

文章编号: 1004-8227(2010)04-0351-07

# 湖北“两圈”区域发展可持续性评价与预测

胡鸿兴<sup>1</sup>, 何伟<sup>2</sup>, 沈虹<sup>2</sup>, 王钰<sup>1</sup>

(1. 武汉大学资源与环境科学学院, 湖北 武汉 430079; 2. 北京大学城市与环境学院, 北京 100871)

**摘要:** 利用可持续发展指数(SDI)对湖北“两圈”各市州发展现状进行了评价,而后利用9年的人均生物资源生态承载力年平均增长率、人口年平均增长率和足迹承载力比值年平均增长率及2006年相关数据对未来44年进行了预测。结果表明,截至2006年底,湖北省有一半以上国土面积的生物资源开采超过当地土地负荷,人均生物资源生态承载力持续下降,资源日益紧张,呈不可持续发展;武汉城市圈2006年生物资源生态足迹超出生物资源生态承载量的32%;鄂西生态文化旅游圈(简称:鄂西生态圈)除襄樊、荆州、荆门因人口多,生物资源生态足迹较大等原因导致SDI值较高外,其他市州的SDI值均较低;神农架的SDI最小;武汉城市圈人均生物资源生态承载力呈负增长,人口控制较好,足迹承载力比值增长较快;鄂西生态圈人均生物资源生态承载力呈负增长,增长速率大于武汉城市圈和湖北省,人口控制较差,足迹承载力比值增长较慢;按照现有发展模式,无论是武汉城市圈还是鄂西生态圈,无论其当前发展是可持续性还是不可持续的,未来他们都将进入不可持续的发展状态。因此,对“两圈”进行规划时要根据各自发展现状制定长期、科学的发展规划。

**关键词:** 武汉城市圈; 鄂西生态文化旅游圈; 生物资源; 生态足迹; 可持续发展指数(SDI); 动态预测  
**文献标识码:** A

自1987年世界环境与发展委员会《我们共同的未来》一书提出“可持续发展”以来<sup>[1]</sup>,可持续发展的概念得到不断的丰富,评价体系也呈现多样化,形成了单指标与指标体系两类评价方法,主要包括原国民经济核算体系的修正、真实储蓄、人类发展指数、生态足迹、以PSR为基本框架的指标体系、基于反应—行动—循环的指标体系等<sup>[2]</sup>。一个国家或地区能否保持可持续发展已成为其竞争力强弱的标志<sup>[3]</sup>。为提高湖北东部城市竞争力,加快其发展,湖北省制定了武汉城市圈的总体规划<sup>[4]</sup>,同时,为平衡省内发展,鄂西生态文化旅游圈(简称:鄂西生态圈)构建也于2008年提上日程<sup>[5]</sup>。“两圈”的构建,其根本是解决人口、资源与环境三者之间的矛盾,“两圈”的发展,其根本是坚持走可持续发展的道路。本文采用了生物资源生态足迹模型对湖北省“两圈”各市州发展现状进行了评价,再利用9年的人均生物资源生态承载力、人口数量和可持续发展指数(SDI)数据求得各项

指标年平均增长率,以2006年为基准对未来44年进行了预测,通过比较找出现有发展模式存在的问题,以期对湖北省“两圈”建设制定切实可行的可持续发展规划提供决策参考。

## 1 研究区域概况

武汉城市圈,是以武汉为中心,100 km左右为半径,呈放射状分布的城市群,包括武汉、黄石、鄂州、孝感、黄冈、咸宁、仙桃、天门、潜江等九城市。圈内的人口占全省的52.5%,面积占全省的33%,经济总量则占全省的60.7%(2007年)。鄂西生态圈包括襄樊、荆州、宜昌、十堰、荆门、随州、恩施、神农架8个市(州、林区)。该圈是全国重要的生态功能区、最大的水电基地,是湖北省重要的农产品基地和制造业基地。该圈生态资源丰富,历史文化积淀深厚,具有依托富集生态资源发展可持续经济的后发优势。

收稿日期: 2009-04-02; 修回日期: 2009-08-11

基金项目: 湖北省鄂西生态文化旅游圈总体规划项目(2008~2009年)

作者简介: 胡鸿兴(1935~),男,湖北省武汉人,教授,主要从事生态资源及保护生物学研究。E-mail: eelake88@vip.163.com

## 2 数据来源与研究方法

### 2.1 数据来源

本研究使用的数据见参考文献[6~10]。采用 Microsoft Excel 2003 进行数据分析及图表制作, 采用 MapInfo v8.5 进行专题图绘制。

### 2.2 生物资源生态足迹模型

#### 2.2.1 基本模式

生态足迹是将资源消耗量按照区域的生态生产能力分别折算成具有生态生产力的化石能源地、可耕地、牧草地、森林、建成地和水域 6 类生态生产性土地的面积  $A_j$ , 计算方法如式(1):

$$A_j = eF_j \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{EP_i} = eF_j \sum_{i=1}^n \frac{(P_i + I_j - E_i)}{EP_i} \quad (1)$$

式中:  $A_j$ ——第  $j$  类生态生产性土地的面积,  $\text{hm}^2$ , 其中  $j=0, 1, 2, 3, 4, 5$  分别代表以上 6 种土地类型;  $EP_i$ ——第  $i$  类产品的单位面积产量,  $\text{t}/\text{hm}^2$ ;  $C_i$ ——第  $i$  类产品的资源消费量,  $\text{t}$ ;  $P_i$ ——第  $i$  类产品的资源生产量,  $\text{t}$ ;  $E_i$ ——第  $i$  类产品的资源出口量,  $\text{t}$ ;  $I_i$ ——第  $i$  类产品的资源进口量,  $\text{t}$ ;  $eF_j$ ——第  $j$  类土地类型的等价因子, 采用 2006 年 WWF 提出的等价因子<sup>[12]</sup>, 即可耕地 2.21, 森林 1.34, 牧草地 0.49, 水域 0.36, 建成地 2.21, 化石能源地 1.34;  $n$ ——该土地类型所涉及的产品数目。

#### 2.2.2 应用模式

生态足迹所涉及到的“全球公顷”往往不适于较小区域生态足迹的计算, 因此, 研究者提出了“国家公顷”<sup>[13]</sup>, “省公顷”<sup>[14]</sup>。本文研究尺度为市州级别, 采用湖北省生物资源单位面积产量计算生态足迹(表 1)。生态足迹包括生物资源生态足迹, 能源生态足迹及贸易所产生的生态足迹, 本文仅就生物资源生态足迹进行计算, 如下:

$$EF_{total} = \sum_{j=1}^4 A_j = \sum_{j=1}^4 \sum_{i=1}^n \frac{eF_j \times P_i}{EP_i} \quad (2)$$

式中:  $A_j$ ——同上, 分别是可耕地、牧草地、森林和水域。

### 2.3 生物资源生态承载量模型

本文的生物资源生态承载量舍去化石能源地和建成地, 包括其他 4 种类型, 其中生物多样性用地与各地区国土面积相关。计算公式如下:

$$EC_{total} = (1 - bd) \sum_{j=1}^4 EC_j = (1 - \frac{A_R}{A_L}) \sum_{j=1}^4 a_j \times yF_j \times eF_j \quad (3)$$

表 1 生物资源单位面积产量

Tab. 1 Yield of the Biological Resources

产品	全省单位面积产量 (kg/hm <sup>2</sup> )	土地类型	产品	全省单位面积产量 (kg/hm <sup>2</sup> )	土地类型
稻谷	7 293	可耕地	茶叶	557	可耕地
小麦	2 865	可耕地	<sup>a</sup> 猪肉	1 884	牧草地
玉米	4 750	可耕地	<sup>a</sup> 羊肉	21	牧草地
薯类	3 888	可耕地	<sup>a</sup> 禽蛋	2 759	牧草地
大豆	2 164	可耕地	<sup>b</sup> 水产品	3 641	水域
棉花	1 042	可耕地	水果	16 122	森林
油料	1 900	可耕地	<sup>c</sup> 核桃	2 047	森林
麻类	2 329	可耕地	<sup>c</sup> 桐油籽	3 010	森林
糖类	46 400	可耕地	<sup>c</sup> 板栗	5 948	森林
烟叶	1 831	可耕地	<sup>a</sup> 木材	1.298	森林

注: <sup>a</sup>—猪肉、羊肉、蛋禽、木材等参考文献[11], 全省单位面积产量等同全国单位面积产量; <sup>b</sup>—全国水域面积、水产品总量等数据来源于国家统计局; 湖北省水域面积及水产品总产量等数据来源于湖北统计年鉴; <sup>c</sup>—根据联合国粮农组织数据计算, 全省单位面积产量等同全国单位面积产量。

式中:  $a_j$ ——第  $j$  类生态生产性土地的实际面积,  $\text{hm}^2$ , 分别是可耕地、牧草地、森林和水域;  $yF_j$ ——第  $j$  类土地类型的产量因子, 采用徐中民等<sup>[15]</sup>所使用的中国平均值, 即耕地、林地、草地、水域的产量因子分别为 1.66, 0.91, 0.19, 1.00;  $eF_j$ ——均衡因子, 同前;  $EC_j$ ——第  $j$  种土地类型的总生态足迹,  $\text{hm}^2$ ;  $EC_{total}$ ——4 种土地类型的总生态足迹,  $\text{hm}^2$ ;  $bd$ ——保护生物多样性而排除的生态用地面积比例, %;  $A_R$ ——该地区自然保护区所占国土面积, 该值既可是实际值, 也可是预估值,  $\text{hm}^2$ ;  $A_L$ ——该地区国土面积,  $\text{hm}^2$ 。

### 2.4 人均生物资源生态足迹与人均生物资源生态承载量

将总生态足迹除以其总人口数, 所得结果即为人均生态足迹, 如此可得出人均生态承载量, 如式(4)和(5)。

$$\overline{EF} = EF_{total} / N \quad (4)$$

$$\overline{EC} = EC_{total} / N \quad (5)$$

式中:  $\overline{EF}$ ——人均生物资源生态足迹,  $\text{hm}^2/\text{cap}$ ;  $\overline{EC}$ ——人均生物资源生态承载量,  $\text{hm}^2/\text{cap}$ ;  $N$ ——人口数量,  $\text{cap}$ 。

### 2.5 可持续发展指数

一般评价发展可持续性采用生态足迹减去生态承载量的方式, 本文引入生态足迹指数、生态承载量指数和可持续发展指数, 如式(6)。

$$SDI = EFI - ECI = \lg EF_{total} - \lg EC_{total} \quad (6)$$

$$fcr = EF_{total} / EC_{total} \quad (7)$$

$$FCR = \sum_{i=1}^n (fcr_i - 1) \quad (8)$$

式中:  $SDI$ ——可持续发展指数;  $EFI$ ——生态足迹指数;  $ECI$ ——生态承载量指数;  $fcr$ ——足迹承载量比值;  $fcr_i$ ——第  $i$  年的足迹承载量比值;  $FCR$ —— $n$  年的足迹承载量比累计值。当  $SDI > 0$  时,  $EF_{total} > EC_{total}$ , 出现生态赤字, 当  $SDI < 0$  时,  $EF_{total} < EC_{total}$ , 出现生态盈余。该指数的优点在于通过指数与 0 的比较可知生态足迹是否超过生态承载量, 同时, 也可知生态足迹是生态承载量的几倍或者几分之几, 如  $SDI = 1$  时,  $EF_{total} = 10 EC_{total}$ ;  $SDI = 0.3$  时,  $EF_{total} = 2.00 EC_{total}$ ;  $SDI = 0$  时,  $EF_{total} = 1.00 EC_{total}$ ;  $SDI = -0.3$  时,  $EF_{total} = 0.50 EC_{total}$ 。

## 2.6 可持续发展预测方法

一直以来, 研究者均认为传统生态足迹是一个静态模型, 不具备预测性, 我国研究者从许多方面对模型的可预测性进行了探究。檀满枝等<sup>[16]</sup> 利用灰色模型, 胡永红等<sup>[17]</sup> 利用  $ARIMA$  模型, 李湘梅等<sup>[18]</sup> 建立了基于  $BP$  神经网络的城市总生态足迹预测模型, 吴开亚等<sup>[19]</sup> 建立了基于加速遗传算法的区域生态足迹预测一般回归模型 ( $AGA-GR$ )。以上介绍的几种方法都具有较好的预测能力, 但预测函数特征往往很不明显, 而且操作较为复杂, 因此本文采用较为简单的预测思路对 2010, 2020, 2030, 2040, 2050 年湖北省及其两圈的发展可持续性进行预测, 即通过计算 9 年的年平均增长率, 对以后年份进行预测, 需要预测的对象有人均生物资源生态承载量 (表示资源), 人口和可持续发展指数 (足迹承载量比值), 具体方法如下:

$$\overline{IR}_X = 1 - \sqrt[n-1]{\prod_{i=1}^{n-1} (1 + IR_{X,i})} \quad (9)$$

$$IR_{X,i} = (X_i - X_{i-1}) / X_{i-1} \quad (10)$$

$$X_m = X_n (1 + \overline{IR}_X)^{m-n} \quad (11)$$

$$SDI_m = SDI_n + (m - n) \lg(1 + \overline{IR}_{fcr}) \quad (12)$$

式中:  $\overline{IR}_X$ —— $X$  指标的年平均增长率;  $IR_{X,i}$ ——第  $i$  年  $X$  指标的增长率;  $X_i$ ——第  $i$  年  $X$  指标数值;  $i, m, n$ ——年份; (11) 式可估算未来  $X$  指标值, 由式 (9) 推导而得;  $X$ ——人均生物资源生态承载量  $EC$ , 人口数量  $N$ , 足迹承载量比值  $fcr$ ;  $SDI_i$ ——第  $i$  年可持续发展指数;  $i, m, n$ ——年份;

(12) 式可估算未来可持续发展指数。

## 3 结果与分析

### 3.1 湖北“两圈”区域发展现状评价

整体上看 (图 1), 1998 年湖北省发展呈现不可持续的市州仅为 6 个, 占全省国土面积的 25.4%, 其中, 武汉城市圈 4 个, 占圈内国土面积的 25.9%, 鄂西生态圈 2 个, 占圈内国土面积的 25.6%; 2006 年发展呈现不可持续的市州达 11 个, 占全省国土面积的 50.7%, 其中, 武汉城市圈 8 个, 增加 4 个, 占圈内国土面积的 83%, 鄂西生态圈 3 个, 增加 1 个, 占圈内国土面积的 36.8%, 湖北省一半以上国土面积的生物资源开采超出当地土地负荷, 呈现不可持续发展。武汉城市圈 1998 年生物资源生态足迹是生物资源生态承载量的 97%, 十分接近承载量, 呈微弱的可持续发展, 近 9 年  $fcr$  最低值为 87%, 2006 年  $SDI = 0.120$ ,  $EF_{total} = 1.32 EC_{total}$ , 超出 32%; 圈内市州中, 咸宁一直保持良好的发展态势, 人地矛盾较缓和,  $SDI = -0.135 \sim -0.227$ ,  $fcr$  为 59%~73%; 鄂州、潜江、仙桃 1998 年以来  $SDI$  一直大于 0, 呈现不可持续发展, 9 年  $fcr$  已分别达到 505.6%, 269.1%, 265.9%, 即三市已累计多消耗了 5 个、2.7 个、2.7 个该地区的资源量; 孝感 1998 年  $SDI > 0$ , 但随后 6 年呈现弱可持续发展, 2005 年呈不可持续发展; 天门、黄冈保持了 8 年的弱可持续发展后, 2006 年进入不可持续发展; 中心城市武汉于 2005 年进入不可持续发展状态。1999 年武汉城市圈有超过 70% 的国土是处于可持续发展状态, 2006 年整合后, 圈内市州几乎都呈现不可持续发展, 除人口增加的原因外, 更多的是不合理的生产结构、粗放高耗的生产工艺使武汉城市圈对生物资源的利用率仍处于较低水平; 在人口增加仍无法改变的情况下, 谋求资源的循环高效率利用是扭转武汉城市圈现状, 提高可持续发展指数的关键。

鄂西生态圈除襄樊、荆州、荆门因人口多, 生态足迹较大等原因导致可持续发展指数较高外, 其他市州的  $SDI$  均较低; 神农架的  $SDI$  最小, 其 9 年  $fcr$  均值仅为 8%; 十堰和恩施均处于湖北西部, 生态环境良好,  $SDI$  也一直处于  $-0.6 \sim 0.0$  之间; 宜昌和随州 9 年来  $SDI$  值也一直保持在  $-0.3 \sim 0.0$  之间; 鄂西生态圈占湖北省国土面积的 2/3 以上, 但创造的 GDP 不到全省的 40%, 尽管该圈整体上处于可持续发展状态, 9 年  $fcr$  均值为 76%, 但其生物资

源利用不充分, 经济发展处于较低水平, 鄂西生态圈良好的环境是其发展的资本, 如果不改进生产和提高资源利用效率, 鄂西生态圈将和武汉城市圈一样, 进入发展的不可持续状态。

图 2 表示湖北省 17 市州的人口、资源与可持续发展程度的关系, 其中落在 A 区的市州有武汉、黄冈、荆州、天门、黄石、仙桃、潜江、鄂州、孝感, 这些市州发展受到本区人口较多(如武汉、黄冈、荆州)、生物资源较小(如鄂州、黄石)的影响而导致不可持续发展; 落在 B 区的市州有荆门、襄樊, 这些市州发展受到人口较多(如襄樊)、生物资源利用效率低(如荆门)而导致不可持续发展; 没有市州落在 C 区, 这说明湖北省不存在资源匮乏但资源利用效率高而发展可持续的市州, 处于 A 区域的武汉、黄冈通过一定的产业调整提高生物资源利用效率就可以越过边界, 成为该类型的市州; 落在 D 区的市州有随州、咸宁、宜昌、恩施、十堰和神农架, 其中咸宁是武汉城市圈中唯一落入该区的市州, 在武汉城市圈中有较大的发展潜能, 该区域的市州具有较大的生物资源生态承载量, 人口也较少, 这使其发展呈可持续状态, 但如果在开发鄂西生态圈时不考虑资源利用效率, 像随州这样的地区很可能越过边界进入 B 区域而呈不可持续发展状态。

### 3.2 湖北“两圈”区域发展可持续性预测

根据 2.6 中的方法可得到现有发展模式下, 人均生物资源生态承载量, 人口数量和足迹承载量比值的年平均增长率, 如表 2。从全省范围看, 人均生物资源生态承载量面临巨大压力, 增长率为  $-0.54\%$ , 人均生态承载量将持续的下降, 资源日益紧张; 而人口数量增长率为  $0.31\%$ , 人口数量仍持续增加; 足迹承载量比值增长为  $1.89\%$ , 可持续发展指数将持续升高。武汉城市圈人均生物资源生态承载量增长呈负增长, 人口控制较好, 增长率为  $0.11\%$ , 低于省值, 足迹承载量比值增长很快, 高于省值; 鄂西生态圈人均生物资源生态承载量增长呈负增长, 比武汉城市圈及湖北省均增长快, 人口控制较差, 高于省值, 足迹承载量比值增长较慢, 低于省值。

利用表 2 及 2006 年数据对 2010, 2020, 2030, 2040, 2050 年的人均生物资源生态承载量, 人口数量和足迹承载量比值进行预测, 如图 3。除荆州、天门、孝感、神农架外, 其他市州的人均生物资源生态承载量在逐渐减小, 圆圈左移, 一些市州从 B、D 区跨越到了 A、C 区。荆门和襄樊从 B 区进入 A 区,

两市按照目前的发展模式发展下去可能因人口多、人均生物资源量小而导致不可持续发展; 又如随州先进入 C 区, 而后进入 A 区, 该市按照现在的发展模式, 2010 年人均生物资源量急剧减小, 但发展仍具可持续性, 然而到了 2020 年就进入了资源匮乏、不可持续发展状态; 荆州按照现有模式发展, 相比 1998 年, 生物资源压力将会得到缓解, 但因人口数量较大, 其可持续发展指数仍将升高; 孝感按照现有模式发展, 将从 A 区进入 C 区, 尽管资源压力没有缓解, 但其较高的资源利用率将使其可持续发展指数降低, 发展进入可持续性阶段; 咸宁从 D 区进入 B 区, 资源压力在增大, 因此极易出现不可持续发展; 按现有模式发展, 武汉、仙桃、黄石和潜江等市州仍将停在 A 区, 并将不断接近左上角, 发展不可持续性加剧, 同时资源也将极度匮乏; 恩施极有可能像随州一样通过 C 区进入 A 区, 而宜昌、十堰则能通过丰富的资源换取发展的可持续性, 但一旦进入 C 区, 资源优势丧失, 如果发展模式没有转变, 也极易可能进入 A 区。综上所述, 按照现有发展模式, 无论是武汉城市圈和鄂西生态圈, 无论其现在的发展是可持续的还是不可持续的, 他们都将进入不可持续的发展状态。

### 3.3 湖北“两圈”区域可持续发展对策

早在 1996 年, Wackernagel 等<sup>[20]</sup>就对如何降低生态足迹提出 3 大措施: ①增加单位面积自然系统的生产率; ②高效利用现有资源存量; ③减少人口以减少消费以及减少人均消费。国内学者也提出了一些对策<sup>[21~24]</sup>, 如进一步开展土地整理和复垦, 增加土地储备资源, 加大植树造林力度, 保护森林资源等。

针对武汉城市圈土地资源少, 工业基础雄厚, 人口密度大, 人均生物资源生态足迹较大的特点, 对策如下:

(1) 科学合理的运用现有资源, 实现资源的可持续利用。制定科学的土地利用规划, 切实保护和利用耕地, 提高土地产出率, 优化用地结构, 发挥土地最大效益, 促进土地可持续利用; 针对武汉城市圈水资源丰富的特点, 应加快实施退田还湖, 恢复湿地, 搞好水土流失综合治理, 控制面源污染, 涵养水源, 提高水土资源利用率和效益; 依托重点生态工程项目, 优化林地、林种及树种结构, 营造混交林, 改造低产、低效林, 增加森林生物产品, 提高防护效能, 充分发挥森林的多种功能; 组织开展生物资源调查, 编制生物物种资源保护利用规划, 加强生物资源就地保

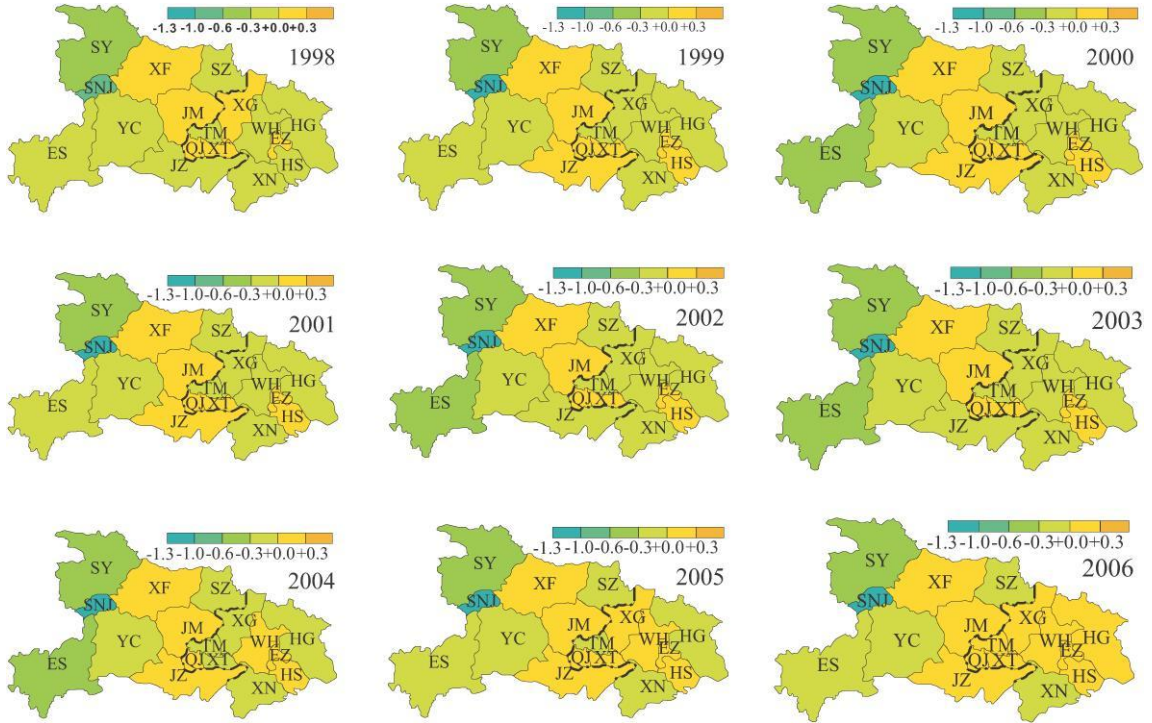


图 1 1998~2006 年湖北 17 市州可持续发展指数变化图

Fig. 1 Sustainable Development Index (SDI) in 17 City-regions of Hubei from 1998 to 2006

注: 分界线两边分别是“武汉城市圈”(右)和“鄂西生态圈”(左), WH—武汉, HS—黄石, EZ—鄂州, XG—孝感, HG—黄冈, XN—咸宁, XT—仙桃, TM—天门, QJ—潜江, SY—十堰, JZ—荆州, XF—襄樊, YC—宜昌, JM—荆门, SZ—随州, ES—恩施自治州, SNJ—神农架林区; 分色条间距共 6 段, 分别为  $-1.3 \sim -1.0$ ,  $-1.0 \sim -0.6$ ,  $-0.6 \sim -0.3$ ,  $-0.3 \sim 0$ ,  $0 \sim 0.3$ ,  $\geq 0.3$ ; 0 0 表明发展恰好可持续, 0 0 以下为绿色, 有可持续发展空间, 0 0 以上为黄—橙, 无可持续发展空间。

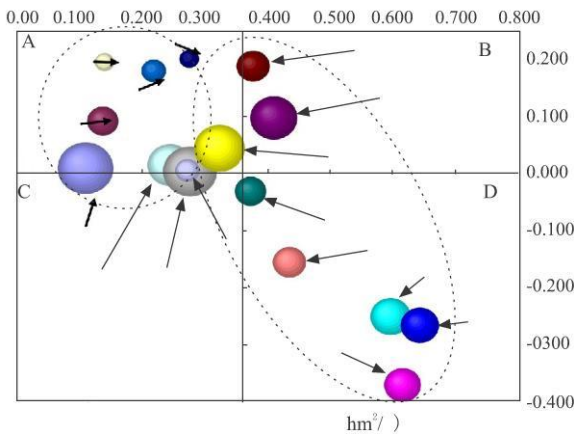


图 2 2006 年湖北省人口、人均生物资源生态承载量与可持续发展指数

Fig. 2 Population, Ecological Capacity of Biological Resource (ECBR) per Capita and SDI in Hubei in 2006

注: 本图未含神农架林区, 其人均生物资源生态承载量为  $3.6 \text{ hm}^2/\text{cap}$ , 可持续发展指数为  $-0.656$ , 人口 7 92 万; 圆圈大小为人口, 圆圈的中心为人均资源生态承载量与可持续发展指数, 两虚线圈分别表示武汉城市圈和鄂西生态圈(咸宁不属于该圈), A 区生物资源生态承载量低于省均值 ( $0.36 \text{ hm}^2/\text{cap}$ ), 为不可持续发展区域; D 区生物资源生态承载量高于省均值, 为可持续发展区域; 0.36 为 1998 年人均生物资源生态承载量省均值。

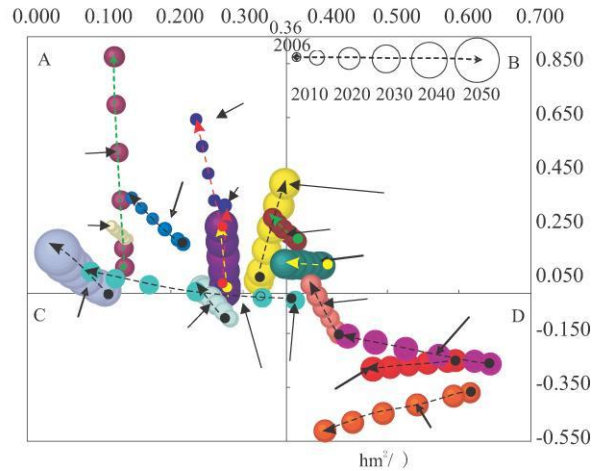


图 3 2006~2050 年湖北省人口、人均生物资源生态承载量与可持续发展指数

Fig. 3 Population, Ecological Capacity of Biological Resource (ECBR) per Capita and SDI in Hubei from 2006 to 2050

注: 本图未含神农架林区, 其人均生物资源生态承载量为  $3.6 \text{ hm}^2/\text{cap}$ , 可持续发展指数为  $-0.656$ , 人口 7 92 万; 圆圈大小为人口, 圆圈的中心为人均资源生态承载量与可持续发展指数, 同一市州用同色表示, 带箭头虚线表示 2006~2050 年圆圈的移动方向, 其他同图 2 注释。

表 2 人口数量、人均生物资源生态承载量和可持续发展指数的年平均增长率

Tab. 2 Average Increasing Rate of Population, ECCR per Capita and SDI

市州	$\overline{IR}_{PC}$ (%)	$\overline{IR}_N$ (%)	$\overline{IR}_{for}$ (%)	市州	$\overline{IR}_{PC}$ (%)	$\overline{IR}_N$ (%)	$\overline{IR}_{for}$ (%)
武汉	-2.10	1.41	0.73	十堰	-0.90	0.23	-0.75
黄石	-0.26	0.37	4.18	荆州	0.24	0.21	1.89
鄂州	-0.37	0.42	0.25	宜昌	-0.49	0.03	-0.18
孝感	0.34	-1.73	-0.60	襄樊	-0.30	0.16	0.04
黄冈	-0.05	0.11	1.26	荆门	-0.22	-0.06	0.45
咸宁	-0.21	0.32	0.97	随州	-3.23	0.32	0.55
仙桃	-0.91	-0.64	0.90	恩施	-0.83	0.29	0.55
天门	0.03	-0.09	1.67	神农架	0.22	-0.03	-12.58
潜江	-0.35	0.18	2.33	鄂西生态圈	-0.67	0.53	0.52
武汉城市圈	-0.51	0.11	3.94	全省	-0.54	0.31	1.89

护和基因库建设,从而为可持续利用生物资源提供保障。

(2) 相关产业发展必须从粗放式转向节约化、集约化,从劳动密集型和资源密集型转向技术密集型,推进产业“两型化”改造。大力推进循环经济,以生态工业园区建设和发展钢铁、化工、汽车等支柱产业为重点,提升工艺技术水平,提高能源、原材料的利用效率和生产效率,提高经济效益和生态效益。

(3) 加强宣传,引导人们改变不利于资源节约和环境保护的生产与生活消费方式,加强生态文明建设的研究、宣传与教育。

针对鄂西生态圈一直保持很高的生物资源生态盈余,生态资源丰富的特点,对策如下:

(1) 进行生态建设,维持当前高生态承载力。如进行天然林保护、退耕还林、自然保护区建设等。

(2) 构建循环经济。发展循环经济可以提高生物等资源的利用效率,他要求确立循环经济理念,完善政绩考核体系,转变增长方式,着力推进集约型经济增长,加大科技投入,推动技术创新。

(3) 发展生态产业。大力发展生态产业,包括生态工业、生态农业和生态医药,特别是利用本圈资源优势发展生态农业,建立有机食品、森林绿色食品生产基地,降低农药、化肥使用量。综合利用各种秸秆、畜禽粪便等农业废弃物,积极发展生物质能源,推广沼气工程。开发平坝、低山、丘陵地区,充分利用土地、植被、水力资源。

## 4 结论

截至 2006 年底,湖北省有一半以上国土面积的生物资源开采是超过当地土地负荷,人均生物资源生态承载力将持续下降,资源日益紧张,呈现不可持

续发展;武汉城市圈 2006 年生物资源生态足迹超出生物资源生态承载量的 32%;鄂西生态文化旅游圈除襄樊、荆州、荆门因人口多,生物资源生态足迹较大等原因导致 SDI 值较高外,其他市州的 SDI 值均较低;神农架的 SDI 最小;武汉城市圈人均生物资源生态承载力呈负增长,人口控制较好,足迹承载力比值增长较快;鄂西生态圈人均生物资源生态承载力呈负增长,增长速率大于武汉城市圈和湖北省,人口控制较差,足迹承载力比值增长较慢;按照现有的发展模式,无论是武汉城市圈还是鄂西生态圈,无论其现在的发展是可持续的还是不可持续的,未来他们都将进入不可持续的发展状态。因此,针对武汉城市圈,规划时要科学合理的运用现有土地资源,转型相关产业,宣传和引导人们改变不利于资源节约和环境保护的生产与生活消费方式;针对鄂西生态圈,规划时要进行生态建设,维持当前高生态承载力前提下转变经济增长模式,构建循环经济和生态产业。

## 参考文献:

- [1] WCED (World Commission on Environment and Development). Our common future [M]. Oxford: Oxford University Press, 1987.
- [2] 李利锋, 郑 度. 区域可持续发展评价: 进展与展望 [J]. 地理科学进展, 2002, 21(3): 237 ~ 248.
- [3] 李养兵, 刁承泰. 重庆市可持续发展评价研究 [J]. 长江流域资源与环境, 2005, 14(5): 660 ~ 664.
- [4] 张 毅, 周立耘, 王伟健等. 武汉城市圈和长株潭城市群获批综合配套改革试验区 [N]. 人民日报, 2007/12/17(006).
- [5] 徐和平, 李彦睿, 张 莹. 加快推进鄂西生态文化旅游圈建设 [N]. 湖北日报, 2008/08/15(001).
- [6] 湖北省统计局. 湖北统计年鉴(1999~2007) [M]. 北京: 中国统计出版社, 1999~2007.
- [7] 湖北省统计局. 湖北农业统计年鉴(1999~2007) [M]. 北京: 中



- 国统计出版社, 1999~2007.
- [8] 湖北省土地管理局. 湖北省土地利用现状调查[M]. 武汉: 1997.
- [9] 中国国家统计局. 中国统计年鉴(1999~2007)[EB/OL]. (1999~2007). <http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj/>.
- [10] 中国环境保护部. 全国自然保护区名录[EB/OL]. (2002~2004). [http://datacenter.mep.gov.cn/main/dbCenterDataList.do?tableName=ZHB\\_T\\_NEW\\_RESERVES\\_MAIN](http://datacenter.mep.gov.cn/main/dbCenterDataList.do?tableName=ZHB_T_NEW_RESERVES_MAIN).
- [11] 谢鸿宇, 王羚邴, 陈贤生, 等. 生态足迹评价模型的改进与应用[M]. 北京: 化学工业出版社, 2008.
- [12] WORLD WIDE FUND FOR NATURE (WWF). National Footprint Account[EB/OL]. (2006). <http://www.footprint-work.org/AcademicEdition2006-World.xls>.
- [13] 顾晓薇, 王青, 刘建兴, 等. 基于“国家公顷”计算城市生态足迹的新方法[J]. 东北大学学报(自然科学版), 2005(4): 295~298.
- [14] 冯娟, 赵全升, 谢文霞, 等. “省公顷”在小城镇生态足迹分析中的应用研究——以山东省晏城镇生态建设为例[J]. 地理科学, 2008(2): 209~213.
- [15] 徐中民, 程国栋, 张志强. 生态足迹方法: 可持续性定量研究的新方法——以张掖地区1995年的生态足迹计算为例[J]. 生态学报, 2000, 21(9): 1484~1493.
- [16] 檀满枝, 陈杰, 田晓四, 等. 南京市快速城市化过程中人均生态足迹的动态变化与预测研究[J]. 长江流域资源与环境, 2005(6): 754~759.
- [17] 胡永红, 吴志峰, 李定强, 等. 基于ARIMA模型的区域生态足迹时间序列分析[J]. 生态环境, 2006(1): 94~98.
- [18] 李湘梅, 周敬宣. 基于BP神经网络的城市总生态足迹预测研究——以武汉市为例[J]. 环境科学与技术, 2007(8): 68~70.
- [19] 吴开亚, 金菊良. 基于加速遗传算法的区域生态足迹预测一般回归模型[J]. 中山大学学报(自然科学版), 2008(2): 118~122.
- [20] WACKERNAGEL M, REES W E. Our ecological footprint: Reducing human impact on the earth[M]. Gabriola Island, B C, Canada: New Society Publishers, 1996: 61~83.
- [21] 李智, 鞠美庭, 刘伟, 等. 中国1996~2005年能源生态足迹与效率动态测度与分析[J]. 资源科学, 2007(6): 54~60.
- [22] 袁平. 基于生态足迹模型的县级区域可持续发展评价[D]. 北京: 中国农业科学院, 2005: 56.
- [23] 任茜. 县域生态足迹研究[D]. 成都: 四川大学, 2005: 54.
- [24] 傅帆. 基于生态足迹模型的荆州市土地可持续利用评价及其路径研究[D]. 武汉: 华中科技大学, 2006: 33~40.

## EVALUATION AND PREDICTION OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE “TWO CIRCLES” IN HUBEI PROVINCE

HU Hong-xing<sup>1</sup>, HE Wei<sup>2</sup>, SHEN Hong<sup>2</sup>, WANG Yu<sup>1</sup>

(1. School of Resource and Environmental Science, Wuhan University, Wuhan 430079, China; 2. College of Urban and Environmental Sciences, Peking University, Beijing 100871, China)

**Abstract:** Development status of every city in the “two circles” areas, namely, Wuhan urban circle (WUC) and western Hubei eco-culture tourism circle (WEC), was evaluated by calculating sustainable development index (SDI). According to average increasing rate of 9 years’ ecological capacity of biological resource (ECBR) per capita, average increasing rate of population and average increasing rate of ratio between ecological footprint and ecological capacity ( $fcr$ ), the development status were predicted from now to the next 44 years. The results showed that: (1) by the end of 2006, biological resource exploitation in more than half of Hubei province exceeded the ecological capacity, resulting in decrease of ECBR per capita, scarcity of the biological resources and non-sustainable development status of this area; (2) ecological footprint of biological resource (EFBR) exceeded 50% of the ECBR in WUC; (3) the SDI of Xiangfan (XF), Jingzhou (JZ) and Jingmen (JM), which had a larger population and higher EFBR, were lower than that of any other city in WEC, and the SDI of Shennongjia is the lowest in WEC; (4) WUC had a faster growth of  $fcr$ , which reflect the sustainable development status directly, a negative growth of the ECBR per capita and better population control; (5) WEC had a slower growth of  $fcr$ , a negative growth of the ECBR per capita whose increasing rate was larger than that of Hubei and WUC, and worse population control; (6) in accordance with the existing development model, the development of both WUC and WEC would be non-sustainable in near future, therefore, scientific and long-term development plan should be made according to each present development status.

**Key words:** Wuhan urban circle (WUC); western Hubei eco-culture tourism circle (WEC); biological resource; ecological footprint; sustainable development index (SDI); dynamic prediction.