

# 城市人居环境评价指标及其多元统计分析

李鹏雁, 丁力

(哈尔滨工业大学 人文与社会科学学院, 150001 哈尔滨)

**摘要:** 为了优化城市居民的生活环境,利用被称为主成分分析的多元统计方法,建立了城市人居环境评价模型.以哈尔滨市为例,对其1995-2009年居民生活环境状况进行了研究.结果表明:受绿化和教育水平、社会治安、医疗卫生和食品供应等主成分的影响,1995-2009年哈尔滨市人居环境发展大致经历了两个阶段,即1995-2003年人居环境明显改善阶段和2003-2009年人居环境平稳发展阶段.最后,针对哈尔滨市人居环境的发展提出了相应的建议.本研究成果将为城市人居环境问题的优化研究奠定基础.

**关键词:** 城市人居环境;主成分分析;教育水平;医疗卫生

**中图分类号:** X820.2      **文献标志码:** A      **文章编号:** 0367-6234(2012)05-0116-04

## Evaluating indices and multivariate analysis of urban living environment

LI Peng-yan, DING Li

(School of Humanities and Social Sciences, Harbin Institute of Technology, 150001 Harbin, China)

**Abstract:** To optimize the urban living environment, this paper presents an urban living environment evaluation model based on the method of principal component analysis. Taking Harbin for example, the living environment in Harbin from 1995 to 2009 is studied, and the results show that from 1995 to 2009, affected by the main components of the level of the green and education, social security, health service and food supply, the living environment has gone through two stages, namely the stage of improving significantly (1995-2003) and the stage of enveloping stably (2003-2009). Finally, some appropriate suggestions for the improvement of living environment in Harbin are put forward.

**Key words:** living environment; principal component analysis; the level of education; health service

城市人居环境,是指人类聚居生活的地方,是与人类生存活动密切相关的地表空间,包括自然、人群、社会、居住、支撑五大系统.近些年来,我国在盲目地追求GDP增长的同时,严重忽视了对环境的保护,从而导致城市人居环境问题越来越突出.城市人居环境的恶化不仅会带来潜在的不安因素,也不利于和谐社会的建设,同时在一定程度上还会制约现代经济的可持续发展<sup>[1-4]</sup>.

针对城市人居环境问题,国内外许多学者都做过大量的探讨.国外方面,P. Geddes<sup>[5]</sup>, L. Mumford<sup>[6]</sup>认为:要把人类聚居作为一个整体,从政治、经济、社会、文化、技术等方面进行全面地、

系统地、综合地加以研究;国内方面,孙志芬<sup>[7]</sup>,鲁春阳<sup>[8]</sup>,邢兰芹<sup>[9]</sup>等采用主成分分析法分别对呼和浩特市、重庆市、南京市和西安市的人居环境进行了分析.纵观已有的研究成果,不难发现:虽然根据每个城市的不同特点,学者们建立了不同的人居环境评价体系,但从总体上看,这些评价体系是大同小异的,即存在建立一般性城市人居环境评价体系的可能性.

在借鉴国内外已有的研究成果的基础上,遵循以人为本等原则,本文构建了具有普遍意义的城市人居环境评价指标体系.以哈尔滨市为例,采用被称为主成分分析的多元统计方法对其1995-2009年的人居环境状况进行了分析,以期所得研究结果能够为城市人居环境的进一步优化奠定基础.

收稿日期: 2011-09-02.

作者简介: 李鹏雁(1962—),女,教授,博士.

通信作者: 李鹏雁, pengyanli@hit.edu.cn

## 1 评价指标体系的构建

自20世纪90年代,中国科学院和中国工程院院士吴良镛<sup>[10]</sup>提出建立“人居环境科学”起,我国许多学者开始关注和研究人居环境问题,并采用了不同的方法对局部地区的城市人居环境进行评价.在归纳已有研究成果的基础上,本文遵循以人为本、综合性、可操作性、区域性、独立性等原则,以居住条件、环境绿化、基础设施、教育卫生和社会稳定性等5个方面为分类层,以人均居住面积、建成区绿化覆盖率、每万人拥有高等学校在校生成数、每万人拥有医生数、刑事案件立案数等22个指标作为指标层,构建了具有普遍意义的城市人居环境评价指标体系,如表1所示.

表1 城市人居环境评价指标体系

系统层	分类层	指标层
城市人居环境评价指标体系	居住条件	人均居住面积(A1)/m <sup>2</sup>
		全年商品住宅销售面积(A2)/10 <sup>4</sup> m <sup>2</sup>
		人均猪牛羊肉产量(A3)/kg
		人均蔬菜产量(A4)/kg
		建成区绿化覆盖率(A5)/%
	环境绿化	人均占有公共绿地面积(A6)/m <sup>2</sup>
		废水排放达标率(A7)/%
		固体废物综合利用率(A8)/%
		每万人拥有环卫车辆(A9)
		每万人拥有铺装道路面积(A10)/m <sup>2</sup>
		每万人拥有公交汽车(A11)
		每万人拥有电话机数(A12)
	基础设施	每万人拥有邮电局(所)数(A13)
		年人均生活用电量(A14)/kWh
		年人均生活用水量(A15)/kg
		每万人拥有专任教师数(A16)
		每万人拥有高等学校在校生成数(A17)
	教育卫生	每万人拥有医生数(A18)
		每万人拥有医疗床位数(A19)
		交通事故起数(A20)
		火灾事故起数(A21)
		刑事案件立案数(A22)
社会稳定性		

成的综合指标称为主成分,其中每个主成分都是原始变量的线性组合,且各个主成分之间互不相关,使得主成分比原始变量具有某些更优越的性能.这样在研究复杂问题时就可以只考虑少数几个主成分而不至于损失太多信息,从而更容易抓住主要矛盾,揭示事物内部变量之间的规律性,同时使问题得到简化.基于对主成分分析方法的认识,结合所要研究问题的具体情况,以哈尔滨市为例,评价城市人居环境时,本文采用主成分分析方法.以下为利用SPSS软件对哈尔滨市人居环境进行的具体步骤.

一般而言,对于度量单位不同的指标或是取值范围彼此差异非常大的指标,不宜直接用主成分方法来分析,而应考虑将数据标准化.本文采用式(1)对所收集的数据进行标准化处理为

$$Y_{ij} = \frac{(C_{ij} - \bar{C}_{ij})}{S_j} \quad (1)$$

式中: $Y_{ij}$ 为标准化的数据; $C_{ij}$ 为第*j*个指标历年的原始数据; $\bar{C}_{ij}$ 为第*j*个指标在所选时间段的平均值; $S_j$ 为第*j*个指标的标准差,其中

$$S_j = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (C_{ij} - \bar{C}_{ij})^2}$$

对原始数据进行标准化处理后,就可以得到评价指标系统标准化的系数矩阵.进一步利用SPSS软件对标准化的系数矩阵进行“因子分析”就可以得到以下几项数据处理结果:各分量的方差贡献率、积累方差贡献率、成分矩阵以及成分得分系数矩阵.由于积累方差贡献率>90%的前*m*个主分量已能够较好的提取主要信息,因此选取前*m*个指标作为主成分.结合成分矩阵,将标准化后的指标代入式(2)中,就可以求出各个主成分的因子得分函数为

$$F_m = Z_{m1}Y_1 + Z_{m2}Y_2 + \dots + Z_{mn}Y_n \quad (2)$$

式中: $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$ 分别为标准化的指标; $Z_{m1}, Z_{m2}, \dots, Z_{mn}$ 分别为第*m*个主成分的因子系数; $F_m$ 为第*m*个主成分的因子得分函数.

然后,结合各分量的方差贡献率以及各主分量的因子得分函数,利用式(3)便可求出哈尔滨市各年人居环境综合评价指数为

$$F_i = \sum_{m=1}^l W_m F_{im} \quad (3)$$

式中: $W_m$ 为第*m*个主分量方差贡献率; $F_{im}$ 为第*i*年的第*m*个主分量得分函数; $F_i$ 为第*i*个指标综合评价指数.

### 2.2 数据来源

本文通过对《哈尔滨市统计年鉴》等有关文

## 2 评价方法的选择及数据来源

### 2.1 评价方法的选择

主成分分析<sup>[11]</sup>也称主分量分析,是由霍特林于1933年首先提出的.主成分分析是利用降维的思想,在损失很少信息的前提下把多个指标转化为几个综合指标的多元统计方法.通常把转化生

献的查阅,整理出1995-2009年各项指标的数据值,并运用SPSS 17.0软件中的主成分分析方法对数据进行处理分析.

### 3 实证分析

运用SPSS 17.0软件对标准化的系数矩阵进行“因子分析”可得到以下结果:哈尔滨市人居环境系统解释的总方差和哈尔滨市人居环境成分矩阵(如表2,3所示).

表2 哈尔滨市人居环境系统解释的总方差

成分	初始特征值			提取平方和载入		
	方差/%	累积/%	合计	方差/%	累积/%	合计
1	53.954	53.954	11.870	53.954	53.954	11.870
2	20.607	74.562	4.534	20.607	74.562	4.534
3	9.546	84.108	2.100	9.546	84.108	2.100
4	6.435	90.543	1.416	6.435	90.543	1.416
5	3.315	93.858	0.729			
6	1.911	95.770	0.421			
7	1.235	97.005	0.272			
8	0.944	97.949	0.208			
9	0.802	98.751	0.176			
10	0.468	99.219	0.103			

#### 3.1 主成分的提取

从表2中可知,在特征根>1的情况下,哈尔滨市人居环境系统的第1主分量、第2主分量、第3主分量和第4主分量的累积方差率分别为53.95%、74.56%、84.11%和90.54%,说明这4个主分量能够充分反映哈尔滨市人居环境状况.因此可以基于已有的分析结果对该问题进行

表3 哈尔滨市人居环境成分矩阵

指标	成分				指标	成分			
	1	2	3	4		1	2	3	4
A1	0.877	-0.458	-0.007	0.028	A12	0.862	-0.096	-0.430	0.161
A2	0.878	-0.393	0.002	0.099	A13	0.536	-0.149	-0.532	-0.381
A3	0.828	-0.257	-0.252	-0.032	A14	0.802	0.407	0.083	-0.309
A4	0.421	0.365	-0.442	0.675	A15	0.274	0.897	0.159	-0.083
A5	0.554	-0.040	0.654	0.433	A16	0.939	-0.054	-0.003	-0.240
A6	0.801	-0.517	0.195	-0.117	A17	0.904	-0.411	0.029	0.083
A7	0.923	0.226	0.209	-0.052	A18	-0.819	0.022	0.406	0.022
A8	0.889	0.292	0.194	0.069	A19	0.472	-0.674	0.486	0.055
A9	0.015	0.891	0.131	-0.243	A20	0.364	0.708	0.047	0.299
A10	0.982	-0.063	-0.060	0.032	A21	0.588	0.586	-0.355	0.221
A11	0.759	0.387	0.049	-0.447	A22	0.719	0.380	0.491	0.030

#### 3.3 各主成分及综合指数的测量

根据上述分析结果,利用式(2)、式(3)可以

深入研究.

#### 3.2 主成分结构分析

在确定了主成分的数量及各个主成分所占的比重之后,进一步考察各主成分的构成情况.从表3可知,在哈尔滨市人居环境第1主成分的构成要素中,废水排放达标率(A7)、固体废物综合利用率(A8)、每万人拥有高等学校在校生数(A17)和每万人拥有专任教师数(A16)等指标所占比重较大.废水排放达标率(A7)和固体废物综合利用率(A8)可以综合为绿化环境因素,而每万人拥有高等学校在校生数(A17)和每万人拥有专任教师数(A16)则可以看出是对教育条件的综合反映.这样如果把哈尔滨市人居环境第1主成分设为变量F1,则F1代表哈尔滨市的绿化及教育条件.同样,可以把哈尔滨市人居环境的第2主成分、第3主成分和第4主成分分别视为变量F2、变量F3和变量F4.在变量F2的构成要素中,火灾事故起数(A21)和交通事故起数(A20)两个指标所占的比重较大且集中,因此可以令变量F2代表哈尔滨市的社会治安情况.同理,在变量F3的构成要素中,每万人拥有医疗床位数(A19)和每万人拥有医生数(A18)两个指标所占的比重较大;在变量F4的构成要素中,人均蔬菜产量(A4)指标所占比重较大,因此可以认为F3代表哈尔滨市的医疗卫生状况、变量F4代表哈尔滨市的食物供应状况.综上所述,构成哈尔滨市人居环境的成分主要有:绿化及教育水平(F1)、社会治安(F2)、医疗卫生条件(F3)以及食品供应(F4).

计算出哈尔滨市人居环境各主成分的取值以及综合评价指标,计算结果如图1所示.从图1可知,

绿化与教育水平作为第1主成分,是影响哈尔滨市人居环境的主要因素。1995-2009年15年间,哈尔滨市绿化与教育水平大致经历了两个发展阶段,即快速提升阶段和平稳发展阶段。1995-2003年为快速提升阶段,在这一时期哈尔滨市的绿化与教育水平指数由-21.13增加到9.63。哈尔滨市的绿化情况得到了明显的改善:建成区绿化覆盖率从27.6%增加到32%,人居占有公共绿地面积从4%增加到5.85%;对废水、固体废物的处理技术的改进,促进了哈尔滨市处理废弃物水平的提升,其中,废水排放达标率由45.23%增加到91.2%、固体废物综合利用率从37.6%增加到78.5%。同时,哈尔滨市的教育水平也得到了长足的发展:1995-2003年,哈尔滨市每万人拥有专任教师数从97.52人增至113人,每万人拥有高等学校在校生数由72.51人增加到270人。教育水平的提高,为哈尔滨市的人居环境改善提供了智力支持。2003-2009年为平稳发展阶段,在这一时期哈尔滨市的绿化与教育水平指数由8.14增加至12.23。其中发展较快的两项指标为人均占有公共绿地面积和每万人拥有高等学校在校生数,前者由

4.8 m<sup>2</sup>增至9.4 m<sup>2</sup>,后者由313人增加到了413人。

1995-2009年,哈尔滨市的社会治安状况经历了先恶化后改善的过程。其中1995-2002年期间,哈尔滨市的社会治安状况有所恶化,社会治安指数由-3.28增至7.27;哈尔滨市的交通事故数量由535起增至2785起,火灾事故数量由251起增至4861起。2002年以后,哈尔滨市社会治安得到很大改善。2009年,哈尔滨市的交通事故数量减至257起、火灾事故数量减至479起。良好的社会治安有效地改善了城市的居住环境。哈尔滨市的医疗卫生水平在1995-2006年期间总体发展平稳,2007-2009年有着明显的改善,医疗卫生指数由-1.2增至5.7。1995-2009年哈尔滨市食品供应稳定,人均猪牛羊肉产量保持在35 kg左右、人均蔬菜产量保持在165 kg左右。在以上4个主分量的综合作用下,1995-2009年哈尔滨市人居环境发展也大致经历了两个阶段:1995-2003年,哈尔滨市人居环境得到明显改善,综合评价指数由-12增加到6.21;2003-2009年哈尔滨市人居环境平稳发展,综合评价指数平均保持在4.5以上。

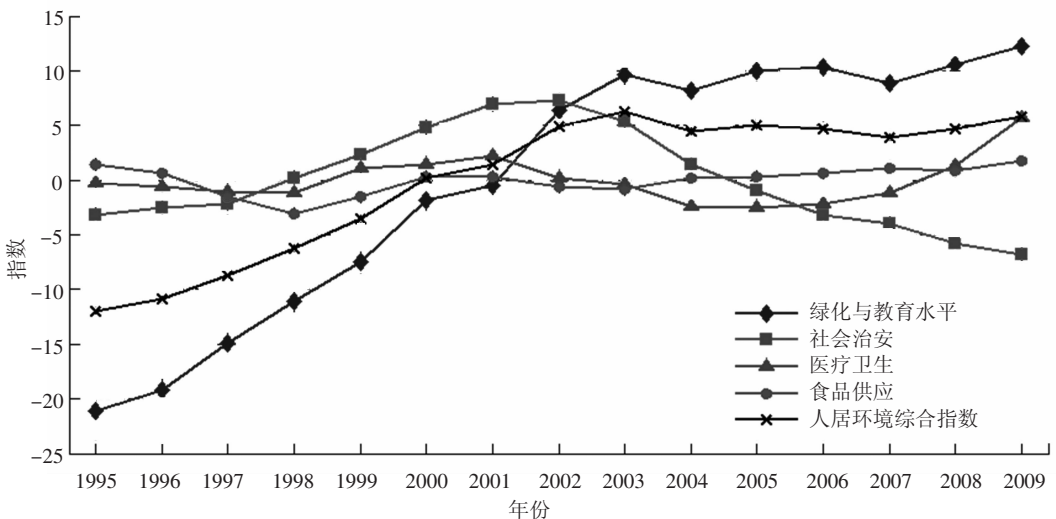


图1 哈尔滨市人居环境评价指标测量结果

## 4 结 论

1) 构建了具有普遍意义的城市人居环境评价指标体系,并以哈尔滨市为例对其评价效果进行了检验,分析结果符合现实情况。

2) 通过对1995-2009年哈尔滨市人居环境进行主成分分析,发现:受绿化及教育水平、社会治安、医疗卫生和食品供应等主分量的影响,1995-2003年,哈尔滨市人居环境明显改善,综合评价指数由-12增加到6.21;2003-2009年哈尔滨市人居环境发展平稳,综合评价指数平均

保持在4.5以上。

3) 为改善城市人居环境,哈尔滨市应当不断加强绿化环境建设,提高教育、医疗水平以及加大治安管理水平,从而促进人居环境与经济的协调可持续发展。

## 参考文献:

- [1] HOLTZ-EAKIN D, SELDEN T M. Stoking the fires? Co<sub>2</sub> emissions and economic growth[J]. Journal of Public Economics, 1995, 57(1): 85-101.

(下转第124页)