

# 杭州市主城区居住生态环境评价

陆张维<sup>1</sup>, 吴次芳<sup>1,\*</sup>, 岳文泽<sup>1</sup>, 冯科<sup>1</sup>, 黄木易<sup>2</sup>

(1. 浙江大学公共管理学院, 杭州 310029; 2. 安徽建筑工业学院环境工程学院, 合肥 230022)

**摘要:** 随着社会经济的快速发展和工业化、城市化的快速推进, 城市生态环境日益恶化, 城市生活诉求逐渐转向对居住生态环境的关注。对居住生态环境进行评价, 有助于为城市发展规划、环境规划, 以及城市房地产的区域开发模式和开发方向提供科学依据。采用主成分分析方法, 定量研究了杭州市主城区居住生态环境质量及其空间格局。结果表明: 杭州市主城区居住生态环境质量基本呈从风景旅游区向城市中心区和北部工业区递减的梯度结构; 植被、交通、地表温度、人口密度和空气质量是影响居住生态环境的关键因素, 决定了杭州市主城区居住生态环境的总体格局, 而工业密度和水体覆盖率对少数区域的居住生态环境有着重要影响。良好的居住生态环境是未来杭州市不断增强城市竞争力的重要资本, 应根据不同城市区域居住生态环境限制因素的特点, 因地制宜地采取相应措施, 加大居住生态环境脆弱区的保护和建设。

**关键词:** 居住生态环境; 评价因子; 主成分分析; 杭州

## The assessment on residential ecological environment in the central city of Hangzhou

LU Zhangwei<sup>1</sup>, WU Cifang<sup>1,\*</sup>, YUE Wenzhe<sup>1</sup>, FENG Ke<sup>1</sup>, HUANG Muyi<sup>2</sup>

1 College of Public Administration, Zhejiang University, Hangzhou 310029, China

2 College of Environmental Engineering, Anhui Institute of Architecture & Industry, Hefei 230022, China

**Abstract:** With the development of social economy and promotion of industrialization and urbanization, the urban ecological environment has been deteriorating. Therefore, more attention has been paid to the residential ecological environment. The assessment of residential ecological environment is crucial, as it can provide scientific basis for urban development planning, environmental planning, as well as the allocation of the urban real estate projects. Through principal component analysis, this paper developed a quantitative analysis on the quality and spatial pattern of residential ecological environment in the central city of Hangzhou. The results suggested that the residential ecological environmental quality decreased in a gradient from scenic tourist spot to urban central area and industrial area. Vegetation, traffic, land surface temperature, population density and air quality were key factors that had influenced residential ecological environment, and played an important role in determining the overall pattern of residential ecological environment. Meanwhile, industry density and water coverage had large impact on the residential ecological environment of some districts. As good residential ecological environment was important to strengthen the competitiveness of Hangzhou, measures need to be adopted to protect and repair fragile zones of residential ecological environment according to the characteristics of the key impact factors.

**Key Words:** residential ecological environment; evaluation factors; principal component analysis; Hangzhou

随着社会经济的快速发展和工业化、城市化的快速推进, 人们生活水平不断提高, 同时也带来了城市生态环境的日益恶化, 大气污染、城市热岛等问题层出不穷, 引起了人们对居住生态环境的担忧, 城市生活诉求逐渐转向对居住生态环境的关注, 向往健康、舒适、自然的居住环境, 因而, 居住生态环境质量成为了城市居民,

**基金项目:** 国家自然科学基金资助项目(40701177); 国家科技支撑计划资助项目(2006BAJ11B03)

**收稿日期:** 2009-04-13; **修订日期:** 2009-06-19

\* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: wucifang@zju.edu.cn

特别是较高经济阶层对提高生活质量的重要追求<sup>[1]</sup>。在这一背景下,建设生态社区成为了 21 世纪解决人类居住地环境恶化和生态破坏问题的重要方法<sup>[2]</sup>,欧洲、美洲、大洋洲和亚洲都涌现出一批生态示范居住区<sup>[3]</sup>,国内许多大城市的住宅区位也已经出现了生态环境指向的趋势<sup>[4]</sup>,许多城市政府已将生态社区建设列为重要任职目标。作为典型代表,杭州市正全力打造覆盖城乡、全民共享的“生活品质之城”,以生态环境为核心,通过推进“环境立市”,打造“宜居城市”,着力提高人民群众环境生活品质。因而,研究杭州市居住生态环境状况及其空间格局,对于城市发展规划、城市居住环境规划有着重要的借鉴意义,尤其对城市房地产的区域开发模式和开发方向有着重要的参考价值<sup>[5]</sup>,同时,促使城市在“以人为本”的理念下,向着能够为居民提供良好的生态环境方向发展,营造适宜于人类居住的生态环境,提升城市品位,也为人们选择理想的居住环境提供依据。

Doxiadis 在 20 世纪 50 年代首次提出了“人居环境科学”的概念,此后,学术界重点在城市宜居性方面开展了相关研究,Salzano 从可持续的角度探讨宜居的概念<sup>[6]</sup>,美国约翰斯坦等学者认为环境要素、人与人之间的关系以及居住的区位是影响居住环境的重要因素<sup>[7]</sup>,M. Douglass 提出环境福祉、个人福祉和生活世界是宜居城市的重要组成<sup>[8]</sup>,吴良镛认为人类系统和自然系统是人居环境的两大基本系统<sup>[9]</sup>;另外,为定量评价居住环境的优劣程度,英国经济学家智囊团(EIU)提出了包括健康与安全、文化与环境、基础设施 3 组指标的城市宜居性评价指标体系<sup>[10]</sup>,Asami 提出了安全性、健康性、便利性、舒适性、可持续性五大指标<sup>[11]</sup>。可以发现,在宜居城市内涵和评价方面的研究中无不渗透着对居住生态环境的关注,与此同时,也有学者重点探讨了居住生态环境的意义、现状、发展趋势、优化措施等问题<sup>[12-14]</sup>,提出了生态住区的理念<sup>[2,15]</sup>及评价指标<sup>[16]</sup>,开始重点关注居住区的生态环境状况,然而在实证研究方面相对缺乏。在涉及杭州市居住生态环境状况的研究中,各学者从不同角度、采用不同方法进行了研究,李王鸣从人们主观感受的角度,通过问卷方式调查了居民对人居环境的满意度<sup>[17]</sup>,王伟武着眼于评价城市生活质量,其中用地表温度等 3 个指标来表征杭州市居住生态环境状况<sup>[18]</sup>,徐鹏伟从生态环境的角度对城市居住质量进行了综合评价,其中通过专家打分法确定因子权重<sup>[19]</sup>。鉴于此,本文试图通过合理筛选反映居住生态环境的评价因子,并运用主成分分析方法,客观地对杭州市主城区居住生态环境质量进行综合评价,着重对居住生态环境的空间格局进行探索性研究。

## 1 资料与方法

### 1.1 区域与数据

杭州市位于中国东南沿海,是浙江的省会和经济、政治、文化中心,是长三角中心城市之一,是国家历史文化名城和著名的风景旅游城市。本文以杭州主城区为研究靶心,范围包括上城区、下城区、拱墅区、西湖区和江干区的 32 个街道(乡、镇),面积 147km<sup>2</sup>。

本研究采用的资料主要包括:2005 年 10 月 17 日 Landsat TM 影像(轨道号为 P119、R39),用于获取地表温度和植被盖度;其他数据还包括杭州市 1% 人口抽样调查资料、主城区行政区划图、道路交通图、土地利用数据和大气环境质量数据,用于获取杭州市主城区 2005 年的人口密度、水体覆盖率、工业密度、交通密度和空气质量。所有数据空间化以后,都统一到杭州地方坐标系。

其中遥感图像预处理包括几何校正、辐射校正和大气影响校正:(1)以研究区 1:5 万的矢量地形图为基础,对照选择控制点,校正时总体误差控制在 0.5 个像元内;(2)采用式(1)、(2)计算大气顶部辐射;(3)应用 6S code 法进行大气影响校正<sup>[20]</sup>。

$$L_{\lambda} = gain \times DN + bias \quad (1)$$

$$\rho_{\lambda} = \frac{\pi \times L_{\lambda} \times d^2}{ESUN_{\lambda} \times \cos \theta_s} \quad (2)$$

式中, $L_{\lambda}$  为光谱反射率( $W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1} \cdot \mu m^{-1}$ ); $gain$  为定标参数增益( $W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1} \cdot \mu m^{-1}$ ); $bias$  为偏移( $W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1} \cdot \mu m^{-1}$ ); $\rho_{\lambda}$  为大气顶部辐射值(无量纲); $d$  为日地间距离(天文单位); $ESUN_{\lambda}$  为大气层顶的平均太阳光谱辐照度( $W \cdot m^{-2} \cdot \mu m^{-1}$ ); $\theta_s$  为太阳天顶角( $^{\circ}$ )。

## 1.2 研究方法

### 1.2.1 评价因子的选取与计算

人口密度越高,人均空间资源占有率就越低,会使城市中有限的环境容量超过承载力要求而导致环境恶化;地表温度是反应城市生态环境质量、影响城市居民舒适度的重要指标<sup>[18]</sup>;植被和水体不仅具有良好的观赏性,还具有重要的生态服务功能;城市交通引起的噪声污染和汽车尾气是影响城市居住生态环境的重要原因;工业企业在生产过程中,既产生直接加热大气的人为热,同时也排放大量的废水、废渣和空气污染物;大气污染物能对人体健康产生不良效应,已证实与一系列发病和死亡终点的增加有关<sup>[21]</sup>;有鉴于此,本研究选取人口密度、交通密度、空气质量、地表温度、植被盖度、水体覆盖率和工业密度来表征杭州市主城区的居住生态环境状况。

(1)人口密度,人口密度反映人口在地域分布的稠密程度。由于人口调查资料的统计单元为街道,因此,同一街道内所有栅格单元的人口密度取相同值。

(2)交通密度,交通密度以道路为衡量标准,按照不同的道路等级,分配不同的权重,利用 Arc/info 的线密度函数实现交通密度的计算。

(3)空气质量,采用空气污染指数来综合反映杭州市主城区的空气质量状况,根据各个观测点的空气污染数据,利用 GIS 分析方法对其进行空间插值分析,模拟研究区空气质量的空间分布。

(4)地表温度,参考岳文泽在上海城市热环境信息的提取方法<sup>[22]</sup>。

(5)植被盖度,指植被在每个像元内的百分比,能更准确的反映植被的分布情况,运用线性光谱分解技术得到<sup>[22]</sup>。

(6)水体覆盖率,指各栅格单元内水体面积所占的百分比,根据土地利用数据计算得到。

(7)工业密度,指各栅格单元内工业用地面积所占的百分比,根据土地利用数据计算得到。

本研究的最终评价单元是 500m×500m 的栅格,人口密度、水体覆盖率和工业密度已经统计到栅格单元,而交通密度、空气质量、地表温度和植被盖度的分析尺度仍为像元,因此,需运用 Zonal Statistic 统计方法将结果统计到栅格单元上。

### 1.2.2 主成分分析

运用主成分分析对影响居住生态环境的多个因子归纳为几个变量进行评价。主成分分析是一种不掺杂主观意识的客观评价方法,并经过数学分析生成权重值,从而确定每个样本的贡献率。同时它又是一种降维技术,把多维向量简化为数量更少的综合因素,即多元变量系统中的主成分,并且通过旋转使得主成分之间互不相关,从而确定主成分的现实含义。利用主成分分析方法可以生成一系列独立不相关的新变量(主成分),摆脱了权重判断不合理的弊端,并能方便地利用分析得到的综合得分进行评价。

主成分分析原理是通过正交旋转变换来消除数据相关性或冗余度。正交旋转式为:

$$pc_{ij} = \sum_{k=1}^n X_{ik} E_{kj} \quad (3)$$

式中, $pc_{ij}$ 是对应于空间单元  $i$  的第  $j$  个主成分; $X_{ik}$ 是对应于空间单元  $i$  的第  $k$  个准则; $E_{kj}$ 是对应于第  $k$  行第  $j$  列的特征向量矩阵。特征向量和特征值可以由下列方程来求解:

$$E \text{cov} E^T = V \quad (4)$$

式中,cov 是协方差阵; $V$  是以特征值为对角值的矩阵; $E$  是特征向量矩阵;在实际应用中,确定主成分个数的基本条件是满足主成分的贡献率与累计贡献率之间均衡。通常,当累计贡献率大于 85% 时是可取的<sup>[23]</sup>。

### 1.2.3 指标的标准化

影响居住生态环境质量的多个评价因子,无论从指标的分级值还是从计量单位上看,都不具有可比性,因此,需要对指标标准化处理。采用级差标准化的方法对指标进行标准化,根据指标的不同特点,正相关指标(例如植被盖度)采用式(5)进行处理,负相关指标(例如地表温度)采用式(6)进行处理。

$$(x_{ij} - x_{\min}) / (x_{\max} - x_{\min}) \times 100 \tag{5}$$

$$(x_{\max} - x_{ij}) / (x_{\max} - x_{\min}) \times 100 \tag{6}$$

式中, $x_{ij}$ 为*i* 栅格单元第*j* 个指标的实际值, $x_{\max}$ 为各栅格单元该指标的最大值, $x_{\min}$ 为各栅格单元该指标的最小值。

2 结果与讨论

2.1 居住生态环境评价因子的相关分析

本文所选指标反映了居住生态环境的各个方面,不同指标之间往往具有重叠性而且相互交织,因而采用 Pearson 相关系数法对指标进行相关分析,并在 0.05 的置信水平下进行 Two-tailed 检验,得出相关系数矩阵见表 1。植被盖度与地表温度呈显著的负相关,与空气质量呈显著的正相关,说明植被对降低温度和提高空气质量有着重要作用;交通密度、人口密度与空气质量、植被盖度呈负相关,与地表温度呈正相关,说明城市繁华的地方空气质量和绿色环境普遍较差,汽车尾气和人类活动对城市热环境影响显著;人口密度与交通密度呈显著的正相关,说明人口拥挤的地方交通流量大。相关分析说明,反映居住生态环境的各个评价因子并非是相互独立的,存在相互影响,人口密度、交通密度、植被盖度、地表温度和空气质量相互交织,工业密度和水面覆盖率则相对独立,因此有必要进行主成分分析。

表 1 各评价指标的相关系数矩阵  
Table 1 Correlation matrix of evaluation factors

项目 Item	植被盖度 Vegetation coverage	地表温度 Surface temperature	水面覆盖率 Water coverage	交通密度 Traffic density	人口密度 Population density	工业密度 Industry density	空气质量 Air quality
植被盖度 Vegetation coverage	1.000						
地表温度 Surface temperature	-0.913 **	1.000					
水面覆盖率 Water coverage	-0.221	0.045	1.000				
交通密度 Traffic density	-0.805 **	0.810 **	0.005	1.000			
人口密度 Population density	-0.722 **	0.710 **	0.025	0.694 **	1.000		
工业密度 Industry density	-0.340 *	0.444 *	-0.024	0.216	0.177	1.000	
空气质量 Air quality	0.747 **	-0.657 **	0.151	-0.578 **	-0.604 **	-0.381 *	1.000

\* \* 和 \* 分别表示相关系数在 0.01 和 0.05 水平显著

2.2 居住生态环境评价因子的空间主成分分析

采用 SPSS11.5 统计分析软件对数据进行处理,首先进行 Bartlett 球度检验,其给出的相伴概率为 0.000,小于显著性水平 0.05,因此拒绝 Bartlett 球度检验的零假设,证明适合于主成分分析;其次利用主成分分析,得到各个主成分的特征值及贡献率,表 2 是居住生态环境指标的主成分分析结果。由于前 3 个主成分已经包含了原始变量中高达 86.240% 的信息,已能较好地反映杭州市主城区居住生态环境的空间格局,故选取 3 个主成分进行分析。

表 3 显示了每个主成分包含原来 7 个变量的信息载荷情况,主成分所对应的载荷系数越大,包含原变量的成分就越高,由此可以分析各个主成分的组成。第 1 主成分对植被盖度、交通密度、地表温度、人口密度和空气质量具有较高的载荷量,主要反映了居住区的人口集聚情况及其环境影响,人口集聚以及所带来的交通繁忙造成了居住环境的喧哗和空气污染,频繁的人类活动所产生的热量加重了城市热岛效应,人口高密度引致的建设用地需求挤占城市绿色空间;第 2 主成分对工业密度具有较高的载荷,也部分体现了空气质量、地表温度和植被盖度的情况,反映了工业企业产生的污染、噪音等对居住生态环境的破坏,另外,高工业密度既意味着地表辐射的改变又直接释放人为热量,进而影响地表温度,同时,工业区绿化观念淡化影响区域的绿色环境;第 3 主成分对水面覆盖率具有较高的载荷,反映了水环境对城市居住生态环境的影响。综合考虑各个主成分的主要贡献因子,影响居住生态环境的因子按照作用度大小,可以概括为人口集聚及其环境影响、工业布局和水环境 3 个主因子。

表 2 主成分的特征值及其贡献率

Table 2 Eigenvalues and their contribution rates of the principal components

主成分 Principle component	特征值 Eigenvalues	贡献率 Contribution rates	累积贡献率/% Cumulative contribution rates
1	4.082	58.317	58.317
2	1.043	14.907	73.224
3	0.911	13.016	86.240
4	0.415	5.929	92.169
5	0.315	4.495	96.664
6	0.179	2.556	99.220
7	0.055	0.780	100.000

表 3 旋转后的主成分载荷矩阵

Table 3 Rotated Component Matrix

项目 Item	第一主成分 First principle component	第二主成分 Second principle component	第三主成分 Third principle component
植被盖度 Vegetation coverage	0.914	0.217	-0.200
地表温度 Surface temperature	0.888	0.314	-0.003
水面覆盖率 Water coverage	-0.045	0.022	0.990
交通密度 Traffic density	0.904	0.037	0.063
人口密度 Population density	0.874	-0.023	0.035
工业密度 Industry density	0.168	0.969	0.032
空气质量 Air quality	0.731	0.343	-0.188

从 3 个主成分在每一个空间单元上得分的空间分布格局可以看到(图 1),PCA 变换可以有效地将相关的空间变量对生态环境的影响程度分配到相应的主成分因子上。可以发现,第 1 主成分代表了原来 7 个评价指标中的 58.317% 的信息,因此第 1 主成分在空间上基本可以描述城市居住生态环境的总体格局,其空间结构呈从城市中心区向外递增的圈层分布,其中的植被、交通、地表温度、人口密度和空气质量是影响居住生态环境的主要因素,其低值区主要分布在人口密度高、车流量大的城市中心区,该区空气污染严重、环境嘈杂、植被

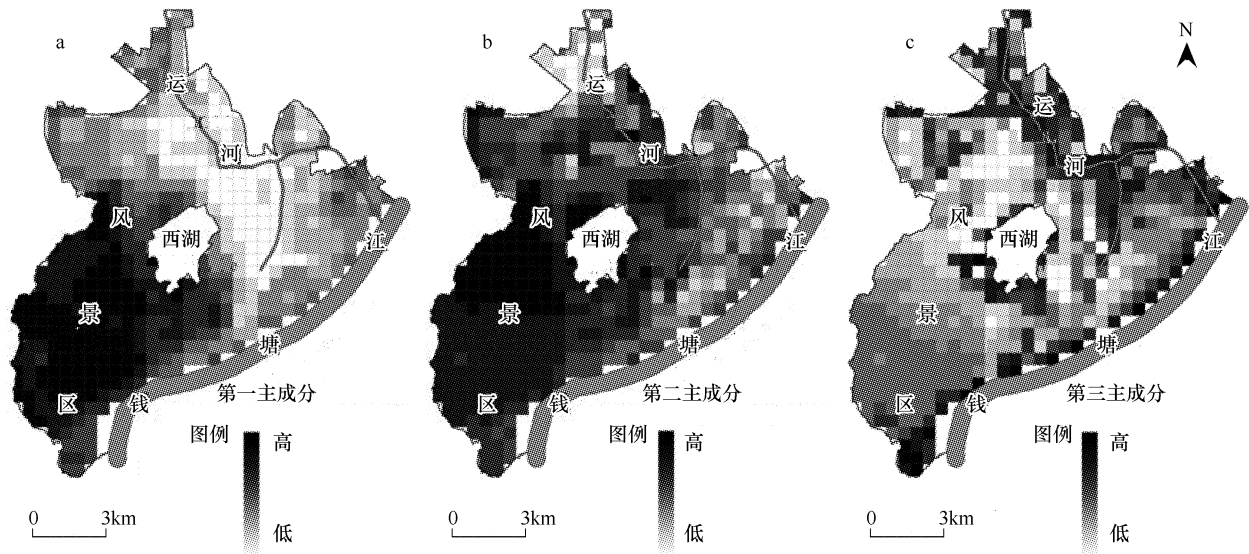


图 1 居住生态环境 3 个主成分的空间分布格局

Fig.1 Spatial pattern of the three principal components of residential ecological environment

覆盖少、地表温度高,高值区则分布在西湖风景区。第2主成分代表了工业生产对城市居住生态环境的影响,高值区主要是在城市中心区和西湖风景区,90年代,随着城区土地“退二进三”式的功能置换和风景区保护力度的加大,城市中心区污染企业的搬迁基本得到落实,改善了城市中心区的居住生态环境;低值分布与杭州市的工业布局相一致,主要分布在杭州高新技术产业开发区所在的城北区块。第3主成分由于主要代表了水环境,所以高值区主要分布在钱塘江和西湖沿岸,其次是京杭大运河沿岸。

### 2.3 居住生态环境综合评价

从以上主成分分析可以发现,影响居住生态环境的因素很多,而得到的三个主成分基本上囊括了影响居住生态环境格局的主导因子。利用主成分分析的结果,确定杭州市主城区居住生态环境的综合评价模型如下:

$$Y = 0.5832 \times Y_1 + 0.1491 \times Y_2 + 0.1302 \times Y_3 \quad (11)$$

式中, $Y$ 即城市居住生态环境综合得分, $Y_1$ 为人口集聚及其环境影响因子, $Y_2$ 为工业布局因子, $Y_3$ 为水环境因子,各个变量的权重分别对应各主成分的相应贡献率,3个主因子对居住生态环境的影响力按照次序逐渐降低。

按照上述模型,利用空间分析中的地图代数方法,根据上述各个主导因子的得分,模拟出杭州市居住生态环境的空间分布格局及其强度特征(图2)。生态环境一级居住区为灵隐街道和西湖乡,包括了部分西湖风景区、龙坞风景区和之江度假区,区内以山地丘陵为主,植被覆盖率高,建筑物密度低,空气主要污染物年均浓度均达到环境空气质量一级标准,且远离市区,车流量少,鲜有房地产开发,受人类活动影响小,环境幽静,是最佳居住区。二级居住区包括钱塘江沿岸的南星、近江和闸口街道,靠近西溪湿地的文新街道和古荡镇,以及西湖边的北山、清波和紫阳街道,其共同特点为或依山或傍水,有相当数量的山体、植被和水域分布,人口密度和交通密度都较低,工业、商业活动较少,受人类活动的影响还不小,总体生态环境良好,是适宜居住区。三级居住区包括主城区东北部的上塘、大关、朝晖、闸弄口、艮山、凯旋街道和四季青乡以及中部位于二级区和四级区之间的翠苑、西溪、米市巷和湖墅街道,从空间上看,该区居住生态环境已出现下降趋势,人口相对集中,建筑物密度较高,植被开始减少,并有少量工业用地分布,人类活动对该区的生态环境已造成一定影响,是基本适宜居住区。四级居住区包括城市中心区和北部工业区,位于城市中心区的武林、天水、长庆、潮鸣、湖滨、小营、城站和望江街道人口集中、商业繁华、建筑密度高、交通流量大、地表温度高、植被稀少、空气污染严重,北部的小河、和睦和拱宸桥街道工业用地比重大,该区人类活动对生态环境造成的负面影响较大,生态环境差,是不适宜居住区。

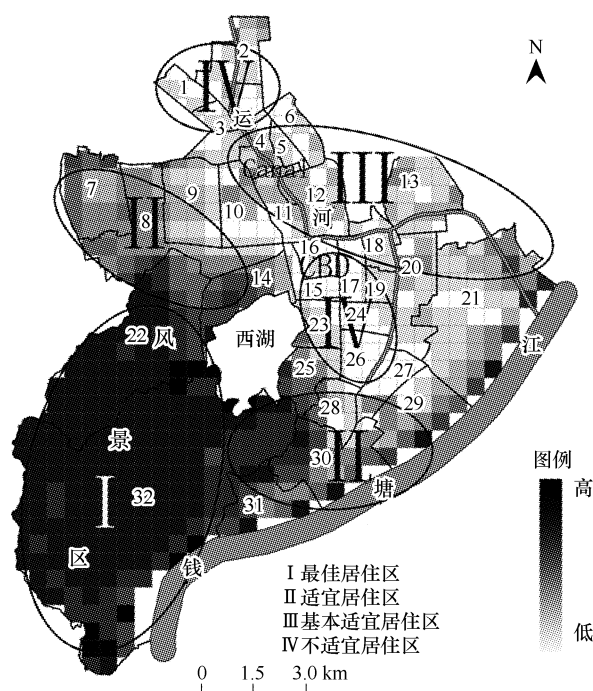


图2 杭州市主城区居住生态环境分级图

Fig.2 Classification graph of residential ecological environment in the Central City of Hangzhou

- 1:和睦街道;2:拱宸桥街道;3:小河街道;4:湖墅街道;5:上塘镇;  
6:大关街道;7:文新街道;8:古荡镇;9:翠苑街道;10:西溪街道;  
11:米市巷街道;12:朝晖街道;13:闸弄口街道;14:北山街道;15:  
武林街道;16:天水街道;17:长庆街道;18:艮山街道;19:潮鸣街  
道;20:凯旋街道;21:四季青乡;22:灵隐街道;23:湖滨街道;24:小  
营街道;25:清波街道;26:城站街道;27:望江街道;28:紫阳街道;  
29:近江街道;30:南星街道;31:闸口街道;32:西湖乡

### 3 结论

本文借助 RS 技术、GIS 空间分析技术,利用主成分分析方法对杭州市主城区居住生态环境进行了综合评价,主要得出以下结论:

(1)杭州市主城区居住生态环境评价结果与主城区的功能分区相一致,生态环境质量基本呈从风景旅游区域向城市中心区和北部工业区递减的梯度结构,杭州市主城区的居住用地主要位于生态环境较好的二级、三级区域<sup>[24]</sup>,布局合理,城市中心区和北部工业区居住生态环境的改善是未来杭州市生态规划的重点区域。

(2)植被、交通、地表温度、人口密度和空气质量是影响居住生态环境的关键因素,决定了杭州市主城区居住生态环境的总体格局。工业密度和水面覆盖率虽不是关键因素,但是对某些区域的居住生态环境有着重要影响:城北由于工业用地比重较大,成为了城市中心区之外的另一个不适宜居住区;闸口、南星、近江街道和四季青乡的部分区域由于位于钱塘江边,水面覆盖率显著增加,凸显了良好的水环境对于改善生态环境质量的重要意义,生态环境质量有较大改善,一些高档的楼盘即位于此,如绿城春江花月、景江城市花园等。

(3)良好的居住生态环境是未来杭州市不断增强城市竞争力的重要资本,应根据不同区域生态环境限制因素的特点,因地制宜地采取相应措施,加大居住生态环境脆弱区的保护和建设。一级居住区主要优势是植被盖度高和人类活动少,是杭州市重要的旅游风景区,应限制房地产等各类开发,保护旅游资源,是禁止开发区。二级区是理想的居住区,各项指标都比较适宜,靠近西溪湿地和丘陵地带的文新街道和古荡镇、以及钱塘江沿岸是杭州市重要的房地产开发区,在开发中应坚持“生态小区”的理念,倡导绿色建筑,注重绿色环境,避免因房地产开发而破坏良好的居住生态环境。三级、四级居住区的生态环境不甚理想,工业用地的分布、拥挤的交通状况以及植被稀少是主要限制因素,应进一步推进“退二进三”,使得工业完全退出主城区;积极发展公共交通,推进环城高架路网建设,倡导绿色出行,减少汽车尾气排放和噪声污染;推进绿化建设,增加公共绿地面积,特别是商业中心区的绿化,使其成为通往西湖的自然“过渡带”。

### References:

- [1] Pan Q L, Wang X Z. Spatial evaluation on Xian urban living quality. *Human Geography*, 1997, (2): 29-36.
- [2] Cao W. On the concept of ecological community and human settlements. *Architectural Journal*, 2002, (9): 59-61.
- [3] Christensen K. Home ecology. Colorado: Fulcrum Publishing, 1990: 39.
- [4] Cao R, Bai G R, Wang L. Study on ecological location of house in cities. *Human Geography*, 2004, 19(1): 13-16.
- [5] Wang M J, Zhang X X, Luan X W. Structure and spatial analysis of evaluation of residential environment in Dalian City. *Scientia Geographica Sinica*, 2003, 23(1): 87-94.
- [6] Salzano E. Seven aims for the livable city. *International Making Cities Livable Conferences*, California: Gondolier Press, 1997. 17.
- [7] Zhang W Z. Study on intrinsic meanings of the livable city and the evaluation system of livable city. *Urban Planning Forum*, 2007, (3): 30-34.
- [8] Douglass M. From global intercity competition to cooperation for livable cities and economic resilience in Pacific Asia. *Environment and Urbanization*, 2002, 14(1): 53-68.
- [9] Wu L Y. Introduction to sciences of human settlements. Beijing: China Architecture and Building Press, 2001: 47.
- [10] Peter Evans. Political strategies for more livable cities: Lessons from six cases of development and political transition. *City Review*, 2001: 203-229.
- [11] Asami Y. Residential environment: methods and theory for evaluation. Tokyo: University of Tokyo Press, 2001: 59.
- [12] Eric J G, Roger B H, Volker C R, Robert S P. The relationship between environmental amenities and changing human settlement patterns between 1980 and 2000 in the Midwestern USA. *Landscape Ecology*, 2005, (20): 773-789.
- [13] Gao X, Asami Y. The external effects of local attributes on living environment in detached residential blocks. *Urban Studies*, 2001, 38: 487-505.
- [14] Ravetz J. Towards a sustainable city region. *Town and Country Planning*, 1996, 65(5): 152-154.
- [15] Jin L M, Jin W. Policy-making for the green culture and community. *City Planning Review*, 2000, (11): 50-53.
- [16] Wu C Y, Chang T. Probing of comprehensive evaluation indicator system of urban ecological community. *China Population, Resources and Environment*, 2003, 13(3): 30-33.
- [17] Li W M, Ye X Y. The assessment of urban human settlements-a case study of Hangzhou. *Economic Geography*, 1999, 19(2): 38-43.
- [18] Wang W W. A quantitative assessment on the quality of life in Hangzhou based on landsat/TM and socioeconomic data. *Acta Geographica Sinica*,

2005, 60(1): 151-157.

- [19] Xu P W, Zhao D. Ecological environmental quality assessment of Hangzhou urban area based on RS and GIS. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2006, 17(6): 1034-1038.
- [20] Zhao W J, Tamura M, Takahashi H. Atmospheric and spectral corrections for estimating surface albedo from satellite data using 6S code. *Remote Sensing of Environment*, 2001, 76: 202-212.
- [21] Hong C J, Kan H D, Chen B H. An evaluation of public health impact of ambient air pollution. *Journal of Environment and Health*, 2005, 22(1): 62-64.
- [22] Yue W Z, Xu J H. Impact of human activities on urban thermal environment in Shanghai. *Acta Geographica Sinica*, 2008, 63(3): 247-256.
- [23] Xu J H. *Mathematical methods in contemporary geography*. Beijing: Higher Education Press, 2002: 84-93.
- [24] Hangzhou Urban Planning Bureau. *Master Planning of Hangzhou(2001—2020)*. Hangzhou: Hangzhou Urban Planning Bureau, 2002.

#### 参考文献:

- [1] 潘秋玲,王兴中.城市生活质量空间评价研究——以西安市为例. *人文地理*,1997,(2):29-36.
- [2] 曹伟.生态社区新理念及其人居环境的探索. *建筑学报*,2002,(9):59-61.
- [4] 曹嵘,白光润,王琳.城市住宅的生态区位探析. *人文地理*,2004,19(1):13-16.
- [5] 王茂军,张学霞,栾维新.大连城市居住环境评价构造与空间分析. *地理科学*,2003,23(1):87-94.
- [7] 张文忠.宜居城市的内涵及评价指标体系探讨. *城市规划学刊*,2007,(3):30-34.
- [9] 吴良镛. *人居环境科学导论*. 北京:中国建筑工业出版社,2001: 47.
- [15] 金笠铭,金薇.绿文化与绿色社区的策划——关于“理想家园”的思考. *城市规划*,2000,(11):50-53.
- [16] 武春友,常涛.生态社区综合评价指标体系的初步探讨. *中国人口.资源与环境*,2003,13(3):30-33.
- [17] 李王鸣,叶信岳.城市人居环境评价——以杭州城市为例. *经济地理*,1999,19(2):38-43.
- [18] 王伟武.杭州城市生活质量的定量评价. *地理学报*,2005,60(1):151-157.
- [19] 徐鹏伟,赵多.基于RS和GIS的杭州城市生态环境质量综合评价技术. *应用生态学报*,2006,17(6):1034-1038.
- [21] 洪传洁,阚海东,陈秉衡.城市大气污染健康危险度评价的方法. *环境与健康杂志*,2005,22(1):62-64.
- [22] 岳文泽,徐建华.上海市人类活动对热环境的影响. *地理学报*,2008,63(3):247-256.
- [23] 徐建华. *现代地理学中的数学方法*. 北京:高等教育出版社,2002: 84-93.
- [24] 杭州市城市规划局. *杭州市城市总体规划(2001—2020)*. 杭州:杭州市城市规划局,2002.