

江苏省土地综合承载力时空差异分析

李兰图, 陈文宽, 孙丽娜

(四川农业大学 经济管理学院, 四川 雅安 625014)

摘 要:结合江苏省发展实际,在重新审视土地承载力的基础上,从水土资源、生态环境、经济技术、社会发展等方面出发构建土地综合承载力评价体系,采用因子分析法、聚类分析法,对江苏省 1994—2008 年以及 13 个城市 2008 年的土地综合承载力状况进行综合评价。分析其时间特征以及空间差异状况,进而分析了驱动因素和相应的政策内涵,为改善区域土地综合承载力状况、谋求进一步可持续发展提供参考。结果表明:(1) 1994—2008 年江苏省土地综合承载力水平总体不断提高;(2) 2008 年江苏省土地综合承载力水平空间差异较大,并呈现一定的地域相近性;(3) 经济发展水平是影响土地综合承载力的一个重要因素,但不能直接代表土地综合承载力水平的高低。

关键词:土地; 综合承载力; 时空差异; 因子分析; 江苏省

中图分类号:F323. 211

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2011)01-0012-05

Analysis of Temporospacial Variations of the Land's Comprehensive Carrying Capacity in Jiangsu Province

LI Lan-tu, CHEN Wen-kuan, SUN Li-na

(College of Economics and Management, Sichuan Agricultural University, Ya'an, Sichuan 625014, China)

Abstract: Combined the realistic development of China and based on taking a new look at the land's comprehensive carrying capacity, this article structured the appraisal system of the land's comprehensive carrying capacity from the fields of land and water resource, environment, economical technology and social development, synthetically evaluated the land's comprehensive carrying capacity in Jiangsu Province from the year 1994 to 2008 and that of its in 13 cities in 2008 by the factor analysis and the cluster analysis. The paper analyzed the situation of temporospacial variations, and then found the driving force and the relevant policy connotation, thus to provide the reference of improving the regional land's comprehensive carrying capacity and striving for sustainable development. The results showed that (1) The level of land's comprehensive carrying capacity in Jiangsu province from the year 1994 to 2008 was increasing; (2) The level of land's comprehensive carrying capacity in Jiangsu province was comparatively large in 2008, and moreover presented a certain regional similarity; (3) The level of economic was an important factor, but can't reflect the high-low of land's comprehensive carrying capacity.

Key words: land; comprehensive carrying capacity; temporospacial variation; factor analysis; Jiangsu province

近 20 多年来,江苏省依托区位优势、国家的宏观和区域发展政策优势,实现了经济社会的快速发展。但是,伴随着工业化和城镇化进程的加快,建设用地总量不断增加、农用地面积不断减少、环境恶化、资源短缺、粮食匮乏等问题逐渐呈现,某些矛盾日益尖锐。土地究竟能够承受多大的经济社会活动强度,多少数量的人口、多大强度的资源利用和多大程度的环境破

坏,就成为江苏省当前谋求可持续性发展必然需要研究的问题。而土地综合承载力恰好为这一研究提供了切入点。

我国土地承载力研究始于 20 世纪 80 年代,起初的研究基于“耕地—粮食—人口”的模式^[1-2];90 年代研究逐步扩展到包括土地、水、能源等一些主要自然资源和环境承载力领域,在理论与方法方面也日臻完

善^[3]。新形势下土地承载力的研究趋于综合性,土地作为载体是指广义的土地;而承载的则是人类的各种社会、经济活动,是资源、环境、经济、社会各子系统的状况与协调发展程度,许多学者从这一角度进行了探究^[3-7]。本文基于江苏省的基本情况,构建土地综合承载力评价指标体系,采用因子分析法和聚类分析法研究区域土地综合承载力水平时空差异特征,进而分析主要驱动因素和相应的政策内涵,有助于提高土地综合承载力水平,为实现土地协同利用,指导经济社会建设,实现经济、社会、资源、环境可持续发展提供一定的科学依据。

1 指标选取与承载力计算

1.1 指标选取

(1)土地承载力内涵。土地资源承载力是在保证与其社会文化准则相符的物质生活水平下,能够持续供养的人口数量^[1];土地人口承载力是指在一定生产力水平及与此相适应的物质生活水准上,以土地利用不引起土地退化为前提,土地的生产能力所能养活的人口数量^[2]。20 世纪 90 年代,承载力的研究领域逐步扩展到了包括土地、水、能源等在内的主要自然资源和环境承载力研究^[3]。土地综合承载力即在一定时期,一定空间区域,一定的社会、经济、生态环境条件下,土地资源所能承载的人类各种活动的规模和强度的阈值^[4]。从一定意义上说,土地承载力是社

会、经济、环境协调作用的中介和协调程度的表征^[4]。这一观点综合考虑了土地、人口、生态环境、经济社会等因素的相互作用,符合当前土地承载力的研究趋势。

(2)评价指标体系构建。众多学者在土地综合承载力研究方面做出了有益的探讨,熊伟从土地利用、生态环境、经济技术、社会发展方面出发构建了土地综合承载力评价指标体系^[5];王书华等从水土资源支撑系统、生态环境支撑系统、社会支撑系统、经济技术支撑系统出发构建了评价指标体系^[6];李吉英等也从资源、环境、人口、社会经济、技术状况等方面选取指标,进行了土地综合承载力的评价研究^[7]。本文根据因子分析法的基本原理和特点,考虑到江苏省区域时空特征、经济社会状况、资源环境条件,依据科学性、系统协调性、导向性、综合性、可操作性等原则^[3-8],在借鉴上述其他学者关于土地综合承载力评价指标的基础上,再结合具体研究目的,考虑到数据的可获取性,对个别常用指标做了改动(由于治碱比例或盐碱化程度的数据无法获取,只能用治碱面积相对反映),最终选取代表性强、数据来源可靠的 14 项指标,构建江苏省土地综合承载力评价指标体系(如表 1)。指标中使用产值,因为产值反映的是生产活动的成果,反映生产的总规模和总水平;而收入则反映的是经营活动成果、经营状况,因此使用产值能更好地反映资源环境的生产和承载能力。

表 1 江苏省土地综合承载力评价指标体系

因素	因子	因子说明
水土 资源	农用地比率 $X_1/\%$	农业用地面积/土地总面积
	人均耕地 $X_2(\text{hm}^2/\text{人})$	耕地总面积/总人口数量
	灌溉面积占耕地比例 $X_3/\%$	有效灌溉面积/耕地总面积
	人均水资源量 $X_4(\text{m}^3/\text{人})$	水资源总量/总人口数量
生态 环境	人均林地 $X_5(\text{hm}^2/\text{人})$	林地面积/人口数量
	工业污水治理率 $X_6/\%$	工业废水排放达标量/工业废水排放总量
	治碱面积 $X_7/(0.1 \text{ 万 hm}^2)$	已治理盐碱化面积
经济 技术	GDP 增长率 $X_8/\%$	(后一年 GDP-前一年 GDP)/前一年 GDP
	粮食总产量 $X_9/\text{万 t}$	指全社会的粮食产量
	农业机械总动力 $X_{10}/\text{万 kW}$	主要用于农、林、牧、渔业的各种动力机械的动力总和
	经济密度 $X_{11}/(\text{万元} \cdot \text{hm}^{-2})$	GDP/土地总面积
社会 发展	人口密度 $X_{12}/(\text{人} \cdot \text{hm}^{-2})$	总人口数量/土地总面积
	人口自然增长率 $X_{13}/\%$	(本年出生人数-本年死亡人数)/年内平均人数
	从业人数 $X_{14}/\text{万人}$	指从事一定社会劳动并取得劳动报酬或经营收入的人员

1.2 土地综合承载力计算

本文数据来源于《江苏统计年鉴》和《中国统计年鉴》。从中选取江苏省 1994—2008 年的数据以及 2008 年各市的数据,对影响全省以及各市土地综合承载力的因素进行分析,评价土地综合承载力状况。

由于指标较多,彼此之间有一定的相关性,还可能存在主观片面性,给运算和分析问题带来不必要的麻烦;而因子分析法是从研究相关矩阵内部的依赖关系出发,把一些具有错综复杂关系的变量归结为少数几个综合因子的一种多变量统计分析方法^[7],正是解决

这一问题的理想工具。因为各个评价指标意义不同、计量单位也存在很大差异,为尽可能消除数量级和量纲带来的影响,首先采用极差标准化法,运用 SPSS 18.0 统计分析软件对原始数据进行标准化处理,进而运算得出各公因子的得分,公式如下:

$$F_{ij} = \alpha_{i1}\chi_1 + \cdots + \alpha_{in}\chi_n \tag{1}$$

式中: F_{ij} ——各个公因子的得分; α_{in} ——各个变量的特征向量; χ_n ——土地综合承载力评价指标标准化值。运用因子分析法确定各个公因子的权重,分别计算 1994—2008 年江苏省土地综合承载力以及 2008 年各市的土地综合承载力,公式如下:

$$F_j = \sum_{i=1}^m W_i F_{ij} \quad (j=1,2,\cdots,n) \tag{2}$$

式中: F_j ——土地综合承载力的综合得分; W_i ——各公因子的权重; F_{ij} ——各公因子得分。为使评价结果能够更直观反映出土地综合承载力状况,对计算结果进行百分制转换,公式如下:

$$P_i = \frac{F_i}{F_{\max} - F_{\min}} \times 40 + 60 \tag{3}$$

式中: P_i ——转换后的土地综合承载力百分制得分; F_i ——待转化的综合得分; F_{\max} ——综合得分中的最大值; F_{\min} ——综合得分中的最小值。

2 评价分析

根据土地综合承载力评价指标体系和因子分析法的计算方法,对江苏省 15 年来以及 13 个市 2008 年的土地综合承载力状况进行评价分析。

2.1 时间特征分析

根据评价指标和计算方法,对江苏省 1994—2008 年的土地综合承载力状况进行计算分析。运行结果显示 KMO 统计量为 0.720,说明各变量之间的相关程度无太大差异,数据适合做因子分析;同时结合球形检验的结果,发现球形假设被拒绝,因此 14 个变量之间并非独立,取值是有关系的。计算得出特征值大于 1 的公因子有 3 个,它们的累计贡献率达到 91.715%,说明这 3 个公因子提供了原始信息的足够信息。

为了便于对公因子所反映的信息进行解释,对原始因子载荷矩阵进行旋转,使其结构调整简化,反映的信息更加明显,得出方差最大正交旋转矩阵(如表 2)。同时根据运算得出的各公因子的得分和权重,运用公式(2)和(3)计算得出江苏省 1994—2008 年各年份的综合得分数值和百分制得分(如表 3)。

表 2 旋转后因子载荷矩阵

指标	公因子 1	公因子 2	公因子 3	指标	公因子 1	公因子 2	公因子 3
农用地比率 X_1	-0.720	-0.681	-0.032	GDP 增长率 X_8	0.007	0.786	0.474
人均耕地 X_2	-0.728	-0.681	-0.059	粮食总产量 X_9	-0.613	-0.086	-0.637
灌溉面积占耕地比例 X_3	0.803	0.587	0.026	农业机械总动力 X_{10}	0.825	0.535	-0.046
人均水资源量 X_4	-0.054	0.063	0.750	经济密度 X_{11}	0.522	0.825	-0.037
人均林地 X_5	0.390	0.873	0.138	人口密度 X_{12}	0.768	0.627	0.007
工业污水治理率 X_6	0.932	0.251	0.118	人口自然增长率 X_{13}	-0.955	-0.210	-0.035
治碱面积 X_7	0.814	0.558	0.093	从业人数 X_{14}	0.548	0.803	-0.010

表 3 1994—2008 年江苏省土地综合承载力
公因子得分和综合得分

年份	公因子 1	公因子 2	公因子 3	综合得分	百分制得分
2008	0.544	1.794	-0.987	0.891	80.003
2007	0.388	1.563	0.160	0.831	78.673
2006	0.543	1.145	-0.108	0.718	76.129
2005	0.335	0.923	1.190	0.651	74.618
2004	0.534	0.691	-0.513	0.495	71.109
2003	0.893	-0.626	2.762	0.473	70.619
2002	1.175	-0.965	-0.692	0.146	63.290
2001	1.013	-1.140	-0.632	0.001	60.012
2000	0.636	-1.063	0.306	-0.069	58.455
1999	0.145	-0.990	-1.054	-0.421	50.550
1998	-0.271	-0.845	-0.692	-0.539	47.893
1997	-1.023	-0.293	-0.680	-0.701	44.256
1996	-1.761	0.258	-0.102	-0.800	42.027
1995	-1.430	-0.224	0.290	-0.785	42.364
1994	-1.722	-0.229	0.752	-0.890	40.003

提取方法:主成分分析法;旋转方法:方差最大正交旋转。

为了能够更直观反映出江苏省 15 年来的土地综合承载力变化情况,根据综合得分,绘制出 1994—2008 年江苏省土地综合承载力变化趋势图(如图 1)。

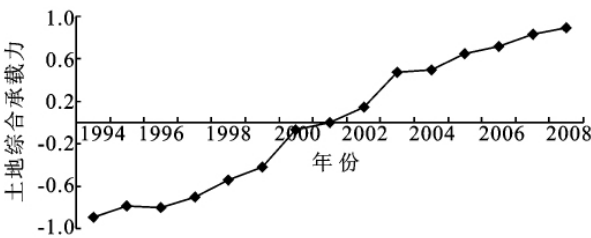


图 1 1994—2008 年江苏省土地综合承载力变化趋势

由于各公因子得分及综合得分是各年份土地综合承载力的量化描述,综合评价得分值越大表示土地综合承载力越强。由图 1 可以看出,在 1994—2008 年的 15 年里,江苏省土地综合承载力水平总体上不

断提高,2003 年以来提高的速度略有放缓;但是 1996 年比 1995 年略有下降。表明该省发展的协调程度总体上在不断提高,所能承载的开发活动规模和强度的阈值在不断提高。

由表 3 分析看出,公因子 1 和公因子 2 的得分总体是不断提高的;而公因子 3 的得分则是起伏不定,无递增或递减的规律。因此,驱动江苏省 1994—2008 年土地综合承载力水平总体不断提高的主要因子是公因子 1 和公因子 2 所反映的原始信息。再由表 2 分析得出,灌溉面积占耕地比例(X_3)、工业污水治理率(X_6)、治碱面积(X_7)、农业机械总动力(X_{10})、人均林地(X_5)、GDP 增长率(X_8)、从业人数(X_{14})、经济密度(X_{11})等因子在公因子 1 和公因子 2 上的载荷较大,可见这些主要因子推动了土地综合承载力水平的不断提高。说明在经济发展过程中,政府加大农业资金和技术投入、注重环境治理和生态保护、加大经济投入、重点解决就业问题,促使农地利用集约度的提高、经济密度的提高,进而推动江苏省 15 年来土地综合承载力水平总体不断提高。但是,公因子 1 和公因子 2 在农用地比率(X_1)、人均耕地(X_2)、人均水资源量(X_4)、粮食总产量(X_9)等因子上的载荷基本都为负值,说明面对当今农业生产利益低下的现实状况,该省近年来将大量农用地或耕地资源转为建设用地,以追求土地利益效益的最大化,导致粮食产量的相对降低;同时人均水资源量也在降低;可以解释为这些负值的减少量小于正值的增加量,因而没有阻碍该省土地综合承载力的提高。政府今后应将重点放在保护农用地和耕地资源、提高粮食产量,改善生态环境,挖掘土地利用潜力等方面。

2.2 空间特征分析

根据上述评价指标和计算方法,对江苏省 2008 年 13 个城市的土地综合承载力情况进行计算分析,计算结果显示前四个公因子的累计贡献率达到 91.028%,说明前四个公因子综合了原指标的大部分信息,满足因子分析的要求。从而得到各公因子得分和旋转后因子载荷矩阵(如表 4),并利用公式(2)和(3)计算得出各市的土地综合承载力综合得分和百分制得分(如表 5)。同时运用 SPSS 18.0 软件,采用聚类分析中的 K—均值聚类法对 13 个城市的土地综合承载力评价结果进行聚类分析,将其分为三类(如表 6)。

表 4 旋转后因子载荷矩阵

指标	公因子 1	公因子 2	公因子 3	公因子 4
农用地比率 X_1	−0.067	0.976	0.008	−0.015
人均耕地 X_2	0.646	0.734	0.141	−0.095
灌溉面积占耕地比例 X_3	−0.798	−0.007	0.040	0.319
人均水资源量 X_4	0.825	0.162	0.099	−0.018
人均林地 X_5	0.897	0.262	0.202	−0.086
工业污水治理率 X_6	−0.175	−0.052	0.101	0.970
治碱面积 X_7	0.414	0.296	0.820	0.017
GDP 增长率 X_8	0.686	0.309	0.394	−0.426
粮食总产量 X_9	0.414	0.712	0.521	0.050
农业机械总动力 X_{10}	0.282	0.592	0.686	−0.155
经济密度 X_{11}	−0.425	−0.877	−0.083	0.099
人口密度 X_{12}	−0.916	−0.260	−0.103	0.080
人口自然增长率 X_{13}	0.750	−0.409	0.153	0.017
从业人数 X_{14}	−0.333	−0.253	0.777	0.373

提取方法:主成分分析法;旋转方法:方差最大正交旋转。

表 5 2008 年江苏省各市土地综合承载力公共因子得分和综合得分

城市	公因子 1	公因子 2	公因子 3	公因子 4	综合得分	百分制得分
南京市	−0.629	−1.104	0.227	−1.217	−0.679	44.797
无锡市	−0.871	−1.515	−0.212	0.171	−0.827	41.490
徐州市	−0.760	0.666	1.599	0.101	0.244	65.467
常州市	−0.131	−0.439	−1.043	0.633	−0.318	52.892
苏州市	0.250	−2.033	0.928	0.955	−0.256	54.266
南通市	−1.611	1.121	0.456	0.812	−0.075	58.312
连云港市	0.774	0.568	−0.654	0.571	0.409	69.157
淮安市	2.062	0.277	−0.244	1.244	0.960	81.490
盐城市	1.122	0.531	1.688	−0.725	0.836	78.714
扬州市	−0.002	0.425	−0.808	0.624	0.047	61.052
镇江市	0.262	−0.191	−1.551	−1.779	−0.464	49.610
泰州市	−1.041	1.100	−0.792	0.195	−0.179	55.991
宿迁市	0.574	0.594	0.407	−1.587	0.302	66.760

措施减洪减沙量,导致计算结果偏小;又未扣除人为新增水土流失量(负效应),导致计算结果偏大。根据最新调查和估算,这两项偏大偏小量属同一数量级,基本相抵,因此,本次“水保法”研究成果总体上接近实际。

5 结论

(1)大理河流域治理期(1970—2002年)与基准期(1960—1969年)相比,流域年降水量减少了10.5%,汛期降水量减少了7.1%。进入21世纪初降水量明显增大,2000—2002年年降水量和汛期降水量分别比基准期增大了8.0%和9.3%。流域实测径流量、输沙量均依时序递减。治理期与基准期相比,年径流量和汛期径流量分别减小了22.7%和25.4%;年输沙量和汛期输沙量分别减小了44.4%和44.0%。20世纪70,80,90年代和2000—2002年等4个时段年径流量与基准期相比分别减小了15.9%、30.2%、21.8%和23.9%;年输沙量与基准期相比分别减小了33.6%、65.9%、36.9%和34.4%。

(2)“水文法”计算结果表明,1970—2002年大理河流域因水土保持综合治理等人类活动年均减少洪水2370万 m^3 ,占不同系列对比年均总减洪量3065万 m^3 的77.2%,年均减洪效益25.2%;因降雨影响流域年均减少洪水698万 m^3 ,占总减洪量的22.8%;

人类活动与降雨影响之比约为8:2。1970—2002年大理河流域因水土保持综合治理等人类活动年均减沙1940万t,占不同系列对比年均总减沙量2560万t的75.8%,年均减沙效益37.6%;因降雨影响流域年均减沙621万t,占总减沙量的24.2%;人类活动与降雨影响之比为7.6:2.4。

(3)“水保法”计算结果表明,1970—2002年大理河流域4大水保措施(梯田、林地、草地、坝地)年均减少洪水2280万 m^3 ,减洪效益24.5%;年均减少洪水输沙量1860万t,减沙效益36.6%。水土保持综合治理减洪减沙效益依年代呈现稳定递增的趋势;近期流域水土保持综合治理减洪减沙效益十分显著。水保措施减水减沙比依时序呈下降趋势。

参考文献:

- [1] 张志萍,冉大川,慕志龙.大理河流域降水资料插补方法探讨[J].人民黄河,2006,28(12):26-27.
- [2] 冉大川,李占斌,李鹏,等.大理河流域水土保持生态工程建设的减沙作用研究[M].郑州:黄河水利出版社,2008.
- [3] 张胜利,于一鸣,姚文艺.水土保持减水减沙效益计算方法[M].北京:中国环境科学出版社,1994.
- [4] 王飞,穆兴民,李锐,等.河口镇到龙门区间水土保持措施减沙水代价分析[J].水土保持通报,2005,25(6):28-32.

(上接第16页)

(3)经济发展水平是影响土地综合承载力的一个重要因素,但不能直接代表土地综合承载力水平高低;也不能简单的说是成正比例关系还是反比例关系。因为虽然苏州、无锡、南京等发达地区的土地综合承载力水平在2008年相对较低,盐城、淮安等经济相对欠发达地区相对较高,但是宿迁、连云港等经济相对欠发达地区的土地综合承载力水平也处于中等。

(4)本文由于数据收集等方面原因,对个别使用较多的土地综合承载力评价指标做了改动,另外在其他指标的选取上还不尽完善,如何建立一套规范、有效的指标评价体系还有待进一步探索研究。

参考文献:

- [1] 陈百明.国外土地资源承载能力研究评述[J].自然资源译丛,1987,4(2):23-26.
- [2] 申元村.土地人口承载力研究理论与方法探讨[J].自然资源,1990,12(1):21-26.
- [3] 王书华,曹静.土地综合承载力评判指标体系的构建及

应用[J].河北师范大学学报:自然科学版,2001,25(1):129-133.

- [4] 王书华,毛汉英,赵明华.略论土地综合承载力评价指标体系的设计思路:我国沿海地区案例分析[J].人文地理,2001,16(4):57-61.
- [5] 熊伟.湖南省土地综合承载力评价及对策研究[J].湖南有色金属,2008,24(4):41-45.
- [6] 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.
- [7] 李吉英,张小虎.区域土地资源承载力评价方法研究:以黑龙江省为例[J].边疆经济与文化,2008,50(2):1-4.
- [8] 张富刚,郝晋眠,李运生,等.基于因子分析法的县域土地利用程度时空变异分析:以河北省曲周县为例[J].地理科学进展,2005,24(3):58-68.
- [9] 曹海霞.山西土地资源人口承载力动态研究[J].中国农业资源与区划,2008,29(2):21-25.
- [10] 卞兴云,冉瑞平,贾燕兵.山东省城市土地集约利用时空差异[J].地理科学进展,2009,28(4):617-621.