

电子行业深度报告

超级电容：功率型储能黑科技，行业迎来加速拐点

增持（维持）

2022年09月20日

证券分析师 马天翼

执业证书：S0600522090001

maty@dwzq.com.cn

证券分析师 唐权喜

执业证书：S0600522070005

tangqx@dwzq.com.cn

投资要点

■ **超级电容是功率型储能器件，高功率、高可靠、环保特性突出。**1) **高功率特性：**超级电容系统功率密度最高可达 40 kW/kg、锂电池在 1~3kW/kg，EDLC 充放电时间可达秒级、HUC 在分钟级别、锂电池在小时级别。2) **高可靠特性：**对比锂电池-20~+60℃ 工作温度范围、标称 5000 次左右的循环寿命，超级电容工作温度范围可宽至-40~+85℃，充放电次数最高可达 100 万次。3) **环保特性：**超级电容不含重金属和有害化学物质，而锂电池无法分解，易对环境产生污染。

■ **电网调频、混合储能项目 22 年密集落地，车用配套数量快速增长，超级电容市场迎来加速拐点。**在电网调频和混合储能、汽车两大高增长领域拉动下，超级电容新的天花板正在打开。1) **电网调频和混合储能：**新型电力系统下，电网频率稳定性挑战升级，发电侧风光储平滑入网、混合储能系统中响应调频指令，输配电侧变电站调频、配电终端后备电源，用电侧后备电源、功率电源，均需使用功率型储能器件提供短时、高功率峰值脉冲。2) **汽车领域：**在 12V 电气系统下被用作主电源、安全冗余电源，在 48V 电气系统下被用作线控电源，在 HEV 车型中被用作主电池电芯，助力汽车性能、安全双提升。3) **交通运输：**超级电容主要可在轨道交通、公交车、卡车、船舶等应用场景下实现储能/备用电源、发动机启动、能量回收三大功能。4) **工业领域：**超级电容可在智能电表、风电变桨、港口起重机等场景下，作为后备电源、功率电源，为系统提供紧急短时、高功率脉冲。多应用领域全面开花，超级电容迎来加速拐点。根据超级电容产业联盟数据，2021 年全球超级电容市场规模为 15.9 亿美元，预计 2027 年将达 37 亿美元，21-27 年 CAGR 为 18%。

■ **技术进步、成本降低、政策驱动三重利好，拉动超级电容持续高增长。**因高功率、高可靠特性突出，超级电容适用于高功率、短时高频储能领域，而能量密度较低、储能成本较高是限制其应用范围的两大因素，未来，技术进步、成本降低、政策驱动三重利好有望共同推动超级电容市场高速增长。1) **技术进步：**混合型超容单体能量密度已提升至 80Wh/kg，达锂电池 1/3，实现在分钟级别的储能、大巴车等领域打开应用空间；2) **成本降低：**占超级电容成本 50-60% 的电极、隔膜长期依赖进口，元力股份、凯恩股份等本土厂商已开始大力推动上游材料国产替代，超级电容成本下降成必然趋势。3) **政策驱动：**各部委相继出台多项政策，支持包括功率型储能在内的新型储能产业发展。政策驱动下，2022 年成为超级电容电网调频项目密集落地元年，电网侧调频、电源侧火储联调、电源侧一次调频项目均在有序推进中。

■ **投资建议：**超级电容行业目前在风电/轨道交通/油改电/智能电表等领域稳步增长的同时，正在电网调频和混合储能、汽车等领域迎来向上加速拐点，行情前景可期。重点推荐布局铝电解+薄膜+超级电容三大产品线的国内工业电容龙头江海股份，建议关注拓展超级电容炭赛道的国内木质活性炭龙头元力股份，以及建议关注积极布局超级电容业务的风华高科。

■ **风险提示：**电网调频、汽车等超级电容新兴下游应用市场增长不及预期；超级电容后续能量密度提升、成本降低程度不及预期；超级电容产业链国产化进程不及预期

行业走势



相关研究

《江海股份(002484)：成本改善提升利润，平台型电容公司深度受益新能源需求旺盛》

2022-07-28

《风华高科(000636)：2021 年中报业绩预告点评，容阻感产销两旺，2021 年 H1 业绩超预期》

2021-07-11

《风华高科(000636)：国产被动元器件龙头，天时地利人和促腾飞》

2020-08-31

内容目录

1. 超级电容是功率型储能器件，行业迎来向上加速拐点	5
1.1. 超级电容是功率型储能器件，与能量型锂电池互补、协同	6
1.2. 技术进步、成本降低、政策驱动三重利好，超级电容迎向上加速拐点	11
2. 需求端：超级电容在多应用领域具备广阔空间，静待市场爆发	17
2.1. 电力能源：新能源并网增加调频需求，超级电容参与电网调频全环节	17
2.2. 汽车领域：适用于启停、安全冗余电源等场景，助力汽车性能、安全双提升	23
2.3. 交通运输：LIC 技术路线下，超级电容公交实现充电 5 分钟、行驶 30 公里	27
2.4. 工业领域：作为备用电源、能量回收系统，广泛应用于多领域	28
3. 供给端：产业链各环节携手成长，本土厂商迎增长机遇	30
4. 投资建议	33
4.1. 江海股份：工业电容龙头，铝电解电容稳增、薄膜&超级电容迎业绩拐点	33
4.2. 元力股份：国内木质活性炭龙头，超级电容炭助力业绩增长	35
4.3. 风华高科：国内被动元件领军企业，已突破能量型锂离子超级电容产品	36
5. 风险提示	36

图表目录

图 1:	江海超级电容业务呈现持续高速增长.....	5
图 2:	超级电容产业迎向上加速拐点.....	6
图 3:	2022 年, 超级电容在储能领域迎来大规模落地元年.....	6
图 4:	超级电容结构图.....	7
图 5:	超级电容分类.....	8
图 6:	双电层电容 (EDLC) 工作原理图.....	8
图 7:	法拉第赝电容工作原理图.....	8
图 8:	锂离子超级电容 (LIC) 工作原理图.....	8
图 9:	相较锂电池, 超级电容的高功率密度特性突出.....	9
图 10:	超级电容在 s-min 级市场具备一次投资成本优势.....	10
图 11:	超级电容生命周期成本显著低于锂电池.....	10
图 12:	“电池+超容”混合能源系统的工作模式.....	11
图 13:	全球超级电容市场规模预测 (单位: 亿美元).....	11
图 14:	中国超级电容市场规模预测 (单位: 亿元).....	11
图 15:	不同厂商混合超级电容能量密度.....	12
图 16:	江海成功将混合超级电容应用到大巴车上.....	12
图 17:	超级电容功率密度、能量密度仍存提升空间.....	12
图 18:	超级电容能量密度有望持续提升.....	12
图 19:	Maxwell 干法电极工艺流程.....	13
图 20:	干法电极工艺具备多方面优势.....	13
图 21:	新型电力系统下的电力供需不平衡催生储能需求.....	15
图 22:	2022 年超级电容在电网调频、混合储能领域正在规模落地.....	16
图 23:	2012-2021 年我国电力装机结构 (单位: GW).....	18
图 24:	2012-2021 年我国发电量结构 (单位: 亿千瓦时).....	18
图 25:	分布式光伏入网提升用电侧功率预测难度.....	18
图 26:	全社会用电量增长超预期.....	18
图 27:	电力系统频率响应过程.....	19
图 28:	电网综合调频能力指标.....	19
图 29:	水电、火电机组参与调频存在局限性.....	19
图 30:	广东某电站加装储能前后的调频数据比较.....	19
图 31:	超级电容开始在电网全环节实现应用落地.....	20
图 32:	引入超级电容的风电系统.....	21
图 33:	超容为风光系统的频率事件提供额外虚拟惯量.....	21
图 34:	兆瓦级锂离子电池、超级电容混合储能系统.....	21
图 35:	变电站用超级电容储能柜.....	23
图 36:	配电自动化终端用超级电容模组.....	23
图 37:	超级电容在汽车领域的应用场景.....	23
图 38:	电动汽车将超级电容应用于启停系统.....	24
图 39:	超级电容在汽车功率变化过程中充放电.....	24
图 40:	智能驾驶车型安全相关的电子电器设备.....	25
图 41:	国内自动驾驶汽车渗透率持续提升.....	25
图 42:	线控底盘五大核心系统市场情况.....	25

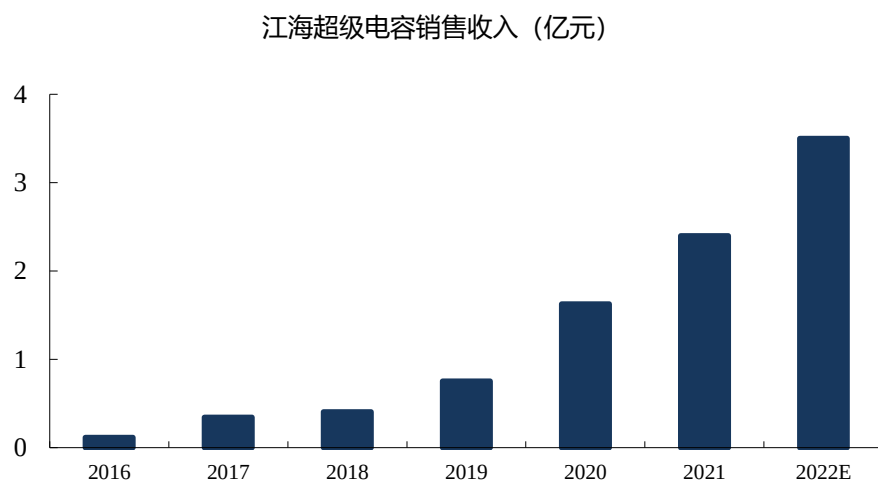
图 43:	线控底盘应用 48V 电气系统.....	25
图 44:	HEV 电池不支持外插电源充电	26
图 45:	电动汽车成本将持续高于燃油车.....	26
图 46:	超级电容汽车启停方案应用车型.....	26
图 47:	轨道交通车辆中的混合储能系统.....	28
图 48:	上海 930 路超级电容公交充电弓	28
图 49:	我国单、三相智能电表招标总量 (单位: 万只)	28
图 50:	超级电容在智能电表替代电池.....	28
图 51:	风电机组中的风机变桨系统.....	29
图 52:	超级电容相较铅酸电池使用成本显著更低.....	29
图 53:	港口起重机电动机工作功率高达 200kW	29
图 54:	轻载上行或重载下行时, 曳引机产生再生电能.....	29
图 55:	连接电网和负载的超级电容 UPS 解决方案	30
图 56:	超级电容 UPS 解决方案提供短时、高功率脉冲	30
图 57:	2021 年超级电容市场规模分地区占比.....	31
图 58:	中国超级电容市场规模.....	31
图 59:	超级电容本土产业链.....	31
图 60:	江海股份营业收入及同比增速.....	34
图 61:	江海股份归母净利润及同比增速.....	34
图 62:	江海股份超级电容营收规模快速增长.....	35
图 63:	江海股份超级电容调频储能系统已落地.....	35
图 64:	元力股份营业收入及同比增速.....	35
图 65:	元力股份归母净利润及同比增速.....	35
图 66:	风华高科营业收入及同比增速.....	36
图 67:	风华高科归母净利润及同比增速.....	36
表 1:	超级电容与铝电解电容、锂离子电池性能参数对比.....	9
表 2:	新型储能技术按应用场景分类.....	9
表 3:	提升超级电容能量密度的主要方法.....	12
表 4:	超级电容各类原材料国产替代进展.....	14
表 5:	中国超级电容产业相关政策.....	15
表 6:	超级电容电网调频应用案例.....	16
表 7:	2022 年火储联调中标项目情况.....	22
表 8:	交通运输领域超级电容应用场景及价值驱动因素.....	27
表 9:	电能质量问题可能导致产品损失、生产时间损失、设备损坏等后果.....	30
表 10:	2021 年以来中国超级电容产业新建项目一览.....	32
表 11:	中国超级电容市场核心玩家对比.....	33
表 12:	江海股份超级电容业务布局时间表.....	34
表 13:	元力股份超级电容炭业务布局时间表.....	36

1. 超级电容是功率型储能器件，行业迎来向上加速拐点

前言：东吴电子团队长期持续跟踪江海股份，也持续关注类似元力股份、GMCC、上海奥威等企业的功率型储能业务——超级电容。对于江海超级电容业务，一个明显的感受是该业务持续高速增长（2021 年营收 2.4 亿元，17-21 年营收 CAGR 为 62%），但是这个行业天花板在哪，以及其背后快速增长的原因一直没有很清楚的回答，主要难点在于超级电容行业处于产业生命初期，需要超级电容的应用场景很多，但是具体哪个应用场景具备百亿以上的容量，或者超级电容行业需要突破哪些条件才能创造巨大的需求市场，这是我们东吴电子团队一直思考的问题。通过资料收集与整理、产业链上下游的调研，我们认为超级电容在电网调频、混合储能和汽车领域前景广阔，行业的加速需要 1) 技术进步：提升超级电容能量密度；2) 成本降低：规模化量产&产业链国产化；3) 政策驱动：需求场景更加明确。

2022 年是超级电容在电力调频、混合储能领域规模落地的元年！2022 年以来，超级电容在国内首次应用于火储一体化调峰调频、首次应用于一次调频、首次应用于岸储一体化项目。超级电容行业正在迎来加速拐点。

图1：江海超级电容业务呈现持续高速增长



数据来源：江海股份公告，东吴证券研究所

图2：超级电容产业迎向上加速拐点



数据来源：储能与电力市场，中国储能网，烯晶碳能，东吴证券研究所整理

图3：2022 年，超级电容在储能领域迎来大规模落地元年



数据来源：储能与电力市场，中国储能网，东吴证券研究所整理

1.1. 超级电容是功率型储能器件，与能量型锂电池互补、协同

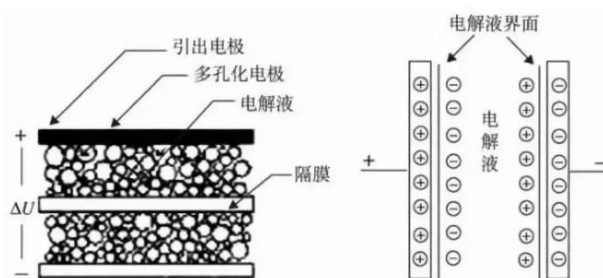
超级电容是功率型储能器件，技术、成本、政策三重利好助力打开百亿市场空间。超级电容相较传统电容器具有更高的能量密度，相较电池具有更高的功率密度，是一种新型功率型储能器件，具备充电时间短、使用寿命长、温度特性好、绿色环保等特性。

超级电容已作为备用电源、功率电源、能量回收系统被广泛应用于消费电子、工业、

国防军工等领域，能量密度较低、储能成本较高是过去限制其应用范围的两大因素。目前，混合型超容能量密度大幅提升，原材料国产化带动超容成本持续降低，同时各部委相继出台多项政策，支持包括功率型储能在内的新型储能产业发展，技术进步、成本降低、政策驱动三重利好有望共同推动超级电容打开应用天花板。超级电容在立足智能表、轨道交通等成熟市场的同时，在港口机械、采掘装备、电网调频、油改电、储能、电动大巴等领域打开市场，尤其储能、电网调频、乘用车用等市场潜力较大，百亿市场空间正在打开。

超级电容主要由正负电极、电解液、隔膜构成。超级电容属于电化学储能器件，主要由正负电极、电解液及防止发生短路的隔膜构成，电极材料具备高比表面积的特性，隔膜一般为纤维结构的电子绝缘材料，电解液根据电极材料的性质进行选择。以市场主流的双电层电容为例，充电时，电解液中的正、负离子在电场的作用下迅速向两极运动，通过在电极与电解液界面形成双电层来储存电荷。

图4：超级电容结构图



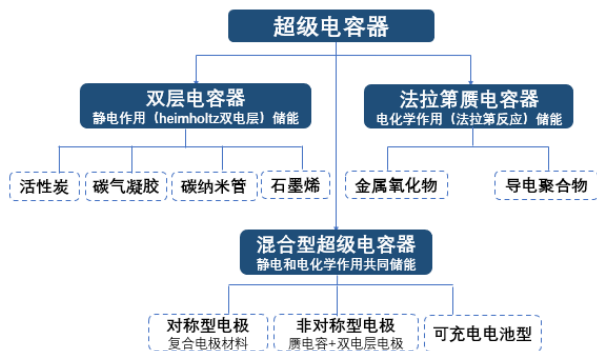
数据来源：电子发烧友，东吴证券研究所

按工作原理超级电容可分为三类，双电层电容（EDLC）是目前市场主流的超级电容类型，混合型超级电容（HUC）具备更高的能量密度，正在成为重要研究与发展方向。

- 1) **双电层电容**: EDLC 的充放电过程通过离子的物理移动完成，不存在化学反应，充电时，双电层电容电解液中的正、负离子在电场的作用下迅速向两极运动，并分别在两个电极的表面形成紧密的电荷层，即双电层，造成电极间的电势差，从而实现能量的存储；放电时，阴阳离子离开固体电极表面，返回电解液本体。
- 2) **法拉第赝电容**: 在电极表面或体相中的二维或准二维空间上，电活性物质进行欠电位沉积，发生高度可逆的化学吸附/脱附或氧化还原反应，因赝电容可在整个电极内部产生，因此可获得比双电层电容更高的能量密度，但因电极材料贵金属价格较高、充放电循环稳定性有限等因素而难以商用；
- 3) **混合型超级电容**: 以双电层材料作为正极，以赝电容或电池类材料作为负极，

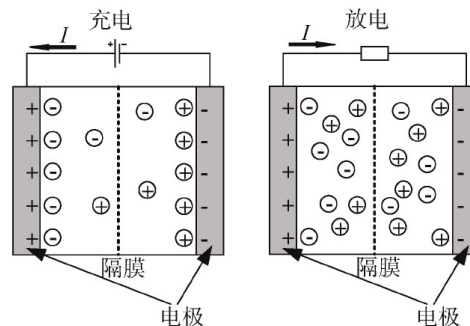
融合了超级电容与赝电容或电池的优势。锂离子超级电容(LIC)是混合型超级电容的典型代表,在充放电过程中,电容电极发生非法拉第反应,离子在电极表面进行吸附/脱附,电池电极发生法拉第反应,锂离子嵌入/脱出。

图5: 超级电容分类



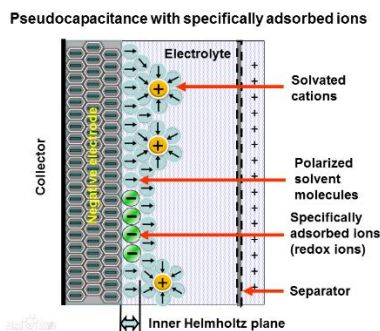
数据来源: Wikipedia, 东吴证券研究所

图6: 双电层电容 (EDLC) 工作原理图



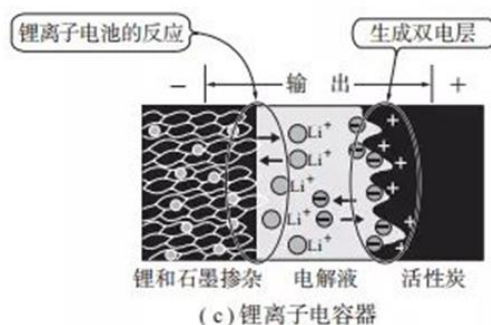
数据来源: Wikipedia, 东吴证券研究所

图7: 法拉第层电容工作原理图



数据来源: Wikipedia, 东吴证券研究所

图8: 锂离子超级电容 (LIC) 工作原理图



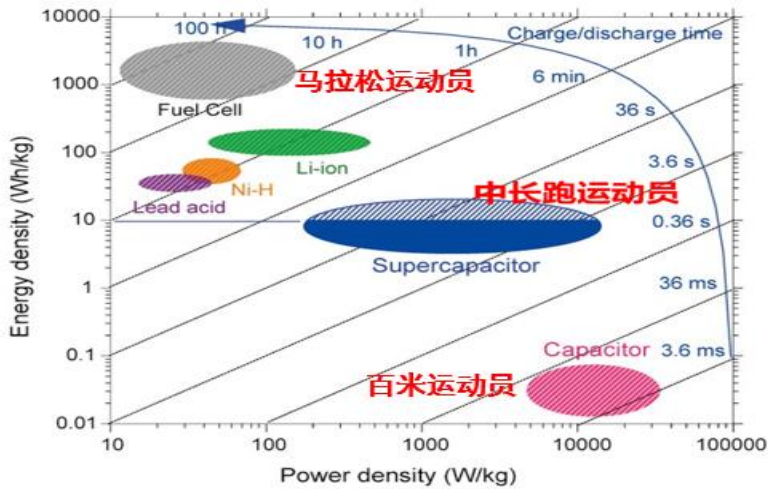
数据来源: Wikipedia, 东吴证券研究所

受益独特的结构与工作原理, 超级电容具备高功率密度、高可靠、环保等优良特性。

- **高功率特性：**区别于锂电池充电时，锂离子需要与电荷结合并嵌入到负极碳层的微孔中，放电时需要从负极碳层脱嵌，超级电容充放电时的电荷移动发生在电极表面，因此超级电容功率密度显著更高、充放电速度显著更快。对比来看，功率密度方面，双电层超容最高可达 40 kW/kg，锂电池在 1~3kW/kg；充放电时间方面，EDLC 可达秒级、HUC 在分钟级别、锂电池在小时级别。
- **高可靠特性：**工作温度方面，锂电池工作温度范围为-20~+60℃，超级电容可宽至-40~+85℃；工作寿命方面，由于充放电过程中的电荷移动完全可逆，充放电次数可达 100 万次，工作寿命可达 15 年。且超级电容短路、刺破均不会燃烧，相较短路、刺破时易自燃甚至爆炸的锂电池，超级电容安全性更高。
- **环保特性：**超级电容不含重金属和有害化学物质，其生产、使用、储存以及拆

解过程均不会对环境产生污染，是理想的环保能源，而锂电池无法分解，易对环境产生严重污染。

图9：相较锂电池，超级电容的高功率密度特性突出



数据来源：IDTechEx Research，东吴证券研究所

表1：超级电容与铝电解电容、锂离子电池性能参数对比

性能参数	铝电解电容	超级电容		锂离子电池
		双电层超容	混合超容	
能量密度	0.01 ~ 0.3 Wh/kg	1.5 ~ 8 Wh/kg	4 ~ 80 Wh/kg	100~ 265 Wh/kg
功率密度	> 100 kW/kg	5 ~ 50 kW/kg	3 ~ 10 kW/kg	1 ~ 3 kW/kg
温度范围	-40 ~ +125 °C	-40 ~ +85 °C	-40 ~ +70 °C	-20 ~ +60 °C
可充放电次数	无限	10 ~ 100 万次	2 ~ 10 万次	0.05 ~ 1 万次
室温下工作寿命	> 20 年	5 ~ 15 年	5 ~ 10 年	3 ~ 5 年

数据来源：Wikipedia，Skeleton Tech，Yunasko，东吴证券研究所

超级电容作为功率型储能器件，凭借高功率、长循环寿命特性，与能量型锂电池互补、协同。锂电池作为能量型储能器件，已被广泛应用于各类长时储能场景，超级电容则可以凭借高功率、长循环寿命特性，应用于短时大功率、多次循环放电的单独储能场景，或与锂电池组成混合能源系统，实现与能量型锂电池的互补、协同。

表2：新型储能技术按应用场景分类

储能类型	容量型	能量型	功率型	备用型
储能时长	≥4 小时	约 1~2 小时	≤30 分钟	≥15 分钟
应用场景	削峰填谷或离网储能等容量型储能场景	复合储能场景，要求储能系统能够提供调峰调频和紧急备用等多重功能	辅助 AGC 调频或平滑间歇性电源功率波动等功率型储能场景	在电网突然断电或电压跌落时，储能系统作为不间断电源提供紧急电力

储能技术	锂离子电池、铅碳电	以 0.5C 或 1C 型磷酸铁锂电池为主	超导储能、飞轮储能、超级电容和各类功率型电池	铅蓄电池、梯级利用电池、飞轮储能等
	池、液流电池、钠离子电池、压缩空气、储热蓄冷、氢储能等			

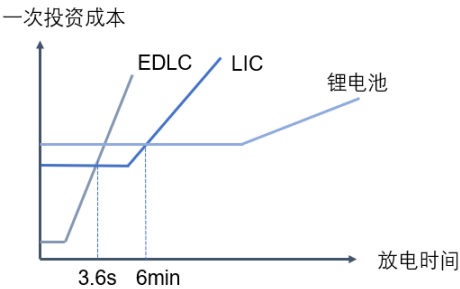
数据来源：中国储能网，东吴证券研究所

1) 单独储能场景下，超级电容在短时大功率、多次循环放电场景下更具经济性

仅考虑一次投资成本，假设 EDLC、混合超容、锂电池功率密度为 30、5、2kW/kg，能量密度为 5、50、200Wh/kg，储能系统成本为 10、1、0.15 万元/度电，通过绘制不同放电时间下的一次投资成本曲线，可见 EDLC 在 s 级市场、混合型超容在 min 级市场更具成本优势，因此超级电容在短时大功率放电场景下具备经济性。

同时考虑不同电源的可循环充放电寿命，假设 EDLC、混合超容、锂电池循环寿命为 100、10、0.4 万次，则计算得对应的生命周期成本分别为 0.1、0.1、0.375 元/度电/次，可见超级电容生命周期成本低于锂电池，在多次循环放电场景下具备经济性。

图10：超级电容在 s-min 级市场具备一次投资成本优势



数据来源：烯晶碳能，东吴证券研究所测算

图11：超级电容生命周期成本显著低于锂电池

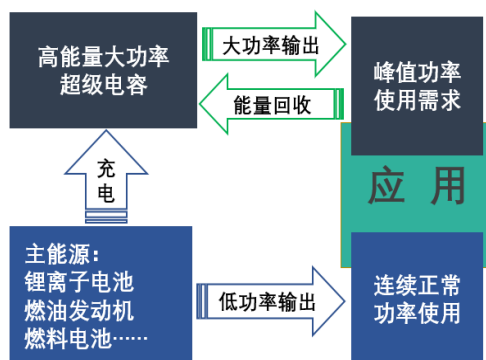
	系统成本 (万元/度电)	循环寿命 (万次)	生命周期成本 (元/度电/次)
EDLC	10	100	0.1
混合超容	1	10	0.1
锂电池	0.15	0.4	0.375

数据来源：烯晶碳能，东吴证券研究所

2) 混合能源系统中，超级电容负责短时高功率峰值，锂电池负责长时低功率输出

混合能源系统中，由锂电池等主能源提供长期低功率能量输出，超级电容负责高功率峰值和快速响应，超级电容可从主能源处充电，或收集系统回馈的能量。在能源系统中引入超级电容，可实现高功率瞬时响应，并降低主电源的功率输出以延长其使用寿命，从而降低能源系统的生命周期成本。

图12: “电池+超容”混合能源系统的工作模式

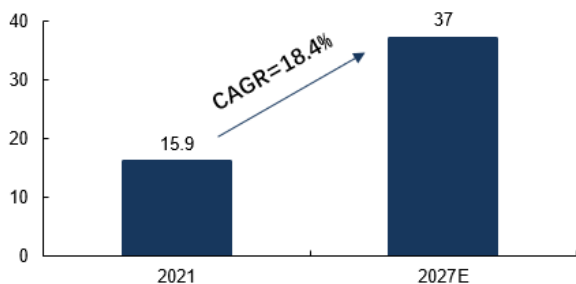


数据来源：储能科学与技术，东吴证券研究所

1.2. 技术进步、成本降低、政策驱动三重利好，超级电容迎向上加速拐点

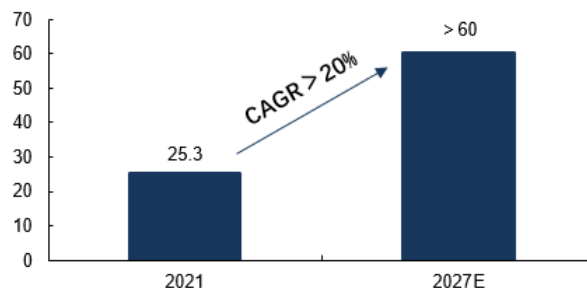
技术、成本、政策三重利好，超级电容产业迎向上加速拐点。根据超级电容产业联盟数据，2021 年全球超级电容市场规模达 15.9 亿美元，预计 2027 年将达 37 亿美元，21-27 年市场规模 CAGR 约 18%；2021 年中国超级电容市场规模达 25.3 亿元，预计 2027 年将超 60 亿元，21-27 年市场规模 CAGR 将超 20%。未来，技术进步、成本降低、政策驱动三重利好有望共同推动超级电容打开应用天花板，超级电容正在向新能源公交、电网调频、储能、汽车启停等新兴应用领域渗透，百亿市场空间正在打开。

图13: 全球超级电容市场规模预测（单位：亿美元）



数据来源：超级电容产业联盟，东吴证券研究所

图14: 中国超级电容市场规模预测（单位：亿元）



数据来源：超级电容产业联盟，东吴证券研究所

1) 技术进步：混合型超级电容能量密度显著提升，打开行业应用天花板

混合型超级电容在保持较高功率密度的基础上，显著提升能量密度，不断拓展下游应用边界。因混合型超级电容的赝电容或电池电极通过发生法拉第反应进行充放电，因此其能量密度显著高于 EDLC，根据海内外超级电容厂商披露，目前混合型超级电容单体能量密度可达 80~160Wh/kg，系统能量密度已经突破 40Wh/kg。混合超级电容凭借更高的能量密度属性和较低的成本，在分钟级别的储能、大巴车等领域成功打开应用天花

板，不断拓展行业边界。

图15：不同厂商混合超级电容能量密度

公司	混合型超级电容产品情况
Yunasko	第一代 LIC 产品能量密度达 30~35Wh/kg, 第二代石墨烯增强型锂离子电池利用“锂电池+超级电容”技术, 使能量密度达 60~70Wh/kg
江海股份	目前公司的锂离子超级电容能量密度达 40Wh/kg 以上, 可视特定的应用将该指标提高
烯晶碳能	基于干法电极技术, 混合型超级电容产品能量密度可提高至 80~160Wh/kg, 主推的 4.2V 6Ah 混合型超容单体能量密度接近 80Wh/kg, 充放电寿命至少 3 万次以上
奥威科技	超级电容单体能量密度已提高至 120Wh/kg

数据来源：各公司官网，东吴证券研究所

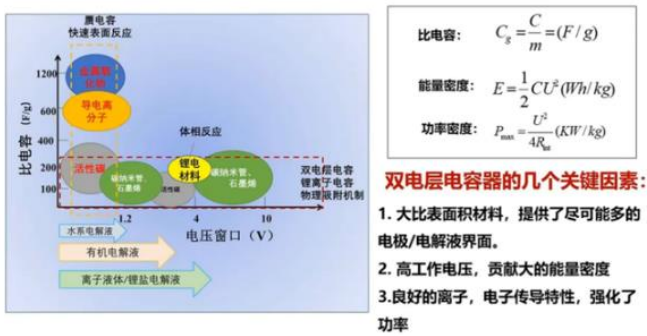
图16：江海成功将混合超级电容应用到大巴车上



数据来源：江海股份，东吴证券研究所

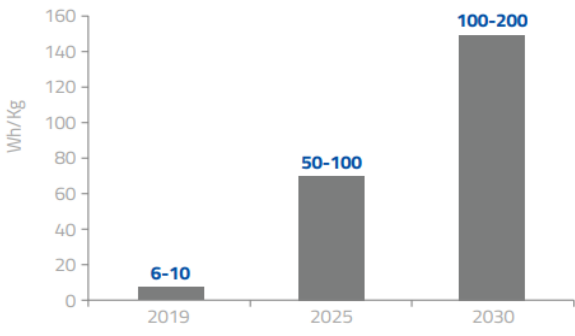
超级电容能量密度有望进一步提升。超级电容的能量密度主要取决于其比电容和电压窗口，因此进一步提升能量密度的方法包括提高电极比电容、开发高电化学电位区间电解质、优化超级电容结构、减少器件对电解液的消耗等。随着技术的不断进步，NASA 于 2019 年预测，2025 年超级电容系统能量密度有望提升至 50-100Wh/kg，2030 年有望达到 100-200Wh/kg。

图17：超级电容功率密度、能量密度仍存提升空间



数据来源：超级电容产业联盟，东吴证券研究所

图18：超级电容能量密度有望持续提升



数据来源：NASA，东吴证券研究所

表3：提升超级电容能量密度的主要方法

提升能量密度方法	介绍
提高电极比电容	比电容的提高方式包括对现有材料的表面改性、掺杂和研发新型电极材料。另外，器件的电容受电极材料孔径和电解质离子形状及尺寸匹配的影响，因此应合理选择电极材料和电解质离子的协同配比。同时可使用双电层电容器材料和赝电容材料构建非对称超级电容，来提升器件比电容

开发高电化学电位区间电解质

开发利用高电化学稳定电压电解质，可扩宽器件的工作电压范围，进一步提升其能量密度。通常，离子液体的稳定电位区间最高，有机系电解质其次，而水系电解质的稳定电位区间最低

优化超级电容结构

超级电容使用的电解质存在分解电压，在电极电位超出稳定电位窗口界限后，会发生电解质溶剂分子分解等副反应，因此限制了器件的工作电压。由于超级电容正负极副反应机理不同，因此稳定电位窗口的上下电位界限相对于超级电容开路电压是非对称的，实际充放电中存在没有利用的稳定电位区间。因此，通过正负极容量的配比、电极材料表面电荷控制等改变电极电位变化过程，拓展利用负极未利用的电位区间，来提升能量密度

减少器件对电解液的消耗

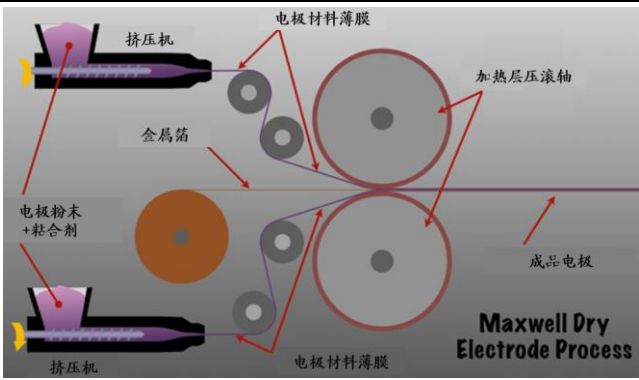
在超级电容充放电过程中需要消耗电解质，锂离子超级电容通过正极开路电位控制，预嵌的锂可补偿电解液消耗，能够克服电解质的消耗，因此可实现能量密度的提升

数据来源：石墨烯联盟，东吴证券研究所

超级电容应用干法电极工艺，实现循环寿命延长、能量密度提升、成本降低。原有湿法电极工艺下，需要将负极、正极粉末与有粘合剂材料的溶剂混合，再涂覆至集流体上干燥形成电极；干法电极工艺下则无需使用溶剂，直接将少量粘合剂与电极粉末混合，通过挤压机形成电极材料薄膜，再将电极材料薄膜层压到集流体上形成电极。

干法电极工艺主要有三点优势，第一，粘结剂用量少，提升锂离子电池良品率和使用寿命，第二，不使用溶剂，减少充放电循环过程中的能量损失，提升能量密度，第三，工艺简化，制造成本可降低 10-20%。但目前干法电极技术仍存在电池倍率较低的问题，即大电流放电性能较差，有待工艺优化解决。产业端，特斯拉于 2019 年收购超级电容企业 Maxwell，旨在将 Maxwell 的干法电极技术应用于锂电池生产中，国内烯晶碳能、力容新能源等超级电容厂商也已具备干法电极技术。

图19: Maxwell 干法电极工艺流程



数据来源：Maxwell，东吴证券研究所

图20: 干法电极工艺具备多方面优势

	湿法电极	干法电极
杂质	溶剂残留	无（电性能提升）
粉末粘结强度	低	高（不易造成短路）
压实密度	低	高（能量密度高）
铝箔和碳层的粘结强度	低	高（耐振动性强，安全性高）

数据来源：Maxwell，东吴证券研究所

2）成本降低：上游材料国产化，超容成本持续下降

超级电容电极材料国产替代进行中，成本持续下降成必然趋势。超级电容上游材料主要包括电极、电解液、隔膜、引线等，电极、电解液、隔膜占成本比例分别约 35%、

30%、20%。其中电解液国产化配套相对成熟，本土厂商新宙邦占据我国超级电容电解液 50%以上市场份额，而电极与隔膜则因技术壁垒较高而长期依赖进口，电极材料中用量最大、最经济的材料—超级电容炭 70-80%从日本可乐丽进口，隔膜主要从美国、日本等国进口，日本 NKK 占据全球超级电容隔膜 60%以上市场份额。元力股份、北海星石、凯恩股份等本土厂商正大力推动电极、隔膜材料国产化，在原材料国产替代趋势下，超容材料成本下降成为必然趋势。

表4：超级电容各类原材料国产替代进展

原材料	成本占比	全球竞争格局	本土厂商国产替代进展
电极	30%-40%	电极材料长期受日本垄断，日本厂商可乐丽占据我国超级电容炭 70-80%市场份额	• 元力股份：元力股份是国内木质粉状活性炭龙头，目前已建成 300 吨超级电容炭产能，2022 年末项目达产后将新增 300 吨超级电容炭产能，已与锦州凯美、宁波中车等多家超级电容厂商达成合作 • 北海星石：2000 吨的超级电容活性炭年产能已于 2021 年建成，目前处于试生产阶段 • 中科院煤化所：成功突破“淀粉基超级电容活性炭批量化制备技术”，并已在宁波中车、锦州凯美和上海奥威等超级电容厂商试用
电解液	25%-35%	电解液国产化配套较成熟，国内厂商新宙邦占据我国超级电容电解液 50%以上市场份额	• 新宙邦：超级电容电解液产品性能处于国际先进水平，已成为包括 Maxwell、REDI、Nesscap 在内的世界主流超级电容厂商的合格供应商
隔膜	15-25%	隔膜材料长期受日美垄断，日本厂商 NKK 占据全球超级电容隔膜 60%以上市场份额	• 柔创纳科：超级电容隔膜占其总营收 60%左右，已成为宁波中车、今朝时代、江海股份、中天科技等超级电容厂商的合格供应商 • 凯恩股份：超级电容隔膜目前已处于下游厂商小规模适用阶段，量产后有望逐步实现国产替代

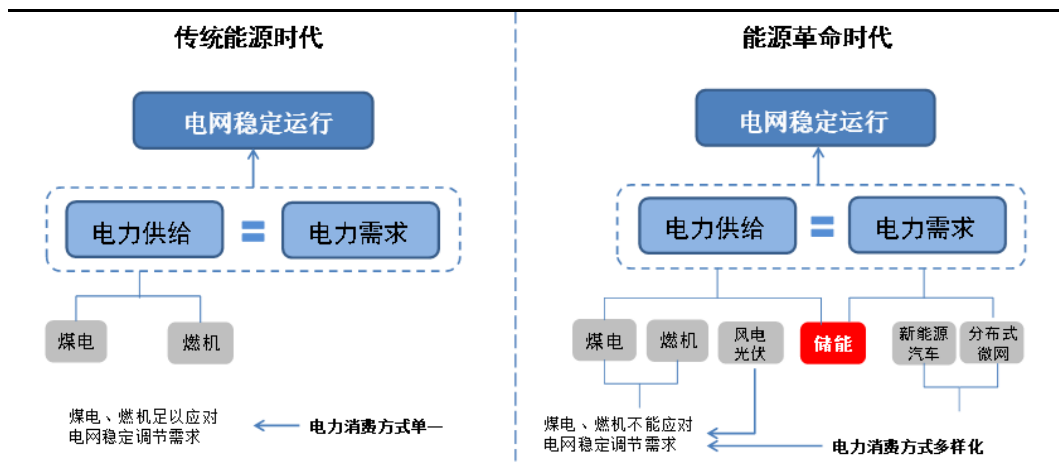
数据来源：各公司官网，观研天下，东吴证券研究所

3) 政策驱动：政策重视多元化新型储能技术发展，助推试点示范项目大规模落地

政策推动新型储能技术多元化发展。近几年来，随着风电和光伏发电加入并网，电网消纳成为了电力系统的痛点之一，在负荷侧，居民用电占比提升使得电网负荷波动更加剧烈，在这种情况下，电网调节能力必须提升以适应未来更为复杂的源荷波动，具有快速调节速率、配置方式灵活的储能能够胜任此任务。储能技术的应用场景可分为容量型、能量型、功率型和备用型四类，目前暂无任何一种技术可以同时满足所有储能场景的需求，因此需要多元化的储能技术在各自使用场景中发挥独特的性能优势。

“十一五”到“十四五”期间，各部委相继出台多项政策以在技术创新、应用拓展、产业培育等方面支持超级电容产业发展。其中，超级电容作为新型储能核心技术，在国家能源局 2022 年 1 月发布的《“十四五”新型储能发展实施方案》中，被作为“十四五”新型储能核心技术装备攻关重点方向列示，政策同时要求积极推动各新型储能示范区项目建设。

图21: 新型电力系统下的电力供需不平衡催生储能需求



数据来源: 赛迪智库, 东吴证券研究所

表5: 中国超级电容产业相关政策

日期	发布单位	政策文件
2015年3月	交通运输部	《关于加快推进新能源汽车在交通运输行业推广应用的实施意见》
2015年5月	工业和信息化部、国家发展和改革委员会、科技部、财政部、中国工程院、国家国防科工局、国家质检总局、国家标准委	《工业强基工程实施指南(2016-2020年)》
2016年	工业和信息化部	《工业强基2016专项行动实施方案》
2016年6月	国家发展和改革委员会、国家能源局	《能源技术革命创新行动计划(2016-2030年)》
2016年6月	国家发展和改革委员会、工业和信息化部、国家能源局	《中国制造2025-能源装备实施方案》
2016年10月	工业和信息化部	《产业技术创新能力发展规划(2016-2020年)》
2017年2月	国家发展和改革委员会	《战略性新兴产业重点产品和服务指导目录》
2017年3月	国家发展和改革委员会、工业和信息化部、科学技术部、财政部	《促进汽车动力电池产业发展行动方案》
2017年10月	国家发展和改革委员会、财政部、科学技术部、工业和信息化部、国家能源局	《关于促进储能技术与产业发展的指导意见》
2018年11月	工业和信息化部	《关于工业通信业标准化工作服务于“一带一路”建设的实施意见》
2019年10月	国家发展和改革委员会	《产业结构调整指导目录(2019年本)》
2020年12月	国家发展和改革委员会、商务部	《外商投资产业指导目录(2020年版)》
2021年1月	工业和信息化部	《基础电子元器件产业发展行动计划(2021-2023年)》
2021年5月	科学技术部	《储能与智能电网技术重点专项2021年度项目申报指南》
2022年3月	国家发展和改革委员会、国家能源局	《“十四五”新型储能发展实施方案》
2022年4月	国家能源局、科学技术部	《“十四五”能源领域科技创新规划》
2022年8月	工业和信息化部等五部门	《加快电力装备绿色低碳创新发展行动计划》

数据来源:《超级电容产业白皮书2022》, 东吴证券研究所

2022 年以来，超级电容在电力调频、混合储能领域加速落地。伴随超级电容能量密度提升、价格降低，其在电网各环节调频应用中的经济性开始凸显，22 年以来，超级电容在电网调频和混合储能系统密集落地，包括岸储一体化、一次调频、火储联调、混合储能等领域。2022 年是超级电容在电网调频、混合储能领域规模落地的元年，行业正在迎来加速拐点。

图22： 2022 年超级电容在电网调频、混合储能领域正在规模落地



数据来源：储能与电力市场，中国储能网，东吴证券研究所整理

表6： 超级电容电网调频应用案例

电网环节	项目	储能配置规模	项目介绍
电源侧	2022 年黄河公司 大庆基地 一次调频系统	500kW/84kWh 的功率型储能单元	应用于电源侧一次调频，中国国家电投黄河上游水电开发有限责任公司负责建设的中国首个电源侧一次调频系统已实现并网运行，为以飞轮、锂电池、超级电容储能技术为代表的储能设备参与新能源场站一次调频提供了有力的实证试验数据和应用案例
	2022 年华能西安 超级电容混合储能 工程项目	磷酸铁锂储能系统 15MW/7.5MWh 超级电容储能系统 5MW/0.333MWh	应用于电源侧调频，西安热工研究院有限公司发布超级电容混合储能工程施工招标公告，进行公开招标
	2022 年金湾电厂 火储联合调频项目	磷酸铁锂储能系统 16MW/8MWh 超级电容储能系统 4MW/0.67MWh	应用于电源侧火储联合调频，南方电网电力科技股份有限公司中标金湾发电有限公司 AGC 混合储能辅助调频项目

电网侧	2022 年乌兰察布混合储能系统项目	锂离子电池储能系统 0.5MW/1MWh 超级电容储能系统 1MW/0.1MWh	应用于电源侧调频，采用锂离子电池和超级电容以能量型和功率型储能技术耦合互补的形式进行应用，响应园区能量管理系统下发的削峰填谷或调频调度指令
	2022 年西门子能源电网稳定系统项目	-	应用于电网侧调频，拟建设的电网稳定系统中包括搭载超级电容的无功补偿系统，计划于 2025 年完成调试并试运行
	2021 年襄垣经济技术开发区增量配电网混合储能试点示范项目	50MW 锂离子电池+超级电容	应用于电网侧调频，依托襄垣经济技术开发区增量配电网改革试点，建设“锂离子电池+超级电容”混合储能电站，为襄垣经开区电网提供应急备用电源和调峰调频辅助服务
	2021 年国网江苏电力电站超级电容微储能装置项目	500kW 超级电容微储能装置	应用于电网侧调频，超级电容微储能装置在江北新区 110 千伏虎桥变电站投运，投运期间，虎桥变电站供电电压合格率始终保持在 100%，谐波含量降低 15.6%，电压闪变现象得到根本抑制
用电侧	2011 年上海洋山港 3MW 电网调频项目	3MW*30s 超级电容	应用于电网侧调频，通过配置 3000kW 储能逆变器+3MW*30s 超级电容，保证港区电力供应的稳定性和安全性，缓和了大型港口的电力供需的矛盾
	2022 年江苏连云港岸电储能一体化项目	锂电池储能系统 4MW/4MWh 超级电容储能系统 1MW*15s	应用于用电侧岸电储能，配备超级电容实现负载功率变化的消纳和补给
	2015 年海岛微电网工程项目	以鹿西岛微电网为例，光伏 300kW，风电 1.56MW，柴油机发电 1.2MW，铅酸电池 2MW*2h，超级电容 500kW*30s	应用于用电侧微电网，海岛微电源的形式以风、光、柴、储为主，超级电容负责短时调频

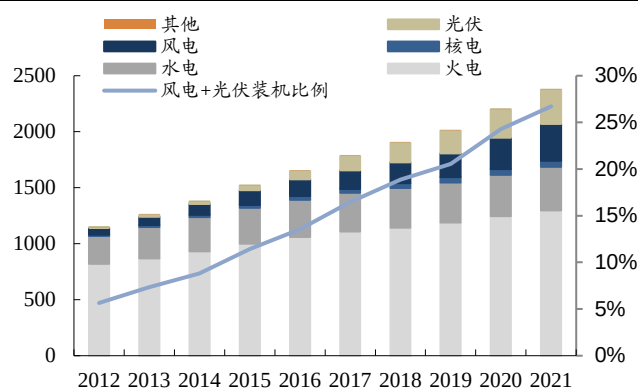
数据来源：储能与电力市场，中国储能网，东吴证券研究所整理

2. 需求端：超级电容在多应用领域具备广阔空间，静待市场爆发

2.1. 电力能源：新能源并网增加调频需求，超级电容参与电网调频全环节

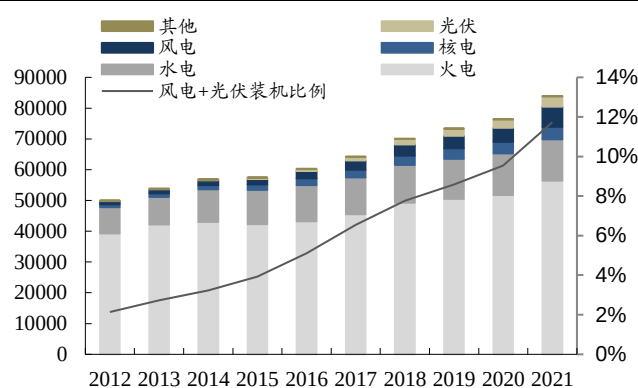
新能源装机规模、发电量占比快速提升。截至 2021 年，我国风电、光伏装机规模 328GW、307GW，合计占全国电力总装机规模比例为 27%；2021 年风电、光伏发电量 6556 亿千瓦时、3270 亿千瓦时，合计占全国总发电量比例 12%。根据国家能源局网站，风电、光伏发电量占全社会用电量比重将持续提升，2025 年将达到 16.5%左右。

图23: 2012-2021 年我国电力装机结构 (单位: GW)



数据来源: 中电联, 东吴证券研究所

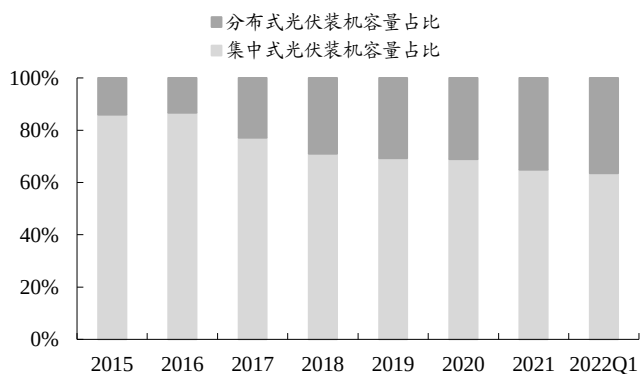
图24: 2012-2021 年我国发电量结构 (单位: 亿千瓦时)



数据来源: 中电联, 东吴证券研究所

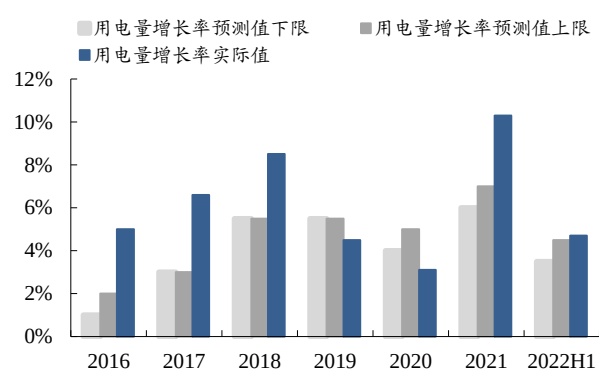
新型电力系统下, 电网调频需求显著增加。发电侧, 传统发电系统的发电机与电力系统强耦合, 能够提供惯量、维持电网频率, 当电力系统出现故障时, 同步发电机的机械惯量可以提供足够的旋转备用容量以弥补系统功率缺失, 避免触及系统低频减载保护。而光伏、风电通过电力电子设备连接至电网, 暂态响应速度较快, 不具备根据机端频率和电压信号进行自主调节的能力, 即惯量支撑、一次调频、主动调压、阻尼能力缺失, 因此导致电网频率面临挑战。用电侧, 分布式光伏逐步接入电网, 新能源车充换电、计算机、通信等新型产业用电量超预期, 均导致用电侧功率预测的难度提升, 进而导致电网频率波动加剧。根据国家能源局统计, 2019 年上半年, 全国调频服务补偿费用达 27 亿元, 占全国电力辅助服务补偿费用比例为 21%, 仅次于调峰 38% 和备用 36%。

图25: 分布式光伏入网提升用电侧功率预测难度



数据来源: 华经情报网, 东吴证券研究所

图26: 全社会用电量增长超预期



数据来源: 中电联, 东吴证券研究所

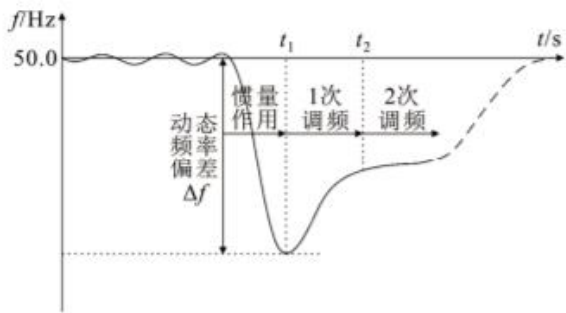
一次调频、二次调频在频率调整范围、能力方面有所差异。一次调频是各并网机组的调节系统根据电网频率变化, 自发的进行机组调整以恢复电网频率, 但只能做到有差控制, 二次调频是人为地根据电网频率变化调整机组负荷, 能够做到无差调节, 一次、二次调频动作时间一般在 30 秒以内、30 秒至 15 分钟时段。

- 1) **一次调频: 21 年以来政策开始发力一次调频市场建设。**2021 年 12 月山西省能源监管办发布全国首个一次调频市场交易实施细则, 2022 年 5 月国家标准《并

网电源一次调频技术规定及试验导则》正式实施，文件明确要求接入 35kV 及以上电压等级电力系统的火电、水电、核电、储能电站、风电、光伏等并网电源均应配置一次调频功能，一次调频机制开始逐渐明确。

2) 二次调频：目前市场化调频的主要环节，价格机制已比较成熟。二次调频是当前市场化调频的主要环节，价格机制比较成熟，电网辅助服务主体通过市场化竞标方式执行电网调频指令，综合调频能力决定项目盈利，衡量综合调频能力的指标 K 值主要受响应速度 (K1)、调节速率 (K2)、调节精度 (K3) 影响。

图27：电力系统频率响应过程



数据来源：《高电压技术》，东吴证券研究所

图28：电网综合调频能力指标

指标	计算方法
调节速率 K1	本台机组实测速率/控制区域内所有 AGC 机组的平均调节速率
响应时间 K2	1-发电单元响应延迟时间/5min
调节精度 K3	1-发电单元调节误差/发电单元调节允许误差
综合指标 K	$0.25 \times (2K1+K2+K3)$

数据来源：锌溴液流电池储能，东吴证券研究所

现有火电、水电机组调频存在多方面局限性，火电厂加装储能方案备受青睐。目前我国各大区域电网中，主要以大型水电和火电机组作为电网调频电源，通过调整调频电源出力来响应系统频率变化，但水电、火电机组调频存在一定局限性，例如，火电机组响应时滞长、参与调频损害机组寿命，水电机组的应用存在地理位置、季节变化的限制。

火电+储能系统联合调频方案能够显著缩短火电机组响应时间，提高火电机组调节速率及调节精度，以广东某电站加装储能前后的调频数据为例，调频综合性能指标 K 值在加装储能后由 0.73 提升至 2.96，调频效果显著改善。

图29：水电、火电机组参与调频存在局限性

火电机组调频局限性

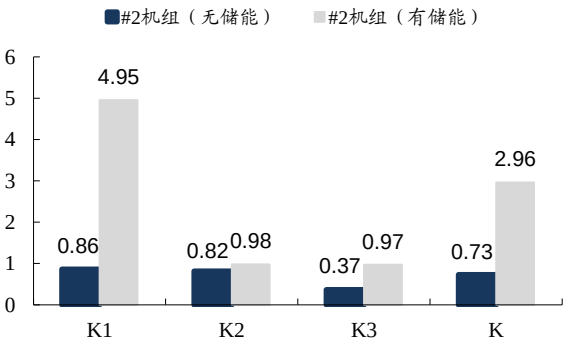
- 1) 响应时滞长、机组爬坡速率低，不适合短时调频，调频精度不高，有时甚至会造成反向调频
- 2) 参与一次调频机组受到蓄热制约存在调频量明显不足甚至远未达到调频调节量理论值
- 3) 参与调频，加剧了机组磨损而损害机组寿命，增加了燃料消耗，提升了运营成本，增加了废物排放和系统的热备用容量

水电机组调频局限性

水电机组受地理位置及季节变化限制（丰水期、枯水期不一样），甚至有些机组的还有防汛抗旱的要求，所提供的调频容量有限

数据来源：力容新能源，东吴证券研究所

图30：广东某电站加装储能前后的调频数据比较



数据来源：国际太阳能光伏网，东吴证券研究所

超级电容适配电网短时高频、高功率调频需求，发电侧、输配电侧、用电侧应用逐步落地。储能调频正以快速、精准的功率响应能力成为新型调频辅助手段，但受限于锂电池标称 5000 次左右的循环寿命，现有储能调频项目大多仅响应 AGC 二次调频，而不响应一次调频，超级电容则凭借高功率、长寿命特性适配电网短时高频、高功率调频需求。根据 GMCC，其 EDLC、LIC 产品分别推荐应用于 15~30s 一次调频系统、15 分钟级的二次调频系统，能够弥补超短时、短时的储能短板。

新型电力系统下，电网频率稳定性挑战升级，发电侧风光储平滑入网、混合储能系统中响应调频指令，输配电侧变电站调频、配电终端后备电源，用电侧后备电源、功率电源（于 2.4 介绍），均需使用功率型储能器件以提供短时、高功率峰值脉冲，超级电容在发电侧、输配电侧、用电侧多环节的应用已开始落地。

图31：超级电容开始在电网全环节实现应用落地

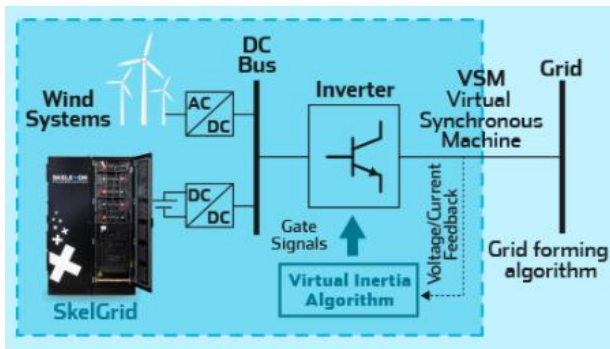


数据来源：储能与电力市场，中国储能网，东吴证券研究所整理

1) 发电侧：支持风光平滑入网，在电池+超容混合储能系统中负责响应调频指令

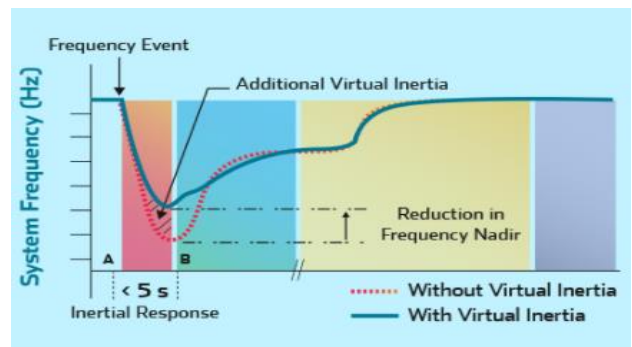
针对光伏、风电并网在惯量响应方面的缺失，可采用超级电容作为短时储能装置以平抑风光并网带来的功率波动。以引入超级电容的风电系统为例，将超级电容并联于直流母线，与双向 DC/DC 变换器构成功率调节系统，当功率大于指定的输出功率时，超级电容充电，当功率小于指定功率时，功率差值由储能装置补充，超级电容放电。超级电容能够基于大功率特性为光伏、风电机组提供额外虚拟惯量，使其平滑输出接入电网，减少新能源发电的随机性、间歇性、波动性给电网带来的冲击。

图32: 引入超级电容的风电系统



数据来源: Skeleton Tech, 东吴证券研究所

图33: 超容为风光系统的频率事件提供额外虚拟惯量

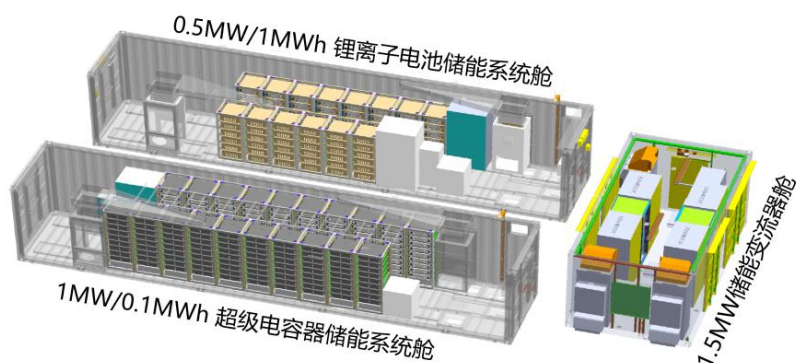


数据来源: Skeleton Tech, 东吴证券研究所

锂离子电池、超级电容以互补形式组成混合储能系统，支持调峰、调频模式切换。锂离子电池具有能量密度高、储/释能时间长等特点，可用于实现削峰填谷；超级电容具有功率密度高、响应速度快、寿命长等特点，可参与电力系统一次调频，同时延长电池使用寿命。二者可以互补形式组成混合储能系统，响应园区能量管理系统下发的削峰填谷或调频调度指令，最大限度发挥储能作用。

以三峡乌兰察布“源网荷储”技术研发试验基地的混合储能系统为例，整套系统由3个预制舱体组成，分别为0.5MW/1MWh锂离子电池储能系统舱、1MW/0.1MWh超级电容储能系统舱、1.5MW储能变流器舱，各储能系统通过直流汇流柜接入相应的储能变流器，再分别接入功率路由器±750V直流母线。锂离子电池负责削峰填谷及响应调频持续分量，超级电容负责响应调频随机分量与脉动分量，尽可能减少电池介入调频响应的次数，延长电池使用寿命。

图34: 兆瓦级锂离子电池、超级电容混合储能系统



数据来源: CESA 储能财经观察, 东吴证券研究所

火储联调项目引入超级电容。受限于锂电池标称5000次左右的循环寿命，现有储能调频项目大多仅响应AGC二次调频，而不响应一次调频，在火储联调项目中引入超级电容，一方面可凭借提升调频效率获取电力辅助服务补偿收益，另一方面可延长储能

系统的使用寿命。

2022年7月，南方电网电力科技股份有限公司中标金湾发电有限公司 AGC 混合储能辅助调频项目，首次采用 2C 磷酸铁锂电池+超级电容的混合储能调频解决方案，配置 16MW/8MWh 磷酸铁锂、4MW/0.67MWh 超级电容储能系统。

表7：2022 年火储联调中标项目情况

中标时间	项目	储能系统	储能规模	单价（元/Wh）
22 年 7 月	金湾电厂调频项目	2C 磷酸铁锂+超级电容	20MW/8.67MWh	8.41
22 年 7 月	雷州电厂调频项目	1C 磷酸铁锂	30MW/30MWh	2.73
22 年 4 月	江阴苏龙电厂 5、6 机组项目	1C 磷酸铁锂	7.5MW/7.5MWh	3.19
22 年 2 月	浙能乐电 1、2 号机组储能项目	1C 磷酸铁锂	18MW/18MWh	3.27

数据来源：储能与电力市场，东吴证券研究所

2) 输配电侧：用于变电站调频、配电终端后备电源，保证输配电线路电能质量

超级电容应用于变电站，将一次调频滞后时间缩短至毫秒级别。以南京江北新区 110kV 虎桥变电站投运的超级电容微储能装置为例，该装置主要由超级电容模块、电力电子变流器和快速功率控制器三部分组成，快速功率控制器可在 10 毫秒内完成频率检测，电力电子变流器可在 2 毫秒内实现有功功率的快速、精准支撑，因此若电网发生大波动引起频率跌落时，该微储能装置可以在 12 毫秒内进入一次调频模式，对比传统发电机组 10 秒以上的一次调频响应延迟，超级电容微储能装置使一次调频过程明显提速。市场规模方面，根据国网江苏电力测算，江苏省内变电站的可利用空间具有新增 200 万千瓦超级电容微储能装机规模的潜力。

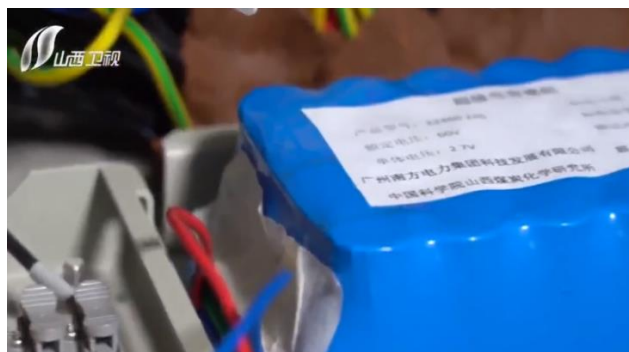
超级电容用作配电终端后备电源，可提高电网自愈可靠性、降低维护成本。配电自动化终端后备电源由蓄电池、锂电池转向超级电容，超级电容大功率、长寿命、免维护的特性使配电自动化终端电网自愈可靠性提高、维护成本降低。当电力线路发生故障时，超级电容可为配电自动化终端和开关柜提供不间断电源，使配电终端在线路故障情况下仍能维持一段时间的工作，为完成故障检测、保护跳闸、重合闸自愈以及状态上报主站等一系列操作争取时间，从而将故障区间隔离，并恢复非故障区间的供电，使故障停电区域最小化。根据山西煤化所，目前广州供电配电网 6242 条公用馈线已实现自愈全覆盖，配网线路故障处理时间由原本的 30 分钟下降至 120 秒。市场规模方面，根据中科院山西煤化所测算，配电终端用超级电容电源仅广州地区的存量市场就达到约 1 亿元，每年以 16% 的增速增长，南网地区市场规模预计为广州地区的 5 倍以上。

图35: 变电站用超级电容储能柜



数据来源: 国际新能源网, 东吴证券研究所

图36: 配电自动化终端用超级电容模组

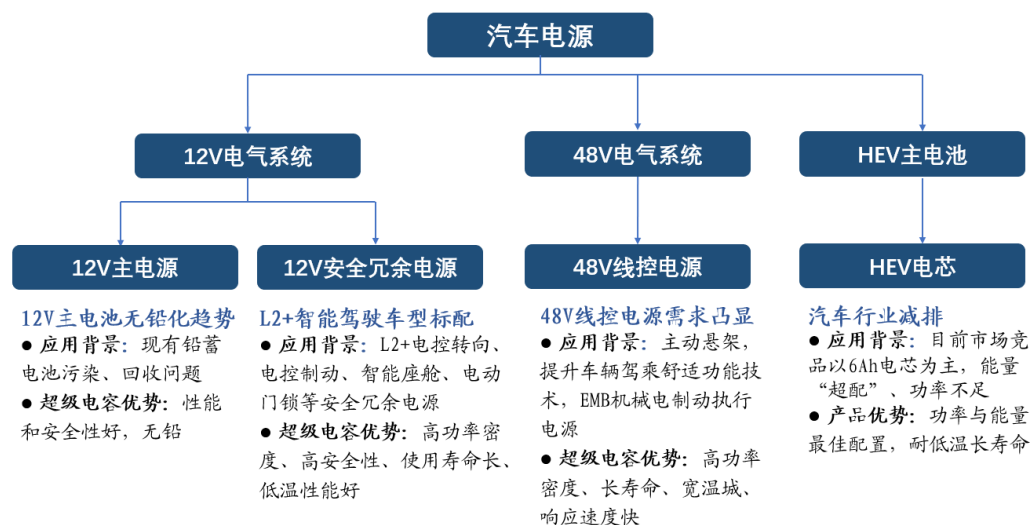


数据来源: 中科院山西煤化所, 东吴证券研究所

2.2. 汽车领域: 适用于启停、安全冗余电源等场景, 助力汽车性能、安全双提升

汽车领域内, 超级电容凭借高功率密度、高安全性、使用寿命长、宽温域等特性, 可在 12V 电气系统下被用作主电源、安全冗余电源, 在 48V 电气系统下被用作线控电源, 在 HEV 车型中被用作主电池电芯, 助力汽车性能、安全双提升。

图37: 超级电容在汽车领域的应用场景



数据来源: 烯晶碳能, 东吴证券研究所整理

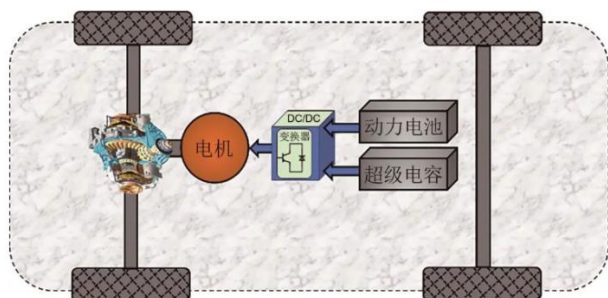
1) 12V 主电源: 替代铅蓄电池, 实现汽车高功率启动、制动能量回收、电压稳定

12V 电气系统下, 通常采用铅蓄电池作为 12V 电源, 用于汽油机、柴油机的启动, 但铅蓄电池存在生产及回收环节污染、充放电速度慢、暂态功率响应能力较差等问题, 环保政策方面, 全球限铅令以欧洲为重心, 汽车 12V 铅蓄电池被替代趋势凸显; 使用性能方面, 使用铅蓄电池可能在汽车起步、刹车、加减速、爬坡、颠簸等复杂工况下, 产生暂态功率不易被蓄电池吸收, 母线电压波动频繁, 因此影响车辆电能质量等问题。以超级电容替代铅蓄电池作为 12V 主电源, 能够高质量实现汽车高功率启动、制动能量回

收、电压稳定三大功能。

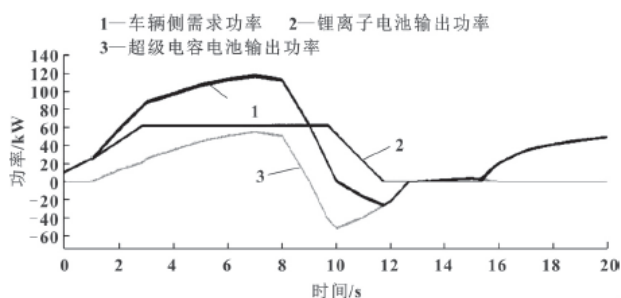
- **汽车启停：**以搭载超级电容的电动汽车启停系统为例，当车辆侧需求功率瞬间增大时，锂离子电池平稳提升输出功率，剩余部分由超级电容补充，从而避免锂离子电池频繁进行大功率充放电，有效缓解车辆续航里程的衰减。根据梯米汽车，其研发的超级电容模组可解决传统启停电池启停不平顺、寿命短的痛点，实现启动时间小于 0.03 秒、10 年使用寿命、生命周期维护成本低。
- **能量回收：**当汽车处在收油滑行及踩下制动踏板工况时，可利用发动机逆变发电进行剩余能量回收，对超级电容进行充电，降低能量损耗、实现节能减排。根据 Frost & Sullivan，超级电容汽车启停模组的应用可实现节省燃料 1~5%、减少污染排放 30~40%。
- **电压稳定：**汽车快速启动瞬间的大电流会导致系统电压的大幅跌落，对车载用电器的安全使用有影响，超级电容可为车内敏感用电负载提供暂态电压支撑，伴随自动驾驶加速渗透，系统电压的稳定至关重要，超级电容在汽车启停系统中的应用也将快速渗透。

图38：电动汽车将超级电容应用于启停系统



数据来源：《储能科学与技术》，东吴证券研究所

图39：超级电容在汽车功率变化过程中充放电

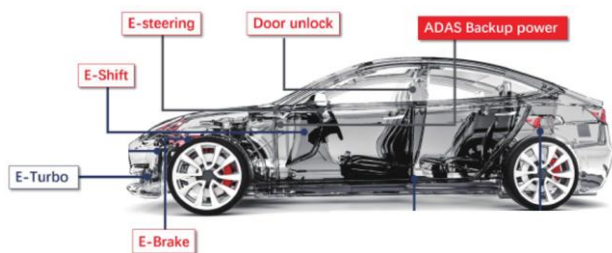


数据来源：广汽本田，东吴证券研究所

2) 12V 安全冗余电源：受益于智能驾驶渗透对电气设备安全要求提升

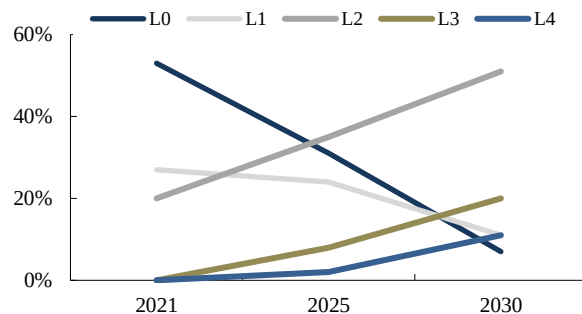
超级电容同时可用作激光雷达、域控制器、电控转向、电控制动、智能座舱、电动门锁等关键电子电气设备的安全冗余电源，减少因为电子器件失效造成的交通事故和降低潜在召回风险。2011 年发布的 ISO 26262 即强调通过开发阶段的测试及验证，来保证安全相关的电子产品的功能性失效不会造成危险，未来伴随自动驾驶等级提升、汽车电动化升级，超级电容有望实现在车用安全冗余电源领域的渗透。

图40: 智能驾驶车型安全相关的电子电器设备



数据来源: 烯晶碳能, 东吴证券研究所整理

图41: 国内自动驾驶汽车渗透率持续提升



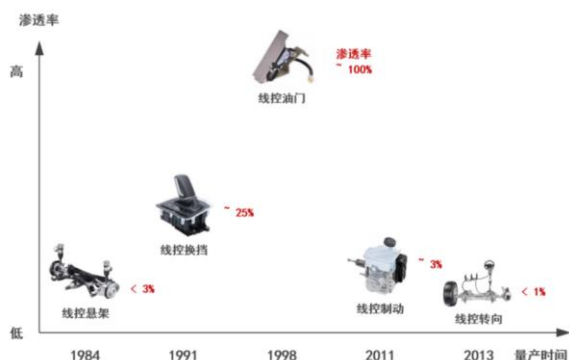
数据来源: ICV Tank, 东吴证券研究所

3) 48V 线控电源: 线控底盘加速渗透, 超级电容适配其大功率需求

逐步升级的自动驾驶需求要求汽车底盘执行层能够按照决策层指令进行精确执行, 底盘线控化是以电信号传递取代传统机械连接的操纵技术, 是L2+以上自动驾驶实现执行层响应速度、精度提升的关键技术。线控底盘包括线控转向、线控制动、线控换挡、线控油门和线控悬架五大核心系统, 其中, 线控油门技术已较成熟, 线控制动、线控转向、线控悬架的渗透率开始快速提升。

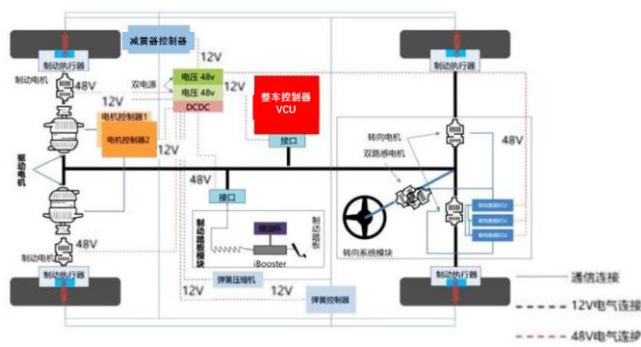
线控系统的执行器主要是大功率的电动机、伺服电机, 例如, 单个转向电动机的功率范围在550~800W, 电机盘式制动器的功率可达1000W, 因此需应用48V供电系统, 通过提高供电电压来满足大功率需求。超级电容可用作48V线控电源, 凭借高功率密度、长寿命、宽温域、响应速度快的优质性能, 保证线控系统的安全、可靠运行。

图42: 线控底盘五大核心系统市场情况



数据来源: 盖世汽车, 东吴证券研究所

图43: 线控底盘应用48V电气系统



数据来源: 智享新汽车, 东吴证券研究所

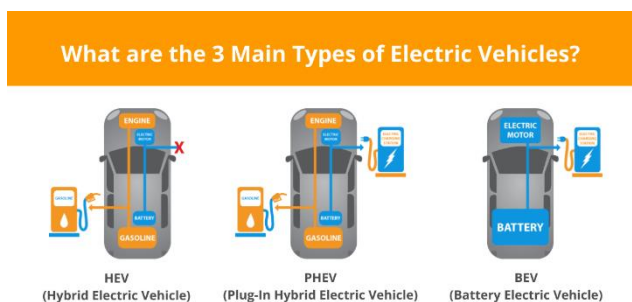
4) HEV 电芯: 超级电容适配 HEV 主电源高功率、长循环寿命需求

HEV 电池只接受汽车自身动力系统的发电或动能回收带来的能量, 无法从外部获得电能, 因此 HEV 车型电池容量较小, 通常在0.8~2.1kWh, 采用功率型电芯以满足快充快放要求, 对电芯能量密度要求不高, 但对电池循环寿命、充放电次数有较高要求。目前 HEV 主电源的两大主流路线为三元锂电池、镍氢电池, 现行技术路线存在能量超

配、功率不足的问题，超级电容高功率密度、耐低温、长寿命的优良特性则与 HEV 应用高度适配，有望成为 HEV 主电源的新选择。

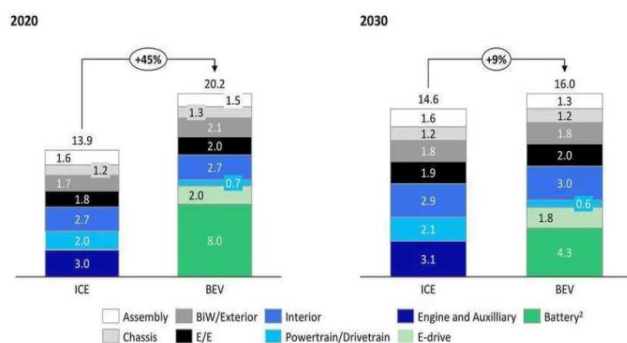
新能源汽车处于市场渗透阶段，购车成本较高、充电桩建设不完善都是一定程度上阻碍纯电动汽车渗透的因素，根据工信部预测，至 2030 年我国汽车保有量中燃油车将依然占据 80% 份额，而 HEV 作为替代传统燃油车的车型，目前已凭借减排优势成功吸引了众多消费者与汽车厂商的消费与布局，根据 GGII 数据，2022 年上半年国内 HEV 节能乘用车销量合计约 37.1 万辆，同比增长 50%，对应配套的电池装机量约 0.54GWh，同比增长 64%，伴随节能减排政策的持续推进，未来 HEV 市场有望延续增长，为超级电容在 HEV 主电源领域的应用创造增量空间。

图44: HEV 电池不支持外插电源充电



数据来源: BizReps, 东吴证券研究所

图45: 电动汽车成本将持续高于燃油车



数据来源: InsideEVs, 东吴证券研究所

应用端，超级电容汽车启停解决方案陆续上车。早在 2014 年 Maxwell 即披露，其超级电容产品已配置到超过 100 万辆乘用车上，如雪铁龙 C4、标致 308 等，后续也有凯迪拉克、奥迪、大众、宝马等多车型应用。国内市场方面，2019 年 4 月国内首个搭载超级电容的乘用车量产车型红旗 H5 正式上市，根据烯晶碳能，其车规级超级电容已在红旗 H5/H9、Volvo-XC40 等品牌车型实现批量化应用，截至 2021 年底已批量供货累计 300 万只单体，配套近 10 万辆车，截至 2022 年 6 月烯晶碳能已经收到汽车用超级电容定点项目超 20 亿元。

图46: 超级电容汽车启停方案应用车型



数据来源: 各公司官网, 东吴证券研究所

2.3. 交通运输：LIC 技术路线下，超级电容公交实现充电 5 分钟、行驶 30 公里

交通运输领域与汽车领域类似，超级电容主要可在轨道交通、公交车、卡车、船舶等应用场景下实现储能/备用电源、发动机启动、能量回收三大功能，同时可用于实现特定场景下，如船舶发电机控制梯度与升沉补偿、轨道交通无接触网运行等功能。

表8：交通运输领域超级电容应用场景及价值驱动因素

应用场景	轨道交通	公交车	卡车	船舶	越野车
储能/备用电源	高	中等	中等	中等	中等
发动机启动	高	高	高	中等	高
能量回收	高	中等	中等		高
发电机控制梯度				低	
船舶升沉补偿				中等	
无接触网运行	中等				

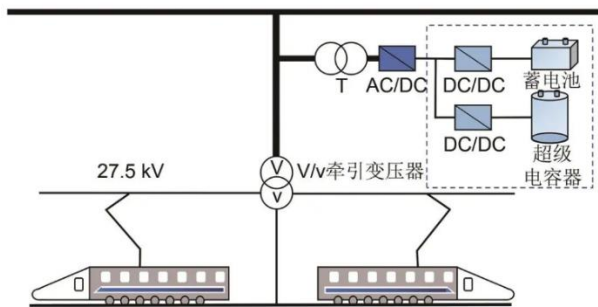
数据来源：Frost & Sullivan，东吴证券研究所

轨道交通车辆应用超级电容，实现制动能量回收、启停瞬间高功率充放电。以超级电容并联蓄电池组成轨道交通车辆的制动能量回收利用系统，实现列车制动时回收电能，非制动时释放电能，制动能量的回收以列车原有电制动的再生制动回馈为基础，对车载逆变器回馈到牵引网的制动能量中引起触网电压升高部分进行回收，非制动状态下，本车为主要负载，同时可为同一供电区间内的其他相邻列车进行功率补偿。

伴随 LIC 能量密度提升，超级电容公交实现充电 5 分钟、行驶 30 公里。锂电池纯电公交车需要建立配套的封闭集中充电场所，结合公交车行驶路线固定、启停次数多等特点，以超级电容为主电源，公交车可在停靠站时间通过智能柔性充电弓进行迅速充电，LIC 能量密度提升带动超级电容公交储电量提升，单次充电可行驶里程由 5 公里提升至 30 公里。据久事公交集团披露，2020 年底，上海 930 路、17 路、18 路、隧道 8 线、146 路新增 89 辆超级电容车，加上已经投运的 11 路、26 路，上海超级电容公交车超过百辆，配套的 6 个超级电容快充站也已完成外线送电。

与新能源公交应用类似，LIC 技术未来有望切入到高尔夫球车、旅游观光车、机场摆渡车、摆渡船等闭环线路运行的场景，增量市场广阔。

图47: 轨道交通车辆中的混合储能系统



数据来源:《储能科学与技术》, 东吴证券研究所

图48: 上海 930 路超级电容公交充电弓



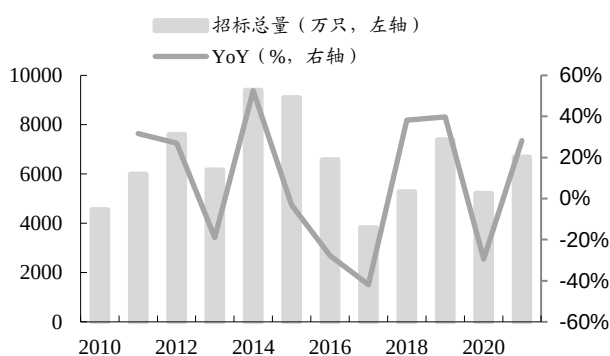
数据来源: 上观新闻, 东吴证券研究所

2.4. 工业领域: 作为备用电源、能量回收系统, 广泛应用于多领域

智能电表场景下, 超级电容用作内部 RTC 电路后备电源, 实现简化充放电电路设计、保障智能电表长期可靠运行。智能电表相较传统的电子式电表具备电能计量、实时监控、自动控制、信息交互、数据处理等功能, 是智能电网建设发展的重要组成部分, 2021 年疫情导致智能电表铺设进度放缓的负面影响消除后, 我国智能电表招标量开始回升, 2021 年招标量 6674 万只, 同比增长 28.2%。

超级电容作为智能电表内部 RTC 电路后备电源的优势在于, 其可满足智能电表 -40°C ~ $+85^{\circ}\text{C}$ 的严苛工作温度要求, 超长工作寿命能够保障智能电表长期可靠运行, 超级电容相对间接的充放电管理电路设计能够简化 RTC 后备电源设计。目前, 国网智能单相表已明确提出使用超级电容作为 RTC 保持后补后备电源, 保持 RTC 电路准确运行 48 小时以上, 以实现内置电池可更换的目的。

图49: 我国单、三相智能电表招标总量 (单位: 万只)



数据来源: 华经情报网, 东吴证券研究所

图50: 超级电容在智能电表中替代电池



数据来源: 品慧电子, 东吴证券研究所

风电变桨场景下, 备用电源需在极端恶劣情况下提供紧急电力, 应用超级电容相较于铅酸电池更具成本优势。风电变桨备用电源需要在遭遇大风恶劣天气或电网掉电等极端情况下提供电力、使桨叶紧急顺桨, 其所需电能总量不大, 但需在短时间内提供足够的电压和电流, 对备用电源的功率密度、恶劣环境耐受能力要求极高; 且备用电源直接并

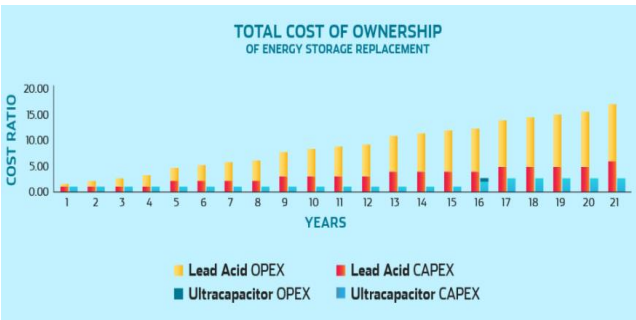
联在直流母线上、长期处于荷电待机状态，对备用电源的长期荷电寿命要求较高。根据 Skeleton，使用铅酸电池作为风电变桨备用电源需每年维护、4 年更换一次，而使用超级电容无需维护、15 年更换一次，超级电容作为风电变桨备用电源使用成本显著更低。

图51：风电机组中的风机变桨系统



数据来源：北极星储能网，东吴证券研究所

图52：超级电容相较铅酸电池使用成本显著更低



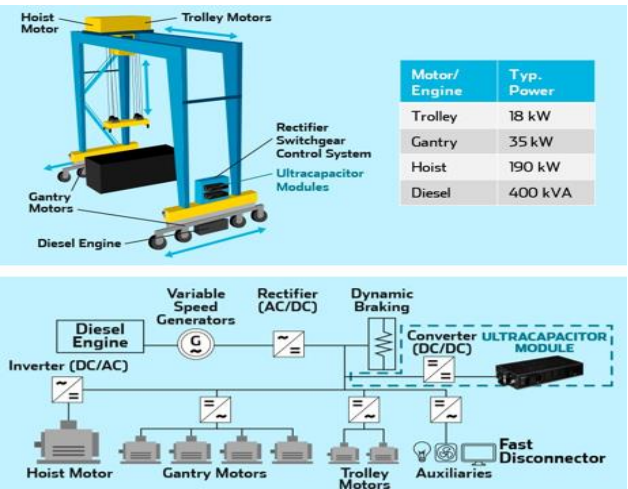
数据来源：Skeleton Tech，东吴证券研究所

注：图中 OPEX 为维护成本，CAPEX 为固定资产折旧

港口起重机场景下，电动机工作功率高达 200kW，使用超级电容弥补发动机过载状态下的系统动力不足。港口起重机电动机的工作功率高达 200kW，通常采用柴油发动机组作为动力源，在起重机集中作业情况下，发动机处于过载状态将导致转速下降、电压降低，短时需要足够的瞬时功率，超级电容可以利用其高功率密度的特性，快速提供大电流以弥补系统动力不足，避免电压、频率波动导致停机风险。

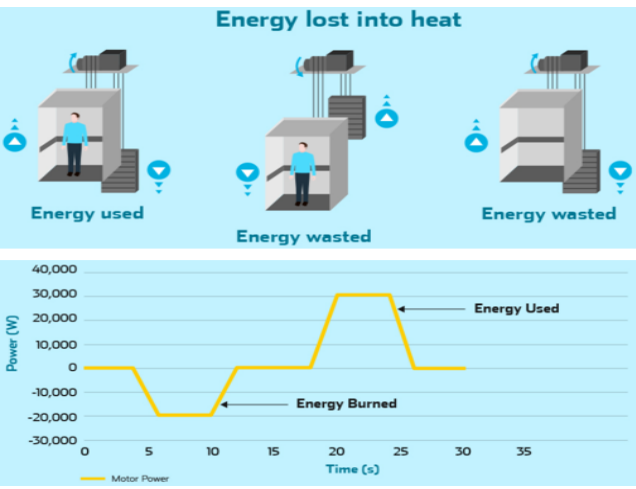
同时，超级电容在起重机处于轻载上行或重载下行两种状态下，收集系统回馈的能量，起重机处于负载状态下时，再将收集的能量送至主电网，达到节能环保的目的。根据 Skeleton 案例分析，在起重机系统中添加超级电容后相较添加前，系统可实现节能 30%、减少二氧化碳排放 10%。超级电容同样可在电梯、地铁轻轨等系统中发挥制动能量回收的作用，实现节能环保、降低运行成本的目标。

图53：港口起重机电动机工作功率高达 200kW



数据来源：Skeleton Tech，东吴证券研究所

图54：轻载上行或重载下行时，曳引机产生再生电能



数据来源：Skeleton Tech，东吴证券研究所

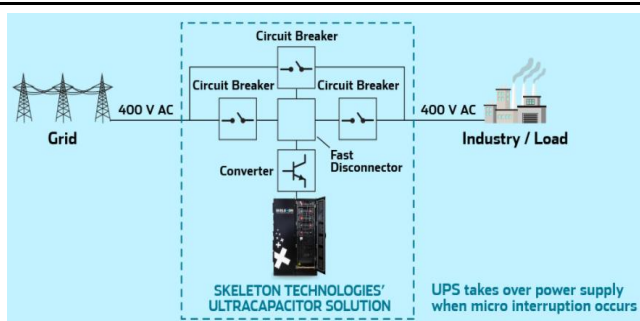
不间断电源场景下，超级电容可在几秒内提供兆瓦级的 UPS 解决方案，防止生产损失与系统故障。不间断电源（UPS）用于给对电源稳定性要求较高的设备提供不间断的电源，该应用可以避免电压暂降、暂升、中断等电能质量问题造成的产品损失、生产时间损失、设备损坏等严重后果。在数据中心、智能制造、数据信息化管理、安全生产、电力电子制造等领域，连接电网和负载的超级电容 UPS 解决方案可在几秒内提供兆瓦级的脉冲，同时具备零维护、长寿命、宽工作温度范围等优势。

表9：电能质量问题可能导致产品损失、生产时间损失、设备损坏等后果

敏感设备	电压有效值	持续时间	危害
计算机	< 60%	超过 240ms	数据丢失
芯片制造业	< 85%	-	停止工作
可编程控制器	< 50%~60%	-	停止工作
数控精密机械	< 90%	超过 40ms~60ms	停止工作
冷却控制器	< 80%	超过 40ms~60ms	停止工作
调速装置	< 70%	超过 120ms	调速装置切除
电动机接触器	< 50%	超过 20ms	接触器释放

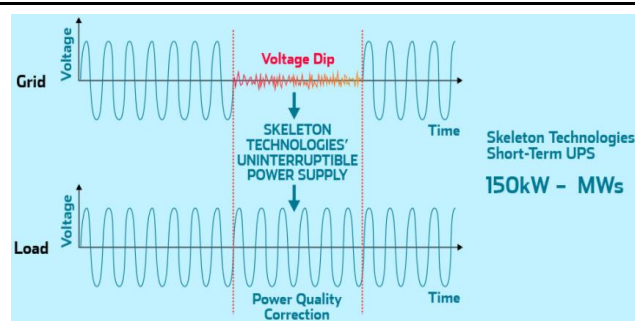
数据来源：指月集团，东吴证券研究所

图55：连接电网和负载的超级电容 UPS 解决方案



数据来源：Skeleton Tech，东吴证券研究所

图56：超级电容 UPS 解决方案提供短时、高功率脉冲

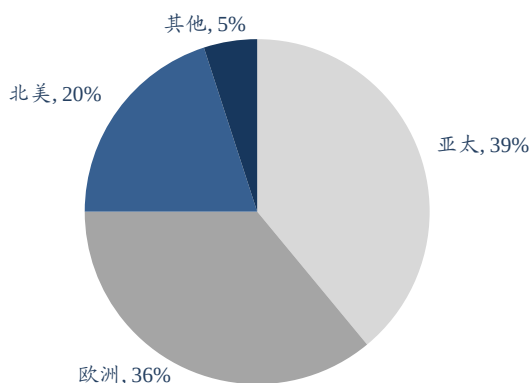


数据来源：Skeleton Tech，东吴证券研究所

3. 供给端：产业链各环节携手成长，本土厂商迎增长机遇

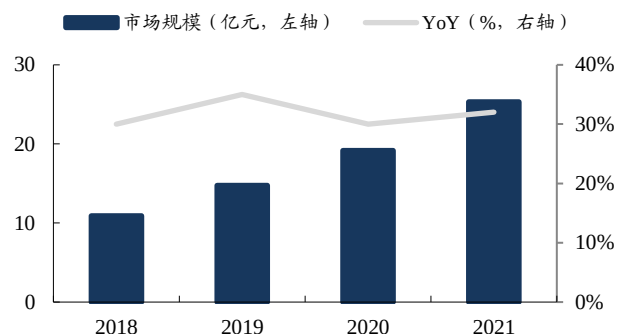
中国超级电容市场规模快速增长。2021 年全球超级电容市场规模分地区来看，亚太地区份额占 39%位列第一，中国是亚太地区超级电容市场规模排名第一的国家，2021 年市场规模达 25.3 亿元，占全球 24%份额，且中国市场规模同比增速达 32%，远高于全球市场 15%的同比增速，伴随中国本土超级电容产业链各环节厂商的共同努力，中国有望引领全球超级电容产业的发展。

图57: 2021年超级电容市场规模分地区占比



数据来源: 超级电容产业联盟, 东吴证券研究所

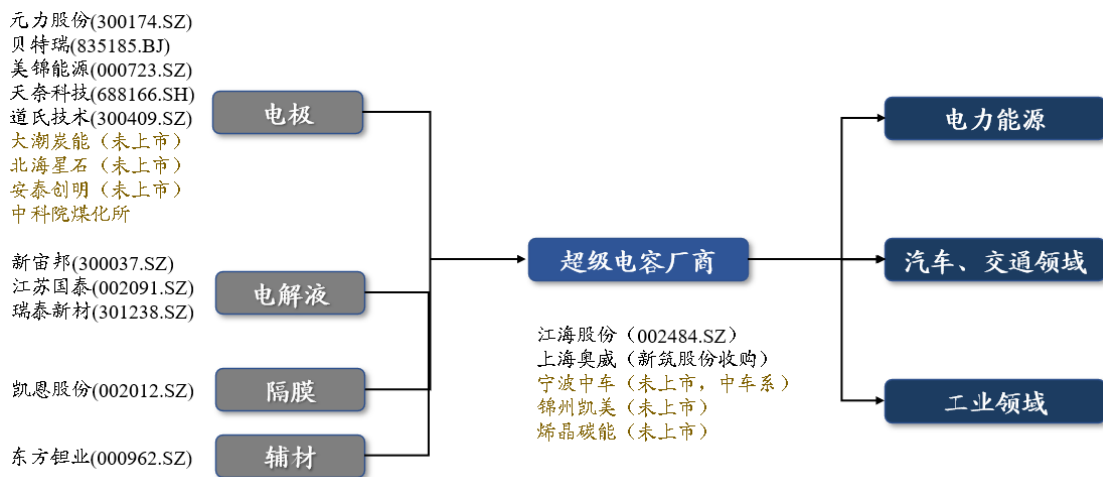
图58: 中国超级电容市场规模



数据来源: 超级电容产业联盟, 东吴证券研究所

产业链各环节厂商齐发力, 加速推进超级电容国产化进程。上游原材料环节, 电解液国产化配套已相对成熟, 电极、隔膜等高技术壁垒领域的国产化正在加速推进, 元力股份、凯恩股份已实现对国内超级电容厂商配套供货, 超级电容核心技术自主可控趋势凸显。中游超级电容制造环节, 本土超级电容厂商新建、扩产项目稳步推进。下游终端应用环节, 电力能源、汽车是超级电容最主要的两大增量市场, 本土新能源市场的快速增长将带动超级电容产业链向国内迁移, 且有中国中车、新筑股份等终端厂商通过参控股方式, 为本土超级电容厂商创造合作研发、协同成长机遇。

图59: 超级电容本土产业链



数据来源: Wind, 各公司官网, 东吴证券研究所

表10：2021 年以来中国超级电容产业新建项目一览

项目方	项目名称	项目时间
北海星石碳材料科技有限责任公司	北海星石新能源材料产业园一期项目	2021.3
南通江海电容器股份有限公司	江海总部项目	2021.3
重庆中科超容科技有限公司	年产 1 亿颗中小型超级电容器生产线智能化建设项目	2021.4
宁波中车新能源科技有限公司	宁波中车新能源战略增资合作项目	2021.5
西安合容新能源科技有限公司	3.0V 超级电容器生产线项目	2021.6
容创未来（天津）新能源有限公司	新一代超快充储能器件——高比能超级电容器产业化项目	2021.7
宁波瞬能科技有限公司	超级电容锂电池产业总部项目	2021.9
肇庆绿宝石电子科技股份有限公司	全资子公司广东绿宝石储能科技有限公司成立	2021.10
东莞市东阳光电容器有限公司	铝电解电容器、超级电容器生产基地	2021.10
西安合容新能源科技有限公司	大容量储能装置用超级电容器项目正式投产	2021.10
福建火炬电子科技股份有限公司	火炬电子紫华园暨超级电容器项目	2021.12
安徽德渥新能源科技有限公司	新能源超级电容项目	2021.12
山东精工电子科技有限公司	高性能超级电容器研发及产业化项目	2022.2
山西美锦能源股份有限公司	电容炭工业化生产线（一期）	2022.4
锦州凯美能源有限公司	扩产建厂项目	2022.5
深圳清研电子科技有限公司	增资	2022.5

数据来源：《超级电容产业白皮书 2022》，东吴证券研究所

超级电容国产化率持续提升，本土厂商迎来高增长拐点。2019 年，美国超级电容龙头 Maxwell 被特斯拉收购，其超级电容业务增速逐步放缓，国内市场份额逐渐被本土厂商抢占。目前，多家超级电容本土厂商已初具规模，其中，宁波中车凭借中车集团在交通领域及风力发电的渠道优势及技术研发支持，已成为国内领先的超级电容厂商；锦州凯美专精中小型超级电容，产品以单体为主，在消费类超级电容和智能仪表领域形成竞争优势；江海股份凭借在工业电容领域的深厚积累，实现超级电容产品应用场景全覆盖；上海奥威与烯晶碳能则主要聚焦电车领域。受限于超级电容项目投入周期较长，本土厂商收入体量目前仍较小，未来，伴随电网调频、混合储能、车用等新兴领域市场的快速起量，本土厂商有望迎来高增长拐点。

表11: 中国超级电容市场核心玩家对比

核心玩家	主要产品类型	产品容量范围	聚焦领域	竞争优势	21 年收入体量
宁波中车	EDLC、混合型	350-60000F	轨道交通、新能源车、风力发电、微网储能、工程机械、军工	大型超级电容产品类型丰富，倚靠中车集团渠道优势，产品技术性能领先	4 亿元+
锦州凯美	EDLC	0.1-3000F	消费类、智能仪表	专精中小容量超级电容，规模优势显著	----
江海股份	EDLC、混合型	0.1-16000F	智能仪表、新能源车、风力发电、轨道交通	国内工业电容龙头，市场渠道广	2.4 亿元
上海奥威	EDLC、混合型	166-28000F	电动公交车、轨道交通、电动重型车	专注电动汽车超级电容	1 亿元+
烯晶碳能	EDLC、混合型	6.2-3400F	新能源车、电网调频	产品定位高端超级电容，专注乘用车市场，与下游车企联系密切	---

数据来源：各公司官网，头豹研究院，Wind，东吴证券研究所

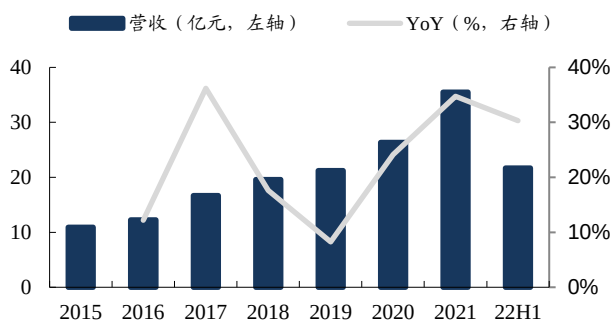
4. 投资建议

经过多年的技术沉淀和产业发展，超级电容已经在风电变桨系统、智能电表、轨道交通等领域形成了自我维持的高速增长，并在技术进步、成本降低、政策驱动三重利好推动下，超级电容有望在电网调频、混合储能、汽车等领域迎来向上加速拐点。基于此，我们重点推荐布局铝电解+薄膜+超级电容三大产品线的国内工业电容龙头江海股份，建议关注拓展超级电容炭赛道的国内木质活性炭龙头元力股份，以及建议关注积极布局超级电容业务的风华高科。

4.1. 江海股份：工业电容龙头，铝电解电容稳增、薄膜&超级电容迎业绩拐点

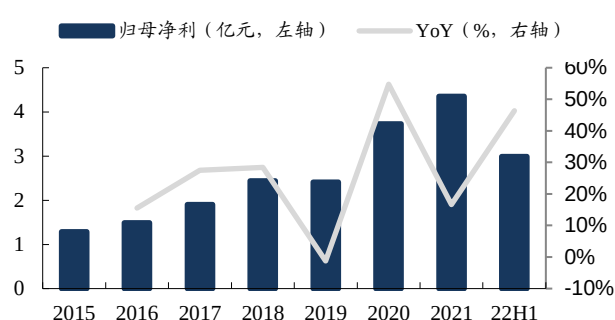
江海股份布局铝电解电容、薄膜电容、超级电容三大业务，2021 年公司营收、归母净利润为 35.5 亿元、4.4 亿元，同增 35%、17%，22H1 营收、归母净利润为 21.7 亿元，3.0 亿元，同增 30%、46%。业务结构方面，2021 年铝电解电容、薄膜电容、超级电容三大产品营收占比 80.2%、6.3%、6.8%，超级电容实现 2.4 亿元营收，同增 47%。

图60: 江海股份营业收入及同比增速



数据来源: Wind, 东吴证券研究所

图61: 江海股份归母净利润及同比增速



数据来源: Wind, 东吴证券研究所

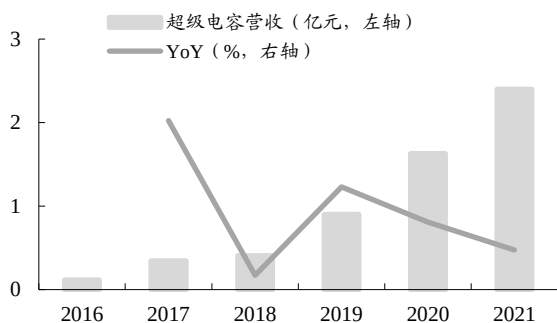
超级电容 EDLC、LIC 技术路线并行，多领域发力助力公司超级电容营收持续高增长。江海股份持续推进 EDLC、LIC 两大技术路线，目前拥有 3 条 EDLC 和 5 条 LIC 完整产线，2016 年定增建设“超级电容器产业化项目”，截至 2021 年底投资进度达 73%，项目达产将实现产能双电层电容 300 万 Wh/年、锂离子电容产能 2500 万 Wh/年。**市场方面**，2020 年，风电领域超级电容营收占比约 54%，客户包括德国 SSB、华电等企业，轨道交通领域占比约 20%。2021 年，公司与国内领先新能源客车企业苏州金龙合作开发的首台锂离子超级电容纯电动客车正式下线，充电五分钟可实现续航 30 公里，适合公交线路运营。2021 年，公司持续发力智能表、轨道交通、电网调频、油改电等应用领域。随着多领域同时开花，公司超级电容业务呈现持续高增长，2021 年公司超级电容营收达到 2.4 亿元，17-21 年营收 CAGR 为 62%。展望未来，超级电容业务有望成为公司新的业绩引擎，打开公司长期成长天花板。

表12: 江海股份超级电容业务布局时间表

时间	事件
2013	受让日本 ACT 的 LIC 技术，进入超级电容器领域
2014	收购 VOLTA 8% 股权，利用其在超级电容及储能领域的技术实力。全职引进超级电容器领域技术专家杨恩东
2015	投资设立子公司江海储能，专注于超级电容器的战略发展
2016	募集 12 亿资金，其中 8 亿计划用于超级电容器的研发与市场开拓，项目达产将实现年产 300 万 Wh 双电层电容、2500 万 Wh 锂离子超容
2020	生产场地搬迁，完成大规模量产所需的基础设施投入
2021	与国内领先新能源客车企业苏州金龙合作开发的首台锂离子超级电容纯电动客车正式下线，充电五分钟可实现续航 30 公里，适合公交线路运营
2022	截至 6 月 30 日超级电容器产业化项目已累计投入约 5.9 亿元，投资进度达 74%，提升了其在智能表、电网等成熟市场等应用，在智能表、电网等成熟市场的营收持续提升，同时在港口机械、采掘装备、电网调频、油改电、储能、电动大巴等领域打开市场

数据来源: 江海股份公告, 东吴证券研究所

图62: 江海股份超级电容营收规模快速增长



数据来源: Wind, 江海股份公告, 东吴证券研究所
注: 2019年及以前数据为子公司江海储能销售收入

图63: 江海股份超级电容调频储能系统已落地



数据来源: 江海股份, 东吴证券研究所

4.2. 元力股份: 国内木质活性炭龙头, 超级电容炭助力业绩增长

元力股份自成立以来即专注于活性炭的研发、生产与销售, 2021年实现硅酸钠、白炭黑、硅胶产业链整合。活性炭产销持续向好, 2021年产量、销量达11.3万吨、11.4万吨, 同增12%、20%, 带动公司整体营收和归母净利润分别为16.1亿元和1.5亿元, 分别同比增长42%和21%, 22H1公司营收和归母净利润分别达9.9亿元和1.1亿元, 分别同比增长37%和73%。

图64: 元力股份营业收入及同比增速



数据来源: Wind, 东吴证券研究所

图65: 元力股份归母净利润及同比增速



数据来源: Wind, 东吴证券研究所

公司积极布局超级电容炭产业, 正在引领超级电容炭国产替代。元力股份目前已建成300吨/年超级电容炭产能, 预计2024年扩产到1000吨/年。客户端, 公司已与多家超级电容厂商建立良好合作关系, 包括已与中国林科院产业化工研究所南京开发总公司、中国科学院重庆绿色智能技术研究院、锦州凯美能源有限公司等多家企业达成合作, 2019年成为宁波中车超级电容炭产品指定战略合作供应商。超级电容炭市场目前主要被日本可乐丽所占据, 公司正在引领超级电容炭国产替代, 未来前景十分广阔。

表13: 元力股份超级电容炭业务布局时间表

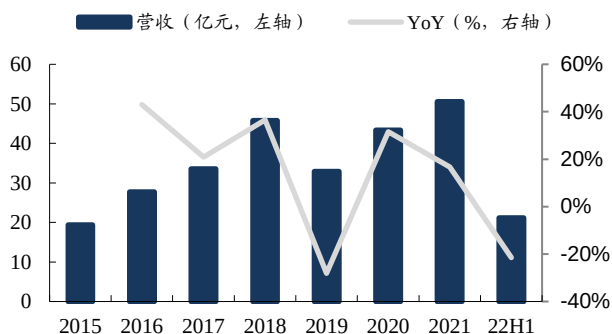
时间	事件
2013	组建超级电容炭研发团队
2018	成功自主研发了超级电容炭的生产技术和生产装备, 建成投产第一条超级电容炭生产线, 并实现稳定供货
2019	发行非公开募集项目, 规划在南平工业园区建设年产 600 吨超级电容炭生产线
2020	首期年产 150 吨超级电容炭生产线于 2020 年 8 月投产
2021	第二条年产 150 吨的超级电容炭建成投产, 总产能达 300 吨/年
2022	剩余 300 吨年产能预计于 2022 年建成达产, 总产能将达 600 吨/年, 预计 2024 年将扩产到 1000 吨/年

数据来源: 元力股份公告, 东吴证券研究所

4.3. 风华高科: 国内被动元件领军企业, 已突破能量型锂离子超级电容产品

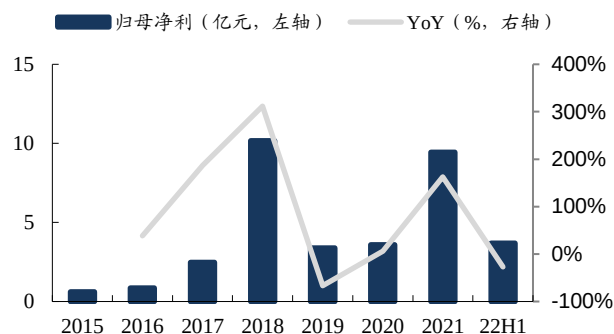
风华高科是国内被动元件领军企业, 主营产品包括 MLCC、片式电阻器、电感器、超级电容、陶瓷滤波器等多种电子元器件, 是目前国内被动元件行业规模最大、元器件产品系列生产配套最齐全的企业。根据公司消息, 其锂离子超级电容产品已实现量产, 在相同规格尺寸下, 容量比碳基超级电容大 10 倍, 技术处于国内领先水平。公司超级电容全资子公司已于 2021 年 6 月投产, 超级电容研发生产基地技术改造项目在持续推进过程中, 未来公司有望受益超级电容下游需求起量。

图66: 风华高科营业收入及同比增速



数据来源: Wind, 东吴证券研究所

图67: 风华高科归母净利润及同比增速



数据来源: Wind, 东吴证券研究所

5. 风险提示

超级电容新兴下游应用市场增长不及预期: 风电变桨、智能电表、工业备用电源及功率电源等传统超级电容下游应用市场已进入稳增阶段, 电网调频、储能、汽车启停等领域将成为拉动超级电容市场高速增长的核心驱动力, 若超级电容在新兴市场的拓展及量产落地不及预期, 则将导致超级电容整体市场规模增速不及预期;

超级电容后续能量密度提升、成本降低进程不及预期：能量密度较低、储能成本较高是限制超级电容应用范围的两大因素，超级电容市场的进一步拓展依赖于其能量密度提升、成本降低，若以上产业趋势进程不及预期，则将可能导致超级电容市场规模增速不及预期；

超级电容产业链国产化进程不及预期：超级电容原材料中，电极与隔膜因技术壁垒较高而长期依赖进口，是造成超级电容成本较高的主要因素之一，元力股份、北海星石、凯恩股份等本土厂商正大力推动电极、隔膜材料国产化，产业链国产化将带动超级电容制造成本持续下降，若超级电容产业链国产化进程不及预期，则将可能制约超级电容成本的进一步下降，从而制约其应用市场拓展。

免责声明

东吴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。

本研究报告仅供东吴证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议，本公司不对任何人因使用本报告中的内容所导致的损失负任何责任。在法律许可的情况下，东吴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。

市场有风险，投资需谨慎。本报告是基于本公司分析师认为可靠且已公开的信息，本公司力求但不保证这些信息的准确性和完整性，也不保证文中观点或陈述不会发生任何变更，在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。

本报告的版权归本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制和发布。如引用、刊发、转载，需征得东吴证券研究所同意，并注明出处为东吴证券研究所，且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。

东吴证券投资评级标准：

公司投资评级：

买入：预期未来 6 个月个股涨跌幅相对大盘在 15%以上；

增持：预期未来 6 个月个股涨跌幅相对大盘介于 5%与 15%之间；

中性：预期未来 6 个月个股涨跌幅相对大盘介于-5%与 5%之间；

减持：预期未来 6 个月个股涨跌幅相对大盘介于-15%与-5%之间；

卖出：预期未来 6 个月个股涨跌幅相对大盘在-15%以下。

行业投资评级：

增持：预期未来 6 个月内，行业指数相对强于大盘 5%以上；

中性：预期未来 6 个月内，行业指数相对大盘-5%与 5%；

减持：预期未来 6 个月内，行业指数相对弱于大盘 5%以上。

东吴证券研究所

苏州工业园区星阳街 5 号

邮政编码：215021

传真：（0512）62938527

公司网址：<http://www.dwzq.com.cn>