

doi: 10.7621/cjarrp.1005-9121.20190510

· 问题研究 ·

国家生态屏障区 PESREn 系统协调性研究^{*}

——以甘肃省为例

杨清^{1,3}, 史亚雯², 南志标^{1*}, 陆森³

(1. 草地农业系统国家重点实验室, 兰州大学草地农业科技学院, 甘肃兰州 730020;

2. 西北农林科技大学经济管理学院, 陕西杨凌 712100;

3. 甘肃农业大学财经学院, 甘肃省生态建设与环境保护研究中心, 兰州 730070)

摘要 [目的] 通过对国家重要生态屏障区甘肃省人口、经济、社会、资源和环境复合系统的定量测度, 明确其系统协调程度及协调发展程度。[方法] 通过建立人口、经济、社会、环境、资源复合系统协调性评价指标体系, 运用主成分分析法与协调度模型, 对 2005—2015 年甘肃省 PESREn 复合系统的综合发展指数、协调度及协调发展度进行测算。[结果] (1) 甘肃省经济、社会综合发展指数快速上升, 人口、资源综合发展指数缓慢上升, 环境综合发展指数在波动中趋于下降, 发展远远滞后于其他系统; (2) 甘肃省复合系统的协调度 2005 年为 0.026 6, 2009 年达到最高值 0.649 0, 到 2015 年再次下降至 0.375 9; (3) 甘肃省复合系统的协调发展度从 2005 年的 0.090 1 调整至 2015 年的 0.528 1。[结论] 在甘肃省发展过程中, 环境系统是系统协调发展的短板; 从整体趋势上看, 复合系统的协调度在波动中略有优化, 已从严重失调调整至轻度失调; 复合系统的协调发展度持续优化, 2015 年达到勉强协调; 认为甘肃省应加大培育战略性新兴产业, 发展区域特色产业, 大力推进各系统的深度协调发展; 构建和完善系统协调发展机制, 树立生态环保理念, 推进系统的可持续协调发展。

关键词 PESREn 复合系统 综合发展指数 协调度 协调发展度 国家生态屏障

中图分类号: F062.2 **文献标识码**: A **文章编号**: 1005-9121[2019]05078-08

0 引言

党的十八大明确了“五位一体”的中国特色社会主义事业总体布局, 党的十九大报告提出“建设生态文明是中华民族永续发展的千年大计”。甘肃省地处我国西北地区, 是国家重要的生态安全屏障, 也是经济欠发达省份。近年来, 随着经济总量的不断扩大, 区域粗放式的发展模式加之弱监管, 导致经济发展、社会发展、人口与资源和环境之间的矛盾逐步凸显, 祁连山生态破坏问题就是最典型的案例。在此背景下, 如何处理好人口、经济、社会和资源与环境之间的关系, 则显得尤为重要。文章通过建立人口、经济、社会、资源、环境复合系统 (PESREn) 发展评价指标体系, 采用定量分析方法, 对甘肃省 PESREn 复合系统综合发展指数、协调度和协调发展度进行测算。

1 文献回顾

马克思早在其著作《资本论》中就深刻阐明了人与自然的关系, 以及人类活动对自然环境的影响^[1], Grossman 和 Krueger (1991) 对环境质量与人均生活水平之间的关系进行了研究, 指出“污染在低收入水

收稿日期: 2018-01-30

作者简介: 杨清 (1980—), 女, 甘肃武威人, 博士生, 讲师。研究方向: 区域生态经济

*通讯作者: 南志标 (1951—), 男, 河北保定人, 博士、教授。研究方向: 草业科学。Email: zhibiao@lzu.edu.cn

*资助项目: 国家现代农业产业技术体系建设“牧草产业技术体系”(CARS35-08); 甘肃农业大学学科建设专项基金“供给侧改革视角下草原畜牧业发展路径依赖、解锁及机制保障研究”(GAU-XKJS-2018-235)

平上随人均 GDP 增加而上升,高收入水平上随 GDP 增长而下降”,Panayotou (1996) 将这种曲线称为环境 EKC 曲线^[2];Auty (2001) 研究了经济增长与资源之间的传导机制^[3];Boulding (2010) 对经济与环境关系的研究表明,人类不合理的社会经济活动将严重破坏生态环境,并呼吁经济增长与环境保护协调进行^[4]。

从国内对于人口、经济、社会、资源、环境各系统的研究来看,研究重点主要涉及各系统不同排列组合之间的耦合和协调发展方面;研究的理论基础则集中在外部性理论、产权理论和可持续发展理论上;同时,研究呈现出范围广、层次多的特点,既有对全国范围的研究^[5-7],又有省域范围的^[8-9],既有对某一城市的研究^[10-13],又有研究经济区的^[14-17];研究主要侧重在模型的构建与定量分析上,涉及的具体方法主要有:变异系数协调发展模型^[18-20]、序参量功效函数协调发展度模型^[21-22]、模糊隶属度协调发展模型^[23-24]以及灰色动态协调模型^[25]。在众多研究中,多数为对某一系统或某两个系统的协调发展上,更多的关注的是人口、环境和经济的协调发展,而对于资源和社会子系统关注的较少。该文将从国家重要生态屏障区的角度,对甘肃省的人口、经济、社会、资源与环境的系统协调性进行全面综合的评价。

2 PESREn 综合评价指标体系与模型

2.1 PESREn 综合评价指标体系的构建

为了能够更加准确地测算出甘肃省 PESREn 系统的综合发展水平,本着科学性、全面性、数据的可获得性等原则,采用多指标综合评价方法,分别从人口、经济、社会、资源、环境 5 个系统 13 个方面选取了具有较强代表性的 47 个统计指标,构建出甘肃省 PESREn 综合评价指标体系(表 1)。

2.2 评价模型的构建

该研究采用主成分分析法计算人口、经济、社会、资源、环境各子系统的综合发展指数,通过建立协调度与协调发展度模型,测算 PESREn 系统的协调发展水平。

2.2.1 PESREn 各子系统综合发展函数

各子系统综合发展指数的计算公式为:

$$f(X_i) = \sum_{j=1}^n a_j x_j \quad (1)$$

式(1)中, i 代表各子系统, j 为相应子系统指标, a_j 为各指标在相应子系统权重, x_j 为各指标的隶属度值。

2.2.2 协调度模型

事物之间总是存在或多或少的联系,它们的行为总会在一定程度上影响和制约着彼此,而彼此之间的影响程度大小并不是各类效应简单的加合。这意味着不能对各子系统的发展指数进行简单加合来解释整个地区的综合效益,因此,该研究借鉴耦合度模型及相关学者研究^[28-29],引入协调度模型:

$$C = \left\{ \frac{f(X_1) \times f(X_2) \times f(X_3) \times f(X_4) \times f(X_5)}{[(f(X_1) + f(X_2) + f(X_3) + f(X_4) + f(X_5))/5]^5} \right\}^K \quad (2)$$

式(2)中, C 为复合系统的协调度, $f(X_1)$ 、 $f(X_2)$ 、 $f(X_3)$ 、 $f(X_4)$ 、 $f(X_5)$ 分别代表人口、经济、社会、资源、环境各子系统的综合发展指数。 K 为调节系数,其取值范围为 $2 \leq K \leq 5$,由于该研究涉及 5 个子系统间的协调性,故令 $K = 5$ ^[27-28]。

2.2.3 协调发展度模型

为了更深层次地认识 PESREn 复合系统的协调发展水平,在建立协调度模型后,进一步构造协调发展度模型。其计算公式为:

$$P = \alpha f(X_1) + \beta f(X_2) + \gamma f(X_3) + \delta f(X_4) + \omega f(X_5) \quad (3)$$

$$D = \sqrt{C \times P} \quad (4)$$

式(3)中, P 为复合系统的综合发展水平, α 、 β 、 γ 、 δ 、 ω 分别代表人口、经济、社会、资源、环

表1 甘肃省 PESREn 系统综合评价指标体系

系统名称	一级指标	二级指标	单位	类型	
人口系统	人口规模	人口总量 (A ₁)	万人	负	
		人口自然增长率 (A ₂)	‰	负	
	人口结构	男女性别比 (A ₃)	%	负	
		城乡人口比 (A ₄)	%	正	
		总抚养比 (A ₅)	%	负	
	人口素质	小学学龄儿童净入学率 (A ₆)	%	正	
		万人拥有在校大学生人数 (A ₇)	人	正	
经济系统	经济总量	GDP (A ₈)	亿元	正	
		全社会固定资产投资 (A ₉)	亿元	正	
		社会消费品零售总额 (A ₁₀)	亿元	正	
		财政收入 (A ₁₁)	万元	正	
		进出口总额 (A ₁₂)	万美元	正	
		实际利用外资额 (A ₁₃)	万美元	正	
	经济结构	第一产业比重 (A ₁₄)	%	负	
		第二产业比重 (A ₁₅)	%	正	
		第三产业比重 (A ₁₆)	%	正	
	经济效益	人均 GDP (A ₁₇)	元	正	
		全社会劳动生产率 (A ₁₈)	元/人	正	
	社会系统	生活水平	在岗职工平均工资 (A ₁₉)	元	正
			城镇居民人均可支配收入 (A ₂₀)	元	正
农民人均纯收入 (A ₂₁)			元	正	
城乡居民储蓄存款年底余额 (A ₂₂)			万元	正	
社会发展		城镇居民恩格尔系数 (A ₂₃)	%	负	
		城镇人均居住面积 (A ₂₄)	m ²	正	
		农村居民恩格尔系数 (A ₂₅)	%	负	
		农村人均居住面积 (A ₂₆)	m ²	正	
		每万人口医院、卫生院床位 (A ₂₇)	张	正	
		每万人口执业 (助理) 医师 (A ₂₈)	人	正	
社会稳定		平均每个小学教师负担学生数 (A ₂₉)	人	负	
		公路里程 (A ₃₀)	万 km ²	正	
		城镇失业登记率 (A ₃₁)	%	负	
		CPI (A ₃₂)	—	负	
	PPI (A ₃₃)	—	负		
	资源源系统	资源储备	水资源总量 (A ₃₄)	亿 m ³	正
年末实有耕地面积 (A ₃₅)			万 hm ²	正	
林业用地面积 (A ₃₆)			万 hm ²	正	
能源生产总量 (A ₃₇)			万吨标准煤	正	
资源消耗		能源消费总量 (A ₃₈)	万吨标准煤	负	
		人均用水量 (A ₃₉)	m ³ /人	负	
		环境系统	环境压力	废水排放总量 (A ₄₀)	万 t
工业废气排放量 (A ₄₁)	亿 m ³			负	
二氧化硫排放量 (A ₄₂)	万 t			负	
工业固体废物产生量 (A ₄₃)	万 t			负	
环境治理	生活垃圾无害化处理率 (A ₄₄)		%	正	
	工业固体废物综合利用量 (A ₄₅)		万 t	正	
	工业二氧化硫去除量 (A ₄₆)		万 t	正	
污染治理项目本年完成投资 (A ₄₇)	万元	正			

境各子系统在复合系统中的权重,其满足 $\alpha + \beta + \gamma + \delta + \omega = 1$ 。根据可持续发展要求,各系统在社会发展进程中应占有同等重要的地位,且考虑到系统之间相互作用、相互促进、不可分割的关系特点,因此设定 $\alpha = \beta = \gamma = \delta = \omega = 1/5$ ^[28-29], $f(X_1)$ 、 $f(X_2)$ 、 $f(X_3)$ 、 $f(X_4)$ 、 $f(X_5)$ 分别代表各子系统的综合发展指数,式(4)中, D 为协调发展度, C 为协调度。

利用建立的协调度及协调发展度模型,计算出相关结果,计算结果均分布于 $[0, 1]$ 区间上,协调度取值与复合系统发展的协调性呈正相关,即取值越接近 1,系统的协调性越好。协调发展度值越大,说明协调发展能力越强。该研究参考相关学术论文,借鉴学者的研究成果^[28],将协调度与协调发展度的等级均划分为 9 个等级,如表 2、表 3 所示。

表 2 协调度的等级划分

协调度	0 ~ 0.10	0.11 ~ 0.30	0.31 ~ 0.40	0.41 ~ 0.50	0.51 ~ 0.60	0.61 ~ 0.70	0.71 ~ 0.80	0.81 ~ 0.90	0.91 ~ 1.00
协调等级	严重失调	中度失调	轻度失调	濒临失调	勉强协调	初级协调	中级协调	良好协调	优质协调

表 3 协调发展度量标准

协调发展度	0 ~ 0.10	0.11 ~ 0.30	0.31 ~ 0.40	0.41 ~ 0.50	0.51 ~ 0.60	0.61 ~ 0.70	0.71 ~ 0.80	0.81 ~ 0.90	0.91 ~ 1.00
协调等级	严重失调	中度失调	轻度失调	濒临失调	勉强协调	初级协调	中级协调	良好协调	优质协调

3 国家生态屏障区 PESREn 系统协调性测度

3.1 各子系统评价指标权重

该研究为了更加客观地确定各指标权重,选择采用多元分析法中的主成分分析来确定权重。首先利用 SPSS 24.0 统计软件对原始数据标准化处理,然后将各子系统评价指标的标准化数据分别进行主成分分析,得出相关检验结果,根据输出结果中的成分矩阵(因子载荷矩阵)、总方差解释表计算各子系统中评价指标的权重,并对各权重值进行归一化,最终求出各评价指标在相应子系统内的权重,如表 4~8 所示。其计算公式为:

$$A_{jq} = \begin{bmatrix} \left| \frac{\mu_{11}}{\sqrt{\tau_1}} \right| & \left| \frac{\mu_{12}}{\sqrt{\tau_2}} \right| & \dots & \left| \frac{\mu_{1q}}{\sqrt{\tau_q}} \right| \\ \left| \frac{\mu_{21}}{\sqrt{\tau_1}} \right| & \left| \frac{\mu_{22}}{\sqrt{\tau_2}} \right| & \dots & \left| \frac{\mu_{2q}}{\sqrt{\tau_q}} \right| \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \left| \frac{\mu_{j1}}{\sqrt{\tau_1}} \right| & \left| \frac{\mu_{j2}}{\sqrt{\tau_2}} \right| & \dots & \left| \frac{\mu_{jq}}{\sqrt{\tau_q}} \right| \end{bmatrix} \quad (5)$$

$$E_{q1} = \begin{bmatrix} \rho_{11} \\ \rho_{21} \\ \vdots \\ \rho_{q1} \end{bmatrix} \quad (6)$$

$$a_j^* = \frac{A_{jq} E_{q1}}{\rho_{11} + \rho_{21} + \dots + \rho_{q1}} \quad (7)$$

$$a_j = \frac{a_j^*}{\sum_{j=1}^n a_j^*} \quad (8)$$

式(5)~(8)中, j 为各子系统评价指标, q 为提取的因子个数, μ_{jq} 代表因子载荷,是第 j 个原有变量在第 q 个因子上的负荷, τ_q 为第 q 个因子的特征值, ρ_{q1} 为第 q 个因子的方差贡献率, a_j^* 为各指标权

重, a_j 为归一化后的指标权重。

表 4 人口子系统评价指标权重

指标	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7
权重	0.152 4	0.083 7	0.151 3	0.157 4	0.137 9	0.159 4	0.157 9

表 5 经济子系统评价指标权重

指标	A_8	A_9	A_{10}	A_{11}	A_{12}	A_{13}	A_{14}	A_{15}	A_{16}	A_{17}	A_{18}
权重	0.092 9	0.096 6	0.094 6	0.091 5	0.095 7	0.069 4	0.095 1	0.080 9	0.096 1	0.093 3	0.093 8

表 6 社会子系统评价指标权重

指标	A_{19}	A_{20}	A_{21}	A_{22}	A_{23}	A_{24}	A_{25}	A_{26}	A_{27}	A_{28}	A_{29}	A_{30}	A_{31}	A_{32}	A_{33}
权重	0.072 9	0.071 9	0.071 6	0.071 4	0.049 8	0.069 7	0.073 5	0.070 3	0.072 3	0.070 0	0.074 7	0.068 2	0.068 5	0.034 2	0.061 1

表 7 资源子系统评价指标权重

指标	A_{34}	A_{35}	A_{36}	A_{37}	A_{38}	A_{39}
权重	0.148 8	0.191 3	0.164 6	0.187 0	0.186 0	0.122 4

表 8 环境子系统评价指标权重

指标	A_{40}	A_{41}	A_{42}	A_{43}	A_{44}	A_{45}	A_{46}	A_{47}
权重	0.124 9	0.130 9	0.121 0	0.132 4	0.124 5	0.131 8	0.123 2	0.111 5

3.2 PESREn 子系统综合发展指数

将相应的指标权重与标准化后的原始数据代入系统综合发展指数公式, 最终测算出 2005—2015 年甘肃省人口、经济、社会、资源、环境五大子系统的综合发展指数, 结果如表 9 所示, 发展指数的值越大, 说明该系统发展水平越高。

从以上测算可以看出, 2005—2015 年, 甘肃省经济发展综合指数从 0.134 8 上升到了 0.851 5, 但同时也要注意, 从 2013 年开始, 甘肃省经济发展综合指数增长放缓, 究其原因, 第三产业产值所占 GDP 比重不断提高, 经济发展进入结构调整阶段。同期, 社会发展指数从

表 9 2005—2015 年甘肃省各子系统综合发展指数

年份	人口发展指数	经济发展指数	社会发展指数	资源发展指数	环境发展指数
2005	0.369 0	0.134 8	0.133 0	0.383 3	0.506 6
2006	0.423 9	0.220 2	0.183 1	0.292 5	0.564 1
2007	0.442 9	0.316 8	0.236 4	0.379 8	0.524 7
2008	0.475 8	0.383 1	0.261 7	0.373 3	0.552 3
2009	0.581 6	0.418 7	0.396 0	0.627 8	0.575 2
2010	0.716 3	0.520 5	0.374 9	0.572 2	0.546 1
2011	0.781 1	0.617 3	0.472 6	0.563 9	0.374 4
2012	0.782 2	0.680 8	0.626 0	0.654 7	0.433 0
2013	0.805 0	0.786 1	0.738 2	0.691 4	0.443 7
2014	0.820 5	0.852 3	0.818 3	0.657 9	0.460 2
2015	0.780 2	0.851 5	0.996 4	0.655 6	0.426 0

0.133 0 上升到了 0.996 4, 上升速度较快, 表明甘肃省社会事业总体功能效率高, 人民生活质量不断提升, 覆盖城乡居民的保障体系, 基础设施建设、医疗卫生、文化教育事业等也取得了成效显著。

2005—2014 年, 甘肃省人口子系统的综合发展指数呈单调上升趋势, 这表明近 10 年来甘肃省人口的整体结构得到了优化, 城镇人口比重逐渐增大, 男女人口比例逐步向平衡方向发展, 人口科学文化素质也不断提高, 而 2015 年, 人口系统发展指数却由 2014 年的 0.820 5 降至 0.780 2, 主要是由于随着老年人口数的不断增加, 甘肃省已进入了人口老龄化快速发展阶段, 人口年龄结构的老化使得人口发展面临严峻考验; 同时, 资源系统发展指数呈波动上升趋势, 意味着在实现经济增长的同时, 资源使用效率逐步提高, 但资源子系统的发展相对滞后。

环境系统综合发展指数随着经济的不断增长不断下降, 远远滞后于其他系统, 成为各系统协调发展的短板。借助于环境库兹涅茨曲线判断, 甘肃省的工业化水平还处在初期阶段, 其经济的发展是以破坏生态环

境为代价的增长, 权衡经济与环境发展, 往往更注重经济增长, 一味地追求总量经济, 导致“三废”排放量逐年提升, 环境污染严重, 虽制定了一系列环境保护制度, 但实施效果并不明显, 环境压力并没有得到有效缓解。

3.3 PESREn 复合系统协调度和协调发展度

运用协调度及协调发展度相关测算方法, 可以测算出 2005—2015 年甘肃省复合系统的协调度与协调发展度, 如表 10 所示。

通过以上测度结果可以看出, PESREn 系统协调度在波动中略有优化, 系统协调发展度持续优化, 略有下降, 但总体水平较低。

从系统协调度来看, 2005—2009 年, 系统协调度逐渐增大, 协调度等级由严重失调发展到初级协调, 而 2010—2015 年, 协调度变化幅度较大, 并没有保持原来良好的发展态势, 其等级甚至降至轻度失调, 这种趋势表明, 各子系统的发展速度存在较大差距, 发展速度较慢

的子系统未能赶上其他系统的发展步伐, 在某种程度上限制了其他子系统的发展, 从而导致协调度等级降低。2009 年, 协调度处在初级协调阶段, 经过两年的波动变化, 2012 年, 协调度等级再次达到初级协调, 通过分析得出, 虽然 2009—2012 年的协调度值较为相近, 但却存在着本质差别, 2009 年所达到的良好协调是在各子系统发展指数都较低条件下形成的, 是放弃发展换来的协调, 而 2012 年的协调是一种高发展的协调, 协调度往往会忽略各子系统的发展水平, 仅仅考虑系统间的协调状况, 因此, 进一步借助于系统协调发展度进行评价分析。

从系统协调发展度来看, 2005—2014 年, 系统协调发展度持续优化, 从严重失调逐步上升到初级协调, 这种趋势表明甘肃省经济社会取得了长足发展, 经济发展稳中求进、社会发展稳定和谐、民生问题得到不断改善。但 2015 年, 协调发展度却有所下降, 究其原因, 主要是由于环境子系统长期滞后于其他系统, 已成为阻碍复合系统协调发展的重要因素, 环境系统与经济、社会、人口系统的矛盾越发凸显, 经济社会发展过程中所造成的污染已超过了环境自身的承载力。生态环境恶化已经是甘肃省经济社会发展最大的瓶颈, 环境系统严重退化不仅会影响到复合系统的协调性, 而且将阻碍其他子系统的发展。

4 结论及政策启示

4.1 结论

(1) 2005—2015 年, 人口、经济、社会、资源各子系统的综合发展指数均呈现增长态势, 但环境子系统的综合发展指数却长期处于低水平发展状态, 环境系统成为甘肃省 PESREn 复合系统发展的短板。

(2) 协调度与协调发展度在波动变化中均有所优化, 但两者总体水平普遍偏低, 协调度波动较大, 资源、环境子系统的滞后发展已严重制约了复合系统的协调可持续发展进程。

4.2 政策启示

(1) 加大培育战略性新兴产业, 不断提高甘肃省复合系统总体发展水平。复合系统的总体发展水平与各子系统的发展水平是紧密联系, 相互作用的, 而资源、环境系统偏低的发展水平是甘肃省发展的劣势。因此, 在甘肃省整体发展过程中, 一方面, 应兼顾人口、经济、社会、资源与环境的客观发展规律, 促进各子系统的发展水平能够同步提升。另一方面, 应加大培育战略性新兴产业, 使其成为甘肃省经济持续发展的新增长点, 从而在减小对资源环境系统的破坏下能够带动甘肃省的经济社会发展。

(2) 调整优化产业结构, 发展区域特色产业, 大力推进甘肃省复合系统协调融合发展。落后的经济

表 10 2005—2015 年甘肃省协调度与协调发展度测算结果

年份	协调度	协调等级	协调发展度	协调发展等级
2005	0.026 6	严重失调	0.090 1	严重失调
2006	0.117 1	中度失调	0.198 6	中度失调
2007	0.400 8	轻度失调	0.390 3	轻度失调
2008	0.461 7	濒临失调	0.434 7	濒临失调
2009	0.649 0	初级协调	0.580 8	勉强协调
2010	0.590 9	勉强协调	0.568 0	勉强协调
2011	0.468 1	濒临失调	0.512 9	勉强协调
2012	0.633 8	初级协调	0.634 6	初级协调
2013	0.582 0	勉强协调	0.635 0	初级协调
2014	0.540 2	勉强协调	0.624 4	初级协调
2015	0.375 9	轻度失调	0.528 1	勉强协调

发展水平加之稀缺的生产要素资源给甘肃省的经济社会发展带来了更大的考验,不断优化调整产业结构,加快实施创新驱动发展战略是甘肃省经济健康发展的迫切要求。在甘肃省复合系统整体发展中,除考虑如何弥补环境系统这一“短板”外,还应思考如何处理各子系统之间存在的“缝隙”。加强环境保护与资源可持续利用,探索建立复合系统发展“多规合一”的发展机制,解决发展过程中的“短板”与“缝隙”等问题,使各系统能够彼此协调,达到深度融合。

(3) 完善系统协同发展机制,以制度建设保障甘肃省复合系统健康可持续发展。结合甘肃发展实际,构建与完善的系统协同发展机制,尽可能将制度指标化与详细化。通过宣传教育软约束与制度硬约束相结合的方式,营造资源节约型、环境友好型的外部环境,引导经济行为主体采用有益于系统可持续发展的生产方式进行生产活动。对于在发展过程中出现的失范行为能够按照相应法律法规进行处理,做到及时干预,从而不损害任何子系统的发展利益,使甘肃省复合系统能够实现较优的经济效益、社会效益与生态效益。

(4) 树立生态环境保护理念,构筑安全屏障,努力提升生态文明水平。政府应加强生态保护知识宣传力度,让全民能树立正确的生态环境保护理念,将改善生态环境视为己任。及时向公民普及政府治理环境的相关举措,提高公民保护环境的参与度。以生态环境的承载力为依据,合理部署甘肃省经济发展战略布局。以节水绿化、防沙治沙和生态修复为重点,不断加强生态保护与建设,提高资源利用效率与环境污染综合防治力度,努力提升生态文明水平,构建能够切实发挥保护作用的国家生态安全屏障。

参考文献

- [1] 卡尔·马克思. 资本论. 北京: 北京联合出版社, 2013.
- [2] Grossman G M, Krueger A B. Economic growth and the environment. *Quarterly Journal of Economics*, 1995 (2): 353-77.
- [3] Auty R. Resource Abundance and Economic Development. Oxford: Oxford University Press, 2001.
- [4] Boulding K. The economics of the coming spaceship earth. presented at the 6th resources for the future forum on environmental quality in a growing economy. *Energy Policy*, 2010 (12): 232-243.
- [5] 付云鹏, 马树才. 中国区域人口、经济与资源环境耦合的时空特征分析. *管理现代化*, 2015, 35 (3): 31-33.
- [6] 刘毅, 杨宇. 中国人口、资源与环境面临的突出问题及应对新思考. *中国科学院院刊*, 2014, 29 (2): 248-257.
- [7] 牛叔文, 李怡涵, 马利邦, 等. 资源环境约束下的中国人口增长问题研究. *中国人口·资源与环境*, 2010, 20 (S1): 253-256.
- [8] 段永蕙, 景建邦, 张乃明. 山西省人口、资源环境与经济协调发展分析. *生态经济*, 2017, 33 (4): 64-68, 79.
- [9] 王中雨. 休闲农业中旅游业与农业耦合发展研究——以河南省为例. *中国农业资源与区划*, 2017, 38 (4): 232-236.
- [10] 张玉萍, 瓦哈甫·哈力克, 党建华, 等. 吐鲁番旅游—经济—生态环境耦合协调发展分析. *人文地理*, 2014, 29 (4): 140-145.
- [11] 秦泗刚, 段汉明, 李正军. 资源型城市人口—经济—环境协调发展研究——以克拉玛依市为例. *生态经济*, 2016, 32 (6): 93-97.
- [12] 黄婷婷, 朱洁萍, 张蕾. 北京市人口、经济和资源环境协调发展状况评价. *吉林工商大学学报*, 2014, 30 (3): 5-10.
- [13] 高鑫, 董青, 李月臣, 等. 基于“人口—经济—社会—环境”的人口发展状况评价——以重庆市为例. *重庆师范大学学报*, 2014, 31 (5): 68-75+159.
- [14] 唐志强. 河西走廊城镇化进程中的资源环境压力定量测评研究. *干旱区地理*, 2017, 40 (4): 860-865.
- [15] 刘承良, 段德忠, 余瑞林, 等. 武汉城市圈社会经济与资源环境系统耦合作用的时空结构. *中国人口·资源与环境*, 2014, 24 (5): 145-152.
- [16] 杜忠潮, 黄波, 陈佳丽. 关中—天水经济区域城市群人口经济与资源环境发展耦合协调性分析. *干旱区地理*, 2015, 38 (1): 135-147.
- [17] 洪开荣, 浣晓旭, 孙倩. 中部地区资源—环境—经济—社会协调发展的定量评价与比较分析. *经济地理*, 2013, 33 (12): 16-23.
- [18] 王爱辉, 刘晓燕, 龙海丽. 天山北坡城市群经济、社会与环境协调发展评价. *干旱区资源与环境*, 2014, 28 (11): 6-11.
- [19] 杨阳. 基于变异系数的杭州市人口、资源、环境与经济协调发展研究. *四川环境*, 2016, 35 (5): 67-72.
- [20] 白爱桃, 叶得明. 西北干旱区人口—农业经济—生态耦合协调态势分析——以甘肃省民勤县为例. *资源开发与市场*, 2017, 33 (1): 54-58.
- [21] 杨成忠, 李小玲. 城市经济—生态—社会协调度评价及空间差异分析. *国土与自然资源研究*, 2016 (3): 38-43.
- [22] 刘超, 付德志. 基于可调控函数容量耦合生态经济协调发展评价模型. *地域研究与开发*, 2017, 36 (1): 45-48.
- [23] 刘明珍, 刘璟. 广东区域经济与资源环境发展的协调性分析. *广东行政学院学报*, 2015, 27 (5): 85-90.

- [24] 康玲芬, 李明涛, 李开明. 城市生态—经济—社会复合系统协调发展研究——以兰州市为例. 兰州大学学报, 2017 (2): 168-172.
- [25] 党晶晶, 姚顺波, 黄华. 县域生态—经济—社会系统协调发展实证研究——以陕西省志丹县为例. 资源科学, 2013, 35 (10): 1984-1990.
- [26] 苏飞. 农业与旅游业耦合模型构建及实证分析. 中国农业资源与区划. 2017, 38 (7): 58-63, 72.
- [27] 田童, 刘新平, 赵俊, 等. 塔里木河流域农牧资源与农牧经济耦合关系. 中国沙漠, 2015, 35 (5): 1382-1387.
- [28] 黄祥芳, 陈建成, 周伟. 江西省11市“四化”耦合协调发展水平测度. 城市问题, 2015 (3): 67-74, 104.
- [29] 侯纯光, 程钰, 任建兰. 山东省“新五化”协调发展时空演变. 经济地理, 2016, 36 (10): 60-68.

RESEARCH ON PESREN SYSTEM COORDINATION OF NATIONAL ECOLOGICAL BARRIER AREA *

——TAKING GANSU PROVINCE AS AN EXAMPLE

Yang Qing^{1,3}, Shi Yawen², Nan Zhibiao^{1*}, Lu Sen³

(1. State Key Laboratory of Grassland Agro-ecosystems, College of Pastoral Agriculture Science and Technology,
Lanzhou University, Lanzhou, Gansu 730020, China;

2. College of Economics and Management of Northeast Agriculture and Forestry University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

3. College of Finance and Economics in Gansu Agricultural University, Research Center of Ecological Construction and
Environmental Protection of Gansu, Lanzhou, Gansu 730070, China)

Abstract This research aims to measure the coordination degree and coordinated development degree of the population, economy, society, resources and environment composite system of Gansu province, an important national ecological barrier area through quantitative measurement. The research established the coordination evaluation index system by adopting the population, economy, society, resources and environment composite system. And by using the principal component analysis and coordination degree model, it calculated the comprehensive development index, coordination degree and coordinated development degree of the system from 2005 to 2015. The results showed that (1) The economic and social development index of Gansu had grown rapidly, while the population and resources comprehensive development index was quite slow. The comprehensive environmental development index tended to go down in fluctuation, and its growth lagged far behind the others; (2) Coordination degree of the composite system of Gansu province had grown from 0.0266 in 2005 to 0.6490 in 2009, which reached its peak, and dropped to 0.3759 in 2015; (3) Coordinated development degree of the composite system of Gansu province had grown from 0.0901 to 0.5281 during 2005 to 2015. It can be concluded that the environmental system is its weak point for balanced development during the development process of Gansu province; the coordination degree of the composite system has grown slightly in fluctuation, and has shifted from severe imbalance to mild imbalance; the coordinated development degree of the composite system has been raised steadily and reached basic balance in 2015. It is believed that Gansu province should increase the cultivation of strategic emerging industries, develop regional characteristic industries, and vigorously promote the in-depth coordinated development of various systems, build and improve the coordinated development mechanism, establish the concept of ecological environment protection, and promote the sustainable and coordinated development of the PESREn Composite System.

Keywords PESREn composite system; comprehensive development index; coordinated degree; coordinated development degree; national ecological barrier area