

## 基于信息熵的区域产业结构演化阶段分析——以广西桂林市为例

林珍铭, 黄品东 (桂林理工大学地球科学学院, 广西桂林 541004)

**摘要** 根据“配第-克拉克定律”和“库兹涅茨法则”等产业结构演化的一般规律,运用信息熵对桂林市产业结构进行时间序列分析,探讨了桂林市产业结构演化特征,分析了桂林市产业发展阶段。结果表明:桂林市产业结构信息熵和均衡度在时间序列上呈现出中间高、两端低、总体较高的变化趋势;产业结构信息熵的变化趋势反映出桂林市在研究期间长期以来第一产业占主体地位,第二、三产业发展缓慢且所占比重较低;根据 GDP 和产业结构信息熵的时间序列变化特征,可将研究期间桂林市产业发展阶段划分为 3 个阶段,即 20 世纪 70 年代后期到 80 年代中期(阶段 I)、20 世纪 80 年代后期到 21 世纪 10 年代(阶段 II)、21 世纪 10 年代至今(阶段 III)。

**关键词** 信息熵;产业结构演化;桂林市

中图分类号 S-9;F061.5 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2015)21-337-03

### Analysis on the Regional Industrial Structure Evolution Based on Information Entropy: a Case Study of Guilin City in Guangxi Zhuang Autonomous Region

LIN Zhen-ming, HUANG Pin-dong (College of Earth Sciences, Guilin University of Technology, Guilin, Guangxi 541004)

**Abstract** According to “Petty-Clark’s law” and “law of Kuznets”, which are general laws for industrial structure evolution, this article analyzed the industrial structure in Guilin during 1978-2009 based on information entropy. This article also explored the characteristics of industrial structure evolution and analyzed the industrial development stages in Guilin. The results are as follows: the information entropy and equilibrium degree of industrial structure in Guilin showed an overall trend of being high values with a high middle and low ends during the study period; the change tendency of the information entropy reflected that the primary industry had been dominant for a long time in Guilin during the study period, while the secondary and tertiary industry slowly developed with low proportions; based on the change tendency of GDP and information entropy of industrial structure, the industrial development in Guilin can be divided into three stages, which were late in the 1970’s to the middle of the 1980’s (phase I), late in the 1980’s to late in the 2010’s (phase II) and 2010 to now (phase III).

**Key words** Information entropy; Industrial structure evolution; Guilin City

对区域产业结构演化进行科学的分析,准确判断其发展阶段,有利于构建完善的区域产业结构体系,并制定与之相适应的产业结构发展策略,促进区域经济的可持续发展。桂林市是我国传统旅游城市,其产业结构发展受到了学者的广泛关注。王艳梅等对桂林市三大产业的结构调整策略进行了分析<sup>[1-3]</sup>,并通过对桂林市产业结构发展历史进行总结,探讨了关于桂林市产业结构调整的思路对策<sup>[4]</sup>。李肇元将桂林市的三次产业结构与全国进行了比较,发现桂林市第一产业比例偏大,第二产业比例偏小,并认为工业化程度滞后是制约桂林经济发展的重要原因<sup>[5]</sup>。梁增贤等测度了 1999~2009 年桂林经济系统的脆弱性<sup>[6]</sup>,表明桂林产业多元化是围绕旅游业建立,表现出较高的脆弱性。这些研究从多个方面对桂林市产业结构演化进行了探讨,并提出了一些产业结构调整策略,但对桂林市产业结构演化总体过程的定量化模拟分析还有所欠缺。

信息熵理论是通过提供一种建立在基于概率和数值统计上来表达系统无序程度(即信息熵)的集成方法,使多维度的信息能被量化和综合,能克服在分析具有复杂性和不确定性问题时的困难<sup>[7-8]</sup>,可用于所有统计过程的分析<sup>[9]</sup>。刘春霞等以信息熵作为测度产业结构均衡程度的指标,将其运用于我国制造业结构时空演变特征的实证研究<sup>[10]</sup>。陈彦光基于三次产业信息熵的变化特征,对区域和城市的产业发展进行了阶段划分<sup>[11]</sup>。王爱玲等运用结构熵评价理论,建立

评价产业结构有序度的联系熵和运行熵模型,对沟域产业结构运行效率、质量和高度进行定量分析<sup>[12]</sup>。这些研究成果表明,信息熵在产业结构分析中起到了良好的效果。笔者在前人研究成果的基础上,应用信息熵对桂林市产业结构演化进行较长时间序列的模拟,分析其产业结构演化的阶段和特征。

## 1 研究方法与数据来源

### 1.1 研究方法

**1.1.1 产业结构信息熵和均衡度。**根据 Shannon 信息熵,可知对于一个不确定性系统,若用随机变量  $X$  表示其状态特征;对于离散型随机变量,设  $X$  的取值为  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$  ( $n \geq 2$ ),每一取值对应的概率为  $P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$  ( $0 \leq P_i \leq 1, i = 1, 2, \dots, n$ ),且有  $\sum P_i = 1$ ,则该系统的信息熵为<sup>[13]</sup>:

$$S = -\sum P_i \ln(P_i) \quad (1)$$

式中, $S$  为不确定性系统的信息熵; $P_i$  为表示不确定性系统状态随机变量  $X$  的概率。

基于信息熵的概念,可以给出三次产业结构信息熵的计算公式:

$$H = -\sum_{i=1}^N P_i \ln P_i \quad (2)$$

式中, $H$  表示产业结构信息熵; $P_i$  表示第  $i$  次产业的比重; $i = 1, 2, 3$ , 表示产业的阶次; $N = 3$ , 表示产业数目。当区域内各次产业增加值相等时,即  $P_1 = P_2 = P_3 = 1/3$  时,熵值达到最大,为  $\ln 3$ , 则表明区域三次产业达到了均衡状态。对于三次产业内部各产业,也可以依据信息熵的概念构建次一级的产业结构信息熵。

信息熵可以反映产业分布的均衡程度,产业比重相差越小,信息熵的数值越高,反之越低。由于产业结构信息熵涉

**基金项目** 桂林理工大学博士科研启动基金项目;广西高校科学技术研究项目(KY2015LX124)。

**作者简介** 林珍铭(1977-),女,湖南新宁人,讲师,博士,从事资源环境与区域可持续发展研究。

**收稿日期** 2015-05-22

及到度量单位,并且产业层次分类不一致,不便于直观判断,因而可采用均衡度代替信息熵。均衡度是实际信息熵与完全均匀分布的最大信息熵的比值,又被称为信息熵率,计算公式如下<sup>[11,14]</sup>:

$$J = H/H_{\max} = - \sum_{i=1}^N P_i \ln P_i / \ln N$$

式中, $H$ 为产业结构信息熵; $H_{\max}$ 是产业结构信息熵的最大值;由于 $H \leq H_{\max}$ ,故 $J$ 的变化区间为 $[0,1]$ 。假如产业只分为3类,则 $H_{\max} = \ln 3 = 1.0986$ 。产业结构推移和演变过程可以采用信息熵度量其内部关系:当三次产业处于均衡状态的时候,信息熵最高,均衡度 $J=1$ ;当其中2种产业类型比较均衡的时候,信息熵较高;当其中1种产业非常突出、另外2种产业不均衡的时候,信息熵最低;当1种产业突出而另外两种产业相对均衡的时候,信息熵较低。鉴于这种数值变化特征,可以借助信息熵对产业发展过程进行阶段划分<sup>[11]</sup>。

**1.1.2 基于信息熵的区域产业阶段划分标准。**“配第-克拉克定律”和“库兹涅茨法则”是国际上关于产业结构演化的一般规律,是判断产业发展阶段的重要依据。据此可知区域产业结构演化的一般规律:第一,随着时间的推移,农业部门的国民收入在整个国民收入中的比重和农业劳动力在全部劳动力中的比重均处于不断下降之中;第二,工业部门的国民收入在整个国民收入中的比重大体上是上升的,但是,工业部门劳动力在全部劳动力中的比重则大体不变或略有上升;第三,服务部门的劳动力在全部劳动力中的比重基本上都是上升的,然而,它的国民收入在整个国民收入中的比重却不一定与劳动力的比重一样同步上升,综合地看,大体不变或略有上升<sup>[15]</sup>。

根据“配第-克拉克定律”和“库兹涅茨法则”,如果采用产业结构信息熵的均衡度来考察区域产业结构演化的特征,那么它一般可以呈现如下7个阶段的变化规律:①低(第一产业比重高)→②高(一、二产业均衡)→③低(第二产业比重高)→④高(一、三产业均衡)→⑤低(第二产业再次突出)→⑥高(二、三产业均衡)→⑦低(第三产业比重高)<sup>[11]</sup>。

**1.2 数据来源** 该研究数据来源于《桂林经济社会统计年鉴(2013)》。

**2 结果与分析**

**2.1 桂林市产业结构信息熵计算结果与产业结构演化分析**

**2.1.1 产业结构信息熵计算结果。**根据《桂林经济社会统计年鉴(2013)》数据,计算得出桂林市1978~2012年的产业结构信息熵和均衡度,其变化趋势见图1。桂林市产业结构信息熵最小值为2012年的1.0331Nat,最大值为1998年的1.0979Nat;均衡度最小值为2012年的0.7762,最大值为1998年的0.9404。由图1可知,桂林市产业结构信息熵和均衡度在时间序列上呈现出中间高、两端低、总体较高的变化趋势。

**2.1.2 桂林市产业结构演化分析。**人均GDP是产业发展水平的重要体现。由于人均GDP和产业结构变革之间存在着规律性联系,一定的产业结构状况往往对应着国家和地区

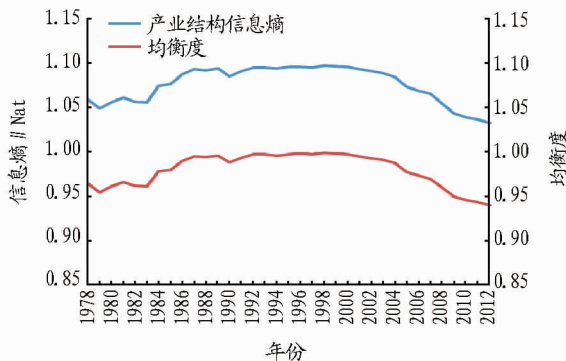


图1 1978~2012年桂林市产业结构信息熵和均衡度变化趋势

相应的收入水平,所以国内人均GDP也可以作为判断产业发展阶段的一个重要指标。桂林市1978~2012年地区生产总值见图2,其三次产业生产总值变化趋势见图3。桂林市人均GDP与广西、全国的对比情况如图4。由图2可知,在研究期间,桂林市地区生产总值不断增长,增长速度也不断提高,尤其是21世纪以来,进入了快速增长期。由图3可知,在研究期间,桂林市第一产业长期处于主体地位,第二、三产业发展缓慢。直到1993年,桂林市第二产业的总产值首次超过了第一产业,使产业结构由长期以来的“一二三”转变为“二一三”。1999年第三产业总产值首次超越第一产业,使产业结构由长期以来的“一二三”转变为“三一二”。2006年第二产业总产值再次处于领先地位,自此桂林市产业结构一直保持为“二三一”,并且第一产业所占比重日趋下降。由图4可知,桂林市人均地区生产总值长期以来略高于广西的平均水平,且一直低于全国的平均水平。

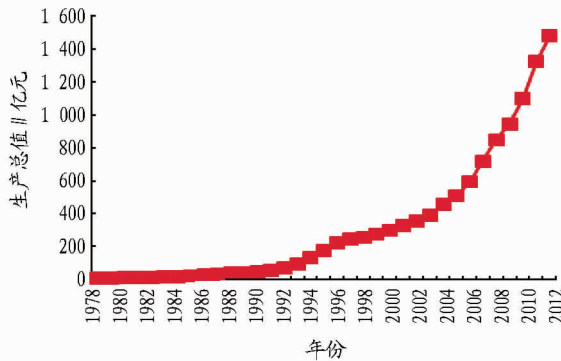


图2 桂林市地区生产总值变化趋势

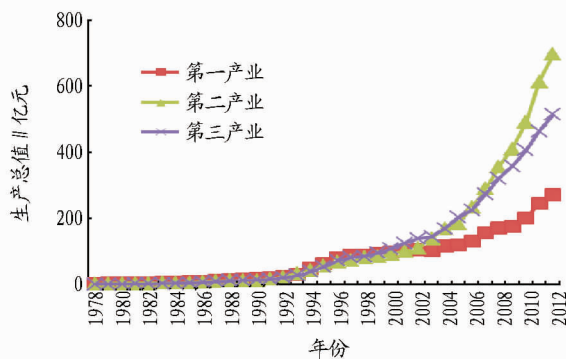


图3 桂林市三次产业生产总值变化趋势

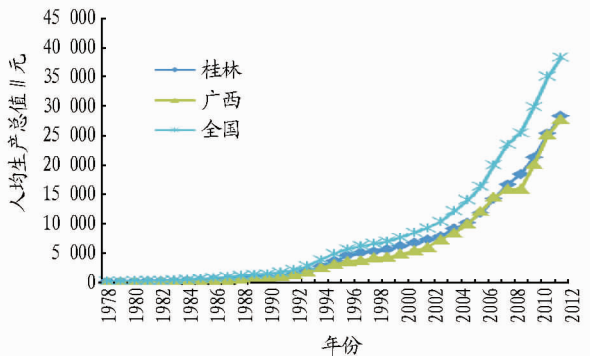


图4 桂林市人均 GDP 与广西、全国对比

**2.2 桂林市产业发展阶段分析** 根据桂林市三次产业的变化情况、人均 GDP 与广西、全国的对比情况,以及产业结构信息熵和均衡度的变化情况,可知:

(1) 桂林市产业结构信息熵呈现出“先低后高”的格局和“先降后升”的趋势。这反映出长期以来桂林市第一产业占主体地位,第二、三产业发展缓慢且所占比重较低。随着社会经济的发展,1999~2005年,桂林市的第三产业先于第二产业发展起来,第一产业的主体地位被取代;2006年至今,桂林市第二产业的总产值超过了第三产业,在产业结构中处于主体地位。1978~2012年,桂林市信息熵和均衡度均处于“高值”状态( $J > 0.95$ ),2009年以后出现  $J < 0.95$  的情况,这反映出桂林市三次产业的发展长期以来较为均衡,缺乏强大的主导产业,或者产业的专业化程度不高。

(2) 桂林市人均地区生产总值长期以来与广西人均地区生产总值相当,且低于全国平均水平,说明桂林市经济欠发达。作为传统旅游城市,桂林市的第三产业先于第二产业发展起来。桂林市的第二产业自改革开放以来发展缓慢,直到2000年后才处于主体地位。这些都表明桂林市尚处于工业化的初期阶段。

(3) 根据 GDP 和产业结构信息熵随时间的发展变化特征,对研究期间桂林市产业发展阶段进行划分(如表1),可分为3个阶段:20世纪70年代后期到80年代中期(阶段I),20世纪80年代后期到21世纪10年代(阶段II),21世纪10年代至今(阶段III)。阶段I,桂林市产业结构信息熵和均衡度总体处于高值水平,但相对于阶段II为低值水平。在这一阶段第一产业处于主体地位,第二、三产业欠发达。阶段II,随着桂林市旅游业的经济发展首要战略地位的确定,桂林市第二、三产业逐渐发展壮大,使桂林市产业结构信息熵和均衡度总体处于高值水平,说明三次产业发展较为均衡,但主导产业的主导作用不够明显。阶段III,桂林市产业结构信息

熵和均衡度总体处于低值水平,且呈现明显的下降趋势。这一阶段,第二产业处于主体地位,且发展迅速,使产业结构呈现了明显的差异化发展趋势。从表1可知,桂林市正按照区域产业结构演化的一般规律进行演化。

表1 基于产业结构信息熵的桂林市产业发展阶段划分

阶段	信息熵特征	依据信息熵划分的阶段
第一阶段(I)	低(第一产业比重高)	20世纪70年代后期~80年代中期
第二阶段(II)	高(一、二产业均衡)	20世纪80年代后期~21世纪10年代
第三阶段(III)	低(第二产业比重高)	21世纪10年代以来
第四阶段(IV)	高(一、三产业均衡)	-
第五阶段(V)	低(第二产业再次突出)	-
第六阶段(VI)	高(二、三产业均衡)	-
第七阶段(VII)	低(第三产业比重高)	-

### 3 结语

该研究运用信息熵对桂林市1978~2012年产业结构演化进行了定量分析,并将二者的发展变化与桂林市人均地区生产总值相结合,对桂林市产业结构发展阶段进行划分。该研究表明,将信息熵应用于产业结构的定量分析,能够很好地反映出区域产业结构演化的总体过程和特征,能有效地进行区域产业结构发展阶段分析。

### 参考文献

- [1] 王艳梅. 桂林市第一产业结构调整的策略分析[J]. 商场现代化, 2006(2): 184-185.
- [2] 王艳梅. 桂林市第二产业结构调整的策略分析[J]. 桂林航天工业高等专科学校学报, 2004(2): 1-4, 19.
- [3] 王艳梅, 孙建东. 桂林市第三产业结构调整的策略分析[J]. 现代商贸工业, 2009(10): 93-94.
- [4] 王艳梅, 李卫红. 略论桂林市产业结构的调整对策[J]. 桂林航天工业高等专科学校学报, 2011(2): 203-204, 211.
- [5] 李肇元. 桂林市国民经济三次产业结构剖析[J]. 桂林航天工业高等专科学校学报, 2004(4): 1-4.
- [6] 梁增贤, 解利剑. 传统旅游城市经济系统脆弱性研究——以桂林市为例[J]. 旅游学刊, 2011, 26(5): 40-46.
- [7] 张妍, 杨志峰, 何孟常, 等. 基于信息熵的城市生态系统演化分析[J]. 环境科学学报, 2005, 25(8): 1127-1134.
- [8] ZHANG Y, YANG Z F, LI W. Analyses of urban ecosystem based on information entropy[J]. Ecological Modelling, 2006, 197: 1-12.
- [9] 张启仁. 热力学第二定律的一个普遍的信息论证明[J]. 中国科学: G辑, 2008, 38(6): 781-784.
- [10] 刘春霞, 朱青. 信息熵在产业结构演变研究中的应用——兼论我国制造业结构演变的时空分异[J]. 城市发展研究, 2005, 12(4): 20-25.
- [11] 陈彦光. 区域和城市产业发展阶段的信息熵分析[J]. 科技信息(学术研究), 2008(27): 385, 387.
- [12] 王爱玲, 陈俊红, 周连第. 北京山区沟域产业结构熵值评价[J]. 广东农业科学, 2011(19): 159-163.
- [13] 林珍铭, 夏斌. 熵视角下的广州城市生态系统可持续发展能力分析[J]. 地理学报, 2013(1): 45-57.
- [14] 林珍铭, 夏斌, 董武娟. 基于信息熵的广东省土地利用结构时空变化分析[J]. 热带地理, 2011(3): 266-271.
- [15] 李小建. 经济地理学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006.

(上接第334页)

### 参考文献

- [1] 林毅夫. 加强农村基础设施建设, 启动农村市场[J]. 农业经济问题, 2000(7): 2-3.
- [2] 沃特沙姆, 帕拉莫尔. 金融数量方法[M]. 陈工孟, 陈守东, 译. 上海: 上海人民出版社, 2004: 197-211.

- [3] 任蓉, 程连元, 谢卓然, 等. 交通基础设施投资与经济增长的动态效应分析——基于VAR模型的实证研究[J]. 科技管理研究, 2012(4): 85-89.
- [4] 魏耕宇, 翁向红. 区域基础设施建设对农业经济增长效果研究[J]. 统计与咨询, 2012(6): 52-53.