

动力与储能齐飞，群雄启航新征程

——锂离子电池及关键材料技术发展研判

2022年9月28日

证券分析师

陈骁

证券投资咨询资格：S1060516070001

CHENXIAO397@PINGAN.COM.CN

皮秀

证券投资咨询资格：S1060517070004

PIXIU809@PINGAN.COM.CN

张之尧

一般证券业务资格：S1060122070042

ZHANGZHIYAO757@PINGAN.COM.CN



摘要

- **电池行业：**呈现高技术壁垒和规模经济。磷酸铁锂电池成本低、寿命长、安全性好，适合于商用车、中低端乘用车、储能等领域。三元电池比容量高、快充性优、耐低温性好，适合于中高端乘用车。**动力电池**行业高速发展，磷酸铁锂电池重回主导，高比能量、高安全、长寿命、快充是主要方向。**储能电池**市场高速增长，大型储能是主要应用市场，电芯以280Ah以上方形为主，向更大容量、低成本、长寿命和高安全方向发展；户储以100Ah以下小电芯为主，圆柱、软包、方壳封装形式均有。
- **电池材料：**三元正极和隔膜材料呈现高技术壁垒，磷酸铁锂、负极材料、铜箔、电解液呈现较强的规模经济。正极、负极、电解液、铜箔、隔膜是锂电池主要直接材料成本。目前三元材料和负极材料2025年前产能需求紧张，磷酸铁锂、电解液、锂电铜箔到2025年存在产能结构性过剩风险。技术上，磷酸锰铁锂材料蓄势待发，高镍、低钴、单晶等三元材料技术持续迭代，硅基材料适合圆柱动力电池，电解液新型锂盐LiFSI将实现快速增长，涂覆隔膜、三层共挤干法隔膜技术快速发展。PET铜箔有望实现产业化。
- **新型电池技术：**钠离子电池正在构建产业链，利好具有深厚技术实力的新兴企业；固态电池未来前景良好，需要强有力的资金支持和技术积累。
- **投资机遇：**1) 动力电池呈现高技术壁垒、品牌效益和规模经济，建议关注具有技术积累和新扩产能的**中创新航**、**国轩高科**、**亿纬锂能**；储能电池注重企业品牌渠道和成本，建议关注深耕储能和新扩产能的**鹏辉能源**、**派能科技**。2) 电池材料方向，三元正极和隔膜呈现高技术壁垒，磷酸铁锂、负极、电解液、锂电铜箔呈现较强的规模经济。三元正极高镍、低钴/无钴、单晶、高电压、四元等技术迭代，建议关注三元高镍出货量较高的**容百科技**、**华友钴业**（天津巴莫）。涂覆隔膜、三层共挤干法隔膜发展迅速，建议关注该技术领先的**恩捷股份**、**星源材质**。建议关注快速扩产的磷酸铁锂龙头企业**湖南裕能**、**德方纳米**、**万润新能**；目前国内人造石墨负极产能偏紧，建议关注产能一体化发展和大力新扩产能的**贝特瑞**、**璞泰来**。电解液产业链一体化布局降本增效明显，建议关注材料一体化布局程度较高的**天赐材料**、**新宙邦**。锂电铜箔方向建议关注在极薄化方向实现供货的**龙电华鑫**、**诺德股份**。3) 钠离子电池方向建议关注钠离子技术积累较高的**中科海钠**（非上市）。固态电池方向建议关注攻关硫化物/氧化物技术路线的**卫蓝新能源**（非上市）、**蜂巢能源**（非上市）。
- **风险提示：**1) 疫情导致产业链需求不及预期风险。2) 技术路线变化风险。3) 原材料价格波动风险。4) 市场竞争加剧风险。



CONTENT 目录

① 锂离子电池：铁锂和三元各有所长，降本增效是关键

- 1.1 总体概况：铁锂和三元各有优势，方形综合性能最优
- 1.2 动力电池：高比能量/高安全/长寿命/快充是主要方向
- 1.3 储能电池：磷酸铁锂低成本、长寿命，是国内主流路线

② 电池材料：新型材料有效提升电池性能

- 2.1 总体概况：以五大关键材料为主，资源供应端是机会
- 2.2 正极材料：磷酸锰铁锂蓄势待发，高镍/低钴/单晶快速发展
- 2.3 负极材料：硅基材料提升电池容量，适合圆柱电池
- 2.4 电解液：新型锂盐有望快速增长，添加剂开发和配方是关键
- 2.5 锂电铜箔：PET铜箔提升综合性能，加速实现产业化
- 2.6 隔膜：新型隔膜基材和湿法涂覆是重点研发方向

③ 新型电池技术：性能优越有效降本，有望抢滩动力和储能应用

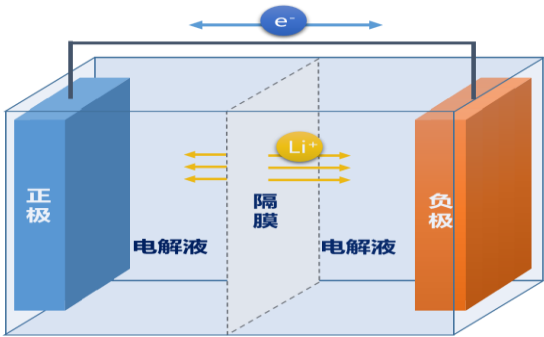
- 3.1 钠离子电池：有望入局储能和入门级电动车市场
- 3.2 固态电池：车规级硫化物及氧化物固态电池有望率先应用

④ 投资建议与风险提示

1.1 总体概况：锂离子电池卓越性能使其成为最佳的储能载体

- 锂离子电池是指以锂为能量载体的二次电池（充电电池），充电时锂离子从正极脱出，经过电解液和隔膜，嵌入负极，放电发生相反过程，又称摇椅式电池。
- 锂是常温下电荷/质量比最高的固体物质，使锂离子电池成为能量密度最高的储能单元。同时，锂离子电池还具有寿命长（循环寿命超过2000次）、额定电压高（3.2-3.7V）、功率承受能力高（三元电池可达到3C充放电能力）、自放电率低、高低温适应性强、绿色环保等优点。
- 锂离子电池发展始于消费领域，目前在动力和储能领域快速发展。

锂离子电池结构

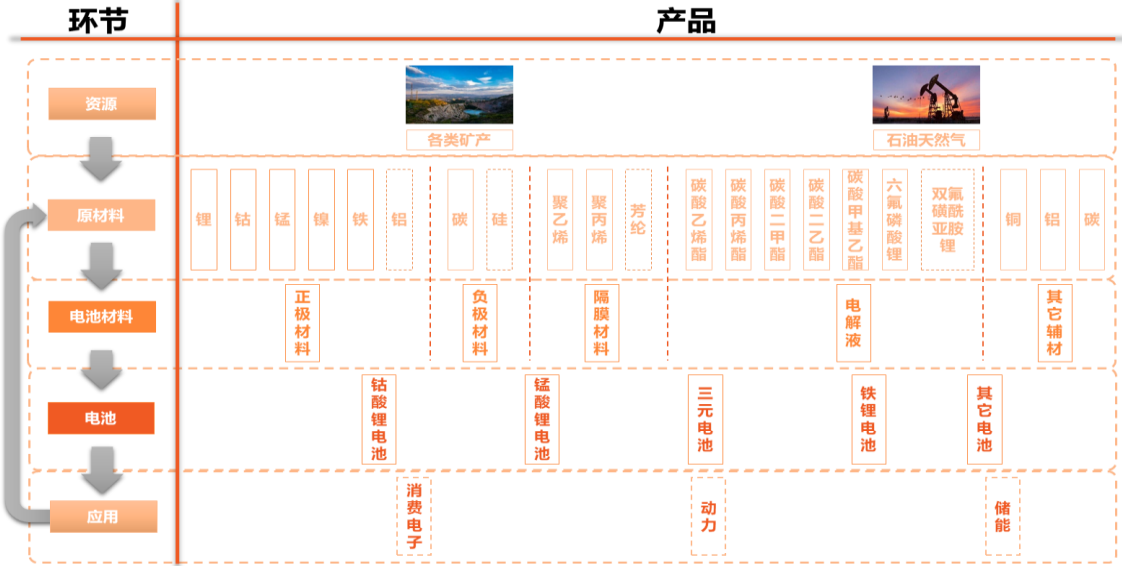


三种二次电池性能对比

	锂离子电池	铅酸电池	镍氢电池
单体比能量 (Wh/kg)	- 三元可以260 - 磷酸铁锂170左右	30左右	70左右
循环寿命 (室温)	- 三元电池2000次 - 磷酸铁锂电池5000次	- 普通版500-800次 - 铅炭电池4000次	1000次
日历寿命 (室温)	8年以上	- 普通版2年左右 - 铅炭电池15年	10年以上

数据来源: GGII, 亿欧智库, 平安证券研究所

锂离子电池产业链全景图



数据来源: GGII, 亿欧智库, 平安证券研究所

1.1

总体概况：磷酸铁锂电池成本、寿命、安全性较优，三元锂电池比容量、快充、耐低温较好

- 锂离子电池按照正极材料不同分为磷酸铁锂电池和三元锂电池。磷酸铁锂材料生产资源丰富，成本、循环寿命和热稳定性优于三元材料，适合于商用车、中低端乘用车、储能等领域。三元锂电池理论比容量（能量密度）比磷酸铁锂高60%，充电倍率更高，低温性能好，适合于中高端乘用车等领域。

磷酸（锰）铁锂电池和三元锂电池性能对比

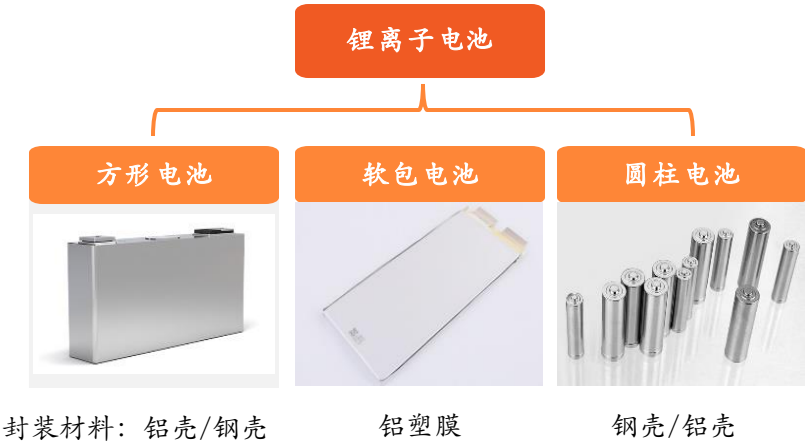
类型	磷酸铁锂（LFP）	磷酸锰铁锂（LMFP）	镍钴锂三元（NCM）	镍钴铝三元（NCA）
结构	橄榄石	橄榄石	层状	层状
正极材料资源	LiFePO ₄	LiMn _x Fe _{1-x} PO ₄	LiNi _x Co _y Mn _{1-x-y} O ₂	LiNi _x Co _y Al _{1-x-y} O ₂
正极材料资源	磷铁资源丰富	磷铁资源丰富	钴资源贫乏	钴资源贫乏
正极合成工艺	较难	较难	较难	难
理论比容量（mAh/g）	170	-	275	-
实际比容量（mAh/g）	130-150	-	150-220	150-220
电压平台（V）	3.2	4.1	3.7	3.7
循环寿命（次）	4000-6000	-	2000-3000	2000-3000
充电速度	较慢	较慢	快	快
安全性能	优	优	良	良
倍率性能	一般	较优	优	优
综合成本	低	较低	高	高
优点	安全性好，循环寿命长，成本低		比容量高；倍率性好	
缺点	能量密度低，低温性能差；		安全性低，循环寿命短	
应用领域	商用车、中低端乘用车、储能等		中高端乘用车等	

数据来源: GGII, 亿欧智库, 平安证券研究所

1.1 总体概况：方形电池综合性能最优，软包电池能量密度最高，圆形电池一致性较高

- 锂离子电池按照封装工艺不同分为方形电池、软包电池和圆柱电池。
- 方形电池优点是封装可靠度较高、结构简单、单体能量密度较高、系统成组效率较高、稳定性相对较好，缺点是型号多，工艺难统一，单体差异性较大，使系统寿命低于单体寿命。
- 软包电池采用铝塑膜包装，优点是能量密度较高，电池内组小、循环寿命长，缺点是高端铝塑膜依赖进口、生产效率低、成品率不高。
- 圆柱电池硬壳封装可靠度较高，优点是电池一致性较高，工艺成熟，成本较低，电池产品良率、散热性能较好，但缺点是成组后散热设计难度大，系统能量密度较低。

锂离子电池按封装工艺不同分类



数据来源：GGII，钜大锂电，平安证券研究所

三种锂离子电池优缺点分析

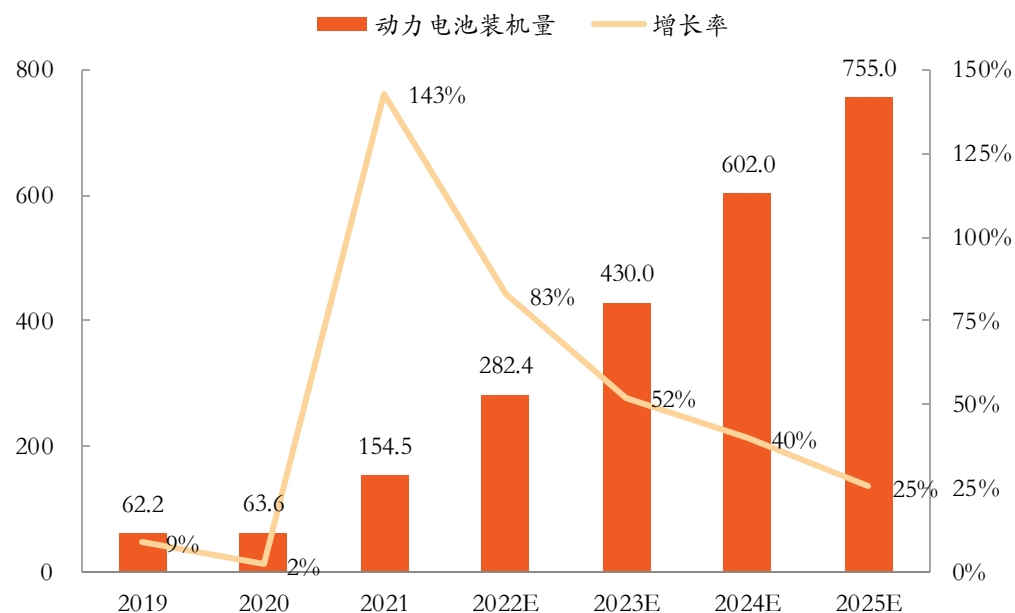
电池类型	方形电池	圆柱电池	软包电池
优点	封装可靠度高；安全性高；系统能量效率高；能量密度较高；结构较为简单，扩容相对方便；单体容量大，系统构成相对简单，稳定性好；续航能力突出	散热性能提升，能量密度提升，温升降低，倍率性能提升	尺寸变化灵活；能量密度高；重量轻；内阻小
缺点	型号多，工艺难统一，单体差异性较大；在大规模应用中，存在系统寿命远低于单体寿命的问题	注液效率低；成组效率低导致电池包能量密度不高，生产工艺难度大	机械强度差；封口工艺难；成组结构复杂；设计难度大；成本性、一致性、安全性表现一般

数据来源：GGII，亿欧智库，平安证券研究所

1.2 动力电池：行业高速发展，磷酸铁锂电池重回市场主导地位

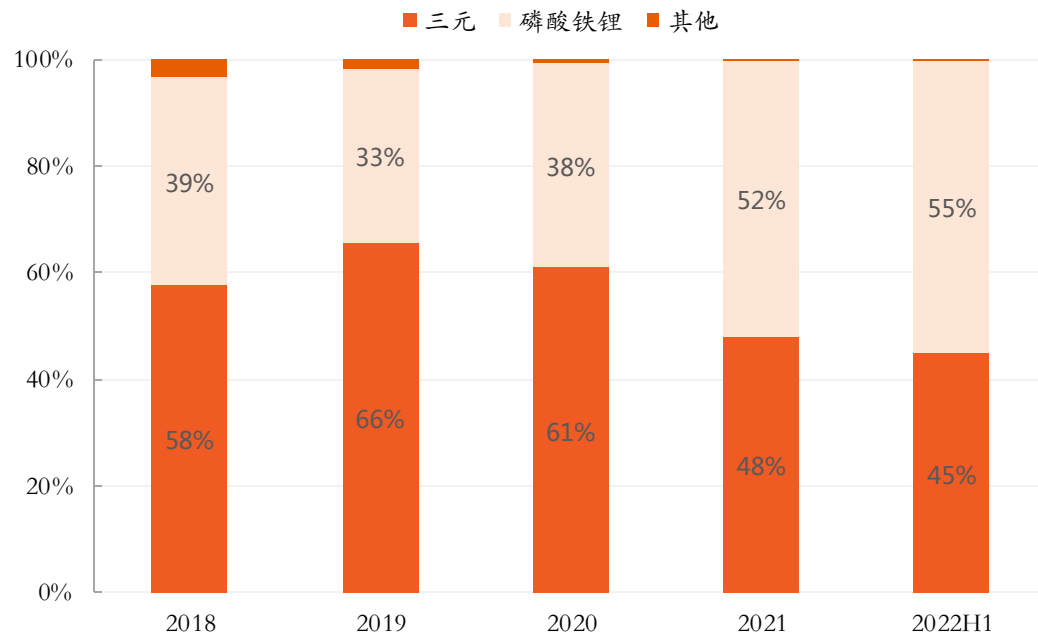
- 中国动力电池装机量保持高速增长势态，到2025年年均复合增长率达到49%。受中国新能源汽车快速增长拉动，中国动力电池装机量2022年上半年达到110.1GWh，同比增长109.8%，预计2022年装机量超过280GWh，2025年将超过750GWh。
- 磷酸铁锂动力电池重回主导地位。近三年内，随着政策补贴力度下降，磷酸铁锂在成本、安全方面的优势逐渐显现，市场装机快速上升，市场占比逐年提升，2021年实现三元电池装机量的反超，2022年上半动力电池份额增至55%。

2019-2025年中国动力电池装机量及预测（GWh）



数据来源：中国汽车动力电池产业创新联盟，亿欧智库，平安证券研究所

2018-2022H1年中国动力电池产品结构装机量占比变化

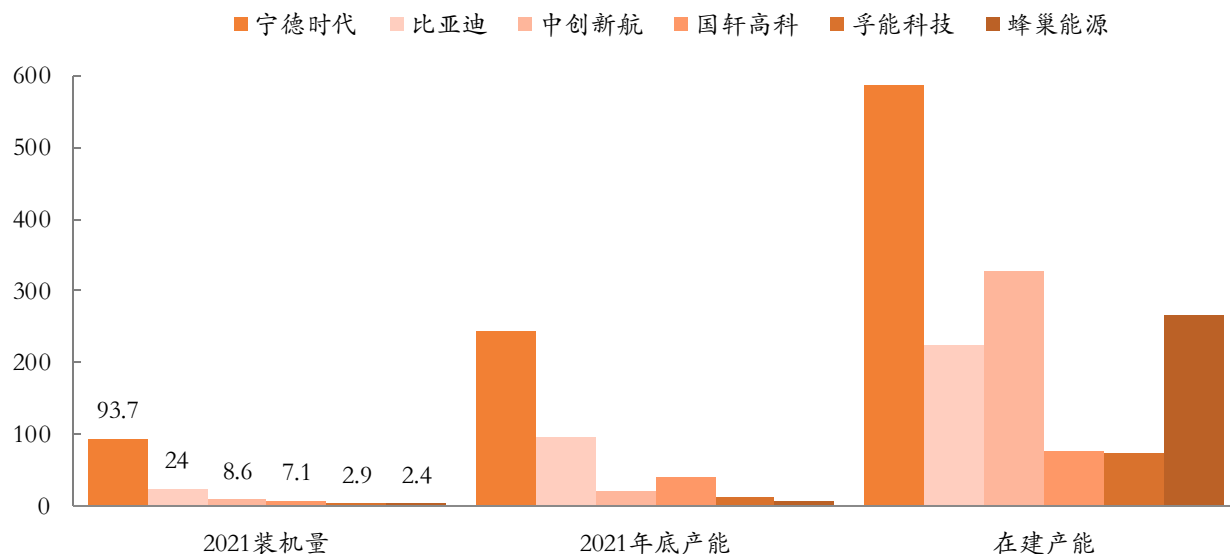


数据来源：亿欧智库，GGII，平安证券研究所

1.2 动力电池：企业竞争呈现一超一强多雄，头部企业进入快速扩张期

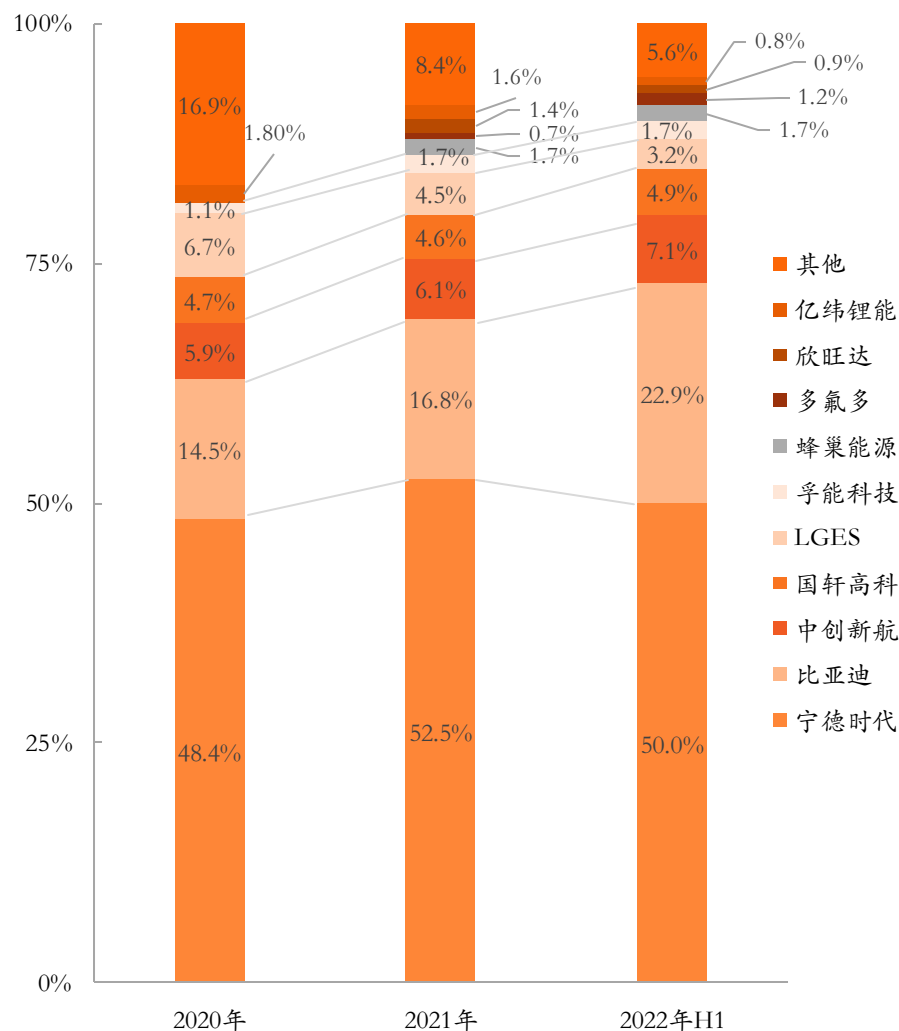
- 企业竞争呈现一超一强多雄格局。一超是指宁德时代，占据国内近一半市场份额。一强指比亚迪，凭借刀片电池和汽车制造一体化布局快速扩张，增速较快，占据约23%市场份额，2020年-2022年H1市占率快速上升。多雄指中创新航、国轩高科、孚能科技、蜂巢能源等，2020年-2022年H1市占率呈稳步上升趋势。
- 头部企业进入快速扩张期。据不完全统计，截至2021年底，国内6家头部企业在建产能合计超1.5TWh，是已有产能的2.7倍，产能扩张迅速。

2021年6家头部动力电池企业装机量、产能、在建产能对比（GWh，不完全统计）



数据来源：GGII，Wind，平安证券研究所

2020年-2022年H1国内动力电池企业装机量占比变化



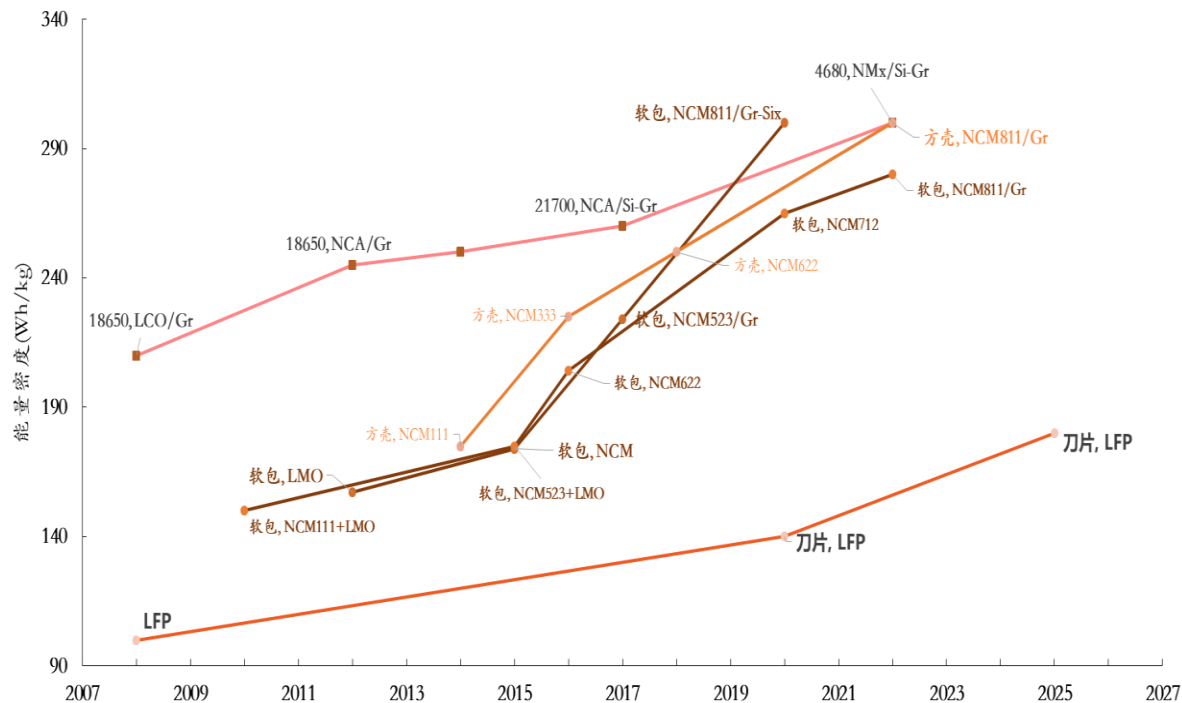
数据来源：GGII，起点锂电大数据，平安证券研究所

注：2021年时代上汽装机量并入宁德时代

1.2 动力电池：高比能量、高安全、长寿命、快充是主要方向

- **高比能量方面**，三元软包电池单体能量密度最高到达300Wh/kg。目前三元方壳电池单体比能量已接近300Wh/kg，系统能量密度达到255Wh/kg。磷酸铁锂刀片（方形）电池能量密度接近170Wh/kg，系统能量密度超过140Wh/kg。三元软包电池比能量已达到300Wh/kg，系统能量密度达到接近220Wh/kg。
- **高安全方面**，现阶段主要通过使用本体安全、过程安全、消防安全三种方式提升电芯安全性能。本体安全主要依靠难燃和不燃电解液、高熔点隔膜和正极材料改性和包覆来提高电池的本体安全。

◎ 动力电池单体结构体系能量密度发展历程



资料来源：孚能科技，平安证券研究所

◎ 动力电池安全防控技术

技术分类	详细介绍
本体安全	• 难燃和不燃电解液：通过添加TPP、CDP、IPPP等阻燃添加剂，以及阻燃添加剂和内部灭火协效的方法，研发出兼备电化学性能和高安全电解液； • 有机、无机隔膜：提高隔膜熔点(有机：聚酰亚胺、聚丙烯腈等；无机：陶瓷)； • 正极材料改性和包覆：高性能掺杂提高热稳定性，包覆隔绝正极材料与电解液接触
过程安全	三级火灾预警技术： • 一级故障预警：以及早发现电池及其模型的隐患故障，并进行安全处置； • 二级热失控预警：在电池及其模组热失控着火前提前进行预警，以保障人员有足够的时间逃生； • 三级报警灭火：火灾发生后及时报警，并启动联动消防装置进行灭火，保障第一时间高效灭火
消防安全	• 电池及模组的高效灭火和抗复燃技术

数据来源：孙金华院士报告《动力电池安全研究进展》，平安证券研究所

1.2 动力电池：高比能量、高安全、长寿命、快充是主要方向

- 长寿命方面，磷酸铁锂电池使用寿命普遍高于三元电池。磷酸铁锂刀片电池使用寿命超过5000次，其次是三元软包电池，使用寿命超过3000次，再次是方形电池，使用寿命超过2000次，圆柱电池使用寿命稍低，约1000次左右。
- 快充性能方面，三元电池倍率均在由目前的2C左右向5C倍率发展，充电时间缩短60%。多家企业在提升三元电池补能速度，通过提升充电电压和电池大电流耐受度，提升电池快充性能。

中国动力电池技术分析及发展趋势

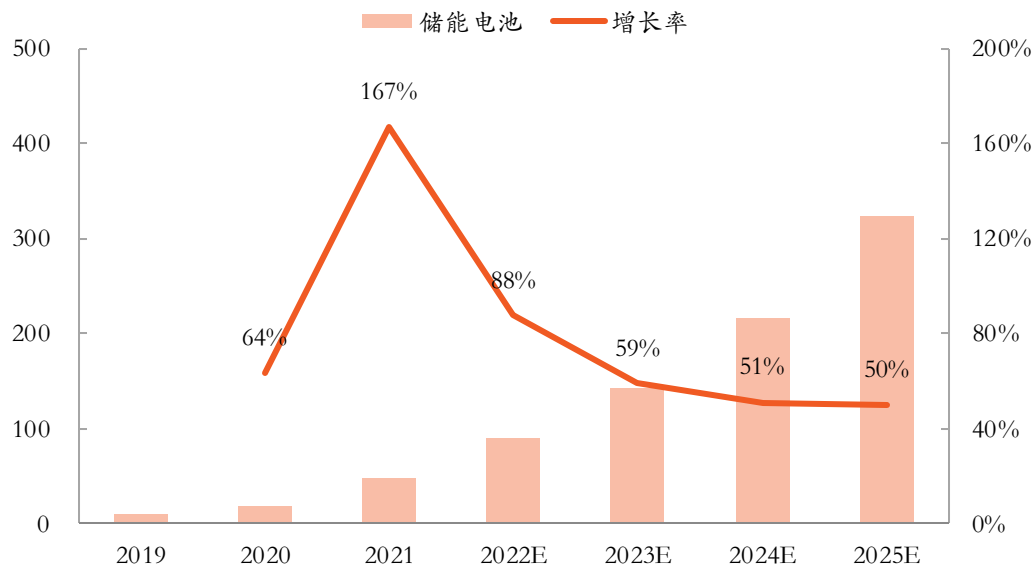
电池类型	方壳	方壳叠片（刀片）	圆柱	软包
材料体系	磷酸铁锂/三元+人造石墨	磷酸铁锂+人造石墨	高镍三元+硅碳	三元+人造石墨
技术难点	电芯标准化程度低 设计种类繁多	工艺难度较大	极耳焊接技术的难度大，影响高良率	1. 工艺更复杂 2. 成品率低
尺寸	向71173、45221等大尺寸发展	3.5*960*90	由21700朝向4680发展	大尺寸，厚度在85mm到145mm之间
技术发展	叠片/卷绕均有	叠片工艺	全极耳工艺； 干法电极工艺	大容量，向100Ah以上发展； 单边出极耳→两或四侧出极耳； 固态化发展
单体能量密度 (Wh/kg)	250→300（三元）； 170→190（磷酸铁锂）		300	300→350（三元半固态）
电池系统能量密度 (Wh/kg)	255→265（三元）； 140以上（磷酸铁锂）		217	-
体积利用率	由72%向75%发展		63%	>75%
充电倍率	1C-3C→5C	-	1C-3C→4C-6C	1-2C→5C
循环寿命	超过2000次	超过5000次	1000次左右	超过3000次
代表企业	宁德时代、中创新航	比亚迪、蜂巢能源	特斯拉、亿纬锂能	LGES、孚能科技

资料来源：GGII，各公司官网、官微，平安证券研究所

1.3 储能电池：市场高速增长，大型储能是主要应用

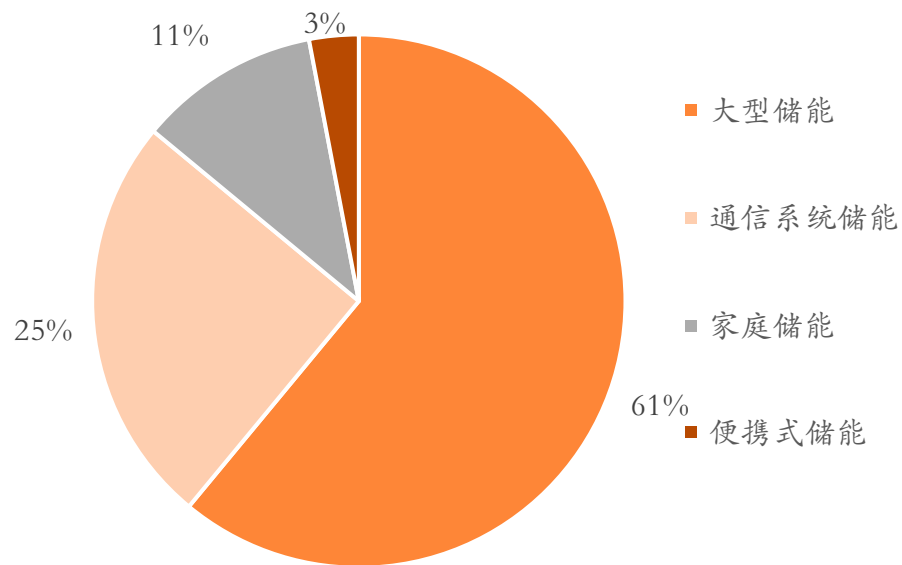
- 中国储能电池出货量保持高速增长势态，未来3年年均增长率超过50%。2021年中国储能电池出货量达到48GWh，同比增长167%，预计2022年装机量超过90GWh，同比增长88%，2025年将超过324GWh。
- 国内储能电池主要应用于大型储能（电力系统储能）、通信系统储能、家庭储能和便携式储能。大型储能是储能电池的主要应用场景，主要用于发电侧、电网侧及用户侧的储能集装系统，出货量占比达到61%，其次是通信系统储能，主要用于通信基站备电，占比达到25%，家庭储能产品主要出口国外。便携式储能占比最少，仅3%。

2019-2025年中国储能锂电池出货量及预测（GWh）



数据来源: GGII, 平安证券研究所

2021年国内储能电池出货量结构

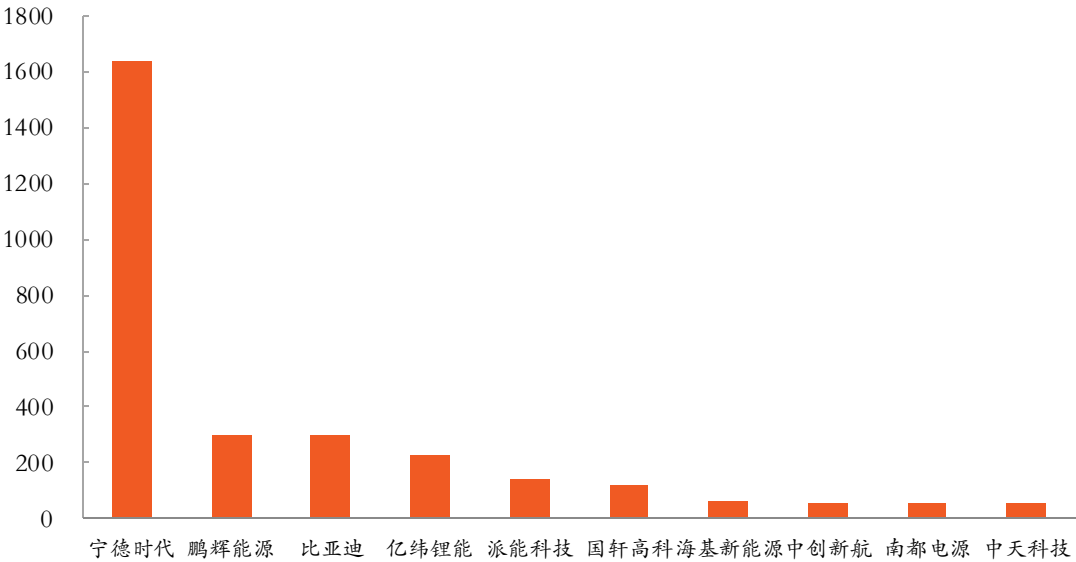


数据来源: GGII

1.3 储能电池：企业竞争格局未定，多家企业以储能电池入局

- 储能电池正处于快速发展阶段，市场格局未定。宁德时代以强大的控本能力与规模优势后来居上，目前与国网、五大发电集团、科士达、星云股份、阳光电源等企业建立广泛合作，暂居第一；鹏辉能源借助海外市场，在家庭储能方面快速扩张，占据国内出货量第二；比亚迪深耕欧美市场，客户与渠道优势稳固，暂居国内第三。
- 未来2-3年仍处于发展机遇期，新进入玩家面对老玩家的阻击压力较小。储能电芯产品发展趋势是产品标准化、大电芯化、去模组化，各家企业均在进入该行业并试图做大做强。3年后将会呈现强者恒强局面，不具备规模化优势与高性能电芯研发设计能力的中小玩家将加速被淘汰。

2021年中国储能电池企业全球储能电池出货量 (MWh)



数据来源：CNESA

2022年国内主要新建储能电池项目

事件	地点	投资事件
2022年3月	银川	宝丰集团 投资建设100GWh电池及储能集装系统示范项目，总投资约347亿元
2022年4月	厦门	宁德时代 在厦门建设动力电池系统及储能系统生产线，总投资130亿元
2022年4月	荆门	亿纬锂能 在荆门市掇刀区建设年产152.61GWh的荆门动力储能电池产业园项目，固定资产投资305.21亿元
2022年4月	成都	亿纬锂能 在成都分两期投资建设年产50GWh动力储能电池生产基地和成都研究院，总投资200亿元
2022年5月	重庆	海辰新能源 50GWh储能电池项目落户重庆，总投资130亿元
2022年5月	武汉	楚能新能源 锂电池产业园项目在孝感市临空经济区开工，项目总投资675亿元，规划建设150GWh锂电池产能
2022年6月	佛山	瑞浦能源 华南生产基地施工进场，总投资约103亿元，将建设年产量为30GWh的高端动力与储能锂离子电池及上下游产业配套制造基地
2022年7月	浙江	天能股份 储能电池新增4GWh
2022年8月	甘肃	金车储能 二期18GWh磷酸铁锂电池项目开工，投资60亿元

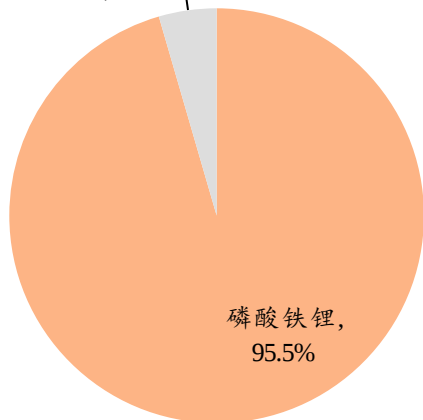
数据来源：北极星储能网，平安证券研究所

储能电池：磷酸铁锂电池成本低、寿命长，已成为国内主流路线

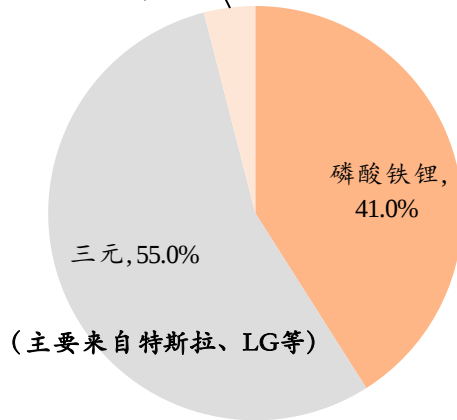
- 储能电池注重降本和长寿命。锂电池性能要求包括能量密度、功率密度、成本、寿命和安全性等。储能应用对电池的能量密度和功率密度的要求有所放宽，更强调降低配储度电成本，储能电池需具有低成本、长寿命，且确保电池应用的安全性。
- 磷酸铁锂电池性能与储能需求适配度较高，已成为国内主流路线。三元锂电池能量密度和功率密度高，但成本较高，且安全性相对较弱。2022年6月国家能源局综合司《防止电力生产事故的二十五项重点要求（2022年版）（征求意见稿）》，提出中大型电化学储能电站不得选用三元锂电池、钠硫电池，不宜选用梯次利用动力电池。磷酸铁锂电池安全性优、循环寿命长、金属资源储量丰富、成本较低且环保，已成为储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

② 电化学储能系统主要采用磷酸铁锂和三元锂电池

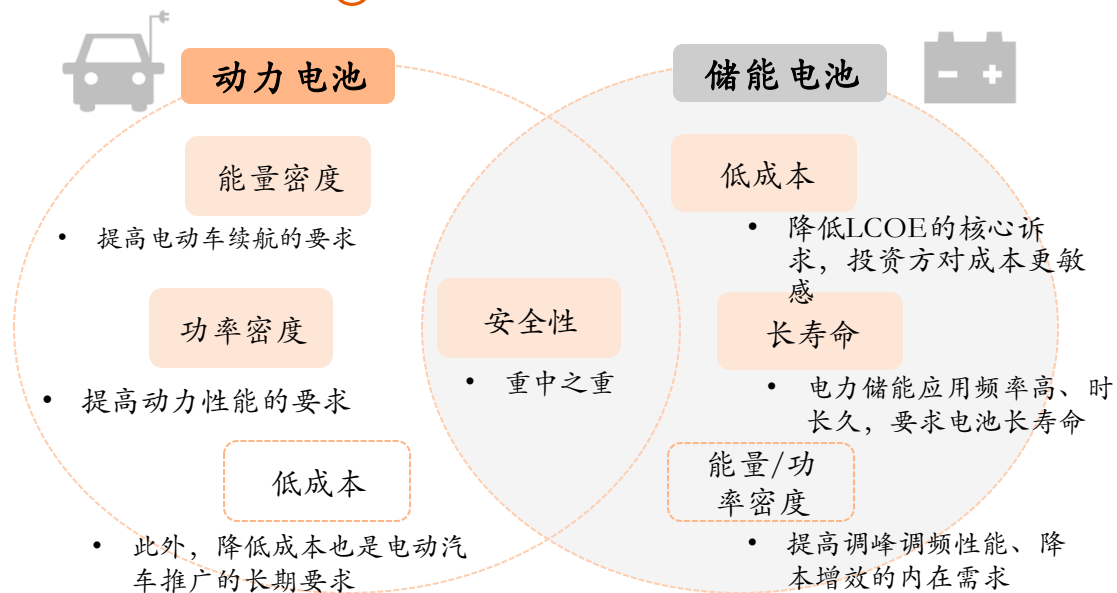
2019年我国电力系统储能锂电池
分类出货量占比



2019年全球家用储能锂电池
分类出货量占比



② 动力和储能电池性能要求比较



1.3.1 大型储能：向方形封装、单体超大容量方向发展

- 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。

280Ah及以上大电芯的优势和挑战

优势	提升体积能量密度	Pack端零部件使用量减少，从而提升体积能量密度
	高容量	可以使用更少的电芯数量实现高容量，减少并联数、降低BMS难度
	装配简化	集成装配工艺简化度高，可大幅节省土地基建、集装箱等成本投入
挑战	散热较差	电芯体积和容量增大，导致电芯自身散热性能变差，系统集成安全性要求提高
	生产效率偏低	头部企业产线效率在6~11PPM，远低于50和100Ah方形电芯。

资料来源：宁德时代，GGII，平安证券研究所

电池企业大电芯产品上市时间

序号	电池企业	280Ah电芯上市时间
1	宁德时代、瑞浦能源	2019
2	亿纬动力、海辰储能 力神、国轩高科 鹏辉能源、中创新航	2021
3	南都电源、楚能新能源 远景动力、海基新能源 德晋新能源、天能锂电	2022

资料来源：GGII，平安证券研究所

2020年以来国内280Ah电池产线扩张情况（部分）

企业	扩产情况	计划投产时间
楚能新能源	总投资675亿元规划建设150GWh锂电池产能（可生产280Ah大电芯），一期30GWh	2022年后
海辰新能源	厦门基地，新建共16条电芯智能制造产线（可兼容生产280Ah大电芯），释放50GWh锂电池电芯产能	2023年底
瑞浦	启动三期温州30GWh和四期温州150GWh（可兼容生产280Ah大电芯）	2023年后
中创新航	在成都经开区总投280亿元，新建50GWh动力电池及储能电池成都基地项目（含280Ah大电芯）	2024年前

资料来源：GGII，平安证券研究所

1.3.2 户用储能：100Ah以下小电芯或将主导户储领域，封装路线尚无定型

- 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。

软包、圆柱等均可成为户储电芯选择

公司	户储电芯方案
派能科技	软包磷酸铁锂电芯，循环寿命可达10,000次，同时具有能量密度高、温度适应性强、安全可靠性能高等性能优势。
海辰储能	2022年8月发布了两款新产品，分别为300Ah电力储能（方形）电池和户储专用的大圆柱电池，其圆柱产品规格覆盖4680-46300，单体容量10-50Ah

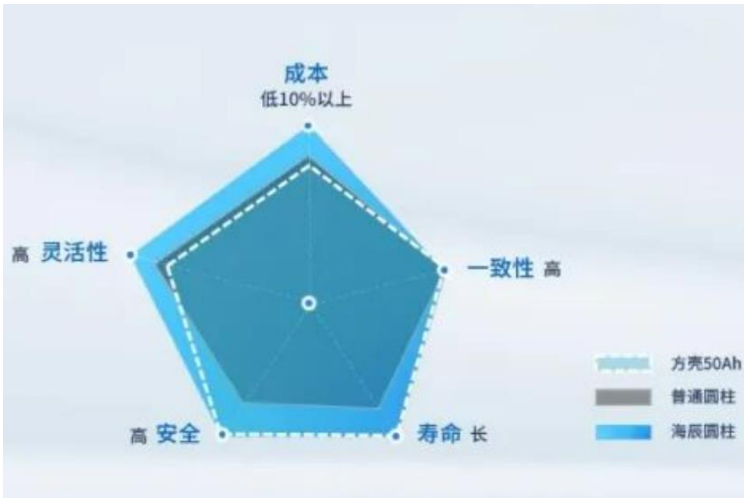
资料来源：各公司公告、官网，GGII，平安证券研究所

户储产品主要电芯方案（部分）

企业	一体机规格	配套电芯类型
T公司	13.5kWh	圆柱21700
W公司	10.1-60.5kWh	50Ah等
P公司	24.8kWh等	50Ah、72Ah等
H公司	5/10/15kWh等	81Ah、100Ah等
M公司	10.4-20.5kWh等	50Ah等

资料来源：各公司公告、官网，平安证券研究所

海辰储能最新户储电池产品为圆柱电池，成本和灵活性优势突出



资料来源：海辰储能官网，平安证券研究所



CONTENT 目录

① 锂离子电池：铁锂和三元各有所长，降本增效是关键

- 1.1 总体概况：铁锂和三元各有优势，方形综合性能最优
- 1.2 动力电池：高比能量/高安全/长寿命/快充是主要方向
- 1.3 储能电池：磷酸铁锂低成本、长寿命，是国内主流路线

② 电池材料：新型材料有效提升电池性能

- 2.1 总体概况：以五大关键材料为主，资源供应端是机会
- 2.2 正极材料：磷酸锰铁锂蓄势待发，高镍/低钴/单晶快速发展
- 2.3 负极材料：硅基材料提升电池容量，适合圆柱电池
- 2.4 电解液：新型锂盐有望快速增长，添加剂开发和配方是关键
- 2.5 锂电铜箔：PET铜箔提升综合性能，加速实现产业化
- 2.6 隔膜：新型隔膜基材和湿法涂覆是重点研发方向

③ 新型电池技术：性能优越有效降本，有望抢滩动力和储能应用

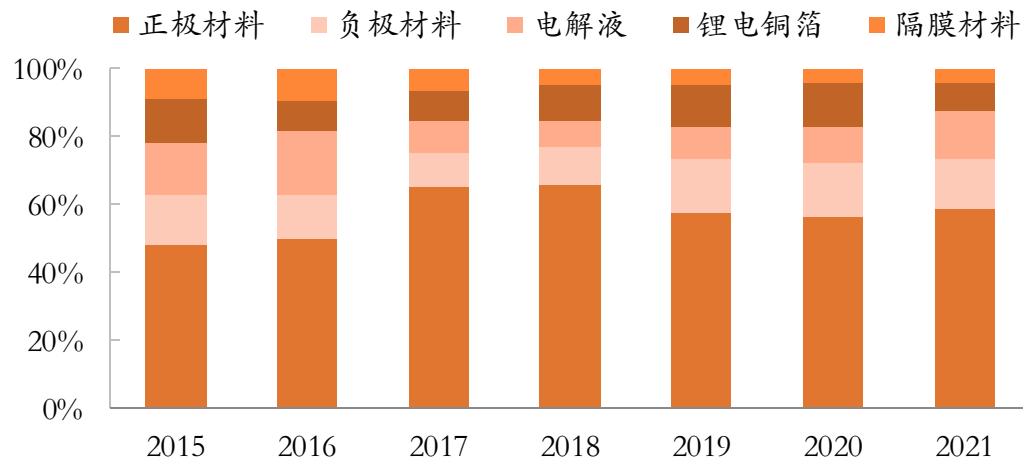
- 3.1 钠离子电池：有望入局储能和入门级电动车市场
- 3.2 固态电池：车规级硫化物及氧化物固态电池有望率先应用

④ 投资建议与风险提示

电池材料总概：正极、负极、电解液、锂电铜箔、隔膜是锂电池主要直接材料

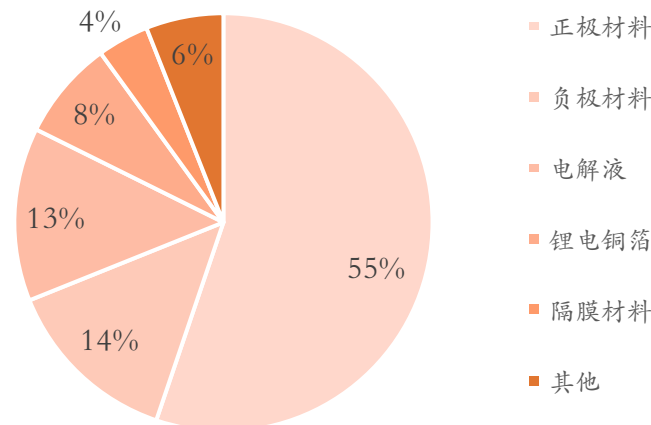
- 正极材料是最主要的材料成本，占比约55%。锂离子电池主要以正极材料不同分为磷酸铁锂电池和三元电池，动力电池二者均有，储能电池目前国内几乎均为磷酸铁锂电池。
- 负极材料占总成本约14%，包括人造石墨和天然石墨。人造石墨可用于动力电池和储能电池，而天然石墨多用于消费电池。
- 电解液占总成本约13%，其主要成分为溶质、溶剂和添加剂。溶质包括LiPF₆和新型锂盐LiFSI，是主要成本来源。溶剂以环状碳酸酯和链状碳酸酯为主，包括PC、EC、DMC、DEC和EMC等，添加剂主要用于成膜、过充保护、耐低温、阻燃、提升倍率等，常见产品包括VC、FEC、PS、LiBOB、DTD、LiDFOB等。
- 锂电铜箔为电解铜箔，成本占比约8%。锂电铜箔用于锂电负极集流体。
- 隔膜占总材料成本的4%，分为湿法隔膜和干法隔膜。湿法隔膜的主要成本为PE、干法隔膜主成分为PP。

2015-2021年中国四大关键电池材料市场占比变化



数据来源：EVTank，平安证券研究所

2021年锂离子电池材料市场结构估算

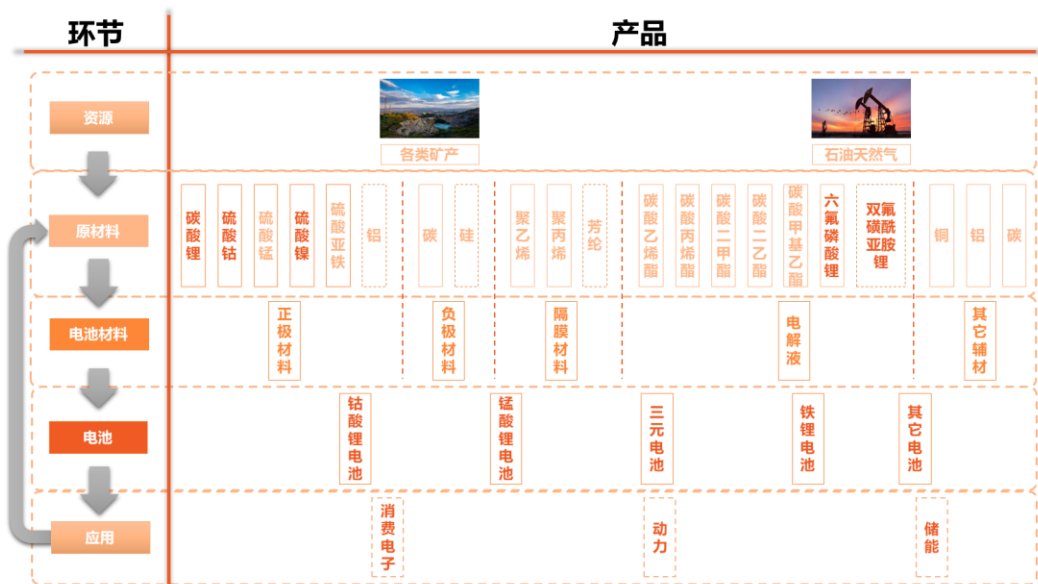


数据来源：Wind，EVTank，平安证券研究所

2.1 电池材料总概：部分上游矿产资源依赖国际市场，资源供应端是机会

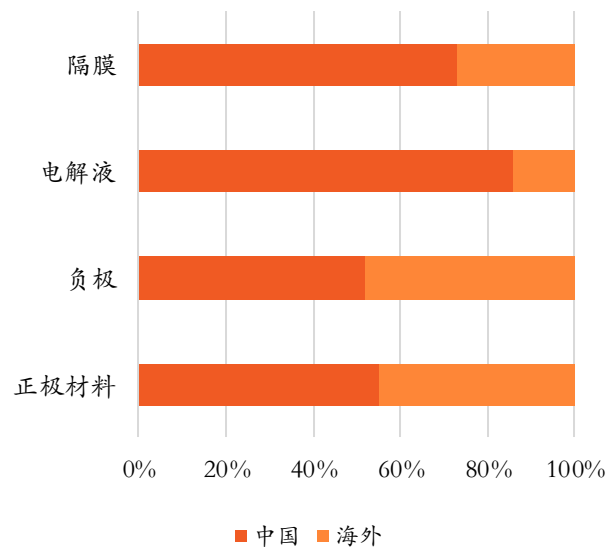
- 锂电池的上游原材料主要包括各类矿产，包括锂矿，镍矿，钴矿，锰矿，铁矿等金属资源以及石墨矿、硅、磷酸盐等非金属矿产资源，冶炼出来电池原材料，主要包括正极材料，负极材料，隔膜、电解液、锂电铜箔等。
- 电池材料上游矿产资源中钴、镍、锂依赖海外进口。中国正极/负极/电解液/隔膜等电池材料的全球市占率分别为55%/92%/86%/73%，但中国的关键基础材料钴、镍、锂仅占全球储量的1.95%/1.57%/6.31%，钴/镍/锂依赖进口。随着新能源汽车需求快速增长，钴/镍/锂市场景气度较高。

● 电池材料产业链全景图



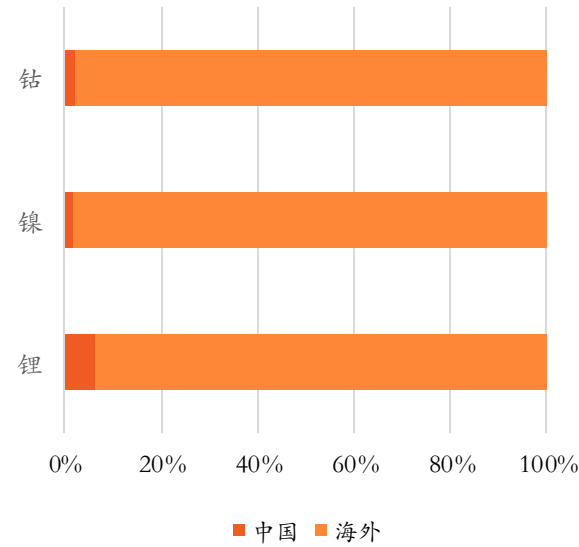
数据来源：平安证券研究所

● 中国电池材料全球市占率



来源：鑫椏咨询，SNE Research

● 上游关键矿产资源储量占比

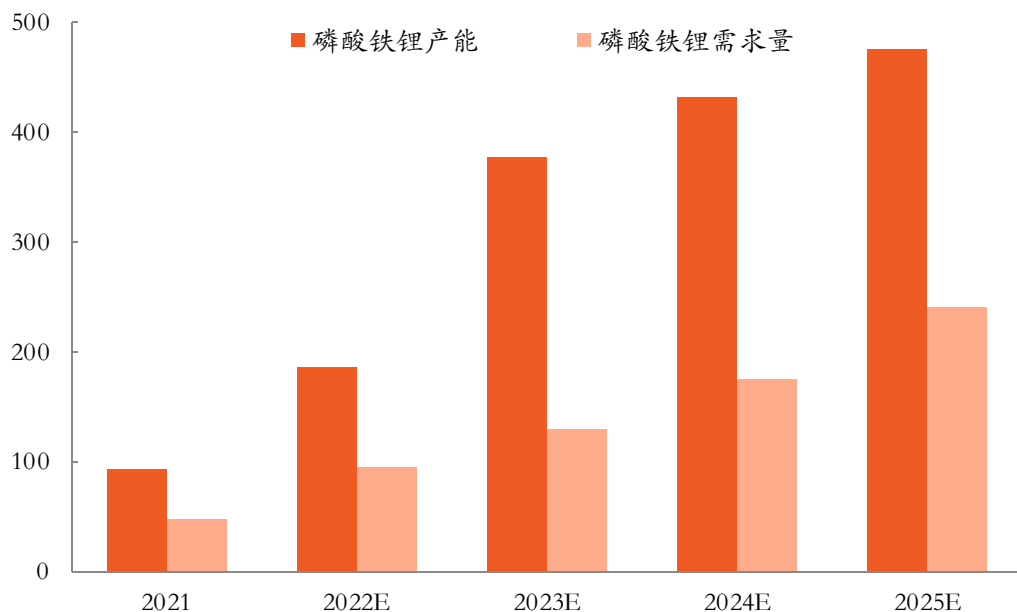


来源：鑫椏咨询，SNE Research

2.2 正极材料：磷酸铁锂产能快速扩展，三元材料产能扩张谨慎

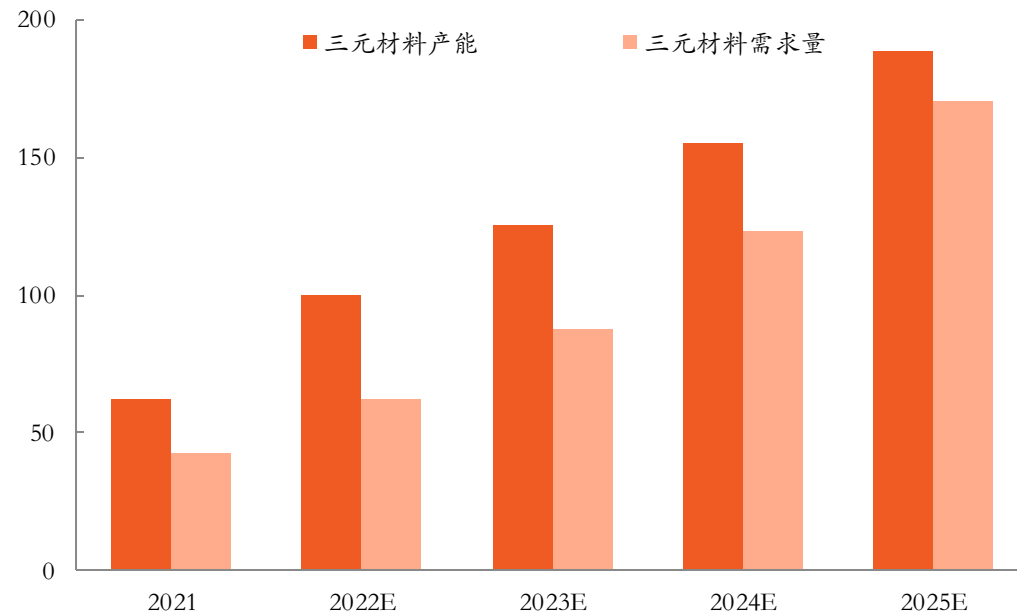
- 磷酸铁锂2021-2022年供应偏紧，产能扩张速度加快，2023-2025年存在结构性过剩风险。预计2022年国内磷酸铁锂出货约为95万吨，而年初产能分别为94万吨，产品供给偏紧张。随着2023年磷酸铁锂产能快速释放，产能存在结构性过剩风险。
- 三元材料2022年-2025年供应均偏紧，三元材料企业产能扩张谨慎。 预计2022-2025年国内三元材料出货量分别预测为62/88/123/170万吨，而各年年初产能分别为62/100/125/155万吨，产能供给均较为紧张。

2021-2025年中国磷酸铁锂材料企业产能规划及需求量预测
(万吨，不完全统计)



数据来源：GGII，平安证券研究所

2021-2025中国三元材料产能规划及需求量预测
(万吨，不完全统计)

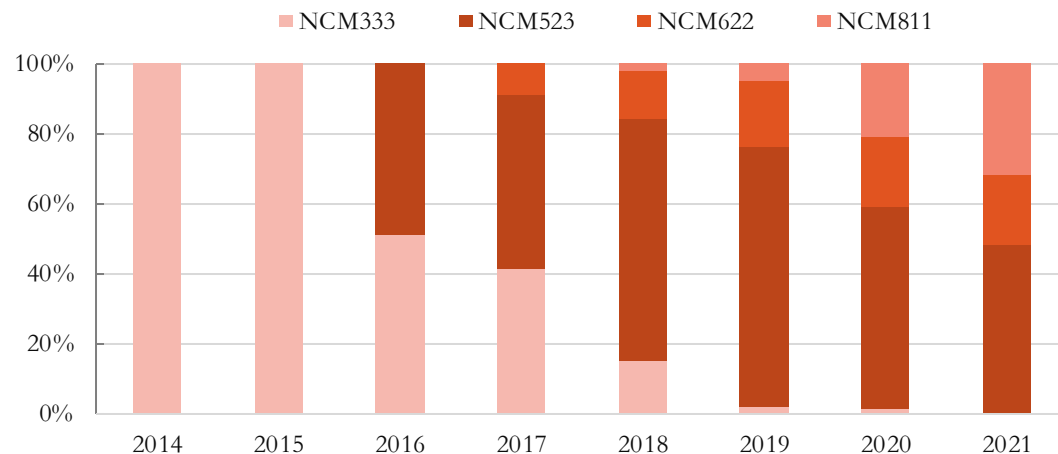


数据来源：GGII，SMM，平安证券研究所

正极材料：磷酸铁锂企业集中度下降，三元材料集中度提升

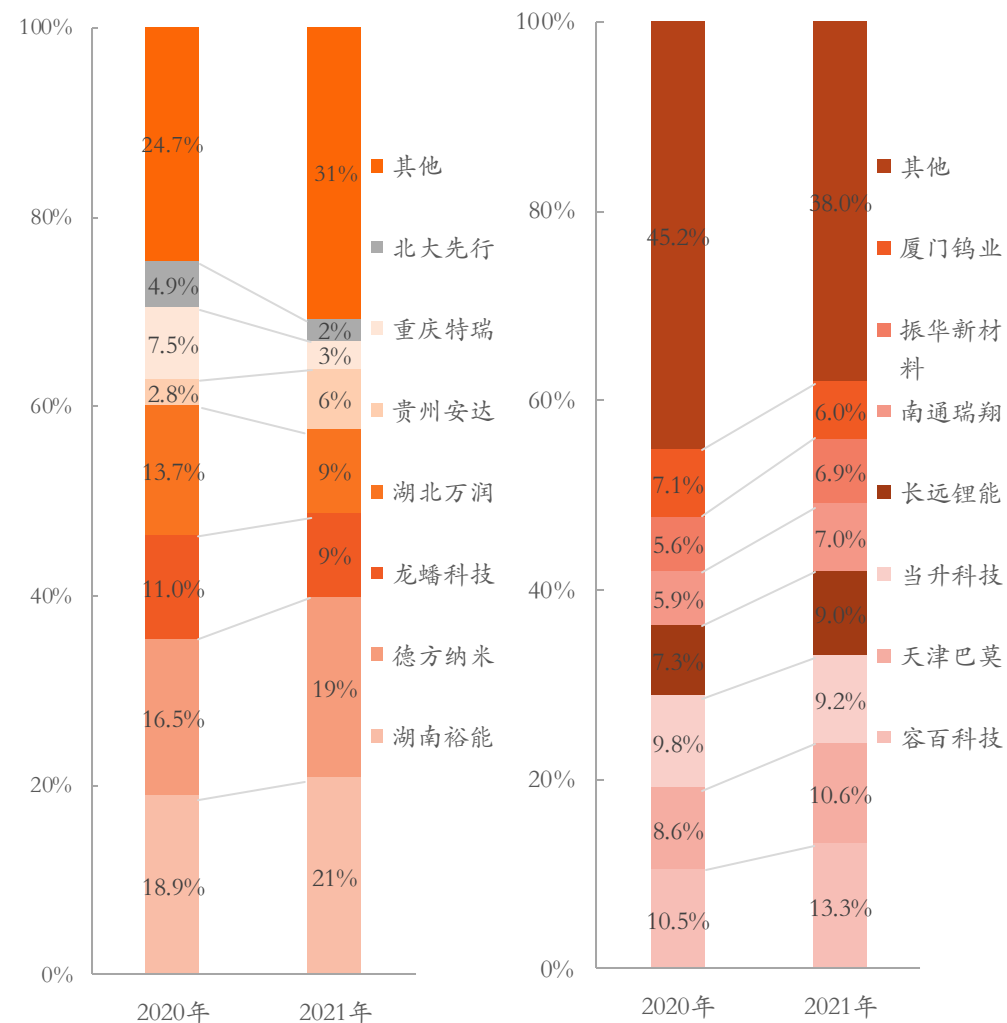
- 磷酸铁锂头部7家企业市占率总和有所下降，主要原因系湖北万润等头部企业扩产速度跟不上磷酸铁锂市场需求增长速度所致。
- 磷酸铁锂重点制备工艺以固相法为主。德方纳米以液相法为主，大力发展固相法；湖南裕能（钠法）、湖北万润（铵法）等应用固相法工艺。
- 三元正极材料容百科技、华友钴业（天津巴莫）、长远锂能等头部企业市占率进一步提升。
- 高镍三元材料已成为三元材料发展趋势。8系三元高镍材料具有高能量密度和低钴成本优势，市场份额快速增长。高镍三元材料技术门槛较高，行业具有技术壁垒，市场格局集中度和利润率显著高于普通三元材料。

三元正极材料细分产品占有率



数据来源：GGII

2020-2021年中国磷酸铁锂铁锂和三元正极材料企业竞争格局变化



数据来源：GGII, 平安证券研究所

2.2 正极材料：磷酸锰铁锂蓄势待发，高镍、低钴、单晶三元材料快速发展

- 磷酸铁锂朝着高压实、低温性能、高能量密度方向发展。磷酸铁锂材料性能已接近理论瓶颈，材料本身性能难以大幅提升；目前正在发展低成本长循环的磷酸铁锂正极材料。目前正在开发材料包括高压实密度、快充、高能量密度材料（如磷酸锰铁锂）。
- 三元材料向着高镍、低钴（无钴）、单晶、四元等方向发展，还向着包覆和掺杂，固态锂电材料、富锂锰基正极材料等技术发展探索方向，以期进一步提升电池的能量密度和快充性能。

磷酸铁锂材料发展趋势：磷酸锰铁锂及补锂剂

工艺	目的	发展进度
磷酸锰铁锂	降成本及提升电压平台，改善电池能量密度	德方纳米磷酸锰铁锂正极材料已投产
补锂剂	提升低温容量循环性能，降低瓦时使用成本	德方纳米与云南曲靖市于2021年9月签订《年产2.5万吨补锂剂项目投资协议》

数据来源：同花顺，平安证券研究所

三元电池产品趋势：高镍、低钴（无钴）、单晶、高电压

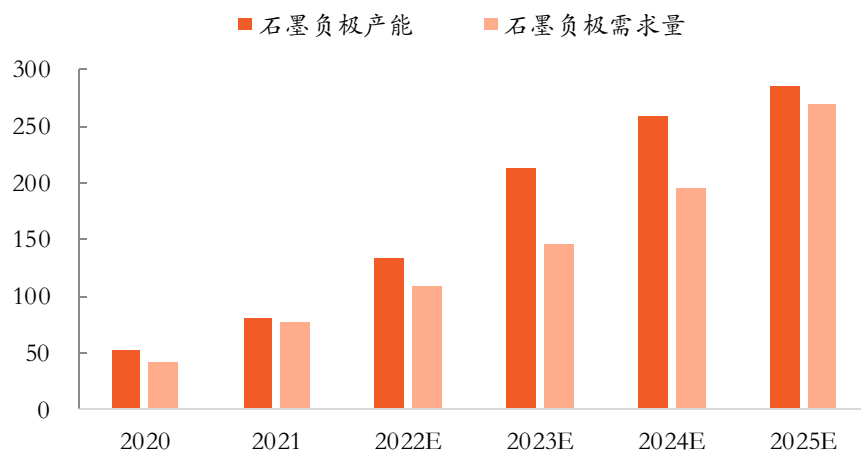
工艺	目的	发展方向
高镍	镍含量越高，材料克容量越高，提升电池能量密度	• NCM523往NCM811方向发展，其中NCM811目前以Ni83为主，正在开发更高镍含量的Ni88、Ni93、Ni96的高镍单晶产品，主要以容百科技等为主
低钴（无钴）	降低原材料成本	• NCM5512、NCM613、NCM712材料的开发，降低钴含量，降低成本，如LG正在开发NCM712电池
单晶	降低材料粒径，进而提升材料压实密度，改善电池循环与倍率性	• 容百科技、天津巴莫等主流三元动力电池企业目前产品以单晶为主
四元	NCMA材料具备NCM的高容量、NCA的高安全特点，未来有望成为市场主流	• 受特斯拉等海外主机产品技术带动，国内在四元材料领域开发加快，目前厦钨、当升、巴莫以及容百等企业在进行产品验证

数据来源：GGII，各企业官网，各企业官微，平安证券研究所

负极材料：未来石墨负极供给紧张，未来市场前景良好

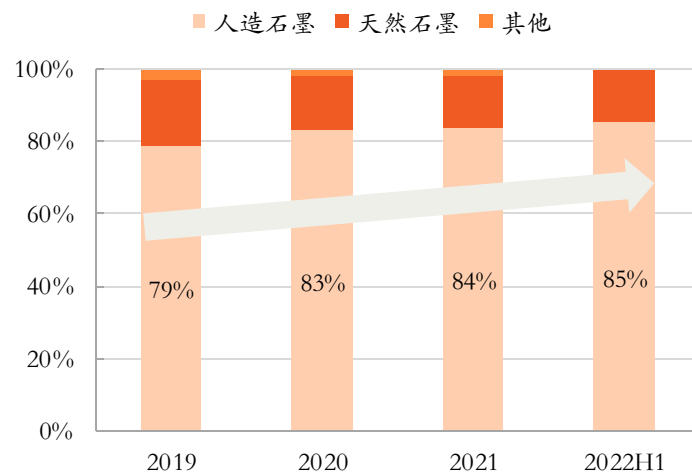
- 2021-2025年石墨负极产能均相对紧张。2021-2025年石墨负极需求量分别预计为78/109/146/196/270万吨，而当年年初产能分别为53/81/133/213/259万吨。
- 人造石墨负极是主流负极材料，占据总体市场80%以上市场份额，且市场占比仍在提升。
- 由于下游需求旺盛，头部企业满产满销，部分客户需求转向中小企业，造成中小企业产能利用率提高，出货量占比上升，导致头部企业市占率下滑。
- 第二梯队尚太科技、星城石墨占比提升较大，主要系下游需求旺盛、企业快速扩产、石墨化自供率提升推动。

2020-2025年中国负极材料企业产能规划及需求量预测
(万吨，不完全统计)



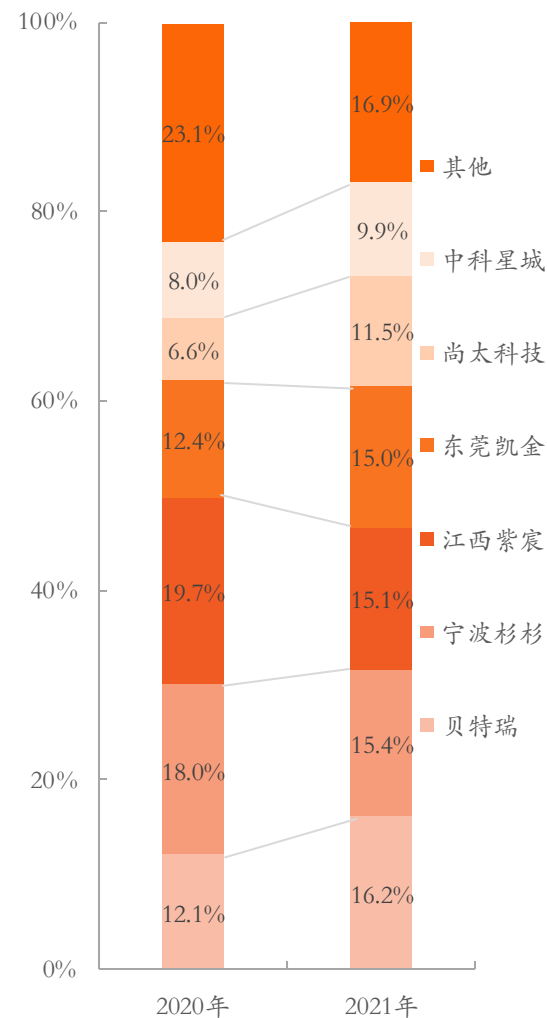
数据来源：EVTank，平安证券研究所

负极材料细分产品占有率



数据来源：GGII，平安证券研究所

2020年-2021年人造石墨负极企业市场占有率



数据来源：GGII，平安证券研究所

2.3 负极材料：硅基材料提升电池容量，适合圆柱电池

- 硅基材料结合了碳材料高电导率、稳定性及硅材料高容量优点，成为当前动力电池提容最佳之选。在动力领域将5%-10%的氧化亚硅和石墨复合，3C领域将纳米硅与石墨复合，可使电池能量密度提升5%-10%。
- 目前硅基材料主要以添加剂形式与人造石墨掺杂，主要应用于圆柱动力电池，产品出口较多。由于硅基材料技术不成熟，硅体积膨胀问题未解决，制备工艺难度大非标准，价格贵，目前主要应用于高端圆柱动力电池。

硅基材料优劣势总结

优劣势	具体表现
具有丰富的储量和超高的理论比容量	- 传统石墨负极理论能量密度372mAh/g - 硅碳负极（纳米硅掺石墨）超过3000mAh/g - 硅氧负极（氧化亚硅掺混石墨）1400-1800mAh/g
技术不成熟，硅体积膨胀问题未解决	- 充放电过程中会引起硅体积膨胀100%~300%，多次收缩膨胀后会发生断裂，严重影响电池安全性、循环性能和容量 - 硅为半导体，导电性比石墨差很多，导致锂离子脱嵌过程不可逆程度大，进一步降低其首次放电量
制备工艺难度大非标准，价格贵	- 技术复杂难度高：硅和石墨膨胀系统差异巨大，负极掺硅技术制备工艺复杂，技术壁垒高，属于各企业核心技术； - 成本高：目前稳定量产的硅碳负极价格在10~12万/吨左右远高于石墨类负极4-7万元/吨，在电池容量提升5%-10%情况下，电池成本要增加20%-30%，因此硅碳负极容量优势被其价格弱化

数据来源：GGII，平安证券研究所

国外硅碳负极先起步，国内在追赶

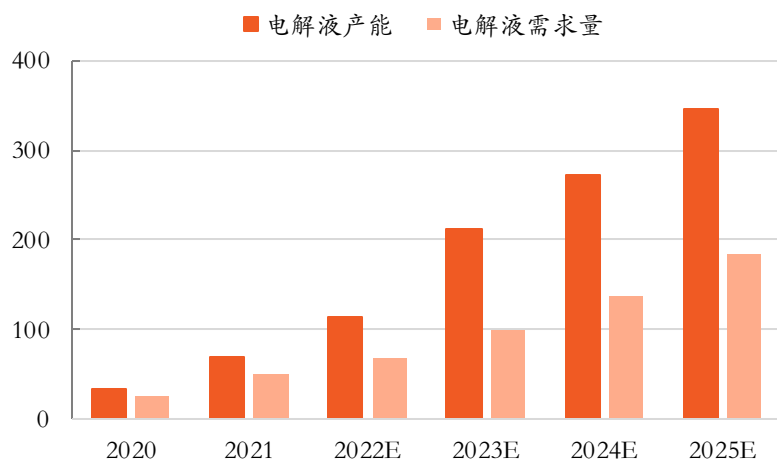
企业	发展进程
国外	日立化成、日本信越、吴宇化学 2013年批量供应松下生产18650动力电池，应用于特斯拉； - 日本GS汤浅推出硅基负极材料锂电池，应用于三菱汽车 三星、LG - 应用于消费电池领域
国内	贝特瑞、杉杉股份 贝特瑞、杉杉股份实现规模化量产，贝特瑞主要用于出口

数据来源：GGII，平安证券研究所

电解液：短期内存在产能过剩风险，行业集中度较高

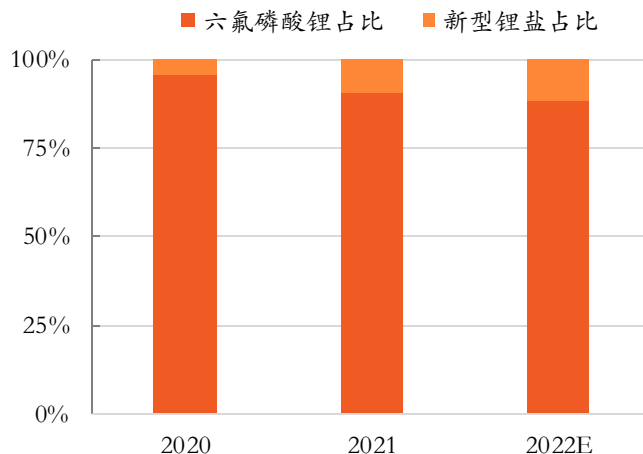
- 新建电解液产能规模较大，短期内存在结构性过剩风险。2022-2023年产能快速扩张，电解液供应缓解。2024-2025年企业产能存在结构性过剩风险。
- 电解液行业集中度较高，CR3接近60%。2021年第二梯队企业竞争格局变化较大，主要系上游原材料供应紧张，部分企业因原材料不足无法正常交付所致。
- 新型锂盐未来具有稳步提升可能性。目前应用较多的新型锂盐为双氟磺酰亚胺锂（LiFSI）。

2020-2025中国电解液产能及需求量（万吨）
（不完全统计）



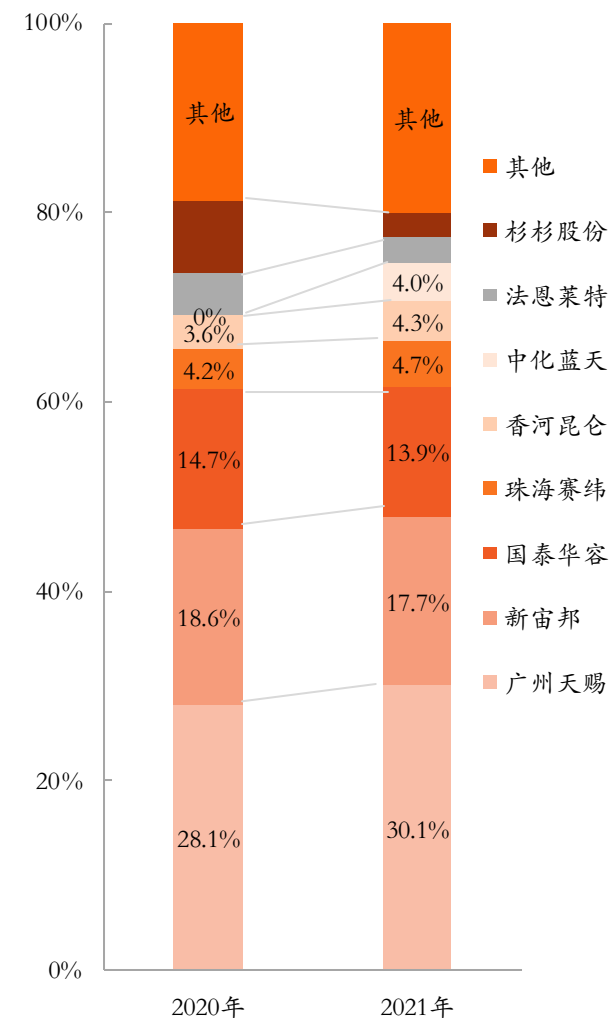
数据来源：公司官网，EVTank，平安证券研究所

电解液溶质细分产品市占率



数据来源：GGII，平安证券研究所

2020年-2021年电解液市场占比情况对比



数据来源：GGII，平安证券研究所

2.4

电解液：新型锂盐LiFSI有望快速增长，新型添加剂开发和配方是关键

- 新型锂盐和添加剂能有效改善电池循环和高低温性能，是电解液产品差异化发展的主要策略。
- LiPF6短期内仍是最主要锂盐，但LiFSI等新型锂盐渗透率有望逐步提升。LiPF6存在热稳定性差，对水分敏感，易生成HF等问题，因此开发新型锂盐成为电解液研发重要方向，LiFSI具有高低温性能好、热稳定性好等优点，目前正在快速发展中。
- 新型添加剂开发和配方将成为企业核心竞争力和持续盈利能力的关键。随着锂电池往高电压、高镍化等方向发展，所需电解液配方，尤其是添加剂使用将越来越复杂，添加剂少量使用即可显著提升电解液性能，因此性价比很高，未来将是进一步提升企业竞争力、提高产品附加值的关键所在。

● 新型锂盐分析

新型锂盐	主要用途	应用优点	制约因素	市场应用情况
双氟磺酰亚胺锂 (LiFSI)	三元锂离子 电池用 电解液添 加剂或电 解质	• 高低温性能好； • 热稳定性好； • 化学稳定性好； • 可形成稳定的SEI膜，阻抗小； • 电导率高； • 电池循环寿命长	• 合成工艺要求高，价格偏高； • 对正极集流体铝箔有腐蚀作用	• 用作添加剂时用量占电解液总质量1%； • 用作电解质时用量占电解液总质量14%； • 宁德时代、韩国LG化学等将LiFSI应用于部分电解液配方中

● 新型添加剂分析

溶质成分	产品	研究企业
成膜添加剂	VC、FEC、PS、LiDFOB	• 江苏华盛 • 瀚康化（新宙邦子公司） • 苏州华一 • 青木高新 • 浙江天硕（天赐子公司）
过充保护添加剂	VC、CHB	
高/低温添加剂	PS、DTD	
阻燃添加剂	TMP、TEP、HMPN、TFP、BMP	
倍率型添加剂	12-冠-4、硼基化合物、氮杂醚类	
新型添加剂	EP、TMSB	

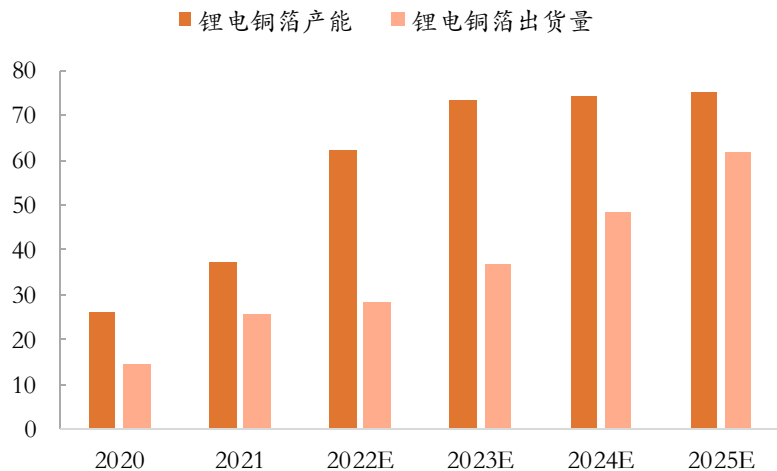
数据来源：CNKI，平安证券研究所

数据来源：CNKI，平安证券研究所

锂电铜箔：行业集中度不高，极薄化方向明确

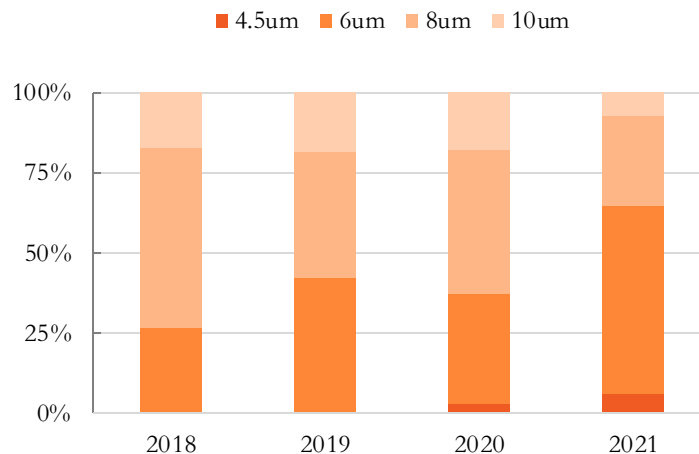
- 锂电铜箔需求未来年均复合增长超过25%，2022-2024年存在结构性过剩风险。随着动力电池需求量的快速增长，锂电铜箔总出货量将大幅增长。
- CR7市占率超过60%，行业集中度不高。CR7市占率在提升，说明锂电铜箔供需关系基本保持稳定，且逐年稳步增长。
- 锂电铜箔极薄化方向明确，即通过压缩体积的方式提升电池的能量密度。目前6um占据市场主流，诺德股份、德福科技等少数企业已向头部电池企业小批量供货4.5um铜箔产品，其他如龙电华鑫、嘉元科技、中一科技、铜冠铜箔等也加快4.5um铜箔研发量产化步伐。

2020-2025中国锂电铜箔出货量及预测（万吨）
（不完全统计）



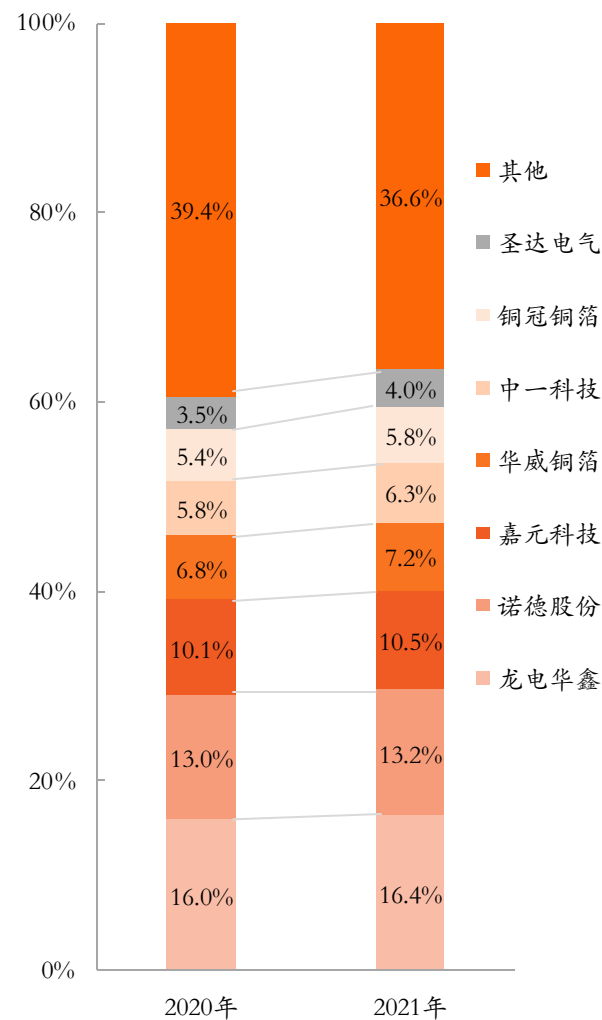
数据来源：EVTank，平安证券研究所

极薄铜箔的占比呈上升态势



数据来源：中商产业研究院，平安证券研究所

PET铜箔结构



数据来源：EVTank，平安证券研究所

2.5 锂电铜箔：PET铜箔提升能量密度、安全性、循环寿命，加速实现产业化

- PET铜箔有效提升能量密度、安全性、循环寿命，降本优势明显。对高镍三元体系的推广有关键性作用，缓解里程焦虑的新方案。PET铜箔生产工艺是在厚度3.5-6μm的PET塑料薄膜表面采用磁控溅射或真空蒸镀的方式，制作一层50-80nm的金属层，然后通过水电镀的方式，将金属层加厚到1μm，制作总厚度在5.5-8μm的复合金属箔，来替代6-8μm的传统金属箔。其优势是能提升能量密度（5%-10%）、提高安全性（阻燃结构），劣势是制造成本升高（70%成品率、制程增加真空磁控溅射或真空蒸镀）、内阻增大（限制高倍率充放电）。
- 目前国内重庆金美和海辰新能源在PET铜箔研究方面具有先发优势，万顺新材、双星新材、宝明科技、诺德股份、东威科技等企业也积极参与PET铜箔研制工作。

PET铜箔与传统铜箔对比

PET铜箔结构



数据来源：重庆金美环评报告

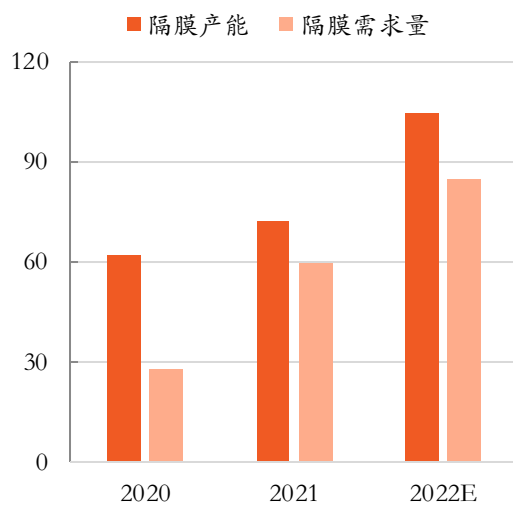
类型	传统铜箔	PET铜箔
工艺原理	溶铜电解+水电镀（镀液成分复杂，涉及多种重金属，传统镀液可能会涉及氰化物）	真空镀膜+离子置换（药液成分简单，只涉及铜一种重金属）
基膜	铜原箔	PET
组成	99.5%纯铜组成	高真空下将铜分子堆积到超薄PET基膜上，再经过离子置换产出产品
特点	单位面积重量较重，金属铜使用量高，成本高；导热性能好，用于电池材料安全性较差	中间层为PET膜，单位面积重量轻，铜材使用量少，降低成本和金属用量；中间层为绝缘层，用于电池材料安全性较好
工序长度	13-15	6-8
粗化工序	需要，为了铜箔与基材间有较好的结合力，同时为了电流分布均匀	不需要，项目基材是平整、光亮的，并且使用酸度添加剂，不需要
物料传送方式	采用多种金属电镀方式（更容易使镀液滴漏到地面，且与空气接触时间较长）	采用连续离子置换法（操作容易，效率好，与空气接触时间较短）
生产环境	前工序在可密闭的电解设备中进行	前工序真空腔体构成了密闭环境
水洗工序	因为传统铜箔生产涉及镀多种金属，镀后都需要水洗	只涉及酸洗离子置换后清洗

数据来源：重庆金美环评报告

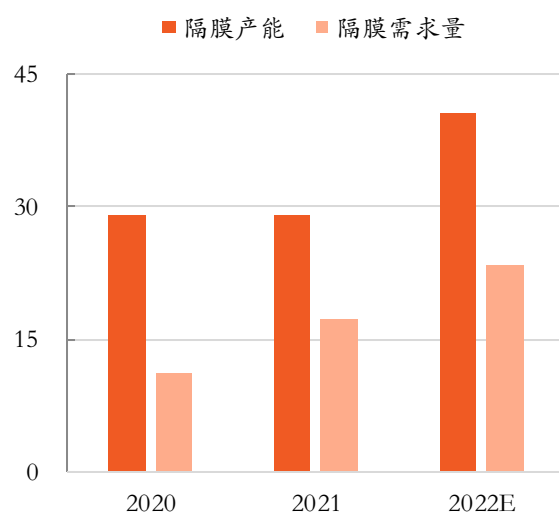
隔膜：隔膜行业设备技术门槛最高，恩捷股份占据隔膜龙头地位

- 隔膜分为湿法隔膜和干法隔膜，湿法隔膜凭借轻薄、低自放电等优势占据市场主体地位。湿法隔膜厚度低于干法隔膜，有利于提升电池能量密度。干法隔膜主要优点是低成本、耐过充和高安全性。
- 2022年干法隔膜和湿法隔膜供应均紧张，多家企业新产线投产导致产能快速释放。
- 2021年湿法隔膜市场集中度上升，TOP3占比78%，主要系湿法隔膜企业下半年头部企业新产线投产，带动出货量上升。
- 随着新增产能投产带动出货增长，2021年上海恩捷市场份额占比上升。

2020-2022年中国湿法隔膜和干法隔膜产能及需求量（亿平方米，不完全统计）

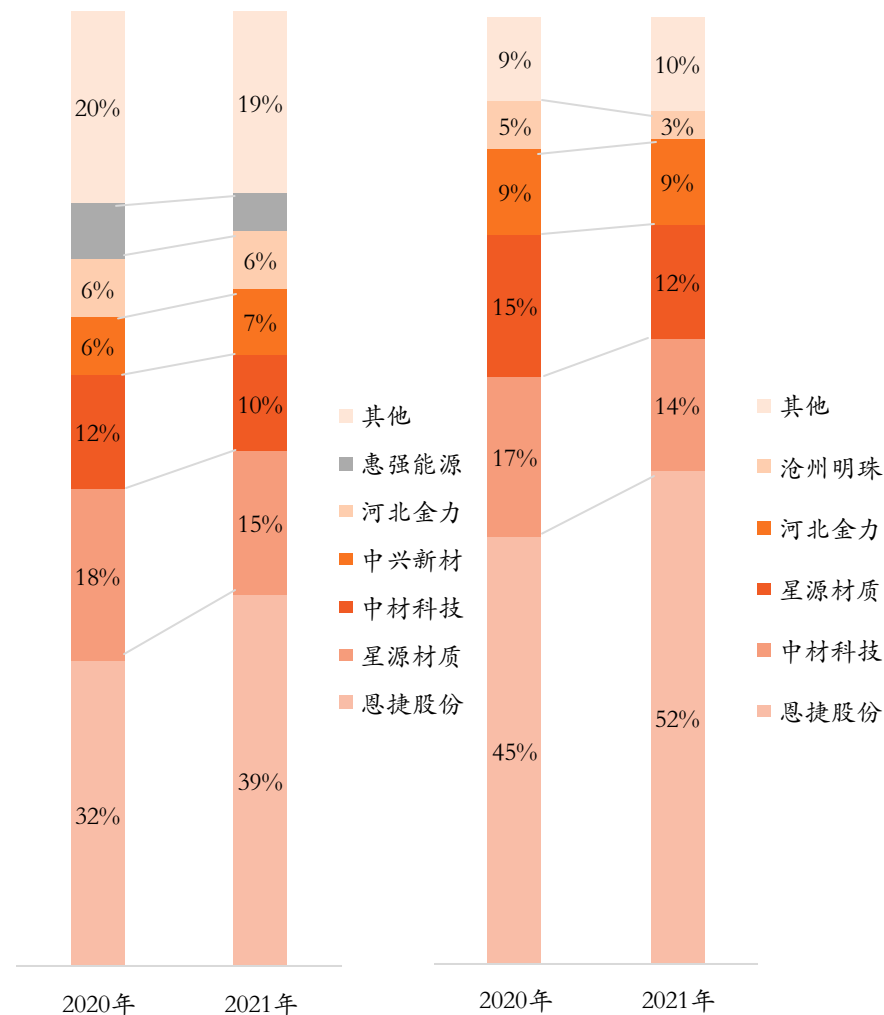


数据来源：EVTank，平安证券研究所



数据来源：EVTank，平安证券研究所

2020-2021年中国隔膜和湿法隔膜企业竞争格局变化



数据来源：GGII，平安证券研究所

2.6 隔膜：新型隔膜基材和湿法涂覆是重点研发方向

- 隔膜因其基材、涂布浆料及工艺难度较高而具有高进入壁垒，其难度主要来自原料选择和配比、隔膜设备及精确控制技术，其中新型隔膜基材和涂覆隔膜成为重点研发方向。
- 新型隔膜基材，提高电池倍率 and 安全性。聚丙烯（PP）、聚乙烯（PE）是隔膜的主要基体材料，但在接近熔点时均会因融化而收缩变形，导致正负极接触短路，存在电池燃烧或爆炸危险。正在发展以聚酰亚胺（PI）、聚对苯二甲酸乙二酯（PET）、间位芳纶（PMIA）、聚偏氟乙烯（PVDF）、聚对苯撑苯并二唑（PBO）等合成材料制备无纺布新型隔膜基材。
- 湿法涂覆提质增效，涂覆能提高电池耐温性、安全性，纵向一体化是隔膜企业发展大趋势，基膜可发挥规模优势，涂覆膜可发挥差异化优势。湿法隔膜涂覆材料以氧化铝涂层为主，同时并存着PVDF涂层、PVDF/氧化铝混合涂层、氧化铝+PVDF叠加复合涂层、勃姆石、芳纶、纳米复合材料等涂层品类。

中国主要隔膜厂商主要技术发展进展

发展方向	具体描述
新型隔膜基材	具有优异的耐热性能、抗穿刺性，成为目前基体材料研发重要方向，将为解决大功率动力电池的安全性提供可行方案
湿法+涂覆一体化	涂覆加工的技术核心在于浆料配方，根据隔膜产品定位和下游对特定性能要求，企业需使用不同的浆料配方，涂层浆料配方具备一定技术壁垒，是未来涂覆隔膜研发主要方向；

数据来源：GGII，企业官网，平安证券研究所

参与厂商	新产品描述	进展
恩捷股份	涂覆隔膜、三层共挤干法隔膜	掌握湿法异步及同步拉伸技术，提供5-20um基膜，在线涂覆
星源材质	涂覆隔膜、三层共挤干法隔膜	高强度、低热收缩、低水分、低阻抗涂覆隔膜，单面涂层厚度1-5μm
中材科技	涂覆隔膜、三层共挤干法隔膜	- 主要产品为7-16μm湿法隔膜及陶瓷涂覆膜 2022年初实现12μm三层共挤隔膜批量供应

数据来源：GGII，企业官网，平安证券研究所



CONTENT 目录

① 锂离子电池：铁锂和三元各有所长，降本增效是关键

- 1.1 总体概况：铁锂和三元各有优势，方形综合性能最优
- 1.2 动力电池：高比能量/高安全/长寿命/快充是主要方向
- 1.3 储能电池：磷酸铁锂低成本、长寿命，是国内主流路线

② 电池材料：新型材料有效提升电池性能

- 2.1 总体概况：以五大关键材料为主，资源供应端是机会
- 2.2 正极材料：磷酸锰铁锂蓄势待发，高镍/低钴/单晶快速发展
- 2.3 负极材料：硅基材料提升电池容量，适合圆柱电池
- 2.4 电解液：新型锂盐有望快速增长，添加剂开发和配方是关键
- 2.5 锂电铜箔：PET铜箔提升综合性能，加速实现产业化
- 2.6 隔膜：新型隔膜基材和湿法涂覆是重点研发方向

③ 新型电池技术：性能优越有效降本，有望抢滩动力和储能应用

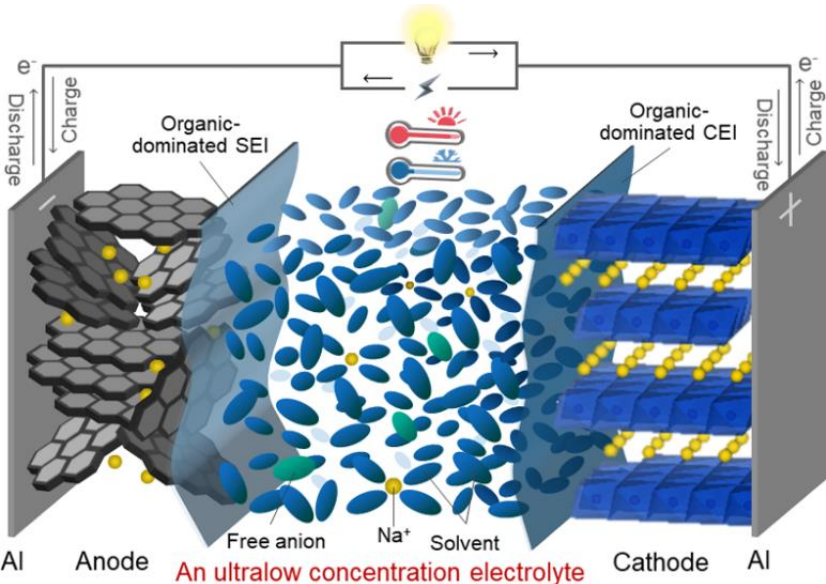
- 3.1 钠离子电池：有望入局储能和入门级电动车市场
- 3.2 固态电池：车规级硫化物及氧化物固态电池有望率先应用

④ 投资建议与风险提示

3.1 钠离子电池：具有低成本、高安全、耐低温和快充优势

- 钠离子电池是可充电电池，生产设备与锂离子电池能兼容。钠离子电池主要依靠钠离子在正极和负极之间移动来工作，原理和锂离子电池相同，制造工艺也类似，因此两种电池生产设备能兼容。钠离子电池主要将正极、负极分别换成钠盐、硬碳/软碳等新型材料，负极集流体改用铝箔。
- 钠离子电池具有低成本、高安全、耐低温、快充优势，有望抢占储能市场和入门级电动汽车市场。与磷酸铁锂电池相比，钠离子电池成本低30%-40%，安全性好，低温容量保持率高20pct，15min充电80%以上，但其能量密度偏低30Wh/kg，循环性能比LFP低2000次以上。钠离子电池将机会应用于磷酸铁锂电池应用市场，降低采购储能和入门级电动汽车成本，在商用车、储能电站、5G通信基站备用电源、电动两轮车甚至电动船舶等特定应用场景有望替代磷酸铁锂电池。

钠离子电池优劣势



数据来源：《Ultralow-Concentration Electrolyte for Na-Ion Batteries》

钠离子电池优劣势

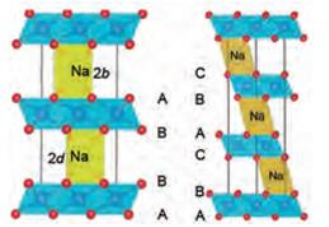
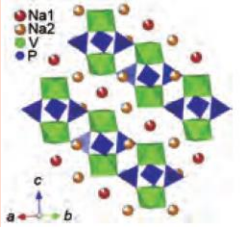
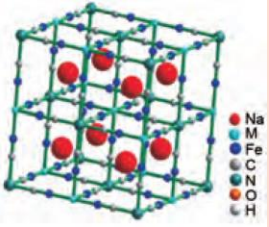
特点	简述	优劣势分析
优势	低成本	• 钠储量丰富，原料来源丰富，单价为锂盐的1.3%， • 集流体以铝箔换铜箔，综合成本比锂电下降30%-40%
	高安全	• 可放电至0V，可不带电运输
	耐低温	• -30℃时，钠离子电池保持率达到81%，高于20pct，高于三元10pct
	快充	• 常温下充电15分钟实现80%以上
劣势	能量密度低	• 钠原子半径比锂大30%，因此理论容量为140Wh/kg，比LFP低30Wh/kg，比NCM811低70Wh
	循环寿命低	• 宁德时代开发出钠离子电池循环寿命有4000次，至少低于磷酸铁锂33%； • 中科海钠能量密度150Wh/kg，循环寿命大于3000次

数据来源：中科海钠，索比储能研究院，各公司公告、官网，平安证券研究所

3.1 钠离子电池：正极以层状氧化物技术路线为主，聚阴离子路线和普鲁士蓝为辅

- 正极材料层状氧化物技术路线综合性能最好。钠离子电池正极分为层状氧化物、聚阴离子化合物、普鲁士蓝/白化合物三种路线。层状氧化物路线为主流方向，优点是能量密度高、倍率性能好，缺点为容易吸湿、循环性能稍差，代表公司为中科海钠、立方新能源、钠创新能源；聚阴离子路线优点为工作电压高、热稳定性好、循环寿命长，缺点为能量密度低、部分含有毒元素，代表公司为法国Tiamat、鹏辉能源。普鲁士蓝/白路线优点为工作电压可调、能力密度高、合成温度低，缺点为循环寿命低、倍率性能差、有热失控风险，代表公司为宁德时代、美国Natron Energy。

钠离子电池正极路线对比

性能特性	层状技术路线	聚阴离子路线	普鲁士蓝/白路线
结构			
优点	• 能量密度高 • 倍率性能好 • 技术转化容易	• 工作电压高 • 热稳定性好 • 循环寿命长	• 工作电压可调 • 能量密度高 • 合成温度低
不足	• 容易吸湿 • 循环性能稍差	• 能量密度低 • 部分含有毒元素	• 循环寿命低（低于2000次） • 倍率性能差 • 热稳定性差（会产生剧毒的氢氟酸）
代表企业	中科海钠、立方新能源、钠创新能源、派能科技、多氟多	法国Tiamat、鹏辉能源、众钠能源	宁德时代、美国Natron Energy

数据来源：钠离子电池储能技术及经济性分析，平安证券研究所

3.1 钠离子电池：钠离子电池材料体系众多，各企业加速产业化布局

- 各大厂商钠电池正极选择多样，正极主流路线是层状氧化物，负极多为硬碳体系。目前国内公司产业化进程推进较快，多于2023年实现量产，目前正在积极进行技术攻关和构建上游产业链。

钠离子电池产业化进程

企业	材料体系	能量密度 (Wh/kg)	循环寿命	进展
英国 Faradion	镍、锰、钛基O3/P2层状氧化物/硬碳的有机电解液体系	150-160	80%DOD循环寿命3000次	正在转产，公司预计电池产能达50GW
中科海钠	铜铁锰层状氧化物/无烟煤软碳有机电解液体系	145	4500次循环容量保持率83%	在山西阳泉和安徽阜阳建有钠离子电池生产线，2022年底钠电池产能2GWh
立方（钠方）新能源	层状氧化物/高首效硬碳有机体系软包电池	140		2022年6月份已开始小批量生产钠离子软包电池，2023年爬坡完成，实现全面达产
钠创新能源	铁酸钠基三元氧化物/镍层状氧化物/硬碳有机体系软包电池	120	3000次循环容量保持率80%以上	2022年形成3000吨层状正极材料及5000吨电解液产能，能自产电解液
派能科技	层状氧化物	-	-	已开发出第一代钠电池产品并完成小试
多氟多	层状氧化物/有机体系	-	-	具备1GWH钠电池的产能，子公司广西宁福新能源规划5GWH产能
众钠能源	硫酸铁钠系/硬碳复合材料/高氯酸钠体系	120-160	2000-10000次循环寿命	正极电芯均已实现量产，拥有100吨硫酸铁钠正极材料产能及1GWh电芯产能
法国 Tiamat	氟磷酸钒钠/硬碳有机电解液体系	90	1C倍率4000次	/
鹏辉能源	磷酸盐类/硬碳有机体系圆柱电池	-	-	6月进行中试，预计2022年底前批量生产
美国 Natron Energy	普鲁士蓝水系电解液体系	700W/L, 2分钟	50000次	开始大规模生产，预计2023年上市，电池产能600MW
宁德时代	锰铁普鲁士白/硬碳负极新型电解液体系	160		2023年形成基本产业链
传艺股份	-	145	4000	今年中试线投产，2023年一期2GWh预计投产，二期远期计划产能8GWh，累计达10GWh
欣旺达	-	-	-	拥有钠离子电池补钠、钠离子电池及制备的多项专利，目前暂未量产钠离子电池

数据来源：各企业官网、官微，平安证券研究所

3.2

固态电池：具有高安全性和高能量密度，车规级硫化物和氧化物固态电池将有望率先应用

- 全固态锂电池是一种使用固体电极材料和固体电解质材料，不含任何液体的锂电池，所有材料均以固态形式存在，能大幅度提高电池高安全性和高比能量，在温度适应性等各个方面也具有一定的潜在优势。
- 硫化物和氧化物固态电池未来可作为车规级产品。固态电池按电解质主要分为三类：硫化物固态电池、氧化物固态电池和聚合物固态电池。硫化物电导率与液态锂电池很接近，氧化物电导率差液态锂电池电导率一个数量级，可以做到10%~20%；聚合物电导率最差，比液态锂电池差两个数量级，加热到60℃-80℃才能用在微型电动车上。
- 目前固态电池核心问题是解决界面适配和稳定性问题，其综合指标提升依然很有挑战。

● 固态电池潜在优势分析

性能特性	提升原理	潜在优势
安全性	固态电解质抑制锂枝晶、不易燃、不易爆破、无电解液	- 简化热灾害防护设计 - 减少电池系统布局约束
能量密度	固态电池研发可提供的能量密度基本可达300-400Wh/kg	- 提升电池及模组能量密度 - 降低单位Wh制造成本
温度适应性	拥有更宽的温度工作范围，目前基本保证-25℃~60℃的温度范围	- 简化冷却机构 - 拓宽电动汽车应用场景
材料选材范围	有望减少界面副反应，提升电压窗口高，拓宽正负极材料选材范围	- 减少原材料成本 - 降低原材料资源紧缺风险

数据来源：OFweek，平安证券研究所

● 固态电池三大技术路线

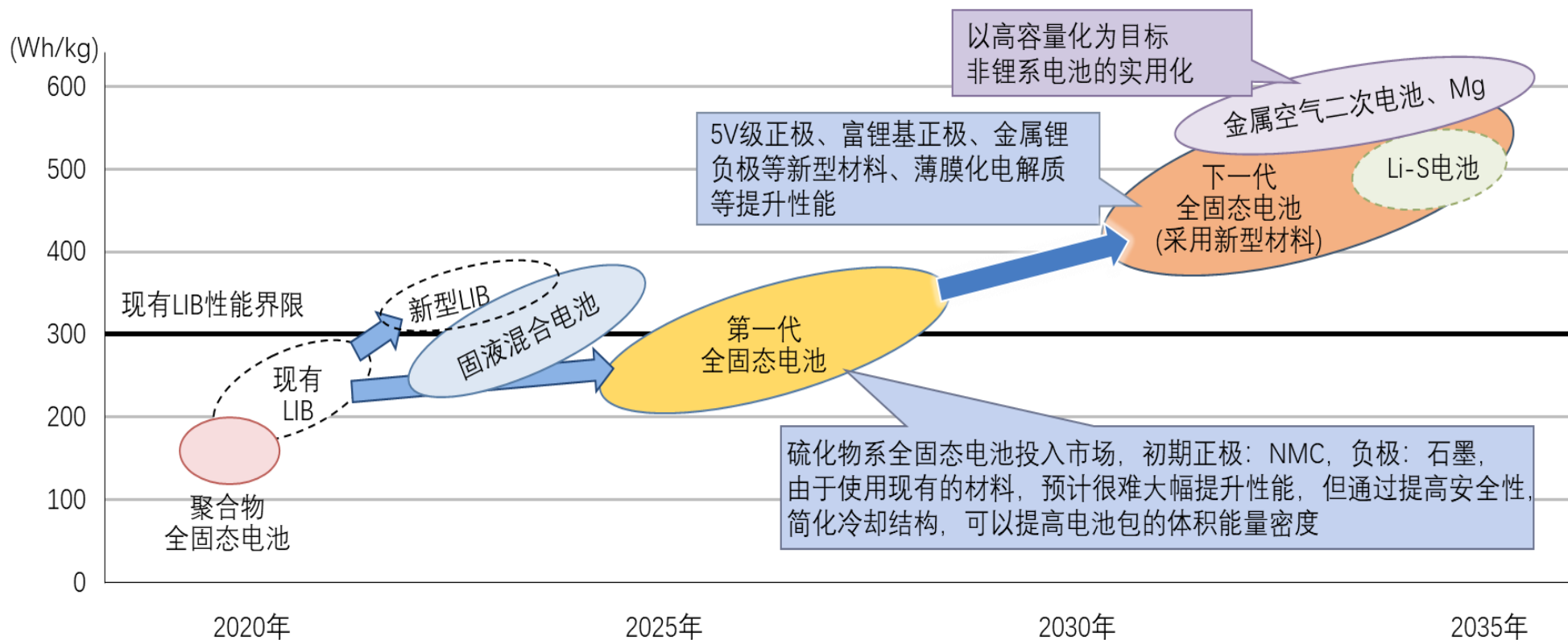
分类	代表电池种类	应用领域	优势	劣势	企业
硫化物固态电池	硫化物体系（LPGS）电池	新能源汽车、数码、高端移动储能、智能穿戴	重量/体积能量密度高 倍率性能好	空气稳定性差	丰田、三星、Solid Power、赣锋
氧化物固态电池	氧化陶瓷体系电池	新能源汽车、数码、高端移动储能、智能穿戴	高稳定性 重量/体积能量密度高	成本较高、倍率性能欠佳、固固界面接触差、大型化困难	Quantum Scape、卫蓝
聚合物固态电池	聚环氧乙烷基体系、聚碳酸酯基体系、聚硅氧烷基体系	数码、无人机、智能穿戴	成本低 工艺成熟度高	倍率性能差 高电压稳定性差	珈伟、卫蓝、清陶

数据来源：公开资料总结，平安证券研究所

固态电池：近期重点发展半固态电池，中期和远期将发展全固态电池

- 近期发展固液混合电池，匹配现有产线，改善电池安全性。目前大部分电池企业发展固态电池技术采用了逐步颠覆的策略，逐渐降低液态电解质含量。固态短期难普及，新型电解液LiFSI和LMFP将提升安全性，同时采用固液混合电解液。
- 中期将基于现有正、负极材料开发出第一代全固态电池，日本发布报告预测全固态电池将于2025年左右兴起。

◎ 固态电池发展技术路线



固态电池：半固态动力电池率先应用，氧化物/硫化物+聚合物是新发展路线

- 多家企业开始布局固液混合电池。国轩高科、浙江锋锂、北京卫蓝等企业半固态电池电池正在大力发展研发和测试工作，有望于2023年起陆续装车应用。
- 氧化物/硫化物+聚合物是新发展路线。硫化物体系、氧化物体系、聚合物体系路线均有，由于聚合物锂电池循环性较好（2000-3000周），也很好解决界面接触问题，目前企业加强氧化物/硫化物+聚合物模式发展。

国内部分固态电池企业进展

企业	材料体系	能量密度 (Wh/kg)	循环寿命	进展
蜂巢能源	硫化物体系	350-400	/	• 蜂巢能源计划于2025年在量产车上应用示范能量密度达350-500Wh/kg的固态电池
苏州清陶	聚合物体系	368	/	• 2021年固态电池产能1.1GWh；目前368Wh/kg产品正在进行路检，2025年固态电池规划产能≥20GWh
国轩高科	/	360（半固态）	/	• 2023年实现批量交付，2025年超过400Wh/kg、循环800次的全固态电池
浙江锋锂	三元正极、氧化物厚膜体系、含金属锂负极，半固态电池	235-420	400次， 超过1000次（半固态）	• 2021年半固态电池产能2.3GWh；当前另有1GWh产线在建；部分领域已经应用于军品领域
宁德时代	硫化物体系、聚合物体系	300	300次	• 固态电池仍处于实验室阶段，预计2030年后实现商业化
卫蓝新能源	氧化物体系、聚合物体系	300, 270（半固态）	超过1500次(半固态)	• 2021年建成0.2GWh产线，当前另有1.2GWh产线在建
辉能科技	氧化物体系（固态陶瓷电解质）	252	/	• 规划2023年形成3GWh固态电池产能
比亚迪	聚合物体系	/	/	• 2016年开始自研固态电池
盟维科技	/	/	/	• 2022年9月一条自动化锂金属电池制造产线宣布在合肥正式启动
孚能科技	/	/	/	• 公司计划330Wh/Kg的半固态电池，2025年前量产

数据来源: Wind，各企业官网，各企业官方发布报告，平安证券研究所



CONTENT 目录

● 锂离子电池：铁锂和三元各有所长，降本增效是关键

- 1.1 总体概况：铁锂和三元各有优势，方形综合性能最优
- 1.2 动力电池：高比能量/高安全/长寿命/快充是主要方向
- 1.3 储能电池：磷酸铁锂低成本、长寿命，是国内主流路线

● 电池材料：新型材料有效提升电池性能

- 2.1 总体概况：以五大关键材料为主，资源供应端是机会
- 2.2 正极材料：磷酸锰铁锂蓄势待发，高镍/低钴/单晶快速发展
- 2.3 负极材料：硅基材料提升电池容量，适合圆柱电池
- 2.4 电解液：新型锂盐有望快速增长，添加剂开发和配方是关键
- 2.5 锂电铜箔：PET铜箔提升综合性能，加速实现产业化
- 2.6 隔膜：新型隔膜基材和湿法涂覆是重点研发方向

● 新型电池技术：性能优越有效降本，有望抢滩动力和储能应用

- 3.1 钠离子电池：有望入局储能和入门级电动车市场
- 3.2 固态电池：车规级硫化物及氧化物固态电池有望率先应用

● 投资建议与风险提示

- 第一，锂离子电池方向，动力电池呈现高技术壁垒、品牌效益和规模经济，建议关注具有技术积累和新扩产能的**中创新航**、**国轩高科**、**亿纬锂能**；储能电池注重企业品牌渠道和成本，建议关注深耕储能和新扩产能的**鹏辉能源**、**派能科技**。
- 第二，电池材料方向，三元正极和隔膜呈现高技术壁垒，磷酸铁锂、负极、电解液、锂电铜箔呈现较强的规模经济。三元正极高镍、低钴/无钴、单晶、高电压、四元等技术迭代，建议关注三元高镍出货量较高的**容百科技**、**华友钴业**（**天津巴莫**）。涂覆隔膜、三层共挤干法隔膜发展迅速，建议关注该技术领先的**恩捷股份**、**星源材质**。建议关注快速扩产的磷酸铁锂龙头企业**湖南裕能**、**德方纳米**、**万润新能**；目前国内人造石墨负极产能偏紧，建议关注产能一体化发展和大力新扩产能的**贝特瑞**、**璞泰来**。电解液产业链一体化布局降本增效明显，建议关注材料一体化布局程度较高的**天赐材料**、**新宙邦**。锂电铜箔方向建议关注在极薄化方向实现供货的**龙电华鑫**、**诺德股份**。
- 第三，新型电池方向，建议关注钠离子技术积累较高的**中科海钠**（非上市）和技术攻关硫化物/氧化物固态电池路线的**卫蓝新能源**（非上市）、**蜂巢能源**（非上市）。

- 1) 疫情导致产业链需求不及预期风险：新冠疫情仍在持续，若未来国内疫情防控态势恶化，宏观经济和市场需求下滑，将影响新能源汽车产销量，进而对锂离子电池行业的发展产生不利影响。
- 2) 技术路线变化风险：全球众多知名车企、电池企业、材料企业、研究机构等纷纷加大对新技术路线的研发，若出现可产业化、市场化、规模化发展的新技术路线和新产品，产业链现有企业的市场竞争力将会受到影响。
- 3) 原材料价格波动风险：动力电池材料受锂、镍、钴等大宗商品和化工原料价格的影响较大。若原材料价格大幅上涨，对中下游电池材料和电芯制造环节的成本将形成较大压力。
- 4) 市场竞争加剧风险：近年来锂离子电池市场快速发展，不断吸引新进入者参与竞争，同时现有产业链企业也纷纷扩充产能，市场竞争日趋激烈，目前行业内企业未来发展面临一定的市场竞争加剧风险。

平安证券研究所 绿色能源与前瞻性产业研究团队

陈骁

前瞻性产业研究

证券投资咨询资格: S1060516070001

CHENXIAO397@PINGAN.COM.CN

郝博韬

前瞻性产业研究

证券投资咨询资格: S1060521110001

HAOBOTAO973@PINGAN.COM.CN

皮秀

新能源

证券投资咨询资格: S1060517070004

PIXIU809@PINGAN.COM.CN

张之尧

新能源

一般证券业务资格 S1060122070042

ZHANGZHIYAO757@PINGAN.COM.CN

陈潇榕

有色与新材料

一般证券业务资格 S1060122080021

CHENXIAORONG186@PINGAN.COM.CN

马书蕾

有色与新材料

一般证券业务资格 S1060122070024

MASHULEI362@PINGAN.COM.CN

平安证券综合研究所投资评级:

股票投资评级:

强烈推荐（预计6个月内，股价表现强于市场表现20%以上）
推荐（预计6个月内，股价表现强于市场表现10%至20%之间）
中性（预计6个月内，股价表现相对市场表现在±10%之间）
回避（预计6个月内，股价表现弱于市场表现10%以上）

行业投资评级:

强于大市（预计6个月内，行业指数表现强于市场表现5%以上）
中性（预计6个月内，行业指数表现相对市场表现在±5%之间）
弱于大市（预计6个月内，行业指数表现弱于市场表现5%以上）

公司声明及风险提示:

负责撰写此报告的分析师（一人或多人）就本研究报告确认：本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格。

平安证券股份有限公司具备证券投资咨询业务资格。本公司研究报告是针对与公司签署服务协议的签约客户的专属研究产品，为该类客户进行投资决策时提供辅助和参考，双方对权利与义务均有严格约定。本公司研究报告仅提供给上述特定客户，并不面向公众发布。未经书面授权刊载或者转发的，本公司将采取维权措施追究其侵权责任。

证券市场是一个风险无时不在的市场。您在进行证券交易时存在赢利的可能，也存在亏损的风险。请您务必对此有清醒的认识，认真考虑是否进行证券交易。

市场有风险，投资需谨慎。

免责条款:

此报告旨为发给平安证券股份有限公司（以下简称“平安证券”）的特定客户及其他专业人士。未经平安证券事先书面明文批准，不得更改或以任何方式传送、复印或派发此报告的材料、内容及其复印本予任何其他人。

此报告所载资料的来源及观点的出处皆被平安证券认为可靠，但平安证券不能担保其准确性或完整性，报告中的信息或所表达观点不构成所述证券买卖的出价或询价，报告内容仅供参考。平安证券不对因使用此报告的材料而引致的损失而负上任何责任，除非法律法规有明确规定。客户并不能仅依靠此报告而取代行使独立判断。

平安证券可发出其它与本报告所载资料不一致及有不同结论的报告。本报告及该等报告反映编写分析员的不同设想、见解及分析方法。报告所载资料、意见及推测仅反映分析员于发出此报告日期当日的判断，可随时更改。此报告所指的证券价格、价值及收入可跌可升。为免生疑问，此报告所载观点并不代表平安证券的立场。

平安证券在法律许可的情况下可能参与此报告所提及的发行商的投资银行业务或投资其发行的证券。

平安证券股份有限公司2022版权所有。保留一切权利。