

云南省能源、经济、生态环境耦合协调发展研究

吴颖

云南师范大学 地理学部

DOI:10.12238/ej.v7i12.2130

[摘要] 一个地区能源、经济和生态环境的均衡协调发展能够体现该地区的经济发展状况。文章基于熵权法和耦合协调模型,衡量云南省2011年-2021年的经济、能源与生态环境之间的耦合协调度,结果表明:云南省的能源、经济与生态环境之间的关系密不可分,协调水平总体呈现上升的趋势。经过11年的发展,云南省能源与生态环境、能源与经济之间的协调水平逐渐均衡,其中在2016年三者之间的耦合协调度最高,其次是2017年,且随着时间的增加,三者之间的协调度向良好态势发展,预计今后将继续保持协调发展,三者的发展态势整体上呈现良性发展的趋势。

[关键词] 能源; 经济; 生态环境; 耦合协调; 云南省

中图分类号: F0 文献标识码: A

Research on the coupling and coordinated development of energy, economy and ecological environment in Yunnan Province

Ying Wu

Faculty of Geography, Yunnan Normal University

[Abstract] The balanced and coordinated development of energy, economy and ecological environment in a region can reflect the economic development of the region. Based on the entropy weight method and the coupling coordination model, this paper measures the coupling coordination degree between economy, energy and ecological environment in Yunnan Province from 2011 to 2021, and the results show that the relationship between energy, economy and ecological environment in Yunnan Province is inseparable, and the coordination level generally shows an upward trend. After 11 years of development, the level of coordination between energy and ecological environment, energy and economy in Yunnan Province has gradually balanced, of which the coupling coordination degree between the three was the highest in 2016, followed by 2017, and with the increase of time, the coordination degree between the three has developed to a good trend, and it is expected that the coordinated development will continue to be maintained in the future, and the development trend of the three shows a benign development trend as a whole.

[Key words] energy; Economy; Ecological environment; Coupling coordination; Yunnan Province

引言

在社会经济发展的过程中,能源起着十分重要的作用。在党的十九大报告中明确提出,坚持节约资源和保护环境的基本国策刻不容缓,因此发展要注重绿色理念,实现人地和谐发展十分必要^[1-3]。云南省占据了全国20%的绿色能源,在发展的过程中,仍然存在一些亟待解决的问题,能否进一步云南省完善能源与经济、生态环境之间的协调发展,深入推动云南省能源产业朝着高质量发展是一大问题,因此研究云南省能源、经济与生态环境之间的协调关系对于推进云南高质量经济发展有参考意义。目前国内外对能源、经济的研究较多。国外学者主要偏向能源、经济、生态环境的关系拟合方面^[4-6];国内学者对此也进行了诸

多的讨论,更多的关注经济发展过程中对环境的污染,取得了丰厚的研究成果^[7-11];总的来说,学者们对能源、经济与生态环境之间耦合协调关系的研究做了较多的探讨,但对国内其他经济发展较为缓慢的地区的研究较少,因此文章在前人学者的研究基础上,选用云南省为研究对象,以熵权法确定各指标的权重、耦合协调模型确定三者的协调程度,研究其能源、经济与生态环境三者之间的发展情况。

1 数据与方法

1.1 研究区域

云南省,简称云或滇,地处西南地区,地理位置十分特殊。云南省是能源大省,资源储藏丰富,生态环境也较良好,2019年经

国务院批准设立沿边贸易试验区^[12]。云南省经济在发展过程中也同样的出现一些问题,在追求现代化发展中,必不可少的将会产生更多的能源需求量,对于创建生态宜居来说是一大挑战与难点,因此,研究云南省能源、经济与生态环境保护之间的关系对于其持续发展具有重要意义。

1.2 数据来源

云南省行政区划矢量数据的获取来自国家基础地理信息中心,云南省社会经济数据来源于2011年-2021年《云南省统计年鉴》《云南省国民经济和社会发展公报》,生态环境数据来源于《云南省发展年鉴》《云南省生态环境状况公报》,能源数据来源于《中国能源统计年鉴》中云南省的数据,对于个别年份数值缺失情况的处理,采用插值法进行处理;

1.3 研究方法

1.3.1 熵权法(权重分析)

熵是信息论中的概念^[13]。参考其他学者研究,本文运用熵权法,对各项经济、能源、生态环境指标进行赋权,具体的赋值过程如下:

(1)原始数据标准化。设有n个年份,m项指标, X_{ij} 为云南省第i年的第j个指标,用极值法对指标进行标准化处理,其标准化值为 Y_{ij} ,对数据进行如下处理:

①对正向指标进行处理:

$$Y_{ij} = \frac{X_{ij} - \min(X_{1j}, X_{2j}, \dots, X_{nj})}{\max(X_{1j}, X_{2j}, \dots, X_{nj}) - \min(X_{1j}, X_{2j}, \dots, X_{nj})}$$

②对逆向指标进行处理:

$$Y_{ij} = \frac{\max(X_{1j}, X_{2j}, \dots, X_{nj})}{\max(X_{1j}, X_{2j}, \dots, X_{nj}) - \min(X_{1j}, X_{2j}, \dots, X_{nj})}$$

(2)确定权重。第一步,计算第j项指标下,第i年的特征比

$$\text{重: } D_{ij} = \frac{Y_{ij}}{\sum_{i=1}^n Y_{ij}} \quad (1)$$

第二步,计算第j项指标的熵值:

$$E_j = -\frac{1}{\ln n} \sum_{i=1}^n D_{ij} \ln D_{ij}, 0 \leq E_j \leq 1 \quad (2)$$

第三步,计算第j项评价指标的权重:

$$W_j = \frac{1 - E_j}{\sum_{j=1}^n (1 - E_j)} \quad (3)$$

其中, W_{ij} 为系统i的第j项指标的权重, W_{ij} 越大,对其子系统的影响越大;

(3)利用权重计算评价指数。

$$\text{计算公式为: } S_i = \sum_{j=1}^m W_j Y_{ij} \quad (4)$$

1.3.2 耦合协调度模型

能源、经济、生态环境耦合测度模型计算X为:

$$X = \frac{3 \times \sqrt[3]{A_1 \times A_2 \times A_3}}{A_1 + A_2 + A_3} \quad (5)$$

其中,X为耦合测度, A_1 为能源系统的评价指数, A_2 为经济系统的评价指数, A_3 为生态系统的评价指数,其中 $0 \leq X \leq 1$,X的大小值由三个系统的评价指数确定,X的值越大,表示各子系统之间的耦合协调度越高,说明三者之间相互影响越明显;为了进一步反映耦合程度的大小和协调状况的好坏,在耦合测度模型的基础上建立了耦合协调度模型,耦合协调度D计算公式如下:

$$D = \sqrt{U \times X} \quad (6)$$

其中, $U = \alpha A_1 + \beta A_2 + \gamma A_3$;D表示云南省地区三元系统的耦合协调度;此外,本文令 $\alpha = \beta = \gamma = 1/3$,设定在发展过程中,能源、经济、生态环境三者之间的发展处于同等重要程度,其中 $0 \leq D \leq 1$,D越大,表明三者之间的耦合协调关系越强,参考学者廖重斌、王欢^[13]的研究,将耦合度标准划分为5个等级标准,即严重失调(0-0.20)、中度失调(0.20-0.40)、初级协调(0.40-0.60)、中级协调(0.60-0.80)、优质协调(0.80-1.00)。

2 结果

2.1 能源、经济、生态环境权重结果

根据上式中(1)-(4)计算出云南省各指标的权重,结果表1:

2.2 能源、经济、生态环境综合评价指数

利用公式(4),计算出2011年-2021年云南省能源、经济、生态环境的评价指数,结果如下图1和表2。可以看出2011年-2021年期间,云南省整体呈现上升的趋势,其中能源子系统和生态环境子系统明显上升,经济子系统相较二者的上升趋于平稳,以2016年为时间节点,能源子系统的上升幅度高于经济子系统和生态环境子系统。

表1 能源经济生态环境指标

系统	具体指标及单位	权重	属性
能源系统	能源消费弹性系数(-)	0.031	正向
	能源生产总量(万吨标煤)	0.041	正向
	电力消费弹性系数(-)	0.026	正向
	天然气消费比重(%)	0.07	正向
	能源消费比上年增长(%)	0.021	负向
经济系统	煤炭消费比重(%)	0.068	负向
	石油消费比重(%)	0.036	负向
	单位GDP能耗(吨标准煤/万元)	0.071	正向
	地区生产总值(亿元)	0.037	正向
	人均GDP(元)	0.036	正向
	第一产业占GDP比重(%)	0.022	正向
	第二产业占GDP比重(%)	0.051	正向
	第三产业占GDP比重(%)	0.038	正向
	社会固定资产投资增长率(%)	0.033	正向
	GDP增长率(%)	0.021	正向
生态环境系统	社会消费品零售总额(亿元)	0.035	正向
	居民人均可支配收入(元/每人)	0.036	正向
	居民人均消费性支出(元/每人)	0.047	正向
	建成区绿化覆盖率(%)	0.041	负向
	工业废水排水量(万吨)	0.06	负向
	工业二氧化硫排水量(吨)	0.055	正向
	总供水量(亿立方米)	0.032	正向
	建成区面积(平方公里)	0.028	正向
	污水集中处理率(%)	0.022	正向
	工业固体废物利用率(%)	0.025	正向
生活垃圾无害化处理率(%)	0.019	正向	

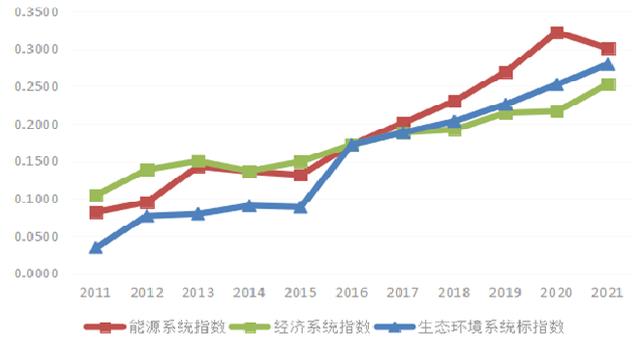


图1 能源、经济、生态环境评价指数趋势

2.3 能源、经济、系统耦合协调度分析

表2 云南省能源、经济、生态环境三元系统耦合协调度

年份	能源系统指数	经济系统指数	生态环境系统指数	耦合度X	耦合协调度D
2011	0.0818	0.1041	0.0343	0.9039	0.3576
2012	0.0951	0.1384	0.0767	0.9702	0.4168
2013	0.1428	0.15	0.0794	0.9621	0.4455
2014	0.136	0.1366	0.0905	0.9824	0.4448
2015	0.1316	0.1494	0.0886	0.9766	0.4468
2016	0.1719	0.1719	0.1719	0.9784	0.479
2017	0.201	0.1882	0.1882	0.9986	0.5339
2018	0.2301	0.192	0.2032	0.9971	0.5559
2019	0.269	0.2144	0.2259	0.9952	0.5851
2020	0.3219	0.2165	0.2522	0.9866	0.6099
2021	0.3008	0.2527	0.2794	0.9975	0.6262

为了深入探究三者之间的关系,对三者耦合协调度进行测算,结果如下:由表2可知,2011—2016年云南省三元系统耦合协调度在(0.30-0.40)之间,处于中度失调阶段,2017年-2019年在(0.50-0.60),开始处于初级协调阶段,以2019年为临界年,2019-2021年在0.60及以上,能源、经济、生态环境之间的协调度均有波动,整体看来,2016年-2021年间能源与生态环境、经济与生态环境的波动幅度大致相似;2013-2021年经济综合指数快速上升阶段,能源综合指数平稳增长,2020年有下降趋势,表明大量投入能源的使用能够促进经济增长;同时,生态环境综合指数也呈现上升的趋势,表明环境容量对经济发展具有较强的容纳能力,经济出现平稳后,能源综合指数由下降转为上升,这意味着经济发展有助表明云南省三元系统逐渐走向协调阶段,目前处于初级协调阶段,预计今后将会继续不断协调耦合,三者将不断实现持续发展、彼此共进发展态势。

3 结论

总体上,云南省能源、经济与生态环境之间的耦合协调度大致可分为三个发展阶段,2011—2016年为第一阶段,此阶段云南省三个子系统耦合协调程度处于中度失调阶段;2017年—2019年为第二阶段,此阶段情况有所改善,开始处于初级协调阶段;以2019年为临界年,2019—2021年开始向中级协调趋势迈进,表明云南省能源、经济与生态环境的协调度在波动性上具有高度的一致性;2016—2021年为第三阶段,此阶段能源与经济增长、能源与生态环境的协调度的波动趋于一致。经过11年的发展,云南省能源与生态环境、能源与经济的协调水平总体上呈上升趋势,预计今后将继续保持协调发展,三者的发展态势呈现良好的趋势。

[参考文献]

[1]彭璇,祝辉,祝尔娟.京津冀能源承载力评价与分析——基于2007—2011年数据[J].首都经济贸易大学学报,2015,17(4):15-22.

[2]林伯强.能源革命促进中国清洁低碳发展的“攻关期”和“窗口期”[J].中国工业经济,2018(6):15-23.

[3]呼和涛力,袁浩然,赵黛青,等.生态文明建设与能源、经济、环境和生态协调发展研究[J].中国工程科学,2015,17(8):54-61.

[4]Han H, Guo L, Zhang J, et al. Spatiotemporal analysis of the coordination of economic development, resource utilization, and environmental quality in the Beijing-Tianjin-Hebei urban agglomeration[J]. Ecological Indicators, 2021, 127: 107724.

[5]Xiong C, Yang D, Huo J, et al. The relationship between

energy consumption and economic growth and the development strategy of a low-carbon economy in Kazakhstan[J]. Journal of Arid Land, 2015, 7(5): 706-715.

[6]Zhang Y J, Hao J F. The evaluation of environmental capacity: Evidence in Hunan province of China[J]. Ecological Indicators, 2016, 60: 514-523.

[7]郭佳,何雄伟,薛飞.人口城镇化、经济增长对地区环境污染的影响[J].企业经济,2018,37(7):143-149.

[8]杨静,孙文生.河北省人口、资源环境与经济协调发展评价研究[J].湖北农业科学,2011,50(21):4524-4527.

[9]李治国,李兆哲,高玮浓.黄河流域城市群能源-经济-环境-科技耦合协调水平评价[J].统计与决策,2023,39(18):88-91.

[10]柴建,田凌钺,张晓空.经济-能源-环境系统耦合协调发展的动态演化与影响要素研究[J].管理评论,2024,36(1):29-41.

[11]张凤,聂雪琪.山东省经济-能源-生态环境耦合协调研究[J].煤炭经济研究,2023,43(7):57-63.

[12]文传浩,张键宇,李汶豫.成昆渝地区一体化绿色发展:逻辑之理、现实之困和实践之路——成昆渝高质量一体化绿色发展论坛暨2022年重庆市区域经济学会年会综述[J].重庆社会科学,2023(8):122-132.

[13]甘浪雄,张怀志,卢天赋,等.基于熵权法的水上交通安全因素[J].中国航海,2021,44(2):53-58.

作者简介:

吴颖(1999—),女,云南昭通人,硕士研究生,研究方向:旅游规划与产业发展。