

宁夏农业生态环境质量综合评价及优化研究

王永洁¹,王亚娟¹,刘小鹏^{1,2}

(1. 宁夏大学 资源环境学院,银川 750021;2. 宁夏大学 草业科学研究所,银川 750021)

摘 要:农业生态环境的评价是农业发展可持续性评价的重要组成部分。以宁夏为研究区,以压力—状态—响应概念模型构建农业生态环境质量评价指标体系。通过利用 SPSS 11.0 统计软件,首先进行主成分分析,随后将综合得分与 33 个指标体系进行群集分析划分出 5 个区,再作相关分析得出影响宁夏农业生态环境质量的主导因素是响应方面,其次是压力和状况。最后以所划分的区为单位提出宁夏农业生态环境保护及优化途径。

关键词:农业生态环境质量;综合评价;优化;宁夏

中图分类号:X171.1

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2007)05-0053-04

Research on Synthetic Assessment and Optimization of the Agro-eco-environment Quality in Ningxia

WANG Yong-jie¹,WANG Ya-j uan¹,LIU Xiao-peng^{1,2}

(1. School of Resources and Environment, Ningxia University, Yinchuan 750021;

2. Institute of Prataculture Science, Ningxia University, Yinchuan 750021, China)

Abstract: The appraisal of the agricultural eco-environment is the important component that the agriculture sustainable development. Took Ningxia province as an example, the evaluation index system is established with the pressure-state-response concept, and the SPSS 11.0 software is applied to do three analysis. Firstly, using methods of factor analysis and multiple-variable classification to analyze the 20 regions of Ningxia and mark off 5 sections, and then based on related analysis announcing the primary reason is the response. Finally, some solution and approach on the protection of agro-eco-environment of Ningxia in the future were put forward.

Key words: agro-eco-environment quality; synthetic assessment; optimization; Ningxia

1 问题的提出

随着农村工业化进程的不断加快和农村经济的迅速发展,农业生态环境正面临着前所未有的挑战,一方面农业生态系统恶化,自然灾害频繁。1/3 的国土面积受到风沙威胁,风蚀沙化率达 30.7%,生态系统平衡失调造成各类农业自然灾害加剧,自然灾害损失率达 4.6%。另一方面农业环境污染日趋严重。一些污染企业从城市向农村转移;畜禽养殖业污染日趋严重;由于土地资源的不合理开发,大量使用化肥、农药而造成的面源污染等。比如本文研究区的农业生态环境面源污染现象就很严重,面源污染源主要有化肥、农药、地膜、土壤侵蚀、牲畜禽粪便污染、以及有污染的灌溉水源与农村生活污水和农村固体废弃物等^[1]。这些直接影响到农民的生存环境和农村经济的可持续发展,保护农村环境已是当务之急。科学界也开始关注农业生态环境的保护。所以科学准确地分析农业生态环境质量是农业发展可持续性评价的重要组成部分,对进行农业生态环境保护具有很强的指导意义和现实意义。

2 评价过程及结果分析

2.1 评价指标体系的建立

健康的农业生态环境,不仅能满足人类需要而且不破坏甚至能够改善自然资源,其目标是高产出、低投入、合理的耕作方式,有效的作物组合及农业与社会的相互适应等等。作为一个复杂的、开放的人工系统,在建立农业生态环境健康评价指标时必须考虑其复合性、脆弱性、开放性等特征。在 PSR 概念框架内^[2],某一类环境问题,可以由 3 个不同但又相互联系的指标类型来表达:压力指标反映人类活动给环境造成的负荷;状态指标表征环境质量、自然资源与生态系统的状况;响应指标表征人类面临环境问题所采取的对策与措施。因此,本文根据 PSR 模型,从资源环境压力、资源环境状态、人文环境响应 3 方面选取一些能够反映农业生态环境健康的指标。并遵从可量化、可行性的原则进一步构建 3 个层次的农业生态环境评价指标体系,即第一层次是项目层:资源环境压力、资源环境状态、人文环境响应;第二层次是评价因素层,即每一个评价准则具体有哪些因素决定;第三层次是指标层,即

收稿日期:2006-07-05

基金项目:国家社会科学基金资助项目(04CJ Y005);宁夏大学自然科学基金资助项目(032301)

作者简介:王永洁(),在读硕士研究生,主要从事区域经济与可持续发展研究。

每一个评价因素有哪些具体指标来表达(表 1)。

2.2 指标值的无量纲化

考虑到评价指标的负向影响和计量单位的不统一,采用由美国 James • Gernengte 和 David • Maurice 提出的指数法将各指标值转化成指数。

$$\text{计算公式如下: } p = \frac{M_i - N_0}{M_h - N_0} \times 100$$

式中: p ——指数; M_i ——评价指标值; N_0 ——各指标最低值; M_h ——各指标最高值。指数值从 0~100, 0 代表最低值, 100 为最高值。对农业生态环境质量有正影响的指标, 其指数值为上列公式计算结果值; 对农业生态环境质量有负影响的指标, 其指数为 100 减去计算结果值所得的余数, 指数值越高, 表示状况越好^[3]。

表 1 宁夏农业生态环境质量评价指标体系

项目层	因素层 E	指标层 T-n(n=33)
资源环境压力 P	人口压力	人口密度 T-1、人口增长率 T-2、农业人口比重 T-3
	生产压力	农村居民恩格尔系数 T-4、一产占 GDP 比重 T-5
	资源压力	人均耕地面积 T-6、农业人口人均耕地面积 T-7、单位面积耕地肥农药农膜负荷 T-8
资源环境状况 S	资源质量	水土流失率 T-9、耕地盐渍化率 T-10、农田旱涝保收率 T-11、单位面积粮食产量 T-12、单位面积农用地产值 T-13、耕地有机质平均含量 T-14
	环境质量	耕地比重 T-15、园地比重 T-16、林地覆盖率 T-17、自然灾害损失率 T-18、牧草地比重 T-19、风蚀沙化率 T-20、湿地率 T-21、多年平均降水量 T-22、沙地比重 T-23
人文环境响应 R	已投入	农民人均农业供水量 T-24、灌溉耕地率 T-25、水利投入占 GDP 比重 T-26、人均本年完成基本建设投资额 T-27、人工草地比重 T-28、已利用土地比重 T-29
	投入潜力	6 岁以上受教育年限 T-30、农民人均纯收入 T-31、交通用地比重 T-32、人均 GDPT-33

表 2 主成分特征根和贡献率及其累积贡献率

序号	特征根	贡献率/%	累积贡献率/%
1	15.174	45.982	45.982
2	4.295	13.015	58.997
3	2.588	7.842	66.839
4	2.316	7.017	73.857
5	2.160	6.546	80.402
6	1.318	3.993	84.395
7	1.177	3.565	87.960

2.3 确定主成分及载荷

应用 SPSS 11.0 统计软件对其计算特征根及方差贡献率(表 2)。按照累积贡献率为 85% 以上的要求, 选取了累积贡献率达 87.96% 的前 7 个主成分, 进一步得到各主成分旋转后载荷矩阵(表 3)。从表 3 可以看出, F_1 在 T12、T16、T31、T25、T11、T13、T21、T9 上有很大的正载荷, 在 T8、T7 和 T6 有较大的负载荷, 说明 F_1 可以较全面地反映农业生态环境质量。 F_2 在 T32、T27、T 33 上有较大的正载荷, 而在 T29、T1 和 T19 负载荷较大, 说明 F_2 表征人文环境

对农业生态环境的响应。 F_3 在 T14、T17、T22 和 T20 有很重的负载荷, 说明 F_3 表征环境质量的好坏; F_4 的正载荷和负载荷分别在 T18、T4 和 T28、T26, 它反映了社会和农业之间的关系; F_5 在 T5 负载荷很高、在 T3 正载荷较高, 反映了人口对于农业的压力; F_6 在 T24 和 T23 有很重的正载荷, 反映社会对农业生产的投入情况和农业本身环境质量的优劣; F_7 只对 T15 有很重的正载荷, 说明了农业生产条件。

2.4 群集分析及分区

通过方差贡献率与主因子载荷, 得出宁夏 20 个地市区经济发展水平的综合得分值 F :

$$F = 0.4598F_1 + 0.1302F_2 + 0.7842F_3 + 0.7017F_4 + 0.6546F_5 + 0.3993F_6 + 0.3565F_7$$

根据综合得分值 F 所得到的曲线图(图 1), 虽可以简单地划分区域, 但由于第一个因子所占份额较大, 由第一个因子已确定了综合得分且差别较大。故再利用 SPSS 11.0 软件作群集分析, 即将综合得分和 33 个原始指标值结合起来分析划分出为 5 个区(图 2), 此分区结果较前面更为合理。

表 3 旋转后的主成分载荷表

指标	1	2	3	4	5	6	7	指标	1	2	3	4	5	6	7
单位面积粮食产量	0.796	0.268	0.217	0.35	0.247	0.159		6 岁以上受教育年限	0.367	0.475	0.411	0.471	0.332	0.275	
单位面积耕地化肥农药农膜负荷	-0.795		-0.149	-0.184	-0.191	-0.198	0.151	耕地有机质平均含量	-0.128		-0.93		-0.16		0.1
园地比重	0.775		0.302			-0.212	-0.285	林地覆盖率	-0.265	-0.204	-0.809	-0.353		-0.177	
农业人口人均耕地面积	-0.769		0.395	0.102	0.116	-0.219	-0.146	人口增长率		0.726	-0.327	0.124	0.177	0.232	
人均耕地面积	-0.736	-0.458	0.27		-0.223	-0.113		多年平均降水量	-0.43	-0.27	-0.725	-0.349	-0.158	-0.161	
农民人均纯收入	0.725	0.295	0.391	0.358	0.232	0.161		风蚀沙化率	-0.366	0.182	-0.508	-0.333	-0.409	-0.108	0.4
灌溉耕地率	0.72	0.325	0.372	0.324	0.216	0.258		自然灾害损失率	0.17	0.177		0.848	0.234		-0.102
农田旱涝保收率	0.716	0.299	0.371	0.332	0.2	0.229		人工草地比重	-0.148	-0.144		-0.828	-0.166	-0.191	
单位面积农用地产值	0.677	0.216	0.181	0.295		-0.107	0.507	农村居民恩格尔系数	0.404	-0.108	0.287	0.686		0.228	0.139
湿地率	0.626	0.129	0.2	0.276		-0.164	0.436	水利投入占 GDP	-0.273	-0.283	-0.197	-0.56	-0.454	0.111	0.31
水土流失率	0.585	0.141	0.145	0.54	0.429		-0.166	一产占 GDP 比重	-0.107	-0.1	-0.129	-0.272	-0.894		
交通用地比重	0.25	0.898		0.115	0.121	-0.199		农业人口比重	0.269	0.127	0.285	0.204	0.699	0.273	
已利用土地比重	-0.866	-0.104	-0.124	0.28	-0.236	0.161		农民人均农业供水量	0.104		0.11		0.194	0.869	-0.111
人均本年完成基本建设投资额	0.232	0.797	0.107	0.179	0.364			沙地比重	0.125		0.122	0.192	-0.136	0.844	-0.115
人口密度	-0.319	-0.708	0.197		-0.319	0.286	-0.294	耕地盐渍化率	-0.423	-0.451	-0.321	-0.369	-0.213	-0.463	-0.12
牧草地比重		-0.526	0.494	0.312	0.314	0.161	-0.43	耕地比重	-0.112	-0.323		-0.315	-0.17	-0.403	0.719
人均 GDP	0.291	0.521	0.346	0.312	0.52	-0.117	-0.186								

I区包括西吉、彭阳、原州区、隆德、同心和海原;II区为盐池和泾源;III区为银川和石嘴山;IV区为青铜峡、中宁、永宁、贺兰、惠农、平罗和中卫;V区为利通区、灵武和陶乐。I、II区都是南部山区,且是雨养农业,I区还是以依靠简单的农业生产为主,后续生产能力薄弱,产业链短,质量较差;II区盐池和泾源虽农业生产力也薄弱,但农业转化力较I区好一些;III区是宁夏城市化发展最快的地区,生产活动主要集中在城市,综合得分处于中等水平,主要是高效经济作物种植上;IV区有黄河灌溉之便,以大农业为主,主要种植小麦、水稻、玉米等粮食作物,设施农业较为健全,质量较好;V区也有黄河之利,但都以特色农业见长,如利通区以乳品业为主,陶乐以沙产业为主,农业生态环境质量也处于较好水平。

2.5 评价结果分析

2.5.1 相关分析及步骤

再次应用 SPSS 11.0 软件,将综合得分与 33 个指标进行相关分析。经相关分析得出:综合得分与人口密度、人口增长率、农业人口人均耕地面积、耕地比重、牧草地比重、沙地比重、已利用土地面积比重等 7 个指标不存在相关性。其余 26 个指标相关系数见表 4。

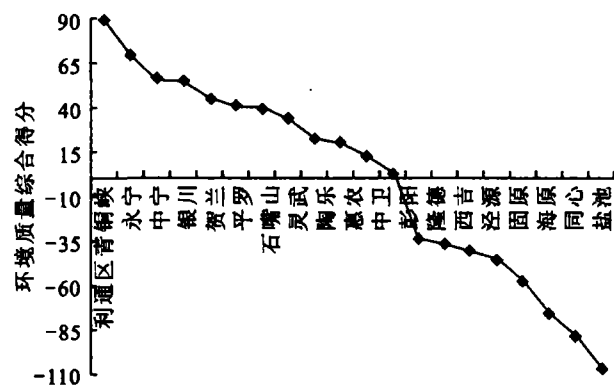


图1 宁夏农业生态环境质量综合得分变化

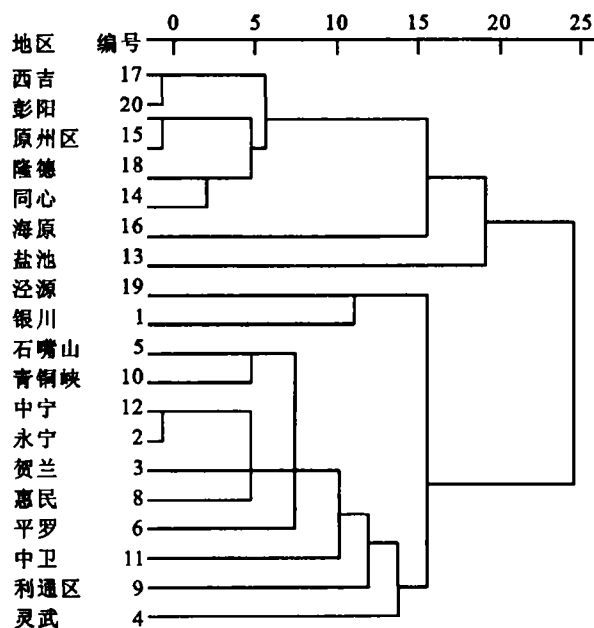


图2 宁夏县域农业生态环境质量群集分析

2.5.2 受损原因分析

从表 4 可以分析得出,影响宁夏农业生态环境质量的主导因素是响应方面,即说明宁夏在对农业生态环境投入的力度还很小,其次是资源环境压力大,进一步催化了宁夏农业生态环境质量向负的方面发展,最后才是资源环境状况,说明本身农业资源条件匮乏加速了农业生态环境的退化。

(1) I 区。西吉在 F_1 和 F_4 对综合得分起决定作用,抑制西吉农业生态环境质量响应方面的因素有 5 个(有效灌溉率、6 岁以上受教育年限、农民人均纯收入、水利投入占 GDP 比重、人工草地);压力方面的因素有 3 个(单位面积化肥农药农膜负荷、农村居民恩格尔系数、人均耕地面积),状况方面的因素有 6 个(有农田旱涝保收率、单位面积粮食产量、单位面积农用地产值、湿地率、自然灾害损失率、园地比重)。彭阳在 F_4 对总分值有决定作用,说明抑制其质量的原因主要是人文环境响应方面(6 岁以上受教育年限、水利投入、人工草地比重、自然灾害损失率)。原州区、隆德、同心、海原都是在 F_1 并且是负值很大,响应方面的有效灌溉面积和农民人均纯收入,压力方面有水土流失率、单位面积负荷、人均耕地面积,状况有旱涝保收率、单位面积粮食产量、单位农用地产值、湿地率和果园比重,这反映了这 4 个地区土壤产出率很低,进而影响社会收入,反过来社会对农业生态环境的投入就会减少的恶性循环。

(2) II 区。盐池在 F_1 上的分值得到 -115.151,盐池县中北部地处荒漠草原向草原过渡地带,农耕上虽可勉强从事雨养旱作农业,但产量低而不稳;南部黄土丘陵区虽降水条件较好,但水土流失问题严重,到 2000 年底,中北部地区盐环定扬黄工程开发的灌区总面积 0.62 万 hm^2 ,只占全县总耕地面积的 3.2%。其原因同 I 区的原州区、隆德、同心和海原一样,只是表现出的恶性循环更严重。泾源是在 F_3 的分值大 -33.631 5,主要原因是资源环境状况上(多年平均降水量、林木覆盖率、耕地有机质平均含量),即资源禀赋很低,导致农业生产力低。

(3) III 区。银川和石嘴山在 F_2 上的正向影响很大,主要集中在响应中的 6 岁以上受教育年限、人均 GDP、人均本年完成基本建设投资额、交通用地比重,说明由于社会的投入提高了当地农业生态环境质量。

表 4 宁夏农业生态环境 33 个指标与综合得分相关分析

指标	所属项目层	所属成分	相关系数	指标	所属项目层	所属成分	相关系数
18	响应	F_1	0.917	27	响应	F_2	0.676
30	响应	F_2, F_4	0.901	26	响应	F_4	0.658
11	状况	F_1	0.893	28	响应	F_4	0.636
31	响应	F_1	0.892	8	压力	F_1	0.59
22	状况	F_3	0.88	32	响应	F_2	0.556
10	压力	F_6	0.878	20	压力	F_3	0.551
12	状况	F_1	0.837	21	状况	F_1	0.54
33	响应	F_2, F_5	0.804	6	压力	F_1	0.528
9	压力	F_1	0.757	14	状况	F_3	0.514
17	状况	F_3	0.733	18	状况	F_4	0.491
4	压力	F_4	0.71	5	压力	F_5	0.489
3	压力	F_5	0.684	16	状况	F_1	0.458
13	状况	F_1	0.683	24	响应	F_6	0.336

(4) IV 区。其中青铜峡、中卫、永宁、贺兰和平罗在 F_1 上

有正向的拉动作用,它们与前面Ⅰ区和Ⅱ区形成相反的对比,这些地区有黄河之便,农业的产出率高,社会收入则高,而反过来社会对农业的投入就很大,形成良性循环,但是负值大部分都集中在 F_5 和 F_6 上,说明导致农业生态环境退化的原因是资源环境压力,即农业人口比重和第一产比重过大。惠农和中卫的总分值虽也为正值,因为它们有7个主成分中分布较均匀,惠农在 F_2 上为负值,说明情况与银川、石嘴山情况相反,它们的社会投入偏低;中卫是在 F_5 上为负值(农业人口比重、第一产比重),说明当地农业人口大抑制了当地农业生态环境质量的提高。

(5)Ⅴ区。利通区农业发达,引黄灌溉历史悠久,现已形成具有一定规模的大农业生产方式,利通区现已建成了粮食、奶牛、肉食、蔬菜、林果、蚕桑6大生产基地,工业基础也较雄厚。故在 F_1 上分值达85.33717,但是在 F_2 上为负值,说明利通区的农业生态环境质量虽然较好,但社会投入方面还是有所欠缺。灵武在 F_1 和 F_5 正值较大,但在 F_2 和 F_4 上为负值,其原因也主要集中在人文社会响应方面,灵武市是一个农业大市,农业历来是主导产业,灌区自然条件优越,土地利用率高。而占全市面积3/4多的山沙区,农业生态环境较差,开发利用难度大,土地利用率低。陶乐负值分布在 F_5 上,受损原因也是因为农业人口过大抑制了农业生态环境质量的进一步提高。

3 农业生态环境保护及优化途径

3.1 Ⅰ区

西吉应加大农业生产方面的投入,尤其是农业基础设施(如水利方面)的建设和改良土壤肥力上,从而保证农业生产的稳定性(农田旱涝保收率、单位面积粮食产量、单位面积农用地产值、湿地率、园地比重、人工草地比重),提高农民收入,增加社会收入,进一步改善农业生态环境。原州区、隆德、同心、海原主要是有效灌溉面积小和水土流失严重,再加上土薄而导致的农业用地产出率很低,所以在这些地区是不适应进行大规模的粮食作物种植,应该将注意力集中在生产种植适宜当地气候和土质的作物上^[4]。

3.2 Ⅱ区

盐池是农业生态环境退化是最严重的地区之一,农业发展应该走节水农业和应用高新技术求得高产出道路。优化粮食作物内部配置比例,根据特定年份的水分状况,压缩与降水季节错位明显的夏粮作物面积,扩大水分生态适宜性较好的秋粮面积,提高粮食单产水平;据土地质量评价结果,对那些土地限制性因素多,强度大的农耕地需退耕还林还草。泾源虽然农业生态的禀赋差,但长期以来担负着泾河流域中下游地区的绿色生态屏障功能,对促进中下游地区经济发展起到了积极的作用。集中发展生态旅游和景观农业,在泾河源头地区进行流域开发和治理以增强其生态屏障功能^[5]。

3.3 Ⅲ区

银川和石嘴山的城市及村镇建设用地与建设现代化高产农业用地的矛盾最为集中和突出,如果按传统的村镇及农业居民点就地扩展的发展建设模式和单家独户的住房标准,

村镇及农业居民点建设用地和各类基础设施用地将迅速增长,不利于农业生态环境的建设和保护。故应在现有城镇的基础上,重点建设30~40个建制镇,宜以高人口密度、高技术产业、高信息化的中小城镇为主体,将分散的村庄和农业居民点就近向中小城市重点建设城镇迁移归并,严格控制城镇建设用地指标,避免乡镇建设遍地开花、浪费资源、效益低下等问题,建设与农业生产特点相适应的单元式住宅和配套设施,以优良的基础设施和生活条件,形成只有城镇,没有村落的新城市社会。

3.4 Ⅳ区

青铜峡、中卫、永宁、贺兰、平罗和中卫在充分发挥当地农业优势以外,要注意转移当地的农业人口,以减少农业生产和环境的压力;惠农地区相对地大人少,并没有充分发挥黄河优势,社会应加大对设施农业的投入。还有这些地方虽有黄河灌溉便利,但盐渍化和水土流失现象严重。

3.5 Ⅴ区

利通区应注重生态农业基本工程建设,重点建设高效、节水型灌溉水利工程,实施土壤改良工程,采取牲畜粪便发酵回田、秸秆还田、增施有机肥等沃土措施,并培育发展人工经济林产业、草产业、沙产业以及药材种植产业。同时,应注重扩大山区劳务输出量,转移农村剩余劳动力,减轻环境承载负荷。灵武灌区自然条件适宜多种干、鲜果品生产,适当加大林带宽度,大量栽植以紫穗槐、沙柳、蚕桑、枸杞、苜蓿等灌木饲草为主的副林带,既可增加林带的防护效益,又能克服林带单一、生态系统脆弱的问题,达到绿化美化效果,从而充分发挥农田生态经济效益。而在山沙区建立特色中药材基地、尤其是种植枸杞、甘草、麻黄、苦豆草等特色药用植物的经验和已经成熟,而且甘草、麻黄等中根系发达、具有很强的防风固沙能力。还可增加植被、改善农业生态环境^[6]。陶乐近期生态农业发展较快,应在发展的同时,继续发展生态农业后续产业,拉长产业链条,增加就业机会,转移农村剩余劳动力,减轻农业生态环境压力。

参考文献:

- [1] 孙正风,马京军.宁夏农业面源污染现状与防治对策[J].宁夏农林科技,2005,(3):16.
- [2] 谢花林,李波,刘黎明.基于压力-状态-响应模型的农业生态系统健康评价方法[J].农业现代化研究,2005,26(5):366-369.
- [3] 李日邦,谭见安,王五一,等.中国环境-健康区域综合评价[J].环境科学学报,2000,20(增刊):157-163.
- [4] 程序.农牧交错带研究中的现代生态学前沿问题[J].资源科学,1999,21(5):1-8.
- [5] 梁勇,闵庆文,成升魁,等.泾河源头地区生态环境与经济协调发展研究[J].干旱地区农业研究,2005,23(2):148-153.
- [6] 李占文,李国民.加快灵武市生态环境建设促进经济发展[J].宁夏农林科技,2002,(1):49-50.