

中国光伏产业政策工具演化路径及其启示^{*}

宋伟玲 肖汝莉

(华中科技大学 管理学院 武汉 430074)

摘要:[研究目的]划分中国光伏产业政策工具,并可视化展现政策工具的演化路径,对于优化中国光伏产业以及战略性新兴产业的政策体系具有重要意义。[研究方法]采用共词聚类分析法将1994–2019年的总共253份国家层面的中国光伏产业政策划分为供给型、环境型与需求型三种政策工具,以可视化的桑基图动态分析三种政策工具的演化路径。[研究结论]研究结果显示,随着光伏行业的发展,中国光伏产业政策工具逐渐由供给型向环境型和需求型转变,并且三种政策工具间具有相互协同效应和高度的灵活性。基于对中国光伏产业政策工具的分析,对中国战略性新兴产业政策的实施提出相关建议。

关键词:光伏产业;政策工具;政策工具演化路径;共词聚类分析;桑基图

中图分类号:G306;G350

文献标识码:A

文章编号:1002–1965(2022)01–0177–08

引用格式:宋伟玲,肖汝莉.中国光伏产业政策工具演化路径及其启示[J].情报杂志,2022,41(1):177–184.

Research on the Policy Instruments' Evolution Path of China's Photovoltaic Industry and Enlightenment

Song Weiling Xiao Ruli

(School of Management, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074)

Abstract:[Research purpose] It is of great significance to divide the policy instruments of China's photovoltaic industry and visually show the evolution path of the policy instruments for optimizing the policy system of China's photovoltaic industry and strategic emerging industries. [Research method] This paper classifies 253 policies of China's photovoltaic industry from 1994 to 2019 at the national level into three policy instruments: supply side, environment side and demand side by co-word and cluster methods. Besides, we dynamically analyze the evolution path of the three policy instruments by visual Sankey diagrams. [Research conclusion] The research results show that with the development of the photovoltaic industry, China's photovoltaic industry policy tools have gradually changed from supply-based to environmental and demand-based, and the three policy instruments have mutual synergy and high flexibility. Based on the analysis of the policy instruments of China's photovoltaic industry, the relevant suggestions for the implementation of China's strategic emerging industry policy are put forward.

Key words: photovoltaic industry; policy instruments; policy instruments' evolution path; co-word and cluster methods; Sankey diagrams

0 引言

光伏产业是利用半导体材料将太阳能转化为电能的新型高效清洁技术产业^[1]。它是世界各国建设低碳社会,保障能源供应的战略性新兴产业,具有巨大的发展潜力和国际竞争力。为了促进光伏产业的发展并达到一定的社会和经济目标,世界各国陆续颁布了一系

列光伏产业政策^[2]。如1992年美国颁布并实施了《能源政策法》,2000年德国颁布了《可再生能源法》对光伏发电进行电价补贴^[3]。在发达国家的带领下,中国也制定大量的光伏产业政策,提升中国光伏产业的国际竞争力。2005年全国人大常委会颁发了《可再生能源法》,将光伏列为“中国出口高新技术产品目录”的核心行业。2009年,中国修正了《可再生能源法》,确

收稿日期:2021–05–11

修回日期:2021–06–17

基金项目:国家自然科学基金项目“政策引导创新模式下的专利集成问题及其政策优化研究”(编号:71774058)研究成果之一。

作者简介:宋伟玲,女,1988年生,博士研究生,研究方向:知识产权与技术创新;肖汝莉,女,1998年生,硕士研究生,研究方向:知识产权与技术创新。

立了发展光伏可再生能源产业的重要战略地位。2018年,中国政府多个部门联合印发《智能光伏产业发展行动计划(2018-2020年)》,促进中国光伏产业向智能化发展。截止到2019年底,中国新增光伏并网装机容量达到30.1GW,占当年全球光伏总装机量的一半以上,稳居世界第一^[4]。

如何评估产业政策的有效性引发了学者们的积极探索。政府为鼓励产业创新发展,减少发展过程中的潜在风险,通常会采用一些政策手段,这些政策手段被称为政策工具^[5]。政策工具不仅有利于政府实现产业目标,也为产业政策评估提供依据^[6]。现有文献对政策工具的研究从静态和动态两个视角展开。静态研究是根据政策工具的分类及应用对政策文本系统分析。依据不同的分类标准,政策工具被分为了不同的类型^[7-8]。动态研究是从动态视角对政策工具的演化路径进行分析^[9-10]。但是,这些动态的政策分析多从单一政策工具的演化进行分析,缺乏对多个政策工具间的作用机制进行讨论。本文对中国光伏产业政策工具的演化路径进行分析,不仅能够更加直观地评估中国光伏产业政策工具的变化特征,同时也能够评估多个政策工具间相互作用的机制。动态分析多个政策工具的演化路径对探索政策发展的内在逻辑,完善政策体系具有重要意义。

1 文献综述

1.1 国内外光伏产业政策研究 光伏产业属于我们国家的战略性新兴产业,在发展过程中会面临很多技术研发、投资风险、技术溢出以及市场推广障碍等问题。这些问题都需要政府通过制定相关政策来对光伏产业发挥调控作用。国内外学者也从不同视角研究对光伏产业政策进行研究。

目前对光伏产业政策的研究主要集中于探讨光伏产业政策的有效性与合理性。一些学者认为政策工具能够促进光伏产业的发展。C. J. Sarasa-Maestro 指出欧盟国家一般采用关税、具有配额制度的绿色证书、税收优惠以及配额制度的投标四种主要政策类型来鼓励光伏系统的使用^[11]。Krasko 等^[12]基于政策堆叠理论研究低成本的市场开放政策对分布式光伏市场发展的影响,指出低成本市场开放政策可以有效地促进光伏市场的增长。另外一些学者却对光伏产业政策的作用效果持不同的态度。吴志军等^[13]认为在中国光伏产业发展初期,因财政政策实施力度不够,上网电价没有明确而引起光伏产业链不完善。Xiong X 等^[14]提出探索阶段的政府补贴可以最大程度地发挥社会和经济效应,中期和成熟阶段的补贴对其营业额影响不大,反而加剧了光伏产能过剩。

现有文献主要集中于分析单一的政策措施对产业发展的作用与效果,政策的实施往往是由多种政策措施联合发挥作用的,而政策措施实施的载体就是政策工具。本文将从整体政策层面综合分析多种政策工具对中国光伏产业的影响,并且分析多种政策工具之间的协同影响作用。

1.2 政策工具及应用 政策工具是政府实现政策目标的方法,是各级政府机构通过一种技术手段来承载政治或社会关系的规制性概念^[15]。目前很多学者按照研究需求对政策工具进行划分。Rothwell 等^[16]依据政策工具实施效果,将政策工具划分为供给型、需求型和环境型三种政策类型。Howlett 等^[17]将政策工具按照政策干预度分为自愿型、混合型以及强制型三种类型。Lyal^[18]将政策工具分为控制型工具、诱导型工具、影响型工具以及应对型工具4种。顾建光等将政策工具分为激励类、管制类和信息传递类工具^[19]。

政策工具也被学者广泛应用于各个产业领域中。颜建军等^[20]将低碳型环境政策分为碳排放税、碳排放标准、减排补贴和碳排放许可四种类型,采用A-J模型的方法分析政策的激励效果,结果表明每一种政策工具都会有最优促进水平。周城雄等^[21]利用政策工具构建区域战略性新兴产业政策分析框架,对战略性新兴产业政策的有效性进行评估。王静等^[22]将政策工具划分为供给型、环境型、需求型三种类型,构建政策工具和创新需求要素的二维框架,分析中国新能源汽车产业政策趋势。徐示波^[23]基于自由放任型、部分参与型、策略引导型、政府主导型四种类型对众创空间政策文本进行分析。

这些政策工具的研究虽然为中国光伏产业政策工具的划分提供基本划分依据,但是并不能充分展现中国光伏产业政策工具的演化历程以及动态变化与调整。因此,本文运用共词分析方法将中国光伏产业政策文本分为供给型、环境型以及需求型三种政策工具类型,将这三种政策工具的演进历程与中国光伏产业发展状况结合起来深入地系统分析。

2 研究设计与方法

首先基于文献计量的定量分析方法对中国光伏产业政策的整体发展趋势进行分析,然后再用共词聚类分析方法将中国光伏产业政策进行政策工具划分。进行不同政策工具内容的词频统计,为详细分析不同政策工具的演化路径提供充分有利依据(见图1)。

2.1 政策文本选取 政府政策的大力支持对中国光伏产业发展起主导作用。因此,本文在北大法宝网以“光伏”“可再生能源”和“新能源”为关键词,从1994-2019年为检索时间段对中国光伏产业政策进行

检索。在此基础上利用国部委政府门户网站、solar zoom 光伏太阳能网、ofweek 光伏太阳能网、搜狐网、以及北极星太阳能光伏网站等网站对光伏政策进行补充检索。然后依据政策文本有针对光伏产业的明确政策方案的筛选原则将搜集的光伏产业政策进行清洗、核对,筛选出由国务院、财政部、科技部等多个机构独立或参与颁布的政策共 253 项。

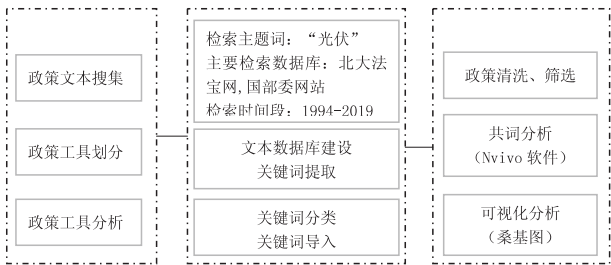


图 1 研究设计与框架

2.2 政策文本的编码 共词分析是由 Callon 等人于 1983 年^[24]首次提出的方法,该方法通过计算同一文档中出现的次数来找出一组关键词之间的关系^[25]。为了找出每个政策文本中的核心词汇,将高频词作为代理词^[26]。本文运用 Nvivo 软件对搜集到的 253 条中国光伏产业政策文本进行词频统计。在词频统计中,剔除对文本分析没有意义的词组,如“光伏”“国家”“十分”“越来越”等一系列无意义的词组。经过分词以及停用词的筛选,汇总出排名前 100 的有效词频如表 1 所示。词频统计结果可以看出,涉及到“技术”“资源”“示范”等相关词组在所有产业政策文本中出

表 1 光伏产业政策文本的部分有效词组及词频统计

词语	词频	词语	词频	词语	词频	词语	词频
技术	8473	组织	1112	监督	567	市场化	246
发展	5600	目标	1078	环保	532	教育	239
项目	4500	鼓励	1050	试点	523	光电	238
企业	3336	电站	996	检测	507	节约	234
管理	2666	资金	982	引导	493	供电	232
工程	2369	投资	968	自主	429	信息化	230
开发	2198	控制	964	持续	410	深化	226
标准	2029	电价	963	装置	401	资本	221
资源	1983	绿色	847	采购	399	科研	219
推进	1956	推广	846	战略	381	目录	216
应用	1908	监管	803	评估	379	研制	214
示范	1902	补贴	753	补助	356	融合	199
节能	1771	方案	752	培育	350	共享	194
服务	1699	合作	724	体制	332	示范区	188
规划	1692	研发	700	编制	322	装机	179
设备	1666	规范	697	金融	307	基金	177
建立	1657	平台	688	人才	304	标准化	160
创新	1648	计划	665	面积	287	产业链	158
环境	1595	优化	656	输电	268	贸易	157
市场	1568	改造	655	培训	266	风能	153
体系	1553	并网	650	收购	266	贷款	151
产品	1450	监测	649	规模化	253	优惠	138
机制	1282	成本	581	构建	250	投标	132
改革	1256	公共	572	协同	248	融资	124
扶贫	1123	产业化	568	招标	247	技术装备	114

现的次数最多,这也反映出技术提升对中国光伏产业的发展起到核心作用。

2.3 光伏产业政策工具的划分 政策工具划分能够深入了解中国光伏产业政策的主导方式以及政策演化路径。1985 年 Rothwell 等提出了政策工具理论^[16]。该理论将政策工具划分为技术推动型、需求拉动型以及环境型三种政策工具。这种政策工具划分普遍适用于产业政策分析,并被国内外学者广泛认可。因此,对中国政府颁布的光伏产业政策进行具体分析时,借鉴了以上政策工具理论。在对政策工具涉及到的政策措施进行归类时,本文借鉴了汤志伟等^[27]、范旭等^[28]作者的归类方法,并在此基础上依据中国光伏产业政策特点进行适当的调整与修正,具体如表 2 所示。然后在 Nvivo 软件中将供给型、环境型、需求型三种政策工具设为父节点,各种政策措施设置为子节点,再根据不同政策措施涉及到的高频词汇以及关键词进行分类归纳。

表 2 中国光伏产业政策工具名称

工具类型	政策措施		
供给型政策工具	信息支持	基础设施建设	技术支持
	研发补贴	公共服务	人才培养
环境型政策工具	目标规划	金融支持	法规管制
	税收优惠	策略性措施	
需求型政策工具	政府采购	服务外包	示范工程
	贸易管制		标准体系

供给型政策工具是指政府依赖产业发展过程中潜存在的“技术机会”和“科学实力”^[29]从供给侧(创新者)促进可再生能源的技术变革,而企业需要对这种外在的推力进行吸收,进而实现产业创新驱动的发展^[30]。

环境型政策工具是指为了保证产业能够健康有序的发展,为需求拉动和技术推动工具提供平台,从而促使技术推动和需求拉动两种工具组合适应相关参与者的需求,并促进市场参与者之间的协作和知识转移^[31]。

需求型政策工具将需求视为创新的速度和方向的驱动力,政府通过实施政府采购、贸易管制、服务外包等措施为产业提供明确稳定的市场,进而提高企业创新的动力^[20,32]。

3 研究结果与分析

3.1 政策文本分析 “五年计划”是我国最高水平的经济和社会计划,是政府对国家各行业未来的政策重点和政府工作的宏观规划,这些计划可以为整个国家系统提供信息,以实现未来的发展目标^[33]。因此,本文将中国的光伏产业政策发展历程按照“五年计

划”的时间段进行划分,由于本文分析的光伏产业政策选取的时间段是1994–2019年,故将对这段时间划分为6个时间段。

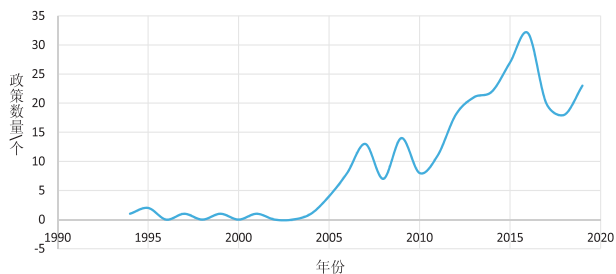


图2 中国年度光伏产业政策数量变化趋势

从图2可以看出,随着时间演进光伏产业政策数量总体上呈逐渐上升趋势。在1990–1995、1996–2000阶段,中国对光伏产业发展的重视不够,颁发的光伏产业政策数量很少,且政策内容仅限于小规模示范、技术研发和技术学习。2000–2005阶段,中国发布了新能源和可再生能源产业发展“第十个五年计划”,政府开始将注意力转移到建立太阳能光伏发电市场的政策上。2006–2010年,国家提出“绿水青山就是金山银山”的口号,并倡导经济与生态协同发展,这促进了中国光伏产业政策数量大幅度上升。虽然2008年的全球金融危机对中国光伏产业产生一定影响,也致使光伏产业政策出现波动。但总体上这个阶段相比前三个阶段政策数量还是有大幅度增加。在2011–2015时间段,产业政策数量又恢复了快速增长趋势,国家实施了大量对产业发展起到创新驱动作用的政策,如《“十二五”可再生能源发展规划》《太阳能发展“十二五”规划》《光伏发电建设规范》等。2016–2019年的时间段,因受英国脱欧、贸易战升级的影响,中国的光伏产业发展出现供过于求的状态。为了缓解产业发展现状,政府对光伏产业政策数量及政策内容做出相应的调整,这才出现政策颁布曲线先下降后上升的局面。总之,中国的光伏产业政策的实施是和产业发展的步调相一致的。

3.2 政策工具的总体演化路径分析 图3展现出随着时间的演进,中国光伏产业政策的政策工具类型的占比也在不断调整。在1990–1995、1996–2000、2001–2005这三个时间段期间,中国光伏产业的发展还处于起步的萌芽阶段,产业的发展刚引起政府的关注,对应的政策数量较少,政策内容主要是以政府为推动技术研发的财政支持为主,因此,这三个阶段的供给侧政策占主导地位。自2006年开始,在中国整体经济发展由“边发展、边污染、边治理”向注重环境保持与经济协调发展转变的背景下,中国加强落实“节能减排”的政策方针,因此在2006–2010和2011–2015这两个时间段,国家为光伏产业出台了大量以制定技术

标准和示范项目为目标的高新技术企业所得税优惠,光伏应用财政援助、特许权招标、太阳能上网电价政府定价的环境侧政策,这也是这两个阶段环境侧政策工具占比最高的原因。在2016–2019时间段,中国正遭受着美国针对“中国制造2025”的贸易战。这种贸易战的主要目的是限制中国高新技术的提升,从而削弱中国的国际竞争力。针对贸易战,政府从供给侧政策工具方面进行了调整,从而使得贸易战不仅没有抑制住中国产业发展,反而激发了中国光伏产业自主品牌的技术创新,在技术短板取得了实质性突破。这也是在这个阶段供给型政策工具回升的原因。在整个时间历程中,需求型政策工具的占比在缓慢上升,但一直是三种政策工具中占比最少的。总之,中国的光伏政策是在借鉴国际政策经验的基础上基于国家能源组合战略的指导下制定的,虽然已经涵盖了供给型、环境型和需求型政策工具,但是政策工具类型由供给型逐渐向环境型和需求型政策工具转变,并成为中国光伏市场发展的主要引擎。

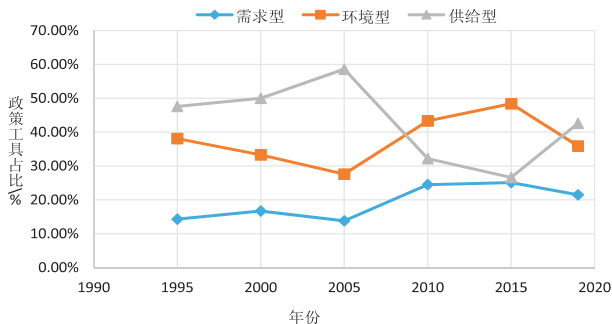


图3 政策工具演进历程及占比

3.3 三种政策工具演化路径 为了更加直观地展现出中国光伏产业政策工具的演化历程,本文采用文本可视化的桑基图对三种政策工具的演化路径进行呈现。桑基图(Sankey diagram)是一种可以按照时间轴展现文本变化的动态流程图,主要特征是开始端与末端的分支宽度总和是等量的^[34]。桑基图能够动态地展现数据变化,被广泛应用于能源、金融领域的可视化分析中。桑基图的演示软件有很多种,本文采用Power BI软件根据三种政策工具包含的所有热点词汇来生成政策工具演化的桑基图。桑基图的X轴表示不同时间片段的划分,图形第一纵列表示为供给型、环境型、需求型三种政策工具,第二纵列表示政策工具对应的具体的政策措施,第三、四、五、六、七、八纵列则代表在不同时间段不同政策措施所涉及到的关键词演化,关键词之间的灰色的连接线代表从属同一政策措施。关键词对应的元素块的大小则代表在下一时间段从该词演化出的新的政策内容的多少,元素块越大,下一个时间段的文本演化越多。为了体现政策工具内容的变化与更新,同一关键词若是在不同时间段均有出

现,则只保留首次出现的关键词。

3.3.1 供给型政策工具演化路径分析 图4列出了供给型政策工具在不同时间段的分布情况。通过观察中国光伏产业供给型政策工具的演化历程,可以

看出在2010年之前,供给型政策工具内容是在不断增多与细分。在2010年之后,政策内容在有针对性的缩减与调整。

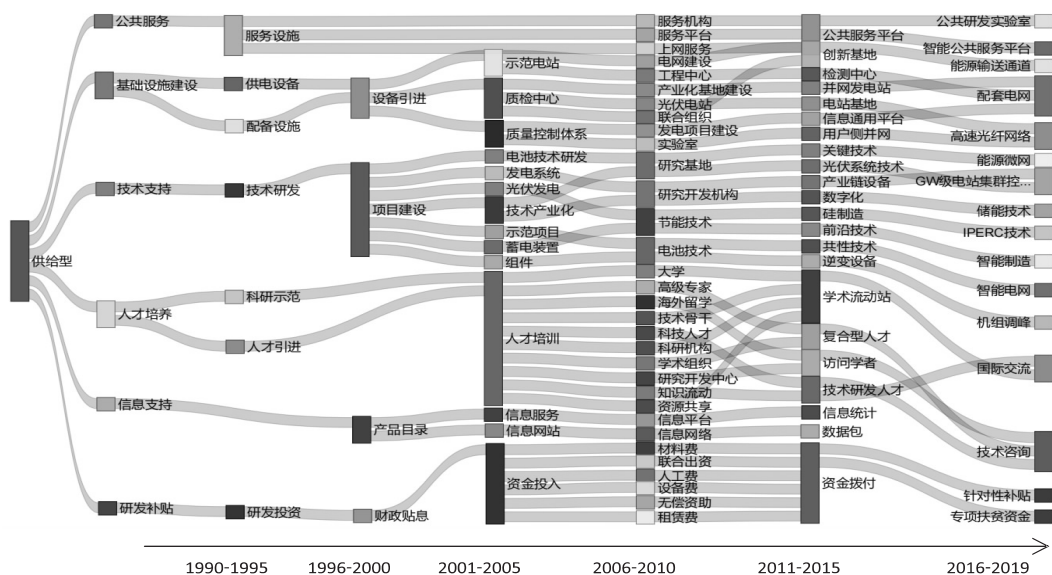


图4 供给型政策工具内容演进分布

具体的分析中,在1990-2010年间,中国光伏产业的发展一直还处于早期策略部署以及技术引起与研发阶段。因此,中国政府通过实施“技术研发”“设备引进”“项目建设”“电池技术”“科技人才”等供给型政策措施来初步进行对太阳能技术的学习,并努力协助中国光伏产业建设一个健全的电力体系。在2011-2019年,中国政府逐步主导拉动国内市场需求的发展,供给型政策工具向环境型和需求型政策工具转变。研发补贴以及人才培养等供给型政策工具在减少,而“硅制造”“能源微网”“光纤网络”“IPERC技术”等热门技术词频在增加。研发补贴的政策措施变为“针对性补贴”“专项扶贫”。

当发达国家的光伏产业日渐成熟时,中国才对可再生能源的发展进行谨慎布署。1990-2010阶段,中国光伏产业呈现的是“两头在外”,也就是核心技术即硅料、硅锭和光伏产品应用市场均严重依赖国际市场的局势。为了推动中国光伏产业的技术发展,中国启动了“西部乡镇电气化计划”等政策,设立可再生能源发展研发资金,促进相关技术的研发。2011年的中美“双反”贸易战致使欧美等发达国家的光伏支持力度降低,市场需求急剧下滑。面对出现的光伏产业发展停滞并陷入困难期的局面,中国政府及时对政策工具进行调整,将供给型政策工具向环境型和需求型政策工具转变。2016年新一轮贸易战的发生不仅没有抑制中国光伏产业的发展,反而将中国光伏技术创新能力提高到一个新的台阶。在这个阶段智能化技术成为中国光伏产业发展的趋势之一,如《关于推进“互联网

+”智慧能源发展的指导意见》中明确指出加强智能技术的提升。为了保障光伏产业高质量的技术提升,政府逐渐实施了补贴退坡的政策措施,由无偿资助转变成针对性补贴甚至是减免补贴。

3.3.2 环境型政策工具演化路径分析 图5展示了环境型政策工具内容在历阶段的分布情况。总体上看,在2005年之前环境型政策工具内容只是宏观层面的政策措施,在2005年之后政策内容开始不断增多,并且在不断完善与具体化。

1990-2005年间,中国光伏产业还处于谨慎发展的初始阶段,国内应用市场的相关政策很少,只是涉及到“项目规划”“方针制定”“融资引进”等大方向政策措施的制定与规划。2006-2015年,中国光伏产业处于飞速发展阶段,政策措施逐步向市场应用发展和规范化发展转型。因此,这一阶段的政策关键词主要为“评价体系”“项目监管”“并网运行”“市场监管”等。2016-2019年,政策措施主要以促进中国光伏产业可持续发展方向进行调整,所以,在前期措施的基础上增加了就近“消纳试点”“绿色证书交易”等保障性措施。

在1990-2005年,国家主要将技术引进与研发等供给侧政策类型作为重点实施对象。2006-2010阶段,主要以政策为导向推动中国光伏产业国内产品市场以及应用市场的发展。通过建立可再生能源总量指标体系、可再生能源分类上网电价和成本分配系统,来支持可再生能源发展。同时,政府表示计划加强研发、示范、财税、产品价格、销售、进出口税等政策,以促进太阳能光伏产品的发展。2011-2019年,欧美的“双

反”事件对中国的光伏产业造成巨大影响,大批企业面临破产,如无锡尚德。为了缓解困局,中国政府以规

范市场和加快产业升级为出发点迅速对政策进行调整,并推进中国光伏产业又重新恢复上升期。

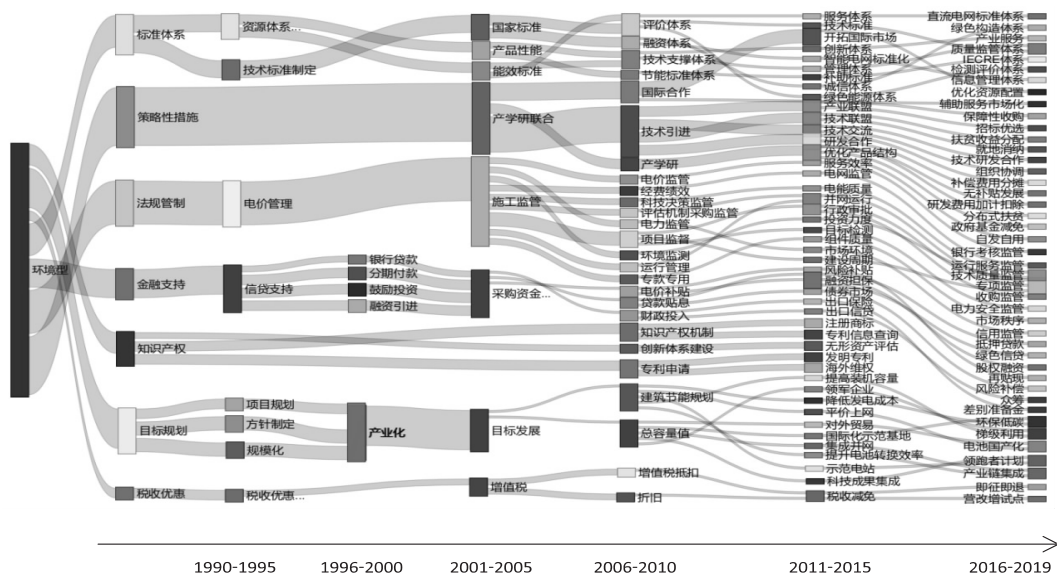


图5 环境型政策工具内容演进分布

3.3.3 需求型政策工具演化路径分析 图6展示了中国光伏产业需求型政策工具的演化过程。纵观光伏产业发展的30年历程,我们可以将需求型政策工

具的演化路径划分为两个阶段。在 1990-2010 年之前,中国的光伏产业政策主要以鼓励出口为主,而在 2011-2019 年以扩大内需为主。

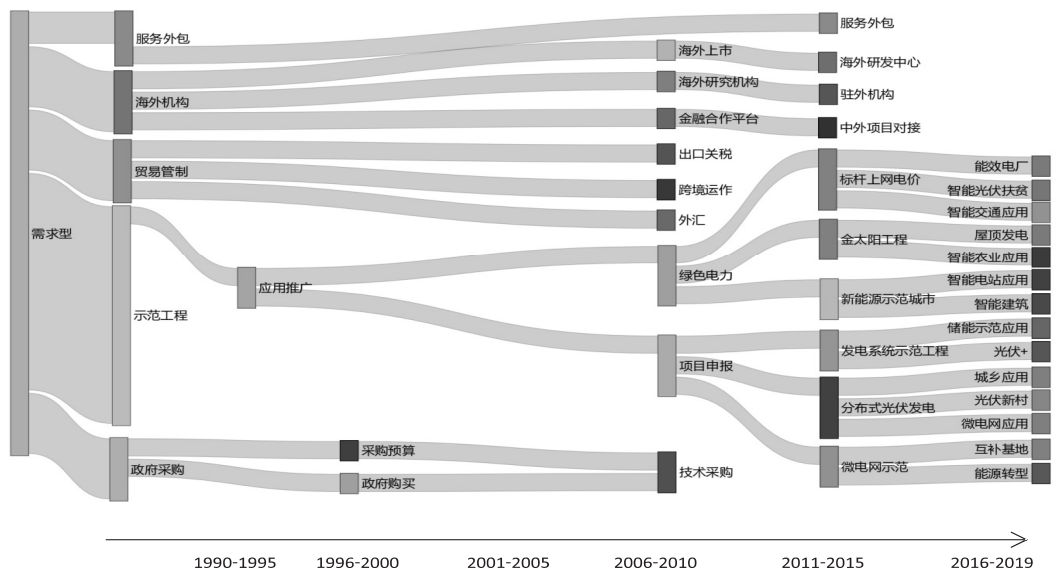


图6 需求型政策工具内容演进分布

1990—2010 阶段,中国还处于光伏产业发展初期,相应的政策文本也很少,涉及到的热点词汇主要是“应用推广”“政府购买”“海外研究机构”“出口关税”“技术采购”等。2010—2019 阶段,政府逐步减少促进海外出口的相关政策措施,增加了提升国内市场需求的政策措施。因此,在这之后中国光伏产业政策着重强调“新能源示范项目”“标杆上网电价”“金太阳示范工程”“智能电站”“智能建筑”“光伏+”“智能光伏扶贫”等作为推动光伏产业发展的重要手段。

1990-2010 阶段,中国光伏产业还是核心技术与市场均在外的局面,政府采取的需求侧政策工具还主

要是海外贸易为主。2011 年的欧美贸易战阻断了中国的海外市场的供应,这致使中国不得不考虑扩大国内市场需求以缓解出现的产能过剩现象。因此,政府也颁布了一系列激励拓展国内市场的相关政策,如《关于组织申报太阳能光电建筑应用一体化示范项目的通知》《关于组织实施中央国家机关屋顶光伏发电示范项目的通知》等。2016 年的英国脱欧以及 2018 年美国向中国出口产品征收 25% 的关税又促使中国在推进国内市场需求上上升了一个新的台阶。中国逐步推进光伏产业向智能化和信息化转型。

从中国光伏产业政策工具的整体演进趋势来看,

三种政策工具类型都是在随着时间的推移在主要政策措施的基础上不断完善与优化的。政策工具与中国光伏产业的发展之间是相辅相成的,政策工具对光伏产业的发展起到决定性的引导作用和激励作用,也会根据产业的发展状况进行实时调整。在中国光伏产业发展的三十年里,经历了由“两头在外”——分布式光伏示范——智能化市场提升三个阶段的发展趋势变化。中国光伏产业政策工具的运用也会依据产业发展形式由供给侧向综合型政策工具转变。

4 结论及政策建议

本文运用共词聚类分析方法将 253 份中国光伏产业政策文本划分为供给型、环境型和需求型三种政策工具,然后使用桑基图对三种政策工具的三十年演化路径进行动态、直观的展示剖析。得出以下结论:

首先,共词聚类分析和桑基图的文本可视化结合的方法具有广泛的适用性与普遍性。共词聚类分析是将文本内容量化,来计算主题词之间的关联性。桑基图的文本可视化是根据分析目标将文本信息动态地呈现出来。两种方法的结合除了可以对政策文本进行分析还可以用于其他领域的文本信息挖掘与展示。

其次,中国光伏产业政策工具间具有协同效应。在三十年里,中国光伏产业政策工具经历了供给型政策工具主导——供给型与环境型政策工具协同并重,需求型政策工具平稳上升的动态演化过程。政府更加趋向于三种政策工具协同促进中国光伏产业技术创新发展。2005 年是中国光伏产业政策工具转变的转折点,政府在实施技术研发、设施建设等供给型政策措施的同时增加了金融支持、税收优惠等环境型政策工具和政府采购等需求型政策措施的实施,并且环境型和需求型的政策工具内容在不断丰富与完善。

再次,中国光伏产业政策工具具有高度灵活性,能够根据产业发展状况不断调整。在早期阶段,中国还处于“两头在外”的局面,产业发展还严重依赖于发达国家的成熟技术引进以及海外市场出口。因此,为了扶持行业企业发展,这一时期的政策措施主要侧重于供给型政策工具,以促进光伏产业的技术研发与引进。当技术和市场变得更加成熟时,供给型政策工具在适量减少,以市场为导向的需求型政策和环境型政策工具在快速增加。当整个光伏产业进入行业发展的稳定阶段时,为了促进中国光伏产业技术上升到新的台阶,供给型政策工具的应用又适当增加。

鉴于对中国光伏产业政策工具的分析结论,结合中国光伏产业发展现状对中国的战略性新兴产业政策提出以下建议。

第一,政府需要综合运用政策工具来促进产业全

面创新性发展。为了构建光伏产业的大循环为主体、双循环相互促进的新发展格局,政府需要协调三种政策工具,加强优先实施手段来有效引导战略性新兴产业的发展。首先,我国光伏产业的发展很长一段时间都具有“两头在外”的特点,为了改变这种局面,增加需求型政策工具的实施来促进国内应用市场和消费市场的开拓,实现双循环的相互促进。其次,我国光伏产业正处于产业战略转型阶段,光伏企业的技术突破、商业及管理模式的提升都需要三种政策工具的联合支持。政府需要通过终端的项目安装补贴、用户电价补贴等财政补贴来实现平价上网,同时,还要提升产业技术研发的支持力度,帮助企业掌握核心技术,实现产业的智能化转型。

第二,政策工具要根据战略性新兴产业的发展状况进行实时调整。首先,财政补贴政策要根据产业发展的不同阶段进行调整。我国长期对光伏产业生产端的财政补贴导致很多投机现象以及产能过剩的局面。为了缓解现状,需要将财政补贴从供给端的生产激励向需求端的市场激励转移,推动我国光伏产业链的内循环。其次,我国光伏产业正处于平稳发展时期,政府需要推进高标准的光伏产业市场体系建设。推广分布式光伏发电项目不仅可以开发市场潜在项目还可以实现用户端的平价上网。最后,为了提升光伏产业技术的核心竞争力,加速淘汰落后产能,政府需要加强技术研发支持。“十四五”时期,我国需要推动“光伏+”的数字化应用来加速实现我国光伏产业向智能制造的转型,提高我国光伏产业的综合竞争力,实现光伏行业长期的健康有序发展。

参考文献

- [1] 耿哲,陈峰,苏颖. 产业链视角下太阳能光伏企业竞争情报需求分析[J]. 情报杂志,2016,35(8):76-82.
- [2] 李贤沛. 21 世纪初中国的产业政策[M]. 北京:经济管理出版社,2004.
- [3] 孔慧,熊胜虎. 全球光伏产业发展现状及发展趋势分析[J]. 太阳能,2009(6):10-12.
- [4] Feldman D J, Margolis R M, Hoskins J. Q4 2017/Q1 2018 Solar Industry Update [R]. National Renewable Energy Lab. (NREL), Golden, CO (United States), 2018.
- [5] 张雅娟,苏竣. 技术创新政策工具及其在中国软件产业中的应用[J]. 科研管理,2001,22(4):65-72.
- [6] 吕文晶,陈劲,刘进. 政策工具视角的中国人工智能产业政策量化分析[J]. 科学学研究,2019,37(10):1765-1774.
- [7] 彭乃珠,钟永恒,孟银涛. 中国光伏产业政策分析与完善策略[J]. 科技管理研究,2016,36(7):150-153.
- [8] Long R, Cui W, Li Q. The evolution and effect evaluation of photovoltaic industry policy in China[J]. Sustainability, 2017, 9(12): 2147-2158.
- [9] Zhang S, Andrews-Speed P, Ji M. The erratic path of the low-

- carbon transition in China: Evolution of solar PV policy[J]. *Energy Policy*, 2014, 67: 903–912.
- [10] 刘 蕾, 楚春礼, 鞠美庭. 中国分布式光伏发电政策演变和发展探讨[J]. *未来与发展*, 2018, 42(6): 6–14.
- [11] Sarasa-Maestro C J, Dufo-López R, Bernal-Agustín J L. Photovoltaic remuneration policies in the European Union[J]. *Energy Policy*, 2013, 55: 317–328.
- [12] Krasko V A, Doris E. State distributed PV policies: Can low cost (to government) policies have a market impact? [J]. *Energy Policy*, 2013, 59: 172–181.
- [13] 吴志军, 汪 洋. 对我国光伏产业政策的反思及完善建议[J]. *江西社会科学*, 2013, 1(10): 59–62.
- [14] Xiong Y, Yang X. Government subsidies for the Chinese photovoltaic industry[J]. *Energy Policy*, 2016, 99: 111–119.
- [15] Lascoumes P, Le Galès P. Introduction: Understanding public policy through its instruments—from the nature of instruments to the sociology of public policy instrumentation [J]. *Governance*, 2007, 20(1): 1–21.
- [16] Rothwell G, Rothwell R, Zegveld W. *Reindustrialization and technology*[M]. London: Logman Group Limited, 1985.
- [17] Howlett M, Ramesh M, Perl A. *Studying public policy: Policy cycles and policy subsystems*[M]. Oxford: Oxford University Press, 2009.
- [18] Lyall C. *New modes of governance: Developing an integrated policy approach to science, technology, risk and the environment* [M]. London: Routledge, 2017.
- [19] 顾建光, 吴明华. 公共政策工具论视角述论[J]. *科学学研究*, 2007, 25(1): 47–51.
- [20] 颜建军, 杨晓辉, 游达明. 企业低碳技术创新政策工具及其比较研究[J]. *科研管理*, 2016, 37(9): 105–112.
- [21] 周城雄, 李美桂, 林 慧, 等. 战略性新兴产业: 从政策工具、功能到政策评估[J]. *科学学研究*, 2017, 35(3): 346–353.
- [22] 王 静, 王海龙, 丁 堃, 等. 新能源汽车产业政策工具与产业创新需求要素关联分析[J]. *科学学与科学技术管理*, 2018, 39(5): 28–38.
- [23] 徐海波. 基于政策工具视角下众创空间发展政策研究[J]. *中国科技论坛*, 2019(6): 29–39.
- [24] Callon M, Courtial J P, Turner W A, et al. From translations to problematic networks: An introduction to co-word analysis[J]. *Information (International Social Science Council)*, 1983, 22(2): 191–235.
- [25] Feng J, Zhang Y Q, Zhang H. Improving the co-word analysis method based on semantic distance[J]. *Scientometrics*, 2017, 111(3): 1521–1531.
- [26] Yao H, Zhang C. A bibliometric study of China's resource recycling industry policies: 1978 – 2016 [J]. *Resources, Conservation and Recycling*, 2018, 134: 80–90.
- [27] 汤志伟, 雷鸿竹, 郭雨晖. 政策工具—创新价值链视角下的我国地方政府人工智能产业政策研究[J]. *情报杂志*, 2019, 38(5): 49–56.
- [28] 范 旭, 刘 伟. 中美贸易冲突下的半导体创新政策工具选择[J]. *科学学研究*, 2020(7): 1176–1184.
- [29] 李晓娣, 原 媛, 黄鲁成. 政策工具视角下我国养老产业政策量化研究[J]. *情报杂志*, 2021, 40(4): 147–154.
- [30] Nemet G F. Demand-pull, technology-push, and government-led incentives for non-incremental technical change[J]. *Research policy*, 2009, 38(5): 700–709.
- [31] 刘 云, 黄雨歆, 叶选挺. 基于政策工具视角的中国国家创新体系国际化政策量化分析[J]. *科研管理*, 2017(S1): 470–478.
- [32] Pitelis A, Vasilakos N, Chalvatzis K. Fostering innovation in renewable energy technologies: Choice of policy instruments and effectiveness[J]. *Renewable Energy*, 2020, 151: 1163–1172.
- [33] 戴 静, 刘 放, 张 豪, 等. 周期交错, 政策不确定和企业 R&D 投资——基于官员任期和五年计划的证据[J]. *管理评论*, 2019, 31(12): 100–114.
- [34] Cuba N. Research note: Sankey diagrams for visualizing land cover dynamics[J]. *Landscape and Urban Planning*, 2015, 139: 163–167.

(责编/校对:王育英)