# 基于生态足迹的港口型城镇土地生态安全研究
## ——以宁波市镇海区为例

吕添贵，吴次芳，李 冠，张 舟
（浙江大学 公共管理学院，浙江 杭州 310029）

**摘 要**：以宁波市镇海区为研究对象，利用生态足迹分析理论与方法，对镇海区 1997—2011 年的土地生态安全状况进行了评价。结果表明：镇海区人均生态足迹从 1997 年的 6.417 8 $hm^2$ 增加到 2011 年的 7.737 4 $hm^2$，而同期的人均生态承载力则由 0.337 0 $hm^2$ 小幅增加到 0.362 4 $hm^2$。人均生态赤字由 6.080 8 $hm^2$ 增加到 7.713 0 $hm^2$，生态压力指数由 19.04 上升为 20.79。研究期内镇海区的人均生态足迹高于人均生态承载力，出现了巨大的生态赤字，港口地区土地生态系统处于很不安全状态。城镇化发展、重化工产业布局和居民消费结构调整是影响镇海区土地生态安全的重要因素，同时由于国际贸易存在使得港口型城镇土地生态状况存在“虚高”现象。为调整港口型城镇土地生态安全状态，还应采取协调港城关系，降低化石能源比重和提高生态用地比例等对策措施。

**关键词**：港口型城镇；土地生态安全；生态足迹；影响因素；镇海区
**文献标识码**：A **文章编号**：1000-288X(2014)06-0250-06 **中图分类号**：F301
DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2014.06.051

# Analyzing Land Ecological Security of Port Town Based on Ecological Footprint
## —A Case Study of Zhenhai District, Ningbo City

LÜ Tian-gui, WU Ci-fang, LI Guan, ZHANG Zhou
(*College of Public Administration, Zhejiang University, Hangzhou, Zhejiang* 310029, *China*)

**Abstract**: Zhenhai District of Ningbo City was taken as the research objective and the method of ecological footprint was employed to calculate its ecological footprint(EF) and ecological capacity(EC) from 1997 to 2011. The results showed that the ecological footprint per capita in Zhenhai District increased from 6.417 8 $hm^2$ to 7.737 4 $hm^2$ during 1997—2011. Meanwhile the ecological capacity per capita, the ecological deficit per capita and the ecological tension index increased from 0.337 0 $hm^2$, 6.080 8 $hm^2$, 19.04 to 0.362 4 $hm^2$, 7.713 0 $hm^2$, 20.79 respectively. The ecological footprint per capita exceeded the ecological carrying capacity per capita, which showing a huge ecological deficit and indicated that the land ecological system of port areas was in a very unsafe state. The rapid development of urbanization, the layout of heavy chemical industry and the adjustment of residents' consumption structure were important factors which influenced the land ecological safety of Zhenhai District, and the risk of land ecological system was much higher than the original system due to the international trade. Finally, it was concluded that the measures of coordinating the relationship between port and city, reducing the proportion of fossil energy and improving the ecological land ratio should be taken to adjust the status of land ecological security in port areas.

**Keywords**: port town; land ecological security; ecological footprint; influence factors; Zhenhai District of Ningbo City

为满足人类生存和可持续发展需求，土地不仅承载人类的各项活动，还提供生态系统服务，土地生态安全已成为实现人地关系长期协调发展的有利工具，也是实现国土安全的基础保障。随着城市化和工业化进程的不断加剧，对土地开发利用范围不断扩大，资源环境保护与社会经济发展矛盾日益突出，不断恶化的环境污染和水土资源破坏等土地生态安全问题已引起了广泛关注和重视[1-2]，国内外学者对土地生

**收稿日期**：2013-09-09 **修回日期**：2013-12-22
**资助项目**：国家社会科学基金重大项目“我国耕地资源修养战略和保障机制研究”(14ZDA039)；国家社会科学基金重点项目(13AZD012)
**作者简介**：吕添贵(1986—)，男(汉族)，福建省龙岩市人，博士研究生，研究方向为土地生态与土地规划利用。E-mail:lvtiangui@163.com。

态安全展开了相关研究[3-5]。纵观已有研究发现,目前对港口型城镇的土地生态安全研究相对较少。港口型城镇作为一种特殊土地利用类型区域,港口的传统运输功能使其成为城市的"窗口",现代深水大港的临港产业和现代物流功能极大提升了城镇竞争力,城镇为港口建设提供了空间、公共设施和腹地支持等[6]。但沿海港口重工业的发展使港口型城镇土地生态安全面临多重挑战,特别是港口重化工业发展引起土地利用变化对生态环境影响日益显现,由此造成的生态危机将直接影响沿海生态安全[7]。鉴于此,科学评价港口型城镇的土地生态安全,对合理推进港口型城镇发展,促进沿海区域社会经济持续发展具有重要意义[8]。

浙江省作为沿海经济发达地区,由于土地开发利用强度高使其人地矛盾较为突出,区域内土地生态环境极易达到胁迫状态,特别是《浙江海洋经济发展示范区规划》[9]上升为国家建设战略和新型城镇化建设大背景下,宁波市不仅作为浙江省大力发展海洋经济和打造"海上浙江"战略核心区,同时承担着打造长三角南翼经济中心和策应上海航运中心等职能。因而,研究如何构建海洋经济区土地生态安全屏障,为保障海洋生态经济区建设顺利推进更显得刻不容缓。基于此,本研究以宁波市镇海区为研究对象,运用生态足迹法测算其 1997—2011 年土地利用生态安全变化状况,剖析该区域土地生态安全状态,并在此基础上分析土地生态安全变化影响因素,以期为浙江省海洋生态经济区构建土地生态安全屏障提供借鉴。

## 1　研究区概况

镇海区位于浙江省宁波市境内,属长江三角洲地区,地处中国大陆海岸线中段的东海之滨城市带,甬江入海口北侧,位于东经 121°27′—121°46′,北纬 29°63′—30°06′。镇海区港口在 2009 年已拥有 3 000 t 级以上泊位 4 个,万顿级泊位 9 个以及我国最大的 5 万顿级液体化工专用泊位,港口年吞吐能力超过 $2.0\times10^7$ t,港岸线长 21 km,是东部沿海地区重要的枢纽港[10]。该区面积约为 237 $km^2$,境内地貌特征多样,西北为山地丘陵,中部为水网平原,东南为滨海平原,多以农用地和建设用地为主,后备土地资源较为匮乏。港口型区域社会经济发展较为迅速,是浙江省重要的化工和现代物流基地,2012 年末户籍人口为 22.76 万人,实现国民生产总值 $6.46\times10^{10}$ 元,其中工业产值为 $4.77\times10^{10}$ 元,第三产值为 $1.34\times10^{10}$ 元[11]。随着 2011 年《浙江海洋经济发展示范区规划》[9]上升为国家战略规划,镇海作为规划区范围内三大海洋经济区之一,在港口海运业、临港工业、海洋渔业和滨海旅游业等方面迎来了良好的发展机遇,而如何构建港口型城镇土地生态安全已成为保障区域社会经济可持续发展的必然选择。

## 2　研究方法与数据来源

生态足迹法(ecological footprint)最早由加拿大生态经济学家 William[12] 在 1992 年提出,即以生态空间面积来衡量人类对自然资本的消费及自然系统能够持续提供的生态服务功能,是当前区域土地生态安全评价的重要工具。其基本原理是通过生态足迹需求与自然生态系统的承载力进行比较,判断某一地区土地可持续发展状态,以便对未来人类生存和社会经济发展做出科学规划和建议,该方法已在社会经济发展中得到广泛应用[13-14]。

### 2.1　研究方法

2.1.1　生态足迹模型　生态足迹指在一定技术条件及维持某一消费水平下,一定数量人口持续生存所必须拥有的生物生产性土地面积。根据区域生产力大小差异,将地表的生物生产性土地分为耕地、林地、草地、化石燃料用地、建筑用地和水域 6 大类进行核算,其计算公式为:

$$EF=N\times ef=N\times r_j\sum aa_i=N\times r_j\times\sum(c_i/p_i) \quad (1)$$

式中:EF——生态足迹;$N$——人口数;ef——人均生态足迹;$i$——消费商品和投入类型;$aa_i$——人均 $i$ 交易商品折算的生物生产面积;$r_j$——均衡因子;$c_i$——$i$ 种商品的人均消费量;$p_i$——$i$ 种消费品的平均生产能力。

2.1.2　生态承载力模型　生态承载力是指一个区域实际提供给人类的资源和产品折合为所有生物生产土地面积的总和。其计算方法是将区域内各类生物生产土地面积乘以均衡因子和产量因子后,求得区域总生态承载力。计算公式为:

$$EC=N\times\sum a_j\times r_j\times y_j \quad (2)$$

$$REC=(1-12\%)EC \quad (3)$$

式中:EC——人均生态承载力($hm^2$);$N$——区域总人口数;$a_j$——实际人均占有的第 $j$ 类生物生产土地面积;$r_j$——均衡因子;$y_j$——产量因子;REC——有效生态承载力,即生态承载力计算时扣除了 12%的生物多样性保护面积。

2.1.3　土地生态压力指数　通过比较区域生态足迹与生态承载力,可进行区域生态安全分析,进而判断土地生态利用状况是否处于安全状态。如果生态足迹超过了区域所能提供的生态承载力,就出现生态赤字,反之,则表现为生态盈余。结合前人研究结

果[15]，提出区域土地生态压力指数，即某一地区可更新人均生态足迹与生态承载力的比率，可反映区域生态环境的承压状态，划分标准详见表 1[16]，评价模型为：

$$ED=EF-EC;\quad ETI=EF/EC \tag{4}$$

式中：ED——人均生态赤字水平；EF——人均生态足迹；EC——人均生态承载力；ETI——土地生态压力指数。

表 1 生态压力指数的等级划分标准[16]

| 指数区间 ETI | 表征状态 | 土地生态安全特征描述 |
|---|---|---|
| 0<ETI≤0.50 | 很安全 | 生态承载力远大于人均生态足迹，土地生态环境好，系统结构完整，服务功能完善，受干扰易恢复 |
| 0.50<ETI<1.00 | 较安全 | 生态承载力略大于人均生态足迹，土地生态安全较好，生态系统结构较完整，功能基本完善，干扰后可恢复 |
| ETI=1.0 | 安全 | 生态承载力大于或等于人均生态足迹，土地生态环境较差，功能已有退化，能基本维持，干扰后易恶化 |
| 1.00<ETI≤2.00 | 较不安全 | 生态承载力小于人均生态足迹，土地生态环境恶劣，生态系统结构破坏较大，系统功能不全，干扰后恢复困难 |
| ETI>2.00 | 很不安全 | 生态承载力远小于人均生态足迹，土地生态系统环境脆弱，服务功能退化严重，需生态恢复和重建较为困难 |

### 2.2 数据来源

根据数据可获性的原则，选取评价时段为 1997—2011 年。统计数据来源于《宁波市镇海区统计年鉴》[11]，其中部分土地数据来源于 1997—2011 年土地利用变更数据[16]，以及镇海区相应社会经济发展公报。有关全球平均产量数据则参考已有研究结果[4]。

## 3 计算结果与分析

### 3.1 土地生态安全计算结果

土地生态安全状态计算需要对作物产量进行转换，有关生态盈亏转换因子将借鉴已有研究[4-5]。其中，均衡因子取值：化石能源地和森林为 1.10，耕地和建设用地为 2.80，牧草地为 0.50，水域为 0.20；产量因子取值：耕地和建设用地为 1.66，林地为 0.91，牧草地为 0.19，水域为 1.00，化石原料用地为 0。生态足迹由生物资源和能源消费两部分组成，其中：生物资源由农产品、动物产品、林产品和水产品组成，而能源消费则由液化石油气、煤气和电力等构成。通过对镇海区 1997—2011 年生态安全状况进行动态测度，得到镇海区生态足迹、生态承载力和生态盈亏状况（表 2—4）。

表 2 镇海区 1997－2011 年人均生态足迹情况 $hm^2$

| 年份 | 耕地 | 林地 | 草地 | 水域 | 化石能源用地 | 建筑用地 | 人均足迹 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1997 | 0.513 1 | 0.000 1 | 0.181 3 | 0.150 3 | 5.444 0 | 0.128 9 | 6.417 8 |
| 1998 | 0.490 3 | 0.000 1 | 0.202 5 | 0.156 4 | 6.880 7 | 0.133 4 | 7.863 4 |
| 1999 | 0.495 1 | 0.000 1 | 0.224 8 | 0.175 0 | 6.364 7 | 0.160 1 | 7.419 8 |
| 2000 | 0.426 3 | 0.000 1 | 0.230 7 | 0.179 1 | 6.039 7 | 0.164 1 | 7.040 0 |
| 2001 | 0.480 5 | 0.000 1 | 0.246 2 | 0.183 1 | 5.719 5 | 0.171 9 | 6.801 4 |
| 2002 | 0.396 4 | 0.000 1 | 0.278 8 | 0.162 3 | 5.750 7 | 0.184 6 | 6.772 9 |
| 2003 | 0.303 7 | 0.000 1 | 0.301 0 | 1.758 4 | 5.962 9 | 0.191 1 | 8.517 2 |
| 2004 | 0.246 2 | 0.000 1 | 0.307 3 | 0.140 9 | 6.506 3 | 0.255 8 | 7.456 7 |
| 2005 | 0.298 8 | 0.000 1 | 0.336 8 | 0.052 1 | 5.959 0 | 0.266 3 | 6.913 1 |
| 2006 | 0.277 4 | 0.000 1 | 0.428 5 | 0.045 9 | 5.981 1 | 0.276 8 | 7.009 8 |
| 2007 | 0.273 4 | 0.000 1 | 0.353 0 | 0.036 7 | 6.040 2 | 0.288 3 | 6.991 7 |
| 2008 | 0.298 2 | 0.000 2 | 0.377 7 | 0.036 0 | 6.095 8 | 0.294 9 | 7.102 9 |
| 2009 | 0.289 1 | 0.000 2 | 0.377 3 | 0.037 7 | 6.188 8 | 0.305 6 | 7.198 7 |
| 2010 | 0.228 8 | 0.000 2 | 0.388 9 | 0.040 6 | 6.325 7 | 0.318 2 | 7.302 5 |
| 2011 | 0.233 8 | 0.000 1 | 0.377 8 | 0.031 5 | 6.542 9 | 0.349 3 | 7.535 4 |

表 3　镇海区 1997－2011 年人均生态承载力情况　　$hm^2$

| 年份 | 耕地 | 林地 | 草地 | 水域 | 化石能源用地 | 建筑用地 | 人均承载力 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1997 | 0.211 0 | 0.015 2 | 0.000 0 | 0.001 1 | 0.000 0 | 0.109 6 | 0.337 0 |
| 1998 | 0.210 9 | 0.015 2 | 0.000 0 | 0.001 1 | 0.000 0 | 0.110 2 | 0.337 3 |
| 1999 | 0.208 8 | 0.015 0 | 0.000 0 | 0.001 1 | 0.000 0 | 0.110 0 | 0.335 0 |
| 2000 | 0.209 0 | 0.014 9 | 0.000 0 | 0.001 1 | 0.000 0 | 0.110 1 | 0.335 1 |
| 2001 | 0.208 4 | 0.014 8 | 0.000 0 | 0.001 1 | 0.000 0 | 0.110 0 | 0.334 4 |
| 2002 | 0.199 7 | 0.015 6 | 0.000 0 | 0.001 1 | 0.000 0 | 0.118 0 | 0.334 4 |
| 2003 | 0.158 6 | 0.021 3 | 0.000 0 | 0.001 1 | 0.000 0 | 0.133 3 | 0.314 3 |
| 2004 | 0.149 8 | 0.020 9 | 0.000 0 | 0.001 0 | 0.000 0 | 0.145 1 | 0.316 9 |
| 2005 | 0.136 3 | 0.019 6 | 0.000 0 | 0.000 9 | 0.000 0 | 0.160 1 | 0.316 8 |
| 2006 | 0.132 1 | 0.019 4 | 0.000 0 | 0.000 9 | 0.000 0 | 0.172 0 | 0.324 4 |
| 2007 | 0.126 6 | 0.019 2 | 0.000 0 | 0.000 9 | 0.000 0 | 0.179 6 | 0.326 2 |
| 2008 | 0.124 5 | 0.019 3 | 0.000 0 | 0.000 9 | 0.000 0 | 0.185 5 | 0.330 2 |
| 2009 | 0.120 5 | 0.019 2 | 0.000 2 | 0.001 6 | 0.000 0 | 0.190 1 | 0.331 6 |
| 2010 | 0.135 0 | 0.014 8 | 0.000 0 | 0.000 9 | 0.000 0 | 0.210 5 | 0.361 2 |
| 2011 | 0.131 3 | 0.014 7 | 0.000 0 | 0.000 9 | 0.000 0 | 0.215 4 | 0.362 4 |

表 4　镇海区 1997－2011 年人均生态足迹、生态承载力及生态赤字情况

| 年份 | 人均生态足迹 | 人均生态承载力 | 人均生态赤字 | 生态压力指数 |
|---|---|---|---|---|
| 1997 | 6.417 8 | 0.337 0 | 6.080 8 | 19.04 |
| 1998 | 7.863 4 | 0.337 3 | 7.526 1 | 23.31 |
| 1999 | 7.419 8 | 0.335 0 | 7.084 8 | 22.15 |
| 2000 | 7.040 0 | 0.335 1 | 6.704 9 | 21.01 |
| 2001 | 6.801 4 | 0.334 4 | 6.467 0 | 20.34 |
| 2002 | 6.772 9 | 0.334 4 | 6.438 5 | 20.25 |
| 2003 | 8.517 2 | 0.314 3 | 8.202 9 | 27.10 |
| 2004 | 7.456 7 | 0.316 9 | 7.139 8 | 23.53 |
| 2005 | 6.913 1 | 0.316 8 | 6.596 4 | 21.82 |
| 2006 | 7.009 8 | 0.324 4 | 6.685 4 | 21.61 |
| 2007 | 6.991 7 | 0.326 2 | 6.665 5 | 21.43 |
| 2008 | 7.102 9 | 0.330 2 | 6.772 7 | 21.51 |
| 2009 | 7.198 7 | 0.331 6 | 6.867 1 | 21.71 |
| 2010 | 7.302 5 | 0.361 2 | 6.941 3 | 20.22 |
| 2011 | 7.535 4 | 0.362 4 | 7.173 0 | 20.79 |

注:生态压力指数为生态足迹与生态承载力之比。其余单位为 $hm^2$。

### 3.2　土地生态安全结果分析

3.2.1　**生态足迹变化分析**　从表 2 可知,镇海区人均生态足迹从 1997 年 6.417 8 $hm^2$ 增加到 2011 年的 7.535 4 $hm^2$,生态足迹在 15 a 间增加了 1.117 6 $hm^2$,年均增加 0.074 5 $hm^2$。在生态足迹用地的 6 大组成部分中,化石能源用地和建设用地所占比重最大。生态足迹各组成部分面积占土地类型面积越大,则表明该类型土地对生态足迹的累积贡献率越大。据此原则分析发现,在研究期内镇海区化工能源用地和建筑用地足迹贡献比例在 70%以上,其中化工能源用地生态足迹比例最高,其次是建筑用地。通过分析典型年份(2011 年)发现,各类型足迹用地比例从高到低顺序依次为:化石能源用地>建筑用地>耕地>林地>水域>草地。分析可知,镇海区人均生态足迹特征始终处于高位且呈小幅增长趋势,反映出港口化工产业发展对城镇建设的影响,特别是重化工产业用地布局增加导致对化石燃料使用需求上升;而建设用地足迹的增加主要源于当地居民收入生活水平的提高,对居住用地、动物产品和各类服务用地需求增加有关。

3.2.2　**生态承载力变化分析**　从表 3 可知,镇海区在研究期间内人均生态承载力呈小幅波动递增趋势,从 1997 年的 0.337 0 $hm^2$ 增加到 2011 年的 0.362 4 $hm^2$,期间合计增加 0.025 4 $hm^2$,年均增幅 0.001 7 $hm^2$。与生态足迹组成相对应的是生态承载力由耕地、草地、林地、水域、化石能源用地和建设用地共同构成。通过分析 2011 年典型年份可知,建设用地承载力比例最高,占整个生态承载力的 60%,其次是耕地,比例为 36%,其他类型土地承载力比例不到 4%。从研究时段分析,各类型土地生态承载力保持在相对稳定水平,以建设用地和耕地承载力为主。总体而言,港口型区域承载力水平总体较低,且承载力提高幅度有限。特别是发展化工产业和物流贸易对资源需求已超过区域土地生产承载能力,而当地自然资源量已不能满足其发展需求,要同时维持港口与城镇的土地生态安全持续运行动力来自两方面:一是继续依

靠消耗本地区自然资源存量;二是需要购买区域外自然资源以弥补本地区生态承载力的不足。

3.2.3 生态赤字与生态压力指数变化分析 根据表4可知,在研究期内镇海区生态足迹值始终大于生态承载力值,其生态赤字平均值为7.222,存在明显的生态赤字现象,且维持在较高水平,年变化幅度较小,局部波动但总体呈逐年上升趋势。生态压力指数作为生态赤字的延伸,反映了土地资源生态足迹需求与生态承载力的比例关系,指数越大说明该区域土地生态压力越大,反之亦然。从上述计算结果可知,镇海区生态压力指数平均值为21.72,按照表1划分结果,表明镇海区当前土地生态处于极不安全状态。且从时间序列看,在研究期内土地生态压力指数一直维持在较高幅度,说明该区域生态环境一直处于较为恶劣状态。究其原因,是由于镇海作为港口型城镇以化工产业发展模式为核心,致使资源需求与本地资源环境供给能力之间存在突出矛盾,也表明了区域土地生态系统处于超负荷利用状态,社会发展面临严峻的生态环境压力,土地利用可持续发展还需进一步强化[17]。

## 4 土地生态安全变化影响因素分析

由于镇海港特殊的地理位置容易使其扩大在城镇以外的需求,较内陆型城镇具有明显优势,港口区位优势使港口城镇经济辐射能力大幅增强,产业发展对城镇腹地需求大幅增加。镇海区作为港口型城镇,利用港口独特运输成本优势,大力建设重化工、仓储物流和加工贸易等基地,对原煤、燃料油、汽油等不可再生能源需求剧增,易使该地区配套资源消耗大幅增加而提高了本地生态足迹值。从生态足迹构成变化发现镇海区土地生态处于很不安全状态,主要是受到城镇化发展、重化工产业建设和居民消费结构调整等不同因素影响。

### 4.1 港口城镇建设发展因素

镇海区作为中转型港口型城镇,其港口直接相关产业包括航运、集疏运、仓储等;而港口间接相关产业有贸易以及港口派生产业如金融、保险、房地产、餐饮、商业等[17],这些产业发展用地需求直接影响了区域土地生态安全。一方面镇海区处于港口地区,随着各类产业不断发展,对各类用地需求也随之增加,特别是城镇建设用地规模大幅拓展,从1997年50 $km^2$到2011年的104 $km^2$,15 a间增加了54 $km^2$,而大规模的城镇化建设不可避免地占用耕地、林地和草地等生态用地资源,生态用地面积的减少使得区域耕地承载力水平大幅降低。另一方面,城镇基础工程建设项目的推进,直接导致热力和电力资源消耗水平大幅增加,间接提高了区域人均生态用地需求。因而,由于城镇化导致建设用地增加和生态用地减少,最终使得港口型城镇出现严重的生态赤字,是港口型城镇区域土地生态风险的主要来源。

### 4.2 港口重化工产业发展因素影响

港口独特的地理位置使港口对要素集中产生较强的吸引力和凝聚作用,且具有明显交通运输区位优势,使港口城镇成为重化工业的优先投资区域。镇海区正是基于这些区位和资源优势,为其发展重化工产业发展奠定了基础。同时作为加工型城镇,因重化工产业发展需要消耗大量的原煤、燃料油和液化气等原料,而这些基础性原料的大规模消耗导致其生态足迹贡献比例持续上升。在2011年,原煤人均值为18.27 t、燃料油2.96 t、液化气为0.022 t,远高于其他内陆城镇[17]。究其原因,是由于镇海区发展以化工能源为核心的产业,使其化工能源用地生态足迹比例远高于其他用地,使其占总量的70%以上。因此,重化工产业能源消耗所增加的人均生态足迹是港口型城镇土地生态安全风险维持高位的重要原因。

### 4.3 港口居民消费结构调整因素

港口城镇社会经济发展增加居民收入的同时,也导致当地居民消费结构的变化,主要体现在动物产品和农产品消费比例发生了转变。一是以肉类为主的动物产品消费结构呈逐渐增加趋势。在1997—2011年动物产品人均生态足迹为0.363 $hm^2$增加到0.756 0 $hm^2$,增长幅度为0.339 0 $hm^2$,年均增加规模为0.028 4 $hm^2$。究其原因,是当地居民收入水平增加,对肉食需求明显增加,当然居于港口区位优势,海产品依然是当地居民的动物产品来源之一,但不占主导地位;二是以谷物类为主农产品生态足迹则明显减少,从1997年的人均0.183 0 $hm^2$降低到2011年的0.083 0 $hm^2$,合计减少0.100 0 $hm^2$,年均减少0.006 6 $hm^2$,其变化主要归结于动物产品替代了不用农产品的需求。而从农产品和动物产品的消费结构变化中可知,动物产品所代表草地用地增幅大于以谷物为代表的农产品变化。基于此,以动物产品为代表的草地和以农产品代表的耕地形成的差额值,是影响港口型地区生态足迹变化的重要因素。

## 5 结 论

(1) 1997—2011年镇海区人均生态足迹和人均生态承载力都呈小幅增长,但两者数值差额明显,生态足迹远高于生态承载力,土地生态安全一直处于高赤字状态。

(2) 研究区生态赤字与生态压力指数都处于高

位状态且同步延伸，土地生态系统处于很不安全状态。其中，由城镇化发展和化工产业布局引起的化石燃料用地和建设用地规模增长是主要影响因子，而城镇居民消费结构调整是辅助因子。

（3）尽管港口城镇具有比较优势，但其存在高生态赤字与高生态压力风险，为提高港口城镇土地生态安全，首先，需要协调港城关系，提高港口产业规划布局，合理规划各类产业用地；其次，发展可再生能源，利用港口优势，提高可再生能源在经济建设中使用比重，降低化石能源比重；第三，优化居民消费结构，增加港口城镇生态用地比例，提高港口区域土地生态系统承载力。

（4）由于镇海港口的土地生态系统一直处于不安全状态且维持高位赤字，这与港口海洋经济发展密切相关，存在大规模国际和区域经济贸易，然而原煤、燃料油和天然气等能源消耗所带来的生态压力不完全由港口资源加工地来承担，在现实中往往由化石能源消费地区承担，导致港口土地生态安全存在“虚高”现象。因此采用生态足迹模型对港口型城镇进行土地生态安全评价时，港口化工产业应以区域实际消费量还是以本地实际生产的资源量来核算，将是港口型城镇土地生态安全研究的重要方向。

[ 参 考 文 献 ]


[1] 李玉平，蔡运龙. 河北省土地生态安全评价[J]. 北京大学学报：自然科学版，2007，43(6)：784-789.

[2] 张虹波，刘黎明. 土地资源生态安全研究进展与展望[J]. 地理科学进展，2006，25(5)：77-85.

[3] Costanza R. The value of the world's ecosystem service and natural capital [J]. Nature, 1997, 387(15)：253-260.

[4] Wackernagel M, Rees W E. Our Ecological Footprint: Reducing Human impact on the earth [M]. Gabriola Island: New Society Publishers, 1996：15-19.

[5] 曲哲，任家强，李红丹，等. 基于生态足迹的朝阳市土地生态安全研究[J]. 中国人口·资源与环境，2011，21(3)：459-461.

[6] 杨伟，宗跃光. 现代化港口城市港城关系的建设[J]. 经济地理，2008，28(2)：209-213.

[7] 刘波，成长春. 基于滩涂资源生态保护的江苏沿海港口群开发模式研究：以盐城港口群开发为例[J]. 国土与自然资源研究，2011(6)：33-35.

[8] 李智国，杨子生. 中国土地生态安全研究进展[J]. 中国安全科学学报，2007，17(12)：5-13.

[9] 新华社. 国务院正式批复《浙江海洋经济发展示范区规划》[EB/OL]. (2011-03-02)[2012-08-05]. http://www.gov.cn/jrzg/2011-03/02/content_1814630.htm.

[10] 镇海新闻网. 镇海概况[EB/OL]. (2009-09-29)[2011-05-06]. http://zh.cnnb.com.cn/zhnews4024/zhgk/zh_zhkg/20090929094625.htm.

[11] 宁波市统计局. 宁波市统计年鉴 1997—2011 年[M]. 北京：中国统计出版社，2012.

[12] Mathis W, William E R. Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth [M]. Gabriola B C. Canada: New Society Publishers, 1996.

[13] 刘红娇，常胜. 基于生态足迹的土地利用可持续性评价[J]. 湖北民族学院学报，2008，26(2)：237-240.

[14] 王晓明，许玉，钱翌，等. 土地开发整理的生态足迹评价：以浙江省淳安县为例[J]. 水土保持研究，2006，13(3)：192-194.

[15] 冯文斌，李升峰. 江苏省土地生态安全评价研究[J]. 水土保持通报，2013，33(2)：285-290.

[16] 赵先贵，马彩虹，高利峰，等. 基于生态压力指数的不同尺度区域生态安全评价[J]. 中国生态农业学报，2007，15(6)：135-136.

[17] 刘秉镰. 论港口城市的经济发展[J]. 天津社会科学，2000(6)：59-62.