

基于LMDI的安徽省煤炭行业碳排放影响因素分析

张学志, 王向前*

(安徽理工大学 经济与管理学院, 安徽 淮南 232000)

摘要:首先,文章利用碳排放因子法测算2011—2022年安徽省煤炭行业CO₂排放量并按照时间序列对其变化趋势进行分析;其次,在原始的Kaya等式基础上结合安徽省煤炭行业的特点引入能源结构和能源强度因素;最后,运用LMDI模型对其进行定量分析,量化相关影响因素的贡献值。结果表明:能源结构、能源强度对碳排放有明显促进作用,经济发展和行业规模对碳排放抑制作用显著。基于此,建议从推动采用清洁发电技术、加大煤炭行业科技创新力度、优化煤炭行业内部结构等方面入手,助力安徽省煤炭行业碳减排。

关键词:煤炭行业;能源消费;碳排放;LMDI

中图分类号:X321

文献标识码:A

文章编号:1008-9659(2024)03-0075-07

随着全球工业的迅猛发展,碳排放逐渐成为影响环境可持续发展的主要因素之一。作为全球最大的碳排放国之一,我国出台了大量政策应对该问题。2021年10月,国务院印发了《2030年前碳达峰行动方案》,切实将碳达峰贯穿于经济社会发展全过程和各方面^[1]。其中,在“十四五”与“十五五”期间,政府将顺利实现“碳达峰”作为首要目标,并制定了重点实施的“碳达峰十大行动”计划^[2]。我国碳排放主要来源于能源的生产与消费,其中煤炭的生产与消费在我国碳排放量中占据70%~80%的比重^[3]。作为中国的主要煤炭产区之一,安徽省煤炭资源主要分布于皖南、皖西和皖北地区。相关数据显示,2022年安徽省原煤产量达11274万吨,同比增加19.4万吨,增幅为0.17%。安徽省2022年空气质量优良天数比例为81.8%,同比下降2.8%。这表明安徽省煤炭行业产量在稳定提升的同时,还需大力推进碳减排工作。因此,建立安徽省煤炭行业碳排放影响因素分解模型有助于深入了解碳排放的具体来源与影响因素。通过这一模型,将更准确地了解导致碳排放增加的关键因素,从而有针对性地采取碳减排措施,为实现更具体的区域“碳中和”目标奠定基础。

近年来,国内外学者针对碳排放的影响因素进行了大量研究。在国外,Bianco等人基于LMDI方法对1995—2019年欧盟27国碳排放进行分解,分析了从宏观类别上技术因素、气候影响和社会经济对碳排放的影响^[4]。González等人利用LMDI方法对西班牙碳排放进行分解,结果表明碳排放强度是碳排放增加的主要驱动力^[5]。Alajmi等人利用LMDI方法对1990—2016年沙特阿拉伯9个行业的碳排放进行分解,结果显示能源强度是碳排放增加的主要因素^[6]。在国内,Zhang等人利用LMDI方法对中国41个行业的碳排放进行分解,分析了产业结构和能源结构对碳排放的影响^[7]。陈诗一、涂红星等人以及李湘梅等人分别采用LMDI方法对国内工业碳排放变动进行分析,结果显示碳排放强度是影响碳排放量变动的主要因素^[8-10]。除了上述针对我国工业整体碳排放影响因素的研究外,还有部分文献针对某些省份工业碳排放影响因素进行了研究。例如,Liao等人以2004—2014年中国关键省份火电行业碳排放量数据为基础,运用LMDI方法进行研究发现经济规模、产业强度和碳排放强度是影响碳排放量的关键因素^[11]。韩钰铃等人采用研发产品销售收入,以规模以上工业企业从业人员数分别替代Kaya等式中的GDP与行业规模,研究了江苏省工业碳排放量变化的影响因素^[12]。张士强等人对山东省煤炭行业碳排放影响因素进行分析发现,未来如果持续加大技术研发投入并降低开采成

[收稿日期]2023-12-18

[修回日期]2024-01-28

[作者简介]张学志(1998-),男,硕士研究生,主要从事能源管理方面研究,E-mail:673043741@qq.com.

*[通讯作者]王向前(1981-),男,教授,主要从事能源资源管理方面研究,E-mail:xqwaust@163.com.

本以及对原煤开采数量的限制,经济效应因素可能会由促进碳排放作用转化为抑制作用^[13]。纵观现有研究,学者们研究了碳排放的影响因素,揭示了能源强度、碳排放强度、产业结构、经济规模等因素在碳排放量变动中的关键作用。然而,这些结论仅涵盖部分省份工业的总体情况,关于省份内煤炭行业的碳排放研究较少。因此,这些结论无法为根据特定地区或行业的情况来灵活制定碳减排政策提供有力支撑。

基于以上分析,文章首先以安徽省煤炭行业为研究对象,分析了该行业的能源消费及碳排放特征;其次,利用LMDI方法从碳排放强度、能源结构、能源强度、经济发展和行业规模五个方面分别对安徽省碳排放量进行分解;再次,在原有数据的基础上,加入煤炭开采过程中CO₂排放量,以此构建模型使碳排放贡献值更加准确;最后,通过分析研究结果,给出针对性建议,助力安徽省煤炭行业碳减排。

1 研究设计

1.1 研究方法

1.1.1 煤炭行业碳排放估算方法

一般行业的碳排放估算方法是将各部门使用的不同能源种类的消耗量与相应能源种类的碳排放系数相乘,然后累计得到碳排放量。由于在煤炭开采过程中产生的伴生产品(如瓦斯等)会对煤炭行业的碳排放水平产生影响,因此常规的碳排放估算方法并不适用于煤炭行业。根据于胜民等人的研究,以安徽省原煤产量为活动数据,使用具有代表性的国家级或产煤区域级排放因子来计算煤炭开采过程中CO₂排放量,然后将其与煤炭行业消耗的其他能源种类产生的碳排放量相加,以计算出煤炭行业的总碳排放量^[14],此种方法可以更全面地估算煤炭行业的碳排放情况。计算公式如下

$$\text{煤炭开采过程中CO}_2\text{排放量} = \text{原煤产量} \times EF_{\text{CO}_2} \times \text{单位转换系数} \quad (1)$$

式中, EF_{CO_2} 为吨原煤产量;CO₂为逃逸排放因子(m³ CO₂/t 煤炭);单位转换系数为CO₂密度,用于将CO₂体积转换为CO₂质量。在20℃、1个大气压的常温常压条件下,此密度取值为 1.839×10^{-6} Gg/m³。

$$C = \sum \theta_i E_i + T \quad (2)$$

式中, C 为安徽省煤炭行业碳排放量; θ_i 为第*i*种能源的碳排放系数; E_i 为第*i*类能源消费量; T 表示在煤炭开采过程中CO₂排放量(表1)。

表1 碳排放估算相关系数

	原煤	柴油	汽油	电力	热力
标准煤折算系数	0.714	1.457	1.471	1.229	0.034
碳排放系数	1.900	3.096	2.925	12.460	0.084

数据来源:《中国能源统计年鉴》及2006年IPCC发布的《国家温室气体排放指南》。

1.1.2 LMDI分解法

指数分解分析法(Index Decomposition Analysis, IDA)被广泛用于研究能源消耗和碳排放影响因素。IDA技术通常分为Divisia索引法和Laspeyres索引法。在Laspeyres指数法的分解过程中,经常存在无法合并而被忽略的剩余项,对分解结果产生不利影响。然而,基于指数分解分析的对数平均迪氏指数分解方法(LMDI)不包含残差变量,目前已成为研究碳排放主要的实证研究方法。此外,LMDI方法可以通过加法和乘法两种方法分解,其中加法分解分析决定绝对变化,乘法分解分析决定相对变化。

文章根据Kaya等式,将碳排放划分为五个影响因素,并使用LMDI模型对2011—2022年安徽省煤炭行业的碳排放影响因素进行量化。基于Kaya等式模型分解得到如下公式

$$C = \frac{C}{E} \times \frac{E}{GDP} \times \frac{GDP}{P} \times P \quad (3)$$

式中, C 代表二氧化碳排放量; E 代表能源消费量; GDP 代表生产总值; P 代表人口数量。由已知的原始Kaya等式可知,碳排放量受到碳排放强度 $R(C/E)$ 、能源强度 $G(E/GDP)$ 、经济发展 $EO(GDP/P)$ 和行业规模 P 的影响。

对式(3)进行改写,得到如下公式

$$C = R \times G \times EO \times P \quad (4)$$

由于文章主要研究安徽省煤炭行业能源消费碳排放变化影响因素,故用安徽省规模以上煤炭企业消费各类能源的总和表示能源消费量 E ,规模以上煤炭企业生产总值代替 GDP ,规模以上煤炭企业在职职工数代替 P ,将碳排放强度 R 的影响表示为各类能源的影响之和。

文章对安徽省煤炭行业具体情况进行分析,加入了能源结构等影响因素对Kaya等式进行扩展,则式(3)可变化为

$$C = \sum \frac{C_i}{E_i} \times \frac{E_i}{E} \times \frac{E}{Y} \times \frac{Y}{P} \times P \quad (5)$$

式中, C 代表安徽省煤炭行业能源消费的碳排放量; C_i 代表第 i 种能源碳排放量; E_i 代表安徽省煤炭行业第 i 种能源消费量; E 代表安徽省煤炭行业能源消费量; Y 代表安徽省煤炭行业生产总值; P 代表安徽省煤炭行业在职职工总人数。各乘数的定义及缩写如表2所示。

表2 变量的定义

式(5)中的乘数	缩写	名称	定义
$\frac{C_i}{E_i}$	R	碳排放强度	碳排放量与一次能源消耗量的比值
$\frac{E_i}{E}$	ST	能源结构	第 i 种化石能源占能源消费量的比例
$\frac{E}{Y}$	G	能源强度	单位煤炭产业产值的能源消耗
$\frac{Y}{P}$	EO	经济发展	煤炭产业的人均生产总值
P	IS	行业规模	行业在职职工总人数

根据LMDI的加法公式,第 t 年碳排放量相对于第0年(基期)的变化可以表示为

$$\Delta C = C_t - C_0 = \Delta C_R + \Delta C_{ST} + \Delta C_G + \Delta C_{EO} + \Delta C_{IS} \quad (6)$$

式中, ΔC_R 、 ΔC_{ST} 、 ΔC_G 、 ΔC_{EO} 、 ΔC_{IS} 分别表示各因素变化对碳排放量变化的贡献值。

1.2 数据来源与处理

根据数据的可获得性及安徽省煤炭行业实际能源消费种类,文章使用的面板数据涵盖了2011—2022年安徽省煤炭行业能源消费数据,对原煤、汽油、柴油、电力四种能源种类的消费数据进行了测算。其中,2011—2022年的安徽省煤炭行业化石能源消费数据来自《中国能源统计年鉴》,安徽省煤炭行业在职职工人数和生产总值数据来自《安徽统计年鉴》,碳排放系数的计算公式取自《省级温室气体清单编制指南(2011年)》,各种能源的折标准煤参考系数来自《中国能源统计年鉴(2016年)》。相关数据如表3所示。

表3 2011—2022年安徽省煤炭行业碳排放分析相关数据

年份	安徽省煤炭行业 碳排放量	安徽省煤炭行业 生产总值(万元)	能源消费量/万吨标准煤				安徽省煤炭行业 在职职工人数(万人)
			原煤	柴油	汽油	电力	
2011	3179.77	15761892.96	3218.43	3.93	6.34	715.61	28.46
2012	3106.61	13688001.64	3144.11	3.60	5.93	708.57	31.29
2013	3523.77	11532760.81	3745.18	3.16	4.71	635.37	29.99
2014	3788.35	9883186.77	4084.05	2.78	4.73	602.02	27.90
2015	3733.42	8072451.78	4009.77	2.80	5.34	618.52	24.05
2016	3228.36	7374000.00	3371.59	2.38	4.42	556.19	19.14
2017	3187.65	9601536.00	3290.99	2.39	4.42	540.27	16.62
2018	2833.46	9179872.80	2781.41	2.55	4.27	536.58	15.81
2019	2561.65	7514410.98	2923.06	2.77	3.06	476.82	14.08
2020	2651.78	6533085.87	3059.06	1.75	2.65	458.61	13.88
2021	2603.18	8288151.42	2979.74	2.31	1.64	486.12	13.34
2022	2649.38	9246065.19	3040.53	2.53	1.41	485.61	11.95

2 结果分析

2.1 安徽省煤炭行业能源消费及碳排放变化情况

在过去的11年中,安徽省煤炭行业的碳排放经历了显著的动态变化。由图1可知,2011—2015年安徽省煤炭行业碳排放量呈波动上升趋势,由2011年的3179.77万吨增长到2015年的3733.42万吨,增长率为17.41%。然而,煤炭行业的生产总值却在相同的时段内随着碳排放的增加而减少。另一方面,2015—2022年,碳排放量则呈平稳下降态势。值得注意的是,在2015—2019年,煤炭行业的能源消费量出现显著减少,下降率高达32.56%。这一下降可能与安徽省政府制定的一系列低碳减排政策有关。随后,能源消费量的下降幅度逐渐趋于平稳,甚至在2020年呈现出轻微的上升趋势。此外,自2016年开始,安徽省煤炭行业的生产总值经历了波动式增长。这表明在过去的几年中,安徽省煤炭行业在碳排放量、生产总值和能源消费量方面经历了一系列的变化,其中某些时段的趋势相互关联,但也存在不同的发展轨迹。

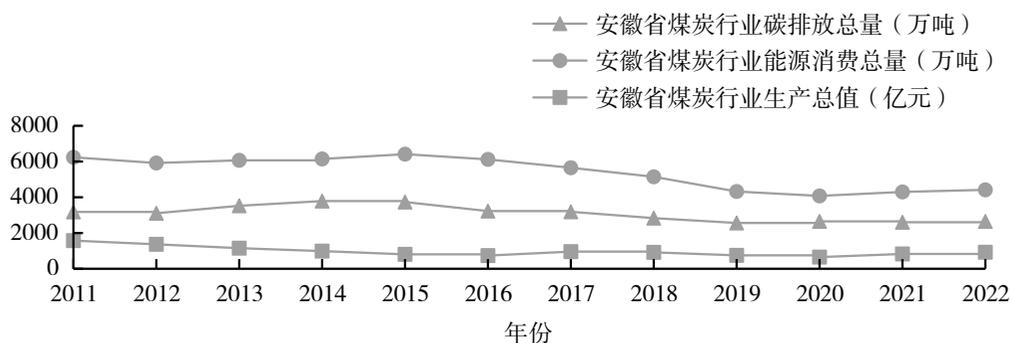


图1 2011—2022年安徽省煤炭行业碳排放量、能源消费量与生产总值变化趋势

2.2 安徽省煤炭行业碳排放分解

本研究采用加法形式的LMDI方法对安徽省煤炭行业的碳排放影响因素进行分解,具体结果如表4所示。其中,正贡献值表示某一因素与碳排放之间存在正相关关系,负贡献值则表明存在负相关关系,同时数值的大小反映了对碳排放的影响程度^[15]。总体而言,能源结构、碳排放强度和能源强度对安徽省煤炭行业碳排放有较显著的正向影响。这表示随着这些因素贡献值的增加,碳排放量也会相应增加。另一方面,经济发展水平和行业规模对碳排放产生负向影响,这表明随着经济和行业规模贡献值的增加,碳排放量可能减少。从表4可以看出,负向影响因素的抑制作用总体上大于正向影响因素的促进作用,从而导致安徽省煤炭行业碳排放量总体呈下降趋势。

表4 安徽省2011—2022年煤炭行业碳排放LMDI分解结果

年份	碳排放强度	能源结构	能源强度	经济发展	行业规模
2011—2012	-0.66	92.99	277.91	-741.36	297.96
2012—2013	12.96	320.92	650.52	-426.74	-140.49
2013—2014	6.32	212.39	609.97	-300.10	-263.99
2014—2015	-2.16	-212.75	921.08	-202.66	-558.45
2015—2016	-1.75	-341.80	152.95	479.02	-793.48
2016—2017	-8.19	222.96	-1102.26	1299.66	-452.88
2017—2018	-4.41	-68.31	-146.43	15.20	-150.25
2018—2019	0.32	197.58	69.86	-227.22	-312.35
2019—2020	2.34	240.90	211.64	-327.47	-37.29
2020—2021	0.51	-188.69	-485.61	729.44	-104.26
2021—2022	0.40	-24.55	-216.88	576.21	189.84

2.2.1 碳排放强度效应

从分解结果来看,碳排放强度对安徽省煤炭行业碳排放量的影响呈正负交替的趋势。2014—2018年,碳排放强度对碳排放量的贡献为负值,这表明碳排放强度对抑制安徽省煤炭行业碳排放量做出了一定的贡献。由于在我国遵循的IPCC(国际气候变化委员会)指南中规定碳排放系数测算不同能源的碳排放量,因此,煤炭、石油和天然气等能源的排放系数在不同时期始终保持不变。然而,电力的排放系数却根据发电方式的组合而有所不同^[16]。因此,结果中碳排放强度的变化主要是由电力排放系数变化导致。尽管碳排放强度效应对减排作用较小,但其仍然是一个抑制碳排放的因素。

2.2.2 能源结构效应

能源结构效应反映了安徽省煤炭行业中一次能源的消费结构以及瓦斯排放量在碳排放中所占比例对碳排放量的影响。根据表3和表4可知,大多数情况下,能源结构对安徽省煤炭行业的碳排放呈正贡献值。该行业主要的能源消费种类,例如原煤和电力,产生的碳排在整体碳排放量中占据较大比例。同时,在煤炭开采过程中,伴生物品(如瓦斯)的排放量也表现出相当显著的影响。由于原煤在某些生产环节中不可替代,且随着市场经济的发展,对煤炭的需求逐年增加,原煤的短期使用比例不会明显降低。此外,从能源结构贡献值大多为正值的情况来看,安徽省煤炭行业的能源结构存在一定问题。

2.2.3 能源强度效应

能源强度效应是衡量能源效率的重要指标,其数值的降低表示更高效的能源使用。具体到煤炭行业,能源强度的波动在一定程度上反映了煤炭的利用效率和产出水平。从分解结果来看,能源强度对安徽省煤炭行业碳排放呈正向贡献。图2呈现出安徽省煤炭行业在2011—2022年期间的能源强度变化情况。通过研究发现,能源强度数值的波动与其对碳排放的贡献值呈正相关。同时,在2016—2017年和2020—2022年这两个时间段,即使能源强度数值略微下降,也对碳排放产生了显著的负效应。这表明能源强度的改善是安徽省煤炭行业碳排放减少的主要原因。

具体而言,自2016年以来,安徽省煤炭行业的能源强度呈下降趋势,尤其是在2016—2017年期间下降最为显著。这一趋势主要归因于安徽省政府在《2030年前碳达峰行动方案》中明确提出的政策要求——通过促进传统产业结构调整,限制高耗能行业新增产能,消除产能过剩。在2015年已完成淘汰产能任务的基础上,政府进一步淘汰了一批落后的产能^[17],这表明政府在调整能源利用效率和产出方面发挥了关键作用,这对安徽省煤炭行业的碳减排具有重要意义。

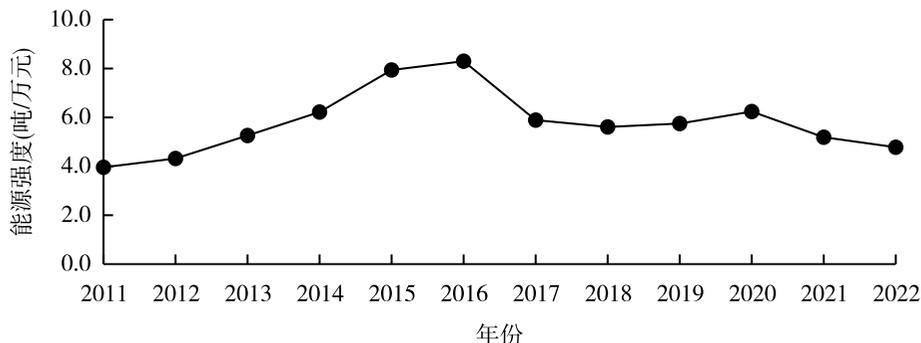


图2 2011—2022年安徽省煤炭行业能源强度变化

2.2.4 经济发展效应

根据LMDI分解结果可以发现,经济发展因素对安徽省煤炭行业碳排放量产生一定的影响,其贡献值在不同年份表现出不同的正负变化。具体来说,2015年经济发展因素对应的安徽省煤炭行业碳排放量增加了209.65万吨。但是到2022年,这一增加值降至46.20万吨。这意味着经济发展因素对碳排放量的正向贡献正在减弱。与此同时,在2011—2022年的11年间安徽省煤炭行业的总产值经历了显著下降,从1576.19亿元降至924.61亿元(图1)。这种下降趋势反映了经济活动的减弱导致工业生产或者其他领域对煤炭能源的需求减少,从而使煤炭行业缩小生产规模。由于煤炭开采、加工和燃烧是主要的二氧化碳排放来源,生产规模的缩减会对碳排放的减少有一定的改善。

随着一系列旨在减少碳排放政策的逐步实施,未来某个时期内,经济发展因素可能在初始阶段对碳排放量产生显著的负面效应。但是,随着经济的增长,该效应可能不再显著地导致碳排放量的增加,反而更有

可能抑制碳排放量的增加。总体而言,根据LMDI分解结果和煤炭行业总产值的趋势变化,政策措施和经济变化将在未来某个时期内对碳排放量产生更为显著的影响。

2.2.5 行业规模效应

根据LMDI的结果,可以发现2011年行业规模对安徽省煤炭行业碳排放量的贡献值为正。然而,从2012年开始,行业规模的贡献值变为负值,这表明行业规模的扩大开始对碳排放产生抑制作用。从图3可以看出,自2012年以来,安徽省煤炭行业的就业人数呈下降趋势,尤其是在2012—2017年期间,出现了显著的降低,降幅达到46.68%。这一下降趋势与行业规模的贡献值由正值变为负值相吻合。此种情况可能是由于煤炭行业逐渐引入自动化生产,替代部分人工劳动力。虽然自动化生产提高了生产效率,但同时也导致了能源消耗的增加,从而引起碳排放量的上升。总之,行业规模对碳排放量的影响需要综合考虑各种因素,以找到平衡点来实现煤炭行业绿色发展。

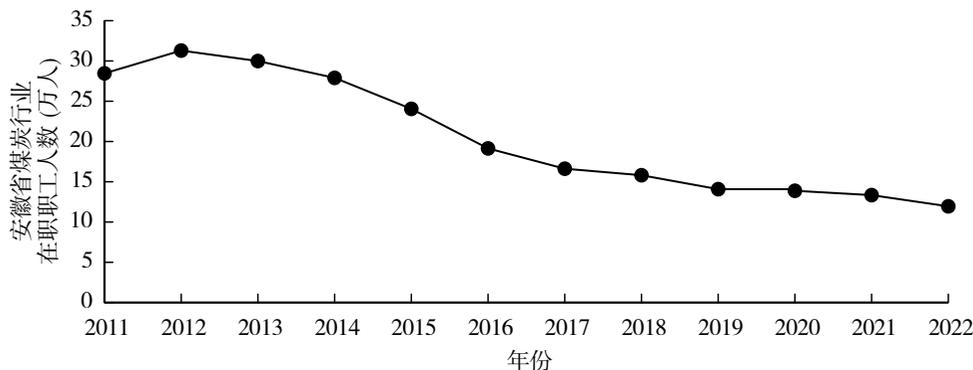


图3 2011—2022年安徽省煤炭行业从业职工人数

3 结论及建议

3.1 结论

总体来看,2011年至2022年间,安徽省煤炭行业的碳排放量总体呈波动下降趋势,并表现出阶段性特征,但近年来其碳排放及增长率出现回升趋势,安徽省煤炭行业要实现碳减排仍需进一步努力。首先,煤炭行业仍然高度依赖原煤作为其主要能源。其次,在因素分解中,能源强度和能源结构对安徽省煤炭行业碳排放的正效应作用正在减弱。这表明安徽省煤炭行业正在改进其生产方式,并逐渐引入清洁能源。最后,经济发展和行业规模对安徽省煤炭行业碳排放的负效应正在增强。其原因可能是随着经济的增长,一些煤炭企业扩大生产规模,提高了生产效率,从而减少了单位产值的碳排放。

3.2 建议

根据研究结论,针对安徽省煤炭行业碳减排问题,提出以下对策建议。

(1)积极推动采用清洁、可持续的发电技术。首先,加速推进清洁能源发电,促进能源清洁化和低碳化,以降低煤炭行业整体的碳排放强度;其次,能源储存技术有助于提高清洁能源的可靠性与可用性。具体而言,能源储存技术允许在清洁能源供应不稳定时存储多余的能源,从而在需求高峰时使用。

(2)加大煤炭行业科技创新力度。从上述分析中可以明显看出在说明技术进步对能源碳排放增长的抑制作用方面,碳排放强度比碳排放量更具说服力。在某些情况下,特别是当难以进行能源结构调整时,煤炭企业可以采取一系列措施。例如,引入先进的燃烧技术、节能设备和自动化控制系统可以显著提高能源利用效率,减少能源浪费。这些技术和设备的引入有助于降低生产过程中的碳排放,同时提高企业的竞争力。

(3)建立科学合理的能源管理体系,监测和分析能源消耗情况,能够及时发现并纠正能源浪费问题,以提高能源利用效率。尤为重要的是,技术人员应当持续关注新的节能技术和方法,并及时将其引入和应用于生产实践。这要求企业不断更新和提高技术水平,以适应不断变化的环境和市场需求。

(4)优化煤炭行业内部结构。首先,对省内现有的煤矿进行全面评估和筛选,识别小型和落后煤矿。对于那些不符合现代化生产标准的煤矿,需要考虑是否需要进行关停或整合以减少碳排放来源。

(5)政府积极参与,采取有效政策。首先,加大对清洁能源项目的资金支持,鼓励企业投资光伏和风能发电等可再生能源项目;其次,建立严格的碳排放标准和监管机制,确保企业遵守相关法律法规;通过提供

税收激励,激发煤炭企业采取减排技术和改进生产工艺的积极性;最后,政府应优化能源消费配置,提高煤炭企业投资项目节能要求,将有限的能源优先用于低投入、低消耗、少排放、大产出、大收益、可持续项目。

参考文献:

- [1] 张智刚,康重庆.碳中和目标下构建新型电力系统的挑战与展望[J].中国电机工程学报,2022,42(08):2806-2819.
- [2] 何乐天,杨泳琪,李蓉,等.基于STIRPAT模型的黑龙江省工业碳排放情景分析与峰值预测[J].资源与产业,2024,26(01):162-172.
- [3] 谢和平,吴立新,郑德志.2025年中国能源消费及煤炭需求预测[J].煤炭学报,2019,44(07):1949-1960.
- [4] BIANCO V, CASCETTA F, NARDINI S. Analysis of the Carbon Emissions Trend in European Union: A Decomposition and Decoupling Approach[J]. Science of The Total Environment, 2024, 909: 168528.
- [5] GONZÁLEZ P F, PRESNO M J, LANDAJO M. Tracking the Change in Spanish Greenhouse Gas Emissions Through an LMDI Decomposition Model: A Global and Sectoral Approach[J]. Journal of Environmental Sciences, 2024, 139: 114-122.
- [6] ALAJMI R G. Factors that Impact Greenhouse Gas Emissions in Saudi Arabia: Decomposition Analysis Using LMDI[J]. Energy Policy, 2021, 156: 112454.
- [7] ZHANG C, SU B, ZHOU K, et al. Decomposition Analysis of China's CO₂ Emissions (2000-2016) and Scenario Analysis of its Carbon Intensity Targets in 2020 and 2030[J]. Science of the Total Environment, 2019, 668: 432-442.
- [8] 陈诗一.中国的波动下降模式及经济解释[J].世界经济,2011,(04):124-143.
- [9] 涂红星,肖序,许松涛.基于LMDI的中国工业行业碳排放脱钩分析[J].中南大学学报(社会科学版),2014,20(04):31-36.
- [10] 李湘梅,叶慧君.中国工业分行业碳排放影响因素分解研究[J].生态经济,2015,31(01):55-59,84.
- [11] LIAO C, WANG S, FANG J, et al. Driving Forces of Provincial-level CO₂ Emissions in China's power Sector Based on LMDI Method[J]. Energy Procedia, 2019, 158: 3859-3864.
- [12] 韩钰铃,刘益平.基于LMDI的江苏省工业碳排放影响因素研究[J].环境科学与技术,2018,41(12):278-284.
- [13] 张士强,蒋蓬阳,宋晓妮.山东省煤炭行业碳排放影响因素及减排措施分析[J].煤炭技术,2018,37(06):315-317.
- [14] 于胜民,朱松丽,张俊龙.中国井工煤矿开采过程的二氧化碳逃逸排放因子研究[J].中国能源,2018,40(05):10-16,33.
- [15] 刘妍慧,栗洋.湖北省交通运输业碳排放测算及影响因素分解[J].统计与决策,2022,38(15):88-92.
- [16] 刘小丽,王永利.基于LMDI分解的中国制造业碳排放驱动因素分析[J].统计与决策,2022,38(12):60-63.
- [17] 代大为,张凌.安徽省工业碳排放影响因素实证分析与预测[J].安徽理工大学学报(社会科学版),2022,24(01):30-37.

Analysis of Influencing Factors of Carbon Emission of Coal Industry in Anhui Province based on LMDI

ZHANG Xue-zhi, WANG Xiang-qian*

(School of Economics and Management, Anhui University of Science and Technology,
Huainan, Anhui, 232000, China)

Abstract: Firstly, the CO₂ emissions of coal industry in Anhui Province from 2011 to 2022 were calculated by using carbon emission factor method, and the change trend was analyzed according to time series. Secondly, based on the original Kaya equation and the characteristics of coal industry in Anhui province, the energy structure and energy intensity factors were introduced. Finally, the Logarithmic Mean Divisia Index model was used for quantitative analysis to quantify the contribution value of related influencing factors. The results show that energy structure and energy intensity have significant promoting effects on carbon emissions, while economic development and industry scale have significant inhibiting effects on carbon emissions. Based on this, it is suggested to promote the use of clean power generation technology, increase scientific and technological innovation in the coal industry, optimize the internal structure of the coal industry and other aspects to help Anhui Province's coal industry in reducing carbon emissions.

Keywords: Coal industry; Energy consumption; Carbon emissions; LMDI