



基于主成分分析的武汉城市圈 土地生态安全评价

李庆舒, 李 娟

(湖北大学 商学院, 湖北 武汉 430062)

摘 要:任何一个区域的生态环境都追求可持续发展,而土地生态安全是其中的重要因素。以武汉城市圈为例,依据各市统计年鉴等相关资料数据,结合区域内土地资源状况,选取了8项具有代表性的指标,利用SPSS主成分分析方法,构建武汉城市圈土地生态安全评价体系。结果显示:结果显示:武汉城市圈内部各市域发展较不均衡,武汉生态安全性最强,黄冈生态安全性最弱;同时人口密度、人口自然增长率、第三产业比重和亏损规模企业占比是影响该区域土地生态安全状况的主要因素。最后根据评价结果提出相应的对策建议。

关键词:土地生态安全;主成分分析;评价;武汉城市圈

中图分类号: F299.27

文献标识码: A

文章编号: 1671-931X (2020) 06-0096-04

在现代科学技术飞速发展的今天,土地资源作为人类生存和发展的基础,其数量和质量仍然是影响一个地区甚至一个国家整体安全的重要因素,这关系到一个地区整体生态环境的可持续发展,特别是对于中国这样人口众多的发展中国家来说,这是一个先决条件^[1-2]。然而,随着城市规模的扩大、经济的发展和人口的增长,土地利用面临着包括土地生态安全在内的越来越多的挑战^[3]。目前我国对生态安全评价的研究还处于摸索阶段,这是由于国内在这方面的探索起步较晚。其中因此,有必要将理论与实践相结合,推进生态安全研究^[4-5]。

作为湖北经济发展的核心区域,武汉城市圈面临着越来越大的资源环境压力。但是目前尚未有学者研究该区域的土地生态安全并作出评价。本文从社会、经济、自然三方面出发,从土地生态安全角度,选取与土地利用密切相关的8个因子,建立评价指标体系,并运用主成分分析法对湖北省以武汉为

圆心,周边8个中小型城市所组成的城市群的土地生态安全作定量分析和评价,为土地资源的可持续发展和该区域的生态建设提供科学依据。

一、研究区概况

武汉城市圈(Wuhan Metropolitan Area),又称武汉“1+8”城市圈。武汉为中心城市,黄石为副中心城市,以武汉为圆心,包含了鄂州、孝感、潜江、黄冈、黄石、咸宁、仙桃、天门等周边8个大中型城市在内的城市群,武汉城市圈只占湖北省面积的三分之一却拥有全省大半的人口和六成以上的GDP总量,是当前中国中部最大的城市组团代表^[6]。

武汉城市圈区域降雨量充沛,属典型的亚热带季风气候。地形多为平原或丘陵地带,境内资源丰富,物产众多,开发前景广阔。然而,随着人口、经济的增长和城市化进程的加快,土地生态环境问题日益突出,各种生态环境污染日趋严重,对土地生态安

收稿日期:2020-07-08

作者简介:李庆舒(1996-),女,湖北潜江人,湖北大学商学院硕士研究生,研究方向:土地资源利用;李娟(1977-),女,湖北武汉人,湖北大学商学院讲师,研究方向:人口资源环境经济学。

全造成了严峻挑战。本文对武汉市“1+8”城市圈的生态安全进行了科学评价，并对该区域提出了正确可行的建议，以实现城市圈的可持续发展。

二、主成分分析原理与指标选取

(一)主成分分析原理

主成分分析的主要原理是降维。具体来说,通过处理不同数量级的多维数据,找到反映共同信息的变量,删除关系密切的重复变量,建立新的变量,使这些新变量相互无关,尽可能反映原始信息。此外,在保证研究准确性的前提下,可以简化复杂的研究,使研究效率大大提高。

(二)指标选取

根据生态安全评价指标选取的科学性、可操作性、简洁性等原则,在评价体系建立中着重考虑对生态环境影响较大的诸多因素,选取了8项能反映武汉城市圈社会、经济、生态状况的指标:人口密度、人口自然增长率、城市化水平、人均GDP、人均耕地面积、亏损规模企业占比、增加值增长指数、第三产业占GDP比重(见表1)。

从上表中可以看出武汉市在九个城市中城市化水平最高,第三产业占比也最大;城市化水平相对较

低的城市有黄冈市、咸宁市和天门市,而这三个城市的人均GDP也恰好排在九个城市的后五位。

三、指标获得及处理

本文数据主要来自《湖北省统计年鉴2018》《湖北省统计信息网》《武汉市统计年鉴2018》《鄂州市统计年鉴2018》《孝感市统计年鉴2018》等,部分原始数据可直接用于评价,其他原始数据需要根据指标的不同含义进行量化。根据SPSS17.0软件中的主成分分析方法,对选取的8个指标进行主成分分析,在这些指标中选取几个重要且相对独立的综合指标进行生态评价。指标和数据见表1。在得到表1的数据后,采用SPSS主成分分析法对表中的数据进行标准化,得到标准化数据(见表2)。

四、主成分分析评价

(一)主成分分析结果

借助SPSS软件编程,将进行标准化处理后的8个指标进行主成分分析,通过分析指标之间的关系,除去没有显著分异作用的或相互间存在显著的线性相关关系的指标,从而确定最终评价目标(见表3)。

由表3可知的,前三项主成分的贡献率依次为

表1 各市2017年样本原始指标及数据

	人口密度 (人/km ²)	人口自然增 长率(%)	城市化水平 (%)	人均GDP (万/人)	人均耕地面 积(hm ² /人)	亏损规模企 业占比(%)	增加值增长 指数(%)	第三产业占 GDP比重(%)
武汉	1271	6.95	80.04	12.31	0.272	13.0270	7.7	53.25
黄石	538.7	7.68	62.89	5.99	0.475	11.8529	6.6	34.81
鄂州	647.8	7.70	65.18	8.45	0.516	7.2356	8.3	36.03
孝感	551.6	-0.65	56.37	3.55	0.894	5.8179	5.7	34.74
黄冈	363.2	8.99	47.74	3.04	0.839	7.1524	6.6	39.35
咸宁	252.2	2.15	52.50	4.88	0.792	7.5995	8.1	35.96
仙桃	449.0	-4.60	54.16	6.28	1.042	5.0891	7.7	33.75
天门	481.0	3.74	53.20	4.11	1.305	2.1739	6.6	35.09
潜江	489.0	4.16	56.04	6.97	1.270	2.9603	6.2	36.69

资料来源:《湖北省统计年鉴(2018年)》和武汉、鄂州、孝感等市统计信息官网。

表2 各市2017年样本原始指标标准化数据

	人口密度 (人/km ²)	人口自然增 长率(%)	城市化水平 (%)	人均GDP (万/人)	人均耕地面 积(hm ² /人)	亏损规模企 业占比(%)	增加值增长 指数(%)	第三产业占 GDP比重(%)
武汉	2.434	0.657	2.226	2.133	-1.554	1.667	0.706	2.572
黄石	-0.085	0.820	0.439	-0.064	-0.981	1.343	-0.499	-0.486
鄂州	0.383	0.825	0.677	0.791	-0.865	0.068	1.364	-0.284
孝感	-0.040	-1.043	-0.241	-0.913	0.201	-0.324	-1.485	-0.498
黄冈	-0.689	1.113	-1.139	-1.090	0.046	0.045	-0.499	0.267
咸宁	-1.070	-0.417	-0.644	-0.451	-0.087	0.168	1.145	-0.296
仙桃	-0.394	-1.926	-0.471	0.363	0.618	-0.525	0.706	-0.662
天门	-0.283	-0.061	-0.571	-0.718	1.360	-1.329	-0.499	-0.439
潜江	-0.256	0.033	-0.275	0.276	1.262	-1.112	-0.938	-0.174

资料来源:根据SPSS软件计算得出。

62.891%、13.382%、12.206%，其累计贡献率 88.478%，大于 85%，表示前 3 项主成分具有较高的可信度，可以基本涵盖全部数据的信息，故将前三项作为主成分因子，能够计算出各因子对于原始指标的载荷状况（见表 4）。

表 4 的分析能够得出三个主成分中各指标变量所占的权重；在主成分 1 中人口密度、人口自然增长率、城市化水平和人均 GDP 作用显著，说明人口快速增长和城市化进程快速推进的同时给资源环境造成的威胁是非常突出的。在主成分 2 中占比较大的是第三产业比重、亏损规模企业占比和人均 GDP，这说明产业结构优良与生态环境安全与否密切相关。转变产业结构，减少一些高投入低产出生产模式的企业导致的资源浪费对缓解生态安全问题有非常明显的的作用，反之，将会加重区域生态安全问题。在主成分 3 中，城市化水平对土地生态安全的影响最大，其次是增加值增加指数和人口自然增长率。根据武汉“1+8”城市圈的实际出发，可以从产业结构调整、政策引导和人口控制等方面提出相关建议，改善区域生态现状。

(二)生态安全评价主成分综合得分与排名

结合各指标的标准化数据和综合得分计算公式，对武汉城市圈生态安全评价的主成分综合得分进行了计算和排序。生态安全评价主成分得分及排

序见表 5。

五、评价结果分析

(一)结论

武汉城市圈的生态安全性由强到弱依次是武汉市、鄂州市、黄石市、潜江市、仙桃市、孝感市、天门市、咸宁市、黄冈市；武汉市与其他地区比较，其生态安全状况较好，虽然人口数量与密度相对高，城市化水平更高，但是在武汉市的产业结构占比中，以服务业为主的第三产业占据绝对地位，这样在很大程度上能够规避以农业为主的第一产业和以工业为主的第二产业给生态环境带来的风险，使土地生态安全趋于稳定。而对于其他地区来说，尽管人口较少且城市化水平较低，但是这些地区产业结构不完善，使区域土地资源受到工农业发展的压力；黄冈市、咸宁市生态状况较差，其主要原因是城市化水平较低，这跟该地区地形有密不可分的关系，黄冈市和孝感市以山地为主，人口不易大规模聚集，这对推进城市化有很大影响，同时，也影响区域产业结构的优化；人口密度、人口自然增长率、城市化水平、第三产业比重和亏损规模企业占比也是影响武汉“1+8”城市圈土地生态安全状况的主要因素。

(二)建议

首先，控制人口增长，缓解人地矛盾，从而减轻人类活动对环境的压力。人口过多、数量增长过快，

表 3 指标特征值与贡献率

主成分	特征值	贡献率%	累计率%
1	5.031	62.891	62.891
2	1.071	13.382	76.273
3	0.976	12.206	88.478
4	0.543	6.786	95.264
5	0.278	3.480	98.744
6	0.075	0.938	99.682
7	0.017	0.217	99.899
8	0.008	0.101	100.000

资料来源：根据 SPSS 软件计算得出。

表 4 因子对于原始指标的载荷状况

	1	2	3
人口密度	0.947	-0.070	-0.022
人口自然增长率	0.905	-0.122	0.168
城市化水平	0.872	-0.168	0.283
人均 GDP	0.849	0.182	-0.395
人均耕地面积	-0.725	-0.539	-0.248
亏损规模企业占比	0.459	0.438	0.071
增加值增长指数	0.012	-0.789	0.182
第三产业比重	-0.533	0.726	-0.039

资料来源：根据 SPSS 软件计算得出。

表 5 衡阳市 2011 年生态安全评价综合得分与排名

	W1	W2	W3	综合得分 W	排名
武汉	1.525811	0.077328	0.032426	1.635565	1
黄石	-0.229113	0.191495	-0.009537	-0.047156	3
鄂州	0.022234	0.057776	0.148040	0.228051	2
孝感	-0.020974	-0.062930	-0.130392	-0.214296	6
黄冈	-0.604006	0.157480	-0.088231	-0.534758	9
咸宁	-0.604702	0.000418	0.160232	-0.444052	8
仙桃	-0.020017	-0.228701	0.133094	-0.115624	5
天门	-0.159332	-0.099944	-0.104228	-0.363504	7
潜江	0.152118	-0.102525	-0.136010	-0.086417	4

资料来源：根据 SPSS 软件计算得出。

使得人类生产生活活动给生态环境带来的压力日益增大。城市圈成员与其周边区域相比均发展较好,促使人口向这些点聚集。然而集聚效应同时带来了许多负面影响。因此,想要从源头缓解生态安全问题必须控制人口的过快增长。

其次,调整部分地区产业结构,转变经济发展模式,促进产业结构升级。黄冈、咸宁等地区土地生态环境压力较大,应该合理优化产业结构,适当降低第一第二产业在 GDP 中的比重,尽量缓解工农业生产给土地生态环境带来的危害。比如对一些高投入低产出的工业企业进行整改并充分利用科学技术,降低工农业生产能耗,提高生产效率。或者结合当地自然人文特色,积极发展旅游业以带动第三产业的发展。

再次,科学规划土地,完善相关制度。想要保证生态环境的安全,必须统筹全局。在规划城市之时,因地制宜,合理并充分运用每一寸土地。同时,政府部门也要出台相关制度,一切纳入制度的轨道,严格按照统一标准,为实现生态安全提供便利。

最后,提高生态意识,加大环保力度。人口素质的高低是影响土地生态环境的重要影响因素,想要减轻土地的负担,人类的保护和后期治理也是必不可少的环节。在这方面,应该对所有城市圈成员有无差别的要求;对于城市化水平较低,经济较为落后的地区应该更加重视宣传并且完善治理基础设施。同时,各地区要加强对土地利用的监管力度,完善相关法律法规,严厉打击破坏环境的行为,努力杜绝生态安全问题。

参考文献:

[1] 曹新向,郭志永,雒海潮.区域土地资源持续利用的生态安全研究[J].水土保持学报,2004,(2):192-195.
[2] 何如海,饶骥,杨晗宇,等.基于主成分分析法的安庆市土地生态安全评价研究[J].辽宁工业大学学报,2020,(1):16-19.

[3] 王鹏,况福民,邓育武,等.基于主成分分析的衡阳市土地生态安全评价[J].经济地理,2015,(1):168-172.
[4] 崔胜辉,洪华生,黄云凤,等.生态安全研究进展[J].生态学报,2005,(4):861-868.
[5] 侯林春,王瑛璇.基于主成分分析的呼和浩特市土地生态安全评价[J].湖北农业科学,2017,(9):1796-1800.
[6] 丁洁.两型社会视角下对武汉城市圈红色旅游资源开发与利用的研究[D].桂林:广西师范大学,2016.
[7] 郑媛媛,余敦,孙聪康,等.基于状态空间模型的耕地生态安全评价——以江西省鄱阳县为例[J].水土保持研究,2020,(3):218-237.
[8] 黄烈佳,杨鹏.长江经济带土地生态安全时空演化特征及影响因素[J].长江流域资源与环境,2019,(8):1780-1790.
[9] 徐珊,杨光,张承舟,等.基于 PSR 模型的城市土地生态安全评价:以青岛市为例[J].环境工程,2019,(9):199-204.
[10] 苏正国,李冠,陈莎,等.基于突变级数法的土地生态安全评价及其影响因素研究——以广西壮族自治区为例[J].水土保持通报,2018,(4):142-161.
[11] 李松霞.基于主成分分析法的北疆城市生态安全评价[J].当代经济,2018,(19):80-83.
[12] 张颢,杨柳.基于主成分分析的贵阳市土地生态安全评价[J].农村经济与科技,2017,(1):25-29.
[13] 孙奇奇,宋戈,齐美玲.基于主成分分析的哈尔滨市土地生态安全评价[J].水土保持研究,2012,(1):235-238.
[14] 杜忠潮,韩中山.基于主成分分析的土地生态安全评价实证研究——以陕西省 10 个省辖市为例[J].水土保持通报,2009,(6):198-207.
[15] 刘飞跃,万哨凯.基于主成分分析法的吉安市土地利用的生态安全评价研究[J].安徽农业科学,2010,(11):5788-5809.
[16] 张文霖.主成分分析在 SPSS 中的操作应用[J].理论与方法,2005,(12):31-34.

[责任编辑:许海燕]

Evaluation of Land Ecological Security in Wuhan City Circle Based on Principal Component Analysis

LI Qing-shu, LI Juan

(Business School of Hubei University, Wuhan430062, China)

Abstract: Any regional ecological environment is the pursuit of sustainable development, and the land ecological safety is one of the important factors in Wuhan city circle. As an example, according to the municipal city statistical yearbook and other related data, combined with the regional land resources condition, selected the eight representative indicators, using SPSS principal component analysis method, build Wuhan city circle of land ecological security evaluation system. The results show that: the development of Wuhan city circle is unbalanced, the ecological security stability of Wuhan is the strongest, and the ecological security stability of Huanggang is the weakest. At the same time, population density, natural population growth rate, proportion of tertiary industry and proportion of loss-scale enterprises are the main factors affecting the ecological security of land in the region.

Key words: land ecological security; principal component analysis; evaluation; Wuhan city circle