

DOI: 10.5846/stxb201705050830

刘旭升, 李献文, 孙涛. 内蒙古磴口县林业生态建设工程综合效益评价. 生态学报, 2017, 37(18): 6196-6204.

Liu X S, Li X W, Sun T. The evaluation of comprehensive benefits of forestry ecological construction projects of Dengkou County, Inner Mongolia, China. Acta Ecologica Sinica, 2017, 37(18): 6196-6204.

内蒙古磴口县林业生态建设工程综合效益评价

刘旭升^{1,*}, 李献文², 孙涛¹

¹ 国家林业局调查规划设计院, 北京 100714

² 中国农业大学资源与环境学院, 北京 100193

摘要: 林业生态建设工程具有重要的经济、生态和社会效益。内蒙古磴口县是林业生态建设工程实施的重点地区, 对该区域林业生态建设工程的综合效益进行评价, 具有代表性意义。依据评价指标体系构建原则、相关文献资料和当地实际情况, 构建磴口县林业生态建设工程综合评价体系; 在此基础上, 通过时间序列分析, 完成 1991—2015 年磴口县的林业生态建设工程综合效益量化评价。结果表明: 在林业生态建设工程评价体系中, 经济、生态和社会 3 个方面所占比重不同, 其中, 国内生产总值、造林面积、吸收二氧化硫年增加价值、削减粉尘年增加价值及农民人均纯收入五项指标在综合效益评价中权重比例较大; 近年来磴口县林业生态建设工程综合效益较 1990—1999 年期间有所提高, 但波动幅度较大, 而近年来研究区综合效益趋于稳定并略有上升。磴口县林业生态建设工程在改善区域生态环境、遏制沙化土地扩展等方面的成效相对显著, 有效促进了地区经济发展。

关键词: 林业生态建设; 时间序列分析; 经济效益; 生态效益; 社会效益

The evaluation of comprehensive benefits of forestry ecological construction projects of Dengkou County, Inner Mongolia, China

LIU Xusheng^{1,*}, LI Xianwen², SUN Tao¹

¹ Chinese Academy of Forest Inventory and Planning, State Forestry Administration, Beijing 100714, China

² College of Resources and Environmental Sciences, China Agricultural University, Beijing 100193, China

Abstract: Forestry ecological construction projects have important economic, ecological, and social compound benefits. Dengkou County in Inner Mongolia is located at the northeast of the Ulan Buh Desert and is a typical ecologically fragile zone; it is also a key area for forestry ecological construction projects and has representative significance for evaluating the comprehensive benefits of the ecological construction area. Considering the principles of comprehensiveness, simplification, scientifically valid, representativeness, objectivity, feasibility, and comparability of the data, the evaluation indicator system was divided into economic, ecological, and social benefits. In this paper, we describe the development of a comprehensive indicator system for benefit evaluation based on these principles, published works, and the current situation. Firstly, 36 indicators were preliminarily selected from relevant literature. Secondly, 20 of these indicators were carefully chosen using experts' opinions. Thirdly, 11 indicators were finally confirmed according to the local characteristics and data accessibility. The final evaluation indicator system was composed of 11 indicators, comprising Gross Domestic Product (GDP), per capita added value of forestry, total output value of forestry, planting area, water conservation value, stocking value, annual increase in sulfur dioxide absorption value, annual increase in dust abatement value, net income of rural households, Engel's coefficient for farmers, and the social benefit of forest. Moreover, the comprehensive benefits of the forestry ecological construction engineering conducted between 1991 and 2015 were evaluated using Matlab 2015a software

基金项目: 国家林业局林业公益性行业项目 (201204202)

收稿日期: 2017-05-05; 修订日期: 2017-08-07

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

and time-series analysis method. The results show that the economic, ecological, and social benefits have different proportions in the comprehensive indicator system. The five indicators accounting for a large proportion in the evaluation system were the GDP, afforestation area, the annual increase value of sulfur dioxide absorption, the annual increase value of dust cutting, and the per capita net income of farmers. In addition, the current comprehensive benefits of forestry ecological construction project are better than those in the period of 1990—1999, but the degree of benefit varies greatly. The comprehensive benefits of forestry ecological construction engineering of Dengkou County were highest from 2000 to 2012 and were optimal following the implementation of several forestry ecological construction engineering projects. After 2013, the comprehensive benefits of the forestry ecological construction engineering have stabilized and increased slightly. The trend of the development of the comprehensive benefits in this area followed that of the planting area during this period, indicating that forestry considerably influences ecological construction and environmental protection. The results showed that policy adjustments had considerable influence on local economic, environmental, and social development. The trends in the change in the comprehensive benefits indicated that niche targeting and suitable ecological construction were helpful for steady improvement of the local comprehensive benefits. Forestry ecological construction facilitates the improvement of regional environment quality and preventing desertified land from expanding. Furthermore, it is also effective for promoting local economic development. The present study illustrates the changes in the comprehensive benefits of forestry ecological construction in Dengkou County over more than 20 years. The results can provide a scientific basis for local and regional ecological construction and environmental improvement.

Key Words: forestry ecological construction; time-series analysis; economic benefits; ecological benefits; social benefits

林业生态建设工程涵盖了多门学科相关知识,从当前自然资源环境和社会经济发展现状出发,将生态、环境 and 经济可持续发展三者有效的结合起来,形成复合型生态系统,具有重要的经济、生态和社会复合效益^[1]。虽然我国对于林业生态工程的研究相对较晚,但也取得了一定进展,形成了我国的研究特色,主要体现在:针对林业生态工程发展现状及存在问题的分析研究^[2];针对林业生态工程建设中技术问题的研究,如胡莽等提出的“适地适树”原则;有关生态效益补偿方面的研究等^[3-5]。而在林业生态工程综合效益评估方面的研究近年来较为集中,通过层次分析法、专家评价、软件系统综合集成法以及 GIS 空间模拟法构建评价指标体系,对林业生态工程进行综合效益评价成为目前相关研究的重点^[6-10]。

为了缓解内蒙古磴口县所处荒漠化地区日益严重的生态环境问题,我国于 20 世纪 70 年代开展了林业生态工程建设,先后进行了“三北”防护林、天然林保护工程、退耕还林工程、京津风沙源治理等多项重点林业生态工程建设^[11]。尤其是 2000 年启动天然林资源保护工程后,京津及周边地区的生态环境得到了明显改善。近年来,在全球气候不断变化的进程中,生态系统健康这一与气候变化息息相关的领域也备受关注,国内外研究人员对生态环境变化监测提出了很多研究思路及方法^[12-17],我国研究人员更是对林业生态建设区的生态环境变化、荒漠化演变、沙尘暴治理成效等进行了多方面研究^[18-22],主要集中在大尺度的综合效益以及部分小尺度的生态效益、经济效益等方面研究^[23-28]。然而,针对特定地区长时间序列的综合效益评价往往由于数据的缺失而无法准确完成。

磴口县位于乌兰布和沙漠东北部,是典型的生态脆弱区,也是我国土地荒漠化最严重的地区之一^[26],一直以来都是林业生态建设工程的重点地区。本文对磴口县林业生态工程实施前后的综合效益进行评价和分析,揭示近 20 年来该区各项指标的发展变化,加深对磴口县林业生态建设工程综合效益的掌握,为地区生态环境改善及治理等进一步工作的实施提供科学依据。

本文通过分析目前已经建立的林业生态建设工程综合效益评价体系,遵照评价指标体系的构建原则,构建适合于磴口县的林业生态建设工程综合效益评价体系;同时,利用时间序列分析方法补齐 2000—2012 年间缺失的各项评价指标,并完成 2013—2015 年间各项指标的预测;最后,将 1991—2015 年的各项指标数据代入

体系,完成磴口县的林业生态建设工程综合效益评价。

1 研究区概况

内蒙古巴彦淖尔市磴口县地处中国西北,地处 $106^{\circ}9'—107^{\circ}10'E$, $40^{\circ}9'—40^{\circ}57'N$,西邻乌兰布和沙漠,总面积 4166.6km^2 。按照《全国生态功能区划(2015 修编版)》,磴口县属于阴山北部防风固沙重要区。本区长期以来农牧交错经济结构带来的草地资源不合理开发利用,导致草原生态系统严重退化,表现为退化草地面积大、土地沙化严重、耕地土壤贫瘠化、干旱缺水,对华北地区生态安全构成威胁。在磴口县域范围内,河套平原与乌兰布和沙漠的同时存在使该地区形成了典型的荒漠绿洲交错区,地形除山区外,整体呈现从东南方向逐渐向西北方向倾斜的趋势,境内海拔最高为 2046m 。地区内沙区地势略微平坦,形成的径流较少。年总径流总量 310亿 m^3 。磴口县境内树木种类包括乔木 22 种,灌木 29 种,地区生态区位极为关键^[29-30],是整个林业生态建设工程中的重点区域。磴口县位于温带大陆性季风气候区,年平均气温 7.6°C ,年平均降雨量仅为 144.5mm ,且蒸发量极大,年平均蒸发量可达 2397.6mm 。

《磴口县 2015 年统计提要》(磴口县统计局)数据显示,到 2015 年,磴口县内人口 11.63 万人,其中农牧区人口 7.73 万人。社会生产总值达 50.87 亿元,比上年增长 7.9%。农业总产值 14.34 亿元,占比 28.23%。林地面积 10.712万 hm^2 。

2 数据与方法

2.1 数据来源

本文所用数据主要来源于《磴口县统计年鉴》(1991—2011)及《磴口县 2015 年统计提要》。1991—2011 年各项指标对应数据完整,2014 年、2015 年两年获取到国内生产总值、林业总产值、农民人均纯收入及农民恩格尔系数 4 项指标数据。2012—2015 年间的缺失数据利用时间序列分析进行补齐及预测。指标体系中涉及到的涵养水源价值、吸收二氧化硫年增加价值和消减粉尘年增加价值 3 项指标依据表 1 中计算方式获取。

2.2 综合评价指标体系构建

依据林业生态建设工程以治理风沙危害、改善生态环境、提高区域经济的目标,考虑各项评价体系构建的全面性、简易性、科学性、代表性、客观性、可行性及可比性原则,综合可获取数据,将整个综合评价体系分为经济效益、生态效益及社会效益三大方面。

同时,深入分析磴口县林业生态建设工程实施以来的效益、投入产出和环境响应,通过以下 3 个步骤完成与整个工程相关影响因素指标集的选择:(1)利用文献资料查询完成指标初选。依据林业生态工程综合效益评价指标体系、中国生态林业工程综合效益评价指标体系研究相关文献,确定包括国内生产总值(GDP)、造林面积、林木产品产出等 36 个指标在内的具体指标;(2)采用专家意见法完成各项指标精选及基本体系构建。对经济、林业、生态及社会等方面专家进行咨询,在原有的 36 个初选目标中,确定指标分层并进行指标再筛选,共得到 20 个指标;(3)结合当地实际及数据获取情况,最终筛选出 11 个指标构建综合效益评价指标体系。详细评价指标体系见表 1。

2.3 评价指标的时间序列分析

由于研究能够获取的主要数据集中在“三北”防护林工程实施期间及林业生态建设各项工程前期实施阶段及近期内的部分数据。为了更好地分析各项指标随时间及工程进度的变化情况,采用时间序列分析方法,首先对 2012—2015 年间缺失的指标分析预测,然后对 1991—2015 年,共计 25a 的数据进行趋势分析。整个数据的时间序列分析通过 Matlab 2015a 编程实现。

将 2002—2011 年各项指标数据作为基础数据,首先绘制各项指标随时间变化的时序图,依据时序图分析指标变化趋势。对于存在上升(下降、季节性等)趋势的指标项,利用数据差值消除趋势,对于无趋势的指标项则省略此步骤。此后,采用时间序列分析中经典的移动自回归 ARME(p,d,q)模型为基本分析模型,主要

依据残差序列的自相关及偏自相关系数的拖尾及截尾性质,同时根据 AIC 最小准则完成最终定阶。利用极大似然估计进行模型的参数估计,同时完成模型检验(模型残差序列为白噪声序列即通过检验)^[31-32]。

利用通过检验的 ARME 模型,可对此后一定周期内(2012—2015 年)的数据进行预测。考虑到如果直接预测多年之后的模型,精度会降低,故以 1a 为单位,每预测 1a,将该年数据加入原时间序列进行下一次预测。同时,以能够获取到的 4 个评价指标在 2014 年及 2015 年的数据为真值(国内生产总值、林业总产值、农民人均纯收入及农民恩格尔系数),利用均方根误差对预测数据进行精度检验。

2.4 综合效益评价

完成 1991—2015 年数据的补充及整理后,采用客观赋权法中的变异系数法,进行各项指标权重的计算,同时建立综合评价模型,将选取出的 11 个指标进行量化,进行最终的综合效益评价。评价公式如下:

$$Y = \sum_{i=1}^n p_i x_i \quad (1)$$

式中, p_i 表示对应第 i 个指标的权重, x_i 表示指标数值, n 表示指标个数, Y 表示综合效益。

依据变异系数法,式(1)中权重 p_i 依据以下公式计算:

$$\text{Var}_i = \frac{S_i}{\bar{x}_i} \quad (2)$$

$$p_i = \frac{\text{Var}_i}{\sum_{i=1}^{11} \text{Var}_i} \quad (3)$$

上式(2)及式(3)中, S_i 和 $\bar{x}_i$ 分别表示第 i 项指标的标准差和均值^[14]。

表 1 磴口县林业生态建设工程综合效益评价体系

Table 1 Comprehensive index system for benefit evaluation of forestry ecological construction projects in Dengkou County

目标层 Object level	准则层 Criterion level	指标层 Index level	计算方式 Compute level
磴口县林业生态建设工程综合效益 Comprehensive benefits of forestry ecological construction projects in Dengkou County	经济效益	C1:国内生产总值	统计年鉴直接获取
		C2:人均林业增加值	=林业增加值/全县人口数
		C3:林业总产值	统计年鉴直接获取
		C4:造林面积	统计年鉴直接获取
	生态效益	C5:涵养水源价值森	林年水源涵养量=森林年总降水量-森林年总蒸发量 森林年总蒸发量=森林年总降水量×60%
		C6:活立木价值	单位库容造价=1.35 元/立方米(当地水利部门提供) =活立木蓄积×活立木综合价 活立木综合价=307.36 元/m ³ =消减 1t 二氧化硫的投资成本×吸收能力×造林面积
		C7:吸收二氧化硫年增加价值	每消减 1t 二氧化硫的投资成本为 600 元/hm ² 吸收能力为 107.72kg/hm ²
		C8:消减粉尘年增加价值	=消减粉尘成本×滞尘能力×造林面积 消减粉尘成本为 170 元/t,滞尘能力为 21.66t/hm ²
	社会效益	C9:农民人均纯收入	统计年鉴直接获取
		C10:农民恩格尔系数	=(农民食品消费支出/总消费支出)×100%
		C11:森林社会效益	=行业内从业人数×3.2×平均工资

3 结果与分析

3.1 评价指标时间序列分析及预测

利用 Matlab 2015a 完成所有评价指标的时间序列分析及预测。对于 2002—2011 年由磴口县统计年鉴获取并计算得到的各项指标数据,根据时序图分析其趋势性。图 1 为 11 项指标中的 4 种典型时间序列变化趋

势。通过分析,国内生产总值(C1)、林业总产值(C3)、活立木价值(C6)、农民人均纯收入(C9)及森林社会效益(C11)5个指标,在林业生态建设初期,总体呈现逐年递增的趋势;而人均林业增加值(C2)和农民恩格尔系数(C10)总体呈现下降趋势;其余包括造林面积(C4)、涵养水源价值(C5)、吸收二氧化硫年增加价值(C7)和消减粉尘年增加价值(C8)在内的4项指标,均不存在明显变化趋势,但其震荡幅度较大,可以发现C5、C7、C8的变化趋势基本上与造林面积的变化趋势相同,受造林面积(林地面积)的影响较大。

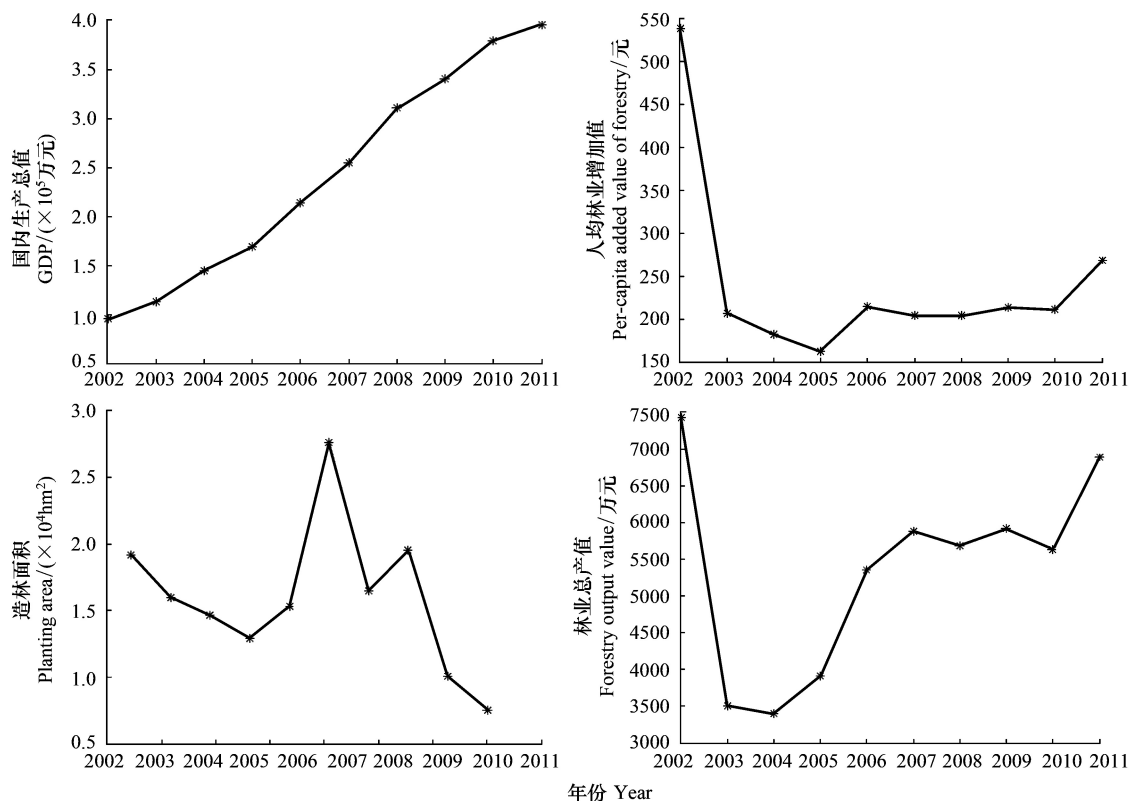


图1 评价指标时序图

Fig.1 Timing diagram of evaluation indicators

对以上存在上升或下降趋势的7项指标进行去趋势分析,拟合模型并完成2012—2015年的数据预测,结果见表2。

表2 评价指标数据时间序列预测结果

Table 2 Time-series prediction results of evaluation indicator

评价指标 Evaluation index	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	评价指标 Evaluation index	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年
C1/亿元	51.31	46.07	47.58	50.98	C7 (万元/t hm ²)	51.15	50.15	51.49	51.23
C2/元	302.2	287.3	293.3	310.1	C8 (万元/t hm ²)	2.91	2.86	2.93	2.92
C3/万元	8729.7	7386.2	8633.2	8867.9	C9/万元	1.05	1.19	1.26	1.36
C4/(hm ²)	7933.3	733.3	8000.0	7933.3	C10/%	24.3	30.7	28.3	26.9
C5/(元/hm ²)	1409.4	1764.0	1987.6	2134.2	C11/万元	18.38	16.43	15.23	17.87
C6/(元/hm ²)	4536.09	4623.49	5023.48	4998.73					

C1:国内生产总值,Gross Domestic Product (GDP);C2:人均林业增加值,per capita added value of forestry;C3:林业总产值,total output value of forestry;C4:造林面积,planting area;C5:涵养水源价值,water conservation value;C6:活立木价值,stocking value;C7:吸收二氧化硫年增加价值,annual increase in sulfur dioxide absorption value;C8:消减粉尘年增加价值,annual increase in dust abatement value;C9:农民人均纯收入,net income of rural households;C10:恩格尔系数,Engel's coefficient of farmers;C11:森林社会效益,social benefit of forest

依据《磴口县 2015 年统计提要》(磴口县统计局)中可查询的 2014 及 2015 年的数据,对时间序列分析获得的部分预测数据,以可直观表示的相对误差进行精度验证。验证指标及结果如表 3 所示。

表 3 预测指标精度评价

Table 3 Accurate evaluation of predictive indicators

评价指标 Evaluation index	年度 Year	预测值 predicted value	真值(统计值) True value	相对误差/% Relative error
国内生产总值/亿元	2014	47.58	47.79	0.44
Gross Domestic Product (GDP)	2015	50.98	50.87	0.22
林业总产值/万元	2014	8633.2	8528.2	1.23
total output value of forestry	2015	8867.9	8966.5	1.10
农民人均纯收入/万元	2014	1.26	1.27	1.35
Net income of rural households	2015	1.36	1.38	0.74
农民恩格尔系数/%	2014	28.3	37.2	23.92
Engel's coefficient of farmers	2015	26.9	38.4	29.95

由表 3 的相对误差可以发现,除农民恩格尔系数预测精度相对较低外,其他 3 项指标预测精度相对较高,能够满足分析,说明利用时间序列分析能够满足工程综合效益评价指标的预测需求。

在后续分析中,对于能够获取统计真值的指标,用真值进行分析,而未能得到的评价指标,用时间序列分析的结果进行评价。

综合 1991—2015 年各项评价指标进行变化趋势分析,图 2 为各个评价指标随时间变化的趋势分析。可以发现,C1 及 C6、C9 的 3 个评价指标呈直线上升趋势,但在 2002 年之前上升趋势不明显,2002 年斜率增加,说明对应指标数值提高速度增大。

C3、C5 及 C11 的 3 个评价指标总体上也呈现出上升趋势,但在整个时间序列过程中,并不是稳步提升,在特定年份会有较大起伏。可以发现,在 2002 年工程实施开始时,林业总产值及涵养水源价值都达到一个较高水平。

C2、C4、C7 和 C8 的 4 个评价指标趋向于近似正态分布形式,表示对应指标的增长达到最大值,但在 2002 年林业生态建设工程启动以来,才出现急剧变化现象,并呈现出饱和,在 2012 年 1 期工程结束后,又趋于稳定,但较工程实施之前(“三北”防护林工程实施期间)有所提高;C10 是唯一一个呈现震荡的指标,说明林业生态工程不是影响综合效益的唯一指标。

综合 11 项评价指标,除农民恩格尔系数(C11)在整个过程中没有出现增长外,其他 10 项指标较 1991—1999 年,在工程实施后均不同幅度的提升;但与林地面积相关的 3 项指标(C4、C7、C8)在一期工程结束后均大幅度降低,二期工程开始后保持平稳。

3.2 综合效益评价

利用变异系数法对各个指标赋权重,完成 1991—1999 及 2000 年林业生态建设工程启动以来至今的各项数据进行分析统计。由表 4 各项评价指标对应的权重可以发现,在整个林业生态建设工程中,国民生产总值、造林面积、吸收二氧化硫年增加价值、削减粉尘年增加价值及农民人均纯收入 5 项指标在综合效益评价中权重比例较大,均达到 10%以上。

表 5 为“三北”防护林工程、林业生态建设工程前期及近期工程阶段的综合评价效益指数。可以发现,在“三北”防护林工程实施的 9 年间,综合指标在逐步上升,在 1997 年达到最高为 1398.6401×10^5 。而在一期工程治理开始后的第一阶段,2007 年综合效益出现最大值,达到 2151.7710×10^5 ,同时发现,2002 年综合效益与其极为接近(2151.5602×10^5)。在一期工程结束、二期工程开始后,综合效益趋于稳定。由图 3 可以更为直观的发现,整个综合效益呈现出一种近似正态分布的趋势,在一期工程实施阶段,变化浮动较大。但是,可以明显发现,林业生态建设工程实施后,地区综合效益较之前有所提高,且逐步趋于稳定。综合各项指标变化趋

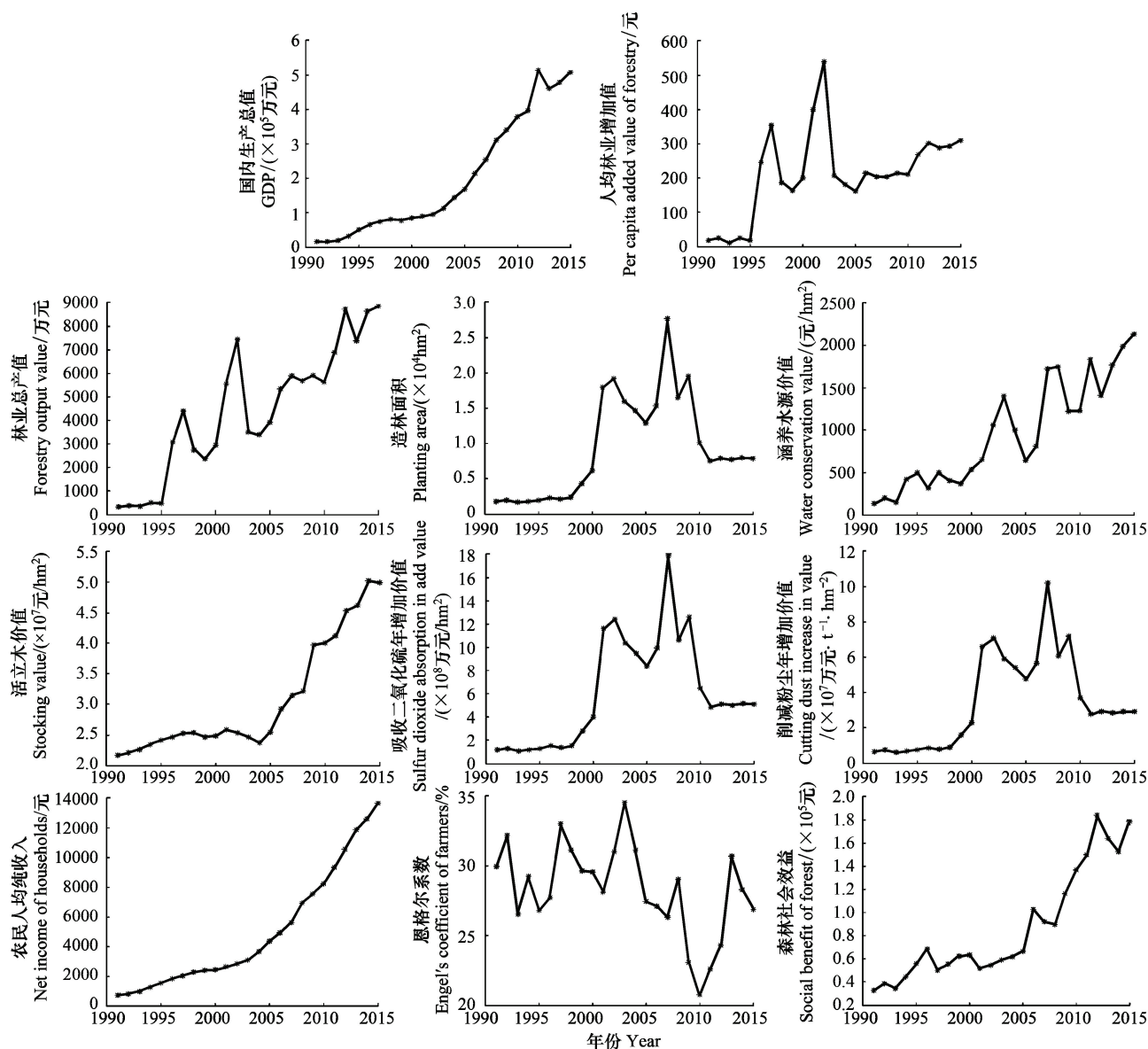


图 2 评价指标变化趋势

Fig.2 Variation tendency of evaluation indicators

势,发现对于磴口县的京津风沙治理工程综合效益评价趋势分析,其综合效益受林业相关指标影响较大,随着人均林业增加值及林业总产值的突发性增加,综合效益呈现突发性变化。在 2005 年后,研究区综合效益趋势较最优阶段有所下降,分析原因,可能集中在一期工程,各项措施综合使用,虽综合效益呈大幅度提升,但并未找到适用于研究区的发展方式,故整个趋势并不稳定,有大幅度震荡。而此后,在逐步形成有效的发展模式后,主要方向明确,虽然综合效益有所下降,但整体趋势趋于稳定。

4 结论与讨论

本文构建了内蒙古磴口县林业生态建设工程综合评价指标体系,并对其中各项指标进行分析及预测。综合考虑各项指标权重,发现国内生产总值、造林面积、吸收二氧化碳年增加价值、削减粉尘年增加价值及农民人均纯收入五项指标,对治理工程的综合效益影响较大。

表 4 评价指标权重									
Table 4 Weight of each evaluation indicators									
评价指标 Evaluation index	均值 Mean value	标准差 Standard deviation	变异系数 Variation coefficient	权重 Weight	评价指标 Evaluation index	均值 Mean value	标准差 Standard deviation	变异系数 Variation coefficient	权重 Weight
C1	19.95	17.13	0.8586	0.1263	C7	60.92	46.83	0.7687	0.1131
C2	209.90	127.19	0.6060	0.0891	C8	3.47	2.67	0.7687	0.1131
C3	4412.72	2763.49	0.6263	0.0921	C9	4.95	4.00	0.8078	0.1188
C4	9424.0	7244.5	0.7687	0.1131	C10	28.2838	3.2784	0.1159	0.0171
C5	965.77	635.47	0.6580	0.0968	C11	8.67	4.76	0.5492	0.0808
C6	3078.01	9450.90	0.3070	0.0452					

表 5 不同年份综合效益					
Table 5 Comprehensive benefit in different years					
年份 Year	综合效益×10 ⁵ Comprehensive benefit×10 ⁵	年份 Year	综合效益×10 ⁵ Comprehensive benefit ×10 ⁵	年份 Year	综合效益×10 ⁵ Comprehensive benefit ×10 ⁵
1991	193.5339	2000	490.8209	2009	1527.3908
1992	165.5507	2001	1398.6766	2010	796.3084
1993	139.5438	2002	2151.5602	2011	601.1953
1994	1150.2331	2003	1247.2858	2012	635.7028
1995	167.0662	2004	1143.8873	2013	621.0521
1996	193.5979	2005	1010.8243	2014	638.8371
1997	1398.6401	2006	1200.0897	2015	635.6973
1998	195.9585	2007	2151.7710		
1999	346.0156	2008	601.0976		

在 1999 年之前的“三北”防护林工程阶段,磴口县林业生态建设工程综合效益呈现出明显的上升趋势,说明这一工程的实施给当地带来的包括经济及社会效益在内的稳步提升;从 2000 年开始,直至 2012 年,这一时间段内,磴口县林业生态建设工程的综合效益出现了最值,即通过多个林业生态工程的实施,综合效益基本达到最优,但整个过程中综合效益并不稳定,波动较大;2013 年以来,综合效益评价指标趋于平稳上升阶段。同时发现,最终综合效益评价指标的整个发展趋势与造林面积在这一时间段内的发展趋势非常一致,说明在研究区域生态建设工程中,林业发展对其影响较大。

工程前期,综合指标变化浮动较大,说明针对生态治理过程中各项政策的调整,对当地经济、生态及社会各方面效益的影响较大。整体综合效益评价趋势说明了在林业生态建设工程中,有针对性地、因地制宜地进行生态建设,更有利于整体效益的稳步提升。总体而言,内蒙古磴口县林业生态建设工程在改善区域生态环境、遏制沙化土地扩展等方面的成效相对显著,工程建设有效促进了地区经济发展。

参考文献 (References):

[1] 贲克平. 建立跨世纪生态工程存在的问题与相关对策的思考. 林业与社会, 1997, (6): 6-8.

[2] 洪雪, 杨清福, 张光华, 郝延喜. “三北”平原林业生态工程建设中存在的问题及对策分析. 森林工程, 2006, 22(4): 4-6.

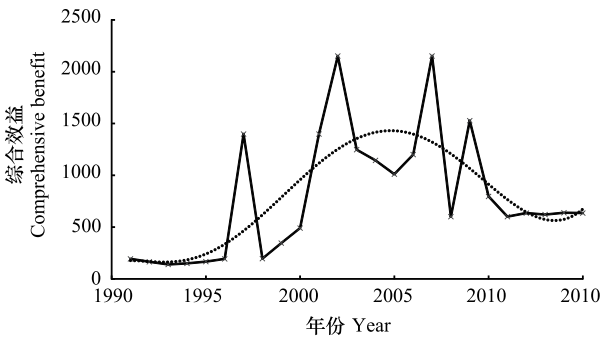


图 3 林业生态建设工程综合效益趋势图

Fig. 3 Tendency chart of comprehensive benefits of forestry ecological construction projects

- [3] 胡莽, 胡文杰, 王刚. 试论西部地区林业生态工程建设存在的问题及其对策. 防护林科技, 2003(4): 30-31.
- [4] 欧阳志云, 郑华, 岳平. 建立我国生态补偿机制的思路与措施. 生态学报, 2013, 33(3): 686-692.
- [5] 赵百选. 对生态林效益补偿问题的探讨. 中国林业, 2001, (23): 15-16.
- [6] 张耀启. 森林生态效益经济补偿问题初探. 林业经济, 1997, (2): 70-76.
- [7] 李怒云, 洪家宜. 天然林保护工程的社会影响评价——贵州省黔东南州天保工程评价. 林业经济, 2000, (6): 37-44.
- [8] 雷孝章, 王金锡, 彭沛好. 中国生态林业工程效益评价指标体系. 自然资源学报, 1999, 14(2): 175-182.
- [9] 刘勇. 中国林业生态工程后评价理论与应用研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2006.
- [10] 郎璞玫. 广义森林生态效益货币量的空间模型分析. 生态学报, 2003, 23(7): 1356-1362.
- [11] 燕楠. 北京市京津风沙源治理工程生态效益评价研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2010.
- [12] 周喜军. 山西省桑干河杨树丰产林实验局京津风沙源治理二期工程规划探讨. 内蒙古林业, 2013, (9): 20-21.
- [13] Arnaldo P S, Oliveira I, Santos J, Leite S. Climate change and forest plagues: the case of the pine processionary moth in Northeastern Portugal. *Forest Systems*, 2011, 20(3): 508-515.
- [14] Walther G R, Post E, Convey P, Menzel A, Parmesan C, Beebee T J C, Fromentin J M, Hoegh-Guldberg O, Bairlein F. Ecological responses to recent climate change. *Nature*, 2002, 416(6879): 389-395.
- [15] Parmesan C. Ecological and evolutionary responses to recent climate change. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 2006, 37(1): 637-669.
- [16] 毛德华, 王宗明, 罗玲, 等. 1990—2013 年中国东北地区湿地生态系统格局演变遥感监测分析. 自然资源学报, 2016, 31(8): 1253-1263.
- [17] McConnell J R, Aristarain A J, Banta J R, Edwards P R, Simões J C. 20th-century doubling in dust archived in an Antarctic peninsula ice core parallels climate change and desertification in south America. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2007, 104(14): 5743-5748.
- [18] 严恩萍, 林辉, 党永峰, 夏朝宗. 2000-2012 年京津风沙源治理区植被覆盖时空演变特征. 生态学报, 2014, 34(17): 5007-5020.
- [19] 覃云斌, 信忠保, 易扬, 杨梦婵. 京津风沙源治理工程区沙尘暴时空变化及其与植被恢复关系. 农业工程学报, 2012, 28(24): 196-204.
- [20] 张良侠, 樊江文, 张文彦, 唐风沛. 京津风沙源治理工程对草地土壤有机碳库的影响——以内蒙古锡林郭勒盟为例. 应用生态学报, 2014, 25(2): 374-380.
- [21] 石莎, 邹学勇, 张春来, 苏格日乐. 京津风沙源治理工程区植被恢复效果调查. 中国水土保持科学, 2009, 7(2): 86-92.
- [22] 晁雪林. 京津风沙源治理区近 10 年沙化土地动态变化研究[D]. 北京: 中国地质大学(北京), 2015.
- [23] 乔娜. 北京市昌平区京津风沙源治理工程生态环境影响价值评估[D]. 北京: 北京林业大学, 2013.
- [24] 邓桂梅. 河北省京津风沙源治理工程综合效益评价研究[D]. 保定: 河北农业大学, 2007.
- [25] 李昊. 内蒙古京津风沙源治理工程可持续发展能力研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2010.
- [26] 戴晟懋. 京津风沙源治理工程生态效益评估——以翁牛特旗为例. 环境保护科学, 2016, 42(3): 70-74.
- [27] 曹剑. 京津风沙源治理一期工程水利水保项目治理成效与做法. 中国水土保持, 2014, (11): 8-11.
- [28] 张秀忠, 张晔, 王永军, 刘艳荣, 樊建辉. 乌兰察布市凉城县京津风沙源治理工程综合效益评价研究. 内蒙古林业调查设计, 2014, 37(6): 27-28, 37-37.
- [29] 于强, 岳德鹏, 郝玉光, 侯宏冰, 张启斌, 李宁, 岳攀. 磴口县荒漠绿洲景观特征及时空变化研究. 干旱区资源与环境, 2016, 30(4): 178-183.
- [30] 张启斌. 磴口县景观格局建设优化方案研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2016.
- [31] Durbin J, Koopman S J. *Time Series Analysis by State Space Methods*. 2nd ed. Oxford: OUP Catalogue, 2012: 255-256.
- [32] Banbura M, Rünstler G. A look into the factor model black box: publication lags and the role of hard and soft data in forecasting GDP. *International Journal of Forecasting*, 2007, 27(2): 333-346.