

基于区域城市化 LUCC 的人类生态过程定量研究 ——以上海市典型城市化样带为例

郑辛酉¹, 贾铁飞^{1,*}, 倪少春²

(1. 上海师范大学地理系, 上海 200234 2. 中山大学地理科学与规划学院, 广州 510275)

摘要 借鉴流域研究的范例, 根据上海市 1987 年、1995 年和 2003 年 3 期 Landsat5 TM 遥感影像记录的土地利用/覆被数据和有关的社会经济统计数据, 运用 RS 和 GIS 技术在上海市中心西南城市边缘建立典型城市化样带。采用生态足迹法分析该样带内人类的生态供给与需求, 提出一城市化区域人类生态过程的新研究方法, 得出城市化过程中区域的人类生态质量指数与波动指数, 并根据模型计算出的指数值, 对样带区域总体及其中城乡区域在城市化中的人类生态状况进行了动态分析, 以尝试对区域城市化中人类生态过程进行定量化研究。

关键词 土地利用/覆被变化 城市化 人类生态 生态足迹法

文章编号: 1000-0933 (2007) 01-0260-10 中图分类号: Q149, F293.2, X176 文献标识码: A

A quantitative study on human eco-processes in the regional urbanization based on land use and cover change : a case study of a typical urbanization sample zone in Shanghai

Zheng Xinyou¹, Jia Tiefei^{1,*}, Ni Shaochun²

¹ Department of Geography, Shanghai Normal University, Shanghai 200234, China

² School of Geography and Planning, Zhongshan University, Guangzhou 510275, China

Acta Ecologica Sinica 2007, 27 (1) 0260 ~ 0269.

Abstract : We study the relationship between human eco-processes and urbanization in a typical urbanization sample zone (TUSZ) in the southwestern fringe of downtown Shanghai. A data set consisting of land use/land cover (created using three Landsat5 TM images of the area for 1987, 1995, and 2003) and additional socioeconomic statistics is created. To analyze the spatial-temporal dynamics of human ecological accommodation and consumption for the entire TUSZ and its urban and rural portions, we develop two new indices in this paper: human ecological quality index (I_{HEQ}) and human ecological fluctuation index (I_{HEF}). Several interesting conclusions about the human eco-processes in our study area can be made. First, in 1987, when the urbanization in Shanghai was in the industrialization stage, regional human ecological quality was low, mainly due to a policy that concentrated on production consumption and economic value but ignored life consumption and environmental and social values. During this period of time, a great difference of I_{HEQ} between the urban and rural portions can be observed. Second, from 1987 to 2003, a dramatic increase of I_{HEQ} can be observed. The I_{HEF} value, however, was low and the fluctuation in the urban portion was stronger than in rural areas. Third, I_{HEF} value reaches the

基金项目: 上海市教委科研基金资助项目 (03DQ28)

收稿日期: 2005-11-28; 修订日期: 2006-08-23

作者简介: 郑辛酉 (1981 ~) 男, 硕士生, 从事城市生态与环境研究. E-mail: zhengxinyou001@hotmail.com

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: tfjia@shnu.edu.cn

Foundation item : The project was financially supported by Scientific Research of Shanghai Education Commission (No. 03DQ28)

Received date 2005-11-28 ; **Accepted date** 2006-08-23

Biography Zheng Xinyou, Master candidate, mainly engaged in the urban ecology and environment. E-mail: zhengxinyou001@hotmail.com

highest during the period from 1995 to 2003 , suggesting an improved human ecological quality. Fourth , the period from 1995 to 2003 also saw a relatively low I_{HEQ} with an I_{HEF} value that was 70 times higher than previous stages. This implies that human ecology fluctuates dramatically , with high instability , reflecting an incompatible relationship between human being and environment , and a sustainable improvement of human ecological quality faces severe pressure. Finally , eco-processes suggest that human beings are compelled to adapt to the environmental change (including nature , society and economics). With the development of urbanization , suburban and rural residents will need to gradually accept an urban life style , and their ecological quality may improve synchronously. The difference between urban and rural areas will disappear when I_{HEQ} for the rural areas reaches a threshold. Rural residents are subsequently forced to become a part of the urban system due to the environmental change.

Key Words : land use and cover change (LUCC) ; urbanization ; human ecology ; ecological footprint model

人类生态即指人类本身及其与周边的生物 (其他物种)和物理环境 (包括自然和人造)之间的相互关系^[1]。区域土地利用/覆被变化 (LUCC)受区域自然、社会、经济等诸多因素影响 ,同时又反作用于区域生态系统 ,直接反映整个生态系统结构和功能改变 ,及系统与大气、水和陆地环境间交互作用的状况^[2] ,因此可将其视为一反映人类生态的指示剂。生态足迹分析法 ,是由加拿大生态经济学家 William 和 Wackenagel ,于 1992 年提出的一基于土地利用面积量化指标的可持续发展程度量测方法^[3] ,通过测算人类与自然生态服务间需求与供给的差距 ,揭示人类对其生态系统的利用与自我满足的程度——人类生态质量。由于城市是受人类活动影响和土地利用变化最剧烈的区域 ,所以本文选择上海市中心区西南边缘典型城市化样带^[4] ,运用 RS 和 GIS 土地利用/覆被变化数据和样带内城乡社会经济数据 ,以生态经济学的视角将生态足迹方法引入到城市化过程人类生态的研究中 ,探讨以定量方式揭示上海城市化发展最快的近 20a 在以 LUCC 为表征的自然-社会环境变迁中人类生态过程规律。

1 研究区选取

借鉴流域 (watershed)研究范例 ,在城市化区域建立典型城市化样带 (TUSZ ,Typical Urbanization Sample Zone)。本研究从上海城市化发展的 4 个主要扩展方向^[5]中 ,选择能涵盖城市化成熟区、边缘区、近郊乡村地区的具典型“轴向”扩展意义的“闵行方向” ,以徐家汇上海体育馆为起点 ,闵行区莘庄镇东南部横泾为终点 ,

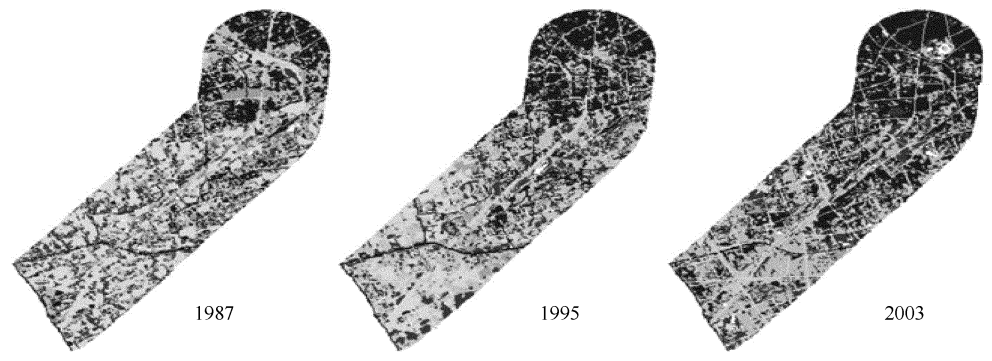
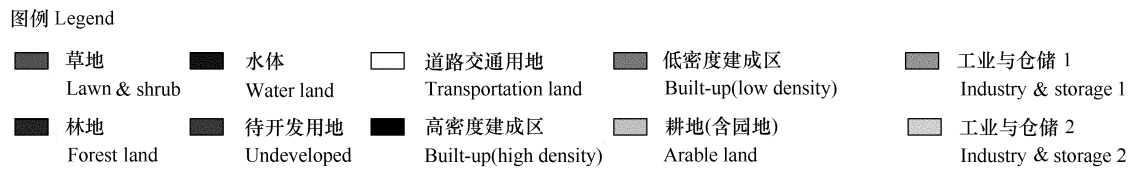


图1 典型城市化样带 TUSZ 1 CH 的 1987、1995、2003 年土地利用分类图
Fig.1 Land Classification of the TUSZ 1 CH (1987 , 1995 , 2003)

沿漕溪路-沪闵路 (Caoxi Rd. -Humin Rd.)1500m 范围 (由 ArcGIS9.0 的 buffer 工具确定) 内的轴向延展地带建立典型样带 (TUSZ 1 CH, 参见图 1), 轴长 11.15km, 总面积为 33.22km²。其位于上海市中心西南部, 平均海拔 4m, 属长江三角洲冲积平原, 受亚热带季风气候影响。研究区跨徐汇、闵行 2 市辖区, 其内沪杭铁路、内、中、外环线、轨道交通 1、3 号线等交通干线横贯之, 是上海市重要的交通枢纽、区域性商业-物流中心、工业基地、科技创业区和现代居住区。

2 研究方法

2.1 原始数据的信息提取

(1) 土地利用/覆被数据 出自 3 年份 1987、1995、2003 Landsat5 TM 影像, 轨道号 WPS 为 118/38, 3 期图像幅范围均覆盖上海市区西南部 (121°3'49"E ~ 121°17'38"E, 31°8'45"N ~ 30°32'37"N), 经多波段 (band7, 4, 3) 组合的图像质量较好, 无云和条带噪声。参照经校正的 1996 年上海市遥感影像图, 采用 2 次多项式法将 3 期图像配准, 误差控制在一个像元内。经地面调查后利用 Erdas Imagine 8.4 对 3 年份图像进行监督分类和目视修改。为便于计算机进行精确的分类识别, 根据区域的实际情况, 按照 NASA 城市边缘区卫星影像土地利用判读分类体系^[6], 将研究区土地利用类型分 9 类: 建成区用地 (高密度建成区)、开发区用地 (中低密度建成区)、工业与仓储用地、交通用地 (道路)、待开发地、农用地 (主要是耕地)、草地、林地和水域, 并生成土地利用分类图 (图 1)。其精度通过与地面实测数据的对比, 运用混淆矩阵法随机选取若干样本区进行评价, 结果表明 3 年份的影像分类结果总体精度均达到 85% 以上; Kappa 系数分别为 0.723、0.784 和 0.810, 均大于最低允许判别精度值 0.700。

(2) 相关的社会经济统计数据 原始的社会经济数据, 如人口、行政区边界、城乡居民消费量等均出自《上海市统计年鉴》(1988、1996、2004 年)。

2.2 原始数据提取信息的处理

要计算上海市 1987 年、1995 年、2003 年等 8a 间隔的 3 个年份样带人均生态占用分量。计算包括生物资源消费和能源消费两部分。生物资源消费部分包括农产品、动物产品、林产品和水产品等。生物资源生产面积折算的具体计算, 采用联合国粮农组织 1993 年 (中期) 的有关生物资源世界平均产量资料^①。能源消费部分根据统计资料计算煤、焦炭、煤气、燃料油、汽油、柴油和电力等终端能源的人均消费足迹, 计算时转化为生产土地面积。采用世界化石能源单位土地面积的平均发热量为标准, 将当地能源消费所耗热量折算成化石燃料用地和建筑用地面积。计算出 1987、1995、2003 年 3 个年份样带城乡居民各项目消费的人均生态占用分量 (表 1 和表 2), 采用的区域人均生态占用 (足迹) 量公式^[7] 为:

$$ef_i = \sum r_j \times A_i = \sum r_j (P_i + I_i - E_i) / (\gamma_i \times N), (i = 1, 2, \dots, 6) \quad (1)$$

式中 ef_i 为人均生态占用 (足迹) 量 (hm²/cap); r_j 为消费生产项目 j 生态生产土地均衡因子 (无量纲); A_i 、 P_i 、 I_i 、 E_i 和 γ_i 分别为消费项目 i 的生态生产性土地折算面积、年产量、年进口量、年出口量和年 (世界) 平均产量; N 为区域总人口。计算结果中表 1 的木材全球平均产量单位为 m³/hm², 木材人均消费实物量为 m³/cap, 木材人均生态耗用分量为 hm²/cap; 表 2 的煤气消费量单位为亿 m³, 折算系数单位为 GJ/m³; 电力消费量单位为 kWh, 折算系数单位为 GJ/(kWh)。由于城-乡区域居民各自能源消费总量很难统计确定, 考虑到该研究区经济一体化程度高, 城乡居民能源消费普遍较大, 故表 2 忽略了城乡差异而采用相同值。

其次, 要计算上海市 1987、1995、2003 年等 8a 间隔的 3 个年份样带人均生态供给分量, 其具体步骤为: ① 计算样带总体及样带能分别提供给城市居民和乡村居民的 6 类生态生产土地面积总量。前者可直接由公式计算得; 后者则较复杂, 利用对该样带土地利用多样度的研究成果^[8], 根据城乡边界带变动情况, 获得样带内城市区域的空间范围, 确定各年份城市面积和乡村面积, 结合遥感资料解译所得的该样带土地利用数据, 按比例进行土地利用数据切分, 从而分别确定样带城市区域和乡村区域各类生态生产性土地的总供给量。② 估算

① 上述资料转引自 FAO 官方网站相关网页 <http://faostat.fao.org/default.jsp?language=CN>

样带内的人口量:根据对应年份的上海行政区划图,在 ArcGIS 9 界面下划出样带内徐汇区和闵行区(1992 年以前为上海县,后上海市县行政区划调整,撤并入闵行区)1987 年的边界和 1992 年后的边界,计算各自对应多边形的面积;③估算城市居民和乡村居民的人口量:根据田永中等^[8]的 1km 人口栅格统计模型,参考样带内城镇与农业人口各自所占比重(徐汇区,闵行区),以及对样带人口总量的估算值的具体数据,分别求出样带人口、城市区域人口和乡村区域人口(图 2)。④计算样带内人均生态供给分量,将人均生态承载力公式作为区域人均生态供给量计算公式^[7]:

$$ec_i = a_j \cdot r_j \cdot y_j \quad (2)$$

式中 ec_i 为人均生态供给量 (hm^2/cap) a_j 为人均生态生产土地面积 r_j 和 y_j 分别为均衡与产量因子(无量纲)。建筑用地面积由建成区、开发区和交通用地加总折算。获得的城乡居民实际人均可用生态供给量(均衡面积)须扣除供给总量 12% 的保护生物多样性面积。

表 1 对样带内城乡居民生物资源消费的各项人均生态占用(足迹)分量的计算

Table 1 The Calculation on the each component of ecological footprint per capita of urban residents and rural residents induced by biological resources consumption in the sample zone

项目 Item	年份 Year	耕地 Arable land				林地 Forest land	
		粮食	食油	鲜菜	瓜类	木材	水果
		Grain	Edible oil	Vegetable	Melon	Timber	Fruit
FAO 全球平均产量 The global mean output given by FAO (kg/hm^2)	1993	2744.0	431.00	18000	18000	1.99	3500.0
城市生物资源人均占用量 The urban Bio-resource use-per-capita (kg/cap)	1987	124.4	10.44	126.4	8.23	0.001	15.23
	1995	81.6	9.60	97.7	7.11	0.009	18.48
	2003	63.1	11.10	103.2	3.20	0.015	27.04
城市人均各生态占用分量 The urban eco-footprint component per capita (hm^2/cap)	1987	0.0453	0.0242	0.007	0.0005	0.0006	0.0044
	1995	0.0297	0.0223	0.0054	0.0004	0.0043	0.0053
	2003	0.023	0.0258	0.0057	0.0002	0.0073	0.0077
乡村生物资源人均占用量 The rural bio-resource use-per-capita (kg/cap)	1987	268.5	6.03	132.4	4.85	0.002	15.23
	1995	250.7	6.35	97.7	2.00	0.002	18.48
	2003	189.9	8.59	76.6	1.00	0.002	27.04
乡村人均各生态占用分量 The urban eco-footprint component per capita (hm^2/cap)	1987	0.0978	0.0140	0.0074	0.0003	0.001	0.0044
	1995	0.0914	0.0147	0.0054	0.0001	0.0013	0.0053
	2003	0.0692	0.0199	0.0043	0.0001	0.0009	0.0077
项目 Item	年份 Year	草地 Pastureland				水域 Water land	
		猪肉	牛羊肉	禽肉	禽蛋	乳品	水产品
		Polk	Beef&mutton	Fowl	Egg	Milk	Aquatic product
FAO 全球平均产量 The global mean output given by FAO (kg/hm^2)	1993	74.00	33.0	457.00	400.00	502.00	29.00
城市生物资源人均占用量 The urban bio-resource use-per-capita (kg/cap)	1987	19.88	1.5	8.04	9.84	15.60	17.40
	1995	19.90	1.8	14.40	10.8	25.30	22.90
	2003	19.20	2.5	15.70	11.3	31.40	28.20
城市人均各生态占用分量 The urban eco-footprint component per capita (hm^2/cap)	1987	0.2686	0.0455	0.0176	0.0246	0.0311	0.59
	1995	0.2689	0.0545	0.0315	0.027	0.0504	0.7897
	2003	0.2595	0.0758	0.0344	0.0283	0.0625	0.9724
乡村生物资源人均占用量 The rural bio-resource use-per-capita (kg/cap)	1987	16.11	1.8	4.55	5.35	4.12	9.30
	1995	13.52	1.9	4.24	5.64	4.20	9.91
	2003	15.33	3.9	7.40	7.51	4.471	6.11
乡村人均各生态占用分量 The urban eco-footprint component per capita (hm^2/cap)	1987	0.2177	0.0545	0.01	0.0134	0.0082	0.3207
	1995	0.1827	0.0576	0.0093	0.0141	0.0084	0.3417
	2003	0.2072	0.1167	0.0162	0.0188	0.0089	0.5555

最后,分别对上述计算所得的各项人均生态占用分量和人均各类土地生态供给分量进行加总。该计算所用到的所有均衡因子和产量因子均使用各对应年份中国地区的参考值^[9]。考虑到研究区域范围有限,且主

接表 2

要消费数据均获自其上一级区域(上海市)各项对应数据,故无须再对该计算所得的生态占用量做贸易调整。最终生成表 3,以反映样带人均生态供求状况。

3 城市化中人类生态过程的分析

3.1 区域的人类生态质量指数模型

作为城市生态系统中心事物的人类种群(人口)的动态,在城市化过程中主要的直接表现为数量上的增长^[10]。人口学研究^[11]和大量的人口普查统计数据都表明,城市化中人口非密度制约增长的自然过程对人口动态的影响远远不及密度制约增长的过程。固定区域人口数量变化势必带来区内人类生存质量变化——该响应关系相当复杂,但其结果却相当有意义。所以在研究城市自然-经济复合生态系统中的人类生态过程时,就须先确定出能综合反映该过程各时间断面人类生态质量的指数,以表征在给定生态系统中人口-生存质量响应的结果。

已知根据多样性指数 Shannon-Weaver 公式可计算各生态占用分量的多样性^[12], 式为:

$$H = - \sum (P_i \ln P_i) \quad (3)$$

式中 H 是多样性, P_i 是 i 种生产土地类型的生态占用分量在总生态占用中的比例。(3)式中计算的生态占用分量多样性有两层涵义:描述丰裕度(生态占用类型的多样),描述公平度(生态占用分配的状况)。这所谓的多样性同组织的术语相类似,其公式也不是一个单调函数,它意味着当生态系统中生态占用分配越接近平等^[12],对给定组分的生态系统来说,多样性就越高,人类生态就越稳定。在此基础上探究能综合反映人类需求满足度的区域人均可用生态供给量与从系统组织角度导出的生态占用分量多样性之间的关系,构建人类生态质量模型,所得人类生态质量指数 I_{HEQ} (the index of the human ecological quality),其公式为:

$$I_{HEQ} = [H \div (S_{ECa}/N)] \times 1 (\text{hm}^2/\text{cap}) = H/ec_{ia} \times 1 (\text{hm}^2/\text{cap}) \\ = - \sum (P_i \ln P_i) / (88\% ec_i) \times 1 (\text{hm}^2/\text{cap}) \quad (4)$$

式中 I_{HEQ} 是区域的人类生态质量指数, S_{ESa} 是区域可用生态总供给量, N 是区域总人口量, ec_a 是区域可用人均生态供给量, $ec_{ia} = S_{ECa}/N$ 。公式(4)是以 LUCC 为评价介质,通过能反映生态生产土地利用状况的结构多样性将一个区域内以经济活动中的消费行为为主要表征的生态占用结构描述出来,然后与以区域生态供给量的变化(以区域提供的能真正被人类所利用的生态生产土地数量为表征)相对应,计算每单位的人均可用生态供给量所分摊的人均生态占用分量结构多样性,反映了人类生态消费的满足和合理程度,具化到个人,以测度人类生态系统人类种群内个体生存状态。代入表 1 相应数据计算样带总体、带内城市化和乡村区域 1987 年、1995 年和 2003 年的 I_{HEQ} 值(图 3)。

3.2 区域的人类生态波动指数模型

I_{HEQ} 模型计算出的是样带 3 个静态时间断面的人类生态质量指数,仅可客观定量地反映了每个独立年份的区域人类生态状况,在动态分析上似乎略显不足,所以为能更集中展现区域城市化进程中人类生态过程的动态波动性,有必要构建人类生态波动模型 I_{HEF} (the index of human ecological fluctuation)这一更直观反映区域生态供求变动率的指数,反映人类生态波动,即人地关系相对紧张或相对和谐趋向程度的指标,弥补质量指数相对静态性,公式为:

$$I_{HEF} = |ef_{iat+n} - ef_{iat}| / |ec_{iat+n} - ec_{iat}| \quad (5)$$

式中 I_{HEF} 为人类生态波动指数, ef_{iat+n} 和 ef_{iat} 分别为第 t 和 $t+n$ 年区域人均生态占用量, ec_{iat+n} 和 ec_{iat} 分别为第 t

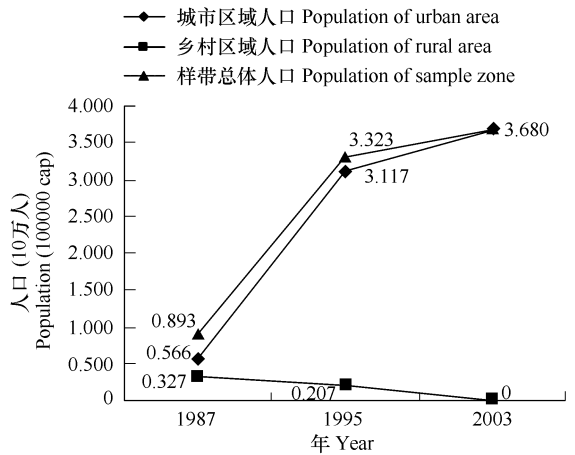


图 2 1987、1995、2003 年样带总体、带内城市和乡村区域人口的估算数值

Fig. 2 The simulated value of population of the sample zone, its urban part and rural part in 1987, 1995 and 2003

接表 3

和 $t + n$ 年区域人均可用生态供给量。代入表 1 相应数据计算样带总体、带内城市化和乡村区域 1987 ~ 1995 年、1995 ~ 2003 年人类生态波动指数值 (图 4)。

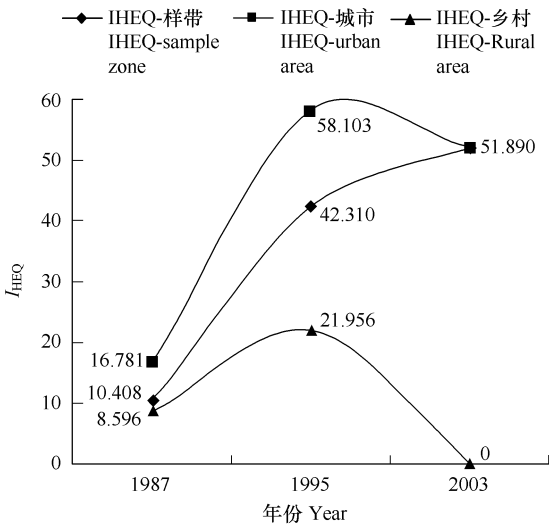


图 3 1987、1995、2003 年样带总体、带内城市区域和乡村区域的人类生态质量指数值

Fig. 3 The index value of the human ecological quality of the sample zone, its urban part and rural part in 1987, 1995 and 2003

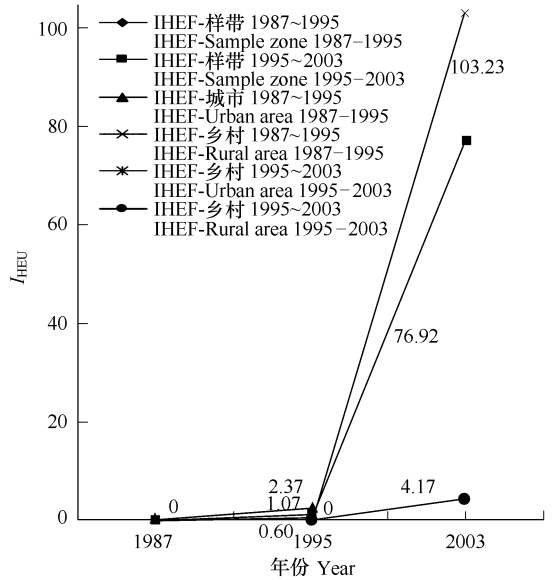


图 4 1987 ~ 1995 年、1995 ~ 2003 年两时段的人类生态波动指数值

Fig. 4 The index value of human ecological fluctuation of 2 periods (1987 - 1995 & 1995 - 2003)

3.3 利用两模型进行人类生态过程分析

上述模型计算所得的指数数值皆为无量纲的数值 根据模型设计的目的和实际计算结果,可确定其数值的大小分别表达出了人类生态质量的高低和波动的强弱。人类生态质量越高 I_{HEQ} 就越大;反之,则越小。人类生态波动越大(值为 0 ~ 1 表征逆向波动, 1 ~ +∞ 表征正向波动) I_{HEF} 越偏离 1 值,反映人地关系越紧张;反之,越逼近 1 值,反映人地关系越和谐。

已有研究表明^[4, 5]从 20 世纪 80 年代中期到 90 年代中期,上海市发展进入城市化提高阶段,城市土地利用模式逐渐变为跳跃-递进扩张型。利用模型对样带进行人类生态分析发现:

(1) 此段落开始(1987 年)后,秉承城市化大工业阶段的“重生产消费、轻生活消费,重经济价值、轻环境与社会价值”的特点,样带人类生态质量指数仅 10.408。其中: $I_{HEQ1987\text{样带}} (10.408) < I_{HEQ1987\text{城市}} (16.781)$, $I_{HEQ1987\text{乡村}} (8.596) < I_{HEQ1987\text{样带}} (10.408)$ (图 3),说明由于样带城市化面积有限,乡村地域(包括独立工业点)所占面积仍处主导,城市人口比重偏低,加上生产、生活方式仍较粗放,所以人类生态质量总体较差,但其中城市居民的生态质量明显优于乡村居民和样带居民平均生态质量。

(2) 该段样带 I_{HEQ} 差值虽有 31.902 之大,而 $I_{HEF\text{样带}1987-1995}$ 仅 1.07,表明:一方面随着城市化的发展,城乡居民物质、精神生活不断改善,生态消费稳步大幅提高,样带生态质量呈优化态势;但另一方面由于样带内城市化人类活动不良效应还不小,对优化态势产生抑制有限,所以从人类生态过程动态上反映为 I_{HEF} 值偏低,波动微弱,总体在安全阈限内平稳地发展。虽然在乡村区域出现了一定意义上的倒退(逆向波动大),表现为 $I_{HEF\text{乡村}1987-1995} (0.60 < 1)$,究其原因是与大都市周围开发模式,特别是土地利用的“逆杜能圈”模式^[3]直接相关,华熙成^[4]在分析上海近郊农业生产后指出:近郊农民由于农地随时可转化为住宅等城市用地,因此对农地资本与劳动投入少,放弃耕种或采取临时粗放耕作,导致乡村区域 $I_{HEF} < 1$;但 $1 < I_{HEF\text{样带}1987-1995} < I_{HEF\text{城市}1987-1995} (2.37)$,总趋势不可逆,表明城市化使人类生态改善具必然性。

从 20 世纪 90 年代中期至今,上海城市化在国内率先进入快速城市化阶段,城市土地利用模式呈集约化

整合开发型。随着逆城市化发生发展,作为人类活动外在表现土地利用的面积、结构变化与城市空间扩张模式转变,已深刻改变城市生态系统^[15]。样带分析表明:

(1)到城市化提高阶段末 I_{HEF} 样带 增至 1995 年 42.310,而 2003 年进一步增至 51.890 I_{HEQ} 样带 继续呈上升趋势(图 3),反映样带人类生态质量伴随城市化的深入继续得到改善;

(2)该时段 I_{HEQ} 样带 差值仅 9.680;与前阶段 I_{HEF} 样带 1987-1995 (1.07)比较,该段落 I_{HEF} 样带 1995-2003 (76.92)增加了 70 多倍,人类生态正向波动强度剧烈(图 4),处于极不稳态,说明快速城市化所带来的环境负效应增加幅度明显,人地关系紧张程度大,人类生态质量的持续提高面临着巨大威胁。因此人类必须要利用其掌握的物质条件和先进科技尽力发挥正效应以减小或弥补生态负效应,否则人类生态的改善是不可持续的。

(3) I_{HEQ} 城市的持续增势与 1995~2003 年 I_{HEQ} 样带 减势(-6.213),证明上述结论,反映城市区域人口迅猛增长,人地关系越发紧张,城市区域人类生态质量下降。而 I_{HEQ} 2003 乡村 = 0 反映样带已完成城市化,乡村区域消失 I_{HEQ} 乡村 先增(1987~1995)+13.363,后减-21.959到0(图 3),反映出人类对城市化所带来环境(包括自然、社会、经济)变化的受迫适应过程:伴随城市化过程近郊乡村居民被迫逐步接受城市生活方式,其生态质量与城市居民同步提高;当乡村居民人类生态质量增至门槛限时,城乡差异消失,乡村区域城市化和乡村居民向城市居民的转化相继发生,乡村居民最终受环境所迫改变生活方式彻底变为城市居民。

4 结语与讨论

人类要具有高生态质量,似乎毫无疑问的必要享受既经济水平高,又生态赤字低甚或生态盈余高的生活。但目前世界上高经济水平往往与高生态赤字联系;与之相对,生态盈余的地区往往贫困落后或人迹罕至^[16],它们都达不到上面的理想状态。所以评价区域人类生态质量时,单纯计算其区域是否存在人类生态赤字或赤字的大小是没多大意义的;本研究利用生态足迹法开展区域人类生态过程研究,提出 I_{HEQ} 和 I_{HEF} 的目的正是要使人类自身着眼对环境的依存、适应与反作用规律,寻求正确的发展路径和克服现实困境的对策,以逐步达到人类健康发展的理想目标。

4.1 对基础数据和计算方法精确度的认识

该计算所需要的基础数据是区域人均生态占用量与人均从区域获得的生态供给量,进行生态收支帐目式数据核算。现实消费种类繁多,有些对最后结果影响甚微,有些从更深层看可能有重叠之处,加上各地消费习惯也不尽相同,计算表格差异很大^[17];所以目前对该基础数据的提取上还缺乏规范,有必要对繁杂的消费项目进行“范式”化处理,建立统一的研究标准,否则从基础数据层面上不同研究者的成果就已失去了可比性。本文 2 个模型的设计充分考虑到基础数据中人类由于所得、价格、偏好及盛行社会价值等消费行为要素和利益分配调节机制的复杂性所造成的区域生态占用和供给的复杂多样性,以生态生产土地的变化过程探究居于其上的人类的生态质量,所以各分项计算结果只要能反映人类生态质量总体状况和波动变化趋势,并没必要去追求小数点后位数。当然也存在很多不足,由于研究所需的部分统计数据的缺陷,而不得不根据实际情况进行必要的忽略和理想状态的假定。

4.2 对所建立的两个指数实用价值的思考

本文采用典型样带研究,既较好克服了由于严格行政区划研究所带来的自然数据断裂,又能减小大面积区域研究带来的数据采集、分析与处理工作量大的问题。在此基础上,通过样带数据分析,归纳建立了区域的人类生态质量指数和波动指数,并将其再实验于样带中,进行演绎分析。总的来说,模型建立过程是严密的,所以完全可将该两指数运用于规范化基础数据后的多同类样带人类生态过程的比较研究中,以评价不同城市化区域人类生态质量的差异。当然由于其他学者尚无类似研究与本文对照,所以目前该两指数还有待在进一步开展的各城市区域或样带间指数的比较研究中加以利用才能充分体现出其价值。目前笔者等正进行进一步调研,已初步确定了 TUSZ 2 YH(典型城市化样带 2 上海市延安西路-虹桥路)。

4.3 对人类生态前景的一些看法

智慧圈人类的活动,特别是应用科技的活动,已导致生物圈生态系统发生深刻变化。人类生态过程中所

体现出的地球资源的有限性与人类需求的无限性间矛盾将日益突出。人类的现代科技虽可能取代某些资源,或提升已有资源的利用率,使人类以最少资源生态占用获得更高物质标准,但它同时也降低了资源利用门槛,加快了资源开发速度,所以须用好科技双刃剑,使之成为保障资源利用率提升的动力,而非制造新的不必要消费的工具,通过建立相应设施和调控机制来约束人类行为,减少不必要消费来削减人均生态占用,控制人类自身生产来控制人口数量,以此降低总环境负效应,增加正效应^[18],使人类生态质量可持续提高。

References :

- [1] Haber W. Landscape ecology as a bridge from ecosystems to human ecology. *Ecological Research*, 2004, 19 : 99 - 106.
- [2] Bürgi M, Hersperger A M, *et al.* Driving forces of landscape change — current and new directions. *Landscape Ecology*, 2004, 19 : 857 - 868.
- [3] Wackenagel M. Tracking the eco-overshoot of the human economy. *PNAS*, 2002, 99 (14) : 9266 - 9271.
- [4] Zheng X Y, Jia T F, *et al.* On the LUCC under the influence of the Axial Rapid Urbanization : A case study on the zone of Caoxi-Humin Road of Shanghai City. *Journal of Shanghai Normal University (Natural Science Edition)*, 2005, 34 (4) : 83 - 87.
- [5] LI X W, Fang J Y, Piao S L. The intensity and modes of urban landuse growth in Shanghai. *Journal of Natural Resources*, 2003, 18 (4) : 412 - 421.
- [6] NASA. Modeling land-use and cover changes in Europe and Northern Asia. NASA, 1999 Research Plan. USA : Houston, 1998.
- [7] Xu Z M, Zhang Z Q, Cheng G D. Calculation and Analysis of Ecological Footprints of Gansu Province. *Acta Geographica Sinica*, 2000, 55 (5) : 607 - 616.
- [8] Tian Y Z, Chen S P, *et al.* Simulation of Chinese Population Density Based on Land Use, *Acta Geographica Sinica*, 2004, 59 (2) : 283 - 292.
- [9] Liu Y H, Peng X Z. The series of ecological footprint in China between 1962 - 2001 : Calculation and assessment of development sustainability. *Acta Ecologica Sinica*, 2004, 24 (10) : 2257 - 2262.
- [10] May R. Editorial — On the role of the humanities in urban ecology : The case of St. Petersburg. *Urban Ecosystems*, 2004, 7 : 7 - 15.
- [11] Gao X D, Jiang Q Z. The Redistribution of population and suburbanization in Shanghai Municipality. *City Planning Review*, 2002, 26 (1) : 66 - 69.
- [12] Xu Z M, Cheng G D. Ecological footprint calculation and development analysis of China in 1999. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2003, 14 (2) : 280 - 285.
- [13] Sinclair R. Von Thunen and urban sprawl. *A. A. A. G.*, 1967, 57 : 72 - 87.
- [14] Hua X C. On the agricultural location pattern and agricultural production problem. *Economic geography*, 1982, 3 : 35 - 43.
- [15] GROVE J M. A social ecology approach and applications of urban ecosystem and landscape analyses : a case study of Baltimore, Maryland. *Urban Ecosystems*, 1997, 1 : 259 - 275.
- [16] Mao F, Bin G S, Xiao J S. Ecological Footprint and Appraising for Regional Sustainable Development. *Areal Research and Development*, 2005, 24 (5) : 42 - 47.
- [17] Landa J T, Wang X T. Bounded Rational of Economic Man : Decision Making under Ecological, Social and Institutional Constraints. *Journal of Bio-economics*, 2001, 3 : 217 - 315.
- [18] Rees W E. Urban ecosystems : the human dimension. *Urban Ecosystems*, 1997, 1 : 63 - 75.

参考文献 :

- [4] 郑辛酉, 贾铁飞, 倪少春. 轴向快速城市化中的土地利用变化——以上海市漕溪—沪闵路沿线区为例. *上海师范大学学报(自然科学版)* 2005, 34 (4) : 91 ~ 95.
- [5] 李晓文, 方精云, 朴世龙. 上海城市用地扩展强度模式及其空间分异特征. *自然资源学报* 2003, 18 (4) : 412 ~ 421.
- [7] 徐中民, 张志强, 等. 甘肃省 1998 年生态足迹计算与分析. *地理学报* 2000, 55 (5) : 607 ~ 616.
- [8] 田永中, 陈述彭, 等. 基于土地利用的中国人口密度模拟. *地理学报* 2004, 59 (2) : 283 ~ 292.
- [9] 刘宇辉, 彭希哲. 中国历年生态足迹计算与发展可持续性评估. *生态学报* 2004, 24 (10) : 2257 ~ 2262.
- [11] 高向东, 江取珍. 对上海城市人口分布变动与郊区化的探讨. *城市规划* 2002, 26 (1) : 66 ~ 69.
- [12] 徐中民, 程国栋. 中国 1999 年生态足迹计算与发展能力分析. *应用生态学报* 2003, 14 (2) : 280 ~ 285.
- [14] 华熙成. 上海郊区农业区位模式及农业生产问题探讨. *经济地理*, 1982, 3 : 35 ~ 43.
- [16] 毛锋, 宾国澍, 肖劲松. 生态足迹与区域可持续发展. *地域研究与开发* 2005, 24 (5) : 42 ~ 47.