

区域农业生态环境质量综合评价投影寻踪模型研究*

王顺久 杨志峰

(北京师范大学环境学院 北京 100875)

摘要 研究建立了区域农业生态环境质量综合评价的投影寻踪模型,利用该模型可将反映区域农业生态环境质量的多个指标转换为反映各指标综合信息的投影特征值,并根据投影特征值的大小对区域农业生态环境质量进行客观评价,方法可靠,结果合理,操作简便且易于生产应用。

关键词 农业生态环境质量 综合评价 投影寻踪模型

A projection pursuit model for comprehensive assessment on eco-environmental quality of regional agriculture . WANG Shun-Jiu, YANG Zhi-Feng(College of Environment, Beijing Normal University, Beijing 100875, China), *CJEA*, 2006, 14(1):173 ~ 175

Abstract Using the projection pursuit technique, a comprehensive assessment model for regional agricultural eco-environmental quality is developed . Projection pursuit model can give a comprehensive assessment projection index based on the indexes of regional agricultural eco-environmental quality, and according to the value of projection index, a reasonable assessment result can be drawn and it is easy to do in practice .

Key words Agricultural eco-environmental quality, Comprehensive assessment, Projection pursuit model

(Received Oct .17, 2004; revised Nov .29, 2004)

区域生态环境质量综合评价指在分析、归纳大量环境调查和监测资料基础上,通过各种环境质量评价模型的综合分析,找出研究区域主要环境问题,指出环境质量发生发展的规律特征。由于环境问题的地域性、复杂性以及环境要素的多样性,目前环境质量综合评价方法和指标体系尚不成熟,尤其是区域生态环境综合评价方法与模型的研究急待深入探讨^[1~6]。本研究运用投影寻踪技术建立区域农业生态环境质量综合评价模型,依据评价指标的自身数据特性进行综合评价,整个过程无人为干扰,方法可靠,结果合理,具有普遍适用性。

1 投影寻踪模型的建立

投影寻踪^[10]是一种处理多因素复杂问题的统计方法,即将高维数据向低维(一般低于3维)空间进行投影,通过投影数据在低维空间的散布结构进行高维数据特性分析。若第*i*个样本第*j*个评价指标为 x_{ij}^0 [($i=1, \dots, n; j=1, \dots, m$), n 为样本总数, m 为评价指标总个数],则建立区域农业生态环境质量综合评价的投影寻踪模型步骤一是数据无量纲化,由于各指标的量纲不尽相同,建模前需对原始指标数据进行无量纲化处理,即:

$$x_{ij} = \frac{x_{ij}^0}{x_{j\max}^0} \quad (1)$$

式中, $x_{j\max}^0$ 表示第*j*个评价指标的样本最大值。二是线性投影,投影指从不同角度观察数据,寻找能够最大程度反映数据特征和最能充分挖掘数据信息的最优观察角度。本研究选用线性投影,即将高维数据投影到一维线性空间进行研究。设 a 为 m 维单位投影方向向量,则 x_{ij} 的一维投影特征值 z_i 可用式(2)描述:

$$z_i = \sum_{j=1}^m a_j x_{ij} \quad (i=1, \dots, n) \quad (2)$$

三是构造目标函数,本研究选用分类指标构造目标函数,即 z_i 在一维空间散布的类间距离 $s(a)$ 和类内密度

* 国家重点基础研究(973)发展规划项目(2003CB415104)资助

收稿日期:2004-10-17 改回日期:2004-11-29

$d(a)$ 同时取得最大值。因此定义目标函数 $Q(a)$ 的表达式为:

$$Q(a) = s(a) \times d(a) \quad (3)$$

类间距离用样本序列的投影特征值标准差计算,即:

$$s(a) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (z_i - \bar{z})^2}{n-1}} \quad (4)$$

式中, \bar{z} 为投影特征值 z_i 的均值。 $s(a)$ 愈大则样本散布愈开。类内密度定义为:

$$d(a) = \prod_{i=1}^n \prod_{k=1}^n (R - r_{ik}) f(R - r_{ik}) \quad (5)$$

式中, $r_{ik} = |z_i - z_k|$ ($k=1, \dots, n$), 为两两投影特征值间的距离; R 为密度窗宽, 与数据特性有关, 研究表明其取值范围为 $\max(r_{ik}) + \frac{m}{2} \leq R \leq 2m$, 通常可取 $R = m^{[7]}$; $f(R - r_{ik})$ 为单位阶跃函数, 当 $R > r_{ik}$ 时, $f(R - r_{ik}) = 1$, 否则 $f(R - r_{ik}) = 0$ 。 $d(a)$ 愈大则样本聚类愈显著。四是优化投影方向, 当式(3)取得最大值时所对应的 a 就是最能反映数据特征的最优投影方向。故寻找最优投影方向的问题可转化为式(6)描述的非线性优化问题, 本研究采用遗传算法求解^[8]。

表 1 芜湖市区域农业生态环境质量评价指标及评价指标值

Tab.1 Indicators and its values of assessment on regional agriculture eco-environmental quality of Wuhu City

项 目 Items	芜湖市郊区 Suburbs of Wuhu	芜湖县 Wuhu County	繁昌县 Fanchang County	南陵县 Nanling County	投影方向 Projection direction
年日照时数 / h	2043	2022	2073	1945	-0.0255
年降水量 / mm	1198	1219	1306	1413	-0.1850
10 年活动积温 /	5133	5126	5072	5044	-0.0470
年无霜期 / d	240	242	235	236	0.2934
土壤有机质 / $g \cdot kg^{-1}$	26.1	15.0	26.8	22.6	-0.1805
土壤潜育率 / %	21.6	7.9	18.0	3.8	-0.2863
森林覆盖率 / %	4.8	13.1	17.5	22.2	0.2531
区域受灾率 / %	4.7	15.5	6.1	10.6	0.2226
农田有效灌溉率 / %	94.6	80.5	72.7	74.8	-0.2934
全年粮食单产 / $kg \cdot hm^{-2}$	10410	9660	12150	11130	0.0782
人均占有耕地 / hm^2	0.052	0.073	0.063	0.075	0.2934
工业产值 / $元 \cdot hm^{-2}$	654765	8745	20235	5190	-0.1992
农灌水污染综合指数	1.33	0.048	0.703	0.277	-0.2932
土壤污染综合指数	6.42	3.74	4.95	4.19	-0.2820
早稻谷污染综合指数	2.92	2.34	3.51	3.01	-0.2934
双晚稻谷污染综合指数	2.04	1.32	1.85	1.21	-0.2523
化肥施用量 / $kg \cdot hm^{-2}$	849.0	1621.5	1807.5	1270.5	-0.2915
农药施用量 / $kg \cdot hm^{-2}$	4.95	8.10	4.20	4.20	-0.1747
投影特征值	-1.8154	-0.6465	-1.2738	-0.5768	

$$\begin{cases} \max Q(a) \\ a = 1 \end{cases} \quad (6)$$

五是综合分析, 根据优化得到的 a , 由式(2)计算反映各评价指标综合信息的投影特征值 z_i , 以 z_i 的差异水平对样本进行综合评价分析。

2 案例分析

根据安徽省芜湖市区域农业生态环境质量影响指标体系, 运用投影寻踪技术建立区域农业生态环境质量综合评价的投影寻踪模型, 评价区域包括芜湖市郊区、芜湖县、繁昌县和南陵县。根据文献[2], 将区域农业生态系统划分为自然生态系统、社会生态系统和农田污染系统, 其中自然生态系统包括年日照时数、年降水量、10 年活动积温、年无霜期、土壤有机质含量、土壤潜育率、森林覆盖率和区域受灾率 8 个影响因子, 社会经济系统包括农田有效灌溉率、全年粮食单产、人均占有耕地和单位面积工业产值 4 个影响因子, 农田污染系统包括农灌水污染综合指数、

土壤污染综合指数、早稻谷污染综合指数、双晚稻谷污染综合指数、单位面积化肥施用量和农药施用量 6 个影响因子。安徽省芜湖市各区域农业生态环境质量综合评价指标及相应指标值见表 1^[2]。根据表 1 指标值建立投影寻踪模型, 其中 $n=4$, $m=18$ 。通过模型优化运算得最优投影方向向量 a , 同时依据最优投影方向向量计算得 4 个评价区域的投影特征值 z_i , 其中芜湖市郊区为 -1.8154, 芜湖县为 -0.6465, 繁昌县为 -1.2738, 南陵县为 -0.5768。芜湖市各农业区生态环境质量优劣顺序依次为南陵县、芜湖县、繁昌县和芜湖市郊区, 该评价结果与文献[2]应用多级模糊综合评价-灰色关联优势分析复合模型评价结果完全一致, 且与实际情况相符, 南陵县以丘陵为主, 农业自然条件优越, 农用化学物质施用量少, 土壤环境质量良好, 农产品质量优良, 为国家首批建设的优质稻米生产基地县。芜湖县虽为芜湖市主要稻米产区, 但土壤贫瘠, 粮食单产较低, 农业经济水平较落后, 基本处于皖江平原区平均水平。繁昌县为芜湖市工业最发达县, 拥有较多

大中型工业企业和乡镇企业,经济水平较高,但工业企业污染居 3 县之首,仅次于芜湖市郊区,且该县土壤污染较严重,农灌水质和农产品质量均较差,部分地区因严重的环境污染已不适宜农耕。芜湖市郊区人均耕地少、粮食单产高,但受城市工业企业和郊区乡镇企业“三废”影响,农田土壤环境污染较严重,农产品中污染物残留水平较高,区域农业生态环境质量总体水平最差^[2,9]。

3 小 结

运用投影寻踪技术建立区域农业区生态环境质量综合评价模型,根据样本资料自身的特性进行综合评价,方法可靠,分析结果客观合理,易于生产应用。

参 考 文 献

- 1 吴开亚,陈晓剑.区域生态环境的投影评价方法及应用.运筹与管理,2002,11(6):83~88
- 2 阎伍玖.区域农业生态环境质量综合评价方法与模型研究.环境科学研究,1999,12(3):49~52
- 3 高伟生,应龙根.区域环境综合研究.北京:科学技术文献出版社,1987.40~117
- 4 陆雍森,马仲文,张爽.环境评价.上海:同济大学出版社,1990.327~343
- 5 彭补拙,窦贻俭,张燕.用动态的观点进行环境综合质量评价.中国环境科学,1996,16(1):16~19
- 6 刘国东,丁晶.BP网络用于水文预测的几个问题探讨.水利学报,1999(1):65~70
- 7 王顺久,张欣莉,丁晶等.投影寻踪聚类模型及其应用.长江科学院院报,2002,19(6):53~55
- 8 张欣莉,丁晶,李祚泳等.投影寻踪新算法在水质评价模型中的应用.中国环境科学,2000,20(2):187~189
- 9 阎伍玖,方元升.安徽省芜湖市区域农业生态环境质量的综合研究.自然资源,1995(2):39~43
- 10 Friedman J. H., Tukey J. W. A projection pursuit algorithm for exploratory data analysis. IEEE Transactions on Computers, 1974, 23(9): 881~890

日本发展循环经济型社会的经验

—— 实施绿色采购与发展静脉产业

日本在推进建设循环型社会进程中一是大力发展静脉产业,以解决现实环境问题和有效利用资源为出发点,建立了一批废弃物再生利用行业的生态工业园区,发展静脉产业是日本建立循环型社会的重点领域和切入点,也是日本为发展循环型社会树立的典型示范。日本于 1997 年始即在“零排放工业园”基础上开始规划和建设生态工业园区,并把它作为建设循环型社会的重要举措。日本政府现已先后批准建设了 23 个生态工业园区,这些生态工业园区由环境省会同经济产业省根据废弃物产生种类和数量以及经济运送距离,综合考虑地方政府的积极性和当地环境要求而批准设立。针对各类废弃物(如汽车、冰箱、彩电等)的拆解、回收和资源化企业全部集中设立在园区内,从事无害化(如回收废旧冰箱中的氟里昂)、再利用(如将可重复使用的部件以新部件 1/2 的价格出售)、资源化(如将废塑料、废玻璃造粒变成新的生产原料出售)、热回收(将无法回收和利用的物质集中焚烧发电以回收能量,并为安全填埋实现减量化)和集中安全填埋,拆解分类后的不同废弃物质(如废塑料、废玻璃、废木材等)在园区内企业间互相交易,实现规模化处理并达到经济最小成本。事实证明日本发展静脉产业型的生态工业园区不仅成为解决环境问题的主要途径,而且已成为当地新的经济增长点,受到各地方政府的积极响应和大力支持。同时由于此项工作由环境省直接负责,确保了以环境安全为前提的静脉产业的有序发展。二是通过绿色采购,为环境友好型产品创造市场需求。日本 2000 年制定了《绿色采购法》并于 2001 年 4 月实施,该法规定了国家机关和地方政府等单位有优先采购环境友好型产品的义务,并取得较好的实施效果,2003 年政府复印纸等办公用纸、文具类和仪器类的绿色采购已占实际采购的 95% 以上,2004 年政府所有的普通公用车都已改装成低公害车。其主要措施首先是实行环保标识制度并建立完善的绿色采购信息网络;其次是规定绿色采购商品品种及其评判标准,绿色采购商品品种数量由 2001 年 101 种扩展到 2005 年的 201 种,同时又确立了与公共事业相关的 55 个绿色采购商品;再次是规定各国家机关公布年度绿色采购实际情况,并赋予环境大臣监督、督促各国家机关采取措施,加强绿色采购的权力。日本《绿色采购法》通过干预各级政府的采购行为,促使环境产业产品在政府采购中占据优先地位,并对公众的绿色消费起到良好的示范和导向作用。通过对环境友好型产品实施优先购买,为静脉产业的发展创造了巨大的市场需求,极大地调动了企业参与循环型社会建设、发展静脉产业的积极性,成为推进循环经济发展的重要立法。