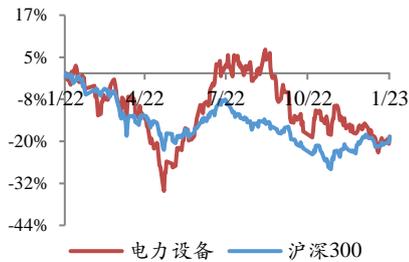


# 华安证券储能行业 2023 年投资策略：未来已来

行业评级：增持

报告日期：2023-01-06

## 行业指数与沪深 300 走势比较



分析师：尹沿枝

执业证书号：S0010520020001

邮箱：yinyj@hazq.com

## 相关报告

1. 锂电周报\_新能源车销量高增，年底需求前置不改长期韧性与趋势 2023-01-02
2. 锂电周报\_新能源车短期增速放缓不改需求韧性，估值价值凸显 2022-12-25

## 主要观点：

### ● 产业链百花齐放，龙头企业持续发力

根据储能行业的发展特点，目前形成了以磷酸铁锂电池储能为主要路线，钠电池快速优化形成部分替代，多种电池路线补充的发展格局。随着对户储及大储需求的增加，储能电池技术成熟度将进一步提升，电池成本有望降低。整体储能电池行业集中度高，龙头企业占据市场份额大。

### ● 储能变流器业务快速成长，增量发展空间广阔

目前，变流器出货量持续高增，其中微型逆变器占比较大。变流器中游主要提供各个应用场景适配的储能变流器，但未出现绝对龙头。随着国内大型储能放量与海外大储市场开启，储能变流器业务有望迎来加速期。

### ● 储能温控领域持续增长，液冷优势明显

随着电化学储能市场不断发展，温控市场也迎来了高增速。未来，大容量、高倍率储能应用增多，散热效率高、速度快的液冷系统优势凸显，加速渗透。液冷系统相较风冷系统而言，有着更持续的电池寿命和更高效率、更精准的温度控制，预测在 2025 年液冷系统的渗透率可以达到 45%。

### ● 海外户储与国内大储共振

储能系统分为表前与表后，表前应用较为广泛，中国、美国、欧洲都是以表前业务为主，国内，表前应用合计占 2021 年国内储能装机比例达到 76%。表后业务各国重点不同，中国大储渗透率为 10%，而户储渗透率为 5%；海外是以户储为主，2021 年美国用户端储能装机量增长 67%，但是商业储能以及工业储能减少 24%。

### ● 投资建议

近年来锂离子电池、液流电池、钠离子电池、压缩空气储能、重力储能等多项新型储能技术取得实质性突破，国内储能产业进入多元化发展阶段，未来在全球也将处于领先地位。

**储能电池方面**，全球储能电池装机量及增速逐年上涨，全球储能电池市场需求量大；中国储能锂电池产量不断上涨，磷酸铁锂电池度电成本有望降低。受政策引导及行业技术迭代推动，储能电池下游市场发展潜力大、需求广阔，带动储能电池需求量不断扩大，储能电池方面建议关注宁德时代、鹏辉能源、比亚迪、派能科技、亿纬锂能、国轩高科、欣旺达等；

**PCS 方面**，海外大趋势是光储混合逆变器，与户用并网逆变器渠道高度重合，储能逆变器有明显溢价，微型逆变器于分布式市场应用渗透率有望持续提升，未来随着储能配置比例进一步增加，PCS 行业将迎来快速扩容阶段。储能逆变器领域建议关注阳光电源、科华数能、比亚迪、上能电气、德业股份、固德威、锦浪科技、昱能科技、

禾迈股份等；

**储能温控方面**，电化学储能系统的高增长正带动储能温控快速发展，2025年中国电化学储能温控市场规模有望达22.8-40.8亿元，对应的2022-2025年年均复合增速为77%和91%。未来，高容量、高倍率储能应用增多，将对温控提出更高要求，液冷作为中长期技术方案，市场渗透率或将逐步提升，预测2025年液冷市场占比将达到45%左右。温控领域建议关注**英维克、同飞股份、申菱环境、高澜股份、奥特佳、松芝股份**等；

**消防储能方面**，我国储能行业在消防系统领域的龙头企业市占率有较大提升空间，目前消防占储能系统成本约3%，随着风光电高比例接入电网，储能利用率将快速提升，进而带来更旺盛的消防需求，相应消防成本占比逐年提升。建议进一步关注**青鸟消防、国安达**等。

**表后应用**包括户用储能与工业储能，其中我国以大型储能为主，国外以户用储能为主。2021年国内新型储能中用户侧储能占比达到24%，重要性愈发凸显，细分应用场景来看，国内工商业和产业园占据了绝对主力，合计占比超过80%，是用户侧应用的主流用途。建议关注**科士达、德业股份、昱能科技、禾迈股份**。

#### ● 风险提示

原材料价格超预期上涨，可能导致储能项目经济性边际减弱；汇率大幅波动风险，可能影响行业公司净利润；政策不及预期风险，储能板块受到政策补贴影响较明显。

# 正文目录

1 行业概况	7
1.1 储能技术成为刚需	7
1.1.1 减少弃风弃电，促进实现可再生能源发电的削峰填谷	7
1.1.2 利用峰谷价差进行套利，减少电费支出	7
1.1.3 提高电力系统稳定性	8
1.2 储能技术分类	8
1.2.1 按照应用领域	8
1.2.2 按照应用技术	9
1.2.3 按时间领域分类	9
1.3 储能发展趋势	10
1.3.1 储能总需求量呈现上升趋势	10
1.3.2 未来4小时电池储能在储能市场占有主导地位	10
1.3.3 存量以抽水蓄能为主，电化学储能主导增量	11
1.3.4 电化学储能以锂离子电池为主流方向	11
1.3.4 存储成本将持续降低，性能更优	12
2 储能行业赛道	14
2.1 储能电池	14
2.1.1 储能电池性能	15
2.1.2 储能电池成本预算	18
2.1.3 储能电池下游市场	20
2.2 储能变流器（PCS）	21
2.2.1 储能变流器产业链及分类	21
2.2.2 市场现状及特性	24
2.2.3 PSC 下游市场	24
2.3 温控	28
2.3.1 风冷	29
2.3.2 液冷	31
2.3.3 相变材料冷却	31
2.3.4 热管冷却	31
2.3.5 风冷、液冷优势明显	31
2.3.5.1 电池温度比较	32
2.3.5.2 电池寿命比较	32
2.3.5.3 龙头企业分析	34
2.4 消防系统	34

<b>3. 国内外储能分析.....</b>	<b>38</b>
3.1 中国：表前业务主导，表后业务以大型储能为主 .....	38
3.1.1 中国储能市场发展空间巨大 .....	38
3.1.2 表前：应用仍是国内装机主要来源 .....	38
3.1.3 表后：业务以大型储能为主 .....	39
3.1.4 宏观、地方政策辅助新能源发电配储快速铺开 .....	39
3.2 美国：表前业务快速提升，表后以户储为主 .....	39
3.2.1 电力系统基本情况 .....	39
3.2.2 表前：美国装机量快速提升，总体占比高达 88% .....	40
3.2.3 表后：2021 年户储渗透率 10%，发展势头强劲 .....	42
3.2.4 政策支持：IRA 法案更新后，ITC 补贴力度增强 .....	42
<b>4. 投资建议 .....</b>	<b>44</b>
<b>风险提示： .....</b>	<b>45</b>

## 图表目录

图表 1 削峰填谷 .....	7
图表 2 峰谷价差调节后的能源费用和需求费用的比较 .....	7
图表 3 历年大停电事故次数及地区分布 .....	8
图表 4 按应用领域分类 .....	8
图表 5 按应用技术分类 .....	9
图表 6 按时间领域分类 .....	10
图表 7 2025 年全球储能装机总需求 .....	10
图表 8 全球电化学储能市场趋势 .....	10
图表 9 不同场景储能量预测 .....	11
图表 10 全球电力储能市场容量 MW% (2021 年底) .....	11
图表 11 中国电力储能市场容量 MW% (2021 年底) .....	11
图表 12 储能装置功率和能量密度比较 .....	12
图表 13 最新储能技术性能分析 .....	12
图表 14 锂电池包价格随时间变化趋势 .....	13
图表 15 储能系统产业链 .....	14
图表 16 电化学储能成本构成 .....	15
图表 17 动力和储能电池体系性能要求比较 .....	16
图表 18 不同电池体系性能对比 .....	16
图表 19 钠离子电池工作原理 .....	17
图表 20 循环寿命对储能度电成本的影响 .....	18
图表 21 磷酸铁锂电池 LCOS 测算核心假设 .....	18
图表 22 磷酸铁锂电池 LCOS 测算 .....	18
图表 23 钠离子电池 LCOS 测算核心假设 .....	19
图表 24 钠离子电池 LCOS 测算 .....	19
图表 25 中国储能技术提供商 2021 年度全球市场储能电池出货量排行榜 .....	21
图表 26 储能变流器产业链 .....	21
图表 27 2021 年中国储能电池企业全球储能电池出货量 .....	22
图表 28 储能变流器按应用场景分类 .....	23
图表 29 常规逆变器分类 .....	23
图表 30 全球逆变器空间测算 .....	25
图表 31 部分 PCS 上市企业介绍 .....	26
图表 32 同行业部分企业 PCS 产品毛利率对比 .....	27
图表 33 锂电池工作温度区间 .....	28
图表 34 特斯拉的储能系统火灾 .....	29
图表 35 空气冷却落地式一体机方案 .....	30
图表 36 风冷系统零部件价值量占比 .....	30
图表 37 液冷管路布置 .....	31
图表 38 液冷系统成本构成 .....	31
图表 39 风冷、液冷对电池温度的不同控制 .....	32
图表 40 风冷、液冷对电池寿命的不同影响 (已完全充放电次数为例) .....	32
图表 41 风冷、液冷渗透率预测 .....	33

图表 42 着火三角形 .....	35
图表 43 国内消防行业竞争格局.....	35
图表 44 国安达政策优势 .....	36
图表 45 青鸟消防灭火端解决方案 .....	36
图表 46 青鸟消防各业务营收占比 .....	37
图表 47 全球累积储能分布图势 .....	38
图表 48 国内储能装机占比 .....	38
图表 49 用户储能分布图 .....	39
图表 50 北美电网联网情况.....	40
图表 51 2021 年全球新开工储能项目分布 (MW%) .....	40
图表 52 美国储能装机量持续增长 (单位: GWh) .....	41
图表 53 2021 年表前储能的应用占比 .....	41
图表 54 新增户用光伏装机中的渗透率.....	42
图表 55 新增工商业光伏装机中的渗透率.....	42
图表 56 2022 年 Q2 美国装机量增量分布 .....	42

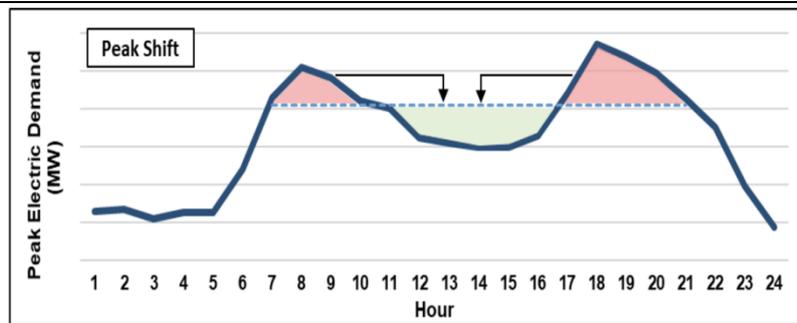
# 1 行业概况

## 1.1 储能技术成为刚需

### 1.1.1 减少弃风弃电，促进实现可再生能源发电的削峰填谷

新能源发电波动性明显，存在峰值时发电功率高于电网负荷，产生弃风弃光的问题。未来随新能源装机比例提升，弃风弃光的问题将日益突出。加强电网基建可以提升其负荷，使其可以承载更高功率的发电。配备发电侧储能则可以在电网输送通道受限和光伏/风电满负荷工作的情况下实现调峰，平滑新能源发电输出曲线，缓解电网负担。削峰填谷可以在低需求时段吸收电力，并在高峰需求时段将其释放到电网或支持客户的负载。这有效地将一些负荷从高峰时段（红色）转移到非高峰时段（绿色）。

图表 1 削峰填谷



资料来源：AEC illustration, 华安证券研究所

### 1.1.2 利用峰谷价差进行套利，减少电费支出

在用户方面，储能最常见的应用是利用峰谷电价差进行套利。具体来说，通过在低电价时给储能系统充电，在高电价时给储能系统放电，可以实现峰谷电价差套利，降低电力成本。对于大型工业企业来说，也可以利用储能在负荷高峰时放电，从而实现降低产能电费。

根据 NREL 研究表明，在实际的系统中，这些家庭在第一年平均支付 394 美元的能源费用和 516 美元的需求费用(计费周期内间隔内所需的最大电量向客户收取额外费用)。选取五个家庭进行研究，平均而言，账单节省-最佳调度导致第一年的能源费用减少 6% (22 美元)，第一年的需求费用减少 73% (374 美元)。能源费用的减少相对较小，因为高峰期和非高峰期的能源费用相差只有 1 美分，因此，增加节约的空间很小。

图表 2 峰谷价差调节后的能源费用和需求费用的比较

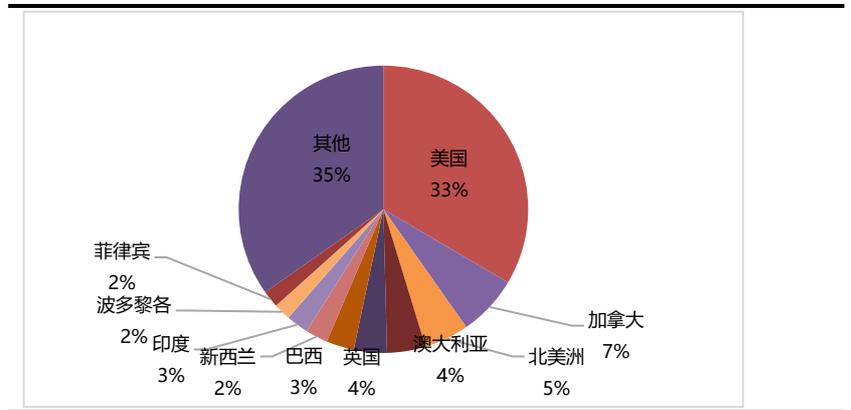
家庭编号	一年电费			一年需求费用			每个月波峰需求	每个月波谷需求
	实际的	最优的	减少的	实际的	最优的	减少的	实际的/最优的	实际的/最优的
1	\$326.19	\$306.30	6%	\$383.61	\$88.85	77%	12   6	5   0
2	\$385.49	\$377.12	2%	\$446.64	\$126.02	72%	12   10	6   0
3	\$289.77	\$271.88	6%	\$541.57	\$114.73	79%	12   7	7   2
4	\$507.29	\$484.43	5%	\$874.26	\$284.53	67%	12   12	12   0
5	\$462.75	\$422.84	9%	\$335.31	\$96.82	71%	12   7	9   0
平均 (±标准差)	\$394 (±\$91)	\$372	6% (±2%)	\$516 (±\$214)	\$142	73% (±5%)	12   8.4	7.8   0.4

资料来源：NREL, 华安证券研究所

### 1.1.3 提高电力系统稳定性

新能源发电设备在过程中，外部环境不能确保设备可以持续稳定发电，存在一定的随机性。储能系统可以对随机性、间歇性和波动性的可再生能源发电出力进行平滑控制，从源头降低波动性，满足可再生能源并网要求，为未来大规模发展应用打好基础。全球范围内具有突发性、影响范围超过 10 万人、停电时长>1h 的大停电事故屡屡发生，美国、加拿大、澳大利亚、巴西、印度等国家大停电事故发生次数最多，普遍具有国土面积辽阔、供电跨度大、电力运行工况复杂的特点。北美电网系统设施老旧，亚非拉地区缺乏强大电力设施建设投入，导致断电、缺电现象频发，叠加气候变暖、寒潮、龙卷风、高温干旱等极端气候多发，当地居民对紧急备电需求属于刚需。户用家储在电厂事故或者极端自然灾害事件中提供应急电源，提高用电稳定性。全球分布式光伏和户用家储仍处于低水平起步阶段，大部分地区光储渗透率在 10% 以下，发展空间大。

图表 3 历年大停电事故次数及地区分布



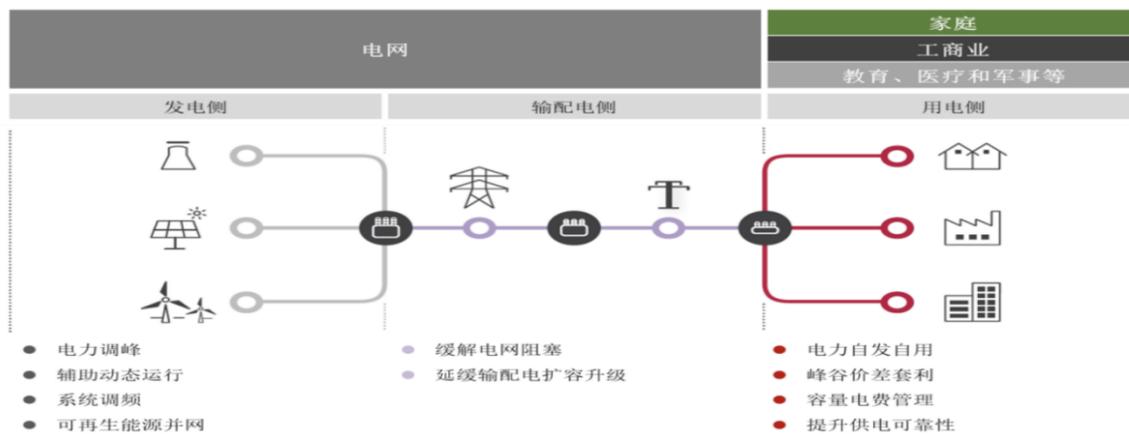
资料来源：北极星火力发电网，华安证券研究所

## 1.2 储能技术分类

### 1.2.1 按照应用领域

通常根据储能系统接入电网的位置将储能分为表前业务和表后业务，其中发电侧以及输电侧属于表前业务，用电侧属于表后业务，每个部分的储能目的各不相同。

图表 4 按应用领域分类

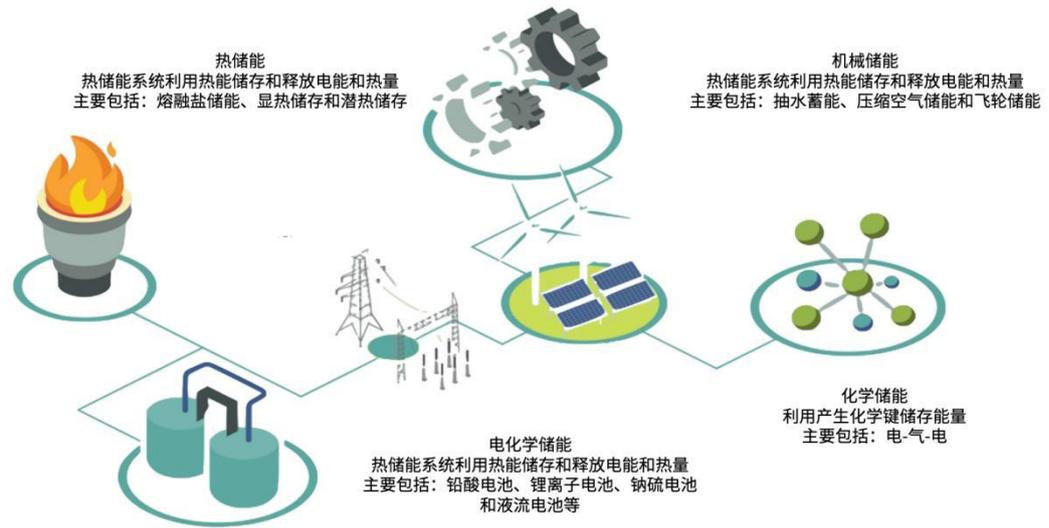


资料来源：派能招股说明书，华安证券研究所

## 1.2.2 按照应用技术

广泛使用的储能技术分类方法是基于其储能形式。储能可以分为：机械储能、电化学储能、热储能和化学储能。

图表 5 按应用技术分类



资料来源：MET Study，华安证券研究所

**机械储能：**最广泛和成熟的存储技术是机械储能中的**抽水储能**，占全球总能量存储容量的 95%，但是由于受到地理因素和成本的原因，目前占有量呈下降趋势。根据抽水蓄能产业发展报告 2021，截至 2021 年底，我国抽水蓄能电站装机容量 3639 万千瓦，居世界首位。

**热储能：**以热能的形式储存电能或热能。在放电循环中，热量被转移到流体中，然后被用于驱动热机，并将电排放回系统。根据储存热量的原理，热能储存可分为感热(增加固体或液体介质的温度)、潜热(改变材料的相)或热化学热(支持吸热和放热反应)。

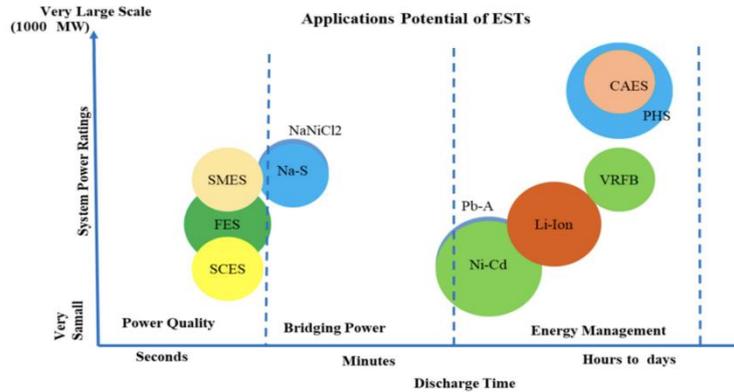
**化学能储存：**系统通过化学键的形成来储存电能。两种最受欢迎的新兴技术都是基于“电转气”的概念：“电转氢发电”和“电转合成气发电”。

**电化学储能：**电池将能量储存在两种化学溶液中，这两种化学溶液储存在外部储罐中，并通过一堆电化学电池，其中充放电过程是通过一种选择性膜进行的。

## 1.2.3 按时间领域分类

根据储能时长，可以分为短期、中期和长期储能。根据能量释放持续时间，可以将储能方式进行区域分类。中等持续时间的类别分钟到小时之间，功率范围在 10-100MW。长时间类别跨度为数小时到数天，功率范围在 300MW 以上。目前大多数部署的电池储存设施的储存时间为 4 小时或更短，如铅酸电池、部分锂电池、电磁储能，可用于调峰调频、平滑出力、紧急备用等；大多数现有的抽水蓄能设施的持续时间为 8 - 12 小时或更长，属于长期储能，可用于电网调峰调频、备用容量等。每一种应用对储能技术都有其特定的要求。一些应用需要高功率和长存储时间，而另一些应用则相反。因此，在采用储能之前，了解其技术特点及其应用要求是非常重要的。

图表 6 按时间领域分类



资料来源: ResearchGate, 华安证券研究所

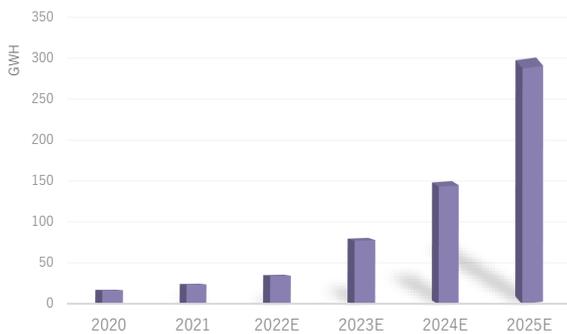
存储技术在能量密度上也有所不同, 能量密度是每单位体积所能存储的最大能量。具有高能量密度的电池技术特别适合用于电动汽车和移动电子设备; 然而, 能量密度较低的技术可以用于电力系统的存储应用, 在这些应用中, 空间的有效利用通常不那么重要。

### 1.3 储能发展趋势

#### 1.3.1 储能总需求量呈现上升趋势

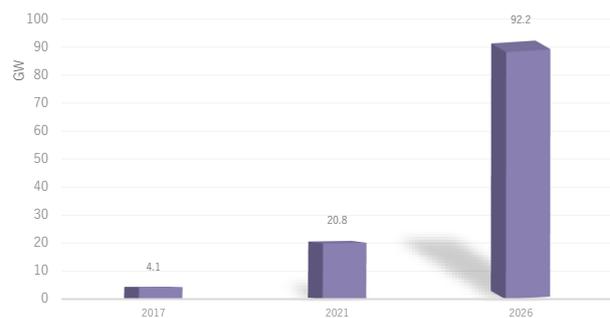
未来随着成本持续下降及商业模式日益成熟, 储能市场发展潜力巨大。预计 2022 年全球新增装机容量将达 35.5GWh, 未来有望持续保持高增长, 预计 2025 年新增装机约 300GWh, 2021-2025 年 CAGR 达 97.2%。根据 GlobalData 数据分析发现, 预计 2026 年全球电化学储能量可以达到 92.2GW。

图表 7 2025 年全球储能装机总需求



资料来源: CNESA, 华安证券研究所

图表 8 全球电化学储能市场趋势

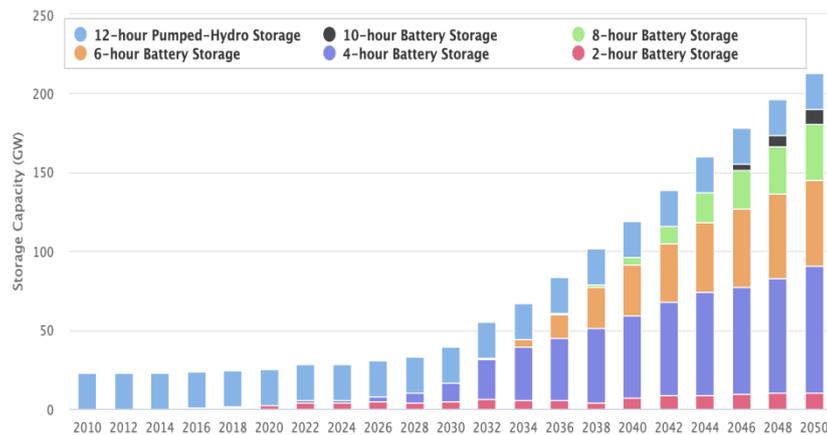


资料来源: GlobalData, 华安证券研究所

#### 1.3.2 未来 4 小时电池储能在储能市场占有主导地位

根据 NREL 建模的场景分析, 到 2050 年, 美国每天的存储部署可能在 130GW 到 680GW 之间, 这足以支持 80% 或更高的可再生能源发电。预计未来 4 小时电池储能在储能市场占有主导地位。

图表 9 不同场景储能能量预测

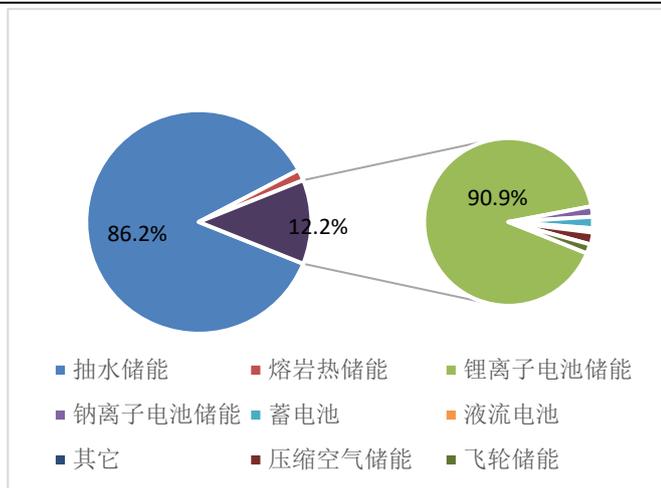


资料来源：NREL，华安证券研究所

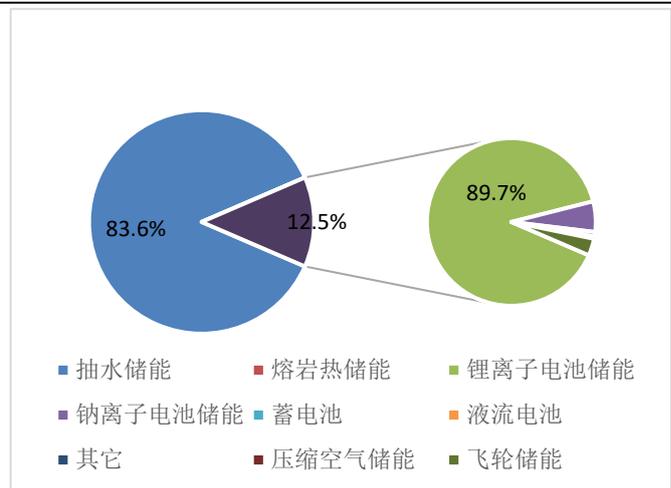
### 1.3.3 存量以抽水蓄能为主，电化学储能主导增量

化学储能和电化学储能统称为新型储能，是目前主要的发展方向。电化学储能同时具有较高的能量密度和功率密度，决定了其广泛的技术适用性。其中，锂离子电池同时具有高功率密度与高能量密度。根据 CNESA 全球储能项目数据库的统计，截至 2021 年底，中国各类型储能装机量结构与全球情况相似，均以抽水蓄能为主要装机类型，占据 83.6%左右装机容量。全球运行的电力储能项目容量总计为 209.4 GW，同比增长 9%。抽水蓄能比重首次低于 90%，同比下降 4.1 个百分点。其次是新储能，为 25.4 GW，同比增长 67.7%。锂离子电池在新能源存储中占比最大，市场份额超过 90%。

图表 10 全球电力储能市场容量 MW% (2021 年底)



图表 11 中国电力储能市场容量 MW% (2021 年底)



资料来源：CNESA Global Energy Storage Project Database，华安证券研究所

资料来源：CNESA Global Energy Storage Project Database，华安证券研究所

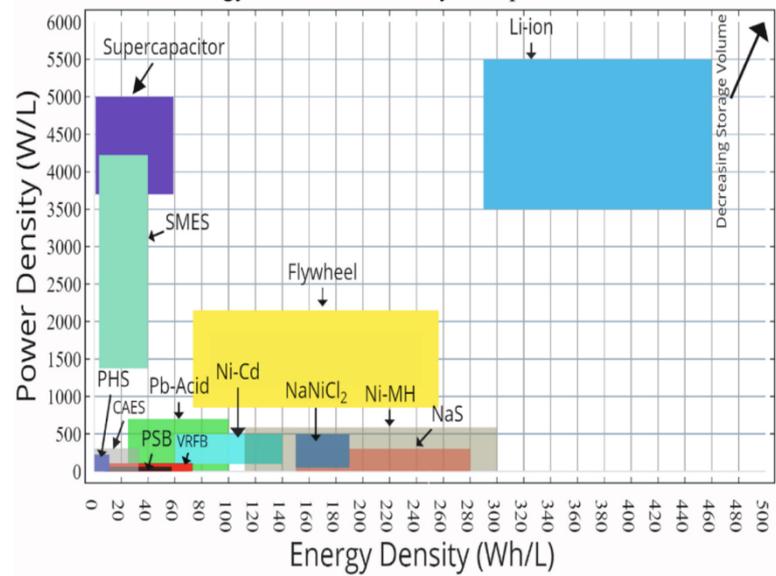
### 1.3.4 电化学储能以锂离子电池为主流方向

抽水蓄能占据储能绝对份额，锂离子电池是电化学储能主流技术路线。结果表明，通过对不同储能技术的功率和能量密度的比较，可以确定储能装置的尺寸。储能装置的

体积随着功率和能量密度的增加而减小，因此锂离子电池可以获得更小的尺寸。另一方面，左下角显示了更大体积的储能设备。所有热储能和电化学储能装置(Ni-MH, Na-S, Li-ion & NaNiCl<sub>2</sub>)的能量密度都高于其他储能装置。

相反，SCES、SMES 和 FES 的功率密度高于其他储能设备类型。此外，CAES 和 PHS 的能量密度最小，同时，CAES、PHS、VRFB、PSB 和 Zn Br 提供的功率密度也最小。

图表 12 储能装置功率和能量密度比较



资料来源: Renewable and Sustainable Energy, 华安证券研究所

在功率和能量密度方面，电化学存储系统，特别是锂离子电池，与其他能源存储设备相比，具有平均功率密度和能量密度较高的特点。因此，锂离子电池具有体积小的优势。在最新技术中，锂离子电池也展现出优势。

图表 13 最新储能技术性能分析

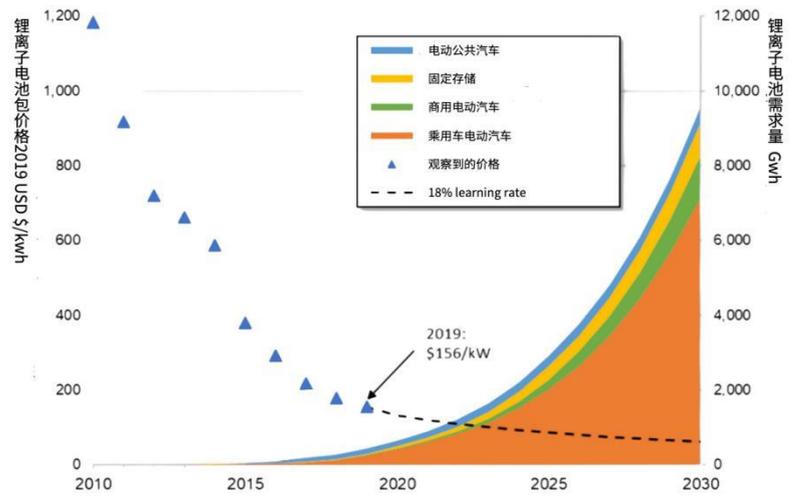
应用领域	电化学										电能		机械储能			热储能
	钠硫电池	氯化镍电池	铅蓄电池	锂离子电池	镍镉电池	镍氢电池	全钒液流电池	钒电池	锌溴液流	固体聚合物电解质	超导磁储能	压缩空气储能	抽水储能	飞轮储能	所有热储能	
新能源整合	时间转换	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
	固定能量	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
主体能量	削峰能力	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
	随机能量	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
辅助服务	电压支持	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
	平衡负载	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
	旋转服务	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
能源管理	无电源启动	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
	稳定频率	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
	提高电源质量	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
稳定能源	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
	●	适合应用				●	可能应用				●	不适合应用				

资料来源: Renewable and Sustainable Energy, 华安证券研究所

### 1.3.4 存储成本将持续降低，性能更优

锂离子电池组的成本在过去 10 年里下降了 80%以上，而且在电动汽车需求的推动下，随着生产规模的持续扩大，预计成本还将继续下降。根据 BloombergNEF 数据，锂离子电池电池组 2021 年的成本为 132 美元/千瓦。

图表 14 锂电池包价格随时间变化趋势



资料来源：NREL Transforming ENERGY

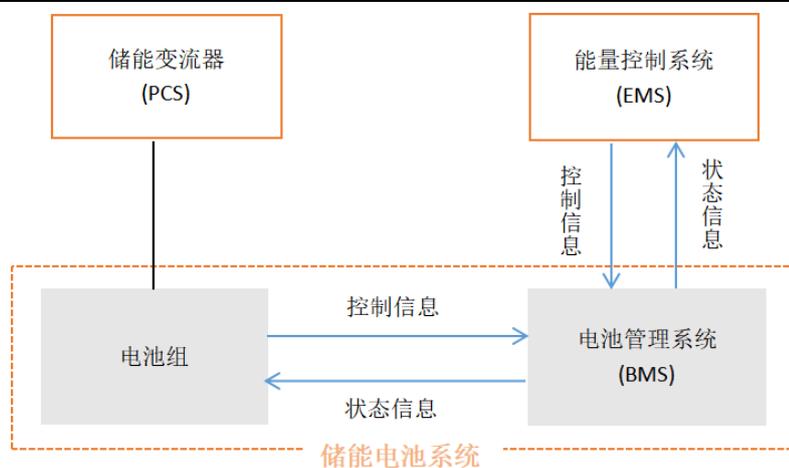
## 2 储能行业赛道

### 2.1 储能电池

储能电池产业链可分为上游原材料及设备、中游储能系统及集成、下游电力系统储能应用。储能电池上游的原材料主要包括正极材料、负极材料、电解液、隔膜以及结构件等；上游的集成系统设备主要包括涂布机、搅拌机等。产业链中游主要为储能系统的集成与制造，对于一个完整的储能系统，一般包括电池组、电池管理系统(BMS)、能量管理系统(EMS)以及储能变流器(PCS)四大组成部分。产业链下游的应用场景主要发电侧、电网侧和用户侧的电力系统储能。

电池组是储能系统最主要的构成部分；电池管理系统主要负责电池的监测、评估、保护以及均衡等；能量管理系统负责数据采集、网络监控和能量调度等；储能变流器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。

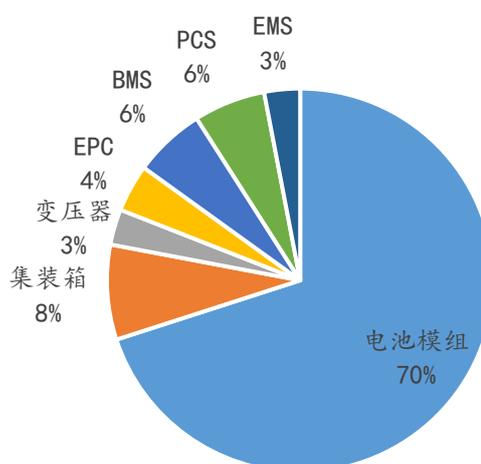
图表 15 储能系统产业链



资料来源：《派能科技招股说明书》，华安证券研究所

储能电池系统由电池组和电池管理系统两部分组成。电池组是整个储能系统中成本占比最高的部分，约占 70%，BMS 占比为 6%，储能电池系统占电化学储能成本比重达 76%。

图表 16 电化学储能成本构成

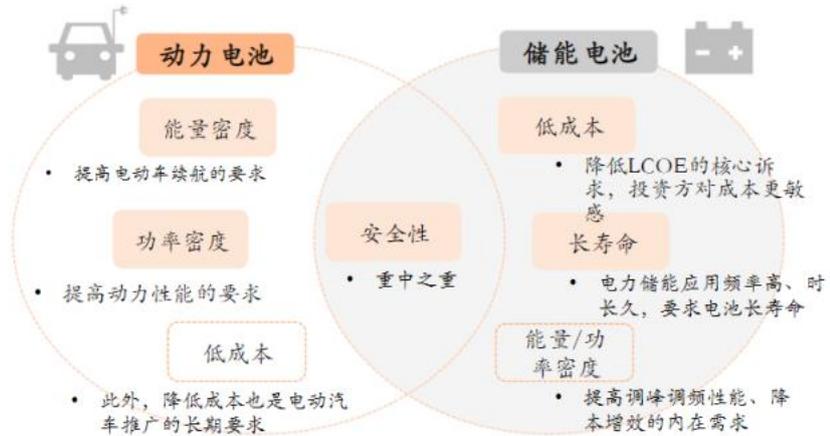


资料来源：中国能源研究会，华安证券研究所

### 2.1.1 储能电池性能

大部分的储能设备都不需要运动，所以不需要能量密度、功率密度，不同能量存储方案对能量密度的需求也不同；在电池材料上，要注重材料的膨胀率、能量密度、电极材料性能的均匀性，以达到更好的使用寿命和更低的价格。储能电池充放电更为频繁，在相同的 10 年日历寿命的前提下，对循环寿命有着更高的要求，若储能电站和家用储能以每天一次的频率进行充放电，储能锂电池的循环次数寿命一般要求能够大于 3500 次，若提高充放电频率，循环寿命要求通常要求能够达到 5000 次以上。此外，由于储能电站的规模基本上都是兆瓦级别以上甚至百兆瓦的级别，因此储能电池的成本要求比动力电池的成本更低，安全性也要求更高。储能电池的要求是 0.5K-1K/KWh(含 PACK 及 BMS)，储能电池对于价格更为敏感和苛刻，海量级别的需求数量决定了储能电池的成本控制相比车用电池来说更为重要。

图表 17 动力和储能电池体系性能要求比较



资料来源：国际能源网，中汽数据，华安证券研究所

综上，储能应用对电池的能量密度和功率密度的要求有所放宽，更强调降低配储度电成本，储能电池需具有低成本、长寿命，且确保电池应用的安全性。磷酸铁锂电池性能与储能需求适配度较高，已成为国内主流路线。三元锂电池能量密度和功率密度高，但成本较高，且安全性相对较弱。2022年6月国家能源局综合司《防止电力生产事故的二十五项重点要求（2022年版）（征求意见稿）》，提出中大型电化学储能电站不得选用三元锂电池、钠硫电池，不宜选用梯次利用动力电池。磷酸铁锂电池安全性优、循环寿命长、金属资源储量丰富、成本较低且环保，已成为储能电池的主要选择。

图表 18 不同电池体系性能对比

	铅酸电池	锂离子电池（磷酸铁锂为代表）	钠离子电池
电芯质量能量密度(Wh/kg)	30-50	120-180	100-150
单位能量原料成本(元/Wh)	0.4	0.43	0.29
循环寿命(次)	300-500	3500-10000	2000-3000
使用寿命(年)	9.13	15.22	13.7
放电时间(小时)	0.25-5	0.25-30	0.3-30
放电深度	80%	88%	100%
效率	75%-85%	80%-90%	95%-98%
工作电压	2.0V	3.2V	3.2V
-20℃容量保持率	<60%	<70%	>88%
耐过放电	差	差	优(可放电至0V)
安全性	优	较好	优
环保特性	差	优	优

资料来源：《钠离子电池：从基础研究到工程化探索》，华安证券研究所

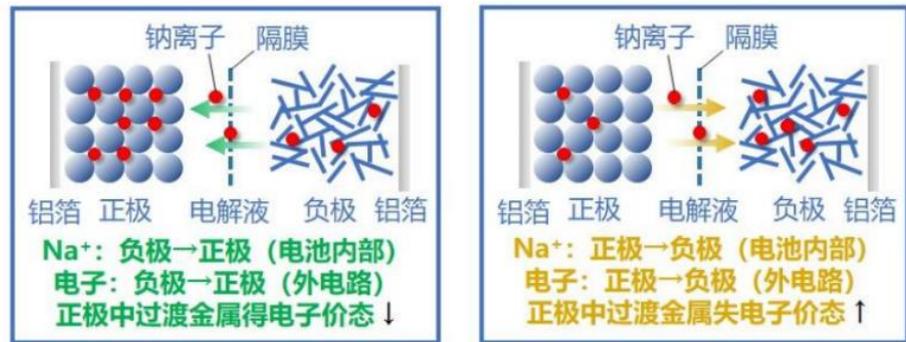
### 锂离子电池

锂电池储能是当前技术最为成熟、装机规模最大的电化学储能技术。根据中关村储能数据，2021 年锂离子电池占中国新型储能装机量的 89.7%，是最具代表性的新型储能技术，目前广泛应用于 1-2 小时的中短时储能场景中，在 4-8 小时的储能项目中也有应用。锂离子电池储能产业链相对来说已经比较成熟，在整个系统中，电池成本占比最高。但受限于上游锂资源价格居高不下，当前的整个锂离子电池储能系统成本与 2021 年初相比不降反升。

### 钠离子电池

钠电池组成结构、工作原理与锂电池相似。钠电池是一种新型二次电池，其组成结构与锂电池相似，主要包括正极材料、负极材料、电解液和隔膜。钠电池主要通过  $\text{Na}^+$  在电池正负极之间来回的脱出和嵌入来实现充放电过程。在充电时， $\text{Na}^+$  从正极材料脱出，经过电解液和隔膜嵌入到负极材料，此时，外电路中电子从负极流向正极。钠电池放电过程与充电过程相反。锂电池则是通过  $\text{Li}^+$  在电池正负极之间来回的脱出和嵌入来实现上述过程，因此两者工作原理相似，均被称为“摇椅式电池”。

图表 19 钠离子电池工作原理



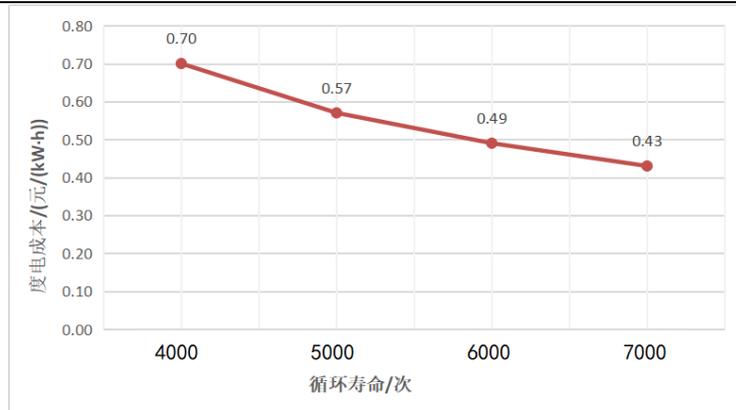
资料来源：中科海纳官网，华安证券研究所

宁德时代 2021 年 7 月分布的第一代钠离子电池单体能量密度达到 160Wh/kg，已经接近磷酸铁锂电池的能量密度。目前海辰储能正式发布的 2022 电池新品，首款 300Ah 电力储能和大圆柱户用储能专用电池，循环寿命可达 12000 次，能量效率达 95%。采用海辰储能 300Ah 电力储能专用电池的储能系统，相较当下 280Ah 储能电池，可以实现全生命周期度电成本降低 25.3%；如果以用户侧储能电站，按照一天一充应用场景下，可实现 IRR（内部收益率）提高 18.4%；前三年储能系统总发电量增加 5%，从而减少电量超配，实现初始投资节省 5%。

根据中科海纳和中国储能网的测算，1wh 锂电成本为 0.43 元，钠电成本则为 0.29 元，铅酸电池成本为 0.40 元。

电池组性能决定最终产品的安全性、使用寿命，也最终决定了储能系统的盈利性。与动力电池追求极致的能量密度不同，储能电池更加注重循环寿命。若要提升储能经济性，除系统降本外，提升循环寿命亦为重要途径。数据显示，当储能电池循环寿命提升到 10000 次，储能成本将降至 1000 元/kWh 以下，扣除充放电损耗和折旧，度电成本将低于 0.16 元。因此，下一阶段，除关注电池自身降本情况外，也需关注储能系统循环次数提升情况。

图表 20 循环寿命对储能度电成本的影响



资料来源：《电工电能新技术》，华安证券研究所

## 2.1.2 储能电池成本预算

### 锂离子电池全寿命储能度电成本 (LCOS) 测算核心假设：

**初始投资成本：**包括能量成本，PCS、BMS、EMS 系统成本，建设成本以及其他成本。锂离子电池储能系统初始投资成本由于项目区别具有一定差异，综合近期锂离子电池储能项目中标价格为 1.5 元/Wh。

**年度运维成本：**运维成本包括电站运营期间的燃料动力费、以及为了维持电站运营所必须的零部件更换、系统维护、人工费等费用，根据储能类型的不同大致占初始投资成本的 1%-10%。鉴于锂离子电池储能电站普遍采用远程监控与定期巡检相结合的方式，人工费用相比其他电池类型低，假设运维成本占初始投资成本的 4%。

**系统残值率：**储能系统报废的剩余价值减去处置成本所得到的净值，根据电池类型不同占初始投资成本的 3%-40%。其中磷酸铁锂电池相较其他类型电池回收价值较低，假设其系统残值率为 5%。

**系统寿命：**锂离子电池循环寿命为 3500-10000 次，假设其循环寿命为 7500 次，年均循环次数 500 次，则系统寿命为 15 年。

图表 21 磷酸铁锂电池 LCOS 测算核心假设

参数	数值	参数	数值
初始投资成本(元/Wh)	1.5	系统容量(MWh)	100
其中：能量成本(元/Wh)	0.7	放电深度(%)	90
PCS 成本(元/Wh)	0.3	储能循环效率(%)	88
BMS 成本(元/Wh)	0.1	循环寿命(次)	3500-10000
EMS 成本(元/Wh)	0.1	寿命终止容量(%)	75
建设成本(元/Wh)	0.2	年循环次数(次)	500
其他成本(元/Wh)	0.1	系统寿命(年)	15
运维成本(元/Wh)	0.06	年衰减率(%)	2.5
系统残值率(%)	5	贴现率(%)	6
		税率(%)	25%

图表 22 磷酸铁锂电池 LCOS 测算

年	0	1	2	.....	15
初始投资(百万元)	150				
年折旧(百万元)		9.50	9.50		9.50
折旧所致税费减免(百万元)		2.38	2.38		2.38
年维护成本(百万元)		6.00	6.00		6.00
年电量(MWh)		39600.00	38610.00		27781.76
贴现系数	1.00	0.94	0.88		0.42
税费减免现值(百万元)	22.71	2.24	2.10		0.99
维护成本现值(百万元)	57.38	5.66	5.30		2.50
电量现值(MWh)	328145.74	37358.49	34107.93		11592.36
储能度电成本 LCOS(/kWh)	0.56				

资料来源：知网文献，华安证券研究所

资料来源：知网文献，华安证券研究所

在初始投资成本 1.5 元/Wh，年均循环次数 500 次，储能寿命为 15 年的假设下，锂

离子电池储能系统度电成本约为 0.56 元/kWh。

**钠离子电池储能全寿命储能度电成本 (LCOS) 测算核心假设:**

初始投资成本: 当前锂离子产业化正在推进中, 假设成熟时期可比铁锂电池低 20-30%。目前成本约 370 元/kWh, 而且随着产业链成熟, 材料成本有望进一步下探, 结合结构件和电气件成本, 初始容量投资有望控制在 500-700 元/kWh。

年度运维成本: 每年需要 3.7%左右, 为 0.04 元/Wh。

寿命: 可循环 2000 次以上, 中科海钠、宁德时代等表示其产品可达 3000 次, 随着研发持续投入和技术迭代, 电池循环寿命有望突破 8000 次以上。

循环效率: 可以达到 84-90%。

贴现率: 考虑到当前央企能源企业的融资成本在 4-5%, 取 6%作为折现率。

图表 23 钠离子电池 LCOS 测算核心假设

钠离子电池储能系统LCOS测算核心假设			
参数	数值	参数	数值
初始全投资成本(元/Wh)	1.1	系统功率(MW)	100
能量单元成本(元/Wh)	0.7-0.9	系统容量(MWh)	200
功率单元成本(元/W)	0.4-0.5	放电深度(%)	100%
运维成本(元/Wh)	0.041	储能循环效率(%)	88%
系统残值率	5%	循环寿命(次)	3000
		年循环次数	300
		系统寿命(年)	10
		年衰减	1.50%
		贴现率	6%
		税率	25%

图表 24 钠离子电池 LCOS 测算

年	0	1	2	.....	13
初始投资(百万元)	110.00				
年折旧(百万元)		10.45	10.45		10.45
折旧所致税费减免(百万元)		2.61	2.61		2.61
年维护成本(百万元)		4.10	4.10		4.10
年电量(MWh)		26400.00	25740.00		19483.16
贴现系数	1.00	0.94	0.88		0.35
税费减免现值(百万元)	22.23	2.46	2.31		0.92
维护成本现值(百万元)	34.89	3.87	3.62		1.44
电量现值(MWh)	198769.09	24905.66	22738.62		6856.09
储能度电成本 LCOS(/kwh)	0.62				

资料来源: 知网文献, 华安证券研究所

资料来源: 知网文献, 华安证券研究所

由于产业尚未应用, 假设在相对成熟阶段, 在初始投资成本 1.1 元/Wh, 年均循环次数 300 次, 寿命为 13 年, LCOS 为 0.62 元/kWh, 与磷酸铁锂电池相当。

### 2.1.3 储能电池下游市场

#### 大型储能

大型储能装机规模通常在 MWh 级以上，大电芯有望成为主流。大型储能系统是推动可再生能源大规模应用、建设新型电力系统的重要设施，可以起到调峰、调频、备用容量、平滑出力、缓解电网阻塞等作用，包括发电侧、电网侧储能等，通常在几十甚至上百 MWh，使用的电芯以大容量方形电芯为主。在储能应用中，280Ah 及以上的大容量电芯能够有效降低储能系统成本，并降低集成难度，优势明显，正逐步在电力储能场景替代原有的 50Ah 和 100Ah 电芯产品。

电力储能大电芯发展趋势明显。需求侧，大型电力储能设施的业主和投资者对 280Ah 大电芯的关注度快速上升，华能、中国能建等业主方在其最新储能电池招标中均要求单体容量不低于 280Ah。供给侧，自 2019 年宁德时代推出 280Ah 电芯以来，国内已超过 10 家电芯企业推出 280Ah 电池产品；海辰、中创新航等电芯厂商均加码扩产 280Ah 电芯。

#### 户用储能

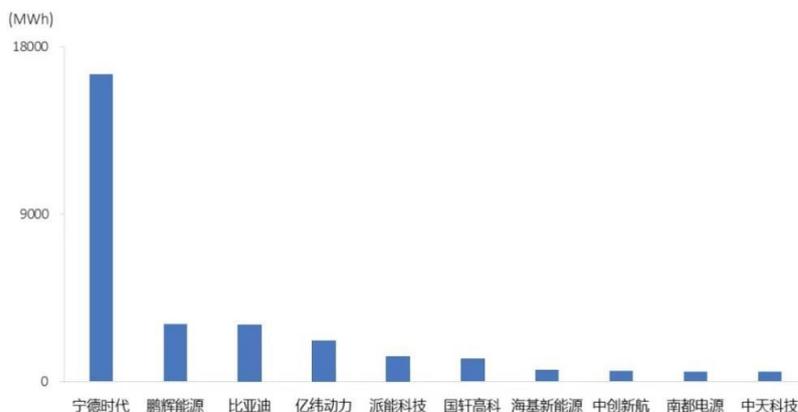
与动力和大储相比，户用储能对电芯技术的要求相对放宽。户用场景对电池能量密度等要求相对较低，影响用户体验的主要是产品整体设计，包括电池管理和全屋能源调配等，对电芯性能的要求相对放宽，主要强调安全性和降本。

封装路线尚无定型。户用储能系统规模在 10kWh 级别，大圆柱电池（单体容量 10Ah-50Ah），方形（50Ah-300Ah），软包（30Ah-80Ah）方案均有公司选用，目前户储采用的电芯封装路线并无定型。

小电芯或将成为户储主流。当前欧洲户储市场正经历低压向高压系统的产品迭代。高电压平台可降低电流，从而控制系统发热量，提高放电效率。储能系统容量不变的情况下，高压系统对应的电芯容量减小。例如，低压平台储能电芯多为 100Ah，高压平台逐渐向 50Ah 过渡。100Ah 以下小容量电池在户用家储领域仍有较长的应用生命周期。

目前我国主要储能电池提供商多为动力电池制造商。根据 GGII 统计，2021 年国内储能电池出货量 48GWh，其中电力储能电池出货量 29GWh，同比增长 339%；而根据全球研究机构 EVTank 与伊维经济研究院数据，2021 年全球储能电池出货量 66.3GWh，同比增长 132.6%，电力系统储能是主要增量贡献。2021 年，全球市场中，储能电池出货量排名前十位的中国储能技术提供商，依次为：宁德时代、鹏辉能源、比亚迪、亿纬动力、派能科技、国轩高科、海基新能源、中创新航、南都电源和中天科技。

图表 25 中国储能技术提供商 2021 年度全球市场储能电池出货量排行榜



资料来源：中国能源研究会储能专委会、中关村储能产业技术联盟，华安证券研究所

## 2.2 储能变流器 (PCS)

储能变流器 (PCS) 又称储能逆变器，是连接储能电池系统和电网的双向电流可控转换装置，能够在电网和储能系统间精确快速地调节电压、频率、功率，实现恒功率恒流充放电以及平滑波动性电源输出。其不仅能满足传统并网变流器对直流电转换为交流电的逆变要求，还可满足储能系统“充电+放电”带来的双向变流需求，具有对电池充电和放电功能，可用于光伏、风力发电功率平滑、削峰填谷、微型电网等多种场合。并网模式下，在负荷低谷期，储能变流器把电网的交流电整流成直流电给电池组充电，在负荷高峰期，储能变流器把电池组中的直流电逆变成交流电反送到电网中；离网模式下，储能变流器与主电网脱离，给本地的部分负荷提供满足电网电能质量要求的电能。

### 2.2.1 储能变流器产业链及分类

图表 26 储能变流器产业链



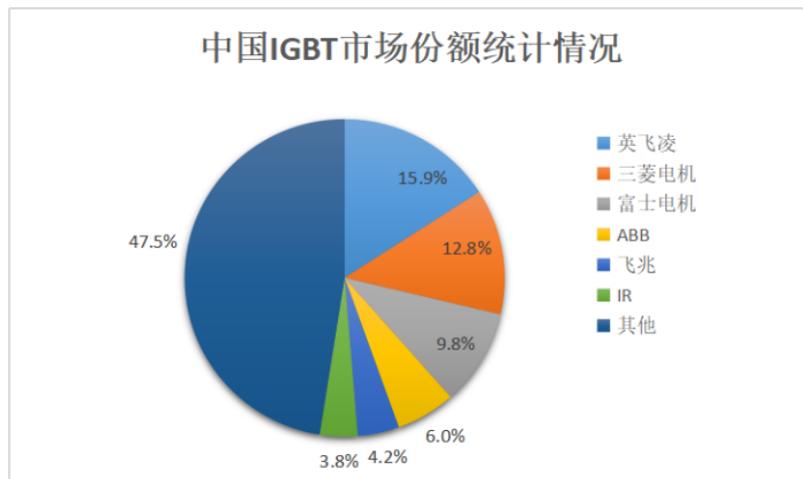
资料来源：中商产业研究院，华安证券研究所

储能变流器上游主要由 IGBT、印制电路板、电线电缆组成，储能变流器中游为工频升压型储能变流器、高压直挂型储能变流器。储能变流器下游为风光电站、光伏电站、电网系统、变电站等。

储能变流器上游原材料主要为 IGBT、电容、电阻、电抗器、PCB 等电力电子元器件、机柜、机箱等结构件和其他辅材，上游行业市场竞争较为充分，除 IGBT 仍以进口为主外，其他主要电力电子元器件基本实现国产化。结构件、辅助材料的成本主要为其材料成本，主要受大宗商品价格波动影响。

目前，国内 IGBT 市场主要由英飞凌、三菱电机、富士电机等海外厂商占据，其中占比最高的是英飞凌，为 15.9%。

图表 27 2021 年中国储能电池企业全球储能电池出货量



资料来源：中商产业研究院，华安证券研究所

储能变流器 (PCS) 按照电路拓扑结构和变压器的配置方式可分为工频升压型和高压直挂型。根据级数不同又可分为单级和双级拓扑。

储能变流器按输出电压又可以分为两电平、三电平、多电平三类。三电平拓扑结构又可分为 I 型三电平和 T 型三电平。随着电平数的增加，PCS 直流侧的电压等级和输出电能质量可以被进一步提高。随着直流电压趋近 1,500V，行业主流拓扑结构多为三电平拓扑结构。

工频升压型 PCS 根据级数又分为单级和双级 PCS。单级结构简单且效率高，但电池容量和电压灵活性差。双级 PCS 提高了电池容量和电压灵活性，但成本较高，控制相对单级 PCS 更复杂，效率更低。中国现有大容量储能系统多采用单级 PCS，而超大规模储能电站则采用链式结构的高压直挂型 PCS。

按照应用场景的不同，PCS 可以分为储能电站、集中式、工商业及户用四大类，主要区别是功率大小。

图表 28 储能变流器按应用场景分类

家庭户用 (小功率) <10KW	工商业 (中功率) 10KW-250KW	集中式 (大功率) 250KW-1MW	储能电站 (超大功率) >1MW
			
<b>固德威 GOODWE</b>	<b>Sinexcel 盛弘股份</b>	<b>Sinexcel 盛弘股份</b>	<b>阳光电源 SUNGROW</b>
<b>MS系列</b>	<b>MS系列</b>	<b>PWS1-500K/630K</b>	<b>SC3450UD-MV</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 额定功率: 7-10KW</li> <li>□ 应用场景: 户用光伏储能场景</li> <li>□ 应用需求: 削峰填谷, 分布式离网供电系统、余电上网 (电力交易)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 额定功率: 7-10KW</li> <li>□ 应用场景: 户用光伏储能场景、分布式电站</li> <li>□ 应用需求: 削峰填谷, 分布式离网供电系统、余电上网 (电力交易)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 额定功率: 500/630KW</li> <li>□ 应用场景: 发电侧、电网侧、微电网和辅助服务等</li> <li>□ 应用需求: 调峰、调压、调频控制 (一次、二次调频), 黑启动, 应急响应</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 额定功率: 3.45MW</li> <li>□ 应用场景: 大型智能电网建设</li> <li>□ 应用需求: 辅助新能源并网, 平抑波动性能源发电 (减少瞬时功率变化)</li> </ul>

资料来源: INFINEON, 盛弘股份, 阳光电源, 固德威, 机械工业出版社华安证券研究所

储能变流器 (PCS) 多与户用光伏结合使用, 相应的储能系统主要作为备用电源, 在电网断电的时候应急供电, 同时储存电能余电灵活上网, 增加峰谷套利利润, 安装方式多为壁挂式户外安装。工商业多用于分布式光伏发电站, 相应储能系统与户用相似但装机规模较小, 市场需求不多。

集中式储能变流器多应用于发电侧, 电网侧的配套储能系统中, 该储能系统装机容量相对较大具有一定的规模可以摊平综合建设成本, 相应市场需求也更多, 此类储能系统多参与调峰、调频等电网服务, 储能变流器多与其他模块集成在集装箱内部, 单机功率较大。

图表 29 常规逆变器分类

项目	集中式逆变器	组串式逆变器	微型逆变器
最大功率跟踪对应组件数量	数量较多的组串	1-4 个组串	单个/数个组件
常见单体容量	>500kW	<100kW	<2kW
最大功率跟踪电压范围	窄	宽	宽
系统发电效率	一般	高	最高
安装占地	需要独立机房	不需要	不需要
室外安装	不允许	允许	允许
维护性	一般	易维护	难维护
集中式大型电站	适用	适用	不适用
分布式大型工商业屋顶电站	适用	适用	不适用
分布式中小型工商业屋顶电站	不适用	适用	适用
分布式户用屋顶电站	不适用	适用	适用

资料来源: 各公司公告, 企业官网, 华安证券研究所

## 2.2.2 市场现状及特性

### (1) 以组串式逆变器为主

组串 PCS 弥补集中式不足，开启规模化应用。业内目前电池储能系统主要采取集中式 PCS，多组电池并联将引起电池簇之间的不均衡，久之并联电池簇中会出现一部分电池实际出力不足，而另一部分超出倍率使用的现象，造成“木桶”效应；而组串式 PCS 可以实现簇级管理，提升系统寿命，提高全寿命周期放电容量，规模化应用趋势已见雏形。当前市场以组串式逆变器为主，微型逆变器尚处于发展阶段。综合考虑逆变器的不同技术并结合其市场策略做出选择的背景下，当前组串式逆变器仍是市场较为主流选择。目前，华为、阳光电源、固德威、锦浪科技等光伏逆变器的核心供应商均在组串式逆变器有布局。而微型逆变器作为一种新的技术路线尚处于发展期，技术门槛较高，供应商较少。国外的微型逆变器市场发展较早，但出货仍集中于海外龙头 Enphase。我国微型逆变器供应商较少，一方面是因为国内相关技术研发较晚，另一方面是因为国内市场对于微型逆变器的需求处于导入阶段，尚未进入放量阶段。

### (2) 微型逆变器出货量稳步高增

➢ 发电效率：微逆实现组件级最大功率点跟踪（MPPT）。相较于组串式，组件级的 MPPT 技术能够更好的规避组件不匹配、局部阴影等造成的失配损失。同时微型逆变器由于启动电压低（20V 左右），弱光效应更好。

➢ 可靠性：微逆独立运行，单个微型逆变器故障时，只会影响数个组件单元，系统能够继续运行。

➢ 安全性：采取并联电路设计和单组件 DC/AC 转换，直流电压（60V 左右，不高于组件最高输出直流电压），消除了运行时的直流高压风险，同时具备组件级关断能力。

从全球微型逆变器市场供给来看，近五年来，微型逆变器出货量稳步上升，2021 年出货量创历史新高，达到 5.89GW。但由于单瓦成本略高、应用场景等限制，过去全球微型逆变器在分布式市场的渗透率维持在 2%-5% 之间。当下，随着全球居民用电价格的飙升，微型逆变器作为更为安全和高效的产品将加速其在户用光伏领域的渗透。

## 2.2.3 PCS 下游市场

PCS 在储能系统中价值量占比约 10%，海外大趋势是光储混合逆变器，与户用并网逆变器渠道高度重合，储能逆变器有明显溢价。今年，在竞选上电国轩青海型号为 630KW 的 PCS 时，其中 0.167 元/W 的报价刷新了行业新低，基本与当前的集中式光伏逆变器集采价格持平。

图表 30 全球逆变器空间测算

	单位	2020	2021	2022E	2023E	2024E	2025E
<b>国内市场:</b>							
国内逆变器出货量	GW	50	63	78	96	118	137
集中式逆变器(含集散式)占比		32.7%	29.6%	26.8%	24.1%	21.2%	18.7%
组串式逆变器占比		67.0%	69.6%	72.0%	74.0%	76.0%	77.0%
微型逆变器占比		0.3%	0.8%	1.2%	1.9%	2.8%	4.3%
集中式逆变器价格	元/W	0.16	0.15	0.15	0.14	0.14	0.13
组串式逆变器价格	元/W	0.22	0.22	0.18	0.17	0.17	0.16
微型逆变器价格	元/W	1.48	1.26	1.07	0.91	0.77	0.66
国内集中式市场空间	亿元	26	28	30	29	29	28
国内组串式市场空间	亿元	74	97	109	121	132	139
国内微逆市场空间	亿元	2	6	10	15	21	30
国内光伏逆变器合计市场空间	亿元	102	131	149	165	181	196
<b>海外市场:</b>							
海外逆变器出货量	GW	85	117	154	176	194	215
集中式逆变器(含集散式)占比		31.4%	30.4%	27.5%	24.6%	21.7%	18.8%
组串式逆变器占比		65.0%	65.0%	67.0%	69.0%	71.0%	73.0%
微型逆变器占比		3.6%	4.6%	5.5%	6.4%	7.3%	8.2%
集中式逆变器价格	元/W	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17
组串式逆变器价格	元/W	0.33	0.33	0.32	0.31	0.29	0.28
微型逆变器价格	元/W	2.12	1.80	1.53	1.30	1.11	0.94
海外集中式市场空间	亿元	59	75	85	82	76	73
海外组串式市场空间	亿元	182	251	331	376	412	455
海外微逆市场空间	亿元	65	97	130	146	156	167
海外光伏逆变器合计市场空间	亿元	306	423	546	605	644	694
全球光伏逆变器合计市场空间	亿元	408	554	695	769	825	890
<b>储能市场:</b>							
储能变流器新增需求	GW	5.0	18.3	32.0	60.0	83.0	100.0
储能变流器合计需求 (考虑备货和更新替换)	GW		24.0	37.0	70.0	94.0	115.0
储能变流器价格	元/W	1.00	1.00	0.95	0.90	0.85	0.80
储能变流器市场空间	亿元	50	240	352	630	799	920
<b>全球逆变器市场空间</b>	<b>亿元</b>	<b>458</b>	<b>794</b>	<b>1047</b>	<b>1399</b>	<b>1624</b>	<b>1810</b>

资料来源: CPIA, Wood Mackenzie, 中关村储能产业技术联盟, IRENA, 能源局华安证券研究所

储能变流器与光伏逆变器在使用场景、技术原理、上游供应商和下游客户上有较高重合度,因此储能变流器企业大多来自光伏逆变器厂商,行业竞争格局也类似,光伏逆变器厂商进军储能 PCS 领域有先发优势。但储能 PCS 毛利率高于光伏并网逆变器。储能场景对逆变器的需求比光伏并网场景更复杂,除了直流向交流转换外,还需要具备从交流转换为直流、并网快速切换等功能,同时储能 PCS 还是双向变流器,有充电和放电两个方向的能量控制。因此储能变流器技术壁垒相较并网逆变器更高,售价与毛利率均明显高于并网逆变器。

储能变流器作为储能装置和电网中间的关键器件,存在不可替代性,近几年受到政策的支持,我国化学储能规模的不断增长,带动储能变流器市场需求攀升,市场规模不断扩大。2021 年我国储能变流器产量由 2015 年的 5.5 万千瓦增长至 194.75 万千瓦;储能变流器需求量由 2015 年的 4.76 万千瓦增长至 185.00 万千瓦。预计 2022 年我国储能变流器产销量均有望突破 200 万千瓦。由于当前国内储能变流器市场集中度较高,但由于市场尚未被完全开发,因此未来储能变流器行业仍存在巨大发展机遇。

据中国化学与物理电源行业协会储能应用分会统计数据显示,目前 PCS 上市企业有 30 家。根据 CNESA 统计,2021 年全球市场中,储能 PCS 出货量排名前十位的中国储能 PCS 提供商包括阳光电源、科华数据、古瑞瓦特和上能电气等公司。

2021年，中国新增投运的电化学储能项目中，装机规模排名前十位的储能逆变器提供商，依次为：上能电气、科华数能、索英电气、南瑞继保、阳光电源、盛弘股份、华自科技、智光储能、汇川技术和许继。

目前从事逆变器的上市企业主要有上能电气、固德威和锦浪科技等。从产品结构来看，上能电气、固德威以光伏逆变器为主，锦浪科技以组串式逆变器为主。从营收来看，锦浪科技营收位于行业较高水平，2021年为33.12亿元。从营收增速看，固德威成长较快，2021年营收增速达68.53%，毛利率达到31.7%，净利率达10.4%。随着国内逆变器企业快速发展，国产逆变器在海外的竞争优势凸显。受到国内市场政策波动影响，尤其是2018年531新政后，国内逆变器企业加快拓展海外渠道，加速海外布局。2021年，全球逆变器出货量前十大公司中中国企业独占6席，其中华为、阳光电源逆变器出货量分列全球第一、第二，分别为52GW和近48GW，第三名为海外公司，其出货量为15GW左右，与华为、阳光电源存在较大差距。

图表 31 部分 PCS 上市企业介绍

企业	主营业务	PCS 产品种类	PCS 业务情况
阳光电源	光伏逆变器、风电变流器、储能系统	家庭储能、分布式储能、大型储能	2022年上半年，国内大型储能项目中标数量第一，在北美工商业储能市场份额超过了20%；澳洲户用光储系统市占率超过24%。2021年储能系统收入31.38亿元营收占比13%，同比增长168.51%，毛利率约14.11%。 PCS出货量全国第一。
科华数据	数据中心和新能源业务 (其中储能业务占比约13.62%)	家庭储能和大型储能	PCS出货量全国第二。
上能电气	光伏逆变器和储能行业，其中储能业务占比约13%。	家庭储能、分布式储能、大型储能	PCS出货量全国第五。2022年上半年，来自储能PCS产品的营收为3805.81万元，占总营收的比重为9.03%，同比增长1.35%。
盛弘股份	储能逆变器(含系统)、充电桩、工业配套电源和电池设备。	分布式储能、大型储能	PCS出货量全国第六。
固德威	光伏并网逆变器、储能逆变器、户用系统、储能电池，储能逆变器业务占营收比例约18%。	家庭储能、分布式储能 (专注于户储)	户用储能逆变器出货量全球市场排名第一位，市场占有率为15%。2021年公司储能逆变器收入为4.78亿元，同比增长201.28%，占比17.85%，同比提升7.86pct；储能逆变器毛利率为40.18%。
锦浪科技	光伏逆变器、储能逆变器和新能源发电，储能逆变器仅占5.31%。	家庭储能、分布式储能、大型储能	2021年，储能逆变器收入1.76亿元，同比增长370.85%。

资料来源：各公司公告，华安证券研究所

**德业股份：**微逆出货环比高增，欧洲逐步起量。2022Q1-3微逆出货44.6万台，其中2022Q3出货24.5万台，超上半年总量，环增50%+，其中欧洲市场开始逐步起量，德国出货占比达15%，环比提升4pct。盈利方面，2022Q3微逆毛利率达40.4%，环比提升4.2pct，主要系汇率波动+成本下降，2023年预计实现翻倍增长。

**禾迈股份：**欧美需求旺盛下，微逆出货环比高增。公司2022Q3微逆业务实现出货35万台，环增48%，欧洲市场占比上升达46%，北美市场出货超20万台，占比约30%；盈利方面，2022Q3公司综合毛利率47.9%，环增3.5PCT，主要因为1)公司北美占比提升+价格上涨，微逆毛利率环增；2)随着微逆收入持续增长，占公司整体收入比重提升。

需求旺盛下公司产能持续提升，预计年底产能达月产 20 万台，预计 2022 全年微逆出货 120 万台，同比增长 200%，2023 年预计继续实现翻倍以上增长，微逆出货 250 万台+。

**固德威：**2021 年公司在欧洲市场的逆变器营收占比达 30.66%，美洲收入占比达 10.82%。境外市场毛利率显著高于境内，以欧洲、澳洲为代表的境外市场更注重产品性能，相比境内市场，价格相对不敏感，因此毛利率较高。2021 年公司在欧洲的毛利率为 47.28%，美洲为 36.68%，远高于境内。随着海外市场占比的持续提升，固德威逆变器毛利率在国内同行业公司中维持在较高水平。

目前固德威的储能主要替代的是 10kW 以下的市场，后续会逐步替代 10kW 以上的市场。储能的价值量高于并网，同样一台 10kw 的逆变器，并网的价格在 700-800 欧元，储能的价格则会达到 1.5 倍。另外电池也将达 20000 多元/套，是并网逆变器的 3-4 倍，因此储能一体机的价值量会是并网逆变器的 5 倍以上，对收入利润贡献比较明显。目前并网逆变器毛利率 35%左右，储能约为 42%。

**阳光电源：**逆变器国内外毛利率分布情况：欧洲市场的毛利率持续较高，整体毛利率是 40%到 50%之间。

**锦浪科技：**2022 年 Q1 欧洲销售占出口份额的 42%，Q2 欧洲销售占据出口的接近 70%。Q3 储能逆变器出货占比提升，逆变器出货超过 30 万台，其中并网逆变器出货近 30 万台，环比增长约 50%，同比增长超过 80%；储能逆变器出货 7~8 万台，超过 22H1 出货总和 5~6 万台，较 2021 年销量实现翻倍以上增长。三季度公司储能逆变器出货占比约 25%，储能逆变器单台价格与盈利更高，且对欧洲销售占比提升、海运费用下降，因此盈利能力环比持续提升。

图表 32 同行业部分企业 PCS 产品毛利率对比 (%)

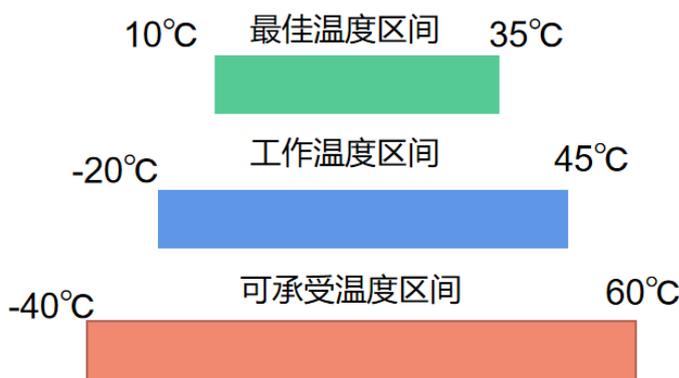
公司名称-产品	2022年1-6月	2021年度	2020年度	2019年度
阳光电源-储能系统	18.37	14.11	21.97	未披露
锦浪科技-储能逆变器	30.82	未披露	未披露	43.51
固德威-储能产品	32.26	40.18	50.76	52.64
上能电气-储能行业	28.73	24.52	27.08	未披露
首航新能-储能逆变器	49.4	53.26	55.85	56.11

资料来源：各公司公告，华安证券研究所

## 2.3 温控

温控是指通过加热或冷却技术对电池的温度进行有效控制和调节的过程。温控系统与电池管理系统配合，对锂电池进行恒温控制，使其维持在安全的参数范围内，避免电池进入热失控状态。锂电池安全性、容量衰减受温度影响较大。根据研究表明，锂电池最佳温度区间为 10-35℃，过度的高低温都会对锂电池寿命和安全性产生影响。

图表 33 锂电池工作温度区间



资料来源：百度学术，华安证券研究所

在高温环境下，锂电池内部的 SEI 膜首先分解，随后负极材料与电解液产生反应、隔膜熔融，最终正极材料及电解液发生分解。这些变化会导致锂离子通道发生闭塞，引起正负极直接接触、短路，从而放出大量热和气体，导致内部压力增加，发生如电池鼓包、破裂、泄压阀破裂、铝箔融化等热失控现象。热失控一旦发生，电池内部温差可达 520 °C，对安全性带来严峻挑战。此外，高温会导致电池内阻增加、活性材料和有效锂离子流失，进而降低电池容量。

在低温环境下，电池负极会析锂形成锂枝晶，严重时刺穿 SEI 膜，影响安全性。低温会导致电解液凝固，阻抗增加，进而降低电池容量，根据《锂离子电池低温特性研究进展》，磷酸铁锂电池容量保持率 0 °C 下为 60%-70%，在 -20 °C 时降低至 20%-40%。除温度外，电池间温差亦会对电池性能产生影响。

图表 34 特斯拉的储能系统火灾



资料来源：中国储能网，华安证券研究所

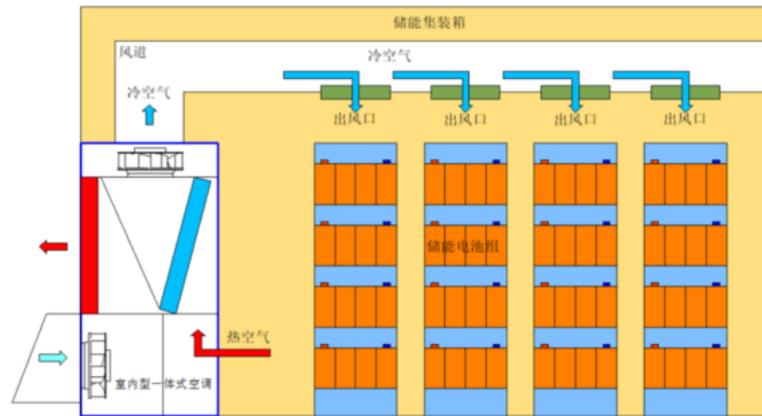
电化学储能当前的两大关键问题均可由良好的温度控制来有效解决。一是度电成本，温控可以有效帮助延缓电池容量衰减；另一个问题则是安全性，有效温控可以防止电池热失控。2025 年中国电化学储能温控市场规模有望达 22.8-40.8 亿元，对应的 2022-2025 年年均复合增速为 77%和 91%。未来，高容量、高倍率储能应用增多，将对温控提出更高要求，其应用必要性将愈发突出。

储能温控技术主要包括风冷、液冷、热管冷却、相变冷却。其中，风冷系统结构简单、可靠性高、寿命长、成本低、易于实现，是目前国内主流技术路径。液冷系统散热效率高、散热速度快，在高倍率、高容量场景下优势凸显，故全球储能系统正呈现液冷加速渗透，取代风冷的趋势。热管冷却、相变冷却需与风冷、液冷配合使用，因价格较高，目前在储能领域应用较少。

### 2.3.1 风冷

风冷以空气为电池侧的冷却介质，利用空气对流换热降低电池温度，风冷可以分为自然风冷和强制风冷两种，自然风冷通过空气本身与电池表面的温度差产生热对流，强制风冷需要在 PACK 内额外安装风扇等来强化空气对流散热。风冷方案在冷源侧的主要产品形态是空调机组，原材料包括压缩机、风机、换热器、电源模块、变频器、传感器、膨胀阀等。

图表 35 空气冷却落地式一体机方案



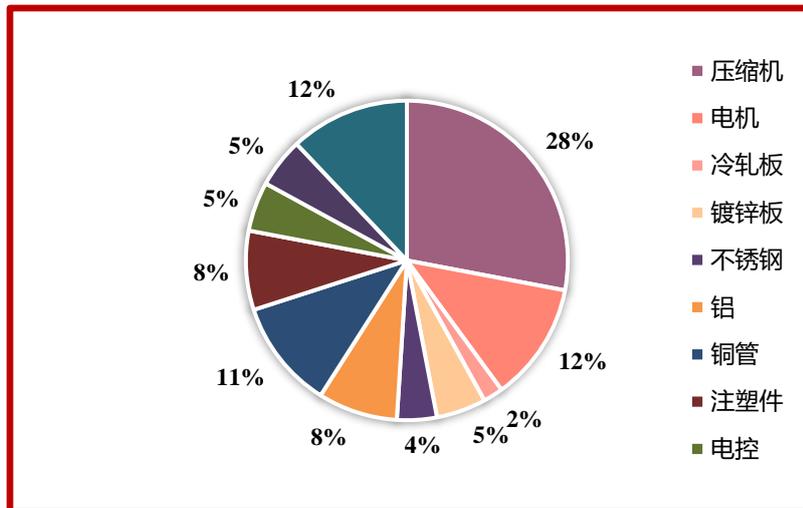
资料来源：中国储能网，华安证券研究所

风冷温控系统一般由储能温控厂商直接提供整体系统产品，其中核心部件包括压缩机、风机、换热器等。风冷具备方案成熟、成本低、结构简单等优点，但同时由于空气的比热容低，导热系数低，风冷一般应用于功率较低场景。

**风冷系统：价值量约为 3000 万/GWh**

风冷系统与传统的空调系统构成相似，风冷系统的核心零部件包括：压缩机、电机、冷凝器、蒸发器，主要材料包括冷轧板、镀锌板、铜、铝等。其中压缩机成本占比最高，电机和电控次之。目前储能热管理中风冷应用占比最高。据华经产业研究院，2021 年储能风冷系统成本约为 3000 万元/GWh，方案较为成熟。风冷系统优点是结构较为简单，系统铺设方案成熟，整体成本和维护成本较低。缺点在于冷却介质比热容较低，风冷的换热系数较低（25~100），易导致电池簇间温差大，整体散热效率低于液冷方案，同时通道占地更大，对预留面积要求更高。

图表 36 风冷系统零部件价值量占比



资料来源：华经产业研究院，华安证券研究所

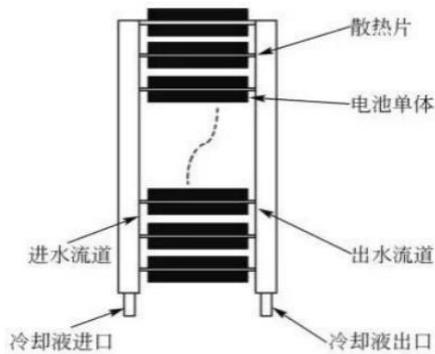
### 2.3.2 液冷

液冷主要以乙二醇水溶液等液体为电池侧的冷却介质，将电芯集成后布置在液冷板上形成 PACK 单元。储能液冷温控系统一般分为液冷板、管路、接头、冷机（包含水泵、压缩机、冷凝器、蒸发器、膨胀阀等零部件）等环节，液冷板、管路、快速连接器更加偏重精密加工制造等能力，冷机涉及到流道的设计等，看重整体系统设计能力和系统集成能力。液冷系统中，电芯可实现 3-5℃左右的温度均衡，有效提升电池的一致性水平，提高储能全寿命周期的电池能量利用率，降低电池的热失控风险，储能集成商应用液冷比例大幅提升。

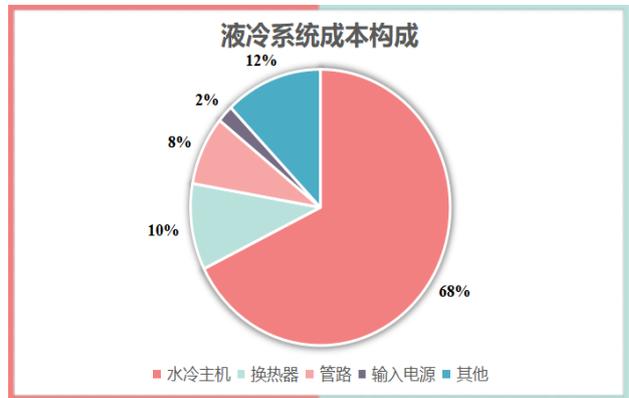
#### 液冷系统：价值量约为 9000 万/GWh

据华经产业研究院，2021 年液冷系统价值量在 9000 万元/GWh。从价值量拆分来看，液冷主机价值量最高，其中包括压缩机、冷凝器、节流器、蒸发器、水泵等零部件，其次是液冷板，液冷主机和液冷板合计占比约为 68%；换热器 占比约为 10%，管路占比约为 8%。

图表 37 液冷管路布置



图表 38 液冷系统成本构成



资料来源：《大容量锂离子电池储能系统的热管理技术现状分析》，资料来源：华经产业研究院，华安证券研究所  
华安证券研究所

### 2.3.3 相变材料冷却

利用材料本身相态的转换来吸热，达到降温散热目的。所选材料比热容越大、传热系数越高电池散热效果越好。通常与其他热管理技术相结合使用，以达到均匀电池温度分布、降低接触热阻、提高散热速度等目的。

优势：结构紧凑、接触热阻低冷却效果好

劣势：占空间，成本高；依赖性较高，吸收的热量需要依靠液冷系统、风冷系统、空调系统等导出，否则将无法持续吸热从而导致失效。

### 2.3.4 热管冷却

利用介质在热管吸热端的蒸发带走电池热量，热管放热端通过冷凝方式将热量散发到外界以此达到散热冷却目的。适合用于经常工作在高倍率工况的锂电池系统，如快充电池系统调频储能系统等。

优势：更高的散热速度和散热效率，漏液风险低。安全性高

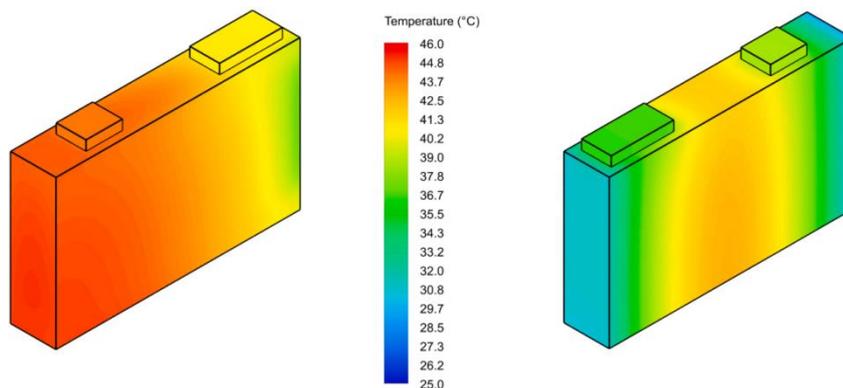
劣势：成本高

### 2.3.5 风冷、液冷优势明显

风冷适合功率、储能容量小的场景，液冷适合功率大、散热要求高的场景。过去电化学储能需求量、容量较小，一般不配备温控系统或选择风冷作为温控系统，其散热器易受到雨水、沙子等影响，寿命减少、耐候性较差。液冷换热系数高、比热容大、冷却速度快，可快速有效降温，且结构紧凑，占地小，不受海拔和气压影响，适用范围更广。随着电化学储能需求量、容量越来越大，液冷的占比有望逐步提升。随着储能电站大型化、高功率、高密度和运行环境复杂化的趋势，未来液冷占比有望快速提升。

### 2.3.5.1 电池温度比较

图表 39 风冷、液冷对电池温度的不同控制



资料来源：《Applied Thermal Engineering》，华安证券研究所

根据 Applied Thermal Engineering 的实验研究，对使用空气冷却和液体冷却系统的电池模块进行比较，使用空气冷却的电池的最低和最高局部温度在 37°C 和 45°C 之间，对于有液体冷却的电池，最高和最低温度在 30°C 和 42°C 之间。空气冷却和液体冷却之间电池的最高温差随着功率消耗的增加而减小。每消耗 0.5 W，液冷系统最高温度平均比风冷系统低 3°C 左右。

### 2.3.5.2 电池寿命比较

根据长安汽车股份有限公司北京研究院的研究显示，在不同纬度环境下，采用风冷和液冷两种温控方式下电池的寿命对比如下图所示，液冷最高可将电池的寿命提高 17%。同时，在远景能源发布的新型液冷储能产品，其实测数据显示可以将电池寿命提高 20%。

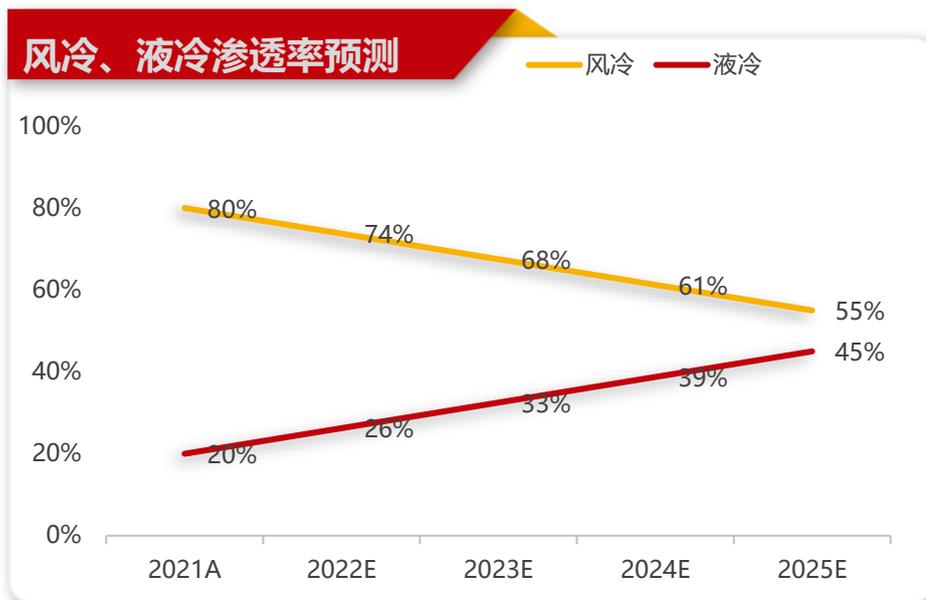
图表 40 风冷、液冷对电池寿命的不同影响（已完全充放电次数为例）



资料来源：长安汽车股份有限公司北京研究院，华安证券研究所

从市场空间来看,根据统计,2021年电力储能系统出货量为29GWh,同比增长341%,电化学储能系统的高增长正带动储能温控快速发展,根据GGII测算,2022-2025年中国储能温控市场规模将从46.6亿元增长至164.6亿元,CAGR为52.3%。液冷作为中长期技术方案,市场渗透率或将逐步提升,预测2025年液冷市场占比将达到45%左右。目前储能热管理中液冷方案关注度非常高,有望引领中长期发展方向。液冷的单套系统价值量高于风冷系统,市面已有成熟方案,新进入者众多,主流供应商仍在加速研究迭代,有望成为未来储能热管理的主流温控方案。

图表 41 风冷、液冷渗透率预测



资料来源:华经产业研究院,华安证券研究所

### 2.3.5.3 龙头企业分析

具体看，储能温控行业竞争者主要有三类，分别为

- 1) 工业制冷设备厂商，拓展至储能行业，如同飞股份、高澜股份；
- 2) 数据中心温控厂商：如英维克、佳力图；
- 3) 传统空调、压缩机、风机厂商转型：比如申菱环境、奥特佳、松芝股份。

**同飞股份：**工业温控国产替代先锋，综合竞争力强。公司成立以来围绕工业温控持续发展，客户覆盖数控装备领域和储能行业的众多企业。多年技术研发和经验积累是公司在国内工业温控领域核心竞争力之一，公司拥有 2000 多产品型号和规模化生产能力，先发优势明显。工业温控应用广泛，国产替代大势已来，公司作为国产替代先锋，预计将充分受益。

**高澜股份：**深耕电力电子热管理行业多年，致力于热管理领域的全场景覆盖。通过内生+并购将业务拓展至新能源汽车热管理、特种行业热管理等领域，相关业务已成为公司营收新的增长点。同时，高澜股份正在积极拓展储能温控、数据中心温控业务。通过外延+内生，已深度布局新能源汽车电子与热管理领域，产品包括隔热棉、加热膜、FPC/CCS 等，已积累宁德时代、国轩高科、中航锂电、比亚迪等优质客户。

**英维克：**成立于 2005 年，是一家国内领先的精密温控节能设备的提供商。以精密温控为核心，目前已经布局机房温控、机柜温控、轨道交通列车温控等多个领域。核心团队主要来自于华为与艾默生等国际大厂，具有丰富的行业经验。目前在数据中心温控，储能温控等多个领域均位于行业前列。

从具体数据来看，由于此前储能温控市场空间较小，且行业的定制化属性突出，市场竞争并不充分，英维克的市场份额较大，且盈利水平较好。据统计，2012 年-2021 年，英维克储能产品在全球累计支撑了 6GW/11GWh 的电化学储能应用，在中国累计支撑了 1999MW 的电化学储能应用。

**佳力图：**国内老牌精密空调龙头，聚焦运营商市场。成立于 2003 年，精密空调起家，聚焦运营商市场，主要客户为三大运营商。对比国内厂商，佳力图专注于运营商数据中心，随着近年来销售系统的逐渐优化，公司经营能力显著提高，盈利能力高于同行。由于专注于运营商市场，未来需求充足且明确，同时运营商价格敏感性较低，故公司毛利率显著高于同行。

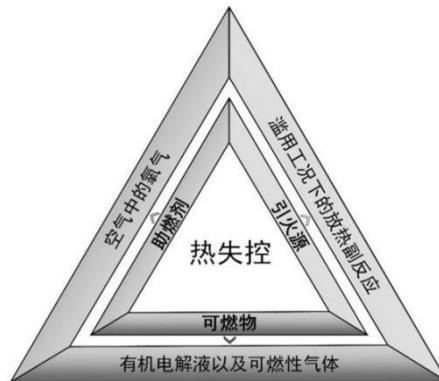
## 2.4 消防系统

近年来，储能高速发展的同时，安全事故频发。2017 年至今，全球共发生储能安全事故 30 余起，主要是采用三元电池的体系。2021 年 4 月，北京市丰台区光储充一体化项目发生火灾爆炸，造成 3 人死亡。若无法解决安全问题，其或成为制约储能发展的重要阻力，因此，推进储能消防将有利于护航储能有序、健康、稳定发展。

机械滥用、热滥用、电滥用为锂电池热失控的三大诱因，电池热失控发生后，若无法进行有效防护，会进而引发热蔓延，造成储能系统的爆炸、燃烧。相较电动汽车，储能系统由更多电池单体连结而成，故发生热失控概率更高，对安全防护提出更高要求。解决储能系统安全问题，需要由高效热管理技术-安全预警技术-安全防护技术-消防安全技术，建立“由防到消”的主动协同安全防控体系。2021 年 9 月，《电化学储能电站安全规程（征求意见稿）》出台，该规程要求储能消防要融入视频监控系统、需要系统性的解决方案、需要精细化及科技化等，规定了储能电站设备安全技术要求、运行、维护、检修、试验等方面的安全要求，为行业参与者指引了方向，将有效规范储能消防行业发展。

在电池系统热失控蔓延无法遏制时，消防灭火措施需要阻断“着火三角形”三个要素中的一个或多个，来达到保证火灾安全的目的。合理的热失控蔓延抑制措施需要考虑措施的可行性。

图表 42 着火三角形

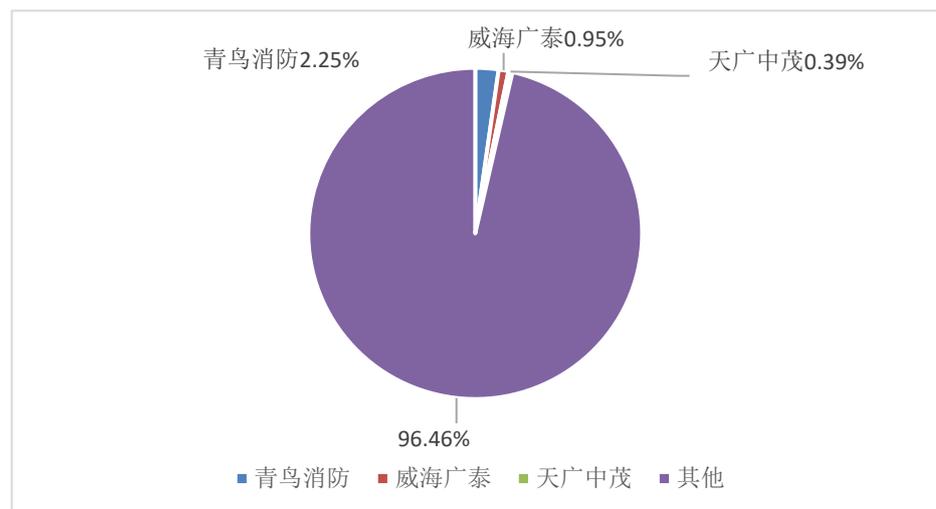


资料来源：《Energy Conversion and Management》，华安证券研究所

### 消防市场增量空间巨大

从市场竞争格局来看，我国消防行业集中度极低。我国消防行业起步较晚，在经历了定点生产和备案/许可制阶段后，于2001年起进入市场化发展阶段。但由于过去准入门槛较低，导致行业形成了“区域性小公司”为主的生态，市场集中度较低。具体来看，青鸟消防、威海广泰和天广中茂三家企业市占率分别为2.2%、0.95%和0.39%，CR3仅3.54%，与欧美成熟市场对比差距极大，龙头企业市占率有较大提升空间。

图表 43 国内消防行业竞争格局



资料来源：华经情报网，华安证券研究所

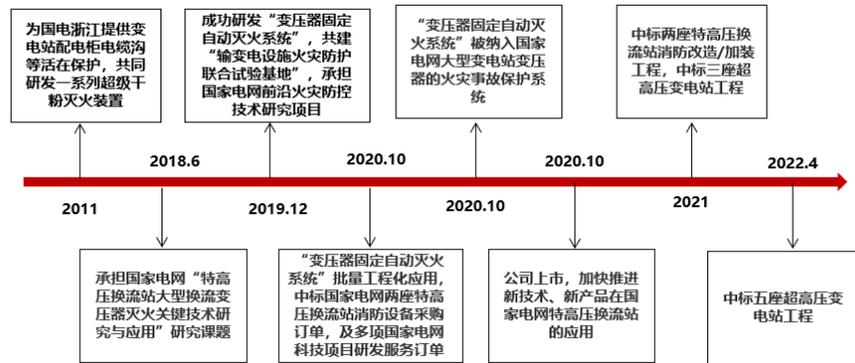
消防市场有望高速增长。储能消防市场规模=新增储能装机容量\*储能系统成本\*消防成本占比。随原材料价格逐步回落与锂电池储能技术逐步提升，电化学储能系统成本将逐年降低，根据 BNEF 测算，2025 年有望降至 1.4 元/Wh 左右。根据青鸟消

防公告，目前消防占储能系统成本约 3%，随着风光电高比例接入电网，储能利用率将快速提升，进而带来更旺盛的消防需求，相应消防成本占比逐年提升。储能消防目前单站价值量较低，行业未形成统一标准。预计随《电化学储能电站安全规程》正式稿的出台，将有效带动行业规范发展，提升储能消防产品质量与数量，行业有望迎来供需两端同步改善。

**国安达：**国安达为国内特种消防龙头，在灭火剂、驱动剂、产品结构等方面拥有多项核心技术。近年来公司解决了新能源汽车锂电池箱、特高压换流站等特殊领域的消防难题，并前瞻性布局电化学储能消防产品。

国安达与国家电网有坚实的长期合作基础，自 2012 年开始合作，于 2019 年 12 月研发出变压器固定自动灭火系统，2020 年 10 月通过了联合验收，所使用的“压缩空气泡沫灭火技术”最终确定为特高压换流站的关键消防配套技术。同时与国家电网也建立了紧密的合作研发关系。

图表 44 国安达政策优势



资料来源：公司公告，华安证券研究所

**青鸟消防：**是我国消防电子领域龙头厂商。青鸟消防成立于 2001 年，2019 年在深交所挂牌上市，自成立以来，公司始终聚焦于消防安全与物联网领域，为各行业建筑及设施提供消防安全整体解决方案，提供从“早期预警→火灾报警→疏散逃生→主动灭火”的“一站式、全链条”产品与服务，是国内规模最大、品种最全、技术实力最强的消防产品供应商之一。

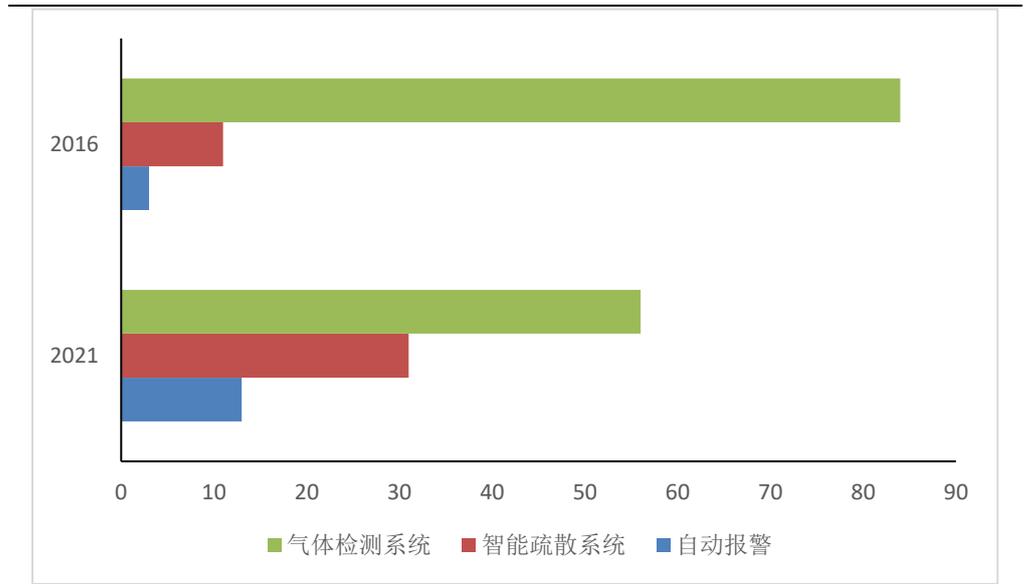
图表 45 青鸟消防灭火端解决方案



资料来源：青鸟消防官网，华安证券研究所

公司火灾自动报警及联动控制系统业务营收占比由 2016 年的 84.9%逐步降低至 2021 年的 54.0%，智能疏散与防火门监控系统+消防自动灭火系统业务营收占比由 2016 年的 10.6%逐步提升至 2021 年的 30.4%，气体检测系统+电气火灾监控系统+电源监控+余压监控系统+灭火器业务营收占比由 2016 年的 3.2%逐步提升至 2021 年的 12.5%。

图表 46 青鸟消防各业务营收占比 (%)



资料来源：公司公告，华安证券研究所

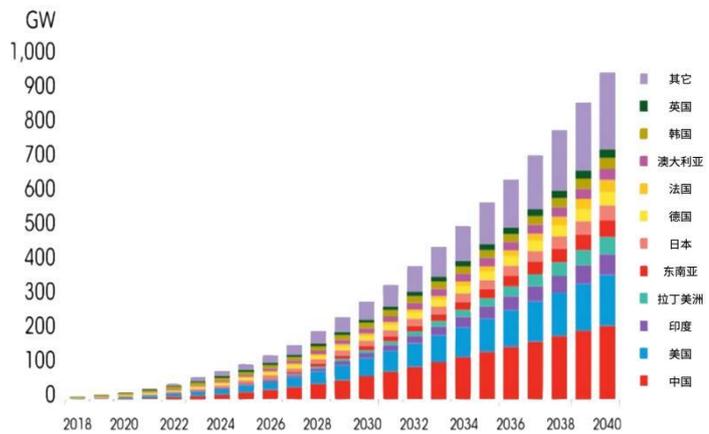
### 3. 国内外储能分析

#### 3.1 中国：表前业务主导，表后业务以大型储能为主

##### 3.1.1 中国储能市场发展空间巨大

中国、美国、印度、日本、德国、法国、澳大利亚、韩国和英国将是主要国家。到2040年，这9个市场的装机容量将占到总装机容量的三分之二。短期来看，美国在全球占有领先地位，但是根据BloombergNEF预测，到21世纪20年代中国将超越美国并成为全球储能第一大国。中国将一直领先到2040年。

图表 47 全球累计储能容量分布图

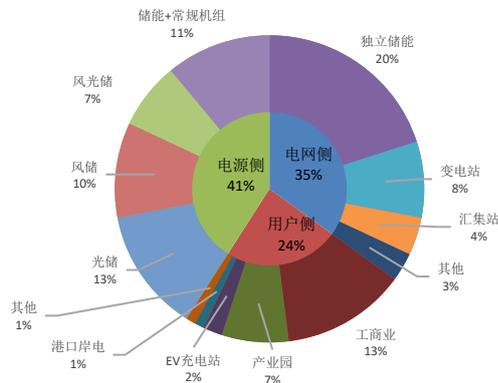


资料来源：BloombergNEF，华安证券研究所

##### 3.1.2 表前：应用仍是国内装机主要来源

表前应用仍是国内装机主要来源。根据CNESA数据，2021年国内新增储能装机中，41%来自于电源侧储能，35%来自于电网侧储能，表前应用合计占2021年国内储能装机比例达到76%。其中将电源侧拆分来看，新能源配储依旧是电源侧储能的下游核心应用，2021年占电源侧装机比例超过70%。

图表 48 国内储能装机占比

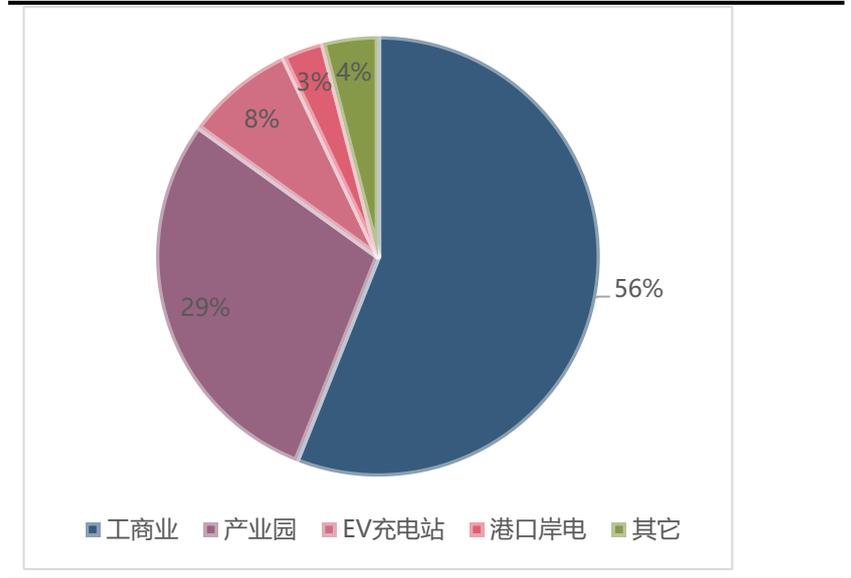


资料来源：CNESA，华安证券研究所

### 3.1.3 表后：业务以大型储能为主

国内用户侧储能以工商业和产业园为主。2021 年国内新型储能中用户侧储能占比达到 24%，重要性愈发凸显，细分应用场景来看，国内工商业和产业园占据了绝对主力，合计占比超过 80%，是用户侧应用的主流用途。

图表 49 用户储能分布图



资料来源：CNESA，华安证券研究所

### 3.1.4 宏观、地方政策辅助新能源发电配储快速铺开

**目标&框架：**2021 年 7 月发改委、能源局发布《关于加快推动新型储能发展的指导意见》，明确了未来几年的装机量目标。其中指出到 2025 年，装机规模达到 30GW，新型储能从商业化初期向规模化发展转变，新型储能向全面市场化发展。

**管理规范：**2021 年 9 月国家能源局印发《新型储能项目管理规范（暂行）》。2021 年 10 月国家能源局、国家市场监督管理总局印发《电化学储能电站并网调度协议示范文本（试行）》。

**地区落实：**截止 2021 年底，全国已有 21 个省级行政区在全省或部分地区明确了新增新能源发电项目规制性配储能比例以及配储时长。3 个省份出台鼓励配储政策。综合来看，平均配储比例约为 10%，配储时长约为 2h。其中，全省或部分地区要求配储的省份 2021 年风电光伏装机量达到全国风光装机量的 81%，为储能装机量增加的主要来源。

## 3.2 美国：表前业务快速提升，表后以户储为主

### 3.2.1 电力系统基本情况

从最高层面来说，美国本土的电力系统由三个独立的同步电网组成：东部联网、西部联网和得克萨斯州电力可靠性委员会（ERCOT），它们之间仅靠几条小容量的直流线路相连。这三个电网如图所示，分别占美国电力销售量的 73%、19%和 8%。

图表 50 北美电网联网情况

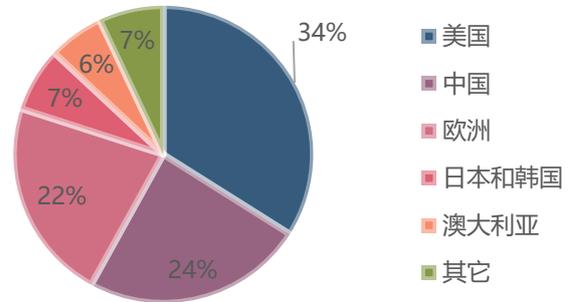


资料来源：美国能源部，华安证券研究所

从实际构成上讲，美国电网目前由约 170 000 英里的高压（200kV 以上）输电线路和相关设备，以及近 6000000 英里的低压配电线路组成。这包括约 2400 英里 765kV 交流线路，这是运行的美国最高电压等级线路，以及 3000 多英里的 500kV 直流线路。

储能正在成为许多国家实现碳中和目标的关键赋能技术之一。2021 年，尽管受到新冠肺炎疫情和供应链短缺的影响，全球新储能市场继续快速增长。2021 年全球新增运行电力储能项目产能总量为 18.3GW，同比增长 185%，其中新型储能占比最大，为 10.2GW，首次突破 10GW，是 2020 年的 2.2 倍，同比增长 117%。美国、中国和欧洲继续引领全球储能市场的发展，合计占全球市场的 80%。

图表 51 2021 年全球新开工储能项目分布 (MW%)

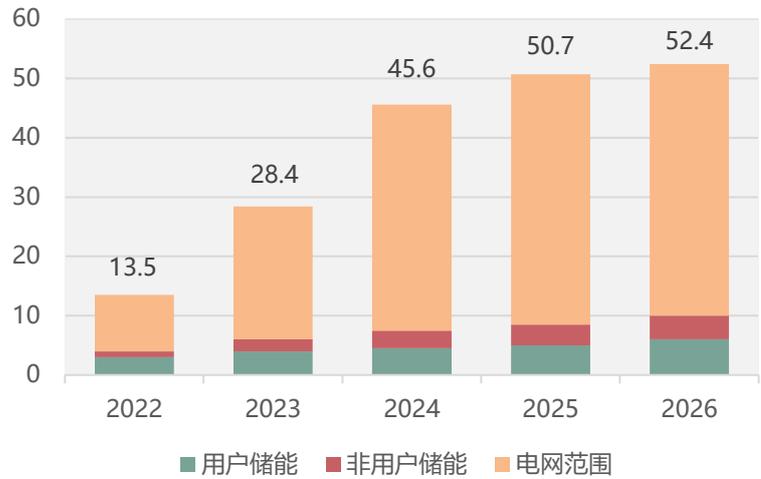


资料来源：CNESA，华安证券研究所

### 3.2.2 表前：美国装机量快速提升，总体占比高达 88%

2021 年的美国储能市场发展仍然创造了历史记录。一方面，新增储能项目规模首次突破 3GW，是 2020 年同期的 2.5 倍，其中，88% 的装机份额来自表前应用，主要因为美国 60%+ 的光伏装机以及多数风电装机是在地面电站，储能贴近新能源安装具有更强的经济性。根据 Woodmac 数据，美国公用事业规模的储能市场继续加速，2022 年第二季度为 2,608MWh 储能，预计到 2026 年全美储能可以达到 52.4GWh。

图表 52 美国储能装机量持续增长（单位：GWh）

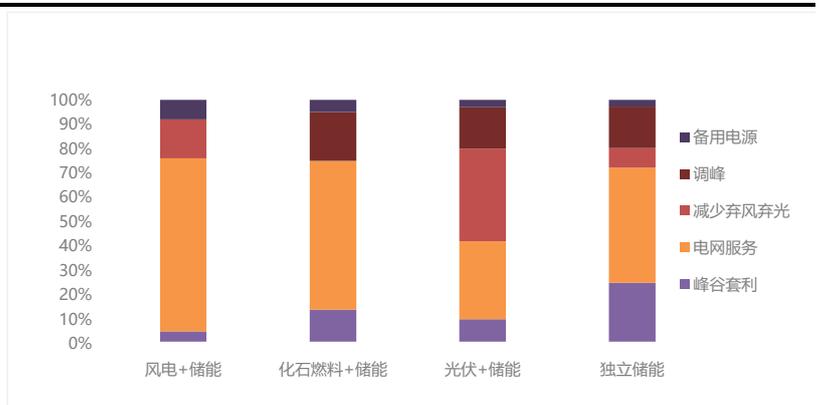


资料来源：Woodmac，华安证券研究所

按照是否与新能源电站共址，可将储能分为独立储能和新能源配储，2020 年之前美国表前储能装机以独立储能为主，且主要满足功率型需求，配储时长普遍较短，2021 年起美国表前储能中新能源配储的装机规模大幅领先独立储能。随着越来越多光伏系统接入电网，预计能量型需求占比将提升，有望驱动表前储能平均配储时长提高至 4 小时。

表前储能的主要作用为电网服务、峰谷套利、调峰、减少弃风/弃光及备用电源，其中独立储能主要侧重于电网服务（50%），光伏配储更侧重于减少弃光（40%）。

图表 53 2021 年表前储能的应用占比



资料来源：woodmac，华安证券研究所

### 3.2.3 表后：2021 年户储渗透率 10%，发展势头强劲

户用储能渗透率迅速上升，工商业储能渗透率震荡上行。从渗透率来看，储能系统在新增户用及工商业光伏装机中的渗透率均保持向上趋势。根据 NREL 的调研，受益于储能系统单价的大幅下降以及美国停电事件频发等影响，储能在户用光伏新增装机中的渗透率从 2015 年的接近 0% 快速上升至 2021 年的 10%，发展势头好于工商业储能。

图表 54 新增户用光伏装机中的渗透率



图表 55 新增工商业光伏装机中的渗透率

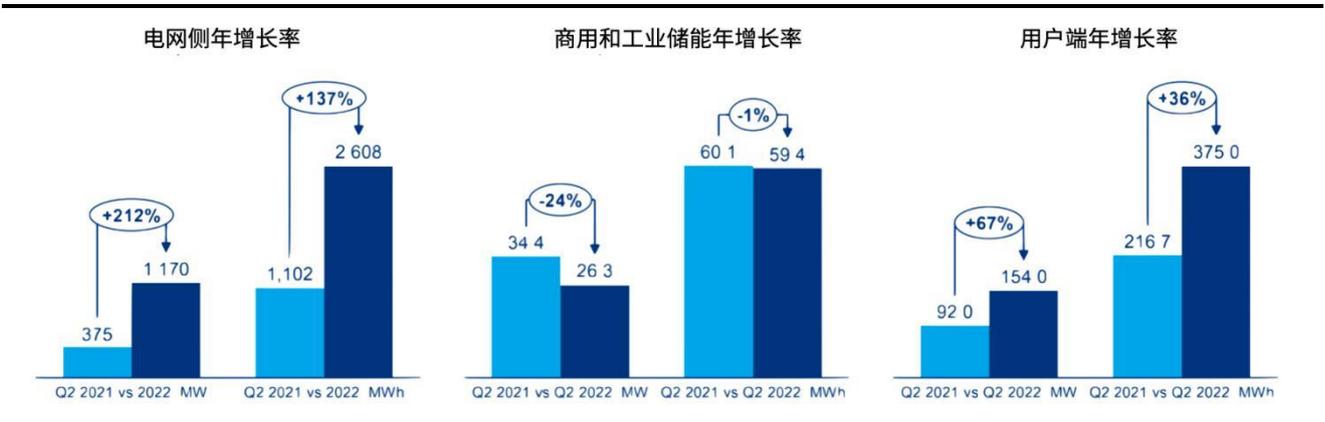


资料来源：NREL，华安证券研究所

资料来源：NREL，华安证券研究所

户储部分的需求正在上升，首次安装了超过 150MW 的住宅存储，但持续的供应短缺和价格上涨抑制部署。新的太阳能安装商继续为他们的产品增加存储，尽管正在进行的采购问题。

图表 56 2022 年 Q2 美国装机量增量分布



资料来源：Woodmac (CCI: Community commercial and industrial)，华安证券研究所

### 3.2.4 政策支持：IRA 法案更新后，ITC 补贴力度增强

美国储能的催化来自《降低通胀法案》对 ITC 补贴的延期和力度提升，所得税抵免额度最高可达初始投资成本的 50%，将促进储能项目装机增长。2022 年 8 月 16 日，美国总统拜登签署《降低通胀法案》，其中对 ITC、PTC 政策做了修订。政策期限延长 10 年，补贴力度有提升。对于储能项目变化在于：(1) 适用范围：此前只有与光伏共建且至少 75% 电力来自光伏的储能项目才能享受 ITC，更新后共建的储能、独立储能均可享受。(2) 抵免额度：此前 ITC 额度已经由 30% 降低至 2022/23/24 年 26%/22%/10%，更新后符合条件的项目可持续获得 30%，部分不符合条件且功率大于 1MWac 的项目降为低 6%。(3) 额外抵免：1) 国内制造：全部使用美国制造钢铁产品，且国产原材料成本占比 40% 的项目，额外获得 10%/2%；2) 能源社区：额外抵免 10%/2%。(低收入社区

条件只适用于光伏和风电项目)。

ITC 抵免额度提升, 储能度电成本降低。假设储能电站 100MW/400MWh; 年运营天数 350 天, 每天满充满放一次, 使用年限 20 年; 电站初始投资\$210/kwh, 投资总额 8410 万美元。以现行 ITC 税收抵免政策, 新能源配储项目抵免额度 22 年 26%, 23 年 22%, 计算储能 LCOS 为 \$0.130/kwh 和\$0.131/kwh, 独立储能项目抵免额度为 0, LCOS 为 \$0.137/kwh。新版 ITC 税收抵免政策 (30%/40%/50%), 储能 LCOS 下降至\$0.129/kwh、\$0.127/kwh、\$0.125/kwh。

## 4. 投资建议

储能技术迈向多元，未来需求明显增加，由于储能技术应用场景多元化，功能广泛，可以减少弃风弃电，促进实现可再生能源发电的削峰填谷；用户利用峰谷价差进行套利，减少电费支出；提高电力系统稳定性，世界对于储能的需求量明显增加，预计到 2025 年全球储能装机总需求可以达到 300GWH。存量以抽水蓄能为主，电化学储能主导增量，电化学以锂离子电池储能为主，未来 4 小时电池储能在储能市场占有主导地位。2021 年国内新增储能装机中，41%来自于电源侧储能，35%来自于电网侧储能，表前应用合计占 2021 年国内储能装机比例达到 76%，其中以光伏+储能项目为主。

**储能电池方面**，全球储能电池装机量及增速逐年上涨，全球储能电池市场需求量大；中国储能锂电池产量不断上涨，磷酸铁锂电池度电成本有望降低。受政策引导及行业技术迭代推动，储能电池下游市场发展潜力大、需求广阔，带动储能电池需求量不断扩大，储能电池方面建议关注宁德时代、鹏辉能源、比亚迪、派能科技、亿纬锂能、国轩高科、欣旺达等；

**PCS 方面**，海外大趋势是光储混合逆变器，与户用并网逆变器渠道高度重合，储能逆变器有明显溢价，微型逆变器于分布式市场应用渗透率有望持续提升，未来随着储能配置比例进一步增加，PCS 行业将迎来快速扩容阶段。储能逆变器领域建议关注阳光电源、科华数能、比亚迪、上能电气、德业股份、固德威、锦浪科技、昱能科技、禾迈股份等；

**储能温控方面**，电化学储能系统的高增长正带动储能温控快速发展，2025 年中国电化学储能温控市场规模有望达 22.8-40.8 亿元，对应的 2022-2025 年年均复合增速为 77% 和 91%。未来，高容量、高倍率储能应用增多，将对温控提出更高要求，液冷作为中长期技术方案，市场渗透率或将逐步提升，预测 2025 年液冷市场占比将达到 45% 左右。温控领域建议关注英维克、同飞股份、申菱环境、高澜股份、奥特佳、松芝股份等；

**消防储能方面**，我国储能行业在消防系统领域的龙头企业市占率有较大提升空间，目前消防占储能系统成本约 3%，随着风光电高比例接入电网，储能利用率将快速提升，进而带来更旺盛的消防需求，相应消防成本占比逐年提升。建议进一步关注青鸟消防、国安达等。

**表后应用**包括户用储能与工业储能，其中我国以大型储能为主，国外以户用储能为主。2021 年国内新型储能中用户侧储能占比达到 24%，重要性愈发凸显，细分应用场景来看，国内工商业和产业园占据了绝对主力，合计占比超过 80%，是用户侧应用的主流用途。建议关注科士达、德业股份、昱能科技、禾迈股份。

## 风险提示：

**原材料价格超预期上涨：**储能系统成本中锂电池占比最高，但锂电池价格不仅与储能需求相关，也与电动车需求相关，若电动车需求超预期导致碳酸锂价格大幅上涨，可能导致储能项目的经济性边际减弱。

**汇率大幅波动风险：**若未来汇率出现大幅波动，相关公司有产生汇兑损失的可能，或将导致净利润表现不及预期。

**政策不及预期风险：**光伏、新能源汽车板块受政策补贴影响较大，若政策不及市场预期将影响板块业绩与市场情绪。IRA 法案对美国储能需求影响较大，若后续政策执行情况不及预期，可能导致美国储能市场增速低于预期。

## 分析师与研究助理简介

分析师：尹沿技，华安证券研究总监，研究所所长，TMT 行业首席分析师。

### 重要声明

#### 分析师声明

本报告署名分析师具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格，以勤勉的执业态度、专业审慎的研究方法，使用合法合规的信息，独立、客观地出具本报告，本报告所采用的数据和信息均来自市场公开信息，本人对这些信息的准确性或完整性不做任何保证，也不保证所包含的信息和建议不会发生任何变更。报告中的信息和意见仅供参考。本人过去不曾与、现在不与、未来也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接接收任何形式的补偿，分析结论不受任何第三方的授意或影响，特此声明。

#### 免责声明

华安证券股份有限公司经中国证券监督管理委员会批准，已具备证券投资咨询业务资格。本报告由华安证券股份有限公司在中华人民共和国（不包括香港、澳门、台湾）提供。本报告中的信息均来源于合规渠道，华安证券研究所力求准确、可靠，但对这些信息的准确性及完整性均不做任何保证。在任何情况下，本报告中的信息或表述的意见均不构成对任何人的投资建议。在任何情况下，本公司、本公司员工或者关联机构不承诺投资者一定获利，不与投资者分享投资收益，也不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。投资者务必注意，其据此做出的任何投资决策与本公司、本公司员工或者关联机构无关。华安证券及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券并进行交易，还可能为这些公司提供投资银行服务或其他服务。

本报告仅向特定客户传送，未经华安证券研究所书面授权，本研究报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。如欲引用或转载本文内容，务必联络华安证券研究所并获得许可，并需注明出处为华安证券研究所，且不得对本文进行有悖原意的引用和删改。如未经本公司授权，私自转载或者转发本报告，所引起的一切后果及法律责任由私自转载或转发者承担。本公司并保留追究其法律责任的权利。

### 投资评级说明

以本报告发布之日起 6 个月内，证券（或行业指数）相对于同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅作为基准，A 股以沪深 300 指数为基准；新三板市场以三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）为基准；香港市场以恒生指数为基准；美国市场以纳斯达克指数或标普 500 指数为基准。定义如下：

#### 行业评级体系

- 增持—未来 6 个月的投资收益率领先市场基准指数 5%以上；
- 中性—未来 6 个月的投资收益率与市场基准指数的变动幅度相差-5%至 5%；
- 减持—未来 6 个月的投资收益率落后市场基准指数 5%以上；

#### 公司评级体系

- 买入—未来 6-12 个月的投资收益率领先市场基准指数 15%以上；
- 增持—未来 6-12 个月的投资收益率领先市场基准指数 5%至 15%；
- 中性—未来 6-12 个月的投资收益率与市场基准指数的变动幅度相差-5%至 5%；
- 减持—未来 6-12 个月的投资收益率落后市场基准指数 5%至 15%；
- 卖出—未来 6-12 个月的投资收益率落后市场基准指数 15%以上；
- 无评级—因无法获取必要的资料，或者公司面临无法预见结果的重大不确定性事件，或者其他原因，致使无法给出明确的投资评级。