

重点生态功能区人口-经济-生态环境耦合协调发展探讨*

——以贵州省沿河县为例

孙小涛^{1,2}, 周忠发^{1,3}, 陈全^{1,4}

- (1. 贵州师范大学喀斯特研究院, 贵阳 550001; 2. 四川文理学院生态旅游学院, 四川 达州 635000;
3. 贵州省喀斯特山地生态环境国家重点实验室培育基地, 贵阳 550001;
4. 国家喀斯特石漠化防治工程技术研究中心, 贵阳 550001)

摘要:【目的】定量分析出沿河县人口-经济-生态环境耦合协调发展现状, 揭示出发展规律。【方法】综合考虑人口、经济、生态环境, 建立一套重点生态功能区县域人口-经济-生态环境耦合协调发展评价指标体系。运用最小相对信息熵原理, 将“层次分析法”与“熵权法”相结合, 形成综合权重, 对沿河县2010—2014年人口、经济和生态环境各项指标赋权, 通过耦合协调度模型对原始数据进行定量化分析, 得到耦合协调发展类型、发展趋势和未来发展方向。【结果】沿河县2010—2014年人口-经济-生态环境耦合协调度呈现出整体上升趋势, 耦合协调发展类型分别为轻度失调、中度耦合协调、中度耦合协调、良性耦合协调和优质耦合协调, 并由此提出耦合协调发展建议。【结论】评价结果为相关管理部门推进县域可持续发展提供理论支持, 具有一定的应用价值。

关键词:主体功能区划; 重点生态功能区; 耦合协调度; 综合权重; 沿河县

中图分类号: F119.9; X24

文献标志码: A

文章编号: 1672-6693(2017)04-0127-08

随着工业化、城镇化、农业现代化进程的不断加速发展, 中国现代化建设取得了令世界瞩目的成就, 但也存在矛盾, 具体表现在: 经济发展与生态环境保护之间的矛盾不断加剧; 资源枯竭、环境退化、城乡区域发展差距扩大、空间开发无序和空间结构失衡等问题愈演愈烈。这对人口、经济和生态环境耦合协调发展带来不利影响。人口、经济和生态环境三者之间往往表现出互为因果、相互制约的统一关系。如何处理好生态环境与经济社会和人类生存发展的关系, 成为中国实施可持续发展战略的关键。

耦合关系研究一直是国内外研究的热点, 耦合协调度是度量系统或内部要素在发展过程中彼此和谐一致的程度, 体现系统由无序走向有序的变化发展趋势^[1]。Lacitignola 等人^[2]以社会-生态模型分析了旅游业之间各指标的耦合关系; Petrosillo 等人^[3]构建社会-生态脆弱性模型分析各指标系统之间的共振耦合关系; Wei 等人^[4]将可持续发展模型与脆弱性模型结合分析。国内对耦合协调发展也有许多研究: 易平等人^[5]运用耦合协调度理论分析了世界地质公园社会经济-生态环境效益耦合协调发展的演化趋势; 刘定惠等人^[6]运用耦合协调度数学模型分析安徽省区域经济-旅游-生态环境耦合协调度; 廖重斌^[7]运用耦合度和耦合协调度理论定量分析了珠江三角洲城市群环境与经济协调发展评价; 张玉萍等人^[8]以吐鲁番地区为研究区, 运用耦合协调模型分析出旅游-经济-生态环境系统之间关系, 认为生态环境成为制约耦合协调度提高的关键因素。总之, 国内外运用耦合协调度模型分析资源和环境等方面的研究非常丰富; 但是这些研究视角都放在大区域, 目前将该理论运用在县域主体功能区上很少, 只有涂建军等人^[9]运用该理论分析四川省重点开发区人口-经济耦合协调关系。

贵州省沿河县是武陵山区生物多样性保护与水土保持的重要区域, 属省级重点生态功能区, 是长江上游生态安全屏障。但长期以来, 由于脆弱的生态环境加之人类不合理的开发活动, 导致当地人口、资源、环境之间的

* 收稿日期: 2016-03-02 修回日期: 2017-04-24 网络出版时间: 2017-5-16 11:28

资助项目: 国家自然科学基金(No.41661088); 贵州省高层次创新型人才培养计划(黔科合平台人才[2016]5674); 贵州省重大应用基础研究项目(黔科合 JZ 字[2014]200201)

第一作者简介: 孙小涛, 男, 研究方向为地理信息系统与遥感, E-mail: sxt6666666@sina.com; 通信作者: 周忠发, 教授, E-mail: fa6897@163.com

网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1165.N.20170516.1128.096.html>

比例严重失调。为了促进人口、经济和生态环境耦合协调发展,研究根据沿河县人口、经济、生态环境等实际情况,综合考虑县域人口、经济和生态环境,构建耦合协调度评价指标体系。运用最小相对信息熵原理,将主观“层次分析法”与客观“熵权法”相结合,形成综合权重。最后,通过耦合协调度模型对原始数据进行定量化分析,得出耦合协调发展结果,提出县域耦合协调发展对策。本研究对促进喀斯特山区经济社会可持续发展、建设生态文明和维护国家生态安全有着重要的理论与现实意义。

1 数据来源与研究方法

1.1 数据来源

文章涉及的数据主要来自《贵州统计年鉴》、《铜仁统计年鉴》和《沿河县国民经济和社会发展统计公报》。部分数据于 2015 年 5—7 月通过实地调研,走访了沿河县相关行政部门,获得第一手数据和资料。数据主要为沿河县 2010—2014 年人口、经济、生态环境等相关数据。

1.2 研究方法

1.2.1 确定指标权重 1) 熵权法^[10]。熵主要反映系统混乱程度,而信息是有序程度的度量。若某个指标的信息熵 e_j 越小,表明指标值的变异程度越大,在综合评价中所能起到的作用也越大,权重也就越大;相反,则在起到的作用也越小,权重也就越小^[11]。该方法既克服了主观赋权法无法避免的随机性、臆断性问题,还有效解决了多指标变量间信息重叠问题^[12]。首先将各实际指标原始值按照比重法进行标准化处理,计算公式

为: $X_{ij} = x_{ij} / \sum_{i=1}^n x_{ij}$ 。其中, X_{ij} 表示第 ij 项指标数据标准化后的值, x_{ij} 表示第 ij 项指标数据的原始值。第 j 项

指标的熵值为 e_j , 计算公式为: $e_j = -k \sum_{i=1}^n x_{ij} \ln x_{ij}$ 。其中, $k = 1/\ln(n)$, 且 $k > 0$, $e_j \in [0, 1)$, 则第 j 项指标权重

为: $W_j = (1 - e_j) / (\sum_{i=1}^n 1 - e_j)$ 。

2) 层次分析法^[13]。层次分析法是一种定性和定量分析相结合的综合性评价方法,是一种运用成熟、系统性强、使用范围广泛和计算方法简单的求权方法。本方法主要运用 Yaahp 软件进行相关计算,并进行一致性检验。

3) 权重是衡量评价指标在评价体系中相对重要性的一项指标。权重的客观性和合理性直接和间接影响耦合协调评价的科学性与准确性。熵权法符合数学规律具有严格的数学意义,但往往会忽视决策者主观意图。层次分析法定量数据较少、定性成分多、主观性较强。因此,根据最小相对信息熵原理,综合上述两种计算权重的方法确定综合权重,综合权重计算公式为^[14]:

$$W_{zm} = \frac{\sqrt{W_{bm} W_{dm}}}{\sum_{i=1}^m \sqrt{W_{bm} W_{dm}}} \quad (1)$$

其中, W_{bm} 为“熵权法”各指标权重值, W_{dm} 为“层次分析法”各指标权重值, W_{zm} 为综合权重各指标权重值。

1.2.2 耦合度模型 数据标准化处理是数据深度挖掘的一项基础工作,由于不同指标常常具有不同的计量单位和变异程度,因此为了消除原始数据由于单位等差异对评价结果造成的影响,需要对原始数据标准化^[15]。

正向指标标准化公式为:

$$y_{ij} = \frac{x_{ij} - \min\{x_{ij}\}}{\max\{x_{ij}\} - \min\{x_{ij}\}} \quad (2)$$

逆向指标标准化公式为:

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

耦合度是用来描述系统或系统内部要素之间相互作用、彼此影响的程度^[16]。借鉴物理学中容量耦合系数模型^[17]的扩展,得到多个系统或指标相互作用的耦合度模型,计算公式如下:

$$f(x) = \sum_{i=1}^5 a_i x_{ij}, g(x) = \sum_{i=1}^6 b_j y_{ij}, h(x) = \sum_{i=1}^7 c_k z_{ij} \quad (4)$$

$$C = \sqrt[3]{[f(x) \times g(y) \times h(z)] / [(f(x) + g(y) + h(z))/3]^3} \quad (5)$$

其中, a_i, b_i 和 c_i 分别表示三大子系统各个指标的权重; x_{ij}, y_{ij} 和 z_{ij} 分别表示三大子系统各个指标标准化值; $f(x), g(x)$ 和 $h(x)$ 分别表示人口、经济、生态环境三大子系统的综合评价函数及 3 个子系统的综合评价结果; C 代表三大子系统的耦合度。

1.2.3 耦合协调度模型 耦合度主要说明各系统之间的相互作用、相互影响的强度,并不能反应系统和内部要素之间由无序向有序发展的趋势。耦合协调度可以清晰地辨别出系统和要素之间相互作用、相互影响的协调现状,鉴别出县域人口-经济-生态环境在空间上是否达到良性共振。所以,引用了耦合协调度模型,计算公式为:

$$D = \sqrt{c \times T}, T = \alpha f(x) + \beta g(x) + \delta h(z). \quad (6)$$

其中, D 表示三大子系统的耦合协调度; T 为人口-经济-生态环境系统综合评价指数;鉴于重点生态功能区“发展与生态”的重要性,参考前人研究成果^[15],将待定系数 α, β, δ 分别定为 0.2, 0.4, 0.4。

D 值主要介于 $[0, 1]$ 之间,当 $D=1$ 时,耦合协调最佳,反之,当 $D=0$ 时,耦合协调性最差。根据研究区人口、经济和生态环境情况,借鉴廖重斌^[7]、崔木花^[18]等人的研究,确定如下评价标准:当 $0.8 < D \leq 1$ 时,为优质耦合协调;当 $0.6 < D \leq 0.8$ 时,为良性耦合协调;当 $0.4 < D \leq 0.6$ 时,为中度耦合协调;当 $0.2 < D \leq 0.4$ 时,为轻度失调;当 $0 \leq D \leq 0.2$ 时,为重度失调。

2 数据处理与分析

2.1 研究区概况

沿河县位于贵州省东北部,铜仁市西北部,乌江下游,地处武陵山脉与大娄山脉交错地带;地理坐标为东经 $108^{\circ}03' \sim 108^{\circ}37'$ 、北纬 $28^{\circ}12' \sim 29^{\circ}05'$ 。全县国土面积 $2\,468.8 \text{ km}^2$ 。2014 年末,全县户籍人口 66.84 万人。2014 年地方生产总值 72.56 亿元,同比增长 15.5%;人均生产总值 16 124 元,城镇居民人均可支配收入 19 797 元,农民人均纯收入 5 960 元。全县基本形成了畜牧、茶叶、果蔬和烤烟等特色现代山地高效农业;以山峡生态工业区、淇滩循环经济工业区和官舟山羊科技工业区等工业园区建设正在有序推进;以乌江山峡国家级风景名胜区、麻阳河国家级自然保护区和黔东特区革命委员会等为主的特色文化旅游业发展成效明显。全县适宜发展区面积 265.39 km^2 , 占全县国土面积 10.75%;适度发展区范围为 252.68 km^2 , 占全县国土面积的 10.23%;生态保护区范围 $1\,950.73 \text{ km}^2$, 占全县国土面积的 79.02%(封三彩图 1)。

2.2 指标体系建立

2.2.1 指标体系构建 人口-经济-生态环境是一个基于自然和人类共同形成的综合性系统,耦合协调度评价模型指标体系是一个多因素组成的多层次的复杂系统。借鉴廖重斌^[7]、党建华等人^[15]的研究成果,遵循客观性、全面性、代表性和可操作性等指标选取原则,结合研究区地理环境特点,从人口子系统、经济子系统和生态子系统 3 个层面选取 18 个指标,构建沿河县耦合协调指标评价体系;运用最小相对信息熵原理,将“层次分析法”与“熵权法”相结合,形成各指标的综合权重值(表 2)。

2.2.2 评价因子内涵 人口子系统是最基本的子系统;并反映一定的社会关系;并直接反映经济发展水平,间接影响生态环境。该系统主要由 5 个指标构成:其中常住人口的多少反映未来人口城镇化发展水平的潜力和未来发展劳动力资源的丰富度;城镇人口比重主要反映城镇化水平高低;第二、第三产业就业人口间接反映县域产业结构和经济发展水平和方式;城镇登记失业率反映人民生活水平,间接影响社会稳定状况——该指标值越大越不利于社会稳定和经济发展,故定为逆向指标。

经济子系统各指标值的大小反映经济贡献的大小、对社会需求的满足程度及该系统各指标产生的社会影响^[2]。该系统包括 6 个指标:人均 GDP 反映人民收入水平和生活水平;第一、第二、第三产业产值占 GDP 比重反映经济发展方式和产业结构;固定资产投资的多少反映社会固定资产再生产水平的高低;社会消费品零售总额间接反映人民对社会消费品等的购买能力和消费水平。

生态子系统代表县域生态环境建设带来生态环境改善的质量和可持续发展提升水平,由 7 个指标构成。各指标选取在参考前人研究成果基础上,根据喀斯特山区生态脆弱性的特殊自然环境,结合专家建议,适当增加石漠化综合治理面积、水土流失面积等指标。人均公共绿地面积主要衡量城市居民生活环境和质量;石漠化综合治理面积反映沿河生态环境恢复状况;水土流失面积反映沿河县生态破坏程度——它的值越大,表示生态环境状况越不利,故定义为逆向指标;工业固体废弃物综合利用率和城镇污水集中处理率反映环境保护程度;万元工

业增加值用水量和单位生产总值能耗反映经济发展对生态环境的破坏程度,故定义为逆向指标。

2.3 确定各评价指标权重

选取沿河县 2010—2014 年人口、经济、生态环境等相关数据,从人口子系统、经济子系统和生态子系统 3 个层面选择 18 项指标,根据最小相对信息熵原理,将“层次分析法”确定的主客观权重与“熵权法”确定的客观权重相结合,形成综合权重。根据(1)式,确定出各指标的综合权重(表 1)。

2.4 数据标准化处理

对原始数据标准化处理是进行耦合协调度评价的前提,经过处理后,各指标即处于同一数量级,适合进行综合对比评价。鉴于人口和生态指标存在正逆向差异,根据各指标性质,选取适当的标准化公式,对原始数据进行标准化处理,消除指标之间的量纲影响,以解决数据指标之间的可比性。参照(2),(3)两式对原始数据标准化处理,得出各指标的标准化值。

3 结果与分析

3.1 人口-经济-生态环境耦合协调结果

通过表 2 中沿河县 2010—2014 年人口、经济和生态环境等指标值,运用(1)式,分别计算出各评价指标权重(表 1)。结合(2)式和(3)式进行数据标准化处理;在此基础上,进一步通过(4)式至(6)式,建立三大子系统的综合评价函数模型、人口-经济-生态环境耦合度模型、综合评价指数模型和耦合协调度模型。通过计算,得出研究区 2010—2014 年人口-经济-生态环境综合评价函数 $f(x)$, $g(x)$, $h(x)$ 值,综合评价指数(T),人口-经济-生态环境耦合度(C),以及耦合协调度(D)(表 2)。沿河县 2010—2014 年人口-经济-生态环境耦合协调度呈现出整体上升趋势,耦合协调发展类型分别为轻度失调、中度耦合协调、中度耦合协调、良性耦合协调和优质耦合协调。

3.2 人口-经济-生态环境综合评价指数分析

2010—2014 年沿河县人口综合评价指数为 0.150~0.847,变化幅度较大,总体上呈现出波动上升(表 2)。这是由于近年来城镇人口比重和第二、第三产业就业人口加快上升,促进了人口综合评级指数快速上升。其中,以 2011 年为时间拐点,达到几年内的最低值,比 2010 年低 0.038。这是因为 2011 年常住人口下降快,城镇登记失业率上升快,第二产业就业人口增长较慢;从而导致人口综合评价指数下降。并且沿河县地处喀斯特高原山区,县域高山连绵,地势崎岖,地块破碎,田土瘦薄,水土流失严重;极大地阻碍了生产经营活动。同时由于该县地处边远地区,基础设施落后,生存环境恶劣,导致大批青壮年劳动力外出务工,常住人口降低。受传统文化影响,当地农业人口数量大,从事第二、第三产业人口较少且增长速度慢,导致城镇人口比重低。2011—2013 年人口综合评价指数大幅度增长,增长速度加快,短短两年增加了 0.492,达到 0.604。这是因为从 2012 年开始沿河县大力推进招商引资,积极发展第二、第三产业,推行积极的扶贫生态移民、就业政策以及实施“雁归工程”,从而经济发展水平提高,使得外出务工人员回迁,促使常住人口数量和城镇人口上升;2013—2014 年人口综合评价指数,增长速度有所下降,主要是因为城镇登记失业率有所提高。

2010—2014 沿河县经济综合评价指数介于 0.093 至 0.894 之间,呈现直线上升,增长较快(图 2)。这主要是因为近些年来沿河县人均 GDP、固定资产投资和社会消费品零售总额快速上升,同时第二、第三产业产值占 GDP 比重上升快,第一产业产值占 GDP 比重逐渐下降,产业结构逐渐优化。从 2011 年开始,该县大力实施基础设施建设,积极推进高速公路建设,升级改造国省干道,产业园区道路;并优化投资环境,破解融资难题,加快招商引资步伐;同时实施积极的产业扶贫道路即依托良好的自然资源,积极发展生态养殖、生态茶叶等自主品牌产业,促进县域经济发展。以上措施促进沿河县经济综合评价指数持续上升。

沿河县在 2010—2014 年,生态环境综合评价指数呈现出波动上升趋势,到 2014 年达到这 5 年的最大值。2012 年该指数下降迅速,与 2011 年相比,下降率为 26.8%(表 2);表明 2012 年研究区石漠化综合治理面积下降迅速。2012 年以后,综合指数上升快。这是因为从 2012 年以后,沿河县积极响应中央和贵州省实施的“贵州省主体功能区建设”和“沿河县生态文明建设”政策,大力实施植树造林、退耕还林、还草,封山育林、人工造林、人工种草和草地改良,优先发展生态用材林、生态果木和生态经济林等;并且积极推进坡改梯、小型水利水保工程和生态移民工程——有效减少了水土流失和石漠化面积,明显增加了森林覆盖率、人均公共绿地面积等。因此,当地水土流失和石漠化得到了有效遏制。

表1 沿河县2010—2014年人口-经济-生态环境耦合协调评价指标体系及指标权重

Tab.1 Coupling coordinated development evaluation index system and weight of population-economy-ecology of Yanhe county from 2010 to 2014

类别	指标名称	符号	原始数据					综合权重
			2010	2011	2012	2013	2014	
人口 子系统	A1 常住人口/万人	+	45.01	44.88	44.96	45.02	45.03	0.085
	A2 城镇人口比重/%	+	17.94	18.36	18.97	20.88	37.39	0.374
	A3 第二产业就业人口/万	+	1.94	1.96	2.04	2.07	2.14	0.185
	A4 第三产业就业人口/万	+	10.74	11.48	11.91	12.22	12.38	0.123
	A5 城镇登记失业率/%	-	3.61	3.79	3.89	3.04	3.58	0.232
经济 子系统	B1 人均GDP/元	+	7 007	8 715	11 042	13 106	16 124	0.233
	B2 第一产业产值占GDP比重/%	+	40.01	35.49	33.21	30.60	27.30	0.092
	B3 第二产业产值占GDP比重/%	+	15.96	16.96	17.88	19.00	18.60	0.153
	B4 第三产业产值占GDP比重/%	+	44.03	47.56	48.91	50.40	54.10	0.125
	B5 固定资产投资/亿元	+	29.60	45.53	79.45	109.37	125.76	0.213
生态 子系统	B6 社会消费品零售总额/亿元	+	7.70	9.12	10.56	12.13	13.64	0.185
	C1 人均公共绿地面积/m ²	+	5.90	5.95	6.00	6.20	6.30	0.200
	C2 石漠化综合治理面积/km ²	+	18.06	19.08	13.42	14.02	13.69	0.205
	C3 水土流失面积/km ²	-	1 644.10	1 639.70	1 635.50	1 633.45	1 631.30	0.149
	C4 工业固体废物综合利用效率/%	+	48.00	49.00	50.00	52.00	55.00	0.105
	C5 城镇污水集中处理率/%	+	27.30	28.60	30.00	34.70	37.90	0.151
	C6 万元工业增加值用水量/t	-	141.50	140.00	138.50	135.00	130.00	0.075
C7 单位生产总值能耗/(t·万元 ⁻¹)	-	1.51	1.43	1.29	1.25	1.28	0.116	

注:正号代表正向指标,负号代表逆向指标。C7中单位“t”指标准煤的质量。

3.3 人口-经济-生态环境耦合协调发展分析

2010—2014年沿河县综合评价指数呈现总体快速上升趋势(表2),上升幅度大,与人口、经济和生态环境变化趋势总体保持一致。综合评价指数与各子系统指数呈正相关变化趋势(表2)。2010—2012年该指数出现平稳增长,2012—2013年出现快速增长。这是因为这一阶段人口、经济和生态环境指数都快速增长,而耦合性增强导致综合评价指数快速增长。2013—2014年增长速度放缓,因为各系统综合评价指数有所放缓。

表2 沿河县人口、经济、生态环境耦合结果

Tab.2 Coupling results of population-economy-ecology of Yanhe county

年份	$f(x)$	$g(x)$	$h(x)$	T	C	D	耦合协调类型
2010	0.150	0.093	0.168	0.134	0.969	0.361	轻度失调
2011	0.112	0.279	0.325	0.264	0.908	0.489	中度耦合协调
2012	0.249	0.506	0.238	0.348	0.939	0.571	中度耦合协调
2013	0.604	0.732	0.503	0.615	0.988	0.780	良性耦合协调
2014	0.847	0.894	0.690	0.803	0.994	0.893	优质耦合协调

沿河县2010—2014年人口-经济-生态环境耦合协调度呈现整体上升趋势(表2)。耦合协调类型由2010年的轻度失调转向到2013年的良性耦合协调,到2014年开始处于优质耦合协调。该指标伴随着沿河县人口、经济和生态环境指数的增长而增长,且变化幅度和耦合协调度变化趋势基本一致。利用SPSS 19.0软件对沿河县2010—2014年人口、经济和生态环境综合评价指数与耦合协调度之间的耦合性建立进行相关性分析,即采用一元二次多项式模型对二者进行回归分析。结果表明(图2):沿河县耦合协调度与人口、经济、生态环境综合评价指数之间关系非常密切, R^2 分别达到0.921 7,0.989 7,0.904;相对而言,该指标和经济系统关系最密切。

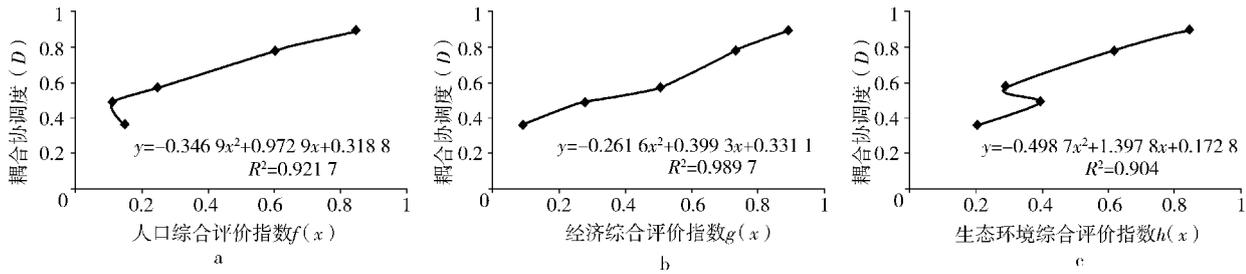


图 2 沿河县人口、经济和生态环境综合评价指数与耦合协调度关系

Fig. 2 Relations of synthetic evaluation index and coupling coordination of population-economy-ecology environment of Yanhe county

4 讨论

要实现耦合协调发展,应抓好各子系统内部协调,让各系统综合评价指数接近 1;并且让各系统综合评价价值之间差距逐渐缩小——耦合协调才会更优。根据各指标综合权重,在人口子系统中,按贡献排名处于前 4 位的指标分别为城镇人口比重(0.374)、城镇登记失业率(0.232)、第二产业就业人口(0.185)和第三产业就业人口(0.123)。今后经济社会发展中,应该重点抓好这 4 个方面。2014 沿河县城镇人口比重为 37.39%,与国家 2020 年要求的小康水平中城镇化水平要达到 50%还有很大差距。因此应该积极建设沿河县城以及官舟、洪渡、思渠等重点乡镇,发展产业,引导人口向城镇集聚,提高城镇化水平。城镇登记失业率反映人民生活水平,间接影响社会稳定状况。应该进一步实施“雁归工程”,注重政策导向,增强投资兴业引力,积极发展第二、第三产业,增加就业岗位。按照就业困难人员的文化程度、就业愿望、培训需求等进行细化分类,根据实际情况有针对性地开展家政等职业技能培训,使他们掌握就业实用技能;以此来降低城镇登记失业率,提高生活质量。同时应该积极调整产业结构,增加第二、第三产业比重;因为第二、第三产业依然是吸纳就业的主体。增加交通、通讯等基础设施投资,积极发展旅游地产、旅游服务、文化、商贸、物流等产业,推进民族服饰、民族医药和特色食品加工,有条件地进行电子商务、高新技术产业发展。通过上述措施,可以增加就业岗位,提高第二、第三产业就业人数。

经济子系统中,各指标按照权重大小排名处于前 4 位的分别是:人均 GDP(0.233)、固定资产投资(0.213)、社会消费品零售总额(0.185)和第二产业产值占 GDP 比重(0.153)。应努力转变经济发展方式,调整和优化产业结构,积极发展第二、第三产业,提高 GDP,增强县域经济实力;合理控制人口增速,推行生态移民,引导人口向集镇聚集。应加快义务教育、职业教育与劳动技能培训,增强劳动力就业能力;推进农业人口和外来人口市民化,放宽城镇落户政策,解决就业、教育、住房、子女教育等基本问题,提高人均 GDP。对于固定资产投资,近些年来增速较快,但是目前水平还较低——应该结合县域资源环境优势,营造一个良好的投资环境,加大投资力度。应该努力提高生活质量,间接引导社会消费品零售总额的提高,避免 CPI 飞速上涨。

生态环境子系统各指标按权重大小排名处于前 4 位的依次为:石漠化综合治理面积(0.205)、人均公共绿地面积(0.200)、城镇污水集中处理率(0.151)和水土流失面积(0.149)。近些年来,沿河县森林覆盖率增幅较快;如果要继续保持较高水平,应该实施天然林保护、退耕还林(草)、石漠化综合治理等重点工程,不断增加森林资源总量。同时在县域岩溶低中山峡谷区以及南部溶蚀、侵蚀低中山山原区,包括麻阳河国家级自然保护区、乌江山峡国家级风景名胜区等生态保护红线区域,应严格管制各类开发活动;低山区因地制宜发展特色经济林等提高森林覆盖率。应推进湿地公园、旅游景区、道路绿化等建设,提高人均公共绿地面积,打造成全国生态文明先行示范县。2014 年,沿河县水土流失面积达 1 631.30 km²,占国土面积 66%;水土流失面积大,并且近几年治理率低。水土流失是坡度、植被覆盖度、土地利用等因素综合作用的结果,应该在 25°以上坡度实施退耕还林、还草工程。在坡耕地和园地以及旱地应发展经济林如果林、茶园等建设。对于石漠化治理,应以退耕还林还草、封山育林为基本内容;合理配置乔灌草,采用人工促进植被自然恢复和人工恢复等修复技术,促进生态系统的适应性修复及可持续发展。须结合坡改梯、中低产田土改造、兴修小水利、推广节水灌溉和水土保持工程,对深山、石山区和生态红线区域实施“生态移民”以减少人为干预。应兴修农田水利设施、发展节水灌溉农业、庭院,农业和生态农业;同时加快城镇污水治理力度,提高处理效率。

此外,对于未提及的指标因子,也应该采取一定手段加强和促进,通过综合治理实现沿河县人口-经济-生态环境进一步耦合协调发展。

5 结论与展望

2010—2014年沿河县人口-经济-生态环境耦合协调度不断上升,耦合协调发展由轻度失调不断走向优质耦合协调,但是耦合协调度与1之间还有一定距离。需要不断加强人口、经济和生态等各方面的建设发展,促使三者耦合协调,促进沿河县可持续发展。目前沿河县经济社会协调模式对促进少数民族贫困地区经济社会可持续发展、民族团结和社会的和谐稳定以及实现全省全面小康具有重要意义。

从人口、经济和生态环境综合评价指数与耦合协调度的关系来看, R^2 分别达到0.9217,0.9897,0.904,说明沿河县耦合协调度与人口、经济、生态环境综合评价指数之间关系都非常密切。其中,经济与耦合协调度关系最密切,但是人口综合评价指数与耦合协调度的关系也相当密切,仅次于前者;这进一步说明他们之间相互作用和相互影响的关系。同时生态环境指数也不能忽视——只有当各系统综合评价指数越优,同时三者之间的差距越小,耦合协调才更优。

本研究也存在一定的不足之处。首先,由于一些数据缺乏长期获取性,所以只用了2010—2014年的数据,导致缺乏一个很长时间连续性研究。其次,尚未实现对沿河县未来人口-经济-生态环境耦合协调发展进行预测。在后续研究中将重点对上述不足加以弥补和改进,真正使重点生态功能区人口、经济、生态环境实现可持续发展。

参考文献:

- [1] 高楠,马耀峰,李天顺,等.1993—2010年中国入境旅游与进口贸易耦合关系时空分异研究[J].经济地理,2012,32(11):143-161.
GAO N, MA Y F, LI T S, et al. Study on spatio-temporal differences in coupling relationship between Chinese inbound tourism and import trade during 1993 to 2010[J]. Economic Geography, 2012, 32(11): 143-161.
- [2] LACITIGNOLA D, PETROSILLO I, CATALD M, et al. Modelling socio-ecological tourism-based systems for sustainability[J]. Ecological Modelling, 2007, 206(1/2): 191-204.
- [3] PETROSILLO I, ZURLINI G, GRATO E, et al. Indicating fragility of socio-ecological tourism-based systems[J]. Ecological Indicators, 2006(6): 104-113.
- [4] WEI W, ALVAREZI, MARTIN S. Sustainability analysis: viability concepts to consider transient and asymptotical dynamics in socio-ecological tourism-based systems[J]. Ecological Modelling, 2013, 251(1): 103-113.
- [5] 易平,方世明.地质公园社会经济与生态环境效益耦合协调度研究——以嵩山世界地质公园为例[J].资源科学,2014,36(1):206-216.
YI P, FANG S M. Coupling coordination between the socio-economic benefits and eco-environmental benefits of the Songshan global geopark[J]. Resources Science, 2014, 36(1): 206-216.
- [6] 刘定惠,杨永春.区域经济-旅游-生态环境耦合协调度研究——以安徽省为例[J].长江流域资源与环境,2011,20(7): 892-896.
LIU D H, YANG Y C. Coupling coordinative degree of regional economy-tourism-ecological environment: a case study of Anhui Province[J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2011, 20(7): 892-896.
- [7] 廖重斌.环境与经济协调发展的定量评判及其分类体系——以珠江三角洲城市群为例[J].广州环境科学,1996,11(1): 12-16.
LIAO C B. Quantitative assessment of coordinated growth between environment and economy and its classification system: take cities group in pearl river delta as example[J]. Guangzhou Environmental Sciences, 1996, 11(1): 12-16.
- [8] 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[J].人文地理,2014,138(4): 140-145.
ZHANG Y P, WAHAP H L P, DANG J H, et al. Coupled coordination degree of tourism-economy-ecological system in Turpan area[J]. Human Geography, 2014, 138(4): 140-145.
- [9] 涂建军,周艳.主体功能区人口-经济耦合协调关系研究——以四川省重点开发区域为例[J].西南大学学报(自然科学版),2013,35(4):118-124.
TU J J, ZHOU Y. On coupling coordination relationship between population and economy in the major function-oriented zones: a case of key development areas in Sichuan Province[J]. Journal of Southwest University (Natural Science Edition), 2013, 35(4): 118-124.
- [10] 张凤太,苏维词.贵州省水资源-经济-生态环境-社会系统耦合协调演化特征研究[J].灌溉排水学报,2015,34(6): 44-49.
ZHANG F T, SU W C. The evolution characteristics of coupling and coordination of water resources-economy-environment-society system in Guizhou[J]. Journal of Irrigation and Drainage, 2015, 34(6): 44-49.
- [11] 乔家君.改进的熵值法在河南省可持续发展能力评估中的应用[J].资源科学,2004,26(1):113-119.
QIAO J J. Application of improved entropy method in Henan sustainable development evaluation[J]. Resources

- Science, 2004, 26(1): 113-119.
- [12] 王富喜, 毛爱华, 李赫龙, 等. 基于熵值法的山东省城镇化质量测度及空间差异分析[J]. 地理科学, 2013, 33(11): 1324-1329.
- WANG F X, MAO A H, LI H L, et al. Quality measurement and regional difference of urbanization in Shandong Province based on the entropy method[J]. Scientia Geographica Sinica, 2013, 33(11): 1324-1329.
- [13] 郭金玉, 张忠彬, 孙庆云. 层次分析法的研究与应用[J]. 中国安全科学学报, 2008, 18(5): 148-153.
- GUO J Y, ZHANG Z B, SUN Q Y, et al. Study and applications of analytic hierarchy process[J]. China Safety Science Journal, 2008, 18(5): 148-153.
- [14] 吴开亚, 金菊良. 区域生态安全评价的熵组合权重属性识别模型[J]. 地理科学, 2008, 28(6): 757-758.
- WU K Y, JIN J L. Attribute recognition method of regional ecological security evaluation based on combined weight on principle of relative entropy[J]. Scientia Geographica Sinica, 2008, 28(6): 757-758.
- [15] 党建华, 瓦哈甫·哈力克, 张玉萍, 等. 吐鲁番地区人口-经济-生态耦合协调发展分析[J]. 中国沙漠, 2015, 35(1): 260-266.
- DANG J H, WAHAPU H, ZHANG Y P, et al. Coupling coordinated development of population, economic and ecological system in the Turpan area of China[J]. Journal of Desert Research, 2015, 35(1): 260-266.
- [16] 熊建新, 陈端吕, 彭保发, 等. 洞庭湖区生态承载力系统耦合协调度时空分异[J]. 地理科学, 2014, 34(9): 1108-1116.
- XIONG J X, CHEN D L, PENG B F, et al. Spatio-temporal difference of coupling coordinative degree of ecological carrying capacity in the Dongting lake region[J]. Scientia Geographica Sinica, 2014, 34(9): 1108-1116.
- [17] VEFIE L. The penguin dictionary of physics [M]. Beijing: Foreign Language Press, 1996.
- [18] 崔木花. 中原城市群9市城镇化与生态环境耦合协调关系[J]. 经济地理, 2015, 35(7): 72-78.
- CUI M H. The relationship of coupling coordination between urbanization and ecological environment: a case of urban cluster in the central plains[J]. Economic Geography, 2015, 35(7): 72-78.

Study on the Coupling and Coordination Development of Population-economic-ecological Environment in Key Ecological Function Areas: a Case of Yanhe County of Guizhou

SUN Xiaotao^{1,2}, ZHOU Zhongfa^{1,3}, CHEN Quan^{1,4}

(1. School of Karst Science, Guizhou Normal University, Guiyang 550001;

2. School of Ecological Tourism, Sichuan University of Arts and Science, Dazhou Sichuan 635000;

3. The State Key Laboratory Incubation Base for Karst Mountain Ecology Environment of Guizhou Province, Guiyang 550001;

4. State Engineering Technology Institute for Karst Desertification Control, Guiyang 550001, China)

Abstract: [Purposes] Achieving the coordinated development of population, economy and ecological environment in the county is the important measure to implement the main function division, optimize the development pattern of land and space, and it is implementation of sustainable development strategy and realize the harmonious coexistence between man and nature in China. In order to quantitatively analyze the present situation of the coupling and harmonious development of population, economy and ecological environment, and reveal its development law in Yanhe county. [Methods] Comprehensive considered of study area's population, economy, ecological environment, established a population-economic and ecological environment coupling coordinated development evaluation index system of key ecological function areas. Applied the minimum relative entropy principle, combined the analytic hierarchy process and entropy weight method to form a comprehensive weight, which can be applied to the population, economy and ecological environment index of Yanhe county from 2010 to 2014. According to the quantitative analysis of the original data, the coupling coordinated development type; development trend and future development direction are obtained. [Findings] The results shown that the coupling coordination degree of population, economy and ecological environment is showing an overall upward trend in Yanhe county from 2010 to 2014. And the coupling coordination development type was followed by mild disorder coupling, moderate coupling coordination, benign coupling coordination, high quality and high quality coupling coordination, and it put forward the suggestion of coupling coordination development. [Conclusions] The evaluation results will provide theoretical support for the relevant management departments to promote county sustainable development, which have certain application value.

Keywords: main function division; key ecological function area; coupling coordination; comprehensive weight; Yanhe county

(责任编辑 游中胜)