

向 丽. 长江经济带土地生态安全综合评价及比较研究[J]. 江苏农业科学, 2018, 46(7): 282–286.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.07.069

长江经济带土地生态安全综合评价及比较研究

向 丽^{1,2}

(1. 哈尔滨工业大学管理学院, 黑龙江哈尔滨 150001; 2. 贺州学院旅游与体育健康学院, 广西贺州 542899)

摘要:保障区域土地生态安全, 对于促进长江经济带经济社会可持续发展具有重要意义。以长江经济带 11 省(市)为研究样本, 基于压力-状态-响应(PSR)模型构建土地生态安全评价指标体系, 采用因子分析法和聚类分析法, 对长江经济带土地生态安全水平进行综合评价和比较分析。结果表明, 长江经济带整体土地生态安全水平不高, 具有明显的地区异质性, 且呈现“上游地区 > 中游地区 > 下游地区”的空间分布特征。云南省的土地生态安全水平最高, 其次是贵州省, 四川省排名第 3。长江经济带 11 省(市)的土地生态安全水平可划分为 4 个不同分区。其中, 云南省、贵州省和四川省位于土地生态安全区; 安徽省和重庆市位于土地生态相对安全区; 江西省和湖北省位于土地生态临界安全区; 湖南省、江苏省、浙江省和上海市均位于土地生态不安全区。

关键词:长江经济带; 土地生态安全; PSR 模型; 因子分析; 聚类分析

中图分类号: X826 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)07-0282-05

长江经济带建设现已上升为新一轮国家战略, 2014 年出台的《国务院关于依托黄金水道推动长江经济带发展的指导意见》明确了长江经济带在我国经济发展中“生态文明建设的先行示范带”的战略定位。作为我国经济发展的重要战略区, 长江经济带 11 省(市)资源优势突出, 且具备良好的产业

融合基础。土地资源是区域资源禀赋的核心要素和产业发展的重要载体, 强化土地资源的合理配置和集约利用, 保障区域土地生态安全, 对于促进长江经济带经济社会可持续发展具有重要意义。土地生态安全最早可追溯至 Leopold 在 1949 年提出的“土地健康”的概念^[1], 之后学者们开始关注土地生态系统问题^[2-3]。学界以人地关系理论、可持续发展理论、景观生态学理论、突变理论、耗散理论、复杂科学理论、土地安全预警理论、适宜性评价理论等为研究基础, 从区域生态安全、生态风险、土地健康、土地利用安全格局、耕地资源生态安全、土

收稿日期: 2016-11-11

基金项目: 国家社会科学基金(编号: 15BMZ080)。

作者简介: 向 丽(1982—), 女, 四川内江人, 博士研究生, 副教授, 研究方向为区域经济可持续发展。E-mail: xiang30185@163.com。

2639-2646.

[7] 周文华, 王如松. 城市生态安全评价方法研究——以北京市为例[J]. 生态学杂志, 2005, 24(7): 848-852.

[8] 谢花林, 李 波. 城市生态安全评价指标体系与评价方法研究[J]. 北京师范大学学报(自然科学版), 2004, 40(5): 705-710.

[9] 张 杨, 彭文英, 刘艳芳. 基于空间格局的城市热环境生态安全评价[J]. 生态经济, 2016, 32(8): 165-169.

[10] 郭秀锐, 杨 莹, 陈东升, 等. 北京城市生态安全评价研究[J]. 安全与环境学报, 2009, 9(2): 72-76.

[11] 赵 清, 杨志峰, 陈 彬. 城市自然生态安全动态评价方法及其应用[J]. 生态学报, 2009, 29(8): 4138-4146.

[12] 魏兴萍. 城市生态安全多种评价模型及应用[J]. 信阳师范学院学报(自然科学版), 2010, 23(3): 410-414.

[13] 伍 阳, 蒋加洪, 甘 欣. 京津沪渝生态安全评价指标体系的选择及其评价[J]. 四川环境, 2017, 36(1): 89-95.

[14] 杨 俊, 李雪铭, 张 云. 基于因果网络模型的城市生态安全空间分异——以大连市为例[J]. 生态学报, 2008, 28(6): 2774-2783.

[15] 李 绥, 石铁矛, 付士磊, 等. 南充城市扩展中的景观生态安全格局[J]. 应用生态学报, 2011, 22(3): 734-740.

[16] 胡海德, 李小明, 杜宇飞. 大连城市生态安全格局的构建[J]. 东北师大学报(自然科学版), 2013, 45(1): 138-143.

[17] 曹先磊, 刘高慧, 张 颖, 等. 城市生态系统休闲娱乐服务支付

意愿及价值评估——以成都市温江区为例[J]. 生态学报, 2017, 37(9): 2970-2981.

[18] 谭明亮, 段争虎, 陈小红, 等. 半干旱区城市人工森林生态系统服务价值评估——以兰州市南北两山环境绿化工程区为例[J]. 中国沙漠, 2012, 32(1): 219-225.

[19] 彭 建, 王仰麟, 陈燕飞, 等. 城市生态系统服务功能价值评估初探——以深圳市为例[J]. 北京大学学报(自然科学版), 2005, 41(4): 594-604.

[20] 王 耕, 钟春利. 基于 P-S-R 框架辽宁省 2003—2012 年城市生态安全演变趋势研究[J]. 环境科学与管理, 2016, 41(2): 121-127.

[21] 陶晓燕. 资源枯竭型城市生态安全评价及趋势分析——以焦作市为例[J]. 干旱区资源与环境, 2014, 28(2): 53-59.

[22] 陈 爽, 刘云霞, 彭立华. 城市生态空间演变规律及调控机制——以南京市为例[J]. 生态学报, 2008, 28(5): 2270-2278.

[23] 徐建华. 计量地理学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006: 95-98.

[24] 黄国和, 安春江, 范玉瑞, 等. 珠江三角洲城市群生态安全保障技术研究[J]. 生态学报, 2016, 36(22): 7119-7124.

[25] 高长波, 陈新庚, 韦朝海, 等. 熵权模糊综合评价法在城市生态安全评价中的应用[J]. 应用生态学报, 2006, 17(10): 1923-1927.

[26] 郑泽娜, 周 伟. 基于主成分的河北省地级城市生态安全预警评价[J]. 中国农学通报, 2013, 29(14): 118-123.

地规划及合理利用等不同角度围绕土地生态安全的内涵进行了分析^[4-7]。在研究方法上,学者们一般采用压力、状态、响应(PSR)模型和经济、环境、社会(EES)模型来衡量区域生态安全,但至今尚未形成统一的土地生态安全评价指标体系^[8-9]。近年来,国内学者采用了综合指数法、层次分析法、模糊综合法、灰色关联法、物元模型法、投影寻踪法、生态足迹法等多种定量分析方法,针对我国特定区域的土地生态安全水平进行了综合评价^[10-14]。尽管学界已经对区域土地生态安全问题展开了广泛探讨,并形成了较为丰富的研究成果,但在研究方法和研究尺度上仍有待进一步拓展。基于此,本研究以长江经济带 11 省(市)为研究区域,基于 PSR 模型构建土地生态安全评价指标体系,采用因子分析法和聚类分析法,对长江经济带 2013 年的土地生态安全水平进行综合评价和比较分析,进而得出研究结论,以期对长江经济带各省(市)因地制宜地制定土地生态安全保护政策、促进区域经济社会可持续发展提供参考依据。

1 研究设计

1.1 研究区域

本研究的研究区域为长江经济带沿线的上海、江苏、浙江、安徽、江西、湖南、湖北、重庆、四川、云南、贵州等 11 个省(市)。根据上、中、下游的地理划分和 2015 年 4 月国务院批复同意的《长江中游城市群发展规划》,可将长江经济带 11 省(市)按照上、中、下游进行区域划分,其中,上游地区包括重庆、四川、云南、贵州 4 省(市),中游地区包括江西、湖北、湖南 3 省,下游地区涵盖上海、江苏、浙江、安徽 4 省(市)^[15]。

1.2 评价指标体系构建

在对相关概念界定的基础上,遵循指标选取的科学性、可得性、典型性等基本原则,借鉴张军以等的研究成果^[16-18],并结合长江经济带土地生态安全的现实状况,基于 PSR 模型,从土地生态压力、土地生态状态和土地生态响应 3 个层面,共选取 24 项具体指标,构建了长江经济带土地生态安全评价指标体系(表 1)。系统层中,土地生态压力由 X_1 至 X_8 共 8 项指标构成,且均为负向指标;土地生态状态由 X_9 至 X_{16} 共 8 项指标衡量,其中耕地面积比重、人均建设用地面积为负向指标,其余指标为正向指标;土地生态响应由 X_{17} 至 X_{24} 共 8 项指标测度,且均为正向指标。

表 1 长江经济带土地生态安全评价指标体系

目标层	系统层	指标层	计算方法及单位	属性
长江经济带土地生态安全	土地生态压力	人口密度(X_1)	人口总数/土地总面积(人/km ²)	-
		人口自然增长率(X_2)	统计年鉴直接得出(‰)	-
		城市化水平(X_3)	城镇人口数/总人口数×100%	-
		农业经济比重(X_4)	第一产业增加值/GDP×100%	-
		单位土地废水负荷(X_5)	废水排放总量/土地总面积(t/hm ²)	-
		自然灾害受灾面积比重(X_6)	自然灾害受灾面积/耕地面积×100%	-
		单位耕地面积农药使用量(X_7)	农药使用总量/耕地面积(kg/hm ²)	-
		单位耕地面积化肥使用量(X_8)	化肥使用总量/耕地面积(kg/hm ²)	-
	土地生态状态	耕地面积比重(X_9)	耕地面积/土地总面积×100%	-
		人均耕地面积(X_{10})	耕地面积/总人口数(hm ² /人)	+
		耕地粮食单产(X_{11})	粮食总产量/耕地面积(kg/hm ²)	+
		人均建设用地面积(X_{12})	建设用地面积/总人口数(m ² /人)	-
		人均公园绿地面积(X_{13})	公园绿地面积/总人口数(m ² /人)	+
		森林覆盖率(X_{14})	统计年鉴直接得出(%)	+
		水土协调度(X_{15})	有效灌溉面积/耕地面积×100%	+
		土地利用率(X_{16})	土地利用面积/土地总面积×100%	+
	土地生态响应	人均 GDP(X_{17})	GDP/总人口数(元)	+
		第三产业比重(X_{18})	统计年鉴直接得出(%)	+
		农村居民家庭人均纯收入(X_{19})	统计年鉴直接得出(元)	+
		一般工业固体废弃物综合利用量(X_{20})	统计年鉴直接得出(万 t)	+
		自然保护区面积比重(X_{21})	自然保护区面积/土地总面积×100%	+
		环保投入占 GDP 比重(X_{22})	环保治理投资额/GDP×100%	+
		水土流失治理面积(X_{23})	统计年鉴直接得出(khm ²)	+
		农业机械化程度(X_{24})	农业机械总动力/耕地面积(kW/hm ²)	+

注:“-”表示该指标为负向指标;“+”表示该指标为正向指标。

1.3 研究方法

本研究基于构建的长江经济带土地生态安全评价指标体系,首先选用 SPSS 17.0 的因子分析法将 24 项指标合成转化为一个可以评估长江经济带 11 省(市)土地生态安全水平的综合变量,具体计算方法如公式(1)所示。接着,采用聚类分析法对长江经济带 11 省(市)的土地生态安全水平进行分区评价,以此得出研究结论。

$$E_i = \sum_{i=1}^n Y_i Z_i / \sum_{i=1}^n Y_i \quad (1)$$

式中: E_i 表示省份 i 的土地生态安全水平综合得分; $\sum_{i=1}^n Y_i$ 代表通过主成分分析得到的公因子方差贡献率; Z_i 代表提取 n 个公因子所得的累积方差贡献率,即公因子的特征向量值。

1.4 数据来源及处理

本研究所使用的指标数据由《中国统计年鉴》(2014—

2015 年)、《中国农村统计年鉴》(2014 年)、《中国城市统计年鉴》(2014 年)提供的数据直接得出或公式计算求得。由于各项指标的量纲千差万别,须要采用极差标准化公式分别对正向指标和负向指标的原始数据进行预处理,具体计算公式如下:

$$X'_i = (X_i - \min X_i) / (\max X_i - \min X_i) \text{ (正向指标);}$$
$$X'_i = (\max X_i - X_i) / (\max X_i - \min X_i) \text{ (负向指标)}。(2)$$

式中: X'_i 为第 i 项指标处理后的标准化数据变量; X_i 为第 i 项指标的原始数据; $\max X_i$ 和 $\min X_i$ 分别表示所有省份第 i 项指标原始数据的最大值和最小值。

2 结果与分析

2.1 长江经济带土地生态安全综合评价

在因子分析中,首先求出长江经济带 11 省(市)的土地生态安全矩阵 $Y_{3 \times 24}$ 的相关系数矩阵,并由相关系数矩阵计算得到各主成分的特征值、方差贡献率和累计方差贡献率(表 2)。按照特征值大于 1 的原则,共提取了 5 个主成分,第 1 主成分方差对所有主成分方差的贡献率为 44.917%,5 个主成分的累计方差贡献率达到 90.739%,公因子方差介于 0.775~0.992 之间,表明选取的 5 个主成分能够较好地解释所有变量,充分地体现了长江经济带 11 省(市)的土地生态安全水平。

从反映长江经济带土地生态安全的 5 个主成分的载荷矩

表 2 主成分特征值、方差贡献率和累计方差贡献率

主成分	特征值	方差贡献率 (%)	累计方差贡献率 (%)
1	10.780	44.917	44.917
2	4.517	18.819	63.736
3	3.114	12.975	76.711
4	1.725	7.187	83.898
5	1.642	6.841	90.739

阵(表 3)来看,主成分 1 中 X_1 、 X_3 、 X_5 、 X_{10} 、 X_{12} 等指标的系数均较大,可以看成是反映土地生态压力和土地生态状态的综合指标;主成分 2 中 X_2 、 X_6 、 X_7 、 X_8 、 X_{16} 、 X_{21} 等指标的系数较大,可以看作是反映土地生态压力、土地生态状态和土地生态响应的综合指标;主成分 3 中 X_6 、 X_{20} 、 X_{22} 等指标的系数较大,可以看作是反映土地生态压力和土地生态响应的综合指标;主成分 4 和主成分 5 中绝大部分指标的系数都在 0.5 以下,所能表达的信息量较小。主成分 4 中 X_{21} 的系数相对较高,其系数为 0.651;主成分 5 中仅有 X_{13} 的系数是 0.929,是该主成分中唯一的系数在 0.5 以上的指标。主成分 4 和主成分 5 在各变量上的载荷,可以看作是对前 3 个主成分的补充,反映了土地生态状态和土地生态响应的部分状况。根据得到的新的综合变量及相应主成分上的单项因素得分,再以相应主成分的贡献率为权数,计算得出长江经济带土地生态安全的主成分得分、综合得分及排名情况(表 4)。

表 3 长江经济带土地生态安全主成分的载荷矩阵

指标	载荷系数				
	主成分 1	主成分 2	主成分 3	主成分 4	主成分 5
人口密度(X_1)	0.888	-0.347	-0.030	0.031	0.196
人口自然增长率(X_2)	-0.547	0.567	0.097	0.311	0.342
城市化水平(X_3)	0.972	-0.118	0.032	0.044	-0.132
农业经济比重(X_4)	-0.917	0.117	-0.045	-0.200	0.269
单位土地废水负荷(X_5)	0.862	-0.356	0.063	0.086	0.231
自然灾害受灾面积比重(X_6)	-0.092	0.687	0.593	0.012	0.197
单位耕地面积农药使用量(X_7)	0.604	0.650	0.290	-0.126	0.107
单位耕地面积化肥使用量(X_8)	0.587	0.500	-0.368	-0.359	0.078
耕地面积比重(X_9)	-0.154	-0.423	-0.764	0.078	0.249
人均耕地面积(X_{10})	0.907	0.164	0.241	-0.207	-0.157
耕地粮食单产(X_{11})	-0.491	-0.416	0.285	0.564	0.130
人均建设用地面积(X_{12})	0.935	-0.278	0.013	0.065	0.121
人均公园绿地面积(X_{13})	0.213	-0.145	0.242	-0.056	0.929
森林覆盖率(X_{14})	0.547	-0.457	-0.610	-0.100	0.204
水土协调度(X_{15})	-0.828	-0.436	0.137	0.197	-0.189
土地利用效率(X_{16})	0.311	0.672	-0.190	0.509	-0.263
人均 GDP(X_{17})	-0.955	0.056	0.020	-0.003	0.117
第三产业比重(X_{18})	-0.793	0.418	-0.154	-0.360	-0.088
农村居民家庭人均纯收入(X_{19})	-0.954	0.002	-0.117	-0.028	0.046
一般工业固体废弃物综合利用量(X_{20})	0.293	-0.340	0.747	0.227	-0.179
自然保护区面积比重(X_{21})	0.377	0.541	-0.165	0.651	0.214
环保投入占 GDP 比重(X_{22})	0.333	-0.293	0.701	-0.301	-0.015
水土流失治理面积(X_{23})	0.706	0.342	-0.449	0.184	-0.187
农业机械化程度(X_{24})	-0.264	-0.813	-0.027	0.146	-0.149

由表 4 可知,长江经济带土地生态安全水平呈现出明显的地区差异性。其中,云南省、贵州省和四川省位列前 3 位,综合得分值分别为 58.229、49.395、38.479;上海市、浙江省

和江苏省排名后 3 位,综合得分值分别是 -120.215、-49.977、-22.480。综合得分值越高,表明该省(市)的土地生态安全水平越高。如果综合得分值为正数,说明该省

表 4 长江经济带土地生态安全主成分得分、综合得分及排名(2013 年)

省(市)	得分					综合得分	排名
	主成分 1	主成分 2	主成分 3	主成分 4	主成分 5		
上海	-2.620	0.024	0.239	0.126	-1.020	-120.215	11
江苏	-0.461	-1.369	1.465	-0.151	0.883	-22.480	9
浙江	-0.574	0.126	-1.758	-0.816	0.310	-49.977	10
安徽	0.830	-0.815	1.312	-1.278	-0.318	27.597	4
江西	0.569	-0.378	-0.890	-0.142	0.728	10.830	6
湖北	0.323	-0.340	-0.173	0.070	-0.485	3.037	7
湖南	0.630	-1.139	-1.308	-0.056	-0.857	-16.392	8
重庆	-0.302	0.962	0.013	0.113	2.337	21.499	5
四川	0.433	-0.083	0.196	2.698	-0.197	38.479	3
贵州	0.349	1.965	0.503	-0.586	-0.815	49.395	2
云南	0.824	1.048	0.401	0.022	-0.566	58.229	1

(市)的土地生态安全水平高于长江经济带 11 省(市)土地生态安全的平均水平;综合得分值为负数,则说明该省(市)的土地生态安全水平低于长江经济带 11 省(市)土地生态安全的平均水平,该省(市)亟须加强土地生态安全保护,才有可能达到 11 省(市)平均水平。整体来看,长江经济带的安徽、江西、湖北、重庆、四川、贵州、云南 7 个省(市)的土地生态安全水平平均高于 11 省(市)的平均水平,其余 4 省(市)的土地生态安全水平平均低于平均水平。长江上游地区的重庆、四川、贵州、云南 4 省(市)的土地生态安全水平相对较高,且排名前 3 位的省(市)均位于该区域。长江中游地区的江西省、湖北省和湖南省分别位居第 6 位、第 7 位和第 8 位,其中,江西省和湖北省的土地生态安全状况良好,但湖南省的土地生态安全状况不容乐观。长江下游地区的 4 省(市)中仅有安徽省的土地生态安全水平高于 11 省(市)平均水平,其余 3 个省(市)的土地生态安全水平平均低于平均水平。

2.2 长江经济带土地生态安全分区评价

以上因子分析结果已经比较清晰地反映了长江经济带 11

省(市)土地生态安全水平的排序,为了对长江经济带 11 省(市)的土地生态安全水平进行更为科学的分类,本研究将长江经济带 11 省(市)土地生态安全评价的原始指标作为可观测因素变量,采用离差平方和法进行系统聚类分析。聚类分析结果显示,长江经济带 11 省(市)可以合并成 4 类(表 5)。

表 5 长江经济带 11 省(市)离差平方和分类结果

类别	省(市)	类规模
一类	上海	1
二类	江苏、安徽	2
三类	浙江、江西、湖北、湖南	4
四类	重庆、四川、贵州、云南	4

综合因子分析和聚类分析结果,并充分考虑我国土地生态安全的经验和长江经济带的实际情况,可以将长江经济带 11 省(市)划分为土地生态安全水平的 4 个不同分区:安全区(Ⅰ)、相对安全区(Ⅱ)、临界安全区(Ⅲ)、不安全区(Ⅳ)(表 6)。

表 6 长江经济带土地生态安全水平分区及综合得分

分区类别	省(市)及综合得分
安全区(Ⅰ)	云南(58.229)、贵州(49.395)、四川(38.479)
相对安全区(Ⅱ)	安徽(27.597)、重庆(21.499)
临界安全区(Ⅲ)	江西(10.830)、湖北(3.037)
不安全区(Ⅳ)	湖南(-16.392)、江苏(-22.480)、浙江(-49.977)、上海(-120.215)

土地生态安全区包括云南、贵州和四川 3 个省份,其中,云南省的土地生态安全水平相对较高,原因在于该省的人口密度最低,城市化水平低,农业经济比重、人均耕地面积和水土流失治理面积最大,单位土地废水负荷和人均建设用地面积最小,自然灾害受灾面积比重和单位耕地面积农药使用量小,土地利用率高,环保投入占 GDP 比重较大,仅次于安徽省。但云南省的耕地粮食单产不高,人均 GDP、农村居民家庭人均纯收入、农业机械化程度均排名倒数第 2 位,且第三产业所占比重小,今后仍需要在这些方面加以改进。贵州省的城市化水平最低,单位耕地面积农药使用量和化肥使用量最小,人均建设用地面积较小,耕地面积比重较大,仅次于江苏省。但该省的农业机械化程度不高,耕地粮食单产、水土协调度、人均 GDP 均最低,农村居民家庭人均纯收入最少,仍须进一步提升土地生态安全水平。四川省的农业经济比重、自然

保护区面积比重、水土流失治理面积均最大,土地利用率最高,但该省的第三产业比重、环保投入占 GDP 比重均较小,农村居民家庭人均纯收入低。

土地生态相对安全区包括安徽和重庆 2 个省(市),安徽省的环保投入占 GDP 比重最大,人口密度、人口自然增长率、人均耕地面积、耕地粮食单产和农业机械化程度均位列前 3 位,一般工业固体废物综合利用量较大,仅次于江苏省。但该省的森林覆盖率低,土地利用率不高,第三产业比重最小。重庆市的人均公园绿地面积最大,自然保护区面积比重较大,仅次于四川省。尽管该市的自然灾害受灾面积比重小,单位耕地面积农药使用量和化肥使用量较少,但其城市化水平较高,水土协调度低,一般工业固体废物综合利用量少。

土地生态临界安全区包括江西和湖北 2 省,江西省的人口自然增长率最高,单位耕地面积农药使用量最大,耕地面积

比重最小,人口密度低,人均公园绿地面积较大,仅次于重庆市。尽管该省的森林覆盖率最高,环保投入占 GDP 比重排名前 3 位,但该省的土地利用率最低,人均 GDP 也较低。湖北省的自然灾害受灾面积比重、单位耕地面积化肥使用量、农业经济比重和人均建设用地面积均较大,但该省的耕地粮食单产不高,环保投入占 GDP 比重较小。

土地生态不安全区包括湖南、江苏、浙江和上海 4 省(市),其中上海市的土地生态安全状况最差。尽管上海市的人均 GDP、水土协调度和农村居民家庭人均纯收入均最高,但该城市的人口密度、单位土地废水负荷和人均建设用地面积都最大,城市化水平远远超过其他省(市),森林覆盖率最低,人均耕地面积、人均公园绿地面积和环保投入占 GDP 比重均最小,这些都是制约上海市土地生态安全的主要障碍因素。浙江省的农业机械化程度较高,城市化水平、单位土地废水负荷和人均建设用地面积都仅次于上海市和江苏省,自然灾害受灾面积比重、单位耕地面积农药使用量均排名第 2 位,耕地面积比重、人均耕地面积排名倒数第 2 位,且自然保护区面积比重最低,致使该省的土地生态安全水平排名倒数第 2 位。江苏省的耕地粮食单产和一般工业固体废物综合利用率均最高,人均公园绿地面积、人均 GDP 仅次于上海市,但该省森林覆盖率低,单位耕地面积化肥使用量和耕地面积比重最大,导致该省的土地生态安全水平位于后 3 位之列。湖南省的农业机械化程度最高,农业经济比重仅次于四川省,耕地粮食单产仅次于江苏省,但该省的自然灾害受灾面积比重也最大,单位耕地面积农药使用量和化肥使用量均较高,环保投入占 GDP 比重低,导致该省的土地生态安全水平低于 11 省(市)的平均水平。

3 结论

本研究利用 2013 年长江经济带 11 省(市)的相关数据,构建土地生态安全评价指标体系,采用因子分析法和聚类分析法,对长江经济带土地生态安全水平进行了综合评价和比较研究,主要得到以下结论:(1)长江经济带整体土地生态安全水平不高,具有明显的地区异质性,且呈现“上游地区 > 中游地区 > 下游地区”的空间分布特征。其中,云南省的土地生态安全水平最高,其次是贵州省,四川省排名第 3。上海市、浙江省和江苏省均在后 3 位之列,湖南省排名第 8 位,且这 4 个省(市)的土地生态安全水平均低于长江经济带 11 省(市)平均水平。分区域来看,长江上游地区 4 省(市)的土地生态安全水平相对较高,且排名前 3 位的省(市)均位于该区域。长江中游地区的江西省和湖北省的土地生态安全状况良好,湖南省的土地生态安全状况不容乐观。长江下游地区仅有安徽省的土地生态安全水平高于 11 省(市)平均水平。(2)长江经济带 11 省(市)的土地生态安全水平可划分为 4 个不同分区。其中,云南、贵州和四川 3 个省份位于土地生态安全区;安徽省和重庆市位于土地生态相对安全区;江西省和湖北省位于土地生态临界安全区;湖南、江苏、浙江和上海 4 省(市)均位于土地生态不安全区。由于各省(市)的资源禀赋条件、产业发展水平存在明显差异性,制约各省(市)土地生态安全水平提升的主要因素各不相同,因而长江经济带各

省(市)应基于自身生态环境承载力,明确土地主体功能定位,创新体制机制,合理配置土地资源,优化土地利用空间布局,有效发挥资源集聚效应,以实现长江经济带 11 省(市)产业联动发展;同时,还应严格控制城镇建设用地增加规模,可将地区吸纳农村转移人口落户数量与之挂钩,防止城市无序扩张;此外,还应通过土地综合整治、划定永久基本农田、建设高标准基本农田、开发后备资源等多管齐下,切实保护耕地资源,促进长江经济带经济社会可持续发展。

参考文献:

- [1] Leopold A. A sand county almanac, and sketches here and there [M]. New York: Oxford University Press, 1949.
- [2] Brown L R. Building a sustainable society [M]. New York: WW Norton & Company, 1981.
- [3] 吴大放, 刘艳艳, 刘毅华, 等. 耕地生态安全评价研究展望[J]. 中国生态农业学报, 2015, 23(3): 257-267.
- [4] 高长波, 陈新庚, 韦朝海, 等. 区域生态安全: 概念及评价理论基础[J]. 生态环境, 2006, 15(1): 169-174.
- [5] 张思锋, 刘哈梦. 生态风险评价方法述评[J]. 生态学报, 2010, 30(10): 2735-2744.
- [6] 朱红波. 我国耕地资源生态安全的特征与影响因素分析[J]. 农业现代化研究, 2008, 29(2): 194-197.
- [7] 林佳, 宋戈, 宋思铭. 景观结构动态变化及其土地利用生态安全——以建三江垦区为例[J]. 生态学报, 2011, 31(20): 5918-5927.
- [8] 张小虎, 雷国平, 袁磊, 等. 黑龙江省土地生态安全评价[J]. 中国人口·资源与环境, 2009, 19(1): 88-93.
- [9] Adriaanse A. Environmental policy performance indicators [M]// A study on the development of indicators for environmental policy in the Netherlands. The Hague: Sdu Uitgeverij Koninkrijk Racht, 1993.
- [10] 吴冠岑, 牛星. 土地生态安全预警的惩罚型变权评价模型及应用——以淮安市为例[J]. 资源科学, 2010, 32(5): 992-999.
- [11] 张小虎, 袁磊, 宋卫方, 等. 基于灰关联法的城市土地生态安全评价——以哈尔滨市为例[J]. 国土与自然资源研究, 2009(4): 19-20.
- [12] 黄辉玲, 罗文斌, 吴次芳, 等. 基于物元分析的土地生态安全评价[J]. 农业工程学报, 2010, 26(3): 316-322.
- [13] 李红霞, 李霖, 赵忠君. 基于模拟退火算法的投影寻踪模型在土地生态安全评价中的应用研究[J]. 国土与自然资源研究, 2011(1): 62-64.
- [14] 任群罗. 地球生态系统的负荷分析与可持续发展——基于生态足迹法的分析[J]. 中国农村经济, 2009(10): 86-93.
- [15] 崔凯, 冯献, 郭静利. 长江经济带城镇化协调度与区域差异关系研究[J]. 华东经济管理, 2016(5): 65-72.
- [16] 张军以, 苏维词, 张凤太. 基于 PSR 模型的三峡库区生态经济区土地生态安全评价[J]. 中国环境科学, 2011, 31(6): 1039-1044.
- [17] 余敦, 高群, 欧阳龙华. 鄱阳湖生态经济区土地生态安全警情研究[J]. 长江流域资源与环境, 2012, 21(6): 678-683.
- [18] 徐美, 朱翔, 刘春腊. 基于 RBF 的湖南省土地生态安全动态预警[J]. 地理学报, 2012, 67(10): 1411-1422.