

文章编号 :1009 - 600X(2007)03 - 0073 - 08  
中图分类号 :X31 文献标识码 :B

作者简介 :王莉莉 ,南京大学区域与城市规划系2002  
级硕士研究生。

# 城市生态位适宜度的对比分析 ——以江苏省13城市为例

Contrast Analysis of Urban Niche Fitness: Take 13  
Cities of Jiangsu Province as an Example

王莉莉

WANG Li-li



## 1 生态位理论概述

### 1.1 生态位以及城市生态位

Grinnell在1917年首先应用“生态位”(Niche)一词来表示对栖息地再划分的空间单位<sup>[1]</sup>。此后生态位概念被不断延伸,尤其是1958年Hutchinson从空间和资源利用等方面考虑,提出的多维超体积生态位概念<sup>[2,3]</sup>,为现代生态位理论研究奠定了基础。

20世纪80年代,王如松等学者将生态位理论应用于城市生态系统的研究,认为城市生态位是指一个城市供给人们的或可被人们利用的各种生态因子(如水、食物、土地等)和生态关系(如生产力水平、环境容量、生活质量等)的集合<sup>[4]</sup>。之后,周鸿<sup>[5]</sup>(1989年)、李自珍<sup>[6]</sup>(1991年)等人的研究观点更侧重于城市生态因子和生态关系对城市居民的适宜程度。

人是城市的主体,发展城市归根结底是为了不断提高人的生存质量,因此如何调控城市生态系统,建立适于人们

生活、居住的生态环境,也就成为城市生态环境可持续发展的重要课题。针对城市这个特殊的生态元而言,城市生态位实质是指城市居民的生存条件、生存质量的满足程度。

### 1.2 城市生态位适宜度

城市的发展是以资源为基础的,包括自然资源、社会经济条件及人力资源等,它们共同构成一个多维的资源空间。资源空间不同,发展方式(发展途径、产业选择等)也就不同。为了描述方便,根据Hutchinson对生态位定义,我们不妨把某种发展方式所需求的最佳的资源多维空间称为该种发展方式的\*\*最佳资源生态位\*\*,简称\*\*最佳生态位\*\*。城市现实资源构成的对应的资源多维空间,称为\*\*现实资源生态位\*\*,简称\*\*现实生态位\*\*<sup>[7,8]</sup>。

现实生态位与最佳生态位的匹配关系,反映了现实资源条件对某种发展方式的适宜性程度。而所谓城市生态系统的适宜度指的是城市多维资源的现实生态位与其最佳生态位的贴近程度。它反

表1 城市生态位适宜度指标体系表

指标大类	详细指标	权重	备注
A 反映经济发展与居民收入的生态因子	a1 GDP增长率%	0.348	GDP增长率反映了城市经济发展水平的快慢,职工平均工资、居民消费水平指数和就业率反映了城市居民的就业状况、收入水平和消费状况。
	a2 人均GDP(元)	0.213	
	a3 第三产业增加值占GDP的比重%	0.122	
	a4 在岗职工平均工资(元)	0.063	
	a5 居民消费价格指数%	0.041	
	a6 就业率%	0.213	
B 反映城市基础设施的生态因子	b1 人均日生活用水量(L)	0.358	生活用水、用电量反映城市的基础服务水平,住房面积体现住房条件,后两个因子分别反映公共交通服务和交通拥挤状况以及通讯的便捷程度。
	b2 人均年生活用电量(kw/h)	0.358	
	b3 人均住宅建筑面积(m <sup>2</sup> )	0.155	
	b4 每万人拥有公共交通工具(标台)	0.065	
	b5 每百人拥有电话机(固定)数	0.064	
C 反映生态环境状况的生态因子	c1 市区人口密度(千人/km <sup>2</sup> )	0.091	人口密度反映了社会生活环境,第二、三个因子与城市的生态效益存在强烈的正相关性,后面三个因子则说明了城市的环境状况。
	c2 建成区绿化覆盖率%	0.409	
	c3 人均园林绿地面积(m <sup>2</sup> )	0.256	
	c4 环境噪声达标面积比率%	0.058	
	c5 城市生活污水处理率%	0.186	
D 反映居民健康状况和文化教育的生态因子	d1 每万人拥有医生数	0.33	这些因子分别可以反映城市居民的健康水平、教育水平、精神生活状况等。
	d2 人均图书馆藏书数(册)	0.056	
	d3 每万人拥有高等学校在校生数	0.33	
	d4 每百人拥有的专业技术人员数	0.199	
	d5 每百万人拥有的公共图书馆数	0.085	
E 反映城市历史底蕴和品牌吸引力的生态因子	e1 年游入量(万人)	0.285	四个因子分别反映城市的城市旅游吸引力、文化影响力、吸引外资能力、网络影响力。
	e2 每百万人拥有的省级文物保护单位	0.137	
	e3 实际利用外资(万美元)	0.535	
	e4 Google网络检索结果数(万个)	0.043	

映了城市生态系统的和谐性、城市居民生活的适宜程度、城市竞争力大小和可持续发展的能力<sup>[9,10]</sup>,对于确定城市的经济发展方式,指导政府决策有重要借鉴意义。

## 2 城市生态位适宜度的数学模型

由于城市生态系统是一个极其复杂的人工生态系统,需求生态位通常涉及

很广,全面分析所有的“资源维”是很困难的。因此,本文根据江苏省13个城市的资源特征,分析那些可能成为制约条件或十分重要的资源因子,在充分研究前人成果<sup>[7,8,11-17]</sup>的基础上,提出较为简便易行的适宜度计算模型,使综合的城市生态系统适宜度的计算成为可能,并且易于大规模地推广应用。

### 2.1 指标的选取与体系构建

城市生态系统中,社会和经济子系统

对其结构和功能具有深刻的影响。因此,在建立模型时选取那些与居民的生产生活休戚相关,反映城市的经济和社会发展水平、城市的生态环境状况、城市居民的物质生活水平和教育健康条件以及城市品牌吸引力的生态因子<sup>[12]</sup>(见表1)。

### 2.2 城市生态位适宜度模型的构建

上述n个生态因子的标准化值记作x<sub>1</sub>,x<sub>2</sub>,……,x<sub>n</sub>,不同城市的观测值构成n维生态向量: X<sub>t</sub>=(x<sub>t1</sub>,x<sub>t2</sub>,……,x<sub>tn</sub>) x<sub>tj</sub>

(j=1, 2, …, n)是生态因子j的现实生态位, n个生态因子最适于居民生活和城市发展的值即最佳生态位 $x_{aj}$ (j=1, 2, …, n)。

借鉴前人成果,并在适当修正的基础上,我们确定城市生态位适宜度计算模型:

$$F_i = \sum_{j=1}^n b_j \left(1 - \frac{|x_{aj} - x_{ij}|}{x_{aj}}\right) \quad \text{其中, } \sum_{j=1}^n b_j = 1, \dots, (1)$$

$F_i$ : 第i个城市的生态位适宜度,  $F_i$ 越大,城市的生态位适宜度越高,越有利于人们的生产生活和城市的发展;

$b_j$ : 第j个生态因子的权重,反映了该因子对城市生态位适宜度的影响;

$x_{ij}$ : 城市i的第j个生态因子的现实生态位;

$x_{aj}$ : 第j个生态因子的最佳生态位。

模型的含义: 现实生态位 $x_{ij}$ 与最佳生态位 $x_{aj}$ 之间的差距越小,  $F_i$ 值越大,城市生态系统的生态位适宜度越好。

### 3 案例分析——江苏省 13 城市生态位适宜度计算

本文所采用数据均来源于2000年-2005年的《江苏省统计年鉴》,即1999~2004年的数据。

#### 3.1 实例计算的逻辑结构图

以1999年南京市数据为例,生态位适宜度计算方法及流程见表2(指标代号同表1)。

### 3.2 计算过程实现

#### 3.2.1 数据标准化

采用标准差标准化方法对数据进行

标准化:  $x_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{s_j}$  ..... (2)

式中: 第j个因子的平均值,且  $\bar{x}_j = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m x_{ij}$

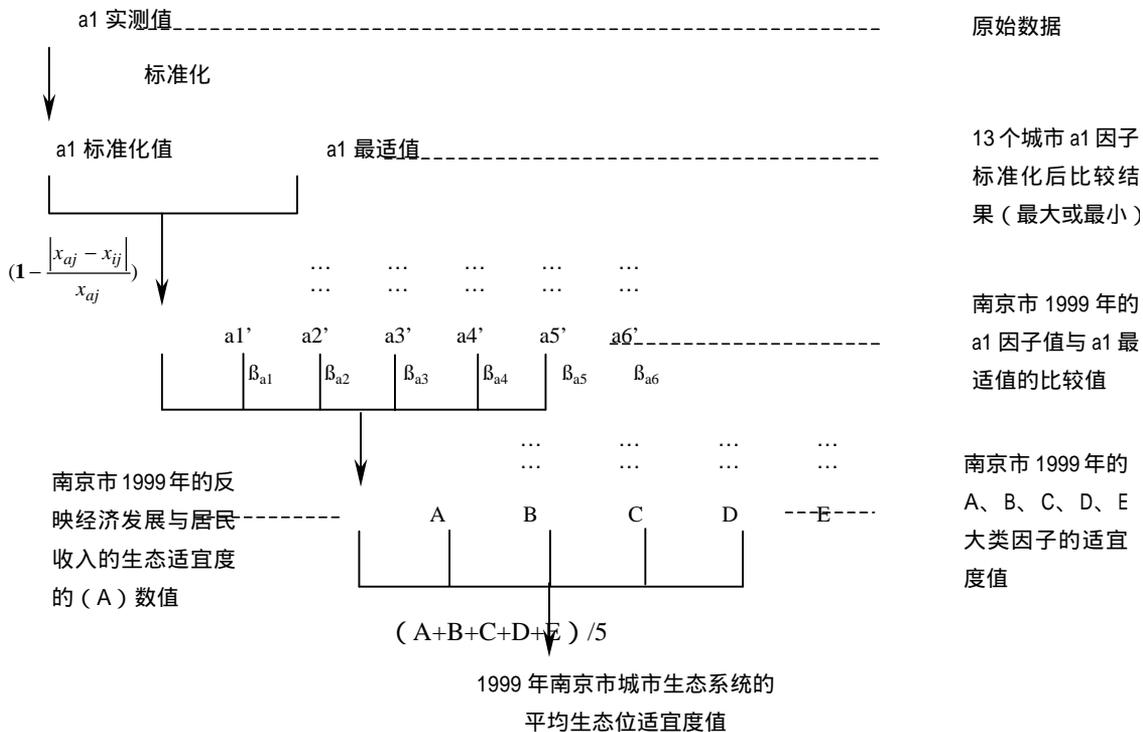
第j个因子的标准差,且

$$s_j = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (x_{ij} - \bar{x}_j)^2}$$

#### 3.2.2 确定各因子的生态位最佳值

对于不同的城市来说,上述因子的生态位最佳值是很难确定的。但一般而言,对于市区人口密度来说,一般是越小越好,故选取它们标准化后同类数据的最小值作为其最佳值。对于其他的指标,

表2 实例计算逻辑结构图



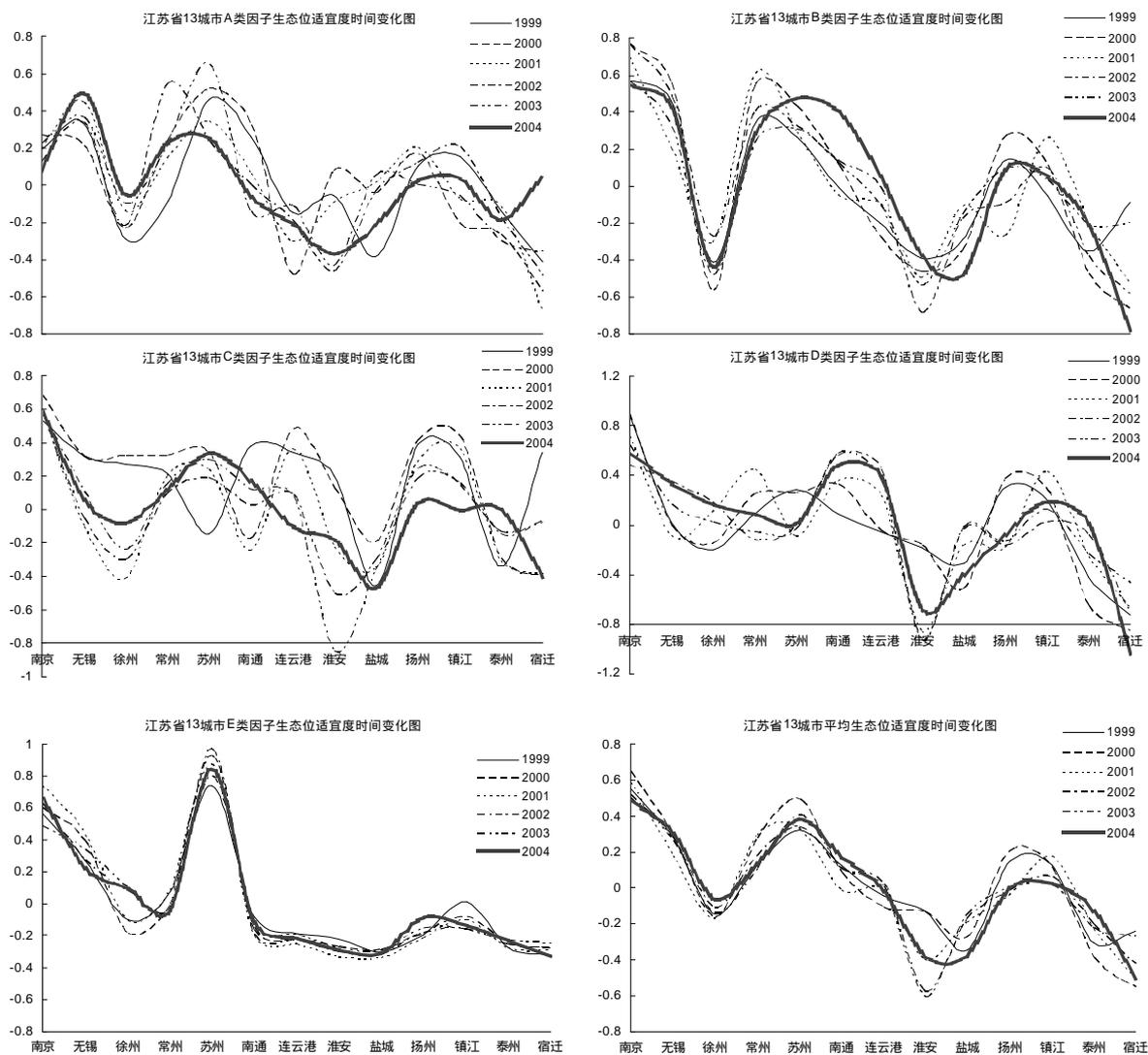


图1 江苏省13城市6大类生态位适宜度1999~2004年变化图

如人均园林绿地面积、GDP增长率、职工平均工资等均为越大或越多越有利于居民生活,因此以这些因子标准化后同类数据的最大值作为其最佳值。

### 3.2.3 确定权重系数

生态因子权重系数的大小反映了该因子对城市生态位适宜度的影响程度。本计算过程中主要涉及每一指标大类内部

指标小类权重值的确定。用AHP分析法给指标小类赋予不同的权重值,详见表1。

### 3.2.3 计算生态位适宜度值

运用公式(2)将上述因子值完成标准化,与相应的权重一起代入公式(1),计算得出各城市各年份相应的6大类生态位适宜度。

## 4 结论分析

基于以上计算结果,对江苏省13城市6大类生态位适宜度的时间变化规律、空间分布特征以及城市之间、生态位之间的相互关系进行分析。其中,A、B、C、D、E分别代表经济发展与居民收入生态位、城市基础服务设施生态位、

生态环境状况生态位、居民健康状况和文化教育生态位、城市历史底蕴和品牌吸引力生态位。

#### 4.1 时间分析——江苏省13城市6大类生态位适宜度1999~2004年的变化特征(图1)

(1)由图1可知 6大类生态位中,各城市的A、C、D三类生态位随时间的起伏波动十分明显,如苏州2002~2004年的A类生态位适宜度分别是0.234、0.650、0.244,这说明城市经济的发展地位存在极大的不确定性,城市生态环境的相对质量受此影响也波动较大。城市D类生态位适宜度降低的主要原因是城市的扩张,多数城市在行政区扩大的年份都出现D类生态位适宜度不同程度的降低,这是因为人口基数的增大使得城市文化医疗设施受众增多,人均资源减少。如淮安在2001年市区扩大近10倍,其D类生态位适宜度由2000年的-0.166骤降至2001年的-0.861。B类生态位在部分城市如无锡、常州、苏州基本维持不变或变化较小,但是在其他城市如南通、扬州、宿迁变化幅度较大。大部分城市的E类生态位随时间没有变化,这也说明城市魅力的形成并非一日之功。

(2)虽然13个城市的5类生态位适宜度随年份波动,尤其是A、C、D生态位,但是相对而言,其平均生态位适宜度却变化不大,可见就城市整体实力而言,13座城市之间的相对竞争力随时间的发展呈相对均衡状态,并不会因为其中一项生态位的长足增长而带来其综合实力的迅速提升。

#### 4.2 空间分析——江苏省13城市6大类生态位适宜度空间分布特征(图2)

(1)由图2可知,江苏省城市生态位适宜度的分布呈现以下总体特征:南部优于

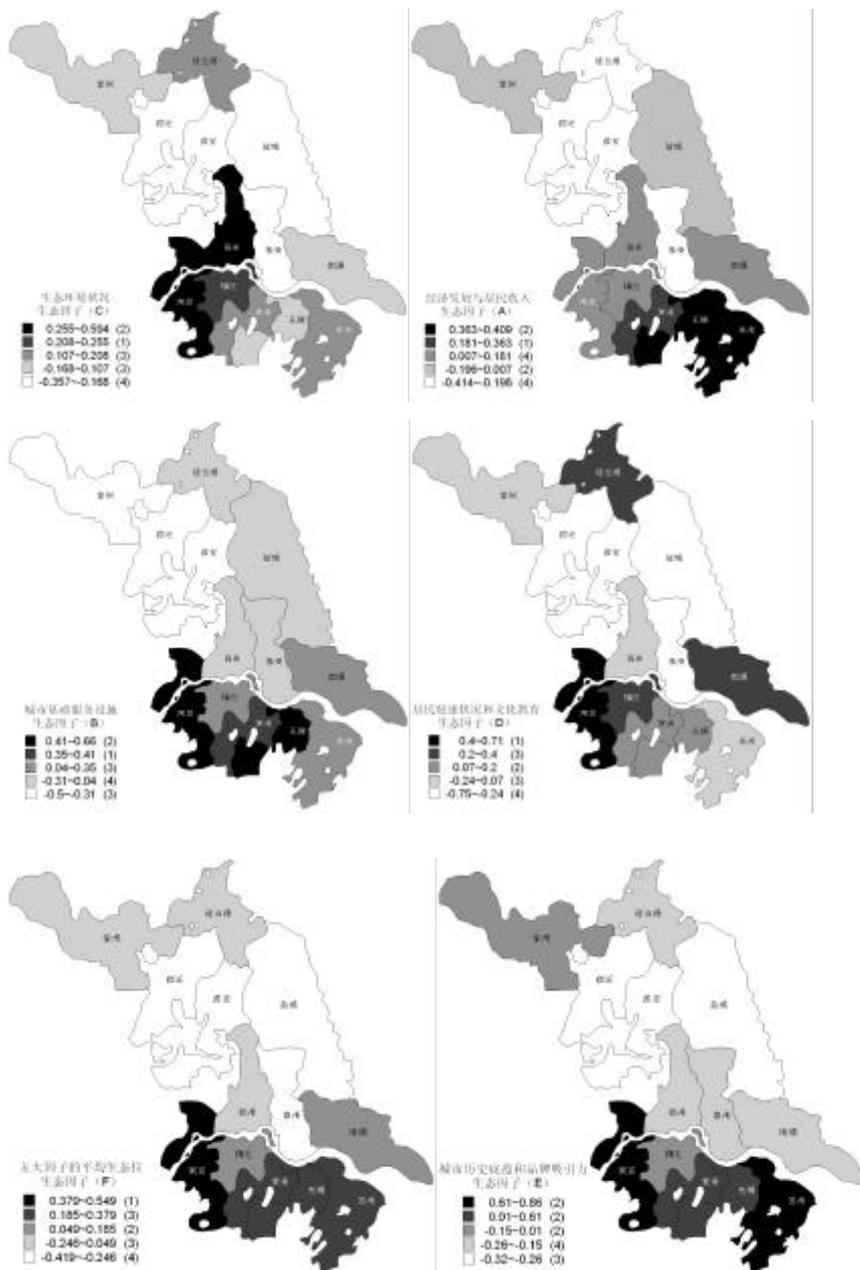


图2 江苏省13城市6大类生态位适宜度空间分布图(1999~2004年的平均值)

表3 1999~2004年江苏省13城市生态系统6类生态位适宜度平均值表

城市	经济发展与居民收入的生态位适宜度	城市基础服务设施的生态位适宜度	生态环境状况的生态位	居民健康状况和文化教育的生态位适宜度	城市历史底蕴和品牌吸引力的生态位适宜度	平均生态位适宜度
南京	0.181	0.651	0.593	0.704	0.612	0.548
无锡	0.363	0.410	0.107	0.130	0.323	0.267
徐州	-0.173	-0.412	-0.074	0.019	-0.020	-0.132
常州	0.215	0.403	0.181	0.117	0.011	0.185
苏州	0.409	0.349	0.208	0.069	0.860	0.379
南通	0.074	0.118	0.045	0.397	-0.152	0.096
连云港	-0.242	-0.107	0.206	0.225	-0.220	-0.027
淮安	-0.224	-0.493	-0.239	-0.628	-0.282	-0.373
盐城	-0.104	-0.259	-0.357	-0.243	-0.311	-0.255
扬州	0.103	0.037	0.255	0.019	-0.169	0.049
镇江	0.007	0.082	0.235	0.205	-0.105	0.085
泰州	-0.196	-0.305	-0.204	-0.270	-0.256	-0.246
宿迁	-0.413	-0.474	-0.168	-0.745	-0.292	-0.418

北部,沿海优于内陆,两端优于中间。

(2)就六年平均水平而言,A类生态位适宜度最高的三个城市依次是:苏州、无锡、常州,与我们通常认知的苏锡常地区一致。此后依次是苏中的南京、扬州、沿海的南通、镇江以及沿海的盐城、北端的徐州。

B、C、D、E生态位适宜度最高的前三个城市分别是:南京、无锡、常州,南京、扬州、镇江,南京、南通、连云港,苏州、南京、无锡。说明A类生态位适宜度较高的城市其他生态位适宜度未必高。除了南京作为省会这四类生态位都处于三甲,生态位适宜度较高的情况并不集中在某些城市上,而是分布分散。

A、B、C、D、E生态位适宜度最低的三个城市依次是:宿迁、连云港、淮安,淮安、宿迁、徐州,盐城、淮安、泰州,宿迁、淮安、泰州,盐城、宿迁、淮安。说明生态位适宜度低的情况更容易集中在几个城市上,如宿迁、淮安、盐城,这也是平均生

态位最低的三个城市。详细数据见表3。

(3)就平均生态位而言,呈现出明显的4条横向带状结构,由南至北分别是:江南段、江北三市、中间三市、北端两市。值得注意的是,城市的综合实力并非越向北越差,而是在北端有再次的提升,这也与该地区城市的边缘效应区位以及城市发展的基础(该区域与北部山东省接壤,并且有“亚欧大陆桥”穿越)有关。

(4)泰州市是比较特殊的个案,其生态位适宜度在空间分布上稍显尴尬。其左右分别是较为发达的镇江、南通,南部则是更为发达的无锡、常州,并且紧邻长江黄金水道,但是其各项生态位适宜度在周边发达地区的包围下一直处于较低的状态,类似于一个盆地,其内在原因值得深究。

#### 4.3 城市间的相似性分析

根据SPSS相似性分析的结果(表4),13城市间的相互关系总结如下:

(1)南通、盐城、泰州的6大生态位适

宜度彼此高度相似(相似系数大于0.8),镇江与扬州、连云港高度相似,连云港与南京高度相似。考虑其在地理区位上的关系,南通、盐城、泰州之间以及镇江和扬州之间的竞争更为激烈,建议考虑错位发展。

(2)就6大生态位适宜度而言,苏州的生态位适宜度与10个城市呈负相关,宿迁与7个城市呈负相关,说明这两个城市与其他城市在各方面存在较大差异。尤其是苏州与南京呈现出-0.937的高度负相关,说明两座城市在城市的总体发展特征与水平上存在巨大差异。

#### 4.4 6大类生态位之间的相关性分析及内部的离散性分析

根据各年各市6类生态位适宜度的值,得出表5。就A、B、C、D、E 5类生态位而言,彼此并未存在高度相关,其中A、B以及A、E存在较好的中度相关关系,说明基础设施水平以及城市吸引力与城市经济的发展存在较为密切的关系。

表4 江苏省13城市总体生态位适宜度相似性分析表

**Proximity Matrix**

	Correlation between Vectors of Values												
	1:南京	2:无锡	3:徐州	4:常州	5:苏州	6:南通	7:连云港	8:淮安	9:盐城	10:扬州	11:镇江	12:泰州	13:宿迁
1:南京	1.000	-.407	.082	.204	-.855	.377	.783	-.519	-.144	.280	.594	.161	.306
2:无锡	-.407	1.000	-.300	.745	.470	.395	-.368	.409	.732	.322	.092	.381	-.573
3:徐州	.082	-.300	1.000	-.207	-.373	.483	.562	.337	.343	.227	.410	.627	-.043
4:常州	.204	.745	-.207	1.000	-.200	.717	.263	.334	.673	.760	.662	.610	-.128
5:苏州	-.855	.470	-.373	-.200	1.000	-.527	-.951	.180	-.007	-.476	-.767	-.427	-.470
6:南通	.377	.395	.483	.717	-.527	1.000	.663	.300	.835	.708	.846	.958	-.245
7:连云港	.783	-.368	.562	.263	-.951	.663	1.000	.033	.161	.621	.877	.600	.409
8:淮安	-.519	.409	.337	.334	.180	.300	.033	1.000	.440	.638	.341	.503	.169
9:盐城	-.144	.732	.343	.673	-.007	.835	.161	.440	1.000	.464	.464	.867	-.608
10:扬州	.280	.322	.227	.760	-.476	.708	.621	.638	.464	1.000	.901	.703	.361
11:镇江	.594	.092	.410	.662	-.767	.846	.877	.341	.464	.901	1.000	.788	.293
12:泰州	.161	.381	.627	.610	-.427	.958	.600	.503	.867	.703	.788	1.000	-.226
13:宿迁	.306	-.573	-.043	-.128	-.470	-.245	.409	.169	-.608	.361	.293	-.226	1.000

This is a similarity matrix

表5 6类生态位适宜度值的相关分析表

**Proximity Matrix**

	Correlation between Vectors of Values				
	A	B	C	D	E
	.000	.703	.415	.500	.657
	.703	.000	.670	.757	.707
	.415	.670	.000	.620	.500
	.500	.757	.620	.000	.476
	.657	.707	.500	.476	.000
	.772	.935	.774	.835	.803

s is a similarity matrix

表6 各类生态位适宜度值在城市间取值的离散性分析表

**Statistics**

		A	B	C	D	E	F
N	Valid	13	13	13	13	13	13
	Missing	0	0	0	0	0	0
Skewness		.150	.205	.217	-.417	1.507	.197
Std. Error of Skewness		.616	.616	.616	.616	.616	.616
Kurtosis		-.905	-1.196	-.043	.348	1.347	-.671
Std. Error of Kurtosis		1.191	1.191	1.191	1.191	1.191	1.191
Range		.822	1.144	.950	1.449	1.171	.966

同样可得表6:根据峰度系数的大小,可知5类生态位适宜度在城市间取值的集中趋势由高到低分别为 E、D、C、A、B,这说明城市的历史底蕴和品牌吸引力的在城市间的差异更大,城市的形象塑造并非一朝一夕可以完成,而是需要前人的积累和后人的维护、开拓;另外,β类生态位差异在城市间的最小,说明就人均资源而言,城市间的基础设施水平没有明显差异。

#### 4.5 生态位适宜度计算对实际工作的指导意义

由以上分析可知,生态位适宜度的区域性对比分析具有以下实践意义:

(1)有助于城市认清自己各方面的优势和劣势,选择适宜自身城市特色的发展道路,避免城市在区域内的盲目竞争,从而实现区域内城市的扬长避短、共赢互利。

(2)城市生态位适宜度分析也为更加全面、公平的评价城市政府的工作提供了科学的手段,避免城市政府因为盲目追求政绩而做出错误决策,对于建立合理高效的政府工作考核制度、提高政府的执政水平有着重要的借鉴和促进意义。

本文的实践有极强的可操作性,对于城市政府建立相关的政策决定和绩效考核制度具有借鉴意义。

(文章写作过程中受到南京大学区域与城市规划系宗跃光教授、甄峰教授的指导和帮助,在此深表谢意。)

#### 参考文献:

[1] Grinnell J. The Niche - relationships of the California Thrasher[J]. Auk, 1917,34: 427 - 433.

[2] Hutchinson G E. Concluding Remarks [J]. Cold Spring Harbor Symp. Quant, 1957, 22: 66 - 77.

[3] 宋志生. 多样化与异质化——一种可能倡导的生态规划思维[J]. 2002, (4): 26 - 28.

[4] 王如松. 高效和谐——城市生态调控原则和方法[M]. 长沙: 湖南教育出版社, 1988.

[5] 周鸿. 生态学的归宿——人类生态学[M]. 合肥: 安徽科学技术出版社, 1989.

[6] 李自珍. 应用生态学研究[M]. 兰州: 甘肃科学技术出版社, 1991.

[7] 欧阳志云, 王如松, 符贵南. 生态位适宜度模型及其在土地利用适宜性评价中的应用[J]. 生态学报, 1996, 16(2): 113 - 120.

[8] 于法稳. 生态位理论及其在生态经济规划中的应用[J]. 生态经济, 1997, (4): 52 - 54.

[9] 董得明, 包国章. 城市生态系统与生态城市的基本理论问题[J]. 城市发展研究, 2001, 8(S): 32 - 35.

[10] 马世骏, 等. 社会—经济—自然复合生态系统[J]. 生态学报, 1984, 4(1): 1 - 6.

[11] 胡春雷, 肖玲. 生态位理论与方法在城市研究中的应用[J]. 地域研究与开发, 2002, (2): 13 - 16.

[12] 廖红娟, 徐建华, 岳文泽. 城市生态系统适宜度的时空对比分析[J]. 生态科学, 2003, 22(4): 300 - 304.

[13] 安成谋, 李自珍. 城市区位适宜度研究[J]. 兰州商学院学报, 1994, 31(4): 51 - 55.

[14] 李自珍, 黄子琛, 唐海萍. 沙区植物种的生态位适宜度过程数值模拟[J]. 兰州大学学报(自然科学版), 1996, 32(2): 108 - 114.

[15] 李自珍, 赵松岭, 张鹏云. 生态位适宜度理论及其在作物生长系统中的应用[J]. 兰州大学学报(自然科学版), 1993, 29(4): 219 - 224.

[16] 王刚, 赵松岭, 张鹏云. 关于生态位的探讨及生态位重叠计算公式改进的研究[J]. 生态学报, 1984, 4(2): 119 - 127.

[17] 王刚. 人类生态位[J]. 西北人口, 1988, 33(3): 20 - 25.

#### 摘要:

以实证研究的方式,从区域层面深入探讨和拓展了生态位理论在城市研究中的方法和途径。在前人研究的基础上,改进生态位适宜度的数学模型,使计算更加简便。精心选取了反映经济发展(A)、基础设施(B)、生态环境(C)、居民健康和教育(D)以及城市吸引力(E)的5大类25项生态因子,构建指标体系,以江苏省为研究区域,计算出13城市1999-2004年间的6大类生态位适宜度(A、B、C、D、E及其平均值),并且运用ArcGIS、SPSS进行区域内城市生态位的时空对比和相关性分析。

#### 关键词:

城市生态位;生态位适宜度;时空对比分析;相关分析;江苏省

**Abstract:** From a regional aspect, this paper probes into and expands the application of niche theory in urban research. Based on the previous researches, enhanced mathematic model is built to make calculation easier. 25 indexes in 5 different areas are selected elaborately to establish the index system. They are of economic development (A), the supply of public infrastructure (B), the environmental condition (C), the chances of health-care and education (D), city appeal (E). Taking Jiangsu Province as a research region, calculation of the urban ecosystem of 13 cities from 1999 to 2004 is accomplished as well as the analysis and conclusion with the help of ArcGIS and SPSS.

**Key words:** urban niche; niche fitness; contrast in time & on time; relationship analysis; Jiangsu province