

智能储能系统产业 专利导航报告

新风光电子科技股份有限公司

青岛致嘉知识产权代理事务所（普通合伙）济宁分所

2025年6月

前言

随着各国净零排放目标的制定和实施,新能源在电力系统中的装机比例进一步提高,然而它带来波动性、间歇性及转动惯量给电网带来了很大的挑战,因此需要搭配储能以减轻对电力体系的冲击、维持电力系统的可靠性与稳定性;储能是智能电网的一个必要组成部分,同时,风能和光伏发电具有间歇性和波动性的特征,由于储能能够平滑其输出,随着可再生能源电源的发展,储能必将得到更多的发展空间,其中高压级联储能系统能够大幅缩小所占用物理空间,同时便于温度控制,使用更加安全,并具有更高的储能容量上限,成本更低,是未来大力发展的主要方向之一。

本导航报告针对储能系统产业进行分析,分析全球全国的储能系统产业发展现状,分析全球全国专利发展态势,分析主体的相关专利活动,对新风光电子科技股份有限公司的发展现状、环境和定位进行分析,围绕公司重点发展的高压级联储能系统开展核心技术、竞争对手和侵权风险分析,从公司高压级联储能系统开发基本策略出发,将专利布局、储备和运营嵌入产品开发全过程,形成专利布局策略及专利管理方案。

专利数据库有六棱镜、芽、incoPat、中国国家知识产权局数据库、欧洲专利局数据库、美国专利局数据库、印度专利局数据库、巴西专利局数据库、日本专利局数据库、德国专利局数据库等;非专利数据平台有知网、万方和维普等。

本导航报告根据《专利导航指南》系列国家标准的相关要求进行

实施，总字数9.6万字。本导航的应用对象是汶上县储能产业。通过该专利导航项目，能够帮助汶上县储能企业清晰研发方向，提高专利挖掘和布局能力，形成高价值专利组合，并通过提供具体策略助力企业专利运用、保护能力的提升，通过专利实现对技术、产品以及市场份额的控制，增强汶上县储能相关企业的市场竞争力。

目录

第一章 引言.....	8
1.1研究背景.....	8
1.2研究目的.....	9
1.3储能系统研究内容.....	10
1.3.1研究思路.....	10
1.3.2术语说明.....	12
1.3.3技术分解.....	14
1.3.4数据检索及处理.....	15
1.3.5重点专利筛选规则.....	17
1.4相关事项约定.....	18
1.4.1同族专利.....	18
1.4.2近期部分数据不完整说明.....	18
1.4.3专利“项”数与“件”数.....	18
1.4.4相关术语.....	19
第二章储能系统产业发展现状.....	22
2.1全球主要国家/地区新型储能战略规划布局.....	22
2.1.1美国.....	22
2.1.2欧盟.....	23
2.1.3日本.....	24
2.1.4中国.....	24
2.2政策分析.....	26
2.3发展现状分析.....	29
2.3.1储能产业链.....	29
2.3.2储能技术进展.....	31
2.4中国主要城市储能市场概况.....	35
2.4.1中国储能市场.....	35
2.4.2国内主要城市储能市场特征.....	37
2.5储能技术创新与发展趋势.....	38
2.5.1储能系统集成.....	38
2.5.2储能电池.....	42
2.5.3储能BMS均衡技术.....	44
2.5.4储能温控技术.....	48
2.6小结.....	53
第三章储能系统专利态势分析.....	55
3.1全球专利整体态势.....	55
3.1.1专利申请趋势.....	56
3.1.2创新生命周期分析.....	57
3.1.3专利布局分析.....	58
3.1.4重要创新主体.....	63
3.2中国储能专利整体态势.....	64
3.2.1专利申请趋势.....	65
3.2.2国内省份布局.....	65
3.2.3专利技术分析.....	67
3.2.4申请人分析.....	69
3.2.5专利运营分析.....	73
3.3山东省专利整体态势.....	76
3.3.1专利申请趋势.....	76
3.3.2省内区域布局.....	77
3.3.3专利技术分析.....	78
3.3.4申请人分析.....	79
3.3.5专利运营分析.....	83

3.4小结.....	83
第四章储能系统核心技术分析.....	86
4.1相内、相间SOC均衡技术.....	86
4.1.1技术现状.....	87
4.1.2核心专利分析.....	90
4.1.3核心专利列表.....	108
4.2虚拟阻抗技术.....	110
4.2.1技术现状.....	110
4.2.2核心专利分析.....	112
4.2.3核心专利列表.....	121
4.3无主从控制技术.....	124
4.3.1技术现状.....	125
4.3.2核心专利分析.....	128
4.3.3核心专利列表.....	134
4.4小结.....	135
第五章 国内城市相关产业分析.....	137
5.1上海产业分析.....	137
5.1.1现有规模.....	137
5.1.2产业链现状.....	138
5.1.3发展目标.....	140
5.1.4扶持政策.....	141
5.1.5龙头企业及高校.....	142
5.1.6上海市专利态势分析.....	143
5.1.7创新体系与人才支撑.....	144
5.2 深圳产业分析.....	144
5.2.1现有规模.....	145
5.2.2产业链现状.....	146
5.2.3发展目标.....	147
5.2.4扶持政策.....	148
5.2.5龙头企业及高校.....	149
5.2.6深圳市专利态势分析.....	150
5.2.7创新体系与人才支撑.....	151
5.3 武汉产业分析.....	151
5.3.1现有规模.....	152
5.3.2产业链现状.....	152
5.3.3发展目标.....	153
5.3.4扶持政策.....	154
5.3.5龙头企业及高校.....	154
5.3.6武汉市专利态势分析.....	156
5.3.7创新体系与人才支撑.....	157
第六章汶上县储能产业现状.....	158
6.1汶上县储能产业现状.....	158
6.2 主要企业.....	158
6.2.1 新风光电子.....	158
6.2.2 华尚电气.....	159
6.2.3 康姆勒电力.....	159
6.2.6 专利对比分析.....	160
6.2.7 专利布局规划.....	161
6.3 本土产业重要环节分析.....	161
6.3.1 下游储能应用端.....	162
6.3.2 产业链条下游企业专利情况.....	163
6.4 产业优劣势分析.....	165
6.4.1 优势分析.....	165
6.4.2 劣势分析.....	167
第七章侵权风险分析.....	168

7.1 储能技术方案及侵权检索.....	169
7.1.1 储能技术概述.....	169
7.1.2 检索说明.....	170
7.2 侵权分析.....	171
7.2.1 相关专利.....	171
7.2.2 评估意见.....	174
7.3 专利规避.....	176
7.4 小结.....	177
第八章 汶上县储能产业发展路径规划.....	178
8.1 技术竞品企业.....	178
8.2 产业升级路径建议.....	183
8.3 技术升级路径.....	184
8.4 整合培育引进路径.....	186
8.5 人才培养引进路径.....	187
8.5.1 本地人才培养路径.....	187
8.5.2 高层次人才引进路径.....	187
8.6 专利赋能.....	188

专利导航项目组主要成员名单及责任分工：

李兴国，现任济宁市市场监督管理局知识产权保护科副科长，主持了专利导航、专利培训、业务指导工作。筹备建立专利导航项目组，并组织了相关培训工作、专利导航政策解读、项目验收，具有丰富的知识产权相关事项经验。

王洪静，现任济宁市市场监督管理局知识产权保护科副科长，协助主持了专利导航、专利培训、业务指导工作。协助筹备建立专利导航项目组，并组织了相关培训工作、专利导航政策解读、项目验收，具有丰富的知识产权相关事项经验。

任其广，新风光电子科技股份有限公司技术主管，负责项目的执行和管理工作。他在项目管理、团队协作、客户服务等方面具有丰富的经验。他能够为客户提供专业知识产权信息服务，包括专利检索、侵权调查、知识产权保护等方面的服务。

陈早军，新风光电子科技股份有限公司技术主管，负责项目的信息收集工作。负责进行包括专利检索、侵权调查、知识产权保护等方面的专业工作。

姚海嘉，新风光电子科技股份有限公司技术主管，负责项目的信息分析工作。协助进行专利导航的信息分析整理工作等。

吴杉，青岛致嘉知识产权代理事务所（普通合伙）济宁分所负责人，负责项目具体实施和验收工作，从事知识产权代理服务多年，获得专利代理师资格证，参与专利导航多项、积累了丰富的经验和知识，具有较强的服务意识和团队协作能力，能够为客户提供高质量的服务。

余嘉琪，青岛致嘉知识产权代理事务所（普通合伙）济宁分所技术经理，曾参与过多个知识产权信息公共服务项目的开展和实施。他了解知识产权信息公共服务的重要性，能够为项目提供专业的技术支持和服务。他曾参与过知识产权信息公共服务平台的建设和维护工作，负责平台的技术支持和客户服务工作。他能够根据客户需求提供定制化的服务，帮助客户解决知识产权信息服务方面的问题。

第一章 引言

1.1 研究背景

随着各国净零排放目标的制定和实施，新能源在电力系统中的装机比例进一步提高，然而它带来波动性、间歇性及转动惯量给电网带来了很大的挑战，因此需要搭配储能以减轻对电力体系的冲击、维持电力系统的可靠性与稳定性。

储能是智能电网的一个必要组成部分。同时，风能和光伏发电具有间歇性和波动性的特征，由于储能能够平滑其输出，随着可再生能源电源的发展，储能必将得到更多的发展空间，其中高压级联储能系统能够大幅缩小所占用物理空间，同时便于温度控制，使用更加安全，并具有更高的储能容量上限，成本更低，是未来大力发展的主要方向之一。

储能作为我国战略性新兴产业的重要组成部分，近年来一系列鼓励政策的加速出台为储能产业大发展蓄势，推动行业进入规模化发展阶段，同时，国家重大发展战略和规划中均明确提出加快发展高效储能、先进储能技术创新、积极推进储能技术研发应用、攻克储能关键技术等任务和目标；目前，储能仍然以低压储能为主，高压级联储能系统的市场渗透率较低，市场空间大约在20-35亿，但随着近年来高压级联实际项目和传统项目对比，整体收益高8%-12%，同时安全性也得到验证，市场关注度在逐步提升。

在全球能源结构加速调整、可再生能源大规模发展的背景下，储能技术作为解决能源供需时空不匹配、提高能源利用效率和增强电力系统稳定性的关键手段，正受到越来越多的关注。储能系统作为储能技术与信息技术深度融合的产物，具备智能化控制、精准调度、高效管理等优势，能够更好地适应现代能源系统的发展需求，成为储能产

业发展的重要方向。本报告旨在对储能系统产业进行全面深入的研究，分析其发展现状、市场前景、技术趋势以及面临的挑战，为产业参与者和相关决策部门提供参考。

1.2 研究目的

汶上县储能产业近年来呈现快速发展态势，已形成以技术研发、装备制造和项目应用为核心的产业布局，目前，以新风光电子公司为代表的本土企业已研发出6kV、10kV以及35kV电压等级的储能变流器，并且应用在光、储、充等新能源现场以及煤矿应急电源现场等，其中高压级联储能变流器由于具有单机功率大、效率高、谐波畸变率低等特点，带领我县储能产业在市场的占有率也在逐渐增加。公司研发的高压储能变流器具有完全的自主产权，相内SOC均衡技术、相间SOC均衡技术、虚拟阻抗技术、无主从控制技术已在现场进行了验证。

针对汶上县储能企业在国内相内、相间SOC均衡技术、虚拟阻抗技术、无主从控制技术等重点研发的方向布局，为了有效利用专利信息，避免无效研发，确认研发路径；并对整体专利做完善布局，在技术研发和专利布局之间做到更好的协调，提升专利布局的数量和质量。汶上县委委托新风光电子公司牵头实施针对我县储能产业开展“储能系统产业专利导航”，项目研究内容：

(1) 对汶上县储能产业的发展现状、环境和定位进行分析；

(2) 围绕汶上县储能产业重点发展的高压级联储能系统开展核心技术、竞争对手和侵权风险分析；

(3) 从汶上县储能产业高压级联储能系统开发基本策略出发，将专利布局、储备和运营嵌入产品开发全过程，形成专利布局策略及专利管理方案。

通过该专利导航项目，能够帮助企业清晰研发方向，提高专利挖掘和布局能力，形成高价值专利组合，并通过提供具体策略助力企业专利能力提升，通过专利实现对技术、产品以及市场份额的控制，增强企业的市场竞争力。

1.3 储能系统研究内容

①储能系统设计与实现：储能系统应在各种工作条件下都能安全运行，确保系统稳定性和可靠性。储能系统应具有高能量转换效率，减少能量损失，提高能源利用率。在满足性能需求的前提下，应尽可能降低储能系统的成本，提高经济效益。储能系统设计应易于扩展和升级，以适应不同应用场景和未来发展的需要。

②储能系统性能评价指标：循环寿命、效率、能量密度、功率密度等都是衡量储能系统性能的重要指标。通过设计先进的控制策略，如模糊控制、神经网络控制等，能够实现储能系统的智能化和优化运行，提高其性能指标。

③储能材料与技术：研发具有更高能量密度、功率密度和更长循环寿命的储能材料，如锂离子电池、超级电容器等，能够提升储能系统的整体性能。多层次的储能系统结构，结合不同储能技术的优势，实现能量的高效存储和释放。

④储能系统控制技术：建立完善的故障诊断与保护机制，确保储能系统在发生故障能及时切断电源，保护设备和人员安全。储能系统控制技术还包括设计高效的控制电路和保护电路，确保储能系统的安全、稳定运行。

⑤AI技术在储能系统中的应用：AI储能管理系统让储能安全化。该系统开创性地将电池本征机理模型与深度学习算法结合，构建起覆

盖“电芯-模组-系统”的全维度智能防护体系。这套系统的应用可让储能资产“会思考、能进化”，降低运维成本。

综上所述，储能系统的研究内容涵盖了从基础理论到应用技术的多个层面，旨在提高储能系统的性能、降低成本、增强安全性，并推动其在各领域的广泛应用。

1.3.1 研究思路

本项目是以专利信息为基础，结合产业信息及政策信息，梳理储能系统的发展方向和发展现状，从技术角度分析产业发展的整体态势和面临的问题，重点对汶上县储能产业重点企业专利分析及储能系统核心技术分析，通过竞争对手分析和侵权风险分析等，为汶上县储能产业的创新发展提供建议，帮助企业清晰研发方向，提高专利挖掘和布局能力，形成高价值专利组合，并通过提供具体策略助力企业专利能力提升，通过专利实现对技术、产品以及市场份额的控制，增强企业的市场竞争力。本研究报告主要包括以下内容：

第一章引言

第二章储能系统产业发展现状

第三章储能系统专利态势分析

第四章储能系统核心技术分析

第五章国内城市相关产业分析

第六章侵权风险分析

第七章汶上县储能产业发展路径规划

针对第二、三章储能系统产业发展形势及专利整体态势，采用了定量分析和定性分析结合的方法，在全面检索出相关专利的基础上，依据主要分析指标，结合导航研究的需要，绘制出各种类型的用以描述相关指标状况与趋势的图表，通过对图表的分析与解读，得到储能

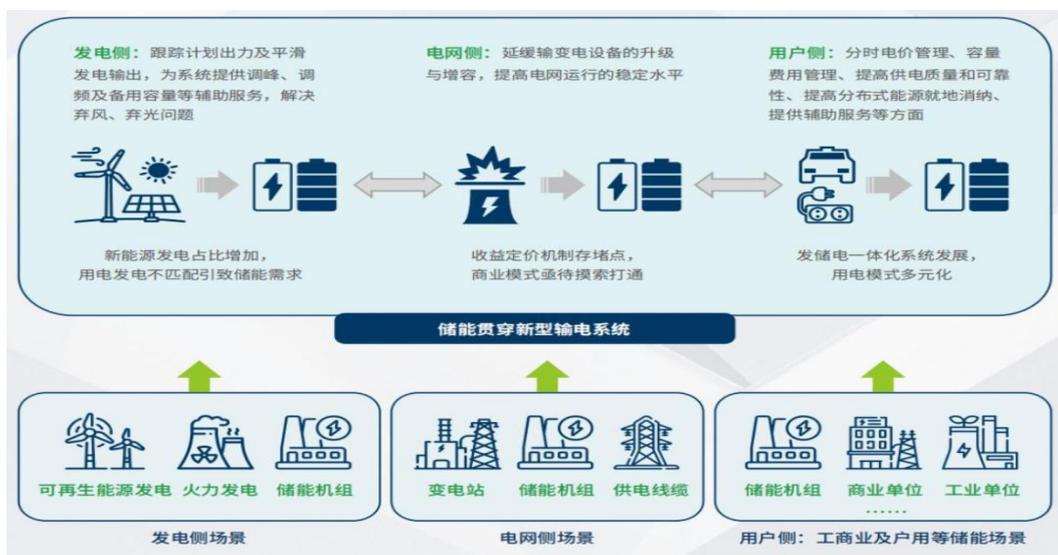
系统各分支在全球、全国的申请发展态势、技术领域分布、重点技术等情况。

针对第四到七章，对汶上县储能产业的发展现状、环境和定位进行分析；围绕汶上县储能产业重点发展的高压级联储能系统开展核心技术、竞争对手和侵权风险分析；从储能系统开发基本策略出发，将专利布局、储备和运营嵌入产品开发全过程，形成专利布局策略及专利管理方案。

针对第八章，结合储能系统专利分析结论为储能系统技术研发方向提供策略和建议，以及提出知识产权助力企业创新发展策略，助力产业内企业创新发展。

1.3.2术语说明

储能，是指通过不同方式、利用特定的装置或物理介质，将不同形式的能量储存起来，以便在需要时利用的技术。储能现阶段主要是指电能的储存，从整个电力系统的角度看，储能的应用场景可分为发电侧储能、输配电侧储能和用户侧储能三大场景。不同场景下，储能体现的价值也有所不同。见储能的应用场景。



储能系统的专业术语较多，本报告列举核心且常用的专业术语，如储能系统等进行解释。

表1储能系统专业术语说明

专业术语	术语说明
储能	<p>储能是指通过介质或设备把能量存储起来，在需要时再释放的过程。储能通常特指电力储能，是将不易储存的电能转化为机械能、化学能等形式储存起来，以便需要时使用的过程。</p>
SOC	<p>全称为StateofCharge，即电池的剩余容量，表示电池充电状态下的电量百分比。</p>
虚拟阻抗	<p>是一种利用电压和电流之间的阻抗关系，在控制环节中添加实现的一种虚拟存在的阻抗。与实际阻抗不同，虚拟阻抗的加入不会对电力系统造成额外的损耗，也不会对工程造价或设备体积带来额外的增加，具有可以重塑变流器输出特性等显著优势。</p>
无主从控制	<p>是一种控制策略，主要用于微网系统中，确保变流器之间的连接关系对等且独立，从而提高供电的可靠性。这种控制策略不需要高速通信环节，具有较高的可靠性和可扩展性，适用于微网系统的实际运行要求。无主从控制策略的实现，通过采用下垂控制原理，基于P-f（有功-频率）和Q-V（无功-幅值）的控制方案，使得变流器在并/离网状态下的稳定运行成为可能。此外，这种控制策略还实现了并/离网之间的无缝切换，以及对负荷功率的跟随，确保了系统的稳定</p>

	性和可靠性。
储能系统	储能系统是一种通过级联多个储能单元,直接接入交流电网的储能技术。它由多个储能单元构成,每个储能单元包括一个DC/AC功率单元和一个独立小电池堆。储能系统采用三相星形连接的级联H桥拓扑结构,可直接输出0.4~35kV的三相交流电压,无需升压变压器即可接入交流电网。

1.3.3 技术分解

本报告研究的储能系统是电能储能中的储能系统,储能系统集成的技术路线主要包括集中式、分布式、智能组串式、高压级联和集散式。本文主要研究的是高压级联储能系统,具体研究相内、相间SOC均衡技术;虚拟阻抗技术;无主从控制技术等。根据不同的研究目的,储能系统在业界具有不同的分类方式,对于专利信息分析来说,客观上同样要求在明确的技术分类和清晰的技术边界之下进行。只有明确了储能系统分类,才可能有针对性的进行研究和分析;同样,只有了解了清晰的技术边界,才可能将属于储能系统专利技术从海量的专利技术文献中检索出来,并作为分析的数据基础。

表2 储能系统技术分解

储能		
电力储能		
储能系统		
高压级联储能系统		
相内、相间SOC均衡	虚拟阻抗技术	无主从控制技术

1.3.4 数据检索及处理

本报告采用的专利数据文献主要来自星河智源AI+全球专利数据库，平台拥有1.9亿+全球专利数据，1.5亿+期刊和商标数据，覆盖全球172国家和地区，360°全字段覆盖，数据全面、准确、及时，与权威官方机构保持同步更新，以此为基础，对其进行多维度深加工，形成不同的数据模型。

基于具体项目需求，结合前期技术研究，针对储能系统开展专利分析，通过对专利信息的深度挖掘，分别从宏观态势和重点企业两个维度进行研究。

宏观态势维度：从专利申请态势、申请人分布等解读技术发展现状、产业格局，并针对储能系统进行深度解读，梳理专利技术路线图，分析产业未来发展方向。

重点企业维度：针对储能产业链上、中、下游的重点企业从企业专利布局、技术路线、合作研发、研发团队等维度进行对标分析，分析企业技术发展现状，研判企业产业定位。进行检索时，采用“分-总”的方法进行检索，项目组根据储能系统装备产业的技术分支进行分类检索，然后进行汇总分析。除了应用分类号之外，还增加了中英文的关键词，以优化检索结果的准确性。因此采用了先检索分数据，后通过合并检索数据得到储能产业的总数据。每次进行检索之后，都对数据进行抽样人工查阅、筛选，确定准确检索要素和主要噪音源，并将相应文献的关键词和分类号进行提炼，同时基于检索过程，对检索策略进行反复调整、反馈，最终确定全面完善的检测策略。全面检索时将充分、精确扩展关键词和分类号，采用合理的检索要素搭配，利用检索工具的截词符、同在运算符和逻辑算符，并将不同数据库的检索数据进行转库，合并得到相对全面、准确的检索数据。

具体检索步骤如下：

第一步：技术主题分析；报告进行之初，项目组先对储能系统装备产业装备进行了全面了解，提炼基本技术要素，并针对检索要素确定分类号、关键词、主要申请人等信息。

第二步：确定主题词，进行初步检索；根据初步确定的检索要素和分类号关键词，在数据库进行初步检索，人工抽验结果后，扩展、提炼准确的检索分类号和关键词。

第三步：再次检索，确认并进行初步查全查准；利用上一步骤确定的分类号和关键词再次构建检索式进行检索，人工抽验后，确认检索策略是否出现偏差，选择个别申请人进行检索，发现缺漏的分类号和关键词后，重新构建检索式。

第四步：构建检索式，进行检索；将修正后的检索式进行应用检索，获取结果后，进行查全查准验证。检验是否符合数据要求。

第五步：根据检索结果浏览文摘进行筛选和验证；构建去噪要素。人工抽样查验数据的准确性，通过分析这些文献及其提示的内容来验证初步选择的分类号及检索方式是否正确。此外，还可以根据专利文献的背景技术或著录项目重新获得新的检索信息，也可以再次删除不相关的专利文献。在文摘浏览的过程中也会发现检索式的制定是否合理，若分类号选择正确，检索式组配适当，就会得到较好的检索结果；

如果不符合检索主题的专利多，则要重新研究修改检索式进行重新检索。

第六步：去噪后，再次查全查准，终止检索。利用二次筛选后获得的新信息再次进行查全查准。比如，通过背景技术中给出的参考文献或申请人等名字信息或者通过著录项目中的分类号、优先权及名字、国别等信息进行查全查准。数据合格后终止检索。

检索要素	检索式
高压联机储能系统	TIABC:(((储能 OR Energy AND (电 OR storage)))) NOT APP_AUTHORITY:(cn) AND IPC:(H02J) OR (KW:(级联 AND 储能) OR (IPC:(H02J15/00) AND KW:(高压)) OR (KW:((能 \$W5 储)) AND IPC:(H02J15/00)))
相内/相间SOC均衡技术	(TIABC:("SOC均衡" OR "荷电状态均衡" OR "电池簇均衡" OR "簇间均衡" OR "相内均衡" OR "相间均衡" OR "state of charge balance") AND TIABC:("级联储能" OR "高压储能" OR "链式储能" OR "cascad* energy storage" OR "H-bridge")) OR (IPC:(H02J7/00 OR H02J3/32) AND CLMS:("电池簇" OR "SOC" OR "均衡控制"))
虚拟阻抗技术	(TIABC:("虚拟阻抗" OR "virtual impedance" OR "阻抗控制" OR "环流抑制" OR "冲击电流抑制") AND TIABC:("储能变流器" OR "PCS" OR "级联储能" OR "inverter" OR "converter")) OR (IPC:(H02J3/01 OR H02M1/42) AND CLMS:("虚拟阻抗" OR "阻抗重塑"))
无主从控制技术	(TIABC:("无主从控制" OR "主从控制" OR "下垂控制" OR "peer-to-peer control" OR "droop control") AND TIABC:("离网并联" OR "多机并联" OR "电压源并联" OR "microgrid" OR "off-grid"))OR (IPC:(H02J3/38 OR H02J13/00) AND CLMS:("无主从" OR "下垂控制"))

1.3.5重点专利筛选规则

在对重点企业进行专利分析时，会选取重点专利进行深度解读。其中，重点专利的筛选从企业技术研发和专利价值两个维度进行综合考量。

(1)企业技术研发维度，即企业重点研发方向以及所取得的关键技术突破为重点专利选取需特别考量的因素。

(2)专利价值维度，即基于专利的技术属性、法律属性以及经济属性进行综合考量。技术维度方面，主要考量指标包括被引证数、同族数、权利要求数说明书页数。法律维度的评价指标包括

有无复审、无效。经济维度的评价指标包括是否经过许可、转让、质押。

1.4 相关事项约定

1.4.1 同族专利

同一项发明创造在多个国家申请专利而产生的一组内容相同或基本相同的文件,称为一个专利族,从技术角度来看,属于同一专利族的多个专利申请可现为同一项技术。本报告中,针对技术分析时对同族专利进行了合并统计,针对国家或地区分布进行分析时各件专利进行了单独统计。

1.4.2 近期部分数据不完整说明

在本次所采集的数据中,由于下列多种原因导致了2022年及其之后提出的专利申请的统计数量是不完全的。如PCT专利申请可能自申请日起30个月甚至更长时间之后才进入国家阶段,从而导致与之相对应的国家公布时间更晚;发明专利申请通常自申请日(有优先权的,自优先权日)起18个月(要求提前公布的申请除外)才能被公布;以及实用新型专利申请在授权后才能获得公布,其公布日的滞后程度取决于审查周期的长短等。

1.4.3 专利“项”数与“件”数

项:在进行专利申请数量统计时,对于数据库中以一族(这里的“族”指的是同族专利中的“族”)数据的形式出现的一系列专利文献,计算为1“项”。以“项”为单位进行的统计主要出现在

外文数据的统计中。一般情况下,专利申请的项数对应于技术的数目。

1.4.4 相关术语

以下对本报告中出现的术语进行解释。

有效: 在本报告检索截止日为止,专利权处于有效状态的专利申请。

无效: 在本报告检索截止日为止,已经丧失专利权的专利或自始至终未获得授权的专利申请,包括专利申请被视为撤回或撤回、专利申请被驳回、专利权被无效、放弃专利权、专利权因费用终止、专利权届满等。

技术产出日期:依照申请的最早优先权日确定每年申请量,无优先权的以申请日为准。

申请人:通过对专利申请人的统计分析,获得主要创新主体。
新进入者:新进入者较为集中的技术方向通常是领域中技术发展的热点方向之一,对相关的新进入者的实体关系进行分析,明晰其控制权的权属关系,从而获得相关的技术热点方向:

专利引证:具有较高价值度的专利技术通常会被更多地作为在后专利技术的引用参考,因此专利的被引次数能够一定程度反映专利的质量和影响力。

专利转让/许可:专利的转让和许可能一定程度反映专利技术运营转化的流动性,也一定程度反映专利技术的产业价值、技术价值和经济价值。

核心专利:核心专利的确定应当综合考量其技术价值、经济价值及法律价值等。在本报告中,列示的核心专利或为高价值专利或风险较低专利。

WIPO：世界知识产权组织简称“WIPO”，该组织是联合国保护知识产权的一个专门机构，根据《成立世界知识产权组织公约》而设立。

WO：代表世界知识产权组织WIPO表示该专利经PCT条约，由WIPO进行登记，然后分别进入多个国家进行具体申请的专利，这些专利在WIPO中进行公开，因此公开号中以“WO”进行标识。公开号为“WO”的专利，仅能表明这些专利预期通过PCT途径，在全球获取统一认可的申请日并不能表明这些专利就一定是在“国际”或者“全球”进行了布局；具体情况仍需进一步跟踪这部分专利在各国的申请趋势才能明确这类专利是否具有海外布局的情况。

PCT：专利合作条(PatentCooperationTreaty)，简称PCT，从名称上可以看出，专利合作条约是专利领域的一项国际合作条约。自采用巴黎公约以来，它被认为是该领域进行国际合作最具有意义的进步标志。但是，它主要涉及专利申请的提交，检索及审查以及其中包括的技术信息的传播的合作性和合理性的一个条约。PCT不对“国际专利授权”：授予专利的任务和责任仍然只能由寻求专利保护的各个国家的专利局或行使其职权的机构掌握（指定局）。参加该条约的国家（下称各缔约国）组成联盟，对保护发明的申请的提出、检索和审查进行合作，并提供特殊的技术服务。本联盟称为国际专利合作联盟。

EPO：欧洲专利局（EPO）是根据欧洲专利公约，于1977年10月7日正式成立的一个政府间组织。其主要职能是负责欧洲地区的专利审批工作。欧专局有38个成员国，覆盖了整个欧盟地区及欧盟以外的10个国家，早期19个国家为：奥地利、比利时、丹麦、法国、德国、希腊、爱尔兰、意大利、列支敦士登、卢森堡、摩纳哥、荷兰、葡萄牙、瑞典、瑞士、西班牙、英国、塞浦路斯、

芬兰。依照欧洲专利公约的规定，一项欧洲专利申请，可以指定多国获得保护。一项欧洲专利可以在任何一个或所有成员国中享有国家专利的同效力。

EP：是直接向欧专局递交的欧洲专利申请。

第二章储能系统产业发展现状

在碳达峰碳中和目标引领下，我国加快构建清洁低碳安全高效的新型能源体系，积极发展清洁能源，推进新型电力系统建设。储能是能源革命的关键技术，是支撑新能源发挥主体电源作用，实现电力系统安全稳定运行的重要保障，也是催生国内能源新业态、抢占国际战略新高地的重要领域。

2.1 全球主要国家/地区新型储能战略规划布局

2.1.1 美国

美国很早就认识到储能技术对保障电网安全性和可靠性的重要作用，极为重视对新型储能技术的开发，从顶层设计、财政保障、税收抵免到多元化技术路线等多方面出发，构建现代化电网体系以及推动下一代电池储能技术变革性创新。2020年1月，美国能源局宣布投入1.58亿美元启动“储能大挑战”计划，并在同年12月正式发布了美国首个储能领域综合性战略《储能大挑战路线图》。2021年7月，美国能源部提出“长时储能攻关”计划，作为“储能大挑战”计划的一部分，目标是在未来10a内将数百GW的清洁能源引入电网，将储能时间超过10h的系统成本降低90%。此后美国能源部投入近10亿美元用于储能技术研发示范，包括：2022年5月，宣布根据《两党基础设施法案》拨款，在4a内共资助5.05亿美元促进长时储能技术开发，通过降低成本推动储能系统更广泛的商业示范部署，以实现到2035年100%清洁电力目标；2022年11月，宣布根据《两党基础设施法案》和《通胀削减法案》拨款，

提供近3.5亿美元用于新兴的长时储能示范项目，以支撑低成本、可靠、无碳的现代化电网建设；2023年1月，美国能源部科学办公室宣布在“电池和储能能源创新中心”计划框架下，投入1.25亿美元支持下一代电池储能技术基础研究，以加速在交通和电力部门部署变革性储能技术，此次资助旨在开发超越当前商业电池（如锂离子或铅酸电池）的下一代电池，通过开展全球领先的科学研究解决该领域的科学优先事项。

2.1.2 欧盟

欧盟更为关注电池储能技术的研发，将其视为实现工业、交通、建筑等行业电气化，促进向“碳中和”社会发展的重要技术手段，希望利用高性能新型储能电池占据未来电气化社会核心地位，争夺全球电池研发和生产的主导权。2020年12月，欧盟欧洲技术与创新平台“电池欧洲”（BatteriesEurope）发布了其第一个《电池战略研究议程》，旨在欧盟范围内推进电池价值链相关研究和创新行动的示范应用。此后欧盟投入近50亿欧元促进本区域新型电池技术研发。2021年1月，欧盟委员会宣布设立一个欧洲共同利益重要项目（Important Projects of Common European Interest, IPCEI）“欧洲电池创新”，由奥地利、比利时、克罗地亚、芬兰、法国、德国、希腊、意大利、波兰、斯洛伐克、西班牙和瑞典十二国共同投入29亿欧元，并将撬动90亿欧元的私人投资，旨在推进电池价值链的创新研发，建立泛欧电池生态系统。该项目将支持开发一整套全新的电池突破性技术，包括新型电池、生产工艺及电池价值链的其他创新技术，超越现有的技术和工艺，并使电池性能、安全性和环境影响得到显著改善。2023年1月，欧盟宣布将从创新基金中拨款18亿欧元，投资16个大规模创新项目，

其中储能技术研发方向包括创新固定式储能技术研发，以及以年回收5万t报废的锂电池为目标的创新锂离子电池回收技术。

2.1.3日本

日本人口密度较大，且国土面积有限，相较于大规模太阳能光伏技术，政府更鼓励采用“分布式清洁能源+储能”技术，以应对日益增长的能源需求。2016年4月，日本经济产业省发布《能源环境技术创新战略》，明确提出到2050年，在储能领域重点研究固态锂电池、锂硫电池、新型金属-空气电池和其他新型电池（如氟化物电池、钠电池、多价离子电池、新概念氧化还原电池等）技术。2020年12月，日本经济产业省发布《绿色增长战略》，明确提出开发性能更优异且成本更低廉的新型储能技术。2022年8月，日本蓄电池产业战略研究公私理事会正式发布《蓄电池产业战略》，明确提出需强化下一代电池技术开发，加快以全固态电池为主的下一代电池、材料（包括材料评估技术）和回收技术的开发，投资1000亿日元促进政府和民间合作，加强对尖端制造工艺投资力度，推进低成本、高附加值的电池系统一体化探索研究，力争在2030年左右实现全固态电池的全面商用，确保包括卤代电池、锌负极电池等新型电池的技术优势，并完善全固态电池量产制造体系，在控制系统技术开发和实证应用的同时，建立多用途评估方法以适应市场需求。

2.1.4中国

近年来，中国政府发布多项针对性政策鼓励新型储能技术稳步发展。2021年7月，国家发展改革委、国家能源局发布《关于加快推动新型储能发展的指导意见》，明确提出坚持储能技术多元

化发展，到2030年实现新型储能全面市场化发展，核心技术装备自主可控，技术创新和产业水平稳居全球前列。2022年1月，国家发展改革委、国家能源局发布《“十四五”新型储能发展实施方案》，为加快推动新型储能高质量规模化发展提供有力支撑。2023年2月，国家标准化管理委员会、国家能源局发布《新型储能标准体系建设指南》，有利支撑新型储能技术创新，推动新型储能产业安全、规模化发展。在科技支撑方面，近年来国家科技部先后部署了“智能电网技术与装备”“新能源汽车”“变革性技术关键科学问题”等重点专项对新型储能技术进行研发。近年来，中国在新型储能技术方面有了显著提升，部分技术方向已发展至并跑甚至领跑阶段。例如，在钠离子电池技术领域，宁德时代宣布已制得第一代钠离子电池，实现160Wh/kg的能量密度。中科海钠与华阳集团联合建设的全球首批量产1GWh钠离子电池产线正式投运。在液流电池技术领域，由中国科学院大连化学物理研究所提供技术支撑的全球最大规模200MW/800MWh级一期工程100MW/400MWh全钒液流电池储能调峰电站并网发电。在压缩空气储能技术领域，河北张家口的核心装备自主化率达100%的国际首套100MW/400MWh级先进压缩空气储能示范电站实现并网发电，国际首台300MW级先进压缩空气储能系统多级高负荷膨胀机顺利下线。总而言之，新型储能技术在许多国家和地区被认为是构建现代化电网、实现清洁能源转型的关键技术之一，得到了高度重视，多项政策举措出台以推动其发展，从战略部署、科技支撑等方面加以支持。包括：美国针对储能技术的发展和布局较为系统，早在2011年就提出了未来5a的技术开发路线图，2020年启动“储能大挑战”计划加速对下一代储能技术的开发和商业化；欧盟更倾向于构建储能技术的创新生态系统，通过建立欧洲电池产业联盟

(EBA250)、欧洲技术与创新平台“电池欧洲”和“电池2030+”联合研究计划推进不同技术成熟度的研究和开发工作，利用相互衔接互补的机制构建欧洲电池研究与创新生态系统。中国更注重抢占技术制高点，自2021年提出新型储能规划目标以来，各省级“十四五”规划相继明确了新型储能发展目标，通过“1+n”的政策组合开展新型储能关键技术攻关，推动核心设备自主化、国产化、规模化。更多国家/地区新型储能战略规划布局如表3所示。

国家/地区	战略部署	科技支撑
美国	《“电池500”计划》、《国家锂电蓝图2021—2030》、《储能大挑战路线图》	成立“储能联合研究中心”；建立国家级电力储能研发中心；启动“储能大挑战”计划；提出“长时储能攻关”计划；发布《储能系统未来》
欧盟	《“战略能源技术规划”电池实施计划》、《欧洲储能技术发展路线图》、《电池战略研究议程》、《电池研发路线图》	成立“欧洲能源研究联盟”；组建欧洲电池联盟、欧洲技术与创新平台“电池欧洲”和“电池2030+”联合研究计划
英国	《净零战略》、《英国能源安全战略》	启动“长时储能示范”计划；发布“碳中和12个重大科学技术问题”
日本	《能源环境技术创新战略》、《绿色增长战略》、《蓄电池产业战略》	设立绿色创新基金
韩国	《碳中和科技创新推进战略》	启动“绿色新政”计划
中国	《关于加快推动新型储能发展的指导意见》、《“十四五”新型储能发展实施方案》、《科技支撑碳达峰碳中和实施方案（2022—2030）》	发布《能源技术革命创新行动计划（2016—2030年）》；启动“储能与智能电网技术”“新能源汽车”“变革性技术关键科学问题”等重点专项

表3部分国家/地区新型储能战略规划布局

2. 2政策分析

根据中国能源研究会储能专委会/中关村储能产业技术联盟全球储能数据库的不完全统计，截止到2023年底，全国已发布约1700余项储能相关政策，其中2023年全国共发布储能相关政策655项，国家能源局印发的《新型储能试点示范项目名单》，将“山东肥城300MW/1800MWh压缩空气储能示范项目”等56个项目列为新型储能试点示范项目。此外，工信部批复组建国家地方共建新型储能创新中心，开展产业前沿及共性关键技术研发、建立产学研协同创新机制。地方层面，多地政府围绕关键共性技术攻关、行业关键核心技术“卡脖子”难题，推动新型储能领域重点科技攻关项目“揭榜挂帅”，并对新获批的各级技术创新中心、制造业

创新中心、重点实验室等创新平台给予资金奖励，支持新型储能企业加大研发创新，按实际研发费用的一定比例给予5%~30%不等的支持。

在产业方面，2023年，国家能源局发布了《新型电力系统发展蓝皮书》，对未来新型电力系统发展制定“三步走”的发展路径，明确了新型电力系统发展的不同发展阶段对储能技术的需求。工业和信息化部等六部门发布《关于推动能源电子产业发展的指导意见》，政策从供给侧入手、在制造端发力、以硬科技为导向、以产业化为目标，着力推动能源电子全产业链协同和融合发展，加强新型储能电池产业化技术攻关，开发安全经济的新型储能电池，推进先进储能技术及产品规模化应用。地方层面，各地装机目标持续攀升，并加大力度支持储能产业发展。截至2023年底，全国已有26个省市制定了2025年的新型储能装机目标，总规模达到81GW，远超国家制定的30GW规划目标。2023年，有63项区域产业发展规划或实施方案发布，全面推动新型储能规模化、集群式发展；有74项地方补贴政策发布，其中深圳发布补贴政策数量达到32项，其次是浙江（15项）和江苏（7项）。补贴形式以放电、容量、投资补贴和产业补贴为主，以支持企业投资落户、建设特色产业园区等促进产业规模化发展。

在应用方面，新能源配储仍是储能发展重要驱动力，各地加大新能源配储的激励与考核，共享储能是主要模式。2023年有超过20个区域发布了新能源配储5%~20%，2~4小时不等的新能源配置储能比例要求。多地提升了配置比例和时长要求，分布式光伏配储也成为趋势。集中共享式配置储能的模式仍是各地鼓励发展的方向，山东、河南等地提出满足条件的场站内配建储能可以转为独立储能。2023年各地在推动新能源配储的同时，通过新能源

容量指标奖励、优先消纳、辅助服务费用减免等奖励或考核措施，激励配储项目的落地在电力市场方面，2023年，电力市场改革进程提速，正在逐步建立反映灵活资源价值的价格机制。现货市场方面，先后发布《电力现货市场基本规则(试行)》《关于进一步加快电力现货市场建设工作的通知》，制定了各区域现货市场建设时间表，鼓励储能等新型主体参与电力市场，探索“新能源+储能”等新方式联合运营，探索建立容量补偿机制。辅助服务市场方面，至2023年底，六个区域能源监管局均已发布新版两个细则，全年全国辅助服务相关政策共发布40项，辅助服务市场优化，费用逐步得到疏导。中长期市场方面，新疆、深圳、河北南部电网等发布独立储能参与电力中长期交易细则和方案，明确准入与退出、交易组织、计量结算等条款在储能电价机制方面，2023年，我国在储能电价机制上有了新的进展。输配电价方面，《第三监管周期省级电网输配电价及有关事项的通知》新设立了系统运行费用，推动辅助服务费用向用户侧传导。容量电价方面，《关于抽水蓄能电站容量电价及有关事项的通知》《关于建立煤电容量电价机制的通知》，分别核定了抽蓄电站、调峰火电站的容量价格，体现了国家对灵活性调节资源的重视，这对新型储能容量电价机制极具参考意义。各地通过容量租赁、容量装机补偿、容量调峰市场、容量电价等方式对新型储能的容量成本进行补偿。分时电价方面，机制愈发灵活，用户侧储能收益渠道进一步拓宽。2023年，共有15个地区更新了分时电价政策，进一步优化时段划分、拉大峰谷价差、扩大浮动范围；共有18个地区最大峰谷价差超过0.7元/kWh，各地价差持续拉大，推动了用户侧储能发展在规范管理方面，2023年，国家逐步将新型储能纳入到电力系统各项常规管理中。一方面加强对储能各环节的规范管理，保障储能电

站安全建设运行，另一方面也进一步明确新型储能电力系统中的相关要求和责任。2023年，国家能源局发布《关于开展电力系统调节性电源建设运营综合监管工作的通知》，旨在全面摸清底数，加强规划建设、调度运行、市场交易、价格机制等方面的综合监管。国家能源局发布《发电机组进入及退出商业运营办法》，将独立新型储能与常规发电机组类同，对其进入及退出商业运营进行管理。国家能源局发布《关于加强发电侧电网侧电化学储能电站安全运行风险监测的通知》，明确加强发电侧、电网侧电化学储能电站安全运行风险监测及预警，电化学储能电站的安全监管责任进一步落实。

2.3 发展现状分析

2.3.1 储能产业链

储能发展进入”大时代“。大型储能，是储能规模化发展的关键，也是储能行业“十四五”高景气度且确定性较高的细分赛道。储能产业链整体围绕电池开展，主要包括上游原材料及零部件的供应商，中游核心环节储能系统集成，含电池组、储能变流器(PCS)、电池管理系统(BMS)、能量管理系统(EMS)四大关键部分以及其他设备，主要应用在发电侧、电网侧、用户侧和微电网四大领域，其中发电侧受益于新能源产业发展带动，是推动储能市场的主要动力。

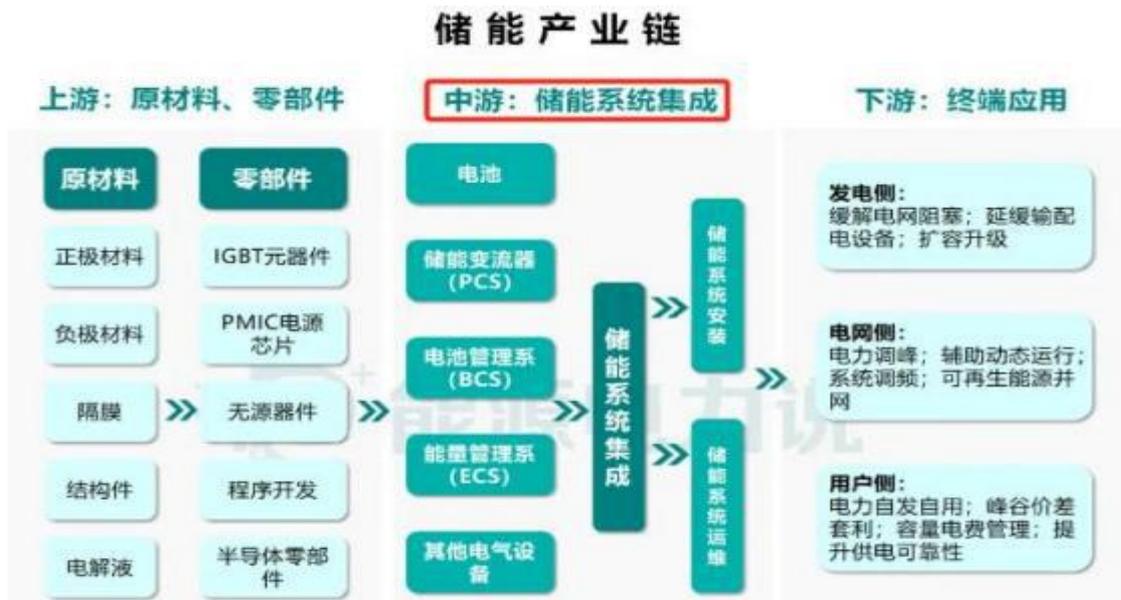


图1 储能产业链

按电气结构划分，大型储能系统集成主要是五大技术路线：集中式、分布式、智能组串式、高压级联、集散式。

集中式：低压大功率升压式集中并网储能系统，电池多簇并联后与PCS相连，PCS追求大功率、高效率，目前在推广1500V的方案。

分布式：低压小功率分布式升压并网储能系统，每一簇电池都与一个PCS单元链接，PCS采用小功率、分布式布置。

智能组串式：基于分布式储能系统架构，采用电池模组级能量优化、电池单簇能量控制、数字智能化管理、全模块化设计等创新技术，实现储能系统更高效应用。

高压级联式：电池单簇逆变，不经变压器，直接接入6/10/35kv以上电压等级电网。单台容量可达到5MW/10MWh。

集散式：直流侧多分支并联，在电池簇出口增加DC/DC变换器将电池簇进行隔离，DC/DC变换器汇集后接入集中式PCS直流侧。

2.3.2 储能技术进展

物理储能方面：在抽水蓄能方面，总体上我国抽水蓄能技术向“高、低、宽、大、变”，即高水头、高海拔；低水头；宽水头变幅、宽负荷；大容量、大直径；可变速等方向发展。在大直径大倾角斜井隧道掘进、300MW交流励磁变速抽蓄机组、10MW全功率可变速机组等方面有重要进展。在压缩空气储能方面，总体上我国压缩空气储能技术从单机100MW级向300MW级推进，在系统总体特性、核心部件关键技术、系统集成示范等方面均取得了重要进展；10MW和100MW示范电站高频次接受电网调度运行；山东肥城300MW项目实现并网返送电等。在储热储冷方面，在高性能材料的物性及制备、过程能量损失机理及控制、系统控制与优化技术等基础研究方面取得重要进展；在15MW电热熔盐储能注气站、660MW煤电机组耦合蒸汽熔盐储热、液化天然气冷能存储与利用等示范项目取得了突破性进展。在飞轮储能方面，我国学者在飞轮、电机、单机及阵列控制取得了重要进展；飞轮储能单机功率向500~2000kW发展，阵列向1~5MW发展。化学储能方面：在铅蓄电池方面，近年来的研发重点在铅炭电池，主要通过添加高活性炭材料和正极使用添加剂，提升循环寿命和快速充放电能力，在用户侧储能、通信基站和电网侧储能等方面有广泛应用。在锂离子电池方面，锂离子电池是目前发展最快的新型储能技术，我国在液态电解质锂离子电池研究方面保持活跃，并继续向大容量、长寿命、高密度方向发展；半固态固态锂离子电池、磷酸锰铁锂电池、锰基储能锂离子电池等新型锂电池技术也取得重要进展。在液流电池方面，离子传导膜、电堆设计技术、电池新体系研究取得重要进展，100MW全钒液流电池承担电网调度任务，实现了毫

秒级快速响应。在钠离子电池方面，研发重点在于新型正负极材料、电解质及界面材料等，以实现长寿命、宽温域和高密度的性能；全国首套10MWh钠离子电池储能系统研制成功，诸多企业推出了钠离子电池相关产品和应用示范。在超级电容器方面，在基础研究、关键材料国产化、单体制备、系统集成示范等方面取得了重要进展，产业链更加完善；应用领域涵盖了智能电网、轨道交通、电动汽车等高新技术。在新型储能技术方面，研究热点有液态金属电池、热泵储电、重力储能等。

集成与安全方面：在集成技术方面，我国规模储能系统集成技术继续往高安全、大容量、高效率和一体化的方向发展，储能电站的规模从100MWh级向GWh级迈进，储能集装箱集成度进一步提高，容量已突破5MWh，标准式一体化储能柜得到推广。在消防安全技术方面，我国在储能电池火灾发生机理、储能电池模组热失控传播机制、浸没式液冷技术、热失控火灾预警技术、灭火机理及不同装置层级火灾抑制等方面均取得重要进展；在单体锂离子电池的热失控机理及产气机制研究基础上，研究者们更加关注储能电池模组热失控传播机理，及不同装置层级灭火剂的灭火效果。

表4 2023年中国储能关键技术与示范进展

抽水蓄能	<p>①大型抽水蓄能电站工程建设技术，首台超大倾角可变径斜井硬岩隧道掘进技术；</p> <p>②海水可变速抽水蓄能整体技术；③抽水蓄能机组四大类核心控制子系统实现了全面国产化等</p>	<p>①国内首台大型300MW交流励磁变速抽蓄机组发电并网一次成功；②国内在运单机容量最大的双转速变速机组升级改造成功；③世界上海拔最高的大型抽水蓄能电站在四川道孚正式开工建设。</p>
------	--	---

压缩空气储能	<p>①首台300MW级先进压缩空气储能系统宽工况轴流-离心组合式压缩机技术；②首台300MW膨胀机研制成功；③首台300MW先进压缩空气储能系统阵列化蓄热装置研制成功，单体容积达8000m³，蓄热阵列总储热量达8.3TJ。</p>	<p>①张家口国际首套100MW先进压缩空气储能电站有效参与电网迎峰度夏；②山东肥城300MW压缩空气储能电站于2023年11月受电成功；③河南信阳等多个压缩空气储能项目启动。</p>
储热储冷	<p>①多种基于膨胀石墨和不同熔点石蜡的复合相变储热材料完成制备；②以甲基纤维素和生物质材料作孔重整剂的宽温度范围储热材料性能得到优化；③新型环形翅片结构换热器技术；④双层填充床储热系统结构；⑤成功制备适用于冷链运输的新型相变储冷材料和相变凝胶等。</p>	<p>①全球首座电热熔盐储能注汽试验站在辽宁建成投产，储热规模达15MW；②国内首台660M煤电机组耦合蒸汽熔盐储热调峰项目成功投运；③我国首个液化天然气冷能养殖示范项目在深圳正式运行</p>
飞轮储能	<p>①火电机组耦合大规模飞轮储能群组协同调频控制技术完成工程验证；②采用矩阵控制技术取得突破；③飞轮储能辅助风电场一次调频的控制技术等</p>	<p>①5MW/175kWh飞轮储能项目通过河南电科院一次调频现场试验； ②MW级飞轮储能关键技术示范项目在二连浩特成功并网；③飞轮储能和百万千瓦级中间再热火电机组联合调频项目在莱芜投运</p>
铅蓄电池	<p>①采用双极技术提高铅炭电池的循环寿命；②吉瓦时级铅炭储能系统集成技术及智能管理技术；③大容量铝基电池技术</p>	<p>①浙江4MWh微网储能、珠海6MWh示范项目成功应用铅炭电池储能；②铅炭电池5.04MW/48.66MWh用户侧共享储能项目公开招标。</p>
锂离子电池	<p>①300Ah以上大容量电芯；②寿命超过12000次电芯电池加工核心技术；③磷酸铁锂电池能量密度提升到190~200Wh/kg；④效率更高的液冷技术、体积利用率突破72%的电池集成技术等</p>	<p>①多个典型锂电储能示范项目顺利并网，如全球单机功率最大20MW上都电化学储能系统实现满功率运行；②新疆首座电网侧新型储能电站90MW/180MWh调峰调频电站并网投运等</p>

钠离子 电池	①高容量正负极材料，在圆柱电芯中实现180Wh/kg能量密度新突破；②循环寿命6000次以上80Ah和240Ah方形电芯；③采用聚阴离子正极技术软包电芯实现良好倍率和低温性能。	①搭载圆柱钠离子电芯续航里程252km的钠电电动汽车示范；②全国首套10MWh钠离子电池电力储能电站系统成功研制
超级电 容器	①高循环性能碳基材料技术、高导电性复合材料技术、优异比电容和倍率性能材料技术；②新型电极、隔膜制备技术、界面工程优化技术等；③新型水系电解质和有机电解质的制备技术；④“赝电容二极管”技术、新型超级电容二极管技术	①国内首套超级电容电气化铁路再生制动能量利用装置示范工程在南京成功运行；②配备了电池型超级电容路灯的京雄高速公路投入运营；③200MW/400MWh磷酸铁锂电池+20MW/30s超级电容混合储能调频电站项目开工建设
储能新 技术	①液态金属电池：长效服役调控和高效成组与管理技术等；②热泵储电技术：耦合余热技术等；③重力储能技术；④水系电池技术等。	
集成技术	①H桥级联型电池储能技术；②新型模块化多电平储能系统和控制策略；③基于数据驱动的电池寿命预测技术等	①佛山300MW/600MWh储能电站项目实现多种锂电池组合的“一站集成”；②内蒙古百万千瓦级风电基地配储一期配套安装电池容量40MWh为全球电化学储能单机功率最大的储能系统。
消防安 全技术	①采用蜂窝、仿生液冷板结构，使用低沸点介电制冷剂的高效散热技术；②基于光纤传感的电池热失控早期预警技术；③高耐压性能隔热材料、采用全氟己酮等热失控抑制和灭火技术。	①全球首个浸没式液冷储能电站南网梅州70MW/140MWh电站正式投运，5.2MWh电池舱运行温升不超过5℃，不同电池温差不超过2℃；②从单一灭火系统转变采用复合消防系统，如广西200MW/400MWh采用全氟己酮和水喷淋技术。

2.4中国主要城市储能市场概况

2.4.1中国储能市场

2023年全年中国新型储能新增装机16GW，同比增长117%；2024年将达到24GW，同比增长50%。增长点主要源于①新能源配储，存量省份以及配储比例、时长增加；②工商业储能成为重要的增量市场。驱动因素：1) 政策刺激。国家碳中和战略为储能行业发展提供长期确定趋势，2023年以来，地方出台储能相关政策超过400项。2) 市场需求。储能可以提高电网的稳定性和灵活性，满足不断增长的能源需求，降低能源成本，因此市场需求持续增长。3) 技术成熟。以储能锂电为例，储能时长从以前的1小时、2小时逐渐发展到4小时，锂电成本持续下跌。4) 产业链逐渐完善。以储能锂电为核心，从上游的锂电池原材料，中游的储能电池、CPS、EMS、系统集成以及下游的场景应用，已形成良好的产业生态，有助于进一步降低成本，推动市场增长。



图3 2019-2024中国新型储能新增装机量预测

电源侧占据主导地位。2023年，我国新增新型储能装机项目16GW，其中电源侧新型储能新增装机8.16GW，占比51%。装机量最大的省份包括湖南、山东。2022年9月湖南省出台《关于开展2022

年新能源发电项目配置新型储能试点工作的通知》中提到，对在2022年12月底前、2023年6月底前实现全容量并网运行的新型储能项目，在计算其作为新能源发电项目配建的容量时，分别按照装机容量的1.5、1.3倍计算，导致了湖南储能装机量的快速提升。用户侧（包含工商业）占比将提升。用户侧储能（包含工商业）自2021年占比低于源网侧，2022年占比进一步大幅下滑至7%。随着工商业储能的经济性逐渐凸显，2024年用户侧储能占比将会提升。

新能源配储占电源侧80%以上的份额。截至目前，全国有26个省市及自治区出台强制配储政策，多个省市配储比例 $\geq 10\%$ ，不少省份对新能源配储要求进一步提高。如湖北省能源局发布新能源项目配储规定，新能源项目申报必须满足20%/2小时（2.5小时）配储的基本条件；河南省要求在分布式光伏承载力较弱的区域配置不低于15%、2小时的储能装置；海南光伏配储比例要求25%等。因此，大东时代智库（TD）认为，配储省市增加，配储比例增加，均会加大储能装机规模，2024年4小时储能配比规模将会提升。95%以上的新增来自于独立储能。2023年9月21日，国家能源局南方监管局、深圳市能源局印发《深圳市独立储能参与电能量市场交易细则（试行）》，为独立储能入市提供机制支撑。11月，南方电网梅州宝湖独立储能电站在南方电力现货市场顺利完成首个月份31天的交易，标志着我国独立储能首次成功以“报量报价”的方式进入电力现货市场。独立储能主要集中在山东、湖南、贵州、宁夏等地，主要为电网运行提供调峰、调频、需求响应等多种服务，有效实现电网削峰填谷，缓解高峰供电压力。

2.4.2国内主要城市储能市场特征

2.4.2.1上海：技术创新与高端制造双轮驱动

上海作为全国储能产业“领头羊”，依托特斯拉储能超级工厂、纬景储能锌铁液流电池示范项目等标志性工程，在固态电池、液流电池、氢能储能等前沿领域形成技术高地。2024年，上海新型储能企业超7000家，发明专利数量居全国前列，并成立新型储能专家委员会推动技术攻关。政策层面，上海通过《上海市关于支持新型储能产业发展的若干政策措施》，对长寿命高安全性锂离子电池、液流电池等技术研发给予最高3000万元补助。

2.4.2.2深圳：产业链整合与应用场景创新

深圳以6988家储能企业、1.2万件发明专利的规模，成为全球储能产业链核心枢纽。比亚迪、欣旺达等龙头企业主导锂离子电池生产，同时通过“支持电化学储能产业加快发展若干措施”对全产业链给予资金支持，单个项目最高补贴5000万元。在应用端，深圳积极探索“光储充换”一体化模式，2024年用户侧储能新增装机占比达2.09%，重点布局工业园区、数据中心等场景。

2.4.2.3常州：动力电池产业集群赋能储能

常州凭借动力电池产业97%的完整度，形成从材料研发到系统集成的全链条优势。中航锂电（现中创新航）、蜂巢能源等企业带动下，常州2024年动力电池产业规模超3000亿元，储能电池出货量占全国20%以上。政策上，常州通过“新能源之都”建设规划，重点发展电网侧独立储能和用户侧“光储充”项目，2025年目标新能源产业规模超7000亿元。

2.4.2.4成都：电网升级与用户侧储能并重

成都针对电网“卡脖子”问题，出台《成都市新型储能项目建设实施方案（2023—2025年）》，计划到2025年建成100万千瓦新型储能装机，重点布局龙王、桃乡等电网薄弱区域。同时，鼓励工业园区、工商业企业配建储能设施，2025年用户侧储能目标达30万千瓦以上，并对符合条件的项目给予最高100万元补贴。

2.4.2.5武汉：技术突破与央企布局并行

武汉依托华中科技大学、武汉理工大学等高校科研资源，在飞轮储能、液流电池等领域取得突破。2025年2月，全球最大单机5MW飞轮储能项目开工，预计年收益超2亿元。中国石化、中国能建等央企加速布局，推动电化学储能、氢储能项目落地，目标2025年独立储能规模突破5GW。

2.4.2.6西安：政策激励与光储一体化示范

西安通过《西安市支持分布式光伏和新型储能发展的实施意见》，对光储项目（配储 $\geq 20\%$ 、时长 ≥ 2 小时）给予0.1元/瓦补贴，单个项目最高100万元。典型案例包括北石桥污水处理厂用户侧储能项目，通过峰谷套利降低用电成本，同时提升供电可靠性。此外，西安积极推动虚拟电厂建设，探索“风光储”微电网模式。

2.5储能技术创新与发展趋势

2.5.1储能系统集成

储能系统集成技术对于储能应用具有重要意义。从应用角度出发，电池、PCS等设备能够以集成系统为单元，统一接受上层能

量管理系统的调度与控制，上层能量管理系统不必协调底层设备的运行与控制，即可实现彼此间控制范围与时间尺度上的清晰划分。从设备研制角度出发，储能系统集成技术可实现设备与应用领域的衔接，为设备的模块化、标准化和低成本提供保障。

随着技术的不断发展，储能系统集成技术也在不断创新和迭代。目前，储能系统集成技术路线主要包括集中式、分布式、智能组串式、高压级联和集散式。其中，集中式储能系统主要适用于低压大功率场景，通过电池多簇并联后与PCS相连，实现大功率、高效率的能源储存和输出。分布式储能系统则更适用于低压小功率场景，每一簇电池都与一个PCS单元连接，实现小功率、分布式的能源储存和管理。智能组串式储能系统则基于分布式储能系统架构，通过电池模组级能量优化、电池单簇能量控制等创新技术，实现储能系统的高效应用。高压级联式储能系统则直接将电池单簇逆变接入高压电网，实现大容量、高效率的能源储存和输出。集散式储能系统则通过直流侧多分支并联和DC/DC变换器等方式，实现电池的隔离和汇集，提高系统的可靠性和效率。从当前的技术发展趋势来看，交直流一体化储能系统、高压级联式储能系统和站房式储能系统有望在储能系统中得到更广泛的应用。

2.5.1.1 交直流一体化储能系统

在传统储能系统中，电池直流舱与PCS交流舱是相互独立的，电池单元与PCS设备到项目场地后再进行并网测试。交直流一体方案，通过将以电池单元为核心的直流系统与以PCS为核心的交流系统在结构和应用上实现一体融合，不仅结构更优更简，而且整个储能系统的性能、效率、安全均得到提升。在性能方面，交直流一体方案可实现电池的簇级管理，解决电池不一致性的短板效应、

减少了转化层级，同时可提高能量转换效率，减少故障损失率。交直流一体方案在储能系统全生命周期中整体提升了电池放电量。与传统DCDC+集中式PCS两级转化相比，交直流一体方案也减少了转化层级，使系统循环效率RTE得到提升。在交付方面，交直流一体化储能系统可以在工厂内完成装配，免去现场PCS安装、直流接线、通讯测试、充放电测试四大环节，做到到站即并网、节约工期，大幅提升项目施工效率。在安全方面，交直流一体化储能系统的电池与PCS间采用标准化短线缆连接，并内置于全液冷散热空调房，可大大降低拉弧风险，且无需直流防雷，从而大大提高储能系统的安全性。

2.5.1.2 高压级联式储能系统

高压级联技术是一种在储能系统中应用的拓扑结构，其主要优势在于能够直接输出高压，无需经过变压器。高压级联技术在减小系统损耗、提高效率的同时，降低土地建设施工成本，提高单位建设面积的能量密度。高压级联式储能系统和低压并联分布式储能系统方案相比，省去工频变压器，提高运行效率，整体工作效率可达到98%以上。并且由于省去工频变压器和分布式储能电站储能变流器（DC/AC变换器），可以实现直挂于中高压电网，减小占地约20%。另外，由于高压级联技术无需使用变压器表现出整体成本优势，可以节省一部分设备成本，同时减小了系统损耗，降低了运行成本。虽然高压级联技术在单体设备投入方面可能略高于传统技术，但因其运行效率高、损耗小等优势，总体成本仍然具有竞争力。并且，高压级联式储能系统可通过一套装备实现“传统储能变流器+无功补偿SVG”两套装置的功能，同时提供有

功支撑和无功调节，为系统提供转动惯量，减少了无功补偿SVG装置的投资和工程建设成本，在大容量情况下具有经济优势。

2.5.1.3 站房式储能系统集成技术

目前，典型的锂离子电池储能系统多采用分散式布置方式，面临建设成本高、运维难度大、环境兼容性差等问题。在单体储能系统装机规模的不断扩大的背景下，上述问题愈发凸显。开发具备低建设成本、低运维难度及低环境依赖性的高效储能系统迫在眉睫。站房式储能系统集成技术应运而生，是一种将电池系统等储能核心设备放置在建筑物内的储能集成方式。站房式储能系统集成技术具有占地面积小、建造成本低、设备统筹管理方便等技术经济优势，在空间利用率、运维操作友好性等方面优于预制舱布置方式。同时，站房式储能系统集成技术具有更好的隔热效果，有利于降低系统热管理损耗，提高电站综合效率。采用站房式储能路线可实现对站内设备的集约化高效利用和统筹管理，进一步降低设备成本，在大容量电池储能领域应用前景广阔。

储能集成技术具有迭代速度快、多专业融合度高的特点。总体来看，以上三种技术作为先进的储能系统集成技术，具有广阔的应用前景和巨大的发展潜力。虽然这些技术也存在一些潜在问题需要在实际应用中加以解决和完善，例如对系统布局和组装的要求较高、单个电池的绝缘性能要求变高等。但是，随着技术的不断进步和应用场景的不断拓展，它们将成为储能系统发展的重要趋势之一。在双碳目标指引下，储能集成技术将不断适应新型电力系统的特征和需求，系统化构建满足调峰、调频、应急响应等场景的“三电架构”，加强对新型电力系统的支撑能力，成为实现能源科技革命的重要保障。

2.5.2 储能电池

2.5.2.1 大容量电芯技术

随着可再生能源渗透率的不断提升，为了保证新型电力系统的长期稳定性，所需配置储能的时长将越来越长，长时储能的需求将在未来的电力系统中不断催生。伴随储能系统时长走向4小时、8小时，单体储能电站的电量也将从百MWh迈向GWh时代。以1GWh的储能电站为例，使用24年新进入市场的314Ah电芯，整个电站需要监控和管理的电芯数量达到100万颗。巨量的电芯，从电芯的监控管理，到单个储能产品的监控管理，再到整个电站的监控管理，都带来极大挑战。集成度更高、一致性更好的电芯是解决路径之一，提升电芯Ah数成为行业发展共识。2020年，宁德时代将280Ah电芯引入电力储能市场，71173尺寸平台成为当前行业的不二选择。2023年，多家电芯厂家相继发布314Ah电芯，“单芯一度电”。71173平台完成了第一次行业升级，电芯走进了300Ah+时代。匹配液冷技术，推动储能系统进入了单柜5MWh时代，大幅降低了储能系统的CAPEX。与此同时，电芯厂家仍在关注基于71173平台的电量升级，持续降低电芯和储能系统的Wh成本。瑞浦兰钧的问顶系列320Ah、345Ah，海辰储能、鹏辉能源、楚能新能源的320Ah，部分厂家还在开发350Ah电芯。然而，尽管300Ah+大容量电池不断，但这些尝试并未真正满足储能场景的快速变化。为了实现电芯瓦时成本的进一步降低，不少厂家正在尝试突破现有尺寸。蜂巢能源的L500型325Ah电力储能专用电芯、捷威动力360Ah磷酸铁锂方形储能电芯、海基新能源375Ah大容量储能电芯、雄韬股份的580Ah储能锂电池、亿纬锂能的Mr. BIG628Ah电芯，以及海辰储能的长时储能专用电芯MIC1130Ah。大电芯纷纷指向以更低的瓦时成本、更高的集成度且满足电网侧储能系统20年的运营需求。得益于能量密度的提升，大电芯在

电芯、系统集成、产线投资方面都大幅降低投资成本。电芯重新设计了电芯本体的结构和化学配方，内部结构件的大量简化，结合正负极配方的提升，促进电芯单瓦时成本的降低；制造方面，单位时间内电芯的产能效率提升1-3倍，降低产线的单瓦时投资与电芯的制造成本；系统集成方面，电芯数量的大幅减少，显著降低了高压盒、线束等零部件的数量，同时为安装效率的提升提供可能。降本增效的同时减少故障点，提高储能系统可靠性。大电芯带来储能系统产品的能量密度的提升，大幅降低项目占地面积，吊装系统的数量。使用大电芯可以将20尺储能标准柜的电量提升到6MWh。相比使用280Ah电芯的20尺单箱3.44MWh储能系统，能量密度、单位面积电量提升了45%。以50MW/200MWh的储能电站为例，使用大电芯的储能系统，能够减少43%集装箱数量和40%的占地面积。对于集中式储能系统，大电芯通过减少了并联的电芯组串数量，减少并联适配木桶效应带来的可用电量衰减问题，确保系统层级的长寿命使用，增加全生命周期的总发电量，保证储能项目的高盈利能力。

2.5.2.2 钠离子电池路线

随着能源领域的不断发展，从锂离子电池到光伏发电再到储能系统，钠离子电池被视为下一个有潜力的技术。尽管钠离子电池具有较低的能量密度，但其成本优势、安全性和高低温性能为其带来了潜在的应用前景。现阶段，商业化钠离子电池使用的负极材料都是硬碳，且三类主要正极材料都已经实现商业化生产的例子。英国的Faradion公司、中国的中科海钠公司都开发出了具有较高比容量的层状氧化物正极材料，由其构成的全钠离子电池路线电池甚至可以超过锂离子电池中的磷酸铁锂电池。聚阴离子类的快离子导体以及PBA类材料的正极材料能量密度低一些，但

却可以实现极高的功率密度，适用于高功率输出设备的需求。美国的NovasisEnergies、隶属于斯坦福的NatronEnergy公司则成功开发出了以PBA为正极的钠离子电池。目前国内部分领先厂家已有针对层状氧化物体系的钠离子电池已经量产下线，并用于钠离子储能电站（鹏辉&青岛北岸控股大数据中心5MW/10MWh钠离子储能电站示范项目）及各类储能项目中，这也是钠离子电芯在北方储能电站的大规模应用，标志着钠离子电芯正式导入市场，进入规模化商业应用阶段，对于钠电产业化具有标志性意义。

2.5.3 储能BMS均衡技术

随着锂离子电池在新能源领域的广泛应用和发展，锂离子电池以电池组（电池簇或电池堆）的形式作为系统级应用成为标配。整个电池系统里单体电池间的差异可近似满足正态分布，由上图可以看出，在电池组全生命周期，随着时间的延续，上百节电池成组后实际可用的有效容量不断减小，电池组呈现更大的离散性， σ 变得越来越大。主要特性：①电池组实际有效容量小于组内的实际单体容量；②电池组容量的衰减速度大于单体电池容量的衰减速度；电池组里单体电池的离散性越大，一致性即越差，电池系统的充放电能力就越差，对应的电池应用经济效益同样越差。基于电池组一致性优化改善的需求，储能BMS均衡技术应运而生。常见的储能BMS均衡技术为被动均衡和主动均衡两大类，在BMS标准《GBT34131-2023电力储能用电池管理系统》的6.7中，更是明确了BMS需要具备均衡功能，均衡技术属于BMS的标配功能。锂离子电池、钠离子电池和铅酸(炭)电池管理系统应具有均衡功能，均衡方式可采用主动均衡方式和被动均衡方式中的一种或两种。

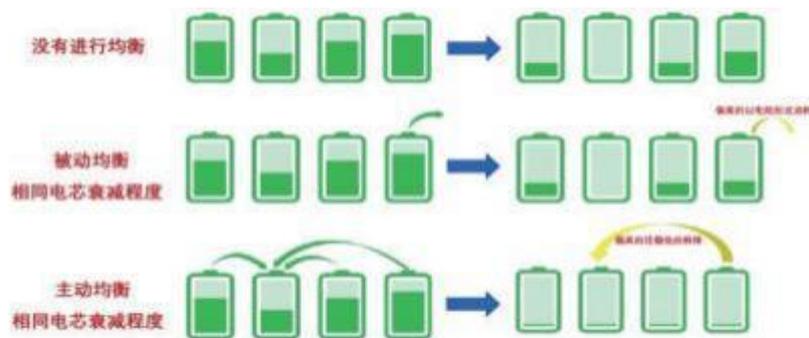


图4均横方式对比

2.5.3.1 主动均衡技术

早期的BMS主动均衡技术有采用分立器件采集，加上系列光耦继电器切换实现单元内单一的单体均衡充放电，主要局限性如下：
 ①外围电路复杂，产品体积大，抗干扰性能差，在共模干扰环境下易造成采集偏差较大、跳动，甚至无法采集；
 ②光耦继电器存在误导通风险，可能造成电池直接短路；
 ③采集速度慢，采集精度低，商业级性能低。

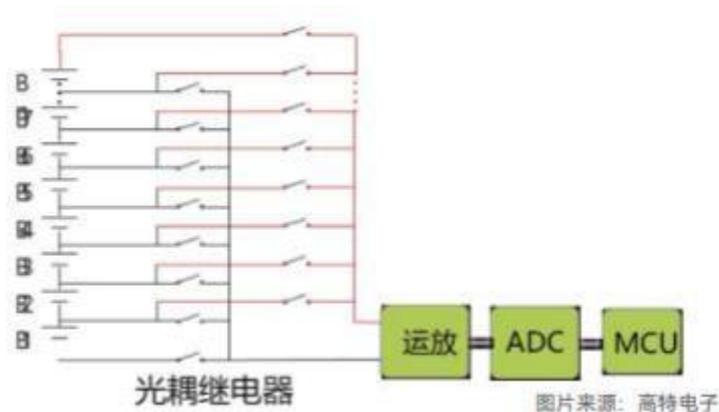


图5光耦继电器切换均衡充放电技术



图6外界辅助型被动均衡放电+均衡充电技

外界辅助型被动均衡放电+均衡充电技主动均衡技术类似补电维护设备，原理策略相对简单，类似在被动均衡的基础上减小电阻进而加大均衡电流，同时增加ACDC补电模块对电压/电量低的进行补电，主要技术应用的局限性如下：①独立开关电源对落后或电压低的单体电池充电维护，硬件成本高，集成性低；②独立放电电阻，对电压高的单体电池进行放电维护，发热量往往更大，充放电转化效率低；③大号电阻均衡放电为能量消耗型，无法实时高效向平均性能靠拢，均衡放电只能在充电末期实施

2.5.3.2双向主动均衡技术

双向主动均衡技术是目前均衡技术中同时具有高效率、低成本两大优点的BMS技术解决方案，是基于单体电压、单体SOC、单体SOH以及历史数据等因素的综合均衡策略机制。该方案可以实时的对电池各项特征数据进行分析，挑选出电池簇中需要进行维护充电及维护放电的单体电池，通过需要均衡的程度执行主动均衡，可快速提高电池簇内单体电池电压和性能的一致性，同时提高电池堆性能的一致性，进一步延长电池系统的循环寿命和提升全生命周期内储能系统的收益。均衡无需分级，可实现簇内跨模组、

跨PACK之间内任意单体间的双向能量转移，无需通过模组级二次均衡。

2.5.3.3主动均衡技术的痛点前景趋势

设备采购成本较高当前新能源板块发展突飞猛进，每个从业单位参与的项目单量和项目数量越来越多，很多项目前期的方案搭建以及交付投运，较大权重地考虑“以卷优先”，在刚好满足下级用户当前技术需求的前提下，以尽可能便宜的原则选择均衡产品。导致很多项目选型环节，下级用户认可主动均衡的产品和技术，也了解全生命周期主动均衡经济性的更加合理性，但考虑当前量级的项目因为选择采购主动均衡BMS要多花¥0.01-0.02/Wh的时候，往往很可能还是选择当前就满足下级用户的被动均衡产品。在“短平快”的时代环境下，主动均衡仅在被强制要求时才被选择成为当下的现状，根据第三方头部BMS企业高特电子的出货量统计显示，截止2023年，主动均衡累计占比约为15%。主动均衡相对增加了风险点基于不同厂家主动均衡技术的差异性，主动均衡在BMS内部增加了分离式或集成式的均衡电路，其中包括均衡充放电模块装置、均衡电源驱动装置、均衡控制状态等，这些从硬件增加的角度增加了可能失效的风险点。部分BMS企业从自身的产品考虑，可能存在忽略系统匹配性的情况。如过于追求3A、5A甚至更高的大电流均衡，于均衡技术本身没有什么技术难点，但对系统既有的协配件的选型匹配存在挑战与风险。行业PACK包内采集线束的线径可能只有0.3方甚至更细、CCS方案铜膜的载流能力、PACK内的发热及散热、相对热的环境下电池的寿命等都可能是关联影响因素。

2.5.3.4主动均衡技术的前景趋势

随着锂离子电池技术的飞速发展，锂离子电池的自身发展会到达一个相对平稳的阶段，行业对锂离子电池组的一致性标准提升的要求不会停滞，此时为了弥补锂离子电池相对极致的一致性需求，主动均衡是必备的BMS技术。与此同时，工商业储能追求极短的“回本周期”，某一种程度上与政策赛跑。根据所规划投运区域的分时电价政策，设计最优的营运策略，在后台平台上，每一天的收益可视化的展现与相对结算，因此追求极致的电池一致性，电池一致性直接影响每天的收益数据，因此BMS主动均衡技术有很好的展现机会，通过对电池组更优于被动均衡的数据表现，往往更容易被选择

2.5.4储能温控技术

储能电池的充放电过程会大量生热，而电池本身又是对温度极其敏感的部件，维持稳定、适中的工作温度会对提高电池效率、延长电池寿命、防止热失控都起到至关重要的作用，因而储电配套的温控系统不可或缺。新型的储能温控系统主要应用于储能集装箱的电池环境控制，通过节能变频制冷机组耦合电辅热等方案，实现箱内外高效换热、箱内温度自动调节，以保障电池的安全、稳定、高效运行。为了便于运输及安装同时提高箱内空间利用率，大多储能温控设备已舍弃传统空调区分内机外机的分体式设计，转而将蒸发侧与冷凝侧进行一体化集成，故此处仅针对一体式系统设备进行介绍。以载冷导热的形式划分，目前主流的储能温控技术主要有液冷与风冷两种。

2.5.4.1 储能液冷温控技术

“液冷”指在发热端与机组蒸发侧间以冷液作为载体的冷却换热形式，水侧媒介一般使用乙二醇水溶液；冷凝侧同样有风冷和水冷两种形式，以风冷强制对流换热为主。

作为一种新兴的储能温控解决方案，液冷凭借其其与电芯冷却的高契合度优势快速占领市场。

（一）、液冷机组温控散热的主要应用优势如下：

①调温快，控温准：液冷温控响应快、精度高，通过变频、整流混水等方式为电池侧供水，自动控制水温，最高能达成 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 的精度，且在负载功率、环境温度等关键工况变化时可快速调节以实现供液温度稳定。②高效换热，需求空间小：液冷的蒸发侧为水-氟换热器（一般使用板式或管壳式换热器），换热效率高、上限高，相同能力下相较于风冷适用的翅片换热体积可成倍缩小，极大程度地节省了机组空间与占地面积，进而可有效提升电池集装箱体内能量密度、扩大储能应用场景。③有效减小电芯温差，促进电池均温：液冷冷板流道与管路设计自由度高，可根据需求合理分配流量；同时，因载冷剂的比热容较大，PACK前端与末端间水温相差小（一般在 3°C 以内），可使电池端的整体温差都控制在 5°C 左右，有效提升电池概况的异质性水平，提高电池能量利用率及延长寿命。④适应复杂场景：传统风冷受风道影响强，对电池箱内部结构设计要求高，易受干扰。液冷水路设计自由，形式多样，可适配各种复杂的应用场景与结构形式，对于储能形式的不断丰富有较好支持。然而，目前液冷技术的发展尚不完全充分，仍有一些行业痛点亟待解决：①存在漏液可能，时有补液需求：目前难以保证不漏液，存有漏液风险。为此，不得不为机组设备增设自动补水装置、增加漏液监测措施、提高部件防水等级、考虑漏液排液问题。

大型储能项目所在区域往往都较为偏远，罕有人烟，人工补液极为不便，同时漏液也可能对电芯及其控制系统造成严重影响，故必须尽可能的减少乃至避免泄露，降低补液频次。

（二）、常用管路类型各有劣势：不锈钢管路成本高，加工与装配对工艺要求较高，公差难以把控，维护也相对困难；塑料管路虽成本较低，但其使用寿命短，易损坏，可靠性仍有待提升；铜管路易造成水质脏堵，影响换热，难以适配储能长期稳定、尽量避免人工干涉的需求。时下尚无能完美解决储能温控需要的液冷管路材质。

2.5.4.2 储能风冷温控技术

“风冷”指在蒸发侧以空气作为载体的冷却换热形式，利用风机带动空气与翅片换热器进行强制对流传热，受海拔高度（气压）的影响较大。作为一种相对传统的温控散热模式，风冷在应用广度上会略逊一筹，但由于介质的特性也决定了其在某些特殊场景中应用的必要性。例如，风冷温控系统在蒸发侧通过空气机组进行换热，使得其可以具备除湿功能，目前，常见的大型储能集装箱在标配液冷的同时往往也会增设风冷机组以降低箱内湿度，减少电池模组和附属器件因凝露渗水而受损的可能性；同时，风冷规避了水冷的漏液风险，适合为复杂BMS电气系统进行散热以保障安全性。此外，风冷系统的加工安装相对容易，现场工程量小，成本较低，在部分小型储电设备中也有一定优势。一直以来，风冷技术的难点痛点都较为突出，能否进一步改善与解决是扩展风冷适用面的关键所在。行业主要痛点如下：1. 换热效率低下，尺寸难缩减：风冷换热性能有天然劣势，若要满足电池能量功率的增长需求则必须增大换热器尺寸，这与不断提升箱内电池能量密度的追求是相违背的，同时也增加了设备运输与安装的难度。只有改进换热器形式，提高换热器效率，才能在一定程度上缓解风冷设

备的空间侵占问题。2. 风机需求量大，噪音难限制：风量与换热性能正相关，为了提高制冷能力，风冷系统中内外风机均使用大功率、高转速风机，相互叠加，风噪也便难以控制。如何在限噪与性能间平衡取舍一直是风冷业内的一大难点。3. 温控均匀性差，风道难设计：风冷始末两端温差大，对末端设备的温控能力较差，用于为储能电池散热无疑是不利的。风冷技术的风道设计尤为讲究，过大的风阻将严重影响性能，若流道覆盖性较差，或局部边缘生成涡旋多，则设备间的均温更难以达成，一般在设计阶段便需通过大量仿真验证合理性。

2.5.4.3 储能温控技术未来发展趋势

①以发展完善液冷技术为主体，逐步改进风冷技术，同步开发直冷方案：不可否认的是，在未来一段时间内，液冷都会占据行业市场的主体且份额逐渐扩大，因而针对液冷可靠性与能力的设计验证、降本等会是业内的主要课题。风冷新增装机量难有爆发式增长，但因依然有无法替代的稳定需求，对其的研究改进不会停止。此外，随着未来电池能量功率密度的不断提升，纵然液冷模式也会逐渐触及性能上限出现边缘效应，开发换热效率更高理论上限更强的冷媒直冷方案也是重要议题。目前，尚无大批量应用的成熟储能直冷技术形式。

②整机小型化，换热效率提高，能量密度提升：储能箱柜内空间寸土寸金，配套设备的小型化意味着电芯数量增加的可能性，也就意味着储电成本造价的优势。在有限空间能尽可能地强化换热能力是空调机永恒的课题，为此主要有两个发展方向，即提高设备集成度与改进使用高效传热形式。除前文所提整机一体化处理外，电控系统的高度集成化、水氟系统在确保安全性与可靠性的前提下的部件“减负”都是重要手段。

③制冷剂环保化替换：2021年6月，中国政府接受了《〈关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书〉基加利修正案》这一国际化的通用标准要求，将对部分环境影响指数较大的制冷剂进行严格限制，相当于对行业提出了新的硬性规定。以性质与能力相近的环保冷媒进行直接替换是基本方案，但其系统安全性与兼容可靠性需要经过长时间的测试验证，对系统的设计也有特殊要求。更进一步的目标，可考虑天然制冷剂的适用可行性，如R744（二氧化碳）、R290（丙烷）等均已其他行业大量应用并被证明对环境完全无害。

④高效节能化：除使用高能效的冷媒外，对压缩机、风机、水泵等大功率器件的智能变频控制也是节能省电的关键所在，后续的储电温控技术将对控制逻辑进一步深入优化，确保在工况频繁变动的前提下依然保持供需平衡。提升换热效率也是节能化的途径之一。目前有越来越多的机组正利用小区域冗余空间加装干冷器以强化自然散热，利用低温环境下的自然冷源，减小热交换时的耗能需求。全年低温时间区段占比越高，制冷时需要的总能耗就越低。未来的节能需求会愈发明显。

⑤可靠性与安全性提升：一方面通过更多的失效模拟分析、精确冗余设计和故障监测报警保证机组安全性，另一方面通过增加异常自动调节模式以减少人工干预，提高机组可靠性。同时对于器件可靠性选型也要更为精细，例如采用铜管翅片作为冷凝器在恶劣且长期使用的环境中，因其结构强度与器件材质，相比于微通道换热器更为可靠。

⑥PCS液冷方案：在当前储能项目正向着更大规模、更高能量密度趋势发展，对储能系统的寿命、安全性提出了更高的要求之下，将液冷技术应用到PCS上，可使得PCS在功率密度和系统效率上有较好的提升。液冷PCS在高海拔和高温地区同样会拥有更好的适应性。当面对高海拔项目时，高效液冷散热方式将海拔变化带来的温度降额影响大大

降低，极大程度保障产品的安全平稳运行。正是具备有保证系统安全稳定运行的可行性，目前已有多家PCS厂商都已经宣布有液冷PCS产品或者即将推出相关的液冷PCS。

⑦浸没式液冷方案：浸没式液冷通过将储能电池浸没在绝缘冷却液中，实现对于电池的直接接触式液冷。浸没式液冷有更高换热效率、更好的均温性以实现电池更长的寿命，同时相比于传统液冷更能减少热失控风险。但浸没式液冷在储能领域应用案例少，且存在成本高、安全隐患、难运维等问题。目前该方案在数据中心领域逐渐广泛应用，上述存在的问题在稳定推进解决，中长期来看存在在储能领域规模应用的可能性。

在当前储能项目正向着更大规模、更高能量密度趋势发展，对储能系统的寿命、安全性提出了更高的要求之下，将液冷技术应用到PCS上，可使得PCS在功率密度和系统效率上有较好的提升。液冷PCS在高海拔和高温地区同样会拥有更好的适应性。当面对高海拔项目时，高效液冷散热方式将海拔变化带来的温度降额影响大大降低，极大程度保障产品的安全平稳运行。正是具备有保证系统安全稳定运行的可行性，目前已有多家PCS厂商都已经宣布有液冷PCS产品或者即将推出相关的液冷PCS。提升储能系统的寿命，保证系统安全稳定运行正是液冷PCS开始盛行的关键所在。储能PCS从技术本身而言能够做更低的成本、更高的效率和更高的可靠性，供应链的维度可以有更好的效益，可以拿到更稳定的产品，在最终的用户当中产生出价值的改善。

2.6小结

本章围绕全球主要国家/地区新型储能战略规划布局、政策分析、产业发展现状、主要国家储能市场概况、储能技术创新与发展趋势等

方面对储能系统的产业现状进行了深入分析。全球主要国家/地区包括美国、欧盟、日本及中国等将储能系统的建设看做是新能源战略的重要一环。在政策方面截止到2023年底，全国已发布约1700余项储能相关政策，其中2023年全国共发布储能相关政策655项，国家层面发布约60项，重点在技术研发、示范应用、电价机制、市场建设、规范管理方面出台管理政策；地方层面多地实施储能产业战略布局，加大支持力度，推动储能产业发展。在储能市场方面，中国是目前全球最大的储能市场。储能技术创新主要围绕储能系统集成，其中又细分为交直流一体化储能系统、高压级联式储能系统、站房式、储能系统集成技术等；储能电池创新主要围绕大容量电芯技术和钠离子电池路线；储能BMS均衡技术主要包括主动均衡技术、双向主动均衡技术；储能温控技术主要以储能液冷温控技术和储能风冷温控技术为主。在发展趋势方面，各项技术都围绕“高压、大容量、低功耗、绿色、安全性、高效”等方面不断开展创新。

第三章储能系统专利态势分析

本章针对储能系统进行专利态势分析，由第一章技术分解内容可知，储能系统作为电储能的技术分支之一，在电储能过程中起着稳定协调的居中作用，本章仅对储能系统的专利进行宏观分析，以期把握整体专利态势，摸清全球全国关于储能系统的专利竞争格局，关于储能系统的具体分支和相关技术分析将在第五章对储能系统核心技术进行分析。

3.1全球专利整体态势

通过构建与储能系统相关的检索式，结果指出全球围绕储能系统共计提出发明专利申请31721件，发明专利授权14565件，实用新型授权4167件。其中有效专利20639件，在审专利8166件，在PCT指定期内373件，PCT有效期满专利2879件，失效专利15417件。

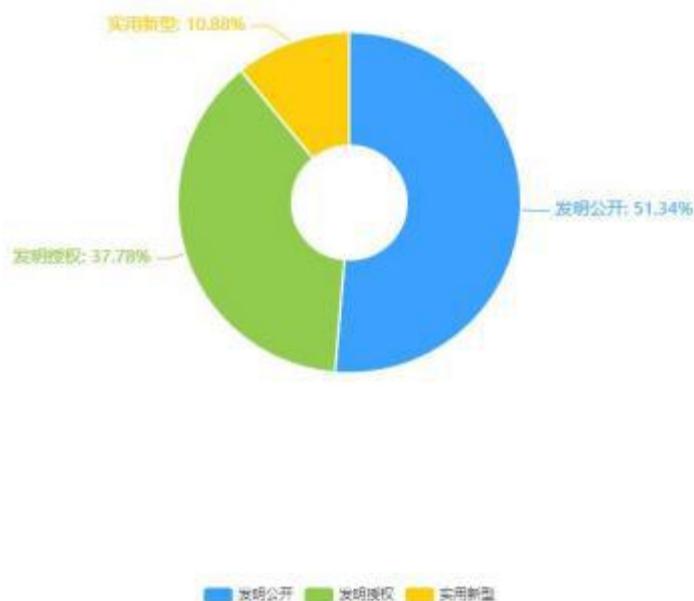


图7全球储能系统专利类型分布

3.1.1 专利申请趋势

下图展示的是进入2000年以后全球储能系统专利申请趋势，进入21世纪以后，储能系统进入一个新的发展阶段。2003年，美国国家能源技术实验室开展了全球最大的储能系统示范项目之一超级电容器示范，证明了超级电容器在短时间高功率储存和释放方面的优势，为超级电容器的商业化应用奠定了基础。随着可再生能源的普及和需求增加，储能系统受到了更多的关注和投资

21世纪至今：随着技术的不断进步和应用领域的扩展，储能系统的能量密度和功率密度将进一步提高，以满足用户更多样化和高效能量需求。储能系统与智能电网的结合将实现更加灵活和智能的能源配置，提高能源利用率和电网稳定性。此外，新型储能技术和材料的应用将推动储能系统的革新和升级，例如固态电池、钠离子电池等，为家庭用户提供更加可靠、高效和清洁的电力供应。这些技术的日益更新带动了大容量储能系统的专利增长。

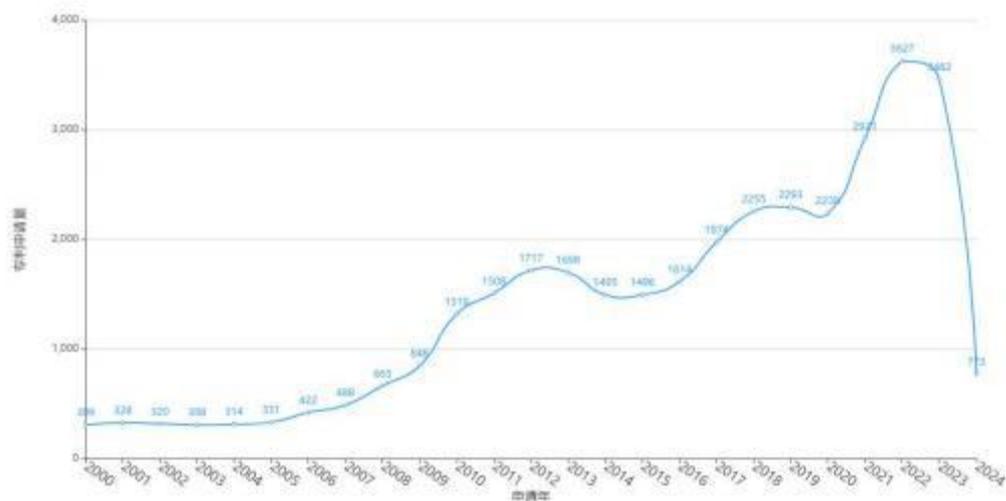


图8全球储能系统专利申请趋势

3.1.2 创新生命周期分析

技术生命周期，是描述一项技术的使用，从基础科学或应用科学衍生发展而来，将之应用于产品开发与设计上，到该项产品导入市场后，直至该项产品退出整个市场的一段时间。一般将技术生命周期可划分为4个阶段：导入期、成长期、成熟期、衰退期。

(1) 导入期是指任何一项新技术自实验室诞生后最初被引入市场的那段时期。该时期专利数量较少，大多是原理性的基础专利，并且专利数量和申请专利的企业数量都较少，属于根本性创新时期。

(2) 随着基本技术问题的解决和市场不确定性的消除，技术逐渐赢得市场认同并为部分厂商相继所采用，迎来了快速发展的成长期。该时期市场扩大，介入的企业增多，技术分布的范围扩大，相关专利申请量和专利申请人数也激增。

(3) 新技术在经历了导入期和成长期之后赢得了社会的广泛认同，并进入了为广大用户所采用的成熟期。该时期由于市场有限，进入技术领域的企业数量趋于稳定，并且专利申请量增速放缓。

(4) 衰退期是指新技术在经历了成长期和成熟期之后，技术的领先优势逐步趋于消失的时期。该时期技术的发展已濒临饱和，此时的技术称为基础技术或常规技术。当技术老化后，企业也因收益递减而纷纷退出市场，此时有关领域的专利技术几乎不再增加，专利年度申请量和申请人数都呈负增长趋势。

生命周期分析是专利定量分析中最常用的方法之一。通过分析专利技术所处的发展阶段，推测未来技术发展方向。它针对的研究对象可以是某件专利文献所代表技术的生命周期，也可以是某一技术领域整体技术生命周期。从图中可以看出，目前全球关于高压大容量储能系统的专利申请数量以及专利创新主体数量总体呈现上升趋势，因此

可以预测的是在储能系统目前正处于快速增长期。

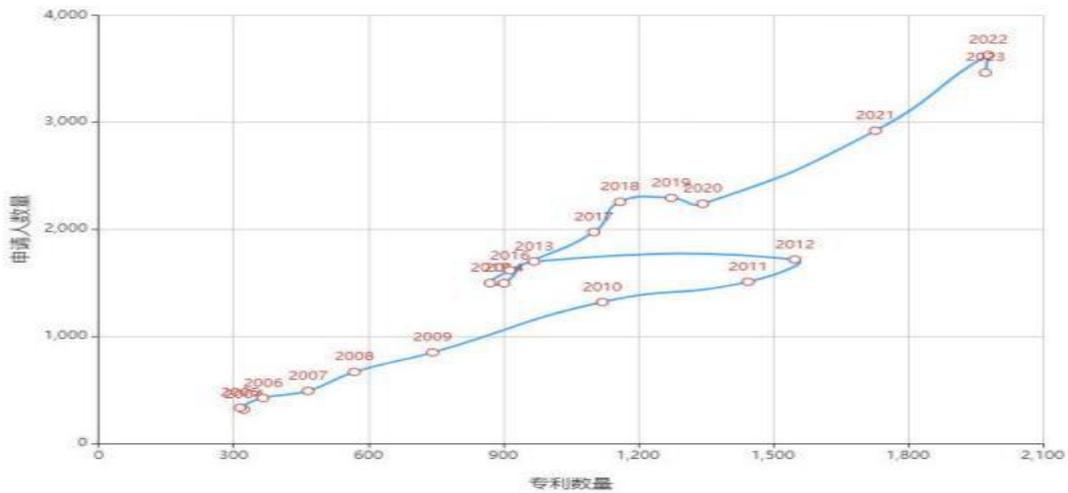


图9 储能系统技术生命周期

3.1.3 专利布局分析

3.1.3.1 地域分布

图中展示的是储能系统专利来源国分布，从图中可知中国是全球储能系统的主要技术来源国，排名第二的是德国、排名第三的是美国，日韩排在第四五位。除了对技术来源国分析以外，还可以对目标市场国进行分析，从图中可见中国的主要专利布局目标主要在国内，其在欧美市场的布局较少，通过欧专局和世界知识产权组织申请的专利相对德国、美国来说均有不小的差距。

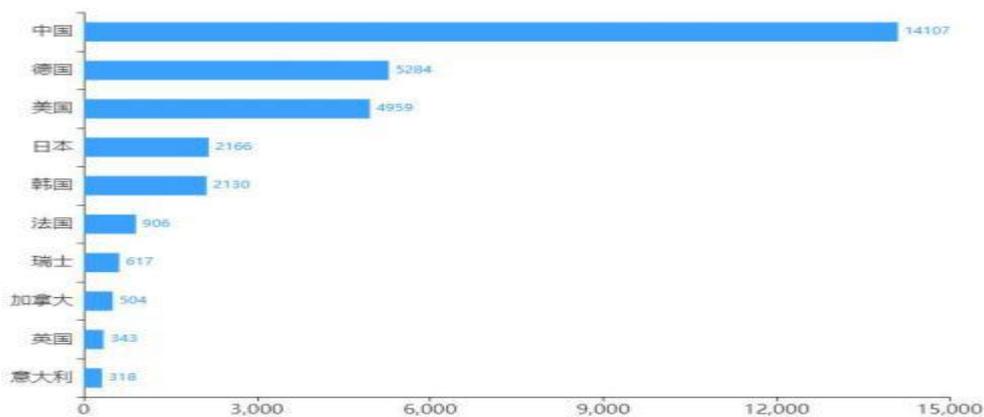


图10 储能系统专利来源国分布

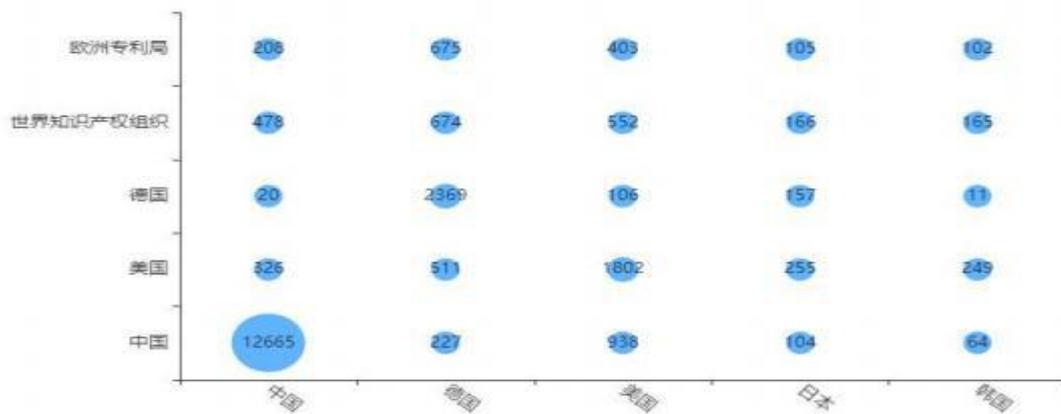


图11储能系统专利来源国与目标市场分布

3.1.3.2技术分布

通过IPC技术领域分布，可以判断全球围绕储能系统的技术创新热点。由图表可知：储能系统的主要技术创新点主要围绕H02J7/00-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]、H02J15/00-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]、H02J3/38-由两个或两个以上发电机、变换器或变压器对1个网络并联馈电的装置[2006.01]、H02J3/32-应用有变换装置的组[2006.01]等展开。

图12储能系统IPC技术领域分布



IPC分类号小组	申请量
H02J7/00-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]	10192
H02J15/00-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]	9549
H02J3/38-.由两个或两个以上发电机、变换器或变压器对1个网络并联馈电的装置[2006.01]	4793
H02J3/32-..应用有变换装置的电池组[2006.01]	3948
H02J3/28-.用储能方法在网络中平衡负载的装置[2006.01]	2569
H02J3/00-交流干线或交流配电网络的电路装置[2006.01]	2501
H02J7/34-.兼用蓄电池和其他直流电源的网络中的并联运行,例如提供缓冲作用(H02J7/14优先)[2006.01]	2228
H02J13/00-对网络情况提供远距离指示的电路装置,例如网络中每个电路保护器的开合情况的瞬时记录;对配电网中的开关装置进行远距离控制的电路装置,例如用网络传送的脉冲编码信号接入或断开电流用户[2006.01]	2016
H02J7/35-..有光敏电池的[2006.01]	1829
H01M10/44-..充电或放电的方法(充电电路入H02J7/00)[2006.01]	1744
H02J7/02-.用变换器从交流干线为电池组充电的[2016.01]	1651
B60L11/18-使用初级电池、二次电池或燃料电池供电的	1482
G06Q50/06-.电力、天然气或水供应[2012.01]	1322
H01M10/42-.使用或维护二次电池或二次半电池的方法及装置(H01M10/60优先)[2006.01]	1303
H02J9/06-..带有自动转换的[2006.01]	1260
H01M10/48-..与测量、试验或指示情况的装置相组合的蓄电池,例如测量、测试或指示电解质高度或密度(用于检测电池或电池组内部状况的导电连接的结构零部件,例如:电压感应端子入H01M50/569)[2006.01]	1207
H02J1/00-直流干线或直流配电网络的电路装置[2006.01]	1037
H02J3/14-..用于把负载接入网络或从网络断开的,例如逐渐平衡的负载[2006.01]	964
H02J3/46-..发电机、变换器或变压器之间输出分配的控制[2006.01]	896

其中围绕H02J15/00-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）进行专利申请的申请人主要有：国家电网有限公司149件、罗伯特·博世有限公司106件、西安热工研究院有限公司105件、株式会社神户制钢所92件、株式会社东芝87件、华北电力大学79件、株式会社日立制作所73件、西门子公司63件、阳光电源股份有限公司61件、中国科学院电工研究所60件、中国电力科学研究院有限公司58件、西安交通大学58件。后文对针对这些重点企业进行高压级联式储能相关技术的分析。

下图展示的是个技术领域专利申请趋势，从图中可知H02J15/00-存储电能的系统在2020年以后进入飞速增长的趋势，其无论是增长速度还是增长量都呈现较大的进步，可见在近几年，关于储能的集成系统的研发是热点技术。

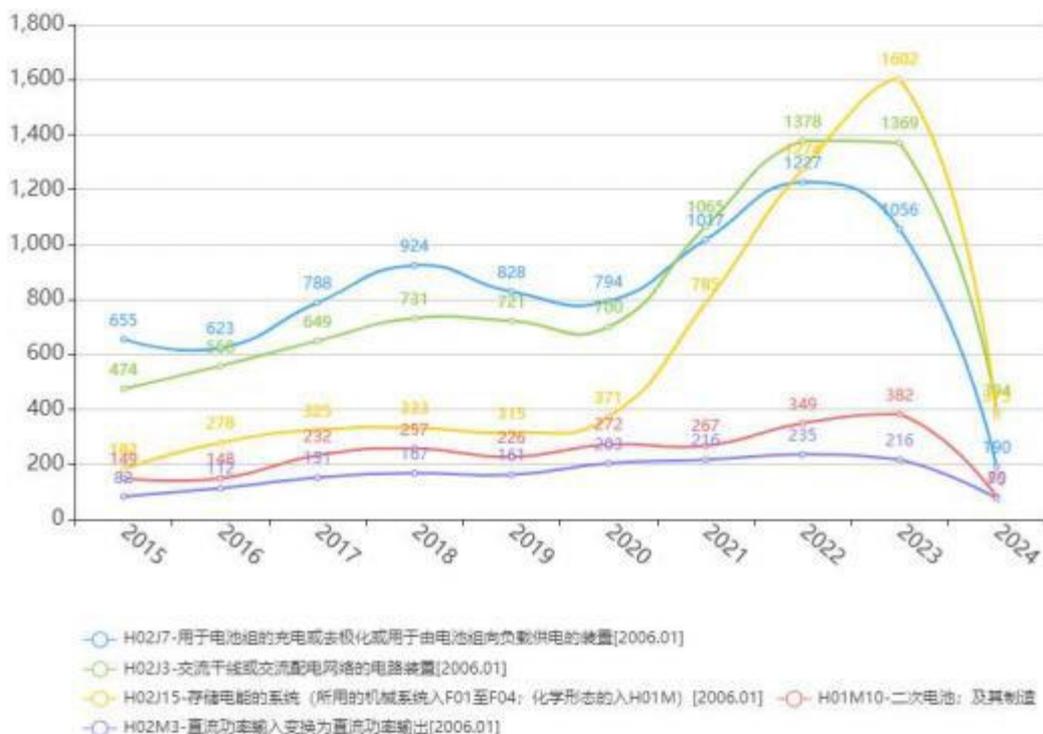


图13各技术领域专利申请趋势

下图展示的是各国在各领域技术布局图，从图中可以看出中国围绕储能系统的创新主要围绕储能系统本身的系统集成技术，这方面代表性的创新主体主要有：国家电网有限公司149、西安热工研究院有限公司105件、华北电力大学79件、阳光电源股份有限公司61件、中国科学院电工研究所60件、中国电力科学研究院有限公司58件、西安交通大学58件、清华大学53件、中国华能集团清洁能源技术研究院有限公司46件、宁德时代新能源科技股份有限公司41件、华能集团技术创新中心有限公司40件。

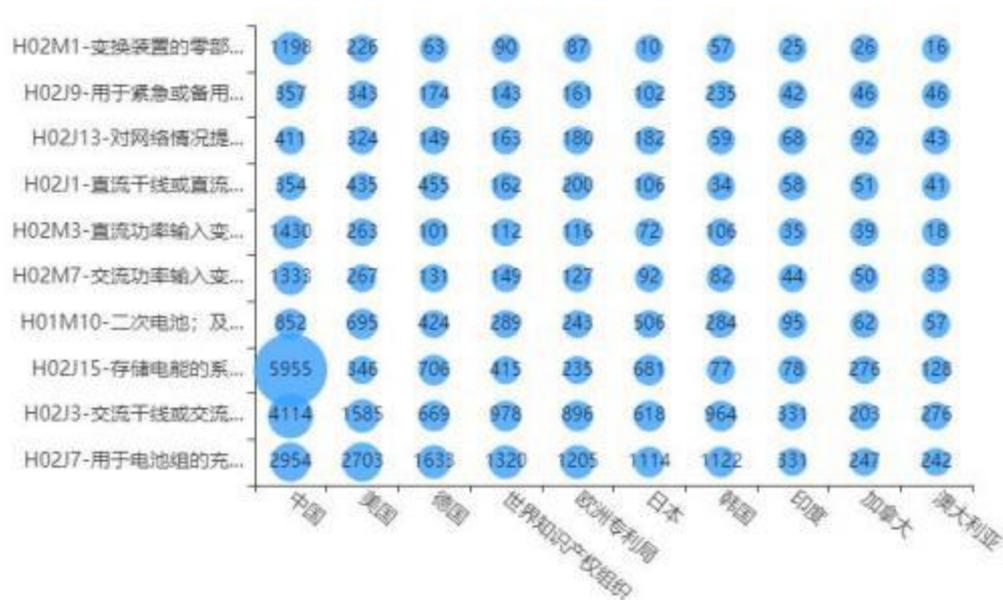


图14各国在各领域技术布局图



图15创新技术词云

3.1.4重要创新主体

表中给出的是储能系统全球专利申请人排名，从表中可以看出创新主体主要由企业和高校组成，其中排名前十的申请人中有5位来自中国，包括国家电网公司、华为技术有限公司、中国电力科学研究院有限公司、上海交通大学和华北电力大学。从表单总体来看国外的创新主体主要是跨国大企业，国内高校的创新活跃度不容小视。

表5储能系统全球专利申请人排名

申请人	专利申请量
国家电网有限公司	522
通用电气公司	353
华为技术有限公司	241
三星SDI株式会社	216
中国电力科学研究院有限公司	189
株式会社日立制作所	178

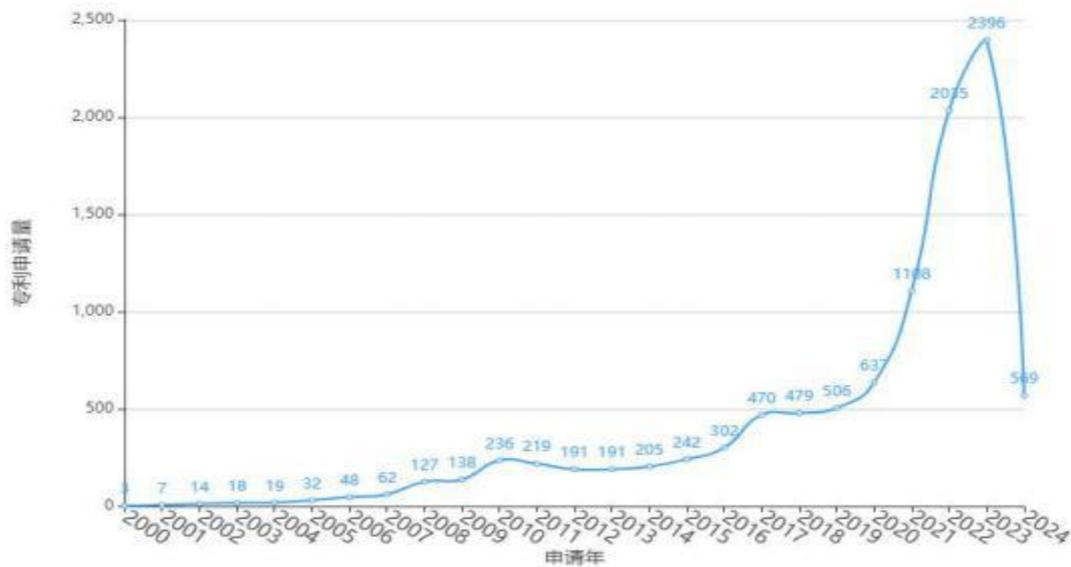
上海交通大学	174
株式会社东芝	171
株式会社杰士汤浅国际	169
华北电力大学	161
阳光电源股份有限公司	155
西门子股份公司	146
LS产电株式会社	145
西安交通大学	143
清华大学	136
戴姆勒公司	136
罗伯特·博世有限公司	134
东南大学	127
索尤若驱动有限及两合公司	126
西安热工研究院有限公司	125
株式会社LG新能源	124
三菱电机株式会社	120
浙江大学	114
中国科学院电工研究所	113
华中科技大学	112
南京南瑞继保电气有限公司	104
国网智能电网研究院有限公司	92
南京南瑞继保工程技术有限公司	90
江森自控科技公司	89

3.2 中国储能专利整体态势

国内围绕储能系统共计提出发明专利申请10815件，其中发明专利授权3754件，实用新型授权3399件，有效专利8573件，实审中专利4672件，在PCT有效期内专利134件，PCT有效期满专利350件，失效专利4095件。

3.2.1 专利申请趋势

我国的高压大容量储能技术在进入2020年以后得到飞速发展，随着新型储能技术，如锂离子电池等，在这一时期得到的快速的发展和应用。以高压大容量储能技术为主的系统西城储能技术，在“双碳”目标下，对满足新能源电力的调节需求起到了重要作用。



3.2.2 国内省份布局

图表展示的是储能系统专利在国内的省市分布情况，从表中可知深圳省、北京市、江苏省、浙江省、上海市专利申请数量位居全国前五位，尤其是前三省市专利申请数量均超千件。从专利分布情况上可以看出我国的储能系统的技术分布呈现一定的地域特征，主要集中在华北、华中、华东、南方、西南及东北地区。这也和我国储能项目的省份分布有一定的相似。

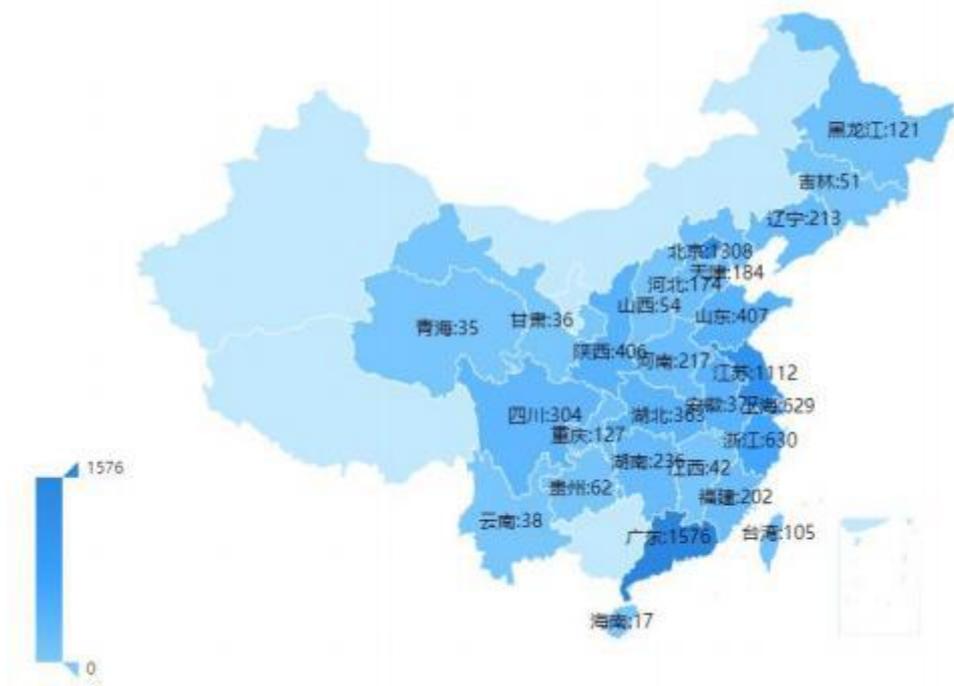


图16储能系统专利国内省内分布图

表6储能系统专利国内省内分布表

省市	专利申请量
深圳省	1576
北京市	1308
江苏省	1112
浙江省	630
上海市	629
山东省	566
陕西省	406
安徽省	377
湖北省	363
四川省	304
湖南省	236
河南省	217
辽宁省	213
福建省	202
天津市	184

河北省	174
重庆市	127
黑龙江省	121
台湾省	105
贵州省	62
广西壮族自治区	57
内蒙古自治区	56
山西省	54
新疆维吾尔自治区	54
吉林省	51
江西省	42
云南省	38
甘肃省	36
青海省	35
宁夏回族自治区	23
海南省	17
香港特别行政区	15
西藏自治区	4
澳门特别行政区	3

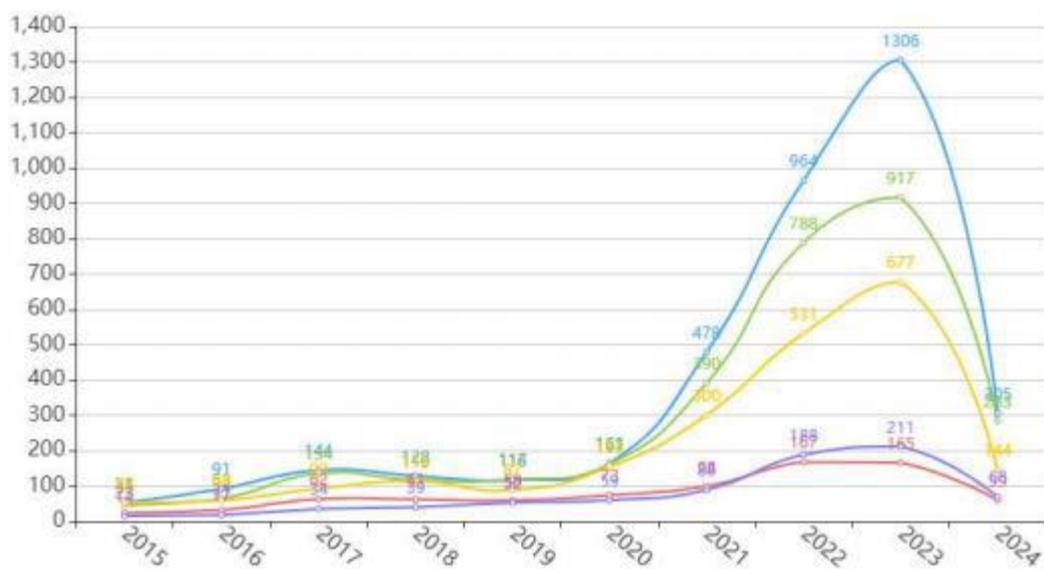
3.2.3 专利技术分析

图中展示的是分析对象在各技术方向的数量分布情况。通过该分析可以了解分析对象覆盖的技术类别，以及各技术分支的创新热度。从图上看，国内技术分支与全球技术分支基本类似，排名前列的均为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]、H02J3-交流干线或交流配电网络的电路装置[2006.01]、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]、H02M3-直流功率输入转换为直流功率输出[2006.01]。在这些技术领域，集中了近百分之60以上的专利创新。



图17国内储能系统专利IPC技术分布



图

- 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]
- H02J13-交流干线或交流配电网络的电路装置[2006.01]
- 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]
- H02M3-直流功率输入转换为直流功率输出[2006.01]
- H02M1-变换装置的零部件[2007.01]

图18国内储能系统专利IPC技术申请趋势

图18中展示的是国内储能系统专利IPC技术专利申请趋势，从中可以看出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]、H02J3-交流干线或交流配电网络的电路装置[2006.01]、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]这三个分类号的申请趋势几乎是同步的，均在2020年以后迎来申请量的突增，这也说明高压大容量储能系统的专利技术创新主要围绕储能系统、交流干线或交流配电网络的电路装置、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同步展开，并以储能系统为主要创新点。

3.2.4 申请人分析

3.2.4.1 申请人类型分析



图19国内储能系统技术热词分布

图20中展示的是国内储能系统申请人类型分布，通过该分析可以明晰创新主体的类型，并通过创新实体的主体性质、研发实力和研发目的的分析创新成果更偏向基础研究还是商业应用，定位技术在产业链中的

位置和可能的运营模式,为进一步找出在产业内影响力大的不同类型的创新主体提供依据。

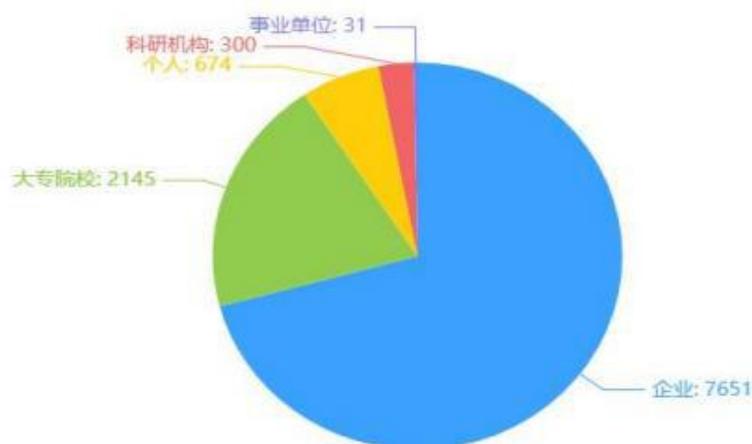


图20国内储能系统申请人类型分布

储能系统的主要创新主体包括企业、大专院校、个人和科研机构,其中主要以企业为主,企业专利申请占据全部申请人类型的近75%,是主要的创新主体。下面进一步分析各种类型申请人的专利有效性。通过下表可知,相较于个人和高校而言,企业的专利数量不仅完全占优,而且专利有效率也相对较高。后文会针对各种类型申请人的高价值专利进行具体分析。

表7国内储能系统申请人类型专利状态

申请人类型	在审	失效	有效
企业	3495	1790	1902
大专院校	1144	819	141
个人	94	465	68
科研机构	170	85	40
事业单位	10	17	4

3.2.4.2 申请人主体分析

表中是国内储能系统主要申请人情况，其中国家电网公司以521件专利申请位于榜单第一位。国内申请人中，主要以企业为主，且企业主要以国家电网及其各地电网公司为主。上海交通大学华北电力大学、西安交通大学、清华大学、东南大学均位于榜单的前十位之中，在这些高校中存在着数量非常可观的有效发明专利，储能企业可以通过专利许可或转让的方式与高校进行产学研合作，后文也会根据储能系统的专利运营情况给出相关建议

表8国内储能系统主要申请人

申请人	专利申请量
国家电网有限公司	521
华为技术有限公司	240
中国电力科学研究院有限公司	189
上海交通大学	174
华北电力大学	161
阳光电源股份有限公司	155
西安交通大学	143
清华大学	135
东南大学	126
西安热工研究院有限公司	125
浙江大学	113
中国科学院电工研究所	113
华中科技大学	112
南京南瑞继保电气有限公司	104
国网智能电网研究院有限公司	91
宁德时代新能源科技股份有限公司	79

西南交通大学	79
华南理工大学	72
天津大学	72
国网江苏省电力有限公司	67
中国华能集团清洁能源技术研究院有限公司	66
比亚迪股份有限公司	64
国网上海市电力公司	62
湖南大学	62
北京交通大学	59
哈尔滨工业大学	58
深圳电网有限责任公司	55
中国长江三峡集团有限公司	53
许继集团有限公司	53
重庆大学	53
山东大学	50
许继电气股份有限公司	49
南京航空航天大学	48
国网浙江省电力有限公司电力科学研究院	48
中南大学	47
华能集团技术创新中心有限公司	47
国网江苏省电力有限公司电力科学研究院	46
深圳市华宝新能源股份有限公司	46
电子科技大学	46
武汉大学	46
上海电力大学	45

3.2.5 专利运营分析

专利运营分析主要包括专利转让、专利许可和专利质押情况。

3.2.5.1 专利转让分析

转让人类型中，企业转让专利584件、大专院校转让专利120件、个人转让专利72件、科研机构转让专利53件、事业单位转让专利2件。

表9国内储能系统专利转让的让与人情况

让与人	专利数量	让与人类型
中国电力科学研究院有限公司	35	企业
国家电网有限公司	35	企业
上海交通大学	25	高校
深圳工业大学	20	高校
北京顶荣光伏科技有限公司	18	企业
国网智能电网研究院有限公司	18	企业
中国南方电网有限责任公司调峰调频发电公司	17	企业
西南交通大学	17	高校
国网智能科技股份有限公司	15	企业
西安交通大学	13	高校
许继集团有限公司	13	企业
中电普瑞科技有限公司	11	企业
漳州科华技术有限责任公司	10	企业
中电普瑞电力工程有限公司	9	企业
南方电网科学研究院有限责任公司	9	企业
深圳电网有限责任公司电力科学研究院	9	企业
清华大学	9	高校
科华数据股份有限公司	9	企业
安徽启光能源科技研究院有限公司	8	企业
安徽工业大学	8	高校

由表可知，储能系统专利的主要准让人企业占据大多数，高校的专利转让可视为产学研合作的重要线索。以上海交通大学为例，其专利受让人主要是南方电网调峰调频发电有限公司、上海中绿新能源科技有限公司、安徽启光能源科技研究院有限公司、江苏汉尔源智能科技有限公司、湖南湘源微能电力科技有限公司。

3.2.5.1 专利许可分析

许可人类型中，企业许可专利65件、大专院校许可专利61件、个人许可专利11件、科研机构许可专利3件。

许可人	专利数量	许可人类型
福州大学	14	高校
三峡大学	10	高校
上海交通大学	8	高校
浙江齐享科技有限公司	6	企业
青岛大学	6	高校
上海三玖电气设备有限公司	5	企业
东南大学	4	高校
西安热工研究院有限公司	4	企业
北京海博思创科技股份有限公司	3	企业
梦网云科技集团股份有限公司	3	企业
上海衡伟信息技术有限公司	2	企业
东台城东科技园管理有限公司	2	企业
中国天楹股份有限公司	2	企业
北京动力京工科技有限公司	2	企业
华中科技大学	2	高校
华北电力大学	2	高校
华南理工大学	2	高校
南京信息工程大学	2	高校

南京理工大学	2	高校
南京邮电大学	2	高校
南方电网调峰调频(深圳)储能科技有限公司	2	企业

从表中及许可人类型的数据对比可以看出，我国储能系统相关专利高校许可人的平均许可专利较多，企业许可专利数量较少，但参与企业数量较多，且企业之间的许可多为母公司与子公司之间的专利许可。

3.2.5.2 专利质押分析

专利质押融资是一种融资方式，其中企业将其依法拥有的专利权作为质押物，从银行等相关机构获得资金，并按期偿还资金本息。这种融资方式旨在帮助企业解决资金需求，特别是在企业生产经营需要资金支持时。专利质押融资不仅包括单纯的专利质押，还涵盖专利与商标混合质押等多种形式，适用于各类企业，尤其是科技型中小企业，以解决因缺少不动产担保而带来的融资难题。

出质人	专利数量
上海三玖电气设备有限公司	3
南京赫曦电气有限公司	3
康翊智能装备科技(江苏)有限公司	3
南京四象新能源科技有限公司	2
厦门易实达新能源科技有限公司	2
浙江创嘉机电设备股份有限公司	2
上海德朗能新能源有限公司	1
上海路傲电子科技有限公司	1
信承瑞技术有限公司	1
北京索英电气技术股份有限公司	1
质权人	专利数量

中国建设银行股份有限公司上海闵行支行	3
南京银行股份有限公司江北新区分行	3
江苏常熟农村商业银行股份有限公司东台支行	3
北京中关村科技融资担保有限公司	2
浙江桐乡农村商业银行股份有限公司越北支行	2
浙江桐乡农村商业银行股份有限公司逾桥支行	2
上海临港融资租赁有限公司	1
上海银行股份有限公司深圳分行	1
中信银行股份有限公司重庆分行	1
中国农业银行股份有限公司嘉兴科技支行	1

总体上来看，在储能系统的专利持有企业中，发生专利质押融资的企业相对其他行业而言是比较少的，这也说明从事储能系统研究的相关创新主体，其在资本上相对比较雄厚的。

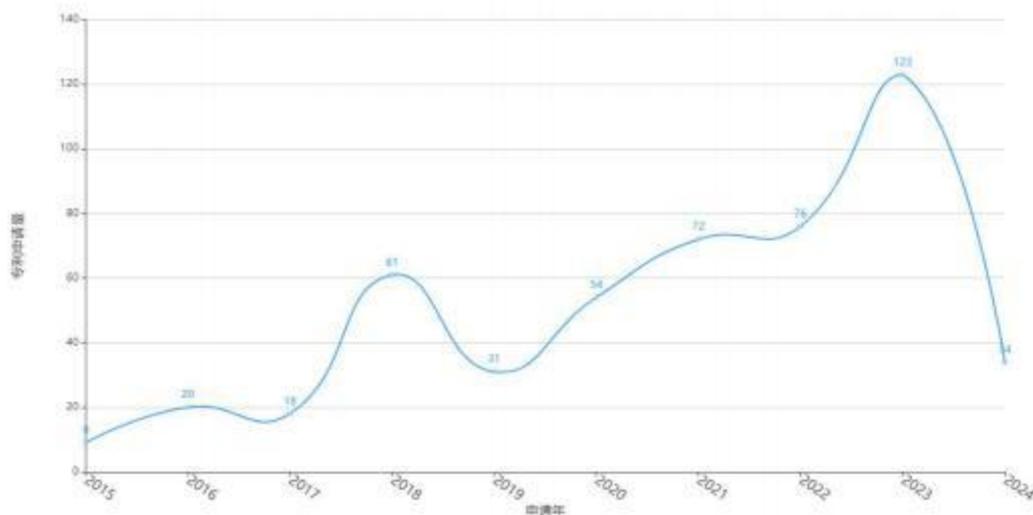
3.3 山东省专利整体态势

山东省围绕储能系统共计提出发明专利申请271件，授权发明专利142件，实用新型专利152件，有效专利231件，在审专利169件，PCT有效期满12件，153件失效，其中战略性新兴产业发明专利72件、维持超过10年的专利6件、专利质押5件、有海外同族专利5件。

3.3.1 专利申请趋势

山东之重，在乎能源。山东作为能源生产和消费大省，近年来，在省委、省政府的坚强领导下，全省能源行业锚定“双碳”战略目标，把新能源和可再生能源摆在更加突出位置优先发展。随着技术的不断成熟与创新事业的发展，山东围绕储能系统的专利申请近年呈现稳步增长趋势。2018年专利申请出现第一个高峰，该年专利主要围绕交流

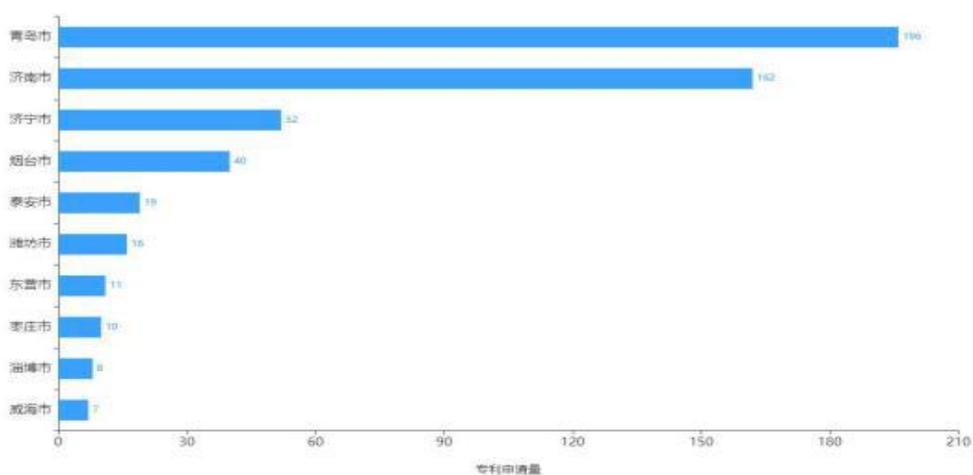
功率输入变换为直流功率输出；直流功率输入变换为交流功率输出，特别是以桥式结构为主的技术创新。



图图21山东省储能系统专利申请趋势

3.3.2省内区域布局

省内专利布局方面，青岛市济南市位居第一梯队，其专利布局数量均过百件，其中青岛以196件专利居于省内首位。济宁市52件专利位于全省第三位，济宁市的主要申请人有新风光电子科技股份有限公司22件、曲阜师范大学9件、山东圣阳电源股份有限公司6件、山东嘉寓润峰新能源有限公司4件、华能国际电力股份有限公司济宁电厂2件等。



3.3.3 专利技术分析

省内技术领域主要以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）214件，H02J3-交流干线或交流配电网路的电路装置183件，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100件，H02M7-交流功率输入变换为直流功率输出；直流功率输入变换为交流功率输出99件，H02M1-变换装置的零部件89件，H02M3-直流功率输入变换为直流功率输出89件，这五类技术领域为主。



图22山东省内技术领域分布

省内技术热词主要围绕储能、变换器、DC-DC、耦合电感、高增益、中压、电容、直挂式、级联等为主。



图23山东省内技术热词

3.3.4 申请人分析

3.3.4.1 申请人类型分析

图中展示的是省内储能系统申请人类型分布，通过该分析可以明晰创新主体的类型，并通过创新实体的主体性质、研发实力和研发目的的分析创新成果更偏向基础研究还是商业应用，定位技术在产业链中的位置和可能的运营模式，为进一步找出在产业内影响力大的不同类型的创新主体提供依据。

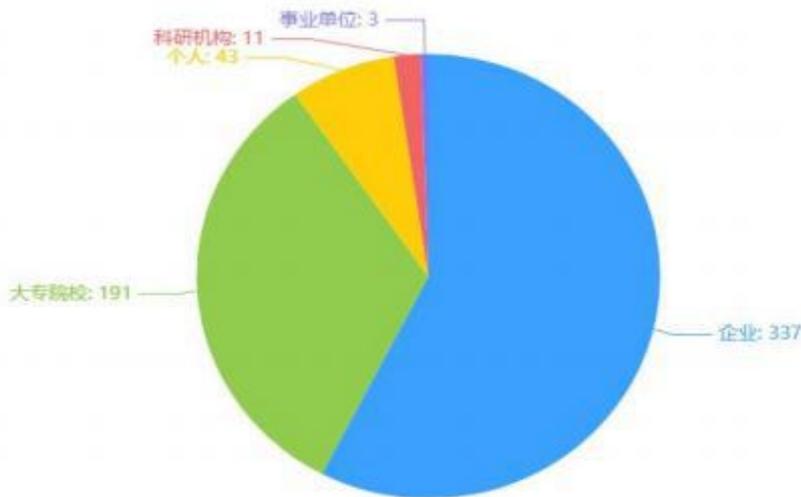


图24省内储能系统申请人类型分布

储能系统的主要创新主体包括企业、大专院校、个人和科研机构，其中主要以企业为主，企业专利申请占据全部申请人类型的近60%，是主要的创新主体。下面进一步分析各种类型申请人的专利有效性。通过下表可知，相较于个人和高校而言，企业的专利数量不仅完全占优，而且专利有效率也相对较高。后文会针对各种类型申请人的高价值专利进行具体分析。

表10省内储能系统申请人类型专利状态

申请人类型	有效	在审	失效
企业	147	120	68
大专院校	71	52	58
个人	10	4	27
科研机构	6	2	3
事业单位	2	0	1

3.3.4.2 申请人主体分析

表中是国内储能系统主要申请人情况，其中青岛大学60专利申请位于榜单第一位。省内申请人中，主要以企业为主，且企业主要以国

家电网及其各地电网公司为主。青岛大学、山东大学、青岛理工大学位于榜单前三位，在这些高校中存在着数量非常可观的有效发明专利，储能企业可以通过专利许可或转让的方式与高校进行产学研合作，后文也会根据储能系统的专利运营情况给出相关建议。

表11省内储能系统主要申请人

申请人	专利申请量
青岛大学	60
山东大学	46
青岛理工大学	29
国家电网有限公司	28
新风光电子科技股份有限公司	22
中国石油大学(华东)	17
国网山东省电力公司电力科学研究院	14
山东科技大学	12
国网智能科技股份有限公司	12
青岛鼎信通讯股份有限公司	11
山东电力工程咨询院有限公司	9
曲阜师范大学	9
云储新能源科技有限公司	8
中车青岛四方车辆研究所有限公司	6
山东圣阳电源股份有限公司	6
青岛格兰德新能源有限公司	6
华夏天信智能物联股份有限公司	6
国网山东省电力公司济南供电公司	5
沈阳科远国网电力工程勘察设计有限公司	5
山东嘉寓润峰新能源有限公司	4
山东希格斯新能源有限责任公司	4
山东泰开高压开关有限公司	4
华能济南黄台发电有限公司	4

国网山东省电力公司青岛供电公司	4
山东联星能源集团有限公司	4
国网山东综合能源服务有限公司	4
国家电网有限公司技术学院分公司	4
山东泰开直流技术有限公司	4
山东华天科技集团股份有限公司	4
华能山东发电有限公司	3
华能莱芜发电有限公司	3
山东天瑞重工有限公司	3
山东电力高等专科学校	3

国家能源蓬莱发电有限公司	3
青岛能峰电气有限公司	3
青岛天信电气有限公司	3
力高(山东)新能源技术股份有限公司	2
山东华天电气有限公司	2
山东泰开电力电子有限公司	2
山东泰开自动化有限公司	2
华能国际电力股份有限公司济宁电厂	2
国网山东省电力公司临沂供电公司	2
国网山东省电力公司枣庄供电公司	2
国网山东省电力公司泰安供电公司	2
国网山东省电力公司潍坊供电公司	2
国网山东省电力公司经济技术研究院	2
国网山东省电力公司莱芜供电公司	2
青岛中电绿网新能源有限公司	2
国家能源集团山东电力有限公司	2
山东精工电源科技有限公司	2
山东电工时代能源科技有限公司	2
青岛北方超能电气有限公司	2

3.3.5 专利运营分析

省内转让主体以国网智能科技股份有限公司9件（受让人山东鲁软数字科技有限公司能源分公司）、青岛格兰德新能源有限公司6件、青岛理工大学3件（受让人：南京信息工程大学）为主。省内共计许可专利8件，其中青岛大学3件（被许可人为深圳古瑞瓦特新能源有限公司）、国网山东省电力公司电力科学研究院、山东万盟能源科技有限公司、山东鼎辉新能源科技发展有限公司、海霸能源有限公司、烟台创为新能源科技股份有限公司各一件，且被许可人均是企业的下权属公司或分公司。在专利质押融资方面，省内共有9家企业发生质押融资行为，且均以1件专利质押，质权人主要是中国建设银行股份有限公司东营东营区支行、中国银行股份有限公司烟台分行、山东肥城农村商业银行股份有限公司、日照银行股份有限公司日照高新支行、潍坊市再担保集团股份有限公司等。

3.4 小结

本章主要围绕全球、全国、山东省储能系统相相关的专利情况，进行宏观专利分析。

在全球专利整体态势方面，全球围绕储能系统共计提出发明专利申请31721件，发明专利授权14565件，实用新型授权4167件。其中有效专利20639件，在审专利8166件，在PCT指定期内373件，PCT有效期满专利2879件，失效专利15417件。专利申请趋势在近年迎来爆发，创新生命周期预测储能系统目前正处于快速增长期。中国是全球储能系统的主要

技术来源国，排名第二的是德国、排名第三的是美国，日韩排在第四五位。

在中国专利整体态势方面，国内围绕储能系统共计提出发明专利申请10815件，其中发明专利授权3754件，实用新型授权3399件，有效专利8573件，实审中专利4672件，在PCT有效期内专利134件，PCT有效期满专利350件，失效专利4095件。我国的高压大容量储能技术在进入2020年以后得到飞速发展，深圳省、北京市、江苏省、浙江省、上海市专利申请数量位居全国前五位，尤其是前三省市专利申请数量均超千件，我国的储能系统的技术分布呈现一定的地域特征，主要集中在华北、北、华中、华东、南方、西南及东北地区。国内技术分支与全球技术分支基本类似，排名前列的均为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）、H02J3-交流干线或交流配电网的电路装置、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。储能系统的主要创新主体类型中，企业专利申请占据全部申请人类型的近75%，专利转让和许可大多发生在企业内部，也部分产学研专利的产生，发生专利质押融资的企业相对其他行业而言是比较少的。

山东省围绕储能系统共计提出发明专利申请271件，授权发明专利142件，实用新型专利152件，有效专利231件，在审专利169件，PCT有效期满12件，153件失效，其中战略性新兴产业发明专利72件、维持超过10年的专利6件、专利质押5件、有海外同族专利5件。山东围绕储能系统的专利申请近年呈现稳步增长趋势。，青岛市济南市位居第一梯队，其专利布局数量均过百件，其中青岛以196件专利居于省内首位。济宁市52件专利位于全省第三位。省内技术热词主要围绕储能、变换器、

DC-DC、耦合电感、高增益、中压、电容、直挂式、级联等为主。省内申请人中，主要以企业为主，且企业主要以国家电网及其各地电网公司为主。青岛大学、山东大学、青岛理工大学位于榜单前三位。

第四章储能系统核心技术分析

为避免无效研发，确认研发路径，本章主要针对企业需求，解决电池簇之间均衡问题，保证储能系统中各电池簇之间电量保持一致；解决变压器等冲击负荷投入时冲击电流问题；解决多机离网时电压源并联环流问题等。同时，控制研发成本，并对整体专利做完善布局，在技术研发和专利布局之间做到更好的协调，提升专利布局的数量和质量。针对相内、相间SOC均衡技术，虚拟阻抗技术，无主从控制技术等核心技术结合技术发展现状及核心专利分析进行全面分析，以解决企业研发问题。

4.1 相内、相间SOC均衡技术

SOC均衡控制是指：级联式高压直挂储能系统采用相内SOC均衡和相间SOC均衡的两级控制策略。级联式高压直挂储能系统在运行过程中，受到电池特性不一致、载波移相调制、驱动信号延时和模块寄生参数等因素的影响，相内电池SOC会趋向于不均衡，需要加以控制。相内SOC均衡主要以该相的SOC为参考值，通过在模块参考电压上叠加一个电压分量来实现级联式高压直挂储能系统某相发生模块故障切除事件后，由于要保持输出功率不变，该相剩余模块承担的功率变大，会产生相间SOC不均衡。此外，电网电压不平衡也会引起相间SOC的不平衡。可以通过零序电压改变各相的充放电功率，从而改变各相电池模块的SOC，实现相间SOC均衡控制。

SOC不均衡的原因：储能电池组的数量较多，这些储能单元不一致时，在充电和放电过程中相与相、相内的每个模块之间的电池状态

会不同。引入反映电池内部状态的物理量：荷电状态（StateofCharge, SOC），表示电池剩余容量与其完全充电时的容量的比值。当直流侧储能电池单元的SOC不一致可能会导致：在级联储能变换器充电时SOC最高的储能电池模块最先充满电，此时保护电路作用，系统不再进行充电，但其他电池模块还未充满电；同理，放电时各模块也会因为SOC不一致导致电路停止工作时部分电池模块未放完电，所以电池模块不能充分发挥作用。另外，若保护电路不能及时反应动作，可能会造成一些电池模块过充或过放，影响电池的使用寿命。所以，在储能系统工作时，若要提高电池的能量利用率和使用寿命，要对各个电池模块采用均衡控制，保证各电池模块状态相同。

4.1.1 技术现状

针对储能电池在放电过程中会存在相内和相间的均衡问题，文献（孙毅超,赵剑锋,季振东. 并网型级联H桥变换器直流电压平衡和功率均衡控制策略[J]. 电力自动化设备, 2014, 34(01): 55-60.）提出了一种通过储能系统的四级均衡控制策略，该控制策略的目标是以充放电同时进行，可以实现电池之间的动态平衡。文献（毕恺韬,安群涛,段建东,等. 基于级联多电平直流变换器的超级电容储能系统能量自均衡控制策略[J]. 电工技术学报, 2018, 33(08): 1919-1928）首先建立功率系统的数学模型，并进行推导，通过控制变流器的负序和零序电压、电流来控制直流电压平衡，提出一种基于电流分离解耦控制的电压控制方法。文献（单立新,吴靖,赵海荣,等. 多支路并联电池系统荷电状态均衡控制策略

[J]. 电源技术, 2022, 46(8): 945-948.) 通过分析各个模块间直流侧电压和功率不平衡的原因, 提出了一种新的基于调制波矢量重构技术的电压平衡和功率均衡控制策略, 该方案不仅能够使得直流侧电压平衡, 还能使变换器各个模块之间有功功率和无功功率等量分配。文献 (艾洪克, 吴俊勇, 田明杰, 等. 组合级联式大容量储能系统两级SOC自均衡策略研究 [J]. 电力系统保护与控制, 2014, 42(22): 75-80.) 提出了一种能量自均衡控制策略, 该方案建立了半桥子模块组独立电流闭环系统, 在均衡过程中存在速度降低的问题, 因此通过增加权重系数来提高速度。文献 (李京泽. 级联H桥储能变换器控制策略研究 [D]. 中国矿业大学, 2022) 根据储能单元差异化放电的思想, 提出了均衡系数能量均衡算法, 这种方法具有动态响应速度快和均衡速度快的优点。通过注入零序电压实现SOC均衡的方法具有不会影响系统输出性能, 易于实现并且成本较低的优点, 但这种方法均衡能力较弱, 仅适应于SOC不均衡程度比较小的情况下, 当SOC的不均衡程度大, 容易失去均衡效果, 因此寻找一种均衡能力较强的方法就非常有必要。文献 (樊重阳, 何山. 电流精确分配的直流微网储能单元SOC均衡控制策略 [J]. 安徽大学学报 (自然科学版), 2022, 46(03): 102-108.) 提出了一种相间相内两级电池SOC自均衡控制策略, 该方法通过调节零序电压相量改变调制波, 与传统相间自均衡不同的是该方法是以SOC值作为反馈量, 相内均衡则是通过在SOC反馈量的基础上叠加调制波进行调整, 该方法调节速度较快, 能够使SOC值较大的电池放电速度加快, 缩短SOC差值, 实现SOC均衡的目的。

公开号为CN115693838A的中国发明专利中公开了一种具备电池间状态均衡和故障旁路功能的电池系统及方法,在相邻电池模组间附加平衡电路,均衡功率流不通过外部充放电接口,因此,与外部无能量交换时也可进行均衡。

公开号为CN116316971A的中国发明专利申请公开了一种均衡电路、电池包和储能系统,在电池模组外附加均衡直流母线,所有串联电池模组通过隔离型DC-DC (DirectCurrenttoDirectCurrent, 直流-直流) 变换器与均衡直流母线连接,任意两个模块之间可以通过单独开启相应的DC-DC变换器实现均衡。电池模组间的均衡通过两个DC-DC变换器实现,损耗相对较小。

公开号为CN116094015A的中国发明专利公开了一种具有动态重构功能的柔性储变集成系统,在电池模组两端并联电力电子半桥开关,通过半桥开关上管闭合,将电池模组接入,实现多个电池模组相串联,半桥开关下管闭合,将电池模组退出。相对于直接将电池模组串联构成高电压的电池簇,可以方便的将某个或者某些电池模组接入或者退出,对半桥开关上管和下管驱动信号进行脉冲调制,即可实现电压调节。

公开号为CN115912581A的中国发明专利公开了一种分布式储能系统及SOC均衡控制方法、存储介质,电池模组通过DC-DC变换器串联成电池簇后,再将多个电池簇并联成电池矩阵,该专利中以SOC均衡为目标,提出总电流在电池簇间分配的方法,以及电压在电池簇内电池模组间分配的方法。

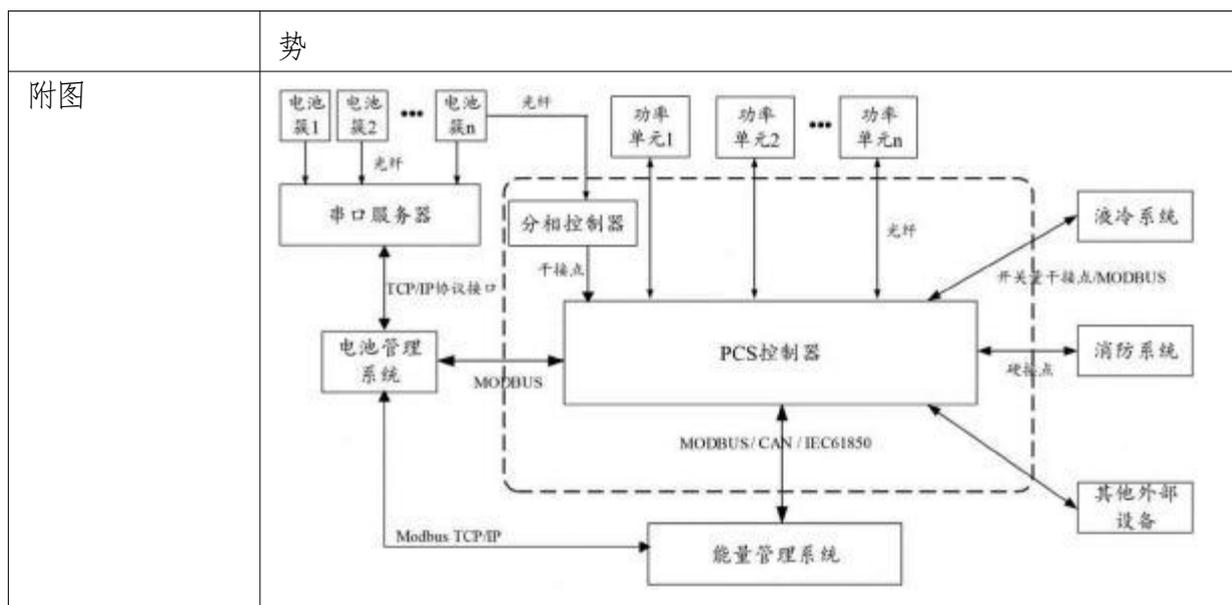
4.1.2核心专利分析

针对相内、相间SOC均衡技术本小节根据专利技术中出现的相关技术手段进行技术分析，以期为新风光电子在解决电池簇之间均衡问题，保证储能系统中各电池簇之间电量保持一致；解决变压器等冲击负荷投入时冲击电流问题；解决多机离网时电压源并联环流问题等创新中提出技术思路。

高压级联储能系统的PCS通信系统及高压级联储能系统，专利状态为有效。该专利在说明书中提到实现电池SOC分级均衡、电池簇主被动均衡。

表23高压级联储能系统的PCS通信系统及高压级联储能系统

申请号	CN202223230430.1
申请日	20221201
公开(公告)号	CN219204101U
公开(公告)日	20230616
预估到期日	20321201
标准申请人	智光电气-C;
申请人(原始)	广州智光电气股份有限公司
技术问题	现有通讯接口设计方案多是基于低压储能系统的设计，具备的功能少，并且信息处理能力和抗干扰能力较差；而对于高压级联储能系统，还未形成一个健全的通信接口方案。
技术方案	PCS与电池管理系统之间采用RS485总线实现数据通讯，RS485总线满足Modbus-RTU通讯协议，因此，本实施例中的第一预设接口即为Modbus-RTU通讯协议接口，可以理解，RS485总线可以传输电池簇的数据及状态信息，通过PCS控制器与电池管理系统之间的相互配合就能够实现电池SOC分级均衡、电池簇主被动均衡以及电池SOC自动标定等控制策略。
技术效果	这种分布式的储能配置结构，易于由低压电池单元级联实现变换器的高电压输出，具备高安全性、高效率、高均衡性、高利用率的显著优



一种适用于高压级联储能系统的SOC校准方法及装置，发明专利专利状态为有效。

表24一种适用于高压级联储能系统的SOC校准方法及装置

申请号	CN202311650202.6
申请日	20231205
公开(公告)号	CN117368786B
公开(公告)日	20240308
预估到期日	20431205
标准申请人	中国华能-C; 华能国际-C;
申请人(原始)	华能集团清洁能源技术研究院有限公司华能酒泉风电有限责任公司
技术问题	目前高压储能电站使用的SOC估算方法多为安时积分法与开路电压法结合的估算方法，然而在电站大功率运行时，因为电流传感器精度，电流大小及受二次频影响等因素，会使得储能电站在多次循环运行后，SOC累积误差越来越大，从而造成不同簇间SOC极差增大，SOC估算精度不准等问题。
技术方案	获取每个电池簇的估算SOC信息，基于估算SOC信息获取系统SOC信息；获取预设的期望SOC信息，基于期望SOC信息对系统SOC信息进行修正，得到系统修正SOC信息；获取每个电池簇的显示SOC信息，基于系统修正SOC信息和预设的校准阈值判断显示SOC信息是否需要校准；若显示SOC信息需要进行校准，则基于系统修正

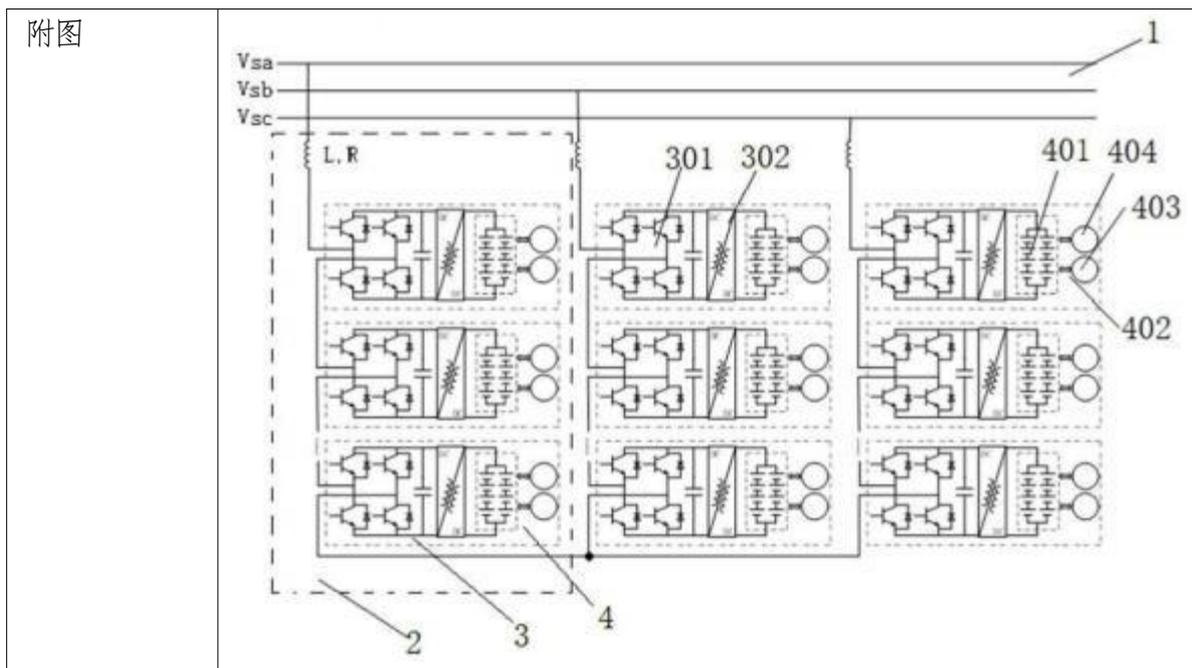
	SOC信息和估算SOC信息确定每个电池簇的校准斜率；基于校准斜率对显示SOC信息进行校准，得到每个电池簇的目标显示SOC信息。
技术效果	通过对系统SOC信息和期望SOC信息进行分析，能够确定系统修正SOC信息，从而根据系统修正SOC信息和校准阈值来判断是否需要校准，并通过校准斜率控制不同电池簇的SOC的变化快慢，从而提高了电池簇的SOC估算精度，在储能电站长时间运行的情况下，实现对SOC的估算进行校准，减小不同电池簇之间的SOC差距，提高储能电站的充放电可用容量。
附图	<pre> graph TD S101[获取每个电池簇的估算SOC信息，基于估算SOC信息获取系统SOC信息] --> S102[获取预设的期望SOC信息，基于期望SOC信息对系统SOC信息进行修正，得到系统修正SOC信息] S102 --> S103[获取每个电池簇的显示SOC信息，基于系统修正SOC信息和预设的校准阈值判断显示SOC信息是否需要校准] S103 --> S104[若显示SOC信息需要进行校准，则基于系统修正SOC信息和估算SOC信息确定每个电池簇的校准斜率] S104 --> S105[基于校准斜率对每个电池簇的显示SOC信息进行校准，得到每个电池簇的目标显示SOC信息] </pre>

基于全钒液流的高压级联型SOC均衡系统及方法，该专利目前为实审状态，该专利发生了专利申请权的转移IPC(主分类):H02J3/32;登记生效日:20231018变更前申请人:中钠储能技术有限公司;地

址:710199陕西省西安市国家民用航天产业基地航天东路99号西安佳为科技产业园106栋7层701-1号变更后申请人:中钠储能技术有限公司;地址:710199陕西省西安市国家民用航天产业基地航天东路99号西安佳为科技产业园106栋7层701-1号申请人:西安领充创享新能源科技有限公司

表25基于全钒液流的高压级联型SOC均衡系统及方法

申请号	CN202310466188.8
申请日	20230426
公开(公告)号	CN116388250A
公开(公告)日	20230704
预估到期日	20430426
标准申请人	中钠储能技术有限公司;
当前权利人	中钠储能技术有限公司;西安领充创享新能源科技有限公司
技术问题	目前高压级联系统集成技术仅适配与锂电池储能,高压变频调速技术及高压静止无功发生器(SVG)技术已相对成熟,但并未对全钒液流电池进行深入适配和深化。因此,现有技术并未将全钒液流电池和高压级联系统结合,充分挖掘和利用。
技术方案	基于全钒液流的高压级联型SOC均衡系统及方法,包括三相交流电网,三相交流电网中三条输电线分别连接有功率变换链路,三条功率变换链路星形连接,每个所述功率变换链路中包括若干个功率变换单元,若干个功率变换单元的交流端口依次串联,若干个功率变换单元的直流端口分别连接有液流电池储能单元;方法为液流电池储能单元在放电状态时,电池管理系统BMS判断是否需要进入SOC均衡控制;通过调节功率变换单元直流侧电压,从而改变功率变换单元直流侧功率,使得每条功率变换链路上的钒电堆SOC值相同,保证液流电池储能单元SOC均衡。
技术效果	提供可靠的级联模块化SOC均衡运行优化策略,利用动态电压平衡值,可提升系统动静态过程中SOC均衡一致性。



基于电容网络的均衡装置、可级联均衡电池组及控制方法。该专利为发明专利授权，有效。该专利在中国、澳大利亚、美国，均有专利授权，通过欧专局的专利也已经授权。引证专利7件，被引证5次。

表26基于电容网络的均衡装置、可级联均衡电池组及控制方法

申请号	CN202010485581.8
申请日	20200601
公开(公告)号	CN111564886A
公开(公告)日	20200821
预估到期日	20400601
标准申请人	李砚泉;
申请人(原始)	李砚泉
技术问题	传统技术中，主要采用单片机输出控制信号，由光耦或脉冲变压器耦合应对电平移动驱动MOSFET开关，实现均衡功能；也有采用机械开关如继电器来实现电平移动和开关，却存在工作频率低、均衡效率低、体积大、成本高等缺点。
技术方案	一种基于电容网络的均衡装置、可级联均衡电池组及控制方法，用于电池组均衡控制，电池组由n个电池单元串联连接组成；均衡电路包括：n个半桥电路，每一半桥电路并联连接于电池单元两端，每一所述半桥电路的中点并联连接一对应的开关电容，每一所述半桥电路包

	<p>括串联连接的二开关管；一储能电容网络，包括由n个开关电容串联组成的基本储能电容网络；一链式驱动电容网络，一端电性连接所述半桥电路或储能电容网络，另一端电性连接一驱动脉冲发生器，驱动脉冲发生器电性连接链式驱动电容网络；一控制逻辑电路，电性连接电池组、驱动脉冲发生器及一主控板。</p>
<p>技术效果</p>	<p>本发明的均衡装置具备级联均衡特性，适用于电池组内单元电压电芯单元间均衡，也适应于高电压电池组单元组成的长串电池组的电池组单元级间均衡，满足高电压电池组均衡需要；</p>
<p>附图</p>	

一种适用于直流链式储能装置的SOC均衡方法和系统，该发明专利目前在实审中。

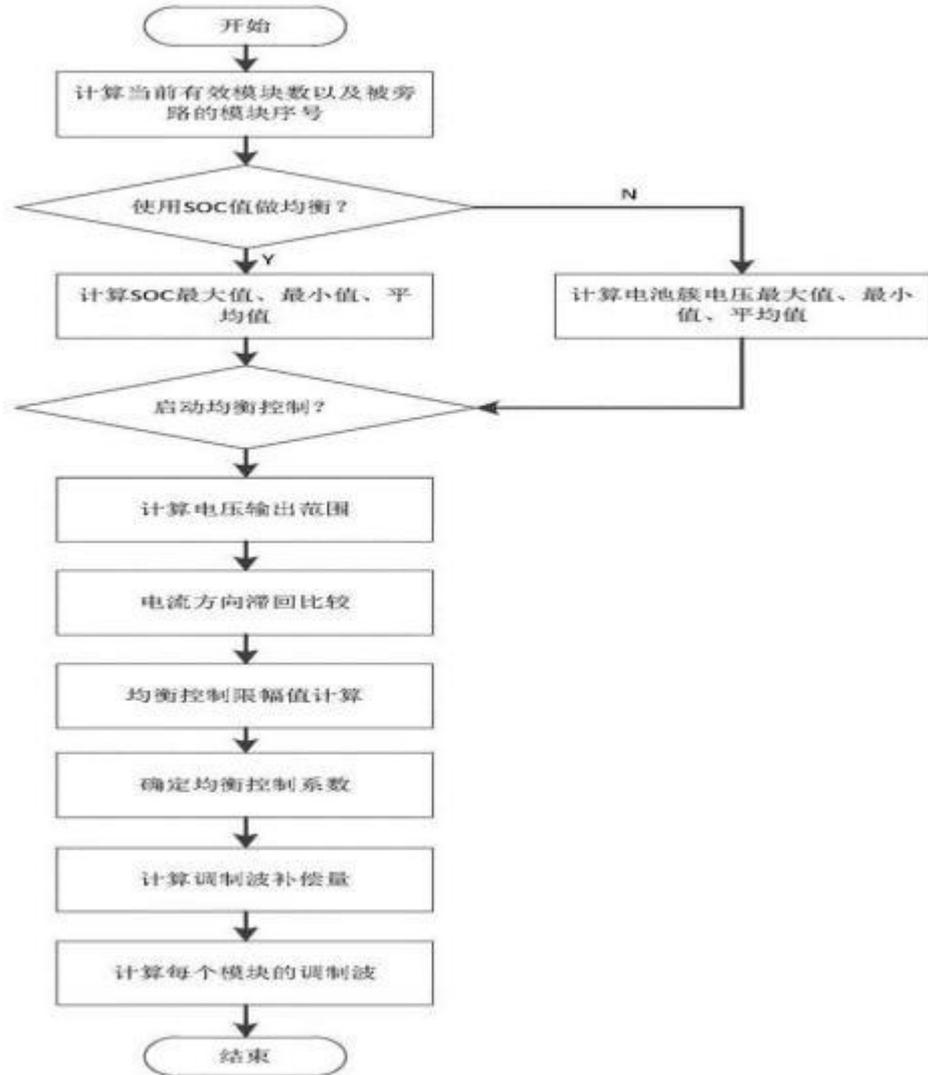
<p>申请号</p>	<p>CN202310592403.9</p>
<p>申请日</p>	<p>20230523</p>
<p>公开(公告)号</p>	<p>CN116742744A</p>
<p>公开(公告)日</p>	<p>20230912</p>
<p>预估到期日</p>	<p>20430523</p>
<p>标准申请人</p>	<p>四方股份-C;</p>

申请人(原始)	北京四方继保自动化股份有限公司 保定四方三伊电气有限公司 北京四方继保工程技术有限公司
技术问题	<p>直流链式储能装置进行放电时，如果所有的电池簇放电电流相同，则SOC较小的电池簇会先放完电、先达到电压保护阈值，使得整个储能装置退出放电。充电时，如果所有的电池簇充电电流相同，会出现SOC较大的电池簇先充满电，使整个系统退出充电。这就导致系统容量利用不充分，而且也会影响电池簇的长期使用寿命。</p> <p>现有技术一般是在计算出系统的总调制波后，人为设定一个相对系统来说比较安全的系数，作为设备参数输入到控制系统中，控制系统将该参数作为补偿系数与当前模块的SOC值结合起来，计算出一个补偿量，叠加在系统的总调制波上，得到当前模块自身的调制波，从而进行SOC均衡调节。但是通过输入参数作为补偿系数(SOC均衡系数)，该参数通常是根据某一种工况计算得出的，一般比较固定，当系统参数发生改变时，该参数，不能跟随储能系统当前运行状态进行调节，SOC均衡系数不能实时做出改变，自适应性不高；且为了安全性考虑，调试人员如果不能确定参数的上限，会输入一个较小的参数以保证储能系统的正常运行，这就降低了效率，导致各电池簇达到SOC均衡的时间变长；另外，如果输入参数不当，不符合储能系统的当前特性，还可能造成过流等故障，造成储能系统停止运行，安全性不高。</p>
技术方案	<p>一种适用于直流链式储能装置的SOC均衡方法和系统，所述方法包括：获取当前有效的DCDC功率模块数量，选择数据源；计算数据源值的最大值、最小值、平均值以及数据源值与平均值的差值，当存在差值超过设定的启动阈值时，获取所有有效DCDC功率模块电容电压的最大值和最小值，计算基本调制波的变化范围并获得电流方向符号值；计算SOC均衡控制限幅值，在所述限幅值的限制下设置SOC均衡比例系数；计算每个功率DCDC功率模块的调制波补偿量，将调制波补偿量叠加到基本调制波，获得每个DCDC功率模块的最终输出调制波，完成SOC均衡。</p> <p>一种适用于直流链式储能装置的SOC均衡系统，包括： 有效模块检测与数据源选取模块，用于检测获取直流链式储能装置中</p>

	<p>当前有效的DCDC功率模块数量，并选择均衡用数据源，其中数据源分为电池簇SOC值和电池簇电压值；SOC均衡启动模块，用于针对当前有效的DCDC功率模块，计算其数据源值的最大值、最小值、平均值以及数据源值与平均值的差值，当存在所述差值超过设定的启动阈值时，启动SOC均衡控制，进入参数计算模块；参数计算模块，用于获取所有有效DCDC功率模块电容电压的最大值和最小值，根据直流链式储能装置输出电压的变化范围、电池额定电压、有效DCDC功率模块数量计算基本调制波的变化范围，并将当前直流极电流与电流判断阈值进行比较，获得电流方向符号值；SOC均衡比例系数设置模块，用于数据源值的最大值、最小值、平均值、电容电压的最大值和最小值、基本调制波的变化范围、电流方向符号值结合直流链式储能装置的最大、最小调制比，计算SOC均衡控制限幅值，在SOC均衡控制限幅值的限制下设置SOC均衡比例系数；调制补偿模块，用于根据SOC均衡比例系数、电流方向符号值与所述差值计算每个功率DCDC功率模块的调制波补偿量，将调制波补偿量叠加到基本调制波，获得每个DCDC功率模块的最终输出调制波，完成SOC均衡。</p>
<p>技术效果</p>	<p>(1) 本发明综合电池荷电状态偏差、当前DCDC功率模块电容电压水平、直流极电压控制裕度以及输出电压基本调制波上下限等参数自动进行SOC均衡控制系数的实时计算，该实时计算得到的系数能够保证在当前工况下进行均衡控制的安全性，并提高SOC均衡控制的效率，能够安全的实现SOC偏差极大的极端工况下的快速均衡，均衡效率高。</p> <p>(2) 本发明SOC均衡方式可以使用电池簇SOC值作为数据源，进行均衡比例系数的计算，也可以将SOC值替换为电池簇的电压值，进行相同的计算，最终实现电池电压的均衡，使得在某些特殊情况下，如果电池簇SOC数据不容易获得，或者发生异常(例如与电池管理系统通信异常)，可以使用电池电压数据作为数据源，经过均衡控制后达到电池电压均衡的效果，也能够另一个层面上实现电池簇的荷电状态均衡；</p>

(3) 本发明方法兼容外部输入SOC均衡比例系数的方法，只是对其上限做出限制，在SOC均衡控制限幅值以下，可以人为调节SOC均衡比例系数，以满足某些运行工况的需要。

附图



基于电压极值调整储能电池簇间充放电电流的均衡方法，该发明专利为实审状态。

表28基于电压极值调整储能电池簇间充放电电流的均衡方法

申请号	CN202410365818.7
申请日	20240328
公开(公告)号	CN118353118A
公开(公告)日	20240716
预估到期日	20440328

标准申请人	华电国际-C;
申请人(原始)	华电国际电力股份有限公司莱城发电厂
技术问题	<p>1. 现有的在充、放电过程中进行的在线均衡方式,是根据电池簇的SOC(由簇总体电压测算)实时调整该簇充放电电流,不能区分电池簇内最高电压、最低电压。如果一个电池簇内最高电压、最低电压与平均电压差值较大,但总体电压接近正常值,那么根据现有的簇间均衡策略,该簇充放电电流是按正常簇调整。但实际上该电池簇会在其最高、最低电压达到保护定值时,停止充放电,从而影响该储能单元充放电容量。也就是说就无法通过现有的依据簇SOC值(由簇总电压测算)调整充放电电流方式,来减少高电压、低电压对整个储能单元充、放电容量的影响。</p> <p>2. 在充放电间隙根据电芯最高电压、最低电压,进行的人工均衡,虽然可以精准消除高电压、低电压,减少高低电压差值,提高电池簇、储能单元容量。但这种均衡方式只能在充放电间隙,储能单元不运行时,通过人工进行。需要均衡时间长、降低了设备利用率,不能在线提高储能单元容量。不能满足电芯数量日趋庞大的大型储能电站正常运维要求。</p>
技术方案	<p>S1、在充、放电开始前,提取簇内的电芯电压极值,并记录电芯电压极值所对应的电芯编号;S2、将电芯电压极值与单元平均电压进行比较,筛选整个储能单元内电芯电压极值与整个储能单元平均电压的差值,取差值最大值及对应电池簇编号,作为后续调整对应电池簇充、放电电流的依据;S3、在储能单元充、放电过程中,调整差值最大值的对应电池簇充、放电电流;S4、在充放电间隙,对差值最大值的对应电池簇内的极值电压进行人工均衡,后续根据各簇总电压差值,利用簇间均衡调整充放电电流,使各电池簇电压一致,本发明在进行充、放电时,利用“簇间均衡”原理,依据整个单元内对与单元平均电压差别最大的极值电压、调整对应电池簇的充放电电流,从而提高整个储能单元的总充放电容量。</p> <p>一种实现所述方法的储能电池均衡管理系统,包括电池管理单元、簇电池管理单元、储能单元电池仓控制系统、PCS以及能量管理系统,处于最底层的电池管理单元通过电压采集线束采集电池模块内每颗</p>

	<p>电芯的电压数据，通过CAN数据链路上上传给第二层的管理系统-簇电池管理单元(BC)，由簇电池管理单元(BC)汇总提取该簇内的电芯电压极值及其编号，再上传给第三层控制系统-储能单元电池仓控制系统，储能单元电池仓控制系统接收整个电池仓的所有电芯的数据；同时，储能单元电池仓控制系统与PCS、储能系统的后台能量管理系统进行通讯，实时把电芯数据上传给后台能量管理系统监控，并把相关电池数据、设备告警和保护动作情况上传给能量管理系统。</p>
<p>技术效果</p>	<p>1. 将电池电芯最高电压、最低电压引入电池在线簇间均衡策略,可以避免单纯以“整个电池簇总体电压”作为在线均衡调整依据掩盖“电压实际极值”的缺憾。</p>
<p>附图</p>	<pre> graph TD S1[在充、放电开始前，提取簇内的电芯电压极值，并记录电芯电压极值所对应的电芯编号及簇内平均电压] --> S2[将电芯电压极值与单元平均电压进行比较，筛选整个储能单元内电芯电压极值与整个储能单元平均电压的差值，取差值最大值及对应电池簇编号，作为后续调整对应电池簇充、放电电流的依据] S2 --> S3[在储能单元充、放电过程中，调整差值最大值的对应电池簇充、放电电流] S3 --> S4[在充放电间隙，对差值最大值的对应电池簇内的极值电压进行人工均衡，后续根据各簇总电压差值，利用簇间均衡调整充放电电流，使各电池簇电压一致] </pre>

一种储能系统、储能系统的均衡控制方法及光伏发电系统，该发明专利目前为有效状态，且在欧专局的专利申请已授权，在美国的专利申请目前正在实审中。该专利发生专利申请权的转移IPC(主分类):H02J3/32;登记生效日:20211116变更前申请人:华为技术有限公司;地址:518129广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼变更后

申请人: 华为数字能源技术有限公司; 地址: 518043 广东省深圳市福田区香蜜湖街道香安社区安托山六路33号安托山总部大厦A座研发39层01号

表29 一种储能系统、储能系统的均衡控制方法及光伏发电系统

申请号	CN202110443465.4
申请日	20210423
公开(公告)号	CN113270881A
公开(公告)日	20210817
预估到期日	20410423
标准申请人	华为公司-C;
申请人(原始)	华为技术有限公司
技术问题	<p>目前的高压级联式储能系统大多还是采用了电池级的被动均衡, 被动均衡的原理为: 通过开关在需要均衡的电池上并联均衡电阻, 当开关导通后, 通过均衡电阻耗电以使该电池与其它电池的电量均衡。被动均衡的均衡电流一般在1安(A)以内, 而电池单体的容量往往达到了几百安时(Ah), 因此仅靠很小的均衡电流难以实现电量的快速均衡, 即该方式的电量均衡能力十分有限, 使得储能系统更容易受到电池短板效应的影响。</p>
技术方案	<p>储能系统包括控制器和三路功率变换支路。每路功率变换支路包括一个功率变换电路, 或每路功率变换支路包括串联连接的至少两个功率变换电路。每个功率变换电路的第二端连接至少一个电池簇; 每个电池簇包括至少两个串联连接的储能模组, 每个储能模组包括一个直流/直流变换电路和一个电池包; 每个电池包的输出端连接对应的直流/直流变换电路的输入端, 各直流/直流变换电路的输出端并联连接均衡母线。控制器控制各直流/直流变换电路, 以使电池簇内的各电池包的电量平衡。在功率变换电路的第二端增加了均衡母线, 并且每个电池包通过一路直流/直流变换电路连接均衡母线。控制器通过控制各直流/直流变换电路的工作状态, 使得电池包的电量通过直流/直流变换电路转移至均衡母线, 再从均衡母线通过其它直流/直流变换电路转移到其它电池包, 进而实现了电池包间电量的均衡, 由于进行</p>

	<p>的是电池包级别的电量均衡，相较于电池被动均衡的方案而言，均衡电流大大增加，可以达到百安培级别，提升了电量均衡能力，并且控制器通过同时控制多个直流/直流变换电路，能够实现多个电池包之间的电量均衡，进一步提升了电量均衡的能力。</p>
技术效果	<p>控制器通过同时控制多个直流/直流变换电路，能够实现多个电池包之间的电量均衡，进一步提升了电量均衡的能力，因此能够快速实现电量均衡，有效缓解了电池短板效应对储能系统的影响。</p>
附图	

一种BMS采用主动均衡方法的级联储能装置，本实用新型为有效。

申请号	CN202321608983.8
申请日	20230625
公开(公告)号	CN220190500U
公开(公告)日	20231215
预估到期日	20330625
标准申请人	河北旭辉-C;
申请人(原始)	河北旭辉电气股份有限公司
技术问题	<p>通常情况下，BMS采用主动均衡方式时，需要每节单体电池对应一个双向DC/DC变换器，如此配置使用的DC/DC变换器会较多，成本也较高；还有一种方法是使用一个或几个DC/DC变换器，通过开关控</p>

	<p>制的方式选取需要均衡的单体电池进行均衡，但这样设计一般每个单体电池需要配置两个开关，此时使用开关的数量也会较多，成本也较高。另外一方面，双向DC/DC变换器高压侧电压如果从电池组两端取电，单体电池均衡时会引起电池组电压的波动，影响电池组输出电压。</p>
<p>技术方案</p>	<p>一种BMS采用主动均衡方法的级联储能装置，包括若干个H桥变流器和电池簇，每个电池簇由n个电池组构成，每个电池组由m-1个单体电池构成，每个电池组对应一个BMU；所述BMU包括KZ、双向DC/DC变换器、DC/DC进线开关组以及电池侧开关组，电池侧开关组和DC/DC进线开关组串联连接后连接在电池组与双向DC/DC变换器之间，电池侧开关组、DC/DC进线开关组以及双向DC/DC变换器的受控端分别与KZ的输出端连接。</p>
<p>技术效果</p>	<p>本实用新型中双向DC/DC变换器的高压侧从H桥直流母线取电，双向DC/DC变换器与H桥直流母线在同一电位，可以避免高压隔离问题；同时单体电池能量的输出与注入均在H桥直流母线上进行，避免了从电池组取电时对电池组电压的影响，有利于单体电池电压的均衡。</p>
<p>附图</p>	

一种应用于储能系统的SOC算法及SOC系统该发明专利目前为实审状态。

申请号	CN202410045123.0
申请日	20240111
公开(公告)号	CN117932909A
公开(公告)日	20240426
预估到期日	20440111
标准申请人	微电新能-C;
申请人(原始)	广东微电新能源有限公司
技术问题	<p>现有SOC算法在运算时，通常只考虑电流和电压参数等基础参数，常忽略了温度对电池性能的影响，故难以在温度范围变动的情况下，保持估算的准确性和可靠性。</p>
技术方案	<p>一种应用于储能系统的SOC算法，包括：读取储能系统的设计容量和剩余容量，初始化SOC参数，得到第一SOC参数；所述第一SOC参数至少包括校正系数、修正SOC阈值范围和多组不同温度下的开路电压-电量曲线参数；根据开路电压法和多组不同温度下的开路电压-电量曲线参数，估算所述储能系统的第一SOC值；根据储能系统模式，判断所述第一SOC值是否超出所述修正SOC阈值范围；若是，根据当前温度的开路电压-电量曲线参数或所述校正系数，修正所述第一SOC值得到第二SOC值，作为输出结果。</p> <p>一种应用于储能系统的SOC系统：初始化模块，用于读取储能系统的设计容量和剩余容量，初始化SOC参数，得到第一SOC参数；所述第一SOC参数至少包括校正系数、修正SOC阈值范围和多组不同温度下的开路电压-电量曲线参数；估算模块，用于根据开路电压法和多组不同温度下的开路电压-电量曲线参数，估算所述储能系统的第一SOC值；判断模块，用于根据储能系统模式，判断所述第一SOC值是否超出所述修正SOC阈值范围；</p> <p>第一输出模块，用于在所述第一SOC超出所述修正SOC阈值范围时，</p>

	<p>根据当前温度的开路电压-电量曲线参数或所述校正系数，修正所述第一SOC值得到第二SOC值，作为输出结果。</p>
<p>技术效果</p>	<p>1) 本发明方法的温度适应性更强，现有的SOC算法在估计电池SOC时通常只考虑电流和电压等基本参数，忽略了温度对电池性能的影响，而本发明SOC算法通过采集储能系统在不同温度下的开路电压-电量曲线参数，并提取对应的温度下的温度系数，对SOC值进行补偿，提高了SOC值计算的准确性。</p> <p>2) 本发明方法的数学模型将储能系统的多种电性参数进行处理，相对于现有技术中简单的SOC模型，通过本发明方法计算得到的SOC值的精度和稳定性更高。</p>
<p>附图</p>	<pre> graph TD S1[S1: 读取储能系统的设计容量和剩余容量，初始化SOC参数，得到第一SOC参数] --> S2[S2: 根据开路电压法和多组不同温度下的开路电压-电量曲线参数，估算储能系统的第一SOC值] S2 --> S3{S3: 根据储能系统模式，判断第一SOC值是否超出修正SOC阈值范围} S3 -- 是 --> S4[S4: 根据当前温度的开路电压-电量曲线参数或校正系数，修正第一SOC值得到第二SOC值，作为输出结果] S3 -- 否 --> S5[S5: 将第一SOC值积分处理后作为输出结果] </pre>

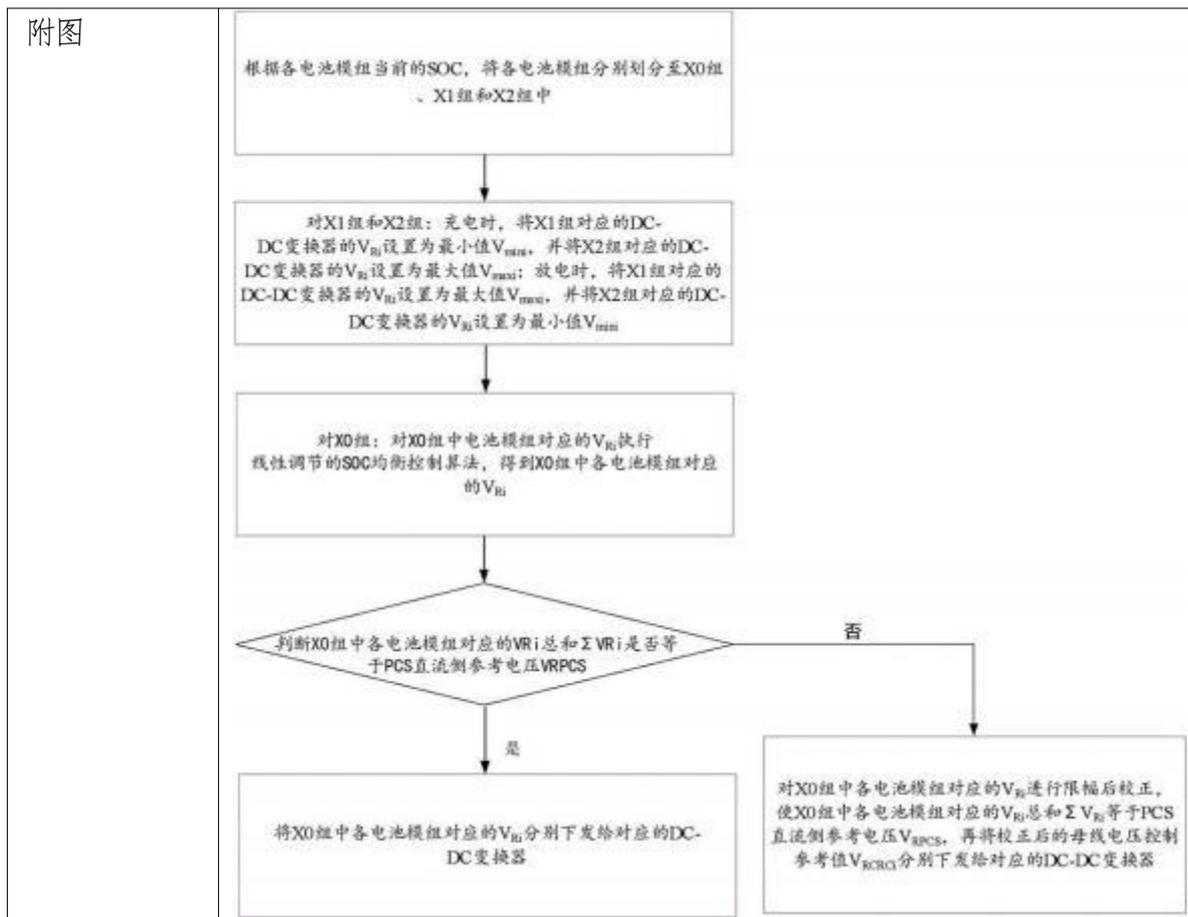
电池SOC均衡控制方法、系统、模组级联电池储能系统，目前该发明专利授权为有效状态，该专利共引证15篇专利。

表32一种应用于储能系统的SOC算法及SOC系统

申请号	CN202410163860.0
申请日	20240205
公开(公告)号	CN117713323B
公开(公告)日	20240430
预估到期日	20440205
标准申请人	西安为光能源科技有限公司;
申请人(原始)	西安为光能源科技有限公司
技术问题	储能系统因电池模组SOC不均衡，导致电池单体利用率低的技术问题
	<p>一种电池SOC均衡控制方法，针对基于DC-DC变换器的模组级联电池储能系统，电池模组均工作在PWM模式下；</p> <p>电池SOC均衡控制方法包括：</p> <p>S1，根据各电池模组当前的SOC，将各电池模组分别划分至X0组、X1组和X2组中；所述X1组内电池模组的SOC均大于X0组内电池模组的SOC，X0组内电池模组的SOC均大于X2组内电池模组的SOC；S2，对X1组和X2组，执行步骤S2-1，再对X0组，依次执行步骤S2-2和步骤S2-3；</p> <p>S2-1，充电时，将X1组对应的DC-DC变换器的VRi设置为母线侧电压下限Vmini，并将X2组对应的DC-DC变换器的VRi设置为母线侧电压上限Vmaxi；放电时，将X1组对应的DC-DC变换器的VRi</p> <p>设置为母线侧电压上限Vmaxi，并将X2组对应的DC-DC变换器的VRi设置为母线侧电压下限Vmini；其中，VRi表示第i个DC-DC变换器的母线电压控制参考值；i=1,……,N；N为电池模组的总数量；</p> <p>S2-2，对X0组中电池模组对应的VRi执行线性调节的SOC均衡控制算法，得到X0组中各电池模组对应的VRi；</p> <p>其中，所述执行线性调节的SOC均衡控制算法，包括：</p> <p>步骤B1，分别根据X0组中N0-1个电池模组的SOC与Savg0之间的偏差，通过比例调节器计算N0-1个电池模组对应的ΔVRi；其中，Savg0为X0</p>

<p>技术方案</p>	<p>组中所有电池模组的SOC均值，ΔVR_i表示第<i>i</i>个电池模组的母线电压控制参考值偏差；其中，N_0表示X0组中电池模组总个数；步骤B2，分别将ΔVR_i叠加至平均电压参考VR_{avg}上，得到N_0-1个电池模组对应的VR_i；</p> <p>步骤B3，使X0组中所有电池模组的总电压参考值Sum_0减去N_0-1个电池模组对应的VR_i总和，得到第N_0个电池模组对应的VR_i；</p> <p>S2-3，判断X0组中各电池模组对应的VR_i总和ΣVR_i是否等于PCS直流侧参考电压VR_{PCS}，若是，则将X0组中各电池模组对应的VR_i分别下发给对应的DC-DC变换器；否则，对X0组中各电池模组对应的VR_i进行限幅后校正，使X0组中各电池模组对应的VR_i总和ΣVR_i等于PCS直流侧参考电压VR_{PCS}，再将X0组中各电池模组限幅后校正对应的VR_i分别下发给对应的DC-DC变换器。</p>
-------------	---

<p>技术效果</p>	<p>针对基于DC-DC变换器的模组级联电池储能系统，充分发挥了DC-DC变换器的功率调节能力在均衡控制中的作用，使各电池模组的SOC在PWM状态下能够尽快收敛。本申请中对X1组和X2组的控制，使得对储能系统而言，充电时，延迟最高SOC电池模组达到上限的时间，使整簇电池模组尽量多充电，放电时，延迟最低SOC电池模组达到下限的时间，使整簇电池模组尽量多放电，提高总体电池利用率，延长安全工作时间。</p>
-------------	--



4.1.3核心专利列表

表33SOC均衡技术核心专利列表

公告号	标题(中文)	申请人
CN114844174B	用于级联H桥储能系统的相间SOC均衡控制方法及系统	国网浙江省电力有限公司绍兴供电公司;绍兴建元电力集团有限公司;浙江山和新能源有限公司
CN109347350B	一种三相多电平变流器及其电池SOC均衡控制方法	中南大学;长沙起克电气技术有限公司
CN113054713B	一种退役电池的梯次利用方法和装置	广州智光电气技术有限公司;广州智光储能科技有限公司
CN116191629B	用于级联H桥储能系统的相间SOC均衡控制方法及系统	西安奇点能源股份有限公司
CN103296722B	应用于H桥级联型电池储能系统相内SOC均衡控制方法	中国南方电网有限责任公司调峰调频发电公司;上海交通大学

CN103390916B	储能链式功率转换系统阶梯波调制相内SOC均衡方法	上海交通大学;中国南方电网有限责任公司调峰调频发电公司
CN103545877B	一种MMC电池储能系统相内SOC均衡方法	上海交通大学
CN103545878B	一种MMC电池储能系统相间SOC均衡方法	上海交通大学
CN114156936B	一种三相储能变换器相间荷电状态均衡的方法及装置	国网河北省电力有限公司电力科学研究院;燕山大学;国家电网有限公司;国网河北能源技术服务有限公司
CN103647310B	增减模块实现MMC电池储能系统相内SOC均衡的方法	上海交通大学
CN111463811B	基于电池能量均衡的MMHC储能系统控制方法	国网江苏电力设计咨询有限公司;国网江苏省电力有限公司经济技术研究院;中国电力科学研究院有限公司
CN109849736B	混合动力汽车综合变换系统的充电系统、方法及电动汽车	山东大学
CN109672240B	插电式混合动力电动汽车充电系统、方法及应用	山东大学
CN116613863B	储能型MMC电池荷电状态相内主动均衡控制方法	中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司
CN117639009B	基于电容电压修正的储能型MMC荷电状态均衡方法	华南理工大学

4.2 虚拟阻抗技术

虚拟阻抗是一种通过模拟实际电阻、电感和电容等电气元件特性的技术，用于改善电力系统的性能。它并不实际存在，而是通过控制系统中的算法来模拟，以实现特定的控制目标。虚拟阻抗的概念主要用于逆变器并网控制中，通过在逆变器电压闭环控制外增加输出虚拟阻抗调节模块，设计虚拟阻抗以降低下垂控制逆变器功率分配对微电网线路阻抗和设计参数差异的敏感性。

在虚拟同步发电机（VSG）控制中，虚拟阻抗用于模拟同步发电机的内在机理和外特性，为电网提供阻尼和惯性，并参与电网的调节过程。通过引入有功—频率和无功—电压控制，VSG可以模拟传统同步发电机的外部特性，为分布式发电高渗透率的微电网提供必要的频率和电压支撑。

虚拟阻抗的应用不仅可以改善微电网功率分配不均的问题，还能减轻故障或负荷突增条件下电力电子变换器的浪涌电流，从而有效防止变换器过载。然而，虚拟阻抗的引入可能会降低逆变器的输出电能质量，并且其算法本身的弱阻尼表现将影响微电网系统的稳定度。

4.2.1 技术现状

近年来，国内外相关研究人员在虚拟阻抗的原理分析、技术创新、应用场景等领域开展了持续攻关，取得了显著成果，但各研究团队间的侧重点各有不同

加拿大阿尔伯特大学（UA）电气工程系李云伟教授团队对虚拟阻抗技术的研究较为全面，从功率控制、谐波不平衡抑制、谐振抑制到次同步稳定、故障穿越等均有涉及；Guerrero, J. M教授团队的研究侧重于微电网层级

控制性能优化中虚拟阻抗所承担的作用；英国谢菲尔德大学(TheUniversity ofSheffield)控制与系统工程系终身主任教授钟庆昌团队的研究方向是通过虚拟阻抗改善级联DC / DC系统的稳定性；南京航空航天大学自动化学院教授阮新波教授团队的研究则是从输出阻抗的角度分析虚拟阻抗对系统性能的优化，在此基础上实现谐波抑制，增强系统鲁棒性。奥尔堡大学JosepM. Guerrero教授团队主要针对虚拟阻抗在微网领域的应用开展研究；阿尔伯特大学YunweiLi教授团队的研究涉及到电能质量、电网支撑、电压不平衡补偿等多个角度；南京航空航天大学阮新波教授团队主要围绕弱网系统中变流器的稳定性和适应性开展研究；西安交通大学王跃教授团队主要围绕故障穿越、扰动稳定性、输出阻抗特性、功率分配优化等工作开展研究；湖南大学罗安院士团队研究内容覆盖面广，在系统鲁棒性、变流器并联运行、功率分配精度、电压补偿、环流分析、纹波抑制等领域均颇有建树。随着研究层次的不断深入和工程建设的实际需要，在传统虚拟阻抗的基础上，研究者们进一步提出了“虚拟负阻抗”、“自适应虚拟阻抗”、“直流虚拟阻抗”、“暂态虚拟阻抗”等概念，对虚拟阻抗在系统中的适应性进行了改进提升，并对其作用发挥能力进行了更深层次的挖掘，现实的电力系统工况复杂，负荷投退等情况都会造成电网状态改变，传统固定取值的虚拟阻抗不再能满足系统运行需求，因此有学者针对虚拟阻抗的参数设计方法及相应的控制策略进行了研究和改进，提出了“动态虚拟阻抗”、“自适应虚拟阻抗”等概念。这些方法既是对虚拟阻抗技术的改进，同时也是对下垂控制策略的改进。总体而言，这些改进主要从以下三方面展开：

1) 对虚拟阻抗参数整定方法进行改进, 以使虚拟阻抗的取值可根据系统运行状况做出自适应调节。这也是目前技术演变较为丰富、研究成果更为成熟的一个领域。

2) 对虚拟阻抗相关控制策略的进一步拓展和延伸, 例如在控制环节中加入电压补偿, 对引入虚拟阻抗带来的额外压降进行合理补偿, 减小其对系统电能质量等方面带来的影响, 进而改善虚拟阻抗的整体作用效果。

3) 探索虚拟阻抗的不同实现途径, 例如基于传统串联式虚拟阻抗不易确定取值的情况, 有学者提出了并联式的虚拟阻抗; 此外, 虚拟阻抗在时域和频域下的控制环节中也有着不同的实现途径。

4.2.2 核心专利分析

针对虚拟阻抗技术, 本小节根据专利技术中出现的相关技术手段进行技术分析, 以期为新风光电子在解决电池簇之间均衡问题, 保证储能系统中各电池簇之间电量保持一致; 解决变压器等冲击负荷投入时冲击电流问题; 解决多机离网时电压源并联环流问题等创新中提出技术思路。

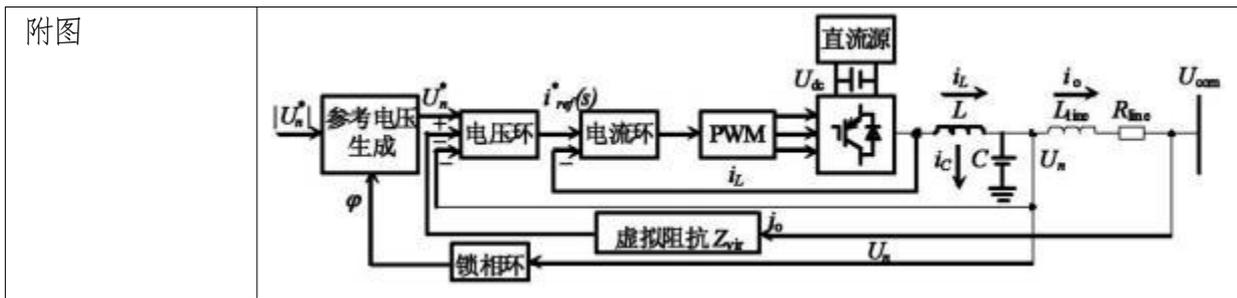
一种直流配电系统储能装置自适应虚拟阻抗下垂控制方法, 发明专利授权状态为有效。

申请号	CN201510672018.0
申请日	20151016
公开(公告)号	CN105305410A
公开(公告)日	20160203
预估到期日	20351016
标准申请人	国家电网-C;

<p>申请人(原始)</p>	<p>国网上海市电力公司 华东电力试验研究院有限公司</p>
<p>技术问题</p>	<p>针对低压微网线路呈现阻性的特点，传统下垂控制策略采用P-E和Q-f的方式，但是由于各储能装置与PCC点线路长度的不同和变流器本身的参数差异会造成储能变流器输出功率不均分，引起电流环流，造成效率下降。而传统下垂控制中的P-E和Q-f的控制方式没有考虑电阻和电抗的耦合作用，非解耦控制会造成功率振荡的问题。</p>
<p>技术方案</p>	<p>一种直流配电系统储能装置自适应虚拟阻抗下垂控制方法，用于直流配电系统中的多变流器并联控制，包括以下步骤：1)获取直流配电系统的电力参数，建立电压外环和电容电流内环的双闭环控制器，并建立直流配电系统下垂控制模型；2)在直流配电系统下垂控制模型中，在双闭环控制器中的变流器输出电流与变流器参考电压信号间引入虚拟阻抗$ZD(s)$作为负反馈，并获取等效输出阻抗$Zov(s)$；3)通过设定不同虚拟阻抗$ZD(s)$的值，使得多条线路对应的等效输出阻抗$Zov(s)$相等，从而将直流配电系统中多条线路的输出功率和功率分配平均化</p>
<p>技术效果</p>	<p>1、本发明通过虚拟阻抗的引入，控制等效输出阻抗，抑制功率振荡，有效的消除线路长度不同造成的功率分配不均，减弱变流器参数不一致造成的功率分配不均。</p> <p>2、本发明控制算法简单，无需增加硬件成本。</p> <p>3、本发明可以实现有效减少分布式电源在孤岛与并网模式下的切换所带来的振荡，并且能够应用于多台储能变流器并联运行情况。</p>
<p>附图</p>	

一种基于虚拟阻抗的微网逆变器电压电流双环下垂控制方法,发明专利授权状态为有效

申请号	CN201110376388.1
申请日	20111123
公开(公告)号	CN102510120A
公开(公告)日	20120620
预估到期日	20311123
标准申请人	中科院所-R;
申请人(原始)	中国科学院电工研究所
技术问题	<p>在逆变器的闭环控制外加入输出阻抗调节模块,通过虚拟阻抗来抑制阻抗差异对功率分配的影响。但是加入的感性虚拟阻抗对高次谐波会表现为较高的阻抗,当系统带谐波含量较大的负载时,会因为虚拟电感的作用而使得输出电压畸变严重。另外,此类下垂控制一般为“功率-电压-电流”三环结构,系统的稳定性和动态性能在很大程度上由功率环参数决定,设计不当容易引起系统的不稳定,尤其是线路阻抗较小的情况下,系统稳定性会进一步恶化。</p>
技术方案	<p>该方法类比三环功率下垂控制,在逆变器输出电流与逆变器参考电压信号间串入一个逆变器虚拟连线阻抗$Z_{vir}(s)$,将所述的逆变器虚拟连线阻抗$Z_{vir}(s)$等效为下垂系数,使逆变器输出电流通过虚拟连线阻抗反馈到逆变器输出电压参考给定上,达到并联逆变器系统自动均分负载功率的目的。</p>
技术效果	<p>与有互联线方式相比,本发明具有更高的灵活性和冗余性,且稳定性更高。与传统三环功率下垂控制方式相比,本发明所提出的电压电流双环下垂控制方法不仅简化了控制系统,还尤其适用于线路短、阻抗小的微电网系统中的逆变器并联控制,同时具有稳定裕度大,动态性响应快,实现简单等特点。</p>



基于虚拟阻抗的改进型微电网下垂控制方法，发明专利实审中

申请号	CN202310175369.5
申请日	20230228
公开(公告)号	CN116470585A
公开(公告)日	20230721
预估到期日	20430228
标准申请人	华南理工-U;
申请人(原始)	华南理工大学
技术问题	<p>虚拟阻抗可实现功率解耦，但同时随着负载的增加会造成输出电压幅值下降、角速度产生波动等问题。线路解耦需要处于感抗远远大于阻抗的环境中，对引入虚拟阻抗控制之后的环路特性进行分析进而对虚拟阻值进行选择。为避免产生压降，提出电压补偿控制。对角速度扰动阶段进行划分，提出角速度自适应补偿控制。不借助硬件使下垂算法更稳定地发挥作用，减少成本。</p>
技术方案	<p>S1. 建立适用下垂控制的逆变器并联等效电路模型，逆变器并联等效电路模型包括电压控制环与电流控制环；S2. 逆变器并联等效电路模型引入虚拟阻抗和二阶广义积分器，确定二阶广义积分器的闭环传递函数，并利用二阶广义积分器对采样电流进行滤波；S3. 分析闭环传递函数的特征根，确定虚拟阻抗的取值，计算虚拟阻抗与线路阻抗产生的输出电压幅值偏差，通过电压补偿控制调节输出电压幅值；S4. 计算电压控制环的反馈电压，利用反馈电压的角速度变化量与角速度变化率对电压控制环的控制参数进行调整。</p>
技术效果	<p>1、本发明对逆变器并联电路进行等效建模，分析闭环传递函数的寻根轨迹图，对虚拟阻抗进行合理取值，在不借助硬件的情况下产生利于下垂的条件，减小了成本。</p>

2、本发明对虚拟阻抗的电流微分控制进行改进，采用广义二阶积分器对采样电流进行滤波并产生其正交信号，避免了电流高次谐波对虚拟阻抗产生影响的缺点。

3、针对下垂控制会增大输出电压压降的缺点，本发明提出了电压补偿控制，对不同负载的压降具有补偿作用。

4、针对不同负载因为功率不同会扰动输出电压角速度的缺点，本发明提出了电压角速度自适应补偿控制，对稳定角速度扰动具有积极作用。

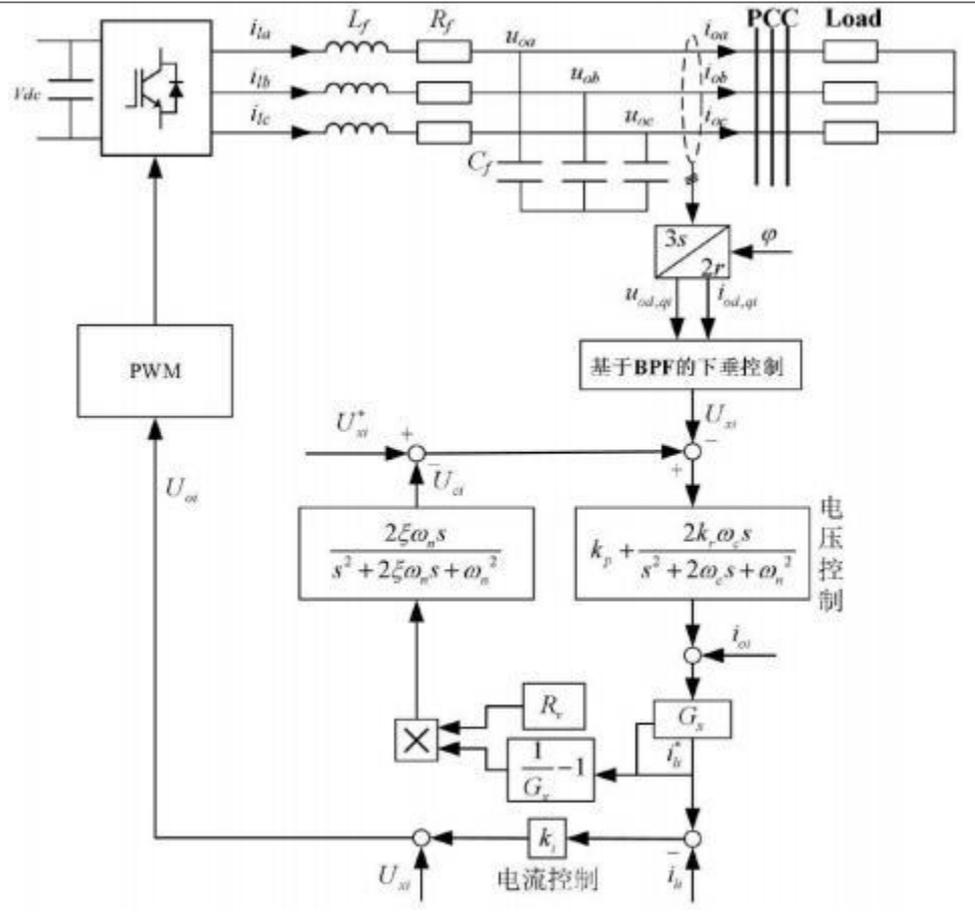
附图



一种基于BPF下垂控制的自适应虚拟阻抗方法，发明专利实审中

申请号	CN202410323686.1
申请日	20240319
公开(公告)号	CN118232431A
公开(公告)日	20240621
预估到期日	20440319
标准申请人	国家电网-C; 上海交大-U; 淮阴工学-U;
申请人(原始)	国家电网; 上海交通大学-U; 淮阴工学院;
技术问题	<p>在提高孤岛微电网输出电压质量和功率均衡的方法中，虚拟阻抗是现阶段的研究重心，传统的虚拟阻抗需要通过测量馈线阻抗并计算得出虚拟阻抗的模型，利用虚拟阻抗得出的电压补偿到下垂控制中，改变系统阻抗的阻感比，使馈线阻抗成比例，实现功率均衡。但是在实际操作过程中，运用固定的虚拟阻抗方案实现功率均衡是有困难。</p>
技术方案	<p>步骤1：根据dq轴的输出电压和电流分量得到有功和无功功率方程，构建基于BPF的下垂控制模型，得到电压控制信号；</p> <p>步骤2：基于下垂控制模型产生电压控制信号，构建基于虚拟阻抗的自适应减量AER控制模型；</p> <p>步骤3：基于虚拟阻抗的自适应减量AER控制模型，构建电压电流控制结构得到最终电压输出信号；</p> <p>步骤4：将最终电压输出信号经过PWM调制策略输出主电路的控制信号。</p>
技术效果	<p>1、本发明设计基于BPF的下垂控制方案可以证在线路阻抗失配和负载变化较大的情况下增强有功和无功共享，并使输出电压保持在稳定范围。</p> <p>2、本发明设计基于虚拟阻抗的AER控制模型，防止分布式电源输出电压失真，保证系统稳定性，减小“抖振”现象，提高系统的鲁棒性。</p>

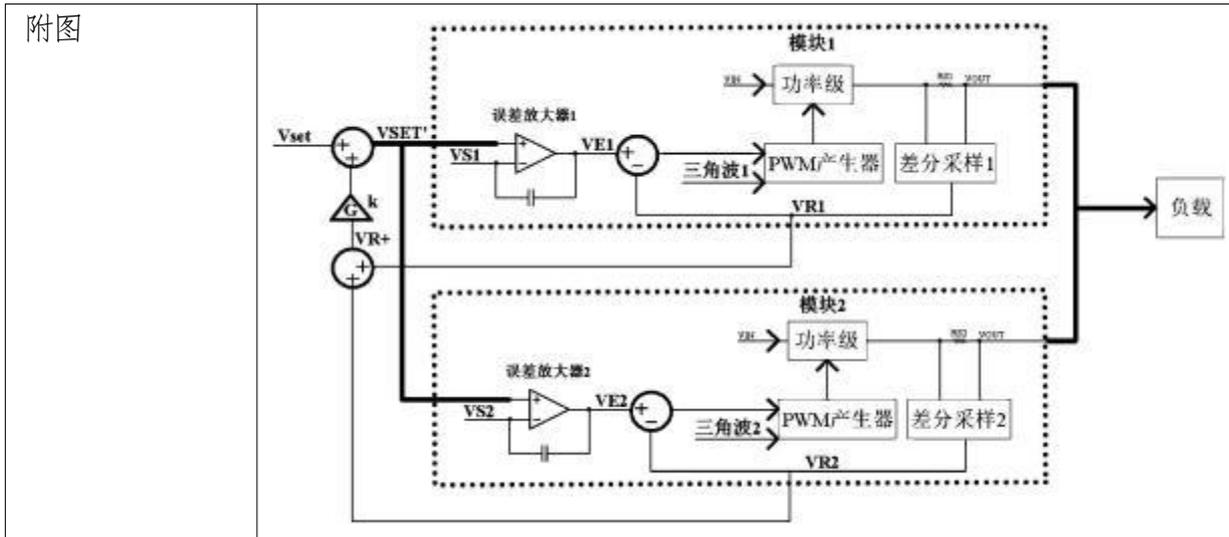
附图



一种通过正虚拟阻抗补偿电压下垂法中电压损耗的方法，发明专利授权有效。

申请号	CN201710423952.8
申请日	20170607
公开(公告)号	CN107086562A
公开(公告)日	20170822
预估到期日	20370607
标准申请人	艾德克斯电子(南京)有限公司;
申请人(原始)	艾德克斯电子(南京)有限公司
技术问题	具体到采用电压下垂法的并机方案中,现有技术需要通过精密电阻来采集每个单模块的电流。但由于每个精密电阻在通过电流时均会产生电压损耗,传统的电压下垂法无法通过反馈对这部分电压损耗进行补偿,因而会造成输出电压的误差。
技术方案	第一步,分别采集每一电源模块输出端流经采样电阻的电流值 I_{O_i} , i

	<p>为1至N之间的整数，N为电源模块数量。</p> <p>第二步，将第一步中采集到的全部电源模块输出端流经采样电阻的电流值I_{O1}，I_{O2}，……，I_{Oi}，……，I_{ON}累加，得到采样电流和$VR+$；</p> <p>第三步，将所述采样电流和$VR+$乘以增益K，与电压设置值$VSET$叠加后，输入至所述电压下垂法的电压设置端。通过从电压设置值端补充采样电压损耗量，所述电压下垂法内各电源模块均会根据电压损耗量适量增大输出电压，由此补偿所述采样电压损耗。</p> <p>进一步，上述补偿方法中，所述第三步中，所述增益$K=VE/(VO*N)$，其中，VE为电压误差满幅值，VO为并机输出电压。</p>
技术效果	<p>将电压下垂法中每一个电源模块的因采样电阻造成的电压损耗进行采样并累加，以固定增益值获得需要补偿的电压损耗数值，反馈至并机输出电压的整体控制端，即，电压设置接口$VSET$。在电压设置接口$VSET$增加对电压损耗分量的补偿量，以此设置具体各个电源模块的输出值。本发明通过对采样电阻上压降进行正反馈，调节并机输出电压的整体控制信号，对每一模块的压降进行均衡性地补偿。由于所有电源模块均采用统一的补偿量补偿其电压损耗，因此，本发明所提供的电路结构简洁。</p> <p>具体补偿的具体增益值K可通过电压误差满幅值VE、并机输出电压VO和电源模块数量N直接获得，直接通过电路中反馈电阻与输入串联电阻的阻值比例即可获得相应增益，实现方式简单，电路效率高。这种方式下，无需单独对系统内各电源模块进行分别单独的调整。通过统一的增益值即可实现相同的调节效果。</p> <p>通过补偿电压损耗，提高电源模块控制环路的控制精度，从而从整体上提升电源系统中控制回路的精度以及稳定性。</p>



4.2.3 核心专利列表

表39 虚拟阻抗技术核心专利列表

公开(公告)号	标题(中文)	申请人
CN102157956A	基于虚拟阻抗的逆变器并联运行方法	国网电力科学研究院
CN110838730A	统一虚拟阻抗控制器、统一虚拟阻抗控制方法与并联系统	华侨大学
US20220082087A1	使用虚拟阻抗的基于逆变器的资源的网格形成控制	GeneralElectricCompany
JP58099025A	虚拟阻抗电路	HewlettPackardYokogawa
JP7263156B2	模拟虚拟阻抗的换能器控制装置及换能器控制方法	CentralResearchInstituteOfElectricPowerIndustry
W02017044922A1	用于阻抗匹配的方法和设备在虚拟阻抗的下垂控制电源调节单元	EnphaseEnergy, Inc.
DE102009006332B4	线路驱动器或虚拟阻抗放大器与频率相关的变量	OliverBartels
W02018013237A1	虚拟阻抗, 混合现实	QualcommIncorporated
KR1020170101327A	基于虚拟阻抗并联不间断电源	IfTechCo., Ltd.
US20230369865A1	基于电网形成逆变器的资源的虚拟	GeneralElectricCompany

	阻抗限流控制	
KR101989518B1	一种虚拟阻抗匹配箱	NewPowerPlasmaCo.,Ltd.
EP4009473A1	使用虚拟阻抗为双馈风力涡轮发电机提供电网形成控制的系统和方法	GeneralElectricCompany
LU503517B1	一种基于虚拟阻抗的电流增强型谐波发生器的控制方法及系统	UnivBeijingJiaotong
DE102020200673B3	利用具有暂态分量的虚拟阻抗的多相交流器的调节装置, 调节方法和计算机程序	Fraunhofer-Gesellschaft ZurFörderungDerAngewand tenForschungEingetragen er Verein
CN104950210A	基于虚拟阻抗虚部幅值特性双回线路非同名相跨线接地故障识别方法	国家电网公司; 国网福建省电力有限公司; 国网福建省电力有限公司检修分公司
CN104716886A	基于虚拟阻抗电压型变流器虚拟同步电机控制方法	西安交通大学
CN105826950A	一种逆变器虚拟阻抗的矢量图分析方法	江苏大学
CN105932678A	一种电力感应滤波系统的虚拟阻抗综合控制方法	湖南大学
CN106787894A	一种基于分频虚拟阻抗的离网逆变器控制方法	中南大学
CN111917133A	一种基于动态虚拟阻抗的虚拟同步机阻尼效应的控制方法	浙江大学
CN112467785A	一种利用虚拟阻抗提高光伏故障电压支撑能力方法	西安热工研究院有限公司
CN113363960A	一种针对单相逆变器的虚拟阻抗构建方法	浙江大学
CN109449999A	基于自适应虚拟阻抗的低压微电网分布式控制方法及系统	山东大学

CN117833339A	基于自适应虚拟阻抗的构网型变流器电流限制方法和装置	深圳供电局有限公司
CN110829457A	基于虚拟阻抗的微电网无功均分控制方法及装置	南方电网科学研究院有限责任公司;中国南方电网有限责任公司
CN111224409A	一种基于虚拟阻抗的直流接入装置过电流抑制方法	南方电网科学研究院有限责任公司;佛山科学技术学院
CN113489291A	一种LCL型并网变换器正反馈虚拟阻抗的控制方法	华南理工大学
CN106487240A	一种具有精确谐波电压和虚拟阻抗控制的电网模拟器	中国电力科学研究院;国家电网公司
CN108574302A	基于前馈补偿和虚拟阻抗的并网控制方法	燕山大学
CN110855150A	一种基于虚拟阻抗的直流固态变压器控制方法	太原理工大学

虚拟阻抗技术在电力系统中主要用于提升高比例新能源并网系统的振荡稳定性。通过设计合适的电流限制虚拟阻抗比例增益和电流限制虚拟阻抗感阻比,可以构造虚拟阻抗压降模型,从而减小电压环参考电压值,实现输出电流的减小,增强系统的稳定性¹。此外,该技术在有源电力滤波器中也得到了应用,通过提出基于虚拟阻抗技术的有源电力滤波器控制算法和最小开关损耗的调制策略,有效地降低了控制算法的复杂性和IGBT的开关损耗,提高了有源电力滤波器的性能。随着电力网络中谐波污染的不断升级,有源电力滤波器成为谐波治理的研究热点。基于虚拟阻抗技术的有源电力滤波器控制算法和最小开关损耗的调制策略的研究,为电力系统中的谐波治理提供了新的解决方案。这些研究不仅满足了电网谐波

治理的要求，还实现了较低的载波频率和较高的功率因数，为电力系统的高效、稳定运行提供了技术支持。

4.3 无主从控制技术

无主从控制，又叫对等控制(peer-to-peer)。即变流器之间并没有主从之分，它们之间的关系是对等的，不会由于一台或几台变流器的损坏或者故障，而影响整个系统的正常工作。无主从控制又可以分为需要高精度通信连接线和无需高速通信连接线两类。需要高速通信连接线的控制有集中式(centralized)，平均负载分配式(ALS, averageload—sharing)，电流环链控制(3C, circularchaincontr01)等，在这些控制中变流器之间的关系是对等的，而且这些控制策略既做到了稳定输出电压，并且能够平衡电流，但它们需要在模块之间加载精度很高的通信，这将降低系统的稳定性和扩展性。无需高速通信连接线的控制方法主要是基于下垂法，这种控制策略实现了更高的可靠性，使模块之间的物理位置更加灵活安排，此外，这种控制策略还实现了并/离网之间的无缝切换，以及对负荷功率的跟随，确保了系统的稳定性和可靠性。

无主从控制策略的应用不仅限于微网系统，它还扩展到直流配电网中，特别是在分布式电源的应用场景下。直流配电网的发展受到了分布式电源发展的推动，而分布式电源的应用使得传统的配电功能扩展出了发电功能。为了充分发挥分布式能源的效能，微电网通常采用微电网形式并入主网，其中直流微电网作为一种主要的运行方式，相比交流微电网，不需要对电压的相位和频率进行跟踪，可控性和可靠性进一步提高，因此更加适合分布式电源和负载的接入。

无主从控制策略的实现还涉及到对变流器无主从并联运行的控制策略的分析，通过仿真和实验验证了其有效性。例如，通过Matlab/Simulink中的仿真，应用该控制策略可以实现变流器间无主从运行，并网及离网状态下的稳定运行，并/离网之间的无缝切换。此外，搭建的无主从控制的实验平台，通过应用组态王6.53和CAN总线通信，开发出适用于该无主从并联系统的监控软件，进一步验证了无主从控制策略的实用性和可靠。

4.3.1 技术现状

直流微电网中，分布式电源和负载均通过变流器与直流母线并联。由于配电线缆上存在阻抗不一致，各节点电压存在差异，会使各并联电压源之间产生环流。因此，为了抑制环流和控制直流母线电压的稳定，需要对各并联变流器进行均流控制。常见的并联均流控制有集中控制、主从控制和无主从控制。

集中控制是给整个并联系统加入一个集中控制单元，各个并联单元根据集中控制提供的信号来保证各自输出信号一致，这种控制方式最大的问题是一旦集中控制出问题，整个系统将无法运行。主从控制与集中控制的不同在于选择并联系统中的一个单元作为主控模块，其控制可靠性相比集中控制有所提高，但仍然较低。

无主从控制中，各模块独立地检测和控制本模块在系统中的工作状态以实现模块间功率均分，主要可以分为有互联线和无互联线控制方式。有互联线控制中，存在一条控制互联线用于传递各模块的输出电流、有功以及无功功率等信息；互联线的存在可以简化并联的控制，但是互联线也容易引入干扰，可靠性降低，并且并联模块之间的位置也受到限制。无互联线控制主要是指外特性下垂控制方法，其实质主要是利用本模块电流反馈信号或者直接输出串联电阻，改

变模块单元的输出电阻，使外特性的斜率趋于一致，达到均流。这种控制方法使得各模块完全隔离，因此可靠性高，但是由于模块间无信息传递，也使得均流控制相对困难，动态效果较差。从目前的研究状况来看，在微电网母线电压的控制中，无主从控制是必然发展趋势，其中下垂控制由于其充分符合分布式系统的“分布”特征，成为国内外学者研究的重点。对等控制策略中存在的问题：

1. 功率测量对于有差控制的重要性传统下垂控制中忽略了在功率控制环中，功率测量对频率电压的影响，由于下垂控制为有差控制，下垂控制环节中负载的变动将会导致功率发生波动进而使频率产生偏差、电压幅值发生波动，并且在单相或三相不平衡系统中通常夹杂着二倍于基频频率的纹波功率，因此通常在功率环中引入一阶低通滤波器(LPF)来滤除纹波干扰。但是由于一阶LPF低频极点的存在，会降低下垂控制系统的响应速度。基于此在下垂控制环中加入比例积分(PI)环节，但该环节的引入会影响系统的下垂特性。引入单位周期内电流电压积分来替代一阶LPF。研究者提出了新的滤波算法，但系统存在抗干扰能力不强的问题。

2. 模型对于下垂参数的选取通常对分布式电源进行准静态相量下建模来辅助下设计垂控制器。在实际的微电网中由于其接口大多为电力电子元件，动态过程迅速，因此准静态模型下的模型不能完全符合微网实际的动态变化，因此需要准确的小信号模型来辅助选取合适的系统参数。将动态相量建模用在整个微网的动态分析上。文献建立了基于逆变器并联系统的时变相量小信号模型，该模型能很好的拟合实际系统。

3. 无功功率精确分配问题。在实际微网运行中，P. f下垂控制能够实现有功精确分配，Q. v下垂控制则容易受线路阻抗影响，无功分配特性较差。为了提高孤岛下的功率分配精度，文献研究者提出通过调节下垂系数来实现P. V控制下有功精确分配，实际上提高下垂增益虽然能够获得良好的功率分配效果，但是高的下垂增益会影响系统的稳定性。在功率控制环中引入积分环节用以消除功率稳态误差。研究者提出附加信号注入法。该方法因产生和处理信号较为复杂，在含有多台分布式电源的微网中难以实现。研究者提出了一种Q. v点下垂法，但是当存在本地负荷时无功仍不能精确分配。文献在P. f下垂方程中引入无功功率扰动项，通过有功控制迫使无功分配误差降低，但是这种方法会给有功带来极大的扰动从而影响系统频率的稳定。近年来“虚拟阻抗”理论在解决无功分配问题中得到了广泛应用。通过闭环参数的调节来设计各微源等效输出阻抗，使虚拟阻抗占主导地位，有效抑制了微源之间的环流，从而提高了功率分配效果。为进一步提升功率分配精度，文研究者提出了基于估算线路阻抗的虚拟阻抗设计方法。研究者提出了自适应虚拟阻抗法，通过对各分布式电源的压降误差项积分来实现虚拟阻抗的自适应调节。但该方法采用中央控制技术，具有较强的通信依赖性。可以看出虽然对等控制下的下垂控制优势非常明显，但仍存在许多缺陷。为了推动智能电网和微电网的发展，我国及部分省市发布了多项行业政策。例如，2024年国家发展改革委、国家能源局发布的《关于新形势下配电网高质量发展的指导意见》就提出推动电力系统新业态健康发展，鼓励加强电力需求侧管理技术研发和应用，提高电力需求侧管理效率和效果。这些政策为对等控制技术的发展提供了有力的支持。同时，随着全球能源结构的调整和电力市场的改革，智能电网和微电网的市场需求将持续增

长。技术创新是推动智能电网和微电网发展的重要驱动力，而对等控制作为其中的关键技术之一，也将迎来更多的发展机遇。

4.3.2 核心专利分析

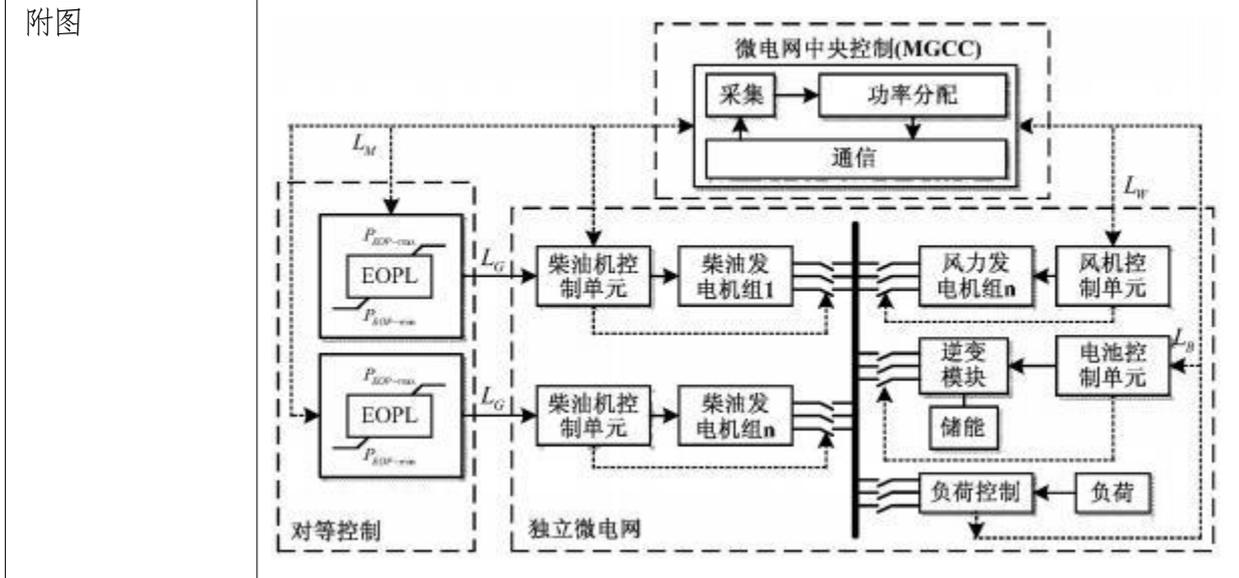
针对无主从控制技术，本小节根据专利技术中出现的相关技术手段进行技术分析，以期为新风光电子在解决电池簇之间均衡问题，保证储能系统中各电池簇之间电量保持一致；解决变压器等冲击负荷投入时冲击电流问题；解决多机离网时电压源并联环流问题等创新中提出技术思路。

基于对等控制和集中控制相结合的独立微电网混合控制方法及系统，发明专利授权状态为有效。

申请号	CN201510170418.1
申请日	20150410
公开(公告)号	CN104795845A
公开(公告)日	20150722
预估到期日	20350410

标准申请人	南方电网-C; 华南理工-U;
申请人(原始)	南方电网科学研究所有限责任公司 华南理工大学
技术问题	独立微电网往往包含有间歇性电源、同步发电机组和储能系统等各种不同分布式电源，而且各种分布式电源的数量也多，其协调控制与运行十分复杂，采用不同的控制策略和控制方法都会对系统运行状况产生较大的影响。因此，含多分布式电源独立微电网的运行控制，应充分考虑系统中分布式电源的种类、数量及其控制特性等影响因素，才能选择一种有效的控制策略进行优化协调控制系统中各分布式单元出力，实现和保障系统的安全稳定运行。
技术方案	一种基于对等控制和集中控制相结合的独立微电网混合控制方法，所述独立微电网包括多种分布式电源，独立微电网与微电网中央控制中心连接，所述独立微电网混合控制方法包括：(1)采用对等控制对独立微电网中的主控电源进行并联运行控制；(2)采用集中控制从全局的角度对各分布式电源的离散控制活动进行权衡和优化。 一种基于对等控制和集中控制相结合的独立微电网混合控制系统，包括独立微电网和微电网中央控制中心，独立微电网包括多种分布式电源，独立微电网与微电网中央控制中心连接，所述分布式电源包括主控电源和辅助电源，所述独立微电网混合控制系统还包括一经济输出功率限制模块，在该经济输出功率限制模块设置最小经济输出功率限值PEOP _{min} 和最大经济输出功率限值PEOP _{max} ，经济输出功率限制模块通过第一通信接口LM连接于主控电源的控制单元用于对其运行状态和热备用状态间的切换控制，通过第二通信接口LM连接于微电网中央控制中心，由微电网中央控制中心根据经济优化运行方案对主控电源的运行状况进行控制。所述微电网中央控制中心包括用于实时监控系统中各分布式电源的控制状态和运行参数的通信模块和采集模块，以及用于进行优化运算并做出决策以将解/并列指令或充/放电发送给各分布式电源的功率分配模块。
技术效果	本发明采用对等控制对微电网中的主控电源进行并联运行控制，维持系统的电压频率稳定，在对等控制中，设置了“经济输出功率限

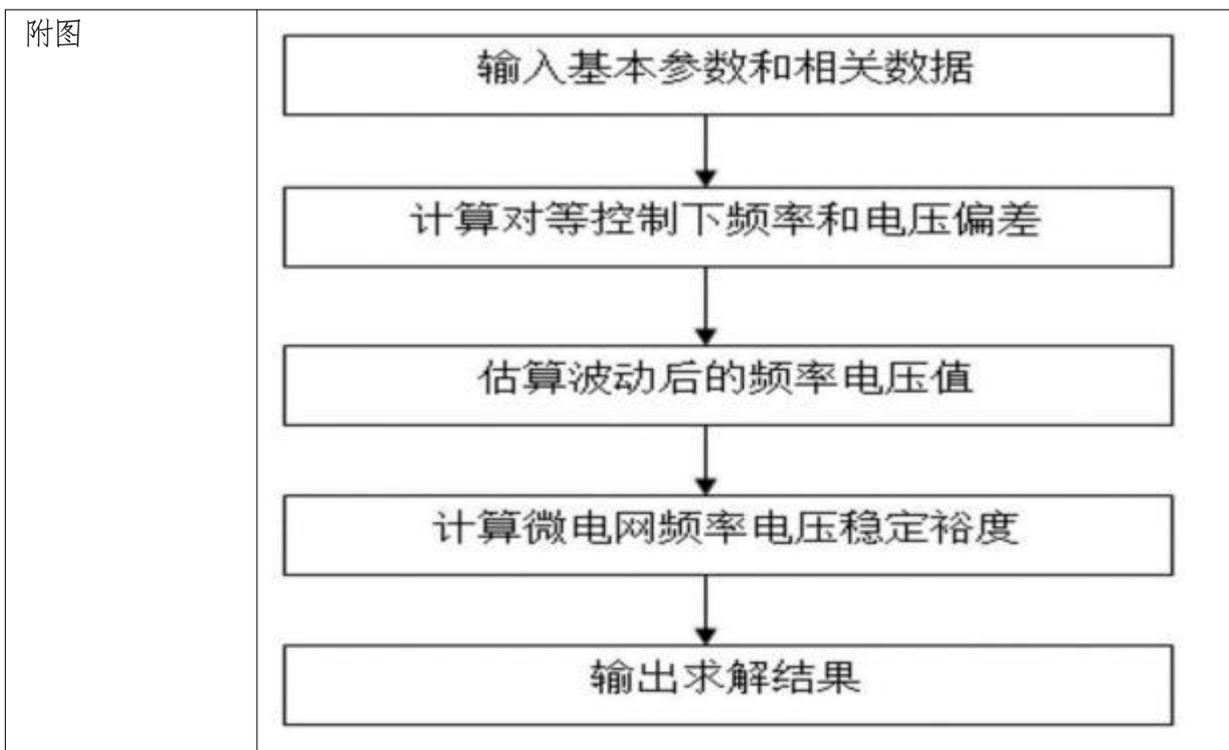
制” (EconomicOutputPowerLimit, EOPL) 模块, 改进了柴油发电机组的有功频率特性, 提高了多台柴油发电机组并列运行时的经济性和灵活性。同时, 基于集中控制的微电网中央控制中心 (Micro-gridControlCenter, MGCC) 从系统全局的角度对系统中各台风力发电机和柴油发电机组的解并列、蓄电池储能系统的充放电等离散控制活动进行权衡优化, 保证独立微电网系统的经济稳定、灵活高效运行控制。



一种对等控制模式下微电网电压频率偏差估计方法, 发明专利授权状态为有效。

申请号	CN201711411779.6
申请日	20171223
公开(公告)号	CN108197788B
公开(公告)日	20211126
预估到期日	20371223
标准申请人	中国能源6-C; 西安交通大学 ;
申请人(原始)	中国电力工程顾问集团西北电力设计院有限公司 西安交通大学
技术问题	主从控制下, 主控单元为整个微电网提供电压和频率支撑, 微电网的电压和频率保持不变; 对等控制下, 当出现有、无功功率波动时, 各分布式电源通过下垂控制策略完成功率平衡控制, 将会导致微电网的电压和频率发生变化。处于对等控制下的微电网若由并网向孤岛转

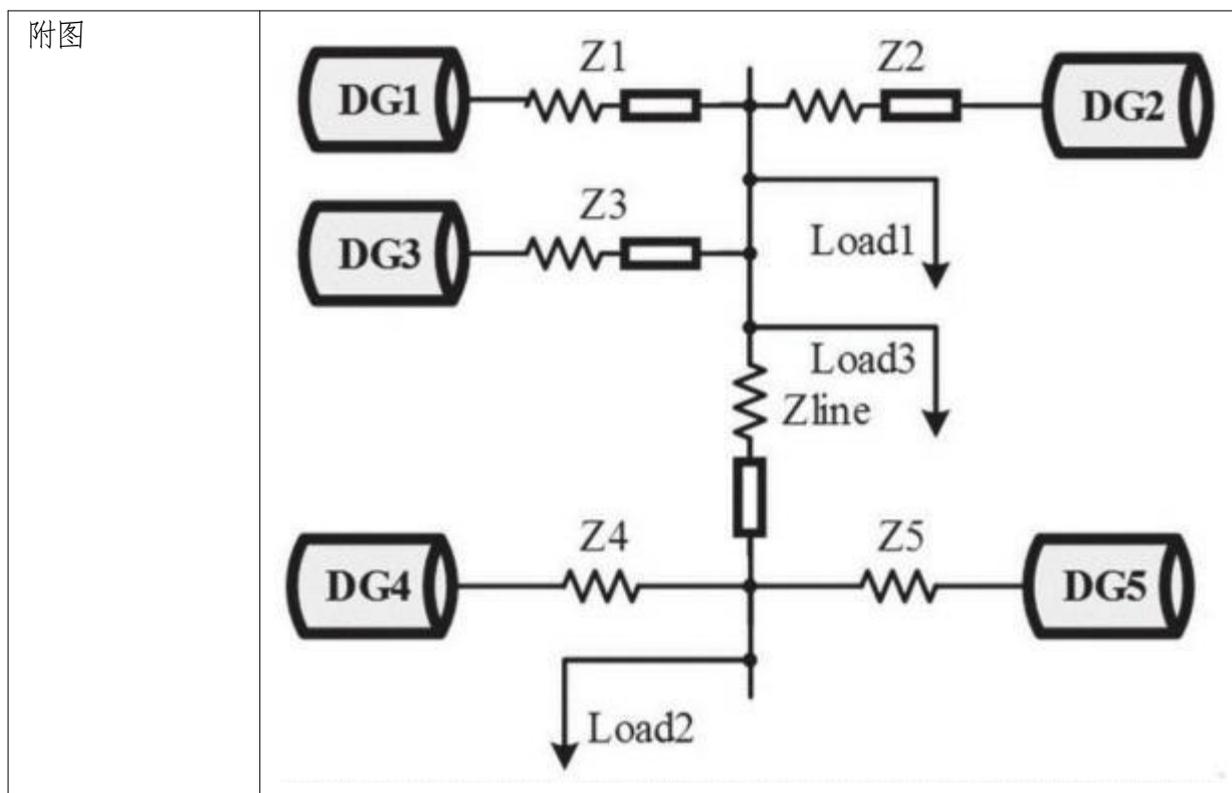
	<p>换或在孤岛状态下发生源荷故障时，都会带来有功、无功功率的波动，控制电压频率在限制范围内是维持微电网稳定运行的必要条件。通常并网平滑切换等典型场景都在暂态层面进行分析，一般不在微电网初期规划中进行，但在工程问题中，有时需要对电压频率的偏差进行简单估计，从而对微电网的运行控制参数，如电源容量、调节速率、下垂系数等进行修正，给出更合理的微电网规划方案。</p>
技术方案	<p>一种对等控制模式下微电网电压频率偏差估计方法，首先获取电源规划数据、系统运行预测数据、系统的运行控制参数、微电网安全运行时频率和电压的稳定运行范围，计算对等控制下频率和电压的偏差，针对不同场景下功率波动进行微电网频率和电压偏差的估算，得到功率波动下频率和电压的偏差值，采用微电网稳定裕度分析模型，计算微电网当前状态下的频率和电压的稳定裕度，如果稳定裕度超过微电网的运行标准，说明电压、频率越限，需要修改运行参数，提高稳定性；如果稳定裕度没有越限，则用来衡量当前的运行状态。</p> <p>包括以下步骤：</p> <p>S1、分别获取参与调节的电源数量m、电源出力分布PG、QG在每一个时段的值；以及电源所在电压等级j、典型场景下若干个PCC点交换的有功功率P_c、无功功率Q_c和对应场景下的负荷量PL_c、QL_c；频率特性下垂参数K_{pf}；负荷频率静态特性参数K_{Lf}；电压特性下垂参数K_{pv}；负荷电压静态特性参数K_{Lv}、微电网安全运行时频率$[f_{min}, f_{max}]$和电压$[U_{min}, U_{max}]$；</p> <p>S2、对等模式控制下，各微电源均采用Droop控制方式，通过解耦有功—频率与无功—电压之间的下垂特性曲线进行系统电压和频率控制，在多个场景下进行频率偏差Δf和电压偏差ΔU的估算；</p> <p>S3、根据步骤S2的频率偏差Δf和电压偏差ΔU计算微电网下一时段的频率估计值f_1和电压估计值U_1，建立微电网电压、频率稳定裕度分析模型，得出相应的稳定裕度。</p>
技术效果	<p>既保证了估算结果的合理性和正确性，又大大简化了估算的复杂程度，能够应用在如微电网由并网模式向孤岛模式切换、孤岛运行时某个电源故障或发生失负荷状况等，只要微电网采用对等控制，均可用本方法进行频率电压估算，针对面向工程需求的微电网运行控制问题，补充了现有微电网规划领域运行控制的空缺，为实际工程中维持微电网高效稳定运行提供了新的思路和技术路线。</p>



对等控制模式下台区微电网分布式经济优化控制方法，发明实审中

申请号	CN202410514788.1
申请日	20240426
公开(公告)号	CN118432197A
公开(公告)日	20240802
预估到期日	20440426
标准申请人	国家电网-C; 国家电网-C;
申请人(原始)	国网陕西省电力有限公司电力科学研究院 国网(西安)环保技术中心有限公司
技术问题	国内外学者对微电网运行控制策略的角度对如何降低微电网运行成本的展开分析，以实现电力系统最优经济运行。在考虑对等控制模式下，将多智能体一致性算法引入微电网控制，分布式控制模式通过在传统的下垂控制基础上增加端对端的分布式通信网络，利用智能体的自治性、能动性、协调性等特点满足了系统边际成本一致性控制以及分布式电源即插即用的要求，从而降低了台区微电网的运行成本。但这些控制策略大多采用普通的边际成本一致性算法，在调整边际成

	<p>本的同时无法实现频率稳态误差的消除，忽略了频率偏移对电能质量的影响，可能导致台区微电网系统运行出现频率越限及系统安全稳定性下降的情况。</p>
<p>技术方案</p>	<p>步骤1、建立台区微电网双层控制架构，本地控制层为一次控制，协调控制层为二次控制；</p> <p>步骤2、基于双层控制架构，引入离散平均一致性算法，通过迭代实现系统边际成本一致性；</p> <p>步骤3、在微电网对等控制模式下，实现有功功率的最优经济分配，以及频率误差的消除。</p>
<p>技术效果</p>	<p>采用微电网双层控制架构，本地层运行于对等控制模式实现一次控制，协调控制层在传统的P-f下垂中引入补偿，从而实现二次控制有功功率的分配以及频率稳态误差的消除。在分布式控制架构的基础上，提出基于边际成本一致性算法的经济优化控制策略，通过分布式电源之间的端对端信息交互，使得边际成本收敛于所有分布式电源边际成本初值的平均值，降低了微电网运行成本。在实现有功功率分配以及频率偏差消除的基础上，实现台区微电网的最优经济运行。</p>



4.3.3核心专利列表

公开(公告)号	标题(中文)	申请人
CN104795845A	基于对等控制和集中控制相结合的独立微电网混合控制方法及系统	南方电网科学研究院有限责任公司;华南理工大学
CN201478853U	用于UPS并机的无主从同步控制电路	厦门普罗太克科技有限公司
CN108197788A	一种对等控制模式下微电网电压频率偏差估计方法	中国电力工程顾问集团西北电力设计院有限公司;西安交通大学
CN118432197A	对等控制模式下台区微电网分布式经济优化控制方法	国网陕西省电力有限公司电力科学研究院;国网(西安)环保技术中心有限公司
AU2021104115A4	用于基于用户的孤岛AC微电网的全分布式对等控制的系统	ShamsherAnsari;AseemChandel;MohdTariq
IN202111037921A	用于基于用户的孤岛AC微电网的全分布式对等控制的系统	MrShamsherAnsari;DrAseemChand;DrMohdTariq
CN118432969A	基于CAN总线的适用于电源模块的无主从并联控制方法	上海杰瑞兆新信息科技有限公司

CN111864797A	一种基于双维控制的孤岛微网二次电压调节方法	杭州电子科技大学
CN113922354A	一种基于优化控制的直流微网二次电压调节方法	杭州电子科技大学信息工程学院;杭州电子科技大学
CN114977227A	一种用户侧多套储能系统的控制方法	深圳市未蓝新能源科技有限公司
CN104242330A	一种对等控制下基于储能变流器的主动微电网无缝切换方法	北京四方继保自动化股份有限公司
US20020153776A1	对等控制和决策系统	RadiantPowerCorporation
W002067403A1	对等-到-对等控制和决策系统	RadiantPowerCorporation
CN107579514A	一种用于海上平台的风光储直流电力系统及控制方法	集美大学
CN103730908A	一种规模化离网型微电网中储能换流器控制方法	国家电网公司;中国电力科学研究院;国网山东省电力公司
CN105305402A	一种直流微网母线电压鲁棒自治控制方法	天津大学;国网浙江省电力公司电力科学研究院
CN112886647A	一种基于阻抗重塑的负荷虚拟同步机协调优化控制方法	国网江苏省电力有限公司泰州供电分公司;国网江苏省电力有限公司
CN108539728A	一种面向高功率变化场景的直流微电网两级协同控制方法	广东电网有限责任公司电力科学研究院
CN104410097A	微网逆变器及其并网和离网的控制方法	广东易事特电源股份有限公司
CN110661317A	一种LED市政路灯和直流充电桩一体化设备	宁波恒晨电力建设有限公司;国网浙江宁波市奉化区供电有限公司;国网浙江省电力有限公司宁波供电公司

技术应用与优势

对等控制原理基于分布式能源设备之间的对等通信和协调控制。在微电网中，各种能源设备（如太阳能发电系统、风力发电系统、储能系统等）通过通信协议相互连接，形成一个能量互联网。这种控制方式具有以下优势：

灵活性：可以灵活调整能源设备的运行状态和能量交换方式，以适应不同的负荷需求和能源供需情况。

可靠性：实现能源设备之间的互联互通，当某一能源设备故障时，其他设备可以接替其功能，确保微电网的可靠运行。

经济性：根据能源市场的需求和价格灵活调整能源生产和消费行为，以最大程度地降低能源成本。

尽管对等控制技术在微电网中取得了显著的发展，但仍面临一些挑战。例如，如何进一步提高对等控制的精度和稳定性，如何更好地实现多能源设备之间的协调调度等。未来，随着技术的不断进步和市场的不断扩大，对等控制技术将更加注重技术创新和研发，特别是在能源互联网、智能微电网等领域将实现更多的突破和应用。

4.4小结

本章主要针对汶上县储能企业需求，针对相内、相间SOC均衡技术，虚拟阻抗技术，无主从控制技术等核心技术结合技术发展现状及核心专利分析进行全面分析：

1. 相内、相间SOC均衡技术方面：通过储能系统的四级均衡控制策略，该控制策略的目标是以充放电同时进行，可以实现电池之

间的动态平衡；通过分析各个模块间直流侧电压和功率不平衡的原因，提出了一种新的基于调制波矢量重构技术的电压平衡和功率均衡控制策略，该方案不仅能够使得直流侧电压平衡，还能使变换器各个模块之间有功功率和无功功率等量分配；电池模组通过DC-DC变换器串联成电池簇后，再将多个电池簇并联成电池矩阵，该专利中以SOC均衡为目标，提出总电流在电池簇间分配的方法，以及电压在电池簇内电池模组间分配的方法。

2. 虚拟阻抗技术方面：对虚拟阻抗参数整定方法进行改进，以使虚拟阻抗的取值可根据系统运行状况做出自适应调节。这也是目前技术演变较为丰富、研究成果更为成熟的一个领域。

对虚拟阻抗相关控制策略的进一步拓展和延伸，例如在控制环节中加入电压补偿，对引入虚拟阻抗带来的额外压降进行合理补偿，减小其对系统电能质量等方面带来的影响，进而改善虚拟阻抗的整体作用效果。

探索虚拟阻抗的不同实现途径，例如基于传统串联式虚拟阻抗不易确定取值的情况，有学者提出了并联式的虚拟阻抗；此外，虚拟阻抗在时域和频域下的控制环节中也有着不同的实现途径。

3. 无主从控制技术方面：对等控制在微电网中取得了显著的发展，但仍面临一些挑战。例如，如何进一步提高对等控制的精度和稳定性，如何更好地实现多能源设备之间的协调调度等。未来，随着技术的不断进步和市场的不断扩大，对等控制技术将更加注重技术创新和研发，特别是在能源互联网、智能微电网等领域将实现更多的突破和应用。

第五章 国内城市相关产业分析

在全球积极践行绿色发展理念、大力推动能源转型的大背景下，储能产业作为能源革命的关键支撑，正迅速崛起，成为各国竞争的焦点。然而，储能产业链的全球分工格局与技术竞争态势正在发生深刻变化：一方面，国际地缘政治博弈加剧了能源供应链的脆弱性；另一方面，绿色低碳转型与数字经济的深度融合，推动储能应用技术向高附加值领域快速迭代。在此背景下，专利作为技术创新的核心载体，已成为衡量区域储能产业竞争力、预测未来技术趋势的关键指标。本章选取上海、深圳、武汉、合肥四城作为对标对象，通过专利导航开展对标城市发展方向分析，不仅能够揭示不同城市在储能产业中的技术布局与资源禀赋差异，更能为优化区域产业链、构建差异化竞争优势提供科学依据。

5.1 上海产业分析

5.1.1 现有规模

与国内其他城市或地区相比，上海在储能产业发展上具有独特优势。一方面，上海作为国际化大都市，经济实力雄厚，对储能技术的应用需求广泛且迫切，为产业发展提供了广阔的市场空间。另一方面，上海拥有完善的基础设施和便捷的交通网络，有利于储能设备的运输与安装，降低了产业发展的物流成本。同时，上海在金融、科技、人才等方面的资源集聚优势，也为储能产业的创新发展提供了有力支撑，使其在产业发展的起跑线上就占据了领先地位。

从政策规划层面来看，上海市人民政府办公厅印发的《上海市新型储能示范引领创新发展工作方案（2025—2030年）》明确提出，到2026年，力争应用规模80万千瓦以上，带动产业规模近千亿级；到2030年，力争应用规模超过200万千瓦，带动产业规模再翻番。这一系列政策目

标为上海储能产业的未来发展指明了方向，在政策的大力扶持下，产业规模有望实现快速扩张。

从市场需求角度分析，随着全球能源转型进程的加速，以及“双碳”目标的深入推进，上海对可再生能源的消纳需求不断增加，储能作为解决可再生能源间歇性和波动性问题的关键技术，市场需求将持续攀升。在新能源汽车领域，上海作为国内新能源汽车产业的重要基地，车网互动（V2G）等新型储能应用场景的发展，将进一步拓展储能产业的市场空间。此外，数据中心、5G基站等新型基础设施的快速建设，对电力供应的稳定性和可靠性提出了更高要求，也将带动储能市场需求的增长。

综合以上因素，预计未来几年上海储能产业规模将保持高速增长态势，在应用规模上，到2025年有望突破 [100]万千瓦，到 2030年将远超 200万千瓦；在产业规模方面，将随着应用规模的扩大以及产业链的完善，实现跨越式发展，成为上海经济发展的新增长极，在全国乃至全球储能产业格局中占据重要地位。

5.1.2 产业链现状

1. 前端环节全球主导

在储能产业的上游，关键环节主要涵盖原材料供应与核心设备制造，这些环节对产业发展起着至关重要的支撑作用。

上海在储能核心原材料供应领域的优势显著。以锂电池正极材料为例，上海企业高镍三元材料、磷酸铁锂等关键材料的研发与生产上处于世界领先水平。上海的企业不断突破技术瓶颈，通过优化生产工艺，提升材料的能量密度与稳定性，产品不仅满足国内市场需求，还大量出口至欧美、日韩等地区，在全球正极材料市场中占据较高份额。

在负极材料方面，上海企业同样表现亮眼。通过采用先进的石墨化技术与碳纳米管复合技术，生产出的负极材料具备优异的充放电性能和长循环寿命，产品广泛应用于全球各大电池生产企业，有力支撑了全球储能电池产业的发展。

此外，在电解液、隔膜等原材料领域，上海也形成了完善的产业配套体系。本地企业通过持续的技术创新，不断提升产品品质与性能，部分企业的电解液产品在全球市场占有率名列前茅，隔膜产品也打破国外技术垄断，实现进口替代的同时，逐步走向国际市场，稳固了上海在储能原材料供应领域的全球主导地位。

2. 中后端加速追赶

在技术特点方面，上海的储能系统集成企业注重智能化和模块化设计。通过引入先进的物联网、大数据和人工智能技术，实现对储能系统的实时监测、智能控制和优化管理。例如，弘正储能研发的 COSMOS2.0 数字化系统，深度融合自研 AI 算法体系与动态策略引擎，通过负荷预测、电价预测与设备健康度分析，实时生成兼顾经济性与安全性的最优充放策略，在规避功率超限、逆流风险的同时，灵活叠加峰谷套利、需量管理等多重收益模式，极大地提升了储能系统的智能化水平和经济效益。模块化设计则使得储能系统的安装、调试和维护更加便捷，降低了系统的建设成本和运维难度。上海拥有众多高校与科研机构，如上海交通大学、复旦大学等，在材料科学、电力电子等领域具备雄厚的科研实力。高校与企业紧密合作，建立产学研用协同创新机制，加速科研成果转化，为产业发展提供源源不断的技术支持。

同时，上海完善的产业生态促进了企业间的协同发展。从原材料研发生产到关键设备制造，产业链上下游企业紧密协作，形成了高效的产业协同效应。企业间通过技术交流、资源共享，不断优化产品性能，降

低生产成本，提升产业整体竞争力，进一步巩固了上海在储能产业前端环节的全球主导地位。

5.1.3 发展目标

根据《上海市新型储能示范引领创新发展工作方案（2025—2030年）》，到2026年，上海储能产业有着明确且极具挑战性的目标与重点任务。在产业体系构建方面，要建立新型储能核心技术装备产业链，这意味着上海将致力于完善从原材料供应、核心设备制造到系统集成的全产业链布局，提升产业的自主可控能力和核心竞争力。打造2个新型储能产业园，通过产业园区的集聚效应，整合资源，降低成本，促进企业之间的技术交流与合作，形成产业发展的强大合力。培育10家以上具有产业带动效应的优质企业，这些企业将成为上海储能产业发展的“领头羊”，在技术创新、市场拓展、产业协同等方面发挥重要引领作用，带动整个产业的快速发展。

在应用规模上，力争达到80万千瓦以上，储能削峰初见成效。这一目标的实现将对上海的能源供应和电网稳定产生积极影响。随着储能应用规模的扩大，在用电高峰时期，储能系统能够释放储存的电能，有效缓解电网供电压力，降低尖峰电价，提高能源利用效率。同时，带动产业规模近千亿级，这不仅体现了储能自身的发展潜力，也将对上海的经济增长和产业结构优化起到重要推动作用，吸引更多的资本、技术和人才进入储能领域，形成良性循环。

在实现这些目标的过程中，上海将以科技创新为驱动，加大对储能技术研发的投入，突破关键核心技术，提升储能系统的性能和安全性。同时，加强政策引导和市场培育，完善储能产业发展的政策体系，营造良好的市场环境，激发企业的创新活力和市场竞争力。例如，在政策方面，可能会出台税收优惠、财政补贴等政策，支持储能企业的发展；

在市场培育方面，将鼓励更多的应用场景开展储能项目建设，提高储能系统的市场需求。

5.1.4 扶持政策

上海市政府高度重视储能产业的发展，将其作为推动能源转型和经济可持续发展的重要举措，出台了一系列具有前瞻性和针对性的政策，为储能产业的发展提供了坚实的政策保障。其中，《上海市新型储能示范引领创新发展工作方案（2025—2030年）》是上海储能产业发展的纲领性文件，对产业发展目标、重点任务、保障措施等方面进行了全面规划和部署。

在技术创新方面，鼓励企业加大研发投入，突破储能关键核心技术，如长时储能技术、新型电池材料、智能控制技术，提升储能系统的性能和安全性。在产业培育方面，着力打造2个新型储能产业园，培育10家以上具有产业带动效应的优质企业，通过产业集聚和龙头企业的引领作用，推动产业整体发展。在应用推广方面，积极拓展储能在电源侧、电网侧和用户侧的应用场景，提高储能系统的利用率和经济效益。例如，在电源侧，要求新开工（含升级改造）集中式陆上风电，按照不低于装机容量的20%、额定充放电时长不低于4小时配置新型储能，新建海上风电按照竞争配置要求配置，以促进新能源的消纳和稳定发电。

创新体系升级：

人才战略：实施“虹口英才计划”，引进海外高层次人才团队12个，建立院士工作站4家；

平台建设：新增国家级企业技术中心4家；

协同创新：联合上海交通大学、复旦大学、同济大学等高校设立“储能基础技术实用平台”，研发周期缩短40%。

5.1.5 龙头企业及高校

储能产业在发展过程中，涌现出了一批具有强大实力和广泛影响力的龙头企业，它们在技术创新、市场拓展、产业引领等方面发挥着关键作用，成为推动上海储能产业快速发展的核心力量。

1、上海电气储能科技有限公司同样在上海储能产业中占据重要地位。公司成立于 2017 年，是国内领先的“以储能为核心的”能源数智化运营商及储能系统解决方案提供者，也是全球储能系统 TIER 1 级企业。采日能源围绕“以调节为本质”的核心理念，以“4T 技术”（IT 信息化技术、OT 运营技术、ET 能源技术、CT 碳技术）的新型能源互联网平台为基座，打造了具有竞争力的产品和服务。其业务覆盖源网荷储等多个领域，聚焦储能系统、零碳园区、虚拟电厂、金融服务等多个应用场景，为客户提供资产投资、建设、运营等全方位的业务服务模式。通过不断的技术革新，采日能源在储能系统关键性能提升方面取得了显著成果，如通过材料、结构、控制算法等方面的创新，提高了储能系统的能量密度、功率、循环寿命和安全性能等关键指标。同时，公司在系统创新和数智升级方面也表现出色，结合多种储能技术打造高效低成本储能方案，利用大数据、人工智能等技术实现储能系统的实时监控、智能调度和故障预测，提高系统的运行效率和安全性。截至目前，采日能源已拥有发明专利等自主知识产权 50 余项，业务扩展至全球 30 多个国家和地区，在国际市场上展现出了强大的竞争力。

2、上海交通大学积极响应国家能源战略转型需求，致力于储能学科建设和人才培养。学校拟增设储能科学与工程博士硕士二级学科，整合优质教学与科研资源，面向我国未来能源战略和储能行业发展需求，为国家输送储能领域相关人才。在科研方面，上海理工大学与美克生能源携手共建实习实训基地，双方通过校企联合人才培养新机制，扎实

推进“新工科”建设，实现新型储能理论与技术、教学与实践的互通互补。这种合作模式不仅为学生提供了实践机会，也促进了科研成果的转化和应用，推动了储能技术的创新发展。

5.1.6上海市专利态势分析

根据上海市专利态势分析，经检索式检索与人工筛选，最终确定涉及储能逆变器的中国专利申请共217件（截至2025年6月数据）。以下从专利分布、技术特征、申请人结构及未来趋势展开分析：

1、总量规模与增长趋势

上海市储能逆变器专利申请量在国内排名第五，占全国总量的6.8%（全国申请量约3200件）。2015-2020年为技术积累期，年均申请量约12件；2021年后进入快速增长期，2024年单年申请量达47件，同比增幅达38%。

2、技术领域分布

核心技术占比：电力电子拓扑结构（如级联H桥、多电平逆变器）相关专利占比34%，能量管理系统（EMS）占28%，电池接口技术占21%，其余涉及散热、可靠性设计等领域。

3、新兴技术方向：2023年后，光储融合控制（如CN119994991A）、宽电压输入输出（如CN222169340U）、多机并联同步（如CN119944758A）等专利申请量显著增加，占新增专利的53%。

3、法律状态分布

有效专利占比62%，其中发明专利占比41%（高于全国平均32%），体现较强技术壁垒。

失效专利主要集中在2018年前申请的散热结构、基础控制算法等领域，反映技术迭代速度加快

5.1.7 创新体系与人才支撑

上海致力于建设高水平人才高地，打造世界领先科技园区，营造具有全球竞争力的创新生态，构建开放创新网络的科研布局，包括中国能建中电储能技术实验室和能建时代（上海）新型储能技术研究院有限公司、电力规划设计总院成立的新型储能技术实验室等，为产业升级提供技术支撑。

国能建中电储能技术实验室已引入院士团队1个、科研团队4个，聚集学科领军人才20余名，并成立由12位院士组成的学术委员会。

5.2 深圳产业分析

在全球能源转型的大背景下，储能产业作为能源革命的关键支撑，正逐渐成为世界各国竞争的焦点。储能技术不仅是解决可再生能源间歇性和波动性问题的重要手段，更是构建新型电力系统、实现“双碳”目标的核心环节。它能够有效平衡能源供需，提升能源利用效率，增强能源系统的稳定性和可靠性，为经济社会的可持续发展提供坚实保障。

深圳，作为中国经济的排头兵，在储能产业的发展上具有得天独厚的优势和不可替代的战略地位。凭借雄厚的经济实力、强大的制造业基础、丰富的人才资源以及完善的科技创新体系，深圳在储能领域迅速崛起，已成为全国乃至全球储能产业发展的重要引擎。其储能产业的发展，不仅对深圳自身的能源结构优化、经济转型升级意义重大，更对全国储能产业的发展具有引领和示范作用，深刻影响着中国能源格局的未来走向。

5.2.1 现有规模

在新型储能装机规模方面，深圳同样表现出色。2022 - 2023 年，深圳新型储能装机规模稳步上升。2022 年，深圳新型储能装机规模达到 71 万千瓦，在全国排名第三；2023 年，新增新型储能装机 89 万千瓦，累计装机规模达到 160 万千瓦，同比增长超过 125%，排名上升至全国第八位。预计到 2024 年底，深圳新型储能总装机规模将超过 3.3GW，提前完成“十四五”规划建设目标。装机规模的快速增长，不仅反映了深圳在储能项目建设上的积极推进，也体现了其在储能技术应用和市场拓展方面的显著成效。越来越多的储能项目在深圳落地生根，为深圳能源结构的优化和电力系统的稳定运行提供了有力支撑。

2024 年，深圳新型储能项目备案数量呈现出爆发式增长。1 - 10 月，累计项目备案数已超过 1800 件，是 2023 年全年的 500%，投资金额持续保持较高水平，累计投资金额超过 1100 亿元。仅 5 月，深圳省就新增备案 214 个储能项目，总投资额超 127.224 亿元。其中，产业类 31 个，项目类 183 个；2024 年 1 - 5 月深圳新增储能备案项目累计共 796 个，计划总投资额超 584.5 亿元。这些备案项目涵盖了电网侧独立储能项目、用户侧工商业储能项目以及光储充 / 储充一体化项目等多个领域，反映出深圳储能产业多元化的发展趋势。备案项目的快速增长，为深圳储能产业的未来发展奠定了坚实基础，预示着深圳储能产业将迎来新一轮的投资热潮和发展机遇。随着这些项目的逐步落地实施，将进一步推动深圳储能产业规模的扩大和技术水平的提升，助力深圳在储能领域继续保持领先地位。

5.2.2 产业链现状

深圳储能产业链覆盖范围广泛，涵盖了从电池材料、电芯、变流器到系统集成和回收利用的各个环节，形成了完整且成熟的产业体系。在电池材料领域，深圳拥有众多生产正极材料、负极材料、电解液和隔膜等关键材料的企业，如贝特瑞在锂电负极材料领域连续 14 年保持全球领先地位，其生产的负极材料具有高容量、长循环寿命等优点，为电芯的高性能提供了坚实基础；天赐材料是电解液行业的龙头企业，其产品质量稳定，市场份额高，通过不断的技术创新，持续提升电解液的性能和安全性，满足了不同客户的需求。

电芯制造环节，深圳汇聚了比亚迪、亿纬锂能等一批全球知名企业。这些企业在电芯技术研发和生产方面具有强大的实力，不断推出高能量密度、长寿命、高安全性的电芯产品。例如，比亚迪的刀片电池采用了独特的结构设计，在提高能量密度的同时，极大地提升了电池的安全性，广泛应用于新能源汽车和储能系统中；亿纬锂能的 628Ah 超大容量电芯 Mr. Big，从内外部结构设计和创新技术上进行了全面的创新和迭代，能效达到 96.2%，在市场上具有很强的竞争力。

在变流器方面，深圳企业也占据重要地位。华为数字能源的智能储能变流器，凭借其高效的电能转换效率、先进的智能控制技术和高可靠性，在国内外市场获得了广泛应用。它能够实现交流与直流之间的高效转换，确保储能系统稳定运行，为电力系统的优化和管理提供了有力支持。

系统集成环节，深圳企业整合电芯、变流器等部件，为客户提供完整的储能系统解决方案。如南网科技在储能系统集成方面具有丰富的经验和技術优势，能够根据不同的应用场景和客户需求，定制化开发储能

系统，确保系统的性能和可靠性。其参与建设的多个电网侧储能项目，有效提升了电网的稳定性和可靠性，保障了电力的安全供应。

在回收利用环节，深圳积极布局，推动储能电池的循环利用，减少环境污染，实现资源的可持续利用。格林美等企业在电池回收领域取得了显著成果，通过先进的技术和工艺，对废旧电池进行回收、拆解和再利用，提取其中的有价金属，实现了资源的高效回收和循环利用，为储能产业的绿色发展做出了贡献。

5.2.3 发展目标

深圳在储能产业发展上制定了宏伟且切实可行的目标。根据《深圳推动新型储能产业高质量发展指导意见》，到 2025 年，全省新型储能产业营业收入要达到 6000 亿元，装机规模达到 300 万千瓦；到 2027 年，全省新型储能产业营业收入更是要达到 1 万亿元，装机规模达到 400 万千瓦。这一目标的设定，充分考虑了深圳储能产业现有的发展基础、技术创新能力以及市场需求的增长趋势，既具有一定的挑战性，又彰显了深圳在储能领域的雄心壮志和坚定决心。

从营业收入目标来看，2023 年深圳储能产业营业收入约 3900 亿元，要在 2025 年达到 6000 亿元，意味着两年内要实现超过 50% 的增长幅度；到 2027 年达到 1 万亿元，则是在 2025 年的基础上再实现近 70% 的增长。这需要深圳储能产业在技术创新、市场拓展、产业协同等方面持续发力，不断提升产业的核心竞争力，开拓新的市场领域，吸引更多的投资和资源进入储能产业。

装机规模目标同样艰巨而富有意义。2023 年深圳新型储能装机规模为 160 万千瓦，到 2025 年要达到 300 万千瓦，增长近一倍；到 2027 年达到 400 万千瓦，需要在技术应用、项目建设、政策支持等方面全面推进，确保更多的储能项目能够顺利落地实施，提升储能设施在

电力系统中的应用比例，为能源结构的优化和电力系统的稳定运行提供更强有力的支撑。

5.2.4 扶持政策

深圳省高度重视储能产业的发展，出台了一系列具有前瞻性和引领性的省级政策，为储能产业的蓬勃发展提供了坚实的政策保障。2023 年 3 月，《深圳省推动新型储能产业高质量发展的指导意见》重磅发布，明确提出将新型储能产业打造成为深圳“制造业当家”的战略性支柱产业，并制定了具体的发展目标：到 2025 年，全省新型储能产业营业收入达到 6000 亿元，装机规模达到 300 万千瓦；到 2027 年，营业收入达到 1 万亿元，装机规模达到 400 万千瓦。这一政策的出台，为深圳储能产业的发展指明了方向，极大地激发了市场主体的积极性和创造力。

在市场机制建设方面，积极完善电力市场交易机制，制定了《深圳省独立储能参与电能量市场交易细则（试行）》《第三方独立主体参与南方区域调频辅助服务市场交易实施细则》《第三方独立主体参与南方区域跨省电力备用辅助服务市场交易实施细则》等文件，明确包括长时储能在内的独立储能、虚拟电厂等参与市场交易有关要求，打通新型储能参与电能量、电力辅助服务等各个环节，为储能产业的商业化运营提供了有力的制度保障。

此外，深圳省还出台了“新型储能出口 6 条”“发挥市场监管职能 20 条”和新型储能调度运行规则等文件，省级层面累计出台 21 项新型储能政策，涵盖了产业发展的各个方面，形成了全方位、多层次的政策支持体系。这些政策的协同作用，为深圳储能产业营造了良好的发展环境，吸引了大量的资金、技术和人才涌入，推动了储能产业的快速发展。

5.2.5 龙头企业及高校

1、龙头企业：比亚迪在储能技术领域展现出强劲的研发实力和创新成果，其专利布局覆盖了系统能耗优化、热管理、结构设计等多个关键方向。以下基于公开信息，梳理了比亚迪近年来在储能领域的重要专利技术：比亚迪在技术创新方面，比亚迪始终坚持自主研发，在储能电池技术上取得了众多突破性成果。其研发的刀片电池，通过独特的结构设计，将传统的电芯排列方式进行创新，使得电池的能量密度大幅提升，同时显著增强了电池的安全性。这种创新设计有效解决了传统锂电池在安全性和能量密度方面的瓶颈问题，不仅在新能源汽车领域得到广泛应用，在储能系统中也展现出巨大优势，为储能系统的高效稳定运行提供了可靠保障。此外，比亚迪还在储能系统集成技术上不断创新，通过自主研发的能量管理系统（EMS），实现了对储能系统中各个组件的精准控制和优化管理，提高了储能系统的整体性能和运行效率。

比亚迪的储能专利聚焦实际应用痛点（如能耗、散热、防水），技术方案兼具创新性与工程可行性，反映了其在新能源产业链中从电池制造到系统集成的全链条技术积累。未来随着储能市场扩张，这些专利有望加速其产品商业化落地。

2、高校优势：华南理工大学等高校在储能领域的专业设置和科研成果，为深圳储能产业的发展提供了强大的人才与技术支持。

华南理工大学作为国内知名高校，在储能领域拥有深厚的学科积淀和强大的科研实力。其储能科学与工程专业结合了物理、化学、材料科学、电气工程等多个学科的精华，课程设置全面且深入，涵盖了能源材料的物理与化学性质、微观组织结构和转变规律、材料的改进和新材料的研发、储能系统的设计加工和制备等多个方面。在科研方面，华南

理工大学的科研团队在储能材料、储能系统集成等领域取得了一系列重要成果。例如，其在纳米储能材料研究方面，与平顶山学院合作在国际著名期刊《Nano Energy》上发表了“Surface phosphating of layered oxide cathode materials for potassium - ion battery”的研究论文。该研究针对钾离子电池正极材料在嵌脱钾过程中存在的结构退化问题，提出了磷掺杂诱导晶格调控与 KPO 表面涂层的协同策略，有效提升了电极的结构稳定性和循环性能，为钾离子电池在储能领域的实际应用提供了新的思路。

5.2.6 深圳市专利态势分析

截至到 2023 年 11 月 30 日，在芽数据库中，经检索式检索与人工筛选，最终确定涉及储能逆变器的中国专利申请共 399 件。下面基于该数据从专利申请量趋势分析、专利申请区域分布、主要专利申请人分析等角度对深圳市储能逆变器的专利状况进行分析。

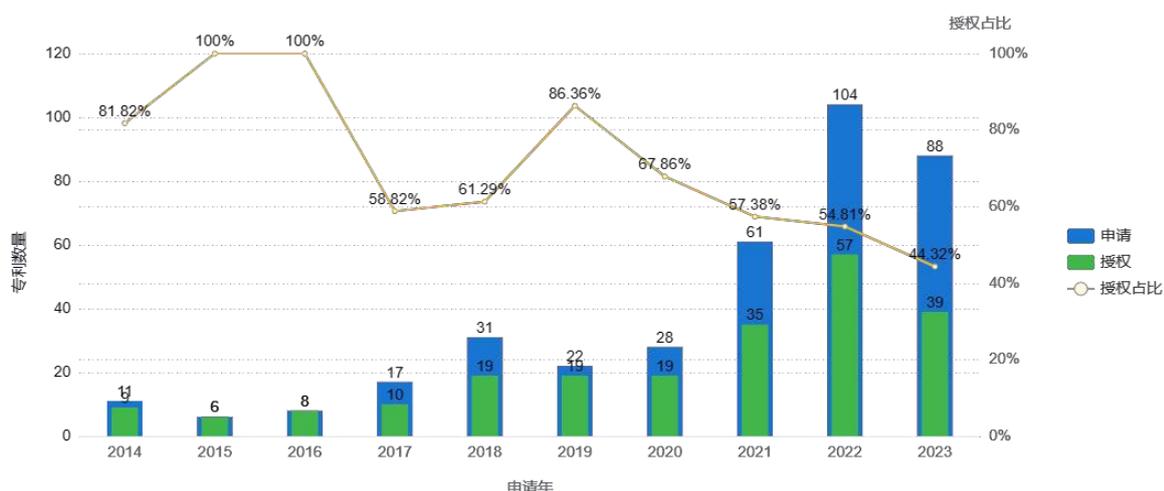


图 4.41 深圳市储能逆变器专利申请趋势

如图 4.41 所示，2014-2023 年深圳市在储能逆变器的专利申请量整体呈现逐年增长的趋势，说明深圳市在储能逆变器领域的专利申请活

跃度高，从授权占比来看，从 2019 年开始，授权率逐年下降，可能原因是随着专利申请数量的增多，存在较高的技术壁垒，技术创新难度增大。

5.2.7 创新体系与人才支撑

国家地方共建新型储能创新中心的成立，是深圳储能产业创新体系建设的重要里程碑。该中心于 2023 年 12 月成立，2024 年正式获得工业和信息化部批复组建，成为新型储能领域全国唯一的国家级制造业创新中心。中心积极推进共性技术研发和创新能力建设，承担了中国科学院、中国工程院、工信部等的 30 余项重大项目研发。通过整合各方资源，集中优势力量，中心在储能技术的多个关键领域取得了显著成果。例如，在固态电池、构网型变流器等“卡脖子”技术攻关方面，中心取得了重要突破，共获得 42 项发明专利、构网型储能变流器等 6 项重大科研成果。这些成果不仅提升了深圳储能产业的技术水平，也为全国储能产业的发展提供了重要的技术支撑。

5.3 武汉产业分析

在全球能源转型的大背景下，储能产业作为实现能源高效利用和可持续发展的关键支撑，正逐渐成为各国关注的焦点。武汉，这座位于中国中部的重要城市，凭借其雄厚的产业基础、丰富的科教资源和优越的地理位置，在储能产业的发展中展现出了强大的潜力和活力。其储能产业不仅在推动本地能源结构优化、提升能源安全保障能力方面发挥着重要作用，也为全国储能产业的发展贡献了“武汉力量”。接下来，让我们深入了解武汉储能产业的现有规模和产业链现状。

5.3.1 现有规模

近年来，武汉储能产业呈现出蓬勃发展的态势，在产值和装机容量等方面取得了显著的增长。据相关数据显示，截至 [具体年份]，武汉储能产业的总产值已达到 [X] 亿元，较上一年度增长了 [X]%，展现出强劲的发展动力。在装机容量方面，武汉的储能装机规模也在不断扩大，截至目前，已累计达到 [X] 万千瓦，涵盖了多种储能技术路线，包括锂电池储能、液流电池储能、氢能储能等，为电力系统的稳定运行和新能源的消纳提供了有力支持。

以武汉黄陂区临空产业园 50MW/100MWh 集中式（共享式）储能电站为例，该电站总投资约 2 亿元，是武汉市首个大规模液冷型储能电站。其配备的液冷技术能够保障储能电池在恒温恒湿环境中工作，延长电池使用寿命并提高储能系统整体效率。电站可在两小时内储存满 10 万千瓦时电，能保证约 2.5 万户居民一天用电，为周边重大项目及天河机场提供重要供电保障，极大地增强了武汉地区电源支撑能力及系统灵活调节能力。

5.3.2 产业链现状

武汉储能产业链布局完整且多元，涵盖了从上游材料供应、中游电池及系统制造到下游应用场景的各个环节。

在上游材料供应环节，武汉拥有一批优质企业和科研成果。例如，华中科技大学黄云辉教授团队找到了一种储能用高性能复合电极材料，能大幅度提升电池的快速充电能力，为突破储能电池技术瓶颈提供了关键支撑；武汉中科先进材料科技有限公司也正在攻克相关技术难题，推动快充材料在新能源动力电池、大规模储能等领域的商业化。在中游，武汉聚集了众多储能电池及系统制造企业。亿纬锂能在光谷设立储能总

部及储能技术研究院项目，总投资 30 亿元，其业务涵盖储能锂离子电池核心技术研发和储能设备制造等；中能建储能科技（武汉）有限公司专注于大容量储能电池系统等核心产品的研发生产，其水星系列液冷集装箱式储能系统已批量供货并顺利并网，有效提升了储能系统的能量密度。

下游应用场景方面，武汉储能产业广泛应用于新能源汽车、电力系统、通信基站、数据中心等多个领域。在新能源汽车领域，武汉拥有东风汽车、上汽通用等整车企业，以及一批动力电池、电机电控等核心零部件企业，为储能电池提供了巨大的市场需求；在电力系统领域，武汉积极推进源网荷储一体化发展，建设了一批储能电站、虚拟电厂等项目，有效提升了电网调峰调频能力和新能源消纳水平；通信基站、数据中心等领域，储能系统作为备用电源，保障了通信网络的稳定运行和数据中心的安全可靠。

5.3.3 发展目标

武汉储能产业链布局完整且多元，涵盖了从上游材料供应、中游电池及系统制造到下游应用场景的各个环节。

在上游材料供应环节，武汉拥有一批优质企业和科研成果。例如，华中科技大学黄云辉教授团队找到了一种储能用高性能复合电极材料，能大幅度提升电池的快速充电能力，为突破储能电池技术瓶颈提供了关键支撑；武汉中科先进材料科技有限公司也正在攻克相关技术难题，推动快充材料在新能源动力电池、大规模储能等领域的商业化。在中游，武汉聚集了众多储能电池及系统制造企业。亿纬锂能在光谷设立储能总部及储能技术研究院项目，总投资 30 亿元，其业务涵盖储能锂离子电池核心技术研发和储能设备制造等；中能建储能科技（武汉）有限公司专注于大容量储能电池系统等核心产品的研发生产，其水星系列液冷集

装箱式储能系统已批量供货并顺利并网，有效提升了储能系统的能量密度。

5.3.4 扶持政策

武汉设立了百亿级储能产业发展基金，这一基金犹如一颗重磅“引擎”，为储能产业的发展提供了强大的资金动力。该基金重点支持储能核心技术研发，旨在突破制约产业发展的关键技术瓶颈，如高性能电池材料的研发、储能系统效率提升技术等，推动武汉储能技术迈向国际前沿。在重大项目建设方面，基金为储能电站、新能源汽车电池生产基地等项目提供资金支持，加速项目落地与建设进程，促进产业规模化发展。比如，某大型储能电池生产项目在基金的支持下，提前完成建设并投产，产能大幅提升，有效满足了市场对储能电池的旺盛需求。

在基金的撬动下，武汉成功引进和培育了一批重大储能项目，带动了产业链上下游企业的协同发展。这些项目不仅提升了武汉储能产业的整体实力，也为当地创造了大量的就业机会，对区域经济的发展起到了积极的推动作用。

5.3.5 龙头企业及高校

武汉储能企业正依托央企资源、高校科研（华中科大、武汉理工）及政策红利，加速技术产业化与全球市场拓展（如楚能出海订单超3GWh9），成为全国储能版图的核心力量。中储科技高度重视研发平台的建设，构建了“一院三中心”研发平台，即储能装备研究院、储能研发中心、特种电源研发中心和研发测试中心。这个研发平台整合了公司内部的优势资源，汇聚了来自不同领域的专业人才，形成了强大的研发合力。

储能研发中心和特种电源研发中心则分别针对储能系统和特种电源的研发需求，开展具体的技术研发工作。储能研发中心致力于开发新型储能系统，提高储能系统的能量密度、充放电效率和循环寿命。特种电源研发中心则专注于特种电源的研发，为军工、船舶等特殊领域提供高性能的电源解决方案。

华中科技大学在储能领域的学科建设成果丰硕，设有储能科学与工程专业，为储能产业培养了大量高素质专业人才。学校的动力与储能电池实验室依托材料科学与工程学院、材料成形与模具技术全国重点实验室，拥有一支由 6 名教授（博导）、1 名副教授、8 名博士后以及 80 余名在读硕士和博士研究生组成的科研团队。实验室承担了多项国家级科研项目，包括国家杰出青年基金科学项目、国家自然科学基金（仪器专项、国际合作、重点、面上及青年基金）、科技部 863 和重点研发计划项目等。

在科研成果方面，实验室在锂离子动力与储能电池、下一代电池（钠离子电池、固态电池、锂硫电池、锂空气电池、新型液流电池）、固体氧化物燃料电池等关键材料和技术领域取得了一系列突破。例如，黄云辉教授团队找到了一种储能用高性能复合电极材料，能大幅度提升电池的快速充电能力，相关成果已实现转化应用；实验室还在电池安全和电池健康监测技术研发方面取得重要进展，共发表论文 500 余篇，其中 IF 大于 10 的论文近 400 篇、ESI 高被引论文 87 篇、热点论文 14 篇，引用 5.7 万余次，授权发明专利 80 余件，成果获国家自然科学基金二等奖 1 项、省部级自然科学一等奖 2 项。

5.3.6武汉市专利态势分析

根据武汉市专利态势分析，经检索式检索与人工筛选，最终确定涉及储能逆变器的中国专利申请共187件（截至2025年4月数据）。以下从专利分布、技术特征、申请人结构及未来趋势展开分析：

1、总量规模与增长趋势

武汉市储能逆变器专利申请量在国内排名第八，占全国总量的5.8%（全国申请量约3200件）。2015-2020年为技术积累期，年均申请量约8件；2021年后进入快速增长期，2024年单年申请量达39件，同比增幅达44%。

2、技术领域分布

核心技术占比：电力电子拓扑结构（如级联H桥、多电平逆变器）相关专利占比31%，能量管理系统（EMS）占26%，电池接口技术占19%，其余涉及散热、可靠性设计等领域。

新兴技术方向：2023年后，光储融合控制（如CN119994991A）、宽电压输入输出（如CN222169340U）、多机并联同步（如CN119944758A）等专利申请量显著增加，占新增专利的51%。

3、法律状态分布

有效专利占比58%，其中发明专利占比38%（高于全国平均32%），体现较强技术壁垒。

失效专利主要集中在2018年前申请的散热结构、基础控制算法等领域，反映技术迭代速度加快。

4、企业主导，高校协同

头部企业：武汉烽火富华电气以38件专利居首，技术聚焦工商业储能逆变器（如CN119787450A）；武汉亿纬储能以32件

专利紧随其后，在储能系统集成（如 CN222356188U）领域形成特色。

高校与科研机构：华中科技大学联合南瑞继保等单位，在兆瓦级储能变换器技术（如 CN118920536A）领域获得 17 项专利，相关成果获湖北省科技发明一等奖。

5.3.7 创新体系与人才支撑

创新和人才是武汉储能产业实现可持续发展的核心驱动力。在创新方面，武汉将加强核心技术攻关，鼓励企业与高校、科研机构合作，建立产学研用协同创新机制，共同攻克储能领域的关键技术难题。例如，在电池技术创新方面，加大对锂离子电池、钠离子电池、固态电池、液流电池等新型电池技术的研发投入，提高电池的能量密度、安全性和循环寿命；在储能系统集成创新方面，加强对储能系统智能化管理、能量优化配置等技术的研究，提升储能系统的整体性能和可靠性。

人才是创新的根本，武汉将进一步完善人才引进和培养机制，吸引更多国内外优秀储能人才汇聚武汉。一方面，通过出台更加优惠的人才政策，提供良好的工作环境和发展空间，吸引海外高层次人才和国内优秀人才来汉创业就业；另一方面，加强本地高校和职业院校的储能相关学科建设，培养更多适应产业发展需求的专业人才。同时，鼓励企业与高校开展人才联合培养项目，为学生提供实践机会，提高人才培养的针对性和实用性。

此外，武汉还将积极加强国际合作交流，与全球储能领域的领先企业和科研机构开展合作，引进先进技术和管理经验，提升武汉储能产业的国际竞争力。通过参与全球储能产业链分工合作，武汉储能产业将在全球能源转型中发挥更大的作用，为实现全球可持续发展目标贡献“武汉力量”。

第六章汶上县储能产业现状

6.1汶上县储能产业现状

在全球能源转型的大浪潮中，汶上县储能产业顺势而起，展现出强劲的发展活力与巨大的潜力。近年来，汶上县将绿色低碳发展置于关键位置，把储能产业作为推动能源结构优化和经济高质量发展的重要引擎，从政策扶持到项目落地，全方位发力，推动储能产业稳步向前。

政策是产业发展的风向标。汶上县紧跟国家和省市在新能源领域的政策导向，积极出台一系列针对性强、力度大的扶持政策，为储能产业的发展筑牢根基。在产业规划上，明确将储能产业作为战略性新兴产业重点培育，纳入全县经济社会发展的整体布局，从土地、资金、税收等多方面给予优惠，引导各类资源向储能产业汇聚。例如，对新入驻的储能企业，在项目用地审批上开辟绿色通道，优先保障土地供应；在税收方面，实施“三免两减半”政策，减轻企业初期运营负担，助力企业轻装上阵。

6.2 主要企业

6.2.1 新风光电子

新风光电子科技股份有限公司在汶上县储能产业中堪称中流砥柱。公司专注于大功率电力电子节能控制技术及相关产品研发、生产、销售和服务，凭借深厚的技术积累与持续的创新投入，在储能领域成绩斐然。

技术突破是新风光电子的核心竞争力。公司依托新能源与高效节能国家地方联合工程研究中心等国家级创新平台，联合高校开展储能相关技术研发，成功攻克了大规模功率单元级联技术、系统分层冗余可靠性技术等行业难题，技术水平达到国际领先。在储能系统的能量转换效率

上，新风光电子通过优化电路设计和控制算法，将转换效率提升至 98% 以上，远高于行业平均水平；在安全性方面，研发出智能熔断器等保护装置，有效降低直流侧短路等故障风险；稳定性上，通过自动冗余设计，确保系统在复杂工况下也能可靠运行。

6.2.2 华尚电气

山东华尚电气有限公司作为国家高新技术企业，在储能领域走出了一条多元化发展道路。公司主导产品涵盖高效节能配电变压器、箱式变电站、电力工程安装及智能机器人等，近年来积极拓展储能业务，业务范围逐渐覆盖储能设备制造、系统集成以及相关工程服务。

在储能设备制造方面，华尚电气凭借先进的生产工艺和严格的质量控制体系，生产的储能逆变器具有转换效率高、稳定性强、适应环境能力好等特点。其自主研发的某型号储能逆变器，在复杂电网环境下仍能保持 97% 以上的转换效率，有效降低了能源损耗，提高了储能系统的整体性能，广泛应用于分布式光伏储能项目，市场反馈良好。

6.2.3 康姆勒电力

山东康姆勒电力集团在储能与充电设施领域专注深耕，形成了独特的业务模式。公司紧紧围绕光、发、储、充、放产业生态体系，以新能源汽车超级充电桩研发、生产、销售，超级充电站建设、运营为主营业务，同时积极拓展储能业务，构建了较为完善的产业布局。

在业务模式上，康姆勒电力采用“研发 - 生产 - 销售 - 建设 - 运营”一体化模式。在研发环节，公司投入大量资金，组建专业研发团队，不断优化充电桩和储能产品性能；生产环节，依托先进的生产设备和严格的质量管控体系，确保产品质量可靠；

6.2.6 专利对比分析

在储能相关专利方面，新风光电子、华尚电气和康姆勒电力各有千秋。新风光电子凭借深厚的技术底蕴和持续的研发投入，在专利数量上占据领先地位，截至 2024 年拥有储能相关专利 50 余项。从专利类型来看，发明专利占比达 40%，集中在储能系统的核心技术，如高压级联 PCS 装置技术、储能系统智能化管理与优化调度算法等，体现了公司在储能技术创新的深度和原创性；实用新型专利占比 45%，主要涉及储能设备的结构优化、散热设计等，提升产品的实用性和稳定性；外观设计专利占比 15%，注重产品外观与品牌形象塑造。

华尚电气拥有储能相关专利 30 余项，其中发明专利占比 30%，主要围绕储能逆变器的控制技术、智能储能箱式变电站的集成技术等；实用新型专利占比 50%，涵盖设备零部件的创新设计、安装结构优化等；外观设计专利占比 20%。在技术方向上，华尚电气侧重于储能设备与现有电力系统的融合应用，以及智能监控系统在储能领域的创新应用，为分布式储能项目提供技术支持。

康姆勒电力储能相关专利数量为 20 余项，发明专利占比 25%，集中在充电桩与储能系统的协同控制技术、充电设施的能源管理技术等；实用新型专利占比 60%，主要针对充电桩的结构改进、充电枪的优化设计等；外观设计专利占比 15%。技术方向聚焦于充电设施的高效、安全、智能化，以及储能在充电场景中的应用优化，提升充电服务质量和能源利用效率。

总体而言，新风光电子在专利数量和核心技术专利上优势明显，技术创新侧重于储能系统的整体性能提升；华尚电气在储能设备与系统集成专利上有一定积累，注重产品的实用性和智能化监控；康姆勒电力则

在充电桩与储能协同应用专利上有独特之处，以满足充电场景的实际需求为导向。

6.2.7 专利布局规划

基于当前储能产业趋势，三家企业在未来专利布局上各有规划。新风光电子将继续加大在储能核心技术领域的研发投入，布局下一代储能技术专利，如新型储能电池材料与系统集成技术、储能系统的全生命周期管理技术等。随着储能在新能源电力系统中的地位日益重要，这些技术将有助于提高储能系统的能量密度、安全性和使用寿命，降低成本。在国际市场拓展方面，新风光电子计划在欧美、东南亚等重点市场进行专利布局，通过专利保护提升产品的市场竞争力，应对国际竞争。

华尚电气未来将围绕储能系统的智能化、模块化方向进行专利布局。研发智能储能模块，实现储能设备的快速组装和灵活配置，满足不同规模储能项目的需求；加强储能系统与物联网、大数据、人工智能技术融合的专利布局，通过智能化管理提升储能系统的运行效率和可靠性，为用户提供更加智能、便捷的储能服务。同时，针对储能在分布式能源领域的广泛应用，布局相关专利，巩固在分布式储能市场的技术优势。

康姆勒电力将重点布局充电桩与储能融合发展的专利。随着光储充放一体化电站成为行业发展趋势，研发相关技术并申请专利，如高效的光储充协同控制算法、储能系统在充电桩集群中的优化配置技术等，提升能源利用效率和充电设施的稳定性。在车网互动（V2G）技术方面，康姆勒电力也将积极布局专利，探索电动汽车与电网之间的双向能量流动和信息交互，参与电力市场辅助服务，为企业开拓新的盈利增长点。通过前瞻性的专利布局，三家企业将在未来储能产业竞争中抢占技术高地，实现可持续发展。

6.3 本土产业重要环节分析

6.3.1 下游储能应用端

汶上县储能产业在下游应用领域呈现出多元化、全方位的发展态势，广泛渗透到分布式光伏、应急供电、工业用电等多个关键领域，为各行业的绿色、高效发展注入强大动力。

在分布式光伏领域，储能系统已成为提升能源利用效率和稳定性的关键支撑。随着汶上县分布式光伏项目的迅猛发展，储能系统与之协同配合，有效解决了光伏发电的间歇性和波动性问题。当光照充足时，光伏发电除满足本地用电需求外，多余电量被存储到储能设备中；在光照不足或用电高峰时段，储能设备释放电能，保障电力持续稳定供应。据统计，截至 2024 年，汶上县已建成的分布式光伏储能项目超过 50 个，覆盖多个乡镇和工业园区。以郭仓镇某分布式光伏储能项目为例，通过配置储能系统，光伏发电的自发自用率从原来的 60% 提升至 80%，每年可为企业节省电费支出约 20 万元，同时减少了对电网的依赖，降低了电网负荷压力，实现了能源的高效利用和经济效益的双丰收。

应急供电领域，储能产业发挥着不可替代的作用。汶上县高度重视应急电源保障体系建设，积极推广储能技术在应急供电中的应用。在医院、交通枢纽、通信基站等重要场所，储能系统作为应急电源，确保在突发停电事故时，关键设备能够持续运行，保障医疗救治、交通运输、通信畅通等重要民生服务不受影响。例如，汶上县人民医院配备了一套容量为 1000 千瓦时的储能应急电源系统，在一次突发电网故障中，储能系统迅速启动，为医院的手术室、重症监护室等关键科室持续供电达 8 小时，确保了患者的生命安全和医疗工作的正常开展。据了解，目前全县已有超过 80% 的重要公共场所配备了储能应急电源，应急供电保障能力得到显著提升。

工业用电领域，储能系统助力企业实现降本增效和绿色发展。许多工业企业通过建设储能设施，利用峰谷电价差进行电能存储和释放，降低用电成本。同时，储能系统还可以优化企业内部电力供应，提高电能质量，减少因电压波动、谐波等问题对生产设备造成的损害，保障生产的连续性和稳定性。如某机械制造企业，投资建设了一套 5000 千瓦时的储能系统，通过合理利用峰谷电价，每年节省电费约 50 万元。此外，储能系统还帮助企业提高了功率因数，减少了无功罚款，提升了生产效率，为企业的可持续发展提供了有力支持。

展望未来，随着技术的不断进步和成本的持续降低，汶上县储能产业在下游应用领域将迎来更广阔的发展空间。在分布式光伏方面，储能系统将与智能电网深度融合，实现分布式能源的智能化管理和高效调配，进一步提升能源利用效率；应急供电领域，储能技术将不断创新，研发出更加高效、安全、可靠的储能产品，满足日益增长的应急电源需求；工业用电领域，储能系统将在更多行业得到推广应用，助力企业实现绿色低碳转型，推动全县工业经济高质量发展。

6.3.2 产业链条下游企业专利情况

针对汶上县储能产业缺少的下游企业，项目组对分布式光伏、应急供电、变流器、管理系统等储能产业下游的10家企业专利情况进行排查，储能分布式光伏方向国家电网有限公司在发明授权专利数量和授权占比上较有优势；储能应急供电方向阳光电源股份有限公司发明授权专利数量较多；半储能管理系统方向科华数能科技有限公司、南京南瑞继保电气有限公司不论是在发明授权专利数量还是授权占比上均有明显优势；阳光电源股份有限公司、上能电气股份有限公司、科华数能科技有限公司在变流器方向上布局了大量的专利申请。

表5-5至表5-8为储能产业上中下游企业专利情况，针对在储能领域，可优先招引地理区位优势明显的山东华力机电有限公司、山东济宁圣地电业集团公司等周边配套企业，同时重点对接阳光电源股份有限公司、厦门科华数能科技有限公司等高端储能行业龙头企业，强化应急供电和分布式光伏的应用端协同。对于储能--变流器业务，建议重点吸引阳光电源股份有限公司、上能电气股份有限公司等精密制造领域上市企业，该类企业对高精度储能变流器的稳定性需求。在成功引进储能分布式光伏、储能变流器、储能应急供电、储能管理系统等细分领域企业后，可依托产业链配套优势，持续吸引新能源应用等下游领域企业集聚发展，逐步形成储能功能材料的全链条产业生态。

表5-5储能--分布式光伏

企业名称	专利申请数量	有效专利	发明专利数量	发明授权数量	发明授权占比
阳光电源股份有限公司	237	188	109	89	81.654%
厦门科华数能科技有限公司	178	128	89	67	75.28%
上能电气股份有限公司	237	188	89	44	49.44%

表5-6储能--应急供电

企业名称	专利申请数量	有效专利	发明专利数量	发明授权数量	发明授权占比
山东华力机电有限公司	33	29	3	1	33.33%
山东济宁圣地电业集团公司	12	8	5	1	20%
山东康姆勒电力有限公司	69	56	8	5	62.5%
国彪电源集团	84	72	35	19	54.29%
德力西电气	188	174	20	12	60%
中国航天科工	28	23	16	11	68.75%

表5-7储能--变流器

企业名称	专利申请数量	有效专利	发明专利数量	发明授权数量	发明授权占比
新风光电子科技股份有限公司	329	170	279	126	45.16%
阳光电源股份有限公司	237	188	109	89	81.654%
厦门科华数能科技有限公司	178	128	89	67	75.28%
上能电气股份有限公司	237	188	89	44	49.44%
中自科技股份有限公司	301	203	218	129	59.17%

表5-8储能 -管理系统

企业名称	专利申请数量	有效专利	发明专利数量	发明授权数量	发明授权占比
新风光电子科技股份有限公司	475	392	221	95	42.99%
固德威技术股份有限公司	599	423	328	197	60.06%
深圳市禾望电气股份有限公司	946	676	389	235	60.41%
天津众晶半导体材料有限公司	75	46	21	3	14.29%
蓝思科技股份有限公司	465	332	125	75	60%
比亚迪	2156	1762	1135	978	86.17%

6.4 产业优劣势分析

储能产业作为汶上县产业战略布局的重要支点，经过多年发展已构建起特色鲜明的循环经济模式。依托新风光电子、山东华尚等龙头企业，截至2024年底，全县电气储能产业规上企业达37家，年产值突破85亿元，占全县工业总产值28.6%。主要产品涵盖高低压开关柜、变压器、电力金具等20余类，其中箱式变电站产品占全省市场份额的12%。这种差距不仅体现在产业规模上，更反映在产业链条短、产品附加值低、创新驱动不足等深层次矛盾。当前，电气储能产业正经历从资源竞争向技术竞争的关键转型期，汶上县如何突破“中游加工陷阱”，构建“材料-器件-软件-设备”的全价值链体系，已成为决定其产业升级成败的核心命题。

6.4.1 优势分析

1. 产业经济先发优势突出

汶上县电气储能产业的发展对区域经济增长具有显著的带动作用。在产业发展过程中，催生了大量就业岗位，从研发、生产到销售、售后等各个环节，吸纳了众多专业人才与普通劳动力，提高了居民收入水平，促进了消费增长。同时，产业发展吸引了外部投资，如宁德时代兖州基

地首个配套项目产业园——中国电子创信新兴产业基地项目落户汶上县，总投资达 50 亿元。这不仅带来了巨额资金注入，还吸引了为宁德时代配套的企业入驻，进一步完善产业链条，提升产业集聚度，增强区域经济竞争力。此外，电气储能产业与本地分布式光伏产业紧密结合，2022 - 2023 年期间，全县分布式光伏并网规模持续扩大，电气储能系统为光伏电力消纳提供保障，推动新能源产业协同发展，促进区域能源结构优化，提升经济发展的可持续性。这种模式不仅降低了对外部矿产资源的依赖，还符合国家“双碳”战略，成为北方最大的电气储能产业研发生产基地。

2. 中游制造基础坚实

在储能设备制造领域形成规模化生产能力，储能配电产品国内市场占有率稳定提升。已建成涵盖光伏板、储能变流器、储能变压器等产品的完整中游制造体系。新风光电子的智能化逆变器生产线，产品一致性达到国际领先水平。

3. 产学研协同创新初具雏形

汶上县在产学研协同创新中，注重人才培养与引进。通过“四链”融合机制，成立人才科技工作指挥部，组建产业专班，解决人才链、教育链、产业链、创新链各自为战的问题，实现人才引育与产业发展、科技创新的一体化推进。例如，山东拓瑞多新材料有限公司备案省级院士工作站，省级以上平台总数达51家，各类平台引进高层次人才380余名，进一步激发绿色低碳“发展动力”。同时，汶上县建成全国首批“博士小院”，探索“产业 + 项目 + 人才”引育模式，吸引“中科系”研究所和全国科技成果转化能力强的高校来汶合作共建“大院大所”，为电气储能产业的产学研协同创新注入了新鲜血液，提供了强大的人才保障和智力支持。

4. 政策赋能体系逐步完善

汶上县研究出台了印发《汶上县引进高层次人才使用编制实施细则》，实行全县统筹，专项保障新能源、新材料、人工智能、电气储能领域等绿色低碳产业人才，畅通人才入编“绿色通道”，充分发挥人才赋能效应，厚植绿色低碳“智力根基”。推动产才融合，聚焦绿色低碳发展，延伸“产业链”布局“人才链”，成立县人才科技工作指挥部，建立省级绿色低碳平台培育目标库，助力灵境机器人研究院获批省级新型研发机构，同时，专班人员从项目签约到落地投产全程保姆式服务，切实保障园区项目的有序推进。

6.4.2 劣势分析

1. 产业链结构失衡

产业链上游具备基础产能，下游高价值环节缺失。储能逆变器等终端产品开发滞后；储能管理系统领域，管理芯片、远程管理系统等高毛利产品尚未突破。储能产业涉及电池制造、系统集成、控制技术、配套服务等多个环节，对比深圳汶上县目前缺乏上下游企业集群（如电池材料、零部件供应商），导致技术研发与产业转化的衔接效率较低，汶上县储能终端产品贡献值较低。

2. 创新生态系统脆弱

在储能产业创新体系建设方面，深圳市已构建起层级分明、功能完备的创新平台矩阵，不仅拥有深圳大学电化学储能研究院、比亚迪储能研究院等13个国家级创新平台，市级以上稀土创新平台数量更达105个。与之相比，汶上县储能产业创新能力明显滞后。截至2024年，全县仅有新风光电子获批首家国家技术创新奖，尚未形成完善的创新平台体系。从专利质量维度来看，汶上县储能产业创新产出与行业先进地区差距显著，深圳储能产业发明专利占比达61.10%，上海更是高达77.07%，北京、

武汉的这一指标分别为72.50%和45.71%；而汶上县储能产业发明专利占比仅为28.75%，创新产出质量堪忧。

3. 技术创新能力滞后

在汶上县储能产业发展中，除新风光电子具备较高的自主研发能力外，华尚电力、华力机电、康姆勒电气等企业的核心技术专利申请量较少。具体来看，阳光电源股份有限公司170余项专利技术，实现高性能变流器的规模化生产；上能电气股份有限公司投资25亿建设的新型储能装备研发制造基地及高效能光伏电站生产项目，项目涵盖储能系统集成产线、电池模组和Pack智能化产线的建设。由厦门科华数能科技有限公司投资建设，技术深度嵌入投资方体系；全球单体最大构网型独立储能项目，但汶上县企业自身仍未能有效整合技术资源，主要聚焦于生产制造环节，技术创新能力滞后。

4. 人才梯队建设滞后

高端人才“引育用留”体系仍存在短板，汶上县在区域竞争中面临生活品质提升、优质教育资源供给、高水平科研载体建设等关键要素的相对不足，制约了对高层次人才的吸引力。校企联合培养通道不畅，济宁本地高校未设置储能相关专业，导致产业工人中高级技师占比不足。

第七章侵权风险分析

本章主要分析重要产品技术方案及风险专利，并在分析自有产品技术方案后，通过检索筛查出高风险专利，判断是否侵权，并为专利风险规避提供参考建议。

7.1 储能技术方案及侵权检索

本节主要分析自有产品技术方案及高风险专利。详细分析自有产品的核心技术和/或相关专利，通过检索筛选出高风险专利。进一步分析高风险专利的权利要求保护范围、具体技术方案，与自有产品技术进行对比，根据法定原则提出相关国家或地区的专利侵权的判别建议。分析专利权利稳定性，是否有无效可能；对创新点、技术效果、技术手段进行分析，为专利风险规避提供参考建议。

7.1.1 储能技术概述

一种电池组主动均衡电路，以解决传统均衡电路没有电气隔离，安全性差；均衡能量不能点到点传递，依靠相邻电芯依次传递，传递效率低等问题。所述主动均衡电路包括 n 节串联的电芯、 $2n$ 个开关电路、变压器TR1、采样电阻 R_{se} 、隔离运放U1以及数字可编程芯片U2；每节电芯的正极和负极均连接一个开关电路，其中连接电芯正极的开关电路均连接至正电压源 $Bat+$ ，连接电芯负极的开关电路均连接至负电压源 $Bat-$ ，每个开关电路均连接至数字可编程芯片U2的IO脚；正电压源 $Bat+$ 连接至变压器TR1副边侧的1脚，负电压源 $Bat-$ 连接采样电阻 R_{se} 的第一端，采样电阻 R_{se} 的第二端连接至场效应管VT1的S极，场效应管VT1的D极连接至变压器TR1副边侧的2脚，变压器TR1原边侧的3脚连接正母线 $Bus+$ ，变压器TR1原边侧的4脚连接场效应管VT2的D极，场效应管VT2的S极连接负母线 $Bus-$ ，场效应管VT1和场效应管VT2的G极分别连接至数字可编程芯

片U2的1脚和2脚；隔离运放U1的1脚和2脚分别连接至采样电阻R_{se}的第一端和第二端，隔离运放U1的3脚连接至数字可编程芯片U2的3脚。本发明提出的一种电池组主动均衡电路，作为电池电芯均衡装置，可以解决传统均衡电路没有电气隔离，安全性差的问题；通过N型场效应管和P型场效应管与光耦的巧妙设计，解决由于电芯串联，场效应管漏源电位梯度变化，驱动困难的问题，实现任意电芯均衡能量路径的控制，使得均衡更加灵活高效；n节串联的电芯中的任意一节都可以与母线侧直接实现电流的双向流动，不依靠相邻电芯进行能量传递，均衡效率更高。

本产品相关专利为：

CN118174418A一种电池组主动均衡电路申请号CN202410393300.4

申请日20240402

公开(公告)号CN118174418A

公开(公告)日20240611

专利法律状态：已公布，等待实质审查

7.1.2检索说明

首先确定该产品所属技术领域，为电池控制技术领域，具体涉及一种电池组主动均衡电路。就具体领域而言相关分类号为：H02J7/00

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；上一级分类号为：H02J供电或配电的电路装置或系统；电能存储系统。然后通过分析产品的要点和功能，确定产品中可能进入公共领域技术要点，通过分类号+关键词的方式对其进行检索：

关键词：充放电接口、可充电电池组、放电接口、均衡控制、主动均衡、电路控制、电池充电、充放电均衡、能量均衡、均衡充电、恒流充电、电量均衡

Battery charging and discharging, interfacial lithium battery, lithium, polymer battery, rechargeable, equalization, equalization, control equalizing, circuit equalization, system series battery pack, monomer, lithium battery decision feedback

时间范围：世界主要国家/地区的专利保护期限，发明专利一般为20年（个别国家医药化学方面的专利可以超20年），发明专利的保护期限一般长于实用新型专利的保护期限。美国发明专利的保护期限一般为20年，但有个别情况可以延长至25年，因此我们将检索的专利文献时间范围定于申请日在2000年1月1日以后的有效专利和在审专利（包括发明和实用新型）。

地域范围：本产品侵权风险评估所针对的地域是欧洲，包括德国、法国、英国、意大利、西班牙、俄罗斯，同时考虑到尚处审查阶段并将可能进入上述国家/地区的国际专利申请，因此检索涉及的专利（发明、实用新型）包括：欧洲专利、德国专利、法国专利、英国专利、意大利专利、西班牙专利、俄罗斯专利、国际专利申请，专利文献号中的国别代码分别是：EP、DE、FR、GB、IT、ES、RU、WO。

7.2 侵权分析

7.2.1 相关专利

经过上述检索，获得下表中相关专利/专利申请。后续将对其作进一步的侵权分析。

表71一种电池组主动均衡电路的相关专利

公开(公告)号	标题(中文)	申请人	当前法律状态
CN108832211A	用于电池组的主动均衡电路	合肥澎湃能源技术有限公司	授权
CN115800441A	一种电池组高效无变压器主动均衡变换器电路	上海希形科技有限公司	实质审查
CN112265473A	一种驱动装置	珠海格力电器股份有限公司	授权
CN205725049U	一种电池组主动均衡电路	钛白金科技(深圳)有限公司	避重放弃
CN217956740U	一种蓄电池组	济南保特电子设备有限公司	授权
CN105871022A	一种电池组主动均衡电路及方法	钛白金科技(深圳)有限公司	授权
CN117335524A	主动均衡控制系统及主动均衡控制方法	惠州亿纬锂能股份有限公司	实质审查
CN208797136U	用于电池组的主动均衡电路	合肥澎湃能源技术有限公司	授权
CN106911167A	储能用单向主动均衡电路	易事特集团股份有限公司	授权
CN221353950U	主动均衡控制系统	惠州亿纬锂能股份有限公司	授权
CN117013640A	主动均衡电路及主动均衡方法	安徽锐能科技有限公司	实质审查

CN104242394A	串联电池主动均衡电路及其均衡方法	重庆星联云科科技发展有限公司	撤回
CN203942320U	串联蓄电池组的主动被动协同混合均衡电路	国家电网公司;国网河南省电力公司电力科学研究院;河南恩湃高科集团有限公司	避重放弃
CN104242395A	单变压器串联电池主动均衡电路及其均衡方法	重庆星联云科科技发展有限公司	撤回
CN104135047A	串联蓄电池组的主动被动协同混合均衡电路及均衡方法	国家电网公司;	授权
CN103904731A	一种串联锂电池组的主动均衡电路和方法	苏州三森新能源科技有限公司	撤回
CN107086624A	一种锂离子电池主动均衡电路	沃太能源南通有限公司	授权
CN208806635U	串联电池组的主被动混合均衡电路	吉林大学	授权
CN107069876A	储能用单向主动均衡电路	易事特集团股份有限公司	授权
CN206790155U	储能用单向主动均衡电路	易事特集团股份有限公司	授权
CN109245222A	串联电池组的主被动混合均衡电路及其充电控制方法	吉林大学	授权
CN206807058U	储能用单向主动均衡电路	易事特集团股份有限公司	授权
CN209488196U	一种电池组电压主动均衡电路	李正军	授权
CN204103549U	串联电池主动均衡电路	重庆星联云科科技发展有限公司	未缴年费
CN212137327U	一种用于均衡锂电池组中单体电芯的装置	长沙润物智联网络科技有限公司	授权
CN106655409A	一种电池组主动均衡电路及方法	钛白金科技(深圳)有限公司	授权

CN214590718U	一种电池组主动均衡电路	杭州中赣电子科技有限公司	授权
CN218276109U	一种多串电池组主动均衡电路	珠海市嘉德电能科技有限公司	授权
CN202616757U	一种锂离子电池组的保护装置	厦门华戎能源科技有限公司	期限届满
CN102064569A	使用超级电容的车用锂电池组均衡电路	中国科学院青岛生物能源与过程研究所	撤回

7.2.2 评估意见

说明：一项发明或实用新型专利的权利要求一般既包括独立权利要求，也包括从属权利要求，而其中独立权利要求的保护范围是最大的。因此，在判定某一产品/方法是否侵犯某项专利权时，通常比对该产品/方法是否落入该项专利的独立权利要求的保护范围即可。如果落入保护范围，则侵权；如果没有，则该产品/方法也不会落入其他从属权利要求的保护范围，不侵犯该项专利权。另外，尽管各国在司法实践中专利侵权判定标准不尽相同，但一些主要原则还是普通适用的，比如114全面覆盖原则。所谓全面覆盖原则，是指如果被控侵权产品/方法侵权成立，则该产品/方法应该具备专利权利要求中所描述的全部技术特征。

因此，我们在做侵权风险分析时以独立权利要求中记载的全部技术特征与本产品所对应的技术特征逐一进行比较，在以下分析中，以表格的形式将本产品的技术特征与相关专利的独立权利要求中的全部技术特征进行比较，并给出相应的比较结果和侵权分析参考意见。在表格中“√”表示本产品具备该技术特征，“×”表示本产品不具备该技术特征或者与该技术特征不相同或不等同。值得指出的是，因为发明或者实用新型专利权的保护范围以其权利要求的内容为准，说明书及附图可以用

于解释权利要求的内容。所以，尽管有时候产品/方法与专利说明书中描述的具体实施例不同，但仍然有可能落入专利权的保护范围之内。

具体分析：D1:CN108832211B

用于电池组的主动均衡电路合肥澎湃能源技术有限公司

将独立权利要求1的权利要求1与本产品的技术方案进行了对比：

D1	技术特征	本产品
独立权利要求1	一种用于电池组的主动均衡电路	√
	温度采集单元,用于采集所述电池组的每节单体电池的温度;	×
	电压采集单元,用于采集所述电池组的单体电池的电压;	√
	均衡单元,用于对所述电池组进行均衡操作;	√
	通道选择单元,所述通道选择单元的第一端与所述电压采集单元连接,所述通道选择单元的第二端与所述均衡单元连接,所述通道选择单元的第三端与所述电池组连接;	×
	处理单元,分别与所述温度采集单元、所述电压采集单元、所述均衡单元、通道选择单元连接,用于:通过所述温度采集单元分别获取所述电池组的每节单体电池的温度;控制所述通道选择单元将所述电压采集单元分别连接至每个所述单体电池的两端以采集每个所述单体电池的电压;根据所述温度和所述电压进行补偿计算,确定每个所述单体电池的等效电压; 根据每个所述等效电压判断所述电池组是否需要开启均衡;在判断所述电池组需要开启均衡的情况下,控制所述通道选择单元断开所述电压采集单元与所述电池组之间的连接,控制所述通道选择单元将所述均衡单元连接至所述电池组中等效电压最低的所述单体电池以对所述单体电池进行均衡; 在均衡一段时间后,再次检测各单体电压并进行均衡条件	×

	判断，当不需要开启均衡时中止主动均衡。	
--	---------------------	--

分析：根据专利D1:CN108832211B及其同族专利的权利要求1限定的范围，本产品并未全面覆盖专利D1:CN108832211B的独立权利要求1的全部技术特征，根据全面覆盖原则，本产品并没有落入上述专利的独立权利要求1的保护范围之内，侵权风险较低。同理也可针对表中其他相关专利进行侵权风险分析，均没有落入现有专利的保护范围，侵权风险较低。

7.3 专利规避

本产品尚未在发现存在潜在较大侵权风险专利，检索到的相关专利与本产品的创新点存在本质不同，且达到的技术效果不一样，但对于电池均衡电路说，这些专利可以作为研发上的参考。若产品后续研发中遇到的侵权风险专利，为规避该专利，防止侵权纠纷，一方面可以采用在除专利保护地域以外的范围外销售相关产品。另一方面，还可采取以下规避思路来通过调整产品所采用的技术手段来规避该专利的保护范围：

(1) 省略该专利权利要求中的一个以上的必要技术特征，如权利要求中的技术特征为A+B+C，规避后的技术方案为A+B或B+C或A+C；

(2) 改变该专利权利要求中的一个以上的必要技术特征，如权利要求中的技术特征为A+B+C，规避后的技术方案为A+B+D（C和D不是等同的技术特征）。

(3) 以不同技术特征替换该专利权利要求中的一个以上的技术特征，如权利要求中的技术特征为A+B+C，规避后的技术方案为A+E+F+G（技术特征B+C与技术特征E+F+G能解决相同的技术问题）。

7.4小结

本章通过对汶上县储能企业待实审专利的重点产品的侵权风险检索，分析给出了风险评估意见，相关专利集中在合肥澎湃能源技术有限公司等企业手中。

本产品的创新技术方案并未在现有公开的专利中检索到，通过特征对比，尚未发现保护范围涵盖本产品的专利，因此本产品销售或上市所遇到的侵权风险较低，但要追踪合肥澎湃能源技术有限公司这一主要竞争对手的专利申请动态和专利审查动态，若有侵权风险，及时规避。

第八章 汶上县储能产业发展路径规划

本项目通过进行专利导航研究，揭示中国储能产业发展的整体趋势、技术地域分布、核心专利分布、专利竞争格局等情况，聚焦产业关键核心技术，跟踪预测产业技术发展重点方向，同时开展深圳市产业专利信息对比分析研究，明确汶上县储能产业在我国和山东省的发展定位，以及储能产业的知识产权纠纷现状及经典案例研究。另外，本项目还对汶上县储能产业的主要竞争对手进行分析，包括宁德时代、比亚迪、上能、阳光等国内外竞争对手。基于以上导航研究，进行概括和总结，为汶上县储能产业从产业升级路径、企业引进与合作建议、人才培养与引进路径、产业关键技术协同路径等方面提供参考建议，引领汶上县储能产业提质增效和高质量发展。

8.1 技术竞品企业

本节根据汶上县储能产业的优势技术领域，从表中可见交流输入变直流出、交流干线电路装置、变换装置零部件是新风光电子的主要技术领域。依托六棱镜专利大数据库，查找新风光电子在相应技术领域拥有技术竞品的企业。表中给出了相关竞品企业的名单，导航报告的后面章节会针对重点竞争对手进行全面分析，寻找竞争对手的最近技术动态。

表20交流输入变直流出相关竞品企业

企业名称	地区	融资轮次
深圳黑晶光电技术有限公司	中国-深圳省-深圳市	A+
深圳市元鼎智能创新有限公司	中国-深圳省-深圳市	B+
博为科技有限公司	中国-浙江省-嘉兴市	非控制权收购
鲲腾泰克(成都)科技有限公司	中国-四川省-成都市	天使轮
陕西迪泰克新材料有限公司	中国-陕西省-西安市	非控制权收购
中山市博顿光电科技有限公司	中国-深圳省-中山市	B
固安翌光科技有限公司	中国-河北省-廊坊市	D
北京中石正旗技术有限公司	中国-北京市-大兴区	Buyout
北京亮道智能汽车技术有限公司	中国-北京市-通州区	B+
东软医疗系统股份有限公司	中国-辽宁省-沈阳市	-
杭州易加三维增材技术股份有限公司	中国-浙江省-杭州市	B+
泰科天润半导体科技(北京)有限公司	中国-北京市-顺义区	E+
星商创新技术(深圳)有限公司	中国-深圳省-深圳市	D+
航天深拓(北京)科技有限公司	中国-北京市-通州区	Buyout
南方电网综合能源(佛山)有限公司	中国-深圳省-佛山市	非控制权收购
深圳市海柔创新科技有限公司	中国-深圳省-深圳市	E
武汉羿变电气有限公司	中国-湖北省-武汉市	A
湖南华安通能源科技有限公司	中国-湖南省-长沙市	A

表21交流输入变为输出相关竞品企业

企业名称	地区	融资轮次
特变电工新疆新能源股份有限公司	中国-新疆维吾尔自治区-乌鲁木齐市	非控制权收购
南京华易泰电子科技有限公司	中国-江苏省-南京市	C
华源智信半导体(深圳)有限公司	中国-深圳省-深圳市	C
上海申传电气股份有限公司	中国-上海市-嘉定区	-
中腾微网(北京)科技有限公司	中国-北京市-怀柔区	B
西安聚能超导磁体科技有限公司	中国-陕西省-西安市	非控制权收购

阳光新能源开发股份有限公司	中国-安徽省-合肥市	非控制权收购
利华益利津炼化有限公司	中国-山东省-东营市	非控制权收购
山东钢铁集团永锋临港有限公司	中国-山东省-临沂市	A
深圳市华芯邦科技有限公司	中国-深圳省-深圳市	非控制权收购
昂宝电子(上海)有限公司	中国-上海市-浦东新区	战略融资
合肥博雷电气有限公司	中国-安徽省-合肥市	B
西安星源博锐新能源技术有限公司	中国-陕西省-西安市	B
天长市富安电子有限公司	中国-安徽省-滁州市	A+
杭州得诚电力科技股份有限公司	中国-浙江省-杭州市	非控制权收购
阳光氢能科技有限公司	中国-安徽省-合肥市	A+
无锡微胜新能源科技有限公司	中国-江苏省-无锡市	天使轮
深圳库马克科技有限公司	中国-深圳省-深圳市	A

表22变换装置零部件竞品企业

企业名称	地区	融资轮次
珠海迈巨微电子有限责任公司	中国-深圳省-珠海市	A+
苏州清研精准汽车科技有限公司	中国-江苏省-苏州市	战略融资
深圳市元鼎智能创新有限公司	中国-深圳省-深圳市	B+
江苏嘉轩智能工业科技股份有限公司	中国-江苏省-常州市	D
博为科技有限公司	中国-浙江省-嘉兴市	非控制权收购
北京芯驰半导体科技股份有限公司	中国-北京市-大兴区	B+
陕西迪泰克新材料有限公司	中国-陕西省-西安市	非控制权收购
中山市博顿光电科技有限公司	中国-深圳省-中山市	B
固安翌光科技有限公司	中国-河北省-廊坊市	D
深圳市紫光同创电子有限公司	中国-深圳省-深圳市	D
北京中石正旗技术有限公司	中国-北京市-大兴区	Buyout

深圳市昊岳科技有限公司	中国-深圳省-深圳市	A
深圳市边界智控科技有限公司	中国-深圳省-深圳市	A
泰科天润半导体科技(北京)有限公司	中国-北京市-顺义区	E+
常州华达科捷光电仪器有限公司	中国-江苏省-常州市	非控制权收购
深圳市瑞驰信息技术有限公司	中国-深圳省-深圳市	D
盈力半导体(上海)有限公司	中国-上海市-浦东新区	非控制权收购
深圳市普控科技有限公司	中国-深圳省-深圳市	A
苏州旗芯微半导体有限公司	中国-江苏省-苏州市	Pre-C
星商创新技术(深圳)有限公司	中国-深圳省-深圳市	D+
航天深拓(北京)科技有限公司	中国-北京市-通州区	Buyout
广州润芯信息技术有限公司	中国-深圳省-广州市	非控制权收购
深圳市海柔创新科技有限公司	中国-深圳省-深圳市	E
上海麦歌恩微电子股份有限公司	中国-上海市-长宁区	Buyout
杭州博岳生物技术有限公司	中国-浙江省-杭州市	B
武汉羿变电气有限公司	中国-湖北省-武汉市	A
湖南华安通能源科技有限公司	中国-湖南省-长沙市	A
武汉光至科技有限公司	中国-湖北省-武汉市	B

本章以新风光电子以分析主体，具体分析其发展现状、发展历程，对其专利进行整体分析和重点分析，结合专利态势，对新风光电子的发展定位进行分析，新风光电子共有450件中国专利，其中发明专利申请112件，授权发明专利93件（91件有效，因未缴年费失效2件），授权实用新型专利225件（有效150件，失效75件：37件因期限届满失效、35件因未缴年费失效、3件因避重授权失效），外观设计20件（有效14件，失效6件：5件因期限届满失效，1件因未缴年费失效）。共有21件商标，其中已注册19件，已初审1件，待审中1件，共有软件著作权量92件，主要起草了5件国家标准，5件国家标准计划。近5年以来，新风光电子

的专利申请依然非常活跃，年均申请量近40件，是企业成立以来专利申请最为频繁的一段时期。技术热词主要围绕：高压变频器、级联、高压动态无功补偿、防爆变频器、双向变流器等。交流输入变直流出、交流干线电路装置、变换装置零部件是新风光电子的主要技术领域，其专利申请占到企业的60%以上。截至目前新风光电子共有42件维持至期限届满专利。被引证次数最多的专利是一种储能电站储能数据的异常检测方法。新风光电子共计获得12件专利许可，11件专利许可人为山东大学，1件专利来自北京先行新机电技术有限责任公司，许可类型均为普通许可。新风光电子共计受让专利14件，其中有11件是原公司山东风光电子有限责任公司转让，2件为2022年重庆大学的专利转让，1件为发明人叶芃生（上海交通大学）转让。

技术竞品企业主要包括：深圳黑晶光电技术有限公司、深圳市元鼎智能创新有限公司、博为科技有限公司鲲鹏泰克(成都)科技有限公司等。

汶上县在储能产业的生产制造业态发展处于国内的领先水平，储能产业市场前景广阔。汶上县在储能产业的专利储备量不充足，科研实力较弱，产业链较完善，近年来汶上县政府陆续出台多项政策以促进储能的高质量可持续发展，明确表明储能是汶上县重点支持发展方向之一，随着储能产业政策的推动、资本市场的加持和需求市场规则的不断完善，储能市场未来几年将继续保持快速增长，储能经济性将有望进一步提升，商业模式将更加成熟和多元，储能市场前景广阔。

汶上县在储能逆变领域的技术发展成熟，但在液流电池储能、钠离子电池储能的研发力度有待进一步加强。随着液流电池储能技术和钠离子电池储能技术的发展，未来锂离子电池储能技术在新型储能新增装机的市场比例将会有所下降，但仍将维持其在新型储能技术的主导地位。

储能行业产能的高速扩张，使行业“内卷”竞争加剧。我国储能目前正处于快速发展期，越来越多的企业加入储能产业，电芯产能快速扩张，导致产品库存升高，同时受碳酸锂降价影响，电芯价格和储能系统价格持续下行，企业之间的竞争非常激烈，出现降价抢市场的行为，资金缺乏和技术积累不足的企业将面临生存压力。

8.2 产业升级路径建议

汶上县在储能产业方面基础雄厚，产业链上下游均有企业覆盖，并且汶上县汇聚了大量电气储能产业的高端人才，这些得天独厚的条件将加速储能产业的发展。加快储能产业中的逆变技术、变压器、发电等新型储能技术研发和示范。鼓励结合电网调峰调频需求布局电源侧、电网侧储能系统，在数据中心、5G 基站、充电设施、工业园区等场景因地制宜布局用户侧储能。对规模化示范储能项目给予财政资金支持，探索移动储能商业化运营模式。

强化产业链薄弱环节与关键环节的技术创新，开展高价值专利培育工作，构建产业核心技术专利池，加大标准必要专利的布局申请力度。本着市场占领、专利先行的理念，汶上县应鼓励、支持电化学储能集群企业加大在区域相对薄弱环节的专利布局力度。积极推进储能产业在电极材料、固态电池、钠离子电池、液流电池、电池管理系统、电池回收与综合利用等关键技术环节取得突破，形成一批拥有自主知识产权的技术创新成果。鼓励企业、高等院校、科研院所、知识产权服务机构、产业联盟、行业协会作为建设主体，建立高价值专利培育中心，加速高价值专利的产出运营。支持省内掌握核心技术的上下游企业组建标准联盟和团体，在储能逆变技术、储能电池、储能管理系统、能量管理系统、储能变流器、储能系统集成等关键环节设立专利池，降低国外储能产业专利等

知识产权使用成本。鼓励企事业单位积极参与储能产业标准制定，加大标准必要专利的布局申请力度，建立具有国际竞争力的行业标准。

推进知识产权数据支持中心建设，强化专利导航产业决策机制，助力产业发展决策的科学性与及时性。建议推进汶上县储能产业专利池中心建设，全面掌控全球产业创新动态和专利竞争情报，及时掌握电储能产业竞争与合作态势，预警防范重大知识产权风险，助力产业发展决策的科学性和及时性。同时面向汶上县储能企业主动分发专利竞争情报，提高汶上县企业创新与竞争洞察力。同时，加强以产业数据、专利数据为基础的新兴产业专利导航决策机制，实施区域规划类、产业规划类和企业运营类专利导航，加强储能产业的关键技术布局。综合运用专利数据和产业数据，借助大数据技术手段，构建储能产业发展方向分析、区域产业发展定位分析和产业发展路径导航分析逻辑模型。在摸清储能产业发展方向基础上，立足电储能产业发展定位，提出适用于汶上县的产业发展路径建议，为汶上县储能产业发展规划的编制、招商引资、人才引进、企业发展提供决策支撑。

8.3 技术升级路径

为避免无效研发，确认研发路径，主要针对汶上县储能产业需求，解决电池簇之间均衡问题，保证储能系统中各电池簇之间电量保持一致；解决变压器等冲击负荷投入时冲击电流问题；解决多机离网时电压源并联环流问题等。同时，控制研发成本，并对整体专利做完善布局，在技术研发和专利布局之间做到更好的协调，提升专利布局的数量和质量。针对相内、相间SOC均衡技术，虚拟阻抗技术，无主从控制技术等核心技术结合技术发展现状及核心专利分析进行全面分析，以解决企业研发问题。主要针对企业需求，针对相内、相间SOC均衡技术，虚拟阻抗技术，无主从控制技术等核心技术结合技术发展现状及核心专利分析进行全面分析：

1. 相内、相间SOC均衡技术方面：通过储能系统的四级均衡控制策略，该控制策略的目标是以充放电同时进行，可以实现电池之间的动态平衡；通过分析各个模块间直流侧电压和功率不平衡的原因，提出了一种新的基于调制波矢量重构技术的电压平衡和功率均衡控制策略，该方案不仅能够使得直流侧电压平衡，还能使变换器各个模块之间有功功率和无功功率等量分配；电池模组通过DC-DC变换器串联成电池簇后，再将多个电池簇并联成电池矩阵，该专利中以SOC均衡为目标，提出总电流在电池簇间分配的方法，以及电压在电池簇内电池模组间分配的方法。

2. 虚拟阻抗技术方面：对虚拟阻抗参数整定方法进行改进，以使虚拟阻抗的取值可根据系统运行状况做出自适应调节。这也是目前技术演变较为丰富、研究成果更为成熟的一个领域。

对虚拟阻抗相关控制策略的进一步拓展和延伸，例如在控制环节中加入电压补偿，对引入虚拟阻抗带来的额外压降进行合理补偿，减小其对系统电能质量等方面带来的影响，进而改善虚拟阻抗的整体作用效果。

探索虚拟阻抗的不同实现途径，例如基于传统串联式虚拟阻抗不易确定取值的情况，有学者提出了并联式的虚拟阻抗；此外，虚拟阻抗在时域和频域下的控制环节中也有着不同的实现途径。

3. 无主从控制技术方面：对等控制在微电网中取得了显著的发展，但仍面临一些挑战。例如，如何进一步提高对等控制的精度和稳定性，如何更好地实现多能源设备之间的协调调度等。未来，随着技术的不断进步和市场的不断扩大，对等控制技术将更加注重技术创新和研发，特别是在能源互联网、智能微电网等领域将实现更多的突破和应用。

8.4 整合培育引进路径

汶上县在储能产业薄弱环节主要为电池、能量管理系统、电池回收，要促进储能产业的长效进步与发展，就要健全完善产业链上不足环节，防范和化解产业链风险。通过加强对头部企业的引进与技术合作，补足产业链短板，提升本土企业在产业链价值链中的地位，筑牢深圳市产业链的基础，助力中国产业链的平稳运行。

表 8.1 示出储能产业中国专利申请储备量较充足的部分国内外头部企业。

序号	企业名称	所在地区	专利申请数量
1	宁德时代新能源科技股份有限公司	韩国	6994
2	株式会社 LG 新能源	中国福建	5344
3	蜂巢能源科技股份有限公司	中国江苏	3692
4	合肥国轩高科动力能源有限公司	中国安徽	3269
5	三星 SDI 株式会社	韩国	2892
6	宁德新能源科技有限公司	中国福建	2721
7	丰田自动车株式会社	日本	2665
8	湖北亿纬动力有限公司	中国湖北	2588
9	中创新航科技集团股份有限公司	中国江苏	2567
10	珠海冠宇电池股份有限公司	中国深圳	2171
11	厦门海辰储能科技股份有限公司	中国福建	1711
12	江苏正力新能电池技术有限公司	中国江苏	1705
13	惠州亿纬锂能股份有限公司	中国深圳	1494
14	罗伯特博世有限公司	德国	1430
15	楚能新能源股份有限公司	中国湖北	1223
16	远景动力技术(江苏)有限公司	中国江苏	1194
17	远景睿泰动力技术(上海)有限公司	中国上海	1167
18	天津市捷威动力工业有限公司	中国天津	867
19	天津力神电池股份有限公司	中国天津	790
20	上海兰钧新能源科技有限公司	中国上海	696
21	阳光电源股份有限公司	中国安徽	408
22	浙江南都电源动力股份有限公司	中国浙江	441

8.5人才培养引进路径

创新驱动实质上是人才驱动。在电储能产业发展中，要加大人才培养力度，迅速形成人才集聚效应。一方面，要根据汶上县储能产业发展实际，加大从内部培养人才的力度；另一方面，要积极从国内外引进高端人才，引领园区人才和技术创新发展。

8.5.1本地人才培养路径

从本地培养的角度来看，优先支持符合本地产业发展目标的创新人才，支持具有创新实力、拥有核心专利技术的创新人才，鼓励创新人才向关键产业环节集聚。因此，汶上县内的创新人才应作为首要的培养对象。在本地创新人才中，院士、长江学者、万人计划、创新人才推进计划、博士后创新人才支持计划、千人计划等高层次人才，以及在企业中担任董事、监事、高管的同时拥有专利申请的管理团队属于高端人才，是科技创新的 0.2%的核心人员，是引领推动产业发展的“关键少数”。

充分调动本地高层次人才在本地工作的热情，让高层次人才愿意留在汶上县内不断做出新的贡献；可以通过专利奖等鼓励政策积极引导他们向深圳市内产业薄弱环节进行研发，推进深圳市内高层次人才之间的交流与合作。

8.5.2高层次人才引进路径

汶上县既要对市内的创新人才进行培育，还要对市外的创新人才进行适当引进；可以通过优惠的政策引进产业薄弱或缺失环节的外部创新性人才、引进具有创新实力、拥有核心专利技术的创新人才或与

其合作。高端人才培养既要立足本地，也要积极引进，可以通过制定优惠的政策引进产业薄弱或缺失环节的外部创新性人才、引进具有创新实力、拥有核心专利技术的创新人才或与其合作。

8.6 专利赋能

针对汶上县储能产业的应用领域部分的下游企业，项目组对储能逆变器、电池、电池正极材料、光伏逆变、应急供电等储能下游预合作的20家企业专利情况进行排查，从专利数据角度给予一定参考。储能电池方向宁德时代在发明专利数量上较有优势；逆变器方向上华为数字能源科技有限公司、比亚迪能源科技有限公司、中国国家电网有限公司发明授权专利数量较多；储能管理系统方向国家电网有限公司、阳光电业有限公司、许继集团有限公司不论是在发明授权专利数量还是授权占比上均有明显优势；

新风光电子、华力机电、华尚电力、康姆勒电气等可采取差异化合作策略。针对新风光电子作为区域内企业，可优先洽谈专利转让许可，利用其在储能逆变器领域的工艺专利，结合自身研发、生产优势，联合开发高性价比逆变产品，共同开拓本地及周边市场。

新风光电子可与华为能源科技有限公司、国家电网等合作，建立定制化产品服务体系，根据储能产品制程的不断升级，研发适配更大容量要求的储能产品，提高产品的附加值，倒逼储能产业加大专利申请力度，围绕核心技术、关键工艺、产品应用等维度构建专利组合。

表7-6 产业链下游企业专利情况统计

序号	企业名称	所在地区	专利申请数量
1	宁德时代新能源科技股份有限公司	韩国	6994
2	株式会社 LG 新能源	中国福建	5344
3	蜂巢能源科技股份有限公司	中国江苏	3692
4	合肥国轩高科动力能源有限公司	中国安徽	3269
5	三星 SDI 株式会社	韩国	2892
6	宁德新能源科技有限公司	中国福建	2721

7	丰田自动车株式会社	日本	2665
8	湖北亿纬动力有限公司	中国湖北	2588
9	中创新航科技集团股份有限公司	中国江苏	2567
10	珠海冠宇电池股份有限公司	中国深圳	2171
11	厦门海辰储能科技股份有限公司	中国福建	1711
12	江苏正力新能电池技术有限公司	中国江苏	1705
13	惠州亿纬锂能股份有限公司	中国深圳	1494
14	罗伯特博世有限公司	德国	1430
15	楚能新能源股份有限公司	中国湖北	1223
16	远景动力技术(江苏)有限公司	中国江苏	1194
17	远景睿泰动力技术(上海)有限公司	中国上海	1167
18	天津市捷威动力工业有限公司	中国天津	867
19	天津力神电池股份有限公司	中国天津	790
20	上海兰钧新能源科技有限公司	中国上海	696
21	阳光电源股份有限公司	中国安徽	408
22	浙江南都电源动力股份有限公司	中国浙江	441

汶上县在储能产业发展中，通过聚焦高端技术研发与高价值专利培育，逐步构建起具有区域竞争力的产业生态。以下是具体实践与成果：

①龙头企业引领技术创新，核心专利布局突出。新风光电子科技股份有限公司作为本地储能产业的“领头羊”，主导研发了多项关键技术并形成专利壁垒。例如，其一体式高压级联储能系统专利(CN202121791680.5)通过级联拓扑设计实现高压直挂电网，解决了传统低压储能功率密度不足的问题。另一项级联H桥储能系统直流侧滤波电路专利(CN112436534A)通过LC谐振电路优化，将电池电流纹波降低至2A以内，显著提升电池循环寿命。截至2024年，新风光累计获得自主知识产权138项，其中发明专利22项，参与制定国家标准16项。2024年，新风光“储能系统产业专利导航”项目入选山东省首批专利导航项目，成为汶上县首个省级专利导航示范工程。该项目通过分析全球储能技术专利布局，指导企业重点突破长时储能、光储融合等前沿领域，推动技术研发与专利申请的精准匹配。

②政策赋能与产业链协同，推动专利转化落地。汶上县将储能产业纳入绿色低碳发展核心框架，通过“新能源+储能”模式促进技术应用。例如，在分布式光伏领域，要求新建项目配套建设物理储能或电化学储能设施，2023年分布式光伏并网容量达30.267万千瓦，同步布局储能项目实现“就地消纳”。中广核投资10亿元建设的205MW陆上风电项目，配套租赁储能容量以保障消纳，成为“源网荷储”一体化示范工程。产业链配套方面，聚能力创（济宁）新能源科技公司投资2.38亿元建设储能热管理材料项目，年产35万个储能控制箱组件，为本地储能设备制造提供关键部件。同时，汶上经济开发区引进宁德时代配套企业宁德聚能动力电源系统公司，形成从材料生产到系统集成的完整链条。

③产学研深度融合，构建专利培育生态汶上县通过“校地企”协同机制加速技术转化。与山东省科学院能源研究所签订战略合作协议，共建储能技术联合实验室，聚焦压缩空气储能、氢储能等前沿领域。同时，与曲阜师范大学、济宁学院等高校合作，建立27项产学研项目，解决企业技术需求。例如，金成技术与山东交通学院共建研究生联合培养基地，开发出智能重载AGV等首台套装备，获山东省科技奖一等奖。在人才引进方面，汶上县打造“博士小院”等平台，吸引山东大学惠鲁科技碳纤维碳化项目等9个高端团队落地，18个项目获省级技术创新认定。新风光公司设立院士工作站和6个省级技术中心，形成“平台+人才+项目”的创新裂变效应。

④专利价值提升与金融支持，激发创新活力。汶上县通过知识产权质押融资等政策工具，推动专利价值转化。2024年，全县专利质押融资额达2.2亿元，其中新风光公司通过储能技术专利获得专项融资支持。同时，出台《知识产权专项资金管理办法》，对高价值专利给

予奖励，2023年全县高价值发明专利数量达155件，同比增长66.67%，增幅居济宁市第二。在省级政策支持下，汶上县储能项目可享受容量补偿、租赁收益等多重经济激励。以100MW/200MWh独立储能项目为例，通过容量补偿（约3000万元/年）、租赁收益（约2000万元/年）和现货套利（约1580万元/年），项目内部收益率（IRR）可达6.1%，实现商业化运营可行性。

⑤ 未来发展方向。汶上县正以“储能+”模式拓展应用场景，探索能源、虚拟电厂等新业态。根据山东省“十四五”储能规划，鲁西南地区将重点发展多场景储能应用，汶上县计划到2025年建成50万千瓦新型储能项目，依托新风光电子产业园二期等项目，打造千亿级储能装备产业集群。同时，通过与山东省绿色新能源产业基金（规模100亿元）对接，吸引更多社会资本投入储能技术研发与产业化。

总体而言，汶上县通过技术攻坚、专利导航、产业链协同和政策创新，逐步实现储能产业从“制造”向“智造”升级，为县域经济绿色转型提供了示范样本。