

doi: 10.7621/cjarrp.1005-9121.20210108

· 农业生态 ·

乡村生态振兴成效评价指标体系构建研究*

——基于江苏省、浙江省、安徽省的对比

马晓旭^{*}, 华宇佳

(扬州大学商学院, 江苏扬州 225100)

摘要 [目的] 乡村生态振兴是乡村振兴的重要方面, 构建乡村生态振兴成效评价体系有利于衡量乡村生态振兴程度, 甄别制约因素, 并为乡村生态尽快振兴指明方向。[方法] 文章以江苏、浙江、安徽3省为研究对象, 基于PSR(压力—状态—响应)模型, 构建了包含三大子系统、24项指标的乡村生态振兴成效评价体系。采用熵权法确定具体指标权重以及各子系统权重, 并采用熵权TOPSIS法对3省的乡村生态振兴成效分层面和整体进行评价比较和等级判定。[结果] (1) 乡村生态环境状态系统对评价乡村生态振兴成效的重要程度最高, 压力系统次之, 响应系统最末。畜禽养殖、地下水资源量、当年造林面积分别对三大系统评价有较大影响。(2) 在考察期内, 从各子系统看, 浙江乡村生态环境状态达到良好水平, 在压力和响应层面的表现达到中等水平; 江苏在压力、状态、响应系统方面的成效都为中等水平; 安徽在压力、响应系统方面表现达到中等水平, 但在状态系统方面表现较差。(3) 总体上, 浙江乡村生态振兴成效达到优秀水平, 江苏为中等水平, 安徽为较差水平。[结论] 3省在各层面各有优劣, 主要差距集中在状态系统层面, 但总体上江苏与安徽在乡村生态振兴方面仍有较大的进步空间。构建的乡村生态振兴评价指标体系具有一定的科学性和可行性。各省应从自身薄弱环节出发, 加强资源保护、污染治理、基础设施建设, 以推进乡村生态振兴。

关键词 乡村 生态振兴 评价体系 熵权TOPSIS法 PSR模型

中图分类号:F320,X2 文献标识码:A 文章编号:1005-9121[2021]01-0060-08

0 引言

良好的生态环境是农业农村真正繁荣和谐发展的基础。乡村生态振兴作为乡村振兴战略的重要一环, 是推动“三农”进一步发展的保障。中共中央、国务院印发的《乡村振兴战略规划(2018—2022年)》指出, 要建设生活环境整洁优美、生态系统稳定健康、人与自然和谐共生的美丽宜居乡村。目前我国农村存在的生产生活污染问题直接导致了土地、水、空气资源的污染, 实现乡村生态振兴迫在眉睫。研究乡村生态振兴成效评价指标体系有助于正确认识乡村生态振兴实现程度, 探究影响乡村生态振兴的关键因素, 从而为政府制定政策提供支持。

近年来, 生态环境评价日益受到国内外学者的广泛关注。从评价指标体系看, 国外更多地关注于整个社会的生态保护指标, 如环境压力指数以及相关生态文明指标^[1], 但大多较为单一。国内学者在生态环境指标方面的研究较多, 基于全国、省域或城市情况, 大多学者基于生态文明建设来构建相关指标体系^[2-3]; 基于农村情况, 多数学者选择研究农村生态环境治理或其绩效评价, 少数学者从农村生态文明建设角度进行研究, 也有部分学者对农村生态环境(质量)进行研究评价^[4-5], 但目前相关指标体系还不够成熟。从评价方法看, 国外对生态环境的评价方法主要有PSR^[6]、生态足迹法EF^[7]等。国内学者较多的选

收稿日期: 2020-03-02

作者简介: 马晓旭(1972—), 女, 陕西华县人, 博士、副教授。研究方向: 农业经济与可持续发展。Email:xxma@yzu.edu.cn

* 资助项目: 国家社科基金项目“改革四十年来农村居民消费行为嬗变及供需协同政策研究”(18BJL004)

择使用主成分分析法、层次分析法、熵值法等^[8-12]。但总体上关于我国乡村生态振兴的研究不多,且大部分研究过多强调经济发展情况,而生态振兴更加强调人居环境优良、生态系统健康稳定。基于此,文章在已有相关研究的基础上,基于PSR(压力—状态—响应)模型,构建乡村生态振兴成效评价体系,采用熵权TOPSIS法对2016年江苏、浙江、安徽3省的乡村生态振兴成效进行评价比较和等级判定。

1 理论模型与评价指标体系构建

1.1 乡村生态振兴成效PSR理论模型

PSR模型,即“压力—状态—响应”模型,是由经济合作与发展组织和联合国环境规划署共同开发用于研究环境问题的成熟的理论模型。该模型从因果关系层面反映了人类活动与生态环境的相互作用。乡村生态环境主要包括乡村资源生态环境、生产生态环境以及人居环境,基于此,结合PSR模型,构建了乡村生态系统的PSR模型。其中:P表示乡村生态环境受到的外部压力,包括农业生产污染、居民生活污染以及人口增加等造成的资源环境压力;S表示乡村生态环境的状态,主要包括生产、人居、资源生态环境状态,衡量生产生活污染对乡村生产、人居和资源环境造成的影响;R表示人类对生态环境状态的响应情况,包括对乡村自然资源环境的保护以及在农业生产和农民生活方面的生态环境保护。乡村生态振兴成效PSR理论模型框架如图1所示。

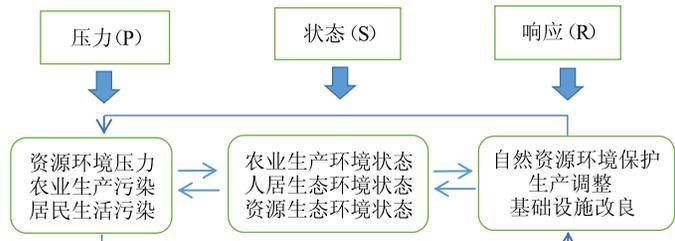


图1 乡村生态振兴成效PSR模型框架

1.2 基于PSR模型构建乡村生态振兴成效评价指标体系

乡村生态振兴是整个乡村生态环境的全面改善,在区别于乡村经济社会发展的同时,偏向于关注乡村生产、生活的自然环境,包括生态资源的情况以及人与自然的的关系。基于学者张聪颖^[4]、赵颖文^[13]、王晓君^[9]等的相关研究以及科学性、代表性和可操作性的指标构建原则,围绕乡村生态振兴,构建了包含压力、状态、响应三大子系统和24项指标的评价体系,详细内容如表1。

在选择生态环境压力系统的指标时,新增了淡水养殖强度指标。部分地区过度养殖使药物、饵料、粪便超过水体承载,因此淡水养殖对水体造成的压力不可忽视。在选择生态环境状态系统的指标时,添加了地下水资源量、水环境质量以及空气质量达标率指标。地下水是水资源的重要组成部分,过度开采会使得水资源大量减少,甚至形成地下漏斗,危害人们的生产生活环境。由于乡村生产、生活会对水体造成不可忽视的污染,有必要选用指标来评价水环境的质量,主要依据《地表水环境质量标准》中的标准。空气环境是影响人们健康的重要方面,由于空气的流动性极强,因此将城市空气质量情况代表农村空气质量。在选择生态环境响应系统的指标时,增加了绿色农产品生产面积占比、清洁能源利用度、生活污水垃圾处理的村占比指标。考虑绿色农产品生产面积占比有利于反映良好的农业生产方式。清洁能源主要考虑太阳能与沼气,属于可再生能源,且沼气还能对农业废弃物资源进行有效利用。生活垃圾、污水造成的污染已成为乡村生态环境问题的重要方面^[14],有效的处理生活垃圾与污水有利于减少对生态环境的压力,同时提高农村居民的人居环境质量。

2 研究方法

熵权法是从数学角度对各指标提供的信息量大小进行衡量并在此基础上确定各指标的权重。作为一种客观赋权方法,很大程度上避免了人为因素的干扰,可以科学地计算出每个指标的熵权。TOPSIS法是基于有限方案多目标的评价方法,适用大系统或小样本数据,它可以通过计算正、负理想解和贴近度来衡量评价对象的优劣^[15]。传统的TOPSIS更多地依赖于专家的主观意见,从而与实际发生偏离^[16],而该文

表1 乡村生态振兴成效评价指标体系

目标层	准则层	指标层	指标单位	属性	指标说明
乡村生态振兴成效(A)	乡村生态环境压力系统(P)	人口自然增长率(P1)	%	-	人口增长对乡村生态资源环境造成的压力
		耕地复种指数(P2)	-	+	农业生产对土地资源造成的压力
		畜禽养殖规模(P3)	万头/千hm ²	-	畜禽粪便对农村水体造成的压力
		淡水水产养殖强度(P4)	万t/千hm ²	-	水产养殖对农村水体造成的压力
		单位农作物总播种面积农用塑料薄膜使用量(P5)	t/千hm ²	-	塑料薄膜对农村土壤造成的压力
		农药使用强度(P6)	t/千hm ²	-	农药对农村水体、土壤造成的压力
		化肥施用量强度(P7)	万t/千hm ²	-	化肥对农村水体、土壤造成的压力
		单位农作物总播种面积农用柴油使用量(P8)	万t/千hm ²	-	柴油燃烧对农村空气造成的污染
乡村生态环境状态系统(S)		森林覆盖率(S1)	%	+	林木覆盖程度
		湿地面积占比(S2)	%	+	农村生态保育程度
		平均地下水资源量(S3)	亿m ³ /千hm ²	+	存在于地下可以为人所用的水资源量
		水环境质量达Ⅲ类断面比例(S4)	%	+	水环境质量情况
		空气质量达标率(S5)	%	+	空气质量情况
		平均农业源COD排放量(S6)	t/千hm ²	-	畜禽养殖粪便排放到废水中的COD污染物量
		以净化处理的自来水作为饮用水的农户占比(S7)	%	+	村民饮用水安全状态
乡村生态环境响应系统(R)		当年造林面积占比(R1)	%	+	植被覆盖提高情况
		当年新增水土流失治理面积占比(R2)	%	+	水土保持能力情况
		节水灌溉面积占比(R3)	%	+	农村水资源节约利用灌溉情况
		绿色农产品生产面积占总耕地比(R4)	%	+	限量使用安全性较高的农药化肥生产面积情况
		环境污染治理投资额占GDP比重(R5)	%	+	环保资金投入情况
		卫生厕所占比(R6)	%	+	有上下水系统、无蝇,不会造成环境污染的卫生厕所
		清洁能源利用率(R7)	%	+	农村可再生资源(太阳能、沼气)的利用情况
		生活垃圾集中处理或部分集中处理的村占比(R8)	%	+	对生活垃圾进行处理情况
		生活污水集中处理或部分集中处理的村占比(R9)	%	+	对生活污水进行处理情况

注：“+”表示正向指标，即指标值越大，表明情况越好；“-”表示负向指标，即指标值越大，表明情况越差

运用熵权TOPSIS是基于熵权的客观赋权，因此在评价乡村生态振兴时更具科学性，更能客观地反映评价期乡村生态振兴程度与理想状况的差距。对江苏、浙江、安徽3省就压力、状态、响应三大系统分别进行熵权TOPSIS，得到各子系统内分指标权重以及各省的得分与贴近值，最后基于以上计算得出的每个省份子系统的得分，再一次进行熵权TOPSIS，获得各省综合情况的贴近值并进行评价。

2.1 确定子系统内分指标权重及各省贴近值

①采用最大—最小值法对数据进行标准化处理，具体公式为：

$$\text{正项指标: } X'_{ij} = \frac{X_{ij} - \min(X_{1j}, X_{2j}, X_{3j})}{\max(X_{1j}, X_{2j}, X_{3j}) - \min(X_{1j}, X_{2j}, X_{3j})} \quad (1)$$

$$\text{逆向指标: } X'_{ij} = \frac{\max(X_{1j}, X_{2j}, X_{3j}) - X_{ij}}{\max(X_{1j}, X_{2j}, X_{3j}) - \min(X_{1j}, X_{2j}, X_{3j})} \quad (2)$$

X_{ij} 表示第*i*个省份的第*j*项指标的指标值，其中*i*=1, 2, 3 (分别表示江苏省、浙江省、安徽省)，*j*=1, 2, ..., *m* (*m*为各系统中指标的个数)。

②计算第j项指标中第i个省份所占比重 P_{ij} :

$$P_{ij} = \frac{X'_{ij}}{\sum_{i=1}^3 X'_{ij}} \tag{3}$$

③计算各指标的信息熵 e_j :

$$e_j = \frac{\sum_{i=1}^3 P_{ij} \ln(P_{ij})}{[-\ln(3)]} \tag{4}$$

④计算各指标权重 w_j :

$$w_j = \frac{1 - e_j}{\sum_{j=1}^m (1 - e_j)} \tag{5}$$

⑤获得规范化矩阵V:

$$V = \{v_{ij}\} = \begin{pmatrix} v_{11} & v_{12} & \cdots & v_{1m} \\ v_{21} & v_{22} & \cdots & v_{2m} \\ v_{31} & v_{32} & \cdots & v_{3m} \end{pmatrix} \tag{6}$$

式(6)中, $v_{ij} = X'_{ij} \times w_j$

⑥计算正、负理想解 V^+ 、 V^- :

$$V^+ = \{ \max_{i=1,2,3} v_{ij} | j = 1, 2, \dots, m \} = \{v_1^+, v_2^+, \dots, v_j^+\} \tag{7}$$

$$V^- = \{ \min_{i=1,2,3} v_{ij} | j = 1, 2, \dots, m \} = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_m^-\} \tag{8}$$

⑦通过欧几里得距离测算评价对象到正、负理想解的距离尺度 D_i^+ 、 D_i^- :

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^m (V_{ij} - V_j^+)^2} \tag{9}$$

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^m (V_{ij} - V_j^-)^2} \tag{10}$$

⑧测算贴近度 C_i :

$$C_i = \frac{D_i^-}{D_i^+ + D_i^-} \tag{11}$$

C_i 用来衡量评价对象与最优情况的接近程度,即各子系统中江苏、浙江、安徽乡村生态情况与理想情况的贴近度,其值介于0~1,值越高表明该省在该系统中表现越好。

⑨计算各省各系统得分 Z_i :

$$Z_i = \sum_{j=1}^m (w_j \times X'_{ij}) \tag{12}$$

2.2 确定各系统的权重与各省综合贴近值

基于上述步骤得到的子系统中各省的得分,利用式(1)至(11),对各子系统进行熵权TOPSIS,确定各子系统的权重与各省的综合情况贴近值 T_i 。其中, $i=1, 2, 3; j=1, 2, 3$ (分别表示压力、状态、响应系统)。 T_i 介于0~1,值越高,表明乡村生态振兴成效越好;值越低表明乡村生态振兴成效越差。基于国内外研究成果^[17-18],将贴近值划分为4个等级,具体如表2所示。

表2 乡村生态振兴成效评价标准

贴近度取值范围	成效水平
(0, 0.3]	较差
(0.3, 0.6]	中等
(0.6, 0.8]	良好
(0.8, 1]	优秀

3 评价指标体系的验证分析

3.1 研究区概况

江苏省、浙江省、安徽省彼此为邻且都属于长江三角洲一体化的范围。随着长江经济带绿色发展战略的提出,3省在乡村生态振兴方面有了更大的需求。江苏省既是经济大省也是农业大省,为整治好农村人居环境,江苏省委在2018年公布了《江苏省农村人居环境整治三年行动实施方案》。浙江省在经济良好发展的同时,自2003年开始便开展“千村示范、万村整治”行动,在生态文明建设中取得良好成绩。安徽省经济发展较为落后,但在农村环境治理方面,也于2017年开展了农村环境“三大革命”。

3.2 数据来源

评价指标数据主要来源于2017年江苏、浙江、安徽3省统计年鉴、《中国农村统计年鉴》《中国环境统计年鉴》、3省的第三次农业普查公报以及相应的环境状况公报、国民经济与社会发展统计公报等,绿色农产品生产面积来源于《2016绿色食品统计年报》。其中部分数据为计算所得。畜禽养殖规模根据奶牛、肉牛、猪、家禽的粪便排污系数的不同^[9],整合为以猪为计量单位。通过畜禽养殖量、养殖业污染物排放系数等指标计算农业源COD排放量。

3.3 实证结果分析

3.3.1 子系统内分指标权重及各省贴近值结果分析

从各子系统内分指标权重来看(表3),在乡村生态环境压力系统中,权重最高的指标为畜禽养殖规模(0.179),表明畜禽养殖规模对于衡量3省生态环境压力的作用较大。在乡村生态环境状态系统中,权重最高的指标为平均地下水资源量(0.202),表明平均地下水资源量对于衡量3省生态环境状态的作用较大。在乡村生态环境响应系统中,权重最大的指标为当年造林面积占比(0.146),其次为生活污水处理指标(0.131),表明3省在这两个方面表现差异较大,该指标对衡量生态环境响应的作用较大。其余指标权重也大都高于0.1,少部分也高于0.09,表明该指标体系对于评价乡村生态振兴较为合理。

从各子系统各省贴近值来看(表3),在压力系统中,3省对乡村生态环境的压力表现都处于中等水平,但其中浙江贴近值最高,表明其乡村生产生活活动对生态环境产生较小压力,与理想状况较接近,而江苏贴近值最低,其对生态环境造成的压力最大;在状态系统中,3省的表现有较大差距,其中浙江贴近值最高,表明其乡村生产生活的生态环境状态在3省中最好,且达到良好水平,江苏贴近值为0.341(中等),而安徽贴近值仅为0.157(较差);在响应系统中,3省的生态环境响应情况都处于中等水平,其中江苏贴近值最高,表明其在恢复和保护乡村生态环境方面取得较好成效,而浙江与安徽贴近值都稍低,但差距不大。

3.3.2 子系统权重及各省综合贴近值结果分析

从子系统的权重来看(表4),乡村生态环境状态系统权重最高(0.453),表明3省在生态环境状态方面存在差异较大,该系统对于衡量乡村生态振兴成效的作用最大,其次为乡村生态环境压力系统(0.283),最后为乡村生态环境响应系统(0.265),主要是近些年来对生态文明建设的重视,3省在生态人居方面、环境友好生产、污染投资方面都采取了积极行动,因此差别较小。

从3省的综合贴近值及排名来看(表5),浙江排名第一,江苏其次,安徽最低,以贴近值来看,对于乡村生态振兴成效,浙江达到优秀,江苏处于中等,安徽较差,这与浙江省从2003年便开始生态文明建设是分不开的。江苏经济发展水平较高,一开始的经济高速增长会以牺牲环境为代价,如今人们收入提高对生活环境要求提高,也开始注重生态环境的保护与治理,同时政府加大对农村的基础设施投入,基础设施的完善在很大程度上改善了农村人居环境。安徽经济发展水平不高,为促进其经济发展,在一定程度上会损害环境的利益,且农村生态人居的改善,部分需基于基础建设的完善,也就意味着要对农村环境大量投入,对于安徽来说,仍是有一定困难。

表 3 乡村生态振兴成效评价体系子系统内分指标权重与各省得分及贴近值

目标层	准则层	指标层	熵值 e_j	权重 w_j	权重之和	江苏省得分及贴近值	浙江省得分及贴近值	安徽省得分及贴近值
乡村生态振兴程度(A)	乡村生态环境压力系统(P)	人口自然增长率(P1)	0.501	0.135	1	Z=0.406	Z=0.515	Z=0.548
		耕地复种指数(P2)	0.461	0.145		C=0.419	C=0.545	C=0.492
		畜禽养殖规模(P3)	0.338	0.179		(中等)	(中等)	(中等)
		淡水水产养殖强度(P4)	0.507	0.133				
		单位农作物总播种面积农用塑料薄膜使用量(P5)	0.623	0.102				
		农药使用强度(P6)	0.626	0.101				
		化肥施用量强度(P7)	0.611	0.105				
		单位农作物总播种面积农用柴油使用量(P8)	0.630	0.100				
	乡村生态环境状态系统(S)	森林覆盖率(S1)	0.472	0.128	1	Z=0.244	Z=0.861	Z=0.134
		湿地面积占比(S2)	0.367	0.154		C=0.341	C=0.733	C=0.157
		平均地下水资源量(S3)	0.171	0.202		(中等)	(良好)	(较差)
		水环境质量达Ⅲ类断面比例(S4)	0.343	0.160				
		空气质量达标率(S5)	0.503	0.121				
		平均农业源COD排放量(S6)	0.401	0.146				
		以净化处理的自来水作为饮用水的农户占比(S7)	0.629	0.090				
	乡村生态环境响应系统(R)	当年造林面积占比(R1)	0.416	0.146	1	Z=0.540	Z=0.519	Z=0.452
		当年新增水土流失治理面积占比(R2)	0.614	0.096		C=0.506	C=0.489	C=0.489
		节水灌溉面积占比(R3)	0.631	0.092		(中等)	(中等)	(中等)
		绿色农产品生产面积占总耕地比(R4)	0.506	0.123				
		环境污染治理投资额占GDP比重(R5)	0.532	0.117				
		卫生厕所占比(R6)	0.614	0.096				
清洁能源利用度(R7)		0.579	0.105					
生活垃圾集中处理或部分集中处理的村占比(R8)		0.631	0.092					
生活污水集中处理或部分集中处理的村占比(R9)		0.474	0.131					

表 4 乡村生态振兴成效评价体系各子系统权重与各省综合贴近值

目标层	准则层	熵值 e_j	权重 w_j	权重之和	江苏省综合贴近值	浙江省综合贴近值	安徽省综合贴近值
乡村生态振兴成效(A)	乡村生态环境压力系统(P)	0.507	0.283	1	0.364 (中等)	0.901 (优秀)	0.232 (较差)
	乡村生态环境状态系统(S)	0.354	0.453				
	乡村生态环境响应系统(R)	0.623	0.265				

表 5 江苏、浙江、安徽3省综合贴近值及排名

排名	省份	准则层	各子系统贴近值 C_i	综合贴近值 T_i
1	浙江	乡村生态环境压力系统(P)	0.545(中等)	0.901(优秀)
		乡村生态环境状态系统(S)	0.733(良好)	
		乡村生态环境响应系统(R)	0.489(中等)	
2	江苏	乡村生态环境压力系统(P)	0.419(中等)	0.364(中等)
		乡村生态环境状态系统(S)	0.341(中等)	
		乡村生态环境响应系统(R)	0.506(中等)	
3	安徽	乡村生态环境压力系统(P)	0.492(中等)	0.232(较差)
		乡村生态环境状态系统(S)	0.157(较差)	
		乡村生态环境响应系统(R)	0.489(中等)	

4 结论与建议

4.1 结论

通过文献研究和现实情况考量,基于PSR模型框架构建了乡村生态振兴成效评价指标体系,分为压力、状态、响应三大系统,共24项指标。基于2016年江苏、浙江、安徽3省的数据,采用熵权TOPSIS法对3省乡村生态振兴成效进行评价比较与等级判定。得到如下结果。

(1) 乡村生态环境状态系统对评价乡村生态振兴成效的重要程度最高,压力系统次之,响应系统最末。畜禽养殖、地下水资源量、当年造林面积分别对三大系统评价有较大影响。各指标对于评价乡村生态振兴成效都具有一定的合理性。

(2) 在考察期内,从各子系统看,浙江乡村生态环境状态达到良好水平,在压力和响应层面的表现达到中等水平;江苏在压力、状态、响应系统方面的成效都为中等水平;安徽在压力、响应系统方面表现达到中等水平,但在状态系统方面表现较差。

(3) 总体上,浙江乡村生态振兴成效达到优秀水平,江苏为中等水平,安徽为较差水平。该乡村生态振兴成效评价指标体系对3省乡村生态振兴成效的评价较为符合客观实际,具有一定的科学性与可行性。

该研究以2016年江苏、浙江、安徽的乡村生态情况为背景构建了评价体系,在一定程度上丰富了乡村生态振兴的评价思路与方法,但由于数据获取以及条件的限制,指标体系还存在不足,如缺少考虑时间动态的影响。因此在研究其它时间和空间范围时,评价指标体系应当进一步筛选完善。

4.2 建议

根据江苏、浙江、安徽3省乡村生态振兴成效评价结果,提出以下建议。

(1) 发展乡村生态振兴,要综合考虑生态环境压力、状态和响应的各方面,坚持绿色发展和“绿水青山就是金山银山”的理念,协调好人与自然的关系。一方面政府要加强监管、配套出台相关法律法规政策、完善基础设施;另一方面要提高农民群众的环保认知,从根本上保护乡村生态环境。

(2) 从乡村生态环境压力系统层面来看,可以通过省际之间协调、增加进口等方式来调节畜禽养殖规模与淡水养殖强度,对资源的使用进行科学合理规划,江苏可以在这方面加以改善;积极发展、引进科学技术,如良种、有机肥、粪便处理技术,减少农膜、农药、化肥、农用柴油、畜禽粪便等带来的污染,浙江在农膜、农药、农机方面要积极推进技术发展。

(3) 从乡村生态环境状态系统层面来看,要增加植被覆盖,控制使用地下水资源,对COD排放和水质加强监管监测。一方面政府要严格监管,另一方面提高农业劳动者素质,不随便排放污染,对排放污染气体的工厂进行整治减排,江苏与安徽需要在相关方面做出改善。

(4) 从乡村生态环境响应系统层面来看,要加强人居环境整治,依靠基础设施的完善,促进卫生厕所普及和生活垃圾、生活污水处理,提高乡村可再生能源的利用情况,如沼气池、太阳能的使用,安徽省在这些方面要加强关注与建设。

参考文献

- [1] Liu M, Liu X, Yang Z. An integrated indicator on regional ecological civilization construction in China. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 2016, 23(1):53-60.
- [2] 张欢,成金华,陈军,等.中国省域生态文明建设差异分析. *中国人口·资源与环境*, 2014, 24(6):22-29.
- [3] 齐岳,赵晨辉,廖科智,等.生态文明评价指标体系构建与实证. *统计与决策*, 2018, 34(24):60-63.
- [4] 张颖聪.基于PCA-DEA模型的农村生态环境评价研究. *农业技术经济*, 2011(6):53-61.
- [5] 王晓君,吴敬学,蒋和平.中国农村生态环境质量动态评价及未来发展趋势预测. *自然资源学报*, 2017, 32(5):864-876.
- [6] Wolfslehner B, Vacik H. Evaluating sustainable forest management strategies with the Analytic Network Process in a Pressure-State-Response framework. *Journal of Environmental Management*, 2008, 88(1):1-10.

- [7] Galli, Alessandro. On the rationale and policy usefulness of ecological footprint accounting: The case of Morocco. *Environmental Science and Policy*, 2015, 48(4):210-224.
- [8] 孟旭彤, 宋川. 河北省北部山区农村生态环境治理及绩效评价. *中国农业资源与区划*, 2018, 39(10):57-61.
- [9] 程莉, 文传浩. 乡村绿色发展与乡村振兴:内在机理与实证分析. *技术经济*, 2018, 37(10):98-106.
- [10] 李艳芳, 曲建武. 城市生态文明建设评价指标体系设计与实证. *统计与决策*, 2018, 34(5):57-59.
- [11] 任海军, 曹盘龙, 张爽. 基于熵值法的生态社会评价指标体系研究——以我国西部地区为例. *华东经济管理*, 2014, 28(5):71-76.
- [12] 刘金花, 郑璐, 董光龙, 等. 平原地区资源环境承载力评价与短板要素分析——以山东省平原县为例. *中国农业资源与区划*, 2019, 40(2):79-88.
- [13] 赵颖文, 吕火明. 农村全面小康建设评价体系的构建及区域差异性研究. *农业经济问题*, 2016, 37(4):9-15, 110.
- [14] 管宏友, 陈玉成. 农村生活污染的制度“缺失”与“补位”. *经济管理*, 2011, 33(6):176-181.
- [15] 雷勋平, Robin Q, 刘勇. 基于熵权TOPSIS模型的区域土地利用绩效评价及障碍因子诊断. *农业工程学报*, 2016, 32(13):243-253.
- [16] 梁昌勇, 戚筱雯, 丁勇, 等. 一种基于TOPSIS的混合型多属性群决策方法. *中国管理科学*, 2012, 20(4):109-117.
- [17] 鲁春阳, 文枫, 杨庆媛, 等. 基于改进TOPSIS法的城市土地利用绩效评价及障碍因子诊断——以重庆市为例. *资源科学*, 2011, 33(3):535-541.
- [18] 余亮亮, 蔡银莺. 基于农户满意度的耕地保护经济补偿政策绩效评价及障碍因子诊断. *自然资源学报*, 2015, 30(7):1092-1103.
- [19] 马国霞, 於方, 曹东, 等. 中国农业面源污染物排放量计算及中长期预测. *环境科学学报*, 2012, 32(2):489-497.

ESTABLISHING AN EVALUATION INDEX SYSTEM FOR MEASURING THE EFFECT OF RURAL ECOLOGICAL REVITALIZATION*

Ma Xiaoxu^{*}, Hua Yujia

(Business College, Yangzhou University, Yangzhou 225100, Jiangsu, China)

Abstract Rural ecological revitalization is important for rural revitalization. Establishing an evaluation system is important for measuring the effect of rural ecological revitalization, identifying the constraints, and pointing out the direction for improving rural ecology. In this study, we took Jiangsu, Zhejiang and Anhui as examples and developed an evaluation system for measuring the effect of rural ecological revitalization with 24 indexes selected from three subsystems based on the PSR (pressure-state-response) model. And entropy weight method was used to determine the weight of specific indexes and each subsystem. Entropy weight TOPSIS method was used to systematically and holistically evaluate and compare the effectiveness of the effect rural ecological revitalization in the three chosen provinces. The results were listed as follows. (1) The state system of rural ecological environment was the most important system to evaluate the effect of rural ecological revitalization, followed by the pressure system and the response system. Livestock and poultry breeding, groundwater resources and afforestation area for the year had the greatest impact on the evaluation of the three subsystems. (2) During the study period, in each subsystem, Zhejiang province reached a high level in the state of rural ecological environment, and its performance in the pressure and response system reached a medium level; Jiangsu province achieved a medium level in the three subsystems respectively; Anhui province achieved a medium level in the pressure and response system, but its performance in the state system was poor. (3) Overall, the effect of rural ecological revitalization in Zhejiang province was excellent, Jiangsu province was at the medium level, and Anhui province was at the poor level. In summary, the three provinces have their own advantages and disadvantages in three subsystems, and the main gap among the three provinces is on the state system. But in general, there is still much room for improvement in rural ecological revitalization between Jiangsu and Anhui. The evaluation index system constructed for measuring rural ecological revitalization has reached acceptable reliability and validity and proved to be feasible. The results also offer some suggestions for the three provinces to improve their own weaknesses, and strengthen resource protection, pollution control and infrastructure construction to promote the revitalization of rural ecology.

Keywords rural area; ecological revitalization; evaluation system; entropy TOPSIS method; PSR model