

快速城市化地区土地资源承载力空间分异研究

——以广东东莞市为例^①

王恒伟^{1,2}, 严金明², 陈 萌²

1. 西南大学 资源环境学院, 重庆 400716; 2. 中国人民大学 公共管理学院, 北京 100872

摘要: 土地资源承载力研究对区域未来产业选择与空间分布、建设发展规模控制、维护区域生态安全具有重要的实践意义. 论文以东莞市 32 个乡镇(区)为例, 从影响土地资源承载力的经济活动因素、社会活动因素、生态环境因素 3 个方面来构建 State-space 模型, 建立评价指标体系, 采用熵值法确定指标权重, 并采用聚类分析方法对东莞市土地资源承载力的空间差异进行研究评价. 结果表明, 东莞市土地资源的承载状况可以划分为 3 种类型, 区域土地资源承载力呈现出由中心城镇向周围逐渐减弱的空间分布特征, 极化效应促成了承载力现状, 城市化的快速发展加速了承载力格局形成, 规划的调控作用强化了承载力格局发展.

关键词: 土地资源承载力; 空间分异; 东莞市; 状态空间模型

中图分类号: F301

文献标志码: A

文章编号: 1673-9868(2016)11-0141-08

土地是人类生存与发展的重要自然资源, 但人均资源匮乏的基本国情与社会经济高速发展的时代特征, 使得我国资源、环境与经济社会可持续发展之间的矛盾日益突出. 土地资源承载力是指一定时空尺度范围内, 在一定的经济、社会、资源条件下, 土地资源所能承载人类活动的规模和强度的极限^[1]. 其范围不仅包括耕地, 还包括建设用地, 承载对象不仅包括承载人口数量, 还包括了人类的经济社会活动及对生态环境的影响. 承载力的研究起源于人口学、人口生物学和应用生态学^[2-3], 土地资源承载力作为其中一部分, 属于资源承载力的范畴^[4], 18 世纪末期以来, 西方学者就先后开展了对土地资源承载力的理论和实践研究^[5-9]. 其研究的重点在于土地资源生产力的可承载人口数量, 1990 年以来, 随着越来越开放的空间以及经济社会的快速发展, 越来越多的学者意识到, 以土地资源生产力来计算土地可承载人口数量的局限性^[10-14], 如何合理计算一个区域的土地资源承载力成为新的研究热点, 鉴于此, 笔者以东莞市为例, 对其各个乡镇(区)的土地资源承载力进行研究.

20 世纪 80 年代以来, 我国东南沿海处于快速发展时期, 特别是珠三角地区. 东莞市作为全国经济发展迅猛、土地资源短缺、用地需求与土地供给矛盾较集中的地区, 近年来经济加速发展, 很大程度上是建立在高能耗的基础上的, 可持续发展面临较大的挑战, 生态和经济方面都承受着巨大的压力, 各种资源环境问题也日渐暴露出来, 某些矛盾越来越尖锐. 本文以东莞市的 32 个乡镇(区)为研究区域, 根据影响土地资源承载力的指标, 建立状态空间模型, 对东莞市各个乡镇(区)的土地资源承载力进行评价和比较, 为差别

① 收稿日期: 2014-11-04

基金项目: 国家科技支撑计划项目(2012BAB11BOO); 国家社会科学基金重大项目(09&ZD047); 中央高校基本科研业务博士启动项目(SWU113071); 中央高校基本科研业务专项资金项目(XDJK2014C186); 中国博士后科学基金面上资助项目(2015M572435).

作者简介: 王恒伟(1985-), 女, 山东日照人, 讲师, 主要从事国土资源管理与国土规划的研究.

化的土地利用政策制定提供依据. 本研究对东莞市各个乡镇(区)未来产业选择与空间分布、发展规模控制、区域生态安全具有重要的实践意义.

1 方 法

1.1 研究区域

东莞市位于广东省中南部, 珠江口东岸, 东江下游的珠江三角洲地区, 地处东经 $113^{\circ}31'-114^{\circ}15'$ 、北纬 $22^{\circ}39'-23^{\circ}09'$. 北与广州市、惠州市为邻; 南与深圳市相连; 西与广州隔江相望; 东与惠州市接壤(图 1). 2010 年, 全市国内生产总值 4 246.25 亿元, 同比增长 10.3%. 人均地区生产总值 66 344 元. 而 1996 到 2010 年十五年间, 东莞市建设用地增加了 42 860 hm^2 , 占土地总面积的比例由 25.80% 提高到 43.35%.

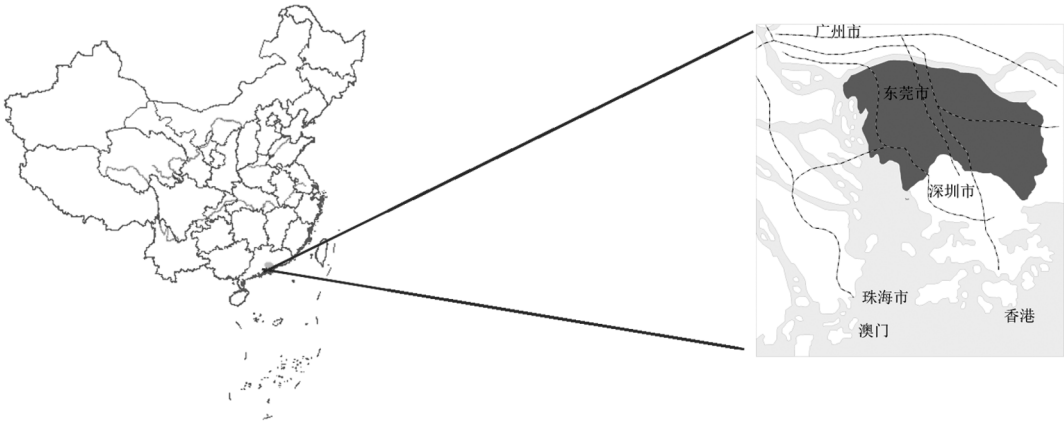


图 1 东莞市区位图

1.2 数据来源

本文中的土地方面的数据主要来源于东莞市土地利用变更调查数据(2010 年), 社会经济数据来源于东莞统计年鉴(2011 年)及 2011 年东莞市国民经济和社会发展统计公报, 人口数据来源于东莞市公安局及东莞市 2010 年第六次全国人口普查主要数据公报.

1.3 State-space 模型

影响土地资源承载力的因素可以概括为生态环境因素(X)、经济活动因素(Y) 以及社会活动因素(Z), State-space 模型是欧式几何空间用于定量描述系统状态的一种有效方法, 通常由表示系统各要素状态向量的三维状态空间轴组成, 利用状态空间法中的承载状态点, 可表示一定时间的区域内不同承载状况^[15-16]. 利用承载力在原点到空间的向量可以反映在一定时间, 一定区域内的承载力水平. 承载力和承载力 State-space 模型可以用图 2 来表达.

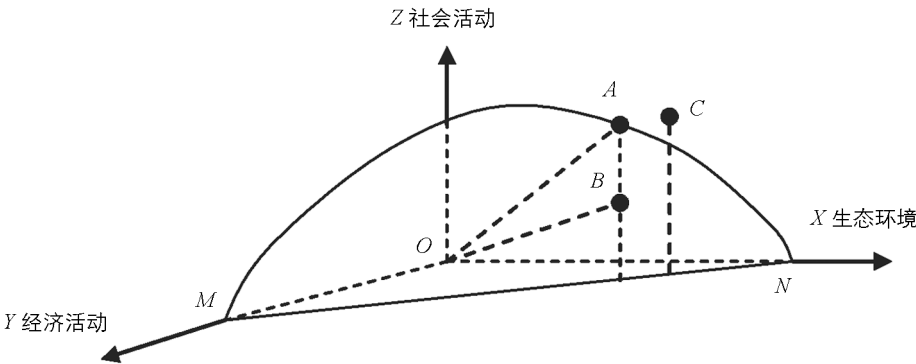


图 2 土地资源承载力及承载状况的状态空间模型

在上述模型中, 土地资源承载力可以用原点到承载面的向量模数 $|\vec{OB}|$ 来表示, 其数学表达公式为:

$$R=|M|=\sqrt{\sum_{i=1}^n x_i^2}$$

(1)

式中： R 为土地资源承载力的大小； x_i 为人类的社会、经济活动与生态环境因素的坐标值，具体表现为各种影响指标的数值； $|M|$ 为代表区域土地资源承载力的向量的模。

考虑到影响因素对土地资源承载力的影响程度的不同，公式可进一步改进为：

$$R=|M|=\sqrt{\sum_{i=1}^n w_i x_i^2}$$

(2)

式中： w_i 指 x_i 的权重。

2 东莞市土地资源承载力分析

2.1 选择影响因子

结合以前的学术成果^[14-18]，基于科学性、可操作性、层次性、动态性和完整性原则，结合 State-space 模型选择了经济、社会、生态环境三大类影响因子，共 16 项影响指标。

表 1 东莞市土地资源承载力影响指标及权重

目 标 层	因素层及权重	指 标	层	权 重
土地资源承载力(A)	经济影响因素(B1) 0.364 5	土地开发利用强度/％(C1)		0.018 2
		地均 GDP/(万元·m ⁻²)(C2)		0.053 1
		地均房地产产出/(万元·m ⁻²)(C3)		0.087 8
		地均固定资产投资/(万元·m ⁻²)(C4)		0.043 8
		GDP 增长与土地利用弹性系数(C5)		0.012 0
		五星级酒店数量(C6)		0.111 8
		可支配财政收入/万元(C7)		0.037 9
	社会影响因素(B2) 0.421 1	全员劳动生产率/(元·人 ⁻¹)(C8)		0.053 2
		城市化率(C9)/％		0.063 7
		城乡居民储蓄存款余额/万元(C10)		0.043 7
		人均建设用地面积/(m ² ·人 ⁻¹)(C11)		0.018 5
		人均公路面积/(m ² ·人 ⁻¹)(C12)		0.020 7
		人口密度/(人·km ⁻²)(C13)		0.122 6
		万人拥有病床床位数(C14)		0.098 7
	生态环境影响因素(B3) 0.214 4	森林覆盖率/％(C15)		0.079 5
		人均绿地面积/(m ² ·人 ⁻¹)(C16)		0.134 8

2.2 指标归一化

指标可以分为两种类型，一种为效益型指标，即指标越大土地承载力越大的指标；另一种为成本型指标，即指标越小土地承载力越大的指标。其计算公式为：

$$Z_{ij}=\frac{X_{ij}-X_{i\min}}{X_{i\max}-X_{i\min}}\ast 100(\text{当 } X_{ij} \text{ 为效益型指标时})$$

(3)

$$Z_{ij}=\frac{X_{imax}-X_{ij}}{X_{imax}-X_{imin}}\ast 100(\text{当 } X_{ij} \text{ 为成本型指标时})$$

(4)

2.3 确定权重

研究中应用熵值法确定指标的权重，熵值法是一种客观的赋值方法，可以避免主观影响的误差带来的影响，其计算公式表达如下：

1) 计算指标 i 的熵值 S_i

$$S_i=-k\sum_{j=1}^n Z_{ij}\ln Z_{ij}$$

(5)

式中： $k>0$ ， $k=1/\ln(n)^{[19]}$ ， n 指的是研究对象数量，此处 $n=32$ 。

2) 计算指标 i 的差异系数

$$T_i=1-S_i \tag{6}$$

3) 计算权重

$$W_i=\frac{T_i}{\sum_{i=1}^m T_i} \tag{7}$$

通过计算，东莞市 32 个乡镇(区)的土地资源承载力的权重值见表 1。

2.4 计算东莞市各乡镇(区)土地资源承载力

由公式 3 计算可得各个乡镇(区)的土地资源承载状况向量的模，由此来定义区域土地资源承载状况，各地区土地综合承载力的综合评价结果见图 3。

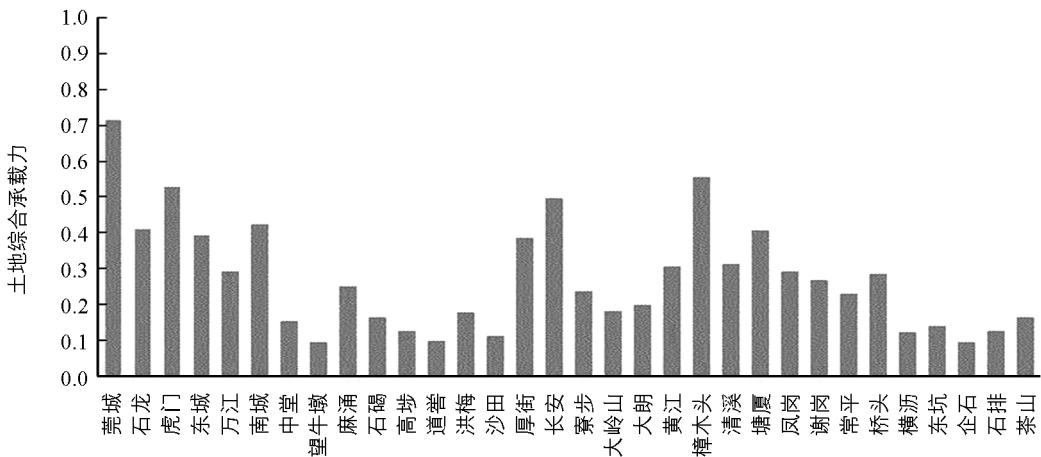


图 3 东莞市各乡镇(区)土地资源承载力综合评价值

3 结果分析

3.1 东莞市各乡镇(区)土地资源承载力空间梯度分析

对各个指标进行聚类分析(图 4)，先用 Z-Score 方法进行标准化，采用 ward’s method 和平方欧氏距离进行测度，其结果如下：

从图 4 可以看出，区域可以明显地被分为两大类，第一类为土地资源承载力指标相对高的区域；第二类为土地资源承载力指标相对低的区域。按照承载力水平的高低可将其进一步划分为 5 类。

通过对聚类分区示意图和综合评价示意图的分析对比叠加，同时参考相关研究和成果^[20-22]，同时进一步咨询有关方面的专家，结合区域开发具体情况，可以综合概括得到区域比较结果，将东莞市划分为如下 3 种类型区：

I 级，高承载力区。包括东城区、南城区、莞城区、厚街镇、塘厦镇、樟木头镇、石龙镇、虎门镇、长安镇、常平镇等 12 个镇。集中在东莞的中部发达地区，呈“M”字型连绵态势，区位条件优越，人才、资金、技术集聚度高，因此土地承载力水平较高。

II 级，中等承载力区。包括万江区、凤岗镇、桥头镇、清溪镇、谢岗镇、麻涌镇、黄江镇等 7 个镇，集中在东莞市的东西两侧。地理位置优越，承接发达地区人口和产业转移和扩散，将成为未来重要的承载区域。

III 级，低承载力区。东坑镇、中堂镇、企石镇、大岭山镇、望牛墩镇、横沥镇、沙田镇、洪梅镇、石排镇、石碣镇等 13 个镇。位于东莞市南部地区和北部地区，是生态发展区域，是维护都市区生态安全的天然生态绿道，未来主要发挥其生态承载功能。

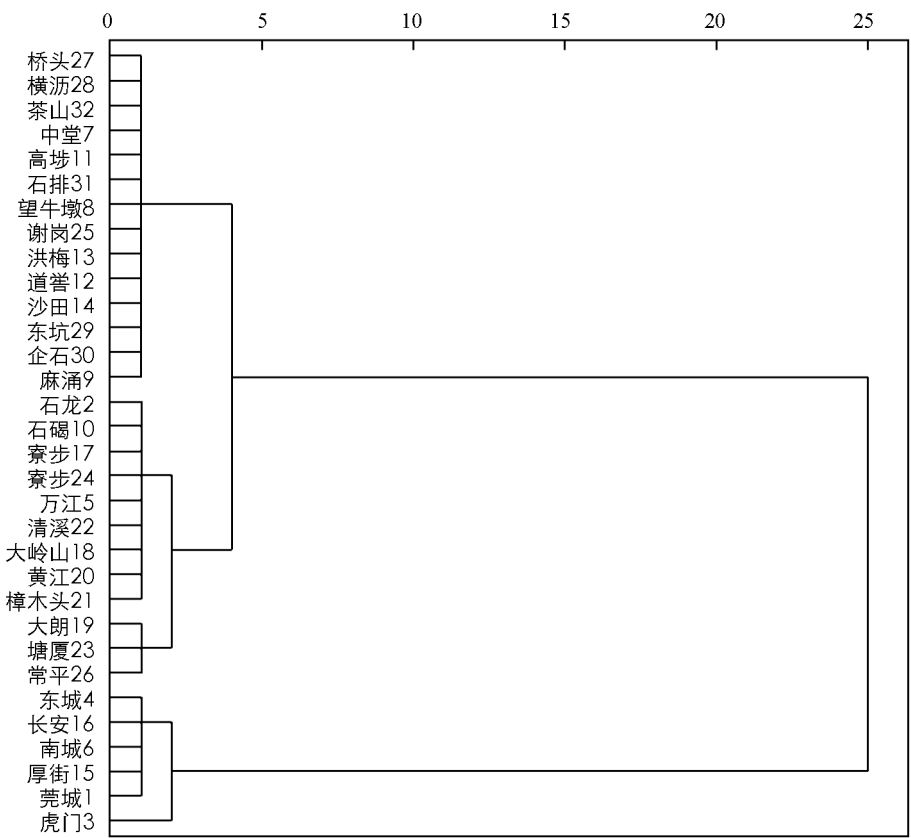


图 4 各指标聚类分析结果

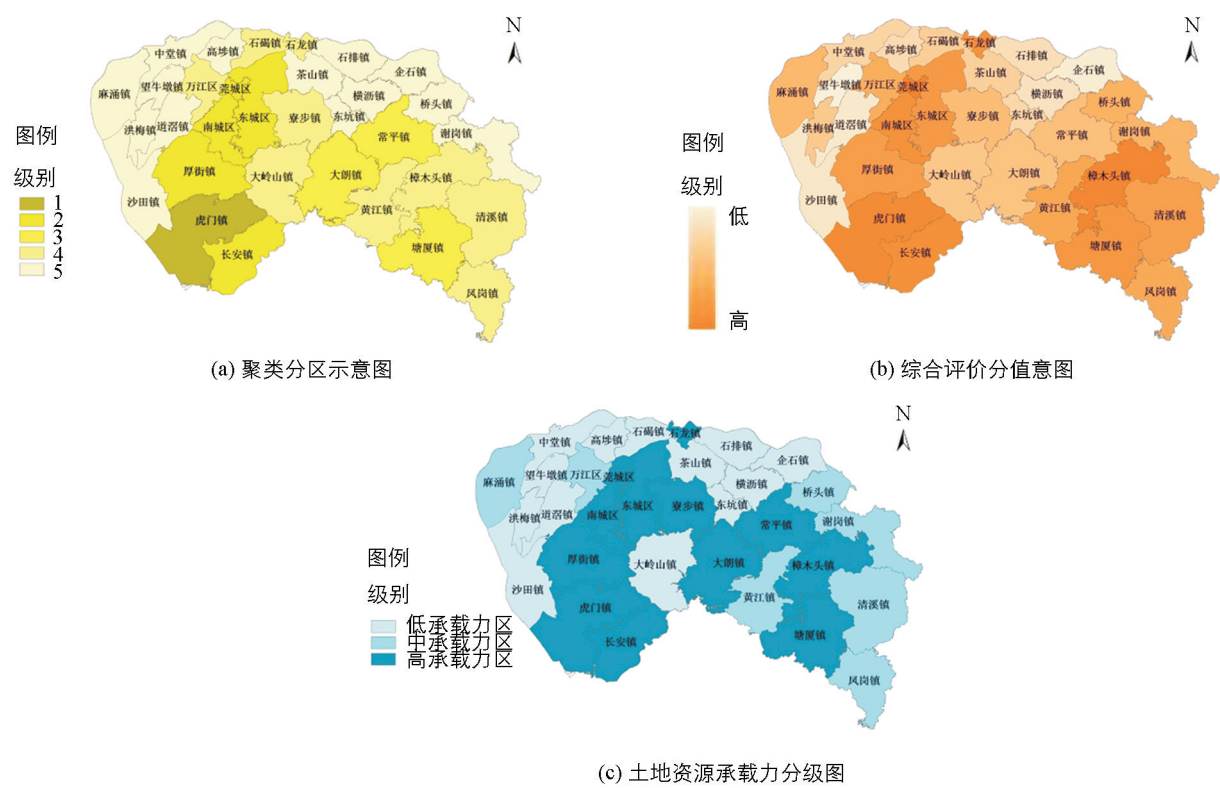


图 5 东莞市土地资源承载力空间分异示意图

3.2 东莞市各乡镇(区)土地资源承载力差异分析

从以上分析可以看出, 东莞市土地资源承载力在空间上的布局特征表现出不平衡, 沿着中心城区以及

虎门,大朗、塘厦 3 个镇向周围逐渐变小,表现出来较强的极化效应.这一分布特征是由于各乡镇(区)的区位、地形、自然条件、交通条件、城市化水平状况及规划政策等差异形成的.

1) 极化效应促成了承载力格局现状

东莞地处珠江三角洲的中间位置,毗邻港澳,处于穗港经济走廊,城市除东南部山地外,其余都是丘陵台地、冲积平原.优越的地理位置使得土地资源最早的开发利用出现在传统商业发达地区城区、虎门和塘厦 3 个中心,后经过蔓延逐渐形成了典型的“点—轴”发展模式并逐渐发展成为网状结构.

2) 城市化的快速发展加速了承载力格局形成

根据信息熵的原理,熵值越高表示评价要素无序度越强,得到的指标信息熵就越小,其效用值越大,指标权重就越大;反之,指标权重就越小.从以上分析可以看出,对东莞市土地资源承载力影响最大的因素是城市化率.

东莞市 32 个乡镇(区)2010 年城市化率及相应的土地承载力之间存在明显的正相关性(图 6),表明城市化率对土地资源承载状况具有极大的影响,加速了东莞市土地资源承载力格局的形成.

3) 规划的调控作用强化了承载力格局发展

通过对土地进行合理调控,可以弥补市场缺陷、调节经济运行,在保障经济社会协调发展和促进国土均衡开发等方面发挥着重要的和不可替代的作用^[23].“一中心多支点组团式城市”的规划定位决定了中心城区和重点镇将得到更多的财政等方面的支持,促进人口、资本、产业等要素的集聚,这些要素的集聚又会加速对土地资源的占用,以吸引更多的资源,当土地资源达到一定限度后,快速向周边的城镇扩散,呈现出放射性变化的格局^[24-26].规划的调控还表现在政府为了保护有限的土地资源,对一些重要的生态保护带和基本农田保护区所做的限制性规划,促进人口、资源、环境的可持续发展.

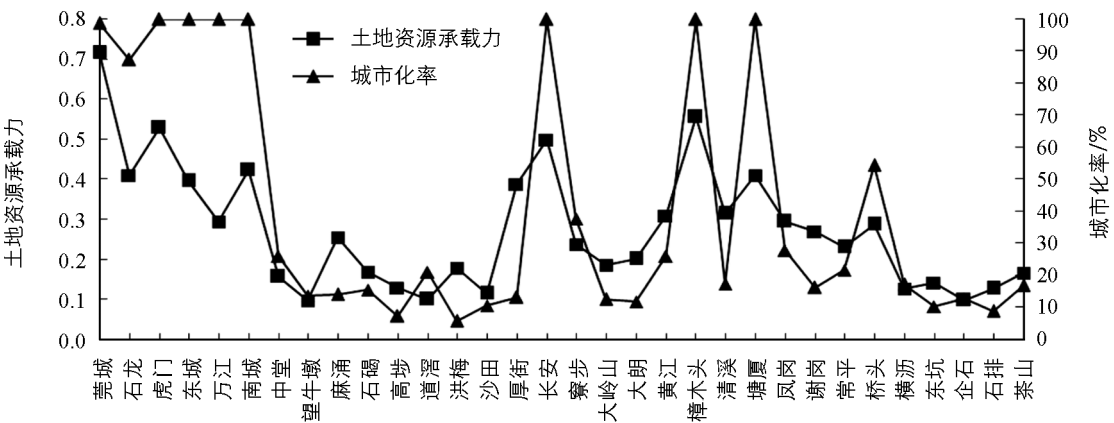


图 6 东莞市城市化率与土地资源承载力对比

4 结论与讨论

4.1 主要结论

1) 东莞市处于快速城市化阶段,但在其发展过程中,人口、资源、环境与发展的矛盾日益凸显.土地资源承载力是东莞市各个乡镇(区)未来产业选择与空间布局、建设发展规模控制、维护区域生态安全的前提和依据,对东莞市土地资源开发利用方式与程度的选择、环境整治与保护措施的实施等有着十分重要的指导作用与参考价值.

2) 东莞市的 32 个乡镇(区)依照当前的土地资源承载力可分为高承载力区、中承载力区和低承载力区.对不同的承载区域应采用有针对性地进行引导和开发.高承载力区应通过土地利用方式的转变,提高现有的利益效率和生态环境质量.中承载力区应严格按照生态城市的要求,建立产业准入机制,禁止污染大、资源消耗大的产业进驻.低承载力区应更严格的保护生态绿地和基本农田,保障城市发展的天然屏障.

3) 东莞市土地资源承载力状况在空间上分布不平衡,沿着中心城区以及虎门、大朗、樟木头 3 个镇向周围逐渐变小.土地资源承载力差异的成因主要因为发达地区的极化效应、城市化水平的差异以及规划的调控作用.

4.2 下一步研究方向

1) 由于本文选取土地作为资源承载力的载体,选择指标时未将反应区域水资源、矿产资源等影响土地承载力的指标考虑在内.对于这类指标开展后续研究,将具有更大的价值,也是本文亟待改进的方向.

2) 从数据统一性和可获得性的角度考虑,不得不舍弃了一些更能反映土地承载力的指标,选择了一些间接反映土地承载力情况的指标.

3) 本文以东莞市为例,体系中的有关生态环境方面的直接指标如 SO₂ 排放量等指标在乡镇级的区域基本很难获得,这也是本指标体系设计的一大缺憾.

参考文献:

- [1] 许联芳,谭 勇.长株潭城市群“两型社会”试验区土地承载力评价 [J]. 经济地理,2009,29(1): 69—73.
- [2] PRICE D. Carrying Capacity Reconsidered [J]. Population & Environment, 1999, 21(1): 5—26.
- [3] CLARKE A L. Assessing the Carrying Capacity of the Florida Keys [J]. Population & Environment, 2002, 23(4): 405—418.
- [4] 封志明.土地承载力研究的起源与发展 [J]. 资源科学,1993,15(6): 74—79.
- [5] PARK R F, BURGESS E W. An Introduction to the Science of Sociology [M]. Chicago: University of Chiago Press, 1912.
- [6] ALAN W. The African Husbandman [M]. North American: International African Institute, 1965.
- [7] 张林波,李文华,刘孝富,等.承载力理论的起源、发展与展望 [J]. 生态学报,2009,29(2): 878—888.
- [8] YOUNG C C. Defining the Range: The Development of Carrying Capacity in Management Practice [J]. Journal of the History of Biology, 1998, 31(1): 61—83.
- [9] ABEMETHY V D. Carrying Capacity: the Tradition and Policy Implication of Limits [C]. Ethics in science and Environmental Politics, 2001.
- [10] 邵晓梅,张洪业.鲁西北地区现状农业土地资源劳动力承载力模拟 [J]. 自然资源学报,2004,19(3): 324—330.
- [11] 邢 璐,毕 军,杨 凯,等.无锡市相对资源承载力动态分析 [J]. 环境保护,2007,(3A): 62—67.
- [12] 蓝丁丁,韦素琼,陈志强.城市土地资源承载力初步研究——以福州市为例 [J]. 沈阳师范大学学报(自然科学版),2007,25(2): 252—256.
- [13] 陈 珏,雷国平,王元辉.黑龙江省土地综合承载力空间差异研究 [J]. 中国人口·资源与环境,2011(S1): 267—280.
- [14] 蒲 鹏,傅瓦利.基于生态足迹法的开县土地承载力研究 [J]. 西南师范大学学报(自然科学版),2011,36(2): 163—168.
- [15] 毛汉英,余丹林.环渤海地区区域承载力研究 [J]. 地理学报,2001,56(3): 363—371.
- [16] 韩增林,狄乾斌,刘 锴.海域承载力的理论与评价方法 [J]. 地域研究与开发,2006,25(1): 1—5.
- [17] 中国土地资源生产能力及人口承载量研究课题组.中国土地资源生产能力及人口承载量研究 [M]. 北京:中国人民大学出版社,1991.
- [18] 华 娟,涂建军,芦德彬,等.重庆区域经济发展的时空差异分析 [J]. 西南大学学报(自然科学版),2012,34(4): 129—133.
- [19] 陈彦光,刘明华.城市土地利用结构的熵值定律 [J]. 人文地理,2001,16(4): 20—24.
- [20] 王书华,毛汉英.土地综合承载力指标体系设计及评价——中国东部沿海地区案例研究 [J]. 自然资源学报,2001,16(3): 248—254.
- [21] 谢强莲,蒋俊毅.基于状态空间模型的区域土地资源承载力差异分析——以长株潭城市群为例 [J]. 系统工程,2009,27(4): 58—64.
- [22] 吴 珠.长株潭城市群资源与环境承载力研究 [D]. 长沙:湖南师范大学,2011.

- [23] 严金明. 中国土地利用与规划战略实证研究 [M]. 北京: 中国大地出版社, 2002.
- [24] 刘 磊, 任 煜. 国内外产业集聚理论研究 [J]. 教师教育学报, 2007, 5(5): 29—33.
- [25] 张 婷. 西部地区产业聚集与城市化相关性研究 [J]. 教师教育学报, 2010, 8(1): 22—26.
- [26] 郭莉滨, 杨庆媛, 谢金宁. 城市规模效益比较研究——以重庆市为例 [J]. 西南大学学报(自然科学版), 2006, 28(1): 169—174.

The Spatial Differentiation of Land Carrying Capacity in Rapidly Urbanized Area

——A Case study of Dongguan City, Guangdong Province

WANG Heng-wei^{1,2}, YAN Jin-ming², CHEN Meng²

1. School of Resources and Environment, Southwest University, Chongqing 400716, China;

2. School of Public Administration, Renmin University of China, Beijing 100872, China

Abstract: The research of land carrying capacity has practical significance for regional choice of industry, spatial distribution, the control of development scale, and regional ecological security. In this paper, it takes 32 Villages and Towns in Dongguan as example to construct State-space model by analyzing 3 factors (economic, society, and ecological environment) which effect the land carrying capacity. Then, we establish evaluation index system, and use the method of entropy values determines index weighing. In the end, we study the spatial differentiation of land carrying capacity in Dongguan by using cluster analysis methods. The result shows that land carrying capacity in Dongguan can be divided into 3 types. The character of spatial location of land carrying capacity becomes stronger and stronger from out space to central city. Polarization effect cause the carrying capacity situation, and the rapid development of urbanization speeds up the formation of the spatial pattern of carrying capacity. The control of plan strengths the development of the spatial pattern of carrying capacity.

Key words: Land carrying capacity; Spatial differentiation; Dongguan city; State-space model

责任编辑 陈绍兰

实习编辑 包 颖

