

doi:10.3969/j.issn.1672-626x.2020.05.009

# 长江经济带工业绿色发展与生态环境 优化协调发展研究

冯 银,付 宏,陶珍生,汪金伟

(湖北经济学院 经济与贸易学院,武汉 430205)

**摘要:**长江经济带发展战略自提出后,在国民经济和社会发展中发挥着重要的支撑作用,同时也在建设生态文明和创新驱动改革方面做出了重大尝试和突破,长江经济带已成为我国落实制造强国、实现工业绿色发展的关键流域,但仍然存在“化工围江”等产业发展与环境保护间不够协调的问题。如何实现长江经济带产业绿色转型升级与生态环境的协同发展是当前需要解决的关键问题。本文基于耦合协调度的模型框架,分别构建长江经济带工业绿色发展和生态环境优化水平指标体系,并对两者的协调度进行测算,最终指出长江经济带工业绿色发展与生态环境优化的发展趋势,提出相关的政策建议。

**关键词:**长江经济带;工业绿色发展;生态环境优化;协调发展

**中图分类号:**F062.2

**文献标志码:**A

**文章编号:**1672-626X(2020)05-0078-11

## 一、引言

纵观长江经济带的发展历程,开发和利用长江是主基调,工业化进程是主旋律,而生态环境质量恶化成为了“发展的代价”。要弥补这一“发展的代价”,首要任务是改变经济增长方式,对于长江经济带而言,重中之重是改变工业经济增长方式。当前,长江经济带已经在探索“不搞大开发,共抓大保护”的发展道路,但产业发展与生态环境保护冲突的现状仍然存在,沿江产业项目密布,据国家统计局资料显示,全国30%的石化产业、40%的水泥产业都布局在长江沿线,部分沿江地区城镇建设规划不合理,挤占了长江流域生态空间,导致“化工围江”“污水入江”“湿地萎缩”等问题出现。因此,如何实现长江经济带工业绿色发展与生态环境的协同发展是当前需要解决的关键问题。

现有文献对工业绿色发展研究主要侧重于工业绿色发展的内涵和影响机制。Eiadat(2008)研究表明工业企业的绿色发展水平受环境规制、环境创新战略等因素的影响<sup>[1]</sup>,且工业绿色与工业污染存在双向影响关系<sup>[2]</sup>。苏利阳等(2013)认为工业绿色发展就是在促成工业经济持续较快增长的同时,生产出的产品及服务可以与人们逐渐增长的需求相匹配,并从工业绿色产品、工业绿色生产和绿色产业三个角度构建工业绿色

**收稿日期:**2019-12-30

**基金项目:**国家社会科学基金项目(16BGL030)

**作者简介:**冯银(1989-),男,湖北黄冈人,湖北经济学院讲师,经济学博士,研究方向为环境经济学;付宏(1979-),男,湖北大悟人,湖北经济学院教授,管理学博士,研究方向为产业转型升级;陶珍生(1984-),男,安徽芜湖人,湖北经济学院副教授,经济学博士,研究方向为产业经济学;汪金伟(1989-),男,湖北黄冈人,湖北经济学院讲师,经济学博士,研究方向为能源经济学。

发展的概念体系,指出通过生产绿色低碳产品、完善绿化工业生产过程和发展绿色新兴产业能使工业发展和资源环境相协调<sup>[9]</sup>。黄群慧(2014)认为工业绿色发展应从工业经济增长、创新能力、结构优化、信息化水平、资源节约等方面体现<sup>[4]</sup>。

而对工业绿色发展与生态环境质量的关系研究主要从两个方面展开。一是以改善生态环境质量为目标,以环境规制和产业政策促进工业绿色发展。有研究认为,环境规制可以促进及倒逼工业绿色发展,而随着环境规制水平的提高,环境规制对污染产业分布的影响也将越发明显<sup>[5-6]</sup>,且污染产业受相邻地区环境规制的影响要大于当地环境规制<sup>[7]</sup>,制度改善有利于促进生态环境的不断优化<sup>[8]</sup>。环境规制对工业产业规模和工业绿色发展具有重要的调节作用,经济结构中工业所占比重与环境规制强度具有显著的负相关关系<sup>[9]</sup>。还有研究发现,环境规制在促进工业绿色发展时,会表现出先抑制、后促进、再抑制的非线性规律,并且环境规制对工业绿色发展的影响具有显著的门槛特征与空间异质性<sup>[10]</sup>。在生态环境质量恶化的总体趋势下,应通过实施环境一体化产业政策来提升环境规制强度,用规制手段倒逼污染排放强度降低、生产工艺清洁化,从而促进传统产业升级<sup>[11]</sup>。

二是工业绿色发展对生态环境优化的影响。一般认为工业绿色发展与环境保护互为因果,二者存在正相关的内在逻辑关系<sup>[12]</sup>。有研究表明工业绿色发展具有明显的节能减排效应<sup>[13]</sup>,经济结构调整对缓解环境污染起着积极作用<sup>[14]</sup>,并且工业绿色发展是促进生态环境不断优化的重要方式<sup>[8]</sup>。从长期来看,工业绿色发展和技术进步是中国经济实现高质量发展的必要手段<sup>[15]</sup>。还有研究认为工业绿色发展与生态环境优化呈现出协调演进的进程,周成等(2016)、邹伟进等(2016)发现产业结构不断朝着高级化、合理化方向发展,工业绿色发展程度不断提高,生态环境质量也呈现出同步协调发展的历程<sup>[16-17]</sup>。

就研究方法而言,衡量两变量协调关系较为成熟的评价测度方法有灰色关联法和耦合协调度模型等。如彭继增等(2015)基于灰色关联理论测算了江西省三次产业结构与经济协同发展的协同关系,得出江西省经济发展步入正常的结构演化轨迹<sup>[18]</sup>;周成等(2016)采用加权TOPSIS法和耦合协调度模型对长江经济带沿线11个省份进行了经济发展、生态环境和特定产业协调关系时空分析<sup>[16]</sup>。

总体而言,现有研究对长江经济带工业绿色发展与生态环境优化的耦合协调关系的关注相对较少。因此,本文主要以工业绿色发展与生态环境质量优化协调发展的测度为基础,探讨长江经济带各省份工业绿色发展生态环境质量优化的空间异质性及影响协调发展的关键因素,为各省份实现工业绿色发展与生态环境质量协调发展提供针对性建议。

## 二、指标体系构建及计算方法

### (一)长江经济带工业绿色发展指数

工业绿色发展是一项系统、复杂的综合概念,涉及经济、社会、环境、资源等方面,因而本文在构建工业绿色发展评估指标体系进行核算时,遵循科学性、完备性和可操作性原则,系统梳理各相关因素的影响机理,形成最终评价指标体系。

结合现有研究成果和《工业绿色发展规划(2016—2020年)》的内容,主要从资源利用效率、环境保护治理、经济增长质量以及创新发展水平四个维度对长江经济带工业绿色发展指数进行测度分析,构建的评价指标体系如表1所示。

上述指标体系的构建充分考虑了长江经济带工业绿色发展的基本要求。一是提升资源利用效率是长江经济带工业发展的主要手段和目的,选取的四个指标既能反映工业发展对资源的耗损程度,又能反映资源在工业经济发展中的贡献率。二是加强环境保护治理是实现长江经济带工业发展的基本方法和保障措施,选取的四个指标既能直接反映工业污染治理投入,也能间接反映工业污染治理效果。三是经

济增长质量是长江经济带工业发展的物质基础,选取的四个指标既能反映专业结构向高质量发展转变的态势,更能反映工业实际增长效益。四是创新发展水平是实现长江经济带工业绿色发展的核心动力,选取的四个指标既能反映科技创新的投入、存量,也能反映科技创新的潜在能力。

表1 长江经济带工业绿色发展评价指标体系

总指数	维度指数	具体指标	指标属性	指标单位
工业绿色发展指数(X)	资源利用效率 X1	单位工业增加值能耗 X11	逆向	吨标煤/万元
		单位工业增加值水耗 X12	逆向	吨/万元
		一般工业固体废物综合利用 X13	正向	%
		六大高耗能行业占工业增加值比重 X14	逆向	%
	环境保护治理 X2	工业污染治理投资占工业增加值比重 X21	正向	%
		生活垃圾无害化处理率 X22	正向	%
		单位工业增加值二氧化硫排放量 X23	逆向	千克/万元
		单位工业增加值废水排放量 X24	逆向	吨/万元
	经济增长质量 X3	高技术产业增加值占 GDP 比重 X31	正向	%
		工业企业成本费用利润率 X32	正向	%
		清洁能源消费比重 X33	正向	%
		服务业增加值占 GDP 比重 X34	正向	%
	创新发展水平 X4	规上工业企业 R&D 经费支出占主营业务收入比重 X41	正向	%
		万人专利申请授权数 X42	正向	件/万人
		省级及以上部门研究与开发机构数量 X43	正向	个
		R&D 人员全时当量 X44	正向	%

## (二)长江经济带生态环境优化指数

为科学构建生态环境优化指数的指标体系,本文应用在生态环境评价方面运用最广泛的 PSR 模型进行构建。在本文中,压力指数主要用于衡量工业活动对生态环境增加的负担;状态指数主要用于表征生态环境禀赋;响应指数主要用来描述生态环境破坏后的应对措施,其值越大说明对生态环境破坏的政策响应越积极,与生态环境优化呈正向相关关系。分别从压力、状态和响应三个方面共选取 9 个指标,如表 2 所示。

表2 长江经济带生态环境优化指数指标体系

总指数	维度指数	具体指标	指标属性	指标单位
生态环境优化指数(Y)	压力(P)	人均工业废水排放量 P1	逆向	吨/人
		单位 GDP 二氧化硫排放量 P2	逆向	吨/万元
		人均工业废弃物产生量 P3	逆向	吨/人
	状态(S)	人口密度 S1	逆向	人/km <sup>2</sup>
		建成区绿化覆盖率 S2	正向	%
		优良天数比例 S3	正向	%
	响应(R)	工业废水排放达标率 R1	正向	%
		工业固体废物综合利用比率 R2	正向	%
		生活垃圾无害化处理率 R3	正向	%

## (三)指标赋权及数据来源

本文在进行长江经济带工业绿色发展指数测度的过程中,由于指标较多且各省份工业发展存在一定的差异,为避免人为赋权导致测度结果出现偏误,因此工业绿色发展指数各指标赋权方式采用的是熵值法赋权,赋权过程如下。

首先,对原始数据进行标准化处理:

$$E_{mn}'' = \frac{S_{mn} - \min(S_{mn}) \text{ OR } \max(S_{mn}) - S_{mn}}{\max(S_{mn}) - \min(S_{mn})}$$

其中,  $S_{mn}$  表示第  $m$  个区域第  $n$  个指标的观测值 ( $m=1,2,\dots,i;n=1,2,\dots,j$ )。正向指标分子为观测值减去最小值,逆向指标分子为最大值减去观测值。

然后,对标准化后的数据向右平移1个单位,并计算工业绿色发展指数的熵值  $e_n$  和变异系数  $g_n$ ,其过程如下:

$$E'_{mn} = 1 + E_{mn}, \quad E_{mn} = \frac{E'_{mn}}{\sum_{m=1}^i E'_{mn}}$$

$$e_n = -\frac{1}{\ln i} \sum_{m=1}^i E_{mn} \ln E_{mn}, \quad g_n = 1 - e_n$$

接下来计算出第  $n$  个工业绿色发展指标在综合评价中的权重:

$$W_n = \frac{g_n}{\sum_{n=1}^j g_n}$$

最后,计算出综合评价指数。

进行长江经济带生态环境优化指数测度时,该评价指标体系指标数量较少且各指标间重要性几无差异,因此生态环境优化指数赋权采用平均权重赋权法,即各指标权重均为  $1/9$ 。

本文所用数据主要来源于《中国统计年鉴》(2008—2017)、各省(市)统计年鉴(2008—2017)以及各大公开经济数据库等。

### 三、实证结果分析

#### (一)工业绿色发展指数分析

根据前文所构建的指标体系以及计算方法,计算出长江经济带工业绿色发展的指数。根据长江经济带的地域划分,长江经济带上游省份包括重庆市、四川省、贵州省和云南省,中游省份包括湖北省、湖南省和江西省,下游省份包括上海市、江苏省、浙江省和安徽省。各省份及分上中下游计算结果如表3所示。

表3 长江经济带工业绿色发展指数(2007—2016年)

年份 省份	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
上海市	0.7138	0.6745	0.7024	0.7206	0.6318	0.6473	0.6161	0.6884	0.6567	0.6942
江苏省	0.6405	0.6982	0.6554	0.6397	0.7480	0.7333	0.7012	0.6727	0.6907	0.6847
浙江省	0.5514	0.5610	0.5515	0.5286	0.6110	0.6342	0.6285	0.6416	0.6401	0.6531
安徽省	0.3333	0.3594	0.3132	0.3237	0.4023	0.4120	0.4266	0.3854	0.3968	0.4417
下游省份平均	0.5598	0.5733	0.5556	0.5532	0.5983	0.6067	0.5931	0.5970	0.5961	0.6184
江西省	0.3854	0.4215	0.3925	0.3931	0.4408	0.4292	0.4425	0.3980	0.3937	0.3907
湖北省	0.4510	0.4617	0.4577	0.4213	0.4176	0.4340	0.4205	0.4050	0.3923	0.4343
湖南省	0.4333	0.4625	0.4477	0.4731	0.5065	0.5190	0.4869	0.4804	0.5182	0.4826
中游省份平均	0.4232	0.4486	0.4326	0.4292	0.4550	0.4607	0.4500	0.4278	0.4347	0.4359
重庆市	0.3860	0.3759	0.3711	0.4099	0.4503	0.4886	0.4923	0.4692	0.4839	0.5165
四川省	0.5500	0.5520	0.5440	0.5375	0.6045	0.5890	0.5942	0.5659	0.5575	0.5852
贵州省	0.3432	0.3886	0.3210	0.3660	0.3354	0.3280	0.3292	0.2823	0.2664	0.2495
云南省	0.5259	0.4974	0.4457	0.4900	0.3766	0.3733	0.3349	0.2984	0.2850	0.2318
上游省份平均	0.4513	0.4535	0.4205	0.4509	0.4417	0.4447	0.4377	0.4040	0.3982	0.3958
总体平均	0.4831	0.4957	0.4729	0.4821	0.5023	0.5080	0.4975	0.4807	0.4801	0.4877



由表3中平均指数可以看出,长江经济带11个省份整体工业绿色发展水平呈现出先上升后降低的趋势。其中,上海、浙江、安徽、湖南、重庆、四川等省份表现出较为明显的上升趋势;云南、贵州等省份表现出一定的下降趋势;江苏、江西、湖北等省份上升的速率相对较慢。为便于观察,本文截取2007年、2010年、2013年、2016年(间隔两年)各省份工业绿色发展指数分别在地图上刻画,结果如图1a~图1d所示。

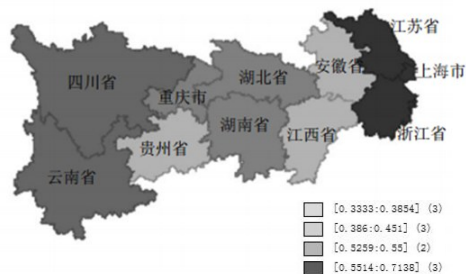


图1a 长江经济带工业绿色发展总体情况(2007年)

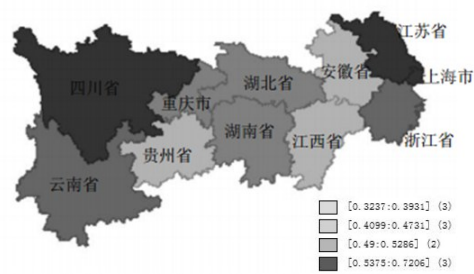


图1b 长江经济带工业绿色发展总体情况(2010年)

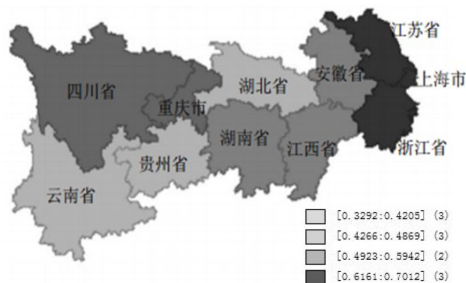


图1c 长江经济带工业绿色发展总体情况(2013年)

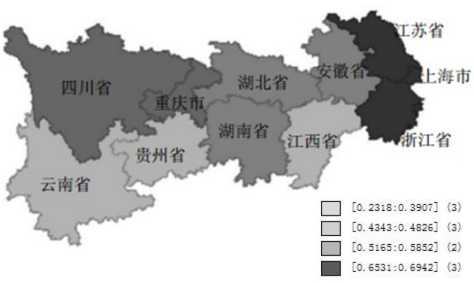


图1d 长江经济带工业绿色发展总体情况(2016年)

由图1a~图1d可以看出,在按四分位数统计分类的方法下,2007年位于工业绿色发展指数第一梯队的省份包括上海、江苏、浙江等;2010年则变为上海、江苏和四川;2013和2016年再次演变为上海、江苏、浙江。不难发现,上海、江苏、浙江长期处于工业绿色发展第一梯队,重庆经过一段时间的发展逐渐站稳第二梯队,而云南、贵州则长期处于第四梯队。

不同区域分维度来看,2016年上中下游四个维度得分较2007年均有所改善,如图2a、图2b所示。长江经济带上游省份在资源利用效率方面贡献率呈现缓慢上升的趋势,但进步的幅度较小;环境保护治理的贡献率有降低的趋势,但仍然是工业绿色发展指数的首要影响因素;经济增长质量贡献率变化不够显著,表明经济发展仍然不够绿色;创新发展水平的贡献率逐渐上升,说明工业技术创新取得了一定的进步。长江经济带中游省份在资源利用效率方面贡献率呈现缓慢下降的趋势,效率提升的速率较慢,整体进步的幅度较小;环境保护治理的贡献率呈现出不断增加的趋势,并且在工业绿色发展指数上总体贡献最高,表明在环境保护治理方面取得了较大的成功;经济增长质量贡献率有上升趋势,但幅度较小,说明经济发展虽仍然不够绿色,但已出现成效;创新发展水平的贡献率有所下降,技术进步率低于上游和下游,对工业绿色发展的支撑不够。长江经济带下游省份在资源利用效率方面贡献率呈现缓慢下降的趋势,但绝对值高于长江经济带中上游,表明资源利用效率较高,但进一步提升的空间较小;环境保护治理的贡献率呈现出不断增加的趋势,且已稳定成为首要影响因素,表明在环境保护治理方面的优势相对其他维度更为突出;经济增长质量贡献率变化趋势不够显著,但仍呈现缓慢上升的态势,说明在经济高质量发展方面仍有不足;创新发展水平的贡献率有所下降,但整体贡献率仍超过20%,技术进步率高于中上游,对工业绿色发展起到了相应的支撑作用。

对比上中下游可以看出:在资源利用效率方面,上中下游差距在明显缩小,结合具体观测值发现,长江经济带中下游资源利用效率已经处于全国领先水平,改善空间相对有限;在环境保护治理方面,中下游省份环境保护治理方面得分和整体贡献在稳步提升,而上游省份贡献度一定程度上出现下降,表明上游省份

环境保护基础较好,进步空间有限;在经济增长质量方面,下游省份进步程度明显提升,上游省份进步程度其次,中游省份进步缓慢且贡献度较低,表明中游省份在经济增长质量方面稍显不足,从具体指标来看,主要表现为高技术产业增加值仍需进一步提升;在创新发展水平方面,上、下游省份整体贡献度均有所提升,而中游省份则表现不佳,贡献度反而有所下降。

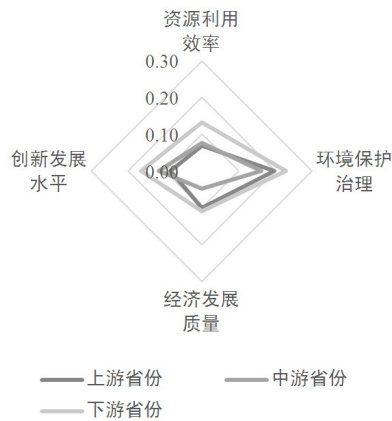


图2a 2007年上中下游分维度测度结果

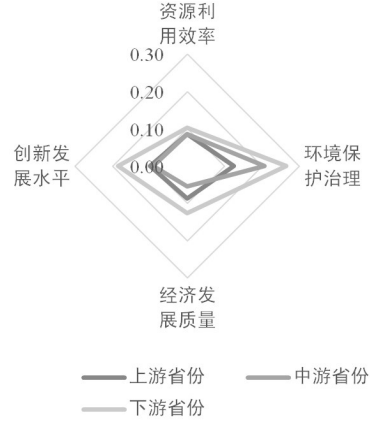


图2b 2016年上中下游分维度测度结果

## (二)生态环境优化指数分析

根据前文所构建的指标体系以及计算方法,可以计算出长江经济带生态环境状态的指数。长江上中下游各省份计算结果如表4所示,其整体变化趋势如图3所示。

表4 长江经济带生态环境状态指数(2007—2016年)

年份 省份	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
上海市	0.7529	0.7110	0.7102	0.6813	0.4508	0.5222	0.4832	0.5916	0.5819	0.5720
江苏省	0.8186	0.8366	0.7763	0.7805	0.7725	0.7686	0.7819	0.7777	0.8205	0.8230
浙江省	0.7196	0.7404	0.7467	0.7456	0.7482	0.7679	0.7736	0.7764	0.7539	0.7707
安徽省	0.6431	0.6281	0.6593	0.6327	0.7187	0.7088	0.7519	0.7775	0.7876	0.8196
下游地区平均	0.7336	0.7290	0.7231	0.7100	0.6726	0.6919	0.6977	0.7308	0.7360	0.7463
江西省	0.4829	0.5276	0.5303	0.5248	0.5329	0.5489	0.5458	0.5040	0.5140	0.5019
湖北省	0.6072	0.5841	0.5990	0.6048	0.5669	0.5591	0.5013	0.5153	0.4826	0.5422
湖南省	0.5143	0.5512	0.5731	0.6327	0.6547	0.6179	0.5772	0.6201	0.6417	0.6348
中游地区平均	0.5348	0.5543	0.5675	0.5874	0.5848	0.5753	0.5414	0.5465	0.5461	0.5596
重庆市	0.6414	0.7088	0.7416	0.7867	0.7836	0.8223	0.8029	0.7758	0.7607	0.7617
四川省	0.5685	0.6190	0.6077	0.6042	0.6005	0.5591	0.5369	0.4914	0.5847	0.5511
贵州省	0.3553	0.3533	0.3644	0.3956	0.3675	0.4182	0.3453	0.3977	0.4281	0.4348
云南省	0.5065	0.5187	0.5457	0.5472	0.4419	0.4475	0.4778	0.4683	0.3836	0.3544
上游地区平均	0.5179	0.5500	0.5649	0.5834	0.5484	0.5618	0.5407	0.5333	0.5393	0.5255
总体平均	0.6009	0.6163	0.6231	0.6306	0.6035	0.6128	0.5980	0.6087	0.6127	0.6151

由表4可知,2007—2016年长江经济带整体生态环境状态呈现出波动上升的趋势。结合图3可得,江苏省、浙江省、安徽省、江西省、湖北省、湖南省、重庆市、贵州省生态环境质量有着较为明显的改善趋势,上海市、云南省反而有不同程度的降低态势,四川省变化趋势则不够明显。

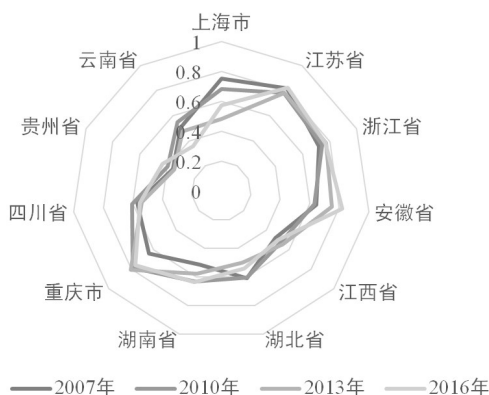


图3 长江经济带生态环境状态变化趋势(2007—2016年)

分地区分维度来看,如图4a、4b所示,2016年中游省份的压力指数相比2007年有一定程度的增加,表明中游省份在工业发展过程中对生态环境优化的负荷仍处于增加状态,而上游省份和下游省份则出现了不同程度的下降,说明在工业发展过程中对生态环境负荷逐渐减少。从状态指数来看,上游省份状态指数呈现出增长的趋势,而中游省份和下游省份则出现一定程度的降低,表明上游省份在工业发展过程中环境优化方面取得的效果更为明显。从响应指数来看,中下游省份响应指数进步幅度明显增大,而上游省份虽然环境质量状态较好,但在环境保护工作力度上仍有进步空间。

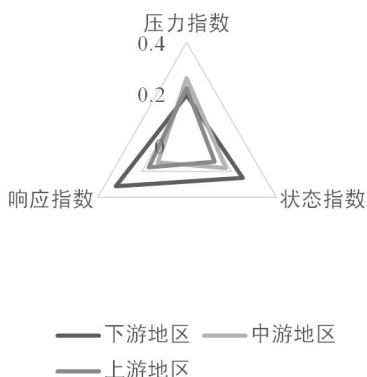


图4a 2007年上中下游分维度测度结果

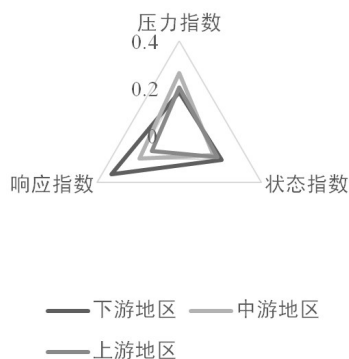


图4b 2016年上中下游分维度测度结果

### (三)耦合协调结果分析

#### 1. 耦合协调度测算模型构建

现有研究多以耦合协调度来测算系统多因素之间的协调状况程度,借鉴相关文献<sup>[9]</sup>,计算长江经济带工业绿色发展和生态环境优化的协调度C计算公式为:

$$C = \left| \frac{XY}{\left(\frac{X+Y}{2}\right)^2} \right|$$

其中,X、Y分别代表工业绿色发展和生态环境优化系统综合指数。协调度C反映了工业绿色发展与生态环境优化在一定条件下二者水平进行组合协调的数量程度,当C的值接近于1的时候,意味着工业绿色发展与生态环境优化发展水平越协调。进一步地,为更好反映二者发展水平的整体耦合协同效应,引入耦合协调度指标D,其计算公式为:

$$D = \sqrt{C \cdot T}, T = \alpha \cdot X + \beta \cdot Y$$

其中,D为二者的耦合协调度,T为协调数量程度的综合评价指数。 $\alpha$ 、 $\beta$ 为待定权数,具体取值一般采用

专家系统打分确定,本文按照两者的重要程度取 $\alpha=\beta=0.5$ 。根据耦合协调度D的计算过程,可知 $D\in(0,1)$ ,为进一步对耦合协调度进行细分刻画,将耦合协调度划分为7个类型,如表5所示。

表5 耦合协调度等级划分情况

耦合协调度	0~0.2	0.2~0.4	0.4~0.5	0.5~0.6	0.6~0.7	0.7~0.9	0.9~1.0
类型	严重失调	中度失调	轻度失调	勉强协调	轻度协调	良好协调	优质协调

## 2. 耦合协调度测算结果分析

根据前文构建的耦合协调度模型,计算出2007—2016年长江经济带11省份的耦合协调度,结果表明2007—2016年长江经济带11省份的平均耦合协调度处于良好协调的状态,并且呈现出先上升后下降最终缓慢上升的趋势。为进一步甄别两系统在耦合协调过程中的具体问题,选取特定年份展示评价结果,如表6所示。

表6 长江经济带工业绿色转型升级与生态环境优化耦合协调度(2007—2016年)

年份 省份	2007					2016				
	X	Y	D	X与Y关系	基本类型	X	Y	D	X与Y关系	基本类型
上海市	0.7138	0.7529	0.8561	X < Y	良好协调工业 绿色发展滞后	0.6942	0.5720	0.7919	X > Y	良好协调生态 环境优化滞后
江苏省	0.6405	0.8186	0.8477	X < Y	良好协调工业 绿色发展滞后	0.6847	0.8230	0.8646	X < Y	良好协调工业 绿色发展滞后
浙江省	0.5514	0.7196	0.7902	X < Y	良好协调工业 绿色发展滞后	0.6531	0.7707	0.8409	X < Y	良好协调工业 绿色发展滞后
安徽省	0.3333	0.6431	0.6626	X < Y	轻度协调工业 绿色发展滞后	0.4417	0.8196	0.7577	X < Y	良好协调工业 绿色发展滞后
江西省	0.3854	0.4829	0.6547	X < Y	轻度协调工业 绿色发展滞后	0.3907	0.5019	0.6629	X < Y	轻度协调工业 绿色发展滞后
湖北省	0.4510	0.6072	0.7194	X < Y	良好协调工业 绿色发展滞后	0.4343	0.5422	0.6944	X < Y	轻度协调工业 绿色发展滞后
湖南省	0.4333	0.5143	0.6858	X < Y	轻度协调工业 绿色发展滞后	0.4826	0.6348	0.7405	X < Y	良好协调工业 绿色发展滞后
重庆市	0.3860	0.6414	0.6942	X < Y	轻度协调工业 绿色发展滞后	0.5165	0.7617	0.7846	X < Y	良好协调工业 绿色发展滞后
四川省	0.5500	0.5685	0.7477	X < Y	良好协调工业 绿色发展滞后	0.5852	0.5511	0.7534	X > Y	良好协调生态 环境优化滞后
贵州省	0.3432	0.3553	0.5909	X < Y	勉强协调工业 绿色发展滞后	0.2495	0.4348	0.5631	X < Y	勉强协调工业 绿色发展滞后
云南省	0.5259	0.5065	0.7184	X > Y	良好协调生态 环境优化滞后	0.2318	0.3544	0.5294	X < Y	勉强协调工业 绿色发展滞后

结合图5不难看出,2007—2016年,上海市、江苏省和浙江省十年间耦合协调度均处于良好协调等级,且耦合协调度均呈现出先下降后上升的趋势,其中上海市由良好协调工业绿色发展滞后变为良好协调生态环境优化滞后,而江苏省和浙江省均为良好协调工业绿色发展滞后型。这表明上海市在该时期内生态环境优化方面取得的成效相对江苏、浙江更为缓慢。安徽省耦合协调度等级由轻度协调提升至良好协调,但其工业绿色发展始终相对滞后。江西省十年间均为轻度协调工业发展滞后型,且两系统指数均处于较低水平。



湖北省则由良好协调转为轻度协调,其表现形式为工业绿色发展始终相对滞后,但耦合协调度呈现出先下降后上升趋势,仍有潜力重新回到良好协调等级序列。湖南省、重庆市则由轻度协调进步为良好协调,并且二者类型均表现为工业绿色发展滞后型。四川省十年间均为良好协调等级,但其类型发生过数次变化,表明两系统得分较为接近,整体协调度较好。贵州省由勉强协调提升为轻度协调但最终转为勉强协调,且其类型经历了由工业绿色发展滞后型转为生态环境优化滞后型最终转变为工业绿色发展滞后型,两系统指数均处于较低水平。云南省由良好协调降为轻度协调最后又降为勉强协调,其类型由一开始的生态环境优化滞后型转变为工业绿色发展滞后型,且两系统指数均出现下降趋势。

综上可以得出如下结论:一是2007—2016年长江经济带工业绿色发展与生态环境优化耦合协调度大体表现为良好协调工业绿色发展滞后型;二是仅有上海市、江苏省、浙江省和四川省十年间均为良好协调等级,但其类型各有差异;三是安徽省、湖南省和重庆市实现了由轻度协调上升为良好协调,且其类型均为工业绿色发展滞后型;四是湖北省和云南省在耦合协调度方面均有不同程度的下降,且大部分年间表现为工业绿色发展滞后型;五是江西省和贵州省在耦合协调度等级方面变动较小,十年间基本分别维持轻度协调和勉强协调等级,且滞后类型也存在一定程度的相似。

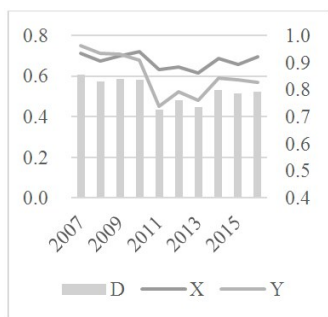


图 5a 上海市协调度变化情况

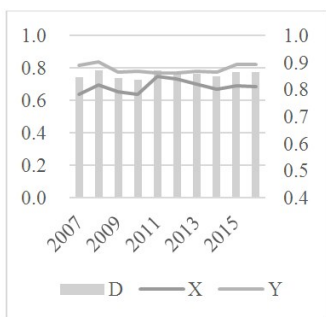


图 5b 江苏省协调度变化情况

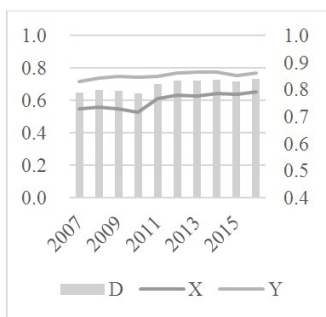


图 5c 浙江省协调度变化情况

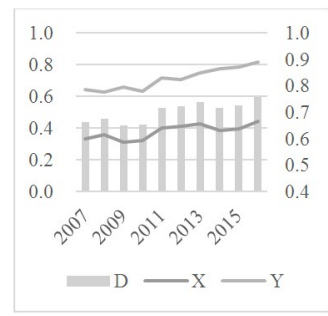


图 5d 安徽省协调度变化情况

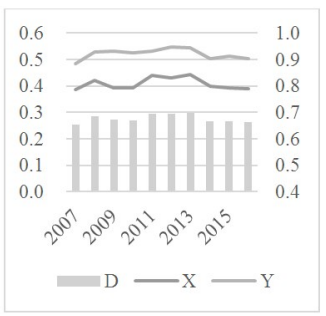


图 5e 江西省协调度变化情况

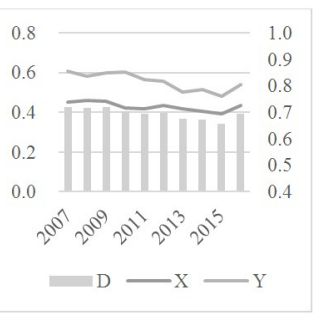


图 5f 湖北省协调度变化情况



图 5g 湖南省协调度变化情况

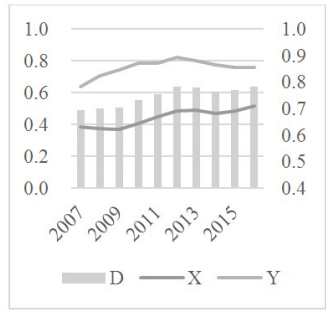


图 5h 重庆市协调度变化情况

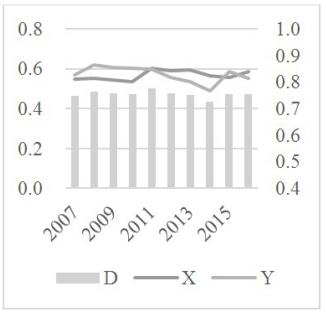


图 5i 四川省协调度变化情况

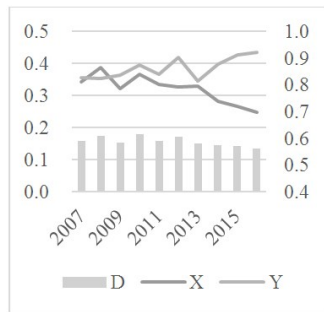


图5j 贵州省协调度变化情况

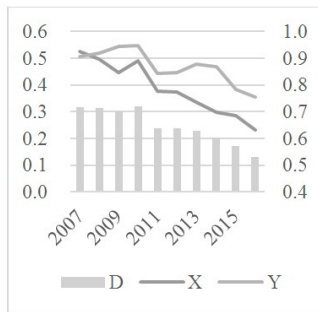


图5k 云南省协调度变化情况

## 四、政策启示

在分析长江经济带11省份工业绿色发展指数和生态环境优化指数的基础上,本文对二者的耦合协调度进行了测算,由此提出如下政策建议:

其一,长江经济带各省份应因地制宜着力加强工业绿色发展的建设,尤其是要持续推进降低资源能源的使用强度,加强技术创新在工业生产中的成果转化,加强工业污染的治理投资力度和治理效果,切实加快工业化过程中产业结构的优化升级,使得工业产业链附加值整体提升,推动工业高质量发展。

其二,生态环境优化方面,长江经济带各省份应以保持良好现状为主,贯彻落实“共抓大保护,不搞大开发”的原则和精神,着力降低生态环境对经济发展的约束,改善生态环境质量,提高污染达标排放标准,切实改善污染物达标排放情况。

其三,长江经济带下游省份整体协调度处于领先水平,应侧重加强工业绿色发展的成效,同时保持对生态环境的保护和治理;长江经济带中游省份协调度处于中游水平,要同步提升工业绿色发展和生态环境保护两个方面;长江经济带上游省份重庆和四川处于高水平协调,但尤其应加强工业绿色发展成效,而贵州和云南则应同步提升工业绿色发展和生态环境保护。

### 参考文献:

- [1] Eiadat Y., Kelly A., et al. Green and Competitive? An Empirical Test of the Mediating Role of Environmental Innovation Strategy [J]. Journal of World Business, 2008,43(1):131-145.
- [2] Carrion-Flores C E, Innes R. Environmental Innovation and Environmental Performance[J]. Journal of Environmental Economics & Management, 2010, 59(1):27-42.
- [3] 苏利阳,郑红霞,王毅.中国升级工业绿色发展评估[J].中国人口·资源与环境,2013, (8):117-121.
- [4] 黄群慧.“新常态”、工业化后期与工业增长新动力[J].中国工业经济,2014, (10):5-19.
- [5] 陆菁.国际环境规制与倒逼型产业技术升级[J].国际贸易问题,2007, (7):71-76.
- [6] 刘巧玲,王奇,刘勇.经济增长、国际贸易与污染排放的关系研究——基于美国和中国SO<sub>2</sub>排放的实证分析[J].中国人口·资源与环境,2012,22(5):170-176.
- [7] 彭文斌,吴伟平,邝嫦娥.环境规制对污染产业空间演变的影响研究——基于空间面板杜宾模型[J].世界经济文汇,2014, (6):99-110.
- [8] 李强.产业升级促进了生态环境优化吗——基于长江经济带108个城市面板数据的分析[J].财贸研究,2018,29(12):39-47.
- [9] 李眺.环境规制、服务业发展与我国的产业结构调整[J].经济管理,2013,35(8):1-10.
- [10] 原毅军,谢荣辉.污染减排政策影响产业结构调整的门槛效应存在吗?[J].经济评论,2014, (5):75-84.
- [11] 宋丹琪,张天柱.论资源环境优化产业升级——以战后日本产业结构调整为例[J].技术经济与管理研究,2012, (3):115-119.
- [12] 卢福财,朱文兴,胡平波.产业转型与环境保护良性互动影响因素研究——以江西为例[J].江西社会科学,2014,34(1):56-61.
- [13] Dao-Zhi Zeng, Laixun Zhao. Pollution Havens and Industrial Agglomeration[J]. Journal of Environmental Economics and Manage-

- ment,2009, (2): 141-153.
- [14] 李小红,宋马林,安庆贤.中国经济增长对环境污染影响的异质性研究[J].南开经济研究,2013, (5):96-114.
- [15] 王敏,黄滢.中国的环境污染与经济增长[J].经济学(季刊),2015, (2) : 557-578.
- [16] 周成,冯学钢,唐睿.区域经济-生态环境-旅游产业耦合协调发展分析与预测——以长江经济带沿线各省市为例[J].经济地理,2016, (3):186-193.
- [17] 邹伟进,李旭洋,王向东.基于耦合理论的产业结构与生态环境协调性研究[J].中国地质大学学报(社会科学版),2016,16(2): 88-95.
- [18] 彭继增,孙中美,黄昕.基于灰色关联理论的产业结构与经济协同发展的实证分析——以江西省为例[J]. 经济地理,2015, (8):123-128.
- [19] 刘耀彬,戴璐,庄小文.开放经济下贸易、环境与城市化协调评价与情景模拟——以长三角(16城市)为例[J].华东经济管理, 2013,27(5):28-33.

(责任编辑:颜 莉)