上海现代服务业联合会
Shanghai Services Federation

荣续智库

储能行业ESG白皮书

EVERY TIME YOU TRY IS A LIMITED EDITION

摘要

在能源转型的关键时期，储能行业肩负着构建可持续未来的重任。在电能富足时储存起来，在需要使用时释放出来，储能技术对于提高电网灵活性、促进可再生能源消纳、保障电力供应安全具有重要意义。本白皮书将全面解读储能领域的发展，与读者一同探索储能行业的ESG之道，开启绿色、和谐、稳健的发展新篇。



PREFACE

前言

在当今全球能源体系深度变革的浪潮中，储能行业作为新兴且极具战略意义的领域，正日益成为各方瞩目的焦点。本白皮书将对储能行业进行系统性的探究。

储能行业在时代对能源高效利用与稳定供应的强烈呼唤下应运而生，其技术路线丰富多样，融合了机械、电化学、热、化学以及电磁等多学科领域的创新成果。从价值链角度审视，它贯穿能源产业链的上下游，深刻影响着能源的生成、传输、分配与消费的各个环节。在规模方面，全球储能市场的规模不断扩大，而中国储能市场也凭借自身的资源、技术与市场优势，在全球版图中崭露头角，成为不可忽视的力量。

全球储能行业发展态势汹涌，呈现出技术迭代迅速、应用场景广泛拓展、市场参与者日益多元等显著特征，市场扩张呈燎原之势。中国储能行业在国内政策引导与市场需求驱动下蓬勃发展，中国储能产品走向世界的同时，也面临着国际市场风云变幻带来的诸多挑战，如贸易保护主义、标准差异等。国内外政策环境整体利好，为储能行业的茁壮成长提供了肥沃的土壤。

本白皮书分别深入了机械储能、电化学储能、热储能、化学储能和电磁储能等领域。它们各有千秋，在不同的能源应用场景、地理环境与技术适配性要求下发挥着独特的作用，共同构建起储能行业丰富多元的技术生态体系。

ANALYST

研究员

邵欣怡	高级注册ESG分析师：24RZQLKC005099A
劉　恒	CFA ESG证书：106214183
刘　丹	高级注册ESG分析师：24RZQLKC601503A
刘笑尘	高级注册ESG分析师：24RZQLKC003152A
文　雯	高级注册ESG分析师：23RZQLKC001489A
越　宁	高级注册ESG分析师：24RZQLKC600611A
安　培	高级注册ESG分析师：24RZQLKC600697A
凌国耀	高级注册ESG分析师：24RZQLKC001830A
刘龙珠	高级注册ESG分析师：24RZQLKC600767A
刘欣彤	

CONTENTS

目录



第一章 储能行业概览

07 什么是储能行业

15 储能行业的价值链

19 储能行业的发展规模

22 储能行业的发展状况

37 国内外储能行业的政策

第二章 机械储能

53 机械储能技术

54 机械储能的ESG核心议题及企业实践

第三章 电化学储能

61 电化学储能技术

67 电化学储能的ESG核心议题及企业实践

第四章 热储能

75 热储能技术

76 熔融盐储能技术

83 热储能的ESG核心议题及企业案例

第五章 化学储能

89 化学储能技术

90 化学储能的ESG核心议题

第六章 电磁储能

93 电磁储能技术

95 电磁储能的ESG核心议题及企业案例

第一章　储能行业概览

随着全球能源转型的加速推进，储能技术作为实现碳中和目标的关键环节，正迎来前所未有的发展机遇。中国作为世界上最大的能源生产和消费国之一，储能行业的发展不仅关乎国家能源安全，更是实现绿色低碳转型的重要支撑。

第一节 什么是储能行业

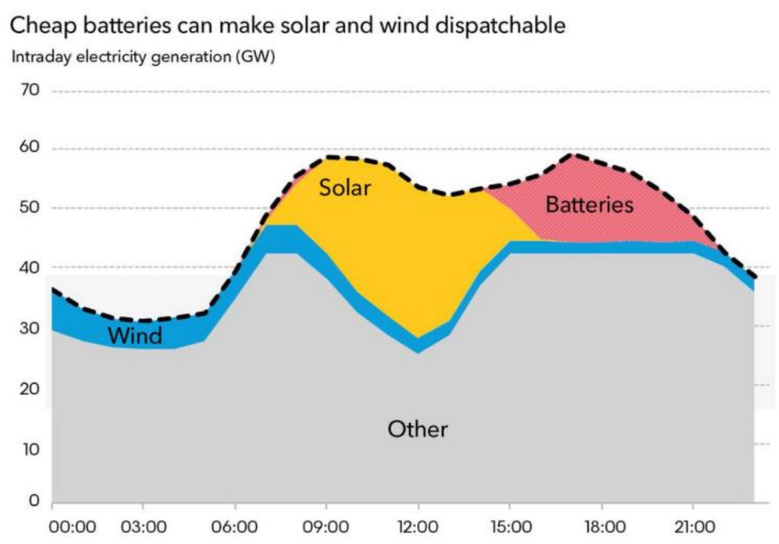
根据维基百科，储能或储能技术指的是，把能量储存起来并在需要时使用的技术，储能技术将较难储存的能源形式，转换成技术上较容易且成本低的形式储存起来。

根据国际储能网，储能可以针对风能及光伏发电的随机性、波动性和间接性进行调解，实现风、光、储多方面的出力互补，提高新能源发电的可预测性、可控制性、可调度性，使之达到或接近常规电源，解决新能源安全稳定运行和有效消纳问题。

根据能源杂志，电力系统对于平滑输出、调峰调频等电力辅助服务的需求明显增长，而储能作为新增的灵活性调节资源，将在高比例可再生能源的电力系统中发挥重要作用。

通俗来说，储能就是将电能转换为机械能、热能等不同形式的能量并存储起来，在需要用电能的时候，再重新转换成电能并释放出来。在能源转型背景下，储能技术对于提高电网灵活性、促进可再生能源消纳、保障电力供应安全具有重要意义。中国储能行业在政策、技术、市场等多方利好下，呈现出蓬勃发展的态势。

图 1：储能使太阳能和风能成为可调度的电力来源



来源：Bloomberg NEF

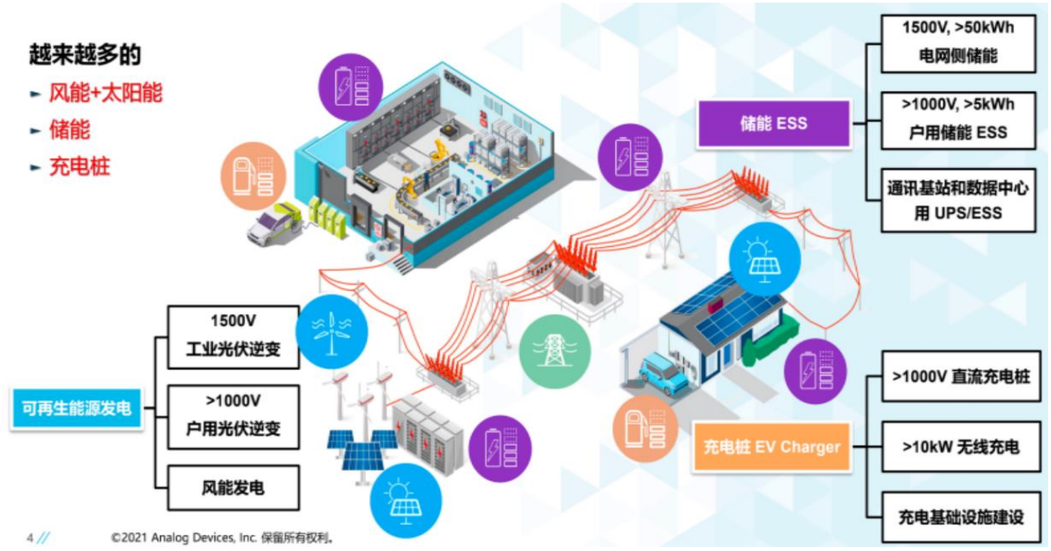
一、储能发展的时代背景

1. 新兴电力生态环境催生新储能。

在发电、输电、配电、用电的能源流中，传统的电力生态环境为火力发电、特高压输电+智能变电站+配电网自动化、智能低压电器+新一代智能电表。

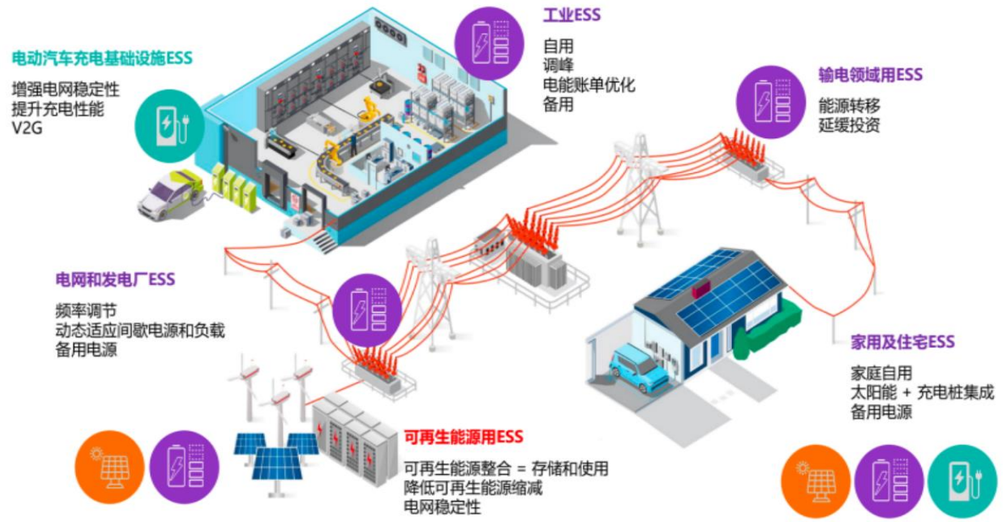
随着清洁能源的应用越来越广泛，对电力系统的要求越来越高，新兴电力生态环境出现风能+太阳能+水电的大力发展，针对大型电力发电使用集中式储能，用电侧出现更多分布式储能、充电桩，以上基础设施组成电力物联网。在电网和发电厂、输电、工业、家用、电动汽车充电基础设施等领域中，储能均扮演举足轻重的角色。

图 2：新兴电力生态环境格局



来源：ADI 官网

图 3：未来电网将出现越来越多的储能 ESS

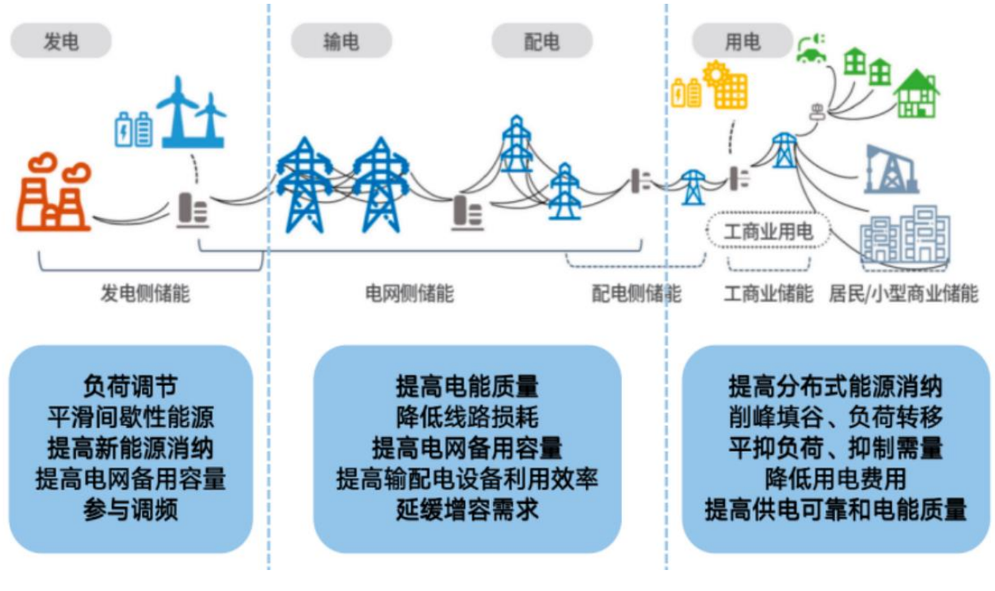


来源：ADI 官网

2. 储能应用场景广泛，包括发电侧、电网侧、用户侧和微电网储能等场景。

- 发电侧包括电力调峰、可再生能源并网等，储能系统帮助新能源电站进行消纳、调峰调频和平稳输出，减少能量损失，提高电站功率预测性准确度，增加经济效益；
- 电网侧主要用于高压变电站、新能源高渗透区等，可参与调频、调峰、电压稳定、黑启动等电力市场辅助服务，获得相应的收益；
- 用户侧主要适用于大型厂区、工商业园区等储能项目，帮助用户调节各分布式电源和充电桩等灵活充放电,平滑负荷曲线，减少对大电网调峰和容量备用需求；
- 微电网则主要利用分布式能源、储能装置和可控负荷共同组成的低压网络，在微电网应用项目、无电区离网储能等项目上发挥作用。

图 4：储能的应用场景



来源：国际储能网、能源杂志

二、储能行业的技术路线

随着全球能源转型的加速推进，储能行业正迅速成为能源系统中不可或缺的一部分。无论是电力系统的灵活性、可再生能源的整合，还是电动汽车的普及，储能技术都在全球能源市场中扮演着越来越重要的角色。

1. 五类主要的储能技术

储能的技术路线多元，按照能量储存介质的不同，可分为机械储能、电化学储能、化学储能、电磁储能、热储能五类。

- 机械储能包括抽水蓄能、压缩空气储能、飞轮储能、重力储能等；
- 电化学储能主要包括锂电池、钠电池、铅碳电池、液流电池、钠硫电池等；
- 化学储能包括氢储能、合成氨储能等；
- 电磁储能包括超级电容器储能、超导储能等；
- 热储能包括储热、储冷等。

图 5：储能技术路线分类



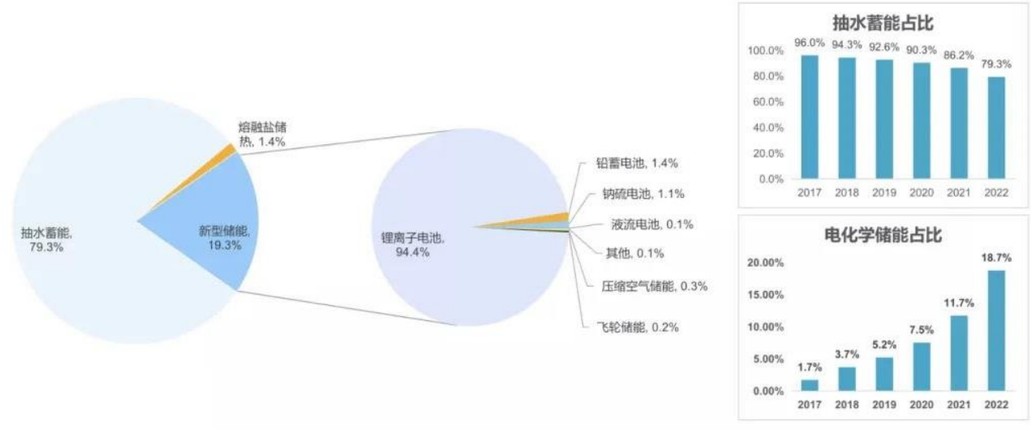
以上各种储能方式，可以传统储能技术和新型储能技术来分类。传统储能技术主要指抽水蓄能；抽水蓄能以外的储能方式都是新型储能，主要包括电化学储能（如锂离子电池）、压缩空气储能、飞轮储能、超导储能、热储能[1]等技术。

按照累计装机容量来看，目前主流的储能技术为抽水储能和锂离子电池储能，两者加起来占国内整体装机量的 98%。

- **抽水蓄能规模最大、技术成熟：**根据中关村储能产业技术联盟数据，全球抽水蓄能装机量的占比最高，2022 年的占比约 79.3%。由于其他形式占比逐年提升，抽水蓄能的占比整体呈下降趋势。
- **锂离子电池储能应用范围最广泛、发展潜力较大：**随着电化学储能技术不断完善升级，电化学储能装机占比持续提升，2022 年的占比达到 18.7%。其中锂离子电池占据绝对主导地位，占新型储能的 94%。

[1] CNESA 数据统计中，新型储能不包括熔融盐储能（惹储能范畴）。由于熔融盐储能在整个储能行业的占比不足 2%，本白皮将熔融盐储能归类于新型储能。

图 6：全球电力储能市场累计装机规模占比（2000-2022 年）



来源：中关村储能产业技术联盟

2. 各技术路线的应用场景

从集成示范及应用规模来看，将各技术路线分为研发小试、示范应用、商业推广、商业应用、大规模应用等阶段。

图 7：储能技术路线应用阶段

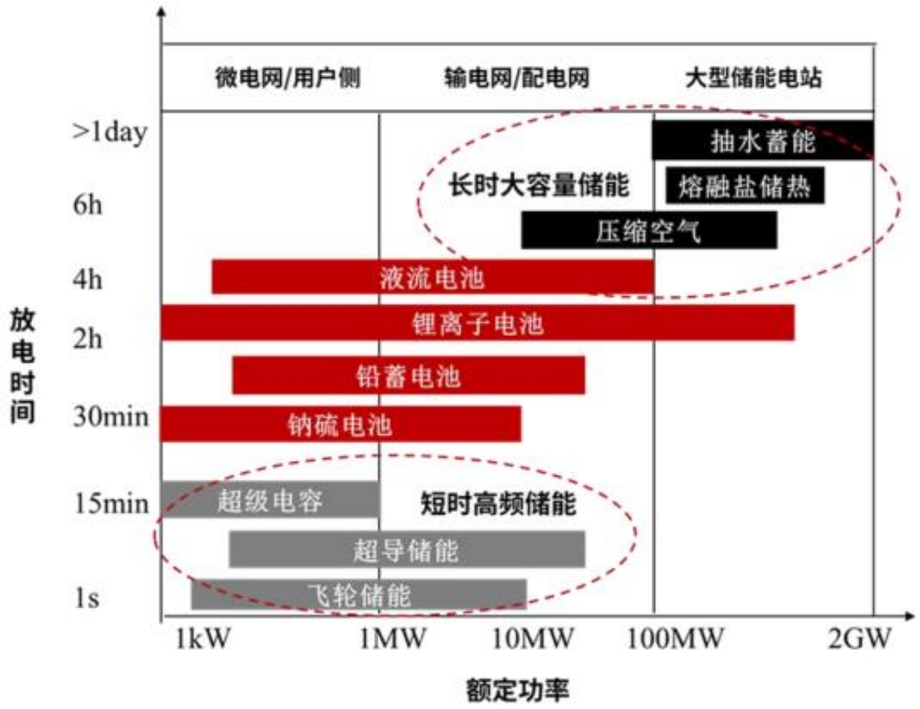


来源：高工产研锂电研究院 GGII

- 抽水蓄能和锂电池已经处于大规模应用阶段；
- 铅蓄电池、液流电池、钠硫电池、压缩空气等储能方式处于商业应用阶段；
- 热储能和氢储能处于商业推广阶段；
- 电磁储能、飞轮储能尚处于研究和示范阶段，距离大规模应用仍有一定距离。

从应用端电源侧储能、电网侧储能、用户侧储能三者的应用场景来看，各有着重点。

图 8：储能技术路线应用场景



来源：高工产研锂电研究院 GGII

- 抽水蓄能、熔融盐热储能、压缩空气储能适用于长时大容量储能；
- 飞轮储能、超导储能适用于短时高频储能；
- 其他储能方式的适用范围则适中。

从各储能方式的性能比较上看：

- **能量密度**：锂离子电池与钠离子电池具有较大优势，分别为 90-330kWh/kg 与 130-150 kWh/kg，即单位质量的电池可存储能量更高。
- **使用寿命**：抽水蓄能、压缩空气储能、超级电容、超导储能、热熔融盐等相较于其他储能方式处于领先地位。寿命可达 30 年以上，更长的使用寿命和循环次数有效降低其使用寿命内单次循环成本。
- **初始投资和度电成本**：锂离子电池和钠离子电池的初始投资成本以及单位能量成本具有较高优势。全钒液流电池的初始投资和度电成本均处于中等水平，抽水蓄能、压缩空气储能等机械储能度电成本较有优势，但前期的初始投资较高，需运行较长时间方可回收成本，超级电容储能目前单位能量成本依然较高，难以达到大规模应用的水平。

锂离子电池综合性能优越，具有储能密度高、充放电效率高、响应速度快等优点，是目前发展最快的新型储能技术，也是电化学储能主流路线。

目前，锂离子电池已经能够进行大规模商业化应用，其成本受上游锂钴镍等原材料价格波动影响，然而未来随着上游原材料的进程化，规模化应用，以及锂离子电池储能效能提升，预计其成本有望回归到可接受范围。

第二节 储能行业的价值链

就储能行业的价值链而言，主要分为三个主要部分：上游的原材料及生产装备，中游是储能系统集成，下游的储能场景应用及后市场服务。

图 9：储能产业链框架



来源：中国储能网

1. 上游：原材料及生产装备

- **电池材料**：包括正极材料、负极材料、电解液、隔膜和其他结构件。这些是储能电池的基本组成部分，对电池的性能有重要影响。
- **储能电池制造装备**：有涂布机、辊压机、卷绕机等。这些设备用于生产储能电池，确保电池的生产质量和效率。
- **其他电池制造装备**：包括电池管理系统（BMS）、能量管理系统（EMS）等的生产设备。这些系统用于管理和控制电池的运行，确保电池的安全和稳定。
- **其他储能生产设备**：例如抽水蓄能等其他储能技术装备，用于生产不同类型的储能设备。

2. 中游：系统集成与应用解决方案提供商

- **储能技术**：例如电化学储能（锂离子电池、铅酸电池、液流电池等）、机械储能（抽水蓄能、压缩空气储能、飞轮储能、重力储能等）。这些技术用于存储电能，各有其优缺点和适用场景。
- **储能电池系统**：包括储能电池、电池管理系统（BMS）、能量管理系统（EMS）和储能系统集成（ESS）等。这些系统确保储能电池的高效运行和管理。
- **储能运维**：包括储能 EPC（工程总承包）、储能电站运维（运营维护服务）、储能系统数字化管理和储能服务。这些运维服务保障储能系统的长期稳定运行。

3. 下游：储能场景应用及后市场服务

- **电源侧储能**：包括风电储能、光电储能、传统电站储能、氢储能等。这些储能应用主要用于电力供应端，帮助稳定电力输出。
- **电网侧储能**：包括变电站储能、调频储能等。这些储能应用主要用于电网的调节和稳定。
- **用户侧储能**：包括家庭储能、工商业储能、数据中心/基站储能等。这些储能应用主要用于用户端，帮助用户节省用电成本和提高用电可靠性。
- **储能后市场服务**：包括充电站/充电桩、换电站/换电柜、储能电池检测、储能电池回收利用等。这些服务保障储能设备的后期使用和环保处理。

就储能价值链各环节的参与者而言，已经形成了一定的格局。

1. 上游：原材料及生产装备

- 电池材料：包含容百科技、ZEC、德方纳米、贵州安达、贝特瑞等企业。这些企业主要涉及正极材料、负极材料、电解液、隔膜等电池关键材料的生产。
- 电池制造装备：有华冠科技、MANST、德瑞精密等企业。这些企业专注于电池制造过程中的设备供应，如涂布机、辊压机等。
- 其他储能装备：包括上海电气、浙富控股、东方电气等企业。这些企业提供储能系统集成、其他储能装备。

图 7：储能价值链的主要玩家



来源：中国储能网

2. 中游：系统集成与应用解决方案提供商

国内储能系统集成竞争格局相对分散，参与者较多，竞争也较为激烈。

- 抽水蓄能、飞轮储能、压缩空气储能、重力储能、热储能、氢储能等各储能领域技术开发与应用的供应商。
- 储能电池的制造商，有宁德时代、比亚迪等，在全球储能电池市场中占据领先地位。

  储能电池环节，技术积累已形成壁垒，竞争格局趋于稳定，头部企业的密集扩产导致的产能释放，使行业竞争加剧、产品价格下降。
- 储能变流器与电池管理系统的制造商，有阳光电源、南都电源、科华数据等，为储能系统提供高效、智能的电力转换和管理解决方案。
- 在应用解决方案方面，派能科技、鹏辉能源等企业凭借其在储能电池和系统集成方面的优势，为工商业用户提供高效、可靠的储能解决方案；国家电网、南方电网等能源企业积极投资建设电网侧储能项目，提高电网的灵活性和安全性；一些独立的储能项目运营商也通过参与电力市场，为电网提供调峰调频等辅助服务。

3. 下游：储能场景应用及后市场服务

- 电源侧储能：如 Sermatec、海博思创、南网科技、电科院等企业。这些企业将储能技术应用于电网调峰、调频等场景，提高电力系统的灵活性和稳定性。
- 工商业储能：随着电价峰谷价差的拉大，越来越多的企业开始投资储能系统，以降低用电成本。这一领域涌现出众多 EPC（工程总承包）企业和运维服务商
- 用户/家庭/便携式储能：如 PowerOak、正浩等企业。这些企业专注于用户端、家庭和便携式储能产品，为家庭提供应急电源，通过智能管理实现能源的最大化利用等。
- 充（换）电站/桩：如速来电、特来电等企业。这些企业涉及充电站、换电站等后市场服务。
- 电池回收利用：如杰成新能源、瑞隆科技等。这些企业提供电池回收等后市场服务。

在储能产业竞争越来越激烈的当下，存在部分企业能够提供覆盖全产业链的产品和服务。中国储能产业链上的领先企业包括宁德时代、比亚迪、亿纬锂能、中电科蓝天、华为、派能科技、科华数能、欣旺达、智光储能、南都电源、南瑞继保、平高储能、新风光、中车株洲所、海辰储能、天合储能等，这些企业在全球储能市场具有显著的竞争优势，并且正在将先发优势转化为技术优势、产业优势及合作优势，不仅在电池制造方面有显著的市场份额，而且在储能系统的集成、解决方案提供、以及相关服务方面也表现突出。

例如，宁德时代和比亚迪不仅在电池制造方面领先，还在储能解决方案和相关服务方面有广泛的业务覆盖。此外，一些诸如奇点能源的企业在用户侧储能市场也表现突出，提供包括分布式能量块储能系统解决方案在内的全产业链服务。

以上企业通过提供从电池材料、电池制造、系统集成、到最终的用户侧应用的全方位服务，实现储能产业链的全面覆盖，以获得产业链协同优势、成本优势、议价权优势。

第三节　储能行业的发展规模

一、全球储能市场的规模

根据中关村储能产业技术联盟（CNESA）全球储能数据库的不完全统计，截至 2023 年底，全球已投运电力储能项目累计装机规模 289GW，新型储能累计装机规模达 91GW。

2023 年，全球储能市场继续高速发展，新增储能项目装机规模达到 52GW，其中新型储能新增投运规模达到 46GW，锂离子电池储能占据了新型储能新增量的 90%以上。中国、欧洲和美国继续引领全球储能市场发展，三者新增装机规模合计占全球市场的 88%，中国占比接近 50%。

从全球储能产业整体市场空间看，受新能源装机高速增长、电力交易模式发展、原材料成本下降、顶层政策引领等多种因素影响，全球新型储能市场规模快速发展。根据 TrendForce 预计，2024 年全球新型储能的新增装机有望达 71GW/167GWh ，同比增长约 40%。

从各国情况来看，中国、美国和欧洲的主要国家依然占据着主导地位，同时，以色列、英国和南非的增长速度也值得关注。

从增速上看：

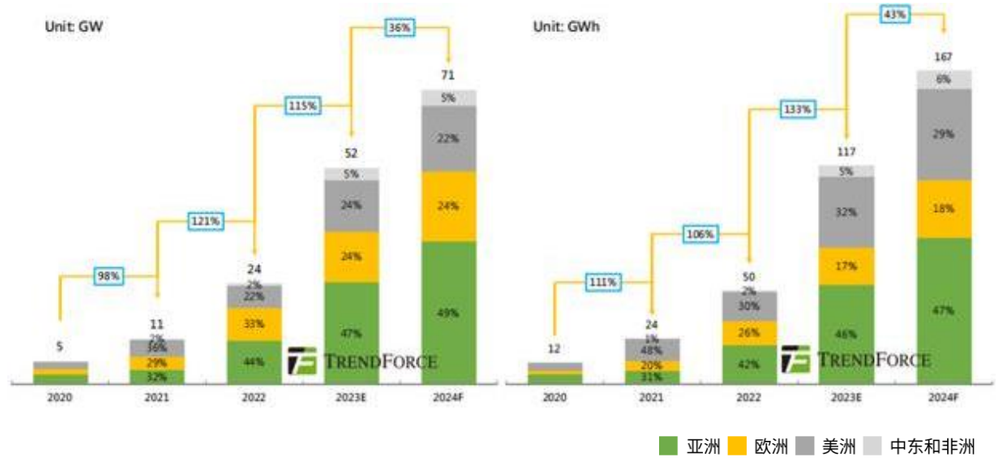
- 亚洲和欧洲的储能市场保持了较为强劲的增长势头；
- 美洲的增长有所减缓；
- 中东和非洲地区，储能市场的扩张速度最为迅猛。

表 1：2024 年全球新增新型储能装机预测

	亚洲	美洲	欧洲	中东非
输出功率(GW)	34.3 GW	15.6 GW	16.8 GW	3.8 GW
同比增速	40%	27%	38%	36%
存储容量(GWh)	78.2 GWh	48.9 GWh	30.5 GWh	9.6 GWh
同比增速	47%	30%	53%	62%

来源：TrendForce

图 8：2024 年全球新增新型储能装机预测（单位：GW/GWh）



来源： Trendforce

亚洲的主要经济体已经设定了明确的装机目标，并实施了一系列的政策来引导和加速装机进程。考虑到这些国家普遍面临的风能和太阳能消纳挑战，预计 2024 年，亚洲的储能装机需求将继续快速增长。

转观美国，储能市场的激励措施主要集中在税收减免和上网电价补贴上。与拉美地区相比，北美在储能项目的发展上显示出更强的紧迫感和经济吸引力。然而，拉美地区由于土地资源有限和监管框架不完善，其储能市场的成熟尚需时日。尽管如此，美国的储能需求在美洲地区仍然占据着核心位置。

在欧洲，新能源转型的规划处于全球领先地位。德国、英国和意大利在欧洲的储能装机需求中占据着主导地位。

目前，许多欧洲国家的储能补贴政策或已经达到了预算上限，或正在逐步减少补贴力度。随着户储增长的放缓，那些以户储储能为主的国家，其市场份额预计将有所下降。

由于大型储能的需求主要受到政府招标和市场项目推动，增长势头依然强劲。英国等以大型储能为主的国家，其装机比例则有望上升。

在中东和非洲，南非和以色列这两个主要市场已经发布了清晰的储能装机计划，并且得到了一定的政策支持。在这两个国家的强劲需求推动下，中东和非洲的储能市场预计将实现快速增长。目前，该地区的储能需求主要集中在政府的招标项目上，随着光伏装机量的增加，消纳问题日益明显。在政策和市场的双重推动下，预计未来分布式和大规模储能的需求将共同增长，呈现出强劲的增长势头。

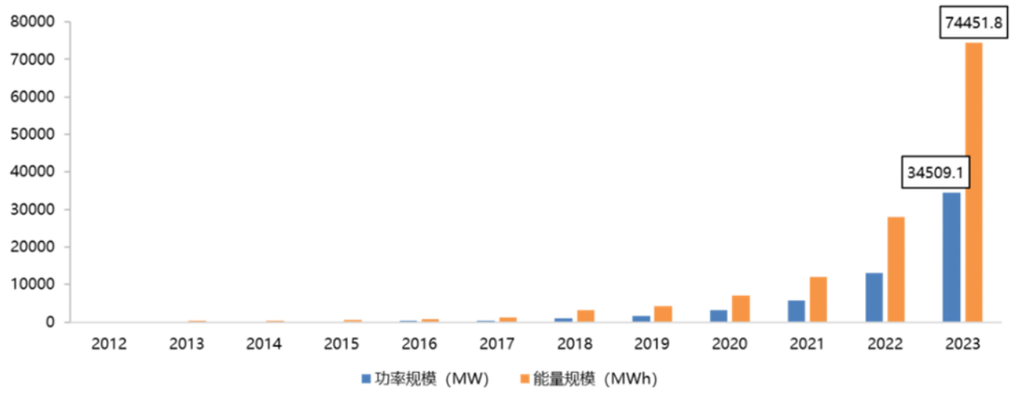
二、中国储能市场的规模

中国已成为全球最大的储能应用市场。

根据 CNESA 的数据，截至 2023 年底，中国已投运的电力储能项目，累计装机规模 86.5GW，占全球市场总规模的 30%。其中，新型储能累计装机规模达到 34.5GW/74.5GWh[2]。

2023 年，中国新增储能项目装机规模达 26.6GW，其中，新增新型储能装机规模 21.5GW/46.6GWh。新型储能装机规模的同比增速超过 150%，且首次超过抽水蓄能新增投运约 4 倍。新型储能方面，共有 100 余个百兆瓦级的项目投入运营，该规模量级的项目数量同比增长 370%。

图 9：中国储能行业的累计装机规模



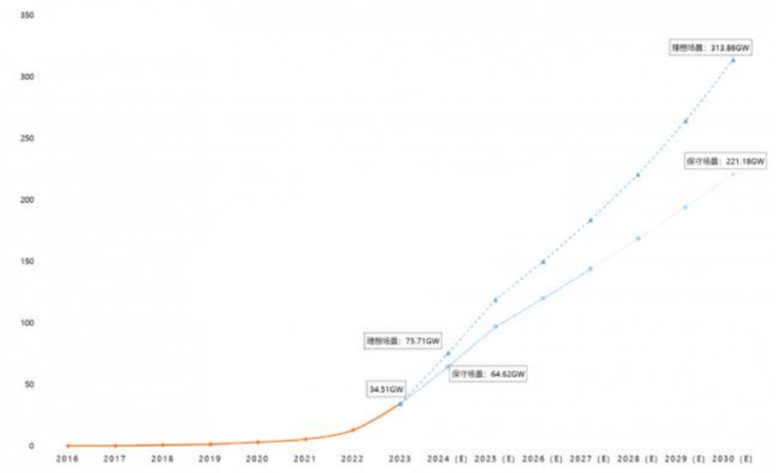
来源：CNESA

根据 CNESA 的预测：

- 保守场景下，预计 2028 年中国新型储能累计装机规模将达到 169GW，2030 年将达到 221GW（对应行业总产值超过 3 万亿元），2024-2030 年年均新增储能装机规模为 26.6GW；
- 理想场景下，预计 2028 年新型储能累计装机规模将达到 221GW，2030 年将达到 314GW，2024-2030 年年均新增储能装机规模为 39.9GW。

[2] 分别是功率（GW，吉瓦）和能量（GWh，吉瓦时）单位。

图 10：中国新型储能累计投运装机规模预测（单位：GW）



来源：CNESA

第四节　储能行业的发展状况

随着全球能源转型的不断推进，储能行业已成为实现可持续发展目标的关键环节。储能技术不仅能够平衡供需关系，还能提升能源系统的稳定性和效率，因此在全球范围内得到了广泛关注和迅速发展。近年来，随着新能源的普及和电力系统现代化的推进，储能行业的发展规模显著扩大，各种新型储能技术不断涌现，推动了市场的蓬勃发展。

在这一全球大趋势中，中国凭借其庞大的市场规模、强大的制造能力和积极的政策支持，迅速崛起为全球储能行业的重要参与者。中国不仅在储能技术的研发和应用方面取得了显著成就，还通过积极的国际化战略扩展了其在全球市场的影响力。尤其是在出口方面，中国的储能产品已成为全球市场的重要组成部分，为全球能源转型做出了重要贡献。

一、　全球储能行业的发展

全球储能技术的应用场景涵盖家庭、商业和工业以及电网辅助服务，不仅通过锂电池实现短时储能，还借助液流电池、压缩空气储能等技术来应对长时储能的需求。这些多样化的储能技术为不同地区的能源稳定和可持续性提供了坚实的支持，推动了全球能源系统的现代化和智能化发展。

1. 家庭储能

在全球多个地区，尤其是北美、欧洲和澳大利亚，家庭储能市场正在快速扩展。2024 年，随着太阳能发电的普及，家庭储能系统的安装量继续增长。例如，美国加州和德州的家庭用户大量安装了太阳能板并配备储能设备，如特斯拉 Powerwall，以实现能源自给并应对电价波动。这种储能模式不仅局限于锂电池，一些家庭用户还采用了小型液流电池和新型化学储能技术，特别是在需要长时储能的偏远地区。

澳大利亚也在家庭储能市场中表现突出，得益于频繁的电力中断和可再生能源发电的普及，家庭储能系统为居民提供了更加稳定和可靠的电力供应。根据 IEA 的数据显示，澳大利亚 2024 年新增家庭储能系统的比例预计将大幅上升，许多用户结合太阳能和储能技术，实现更大程度的电力自给。

2. 商业和工业储能

商业和工业储能系统（C&I ESS）在全球的应用增长显著，企业和工厂通过储能系统优化能源管理，特别是在电费高峰时段降低成本。许多工业设施和商业中心开始采用多种储能技术，而不仅限于锂电池。例如，液流电池系统在许多工业场景中应用，用于满足长时储能需求，尤其是在需要更长的放电时间来平衡能源供应时。

同时，许多公司也在探索其他长时储能技术，如压缩空气储能和抽水蓄能。这些技术在大规模工业项目中展现了更高的稳定性，特别是在负载平衡和备用电力的提供方面。

3. 电网辅助服务

储能系统在电网辅助服务中的应用日益广泛，尤其是在频率调节、能量转移和稳定电网等方面。电网级储能不仅依赖锂电池，压缩空气储能和抽水蓄能系统同样在提升电网稳定性上发挥着关键作用，尤其是在大型风电和太阳能项目整合过程中，这些技术能够提供长时储能，帮助电网应对波动性。

在欧洲和亚太地区，储能系统还广泛用于支持可再生能源项目，特别是高比例并网的情况下，通过储能系统调节电网频率，确保能源供应的平稳运行。例如，德国和日本的多个储能项目正逐步采用液流电池和其他新型储能技术，以应对日益增长的可再生能源波动性。

二、 全球储能行业的发展特点

- **基础研究深厚**：一些发达国家在储能技术的基础研究方面投入较大，成果丰富。
  例如，美国、德国等在材料科学、物理化学等基础学科领域的研究实力强劲，在新型储能材料研发、储能原理探索等方面处于领先地位，不断推出突破性的新技术。

- **前沿技术布局领先**：国际上，长时储能等前沿技术领域布局较早，战略规划清晰。
  如，美国在 2021 年提出目标：10 年内将电网规模 10 小时以上的长时储能成本降低 90%，这促使其美国企业和科研机构在长时储能技术研发上投入大量资源，取得了较多领先成果，像一些新型的液流电池技术、先进的压缩空气储能技术等在性能和成本控制上具有优势。

- **高端设备制造优势**：国际上，高端储能设备制造方面技术成熟，生产工艺先进。
  例如，日本在电池生产设备、智能控制系统等方面具有高精度、高效率的制造技术，能够生产出性能卓越的储能设备，其生产的储能变流器、电池管理系统等在全球市场占据重要份额，为储能技术的应用提供了可靠的硬件支持。

- **知识产权保护与创新生态完善**：国际上，知识产权保护体系健全，对技术创新的激励作用明显。同时，创新生态系统成熟，企业、高校、科研机构之间的合作紧密，科技成果转化渠道畅通，能够快速将实验室的技术成果转化为实际生产力，推动储能产业技术不断升级。
  例如，美国的斯坦福大学、麻省理工学院等高校与企业合作紧密，许多储能领域的前沿技术能够快速实现产业化。



三、 全球储能市场的快速扩张

全球储能市场的快速扩张，主要归因于以下几个关键因素。

◆ 成本持续下降

锂离子电池成本的持续下降：根据 BloombergNEF 的数据显示，锂电池的单位成本从 2010 年的 1100 美元/KWh 下降至 2023 年的 150 美元/KWh，主要得益于规模化生产和技术创新。这一成本下降在中国市场尤为显著，带动了电动汽车和固定储能领域的快速增长。

压缩空气储能的经济性：据 IRENA 数据，压缩空气储能的单位成本约为锂离子电池的 70%-80%，建造费用低于电池储能，这得益于可再利用现有的基础设施，如地下盐穴来储存压缩空气。此外，CAES 的核心设备（如压缩机和膨胀机）寿命长，分摊的成本进一步降低了总成本。过去五年间，随着材料和机械工程的进步，CAES 系统的总安装成本已下降约 15%，在美国和欧洲的一些长时储能项目中逐渐取代了部分电池储能应用。

液态空气储能的经济性：液态空气储能依赖空气冷凝液化来储存电力，LAES 的单位成本也在显著下降。相比传统的储能方式，LAES 能利用现有的低温储存设施（如天然气储罐），大大降低基础设施投资。据 Highview Power 报告，2023 年 LAES 的单位成本降至约锂电池的 60%-80%，相对稳定且适合温差大的环境，使其成为可再生能源整合中的成本有效选择。过去五年间，冷能循环和回收效率的提升推动 LAES 系统的总体成本下降约 20%，尤其在规模化部署的大型项目中展现出显著的成本优势。

飞轮储能的技术进步：由于飞轮储能系统对材料的需求较高，过去成本较为昂贵。然而，Beacon Power 和其他技术公司近年来通过材料改进（如碳纤维飞轮）以及制造工艺的优化，逐步降低了设备成本。飞轮系统中的无摩擦轴承和高转速的电动机设计降低了系统的机械损耗，也是飞轮储能单位成本下降的原因之一。根据 Navigant Research 的分析，飞轮储能的单位成本在过去五年间下降了约 25%，在电网频率调节和工业负载平衡中的应用成本已明显降低，使其更具经济性。

◆ 技术进步

储能技术的进步不仅限于锂离子电池的优化，还包括其他新型储能技术的崛起。通过技术整合，储能市场的多样化应用场景得到了更大的拓展。

混合储能系统（HESS）：通过结合多种储能技术（如电池和超级电容器）来优化能源管理，既能满足短时高功率需求，又能提供长时电力支持，提升了整体系统性能。这种混合模式弥补了单一储能技术的不足。比如，超级电容器可以快速响应电力波动，适用于短时间、高功率应用；而锂离子电池则擅长提供稳定、持续的电力支持。两者结合后，HESS 可满足频繁的高功率需求，并支持长时间的电能储存，实现高效的能源利用。

HESS 在可再生能源系统中应用尤为显著。对于间歇性能源（如太阳能和风能）而言，混合储能能够有效应对波动性，超级电容器承担瞬时高功率输出，而电池在能量需求较高时提供持续电力，这种层次化的方案不仅提高了电网的可靠性，还延长了电池的使用寿命。随着控制系统和能源管理策略的进步，HESS 系统能够根据实时需求动态分配能量，提升经济性和系统性能。在实际应用中，HESS 广泛应用于智能电网、电动汽车和工业设施中，为复杂的负载特性提供定制化的能源解决方案。例如，在电动巴士中，HESS 系统的电池-超级电容器组合既可以满足高功率加速需求，又能保障长续航里程，实现了效率和性能的双赢。

◆ 政策支持

全球各国对储能技术的政策支持为行业的迅猛发展提供了基础，但不同地区的政策侧重点有所不同。

美国：美国通过《通胀削减法案》（IRA）为储能技术提供了强有力的财政激励。该法案包括对独立储能系统的税收抵免，鼓励储能与新能源的深度结合，尤其是在电网现代化和电动汽车领域；并鼓励电力公司进行储能系统采购。

此外，美国政府还推出了总计 94 亿美元 的清洁能源技术示范项目基金，旨在加快新技术的商业化，并为实现到 2050 年净零排放的目标提供支持。这些资金不仅用于国内，还在全球范围内支持清洁能源项目。

欧洲：欧洲各国在推动储能技术方面采取了多种激励措施。例如，德国和西班牙等国通过补贴政策加速住宅和商业储能系统的部署，特别是在与可再生能源结合的项目中。欧盟在清洁能源投资方面表现突出，2023 年欧盟的可再生能源投资达到了 1100 亿美元。此外，欧洲加大对长时储能技术的投资，以确保电网的稳定性和可靠性。

亚太地区：中国一直是全球储能市场的主要驱动力之一，通过国家级政策推动储能系统的规模化部署，特别是在电化学储能和抽水蓄能领域。日本也在通过一系列补贴和技术研发支持长时储能系统的发展，特别是在氢能和压缩空气储能领域。该地区的政策重点在于应对能源需求增长和可再生能源的整合。

4. 北美、欧洲、亚太地区的储能发展比较

全球储能市场的发展速度在各区域间存在显著差异，各区域根据其自身的能源需求和政策支持选择了不同的发展路径。

表 2：全球储能市场的发展差异

区域	特点	主要技术	主要应用场景	驱动力	龙头国家	启动年份
北美	政策支持强，技术创新，重点在电网和电动汽车储能	锂离子电池、流体电池	电网稳定、可再生能源整合、电动汽车充电网络	联邦激励政策（IRA）、电动汽车增长、可再生能源扩展	美国 加拿大	2018
欧洲	政府推动的可再生能源整合，住宅和商业领域广泛应用	抽水蓄能、锂离子电池、压缩空气储能	电网平衡、可再生能源整合、住宅和商业储能	欧盟绿色新政、国家能源政策、应对能源危机	德国 英国	2019
亚太地区	快速扩展，受大型公用事业项目和工业应用驱动	抽水蓄能、锂离子电池、钠离子电池	大规模储能、可再生能源整合、工业应用	政府政策支持、可再生能源需求、大型基础设施项目	中国 日本 印度	2020

北美的储能市场，尤其是在美国，受到政策推动的强大支持。除了电网调节和电动汽车充电，北美市场还重视分布式储能系统，社区微电网和家庭储能系统尤其在加州等地得到广泛应用。

除了美国，加拿大在储能市场中也表现出色，尤其是在可再生能源集成和远程电力供应方面。由于地广人稀，许多偏远地区需要通过储能系统来解决供电稳定性问题。加拿大政府在推进偏远地区储能项目和与可再生能源相结合的储能技术上投入了大量资源。与此同时，加拿大还在推动储能技术与其不断扩展的风能和太阳能项目的整合，这些都为北美储能市场的总体增长贡献了重要力量。

欧洲储能市场的发展主要受公用事业级项目的推动，尤其是在可再生能源整合和电网调峰方面。德国和英国处于领先地位，尤其是德国通过"能源转型"政策推动住宅储能和工业储能项目的发展。此外，欧盟在应对能源危机的背景下，加大了对长时储能技术的投资，进一步促进了储能技术的发展。

英国储能市场在住宅储能和电动汽车充电基础设施方面取得了显著进展。政府通过激励政策，推动了储能系统的普及，尤其是在家庭能源存储和太阳能光伏系统整合方面。

与北美市场相比，欧洲更加注重公用事业和工业应用场景中的储能。

亚太地区的储能市场，中国占据主导地位，通过政策推动储能技术的广泛应用，特别是在电化学储能和抽水蓄能领域。日本在氢能储能技术方面具有优势，而韩国则在电动汽车电池技术方面领先，印度则侧重在可再生能源整合和工业应用领域。

相比北美和欧洲，亚太地区更注重大型工业项目和公用事业级储能项目的发展。

5. 全球储能行业的龙头企业

(1) 抽水蓄能

Voith Hydro： Voith Hydro 的抽水蓄能系统为全球许多国家的大规模电力项目提供了稳定的储能支持。其项目遍布全球，包括欧洲、美国、南美等地区的抽水蓄能站。

GE Renewable Energy： 通用电气（GE）的抽水蓄能技术在全球范围内被广泛应用，尤其是在帮助电网管理可再生能源波动方面发挥了关键作用。该公司已经在全球多个国家，包括中国、巴西和印度，成功部署了抽水蓄能项目。

(2) 锂电储能

特斯拉（Tesla, Inc.）： 特斯拉是全球锂电储能领域的领导者之一。其 Powerwall 和 Megapack 系列储能系统被广泛应用于家庭、商业和公用事业项目中。特斯拉的储能产品尤其适用于与太阳能系统整合，以提高可再生能源的稳定性和电网的可靠性。Megapack 3 是公用事业级电池储能产品，已经广泛应用于全球多个储能项目中，如美国加州的 Moss Landing 储能项目。

LG 新能源（LG Energy Solution）： 韩国 LG 新能源是全球最大的锂电池制造商之一，主要为电动汽车和储能系统提供高性能的锂离子电池。其储能产品广泛应用于电网调峰调频、可再生能源整合以及家庭储能系统中。LG 的电池产品在欧洲和美国市场表现尤为突出。

(3) 压缩空气储能

Hydrostor Inc.： 加拿大 Hydrostor Inc.创新型的先进压缩空气储能技术（A-CAES）被广泛应用于长时储能项目中。Hydrostor 的储能系统利用地下盐穴或废弃矿井来存储压缩空气，并在需要时释放以产生电力。该公司正在全球范围内部署多项大型储能项目，包括在澳大利亚和美国的几大项目。

Siemens Energy： 德国的西门子能源公司（Siemens Energy）通过先进的压缩空气技术，为大规模电网储能项目提供支持，尤其在欧洲市场具有重要影响力。

(4) 飞轮储能

Beacon Power： Beacon Power 专注于为电网提供短时频率调节服务。飞轮储能能够在几秒钟内响应电网的需求，并保持稳定的频率调节。Beacon Power 的飞轮储能系统已经应用于美国电网的多个项目，显著提高了电力系统的稳定性。

Amber Kinetics： Amber Kinetics 提供长时飞轮储能解决方案，其飞轮可以在持续的功率调节中运行长达数小时。Amber Kinetics 的系统已经应用于多地，包括美国和东南亚的电网储能项目。

四、中国储能行业的发展

中国储能行业一路走来，充满着探索与创新，伴随着中国能源结构的转型和电力市场的变革而不断演进。

1. 中国储能行业的发展阶段

(1) 萌芽与初步发展阶段（20 世纪中后期至 21 世纪初）

◆ **20 世纪 60 年代**

国内开始抽水蓄能电站的研究，并建立了第一座混合式抽水蓄能电站（即抽水蓄能与常规水电混合）——岗南水电站。

岗南水电站位于河北省平山县岗南镇附近的滹沱河干流上，是海河流域子牙河水系两大支流之一滹沱河中下游重要的大(I)型水利枢纽工程。1960 年-1961 年，分别投运两台单机容量 1.5 万千瓦的水轮发电机组。1968 年，加装了一台 1.1 万千瓦的抽水蓄能机组，成为新中国第一座混合式抽水蓄能电站，开启了国内抽水蓄能电站建设的先河。

◆ **20 世纪 90 年代前后**

抽水蓄能电站建设迎来高潮，成为中国储能领域的重要支柱。

1987 年，第一座大型的抽水蓄能电站——广州抽水蓄能电站开建，该电站单体容量达到 30 万千瓦，总装机容量 240 万千瓦，于 1994 年全部建成；1997 年，北京十三陵抽水蓄能电站建成，总装机容量 80 万千瓦；2000 年，浙江天荒坪抽水蓄能电站建成，总装机容量 180 万千瓦。

截至 90 年代末期，全国抽水蓄能容量达 547 万千瓦，但其他类型的储能技术尚未得到广泛关注。

◆ **21 世纪初期**

随着能源结构的调整和电力市场的改革，国内开始积极关注并探索除抽水蓄能电站以外的其他储能技术，如压缩空气储能、钠硫电池储能、锂离子电池储能、液流电池储能以及超级电容器储能等。

2004 年，中国科学院工程热物理所开始启动压缩空气储能技术研发，并在 2005 年建成 15kW 液态空气储能系统。2009 年，该研究所提出先进压缩空气储能技术新原理，在 10 年间先后跨越 1.5 兆瓦、10 兆瓦、100 兆瓦，成功实现“三级跳”。

锂离子储能方面，从 2005 年开始，电池专利申请量与专利申请人数量快速增长，到 2009 年，专利申请人数已经超过 1000 人，年专利申请量达到 2000 件。

钠硫电池储能方面，2009 年中国科学院上海硅酸盐研究所和上海市电力公司合作，研制具有自主知识产权的容量为 650Ah 的钠硫储能单体电池，使中国成为继日本之后世界上第二个掌握大容量钠硫单体电池核心技术的国家，并在 2010 年上海世博会期间实现 100KW/800KWh 钠硫电池储能系统的并网运行。

(2) 快速发展与政策支持阶段（21 世纪初至今）

◆ **政策推动**

- 2011 年，中国政府发布“十二五”规划纲要，储能技术作为智能电网的重要技术支撑，首次在国家层面的政策性纲领文件中被明确提出。这一里程碑式的事件，标志着储能技术在中国能源领域的发展迈出了重要的一步。

- 自“十二五”规划纲要出台以来，政府对于储能行业的支持力度不断加大。例如，国家能源局、国家发改委等部门相继发布了《关于促进储能技术与产业发展的指导意见》《关于推进电力源网荷储一体化和多能互补发展的指导意见》等重要文件，这些文件明确了储能行业的发展目标、重点任务和保障措施，为储能行业的健康发展提供了有力的政策支撑。

- 近年来，随着全球气候变化的严峻挑战和“双碳”目标的提出，政府对于能源转型的加速推进更加重视。储能技术作为能源转型的重要支撑技术之一，受到了前所未有的关注。为了推动储能行业的快速发展，政府相继出台政策，涵盖财政补贴、税收优惠、技术研发支持等多个方面。截至 2023 年底，中国储能市场的累计装机规模已经达到了数百吉瓦，在能源转型、智能电网建设、新能源汽车推广等领域发挥更加重要的作用。

◆ **技术进步与突破**

- **抽水蓄能系统**：抽水蓄能仍是全球应用最广泛的储能技术，在中国，抽水蓄能在电网调峰和平衡可再生能源波动方面发挥了重要作用。中国的抽水蓄能系统全球领先。

- **锂离子电池**：2010 年代以来，锂离子电池技术取得重大突破，成本大幅降低，性能显著提升。据统计，与十年前相比，锂离子电池的成本已经下降了近 80%，而能量密度提高了近两倍。凭借高能量密度、长循环寿命和环保性等优点，锂离子逐渐成为储能领域的主流技术。目前，锂离子电池已广泛应用于电动汽车、家庭储能、数据中心等多个领域，为人们的日常生活和工作提供了便捷、可靠的能源保障。

- **液流电池**：近年来，液流电池在全铁液流电池领域取得重大的技术突破。相比传统电池，新一代液流电池的电解质溶液不易燃且在运行过程中无明显析氢、析氧副反应，具备优良的可靠性。另外，液流电池能在较宽的温度范围内工作，不需要额外的冷却系统。同时，容量和功率可独立配置，具备极高的灵活性。

- **压缩空气储能**：中国的压缩空气储能项目正在快速发展，尤其是山东省的 300 MW/1800 MWh 盐穴压缩空气储能项目，标志着中国在该技术领域的成熟应用。另外，中国科学院工程热物理研究所在先进压缩空气储能技术研发方面也取得重要进展。河北省张家口国际首套百兆瓦级先进压缩空气储能示范项目压缩机通过具有 CNAS 资质的第三方测试，达到国际领先水平。

- **飞轮储能技术**：中国的飞轮储能技术处于发展阶段，逐渐应用于电网调频等短时储能场景。

  2021 年，通过快速吸收国外先进技术，国内飞轮储能领域技术发展势头强劲。
  2022 年，国家能源集团宁夏电力公司牵头完成的“大电量高功率磁悬浮储能飞轮关键技术研究与应用”科技成果，技术整体达到国际先进水平。
  2023 年，中国建成了首个电网级飞轮储能项目。
  2024 年 2 月，国能灵武电厂完成磁悬浮飞轮储能性能试验检测项目，是我国首个全容量“飞轮储能+火电联合调频”的示范项目。

◆ **市场应用与规模扩张**

- 锂离子电池：2023 年，中国储能锂电池的累计装机容量约 33.5GW，在新型储能技术中，占比约 97%。

- 液流电池：2023 年，中国液流电池储能累计装机约为 290MW，占全国新型储能项目累计装机量的 1%。国内签约、在建的液流电池储能项目已超过 40 个，实现了液流电池储能项目高速增长。

- 压缩空气储能：2023 年，中国压缩空气储能的累计装机约为 150MW，占全国新型储能项目累计装机量的 0.5%。全球首座非补燃盐穴压缩空气储能电站、百兆瓦先进压缩空气储能电站等不同技术路线的“世界之最”项目均在中国开工、投运。

- 飞轮储能技术：2023 年飞轮储能累计装机规模约 30MW，占全国新型储能项目累计装机量的 0.2%。

2. 中国储能行业的发展特点

- **产业链协同优势明显**：中国储能产业链完整，涵盖从原材料、电池制造、系统集成到项目运营等各个环节。产业配套完善，上下游企业协同合作能力强，可快速响应市场需求，降低开发成本，提高市场开发效率，推动市场规模扩张。

- **应用场景丰富多元**：涵盖电源侧、电网侧、用户侧等多个领域。电源侧储能可辅助火电、风电、光电等多种电源，提升电力供应稳定性和灵活性；电网侧储能可参与调频调峰等；用户侧储能能满足工商业用户和居民的用电需求，众多应用场景为市场规模扩大提供支撑。

- **技术创新与专利申请**：中国储能行业的技术创新主要集中在电池材料、系统集成和能量管理等领域。宁德时代和比亚迪等龙头企业通过持续的研发投入，开发出了高能量密度的锂电池、新型固态电池以及高效的能量管理系统。例如，宁德时代推出的 CTP（Cell to Pack）技术，通过取消模组直接将电池单元集成到电池包中，大幅提升了电池的能量密度和成本效益。

  截至 2023 年底，中国企业在储能领域的专利申请总数已超过 10 万件，涵盖了电池材料、生产工艺、能量管理系统等多个方面。这些专利的数量和质量表明中国在储能技术领域拥有强大的研发能力和技术储备。例如，宁德时代在电池材料、结构设计和系统集成等领域申请了大量核心专利，这些专利不仅覆盖了中国市场，还在全球主要市场进行了布局。比亚迪则在磷酸铁锂电池和能量管理技术方面拥有大量专利，其创新性技术在全球范围内获得广泛认可。

- **政策支持有力**：政府出台了大量政策支持储能产业发展，如给予储能项目补贴、制定储能发展规划、完善储能市场机制等，这些政策有力地促进了储能市场的开发，降低了项目投资风险，提高了企业参与市场开发的积极性，推动市场规模不断扩大。
- **ESG 信披比例较高**：从 ESG 相关报告披露情况来看，近三年（2021-2023 年）储能行业整体披露水平逐步提高，目前储能行业上市公司的披露比例已达 61%，高于全行业平均水平。
- **国际化发展：**中国储能企业开始走向国际市场，积极参与全球储能市场的竞争与合作。

  锂离子电池储能方面，华为参与的沙特红海新城项目是全球最大的储能项目之一，采用了锂离子电池储能系统（BESS）。该项目结合了 400 MW 的光伏系统和 1.3 GWh 的电池储能解决方案。华为提供的电池储能系统为这一绿色城市提供了全天候电力支持。这个项目表明，中国企业在全球范围内的合作能力和影响力。

  飞轮储能方面，中国能源建设公司与其他国际伙伴合作，推动了中国首个电网级飞轮储能项目——山西省的定陵飞轮储能电站。该项目装机容量为 30 MW，是全球最大的飞轮储能项目之一。这个项目通过高效的能量管理和频率调节，显著提升了电网的稳定性，标志着中国在飞轮储能领域的技术进步与国际化布局。这一项目采用了创新的半地下井式结构，提供安全的操作环境和维护条件，结合高效的飞轮技术，确保了项目的运行效率。这种飞轮储能技术在快速响应电网需求、短时储能领域具有显著优势，并已吸引了国际合作伙伴的关注。

中国在全球储能市场中的影响力不仅体现在其庞大的市场规模和快速增长的装机容量上，还体现在**全球供应链**中的主导地位。

电池产能全球领先：中国是全球最大的电池生产国，尤其是在锂离子电池领域，占据了全球绝约 70% 的产能。宁德时代、比亚迪、亿纬锂能等企业通过不断扩展产能和技术创新，进一步巩固了中国在全球电池市场中的主导地位。

产能扩张与全球布局：为了满足全球市场对储能技术日益增长的需求，中国的龙头企业正在不断扩展其产能。例如，宁德时代正在多个国家建设新的电池生产基地，包括德国、印尼、美国和匈牙利，以扩大其全球供应能力。比亚迪也在积极拓展其海外市场，通过建立新的生产设施和与国际合作伙伴合作，进一步提升其全球影响力。亿纬锂能则在匈牙利、美国、马来西亚、泰国、新加坡、英国等地进行布局。

3. 中国储能行业的龙头企业

中国储能行业的龙头企业包括国企和民企。

表 3：中国储能行业的国企龙头

企业	环节	发展情况
中国电力科学研究院	储能系统集成、电池管理系统研发	在储能系统研发和集成方面具有领先地位，承担多项国家重点研发项目。
国家电投	储能系统集成、储能电站建设与运营	拥有多个大型储能电站项目，积极布局储能市场。
国家能源投资集团	原材料供应和中游系统集成	通过资源整合和产业链协同，提升储能项目的整体效益。
华能国际	储能系统集成、储能电站建设与运营	在储能电站建设方面有显著成就，推动储能技术商业化。
国家电网	系统集成和运营维护	丰富的系统集成和运营经验，推动储能技术的发展和应用。旗下国网新源、国网英大、武汉南瑞等公司在抽水蓄能电站、液流电池储能、数字化监测运维等方面取得了显著成果。
南方电网	电池制造和系统集成	旗下南网储能、南网科技、南网能源等上市公司，深耕储能相关领域，为用户提供全方位的储能解决方案。
中国能建	EPC 总承包、储能电站开发及运营	旗下中储科技专注于大容量储能电池系统、动力电池系统等核心产品的研发，并提供一站式解决方案。
中国电建	EPC 总承包、储能电站开发及运营	参与储能项目的设计与建设，并向装备制造及项目开发等领域拓展。
中国中车	零部件、系统集成	在推动中国储能产业的发展中发挥了重要作用。
中电投黄河水电	大型水电和储能项目的开发和运营	中国最大的抽水蓄能开发公司之一。

表 4：中国储能行业的民企龙头

企业	环节	发展情况
宁德时代	电池制造、系统集成	凭借其高能量密度、长循环寿命的电池技术，成为全球领先的动力电池和储能电池供应商。锂电池全球市占率 43%。
比亚迪	电池制造和系统集成	新能源汽车制造商和电池供应商，电池产品还广泛应用于家庭、商业和工业储能领域。锂电池全球市占率 12%。
亿纬锂能	电池和系统集成	产品主要应用于电动汽车和储能系统。锂电池全球市占率 7%。
阳光电源	电池组、储能变流器（PCS）和系统集成	全球领先的储能变流器供应商，具备强大的系统集成能力，推动“光伏+储能”模式的普及。
派能科技	磷酸铁锂电池系统	在用户侧储能领域具有显著优势。
华为技术	电池及智能能源管理解决方案	广泛用于全球多个大型储能项目，如沙特红海新城能源储能项目。
中储国能	压缩空气储能	在山东省建设了全球规模最大的压缩空气储能项目。
上海飞能	飞轮储能	在建中国首个电网级飞轮储能项目。

五、 中国储能产品在全球的应用

1. 中国储能产品的出口

中国的储能产品出口种类繁多，涵盖了多种储能技术，包括锂离子电池储能、压缩空气储能、飞轮储能、液流电池储能、氢能储和抽水蓄能及相关系统和设备。近年来，中国的储能产品出口量显著增长，特别是在电化学储能和长时储能技术领域。产品广泛出口至欧洲、北美和亚太地区，为全球清洁能源项目提供支持。

北美

根据 Wood Mackenzie 的数据显示，美国和加拿大是中国储能产品最重要的出口市场之一，特别是锂离子电池储能系统。锂电池和新兴技术相结合，为北美的可再生能源整合提供支持。

此外，中国的飞轮储能和压缩空气储能也在北美的长时储能项目中开始得到应用。部分中国企业通过与当地电力公司合作，提供多样化的储能解决方案，包括飞轮储能用于电网调频。

欧洲

根据 SolarPower Europe 的数据显示，欧洲储能市场在 2023 年新增了 17.2 GWh 的储能容量，其中德国和英国是中国储能产品在欧洲的重要出口市场。中国企业通过提供锂电池和抽水蓄能解决方案，帮助欧洲推进可再生能源整合项目。

德国对储能技术的需求一直处于高水平，是中国锂离子电池储能的重要出口市场。同时，德国还在探索长时储能技术，如压缩空气储能，用于解决风能和太阳能波动问题，中国企业的飞轮储能系统被德国引入，用于提高电网频率调节的效率。

英国的家庭储能和商业储能项目，对中国储能产品的需求量较大。目前，英国也开始引入中国的抽水蓄能解决方案，用于可再生能源发电的调峰。

法国太阳能和风能项目对储能技术的需求增加，特别是在中小型储能项目中。中国的飞轮储能系统已进入法国的储能市场，主要用于短时频率调节和电网稳定。

亚太市场

在亚太市场，中国储能产品在印度尼西亚、菲律宾等新兴市场的需求量较大。日本和韩国对中国储能技术的需求也在快速增长，尤其是在压缩空气储能和氢能储能领域，中国企业提供了技术支持与解决方案。

由于日本市场在家庭和商业储能领域的需求旺盛，中国的锂离子电池在该市场中表现出色。此外，日本政府对储能项目的补贴政策为中国企业提供了有利条件。中国的飞轮储能技术也逐步被日本采用，特别是在地震频发地区，用于提供短时高效的储能支持，提升电网的应急响应能力。

中国企业在韩国智能电网和电动汽车领域取得了良好的市场反应。目前韩国正在研究采用中国的压缩空气储能技术，用于大规模的电力储存，补充太阳能和风能发电的波动性问题。

澳大利亚的能源市场高度依赖可再生能源，特别是在家庭太阳能+储能系统中，中国的锂离子电池产品非常受欢迎。澳大利亚也在测试中国的压缩空气储能技术，帮助解决电力网络的长期稳定问题。

非洲市场

尽管非洲市场整体体量较小，但随着可再生能源项目的增加，中国的储能产品在南非等国逐渐占据一席之地，尤其是在光伏+储能项目中。

2. 中国储能产品出口面临的挑战

随着中国储能产品在全球市场中的份额不断增加，企业在国际贸易中面临的壁垒和政策风险也日益突出。这些挑战不仅影响到中国储能产品的出口量，还可能对其全球市场布局产生深远影响。

(1) 贸易保护主义

关税壁垒：近年来，一些国家和地区出于保护本土产业的考虑，开始对中国储能产品实施高额关税。例如，美国自 2018 年起对从中国进口的电池和其他储能产品征收高关税，以保护国内制造业。这一措施直接影响了中国储能产品在美国市场的竞争力，迫使一些中国企业考虑在海外设立生产基地，以规避高关税带来的成本增加。不仅锂电池领域面临挑战，压缩空气储能和飞轮储能项目在全球市场扩展时也面临类似的关税障碍。美国和欧盟等地区对来自中国的储能设备施加了更高的进口关税，影响了各类储能系统的竞争力。例如，压缩空气储能系统的复杂制造工艺和高运输成本使其在面对高关税时受到较大冲击。

反倾销调查：反倾销调查也是中国企业面临的重要挑战。欧盟和印度等市场对中国储能产品发起过多次反倾销调查，指控中国企业以低于市场价格出售产品，扰乱了当地市场秩序。反倾销调查可能导致额外的关税或进口限制，从而削弱中国储能产品的价格优势。在国际市场中，飞轮储能技术凭借其快速响应能力和高效性逐渐受到欢迎，但也成为部分国家反倾销调查的目标。例如，印度等国曾对中国出口的飞轮储能设备展开调查，指控其扰乱了当地市场秩序。

(2) 政策的不确定性

环保法规变化：随着全球各国对环保要求的提升，许多市场对进口储能产品提出了更严格的环保标准。例如，欧盟在其《欧洲绿色协议》中明确要求进口产品符合更高的环保标准，这对中国储能产品的制造工艺和材料选择提出了新的挑战。如果企业无法及时调整生产以符合这些新标准，可能会面临被市场排除的风险。例如，抽水蓄能项目在欧盟市场扩展时，必须符合严格的环保规定，特别是在水资源管理和生态保护方面。同时，随着环保法规的变化，压缩空气储能技术也需要应对相应的碳排放要求，尤其是在天然气辅助系统中。

市场准入壁垒：一些国家通过实施技术标准和认证要求来限制外国产品的进入。例如，日本对储能系统的技术标准和认证要求非常严格，这使得中国企业必须投入大量资源来确保其产品符合当地标准。这不仅增加了产品的出口成本，还可能延长产品进入市场的时间，削弱竞争力。

第五节　国内外储能行业的政策

近些年，随着全球能源转型的推进，储能技术迎来了更大的发展机遇。我国为了大力发展储能行业，国家和地方政府出台了相关政策。从 2022 年开始，国家和各地方政府就储能行业各类政策频发，政策类型愈发全面，包括但不限于宏观政策、储能发展规划政策、储能补贴政策、新能源配储政策、电价政策、电力市场、示范项目、管理规范、科技装备、辅助服务等。

中国的**“十四五”规划**为储能行业设定了明确的发展路径。规划中要求，到 2025 年新增 30GW 新型储能装机容量，2025 年之前将储能系统的单位成本降低 30%，并促进各种新型储能技术的商业化。这为储能行业奠定了坚实的政策基础，进一步加快了其发展进程。

2021 年，中国国家发展和改革委员会和国家能源局联合发布了**《加快新型储能发展的指导意见》**，强调储能技术的重要性，并提出一系列促进储能技术发展的政策措施。这些措施包括推动储能技术创新、降低储能系统成本、优化储能商业模式等，旨在加速储能技术的规模化应用。

2024 年的中国政府工作报告指出：推动大型风电光伏基地和外送通道建设，推动分布式能源开发利用，提高电网对清洁能源的接纳、配置和调控能力，**发展新型储能**，促进绿电使用和国际互认。这是“政府工作报告”首次提出“发展新型储能”，再度肯定了新型储能对于推进碳达峰碳中和的战略作用，为新型储能发展指明了方向。

2024 年 2 月，国家发展和改革委员会发布**《绿色低碳转型产业指导目录（2024 年版）》**，其中，“**新型储能设施建设和运营**”被列为能源绿色低碳转型-新型储能设施建设和运营指导目录。新型储能产品制造与设施建设和运营被列入《目录》，意味着各地方政府、各部门可能会以《目录》为基础，出台和完善有关政策措施，对新型储能生产、销售、建设、运营等各环节给予鼓励支持，为产业发展创造良好环境。

2024 年 7 月，国务院发布**《关于加快经济社会发展全面绿色转型的意见》**。中央层面首次对加快经济社会发展全面绿色转型进行系统部署，要加快形成节约资源和保护环境的空间格局、产业结构、生产方式、生活方式。其中，在“加快构建新型电力系统”中提到**了科学布局新型储能**。在“完善绿色转型价格政策”中提出**研究建立健全新型储能价格形成机制**。

除了中央政府的政策指导，各地方政府也推出了具体的支持措施。例如，浙江、广东等地通过电价补贴、投资激励等方式鼓励企业建设和应用储能设施。此外，储能补贴政策和新能源配储政策多为地方政府频发政策。

- **储能补贴政策**是对储能项目进行经济补偿的政策措施。这些政策旨在鼓励储能技术的发展和应用，通过提供财政补贴、税收优惠等方式，降低储能项目的建设和运营成本，促进储能市场的快速发展。储能补贴政策一般以各地方实际情况而制定，这些政策措施有效降低了储能项目的建设和运营成本，促进了储能技术的推广和应用。通过经济补偿和税收优惠等措施，吸引了更多的社会资本投入储能领域，推动了储能技术的创新和发展。同时，政策的实施也有助于优化能源结构，提高能源利用效率，促进能源转型和绿色发展。

- **新能源配储政策**是政府为了促进新能源的发展，要求新能源项目配套建设储能设施的政策。这些政策旨在通过储能设施的建设和管理，提高新能源的稳定性和可靠性，从而推动新能源的广泛应用和可持续发展。这些政策的具体实施方式和效果因地区而异，但总体目标都是通过储能设施的建设和管理，促进新能源的稳定发展和应用。

表 5：我国储能行业的相关政策——宏观政策

发布时间	政策名称	发布机构	政策要点
2024 年	《关于新形势下配电网高质量发展的指导意见》	国家发展改革委、国家能源局	目标到 2025 年配电网承载力和灵活性显著提升，具备 5 亿千瓦左右分布式新能源、1200 万台左右充电桩接入能力；在具备条件地区推广车网协调互动和构网型新能源、构网型储能等新技术。到 2030 年，基本完成配电网柔性化、智能化、数字化转型较好满足分布式电源、新型储能及各类新业态发展需求。
	《2024 年能源工作指导见》	国家能源局	文件从五个方面推动储能产业进步：一是推动新型储能多元化发展，强化促进新型储能并网和调度运行的政策措施。二是加强新型储能试点示范跟踪评价，推动新型储能技术产业进步。三是促进新技术应用示范，组织开展首台（套）重大技术装备评定和新型储能试点项目申报。四是深化电力体制改革，加强全国统一电力市场体系建设，推动落实电力现货市场基本规则，构建良好市场环境。五是开展国际清洁能源产业链合作，加强中欧在储能等重点领域合作，推动一批中欧能源技术创新合作示范项目落地实施。
	《关于推动绿色保险高质量发展的指导意见》	国家金融监督管理总局	文件提出探索推进新型储能等新能源领域的保险创新，覆盖研发、制造、运维等关键环节风险。通过保险机制为新型电力系统建设提供风险解决方案，为传统能源绿色升级改造提供保险保障。储能电站的安全问题在一定程度制约了产业的发展。结合储能特点，推出适合保险品种，可为企业转移安全风险、支持电站全周期运营，促进储能电站的落地。
2023 年	《新型电力系统发展蓝皮书（征求意见稿）》	国家能源局	文中提到，截至 2021 年底新型储能累计装机规模 4GW。2030 年至 2045 年，规模化长时储能技术取得重大突破，满足日以上平衡调节需求。2045 年至 2060 年，储电、储热、储气、储氢等覆盖全周期的多类型储能协同运行，电力系统实现动态平衡，能源系统运行灵活性大幅提升。充分结合系统需求及技术经济性，统筹布局电网侧独立储能及电网功能替代性储能，保障电力可靠供应。
	《贯彻落实加快建设全国统一电力市场体系若干举措（征求意见稿）》	国家能源局	该文件分别从用户侧资源、电能量市场、辅助服务市场等方面细化建设思路：用户侧资源参与电力系统调节方面，充分挖掘可中断负荷、储能、负荷聚合商、虚拟电厂等新型主体参与提供辅助服务，选取江苏、广东等地试点。电力中长期市场方面，指导北京、广州交易中心修订跨省跨区电力中长期交易细则，指导派出机构。电力现货市场方面，制定印发《电力现货市场基本规则》。电力辅助服务市场方面，制定《全国电力辅助服务市场基本规则》，深化区域内省间辅助服务市场建设，在华中、华东区域组织试点。
2022 年	《2022 年能源监管工作要点》	国家能源局	进一步完善辅助服务市场机制，抓紧修订“两个细则”，规范和丰富调频、备用、爬坡、转动惯量等辅助服务交易品种。建立用户参与的辅助服务分担共享机制，全面推动高载能工业负荷、工商业可调节负荷、新型储能、电动汽车充电网络、虚拟电厂等参与提供辅助服务。推进区域辅助服务市场建设，启动南方区域备用市场、川渝一体化调峰市场试运行。
	《完善能源绿色低碳转型体制机制和政策措施》	国家发改委、国家能源局	支持储能和负荷聚合商等新兴市场主体独立参与电力交易。完善支持储能应用的电价政策。完善支持储能等调节性电源运行的价格补偿机制。支持用户侧储能、电动汽车充电设施、分布式发电等用户侧可调节资源，以及负荷聚合商、虚拟电厂运营商、综合能源服务商等参与电力市场交易和系统运行调节。
	《加快农村能源转型发展助力乡村振兴的实施意见》	国家能源局农业农村部、国家乡村振兴局	意见指出利用农户闲置土地和农房屋顶，建设分布式风电和光伏发电，配置一定比例储能，自发自用，就地消纳，余电上网，农户获取稳定的租金或电费收益。积极培育配售电、储能、综合能源服务等新兴市场主体。
	《“十四五”新型储能发展实施方案》	国家发改委、国家能源局	到 2025 年，新型储能由商业化初期步入规模化发展阶段，具备大规模商业化应用条件。电化学储能技术性能进一步提升，系统成本降低 30%以上。到 2030 年，新型储能全面市场化发展。新型储能核心技术装备自主可控。

表 6：我国储能行业的相关政策——储能发展规划

发布时间	政策名称	发布机构	政策要点
2024 年	《2024—2025 年节能降碳行动方案》	国务院	2024 年单位国内生产总值能源消耗和二氧化碳排放分别降低 2.5%左右、3.9%左右，2025 年，非化石能源消费占比达到 20%左右。到 2025 年底，全国抽水蓄能、新型储能装机分别超过 6200 万千瓦、4000 万千瓦（40GW）；各地区需求响应能力一般应达到最大用电负荷的 3%—5%，年度最大用电负荷峰谷差率超过 40%的地区需求响应能力应达到最大用电负荷的 5%以上。同时将完善价格政策，落实煤电容量电价，深化新能源上网电价市场化改革，研究完善储能价格机制。
2022 年	《“十四五”国家应急体系规划》	国务院	将电动汽车、电动自行车、电化学储能设施和冷链仓库、冰雪运动娱乐等新产业新业态的消防安全列入安全生产治本攻坚重点。
	《十四五”能源领域科技创新规划》	国家能源局、科技部	规划中提出先进可再生能源发电及综合利用、适应大规模高比例可再生能源友好并网的新一代电网、新型大容量储能、氢能及燃料电池等关键技术装备全面突破，推动电力系统优化配置资源能力进一步提升，提高可再生能源供给保障能力。

表 7：我国储能行业的相关政策——电力市场

发布时间	政策名称	发布机构	政策要点
2024 年	《全额保障性收购可再生能源电量监管办法》	国家发展和改革委员会	该项政策是对 2007 年印发的《电网企业全额收购可再生能源电量监管办法》的新版修订。文件进一步细化明确了保障收购范围和市场交易范围，其中按照国家可再生能源消纳保障机制、比重目标等相关规定，由电力市场相关成员承担收购义务的电量纳入保障收；通过市场化方式形成价格的电量，由售电企业和电力用户等共同承担收购责任。此外，《办法》细化了电力市场相关成员责任分工，从保障性收购、市场交易、临时调度三个方面细化电网企业、电力调度机构、电力交易机构等电力市场成员在全额保障性收购可再生能源电量方面的责任。
	《电力市场运行基本规则》	国家发展改革委、国家能源局	明确市场经营主体包括参与电力市场交易的发电企业、售电企业、电力用户和新型经营主体（含储能企业、虚拟电厂、负荷聚合商）。电力市场交易类型包括电能量交易、电力辅助服务交易、容量交易等。根据交易周期将电能量交易分为电力中长期交易和现货交易，电力辅助服务交易包括调频、备用和调峰等有偿辅助服务。根据新型电力系统建设需要，逐步推动建立市场化容量成本回收机制，探索通过容量补偿、容量市场等方式，引导经营主体合理投资，保障电力系统长期容量充裕。电能量交易可通过双边交易和集中交易方式开展，具备条件的辅助服务采用市场竞争方式确定提供者。电力市场运营机构按照“谁运营、谁防范，谁运营、谁监控”的原则履行市场监控和风险防控责任，对市场依规开展监测。
2023 年	《电力现货市场基本规则（试行）》	国家发展改革委、国家能源局	作为国家层面首个电力现货市场规则性文件，《基本规则》主要规范电力现货市场的建设与运营，包括日前、日内和实时电能量交易，以及现货与中长期、辅助服务、电网企业代理购电等方面的统筹衔接。目前，山西、甘肃、山东、蒙西和广东等已进入不间断结算试运行，山东和甘肃已有独立储能项目参与现货市场。
2022 年	《加快建设全国统一电力市场体系的指导意见》	国家发改委能源局	1.持续推动电力中长期市场建设。推动市场主体通过市场交易方式在各层次市场形成分时段电量电价，更好拉大峰谷价差，引导用户削峰填谷。 2.积极稳妥推进电力现货市场建设。推动各类优先发电主体、用户侧共同参与现货市场，加强现货交易与放开优先发用电计划、中长期交易的衔接，建立合理的费用疏导机制。 3.持续完善电力辅助服务市场。建立健全调频、备用等辅助服务市场，探索用户可调节负荷参与辅助服务交易，完善成本分摊和收益共享机制。
	《关于进一步推动新型储能参与电力市场和调度运用的通知》	国家发改委、国家能源局	制定新能源汽车、电化学储能设施、分布式光伏发电设施、氢能源设施、锂电池生产企业等新能源场所、设施设备的火灾早期预警、防爆抑爆等高效自动灭火装置的产品以及消防安全管理标准。

表 8：我国储能行业的相关政策——电价政策

发布时间	政策名称	发布机构	政策要点
2023 年	《关于建立煤电容量电价机制的通知》	国家发改委办公厅、国家能源局	煤电容量电价按照回收煤电机组一定比例固定成本的方式确定。其中，用于计算容量电价的煤电机组固定成本实行全国统一标准，为每年每千瓦 330 元；通过容量电价回收的固定成本比例，2024～2025 年多数地方为 30%左右，部分煤电功能转型较快的地方为 50%左右各省容量电价水平为 100-165 元/kW·年之间。

表 9：我国储能行业的相关政策——示范项目

发布时间	政策名称	发布机构	政策要点
2024 年	《国家能源局公告 2024 年第 1 号》	国家能源局	本次共有 56 个项目入选，涵盖 10 种新型储能技术路线。公告中表示，各示范项目单位要遵守新型储能项目管理相关制度，扎实推进项目建设，加强系统运行维护，定期通过全国新型储能大数据平台报送项目建设运行等工作情况。
	《绿色低碳先进技术示范项目清单（第一批）（公开征求意见稿）》	国家发展和改革委员会	该清单共包括 47 个示范项目，分为源头减碳、过程降碳、末端降碳三个大方向，包括基于熔盐储热的煤电灵活性关键技术研究及示范应用项目、 100MWh 重力储能示范项目、350MW/1750MWh 压缩空气储能示范项目、300MW 级压缩空气储能电站示范项目、200MW/400MWh 新能源共享储能电站示范项目（一期）等，该示范项目清单将会有效促进绿色低碳技术装备的创新与应用，加速实现双碳目标。
2023 年	《国家能源局综合司关于公示新型储能试点示范项目的通知》	国家能源局	共发布了 56 个新型储能试点示范项目，储能技术包含压缩空气储能（11 个）、飞轮储能（2 个）、重力储能（3 个）、液流电池储能（8 个）、二氧化碳储能（2 个）、钠离子电池储能等众多储能技术路线。储能项目总规模为 8.2GW/29.9GWh，平均配储时长为 3.7 小时。

表 10：我国储能行业的相关政策——管理规范

发布时间	政策名称	发布机构	政策要点
2024 年	《2024 年国家标准立项指南》	国家标准化管理委员会	新型储能立项重点包括施工验收、设备运行维护、储能系统接入电网、安全管理与应急处置等标准。《指南》还强调加强电化学、机械储能等多样化新型储能安全标准研制，制修订电力需求侧管理、虚拟电厂等标准；制修订包括动力电池在内的新能源汽车标准，制修订车网互动、换电等能源补充设施标准；加强氢燃料电池等氢能相关标准研制等。
	《关于下达 2023 年第四批推荐性国家标准计划和推荐性国家标准外文版计划的通知》	国家市场监督管理总局	涉及储能方面有 6 个，分别为水轮发电机组状态在线监测系统技术导则、储能电站安全标志技术规范、电力调频用飞轮储能系统调试规范、电化学储能电站应急物资技术导则、压缩空气储能电站接入电网技术规定、电力储能电站钠离子电池技术条件等。
	《电能质量管理办法（暂行）》	国家发展改革委员会	重点提到 10 千伏及以上电压等级并网的分布式电源和新型储能应当在接入电力系统规划可研阶段开展电能质量评估，配置电能质量在线监测装置，采取必要的电能质量防治措施。该文件强化了对新型储能接入的电能质量要求，将有效提升工程质量，减少劣质储能系统产品的装机，确保系统平稳安全。
	《锂电池行业规范条件（2024 年本）》（修订草稿）	工业和信息化部	与前序版本相比，新版文件对于储能电池要求没有变化，但新增固态电池相关要求：固态单体电池能量密度≥300Wh/kg，电池组能量密度≥260Wh/kg，循环寿命≥1000 次且容量保持率≥80%。对电解液产品性能要求增加：硫酸根离子含量≤10ppm，氯离子含量<5ppm。此外，文件删除了对消费型电池组能量密度≥180Wh/kg 的要求。
	《公开征求对锂电池行业规范条件及公告管理办法（征求意见稿）的意见》	工业和信息化部电子信息司	对《锂离子电池行业规范条件（2021 年本）》《锂离子电池行业规范公告管理办法（2021 年本）》进行修订，形成《锂电池行业规范条件（2024 年本）》《锂电池行业规范公告管理办法（2024 年本）》（征求意见稿）。电池性能要求：单体电池能量密度≥155Wh/kg、电池组能量密度≥110Wh/kg、单体电池循环寿命≥6000 次且容量保持率≥80%、电池组循环寿命≥5000 次且容量保持率≥80%。
	《电力市场监管办法》	国家发改委	本次修订优化调整监管内容，增加对售电企业、电力用户、储能企业、虚拟电厂、负荷聚合商的监管内容；明确对发电企业、电网企业、售电公司、电力用户、储能企业等与其他电力交易主体签订有关合同情况开展监管；增补对电网企业所属或者关联售电企业参与市场交易、代理购电情况的监管内容；依据《电力中长期交易基本规则》，提出对电力市场运营机构市场监控和风险防范要求。
2023 年	《2023 年能源监管工作要点》	国家能源局	在电力市场建设方面，不断扩大新能源参与市场化交易规模，不断缩小电网企业代理购电范围，推动更多工商业用户直接参与交易。加快推进辅助服务市场建设，建立电力辅助服务市场专项工作机制，研究制定电力辅助服务价格办法，建立健全用户参与的辅助服务分担共享机制，推动调频、备用等品种市场化，不断引导虚拟电厂、新型储能等新型主体参与系统调节。
	《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》	国家能源局	《通知》要求各电力企业应于 2024 年 12 月 31 日前完成本企业监测能力建设，2025 年以后新建及存量电化学储能电站应全部纳入监测范围。纳入风险监测信息的包括：基础台账信息，一级报警信息、通信状态、有功功率；充放电量、上下网电量、充放电小时数等。
	《关于促进新型储能并网和调度运用的通知（征求意见稿）》	国家能源局	一是按功能分类，接入电力系统并签订调度协议的新型储能电站，可分为调度调用新型储能和电站自用新型储能两类；二是优化调度方式，优先调用新型储能试点示范项目，优先按照市场出清结果安排新型储能运行，直接调用期间按照独立储能充放电价格机制执行；三是建立容量补偿机制，加快推进完善新型储能电站参与电能量市场和辅助服务市场有关细则，丰富交易品种，考虑电力供需情况，通过合理扩大现货市场限价区间、建立容量补偿机制等市场化手段，促进新型储能电站“一体多用、分时复用”。

表 11：我国储能行业的相关政策——科技装备

发布时间	政策名称	发布机构	政策要点
2024 年	《超越传统的电池体系重大研究计划 2024 年度项目指南》	国家自然科学基金委员会	2024 年资助研究方向为：电池新概念及新结构、电池新理论及人工智能方法、电池新表征方法及机制、电池新材料及创制策略、颠覆性电池储能新体系，电池系统工况表征新技术、基于丰产元素的本质安全电化学长时储能新体系、高比能高功率高安全的动力电池新体系、高比能长寿命高安全的全固态电池、极端条件下能质高效转化的电池新体系、电池人工智能大模型与数据共享平台等。
2023 年	《国家能源局综合司关于公示第三批能源领域首台（套）重大技术装备（项目）的通知》	国家能源局综合司	有八项储能技术装备入选：兆瓦时级固态钾离子电池储能系统（三峡集团、北京卫蓝）、单机 2 兆瓦磁悬浮飞轮储能系统（航天科工）、高安全、高可靠 3S 融合新型储能系统（亿纬储能）、300MW 级压缩空气储能系统（中能建数字科技、国网湖北等）、锌铁液流新型储能电池（纬景储能）、100MWh 重力储能成套装备（中国天楹）、百兆瓦级高压级联直挂式储能系统（三峡集团、中国电力等）、铁基液流储能系统（巨安储能武汉科技）。
	《关于组织开展第四批能源领域首台（套）重大技术装备申报工作的通知》	国家能源局	组织开展第四批能源领域首台（套）重大技术装备申报工作。重点聚焦先进可再生能源、新型储能等方向。2024 年 2 月 9 日前将推荐函及申报材料寄送国家能源局能源节约和科技装备司。
2022 年	《全国工业领域电力需求侧管理第四批参考产品（技术）目录》	国家工信部	储能相关包括宽温镍氢电池、AES 系列储能双向逆变器、储能电力负荷平衡系统、全钒液流电池储能电站、移动储能多功能电源车、兆瓦级削峰填谷及应急用电储能系统等共八项。

表 12：我国储能行业的相关政策——辅助服务

发布时间	政策名称	发布机构	政策要点
2024 年	《关于建立健全电力辅助服务市场价格机制的通知》	国家发展改革委、国家能源局	明确要求在现货市场连续运行地区，不再运行调峰及顶峰、调峰容量等具有类似功能的市场。并对调频服务的计价公式和分项参数进行了统一规范，原则上调频里程性能系数不超过 2，调频里程出清价格不超过每千瓦 0.015 元；明确了备用市场基于中标容量和时间的单一制价格机制。此外，《通知》明确了辅助服务费用的疏导原则，对用户侧承担的费用，严格限定为电能量市场无法补偿的因提供辅助服务造成的损失，在现货未连续运行的地区，不向用户侧疏导辅助服务费用。
	《关于加强电网调峰储能和智能化调度能力建设的指导意见》	国家发展改革委、国家能源局	目标到 2027 年，抽水蓄能电站投运规模达到 8000 万千瓦以上，需求侧响应能力达到最大负荷的 5%以上，支撑全国新能源发电量占比达到 20%以上。重点任务围绕推进电源侧新型储能建设，优化电力输、配环节新型储能发展规模和布局，发展用户侧新型储能，推动新型储能技术多元化协调发展等四个方面开展。

回看中国储能政策的发展历程，储能行业的发展越来越受到重视。自 2005 年储能产业展开战略布局，经过 5 年对储能应用方面的探索，2010 年储能发展首次被写入法案，初步形成发展体系。2011-2021 年，经过 10 年储能战略布局的构建与实施，储能产业体系建设较为完善，储能装机容量呈现出爆发式增长趋势。时至今日，随着储能政策构建愈发完整，国家宏观政策和地方政策的频发，促使储能行业稳步发展。

在储能行业的政策方面，欧盟、英国、美国、日韩、德国、澳大利亚等多个发达国家的储能政策已经让其具备储能商业化运营与应用的能力，其市场机制也更加完善，产业政策已做到了连贯融合，成熟稳定。对比国际储能行业市场，国内储能发展尚处于早期阶段，制定符合现阶段储能发展的政策及市场机制对推动储能快速发展以及商业模式的塑造至关重要。

梳理各国储能政策可以看出，各国电力市场情况不同，储能政策结构也各有差异。

欧盟各国主要通过制定新能源发展目标、支持产业链本土化、税收减免、资金支持、增加储能可参与的电力市场品种等政策来支持储能发展，美国主要通过 ITC 税收抵免、支持产业链本土化、制定详细的储能可参与的电力市场规则等政策推动储能建设，澳大利亚主要通过提高 APC 管理价格上限、规划不同类型的储能设施、为储能项目提供资金支持等政策来支持储能发展。我国在电价、规划、产业、财税、市场规则、新能源配储方面均出台了一系列政策，但支持力度与其他国家政策相比仍具有一定差距。我们应探索研究适合于我国的可行的储能财务支持政策，加大财税补贴力度。推动储能作为独立市场主体参与统一电力市场交易，明确并完善相应的政策与机制，探索新型储能参与市场的商业模式。

表 13：各国储能行业的相关政策

国家/地区	发布时间	政策	政策内容
欧盟	2024	《净零工业法案》（草案）	2030 年欧盟 40%清洁能源技术在欧盟制造：光伏方面，计划本土制造能力满足欧盟年新增装机 40%；电池方面，本土制造能力满足欧盟年新增装机 85%。
	2024	分阶段屋顶光伏立法	到 2026 年，所有屋顶面积大于 250 平方米的新建公共建筑和商业楼必须安装屋顶光伏，所有符合条件的现存楼栋则需要在 2027 年安装完成，2029 年后所有的新建住宅楼都需要强制安装屋顶光伏。
	2022	“REPowerEU”能源计划	计划 2022-2027 年，总投资 2100 亿欧元来逐步降低能源进口依赖，进一步加速推进绿色能源转型，其中 860 亿欧元用于建设可再生能源。 建立专门的欧盟太阳能战略，到 2025 年将太阳能光伏发电装机量提升至 320GW，到 2030 年提升至 600GW；将热泵的部署率提高一倍，并采取措施将地热和太阳能整合到现代化的区域和公共供暖系统中。
	2019	CEP 计划（Clean Energy Package）	大力支持家用储能市场发展，消除发展中可能存在的财务障碍。
英国	2022	推动可再生能源发展，支持新兴储能技术的应用	承诺加速诸如液体空气储能和液流电池等新兴储能技术应用，提供 6,800 万英镑的资金支持，同时，减免户用光伏系统增值税，有效期为 5 年。英国采用可再生能源义务许可证（ROC）制度推动可再生能源发展，政府向供电商分配指标，要求电量销售中可再生能源电量达到一定比例。供电商可以通过自己投资可再生能源发电或者购买相应所需要的可再生能源义务许可证来完成指标。
	2021	智能系统和灵活计划	消除电网灵活性方面的阻碍，开发电力存储和电网互联技术——大规模电力存储以及小规模家庭电力存储；推出 10 亿英镑的净零创新投资组合，至少 1 亿英镑的创新资金将用于支持储能和灵活性创新项目。
	2020	取消储能容量限制	提供 1000 万英镑资金，允许开发商在英格兰地区部署 50MW 以上储能项目，在威尔士部署 350MW 以上储能项目。
	2019	大规模储能计划	对于创新的大规模储能示范项目，提供资金支持。
	2017	英国智能灵活能源系统发展战略	明确储能的各项资质与性质，消除储能等智慧能源的发展障碍，提升电网对储能的兼容性。
意大利	2022	预算法	《预算法》延长了复兴法令的期限，确保安装光伏工程和 BES 系统的激励措施将在整个 2022 年继续有效。
	2020	Ecobonus	与翻新项目相关的光伏和储能系统的税收减免，减免比例从 50%提高至 110%。
	2018	UVAM 试点项目和 UVAS 试点项目	增加储能参与电力辅助服务；允许储能参与快速响应的频率调节服务。
	2017	太阳能储能返利方案	20 千瓦以上容量带储能光伏可申请返利，提供高达 3000 欧元的返利，最高可补贴淳那个系统购买及部署成本的 50%
德国	2023	年度税收法案	户用光伏系统<30KW，以及 EEG-多户连体混合用途<15KW 的光伏系统，免收所得税-光伏系统&储能系统采购，免除增值税（VAT）。
	2021	EEG 可再生能源法修订案	免除部分电表前储能的电网电价和税收；对于住宅太阳能发电设施所有者，支持 EEG 税费的装机容量上限从 10KW 提高到 30KW。
	2019	德国可再生能源法	将户用储能免征税费的装机容量上限从 10KW 提升至 30KW。

国家/地区	发布时间	政策	政策内容
瑞典	2018	户储补贴计划	拨款 1.7 亿瑞典克朗（约 2000 万美元），用于住宅和商业光伏太阳能的返利方案。从 2018 年 1 月 1 日起，向安装光伏系统的屋主和企业购买者支付的返利比例从 20%提高到 30%。
	2016	户用储能补贴计划	为家用储能提供补贴，可覆盖 60%的安装费用。
法国	2016	法国能源法典	用于电力公共服务的储能，可以被抵消一部分成本。
荷兰	2021	促进可再生能源及储能行业	要求新建户用房屋必须实施 70%的能源供给来自于新能源供给。家庭户用光伏电力实施净电表制政策，用户可把多余的光伏电力输出给电网获取收益；实施促进可再生能源的竞价补贴政策，针对个人投资光伏自发自用项目给予税收优惠政策，建立可再生能源投资基金，对并网投资商提供贷款或优惠融资。
波兰	2021	能源法修正案	取消对电网进出口的“双重收费”政策，取消装机容量为 10MW 储能系统的许可要求，免除储能系统特定电价的义务，并允许配电和输电运营商投资储能系统，并作为通过费率结构回收的成本。
	2019	AGROENERGIA 计划	对于 10-50KW 的户用光伏/风电+储能系统，拨款 2 亿兹罗提补贴。
	2017	容量市场法	容量市场设计优先考虑了低排放技术，包括储能技术，所需的最低供应时间缩短为 4 小时。
西班牙	2021	2021-2030 年国家能源和气候综合计划	到 2030 年可再生能源发电设施的装机容量超过 50GW，包括部署装机容量为 30GW 的太阳能发电设施和 20GW 的风力发电设施，并将关闭核电厂和燃煤发电厂。每年部署的太阳能发电设施的装机容量约为 4GW。
比利时	2020	支持储能的发展	允许直接或通过聚合商参与市场；免征储能的部分电费；免除储能系统提交环保证书的义务。
奥地利	2019	清洁能源计划	一项 3600 万欧元的退税计划，用于鼓励安装小型太阳能+储能装置；太阳能屋顶发电还将获得 250 欧元/千瓦补贴，储能装置则将获得 200 欧元/千瓦小时的补贴。
	2018	2030 任务	包括能源系统脱碳 12 项重大项目，其中一项部署 100 万套屋顶光伏系统和小型储能系统，为支撑项目达成，2018 年补贴从屋顶光伏延伸至户用储能。同时，延长了 2020-2023 年间针对家用光伏和储能的补贴，总预算为 2400 万欧元，其中 1200 万欧元专门用于家庭储能。
澳大利亚	2020	电力基础设施路线图	到 2030 年将在电力基础设施上新增 320 亿澳元投资，包括开发和部署 12GW 可再生能源发电设施以及 2GW 储能项目。
	2020	家庭免息贷款计划	为最多 30 万个电池储能系统提供免息贷款，年收入不足 18 万美元的家庭，可最高获得 1.4 万美元的光储系统免息贷款。
	2015	可再生能源目标（RET）	将 2020 年的可再生能源发电目标定为 3.3 万千兆瓦小时。
美国	2022	IRA 法案	新 IRA 法案延长了集中式、分布式光伏电站的投资税收抵免政策有效期，同时，在本土制造端增加了税收抵免政策，即针对光伏生产的全产业链（包括多晶硅、硅片、电池、组件、背板、逆变器等各环节）进行不同程度的补贴，以提振本土制造产能。
		投资税抵免（ITC）加速折旧（MACRS）	投资税抵免政策延期退出，到 2022 年、2023 年投资税收抵免的优惠分别为 26%、22%，到 2026 年 1 月 1 日结束；加速折旧政策允许储能项目按照 5-7 年的折旧期加速折旧。
	2018	住宅侧储能系统税收抵免新规则	通过税收抵免的方式推广户用储能系统的应用
	2018	激励储能的发展	各州针对储能出台了相应的激励政策，给予私营单位、住宅侧用户安装光伏系统同时配套储能，30%的投资税抵或税收抵免。如纽约州 2016 年提出每一系列项目至少减负荷 50kW，储热补贴 2600 美元/kW，电池储能补贴 2100 美元/kW，需求响应补贴 800 美元/kW。

第二章 机械储能

进一步资料可参考《机械储能行业ESG白皮书》

全球储能项目累计装机规模里，机械储能占比约 70%，抽水蓄能主导其中。压缩空气储能利用空气压缩与膨胀存储释放能量，具备大容量储能潜力；飞轮储能凭借高速旋转飞轮实现电能与机械能转换，响应迅速且功率密度大；重力储能则通过重物升降存储能量，系统相对简单。这些机械储能方式各有千秋，共同在平衡能源供需、稳定电网运行等多方面发挥关键效能，其发展状况值得深入研讨。

第一节 机械储能技术

1. 抽水蓄能

在用电低谷时期，抽水蓄能机组将水从下水库抽到上水库，将电能转化为势能储存起来；在用电高峰时期，抽水蓄能机组开启发电模式，释放上水库的水，推动水轮机发电，将势能转化为电能。电能综合转换率在 75%左右。

抽水蓄能的储存容量大、循环次数多、运行成本低、经济性好、安全性高；但受自然条件限制，开发周期长。

2. 压缩空气储能

在电网负荷低谷期，压缩空气储能将电能用于压缩空气，并高压密封。在电网负荷高峰期，释放压缩空气，推动汽轮机发电。

压缩空气储能的规模大、寿命长、建设周期短、站址布局相对灵活、调峰功能好；但需大型储气装置、空气储存效率低。

3. 飞轮储能

飞轮储能利用电能驱动飞轮高速旋转，将电能转换为机械能，在需要的时候通过飞轮惯性拖动电机发电，将储存的机械能变为电能输出。适用于不间断电源（UPS）、轨道交通、电网调频、电网调峰等高功率、短时间放电、频繁充放电的场景。

飞轮储能响应快、瞬时功率达、寿命长、充电时间短、能量转换率高（可达 90%）；但技术门槛高、成本相对高、能量释放时间较短。

4. 重力储能

重力储能主要是通过提升或降低重物来实现能量的存储和释放。在储能阶段，利用多余的电能驱动电机，电机带动绞盘等装置将重物提升到一定高度，此时电能转化为重物的重力势能储存起来。当需要用电时，重物下降，通过重力作用驱动发电机发电，将重力势能再转换为电能。

重力储能适用于大规模的储能场景，例如对大型可再生能源发电站（如风力发电场、太阳能发电站）的能量存储，在发电高峰期储存电能，在发电低谷或者用电高峰时释放电能，从而起到调节电网的作用，实现削峰填谷。重力储能也可以应用于电网调频等场景，帮助稳定电网频率，保障电力系统的稳定性。

第二节 机械储能的 ESG 核心议题及企业实践

一、ESG 核心议题

1. 能源消耗与碳排放

- **运行能耗分析**：机械储能系统不同类型（像飞轮储能、重力储能、抽水蓄能等）在各个运行阶段，例如能量存储、释放以及待机状态下，具体的电能、热能等能源消耗情况要进行精准监测与记录。例如抽水蓄能电站在抽水蓄能过程中水泵电机的耗电功率、不同水位落差及流量条件下的能耗差异等，以此来明确整个运行周期内的能源消耗总量与各环节占比情况。
- **碳排放核算与减排策略**：基于能源消耗数据，按照相应的碳排放计算方法（如根据消耗电能对应的发电来源碳排放系数等），准确核算出机械储能系统产生的碳排放量。为减少碳排放，一方面可探索优化储能系统的控制算法，使能量转换过程更高效，减少能源浪费；另一方面可考虑采用清洁能源（如太阳能、风能）为储能系统自身运行供电，从源头降低碳排放。同时，针对一些高耗能、高排放的部件，研究采用更节能高效的替代技术或材料。
- **与电网协同的环境效益评估**：分析机械储能系统接入电网后，对整个电网能源利用效率提升以及碳减排的协同作用。比如在电网调峰填谷过程中，通过合理存储和释放电能，减少了火电机组频繁启停或低效率运行带来的额外能源消耗和碳排放，量化这种协同产生的环境效益。

2. 资源利用与循环

- **自然资源可持续性管理**：对于依赖特定自然资源的机械储能方式，如抽水蓄能对水资源的利用，要评估水资源的来源、取用规模对周边生态环境（如河流流量、水域生态等）的影响。制定合理的水资源调度方案，确保在满足储能需求的同时，不对区域水资源的可持续供应和生态平衡造成破坏，例如保证下游生态用水的基本流量等。
- **设备全生命周期资源管理**：在机械储能系统的设计阶段，就要考虑设备退役后的可拆解性、可回收性，选用易于回收再利用的材料，标记关键可回收部件。在退役时，制定详细的设备回收流程，对金属结构件、电气元件等进行分类回收处理，提高资源回收率。对于无法回收利用的废弃物，严格按照环保要求进行无害化处理，防止对土壤、水体等造成污染。
- **循环经济模式构建**：探索建立机械储能行业内的循环经济产业链，比如废旧储能设备中的某些零部件经过修复、检测后可以在同行业或相关领域实现再利用，或者将回收的材料提供给上游原材料供应商进行再生加工，形成资源循环闭环，降低对原生资源的依赖。

3. 劳动安全与健康

- **建设阶段风险防控**：在机械储能设施建设过程中，涉及大量的高空作业（如抽水蓄能电站大坝建设、大型储能塔搭建等）、重型机械操作以及电气安装等危险作业环节。要针对这些环节制定详细的安全操作规程，配备完善的个人防护装备（如安全帽、安全带、绝缘手套等），定期开展施工现场安全检查，及时排查和整改安全隐患，如建筑结构的稳定性、施工设备的安全性能等方面的问题。

- **运营阶段健康保障**：运营期间，员工需要长期在设备运行环境中工作，要关注噪音、电磁辐射等可能对员工健康产生影响的因素。对噪音超标的区域采取有效的隔音降噪措施，为员工配备防噪耳塞等防护用品；对于存在电磁辐射的设备，做好屏蔽防护和定期辐射检测，同时合理安排员工工作时间和轮岗制度，避免长时间暴露在有害环境中，保障员工的身体健康。

- **安全培训与应急管理**：建立常态化的安全培训体系，涵盖新员工入职培训、定期复训以及针对新技术、新设备应用的专项培训等，提高员工的安全意识和应急处理能力。制定完善的应急预案，针对可能出现的机械故障、电气事故、自然灾害等紧急情况，定期组织应急演练，确保在突发状况下员工能够迅速、有效地采取应对措施，保障自身安全并减少事故损失。

4. 社区影响与参与

- **环境影响评估与沟通**：在机械储能设施项目规划前期，就要开展全面的环境影响评价，准确评估项目建设和运营可能给周边社区带来的噪音、振动、光影（如大型储能设施外观反光等）、景观破坏等环境影响，并将评估结果以通俗易懂的方式向社区居民公开。通过社区座谈会、线上互动平台等多种渠道，与社区居民保持密切沟通，听取他们的意见和诉求，及时解答疑问，消除居民的顾虑。

- **社区发展协同与补偿机制**：探索机械储能项目与周边社区发展的协同模式，比如为社区提供就业机会，优先录用当地居民参与项目建设和运营维护；支持社区的基础设施建设（如改善道路交通、建设公共休闲设施等），促进社区经济和生活环境的改善。对于因项目建设确实给社区居民造成一定损失（如土地占用、房屋受损等）的情况，建立合理的补偿机制，按照相关政策和市场标准，及时、足额地给予经济补偿，维护社区居民的合法权益。

- **社区参与项目监督**：建立社区参与项目监督的机制，邀请社区代表参与项目建设和运营过程中的部分监督工作（如环保措施执行情况、噪音控制情况等的监督），定期向社区汇报项目进展和相关环境、社会影响指标的监测结果，增强社区居民对项目的信任度和认同感，确保项目与社区和谐共处。

5. 产品安全与责任

- **质量控制体系建设**：从机械储能产品的设计研发环节开始，就要遵循严格的安全标准和可靠性要求，进行充分的模拟测试（如模拟不同工况下的能量存储和释放、极端环境条件下的运行等）和实际工况验证。在生产制造过程中，建立完善的质量管理流程，对原材料采购、零部件加工组装、成品检验等各个环节进行严格把控，确保产品符合质量标准，具备足够的安全性和可靠性，防止因产品质量问题引发安全事故。

- **产品全生命周期安全保障**：在产品交付使用后，要持续跟踪其运行状态，通过远程监控、定期巡检等方式及时发现潜在的安全隐患，为用户提供产品维护保养建议和技术支持。对于出现故障或安全问题的产品，要迅速启动召回、维修或更换等措施，承担相应的责任，保障用户的生命财产安全。同时，建立产品质量反馈机制，将用户反馈的问题及时反馈到研发和生产环节，不断优化产品质量。

- **安全文化与责任意识培育**：在企业内部营造浓厚的产品安全文化氛围，通过培训、宣传等多种方式，让每一位员工都深刻认识到产品安全的重要性，将保障产品安全的责任落实到各个岗位和工作环节。对外积极参与行业安全标准的制定和推广，向用户和社会公众普及机械储能产品的安全使用知识，提升整个行业的安全责任意识。

6. 合规与风险管理

- **法规政策跟踪与落实**：机械储能行业受到诸多法律法规（如能源相关法规、环保法规、安全生产法规等）和行业标准（如储能系统技术标准、安全规范等）的约束，企业需要设立专门的法规政策研究团队或岗位，实时跟踪这些法规政策的更新变化，及时将相关要求融入到项目的建设和运营管理流程中，确保从项目选址、设计、施工到运营的各个环节都严格符合规定，避免因违法违规行为面临处罚，影响项目的正常推进和企业声誉。

- **风险识别与评估体系构建**：针对机械储能项目在不同阶段面临的各类风险（如技术研发风险、市场需求风险、自然环境风险、政策变动风险等），建立系统的风险识别与评估机制。运用科学的方法对风险发生的可能性和影响程度进行量化评估，制定风险清单，为后续的风险管理提供依据。

- **风险应对与监控策略**：根据风险评估结果，制定相应的风险应对策略，对于高风险事项采取规避、降低、转移、接受等不同的应对措施。例如对于技术风险较高的新型储能技术应用，可通过增加研发投入、与科研机构合作等方式降低风险；对于不可控的自然灾害风险，可通过购买保险等方式进行风险转移。同时，建立风险监控机制，定期对风险状态进行跟踪评估，及时调整应对策略，确保风险始终处于可控范围。

二、企业实践案例

1. 国家电力投资集团有限

抽水蓄能为国家电投集团传统产业之一，打造清洁能源，顺势而为、乘势而上，国家电投加快推动新能源高质量发展、实现能源结构转型，建设世界一流清洁能源企业，引领世界清洁能源产业升级。

根据国家电网公司数据显示，截至 2022 年底，**国家电投在运抽水蓄能装机总容量为 2806 万千瓦，占比超过全国已建项目总规模的 60%**。

2. 中国电力建设集团

中国电力建设集团致力于 ESG 发展，2023 年位列“中国 ESG 上市公司先锋 100”榜单第 78 位，入选国资委 2023 年“央企 ESG·先锋 100 指数”。

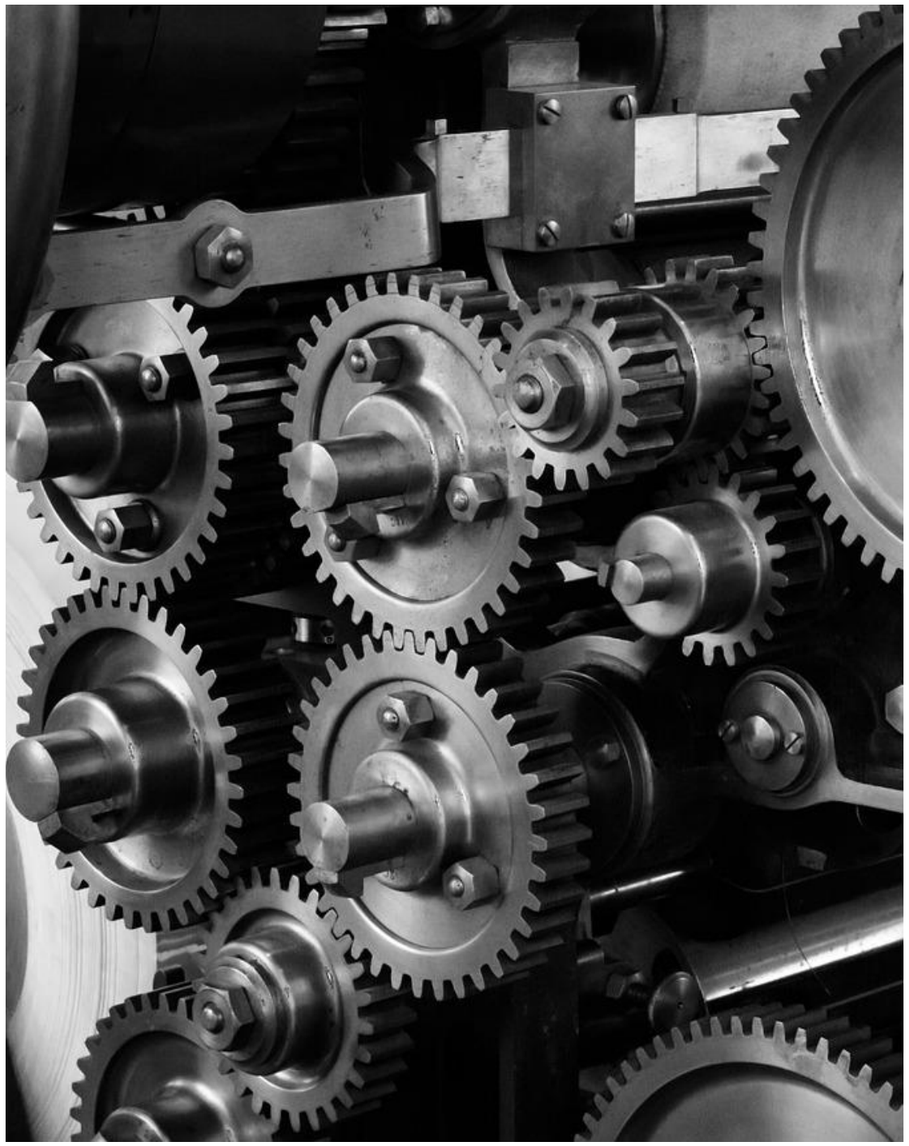
中国电力建设集团于 2023 年建设开工建设的 2×300MW 盐穴压缩空气储能电站项目，是山东省 2023 年度首批新型储能入库项目，着重储能装备制造项目，是重要的补链延链项目，对泰安市打造千万千瓦级“储能之都”具有重要意义。

该压缩空气储能创新示范项目采用中国能建压缩空气储能系统解决方案，是拥有自主知识产权的创新型、实用型、经济型压缩空气储能技术，建成后将成为单机容量世界最大的压缩空气储能电站，加快大规模压缩空气储能技术商业化、规模化和产业化进程。

3. 宁德时代

宁德时代作为全球领先的动力电池和储能电池制造商，积极投入储能技术的研发，包括机械储能方向，以提升能源系统的灵活性和效率。

2024 年 5 月国家知识产权局发布公告称，宁德时代新能源科技股份有限公司取得一项名为“一种重力储能系统”的专利。该技术路径基于高度落差，通过储能介质的升降来实现储能系统的充放电过程。



第三章 电化学储能

进一步资料可参考《电化学储能储能行业ESG白皮书》

在全球储能版图中，电化学储能虽占比不及机械储能，但其发展势头迅猛。锂离子电池储能能量密度高、循环寿命长且应用广泛；铅酸蓄电池储能技术成熟、成本低廉；液流电池储能容量可灵活调节、安全性佳。

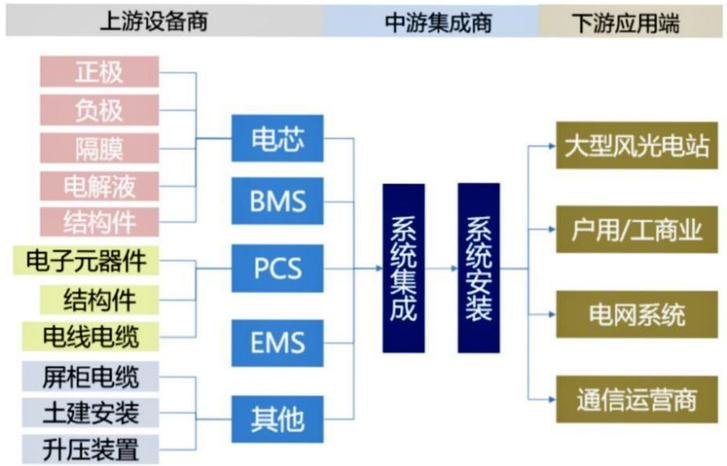
它们在新能源并网、分布式发电等领域各显神通，其发展之路与前景值得深入探寻。

第一节 电化学储能技术

电化学储能本质上是在电力充足时就把多余的电能储存起来，电力紧张时就把存储的电力释放出来，帮助电网平衡供需，确保电力稳定。

电化学储能系统的价值链，从原材料采购、电池制造、系统集成、系统销售与服务到市场应用与增值，形成了一个完整的产业链条。

图 11：电化学储能价值链



资料来源：东吴证券

1. 上游环节

上游环节主要涉及电池原材料的供应、加工与制造。包括正极材料、负极材料、隔膜、电解液和结构件等，这些原材料是制造电池的基础，对电池的性能和安全性有着直接的影响。设备则包括电池组、电池管理系统（BMS）、储能变流器（PCS）、能量管理系统（EMS）和其他设备等。

原材料环节

- 正极材料通常是基于钴、镍、锰等金属的化合物，中国在锂、钴、镍和锰的产量中占有重要地位，尤其是锂和钴，中国不仅在国内生产，还通过获取国外矿山权益等方式，开始支配供应链。
- 负极材料常用石墨或硅基材料，中国是全球天然石墨产量的主要国家，同时也是人造石墨的主要生产地。
- 电解液是锂离子传输的介质，由溶剂、锂盐和添加剂组成，在锂电池正、负极之间起到传导离子的作用，是锂离子电池获得高电压、高比能等优点的保证。
- 隔膜是分隔正负极防止短路的关键组件。

材料加工与制造环节

原材料的加工与制造环节设计将以上原材料转化为可用的电池单元和模块，这一过程包括混合活性物质、涂布、干燥、组装和封装等步骤。

以锂电池的生产制造流程为例，期生产工艺分为前、中、后三个阶段，前端工序的目的是将原材料加工成为极片，核心工序为涂布；中段目的是将极片加工成为未激活电芯；后段工序是检测封装，核心工序是化成、分容。

图 12：锂电池生产制造流程



资料来源：新材料 ETF

2. 中游环节

中游环节主要是电池制造和储能系统的集成，涉及电池模组（PACK）的组装、电池管理系统（BMS）、储能变流器（PCS）、能量管理系统（EMS）的开发与生产。中游企业通常负责将各种组件集成为完整的储能系统，并确保系统的高效运行和安全性。电池制造商会将上游提供的原材料加工成电池单元，并组装成电池模组或电池包；储能变流器、电池管理系统和能量管理系统的供应商则专注于提供与电池互动的电子设备和控制系统。

电池制造环节

电池管理系统（BMS）是电化学储能系统的关键组成部分，它负责监控和管理电池的充放电过程，确保电池组在安全的工作状态下运行。BMS 的基本功能包括监测电池单体的电压、电流和温度，估算电池的荷电状态（SOC）和健康状态，平衡电池单体之间的荷电状态，以及在异常情况下提供保护措施，如过充、过放、过热和短路保护。其开发通常包括以下几个阶段：需求分析、系统设计、硬件实现、软件编程、集成测试和优化迭代。

图 13：BMS 电池管理系统的组成



资料来源：充电头网

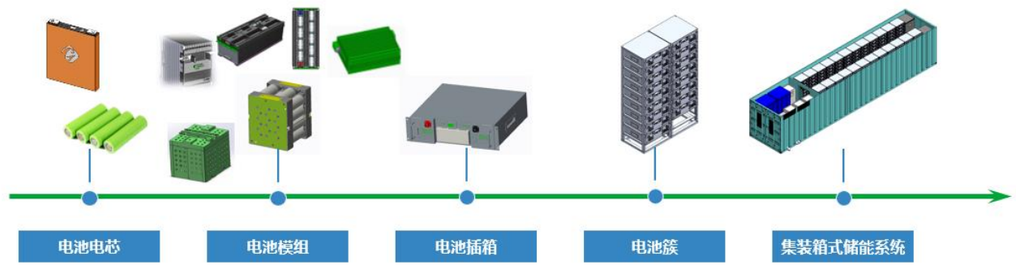
在电池管理系统（BMS）的开发过程中，一切始于需求分析——细致梳理功能、性能及安全标准，确保系统方向的准确性。随后的设计与实现阶段，既包含硬件选型的精雕细琢，如挑选微控制器单元（MCU）、模拟前端（AFE）和通信接口，也涉及软件架构的构建，涵盖数据处理逻辑与用户友好界面的开发。

接着，硬件实现通过 PCB 板的制作与电子元件的焊接装配，转化设计为实体；软件编程则赋予系统灵魂，通过编写与调试实现电池监测、评估、控制及通信功能。集成测试与优化迭代构成了闭环，将 BMS 与电池组融合，历经实验室与现场的考验，根据反馈进行系统优化，持续提升性能与安全性，确保 BMS 稳定可靠，满足最终应用需求。

电池组包装

电池组是电化学储能系统中最主要的组成部分，它直接决定了储能系统的能量密度、循环寿命和安全性能，而电池组的包装是电池制造过程中的最后一道工序，它能确保电池在运输和存储过程中安全、完好无损。其具体流程包括电芯分组、焊接电芯、安装保护电路板（PCM/BMS）、半成品绝缘与测试、最终组装与测试、封闭包装、装箱出货、标识和文件。

图 9：电池组结构简图



资料来源：iczoom《新能源之储能 BMS 芯片选型方案浅析》

初始阶段，电芯经过精细的分选与配组，旨在使电压、容量和内阻等关键参数达到高度一致性，奠定电池性能的基石。配组后的电芯经由自动点焊机焊接，紧密相连，构筑成电池模组，其间镶嵌保护电路板（PCM/BMS），为电池组筑起一道安全防线。随后的半成品绝缘环节，对电池组的关键部位实施绝缘处理，确保电气安全无虞。

半成品测试阶段，通过充放电、内阻与容量等基本性能检测，验证电池组的初步效能。随着进程推进至最终组装，电池组与外壳、连接器等组件精密结合，形态完整。此时全面测试紧随其后，对电池组的综合性能进行终极检验，确保各项指标达标。

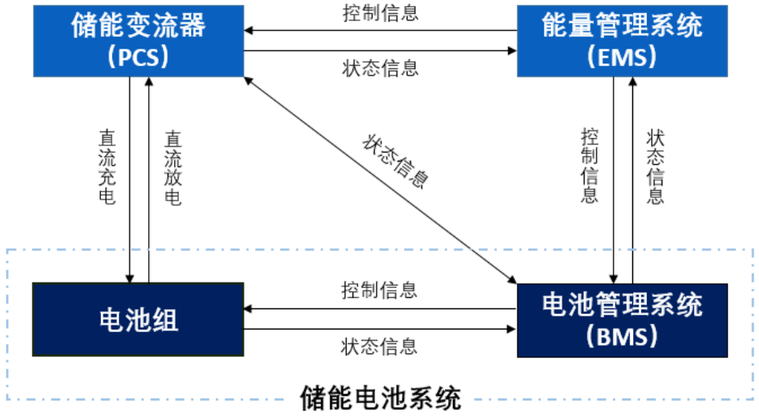
完成组装后，开启包装工序，根据电池组特性定制合适包装，运用 PVC 热收缩或超声波封口技术，注重封闭安全与外观整洁。金属外箱电池组则额外加强外箱组装与固定，确保结构稳固。

封装完备的电池组，被妥善安置于运输箱内，辅以泡沫等缓冲材料，全程护航至目的地。每一步骤均辅以详尽的标识与文件准备，标签明确、文档齐全，为产品的追溯与合规提供坚实支持，最终实现安全高效的出货流程。

储能系统集成

储能系统集成是将电池模块电池管理系统（BMS）、储能变流器（PCS）、能量管理系统（EMS）等组件结合起来，形成完整的储能系统的过程。

图 14：电化学储能系统结构简图



资料来源：iczoom《新能源之储能 BMS 芯片选型方案浅析》

- 储能变流器（PCS）是储能系统中的关键组件，可以控制储能电池组的充电和放电过程，进行交直流的变换。

- 能量管理系统（EMS）是储能系统的大脑，负责监控、控制和优化储能系统的能量流动，主要负责数据采集、网络监控和能量调度等，是电池组、电池管理系统以及储能变流器之间的连接纽带，还负责电池管理系统(BMS)与配电网调度系统接口，接受调度指令，完成诸如蓄电池充放电控制、独立离网系统支持、削峰填谷以及新能源发电平滑输出等电网实际应用。EMS 主要用于微电网内部能量控制，维持微电网功率平衡，保证微电网正常运行;需求和应用场景多种多样，软件系统的工作量极大;可满足中小型商用级储能系统的现场能量调度需求，大型储能系统会涉及到电网侧的调度。

3. 下游环节

储能系统的下游环节主要涉及储能系统的系统销售与服务、市场应用与增值，这包括系统的销售、安装与调试、运维以及最终用户的服务和支持。储能系统的集成商和安装商负责将储能系统部署到具体的应用场景中，如风/光/传统电站、电网公司、家庭储能等。终端用户利用储能系统来实现削峰填谷、备用电源、离网电源等多种功能。

- 销售环节涉及到储能产品的市场营销、客户关系管理以及合同谈判等。销售团队需要根据市场需求和潜在客户的特定需求，提供定制化的储能解决方案

- 安装与调试是确保电化学储能系统按照设计规范和安全标准正确部署的关键步骤。这个阶段包括现场勘查、设备卸载、固定、连接以及系统的初始配置和测试。调试过程中，工程师会检查电池管理系统（BMS）、能量管理系统（EMS）和储能变流器（PCS）的通信是否正常，以及电池的充放电性能是否符合要求。调试完成后，还需要进行一系列的性能测试，包括充放电循环测试、系统效率测试和安全测试，以确保系统可以稳定运行。

- 运维服务是电化学储能系统长期稳定运行的保障。运维团队负责定期检查系统状态，监控电池健康、性能参数和系统日志。此外，运维服务还包括故障诊断和修复、软件更新、预防性维护以及应急响应。随着储能系统的老化，运维服务还需要考虑更换磨损部件，如电池模块、连接器和其他关键组件。有效的运维服务可以延长储能系统的使用寿命，减少意外停机时间，确保系统的经济性和可靠性。

第二节 电化学储能的 ESG 核心议题及企业实践

1. 全生命周期碳排放管理

电化学储能系统从原材料的开采到最终的电池回收和再利用，每个环节都涉及碳排放，构成了系统的全生命周期碳足迹。高效管理这一过程对于降低整体碳排放、实现绿色低碳的能源转型至关重要。企业也需要采用绿色生产技术，优化能效，减少温室气体排放和污染，同时推动电池材料的循环利用和回收机制，降低对环境的负担。

2024 年 6 月，在工信部电子司悉心指导下，由中国电子技术标准化研究院联合百余家单位共同研究的锂电池碳足迹核算体系正式对外发布。构建起以锂电池碳足迹的核算方法、标准体系、背景数据库以及核算平台等为核心内容的锂电池碳足迹核算体系，是算清算准锂电池碳足迹的关键技术所在。该体系的建立，能够助力生产企业全面且系统地了解各环节能源资源消耗和原材料碳排放状况，对于提升锂电池产业的绿色竞争力起着至关重要的作用。

2023 年 8 月 17 日，《欧盟电池和废电池法规》正式生效，明确了不同类别电池碳足迹声明、等级和阈值披露的时间及要求。另外欧盟出台的多项供应链尽调相关法案，比如《企业可持续发展尽职调查指令》、德国《企业供应链尽职调查法案》，也向供应商传递了绿色可持续发展要求。将碳足迹作为出口电池产品的一项关键标准，意味着制造商必须积极降低产品碳排放，做好碳足迹声明，以满足欧盟市场的准入条件。这不仅关系到市场份额，也是企业可持续经营的关键。

当前，国外常见背景数据库里涉及中国的数据，往往存在数据过时、代表性不足、边界模糊等问题，难以准确且真实地展现我国当下的工业绿色低碳发展水平。故而，构建我国本土的锂电池碳足迹管理体系，特别是本土锂电池碳足迹背景数据库，对于保障我国锂电池产业的可持续发展、打造我国锂电池上下游产业链在全球市场中的绿色竞争优势有着重大意义。

企业案例：宁德时代

宁德时代于 2023 年发布“零碳战略”，是当前全球锂电产业最具挑战的碳中和行动。基于“零碳战略”及对应行动规划，宁德时代制定“零碳”设计、“零碳”工厂、“零碳”供应、“零碳”制造、“零碳”电力及循环生态六大“零碳”专项，全方位推进目标实现。

“零碳”设计作为“零碳战略”的核心要素，需要将零碳理念融入产品设计哲学之中，全面考量产品质量、效率、绿色等多维度竞争力，这对公司的前沿创新能力提出了极高的要求。宁德时代在新体系产品研发中充分考虑“零碳”因素，不断完善产品碳足迹数据库，引入全生命周期预测（Perspective Life Cycle Assessment, Perspective LCA），针对处于概念阶段及技术早期的产品碳足迹、水污染影响、土壤污染影响及生物毒性影响等指标进行评价分析，大力研发低碳材料与技术，并将相关研究成果赋能价值链伙伴。

企业案例：远景动力

远景动力推出了全球首批“碳中和”储能电池，并通过其方舟碳管理系统对储能电池产品进行了全生命周期的碳足迹分析。通过能效提升、可再生电力开发、绿电交易等方式，减少运营层面的碳排放，减排比例超过 80%。依靠自主研发的“方舟”碳管理系统，对储能电池产品进行了“从摇篮到大门”的碳足迹分析，并自动生成碳排放报告。此外，远景动力通过资助符合核证碳标准的项目，实现了 2022 年的全球运营碳中和，并获得了权威机构英国碳信托的认证。

远景动力推出的全球首批“碳中和”储能电池在生产过程中 100%采用绿电，通过使用风机和光伏发电等可再生能源以及绿电交易等方式，确保电池生产的能源消耗对环境的影响降至最低，这也使得其储能电池产品碳足迹整体远低于同行业同类产品。电池产品的碳足迹信息被记录在“零碳绿码”中。另外，远景动力针对价值链碳排放（范围 3），开发了供应链碳管理工具，并在日本和中国开展试点。公司要求，到 2025 年时重点供应商供应远景的产品要实现 100%绿电生产制造的目标，从根源上降低产品碳足迹和供应链碳排放。

2. 废弃物处理与循环利用

电化学储能系统，特别是锂离子电池，在电动汽车、便携式电子设备和大规模储能系统中扮演着重要角色。随着这些应用的快速增长，废旧电池的数量也在迅速上升，这引发了废弃物处理和资源循环利用的环境问题。废弃物处理不当可能导致有害物质泄漏，对土壤和水源造成污染，同时也意味着宝贵资源的浪费。因此，电化学储能废弃物的有效处理和循环利用对于环境保护和资源可持续性至关重要。

我国是世界上最大的锂离子电池生产、消费和出口国，锂离子电池广泛应用于电动汽车、便携式移动电子设备、储能设备等多个方面，这类电池的使用寿命一般为 3-8 年，报废数量近年来急剧增加。锂离子电池中含有氟、重金属等污染物，废弃后处理不当容易造成环境问题，危害人体健康。同时，锂离子电池中含有铝、铜、锂、钴、镍、锰等可回收资源，经济价值显著，市场前景广阔。

企业案例：伟翔众翼

上海伟翔众翼新能源科技有限公司采用高度自动化的物理破碎分选系统来实现对退役动力电池的拆解和检测筛选。自动化程度高，操作人员只需在投料现场、收料现场和中控室工作，大大提高了生产效率和安全性。

在化学处理阶段，对于不可梯次利用的动力电池[3]，将其破碎后，对黑粉进行化学提纯，以得到高纯度的硫酸镍、硫酸钴、硫酸锰、碳酸锂。这些化学品可以直接用作电池生产的原材料，实现了全组分回收，回收率达到 99%以上。同时采用三级冷凝技术回收电池中的有机溶剂电解质，相比传统的燃烧处理方法，这种技术更加环保和节能，有效降低了挥发性有机物（VOCs）的排放。

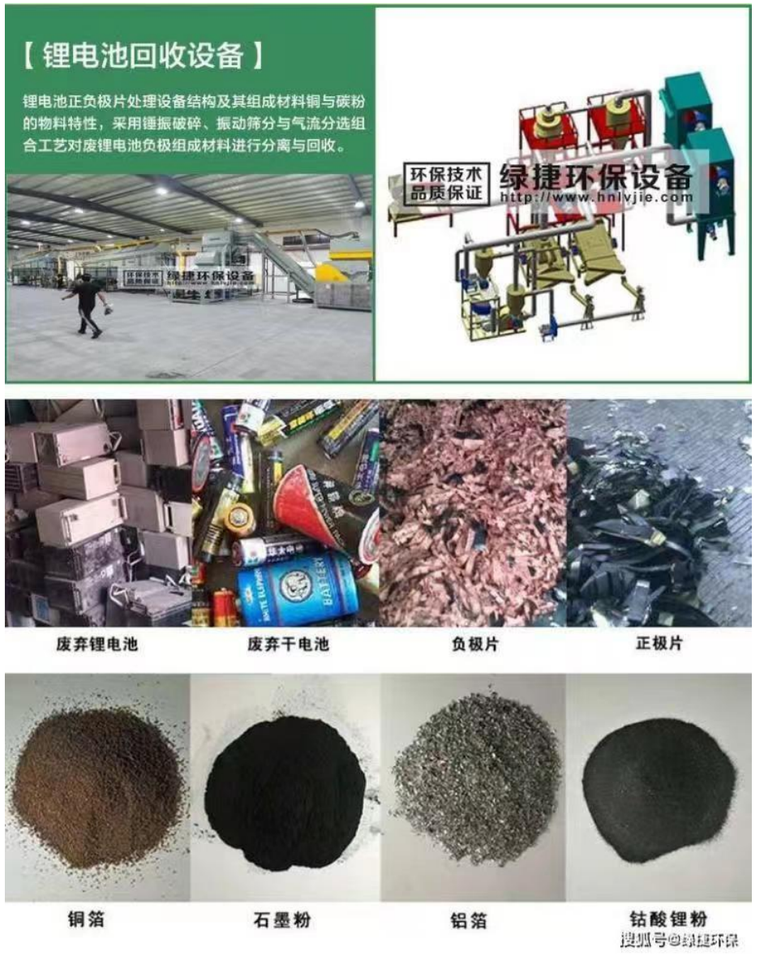
另外，公司采用 MVR 蒸汽再压缩蒸发技术处理废水，实现了 100%回用，不仅减少了水资源消耗，还比普通蒸发设备节能 50%以上。据企业初步估算，每年处理 7000 吨退役动力电池，相较于从矿石中提炼相应金属，可以减少约 8.6 万吨的二氧化碳排放量，降低了环境污染。

企业案例：金川集团

依托在镍钴矿产资源及冶炼方面的优势，金川集团在废旧锂离子动力电池资源化利用领域取得了显著成就。公司建成的 5000 吨/年废旧锂离子电池资源循环利用项目已完成全流程试车并投入运行，该项目能够实现废旧锂离子电池中全部组件的分别回收，包括三元电池和磷酸铁锂电池等各类电池的回收再利用技术。镍、钴、锰等主要金属的回收率分别达到 98.5%以上。

公司在电池回收领域突破了一系列技术难题，包括电池精准拆解破碎、精细化分选、高效分离得到纯净的正负极黑粉等。例如公司开发了正负极黑粉中镍、钴、锂资源的高值化利用技术，并成功开发出预处理+湿法处理的回收工艺，实现了镍钴锂资源的高值化利用。

图 15：锂电池回收设备及物理分离



来源：绿捷环保《浅谈锂电池回收处理设备物理分离工艺与湿法工艺》

[3] 即在经过首次使用后，由于性能衰减严重，无法满足特定应用标准或安全要求，因此不适和进行二次利用的电池。

3. 产品质量与安全

产品质量与安全是电化学储能系统成功应用的关键因素，直接关系到储能系统的可靠性、经济性以及对环境和用户安全的影响。高质量的电化学储能产品能够确保系统在各种工况下稳定运行，减少故障率，延长使用寿命，从而降低维护成本和潜在的安全风险。

根据中国电力企业联合会发布的数据，2023 年中国新增投运电化学储能电站超过 80 起安全事故，这表明安全问题已成为行业发展的重大挑战。此外，国际电工委员会（IEC）发布的 IEC 62933 系列标准，专门针对电气能存储系统的安全要求，强调了在设计、制造、安装、运行和维护过程中必须遵循的安全标准。

因此，在环境、社会和治理（ESG）的框架下，为确保产品质量，企业需采用高性能材料，实施严格生产工艺，以及先进的监测技术来保证电池的稳定性和可靠性。在安全层面，设计时需充分考虑热失控防护、电气安全和机械强度，同时，数据安全和隐私保护也日益受到重视。此外，通过负责任的供应链管理、电池回收计划和社区影响评估，企业能更好地履行其社会责任。在治理层面，遵循国际标准与规范，建立高效的风险管理体系，持续提升产品安全标准，是储能行业健康发展的关键。

企业案例：欣旺达动力

欣旺达动力在质量管理方面采取了多层次的控制措施，确保从原材料采购到成品出厂的每个环节都符合高标准的质量要求。公司拥有 367 项安全设计专利，构建了从子部件到整体系统电池的 5 层安全设计体系，实现了电池系统不起火、不爆炸的超高安全性。

公司还运用大数据预警技术，通过云端数据、地面检测和车载边缘计算，实现电池状态判定和电池热失控预警，为安全使用新能源汽车提供保障。公司已量产具备成熟无热扩散不起火技术的产品，并通过大数据预警技术预防安全风险。

公司推出的 314Ah 储能电芯采用了“磷酸铁锂+石墨”体系，这种材料体系具有较高的热稳定性和安全性。电芯通过了 62 项严苛的安全测试，包括过充、过放、挤压、跌落、冲击、燃烧等，并且通过了 UL1973、UL9540A、UN38.3、IEC62619 等多国权威第三方认证，确保了其全球通行的安全品质。

此外，公司采用了创新的“热电分离技术”，这种技术能够在电芯发生热失控时，将电气空间和热失控排气空间完全隔离，有效防止热失控向邻近电芯蔓延，从而保障整个储能系统的安全。公司的储能电芯因其卓越的安全性能和技术创新，引领行业树立安全标杆，为全球储能市场的发展提供了绿色解决方案。

企业案例：安芯新能

安芯新能在电化学储能产品的质量与安全方面，展现出了卓越的技术实力和市场竞争力。其 50Ah 软包磷酸铁锂电芯提供了 2000 周、6000 周、80000 周不同层级的循环寿命选择，充分满足了不同应用场景对电池循环次数的需求。更进一步，推出的“安芯 325Ah 超能储”方壳电芯，不仅拥有 173Wh/kg 以上的高能量密度，而且循环寿命可达 10000 周，这在发电侧、电网侧、工商业储能等场景中表现出色，同时保持了不起火、不爆炸的高安全标准。安芯新能的产品经过了严苛的安全测试，包括挤压、海水浸泡、温度循环、低气压以及针刺实验，确保在多种极端条件下的稳定性和安全性。

公司至今保持着零安全事故的记录，这一成就在行业内得到了高度认可，凸显了安芯新能在产品设计和制造过程中的安全至上的理念。此外，通过获得全球主要国家及地区的认证，如 UL、CE、UN38.3 等，安芯新能的产品质量得到了国际权威机构的认可，为产品的全球销售和品牌影响力打下了坚实的基础。这些具体的数据和成果，不仅证明了安芯新能在电化学储能领域的专业能力，也体现了其对产品质量与安全的不懈追求，持续为客户提供高性能、高可靠的储能解决方案。



第四章 热储能

热储能于储能领域独具特色，尤其是熔盐储能，在电站、火电调峰、绿电供热等领域已有应用。

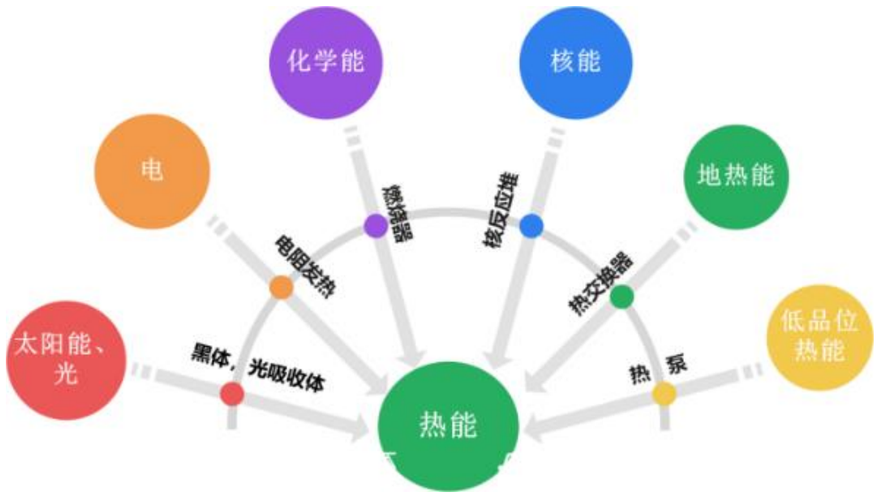
随着技术的持续创新与成本的逐步优化，热储能在更多领域的拓展指日可待，其发展态势不仅关乎能源存储技术的多元性，更对构建可持续的能源生态体系有着深远影响。

第一节 热储能技术

热储能技术是将介质加热至特定高温（或冷却至低温）后，使其保持温度并存储起来。随后，可根据需求在特定的时间和地点，以合适的强度进行释放（或吸收），以此解决热能供给与需求不匹配的问题，进而提高系统能源利用率。热储能技术作为未来规模储能的核心力量之一，对构建清洁低碳、安全高效的能源体系具有重大意义。

热能是人类最为主要的可利用资源，约有 80%-90% 的能量首先转化为热能的形式，而后加以利用。

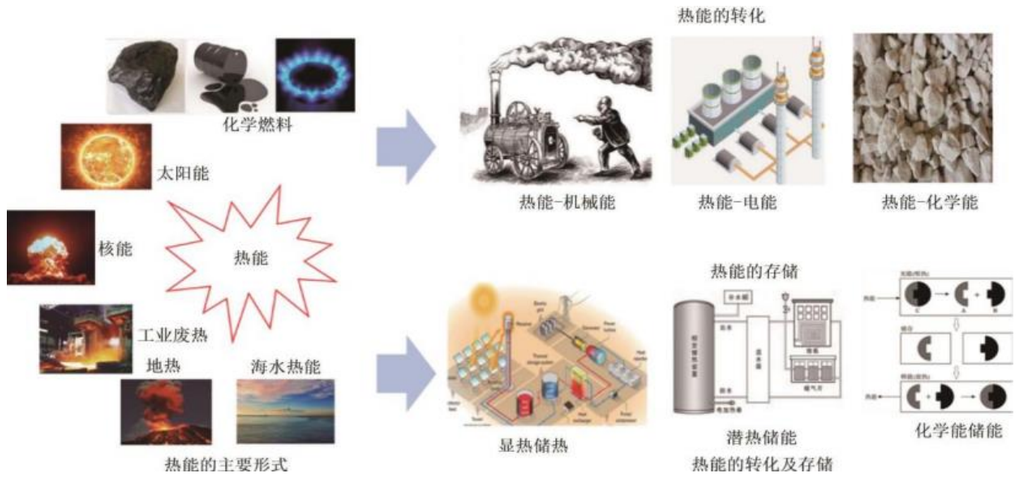
图 16：热能获取方式及转换装置



来源：热能存储及转化技术进展与展望，作者李拴魁、林原、潘锋

当下，人类的热能来源主要有两类：其一为燃料热能，即传统化石燃料（如煤炭、石油、天然气等）燃烧所产生的热能，这也是最为主要的热能来源；其二是其他正在研究开发的新能源，其中包括太阳能、核能、地热、海水热能等。

图 17：热能资源及其主要的存储及转化技术



来源：热能存储及转化技术进展与展望，作者李拴魁、林原、潘锋

第二节 熔融盐储能技术

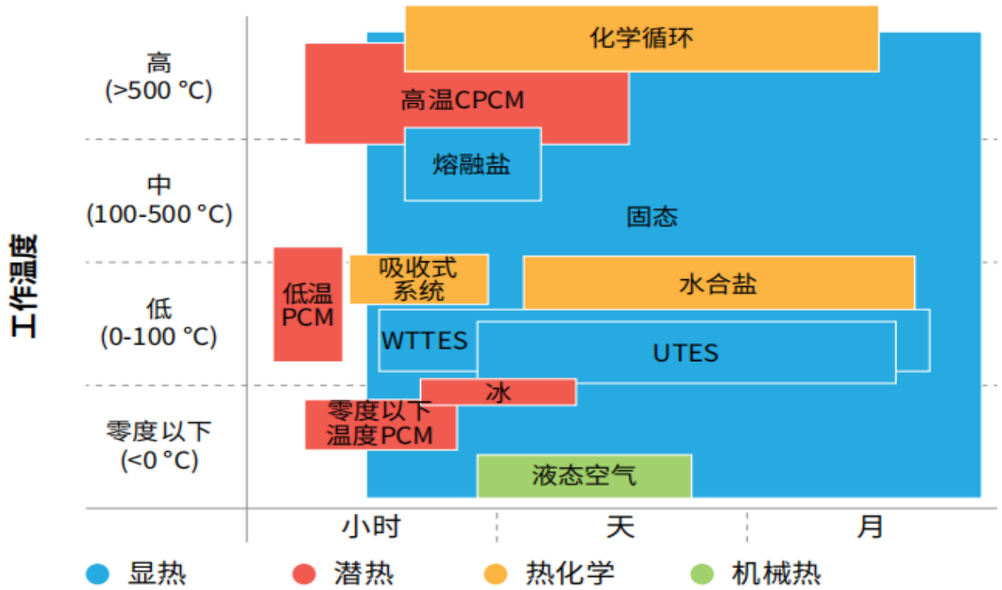
熔盐储热是当前热储能技术中常见的主要形式之一。高温熔盐储能技术主要是利用熔盐在升温与降温过程中所产生的温差来实现热能存储。

1. 原理

熔盐指的是处于态下的液体盐，包括碱金属、碱土金属的卤化物以及硝酸盐、硫酸盐等。在高温作用下熔化后，熔盐会形成离子溶体，如同融化的雪糕一般。它是一种优良的传热储热介质，具有储热密度大、放热工况稳定、价格低廉等优点，因此成为目前在高温场合被广泛应用的储热材料，适合大规模中高温储热项目。

储能过程依靠熔盐的热物理性能来进行热量的存储和释放，该过程中只有熔盐自身温度发生变化，不发生化学性质的变化。

图 18：热储能技术的工作温度和时间范围

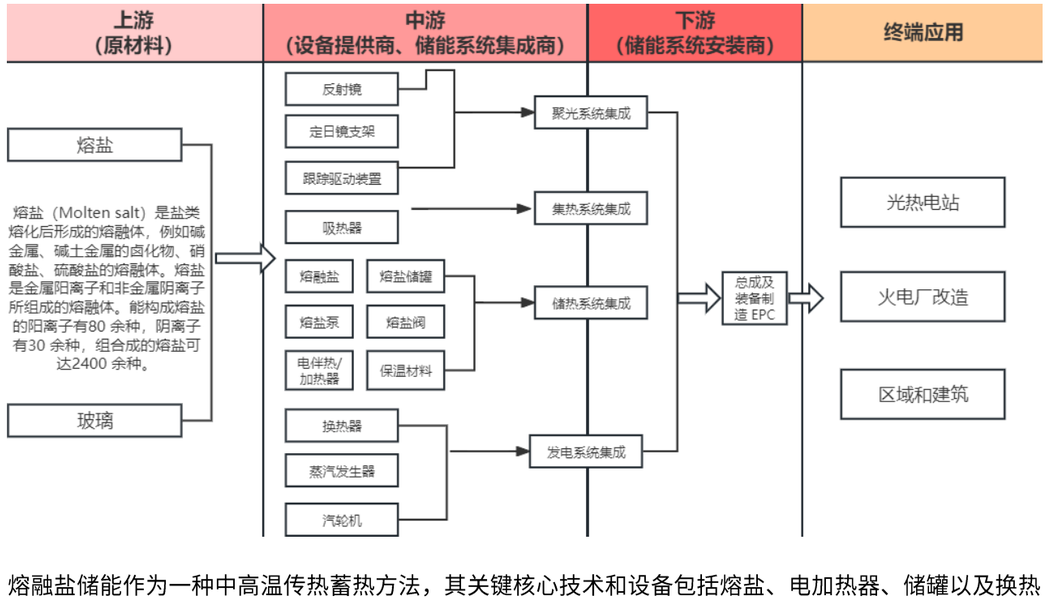


来源：IRENA《净零热能报告》

熔融盐储能的主要工作原理是：

- 冷盐罐中的低温熔盐经由熔盐泵输送至熔盐电加热器，加热后的高温熔盐进入热盐罐中进行储存，至此完成熔盐储热循环。
- 高温熔盐通过熔盐泵输送至换热系统，在换热系统中与给水进行热交换，使得给水被加热成蒸汽。完成放热后的熔盐进入冷盐罐中进行储存，至此完成熔盐放热循环。
- 给水被加热后产生的蒸汽与热用户侧循环水进行换热，换热后的循环水则供用户使用。

图 19：熔盐热储能价值链



熔融盐储能作为一种中高温传热蓄热方法，其关键核心技术和设备包括熔盐、电加热器、储罐以及换热器等，凭借其储能密度高、稳定性好等优点，被广泛应用于太阳能光热系统、调峰调频、绿电消纳等新能源领域，进而实现能量的有效迁移。在不同应用场景下，熔盐的使用温度区间、加热及换热方式有所区别。

表 14：熔盐储能不同应用场景对比

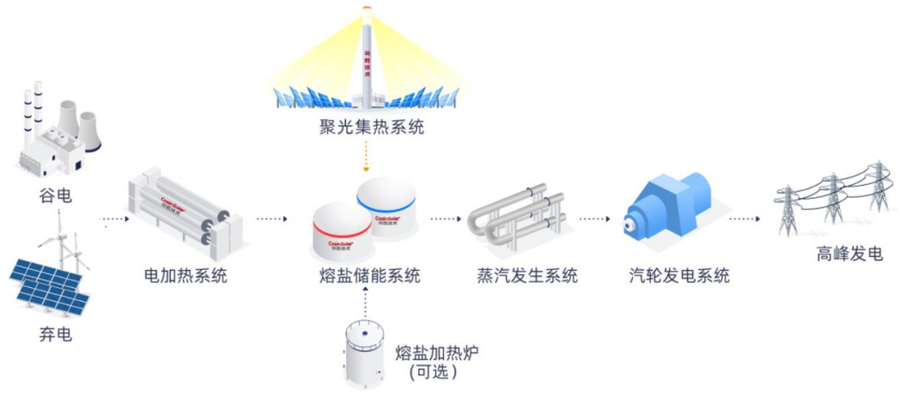
应用场景	熔盐使用温度区（℃）	换热过程
光热发电	290~565	熔盐—蒸汽
耦合火电机组调峰调频	140~650	熔盐—蒸汽、蒸汽—熔盐、电—熔盐
绿电供热	140~450	熔盐—蒸汽、电—熔盐

2. 应用

(1) 熔融盐储能在电站方面的应用

光热型熔盐储能电站特征是以电加热装置作为储能输入，以高温熔盐作为储能介质，以聚光集热系统作为能量补充，以汽轮发电机组作为电能输出的安全、高效和低成本的新型储能电站技术。

图 20：光热型熔盐储能电站流程图



来源：《可胜技术金建祥：光热型熔盐储能技术及经济性分析》

熔盐储能电站借助聚光集热系统，依靠太阳能的直接辐射能量对熔盐进行加热，以此弥补热—电转换过程中的能量损失，从而显著提升充放电效率，该电站的综合充放电效率能够达到 75% 以上（以净上网电量与充电量的比值计算）。同时，熔盐储能电站能够以低成本配置天然气、煤炭或者生物质等熔盐加热炉。在极端天气（如连续阴雨天）以及冬季枯水季，可根据电网需求，利用后备燃料加热熔盐，持续提供稳定的电力供应。综上所述，光热型熔盐储能电站对促进新能源的消纳有着积极作用。

案例应用

多数光热电站采用熔盐双罐系统，光热与熔盐的耦合方式有间接和直接两种类型。其中，典型的熔盐直接蓄热电站为美国的 Solar two 项目，此项目所使用的硝酸盐混合盐被称为 Solar 盐，其温度范围在 290 至 565℃之间。此后，许多塔式熔盐光热电站大多沿用直接蓄热方式以及这一工作温度区间，例如西班牙的 Gemasolar 电厂和青海中控德令哈 10MW 项目。

项目简介

青海中控德令哈 50 兆瓦光热电站是国家首批光热发电示范项目之一，该电站采用浙江可胜技术股份有限公司自主研发并完全拥有知识产权的塔式熔盐光热发电核心技术，95%以上的设备实现了国产化。电站装机容量 50 兆瓦，配置 7 小时熔盐储能系统，设计年发电量 1.46 亿千瓦时，等效满负荷发电利用小时数 2920 小时。2018 年 12 月 30 日顺利并网发电，2019 年 4 月 17 日实现满负荷运行。该电站建成后，每年可节约标准煤 4.6 万吨，同时减排二氧化碳气体约 12.1 万吨，具有良好的经济效益与社会效益。

图 21：青海中控德令哈 50 兆瓦光热电站



来源：德令哈市人民政府网站

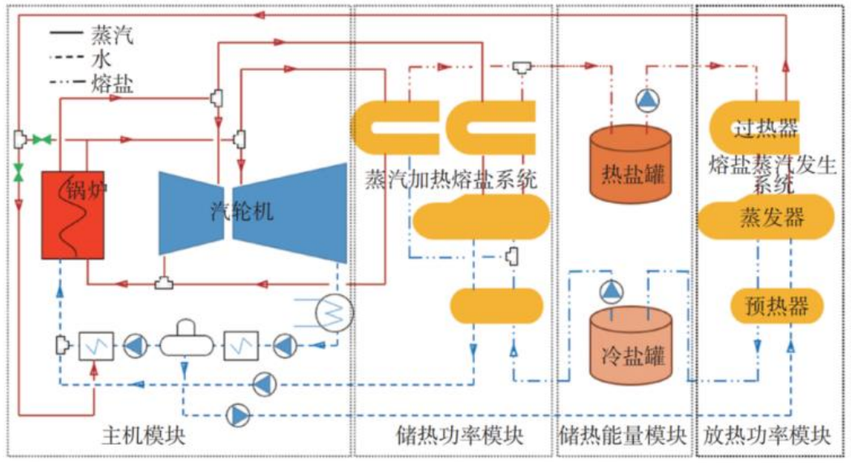
项目效益

本工程的年发电量经保守估算约为 1.46 亿千瓦时。初步推算可得，每年将替代约 4.6 万吨燃煤，减少 SO2 排放量约 43 吨、NOX 排放量约 43 吨，以及烟尘排放量约 13 吨，还能减排 CO2 约 12.1 万吨。除此之外，该工程还消除了燃煤电厂产生的噪声以及燃料、灰渣运输处置所带来的环境和生态影响。同时，此项目将原本的戈壁荒地转化为工业生产用地，实现了变废为宝，为当地带来了显著的经济与社会效益。

(2) 熔融盐储能在火电调峰领域的应用

在火电机组中采用储能可以实现削峰填谷，目前已经可以实现工程应用的是高温熔盐储热耦合火电机组调峰技术。熔盐-火电耦合系统的优势在于能极大地提高机组深度调峰和提供高温蒸汽的能力。充热过程涉及主机模块和充热功率模块，包括高压主蒸汽换热和高温再热蒸汽换热过程。储热过程涉及充热功率模块和储热能量模块。放热过程涉及储热能量模块、放热功率模块和主机模块。

图 22：火电机组百兆瓦级熔盐储能工艺流程



来源：《研究 | 应用于火电机组深度调峰的百兆瓦级熔盐储能技术》

案例应用

近年来以风电、光电为主的新能源快速发展，对火力发电机组调频调峰的需求持续攀升。国家发改委、国家能源局于 2021 年 11 月发布的《全国煤电机组改造升级实施方案》提出，存量煤电机组灵活性改造应改尽改。“十四五”期间完成 2 亿千瓦，增加系统调节能力 3000~4000 万千瓦，实现煤电机组灵活制造规模 1.5 亿千瓦。火电灵活性改造已成为大势所趋。

项目简介

2022 年 12 月 15 日，江苏国信靖江发电有限公司投资的“与煤电耦合的熔盐储热调频调峰及安全供汽技术”示范工程正式投入运行。该项目由国信靖江电厂联合西安热工研究院自主研发，具有完全自主知识产权，核心设备全部国产化，是目前全球首个煤电耦合熔盐储热的成功范例。该工程应用熔盐储热技术，在电网负荷低谷时段把靖江电厂过剩的电能用熔盐储存起来，一部分用于靖江工业企业的生产供汽，另一部分则在用电高峰时释放出来，辅助煤电机组顶峰，相当于给煤电机组加装了一个“超级充电宝”。该示范工程的投运，还有助于提高机组低负荷工况下的供汽稳定性。

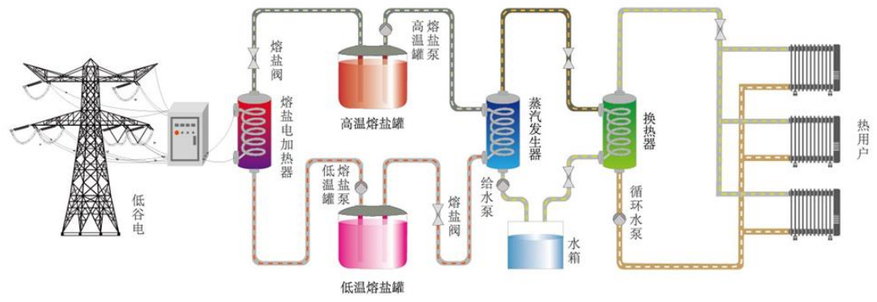
项目效益

该工程投运后，机组调峰容量将达到 75%额定负荷，年增加新能源消纳电量 3 亿千瓦时，保障近 2 万户居民和企业使用可再生的绿色电力，年减少 10 万吨燃煤和 24 万吨二氧化碳排放，有效助力“双碳”目标实现。此外，该工程对煤电行业进一步优化调频、提升调峰和安全供热能力具有重要的示范意义和推广价值。

(3) 熔盐储能在绿电供热领域的应用

新能源发电称作绿电，绿电供热是新能源消纳的一种新途径，是指使用低谷电或风、光富余电量加热熔盐，经过电-熔盐-给水的热传递，用于入户供暖。一般通过双罐熔盐系统来实现绿电供热。

图 23：双罐熔盐储能在绿电供热的工艺流程



来源：《清洁供暖新选择：低熔点熔盐蓄热供暖技术推向市场》

双罐储能供暖系统在夜间低谷电时通过熔盐泵将低温熔盐罐内的低温熔盐输送至熔盐电加热器进行加热，并将加热后的高温熔盐储存在高温熔盐罐中，供白天峰电和平电时供暖使用。供暖则通过换热系统将储存的热能传递给水，将供暖给水加热到供暖温度，通过建筑物内的末端盘管，实现供暖功能。经换热后的低温熔盐进入低温熔盐罐，完成热力循环。

绿电供热涉及的关键技术为安全稳定的双罐系统、高效率的换热器和高电压熔盐电加热器。使用绿电弃电或谷电将熔盐加热并储存在高温熔盐罐中，白天将高温熔盐从罐中抽出，通过熔盐换热器加热给水，满足多种需求。如供给 90°C热水实现常规居民供热，供给 180～360°C的中低温工业蒸汽，以及 500°C以上的高温蒸汽。换热后降温的熔盐再流入低温熔盐罐，完成循环。

案例应用

绿电供热属于高效的清洁供暖模式，目前在各地已有试点工程展开。例如河北辛集的熔盐蓄热低谷电绿色供暖示范工程，采用低熔点盐作为传热和蓄热介质，借助电网 10 小时的低谷电力来加热熔盐，以供应生活热水，储热时长可达 16 小时。北京市燃气热力供热中心把夜间低谷绿电转化为热能存储在 180 至 390°C的熔盐中，白天利用熔盐储热为北京西站地区供暖，同时对外提供稳定的中低温工业蒸汽。

项目简介

2016 年 10 月 16 日，由中投亿星红日太阳能科技有限公司自主研发、设计并制造的全球首座熔盐蓄热式供暖系统在河北省辛集试车成功。该供热项目总投资 1700 万元，全部建成后供热面积达 13.3 万平方米，相当于一台 1310 蒸吨锅炉的供热面积，但此熔盐供热站仅需同等供热面积燃煤供热站占地面积的四分之一，运行维护人员也少，在采暖季可以顺利向近十万平米的住宅小区进供暖。项目采用了 450 吨低熔点熔盐，安装了两个熔盐罐，罐体尺寸为直径 8 米*高 4.5 米，蓄热容量 37MWh，电加热器最大功率为 6343MWh。

图 24：亿星红日熔盐蓄热式供暖系统



来源：网络

项目效益

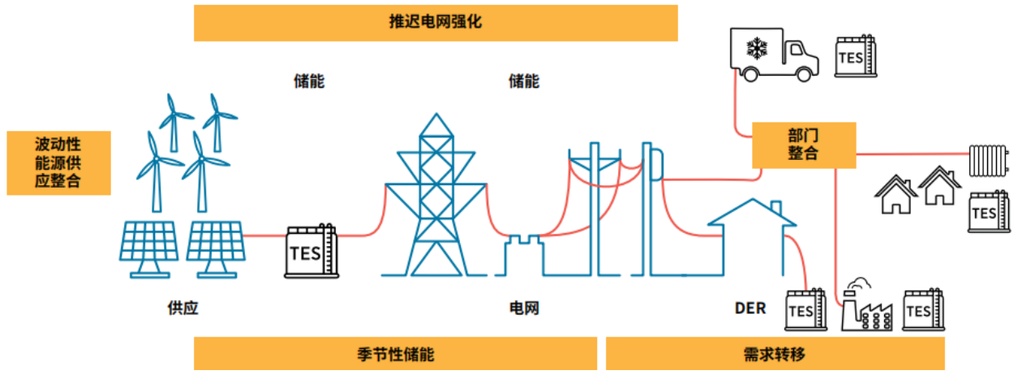
该项目建成后预计每年可减排二氧化碳 3537 吨、粉尘 131 吨、二氧化硫 11.1 吨、氮氧化物 9.67 吨。通过配置灵活可调的储热模块，高效利用廉价谷电等可再生能源弃电实现清洁供热，在有效削弱供热对化石能源依赖、助力可再生能源消纳的同时，还可有效保证整个清洁供热系统的经济性和稳定性。

第三节 热储能的 ESG 核心议题及企业案例

1. 提升可再生能源利用率

热储能技术有助于在发电、工业和建筑部门整合高比例的可再生能源。从供应侧来看，储热系统可以储存太阳能和风能产生的过剩电力，减少弃电、缓解产量的急剧变化并实现稳定的产能。聚光太阳能热发电厂中的熔融盐储能是一个成熟的储热应用。

图 25：储热在能源领域的应用



来源：IRENA《净零热能报告》，注：TES 表示蓄热/储热

热储能的特殊优势是能够根据季节性需求储存能源。夏季将可再生能源产生的过剩热能储存在储热系统中用于满足冬季的供热需求。这样能确保能源供应的连续性和稳定性，减少对传统化石燃料电厂的依赖，从而最大化利用清洁能源，减少浪费。

近些年来，电池储能在电力、建筑以及运输部门中成为实现灵活性的关键推动要素。所有这些解决方案的供应链与应用均有所不同，储能部门需要走向多样化，以规避潜在的瓶颈和集中风险。储热技术具有

一些特性，诸如季节性储能、超大储能容量、更高的储放效率潜力以及更长的生命周期，这些特性使其成为能源市场上极具吸引力的一种解决方案。

2. 加速能源系统脱碳

由于目前大多数热能的来源仍是化石燃料，供热与制冷占到了全球能源相关碳排的 45%，加速热能脱碳对实现净零排放至关重要。

电力部门在太阳能发电工厂运用熔融盐储能技术，把储热技术拓展至商业规模。在未来几年，下一代熔融盐的工作温度范围有望提升至 700°C，其性能也会有所增强，这会使太阳能工厂的储放效率提高到 92% 以上。同样地，熔融盐储能能够为化石燃料发电厂注入新活力，将其重新应用于可再生能源储存，进而节省退役成本并推动发电厂实现脱碳。工业领域的热能生产耗费大量能源，脱碳需求极为迫切。当下，水罐蓄热与太阳能热电厂的结合初露端倪且正不断发展，主要用于生产和储存采矿、食品以及纺织等子部门所用的低温热能。预计到 2030 年，包含水罐蓄热在内的显热储热技术成本会下降约 30%，从 35 美元 /kWh 降至 25 美元 /kWh。结合现有水罐蓄热在整合、管理和控制系统方面的优化，这将促使需要低温热能的工艺更多地采用太阳能热发电。在未来十年，固态储热技术能够提供一种类似现今热电联产电厂的低成本储能途径，为工业过程供应电力和热能。

热储能技术有助于引入更多可再生能源，促进电力、工业、区域供热和供冷、冷链应用和建筑五大关键部门加速脱碳。储热主要通过两种机制协助实现零碳排放：一是与具有波动性的可再生能源协同，使更多热能由清洁能源提供；二是在表后优化热能的使用，如在工业流程中储存废热供后续使用，从而提高能效。

3. 减少大气污染，助力“蓝天”计划

化石燃料燃烧会产生大量的诸如烟尘、氮氧化物、硫化物等大气污染物质，如上述案例中所展示的，通过热储能技术，利用太阳能、风能等可再生能源，取代燃煤等化石燃料，能够大大降低大气中污染物质的浓度，减少污染。同时，从长远来看，也能降低生产企业的生产成本，获得更高的环境、社会及经济价值。



第五章 化学储能

进一步资料可参考《化学储能储能行业ESG白皮书》

化学储能有着独特的魅力与潜力，氢储能以氢气为能量载体，可实现长时大规模储能，且在多能互补领域应用广泛；合成燃料储能可将电能转化为易于储存运输的合成燃料，便于能源的灵活调配。它们在未来能源体系构建里扮演着重要角色，发展趋势值得深度探究。

第一节 化学储能技术

化学储能是利用电能将低能物质（比如水）转化为高能物质（比如氢）进行存储，从而实现储能。目前常见的化学储能模式主要包括氢储能和合成燃料（氨等）储能。这些储能载体本身是可以直接利用的燃料，因此，如果产业链终端可以直接利用氢、氨等物质，如氢燃料电池汽车、热电联供、化工生产等，这些储能载体不必再转化回电力系统中的电能，可以提高整体用能效率。

目前，在化学储能技术中，氢储能、氨储能相对成熟。储能时，利用电能电解水制氢并存储，释能时，用氢燃料电池或氢发电机发电（还包括其他模式）。氢能的利用涉及制取、存储、运输和应用等环节。氢与氮气在催化剂作用下合成氨，液氨（NH3）作为一种不含碳的能源和化学储氢手段，与氢比较，安全可靠、运输成本低，而且储存和运输基础设施和运营规范已经存在。氨的应用方向包括氨内燃机、氨燃气轮机、燃氨锅炉、氨-氢燃料电池等。

以氢储能为例，化学储能的步骤如下。

制氢：制氢路径包括化石能源制氢、工业副产气制氢、电解水制氢和其他可再生能源制氢方式。

这个产业还在初期阶段，所以目前涉及的企业都是在原有其他产业的基础上，刚好有条件就顺便探索氢能源，几乎所有涉及的企业，氢能都不是它们的主业，特别是工业副产氢纯化的企业，有的企业产的氢气仅能用。

宝丰能源建设的一体化太阳能电解水制氢项目，是目前国内最大的一体化可再生能源制氢储能项目。

储氢：储氢是氢能产业链发展的关键环节，氢气的储存方式主要包括高压气态储氢、低温液态储氢和固体储氢三种方式，其中高压气态储氢技术最成熟。气态储氢是通过高压将氢气压缩到一个耐高压的容器中进行储存，具有充放氢速度快、容器结构简单等优点，是现阶段主要的储氢方式，已得到广泛应用。

中材科技公司在氢能领域做了相应布局，主要产品有燃料电池氢气瓶、运氢长管和加氢站储氢瓶组。燃料电池氢气瓶又包含车载储氢瓶、无人机用储氢瓶、备用电源储氢瓶等。

储氢材料：储氢材料种类丰富，根据原理不同，储氢材料可分为物理吸附材料和化学储氢材料。其中根据结构不同，物理吸附材料可分为金属有机框架以及包含活性炭、纳米管等在内的碳材料；根据材质不同，化学储氢材料可分为包含稀土、镁系、钛系等在内的金属氧化物以及有机液体氧化物。其中稀土储氢材料是目前国内储氢材料市场主流产品，市场占有率接近 91%。

储氢材料属于技术、资金密集型行业，目前国内储氢材料龙头企业包括厦门钨业、安泰科技、北方稀土、四会市达博文、鑫普新材料、广晟有色、江西钨业、稀奥股份等。

运氢：输配氢气主要分为管道运输和道路运输。管道运输是实现长距离大规模运输氢的重要环节，我国正处于起步阶段，目前氢气管网仅有 300-400 公里；压缩氢，公路运输运输量小、距离短，成本相对较高；液态氢公路运输距离相对较长，运输量大于压缩氢。

第二节 化学储能的 ESG 核心议题（以氢储能为例）

1. 安全问题

氢气的易燃易爆特性使其在储存、运输和加注过程中面临较高的安全风险。氢气分子小，容易泄漏，且其爆炸下限较低，一旦泄漏，在遇到火花或高温时极易引发火灾或爆炸。因此，氢气储运及加注站的安全问题是整个行业关注的重点，关系到储能项目的长期可行性和公众对氢能的接受度。

2. 污染问题

虽然氢气本身在使用时不会排放二氧化碳，但在储存和运输过程中，如果发生泄漏，氢气逸散到大气中可能对环境产生影响。特别是氢气泄漏后，可能对大气中的臭氧层造成潜在的破坏，影响全球大气环境的平衡。因此，如何防止氢气泄漏成为行业关注的重要环保议题。

根据中国原子能机构和科技日报的报道，氢气泄漏进入大气后，可能会通过一系列复杂的化学反应影响臭氧层的稳定性。此外，氢气在大气中的积累可能改变大气的化学组成，进一步影响气候变化。这些潜在的环境风险，使得氢气泄漏问题需要引起高度重视。

为减少氢气泄漏对大气的影响，企业在设计氢气储运系统时必须采用多重密封和防泄漏技术，并配备先进的泄漏检测设备，确保任何微小的泄漏都能及时被发现并处理。同时，政府和行业组织应加强相关环保标准的制定和实施，以确保氢气在整个储运过程中不会对环境造成负面影响。

3. 节能减排效率问题

氢气的储存和运输技术能否高效直接关系到整个氢能价值链的经济性和环保效益。氢气储运需要大量的能源，尤其是在高压气态氢和液态氢的储存过程中，压缩和冷却的能耗较高。因此，如何提高氢气储运的能效、减少能源消耗是行业关注的核心问题。高效的储运技术可以显著降低氢气的碳足迹，使其成为更加环保和经济可行的能源解决方案。

第六章　电磁储能

电磁储能在储能家族中别具一格，超导储能借助超导材料无电阻特性存储电能，响应极快，功率调节精准；超级电容器储能充放电迅速，功率密度超高，循环寿命长。超导磁能更是具有较大发展空间的电磁储能形式。

电磁储能在电力系统的电能质量改善、脉冲功率应用等方面表现卓越，发展走向值得深入剖析。

第一节 电磁储能技术

电磁储能包括超导储能和超级电容储能。

1. 超导储能

把超导材料制成的线圈放在临界温度的容器中，在极端温度的环境之下，超导体内的电阻是零，传输电能时不会有电力损失，能量就以超导线圈中循环流动的直流电储存在磁场中。为了实现超导储能，它需要耗费能源创造出临界温度的环境，造价非常高，且不够环保，储能的时间非常短，虽然已有超导储能产品可用，但在电网中应用很少，大多是试验性的。

2. 超级电容储能

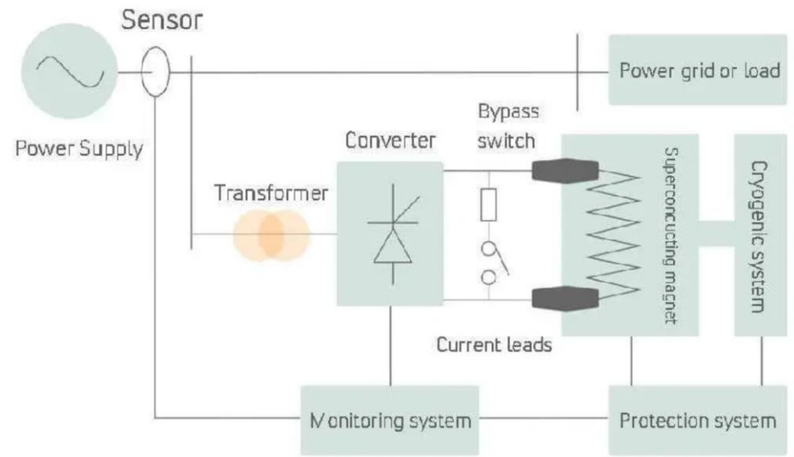
采用特殊电极结构，使电极表面积增加几万倍，从而产生很大的电容量，技术特点是充放电速度快，可循环使用次数高，用在公交巴士及地铁上，能够在加速时快速放电，在刹车时回收能量，即使频繁加速、刹车也不会影响电池寿命。

3. 超导磁能——较大发展空间的电磁储能形式

超导磁能存储 (SMES)使用超导线圈将电能直接以电磁形式存储。其核心部件是超导线圈，它在低温下以零直流焦耳热损耗运行，可以长时间存储能量而不会产生损耗，并且能量存储效率高达 95%。此外，SMES 系统可即时释放存储的能量，体积小巧，无需传统变电站设备，同时降低传输损耗。

超导储能系统利用超导磁体将电能转换为电磁能进行存储，一旦通过电网转换器充电，每个线圈内就会形成磁场，超导体会将其用作磁体，并通过电源转换器返回，在需要时用于其他地方，例如通过管理交换的电源转换器返回到电网电源或负载中。

图 25：超导磁能储能示意图



来源：网络

SMES 装置可以以 95% 的效率存储高达千兆焦耳的能量，并能快速响应毫秒级的波动，使其成为电网系统削峰的理想选择。

中国超导磁能储能的发展起步较晚，但取得了长足进步。主要研究机构包括中国科学院电工研究所、清华大学和华中科技大学。

中国于 2011 年在甘肃省白银市建成了世界上首座超导变电站，电压为 10.5kV，具有 1MJ/0.5MV*A 高温超导磁能储能系统。合作伙伴包括中国清华大学和英国巴斯大学，生产了 60kJ 超导-电池混合储能系统；2015 年，华中科技大学与中国科学院等离子体物理研究所以及国网湖北省电力公司合作开发了 600V/150kJ/100kW 移动式 HTSSMES 系统，并在小型水电站成功进行了测试。

第二节 电磁储能的 ESG 核心议题及企业案例

目前，无论是电容储能还是超导磁储能，中国电磁储能尚未有大规模商业应用。该行业目前最为关心的 ESG 核心议题如下。

1. 人才储备及技术创新

超导磁能中游是整个行业研发的排头兵，高端、尖端的人才储备保证了技术创新的优势。我国在 “十四五” 规划中，也特别强调了人才的重要性，要以战略性、系统性和紧迫性思维推动人才强国建设，加快建成世界重要人才中心和创新高地。作为世界各国物理实验室研发的重点领域，超导材料的研发及商业投产，都是各国研究的重点方向。因此，在 ESG 框架下，人才的招揽、储备在本行业显得尤为重要，这既在技术创新层面提供了根本保障，也在国家层面奠定了技术领先地位。

企业案例：北京英纳超导技术有限公司

- 人才储备：拥有一支以留学归国人员为核心的技术和管理队伍，基于多年持续的研发投入和努力，现已成为国内高温超导行业的先进企业，生产的高温超导线材产品的综合性能位于世界前列。
- 技术创新：与清华大学等诸多科研院所建立起长期的合作关系，是中国国家应用超导技术项目的核心供应商、“国际热核聚变反应堆”（ITER）、俄罗斯的“基于超导重离子加速器的离子对撞机装置”（NICA）等项目国内指定供应商，承担并参与了国家科技部 863 及国外专项基金扶持的高温超导电缆、超导限流器、超导储能器、超导发电机和超导变压器、大电流引线和磁体等相关的科研项目或工程。

企业案例：西部超导材料科技股份有限公司

- 人才储备：拥有国家万人计划领军人才、全国杰出专业技术人才、国家级百千万人才、三秦人才、陕西省劳动模范等行业高端人才，现有员工 824 人，其中博士 42 人、硕士 182 人，本科以上学历员工占员工总数超 40%。
- 技术创新：秉承“服务国家、造福人类”的宗旨，通过自主创新，先后建成了国际先进水平的航空用高端钛合金棒丝材专业化生产线，以及国际一流、国内唯一的 NbTi 和 Nb3Sn 超导线材生产线。公司拥有年产高性能钛合金铸锭 10000 吨、丝棒材 8000 吨、高性能高温合金棒材 2000 吨、NbTi、Nb3Sn 超导线材 750 吨的生产能力。

2. 产能及供应链管理

超导储能中游产品制造包含了众多繁琐而细致的工作，有大量的工艺参数需要控制，任何工艺参数细节和与之搭配的原材料，对产品的品质和性能的一致性都至关重要。作为中游企业，要保证全供应链体系 ESG 的落实，就要确保自己的生产过程和供应源头产品是绿色双碳化，即以智慧工厂为核心，搭建数字孪生平台实现全自动化运行。从原料入库到产品生产、再到成品出库全链路自动化，并且搭建智能仓储调度系统，实现自动化物流转运。

企业案例：特变电工股份有限公司

特变电工已发展成为世界输变电行业的排头兵企业，我国多晶硅新材料研制及大型铝电子出口基地， 大型太阳能光伏、风电系统集成商，国内拥有多个制造业工业园，海外建有 2 个基地。

特变电工的变压器年产量达 2.6 亿 kVA，位居世界第一位，光伏 EPC 总量排名全球第一。特变电工集团综合实力位居世界机械 500 强第 228 位、中国机械 100 强第 6 位、ENR 国际总承包商全球排名第 80 位，品牌价值逾 500 亿元，排名中国 500 最具价值品牌第 47 位。

企业案例：青岛汉缆股份有限公司

青岛汉缆拥有国际先进水平的从芬兰 NOKIA 引进的 220kV-500kV 立塔交联电缆生产线 2 条、从德国 TROESTER 公司引进的 220kV-500kV 立式超高压交联电缆生产线 2 条（国内首家拥有 2 座立式厂房、4 条立式超高压交联生产线企业）和 132kV 悬链式交联电缆生产线，以及钢芯铝绞线、铝合金绞线、船用、矿用、海底电缆生产线等几十条先进水平的生产设备，引进德国高压电缆附件生产设备。

其中 500kV、2500mm 2 交联聚乙烯绝缘电力电缆、35kV 乙丙橡胶绝缘电力电缆填补国内空白，承荷探测电缆、交联聚乙烯绝缘海底电缆、35kV 乙丙橡胶电缆、110kV 、220kV 交联电缆被评为国家级新产品，并荣获国家级火炬计划项目证书。生产的耐热和高强度铝合金导线产品具有世界先进水平。

3. 绿色低碳制造

国务院 2021 年发布指导意见指出，“全方位全过程推行绿色规划、绿色设计、绿色投资、绿色建设、绿色生产、绿色流通、绿色生活、绿色消费，使发展建立在高效利用资源、严格保护生态环境、有效控制温室气体排放的基础上，统筹推进高质量发展和高水平保护，建立健全绿色低碳循环发展的经济体系，确保实现碳达峰、碳中和目标，推动我国绿色发展迈上新台阶。”超导行业涉及上下游多个环节，对金属及绝缘材料的制造及配套设施的耗材需求都极为庞大，在政策框架下，对绿色低碳制造的要求更高。

企业案例：江苏中天科技股份有限公司

中天科技聚焦绿色能源、通信网络等领域，经过 30 多年发展，现已形成以海洋经济为龙头、新能源为突破、智能电网为支撑、5G 通信为基础的产业布局，拥有 80 多家子公司、14000 多名员工，设有 54 个海外办事处，13 个海外营销中心，运营印度、巴西、印尼、摩洛哥和土耳其 5 家海外基地，产品出口 160 多个国家和地区，业务实现“一带一路”全覆盖。

该公司于 2022 年 1 月发布《绿色低碳制造（GLCM）行动方案（2021-2030）》，通过能源替代、原料替代、节能减排、节材循环等手段，实施绿色设计、绿色采购、绿色生产、绿色生活等措施，致力产品与服务全生命周期绿色低碳，坚持绿色低碳技术创新，优化能源消费和产业发展结构。目标到 2030 年，同比 2020 年基线数据，万元产值综合能耗降低 40%左右，万元产值二氧化碳排放降低 50%左右，累计打造 2-3 个“碳中和”园区，30 家“碳中和”工厂。顺利实现 2030 年前碳达峰，2055 年实现碳中和。

中天科技电力电缆开发利用绿色可降解聚丙烯绝缘材料（PP）代替不可降解交联聚乙烯绝缘材料（XLPE），既保证电缆更高电气性能，又提高了生产效率，降低能耗，且 PP 绝缘材料可回收重复使用，更加环保，经测算 PP 绝缘电缆的全生命周期碳排放可降低约 50%。发力新能源领域，2021 年，中天科技电力储能装机量达 1.2GWh、光伏装机量 1.5GWh，分别平均每年减少二氧化碳排放量 52.8 万吨、128 万吨。



INTRODUCTION

上海现代服务业联合会
Shanghai Services Federation

关于上海现代服务业联合会

上海现代服务业联合会，是由本市主要从事服务业的行业协会、学会、商会等社会组织及企事业单位自愿组成的跨行业、跨领域的综合性枢纽型非营利社团组织。拥有会员单位1500余家，其中200余家为行业协会、学会、商会等社会组织，覆盖了金融、信息、科技、商务、生产、公共、专业服务等多个领域，基本囊括上海市服务业的所有行业。

以联合会为主发起设立了上海现代服务业企业促进中心、上海经贸商事调解中心、上海现代服务业发展研究院、上海现代服务业发展基金会、上海现代服务业标准创新发展中心等五个民非实体机构，并牵头成立长三角现代服务业联盟，具有全面服务社会、助推经济发展的综合实力和核心竞争力。

2024年3月，上海市商务委关于印发《加快提升本市涉外企业环境、社会和治理（ESG）能力三年行动方案（2024-2026年）》，明确上海现代服务业联合会承担着“加大对ESG理念的宣传力度”的主要任务。

荣续智库

关于荣续ESG智库研究中心

荣续ESG智库研究中心，致力于推动“绿色共赢”的可持续发展理念，成为企业ESG发展的长期伙伴。我们通过ESG行业研究、优秀案例研究、政策和标准研究、热点和趋势分析等，解决气候变化、环境、社会、公司治理等领域的信息缺乏或信息不对称的问题，为企业提供可落地、可复制、可持续的ESG 解决方案，帮助企业践行ESG理念，创造长期价值。

荣续智库研究中心汇聚了各行业的ESG专家和研究员，他们在各自领域拥有丰富经验和卓越能力。这些专家大部分是来自品职教育的ESG持证学员。品职教育拥有超过百万的活跃ESG学习社群，以及超过3万名ESG人才组成的人才库，是荣续智库坚实的人才资源。

荣续智库将继续发挥行业经验，秉持深刻洞察力和强大执行力，帮助企业将ESG有效整合到核心战略中，助力企业在ESG领域实现突破，创造社会和经济双重价值。

上海现代服务业联合会
Shanghai Services Federation

荣续智库

ESG白皮书系列

01	纺织服装行业ESG白皮书	11	包装行业ESG白皮书	21	机械储能行业ESG白皮书	31	通信设备行业ESG白皮书	41	电力行业ESG白皮书
02	食品饮料行业ESG白皮书	12	印刷行业ESG白皮书	22	电化学储能行业ESG白皮书	32	家居装饰行业ESG白皮书	42	物业行业ESG白皮书
03	汽车行业ESG白皮书	13	包装印刷行业ESG案例白皮书	23	化学储能行业ESG白皮书	33	互联网教育行业ESG白皮书	43	有色金属行业ESG白皮书
04	化工行业ESG白皮书	14	家电行业ESG白皮书	24	出海欧盟 行业ESG白皮书	34	医疗器械行业ESG白皮书	44	零碳物流园区发展白皮书
05	环保行业ESG白皮书	15	美妆行业ESG白皮书	25	银行绿色金融行业ESG白皮书	35	医疗卫生行业ESG白皮书	45	零碳园区发展白皮书
06	新能源行业ESG白皮书	16	钢铁行业ESG白皮书	26	跨境电商行业ESG白皮书	36	康复辅具行业ESG白皮书	46	传媒行业ESG白皮书
07	半导体行业ESG白皮书	17	物流及航运物流行业ESG白皮书	27	光储充行业ESG白皮书	37	酒旅行业ESG白皮书	47	造纸行业ESG白皮书
08	医药行业ESG白皮书	18	航空物流行业ESG白皮书	28	电子元器件分销行业ESG白皮书	38	零碳产城融合项目发展白皮书	48	煤炭行业ESG白皮书
09	财会行业ESG白皮书	19	建筑行业ESG白皮书	29	建筑材料行业ESG白皮书	39	零碳产城融合项目案例白皮书	49	基建行业ESG白皮书
10	金融“一带一路”ESG白皮书	20	储能行业ESG白皮书	30	通信服务行业ESG白皮书	40	白酒行业ESG白皮书	50	气候金融ESG白皮书

合作咨询请联系

（扫码添加联系人）

欢迎关注荣续ESG智库研究中心

为您提供最新的ESG资讯

共同探索可持续发展的未来