

# 基于主成分分析的南宁市节约型城镇建设评价\*

## The Estimation and Analysis for the Construction of Nanning Economical City Based on Principal Component Analysis

孙永萍<sup>1</sup>, 李政国<sup>2</sup>

SUN Yong-ping<sup>1</sup>, LI Zheng-guo<sup>2</sup>

(1. 广西华蓝设计(集团)有限公司, 广西南宁 530011; 2. 西安地质调查中心地质矿产研究所, 陕西西安 710054)

(1. Guangxi Hualan Design & Consulting Group, Nanning, Guangxi, 530011, China; 2. Xi'an Center of Geological Survey, CGS, Institute of Geology and Minerals Resources, Xian, Shaanxi, 710054, China)

**摘要:**从生产、生活、环境和空间四方面选取指标构建南宁市节约型城镇评价指标体系,采用主成分分析法对南宁的城镇建设的节约性水平进行评价,找出南宁节约型城镇建设中存在的问题,从土地使用与空间资源的节约,以及水资源与能源的消耗节约方面,提出创建南宁市节约型城镇的战略措施,促进人与自然和谐发展。

**关键词:**城镇 建设 节约 评价指标 主成分分析法

**中图分类号:**F291.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-7378(2010)02-0180-05

**Abstract:** The indexes from production, living, environment and space were selected to construct Nanning economical city evaluation system. The economical degree of Nanning city was estimated by principal component analysis and the existing problems in construction of Nanning economical city was identified. A series of strategy measurs for creating Nanning economical city was stated based on the economization of land usage, spatial resources, water resources and energy consumption to promote harmony of human and nature.

**Key words:** city and town, construction, economize, estimate indices, principal component analysis

当前,我国城镇已有一定的发展基础,规划重点应由“扩展”转向“优化”,进一步提升产业结构和提高土地的经济效益,打造效益型、节约型、紧凑型城市。南宁市位于北回归线以南,地处南亚热带,广西南部偏西,属南亚季风气候区,地貌结构以南宁盆地、武鸣盆地、邕宁盆地及盆地周边丘陵山地为主,市区森林覆盖率、城市建成区绿地率、绿化覆盖率、人均公园绿地面积分别达到了39.47%、32.77%、37.81%和12.47平方米,具有良好的生态环境本底条件。南宁市是一个以壮族为主的多民族聚居城市。

也是我国少数民族自治区中唯一具有南方风情和沿海开放特点的城市,其中壮族约占全市总人数的56.3%。随着中国-东盟博览会落户南宁,作为连接中国与东盟各国的重要枢纽城市,广西北部湾经济区的核心城市,南宁经济保持了较快增长。2008年,生产总值1316.21亿元,比上年增长14.5%,其中一般预算收入92.88亿元,增长32.4%,全市社会消费品零售总额643.2亿元,占全区社会消费品零售总额的27.51%,全市全社会固定资产投资693.44亿元,占全区全社会固定资产投资的18.35%,全年外商直接投资达2.26亿美元,占全区外商直接投资的23.27%。南宁是一个能源等重要资源严重匮乏的城市,若要推动南宁市经济又好又快地发展,其中的重要环节是围绕实现经济增长方式的根本性转变,以提高资源利用效率为主,以节能、资源综合利用和发

收稿日期:2009-10-13

修回日期:2010-03-29

作者简介:孙永萍(1979-),女,硕士,主要从事城市生态规划和景观生态学研究。

\* 广西科学研究与技术开发软科学研究项目(No. 0663001-2)资助。

展循环经济为重点,建设节约型城镇,这是南宁市破解资源“瓶颈”的必然选择,是落实科学发展观,应对世界性经济危机的一项紧迫任务。本文根据节约型城镇的基本内涵,以及近年来节约型城镇建设和发展方面的研究成果,从生产、生活、环境和空间四方面选取指标构建南宁市节约型城镇评价指标体系,采用主成分分析法评价南宁市城镇建设的节约性水平,找出南宁市节约型城镇建设中存在的问题,从土地使用与空间资源节约,以及水资源与能源的消耗节约方面,提出创建南宁市节约型城镇的战略措施,促进人与自然的和谐发展。

## 1 南宁市节约型城镇评价指标体系构建

### 1.1 节约型评价指标体系构建

在节约型城镇建设与评估的综合指标系统构建的一般性原则基础上,针对南宁城镇建设的实际情况,构建具有南宁城镇特色和风格的节约型评价指标体系。主要从生产、生活、环境和空间四方面选取指标(表1),综合全面的考虑各种有代表性的指标,重点体现节水、节地、节能、节材的“四节”政策,形成符合南宁市节约型城镇建设与评估的指标系统。

### 1.2 评价方法与计算过程

针对构建的评价指标体系中因素因子较多,数据信息量大的特点,选用主成分分析法<sup>[1]</sup>进行分析与评价。这不仅可以使节约型城镇评价中所采集的大量信息尽可能地减少损失,而且可以通过数学变换将原有的多个因素因子转化为少数几个相互线性无关的主要分量,从而实现简化数据结构,并根据主成分的方差贡献率客观地确定权重,避免评价指标的共线性和权重确定的人为性,使评价结果更趋客观合理。

#### 1.2.1 数据标准化

选取南宁市2003年至2007年的指标数据,依据如下公式进行标准化处理,使得数据处理更为科学规范。

如果有  $n$  个样本,每个样本有  $m$  个数据,则每个变量可记为  $X_{i,j}$  其中  $i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m$ 。

标准化后的变量为  $X'_{i,j}$ , 则:

$$X'_{i,j} = \frac{X_{i,j} - \bar{X}_j}{S_j}$$

式中:  $\bar{X}_j$  为第  $j$  个变量的平均数;  $S_j$  为第  $j$  个变量的

标准差。

#### 1.2.2 计算矩阵

基础数据经过标准化处理之后,得到相关系数矩阵,然后依据方差贡献率(特征值)大于1,或者累积百分比大于80%的标准选取主成分,计算主成分旋转矩阵。利用主成分旋转矩阵,分析不同主成分对原指标因子的信息载荷。

#### 1.2.3 主成分表达式

用回归法计算出因子得分函数的系数,依据此系数得出各因子的函数表达式。依据各分量主成分的值可计算最终的综合主成分值,以每个主成分所对应的特征值占所提取主成分总的特征值之和的比例作为权重计算主成分综合模型:

$$\text{综合主成分: } F_{\text{综}} = \sum_{i=1}^n b_i * F_i,$$

$b_i$  为相应变量特征值占所提取主成分特征值之和的比例;  $F_i$  为主成分值。

## 2 南宁市节约型城镇建设评价与分析

### 2.1 评价因子的主成分表达

经过计算标准化数据的相关矩阵,经过相关矩阵的特征值等步骤,得到总方差分解表。观察相关矩阵的特征值及贡献率,发现只有前3个主成分的特征值大于1,同时经旋转后前3个主成分的累积贡献率已达到96.0849%(表1)。因此,在所计算出的19个主成分中,可以初步判断保留三个主成分即可概括绝大部分信息,故提取这三个主成分较为合适。

从前3个主成分旋转矩阵(表2)可以看出,第1主成分主要反映生产指标的信息。第二主成分主要反映生活指标的信息。第3主成分主要反映环境和空间指标信息。

根据因子得分系数矩阵(表3)和原始变量的标准化值可以计算出每个样本中各因子的得分,并据此对样本进行进一步的分析旋转后的主成分表达式及综合评价函数为:

$$F_1 = 0.8294 \times ZX_1 + 0.9612 \times ZX_2 + 0.7591 \times ZX_3 + 0.9676 \times ZX_4 + \dots + 0.9812 \times ZX_{18} - 0.7199 \times ZX_{19};$$

$$F_2 = -0.3480 \times ZX_1 - 0.2626 \times ZX_2 - 0.6192 \times ZX_3 - 0.2148 \times ZX_4 + \dots + 0.1717 \times ZX_{18} + 0.6594 \times ZX_{19};$$

表1 节约型评价指标体系层次

目标层	主题层	指标层
节约型城市的评价	生产指标	1. 万元 GDP 城市建设用地(公顷/万元),城市建设用地面积与 GDP 值之比; 2. 万元 GDP 城市用水量(米 <sup>3</sup> /万元),城市水消耗总量与 GDP 值之比; 3. 万元 GDP 用电量(千瓦时/万元),城市消耗电量与 GDP 值之比; 4. 万元 GDP 燃气用量(千克/万元),燃气(液化气)消耗量与 GDP 值之比; 5. 万元 GDP 排放污水量(吨/万元),城市污水排量与 GDP 值之比; 6. 第三产业占 GDP 比重(%),第三产业 GDP 值与总 GDP 值之比;
	生活指标	7. 人均家庭生活用水(米 <sup>3</sup> /人·天),城市家庭用水量与城市人口数之比; 8. 人均生活液化气用量(千克/人),城市家庭液化气消耗量与人口数之比; 9. 人均生活用电(千瓦时/天·人),城市家庭消耗电量与人口数之比; 10. 人均住房使用面积(m <sup>2</sup> ),城市人均住房空间的面积大小; 11. 公交比例(辆/万人),城市公交数量与人口数之比;
	环境指标	12. 工业固体废物综合利用率(%),工业固体废物被处理的比率; 13. 工业废水排放达标率(%),工业废水处理后就达到国家排放标准的比率;
	空间指标	14. 人均城市建设用地(公顷/人),城市建设用地与城市人口数之比; 15. 人口密度(人/公顷),城市人口数量与城市面积之比; 16. 人均拥有道路面积(m <sup>2</sup> ),道路总面积与人口数之比; 17. 城市道路网密度(km/km <sup>2</sup> ),城市道路长度与城市行政区域面积之比; 18. 用地强度(%),城市建成区面积与行政区域面积之比; 19. 人均公共绿地面积(米 <sup>2</sup> /人),公共绿地面积与城市人口数之比。

表2 2003~2007年指标因子相关系数矩阵的特征根及方差贡献率

指标因子	初始特征值			主成分提取后方差载荷总计			正交变换后的方差载荷总计		
	方差贡献(特征值)	百分比(%)	累积百分比(%)	方差贡献(特征值)	百分比(%)	累积百分比(%)	方差贡献(特征值)	百分比(%)	累积百分比(%)
1	10.7903	56.7911	56.7911	10.7903	56.7911	56.7911	9.2711	48.7953	48.7953
2	4.9856	26.2399	83.0310	4.9856	26.2399	83.0310	4.7225	24.8555	73.6507
3	2.4802	13.0539	96.0849	2.4802	13.0539	96.0849	4.2625	22.4342	96.0849
4	0.7439	3.9151	100.0000						
5	0.0000	0.0000	100.0000						
6	0.0000	0.0000	100.0000						
7	0.0000	0.0000	100.0000						
8	0.0000	0.0000	100.0000						
9	0.0000	0.0000	100.0000						
10	0.0000	0.0000	100.0000						
11	0.0000	0.0000	100.0000						
12	0.0000	0.0000	100.0000						
13	0.0000	0.0000	100.0000						
14	0.0000	0.0000	100.0000						
15	0.0000	0.0000	100.0000						
16	0.0000	0.0000	100.0000						
17	0.0000	0.0000	100.0000						
18	0.0000	0.0000	100.0000						
19	0.0000	0.0000	100.0000						

表3 前3个主成分旋转矩阵

	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>
X <sub>1</sub>	0.9746	0.1375	-0.1390
X <sub>2</sub>	0.9629	0.0538	0.2557
X <sub>3</sub>	0.8745	-0.4182	0.2441
X <sub>4</sub>	0.9382	0.0736	0.3112
X <sub>5</sub>	0.9912	0.0892	-0.0875
X <sub>6</sub>	0.9026	-0.2186	0.3535
X <sub>7</sub>	0.3729	-0.8219	-0.2990
X <sub>8</sub>	0.2931	0.7279	0.6068
X <sub>9</sub>	0.1727	0.9785	-0.0234
X <sub>10</sub>	-0.8697	-0.3840	-0.2667
X <sub>11</sub>	0.1476	0.2580	0.9202
X <sub>12</sub>	0.1303	-0.1536	0.9766
X <sub>13</sub>	-0.1469	-0.8085	0.0274
X <sub>14</sub>	0.8490	0.5229	0.0379
X <sub>15</sub>	-0.8133	-0.2995	-0.4904
X <sub>16</sub>	0.3424	0.3161	0.8763
X <sub>17</sub>	-0.0740	0.8095	0.5077
X <sub>18</sub>	0.7699	0.3586	0.5245
X <sub>19</sub>	-0.8846	0.4047	-0.1199

$$F_3 = -0.4231 \times ZX_1 - 0.0512 \times ZX_2 + 0.1991 \times ZX_3 - 0.0093 \times ZX_4 + \dots + 0.0646 \times ZX_{18} - 0.0869 \times ZX_{19}。$$

综合主成分:  $F = 0.5679 \times F_1 + 0.2624 \times F_2 + 0.1305 \times F_3$ , 计算得到南宁市综合得分如表4所示。

## 2.2 节约型城镇建设评价分析

### 2.2.1 经济发展节约性总体水平

将2003年至2007年的南宁市综合得分情况(表5)分为三类:得分大于5的为较好,得分0~5的为一般,得分低于0的归于较差,可知2004年(6.9839)和2003年(6.6979)南宁市经济发展总体节约状况较好,而2007年(-3.5998),2005年(-

4.8798),2006年(-5.2022)节约状况都比较差。

表4 因子得分系数矩阵

	1	2	3
X <sub>1</sub>	0.8294	-0.3480	-0.4231
X <sub>2</sub>	0.9612	-0.2626	-0.0512
X <sub>3</sub>	0.7591	-0.6192	0.1991
X <sub>4</sub>	0.9676	-0.2148	-0.0093
X <sub>5</sub>	0.8530	-0.3753	-0.3602
X <sub>6</sub>	0.8796	-0.4248	0.1820
X <sub>7</sub>	-0.0068	-0.9477	0.0761
X <sub>8</sub>	0.6924	0.7075	0.0630
X <sub>9</sub>	0.3901	0.7258	-0.5556
X <sub>10</sub>	-0.9691	-0.0539	0.1844
X <sub>11</sub>	0.5754	0.4997	0.5953
X <sub>12</sub>	0.4789	0.1888	0.8540
X <sub>13</sub>	-0.3227	-0.5949	0.4668
X <sub>14</sub>	0.8909	0.0897	-0.4405
X <sub>15</sub>	-0.9901	-0.0919	-0.0556
X <sub>16</sub>	0.7422	0.4493	0.4819
X <sub>17</sub>	0.3512	0.8913	0.0297
X <sub>18</sub>	0.9812	0.1717	0.0646
X <sub>19</sub>	-0.7199	0.6594	-0.0869

表5 南宁市综合得分

年度	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>	F	排序
2004	10.7673	1.5196	3.6027	6.9839	1
2003	12.4967	0.1410	-3.3408	6.6979	2
2007	-8.6563	5.3287	-0.6288	-3.5998	3
2005	-4.8552	-8.1997	0.2230	-4.8798	4
2006	-9.7525	1.2105	0.1438	-5.2022	5

虽然在近几年,随着南宁市经济的快速发展,城镇建设速度的加快,经济增长方式转变取得了积极进展,资源节约与综合利用取得了一定成效,但是总体上看,南宁市的经济发展节约状况处于较差水平,粗放型的增长方式尚未得到根本转变。

### 2.2.2 生产节约状况

从表4可以看出,南宁市生产状况的节约状况是2003年和2004年较好,其得第1主成分得分分别是12.4967和10.7673,而2005年(-4.8552),2007年(-8.6563),2006年(-9.7525)的节约状况都比较差。生产节约性划分结果与综合得分是一致的,仅是区间范围内得分不同,这说明,南宁市的节约状况主要是受到生产状况的影响。

从生产节约程度分析过程可以清楚看到,南宁市过分强调GDP的增加,导致GDP单位能耗、物耗、人耗都比较高,使得生产过程中综合消耗较高,GDP上去了,但是资源消耗也大幅度增加。究其原因主要是因为不少企业经营者的注意力主要放在产品生产、提高质量、销售业绩等方面,对节能降耗工作的重要性没有充分的认识。虽然大多数节能项目

具有较好的节能效果和经济效益,但是与生产主体相比,节能项目所带来的经济效益在企业经营中居次要地位,难以引起企业的足够重视。同时,许多小型企业刚处于发展初期,企业本身面临着生存与发展的巨大压力,与大型企业相比,在资金实力、生产规模和技术设备等方面起得都不可同日而语。硬件的先天不足,成为南宁市中小企业节能降耗的障碍。南宁市的中小企业虽然有意实施节能降耗、中水回用等技术改造,但是资金缺,风险大,经济效益不佳也是中小企业面临的实际问题。

### 2.2.3 生活节约状况

从表4可以看出,反映生活指标的第2主成分,仅是2007年的得分最高(5.3287),同时也仅有2005年的得分最低(-8.1997),说明南宁市仅有2007年生活节约状况相对较好,2005年生活节约状况较差,2004年(1.5196),2006年(1.2105),2003年(0.1410)节约状况都是一般,但是得分都集中于1左右,生活节约状况仅是刚处于及格水平。

### 2.2.4 环境和空间节约状况

表4中反映环境指标和空间指标的第3主成分得分都不是很理想,2003年到2007年南宁市的环境和空间节约状况都不是很好,3/5年份处于一般水平,2/5年份处于较差水平。即使是最好的2004年,其得分的分值还不到4,说明南宁市的环境和空间节约状况一般,南宁正处于城镇快速发展的过程中,城镇扩展速度极快,城镇空间得到前所未有的扩大,环境优美的琅东、仙葫、凤岭等新区不断涌现,然这些新区正处于不断建设和完善之中,人气尚不足。新区的建设虽然使得人们的生活空间变得更为宽松和舒适,但是从另一方面来讲,空间浪费亦就此形成,因此最近几年南宁市城镇空间处于一种非节约状态。

## 3 南宁市节约型城镇建设对策

随着近几年城镇建设观念的改变,大城市,中心城市建设思路的提出,南宁市城镇建设迅速增大,同时,南宁定位为区域性国际都市,近几年的城镇建设呈现“井喷式”的发展速度,这对能源、物资、土地、人力资源等的消耗都成倍的增加。为了避免导致能源高消耗的“假象”<sup>[2,3]</sup>。南宁市城镇建设必需构建节约型的增长方式、节约型的产业结构、节约型的城镇建设模式、节约型的消费方式,制定和完善节约政策,大力强化宣传教育工作。

### 3.1 构建节约型的增长方式

南宁市建设节约型城镇,关键在于科技创新、节能挖潜,和提高效能。南宁市节约型城镇建设中的需求结构要实现由主要依靠投资和出口拉动增长向消费和投资、内需和外需共同拉动增长转变,产业结构要实现由主要依靠工业带动增长向工业、服务业和农业共同带动增长转变,要素资源投入要实现由主要依靠资金和自然资源支撑增长向更多地依靠人力资本和技术进步支撑增长转变,资源利用方式要实现由“资源—产品—废弃物”的单项式直线过程向“资源—产品—废弃物再生资源”的反馈式循环过程的转变<sup>[4]</sup>。南宁市节约型城镇建设要坚持走提高资源利用效率和资源节约的发展道路。

### 3.2 构建节约型的产业结构

南宁市节约型城镇建设要大力发展高新技术产业,并使之成为南宁市发展最好的一种产业。首先南宁市装备制造业的技术含量要积极采用高新技术,重点开发数控系统关键装备的功能部件,加强资源节约和循环利用技术的科技攻关和产业化,要重点加强南宁市资源节约的技术孵化和培育工作,构建起南宁市的技术研发平台、技术转化中介服务平台,尽量缩短中试环节。其次南宁市还要加大高节能率、高附加值的产品与技术项目的产业化开发,多出高新技术含量高的产品。

### 3.3 构建节约型的城镇建设模式

南宁市节约型城镇建设要做好节约型的综合交通运输体系的规划和建设,优先发展城市快轨、地铁交通,提高交通运输效率,尽快建设市内与周边城镇快速轨道交通连接,为市民提供廉价、便利、快捷的交通工具,减少能源消耗和大气污染,同时解决日益道路堵塞恶性循环的难题。南宁市节约型城镇建设要大力推进风力发电、太阳能供热、建材科技环保、楼房建筑节能等工作,充分利用各种可再利用资源,大力推广循环经济,建立规范的可再生资源回收利用体系。南宁市节约型城镇建设要建立全市能源消耗的精确计量体系,加强管网改造和维护,减少损耗和滴漏。南宁市节约型城镇建设还要推进大型污水处理和中水利用等工程建设,重点推广农业蓄水、节水灌溉设备。

### 3.4 构建节约型的消费方式

南宁市节约型城镇建设要构建节约型的消费方

式,在全社会提倡节约消费理念,用节约资源的消费理念引导消费方式的变革,逐步形成文明、节约的行为方式。在服务领域及日常生活消费中,应大力倡导节约风尚,使之成为南宁市市民的自觉行动,逐步形成节约性的消费方式;要紧紧抓住机关、企业、公共场所及社区、院校等主体,发挥其在建设节约型城镇中的率先垂范作用。

### 3.5 制定和完善节约政策

南宁市节约型城镇建设要制定和实施具有强制性和前瞻性的节约标准,要抓紧制定和修订促进资源有效利用的法规,制定以万元产值能耗、水耗等物质强度指标的产业准入标准,制定对高消耗、高污染产品的强制淘汰标准。南宁市还要加快制定鼓励生产、使用节能产品的财政税收政策,完善资源综合利用的税收优惠政策,杜绝高耗能产品进口,引导用户使用节能型产品,促进企业加快高效节能产品的研发。南宁市节约型城镇建设还要推行合同能源管理,为企业实施节能改造提供诊断、设计、融资、改造、运行、管理一条龙服务。

### 3.6 大力强化宣传教育工作

南宁市节约型城镇建设的宣传教育工作,要编写有关培训教材,组织开展相关管理和技术人员的培训;要建立和完善严格的节能监管制度和体制,建立节能服务监管队伍;要编写消费行为守则和资源节约公约,规范消费行为;要通过各种政策引导、舆论倡导、教育诱导,提高广大市民对建设节约型城镇重大意义的认识,增强紧迫性和责任感,真正树立节约光荣、浪费可耻的社会意识。

#### 参考文献:

- [1] 谢晖,王兴平,章建豪,等.基于效益分析的节约型城市规划方法探索[J].规划师,2007(6):15-20.
- [2] 韦延柒,韦怀远.当前广西城镇化发展中面临的主要问题与对策[J].农业经,2006.(9):42-43.
- [3] 刘善洁,莫小峰.广西社会发展现状、问题及对策探讨[J].桂海论丛,2006,22(1):73-75.
- [4] 刘波.转变广西工业经济增长方式的几点浅见[J].经济与社会发展,2005,3(12):95-98.

(责任编辑:邓大玉)