

【区域格局与产业发展】

中国制造业绿色发展的时空格局演变及路径研究*

李新安 李慧

摘要:制造业绿色发展已成为中国经济转型与生态文明建设的重要支撑。基于构建的制造业绿色发展效率的综合评价指标体系,通过运用投入产出的Super-SBM模型对中国制造业绿色发展的时空格局演变进行实证测算后发现:在变动趋势上,中国制造业绿色发展的区域协同效应较为明显,总体水平基本呈稳定增长态势,整体差异性趋于缩小,且东部和中部省份制造业绿色发展的提升趋势要相对快于西部省份。从省际空间上制造业绿色发展变动来看,存在多数省份绿色发展水平提升和个别省份绿色发展水平下降并存的趋势特征。从全局空间自相关来看,中国制造业绿色发展存在明显的相互依赖性,表现出较明显的空间自相关特征。从局域空间自相关来看,制造业绿色发展水平高的省份和水平低的省份在地理空间分布上均相对集中,总体上呈现双高型HH聚集和双低型LL聚集两种较为明显的分异性演变格局,而这种发展格局则对中国制造业的区域绿色协调发展形成制约。因此,需通过技术创新增强制造业绿色转型的内生动力,并通过优化区域制造业要素禀赋结构、完善制造业绿色化区域协同机制等,着力消除制造业绿色发展过程中的各种阻滞因素。

关键词:绿色发展;区域要素禀赋;区域差异;污染防治

中图分类号:F061.5 文献标识码:A 文章编号:2095-5766(2021)04-0064-10 收稿日期:2021-04-10

*基金项目:国家自然科学基金面上项目“绿色制造视角下中国OFDI全球价值链嵌入的碳减排效应研究”(41871215);国家自然科学基金项目“全球价值链嵌入视阈下中国制造业技术进步偏向的碳减排机制研究”(U1704133);教育部人文社科研究规划基金项目“中国制造业全球价值链嵌入的碳减排机制研究”(17YJA790050);河南省软科学研究计划重点项目“河南省促进科技服务业发展的政策优化研究”(202400410041);河南省高等学校重点科研项目“全球价值链视阈下制造业技术进步偏向的碳减排机制及政策研究”(21A480001)。

作者简介:李新安,男,博士,河南财经政法大学教授,博士生导师,河南省区域产业创新与发展软科学研究基地主任(郑州 450046)。

李慧,女,通讯作者,河南省区域产业创新与发展软科学研究基地研究人员(郑州 450046)。

一、引言

改革开放40多年来,中国制造业建立起了完整、独立的制造体系,有力地推动了工业化和现代化进程,经济建设取得了举世瞩目的成就。与此同时,也面临着严重的资源环境约束等问题。党的十

九大以来,“绿色发展”作为实现环境绩效与经济绩效双赢的重要发展理念被加以贯彻实践,党的十九届五中全会更是从“十四五”乃至未来较长一段时期的远景目标高度将全面推动绿色发展置于重要位置。制造业绿色发展在生态文明建设与结构优化升级中意义重大,推进制造业绿色发展是建设制造强国和做强实体经济的重要战略举措。随着全

球新型国际分工体系形成,中国通过引入外商直接投资(FDI)不断嵌入全球价值链(Global Value Chain, GVC),融入全球生产网络,成为世界制造业大国。与此同时,由于国内制造企业多数所处全球价值链的专业加工组装环节,并因这些环节多使用资本密度高、排放强度大的技术,而陷入“低端高碳锁定”,成为“高能耗、高排放、高污染”问题的关键来源,从而使中国在经济取得巨大成就的同时,能源消耗和污染排放却急剧增长。中国制造业仍然没有彻底摆脱高资源投入、高能源消耗和高污染排放的粗放型发展模式,正面临周边国家“低端产业吸纳”和发达国家“再工业化”的“双重挤压”。据《中国经济绿色发展报告》(2018),中国经济发展目前仍过多依赖资源能源消耗。《2018年全球环境绩效指数(EPI)报告》(Environmental Performance Index 2018)也显示,2018年中国的EPI总得分为50.74,位居所有参与评估的180个国家与地区的第120位。绿色发展是构建现代化经济体系的必然要求,2020年政府工作报告要求“加强污染防治和生态建设,加快推动形成绿色发展方式”,并针对“着力推动高质量发展”做出重要部署。在中国制造业所处“双重挤压”态势下,综合考虑资源环境及技术工艺环境效应的制造业绿色发展正日益引起各界关注。学者Zkara和Atak(2015)将制造业的要素投入、期望产出及非期望产出纳入统一分析框架,对土耳其26个细分制造行业的生产效率进行了测算;Ramli等(2015)则采取类似的思路,将制造行业二氧化碳排放和销售收入分别被作为不良产出和期望产出,对马来西亚制造业的生态效率进行考察。在应对全球气候变化的背景下,目前各主要经济体高度重视制造业的清洁与绿色制造,大力发展绿色经济。国内学者则进一步研究发现制造业绿色发展和经济质量提升之间存在着长期的均衡关系(张振刚等,2014;李新安,2020)。制造业绿色技术创新作为实现绿色发展目标的重要支撑,在推动传统产业升级破解“三高”难题,实现生产模式资源耗费降低、污染控制与治理的过程中将发挥重要作用。杨汝岱(2015)采用随机前沿方法对中国30个制造细分行业的能源效率进行研究,发现行业间的能源耗费差异非常明显;Qu等(2017)通过对中国30个制造细分行业的绿色增长率测算,发现中国制造业绿色状况呈逐年向好态势。“中国制造2025”则从实现

国家绿色发展战略要求方面,提出要构建清洁高效、低碳循环的绿色制造体系。

党的十九大报告及党的十九届五中全会关于国家“十四五”规划的建议等都进一步对推进制造业绿色发展做出了总体部署。习近平总书记一直高度重视制造业和实体经济的发展,2019年在河南考察调研时强调:“全球制造业正经历深刻变革”,把中国“制造业和实体经济搞上去”。制造业的绿色发展,就是围绕提升制造业资源能源使用效率,将产品设计、生产等全生命周期阶段对环境的负面效应降至最低,促进制造业绿色低碳发展,获得经济、生态与社会综合效益最优。随着中国经济发展的绿色化转型的深入实施,制造业作为一国综合经济实力的重要体现,迫切需要通过提升其绿色发展效率,以实现自身的绿色增长。在此背景下,通过对相关研究梳理发现,现有文献多围绕制造业的绿色生产效率测算展开,但从省际空间层面对中国制造业绿色发展的研究则较为鲜见,且缺乏从动态演化视角对制造业绿色发展的时空格局进行剖析。为拓展相关研究,本文采用SBM模型从省际空间和全国四大地区层面,来衡量中国制造业的绿色发展效率,在明晰制造业绿色发展现状的基础上,对制造业绿色发展的时空演化特征进行剖析,以发现制约其绿色发展的关键因素,并探究在当前和未来一段时期推进制造业优化升级的高质量发展路径,这将进一步为政府在制定及实施环境政策,优化制造业绿色发展空间格局等方面提供参考。

二、中国制造业绿色发展的时空格局演变

在综合考虑制造业投入产出变量的前提下,本文借鉴Tone(2001)和Jahanshahloo等(2012)的做法,采用同时将期望产出与非期望产出纳入生产可能性集合的Super-SBM模型,并以此对中国各省份2006—2019年的制造业绿色发展效率进行测算。最后结合空间数据分析(ESDA)等方法,对制造业绿色发展的空间演化格局进行考察。

1. 指标选择与数据来源

在采用考虑非期望产出的Super-SBM模型基础上,基于2006—2019年的省级面板数据,依据文献Zkara和Atak(2015)、Ramli和Munisamy(2015)及杨汝岱(2015)等对投入产出要素指标进行选择。

参考张江雪等(2018)、韩晶等(2020)的做法,选取R&D投入、R&D人员数量和新产品开发经费投入来衡量绿色发展研发投入,将折算成标煤的能源消费总量来代表制造业各种能源消耗投入。产出要素包含期望产出和非期望产出。借鉴刘耀彬等(2017)的相关成果,选取制造业总产值、实际GDP、新产品销售收入和专利申请受理数作为理想发展中的期望产出;参考Tone(2001)和屈小娥(2014)的做法,在综合考虑“三废”排放基础上采用熵值法对各省的环境污染指数加以计算,以此作为非期望产出;考虑到绿色发展效率与非期望产出之间的负相关关系,借鉴陈诗一等(2017)的做法,通过将非期望产出视作投入纳入正向化变量研究框架,进行处理测算。采用以2006年为基期的工业生产者出厂价格指数对所有涉及的变量进行平减。具体说明如下:

R&D人员投入。劳动要素投入尤其R&D人员数量投入对制造企业的绿色发展至关重要,本文选择规上制造企业R&D人员数量来衡量。

财力资源投入。选取规上制造企业R&D经费内部支出、新产品开发经费支出来表示,相关数据从《中国统计年鉴》获取。

能源消耗投入。制造业发展中需要各种能源消耗,选取煤炭、石油、天然气等主要能耗投入类型,折算为标准煤的能源消耗总量来衡量。

期望产出。以实际GDP、新产品销售收入、制造业总产值与专利申请受理数作为理想产出。

非期望产出。该指标代表了制造业发展过程中客观上对环境所造成的负面影响状况。借鉴Tone(2001)、屈小娥(2014)做法,通过利用工业“三废”和粉尘计算各省的环境污染指数,并以此作为非期望产出。

考虑相关评价指标数据的可获得性,依据制造业产值在工业总产值中的占比,通过对所有涉及的工业企业相关指标进行折算,将其转换为制造业的对应指标,构建制造业绿色发展效率的综合评价指标体系(见表1)。

以中国30个省(区、市)(因西藏和港澳台的部

表1 制造业绿色发展效率的综合评价指标体系

阶段	类别	指标含义及单位
投入	绿色R&D投入	X ₁ :规上制造企业内部R&D投入(万元) X ₂ :规上制造企业R&D人员数量(人) X ₃ :新产品开发经费投入(万元)
	能源消耗投入	X ₄ :折算为标准煤的能源消耗总量(万吨/标准煤)
产出	期望产出	X ₅ :实际GDP(亿元) X ₆ :专利申请受理数(件) X ₇ :新产品销售收入(万元) X ₈ :制造业总产值(万元)
	非期望产出	X ₉ :工业废水排放量(万吨) X ₁₀ :工业二氧化硫排放量(吨) X ₁₁ :工业烟(粉尘)排放量(吨) X ₁₂ :工业固体废物产生量(万吨)

资料来源:根据测算结果整理。

分数据缺失,暂不考虑)2006—2019年的制造业绿色发展效率为研究对象,对其进行相应的空间格局演变研究。主要相关数据来源于《中国统计年鉴》《中国环境统计年鉴》、国研网统计数据库与各省份统计年鉴。

2.中国制造业绿色发展趋势及区域特征分析

从平均水平来看,中国制造业近年来的绿色发展效率总体上呈上升的趋势。2006—2019年,中国制造业在绿色发展方面表现出良好的上升势头,绿色发展效率由0.695上升到0.812,增长了16.83%(见表2)。尽管河北、天津、山西等少数省份有所下降,但大多数省份的制造业绿色发展效率值都呈增长态势,总体增长趋势明显,该研究结果与Qu和Appolloni等(2017)对中国制造业30个细分行业的绿色发展效率的分析结论大体相同。

根据图1所示的全国制造业绿色发展效率变化趋势可看出,2006—2019年,中国制造业绿色发展效率从0.695上升到0.846,其均值为0.782,整体呈波动上升态势。通过对表2中各省份制造业绿色发展效率测算值进行分析,可以发现东部地区和中部地区主要省份的制造业绿色发展的提升趋势要相对快于西部省份。全国四大地区制造业绿色发展效率的空间差异较为明显,由高到低分别为东部地区、东北地区、中部地区和西部地区,绿色发展效率均值在2006—2019年分别为0.912、0.807、0.783、0.736,从图1看四大区域整体均呈波动上升趋势。

结合表2和图1中国各省份及四大区域制造业绿色发展效率的时间序列变化趋势,可以发现,中

表2 各省份制造业主要年份绿色发展效率测算值

省份	2006	2009	2012	2015	2018	2019	省份	2006	2009	2012	2015	2018	2019
北京	0.871	0.884	0.896	0.925	0.978	0.982	湖北	0.551	0.524	0.549	0.631	0.883	0.892
天津	0.896	0.883	0.861	0.847	0.852	0.873	湖南	0.496	0.527	0.613	0.727	0.851	0.873
河北	0.976	0.892	0.774	0.817	0.853	0.874	广东	0.723	0.697	0.836	0.795	0.835	0.876
山西	0.782	0.756	0.743	0.731	0.772	0.756	广西	0.736	0.802	0.739	0.765	0.684	0.752
内蒙	0.952	0.967	0.949	0.961	0.987	0.962	海南	0.786	0.891	0.896	0.913	0.676	0.718
辽宁	0.869	0.894	0.92	0.893	0.872	0.865	重庆	0.626	0.681	0.689	0.718	0.965	0.93
吉林	0.627	0.649	0.735	0.729	0.738	0.756	四川	0.624	0.673	0.742	0.819	0.713	0.826
黑龙江	0.597	0.578	0.625	0.634	0.645	0.672	贵州	0.678	0.681	0.692	0.791	0.883	0.852
上海	0.961	0.972	0.98	0.977	0.985	0.989	云南	0.814	0.826	0.739	0.836	0.851	0.871
江苏	0.899	0.981	0.973	0.895	0.883	0.891	陕西	0.543	0.634	0.677	0.725	0.764	0.785
浙江	0.739	0.697	0.817	0.792	0.851	0.884	甘肃	0.637	0.625	0.713	0.764	0.796	0.783
安徽	0.657	0.683	0.725	0.816	0.835	0.852	青海	0.769	0.857	0.894	0.877	0.896	0.882
福建	0.513	0.629	0.592	0.657	0.684	0.684	宁夏	0.638	0.661	0.68	0.679	0.718	0.735
江西	0.528	0.653	0.67	0.654	0.676	0.713	新疆	0.783	0.797	0.819	0.854	0.895	0.879
山东	0.811	0.913	0.921	0.946	0.965	0.958	全国	0.695	0.769	0.745	0.783	0.812	0.846
河南	0.657	0.674	0.649	0.696	0.713	0.736							

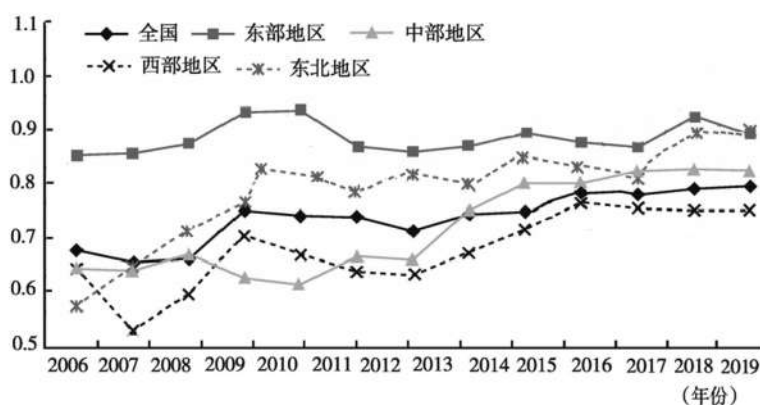


图1 2006—2019年全国及各区域制造业绿色发展效率变化趋势

国制造业绿色发展的总体平均水平均呈现出一定的增长态势,区域间的整体差异性逐渐缩小。这表明在推进生态文明建设和制造业高质量发展背景下,中国制造业的绿色发展已取得明显成效,并表现出初步的区域协同效应。

对制造业绿色发展效率测算结果做进一步分析,发现制造业绿色化发展程度总体呈现出东部地区>东北地区>中部地区>西部地区的空间分布特征。其可能原因为:东部地区是中国资金、人才、信息、市场等重要的交融地区,拥有优越的区位条件,经济水平始终优于中西部地区,绿色R&D投入也远高于其他地区,创新能力比较强,形成了绿色发展的良性循环机制。而中西部地区自然区位、经济水平和开放程度等整体上落后东部地区,企业创新投入能力较弱,经济可持续发展动力相对不足。

3.制造业绿色发展的空间演变特征

其一,空间格局的全局演变特征。全域空间自相关检验可反映各省区制造业绿色发展效率在整体空间上的相互依赖程度。具体用全局Moran's I指数来衡量,计算公式为:

$$\text{Moran's } I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} (Y_i - \bar{Y})(Y_j - \bar{Y})}{S^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij}} \quad (1)$$

其中, $S^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2$ 、 $\bar{Y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i$ 。 Y_i 、 Y_j 分别表示第*i*与*j*个省区的制造业绿色发展效率值, \bar{Y} 为制造业绿色发展效率的平均值, n 表示考察的省市数总和, W_{ij} 为空间权重矩阵。本文采用空间经济距离权重矩阵。全局Moran's I指数在(-1,1)之间变动,指数为正表示制造业绿色发展效率的空间相关性为正,反之为负;指数绝对值越大表明空间关联

程度越深,为0则表示地区之间无关联。

运用式(1)可计算出全局 Moran's I 的值,计算结果见表3所示。从表中数据可知部分主要年份全局 Moran's I 指数都在 5%水平上显著为正,反映出制造业绿色发展存在明显的相互依赖性,表明这些年份中国制造业绿色发展效率在省域空间上表现出聚集特征。

表3 中国制造业绿色发展的全局 Moran's I 空间自相关检验

年份	Moran's I 值	Z 值	P 值
2006	0.247	2.098	0.014
2009	0.216	1.932	0.027
2012	0.185	2.367	0.007
2015	0.159	2.493	0.016
2018	0.172	2.671	0.01
2019	0.183	2.569	0.012

其二,空间格局的局部演变特征。由于局部空间的异质性差异并不能通过全局 Moran's I 空间自相关反映出来,因此需采用局部 Moran's I 对中国各省份间的局部空间关联程度进行分析。局部空间自相关检验较之全局空间自相关,更能直观反映各相邻省份绿色发展效率间存在的局部空间关联和差异程度,相较全局空间自相关检验,也更能准确判断各省份绿色发展效率影响因素的集聚性和异质性。局部空间自相关检验可用局部 Moran's I 指数来测算,具体计算公式为:

$$\text{Local Moran's I} = \frac{(Y_i - \bar{Y})}{S^2} \sum_{i \neq j} W_{ij} (Y_j - \bar{Y}) \quad (2)$$

其中, $S^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2$, $\bar{Y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i$ 。 Y_i 、 Y_j 分别表示第 i 与 j 个省区的绿色发展效率值, \bar{Y} 为绿色发展效率的平均值, W_{ij} 表示空间经济权重矩阵。关联程度通常用局部 Moran 散点图来展示,考虑到文章篇幅原因,这里以 2019 年空间权重矩阵下局部 Moran 散点图为例来分析绿色发展效率水平相似的省份在空间上的集聚性,具体见图 2 所示。

图 2 的横轴表示各省区之间的经济距离,纵轴表示绿色发展效率值。从图 2 中可看到中国大多数省份的制造业绿色发展效率都分布于第一象限和第三象限,这说明中国制造业绿色发展效率与经济距离的变化是同向的,其空间分布具有明显的集聚性。将局部 Moran's I 散点图中各象限的省份进行列表分析,具体见表 4。

分析各省份象限内的分布情况,中国制造业绿

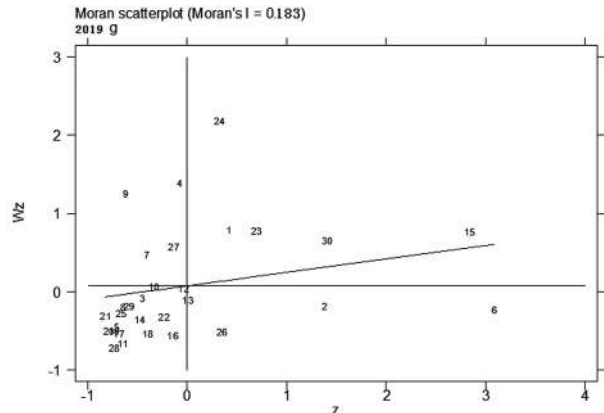


图2 局部 Moran's I 聚集散点图

色发展在空间上存在差异,表现出明显的空间集聚性。从表 4 可以看出,中国大多数省份 2019 年的制造业绿色发展效率,位于双高聚集区域第一象限的为北京、江苏、山东、上海、浙江等省市;位于第二象限的是福建、辽宁、内蒙古、天津等省市;位于双低聚集区域第三象限的为重庆、甘肃、广西、河北、黑龙江等省市;位于第四象限的是安徽、贵州、海南、四川等省份。跨越了两个象限的省份分别为一四象限的广东和二三象限的河南、湖北。总体来看,全国制造业绿色发展形成 HH 集聚和 LL 集聚分化的空间格局,处于双低区域(第三象限)内的省份数量远多于双高区域(第一象限),且这种现象长久存在。其中,双高区域的省份主要聚集于长三角地区,双低区域的省份多处于中西部地区和东北地区。

中国各省区制造业绿色发展所呈现的时空格局演化分异特征,说明地区要素禀赋结构差异的累积效应已成为绿色发展的关键制约因素。这种在空间分布上所表现出的差异性特点,其原因可能与各地区所处发展阶段有关。一方面,位于双高聚集区域的经济发达省份多处于后工业化阶段,资本、技术创新等高端要素的聚集有助于制造业的绿色发展;而位于双低聚集区域的经济落后地区多处于工业化中期阶段,高端要素的聚集不足导致了其资源环境的过度消耗,从而造成这些地区绿色发展效率长期出现低值集聚的局面。另一方面,一个地区的经济发展水平能够在较大程度上影响绿色技术创新,较高的经济水平能够对绿色技术创新带来资金支持等一系列的支撑作用(李新安,2019);同时由于贸易往来和产业资金跨地区转移产生的技术溢出,也有利于推动地区技术水平等方面的提升;长三角地区经济发展迅速,金融市场发达,高新技

表4 中国省际制造业绿色发展的Moran's I空间分布

第一象限(H—H)	第二象限(H—L)	第三象限(L—L)	第四象限(L—H)	跨界省域
北京、江苏、山东、上海、浙江	福建、辽宁、内蒙古、天津	重庆、甘肃、广西、河北、黑龙江、湖南、江西、吉林、宁夏、青海、陕西、山西、新疆、云南	安徽、贵州、海南、四川	跨一四象限:广东 跨二三象限:河南、湖北

术人才密集,交通便利、科技研发投入产出转化率高优势造就了该地区绿色技术创新能力高于其他地区(梁圣蓉、罗良文,2019;黄磊、吴传清,2019)。

三、中国制造业绿色发展面临的主要问题

从制造业发展的演进规律来看,在工业化的前期乃至中期阶段,制造业的发展主要以数量扩张为主。到了工业化的中后期阶段,工业产品的市场需求逐步饱和,数量扩张日益受到市场需求以及外部各种约束条件的制约,迫切需要转向高质量发展。中国目前已经进入工业化的中后期,虽然已经形成了完整的工业产业体系,制造业门类齐全、生产能力强,但不少产业的产能进入了相对过剩阶段,急需推进制造业向产业结构低碳化、生产过程清洁化、能源资源利用高效化的绿色制造方向发展。就区域层面而言,中国制造业绿色发展所面临的问题主要有以下方面。

1.各区域制造业绿色化发展水平不平衡

推进区域制造业绿色化发展,有助于实现制造业经济效益、生态效益和社会效益的协同共存。但对中国大部分省份而言,一方面制造业发展正处于从粗放型向集约型的转型时期,尚未摆脱传统的高强度消耗和高密集化使用资源的发展模式,制造业高物耗能耗的“重型化”结构特征明显,制造业的经济效益、生态效益和社会效益存在较大冲突,绿色增长点较为欠缺。另一方面中国各区域制造业的绿色化发展水平极不均衡,区域差异性较为显著。从四大板块制造业绿色化发展的整体水平上看,东部地区处于领先地位,制造产品的“智能化”“轻型化”和高附加值化较为突出,制造业领域的数字化程度较高,中部地区其次,东北地区较差,西部地区总体最差。通过前面对不同时间节点制造业的绿色化发展效率分析发现,中西部地区传统制造业绿色低碳升级的增速突出,东北地区的增速滞后,随着时间的推移,中西部地区与东部地区间的相对差

距减小,东北地区与东部地区之间的相对差距变大。尽管中西部地区与东部地区之间的相对差距缩小,但仍存在着较大的绝对差距,东北老工业基地更是面临制造业绿色化发展严重滞后的问题。中国各区域制造业绿色化发展所处不均衡的分布状态,在很大程度上影响了中国区域制造业绿色化发展水平的整体提升。各区域只有实现制造业绿色化协同发展,才能更好发挥中国制造业的综合竞争优势,实现制造业全球价值链的中高端攀升。

2.多数地区制造业绿色转型的内生动力和能力不足

制造业结构转型升级以技术创新为根本动力,而中国多数地区绿色技术创新能力滞后成为制约制造业绿色转型的主要因素。尽管中国制造业的绿色发展效率近年来在不断提升,但多数地区制造业绿色化效率的双低型集聚,表明大多数制造业在全球价值链中仍多处于低端生产加工环节,整体技术层次和绿色化水平较低已成为绿色转型的短板。这一方面是由于中国制造业整体技术创新能力较弱,导致关键核心技术、自有品牌等较为缺乏,高端装备和核心零部件具有较高对外依存度;另一方面则主要在于中国多数地区制造业绿色创新的动力和能力不足。依靠人口红利和资源要素的低成本优势,中国制造业实现了从劳动密集型向资本密集型的转变。但随着近年来人口红利的消失以及全球各大经济体争相在高端制造领域建立竞争优势,中国制造业在面临资源消耗、环境恶化的困境下,再次转型绿色发展已成大势所趋。但中国多数地区对增强制造业技术创新能力与实现绿色转型缺乏足够认识,宁愿花钱买技术,用市场换技术,也不愿持之以恒地投入巨额研发资金和人力资源等去完善区域创新体系,推进企业进行科技研发,造成这些地区大部分企业缺乏核心竞争力,对制造业的绿色转型形成制约。此外,中国多数地区制造业绿色化的人才培训教育体系不够完善,使得制造业人力资本呈现出明显的结构性短缺,进一步阻碍了这些地区制造业的绿色转型。主要表现

为学术型人才丰富而工程型和技能型人才短缺,特别是高端技术创新型人才及高级技能人才十分缺乏,与制造业的绿色技术创新需求和制造领域的人才需求形成了巨大的缺口。按照中国制造业发展目标要求,至2025年制造业重点领域人才供给存在2986万人的严重缺口(邹晓东,2019),而新能源汽车、绿色节能及新材料等领域人才缺口更大,这也成为中国大多数地区制造业绿色化转型的巨大障碍。

3.促进制造业绿色发展的区域协同机制有待完善

促进制造业绿色发展涉及面较广的特点,要求在区域空间上形成相应的评价监管体系、认定标准、激励政策和组织协调机制。实证分析中各省区制造业绿色发展,在空间分布上所表现出的较大差异性特征,尤其双低聚集区域省份远多于双高聚集区域省份,也很大程度上说明了各地区间在环境规制等促进绿色技术创新的相关政策等方面存在着巨大差异。在区域相关政策及协调机制不完善条件下,随着中国工业化进程的深入和区域间的产业转移,高环境规制的地区将会促使污染产业在国内不同地区间转移,从而对邻近地区的绿色技术创新产生抑制作用(李新安,2021)。这样一地区为了完成节能减排目标,将部分高污染产业就近转移到其他地区,近邻地区的污染治理成本就会加大,给绿色创新投入带来阻力。而不同区域经济发展水平的差异,使得经济高发展水平的地方政府更有财力对绿色技术创新实施补贴,其向市场传递的积极信号,则可能吸引邻近地区的商业资金,导致邻近地区的绿色发展融资减少,抑制邻近省份绿色技术创新的发展。尽管在国家工信部指导下,已组建中国绿色制造联盟,但目前仍未形成政府、协会和企业等各主体参与的统筹管理机构与组织协调机制,联盟的功能作用尚未很好发挥。因此,需要逐步构建并完善制造业绿色发展的相关政策体系(Jaffe等,2002),推进制造业绿色发展的跨区域合作的体制机制创新,促进制造企业、行业和区域链接的共生与协同利用,增强区域制造业绿色发展的协调性、联动性、整体性,构建绿色发展产业链,实现区域经济与绿色经济的协同发展。

四、促进制造业绿色发展的对策及路径

全球新一轮产业革命与中国加快绿色发展与

生态文明建设正在形成历史性交汇,面对一系列重大挑战和机遇,中国制造业应深入践行新发展理念,更加注重质量效益和可持续发展。在充分吸收借鉴国内外成功经验和做法的基础上,要把制造业高质量发展作为主攻方向,面向重点区域、重点领域开展绿色清洁技术创新,通过技术创新强化制造业资源综合循环利用,推进产业绿色协同链接,并以数字信息技术等高端要素优化区域制造业要素禀赋结构,完善制造业绿色化区际协同机制,推进制造业绿色发展体制机制改革,加快实现行业资源能耗减量与质量效益提升的绿色发展转型。

1.以技术创新增强制造业绿色发展的内生动力

“绿色制造”是中国乃至国际发展的趋向,绿色创新的驱动力不足是中国制造业整体技术层次和绿色化水平较低的主要原因。因此,要坚决贯彻落实党的十九届五中全会精神,把创新摆在中国现代化建设全局,围绕制造强国建设目标要求,推动制造业以绿色创新驱动行业整体技术进步和向高质量发展。发达国家在全球制造业价值链中长期占据高端的经验也表明,技术进步和持续创新是其制造技术始终站在世界前沿的根本动力。借鉴发达国家的经验,要将技术创新放在国家发展的核心地位,发挥其对制造业绿色转型的支撑和引领作用,积极推进资源节约型、环境友好型和混合型的绿色创新。第一,构建符合科技发展规律的绿色创新体系,推进创新合作服务平台建设,努力进入到创新型国家行列。提升自主创新能力,尤其要提升重点高耗能行业的技术创新能力,掌握核心技术,注重基础研究、基本技术的发展;尽快提高绿色科技的创新和应用能力,利用信息化、智能化技术进行环境管理。第二,通过绿色技术创新提升资源能源利用效率,实现产品质量和价值链攀升,加快推动制造业高质量发展。通过体制机制创新创造良好的万众创新环境,促进中小微企业加强对传统制造行业进行绿色改造创新,推进对资源能源高依赖和高污染排放的相关制造行业向低碳环保转型。第三,完善以企业主体的绿色技术创新的市场形成机制。建立和完善竞争政策的作用机制,鼓励制造企业将绿色技术推广与股份投资收益结合,联合创办科技企业与创新企业的工程。建设强有力的知识产权保护制度,基于创新者赚钱效应形成最有效的创新激励,激发中小微企业的积极性,发挥其对

颠覆式创新的巨大推动作用。此外,要注重对技术创新人才、技术产业化应用人才、先进制造业技术工人等绿色制造专业人才的培养。在加大对基础性研究支持力度的基础上,可借鉴德国的“二元制”职业教育体制以及美国和日本的工业实验室等人才培养机制,基于中国实际建立具有地方特色的偏向性制造技术人才培养机制和工业实验室,建设更多的校企合作工业实验室,强化职业教育,构建功能强大的专业性培训市场,为培养技术创新人才和产业化应用人才提供制度保证和良好载体。

2. 优化区域制造业要素禀赋结构,夯实绿色发展的内生基础

新时代“促进绿色技术创新”“加快推动制造业高质量发展”等为中国在“十四五”乃至更长一段时期制造业的绿色化和智能化转型提出了更高要求,技术创新与信息技术等高端要素在区域发展中的重要性日益凸显。中国多数地区的技术密集型制造业仍居于价值链的低端生产环节,产品的科技含量和附加值都较低,其相对规模的扩大并没有表现出显著的经济增长效应,甚至还产生对经济增长的抑制作用。新结构主义经济学认为,以要素禀赋结构升级实现结构转型是经济持续高效发展的最佳模式,它能够使经济体获得最大的竞争优势并提供最优的经济增长路径。这意味着,要想实现制造业绿色转型对经济增长的促进作用,前提是升级目标行业(即技术密集型制造业),能够产生比非技术密集型制造业更高的生产率和附加值。因此,在创新驱动制造业升级的过程中,中国多数地区应结合本地区资源禀赋和产业基础,充分利用新一代信息技术和国家高水平的贸易投资便利化开放政策,有意识地引导、推动高端要素集聚,以高端要素集聚推动全社会不断改进区域生产函数,加快本地区要素禀赋结构与比较优势变迁。绿色化发展较低的中西部地区在营造创新创业生态,加大建设众创空间、科技企业孵化器等服务平台的同时,要更加注重技术密集型制造领域的技术创新,尤其要吸引高端要素对关键环节和核心技术进行优先、重点突破。

中国广阔的地域面积、制造业行业差异较大的禀赋状况,决定了在准确把握国家战略方向的前提下,具有更大的结构调整空间。根据不同地区的实际情况,围绕技术密集型领域的重点行业,积极实施制造业创新中心建设工程,在一些优势领域的关

键技术环节,如新一代信息技术、增材制造、生物医药等领域涉及的关键共性技术、成果产业化等进行重点攻坚,重塑高端要素禀赋结构。同时各区域要抢抓全球经济发展机遇,用信息化改造企业价值链,提升制造业的智能化水平,通过产业链整合、资本运作、全球采购等方式,更好地融入全球创新和产业分工体系,通过技术引进和技术外溢等方式对技术创新进行整合,实现要素结构的跨越式提升,推动制造业由中低端生产环节向价值链中高端和高端攀升。此外,各地区在产业升级过程中要节能降耗,增加产品附加值,从而在实现要素禀赋结构资源配置能力转换过程中,推动中国制造业技术变革与绿色转型发展。

3. 完善制造业绿色化区际协同机制,淘汰落后过剩产能

制造业绿色转型发展应通过强化区域间的重大政策对接,形成跨行政区、跨区域板块的协同合作,以提升制造行业的资源能源整体利用效率为目标,对体量庞大的传统制造业进行绿色化改造。中国传统产业的生产技术往往处于较低水平,相较于高技术产业具有更大的技术进步和产业内升级空间。以供给侧结构性改革为主线,对传统制造业的绿色化改造升级,可从三方面着手:第一,强化各地区绿色技术投入,着力推进制造业的技术更新。在制造企业中大力引入先进绿色技术,破解制造业现有的高能耗和高排放等技术难题,以现有资源环境为基础,积极推行绿色制造。推广应用以互联网为特征的数字信息技术,吸收采用现代化生产和管理方式,以实现关键工序的自动化和数字化,提升制造业企业的产品质量和运营效率,重塑传统制造业。第二,控制各地区过剩产能和污染排放的。对电力、煤炭、钢铁等高污染、高消耗行业进行落后产能的淘汰,化解钢铁、水泥、平板玻璃、电解铝等传统行业以及光伏、多晶硅等新兴产业领域的过剩产能。因此,在产能过剩领域严禁新增产能项目的前提下,各地区一方面要建立有效的行业退出机制,实施差别性和惩罚性的水价、电价,引导僵尸企业和绝对过剩产能在维持社会稳定和产业组织生态平衡的前提下主动、有序地退出市场。另一方面,要通过税收抵扣和减免、制定税收分享比例等措施以及共享机制的实施,本着少破产清算的原则化解过剩产能。第三,通过促进各地区制造业生产链条

等重点环节绿色改造,对高耗能、高污染制造行业的工艺流程进行技改整合,重构绿色产品及价值链,全面推行绿色制造,最后实现全行业绿色增长。

4.加强政策工具引导,进一步推进制造业绿色发展

提升制造业绿色发展能力急需改变末端治理的管理模式,要通过完善制造业绿色发展政策工具倒逼企业发展模式及方式变革,实现资源能耗及减排管理的全过程控制。第一,政府要根据本地具体情况构建差别化、有针对性的区域政策体系,通过立法、行政等手段,将绿色发展理念贯穿于制造业整体发展。紧密结合制造业高质量发展与生态环境改善,通过政策引导,完善绿色发展生态。实施严格的资源管理制度,大力推进节能减排,推广应用低碳技术,鼓励制造企业以材料替代、清洁生产等绿色生产方式开展绿色化改造。第二,通过政策引导,加大绿色资金投入。通过出台“绿色贷款”政策,鼓励商业银行等金融机构实行低碳资金政策,充分发挥绿色信贷、绿色债券、绿色保险等金融产品的作用,加大对绿色制造的资金投入,引导资金流向高效、节能、环保等制造行业。同时要利用好产业投资引导基金,积极支持技术密集型制造业绿色技术研发,尤其是高技术行业中的基础研究和共性知识的开发,让所有的企业都能共享,对共性薄弱环节提供资源配置和支持,以强化行业整体绿色升级。第三,各地区环境保护部门应该根据制造业生产特点及转型发展需要,不断更新和完善环境保护立法。通过强化监管力度,做好绿色信用评级工作,推动制造企业绿色节能及清洁生产等方面技术的研发。充分发挥市场机制的决定性作用,积极探索建立全国性环境权益的碳排放权与排污权等交易市场,并不断加强和完善各类交易制度及平台建设。立足生态文明建设宏观目标要求,构建合适的制造业绿色发展环境标准、生态标准和考核评估体系等,搭建制造企业污染排放、环境违法违规记录等信息共享平台,加强环境管制,有效制衡企业的污染行为,以减少资源的扭曲浪费,确保环境保护法规切实落实。

参考文献

[1] Zkara Y., Atak M. Regional Total-Factor Energy

Efficiency and Electricity Saving Potential of Manufacturing Industry in Turkey[J]. Energy, 2015(93).

- [2] Ramli N.A., Munisamy S. Eco-Efficiency in Greenhouse Emissions among Manufacturing Industries: A Range Adjusted Measure[J]. Economic Modelling, 2015(47).
- [3] 张振刚,白争辉,陈志明.绿色创新与经济增长的多变量协整关系研究——基于1989—2011年广东省数据[J]. 科技进步与对策, 2014(10).
- [4] 李新安.区域创新能力对经济发展质量提升的驱动作用研究[J]. 区域经济评论, 2020(2).
- [5] 杨汝岱.中国制造业企业全要素生产率研究[J]. 经济研究, 2015, 50(2).
- [6] Qu Y., Yu Y., Appolloni, A., Li M., Liu Y. Measuring Green Growth Efficiency for Chinese Manufacturing Industries[J]. Sustainability, 2017(9).
- [7] Tone K. A Slacks-Based Measure of Efficiency in Data Envelopment Analysis[J]. European Journal of Operational Research, 2001(130).
- [8] Jahanshahloo G.R., Vakili J., Zarepisheh M. A Linear Bilevel Programming Problem for Obtaining the Closest Targets and Minimum Distance of a Unit from the Strong Efficient Frontier[J]. Asia-Pacific Journal of Operational Research, 2012(29).
- [9] 韩晶,陈曦.长江经济带沿线城市绿色发展水平时空演变特征[J]. 华东经济管理, 2021, 35(1).
- [10] 张江雪,张力小,李丁.绿色技术创新:制度障碍与政策体系[J]. 中国行政管理, 2018(2).
- [11] 刘耀彬,袁华锡,封亦代.产业集聚减排效应的空间溢出与门槛特征[J]. 数理统计与管理, 2018, 37(2).
- [12] 屈小娥.中国工业行业环境技术效率研究[J]. 经济学家, 2014(7).
- [13] 陈诗一,陈登科.中国资源配置效率动态演化——纳入能源要素的新视角[J]. 中国社会科学, 2017(4).
- [14] 李新安,李慧.基于节能减排的我国碳金融市场发展策略研究[J]. 郑州轻工业学院学报(社会科学版), 2019(3).
- [15] 梁圣蓉,罗良文.国际研发资本技术溢出对绿色技术创新效率影响的门槛效应——基于人力资本视角[J]. 技术经济, 2019, 38(4).
- [16] 黄磊,吴传清.长江经济带城市工业绿色发展效率及其空间驱动机制研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2019, 29(8).
- [17] 邹晓东,李拓宇,张炜.新工业革命驱动下的浙江大学工程教育改革实践[J]. 高等工程教育研究, 2019(1).
- [18] 李新安.环境规制、政府补贴与区域绿色技术创新[J]. 经济经纬 2021(3).
- [19] Jaffe A B, Newell R G, Stavins R N. Environmental Policy and Technological Change [J]. Environmental and Resource Economics, 2002, 22(1-2).

Evolution of Spatiotemporal Pattern and Path of Green Development in China's Manufacturing Industry

Li Xinan Li Hui

Abstract: The green development of manufacturing industry has become an important support for China's economic transformation and ecological civilization construction. Based on the comprehensive evaluation index system of green development efficiency of manufacturing industry, the spatial-temporal pattern evolution of green development of manufacturing industry in China is empirically measured by using the input-output Super-SBM model. The results show that the regional synergy effect of green development of China's manufacturing industry is relatively obvious, the overall level basically presents a stable growth trend, and the overall difference tends to narrow. From the perspective of the changes in the green development of manufacturing industry at the provincial level, the green development level of most provinces is improving and the green development level of some provinces is declining. From the perspective of global spatial autocorrelation, the green development of China's manufacturing industry is obviously interdependent and shows obvious spatial autocorrelation characteristics. On the other hand, from the local spatial autocorrelation, the green development trend of the manufacturing industry in the provincial space shows obvious differentiation and aggregation characteristics, and on the whole, there are two obvious differentiation and evolution patterns of double-high HH aggregation and double-low LL aggregation, which restricts the coordinated development of the regional green development of the manufacturing industry in China. Therefore, it is necessary to enhance the endogenous driving force of green transformation of manufacturing industry through technological innovation, and eliminate all kinds of blocking factors in the process of green development of manufacturing industry by optimizing the structure of regional manufacturing factor endowment and improving the regional coordination mechanism of green manufacturing industry.

Key Words: Green Development; Regional Factor Endowment; Regional Differences; Pollution Prevention and Control

(责任编辑:平 萍)

精选千家报刊 荟萃中华学术



《复印报刊资料·管理科学》

主管: 中华人民共和国教育部 主办: 中国人民大学
编辑出版: 中国人民大学书报资料中心



《复印报刊资料·管理科学》杂志致力于展示科学的管理方法、发掘优秀的管理实践,由中国人民大学书报资料中心的专业编辑与管理学界专家、学者共同精选荟萃而成。

本刊坚持以学术创新为目标,发展中国的管理科学理论体系;强调管理科学的学科内涵,侧重以科学方法应用为基础的各种管理决策理论和方法;关注管理科学的学术前沿,提倡学术研究的学理性与学术问题的实践性;注重管理科学内容的适用性,努力为大中专院校师生及各类专业管理人员提供有价值的学术信息。

主要栏目: 决策分析、物流与供应链管理、知识管理、服务与运作管理、风险与不确定性管理、应急管理、交通运输管理、项目管理等。

《复印报刊资料·管理科学》为月刊,大16开,160页,每期定价:38.00元,全年定价:456.00元,刊号:CN 11-4249/C,ISSN 1007-0591。

订购地址:中国人民大学书报资料中心市场部 全国各地邮局 邮编:100872
订购电话:010-82503412,82503440,82503029
邮局汇款:收款人:市场部 地址:北京9666信箱 邮编:100086
开户银行:中国银行北京人大支行 户名:中国人民大学书报资料中心 账号:344156031742
官方网站:<http://zlzx.ruc.edu.cn>