

基于文献知识图谱的海洋碳中和 热点产业分析与研究

高瑾¹, 王乾², 李强³(1. 浙江海洋大学图书馆, 浙江 舟山 316022; 2. 浙江海洋大学船舶与海运学院, 浙江 舟山 316022;
3. 浙江海洋大学海洋工程装备学院, 浙江 舟山 316022)

摘要: 新兴海洋产业在碳中和领域具有广阔的前景, 基于文献知识图谱分析海洋碳中和热点产业对于实现碳中和目标具有重要意义。在“碳中和产业”和“海洋碳中和”主题词开展文献检索的基础上, 采用词频分析法、共词聚类和社会网络关系图谱分析完成碳中和产业的词频统计, 梳理出了碳中和产业的架构和主题词热点, 进一步挖掘出了与海洋碳中和产业相关的重点产业领域, 揭示了新兴海洋碳中和产业的潜力, 表明海洋碳汇、海洋新能源等产业对碳中和产业布局有重要作用。

关键词: 文献知识图谱; 碳中和产业; 海洋碳汇; 海洋新能源; 共词分析

中图分类号: X145 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006—7973 (2022) 12—0072—03

1 引言

随着“碳达峰、碳中和”成为国家发展的重要目标之一, 碳中和相关产业迎来了重大的发展契机。海洋在碳中和产业中具有重要作用, 海洋碳中和涉及的相关产业领域涉及海洋新能源开发和利用、海洋碳汇与生物固碳、海洋碳储集与碳封存等^[1]。我国海域辽阔, 海岛众多, 海洋资源丰富, 但碳中和产业起步晚, 产业发展路径不清晰。因此基于文献知识图谱开展海洋碳中和潜在热点产业发展对策研究可为我国产业发展提供支持, 充分挖掘海洋碳中和热点产业的发展 and 前沿研究现状, 梳理出潜在的热点产业领域, 对发展海洋碳中和产业具有重要

的参考价值。

文献知识图谱的绘制通过文献计量与统计、数据聚类与挖掘、信息分析与可视化等方法, 将海量文献的知识主题的内在关系呈现出来^[2-4]。以往的研究大多是将某一学科主题或知识领域作为研究对象来构建其知识图谱, 并探讨该学科或知识领域的发展, 如在碳中和领域, 基于知识图谱的碳中和相关主题研究^[5-7]从文献综述的角度对碳中和的技术发展作了评述。但对产业布局和产业研究方面的研究较少, 特别是海洋碳中和产业研究还未见有相关报道。

综上所述, 基于文献知识图谱探索海洋碳中和的热

平台之后, 将能够满足 3 支叶片竖立过驳存放或者 2 支叶片平躺过驳存放。

(2) 通过应用贝雷架平台, 降低了叶片过驳、吊装所需的船舶性能, 打破了风机安装船舶因自身限制无法过驳、吊装超长叶片的约束, 有效解决国内风机安装平台船紧缺的问题。

(3) 通过贝雷架平台和船体舷侧加强区域校核分析, 在对应的载荷作用下, 贝雷架平台、主船体及其加强结构强度满足中国船级社《海上移动平台入级规范》^[6]要求。

参考文献:

[1] 奚乾蛟, 韩益, 董孟永等. 海上风电安装平台超长叶片

组拼技术研究与应用 [J]. 能源与环境, 2019 (6): 106-107.

[2] 周通. 大容量海上风电机组叶片吊装工艺分析——基于福清兴化湾海上风电样机试验风场 [J]. 水电与新能源, 2019, 33 (3): 73-78.

[3] 黄国良, 沈志春, 乌建中等. 大型风电机组叶片吊装工艺及专用吊具 [J]. 中国港湾建设, 2017, 37 (07): 94-98.

[4] 孙九春, 卢瑛. 贝雷架作为桥梁承重支架应用时的理论分析与实践应用研究 [J]. 上海公路, 2010 (1): 26-30.

[5] 马赞, 沈涛, 李强强等. 上海新田 360 广场贝雷梁平台模板支撑体系施工设计与分析 [J]. 浙江建筑, 2018, 35 (12): 22-28.

[6] 中国船级社. 海上固定平台入级与建造规范 [S]. 北京: 人民交通出版社, 1992.

点产业发展模式的研究还很不够，本文采用文献知识图谱分析碳中和产业及海洋碳中和的热点产业，对海量文献进行分析和挖掘，找出海洋碳中和潜在热点产业，开展海洋新兴产业对策研究，具有较强的应用性和一定的前瞻性。

2 研究方法 with 数据来源

2.1 研究方法

基于图书情报热点挖掘软件，开展海洋碳中和领域的研究成果和信息挖掘，方法包括词频统计、共词聚类分析、共词社会网络知识图谱分析等，发掘出热点研究和热门产业，并对产业发展提出对策性建议。

词频统计分析是按照主题词出现的频率反映热点，方法简单高效。主题词的频次统计分析初步反映了研究领域的热点分布，但仅靠高频词排序，无法反映主题词的内在关系，可采用共词聚类分析法对高频主题词开展层次聚类分析。但聚类分析可视化程度不高，而共词社会关系分析法以可视化的网络关系图呈现高频主题词间的关系，直观显示了研究领域的主要热点和次要热点，有利于揭示主题下隐藏的关系网络。

本文分析中采用 SATI 进行文献图谱分析。根据建立关键词的统计数据，找出该领域文献研究热点的演化过程，通过分类比较，对不同主题，从不同研究手段角度划分出恰当的分类，对文献研究的变化过程进行分析。

2.2 数据来源

采用中国知网数据库，以学术期刊发表的论文为对象，设定两级检索词。以“碳中和产业”为一级检索词，其中突出了碳中和与各类产业及相关产业政策的关系；“海洋碳中和”为二级检索词，限定了与海洋有关的碳中和主题。检索时间跨度为 2020~2022 年份，数据检索截止日期为 2022 年 8 月 6 日。

3 主题分析

由检索结果可见，“碳中和产业”主题近三年的发文量极大，为了构建海洋碳中和潜在热点产业的分析路径，下面按上述两级检索对热点主题进行分析。

3.1 碳中和产业主题分析

3.1.1 热点词频分析

据一级检索中以“碳中和产业”检出的文献题录，采用 SATI 分析后发现，文献去重后的总数为 3162，期刊源的数量为 1003 个，表明数据来源仍非常广泛。

总作者数 6127 人，独立作者数 4852 人，总关键词数 17828 个，独立关键词数 6090 个，涉及的机构数量为 3713 个，独立机构数 2607 个。数据表明开展碳中和产业的研究者及机构数量庞大，是全社会高度关注的热点问题。

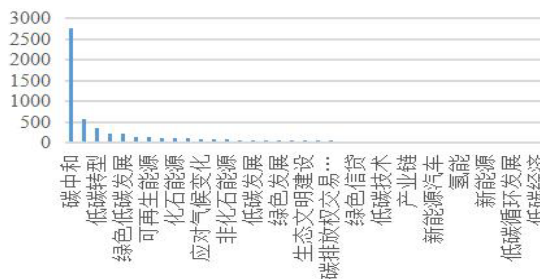


图 1 “碳中和产业”相关热点主题词的词频分布



图 2 高频关键词云图

根据文献检索，析出了阈值为 1% 热点主题词的词频分布如图 1 所示，涉及 37 个主题词，高频关键词的词频知识图谱如图 2 所示。一级检索中前 1% 热点主题词是“碳中和”、“碳达峰”、“低碳转型”、“碳减排”等通用词汇，还包括绿色低碳发展、绿色金融、可再生能源等高频词，表明实现碳中和的路径在于如何实现“双碳”目标，其途径就是通过绿色低碳发展，建立绿色金融、绿色债券、绿色信贷等手段，以发展可再生能源、清洁能源为标志，建立碳中和产业的支柱，如光伏发电等。热点主题词中还涉及碳交易市场和碳排放权、碳金融的词汇，发展碳交易市场，有助于促进全社会经济活动纳入碳中和目标。

放宽阈值为 0.5% 的词频排序如图 3 所示，更多的具体行业进入热点词，如制造、钢铁、电力、煤炭、水泥、建筑和石化这 7 个高耗能行业成为热点，说明碳中和产业的重点环节之一仍是这些行业的低碳转型和碳减排。

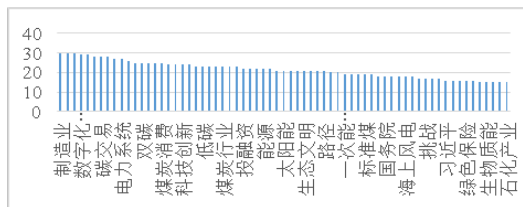


图 3 “碳中和产业”相关热点主题词的词频分布

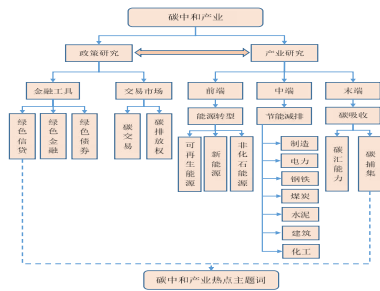


图4 碳中和产业架构与热点主题词示意图

综合热点主题词归纳出碳中和产业的基本架构如图4所示。它分为政策研究和产业研究两个体系，政策研究为金融工具和交易市场，而产业研究为前端、中端和后端三个分支。该图清晰地反映出产业发展的层次和重点，相关热点主题词与产业架构有着良好的对应关系，该架构和主题词体系的建立有利于促进产业的发展 and 明确国家冲击双碳目标的重点政策和产业领域。

3.1.2 共词社会关系分析

共词聚类分析展示了主题词的多级分类聚合关系，碳中和产业的聚类关系可分17类，按内在逻辑可分为发展目标、发展路径、发展模式、转型发展、重点产业和生态建设6个类别，构成了碳中和产业发展的重点问题和解决途径。但共词聚类分析不够直观。因此，采用共词社会关系图谱揭示主题下隐藏的关系网络，由图5可见，低碳发展、碳减排、低碳转型所代表的发展路径是碳中和产业中关注度最高的主题，它们与其他主题间联系紧密，包括绿色转型、数字化转型、新能源以及碳汇和生态文明建设等，这与聚类分析中结论一致，但社会关系图更加直观。



图5 碳中和产业主题词共词社会网络关系知识图谱

3.2 海洋碳中和主题分析

3.2.1 热点词频分析

据二级检索中以“海洋碳中和”检出的文献题录，文献去重后的总数为195，表明数据来源快速收窄，研究论文数量远低于“碳中和产业”主题。除通用词汇外，还出现了5个与“碳汇”有关的高频主题词：“海洋碳汇”、“气候变化”、“碳汇”、“碳汇能力”和“蓝碳”，意味着海洋碳中和领域，“碳汇”占据着碳中和产业的主导，说明为实现“海洋碳中和”需通过发展海洋碳汇，增强碳汇能力，为“双碳”目标的实现提供支撑。

3.2.2 共词社会关系图谱

图6给出的海洋碳中和共词社会关系图谱，揭示了4类海洋碳中和相关主题中隐藏的社会关系网络，用不同颜色表示，分别对应着双碳政策性主题、碳汇主题、固碳主题和海洋新能源主题。这四类社会关系网络覆盖了前端产业中的新能源产业和后端产业中的海洋碳汇和固碳产业。可见现阶段发展海洋碳汇和固碳方法，是构建海洋碳中和产业的关键举措，具有广阔发展前景。



图6 海洋碳中和和主题词的共词社会网络关系图谱

4 结论

根据碳中和产业和海洋碳中和的文献知识图谱分析，梳理出了碳中和产业的架构和主题词热点；通过共词聚类和社会网络关系图谱分析，找出了碳中和产业的发展路径和潜在热点产业，进一步挖掘出了与海洋碳中和产业相关的重点领域，对发展海洋碳中和产业提出了对策和建议。

参考文献：

- [1] 焦念志, 刘纪化, 石拓, 等. 实施海洋负排放践行碳中和战略 [J]. 中国科学—地球科学, 2021, 51(4): 632-643.
- [2] 赵伟, 张览, 望俊成. 标准文献知识图谱构建的模型设计与集成方法 [J]. 情报工程, 2021, 7(6): 58-66.
- [3] 杨跃翔, 涂新雨, 刘文玲. 标准文献知识图谱构建与应用研究 [J]. 数字图书馆论坛, 2022(6): 22-30.
- [4] 李继光, 孙慧, 朱帅. 基于文献计量的海洋牧场研究发展态势 [J]. 科学技术与工程, 2021, 21(6): 2232-2241.
- [5] 陈毅晰, 徐智浩, 陈煌鑫. 基于知识图谱的碳中和相关主题文献研究 [J]. 经济研究参考, 2022, 第1期, 123-143.
- [6] 陈儒. 低碳农业研究的知识图谱及比较 [J]. 华南农业大学学报(社会科学版), 2019, 18(3): 22-34.
- [7] 王玉梅, 苑吉洋, 林少钦. 基于CITESPACE知识图谱可视化的海洋牧场研究分析 [J]. 中国海洋大学学报(社会科学版), 2020, 第3期: 42-55.

基金项目：舟山市社会科学2022年度课题研究项目(2022-59)