

海南岛生态足迹变化趋势分析

周 祖 光

(海南省环境科学研究院 ,海口 570206)

摘 要:根据 1991 - 2005 年的海南统计年鉴等相关的 GDP、人口、自然资源生产与消费数据 ,对 1990 - 2004 年海南岛生态足迹进行计算。结果表明 ,海南岛人均总生态容量从 1990 年的 1. 127 hm²/人递增至 2004 年的 2. 196 hm²/人 ,水域、牧草地、林地、可耕地、化石能源地、建成地年均人均生态容量增长率分别为 39. 7 % ,24. 6 % ,7. 8 % , 0. 9 % ,0. 8 % , - 18. 1 % ;人均总生态足迹从 1990 年的 0. 760 hm²/人递增至 2004 年的 1. 296 hm²/人 ,化石能源地、牧草地、林地、水域、建成地、可耕地年均人均生态足迹增长率分别为 48. 9 % ,8. 3 % ,6. 6 % ,4. 1 % , - 15. 1 % , - 28. 7 % ,2003 年海南岛人均生态足迹较我国人均生态足迹低 ;人均总生态盈余从 1990 年的 0. 367 hm²/人增至 2004 年的 0. 900 hm²/人 ,水域、林地、可耕地年均人均生态盈余增长率分别为 80. 1 % ,8. 7 % ,4. 3 % ,化石能源地、牧草地、建成地年均人均生态赤字增长率分别为 16. 2 % ,3. 6 % ,3. 6 % ;万元 GDP 足迹从 1990 年的 4. 827 hm²/人递减至 2004 年的 1. 322 hm²/人 ,年均减少 5. 2 % ,2003 年海南岛万元 GDP 足迹低于我国万元 GDP 足迹。

关键词:海南岛;生态足迹;生态环境

中图分类号:F301. 23;X171. 4 文献标识码:A 文章编号:1005-3409(2007)06-0151-03

Analysis on Ecosystem Footprint Variety in Hainan Island

ZHOU Zu-guang

(Hainan Province Envi ronmental Scientific Research Institute , Haikou 570206, China)

Abstract :GDP ,population ,the natural resources production and the consumption data according to Hainan Statistic yearbook of 1991 ~ 2005 ,carried on a calculation on ecosystem footprint of Hainan Island in 1990 - 2004. Average ecosystem capacity in Hainan Island everybody increase to 2. 196 hm²/cap of 2004 from 1. 127 hm²/cap of 1990 ,growth rate of water ,grassland , woodland ,arable land ,fossil energy land ,building land are to 39. 7 % ,24. 6 % ,7. 8 % ,0. 9 % ,0. 8 % , - 18. 1 % in a year ;Total ecosystem footprint of everyperson increase to 1. 296 hm²/cap of 2004 from 0. 760 hm²/cap of 1990 ,The growth rate of fossil energy land ,grassland ,woodland ,water ,building land ,arable land are to 48. 9 % ,8. 3 % ,6. 6 % ,4. 1 % , - 15. 1 % , - 28. 7 % in a year ;Ecosystem footprint in Hainan Island every person low in our country 0. 261 hm²/ person. Average ecosystem remaining of everyperson increase from 0. 367 hm²/cap of 1990 to 0. 900 hm²/cap of 2004 ,The growth rate of water ,woodland ,arable land are to 80. 1 % ,8. 7 % ,4. 3 % in a year. GDP footprint of per 10000 RMB decrease from 4. 827 hm²/cap of 1990 to the 1. 322 hm²/cap of 2004 ,average reducing 5. 2 % in per year.

Key words :Hainan Island ;ecosystem footprint ;variety ;analysis

近年来 ,众多学者应用生态足迹 (Ecological Footprint) 评价生态容量和可持续发展状态 ,并促使这一理论方法和计算模型得到不断发展和完善。生态足迹是在现有技术条件下 ,按空间面积计量支持一个特定地区的经济和人口的物质、能源消费和废弃物处理所要求的土地和水等自然资本的数量^[1]。人类要维持生存必须消费各种产品、资源和服务 ,而每一项最终消费的量都可追溯到提供生产该消费所需的原始物质与能量的生态生产性土地面积 ,这是人类对生态足迹的需求^[2]。一个地区的生态承载力小于生态足迹 ,则会出现生态赤字 ,说明该地区发展模式处于相对不可持续状态 ,相反 ,则会产生生态盈余 ,说明该地区发展模式处于相对可持续状态。海南岛是我国最南部的热带海岛 ,地处北纬 18° 10' - 20° 10' ,东经 108° 37' - 111° 03' ,总面积约 3. 41 万 km²。1999 年 7 月海南立法建设生态省 ,目标是把海南建设成一个拥有良好的热带海岛生态系统、发达的生态产业、天人合

一的生态文化、一流生活环境的全国第一个生态示范省。实施生态省的建设对促进海南经济和生态协调发展具有举足轻重的作用。为较好地把握好海南岛自然资源可持续利用的动态情况 ,采用可变世界单产法计算 1990 - 2004 年海南岛生态足迹 ,并依此分析生态足迹动态。

1 数据与方法

1. 1 基础数据

生态足迹的计算基于人类消费可确定的绝大多数资源、能源及其所产生的废弃物所必需的生态生产性土地面积。生态生产性土地是指具有生态生产能力的土地或水体 ,分为可耕地、牧草地、林地、水域、建成地和化石能源地 6 大类^[3]。在生态足迹计算中 ,先将各种资源和能源消费项目折算为可耕地、牧草地、林地、水域、建成地、化石能源地 6 种生态生产性土地面积类型 ,再进行均衡处理。可耕地由水稻、植物油

收稿日期:2006-11-12
基金项目:海南省科技计划项目(琼科函[2006]132号)
作者简介:周祖光(1955-),男,海南海口人,高级工程师,主要从事环境科研与规划研究。

料、蔗糖、蔬菜、瓜类 5 项数据进行折算;牧草地由牛肉、羊肉、禽肉、猪肉、禽蛋、奶类 6 项数据折算;林地由水果、茶叶、木材 3 项数据折算;水域由水产品数据折算;建成地由水电、人居设施及道路的数据来进行折算;化石能源地由石油、煤、液化石油气、天然气 4 项数据来进行折算。这些需进行折算的产量及消费量数据主要引自 1991 - 2005 年的海南统计年鉴^[4]。化石能源地定义为“用于吸收化石能源燃烧排放温室气体的森林”,因此,森林视为化石能源地的供给参与计算。

1.2 计算方法

计算生态足迹的主旨就是要构建一个土地消费矩阵来解释人类消费活动与赖以生存的土地资源之间的关系,其计算公式为^[5-6]:

$$ef = \sum_{j=1}^6 ef_j, ef_j = r_j \cdot \sum_{i=1}^n A_i = r_j \cdot \sum_{i=1}^n C_i = r_j \cdot \sum_{i=1}^n \frac{P_i + I_i - E_i}{Y_i} \cdot N$$
$$(i = 1, 2, \dots, n)$$
$$ec = \sum_{j=1}^6 ec_j, ec_j = (1 - 12\%) \cdot r_j \cdot y_j \cdot \sum_{i=1}^n a_i (i = 1, 2, \dots, n)$$

(1)

(2)

$$ed = \sum_{j=1}^6 ed_j, ed_j = ef_j - ec_j$$

(3)

式中: $j = 1, 2, 3, 4, 5, 6$ ——可耕地、牧草地、林地、水域、建成地、化石能源地,消费品的类型; ef ——区域人均总生态足迹($\text{hm}^2/\text{人}$); ef_j ——区域 j 土地类型的人均生态足迹($\text{hm}^2/\text{人}$); r_j —— j 土地类型的平均均衡因子; A_i ——第 i 项消费品折算的人均生态足迹分量($\text{hm}^2/\text{人}$); C_i —— i 项消费品的人均消费量($\text{kg}/\text{人}$); Y_i ——生物生产性土地生产第 i 项消费品的年平均产量(kg/hm^2); N ——区域总人口数(人); P_i ——第 i 项消费品的年生产量(kg); I_i ——第 i 项消费品年进口量(kg); E_i ——为第 i 项消费品的年出口量(kg); ec ——区域人均总生态容量($\text{hm}^2/\text{人}$); ec_j ——区域 j 土地类型的人均生态容量($\text{hm}^2/\text{人}$); a_i ——第 i 项消费品的人均生物生产面积($\text{hm}^2/\text{人}$); y_j —— j 土地类型的平均产量因子。

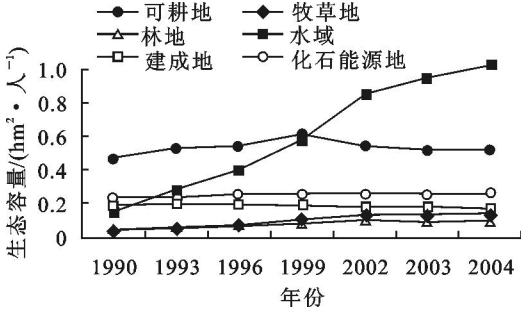


图 1 海南岛人均生态容量变化趋势

出于谨慎性考虑,在各土地类型的生态容量计算时再扣除 12 % 的生物多样性保护面积。

1.3 采用参数

将可耕地、牧草地、林地、水域、建成地和化石能源地 6 类具有不同生态生产力的生物生产性土地面积转化为具有相同生态生产力的生物生产性土地面积,需要将各类生态生产性土地面积乘以一个“均衡因子(equivalence factor)”;同时,某类生物生产性面积所代表的海南岛产量与世界平均产量的差异可用“产量因子(yield factor)”来校正(表 1)^[7]。

表 1 参与计算的均衡因子和产量因子

因子	可耕地	牧草地	林地	水域	建成地	化石能源地
均衡因子	2.80	0.50	1.10	0.20	2.80	1.10
产量因子	1.66	0.19	1.66	1.00	1.99	1.00

根据 Wackernagel 等所确定的全球生物资源平均产量的相关数据,计算海南岛生态容量和生态足迹(表 2)^[8-9]。

2 结果与分析

2.1 计算结果

经计算,各种土地类型的人均生态容量、人均生态足迹、人均生态赤字从 1990 - 2004 年的变化情况列于表 3。

2.2 生态容量变化趋势

海南岛人均总生态容量从 1990 年的 1.127 $\text{hm}^2/\text{人}$ 递增至 2004 年的 2.196 $\text{hm}^2/\text{人}$,主要以水域和牧草地的增长量较大,分别从 1990 年的 0.156、0.032 $\text{hm}^2/\text{人}$ 增长至 2004 年的 1.023、0.142 $\text{hm}^2/\text{人}$,年均增长率分别为 39.7 %、24.6 %;可耕地、林地、化石能源地的增长量也分别从 1990 年的 0.463、0.041、0.230 $\text{hm}^2/\text{人}$ 增长至 2004 年的 0.521、0.086、0.256 $\text{hm}^2/\text{人}$,年均增长率分别为 0.9 %、7.8 %、0.8 %;建成地从 1990 年的 0.204 $\text{hm}^2/\text{人}$ 减少至 2004 年的 0.167 $\text{hm}^2/\text{人}$,年均减少率为 18.1 % (图 1)。

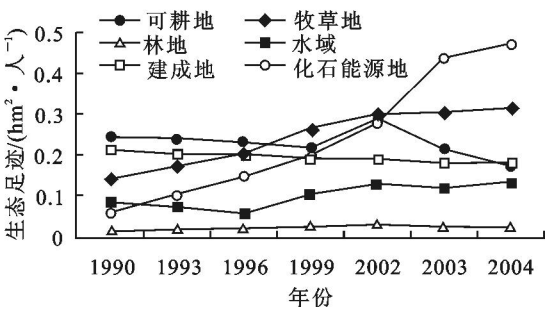


图 2 海南岛人均生态足迹变化趋势

表 2 全球生物资源平均产量和能源平均土地产出

生物资源	全球平均/ ($\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$)	土地类型	生物资源	全球平均/ ($\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$)	土地类型	能源	全球平均/ ($\text{GJ} \cdot \text{hm}^{-2}$)	热量折算系数/ ($\text{GJ} \cdot \text{t}^{-1}$)	土地类型
粮食	2744	可耕地	木材	1.99 m^3/hm^2	林地	煤炭	55	20.934	化石能源地
油料	1856	可耕地	水产品	29	水域	汽油	93	43.124	化石能源地
食糖	68600	可耕地	牛羊禽肉	33	牧草地	煤油	93	43.124	化石能源地
蔬菜	18000	可耕地	猪肉	74	牧草地	柴油	93	42.705	化石能源地
瓜类	18000	可耕地	禽蛋	400	牧草地	液化石油气	71	50.2	化石能源地
水果	18000	林地	奶类	502	牧草地	天然气	93	39.0 GJ/m^3	化石能源地
茶叶	1156	林地				水电	1000		建成地

表 3 海南岛人均生态容量、生态足迹、生态赤字变化

		hm ² /人						
土地类型		1990	1993	1996	1999	2002	2003	2004
可耕地	人均生态容量	0.46301	0.53091	0.54318	0.61476	0.54032	0.52560	0.52110
	人均生态足迹	0.24668	0.24052	0.22988	0.21672	0.28812	0.21616	0.17556
	人均生态赤字	-0.21633	-0.29039	-0.3133	-0.39804	-0.2522	-0.30944	-0.34554
牧草地	人均生态容量	0.03191	0.05330	0.07043	0.09480	0.12631	0.13052	0.14165
	人均生态足迹	0.14445	0.7385	0.20155	0.26485	0.2975	0.30545	0.31205
	人均生态赤字	0.11254	0.2055	0.13112	0.17005	0.17119	0.17493	0.17040
林地	人均生态容量	0.04097	0.05367	0.06251	0.08114	0.09480	0.08356	0.08629
	人均生态足迹	0.01375	0.0187	0.02145	0.02684	0.02959	0.02519	0.02651
	人均生态赤字	-0.02722	-0.03497	-0.04106	-0.0543	-0.06521	-0.05837	-0.05978
水域	人均生态容量	0.15606	0.29353	0.40431	0.57742	0.85161	0.94514	1.02305
	人均生态足迹	0.08256	0.0756	0.05708	0.10238	0.12692	0.11848	0.13084
	人均生态赤字	-0.07350	-0.21793	-0.34723	-0.47504	-0.72469	-0.82666	-0.89221
建成地	人均生态容量	0.20421	0.19647	0.18895	0.18410	0.17736	0.17273	0.16744
	人均生态足迹	0.21213	0.20254	0.19998	0.19202	0.19022	0.18316	0.17960
	人均生态赤字	0.00792	0.00607	0.01103	0.00792	0.01286	0.01043	0.01216
化石能源地	人均生态容量	0.23039	0.24208	0.25740	0.25740	0.25524	0.25631	0.25600
	人均生态足迹	0.06008	0.10386	0.14797	0.20068	0.27741	0.43730	0.47132
	人均生态赤字	-0.17031	-0.13822	-0.10943	-0.05672	0.02217	0.18099	0.21532
总计	人均生态容量	1.12655	1.36996	1.52678	1.80962	2.04564	2.11386	2.19553
	人均生态足迹	0.75965	0.81507	0.85791	1.00349	1.20976	1.28574	1.29588
	人均生态赤字	-0.36690	-0.55489	-0.66887	-0.80613	-0.83588	-0.82812	-0.89965

2.3 生态足迹变化趋势

海南岛人均总生态足迹从 1990 年的 0.760 hm²/人递增至 2004 年的 1.296 hm²/人,主要以化石能源地和牧草地增长量较大,分别从 1990 年的 0.060,0.144 hm²/人增长至 2004 年的 0.471,0.312 hm²/人,年均增长率分别为 48.9%,8.3%;林地、水域的增长量也分别从 1990 年的 0.014,0.083 hm²/人增长至 2004 年的 0.027,0.131 hm²/人,年均增长率分别为 6.6%,4.1%;可耕地、建成地分别从 1990 年的 0.247,0.212 hm²/人减少至 2004 年的 0.176,0.180 hm²/人,年均减少率分别为 28.7%,15.1%(图 2)。以 2003 年为例,海南岛人均总生态足迹为 1.286 hm²/人,较我国人均总生态足迹 1.547 hm²/人低 0.261 hm²/人。

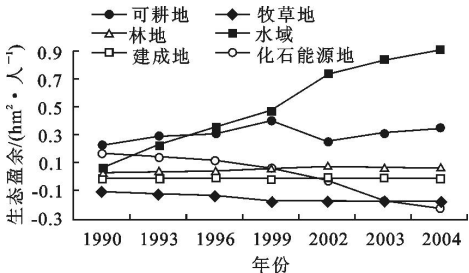


图 3 海南岛人均生态盈余变化趋势

2.4 生态盈余变化趋势

海南岛人均总生态盈余从 1990 年的 0.367 hm²/人增至 2004 年的 0.900 hm²/人,水域、可耕地、林地盈余增长量分别从 1990 年的 0.073,0.216,0.027 hm²/人增至 2004 年的 0.892,0.346,0.060 hm²/人,年均增长率分别为 80.1%,4.3%,8.7%;牧草地、建成地、化石能源地生态赤字分别从 1990 年的 0.113,0.008,-0.170 hm²/人增至 2004 年的 0.170,0.012,0.215 hm²/人,年均增长率分别为 3.6%,3.6%,16.2%(图 3)。

2.5 万元 GDP 生态足迹

海南岛万元 GDP 足迹从 1990 年 4.827 hm²/人递减至 2004 年 1.322 hm²/人,年均减少 5.2%。2003 年为例,海南岛万元 GDP 足迹 1.469 hm²/人,低于我国万元 GDP 足迹 1.6 hm²/人。

3 结 论

海南岛 6 种生态生产性土地面积类型在 1990 - 2004 年人均生态足迹变化趋势:化石能源地生态足迹上升的幅度较大,以年均上升率 48.9%递增,牧草地、林地、水域生态足迹分别以年均上升率 8.3%,6.6%,4.1%递增;建成地、可耕地生态足迹总体上呈下降趋势,以年均 -15.1%,-28.7%递减;海南岛人均总生态足迹以年均 5.0%递增。牧草地、建成地每年都出现生态赤字,化石能源地近几年出现生态赤字,均呈上升趋势;可耕地、林地、水域均有生态盈余,且呈上升趋势;海南岛每年都出现人均总生态盈余,并以年均 10.4%递增。总的来说,海南岛具备可持续发展能力,自然资源丰富,处于生态可持续发展状态。

参考文献:

[1] 王如松.转型期城市生态学前沿研究进展[J].生态学报,2000,20(9):830-840.

[2] 高长波,等.广东省生态可持续发展定量研究:生态足迹时间维动态分析[J].生态环境,2005,14(1):57-62.

[3] 赵秀勇,缪旭波,孙勤芳,等.生态足迹分析法在生态持续发展定量研究中的应用[J].生态与农村环境学报,2003,19(2):58-60.

[4] 海南省统计局.海南统计年鉴(1991-2005)[M].北京:中国统计出版社,1991-2005.

[5] 陈敏,张丽君,王如松,等.1978-2003 年中国生态足迹动态分析[J].资源科学,2005,27(6):132-138.

[6] 张颖.北京市生态足迹变化和对可持续发展的影响研究[EB/OL].http://mumford1albany1edu/chinanet/shanghai2005/zhangying_ch.doc.

[7] World Wildlife Fund Living planet report[EB/OL].http://www.panda.org/downloads/general/LPR12002.pdf,2000-10-10.

[8] 刘年丰.生态容量及环境价值损失评价[M].北京:化学工业出版社,2005:11-56;143-150.

[9] Mathis Wackernagel,Lewan L,Hansson C B. Evaluating the use of natural capital with the ecological footprint concept[J]. Ecological Economics,1999,29:375-390.