

文章编号: 0427-7104(2002)04-0388-07

上海地区可持续发展状况的生态痕迹评价

梁 星, 王祥荣

(复旦大学 环境科学与工程系, 上海 200433)

摘 要: 应用 Wackernagel 等提出的生态痕迹概念和方法对上海地区 1985~1999 年的生态痕迹进行了分析和计算. 结果表明, 上海地区 1998 年人均生态痕迹 1.95 hm^2 , 人均生态赤字 1.85 hm^2 , 其中化石能源用地比例占 50% 以上. 通过对生态痕迹方法的应用, 讨论了其优点与不足.

关键词: 生态痕迹; 可持续发展; 上海

中图分类号: X 32 文献标识码: A

为了将可持续发展理念变成可操作的发展模式, 一些国际组织及有关研究人员从 20 世纪 80 年代开始就努力探寻能定量衡量国家或地区发展的可持续性指标^[1]. 联合国开发计划署于 1990 年 5 月在第 1 份《人类发展报告》中首次公布了人文发展指数(HDI), 随着研究的深入, 可持续发展的各种指标体系不断提出, 如绿色国内生产净值(绿色 GDP)和可持续的经济福利指标(ISEW)等^[2,3].

为了寻求一种能全面分析人类对自然影响并用简单术语加以表达从而判定人类经济社会是否处于可持续的范围内的有效工具, 加拿大经济生态学家 William 和其博士生 Wackernagel 于 1990 年代初提出了生态痕迹(Ecological Footprint)的概念^[3]. 之后, 加拿大生态研究小组(1997)详细计算了本国的生态痕迹; Kathryn B. Bicknell(1997)运用经济学的方法计算了新西兰的生态痕迹^[4]; Wada, Yoshihiko(1999)计算并讨论了日本的消费与生态痕迹的情况^[5]; D. P. Van Vuuren 和 E. M. W. Smets. 对贝宁, 不丹, 哥斯达黎加和荷兰的生态痕迹作了比较^[6]; Wackernagel 于 1999 年发表文章, 利用该理论计算了瑞典及其亚区的生态痕迹^[7], 使生态痕迹理论有了进一步的发展. 目前, 加拿大生态研究小组正在研究如何将环境污染的生态影响纳入生态痕迹的计算表格中, 以此逐步达到完善生态痕迹研究的目标.

本文在城市尺度上对生态痕迹的实际计算进行研究和尝试, 旨在用生态痕迹的理论模型评价城市可持续发展状况这一个具有深刻现实意义的问题, 并以上海为实例进行分析, 以期进一步完善其理论体系.

1 生态痕迹模型概念

1.1 概念定义

生态痕迹的计算基于以下两个简单的事实^[7]: (1)人类可以确定自身消费的绝大多数资源及其产生的大部分废物; (2)能够将这些资源和废物转移成为相应的生物生产面积(biologically productive area). 因此可以将任何已知人口(个人, 一个城市或一个国家乃至全球)的生态痕迹表述为生产这些人口所消费的所有资源和吸纳这些人口所产生的所有废物所需要的生物生产面积.

1.2 计算方法

生态痕迹的计算可以简单地用如下公式^[1]表示:

$$EF = Nef = N \sum (a_i) = N \sum (c_i / p_i), \quad (1)$$

收稿日期: 2001-09-30

基金项目: 国家自然科学基金重点资助项目(39930040); 复旦大学中青年杰出人才基金资助项目

作者简介: 梁 星(1979—), 女, 硕士研究生; 通讯联系人王祥荣教授, 博士生导师.

EF : 总的生态痕迹; ef : 人均生态痕迹; N : 地区人口数; a_i : i 种物质人均占用的生物生产面积; c_i : i 种物质的人均消费量; p_i : i 物质的平均生产能力.

生态痕迹计算中用生态性生产土地的概念来代表自然资本. 根据生产力大小的差异, 地球表面的生态生产性土地可以分为 6 大类^[4, 8], 为了以一种更精确而现实的方法将上述类型的空间合计为生态痕迹和区域生物承载力^[8], 将这些土地类型的面积乘上一个当量因子, 它是这些面积与其生物学产量的比值. 当量因子实际上将每一类型的土地根据其相对生产能力换算为世界空间的平均产量, 从而将不同类型的土地合计转化成为世界平均空间. 以下给出不同类型土地的当量因子, 其选取来自世界各国生态痕迹的报告^[7], 其中包含了一个基本假定为各类土地在空间功能上是互相排斥的^[11]: 化石能源土地为 1.1 (与林地相同); 可耕地为 2.8; 牧地为 0.5; 林地为 1.1; 建成地为 2.8 (与耕地一样); 生产性海洋为 0.2.

2 实例研究

2.1 上海地区生态痕迹的计算

(1) 关于实例研究中涉及的计算项的一些说明 在对上海地区的生态痕迹计算中, 涉及到一些计算项说明如下: (1) 表观材料消费量为: 本地生产量 + 进口量 - 出口量. 这一部分统计的是原材料的实际消费量. 表中净进口量加工产品为: 进口量 - 出口量. 这一部分说明的是各种原材料制成品到原材料消费的调整, 之所以不用包括本地生产量的数据, 是因为这部分数据已经在原材料消费中考虑过了. (2) 进口量与出口量: 这一部分数据主要来源于文献^[9~14]. 其中, 数量的计算是依据各类商品的总交易金额与其中大部分商品的数量金额的比例关系, 引用商品类包括文献^[9~14]中所有可得数量的商品. 商品分类是依据 SITC 分类. (3) 全球平均产量和能源密度: 这部分数据的选区参考了国外生态痕迹的论文研究, 其中主要是文献^[7], 另外还包括文献^[1]. (4) 产量因子: 本文取产量因子和文献^[1]中对中国生态痕迹的计算取值. 如耕地产出因子 1.49, 表明上海地区耕地的生物产出率为世界平均水平的 1.49 倍. 同时, 根据世界环境与发展委员会(WCED)的建议, 扣除了 12% 的生物多样性保护面积. (5) 废弃因子: 这主要用于林木产品的计算, 物理意义为每生产单位产品所需的原木的量, 废弃因子的选取参考了文献^[7].

(2) 基于 1998 年统计数据的上海地区生态痕迹 根据生态痕迹的概念和计算方法, 对上海地区的生态痕迹进行分析和计算. 表 1 是生物资源账户, 由于林产品计算方法和其他生物产品不同, 故将其单独列出. 表 2 是能源帐户, 由于贸易部分的能源调整表格过于庞大, 只将总结性的结果列出.

计算结果总结在表 3 中(表 2、表 3 见第 391 页).

表 1 上海地区生态痕迹计算生物生产性土地账户(1998)

Tab. 1 The EF ledger of the biologically productive area in Shanghai(1998)

各类原料和产品	m_{AC}^{1}/kg	m_{NIMP}^{1}/kg	E_{ENI}^{1}/GJ	EF_c^{1}/hm^2
肉及肉制品			-4 061 122.9	1 553 819.1 (牧地)
猪肉	584 235 963.3			
乳品及蛋白			262 990.0	750 954.2 (牧地)
牛奶	384 113 066.1			
鱼, 甲壳及软体动物			-1 869 617.2	9 024 269.9 (生产性海洋)
谷物及其制品	261 703 828.0		410 784.8	7 873 839.2 (可耕地)
蔬菜及水果	2 166 878 480.0		117 117.4	397 776.6 (可耕地)
蔬菜	3 236 469 394.0			
茶叶, 咖啡, 调味料			-686 994.7	-5 478.4 (可耕地)
饲料	-9 159 929.4		8 788 479.0	159 674.4 (可耕地)
饮料及烟类		439 423 950.7		

(续 表)

各类原料和产品	$m_{AC}^{1)}/kg$	$m_{NIMP}^{1)}/kg$	$E_{ENI}^{1)}/GJ$	$EF_C^{1)}/hm^2$	
饮料			- 83 513. 6	- 165. 1	(可耕地)
威士忌酒		- 8 351 361. 0	2 667. 4	37. 2	(可耕地)
烟草及其制品		266 739. 0	- 444 705. 1	- 29 726. 3	(可耕地)
非食用原料		- 44 470 507. 3			
生皮及生毛皮			98 912. 9	309 102. 9	(牧地)
油籽及含油果实	9 891 294. 1		9 176 129. 5	822875. 7	(可耕地)
油菜籽	7 079 612 954. 0			45 435. 4	(可耕地)
生橡胶	64 700 000. 0		1 325 865. 6	86 319. 4	(可耕地)
纺织纤维	66 293 218. 3		1 677 843. 3	167 784. 3	(可耕地)
羊毛	167 784 325. 1		172 506. 6	1 083 291. 3	(牧地)
棉花	17 332 661. 0		160 746. 0	20 774. 6	(可耕地)
合成纤维	20 774 597. 0		635 417. 0	127 090. 3	(可耕地)
其他动植物原料		127 090 340. 0	115 071. 5	639. 3	(可耕地)
蔬菜种子		11 507 149. 0	- 925. 6	- 5. 1	(可耕地)
动植物油脂及蜡		- 92 559. 0			
植物油脂			2 392 983. 1		
工业制品		59 824 576. 5			
皮革, 皮革制品			- 22 235. 9	- 34 743. 6	(牧地)
橡胶制品		- 1 111 796. 0	- 557 202. 9	- 27 860. 1	(可耕地)
纺纱, 织物, 制成品		- 27 860 142. 3			
棉线, 棉纱线			- 23 101. 5	- 2 310. 1	(可耕地)
其他纱线织物		- 2 310 148. 0	- 1 058 973. 3	- 21 179. 5	(可耕地)
羊毛线		- 21 179 466. 0	- 17537. 7	- 109 610. 7	(牧地)
服装, 衣着附件		- 1 753 772. 0	- 52 675 028. 2	- 585 278. 1	(可耕地)
鞋靴		- 1 170 556 183. 0	- 607 852. 1	- 949 768. 9	(牧地)

各类原料和产品	$F_w/(m^3 \cdot t^{-1})$	$V_{AC}^{1)}/m^3$	$E_{ENI}^{*1)}/(GJ \cdot t^{-1})$	$EF_C^{1)}/hm^2$	
软木及木材		433 567. 7			
原木	1. 00	41 364. 0	134 433. 0	20 785. 9	(林地)
锯木	2. 75	29 216. 0	189 904. 0	40 373. 9	(林地)
纸浆及废纸	2. 25	455 001 119. 7	1 023 752. 5	514 448. 5	(林地)
软木及木制品	4. 12	193 713 829. 8	798 101. 0	401 055. 8	(林地)
纸及纸板	1. 97	326 783 961. 5	643 764. 4	323 499. 7	(林地)
家具及其零件	4. 12	- 122 519 480. 0	- 504 780. 3	- 253 658. 4	(林地)

1) m_{AC} 为表观消费原材料; m_{NIMP} 为净进口量加工产品; E_{ENI} 和 E_{ENI}^* 为净进口物化能量; EF_C 为消费的生态痕迹分量; F_w 废弃因子, 其中原木、锯木单位为 m^3/m^3 , 其余为 $m^3 \cdot t^{-1}$; V_{AC} 为表观消费量; 2) 表格中未列出的全球平均产量, 产品平均能源密度和林木的废弃因子根据文献[1, 7]整理; 进出口数据来源于文献[9~14]。

(3) 上海地区 1985~1999 各年生态痕迹的计算 基于本地生产而计算出的生态痕迹可以在总体上说明上海地区一年消耗的资源能量的情况。但实际上这些消耗的资源能源并非全部用于上海地区人口的消耗, 而有一部分应当计入的消耗的资源能源也并未包含在本地生产量的数据中, 造成这个偏差的主要原因是贸易的影响。在 1998 年的计算中, 本文详细地考虑了各个类别商品的进出口情况, 分别计算了各自的实际消耗量, 再通过一定的转换系数将其转换为可比的生物生产面积。在这里, 本文尝试一种简化的方法, 就是将净进口的交易额占全部社会总产品的比例作为进出口贸易的调整比例。由于进出口商品价格

有较大区别, 因此, 这样计算出来的生态痕迹会和实际有偏差. 作为校准, 将 1998 年详细计算的数据结果与简化计算的结果相比作为系数对其他各年的计算进行矫正. 可以用 1 个公式简单表述如下.

表 2 上海地区生态痕迹计算能源部分账户(1998)

Tab. 2 The EF's ledger of energy in Shanghai(1998)

能源类型	$F_{GAE}/[GJ \cdot (hm^2 \cdot a^{-1})^{-1}]$	$\gamma_{CC}/(GJ \cdot t^{-1})$	$E_c/10^4t$	F_c/hm^2
煤炭或其他固体燃料	55			
原煤	55	20.934	969.98	3691920.2
焦炭	55	28.470	660.91	342110.5
液体化石燃料	71			
燃料油	71	50.200	239.64	1694356.1
汽油	71	43.124	103.24	627059.4
煤油	71	43.124	55.84	339161.1
柴油	71	42.075	214.65	1272028.0
其他石油制品	71	41.868	161.22	950698.4
热力	1000	38830.560	3880.56	38805.6
电力	1000	11.840	457.46	164685.6
假定为化石能源	71		-35816320.77	-909778.7

注: F_{GAE} 为全球平均能源痕迹; γ_{CC} 为折算系数; E_c 为消费量; F_c 为能源生态痕迹.

表 3 上海地区 1998 年生态痕迹计算总结

Tab. 3 EF summary of Shanghai in 1998

土地类型	$A_{DA}^{1)}/[hm^2 \cdot (cap)^{-1}]$	$F_E^{1)}$	$A_{EA}^{1)}/[hm^2 \cdot (cap)^{-1}]$	$A_{RA}^{2)}/[hm^2 \cdot (cap)^{-1}]$	$F_Y^{2)}$	$A_{YA}^{2)}/[hm^2 \cdot (cap)^{-1}]$
可耕地	0.23	2.8	0.65	0.058	1.49	0.086
牧地	0.20	0.5	0.099	0.0004	2.19	0.00088
林地	0.08	1.1	0.088	0.03	0.8	0.024
化石燃料用地/ CO ₂ 吸收用地	0.85	1.1	0.93	0	0	0
建成地	0.016	2.8	0.044	0.0036	1.49	0.0054
生产性海洋	0.69	0.2	0.14	0.0037	0.12	0.00044
总需求面积			1.95			
总供给面积						
生物多样性保护						0.12
面积 12%						0.014
总的可利用足迹						0.10
生态赤字	1.85					

1) A_{DA} 为需求面积, F_E 为当量因子, A_{EA} 为均衡面积, 在需求(生态痕迹)一栏中; 2) A_{RA} 为现有面积, F_Y 为产量因子, A_{YA} 为均衡面积, 在供给(生态承载力一栏中).

$$EF = EF_f(1 - E_n/I)k, \tag{3}$$

EE_f 为表观生态痕迹, 建立在对本地资源, 能量终端消费的数据的统计基础上; E_n 为一定时期内净出口金额, I 为经济社会一定时期内生产的总产品的量, 用国民收入数值表示; k 为矫正系数. 因此有下式成立:

$$EF(1998) = EF_f(1998)(1 - E_n/I)k, \tag{4}$$

所以在假定 k 值不变的情况下(即假定在一定时期内进口商品的结构比例大致稳定, 价格大致持平, 这和实际情况有所出入, 但作为初步计算, 可以满足要求), k 值用下式求出:

$$k = EF(1998) / EF_f(1998) / (1 - E_n / I), \quad (5)$$

表 3 得 $EF(1998)1.95 \text{ hm}^2$, 另计得 $EF_f(1998)$ 为 1.44 hm^2 , 用公式(5)求得 k 值为 1.37. 在求得 k 值的基础上, 计算出 1985~1999 年各年生态痕迹. 其中表观生态痕迹的运算表与上文所示的生物资源账户类似, 鉴于数据表比较庞大, 仅展示在计算中略有不同的能源部分, 见表 4. 另外, 林地部分的计算采用了直接消耗的数据(主要包括两部分: 原木和锯木), 用与前文相同的废弃物因子将其转化为原木当量. 1985~1999 各年生态痕迹最终计算值见表 4.

表 4 简化计算中能源部分(1998~1999)

Tab. 4 The energy section in the simplified calculation(1998~1999)

用地类型	$F_{GA}^{-1} / [\text{hm}^2 \cdot (10^4 \text{t SCE}^2)^{-1}]$	$E_{FCE}^{-1} / 10^4 \text{t SCE}$		$EF_{FC}^{-1} / \text{hm}^2$	
		1998	1999	1998	1999
化石能源用地	2 405.9	4 608.1	4 899.6	11 086 555.1	11 787 793.6
建成地	360	457.46	474.8	164 685.6	170 943.7

1) F_{GA} 为全球能源生态痕迹; E_{FCE} 为地区能源终端消费量; EF_{FC} 为消费的生态痕迹分量; 2) SCE 为标准碳能源.

表 5 上海地区 1985~1999 各年生态痕迹计算结果

Tab. 5 EF summary of Shanghai 1985~1999

年份	$EF / [\text{hm}^2 \cdot (\text{cap})^{-1}]$	年份	$EF / [\text{hm}^2 \cdot (\text{cap})^{-1}]$
1985	0.91	1993	1.51
1986	0.73	1994	1.65
1987	0.99	1995	1.67
1988	1.16	1996	1.80
1989	1.14	1997	1.77
1990	1.02	1998	1.95
1991	1.13	1999	2.11
1992	1.25		

2.2 计算结果讨论和分析

计算结果表明, 上海地区 1998 年人均生态痕迹为 1.95 hm^2 , 人均生态承载力为 0.10 hm^2 , 人均生态赤字 1.85 hm^2 . 如前所述, 区域内生态赤字的出现代表了两种情况, 一是表明需要从该地之外进口资源, 二是需要通过消耗自然资本来弥补收入供给流量的不足^[8]. 在非全球的区域尺度上出现的第一种情况的生态赤字, 它代表了该区域对外界的依赖程度, 赤字愈大, 依赖程度愈大, 也就是说在该地区, 发展是不可持续的, 但就更大区域来说, 发展仍然有可能是可持续的, 作为生态痕迹的输出地区, 必然无法以相同的资源数量求得发展, 如果没有合理补偿, 就会损害发展, 因此在这个层面上, 区域间的协调问题变得尤为重要. 如果生态赤字是全球性质的, 那么就是说全球性的发展是不可持续的, 由于至少在一个相当长的时期内, 我们并没有除了地球以外的第二个地方可以依赖, 因此只好预支将来的资源, 剥夺后代人发展的权利, 这就是对人们通常理解的不可持续发展概念的诠释.

表 6 说明了上海地区不同生态痕迹成分的比例情况.

从表中可以看出, 化石能源土地对于生态痕迹的影响是最重要的, 这充分说明了城市的特点: 一个巨大的能源输入系统, 也就是说, 上海地区对外界最大的依赖是能源的依赖. 这是不难理解的. 一个经济社会其工业化水平越高, 对工业产品的依赖就越大, 化石能源用地的比例就越大. 可以想象有这样一个刀耕火种的典型的农业社会, 其化石能源用地的比例必是极低的, 如果到了钻木取火的地步, 其理论值就为 0, 实际上, 这部分本应由化石能源用地承担的土地面积就转嫁到了可耕地或者林地的面积上, 因此归根到

底, 还是一个资源配置的效率问题.

3 生态痕迹应用问题的讨论与分析

显然, 生态痕迹作为单独的可持续指标来应用是十分有局限性的, 因此, 它应该是一个相对较为完整的指标体系的一部分, 它有可能可以作为生产导向或者是国内污染导向的评估框架的一个组成部分, 关于这两方面, 生态痕迹需要回答以下几个问题^[7, 16]:

表6 各成分占生态痕迹比重
Tab.6 The component percentage of total EF

用地类型	$\eta_{EF}/\%$	用地类型	$\eta_{EF}/\%$
生产性海洋	7	可耕地	33
建成地	2	林地	5
化石能源用地	48	牧地	5

注: η_{EF} 为各成分占总生态痕迹比重

(1) 可持续发展的关键资源, 现行的使用方式如何, 或者说, 当前的环境压力如何? 而这种方式或者压力又是怎样随时间而变化的?

(2) 以人均来考虑, 特定人口范围内的资源的利用是如何与全球性的可持续发展相联系的?

(3) 世界上不同地域的消费情况, 消费方式是怎样对其他地区构成影响的?

(4) 国际贸易究竟是环节还是加重了环境压力?

(5) 现在资源在全球范围内是怎样被分配的? 这种资源分配方式对于将来资源的利用意味着什么——使环境空间更加公平的分配还是恰好相反?

一般来说, 生态痕迹的计算结果对于一个特定国家的解释总要比全球范围内的来得含糊(比如说土地利用的潜在可能性的不同)^[6], 但生态痕迹无疑应当促使政策制订者将其他国家列入考虑范围, 最典型的问题是碳氧化物的排放^[6], 明显地, 环境资源的分配是和财政资源的分配联系在一起的, 因此, 将生态痕迹应用拓宽到这个广大得多的领域是非常必要的.

生态痕迹评价模型不论是在概念上还是在方法上都仍在发展完善之中. 本文研究表明了这一模型的一些特点.

(1) 直观性和综合性: 生态痕迹模型引入了生态生产性土地的概念, 将人类对自然资源的消耗进行了同一的描述. 从概念上来讲, 主要表现在它与人类经济活动的紧密联系, 从而体现出可持续的综合性^[8]. 与传统生态容量的概念相比, 它引入的生产性土地概念不仅直观而容易理解, 并且在一个更大的范围实现了对不同经济社会的比较分析^[8]. 从方法上看, 生态痕迹模型计算具有很强的可复制性, 这使得其计算过程有可能制作成一个软件包^[1], 从而推动该指标及方法的普及化.

(2) 生态偏向性和静态性: 其次, 生态模型也有其需要完善的地方. 生态模型理论的明显的生态偏向性使得它在很大程度上忽略了人类对经济, 社会, 技术方面的可持续性要求, 因此并不能作为完全的指标体系衡量经济社会的发展, 而必须与其他评价度量相结合. 它的静态的分析方法无法对将来的情况做出预测, 不能反映人类活动方式的改变, 技术水平的提高对生态痕迹的影响^[8]. 并且, 迄今为止它仍然建立在统计分析的基础上, 因此不可避免地, 统计数据的准确性对其有重大制约作用.

(3) 政策导向性: 结合上海的实际情况和本文研究结果, 生态痕迹要求全面贯彻可持续发展的理念. 为降低生态痕迹值, 政策上就要包括城乡一体化的思想, 倡导可持续的消费观, 积极发展占用生态空间较少的产业, 特别突出的是强调不同区域的平衡, 尤其是各种不同资源的空间分布合理化, 是效率优先, 兼顾公平的指导原则的充分细化.

参考文献:

- [1] 徐中民, 张志强, 程国栋. 甘肃省 1998 年生态足迹计算分析 [J] . 地理学报, 2000, **55**(5): 607-615.
- [2] Xu zhong-min Cheng guo-dong Wang gen-xu. A study on the estimation of economic loss from ecological deterioration —— Take Zangye Prefecture as an example [J] . *Advance in Earth Science*, 1999, **14**(5): 498-504.
- [3] Wackernagel M, Onisto L, Bello P, *et al.* Ecological Footprints of Nations [R] . Toronto: International council for Local Environmental Initiatives, 1997, 10-21.
- [4] Kathryn B, Richard J, Ross C, *et al.* Methods new methodology for the ecological footprint with an application to the New Zealand economy [J] . *Ecological Economics*, 1998, **27**: 149-160.
- [5] Yoshihiko W. The myth of sustainable development, the ecological footprint of Japanese consumption [EB/O L] . <http://www.lib.global.umi.com/dev/dissertations/fullci/NQ46441>, 2000-7.
- [6] Van Vuuren D P, Smeets E M W. Analysis ecological footprints of Benin, Bhutan, Costa Rica and the Netherlands [J] . *Ecological Economics*, 2000, **34**(234): 115-130.
- [7] Wackernagel M, Lewan L, Hansson C B. Evaluating the use of Natural Capital with the Ecological Footprint applications in Sweden and Subregions [J] . *AMBIO*, 1999, **28**(7): 604-611.
- [8] 杨开忠, 杨 咏, 陈 洁. 生态足迹分析理论与方法 [J] . 地球科学进展, 2000, **15**(6): 630-636.
- [9] 上海市对外经济贸易委员会. 上海市对外经济贸易统计年鉴 [M] . 上海: 上海社会科学院出版社, 1999.
- [10] 国家统计局贸易外经统计司编, 中国市场统计年鉴 [M] . 北京: 中国统计出版社, 1997.
- [11] 上海统计局编. 上海统计年鉴 [M] . 上海: 中国统计出版社, 1985 ~ 2000.
- [12] Department of economic and social affairs. World statistics pocketbook, series No. 18 [M] . New York: Statistics division, U. N., 1998.
- [13] 上海对外经济贸易统计年鉴编纂委员会编. 上海对外经济统计年鉴 [M] . 上海: 上海社会科学院出版社, 1997.
- [14] 国家统计局工业交通统计司编, 中国能源统计年鉴 [M] . 北京: 中国统计出版社, 1989, 1991-1996.
- [15] Wackernagel M, Onisto L, Linares C, *et al.* Ecological footprints of nations [R] . Toronto: International council for local environmental Initiatives 1997.

Assessment on the Ecological Footprint of Sustainable Development in Shanghai, China

LIANG Xing, WANG Xiang-rong

(*Department of Environmental Science & Engineering, Fudan University, Shanghai 200433, China*)

Abstract: The “ecological footprint” (EF) calculation results of Shanghai from 1985-1999 have been obtained and analysed, using the EF concept and the calculation method originally forwarded by Wackernagel. The calculation results show the EF of 1.95 hm²/cap in Shanghai in 1998 and the ecological remainder of 1.85 hm²/cap, in which fossil energy land accounts for more than 50%. The advantages and the disadvantages of the EF are discussed as well.

Keywords: ecological footprint; sustainable development; Shanghai