

绿色产业政策量化与减排效果研究 —— 以长三角区域为例¹

周正柱，张 明 *

(上海应用技术大学经济与管理学院，上海 201418)

【摘 要】：如何从产业政策层面有效发挥区域低碳减排水平是值得关注的议题。绿色产业政策作为促进低碳转型和升级的重要制度推手，对区域低碳减排效果有何效果？政策文本释放的情感信号对低碳减排的影响如何？基于中央和长三角区域出台的绿色产业政策内容分析的基础上，考察了 2010~2019 年绿色产业政策的情感偏好，并通过 PLS 和 PMC 指数模型进行分析，系统地考察了绿色产业政策的低碳减排效果。PLS 模型研究发现，绿色产业政策多基于福利型偏好设计，以中央福利型政策偏好、产业结构和政府干预显著降低了区域的碳排放水平，而地方型情感偏好设定、经济发展水平和对外开放水平则加重了区域的碳排放。PMC 模型表明，地方绿色产业政策的内部一致性较高，得分落差较大，中央绿色产业政策内部一致性较弱，得分较为均衡。这些结论说明了合理设计绿色产业政策内容有利于促进低碳减排效果和作用的提升，进而促进区域低碳减排水平。

【关键词】：绿色产业政策；情感偏好；低碳减排；政策量化；长江三角洲

【中图分类号】：F205 **【文献标识码】**：A **【文章编号】**：1004- 8227(2023)11- 2254- 19

DOI: 10.11870/cjlyzyyhj202311003

习近平总书记在 75 届联合国大会上宣布中国在 2030 年前实现碳达峰、2060 年前实现碳中和重大战略目标(以下简称“双碳”目标)。“双碳”目标提出表明中国为应对气候问题做出长期努力的决心，将转变传统的理念和生产生活方式，给中国带来一场绿色低碳系统性变革，同时也将引发经济发展模式和社会系统性根本性变革。党的二十大也提出实现低碳化、推动产业结构转型，加强产业传统能源“双控”，逐步转向碳排放“双控”。这意味着，在气候变化影响下我国产业体系急需进入绿色转型调整期，产业生态治理机制也将发生深刻变化，协调发展与生态环境之间的矛盾也变得更加紧迫。为此，习近平总书记强调：“我国产业结构调整有一个过程，传统产业所占比重依然较高”“重点区域、重点行业污染问题没有得到根本解决，实现碳达峰、碳中和任务艰巨”[1]。因此，我们不仅需要从技术、结构和资源配置上进行系统变革和升级，也需要建立起有效的产业政策来解决发展与环境之间的矛盾。

实践中，为了推动绿色高质量转型与发展，发挥绿色引领作用，各级政府在强化相关产业污染排放要求的同时，出台了一系列应对产业绿色低碳转型与发展的产业政策，旨在化解区域绿色低碳转型难、调整难等问题。例如，《国务院关于印发打赢蓝天保卫战三年行动计划的通知》《关于“发展绿色低碳产能”应匹配“削减传统产能”的提案》《建立市场化、多元化生态

¹ 收稿日期：2023- 03- 30; 修回日期：2023- 05- 15

基金项目：国家社会科学基金一般项目(20BJY059)

作者简介：周正柱(1971~)，男，教授，主要研究方向为低碳经济、产业政策、区域经济等。E-mail: Zhouzhengzhu246@126.com

* 通讯作者 E-mail: zhangm20210302@163.com

保护补偿机制行动计划》《上海市“十三五”节能减排和控制温室气体排放综合性工作方案》《江苏省打赢蓝天保卫战三年行动计划实施方案的通知》等相关低碳绿色产业政策。事实上，产业政策的低碳化导向，是符合大多数行业低碳化演进路径，可以加快实现产业的低碳化发展[2]。同时学者们也认为实现低碳绿色发展目标，需要完善的产业政策影响工具，推动新兴产业的低碳发展，从而拓展更加广泛的低碳化社会与低碳化经济效应[3]。具体来说，绿色产业政策能够有效推动区域低碳绿色转型并兼顾经济发展。一方面，通过绿色产业政策的低碳减排的紧缩型目标导向，限制和淘汰区域内的相关高耗能、高排放等产业制造与生产，促使相应企业自我内部驱动低碳转型。另一方面，基于绿色产业政策的福利型目标导向，激励和支持区域内相关产业主动从事新能源技术和高新节能技术的研发，从而利用外部机制驱动企业低碳绿色转型。

总的来看，不同政策的实施内容、力度和方式都大有不同，其效果也难以通过简单的观测而得到，故而难以统一考察其实施效果。因此，本文通过对中央和长三角三省一市颁布的绿色产业政策进行深度文本挖掘和量化，并考察不同政策文本内容释放的情感信息偏好对长三角区域低碳减排所产生影响，有助于为今后绿色产业政策的制定和优化提供参考和借鉴，进一步提高政府、市场和企业之间减排目标的同向性，加快社会低碳转型和绿色发展，推动“双碳”战略目标的实现。

1 文献综述

关于政策文本量化研究。在政策文本分析方法不断创新发展下，政策文本量化逐步成为政策的主要研究部分。当前，针对政策文本量化的方法主要有文献计量、内容量化和文本语义分析等[4]。其中文献计量考察政策文件的时间序列、发文主体等方面[5];内容量化主要基于政策主题内容的提取和编码，进而分析数据背后的深层含义[6];文本语义分析多基于自然语言模型、机器学习和文本挖掘等方法对政策文本内容进行挖掘[7]。而产业政策文本量化研究，主要通过文献计量、内容分析和文本挖掘等方法对产业政策的演变、特征、主题等进行分析。例如，杨燕红[8]基于中央和地方出台的167份产业政策文件，采用词云图、时间演化等文本计量对中国物联网进行研究。王帮俊等[9]通过建立量化评估模型，对光伏产业实施的不同政策工具进行评估，并对其演变趋势的波动情况和年均效力进行分析。Wang等[10]基于供给型、环境型和需求型政策工具以及产业升级的政策目标构建多维框架，对人工智能产业政策文本进行定量研究。Natsuda等[11]基于不同国家汽车产业政策的时间序列演化态势，量化分析垂直型和横向型的产业政策对捷克和泰国的汽车产业发展有效性。

关于产业政策实施效果的研究，学者较多关注产业政策在生态环境方面所产生的实施效果，特别是国外的研究中，将具有环境、生态、可持续发展和结构调整等目标的产业政策定义为绿色产业政策并进行一系列研究[12,13,14]。近年来，我国也对绿色产业政策实施效果进行评价，例如，陈璐怡等[15]对地级市纺织行业实施的绿色产业政策进行评估。金环等[16]基于面板数据，运用双重差分法对绿色产业政策的实施效果进行评价。值得注意的是，受国内外多变的环境影响，学术界也开始基于不同视角和主题对产业政策低碳减排的实施效果进行评价，例如，吴卫红等[17]采用PMC指数模型对制造业政策实施效果进行评价。Turner等[18]基于产业政策格局下通过一般均衡模型深度讨论净碳方案影响。Zhao and Sun[19]运用SDM空间面板数据模型分析新能源汽车产业政策对交通碳排放的效应。孙哲远等[20]基于面板数据利用多期DID评估产业政策与空气质量间的关系。

关于碳减排影响因素的研究。近年来，碳减排研究成为学术界研究的热点，对于碳减排的影响因素主要从两方面探讨。一是碳源，主要在碳市场、司法、生产生活等方面开展了大量的研究[21]，同时从低碳生产、技术、建筑、交通、农业以及金融和能源多个方面展开研究[22,23]。二是碳汇，主要通过林业碳汇、森林碳汇、土壤碳汇、海洋碳汇等自然转化方面展开研究[24]。此外，学者对节能减排影响路径也展开深入的研究，通过能源结构、产业结构、政府体系和机制等不同路径可以有效推动低碳绿色发展和转型[25]。

关于情感偏好模型的研究。情感偏好模型主要用于商业、投资和营销等领域中，其原理主要基于个体或组织对文本内容释放的信息所产生的感受，进而影响个体或组织的行为和决策。事实上，个体行为的改变，往往是认知、情感和行为三者渐进的一个过程，外部事物的刺激可以使个体或组织产生与此内容相关的情感，进而影响组织行为[26]。因此，可以将认知与情感模型引入到绿色行为中[27]，进一步利用个体以及组织对绿色产业政策内容的认知和情感，研究其促进绿色行为的不同变化。具体而言，利用情感词典对政策文本所抽取的情感词汇赋予权重和得分，以此对政策文本进行量化分析[28]，进而探寻个体和组织对绿色产业

政策文本内容认知、情感以及行为对区域绿色低碳发展的影响。实际上,针对文本情感分析已经展开许多研究,例如,Paul[29]、Loughran 等[30]等通过情感词典来分析和匹配文本中某些词汇所具有的情感特征,并对词汇进行加权以降低分析数据的维度。Ke 等[31]、Fan 等[32]从新闻文本中提取情感信息,分离和筛选情感词并分配情感权重,确定新闻文本的情感分数与新闻相对的股票收益建立关系,进而对股票的收益回报进行预测。

综上所述,学术界对产业政策文本的量化与低碳减排效果,已展开一定程度研究,可以为本文研究提高借鉴和启发,但同时也存在些不足:首先,从研究内容看,目前关于产业政策量化主要针对某领域或某产业的微观视角,有少量文献围绕绿色产业政策实施效果进行研究,但将产业政策的低碳减排政策目标作为绿色产业政策进行相关研究却少有涉及;尤其鲜有文献将具有低碳、减排目标的绿色产业政策进行量化分析,并展开其对低碳减排效果评价。其次,从研究方法看,关于产业政策的文本计量、内容分析等方法大多呈现的是政策主题、演化和政策网络等质性研究结果,鲜有文献对政策文本内容情感偏好信息进行有效的提取,进而测量不同情感偏好和倾向设计下的政策内容对低碳减排产生差异和影响。本文基于情感偏好得分的文本挖掘方法,利用 Nvivo 软件对绿色产业政策文本进行深入挖掘和分析,其优势在于通过情感偏好加权降低文本数据分析维度,以解决复杂的高维的量化研究问题,避免预设词典造成判断偏误等优势;同时,还可以有效分析绿色产业政策制定时不同偏好设计对政策目标产生的影响,有效考察绿色产业政策实施效果和作用,进而为政策制定和优化提供参考,更好指导区域绿色低碳发展。故而,本文以长三角区域为研究主体,并基于中央和长三角区域出台的绿色产业政策量化分析的基础上,运用情感偏好模型对 2010~2019 年绿色产业政策文本内容进行挖掘分析,并运用 PLS 模型对绿色产业政策实施效果进行计量分析;进一步运用 PMC 指数模型选取了长三角区域和中央发布的代表性绿色产业政策进行综合评价。

本文可能的贡献:(1)本文尝试将具有的低碳、减排和节能等目标的产业政策界定为绿色产业政策,并对绿色产业政策演化 and 内容等进行量化分析,将丰富和拓宽产业政策低碳减排效果的相关研究;(2)尝试运用认知情感偏好模型这一新的政策文本分析方法,将政策文本内容中的词汇进行深入挖掘,并从紧缩型和福利型两种情感偏好对情感词赋分,同时引入相关变量使用偏最小二乘法(PLS)回归模型考察绿色产业政策的低碳减排效果,为政策制定和优化提供参考,有利于加强政策目标的实现;(3)运用 PMC 指数模型评价方法对长三角不同省市的绿色产业政策进行综合评价,并利用可视化曲面图,更加全面的评价绿色产业政策有效性,对中央和地方政府部门制定策略性绿色产业政策拓宽了视角。

2 绿色产业政策量化分析

绿色产业政策是以解决和协调区域发展与环境矛盾为核心的,是倾向于支持产业低碳、减排和绿色转型与发展为目标的一系列相关产业政策[33]。具体来说,绿色产业政策还具有以下特点:一是绿色产业政策是新时代、新要求下产业政策衍生出的“低碳减排”新目标和新功能,因而具有很强的目标偏向性。二是绿色产业政策代表着政府对产业低碳效益与经济效益的共同期望,既是促进产业发展重要力量,又是加快产业绿色低碳转型的关键手段,因而具有综合性。

2.1 政策文本数据来源

首先,在中国知网上检索到 38 篇针对产业政策、低碳、绿色和减排为主题的核心学术论文,利用 Nvivo 软件进行词频搜索,剔除无用词频并将范围扩展至小范围邻近区,获取前 20 词频最高的关键词(表 1)。同时基于研究主题和相关文献的主题关键词,确定产业、补贴、转型、税收、减排、气候、低碳、节能、双碳和绿色等为政策本文检索词。其次,对以上检索词进行组合,在北大法宝数据库进行检索,通过检索结果对检索策略进行调整,删除了无用检索词和下位检索词。最终确定产业、低碳、减排、节能和绿色为最终的政策文本检索词。基于以上检索词组合,获取 2010~2019 年中央政策文件 726 条,长三角区域的地方政策文件 1989 条。

表 1 学术文献前 20 最高词频检索结果

单词	长度	计数
政策	2	6 276
产业	2	5 757
企业	2	3 880
政府	2	2 106
创新	2	1 926
技术	2	1 019
补贴	2	937
投资	2	695
能源	2	679
地方	2	612
	2	584

财政		
排放	2	565
转型	2	433
环境	2	423
税收	2	417
失业	2	412
气候	2	400
生产率	3	400
激励	2	390

注：词频计数数量来源于 38 篇学术论文。

2.2 绿色产业政策文本分析

2.2.1 政策事件冲击演化阶段

本文将获取的绿色产业政策文本按照时间序列绘制成图(图 1),为了探寻发文规律和特征,政策量化分析拓展到了 2021 年。

从图 1 的绿色产业政策的事件冲击演化阶段来看,我国的绿色产业政策总体趋势呈现周期性起伏,分别为 2009~2014、2015~2019、2020 至今三个主要阶段。从绿色产业政策的演化和实施背景来看,基于国际事件和国家重大战略的冲击是引起绿色产业政策呈现周期性起伏的重要影响因素。具体来看,我国 2009 至 2021 年期间主要经历了三个冲击事件,加速了我国区域低碳绿色转型和发展的变革速度。事件冲击周期一(2009~2014):2009 年《联合国气候变化框架公约》第 15 次缔约方会议在丹麦召开,我国坚持公平性原则,坚持与国际社会应对气候变化奋斗结果保持一致,提出了到 2020 年国内生产总值二氧化碳排放相较 2005

年将下降 40%~50%重要目标,进一步完善碳排放的监测、考核、统计以及披露等问题。因此,在政府目标指引下,2010~2012 年我国相关绿色产业政策呈现出大幅上升趋势。事件冲击周期二(2015~2019):2015 年第 21 届联合国气候变化大会通过《巴黎协定》,该协定由全世界 178 个缔约方共同签署,是基于 2020 年后全球应对气候变化的行动安排,相应的我国 2015 年绿色产业政策就相继开始呈现第二次周期性起伏。事件冲击周期三(2020 至今):2020 年习近平总书记在第七十五届联合国大会上确定碳达峰、碳中和目标,提出更加明确和详细的节能减排目标,促进相应绿色产业政策的进一步发展。

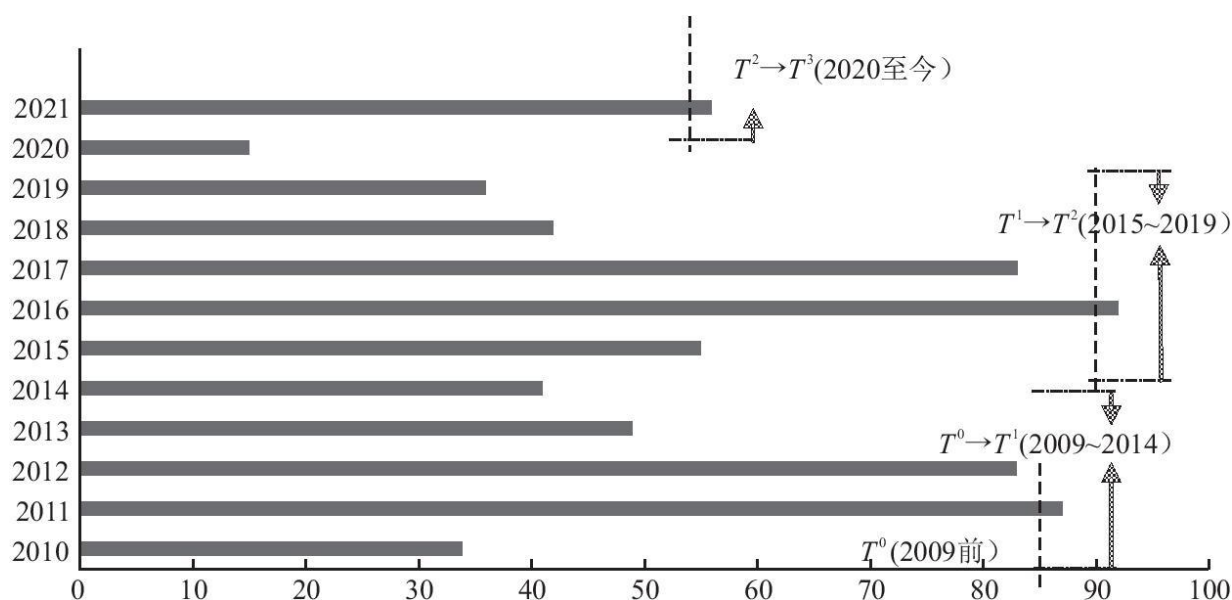


图 1 绿色产业政策事件冲击演化阶段

2.2.2 中央绿色产业政策发文效力

事实上,从图 1 可知绿色产业政策呈现周期性起伏,一定程度上与政府体系和政策时效性有关,政策实施效果具有一定的滞后性。不同效力的政策对实施效果也不尽相同,如表 2 所示,报告了中央出台的绿色产业政策的发文效力主体构成情况,主要由六个发文主体组成,其中国务院各机构发文总量最多,发文量达到了 540 条,而最高人民法院发文数量较少,仅出台 4 条政策文件。这表明区域低碳绿色发展受到不同领域关注,绿色产业政策各层级政府机构发文面较广,也进一步体现出我国对低碳绿色发展变革的高度重视。

表 2 中央绿色产业政策发文效力

效力级别	数量
全国人民代表大会	16
全国人大常委会	5
国务院	85
最高人民法院	4
国务院各机构	540
党中央部门机构	26
其他机构	30

2.2.3 长三角区域的政策发文效力与类型

长三角区域作为我国工业高度发展的地区之一，其经济、社会与国际接轨度高，受国家和社会各界关注度也较高。因此，本文将长三角区域作为地方性产业政策低碳减排研究的主体。由图 2 可知，长三角区域地方性政策文本时间演化，与中央政策事件冲击演化阶段基本一致；从图中的厚度可以看出江苏省、浙江省的地方性政策颁布数量最多，其次是安徽省和上海市。由此可以看出中央政策具有指导、引导和规划作用，而地方性文件则依据指导和规划发布具体、详细和有针对性的地方性政策。

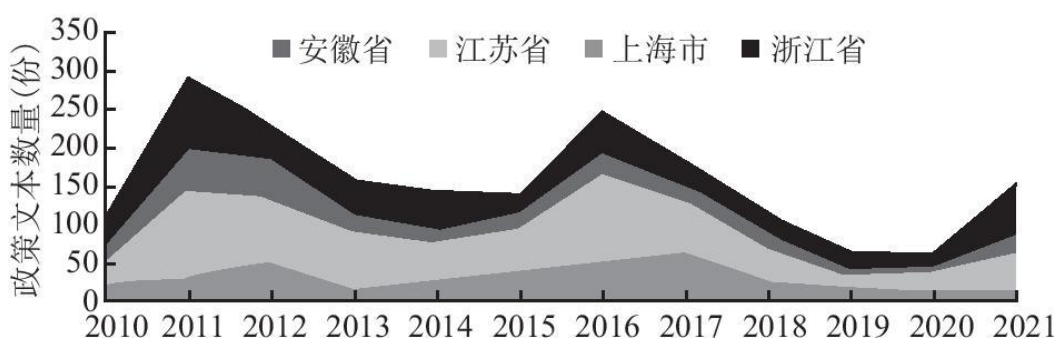


图2 长三角区域绿色产业政策发文情况

由图3可知，地方性工作文件是长三角地区政策发文主要组成部分，其次是地方规范性文件、地方性法规、司法文件以及行政许可批复等。从政策实施领域看，主要聚焦于能源、建设业和环境保护等领域，其次聚焦于营商环境、交通运输、科技等方面。总体上看，长三角区域绿色产业政策涉及领域大致可分为三类，一是针对高耗能、高排放的能源和建设行业，同时也是绿色转型和升级关注的重点产业。二是基于重要机制和举措的完善，通过政府来促进科技创新发展，是高耗能、高排放产业转型的基础。三是依靠金融、法律和规范等外部环境政策，保障产业的正常发展并确保政策实施的有效性。

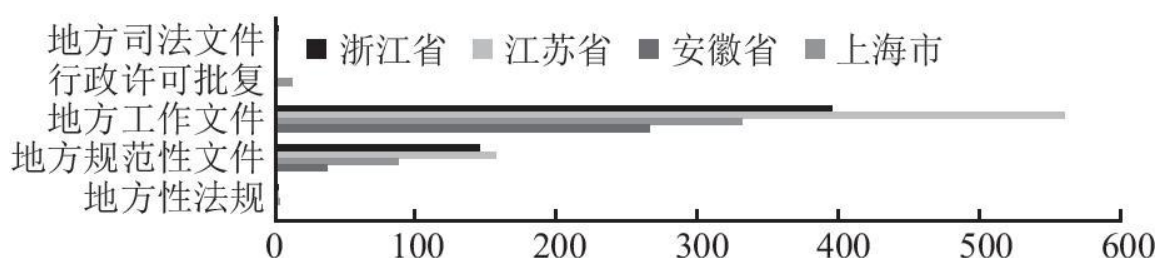


图3 长三角区域绿色产业政策发文效力

2.3 绿色产业政策文本内容情感偏好与得分

如前文所述，本文将情感偏好模型引入到绿色产业政策文本内容挖掘和分析上；由于绿色产业政策会引导个体以及组织的认知，从而促使个体或组织与其产生相关的情感联系，驱动个体或组织改变当前不适宜的观念和行为。特别地，从政策制定者的角度来看，制定绿色产业政策时，会基于影响个体或组织低碳绿色认知方面的考虑，并想要通过认知使得个体或组织产生相应的情感，进而发挥政策实施效能。从政策接收者的角度来说，通过绿色产业政策的认知引导，会促使政策接收者产生情感上的联系，进而促进个体或组织低碳行为的转变。因此，本文基于绿色产业政策文本内容挖掘信息，并引入认知情感模型，这不仅能够有效识别绿色产业政策所释放的认知和情感偏好规律，还可以进一步考察个体或组织基于该情感下行为变化对区域低碳减排效果的检验。

故而，本文在绿色产业政策文本量化分析的基础上，利用情感偏好文本挖掘方法从政策文本中提取情感信息，并测量绿色产业政策文本内容对低碳减排所产生的效果。该方法多用于从文本内容中提取具有情感信息的词汇、短语和句子，并赋予相应的情感得分，利用语义学习和“情感”度量分析文本内容对所研究主体产生的效益[34,35]。考虑到绿色产业政策主要由中央政府和地方政府两方面制定，因此本文将绿色产业政策文本分成中央(Central)与地方(Local)两种类型，利用 $C_n \times m$ 、 $L_n \times m$ 来表示第 n 年的文本政策与 m 个情感词汇构成的矩阵， $D_c \cdot [S]$ 和 $D_l \cdot [S]$ 表示不同类型政策文本的情感词汇矩阵， S 表示情感词汇 j 的集合， d_{ij} 表示第 i 年中 j 情感词汇出现的次数， $i=1,2,\dots,10$ 。 $D_c \cdot [S]$ 和 $D_l \cdot [S]$ 表示为：

$$D=\begin{pmatrix}d_{11}&\cdots &d_{1j}\\\cdots &\cdots &\cdots \\d_{i1}&\cdots &d_{ij}\end{pmatrix}\tag{1}$$

引入政策(Policy)得分， P_{fj}^c ， P_{fj}^l 分别表示中央与地方政策文本中第 f 行中 j 词的情感得分， $Pf_j\in[0,1],f,j=(1,2,\cdots,n)$ 。当 $Pf_j=0$ 时表示第 f 行的 j 情感词汇偏好为福利型， $Pf_j=1$ 则表示为紧缩型，情感得分矩阵可表示为：

$$P=\begin{pmatrix}p_{11}&\cdots &p_{1j}\\\vdots &\ddots &\vdots \\p_{i1}&\cdots &p_{fi}\end{pmatrix}\tag{2}$$

通过对政策文本关键词的挖掘，将无意义词和非情感词汇加入停用词表，并基于中央和地方政策文本词频挖掘建立紧缩型 Tig(Tighten)和福利型 Wel(Welfare)情感字典以避免预设词典造成偏误，并作为匹配情感得分的依据。为了简化计算，本文采用一年政策样本作为样本单位跨度，并选取一年政策文本内容词频数量的前 60 个词条进行情感赋分，计算中央政策文本与长三角地方的情感得分(表 3);从得分情况来看，绿色产业政策文本内容基于福利型词汇居多。从政策文本类型来看，中央发布的政策内容紧缩型和福利型情感偏好较为均衡，政策文本内容情感偏好得分较为稳定，而地方政策文本得分波动幅度较大，其中绿色产业政策最具冲击力情感词如图 4、5 所示。

表 3 绿色产业政策情感偏好得分

名称	类型	得分												
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019			
中央政策	Tig	23	20	21	20	25	25	29	24	21	23	26	23	
	Wel	37	40	39	40	35	35	31	36	39	37	34	37	
地方政策	安徽省	Tig	24	16	21	28	24	22	25	24	25	27	20	21
		Wel	36	44	39	32	36	38	35	36	35	33	40	39
	江苏省	Tig	20	22	22	19	26	20	24	24	26	32	22	18
		Wel	40	38	38	41	34	40	36	36	34	28	38	42
	上海市	Tig	16	20	22	21	21	22	23	23	26	27	21	17
		Wel	44	40	38	39	39	38	37	37	34	33	39	43
	浙江省	Tig	27	22	20	21	23	24	23	23	35	28	19	19
		Wel	33	38	40	39	37	36	37	37	25	32	41	41

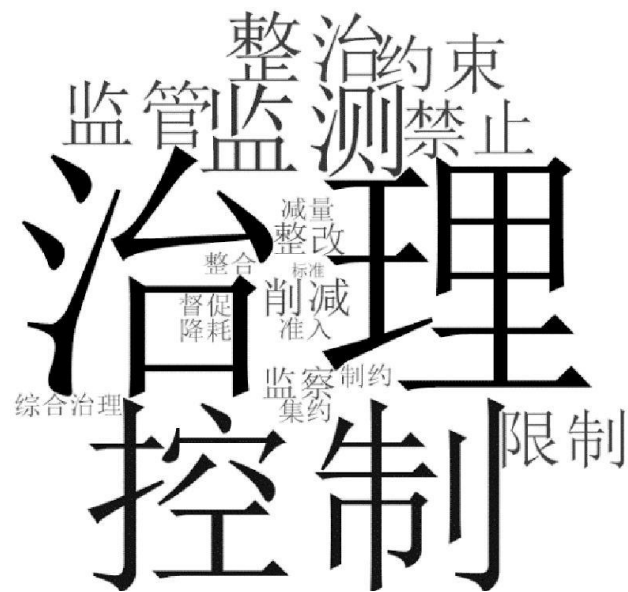


图4 紧缩型最具冲击力词云

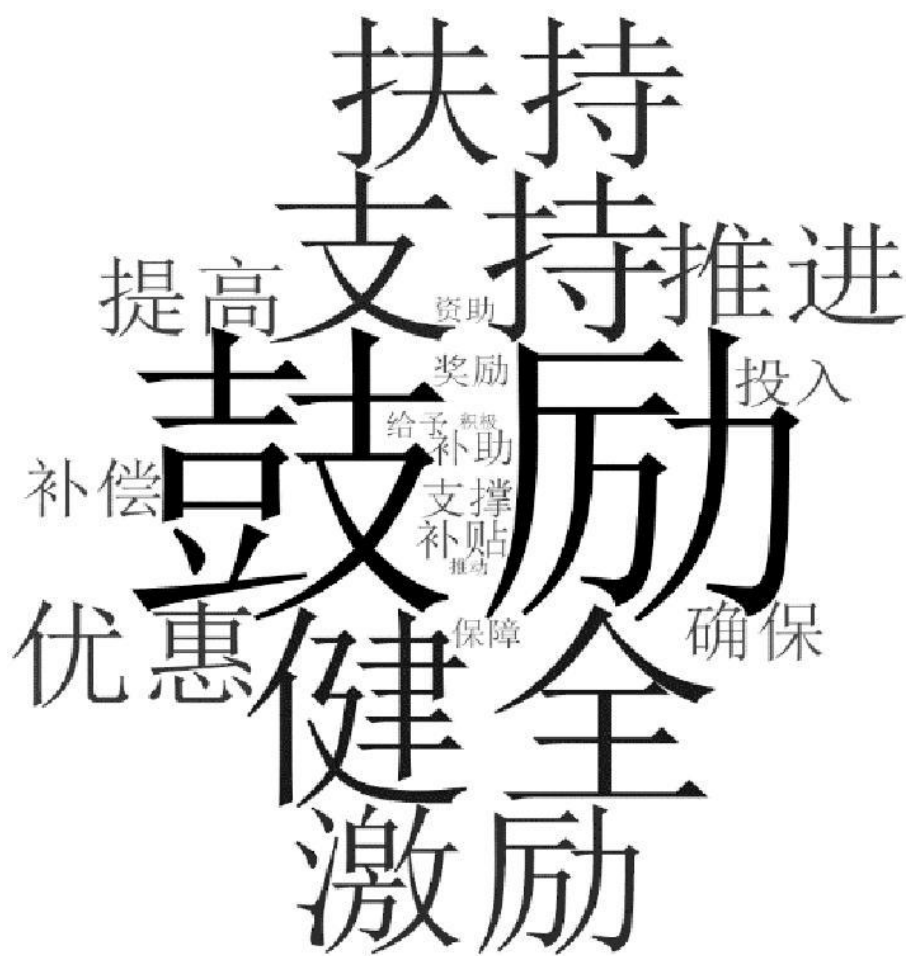


图5 福利型最具冲击力词云

3 基于 PLS 绿色产业政策效果计量分析

3.1 研究方法

偏最小二乘法(Partial least squares regression)是由主成分分析、典型相关分析和多元回归分析等构成的模型方法,主要用于多变量问题当中,特别是样本数量较少的模型,支持自变量多于样本数量的研究,并可以解决模型中变量存在多重共线问题,常用于政策实施效果检验[36]。本文基于政策内容的研究,分析了时间跨度 2010~2019 年长三角三省一市的绿色产业政策,并得到 40 个研究样本;为得到有效回归分析和结果,本文采用 PLS 模型方法进行检验。PLS 通过筛选变量中最有效的主成分数量,借助典型相关原理分析不同变量与各主成分之间的关系,最后结合多元回归原理研究自变量与因变量之间的关系。PLS 方法由 p 个因变量 Y 和 q 个自变量 X 组成,基于 n 个研究样本构造矩阵 Y_{np} 和 X_{nq} ,分别进行投影,研究因变量和自变量矩阵之间的关系,其经典回归模型可以简单的表示为:

$$Y_{np} = X_{nq} \cdot \beta_{pq} + \theta \quad (3)$$

式中: β 表示回归系数; θ 是离差。自变量的回归系数代表对因变量的影响程度。

3.2 绿色产业政策的变量说明

3.2.1 被解释变量

本文以长三角区域作为空间研究主体,以安徽省、江苏省、上海市和浙江省四地的碳排放量作为被解释变量。同时为了考察绿色产业政策对工业领域低碳减排的影响,借鉴刘朝等[37],将原煤、焦炭、原油、煤油、柴油和燃油消耗的工业碳排放作为被解释变量。此外,将能源消费量纳入被解释变量,衡量绿色产业政策对传统能源消费量的影响。

3.2.2 解释变量

基于绿色产业政策量化分析以及文本挖掘分析和情感偏好模型的结果,将紧缩型和福利型两种偏好的政策分析结果纳入指标,分别以 Central-Welfare(C-Wel)、Central-Tighten(C-Tig)、Local-Welfare(L-Wel)、Local-Tighten(L-Tig)表示中央福利型和紧缩型、地方福利型和紧缩型产业政策得分水平,数据测算指标利用第 Y 年的紧缩型或福利型得分与第 Y 年发布的文本数量乘积作为解释变量。

3.2.3 控制变量

一方面,碳排放程度与经济发展水平具有直接相关关系,因此选取长三角三省一市的生产总值(GDP)作为衡量不同省份的经济发展水平,同时将省际贸易进出口总额作为省份的对外开放水平衡量指标,用 Trade 表示该省份的对外开放水平。另一方面,产业结构水平和政府干预都会影响产业的低碳减排水平,将政府干预 Government(Gov)纳入指标当中,通过该区域的一般公共预算支出和该地的生产总值的比值作为衡量政府干预水平。同时,森林资源作为减少二氧化碳的重要影响因素,不同的森林覆盖率将对区域低碳减排起不同的效果,故将森林覆盖率 Forest coverage(For)作为控制变量之一。借鉴汪克亮等[38]构建产业结构 Industry Structure(Ind)指标的方法,将该地区第一、二、三产业的产值与该地区生产总值的比值分别乘以 1、2、3 后求和。

综合以上分析,本文变量定义如表 4 所示。

表 4 绿色产业政策变量指标测算

变量类型	名称	符号表示	测算方法
被解释变量(Y)	碳排放	Car	省际碳排放量
	能源消费	Ene	省级能源消费量
	工业碳排放	Ind-car	省际六种工业能源碳排放量
解释变量(X)	福利型政策偏好	C(L)-Wel	第 y 年福利型政策得分 $\times$ y 年政策发文数量
	紧缩型政策偏好	C(L)-Tig	第 y 年紧缩型政策得分 $\times$ y 年政策发文数量
控制变量(X)	生产总值	CDP	省际生产总值
	对外开放水平	Trade	省际进出口总额
	政府干预水平	Gov	地区一般公共预算支出/地区生产总值
	森林覆盖率	For	森林覆盖率

	产业结构	Ind	$\sum_{i=1}^3 \frac{S_i}{GDP} \cdot i$, S 为第 i 产业的产值 i=1,2,3
--	------	-----	---

3.3 数据来源说明

从中国碳核算数据库 (CEADs)获取时间跨度为 2010~2019 年的省际碳排放和工业碳排放相关数据，并基于中国统计年鉴、中国能源统计年鉴、三省一市统计年鉴获取各个省市的年度能源消费量、对外贸易总值、一般公共预算和各产业的生产总值等相关控制变量数据。为保证数据的统一性和计算的便捷性，将二氧化碳排放量和能源消费量单位转化为万吨标准煤，价格转化为 2010 不变价，缺失的部分利用插值法补全。

3.4 PLS 模型主成分计算

PLS 回归模型基于主成分分析法为回归计算依据，迭代计算尝试寻找最佳的主成分数，根据标准模型处理方法采用“留一验证法”计算交叉有效性 Qh2 值，交叉有效性分析不同的主成分数量下 Qh2 值的变化(表 5)。通常 Qh2<0.097 5 时视为增加一个主成分对模型没有贡献，但为了试验有效性，同时结合投影重要性指标(VIP)值确定主成分数量，见表 6 所示，VIP 指标反应自变量对因变量的解释力度，若主成分数量每增加一次时，VIP 值变化不显著，即保持平稳时则可以作为停止增加主成分数量的依据，最后也通过模拟 R2 对不同主成分数量下自变量对因变量的解释力度，作为确定主成分数量的参考依据之一，见表 7 所示。

表 5 交叉有效性分析表

成分 h	SS	PRESS	Qh2
1	7.334	8.698	1.000
2	3.392	4.427	0.396
3	1.164	1.769	0.479

表 6 投影重要性指标汇总(VIP)

	1 个主成分时	2 个主成分时	3 个主成分时
C-Wel	0.563	0.847	0.807
C-Tig	0.554	0.809	0.770
L-Wel	0.873	0.937	0.896
L- Tig	1.153	1.087	1.040
CDP	1.595	1.556	1.483
Gov	1.552	1.405	1.349
Ind	0.975	0.906	1.058
For	0.230	0.288	0.375
Trade	0.573	0.520	0.770

表 7 模型 R2 汇总

因变量	1 个主成分时	2 个主成分时	3 个主成分时
Car	0.661	0.810	0.948
Ene	0.700	0.951	0.953
Ind-car	0.702	0.823	0.951

从交叉有效性分析可知，当主成分为 4 时，Qh2 值小于 0.097 5,表明分为 3 个主成分时，再增加主成分数量将不会对模型有贡献，同时从 VIP 指标中可以看出，当主成分数量从一个增加到三个主成分时 C-Tig 和 C-Tig 的 VIP 指标都有很大程度的上升，其他变量 VIP 值也趋于稳定。从 X 对 Y 的解释力度来看，主成分为 3 时 X 对 Y 的解释力度最大。综上所述，最终确定偏最小二乘法为 3 个主成分。

3.5 PLS 模型与回归结果

以 PLS 模型选取 3 个主成分作为模型进一步分析的基础，进一步基于“留一验证法”多次实验得到回归系数值并计算标准误，输出 t 值和 p 值，并得到碳排放量、能源消费量和工业碳排放量的相关回归方程，模型计算结果如表 8 所示。

标准化后自变量与因变量间的关系表达式：

$$\begin{aligned}
Car = & -0.103 * C-Wel - 0.090 * C-Tig + \\
& 0.046 * L-Wel + 0.165 * L-Tig + \\
& 0.449 * GDP - 0.323 * Gov - \\
& 0.496 * Ind - 0.066 * Trade - \\
& 0.108 For
\end{aligned}
\tag{4}$$

$$\begin{aligned}
Ene = & -0.072 * C-Wel - 0.063 * C-Tig + \\
& 0.031 * L-Wel + 0.132 * L-Tig + \\
& 0.487 * GDP - 0.375 * Gov - \\
& 0.241 * Ind + 0.157 * Trade - \\
& 0.001 For
\end{aligned}
\tag{5}$$

$$\begin{aligned}
Ind-car = & -0.085 * C-Wel - 0.074 * C-Tig + \\
& 0.058 * L-Wel + 0.172 * L-Tig + \\
& 0.485 * GDP - 0.320 * Gov - \\
& 0.83 * Ind - 0.060 * Trade - \\
& 0.099 For
\end{aligned}
\tag{6}$$

通过回归系数检验表的模型回归结果不难发现，核心解释变量几乎均通过回归系数检验，但中央紧缩型政策偏好和地方福利型偏好变量中 p 值大于 0.05，回归检验不显著。在碳排放模型检验上，中央型政策偏好、产业结构和政府干预对低碳减排具有较高的显著性，表明随着福利型政策偏好和政府的预算投入以及产业结构化水平提升，会显著减少区域的碳排放量。在能源消费模型检验上，福利型和紧缩型政策偏好有利于降低传统能源的消费量，政府的投入和产业结构高级化促进企业的转型和升级，有效降低能源的使用量。工业碳排放模型中，中央政策偏好和产业结构以及政府干预对工业碳排放量有显著降低作用；而地方政策偏好和经济发展水平则会增加区域的碳排放量、能源消费量和工业碳排放量，对低碳减排水平产生负向的影响。

表 8 PLS 模型回归系数检验结果

Y	X	回归系数	标准误	t 值	P 值
Car	C-Wel	-0.116	0.040	-2.905	0.006
	C-Tig	-0.097	0.049	-1.981	0.055
	L-Wel	0.035	0.043	0.812	0.421
	L-Tig	0.137	0.030	4.613	0.000

	CDP	0.460	0.060	7.684	0.000
	Gov	-0.318	0.077	-4.151	0.000
	Ind	-1.792	0.253	-7.076	0.000
	For	-0.003	0.002	-1.276	0.210
	Trade	-0.029	0.028	-1.054	0.298
Ene	C-Wel	-0.073	0.030	-2.411	0.021
	C-Tig	-0.060	0.030	-1.977	0.055
	L-Wel	0.021	0.026	0.780	0.440
	L-Tig	0.098	0.023	4.237	0.000
	CDP	0.402	0.035	11.399	0.000
	Gov	-0.330	0.068	-4.839	0.000

	Ind	-0.778	0.168	-4.627	0.000
	For	-0.000	0.002	-0.007	0.995
	Trade	0.063	0.015	4.232	0.000
Ind-car	C-Wel	-0.095	0.038	-2.492	0.017
	C-Tig	-0.078	0.047	-1.670	0.103
	L-Wel	0.043	0.040	1.072	0.290
	L-Tig	0.141	0.028	4.997	0.000
	CDP	0.440	0.054	8.139	0.000
	Gov	-0.310	0.076	-4.088	0.000
	Ind	-1.714	0.232	-7.398	0.000
	For	-0.002	0.002	-1.243	0.221

	Trade	-0.027	0.026	-1.016	0.316
--	-------	--------	-------	--------	-------

注：p 值小于 0.05 为显著，0.00 为十分显著，大于 0.05 为不显著。

3.6 模型稳健性检验

岭回归分析多用于解决变量多重共线问题，通过引入 K 个单位阵来估计回归系数[39]。本文将基于岭回归对模型稳健性进行检验，如表 9 所示。在线性回归中 F 值分别为 63、218 和 57,表明存在着严重的共线问题，同时也表示使用 PLS 回归模型的合理性。岭回归首先通过岭迹图来判断 K 值，用来判断模型拟合情况，K 值通常小于 1 为优，从表中可知 K 值分别为 0.02、0.01 和 0.02,模型拟合情况良好。接着对模型进一步分析，从表中可知调整前后的 R2 值都有较高的解释率，同时 P 值都小于 0.05,说明模型较为合理。此外，本文为了进一步验证上述 PLS 模型结论的稳健性，利用三省一市的城市相关数据 1,结合绿色产业政策发文数量进行检验，作为上述结论的稳健性检验。结果表明，线性回归结果与情感模型结论一致，表明上述实证结论的稳健性。

表 9 岭回归模型稳健性检验汇总

因变量	K 值	R2	调整 R2	F	P 值
Car	0.02	0.942	0.927	63.122	0.000
Ene	0.01	0.983	0.978	218.398	0.000
Ind-car	0.02	0.937	0.920	57.375	0.000

4 基于 PMC 指数模型的绿色产业政策效果综合评价

4.1 PMC 指数模型

本文通过对绿色产业政策文本内容分析，考察其对低碳减排的影响效果，但难以对政策进行综合评价，并对不同效力和省市的绿色产业政策进行比较分析。因此，为了深入探讨长三角区域绿色产业政策演变态势及其对低碳减排效果的影响，本文进一步运用 PMC 指数模型对不同等级和地区的代表性绿色产业政策文件进行综合评价与效果分析。PMC 方法原理是基于唯物辩证法中事物具有普遍联系性特征，通常认为政策的各个变量具有关联并且有着同等的地位。PMC 方法主要基于政策本身相关因素的评价[40],通过政策本身涉及的各种要素，建立 0~1 多级指标模型，结合政策实施主题可以充分考察政策的共性和个性。因此，PMC 指数模型一定程度上可以弥补 PLS 模型在政策综合评价和对比上的缺陷，进而对绿色产业政策做出更全面评价。PMC 指数模型共有四个步骤：一是识别变量，构建多级指标；二是构建投入产出表，赋予二级变量 0~1 数值；三是计算和测量 PMC

指标指数；四是绘制 PMC 曲面图。

4.2 PMC 样本与变量的选择

本文利用 Nvivo 软件以产业、低碳、减排为关键词进行检索，取关键词参考点和覆盖率二者综合最高的中央和三省一市地方政策文件各两份，作为 PMC 研究样本，共获得以下十份具有代表性的政策文件，如表 10 所示。

首先，识别变量与指标选取。根据文本挖掘内容和绿色产业政策类型，结合政策特性和低碳减排的相关内容，同时参考张永安[41]、宋潇等[42]学者在 PMC 方法研究中政策指标的选取，最终确定 10 个一级指标以及 40 个二级指标，如表 11 所示。第二，建立投入产出表，PMC 模型基于多投入产出的分析框架，基于 0~1 整数规划的思想，若某项政策符合该二级变量内容则记为 1,否则记为 0,即某项政策“是否”采取某种措施，若是则为 1,反之为 0。第三，计算二级指标和一级指标值，最后利用曲面图进行可视化呈现。

表 10 PMC 指数模型政策样本文件

省份	名称	参考点	覆盖率 (%)
安 徽 省	《安徽省人民政府关于加快做大做强主导产业的若干意见》	150	12.12
	《安徽省科学技术厅关于印发安徽省低碳技术发展“十二五”规划纲要的通知》	135	11.83
江 苏 省	《江苏省人民政府办公厅关于印发江苏省“十二五”工业经济发展规划的通知》	279	9.61
	《江苏省人民政府关于印发江苏省“十二五”控制温室气体排放工作方案的通知》	108	9.65
上 海	《上海市工业区转型升级“十三五”规划》	193	10.34

市	《上海市发展改革委关于开展本市第二批低碳社区试点创建工作的通知》	136	8.61
浙 江 省	《浙江省人民政府关于印发浙江省产业集聚区发展总体规划(2011~2020 年)的通知》	298	11.96
	《浙江省发改委、省经信委、省环保厅关于印发浙江省节能环保产业发展规划(2015-2020 年)的通知》	170	7.98
中央	《科学技术部、工业和信息化部关于印发 2014—2015 年低碳减排科技专项行动方案的通知》	131	13.44
	《工业和信息化部、国家发展和改革委员会关于组织开展国家低碳工业园区试点工作的通知》	109	14.46

表 11 PMC 指数模型指标说明

一级指标	二级指标	一级指标	二级指标
政策时效(X1)	X(1,1) 短期	政策功能(X6)	X(6,1) 低碳减排
	X(1,2) 中期		X(6,2) 技术推广

	X(1,3) 长期		X(6,3) 能源替换
			X(6,4) 科技创新
政策视角(X2)	X(2,1) 宏观		X(6,5) 产业转型
	X(2,2) 中观		X(6,6) 制度约束
	X(2,3) 微观		X(6,7) 规范引导
政策偏好(X3)	X(3,1) 紧缩型	政策领域(X7)	X(7,1) 经济
	X(3,2) 中庸型		X(7,2) 社会
	X(3,3) 福利型		X(7,3) 环境
政策类型(X4)	X(4,1) 规范	政策重点(X8)	X(8,1) 能源产业
	X(4,2) 指导		X(8,2) 制造产业
	X(4,3) 建议		

	X(4,4) 通知	政策工具(X9)	X(9,1) 金融税收
	X(4,5) 意见		X(9,2) 人才建设
	X(4,6) 纲要		X(9,3) 政策策略
	X(4,7) 规划		X(9,4) 资金支持
			X(9,5) 法律保障
政策内容(X5)	X(5,1) 明确		X(9,6) 投资补贴
	X(5,2) 科学		
	X(5,3) 合理	政策受体(X10)	X(10,1) 单主体
	X(5,4) 充分		X(10,2) 多主体

4.3 PMC 指数计算模型

PMC 指数模型主要计算步骤如下所示：

$$X \sim N[0, 1] \tag{7}$$

$$X = \{XR: [0, 1]\} \tag{8}$$

$$X_i = \left(\sum_{j=1}^n \frac{X_{ij}}{T(X_{ij})} \right), i = 1, 2, 3, \dots$$

10_j 为第 i 个一级变量下二级变量，j=1,2,3... (9)

$$\begin{aligned}
 PMC = & X_1 \left(\sum_{j=1}^3 \frac{X_{1j}}{3} \right) + X_2 \left(\sum_{j=1}^3 \frac{X_{2j}}{3} \right) + \cdots + \\
 & X_9 \left(\sum_{j=1}^6 \frac{X_{9j}}{6} \right) + X_{10} \left(\sum_{j=1}^2 \frac{X_{10j}}{2} \right) \quad (10)
 \end{aligned}$$

式中：i 表示一级指标；j 为一级指标下的二级指标。根据(7)和(8)式识别变量并赋予 0~1 数值，通过(9)式计算第 i 个一级变量的分值，基于(10)式计算绿色产业政策的 PMC 指数，由此得到各项绿色产业政策的 PMC 指数得分，如表 12 所示。对于 PMC 指数分值的划分参照 Kerja[43]的观点，划分以下等级：满分为 9 分，7.5~9 为优秀、6~7.5 为良好、4.5~6 为合格、小于 4.5 为较差；

表 12 PMC 指数得分汇总

类型	省份	符号	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	PMC 值	政策评级	
地方	安徽省	P1	0.33	0.67	0.33	0.43	1.00	0.57	0.67	1.00	0.50	0.50	6.00	合格	
		P2	0.33	0.33	0.33	0.57	0.75	0.71	1.00	1.00	0.50	0.50	6.04	合格	
	江苏省	P3	0.33	0.67	0.33	0.86	1.00	1.00	1.00	1.00	0.83	0.50	7.52	优秀	
		P4	0.33	0.33	0.33	0.57	1.00	0.57	1.00	0.50	0.33	0.50	5.48	较差	
	上海市	P5	0.33	0.67	0.33	0.86	1.00	0.86	0.33	0.50	0.33	0.50	5.71	合格	

	市	P6	0.33	0.67	0.33	0.86	1.00	0.71	1.00	0.50	0.33	0.50	6.24	合格	
	浙江省	P7	0.33	0.67	0.33	0.71	1.00	0.71	1.00	1.00	0.83	0.50	7.10	良好	
		P8	0.33	0.67	0.33	0.86	0.75	0.71	1.00	0.50	0.67	0.50	6.32	合格	
中央	1	P9	0.33	0.33	0.33	0.71	1.00	0.86	1.00	0.50	0.83	0.50	6.40	合格	
	2	P10	0.33	1.00	0.33	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.67	1.00	8.33	优秀	
均值			0.33	0.60	0.33	0.74	0.95	0.77	0.90	0.75	0.58	0.55	6.51	良好	

4.4 “三省一市”的 PMC 指数曲面图

根据 PMC 指数构建政策研究样本的三维曲面图，曲面图可以直观地展示 PMC 评估结果，根据不同的凹凸程度和平滑程度来判断该项政策的得分情况和内部一致性水平，曲面图凸出部分得分较高，凹陷部分得分较低，曲面越平滑则内部一致性越高，反之亦然。基于 PMC 指数，构建 3*3 指数矩阵，由 9 个一级变量得分组成，因研究主体为固定区域和领域，删去一级变量 10 “政策受体”,矩阵如(11)式所示；

$$PMC = \begin{pmatrix} X_1 & X_2 & X_3 \\ X_4 & X_5 & X_6 \\ X_7 & X_8 & X_9 \end{pmatrix} \tag{11}$$

研究区域为长三角区域，取安徽省、江苏省、上海市、浙江省地方政策样本各一项和中央政策样本一项对 PMC 三维曲面图进行展示，分别为 P1、P4、P5、P7 和 P9,如图 6~10 所示。从三省一市发布的政策看，由 P1、P4、P5、P7 的 PMC 指数和曲面可知，安徽省的平均 PMC 指数为 6.02,等级为合格，表明政策内容较为明确，政策功能较为全面。江苏省的平均 PMC 指数为 6.5,等级为良好，其中绿色产业政策功能水平不足导致了 P4 政策 PMC 指数较低。上海市的平均 PMC 指数为 5.98,等级为合格，政策涉及的领域和政策关注的重点较为单一，造成上海绿色产业政策得分偏低。浙江省的平均 PMC 指数为 6.71,等级为良好，P7 政策得分较高，表明其政策内容较为明确和充分，政策涉及面较广以及使用的政策工具较为全面。总体上看，地方发布的绿色产业政策总体水平为良好，但从指标得分上不难看出，地方发布的政策类型、政策功能和政策重点得分较低，整体缺乏协同，可以考虑采取多面、多层次低碳减排的政策设计，优化和拓宽政策减排功能。从中央发布的政策看，中央发布的政策平均得分为 7.37,P9 政策得分等级为合格，政策功能和政策重点不全面导致 P9 政策得分偏低，但从平均得分来看中央发布的绿色产业政策较为全面，内容更为详实、明确，涉及的层面较为广泛。

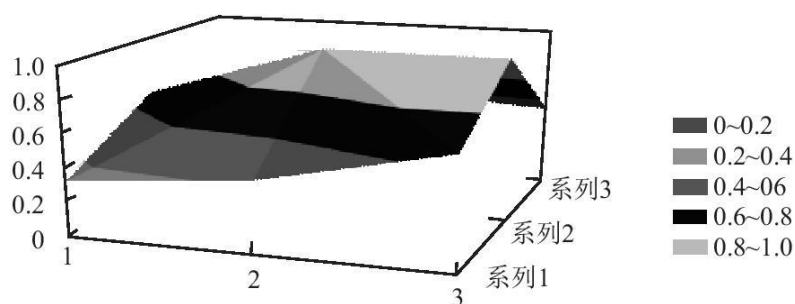


图 6 安徽省政策得分曲面图(P1)

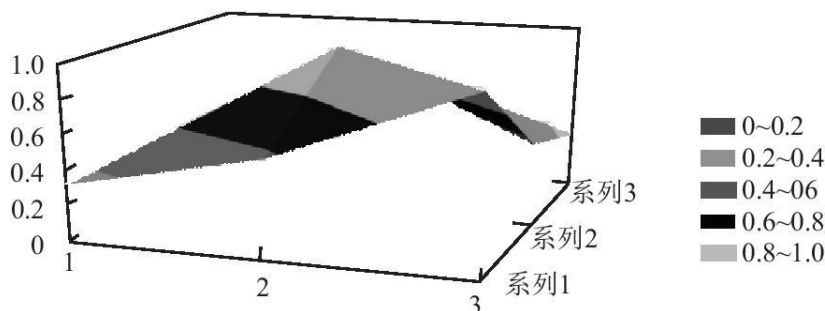


图 7 江苏省政策得分曲面图(P4)

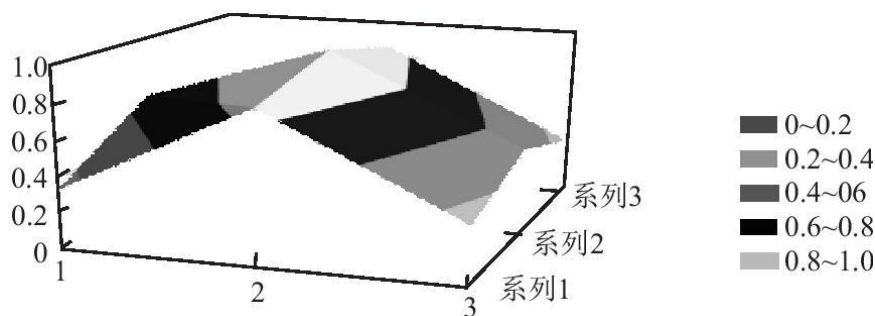


图 8 上海市政策得分曲面图(P5)

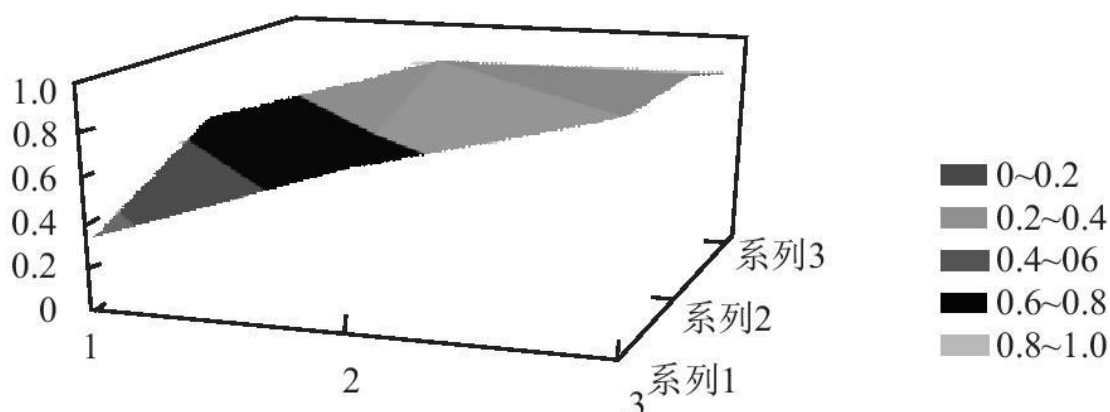


图9 浙江省政策得分曲面图(P7)

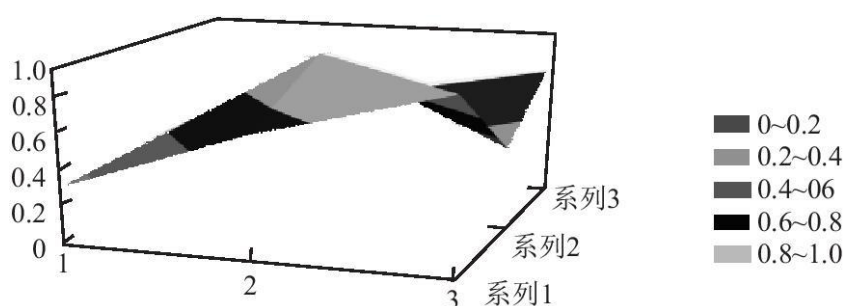


图10 中央政策得分曲面图(P9)

5 进一步分析与讨论

本文基于绿色产业政策实证结果可知，中央出台的绿色产业政策有效降低区域碳排放量、能源消费量和工业碳排放量，而地方政府出台的绿色产业政策对区域低碳减排效果并不显著。其中，不同偏好设定的中央绿色产业政策内容对长三角低碳绿色发展具有异质性，具体表现为福利型政策偏好显著地降低区域碳排放量、能源消费量和工业碳排放量，对长三角区域低碳绿色发展有积极的推动作用，而偏向于紧缩型政策内容对长三角区域低碳绿色发展却并不显著。

5.1 不同政策情感偏好设定的异质性分析

基于文本内容分析可知，不同情感偏好对碳减排效果具有异质性，政府偏向于福利型政策内容更有利于推动区域绿色低碳转型。绿色产业政策福利型偏好设定通过鼓励、支持、扶持、健全、优惠和激励等一系列措施来推动区域产业绿色低碳发展，而紧缩型偏好则以治理、控制、监测、限制、整治与约束等强制性手段限制区域产业碳排放水平。

具体来看，福利型的激励和扶持措施，通过引导市场主体积极参与绿色发展实践，以促进节能减排的政策目标。例如，政府通过搭建长三角企业优惠税收、减免费用等措施吸引企业投入到绿色低碳发展实践中，进一步提高绿色技术研发、环保产品制造等预算投入。相较而言，紧缩型绿色产业政策偏好主要以约束和限制等手段来降低区域碳排放水平。例如，采取加重环保法律责任与标准、提高能源价格以及提高排放标准等措施控制和限制排放水平，这些政策将会增加企业运营的成本和生产制造难度，抑制企业对绿色创新和发展动力，不利于推动区域绿色低碳发展。

5.2 不同政策出台主体的异质性分析

基于实证结果可知，中央和地方出台的绿色产业政策不同情感偏好对长三角区域绿色低碳发展呈现异质性，中央出台的绿色产业政策有效促进了区域绿色低碳发展，而长三角区域出台绿色产业政策效果却不明显。从中国发展历程来看，2010~2019年我国正处于高速发展阶段，区域的碳排放指标仍在发展中国家可控范围之内，以经济发展为主要目标促使地方政府忽略绿色发展重要性。特别是，在政治锦标赛驱动下，地方政府需要围绕经济指标提高绩效而稳固自身发展并争取晋升机会[44]，采取必要的政策工具和措施来保障地区发展水平和经济增长。相较而言，中央出台的绿色产业政策则需要兼顾发展与环境两大要素，出台的绿色产业政策协调性和综合性较强，整体减排效果较好。总的来看，地方政府较中央政府面临更加复杂和被动的局面，难以完全平衡和协调环境与发展之间矛盾。

从政策综合效力来看，中央出台绿色产业政策统筹协调作用更为明显，有更广泛的权威和决策权，更加全面和综合的协调绿色产业发展。同时，其规范性作用更强，可以对不同的产业制定统一规范标准。对产业的投入和支持力度更大，为绿色技术创新和产业低碳转型提供更多政策支持和税收优惠。相较而言，长三角区域作为经济、工业高度发展地区，虽然地方政府在此期间响应国家方针和战略出台了一系列绿色产业政策来实现工业的绿色发展，但地方多部门协同水平仍存在不足，面临着建设成本高昂、政策缺乏针对性以及环保评价制度不健全等问题，导致地方出台的绿色产业政策对长三角区域绿色低碳发展效果的弱化。

6 研究启示与展望

在全球经济与气候环境不确定性不断加深背景下，本文基于绿色产业政策文本内容基础上深入分析其低碳减排效果，有利于提升绿色产业政策低碳减排目标的实施效果活跃度，提高绿色产业政策在低碳减排功能、调和产业发展之间的矛盾，对实现“双碳”目标、推动社会低碳转型与发展具有重要意义。因此，本文利用2010~2019年长三角区域三省一市发布的绿色产业政策以及中央发布的绿色产业政策，系统地评估了在不同的政策情感偏好维度下绿色产业政策对长三角区域低碳减排的影响，并对考察期内有代表性的政策进行评价。

研究发现，基于情感偏好视角下政策内容多趋向于强调福利型词汇内容，从数量上看65%政策内容偏好于福利型减排情景，而35%政策内容偏好于紧缩型情景设定。PLS模型回归检验表明，中央政策情感偏好、政府干预和产业结构对低碳减排效果具有显著作用，有利于区域碳排放降低；而基于地方政策情感偏好、经济发展水平和对外开放水平则会增加区域的碳排放量。此外，本文通过R²对模型拟合情况进行稳健性检验，并基于ANOVA检验(F检验)对模型进行检验，进一步通过城市数据进行稳健性检验。稳健性结果表明，模型的自变量对因变量具有较高的解释率，在F检验中sig值均小于0.05模型意义较高，同时城市数据回归结果也支持pls模型稳健性。在PMC指数模型显示，安徽省和浙江省曲面较为平滑，一致性较高，而中央、江苏省和上海市发布绿色产业政策一致性较弱，从曲面图的凹凸程度来看，江苏省、上海市和中央发布的政策得分落差较大。从得分上看，江苏省、浙江省和中央政策文本得分较高，绿色产业政策整体水平较为良好。最后，进一步研究表明，通过运用产业政策理论讨论不同结果异质性，分析不同主体和偏好异质性下区域绿色产业政策的低碳减排效果。基于以上结论，本文得到深刻的研究启示在于：

(1)强化地方性绿色产业政策的监督与反馈，切实推动地方性绿色产业政策效应的充分有效发挥。根据本文研究表明，基于福利型的绿色产业政策具有更重要的低碳减排效应，但地方性绿色产业政策在政治锦标赛等理论下弱化了低碳减排的效果。因此，在实现“双碳”目标的过程中，要强化地方性政府在政策中的低碳减排制度设计和巡回监督机制。一方面，要结合福利型政策文本内容的优势，继续加强绿色产业政策对低碳减排等方面的设计，进一步优化政策内容文本所释放的信息，提升地方低碳减排的环境氛围和政策规制水平。另一方面，切实加强地方绿色产业政策的监督和巡回机制，进一步健全和完善绿色产业政策的巡回模式，构建明确和详细的监督评价机制，搭建企业与政府、政府与政府间低碳减排的实施与效果反馈平台，细化责任、监督和反馈评价方案，实现政策实施、监督与反馈的有机一体化循环，确保政策有效发挥低碳减排的功能和效果。

(2)重视区域政策联动和政策一致性水平的高度协同，加强中央与地方各部门政策设计与管理的互通和互融。具体而言，根据PMC指数模型结果表明，要通过“府际”之间的绿色产业政策的联动与协同，提高政策基础研究制定的一致性，弱化地区之

间的“马太效应”。同时，增加工业部门和企业对政策设计和管理参与度，可以有效提高产业政策的有效性和效率[45]。一是要基于各地资源与产业的实际情况下，实现中央与地方政府制定绿色产业政策联动和良性互动，提升绿色产业政策基础布局一致性，避免政策结构不合理造成的偏废。二是加强中央、地方各部门政府与企业在政策设计上的参与和交流，构建中央、地方和企业多主体政策联动网络体系，实现多主体的信息互通，克服信息滞后、不完全造成的政策与困境误配等问题，进而充分发挥绿色产业政策对低碳减排的效果，更好地助力“双碳”目标实现。

(3)加大绿色产业政策中政策工具的实施力度，运用产业政策理论灵活转化产业低碳发展矛盾。本文综合检验结果表明，增强政府的福利型政策工具实施力度可以有效地降低区域碳排放水平。因此，在绿色产业政策制定中应更偏向于福利型政策工具和内容，因地制宜地落实政策，发挥策略性智力支持，促进产业结构的高级化。绿色产业政策的紧缩型政策内容对低碳减排水平影响相对较弱，政府在进一步制定政策和完善紧缩型政策内容上加强设计与规划，另外政策设计和实施还要结合市场自主调节机制，进而充分发挥绿色产业政策对产业发展和促进作用，提升产业低碳减排水平。更重要的是，地方政府要认识“双碳”目标的艰巨性和减排紧迫性，采取有效的产业政策理论来助推产业的低碳转型和升级，摒弃传统的产业政策理论的“唯发展”思想，将低碳减排作为地方产业发展的重要原则，利用低碳经济发展填补产业转型和调整的政治绩效缺失，切实保障绿色产业政策的实施效果和转型作用。

总的来说，本文基于绿色产业政策文本内容分析为核心的政策量化研究，适用于大规模绿色产业政策文本分析，通过绿色产业政策可以有效对各个政府部门出台的相关政策进行有效量化分析，并考虑绿色产业政策对长三角区域的低碳绿色发展的综合影响，针对不同层级部门出台的绿色产业政策效果量化和多部门联合出台的绿色产业政策效果量化分析具有一定的局限性。此外，本文结合文本情感偏模型评估了政策减排效果，从文本内容信息传递角度考察出台的绿色产业政策释放情感信息对于区域碳排放的影响，适用于绿色产业政策文本定量分析，但也存在一定局限性，本文考察绿色产业政策供给层面对区域碳排放的影响，但难以从接受政策主体层面测量该政策的量化表现。因而，该方法在解释层面上难以从市场环境、政策接受方和政策供应方等多个主体进行综合分析。综上所述，本文量化分析和评估了绿色产业政策文本对区域低碳减排的效果和影响，并基于产业政策理论对结果进行分析，但考察的重点在于绿色产业政策的文本内容，并对不同地区的政策进行评价。尚未考察政策与政策之间的政策社会网络图谱、绿色产业政策对企业所产生的影响以及路径等问题。因此，未来可以从绿色产业政策之间关联、政策绩效和政策耦合等方面，对不同类型产业转型升级、技术创新、劳动就业和绿色发展的影响进行深度的考察和研究。

参考文献:

[1] 习近平.努力建设人与自然和谐共生的现代化[J].环境 与可持续发展, 2022, 47(2): 4-8.

XI J P. Efforts to build a modern harmonious coexistence between man and nature[J] . Environment and Sustainable Development ,2022, 47 (2) : 4-8.

[2] 陈金晓.“双碳”目标下的经济循环：循环低碳化与低碳循环化[J].经济学家, 2022, 1(9): 78-87.

CHEN J X. Economic circulations under the “ carbon peaking and carbon neutrality ” goals: Low-carbonization of economic circulations and circulation of low-carbon industries [J] . Economist, 2022(9) : 78-87.

[3] BUSCH J, FOXON T J, TAYLOR P G. Designing industrial strategy for a low carbon transformation [J]. Environmental Innovation and Societal Transitions, 2018, 29 : 114- 125.

[4]杨佳雯, 赵志耘, 高 芳, 等.基于文本量化分析的中国 省级人工智能政策布局研究[J].现代情报, 2022, 42 (7): 125- 135.

YANG J W, ZHAO Z Y , GAO F, et al. Research on China' s provincial artificial intelligence policy layout based on text quantitative analysis [J]. Journal of Modern Information, 2022, 42 (7) : 125-135.

[5] KOWALEWSKI K, LAVIS J N, WILSON M, et al. Supporting evidence-informed health policy making: The development and contents of an online repository of policy-relevant documents addressing healthcare renewal in Canada [J] . Healthcare Policy - Politiques De Sante, 2014, 10(2) : 27 -37

[6] ARENAL A, FEIJOO C, MORENO A, et al. Entrepreneurship policy agenda in the European union : A text mining perspective [J]. Review of Policy Research, 2021 , 38(2) : 243-271.

[7]黄新平, 黄萃, 苏竣.基于政策工具的我国科技金融 发展政策文本量化研究[J].情报杂志, 2020, 39(1): 130- 137.

HUANG X P , HUANG C, SU J. Textual and quantitative research on Chinese science and technology finance development policies based on policy tools [J]. Journal of Intelligence,2020, 39(1) : 130- 137.

[8]杨燕红, 何大安.中国物联网产业政策演变、内在逻辑与 发展趋向——基于政策文本计量分析的方法[J].经济与管理, 2022, 36(2) : 27-35.

YANG Y H, HE D A. Evolution, inner logic, and trends of China' s IOT industrial policy: Based on the perspective of poli-ciometrics [J] . Economy and Management, 2022 , 36 (2) : 27-35.

[9]王帮俊, 喻 攀.光伏产业政策效力和效果评估——基于 中国 2010-2020 年政策文本的量化分析[J].软科学, 2022, 36(8) : 9-16.

WANG B J, YU P. Evaluation on the policy efficacy and effect of photovoltaic industry: Quantitative analysis of China' s policy texts from 2010 to 2020 [J] . Soft Science, 2022 , 36(8) : 916.

[10] WANG L, ZHANG L. A quantitative text analysis of artificial intelligence industry policy in China [J] . Proceedings of the Association for Information Science and Technology, 2020 , 57 (1) : e358.

[11] NATSUDA K, THOBURN J, BLAZEK J, et al. Industrial policy and automotive development: A comparative study of Thailand and Czechia [J]. Eurasian Geography and Economics, 2022, 63(2) : 212-238.

[12] PEGELS A. Green Industrial Policy in Emerging Countries [M] . London : Routledge, 2014.

[13] ASSMANN C. Green industrial policy: Concept, policies, country experiences executive summary, 2017 .

[14] JOHNSTONE P, ROGGE K S, KIVIMAA P, et al. Exploring the re-emergence of industrial policy: Perceptions regarding low-carbon energy transitions in Germany, the United Kingdom and Denmark [J]. Energy Research & Social Science , 2021 , 74 : 101889.

[15] 陈璐怡, 周 蓉, 钟文沁, 等.绿色产业政策与重污染行 业高质量发展[J].中国人口 -资源与环境, 2021, 31 (1) : 111-122.

CHEN L Y, ZHOU R, ZHONG W Q, et al. Green industrial policies and high-quality development of heavy polluting industries [J] . China Population, Resources and Environment, 2021, 31(1): 111-122.

[16] 金 环, 于立宏, 徐远彬. 绿色产业政策与制造业绿色技术创新[J]. 中国人口 - 资源与环境, 2022, 32 (6): 136- 146.

JIN H, YU L H, XU Y B. Green industrial policy and green technology innovation in the manufacturing industry [J] . China Population, Resources and Environment, 2022, 32 (6) : 136- 146.

[17] 吴卫红, 盛丽莹, 唐方成, 等. 基于特征分析的制造业创新政策量化评价[J]. 科学学研究, 2020, 38 (12): 2246-2257.

WU W H, SHENG L Y, TANG F C, et al. Quantitative evaluation of manufacturing innovation policy based on feature analysis [J] . Studies in Science of Science, 2020 , 38 (12) : 2246 -2257.

[18] TURNER K, RACE J, ALABI O, et al. Policy options for funding carbon capture in regional industrial clusters: What are the impacts and trade-offs involved in compensating industry competitiveness loss? [J]. Ecological Economics, 2021 , 184: 106978.

[19] ZHAO M, SUN T. Dynamic spatial spillover effect of new energy vehicle industry policies on carbon emission of transportation sector in China [J] . Energy Policy, 2022 , 165: 112991.

[20] 孙哲远, 张 雨. 产业政策能否改善城市空气质量——基于国家级高新区设立的准自然实验[J]. 华东经济管理, 2022, 36(9): 66-74.

SUN Z Y, ZHANG Y. Can industrial policies improve urban air quality: Quasi natural experiment based on the establishment of national high-tech zone [J] . East China Economic Management, 2022, 36(9) : 66-74.

[21] CHENG S, ZHANG J, QI S. Analysis of the carbon allowance allocation and sectoral coverage in the carbon market under the new climate ambition: A case study in China [J] . Climate Change Economics, 2022, 13(3) .

[22] LOPES DE SOUSA JABBOUR A B, CHIAPPETTA JABBOUR C J, SARKIS J, et al. Fostering low-carbon production and logistics systems: Framework and empirical evidence [J] . International Journal of Production Research, 2021, 59 (23) : 7106-7125.

[23] KALLURI B, CHOCKALINGAM S, ALIBRANDI U, et al. Toward responsible design of low-carbon buildings: From concept to engineering [J] . ASCE-ASME Journal of Risk and Uncertainty in Engineering Systems, Part A: Civil Engineering, 2022, 8(2) .

[24] GOUGH C. Forest carbon sequestration increases following a large-scale manipulation of moderate severity disturbance [J] . The Bulletin of the Ecological Society of America, 2021 , 102 (4) : e01923.

[25] 王火根, 肖丽香, 廖 冰. 基于系统动力学的中国碳减排路径模拟[J]. 自然资源学报, 2022, 37(5): 1352-1369. WANG H G, XIAO L X, LIAO B. Simulation of China's carbon emission reduction path based on system dynamics [J] . Journal of Natural Resources, 2022, 37(5) : 1352 - 1369.

[26] FRIJDA N H. The place of appraisal in emotion [J] . Cognition & Emotion, 1993, 7(3/4) : 357-387.

-
- [27]贺爱忠, 杜 静, 陈美丽.零售企业绿色认知和绿色情感 对绿色行为的影响机理[J].中国软科学, 2013(4):117-127.
- HE A Z, DU J, CHEN M L. The mechanism on the impact of retailers' Green perception and emotion on green behavior [J]. China Soft Science , 2013(4) : 117- 127.
- [28] TETLOCK P C. Information transmission in finance [J]. Annual Review of Financial Economics, 2014 , 6 : 365-384.
- [29] TETLOCK P C. Giving content to investor sentiment: The role of media in the stock market [J]. The Journal of Finance, 2007, 62(3) : 1139-1168.
- [30] LOUGHRAN T, MCDONALD B. When is a liability not a liability? textual analysis, dictionaries, and 10-ks [J]. The Journal of Finance, 2011, 66(1) : 35-65.
- [31] KE Z, KELLY B T, XIU D. Predicting returns with text data [J] . SSRN Electronic Journal, 2019.
- [32] FAN J , KE Y , WANG K. Factor-adjusted regularized model selection [J] . Journal of Econometrics, 2020, 216(1) : 71 - 85.
- [33] GIORDANO T. Integrating industrial policies with innovative infrastructure plans to accelerate a sustainability transition [J] . Environmental Innovation and Societal Transitions, 2015 , 14 : 186- 188.
- [34] SUN L , NAJAND M, SHEN J. Stock return predictability and investor sentiment: A high-frequency perspective [J]. Journal of Banking & Finance, 2016 , 73 : 147- 164.
- [35] GAO Z, REN H, ZHANG B. Googling investor sentiment around the world [J]. Journal of Financial and Quantitative Analysis, 2020, 55(2) : 549-580.
- [36] 李 湛, 张 良, 罗鄂湘.科技创新政策、创新能力与企 业创新[J].科研管理, 2019, 40(10) : 14-24.
- LI Z, ZHANG L, LUO E X. Science and technology innovation policy, innovation ability and enterprise innovation [J] . Science Research Management, 2019 , 40(10) : 14-24.
- [37] 刘 朝, 王梓林, 原慈佳.结构视域下自主技术创新对工 业碳排放的影响及趋势预测[J].中国人口 -资源与环境, 2022, 32(7) : 12-21.
- LIU Z, WANG Z L, YUAN C J. Impact of independent technological innovation on industrial carbon emissions and trend prediction from the perspective of structure [J] . China Population , Resources and Environment, 2022, 32(7) : 12-21 .
- [38] 汪克亮, 许如玉, 张福琴, 等.生态文明先行示范区建设对碳排放强度的影响[J].中国人口 -资源与环境, 2022, 32(7) : 57-70.
- WANG K L, XU R Y, ZHANG F Q, et al. Impact of ecological civilization demonstration areas on carbon emission intensity [J] . China Population , Resources and Environment, 2022, 32 (7) : 57-70.

[39] HOERL A E, KENNARD R W . Ridge regression: Biased estimation for nonorthogonal problems [J] . Technometrics, 2000 , 42(1): 80-86.

[40] 胡 峰, 戚晓妮, 汪晓燕.基于 PMC 指数模型的机器人 产业政策量化评价——以 8 项机器人产业政策情报为例 [J].情报杂志, 2020, 39(1) : 121-129, 161.

HU F, QI X N, WANG X Y. Quantitative evaluation of robot industry policies based on PMC index model: Taking eight robot industry policies intelligence as an example [J] . Journal of Intelligence, 2020, 39(1) : 121-129, 161.

[41] 张永安, 周怡园.新能源汽车补贴政策工具挖掘及量化评 价[J].中国人口 -资源与环境, 2017, 27 (10) : 188-197.

ZHANG Y A , ZHOU Y Y. Policy instrument mining and quantitative evaluation of new energy vehicles subsidies [J] . China Population, Resources and Environment, 2017 , 27 (10) : 188- 197.

[42] 宋潇, 钟易霖, 张龙鹏.推动基础研究发展的地方政策 研究: 基于路径-工具-评价框架的 PMC 分析[J].科学学 与技术管理, 2021, 42(12) : 79-98.

SONG X, ZHONG Y L, ZHANG L P . Local policy research to promote basic research development: A PMC analysis based on a path-tool-evaluation framework [J] . Science of Science and Management of S& T, 2021 , 42(12) : 79-98.

[43] KERJA S K. Beyond the ceteris paribus assumption: Modeling demand and supply assuming omnia mobilis, 2007 .

[44] ZHOU L A. Career concerns, incentive contracts, and contract renegotiation in the Chinese political economy [D] . Stanford , CA, USA : Stanford University, 2002.

[45] STIGSON P, HAIKOLA S, HANSSON A, et al. Prospects for Swedish acceptance of carbon dioxide storage in the Baltic Sea: Learning from other energy projects [J] . Greenhouse Gases: Science and Technology, 2016, 6(2) : 188- 196.