

基于 Logistic 模型的贵州省城市化水平分析

熊义杰¹，唐淼¹，熊菁²¹

(1. 西安理工大学经济与管理学院, 陕西西安 710054; 2. 昆明理工大学管理学院, 云南昆明 650504)

摘要:城市化发展过程近似于一条拉伸的 S 型曲线, 符合 Logistic 曲线特征。本文以城镇人口占总人口的比重作为城市化水平的评价指标, 基于贵州省城镇人口统计口径和设市标准多次发生变化的情况, 利用联合国法对 1982—2000 年之间的年城镇人口比重进行了修正。基于修正的 1982—2014 年和 2000—2014 年贵州省城镇人口比重数据, 分别建立两种情况的 Logistic 模型, 并对模型的拟合度进行检验分析; 绘制两种情况的 Logistic 曲线图。结果发现: 由修正的 1982—2014 年城镇人口比重绘制的 Logistic 曲线, 能更好地反映贵州省城市化发展过程。最后采用内部尺度划分方法, 将贵州省 Logistic 曲线划分为三个阶段, 得出贵州省目前处于城市化加速阶段, 并针对该阶段如何快速提高贵州省城市化水平提出对策。

关键词:城市化水平; Logistic 曲线过程; 贵州省; 阶段划分

中图分类号:F291. 1

文献标识码:A

文章编号:1000 — 5099(2017)01 — 0070 — 06

国际 DOI 编码:10. 15958 /j. cnki. gdxbsbh. 2017. 01. 12

城市化是人类社会发展过程中十分重要的一种经济和社会现象, 也是一个国家或者地区经济发展水平的重要衡量指标之一。对于城市化的定义, Friedman 认为, 城市化是多维的包含社会空间的复杂过程, 并进一步将城市化划分为两种: 城市化 I 型和城市化 II 型。前者主要指人口和非农业活动在城市中的集中及地域景观由农村变为城市, 包含农民市民化和城市自身规模的扩大等方面; 后者主要是指城市文化和城市价值观向农村扩散, 是一种更为高级的城市化。^[1]关于城市化的起点有两种不同的观点: 一种观点认为城市产生之后城市化的进程就已经开始; 另一种观点则认为城市化是一种自发的历史进程, 始于第一次工业革命。这两种观点都认为城市化是一个过程。^[2]城市化阶段划分的理论有 S 理论^[3]和 J 理论^[4]。S 理论是 Northam(1979)在对英法等国家的城市化过程进行研究后, 发现这些国家的城市化发展进程表现出一条拉伸的“S”型曲线特征; J 理论是指城市化过程中其增长趋势类似于一条 J 型曲线。相对于 J 型曲线而言, S 型曲线研究比较深入其理论基础相对明朗。^[5]

近年来, 关于贵州省各地级市城市化问题的研究较多, 研究热点主要集中于贵州省城市化空间体系分布和现状的描述、城市化发展路径选择、工业化与城市化的关系等问题, 然而, 贵州省目前城市化究竟处于什么阶段, 这需要运用 S 型曲线对贵州省的城市化发展阶段划分进行探讨, 这方面的实证研究较少。本文在分析贵州省历年统计数据和城镇建制的基础上, 使用联合国法对 1982—2000 年间全省城镇人口进行修正, 分别建立两个时间段的贵州省城市化水平 Logistic 模型, 绘制 S 曲线图和模型进行检验和比较分析, 结合实际情况选择针对于贵州省城市化过程的 Logistic 模型, 利用内部尺度划分得出贵州省城市化目

¹收稿日期:2016 — 12 — 14

作者简介:熊义杰(1958—), 男, 陕西武功人, 博士, 教授, 研究生导师。研究方向: 区域经济学。

唐淼(1990—), 女, 贵州毕节人, 硕士研究生。研究方向: 区域经济学。

熊菁(1989—), 女, 陕西西安人, 硕士研究生。研究方向: 区域经济学。

前所处的阶段，最后提出对策建议。

一、研究方法 with 数据处理

1. 描述城市化阶段的 Logistic 模型推导

S 型曲线常用于对国家或地区的城市化发展阶段进行描述。当前，关于 S 曲线的推导方法主要有联合国法（两期递推法）和微分方程法两种。联合国法即使用基期和报告期数据，既可向内递推得出报告期和基期间的各期城市化水平，也可向外递推对未来城市化水平做出预测。本文在参考前人的研究基础上^[6]完善了微分推导方法，下面给出具体的 Logistic 曲线推导过程。

首先假定某地区的总人口为 P，城市人口为 U，乡村人口为 R，城市化水平为 Y，则有城市人口的比重为：

$$Y(t) = \frac{U(t)}{P(t)} \quad (1)$$

式中， $P(t) = U(t) + R(t)$ 表示的是 t 年的总人口， $U(t)$ ， $R(t)$ 分别代表某区域 t 年的城市人口总数和乡村人口总数。

$$\frac{dU}{dt} = a_i U, \frac{dR}{dt} = a_j R \quad (2)$$

式中， a_i 是城市人口的增长率， a_j 是农村人口的增长率。对 dt 进行微分计算，结合式（4），得到如下结果：

$$\frac{dY}{dt} = \frac{U(t) R(t)}{P^2(t)} (a_i - a_j) \quad (3)$$

令 $(a_i - a_j) = k(t)$ （指城乡人口的增长率之差，也是关于 t 的时间变量），则有：

$$\frac{dY}{dt} = \frac{U(t) R(t)}{P^2(t)} (a_i - a_j) = \frac{U(t) R(t)}{P^2(t)} k(t) = k(t) Y(1 - Y) \quad (4)$$

这是一个关于 t 的一阶微分方程，故有

$$\frac{dY}{Y(1 - Y)} = k dt \quad (5)$$

对式（5）进行分离变量和积分计算，可得到城

市化 Logistic 过程的一般方程为:

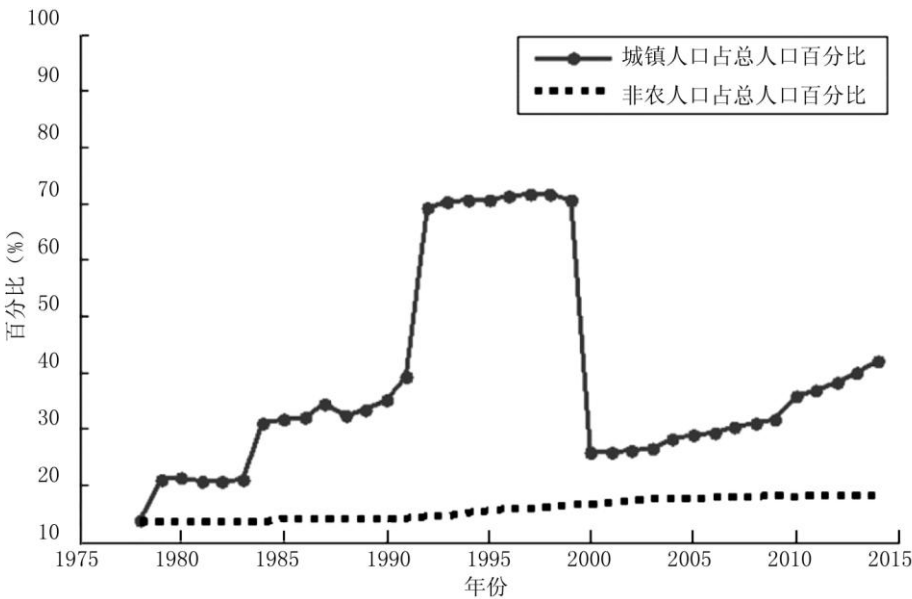
$$Y(t) = \frac{1}{1 + \lambda e^{-kt}} \quad (6)$$

其中, λ 和 k 为待定参数。

2. 城市化水平指标选取

目前, 衡量城市化水平的指标, 通常使用非农人口占总人口百分比或者城镇人口占总人口百分比来表示城市化率。但我国的城市化往往带有明显的政府干预和半城市化特点, 政府干预最明显的表现之一即城市在政府干预下扩建。由 2015 年贵州省统计年鉴数据分析可知, 2009—2014 年, 贵州省下辖 7 个市的建成区面积共扩大了 487. 59 km², 其中 60%的土地约 290. 81 km² 来源于政府征地。近 5 年时间里, 贵州省下辖的所有市都在不同程度地扩建。从建国到现在, 我国的市镇设置标准和城镇人口的统计口径多次发生变化, 其中市镇设置标准变化较大的有国务院转批的《关于调整建镇标准的报告》(1984 年) 和《关于调整设市标准的报告》(1993 年) 。

基于贵州省的实际情况分析, 从 2015 年《贵州统计年鉴》选取城镇人口和非农人口的数据, 分别计算城镇人口占总人口百分比和非农人口占总人口百分比, 绘制趋势图如图 1 所示。



资料来源: 贵州省统计局网站: [http://www. gz. stats. gov. cn](http://www.gz.stats.gov.cn)。表 1 同。

图 1 1978—2014 年贵州省城镇人口占总人口百分比和非农人口占总人口百分比

由图 1 可以看出, 城镇人口占总人口百分比变化波动性较大, 且 20 世纪 90 年代的城镇人口百分比较 2000 年后的城镇人口百分比大, 这显然是不正常的。城镇人口统计口径和贵州省市镇建制在 1992 到 2000 年多次变化, 是城镇人口在此期间出现巨大波动的主要原因。1992 年, 贵州省开始撤乡并镇设市, 到 1999 年末, 全省增设遵义和安顺两个地级市, 合并增设怀柔、

福泉、清镇、毕节 4 个县级市，共 692 个建制镇，城镇密度达到 0.39 座/100 km²。三普到六普，我国对市、镇人口的统计口径均不相同，尤其是四普和五普市、镇人口的统计口径相差较大，“五普”市、镇人口统计口径将人口密度不足 1500 人/km² 的市辖区所管辖的镇村委会和乡地域内的人口剔除在城镇人口之外。^[7] 所以，2000 年时贵州省城镇人口由 1999 年的 2539.8 万人回落到 896.49 万人。1990 到 2000 年间，贵州省城镇人口的波动约在两千万，这其中绝大部分是农村人口。故若直接使用城镇常住人口占总人口的百分比这一指标分析城市化水平发展趋势，有悖于现实，需对数据进行修正。

1978—2014 年，非农人口占总人口百分比趋势变化比较稳定呈增长趋势，但 2000—2014 年非农人口占总人口的比重仍未超过 20%，若用此指标对贵州省城市化进行分析，与贵州省实际城市化率显然不相符合。贵州省存在大量居住在城市但并不是非农人口的农民工。农民工对扩大内需促进经济增长调整产业结构，提高城市城市化率起着重要的积极作用。^[8] 故直接使用非农人口占总人口百分比来衡量贵州省城市化率会低估贵州省的实际城市化水平。为了保证数据的真实性、可比性、连续性，本文不使用非农人口占总人口百分比来表示贵州省人口城市化率，而使用基于联合国法修正后的城镇人口占总人口百分比来表示贵州省的城市化水平。

3. 城镇人口修正

我国从 2000 年（五普）开始，人口统计口径基本没有太大的变化，用城镇人口占总人口百分比表示贵州省人口城市化率比较合理，且 2000—2014 年城市化率呈增长趋势而稳定。1982—2000 年之间的城镇人口数据都需要修正，本文采用联合国法修正贵州省城镇人口比重，假定不变，内递推可计算得到报告期和基期间各期的城镇人口比重值。^[9] 本文以三普（1982 年）和五普（2000 年）城镇人口为代表年份，具体的计算步骤如下：

第一步，求解城乡增长率差：

$$URGD = \frac{\ln\left(\frac{PU(2)}{1 - PU(2)} / \frac{PU(1)}{1 - PU(1)}\right)}{n} \quad (7)$$

式中，URGD 表示城乡人口增长率差，PU(1) 是基期的城镇人口比重，PU(2) 指报告期的城镇人口比重，n 是两期之差的年数。

1982 年为基期和 2000 年为报告期，城镇人口比重分别为 0.1886、0.2387，即 $pu(1) = 0.1886$ ， $PU(2) = 0.2387$ ， $n = 18$ 。代入上式，计算得到贵州省的城乡人口增长率差 $URGD = 0.0107$ 。

第二步，计算年城镇人口比重：

$$\frac{PU(t)}{1 - PU(t)} = \frac{PU(l)}{1 - PU(l)} \cdot e^{URGD \cdot t} \quad (8)$$

式中，URGD 为式（7）所求的城乡人口增长率差，PU(t) 为年的城镇人口比重，t 表示距离基期年数。

根据计算的贵州省城乡人口增长率差 $URGD = 0.0107$ ，代入式（8），内推计算得到 1982—2000 年城镇人口比重数据，如表 1 所示。

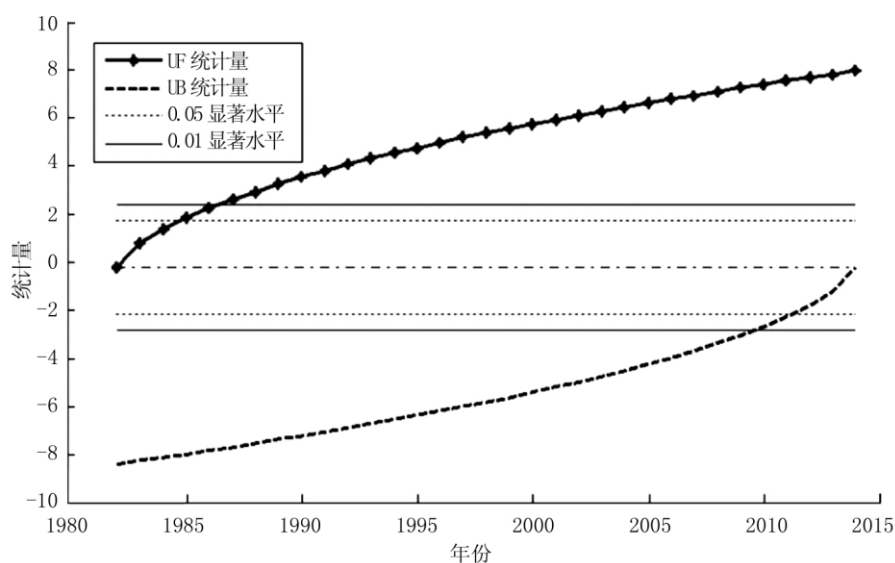
表 1 1982—2000 年贵州省城镇人口比重的修正

年份	城镇人口 实际比重	修正值	增长率
1982	0. 188 6	0. 188 6	
1983	0. 189 9	0. 190 2	1. 008 7
1984	0. 291 3	0. 191 8	1. 008 7
1985	0. 297 1	0. 193 5	1. 008 7
1986	0. 300 6	0. 195 2	1. 008 7
1987	0. 326 4	0. 196 9	1. 008 6
1988	0. 304 2	0. 198 6	1. 008 6
1989	0. 315 4	0. 200 3	1. 008 6
1990	0. 331 6	0. 202 0	1. 008 6
1991	0. 373 6	0. 203 7	1. 008 6
1992	0. 671 3	0. 205 5	1. 008 5
1993	0. 682 1	0. 207 2	1. 008 5
1994	0. 685 6	0. 209 0	1. 008 5
1995	0. 686 6	0. 210 8	1. 008 5
1996	0. 691 2	0. 212 5	1. 008 5
1997	0. 694 4	0. 214 3	1. 008 5
1998	0. 694 4	0. 216 2	1. 008 4
1999	0. 684 6	0. 218 0	1. 008 4
2000	0. 238 7	0. 238 7	

第三步，修正数据验证。由贵州省统计年鉴可知，2005 年及以后的人口统计口径改为了常住半年口径，且在流动人口较少的情况下，同一地区的城市人口增长率在短期内变化不会太大，故本文选取 2001—2003 年的平均城市化率与以上修正参数的平均城市化率进行比较分析。经计算，修正后 1982—2000 年城市化年平均增长率为 1. 008 6，与根据 2001—2003 年的实际城市化年平均增长率 1. 012 4 进行比较发现：修正数据的平均城市化率相对实际平均城市化率误差为 0. 38%，误差较小，故可用联合国法修正的城镇人口比重作为贵州省 1982—2000 年的人口城市化率数值。

4. 城市化水平变化趋势分析

修正后的数据是否符合实际，需要进行检验。Mann — Kendall 法(简称 M — K 检验) 是由曼(H. B. Mann) 和肯德尔(M. G. Kendall) 提出的一种非参数检验方法，计算过程简单且检验不会受到少数异常值的干扰，可对稳定的时间序列数据的趋势变化进行分析。本文利用 Mann — Kendall 对贵州省城市化水平进行趋势性分析，并进行突变性检验。基于修正后的 1982—2000 年期间城镇人口比重数据和 2000—2014 年的实际城市化率，绘制完整的 1982—2014 年 Mann — Kendall 统计量曲线，如图 2 所示。



注：根据相关资料绘制。

图2 1982—2015 年贵州省城市化水平的 M — K 检验图

UF、UB 表示的是城市化水平的统计量，显著性水平为 $\alpha = 0.05$ ，图中统计量值为 0 上下的虚线是指临界值为 ± 1.96 两条直线。由图 2 可以看出，UF 曲线和 UB 曲线无交点，故不存在突变点；1982 年的 UF 统计量值最小，这一年正是全国第三次人口普查，而人口口径也发生了变化；1982 年以后，UF 统计量值呈增加趋势，曲线拟合较好。20 世纪 90 年代以来，城市化水平增加趋势显然超过了 0.05 显著性水平的临界线，1988 年后 UF 曲线甚至超过了 0.01 显著性水平。从增长的趋势来看，贵州省城市化水平发展较平缓，也符合当地经济发展实际状况。可见，1982—2000 年期间修正后的城镇人口比重数据和 2000—2014 年的实际城市化率数据合并在一起体现的趋势变化较稳定，总体呈增加趋势，符合地区城市化水平发展的趋势变化，进一步说明修正的城镇人口比重数据是合理的。

二、贵州省城市化水平评价分析

1. 贵州省 Logistic 曲线方程求解

由前文贵州省城市化发展趋势分析可知，总体变化趋势呈现一定速度的增长，故可进行 Logistic 曲线方程估计。由于已对一些年份的城市人口比重数据进行了修正，故本文选取修正的 1982—2014 年城镇人口比重值和 2000—2014 年实际城镇人口比重的数据，分别对贵州省的城市化进程进行模拟计算，通过对两种情况建立的模型进行检验分析，可选择出更适合描述贵州省城市化发展过程的 Logistic 模型。

根据 Logistic 模型的一般方程关系式，假定贵州省总人口为 P ，城市人口为 U ，乡村人口为 R ，城市化水平为 Y 。下面针对于贵州省城市化水平的变化求解 Logistic 模型的未知参数 λ 、 k 。

对式 (6) 两边取对数得到下式：

$$\ln(1 + Y(t)) = \ln\lambda + kt \quad (9)$$

令 $\ln(1 + Y(t)) - \ln Y(t) = Ut$ ，则有：

$$U^* = \ln \lambda - kt \quad (10)$$

式中， $t = T - T_0$ (T 为实际年份， T_0 为初始年份， λ 和 k 为未知参数)。

以 1982—2014 年贵州省城市化率为基础，取 $T_0 = 1982$ ；以 2000—2014 年贵州省城市化率为基础，取 $T_0 = 2000$ 。针对这两种情况，均假定城市化水平饱和值为 1，通过 Matlab 对非线性回归方程式 (10) 进行最小二乘法估计。

故得到 Logistic 曲线方程为：

$$T_0 = 1982 \text{ 时}, Y_1(t) = \frac{1}{1 + 5.0202e^{-0.0296t}} \quad (11)$$

$$T_0 = 2000 \text{ 时}, Y_2(t) = \frac{1}{1 + 3.5015e^{-0.0553t}} \quad (12)$$

方程的可决系数 $R^2_1 = 0.95$ ， $R^2_2 = 0.95$ ，且从 F 值和残差分析， $Y_2(t)$ 的 Logistic 模型拟合更好。从 2000 年开始，贵州省人口统计口径变化不大，城市发展速度稳定，故第二个 Logistic 模型比前一个修正后城镇人口数据拟合的 Logistic 模型系数更大，较好反映了 2000 年后贵州省城市化水平的发展趋势。但两个模型都比较大，均可以用来评价贵州省城市化水平的变化趋势。

2. 贵州省城市化水平阶段划分

目前，对地区城市化水平的阶段划分方案主要分为 3 个阶段或者 4 个阶段，我国学者将城市化水平的阶段分为 3 个阶段，主要是建议以城市化率 30% 和 70% 作为整个过程划分的分界值，主观性比较强。陈彦光将世界各国城市化水平和经济发展水平的关系式模型应用于城市化水平的特征尺度研究，提出一种城市化外部尺度划分为 4 个阶段，反映了世界各国的水平。而内部尺度的 Logistic 过程划分可用来反映地区的差异性特征。本文对建立的两个 Logistic 方程绘制 S 型曲线，采用内部尺度的分界方法，并对贵州省城市化水平 S 型曲线进行 3 个阶段划分。具体的阶段划分计算关系式^[10]如下：

$$Z(k) = \frac{1}{1 + \lambda/e^k}, \lambda_0 = \left(\frac{1}{Z_0} - 1\right)e^{k_0} \quad (13)$$

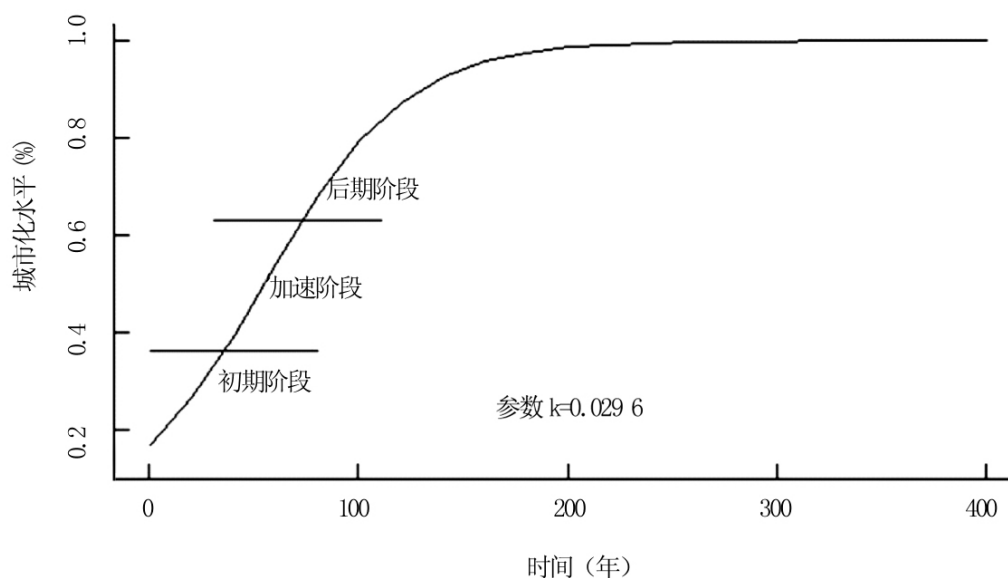
式中， Z 表示城市化水平， λ 是 Logistic 方程的参数。

将方程 (11) 的 $\lambda_1 = 5.0202$ 代入上式，计算得 $Z_1 = 35.13\%$ ，又将最初始城市化率 $Z_t(0) = 18.86\%$ 代入上式，令 $\lambda_0 = \lambda$ ，计算求解出新的 $Z_1 = 38.72\%$ 。可知，贵州省城市化过程初期阶段和加速阶段的临界值为 $35.13\% \sim 38.72\%$ ，取其平均值 36.92% ，由 Logistic 曲线的对称性可知另一临界值为 $1 - 36.92\% = 63.08\%$ ，绘制 Logistic 曲线图见图 3。同样的方法计算方程 (12)， $Z_1 = 43.7\%$ ， $Z_1 = 46.01\%$ ，取其平均值 44.86% ，另一临界值为 $1 - 44.86\% = 55.15\%$ 。可见，贵州省城市化过程初期阶段和加速阶段的临界值为 44.86% 和 55.15% ，其阶段划分见图 4。根据贵州省的城市化发展情况来看，显然是不合理的。

由以上两个 Logistic 方程绘制的曲线及其阶段划分图可知，由于参数的不同，城市化过程划分的结果也会存在差异性。两个方程的初始年份不同：图 3 是从 1982 年开始对贵州省城市化水平进行预估分析，其描述的城市化水平过程近似一条 S 型曲线；而图 4 是从 2000 年为初始年份，国家的各项经济政策已基本完善，21 世纪全国各地区经济迅速发展，从图中可看出当城市化率达到 40% 的时候，贵州省仍处于初期阶段，这与实际的情况不符合，故方程 1 能较好地反映贵州省城市化过程。

三、结论及对策

本文通过分析三普到六普期间贵州省城镇人口统计口径和城镇建制的变化情况，利用联合国法对 1982—2000 年之间的年城镇人口比重数据进行修正，对修正后的数据城镇计算人口平均增长率；与实际增长率变化基本一致，利用 Mann-Kendall 法对贵州省城市化变化趋势进行检验，修正数据与实际数据趋势变化一致。故基于修正的 1982—2014 年和 2000—2014 年贵州省城镇人口比重数据资料，分别建立 Logistic 模型对方程求解，对模型的拟合度进行检验分析，后者城镇人口比重数据拟合 Logistic 方程较好。但绘制两种情况的 Logistic 曲线图比较分析，利用修正的 1982—2014 年的年城镇人口比重建立的 Logistic 方程，能准确地描述贵州省城市化发展过程。最后采用内部尺度划分方法，将贵州省 Logistic 曲线过程划分为初期、加速和后期 3 个阶段，并且得到加速阶段的临界值为 36.92%。



注：根据模型参数资料利用 R 语言软件绘制。

图 3 贵州省城市化的 Logistic 曲线 1 及其阶段划分

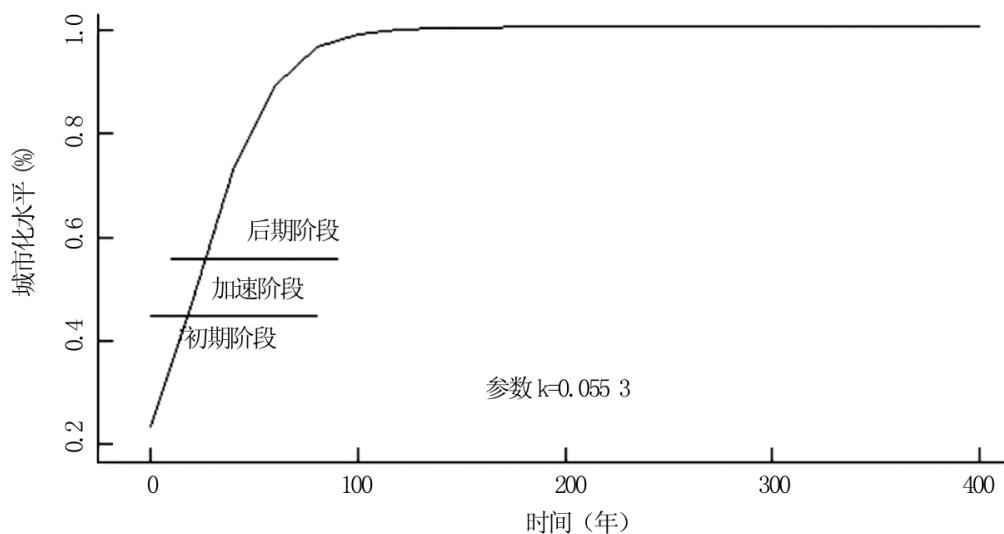


图4 贵州省城市化的 Logistic 曲线 2 及其阶段划分

综上分析,本文结合实际情况,对贵州省城市化发展提出如下相关对策与建议:贵州省在 2013 年末人口城市化率达到 37%,进入加速阶段。加速阶段的直观表现为农村人口向城市集聚,城市规模逐年扩大,农村地域景观逐渐减少甚至转变为城镇化建设。城市化进程处于加速阶段,城市人口会迅速扩张,贵州省目前处在产业化的中期阶段,产业结构偏重工业,产业吸纳就业的能力有限。^[11]为了应对农村人口快速流入城市,应调整城市的产业结构,提高第二、三产业比重,可重点发展第三产业提供更多的就业岗位。同时,户籍制度作为阻碍城乡人口流动的因素,应逐步取消以释放人口红利,加速贵州省城市化发展。以市辖区年末常住人口为标准(不包含县级市),2014 年末,贵州省没有超 500 万人口的城市——贵阳市为 324.1 万人,六盘水、安顺、遵义和毕节人口均在 110 万左右,除此以外其他城市的城市人口均不足百万。贵阳市的 4 城市指数为 0.963 2,接近于 1。可见,贵州省城市总体规模较小,应着力提高贵阳市的首位度,落实贵安同城化发展战略,完善贵安新区的功能区布局,^[12]发挥其增长极作用,带动贵州省城市发展。近年来,贵州省的高速公路发展较快,基本建成车程 4 小时以内的贵(阳)安(顺)、贵(阳)毕和贵(阳)大等直达高速公路,计划到 2030 年建成 6 横 7 纵 8 联 4 环线高速公路网。依托高速公路,应提高节点城市遵义、安顺、毕节的城市化率。贵州省还具有多民族特征,在城市化的转型时期,尊重民族地区的文化有利于推进民族地区的城市化进程。^[13]总体而言,贵州省应以提高城市化率为总目标,提高城市公共服务和基础设施的质量,力争达到公共服务均等化,最终提高城市化的整体水平。

参考文献:

- [1] Friedmann J. Four theses in the study of China' s urbanization [J]. International Journal of Urban and Regional Research, 2006, 30(2) : 440 — 451.
- [2] 周一星. 城市地理学 [M]. 北京: 商务印书馆, 1999: 48 — 49.
- [3] Cadwallader M T. Urban geography: an analytical approach [M]. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1996.
- [4] Haggett P. Geography: a global synthesis [M]. New York: Pear — son Hall, 2001.

-
- [5] 陈明星, 叶超, 周义. 城市化速度曲线及其政策启示——对诺瑟姆曲线的讨论与发展 [J]. 地理研究, 2011, (8): 1499—1507.
- [6] 焦秀琦. 世界城市化发展的 S 型区线 [J]. 城市规划, 1987(2): 34—38.
- [7] 王放. 市镇设置标准及城镇人口统计口径对中国城市化发展的影响 [J]. 人口与发展, 2011, 17(2): 82—87.
- [8] 中国经济增长前沿课题组. 中国经济增长的低效率冲击与减速治理 [J]. 经济研究, 2014, (12): 4—17+32.
- [9] 周一星, 田师. 以“五普”数据为基础对我国分省城市化水平数据修补 [J]. 统计研究, 2006(1): 62—65.
- [10] 陈彦光, 周一星. 城市化 Logistic 过程的阶段划分及其空间解释——对 Northam 曲线的修正与发展 [J]. 经济地理, 2005, 25(6): 817—822.
- [11] 邢文杰, 罗添. 贵州现阶段工业化发展水平测度及定位认知 [J]. 贵州大学学报(社会科学版), 2014(2): 35—38.
- [12] 胡承宁, 李本经. 贵州贵安新区: 新的区域经济增长极 [J]. 贵州大学学报(社会科学版), 2014(2): 39—43.
- [13] 刘锋, 王微. 城镇化: 苗族文化的调适与轻型 [J]. 贵州大学学报(社会科学版), 2015(1): 107—110.