

## 行业研究

## 硬碳负极成为钠电加速产业化关键

## ——钠电：如何从“0-1”迈向“1-N”（一）

## 要点

**硬碳负极成为首选，支持钠电快充过放。**相较于锂离子电池，钠离子原子半径较锂离子大35%以上，锂离子电池中主流的石墨负极无法满足钠离子电池负极的要求，而软碳材料储钠容量不足，因此钠电池主流使用的是硬碳负极。硬碳材料储钠位置和形式多样，理论容量可达350-400 mAh/g。另外，硬碳材料使得负极能够更好地实现快充、解决了过放电的安全问题，打开了钠电池应用的广度。

**成本结构上重要性提升、前驱体降本空间大、来源、工艺的研发难度大，硬碳负极成为钠电产业化的决速关键。**钠电负极成本占比大幅提升至16%，比起锂电负极成本占比翻倍。22年9月，日本可乐丽椰壳硬碳价格约为20万元/吨，低端人造石墨负极价格约为3万元/吨，进口硬碳材料成本较高且降本空间巨大，硬碳的重要性不言而喻。通过替代廉价、适合大规模量产的前驱体能大大降低成本，但考虑到硬碳收率较低，我们预计2025年硬碳负极成本降至与石墨负极相当。

**硬碳前驱体路线多样，供应与成本是核心考量。**生物质前驱体工艺难度小，在钠电0-1阶段，椰子壳等生物质硬碳由于其性能优异，产业化速度较快。但当行业进入成长放量阶段，难以保障原材料供应链的稳定性、低成本和一致性将成为掣肘。**沥青基/树脂基**等硬碳目前生产工艺难度较大，性能也较差，但其原材料供应广泛、成本低廉，随着前驱体研发技术突破以及其他材料修饰技术的应用，生物质多糖、树脂基、沥青基以及无烟煤等材料有望后来居上。根据应用领域的需求痛点不同，未来硬碳路线或呈现百花齐放格局。

**供应链成熟度限制修饰技术应用，预钠化是挖潜重点。**硬碳前驱体的调控、改性、掺杂、包覆是当前负极厂商首要解决的产业化问题；电解液调控可提高硬碳材料的电化学性能，需产业链合作研发，也有望较快产业化。预钠化与预锂化技术的策略与手段基本相似，对硬碳负极的性能提升较为显著。但考虑到补锂技术的应用要慢于锂电技术整体发展节奏，且现有的补钠技术还不成熟，工艺复杂且成本高，技术壁垒较高，因此产业化周期可能较长。

**从专利和产品来看，生物质硬碳成为新老厂商当前布局的重点。**比容量方面，生物质、树脂、石墨烯较高，处于300 mAh/g以上，无烟煤和沥青基比容量较低。首效方面，生物质较为领先，沥青、无烟煤首效较低。循环寿命方面，优异的生物质硬碳负极能达到3000次以上，足以满足动力及部分储能领域的应用需求。

**投资建议：**钠电行业进入0-1阶段，硬碳负极的研发攻关成为决速关键，在钠电硬碳负极产品研发和量产进度较快的厂商，最有望受益于钠电0-1带来的需求弹性，**推荐：鹏辉能源（佰思格）、贝特瑞、杉杉股份。**关注其他在钠电负极材料也有研发布局的厂商：华阳股份、璞泰来、翔丰华、元力股份。

**风险分析：**钠电池需求及应用推广进度不及预期、硬碳降本不及预期、锂价下跌钠电池性价比不足。

## 电力设备新能源 买入（维持）

## 作者

分析师：殷中枢

执业证书编号：S0930518040004

010-58452063

yinzs@ebsecn.com

分析师：刘凯

执业证书编号：S0930517100002

021-52523849

kailiu@ebsecn.com

分析师：陈无忌

执业证书编号：S0930522070001

021-52523693

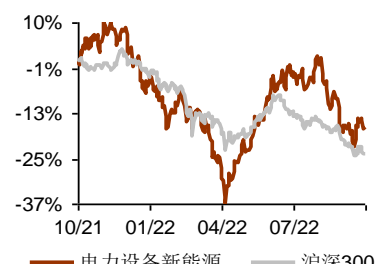
chenwuji@ebsecn.com

联系人：吕昊

021-52523817

lvhao@ebsecn.com

## 行业与沪深300指数对比图



资料来源：Wind

## 重点公司盈利预测与估值表

证券代码	公司名称	股价 (元)	EPS (元)			PE (X)			投资评级
			21A	22E	23E	21A	22E	23E	
300438.SZ	鹏辉能源	65.76	0.42	1.32	1.96	156	50	34	买入
835185.BJ	贝特瑞	47.95	2.97	3.15	4.14	16	15	12	买入
600884.SH	杉杉股份	18.80	1.56	1.18	1.43	12	16	13	买入

资料来源：Wind，光大证券研究所预测，股价时间为2022-11-18

## 投资聚焦

锂矿价格居高不下使得电池及上游材料厂商纷纷将研发重点从锂离子电池转向钠离子电池。负极材料在成本结构中占比的上升以及目前研发陷入瓶颈使其成为钠电产业化的决速环节。

作为负极首选材料的硬碳还处于研发初期，尚不能实现规模量产。生物质前驱体虽然是目前性价比较高的硬碳负极材料，但是其来源过于广泛，造成生产工序与设备选型的复杂性。从长远来看，在突破技术瓶颈成功实现降本之后，沥青基硬碳负极将成为钠离子电池产业化的支柱。

## 我们的创新之处

- 1、从成本、技术、供应链的角度推演了硬碳路线未来的发展趋势，以及为什么硬碳负极成为钠电产业化的决速关键，对硬碳负极的远期成本进行了展望；
- 2、从前驱体、供应链、工艺设备的角度分析了当前钠电负极产业链亟需解决的问题，以及下一步的发展方向；
- 3、从新老厂商的专利和产品布局层面分析了钠电负极技术发展趋势，并通过当前技术参数判断钠电池推广的领域与节奏。

## 股价上涨的催化因素

- 1、钠离子电池产业链、硬碳材料降本速度超预期。
- 2、锂价持续位于高位，且在 2025 年之前无法跌到合适的区间，促进产业加速发展钠离子电池技术。
- 3、硬碳前驱体材料大规模制备技术取得突破。

## 投资观点

钠电行业进入 0-1 阶段，硬碳负极的研发攻关成为决速关键，在钠电硬碳负极产品研发和量产进度较快的厂商，最有望受益于钠电 0-1 带来的需求弹性，**推荐：鹏辉能源（佰思格）、贝特瑞、杉杉股份**。关注其他在钠电负极材料也有研发布局的厂商：华阳股份、璞泰来、翔丰华、元力股份。

# 目 录

<b>1、硬碳负极成为首选，支持钠电快充过放.....</b>	<b>6</b>
1.1、石墨储钠困难，软碳容量不足，钠电池负极首选硬碳.....	6
1.2、硬碳储钠机理多样，理论容量 350-400 mAh/g.....	8
1.3、硬碳支持钠电快充过放，1+1>2.....	8
<b>2、前驱体供应与降本成产业化决速关键.....</b>	<b>10</b>
2.1、成本占比提升，负极成产业化决速关键.....	10
2.2、硬碳前驱体路线多样，供应与成本是核心考量.....	11
2.2.1、供应与成本是核心考量，生物质性能领先.....	11
2.2.2、供应链成熟度限制修饰技术应用，预钠化是挖潜重点.....	13
2.3、工序设备复杂多样.....	14
<b>3、投资建议：硬碳研发仍待攻坚，新老厂商布局加速.....</b>	<b>16</b>
3.1、资本助力产业链创新，生物质将最先产业化.....	16
3.2、鹏辉能源（佰思格）：聚焦硬碳，行业领先.....	18
3.3、贝特瑞：负极龙头，硅基与硬碳创新迭代.....	19
3.4、杉杉股份：快充负极领先，推出硬碳产品.....	26
<b>4、风险提示.....</b>	<b>32</b>

## 图目录

图 1: 硬碳（左）与石墨（右）的晶格图像对比 .....	7
图 2: 使用硬碳负极的电池循环性能优异 .....	7
图 3: 硬碳储钠机理模型.....	8
图 4: 锂离子电池成本分布 .....	10
图 5: 钠离子电池成本结构 .....	10
图 6: 硬碳负极前驱体选取标准.....	11
图 7: 预钠化策略.....	14
图 8: 不同前驱体硬碳负极生产工艺流程 .....	15
图 9: 钠离子电池产业链布局 .....	16
图 10: 贝特瑞 2022 年前三季度营业收入同比增长 156.43% .....	19
图 11: 贝特瑞 2022 年前三季度归母净利润同比增长 24.52% .....	19
图 12: 贝特瑞毛利率及净利率 .....	20
图 13: 负极材料成贝瑞特最大营收来源.....	20
图 14: 贝特瑞分业务毛利率 .....	20
图 15: 贝特瑞现金流情况.....	20
图 16: 杉杉股份 2022 年前三季度营业收入同比增长 0.82%.....	26
图 17: 杉杉股份 2022 年前三季度归母净利润同比下降 20.37% .....	26
图 18: 杉杉股份毛利率及净利率稳中有升，净利率大幅度改善 .....	26
图 19: 杉杉股份分业务营业收入占比.....	26
图 20: 杉杉股份负极业务毛利率表现稳健 .....	27
图 21: 杉杉股份三大现金流净值.....	27

## 表目录

表 1: 四种钠电池负极材料特点对比 .....	6
表 2: 理想的钠离子电池负极要求 .....	6
表 3: 硬碳、软碳与石墨负极对比 .....	7
表 4: 锂电与钠电与负极相关的性能对比 .....	9
表 5: 硬碳材料对比分类 .....	11
表 6: 主要硬碳前驱体优缺点比较 .....	12
表 7: 硬碳负极材料参数对比 .....	13
表 8: 钠电池硬碳材料的性能提升策略 .....	14
表 9: 硬碳负极企业现有专利产品梳理 .....	16
表 10: 负极企业产业布局 .....	17
表 11: 鹏辉能源盈利预测与估值简表 .....	19
表 12: 贝特瑞钠电硬碳负极产品理化指标 .....	21
表 13: 贝特瑞主营业务拆分 .....	22
表 14: 三费费率历史数据及假设 .....	23
表 15: 贝特瑞与可比公司 PE 估值比较 .....	23
表 16: 绝对估值核心假设表 .....	23
表 17: 现金流折现及估值表 .....	24
表 18: 敏感性分析表 .....	24
表 19: 各类绝对估值法结果汇总表 .....	24
表 20: 贝特瑞盈利预测与估值简表 .....	25
表 21: 杉杉股份收入拆分 .....	29
表 22: 三费费率历史数据及假设 .....	29
表 23: 杉杉股份与可比公司 PE 估值比较 .....	30
表 24: 绝对估值核心假设表 .....	30
表 25: 现金流折现及估值表 .....	31
表 26: 敏感性分析表 .....	31
表 27: 各类绝对估值法结果汇总表 .....	31
表 28: 杉杉股份盈利预测及估值简表 .....	32

# 1、硬碳负极成为首选，支持钠电快充过放

## 1.1、石墨储钠困难，软碳容量不足，钠电池负极首选硬碳

现有钠电池负极材料技术路线有金属氧化物、有机负极材料、基于转化及合金化反应的负极材料和碳基负极材料等。其中，金属氧化物容量较低，合金类循环性能和倍率性能不佳，**碳基无定形碳可逆容量和循环性能较好，在控制成本之后最有望实现商业化。**

表 1：四种钠电池负极材料特点对比

负极材料	特点
金属氧化物	金属氧化物有稳定的无机骨架结构，所以有超长循环寿命； 但相对分子质量较高，所以 <b>比容量偏低</b> 。
有机负极材料	成本低且结构多样； 但 <b>首效低、低电子电导</b> 、循环中出现极化问题、 <b>有机分子易在电解液中溶解</b> 。
基于转化及合金化反应的负极材料	脱嵌钠过程中体积变化巨大会导致活性物质粉化，致使容量迅速衰减， <b>循环性能和倍率性能不佳</b> 。
碳基负极材料	比容量高，工作电位低； <b>可逆容量，循环性能优良</b> 。

资料来源：Simon Eder et al., 《Switching between Local and Global Aromaticity in a Conjugated Macrocyclic for High-Performance Organic Sodium-Ion Battery Anodes》，Sun et al., 《Amorphous Metal Oxide Nanosheets Featuring Reversible Structure Transformations as Sodium-Ion Battery Anodes》，Wu et al., 《The State and Challenges of Anode Materials Based on Conversion Reactions for Sodium Storage》，光大证券研究所整理

### (1) 石墨储钠困难，无法用作钠电负极。

相较于锂离子电池，钠离子原子半径较锂离子大至少 35% 以上，钠离子较难在材料中嵌入脱出，对负极材料的结构稳定性提出了更高的要求。锂离子电池中主流运用的**石墨负极材料的孔径与层间距都无法满足钠离子电池负极的要求。**

表 2：理想的钠离子电池负极要求

方面	要求
迁移率	较高的离子和电子导电率
稳定性	具有惰性，在电解液中没有任何溶解或反应倾向； 具备良好的循环稳定性，体积变化率小。
电化学性质	与金属钠一样具有较高的工作电位，且电位不能随着钠离子的嵌入脱出而有较大波动。
比容量	密度低且孔隙多，单位质量内能容纳较多的钠离子。
原料及工艺	成本低，来源广，易获取及储存，环保且具有经济效益。

资料来源：余海军等，《钠离子电池负极材料的研究进展》，郑安川等，《基于生物质硬碳钠离子电池负极材料研究进展》，光大证券研究所整理

### (2) 软碳容量不足，硬碳成为钠电负极首选。

无定形碳包括硬碳与软碳，硬碳是在 2800°C 以上高温处理后不能石墨化的碳，软碳是经高温处理后可以石墨化的碳。

**硬碳：**内部晶体排布杂乱无序，孔隙更多，且石墨片层间、封闭微孔、表面和缺陷位点都能储钠，所以容量较高。

**软碳：**虽然成本较硬碳低，但是由于具有石墨化结构，所以储钠量较低；虽然可以通过造孔工艺增大容量，但是会增加成本，反而不如硬碳经济。

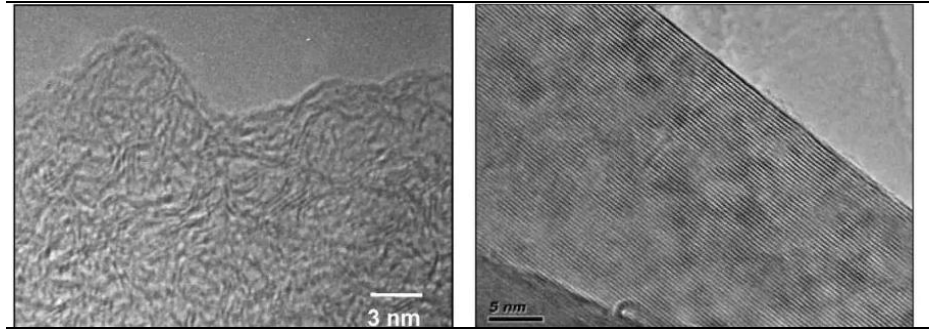
综上，由于石墨的孔径与层间距较小，与钠离子直径不符，而软碳材料由于类石墨结构储钠容量不足，因此行业内主流使用的是硬碳负极。

表 3：硬碳、软碳与石墨负极对比

项目	难石墨化碳 硬碳	易石墨化碳 软碳	石墨 Graphite
结构			
原料	沥青、高分子、植物	沥青、高分子	沥青、天然石墨
炭化温度	1000-1500°C	1000-2000°C	2500-3000°C
层间距(d(002))	0.37-0.38nm	0.34-0.35nm	0.335-0.34nm
微晶(Lc)	1.1-1.2nm	2-20nm	80nm 以上
材料密度(g/cm <sup>3</sup> )	1.50-1.60	2.0 前后	2.2 前后
电极密度(g/cm <sup>3</sup> )	0.9-1.0	1.2 前后	1.5-1.8
电极压实的难易度	困难	困难	容易
电极密度(g/cm <sup>3</sup> )	0.9-1.0	1.2-1.3	1.5-1.8
比能量	低~中	中	高
放电曲线	电压随容量变化而变化	电压随容量变化而变化	一定容量范围内电压一定
电极膨胀率	小	一般	大
循环耐久性	高	高温时性能有所下降	中
能否使用 PC(提高低温性能)	可	可	不可
能量再生(输入功率)性能	高	高	低

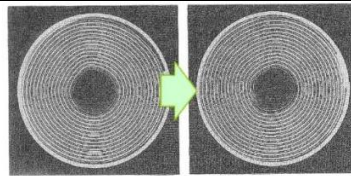
资料来源：《锂离子电池负极材料 CARBOTRON®S(F)、(J)的介绍》，KBMJ

图 1：硬碳（左）与石墨（右）的晶格图像对比



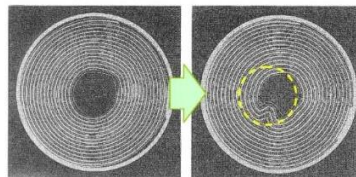
资料来源：《锂离子电池负极材料 CARBOTRON®S(F)、(J)的介绍》，KBMJ

图 2：使用硬碳负极的电池循环性能优异



循环初期 200次循环后  
图 负极为硬碳的锂离子二次电池的断面图像

•使用硬碳的电池  
电极的膨胀很小，未产生弯曲  
⇒ 优良的循环耐久性



循环初期 100次循环后

•使用石墨的电池  
因电极的膨胀产生了弯曲的部分  
⇒ 电流集中于弯曲的部分，产生了金属锂的析出

出处：西美穂(訂)・北学21 キーテクノロジー-電池(1996) P.44,50

资料来源：《锂离子电池负极材料 CARBOTRON®S(F)、(J)的介绍》，KBMJ

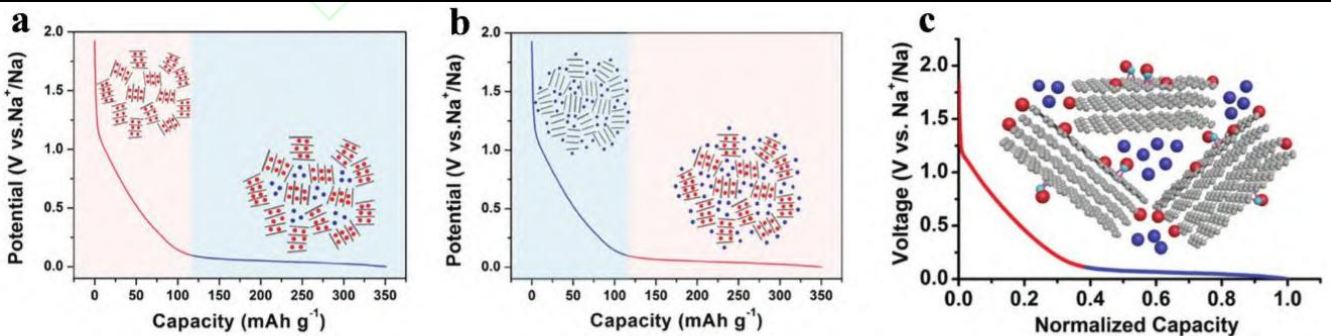
## 1.2、硬碳储钠机理多样，理论容量 350-400 mAh/g

锂离子电池的插层储锂机理已经很清楚，理论容量也已经有定论，锂离子电池石墨负极的容量可达 372.07mAh/g。而钠离子电池的储钠机理还不明晰，目前学界认为主要有三种储钠机制：（1）插层反应机制；（2）合金化反应机制；（3）转化反应机制。

**硬碳材料的储钠位置和形式多样。**一般认为钠离子在硬碳中可以储存在三种位置：硬碳表面的边缘和缺陷、石墨层之间的空隙、随机取向的石墨之间形成的微孔。对于硬碳来说，在储钠过程中充放电曲线可以分为两个区域：高电位斜坡区（2~0.1V）、低电位平台区（0.1~0V）。

在放电时，（1）钠离子首先通过表面吸附储存在硬碳表面的孔壁和缺陷中，这个过程对应充放电曲线中的斜坡区；（2）当进一步放电至 0.1 V 以下，钠离子通过石墨层间插入和微孔填充形成平台区。

图 3：硬碳储钠机理模型



硬碳的储钠机理模型：（a）插层-填充模型，（b）吸附-插层模型，（c）吸附-填充模型<sup>[7]</sup>

资料来源：殷秀平，《钠离子电池硬碳基负极材料的研究进展》，光大证券研究所整理

目前的争议主要集中在平台和斜坡区域所分别对应储钠机理的认识上。针对这两个区域，目前存在着两种储钠机理的解释：

1. “嵌入-吸附”机理（图 a）认为斜坡区容量主要来源于 Na<sup>+</sup>在类石墨层间中的嵌入，平台区容量来源于 Na<sup>+</sup>在微孔中的填充或沉积；
2. “吸附-嵌入”机理（图 b）则相反，认为斜坡区容量主要来源于 Na<sup>+</sup>在碳表面及边缘缺陷上的吸附，平台区容量主要来源于 Na<sup>+</sup>在类石墨间的嵌入。

目前有较多文献支持“吸附-嵌入”模型，“层间嵌入”机制形成的 NaC<sub>8</sub>可提供理论容量为 279mAh/g 的平台比容量，再加上斜坡区比容量，钠离子电池理论容量可达 350-400mAh/g。

## 1.3、硬碳支持钠电快充过放，1+1>2

通过复盘锂电负极技术路线的选择逻辑，我们能够判断未来钠电负极主流技术路线提供借鉴。硬碳负极相较于石墨负极具有**高电荷容量、优异的倍率容量、长循环能力和良好的低温性能**的优点，那为何在锂离子电池中，硬碳并未成为主流的负极路线？

(1) **锂电硬碳负极首效低**：硬碳负极的一个很大短板是在第一次充电/放电循环期间会有大量的电荷“损失”。对于锂离子电池来说，这种“损失”是由于过量消耗锂离子形成 SEI 膜造成的。此外，在碳基质中还有一些锂俘获，进一步导致低的可逆容量和较差的初始库仑效率（ICE）（不超过 80%）。

(2) **电压滞后**：除了低容量与低首效，硬碳中包含一些残余的氢封端芳香族碎片，而锂离子会与这些位点结合，在这种情况下，从这些位置移除锂离子会使得电位向更高电压移动，从而导致电压滞后。

为了弥补硬碳的这些缺陷，需要增加工序与生产成本，使得硬碳负极相较于石墨的经济性较差，所以现在锂离子电池主流使用的还是石墨负极。

而在钠离子电池中石墨负极无法使用，研究者把研发攻关的方向重新聚焦在硬碳材料上。另外，硬碳材料使得负极能够**更好地实现快充、解决了过放电的安全问题**，打开了钠离子电池应用的广度。

(1) **快充与电解液导电率及负极材料稳定性有关**。硬碳负极能够满足快速嵌锂、嵌钠的需求，但是快充导致锂枝晶析出容易引发短路，造成安全隐患，这限制了锂离子电池的快充性能。相较锂离子电池，钠离子电池能够实现快充有三个原因：

1. **钠离子斯托克斯直径比锂离子的小**，相同浓度的电解液具有比锂盐电解液更高的离子电导率，也就是说同等条件下钠离子比锂离子跑得快。
2. **钠枝晶可自溶，安全性更好，可适应高倍率快充**。根据马琳等人的《推动我国钠离子电池产业化路径探析》，由于钠金属比锂金属活性高，钠枝晶的化学稳定性比锂枝晶差，所以在一定条件下可以自溶解于电解液中，解决了快充会造成钠枝晶析出，影响电池安全性的问题。
3. **硬碳负极较大的层间距与孔径**，保证了钠离子在快充时快速嵌入。

(2) **过放电问题上，钠离子电池比锂离子电池更安全**。锂离子电池在过放电过程中会导致负极过度脱锂破坏 SEI 膜，从而产生 CO 或 CO<sub>2</sub> 气体，使电池膨胀，产生危险，而且过放电后再充电时负极会产生死锂，降低电池容量。但钠离子电池具有过放电安全性，即使放电至 0V 对电芯的长循环稳定性也基本没有影响。

表 4：锂电与钠电与负极相关的性能对比

性能与工艺	锂离子电池	钠离子电池
负极材料	石墨——硬碳负极有大电压延迟、低首效、低容量	硬碳——石墨负极难以容纳钠离子
过放电	否——过放电会降低电池容量与循环寿命	可——放电至 0V 对于电芯的长循环稳定性基本无影响
快充性能	否——快充导致锂枝晶析出会有短路自燃等安全隐患	可——高电导率与钠枝晶的自溶解性支持快充功能
负极修饰技术	是——掺杂、预锂化等提升电池性能	是——锂电负极修饰技术助推钠电性能提升、产业化推进

资料来源：Xie, 《Hard Carbon Anodes for Next - Generation Li - Ion Batteries Review and Perspective》，光大证券研究所整理

除了可快充、可过放的优点，现有的杂原子掺杂、预氧化、预锂化、结构设计等**锂离子电池负极修饰技术，未来也有望在钠离子电池产业化过程中逐步使用**，这些技术积淀可以有力地推动钠离子电池性能提升、产业化推进。

## 2、前驱体供应与降本成产业化决速关键

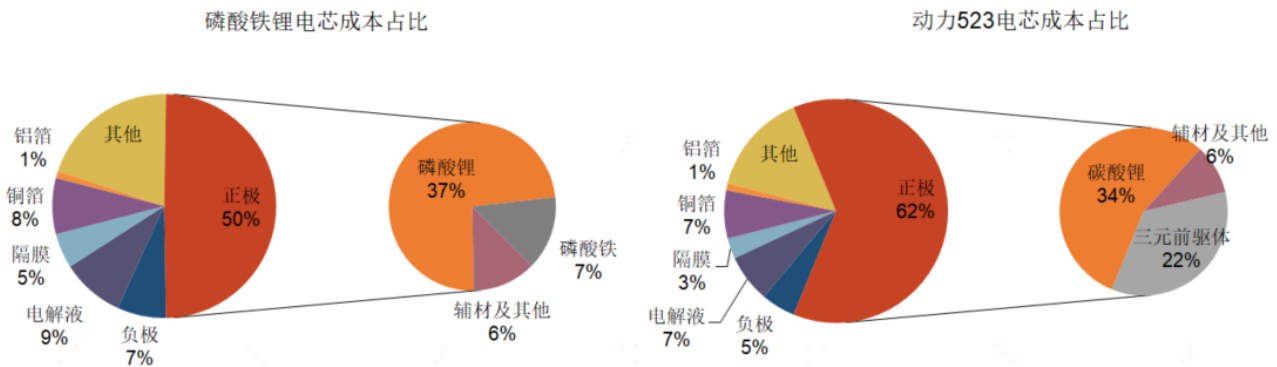
### 2.1、成本占比提升，负极成产业化决速关键

钠电的产业链与锂电相似，主要成本差异体现在原材料方面。钠电正极材料比磷酸铁锂电池正极材料要便宜三分之一左右，隔膜与电解液的成本相近。

对于负极来说，无论是生物质或是沥青基材料相比于焦类的原材料成本都更低，但从生物质到硬碳的收得率只有大约 30%，相比于石墨负极的收得率（80%）要低得多，2022 年 10 月底，无烟煤价格约为 0.2 万元/吨，改性沥青价格约为 0.45 万元/吨，低端人造石墨负极价格约为 3 万元/吨。所以综合来看，考虑收得率、前处理与修饰工序成本后，**钠电负极和锂电石墨负极的远期成本差异不大。**

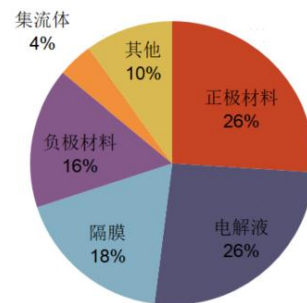
**成本结构上重要性提升、前驱体降本空间较大、来源、工艺的研发难度大，使得硬碳负极成为钠电产业化的决速关键。**相较锂电成本中正极材料占比 50%以上，钠电正极成本占比只在 26%左右，而负极成本大大上升，达到 16%，比起锂电负极的成本占比翻倍。2022 年 9 月时，日本可乐丽椰壳硬碳价格约为 20 万元/吨，低端人造石墨负极价格约为 3 万元/吨，进口硬碳材料成本较高但降本空间巨大。另外，不同于钠电正极材料的研究进展较为顺利，多家企业已经进入中试、投产阶段，钠电负极研发遇到的瓶颈较大，目前还难以找到廉价、适合大规模量产的前驱体材料。

图 4：锂离子电池成本分布



资料来源：鑫椏资讯 2022-09-08，光大证券研究所整理

图 5：钠离子电池成本结构



资料来源：中科海钠官网 2018-06，光大证券研究所整理

## 2.2、硬碳前驱体路线多样，供应与成本是核心考量

硬碳负极前驱体材料复杂多样，包括生物质、树脂基、沥青等。其核心制造工艺是碳化，受工艺限制，在选材时要求成本低、供应量大、易获取及储存，同时还强调容量损失少、效率较高、循环性较好，对于纯化过程也有要求。

表 5：硬碳材料对比分类

	比表面积 (m <sup>2</sup> /g)	孔径 (nm)	层间距 (nm)	比容量(mAh/g)	首次库伦效率 (%)	循环性能 (次)
生物质 (竹子、甘蔗渣、小麦秸秆和木材)	0.5-100	0.5-5	0.35-0.4	219-493	40-73	/
生物质 (椰壳)	/	/	/	200-337	76-93	2073-2936
生物质 (淀粉)	0.8-1.2	/	/	269-337	66-88	/
多孔碳+黑磷	1000-3000	1-5	/	310-445	82-92	/
无烟煤+造孔剂	/	/	/	211-294	84-86	2083-3268
沥青	/	/	0.36-0.39	95-300.6	45-90	/
酶解木质素基环氧树脂	50-320	/	0.34-0.39	106-250	/	/

资料来源：国家知识产权局，郑安川等，《基于生物质硬碳钠离子电池负极材料研究进展》，Xie et al., 《Hard Carbon Anodes for Next-Generation Li-Ion Batteries: Review and Perspective》，余海军等，《钠离子电池负极材料的研究进展》，光大证券研究所整理

(1) **树脂基**：前驱体虽然纯度高，结构易调控，但是成本较高；

(2) **沥青基**：前驱体虽然来源较广泛，但生产过程中会产生废水烟气，此外还需要在造孔技术方面做进一步研发，且容量较低；

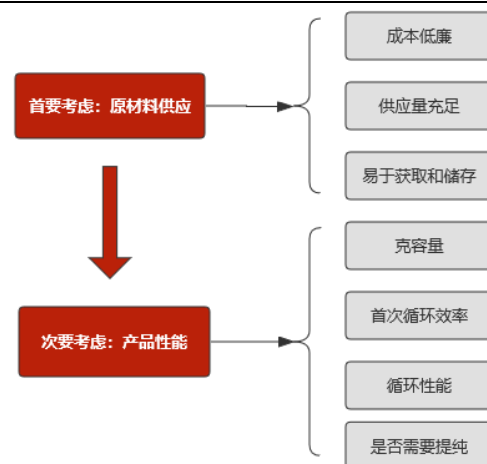
(3) **生物质**：前驱体来源广泛，大多是工农业生产中的副产物，容量也较高。所以硬碳负极目前应用较多的材料是生物质前驱体。

但是生物质也有其缺点。首先，生物质来源虽然广泛，但是由于品种繁多，且具有季节性等问题、不能保证一致性。而不同的品种对应不同的生产处理工艺，增加了工艺与设备选型的复杂性。因此，虽然生物质前驱体是一种很好的过渡期选择，但是从长远来看还是要不断提升沥青基负极材料研发技术，实现沥青基与树脂基材料降本，以便其规模化应用。

### 2.2.1、供应与成本是核心考量，生物质性能领先

对于工业生产来说，选择前驱体时首先考虑的是成本、供应量与是否易于获取和保存，其次才考虑生产出来的硬碳负极的性能，包括克容量、首次循环库伦效率、循环性能与是否需要提纯等。

图 6：硬碳负极前驱体选取标准



资料来源：佰思格科技，光大证券研究所绘制

生物质前驱体生产工艺难度小，但难点在于合适前驱体的筛选和稳定批量供应。在钠电产业链还不成熟的行业初期阶段，生物质硬碳由于其性能优异，产业化速度较快。但当行业进入成长放量阶段，难以保障原材料供应链的稳定性、低成本和一致性成为掣肘的难题。

沥青基/树脂基等硬碳目前生产工艺难度较大，性能也较生物质基硬碳差，但其原材料供应比较稳定，随着前驱体研发技术突破以及其他材料修饰技术的应用，供应来源广泛、成本低廉的其他前驱体材料，例如生物质多糖、树脂基、沥青基以及无烟煤等材料有望后来居上。

表 6：主要硬碳前驱体优缺点比较

硬碳前驱体	优点	缺点
生物质椰子壳	杂质较少 强度较高	国产原料供应量不足 过度依赖进口
生物质天然多糖 (淀粉、葡萄糖、蔗糖等)	材料来源广泛 价格低廉 环保可降解	需内部交联化、加氢改性等预处理 生产成本增加
树脂基前驱体 (酚醛树脂、环氧树脂、聚糠醇等)	分子结构简单、可控 可按需精确设计分子结构 纯度较高	成本最高
沥青基前驱体	残炭率高 原料来源广泛 价格低廉	高温碳化时易石墨化，所以需交联化、预氧化等预处理， 生产成本增加
无烟煤	原料来源广泛 价格低廉 生产工艺简单	容量低 首次循环效率低 产品一致性较差 需提纯处理，工艺不环保 造孔技术产硬碳，生产成本增加

资料来源：李云明 《钠离子储能电池碳基负极材料研究》，李旭升 《钠离子电池碳负极材料的制备及储钠性能研究》，光大证券研究所整理

作为当前产业化最快的椰子壳硬碳材料，其电池性能理想，但长期难以保障钠电需求。我国椰壳炭的主要来源是从菲律宾与印度尼西亚进口。菲律宾和印度尼西亚的椰子壳较厚，水分与挥发份指标较好，杂质也较少，生产出来的椰壳炭化料具有较好的强度与品质。据国际椰子协会消息，印度尼西亚是最大的椰壳炭化料出口国，2021 年出口 43.3 万吨；其次为菲律宾，出口 11.4 万吨，而斯里兰卡仅出口 8 千多吨。三个国家的椰壳炭化料总出口量约 55.5 万吨，按照每一万吨的椰壳炭化料对应 5GWh 的钠电需求测算，最大能够支撑 11.1GWh 的钠电需求。

国内椰壳供给不足，椰子壳硬碳或形成进口依赖。国内的椰子产地主要是海南，占全国椰子收获面积的 99%。相较菲律宾与印尼来说，海南椰子壳较薄，密度也会稍低，碳化后得到的椰壳炭品质会稍差一点。2021 年我国国内椰子产量约 36.42 万吨，椰壳重量约占椰子重量的 13%，即产生椰壳约 5 万吨。一般 6 吨的椰壳可以烧制 1 吨椰壳炭化料，也就是说，仅靠我国 21 年全部椰子产量也无法满足 5GWh 的钠电需求。

生物质椰子壳作硬碳负极最大的问题就是国产原料供应量不足，过度依赖进口。钠电硬碳负极实现量产，如果还依赖于进口椰壳炭的话，航运限制也会导致原材料成本增加。

无烟煤是用于生产软碳负极的原材料，原料来源广泛、价格低廉，生产工艺简单。但是相比于硬碳负极，软碳负极的缺陷较明显，首先是容量低，首次循环效率也比生物基硬碳低 8 个百分点左右，此外由于无烟煤的品质有区别，不同批次的原料生产出的负极难以保证一致性，而且无烟煤中含有 3-5% 的灰分以及硫杂质，需要经提纯后才能使用，否则会对电池循环有害，但提纯工艺产生的废气污水不利于环保。无烟煤通过造孔技术也可以生成硬碳，但这增加了生产工艺环节与成本。

表 7：硬碳负极材料参数对比

前驱体	碳化温度 (°C)	首周库伦效率	比容量 (mah/g)	循环次数
再生棉	1300	83%	315	97% (100 次)
聚苯胺	1150	51.6%	270	77% (500 次)
核桃壳	1000	71%	257	70.8% (300 次)
橡树	1000	74.8%	360	90% (200 次)
樱花瓣	1000	67.3%	310.2	89.8% (500 次)
海带	1300	64.1%	334	93% (200 次)
木质素	1100	68%	299	98% (300 次)
蜂窝煤	900	59.8%	221.5	91.6% (200 次)
柚皮	700	27%	314.5	99.3% (220 次)
莲藕茎	1400	70%	351	94% (330 次)
甲壳胺	800	32.3%	245	63.3% (100 次)
卤虫囊壳	850	32%	325	53.3% (200 次)
蛋壳膜	1300	89%	310	99% (200 次)
动植物组织	1300	91.2%	338.2	93% (100 次)
软木	1600	81%	358	87% (200 次)
苯酚甲醛	1400	84%	410	96% (40 次)
聚乙烯吡咯烷酮	1000	89%	393.4	97.2% (100 次)
氧化石墨烯	1000	57.3%	417	83% (100 次)
滤纸沥青	1000	80%	282	74% (100 次)
木糖	1200	93%	363.8	92.6% (400 次)

资料来源：殷秀平，《钠离子电池硬碳基负极材料的研究进展》，光大证券研究所整理

不同硬碳前驱体的性能侧重点不同，根据应用领域需求痛点不同，未来硬碳路线或呈现百花齐放格局。对于成本敏感的市场（电动两轮车、低速车等）来说，克容量在 280~290mAh/g，首次效率在 90%左右的低端硬碳材料就能满足需求，更加侧重低成本；而对高端市场应用来说，要求的比容量一般在 350 mAh/g 以上，首次效率要大于等于 92%，比容量等性能参数突出的硬碳材料成为首选。

### 2.2.2、供应链成熟度限制修饰技术应用，预钠化是挖潜重点

电池材料体系遵循“木桶效应”，各材料环节之间既存在协同作用，可以通过添加剂和修饰技术使得性能提升；也存在相互牵制，材料短板会影响新技术的推广节奏。因此，基于硬碳负极的钠电池材料体系修饰技术，以及辅材的开发，是在产业链实现从 0 到 1 的阶段中下一步需要解决的问题。

硬碳材料在钠离子电池中的性能提升策略主要集中在以下几个方面：

- (1) 通过调控前驱体的合成以及热解过程在微观上调控硬碳的孔隙结构和层间距；
- (2) 与其他材料的包覆复合、杂原子掺杂等来调控材料的缺陷程度和层间距；
- (3) 电解液的调控
- (4) 预钠化的处理。

表 8：钠电池硬碳材料的性能提升策略

硬碳技术路线	目的	具体方法/作用原理
前驱体选择与结构调控	构建三维结构的硬碳负极，以促进离子的快速传输，提高 <b>快充性能</b>	选择具有天然多孔结构的生物质材料，设计结构理想的树脂前驱体，高温热解反应（碳化）改善材料的多孔结构
预氧化	将前驱体 <b>改性</b> 为适用于生产钠电负极的硬碳材料	在碳化的早期阶段预氧化原材料能够将可石墨化的聚合物转化为不可石墨化的硬碳
造孔技术	改善硬碳的电化学性能	利用小分子溶剂和模板剂等预处理前驱体调控硬碳材料的孔隙结构
杂原子掺杂（通常是氮、硼、硫和磷）	提高硬碳负极电化学性能，改善硬碳材料的特性，如表面结构、电子导电性、层间距等	通过掺杂产生外部缺陷，在结构中提供更多的孔隙，增加活性位点，增大层间距，从而进一步提高 <b>电导率与可逆容量</b> ，有利于钠离子脱嵌
包覆	解决硬碳材料固有比表面积大和导电性不足的问题	导电性材料复合能提高电化学性能，硬碳表面包覆软碳能提高 <b>首次库伦效率</b>
电解液调控	提高材料的电化学性能	醚类电解质可产生薄且低内阻的 SEI 膜，与酯类电解质混用提高电池的 <b>倍率性能</b> 。 使用电解液添加剂
预钠化	提高硬碳负极材料的 <b>首次库伦效率(ICE)</b> ，避免较低 ICE 对电池 <b>能量密度和循环性能</b> 产生不利影响	原位掺杂预钠化、接触预钠化、化学反应法、电化学法、正极预钠剂

资料来源：董瑞琪《钠离子电池硬碳负极储钠机理及优化策略》，冯鑫《硬碳材料的功能化设计及其在钠离子电池负极中的应用》，殷秀平《钠离子电池硬碳基负极材料的研究进展》，光大证券研究所整理

前驱体的调控、改性、掺杂、包覆是当前负极厂商首要解决的产业化问题；电解液调控可提高硬碳材料的电化学性能、倍率性能，需要电池厂商与电解液厂商合作研发，也有望较快产业化。

预钠化技术与预锂化技术策略与实现手段基本相似，对硬碳负极的性能提升较为显著。但考虑到补锂技术的应用要慢于锂电技术整体发展节奏，且现有的补钠技术还不成熟，工艺复杂且成本高，技术壁垒较高，产业化周期可能较长。

图 7：预钠化策略

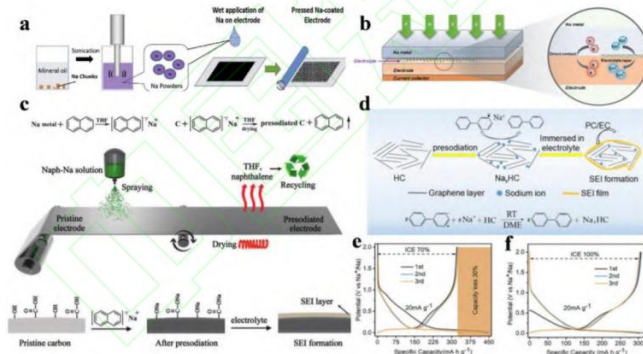


图 16 (a) 原位掺杂预钠化<sup>[79]</sup>；(b) 直接接触预钠化<sup>[80]</sup>；(c) 有机预钠剂（Naph-Na）预钠化示意图<sup>[81]</sup>；

(d) HC 负极上的化学预钠化和 SEI 层形成过程的示意图；预钠化前 (e) 和预钠化后 (f) 的充放电曲线<sup>[82]</sup>

资料来源：殷秀平，《钠离子电池硬碳基负极材料的研究进展》

### 2.3、工序设备复杂多样

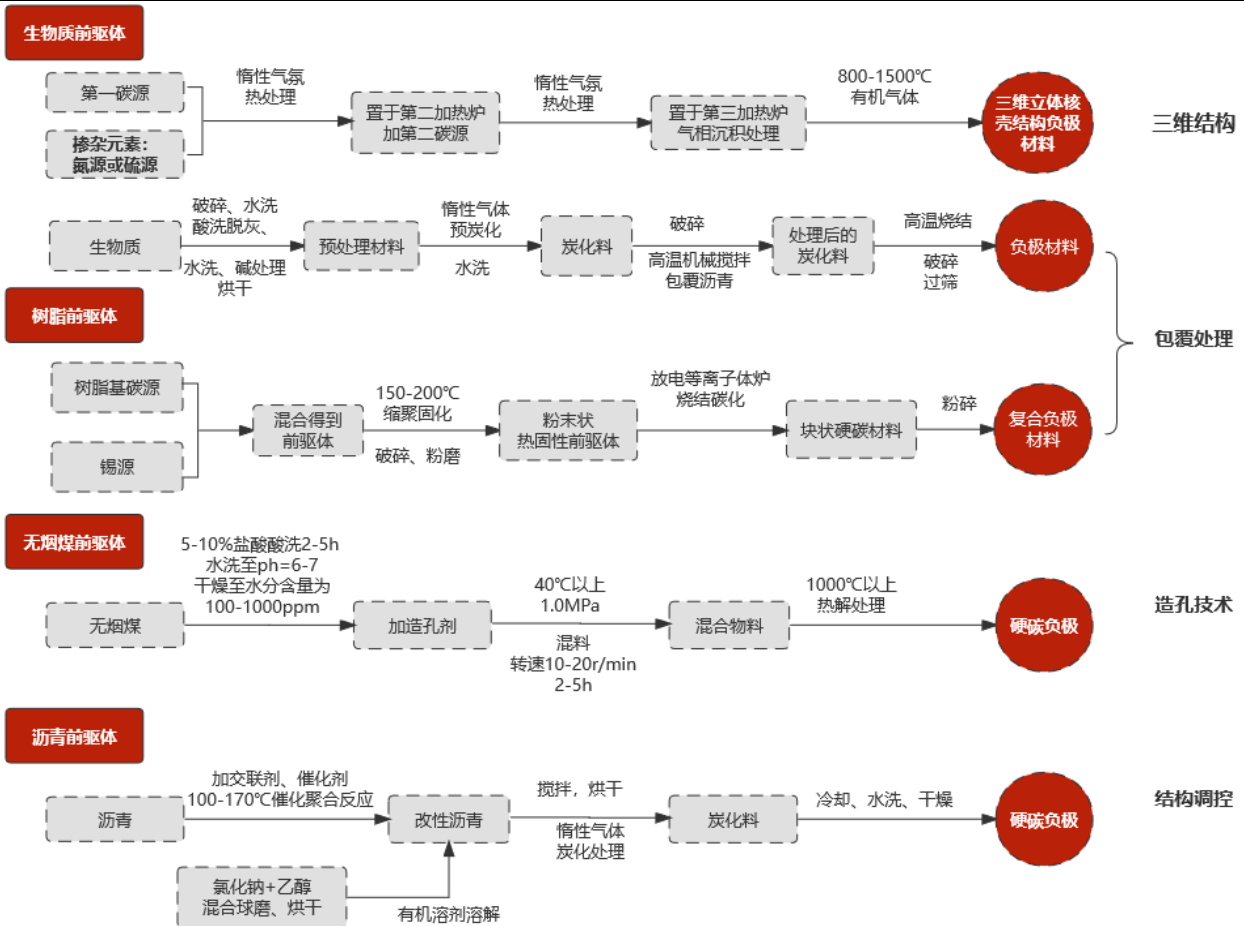
硬碳生产的技术壁垒主要体现在原料选取、交联处理、碳化、纯化等过程中的工艺控制与技术积累。硬碳负极制备的基本环节包括前处理、碳化、纯化等工序。根据原材料的特性，中间会再加入酸洗、水洗、烧结、缩聚固化等工序；根据所需材料性能要求的区别，设计包覆、掺杂、预处理、改性等工艺。

由于前驱体来源不具有统一性，广泛的原料对应了不同的工序与工艺，**钠电硬碳负极的生产工序与设备选型也具有复杂性**。硬碳负极的制备设备包括粉碎机、球磨机、反应釜、喷雾干燥机、保护气氛反应炉以及一些均质混合设备、包覆设备

和筛分设备等。由于部分生产设备仍依赖进口，研发适配各负极厂商产线的国产设备是降本关键，还需进行非标设备的自研。

**前处理与纯化工序增加成本与环保压力。**在前处理环节，对于生物质前驱体，大多要先进行破碎、提纯等前处理工序，沥青材料则要先进行交联氧化处理，使其具备非石墨态结构。这些工序涉及到使用催化剂、氧化剂、氢气等添加剂，增加了生产成本。在纯化环节可能会产生硫化物、二氧化硫等废气废水，会带来较大的环保压力。

图 8：不同前驱体硬碳负极生产工艺流程



资料来源：国家知识产权局，光大证券研究所整理

### 3、投资建议：硬碳研发仍待攻坚，新老厂商布局加速

#### 3.1、资本助力产业链创新，生物质将最先产业化

锂矿价格居高不下使得生产商纷纷将目光投向钠离子电池，也带来了资本领域的关注。此外，由于产业的高度相似性，钠电产业化得以受益于锂电的产业链成熟度与积淀，为上下游的高效研发响应与快速迭代创新提供了很大助力。

图 9：钠离子电池产业链布局



资料来源：乐晴智库

从新老厂商专利和产品来看，生物质硬碳负极成为厂商当前布局的重点。比容量方面，生物质、树脂、石墨烯的比容量较高，均处于 300 mAh/g 以上，无烟煤和沥青基比容量较低。首效方面，生物质较为领先，沥青、无烟煤首效较低。循环寿命方面，优异的生物质硬碳负极能达到 3000 次以上，足以满足动力以及部分储能领域的应用需求。

表 9：硬碳负极企业现有专利产品梳理

企业机构	前驱体		比容量	比表面积	首效	循环寿命
山西煤化所	淀粉		369.8 mAh/g	1-30m <sup>2</sup> /g	84%	
江苏智纬	生物质	掺杂 N	>300 mAh/g, 200 次循环后保持率在 95%			
多氟多新材料	生物质-核桃壳	沥青包覆	>260 mAh/g		85%-92%	
杉杉	石墨烯	S/N 掺杂、碳壳包覆	0.2C 放电下 445 mAh/g		87.5%-89%	
翔丰华	生物质	沥青包覆	236-261 mAh/g	2.83-3.86 m <sup>2</sup> /g	87%-92%	
中科海纳	无烟煤/生物质碳		>300 mAh/g		>80%	
邦普循环	石墨烯		>600 mAh/g 1C 放电下 354 mAh/g			
佰思格	生物质	三层碳源烧结	300-420 mAh/g		88%-93%	1500-3000 次
	树脂	掺锡	320-385 mAh/g		86.2%	
鸡西市唯大新材料	生物质		循环 500 圈后 200.2 mAh/g	1023.79 m <sup>2</sup> /g		
	沥青基		>200 mAh/g		70-95%	
大连中比动力电池	生物质		>310 mAh/g		≥88%	≥3000 次
	生物质/树脂/有机聚合物/无烟煤	包覆			≥91%	≥3200 次
	无烟煤		≥280 mAh/g		≥85%	≥2500 次
欣旺达	生物质-花生壳	掺 N、P、B				1570 次

资料来源：国家知识产权局，光大证券研究所整理

表 10: 负极企业产业布局

企业机构	前驱体	修饰工艺	生产工序	研发进展	布局情况
佰思格	生物质	三维立体核壳结构负极材料	分三层碳源烧结	可逆比容量达到 420mAh/g,首次效率达到 93%,循环寿命达到 3000 次、1C 循环 300 次容量保持率 96%以上	在 2021 年和 2022 年完成包括达晨资本、鹏辉能源、蜂巢能源等战投在内的多轮融资；供货宁德时代、鹏辉能源；作为唯一一家负极材料企业参与了国内首个钠离子电池标准的编制；博士团队领军的佰思格在业内率先开发了比容量 750mAh/g 锂电硬碳和 350mAh/g 钠电硬碳，在行业内处于领先水平；累计申请知识产权 30 项左右，其中发明专利 13 项。
	树脂	混合锡源的复合负极材料			
欣旺达	生物质-花生壳	掺杂氮、磷、硼		1C 下循环 1570 次后容量保持在 93.3%，2C 下循环 1000 次后容量保持在 93.2%。	
大连中比动力电池	生物质-艾蒿类		盐酸酸液处理-静电活化-离心干燥-煅烧	高首效和循环寿命	
	生物质/树脂/有机聚合物/无烟煤	包覆材料	第一层碳膜，第二层预锂化层，第三层碳膜		
	无烟煤		无烟煤粉碎-酸洗-水洗-与造孔剂混料-冷却固化-高温热解-冷却		
江苏智纬	生物质	掺杂 N	碳化处理-超声处理(去除杂质、扩大孔洞数)-酸化-掺杂 N-活化		
多氟多新材料	生物质-核桃壳	沥青包覆	生物质破碎、水洗、酸洗、水洗、碱处理、烘干-预碳化-破碎、高温搅拌包覆沥青-高温炭化、破碎、过筛	微孔结构多，层间距大，沥青包覆提高了克容量和首效	中试线已建成
杉杉股份	石墨烯	S/N 掺杂、碳壳包覆		首次放电容量 230-300mAh/g,首次效率达到 70%-84%	21 年在钠离子电池硬碳方面也向相关电池企业进行了百公斤级的供货。在四大类碳源路线上均有储备，通过精准调控材料的微孔结构提升有效容量，通过交联工艺调控技术提高硬碳材料性价比，目前自主开发的硬碳材料已经达到国际领先水平。
翔丰华科技	生物质	沥青包覆	酸洗-混料-压制-碳化	可逆比容量达到 230-250mAh/g、首次效率达到 90%	针对钠离子电池，开发了高性能硬碳负极材料。目前正在相关客户测试中。
中科海纳	无烟煤/生物质碳		粉碎后预处理-氧化处理-高温炭化	可逆比容量达到 220-270mAh/g.首次效率达到 80%	以价格低廉的无烟煤(1.5 万元/吨)和沥青为前驱体，开发的钠电负极软碳材料的可逆比容量分别为 220mAh/g,300mAh/g；利用酚醛树脂作为前驱体、乙醇作为造孔剂，得到的硬碳负极可逆比容量约为 410mAh/g，甚至超过了石墨的储锂容量。两个千吨级的正负极材料产线，产线基本上设备到位，在做联调。
珈钠能源	生物质			已量产比容量 300-650mAh/g 七种产品；第一代低成本生物质硬碳负极材料，比容量 280mAh/g 左右；经过除杂的第二代硬碳负极材料，比容量在 330mAh/g 左右；第三代高端定制硬碳负极材料，比容量可达 400mAh/g 左右。	22 年 4 月成立的初创企业，公司创始人兼首席科学家曹余良为武汉大学化学与分子科学学院教授，在钠离子电池材料技术领域有 10 余年的经验沉淀。目前正处于小中试阶段，具备初期产业化、十公斤级的产品制备实力，并已送样给电池头部企业进行全电池测试、验证。正在筹划百吨级的中试线，预计明年 4 月实现中试线产品稳定输出。
贝特瑞	生物质	碳包覆	前驱体-喷雾干燥-二次包覆	2017 年专利 CN106784696A: 磷酸钛钠/碳复合材料。磷酸钛钠具有超过 100mAh/g 的比容量，和 500 次以上的循环寿命。专利 CN114373923A 部分样品在低倍率下比容量超过 150mAh/g。	国内领先，早在 2009 年就开始布局和研究硬碳、无定型碳等负极材料，硬碳既可应用于锂电，也可应用于钠电。目前能够小批量生产硬碳和软碳。一条中试线，产能每月几十吨。与石墨部分工序产线共用。

资料来源：各公司新闻公告，同花顺金融研究中心，国家知识产权局，截至 2022 年 11 月 5 日，光大证券研究所整理

**投资建议：**钠电行业进入 0-1 阶段，硬碳负极的研发攻关成为决速关键，在钠电硬碳负极产品研发和量产进度较快的厂商，最有望受益于钠电 0-1 带来的需求弹性，**推荐：鹏辉能源（佰思格）、贝特瑞、杉杉股份。**关注其他在钠电负极材料也有研发布局的厂商：华阳股份、璞泰来、翔丰华、元力股份。

### 3.2、鹏辉能源（佰思格）：聚焦硬碳，行业领先

鹏辉能源成立于 2001 年，是中国最大的电池生产厂家之一，主要业务为锂离子电池、一次电池、镍氢电池的研发、生产和销售，20 余年来专注于锂电池生产制造与研发，产品条线涵盖消费、动力、储能，现正全力聚焦储能领域。

**储能业务成长空间可期，多路线布局钠电池。**鹏辉电池产品以电芯和模组为主，重点开发储能磷酸铁锂电池，循环性能优异，安全性高，竞争优势明显，已获得国内外客户的批量订单。**针对钠电池在储能领域的广阔应用潜力，公司积极开展钠离子电池的研发工作，包括层状氧化物、聚阴离子体系等正极路线。**

**鹏辉能源参股佰思格，加速钠电布局。**2021 年 10 月，鹏辉能源向佰思格投资人民币 1000 万元，获得股权 8.33%，以布局硬碳负极材料产业链。2022 年 5 月佰思格在获得达晨资本的战略投资后，7 月又获得恒信华业与雄韬股份数千万元 A+ 轮投资，本轮融资主要用于高容量钠（锂）电池硬碳负极材料研发和万吨级自动产线的建设。自 2018 年成立至今，佰思格已经六次获得头部资本和产业资本的青睐。

佰思格成立于 2018 年，是一家从事先进锂电池、钠离子电池和超级电容器电极材料研究、开发、生产和销售的国家级高新技术企业。公司具备强大的自主研发和创新能力，截至 2022 年 6 月在快充碳负极材料和复合材料领域累计申请知识产权约 30 项，其中发明专利 13 项。公司也是国内唯一一家参与钠离子电池行业标准制定的负极材料企业。

**专注硬碳材料，产品具备性价比优势。**佰思格主营产品包含功率型硬碳、软碳材料、能量型硬碳材料、钠离子电池硬碳负极材料、硅碳材料和超快充石墨材料等，已量产比容量 300-650mAh/g 七种产品，可覆盖超快充消费（3C）、新能源汽车、低成本钠离子电池、长寿命及低温储能等多个领域。2022 年，公司成功研发出比容量  $\geq 550\text{mAh/g}$  的超高容量硬碳材料，具有“零膨胀”特性，所产钠离子硬碳材料价格远低于进口产品价格（进口产品最高容量为 480mAh/g），具有极高的性价比优势。公司将进一步测试，推进该产品实现量产，以期填补动力电池类钠离子电池负极材料的行业空白。

佰思格未来研发重心主要围绕超快充、超低温、超长寿命、高容量锂电池硬碳负极材料，与高比容量、高首效钠电硬碳负极材料展开。扩产布局方面，新厂区计划于 22 年 6 月份投入生产，布局 8 条生产线，先期布局 2 条，实现 5000 吨钠离子电池硬碳负极材料量产。全线达产后，产能将达到 2 万吨。**截至 22 年 11 月，公司已完成 2000 吨钠离子电池硬碳负极材料的设备安装和生产。**23 年上半年计划扩产至 1 万吨左右。2025 年计划扩产至 5 万吨，对应电池产能 20-30GWh。

**投资建议：**维持公司 22-24E 净利润预测分别为 6.07/9.02/14.05 亿元，当前股价对应 PE 50/34/22x。针对钠电池在储能领域的广阔应用潜力，公司积极开展钠离子电池的研发工作，包括层状氧化物、聚阴离子体系等正极路线；参股钠电硬碳负极领先企业佰思格，双重受益于钠电池 0-1 产业化加速阶段，看好公司在储能领域的广阔发展空间与钠电池的竞争力，**上调至“买入”评级。**

### 风险分析

- 1. 产业政策变化的风险：**锂离子电池产业发展受到国家产业政策的大力支持，但是行业规范、技术标准、财政补贴标准等具体的产业政策在不断变化，若不能及时响应，可能对公司持续经营造成不利影响。
- 2. 市场波动风险：**公司产品以锂离子电池为主，而锂离子电池近期原材料价格存在波动，随着未来行业产能释放使得竞争加剧，会造成产品价格下降、市场拓展困难等问题，给经营与业绩带来风险。

表 11：鹏辉能源盈利预测与估值简表

指标	2020	2021	2022E	2023E	2024E
营业收入（百万元）	3,642.23	5,692.89	9,344.76	14,426.37	23,405.95
营业收入增长率	10.09%	56.30%	64.15%	54.38%	62.24%
净利润（百万元）	53.20	182.43	607.36	902.03	1,404.73
净利润增长率	-68.38%	242.90%	232.93%	48.52%	55.73%
EPS（元）	0.13	0.42	1.32	1.96	3.05
ROE（归属母公司）（摊薄）	2.17%	6.60%	18.14%	21.62%	25.71%
P/E	519	156	50	34	22
P/B	11.2	10.3	9.1	7.3	5.6

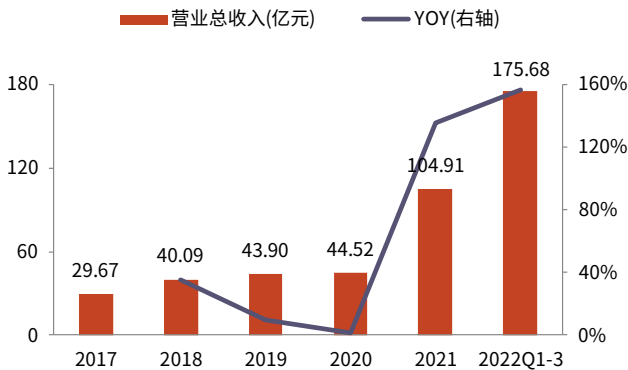
资料来源：光大证券研究所预测，股价时间为 2022-11-18

### 3.3、贝特瑞：负极龙头，硅基与硬碳创新迭代

贝特瑞成立于 2000 年，是一家专注于锂电池材料开发与制造的国家级高新技术企业。公司以技术创新为引领，以技术领先、产品及产业链布局完善、国际与国内主流客户并重为特色，在行业中占据突出地位。公司核心产品主要包括锂离子电池负极材料、正极材料及石墨烯材料。2020 年，贝特瑞的产量在全国负极材料市场占比 22%，位列行业第一。2015 年贝特瑞成功上市新三板，2021 年顺利平移实现北交所上市。

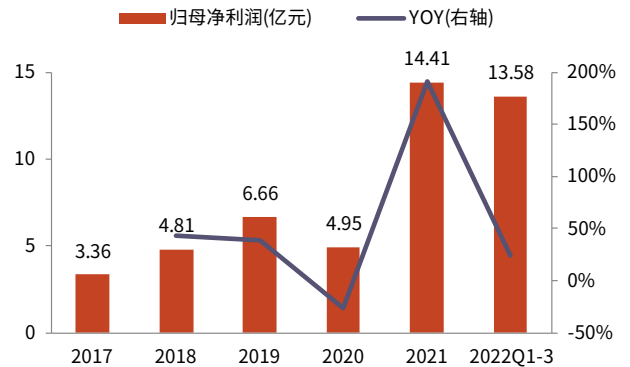
**2021 年公司业绩快速增长。**随着新能源汽车需求增长带动锂电电子电池及材料行业的快速发展，公司产品产销潜力迅速释放，2021 年公司实现营业总收入 104.91 亿元，同比增长 135.67%，归母净利润为 14.41 亿元，同比增长 191.39%。2022 年前三季度增速保持，公司营业总收入为 175.68 亿元，同比增长 156.43%，归母净利润为 13.58 亿元，同比增长 24.52%。

图 10：贝特瑞 2022 年前三季度营业收入同比增长 156.43%



资料来源：Wind，光大证券研究所

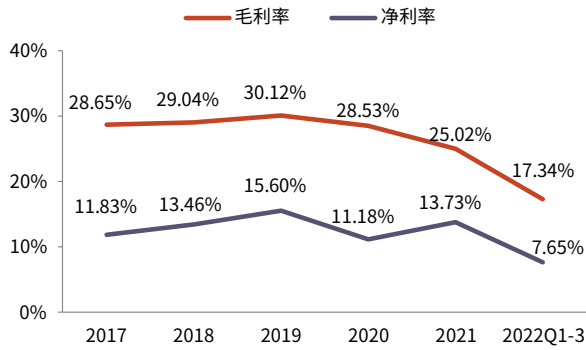
图 11：贝特瑞 2022 年前三季度归母净利润同比增长 24.52%



资料来源：Wind，光大证券研究所

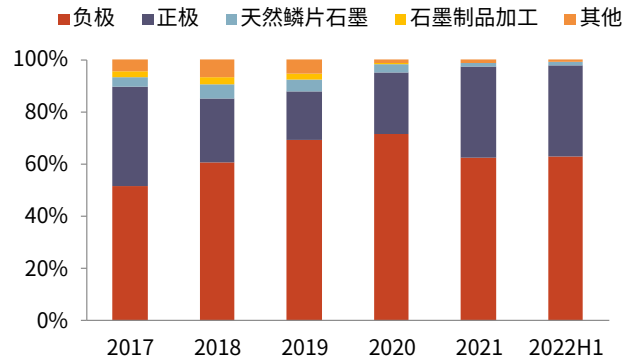
2021年毛利率下滑，但出售资产使净利率有所提升。2021年毛利率为25.02%，同比减少3.51pcts，主要由于产品均价下降；净利率为13.73%，同比增加2.55pcts。2022年前三季度毛利率为17.34%，同比下降10.00pcts，净利率为7.65%，同比下降8.62pcts。

图 12：贝特瑞毛利率及净利率



资料来源：Wind，光大证券研究所

图 13：负极材料成贝瑞特最大营收来源

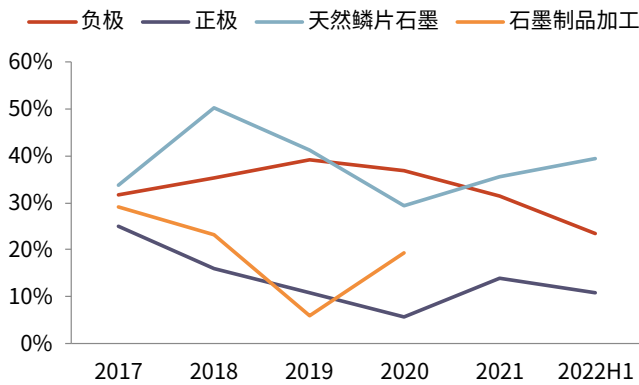


资料来源：Wind，光大证券研究所

分业务来看，负极材料是公司最大的营收来源。2017年以来，负极材料营业收入占比均超过50%。2021年负极材料实现营收64.59亿元，同比增长104.96%，占比61.51%，负极业务毛利率为31.35%，同比下降5.48pcts。2022年上半年公司负极材料营业收入同比增长165.74%，达63.59亿元，负极业务毛利率为23.54%，同比下降13.19pcts。

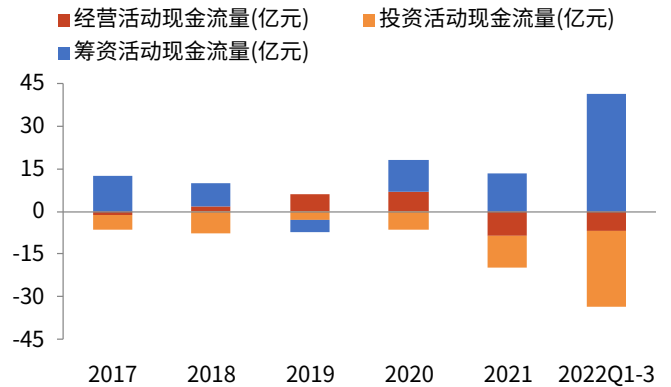
2022年前三季度经营现金流承压。2021年受市场需求驱动，原材料和委外加工货款大幅增加，经营活动现金流净值减少至-8.8亿元，2022年前三季度经营活动现金流为-6.71亿元。

图 14：贝特瑞分业务毛利率



资料来源：Wind，光大证券研究所

图 15：贝特瑞现金流情况



资料来源：Wind，光大证券研究所

公司为负极材料龙头企业，石墨领域头部效应显著。公司主营业务覆盖锂电池负极材料、正极材料及石墨烯材料，其中负极业务主要包含天然石墨、人造石墨、硅基负极与新型负极四大板块。在负极业务方面，公司拥有天然石墨矿到负极产品的完整产业链布局，掌握资源、供应和技术迭代能力。

全面推进一体化布局，降本至关重要。公司向上布局，天然石墨矿储备丰富。经过近二十年的全面布局石墨资源，公司已经建立了从石墨矿开采到天然石墨负极材料产成品的完整产业链。针状焦方面，为顺应价格上行态势，贝特瑞联手针状焦企业合资布局。合资企业具有针状焦自主开发技术，且产能均处于行业领先地位。石墨化方面，贝特瑞加快石墨化产能布局，以应对价格上行趋势。公司早期

的石墨化布局较为保守，自 2021 年开始奋力直追布局进程。公司通过控股、参股及外协的方式，加快保障石墨化自给，预计 2023 年能达 13 万吨石墨化产能。

**石墨化工艺研发奋起直追，产品性能持续突破。**公司持续研发连续法石墨化工艺技术，技术成熟后有望进一步提升成本优势。同时，公司以 S360-L1、S360-L2 为代表的系列产品利用新型二次造粒技术促使各向同性化，循环周期延长，膨胀小，纳米造孔技术提升能量密度，容量可达 358.8mAh/g，首次效率近 95%；S360-L2-H 产品用于软包电池能量密度可达 700Wh/L 以上，首次效率高达 95.5%；BFC-18 产品则适用于快充型软包，可实现 3-6C 快速充电。公司多款人造石墨产品在长寿命、低循环、高能量密度等性能上实现突破，获得客户一致认可，预计未来出货增量将持续显著。

**公司硅基负极技术积累深厚，产业化进度遥遥领先。**早在 2006 年公司就开始进行硅碳负极材料的研究，2019 年前后，公司的硅碳负极材料突破至第三代产品，能避免硅与电解液的直接接触，有效缓解硅的体积膨胀问题，比容量从第一代的 650mAh/g 提升至第三代的 1500mAh/g，2020 年公司主持制定国家首个硅碳负极领域国家标准 GB/T 38823-2020《硅炭》，现正着手开发具有更高容量的第四代硅碳负极材料产品。硅氧负极材料方面，公司已经完成多款氧化亚硅产品的技术开发和量产工作，部分产品的比容量高达 1600mAh/g 以上。公司作为国内首家批量出货硅基负极的企业，于 2017 年成功打入松下-特斯拉供应链，率先实现全球量产，产业化进度遥遥领先，随着行业硅碳化的推进，必将带来新的增长点。

**贝特瑞的硬碳负极材料已经开发至第五代。**公司现有的钠电硬碳负极产品具有高安全性、耐低温性与长循环寿命的优点。目前量产的负极硬碳材料型号主要是克容量 240、300、350 和 400mAh/g 的产品，处于小试转中试阶段的为 450mAh/g 的产品。

表 12：贝特瑞钠电硬碳负极产品理化指标

型号	D50 (μm)	比表面积 (m <sup>2</sup> /g)	振实密度(g/cm <sup>3</sup> )	首次容量 (mAh/g)	首次效率 (%)
BSHC-260	6.0±1.5	≤5.0	0.9±0.1	260±5.0	≥88.0
BSHC-300	6.0±1.5	≤5.0	0.8±0.1	295±5.0	≥88.0

资料来源：公司官网，光大证券研究所整理

### 3.3.1、关键假设及盈利预测

公司主营业务包括负极材料、正极材料以及其他业务。

**负极材料：**量的方面，截至 9 月 30 日，公司产能 36.3 万吨，随着瑞鞍工厂在 10 月投产，2022 年底产能可达 46 万吨，有望在 23 年贡献有效增量，增速近 30%，24 年预计公司继续稳健扩张，预计石墨负极 22-24 年产销量随着产能扩张稳定增长，假设 22-24E 石墨负极销量分别为 34/44/57 万吨。硅基负极产能方面，公司现有产能 0.3 万吨，根据公司扩产计划，新扩建产能 0.2 万吨/年，预计 2022 年下半年投产，一期年产 1.5 万吨硅基负极项目预计 2023 年底投产，预计公司 22-24E 产能分别为 0.5/0.5/2 万吨，预测 22-24E 硅基负极销量分别为 0.3/0.5/1.5 万吨。

价格方面，2022 年上半年由于焦类价格呈上行态势，且石墨化加工费上涨，致人造石墨价格上升，据百川盈孚，2022 年 9 月人造石墨价格最低为 4.53 万元/吨。随着 23 年及以后针状焦产能释放，石墨化工艺取得突破，石墨化产能增加，石墨负极单价将有所下降。假设 23-24 年石墨负极价格年降幅为 0.2 万元/吨，预计 22-24E 石墨负极单价分别为 4.5/4.3/4.1 万元/吨；硅基负极方面，据胜华

新材投资者问答，2022 年 11 月市场上硅基负极售价约为 10-20 万元/吨，而公司技术产品行业领先，产品定位高端，我们预测 23 年后硅基负极单价将有所下降，假设年降价 2 万元/吨，预计 22-24E 硅基负极单价分别为 20/18/16 万元/吨。

盈利能力方面，受原材料价格不断上涨及行业竞争激烈的影响，2022 年负极行业单吨净利有所波动，后续随着一体化布局产能释放与盈利能力更高的硅负极产能释放，预计盈利水平有所回升。石墨负极方面，公司天然石墨矿储备丰富，成本控制有所保障；硅基负极受后续技术溢价减弱，产品盈利下降。综合以上因素，预计 22-24E 负极材料毛利率分别为 22.6%/22.8%/23.6%。

**正极材料：**高镍三元为公司主要正极业务，随着高镍正极扩产加速及公司产能利用率提升，后续 2023 年 SKI、亿纬锂能合资建设年产 5 万吨高镍三元等项目投产，我们预测 22-24E 高镍正极销量预计分别为 3.2 /4.7 /6.1 万吨；价格方面，2022 年原材料价格提升过高，据同花顺数据，NCM811 高镍三元正极含税价格从年初 27 万元/吨涨到 11 月约 40 万元/吨，考虑后续随着锂钴镍等原材料成本回落，我们假设 23-24E 单价变化幅度均为-10%，预计 22-24E 高镍正极年均不含税价格分别为 29.0 /26.1/23.5 万元/吨；公司高镍三元产品具有技术优势，盈利能力良好，预计 22-24E 毛利率分别为 14.4%/14.2%/14.0%。

**其他业务：**除公司正负极业务以外，我们假设公司其他业务营收增速稳定在 10%，预计 22-24E 营收分别为 4.2 /4.6/5.1 亿元，毛利率维持 20%水平。

表 13：贝特瑞主营业务拆分

项目	2020A	2021A	2022E	2023E	2024E
营业总收入 (亿元)	44.5	104.9	255.4	325.8	406.6
YOY(%)	1%	136%	143%	28%	25%
毛利 (亿元)	12.7	26.3	50.1	63.5	82.0
主营毛利率(%)	28.53%	25.02%	19.6%	19.5%	20.2%
<b>正极业务</b>					
收入 (亿元)	10.4	36.5	92.2	123.2	144.1
YOY(%)	29%	250%	153%	34%	17%
毛利 (亿元)	0.6	5.1	13.3	17.6	20.2
毛利率(%)	5.54%	13.98%	14.4%	14.2%	14.0%
<b>负极业务</b>					
收入 (亿元)	31.5	64.6	159.0	198.0	257.4
YOY(%)	8%	105%	146%	25%	30%
毛利 (亿元)	11.6	20.2	35.9	45.0	60.8
毛利率(%)	36.82%	31.4%	22.6%	22.8%	23.6%
<b>其他业务</b>					
收入 (亿元)	2.59	3.81	4.19	4.61	5.07
YOY(%)	-60%	47%	10%	10%	10%
毛利 (亿元)	0.52	0.90	0.8	0.9	1.0
毛利率(%)	20.1%	23.5%	20.0%	20.0%	20.0%

资料来源：Wind，光大证券研究所预测

随着公司收入规模扩大，客户结构优化，管理团队稳定，销售、管理、研发费用率预计在 2021 年基础上逐年稳步降低，具体如下表。

表 14：三费率历史数据及假设

费用率	2020	2021	2022E	2023E	2024E
销售费用率	2.76%	0.59%	0.38%	0.37%	0.36%
管理费用率	4.57%	4.59%	3.00%	2.95%	2.90%
研发费用率	5.61%	5.64%	5.10%	5.05%	4.95%

资料来源：Wind，光大证券研究所预测

我们预测 2022-2024 年公司主营业务收入为 255/326/407 亿元，归母净利润为 22.93/30.16/40.24 亿元，当前股价对应 PE 分别为 15/12/9X。

### 3.3.2、估值水平与投资评级

#### 相对估值

公司为负极龙头企业，我们选取璞泰来（中高端数码和动力电池负极材料龙头），中科电气（负极一梯队新晋公司、快充产品领先）、杉杉股份（聚焦负极与偏光片，快充和硅基负极领先）作为可比公司，可比公司 2022-2024 年 PE 平均值分别为 20/13/10X。

预测公司 2022-2024 年归母净利润 22.93/30.16/40.24 亿元，当前股价对应 PE 分别为 15/12/9X。参考 2022-2024 年可比公司 PE 平均估值，公司估值水平较低。公司在负极行业处于龙头地位，客户优质，硅负极产业化进度领先，即使考虑北交所流动性所带来的估值折价，公司仍应享有技术和龙头溢价。综合考虑公司竞争格局优异，技术升级、一体化降本有望实现盈利提升，看好公司长期成长性，公司估值有提升空间。

表 15：贝特瑞与可比公司 PE 估值比较

证券简称	收盘价		EPS(元)			PE(X)				CAGR	PEG	市值
	2022/11/18	2021A	2022E	2023E	2024E	2021A	2022E	2023E	2024E	-3/2021	-2023	(亿元)
璞泰来	55.58	1.26	2.22	3.15	4.21	44	25	18	13	50%	0.36	773
中科电气	19.88	0.51	0.95	1.61	2.22	39	21	12	9	64%	0.19	144
杉杉股份	18.80	1.48	1.41	1.78	2.21	13	13	11	9	14%	0.74	423
贝特瑞	47.95	2.97	3.15	4.14	5.53	32	20	13	10	43%	0.43	349

资料来源：wind，贝特瑞盈利预测来自光大证券研究所预测，其他公司盈利预测来自 Wind 一致预期，股价时间 2022 年 11 月 18 日

#### 绝对估值

- 1、长期增长率：由于新能源车及锂电行业是长期的赛道，行业整体需求能够维持长期稳定增长，公司技术产品具有差异化，具有客户认证壁垒，故假设长期增长率为 1.5%。
- 2、β值选取：按照申万三级行业分类-SW 锂电池行业β作为公司无杠杆β的近似；
- 3、税率：我们预测公司未来税收政策较稳定，结合公司过去几年的实际税率，假设公司未来税率为 13.78%。

表 16：绝对估值核心假设表

关键性假设	数值
第二阶段年数	8
长期增长率	1.50%
无风险利率 Rf	3.30%
β(βlevered)	1.37
Rm-Rf	4.50%

Ke(levered)	9.46%
税率	13.78%
Kd	4.95%
Ve (百万元)	38097.81
Vd (百万元)	6786.05
目标资本结构	30.00%
WACC	8.11%

资料来源：光大证券研究所预测

**表 17：现金流折现及估值表**

	现金流折现值 (百万元)	价值百分比
第一阶段	-9796.85	-18.13%
第二阶段	8868.13	16.42%
第三阶段 (终值)	54951.97	101.72%
企业价值 AEV	54023.25	100.00%
加：非经营性净资产价值	1649.18	3.05%
减：少数股东权益 (市值)	2657.92	-4.92%
减：债务价值	6786.05	-12.56%
总股本价值	46228.46	85.57%
股本 (百万股)	728.08	
每股价值 (元)	63.49	
PE (2022, 隐含)	20.16	
PE (2022, 动态)	15.23	

资料来源：光大证券研究所预测

**表 18：敏感性分析表**

WACC\长期增长率	0.50%	1.00%	1.50%	2.00%	2.50%
7.11%	72.87	80.16	88.76	99.03	111.54
7.61%	62.09	68.05	74.97	83.14	92.89
8.11%	52.93	57.84	<b>63.49</b>	70.07	77.82
8.61%	45.06	49.15	53.82	59.19	65.44
9.11%	38.26	41.70	45.59	50.02	55.12

资料来源：光大证券研究所预测

**表 19：各类绝对估值法结果汇总表**

估值方法	估值结果	估值区间	敏感度分析区间
FCFF	63.49	49.15 - 83.14	贴现率±0.5%，长期增长率±0.5%

资料来源：光大证券研究所预测

取 FCFF 的±0.5%敏感区间，得到公司股价合理区间为 49.15-83.14 元。

**估值结论与投资评级**

我们预测公司 2022-2024 年归母净利润 22.93/30.16/40.24 亿元,当前股价对应 PE 分别为 15/12/9X。参考 2023-2024 年可比公司 PE 估值,公司估值水平低于可比公司,绝对估值得到公司股价合理区间为 49.15-83.14 元。公司在负极行业处于龙头地位,客户优质,硅负极产业化进度领先,积极提升石墨化自供率。综合考虑公司竞争格局优异,技术升级、一体化降本有望实现盈利提升,看好公司长期成长性,首次覆盖给予“买入”评级。

### 3.3.3、风险分析

#### 1) 经营风险

- 1、规模扩张引发的管理风险；
- 2、产能释放不及预期的风险。

#### 2) 市场风险

- 1、产业政策变动风险；
- 2、原材料价格上涨，将影响公司盈利水平；
- 3、下游需求不及预期，影响公司出货量，对公司业绩产生不利；
- 4、市场竞争加剧的风险，可能降低公司盈利水平。

#### 3) 技术风险

- 1、电池技术路线变化；
- 2、连续石墨化技术进步不及预期。

表 20：贝特瑞盈利预测与估值简表

指标	2020	2021	2022E	2023E	2024E
营业收入（百万元）	4,452	10,491	25,541	32,576	40,656
营业收入增长率	1.41%	135.67%	143.45%	27.54%	24.81%
净利润（百万元）	495	1,441	2,293	3,016	4,024
净利润增长率	-25.79%	191.39%	59.10%	31.55%	33.42%
EPS（元）	1.02	2.97	3.15	4.14	5.53
ROE（归属母公司）（摊薄）	7.98%	18.82%	12.15%	13.96%	15.92%
P/E	47	16	15	12	9
P/B	3.8	3.0	1.9	1.6	1.4

资料来源：Wind，光大证券研究所预测，股价时间为 2022-11-18

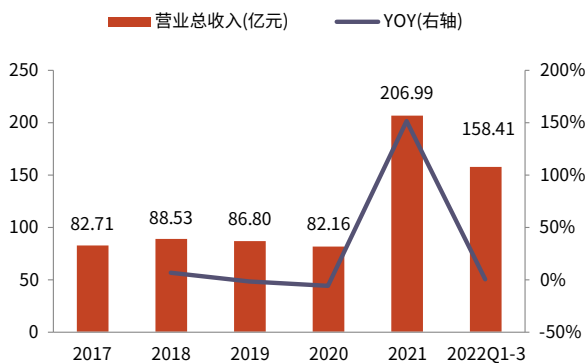
注：2020、2021 年总股本 4.85 亿股，2022-2024 年总股本按 7.28 亿股计算

### 3.4、杉杉股份：快充负极领先，推出硬碳产品

杉杉股份成立于1992年，于1996年A股上市。1999年公司进军锂电负极材料产业。新能源业务是公司主要的业绩来源及未来发展重点，主要覆盖锂离子电池材料、电池系统集成、能源管理服务和充电桩建设及新能源汽车运营等业务。经过多年发展，杉杉股份已经成为全球规模最大的锂离子电池材料综合供应商。根据鑫椏锂电数据，公司负极出货量排名行业第二，市场头部地位夯实。

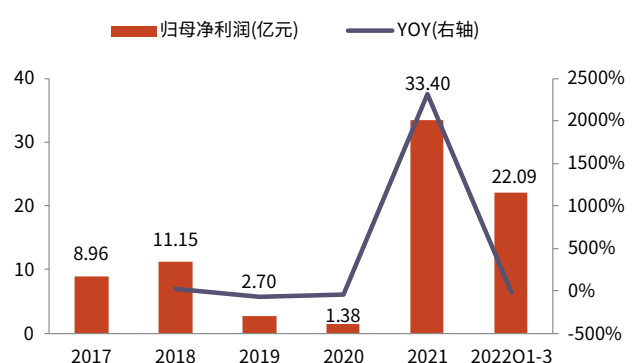
**2021年公司业绩大幅提升，归母净利率同比增长超23倍。**2021年，公司凭借新能源车行业景气带动负极材料需求提升以及偏光片业绩贡献，实现营业收入206.99亿元，同比增长151.94%，归母净利润达33.40亿元，同比增长2320%。2022年第三季度公司经营业绩短期承压，前三季度实现营业收入158.41亿元，同比增长0.82%，归母净利润达22.09亿元，同比下降20.37%。

图 16：杉杉股份 2022 年前三季度营业收入同比增长 0.82%



资料来源：Wind，光大证券研究所

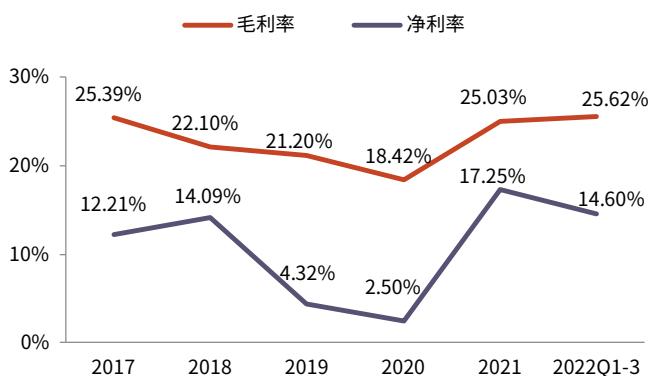
图 17：杉杉股份 2022 年前三季度归母净利润同比下降 20.37%



资料来源：Wind，光大证券研究所

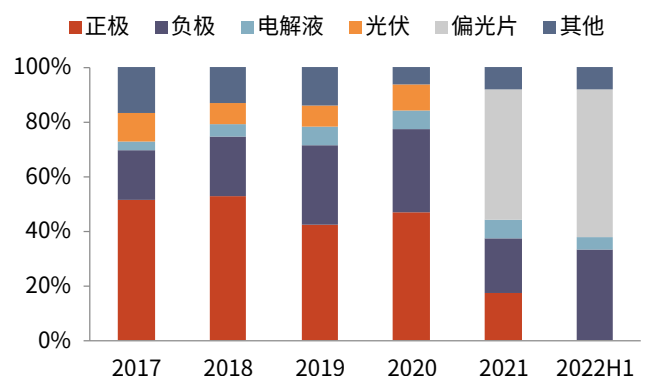
**2021年毛利率稳中有升，净利率大幅度改善。**2021年，公司毛利率达25.03%，同比增长6.61pcts，净利率达17.25%，同比上升14.75pcts。2022年前三季度毛利率为25.62%，同比上升0.31pcts，净利率达14.60%，同比减少4.24pcts。

图 18：杉杉股份毛利率及净利率稳中有升，净利率大幅度改善



资料来源：Wind，光大证券研究所

图 19：杉杉股份分业务营业收入占比

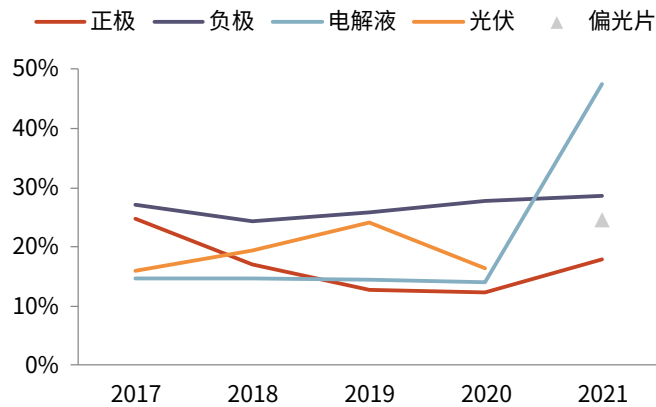


资料来源：Wind，光大证券研究所

分业务来看，负极材料盈利能力更强且表现更稳健。2021 年公司负极材料营收达 41.40 亿元，同比增长 64.42%，占比 20.00%，业务毛利率达 28.62%，同比增长 0.90pcts。

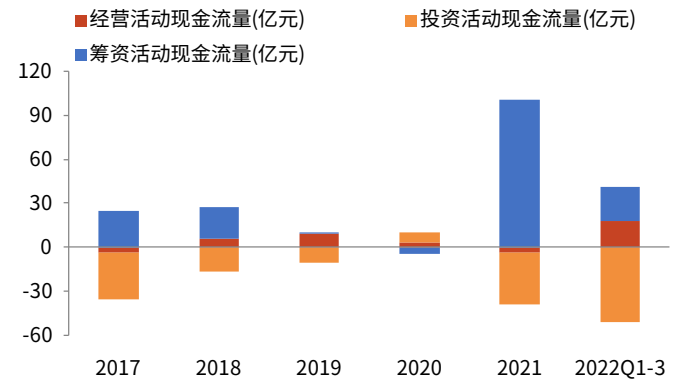
2022 年前三季度公司经营活动现金净额转正。2021 年公司经营活动现金流净值为-3.64 亿元，2022 年前三季度经营活动现金流净值达 17.94 亿元。

图 20：杉杉股份负极业务毛利率表现稳健



资料来源：Wind，光大证券研究所

图 21：杉杉股份三大现金流净值



资料来源：Wind，光大证券研究所

**2021 年剥离正极业务，专注负极业务。**公司在锂电池材料业务专注于锂电池负极材料和电解液的研发、生产和销售，产品均可应用于新能源汽车、消费电子产品和储能行业。公司负极业务的主要产品包括人造石墨、天然石墨、硅基负极等，电解液业务的主要产品有电解液和六氟磷酸锂。

**加大一体化基地建设，产能规模行业领先。**公司在针状焦、石油焦、包覆沥青等主要原材料领域与主要供应商开展商务、技术、研发方面的全方位战略合作，通过签订长协、参股等方式提前锁定外部资源，有效保障了供应链的安全稳定。2021 年 3 月，与中国石油锦州石化公司签署协议，在针状焦、石油焦、煨后焦领域开展合作，为公司长期原材料供应提供保障。产能建设方面，加大一体化基地的建设，实现持续降本增效。公司在内蒙古包头、四川眉山和云南安宁分别规划了 10 万吨、20 万吨、30 万吨一体化基地，有效降低成本，强化公司规模和成本优势。2022 年上半年内蒙二期的 5.2 万吨石墨化产能建成，形成了 9.4 万吨的石墨化产能，石墨化产能已基本达产；四川眉山一体化基地一期 10 万吨石墨化产能于 2022 年第三季度开始投试产。2023 年公司有望形成 19.4 万吨石墨化产能。此外，规划了浙江宁波 4 万吨硅基负极一体化基地项目，项目覆盖完整生产工序，将有利于公司率先形成硅基负极材料一体化产能规模优势。

**箱体炉石墨化技术成熟，有望降本提高生产效率。**公司的箱体炉技术在品质和成本控制方面行业领先，并持续推进工艺的优化改进。包头一体化基地箱体炉石墨化工艺自动化程度提升，可以有效节省人力成本，提高生产效率，缩短生产周期，并且单炉装炉量大幅度提升，单吨电耗下降明显。新建一体化基地将采取新型工艺，大幅提升产线的灵活性，以满足不同产品的生产工艺需求。此外，公司从 2010 年开始进行连续石墨化的研发和测试工作，虽然受限于温度上限，尚不能大规模、多领域场景应用，但在原有研发和测试工作的基础上，公司将继续保持对连续石墨化工艺的研发和改进。

**快充人造石墨技术迭代,硅基负极性能提升。**消费电子类负极材料依托包覆技术、液相融合碳化技术,公司打造出了高能量密度 3C 人造石墨,突破了生焦二次颗粒 5C 快充技术瓶颈。动力类产品方面,公司开发出了新一代高能量密度兼顾快充的动力类产品,并已批量应用于下游终端车企。硅基负极方面,公司突破硅基负极材料前驱体批量化合成核心技术,已经完成了第二代硅氧产品的量产,正在进行第三代硅氧产品和新一代硅碳产品的研发,公司的硅氧产品已率先实现在消费和电动工具领域的规模化市场应用,并已通过全球优质动力客户和头部电动工具客户的产品认证,有望迎来规模放量。

### 3.4.1、关键假设及盈利预测

公司主营业务可分为偏光片、负极、正极、电解液以及其他业务。

**偏光片：**量的方面,公司 21 年拥有偏光片产能 1.3 亿平,22 年由于原有产线架动速度提升使有效产能有一定提升。根据公司未来 5 年扩产计划,预计 22-23 年有效产能分别为 1.5、1.9 亿平/年,公司 21 年产能利用率 85%,行业目前需求整体偏弱,假设公司 22-23 年产能利用率分别为 87%、84%,出货量为 1.3、1.6 亿平,并且随着公司 4 条在建产线于 24 年开始投产,预计 24 年出货量可达 2.0 亿平。综上,预计 22-24E 公司出货量分别为 1.3/1.6/2.0 亿平。

价格方面,由于行业下游需求从今年年初开始转弱,2021 年单平售价为 88 元,预计 23-24 年年降 10%,假设公司 22-24E 偏光片产品单平价格分别为 85 元/76.5 元/68.9 元。

盈利能力方面,公司 21 年毛利率为 24.6%,考虑到行业需求偏弱以及行业整体增速不高,预计偏光片 22-24E 毛利率分别为 24.4%/24.3%/23.7%。

**负极：**量的方面,公司 21 年拥有负极产能 14 万吨,石墨化产能 5 万吨,公司眉山一期 10 万吨 23 年初逐步投产爬坡,及云南安宁一期 20 万吨预计 24 年逐步投产爬坡,预计 22-24E 负极有效产能约为 18.0、25.5、40.0 万吨/年;眉山一期石墨化 22Q4 贡献部分增量,石墨一体化产能随着负极产能同步释放,预计 22-24E 石墨化有效产能为 9.4、19、30 万吨/每年。预计未来几年随着行业新增负极与石墨化产能投产后供需状况缓解,预计公司 22-24E 负极产能利用率分别为 89%/86%/88%,出货量分别为 16/22/35 万吨。

价格方面,从 21 年年底以来,由于焦类价格呈上行态势,且石墨化加工费上涨,致人造石墨价格上升,随着 23 年及以后焦类成本下降,石墨化工艺取得突破,石墨化产能增加,石墨负极单价将有所下降。我们预计 22-24E 单价分别为 6.2/5.0/4.5 万元/吨。

盈利方面,随着公司新建产能以及石墨化产能的释放,公司石墨化自供率将稳步提升,但下游整体降本需求依旧存在。公司 21 年石墨化自供率为 36%,单吨盈利为 0.5 万元/吨,预计 22-24E 石墨化自供率为 52%、75%、75%,预计公司负极毛利率 22-24E 分别为 21.7%/21.6%/20.0%。

**正极、电解液及其他业务：**公司目前正在实施聚焦发展战略,剥离非核心资产,其中正极业务已出售给巴斯夫,目前持股 49%作为投资收益,并且已于 21 年 8 月 31 日出表。电解液业务预计将于年内完成剥离,其他业务占比较小。

表 21: 杉杉股份收入拆分

项目	2020A	2021A	2022E	2023E	2024E
主营收入 (亿元)	82.2	207.0	211.9	230.1	298.0
增长率	-5%	152%	2%	9%	30%
毛利 (亿元)	15.1	51.8	49.0	52.9	64.9
主营毛利率	18.4%	25.0%	23.1%	23.0%	21.8%
<b>偏光片</b>					
主营收入 (亿元)		99.4	111.3	120.2	140.6
增长率			12%	8%	17%
毛利 (亿元)		24.5	27.2	29.2	33.3
毛利率		24.6%	24.4%	24.3%	23.7%
<b>负极</b>					
主营收入 (亿元)	25.2	41.4	100.6	110.0	157.4
增长率	-1%	64%	143%	9%	43%
毛利 (亿元)	7.0	11.8	21.8	23.7	31.5
毛利率	27.7%	28.6%	21.7%	21.6%	20.0%
<b>正极</b>					
主营收入 (亿元)	38.5	36.2			
增长率	5%	-6%			
毛利 (亿元)	4.8	6.5			
毛利率	12.4%	17.9%			
<b>电解液</b>					
主营收入 (亿元)	5.5	13.7			
增长率	-4%	150%			
毛利 (亿元)	1.0	7.0			
毛利率	18.2%	51.1%			
<b>其他业务</b>					
主营收入 (亿元)	13.0	16.3			
增长率	-31%	25%			
毛利 (亿元)	3.0	1.5			
毛利率	22.7%	9.1%			

资料来源: Wind, 光大证券研究所预测

2022 年由于疫情影响销售、管理费用支出有所增加, 研发费用持续投入; 随着公司收入规模扩大, 客户结构优化, 管理团队稳定, 销售、管理、研发费用率预计在 2022 年基础上逐年稳步降低, 具体如下表。

表 22: 三费率历史数据及假设

费用率	2020	2021	2022E	2023E	2024E
销售费用率	3.68%	0.99%	1.20%	1.00%	0.80%
管理费用率	6.15%	3.16%	3.50%	3.00%	2.70%
研发费用率	4.78%	3.46%	4.50%	4.00%	3.50%

资料来源: Wind, 光大证券研究所预测

我们预测 2022-2024 年公司主营业务收入为 211.85/230.1/298.03 亿元, 归母净利润为 26.51/32.25/40.50 亿元, 当前股价对应 PE 分别为 16/13/10X。

### 3.4.2、估值水平与投资评级

#### 相对估值

公司为锂电负极龙头，我们选取璞泰来（中高端数码和动力电池负极材料龙头），中科电气（负极一梯队新晋公司、快充产品领先）、三利谱（偏光片国内领先企业）作为可比公司，可比公司 2022-2024 年 PE 平均值分别为 24/15/11X。

我们预测公司 2022-2024 年归母净利润 26.51/32.25/40.50 亿元，当前股价对应 PE 分别为 16/13/10X。参考 2023 年可比公司 PE 估值，综合考虑公司竞争格局优异，产品升级，受益于快充、硅基负极等技术趋势，看好公司长期成长性，预期公司估值有提升空间。

表 23：杉杉股份与可比公司 PE 估值比较

证券简称	收盘价		EPS(元)				PE(X)				CAGR	PEG	市值 (亿元)
	2022/11/18	2021A	2022E	2023E	2024E	2021A	2022E	2023E	2024E	-3/2021	-2023		
璞泰来	55.58	1.26	2.22	3.15	4.21	44	25	18	13	50%	0.36	773	
中科电气	19.88	0.51	0.95	1.61	2.22	39	21	12	9	64%	0.19	144	
三利谱	44.40	1.94	1.71	2.70	3.78	23	26	16	12	25%	0.66	77	
杉杉股份	18.80	1.56	1.18	1.43	1.80	12	16	13	10	5%	2.67	423	

资料来源：wind，杉杉股份盈利预测来自光大证券研究所预测，其他公司盈利预测来自 Wind 一致预期，股价时间 2022 年 11 月 18 日

#### 绝对估值

- 1、长期增长率：由于新能源车及锂电行业是长期的赛道，行业整体需求能够维持长期稳定增长，公司技术产品具有差异化，具有客户认证壁垒，故假设长期增长率为 1.5%。
- 2、β值选取：按照中信系列指数-电力设备与新能源指数行业β作为公司无杠杆β的近似；
- 3、税率：我们预测公司未来税收政策较稳定，结合公司过去几年的实际税率，假设公司未来税率为 23.62%。

表 24：绝对估值核心假设表

关键性假设	数值
第二阶段年数	8
长期增长率	1.50%
无风险利率 Rf	3.30%
β(levered)	1.62
Rm-Rf	4.50%
Ke(levered)	10.59%
税率	23.62%
Kd	4.35%
Ve (百万元)	42023.64
Vd (百万元)	12787.32
目标资本结构	30.00%
WACC	8.72%

资料来源：光大证券研究所预测

**表 25：现金流折现及估值表**

	现金流折现值 (百万元)	价值百分比
第一阶段	14975.79	21.48%
第二阶段	21723.52	31.16%
第三阶段 (终值)	33027.17	47.37%
企业价值 AEV	69726.48	100.00%
加：非经营性净资产价值	9413.41	13.50%
减：少数股东权益 (市值)	2112.37	-3.03%
减：债务价值	12787.32	-18.34%
总股本价值	64240.20	92.13%
股本 (百万股)	2250.42	
每股价值 (元)	28.55	
PE (隐含,2022)	24.23	

资料来源：光大证券研究所预测

**表 26：敏感性分析表**

WACC\长期增长率	0.50%	1.00%	1.50%	2.00%	2.50%
7.72%	31.05	32.34	33.85	35.62	37.73
8.22%	28.69	29.76	31.00	32.43	34.11
8.72%	26.63	27.53	<b>28.55</b>	29.72	31.07
9.22%	24.82	25.57	26.42	27.39	28.50
9.72%	23.20	23.84	24.56	25.37	26.29

资料来源：光大证券研究所预测

**表 27：各类绝对估值法结果汇总表**

估值方法	估值结果	估值区间	敏感度分析区间
FCFF	28.55	25.57 - 32.43	贴现率±0.5%，长期增长率±0.5%

资料来源：光大证券研究所预测

取 FCFF 的±0.5%敏感区间，得到公司股价合理区间为 25.57-32.43 元。

### 估值结论

我们预测 2022-2024 年公司归母净利润 26.51/32.25/40.50 亿元，当前股价对应 PE 分别为 16/13/10X。参考 2023 年可比公司 PE 估值，公司估值水平与可比公司相当，绝对估值得到公司股价合理区间为 25.57-32.43 元。公司盈利能力处于较高水平，并且具有受益于技术进步的估值溢价。综合考虑公司竞争格局优异，产品升级，石墨化自供率提升有望实现盈利提升，受益于快充、硅基负极等技术趋势，看好公司长期成长性，首次覆盖给予“买入”评级。

### 3.4.3、风险分析

- 1) 公司核心业务均为国家重点支持产业，国家对锂电池和偏光片产业的相关政策将对公司的经营产生一定影响。
- 2) 新进入者增多及现有企业扩产使得市场竞争日益激烈。
- 3) 公司锂电池负极材料业务主要原材料包括石油焦、针状焦等，原材料成本占生产成本比重较大，上述原材料价格波动会对公司生产经营造成较大影响。
- 4) 由于公司部分采购与销售来自于境外，与境外支付渠道的结算涉及美元、欧元等多种货币。因此外币资产会面临一定的汇率风险。

表 28：杉杉股份盈利预测及估值简表

指标	2020	2021	2022E	2023E	2024E
营业收入（百万元）	8,216	20,699	21,185	23,012	29,803
营业收入增长率	-5.35%	151.94%	2.35%	8.63%	29.51%
净利润（百万元）	138	3,340	2,651	3,225	4,050
净利润增长率	-48.85%	2320.00%	-20.61%	21.65%	25.58%
EPS（元）	0.08	1.56	1.18	1.43	1.80
ROE（归属母公司）（摊薄）	1.11%	17.64%	12.70%	13.71%	15.05%
P/E	222	12	16	13	10
P/B	2.5	2.1	2.0	1.8	1.6

资料来源：Wind，光大证券研究所预测，股价时间为 2022-11-18

注：2020、2021 年总股本 16.3、21.4 亿股，2022-2024 年 EPS 按 2022 年 11 月 16 日总股本变动后的 22.5 亿股计算

## 4、风险提示

### 4.1、市场风险

(1) 渗透率过低的风险：钠电池在下游需求各领域性价比不突出，渗透率提升不及预期，导致钠电需求低于预期。下游应用市场的销量不畅会影响对电池需求，进一步影响企业出货量，对公司经营及业绩产生不利影响。

(2) 市场竞争加剧的风险：国家对新能源产业的支持以及资本对钠电池相关企业的追捧不断吸引新进入者通过直接投资、产业转型或收购兼并等方式进入钠电池材料行业参与竞争。同时现有锂电池材料企业亦纷纷转换产线扩充产能，如果未来市场需求不及预期，市场可能出现结构性、阶段性的产能过剩，市场竞争将加剧，导致相关企业订单和盈利低于预期。

(3) 降本不及预期的风险：锂价高企、资源掣肘使得钠电池作为替代方案的产业化进度加速，若未来锂价下跌、钠电池降本不及预期，使得钠电池性价比优势不显著，需求或低于预期。

(4) 产业政策变动的风险：动力电池产业发展受到国家产业政策的大力支持，但是行业规范、技术标准、财政补贴标准等具体的产业政策在不断变化，若不能及时响应，可能对整体行业供应格局、企业盈利能力等产生负面影响。

### 4.2、技术风险

(1) 负极技术路线变更：钠电负极技术路线多样，前驱体选择、生产工艺设备等还不成熟，未来存在技术路线变更的风险。

(2) 电池技术路线变化：若未来钠离子电池被其他技术路线的动力电池超越，且公司对新兴技术路线的技术储备不够充足，或相关产品研发进展不及预期，可能对公司产品的市场竞争力产生不利影响；

## 行业及公司评级体系

	评级	说明
行业及公司评级	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。
<b>基准指数说明：</b>		A 股主板基准为沪深 300 指数；中小盘基准为中小板指；创业板基准为创业板指；新三板基准为新三板指数；港股基准指数为恒生指数。

## 分析、估值方法的局限性说明

本报告所包含的分析基于各种假设，不同假设可能导致分析结果出现重大不同。本报告采用的各种估值方法及模型均有其局限性，估值结果不保证所涉及证券能够在该价格交易。

## 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并注册为证券分析师，以勤勉的职业态度、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，并对本报告的内容和观点负责。负责准备以及撰写本报告的所有研究人员在此保证，本研究报告中任何关于发行商或证券所发表的观点均如实反映研究人员的个人观点。研究人员获取报酬的评判因素包括研究的质量和准确性、客户反馈、竞争性因素以及光大证券股份有限公司的整体收益。所有研究人员保证他们报酬的任何一部分不与、不与，也将不会与本报告中具体的推荐意见或观点有直接或间接的联系。

## 法律主体声明

本报告由光大证券股份有限公司制作，光大证券股份有限公司具有中国证监会许可的证券投资咨询业务资格，负责本报告在中华人民共和国境内（仅为本报告目的，不包括港澳台）的分销。本报告署名分析师所持中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格编号已披露在报告首页。

中国光大证券国际有限公司和 Everbright Securities(UK) Company Limited 是光大证券股份有限公司的关联机构。

## 特别声明

光大证券股份有限公司（以下简称“本公司”）创建于 1996 年，系由中国光大（集团）总公司投资控股的全国性综合类股份制证券公司，是中国证监会批准的首批三家创新试点公司之一。根据中国证监会核发的经营证券期货业务许可，本公司的经营范围包括证券投资咨询业务。

本公司经营范围：证券经纪；证券投资咨询；与证券交易、证券投资活动有关的财务顾问；证券承销与保荐；证券自营；为期货公司提供中间介绍业务；证券投资基金代销；融资融券业务；中国证监会批准的其他业务。此外，本公司还通过全资或控股子公司开展资产管理、直接投资、期货、基金管理以及香港证券业务。

本报告由光大证券股份有限公司研究所（以下简称“光大证券研究所”）编写，以合法获得的我们相信为可靠、准确、完整的信息为基础，但不保证我们所获得的原始信息以及报告所载信息之准确性和完整性。光大证券研究所可能将不时补充、修订或更新有关信息，但不保证及时发布该等更新。

本报告中的资料、意见、预测均反映报告初次发布时光大证券研究所的判断，可能需随时进行调整且不予通知。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。客户应自主作出投资决策并自行承担投资风险。本报告中的信息或所表述的意见并未考虑到个别投资者的具体投资目的、财务状况以及特定需求。投资者应当充分考虑自身特定状况，并完整理解和使用本报告内容，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，本公司及作者均不承担任何法律责任。

不同时期，本公司可能会撰写并发布与本报告所载信息、建议及预测不一致的报告。本公司的销售人员、交易人员和其他专业人员可能会向客户提供与本报告中观点不同的口头或书面评论或交易策略。本公司的资产管理子公司、自营部门以及其他投资业务板块可能会独立做出与本报告的意见或建议不相一致的投资决策。本公司提醒投资者注意并理解投资证券及投资产品存在的风险，在做出投资决策前，建议投资者务必向专业人士咨询并谨慎抉择。

在法律允许的情况下，本公司及其附属机构可能持有报告中提及的公司所发行证券的头寸并进行交易，也可能为这些公司提供或正在争取提供投资银行、财务顾问或金融产品等相关服务。投资者应当充分考虑本公司及本公司附属机构就报告内容可能存在的利益冲突，勿将本报告作为投资决策的唯一信赖依据。

本报告根据中华人民共和国法律在中华人民共和国境内分发，仅向特定客户传送。本报告的版权仅归本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式、任何目的进行翻版、复制、转载、刊登、发表、篡改或引用。如因侵权行为给本公司造成任何直接或间接的损失，本公司保留追究一切法律责任的权利。所有本报告中使用的商标、服务标记及标记均为本公司的商标、服务标记及标记。

光大证券股份有限公司版权所有。保留一切权利。

### 光大证券研究所

#### 上海

静安区南京西路 1266 号  
恒隆广场 1 期办公楼 48 层

#### 北京

西城区武定侯街 2 号  
泰康国际大厦 7 层

#### 深圳

福田区深南大道 6011 号  
NEO 绿景纪元大厦 A 座 17 楼

### 光大证券股份有限公司关联机构

#### 香港

中国光大证券国际有限公司  
香港铜锣湾希慎道 33 号利园一期 28 楼

#### 英国

Everbright Securities(UK) Company Limited  
64 Cannon Street, London, United Kingdom EC4N 6AE