

江苏城市人居环境空间差异定量评价研究

刘钦普^{1,2}, 林振山¹, 冯年华²

(1. 南京师范大学地理科学学院, 南京 210097; 2. 南京晓庄学院地理科学学院, 南京 210017)

摘要: 文章首先以经济、社会和生态环境因素为基础, 建立江苏省主要城市人居环境综合评价三级指标体系——指标类、指标组、单项指标。根据 36 个单项指标, 通过主成分分析和聚类分析的方法, 把江苏省 13 个省辖市人居环境分为 3 个类型: 第一类是南京、无锡、苏州; 第二类是连云港、常州、南通、徐州、镇江、扬州、盐城、泰州; 第三类是淮安和宿迁。最后分析了该省城市人居环境空间差异的原因, 并提出了建设最佳城市人居环境的建议。

关键词: 城市; 人居环境; 空间差异; 主成分分析; 江苏省

中图分类号: X821

文献标识码: A

文章编号: 1003-2363(2005)05-0030-04

自 20 世纪 50 年代希腊学者道萨迪亚斯(Doxiadis)提出“人居环境科学”的概念以来, 人居环境日益成为建筑、规划、地理、环境等学科所关注的热点问题。我国人居环境科学的奠基人吴良镛先生(2003)最近指出, 人居环境科学应该作为全社会的科学, 各方面都参与它的发展与创造, 以此推进决策的科学化、民主化^[1]。他在《人居环境科学导论》(2001)专著中提出的人居环境科学的思想已经远远超过了道萨迪亚斯(Doxiadis)的思想(周干峙, 2002)^[2], 并且建立了我国人居环境科学思想体系。吴良镛先生把人居环境内容分为五大系统, 包括人、自然、居住、社会和其它支撑系统等。根据中国的实践把人居环境分为 5 个层次, 即建筑、社区、城市、区域、全球。从目前国内人居环境的研究来看, 多注重于城市或社区层次的人居环境的研究和评价, 对更大范围的区域层次人居环境的空间差异研究的还不多。例如, 宁越敏和查志强(1999)^[3]以上海市为例, 对人居环境的内涵、评价方法进行了理论上的探讨, 建立了人居环境评价指标体系, 探讨了人居环境的变化与经济发展的关系。李王鸣(1999)^[4]、陈浮(2000)、刘旺等(2004)也分别以杭州市、南京市、北京市为例, 对人居环境评价的理论、方法进行了探讨。

在一定的区域内, 人居环境质量有一定的差异。引起人居环境质量区域差异的原因很多, 如何选取评价指标, 用什么样的方法进行评价是当前研究区域人

居环境质量差异的难点问题之一。文章以江苏省的 13 个省辖市市区居民住区环境为实例, 开展人居环境的综合评价研究, 目的是探讨适用于人居环境评价并能揭示人居环境空间差异规律的一种定量方法, 为发展人居环境科学和为各地政府实施人居环境可持续发展管理和决策提供有用的帮助。

1 建立人居环境综合评价指标体系

1.1 建立评价指标体系的原则

城市人居环境评价的指标体系既能反映城市人居环境的总特征, 又要有一定的可比性和可操作性。因此, 指标的选择应遵循以下几个原则: (1)全面性原则。城市环境是一个社会-经济-生态的综合体, 选择的指标应尽可能包括反映城市人居环境的各方面的内容。指标的多少还应视评价的目的和范围而定。一般来讲, 指标的数目应控制在 30~40 个之间。指标太少, 不足以反映城市人居环境的全貌; 指标太多, 给数据的采集和计算带来困难。(2)可比性原则。应尽量选择那些具有相对意义的指标。例如, 平均指标和比例指标, 便于反映不同城市之间的差异。(3)科学性原则。评价指标应是内涵和外延含义清楚、内容简明、便于计算的指标。(4)可采集性原则。所选定的指标应易于操作, 最好和国家统计部门公布的统计指标相结合, 这样既便于收集又具有可靠性和稳定性, 便于进行时空变化研究。

1.2 构建指标体系的方法

我们在参考宁越敏(1999)^[3]和叶依广(2004)^[5]等编制的人居环境评价两级指标体系的基础上, 根据组成城市人居环境的经济、社会和生态环境要素, 提出了自己人居环境评价的三级分级指标体系。该体系在

收稿日期: 2004-05-20; 修回日期: 2004-09-24

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(40371108); 江苏省高校人文社会科学计划研究项目(02SJD840005)

作者简介: 刘钦普(1957-), 男, 河南许昌市人, 副教授, 在读博士, 主要从事资源环境等方面的研究, (E-mail) liuqinpu@163.

层次上分为指标类、指标组和单项指标 3 级(表 1)。一般地, 指标类下包括若干指标组, 指标组中, 又包含若干单项指标。根据指标的不同性质和运用目的, 将指标体系分为社会经济系统指标类和生态环境系统指标类。社会经济系统指标类反映人居环境的经济实力、

社会发展水平和居民生活水平以及文明程度状况, 它包括经济水平指标组和社会发展指标组。生态环境系统指标类反映人居环境生态系统的优劣和水、土、气环境质量的高低, 它包括生态建设指标组 and 环境保护指标组。每一指标组又可分为不同的单项指标。

表 1 城市人居环境综合评价指标体系
Tab. 1 Index system of evaluation on urban settlement environment

指标类	指标组	单项指标	
1. 社会经济系统指标类	1) 经济水平指标组	(1)人均 GDP	(5)人均文教科卫事业支出
		(2)人均社会消费品零售额	(6)人均居民储蓄
		(3)人均固定资产投资	(7)城镇居民人均消费支出
		(4)人均财政收入	(8)城镇居民人均可支配收入
	2) 社会发展指标组	(1)每万人拥有的公交车辆数	(9)每万人医生数
		(2)每万人拥有的出租车辆数	(10)人均日用水量
		(3)人均拥有道路面积	(11)城市人口用水普及率
		(4)每百人拥有固定电话数	(12)城市气化率
		(5)每百人拥有移动电话数	(13)在岗职工平均工资
		(6)每百人拥有互联网户数	(14)城市维护费
		(7)人均居民生活用电量	(15)社会保障补助支出
		(8)每万人医院床位数	
	2. 生态环境系统指标类	1) 生态建设指标组	(1)人均公共绿地面积
			(4)每百万人公园个数
			(2)人均园林绿地面积
			(5)每万人公园面积
		2) 环境保护指标组	(3)建成区绿化覆盖率
			(1)污水处理率
			(5)工业废水排放密度
			(2)生活污水处理率
			(6)工业废气排放密度
			(3)人均路面清扫面积
			(7)环境噪声达标面积
			(4)人均生活垃圾清运量
			(8)环境污染治理投资额

2 研究方法步骤

我们这里采用主成分分析和聚类分析法对江苏省城市人居环境空间区域差异进行评价。设某区域人居环境系统分析指标有 n 个, 区域内有 P 个城市, 用 x_{ki} 表示第 k 个城市第 i 个分析指标的数据, 建立数据矩阵。为消除指标量纲不同和数量级不同对分析工作的干扰, 常对原始数据矩阵进行标准化处理, 然后求相关矩阵 R 和相关矩阵的特征值和特征向量。按特征值大于 1 的原则, 剔除信息重复的指标, 提取出相互独立的 m 个主成分。每个主成分概括原始指标信息的程度用其相应的贡献率表示。第 i 个主成分对应的特征根占方差贡献率为

$$g_i = \lambda_i / \sum \lambda_i, (i = 1, 2, \cdots, m)。$$
 (1)

式中: λ_i 为第 i 个主成分的方差。以给定阈值 $W = 85\%$ 确定主成分个数。当前 k 个主成分的累积贡

献率 $\sum g_i \geq 85\% (i = 1, 2, \cdots, k)$ 时, 表明这 k 个主成分已充分概括了大多数原始指标的信息, 就以这 k 个主成分作为新的分析指标。主成分与原始分析指标的关系有: $Y = AX$ 。其中, Y 为主成分向量, A 为主成分载荷系数矩阵, X 为原始分析指标矩阵。主成分对原始分析指标的载荷量绝对值越大, 与该指标的相关性也越大。因此, 可以通过主成分的载荷量来分析主成分所概括的原始指标的信息, 进而对主成分做出解释并命名。由主成分载荷矩阵得

$$f_i = \sum l_{ij}x_j, (j = 1, 2, \cdots, n)。$$
 (2)

式中: f_i 为第 i 个主成分的得分, l_{ij} 为第 i 个主成分对第 j 个分析指标的载荷量, x_j 为第 j 个分析指标值。若以 g_i 为主成分得分的权重系数, 则

$$F_i = \sum g f_i, (i = 1, 2, \cdots, k)。$$
 (3)

式中: F_i 为第 i 个人居环境加权指数。根据 k 个人居环

境加权指数 F_i 值的大小, 采用系统聚类分析的方法, 可对多个人居环境单元进行分类。

3 江苏主要城市人居环境评价和分析

以江苏省 13 个省辖市市区为例, 按照上述指标体系, 收集 36 个量化指标的数据^[6], 对它们做一些相应的处理, 如人均指标根据情况用每万人、每百人或每人表示。对于逆指标 (即指标值越小越好, 如单位国土面积工业废气排放总量), 则计算其倒数。然后, 运用统计分析软件 SPSS 进行主成分分析和聚类分析。

3.1 主成分提取

通过主成分分析, 我们提取出 6 个主成分作为江苏省城市人居环境的综合分析指标。通过对这 6 个主成分的载荷系数矩阵的分析, 发现第一主成分在职工工资、居民收入和支出、政府财政收入、国内生产总值等多个经济指标的载荷量绝对值较大, 说明它反映城市的经济发展实力。第二主成分在固定资产投资、医疗、交通、通讯等指标的载荷量绝对值大, 它反映了居民的生活水平和舒适程度。第三主成分在公园面积、园林绿地面积和公共绿地面积方面的载荷量绝对值较大, 它反映了居住环境的生态建设状况。第四主成分在道路面积和路面清扫面积等指标的载荷量绝对值较大, 说明了城市环境卫生状况。第五个主成分在污水处理率、垃圾清运量和环境污染治理投资额等指标上的载荷量绝对值较大, 它反映了环境治理状况。第六个主成分与互联网用户指标关系密切, 反映现代通讯技术的发展状况。

根据上述公式 (1) 计算, 这 6 个主成分的方差贡献率依次分别是 0.42, 0.14, 0.11, 0.08, 0.07, 0.05。它们的累积贡献率已超过 85%, 足以反映 36 个原始指标所代表的信息。第一个主成分的方差贡献率远远大于其它 5 个, 说明它的作用最大。已知它与多个经济指标相关性最密切, 说明目前造成江苏省区域城市人居环境差异的因素主要是经济因素, 各个城市都以提高经济实力来改善人居环境。第三、第四和第五主成分代表生态建设和环境保护的主成分, 它们的方差贡献率占的比例很低, 说明它们对当前人居环境建设的贡献较小, 还没有引起人们的足够重视。

3.2 聚类分析

利用上述公式 (2) 和公式 (3) 进行计算, 得出江苏省 13 个城市的人居环境的 6 个主成分综合分析指标。对这 6 个加权后的新综合指标, 选择欧氏距离, 采用最远距离聚类法进行系统聚类分析。其结果见图 1。图 1 是聚类分析谱系图, 它直观地显示了聚类分析的

过程和各城市的归属。如果我们把江苏省城市人居环境分为三类, 第一类则是南京、无锡、苏州; 第二类是连云港、常州、南通、徐州、镇江、扬州、盐城、泰州; 第三类是淮安和宿迁。此聚类分析结果基本符合江苏省城市人居环境质量的实际情况。一类住区中无锡、苏州位于经济发达的苏南地区; 南京作为省会城市, 经济发展实力处于领先地位, 居民生活水平高, 基础设施建设也比较完善。三类住区淮安和宿迁都位于经济欠发达的苏北地区。宿迁是 1996 年新建地级城市, 城市基础设施较薄弱; 淮安市 2001 年新区划调整后, 市区扩大, 人口大增, 基础设施条件也比较差, 加之它们经济发展水平较低, 因此, 人居环境软硬条件都有待提高。

我们对聚类分析结果又通过最短距离聚类方法和权重法进行验证, 3 种分类结果基本一致。但是, 需要指出的是, 在用定量分析方法进行分类和评价时, 由于评价指标选取的差异和计算方法的不同, 分析结果往往不完全一致。这就是定量分析的局限性。因此, 我们要运用分析比较的方法, 对定量评价结果进行定性分析和检验, 尽量使评价结果符合客观实际。只有把定量分析和定性分析结合起来, 才能真正发挥定量分析的作用, 得出的分析结论才可靠。

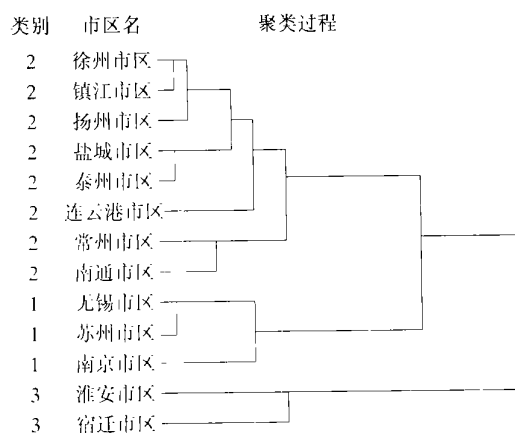


图 1 江苏省城市人居环境聚类分析谱系图

Fig. 1 Plot of cluster analysis
of Jiangsu urban settlement environment

4 结语

通过以上分析, 我们可以看出, 利用主成分分析和聚类分析的方法, 可以很方便地定量分析和评价区域城市人居环境现状, 利于揭示引起人居环境区域差异的主导因素和空间分异规律。可为决策管理部门实施人居环境可持续发展管理和决策提供科学的依据。

江苏省城市人居环境的 3 个类型在地理空间分布上有一定的规律性, 一类住区主要分布在经济发达的

苏南地区;三类住区都分布在经济欠发达的苏北地区;二类住区在苏南、苏中、苏北地区都有分布。这种分布格局与江苏省的经济发展水平格局基本一致,但不完全相同。说明经济因素虽然不是引起人居环境差异的决定因素,却是造成人居环境差异的主导因素,是改善人类居住环境的基础条件。因此,促进经济发展,提高城市经济实力仍是该省以后城市发展的主要目标。但是,不同的城市应根据自身的特点和优势采用不同的经济发展策略。例如,南京市要进一步提高第三产业在国民经济中的比重,加快传统产业尤其是污染企业的技术改造,加大环境治理投资。继续加强基础设施建设,推进城市基础设施管理社会化、产业化的改革,努力提高基础设施的运行效率。无锡、苏州等城市可以通过产业结构调整,建设乡镇企业小区。同时,要正确处理旧城改造和新区建设的关系,改善城市空间结构。经济欠发达的淮安和宿迁等城市要根据自身的优势,如土地资源丰厚,地价低廉,劳动力资源充沛,办企业的劳动力成本低等,大力发展经济,加快产业发展,创造条件加强基础设施的建设。

城市的居住功能是城市的基本功能之一,江苏省在城市规划和建设中要进一步体现住区的“人性化”,从微观的住宅建设到宏观的城市规划,都要体现“以人为本”的思想,以建设社会和谐、经济高效、生态良性循环的生态城市为目标^[7],实行生态系统的良性循环,全面提升城市环境质量,创造最佳人居环境。城市生态

环境建设要重视增加科技投入,研制、开发生态技术、生态工艺,积极选择“适宜技术”,推广生态产业,提高资源循环利用率,逐步走上清洁生产、绿色消费之路。要重视环境无害技术、清洁生产技术在工农业生产和城市生活中的应用,建设有效运行的城市生态环境建设与保护机制,建立生态工业园、生态商业区、生态住宅区等,全面建设生态城市,实现城市人居环境的可持续发展。

参考文献:

- [1] 吴良镛. 人居环境科学的人文思考[J]. 城市发展研究, 2003, 10(5): 4—7.
- [2] 周干峙. 吴良镛与人居环境科学[J]. 城市发展研究, 2002, 9(3): 5—7.
- [3] 宁越敏, 查志强. 大都市人居环境评价和优化研究[J]. 城市规划, 1999, 23(6): 15—20.
- [4] 李王鸣, 叶信岳, 孙于. 城市人居环境评价[J]. 经济地理, 1999, 19(2): 38—43.
- [5] 叶依广, 周耀平. 城市人居环境评价指标体系刍议[J]. 南京农业大学学报, 2004, 4(1): 39—42.
- [6] 江苏省统计局. 江苏省统计年鉴(2003)[M]. 北京: 中国统计出版社, 2003.
- [7] 陈小卉, 徐逸伦. 关于生态城市规划的研究——以江苏省大丰市为例[J]. 现代城市研究, 2001(2): 22—24.

Evaluation on the Spatial Differences of Urban Settlement Environment of Jiangsu Province

LIU Qin-pu^{1, 2}, LIN Zhen-shan¹, FENG Nian-hua²

(1. Geography Science College, Nanjing Normal University, Nanjing 210097, China; 2. Geography Department, Nanjing Xiaozhuang College, Nanjing 210017, China)

Abstract: Based on economic, social and eco-environmental elements, the author presents a three level index system to evaluate urban settlement environment. From the provincial statistic data, 36 special indices are chosen to assess the quality of 13 main cities' urban settlement environment of Jiangsu. Principal Component Analysis and Cluster Analysis are used for these cities' classification. Three kinds of cities are concluded: Nanjing, Wuxi and Suzhou are at the first level, Lianyungang, Changzhou, Nantong, Xuzhou, Zhenjiang, Yangzhou, Yancheng and Taizhou at the second level, Huaian and Suqian at the third level. At the end of the paper some suggestions are given to build the best urban settlement environment in Jiangsu.

Key words: urban; settlement environment; spatial difference; principal component analysis; Jiangsu Province