

引用格式:殷超,张文霞,张博华,等.我国新型储能产业发展现状[J].内蒙古电力技术,2025,43(5):76-82.

YIN Chao, ZHANG Wenxia, ZHANG Bohua, et al. Current Development Status of China's New Energy-Storage Industry[J]. Inner Mongolia Electric Power, 2025, 43(5): 76-82.

我国新型储能产业发展现状

殷超,张文霞,张博华,李丹阳

(内蒙古电力(集团)有限责任公司内蒙古电力科学研究院分公司,呼和浩特 010020)

摘要:随着我国能源领域“碳达峰”“碳中和”目标的提出,新型储能迎来重要战略发展机遇,成为全球能源产业竞争的新方向。为此,对我国新型储能产业发展现状进行分析。目前,我国新型储能装机规模呈爆发式增长,多种技术路线取得突破,应用场景丰富,但也存在一些问题,如政策缺少长效机制、技术不成熟、标准体系不完善等,提出完善储能价格疏导机制、加大政策补贴力度、统筹产业布局、拓展独立储能应用场景、加快标准制定等建议。

关键词:新型储能;装机规模;产业政策;行业标准

文献标志码:B

文章编号:1008-6218(2025)05-0076-07

中图分类号:TK02;TM91

doi:10.19929/j.cnki.nmgdljs.2025.0065

Current Development Status of China's New Energy-Storage Industry

YIN Chao, ZHANG Wenxia, ZHANG Bohua, LI Danyang

(Inner Mongolia Power(Group) Co.,Ltd., Inner Mongolia Electric Power Research Institute Branch, Hohhot 010020, China)

Abstract: With the goals of carbon peak and carbon neutrality proposed in the energy sector in china, new energy storage has ushered in important strategic opportunities. The new energy storage field has become a new direction for global energy industry competition. Therefore, this paper analyzes the current development status of China's new energy storage industry. At present, the scale of new energy storage installed capacity in China is experiencing explosive growth, constantly breaking through various technological routes, and the application scenarios are diverse. However, there are also some problems, such as the lack of long-term mechanisms in policies, immature technology, and incomplete standard systems. Suggestions have been put forward to improve the energy storage price guidance mechanism, increase policy subsidies, coordinate industrial layout, expand independent energy storage application scenarios, and strengthen standard formulation.

Key words: new energy-storage; installation scale; industrial policies; industry standards

0 引言

新型储能是构建新型能源体系的重要装备基础和关键技术,是助力实现“双碳”目标的重要支撑。根据《2024政府工作报告》数据显示,截至2024年3月末,全国已建成投运新型储能项目累计装机规模达35.3 GW/77.68 GWh,较2023年一季度末增长超过210%^[1]。新型储能领域已成为全球能源产业竞争新高地。本文从新型储能发展状况进行梳理,从产业布局、标准体系和政策等方面进行剖析,并提出完善储能价格疏导机制、加大政策补贴力度、

统筹产业布局、拓展独立储能应用场景、加强标准制定等建议,以促进新型储能技术的不断进步。

1 新型储能产业发展现状

1.1 装机规模爆发式增长,电站建设趋势为集中且大型化

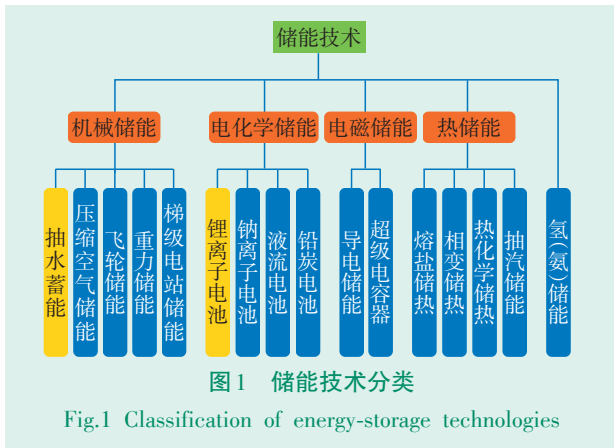
根据电力规划设计总院发布的《中国新型储能发展报告2024》数据显示,截至2023年底,全国已投运新型储能项目累计装机达31.39 GW/66.88 GWh,平均储能时长2.1 h,近10倍于“十三五”末装机规

模,新型储能装机规模提前两年完成规划目标。其中,2023年全年新增装机约为22.7 GW/48.78 GWh,较2022年底增长约260%。截至2024年3月末,容量100 MW以上的项目装机占比为54.8%^[2]。

近几年来,我国多个省市加快新型储能发展。截至2023年底,十余个省市装机规模超百万千瓦,居首位的是山东,为3.98 GW/8.02 GWh,内蒙古仅随其后,为3.54 GW/7.10 GWh,另外新疆3.09 GW/9.52 GWh、甘肃2.93 GW/6.73 GWh、湖南2.66 GW/5.31 GWh。广东等六省装机规模超过1 GW。分区域看,华北、西北地区新型储能装机占全国一半以上^[3]。

1.2 多种技术路线不断突破

新型储能是指除抽水蓄能外,以输出电力为主要形式的储能,主要包括锂电池储能、液流电池储能、钠电池、铅炭电池、压缩空气、重力等多种技术(见图1)。



目前我国储能行业处于多种技术路线并存阶段,抽水蓄能发展最为成熟、装机最多。未来储能主流技术路线为电化学储能。锂离子电池储能发展最快,分布在国内绝大部分地区,占比约97%^[4],技术相对成熟。我国锂离子电池储能技术已达到世界先进水平,自动化水平还有一定提升空间;液流电池储能技术占比0.4%,全钒液流电池技术处于国际领先水平,但由于一些关键材料产业链不完善,还受海外市场的制约。铁铬液流、锌溴液流电池技术方面处于空白。铅炭电池储能技术占比0.5%,布局在江苏和浙江等地;压缩空气储能技术占比0.5%,大功率电机仍是需攻克的关键技术。重力储能技术和飞轮储能技术占比1.2%,我国在该领域技术相对薄弱。各储能技术对比见表1。

1.3 应用场景丰富

不同新型储能技术根据其储能容量、充放电时

表1 储能技术特性
Tab.1 Characteristics of energy-storage technology

类型	容量/MW	转换效率/%	启动时间	放电时间	优点	缺点
抽水蓄能	100~4500	50~85	5~10 min	几十小时	技术成熟,规模大,成本低	效率低,地理条件苛刻
锂电池	0.001~100	70~90	10~20 s	1~20 h	能量密度高,自放电小	成本高,循环寿命约10 000次
液流电池	0.1~200	65~80	<1 s	1~20 h	安全性好,长循环,寿命长>200 000次	初期投资成本高
铅炭电池	0.001~50	60~70	10~20 s	1~20 h	成本低,可靠性好	寿命短,污染大
钠电池	0.1~100	90	10~20 s	1~20 h	成本低,循环寿命长,运行稳定性好,无自放电	安全隐患大,易出现短路现象,需在高温下工作
压缩空气	10~350	40~50	5~10 min	1~20 h	占地小,单位投资较小,运营成本低	效率低,地理条件限制
飞轮储能	0.005~22	80~90	1 s	几秒~20 min	响应速度快,转换效率高,寿命长	额定功率较小,自放电率高
重力储能	几十~100	80~90	1~10 s	6~15 h	建设周期短,转换效率高,使用寿命长,度电成本低	能量密度较低,规模大

间、输出功率等特点,在不同的应用场景发挥最优效果^[5]。电化学储能的功率范围在千瓦至兆瓦级,放电时间灵活,适用于短时电网调频和能量调度等场景^[6]。机械类储能技术响应速度快,灵活性高,可用于应急不间断供电等领域(见表2)。

表2 储能技术应用场景
Tab.2 Application scenarios of energy-storage technology

类型	储能时长	实际应用场景	运行特点	技术特征要求	储能类型
容量型	>4 h	削峰填谷、负荷调节、离网储能	大规模能量吞吐	安全性高、成本低、大规模、深充深放、资源环境友好	抽水蓄能、压缩空气储能、钠电池
能量型	1~2 h	复合功能、调峰调频、紧急备用	充放电转换快、客观的容量	高安全性、较快的响应速度、一定的规模、便于集成的设备形态	锂电池
功率型	<30 min	辅助一次调频、提供系统阻尼、提高电能质量	动作周期随机电、秒级响应速度、大功率充放电	高功率、高响应速度、高存储	超级电容、飞轮储能
备用型	>15 min	作为不间断电源提供紧急电力	快速启动	高响应速度	飞轮储能、液流电池、锂电池

电化学储能产业链分为上、中、下游。处于产业链上游的为原材料、设备提供商。原材料主要包括正极材料、负极材料、隔膜、电解液四大主材,铝箔、铜箔、导电剂、铝塑膜、分散剂、黏结剂等辅材;

设备包括电池组、电池管理系统(battery management system, BMS)、能源管理系统(energy management system, EMS)、储能变流器(power conversion system, PCS)。中游为系统集成商及安装商、系统运营商。下游应用端主要由电源侧、电网侧、用户侧组成。电源侧如风电场、光伏电站、传统电站,电网侧如电网公司,用户侧如家庭用户、工业园区等。图2为锂电池产业链。

1.4 储能装备制造企业分布

目前我国电化学储能装备制造企业主要分布在沿海地区,其中北京、山东、江苏、上海、安徽、福建、广东等地企业集中度较高(见图3)。2023年3月,广东省政府发布《广东省推动新型储能产业高质量发展的指导意见》^[7],提出将新型储能产业打造为广东省“制造业当家”的战略性支柱产业,到2025年,全省新型储能产业营业收入达到6000亿元,年均增长50%以上,装机规模达到3 GW。据企查查数据,广东省现存2.36万家储能相关企业,领先其他省份,良好的发展环境也孕育了多家巨头企业。江苏省在政策和市场的双重推动下,储能市场尤其是工商业储能呈爆发式增长。福建省依托“电动福建”建设,以锂电新能源产业龙头宁德时代新能源科技股份有限公司为引领,加速发力储能“新赛道”,从产业规划到项目招商,从人才培养到场景应用都提早布局,在国内领先一步。

依托强大的内需市场及完整产业链、供应链支撑,中国新型储能产业发展迅猛,在全球形成了制

造优势、产能优势、创新优势、人才优势和竞争优势,同时也孕育了如宁德时代新能源科技股份有限公司、武汉亿纬储能有限公司、比亚迪股份有限公司、厦门海辰储能科技股份有限公司、欣旺达新能源有限公司、杭州南都动力科技有限公司、上海派能新能源科技有限公司、广州鹏辉能源科技有限公司、盛虹动能科技有限公司、蜂巢能源科技有限公司、瑞浦兰钧能源股份有限公司、江苏中天科技股份有限公司、惠州市德赛电池有限公司、昆宇电源股份有限公司、远景动力技术有限公司、中创新航科技有限公司、天津力神电池股份有限公司、珠海冠宇电池股份有限公司、江苏海基新能源股份有限公司、福建巨电新能源股份有限公司等一批国内储能产业领先品牌。

2 市场需求分析

2021年全球电化学储能装机为40 GWh,我国为10 GWh^[8]。预计到2025年,全球将达560 GWh,我国达100 GWh(如图4所示)。根据中关村储能产业技术联盟的全球储能数据库不完全统计,截至2023年底,我国已投产的储能项目累计装机规模已达86.5 GW,占全球总规模的30%,同比增长45%;新型储能累计装机规模达到34.5 GW/74.5 GWh,功率规模和能量规模同比增长超150%。中国、美国和欧洲的储能装机规模占全球的88%,我国占比接近一半^[9]。

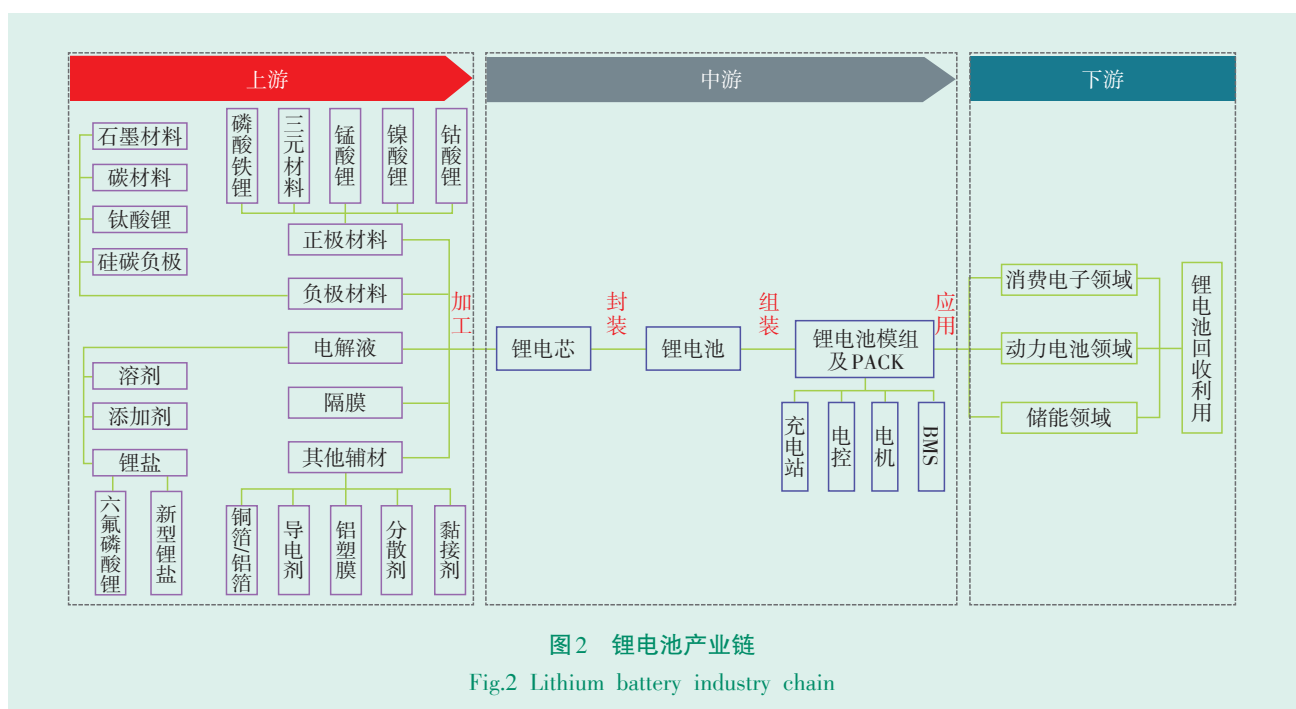


图2 锂电池产业链

Fig.2 Lithium battery industry chain

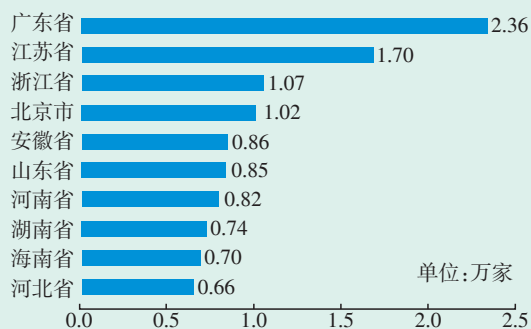


图3 我国前10名电化学储能相关企业区域分布

Fig.3 Regional distribution of the top 10 electrochemical energy-storage related enterprises in China

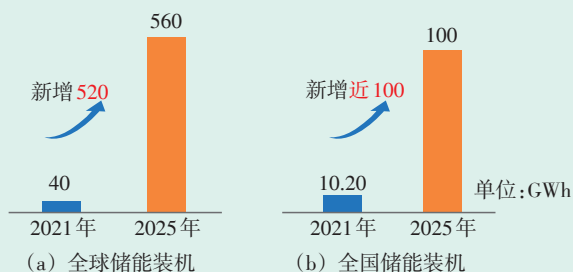


图4 全球及全国储能装机对比

Fig.4 Comparison of global and national energy-storage installed capacity

3 存在的问题

3.1 政策缺少长效机制,收益存在很大不确定性

近年来我国多地出台新能源配储政策,新能源配储占电源侧储能的80%。但根据中电联数据显示,2023年上半年,我国电化学储能电站日均运行4.17 h,仅达到设计值的34%。新能源配储共性问题建而不用,实际利用率低,包括近两年广泛推广的独立储能和共享储能也有备而不建的问题,归根到底是因为总体规划、盈利模式等不清晰,配储技术标准不够健全,市场机制还未完善。产能过剩、内卷加剧,正成为储能行业的隐忧。此外还有储能盈利模式薄弱的困境,以及部分储能企业减产、停产、增收不增利等现象。

从技术角度来看,除抽水蓄能以外的其他储能技术多数都成本较高,很难实现规模化发展。虽然锂电池成本持续下降,但依旧缺乏竞争力。现阶段的储能工程缺乏经济性,难以推广。

3.2 储能技术成熟度有待提高,标准体系尚未形成

在新型储能产业快速崛起的同时,行业内部分

技术规范和检测依据还未出台。目前只有个别省份出台相应的标准,例如四川省2024年印发的《促进钒电池储能产业高质量发展的实施方案》^[10]以及山东省印发的《山东电力爬坡辅助服务市场交易规则》,标准制定方面稍有滞后,不能满足我国新型储能产业快速发展的需求。2023年2月我国发布《新型储能标准体系建设指南》,从规划、试验、验收到并网等各个环节都作出相应规定。然而,标准在出台后,与实际应用还有一定距离。另外,储能电站的安全问题显现,国内外多起储能电站火灾或爆炸致人员伤亡、财产损失的案例^[11]。储能系统安全运行的要素包含电池种类、生产工艺、质量、电池容量、使用时间、安全措施等。我国针对锂电池出台了相应的安全标准,但是电化学储能种类较多,很难统一标准和使用规范^[12]。储能电站的安全管理和应急处置等方面也需要进一步加强监督管理,政策和标准的制定需细化到整体系统设计、关键质量控制、安装建设规范、运行调试、验收、消防等全部环节。

3.3 国内市场竞争激烈,内卷压力空前

从企查查数据统计结果来看,截至2024年4月底,全国共有新型储能企业约17.4万家。2014—2020年,每年新增2000—7000家,2021年新注册的储能企业数量超过10000家,2022年和2023年新注册数量均超过30000家(见图5)。分析国内新型储能企业的数量快速攀升的原因之一,是由于储能市场需求大,而动力电池发展变缓,所以部分企业与资本纷纷涌入储能市场,导致原本产能较高的环节例如正负极材料、电芯、储能系统等出现过剩现象。

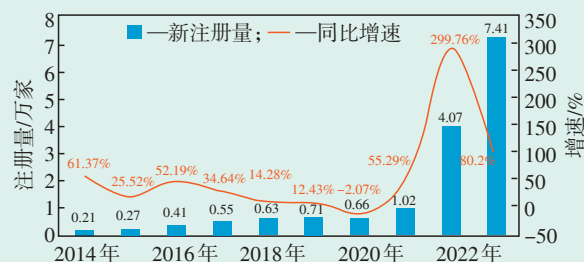


图5 近十年我国储能相关企业注册量与增速

Fig.5 Registration volume and growth rate of energy-storage related enterprises in China in the past decade

2023年我国电芯、储能系统和工程总承包中标价格持续下跌。以电芯为例来分析,2023年1月底电芯中标价格为0.9~1.0元/Wh,截至2023年12月底下跌40%~50%,中标价为0.4~0.5元/Wh。电芯价

格走势图见图6。分析电芯价格一路下滑的原因,一是由于产业链产能的全面过剩,供大于求,企业选择降价抢占市场份额,出现内卷局面;二是原材料价格下行,成本持续优化。2022年12月底,正极材料的碳酸锂价格为60万元/t,2023年12月底约为10万元/t,碳酸锂每吨价格下跌10万元,对应的电芯成本下降0.07~0.08元/Wh。行业竞争激烈,内卷压力层层传导。

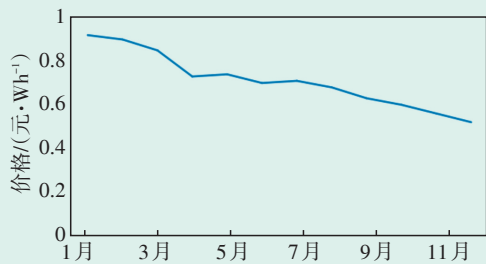


图6 2023年锂电池电芯价格走势图

Fig.6 Price trend of lithium battery cells in 2023

4 对策及建议

4.1 完善储能价格疏导机制,推动市场化进程加速

现阶段新型储能发展面临着商业模式单一、收益模式有限等问题,要积极研究并完善新型储能价格疏导机制,充分发挥现货峰谷价差大的优势,推动储能全面参与电力市场交易,支持新能源和配建储能作为一个主体联合参与现货交易。明确新型储能独立市场主体地位,允许独立储能自主选择参与电力现货、辅助服务等各类市场交易。加快推动新型储能由政策驱动转向市场驱动。在现货市场的基础上,为电网侧独立储能制定容量补偿机制,明确补偿标准、补偿力度。同时,给予独立储能电价优惠政策。

4.2 加大政策补贴力度,打造技术创新高地

从长效市场机制角度来看,建议制定合理的政策以鼓励企业在技术上精耕细作,加大创新投入,培养一批专精特新企业,将“揭榜挂帅”制度落实到位,提升我国储能产业综合实力。鼓励企业瞄准钠离子电池、压缩空气储能等前沿重点技术领域,开展重大性、突破性的关键材料及零部件的装备制造的研发,将财政补贴向核心技术倾斜。扩大锂电池生产规模,推进低成本、高性能的液流电池的应用,加速布局钠电池等领域研发,抢占产业发展新赛道。另外要在政策上加强监督管理,设立阶段目标,提高政策的实施力度,有效推进储能产业发

展。给予“可再生能源+储能”合理价格机制,解决当前可再生能源发展面临的经济性和利用率瓶颈问题。

4.3 统筹产业布局,引导产业链协调发展

聚焦新型储能建设发展,大力推动电源侧、电网侧、负荷侧新型储能项目建设,持续释放储能装备制造需求,推动国内新型储能装备制造业高质量发展。结合新型储能在不同应用场景下发挥的作用,电源侧重点发展“新能源+储能”模式,全面推动系统友好型新能源电站和多能互补式电站建设,鼓励通过自建、合建、租赁等方式建设电源侧独立储能电站;电网侧有序建设大容量独立储能电站,重点布局在调节支撑能力不足地区、用电负荷增长较快地区、电网末端和偏远地区;用户侧鼓励工业、通信、金融、互联网等重要用户配置新型储能,以提高供电可靠性,支持开展智慧能源、虚拟电厂等多种新型储能应用场景与商业模式。

针对我国储能产业链断点和短板,组织产学研对储能核心技术联合攻关,企业从技术、产品上更新迭代,围绕产业链部署创新链。鼓励重点地区建立储能技术产业园区。建立跨部门联动机制,进一步优化营商环境,开展精准招商,不断培育壮大储能装备产业。电力部门可致力于低碳转型以及以风光发电为主实现深度脱碳。非电力部门可逐步实现终端的电气化和清洁化。国家要不断引导各类储能科学配置和调度运用,支撑新型能源体系和新型电力系统建设^[13-14]。

4.4 拓展独立储能应用场景,推动技术创新示范

不同类型的新型储能在促进新能源消纳、提供容量支撑、保证系统稳定运行等方面发挥不同作用。分析新型储能功能定位,从而拓展独立储能在电网侧和电源侧的应用场景,支持新能源配建储能以集中建设或技术改造等方式转为独立储能,鼓励独立储能电站开展技术创新试点示范,加快核心技术成果转化,引导装备制造业可持续发展。政策驱动下,我国独立储能逐渐形成了“容量租赁、容量补偿、电能量交易、辅助服务”等多元化的盈利模式。各地盈利模式略有区别。目前,山东、山西、内蒙古、广东等地的盈利模式为“容量租赁+现货市场+多品种辅助服务”,形式多样化,收益灵活性相对较高;河南、宁夏盈利模式为“容量租赁+电能量交易/调峰辅助服务”,现货市场暂未开放,且两地容量租赁市场化程度较高,中标多个项目,调峰补偿可观,收益中水平等^[15-16]。

4.5 加强标准制定,支撑技术进步与产业发展

在提升产业质量安全管理水平方面,国家、地方和行业也相继发布多项标准,例如GB/T 36548—2024《电化学储能电站接入电网测试规程》^[17],代替了2018版,在电化学储能电站接入电网的功率控制、充放电时间、额定能量、额定能量效率、电能质量、一次调频、运行适应性、故障穿越、过载能力和紧急功率支撑等测试方法、测试条件和测试仪器设备要求等方面内容作出了更新。这些国标、行标、团标的发布规定了储能全产业链技术和检测标准,但在储能规划设计、技术依据、设备选型、并网验收、安全运维、消防等方面还有所欠缺。还需进一步完善储能电站的强制安全规范、施工安全规程、事故风险分级管控标准、应急能力建设评估标准等,促进技术创新与标准化协同发展。有了统一标准和指标,才能更加规范化,提高行业准入门槛,严把质量关。

4.6 储能产业链奋力加速转型

面临上游原材料价格回落,产能快速释放、技术迭代更替快等多重挑战,储能企业如何转型升级,如何使产品安全性更好、容量更大、效率更高、成本更低、更加绿色智能,这是未来很长一段时间需攻克的难题。储能电站是一种长期资产,客户在选择供应商时,除了价格,更注重企业的综合实力,如产品性能、技术成熟度、质量安全以及售后服务等。储能企业已进入一个比拼硬实力的时代。未来的储能电池将朝着大容量、安全性、易回收、数字化方向发展^[18]。在同等规模下,大容量储能器件可减少单体电池使用数量,降低热失控而起火的概率;安全性包括电池本体安全,避免电池热失控造成火灾或爆炸,还有其他核心器件安全,可从集装箱内部热管理、热失控隔离、电池单体筛选、消防策略等维度提升安全性;锂电池结构设计复杂,自动化回收生产线设计难度大,回收收益低,需研制易回收电池;产品生命周期数字化信息是调度的重要数据来源,也可为在线监测、状态诊断、产品升级做重要支撑及信息共享。此外国家及省市的储能产业链政策也在揭榜挂帅、专精特新、智能化生产线、绿色工厂等方面支持力度很大。储能企业要加强产品研究开发,围绕安全性和循环寿命开发核心技术,借鉴当前市场环境较成熟的国内用户侧储能和海外市场,锤炼产品和技术^[19-28]。储能企业在深耕国内市场的同时要扬帆出海,拓展国际市场,参与国际竞争与合作。

5 结语

我国新型储能正处于规模化发展初期阶段,但在长效机制、标准体系、技术成本等方面还有待进一步提升。具体包括以下方面:一是政策缺少长效机制,收益存在很大不确定性;二是储能技术成熟度有待提高,标准体系尚未形成,影响行业快速健康发展;三是行业竞争激烈,内卷压力层层传导。基于以上问题,我国储能产业发展仍需在价格疏导、政策补贴、产业布局、应用场景、标准制定、企业转型等方面发力,要重点关注我国储能技术优势,提升竞争力,完善相关市场交易机制与规则,调动储能企业的积极性。

通过强化创新引领推动储能产业集群高质量发展、明确产业发展定位、深入规划产业布局、充分发挥市场机制作用等方面全方位夯实高质量发展基础,推动行业蒸蒸日上。展望未来,只有新型储能技术不断进步,持续健康发展,才能促进新能源消纳,保障电网安全稳定运行,提升电力质量水平,更好地服务于我国的“双碳”战略目标。

参考文献:

- [1] 国务院.2024年政府工作报告[R].北京:国务院,2024.
- [2] 电力规划设计总院.中国新型储能发展报告2024[M].北京:人民日报出版社,2024.
- [3] 国家能源局.2023年我国新型储能发展情况[EB/OL].[2024-01-25].
https://www.nea.gov.cn/2024-01/25/c_1310761952.htm.
- [4] 夏晨阳,杨子健,周娟,等.基于新型电力系统的储能技术研究[J].内蒙古电力技术,2022,40(4):3-12.
XIA Chenyang, YANG Zijian, ZHOU Juan, et al. Research of Energy Storage Technology Based on New Power System[J]. Inner Mongolia Electric Power, 2022, 40(4): 3-12.
- [5] 陆昊.新型电力系统中储能配置优化及综合价值测度研究[D].北京:华北电力大学,2021.
- [6] 张秀钊,李林耘,杨玉琴,等.考虑需求响应与储能系统的联合调峰优化策略[J].内蒙古电力技术,2022,40(4):68-73.
ZHANG Xiuzhao, LI Linyun, YANG Yuqin, et al. Joint Peak Shaving Optimization Strategy Considering Demand Response and Energy Storage System[J]. Inner Mongolia Electric Power, 2022, 40(4): 68-73.
- [7] 广东省人民政府办公厅.关于印发广东省推动新型储能产业高质量发展指导意见的通知(粤府办〔2023〕4号)[EB/OL].[2022-03-15].
http://www.gd.gov.cn/xxts/content/post_4136759.html.
- [8] 中关村储能产业技术联盟.储能产业研究白皮书2023[J].电气时代,2023(5):31-34.
- [9] 电力规划设计总院.中国电力发展报告2021[M].北京:人民日报

- 出版社,2021.
- [10] 四川省经济和信息化厅,四川省科学技术厅,中共四川省委金融委员会办公室,等.《促进钒电池储能产业高质量发展的实施方案》(川经信材料[2024]64号)[EB/OL].[2024-04-30].http://mm.chinapower.com.cn/tybfd/gnxw/20240509/245229.html.
- [11] 刘昱君,段强领,黎可,等.多种灭火剂扑救大容量锂离子电池火灾的实验研究[J].储能科学与技术,2018,7(6):1105-1112.
LIU Yujun, DUAN Qiangling, LI Ke, et al. Experimental study on fire extinguishing of large-capacity lithiumion batteries by various fire extinguishing agents[J]. Energy Storage Science and Technology, 2018, 7(6): 1105-1112.
- [12] 刘宇,张玉魁,王荣,等.锂离子电池储能设备安全风险分析及管控措施[J].内蒙古电力技术,2024,42(3):1-7.
LIU Yu, ZHANG Yukui, WANG Rong, et al. Analysis and Control Measures for Safety Risks of Lithiumion Battery Energy Storage Equipments[J]. Inner Mongolia Electric Power, 2024, 42(3): 1-7.
- [13] 孙严冬,李杰,吉日格图,等.风-光-火-储多能互补基地电力外送及消纳方案研究[J].内蒙古电力技术,2023,41(5):62-68.
SUN Yandong, LI Jie, Jirigetu, et al. Research on Power Transmission and Consumption Scheme of Multi - Energy Complementary Base Containing Wind, Solar, Thermal and Power Storage[J]. Inner Mongolia Electric Power, 2023, 41(5): 62-68.
- [14] 窦东,王雁宇,李欣,等.蒙西地区储能技术经济性优化配置研究[J].中国电力,2022,55(8):52-63.
DOU Dong, WANG Yanyu, LI Xin, et al. Techno-economically Optimal Configuration of Energy Storage for Western Inner Mongolia[J]. Electric Power, 2022, 55(8): 52-63.
- [15] 朱能能,刘闯,夏克勤,等.考虑分时电价和分布式储能的主动配电网经济优化调度[J].内蒙古电力技术,2023,41(5):54-61.
ZHU Nengneng, LIU Chuang, XIA Keqin, et al. Economic Optimization Dispatching of Active Distribution Network Considering Time - of - Use Electricity Price and Distributed Energy Storage[J]. Inner Mongolia Electric Power, 2023, 41(5): 54-61.
- [16] 李敬如,万志伟,宋毅,等.国外新型储能政策研究及对中国储能发展的启示[J].中国电力,2022,55(11):1-9.
LI Jingru, WAN Zhiwei, SONG Yi, et al. Research on New Type Energy Storage Policies of Overseas Countries and Inspirations to Energy Storage Development in China[J]. Electric Power, 2022, 55(11): 1-9.
- [17] 全国电力储能标准化管理委员会.电化学储能电站接入电网测试规程:GB/T 36548—2024[S].北京:中国标准出版社,2024.
- [18] 中国能源研究会储能专业委员会.储能产业年度回顾及趋势展望暨2023年储能产业数据发布[R].北京:国能源研究会储能专业委员会,2023.
- [19] 刘亚芳.新型储能产业发展的必要性与前景[J].能源,2025(3):16-18.
- [20] 刘纯,李湃,张金平,等.储能在新电力系统电力电量平衡中的作用研究[J/OL].电网技术,1-18[2025-03-31].https://doi.org/10.13335/j.1000-3673.pst.2024.2070.
- [21] 敬旭业,王彤,彭丽,等.新型储能项目发展路径的研判与建议[J].科技视界,2025,15(5):37-39.
- [22] 李建林.新型储能技术发展现状及运营模式分析[J].电气应用,2025,44(1):11-13.
- [23] 唐天翱.“双碳”战略的新型电力系统储能方案研究[J].低碳世界,2025,15(1):94-96.
- [24] 许晓雄,邱志军,官亦标,等.全固态锂电池技术的研究现状与展望[J].储能科学与技术,2013,2(4):47-53.
XU Xiaoxiong, QIU Zhijun, GUAN Yibiao, et al. Research Status and Prospects of All Solid State Lithium Battery Technology[J]. Energy Storage Science and Technology, 2013, 2(4): 47-53.
- [25] 姜景陈,陈永翀,刘昊,等.储能电池全生命周期再生技术研究进展[J].电源技术,2023,47(3):88-95.
JIANG Jingdong, CHEN Yongchong, LIU Hao, et al. Research progress on full lifecycle regeneration technology of energy storage batteries[J]. Chinese Journal of Power Sources, 2023, 47(3): 88-95.
- [26] 曹建.基于新型电力系统的储能技术分析[J].现代工业经济和信
息化,2024,14(12):74-79.
CAO Jian. Analysis of Energy Storage Technology Based on New Power System[J]. Mordern Industrial Economy and Informationization, 2024, 14(12): 74-79.
- [27] 杨秀勇,田智宇,刘赫川.新时期高质量发展新型储能的思考与建议[J].科技中国,2024(12):112-116.
YANG Xiuyong, TIAN Zhiyu, LIU Hechuan. Thoughts and Suggestions on High Quality Development of New Energy Storage in the New Era[J]. Science and Technology in China, 2024(12): 112-116.
- [28] 李鲁阳,陈龙翔,陈磊,等.用于新能源一次调频的储能经济配置研究[J].中国电力,2024,57(7):54-65.
LI Luyang, CHEN Longxiang, CHEN Lei, et al. Research on Economic Configuration of Energy Storage for Assisting New Energy in Primary Frequency Regulation[J]. Electric Power, 2024, 57(7): 54-65.

编辑:张俊英

[收稿日期] 2024-04-01;[修改日期] 2025-05-18

[作者简介] 殷超(1986),女,内蒙古人,学士,工程师,从事电能计量、新型储能技术研究及电力科技情报等方面的工作。E-mail:741493212@qq.com

张文霞(1972),女,内蒙古人,学士,高级工程师,从事电能计量工作。E-mail:wei.zi7@163.com

张博华(1989),女,内蒙古人,助理工程师,从事科技期刊出版工作。E-mail:469567445@qq.com