



电力设备与新能源行业研究

买入（维持评级）

行业深度研究

证券研究报告

新能源与电力设备组

分析师：姚遥（执业 S1130512080001）

yaoy@gjzq.com.cn

联系人：陆文杰

luwenjie3@gjzq.com.cn

锂电池硅负极深度：CVD 硅碳重塑产业链，迈向动力场景 0-1

投资逻辑

核心观点：CVD 硅碳工艺的出现大幅提速硅负极的产业化，25 年硅负极预计在手机领域扩大渗透，也有望在动力场景实现 0-1，我们建议关注硅负极放量背景下，新工艺带来的产业链增量环节投资机会。

CVD 法硅碳成新主流工艺，加速硅负极产业化，重塑竞争格局。1) 球磨法向 CVD 法迭代：在硅的纳米化工艺上，CVD 法能将硅粒径精确控制在 10nm 以内，并实现均匀包覆，取代球磨法成为新一代主流工艺；2) CVD 硅碳相比硅氧优势扩大：目前 CVD 法硅碳/硅氧产品的克容量约 1800/1500mAh/g，且 CVD 硅碳可支持超 1000 次循环，并实现低于硅氧的膨胀水平。3) 新工艺重塑格局：CVD 法下工艺、设备较硅氧大幅迭代，重塑先前硅氧的竞争格局，当前天目先导、兰溪致德、璞泰来、贝特瑞等在 CVD 硅碳进展领先。

成本：中期向石墨负极靠近，多孔碳、设备仍有较大降本空间。硅负极成本构成中由高到低分别为多孔碳、硅烷气、设备。我们假设当前采用高性能树脂多孔碳，中期采用生物质多孔碳，价格从 50 万/吨降至 15 万/吨；硅烷气从 9 万/吨下降至 7 万/吨；单吨制造成本从 6.5 万/吨下降至 3.5 万/吨，则测算 CVD 硅碳负极的成本有望从当前 40-45 万/吨下降至中期 15-20 万/吨，硅碳负极价格有望持续向石墨负极靠拢。

市场：消费场景先落地，动力迈向 0-1。1) 小动力：高倍率小圆柱电池已开始应用硅负极；2) 手机：25 年手机迈向 7000mAh 时代，苹果、华为、荣耀、小米等品牌已/将推出硅负极机型，硅负极从高端机向中低端渗透；3) 电车：特斯拉、宝马大圆柱电池明确搭载硅碳负极，25 年部分国内新能源高端车型有望应用硅负极；4) 固态&半固态电池：未来有望在车、手机、低空等领域逐步落地应用，掺硅量较其他场景更大。我们预计到 28 年全球硅负极需求 4.5 万吨，假设 30 万元/吨，对应市场 135 亿元，其中小动力/手机/电车/固态&半固态电池对应需求 0.28/0.09/3.4/0.75 万吨。

产业链：多孔碳迈向规模化 0-1，硅烷市场大幅扩容，PAA、CNT 打开新应用场景。

1) 多孔碳：迈向规模化 0-1，树脂/生物质路线构成主流。伴随 CVD 硅碳的应用，多孔碳预计迈向规模化 0-1，未来看好双路线并行发展，预计生物质路线发挥成本优势，在低端市场占据主导，通过性能提升向中高端市场渗透；树脂路线则依靠性能优势占据高端市场，通过降本向下渗透，国内代表企业分别为元力股份、圣泉集团。

2) 硅烷气：预计市场大幅扩容。我们测算 24 年国内合计电子级硅烷气需求约 1.26 万吨，预计 28 年硅基负极对应硅烷气需求约 1.9 万吨，规模为现有市场的 1.5 倍，大幅扩容，国产企业中硅烷科技等产能领先。

3) 粘结剂&导电剂：PAA、CNT 打开新应用场景。粘结剂控制硅负极的体积膨胀，PAA 有较优的力学性能和拉伸强度，且应用后有较好的库伦效率，国内茵地乐在 PAA 份额领先；需添加导电剂确保硅负极的导电性，加入单臂碳纳米管大幅改善循环性，国内天奈科技布局进展领先。

投资建议与估值

能量密度的提升是电池发展长期趋势，负极环节对应趋势则为硅负极，CVD 硅碳的应用大幅加速硅负极产业化，在手机等消费类市场硅负极已迈过 0-1，25 年预计进一步放量，在车用市场 25 年有望实现产业化 0-1，建议关注硅负极企业及上游的多孔碳、硅烷气、粘结剂、导电剂等环节。

风险提示

技术迭代风险，硅负极降本不及预期，硅负极性能提升不及预期。



内容目录

一、硅负极：消费场景先行落地，动力迈向 0-1	4
1.1 CVD 硅碳工艺大幅提速硅负极的产业化	4
1.2 格局：工艺迭代重塑格局，天目先导、兰溪致德等进度领先	7
1.3 成本：中期向石墨负极靠近，多孔碳、设备仍有较大降本空间	9
1.4 市场：百亿级市场，消费场景先落地，长期主要看车端、固态/半固态电池	10
二、产业链：多孔碳分路线迭代，硅烷市场大幅扩容	14
2.1 多孔碳：多路线并行，产业化实现 0-1	14
2.2 硅烷：硅负极有望大幅扩容硅烷市场	17
2.3 设备：预计流化床成主导，向大型化迭代	18
2.4 粘结剂&导电剂：PAA、CNT 打开新应用场景	19
三、投资建议	21
3.1 璞泰来：锂电平台型企业，CVD 硅碳进展领先	21
3.2 贝特瑞：负极龙头，硅负极出货行业领先	22
3.3 元力股份：木质活性炭龙头，生物质基多孔碳代表	22
3.4 圣泉集团：酚醛树脂龙头，树脂基多孔碳代表企业	23
3.5 硅烷科技：电子级硅烷气国内领先企业，受益市场扩容	24
四、风险提示	24

图表目录

图表 1： 负极在动力电池成本占比一般不超过 15%	4
图表 2： 负极材料分碳材料、非碳材料	4
图表 3： 电池负极材料性能对比，硅基负极在克容量上具备绝对优势	5
图表 4： 硅氧、硅碳负极工艺相对成熟	5
图表 5： 硅氧路线迭代主要通过预锂、预锂化提升首效，但成本显著提升	6
图表 6： CVD 法制备硅碳具备首效高、循环稳定好等优势	6
图表 7： 硅碳、硅氧负极性能对比（2023 年 7 月）	7
图表 8： CVD 硅碳制备工艺（流化床法）	8
图表 9： 部分主要硅负极企业产品布局及产能规划	8
图表 10： CVD 硅碳负极降本路径（万元/吨）	9
图表 11： 硅碳负极的应用带动手机电池容量提升	10
图表 12： AI 眼镜续航仍是痛点	11
图表 13： 蔚蓝锂芯倍率型三元电池已广泛应用硅氧、硅碳负极	11



图表 14: vivo 蓝海电池应用半固态电池和二代硅技术.....	13
图表 15: 宁德时代的凝聚态电池应用新型负极.....	13
图表 16: 硅碳负极市场测算, 28 年需求预计 4.5 万吨.....	13
图表 17: 多孔碳材料的作用及材料要求.....	15
图表 18: 不同路线多孔碳特点, 主要分生物质、高分子聚合物、煤基三类.....	15
图表 19: 树脂法、生物质法当前相对成熟.....	16
图表 20: 树脂未来方向为降本、生物质未来方向为提升性能.....	16
图表 21: 不同工艺路线生产多孔碳特点比较.....	17
图表 22: 不同工艺路线生产多孔碳性能比较.....	17
图表 23: 部分企业多孔碳布局.....	17
图表 24: 电子级硅烷气需求分市场测算(万吨).....	18
图表 25: 未来预计流化床成为主流.....	19
图表 26: PAA 粘结剂有助于控制硅负极的体积膨胀.....	20
图表 27: PAA 布局企业进展, 茵地乐份额大, 进展快.....	20
图表 28: 硅负极产业链标的估值(截至 25 年 4 月 11 日).....	21
图表 29: 璞泰来收入.....	22
图表 30: 璞泰来归母净利润.....	22
图表 31: 贝特瑞收入.....	22
图表 32: 贝特瑞归母净利润.....	22
图表 33: 元力股份收入.....	23
图表 34: 元力股份归母净利润.....	23
图表 35: 圣泉集团收入.....	23
图表 36: 圣泉集团归母净利润.....	23
图表 37: 硅烷科技收入.....	24
图表 38: 硅烷科技归母净利润.....	24

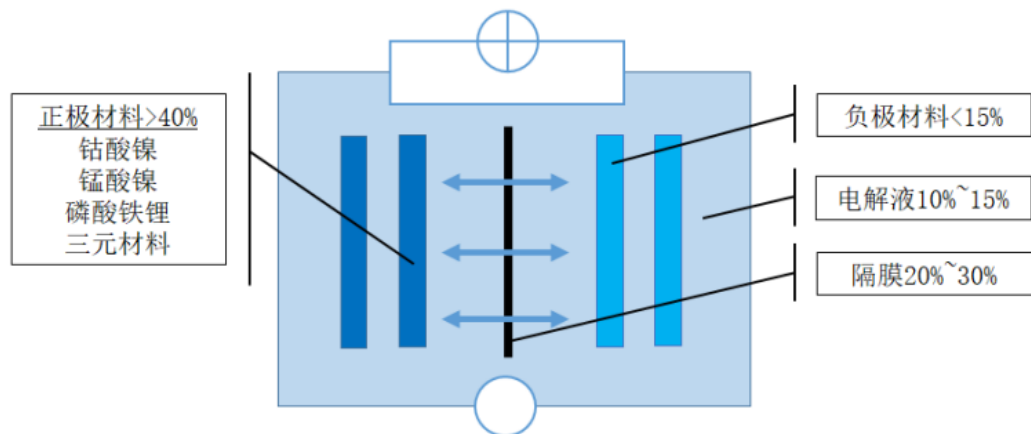


一、硅负极：消费场景现行落地，动力迈向 0-1

1.1 CVD 硅碳工艺大幅提速硅负极的产业化

负极材料直接影响电池容量、首效、循环等性能。负极材料系先由负极活性物质、粘合剂和添加剂混合制成糊状均匀涂抹在铜箔两侧，再经干燥、滚压形成。负极材料作为锂电池不可或缺的重要组成部分，直接影响锂电池的容量、首次效率、循环等主要性能，在动力电池成本中占比一般不超过 15%，约在 10%。

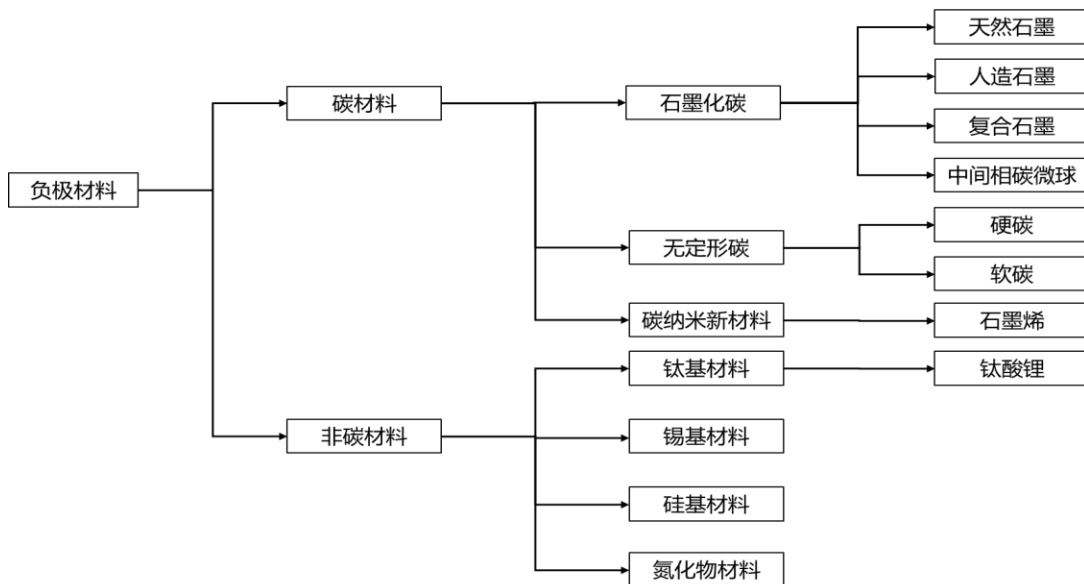
图表1：负极在动力电池成本占比一般不超过 15%



来源：凯金能源招股说明书，国金证券研究所

负极材料一般分为碳系负极和非碳系负极。碳系负极可分为石墨、硬炭、软炭负极等，石墨又可进一步分为人造石墨、天然石墨、中间相碳微球；非碳系负极包括钛酸锂、锡类合金负极、硅类合金负极等。

图表2：负极材料分碳材料、非碳材料



来源：翔丰华可转债募集说明书，国金证券研究所

石墨负极能量密度提升空间已有限，硅基负极具备更大发展前景。能量密度提升可实现终端产品（电子产品、电动汽车等）更长的续航。目前，石墨由于理论比容量低（372 mA·h/g）和锂离子枝晶生长等问题，性能提升空间已有限，而硅基负极的理论比容量（4200 mA·h/g）远高于石墨，工作电压（0.4V）适宜，不存在析锂隐患，且 Si 在地壳储量丰富、价格低廉且环境友好，因此具备较大发展前景。

硅负极可搭配任意正极材料。硅负极可搭配任何一种现有正极材料，如磷酸铁锂、高镍三



元、富锂锰基等,都可以显著提升能量密度,且硅负极适用于固态电池等下一代电池技术,也是固态电池提升能量密度的主要技术路线。

图表3: 电池负极材料性能对比, 硅基负极在克容量上具备绝对优势

性能指标	硅基复合材料	人造石墨	天然石墨	中间相碳微球	石墨烯	钛酸锂
克容量 (mAh/g)	4200	310-360	340-370	300-340	400-600	165-170
首次效率 (%)	84%	93%	90%	94%	30%	-
循环寿命 (次)	300-500	>1500	>1000	>1000	10	>30000
工作电压	0.3-0.5V	0.2V	0.2V	0.2V	0.5V	1.5V
快充性能	好	一般	一般	一般	差	好
倍率性能	一般	一般	差	好	差	好
安全性	差	良好	良好	良好	良好	好
优点	理论比能量高	技术及配套工艺成熟, 循环性能好	技术及配套工艺成熟, 成本低	技术及配套工艺成熟, 倍率性能好, 循环性能好	电化学储能性能优异, 充电速度快, 可提高锂电池的负载能力	倍率性能优异, 低温性能优异, 循环性能优异, 安全性优异
缺点	技术及配套技术不成熟, 成本高, 充放电体积变形, 导电率低	比能量低, 倍率性能差	比能量已到极限, 循环性能及倍率性能较差, 安全性较差	比能量低, 安全性较差, 成本高	技术及配套技术不成熟, 成本高	技术及配套工艺不成熟, 成本高, 能量密度低
发展方向	低成本化, 解决与其他材料的配套问题	提高容量, 低成本化, 降低内阻	低成本化, 改善循环	提高容量, 低成本化	低成本化, 解决与其他材料的配套问题	解决钛锂酸与正极、电解液的匹配

来源: 凯金能源招股说明书, 国金证券研究所

硅基负极易膨胀, 为解决痛点, 衍生出不同的技术路线, 其中硅氧、硅碳为主流。在对硅基负极电池充放电过程发生的体积膨胀会导致负极材料粉化, 引起电极表面固体电解质界面膜 (SEI) 破裂; 当 SEI 膜重新形成时, 将进一步耗损电解质中的 Li⁺ 离子, 引发电池性能快速衰减; 另外, 硅基负极的电导率低, 不利于自由电子的移动输运。根据分散基体的不同, 未来最有希望实现较大规模应用的新一代高容量硅基负极材料主要有硅氧、硅碳负极材料及硅基合金负极材料三大类, 虽然硅基合金负极材料相对碳负极材料克容量提升效果明显, 但是因为其工艺难度高、生产成本低, 且首次充放电效率较低, 所以目前尚未大规模使用。硅氧、硅碳负极的工艺相对成熟, 综合电化学性能较优, 是目前最为主流的硅基负极材料。

图表4: 硅氧、硅碳负极工艺相对成熟

主要种类	优势	劣势
硅氧负极材料	可逆容量高, 达 1,700-1,800mAh/g, 接近理论容量; 循环性能和倍率性能相对于其他硅基负极材料好	首次效率低, 无法单独使用, 需要进行提高首效处理; SiO ₂ 工艺复杂, 生产成本非常高
硅碳负极材料	克容量高; 首次充放电效率高; 工艺相对于其他硅基负极材料较为成熟	大批量生产电化学性能优异的产品难度较高; 循环性能和首次效率有待提高; 电极膨胀率较高
硅基合金负极材料	体积能量密度高	工艺难度大、成本高; 首次充放电效率低; 循环性能较差

来源: 凯金能源招股说明书, 国金证券研究所

硅氧、硅碳负极的发展经过多个阶段, 硅氧路线主要通过预锂/预锂化提升首效, 硅碳路



线中 CVD 法通过工艺改进实现性能的全面提升。

1) 硅氧负极：通过预镁、预锂化提升首效，但成本显著提升。

①第一代硅氧负极：采用氧化亚硅与石墨材料复合，氧化亚硅在锂嵌入过程中发生的体积膨胀较小，相较于纯硅负极，其循环稳定性得到改善，然而氧化亚硅在充放电过程中会生成 Li_2O 等非活性物质，导致首次效率较低（约 70%）；

②预镁硅氧负极：通过在制备过程中添加镁元素，利用镁与硅的合金化反应，阻止 SEI 膜合成，将首效提升至 80% 左右，但预镁化产品普遍克容量不高，且预镁工艺会增加材料成本，对电芯厂来说性价比较低；

③预锂硅氧负极：预锂化是通过在负极材料中预先嵌入一定量的锂，以补偿首次充放电过程中的不可逆容量损失，提高电池的初始库仑效率，在第二代基础上进一步提升首效（86%-92%），但进一步提升成本。

图表5：硅氧路线迭代主要通过预镁、预锂化提升首效，但成本显著提升

	第一代硅氧	第二代硅氧	第三代硅氧
改进方法	氧化亚硅与石墨材料复合	在制备过程中添加镁元素	在负极材料中预先嵌入一定量的锂
效果	改善循环稳定性，但首效较低（约 70%）	首效提升至 80% 左右，但预镁化产品普遍克容量不高	进一步提升首效至 86%-92%，但预锂化成本整体较高

来源：石墨时讯，国金证券研究所

2) 硅碳负极：CVD 法、机械球磨法更适合工业化，CVD 法具备明显优势。

①机械球磨法：通过搅拌罐将硅粉和适量的溶剂混合，形成初步的浆料，通过隔膜泵输送至砂磨机中，转子结构与研磨介质的高速旋转，对浆料中的硅碳颗粒进行剪切、碰撞和摩擦作用，从而实现颗粒的细化和分散，研磨结束后，通过过滤、离心等方式将研磨介质与物料分离，得到细化的硅碳负极浆料，机械球磨法工艺相对简单，但得到的硅碳复合材料易发生团聚，导致电池性能差；

②CVD 气相沉积法：制备出多孔碳骨架，然后在多孔碳内部通过硅烷沉积纳米硅颗粒，最后进行碳层包覆，该技术充分利用多孔碳的内部空间，实现硅纳米颗粒的均匀分布，有效控制硅在充放电过程中的体积膨胀，同时碳层包覆进一步提高了材料的电导率和稳定性，显著改善了硅碳负极的首效、能量密度、循环性能和电芯膨胀等性能。

图表6：CVD 法制备硅碳具备首效高、循环稳定好等优势

制备方法	优点	缺点
化学气相沉积法	首次充放电效率高，循环稳定性好，设备要求较低，适合工业化生产	比容量相对较低
机械球磨法	颗粒尺寸小，粉末活性高，颗粒分布均匀，成本低，工艺简单高效	团聚现象严重，结构不稳定
喷雾法	分散性好，粒度均匀可控，可制备多组分，减轻团聚现象	能耗高，受温度影响较大，仪器要求高
镁热还原法	成本较低，环境友好，循环稳定性和倍率性能好	热量积累导致多孔结构坍塌，放电比容量较低
溶胶-凝胶法	分散性能好，合成方法简单、温和且易于放大，较高的可逆容量	原料价格比较昂贵，生产时间长，稳定性差，首效较低
热解法	空隙结构大，有效缓解体积变化	分散性能差，团聚现象严重

来源：《化学气相沉积法制备硅碳复合负极材料的研究进展》，国金证券研究所

硅碳 vs 硅氧：尽管硅氧路线仍在特定领域保持优势，但新型 CVD 硅碳凭借在能量密度和膨胀控制方面的突出表现，正逐步成为行业主流选择。

硅氧路线的首效低、克容量上限受限等问题日益凸显。根据高工锂电，预锂化处理虽然能提升首效和循环性能，但价格从一代硅氧的 12 万元/吨飙升至 55 万元/吨，且良率较低，制约了规模化应用。在关键的性能指标上，新型 CVD 硅碳已展现明显优势。理论上，硅材



料比容量可达 4200mAh/g，是石墨理论值 372mAh/g 的 10 倍以上。目前 CVD 法硅碳的克容量约 1800mAh/g，部分企业最新产品更突破 2000mAh/g，而硅氧产品的比容量仅为 1500mAh/g 左右。据 GGII 数据，CVD 法硅碳还可支持超 1000 次循环，将极片膨胀控制在 25-27%。在实际应用中，新型硅碳与硅氧的竞争主要体现在膨胀系数控制上。通过持续迭代，新型硅碳已可实现低于硅氧的膨胀水平。

CVD 法硅碳突破球磨法的性能瓶颈，成为新一代主流工艺。在硅的纳米化工艺上，传统的机械球磨法转向了化学气相沉积法（CVD）是重要的技术迭代。CVD 法能够将硅粒径精确控制在 10nm 以内，并实现均匀包覆，正在迅速成为新一代主流工艺。相比之下，早期的球磨法难以将硅颗粒研磨至 100nm 以下，还容易导致颗粒团聚，影响电池的循环性能。

根据 GGII，新型硅碳预计大规模量产后成本仅高于传统硅碳和一代硅氧，2030 年新型硅碳市场占比有望超 75%，成为市场主流。而传统硅碳和一代硅氧凭借性价比优势，占据一定性价比市场。但目前新型硅碳仍存在成本较高、良率较低（仅 50~60%）、无法大规模量产（行业还在做 20 公斤级设备，到百吨级设备配套产业链断层）和产品一致性难控制（受孔隙率、多批次生产等影响）的问题亟待解决。

图表7：硅碳、硅氧负极性能对比（2023 年 7 月）

指标	硅碳			硅氧		
	传统硅碳	新型硅碳 (CVD)	纳米硅	初代硅氧	预锂硅氧	预锂硅氧
克容量 (mAh/g)	1400-1600	1800-2000	3400~3550	1400-1600 工加	1400-1600	1400-1600
循环(次)	600-1000	1000-1500	300-500	1000	1000	1000
液态锂电池极 片膨胀	>35%	25-27%	不适用	30-32%	30-32%	30-32%
首效	>90%	>90%	>85%	75-80%	82-85%	88-91%

来源：GGII，国金证券研究所

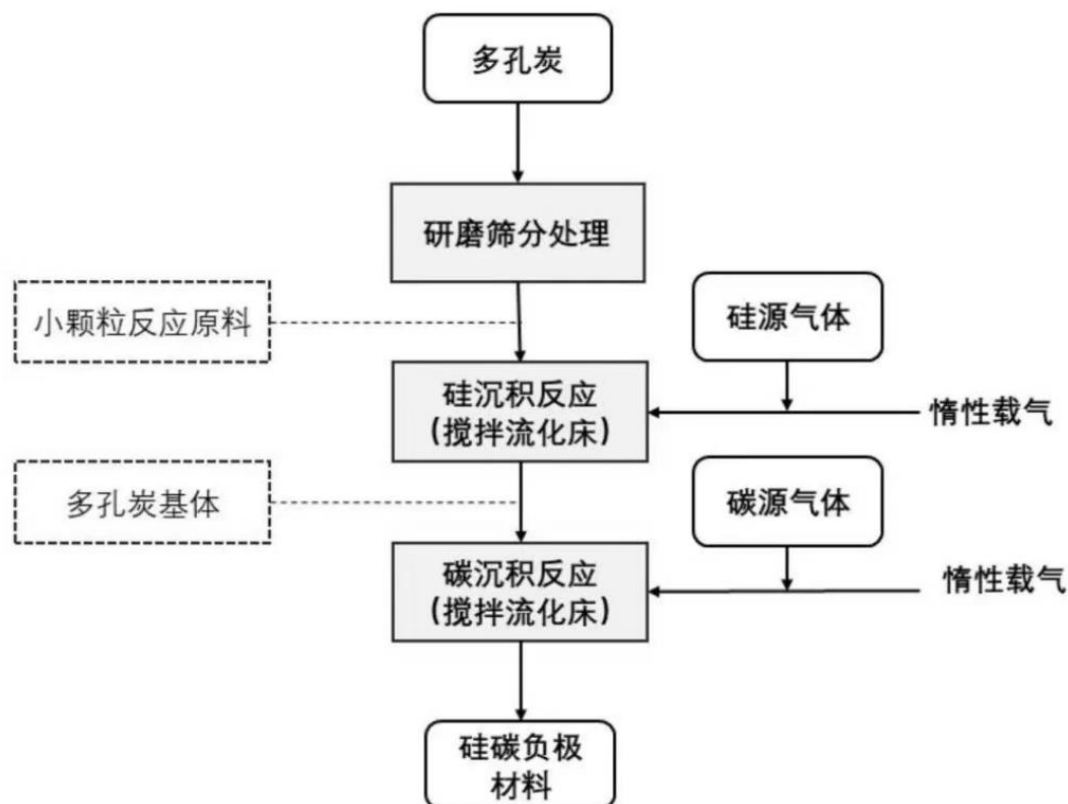
1.2 格局：工艺迭代重塑格局，天目先导、兰溪致德等进度领先

CVD 工艺区别于过往石墨生产工艺。气相沉积（CVD）技术是一种通过使用多孔碳结构来存储硅的方法。采用多孔结构的碳颗粒，然后将硅烷气体引入这些碳颗粒的孔隙中。在高温条件下，硅烷气体通过热解反应在多孔碳的空隙中沉积形成硅纳米颗粒。CVD 法核心在于硅、碳的沉积，与传统石墨的石墨化工艺完全不同，以流化床法工艺流程为例，包含多孔碳研磨筛分处理、硅沉积反应、碳沉积反应等，具体为：

步骤 1：原料破碎多孔碳物料经过破碎、研磨和筛分，制得小颗粒多孔碳反应原料；步骤 2：流态化硅沉积反应：小颗粒多孔碳反应原料置于搅拌流化床反应器中，通入硅源与载气混合气体进行化学气相沉积，制得硅基中间体；步骤 3：流态化碳沉积反应：向硅基中间体通入碳源与载气的混合气体进行化学气相碳沉积，以改善和强化硅材料的结构。



图表8: CVD 硅碳制备工艺 (流化床法)



来源: 锂电材料观察, 国金证券研究所

由于工艺不同, 负极新玩家具备进场机会。布局硅负极的企业众多, 大致可分为几类: 1) 传统石墨负极企业: 如璞泰来 (江西紫宸)、贝特瑞、杉杉股份, 为石墨负极的老牌企业, 有较长的硅负极开发经验; 2) 一级企业: 如兰溪致德、天目先导等, 专注于硅负极开发, 仍在一级融资阶段; 3) 跨界布局企业: 如胜华新材、硅宝科技等, 从其他领域切入硅负极。

贝特瑞在硅基负极份额领先, 天目先导、兰溪致德等 CVD 硅碳进展较快。2022 年全球硅基负极第一梯队厂商主要有贝特瑞、信越化学、韩国大洲 (Daejoo), 占有大约 86% 的市场份额; 第二梯队厂商有天目先导、洛阳联创、杉杉股份、兰溪致德、凯金能源、Group14 和正拓能源等, 共占有约 9% 的份额。除贝特瑞外, 国内天目先导、兰溪致德、璞泰来等进展相对领先, 如天目先导研发的新一代硅碳负极材料已成功进入比亚迪、宁德时代以及韩国 LG、SK 等国内外龙头企业的供应链; 璞泰来 CVD 沉积硅碳负极取得小批量量产订单。

图表9: 部分主要硅负极企业产品布局及产能规划

硅负极企业	产品布局	产能规划
贝特瑞	截至 2023 年末, 硅碳负极材料已经开发至第五代产品, 比容量 2000mAh/g 以上, 硅氧负极材料已完成多款氧化亚硅产品的技术开发和量产工作, 比容量达到 1500mAh/g 以上	拥有硅基负极材料产能 0.5 万吨/年
杉杉股份	硅基负极以氧化亚硅为主	规划产能 4 万吨/年锂离子电池硅基负极材料, 一期在 24 年底已投产
璞泰来 (江西紫宸)	硅碳负极产品已小批量出货, 目前主要供应下游头部消费电子客户。	积极推进在安徽芜湖投资建设的硅基负极项目的建设进度, 并将逐步进入设备安装调试环节, 预计 2025 年上半年首批硅碳负极产能有望建成投产
天目先导	产品已进入全面量产阶段, 能够满足能量密度高于 300Wh/kg 及 700Wh/L 的高性能锂离子电池	公司目前实际产能已达 45000 吨/年, 其中硅基负极材料产能 12000 吨/年、硬碳负极材料产能 10000 吨/年、固态电解质产能



硅负极企业	产品布局	产能规划
	的需求。	3000 吨/年、可定制化石墨负极材料产能 20000 吨/年
兰溪致德	产品经过国内外近 30 家重点客户 1 年以上的试用	一期 500 吨锂电池硅碳负极材料项目于 2021 年 7 月正式投产；二期 3000 吨项目也在积极推进中
胜华新材	硅基负极材料在固态电池领域已获得客户 B 样认证，并与多家头部企业建立了合作关系	规划 6 万吨硅基负极产能
硅宝科技	硅碳负极产品可用于 3C 电池、动力电池、圆柱电池、固态电池等	已建成 1000 吨/年硅碳负极材料中试生产线且顺利投产

来源：石墨盟、Carbontech、石墨时讯、新浪财经、每日经济新闻等，国金证券研究所

1.3 成本：中期向石墨负极靠近，多孔碳、设备仍有较大降本空间

当前 CVD 硅碳价格仍较高。根据高工锂电，CVD 硅碳目前售价约达 75 万元/吨。生产 1 吨的硅碳负极需要约 0.5 吨多孔碳和 0.6 吨的硅烷气，成本构成中由高到低分别为多孔碳、硅烷气、设备，后续降本重点主要在于产业链多孔碳、设备的降本。

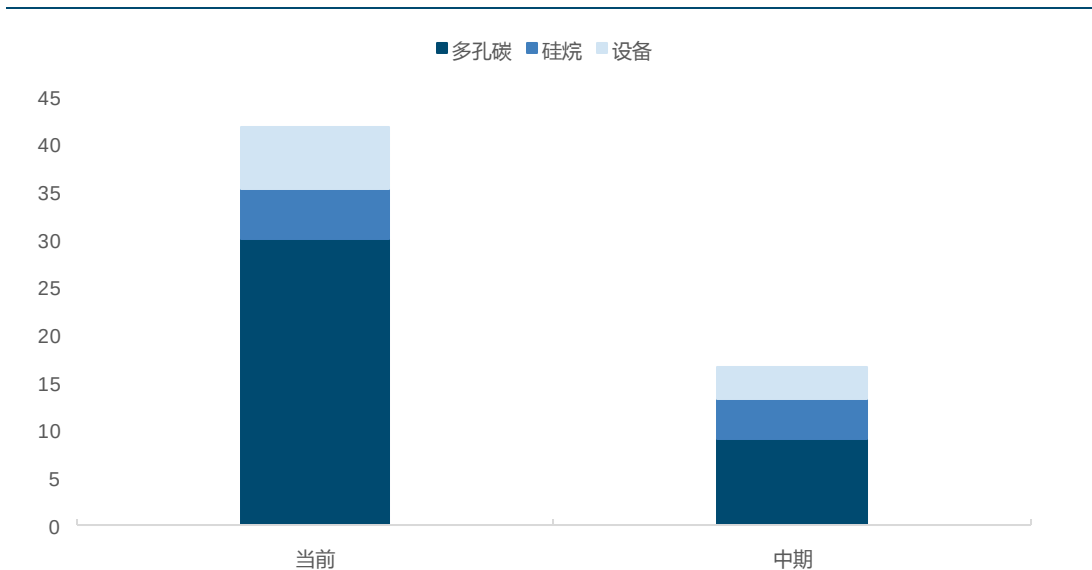
1) 多孔碳：降本空间较大。当前技术路线分两条，根据高工锂电，树脂路线的多孔碳价格在 20 万元以上，性能好的甚至达 30 万元以上，业内年产能停留在百公斤级，背后是树脂转化效率极低，通常仅 10-20%，先进水平也仅达 30-40%。生物质路线成本优势明显，普通品 3-5 万元/吨，高端品 8 万元/吨，性能接近多孔碳指标的产品可达 15 万元/吨，虽然性能与树脂路线存在差距，影响容量、长循环性能和极片膨胀等，但可通过后端加工解决。往后看，生物质路线的多孔碳提升路径

2) 硅烷气：价格已显著下降。由于光伏电池片增长放缓+硅烷气产能大幅释放，硅烷气行业陷入供大于求，硅烷气价格从 23 年最高 24 万/吨降至当前约 7-10 万/吨，同时负极厂开始自建产能，如兰溪致德规划 8000 吨硅碳项目配套有 5000 吨硅烷产能。行业龙头硅烷规模扩产，以及部分硅碳厂自备硅烷产能，预计推动硅烷气成本下探。

3) 设备：瓶颈同样制约降本。目前 CVD 流化床仅为 20kg 级，单价 65 万元/台，要达到 200 吨年产需要 200 台设备，纽姆特虽已开发出 100kg 量产级流化床，但尚待批量验证。未来伴随 100-200kg 级流化床产品的推出应用，预计单吨制造成本将大幅下降。

我们假设当前采用高性能树脂多孔碳，中期采用生物质多孔碳，价格从 50 万/吨降至 15 万/吨；硅烷气从 9 万/吨下降至 7 万/吨；单吨制造成本从 6.5 万/吨下降至 3.5 万/吨，则测算 CVD 硅碳负极的成本有望从当前 40-45 万/吨下降至中期（约 2-3 年）15-20 万/吨。当前中端石墨负极材料价格 2-3 万/吨，考虑到硅负极已实现克容量突破 1800mAh/g，约为当前石墨负极的 5 倍，未来仍有提升空间，硅碳负极价格有望持续向石墨负极靠拢。

图表10：CVD 硅碳负极降本路径（万元/吨）



来源：高工锂电，国金证券研究所



1.4 市场：百亿级市场，消费场景先落地，长期主要看车端、固态/半固态电池

硅负极不同掺硅量适应不同场景的需求。低硅占比（5%-10%）适用于对循环性能要求较高的场景，如消费电子产品、新能源车；中等硅占比（10%-20%）适用于能量密度要求更高的高端新能源车、无人机；高硅占比（20%-30%）适用于对能量密度要求极高的场景，如低空载人飞行器、长航时飞行器等。

1) 手机：25 年迈向 7000mAh 时代，硅负极进一步扩大渗透。

电池容量扩大是核心趋势。更长续航是手机一直以来的追求。2024H1，iQOO Z9、vivo Y200 等一批搭载 6000mAh 电池的新机密集发布，标志着手机电池正式进入 6000mAh 时代；24 年 11 月中旬，游戏手机红魔 10 Pro+ 率先搭载 7050mAh 超大电池，随后 12 月 11 日发布的真我 Neo7 搭载 7000mAh “泰坦电池”，手机已踏向 “7000mAh” 时代。苹果折叠屏手机预计也将采用两块超薄的硅碳负极电池，容量约为 5000mAh。

容量突破主要依赖于硅碳负极的应用。手机电池容量的大幅提升主要依赖于硅碳负极的应用，如一加 Ace 3 Pro 的 6100mAh 电池，比传统 5000mAh 电池容量增加了 23.1%，6% 的硅含量带来约 1000mAh 的容量提升，同时体积相比 5000mAh 电池减少 3%，原因在于硅碳负极材料拥有更高的能量密度。

25 年硅碳负极有望从旗舰向中低端渗透。24 年硅碳负极主要在旗舰机型推广应用，面向高端手机，随着手机品牌采用 “中端机型，旗舰配置” 的策略，大容量电池也在中低端逐步应用，以提升用户体验，如同时真我 Neo7、红米 Turbo4 等中低端机型（参考价 2000 元以内）已搭载有硅碳电池。我们预计 25 年硅碳负极在手机电池的渗透保持扩大。

图表11：硅碳负极的应用带动手机电池容量提升

品牌名称	电池名称	产品名称	电池容量
HONOR 荣耀	青海湖电池	Magic 7 系列	5850mAh
		Magic 6 系列	5600mAh
		Magic5 系列	5450mAh
HUAWEI 华为	硅碳负极电池	华为 Mate Xs 2	4880mAh
		华为 Mate XT	5600mAh
		华为 Mate 70 系列	5400mAh
		华为 nova 13 系列	5000mAh
lenovo 联想	星海电池	moto razr 系列	4000mAh
MI 小米	金沙江电池	小米 15 系列	6100mAh
		小米 14 Ultra	5300mAh
		小米 11Pro	5000mAh
nobia 努比亚	牛魔王电池	红魔 10PRO	7050mAh
oppo 欧珀	冰川电池	OPPO Find X8 系列	6100mAh
		OPPO Find X7 系列	5000mAh
ONEPLUS 一加		OPPO Find X6 系列	5000mAh
		一加 13	6000mAh
		一加 Ace 3 Pro	6100mAh
realme 真我	泰坦电池	真我 GT7 Pro	6500mAh
	聚能电池	真我 GT6	5000mAh
vivo 维沃	蓝海电池	vivo X200 系列	6000mAh
		vivo X100 系列	5400mA
		vivo S19、X	6000mAh
		Fold3、Y200 系列	

来源：电池交易网，国金证券研究所，整理截至 2024 年 11 月

2) 可穿戴设备：硅负极有助于解决 AI 眼镜的续航痛点。

AI 眼镜续航仍是痛点。根据雷科技，AI 眼镜依然极度依赖充电，远无法做到如智能手机



的全天候使用，且 AI 计算能力越强，AI 眼镜掉电越快，主要基于：1) AI 对话功能背后隐藏大量的计算和联网需求：大部分 AI 眼镜还是采用了本地+云端 AI 的方式来确保综合体验，不管是本地 AI 计算需要依靠高能效芯片满足基础语音交互需求，还是持续运行网络连接云端实现 AI 体验，都会造成续航的严重缩水；2) 摄像头高耗能：Ray-Ban Meta 引领风潮之后的大部分 AI 眼镜都配备了摄像头，用于拍照、录像、AI 视觉识别，但这些均为高耗能任务，而 AI 眼镜无法使用足够大的电池来支撑长时间的视觉处理；3) AR 功能高耗能：市场上部分产品为 AI+AR 眼镜，需要一套完整的光学显示系统，耗电量进一步提升。

硅负极为重要解决方案。随着 AI、XR 硬件等追求有限空间内长续航的应用领域更多产品的落地和普及，对高能量密度、安全优质的电池产品需求会进一步爆发，硅负极为重要解决方案。产业内如豪鹏科技已完成高硅含量的锂离子电池开发，并应用于穿戴类产品，公司将与欧洲某硅材料战略合作伙伴共同围绕 100%硅负极锂离子电池产品展开研发工作，并将在未来集中转化应用于北美知名智能穿戴类品牌客户的相关项目。

图表12: AI 眼镜续航仍是痛点

产品	电池容量	标称续航	重量
Ray-Ban Meta	150mAh	连续日常使用时间为 4 小时	50g
Rokid Glasses (支持显示)	220mAh	连续日常使用时间为 4 小时, 拍摄工作时间为 40 分钟	49g
雷鸟 V3	158mAh	录像时长 30 分钟, 连续听歌约 3 小时	39g
小度 AI 眼镜	未公布	连续 5 小时以上聆听	45g
闪极 A1	450mAh	蓝牙音频 10 小时, 视频拍摄 2 小时	50g
INMO G02(支持显示)	440mAh	连续使用 2.5 小时	61g

来源：雷科技，国金证券研究所

3) 电动工具：硅基负极的应用相对成熟。

硅基负极在小圆柱电池中的应用已较为成熟，根据高工锂电，电动工具对硅基负极的需求随电池容量升高而递增，2500-2600mAh 的高倍率小圆柱电池已开始应用硅基负极，而 3000-3500mAh 的产品则更为依赖。根据天鹏电源（蔚蓝锂芯）官网，其倍率型三元电池已经广泛使用硅氧、硅碳负极。

图表13: 蔚蓝锂芯倍率型三元电池已广泛应用硅氧、硅碳负极

型号	标称容量 (Ah)	正极材料	负极材料	标称电压 (V)	重量 (g)	直径 (mm)	持续放电电流 (A)	特点
INR18650-25PG	2.5	NCA	Gr, SiC	3.6	45	18	20	倍率
INR18650-25SG	2.5	NCA	Gr, SiC	3.6	45	18	35	倍率
INR18650-30PG	3	NCA	Gr, SiC	3.6	47	18	30	倍率
INR21700-30TG	3	NCA	Gr	3.6	67	21	40	倍率
INR21700-40TG	4	NCA	Gr, SiO	3.6	67	21	35	倍率
INR21700-40XG	4	NCA	Gr, SiO	3.6	70	21	45	倍率
INR21700-50SG	5	NCA	Gr, SiO	3.6	70	21	30	倍率
INR21700-	5	NCA	Gr, SiO	3.6	70	21	45	倍率



型号	标称容量 (Ah)	正极材料	负极材料	标称电压 (V)	重量(g)	直径(mm)	持续放电 电流(A)	特点
50XG								

来源：天鹏电源官网，国金证券研究所

4) 电车：有望实现 0-1 放量，先拓展高端车场景。

特斯拉、宝马大圆柱电池已明确搭载硅碳负极。特斯拉 4680 电池始终采用硅负极；宝马动力电池第六代产品，使用大圆柱电芯，与第五代方形电芯相比，正极镍含量更高，钴含量减少，负极硅含量增加，能量密度提高 20%，续航里程提升 30%，充电速度提升 30%。特斯拉 4680 电池已实现批量的供应，而宝马大圆柱电池率先应用于今年亮相的首款新世代车型，以及 2026 年起量产的国产新世代车型，并将广泛应用到其他纯电车型，包括未来的纯电 M 车型。

25 年国内硅负极有望上车。根据《财经》，车用动力电池的装车前验证需要更长时间，根据新车计划，2025 年有多家车企的新能源高端车型都将应用含硅负极技术，其中低硅负极材料，量产难度较低，成本增加少，在提升能量密度的同时，循环寿命损失不明显，终端客户无需复杂调整即可能量密度提升。

多家车企已与硅基负极企业建立紧密联系。2024 年，兰溪致德在 D 轮融资中引入上汽旗下金石资本的投资。海外 Group 14 则已与保时捷等车企建立股权及供货关系，进一步印证了新能源汽车终端对于硅碳负极的应用需求。

5) 固态电池/半固态电池：硅碳应用确定性强，掺硅量预计更高。

固态电池长期发展趋势确定。较液态电池，全固态电池在理论上具备更高能量密度、更安全、长寿命、更广温度工作范围，是进一步打开车、低空飞行器、机器人续航上限的理想方案，也是国家巩固电池领域科技定价权的重要抓手，政策+市场双加持下，长期发展趋势确定。

全固态电池产业化稳步推进，硅碳负极为全固态电池中期的主流方案。2025 年 2 月，欧阳明高院士表示，当前全固态电池的技术路线，要聚焦以硫化物电解质为主体电解质，匹配高镍三元正极和硅碳负极的技术路线，以比能量 400Wh/kg、循环寿命 1000 次以上为性能目标，确保 2027 年实现轿车小批量装车。

半固态电池已步入市场推广，掺硅量高。

1) 车领域，2024 年部分车企已经量产装车半固态电池，如卫蓝新能源供应蔚来，清陶能源供应上汽智己；2025 年，上汽名爵等更多车企将在新车型上搭载半固态电池。

2) 消费电子领域，24 年初手机厂商开始在旗舰机型，尤其折叠屏机型上搭载半固态电池，24 年底 vivo 开始在 2000 元—4000 元价位的中端机 S20 上搭载半固态电池（蓝海电池），蓝海电池的负极材料采用了业内领先的二代硅技术，能量密度达 780Wh/L，相较于上一代的极限石墨电池，能量密度提升 15.4%。

3) 低空领域，宁德时代布局有凝聚态电池，可用于电动飞机，根据高工锂电，硅负极的添加比例或在 20%以上。

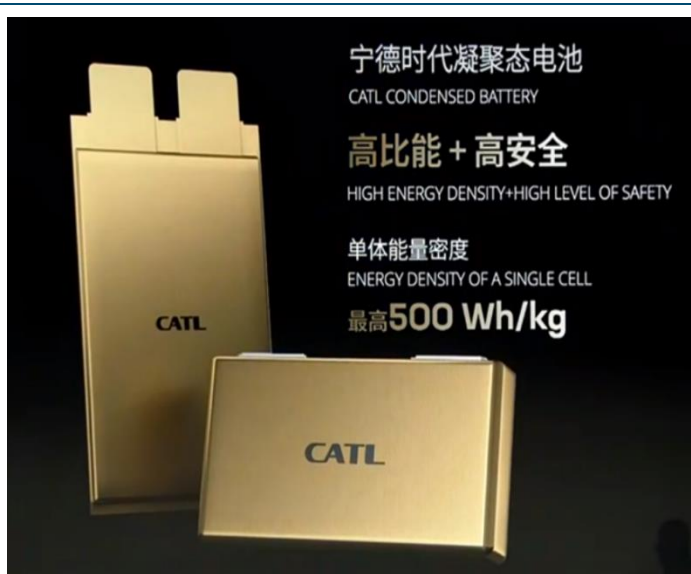


图表14: vivo 蓝海电池应用半固态电池和二代硅技术



来源：IT之家，国金证券研究所

图表15: 宁德时代的凝聚态电池应用新型负极



来源：华尔街见闻，国金证券研究

硅负极在消费场景率先落地，长期市场更多依靠在电车端的渗透，及固态/半固态电池的应用。根据我们的测算，我们预计到2028年全球硅负极需求约4.5万吨，假设30万元/吨，对应市场135亿元。其中：

- 1) 小动力类：根据起点研究，2024年全球电动工具+二轮车（小动力类）应用小圆柱约61亿颗，基于电动工具（驱动因素主要为全球工具市场的增长及锂电渗透率的提升）、电动二轮车市场（驱动因素主要为东南亚等海外地区的较快增长）仍呈现一定增长趋势，我们假设到2028年，全球电动工具+二轮车小圆柱电池需求82亿颗，单颗容量11Wh，硅负极渗透率26%，掺杂比例12%，对应硅负极需求0.28万吨；
- 2) 智能手机：根据Canalys，2024年，全球智能手机出货12.2万台，基于手机更换的需要以及AI手机的拉动，我们假设到2028年全球智能手机出货14万台，单机带电量14Wh，硅负极渗透率40%，掺杂比例12%，对应硅负极需求0.09万吨；
- 3) 新能源汽车：24年全球新能源汽车销量约1600多万辆，基于全球电动化率的进一步提升，我们假设到28年全球电车销量超2900万辆，动力电池需求1885GWh，硅负极渗透率15%，掺杂比例10%，对应硅负极需求3.4万吨；
- 4) 固态/半固态电池：当前半固态电池已经逐步在车、低空、机器人等要求高能量密度的场景逐步做市场推广，24年预计整体销量较小，固态电池仍未形成批量应用，我们假设到28年固态/半固态电池销量达25GWh，硅负极渗透率100%，掺杂比例30%，对应硅负极需求0.75万吨。

图表16: 硅碳负极市场测算，28年需求预计4.5万吨

	2024	2025E	2026E	2027E	2028E
电动工具+二轮车（小动力）					
全球电动工具+二轮车小圆柱电池需求（亿颗）	61	67	72	78	82
YOY		10%	8%	7%	6%
单颗容量（Wh）	11	11	11	11	11
电动工具+二轮车小圆柱电池需求（GWh）	67	74	80	85	90
单GWh用负极材料（万吨）	1000	1000	1000	1000	1000
硅负极渗透率	10%	14%	18%	22%	26%
硅负极掺杂比例	6%	8%	10%	11%	12%
电动工具+二轮车硅负极需求（万吨）	0.04	0.08	0.14	0.21	0.28
智能手机					
全球智能手机出货量（亿台）	12.2	12.7	13.2	13.6	14



	2024	2025E	2026E	2027E	2028E
YOY		4%	4%	3%	3%
单机带电量 (Wh)	12.98	13.24	13.50	13.77	14
智能手机电池需求 (GWh)	15.8	16.8	17.8	18.7	19.6
单 GWh 用负极材料 (吨)	1000	1000	1000	1000	1000
智能手机电池负极需求 (万吨)	1.58	1.68	1.78	1.87	1.96
硅负极渗透率	15%	20%	25%	30%	40%
硅负极掺杂比例	6%	8%	10%	12%	12%
智能手机电池硅负极需求 (万吨)	0.01	0.03	0.04	0.07	0.09
新能源汽车					
全球新能源汽车销量 (万辆)	1634	2027	2327	2620	2908
YOY		24%	15%	13%	11%
单车带电量 (kWh)	54	54	54	54	54
出货/装机	120%	120%	120%	120%	120%
新能源汽车电池需求 (GWh)	1059	1314	1508	1698	1885
单 GWh 用负极材料 (吨)	1200	1200	1200	1200	1200
新能源汽车负极需求 (万吨)	127	158	181	204	226
硅负极渗透率	0.5%	2%	5%	8%	15%
硅负极掺杂比例	5%	6%	7%	8%	10%
新能源汽车硅负极需求 (万吨)	0.03	0.19	0.63	1.30	3.39
固态/半固态电池					
固态/半固态电池销量 (GWh)	1.4	3.5	6	14	25
单 GWh 用负极材料 (吨)	1000	1000	1000	1000	1000
硅负极掺杂比例	30%	30%	30%	30%	30%
固态/半固态电池硅负极 (万吨)	0.04	0.11	0.18	0.42	0.75
合计					
硅负极合计需求 (万吨)	0.13	0.40	1.00	2.00	4.52

来源：起点研究，Canalys，乘联会，Marklines，TrendForce，国金证券研究所

二、产业链：多孔碳分路线迭代，硅烷市场大幅扩容

2.1 多孔碳：多路线并行，产业化实现 0-1

多孔碳在硅碳负极中作为骨架材料使用。CVD 法硅碳的做法是将硅烷通入多孔碳，然后将硅烷热解生成纳米硅颗粒，使其沉积在多孔碳孔隙中生成硅碳复合材料；之后再进行碳包覆，即可用于制备负极。

硅碳负极在使用中有两个最大的问题：1) 硅在嵌锂过程中体积膨胀巨大，会导致材料粉化；2) 硅与电解液会发生副反应，反复生成过厚的 SEI 膜，消耗活性锂，降低电池首效和循环次数。

多孔碳则对应两大作用：控制硅体积膨胀和降低副反应。1) 多孔碳内部的孔隙可以缓冲硅在嵌锂过程中的体积膨胀；2) 碳包覆减少了硅与电解液的直接接触，抑制了 SEI 膜的重复生长，可以提升锂电池首次效率和循环性能。由于具有超高的比表面积，多孔碳除了作为硅碳负极的骨架材料之外，还可以用来做吸附材料、催化剂载体、超级电容器的电极等。

硅碳负极对多孔碳有四大核心要求：

1) 精准的孔结构设计：多孔碳的孔径分布需与硅纳米颗粒尺寸高度匹配。

微孔 (<2nm)：容纳硅颗粒，限制其膨胀空间，防止团聚；介孔 (2-50nm)：提供锂离子快



速传输通道，提升倍率性能；大孔 (>50nm)：作为缓冲空间，吸收硅嵌锂时的体积膨胀（最高可达 300%）。理想状态下，总孔容需达到 0.4-0.7 cm³/g，比表面积控制在 400-1200 m²/g，以避免过多副反应。

2) 需具备高导电性（电导率>2 S/cm），以弥补硅材料导电性差的缺陷。例如，通过石墨化处理或掺杂氮元素，可显著提升电子传输效率。

3) 机械强度与形貌稳定性：球形多孔碳因各向同性受力，相比无规则形炭，可降低辊压破碎风险，并将压实密度提高至 1.6-1.8 g/cm³（传统无规则形仅 1.2-1.4 g/cm³）。此外，表面需形成致密碳层，防止硅颗粒在循环中脱落。

4) 低成本与规模化生产：生物质基（如椰壳、玉米芯）和树脂基（酚醛树脂）多孔碳因原料易得、工艺成熟，成为主流路线。

图表17：多孔碳材料的作用及材料要求

两大作用	控制硅体积膨胀
	降低副反应
四大要求	精准的孔结构设计
	需具备高导电性
	机械强度与形貌稳定性
	低成本与规模化生产

来源：石墨邦，国金证券研究所

路线：目前最常见的多孔碳材料前驱体主要包括生物质材料、高分子聚合物材料、煤基材料等。

1) 生物质材料（代表为椰壳）：可以是动植物等生物的器官或组织，如动物骨骼、毛发或植物枝干、果壳等；也可以是动植物的化学成分或合成产物，如甲壳素、明胶、蔗糖、纤维素、木质素等。生物质的来源广泛、环境友好可持续，并且以其制备多孔碳材料的工艺简便易行，是实现多孔碳大规模生产的主要前驱体。

2) 高分子聚合物材料（代表为酚醛树脂）：常见的用作多孔碳的前驱体包括酚醛树脂、聚苯胺、聚丙烯腈等。可通过控制单体和聚合方式的手段调节聚合物的化学元素组成、分子量大小以及分子链的形状，从而实现对多孔碳材料的成分设计与结构调控。然而，高分子聚合物的合成通常涉及复杂化学反应和特殊工艺条件，导致成本相对较高，同时还可能伴随有害副产物带来环境影响。

3) 煤基材料（代表为沥青）：主要包括煤以及煤焦油、煤沥青等煤衍生物，均可作为多孔碳的前驱体材料。煤由短脂肪键和醚键连接的芳香环和氢化芳香族组成，可以通过分子化学工程策略调整煤中的芳香族基本结构单元实现多孔碳材料的功能化设计。然而煤基材料中的杂质难以去除，且很难通过简单工艺实现孔结构精确调控，同时还伴随能耗较大的问题。

图表18：不同路线多孔碳特点，主要分生物质、高分子聚合物、煤基三类

多孔碳原料	具体描述	代表	优势	劣势
生物质	动植物等生物的器官或组织，如动物骨骼、毛发或植物枝干、果壳等；也可以是动植物的化学成分或合成产物，如甲壳素、明胶、蔗糖、纤维素、木质素等	椰壳	来源广泛、环境友好可持续	一致性较低
高分子聚合物材料	酚醛树脂、聚苯胺、聚丙烯腈等	酚醛树脂	可通过控制单体和聚合方式的手段调节聚合物的化学元素组成、分子量大小以及分子链的形状，从而实现对多孔碳材料的成分	成本较高，可能伴随有害副产物带来环境影响



多孔碳原料	具体描述	代表	优势	劣势
煤基材料	煤以及煤焦油、煤沥青等	沥青	设计与结构调控	
	煤衍生物		可以调整煤中的芳香族基 本结构单元实现多孔碳材 料的功能化设计	杂质难以去除，且很难通 过简单工艺实现孔结构精 确调控，能耗较大

来源：DT 先进电池，国金证券研究所

树脂/生物质路线构成主流，树脂优势在性能更优，降本为后续发展路径，生物质优势在成本更低，提升性能为后续发展路径。看好未来两条路线将并行发展，预计生物质路线将继续发挥其成本优势，在低端市场占据主导。同时通过不断的技术创新，提升产品性能，向中高端市场渗透；树脂路线预计保持其性能优势，在高端市场占据主导地位通过不断降低成本，扩大其市场应用范围。

1) 树脂路线：树脂碳材料的和导电性可精确调控，能够制备出高性能的硅碳复合材料，制备工艺相对成熟，易于实现规模化生产。

后续降本方向包括：①低成本树脂：开发低成本、高性能的合成树脂，降低原材料成本；②工艺优化：优化碳化、石墨化等工艺参数，提高生产效率和产品良率；③回收利用：开发树脂碳材料的回收利用技术，降低生产成本。

2) 生物质路线：成本优势明显，虽然性能与树脂路线存在差距，影响容量、长循环性能和极片膨胀等，但可通过后端加工解决。

后续提升性能方向包括：①前驱体改性：对生物质原料进行预处理，改善其碳化后的孔隙结构和导电性。②复合改性：将生物质碳与其他材料（如石墨烯、碳纳米管等）复合，提高其导电性和结构稳定性。③工艺优化：优化碳化、活化等工艺参数，提高生物质碳材料的性能一致性。

图表19：树脂法、生物质法当前相对成熟

路线	原材料	成本	性能	适配场景
树脂法	酚醛树脂	30 万元/吨以上	高纯度、结构稳定	高端消费电子
生物质法	淀粉、椰壳	15 万元/吨	成本低，但性能不足	中低端储能/动力电池

来源：DT 先进电池，国金证券研究所

图表20：树脂未来方向为降本、生物质未来方向为提升性能

路线	迭代方向	
树脂	降本	1) 低成本树脂：开发低成本、高性能的合成树脂，降低原材料成本
		2) 工艺优化：优化碳化、石墨化等工艺参数，提高生产效率和产品良率
		3) 回收利用：开发树脂碳材料的回收利用技术，降低生产成本
生物质	提升性能	1) 前驱体改性：对生物质原料进行预处理，改善其碳化后的孔隙结构和导电性
		2) 复合改性：将生物质碳与其他材料（如石墨烯、碳纳米管等）复合，提高其导电性和结构稳定性
		3) 工艺优化：优化碳化、活化等工艺参数，提高生物质碳材料的性能一致性

来源：炭素邦，国金证券研究所

造孔工艺：物理活化法、CVD 法应用较多。

多孔碳造孔工艺主要分五种路线：物理活化法、化学活化法、模板法、生物质法、CVD 法。其中：1) 物理活化法优势在于成本较低，缺陷在于孔分布随机，比表面积波动大；2) 化学活化法优势在于孔径可控，缺陷在于污染严重、成本高；3) 模板法优势在于孔径均一性高，缺陷在于难以量产；4) 生物质法优势在于成本最低，环保，缺陷在于孔径结构不可控，灰分较高；5) CVD 法优势在于可设计空隙，缺陷在于设备投资高。

不同的应用领域对应有不同的工艺路线，其中：

1) 动力电池领域：物理活化法因成本优势占据 70%份额，但高端车型开始转向模板法。

2) 消费电子领域：CVD 法凭借精准控孔能力，垄断高端手机机型供应链。



3) 储能领域：生物质法以低价抢占市场，但需解决循环寿命短板（<2000 次）。

图表21：不同工艺路线生产多孔碳特点比较

工艺方法	原理
物理活化法	以水蒸气或 CO ₂ 为活化剂，在 800-1000℃ 下刻蚀碳骨架，生成微孔（<2nm）和介孔
化学活化法	用 KOH、ZnCl ₂ 等腐蚀性试剂浸泡碳前驱体，通过化学反应定向造孔。
模板法	用 SiO ₂ 纳米球、聚合物微球等作为模板，碳化后去除模板留下规则孔隙
生物质法	利用椰壳、稻壳等天然多孔结构，经碳化-活化直接转化
化学气相沉积（CVD）	在碳基体表面沉积碳层，通过控制前驱体流量与温度调控孔隙

来源：炭素邦，国金证券研究所

图表22：不同工艺路线生产多孔碳性能比较

方法	比表面积	孔径精度	成本（万元/吨）	环保型
物理活化	800-1500	±2nm	5-8	4 星
化学活化	2000-3000	±1nm	15-20	4 星
模板法	1000-2500	±0.5nm	30-50	3 星
生物质法	500-1200	不可控	3-5	5 星
CVD 法	500-1000	±0.3nm	25-40	4 星

来源：炭素邦，国金证券研究所

伴随 CVD 硅碳的逐步应用，多孔碳规模化放量在即。假设 2028 年硅基负极出货 4.52 万吨，CVD 硅碳占比 70%，单吨硅负极需 0.5 吨多孔碳，则对应多孔碳行业需求约 1.6 万吨。

全球龙头为可乐丽，国内代表企业为圣泉股份、元力股份等。日本可乐丽是电池级多孔碳的龙头供应商，产品性能稳定，一致性好。超级电容和硅碳负极使用的多孔碳产品是相同的，目前国内大部分超级电容器厂家均采购可乐丽的产品。国内的电池级多孔碳产能多由传统树脂/活性炭厂商拓展而来，产能较大的厂商有圣泉股份、元力股份、金博股份、上海洗霸、多氟多、索理德等。其中树脂路线代表圣泉集团千吨级树脂多孔碳项目将于 2025 年初投产，预计可将价格降至 30 万元以内；生物质路线代表元力股份多孔碳已量产，产能达 500 吨/年；煤基路线代表金博股份完成石油焦基多孔碳系列产品的中试化开发，处于下游客户验证阶段；介孔碳企业上海洗霸介孔碳基核心材料已获得某消费电子公司样品的多次测试与产品验证。

图表23：部分企业多孔碳布局

上市企业	多孔碳布局
元力股份	多孔碳均已实现量产，产能 500 吨/年
圣泉集团	年产 1000 吨硅碳用多孔碳项目预计 2025 年初陆续达产
三林炭材料	规划总产能 25000 吨，总投资约 10 亿元，第一期建设项目计划年产 10000 吨，预计在 2025 年 12 月建成投产
吉孚力新材料	年产 5000 吨多孔碳自建厂房已动工，预计 2025 年 6 月投入生产
索理德	永州基地硅碳负极多孔碳一期千吨级产能已正式投产
多氟多	规划有多孔碳 2500 吨/年
金博股份	已完成石油焦基多孔碳系列产品的中试化开发，处于下游客户验证阶段，正在布局开发改性树脂基多孔碳产品
上海洗霸	介孔碳基核心材料已获得某消费电子公司样品的多次测试与产品验证

来源：Carbontech，公司公告，国金证券研究所

2.2 硅烷：硅负极有望大幅扩容硅烷市场

硅烷是 CVD 工艺中硅元素的唯一来源。在高温反应条件下，硅烷分解生成纳米硅颗粒，并通过化学键与碳基材料（如多孔碳、石墨）复合，形成稳定的硅碳结构。这一过程直接决定了负极材料的比容量和循环寿命。硅烷的沉积路径直接影响材料的微观结构。通过控制反应压力、温度和气相浓度，硅颗粒可实现纳米级分散（粒径控制在 5nm 以下），有效缓解硅的体积膨胀问题（充放电过程中膨胀率高达 300%），从而提升电池的循环稳定性。

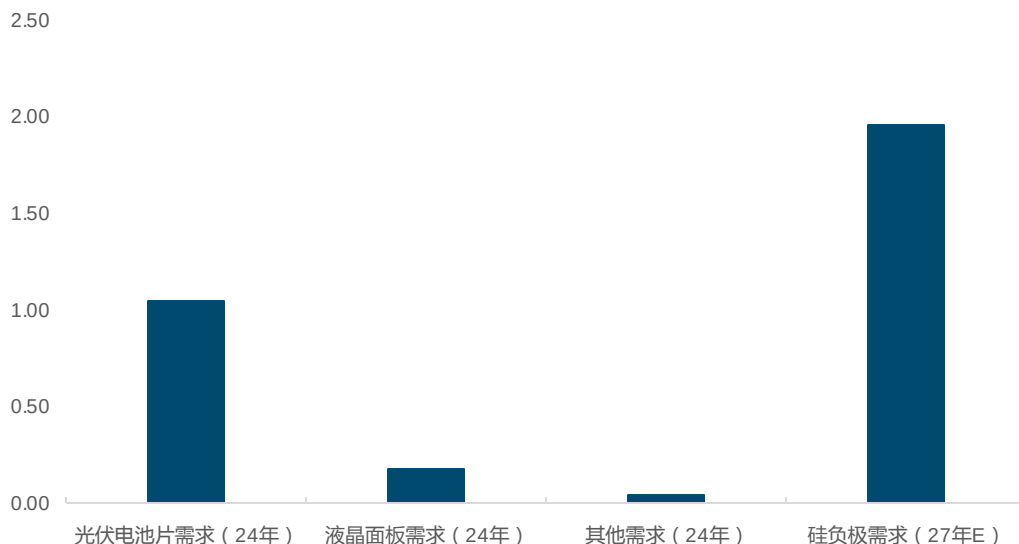
硅烷纯度决定性能：硅烷的纯度需达到 99.999% 以上（电子级标准）。杂质（如氧气、水分）会引入缺陷，导致电池循环寿命缩短、热失控风险增加。例如，低纯度硅烷可能引发



非均匀沉积，造成硅颗粒团聚，最终使电池容量快速衰减。

硅负极的应用预计大幅扩容硅烷气市场。24 年中国光伏电池片产量 654GWh，单 GW 用电子级硅烷气 16 吨，对应需求 1.05 万吨；液晶面板产量 1.58 亿片，单亿片用电子级硅烷气 1127 吨，对应需求 0.18 万吨；其他需求约 0.04 万吨；合计电子级硅烷气需求约 1.26 万吨，我们预计 28 年硅基负极 4.52 万吨，假设 70% 的 CVD 硅碳负极、单吨用 0.6 吨电子级硅烷气，则对应硅烷气需求约 1.9 万吨，规模为现有市场的 1.5 倍，市场预计大幅扩容。

图表24：电子级硅烷气需求分市场测算（万吨）



来源：思瀚产业研究院，国金证券研究所

2021 年以来，光伏行业的快速发展带动电子级硅烷气供不应求，产品价格大幅上涨，行业内企业纷纷扩大产能，导致电子级硅烷气的市场供过于求，产品价格出现大幅下滑。从长期来看，电子级硅烷气的市场价格出现理性回归、落入合理盈利区间，在技术、工艺、管理、安全等行业门槛的规制下，不断淘汰和整合低质、无序产能，是行业发展的必然趋势。下游光伏行业正在经历深度调整，处于从 P 型电池向 N 型电池转换的技术升级阶段；光伏电池片行业 2020-2023 年处于供不应求上行期，吸引行业内外资本大幅扩张产能，2024 年产能扩充导致的供需矛盾显现，加之下游行业光伏电池片行业陷入整体性亏损，扩产大幅停滞甚至停产收缩，对硅烷气的市场需求产生了较大的阶段性影响。

外资巨头起步较早。硅烷气体属于电子特气的细分品类，外资巨头在硅烷气生产方面的研究起步较早，其工艺也处于全球领先的地位，目前世界上电子级硅烷气的生产技术主要集中在美国、日本、德国等少数西方发达国家。全球范围内，核心厂商主要包括 REC Silicon、SK Materials、林德集团、液化空气和三井化学等。2021 年，全球第一梯队厂商主要有 REC Silicon、SK Materials 和林德集团，第一梯队占有大约 43.39% 的市场份额；第二梯队厂商有三井化学、液化空气和硅烷科技等，共占有 21.42% 份额。

国产替代持续进行。我国硅烷产品曾经严重依赖进口，随着我国科技水平的提高，以硅烷科技为首的少量气体公司已经打破国外气体公司对电子级硅烷气的垄断，当前我国国产硅烷能够完全满足光伏太阳能、液晶显示器、LED 等领域的质量要求。但对于一些质量要求更高的芯片制造用户而言，国产硅烷在纯化、检测等环节仍需要努力。目前国内已有硅烷科技、内蒙兴洋、中宁硅业（多氟多子公司）、天宏瑞科（陕西有色天宏与美国 REC 合资）、亚格盛等几家公司具备电子级硅烷气的生产能力。

2.3 设备：预计流化床成主导，向大型化迭代

流化床与回转窑为常见方案，预计流化床未来成主导。

流化床设备原理：高传质效率与规模化潜力工作原理流化床通过气流使固体颗粒（如多孔碳）悬浮并形成“流体化”状态，实现硅源气体与载体的充分接触和均匀沉积。

流化床的核心优势在于：1) 传质与传热效率高：颗粒剧烈运动促进气固接触，反应速率快，适合强放热反应；2) 温度均匀性：全床层温度一致，避免局部过热导致的硅团聚问题；3) 连续化生产：颗粒可动态进出，适合大规模产线设计；4) 适配多孔碳特性：多孔碳骨架的复杂孔隙结构更易在流化态中实现均匀覆盖。



相较回转窑，流化床具备更好的技术适配性。流化床的“动态沉积”特性与 CVD 工艺高度契合，多孔碳骨架的微孔结构需在悬浮状态下实现硅的纳米级填充，流化床的剧烈运动可有效避免堵塞；硅烷气体 (SiH_4) 在流化床中扩散效率更高，单吨硅碳负极的硅烷耗量已从 0.7 吨降至 0.5 吨，显著降低成本。

行业布局上看，流化床已逐步成为主流，未来向更大规模迭代。1) 消费电子领域：高端手机机型已采用流化床 CVD 工艺的硅碳负极，2025 年渗透率预计突破 25%；2) 动力电池布局：头部负极材料企业优先选择流化床路线。未来向更大规格迭代，从而实现降本增效。

图表25：未来预计流化床成为主流

	流化床	回转窑
工作原理	流化床通过气流使固体颗粒（如多孔碳）悬浮并形成“流体化”状态，实现硅源气体与载体的充分接触和均匀沉积。	回转窑通过旋转筒体使物料翻滚，在高温下实现硅源气体的热解与沉积，属于间歇式或半连续化生产。
核心优势	传质与传热效率高：颗粒剧烈运动促进气固接触，反应速率快，适合强放热反应； 温度均匀性：全床层温度一致，避免局部过热导致的硅团聚问题； 连续化生产：颗粒可动态进出，适合大规模产线设计； 适配多孔碳特性：多孔碳骨架的复杂孔隙结构更易在流化态中实现均匀覆盖。	工艺成熟：在冶金、化工领域有长期应用经验，设备可靠性高； 高转化率：物料充分翻滚与气体接触，沉积效率稳定； 适应大颗粒：对载体粒径要求较低，初期投资门槛可能更低。
局限性	设备磨损：颗粒碰撞导致催化剂损耗，增加维护成本； 气体返混：气流非理想流动可能降低转化率，需优化气体分布设计； 工艺复杂性：需精确控制气流速度、压力等参数，技术门槛较高。	能耗与成本高：高温环境需大量热能，且设备体积大，投资成本高； 均匀性不足：筒体轴向温度梯度可能导致沉积不均匀，影响产品一致性； 规模化瓶颈：扩大产能需增加设备数量，难以匹配流化床的单线产能。

来源：石墨邦，国金证券研究所

2.4 粘结剂&导电剂：PAA、CNT 打开新应用场景

粘结剂有助于控制硅负极的体积膨胀。硅负极在脱嵌锂时体积变化更大，需要匹配黏结力更强的粘结剂，才能保持电极的稳定，实现负极可逆比容量的提升。粘结剂对负极材料结构保持、负极材料之间的接触、电极的完整性具有重要影响。目前硅基负极材料方面多用聚合物粘结剂，常用的有聚偏二氟乙烯 (PVDF)、羧甲基纤维素 (钠) (CMC)、聚丙烯酸 (PAA)、海藻酸钠 (SA) 等，还有未大规模应用的生物胶聚合物粘结剂、交联粘结剂和导电聚合物粘结剂等。

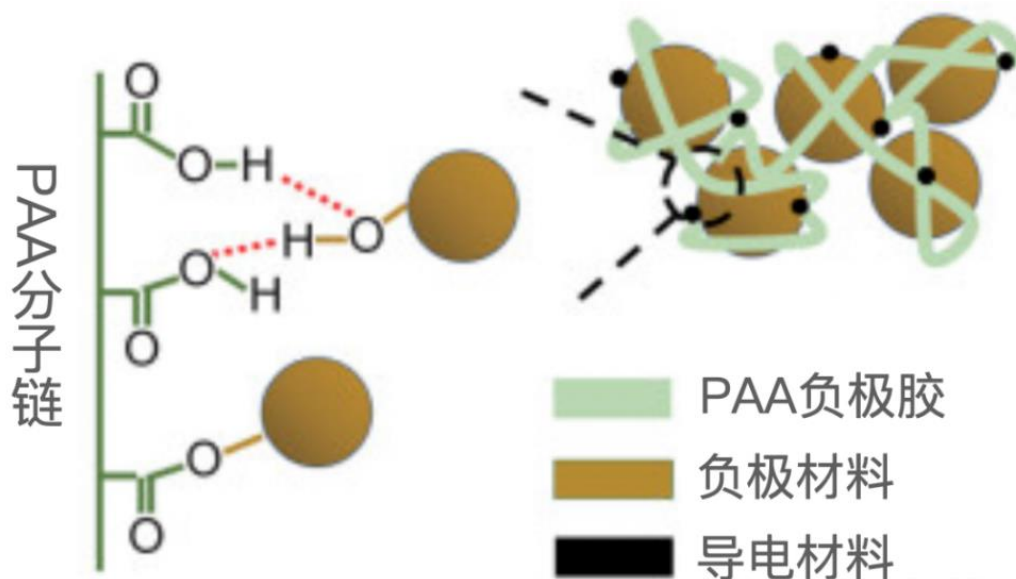
PAA 是较为理想的粘结剂。

1) PAA 有较优的力学性能和拉伸强度。PAA 是线性聚合物，可溶于水和乙醇等有机溶剂，是聚乙烯醇 (PVA) 中的一种。力学性能与 CMC 相似，但具有更多的羧基官能团，可进一步增强与硅基材料之间的结合。另外，PAA 具有较低的杨氏模量 (约 650MPa)，有较好的弹性和刚性 (PAA 的拉伸强度最高达 90MPa，比 CMC 的 30MPa、PVDF 的 37MPa 都要高)，可有效降低硅基负极的裂缝问题，因此，PAA 粘结剂制备的硅碳负极具有更好的循环稳定性和比容量保持率。

2) 应用 PAA 有较好的库伦效率。不同粘结剂对硅负极首次库伦效率的影响不同。不同粘结剂的黏结性或力学性能，使得充电过程中，膨胀后的电极材料恢复程度不同。较差的粘结剂将会使更多的活性物质脱离集流体，造成不可逆比容量损失，表现为较低的首次库伦效率。实验中，CMC 的电极首效仅为 60.4%，SA 和 PAA 的电极首效分别达到了 80.2% 和 82.5%，说明 SA 与 PAA 更适合作为体积变化大的负极材料粘结剂。



图表26: PAA 粘结剂有助于控制硅负极的体积膨胀



来源：中国胶粘剂和胶粘带工业协会，回天新材，国金证券研究所

茵地乐在 PAA 份额领先。茵地乐（上市公司日播时尚正在推进收购控股）的 PAA 粘结剂能与硅形成稳定 SEI 膜，抑制电解液分解，实验显示，添加 PAA 的硅碳负极循环 100 次后容量保持率从 70%提升至 92%。在现有 6 万吨级锂电池专用粘结剂 PAA 产能的基础上，茵地乐启动了 20 万吨的扩产计划。据高工锂电统计，2023 年国内 PAA 类粘结剂市场中，茵地乐的市场占有率达 52.6%，截至 2024 年 6 月末，该公司营收 2.1 亿元，归母净利润 7629.81 万元。

除此之外，截至 24 年 11 月，鹿山新材硅碳负极功能粘接材料（PAA）正在客户端测试；截至 24 年 4 月，回天新材的锂电负极胶产品 PAA 和 SBR 均可应用于硅碳负极材料的粘接，目前公司负极胶产品已在行业头部客户处实现批量供货或测试应用。

图表27: PAA 布局企业进展，茵地乐份额大，进展快

布局企业	硅碳负极用 PAA 进展
茵地乐	在现有 6 万吨级锂电池专用粘结剂 PAA 产能的基础上，茵地乐启动了 20 万吨的扩产计划
鹿山新材	截至 24 年 11 月，PAA 正在客户端测试
回天新材	截至 24 年 4 月，回天新材的锂电负极胶产品 PAA 和 SBR 均可应用于硅碳负极材料的粘接，目前公司负极胶产品已在行业头部客户处实现批量供货或测试应用。

来源：金融界，国金证券研究所

添加导电剂确保硅负极的导电性。一般而言，制备硅基负极时，需要添加质量分数 5%~25%的导电剂来确保电极的导电性。与传统粘结剂相比，导电聚合物粘结剂具有粘结剂和导电添加剂的双重功能，在制备负极时可以减小导电剂的用量，从而降低电极材料中非活性物质占比，提高电极材料的体积比容量。

单臂碳纳米管有望应用。单壁碳纳米管（SWCNT）只有一层碳原子，根据空间的螺旋特性可表现出金属或半导体性能。SWCNT 长径比较高，能够在极低添加量下形成三维导电网络。通常随机的 SWCNT 中，2/3 为半导体管，其导电性不如大部分都是金属性的 MWCNT。此外，SWCNT 细而长及较为完美的结构使其管间范德华力强，不易分散。仅从导电性和分散性的角度分析，SWCNT 并没有优势，但实际应用中硅基负极中加入 SWCNT 会大幅改善循环性，而多壁碳纳米管（MWCNT）的改善则有限。

天奈科技布局进展领先。截至 25 年 3 月，天奈科技碳纳米管导电浆料项目基础施工已基本完成，预计年底可实现一期项目竣工投产。项目总投资 15 亿元，建成后可实现年产 2 万吨单壁纳米导电浆料及 500 吨单壁纳米功能性材料。公司计划在 2025 年实现百吨级单壁碳纳米管产能，并于 2026 年进一步提升至 500 吨级。



三、投资建议

能量密度的提升是电池发展长期趋势，负极环节对应趋势则为硅负极，CVD 硅碳的应用大幅加速硅负极产业化，在手机等消费类市场硅负极已迈过 0-1，25 年预计进一步放量，在车用市场 25 年硅碳负极有望实现产业化 0-1，建议关注硅负极企业及上游的多孔碳、PAA、CNT 等：

- 1) 硅碳负极：璞泰来、贝特瑞、中科电气、尚太科技；
- 2) 多孔碳：元力股份、圣泉集团、上海洗霸、金博股份；
- 3) 硅烷：硅烷科技；
- 4) PAA：日播时尚；
- 5) CNT：天奈科技、道氏技术。

图表28：硅负极产业链标的估值（截至 25 年 4 月 11 日）

		归母净利润（亿元）				PE		
		市值（亿元）	24E	25E	26E	24E	25E	26E
硅碳负极	贝特瑞	230	9.2	9.7	12.6	25	24	18
	璞泰来	352	16.7	22.8	28.4	21	15	12
	中科电气	99	3.1	5.9	7.8	32	17	13
	尚太科技	135	10.1	12.8	16.6	13	11	8
多孔碳	元力股份	52	-	-	-	-	-	-
	圣泉集团	211	8.5	10.5	12.2	25	20	17
	上海洗霸	62	-	-	-	-	-	-
	金博股份	51	(3.0)	2.1	3.4	(17)	25	15
硅烷气	硅烷科技	41	0.4	0.6	0.8	101	68	48
PAA	日播时尚	31	-	-	-	-	-	-
CNT	天奈科技	136	2.6	4.0	5.6	52	34	24
	道氏技术	106	2.5	5.8	7.3	42	18	15

来源：圣泉集团预测来源于国金证券研究所，其他公司来源于 Wind 一致预期，截至 2025 年 4 月 11 日，国金证券研究所

3.1 璞泰来：锂电平台型企业，CVD 硅碳进展领先

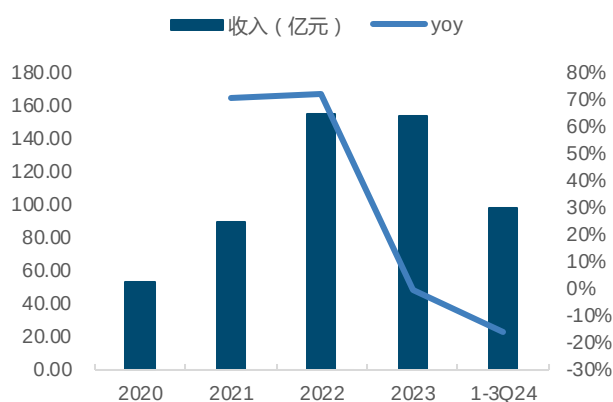
公司是锂电平台型企业，涂覆隔膜国内龙头。公司主营业务涵盖负极材料、涂覆隔膜、PVDF 及粘结剂、复合集流体、铝塑包装膜、纳米氧化铝及勃姆石等材料，同时为新能源电池及电池材料产业提供自动化工艺装备及智能制造体系的装备服务。通过负极材料及加工服务、膜材料及涂覆加工服务、自动化装备各业务间的资源共享及产业协同，为客户提供多元化、差异化及专业化的产品组合与集成服务。随着新能源产业的发展，前期的产能投入到了一定的规模，对前期的产能进行局部的升级改造，升级加工的服务业务会逐步增加，公司在做好基本的材料和设备基础上，积极探索开拓材料和设备的增值服务业务，为客户提供更加有竞争力的产品和服务内容。1-3Q24 公司收入/利润分别为 98/12.4 亿元，同比-16%/-24%。

公司硅碳负极已在消费类客户导入顺利。公司拥有在碳素材料理论知识领域经验丰富的技术团队，具备行业领先的技术和研发优势，主要负极材料产品凭借高容量、高压实密度、低膨胀、长循环、快充等特性占据全球中高端数码和动力电池领域的领先地位，在新建项目中持续研发新产品、应用新工艺，不断提升公司技术和产品竞争优势。1) 公司快充负极新品已满足 6C 的性能要求，配合自产粘结剂的使用可满足 8C 快充性能要求，相关产品已通过多家客户产品技术认证，逐步开始批量出货；同时，公司通过研发材料改性、材料包覆、颗粒形貌处理等新技术和新工艺，进一步提升快充负极产品在动力学等方面的性能。2) 公司新型硅碳负极材料具有高容量、低膨胀和长循环等高性能表现，是国内少数具备量产能力的企业，除应用于高端消费类锂离子电池以外，亦可适配半固态/固态电池，目前 CVD 沉积硅碳负极产品在消费类客户导入顺利，出货量持续增长。3) 公司对锂金属负

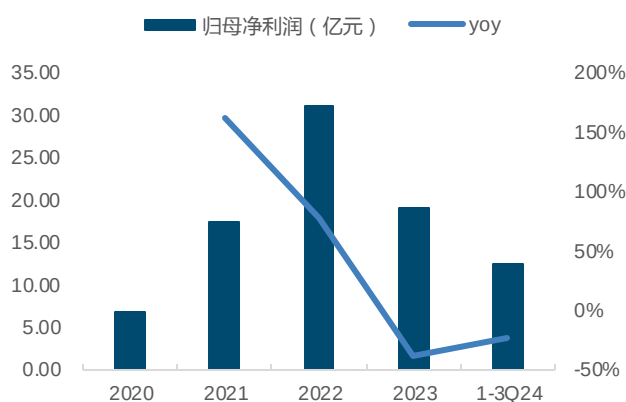


极材料持续开展前瞻性研发，通过构建新型三维骨架结构来解决锂金属负极的枝晶、体积膨胀以及负极/固态电解质的界面问题。

图表29：璞泰来收入



图表30：璞泰来归母净利润



来源：Wind，国金证券研究所

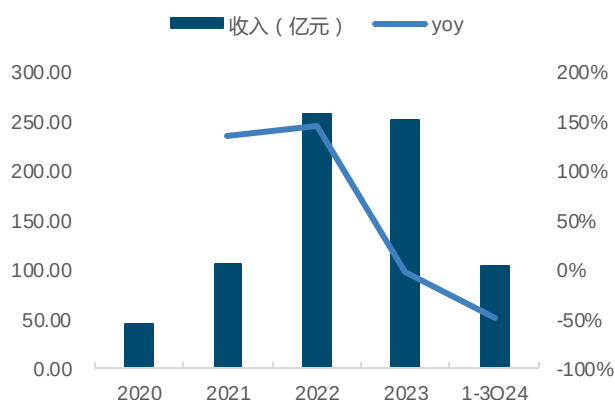
来源：Wind，国金证券研究所

3.2 贝特瑞：负极龙头，硅负极出货行业领先

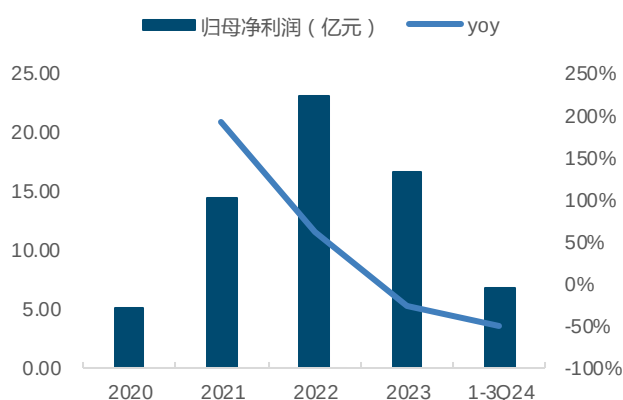
公司是负极行业龙头。公司产品包括天然石墨负极材料、人造石墨负极材料、硅基负极材料及高镍三元正极材料等。公司在锂离子电池负极材料领域具备明显的技术和发展优势，已形成了天然石墨、人造石墨和先进负极材料为主的产品体系。在天然石墨负极材料领域，公司建立了从石墨矿开采到天然石墨负极材料产成品的完整产业链，确保供应稳定及品质保证。在人造石墨负极材料领域、公司通过自建及合作等模式，形成了集原材料、石墨化、碳化、成品加工于一体的产业链布局，同时通过工艺革新降低生产成本。1-3Q24 公司收入/利润分别为 103/6.7 亿元，同比-49%/-51%。

公司是国内最早量产硅基负极材料的企业之一，出货量行业领先，其中硅碳负极材料已经开发至第五代产品，比容量 2,000Ah/g 以上，硅氧负极材料已完成多款氧化亚硅产品的技术开发和量产工作，比容量达到 1,500Ah/g 以上；公司的钠电正、负极材料已获得客户认可并实现批量出货，同时公司在燃料电池、固态电池材料等前沿领域均有前瞻性布局。

图表31：贝特瑞收入



图表32：贝特瑞归母净利润



来源：Wind，国金证券研究所

来源：Wind，国金证券研究所

3.3 元力股份：木质活性炭龙头，生物质基多孔碳代表

公司是木质活性炭国内龙头企业。公司一直致力于活性炭的研发、生产和销售，是国内规模最大、综合实力最强的木质活性炭生产企业，目前在福建南平、莆田、江西玉山、内蒙古满洲里、辽宁盘锦、上海拥有 7 大生产经营基地，辐射半径覆盖国内最重要的林产区、木材加工区以及销售市场，业务基地布局合理，为同行所不能企及。木质活性炭产销规模从建厂时的 500 吨发展到如今的超 12 万吨，已连续多年产量、销售量、出口量位居全国第一，并且领先规模呈扩大之势。硅酸钠业务板块方面，公司利用先进的工艺设备，充分

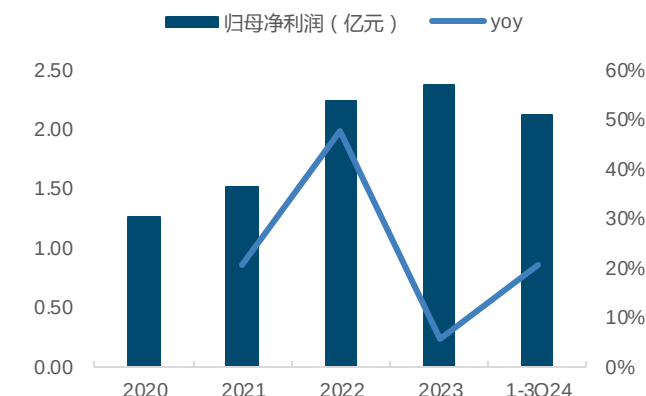
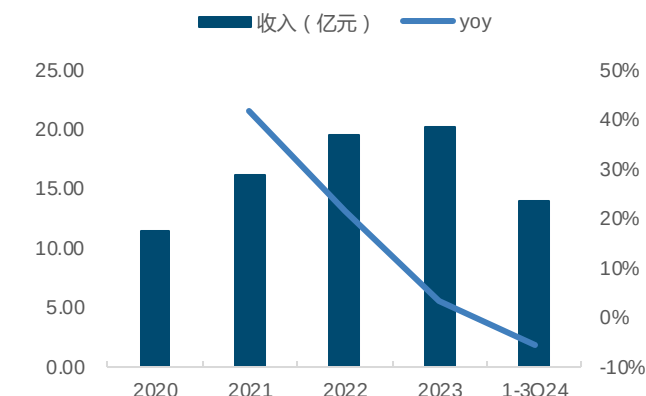


发挥成本控制优势、质量稳定优势，正在新增硅酸钠产能规模，持续增强产业链供应能力与盈利能力，并推动白炭黑产业的集约化发展。公司通过在南平工业园区建设林产化工循环产业园，公司的活性炭、硅酸钠业务通过与三元循环的连接，形成完整的产业链条并实现循环运行：利用生产活性炭过程中产生的大量生物质热能，串联起各业务板块；硅酸钠业务向下游应用延展从事硅胶生产，生产环节趋于完整。1-3Q24 公司收入/利润分别为 14/2.1 亿元，同比-6%/+21%。

公司为生物质路线多孔碳企业代表。公司在活性炭领域持续朝着全品类、高端化的方向发展。除强势品类粉状活性炭，公司逐步开发出竹基颗粒活性炭、果壳活性炭、蜂窝活性炭、超级电容活性炭、生物质硬炭、多孔碳等新品类，并朝着大规模产业化方向迈进。

图表33：元力股份收入

图表34：元力股份归母净利润



来源：Wind，国金证券研究所

来源：Wind，国金证券研究所

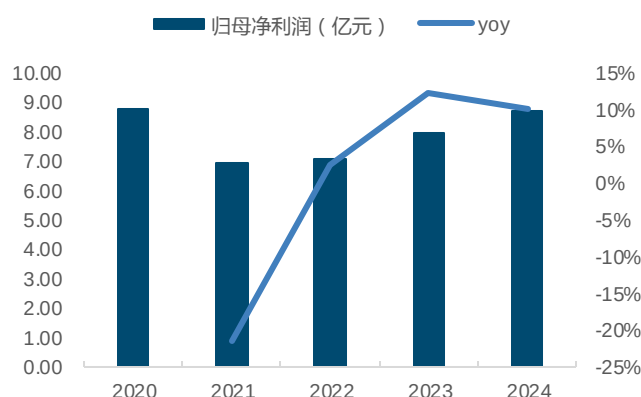
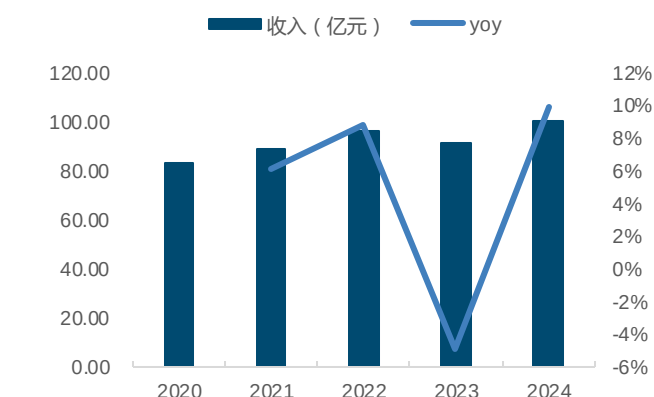
3.4 圣泉集团：酚醛树脂龙头，树脂基多孔碳代表企业

公司已经成为具有较强综合竞争优势的合成树脂产品供应商，酚醛树脂、呋喃树脂产销量位于国内首位，世界前列，公司围绕着核心产品，打造出了包括生物质化工原料（纤维素、半纤维素、木质素等）、合成树脂（呋喃树脂、酚醛树脂、冷芯盒树脂、环氧树脂等）、电池材料（硅碳负极材料、钠电负极材料等）、复合材料（酚醛树脂泡沫板、轻芯钢等）在内的较为完整齐全的产业链，能够充分利用产业链优势协同进行技术研发和市场拓展。2024 年公司收入/利润分别为 100/8.7 亿元，同比+10%/+10%。

公司为树脂基多孔碳企业代表。目前公司球形多孔碳技术行业领先，多孔碳粒径大小分布均匀、孔道结构均一可控、抗膨胀性能优异，制备得到的硅碳材料具有优异的均匀性和一致性；此外，制备得到的硅碳材料具备优异的抗压能力，在高压实条件下不破碎，保持高首效和长循环，无论是作为硅碳负极还是固态电池负极材料使用，其性能已被多个头部企业认可并在不同领域和方向开展合作。目前正在积极研究攻关更低膨胀和高倍率的碳骨架材料，将硅碳用量在电芯端进一步提升。公司正在积极建设年产 1000 吨硅碳用多孔碳项目，预计 2024 年年底陆续达产。

图表35：圣泉集团收入

图表36：圣泉集团归母净利润





来源：Wind，国金证券研究所

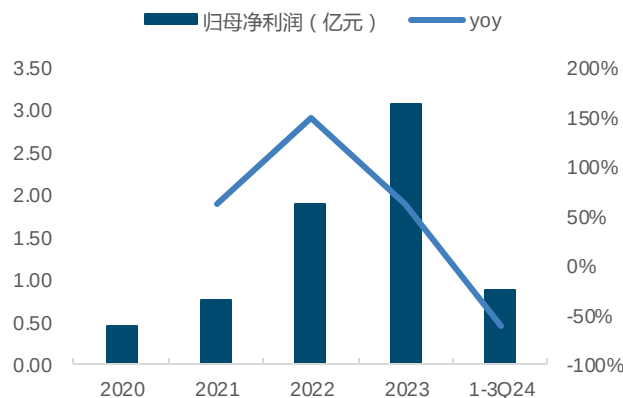
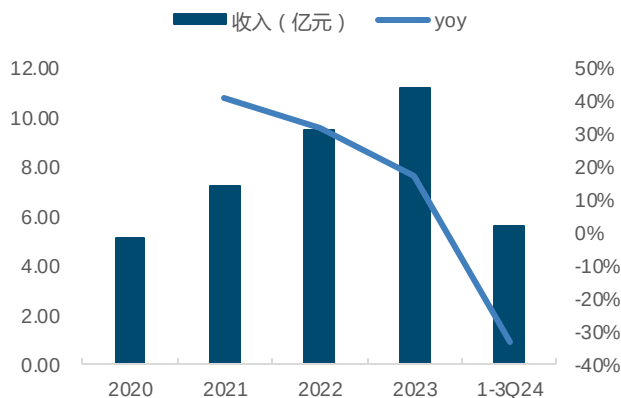
来源：Wind，国金证券研究所

3.5 硅烷科技：电子级硅烷气国内领先企业，受益市场扩容

公司专注于氢硅材料研发生产，主要产品包括电子级硅烷气、工业氢及高纯氢。其自主研发的“ZSN 法高纯硅烷生产技术”实现硅烷气纯度达 7N 级，打破国外垄断，成为国内首家规模化生产电子级硅烷气的企业。2024 年，公司硅烷年产能达 6100 吨，三期 3500 吨项目已投产。客户覆盖光伏（隆基、通威）、显示面板（京东方、TCL 华星）及半导体领域龙头企业，并为区域提供最大氢气供应（工业氢 3.76 亿方/年，高纯氢 1600 万方/年）。1-3Q24 公司收入/利润分别为 5.6/0.9 亿元，同比-33%/-60%。

图表37：硅烷科技收入

图表38：硅烷科技归母净利润



来源：Wind，国金证券研究所

来源：Wind，国金证券研究所

四、风险提示

技术迭代风险：锂金属负极为负极更为长期的发展路线，应用锂金属负极的电池能量密度上限更高，若锂金属负极产业化落地，或对硅碳负极构成替代。

硅负极降本不及预期：硅负极的潜在最大市场为车端，而车端应用对成本敏感，若硅负极上游多孔碳、设备等降本推进不及预期，则硅负极的市场拓展将不及预期。

硅负极性能提升不及预期：硅负极相较于传统石墨负极的优势在于更高的克容量，若硅负极的克容量提升不及预期，则硅负极的市场拓展将不及预期。



行业投资评级的说明：

买入：预期未来 3—6 个月内该行业上涨幅度超过大盘在 15%以上；

增持：预期未来 3—6 个月内该行业上涨幅度超过大盘在 5%—15%；

中性：预期未来 3—6 个月内该行业变动幅度相对大盘在 -5%—5%；

减持：预期未来 3—6 个月内该行业下跌幅度超过大盘在 5%以上。



特别声明：

国金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。

形式的复制、转发、转载、引用、修改、仿制、刊发，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。经过书面授权的引用、刊发，需注明出处为“国金证券股份有限公司”，且不得对本报告进行任何有悖原意的删节和修改。

本报告的产生基于国金证券及其研究人员认为可信的公开资料或实地调研资料，但国金证券及其研究人员对这些信息的准确性和完整性不作任何保证。本报告反映撰写研究人员的不同设想、见解及分析方法，故本报告所载观点可能与其他类似研究报告的观点及市场实际情况不一致，国金证券不对使用本报告所包含的材料产生的任何直接或间接损失或与此有关的其他任何损失承担任何责任。且本报告中的资料、意见、预测均反映报告初次公开发布时的判断，在不作事先通知的情况下，可能会随时调整，亦可因使用不同假设和标准、采用不同观点和分析方法而与国金证券其它业务部门、单位或附属机构在制作类似的其他材料时所给出的意见不同或者相反。

本报告仅为参考之用，在任何地区均不应被视为买卖任何证券、金融工具的要约或要约邀请。本报告提及的任何证券或金融工具均可能含有重大的风险，可能不易变卖以及不适合所有投资者。本报告所提及的证券或金融工具的价格、价值及收益可能会受汇率影响而波动。过往的业绩并不能代表未来的表现。

客户应当考虑到国金证券存在可能影响本报告客观性的利益冲突，而不应视本报告为作出投资决策的唯一因素。证券研究报告是用于服务具备专业知识的投资者和投资顾问的专业产品，使用时必须经专业人士进行解读。国金证券建议获取报告人员应考虑本报告的任何意见或建议是否符合其特定状况，以及（若有必要）咨询独立投资顾问。报告本身、报告中的信息或所表达意见也不构成投资、法律、会计或税务的最终操作建议，国金证券不就报告中的内容对最终操作建议做出任何担保，在任何时候均不构成对任何人的个人推荐。

在法律允许的情况下，国金证券的关联机构可能会持有报告中涉及的公司所发行的证券并进行交易，并可能为这些公司正在提供或争取提供多种金融服务。

本报告并非意图发送、发布给在当地法律或监管规则下不允许向其发送、发布该研究报告的人员。国金证券并不因收件人收到本报告而视其为国金证券的客户。本报告对于收件人而言属高度机密，只有符合条件的收件人才能使用。根据《证券期货投资者适当性管理办法》，本报告仅供国金证券股份有限公司客户中风险评级高于 C3 级（含 C3 级）的投资者使用；本报告所包含的观点及建议并未考虑个别客户的特殊状况、目标或需要，不应被视为对特定客户关于特定证券或金融工具的建议或策略。对于本报告中提及的任何证券或金融工具，本报告的收件人须保持自身的独立判断。使用国金证券研究报告进行投资，遭受任何损失，国金证券不承担相关法律责任。

若国金证券以外的任何机构或个人发送本报告，则由该机构或个人为此发送行为承担全部责任。本报告不构成国金证券向发送本报告机构或个人的收件人提供投资建议，国金证券不为此承担任何责任。

此报告仅限于中国境内使用。国金证券版权所有，保留一切权利。

上海	北京	深圳
电话：021-80234211	电话：010-85950438	电话：0755-86695353
邮箱：researchsh@gjzq.com.cn	邮箱：researchbj@gjzq.com.cn	邮箱：researchsz@gjzq.com.cn
邮编：201204	邮编：100005	邮编：518000
地址：上海浦东新区芳甸路 1088 号 紫竹国际大厦 5 楼	地址：北京市东城区建国门内大街 26 号 新闻大厦 8 层南侧	地址：深圳市福田区金田路 2028 号皇岗商务中心 18 楼 1806



【小程序】
国金证券研究服务



【公众号】
国金证券研究