文章编号:1007-7588 (2008) 09-1336-07

相对资源承载力模型的改进及其实证分析

李泽红[1,2] , 董锁成[1] , 汤尚颖[3]
(1. 中国科学院地理科学与资源研究所,北京 100101;2 . 中国科学院研究生院,北京 100049;
3. 中国地质大学(武汉)经济学院,武汉 430074)

摘 要:对比区域相对资源人口与经济承载力理论值与实际人口和经济量,有助于了解案例区相对于参照区的发展状态,并能为合理调控案例区人口和经济规模以及确定其未来开发策略提供指导性认识。相对资源承载力测算普遍采用加权线性和模型,其弊端主要在于过多的权重选择和对不同类型资源之间匹配关系的忽视影响了测算的准确性和科学性。基于此对传统相对资源承载力模型进行了改进,提出了几何相对资源承载力模型,并利用新模型,以全国为参照区,对湖北省 1978 年～2006 年相对资源承载力进行了实证分析。研究表明,目前湖北省正处于人口超载,经济发展不足的阶段,经济发展不足制约了对人口的容纳能力,未来应成为国家重点开发的省份和经济活动集聚的地区之一。

关键词:相对资源承载力;模型;改进;实证分析

1 引言

承载力思想最早可追溯到 1758 年法国经济学家魁奈(FrancoisQuesnay)的《经济核算表》关于土地生产力与经济财富关系的研究和 1798 年马尔萨斯(T.Malthus)的《人口原则》关于自然因素对人口增长限制作用的研究[1]。但直到 1921 年,承载力(CarryingCapacity)这一科学概念才由人类生态学家帕克(Park)和伯吉斯(Burgess)明确提出,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"[2]。该理论最初被引入草原管理应用中,相应提出了草地承载力、最大载畜量等相关概念[3]。随后,在不同的发展阶段和不同的资源条件下,产生了不同的资源承载力概念和相应的承载力理论,但主要集中在自然资源领域,其中土地资源承载力和水资源承载力的研究历史较长,取得的成果也较多[4]。国内学者在总结吸收国外经验的基础上对资源承载力展开了广泛研究,任美锷先生 20 世纪 40 年代末通过对四川省农作物生产力分布的地理研究,计算了以农业生产力为基础的土地承载力,是国内最早关注承载力研究的学者。1986 年原中国科学院自然资源综合考察委员会等多家科研单位联合开展的"中国土地生产潜力及人口承载量研究"是国内迄今为止进行得较为全面的土地承载力研究[5]。20 世纪末以来,资源承载力概念不断丰富,其测算方法也不断改进,形成了一套利用国际标准确定不同时期区域资源承载力理想状况的方法和模型,典型代表有生态承载力(EcologicalCarryingCapacity)、生态足迹(EcologicalFootprint)等[6,7]。目前这些方法在国内广泛应用于区域可持续性评价领域。

然而,传统承载力方法在对我国实证分析时,其功能并没有如在国外那么强大,面临着困境。主要原因是,我国人口总量大,资源总量有限,利用国际标准衡量出的资源可承载人口量几乎总是低于实际人口总量,实际人口超载甚至严重超载的结论是显而易见的,这一结论对实践的指导意义有限。我国总人口已经达到很大规模,短期内难以改变,而年度可利用资源量基本是稳定的,但各区域分布不均,人类活动应如何分布在既定面积但区域异质的国土范围内,才是所要解决的关键问题。2000 年国内学者黄宁生,匡耀求等人较早提出了相对资源承载力的概念,即"以比具体研究区更大的一个或数个区域

收稿日期:2008-01-07; **修订日期**:2008-04-11
基金项目:国家自然科学基金(编号:40671062);教育部人文社科重点研究基地南昌大学中国中部经济发展研究中心项目:"中部粮食主产区生态经济矛盾与循环经济发展模式研究"。
作者简介:李泽红,男,湖北天门市人,博士生,研究方向为区域生态经济与可持续发展。
E-mail: lizh.06b@igsnrr.ac.cn。

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

(参照区)作为对比标准,根据参照区的人均资源拥有量或消费量、研究区的资源存量,计算出研究区域的各类相对资源承载力”[8]。该方法作为区域可持续性评价方法提出后,得到了普遍关注。但笔者认为,相对资源承载力作为国内区域可持续性评价方法并不妥当,因为在国内很难找到一个相对大的区域作为理想参照标准,如在计算省域相对资源承载力时,往往选择全国水平作为参照标准,但全国总体水平并不一定是可持续的,这样得出的结论是否科学值得商榷。尽管如此,相对资源承载力研究仍然是有意义的,通过测算出的区域相对资源人口和经济承载力值与相应区域实际人口规模和经济规模进行对比,可以清楚地看出该地区相对于上级区域的资源承载状态,能为合理调控区域人口和经济规模以及确定其未来开发策略提供指导性认识;通过区域内部各地区相对资源承载状况的具体分析,一定程度上可以为协调地区间人口与经济活动的空间分布和流向提供参考。国家“十一五”规划纲要明确提出,促进区域经济协调发展;还正式提出把全国国土空间划分为优化开发、重点开发、限制开发和禁止开发四类主体功能区,对于不同的功能区,采取不同的发展政策。区域资源承载力和环境容量是主体功能区划分的重要依据,而区域相对资源承载力可以作为主体功能区划分的初步依据之一。基于这一思想,在回顾相对资源承载力研究进展基础上,尝试对现有测算模型进行改进,并利用改进了的相对资源承载力模型,以湖北省为例进行实证分析。

2　相对资源承载力模型改进

相对资源承载力研究起步较晚,但成果颇丰,主要在 3 个方面取得了进展:①从研究单一的土地资源或水资源相对资源承载力向水土资源为代表的自然资源和以 GDP为衡量标准的经济资源综合资源承载力转变。如景跃军较早研究了土地资源、水资源和经济资源三大类资源共同支撑的相对资源人口承载力[9];②研究从静态转向动态,加强了中长时间尺度区域相对资源承载力动态变化规律研究,如王宗明较早分析了吉林省相对资源承载力动态变化情况[10];③从单一相对资源人口承载力研究转向人口与经济双重考量的相对资源承载力综合研究,如周亮广较早研究了卡斯特地区的相对资源经济承载力[11]。

迄今为止,相对资源承载力测算方法尚不成熟,目前普遍采用的是加权线性和法,不妨称之为加权线性和相对资源承载力模型。表述如下:

相对资源人口承载力

$$C_{sp} = W_l C_{npl} + W_w C_{npw} + W_{ec} C_{ecp} \tag{1}$$

相对资源经济(GDP)承载力

$$C_{sg} = W_l C_{gl} + W_w C_{gw} \tag{2}$$

式中:C_{sp}、C_{npl}、C_{npw}、C_{ecp}、C_{sg}、C_{gl}、C_{gw}分别为相对资源人口承载力、相对土地资源人口承载力、相对水资源人口承载力、相对经济资源人口承载力、相对资源经济承载力、相对土地资源经济承载力、相对水资源经济承载力;W_l、W_w、W_{ec}分别为相对土地资源、水资源和经济资源承载力的权重。

现有模型实际上是各类资源相对承载力的加权线性和,其最大缺陷在于权重选择的随意性,忽视了不同类型资源之间的匹配关系,影响了模型的科学性。基于此模型的改进在于尽量避免权重的应用,减少或者不使用权重,为此初步构建了几何相对资源承载力模型。

指标选取如下:选择人口和经济总量作为资源的承载对象,反映经济资源的指标选择国内生产总值 GDP,自然资源领域主要选取与人类经济社会活动密切相关的土地资源和水资源为研究重点。为消除各地区在地形地貌等方面的差异性,以农作物总播种面积代表土地资源总量指标,同时选取供水总量代表水资源量。

模型构建:相对资源人口承载力(C_{np})

$$C_{sp} = \sqrt[3]{C_{npl} \times C_{npw} \times C_{ecp}} \tag{3}$$

$$C_{npl} = I_{pl} \times Q_l \tag{4}$$

$$C_{npw} = I_{pw} \times Q_w \tag{5}$$

$$C_{ecp} = I_{pec} \times Q_{ec} \tag{6}$$

式中:C_{sp}、C_{npl}、C_{npw}、C_{ecp}意义同上;I_{pl}为土地资源人口承载指数,$I_{pl} = P_o / Q_{lo}$,其中 P_o 为参照区人口数量,Q_{lo}为参照区农作物总播种面积,Q_l 为研究区农作物总播种面积;I_{pw}为水资源人口承载指数,$I_{pw} = P_o / Q_{wo}$,Q_{wo}为参照区供水总量,Q_w 为研究区供水总量;I_{pec}为经济资源人口承载指数,$I_{pec} = P_o / Q_{eco}$,Q_{eco}为参照区国内生产总值,Q_{ec}为研究区国内生产总值。

相对资源经济(GDP)承载力(C_{sg})

$$C_{sg} = \sqrt{C_{gl} \times C_{gw}} \tag{7}$$

$$C_{gl} = I_{gl} \times Q_l \tag{8}$$

$$C_{gw} = I_{gw} \times Q_w \tag{9}$$

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

式中：C_{sg}、C_{gl}、C_{gw}、Q_l、Q_w 意义同上；I_{gl}、I_{gw} 分别为土地资源、水资源经济承载指数，$I_{gl} = G_o/Q_{lo}$、$I_{gw} = G_o/Q_{wo}$；G_o 为参照区 GDP。

将计算得到的相对资源人口承载力、相对资源经济（GDP）承载力值分别与实际人口规模、经济（GDP）规模进行比较，从而获得研究区域相对于参照区域的承载状态，并为未来功能定位提供借鉴。假设实际人口规模为 P，实际 GDP 为 G，根据笔者对 2005 年全国 31 个省级行政区相对资源承载力的计算结果，初步确定了如下 9 种判断情景（表 1）。

表 1 相对资源承载力结果的 9 种情景

Table1 Scenariosofcarryingcapacityofrelativeresources.

情景	状态	未来发展方向定位
$P > C_{sp}$, $G > C_{sg}$	人口与 GDP 双重超载，人口密度相对大，经济发展相对充分	优化开发，提高发展质量
$P > C_{sp}$, $G < C_{sg}$	人口超载，GDP 承载力富余，人口密度相对大，经济发展不足	重点开发，通过经济发展提高人口容纳力
$P > C_{sp}$, $G = C_{sg}$	人口超载，GDP 满载，人口密度相对大，经济发展相对适中	适度开发，适当引导人口流出
$P < C_{sp}$, $G > C_{sg}$	人口承载力富余，GDP 超载，人口密度相对小，经济发展相对充分	优化开发，适当引导人口流入
$P < C_{sp}$, $G < C_{sg}$	人口与 GDP 承载力双重富余，资源相对丰富、人口密度相对小，经济发展严重不足	有计划地、科学地逐步开发
$P < C_{sp}$, $G = C_{sg}$	人口承载力富余，GDP 满载，人口密度相对小，经济发展相对适中	适度开发，适当引导人口流入
$P = C_{sp}$, $G > C_{sg}$	人口满载，GDP 超载，人口密度相对适中，经济发展相对充分	优化开发
$P = Csp$, $G < Csg$	人口满载，GDP 承载力富余，人口密度相对适中，经济发展不足	重点开发
$P = Csp$, $G = Csg$	人口与 GDP 满载，人口与经济发展水平与参照区相当	适度开发

相比加权线性和模型，几何相对资源承载力模型避免了权重的应用和选择，同时一定程度上考虑了不同资源之间的相对匹配关系。以相对资源经济承载力为例，现有加权线性和模型往往取 $W_l = W_w = 0.5$，即 $C_{sg} = 0.5(C_{gl} + C_{gw}) \geq (C_{gl} \times C_{gw})^{1/2}$，当且仅当 $C_{gl} = C_{gw}$ 时取等号。也就是说当水土资源的相对资源承载力相等，即相对于参照区水土资源匹配很好时，几何模型与加权模型计算的理论值才相等；换言之，当水土资源的相对资源承载力不等，或者说水土资源匹配性较差时，几何模型计算的理论值往往小于加权模型计算的理论值，这说明几何模型对资源的匹配性要求更高。

几何模型的缺点在于其为非零和模型，即分区域相对承载力之和小于总区域的人口和经济承载总量。同样以相对资源经济承载力为例，假设参照区可分为 N 个二级区域，N 个二级区域的相对资源经济承载力之和：

$$\sum_{i=1}^{N}(C_{sg})_i = \sum_{i=1}^{N}\sqrt{(C_{gl})_i \times (C_{gw})_i} \leq \sum_{i=1}^{N}\frac{1}{2}[(C_{gl})_i + (C_{gw})_i] = \frac{1}{2}\left[\sum_{i=1}^{N}(C_{gl})_i + \sum_{i=1}^{N}(C_{gw})_i\right] = \frac{1}{2}(G_o + G_o) = G_o$$

，当且仅当 $(C_{gl})_i = (C_{gw})_i$，$i = 1,2,3,\cdots,N$ 时取等号。对于水土资源匹配较差的地区，计算出的理论值往往会偏小。因此，几何相对资源承载力模型适用于对资源匹配较好地区的评价。

3 实证分析

以几何相对资源承载力模型，选择中部粮食主产省份、水土资源匹配较好的湖北省为研究区，以全国为参照区，分析研究区相对人口和经济承载力变化规律，为研究区未来区域主体功能定位提供参考。

3.1 数据来源与处理

按照评价模型，必要的数据包括：全国和湖北省人口数量、GDP、农作物总播种面积和供水总量 4 个指标的时间序列数据。全国人口总数、GDP 和农作物播种面积数据直接从历年《中国统计年鉴》中获得，由于研究目的在于相对资源承载力与实际人口和经济规模的比较，而不是趋势预测，所以 GDP 可取当年价；1997 年～2006 年全国供水总量来源于国家水利部发布的《水资源公报》（1997 年～2006 年）；1980 年、1988 年、1993 年供水总量可从《中国水利统计年鉴》中获得，其他年份供水总量可以推算出近似值。依据《中国资源大百科全书》，我国区域水资源总量基本为常数，因此可假设 1978 年～1996 年全国水资源总量是不变值，可以用已知量 1997 年～2005 年 9 年间实测数据的平均值代替；依据谢高地等人研究成果，全国供水能力系数（将水资源转化为供水量的系数称为供水能力系数，即供水能力系数 = 供

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

水总量/水资源总量)每年平均增长 1.2%, 以此可推算部分年份的供水总量[12]。得到的全国(不包括港、澳、台湾)指标的时间序列数据(表 2)。

湖北省人口数量、GDP、农作物总播种面积历年数据从《湖北统计年鉴》(1993 年～2006 年)获得;1997 年～2006 年湖北省供水总量来源于国家水利部发布的《水资源公报》(1997 年～2006 年),1980 年、1988 年从《中国自然资源丛书(湖北卷)》中获得,其他年份供水总量可以根据水资源总量推算出近似值。得到湖北省相关指标的时间序列数据见表 2。利用以上数据,按照公式(3)～公式(9),可算出湖北省 1978 年～2006 年的相对资源承载力。计算的中间参数值、承载力熵值、C_{sp}-P 和 C_{sg}-G 结果见表 3。

表 2　1978 年～2006 年全国及湖北省人口、资源与经济基本数据

Table2　Basicdataofpopulation,resourcesandeconomyinChinaandHubeiProvince1978　　年～2006 年

	全国				湖北省			
	人口数量 ($\times10^4$ 人)	GDP ($\times10^8$ 元)	农作物总播种面积 ($\times10^4 hm^2$)	供水总量 ($\times10^8 m^3$)	人口数量 ($\times10^4$ 人)	GDP ($\times10^8$ 元)	农作物总播种面积 ($\times10^4 hm^2$)	供水总量 ($\times10^8 m^3$)
1978	96 259	3 645.3	15 010.4	4 408.3	4 575	151.00	793.13	255.00
1980	98 705	4 545.6	14 638.1	4 432.0	4 684	199.38	747.73	269.52
1985	105 851	9 040.7	14 362.6	4 826.2	4 980	396.26	733.13	267.03
1990	114 333	18 718.3	14 836.2	5 105.8	5 439	824.38	736.13	266.35
1995	121 121	59 810.5	14 987.9	5 396.2	5 772	2 109.40	741.40	249.28
2000	126 743	98 000.5	15 630.0	5 530.7	5 960	3 545.40	758.40	270.60
2005	130 756	183 956.3	15 548.8	5 633.0	6 031	6 520.10	739.13	253.38
2006	131 448	211 808.0	15 702.1	5 795.0	6 050	7 581.32	735.03	258.79

注:为节省篇幅,采用缩略表格,只列出主要年份数据,下同。

表 3　1978 年～2006 年湖北省相对资源人口与经济承载力

Table3　Populationandeconomycarryingcapacityofrelativeresourcesin HubeiProvince1978　　～2006

年份	C_{npl} ($\times10^4$ 人)	C_{npw} ($\times10^4$ 人)	C_{ecp} ($\times10^4$ 人)	C_{gl} ($\times10^8$ 元)	C_{gw} ($\times10^8$ 元)	C_{sp} ($\times10^4$ 人)	C_{sg} ($\times10^8$ 元)	C_{sp}-P ($\times10^4$ 人)	C_{sg}-G ($\times10^8$ 元)
1978	5 086.2	5 568.1	3 987.4	192.6	210.9	4 833.5	201.5	258.6	50.5
1980	5 042.0	6 002.5	4 329.4	232.2	276.4	5 079.1	253.3	394.7	54.0
1985	5 403.1	5 856.7	4 639.5	461.5	500.2	5 275.4	480.5	295.2	84.2
1990	5 672.9	5 964.3	5 035.4	928.8	976.5	5 543.7	952.3	104.4	127.9
1995	5 991.4	5 595.2	4 271.7	2 958.6	2 763.0	5 231.8	2 859.1	-540.3	749.7
2000	6 149.8	6 201.1	4 585.2	4 755.2	4 794.9	5 592.0	4 775.0	-368.0	1 229.6
2005	6 215.7	5 881.6	4 634.5	8 744.6	8 274.6	5 533.4	8 506.4	-497.6	1 986.2
2006	6 153.2	5 870.1	4 705.0	9 914.9	9 458.8	5 539.1	9 684.2	-510.9	2 102.8

3.2　结果分析

利用以上计算结果数据,结果分析得到湖北省相对资源承载力的变化曲线(图 1、图 2)。相对于全国,湖北省 1978 年～2006 年相对资源人口承载力呈小幅波动的缓慢上升趋势,相对资源经济承载力呈较快上升趋势。从变化的轨迹和湖北省相对资源承载力与实际人口和经济总量的对比关系来看,湖北省相对资源承载力变化大体上可分为两个阶段:第一阶段(1978 年～1991 年)为相对资源承载力平稳上升阶段,第二阶段(1992 年～2006 年)为相对资源承载力波动调整阶段。

第一阶段(1978 年～1991 年)湖北省相对资源

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

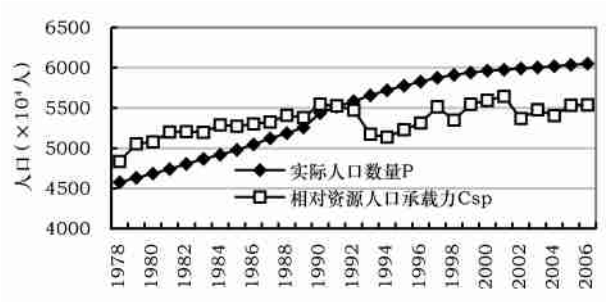

图 1 湖北省相对资源人口承载力与实际人口变化对比

Fig 1 Comparisonbetweenpopulationcarryingcapacityofrelative resourcesandactualpopulationinHubeiProvince

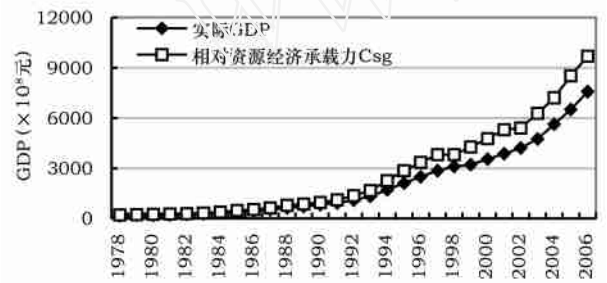

图 2 湖北省相对资源 GDP承载力与实际 GDP变化对比

Fig 2 ComparisonbetweenGDPcarryingcapacityofrelative resourcesandactualGDPinHubeiProvince

人口和经济承载力均呈稳步上升趋势,且人口承载力从较大富余程度逐渐转向满载,经济(*GDP*)承载力存在很小富余,这一阶段基本处于 $P < C_{sp}$, $G \leq C_{sg}$的发展情景下,这与当时所处的发展环境密切相关。1978 年以后,农村地区开始实行家庭联产承包责任制,极大地释放了农村生产力,工业的发展潜力尚未被激活,农业生产面貌的改观还不足以形成区域之间的发展差异。当时湖北省经济发展在国内处于中游水平,与发达地区的差距不大,水土资源的供给能力提高与全国基本同步,所以实际经济总量与相对资源经济承载力较为接近,各地区经济对人口的承载能力也比较接近,且波动性小。而人口从承载富余转向满载的原因主要在于这一阶段湖北省人口自然增长率较高,年均约为 14.0 ‰,远远高于相对资源人口承载力年均 10.3 ‰的增长率。

第二阶段(1992 年～2006 年)人口开始超载并有加重趋势,经济承载富余增加明显,相对资源承载力呈现失衡的迹象,这一阶段湖北省总体处于 $P > C_{sp}$, $G < C_{sg}$的发展情景下,表明目前湖北省存在人口超载、经济发展不足的问题。其原因在于,相对于全国而言,这一时期湖北省经济发展的弱质性和与沿海地区发展差距的扩大,这与国家区域发展战略的调整密切相关。1992 年邓小平同志南巡讲话后,沿海地区的对外开放进程加快,经济特区的设立,一批沿海城市的开放,为我国沿海地区经济的快速发展注入了新的活力,而广大中西部地区的开放步伐则要相对缓慢,这一时期是我国区域差距迅速扩大的时期,也是湖北省经济发展差距被沿海地区拉大最快的时期,经济发展滞后使经济资源对人口承载力提高的贡献缩少,导致 1994 年湖北省相对资源人口承载力成为近 20 年来的最低点。只是到了 1996 年以后,在东南亚金融危机的影响下,我国开始确立了开拓国内市场,扩大内需的政策,在积极的财政政策和货币政策的推动下,中西部地区经济发展的直接作用才开始显现,湖北省相对资源人口承载力才有所回升,而 1998 年湖北省成为我国受灾最严重的地区,其相对资源人口承载力骤然下降,相对资源经济承载力与上年相比基本没有提升,保持在一个比较稳定的水平。2002 年相对资源人口承载力出现较大幅度下调的原因在于湖北省发生了较大范围的旱情,使全省供水总量比上一年锐减 10%, 同时,西部大开发战略的实施,使地处中部地区的湖北省在经济发展速度上走向“塌陷”的边缘,一定程度上限制了相对资源人口承载力的提升。2002 年党的“十六大”明确提出了对老工业基地加快改造和调整,加大对粮食主产区的扶持等一系列政策。这些政策的实施为作为中部老工业大省、农业大省的湖北省提供了新的发展机遇,也为后期资源承载力稳定上升起了重要作用。而相对资源经济承载力与实际经济量之间的缺口加大则说明这一阶段湖北省相对于全国整体而言属于经济发展相对缓慢的地区。

3.3 未来发展方向

湖北省是我国水土资源匹配较好的省份之一,水资源拥有量仅次于我国西南部分省份,土地资源总量不高,但质量较优,是我国重要的粮棉油主产省份;从自然资源的经济承载力富余也可看出,相对于全国经济发展而言,湖北省的自然资源是有优势的。当前湖北省人口超载不在于其自然资源的丰度不够,深层次的原因是其经济资源对人口承载力的贡献有限,经济发展的不足制约了人口容纳力的提高。由于湖北省当前人口增长速度已经趋于缓慢,且经济承载力尚有富余,所以其今后要解决的核心问题是如何通过提升经济发展水平、改善经济发展质量来提高其人口承载力。湖北省的相对自然资源优势决定了其今后将成为国家重点开发的区域之一,尤

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

其是武汉城市群作为“全国资源节约型和环境友好型社会建设综合配套改革试验区”后,在未来将担负起集聚更多经济和人气的重任。

4　结论与讨论

相对资源承载力研究起步较晚,取得了一定的进展,其意义在于,通过区域相对资源人口、经济承载力与实际人口和经济量的对比,有助于了解研究区相对于参照区的发展状态,并对其未来发展具有一定的指导作用。现有相对资源承载力测算方法可总结为加权线性和法,该方法的弊端在于过多的权重选择影响了测算的科学性,同时忽视了资源之间的匹配关系。基于此对加权线性和模型进行了改进,提出了几何相对资源承载力模型,该模型适用于对水土资源匹配较好地区的分析。利用该模型对湖北省的实证分析表明,相对于全国而言,目前湖北省正处于人口超载,经济发展不足的阶段,经济发展滞后、经济资源不足制约着对人口的容纳能力,未来的发展方向应是通过提升经济发展水平和质量来提高人口承载力。

现有相对资源承载力测算模型大多仅将水资源和土地资源两种自然资源纳入模型,有其局限性,如何将更多的资源类型(如能源资源)纳入模型,同时充分考虑各类资源之间的匹配关系应是相对资源承载力模型改进的重要突破口。能否通过对区域内部各地区相对资源承载状况的具体分析,为协调地区间人口与经济活动的空间分布和流向提供指导性认识,应是今后相对资源承载力实证研究的重要方向之一。

参考文献　(References):

[1] (奥地利)陶在朴. 生态包袱与生态足迹[M]. 北京:经济科学出版社,2003.[(Austria) TAOZaipu.Eeo-ucksackandEco-Footprint[M].Beijing:SciencePress,2003.]

[2] Park. RF,Burgess.E.W.AnIntroductiontotheScienceof Sociology[M].Chicago,1921.

[3] 郭秀锐,毛显强,冉圣宏. 国内环境承载力研究进展[J]. 中国人口·资源与环境,2000,10(3):28～30.[GUOXiu-rui,MAO Xian-qiang,RANShen-ghong.Researchprogrossinenvironmental carryingcapacityinChina[J]. *China Population, Resources and Environment*,2000,10(3):28～30.]

[4] 牛文元. 持续发展导论[M]. 北京:科学出版社,1994.[NIU Wen-yuan.IntroductiontoSustainableDevelopment[M].Beijing: SciencePress,1994.]

[5] 《中国土地资源生产能力及人口承载量研究》课题组.1991 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.[“AnalysisofProductionPotentialand PopulationBearingCapacityofLandResourcesinChina”Research Group.StudyonProductionPotentialandPopulationBearing CapacityofLandResourcesinChinain1991[M].Beijing:China RenminsUniversityPress,1991.]

[6] Wackernagel M,ReesWE.OurecologicalFootprint:Reducing HumanImpactontheEarth[M].GabriolaIsland:NewSociety Publishers,1996.

[7] WackernagelM,OnisloL,BelloP,etal.EcologicalFootprintsof Nations[M].Toronto:InternationalCouncilforLocalEnvironmental Initiatives,1997.

[8] 黄宁生,匡耀求. 广东相对资源承载力与可持续发展问题[J]. 经济地理,2000,20(2):52～56.[HUANGNing-sheng,KUANG Yao-qiu.Thecarryingcapacityofresourcesandtheproblemsof sustainabledevelopmentinGuangdongProvince[J]. *Economic Geography*,2000,20(2):52～56.]

[9] 景跃军. 东北地区相对资源承载力动态分析[J]. 吉林大学社会科学学报,2006,46(4):104～110.[JINGYue-jun.Dynamic analysisofbearingcapacityofrelativeresourcesinNortheastChina [J]. *Jilin University Journal Social Sciences Edition*, 2006,46(4): 104～110.]

[10] 王宗明,张柏,何艳芬,等. 吉林省相对资源承载力动态分析[J]. 干旱区资源与环境,2004,18(2):5～10.[WANGZong-ming,ZHANGBai,HEYan-fen,etal.Analysisofdynamicchanges ofrelativecarryingcapacityofresourcesinJilinProvince[J]. *Journal of Arid Land Resourcesand Environment*,2004,18(2):5～10.]

[11] 周亮广,梁虹. 喀斯特地区相对水资源承载力研究[J]. 资源科学,2006,28(6):22～27.[ZHOULiang-guang,LIANGHong. Relativecarryingcapacityofwaterresourcesinkarstregionof GuiyangProvinc[J]. *ResourcesScience*,2006,28(6):22～27.]

[12] 谢高地,周海林,甄霖,等. 中国水资源对发展的承载能力研究[J]. 资源科学,2000,(4):2～7.[XIEGao-di,ZHOUHai-lin, ZHENLin,etal.Carryingcapacityofwaterresourcesforchina's development[J]. *ResourcesScience*, 2000,(4):2～7.]

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

ModelModificationandEmpiricalAnalysisoftheRelative CarryingCapacityofResources

LIZe-hong[1,2] ,DONGSuo-cheng[1] ,TANGShang-ying[3]

(1. *Institute of GeographicSciences and Natural ResourcesResearch, CAS, Beijing* 100101, *China*;2. *Graduate University of CAS, Beijing*,100049, *China*;
3. *EconomicsSchool of China University of Geosciences, Wuhan* 430074, *China*)

Abstract: Facedwithapopulationexplosionandlimitedresources,itisaproblemforChinatoreasonably distributehumanactivityacrossheterogeneousareas,soregionalcarryingcapacityisalwaysamatterof popularconcern.Thispapersystematicallyreviewsresearchrelatedtotherelativecarryingcapacityof resources.Wesuggestthatrelativecarryingcapacityisnotanappropriatemethodforappraisingregional sustainability,butasoundwayforcoordinatingspatiallocationandflowsofpopulationandeconomy. Withamodelofrelativecarryingcapacityofresources,thetheoreticalpopulationandGDPcarrying capacityofaregioncanbecalculated.Bycomparingthetheoreticalnumberwiththeactualdataon populationandGDP,therelativedevelopmentstateoftheregioncanbeclearlyshown,whichishelpful forselectingandadaptingfuturedevelopmentpolicies.

Despitebeingthemostpopularcomputingmethodofrelativecarryingcapacityofresources,the WeightedLinearSumModelisdefectiveintermsofweightselectionandthefailuretomatchdifferent resources,whichunderminestheaccuracyofthecalculation.ThispaperpresentsaGeometricModelof relativecarryingcapacitybasedonamodificationoftheWeightedLinearSumModel,whichissuitablefor appraisalofregionswhicharewell-matchedintermsofresources.AccordingtothethinkingonMain FunctionalZonesandtherequirementsforbothpopulationandeconomiccarryingcapacity,thepossible developmentstatesofaresearchregioncanbesummarizedin9scenarios.Differentscenariosrequire differentdevelopmentpolicies.

Usingthenewmodel,weempiricallyanalyzedpopulationandeconomicrelativecarryingcapacityof resourcesinHubeiProvincefrom1978to2006.Theresultsindicatedthatthepopulationin Hubei Provinceisoverloadedwhiletheeconomiccarryingcapacityisabundantrelativetothewholecountry becauseslowe economicdevelopmentrestrictsthepopulationcarryingcapacity.Inthefuture,Hubei Provinceshouldbecomeacorezonefordevelopmentandeconomicconglomeration.

Therearestillsomelimitationsinrecentresearchontherelativecarryingcapacitymodel,suchastoo muchattentiononwaterandlandresourcecarryingcapacity,andneglectofothernaturalresourcessuch asenergy.Also,thereismoreresearchonsingleresourcesbutnotmuchcoupledresearchonmultiple resources.Theseweakpointsshouldbeaddressedinfuturemodelmodifications.

Keywords: Carryingcapacity;Relativecarryingcapacityofresources;Modelmodification;Empirical analysis;Hubei

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net