

彭亮,董斌,方磊,等.基于均方差-TOPSIS模型的土地资源综合承载力评价——以安徽省六安市为例[J].江苏农业科学,2020,48(11):259-265.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.11.050

基于均方差-TOPSIS模型的土地资源综合承载力评价 ——以安徽省六安市为例

彭亮¹,董斌^{1,2},方磊¹,王裕婷¹,陈剑¹,李胜¹,张宸宾¹

(1.安徽农业大学理学院,安徽合肥 230036; 2.安徽省智慧城市与地理国情监测重点实验室,安徽合肥 230031)

摘要:区域土地资源综合承载力研究对于协调区域土地资源与经济社会、生态环境等方面具有重要意义。以安徽省六安市为研究区域,从水土资源承载力、社会人口承载力、经济规模承载力和生态环境承载力4个子系统选取18个指标构建六安市土地资源综合承载力评价指标体系,运用均方差-TOPSIS模型对六安市2010—2017年土地资源综合承载力和4个子系统内部进行评价。研究表明,六安市2010—2017年土地资源综合承载力总体上呈上升趋势,其中2010—2014年承载力水平较低、增长缓慢,贴适度在0.35~0.45之间;2014—2017年上升较快,贴适度达到0.6716,承载力处于较高水平。经济规模和社会人口承载力呈现上升趋势且增长幅度大,贴适度达到最优水平,表明这二者系统是影响六安市土地资源综合承载力的关键因素,水土资源和生态环境承载力变化较为波动,总体变化幅度小且具有较大的上升空间。表明六安市土地资源综合承载力的提升应协调好各子系统之间的关系,发挥区位和政策优势,从转变经济发展方式、产业结构升级和生态环境保护等方面开展。

关键词:土地资源综合承载力;均方差;TOPSIS模型;综合评价;六安市

中图分类号:F323.211 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2020)11-0259-06

土地作为一种自然经济综合体,是人类生存发展的重要基础。区域土地资源的利用情况是影响区域社会发展的重要因素。随着社会经济的发展 and 人口的增长,土地与人口、环境、资源等之间的矛盾日益凸显,土地所承受的压力也日益严重^[1]。因此,对土地资源综合承载力进行研究,有助于准确了解区域土地资源的使用情况,为制定合理的土地利用方式和经济社会发展规划提供建议。近年来,国内外学者对土地资源承载力的研究逐渐兴起。早期国外学者对土地承载力研究主要是以人口和粮食的关系为研究基础^[2-3]。国内学者对土地承载力研究主要从20世纪80年代末开始。罗华艳以中国31个省际城市为研究对象,从人口、经济、社会、生态4个方面综合分析各城市的土地承载力

时空差异,并针对不同地区提出相关建议^[4];何如海等以芜湖市为例,通过采用均方差决策法和变异系数法综合分析芜湖市土地综合承载力变化情况^[5];于广华等运用承载力级别特征法对环渤海地区土地承载力的空间分布特征进行分析^[6];雷勋平等运用熵权TOPSIS模型对安徽省土地资源承载力进行评价,并通过灰色关联系数得出影响土地承载力的关键因素^[7]。

六安市地处大别山北麓,是皖西地区经济发展中心城市,也是安徽省重要的生态环境保护地区。随着我国城市化进程的加速,人口增长和经济发展对土地需求越来越大,土地资源面临的压力也随之提高,生态环境也遭受到破坏。六安市作为皖江城市带承接转移示范区成员城市、国家级陆路交通枢纽城市、大别山山区生态中心城市,社会经济发展和土地资源之间的矛盾不可忽视。鉴于此,本研究以安徽省六安市为研究区域,从水土资源承载力、经济规模承载力、社会人口承载力和生态环境承载力4个角度出发,开展土地综合承载力研究,及时掌握土地承载力状态,有利于优化土地资源配置,为六安市土地资源可持续利用与开发提供建议和参考。

收稿日期:2019-12-04

基金项目:国家自然科学基金(编号:41571101、41401022);安徽省智慧城市与地理国情监测重点实验室开放性课题(编号:2016-K-04Z)。

作者简介:彭亮(1995—),男,安徽六安人,硕士研究生,主要研究方向为土地信息技术及管理。E-mail:1846421983@qq.com。

通信作者:董斌,博士,教授,硕士生导师,主要从事测绘地理信息技术及其生态环境应用等。E-mail:dbhy123@sina.com。

1 研究区概况和数据来源

1.1 研究区概况

六安市在安徽省西部,位于长江与淮河之间,大别山北麓,是大别山区生态中心城市。介于115°20′~117°14′E,31°01′~32°40′N之间,地势西南高,东北低。至2017年,全市土地面积15 451 km²,其中农用地面积12 793.2 km²,建设用地面积2 023.6 km²,未利用地面积634.2 km²,土地利用率高。年末总人口为588.2万,人口密度为380.68人/km²。全市地区生产总值为1 168.05亿元,人均地区生产总值为24 406元。

1.2 数据来源

以2010—2017年为参考年,选取六安市农业生产数据、土地利用数据和社会经济数据等作为源数据,开展土地承载力评价研究。研究中基础数据主要来源于《安徽统计年鉴》《六安市统计年鉴》和《六安市社会经济发展报告》,部分数据通过相关公式

计算得出。

2 研究方法

2.1 评价指标体系的构建

土地资源综合承载力评价指标体系是一个涉及经济、社会、人口、资源、生态等多方面指标的多属性综合系统^[8]。评价指标的选择是评价指标体系建立的基础。因此,评价指标的选择要建立在科学性、系统性、动态性和可操作性等原则的基础上^[9]。根据国内外学者的研究成果^[10-11],结合六安市的实际情况,将承载力评价指标体系划分为水土资源承载力、社会人口承载力、经济规模承载力和生态环境承载力4个方面。构建的评价指标体系由目标层、准则层、指标层组成。其中,目标层为土地资源综合承载力评价体系。准则层为水土资源承载力、社会人口承载力、经济发展承载力和生态环境承载力。指标层为选取的18个评价指标。综合承载力评价指标体系见表1。

表1 六安市土地资源综合承载力评价指标体系

目标层	准则层	指标层	属性
土地资源综合承载力评价指标体系	水土资源承载力	C ₁ 土地利用率(%)	适度
		C ₂ 人均耕地面积(667 m ² /人)	正向
		C ₃ 人均水资源量(m ³ /人)	正向
		C ₄ 耕地有效灌溉面积比例(%)	正向
	社会人口承载力	C ₅ 恩格尔系数(%)	负向
		C ₆ 城镇化率(%)	正向
		C ₇ 每10万人高中学历及以上(人)	正向
		C ₈ 第一产业从业人口比例(%)	负向
	经济规模承载力	C ₉ 人口密度(人/km ²)	负向
		C ₁₀ 经济密度(万元/hm ²)	正向
		C ₁₁ 第三产业占GDP比例(%)	正向
		C ₁₂ 人均GDP(元)	正向
	生态环境承载力	C ₁₃ 地均固定资产投资(万元/hm ²)	正向
		C ₁₄ 森林覆盖率(%)	正向
		C ₁₅ 年均降水量(mm)	正向
		C ₁₆ 人均公共绿地面积(人/m ²)	正向
		C ₁₇ 工业固体废物综合利用率(%)	正向
		C ₁₈ 空气优良率(%)	正向

2.2 评价方法

TOPSIS模型是一种逼近于理想解的排序方法,它是系统工程中常用的决策技术,主要用来解决有限方案多目标决策问题,是以距正负理想解的距离作为评价标准的综合评价法^[12]。其计算步骤如下。

2.2.1 标准化矩阵的构建 由于土地资源综合承载力评价指标体系是一种涉及多指标的综合评价系统,各指标之间缺少相互联系,且各个指标的度

量单位不一致,很难直接参与评价,因此需要对各指标进行标准化处理。研究中将各指标分为正向指标、负向指标和适度指标,运用极差变化法进行计算,得出标准化后的矩阵X,公式计算如下。

正向指标:
$$x_{ij} = \frac{y_{ij} - y_{\min}}{y_{\max} - y_{\min}};$$

(1)

负向指标:
$$x_{ij} = \frac{y_{\max} - y_{ij}}{y_{\max} - y_{\min}};$$

(2)

$$\text{适度指标: } x_{ij} = \frac{|P - y_{ij}|}{y_{\max} - P} \text{ 或 } x_{ij} = 1 - \frac{|P - y_{ij}|}{P - y_{\min}}; \quad (3)$$

$$X = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{pmatrix} \quad (4)$$

式中: y_{ij} 表示 i 指标在第 j 年的实际数值, y_{\max} 、 y_{\min} 为相应指标数据的最大值和最小值, x_{ij} 为标准化处理后的数值, P 为最适指标, m 为评价指标的个数, n 为评价指标的年份。

2.2.2 指标权重的计算 确定评价指标的权重是构建评价指标体系的关键。目前已有确定权重的方法主要为主观赋权法、客观赋权法以及主客观赋权法^[13], 笔者为了使研究结果更加科学和严谨, 采用均方差决策法通过计算得出各指标权重。均方差决策法主要是对各指标原始数据进行标准化处

$$Z = \begin{pmatrix} z_{11} & z_{12} & \cdots & z_{1n} \\ z_{21} & z_{22} & \cdots & z_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ z_{m1} & z_{m2} & \cdots & z_{mn} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_{11} \cdot W(C_1) & x_{12} \cdot W(C_2) & \cdots & x_{1n} \cdot W(C_1) \\ x_{21} \cdot W(C_2) & x_{22} \cdot W(C_2) & \cdots & x_{2n} \cdot W(C_2) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} \cdot W(C_m) & x_{m2} \cdot W(C_m) & \cdots & x_{mn} \cdot W(C_m) \end{pmatrix} \quad (8)$$

2.2.4 正负理想解的确定 根据加权规范化矩阵得出正负理想解, 计算公式如下:

$$\begin{cases} Z^+ = \{ \max_{1 \leq i \leq m} z_{ij} | i = 1, 2, \cdots, m \} = \{ z_1^+, z_2^+, \cdots, z_m^+ \} \\ Z^- = \{ \min_{1 \leq i \leq m} z_{ij} | i = 1, 2, \cdots, m \} = \{ z_1^-, z_2^-, \cdots, z_m^- \} \end{cases} \quad (9)$$

式中: Z_{ij} 为加权后的规范化值, Z^+ 为评价数据中第 i 个指标加权规范化后在第 j 年内的最大值。 Z^- 为评价数据中第 i 个指标加权规范化后在第 j 年内的最小值。

2.2.5 欧式距离的计算 依据已有的研究^[14], 距离的计算采用欧式距离计算公式来计算不同年份评价对象到正负理想解的距离。

$$\begin{cases} D_j^+ = \sqrt{\sum_{i=1}^m (z_i^+ - z_{ij})^2} \\ D_j^- = \sqrt{\sum_{i=1}^m (z_i^- - z_{ij})^2} \end{cases} \quad (10)$$

式中: z_i^+ 和 z_i^- 分别为第 i 个指标的正负理想解, D_j^+ 为第 i 个指标与 z_i^+ 的距离, D_j^- 为第 i 个指标与 z_i^- 的距离。

2.2.6 评价对象与理想解的贴近度 令 T_j 为第 j 年土地资源综合承载力接近最优承载力的程度, 即贴近度。其取值范围介于 $[0, 1]$, T_j 越高表明承载力越高, T_j 越低表明承载力越低。

理, 然后通过计算的各指标标准化后数值的均方差来反映相应指标权重。具体计算步骤如下。

(1) 计算各指标均值

$$E(C_i) = \frac{1}{n} \sum_{j=2}^n x_{ij} \quad (5)$$

(2) 计算各指标均方差

$$F(C_i) = \sqrt{\sum_{j=1}^n [x_{ij} - E(C_i)]^2} \quad (6)$$

(3) 计算各指标权重

$$W(C_i) = \frac{F(C_i)}{\sum_{i=1}^m F(C_i)} \quad (7)$$

式中: E 为各指标的均值, F 为各指标的均方差, W 为各指标的权重。

2.2.3 加权规范化矩阵的建立 将得到的标准化矩阵与通过均方差决策法得到的各指标权重进行相乘, 从而得到加权规范化矩阵 Z 。

$$T_j = \frac{D_j^-}{D_j^+ + D_j^-} \quad (11)$$

3 研究结果实证分析

3.1 研究结果

3.1.1 各指标权重的确定 通过标准化处理公式(1)、公式(2)、公式(3)对原始数据进行标准化处理, 然后采取均方差决策法, 依据公式(4)、公式(5)、公式(6)计算得出各指标权重(表2)。

3.1.2 加权规范化矩阵的构建 通过得到的标准化矩阵, 结合表2的各指标权重, 依据公式(8)计算得出加权规范化矩阵 Z 。

3.1.3 距离和贴近度的计算 依据公式(8)、公式(9)得出正负理想解, 然后依据公式(10)、公式(11)。结合上节求出的加权规范化矩阵, 计算得距离和贴近度(表3)。

3.2 实证分析

为了更直观地反映土地资源综合承载力贴近度的变化情况, 将表3的数据进一步图形化(图1)。同时, 为了深入研究六安市土地资源综合承载力变化的原因, 依据“2.2”节内容, 进一步计算水土资源承载力、社会人口承载力、经济规模承载力和生态环境承载力共4个子系统承载力的变化情况(图2)。

表 2 六安市土地资源综合承载力指标权重值

准则层	指标层	权重	子系统权重
水土资源承载力	C ₁ 土地利用率	0.045 4	0.233 7
	C ₂ 人均耕地面积	0.064 8	
	C ₃ 人均水资源量	0.055 6	
	C ₄ 耕地有效灌溉面积比例	0.067 9	
社会人口承载力	C ₅ 恩格尔系数	0.051 7	0.270 5
	C ₆ 城镇化率	0.052 3	
	C ₇ 每 10 万人高中学历及以上	0.054 6	
	C ₈ 第一产业从业人口比例	0.056 2	
	C ₉ 人口密度	0.055 7	
经济规模承载力	C ₁₀ 经济密度	0.053 8	0.224 2
	C ₁₁ 第三产业占 GDP 比例	0.056 0	
	C ₁₂ 人均 GDP	0.055 1	
	C ₁₃ 地均固定资产投资	0.059 3	
生态环境承载力	C ₁₄ 森林覆盖率	0.057 8	0.271 6
	C ₁₅ 年均降水量	0.050 9	
	C ₁₆ 人均公共绿地面积	0.052 3	
	C ₁₇ 工业固体废物综合利用率	0.040 8	
	C ₁₈ 空气优良率	0.069 8	

$$Z = \left\{ \begin{matrix} 0.011\ 6 & 0.021\ 9 & 0.025\ 7 & 0.014\ 1 & 0.000\ 0 & 0.016\ 8 & 0.030\ 8 & 0.045\ 4 \\ 0.000\ 9 & 0.000\ 4 & 0.000\ 7 & 0.000\ 0 & 0.064\ 8 & 0.048\ 6 & 0.046\ 6 & 0.046\ 1 \\ 0.032\ 3 & 0.000\ 0 & 0.002\ 5 & 0.001\ 7 & 0.016\ 1 & 0.041\ 9 & 0.055\ 6 & 0.019\ 6 \\ 0.064\ 7 & 0.065\ 2 & 0.067\ 9 & 0.064\ 2 & 0.000\ 0 & 0.004\ 7 & 0.008\ 0 & 0.028\ 7 \\ 0.003\ 3 & 0.000\ 0 & 0.033\ 6 & 0.027\ 1 & 0.031\ 2 & 0.032\ 0 & 0.041\ 9 & 0.051\ 7 \\ 0.000\ 0 & 0.007\ 8 & 0.016\ 8 & 0.024\ 7 & 0.032\ 4 & 0.038\ 0 & 0.044\ 5 & 0.052\ 3 \\ 0.000\ 0 & 0.017\ 9 & 0.021\ 0 & 0.001\ 2 & 0.011\ 1 & 0.040\ 0 & 0.054\ 6 & 0.039\ 6 \\ 0.000\ 0 & 0.008\ 6 & 0.007\ 9 & 0.018\ 7 & 0.026\ 4 & 0.045\ 5 & 0.046\ 5 & 0.056\ 2 \\ 0.015\ 9 & 0.009\ 5 & 0.008\ 5 & 0.000\ 0 & 0.017\ 1 & 0.055\ 7 & 0.044\ 9 & 0.043\ 6 \\ 0.000\ 0 & 0.009\ 7 & 0.016\ 2 & 0.022\ 6 & 0.025\ 7 & 0.041\ 6 & 0.049\ 0 & 0.053\ 8 \\ 0.016\ 7 & 0.002\ 9 & 0.000\ 0 & 0.001\ 2 & 0.002\ 3 & 0.025\ 4 & 0.039\ 3 & 0.056\ 0 \\ 0.000\ 0 & 0.009\ 1 & 0.015\ 3 & 0.021\ 0 & 0.025\ 1 & 0.044\ 0 & 0.050\ 4 & 0.055\ 1 \\ 0.000\ 0 & 0.003\ 4 & 0.011\ 4 & 0.022\ 1 & 0.031\ 2 & 0.053\ 9 & 0.049\ 5 & 0.059\ 3 \\ 0.008\ 7 & 0.000\ 0 & 0.002\ 8 & 0.021\ 5 & 0.023\ 2 & 0.023\ 2 & 0.056\ 1 & 0.057\ 8 \\ 0.030\ 9 & 0.000\ 0 & 0.006\ 9 & 0.001\ 9 & 0.023\ 1 & 0.029\ 7 & 0.050\ 9 & 0.021\ 5 \\ 0.000\ 0 & 0.021\ 8 & 0.043\ 7 & 0.037\ 3 & 0.040\ 4 & 0.051\ 2 & 0.051\ 6 & 0.052\ 3 \\ 0.022\ 4 & 0.024\ 1 & 0.024\ 1 & 0.023\ 6 & 0.023\ 4 & 0.025\ 1 & 0.000\ 0 & 0.040\ 8 \\ 0.068\ 8 & 0.069\ 5 & 0.069\ 8 & 0.046\ 9 & 0.017\ 9 & 0.000\ 0 & 0.004\ 2 & 0.001\ 0 \end{matrix} \right\}^{\circ}$$

表 3 六安市土地资源综合承载力贴近度

项目	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年
距离 D_j^+	0.188 3	0.188 0	0.168 3	0.167 7	0.154 2	0.119 1	0.104 4	0.095 7
距离 D_j^-	0.110 3	0.106 7	0.123 7	0.109 8	0.116 0	0.159 8	0.185 8	0.195 5
贴近度 T_j	0.369 4	0.362 1	0.423 7	0.395 8	0.429 2	0.572 9	0.640 3	0.671 6

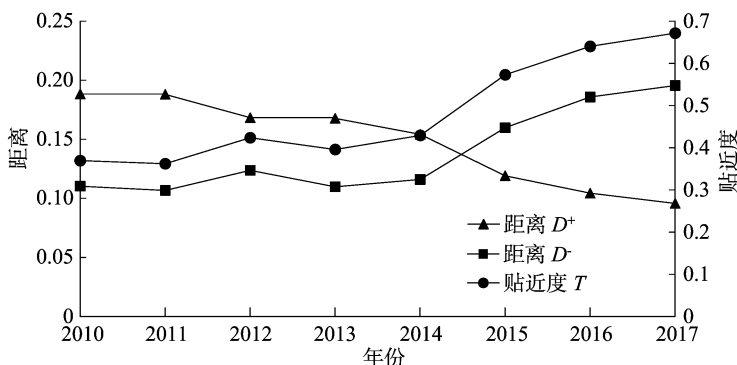


图1 六安市土地资源综合承载力发展态势

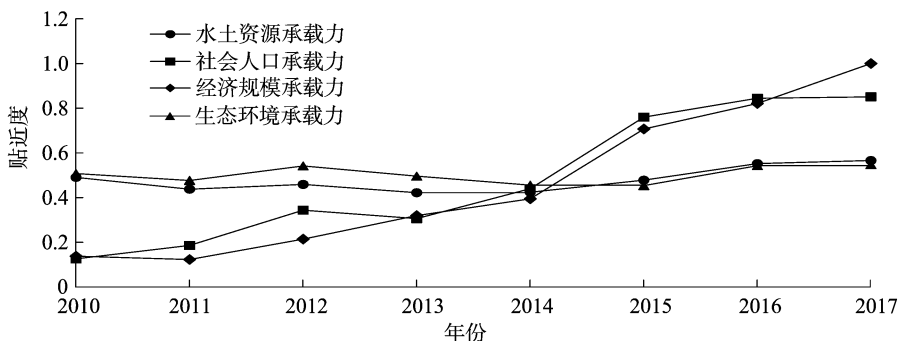


图2 六安市土地资源综合承载力各子系统承载力发展态势

3.2.1 总体分析 根据计算得出的六安市土地资源综合承载力发展态势(图1),2010—2017年六安市土地资源综合承载力整体上在不断上升,贴进度由2010年的0.3694上升至2018年的0.6716。具体分析,六安市土地资源综合承载力可分为2个阶段:(1)2010—2014年,六安市土地资源综合承载力处于较低水平,并呈现缓慢波动增长趋势。但是土地资源综合承载力仍处于较低水平,贴进度处于0.36~0.43之间。这一期间经济和社会承载力贡献程度低于水土和生态承载力,表明各系统之间的协调性差,发展不均衡。这期间六安市经济发展水平不高,经济社会的发展并不能满足土地资源综合承载力发展的需要。同时从指标上看,虽然经济和社会指标都逐年提升,但森林覆盖率和空气优良率等生态指标都有所下降,表明六安市在经济发展的同时,生态环境的保护意识有所欠缺。这一情况对土地资源承载力有着较大的影响,致使六安市土地资源综合承载力处于较低水平且增长缓慢。(2)2014—2017年,土地资源综合承载力上升较快。由2014年的0.4292上升至2017年的0.6716,提高了0.2424。这一期间经济和社会承载力迅速上升,其贡献值大于水土和生态承载力发展水平,同时水土和生态承载力也得到了稳定提高,社会生产能力

和经济发展水平基本上能满足土地生产力水平的需求,各承载子系统相对均衡发展。从各系统内部指标看,经济密度、人均GDP、地均固定资产投资等经济规模承载力各指标的逐年提高,为土地综合承载力的发展提供了强有力的经济基础,极大地促进了土地综合承载力的提升。此外,森林覆盖率、人均绿地面积和工业固体废物综合利用率得到提升,空气优良率得到改善,表明资源的可持续利用水平的提高、生态环境的改善促进了土地资源综合承载力的提升。

3.2.2 子系统分析 (1)经济规模承载力和社会人口承载力。从图2可以看出,这2个子系统承载力呈现出上升的趋势。经济规模承载力和社会人口承载力在2010—2017年上升幅度分别高达0.8623和0.7250,社会经济呈现高水平发展,其中人均GDP、经济密度、地均固定资产投资和受教育水平都同比上升了100%以上。恩格尔系数、城镇化率也得到了大幅提升。表明社会经济的快速发展,为土地资源综合承载力提供了较大的社会经济资源,从而拉动了土地资源综合承载力。从阶段上看,2010—2014年经济规模和社会人口承载力水平低于水土资源和生态环境承载力水平,2014年以后,经济规模和社会人口承载力水平高于水土资源

和生态环境承载力水平。这主要得益于第一产业人口比例的减小和第三产业的 GDP 比例逐步提高,产业结构不断优化。由此表明,社会经济发展的同时虽然会造成环境污染和资源浪费,但是随着社会经济水平不断提高、经济发展方式的转变和科学技术水平的提高,势必会提供丰富的经济资源和技术支持,用于改善环境和提高资源利用率,从而提高土地资源的综合承载力^[15]。(2) 水土资源承载力和生态环境承载力。2010—2017 年,该 2 项子系统承载力变化较小,介于 0.4~0.6 之间,整体上呈现先下降后提高的趋势。六安市地处大别山生态区域,区域内的降水量、森林覆盖率高,耕地资源丰富,水土资源和生态环境 2 系统的承载力初始值较高。随着经济社会的发展,在一定程度上破坏了水土资源和生态环境,致使其承载力出现了一定的下降。但是随着科技水平的提高,资源的利用率得到提升,人类对生态环境的依赖越来越高,六安市利用自身的地理优势,重视生态旅游的发展,大力发展绿色产业,从而使得水土资源承载力和生态环境承载力得到改善。

4 结论与讨论

以大别山地区中心城市六安市为研究区域,以土地综合承载力为出发点,从水土资源承载力、社会人口承载力、经济发展承载力和生态环境承载力 4 个方面选取 18 个指标构建六安市土地综合承载力评价指标体系,运用均方差决策法和 TOPSIS 模型对六安市 2010—2017 年土地综合承载力进行评价,得出以下结论:(1) 从六安市土地综合承载力整体水平上看,2010—2017 年六安市土地综合承载力基本上呈上升趋势。具体来看,2010—2014 年处于较低水平并且缓慢增长,2014—2017 年显著提升并达到较高水平。深入研究发现,经济水平的提高、产业结构的调整、生态环境保护的重视以及节能减排技术的改进对土地综合承载力的提升起到了积极的作用。8 年间,六安市积极对接皖江城市带承接转移示范区国家和省有关政策,加快转变经济发展方式和产业结构调整,依托自身发展优势,加大生态旅游产业的发展,注重生态环境的保护,提高土地资源的利用率,使得六安市土地综合承载力得到极大提升。(2) 从各子系统承载力看,2010—2017 年各子系统承载力变化情况不一。其中,经济和社会承载力变化较大、上升较快,表明经济和社

会承载力是影响土地资源综合承载力的重要因素,同时也为六安市土地资源综合承载力的提升提供了强有力的经济和社会基础。水土和生态承载力变化较为稳定,呈现先下降后上升的趋势。各子系统之间的协调性逐步提高。(3) 从子系统内部看,土地资源综合承载力还有上升空间,关键在于提高水土资源和生态环境承载力水平。土地资源综合承载力高低是多种因素共同影响下所决定的,因此要协调好各子系统之间的联系,在发展社会经济的同时,着重提升水土资源和生态环境承载力,利用好六安市的优势地理位置,发展绿色产业,提升生态环境质量,以此推动六安市土地资源可持续发展。

六安市土地资源综合承载力近年来稳步提升,但是土地资源面临的压力依然存在,为有效提升六安市土地资源承载力,推动土地资源的可持续发展,在今后工作中需要做到:(1) 转变经济发展方式,优化产业结构,提升创新能力。通过研究结果可知,经济和社会承载力是影响土地承载力的重要因素,因此,要努力提高六安市经济发展水平,优化产业结构,提升土地的经济效益,为土地资源综合承载力的提升提供强有力的经济基础。同时提升科技创新能力,发展节能减排科技,减少能耗和污染对土地资源的破坏。(2) 加强生态环境保护,提升水土保持工作水平。六安市地处大别山,生态环境极其重要,要继续实施退耕还林政策,协调好各类土地资源的关系,保障耕地资源稳步提升的同时,提高生态环境水平。同时做好节能减排工作,降低标准能耗,因地制宜发展生态旅游等绿色产业,推动六安市土地资源综合承载力的提高。

土地资源综合承载力系统是一种多指标多属性复杂的综合系统,涉及的相关影响因素众多,指标体系的建设没有统一的标准。本研究所建立的六安市土地资源承载力评价指标体系可能不够完善,评价指标的选取也有一定局限性和主观性,同时缺少对未来土地承载力变化的预测。在今后的研究中,应建立涵盖更加全面的评价指标体系,进一步完善评价指标的选取工作,并对土地承载力的动态变化进行分析预测。

参考文献:

- [1] 靳相木,李 陈. 土地承载力研究范式的变迁、分化及其综论[J]. 自然资源学报,2018,33(3):526-540.
- [2] Gopal B T, Giridhari S P. Evaluation of the livestock carrying capacity of land resources in the Hills of Nepal based on total

王 涛,史晓燕. 东江源脐橙种植区径流污染生态拦截效应[J]. 江苏农业科学,2020,48(11):265-269.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.11.051

东江源脐橙种植区径流污染生态拦截效应

王 涛,史晓燕

(江西省环境保护科学研究院,江西南昌 330077)

摘要:为有效控制东江源区果园面源污染,以某脐橙种植园为试验基地,采用径流小区试验法,研究生草技术、植物篱技术及二者联合对试验小区径流中氮磷营养盐流失的生态拦截效应。结果表明,与清耕法相比,试验小区采取自然生草后,径流中总氮、氨氮、总磷的浓度降低 56.69%、48.11%、57.25%;种植马缨丹植物篱后,径流中总氮、氨氮、总磷的浓度降低 42.48%、45.45%、45.80%;试验小区采取自然生草 + 马缨丹植物篱联合措施后,径流中总氮、氨氮、总磷的浓度降低 48.24%、61.17%、59.54%。研究表明,在东江源头区,自然生草 + 马缨丹植物篱联合措施是控制果园径流中氮磷营养盐流失的有效途径,可有效减轻果园农业面源污染对东江源区地表水环境的影响。

关键词:东江源;脐橙;果园;农业面源;径流;植物篱;地表生草;拦截效应

中图分类号:X522 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2020)11-0265-05

东江是珠江三角洲和香港特别行政区的主要饮用水源,发源于江西省赣州市寻乌县的桎髻钵山,源区主要包括赣州市的寻乌县、安远县和定南县,流域面积 3 502 km²,约占东江全流域面积的

1/10。为保护东江源头区的生态环境,源区的 3 县均被列入了国家重点生态功能区,在产业结构上,以发展生态农业为主,其中脐橙种植是东江源区农业主导产业之一。脐橙果园在其开发及经营活动中产生的地表径流是果园农业面源污染的主要来源之一,其中携带的氮磷等营养盐在一定程度上影响了东江源区的产水质量。研究表明,地表生草及植物篱技术不仅具有较好的水土保持作用,而且对于控制氮磷等营养盐流失、改善土壤结构等具有积极意义^[1-5]。

本研究以定南县某规模化脐橙种植园为研究

收稿日期:2019-06-12

基金项目:国家水体污染控制与治理科技重大专项(编号:2014ZX07206001);江西省科技计划(编号:20142BBF60027);江西省青年科学基金(编号:20142BAB213025)。

作者简介:王 涛(1981—),男,山东济南人,博士,副研究员,主要从事农业面源污染防治研究。E-mail:maywoody@163.com。

通信作者:史晓燕,博士,副研究员,主要从事水污染防治研究。E-mail:sxyandyou@163.com。

digestive nutrient analysis [J]. Agriculture Ecosystems & Environment, 2000, 78(3): 223-235.

[3] Krausmann F, Haberl H, Schulz N B, et al. Land-use change and socio-economic metabolism in Austria - Part I: driving forces of land-use change: 1950-1995 [J]. Land Use Policy, 2003, 20(1): 1-20.

[4] 罗华艳. 中国省际城市土地资源综合承载力评价[J]. 世界农业, 2018(4): 55-61.

[5] 何如海, 阮梦雅, 程玉祺, 等. 芜湖市土地资源承载力综合评价研究[J]. 安徽农业大学学报, 2019, 46(3): 471-477.

[6] 于广华, 孙才志. 环渤海沿海地区土地承载力时空分异特征[J]. 生态学报, 2015, 35(14): 4860-4870.

[7] 雷勋平, 邱广华. 基于熵权 TOPSIS 模型的区域资源环境承载力评价实证研究[J]. 环境科学学报, 2016, 36(1): 314-323.

[8] 周婷婷. 重庆市土地综合承载力评价研究[D]. 重庆: 重庆大学, 2017.

[9] 范增岩. 哈尔滨市土地资源承载力评价研究[D]. 哈尔滨: 哈尔

滨工业大学, 2016.

[10] 何 刚, 夏业领, 朱艳娜, 等. 基于 DPSIR-TOPSIS 模型的安徽省土地承载力评价及预测[J]. 水土保持通报, 2018, 38(2): 127-134.

[11] 何尹杰, 吴大放, 刘艳艳, 等. 珠海市土地资源承载力评价分析[J]. 国土与自然资源研究, 2018(2): 30-35.

[12] 李 灿, 张凤荣, 朱泰峰, 等. 基于熵权 TOPSIS 模型的土地利用绩效评价及关联分析[J]. 农业工程学报, 2013, 29(5): 217-227.

[13] 李新刚. 城市土地综合承载力研究[D]. 天津: 天津大学, 2014.

[14] 张晓娟, 周启刚. 基于熵权 TOPSIS 和灰色模型的土地承载力评价与预测——以三峡库区为例[J]. 资源开发与市场, 2017, 33(6): 666-671.

[15] 王恒伟, 严金明, 陈 萌. 快速城市化地区土地资源承载力空间分异研究——以广东东莞市为例[J]. 西南大学学报(自然科学版), 2016, 38(11): 141-148.