

陕西省生态 - 经济 - 社会综合分区研究

刘秀花^{1,2}, 李永宁², 李佩成²

(1. 中国科学院地球化学研究所环境地球化学国家重点实验室, 贵州 贵阳 550002;

2. 长安大学环境科学与工程学院, 陕西 西安 710054)

摘要:以多维度多层次理论为基础,应用模糊聚类分析(FCA)和 GIS 空间分析模型等方法,对陕西省综合分区进行定量研究;针对西北地区生态环境和社会经济发展的特殊问题,建立区划指标体系,应用层次分析法(AHP)确定不同层次指标的权重。应用上述方法,对陕西省 95 个县市的生态、经济、社会进行综合分区研究,结果得出生态环境区 7 个,经济社会区 9 个,综合区 13 个。通过实地抽样调查表明,上述研究结果能从生态、经济和社会方面准确反映各区的状况,增强了区域可持续发展研究的可操作性,可直接为各区生态环境建设和社会经济的可持续发展提供决策指导。

关键词: 陕西省;生态 - 经济 - 社会;综合区划

中图分类号: F062.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2010)01-0199-07

随着科学技术的进步、社会经济的发展和自然区划研究工作的深入,要求自然区划必须适用社会经济发展的要求,为区域社会经济持续发展服务。陕西省位于西北地区东部,属于干旱半干旱气候,区内地形复杂,典型的有陕北黄土高原、陕南秦巴山区和关中平原。长期以来,由于人类活动与自然地域相互作用,形成了复杂多样的生态 - 经济 - 社会耦合系统,当前各地存在的问题已不仅仅是单纯的经济问题或生态退化问题,而是生态系统、经济系统、社会系统多方面因素交织形成的综合问题。因此,开展基于生态 - 经济 - 社会综合分区研究具有重要的理论和现实意义。

20 世纪以来,国内外学者在自然区划方面作了大量研究,如 20 世纪初期 Humboldt 的“世界植被带”,H G Hotnmeier^[1]的地表自然区划,30 年代竺可桢^[2]的中国气候带区划,40 ~ 50 年代黄秉维^[3-6]中国植被带区划,以及席承藩等^[7]的中国自然区划,周立三^[8]的中国农业区划,侯学煜^[9]的中国自然生态区划与大农业区划等。20 世纪 90 年代以后,随着人们对区域生态系统类型及其生态过程认识的深入,生态学家开始研究生态区划^[10-19]、生态经济区划^[20,21]。刘胤汉等^[22]对陕西省生态环境进行综合分区研究,马蓓蓓等^[23]的陕西省生态经济区划等。这些研究在阐明生态系统对全球变化响应的基础上,对生态环境和生态资产也进行了综合评价。

综合区划是黄秉维先生^[24]在 20 世纪 90 年代

提出的一个全新的概念,其目的是为制定区域可持续发展战略服务,主张将自然与社会经济结合,叠加上流域划分的区域划分。1998 年吴绍洪^[25]以这一设想为基础,以柴达木盆地为例对综合区划进行了初步实现研究。本文也是以此为目标,对陕西省进行综合分区研究,并在分区方法上作进一步的探讨。

为此,将开展以下几方面研究:(1) 依据多维度多层次理论,针对陕西省特殊的自然地理条件和人文环境,从生态环境、经济和社会三个方面,应用定量数学模型、模糊聚类分析和 GIS 空间分析模型等方法,对陕西省综合区划进行定量研究;(2) 针对区内生态环境和社会经济发展的特殊问题,建立区划指标体系,并应用层次分析法(AHP)确定不同层次指标的权重;(3) 对陕西省 95 个县市的生态、经济、社会进行综合分区。

1 研究方法

1.1 综合区划原则

1.1.1 整体性原则 区域生态环境、经济、社会现状是在特定的自然条件下,在人类长期的生产、生活过程中,人与自然相互影响,协同进化的结果。因此,应从各影响因素的复杂关系中,从因素间的整体联系上,研究区域分异规律,划分综合类型。

1.1.2 自然生态环境条件的相似性与差异性原则

自然生态环境本底的差异是影响生态经济系统差异的客观基础,在进行综合区划时,保证各区分类单

收稿日期:2009-09-25

基金项目:国家科技攻关项目(2002BA901A43)

作者简介:刘秀花(1968—),博士,副教授,硕士生导师,主要研究方向为水环境与生态环境保护研究。E-mail:zhliuxh2003@163.com。

元自然生态环境条件基本一致,有利于正确地判别区域内与区域间生态、社会经济结构和功能的相似性与差异性,进而找出改善生态环境,发展经济的有效途径。

1.1.3 生态与经济、社会的统一原则 由于社会经济条件对各地地域差异形成的影响愈来愈大,所以在综合分区中必须将它们有机地结合起来,反映生态环境与社会经济发展之间的协调性程度。

1.1.4 可持续发展原则 针对各地的现状,划分综合区应强调在永续利用资源和保护生态环境的同时,实现社会持续性、经济持续性与生态持续性同步发展。

1.1.5 主要生态环境问题严重性原则 陕西省的主要生态环境问题有水资源短缺、水土流失严重、土地沙化、植被退化、生物多样性锐减等。这些因素影响各地的生态环境建设、经济发展和人们的生活质量。因此,区域内生态环境问题是综合分区的重要依据。

1.1.6 行政区界的完整性原则 在不影响和少影响分区主要生态经济指标的前提下,基本上保持县行政界限的完整性。由于县级行政区是具体实施各种生态环境保护和治理措施的基本单位,这既可满足高层次决策的需要,也便于各行政地区综合治理措施的实施。

1.2 综合区划方法

结合陕西省不同区域的特点,考虑多种因素的综合作用,在多维度思维^[27]的基础上,实行分层次分区。首先,建立各因子的量化模型,根据这些量化模型计算出因子层各因子的量化值,再从低层次的因子层到高层次的要素层,建立定量评价模型进行计算;其次,在一级要素层,考虑到各要素的模糊性和不确定性,运用模糊聚类分析方法进行各子系统分区;最后,从各子系统到综合目标层,为确切反映生态环境与社会、经济发展的空间关系,对不同维度(不同子系统)的模糊聚类分区结果,采用 GIS 多因素数据空间叠加模型来整合完成综合区的划分。

1.2.1 区划定量计算模型 按综合分区因子体系,根据各因子对系统贡献的大小,将因子层的各因子依据(1)式计算出二级要素层各要素的值:

$$B_i = \sum W_j Y_j \quad (1)$$

式中: B_i 为评价单元各二级要素层的计算值; W_j 为对应因子的权重; Y_j 为评价单元因子标准化后的值。

再根据(2)式计算出一级要素层各要素的值:

$$A_i = \sum V_j B_j \quad (2)$$

式中: A_i 为评价单元中一级要素层的计算值; V_j 为二级要素层中对应指标的权重; B_j 为评价单元各二级要素层的值。

1.2.2 模糊聚类分析 模糊聚类法主要适合于界线不清、因子众多问题的聚类分析,其实质是对样本按多元变量因子所反映的相似程度归为若干类群,使类群内所有个体具有较大的相似,而类群之间关系尽可能相对疏远^[26]。综合分区涉及多方面的因子,且大都具有边界很强的模糊性。因此,本文应用模糊聚类分析方法,对一级要素层各单元的计算结果(A_i)进行模糊聚类分析。

1.2.3 GIS 多因素叠加空间分析 应用 GIS 的多因素叠加模型分析,通过对模糊聚类得出的生态环境分区与经济、社会分区进行空间叠加分析,生成综合区。这种多因素数据叠加模型的结果可反映不同类型所揭示的综合特征,也可反映生态环境现状与经济发展、社会进步的三维度空间关系。

1.3 指标体系构成及权重的确定

鉴于综合分区研究系统结构的多维度性、多层次和影响因素的复杂性等特点,根据陕西省的生态环境特征以及社会经济的发展潜力,以及可持续发展理论,以人的生活质量改善为依据,对区内生态、经济、社会各子系统的影响指标进行综合分析研究,建立指标体系,见表 1。

综合分区系统是由多指标组成的多层次的复杂体系,不同层次中指标权重的确定采用层次分析法(AHP)^[28]来认识和评价这一复杂的系统。这一方法既能很好地反映综合系统的多层次性,也是目前最为有效的评价方法。

通过分析比较生态、经济、社会各子系统中主要影响元素的关系以及它们的重要性,建立了综合区划的层次结构模型,各指标的权重计算结果见表 1。

1.4 数据的标准化

综合分区涉及因子多,每项因子都有各自的量纲,并且因子间的数量差异较大,为了便于比较,首先,要对各因子数据进行标准化处理,计算公式如下:

$$y_{ij} = \frac{x_{ij} - x_{j\min}}{x_{j\max} - x_{j\min}} \quad j \in I_1 \quad (3)$$

$$y_{ij} = \frac{x_{j\max} - x_{ij}}{x_{j\max} - x_{j\min}} \quad j \in I_2 \quad (4)$$

$$y_{ij} = \frac{|x_{ij} - \beta_j|}{\max |x_{ij} - \beta_j|} \quad j \in I_3 \quad (5)$$

式中: x_{ij} 为评价单元的因子(i 为单元号, j 为对应的

因子); y_{ij} 为相应评价单元标准化后的因子; I_1 为因子越大越好的集合; I_2 为因子越小越好的集合; I_3 为因子越接近某一值越好的集合。

表 1 生态-经济-社会综合区划因子体系及权重分配

Table 1 Index system and it's weight for the regionalization by comprehensive factors of environment, economy and society

目标层 Target	一级要素 First grade factor	二级要素层 Second grade factor		因子层 Third grade factor	
	内容 Content	权重 Weight	内容 Content	权重 Weight	内容 Content
综合区划系统 Comprehensive regionalization	生态环境状况 Ecological environment	0.05	地貌 Topography	1.0	地貌指数 Natural topographic index
				0.3	平均气温 Annual average temperature
				0.5	年均降水量 Annual precipitation
			气候 Climate	0.2	蒸发量 Average annual evaporation
				0.6	水资源量 Water resources
				0.4	水体污染指数 Water pollution index
			水体 Water	0.5	土地可利用指数 Land use capability
				0.3	土地退化率 The rate of land degradation
				0.2	人均耕地面积 Average cultivated land
			土地 Land	0.6	林草覆盖率 Forest and grass coverage
				0.4	生物多样性 Biological diversity
				1.0	大气污染指数 Air pollution index
			生物 Creature	0.4	生物多样性 Biological diversity
				1.0	大气污染指数 Air pollution index
				0.4	土壤质量等级 Soil quality
	大气质量 Air quality	0.6	土壤侵蚀程度 Soil erosion degree		
		0.6	土壤侵蚀程度 Soil erosion degree		
		1.0	主要矿种储量 Main mineral reserves		
	矿产 Minerals	1.0	主要矿种储量 Main mineral reserves		
		0.4	经济规模 Economic scale	0.6	年 GDP 增长率 Growth rate of GDP
				0.4	人均 GDP Annual GDP per capita
	0.3			农业增加值 Added value of agriculture	
	经济结构 Economic structure	0.3	工业增加值 Added value of industry		
		0.3	服务业增加值 Added value of services		
		0.6	全社会劳动生产率 Overall labor productivity		
	经济效益 Economic effects	0.4	全社会资金生产率 Productivity of the whole social capital		
		0.4	全社会资金生产率 Productivity of the whole social capital		
		0.5	环境保护支出与 GDP 的比率 The proportion of environmental protection investment in GDP		
	经济可持续发展 Sustainable development in economy	0.5	环境保护支出与 GDP 的比率 The proportion of environmental protection investment in GDP		
		0.5	人均能源消耗量 Energy consumption per capita		
0.4		人口规模 Population size	0.6	年人口自然增长率 Natural population growth rate	
	0.4		实际人口密度 Actual population density		
	0.5		每万人中中学以上学生数量 Number of students above high school education in 10000 persons		
人口素质 Population quality	0.3	人口素质 Population quality	0.3	每万人中科技人员数量 Number of scientific and technological personnel in 10000 persons	
			0.2	医疗支出占 GDP 比重 The proportion of medical expenses in GDP	
			0.5	学龄儿童入学率 School-age children enrollment rate	
教育与科技 Science & education	0.2	教育与科技 Science & education	0.3	教育投入占 GDP 比重 The proportion of education investment in GDP	
			0.2	科技投入占 GDP 比重 The proportion of science and technology investment in GDP	
			0.3	城镇人均可支配收入 Urban disposable income of per capita	
生活水平 Living standard	0.1	生活水平 Living standard	0.3	农村人均纯收入 Rural annual net income per capita	
			0.2	城镇人均居住面积 Urban living space per capita	
			0.2	每万人中拥有的医生数量 Number of doctors in 10000 persons	

1.5 分区单元的确定

由于大部分统计资料均以县级行政区为基本统计单元,同时,县级行政区又是具体实施各种生态环境保护和治理措施的基本单位,故将陕西省的 95 个

县级(市)行政区作为综合区划的基本单元。

1.6 数据来源及标准化

综合分区的数据主要来源于统计年鉴,部分生态环境数据来源于各县的政府信息网。为保持一致,所有数据以 2005 年为准。另外,在本次研究中,

对全省的土壤侵蚀强度,在陕南和陕北由于自然背景的不同,按不同的标准来计算各县市的侵蚀强度,如在陕北黄土高原地区,允许土壤侵蚀量为 $1\ 000\ t/(km^2 \cdot a)$,而在陕南秦巴土石山区只为 $200\ t/(km^2 \cdot a)$ 。

2 结果与分析

综合上述方法,根据区域行政县界相对完整性的原则,经过模糊聚类分析计算,将陕西省生态环境分为 7 个区。同时,在生态环境子系统中,根据主要因子(权重较大)地形指数、降雨量和林草覆盖率值的大小将这些区分为 5 个级。对经济子系统和社经子系统分别计算,发现二者的分区结果基本一致,故将二者合在一起,共划分出 9 个社会经济区。并根据社会、经济子系统中主要因子(权重较大)农民人均纯收入、人口密度和高中以上文化程度人数占总人口的比重等值的大小,将社会经济区分为 5 个级。

最后,应用 GIS 的多因素空间叠加分析功能,对生态环境区和社会经济区结果进行空间叠加计算,划分出 13 个综合区,见图 1。

I₁ 汉中综合区(生态环境良好区(I)—社会经济发展强势区(I))

包括汉中市,面积 $556\ km^2$,区内生态环境综合状况好,经济发达,人民收入高,人居环境很好。

建议对策:在城市经济发展过程中,保护现有生态环境,控制水体、大气的质量,防止污染。

I₂ 宝鸡市综合区(生态环境好区(II)—社会经济发展强势区(I))

包括宝鸡市、宝鸡县,面积 $3\ 736\ km^2$,区内生态环境综合状况好,经济发达,人民收入高,人居环境好。

建议对策:在城市经济发展过程中,保护现有生态环境,控制水体、大气的质量,保护渭河水的水质。

I₃ 渭南市、西安市、咸阳市综合区(生态环境中等区(III)—社会经济发展强势区(I))

本区包括西安市、渭南市、咸阳市、咸阳地区的泾阳县、礼泉县、兴平市、武功县和宝鸡地区的扶风县、岐山县,面积约 $1.602\ 万\ km^2$,区内生态环境综合状况较好,经济发达,人民收入高,人居环境比较好。

建议对策:要加强周围各河流水质的改善,增加可用水资源量,保护南山的森林,因为它是保护城市水资源的绿色屏障。

II₁ 安康综合区(生态环境良好区(I)—社会经济发展较强区(II))

本区包括安康市,面积 $3\ 652\ km^2$,区内生态环境综合状况好,经济较发达,人民收入较高,人居环境好。

建议对策:在城市经济发展过程中,保护现有生态环境,特别在城市周边地区,防止生态环境的恶化。控制水体、大气的污染。

II₂ 三原—蒲城—潼关综合区(生态环境中等区(III)—社会经济发展中等区(III))

本区包括咸阳地区的三原县和渭南地区的富平县、华县、蒲城县、大荔县、华阴市、潼关县,面积约 $9\ 399\ km^2$,区内生态环境综合状况较好,人民收入比较高。但人口密度大,森林覆盖率低,人均耕地面积少,对生态系统的威胁大。

建议对策:发展科技果业等经济林产业,实现农业机械化、产业化,进一步提高农民收入。

II₃ 洛川、黄陵、韩城综合区(生态环境中等区(III)—社会经济较强(II))

本区包括延安地区的洛川县、黄陵县和渭南地区韩城市,面积 $5\ 710\ km^2$,区内生态环境综合状况较好,经济较发达。

建议对策:首先,保护好生态环境,在局部地区搞好生态重建,搞好水土保持;其次,在平地发展科技农业、果业等产业,进一步提高农民收入。

III₁ 宜川—旬邑综合区(生态环境中等(III)—社会经济中等(III))

本区包括延安地区的宜川县、黄龙县、渭南地区合阳县、澄城县、白水、铜川地区铜川市、宜君县和咸阳地区的旬邑县,面积约 $1.47\ 万\ km^2$,区内生态环境综合状况较好,经济较发达,人民收入比较高,人居环境比较好。

建议对策:首先,保护好生态环境,搞好坡耕地的退耕还林;其次,在平地发展科技农业、果业等产业,进一步提高农民收入。

III₂ 淳化—陇县综合区(生态环境中等(III)—社会经济发展程度低(IV))

本区包括咸阳地区的淳化县、长武县、彬县、永寿县、乾县和宝鸡地区陇县、千阳县、麟游县、凤翔县,面积约 $10\ 779\ km^2$,区内生态环境综合状况相对较好,经济欠发达,人民收入不高。除麟游县外,其余县的人口密度大,人均耕地面积少,对生态环境压力大。

建议对策:首先,保护好生态环境,搞好坡耕地的退耕还林;其次,在平地发展科技农业、果业等产业,进一步提高农民收入。

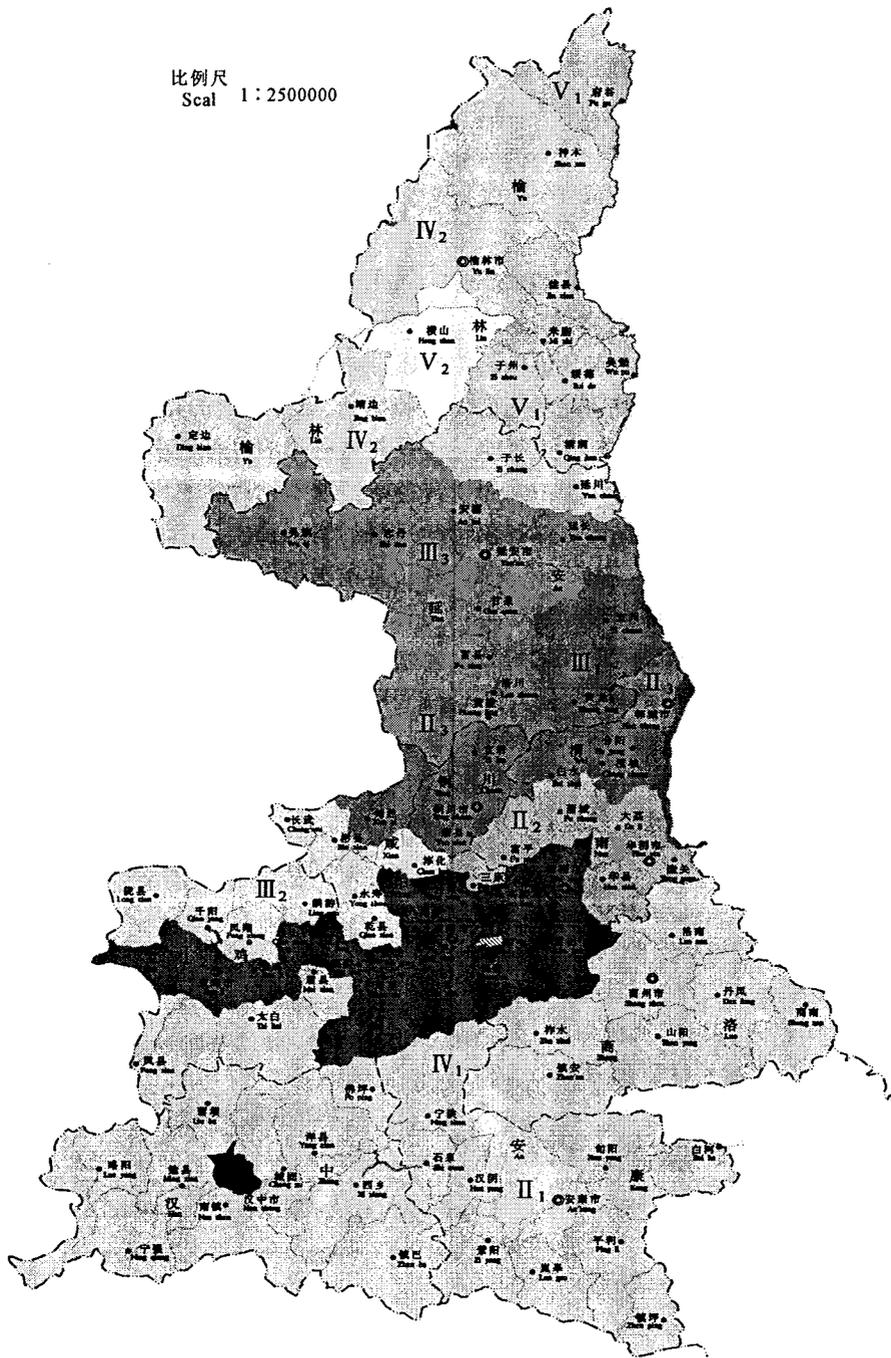


图 1 陕西省生态-经济-社会综合分区图

Fig.1 Comprehensive regionalization map on ecological-economical-social in the Shaanxi province

Ⅲ₃ 吴旗-延长-甘泉综合区(生态环境中等(Ⅲ)-社会经济中等(Ⅲ),经济发展潜力大)

本区包括延安地区的吴旗县、志丹县、安塞县、延长县、延安市、甘泉县和富县,面积约 2.29 万 km²。由于资源丰富,近年来人均经济收入较高,退耕还林(草)和山川秀美工程的建设,植被覆盖率也大大提高,生态环境有很大改善。

建议对策:首先,将资源开发与生态环境保护相

结合,走可持续发展的道路;其次,继续加强退耕还林力度,防止水土流失。发展特色产业,在建设生态环境的同时,提高农民收入。

Ⅳ₁ 陕南秦巴山地综合区(生态环境较好区(Ⅱ)-社会经济发展落后区(V))

本区包括除汉中市和安康市外的汉中地区、安康地区和商洛地区的全部,以及宝鸡地区的太白县和眉县,面积约 7.52 万 km²,区内生态环境综合状

况好,气候比较舒适。但 80% 以上的面积为高中山区,经济落后,人民收入比较低。

建议对策:首先,应保护好现有植被,并在破坏严重的地区进行人工重建。同时调整农业结构,搞农业优势产业,发展经济。

IV₂ 定-神综合区(生态环境恶劣(V)-社会经济较发达(III),且经济发展潜力大)

包括榆林地区的定边县、靖边县、神木县和榆林市区,面积约 2.67 万 km²。由于资源丰富,近年来人均经济收入较高,但地处风沙滩区,生态环境极不稳定,水资源短缺,林草覆盖率低。退耕还林对生态环境有所改善,但是实施的力度不够。加上近年来资源的无度开发,对水资源和植被破坏严重。人口密度大,大大超过了 1978 年联合国沙漠化会议提出的临界标准^[2]。

建议对策:首先,在资源开发前要进行环境破坏评估,而开发过程中对环境造成的破坏,应在周边区域得到加倍补偿。走可持续发展的道路,真正作到以开发促治理,以治理保开发;其次,进一步加强退耕还林建设,防止土地沙化。

V₁ 府谷-子长综合区(生态环境较差(IV)-社会经济落后(V))

本区包括榆林地区的神木县、佳县、米脂县、绥德县、子州县、吴堡县、清涧县和延安地区的子长县、延川县,面积约 1.72 万 km²,区内生态环境综合状况差,经济不发达,人民收入低。水资源短缺,林草覆盖率低,水土流失严重,土壤侵蚀程度强烈。人口密度大,人居环境差。

建议对策:首先,要坚决抓好退耕还林(草)工作,努力恢复植被,搞好 25° 以上坡度的退耕还林,防止水土流失,改善生态环境。其次,在平地利用光热资源发展特色农业,如红枣、苹果等经济林产业,以及马铃薯、谷子等产业。

V₂ 横山综合区(生态环境恶劣(V)-社会经济落后(V))

本区包括榆林地区的横山县,面积 4 084 km²,区内生态环境综合状况恶劣,经济落后,人居环境差。生态环境极不稳定,属流动沙地、半固定沙地和滩地为主的风沙区,水资源短缺,林草覆盖率低,南部水土流失严重,人口密度大,人类活动对生态环境胁迫过程显著,压力大,人们生活的舒适度很低。

建议对策:首先,在县北要保护生态环境,努力恢复植被,防沙固沙,防止风沙南袭。在县南进一步搞好 25° 以上坡度的退耕还林,防止水土流失。其次,在平地搞好农业优势产业调整,增加农民收入。

上述分析中,各区的经济状况和人民收入以陕西省人均收入的平均值作参考,人居环境质量主要以生态环境分区结果(生态环境的优劣程度)和人民的收入状况为参考依据。

3 结 论

本次分区是在充分考虑生态环境、社会及经济问题的现状和发展趋势的基础上,划分出区域的资源优势 and 劣势。从对陕西省的综合区划结果可以看出,通过综合分区,明确了各地生态环境保护与建设和社会、经济发展的目标,为陕西省各区的可持续发展提供科学的决策服务。因此,综合分区是一项服务于区域山川秀美建设和生态、经济、社会持续协调发展的基础工作。

本次结果与 2001 年的研究相比较,由于退耕还林和山川秀美工程的实施,全省的植被覆盖率有所增加,尤其在陕北的延安地区植被覆盖度变化很大,表明实施退耕还林工程效果显著。

参 考 文 献:

- [1] 郑 度,杨勤业,赵名茶,等.自然地域系统研究[M].北京:中国环境科学出版社,1997:6—7.
- [2] 竺可桢.中国气候区域论[J].气象研究所集刊,1931,第 1 号:1—11.
- [3] 黄秉维.中国综合自然区划草案[J].科学通报,1959,(18):594—602.
- [4] 黄秉维.中国之植物区域(上)[J].史地杂志,1940,1(3):19—30.
- [5] 黄秉维.中国之植物区域(下)[J].史地杂志,1941,1(4):38—52.
- [6] 黄秉维.中国综合自然区划草案[J].科学通报,1959,18:594—602.
- [7] 席承藩,张俊民,丘宝剑,等.中国自然区划概要[M].北京:科学出版社,1984:5—12.
- [8] 周立三.中国农业区划的理论与实践[M].合肥:中国科学技术大学出版社,1993:2—6.
- [9] 侯学煜.中国自然生态区划与大农业发展[M].北京:科学出版社,1988:3—9.
- [10] Sehultz J. Eco-zones of the world: the Ecological Divisions of the Geo-sphere[M]. Berlin: Springer-Verlag Press,1995:5—71.
- [11] Bailey R G. Delineation of ecosystem regions[J]. Environmental Management,1983,7:365—373.
- [12] Bailey R G. Testing an ecosystem regionalization[J]. Journal of Environmental Management,1984,19:239—248.
- [13] Bailey R Q, Zoltai S C, Wiken E B. Ecological regionalization in Canada and the United States[J]. Geoforum,1985,116:265—275.
- [14] Bailey R G. Explanatory supplement to eco-regions map of the continents[J]. Environmental Conservation,1989,16:307—309.
- [15] Bailey R G. Design of ecological networks for monitoring global

- change[J]. *Environmental Conservation*, 1991, 18: 173—175.
- [16] Bailey R G. *Eco-regions Map of North America: Explanatory Note* [J]. United States Department of Agriculture, Washington DC, 1998: 10.
- [17] Bailey R G. *Eco-regions: the Eco-system Geography of the Ocean and Continents* [M]. New York: Springer-Verlag, 1998: 192.
- [18] 傅伯杰, 陈利顶, 刘国华. 中国生态区划的目的、任务及特点 [J]. *生态学报*, 1999, 19(5): 591—595.
- [19] 孟令尧. 城市生态经济区划 [J]. *地理学与国土研究*, 1994, 10(1): 36—41.
- [20] 王传胜, 范振军, 董锁成. 生态经济区划研究——以西北 6 省为例 [J]. *生态学报*, 2005, 25(7): 1804—1810.
- [21] 景可. 黄土高原生态经济区划研究 [J]. *中国水土保持*, 2006, (12): 11—13.
- [22] 刘胤汉, 管海晏, 李厚地, 等. 西北五省(区)生态环境综合分区及其建设对策 [J]. *地理科学进展*, 2002, 5(21): 403—409.
- [23] 马蓓蓓, 薛东前, 阎萍. 陕西省生态经济区划与产业空间重构 [J]. *干旱区研究*, 2006, 23(4): 658—663.
- [24] 黄秉维. 论地球系统科学与可持续发展战略科学基础 [J]. *地理学报*, 1996, 51(4): 350—354.
- [25] 吴绍洪. 综合区划的初步设想——以柴达木盆地为例 [J]. *地理研究*, 1998, 17(4): 367—374.
- [26] 刁景心. 模糊聚类分析方法在环境功能区划、大气环境功能区划中的应用 [J]. *内蒙古环境保护*, 1997, (2): 18—21.
- [27] 汪应洛. *系统工程理论、方法与应用* [M]. 北京: 高等教育出版社, 2000: 170—174.
- [28] 牛映武. *运筹学* [M]. 西安: 西安交通大学出版社, 1994: 327—329.

Research on the ecological-economical-social comprehensive regionalization in Shaanxi Province

LIU Xiu-hua^{1,2}, LI Yong-ning², LI Pei-cheng²

(1. *State Key Laboratory of Environmental Geochemistry, Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guiyang, Guizhou 550002;*
2. *College of Environmental Science and Engineering, Chang'an University, Xi'an, Shaanxi 710054, China*)

Abstract: This paper, based on the theory of multi-dimension and multi-level, establishes the regionalization method using fuzzy clustering analysis and GIS spatial analysis model, and puts forward the mathematical modeling of empirical formula by considering the natural environment characteristics of different zones and main problems, and calculates the index's weight in every level using analytic hierarchy process (AHP) method. With above methods the province is environmentally divided into seven areas, economically and socially divide into nine areas, and comprehensively 13 areas. Field survey analysis shows that the results indicate that dividing the areas comprehensively can reflect the reality and is consistent with the investigative sample results, and also shows that the calculated results may guide the practice.

Keywords: Shaanxi Province; environment-economy-society; comprehensive regionalization

(上接第 167 页)

Effects of enhanced UV - B radiation on the quality of grape fruits

SUN Ying¹, ZHANG Zhen-wen^{1,2}, ZHANG Jing-yu¹, YANG Li-fang¹, GAO Ming-liang¹

(1. *College of Enology, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;*

2. *Shaanxi Engineering Research Center for Viti - Viniculture, Yangling, Shaanxi 712100, China*)

Abstract: On the basis of outdoor natural sunlight, four radiation intensities including $0\mu\text{W}/\text{cm}^2$ (CK), $10.2\mu\text{W}/\text{cm}^2$ (T1), $20.7\mu\text{W}/\text{cm}^2$ (T2) and $30.5\mu\text{W}/\text{cm}^2$ of ultraviolet - B radiation were used to study their effects on growth and quality of the *Vitis vinifera* Cabernet Sauvignon. The results showed that enhanced ultraviolet radiation decreased grape size, yield and fruit coloration index. At the same time physiochemical indexes, such as reducing sugar, Titrable acid, A S and TSS were down (the sequence was: CK > T1 > T2 > T3) and the growth of grape were retarded to a certain extent.

Keywords: UV - B; grape; quality