

基于改进熵值法的城市“精明增长”综合测度 ——以长江三角洲 16 市为例

谭 婧, 陶小马, 陈 旭

(同济大学经济与管理学院, 上海 201804)

摘 要:“精明增长”是资源环境约束下中国城市可持续发展的必然选择, 该理论的中国化与适应性研究至关重要。将理论内涵与中国城市增长实际需求相结合, 构建包含城市规模、城市福利、城市空间和城市消耗四增长维度的城市“精明增长”综合测评模型, 并运用改进熵值算法, 对 1999~2008 年长江三角洲地区从时序变动与截面比较进行实证研究。结果表明: 长三角 16 市在考察期内增长逐年更为精明; 上海、南京、杭州城市增长更为精明, 其余城市熵值评分考察期内波动较大, 且空间分布有两极分化的趋势; 四增长维度影响综合评价的权重由高至低分别为福利维度、规模维度、消耗维度与空间维度, 城市福利和规模增长是影响城市增长精明程度的主要方面, 两维度中反映城市环境、产业结构、就业结构、城市化水平的指标贡献较大; 城市消耗和空间维度权重较低, 其中反映土地与生活能源消耗的指标作用明显, 需要加大城市消耗的控制和内涵空间增长的拓展。

关键词:精明增长; 改进熵值法; 综合测度; 长三角

中图分类号: TU984; X22 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-8227(2012)02-0129-08

城市“精明增长”理论源于美国并已取得广泛的认同与实践^[1], 其目的是降低城市资源能源消耗、提高居住环境质量, 这与中国建设“资源节约、环境友好”两型社会的出发点相一致。中国目前处于城市化关键阶段, 矫正过往高资源投入-高环境代价的增长方式、融资源环境保护与经济增长为一体、实现城市精明增长具有重要时代意义。在此背景下, 已有不少国内学者进行相关研究。既有文献介绍了“精明增长”理论的沿革、目标与原则等内容^[1~5]; 研究对象仅考虑人口、经济或空间等单一方面的增长^[6]; 研究空间尺度或在宏观层面的定性分析, 或将“精明增长”理论与某具体城市的土地、交通等领域相结合进行量化研究^[7~9]。美国“精明增长”实践是不同空间尺度的区域组织制定一系列政策措施而推进的^[10], 定量研究与综合评价尚未形成统一标准, 其中国化研究首先应在理论适应性基础之上对中国城市增长精明程度进行综合测度和解释。近年来, 熵值法作为一种客观赋权法, 因避免主观人为因素的干扰而被广泛应用于城市系统多指标的综合测评^[11~17]。

借鉴相关研究, 本文将“精明增长”核心内涵与

中国城市增长实际情况相结合, 扩充城市增长涵盖范围, 从四增长维度构建综合测评指标体系, 基于改进熵值算法, 运用 1999~2008 年长江三角洲地区 16 市基础数据, 从时序变化与截面比较研究城市增长的精明程度、主要特征与影响因素。

1 模型及指标体系构建

1.1 基于核心内涵的综合测评模型

1990 年美国开始“精明增长”运动时城市人口比重 75.2%^[18], 2010 年中国第六次人口普查居住在城镇的人口占比仅为 49.68%^[19], 不同城市化水平决定对精明增长需求的差异。适用中国的精明增长应包含城市增长的数量与质量双重内涵, 前者指总量增长, 后者隐含增长的代价与效益。依据美国“精明增长”十项基本原则与内涵, 构建适应中国城市的四维增长模型如图 1 所示, 精明的城市增长不仅要有较高的城市规模、福利和空间的增长, 同时要降低各种资源能源的消耗, 也即是以较少投入获得更高的经济社会效益。其中, 城市规模维度体现了中国城市增长“量”的需求, 随着城市化的持续推进, 城市

收稿日期: 2011-07-04; 修回日期: 2011-09-25

基金项目: 上海市科技发展基金“特大型城市低碳化的系统结构研究”(10692103000)

作者简介: 谭 婧(1979~), 女, 安徽省阜阳人, 博士研究生, 主要从事区域经济与城市发展管理方面研究。E-mail: tanjinghit@126.com

必然需要更好地发挥对人口和经济的集聚作用。而城市福利维度、空间维度与消耗维度共同反映城市增长“质”的需求。这里区分城市空间增长的两层涵义,显性空间增长是消耗土地资源而导致城市边界扩张与蔓延;隐性空间增长以保护土地资源为立足点、在不增加土地消耗的前提下拓展既有城市空间的集约利用。城市空间维度体现内涵的空间增长。消耗维度反映城市对各种资源能源的消耗程度,包括生活和生产能源消耗、水资源消耗,以及显性城市空间增长对土地资源的消耗等。福利维度的增长包含城市居住环境的改善、社会与生活福利的提高等方面。

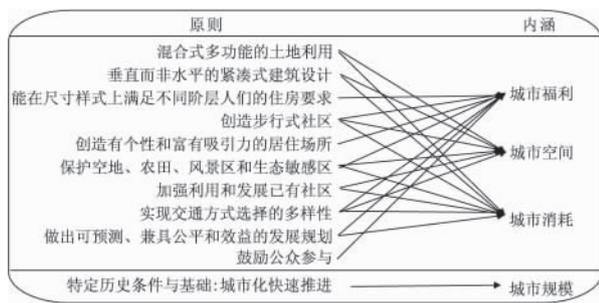


图 1 “精明增长”的原则、内涵及四增长维度

Fig. 1 Basic Principle and Four Dimensions of Smart Growth

1.2 指标选取与说明

研究以行政区划相对稳定的市辖区为主体,遵循综合性与系统性、科学性与可操作性等原则,选取以下四维度具体指标。

1.2.1 规模增长维度指标选取及说明

该维度选取指标反映城市化水平的有总人口(万人)、非农人口比(%)；反映经济规模及结构的有地区生产总值(万元)、地方财政收入(万元)、二产产值比(%)、三产产值比(%)；反映经济效益的有地均GDP(万元/km²)、人均GDP(元/人)；反映就业规模及结构的有总就业(万人)、二产就业比(%)、三产就业比(%)；反映投资规模及外向度的有全社会固定资产投资(万元)、当年实际利用外资(万美元)。地均GDP=GDP/建成区面积,总就业为单位从业人员数与私营、个体从业人员数之和。

1.2.2 福利增长维度指标选取及说明

该维度选取指标反映城市环境福利的有工业废水排放达标率(%)、园林绿地面积(hm²)、建成区绿化覆盖率(%)；反映居民生活福利的有职工平均工资(元)、住宅投资完成额(万元)、住宅投资额占比(%)、社会消费品零售总额(万元)、年末储蓄存款余

额(万元)、全年公共汽(电)车客运量(万人)、每万人拥有公共汽车(辆)；反映社会福利的有地方财政支出(万元)、财政科学教育支出占比、百人公共图书馆藏书(册、件)、万人病床数(张)、万人医生数(人)。住宅投资额占比=住宅投资完成额/全社会固定资产投资,工业废水排放达标率为全市数据。

1.2.3 空间增长维度指标选取及说明

该维度选取指标反映城市既有空间利用的有年末实有道路面积(万m²)、人均道路面积(m²)；反映区域联系程度的有交通运输客运量(万人)、交通运输货运量(万t)；反映土地资源保护的有耕地总资源(10³hm²)、人均耕地面积(km²/万人)。客运量、货运量、耕地总资源及人均耕地面积为全市数据。

1.2.4 消耗增长维度指标选取及说明

该维度对城市增长精明程度起负向作用,采用取倒数转换成正向指标的方式处理。选取指标反映城市土地资源消耗的有建成区面积(km²)、建成区面积占比(%)；反映水资源消耗的有全年供水总量(万t)、人均生活用水量(t)；反映生活能源消耗的有人均生活用电量(kW·h)、煤气家庭用量(万m³)、液化石油气家庭用量(t)；反映城市生产能源消耗的有规模以上工业企业能源消费量(万t标准煤)。建成区面积占比=建成区面积/市区面积。

基础数据来自历年《中国城市统计年鉴》^[20]、《中国能源统计年鉴》^[21,22]、各城市统计年鉴。并依据国家统计局公布的价格指数以1978年为基期平减所有货币指标。

2 研究方法

信息熵是对系统无序程度的度量。熵值算法利用信息熵通过测算指标值的变异程度对多指标系统进行综合评价。为克服指标值出现极端或负值等情况引起测度结果的偏差,对指标数据预先进行标准化变换,称为改进熵值法。其具体测算步骤如下^[23]。

设有 m 个待评方案, n 项评价指标,形成原始指标数据矩阵 $X = (x_{ij})_{m \times n}$ 。对于某项指标的指标值 x_{ij} , ① 标准化变换: $x'_{ij} = (x_{ij} - \bar{x}_j) / s_j$; \bar{x}_j 为第 j 项指标均值, s_j 为标准差,一般 x_{ij} 在 -5 到 5 之间,消除负值令 $z_{ij} = 5 + x'_{ij}$,用 z_{ij} 代替 x_{ij} 继续以下步骤; ② 第 j 项指标第 i 方案指标值比重 p_{ij} : $p_{ij} = z_{ij} / \sum_{i=1}^m z_{ij}$; ③ 第 j 项指标

的熵值 e_j : $e_j = -k \sum_{i=1}^m p_{ij} \ln p_{ij}$, $k > 0$, $e_j \geq 0$, \ln 为自然对数; 如果 z_{ij} 对于给定的 j 都相等: $p_{ij} = 1/m$, e_j 取极大值: $e_j = k \ln m$; 令 $k = 1/\ln m$, 有: $e_j = -1/\ln m \sum_{i=1}^m p_{ij} \ln p_{ij}$, $0 \leq e_j \leq 1$; ④ 第 j 项指标的差异性系数 g_j : $g_j = 1 - e_j$; 对于给定的 j , z_j 的差异性越小则 e_j 越大, z_j 全部相等则 $e_j = e_{\max} = 1$, 指标 z_j 对于方案比较无作用; 各方案的指标值差异越大, 则 e_j 越小, 该指标对于方案比较的作用越大; 所以, g_j 越大则指标越重要; ⑤ 权数 a_j : $a_j = g_j / \sum_{j=1}^n g_j$; ⑥ 第 i 方案综合评分 v_i : $v_i = \sum_{j=1}^n a_j p_{ij}$ 。

3 实证研究

3.1 熵值测度的时序变动

绘制 1999~2008 年 16 座城市增长熵值综合评分时序变动曲线如图 2, 虽个别年份略有波动, 16 座城市熵值评价 10 年来都呈上升趋势, 城市增长逐年更为精明。其中, 上海市增长精明程度提升较早, 在 2002 年就达到较高水平, 之后精明趋势放缓; 无锡、杭州、宁波等市在 2003 年后城市增长加速精明, 常州、镇江、泰州、嘉兴、湖州、舟山等市精明程度熵值评分在 2005 年之前增加趋势比较平缓, 之后提高较快。

3.2 熵值测度的截面比较

3.2.1 长三角 16 市熵值评分及空间分布

将 1999~2008 年各年度 16 座城市增长精明程度的熵值评分及排名汇总如表 1, 为考察长三角地区城市增长精明程度的空间分布状况及其变化, 分别选取 1999、2002、2005、2008 4 年度绘制熵值评分五等级图(图 3), 图中左栏 1~5 代表从低到高的 5 个等级。结合表 1 和图 3 可以发现: (1) 上海、杭州、南京三市一直位于最高等级, 10 年里上海市的熵值评分始终排在首位, 城市增长较其他 15 市最为精明; 南京市 2000 和 2005 年排名第三, 其余年份排名第二; 杭州市 2000、2005 年排名第二, 1999、2000、2002~2004 年排名第三, 2006、2007 年分列第六、五位, 其余城市熵值评分排名及所处等级波动较大; (2) 随着时间推移, 北部城市熵值评分及排名无锡、扬州略有波动, 常州有下降趋势, 苏州、南通排名逐年靠前、等级不断提高; (3) 南部城市熵值评分及所处等级宁波、绍兴两市下降, 湖州、嘉兴两市有所提

升; (4) 台州、舟山、镇江、湖州、泰州 5 座城市大多年份排名在 10 位以后, 舟山、台州两市一直位于末位等级; (5) 至 2008 年, 第 1 等级城市数量 3 座, 第 2 等级城市 0 座, 第 3 等级城市 5 座, 并且较高等级城市逐渐集中于北部。表明长三角城市熵值评分空间分布有两极分化的趋势, 增长的精明程度存在空间差异。

3.2.2 四增长维度权重

累计四维度熵权重绘制时序变动曲线如图 4 所示。随时间推移, 各维度对综合评价的影响变化不大, 但四维度间作用差异明显。其中, 福利维度权重最大, 超过 35%, 规模维度次之、权重超过 30%, 福利与规模增长对城市精明增长综合评价影响较大。消耗维度与空间维度对综合熵值评价的贡献较低, 权重分别不超过 20% 和 15%。由于消耗维度取倒数转化为正向作用的处理方式, 该维度较低的熵权重表明长三角地区城市资源能源节约集约程度不够。总体来看, 考察期内长三角地区城市增长主要表现为福利的提高和规模的扩张, 这既符合精明增长提高城市环境质量、生活福利和社会福利等方面“质”的增长内涵, 又符合中国持续推进城市化进程“量”的实际需求; 但同时, 精明增长“质”的另一个要求尚未满足, 控制城市消耗增长、拓展城市内涵空间的力度较弱。

3.2.3 具体指标权重

考察指标的权重大小可以发现影响熵值综合评价的具体领域。表 2 提取各年度指标权重前十名, 并归纳所属维度。表中指标主要来自于福利和规模维度, 个别指标来自消耗和空间维度。其中, 来自城市福利维度的工业废水排放达标率和建成区绿化覆盖率两项指标多年位于前两位, 说明城市环境福利对综合评价的作用最为重要; 职工平均工资、万人床位数、万人公共汽车拥有数、住宅投资占比几项指标间或出现在前十位, 表明福利维度涵盖的城市居民生活、居住、交通和医疗条件等各领域的改善对整体评价都有较大影响。来自规模维度的指标有二、三产业的产值比和就业比以及非农人口比, 表明城市化水平、城市产业结构与就业结构对综合评价的作用明显。值得注意的一个显著变化来自于二产产值比、就业比与三产产值比、就业比的排名变化, 2004 年以后, 三产产值和就业比排名都超过第二产业, 并且二产就业比退出指标前十名, 由此看出第三产业的发展对城市增长精明程度的影响越来越大, 这与“退二进三”、大力发展第三产业的城市发展战

略相吻合。来自消耗维度的建成区面积、来自空间维度的人均道路面积和人均耕地面积等指标共同体现了外延和内涵城市空间增长的重要,与“精明增长”理论控制城市增长边界、提高城市既有空间利用水平的内容相一致。虽然消耗维度整体贡献不足,但人均生活用电量、人均生活用水量指标在前十名的出现,表明生活资源能源消耗控制较为理想。

4 结论与讨论

基于“精明增长”理论、满足中国城市增长对于“质”和“量”的双重需求,构建四维度精明增长综合测度模型,并对长三角 16 市 1999~2008 年城市增长情况进行了实证分析。

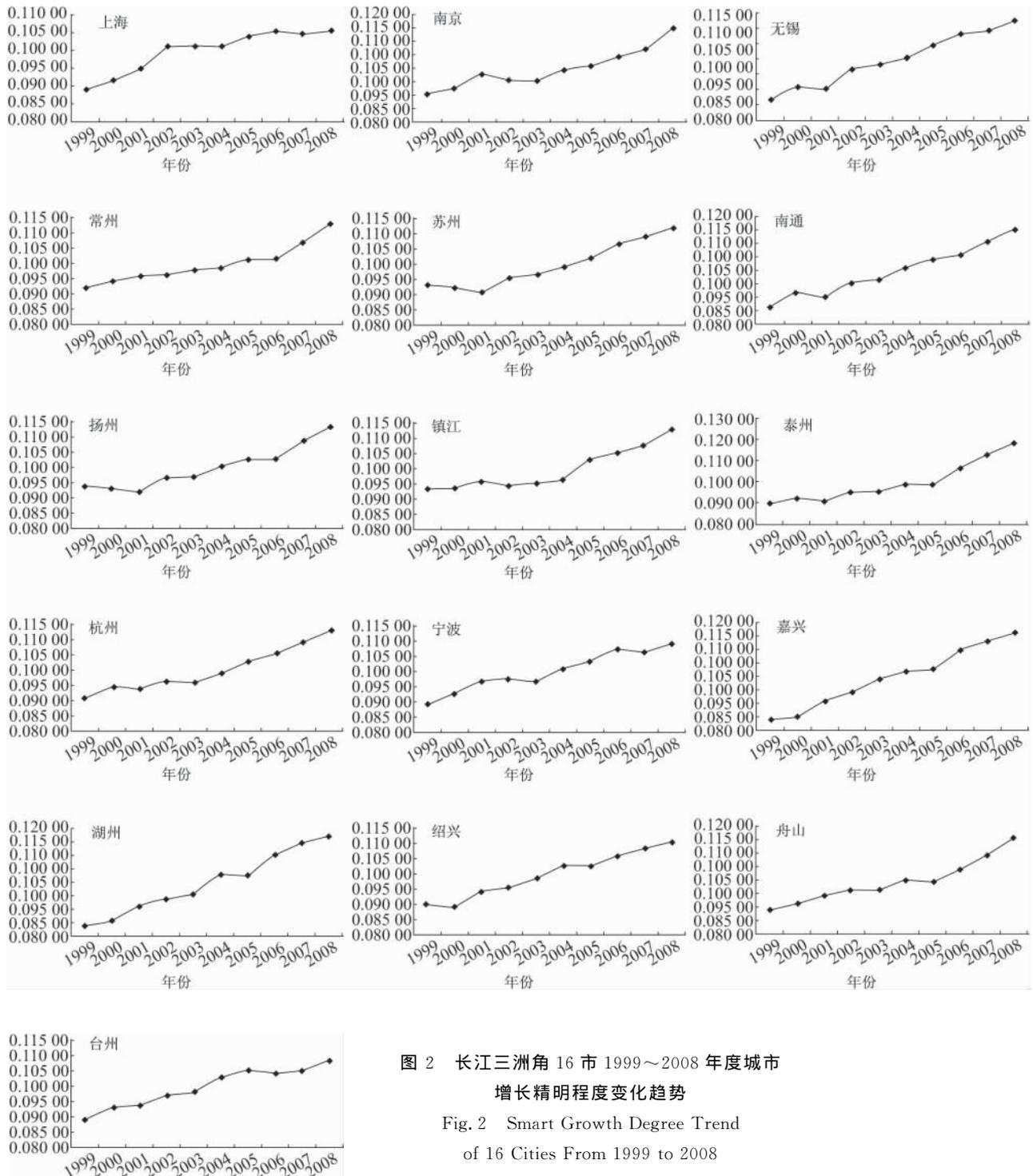


图 2 长江三洲角 16 市 1999~2008 年度城市增长精明程度变化趋势

Fig. 2 Smart Growth Degree Trend of 16 Cities From 1999 to 2008

表 1 1999~2008 年各年度 16 市熵值评分及排名

Tab.1 Entropy of 16 Cities From 1999 to 2008

权重	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
上海	0.077 2(1)	0.076 7(1)	0.076 8(1)	0.077 8(1)	0.078 1(1)	0.077 5 (1)	0.077 0(1)	0.077 3(1)	0.075 6(1)	0.074 5(1)
南京	0.065 1(2)	0.064 3(3)	0.065 3(2)	0.063 9(2)	0.063 9(2)	0.064 6 (2)	0.063 9(3)	0.064 4(2)	0.064 5(2)	0.066 1(2)
无锡	0.062 5(6)	0.062 5(5)	0.061 8(6)	0.062 7(6)	0.063 0(4)	0.063 1 (5)	0.063 4(4)	0.063 8(3)	0.063 6(4)	0.063 2(6)
常州	0.061 8(9)	0.061 8(9)	0.061 8(7)	0.061 1(9)	0.061 4(10)	0.061 3 (9)	0.061 3(10)	0.060 3(13)	0.061 2(12)	0.061 3(10)
苏州	0.062 1(8)	0.062 1(7)	0.060 4(14)	0.062 8(5)	0.062 6(6)	0.063 0 (7)	0.063 1(6)	0.063 7(4)	0.064 1(3)	0.063 9(3)
南通	0.059 9(12)	0.061 5(10)	0.059 8(15)	0.061 3(8)	0.061 8(8)	0.062 0 (8)	0.063 1(5)	0.063 0(5)	0.063 1(6)	0.063 3(5)
扬州	0.062 8(5)	0.062 2(6)	0.061 2(9)	0.061 1(10)	0.061 5(9)	0.060 8 (11)	0.061 7(9)	0.060 6(7)	0.061 6(8)	0.061 9(8)
镇江	0.061 7(10)	0.061 3(11)	0.061 5(8)	0.060 0(13)	0.059 7(13)	0.059 4 (14)	0.060 3(12)	0.059 7(15)	0.059 3(15)	0.059 4(15)
泰州	0.059 1(15)	0.059 4(13)	0.059 3(16)	0.060 6(11)	0.060 6(11)	0.059 9 (13)	0.059 7(13)	0.060 4(11)	0.060 9(13)	0.061 0(12)
杭州	0.063 6(3)	0.064 4(2)	0.063 2(4)	0.063 7(3)	0.063 5(3)	0.064 1 (3)	0.064 0(2)	0.063 0(6)	0.063 5(5)	0.063 5(4)
宁波	0.062 2(7)	0.063 1(4)	0.064 0(3)	0.062 4(7)	0.062 9(5)	0.063 5 (4)	0.062 9(8)	0.063 0(8)	0.061 3(11)	0.060 3(13)
嘉兴	0.059 3(14)	0.059 4(14)	0.060 5(13)	0.060 3(12)	0.060 5(12)	0.060 1 (12)	0.059 2(14)	0.060 7(10)	0.061 5(9)	0.061 9(7)
湖州	0.059 7(13)	0.059 2(15)	0.060 5(12)	0.060 0(15)	0.059 5(15)	0.061 2 (10)	0.060 6(11)	0.060 3(14)	0.061 4(10)	0.061 3(11)
绍兴	0.062 9(4)	0.061 0(12)	0.062 5(5)	0.063 1(4)	0.062 6(7)	0.063 1 (6)	0.063 0(7)	0.061 7(9)	0.061 8(7)	0.061 3(9)
舟山	0.058 6(16)	0.059 2(16)	0.060 8(10)	0.059 2(16)	0.058 8(16)	0.057 9 (16)	0.058 0(16)	0.060 4(12)	0.060 3(14)	0.059 9(14)
台州	0.061 6(11)	0.061 8(8)	0.060 72(11)	0.060 04(14)	0.059 52(14)	0.058 4 (15)	0.058 8(15)	0.057 7(16)	0.056 2(16)	0.057 2(16)

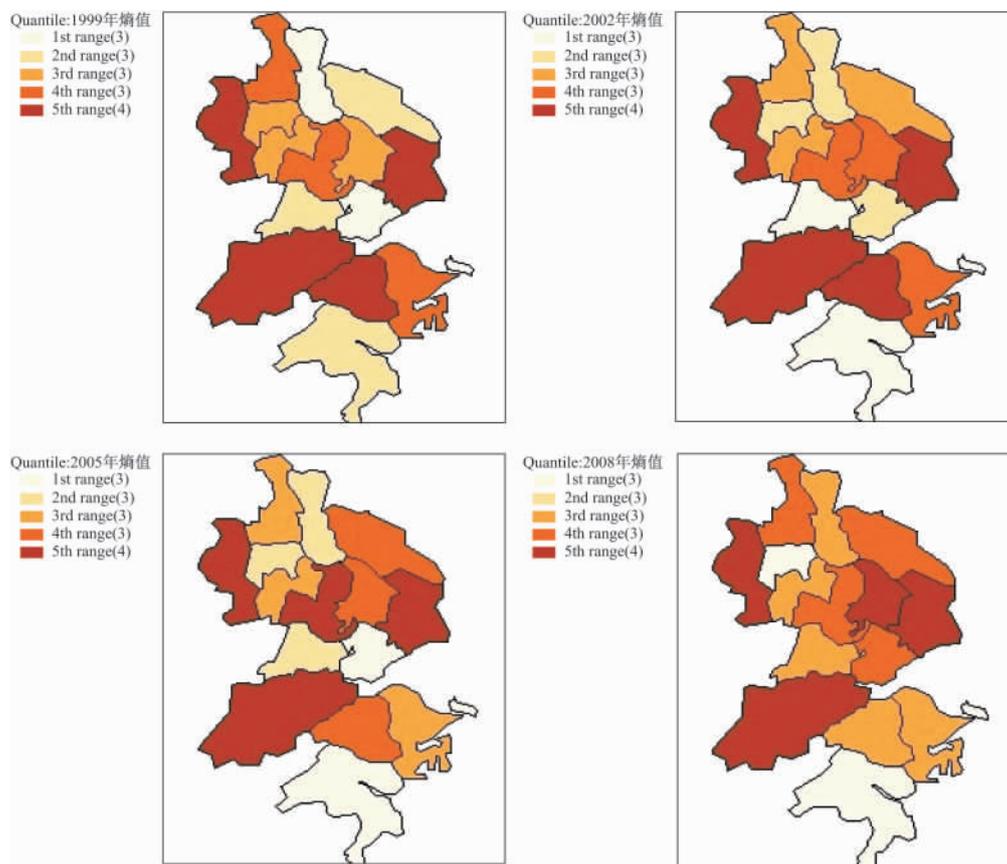


图 3 1999、2002、2005、2008 年熵值评分五等级图

Fig.3 Five Bitmaps of 1999,2002, 2005 and 2008

表 2 具体指标权重前 10 名
Tab.2 Top Ten Weights of Indicators

排名	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1999	福利	规模	规模	福利	福利	规模	空间	规模	空间	规模
指标	工废达标率	二产产值比	非农人口比	绿化覆盖率	万人床位数	三产产值比	人均耕地	二产就业比	人均道路	三产就业比
权重	0.028 7	0.026 9	0.026 8	0.026 5	0.026 4	0.026 3	0.026 1	0.025 7	0.025 6	0.025 4
2000	福利	福利	规模	规模	空间	规模	规模	消耗	福利	空间
指标	工废达标率	绿化覆盖率	非农人口比	二产产值比	人均耕地	二产就业比	三产产值比	建成区面积	万人床位数	人均道路
权重	0.029 7	0.027 4	0.026 5	0.026 3	0.026 1	0.025 8	0.025 8	0.025 8	0.025 7	0.025 6
2001	福利	福利	规模	空间	规模	消耗	规模	规模	福利	消耗
指标	工废达标率	绿化覆盖率	二产产值比	人均耕地	二产就业比	建成区面积	三产产值比	非农人口比	万人床位数	人均生活用电
权重	0.030 1	0.026 7	0.026 3	0.026 1	0.026 0	0.025 7	0.025 7	0.025 6	0.025 4	0.025 2
2002	福利	福利	规模	规模	空间	消耗	消耗	规模	规模	福利
指标	工废达标率	绿化覆盖率	二产就业比	非农人口比	人均耕地	人均生活用电	建成区面积	二产产值比	三产产值比	平均工资
权重	0.032 4	0.028 7	0.026 2	0.026 2	0.025 9	0.025 7	0.025 6	0.025 6	0.025 5	0.025 4
2003	福利	福利	规模	空间	消耗	规模	规模	规模	福利	消耗
指标	工废达标率	绿化覆盖率	二产就业比	人均耕地	建成区面积	三产产值比	二产产值比	非农人口比	平均工资	人均生活用电
权重	0.030 9	0.027 5	0.026 1	0.025 9	0.025 8	0.025 6	0.025 6	0.025 6	0.025 4	0.025 2
2004	福利	福利	空间	消耗	规模	规模	规模	福利	规模	福利
指标	绿化覆盖率	工废达标率	人均耕地	建成区面积	三产产值比	三产就业比	非农人口比	万人医生数	二产产值	平均工资
权重	0.029 9	0.029 9	0.025 9	0.025 8	0.025 8	0.025 7	0.025 7	0.025 6	0.025 6	0.025 4
2005	福利	福利	规模	规模	空间	空间	规模	消耗	福利	规模
指标	工废达标率	绿化覆盖率	三产就业比	三产产值比	人均道路	人均耕地	二产产值比	人均生活用电	万人公汽	非农人口比
权重	0.031 4	0.029 8	0.026 2	0.026 1	0.025 8	0.025 6	0.025 6	0.025 6	0.025 5	0.025 5
2006	福利	福利	规模	规模	福利	空间	规模	规模	消耗	消耗
指标	工废达标率	绿化覆盖率	三产就业比	三产产值比	万人公汽	人均耕地	非农人口比	二产产值比	人均生活用电	人均生活用水
权重	0.031 2	0.031 0	0.026 2	0.026 0	0.025 6	0.025 5	0.025 5	0.025 4	0.025 3	0.025 0
2007	福利	福利	规模	规模	福利	空间	规模	规模	消耗	消耗
指标	绿化覆盖率	工废达标率	三产就业比	非农人口比	万人公汽	三产产值比	人均耕地	二产产值比	人均生活用电	建成区面积
权重	0.031 3	0.029 8	0.026 5	0.025 9	0.025 7	0.025 7	0.025 4	0.025 3	0.025 3	0.025 1
2008	福利	规模	规模	福利	规模	空间	福利	规模	消耗	福利
指标	工废达标率	三产就业比	非农人口比	绿化覆盖率	三产产值比	人均耕地	万人公汽	二产产值比	建成区面积	住宅投资比
权重	0.028 0	0.026 6	0.026 2	0.026 0	0.025 8	0.025 6	0.025 6	0.025 3	0.025 3	0.025 0

(1) 改进熵值法将不同量纲的指标转化为无量纲的相对评价值,其结果具有相对性,测度结果也会因评价指标体系设计的非绝对性、非唯一性,以及样本城市选择的不同而有差异。时序变动分析结果说明 10 年来长三角地区城市增长状况逐年更为精明,但不能说明城市增长绝对精明与否。从区域城市规模等级结构来看熵值评价截面的比较,上海市是长三角地区的龙头城市,南京、杭州为省会城市,三市相对于长三角其他城市增长更为精明,较高区域等级和职能地位的城市会因完善的社会服务体系、

更高的城市集聚效应而获取更为精明的城市增长熵值评价。

(2) 测度模型的 4 个增长维度体现了中国城市精明增长对“质”与“量”的共同需求。考察期内城市福利和规模增长对熵值综合评价贡献最大,这与经验认知相符。长三角地区是中国经济发展最迅速的区域之一,在推进城市化进程、提高城市经济与人口集聚效应的同时,亦具备宜居的城市环境质量、便捷的生活方式和健全的社会保障体系。然而,与快速城市化进程相伴随的是资源能源的大量消耗、粗放

的城市增长模式,这也是消耗与空间维度权重较小、对熵值综合评价贡献不足的主要原因。

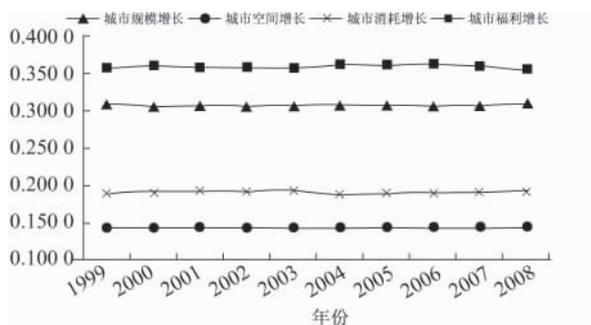


图4 1999~2008各年度四维熵权重

Fig. 4 Entropy of Four Growth Dimensions
From 1999 to 2008

(3) 具体指标权重可以细化影响因素、发现关键问题。以表2中2008年为例,从排名前十的指标可以看出影响该年度城市增长精明评价的主要因素有工业废弃的处理、绿化、交通、产业与就业结构、城市化水平、城市空间蔓延发展与耕地保护等。各城市熵值综合评价的高低和这些指标的指标值大小密切相关。

(4) 研究的实践意义也很明显,借助评价结果明确影响城市增长精明程度的主要问题,为实现更为精明的城市增长提供决策参考。

参考文献:

- [1] 唐相龙.“精明增长”研究综述[J].城市问题,2009(8):98~102.
- [2] 梁鹤年.精明增长[J].海外快递,2005,29(10):65~69.
- [3] 马强,徐循初.“精明增长”策略与我国的城市空间扩展[J].城市规划汇刊,2004(3):16~21.
- [4] 诸大建,刘冬华.管理城市成长:精明增长理论及对中国的启示[J].同济大学学报(社会科学版),2006(6):22~28.
- [5] 刘海龙.从无序蔓延到精明增长——美国“城市增长边界”概念述评[J].城市问题,2005(3):67~72.
- [6] 陈锦富,任丽娟,徐小磊,等.城市空间增长管理研究述评[J].城市规划,2009,33(10):19~24.
- [7] 任奎,周生路,张红富,等.基于经济增长理念的区域土地利用结构优化配置[J].资源科学,2008,30(6):912~918.
- [8] 孙小群,杨庆媛,杜慧敏,等.“精明增长”在城市土地利用中的应用[J].西南大学学报(自然科学版),2009,31(4):154~158.
- [9] 陈雪明.四阶段模型对精明增长模拟的探讨[J].城市交通,2008,6(1):59~64.
- [10] 李强,杨开忠.城市蔓延[M].北京:机械工业出版社,2007.
- [11] 刘庆,陈利根,舒帮荣,等.长株潭城市群土地生态安全动态评价研究[J].长江流域资源与环境,2010,19(10):1192~1197.
- [12] 陈明星,陆大道,张华.中国城市化水平的综合测度及动力因子分析[J].地理学报,2009,64(4):387~398.
- [13] 欧向军,甄峰,秦永东,等.区域城市化水平综合测度及其理想动力分析——以江苏省为例[J].地理研究,2008,27(5):993~1002.
- [14] 陈雷,周敬宣,李湘梅.基于耗散结构理论的城市生态评价研究——以武汉市为例[J].长江流域资源与环境,2007,16(6):786~790.
- [15] 乔家君.改进的熵值法在河南省可持续发展能力评估中的应用[J].资源科学,2004,26(1):113~119.
- [16] 秦耀辰,张二勋,刘道芳.城市可持续发展的系统评价——以开封市为例[J].系统工程理论与实践,2003(6):1~8.
- [17] 张卫民,安景文,韩朝.熵值法在城市可持续发展评价问题中的应用[J].数量经济技术经济研究,2003(6):115~118.
- [18] 中国国家统计局.国际数据:城市人口比重[DB/OL].
http://www.stats.gov.cn/tjsj/qtsj/gjsj/2004/t20060801_402341596.htm.
- [19] 中国国家统计局.2010年第六次全国人口普查主要数据公报[DB/OL]. [2011].
http://www.stats.gov.cn/tjgb/rk-pcgb/qgrkpcgb/t20110428_402722232.htm.
- [20] 国家统计局城市社会经济调查总队编.中国城市统计年鉴[Z].北京:中国统计出版社,2000~2009.
- [21] 国家统计局工业交通统计司,国家发展和改革委员会能源局编.中国能源统计年鉴2000~2002,2004~2007[J].北京:中国统计出版社.
- [22] 国家统计局能源统计司,国家能源局综合司编.中国能源统计年鉴2008,2009[Z].北京:中国统计出版社.
- [23] 郭显光.改进的熵值法及其在经济效益评价中的应用[J].系统工程理论与实践,1998(12):98~102.

**COMPREHENSIVE EVALUATION OF URBAN SMART
GROWTH BASED ON IMPROVED ENTROPY METHOD**
——A CASE OF 16 CITIES OF THE YANGTZE RIVER DELTA

TAN Jing, TAO Xiao-ma, CHEN Xu

(School of Economics and Management, Tongji University, Shanghai 201804, China)

Abstract: Smart Growth is an inevitable choice for China city sustainable growth with constraints of resources and environment, it's very important to integration of this theory with the practice of China cities' growth. This article firstly designed an evaluation index system according to the principles of Smart Growth. The system includes four growth dimensions which are the growth of city scale, city spatial, city consumption and city welfare. Based on the improved entropy method, we evaluated the Smart Growth degree of 16 cities in the Yangtze River Delta by using urban statistical data from 1999 to 2008. Findings indicate that the entropy of all 16 cities shows an increasing trend, and the growth becomes more and more smart. The growth of Shanghai, Nanjing and Hangzhou is smarter than other 13 cities. The tendency of polarization of spatial disparities is gradually showed up. The dimensions of city welfare and city scale are the key features of city growth. Measures should be taken to control city consumption and expand potential city space. The indexes reflecting city environment, economic structure, employment structure, urbanization and the consumption of land and life energy make significant contribution to the evaluation.

Key words: smart growth; improved entropy method; comprehensive evaluation; the Yangtze River Delta