中国科技资源导刊 ISSN 1674-1544
2024 年 7 月 第 56 卷第 4 期 63-72

CHINA SCIENCE & TECHNOLOGY RESOURCES REVIEW
ISSN 1674-1544 Vol.56 No.4 63-72, Jul. 2024

专利主题关联视角下储能技术演化分析

徐 进 赵长宇 王范华 范慧博
（国家电投集团内蒙古能源有限公司，内蒙古通辽 028011）

摘要：利用专利主题关联视角对储能技术演化进行分析，深度挖掘专利数据，以揭示储能技术的创新轨迹和关键节点。建立LDA模型并结合主题前沿性和新颖度指标筛选出具有前瞻性的技术主题，并综合考虑专利创新性、有效性以及主题贡献率等建立主题之间的语义关联矩阵。研究表明，以专利主题关联视角进行前沿主题识别和技术演化具有一定的可行性。研究结果为储能领域的技术主题识别和技术演化分析提供了参考借鉴。

关键词：专利主题关联；储能技术，演化分析；主题识别；技术演化

DOI：10.3772/j.issn.1674-1544.2024.04.008 **CSTR：**15994.14.issn.1674.1544.2024.04.008

中图分类号：TK02 **文献标识码：**A

Evolution Analysis of Energy Storage Technology from the Perspective of Patent Topic Correlation

XU Jin, ZHAO Changyu, WANG Fanhua, FAN Huibo
(SPIC Nei Mongol Energy Co., LTD., Tongliao 028011)

Abstract: From the perspective of patent topic correlation, this study analyzes the evolution of energy storage technology, aiming to reveal the innovation trajectory and key nodes of energy storage technology through deep mining of patent data. Using the LDA model, this paper selects forward-looking technical topics along with frontier and novelty indicators. Then, this paper establishes a semantic correlation matrix between topics considering patent innovation, effectiveness, and topic contribution rate. The research results indicate that it is feasible to identify cutting-edge topics and analyze technical evolution from the perspective of patent topic association. This result provides a reference for identifying technical topics and analyzing technological evolution in the field of energy storage.

Keywords: patent subject association, energy storage technology, evolutionary analysis, topic recognition, technical evolution

0 引言

储能技术是能源领域变革的核心，在实现“碳达峰碳中和”的目标中发挥了关键性作用。国家发展改革委和国家能源局于 2022 年 3 月发布的《“十四五”现代能源体系规划》指出要加快新型储能技术规模化应用。因此，要拓宽储能应用场景，推动电化学储能、梯级电站储能、压缩空气储能、飞轮储能等技术多元化应用，探索储能聚合利用、共享利用等新模式新业态。由此

作者简介：徐进（1967—），男，国家电投集团内蒙古能源有限公司正高级工程师，研究方向为新能源科学与工程；**赵长宇**（1972—），男，国家电投集团内蒙古能源有限公司高级工程师，研究方向为新能源科学与工程；**王范华**（1982—），男，国家电投集团内蒙古能源有限公司高级工程师，研究方向为新能源科学与工程；**范慧博**（1992—）男，国家电投集团内蒙古能源有限公司工程师，研究方向为新能源科学与工程（通信作者）。

收稿时间：2024 年 3 月 28 日。

可见，把握储能技术的发展现状和潜在趋势对实现储能技术的高质量发展至关重要。

专利是一种无形资产，凭借其蕴含丰富的技术信息成为把握技术发展趋势和创新方向的重要数据源。相较于传统方法，专利主题关联分析作为揭示技术演化的强大工具，具有更高的解析度和信息密度，能够帮助我们更全面地理解储能技术的发展趋势，为储能领域研究人员提供深入了解储能技术发展的新视角。本文从专利主题关联视角对储能技术演化情况进行分析，深度挖掘专利数据，揭示储能技术的创新轨迹和关键节点，为领域从业人员进行技术路线选择、战略决策、技术前沿预判提供事实依据。

1　研究现状

1.1　专利在技术演化分析中的研究

技术演化相关研究主要是将专利作为分析对象，在内容上主要聚焦技术演化路径识别方法进行探索[1]。具体可分为基于专利分类的技术演化路径识别、基于专利引文的技术演化路径识别、基于专利文本的技术演化路径识别、基于融合信息的技术演化路径识别四大类。基于专利分类的技术演化路径识别主要是借助国际专利分类IPC、美国专利分类USPC、合作专利分类CPC、德温特手工代码MC等专利分类号来表述技术的发展趋势和研发动向[2]；基于专利引文的技术演化路径识别[3]是利用专利引文网络，结合网络结构的节点属性、边属性、主要路径等不同要素展开技术演化分析；基于专利文本的技术演化路径识别[4]是通过专利标题、摘要、权利要求项、说明书等专利文本特征的分析，通过词频统计、关键词聚类等解释技术的演化过程；基于融合信息的技术演化路径识别[5]将专利的技术分类、引文和专利文本等不同内容进行融合，深度解释技术主题之间的继承关系，避免了单一数据的局限性，技术演化分析精确度更高。

1.2　基于主题的技术演化分析

主题识别与关联的研究起源于主题探测与追踪（topic detection and tracking，TDT）技术[6]。在情报学领域，主题关联分析一般是指利用聚类、主题模型等方法对文本内容进行主题发现、主题识别。主题关联的常用方法是各种主题模型，辅以聚类算法和可视化分析[7]，目前使用LDA（latent dirichlet allocation）及其衍生模型识别技术主题仍占主流[8-9]。关鹏等[10]利用LDA主题模型提出一种主题语义演化分析方法，从语义内容层面揭示学科领域不同发展阶段中主题的演化规律，为学科知识创新服务提供决策支持；陈亮等[11]使用hLDA模型自动从专利数据集中抽取主题树和主题—词汇概率分布并进行时间序列分析。

结合国内外研究现状，笔者拟从专利主题关联视角，融合专利类型、法律状态、摘要文本等不同字段，实现储能领域前沿主题识别和关联分析，以期实现储能领域的技术主体识别和演化分析。

2　数据介绍

2.1　储能技术分类

储能技术作为能源系统中的关键组成部分，在应对能源转型和可再生能源波动性等方面发挥着至关重要的作用。根据储能技术的技术特点分为物理储能、电化学储能、电磁储能、化学储能和热（冷）储能五大类。此外，还包括热泵储能等新型储能技术[12-13]。通过调研储能领域的国内外发展现状，对相关内容进行分类梳理和技术分解，得到储能领域技术关键词，如表1所示。

2.2　数据来源

基于表1中的技术关键词确定检索词，将得到的检索词与IPC分类号相结合编辑检索式，并通过智慧芽PatSnap全球专利数据库进行储能领域专利检索。申请年限制为2017—2023年，检索时间为2023年9月，最终检索得到15 150件专利（每件申请显示一个公开文本）。经过去重、筛选等工作，结果共得到储能技术相关专利申请12 722件。

2.3　储能技术专利基本情况

2.3.1　申请趋势分析

图1展示了2017—2023年储能领域相关全

球专利的申请趋势。从图 1 可以看到，在 2017—2022 年间，储能领域的专利申请量呈现逐年递增的态势。其中，2017—2020 年的专利申请趋势相对较缓，而 2020 年后此领域的专利申请量明显增加。

2.3.2　专利类型及简单法律状态分析

2017—2023 年储能领域相关全球专利的类型如图 2 所示。这个领域的专利类型主要涉及发明专利和实用新型专利。其中，发明专利有 9 050 件，占专利总量的 71.14%。在检索到的全球专利中，有效专利有 6 027 件，占全部专利的 47.34%；处于审中状态的专利有 4 401 件，占全部专利的 34.59%；失效专利有 1 865 件，占全部专利的 14.66%。

2.3.3　技术主题分析

专利技术的主题分布在一定程度上能够反映某一时间范围内这个领域比较受关注的技术研发热点。表 2 显示了储能领域的IPC分布情况。具体来看，H02J3、H02J7、F28D20 分类下的专利申请数量相对较多，主要涉及电化学储能、物理储能、电磁储能和热储能等储能方向。

3　专利主题关联视角下前沿技术演化分析

基于专利主题关联视角下对储能领域进行前沿技术演化分析的主要技术路线为：①储能领域专利数据集构建，对储能领域的专利数据进行预处理，构建储能领域的专利数据集；②前沿主题识别，利用专利数据，基于LDA模型识别技术主题，然后构建前沿指标筛选前沿技术主题；③主题关联分析，利用专利创新性、专利有效性、专利主题贡献率 3 个指标构建主题—专利文本关联，根据主题相似度构建主题—主题关联，

表 1　储能领域技术关键词

一级技术关键词	二级技术关键词
物理储能	飞轮储能、抽水储能、压缩空气储能、重力储能
电化学储能	铅蓄电池储能、铅酸电池储能、锂离子电池储能、钠硫电池储能、钠离子电池储能、液流电池储能
电磁储能	超级电容器储能、超导储能
热（冷）储能	相变储能（潜热储能）、显热储能、熔融盐储能、其他热储能
化学储能	氢储能、氨储能
其他新型储能	热泵储能、压缩二氧化碳储能、其他新型储能
混合/复合储能	混合储能

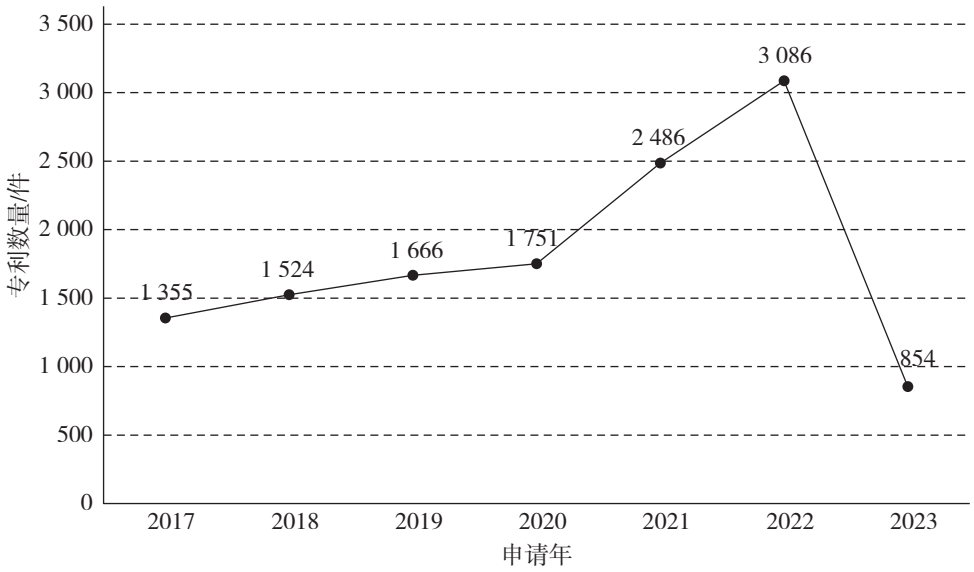

图 1　2017—2023 年储能领域相关全球专利申请趋势

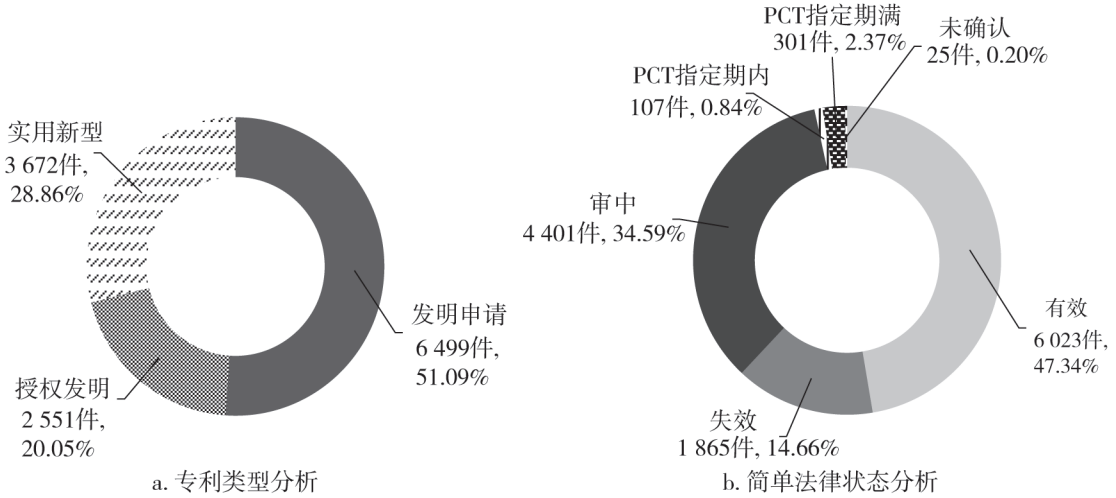

图 2　专利类型分析与简单法律状态分析

表 2　储能领域IPC分布情况

分类号	含义	专利数量/件	占比/%
H02J3	交流干线或交流配电网络的电路装置[2006.01]	3 870	28.09
H02J7	用于电池组的充电或去极化或用于由电池组向负载供电的装置[2006.01]	2 261	16.41
F28D20	一般热贮存装置或设备；不包含在组F28D17/00或F28D19/00中的再生式热交换设备[2006.01]	1 861	13.51
H01M10	二次电池；及其制造	1 473	10.69
H01M50	除燃料电池外的电化学电池非活性部件的结构零部件或制造工艺，例如:混合电池[2021.01]	1 036	7.52
H02J15	存储电能的系统（所用的机械系统入F01至F04；化学形态的入H01M）[2006.01]	998	7.24
F01D15	适用于特殊用途的机器或发动机；发动机与其从动装置的组合装置（调节或控制见有关各组；主要是涉及从动装置方面的，见装置的有关各类）[2006.01]	644	4.67
H01G11	混合电容器，即具有不同正极和负极的电容器；双电层（EDL）电容器；其制造方法或其零部件的制造方法[2013.01]	571	4.14
F24S60	用于存储由太阳能集热器收集的热量的装置（工作流体形成池或塘入F24S10/10）[2018.01]	539	3.91
H02K7	结构上与电机连接用于控制机械能的装置，例如结构上与机械的驱动机或辅助电机连接[2006.01]	523	3.80

实现储能技术的发展演化情况。方法框架如图3所示。

3.1　前沿主题识别

3.1.1　技术主题识别

LDA主题模型具有较好的灵活性、拓展性，可以有效提高主题识别的准确性，因此本文选取LDA主题模型实现储能领域的技术主题识别[14]。首先设置最佳主题个数k、语料库的迭代次数*passes*、确定文档主题狄利克雷先验分布的超参数α和决定主题词汇狄利克雷先验分布的超参数β等参数完成LDA主题建模。由于gensim库可以在LDA主题模型中自动学习超参数α、β的优先级。为了控制人工设置超参数的误差范围，本文将超参数α、β设定为‘auto’。主题一致性分数是通过测量主题中得分较高的单词之间的共线概率表示其语义相似程度，从而来衡量主题的一致性。由此，本文选用主题一致性分数来确定最佳主题个数，采用主题一致性分数对最佳主题个数k进行评价，即当主题一致性分数最高时，k取最优值。根据不同年份数据集的主题一致性确定最佳主题个数，2017—2023年专利最佳主题个数分别为k=22、k=22、k=16、k=12、k=12、k=14、

k=8。在主题模型构建完成后，对不同年份的专利数据集分别抽取k个技术主题，并保留剔除噪音词后的主题下前N个分布概率较高的单词，以提高主题的可解释性。利用Python将主题进行可视化展示，图 4 展示了 2017 年专利数据集中抽取的主题 3 的气泡图示例。

其中，2017 年专利技术主题主要包括电池储能系统控制、抽水蓄能机组系统及其管理方法、单罐熔盐蓄热系统等 22 个；2018 年专利技术主题主要包括电化学储能系统的调频控制和动态调度、电池储能装置及系统研发、相变储热系统等 22 个；2019 年专利技术主题主要包括电网的动态规划和储能调度、电网储能、基于超级电容器的充放电装置及电池系统等 16 个；2020 年专利技术主题主要包括高压储能系统、移动储能系统、储能系统电路波动控制等 12 个；2021 年专利技术主题主要包括电化学发电控制系统/装置、太阳能蓄热储能系统等 12 个；2022 年专利技术主题主要包括储能系统运行成本优化方法、储能电池控制方法等 14 个；2023 年专利技术主题主

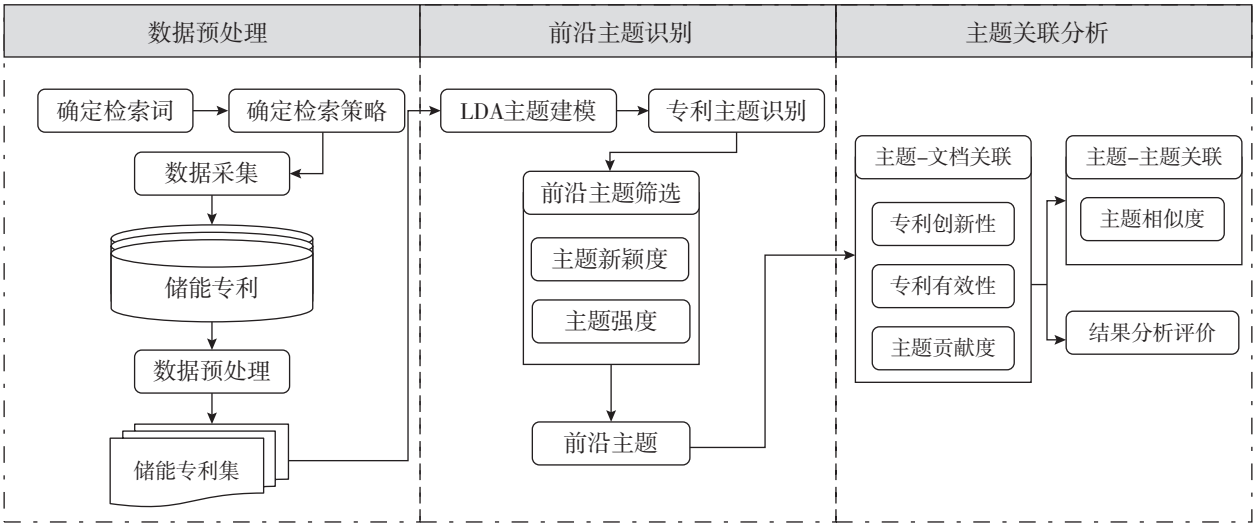

图 3　前沿技术主题关联分析框架

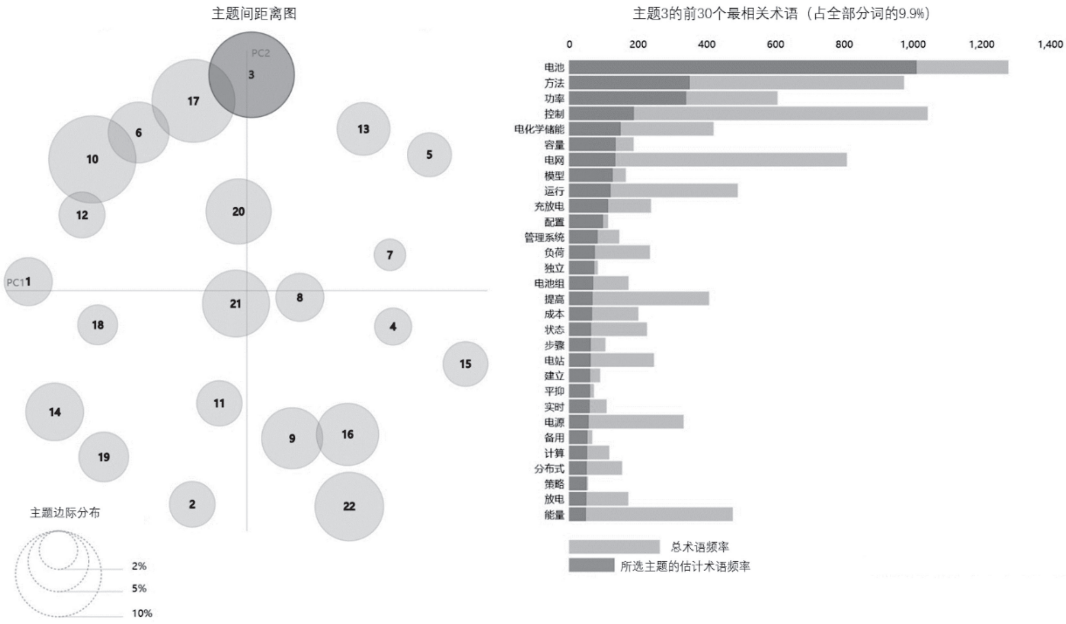

图 4　技术主题气泡图（部分）

要包括储能电池充电方法及系统、多类型储能调峰控制方法等8个。

3.1.2　前沿主题筛选

前沿技术通常是通过引入新的理念或方法来解决现有问题或满足新的需求，往往是在现有技术基础上的进一步发展和突破，在技术和应用方面处于引领地位。具体来讲，前沿技术是指在指定时间窗内文献关注度高且文献发表时间具有新颖属性的技术主题。由定义梳理出前沿技术的主要特征为新兴性[15]、高关注度[16]，并根据这两个特征构建主题新颖度、主题强度两个指标筛选前沿主题。

（1）主题新颖度

主题新颖度是指主题下所有文献的平均发表时间，主题新颖度主要用来衡量主题的新颖性程度。如果某个主题下文献的平均发表年份越新，则说明该主题体现的技术研究方向具有的新颖性越高[17]。$N_{(i)}$表示第i个主题的新颖度值，m表示同一年份的主题下专利申请的月份，n表示不同专利申请的月份下专利申请数量，$n^{(m)}$表示第i个主题第m个月的专利申请数量，$n_{总}$表示主题i下所有的专利申请数量。具体的计算公式如下：

$$N_{(i)}=\frac{\sum_m n^{(m)}}{n_{总}} \tag{1}$$

（2）主题强度

主题强度是主题在整个文档集合中所占的权重，是衡量研究主题关注程度的重要指标[16]。主题强度采用该研究主题在全部科学文献中的权重的总和与总文献量的比值来表示。其中T_j表示第j个主题的主题强度值，$T_j^{(d)}$表示文档d属于第j个主题的概率值（即第j个主题在文档d上的权重），M表示专利申请总数量。具体计算公式如下：

$$T_j=\frac{\sum_d T_j^{(d)}}{M} \tag{2}$$

相应的各数据集下专利主题抽取的主题—词汇分布部分结果如表3所示。由于篇幅所限，表3中仅列举部分主题中概率最高的前25个词汇。

3.2　主题关联分析

3.2.1　主题—文档关联

本研究通过专利的类型、法律状态、专利文本和主题的关系构建专利创新性、专利有效性、主题贡献率三个指标，将主题和主题下$Top(n)$专利文档进行关联，来提高主题的可解释性。利用专利创新性、专利有效性、主题贡献率三个指标构建成公式3，计算前沿主题下专利的关联值。根据主题－文档关联值筛选前沿主题下的$Top(n)$支持专利文档，进而提高主题的可解释性。其中$F(i)$表示主题T第i篇专利的主题－文档关联值，$C_{(i)}$表示第i篇专利的专利创新性，$E_{(i)}$表示第i篇专利的专利有效性，$P_{(i)}$表示该文本属于主题的概率值。主题T下主题－文档关联值计算公式如公式3：

$$F(i)=C_{(i)}*E_{(i)}*P_{(i)} \tag{3}$$

根据主题—文档关联值从大到小排序选择主题下TOP 5文档进行主题—文档关联，如表4所示。

3.2.2　主题—主题关联

技术发展具有一定的连续性。本文对3.1节得到的前沿主题进行时序性分析。对不同年份的前沿主题两两进行余弦相似度计算，跟踪不同年份下前沿主题的发展演化情况，并利用python绘制桑基图进行主题演化可视化展示，从中梳理出储能技术领域两条主要的演化路径，详细结果如图5所示。

（1）技术演化路径1：储能系统的规划配置及其并网后的动态调配趋向定制化、场景化、移动化、智能化。如何对储能进行合理规划配置，满足不同应用场景下相关需求，同时改善经济性，提升系统综合效能，成为亟待解决的难题。2017_5主要技术主题为抽水蓄能机组系统及其管理方法，如专利“一种抽水蓄能机组故障预测与健康管理系统和方法”“非线性抽水蓄能机组调速系统增益启发式自适应PID控制方法”，主要是以抽水蓄能为对象，对蓄能机组进行运行监测、调速控制；2018_6的技术主题为

表 3　前沿主题词汇分布（部分）

主题序号	主题词汇
2017_3	电池/方法/功率/控制/电化学储能/容量/电网/模型/运行/充放电/配置/管理系统/负荷/独立/电池组/提高/成本/状态/步骤/电站/建立/平抑/实时/电源/备用
2017_5	机组/蓄能/抽水/废弃/井巷/抽水储能/水道/方法/状态/物理储能/利用/可逆/运行/基站/参数/地表/巷道/空间/解决/故障/机电/地面/储热罐/数据/电力
2018_4	电池/装置/模块/电池组/电化学储能/连接/保护/管理系统/控制/充放电/电源/提高/安装/功能/单体/继电器/安全性/相连/串联/终端/减震/并联/智能/负极/电阻
2018_6	方法/功率/电网/电池/控制/运行/模型/负荷/容量/调度/状态/电化学储能/出力/配置/微网/分布式/目标/计算/步骤/能量/建立/充放电/数据/频率/利用
2018_17	单元/电容/直流/控制/连接/电压/输出/充电/电路/功率/母线/装置/输入/模块/电源/控制器/交流/负载/电能/电流/方法/双向/信号/电网/电磁储能
2019_10	方法/功率/电网/控制/负荷/模型/运行/调度/步骤/计算/容量/状态/目标/频率/数据/出力/电化学储能/风电/能量/建立/充放电/最优/时间/提高/动态
2019_12	模块/电容/电路/电源/电压/连接/充电/电容器/输出/电磁储能/超级电容器储能/控制/模组/能量/电流/保护/故障/开关/装置/输入/采集/放电/电阻/提供/并联
2020_3	模块/连接/控制/电池/单元/电容/电压/装置/电路/电源/输出/直流/充电/电网/开关/变流器/控制器/负载/功率/方法/提供/电流/母线/放电/能量
2020_5	压缩空气储能/空气/物理储能/装置/连接/机组/利用/发电机组/液态空气/发电机/液态/压缩机/高压/压缩空气/运行/压缩/方法/电能/调峰/提供/过程/低压/子系统/汽轮机/空气压缩机
2021_2	模块/电容/连接/直流/控制/电压/输出/电路/开关/电源/单元/母线/电池/输入/负载/充电/交流/装置/电流/电磁储能/模组/双向/信号/电网/超级电容器储能
2021_10	装置/相变/储热/相变储能/蓄热/换热/太阳能/热储能/材料/潜热储能/高温/连接/热量/余热/温度/加热/热水/热泵/介质/利用/提高/低温/烟气/入口/热管
2022_12	直流/连接/变流器/电压/母线/交流/电网/输出/电化学储能/控制/双向/蓄电池/装置/变压器/电池/开关/电流/电容/输入/电源/能量/变换/方法/控制器/接入
2022_13	方法/模型/运行/调度/目标/电池/容量/配置/数据/负荷/电网/电化学储能/成本/建立/参数/能源/构建/电站/出力/装置/计算/函数/功率/分布式/获取
2023_6	模块/充电/电池组/放电/控制/连接/状态/方法/电压/采集/电源/申请/子系统/单体/电流/输出/电能/数据/管理系统/装置/蓄电池/能量/电路/提供/金属
2023_7	方法/运行/功率/模型/电网/负荷/电站/目标/数据/配置/容量/控制/调度/步骤/分布式/建立/需求/能源/成本/机组/出力/策略/新能源/方案/混合储能

表 4　主题—文档关联（部分）

主题序号	文档标题	关联值
2017_5	一种抽水蓄能机组故障预测与健康管理系统和方法	0.74
	一种废弃井巷与地面空间井上下联合抽水储能系统与方法	0.67
	一种废弃井巷抽水储能的系统及方法	0.62
	利用虹吸效应的废弃井巷与地表联合抽水储能系统与方法	0.59
	非线性抽水蓄能机组调速系统增益启发式自适应PID控制方法	0.58
2018_6	考虑阶梯电价的家庭光伏和电池储能系统容量配置方法	0.80
	一种基于储能电池的二次调频控制方法及系统	0.80
	基于一致性理论的独立微电网分布式动态经济调度方法	0.80
	一种基于储能的光伏汇集系统功率稳定输出协同控制方法	0.80
	含光伏发电的电力系统运行控制方法及装置	0.80
2019_10	基于需求侧响应的微电网多时间尺度能量管理方法	0.80
	一种可再生能源和储能调度模型及调度方法	0.80
	一种基于动态规划算法的光伏场站侧电化学储能充放电计划制定方法	0.80
	一种主动配网动态规划方法	0.80
	电网侧及用户侧储能系统容量优化配置方法	0.80

（续表）

主题序号	文档标题	关联值
2020_3	一种基于模块化的移动储能系统	0.81
	一种高压输电线路稳定取能装置及其应用方法	0.8
	一种太阳能发电储能系统	0.80
	储能型STATCOM抑制换相失败的控制方法及逆变器控制方法	0.80
	一种三相多电平高压储能装置及其控制方法	0.80
2021_2	面向交直流混合供电方式的定制电力系统及其控制方法	0.69
	一种具有储能功能的模块化多电平变换器及其控制方法	0.68
	基于光储直流微电网的高压直流供电系统及其能量管理方法	0.68
	数据中心柔性供电系统及控制方法	0.67
	一种用于为铁路线缆采集传输单元供电的装置	0.67
2022_12	采用反并联晶闸管和快速机械开关进行并离网快速切换的储能装置	0.67
	一种组串式液流电池储能系统	0.67
	一种基于光伏发电的电力分配管理系统	0.66
	一种用于储能逆变一体装置后级的三电平双降压变换电路	0.66
	基于LADRC的光伏发电与储能混合系统及其控制方法	0.65
2023_6	一种太阳能电池充电控制方法、设备和存储介质	0.67
	一种基于BMS调节提高储能效率的电化学储能系统	0.67
	设备充电方法及系统	0.67
	状态信息显示方法、主机模块、电池模块和储能电源	0.67
	一种光伏储能电池管理系统	0.67

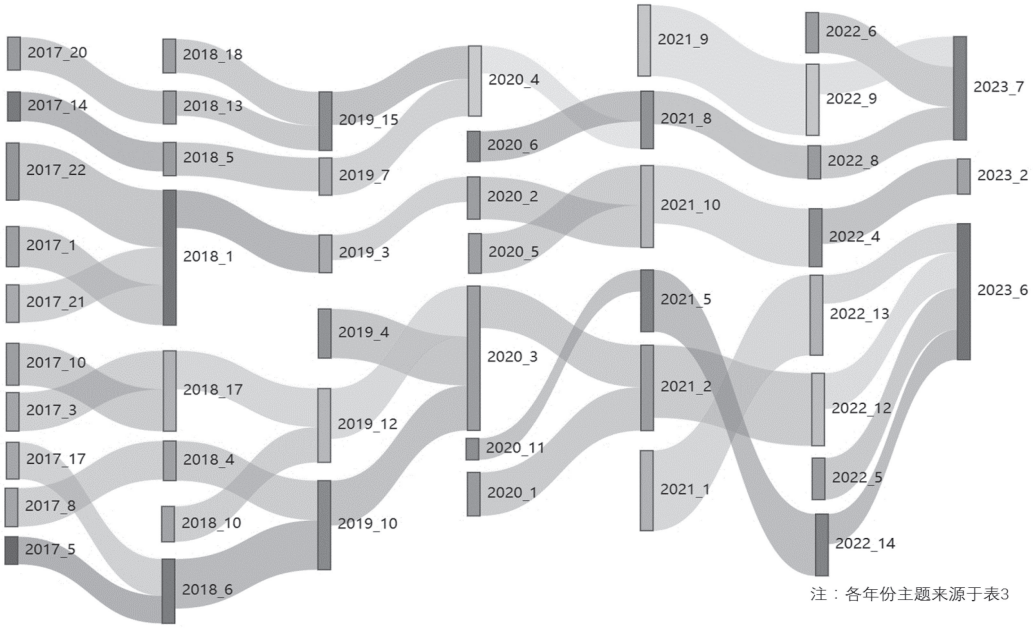

图5　主题演化桑基图

电化学储能系统的调频控制和动态调度，如专利“一种基于储能电池的二次调频控制方法及系统”“考虑阶梯电价的家庭光伏和电池储能系统容量配置方法”，主要是以储能电池为研究对象，如储能电池的调频、容量配置；2019_10的主题与2018年大致相同，仍为电网的动态规划和储能调度，如专利“一种可再生能源和储能调度模型及调度方法”“一种主动配网动态规划方法”；2020_3的主题内容包含了高压储能系统、移动储能系统，如专利“一种基于模块化的移动储能

系统”“一种高压输电线路稳定取能装置及其应用方法”“一种三相多电平高压储能装置及其控制方法”，储能系统的应用场景逐渐趋向移动化和场景化；2021_2 的主题内容包含了交直流电混合供电方式、柔性供电系统、光储直流微电网等，如专利“面向交直流混合供电方式的定制电力系统及其控制方法”“数据中心柔性供电系统及控制方法”“基于光储直流微电网的高压直流供电系统及其能量管理方法”。从上述几个技术主题的演化路径来看，储能系统的研究对象从早期传统的抽水蓄能逐渐向电化学储能、光储一体等多样化、新型储能等研究方向发展。另外，储能系统及其并网后的动态调配由故障修复、动态监测等逐渐向定制化、场景化、移动化、智能化发展。

（2）技术演化路径 2：2018_4、2019_10、2020_3、2021_2、2022_12、2023_6 这 6 个技术主题均涉及电化学储能。电化学储能相较于其他储能技术，在技术、成本、建设周期以及转换效率等多个方面具有一定优势，近年来已逐渐成为重点发展的一种储能技术[18]。2017_3、2018_17、2019_12、2020_3 这几个技术主题主要以电化学储能系统产业中游环节中的储能系统集成为主。其中，2018_4 的技术主题包含了电池储能装置及系统研发，如专利“一种具有减震功能的大容量电池储能装置”“一种电池集装箱智能储能系统及其工作流程”，主要研究了电池储能装置的组成、储能系统的工作流程；2019_10 和 2020_3 的技术主题均包含了储能电池组或储能电池装置的控制，如专利“一种基于动态规划算法的光伏场站侧电化学储能充放电计划制定方法”“一种三相多电平高压储能装置及其控制方法”均涉及电池充放电控制。2020 年以后，可以看到，2021_2、2022_12 和 2023_6 主要以电化学储能系统产业下游环节中基于电化学储能的电力系统在电侧、电网侧的应用研究为主。从上述几个技术主题的演化路径中可以看出，随着电化学储能电池相关技术的日趋成熟，电化学储能方向的研究关注点从储能电池组与储能电池装置的集成及控制技术开始向电化学储能电池的应用技术转变。

4　总结与展望

本文引入前沿指标用于筛选前沿技术主题，采用定量评估方法识别最具前瞻性的技术方向；通过主题和专利文本的关联剖析了专利的关键性质与主题之间的关系，利用主题相似度构建主题—主题关联，为前沿技术演化提供了一个全新的研究框架。从专利主题关联视角分析来看，储能系统规划和并网后的动态调配逐渐趋向个性化、场景化、移动化和智能化，如何在不同应用场景中合理配置储能、满足需求、提升经济性和系统效能成为迫切需要解决的问题；电化学储能在技术、成本、建设周期和转换效率等方面具有优势，近年来成为重点发展的储能技术。未来可以在多学科领域的专利数据上进行有效性验证，以探索此方法的多学科适用性；在阈值的选择上，后续研究中应在领域专家的指导下对结果进行反复迭代，以寻求较为客观的相似度阈值。

参考文献

[1] 黄颖, 叶冬梅, 丁凤, 等. 技术演化路径识别: 内涵释义与研究进展[J]. 图书情报工作, 2022, 66(22): 142−154.

[2] ZHOU X, ZHANG Y, PORTER A L, et al.A patent analysis method to trace technology evolutionary pathways[J].Scientometrics, 2014, 100(3): 705−721.

[3] 桂婕, 陈亮, 余池. 基于专利视角的新型储能技术创新发展态势分析[J]. 中国科技资源导刊, 2023, 55(4): 100−110.

[4] 吴菲菲, 张亚茹, 黄鲁成, 等.基于AToT模型的技术主题多维动态演化分析: 以石墨烯技术为例[J].图书情报工作, 2017, 61(5): 8.

[5] 胡阿沛, 张静, 张晓宇.基于专利文献的技术演化分析方法评述[J].现代情报, 2013, 33(10): 5.

[6] 王诗炜, 陈春. 基于科学论文和技术专利关联关系识别潜在知识发现方法研究综述[J]. 数据分析与知识发现, 2023, 7(7): 18−31.

[7] 白如江, 冷伏海. k−clique社区知识创新演化方法研究[J]. 图书情报工作, 2013, 57(17): 86−94.

[8] 张力菠, 王格格. 电化学储能电池技术主题识别、演化及风险分析[J]. 储能科学与技术, 2023, 12(8):

2680−2692.
[9] 严俊. 基于主题模型的产业集群专利技术挖掘与演化方法研究[D]. 浙江:宁波大学,2019.
[10] 关鹏, 王曰芬, 傅柱. 基于LDA的主题语义演化分析方法研究: 以锂离子电池领域为例[J]. 数据分析与知识发现, 2019, 3(7): 61−72.
[11] 陈亮, 张静, 张海超, 等. 层次主题模型在技术演化分析上的应用研究[J]. 图书情报工作, 2017, 61(5): 103−108.
[12] 陈启梅, 郑春晓, 李海英. 基于文献计量的储能技术国际发展态势分析[J]. 储能科学与技术, 2020, 9(1): 296−305.
[13] 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): 810−838.
[14] BLEI M D, NG Y A, JORDAN I M.Latent dirichlet allocation[J].Journal of machine learning research, 2003, 3(4/5): 993−1022.
[15] 周萌, 朱相丽. 新兴技术概念辨析及其识别方法研究进展[J]. 情报理论与实践, 2019, 42(10): 162−169.
[16] 冯佳. 研究前沿识别与分析方法研究[D]. 长春:吉林大学, 2017.
[17] 白如江, 刘博文, 冷伏海. 基于多维指标的未来新兴科学研究前沿识别研究[J]. 情报学报, 2020, 39(7): 747−760.
[18] 申屠骁. 电化学储能系统产业现状及发展分析[J]. 机电信息, 2023(6): 28−30.

（上接第6页）

行管理，因此可以将科技报告权属情况体现于具体项目中。如在签订项目任务书时，不仅规定科技报告呈交时间和数量，还要根据项目性质，明确科技报告产权归属。当存在多个作者和项目承担单位时，科技报告属于合作作品，为避免纠纷，应通过合同约定科技报告权利归属、各自份额，以及后续开发利用的利益分配等。

（3）寻求科技报告共享与保护之间的平衡。对于著作权作品，共享意味着更多人能够看到，代表公益，而知识产权保护则代表专有、垄断，代表私益。科技报告兼具公私双重属性，因此寻求公私利用平衡是确定其权利归属和后续开发利用的根本原则。在确定科技报告开放共享、出版发行、数据分析等服务规范时，要充分考虑其法律属性，在保护科技报告知识产权同时，亦不能过度压缩公共空间，否则将不利于整个社会进步和创新。

参考文献

[1] 国务院办公厅.国务院办公厅转发科技部关于加快建立国家科技报告制度指导意见的通知(国办发〔2014〕43号)[EB/OL].(2014−09−30)[2023−12−13]. https://www.gov.cn/gongbao/content/2014/content_2758704.htm.
[2] 潘世萍, 李名选. 美国国家档案馆接收科技档案带给我们的启示: 兼论科技报告的档案属性[J]. 档案学研究, 2017(5): 113−116.
[3] 贺德方, 曾建勋. 再论科技报告与科技档案的区别: 与“也谈科技报告与科技档案的区别”的作者商榷[J]. 档案学研究, 2016(4): 30−35.
[4] 麻思蓓, 许燕. 试析科技报告的作品性质[J]. 中国科技资源导刊, 2019, 51(5): 71−77.
[5] 熊三炉.关于构建我国科技报告体系的探讨[J].情报科学, 2008, 26(1): 150−155.
[6] 蒋岚, 唐宝莲. 探索科技报告管理的创新模式[J]. 黑龙江档案, 2013(4): 26−27.
[7] 刘西怀, 潘方方. 国家科技报告制度中的知识产权权属分析[J]. 创新科技, 2016(7): 4−7.
[8] 吴蓉, 顾立平, 曾燕. 英国科技报告制度调研与分析: 支持科技报告存储与传播的政策环境[J]. 图书情报工作, 2015, 59(21): 76−82, 95.
[9] 徐玢.科技报告制度是国家创新体系的基本保障条件: 访中国科学技术信息研究所所长贺德方[N].科技日报, 2012−08−30(1).
[10] 张小玲. 政府资助形成的发明成果知识产权归属研究[D]. 武汉: 华中科技大学, 2006.
[11] 科学技术部.科学技术部关于印发《关于加强国家科技计划知识产权管理工作的规定》的通知(国科发政字〔2003〕94号)[EB/OL].(2006−01−05)[2023−01−13]. https://www.most.gov.cn/xxgk/xinxifenlei/ fdzdgknr/fgzc/gfxwj/gfxwj2010before/201712/t20171227_137212.html.