

基于专利视角的新型储能技术创新发展态势分析

桂 婕 陈 亮 余 池

(中国科学技术信息研究所, 北京 100038)

摘要: 新型储能是具有战略地位的新兴产业, 对其进行技术创新发展态势分析, 可有效支持国家科技政策制定和企业技术路线选择, 具有重要的战略意义和实践指导价值。基于国内外相关专利数据, 运用统计分析和语义主路径方法, 对新型储能专利的基本信息、主要技术领域分布和技术演化脉络进行分析。分析结果表明, 新型储能领域的研发重点主要集中在电池结构设计和电池原材料, 这些技术以自身的通用性和广泛性为新型储能发展奠定了基础, 同时其他技术领域也以技术溢出形式深刻影响着新型储能的发展。美国在新型储能技术上处于主导地位, 中国倾向于在新型储能的新兴细分领域发力以求弯道超车, 同时也在新型储能产业链的上游寻求突破。

关键词: 新型储能; 专利分析; 专利引文; 主路径分析; 技术演化路径

DOI: 10.3772/j.issn.1674-1544.2023.04.012

CSTR: 15994.14.issn.1674.1544.2023.04.012

中图分类号: TQ35

文献标识码: A

Analysis of the Development Situation of New Energy Storage Technology Innovation from the Perspective of Patents

GUI Jie, CHEN Liang, YU Chi

(Institute of Scientific and Technical Information of China, Beijing 100038)

Abstract: New energy storage is a new industry with a strategic position. The analysis of its technological development trend can effectively support the formulation of national science and technology policies and the selection of technical routes for enterprises, which has important strategic significance and practical guiding value. Based on the related patent data at home and abroad, this paper analyzes the basic information, distribution of main technical fields and technological evolution of new energy storage patents by using statistical analysis and semantic main path method. The results show that the research and development of new energy storage fields mainly focuses on the design of battery structure and the research and development of battery raw materials. These technologies have laid a solid technical foundation for the development of new energy storage with their universality and universality, while other technical fields such as medical devices have also deeply influenced the development of new energy storage in the form of technical spillover. US is in a dominant position in the new energy storage technology, while China tends to exert its efforts in the emerging sub-sectors of new energy storage in order to overtake the curve, and at the same time, it also seeks a breakthrough in the upstream of the new energy storage industry chain.

作者简介: 桂婕 (1976—), 博士, 中国科学技术信息研究所副研究员, 研究方向为科技创新管理、专利分析与数据挖掘; 陈亮 (1982—), 男, 中国科学技术信息研究所副研究员, 研究方向为机器学习、专利挖掘 (通信作者); 余池 (2000—), 女, 中国科学技术信息研究所硕士生, 研究方向为情报分析方法。

基金项目: 国家电网公司总部科技项目“全球煤油气电耦合下我国能源安全风险识别与战略路径优化技术研究”(1400-202357341A-1-1-ZN)。

收稿日期: 2023年2月21日。

Keywords: new type of energy storage, patent analysis, patent citation, main path analysis, technological evolution path

0 引言

随着新能源的日益普及以及提高电网可靠性、改善电能质量等需求的日益迫切，电力行业中储能的重要性日益凸显。储能可有效解决新能源供给间歇性与用户用电需求持续性之间的矛盾，实现电力系统调峰调频，平滑用户需求，提升能源利用率，助力“双碳”目标实现。当前，新型储能技术指除抽水蓄能外的电储能技术及热储能、氢储能等^[1]，因具备建设周期短、选址灵活等优势，受到政府与相关企业的重视，而如何获取新型储能领域的技术情报以支持国家相关政策制定和企业技术路线选择，则凸显出必要性与重要的战略价值。

专利是世界上最大的技术信息源，包含了世界科技信息的90%~95%^[2]，其格式规范、分类科学、内容详尽、时效性强、覆盖面广，是技术创新发展态势分析的理想数据来源。专利内容包括题录信息（如专利标题、申请号码、技术分类、专利家族、法律状态等）、引文信息（如专利引文和非专利引文）和文本信息（如摘要、权利要求项和专利描述等）。这些内容记载着专利技术背景、创新点、实现细节等关键内容，是技术分析的重点研究对象。自专利挖掘概念提出至今，相关研究从专利分类、专利检索、价值评估、技术地图绵延至人工智能最前沿的智慧法律和文本生成，为大数据和人工智能时代的专利信息服务提供了重要基础。

然而，目前国内外针对新型储能专利进行技术分析的论文并不多见。在国内，王朔等^[3]对1998—2017年储能技术的相关论文和专利情况进行统计，分析了国内外储能技术的研究进展；张彬等^[4]从专利角度出发，对新型储能的具体细分领域即锂浆料电池的全球专利开展分析。在国外，Mejia等^[5]从Web of Science和德温特专利索引中获取新型储能的相关论文和专利数据，并将

其组织成论文引文网络和专利引文网络，进而利用Louvain算法将这些引文网络划分到不同社区以形成新型储能领域的技术地图；Harell等^[6]利用SWOT方法对储能技术的潜力大小进行评估，进而利用成长曲线公式测算技术的未来发展态势，推导出在与风能互补的储能技术中，压缩空气储能技术是最具潜力的储能技术；Kumar等^[7]利用基于专利引文网络的主路径分析法和文献计量分析方法监测储能设备的技术演化轨迹，结果表明自2008年以来，这个领域的创新活动集中在电气设备的设计和化学材料的制备上，主要企业有通用电气公司、福特公司和西门子股份有限公司；Abbas等^[8]集中分析了热能储存研究领域的全球专利情况，提出热能储存领域随时间推移的发展趋势。

作为新兴产业，新型储能技术不仅具有重要的战略地位，且发展迅猛，是世界上主要国家争先布局的重点区域，因此有必要对其技术创新发展态势展开深入分析。在获取新型储能技术的发展趋势、地域分布、主要专利权人和技术布局等基本信息的基础上，使用数智驱动的技术挖掘前沿方法识别这个领域的主要子技术及其发展方向，以期全面了解新型储能的技术发展脉络并对未来技术走向进行研判和预测，以支持国家科技发展战略决策，为行业、企业的技术路线选择提供更多事实依据。

1 研究方法

新型储能技术发展的基本信息如技术趋势、地域分布、主要专利权人、技术布局等可以通过专利数据统计获取。在使用专利引文网络和文本挖掘技术识别各个子领域技术及其发展方向上，本文使用Chen等^[9]提出的语义主路径分析法。语义主路径分析法在保留了传统主路径分析法识别知识发展路径的强大能力的同时，解决了原方法在识别结果多样性和主题一致性上不足的问题，

是一种高度自动化且能够在抽取涵盖不同子领域知识发展脉络的全面方法。这种方法的总体框架如图1所示，其基本思想是将引文网络中相邻节点之间的语义相似度和连线遍历权重相结合来提升路径上文献的主题一致性，进而使用聚类算法识别所给领域的下属于领域，并从不同子领域中选取具有代表性的多条主路径后，用户就可以得到对整个领域知识发展的全面认识。此外，在候选路径选择环节，此方法也进行了算法创新，即利用宽度优先搜索和动态规划策略实现全局搜索。相比传统的基于穷举策略的全局搜索方法，新算法虽然在时间复杂度持平，但在空间复杂度上由之前 $O(n^2)$ 降低到 $O(n \log n)$ 。

2 数据介绍

2.1 新型储能术语概述

根据储能方式的不同，新型储能技术可划分为物理储能、化学储能、电磁储能和其他储能4

种类型。一直以来，储能技术术语的表达方式众多且容易引起混淆，各类储能的中英文术语表达形式如表1所示。

2.2 数据采集

世界知识产权组织 (WIPO) [10] 在《专利信息使用指南》中建议用关键词加IPC分类号检索专利。本文采取此方式对新型储能相关术语进行检索。专利数据库选用智慧芽专利检索系统，检索式中对标题/摘要/权利要求字段采用表1的中英文术语，并在电磁储能上使用H01G11和H02J7的IPC分类号加以限制，同时将专利申请日期限制在2013年1月1日至2023年1月10日。最终检索结果包括物理储能专利10711条、化学储能专利17203条、电磁储能专利23555条和其他储能专利9491条，总专利条数为59417，检索日期为2023年1月10日。

为提升专利引文网络的连通性，根据上述专利的前向引用和后向引用进行数据扩充，最终

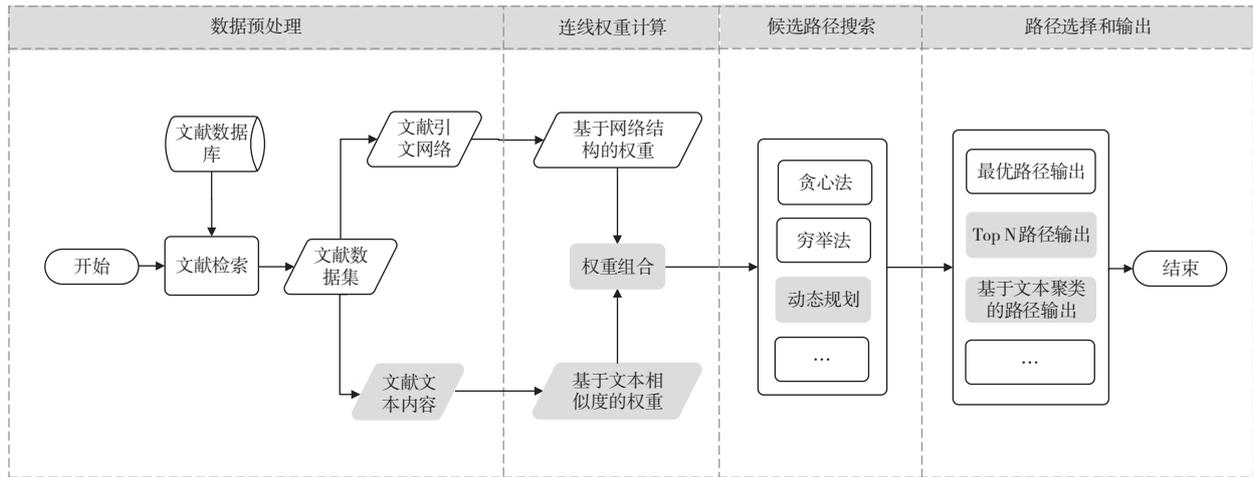


图1 语义主路径分析方法示意

表1 新型储能相关中英文术语

术语	中文表达	英文表达
物理储能	飞轮储能、抽水储能、压缩空气储能	flywheel energy storage, pump energy storage, compressed air energy storage
化学储能	电化学、电池、锂离子电池、燃料电池、镍氢电池、铅电池	electrochemical, battery, Lithium ion battery, fuel battery, Nicd or Nickel battery, lead battery
电磁储能	超级电容器储能、超级电容器、赝电容器、超导储能	super capacitor, ultra capacitor, pseudo capacitor, superconducting magnetic energy storage, superconducting energy storage
其他储能	相变储能、显热储能、化学反应储能、热储能、电热储能、熔融盐储热	phase change energy storage, phase transformation energy storage, latent thermal energy storage, electric thermal storage, molten salt AND energy storage

得到专利 218 786 条。由这些专利所生成的专利引文网络包含 6 335 个独立子网，其中最大独立子网包含专利 177 817 条，占全部专利数据量的 81.2%。本文将此独立子网涉及的专利数据作为基础数据。

2.3 基本统计

(1) 新型储能专利增长趋势

新型储能相关专利公开数量与其申请年份之间的关系曲线如图 2 所示。选择专利申请年份主要是因为专利公开时间和申请时间存在 18 个月的滞后期。相比之下，专利申请年份可以更准确地反映当年的技术发展态势。将此技术的公开趋势划分为 3 个阶段：1960—1980 年为技术萌芽阶段，这期间申请并在之后得以公开的专利数量为 1 732 件，仅占专利总数的 1.0%；1981—2000 年为技术探索阶段，专利公开数量增长非常缓慢，公开专利数量最多的申请年份为 2000 年，在这个年度申请并在之后得以公开的专利数量为 1 076 件；2001 年至今为快速发展阶段，专利公开数量逐渐上升，2015 年专利公开数量突破 1 万件，2018 年达到峰值，为 17 806 件，2015—2018 年的年增长率分别为 24.5%、8.5% 和 9.5%。因为专利公开滞后期的原因，2019 年以后的专利公开数量不完整。

(2) 新型储能专利受理局排名

以专利公开数量进行排名，接受并在之后获

得公开专利超过 100 件的受理局有中国国家知识产权局（103 086 件）、美国专利商标局（41 661 件）、日本专利局（8 941 件）、世界知识产权组织（8 364 件）、欧洲专利局（4 407 件）、德国专利局（1 091 件）、英国专利局（673 件）、俄罗斯专利局（303 件）、法国专利局（293 件）、加拿大专利局（175 件）等。新型储能专利数量及其受理局所属国家与组织如图 3 所示。其中，中国国家知识产权局受理的专利数量遥遥领先，占世界专利总量的 58.0%，美国专利商标局排名第二，占比 23.4%。这些专利的申请人中本国机构和个人占大多数。可见，中国、美国是新型储能领域的两支重要力量。同样，日本、韩国、德国、英国、俄罗斯、法国、加拿大等国在新型储能领域也具有较强的技术实力。

(3) 新型储能主要专利权人分析

表 2 给出了新型储能前 10 位的专利权人及技术领域分布。由表 2 可见，新型储能排名前 10 位的专利权人中有 8 位来自中国，来自高校和公司的分别为 6 所和 2 家。其中，来自国内 2 家公司是国家电网有限公司、中国电力科学研究院有限公司。国家电网有限公司以 2 969 件专利遥遥领先，其技术内容侧重发电、变电或配电，计算和推算以及计数、测量，而中国电力科学研究院有限公司的技术方向与之一致。来自国内的 6 所高校，在技术研发方面也展现了一定的一致性，

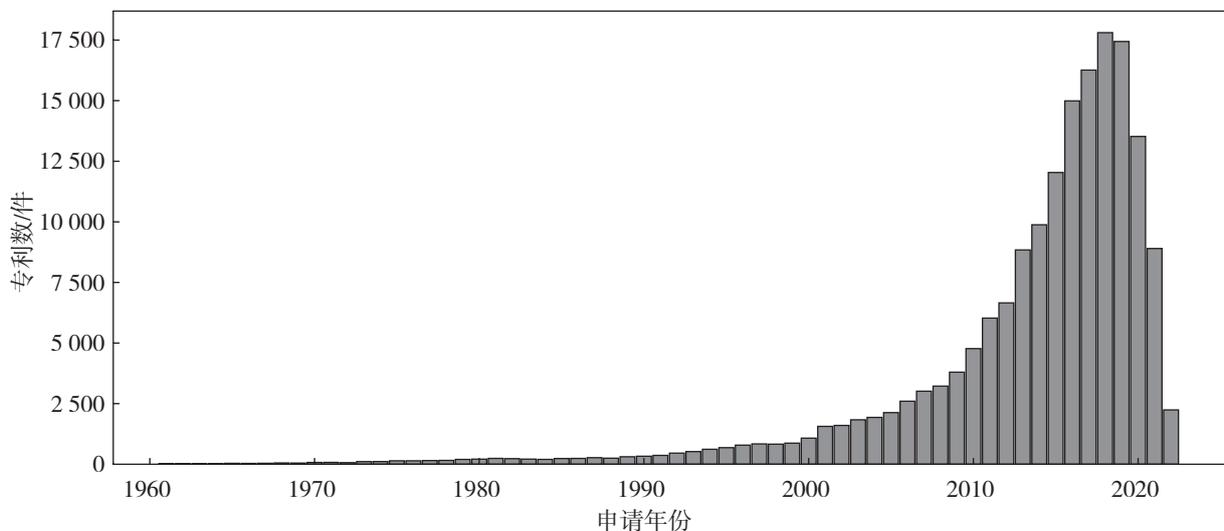


图 2 新型储能专利数量与申请年份

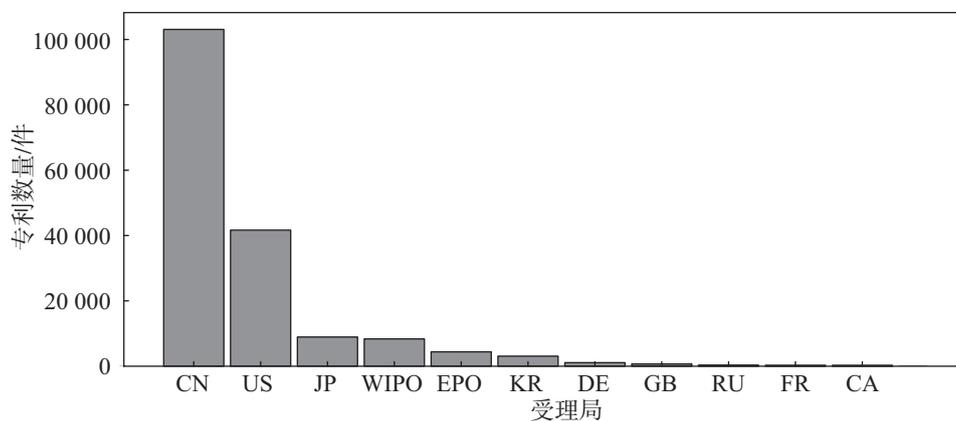


图3 新型储能专利数量其受理局所属国家与组织

表2 新型储能前10位专利权人及技术领域分布

序号	专利权人	国家	专利数/件	主要技术领域 (IPC大类)
1	国家电网有限公司	中国	2 969	H02: 发电、变电或配电
				G06: 计算; 推算或计数
				G01: 测量; 测试
2	伊西康内外科公司	美国	2 640	E02: 医学或兽医学; 卫生学
				H02: 发电、变电或配电
				G05: 控制; 调解
3	清华大学	中国	1 357	H01: 基本电气元件
				H02: 发电、变电或配电
				C01: 无机化学
4	浙江大学	中国	1 194	H01: 基本电气元件
				H02: 发电、变电或配电
				C01: 无机化学
5	华南理工大学	中国	959	H01: 基本电气元件
				H02: 发电、变电或配电
				B01: 一般的物理或化学方法
6	松下电器产业株式会社	日本	930	H01: 基本电气元件
				H02: 发电、变电或配电
				C09: 染料; 涂料; 抛光机; 天然树脂; 黏合剂; 其他类目不包含的材料的应用
7	中南大学	中国	922	H01: 基本电气元件
				C01: 无机化学
				H02: 发电、变电或配电
8	中国电力科学研究院有限公司	中国	878	H02: 发电、变电或配电
				G06: 计算; 推算或计数
				G01: 测量; 测试
9	西安交通大学	中国	864	H01: 基本电气元件
				H02: 发电、变电或配电
				F01: 一般机器或发动机; 一般的发动机装置; 蒸汽机
10	天津大学	中国	856	H01: 基本电气元件
				H02: 发电、变电或配电
				C01: 无机化学

均在发电、变电、配电和计算、推算等领域进行了重点技术布局，但同时也有各自专业的方向。

如清华大学、浙江大学、中南大学、天津大学从无机化学方向方面展开新型储能研发，西安交通

大学侧重将这些储能技术和应用场景如发动、蒸汽机相结合。从国外的专利权人来看，同样存在类似研发思路，如伊西康内外科公司旨在利用新型储能服务于医疗器械制造行业，松下电气产业株式会社更加专注将新兴储能如电能、化学能、光能和染料，涂料，抛光机等技术研发相结合，以完成储热、蓄热材料到点黏合剂等的设计和制造。

3 语义主路径分析

3.1 引文网络数据统计

从对专利引文网络的创建可知，本文目标网络的规模较大，共包含节点 177 817 个、源点 71 750 个，经候选路径搜索后获得 71 750 条对应的候选路径。这些候选路径所包含的节点数量范围为 2 ~ 2 248 个，其中包含 60 个节点以上的候选路径有 2 690 条，占全部候选路径的 3.7%，分布极为稀疏，将其排除后按照节点数量绘制的候选路径分布如图 4 所示。从图 4 可见，自节点数从 3 个开始候选路径的数量逐步升高，在节点数为 7 个时其候选路径数量达到最多（8 448 条），之后逐渐下降呈现长尾分布。

对候选路径的拓扑权重进行统计。拓扑权重的取值范围为 $1.7 \times 10^{-8} \sim 0.36$ 。本文以 10 为底对路径拓扑权重取对数，统计结果如图 5 所示。从图 5 可以看到，共有 10 275 条候选路径取最小值 1.7×10^{-8} ，占据全部候选路径总数的 14.3%。

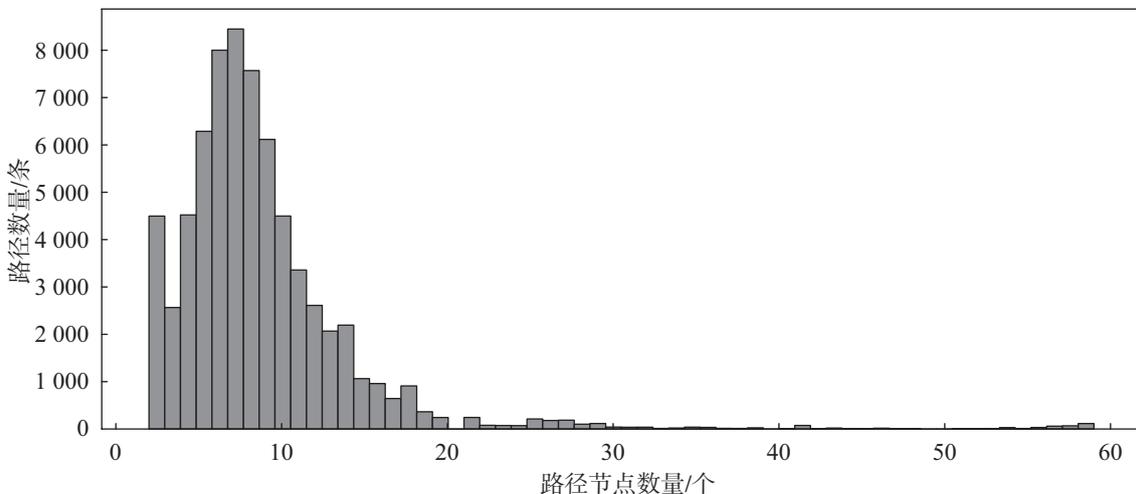


图 4 按照节点数量统计的候选路径分布（部分）

这种现象可能存在两个原因：一是对初步检索的专利结果进行一阶引文的前向和后向拓展，这造成最终引文网络中有大量源点和终点，并进一步产生数量众多但包含节点数量稀少，如只包含 2 个节点的候选路径；二是主路径算法所基于的拓扑权重算法会产生大量等值的连线遍历权重。当路径拓扑权重大于 1.7×10^{-8} 时，候选路径数量会经历一个逐步升高的过程，当路径拓扑权重为 1.3×10^{-7} 时抵达峰值，之后会缓慢降低并形成一长尾分布。

3.2 子技术划分和主路径选择

使用Chen等^[9]所使用的密度峰值聚类方法（Density Peak Clustering Algorithm）^[11]进行技术子领域的划分，结果如图 6a 所示。从图 6a 可见，在新型储能领域各个子领域之间区分较为明显。在查找到每个子技术领域拓扑权重最大候选路径后，即获取每个子技术领域对应的主路径。这些主路径在候选路径聚类图中的位置如图 6b 所示。将这些主路径展开后，其结构如图 7 所示，而各条路径的信息详情见表 3。彩色图片详见 <https://awesome-patent-mining.github.io/energy-storage-paper/>。

（1）路径一：医疗器械中的电池系统和充电技术

路径一所在领域为医疗器械电池设计与制造技术，相比其他主路径，这条主路径的专利主要由美国专利商标局受理，主路径包含 5 层（自

下而上数), 结构比较简单, 但源点和终点很多, 同时在第二层节点“US 9005230B2”和第三层的每个节点以及第三层的这些节点与第四层节点“US 10182816B2”之间连线的权重较高, 分别为 0.03 和 0.02, 反映出这些连线以及相应节点在此子领域发展过程中的极端重要性, 结合这条主路径源点和终点众多的特点可知, 这个领域处于快速发展阶段, 随着伊西康内外科公司两个核心专利“US 9005230B2”(机动手术器械)和“US 10182816B2”(充电系统, 可以为电池充电提供紧急解决方案)的出现, 为后续众多医疗器械电池技术提供了必要的技术基础, 进而推动该领域

的发展。

(2) 路径二: 用于储能设备制造的化学电池碳复合材料

化学电池碳复合材料领域为用于化学电池的碳复合材料设计和制造技术, 其主路径上的专利同样由美国专利商标局受理, 最重要的专利权人为巴斯夫欧洲公司(拥有 10 件专利, 在这条主路径上共有 20 件专利)和 14 集团技术公司(拥有 5 件专利), 表明这两家公司在此子领域雄厚的技术储备和地位, 这条主路径主要围绕碳材料展开, 而碳材料不仅能够提升电池耐用程度, 而且能够增强电池的电化学性能, 是电磁储能和化

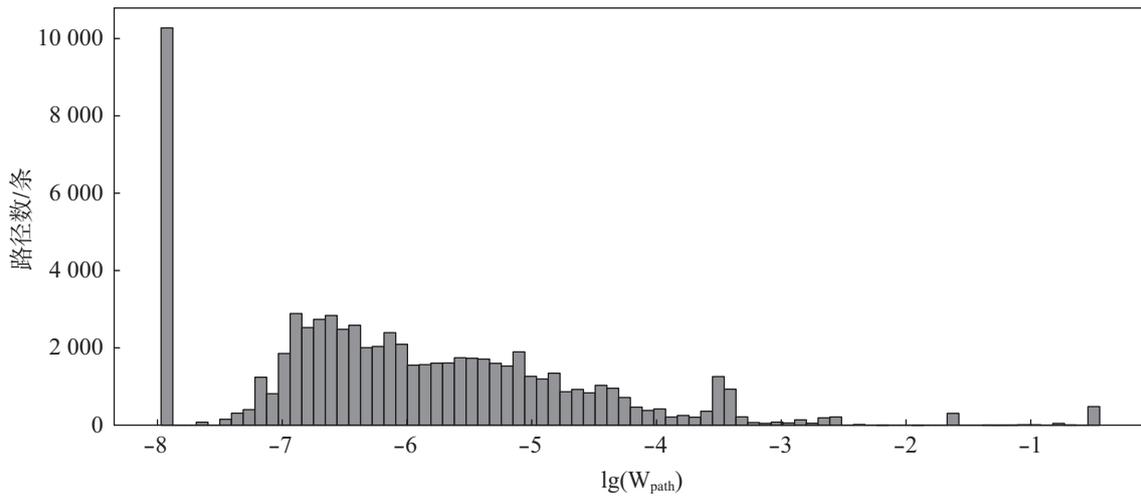


图 5 按照路径拓扑权重统计的候选路径分布

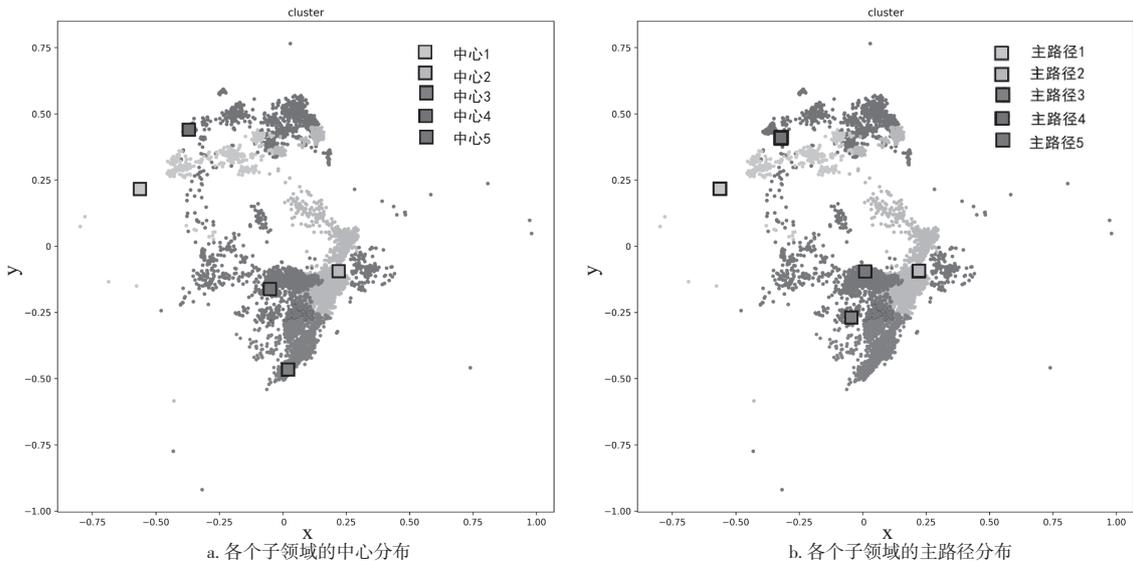


图 6 新型储能领域的子技术划分和主路径选择

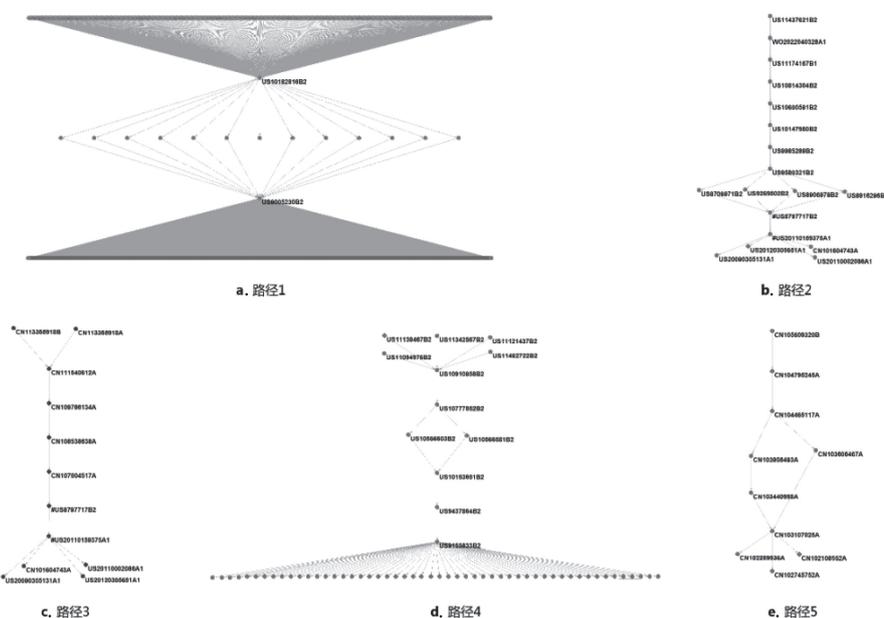


图 7 新型储能领域的子技术划分和主路径选择

表 3 各子技术领域主路径的相关信息

路径编号	路径长度	遍历权重	路径主题
1	5	0.356	医疗器械中的电池系统和充电技术
2	12	0.113	用于储能设备制造的化学电池碳复合材料
3	8	0.002	包含碳材料的超级电容器制备方法
4	8	0.000 6	电池系统设计和部件制造技术
5	7	0.000 3	基于钴酸材料（钴酸镍、钴酸锌等）的电池材料制备方法

学储能的重要研究领域；自 2009 年安维亚系统公司申请公开号为“US 20090305131A1”的专利“具有特定负极成分的高能锂离子电池”后，这种对特定负极成分研究的发展经历了超纯合成碳材料、中孔碳材料、活性炭冷冻凝胶、硅碳材料、嵌锂材料等阶段，实现了本领域技术的不断进步。

(3) 路径三：包含碳材料的电容器制备方法

这个领域为包含碳材料的电容、电极制造技术，相比路径二专注于碳材料本身的设计和研发，路径三更聚焦将这些碳材料应用于化学电池的电容、电池等部件以提升电池性能。这条路径呈现明显的中国国家知识产权局受理专利和美国专利商标局受理专利混合的现象，同时能够看到，虽然这条主路径前一阶段，即从源点到 CN 107004517A 这一阶段主要由美国和欧洲专利权

人把持，相应的专利权人包括巴斯夫欧洲公司（拥有 3 件专利）、安维亚系统公司（拥有 1 件专利）、威斯康星校友基金会（拥有 1 件专利）和 PPG 工业（俄亥俄）公司。但随着技术发展，这条主路径逐渐变为中国公司，包括晋江瑞碧科技有限公司和武夷学院（共同拥有 2 件专利）、武夷学院和武夷山碧空环保科技有限公司（共同拥有 1 件专利）、深圳新源柔性科技有限公司（拥有 1 件专利）、深圳特新界面科技有限公司（拥有 1 件专利）。这显示了中国在这个子领域的巨大潜力。

(4) 路径四：电池系统设计和部件制造技术

在这个领域中具有里程碑意义的核心专利仍然由美国和日本把持，在非源点和终点的 7 件专利中，有 6 件由美国专利权人 24M 公司把持，显示了这家公司在电池系统设计和部件制造

技术上的统治地位。从这条主路径存在 52 个源点来看, 电池系统设计和部件制造是一项集成度较高的技术领域, 需要多种技术相结合以实现方法创新, 可以看到电池结构设计技术(如 US 20090017379A1、US 6979512B2)、电极设计技术(如 WO 2012024499A1、US 20120164499A1)、流体分配技术(如 WO 2009151639A1、US 8133629B2)、电解液再生技术(GB 2374722A、US 4956244A)等。在麻省理工学院融合这些基础技术并形成集成创新相关专利 US 9153833B2 后, 于 2014 年被授权和权利专利到 24M 公司, 并在之后形成这个领域的技术主干道, 后来者从电池修复方法、电池制造方法、多电池串联充电方法以及充电过程中的电池保护方法、电解质流动方式优化等多个角度展开创新, 推动这个技术框架的不断完善和优化。

(5) 路径五: 基于钴酸的电池材料制备方法

这个子领域内容更加聚焦, 即基于钴酸材料的电池部件, 如电极、电容等的制备技术。这条主路径上专利权人均来自中国高校和科研院所, 其中安徽师范大学和东华大学各拥有 2 件专利, 复旦大学、同济大学、吉林大学、中国科学院电工研究所、中国科学院山西煤炭化学研究所和新疆维吾尔自治区产品质量监督检验研究院各拥有 1 件专利。从这条主路径的拓扑权重为 5 条主路径中最小, 可见当前这条主路径在整个新型储能领域重要性较弱, 且在这条主路径上专利的法律状态并不稳定, 全部 10 件专利中仅有 2 件当前处于有效状态。由此可以看到, 目前国内在这个子领域的研究尚处于科研探索和布局阶段, 并未形成占据主导地位的方法框架。

3.3 技术创新总体发展态势分析

在前面对新型储能各个子领域技术发展脉络分析的基础上, 本节对这个领域总体态势展开分析, 以便从全局视角出发, 为国家出台相关政策引导新型储能产业健康发展提供事实依据。首先, 本文将候选路径的拓扑权重划分到不同数值区间, 进而用不同形状的散点将处于不同区间的候选路径表示出来, 如图 8a 所示。由于拓扑权

重反映了路径在引文网络中知识流量大小, 因此可以作为这条路径所包含技术重要性和影响力的测度指标。从图 8a 中不难看出, 新型储能领域中最重要和有影响力的技术为医疗器械中的电池系统和充电技术, 这反映出这个领域存在明显的技术溢出现象, 重要的技术创新往往发源自需求旺盛、资金充沛的医疗器械行业, 并逐步向其他行业渗透。相比之下, 电池复合材料的设计和生产技术、电池结构的设计和部件制造技术的重要性和影响力逐渐降低。这显示出新型储能技术度过了技术生命周期早期的技术试错阶段, 已经形成占据主导地位的电池结构和制造技术, 但在重要部件, 如电池复合材料的设计和生產上依然存在巨大的优化空间, 结合能源技术本身的长生命周期特点不难推出, 在未来一段时期电池复合材料的设计和生產将是世界各国争先布局的重点方向。

由于专利引用的国别偏好, 即来自某专利权人所属国别的专利倾向于引用来自同一国家的其他专利, 这种现象导致同一候选路径上的大多数专利来自同一国别。因此, 本文对候选路径的所属国别进行梳理并形成技术所属国别分布图, 如图 8b 所示。从图 8b 不难看出, 在新型储能领域中中国和美国占据绝对优势, 但这两个国家在技术布局上存在明显差别, 美国占据了新型储能技术创新的核心位置, 其技术分布覆盖医疗器械中的电池系统和充电技术、电池复合材料的设计和生產技术。相比之下, 虽然中国专利的数量更多、布局范围更广, 但其所在领域的重要性显著低于美国。一方面, 显示出中国专利的质量、价值和美国相比仍有一定差距, 在一段时间内专利创造性和价值的提升仍然是国家知识产权管理机构的重要工作内容; 另一方面, 虽然美国在专利数量上不到中国的一半, 但这并不妨碍它在新型储能领域拥有稳固的核心技术和雄厚的技术储备。我国新型储能技术的发展机会更多地是在这个领域快速发展的研究方向上, 如新型电池材料的设计和制备方法等, 以期获得行业技术优势并实现对产业链上游的突破。

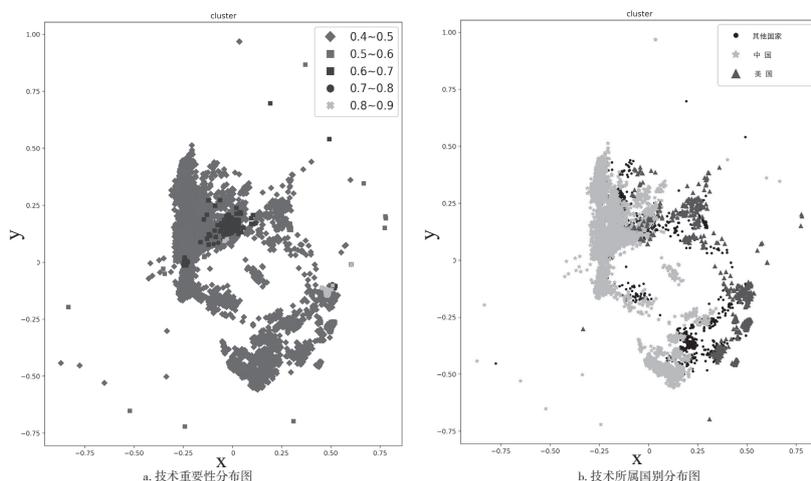


图 8 新型储能技术发展总体态势

4 总结与前瞻

近年来,新型储能技术快速发展,相关专利的公开数量增长迅速,新型储能技术的研究热点集中在电池结构设计和电池原材料(包括电解质、电极材料、电容材料等)的研发上。技术发展过程中存在显著的技术溢出现象,即医疗器械制造商是电池设计与制造的重要研发力量,而这些电池设计、制造技术又因为其基础性和通用性而外溢到其他行业领域。如新型储能领域。我国在新型储能领域的专利数量众多,在世界范围内排名第一,美国排名第二。但通过语义主路径分析,发现中美两国在技术研发上各具特色,美国在医疗器械中的电池系统和充电技术、电池系统设计和部件制造技术以及化学电池碳复合材料等技术方向上深耕多年、实力雄厚,而中国在新型储能的基于钴酸的电池材料制备方法领域发力,以求弯道超车,同时中国专利权人立足于电池材料制备技术,寻求在新型储能产业链的上游取得突破。如从主路径三可见,中国专利权人逐渐接替美国专利权人产出具有里程碑意义的专利,从而占据这项技术方向的重要位置。

后续研究将继续关注以下3个方面:①技术发展态势的深度挖掘。本文从基本统计和技术演化两个角度对新型储能展开技术分析,为研究者梳理出这一领域的子技术划分及其发展脉络,未

来研究将会拓展到更为深刻的新兴技术识别、技术机会发现和技术前沿探测等服务场景,为国家科技政策制定和企业技术路线选择提供有效的情报支持。②技术挖掘方法的深入研究。从某种程度上讲,技术是此前已有技术的新组合,具有体系化、结构化的特点,未来研究中将对专利文本信息结构化,以完成细粒度技术要素的抽取和对技术新颖性、创造性的量化,从而为技术管理前沿问题如突破性创新识别和颠覆性技术预测的解决奠定良好基础。③为我国新型储能技术提供发展建议。从本文分析可知,中国专利虽然在数量远多于美国专利,但美国在新型储能各个子技术领域上处于绝对优势,中国更多扮演追赶者的角色,深入探讨中美专利权人在专利统计数据 and 行业技术水平上的矛盾及其成因,进一步给出我国技术发展规划和战略决策建议,就显示出迫切性和重要的研究价值。

参考文献

- [1] 国家能源局综合司. 新型储能项目管理规范[J]. 电力设备管理, 2021(11): 22, 28.
- [2] 吕祥惠, 仇宝艳, 乔鸿. 基于本体的专利知识发现体系研究[J]. 计算机与信息技术, 2008(7): 5.
- [3] 王朔, 周格, 禹习谦, 等. 储能技术领域发表文章和专利概览综述[J]. 储能科学与技术, 2017, 6(4): 29.
- [4] 张彬, 陈永翀, 张艳萍, 等. 锂浆料电池国际专利技术分析[J]. 储能科学与技术, 2017, 6(5): 1000-1007.

- [5] MEJIA C, KAJIKAWA Y. Emerging topics in energy storage based on a large-scale analysis of academic articles and patents[J]. Applied energy, 2020(263): 114625.
- [6] HARELL G, DAIM T U. Forecasting energy storage technologies[J]. Foresight, 2009, 11(6): 74–85.
- [7] KUMAR V, LAI K K, CHANG Y H, et al. Mapping technological trajectories for energy storage device through patent citation network[C]//2018 9th International Conference on Awareness Science and Technology (iCAST). Piscataway, NJ: IEEE, 2018: 56–61.
- [8] ABBAS Z, YONG L, LI Y, et al. Patent- based trend analysis for advanced thermal energy storage technologies and their applications[J]. International journal of energy research, 2020, 44(7): 5093–5116.
- [9] CHEN L, XU S, ZHU L, et al. A semantic main path analysis method to identify multiple developmental trajectories[J]. Journal of informetrics, 2022, 16(2): 101281.
- [10] WIPO. Guide to using patent information[EB/OL]. [2019–08–19]. https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_1434_3.pdf.
- [11] RODRIGUEZ A, LAIO A. Clustering by fast search and find of density peaks[J]. Science, 2014, 344(6191): 1492–1496.

(上接第18页)

后续的研究将考虑融合更多其他类型产出数据开展实证分析等。

参考文献

- [1] 黄颖, 李瑞楠, 刘晓婷, 等. 科研团队学: 内涵、进展与展望[J]. 图书情报工作, 2022, 66(4): 45–55.
- [2] LIU Y, WU Y, ROUSSEAU S, et al. Reflections on and a short review of the science of team science[J]. Scientometrics, 2020(9): 1–14.
- [3] 卡曾巴赫, 史密斯. 团队的智慧[M]. 北京: 经济科学出版社, 1999: 9.
- [4] 廖青云, 朱东华, 汪雪峰, 等. 科研团队的多样性对团队绩效的影响研究[J]. 科学学研究, 2021, 39(6): 1074–1083.
- [5] XIA Zhichen, YU Hong, YANG Fan. Benevolent leadership and team creative performance: creative self-efficacy and openness to experience[J]. Frontiers in psychology, 2022(12): 745991.
- [6] 汤建民. 学术研究团队的可视化识别及评估方法研究: 以科学学研究领域为例[J]. 情报学报, 2010, 29(2): 323–330.
- [7] 王曰芬, 杨雪, 余厚强, 等. 人工智能科研团队的合作模式及其对比研究[J]. 图书情报工作, 2020, 64(20): 14–22.
- [8] WU L, WANG D, EVANS J A. Large teams develop and small teams disrupt science and technology[J]. Nature, 2019, 566(7744): 378–382.
- [9] 丁堃, 刘则渊, 刘盛博. 科学学与科技管理合著网络特征及大学团队中的地位[J]. 科学学与科学技术管理, 2009, 30(12): 10–15.
- [10] 李纲, 李春雅, 李翔. 基于社会网络分析的科研团队发现研究[J]. 图书情报工作, 2014, 58(7): 63–70, 82.
- [11] GORSKA A, KORZYNSKI P, MAZUREK G, et al. The role of social media in scholarly collaboration: an enabler of international research team's activation? [J]. Journal of global information technology management, 2020, 23 (4): 273–291.
- [12] 伊振中, 丁荣贵, 张体勤. 基于复杂网络理论的学术创新团队大样本辨识路径研究: 以1997—2006年CSSCI社会学领域数据为例[J]. 山东社会科学, 2009(10): 91–95.
- [13] 汪云林, 李丁, 付允, 等. 国家自然科学基金合作网络分析: 以中国西部环境和生态科学为例[J]. 研究与发展管理, 2008, 20(2): 102–106.
- [14] LEE O J, HONG S, KIM J T. Inter-institutional research team formation based on bibliographic network embedding[J]. Mobile information systems, 2021(February): 1–12.
- [15] 邢晓昭, 吕红能. 基于结构复杂性的科研团队类型划分及特征分析: 以电动汽车领域为例[J]. 中国科技资源导刊, 2021(2): 101–110.
- [16] GUNNAR S, RONALD R, LIN Z. Measuring scientific contributions with modified fractional counting[J]. Journal of informetrics, 2019, 13(2): 679–694.
- [17] ZHAO S X, YE F Y. H-Efficiency: measuring input-output performance of research funds[J]. Current science, 2011, 101(1): 21–22.