

# 辽中地区矿业城市生态承载力分析与预测

顾康康<sup>1,2</sup>, 刘景双<sup>2</sup>, 王 洋<sup>2</sup>

(1. 安徽建筑工业学院建筑与规划学院, 合肥 230022; 2. 中国科学院东北地理与农业生态研究所, 长春 130012)

**摘 要:**辽中地区矿业城市是我国重要的能源生产和重工业基地,研究其生态承载力状况并预测其发展趋势,有利于区域经济、生态协调发展。基于资源保障率、环境承载力和社会经济增长相统一的原则,运用系统动力学方法建立了辽中地区矿业城市生态承载力评价模型,评价了1997–2006年研究区生态承载力状况,预测了2006–2020年研究区生态承载力变化趋势。结果表明:1997–2006年,辽中地区矿业城市生态承载力总体处于超载状态,但发展趋势差别显著。鞍山生态承载力指数从1.686下降到1.301,年均下降2.56%,但仍处于超载状态;抚顺生态承载力指数从1.169下降到0.909,年均下降2.49%,生态承载力从超载变为盈余;本溪生态承载力指数从1.070上升到1.249,年均上升1.56%,超载程度不断加大。2006–2020年,辽中地区矿业城市生态承载力总体上处于超载程度加大的趋势,鞍山、抚顺和本溪生态承载力指数年均增长率分别达到0.89%、1.56%和1.81%。作为矿业城市,鞍山、抚顺和本溪需要优先保障水资源和能源的供需平衡,改善水环境质量,从而达到生态承载力的提高。

**关 键 词:**资源保障率;环境承载力;社会经济发展;系统动力学;预测;矿业城市

矿业城市是指因矿产资源开发而形成或发展起来,其主要功能或重要功能为向社会提供矿产品及其初加工产品的一类城市<sup>[1]</sup>。然而,矿业资源的开发对区域环境产生严重的破坏,随着矿产资源的耗减,出现了采空区地面沉陷、废弃物占用大量土地、环境污染、企业经济效益下降、亏损企业比重大、下岗职工众多的现象,一些矿业城市转型不当最终走向消亡。因此,如何保证矿业城市健康、有序的发展成为一个重要的研究课题。生态承载力的研究为解决上述问题提供了一个很好的途径<sup>[2–5]</sup>。

1921年,帕克和伯吉斯<sup>[6]</sup>就在有关的人类生态学杂志中,提出了承载力的概念,即某一特定环境条件下(主要指生存空间、营养物质、阳光等生态因子的组合),某种个体存在数量的最高极限。此后,承载力概念在环境、经济和社会的各个领域都得到了不同程度的延伸,相应提出了人口承载力,土地资源承载力,环境承载力等概念。然而上述承载力研究往往只关注单一要素的承载力,不能很好地解决复杂的生态系统问题,于是一些学者提出了“生态承载力”的概念<sup>[7–11]</sup>。生态承载力概念一经提出,

不同学者即进行了相关研究,王家骥等<sup>[12]</sup>使用自然植被第一性生产力模型对黑河流域生态承载力进行了估测;徐中民等<sup>[13–14]</sup>引入生态足迹评价了甘肃省及全国的生态承载能力;毛汉英等<sup>[15]</sup>利用状态空间法通过系统动力学模型测定了环渤海地区的生态系统承载力;高吉喜<sup>[9]</sup>把生态承载力分为资源承载力、环境承载力、生态弹性力,提出承压指数、压力指数和承压度用以描述特定生态系统的承载状况;杨志峰等<sup>[10,16]</sup>提出了基于生态系统健康的生态承载力定义,并运用到城市生态系统研究中;李金平、王明全<sup>[17–18]</sup>等基于能值理论进行了生态承载力评价研究,并与传统研究方法进行了对比。本文在借鉴以往生态承载力研究成果的基础上,并结合孙铁珩院士提出的“建设生态省必须坚持GDP的增长率、资源保障率和环境承载力三统一的原则”,运用系统动力学方法建立了辽中地区矿业城市生态承载力评价模型,评价了1997–2006年研究区生态承载力状况,预测了2006–2020年研究区生态承载力变化趋势,可为促进区域生态承载力预测研究以及为区域可持续发展管理提供依据。

收稿日期:2009–07; 修订日期:2009–10。

基金项目:国家重点基础研究发展计划资助项目(2004CB418507)。

作者简介:顾康康(1982–),男,安徽蚌埠人,博士生,主要从事生态城市规划与区域可持续发展研究。

E-mail:gukangkang@neigae.ac.cn

通讯作者:刘景双,研究员,博士生导师。E-mail:liujingshuang@neigae.ac.cn

1 研究地区与研究方法

1.1 研究区概况

辽中地区矿业城市包括鞍山、抚顺和本溪,面积 28955 km<sup>2</sup>,占辽宁省总面积的 19.63%。其中,抚顺、本溪全部,鞍山东部地区属于辽东山地丘陵地带,鞍山其他地区属于辽河平原地带。该区域为暖温带大陆性季风气候,年均温 7~10℃,年均降水量 650~900 mm,无霜期 130~170 d。地表径流比较丰富,共有河流 200 余条,大型河流包括外辽河、浑河、太子河、富尔江、辉发河、清河等,分别属于辽河水系和鸭绿江水系,各河流均为汇入干流后注入渤海和黄海的外流河。矿产资源丰富,矿产种类齐全,是国内外少有的矿产资源富集区之一。森林覆盖率较高,鞍山达到 48%,抚顺为 64.5%,本溪为 69.1%。2006 年,该地区人口达到 729.10×10<sup>4</sup>,占辽宁省 17.32%,GDP 为 1994.17×10<sup>8</sup> 元,占辽宁省 21.56%。第一、二、三产业产值比为 5.9:56.1:38.0,主导产业为石油加工、钢铁冶炼、建材生产和机械制造。

1.2 研究方法

1.2.1 模型结构分析

依据系统分解原理,将生态承载力复合系统分为社会经济子系统、资源子系统、环境子系统 3 个

子系统。其中,社会经济子系统主要考虑了总人口和 GDP 对生态承载力的影响;资源子系统又分为耕地资源、水资源和能源,主要考虑资源供需状况对生态承载力的影响;水环境污染是辽中地区矿业城市的主要环境问题<sup>[19]</sup>,本文环境子系统主要考虑水污染排放与水体自净的动态平衡对生态承载力的影响。因此,以社会经济增长率、资源保障率和环境承载力为主线,构造人口—经济—资源—环境系统相互作用的基本结构和反馈回路,并建立相应的概念模型(图 1)。模型共包括状态变量 10 个、速率变量 11 个,辅助变量 34 个,常量 9 个,研究中所用数据均来自《辽宁省统计年鉴》<sup>[20]</sup>、《辽宁省水资源公报》1997~2006\*。

1.2.2 模型主要变量方程

(1) 社会经济子系统

社会经济子系统以总人口和 GDP 为状态变量,描述了人口和经济的变化对资源消耗以及污染物排放的影响,总人口变化率和 GDP 增长率取研究区 1997~2006 年平均值。主要方程如下:

总人口=总人口初始值×(1+总人口变化率)

GDP=GDP 初始值×(1+GDP 变化率)

(2) 资源子系统

资源子系统以水资源、粮食和电力的供需平衡

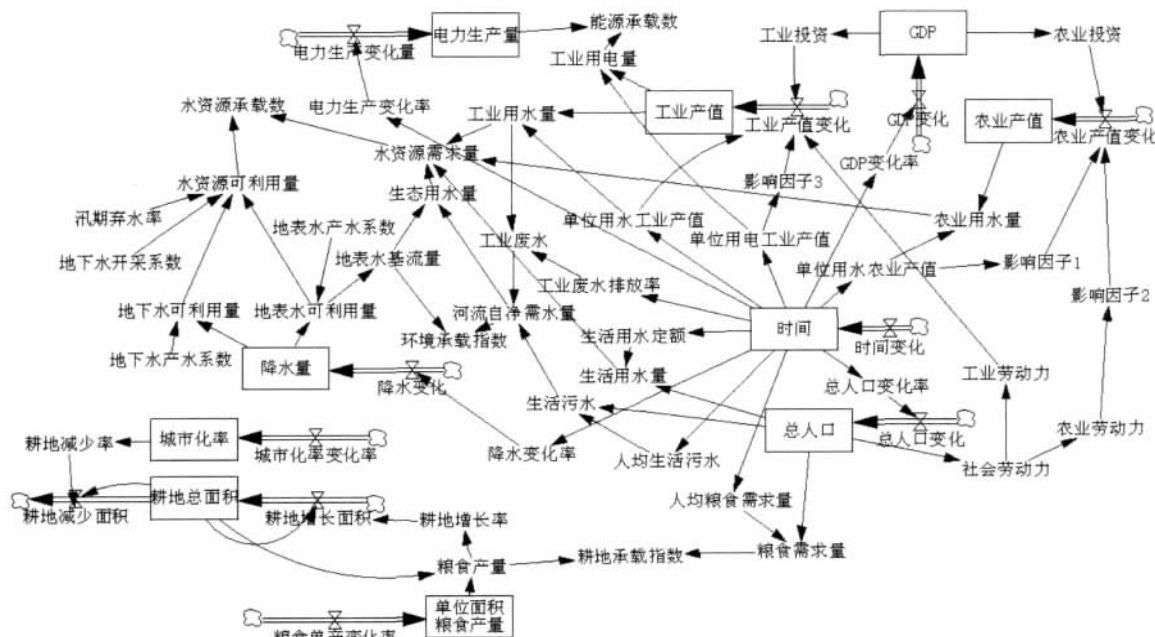


图 1 辽中地区矿业城市生态承载力系统动力学预测模型  
Fig.1 The ecological carrying capacity prediction model based on system dynamics approach of mining cities in central Liaoning region

\* 辽宁省水利厅. 辽宁省水资源公报 1997~2006.

来反映资源利用效率、资源的供需结构对社会经济以及污染物排放的影响,资源利用效率等参数通过历史数据的曲线拟合得到,人均粮食需求量、生活用水定额等依据统计数据递推用表函数表示,水资源可利用量数据来源于《辽宁省水资源公报》1997–2006,水资源可利用量包括地表水可利用量、地下水可利用量和区域调水,区域调水(包括引水和提水)通过地表水产水系数得到。主要方程如下:

水资源需求量=工业需水量+农业需水量+生活需水量+生态需水量

单位用水工业产值<sup>\*</sup>=58.19e<sup>0.14t</sup>

单位用电工业产值=-0.01t<sup>3</sup>+0.19t<sup>2</sup>-0.59t+3.86

单位用水农业产值=0.01t<sup>3</sup>-0.25t<sup>2</sup>+1.57t+1.96

粮食需求量=总人口×人均粮食需求量

生活用水量=总人口×生活用水定额

### (3)环境子系统

环境子系统以水污染排放与水体自净的动态平衡来反映废水排放水平、环境治理投资、用水结构等对环境承载力的影响,参数通过历史数据的曲线拟合得到。主要方程如下:

环境承载力指数=河流自净需水量/地表水基流量

工业废水排放量=-0.001t<sup>3</sup>+0.153t<sup>2</sup>-0.106t+0.58

河流自净需水量=(工业废水+生活污水)×稀释系数

### 1.2.3 模型运行及检验

在软件 Vensim 中输入辽中地区矿业城市生态承载力模型结构图以及变量方程,运行时间段为1997–2020年,每年输出1次数据。对主要状态变量的历史数据和模拟数据进行对比分析,各项指标误差均在-5.27%~3.68%以内。表明模拟结果可以较为真实地反映研究区域的生态承载力复合系统的结构与状态,其精确度满足系统动力学模型的误差要求。

### 1.2.4 生态承载力的定量表征

孙铁珩院士在辽宁省生态省建设中提出“建设生态省必须坚持GDP的增长率、资源保障率和环境承载力三统一的原则”。该原则表明社会经济发展不能单纯追求GDP的增长,必须兼顾资源和环境的承载能力。以往生态承载力表述往往侧重于环境承载力和资源承载力,鉴于孙铁珩院士“三统一”

的原则,本论文以环境承载力、资源承载率和人均GDP增长率来表征生态承载力。具体公式如下:

$$\eta = \sum_{i=1}^3 (\alpha_i \cdot r_i)$$

$$r_1 = SZY_1 / SZY_0 + NY_1 / NY_0 + GDZY_1 / GDZY_0$$

$$r_2 = SHJ_1 / SHJ_0$$

$$r_3 = SHJJ_1 / SHJJ_0$$

式中: $r_i$ 和 $\alpha_i$ 分别为生态承载力的测度指标及其权重, $r_1$ 、 $r_2$ 和 $r_3$ 分别为资源承载力指数、环境承载力指数和社会经济承载力指数。 $SZY_1$ 和 $SZY_0$ 为水资源可利用量和水资源需求量, $NY_1$ 和 $NY_0$ 为能源生产量和能源需求量(本文分别用工业电力生产量和耗电量代替), $GDZY_1$ 和 $GDZY_0$ 为粮食产量和粮食需求量。水环境污染是研究区的主要问题, $SHJ_1$ 和 $SHJ_0$ 为地表水基流量和河流自净需水量。 $SHJJ_1$ 和 $SHJJ_0$ 为研究年前年的人均GDP和研究年的人均GDP。 $\alpha_{11}$ 、 $\alpha_{12}$ 、 $\alpha_{13}$ 分别为水资源承载力、能源承载力和耕地承载力的权重,其值分别为0.15、0.15、0.1, $\alpha_2$ 和 $\alpha_3$ 分别为环境承载力和社会经济承载力的权重,其值均为0.3。

生态承载力指数 $\eta$ 的计算基于供需平衡理论,当供大于求,即 $\eta \leq 1$ 时,生态系统可以持续承载,不会引起生态环境问题;反之,生态系统处于超载状态,将会引起生态环境问题的发生,影响社会经济的持续发展。

## 2 结果与分析

### 2.1 生态承载力现状分析

运用辽中地区矿业城市生态承载力的系统动力学模型,得到研究区1997–2006年生态承载力动态变化趋势(图2)。可以看出,辽中地区矿业城市生态承载力尽管有所波动,但总体上处于超载状态。其中,鞍山生态承载力指数从1.686下降到1.301,年均下降2.56%,但仍处于超载状态。各子系统中,能源承载力指数、水资源承载力指数和环境承载力指数虽然总体表现为下降趋势,但始终属于超载状态。能源承载力超载程度最大,2006年能源承载力指数仍达到2.639,仅下降了9.30%;水资源承载力和环境承载力日趋接近可承载状态,2006年水资源

\*  $t$  代表时间,例如1997年为1,1998年为2,以此类推



承载力指数和环境承载力指数分别达到 1.126 和 1.128,分别下降了 39.75%和 43.83%。耕地承载力指数从 0.757 上升到 1.156,耕地承载力从盈余变为超载,表明人口增长和生活水平的提高超过了鞍山粮食产量的增长。社会经济承载力指数变化幅度不大,均处于可承载状态。抚顺生态承载力指数从 1.169 下降到 0.909,年均下降 2.49%,生态承载力从超载变为盈余。各子系统中,耕地承载力指数从 1.517 上升到 2.159,耕地承载力超载程度逐渐加剧,成为制约抚顺生态承载力的最主要因素。水资源承载力和环境承载力从超载变为盈余,2006 年水资源承载力指数和环境承载力指数分别达到 0.779 和 0.740。社会经济承载力指数和能源承载力指数总体上变化幅度不大,均处于可承载状态。本溪生态承载力指数从 1.070 上升到 1.249,年均上升 1.56%,超载程度不断加大。各子系统中,能源承载力指数和耕地承载力指数分别上升了 33.13%和 91.12%,2006 年分别达到 2.337 和 3.399,成为本溪生态承载力超载的直接原因。水资源承载力指数、环境承载力指数和社会经济承载力指数不断下降,均处于可承载状态。

利用 SPSS11.5 软件中的相关分析来分析各子系统与生态承载力指数的相关性(表 1),从而判断生态承载力动态变化的主要影响因子。可以看出,鞍山能源承载力指数、水资源承载力指数、耕地承载力指数和环境承载力指数均与生态承载力指数极显著相关,其中环境承载力指数和水资源承载力

指数的相关性最强,表明鞍山提高环境承载力和水资源承载力将对改善生态承载力有着十分有效的作用。抚顺环境承载力指数和水资源承载力指数与生态承载力指数极显著相关,两者的优化是抚顺改善生态承载力的重要途径。本溪耕地承载力指数和能源承载力指数与生态承载力指数显著相关,两者是本溪市生态承载力改善的瓶颈因子。总体而言,1997-2006 年,辽中地区矿业城市生态承载力超载的主要原因是资源供需失衡和环境污染。以矿产资源采掘和加工为主的制造业是研究区的主要经济实体,而水资源和能源对该类型制造业发展有至关重要的作用。因此,辽中地区矿业城市生态承载力提高的主要途径是保障水资源和能源的供需平衡,降低工业和生活污染物的排放。鉴于研究区农业产值占 GDP 的比例不断下降,其提高耕地承载力的有效途径是增加粮食的进口量。

2.2 生态承载力预测分析

按照辽中地区矿业城市目前的社会经济发展速度、资源利用效率、资源的供需结构、废水排放水平、用水结构等发展趋势,主要参数变量按照模拟方程计算,得到研究区 2006-2020 年生态承载力动态变化趋势(表 2)。可以看出,辽中地区矿业城市 2006-2020 年生态承载力指数尽管有所波动,但整体呈增加趋势。其中,鞍山生态承载力指数从 1.300 上升到 1.485,年均上升 0.89%。各子系统中,能源承载力指数虽然总体表现为下降趋势,从 2.639 下降到 2.358,但始终属于超载状态,是各子系统中超

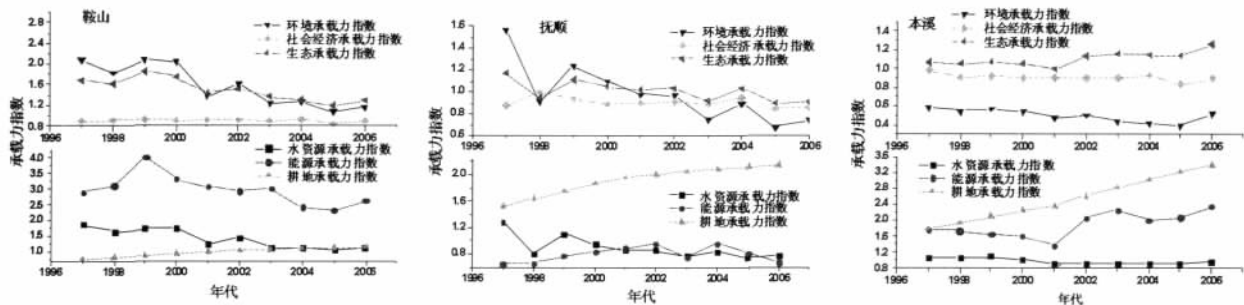


图 2 辽中地区矿业城市生态承载力动态变化(1997-2006 年)  
Fig.2 The change of ecological carrying capacity of the mining cities in central Liaoning region

表 1 辽中地区矿业城市生态承载力相关性分析

Tab.1 The relativity analysis of ecological carrying capacity of the mining cities in central Liaoning region

	水资源承载力指数	能源承载力指数	耕地承载力指数	环境承载力指数	社会经济承载力指数
鞍山	0.948**	0.868**	-0.825**	0.973**	0.455
抚顺	0.924**	0.062	-0.682*	0.954**	0.185
本溪	-0.345	0.938**	0.760*	-0.252	-0.370

注: \*P<0.05, \*\*P<0.01, n=10

表 2 辽中地区矿业城市生态承载力预测

Tab.2 The ecological carrying capacity prediction of the mining cities in central Liaoning region

城市	年代	水资源承载力指数	能源承载力指数	耕地承载力指数	环境承载力指数	社会经济承载力指数	生态承载力指数
鞍山	2006	1.126	2.639	1.156	1.168	0.899	1.300
	2010	1.137	2.397	1.227	1.243	0.912	1.299
	2015	1.409	2.294	1.264	1.557	0.912	1.423
	2020	1.528	2.358	1.247	1.679	0.912	1.485
抚顺	2006	0.779	0.657	2.159	0.740	0.853	0.909
	2010	0.782	0.706	2.261	0.805	0.894	0.959
	2015	0.845	0.864	2.272	0.971	0.894	1.043
	2020	0.966	1.214	2.146	1.124	0.894	1.147
本溪	2006	0.967	2.337	3.399	0.521	0.858	1.249
	2010	1.049	2.953	3.374	0.717	0.894	1.421
	2015	1.207	3.464	3.315	0.821	0.894	1.547
	2020	1.428	3.696	3.235	0.912	0.894	1.634

载程度最大的。水资源承载力和环境承载力超载程度日趋扩大,2020 年水资源承载力指数和环境承载力指数分别达到 1.528 和 1.679, 分别上升了 35.74%和 43.77%。耕地承载力指数和社会经济承载力指数略有增加,变化幅度不大。由此可见,鞍山生态承载力虽然降低幅度不大,但一直属于超载状态。水资源承载力和环境承载力超载程度将趋于扩大,这也与生态承载力影响因子相关分析的结果是一致的,鞍山若要提高生态承载力,达到可承载状态,必须提高水资源利用效率,优化用水结构,降低污水排放量。另外,降低能源超载程度也是提高生态承载力的重要途径。

抚顺生态承载力指数从 0.909 上升到 1.147,年均上升 1.56%,生态承载力从盈余变为超载。各子系统中,耕地承载力指数虽然总体表现为下降趋势,从 2.159 下降到 2.146,但始终属于超载状态,是各子系统中超载程度最大的。能源承载力和环境承载力从盈余变为超载,2020 年能源承载力指数和环境承载力指数分别达到 1.214 和 1.124,分别上升了 84.77%和 51.87%。水资源承载力指数和社会经济承载力指数略有增加,但均处于可承载状态。由此可见,抚顺生态承载力从盈余变为超载,能源承载力和环境承载力的急剧下降是主要原因,另外,耕地资源超载也是生态承载力超载的主要原因。

本溪生态承载力指数从 1.249 上升到 1.634,年均上升 1.81%,生态承载力超载程度逐渐加大。各子系统中,能源承载力和耕地承载力始终属于超载状态,2020 年能源承载力指数和耕地承载力指数分别达到 3.696 和 3.253,超载程度较大。水资源承载力指数和环境承载力指数上升幅度较大,分别上升

了 45.08%和 52.75%。社会经济承载力指数略有增加,但处于可承载状态。由此可见,本溪生态承载力超载程度和加剧速率均快速增长。能源承载力和耕地承载力超载严重是生态承载力超载较大的主要原因,增长速率较大的水资源承载力指数和环境承载力指数又加剧了超载的程度。本溪若要提高生态承载力,达到可承载状态,不仅需要提高资源利用效率,优化资源利用结构,还要增加治污力度,降低污水排放量。

3 结论

(1)依据辽中地区矿业城市生态承载力的系统动力学仿真模型及其生态承载力计算方法,1997 – 2006 年,辽中地区矿业城市生态承载力总体上处于超载状态,但发展趋势差别显著。鞍山生态承载力超载程度不断下降,能源和水资源的供需失衡是主要原因,环境承载力虽然不断提高,但仍处于超载状态,也制约着生态承载力的提高;抚顺生态承载力从超载转变为盈余,环境承载力和水资源承载力的提高起着至关重要的作用,但耕地承载力的超载将制约着生态承载力的进一步提高;本溪生态承载力超载程度不断增加,虽然环境承载力和水资源承载力不断增加且盈余程度是研究区中最好的,但耕地承载力和能源承载力超载程度较大,严重制约了生态承载力的提高。

(2)辽中地区矿业城市按照目前的社会经济发展速度、资源利用效率、资源的供需结构、废水排放水平、用水结构等发展趋势,2006–2020 年生态承载力总体上处于超载程度加大的趋势。鞍山生态承

载力超载幅度增加速率较低,其能源和社会经济的发展有利于生态承载力的提高,但环境和水资源限制了生态承载力的提高,且限制效果更加明显。抚顺生态承载力超载幅度增加速率较高,其能源和环境发展模式的不合理导致了生态承载力从盈余变为超载。本溪生态承载力超载幅度增加速率最高,资源利用不合理,从而导致供需失衡是导致生态承载力超载幅度不断加剧的主要原因。

(3)资源保障率、环境承载力和社会经济发展相统一不是所有指标的承载力都达到最优状态,而是三者成为合理的统一体。“木桶原理”表明木桶的最大容量不是取决于最长的木板,而是取决于最短的那块板。鞍山、抚顺、本溪作为矿业城市,能源和水资源是制约经济发展的重要瓶颈,是首先需要解决的“短板”。因此,辽中地区矿业城市需要优先保障水资源和能源的供需平衡,降低工业和生活污染物的排放,从而达到生态承载力的提高。系统动力学不仅可以通过生态承载力系统各变量间的互动关系建立模型,进行精度要求范围内的生态承载力预测,而且可以在此基础上对生态承载力系统实施政策调控,这为应用系统动力学方法对生态承载力进行调控和优化提供了新的途径。

## 参考文献

- [1] 樊杰,孙威,傅小锋. 我国矿业城市持续发展的问题、成因与策略. 自然资源学报, 2005, 20(1): 68-77.
- [2] Carey D I. Development based on carrying capacity. *Global Environmental Change*, 1993, 3(2): 140-148.
- [3] Arrow K J, Bolin B, Costanza R, et al. Economic growth, carrying capacity, and the environment. *Ecological Economics*, 1995, 15(2): 91-95.
- [4] Wackernagel M, Onisto L, Bello P, et al. National natural capital accounting with the ecological footprint concept.

*Ecological Economics*, 1999, 29: 375-390.

- [5] 程国栋. 承载力概念的演变及西北水资源承载力的应用框架. 冰川冻土, 2002, 24(4): 361-367.
- [6] 郭秀锐, 毛显强, 冉圣宏. 国内环境承载力研究进展. 中国人口·资源与环境, 2000, 10(3): 28.
- [7] 杨贤智. 环境管理学. 北京: 高等教育出版社, 1990, 150-155.
- [8] 王中根, 夏军. 区域生态环境承载力的量化方法研究. 长江职工大学学报, 1999, 16(4): 9-12.
- [9] 高吉喜. 可持续发展理论探索: 生态承载力理论、方法与应用. 北京: 中国环境科学出版社, 2001.
- [10] 杨志峰, 隋欣. 基于生态系统健康的生态承载力评价. 环境科学学报, 2005, 25(5): 586-594.
- [11] 刘晓丽, 方创琳. 城市群资源环境承载力研究进展及展望. 地理科学进展, 2008, 27(5): 35-42.
- [12] 王家骥, 姚小红, 李京荣, 等. 黑河流域生态承载力估测. 环境科学研究, 2000, 13(2): 44-48.
- [13] 徐中民, 张志强, 程国栋. 甘肃省 1998 年生态足迹计算与分析. 地理学报, 2000, 55(5): 607-616.
- [14] 徐中民, 张志强, 程国栋, 等. 中国 1999 年生态足迹计算与发展能力分析. 应用生态学报, 2003, 14 (2): 280-285.
- [15] 毛汉英, 余丹林. 环渤海地区区域承载力研究. 地理学报, 2001, 56(3): 363-371.
- [16] 杨志峰, 何孟常, 毛显强, 等. 城市生态可持续发展规划. 北京: 科学出版社, 2004.
- [17] 李金平, 陈飞鹏, 王志石. 城市环境经济能值综合和可持续性分析. 生态学报, 2006, 26(2): 439-448.
- [18] 王明全, 王金达, 刘景双, 等. 基于能值的生态足迹方法在黑龙江和云南二省中的应用与分析. 自然资源学报, 2009, 24(1): 73-81.
- [19] 顾康康, 刘景双, 陈昕. 辽中地区矿业城市水资源供需平衡动态分析. 地理学报, 2008, 63(5): 473-481.
- [20] 辽宁省统计局. 辽宁省统计年鉴. 北京: 中国统计出版社, 1998-2007.

## Analysis and Prediction of Ecological Carrying Capacity in Mining Cities of Central Liaoning by System Dynamics Approach

GU Kangkang<sup>1,2</sup>, LIU Jingshuang<sup>2</sup>, WANG Yang<sup>2</sup>

(1. School of Architecture and Planning, Anhui University of Architecture and Industry, Hefei 230022, China;

2. Northeast Institute of Geography and Agriculture Ecology, CAS, Changchun 130012, China)

**Abstract:** The mining cities in central Liaoning region are the important energy production and heavy industrial base of China, and the study on the ecological carrying capacity status (ECC) and the prediction of the developing trend in these areas are of great significant to the harmonious development between economy and ecology. Based on the unity of resources ensurance rate, environmental carrying capacity and socio-economic growth principle, the ECC model of the mining cities in central Liaoning region was established by system dynamics approach. The ECC status of the study region was evaluated through 1997 to 2006, and the developing trend for 2006–2020 was predicted. Results showed that: from 1997 to 2006, the ECC of the mining cities in central Liaoning region was overloaded in general, but the developing trend was regional specific. The ECC index of Anshan changed from 1.686 to 1.301, and averagely decreased by 2.56% per year, but the ECC was still overloaded. The ECC index of Fushun changed from 1.169 to 0.909, and averagely decreased by 2.49% per year, the ECC status changed from overload to surplus. The ECC index of Benxi elevated from 1.070 to 1.249, and averagely increased by 1.56% per year, the overloading extent was increasing constantly. Generally, from 2006 to 2020, the ECC of central Liaoning region was overloaded, of which the overloaded extent was increasing constantly, and the average increase rate of the ECC index per year for Anshan, Fushun and Benxi were 0.89%, 1.56% and 1.81%, respectively. In conclusion, as mining cities, Anshan, Fushun and Benxi should give priorities to the ensuring of water resource and energy resource supply, and improve the ecological carrying capacity.

**Key words:** resources ensurance rate; environment carrying capacity; socio-economic growth; system dynamics approach; prediction; mining cities