

# 区域环境可持续发展度的评价体系及计算 ——以榆林市为例

罗 慧<sup>1,2</sup>, 赵海峰<sup>2</sup>, 贺 皓<sup>1</sup>, 刘 璐<sup>1</sup>, 高晓斌<sup>1</sup>

(1. 陕西省气象局, 陕西 西安 710015; 2. 同济大学经济与管理学院, 上海 200034)

**摘要:** 在前人研究基础上, 给出了建立区域环境可持续发展评价体系的总体结构和设计原则, 认为研究应以区域作为地域单元, 把区域可持续发展系统分为经济、资源—环境、人口—社会三个子系统。接着从“社会—经济—生态”协调发展、强调以人为本、强调能力建设、可操作性等原则出发, 以位于陕北黄土高原中心的榆林市为例, 构建出了区域环境可持续发展度的评价指标, 并从水平度、潜力度、协调发展度三个方面定量计算了榆林环境可持续发展度。从计算结果和动态演变来看, 到目前为止榆林社会经济是非可持续发展, 但由于循环经济理念和环保意识的贯彻, 预计2005年以后将有所改善, 预测到2010年, 榆林社会经济可实现初步可持续发展, 到2015年, 基本实现城市人口、资源、环境与经济可持续发展。最后提出了未来实现可持续发展的对策。

**关键词:** 生态环境; 可持续度; 评价系统; 循环经济

**中图分类号:** X835 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2007)02-0167-08

区域可持续发展的理论探索是可持续发展理论研究的重要组成部分。目前可持续发展的讨论主要集中在两个方面, 一是可持续发展的理论和概念, 二是可持续发展的实现途径和手段, 这两大问题是紧密联系在一起, 而其联系的纽带就是可持续发展的评价, 因为如果没有评价的指标体系与评价的方法, 可持续发展的思想就只能停留在定义上, 既无法给出科学的界定, 也无法指导实际操作。因此, 探讨可持续发展的评价体系是一个具有明显现实意义的理论与实践问题。本文从可持续发展评价指标体系的构建入手, 给出一个合理的指标体系, 进而分析位于陕北黄土高原中心的榆林市的环境可持续发展度, 并提出相应的对策。

## 1 可持续发展评价指标体系的构建

通过收集国内外关于可持续发展指标体系研究成果并加以分析, 目前世界各国学者已经制定出了一些可持续发展指标体系(如表1所示)。这些指标体系大体可分为以下三类:

### 1.1 综合性的可持续发展指标

国内外一部分研究者主要基于从宏观尺度把握可持续发展特征的思路建立可持续发展的指标体系, 因此他们提出的多属于单一指标、复合指标或综合指标。综合性指标用单一的指标来反映复杂的可持续发展问题, 所以其特点是直观、简单和概括, 因

表1 国外较有影响力的可持续发展指标分类

Table 1 Some significant sustainable development indices in the abroad literatures

分类 Categories	提出人 Author/organization	指标内容 Contents of indices
可持续发展经济福利 WMDS	Daly and Cobb	考虑全球变暖后分配和环境退化因素和全球臭氧层破坏等后果 Considering the distributing and environmental degradation under global warming and ozone layer destroying
人类活动强度指标 HAI	以色列西伯莱大学 Israel, Hebrew University	运用发展度和敏感度测量和计算人群对区域的作用 Development degree and sensitive degree to measure the influences of human population
人文发展指数 HDI	联合国开发计划署 UNDP	以预期寿命、教育水准和生活质量三项基本变量所组成的综合指标 Including three basic variables: expectation life-span, education level and quality of living
可持续发展指标体系 SDS	联合国与环境问题科学委员会 UNEP & SCOPE	分为社会、经济、资源、环境四方面, 提出包括25个指标的指标体系 Divided into four aspects: social, economic, natural, environmental, which include 25 indices

而比较适合于宏观层次如以国家为单位的研究和比较, 但是由于指标的建立和运用中蕴含了较为深厚

收稿日期: 2006-08-02

基金项目: 中国科学院西部行动计划项目“黄土高原水土保持与可持续生态建设试验示范研究”(KZCX-2CB2-05)

作者简介: 罗慧(1977-), 女, 甘肃省徽县人, 博士, 高级工程师, 研究方向为环境经济学、水资源可持续发展等。E-mail: luohui6812@sina.com, luohui22@263.net, luohui22@hotmail.com。

的经济理论, 所以其含义往往难以被大众所理解, 而且数据的获得也比较困难<sup>[1,2]</sup>。

### 1.2 层次结构的可持续发展指标体系

层次结构的可持续发展指标体系是指由一系列指标变量组成的指标群, 并且一般具有递阶层次结构。许多研究者主张建立一套多维多层次、涵盖各方面的庞大指标体系, 这有助于反映可持续发展的复杂性和多样性, 然而如何体现可持续发展的实质和内涵, 比如何谓持续性、何谓协调性, 指标之间如何作用等, 在研究中明显不足。美国“总统可持续发展委员会”(PCSD)提出的指标体系, 提出了十大目标分别是: 健康与环境, 经济繁荣, 平等, 保护自然, 管理, 持续发展的社会, 公民参与, 人口, 国际责任, 教育。伴随着这些目标的是进展指标, 即评价向既定目标逼近的标准。中国社会科学院社会所《社会发展与社会指标》课题组于 1989 年提出社会发展综合指标。该方法确定了 16 项指标, 综合计算时按这些指标在社会发展中的重要程度来确定其权重(在 6~8 之间), 在区分正逆指标并制定各指标评分标准的基础上, 计算出各个国家或地区每个指标的得分, 最后加权平均得出总分并进行国家或地区的排序。1991 年生态学家赵景柱从人类需求、资源利用、经济和社会 4 个方面, 分 60 个指标, 制订了一套可持续发展指标体系<sup>[3]</sup>。

### 1.3 多维矩阵结构的可持续发展指标体系

多维矩阵结构的可持续发展指标体系是近年来提出的一种建立可持续发展指标体系的新思路, 由经济合作与发展组织(OECD)和联合国环境规划署(UNEP)发展起来的压力(Pressure)-状态(State)-响应(Response)概念模型(PSR 模型)<sup>[4]</sup>。PSR 概念模型中使用了原因-效应-响应这一思维逻辑来构造指标, 主要目的是回答发生了什么、为什么发生、将如何反应这三个问题。随后联合国可持续发展委员会(CSD)对此加以扩充, 提出了驱动力(Driving force)-状态(State)-响应(Response)概念模型(DSR 模型)。DSR 模型中驱动力指标用以表征那些造成发展不可持续的人类的活动和消费模式或经济系统的一些因素, 状态指标用以表征可持续发展过程中各系统的状态, 响应指标用以表征人类为促进可持续发展进程所采取的对策。

## 2 建立评价体系的总体结构和设计原则

### 2.1 总体结构

本文认为研究一个地区的可持续发展问题必然要落实到一个特定的空间, 即通常所谓的区域, 以区

域作为地域单元, 将其与经济发展有关的资源、环境、社会等因素耦合成具有地域特点的区域复杂系统, 再结合城镇发展的特点: 在土地资源的限制下, 城镇经济、人口在城镇空间高度聚集, 把城镇可持续发展系统分为经济、资源环境、人口社会三个子系统。总结起来, 决定经济可持续发展能力和水平的基本支持体系及其复杂关系可以被概括为以下相互作用、各子块之间物质与信息交换的动态关系, 见图 1。

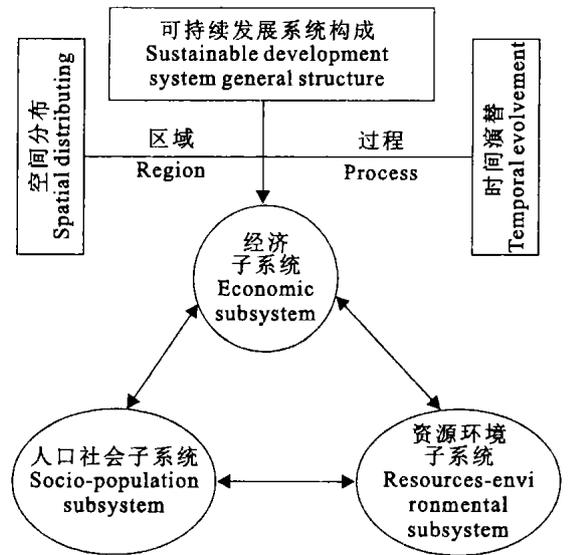


图 1 区域可持续发展系统总体结构图

Fig. 1 Regional sustainable development system general structure figure

其中, 经济子系统: 主要研究了投入与产出的关系。不同产业部门间不同的投入比例对于经济增长的影响, 以及在人口、资源、环境条件限制下合理的增长速度。而经济子系统的发展受到时间和空间分布的影响, 因此, 区域的经济特征会导致这个可持续发展的能力不同。人口社会子系统: 主要研究随着经济的发展和在环境条件、资源存量的限制下, 城镇人口的适度规模以及在一定经济发展水平下, 一定人口数量下, 基础设施应达到的水平。这三个子系统通过相互间的输入、输出变量来相互影响和相互制约、相互作用, 共同完成城镇系统的特定功能。以上指标子系统构成评价一个地区的环境可持续发展体系, 即是反映区域环境对于促进社会经济可持续发展程度的指标体系。环境和社会经济紧密相关, 不可分割的。环境可持续发展和社会经济可持续发展是相互依存, 相辅相成的。环境可持续发展是实现社会经济可持续发展的基础。社会经济的可持续发展反过来可以更好地保护和改善环境, 从而可以促进环境的可持续发展。环境可持续性是高度

综合的指标,要把这种高度综合性的目标与具体的定量指标直接联系起来往往比较困难,为此就必须将综合性的目标分解为较具体的目标。

## 2.2 设计原则

(1) 强调以人为本。可持续发展的目标是要满足人们的基本需求和提高居民的生活质量,强调以人为本,有两层涵义:一是城镇的发展首先应表现为人口素质的全面提高,人口的现代化水平是城镇可持续发展的显著标志;二是城镇人口应保持与城镇持续发展相适应的增长速度,这样才可保证当代人与后代人拥有同样的发展机会与潜力。

(2) “社会—经济—生态”三维复合的协调发展。可持续发展追求经济、社会、生态三方面协调发展,追求以人为本的自然—经济—社会复合系统相互协调的发展模式,要以能力建设为保障。传统的发展观是以生态环境的破坏、社会公平的丧失为代价的,而城镇可持续发展要求以尽可能少的生态和社会代价达到有质量的经济增长,强调融合能力,其关键在于城镇诸要素的平衡匹配,以实现社会活动、经济活动、载体功能以及生态环境的和谐,从而实现城镇整体发展的良性循环。

(3) 可操作性。从研究的需要出发,应当尽可能挑选一些易于计算,容易取得并且能够在满足研究要求的基础上很好反映区域地系统承载状况的指标构成指标体系<sup>[5]</sup>。

## 3 环境可持续发展指标的选取

### 3.1 研究区域

陕北黄土高原作为中国黄土高原的中心部分,是世界上水土流失最严重、中国生态环境最脆弱的地区之一<sup>[6]</sup>。榆林市位于陕北黄土高原的中心,按地貌特征可分为风沙区、土石山区、黄土丘陵沟壑区和河源梁峁区 4 个不同的类型区,面积为 17 618 km<sup>2</sup>,同时是全国水土流失最为严重的地区,所辖 12 个县全为全国水土流失重点县。大量水土流失使土壤肥力降低。据有关资料分析,在流失的土层中,全区 100 万 hm<sup>2</sup> 坡耕地每年损失氮、磷、钾肥 270 万 t,严重影响农业生产的发展。大气降水是本区地表径流及地下水的主要来源,全区多年平均降雨量为 405 mm。随着该区作为国家级能源密集型化工产业经济区,已探明的 8 大类 48 种矿产资源潜在价值达 6 万亿元以上,特别是煤炭、天然气、石油、岩盐储量大,开发前景远大。因此,研究该区域环境可持续

发展问题能够促使当地工业发展进入循环经济良性轨道,因而具有很明显的现实意义。

### 3.2 指标的选取

本文根据上述的原则和思路,结合所需数据资料能否获取的实际情况,对榆林市的环境可持续度的评价指标选取见表 2:经济系统指标(6 个):GDP,农业社会总产值,社会商品零售总额,农民人均收入,工业企业数,职工生活费用价格指数;社会—人口系统指标(4 个):人口,人口自然增长率,各级各类学校数,文化事业机构数;资源—环境系统指标(7 个):人均耕地面积,有效灌溉面积,降水量,地下水开采量,地表水使用量,水土保持林面积,煤炭的探明储量。这些指标构成评价榆林市的环境可持续发展度,即是反映区域环境对于促进社会经济可持续发展程度的指标。环境和社会经济紧密相关,不可分割。环境可持续发展是实现社会经济可持续发展的基础,后者反过来可以更好地保护和改善环境,从而可以促进前者的发展。环境可持续发展是高度综合的指标,要把这种高度综合性的目标与具体的定量指标直接联系起来往往比较困难,为此就必须将综合性的目标分解为较具体的目标。

## 4 环境可持续发展度的计算

### 4.1 水平度计算

水平度是反映区域环境承载力相对于其它同类地区的发展水平。因此,社会经济指标的标准值选取重点城镇同期统计的平均值,环境资源指标标准值取相关国家环境质量标准值或推荐数值,其余指标标准值取当地政府部门未来 10~20 a 的发展规划值。由于社会经济指标和环境资源指标选取的标准不同,分别计算,然后相加:

可持续发展水平度 = {经济水平度, 社会—人口水平度, 资源环境水平度}

$$L_1 = \sum_{i=1}^{12} W_i | P_i - A_i | / A_i, L_2 = \sum_{i=1}^5 W_i P_i / A_i, \text{总的水平度 } L = L_1 + L_2$$

其中,  $L$  为水平度,  $P_i$  为现状值,  $A_i$  为平均值,  $W_i$  为权重值。如果社会经济指标超过可比地区的均值,则本地区水平度计算公式如式  $L_1$  所示,反之,相关指标会限制甚至阻碍社会经济的发展,对于人口数和人口自然增长率而言,过高和过低都不利于社会经济的发展;对于地下水和地表水开采量,过量开采都不利于社会经济的发展,这些指标的水平度计算公式如  $L_2$  所示。水平度计算结果见表 3。

表 2 经济-社会人口-资源环境支持子系统指标群

Table 2 Indices group of economic-social human populations-eco-environment support subsystems

系统指标 Indices group	类型 Pattern	功能 Function
国内生产总值(万元) Gross domestic product, GDP (Ten thousand RMB)	正 Positive	反映城镇经济发展规模 Represent the development magnitude of town economy
农业社会总产值(亿元) Gross agricultural production value (Hundred million RMB)	正 Positive	反映农村经济可持续发展实力 Represent the sustainable development strength of town economy
社会商品零售总额(万元) Social merchandise retail total amount (Ten thousand RMB)	正 Positive	反映城镇经济可持续发展情况 Represent the sustainable development situation of agricultural economy
工业企业数(个) Industrial corporation numbers	正 Positive	反映经济可持续发展实力 Represent the sustainable development strength of economy
农民人均收入(元) Income per capita of farmer(RMB)	正 Positive	反映农村消费情况 Represent the consumption situation of rural area
职工生活费用价格指数 Living consumption price index of employees	适度 Normal	反映城镇职工及其家庭所购买的生活消费品和服务项目价格变动趋势的相对数 Represent the relative price change of buying the living consumable and services of employees and their family
人口数(人) Population	适度 Normal	反映城镇人口发展规模 Represent the development magnitude of town population
人口自然增长率(%) Natural increasing rate of population	适度 Normal	反映城镇人口变动趋势 Represent the change trend of town population
各级各类学校数(个) Schools numbers	正 Positive	反映城镇教育科研水平情况 Represent the education and scientific research level of town
文化事业机构数(个) Organizations numbers of social services, culture, education and science	正 Positive	反映城镇的文化素质和生活水平 Represent the standard of culture and living of town
人均耕地面积(hm <sup>2</sup> /人) Infield area per capita	正 Positive	反映城镇农业可持续发展水平 Represent the agricultural sustainable development level of town
有效灌溉面积(hm <sup>2</sup> ) Valid irrigation area	正 Positive	反映农业可持续发展水平 Represent the agricultural sustainable development level of rural area
降水量(mm) Precipitation	正 Positive	反映水资源丰枯水平 Represent the water resources level about plentiful and low water
地下水开采量(m <sup>3</sup> ) Exploitation amount of ground water	负 Positive	反映地下水资源可持续发展水平 Represent the sustainable development level of ground water resources
地表水使用量(m <sup>3</sup> ) Consumption amount of surface water	负 Positive	反映地表水资源可持续发展水平 Represent the sustainable development level of surface water resources
水土保持林面积(m <sup>2</sup> ) Soil conservation forest area	正 Positive	反映生态环境可持续发展水平 Represent the sustainable development level of ecosystem
煤炭的探明储量(m <sup>3</sup> ) Prove up reserves of coal	正 Positive	反映资源可持续发展水平 Represent the sustainable development level of natural resources

表 3 水平度  
Table 3 Sustainable development level degree of Yulin City

水平度 Level degree	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015
正水平度 $L_1$ Positive level degree	0.4771	0.4362	0.3656	0.2675	0.1744	0.2012	0.6094	0.7289
负水平度 $L_2$ Negative level degree	0.1901	0.2442	0.2662	0.3050	0.2672	0.2719	0.2721	0.2702
水平度 $L = L_1 + L_2$ Level degree	0.6671	0.6804	0.6317	0.5726	0.4416	0.4732	0.8815	0.9990

4.2 潜力度计算

潜力度是反映区域环境承载力支持社会经济实现最大发展的潜力大小的指标。因此社会经济指标标准取同期对比城镇中的最好值,环境指标标准取国家环境质量标准或者推荐数值,其余指标标准值取当地政府部门未来 10~20 a 的发展规划值。

可持续发展潜力度 = {经济潜力度, 社会-人口

潜力度, 资源环境潜力度}

$$Q_1 = \sum_{i=1}^{12} W_i P_i / E_i, Q_2 = \sum_{i=1}^5 w_i P_i / E_i$$

$$\text{总的潜力度 } Q = Q_1 + Q_2$$

式中,  $E_i$  为预期值,  $P_i$  为现状值, 其它同上。计算结果见表 4。

表 4 潜力度  
Table 4 Sustainable development potential degree of Yulin City

潜力度 Potential degree	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015
正潜力度 $Q_1$ Positive potential degree	0.2298	0.2625	0.2734	0.2886	0.3218	0.4160	0.5504	0.6009
负潜力度 $Q_2$ Negative potential degree	0.6958	0.3254	0.2687	0.2119	0.2226	0.2166	0.2158	0.2174
潜力度 $Q = Q_1 + Q_2$ Potential degree	0.9256	0.5879	0.5420	0.5005	0.5443	0.6327	0.7662	0.8183

4.3 协调发展度计算

“协调发展”是“协调”与“发展”两个概念的交集,协调发展度通过构建综合经济效益指数  $f(X) = \sum_1^m a_i x_i$ , 及社会-人口效益指数  $g(Y) = \sum_1^n b_j y_j$ , 综合环境效益指数  $h(Y) = \sum_1^n c_j z_j$  构成, 其中  $a_i, b_j, c_j$  为待定系数,  $x_i$  为描述城镇环境特征的指标 ( $i = 1, 2, 3, \dots, m$ ),  $y_j$  为描述城镇社会经济特征的指标 ( $j = 1, 2, 3, \dots, n$ ), 用下式进行定量分析:

$$D = \sqrt{C \cdot T},$$

$$T = af(t, x) + bf(t, y) + cf(t, z),$$

$$c = \left[ \frac{f_1(t, x) \cdot f_2(t, y) \cdot f_3(t, z)}{[f_1(t, x) \cdot f_2(t, y) \cdot f_3(t, z)]^2} \right]^{\frac{1}{3}}$$

式中,  $D$  为协调发展度,  $T$  为生态环境效益与经济效益的综合评价指数,  $C$  为协调度,  $a, b, c$  为待定系数, 假定  $a + b + c = 1$ , 我们认为环境效益与经济效益同等重要, 因此取式中权重系数  $a = 0.33, b = 0.33, c = 0.34$ 。可持续发展协调度 = {综合经济效益指数, 综合资源效益指数, 综合资源效益指数}; 经过计算, 其结果见表 5。

4.4 可持续度计算

这里用环境可持续度综合评判值  $I$  来评判榆林可持续发展程度,  $I$  值越大说明环境承载力越大, 发展可持续度越高<sup>[7]</sup>。依据前面计算各度按下式计算可持续度  $I$ :

$$I = B_1 \times L + B_2 \times Q + B_3 \times D$$

其中,  $B_i$  为第  $I$  项指标的权重值,  $L$  为水平度,  $Q$  为潜力度,  $D$  为协调发展度。

表 5 协调发展度

Table 5 Sustainable development coordinated development degree of Yulin City

协调发展度 Coordinated development degree	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015
经济 $F(x)$ Economic	27315.65	45750.34	104633.49	282383.24	532834.30	1121024	2068497	2407824
资源 $G(x)$ Environmental	215472.57	210612.01	215204.59	155185.14	196294.62	2626.84	2930.59	2945.42
社会 $Q(x)$ Social	2367.34	2187.82	2182.52	2153.26	2085.63	1401.83	1334.37	1311.99
协调发展度 $D \times 1000$ Coordinated development degree $\times 1000$	0.232	0.193	0.141	0.118	0.100	0.900	0.872	0.877

表 6 可持续度综合评判值

Table 6 Comprehensive evaluating sustainable degree of Yulin City

可持续度 Sustainable degree	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015
水平度 $L$ Level degree	0.6671	0.6804	0.6317	0.5726	0.4416	0.4732	0.8815	0.9990
潜力度 $Q$ Potential degree	0.9256	0.5879	0.5420	0.5005	0.5443	0.6327	0.7662	0.8183
协调发展度 $D$ Coordinated development degree	0.0002	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0009	0.0009	0.0009
可持续度 $I$ Sustainable degree	0.5257	0.4186	0.3874	0.3542	0.3254	0.3652	0.5440	0.6000

在此给出可持续发展的判据如下:

①  $I < 0.5$  (或 50%), 非可持续性; ②  $I > 0.5$  (或 50%), 初步可持续性; ③  $I = 0.6 \sim 0.7$  (60%~70%),

基本可持续性; ④  $I > 0.8$  (或 80%), 可持续性。

据此公式, 可以计算出榆林市环境可持续度趋势图 2。

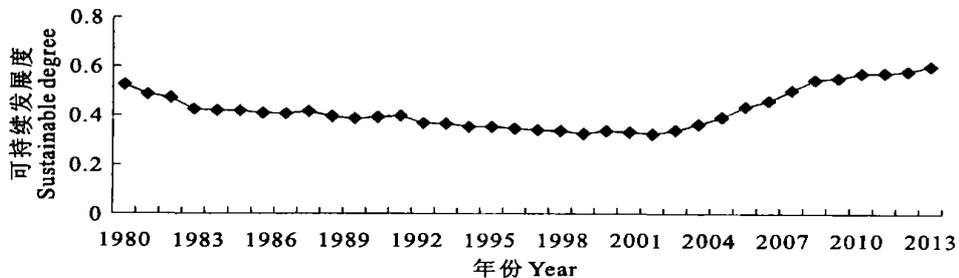


图 2 榆林市环境可持续度趋势

Fig. 2 Environmental sustainable degree trend of Yulin City

## 5 结论和建议

### 5.1 结论

水平度、潜力度和协调发展度是从不同侧面反映可持续发展的正面指标, 数值越大说明可持续程度越高。从 20 世纪 80 年代初期至今, 水平度  $L$  持续下降, 但在未来 5~10 年中, 区域环境承载力相对于其它同类地区的发展水平有所增长, 源于其得天

独厚的资源环境优势。同样, 潜力度也表现出同样的趋势, 反映了该区域环境承载力虽然在近 5 年里情况不容乐观, 但在未来 5~10 年里支持社会经济发展的潜力将逐步提高, 说明可持续发展的潜力巨大, 主要原因是经济实力渐增, 环境保护工作不断跟进。协调发展度作为“社会—经济—环境复合系统”良性循环的标志, 表明 20 世纪 80 年代初期还是满足可持续发展的要求的, 在随后持续下滑, 在 2005

年后有攀升,均大于0.5,既说明环境对社会经济发展的制约属一般水平,通过努力可以实现既发展经济又改善环境的目标;也说明近几年“再造山川秀美大西北”战略逐步显出成果,通过先退耕封育禁牧再改造提高、人工种草与建立舍饲养畜基地等并举的措施,使生态系统初步具有良好的自我维持及恢复的能力。

榆林市可持续度总体上都呈上升趋势。从动态趋势变化来,截止到目前,榆林的社会经济是非可持续发展,虽然初步改变了沙进人退的局面,年输入黄河泥沙量由50年代的5.13亿t减到3.44亿t,但自神府煤田开发以来,经济发展还属于粗放型,开采中资源浪费严重、资源重复利用率低,年均输水量却以430万t激增,耕地面积逐年减少。随着满服务年限油井的不断废弃,占地也失去耕种价值。尤其近几年工业用水增长较快,由1980年的6.68亿 $m^3$ 增长到1999年的12.66亿 $m^3$ ,20年平均递增率4.4%,当地水资源环境污染压力不断加剧。预计2005年以后环境质量将有所改善,循环经济理念得到贯彻,随着榆林市经济的快速发展,大气污染治理、水污染治理和城市绿化的工作的力度不断加强,预测到2010年,榆林市社会经济实现了初步可持续发展;到2015年,榆林市会逐步建立起节水、节能、节地、节耗为特点的生态城市体系,形成适合于建设现代化的城市社会经济及环境体良性体系,基本实现城市人口、资源、环境与经济可持续发展。

## 5.2 建议

5.2.1 政府实施有效生态管理 政府应当实施有效生态管理,重视区域发展的均衡性和公平性,环境资源应该有偿使用,环境付出的代价应该得到补偿。政府部门可以制定按照环境污染和损失值来确定征收生态环境补偿费的政策,建立生态环境保护基金,主要用于区域生态环境的恢复和整治。对于该区的生态建设要给予政策支持和经济扶持,促进政府管制主导下的生态环境资源(土地、水、森林等)产权的市场交易,来提高资源利用效率。

同时还要研究社会生产、生活以及思想意识、伦理道德、法制规范等等,吸引广大民众参与,促使环保意识自上而下变成一项有规划的社会行动。还要控制人口、提高素质与发展教育并举,保持现行计划生育政策的稳定性和连续性,把控制人口自然增长和提高人口素质问题通盘加以考虑,并与环境保护和经济发展相协调。

5.2.2 重视耕地保护 在未来10年里,实施以保护和恢复林草植被生态系统为核心、恢复和改善生

态环境为主的生态综合治理工程,加强土地利用规划,重视耕地保护,严格控制基本农田保护面积,防止因城镇发展盲目占用耕地。对全区新的水土流失,特别是对开发区夷平丘陵产生的水土流失,应从体制及政策上,解决土地资源产权结构及其调控问题,加强全面治理,防止造成新的环境恶化。

5.2.3 加强水环境治理 陕北黄土高原地区水资源已成为一项事关全局的战略资源。为促进节约用水,可以采取一些激励政策:国外成功经验证明水权进行交易可以提高水资源利用效率,陕北地区也可以尝试进行水权交易,论证和颁布“可转让的水条例”,进一步分解、细化和界定区域的、可交易的水量权和排污权;作些试点工程,确定符合实际的工业用水定额,如企业利用城镇污水为水源,由城镇供水工程供给的工业用再生水时,用水定额应给予增加,通过这样的政策激励,鼓励企业开发循环用水技术。

5.2.4 促使工业发展进入循环经济良性轨道 由于榆林市是国家级的能源重化工基地,同时其环境容量也十分有限,重点在于因地制宜地推行循环经济理念,要依靠技术进步和技术创新,着力扶持清洁生产技术和节能节水综合利用技术等,在延长产业链、利用废弃物上下功夫。石油产业是榆林市经济产业的龙头,石油资源总有枯萎之日,因此真正要实现可持续发展,在未来10~20年,要有步骤地进行区域经济结构的调整;发展油气化工,延长产业链,最大限度地发挥石油资源效益;建立工业生态园,发展一批因地制宜、有生命力的替代产业;用石油产业来反哺农业和畜牧业,重点支持山川秀美工程和小城镇建设。

## 参考文献:

- [1] World Bank. Sustainability and the wealth of nations—first steps in an Ongoing Journey [M]. Washington, D C: The World Bank, 1996.
- [2] World Bank. China 2020 [M]. Washington, D C: The World Bank, 1997.
- [3] 谢洪礼. 关于可持续发展指标体系的述评 II [J]. 统计研究, 1999, (1): 59—63.
- [4] 张俊军, 许学强, 魏清泉. 国外城镇可持续发展研究[J]. 地理研究, 1999, 18(2): 207—213.
- [5] 毛汉英. 山东省可持续发展指标体系[J]. 地理研究, 1996, 16(4): 19—22.
- [6] 秦大河. 中国西部环境演变评估[M]. 北京: 科学出版社, 2002. 17—46.
- [7] 于子江, 李新琪, 海热提·涂尔逊. 干旱区资源与环境[J]. 2002, 16(2): 15—21.
- [8] 刘晓辰. 能源开发: 持续发展看榆林——来自国家级能源基地的思考[N]. 经济日报, 2005—09—05.

## Research on evaluation system and calculating methods of regional environmental sustainable degree

— A case study of Yulin

LUO Hui<sup>1</sup>, ZHAO Hai-feng<sup>2</sup>, HE Hao<sup>1</sup>, LIU Lu<sup>1</sup>, GAO Xiao-bin<sup>1</sup>

(1. Shaanxi Provincial Meteorological Bureau, Xi'an, Shaanxi 710015, China;

2. College of Economics & Management, Tongji University, Shanghai 200092, China)

**Abstract:** This paper try to construct a regional composite evaluating index system based on the adaptive capability responding to climate change from the view of sustainable development. The recent research of sustainable development focuses on theoretic and realization approaches; there still is no unified sustainable indexes system that linked them together, so this work has clear practical meaning. Based on literatures about sustainable index system, this paper divides the system into three sub-systems by taking region as regional unit, e.g. economic sub-system, resources-environmental sub-system and socio-population sub-system. Based on some principles, such as harmonious development between eco-environmental and socioeconomic situation, capacity building, maneuverability and so on, it constructs evaluation indices system of regional environmental sustainable degree of Yulin City that is background of this research. Moreover, the hierarchical analytic method is applied to analyze the environmental sustainable degree in three parts, which are level degree, potential degree and coordinated development degree. According to the quantificational environmental sustainable degree and its dynamic evolution, it shows that development of Yulin City is unsustainable up to now. It also predicts that it will attain primary sustainable development till 2010 and essential sustainable development till 2015 since the carrying out of cycling economic ideas and awareness of environmental protection. Finally, some countermeasures are given to realize these goals.

**Keywords:** eco-environment; sustainable degree; evaluation system; cycling economic

(上接第 166 页)

## Microclimate effects under different forest-grass rehabilitation of vegetation models in summer

JIANG Yan<sup>1,2</sup>, XU Li-ping<sup>1,2</sup>, YANG Gai-he<sup>1,2\*</sup>, RENG Guang-xin<sup>1,2</sup>

(1. Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2. The research center of recycle agriculture engineer and technology of Shaanxi Province, Yangling, Shaanxi 712100, China)

**Abstract:** According to observations on the microclimate of different models of forest-grass rehabilitation, such as mixed forest, manual shrubbery, wild shrubbery and grass glad, in Ansai experiment station, the main climate factors, such as air temperature, relative humidity, soil temperature, evaporation from water surface and so on, were analyzed. The result shows; the 4 models of forest-grass rehabilitation can significantly reduce average air and soil temperature, increase moisture of both air and soil in June, and have obviously a regulation function. The daily average air temperature changes with a asymmetry one-peak curve, and is 0.41°C~1.2°C lower than that of bare land. The order of the temperature of 0~20 cm layer soil is; mixed forest < manual shrubbery < wild shrubbery < grass glad < bare land. The maximal temperature on soil of the mixed forest is 34.78°C, which is obviously lower than 42.54°C of the bare land. The daily change curve of the air relative humidity takes "U" form. The air relative humidity of the bare land is the lowest, and that of mixed forest is the highest, which is 55.2%, 3.95% lower than that of the bare land. Compared with the bare land, the mixed forest and manual shrubbery can reduce evaporation from water surface 50.54% and 55.20%, respectively.

**Keywords:** characters of microclimate; different models; rehabilitation of vegetation