

# 基于公里格网的中国入地关系紧张度定量模拟

王黎明, 张少辉, 张大泉

(中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101)

**摘要:** 入地关系紧张度是定量描述人类社会经济活动压力超过自然地理环境承载力所导致的人地关系紧张程度的量值。借鉴生态足迹模型的思想, 分别从消费和生产角度对人类活动压力状况进行分析, 构建人类活动压力模型; 同时借鉴土地承载力模型概念, 通过均衡因子、生产因子对自然承载力进行标准化处理, 并通过城市、交通等人文要素对其进行修正, 构建环境承载力模型; 然后结合环境承载力及人类活动压力分析, 建立基于公里格网数据平台的中国人地关系紧张度综合分析模型, 实现在比行政单元尺度小的空间粒度水平上对中国人地关系空间差异状况进行定量模拟。

**关键词:** 入地系统; 环境承载力; 入地关系紧张度; 公里格网

**文章编号:** 1000-0585(2007)03-0425-10

## 1 引言

入地关系是地理学家长期以来关注的核心命题之一<sup>[1]</sup>。“入地关系紧张”作为描述一定地域的入地关系状况, 已成为使用频率较高的术语。然而, 如何在空间上定量表达入地关系紧张程度却是长期困扰入地系统研究者的难题。所谓入地关系紧张度, 就是定量描述人类社会经济活动压力超过自然地理环境承载力所导致的人地关系紧张程度的量值。换言之, 入地关系紧张度是反映“人”对“地”以及“地”对“人”双向作用的具有综合意义的定量指标。

地理学领域内众多的研究成果, 均可认为与入地关系研究存在关联<sup>[2]</sup>。然而, 与入地关系紧张度定量表达最为密切的研究, 主要是围绕“耕地—食物—人口”展开的土地生产潜力与土地承载力研究<sup>[3~6]</sup>、基于资源环境价值化的可持续发展定量评价指标研究<sup>[7~10]</sup>和生态足迹研究<sup>[11~13]</sup>等。土地生产潜力及土地承载力侧重于自然地理要素对人类社会经济活动支撑作用的研究<sup>[14]</sup>, 为本文解决“地”对“人”的支撑作用分析奠定了重要基础; 生态足迹研究综合考虑了自然地理要素与人类活动两个方面, 并且以面积单位作为生态占用或生态赤字的基本计算单位, 易于理解, 为本文解决“人”对“地”的压力分析提供了均衡因子等重要参数。

定量化、空间化的入地关系紧张度表达方法将为我们认识入地关系状况奠定重要的基

收稿日期: 2006-11-15; 修订日期: 2007-03-18

基金项目: 国家自然科学基金项目“资源价值化区域响应机理与对策”(49971029); 国家自然科学基金重点项目“空间组织与空间效率的基础理论研究”(40635026); 国家“十五”科技攻关项目(2004BA608B-02-02); 中国科学院地理科学与资源研究所知识创新工程主干科学计划课题“区域可持续发展时空数据集成与数值模拟平台”

作者简介: 王黎明(1963-), 男, 研究员, 博士, 四川邻水人。主要研究方向为区域发展与GIS。

E-mail: wanglm@igsnrr.ac.cn

础, 也可为人地系统调控提供分析评测的重要手段。然而, 目前上述研究大部分是在行政单元尺度上进行的。本文试图通过建立基于公里格网的中国人地关系紧张度综合分析模型, 在公里格网尺度上对中国的人地关系状况进行定量模拟。

2 数据平台及模型构建

2.1 公里格网数据平台构建及其意义

地理格网是指按一定的数学法则对地球表面进行划分而形成的网格。而公里格网则是以纵、横坐标间距各为 1km 构成的网格。基于公里格网数据平台建立人地关系紧张度综合分析模型, 其目的是以面积 1km<sup>2</sup> 作为最小空间尺度单元定量表达人地关系的紧张状况。我们可以借用“空间粒度”这一概念, 来理解公里格网对认识人地关系空间分异格局的作用。空间粒度是景观生态学常用的术语, 指最小可辨识单元所代表的特征<sup>[15]</sup>。比如, 我们以省级行政单元作为基本单元研究中国省际间人地关系紧张状况的空间差异, 则省级行政单元就是该项研究所基于的空间粒度。很显然, 基于不同大小空间粒度的分析, 所揭示的地理事物空间差异性详尽程度是不同的。以公里格网作为分析人地关系紧张度差异最小可辨识单元, 其空间粒度大大小于行政单元, 所揭示的人地关系紧张度空间差异性相应地比基于行政单元的分析结果要详尽得多。同时, 空间粒度是可分出等级的。小尺度的粒度可以聚合为大尺度的粒度。若干公里格网单元可以聚合而成一个行政单元。基于公里格网的人地关系紧张度定量模拟, 可为不同尺度人地关系紧张状况空间差异性分析奠定重要的基础。

2.2 人地关系紧张度模型框架构建

本文从人地关系地域系统的角度, 结合有关土地承载力、生态足迹的研究, 构建了如下基于公里格网的人地关系紧张度分析框架 (图 1)。

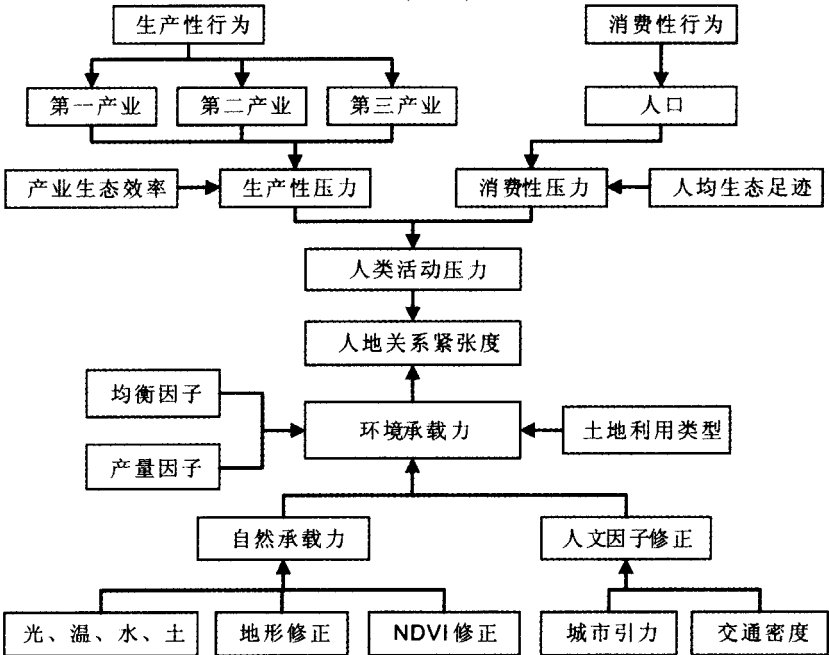


图 1 人地关系紧张度分析框架

Fig. 1 Analysis framework of man-land tensiity

图 1 上部是人类活动对地理环境的作用力，表示人类活动对地理环境造成的压力状况，我们称之为“人类活动压力 (Man Pressure, 缩写为 MP)”。图 1 下部是地理环境对人类活动的作用力，表示地理环境对人类活动的支撑状况，我们称之为“环境承载力 (Environment Carrying-Capacity, 缩写为 EC)”。在该框图中间为“人地关系紧张度 (Man-Land Tensity, 缩写为 MLT)”，是人地关系紧张程度综合的定量表达。

2 3 人类活动压力模型

人类活动对自然环境产生的压力来源于人类的两种行为，一种是消费行为，另一种是生产行为。本文从生产和消费两个角度进行人类活动压力的模拟，用基于人口数量计算的生态足迹和基于 GDP 计算的生态足迹来分别代表基于人类的消费行为产生的人类活动压力 (Consumption Pressure, CP) 与基于人类的生产行为产生的人类活动压力 (Production Pressure, PP)。则综合人类活动压力 (MP) 的计算模型如下：

$$MP = (PP \times W_{PP} + CP \times W_{CP}) \tag{1}$$

$$CP = ef \times D \tag{2}$$

$$EP = \sum_{i=1}^3 (GDP_i \times EF_i) \tag{3}$$

(1) 式中  $W_{PP}$  代表人类生产性活动压力的权重， $W_{CP}$  代表人类消费活动压力的权重；(2) 式中  $ef$  代表人均生态足迹， $D$  代表人口；(3) 式中  $i$  表示第几产业， $EF$  表示万元 GDP 生态足迹。

2 4 环境承载力模型

环境承载力融合了地形、光、热、水、土、城市、交通等诸多因子的综合影响。传统的土地承载力分析侧重于光温水土等自然条件。本文在传统的土地承载力基础上引入了人文因子修正系数的概念，对自然承载力进行修正，得到环境承载力，用以综合反映地理环境对人类活动的支撑能力。

环境承载力的计算公式为： $EC = SC \times (1 + K_h)$  (4)

式中， $SC = Eq \times Yi \times NC$  (5)

$$K_h = \left[ \frac{HI - HI_{\min}}{HI_{\max} - HI_{\min}} \right] \tag{6}$$

$$HI = CI \times W_{CI} + TI \times W_{TI} \tag{7}$$

式(4)~(7)中， $SC$  表示标准化的自然承载力， $K_h$  表示人文修正系数， $Eq$  表示均衡因子， $Yi$  表示产量因子， $NC$  表示自然承载力。 $HI$  表示人文作用指数， $HI_{\max}$ 、 $HI_{\min}$  和  $HI_{\text{mean}}$  分别代表  $HI$  的最大值、最小值和平均值， $CI$  表示城市作用指数， $W_{CI}$  表示城市作用指数权重， $TI$  表示交通作用指数， $W_{TI}$  表示交通作用指数权重。

2 5 人地关系紧张度模型

人地关系紧张度的计算公式是： $MLT = \frac{MP - EC}{EC}$  (8)

(1)  $MLT = 0$  时，人类活动压力等于综合承载力，人类活动压力与其综合承载力相当，处于临界值。

(2)  $MLT > 0$  时，人类活动压力大于综合承载力，表示人类活动压力超过了其综合承载力水平，人地关系紧张。 $MLT$  值越大，人地关系紧张度越高。

(3)  $MLT < 0$  时，人类活动压力小于综合承载力，表示人类活动压力水平在其综合

承载力范围之内,人地关系协调。 $MLT$  值越小,人地关系协调度越高。

### 3 中国人地关系紧张度模拟

#### 3.1 基于公里格网的环境承载力的计算

环境承载力的模拟以自然承载力模拟为基础。首先将中国气象科学院全国 647 个台站 1961~2000 年累年平均太阳辐射、气温、降水等实测数据<sup>①</sup>,通过空间插值方法<sup>②[16]</sup>转化到公里格网平台上,并利用中国科学院资源环境科学数据中心全国 1km 格网 DEM 数据<sup>③</sup>,进行高度、坡度、坡向、纬度等校正<sup>④</sup>;在此基础上,使用 Thomthwaite 模型<sup>[17]</sup>,计算得到全国范围内的初级生产力;然后再运用中国科学院资源环境科学数据中心全国 NDVI 数据<sup>⑤</sup>,对初级生产力数据进行修正,将结果作为自然承载力数据。

本文引入生态足迹计算中的均衡因子 (Equivalence Factor) 和产量因子 (Yield Factor) 对自然承载力数据进行标准化处理。均衡因子是不同类型土地的潜在生产力之比。在不同年份中,它们会随着土地利用格局、区域技术等因素的变化而有所不同。Wackernagel M 利用联合国粮农组织全球农业生态区 (GAEZ) 及国际应用系统分析学会 (IIASA) 估计的土地最大潜在农作物产量的相关数据,来计算各类土地的均衡因子。其研究结果显示,在过去 40 年中均衡因子只发生轻微调整。目前大多数学者采用的均衡因子,多为 Wackernagel M 的这一均衡因子<sup>[18]</sup> (见表 1)。结合中国科学院资源环境科学数据中心全国 1km 格网土地利用类型数据<sup>⑥</sup>,本研究对上述均衡因子进行了进一步的细化,对诸如耕地中的水田、旱田,草地中的不同覆盖度,在均衡因子值的大小上做了区分。产量因子指不同区域土地的生产力之比。目前国内大多数学者<sup>[19~22]</sup>在进行全国或省市生态承载力计算时,多采用基本类似的产量因子 (见表 2)。本文在公里格网空间粒度水平上,引用表 1 和表 2 中的均衡因子和产量因子,按照公式 (5) 计算得到标准化的自然承载力。标准化自然承载力既考虑了不同土地利用类型的承载力差别,也考虑了光热水等气候要素决定的土地初级生产力状况,因而可以基本反映地理环境子系统的自然承载力状况。

表 1 均衡因子

Tab 1 Equivalence factor

	化石燃料用地	建筑用地	耕地	草地	森林	水域
均衡因子	1.1	2.8	2.8	0.5	1.1	0.2

资料来源:整理自参考文献 [18]

表 2 产量因子

Tab 2 Yield factor

	耕地	草地	森林	CO <sub>2</sub> 吸收	建筑用地	海洋
产量因子	1.66	0.19	0.91	0.00	1.66	1.00

资料来源:整理自参考文献 [10]

前人对于土地承载力研究往往就此得出结果<sup>[23~25]</sup>,即以自然承载力代表土地的承载力。这对于以食物产出量为计算目标的土地承载力研究而言是适合的。现实生活中的地理

①国家“十五”科技攻关项目第二课题第二子课题 (2004-BA608B-02-02):《基于公里格网的中国可持续发展空间态势分析研究报告》. 2005.

②田永中. 中国科学院研究生院博士学位论文:基于栅格的中国陆地生态系统食物供给功能评估. 2005.

③中国科学院资源环境科学数据中心网站 <http://www.resdc.cn>

环境是一个受人类活动高度影响的地理环境。地理环境的综合承载力状况研究,既要考虑受光热水条件影响的自然承载力因素,也要考虑城市、交通等人文因素对地理环境综合承载力的影响。城市是受人类活动高度影响的区域,是人类生产和生活的集聚区。其人口容纳量和对人类活动的承载能力较农村地区要大得多。交通作为基础设施的一部分,使得原有的地理环境面貌发生了重大改观,同时使得人类为维持生活、生产活动而进行的资源获取范围更广,能力更强。本次研究,使用国家统计局 2000 年城市统计年鉴的各市城镇人口和 GDP 数据<sup>①</sup>,通过城市潜力模型<sup>[26]</sup>计算得到城市作用指数;根据中国科学院资源环境科学数据中心陆路交通线路数据<sup>②</sup>,对不同级别的道路网进行道路密度的计算得到交通作用指数。在自然承载力的基础上,引入城市、交通等人文要素对自然承载力作人文修正,按公式(4)~(7)计算得到的环境承载力结果如图版 1 图 2 所示。

从图 2 可以看出,环境承载力的东西差异明显。良好的自然条件,加之城市数量与交通密度上的优势,使得我国中东部的环境承载力水平明显高于西部地区。

### 3.2 基于消费行为的人类活动压力模拟

人是人地关系中人类活动的主体。人口的分布对于人类活动压力有着重要的作用。从消费角度,人口分布和个人消费方式的不同决定着人类活动压力的大小。根据徐中民等的研究<sup>[10]</sup>,我国 1999 年的生态足迹,折合成均衡面积为 1.3255 公顷/人。假设每个人的生活水平相同,即每个人对环境的压力水平相等,则人口的分布决定了基于人口的人类活动压力。本文使用国家统计局 2000 年县级行政单元城镇人口和农村人口统计数据<sup>③</sup>,根据人口离散化模型<sup>[27]</sup>进行空间离散化处理,得到全国公里格网人口密度分布图。在此基础上,按照公式(2)计算得到基于消费行为的全国人类活动压力分布如图版 1 图 3 所示。

从图 3 中可以看出,人类活动压力的高值区集中在华北平原、四川盆地、东南沿海等地,尤其是城市地区,这显然是与人口的分布一致,也反映了人类活动压力的基本格局。

### 3.3 基于生产行为的人类活动压力模拟

国内生产总值(GDP)是指一个国家或地区范围内一定时期生产最终产品和提供劳务价值的总和<sup>[28]</sup>。GDP 数据反映的是人类利用自然资源进行社会生产所创造的财富量,代表人类的生产行为。因而,GDP 是一个“生产性”的概念,它是反映一个国家或地区社会经济发展状况的一个重要指标。但 GDP 总量无法真实反映一个地区的人类活动压力状况,需要进一步按产业细分。如能源密集型的钢铁、化工等对地理环境产生的压力是十分巨大的;而技术密集型的信息、金融保险等产业对环境压力较小。刘建兴等<sup>[29]</sup>通过分析和计算各分产业对应所占用的建筑用地、交通用地、居民住宅用地、工矿用地、耕地、水域和能源地的生态足迹,对其进行分解计算,得到 1990~2000 年间全国第一、二、三产业的生态足迹及其生态占用强度(生态效率),并对经济发展与生态足迹的关系进行了研究。其中对于产业生态足迹的研究,揭示 1990~2000 十年间,由于中国 GDP 规模的增长,各产业所占用的生态足迹也有了不同程度的增长;而生态效率(每创造 1 万元 GDP 所需占用的生态足迹),除第一产业呈现先略有微弱增长并于 1998 年达到最大值 22.86  $\text{hm}^2/\text{万元}$ 后又略微回落的态势外,第二、三产业均呈现平稳下降态势。这表明我国总体的产业生态效率是在稳步提高的。根据刘建兴等的研究,2000 年全国产业生态效率数据

①国家统计局《2001 中国城市统计年鉴》及各市 2001 年统计年鉴。

②中国科学院资源环境科学数据中心。

③国家统计局《2001 年中国统计年鉴》及各省(市、自治区)2001 年统计年鉴。

如表 3 所示。

表 3 2000 年中国产业生态效率  
Tab 3 Ecological efficiency of various sectors of China in 2000

产业	第一产业	第二产业	第三产业
生态效率 (单位: hm <sup>2</sup> /万元)	22.59	2.28	0.93

资料来源: 整理自文献 [29]

本文使用国家统计局 2000 年全国县级行政单元 GDP 以及分产业 GDP 统计数据<sup>①</sup>, 按照社会经济统计数据离散化模型<sup>[26]</sup>进行空间离散化处理, 建立了全国基于公里格网的 GDP 总量数据以及第一、二、三产业 GDP 数据。利用公式 (3) 进行叠加计算得到全国基于生产行为的人类活动压力分布如图版 2 图 4 所示。

从上面的计算过程中, 我们不难看到, 区域经济规模的变化与产业结构的调整都会导致人类活动压力的变化。我们可以通过经济的预测数据和经济规划中的预期数据, 对研究区域未来的经济发展情况可能对资源环境造成的压力进行预测模拟。

3.4 我国人地关系紧张度模拟

首先将 3.2 与 3.3 计算的结果以及采用 AHP 法得到的  $W_p$  与  $W_q$  值代入公式 (1) 计算出综合人类活动压力  $MP$  的值, 再将  $MP$  的值与 3.1 计算的综合承载力结果代入公式 (8) 进行计算, 得到基于公里格网的中国入地关系紧张度分布图 (图版 2 图 5)。

从图 5 中可以看出, 我国的人地关系紧张度呈现出明显的区域差异, 东西差异明显超过南北差异。东中部地区是我国入地关系紧张度较高的地区, 呈现高压力、高承载力、高紧张度的“三高”态势, 而其中的华北地区更是我国面积最大的人地关系高紧张度地区。大部分的中西部地区, GDP 规模、人口规模相对东部地区要小, 但同时承载力要远远低于东中部地区, 呈现中高压、低中承载力、中高紧张度的分布状况。青藏高原区, 由于其特殊的地理环境状况, 地处高寒, 人迹罕至, 使其呈现低承载力、低压力、低紧张度的“三低”态势。

4 结论与展望

本文主要借鉴土地承载力模型、生态足迹模型的思想, 通过均衡因子、生产因子将自然承载力进行标准化处理, 并通过城市、交通等人文要素对其进行了修正, 得出环境承载力模型; 通过人口和 GDP 数据, 分别从消费和生产角度对人类活动压力状况进行分析, 构建了人类活动压力模型; 并进一步构建了中国人地关系紧张度模拟模型。

文章提供了一种对中国人地关系状况进行定量化、空间化模拟的思路和方法, 即在公里格网这一空间粒度上进行定量分析。模拟结果初步揭示了中国人地关系紧张状况的空间差异。中国人地关系紧张度高值地区呈点状及带状集中分布于人类社会经济活动最为集中的城市、城市周边以及产业集中的主要经济发展轴线上。珠江三角洲、长江三角洲和京津冀地区是人地关系紧张度最高的区域; 华北平原、两湖平原、四川盆地呈连续分布的中值区域; 西部地区生态环境脆弱, 入地关系紧张度高值区除城市及周边地区外, 主要分布于农牧交错地区。

更为精确的分析结果还需要考虑更多的因素, 比如利用基于公里格网的环境污染数

<sup>①</sup>统计数据整理自各省 (市、自治区) 2001 年统计年鉴及《2001 中国县 (市) 社会经济统计年鉴》。

据、矿产资源空间数据、更为细化的产业空间分布数据等, 本文暂时没有考虑这些因素, 有待今后进一步研究。同时, 为了所使用各数据间(特别是与土地利用数据)相互一致与匹配, 本研究使用的人口、GDP 数据截至 2000 年。

需要说明的是本文所构建的模型是建立在一个假设前提上的: 暂时没有考虑资源环境和社会经济要素的空间流动性对人地关系紧张状态的减弱或增强作用。比如东部地区经济发达区以及城市和郊区等区域如何通过资源流动性降低高紧张度状况。我们对基于资源环境和社会经济要素空间流动性的人地关系紧张度模拟研究正在进行之中。

## 参考文献:

- [1] 吴传钧. 论地理学的研究核心——人地关系地域系统. 经济地理, 1991, 11(3): 1~ 6
- [2] 刘彦随, 陈百明. 中国可持续发展问题与土地利用/覆被变化研究. 地理研究, 2002, 21(3): 324~ 330
- [3] 王黎明. 重庆地区土地人口承载力 SD 模型研究. 资源开发与保护, 1991, 7(3): 159~ 162
- [4] 陈百平, 等. 中国土地资源生产能力及人口承载力研究. 北京: 中国人民大学出版社, 1991
- [5] 曹明奎. 中国农业生态系统的生产潜力和人口承载力. 生态学报, 1993, 13(1): 83~ 90
- [6] 胡鞍钢. 人口与发展: 中国人口经济问题的系统研究. 杭州: 浙江人民出版社, 1989
- [7] 联合国, 等. 综合环境经济核算(SEEA, 2003). 高敏雪, 等译. 北京: 国家统计局资料, 2004
- [8] Hardi P, Barg S. Measuring sustainable development: Review of current practice, Occasional Paper Number 17 November 1997: 49~ 51
- [9] Cataned B E. An index of sustainable economic welfare (ISEW) for Chile Ecological Economics, 1999, 28: 231 ~ 244
- [10] 徐中民, 张志强. 可持续发展定量研究的几种新方法评介. 中国人口资源与环境, 2000, 10(2): 60~ 64
- [11] Wackernagel M, Onisto L, Bello P, *et al.* Ecological Footprints of Nations Commissioned by the Earth Council for the Rio+ 5 Forum Toronto: International Council for Local Environmental Initiatives, 1997. 4~ 12
- [12] 徐中民, 陈东景, 等. 中国 1999 年的生态足迹分析. 土壤学报, 2002, 39(3): 441~ 445
- [13] 李利锋, 成升魁. 生态占用——衡量可持续发展的新指标. 自然资源学报, 2000, 15(4): 375~ 382
- [14] 王黎明. 区域可持续发展——基于人地关系地域系统的视角. 北京: 中国经济出版社, 1998
- [15] 肖笃宁, 李秀珍, 等. 景观生态学. 北京: 科学出版社, 2003
- [16] 于贵瑞, 等. 中国陆地生态系统空间化信息研究图集. 气候要素分卷. 北京: 气象出版社, 2004
- [17] Zhang X S. The potential evapotranspiration index for vegetation and vegetation climatic classification. An introduction of main methods and PEP program. Acta Phytocologica Sinica, 1989, 13(3): 197~ 207
- [18] Wackernagel M. National natural capital accounting with the ecological footprint concept. Ecological Economics, 1999, 29(3): 375~ 390
- [19] 张志强, 等. 中国西部 12 省(区市)的生态足迹. 地理学报, 2001, 56(5): 599~ 610
- [20] 董泽琴, 孙铁珩. 2004 生态足迹研究——辽宁省生态足迹计算与分析. 生态学报, 2004, 24(12): 2735~ 2739
- [21] 白艳莹, 王效科, 欧阳志云, 等. 苏锡常地区生态足迹分析. 资源科学, 2003, 25(6): 31~ 37
- [22] 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, (10): 2257~ 2262
- [23] 高志强, 孙希华. 基于中国资源环境数据库的土地资源承载力研究. 中国人口·资源与环境, 2000, 10(增 2): 1 ~ 3
- [24] 党安荣, 阎守邕, 吴宏歧, 等. 基于 GIS 的中国土地生产潜力研究. 生态学报, 2000, 20(6): 910~ 916
- [25] 熊利亚, 夏朝宗, 刘喜云, 等. 基于 RS 和 GIS 的土地生产力与人口承载力——以向家坝库区为例. 地理研究, 2004, 23(1): 10~ 19
- [26] 彼得·尼茨坎普 主编. 区域和城市经济学手册. 北京: 经济科学出版社, 2001
- [27] Wang Liming, Wen Hui, Wang Ying. 1km grid spatial data platform for regional man-land system. The Proceedings of the China Association for Science and Technology, Vol 1. No 1. Beijing/ New York: Science Press, 2004. 663~ 666

[28] 高鸿业. 西方经济学. 北京: 中国经济出版社, 2002

[29] 刘建兴, 顾晓薇, 等. 中国经济发展与生态足迹的关系研究. 资源科学, 2005, 27(5): 33~ 39

## Modeling man-land tensivity of China based on 1km grid data

WANG Li-ming, ZHANG Shao-hui, ZHANG Da-quan

(Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China)

**Abstract:** Man-land tensivity, a value that quantitatively indicates the tension between human activity and physical environment, can be calculated by function with human pressure on the physical environment and environment carrying capacity to the human activity. A man-land tensivity model is put forward in this paper through three steps. Firstly, the Environment Carrying Capacity Model (EC) is built by using the idea of Land Carrying Capacity Model and Ecological Footprint Model for reference. EC comes from the physical capacity normalized by Equivalence Factor and Yield Factor, and modified by human factors of city distribution and transport network density. Secondly, integrating production and consumption, the Human Activity Pressure Model (MP) is set up with 1 km population and GDP data. Thirdly, the Man-Land Tensivity Model (MLT) is constructed based on EC and MP at 1km grid data platform. Compared with the previous research based on administrative region, 1km grid is smaller on grain size and it can present the more detailed areal differentiation. The result shows that, the high-value of man-land tensivity has a spot-shaped or belt-shaped distribution at cities or their suburbs or along the main economic axes, where the human activity is intense. The highest value area appears in the Pearl River Delta, the Yangtze River Delta and the Beijing-Tianjin-Hebei Metropolitan Region. The middle-value zones are distributed in North China Plain, the Two-Lake Plain (in Central China), Sichuan Basin, etc. The ecological environment is fragile in West China, where the human activity exists mainly in cities and the farming-pastoral zones, and here are distributed the high-value zones of man-land tensivity.

**Key words:** man-land areal system; environment carrying capacity; man-land tensivity; 1km grid



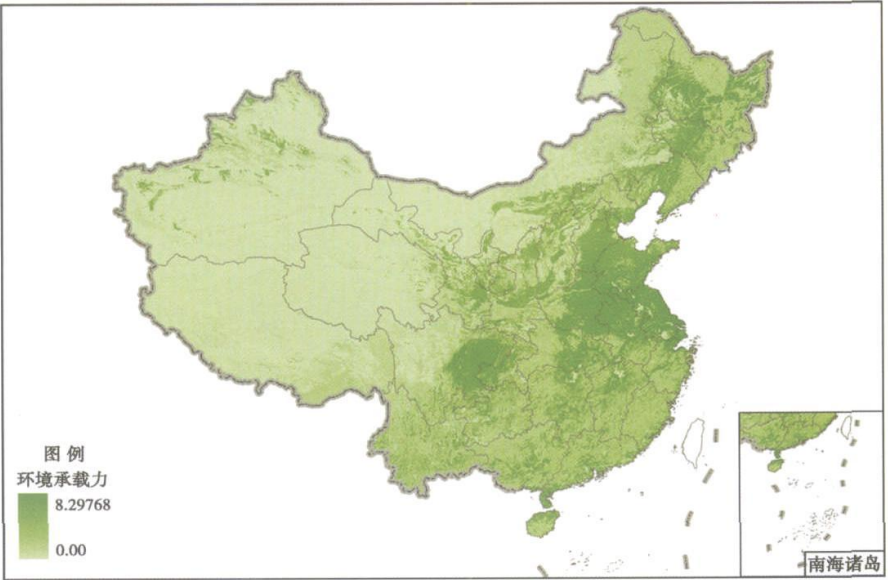


图 2 环境承载力(台湾及港澳地区无数据)  
Fig.2 Environment carrying capacity

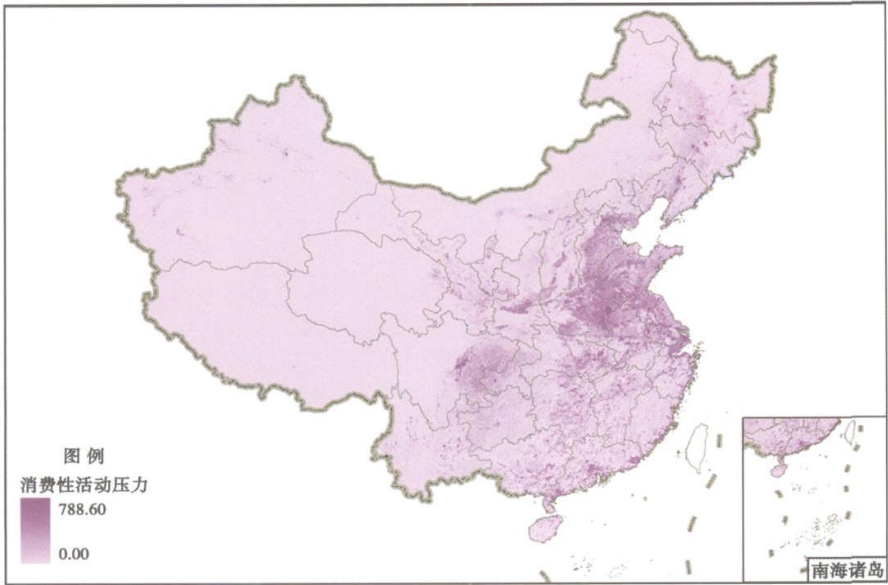


图 3 基于消费行为的人类活动压力图(台湾及港澳地区无数据)  
Fig.3 Man pressure based on consumption activity

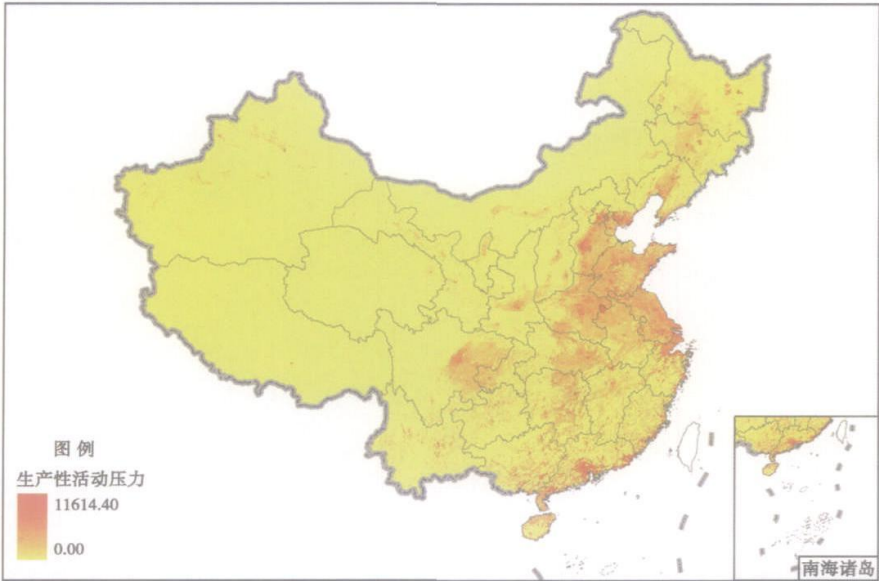


图 4 基于生产行为的人类活动压力图(台湾及港澳地区无数据)  
Fig.4 Man pressure based on production activity

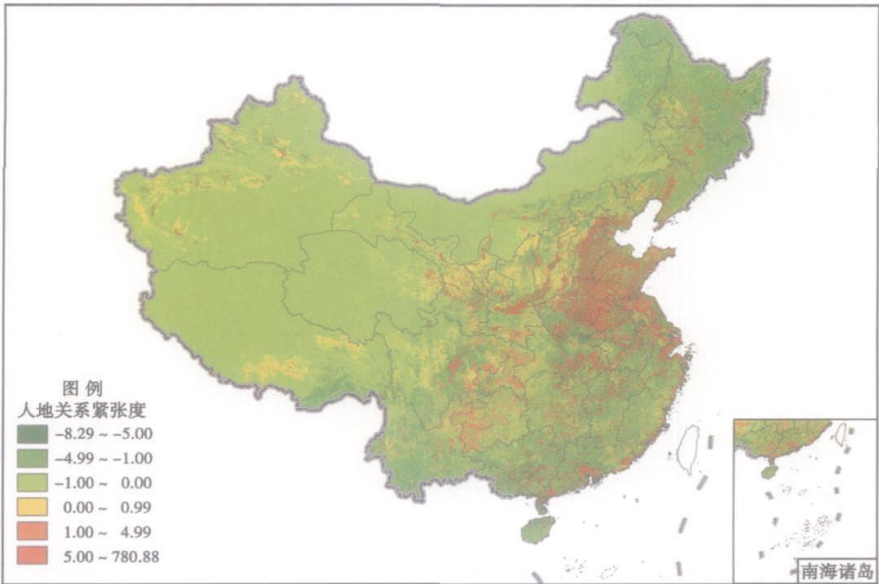


图 5 中国人地关系紧张度分布图(台湾及港澳地区无数据)  
Fig.5 Man-land relationship tensity of China