北区 72%，高于其他各区县；较高密度区：沙坪坝 71%，九龙坡区 69%，南岸区 73%，稍小于高密度区；密度一般区平均比重为 44%，低密度区为 32%。人口文化素质过低制约了经济的发展，尤其是大学文化以上人数比重，高密度区与较高密度区大学文化以上人数比重除大渡口区以外均在 10% 以上，而在人口密度一般区和低密度区除北碚和双桥区比重达到 7% 外，其余地区均在 1%~3% 之间，这与发达城市相距甚远。

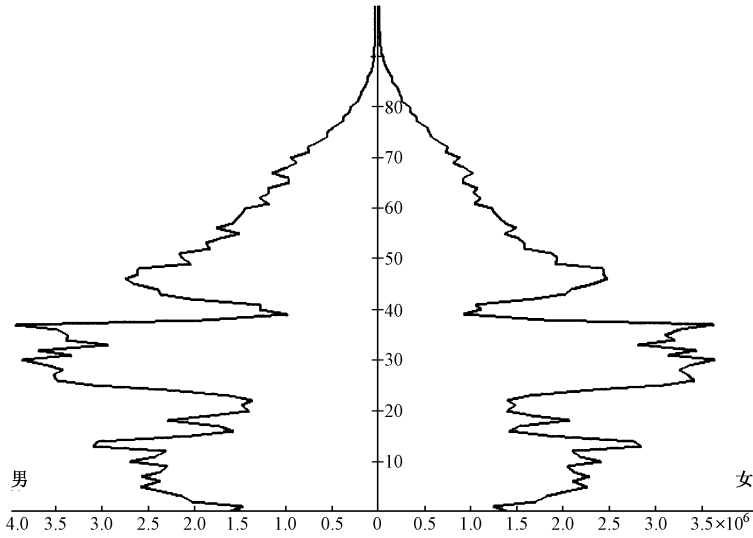


图2 重庆市各年龄人口树形图

从 15 岁以上文盲人口来看，高密度区与较高密度区 15 岁人口文盲比重只占 3.68%；人口密度一般区，文盲人口比重为 8.07%；而人口低密度区的文盲人口比重却高达 13.78%。提高人口素质，发展教育水平任重而道远。

再次，从社会抚养比来看，老年抚养比中高密度区比较高，尤其是渝中区老年抚养比达到 13.47%，全市最高，这在某些方面影响了渝中区的发展；较高密度区最低，对发展影响不是很大；从少儿抚养比来看，高密度区与较高密度区少儿抚养比较低，平均为 16.2%，而低密度区的少儿抚养相对来说比较高，平均达到 51.7%；从总抚养比来说，高密度区与较高密度区的总抚养比相对较低，社会负担不是很重，而低密度区的总抚养比很高，这给本来就不发达的地区更增添了一份沉重的负担。

第四，从人口增长量来看，高密度与较高密度区外来人口所占比例较大，人口增长率也超过其他各地区。根据人口普查数据可以看出，渝中区的外来人口达到 40% 左右，居全市之首；大渡口区、江北区、沙坪坝区、九龙坡区、南岸区的外来人口也在 23%~30% 之间，从第三、四、五次人口普查的数据<sup>[5]</sup>看出，这几个区的平均人口增长率都远远高于其他各区，南岸区竟高达 35%！六区平均人口增长率为 23.7%。一般区与低密度区人口增长率不高，平均增长率为 5% 左右。外来人口比例少，人口稳定。

综上所述，调整人口结构，解决人口问题，已经刻不容缓。

### 三、人口分布模型

一般认为<sup>[6]</sup>，城市的发展多由市中心向外推进，城市人口的疏密，也由此多呈同心圆分布变化。在这一前提下，关于城市人口分布的定量解析，克拉克 (Clark)、塔拉 (Tanner)、纽林 (Newing) 给出了几个基本数学模型。他们认为西方城市人口密度发展过程可分为 3 个阶段，见图 3。

①成长阶段：图中从 (a) 到 (b)，人口密度在市中心最高，向外递减，市中心的人口增加速度大于边缘人口的增加。人口密度随距离衰减具有以下模式：

$$d_x = d_0 e^{-bx} \quad \text{取对数得} \quad \ln d_x = \ln d_0 - bx \quad (1)$$

$d_x$  为距中心商业区  $x$  处的人口密度;  $d_0$  为中心商业区的人口密度;  $b$  为常数,  $b$  越大, 表明距中心商业区向外人口密度下降的越快, 反之亦然;  $x$  为距中心商业区的距离。如果以  $x_0 = 1/b$  作为城市半径上人口分布“重心点”离开市中心点的距离, 则随着  $b$  的减小,  $x_0$  市中心点向外推进, 表示城市在外延扩大, 人口分布的郊区化发生并发展。因此, 也可以把  $d_0$  和  $b$  作为表征城市发达程度或城市发展水平的指标。一般地说, 随着城市及城市化的发展, 特别是当城市发达程度较高、进入现代化发展阶段时,  $d_0$  和  $b$  都呈减小趋势。

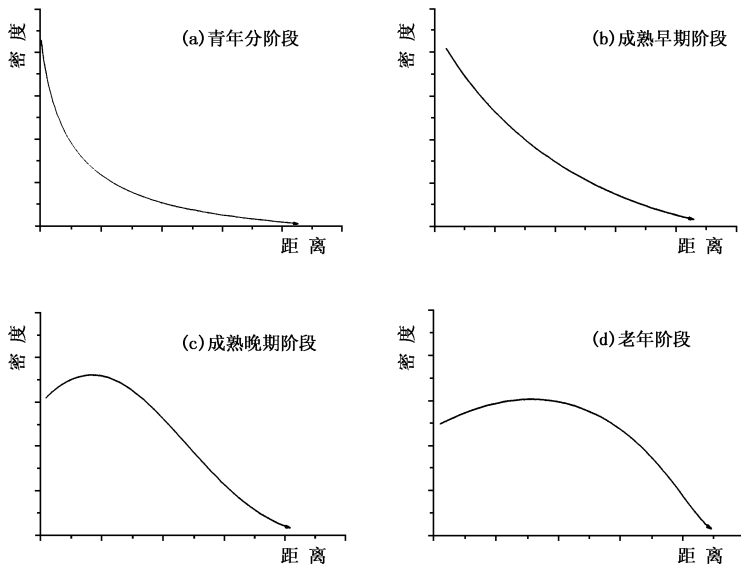


图3 西方城市人口密度发展过程

②成熟阶段: 图中从 (b) 到 (c), 市中心人口增加速度放慢, 边缘区人口增加速度加快, 边缘区人口密度逐渐超过市中心区, 密度随距离衰减模式为:

$$d_x = d_0 e^{-cx^2} \quad \text{取对数得} \quad \ln d_x = \ln d_0 - cx^2 \quad (2)$$

$c$  为常数, 其他符号含义同 (1) 式。

③老年阶段: 图中从 (c) 到 (d), 由于市中心商业、事务业的发展, 人口逐渐从市中心迁往郊区, 人口密度最高点向外移动, 市中心区人口密度缺口出现, 模式为:

$$d_x = d_0 e^{bx - cx^2} \quad \text{取对数得} \quad \ln d_x = \ln d_0 + bx - cx^2 \quad (3)$$

$b, c$  为常数, 其他符号含义同 (1) 式。

(1) (2) 两式可以分别看作 (3) 式  $c = 0, b = 0$  的特例。

我们把中心商业区选在渝中区, 用 (3) 式模拟人口随距离衰减的情况, 见表 1 (因为渝中区的人口密度太高, 拟合效果不好, 于是把  $d_0$  当作参数进行估计, 得到如下几个模型)。

表1 重庆市人口密度距离衰减模式 (3)

普查	模型: $\ln d_x = \ln d_0 + bx - cx^2$	$R^2$
第三次	$\ln d_x = 7.33167 - 0.16397x - 0.000030x^2$	$R^2 = 0.56332$
第四次	$\ln d_x = 7.44146 - 0.17016x - 0.000037x^2$	$R^2 = 0.56131$
第五次	$\ln d_x = 7.62865 - 0.18846x - 0.000035x^2$	$R^2 = 0.59259$

从上面的模型比较来说, 常数  $d_0, b$  逐渐增大, 说明市中心人口密度在逐步增加, 市中心向外人口密度下降的越来越快, 人口也越来越集中。三次人口普查模型中  $b < 0$ , 而  $C$  均接近于零,

人口分布接近于 (1) 式, 由此知重庆市还处于城市发展的成长阶段, 这与上海、广州等 (c 远大于零) 的差异<sup>[7,8]</sup>还是比较大的。

表 2 其他城市人口密度距离衰减模式

城市年份	模型: $\text{Ind}_x = \text{Ind}_0 + bx - cx^2$	$R^2$
上海 1997	$\text{Ind}_x = 11.440 - 0.228x - 0.0010x^2$	$R^2 = 0.525$
广州 1994	$\text{Ind}_x = 4.62297 - 0.20038x - 0.03667x^2$	$R^2 = 0.63592$

重庆市以市区为中心向东北、东南延伸成个倒“人”字, 因为地理环境有一定区别, 人口分布就不尽相同。下面, 我们就这两个方向分别用 (1) 式负指数模型:

$$\text{Ind}_x = \text{Ind}_0 - b_x$$

给出人口密度距离模型。如表 3:

表 3 重庆市分方向人口密度距离衰减模式

地区	普查	$\text{Ind}_0$	$d_0$	B	$R^2$
东北	第三次	7.2564	1414.59	0.0070	0.574
	第四次	7.3593	1570.77	0.0072	0.572
	第五次	7.5526	1905.62	0.0078	0.610
东南	第三次	7.1683	1297.63	0.119	0.522
	第四次	7.2710	1437.98	0.121	0.515
	第五次	7.4724	1758.84	0.132	0.554

根据上面负指数模型的拟合结果显示, 重庆中心城区在各个方向上的人口分布特征及变化趋势有些异同, 主要表现在:

第一, 市中心往东北向人口分布拟合模型的说明系数均高于东南向, 且在 0.6 左右, 说明市中心向这个方向上的人口分布基本符合负指数分布模式; 东南向的说明系数均在 0.5 以上, 可以认为符合负指数分布模式。导致模式效果的不同, 主要是因为地理差异比较大, 东北向有长江流过, 地势逐渐增高; 东南方向多为群山, 经济发展缓慢, 主要是少数民族聚集地。

第二, 东北向的  $d_0$  较高, 如第三次人口普查中的  $d_0$  与东南向的第四次人口普查的  $d_0$  相近。但两个方向  $d$  的增加幅度还很一致, 第三次到第四次人口普查增加幅度为 11%, 第四次到第五次为 22%, 人口集中速度加快。

第三, 市中心向两个方向的人口密度斜率  $b$  不同,  $d_0$  较高的东北方向,  $b$  值远小于东南方向的  $b$  值, 说明在东南方向人口相对主要集中在市中心地区, 离市中心不同距离的人口密度差异比较大; 而东北方向  $b$  值较小, 说明在这个方向上人口分布比较均匀, 离市中心不同距离的人口密度差异较小。但两个方向  $b$  值的增幅却很相近, 平均 5% 左右, 说明两个方向上的人口密度差异变化较为一致。

第四, 从  $b$  值的增加, 可以知道  $x_0$  逐渐减小, 也就是说城市半径上人口分布“重心点”离开市中心点的距离也越来越小, 这与发达城市北京、上海、深圳恰恰相反, 城市发展才刚刚起步。

从图 4 可看出两个方向上模型拟合情况 (距离是指两地间直线距离)。

#### 四、结论

对于重庆市来说, 人口分布特点主要表现为以市中心地区人口密度最高, 随着离开市中心点向外距离的增加, 人口密度呈指数下降趋势的负指数分布模式。市中心点的人口密度在每平方公里 3 万人左右, 小于国内其他大城市, 而略高于世界上其他大城市 (如上海 1997 人口分布的市中心点人口密度在每平方公里为 9~15 万人之间, 日本大约 1~2.5 万人之间, 美国大约在 0.1~1 万人之间), 人口密度相对集中, 人口分布具有较高的“集中性”和“拥挤度”。

重庆市是年轻的直辖市, 正处于发展阶段, 发展潜力巨大。随着城市建设和国民经济的发展

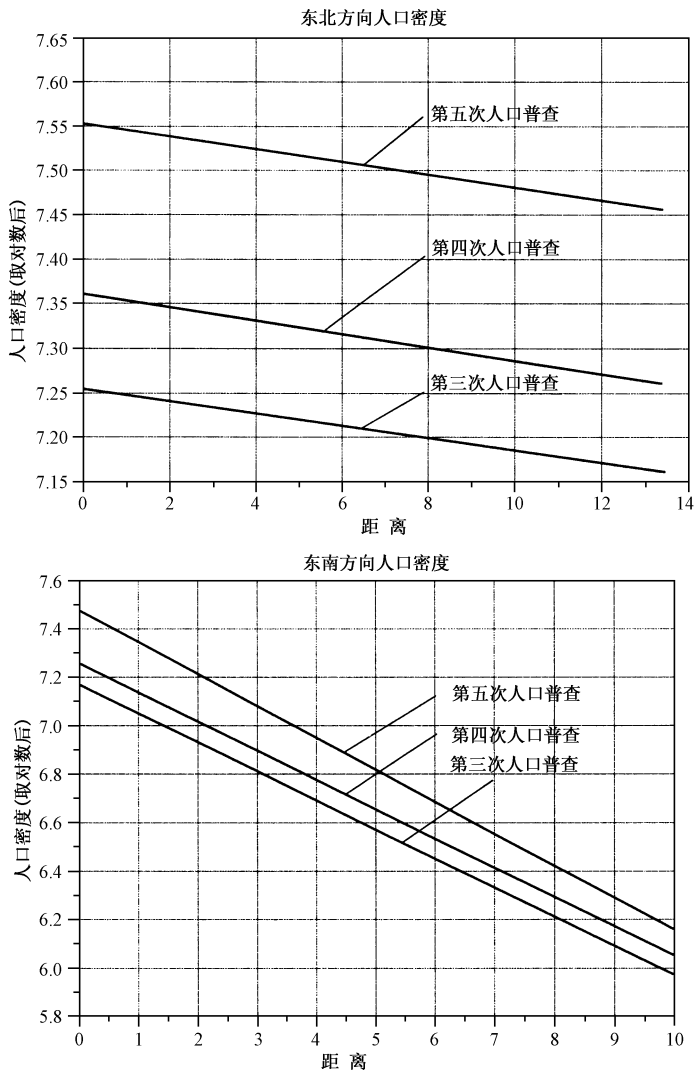


图4 重庆市分方向人口密度距离拟合效果图

展，重庆市逐渐从成长阶段发展到成熟阶段，人口分布也将会发生本质的变化，重庆市的中心人口分布也将由负指数函数模式逐步向呈“火山”状分布的二次指数函数模式转变。这是将来重庆市人口分布变动及现代城市化发展的必然趋势。

参考文献：

- [ 1 ] 重庆市 2000 年人口普查资料. 北京：中国统计出版社，2002.
- [ 2 ] 重庆市地图册. 成都：成都地图出版社，2001. 5.
- [ 3 ] 曾毅. 人口分析方法与应用. 北京：北京大学出版社，1993.
- [ 4 ] 翟振武. 常用人口统计公式手册. 北京：中国人口出版社，1993.
- [ 5 ] 重庆市第三、四次人口普查资料汇编. 北京：中国统计出版社，2001.
- [ 6 ] 周春山，许学强. 广州市人口空间分布特征及演变趋势分析. 热带地理，1997，17：(1).
- [ 7 ] 同 [6].
- [ 8 ] 沈建法，王桂新. 90 年代上海中心城人口分布及其变动趋势的模型研究. 中国人口科学，2000，(5).

[责任编辑 齐明珠]