

# 黄河流域“两山”建设耦合协调测度及其时空差异

潘祖鉴<sup>1,3,4</sup>, 赵慧芳<sup>1,3,4</sup>, 江曼瑶<sup>2</sup>, 林玉蕊<sup>1,3,4</sup>, 张瑞琛<sup>2</sup>

(1.福建农林大学 计算机与信息学院, 福建 福州 350002; 2.福建农林大学 经济与管理学院, 福建 福州 350002;  
3.生态与资源统计福建省高校重点实验室, 福建 福州 350002; 4.福建省资源环境空间信息统计研究中心, 福建 福州 350002)

**摘要:**基于“两山”理念的内涵构建黄河流域“两山”建设水平综合评价指标体系,对2011—2018年间黄河流域9个省、自治区的经济、生态环境与民生3个子系统的综合指数及两两耦合协调度进行测算,分析3种双系统耦合协调度的时空变化趋势。结果发现:2011—2018年黄河流域整体生态环境改善不明显,流域东部省份经济与民生水平有稳步提高,3种双系统的发展耦合协调度亦高于流域西部省份。为促进黄河流域“两山”理论的践行与区域上的协调发展,需以山东、山西、河南等流域东部省份为发展的中心区域,引领完善黄河流域发展空间布局,践行科技创新推进产业升级,立足于生态保护建立协调发展战略,共同推动黄河流域整体经济、生态与民生协调发展。

**关键词:**经济生态;指数评价;耦合协调度;时空差异;黄河流域

**中图分类号:**F062.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2022)09-0032-08

**DOI:**10.14155/j.cnki.35-1293/g4.2022.09.016

黄河流域作为中国重要的生态屏障和经济地带,是发展与保护矛盾比较突出的区域,长期以来都面临着严重的经济滞后与环境问题。2005年,习近平总书记首次提出“绿水青山就是金山银山”的新理念。随着中国经济发展模式由高速发展转变为高质量发展,“两山”理念进一步成为指导全国绿色发展的理念。“两山”理念是习近平生态文明思想的重要组成部分,强调对生态环境的保护也是对生产力的保护、改善生态环境是提高生产力的本质,说明生态保护与经济发展是辩证统一的。“两山”理念要求区域经济与生态协调发展、相互促进,黄河流域“两山”建设水平的耦合协调研究对最终实现社会经济与生态保护协调发展、提高人民生活质量具有重要意义。

目前关于“两山”理念的研究大致分为发展路径分析的定性研究和对“两山”相互作用进行测度分析的定量研究。目前国内关于“两山”理论的定性探讨较多,其不仅体现人与自然和谐相处、共同发展的中国特色社会主义生态文明理论<sup>[1]</sup>,也揭示绿水青山是人类社会的生态资产,可以提供生态服务和生态产品、提升区域生态竞争力、发展绿色经济<sup>[2]</sup>,且有助于推动社会能力和生态能力的有机融合,形成全新的生态生产力<sup>[3]</sup>。“两山”理论的实践需要积极探索经济、社会和自然发展规律的内涵和联系,有助于我国当前发展理念的转变和中国经济发展绿色化转型<sup>[4]</sup>。顾姝斌对“两山”理论的实践模式和发展路径进行探索,湖州市通过优化产业结构和布局,大力发展生态休闲与养生等生态经济项目<sup>[5]</sup>,万源市亦通过现代农业、生态工业与旅游业的融合发展,形成经济增长新动力<sup>[6]</sup>。构建绿色低碳的特色产业体系、推进资源集约可以实现“两山”发展机制<sup>[7]</sup>,建立生态保护机制、“两山”转化机制、责任机制、生态核算和反哺机制对实现我国生态文明和绿色发展具有现实意义<sup>[8]</sup>。“两山”理论的定量研究主要为对区域实践成效的测度与评价分析,主要方法是构建“两山指数”评价指标体系与构建经济与生态发展耦合模型<sup>[9-10]</sup>。马亚亚等构建安塞县社会—经济—环

收稿日期:2021-04-20

基金项目:福建省社科研究基地生态文明研究中心重点项目(KXJD1812A);福建省自然科学基金资助项目(2017J05001);福建省科技厅软科学项目(2019R0039)。

作者简介:潘祖鉴(1997-),男,汉族,硕士研究生,主要从事生态环境统计研究。

通讯作者:林玉蕊(1963-),女,汉族,教授,主要从事生态环境统计、数值代数研究。

境三系统的评价指标体系,分析发现安塞县经济和社会系统发展与生态环境的发展存在矛盾,经济与社会发展稳定提升,环境水平则呈现下降趋势<sup>[11]</sup>。我国目前大部分区域的经济与生态环境发展仍处于低耦合协调阶段,不同区域间的经济与生态发展耦合协调水平存在较大差异<sup>[12]</sup>。2020年1月,中央财经委员会会议指出要统筹谋划、协同推进黄河流域经济与生态环境保护协调发展,对黄河流域“两山”建设水平进行评估,利用耦合协调模型分析两个系统间的协调发展关系与协调度影响因素,探究黄河流域“两山”理论的实践路径。

## 1 研究方法

### 1.1 指标体系构建

依据“两山”理论发展的内涵和基本特征,秉承系统性与区域性相结合的原则<sup>[13-14]</sup>,建立黄河流域整体区域的经济、生态保护与民生发展为黄河流域

“两山”建设水平综合评价体系的3个子系统,构建3个一级指标,11个二级指标和29个三级指标。3个一级指标中,经济发展系统分为经济实力、经济结构和经济潜力3个方面,综合体现该地区的经济发展状况。其中经济潜力由GDP增长率和人均外商投资金额表示,体现该地区未来经济增长的潜力。生态环境系统包括生态环境状况、环境治理、三废产生强度和生态保护四个方面。民生发展系统由居民收支、教育情况、医疗卫生和社会保障四方面组成。

黄河流域“两山”建设水平评价指标体系如表1所示。

### 1.2 综合评价指数

综合评价指数的计算是对指标体系内各单项指标进行综合的计算,得到一个概括性的指数。先采用熵值法对指标体系的权重进行客观赋值,权重根据系统各个指标值的变异程度获得。

表1 黄河流域“两山”指数评价指标体系

Tab.1 Evaluation index system of “two mountains” index in Yellow River Basin

子系统	一级指标	权重	二级指标	指标属性	权重
经济发展 子系统(X)	经济实力	0.514	人均GDP(元/人)	+	0.074
			人均社会消费品零售额(元/人)	+	0.181
			人均社会固定资产投资(元/人)	+	0.119
			人均工业产值(元/人)	+	0.140
	经济结构	0.191	二产比重(%)	+	0.053
			三产比重(%)	+	0.074
			三产从业人员占比(%)	+	0.064
经济潜力	0.295	GDP年增长率(%)	+	0.052	
		人均外商投资金额(美元/人)	+	0.243	
生态环境 子系统(Y)	生态环境状况	0.309	环保重点城市二氧化硫浓度(mg/m <sup>3</sup> )	-	0.095
			环保重点城市二氧化氮浓度(mg/m <sup>3</sup> )	-	0.129
			环保重点城市可吸入颗粒物(mg/m <sup>3</sup> )	-	0.095
	环境治理	0.195	生活垃圾无害化处理率(%)	+	0.075
			工业污染治理投资额(万元)	+	0.074
			工业固废综合治理率(%)	+	0.046
			工业废气产生量(万m <sup>3</sup> /a)	-	0.137
	三废产生强度	0.376	工业废水产生量(万t/a)	-	0.127
			工业固体废物产生量(万t/a)	-	0.112
			人均公园绿地面积(m <sup>2</sup> /a)	+	0.064
生态保护	0.110	建成区绿化覆盖率(%)	+	0.047	
		居民人均可支配收入(元)	+	0.107	
民生发展 子系统(Z)	居民收支	0.342	文娱消费支出占居民消费支出比重(%)	+	0.112
			平均每百户移动电话数(台)	+	0.123
			教育支出占财政支出比重(%)	+	0.092
	教育情况	0.179	普通本专科毕业生数(人)	+	0.087
			医疗卫生支出占财政支出比重(%)	+	0.106
	医疗卫生	0.230	每千人口卫生技术人员数(人)	+	0.124
			城乡居民基本养老保险参保人数(人)	+	0.104
社会保障	0.249	基本医疗保险参保人数(人)	+	0.145	

1.2.1 指标数据标准化

$$\begin{aligned} \text{正向指标: } X_{ij} &= \frac{(x_{ij} - \min x_{ij})}{(\max x_{ij} - \min x_{ij})}, \\ \text{负向指标: } X_{ij} &= \frac{(\max x_{ij} - x_{ij})}{(\max x_{ij} - \min x_{ij})} \end{aligned} \quad (1)$$

1.2.2 经济发展系统、生态保护系统与民生发展系统的综合指数

$$\begin{aligned} f(x) &= \sum_{j=1}^m W_j \times X_{ij}, f(y) = \sum_{j=1}^n W_j \times Y_{ij}, \\ f(z) &= \sum_{j=1}^r W_j \times Z_{ij} \end{aligned} \quad (2)$$

式中： $f(x)$ 为经济发展系统综合评价指数； $f(y)$ 为生态保护发展系统综合评价指数； $f(z)$ 为民生发展系统综合评价指数； $W$ 为各指标权重。

1.3 耦合协调模型

1.3.1 耦合度

耦合度用于分析两个或两个以上系统之间通过相互作用进而产生影响的现象和程度。测算经济发展、生态保护、民生发展 3 个系统间的两两耦合程度，反映黄河流域在经济、生态和民生 3 方面的两两耦合关系。计算公式如下：

$$C = \sqrt{\frac{f(x) \times f(y)}{(f(x) + f(y))^2}} \quad (3)$$

式中： $C$ 为两系统间的耦合度，取值范围为(0,1)， $C$ 值越接近 1，耦合度越高， $C$ 值越接近 0，耦合度越低。

1.3.2 耦合协调度模型

为更好地评判 3 个系统间交互耦合的协调程度，引入耦合协调度模型，计算公式为：

$$D = \sqrt{C \times T}, T = \alpha f(x) + \beta f(y) \quad (4)$$

式中： $T$ 为综合发展指数，反映两个系统的综合发展水平，由参与计算的两个系统综合评价指数加权而来， $\alpha$ 和 $\beta$ 分别为两个系统在综合发展水平测算中的权重，本研究将经济、生态保护与民生视为两两同样重要，因此权重均值 0.5。 $D$ 为耦合协调度，反映所研究系统间的综合发展水平和整体协调功效，取值范围(0,1)，越接近 1 说明所研究系统间的耦合协调程度越高，反之则越低。

两系统间的耦合协调程度可分为 10 个特征类型<sup>[12]</sup>，

分类如表 2 所示。

表 2 耦合协调类型评价特征

Tab.2 Evaluation characteristics of coupling coordination types

耦合协调度	耦合协调类型	耦合协调度	耦合协调类型
0~0.09	极度失调	0.50~0.59	勉强协调
0.10~0.19	严重失调	0.60~0.69	初级协调
0.20~0.29	中度失调	0.70~0.79	中级协调
0.30~0.39	轻度失调	0.80~0.89	良好协调
0.40~0.49	濒临失调	0.90~1.00	优质协调

为更深入的分析系统耦合协调类型特征，考虑所研究系统综合评价指数的大小关系特征，上表中每个耦合协调类型又可分为三类：当 $f(x) > f(y)$ 时，耦合协调类型为生态保护发展滞后型；当 $f(x) < f(y)$ 时，耦合协调类型为经济发展滞后性；当 $f(x) = f(y)$ 时，两系统为同步发展型耦合协调。

2 研究区域概况与数据来源

2.1 研究区域概况

黄河流经青海、甘肃、宁夏、四川、内蒙古、陕西、山西、河南及山东 9 个省份，全长 5 464 km，流域面积 79.5 万 km<sup>2</sup>。其上游大部分地区植被覆盖较好，水能资源丰富，但其经济发展相对不足；中游虽同样具有丰富的水能，但其两岸多为黄土高原，植被较少，水土流失严重；下游的灌溉区大，是主要的农业生产基地，亦有较强的通航能力，经济发展较好。然而由于近年用水量 and 污水排放的增加，与其长期伴随着的水土流失问题，黄河流域生态污染严重，在经济发展上，流域各段发展也极不平衡。目前黄河流域正面临经济发展滞后、生态经济发展不协调、生态脆弱、环境污染等问题，迫切需要推进黄河流域经济与生态高效协调发展，因此对黄河流域进行“两山”建设水平的耦合协调分析与综合发展水平分析具有重要意义。

2.2 数据来源

所选取的数据时间跨度为 2011—2018 年，数据主要来源于《中国统计年鉴(2012—2019)》《青海统计年鉴(2012—2019)》《甘肃统计年鉴(2012—2019)》《内蒙古统计年鉴(2012—2019)》等黄河流域各省统

计年鉴与黄河流域各省国民经济与社会发展统计公报(2011—2018),均为国家和地区公开发布的统计资料,部分指标数据通过二次计算获得。

### 3 黄河流域“两山”建设水平耦合协调测度结果分析

#### 3.1 经济-生态耦合协调度与其时空差异分析

由表 3 可知,黄河流域经济发展和生态环境总体上处于濒临失调和勉强协调之间,2011—2018 年黄河流域经济生态耦合协调度从 0.473 增长至 0.536,由濒临失调上升为勉强协调。其中青海、甘肃、宁夏、四川、河南耦合协调类型为濒临失调,内蒙古、陕西、山西、

山东为勉强协调。2018 年黄河流域整体经济发展指数为 0.385,处于较低水平,其中山西、山东经济发展指数分别为 0.691 和 0.560,经济发展水平极大领先与流域内其他省份,甘肃经济发展指数仅为 0.161,其经济发展水平亟待提高。流域生态环境指数为 0.651,生态环境保护较好,其中经济发展较好的山西、山东生态环境指数分别为 0.550 和 0.586,低于流域平均水平,说明其在经济高速发展的同时牺牲一定的生态环境质量。从耦合协调特征来看,黄河流域中只有山西省属于生态滞后型勉强协调,其余省份均为经济滞后型耦合,且濒临失调的省份经济发展指数均低于黄河流域整体水平,说明这部分地区经济发展水平不足是导致经济与生态环境发展不协调的主要原因。

表 3 经济-生态耦合协调度

Tab.3 Coupling coordination degree of economy-ecology

省/自治区	2011			2015			2018			协调类型	耦合特征
	$f(x)$	$f(y)$	$D$	$f(x)$	$f(y)$	$D$	$f(x)$	$f(y)$	$D$		
青海	0.221	0.675	0.440	0.277	0.626	0.456	0.306	0.693	0.480	濒临失调	经济滞后
甘肃	0.105	0.521	0.342	0.149	0.593	0.385	0.161	0.667	0.404	濒临失调	经济滞后
宁夏	0.222	0.733	0.449	0.352	0.715	0.501	0.262	0.813	0.480	濒临失调	经济滞后
四川	0.201	0.550	0.408	0.236	0.570	0.428	0.308	0.621	0.468	濒临失调	经济滞后
内蒙古	0.374	0.550	0.476	0.412	0.592	0.497	0.372	0.671	0.500	勉强协调	经济滞后
陕西	0.236	0.623	0.438	0.341	0.642	0.484	0.444	0.648	0.518	勉强协调	经济滞后
山西	0.508	0.540	0.512	0.533	0.488	0.505	0.691	0.550	0.555	勉强协调	生态滞后
河南	0.190	0.406	0.373	0.283	0.417	0.414	0.361	0.612	0.485	濒临失调	经济滞后
山东	0.346	0.515	0.459	0.470	0.437	0.476	0.560	0.586	0.535	勉强协调	经济滞后
均值	0.267	0.568	0.473	0.339	0.564	0.501	0.385	0.651	0.536	勉强协调	经济滞后

如图 1 所示,黄河流域整体经济-生态耦合协调度于 2011—2018 年间缓步上升,其中 2012—2013 年,由于黄河流域生态环境恶化,整体经济生态耦合协调度也有所下降,2014—2018 年,除甘肃、宁夏、内蒙古外,其他均有稳步增长趋势。所研究时段初期,甘肃、河南、四川的耦合协调度在黄河流域中处于较低水平,到 2018 年仅甘肃耦合协调度明显低于其他省及自治区,河南、四川均已达到流域平均水平。2015—2016 年甘肃由于外商投资的增加,经济发展指数短暂提升,其经济生态耦合协调度也得到极大提高。

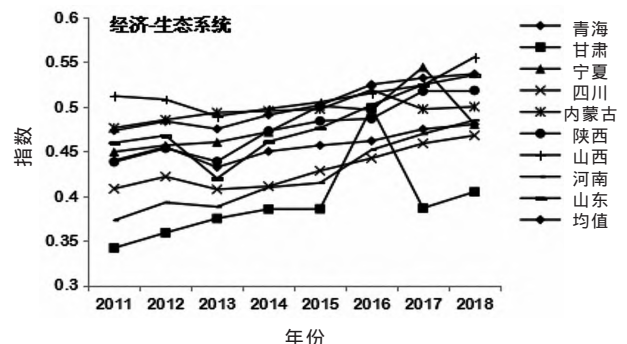


图 1 经济-生态耦合协调水平时间变化趋势

Fig.1 Temporal variation trend of coupling coordination level of economy-ecology

如图 2 所示,黄河流域整体经济-生态耦合协调水平在空间上呈现东部高,西部低的空间形势。山东、山西、内蒙古、陕西的经济-生态耦合协调水平为流域



内前四,达到勉强协调,甘肃、四川、青海、宁夏、河南均为濒临失调。山东、山西、内蒙古、陕西流域内经济发展水平最高,青海、甘肃、宁夏虽然生态环境水平良好,但其经济发展水平过低,未能实现协调发展。甘肃的经济发展水平与增速为流域内最低,使其经济-生态耦合协调水平也最低,有严重的濒临失调趋势,可见经济发展水平极大影响着流域内经济与生态的协调发展。

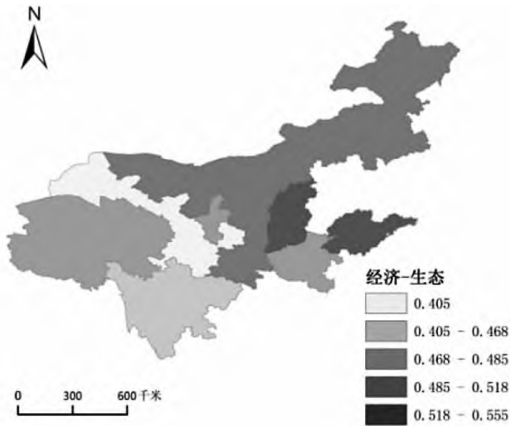


图 2 经济-生态耦合协调水平空间差异

Fig.2 Coupling coordinates horizontal spatial differences of economy-ecology

### 3.2 经济-民生耦合协调度与其时空差异分析

由表 4 可知,黄河流域经济-民生耦合协调水平整体上处于勉强协调到初级协调之间,各省及自治区均达到协调水平,总体耦合协调度于 2011—2018 年间从 0.507 上升到 0.686,由勉强协调改善为初级协调。其中仅青海(0.599)、甘肃(0.528)、宁夏(0.590)耦合协调类型为勉强协调,低于黄河流域平均水平。山东省(0.822)经济-民生耦合协调类型为高级协调,为流域内首个达到高级协调发展的省份。流域整体民生发展指数提升较高,从 2011 年的 0.248 提升到 2018 年的 0.576,其提升幅度远高于经济发展水平,可见政府对地区民生发展极为重视,其中,山东、河南民生发展指数分别为 0.817 和 0.751,具有极高的人民生活水平。从耦合协调特征来看,除山西省外,黄河流域各省及自治区经济与民生发展耦合特征均为经济滞后型协调,表明黄河流域目前经济发展与民生发展已初步达到协调水平,但经济发展水平与民生发展相比稍显滞后。

如图 3 所示,黄河流域整体 2011—2018 年经济

表 4 经济-民生耦合协调度

Tab.4 Coupling coordination degree of economy-people's livelihood

省及自治区	2011			2015			2018			协调类型	耦合特征
	$f(x)$	$f(z)$	$D$	$f(x)$	$f(z)$	$D$	$f(x)$	$f(z)$	$D$		
青海	0.221	0.124	0.407	0.277	0.257	0.517	0.306	0.421	0.599	勉强协调	经济滞后
甘肃	0.105	0.146	0.351	0.149	0.346	0.477	0.161	0.485	0.528	勉强协调	经济滞后
宁夏	0.222	0.165	0.438	0.352	0.344	0.590	0.262	0.464	0.590	勉强协调	经济滞后
四川	0.201	0.238	0.468	0.236	0.485	0.581	0.308	0.681	0.677	初级协调	经济滞后
内蒙古	0.374	0.207	0.527	0.412	0.379	0.629	0.372	0.485	0.651	初级协调	经济滞后
陕西	0.236	0.316	0.523	0.341	0.494	0.641	0.444	0.597	0.717	中级协调	经济滞后
山西	0.508	0.236	0.589	0.533	0.411	0.684	0.691	0.485	0.761	中级协调	民生滞后
河南	0.190	0.307	0.491	0.283	0.504	0.614	0.361	0.751	0.721	中级协调	经济滞后
山东	0.346	0.495	0.643	0.470	0.676	0.751	0.560	0.817	0.822	高级协调	经济滞后
均值	0.267	0.248	0.507	0.339	0.433	0.619	0.385	0.576	0.686	初级协调	经济滞后

发展与民生发展耦合协调度均有稳步提升,其中,2011—2012 年为高速提升,2012—2013 年没有明显提升,随后 2014—2018 进入持续提升阶段。山东省于所研究时段初期即具有较高的经济民生发展耦合水平,此后其凭借经济民生高耦合协调水平实现了经济发展与人民生活质量提高的较为同步的发展。甘肃省经济发展与民生发展耦合协调水平处于黄河流域最低水平,而 2015—2016 年甘肃省外商投资额的增加使 2016 年耦合协调度获得短暂提升。

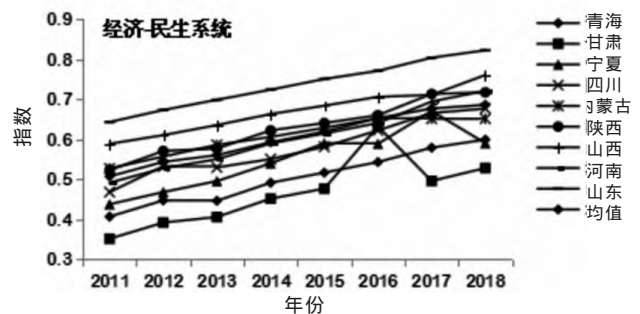


图 3 经济-民生耦合协调水平时间变化趋势

Fig.3 Temporal variation trend of coupling coordination level of economy-people's livelihood

如图4所示,黄河流域经济-民生发展耦合协调度在空间上依然呈现东部高于西部的态势,山东、山西、河南、陕西协调水平为流域前四,青海、甘肃、宁夏协调水平较低,四川与内蒙古协调水平达到流域平均水平。对比流域东部与西部省份的经济发展指数与民生发展指数,发现东部整体经济发展水平明显高于西部,东部人民生活水平略高于西部整体,其中四川人民生活水平为流域第三,但其经济发展水平较低,使其经济-民生协调发展水平受到限制。虽然目前流域西部经济-民生协调发展与东部还有差距,但由于耦合协调特征为经济滞后型,坚持推进西部经济建设,人民生活水平将越发接近东部水平,经济与民生发展耦合协调度也将进一步提升。

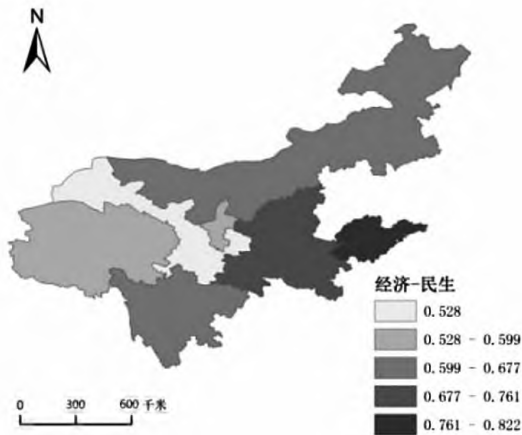


图4 经济-民生耦合协调水平空间差异

Fig.4 Coupling coordinates horizontal spatial differences of economy-people's livelihood

### 3.3 生态-民生耦合协调度与其时空差异分析

由表5可知,黄河流域生态与民生发展偶和协调水平处于中级协调与高级协调之间,二者的发展具有较高的协调水平。总体协调水平从2011年的0.613增加到2018年的0.783,得到极大改善,已从初级协调上升为中级协调,但民生滞后的协调特征没有改变。其中四川(0.807)、河南(0.823)、山东(0.832)生态环境与民生发展属于高级协调水平,其余均为中级协调。从耦合特征来看,达到高级协调的四川、河南、山东均为生态滞后型,其余均为民生滞后型,说明这三个省份在保证生态环境与民生协调发展的情况下,实现人民生活水平较大的提升,也体现人民生活水平仍需进一步提高以推动黄河流域整体生态环境与民生更高协调地发展。

如图5所示,黄河流域生态与民生发展耦合协调度于2011—2018年间总体呈稳步上升趋势,其中2012—2013年黄河流域整体城市空气质量恶化导致二者协调度有所降低,2014—2018年则趋于稳步上升。黄河流域整体于2011—2015年处于初级协调,这一时期黄河流域地方政府进一步推进生态环境建设,对城市布局进行合理规划,生态环境处于修复阶段;2015—2018年,生态环境建设已有一定成效,大部分省及自治区生态-民生耦合特征已转变为民生滞后型协调,协调程度由之前的初级协调上升为中级协调,生态环境的逐步改善促进黄河流域生态环境与民生的协调发展。

表5 生态-民生耦合协调度

Tab.5 Coupling coordination degree of ecology-people's livelihood

省及自治区	2011			2015			2018			协调类型	耦合特征
	$f(y)$	$f(z)$	$D$	$f(y)$	$f(z)$	$D$	$f(y)$	$f(z)$	$D$		
青海	0.675	0.124	0.537	0.626	0.257	0.633	0.693	0.421	0.735	中级协调	民生滞后
甘肃	0.521	0.146	0.525	0.593	0.346	0.673	0.667	0.485	0.754	中级协调	民生滞后
宁夏	0.733	0.165	0.590	0.715	0.344	0.704	0.813	0.464	0.784	中级协调	民生滞后
四川	0.550	0.238	0.602	0.570	0.485	0.725	0.621	0.681	0.807	高级协调	生态滞后
内蒙古	0.550	0.207	0.581	0.592	0.379	0.688	0.671	0.485	0.755	中级协调	民生滞后
陕西	0.623	0.316	0.666	0.642	0.494	0.750	0.648	0.597	0.789	中级协调	民生滞后
山西	0.540	0.236	0.598	0.488	0.411	0.669	0.550	0.485	0.719	中级协调	民生滞后
河南	0.406	0.307	0.594	0.417	0.504	0.677	0.612	0.751	0.823	高级协调	生态滞后
山东	0.515	0.495	0.711	0.437	0.676	0.737	0.586	0.817	0.832	高级协调	生态滞后
均值	0.568	0.248	0.613	0.564	0.433	0.703	0.651	0.576	0.783	中级协调	民生滞后

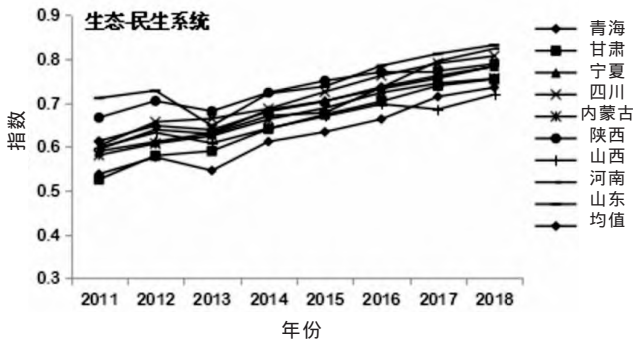


图 5 生态-民生耦合协调水平时间变化趋势

Fig.5 Temporal variation trend of coupling coordination level of ecology-people's livelihood

如图 6 所示，黄河流域生态-民生发展耦合协调程度整体较高，协调发展水平大致呈现东部省份高于西部省份。流域东部省份山东、河南拥有最高的生态与民生协调发展水平，现已率先达到高级协调水平；山西由于民生发展水平提升不显著与其流域内最低的生态环境水平，成为流域内生态-民生耦合协调度最低的省份；西部的四川也有较高的发展协调度，因为其具有较高的民生发展水平；青海、甘肃、内蒙古由于低于平均水平的民生发展水平，其生态-民生耦合协调度也较低。由此可见，提升西部人民生活质量对促进生态环境与民生协调发展极为重要。

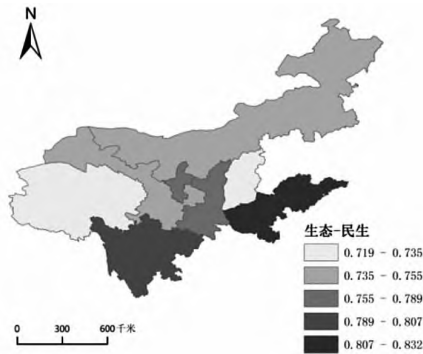


图 6 生态-民生耦合协调水平空间差异

Fig.6 Coupling coordinates horizontal spatial differences of ecology-people's livelihood

## 4 结论与建议

### 4.1 结论

采用耦合协调模型对黄河流域“两山”建设水平协调发展程度进行分析，引入民生发展系统，结合黄河流域经济发展与生态环境，对 3 个系统进行综合指

数测算及两两系统耦合协调度测算，分析黄河流域经济发展、生态环境与民生发展两两之间耦合协调水平的时段变化和空间差异。(1)黄河流域经济与生态环境耦合协调度于 2011—2018 年间缓步增长，从濒临失调逐渐转变为勉强协调，下游经济发展指数稳步提升，中上游则提升缓慢，整体生态环境改善不明显。生态环境的恶化与经济建设投资均会影响两系统发展的耦合协调度，2012—2013 年黄河流域整体生态环境恶化，导致两系统发展协调度降低，2015—2016 年香港增加对甘肃的经济建设投资，甘肃省经济发展与生态环境耦合协调度也因此提升。除山西省外，黄河流域耦合特征均为经济滞后型。耦合协调度的空间态势为黄河下游省份高于中上游，甘肃省经济与生态发展耦合协调度最低。(2)测度期间，黄河流域经济发展与民生发展耦合协调度稳步增长，发展态势较好，总体上由勉强协调转向初级协调，流域下游双系统综合指数及耦合协调度均明显高于中上游省份；除山西省外，黄河流域其余省及自治区耦合特征均为经济滞后型。(3)黄河流域生态环境与民生发展耦合协调度整体处于较高水平且有稳步增长趋势，于 2011—2018 年间从初级协调上升为中级协调，部分省及自治区已达到高级协调水平，且这部分民生发展水平较高，耦合特征属于生态滞后型。下游省份山东、河南耦合协调水平领先于西部省区，而山西由于生态环境指数较低，导致两系统耦合协调度为黄河流域最低。

### 4.2 建议

第一，黄河流域“两山”建设需以山东、山西、陕西、河南为中心区域，发挥其经济优势，完善黄河流域协调发展的空间布局，构建合理的区域分工体系，协同践行“两山”理论，促进黄河流域经济、生态与民生协调共同发展。第二，出台有利于外商投资的优惠政策，吸引外资流入，黄河流域西部省及自治区的双系统耦合协调特征均为经济滞后或民生滞后，而黄河流域位于丝绸之路经济带新亚欧大陆桥的起点，具有特殊的地理优势与极大的经济发展潜力，外资的流入能极大推动黄河流域中上游省区的经济发展。第三，加强科技创新，建立更完善省域间人才引进策略，流域内经济发展较好的山东、山西、陕西等省份应加强科技创新，积极推动产业升级，发展绿色经济，再以自身



发展经验带领其余省份共同发展,与流域内其他省区相互协商,加强高新技术共享,促进各省区之间交流学习,共同探索科技进步。第四,立足于生态保护,完善黄河流域经济发展和生态保护协调发展的科学系统发展战略,研究时间段内黄河流域整体经济水平和民生水平有所提高,但生态环境水平改善不大,需要强调保护生态环境、防止水土流失、合理分配水资源、改善工业废弃物排放等问题。黄河流域内各省及自治区经济生态发展政策要协同联动,发挥各自优势,相互学习,相互帮扶,共同促进黄河流域经济生态协调发展。

### 参考文献:

- [1] 赵建军,杨博.“两山论”是生态文明的理论基石[N].中国环境报,2016-02-02(3).
- [2] 王金南,苏洁琼,万军.“绿水青山就是金山银山”的理论内涵及其实现机制创新[J].环境保护,2017,45(11): 13-17.
- [3] 张月梅.当代“两山理论”与生态经济发展关系研究[J].西部林业科学,2020,49(2):165-168.
- [4] 袁春剑,张明媚.“绿水青山就是金山银山”理念的五大价值维度[J].河池学院学报,2017,37(3):71-75.
- [5] 顾姝斌.利用“两山”理念指导湖州市生态文明建设的实践与思考[D].杭州:浙江大学,2019.
- [6] 蒋德敏,李小莲,陈本强.万源:绿水青山如何助力经济高质量发展[J].四川省情,2019(10): 58-59.
- [7] 陈帆,程为,曹晓锐.“绿水青山就是金山银山”的实践与思考[J].环境保护,2018,46(2): 42-49.
- [8] 秦昌波,苏洁琼,王倩,等.“绿水青山就是金山银山”理论实践政策机制研究[J].环境科学研究,2018, 31(6): 985-990.
- [9] 翟帅,周建华.“绿水青山就是金山银山”的实践成效评价研究[J].湖州师范学院学报,2017, 39(9):6-13.
- [10] 孙崇洋,葛察忠,段显明,等.长三角地区“绿水青山”与“金山银山”的耦合协调水平测度及其影响因素[J].环境污染与防治,2020,42(1):79-83,119.
- [11] 马亚亚,刘国彬,张超,等.陕北安塞县生态与经济系统耦合协调发展[J].生态学报,2019,39 (18):6840-6849.
- [12] 吴玉鸣,张燕.中国区域经济增长与环境的耦合协调发展研究[J].资源科学,2008,30(1): 25-30.
- [13] 任祁荣,于恩逸.甘肃省生态环境与社会经济系统协调发展的耦合分析[J].生态学报,2021, 41(8):2944-2953.
- [14] 李元年.基于熵理论的指标体系区分度测算与权重设计[D].南京:南京航空航天大学,2008.

## Research on the Measurement and Spatio-Temporal Difference of Coupling Coordination of “Two Mountains” Construction in the Yellow River Basin

PAN Zujian<sup>1,3,4</sup>, ZHAO Huifang<sup>1,3,4</sup>, JIANG Manyao<sup>2</sup>, LIN Yurui<sup>1,3,4</sup>, ZHANG Ruichen<sup>2</sup>

(1.School of Computer and Information Science, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou, Fujian 350002;

2.School of Management, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou, Fujian 350002;

3.Laboratory for Ecology and Resource Statistics of Fujian Province, Fuzhou, Fujian 350002;

4.Research Center for Resource and Environment Spatial Information Statistics of Fujian Province, Fuzhou, Fujian 350002)

**Abstract:** Based on the connotation of the concept of “two mountains”, a comprehensive evaluation index system for the construction level of “two mountains” in the Yellow River Basin was constructed. The comprehensive index and coupling coordination degree of the three subsystems of economy, ecological environment and people’s livelihood in nine provinces of the Yellow River Basin during 2011-2018 were calculated, and the spatial-temporal variation trend of the coupling coordination degree of the three double systems was analyzed. The results show that the overall ecological environment of the Yellow River basin has not improved significantly from 2011 to 2018. The economic and people’s livelihood of the provinces in the eastern part of the Yellow River basin has improved steadily, and the coupling coordination degree of the three dual systems is also higher than that of the provinces in the western part of the Yellow River Basin. In order to promote the theory of “two mountains” in the Yellow River on the practice and the regional coordinated development, Shandong, Shanxi, Henan and other eastern provinces of the river basin should be taken as the central areas for development. These provinces should guide and improve the spatial layout of development in the Yellow River Basin, practice scientific and technological innovation to promote industrial upgrading, establish a coordinated development strategy based on ecological protection, jointly promote coordinated development of the overall economy, ecology and people’s livelihood in the Yellow River Basin.

**Key words:** economy and ecology; index evaluation; coupling coordination degree; spatio-temporal difference; the Yellow River Basin  
(责任编辑:白 晔)