

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica



第31卷 第20期 Vol.31 No.20 **2011**

中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 31 卷 第 20 期 2011 年 10 月 (半月刊)

目 次

- 洋山港潮间带大型底栖动物群落结构及多样性..... 王宝强,薛俊增,庄 骅,等 (5865)
- 天津近岸海域夏季大型底栖生物群落结构变化特征..... 冯剑丰,王秀明,孟伟庆,等 (5875)
- 基于景观遗传学的滇金丝猴栖息地连接度分析..... 薛亚东,李 丽,李迪强,等 (5886)
- 三江平原湿地鸟类丰富度的空间格局及热点地区保护..... 刘吉平,吕宪国 (5894)
- 江苏沿海地区耕地景观生态安全格局变化与驱动机制 王 千,金晓斌,周寅康 (5903)
- 广州市主城区树冠覆盖景观格局梯度..... 朱耀军,王 成,贾宝全,等 (5910)
- 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 林 佳,宋 戈,宋思铭 (5918)
- 基于景观安全格局的香格里拉县生态用地规划..... 李 晖,易 娜,姚文璟,等 (5928)
- 苏南典型城镇耕地景观动态变化及其影响因素..... 周 锐,胡远满,苏海龙,等 (5937)
- 放牧干扰下若尔盖高原沼泽湿地植被种类组成及演替模式..... 韩大勇,杨永兴,杨 杨,等 (5946)
- 放牧胁迫下若尔盖高原沼泽退化特征及其影响因子..... 李 珂,杨永兴,杨 杨,等 (5956)
- 近 20 年广西钦州湾有机污染状况变化特征及生态影响..... 蓝文陆 (5970)
- 万仙山油松径向生长与气候因子的关系 彭剑峰,杨爱荣,田沁花 (5977)
- 50 年来山东塔山植被与物种多样性的变化 高 远,陈玉峰,董 恒,等 (5984)
- 热岛效应对植物生长的影响以及叶片形态构成的适应性..... 王亚婷,范连连 (5992)
- 遮荫对濒危植物崖柏光合作用和叶绿素荧光参数的影响..... 刘建锋,杨文娟,江泽平,等 (5999)
- 遮荫对 3 年生东北铁线莲生长特性及品质的影响..... 韩忠明,赵淑杰,刘翠晶,等 (6005)
- 云雾山铁杆蒿茎叶浸提液对封育草地四种优势植物的化感效应..... 王 辉,谢永生,杨亚利,等 (6013)
- 杭州湾滨海滩涂盐基阳离子对植物分布及多样性的影响 吴统贵,吴 明,虞木奎,等 (6022)
- 藏北高寒草原针茅属植物 AM 真菌的物种多样性..... 蔡晓布,彭岳林,杨敏娜,等 (6029)
- 成熟马占相思林的蒸腾耗水及年际变化..... 赵 平,邹绿柳,饶兴权,等 (6038)
- 荆条叶性状对野外不同光环境的表型可塑性..... 杜 宁,张秀茹,王 炜,等 (6049)
- 短期极端干旱事件干扰后退化沙质草地群落恢复力稳定性的测度与比较..... 张继义,赵哈林 (6060)
- 滨海盐碱地土壤质量指标对生态改良的响应..... 单奇华,张建锋,阮伟建,等 (6072)
- 退化草地阿尔泰针茅与狼毒种群的小尺度种间空间关联..... 赵成章,任 珩 (6080)
- 延河流域植物群落功能性状对环境梯度的响应 龚时慧,温仲明,施 宇 (6088)
- 臭氧胁迫使两优培九倒伏风险增加——FACE 研究 王云霞,王晓莹,杨连新,等 (6098)
- 甘蔗//大豆间作和减量施氮对甘蔗产量、植株及土壤氮素的影响 杨文亭,李志贤,舒 磊,等 (6108)
- 湿润持续时间对生物土壤结皮固氮活性的影响..... 张 鹏,李新荣,胡宜刚,等 (6116)
- 锌对两个品种茄子果实品质的效应..... 王小晶,王慧敏,王 菲,等 (6125)
- Cd²⁺ 胁迫对银芽柳 PS II 叶绿素荧光光响应曲线的影响 钱永强,周晓星,韩 蕾,等 (6134)
- 紫茉莉对铅胁迫生理响应的 FTIR 研究 薛生国,朱 锋,叶 晟,等 (6143)

结缕草对重金属镉的生理响应	刘俊祥,孙振元,巨关升,等 (6149)
两种大型真菌子实体对 Cd ²⁺ 的生物吸附特性	李维焕,孟凯,李俊飞,等 (6157)
富营养化山仔水库沉积物微囊藻复苏的受控因子	苏玉萍,林慧,钟厚璋,等 (6167)
一种新型的昆虫诱捕器及其对长足大竹象的诱捕作用	杨瑶君,刘超,汪淑芳,等 (6174)
光周期对梨小食心虫滞育诱导的影响	何超,孟泉科,花蕾,等 (6180)
农林复合生态系统防护林斑块边缘效应对节肢动物的影响	汪洋,王刚,杜瑛琪,等 (6186)
中国超大城市土地利用状况及其生态系统服务动态演变	程琳,李锋,邓华锋 (6194)
城市综合生态风险评价——以淮北市城区为例	张小飞,王如松,李正国,等 (6204)
唐山市域 1993—2009 年热场变化	贾宝全,邱尔发,蔡春菊 (6215)
基于投影寻踪法的武汉市“两型社会”评价模型与实证研究	王茜茜,周敬宣,李湘梅,等 (6224)
长株潭城市群生态屏障研究	夏本安,王福生,侯方舟 (6231)
基于生态绿当量的城市土地利用结构优化——以宁国市为例	赵丹,李锋,王如松 (6242)
基于 ARIMA 模型的生态足迹动态模拟和预测——以甘肃省为例	张勃,刘秀丽 (6251)
专论与综述	
孤立湿地研究进展	田学智,刘吉平 (6261)
甲藻的异养营养型	孙军,郭术津 (6270)
生态工程领域微生物菌剂研究进展	文娅,赵国柱,周传斌,等 (6287)
我国生态文明建设及其评估体系研究进展	白杨,黄宇驰,王敏,等 (6295)
期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 440 * zh * P * ¥70.00 * 1510 * 49 * 2011-10	



封面图说: 壶口瀑布是黄河中游流经秦晋大峡谷时形成的一个天然瀑布。此地两岸夹山,河底石岩上冲刷成一巨沟,宽达 30 米,深约 50 米,最大瀑面 3 万平方米。滚滚黄水奔流至此,倒悬倾注,若奔马直入河沟,波浪翻滚,惊涛怒吼,震声数里可闻。其形其声如巨壶沸腾,故名壶口。300 余米宽的滚滚黄河水至此突然收入壶口,有“千里黄河一壶收”之说。

彩图提供: 陈建伟教授 国家林业局 E-mail: cites.chenjw@163.com

王茜茜,周敬宣,李湘梅,肖人彬. 基于投影寻踪法的武汉市“两型社会”评价模型与实证研究. 生态学报, 2011, 31(20): 6224-6230.
Wang Q Q, Zhou J X, Li X M, Xiao R B. A projection-pursuit based model for evaluating the resource-saving and environment-friendly society and its application to a case in Wuhan. Acta Ecologica Sinica, 2011, 31(20): 6224-6230.

基于投影寻踪法的武汉市“两型社会” 评价模型与实证研究

王茜茜¹, 周敬宣¹, 李湘梅², 肖人彬³

(1. 华中科技大学环境科学与工程学院, 湖北 武汉 430074; 2. 华中科技大学文华学院, 湖北 武汉 430074;
3. 华中科技大学系统工程研究所, 湖北 武汉 430074)

摘要:为克服现有“两型社会”评价中存在的主观性强、不易处理高维数据等缺陷,提出了基于投影寻踪法的武汉市“两型社会”评价新方法。从资源、环境、经济、社会四个子系统出发,构建了武汉市“两型社会”评价指标体系;选取武汉市 2000—2009 年数据作为样本,将多维评价指标值投影为一维投影数据;引入加速遗传算法,优化投影指标函数寻求最佳投影方向;根据投影值大小对武汉市 2000—2009 年“两型社会”发展状况进行比较,利用最佳投影方向信息研究了各个指标对武汉市“两型社会”发展的影响程度。研究表明,2000—2009 年,武汉市“两型社会”建设呈现出良好的发展态势,建成区绿化覆盖率、人均公共绿地面积、第三产业增加值占 GDP 比重、空气质量优良率、每千人口医院床位数、工业用水重复利用率、每万人在校大学生人数、单位 GDP 能耗、每万人拥有公共交通工具等指标是武汉市“两型社会”建设的重要驱动因素。对此就武汉市建设“两型社会”提出了对策和建议。最后,指出投影寻踪模型为城市“两型社会”发展综合评价提供了一种值得探索和尝试的新方法。

关键词:两型社会;投影寻踪;评价

A projection-pursuit based model for evaluating the resource-saving and environment-friendly society and its application to a case in Wuhan

WANG Qianqian¹, ZHOU Jingxuan¹, LI Xiangmei², XIAO Renbin³

1 School of Environment Science and Engineering, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China

2 Wenhua College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China

3 Institute of Systems Engineering, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China

Abstract: To avoid the subjectivity and incapable of dealing with high dimensional dataset arise from conventional methods, this paper proposed a new methodology based on “Projection Pursuit Model (PPM)” to evaluate the development of resource-saving and environment-friendly society. Firstly, taking Wuhan as a case, evaluation index system was built according to four separate sub-systems that contain the resource, the environment, the economy and the society. Secondly, with the samples from the collection of quantitative data (2000—2009) in Wuhan, the multi-dimension values of the evaluation index of were synthesized into one dimension projection data. Thirdly, Accelerate Genetic Algorithm was introduced to optimize the function and seek the optimum projection vector. Fourthly, according to the projection values and the optimum projection vector, the development of resource-saving and environment-friendly society in Wuhan from 2000 to 2009 and the effect of the selected indexes on the development of resource-saving and environment-friendly society in Wuhan, were determined, respectively. Results indicated that the development of resource-saving and environment-friendly society in Wuhan from 2000 to 2009 presented a trend of accelerated growth. And the Coverage Rate of Green Area in

基金项目:国家自然科学基金(60974076);中国博士后科学基金特别资助项目(201003471)

收稿日期:2011-05-25; 修订日期:2011-07-12

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: wangqianqian-1987@163.com

Developed Area, the Per capita Public Green Areas, the Proportion of Tertiary Industry in GDP, the Excellent rate of air quality, the Number of Hospital Beds per 1000 population, the Reuse Rate of water use by Industry, the College Students Enrollment per 10000 population, the Unit GDP Energy Consumption, and the per 10000 Capital Public Vehicles were the main driving forces. Finally, corresponding countermeasures and suggestions are put forward to the development of resource-saving and environment-friendly society. Results also showed that the Projection Pursuit Model may served as an alternative method in evaluating the development of resource-saving and environment-friendly society of Urban Area.

Key Words: resource-saving and environment-friendly society; projection pursuit; evaluation

“两型社会”即资源节约型和环境友好型社会,指在经济和社会发展各个方面,切实保护和合理利用各种资源,提高资源利用率,以尽可能少的资源消耗获得最大的经济效益和社会效益,构建经济—社会—环境协调发展的社会体系。2007年12月,国家批准武汉城市圈为“全国资源节约型与环境友好型社会建设综合配套改革试验区”。欲加快“两型社会”建设,需要构建监测指标体系,并采取有效的方法对指标数据进行评价,从而对武汉市“两型社会”建设成果进行表征和评价。这不仅有助于决策者对“两型社会”建设的信息进行交流从而更有效地制定决策,而且有利于公众了解建设进程,增强环境保护意识。

目前国内对“两型社会”的研究主要集中在以下几个方面:①对“两型社会”内涵和本质的论述^[1-3],虽然学者们对“两型社会”的表述不尽一致,但其核心内涵相同,一致认为以尽可能少的资源消耗获得最大的经济效益和社会效益,构建经济—社会—环境协调发展体系是基本要点;②论述“两型社会”与低碳经济的相关性^[4-6],认为“两型社会”建设会对降低碳的排放起到促进作用,同时经济社会的低碳化发展能推进“两型社会”发展;③对“两型社会”发展模式的探索与实践^[7-10],主要对“两型社会”发展提出具体的建议对策,从产业结构、资源节约等多个方面提出具体的建设途径;④探寻“两型社会”指标体系^[11-13],从资源、环境、社会、经济等方面选取指标,探索性建立多层次多指标综合评价体系;⑤对“两型社会”发展评价方法的研究^[14-17],主要采用加权综合评分法和层次分析法进行研究。这些方法均存在较大主观性和人为干扰因素,影响了所获研究结论的客观性。

鉴于此,本研究尝试采用一种新型的多指标数据降维处理方法——投影寻踪模型,对武汉市2000—2009年“两型社会”发展进行了综合评价,据此对武汉“两型社会”发展提出对策与建议,旨在为城市“两型社会”建设的决策提供科学依据。

1 投影寻踪模型

1.1 投影寻踪方法

投影寻踪是由美国科学家 Kruskal 于 1972 年提出的一种用来分析和处理非线性、非正态高维数据的新型数理统计方法^[18]。其基本思路是把高维数据投影到低维子空间上,通过优化投影指标函数,寻找出能反映高维数据结构特征的投影向量,在低维空间上对数据结构进行分析,以达到分析研究高维数据的目的。投影寻踪法已广泛应用于评价、预测、模式识别等领域,目前在环境学科领域已应用于水资源评价、生态城市评价等方面^[19-21]。

投影寻踪法成功的关键是投影指标函数优化的问题,传统的优化方法往往需要目标函数具有连续可导的特性,在一定程度上增大了计算难度限制其发展。应用基于实数编码的加速遗传算法来实现投影寻踪聚类评价的优化,克服了传统优化方法的缺点,实现过程更为简单,使得投影寻踪聚类技术便于实际操作应用。因此,本文采用基于遗传算法的投影寻踪聚类评价模型(projection pursuit classification evaluation model based on RAGA, PPCE-RAGA)。

PPCE-RAGA 建模过程主要包括以下 4 个步骤^[22]:

(1) 评价指标值的归一化处理

设各指标值的样本集为 $\{x(i,j) \mid i=1-n; j=1-p\}$, 其中 $x^*(i,j)$ 为第 i 个样本第 j 个指标值, n, p 分别为样本的个数和指标的数目。为消除各指标值的量纲和统一各指标值的变化范围, 可采用下式进行极值归一化处理:

$$\text{对于越大越优的指标} \quad x(i,j) = \frac{x^*(i,j) - x_{\min}(j)}{x_{\max}(j) - x_{\min}(j)} \quad (1)$$

$$\text{对于越小越优的指标} \quad x(i,j) = \frac{x_{\max}(j) - x^*(i,j)}{x_{\max}(j) - x_{\min}(j)} \quad (2)$$

式中, $x_{\max}(j)$ 和 $x_{\min}(j)$ 分别为第 j 个指标值的最大值和最小值, $x(i,j)$ 为指标特征值归一化的序列。

(2) 构造投影指标函数 $Q(a)$

设 $a = \{a(1), a(2), \dots, a(p)\}$ 为投影方向向量, 样本 i 在该方向上的投影值为:

$$Z(i) = \sum_{j=1}^p a(j)x(i,j) \quad (i = 1, 2, 3, \dots, n) \quad (3)$$

在优化投影值时, 要求投影值 $Z(i)$ 的散布特征为: 局部投影点尽可能密集, 最好凝聚成若干个点团, 而整体上投影点团之间尽可能散开。因此, 投影指标函数可以表达成:

$$Q(a) = S_z D_z \quad (4)$$

式中, S_z 为投影值 $Z(i)$ 的标准差, D_z 为投影值 $Z(i)$ 的局部密度, 即:

$$S_z = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Z(i) - E(z))^2}{n-1}} \quad (5)$$

$$D_z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (R - r(i,j)) \cdot u(R - r(i,j)) \quad (6)$$

式中, $E(z)$ 为序列 $Z(i)$ 的平均值; R 为局部密度的窗口半径。 $r(i,j)$ 表示样本之间的距离, $r(i,j) = |Z(i) - Z(j)|$; 符号函数 $u(R - r(i,j))$ 为单位阶跃函数, 当 $R \geq r(i,j)$ 时函数值取 1, 否则取 0。

(3) 优化投影指标函数

通过求解下面的优化模型来计算最佳投影方向:

$$\text{最大化目标函数 } \max Q(a); \text{ 约束条件 } \sum_{j=1}^p a^2(j) = 1$$

由于传统的优化方法难以解决以 $a(j)$ 为优化变量的复杂非线性优化问题, 本研究特采用通用的全局优化方法之一的加速遗传算法 (RAGA), 来实现高维全局寻优。

(4) 聚类 (优序排列)

得到最佳投影方向后, 计算各样本点的投影值。将投影值从大到小排序, 可以将样本从优到劣进行排序。根据最佳投影方向, 可进一步分析各指标对综合评价结果的影响程度。

1.2 投影寻踪法在“两型社会”综合评价建模中的适用性

目前国内学者多采用加权综合评分法和层次分析法等方法对“两型社会”进行评价, 存在依赖主观设置指标权重以及不易处理高维度数据的缺陷, 难以客观表征“两型社会”综合评价中的指标数据具有高维度、非正态、非线性等特点。而投影寻踪法是针对常规的系统综合评价方法的形式化、数学化等局限性而提出的由样本数据驱动的探索性数据分析方法, 适用于高维度、非线性、非正态评价问题。

投影寻踪法自提出以来, 已在系统综合评价领域得到许多应用, 如陈广洲在城市生态系统健康评价方面^[20], 高扬在景观生态安全评价方面^[21]。应用实例表明, 该模型易于决策, 具有很强的客观性、适用性和可操作性。而“两型社会”系统与上述研究所涉及的系统具有很大的相似性, 因此投影寻踪法从理论上而言适用于“两型社会”评价建模。

2 实证研究

2.1 指标体系构建

“两型社会”评价指标体系应遵循完备性、科学性、代表性和可行性等原则,充分体现“两型社会”内涵。参照目前“两型社会”评价指标体系的研究现状,结合《武汉市城市总体规划(2010—2020年)》的规划指标,综合经济、社会、资源、环境、科技创新和教育等因素,初步确定了28个单项指标。考虑武汉市“两型社会”发展状况以及指标数据的可得性和可操作性,最终得到由18个单项指标构成的武汉市“两型社会”发展综合评价指标体系(表1)。

表1 “两型社会”综合评价指标体系

Table 1 Comprehensive evaluation indicator system of “Resource-saving and Environment-friendly Society”

一级指标 First grade indexes	二级指标 Second indexes	指标性质 Characters of indicators
经济 Economy	X1 人均 GDP/(元/人)	正
	X2 第三产业增加值占 GDP 比重/%	正
	X3 高新技术产业增加值占 GDP 比重/%	正
	X4 R&D 经费占 GDP 比重/%	正
社会 Society	X5 人均住宅面积/m ²	正
	X6 每万人拥有公共交通工具/标台	正
	X7 每万人在校大学生人数/人	正
	X8 每千人口医院床位数/张	正
资源 Resources	X9 单位 GDP 能耗/(吨标煤/万元)	逆
	X10 燃气普及率/%	正
	X11 工业固体废物综合利用率/%	正
	X12 工业用水重复利用率/%	正
环境 Environment	X13 城市生活污水集中处理率/%	正
	X14 二氧化硫排放量/(万吨)	逆
	X15 空气质量优良率/%	正
	X16 生活垃圾无害化处理率/%	正
	X17 人均公共绿地面积/(m ² /人)	正
	X18 建成区绿化覆盖率/%	正

能源利用效率(即清洁能源占能源总消费的比重,考虑统计制度和数据的可得性,用燃气普及率来反映清洁能源的使用率)

2.2 投影寻踪评价模型的应用

本文采用基于遗传算法的投影寻踪模型来评价武汉市“两型社会”发展状况。选取武汉市2000—2009年数据作为样本,数据来源主要是武汉市统计年鉴(2001—2010年)和武汉市环境保护公报(2000—2009年)。样本维数为10,指标数为18,按照公式(1)和(2)将指标数据进行归一化处理,归一化结果见表2。采用MATLAB 7.0编程处理数据,对表2中数据建立PPCE-RAGA模型。选定父代初始种群规模 $n=400$,交叉概率 $p_c=0.80$,变异概率 $p_m=0.20$,优秀个体数目选定为20个, $\alpha=0.05$,加速次数为20。得出最佳投影向量及每个样本对应的投影值(表2)。

各个样本的投影值见图1所示。由图1可以看出,从2000年至2009年,样本投影值逐渐增大,表明武汉市“两型社会”建设呈现良好的发展态势。从动态分析角度上来看,自2000年后,武汉市每年的“两型社会”建设均取得一定成绩,一年胜过一年。在近年来经济快速增长且对环境愈加重视的大好国际、国内环境下,特别是武汉城市圈申请“全国资源节约型与环境友好型社会建设综合配套改革试验区”的背景下,武汉市发展经济的同时,强调节约式的发展模式,逐渐减少对环境的破坏,建设真正的资源节约、环境友好型城市。

此外,最佳投影方向各分量的大小实质上反映了各指标对“两型社会”综合评价的影响程度,绝对值越大则对应的指标对评价结果的影响程度越大。根据表2中的最佳投影方向,权重位于前九位的指标分别是:建成区绿化覆盖率、人均公共绿地面积、第三产业增加值占GDP比重、空气质量优良率、每千人口医院床位数、

工业用水重复利用率、每万人在校大学生人数、单位 GDP 能耗、每万人拥有公共交通工具。在武汉市“两型社会”建设中,可以作为一定的参考依据,将上述指标作为未来重点提升方向。

表 2 “两型社会”评价指标归一化处理结果及运算结果

指标 Index	年份 Year										最佳投影方向 Optimum projective direction
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	
X1	0.000	0.040	0.080	0.124	0.224	0.318	0.439	0.590	0.858	1.000	0.1780
X2	0.000	0.450	0.700	0.900	0.800	0.350	0.800	1.000	1.000	0.650	0.3272
X3	0.000	0.228	0.293	0.339	0.260	0.457	0.772	0.869	0.832	1.000	0.0052
X4	0.368	0.368	0.000	0.074	0.000	0.588	0.647	0.699	0.824	1.000	0.0287
X5	0.000	0.038	0.605	0.685	0.700	0.756	0.818	0.881	0.928	1.000	0.1672
X6	0.966	0.715	0.123	0.294	0.326	0.000	1.000	0.954	0.647	0.672	0.2360
X7	0.000	0.119	0.209	0.351	0.498	0.808	0.869	0.904	0.947	1.000	0.2790
X8	0.267	0.252	0.000	0.370	0.289	0.319	0.141	0.378	0.556	1.000	0.2804
X9	0.000	0.379	0.474	0.463	0.337	0.737	0.768	0.832	0.916	1.000	0.2469
X10	0.000	0.291	0.544	0.680	0.874	0.971	0.981	1.000	0.717	0.776	0.0873
X11	0.623	0.791	0.908	1.000	0.000	0.378	0.575	0.579	0.684	0.687	0.0499
X12	0.000	0.121	0.130	0.064	0.367	0.422	0.647	0.884	0.981	1.000	0.2796
X13	0.139	0.151	0.000	0.000	0.003	0.237	0.643	0.874	0.951	1.000	0.0119
X14	0.668	0.704	0.744	1.000	0.215	0.000	0.045	0.300	0.735	0.919	0.1279
X15	0.481	0.000	0.013	0.294	0.299	0.617	0.640	0.678	0.897	1.000	0.2887
X16	0.596	0.888	1.000	0.574	0.002	0.000	0.008	0.606	0.211	0.344	0.0569
X17	0.000	0.180	0.310	0.687	0.848	0.972	1.000	0.953	0.981	0.972	0.3749
X18	0.000	0.137	0.258	0.414	0.639	0.963	1.000	0.912	0.939	0.934	0.4769
投影值 Projection value	0.6044	0.9125	1.0745	1.6479	1.7156	2.0399	2.5525	2.8274	3.0249	3.1858	

3 对策与建议

基于以上建立的武汉市“两型社会”发展评价模型,以及最佳投影向量和投影值的分析,提出武汉市“两型社会”建设的具体若干建议如下:

(1) 加强武汉市环境质量建设投入,提高人居环境质量和生态环境质量。增大建成区绿化覆盖率和人均公共绿地面积,改善武汉市空气质量将是武汉市环境保护部门今后的工作重点。

(2) 加快产业结构优化和升级,提高第三产业增加值占 GDP 比重。依靠科技进步带动经济发展,逐步形成支撑性第三产业。同时充分利用武汉市的文化资源和旅游资源,大力发展第三产业,进一步调整武汉市产业结构。

(3) 提高能源和资源利用效率,特别是提高工业用水重复利用率,降低单位 GDP 能耗。加大节能减排的政策支持力度,同时加快节能技术开发和推广。在努力提高第三产业占 GDP 比重的同时,重视工业内部结构调整,推进高科技低能耗行业发展,限制并淘汰低附加值、高耗能行业的发展。

(4) 加强社会发展和民生改善,关注百姓的医疗、教育和交通三大问题。武汉市作为中部交通枢纽和科

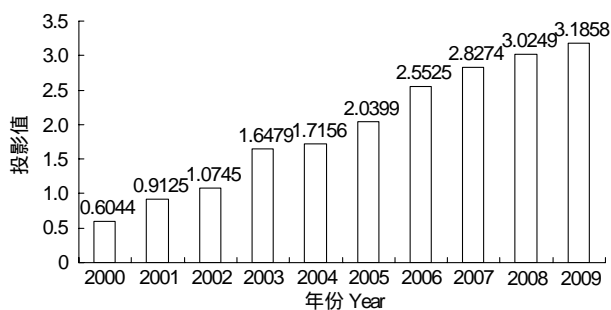


图 1 2000—2009 年武汉市“两型社会”发展变化

Fig. 1 The change of “Resource-saving and Environment-friendly Society” construction of Wuhan from 2000 to 2009

教聚集的地方,应大力发展交通和教育事业。

(5) 建立健全“两型社会”建设综合评价体系。建立一套完备且行之有效的综合评价体系对武汉市“两型社会”建设成果进行表征和评价,为政府决策提供科学依据,同时利于公众了解建设进程,增强环境保护意识。

4 结论

(1) 实证研究表明,采用投影寻踪法建立武汉市“两型社会”评价模型,直接由样本数据驱动,模型的信息量不会丢失,同时避免了人为赋权的主观干扰,克服了传统方法的不足,取得了较为满意的评价效果。

(2) 研究结果表明,从 2000 年至 2009 年,武汉市“两型社会”建设呈现良好的发展态势。同时根据最佳投影方向各分量的大小,可以知道各评价指标对综合评价结果的影响程度,从而为“两型社会”建设重点提供了一定的参考依据。

(3) 鉴于城市“两型社会”综合评价的复杂性,综合指标的选取还没有统一的标准。关于指标体系选取的全面性、科学性和典型性问题,有待深入研究。

References:

- [1] Qi J G. The construction of Resource-saving and Environment-friendly Society. The Chinese Academy of Social Sciences Institute Report, 2005-11-15(1).
- [2] Wang P. Reconsideration of the meaning of “Two-oriented Society”. Northern Economy, 2009, (2): 5-6.
- [3] Zhou D L, Liu M S. Summary of viewpoints in domestic research into Two-oriented Society. Journal of Beijing City University, 2009, (4): 29-33.
- [4] Liu C J, Feng B M. Enlightenment of low-carbon economy on the “Two-oriented Society” construction of Wuhan Circle. China Population Resources and Environment, 2009, 19(5): 16-21.
- [5] Zhao J, Cao Y Q, Xu T, Yin D Q. The study of the relationship and indicators of low-carbon economy and “Two-oriented Society”. Environmental Science and Management, 2010, 35(6): 163-169.
- [6] Bi J, Zhang Y L. Low-carbon economy: path to boosting the “Two-oriented Society” construction. China Development, 2009, 9(6): 6-10.
- [7] Chen J J, Lei Z. Study on new urbanization of Wuhan Metropolitan Area with visual angles of “Two-oriented Society”. Research of Agricultural Modernization, 2009, 30(5): 530-533.
- [8] Wu Y P. Study on the “Two-oriented Society” construction strategy of Wuhan Circle. Commercial Times, 2009, (24): 120-121.
- [9] Xu Q, Zhao J, Zhang S F, An Y H, Xie X M. Survey on the “Two-oriented Society” construction of Changsha, HuNan. Macroeconomic Management, 2010, (8): 61-63.
- [10] Wang Y G, Luo J S, Wang Y. The Theory and Practice of Resource-Saving and Environment-Friendly Society. Changsha: Hunan People's Publishing House, 2008.
- [11] Group of Index System in Two-oriented Society Construction. Research on comprehensive index system of “Two oriented Society” group of index system in Two oriented Society construction. The Theory and Practice of Finance and Economics, 2009, 30(159): 114-117.
- [12] Ye Q H, Jiang N. Research on comprehensive statistical index system of “Two oriented Society”. Statistics and Decision, 2009, (17): 28-30.
- [13] Chen L M, Ou W. Research on the index system of the Two-oriented Society in the perspective of sustainable development. Science and Technology Progress and Policy, 2009, 26(20): 37-41.
- [14] Zeng X M, Zhao M, Nie P J, Zou Y. Research on comprehensive index system of “Two oriented Society”-based on the case study of Wuhan. Pioneering with Science and Technology Monthly, 2008, 21(5): 85-87.
- [15] Gong S M, Zhu H L. The comprehensive monitoring evaluation system and methods on “Two-oriented Society”. Statistics and Decision, 2009, (3): 14-16.
- [16] Zhu L L, Xiao L Z. Index system and analysis of comprehensive evaluation of “Two-oriented Society”. Journal of the Postgraduate of Zhongnan University of Economics and Law, 2009, (6): 14-16.
- [17] Xiang G P. A Study on Indicator System and Comprehensive Evaluation of the Construction of Resource-Saving and Environment-Friendly Society in Wuhan [D]. Guangzhou: Jinan University, 2009.
- [18] Kruscal J B. Linear transformation of multivariate data to reveal clustering//Shepard R N, Romney A K, Nerlove S B, eds. Multidimensional Scaling: Theory and Application in the Behavioral Sciences. New York, London: Seminar Press, 1972.
- [19] Tan Y M, Sun X L. Application of accelerating genetic algorithm and projection pursuit model in water quality assessment. Water Resources and

Power, 2008, 26(6): 42-44.

- [20] Chen G Z, Wang J Q. Health assessment of urban ecosystem based on a projection pursuit model. *Acta Ecologica Sinica*, 2009, 29(9): 4918-4923.
- [21] Gang Y, Huang H M, Wu Z F. Landscape ecological security assessment based on projection pursuit: a case study of nine cities in the Pearl River Delta. *Acta Ecologica Sinica*, 2010, 30(21): 5894-5903.
- [22] Fu Q, Zhao X Y. *The Principle and Application of Projection Pursuit Model*. Beijing: Science Press, 2006: 47-49.

参考文献:

- [1] 齐建国. 建立资源节约型与环境友好型社会. *中国社会科学院院报*, 2005-11-15(1).
- [2] 王鹏. 对“两型社会”内涵的再思考. *北方经济*, 2009, (2): 5-6.
- [3] 周栋良, 刘茂松. “两型社会”研究述评. *北京城市学院学报*, 2009, (4): 29-33.
- [4] 刘传江, 冯碧梅. 低碳经济对武汉城市圈建设“两型社会”的启示. *中国人口·资源与环境*, 2009, 19(5): 16-1.
- [5] 赵静, 曹伊清, 徐挺, 尹大强. 低碳经济与“两型社会”的相关性及指标研究. *环境科学与管理*, 2010, 35(6): 163-169.
- [6] 毕军, 张永亮. 推进“两型社会”建设的低碳经济之路. *中国发展*, 2009, 9(6): 6-10.
- [7] 陈建军, 雷征. “两型社会”视角下武汉城市圈新型城市化道路的探索. *农业现代化研究*, 2009, 30(5): 530-533.
- [8] 吴亚平. 武汉城市圈“两型社会”建设发展策略研究. *商业时代*, 2009, (24): 120-121.
- [9] 许强, 兆江, 张松峰, 安宇宏, 谢湘明. 湖南长沙“两型社会”建设调研. *宏观经济管理*, 2010, (8): 61-63.
- [10] 王义高, 罗劲松, 王赞. “两型社会”的理论与实践. 长沙: 湖南人民出版社, 2008.
- [11] 《两型社会建设指标体系研究》课题组. “两型社会”综合指标体系研究. *财经理论与实践*, 2009, 30(159): 114-117.
- [12] 叶庆红, 江宁. “两型”社会建设统计评价指标体系研究. *统计与决策*, 2009, (17): 28-30.
- [13] 陈黎明, 欧文. 可持续发展视角下的两型社会指标体系研究. *科技进步与对策*, 2009, 26(20): 37-41.
- [14] 曾翔旻, 赵曼, 聂佩进, 邹宇. “两型社会”综合评价指标体系建设和实证分析——基于武汉市的实证研究. *科技创业*, 2008, 21(5): 85-87.
- [15] 龚曙明, 朱海玲. “两型社会”综合监测评价体系与方法研究. *统计与决策*, 2009, (3): 14-16.
- [16] 朱璐璐, 肖腊珍. “两型社会”综合评价指标体系的建立和实证分析. *中南财经政法大学研究生学报*, 2009, (6): 83-90.
- [17] 相广萍. 构建武汉“两型”社会的指标体系及综合评价研究. 广州: 暨南大学, 2009.
- [19] 谭永明, 孙秀玲. 基于加速遗传算法与投影寻踪的水质评价模型. *水电能源科学*, 2008, 26(6): 42-44.
- [20] 陈广洲, 汪家权. 基于投影寻踪的城市生态系统健康评价. *生态学报*, 2009, 29(9): 4918-4923.
- [21] 高杨, 黄华梅, 吴志峰. 基于投影寻踪的珠江三角洲景观生态安全评价. *生态学报*, 2010, 30(21): 5894-5903.
- [22] 付强, 赵小勇. *投影寻踪模型原理及其应用*. 北京: 科学出版社, 2006: 47-49.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 31 ,No. 20 October ,2011 (Semimonthly)

CONTENTS

Community structure and diversity of macrobenthos in the intertidal zones of Yangshan Port WANG Baoqiang, XUE Junzeng, ZHUANG Hua, et al (5865)

Variation characteristics of macrobenthic communities structure in tianjin coastal region in summer FENG Jianfeng, WANG Xiuming, MENG Weiqing, et al (5875)

Analysis of habitat connectivity of the Yunnan snub-nosed monkeys (*Rhinopithecus bieti*) using landscape genetics XUE Yadong, LI Li, LI Diqiang, WU Gongsheng, et al (5886)

Study on the spatial pattern of wetland bird richness and hotspots in Sanjiang Plain LIU Jiping, LÜ Xianguo (5894)

Dynamic analysis of coastal region cultivated land landscape ecological security and its driving factors in Jiangsu WANG Qian, JIN Xiaobin, ZHOU Yinkang (5903)

Landscape pattern gradient on tree canopy in the central city of Guangzhou, China ZHU Yaojun, WANG Cheng, JIA Baoquan, et al (5910)

Research on dynamic changes of landscape structure and land use eco-security; a case study of Jiansanjiang land reclamation area LIN Jia, SONG Ge, SONG Siming (5918)

Shangri-La county ecological land use planning based on landscape security pattern LI Hui, YI Na, YAO Wenjing, WANG Siqi, et al (5928)

Changes of paddy field landscape and its influence factors in a typical town of south Jiangsu Province ZHOU Rui, HU Yuanman, SU Hailong, et al (5937)

Species composition and succession of swamp vegetation along grazing gradients in the Zoige Plateau, China HAN Dayong, YANG Yongxing, YANG Yang, et al (5946)

Characteristics and influence factors of the swamp degradation under the stress of grazing in the Zoige Plateau LI Ke, YANG Yongxing, YANG Yang, et al (5956)

Variation of organic pollution in the last twenty years in the Qinzhou bay and its potential ecological impacts LAN Wenlu (5970)

Response of radial growth Chinese pine (*Pinus tabulaeformis*) to climate factors in Wanxian Mountain of He'nan Province PENG Jianfeng, YANG Airong, TIAN Qinhua (5977)

Vegetation and species diversity change analysis in 50 years in Tashan Mountain, Shandong Province, China GAO Yuan, CHEN Yufeng, DONG Heng, et al (5984)

Effect of urban heat island on plant growth and adaptability of leaf morphology constitute WANG Yating, FAN Lianlian (5992)

Effects of shading on photosynthetic characteristics and chlorophyll fluorescence parameters in leaves of the endangered plant *Thuja sutchuenensis* LIU Jianfeng, YANG Wenjuan, JIANG Zeping, et al (5999)

Effects of shading on growth and quality of triennial *Clematis manshurica* Rupr. HAN Zhongming, ZHAO Shujie, LIU Cuijing, et al (6005)

Allelopathic effect of extracts from *Artemisia sacrorum* leaf and stem on four dominant plants of enclosed grassland on Yunwu Mountain WANG Hui, XIE Yongsheng, YANG Yali, et al (6013)

Effects of soil base cation composition on plant distribution and diversity in coastal wetlands of Hangzhou Bay, East China WU Tonggui, WU Ming, YU Mukui, et al (6022)

Species diversity of arbuscular mycorrhizal fungi of *Stipa* L. in alpine grassland in northern Tibet in China CAI Xiaobu, PENG Yuelin, YANG Minna, et al (6029)

Water consumption and annual variation of transpiration in mature *Acacia mangium* Plantation ZHAO Ping, ZOU Lvliu, RAO Xingquan, et al (6038)

Foliar phenotypic plasticity of a warm-temperate shrub, *Vitex negundo* var. *heterophylla*, to different light environments in the field DU Ning, ZHANG Xiuru, WANG Wei, et al (6049)

An case study on vegetation stability in sandy desertification land; determination and comparison of the resilience among communities after a short period of extremely aridity disturbanc	ZHANG Jiyi, ZHAO Halin (6060)
Response of soil quality indicators to comprehensive amelioration measures in coastal salt-affected land	SHAN Qihua, ZHANG Jianfeng, RUAN Weijian, et al (6072)
Fine-scale spatial associations of <i>Stipa krylovii</i> and <i>Stellera chamaejasme</i> population in alpine degraded grassland	ZHAO Chengzhang, REN Heng (6080)
The response of community-weighted mean plant functional traits to environmental gradients in Yanhe river catchment	GONG Shihui, WEN Zhongming, SHI Yu (6088)
Ozone stress increases lodging risk of rice cultivar Liangyoupeijiu; a FACE study	WANG Yunxia, WANG Xiaoying, YANG Lianxin, et al (6098)
Effect of sugarcane//soybean intercropping and reduced nitrogen rates on sugarcane yield, plant and soil nitrogen	YANG Wenting, LI Zhixian, SHU Lei, et al (6108)
Effect of wetting duration on nitrogen fixation of biological soil crusts in Shapotou, Northern China	ZHANG Peng, LI Xinrong, HU Yigang, et al (6116)
Effects of zinc on the fruits' quality of two eggplant varieties	WANG Xiaojing, WANG Huimin, WANG Fei, et al (6125)
Rapid light-response curves of PS II chlorophyll fluorescence parameters in leaves of <i>Salix leucopithecia</i> subjected to cadmium-ion stress	QIAN Yongqiang, ZHOU Xiaoxing, HAN Lei, et al (6134)
Physiological Response of <i>Mirabilis jalapa</i> Linn. to Lead Stress by FTIR Spectroscopy	XUE Shengguo, ZHU Feng, YE Sheng, et al (6143)
Physiological response of <i>Zoysia japonica</i> to Cd ²⁺	LIU Junxiang, SUN Zhenyuan, JU Guansheng, et al (6149)
Biosorption of Cd ²⁺ using the fruiting bodies of two macrofungi	LI Weihuan, MENG Kai, LI Junfei, et al (6157)
Factors regulating recruitment of <i>Microcystis</i> from the sediments of the eutrophic Shanzai Reservoir	SU Yuping, LIN Hui, ZHONG Houzhang, et al (6167)
A new type of insect trap and its trapping effect on <i>Cyrtotrachelus buqueti</i>	YANG Yaojun, LIU Chao, WANG Shufang, et al (6174)
Photoperiod influences diapause induction of Oriental Fruit Moth(Lepidoptera: Tortricidae)	HE Chao, MENG Quanke, HUA Lei, et al (6180)
Influence of edge effects on arthropods communities in agroforestry ecological systems	WANG Yang, WANG Gang, DU Yingqi, et al (6186)
Dynamics of land use and its ecosystem services in China's megacities	CHENG Lin, LI Feng, DENG Huafeng (6194)
Comprehensive assessment of urban ecological risks; the case of Huaibei City	CHANG Hsiaoifei, WANG Rusong, LI Zhengguo, et al (6204)
The dynamics of surface heat status of Tangshan City in 1993—2009	JIA Baoquan, QIU Erfa, CAI Chunju (6215)
A projection-pursuit based model for evaluating the resource-saving and environment-friendly society and its application to a case in Wuhan	WANG Qianqian, ZHOU Jingxuan, LI Xiangmei, et al (6224)
Research on ecological barrier to Chang-Zhu-Tan metropolitan area	XIA Benan, WANG Fusheng, HOU Fangzhou (6231)
Optimization of urban land structure based on ecological green equivalent; a case study in Ningguo City, China	ZHAO Dan, LI Feng, WANG Rusong (6242)
Dynamic ecological footprint simulation and prediction based on ARIMA Model; a case study of Gansu Province, China	ZHANG Bo, LIU Xiuli (6251)
Review and Monograph	
A prospect for study on isolated wetland	TIAN Xuezhi, LIU Jiping (6261)
Dinoflagellate heterotrophy	SUN Jun, GUO Shujin (6270)
Research progress of microbial agents in ecological engineering	WEN Ya, ZHAO Guozhu, ZHOU Chuanbin, et al (6287)
The progress of ecological civilization construction and its indicator system in China	BAI Yang, HUANG Yuchi, WANG Min, et al (6295)

2009 年度生物学科总被引频次和影响因子前 10 名期刊*

(源于 2010 年版 CSTPCD 数据库)

排序 Order	期刊 Journal	总被引频次 Total citation	排序 Order	期刊 Journal	影响因子 Impact factor
1	生态学报	11764	1	生态学报	1.812
2	应用生态学报	9430	2	植物生态学报	1.771
3	植物生态学报	4384	3	应用生态学报	1.733
4	西北植物学报	4177	4	生物多样性	1.553
5	生态学杂志	4048	5	生态学杂志	1.396
6	植物生理学通讯	3362	6	西北植物学报	0.986
7	JOURNAL OF INTEGRATIVE PLANT BIOLOGY	3327	7	兽类学报	0.894
8	MOLECULAR PLANT	1788	8	CELL RESEARCH	0.873
9	水生生物学报	1773	9	植物学报	0.841
10	遗传学报	1667	10	植物研究	0.809

★《生态学报》2009 年在核心版的 1964 种科技期刊排序中总被引频次 11764 次,全国排名第 1;影响因子 1.812,全国排名第 14;第 1—9 届连续 9 年入围中国百种杰出学术期刊;中国精品科技期刊

编辑部主任 孔红梅

执行编辑 刘天星 段 靖

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

(半月刊 1981 年 3 月创刊)

第 31 卷 第 20 期 (2011 年 10 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 31 No. 20 2011

编 辑 《生态学报》编辑部
地址:北京海淀区双清路 18 号
邮政编码:100085
电话:(010)62941099
www.ecologica.cn
shengtaixuebao@rcees.ac.cn

Edited by Editorial board of
ACTA ECOLOGICA SINICA
Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
Tel:(010)62941099
www.ecologica.cn
Shengtaixuebao@rcees.ac.cn

主 编 冯宗炜
主 管 中国科学技术协会
主 办 中国生态学会
中国科学院生态环境研究中心
地址:北京海淀区双清路 18 号
邮政编码:100085

Editor-in-chief FENG Zong-Wei
Supervised by China Association for Science and Technology
Sponsored by Ecological Society of China
Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS
Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China

出 版 科 学 出 版 社
地址:北京东黄城根北街 16 号
邮政编码:100717

Published by Science Press
Add:16 Donghuangchenggen North Street,
Beijing 100717, China

印 刷 北京北林印刷厂
发 行 科 学 出 版 社
地址:东黄城根北街 16 号
邮政编码:100717
电话:(010)64034563
E-mail:journal@espg.net

Printed by Beijing Bei Lin Printing House,
Beijing 100083, China
Distributed by Science Press
Add:16 Donghuangchenggen North
Street, Beijing 100717, China
Tel:(010)64034563
E-mail:journal@espg.net

订 购 全国各地邮局
国外发行 中国国际图书贸易总公司
地址:北京 399 信箱
邮政编码:100044

Domestic All Local Post Offices in China
Foreign China International Book Trading
Corporation
Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China

广告经营
许 可 证 京海工商广字第 8013 号



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 70.00 元