

相对资源承载力模型改进及其应用

黄常锋^{1,2},何伦志^{1*} (1.新疆大学经济研究所,新疆 乌鲁木齐 830046; 2.新疆大学经济与管理学院,新疆 乌鲁木齐 830047)

摘要: 分析了当前国内研究区域可持续发展的相对资源承载力模型存在的一些不足,如静态分析时,模型没有考虑不同地区资源的利用效率和生活水平等的差异;动态分析时,选取的参照区包含了研究区作为其子集.通过引入修正因子、从参照区中分离出研究区等方法对原模型进行了相应的改进.以 2005 年我国 28 个省市和 2000~2007 年新疆的可持续发展研究为例,运用改进后的模型分别进行了静态和动态研究.结果表明:2005 年在全国 28 个省市中,根据传统模型计算得到人口超载、富余的省市数分别有 18,10 个,而根据改进后模型计算得到人口严重超载、超载、富余和非常富余的省市数分别有 13,6,4,5 个;改进后模型计算得到 2000~2007 年新疆的综合承载力要大于传统模型计算得到的结果;改进后模型计算的结果比原模型的结果更加精准.

关键词: 相对资源承载力; 模型改进; 应用

中图分类号: X24 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-6923(2012)02-0366-07

Model modification and application of the relative carrying capacity of resources. HUANG Chang-feng^{1,2}, HE Lun-zhi^{1*} (1.Institute of Economic Research, Xinjiang University, Urumqi 830046, China; 2.School of Economics and Management, Xinjiang University, Urumqi 830047, China). *China Environmental Science*, 2012,32(2): 366~372

Abstract: This paper pointed out several major deficiencies in the traditional model of relative carrying capacity of resources, such as efficiency of resources using and difference of living standards in different regions were not considered in the static analysis, the reference area which included the study area was selected as a subset in the dynamic analysis. And it did some corresponding improvements by means of introduce correction factors, isolate the study area from the reference areas and so on. Meanwhile, took the study of sustainable development of Chinese 28 provinces and cities in 2005 and Xinjiang from 2000 to 2007 as examples, used the modified model did static and dynamic analysis respectively. Among 28 provinces and cities during 2005, the number of provinces and cities which population stated overload, surplus was 18 and 10 respectively calculated by traditional model; while the number of provinces and cities which population stated serious overloading, overloading, surplus and very abundant was 13,6,4 and 5 respectively calculated by modified model. The results of integrated capacity of Xinjiang from 2000 to 2007 which calculated by modified model were greater than those did by traditional model. The results calculated by modified model were more precise than those did by traditional model.

Key words: relative carrying capacity of resources; model modification; application

承载力指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^[1].资源承载力理论中以土地资源和水资源承载力^[2-3]等方面研究取得的成果较多.国内学者早期的研究主要集中于绝对资源承载力方面^[4-7].

由于我国人口总量大,而资源总量有限,所以利用传统的绝对资源承载力方法并以国际标准来衡量资源的可承载人口数量时,几乎总是得到

实际人口超载甚至严重超载的结论,显然这一结论对实践的指导意义有限^[8].鉴于此,2000 年黄宁生等^[9]提出了相对资源承载力模型,并以广东省为例实证研究了该省的相对资源承载力与可持

收稿日期: 2011-05-02

基金项目: 国家社科重点项目基金(08AJY014);教育部社科重大项目子项目基金(06JZD0012);新疆大学世川良一项目(XJU-SYLLF10003)

* 责任作者,教授, helunzhi@sina.cn

续发展情况。自该模型提出后,引起了国内学者的广泛关注,并被用来实证分析我国区域的可持续发展情况^[10-15]。本研究针对相对资源承载力传统模型存在的一些不足,对其进行改进;并以 2005 年我国 28 个省市和 2000~2007 年新疆的可持续发展研究为例,运用传统模型和改进后的模型进行实证对比研究。

1 研究方法

1.1 相对资源承载力传统模型

传统相对资源承载力模型主要包括:综合承载力,相对自然资源(土地资源)承载力和相对经济资源承载力。

综合承载力:

$$C_s = (C_{rl} + C_{re}) / 2 \quad (1)$$

式中:相对土地资源承载力 $C_{rl} = I_l \times Q_l$, $I_l = Q_{p0} / Q_{l0}$ 为土地资源承载指数, Q_l 、 Q_{l0} 分别为研究区和参照区的土地面积, Q_{p0} 为参照区人口数量;相对经济资源承载力 $C_{re} = I_e \times Q_e$, $I_e = Q_{p0} / Q_{e0}$ 为经济资源承载指数, Q_e 、 Q_{e0} 分别为研究区和参照区国内生产总值。

通过比较综合承载力 C_s 与研究区实际的人口数量 P ,可以得到 3 种承载状态划分标准:超载指 $P > C_s$,即 $P - C_s > 0$;富余指 $P < C_s$,即 $P - C_s < 0$;临界指 $P = C_s$,即 $P - C_s = 0$ 。

1.2 相对资源承载力传统模型的不足

传统模型主要存在如下 6 个方面的不足:(1)对于特定的研究区域,自然资源中除土地外影响人口承载力的可能还有水、能源等;(2)计算综合承载力时,令各因子权重相等,取值过于主观;(3)计算综合承载力时,使用简单的线性加权,未考虑到各类资源间的相互匹配、均衡发展等问题;(4)承载状态标准的划分过于粗糙,如甲、乙 2 个地区同样是人口超载,但是 2 个地区间人口超载程度上是否有区别,传统模型解决不了;(5)静态分析时,以参照区为标准,直接套用传统模型计算地区的单个相对资源承载力,忽视了各地区自然资源的利用效率存在差异以及生活成本不同的事实,使得实证分析结论的准确性存在质疑;(6)动态分析时,文献[9-15]都把全

国作为参照区,以全国的平均水平为准,由于研究区是参照区的一个子集,故这种选择参照区的做法将会对地区相对资源承载力增长率的动态变化趋势造成影响。

鉴于前 4 个问题,作者在文献[16-17]中已针对具体的情况进行了说明和改进。所以本研究重点分析问题(5)和(6),同时对原有改进从理论上作进一步拓展。

1.3 静态分析存在问题的改进

由于不同地区资源利用效率的差异,同等数量的资源放在资源利用效率高的地区能承载的人口数量要多于资源利用效率低的地区人口数量;类似,不同地区生活成本也是有差异的,一般经济不发达地区生活成本要低于经济发达地区的生活成本,所以同等数量的货币能够承载的人口数量在经济欠发达地区要多于经济发达地区。鉴于此,对原模型做如下改进。

把资源分为自然资源和经济资源,在计算相对自然资源和经济资源承载力时分别引进自然资源修正指数和经济资源修正指数,具体如下:

相对自然资源承载力的修正:假设全国由 m 个地区组成,且对研究区 j 的人口承载有主要影响的因素共 n 个,包括 $n-1$ 个自然资源 and 1 个经济资源影响因素,则修正后的 i 自然资源相对承载力:

$$C_{ri,j} = I_i \times Q_{ij} \times I_{ij} \quad (2)$$

式中: I_{ij} 为 j 地区 i 自然资源修正指数, $I_{ij} = \eta_{ij} / \eta_{i0}$; η_{ij} , η_{i0} 分别为研究区和参照区 i 自然资源的利用效率; Q_{ij} , I_i 分别为 j 地区 i 自然资源总量和资源承载指数。

相对经济资源承载力的修正:

$$C_{ren,j} = I_{en} \times Q_{en,j} \times I_{en,j} \quad (3)$$

式中: $C_{ren,j}$ 为 j 地区经济资源相对承载力; $I_{en,j}$ 为 j 地区经济资源修正指数, $I_{en,j} = P_{en,0} / P_{en,j}$; $P_{en,j}$, $P_{en,0}$ 分别为研究区和参照区的生活水平; $Q_{en,j}$, I_{en} 分别为 j 地区经济资源总量和承载指数。

1.4 动态分析存在问题的改进

假设全国由 m 个地区组成,且对研究区 j 的人口承载有主要影响的因素共 n 个,则 i 资源相对

承载力:

$$C_{ri,j} = I_i \times Q_{ij} \quad (4)$$

式中: $C_{ri,j}$ 为 j 地区 i 资源相对承载力; I_i 为 i 资源承载指数, $I_i = Q_{p0} / Q_{i0}$; Q_{ij} 为研究区 i 资源总量; Q_{p0}, Q_{i0} 分别为参照区人口数量和 i 资源总量.

把 $I_i = Q_{p0} / Q_{i0}$ 代入(4)式可以得到:

$$C_{ri,j} = Q_{ij} Q_{p0} / Q_{i0} \quad (5)$$

对(5)式两边取对数得:

$$\ln C_{ri,j} = \ln Q_{ij} + \ln Q_{p0} - \ln Q_{i0} \quad (6)$$

由于把全国作为参照区,故有

$$Q_{i0} = \sum_{k=1, k \neq j}^m Q_{ik} + Q_j; Q_{p0} = \sum_{k=1, k \neq j}^m Q_{pk} + Q_{pj}; \text{式中}$$

$\sum_{k=1, k \neq j}^m Q_{ik}$, $\sum_{k=1, k \neq j}^m Q_{pk}$ 分别为参照区中分离出研究区 j 外的 i 资源总量和人口总数量.

对(6)式求偏导得:

$$\frac{\partial C_{ri,j}}{\partial Q_{ij}} = \left(\frac{1}{Q_{ij}} - \frac{1}{Q_{i0}} \right) C_{ri,j} \Rightarrow \frac{\partial C_{ri,j}}{C_{ri,j}} = \left(1 - \frac{Q_{ij}}{Q_{i0}} \right) \frac{\partial Q_{ij}}{Q_{ij}} \quad (7)$$

由(7)式可以得出:研究区的 i 资源相对承载力的增长率(此处的增长率可以为正,负或零,主要由偏导数项 $\partial Q_{ij} / Q_{ij}$ 来决定)等于除研究区外的其他地区资源在全国总资源中的比例与研究区的 i 资源增长率的乘积.

这表明:研究区 i 资源相对承载力的增长率不仅与研究区的 i 资源增长率正相关,而且还与该资源总量在全国总资源的比重相关.所以会出现即使研究区的 i 资源增长率较快,但由于其总量较大,即研究区的 i 资源在全国同类资源中的比重就会较大,那么研究区 i 资源相对承载力的增长率也可能很小,致使结果的准确性存在质疑.如我国沿海的一些经济发达省份,不仅经济的发展速度快,而且地区经济总量在全国经济总量中所占的比重也很大.如果运用传统的相对资源承载力模型来动态研究这些地区的单个经济资源承载力时,就可能会得出经济的

快速发展不能带来相应经济资源对人口承载的快速发展的悖论(此处主要就单个资源的增长率而非综合资源承载力的增长率来讨论).所以在动态分析中,选取参照区时,如果参照区包括研究区作为其子集,就会存在自相关项 Q_{ij} / Q_{i0} , 使得 $(1 - Q_{ij} / Q_{i0}) < 1$, 这样就会出现研究区 i 资源相对承载力的增长率将会被缩小.鉴于此,对原模型做如下改进.

在运用相对资源承载力模型进行动态分析时,选取的参照区不能包括研究区,即研究区不是参照区的子集,具体如下:

假设全国由 m 个地区组成,且对研究区 j 的人口承载有主要影响的因素共 n 个,则 i 资源相对承载力:

$$C_{ri,j} = I_i \times Q_{ij} \times I_{ij} \quad (8)$$

式中: $C_{ri,j}$ 为 j 地区 i 资源相对承载力; I_i 为 i 资源承载指数, $I_i = Q'_{p0} / Q'_{i0}$; Q_{ij} 为研究区 i 资源

总量; $Q'_{p0} = \sum_{k=1, k \neq j}^m Q_{pk}$ 为参照区人口数量; $Q'_{i0} = \sum_{k=1, k \neq j}^m Q_{ik}$ 为参照区 i 资源总量.

1.5 进一步拓展

另外考虑对于问题(1)~(3),文献[16~17]只是针对具体情况进行了一定程度的改进,本研究在此基础上,从理论上作进一步拓展.

提出具有 n 个影响因素的基于优势资源牵引效应和劣势资源束缚效应原则(优势资源牵引效应主要是突出优势资源承载力对综合承载力的提升作用,即它所占权重较大;同理,劣势资源束缚效应也是突出劣势资源承载力对综合承载力的束缚作用,即它所占权重较大)下的综合承载力模型,具体如下:

(1) 基于优势资源牵引效应原则下的综合承载力模型:

$$\max C_s^1 = w_1 \sum_{i=1}^n C_{ri} + w_2 \sum_{\substack{i,l=1 \\ i \neq l}}^n \sqrt[n]{C_{ri} C_{rl}} + w_3 \sum_{\substack{i,l,k=1 \\ i \neq l \neq k}}^n \sqrt[n]{C_{ri} C_{rl} C_{rk}} + \dots + w_n \sqrt[n]{C_{r1} C_{r2} \dots C_{rn}} \quad (9)$$

$$\begin{cases} \alpha \leq |w_i - w_l| \leq \beta \\ \delta < w_i, w_l < 1, \quad (i, l = 1, 2, \dots, n \text{ 且 } i \neq l) \\ \sum_{i=1}^n w_i = 1 \end{cases}$$

式中: δ 为各因子权重的下限, β, α 分别为各因子之间权重差异的上下限。

(2) 基于劣势资源束缚效应原则下的综合承载力模型:

$$\min \quad C_s^2 = w_1 \sum_{i=1}^n C_{ri} + w_2 \sum_{\substack{i,l=1 \\ i \neq l}}^n \sqrt[2]{C_{ri} C_{rl}} + w_3 \sum_{\substack{i,l,k=1 \\ i \neq l \neq k}}^n \sqrt[3]{C_{ri} C_{rl} C_{rk}} + \dots + w_n \sqrt[n]{C_{r1} C_{r2} \dots C_{rn}} \quad (10)$$

$$\begin{cases} \alpha \leq |w_i - w_l| \leq \beta \\ \delta < w_i, w_l < 1, \quad (i, l = 1, 2, \dots, n \text{ 且 } i \neq l) \\ \sum_{i=1}^n w_i = 1 \end{cases}$$

(3) 综合承载力:

$$C_s' = \sqrt{C_s^1 C_s^2} \quad (11)$$

最后,对于问题(4),仍参考文献[17]中的承载状态划分标准及承载状态度标准如下:

严重超载指 $P > C_s^1$, 即 $P - C_s^1 > 0$; 超载指 $P > \sqrt{C_s^1 C_s^2}$, 即 $P - \sqrt{C_s^1 C_s^2} > 0$; 临界指 $P = \sqrt{C_s^1 C_s^2}$, 即 $P - \sqrt{C_s^1 C_s^2} = 0$; 富余指 $P < \sqrt{C_s^1 C_s^2}$, 即 $P - \sqrt{C_s^1 C_s^2} < 0$; 非常富余指 $P < C_s^2$, 即 $P - C_s^2 < 0$ 。

严重超载度 η_s^1 指 P 超过 C_s^1 的相对度, 即 $\eta_s^1 = (P - C_s^1) / C_s^1$; 超载度 η_s^{12} 指 P 超过 $\sqrt{C_s^1 C_s^2}$ 的相对度, 即 $\eta_s^{12} = [P - \sqrt{C_s^1 C_s^2}] / \sqrt{C_s^1 C_s^2}$; 由于 $P = \sqrt{C_s^1 C_s^2}$, 所以定义临界度 $\varepsilon_s^{12} = 0$; 富余度 π_s^{12} 指 P 低于 $\sqrt{C_s^1 C_s^2}$ 的相对度, 即 $\pi_s^{12} = [\sqrt{C_s^1 C_s^2} - P] / \sqrt{C_s^1 C_s^2}$; 非常富余度 π_s^1 指 P 低于 C_s^2 的相对度, 即 $\pi_s^1 = (C_s^2 - P) / C_s^2$ 。

2 实证应用

静态分析时,以 2005 年我国 28 个省区(海南和西藏数据缺失,重庆并入四川一起统计)可持续发展研究为例进行实证研究;在动态分析时,以 2000~2007 年我国新疆地区的可持续发展研究为例进行实证研究。考虑到对于地区人口承载的主要影响因素及数据的可获得性,本研究选取的自然资源有土地、水、能源以及经济资源共 4 个影响因素。

2.1 数据说明

2.1.1 静态分析数据 静态分析时,2005 年我国 28 个省区的耕地面积、国内生产总值以及水资源总量的数据可以直接从 2006 年全国统计年鉴查到;2005 年能源资源储存总量是根据 2006 年全国统计年鉴上的石油、天然气及煤炭的数据及 $1\text{kg 原油} = 1.4286\text{kg 标准煤}$ 和 $1\text{m}^3 \text{ 天然气} = 1.3300\text{kg 标准煤}$ [18]换算得到。

土地资源的利用效率 η_{ej} 以每 ha 谷物的产量与全国平均水平的比值来衡量;水资源利用效率 η_{wj} 和能源资源利用效率 $\eta_{en,j}$ 利用文献[19~20]中的数据;研究区生活水平 P_{ej} 以我国各地区城镇居民家庭平均每人全年消费性支出来衡量; $\eta_{e0}, \eta_{w0}, \eta_{en,0}, P_{e0}$ 取值分别为研究区 28 个省市的平均值。

2.1.2 动态分析数据 2000~2007 年新疆和全国(此时的参照区为全国,但未包括我国的港澳台地区及研究区新疆的数据)的耕地面积、国内生产总值、水资源总量以及人口数量的数据可以直接从 2001~2008 年全国和新疆的统计年鉴中查到;另考虑到 2001~2008 年全国和新疆的统计年鉴中对石油、天然气及煤炭能源储存量数据不全,所以用能源资源生产总量来代替能源资源储存总量,该数据可以直接从全国和新疆的统计年鉴中查到。

土地资源的利用效率 η_{ej} 以新疆每 hm^2 谷物的产量与全国平均水平的比值来衡量;水资源的利用效率 η_{wj} 以全国城市人均日生活用水量与新疆城市人均日生活用水量的比值衡量(考虑到数据的可获得性,此处用该指标来代替。一般某地区的水资源利用效率与该地区的城市人均日生

活用水量成反比);能源资源的利用效率 $\eta_{en,j}$ 以新疆能源加工转换效率与全国能源加工转换效率的比值衡量;研究区生活水平 P_{ej} 以我国各地区城镇居民家庭平均每人全年消费性支出来衡量; $\eta_{e0}, \eta_{w0}, \eta_{en,0}, P_{e0}$,分别取参照区的平均值.

2.1.3 程序及参数设计 在静态和动态实证研究中,以传统和改进后的相对资源承载力模型为基础,利用 LINGO9.0 进行编程,其中,参数 $\alpha = 0.05, \beta = 0.3, \delta = 0.1$.

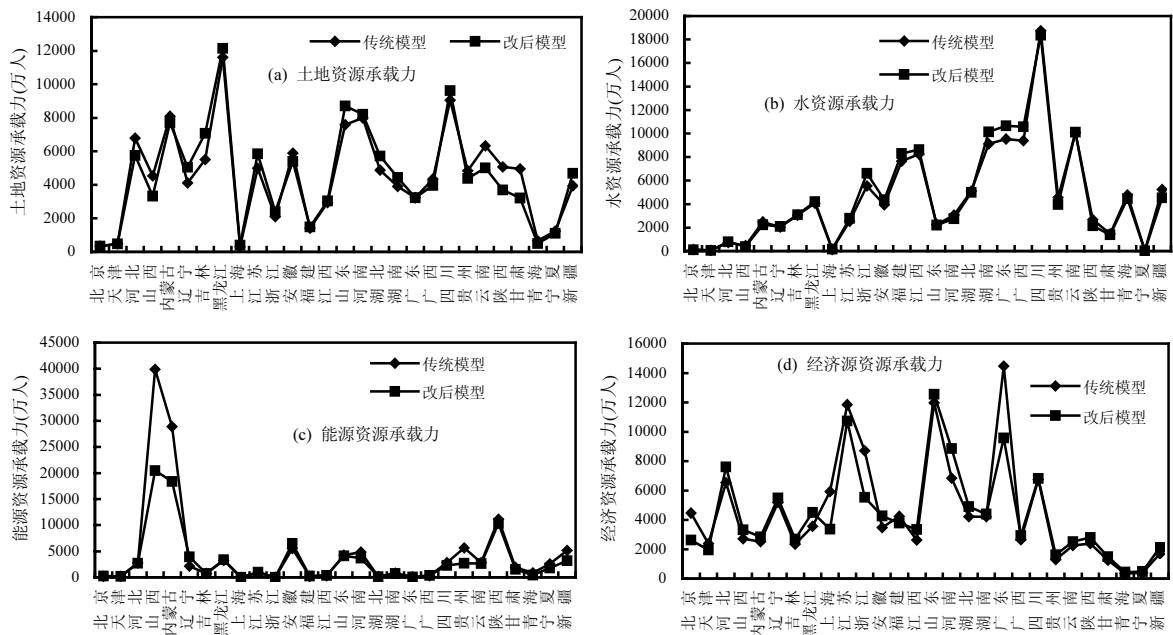


图 1 2005 年我国 28 个省市的单个相对资源承载力

Fig.1 Relative carrying capacity of resources of 28 provinces and cities in 2005

将计算出的单个相对资源承载力代入传统的和改进后的相对资源承载力模型,可以计算得到综合承载力结果,由表 1 可知,在全国 28 个省市中,根据传统相对资源承载力模型计算得到 2005 年人口超载的省市共有 18 个,人口富余省份共有 10 个;而根据改进后相对资源承载力模型计算得到 2005 年人口严重超载的省市共有 13 个,人口超载的省份共有 6 个,人口富余省份共有 4 个,人口非常富余省份共有 5 个;其中贵州在传统模型中人口处于富余状态,而在改进后的模型中人口处于严重超载状态.

改进后的模型能够体现同一承载状态的差

2.2 结果与讨论

2.2.1 静态实证结果 由图 1 可知,2005 年我国 28 个省区的单个资源承载力差异较大,各地区的单个资源承载力之间存在互补关系,即一般经济资源承载力较大的省份,其自然资源承载力却较小;反之亦然.利用改进后的相对资源承载力模型计算得到的结果比传统模型计算得到的结果整体上趋于平缓,即改进后的模型使得地区间的各相对资源承载力波动整体趋缓.

异,度量结果更加精准.如在人口严重超载的 13 个省市中,河南和湖南的人口严重超载度最大,而贵州的严重超载度最小;在人口非常富余的 5 个省份中,内蒙古的人口非常富余度最大,而山西的人口非常富余度最小.

传统和改进后的相对资源承载力模型计算结果都表明我国人口的地区分布严重不平衡.其中人口超载的省份大多在我国东中部地区,而人口富余的省份大多在我国西北部地区.

2.2.2 动态实证结果 由表 2 可知,传统和改进后的相对资源承载力模型计算结果都表明,2000~2007 年新疆的人口处于富余状态,这说明

新疆的人口承载能力还有很大的发展空间;改进后的相对资源承载力模型计算得到 2000~2007 年新疆的综合承载力要大于传统模型计算得到的综合承载力,这主要是由于改进后的模型考虑了新疆的生活水平比全国的平均水平要低,以及水资源的利用效率要高于全国的平均水平等实际情况;传统和改进后的相对资源承载力模型计算结果都表明,2000~2007 年新疆的综合承载力及过剩人口都呈现出先降后升的趋势.

表 1 2005 年我国 28 个省市的综合承载力
Table 1 The comprehensive carrying capacity of resources of 28 provinces and cities in 2005

地区	传统模型计算结果			改进后模型计算结果			
	综合承载力(万人)	过剩人口(万人)	承载状态	综合承载力(万人)	过剩人口(万人)	承载状态	承载状态度
北 京	1283.5	254.6	超载	749.5	788.5	严重超载	0.19
天 津	770.9	272.1	超载	591.0	452.0	严重超载	0.04
河 北	4213.7	2637.3	超载	3997.8	2853.2	严重超载	0.24
山 西	11903.7	-8548.7	富余	6348.7	-2993.7	非常富余	0.13
内 蒙 古	10504.8	-8118.8	富余	7239.8	-4853.8	非常富余	0.51
辽 宁	3384.8	836.2	超载	4104.3	116.7	超载	0.03
吉 林	2904.9	-188.9	富余	3274.0	-558.0	富余	0.17
黑 龙 江	5627.4	-1807.4	富余	5987.3	-2167.3	非常富余	0.19
上 海	1591.7	186.3	超载	850.2	927.8	严重超载	0.12
江 苏	5059.6	2415.4	超载	4769.7	2705.3	严重超载	0.09
浙 江	4087.4	810.6	超载	3404.5	1493.6	超载	0.44
安 徽	4701.4	1418.6	超载	5120.5	999.5	严重超载	0.10
福 建	3370.1	164.9	超载	3145.6	389.4	超载	0.12
江 西	3530.0	781.0	超载	3652.8	658.2	超载	0.18
山 东	6527.1	2720.9	超载	6590.7	2657.3	严重超载	0.04
河 南	5688.4	3691.6	超载	5723.7	3656.3	严重超载	0.29
湖 北	3583.4	2126.6	超载	3758.8	1951.3	严重超载	0.19
湖 南	4502.6	1823.4	超载	4747.2	1578.8	严重超载	0.29
广 东	6828.5	2365.5	超载	5453.2	3740.8	严重超载	0.13
广 西	4177.2	482.8	超载	4159.6	500.4	超载	0.12
四 川	9346.9	1663.1	超载	8856.3	2153.7	超载	0.24
贵 州	4078.6	-348.6	富余	3121.0	609.1	严重超载	0.00
云 南	5367.6	-917.6	富余	4872.6	-422.6	富余	0.09
陕 西	5311.7	-1591.7	富余	4619.7	-899.7	富余	0.19
甘 肃	2401.7	192.3	超载	1914.4	679.6	严重超载	0.16
青 海	1666.7	-1123.7	富余	1372.5	-829.5	非常富余	0.36
宁 夏	1071.2	-475.2	富余	785.1	-189.1	富余	0.24
新 疆	4008.8	-1998.8	富余	3603.8	-1593.8	非常富余	0.36

表 2 新疆 2000~2007 年的综合承载力
Table 2 The comprehensive carrying capacity of resources from 2000 to 2007 in Xinjiang

年份	传统模型计算结果			改进后模型计算结果			
	综合承载力 (万人)	过剩人口 (万人)	承载 状态	综合承载力 (万人)	过剩人口 (万人)	承载 状态	承载 状态度
2000	4003.1	-2153.7	富余	4566.8	-2717.4	非常富余	0.52
2001	3835.0	-1958.8	富余	4656.9	-2780.7	非常富余	0.50
2002	3850.5	-1945.3	富余	4561.8	-2656.6	非常富余	0.49
2003	3662.3	-1728.3	富余	4090.0	-2156.0	非常富余	0.45
2004	3672.6	-1709.5	富余	3938.3	-1975.2	非常富余	0.43
2005	3755.2	-1744.8	富余	4362.4	-2352.0	非常富余	0.47
2006	4044.4	-1994.4	富余	4567.3	-2517.3	非常富余	0.48
2007	4117.1	-2021.9	富余	4622.9	-2527.7	非常富余	0.48

3 结 论

3.1 通过引入修正指数和从参照区中分离出研究区等方法,在一定程度上克服了传统模型理论上的不足。

3.2 对 2005 年我国 28 个省市的单个相对资源承载力实证研究表明:改进后的相对资源承载力模型计算得到的单个相对资源承载力趋势图比传统模型计算得到的结果更加平缓。

3.3 对 2005 年我国 28 个省市的综合资源承载力实证研究表明:改进后的模型能够体现同一承载状态的差异,度量结果更加精准。如在人口严重超载的 13 个省市中,河南和湖南的人口严重超载度最大,而贵州的严重超载度最小。

3.4 由于综合考虑了生活水平及水资源的利用效率等因素,改进后模型计算得到 2000~2007 年新疆的综合承载力要大于传统模型计算得到的结果。

参考文献:

- [1] 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.
- [2] Cuadra M, Björklund J. Assessment of economic and ecological carrying capacity of agricultural crops in Nicaragua [J]. Ecological Indicators, 2007,7(1):133-149.
- [3] Song Xiao-meng, Kong Fan-zhe, Zhan Che-sheng. Assessment of water resources carrying capacity in Tianjin city of China [J]. Water Resource Manage, 2010,25(3):857-873.
- [4] 熊 樱,曾光明,黄国和,等.基于季节调整的水资源承载力不确定性分析 [J]. 中国环境科学, 2005,25(1):73-76.
- [5] 唐剑武,叶文虎.环境承载力的本质及其定量化初步研究 [J]. 中国环境科学, 1998,18(3):227-230.
- [6] 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,2005,27(4):2-7.
- [7] Fang Chuang-lin, Liu Xiao-li. Comprehensive measurement for carrying capacity of resources and environment of city clusters in central China [J]. Chinese Geographical Science, 2010,20(3): 281-288.
- [8] 李泽红,董锁成,汤尚颖.相对资源承载力模型的改进及其实证分析 [J]. 资源科学, 2008,30(9):1336-1342.
- [9] 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.
- [10] 刘兆德,虞孝感.长江流域相对资源承载力与可持续发展研究 [J]. 长江流域资源与环境, 2002,11(1):10-15.
- [11] 何敏,刘友兆.江苏省相对资源承载力与可持续发展问题研究 [J]. 中国人口·资源与环境, 2003,13(3):81-85.
- [12] 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.
- [13] 景跃军,陈英姿.黑龙江省相对资源承载力及其比较研究 [J]. 求是学刊, 2006,33(3):63-68.
- [14] 冯海云,李洪远,孟伟庆,等.天津市 1997 年-2006 年相对资源承载力的动态测度与分析 [J]. 环境科学与管理, 2009,34(2):6-11.
- [15] 岳晓燕,汪一鸣,赵亚峰.宁夏相对资源承载力与可持续发展研究 [J]. 干旱区资源与环境, 2007,21(3):55-59.
- [16] 黄常锋,何伦志.相对资源承载力模型的改进及其实证分析 [J]. 资源科学, 2011,33(1):41-49.
- [17] 黄常锋,何伦志,刘 凌.基于相对资源承载力模型的研究 [J]. 经济地理, 2010,30(10):1612-1618.
- [18] 国家统计局工交司.能源统计知识手册 [M]. 北京:中国统计出版社, 2006.
- [19] 孙爱军,方先明.中国省际水资源利用效率的空间分布格局及决定因素 [J]. 中国人口·资源与环境, 2010,20(5):139-145.
- [20] 王群伟,周德群,沈 璇,等.我国全要素能源效率的测度与分析 [J]. 管理评论, 2010,20(3):37-43.

作者简介: 黄常锋(1986-),男,安徽东至人,助理研究员,硕士,主要从事人口、资源与环境研究.发表论文 10 篇。