

证券研究报告

2024年03月01日

行业报告 | 行业深度研究

硅碳负极深度：量产在即，助电芯突破能量密度桎梏

作者：

分析师 孙潇雅 SAC执业证书编号：S1110520080009



天风证券

[综合金融服务专家]

行业评级：强于大市（维持评级）

上次评级：强于大市

请务必阅读正文之后的信息披露和免责声明

摘要

一、为什么在当前节点关注硅碳负极？

- 1、**从产业背景层面：电芯研发24年降本增效并重：**2023年产业链的重心在降本，24年更多的重心从“降本”逐步转移至“增效”上，以宁德时代的凝聚态电芯为代表的下一代高能量密度电芯标配硅碳负极，高性能电芯持续推进夯实其全球电芯龙头地位；
- 2、**从应用必要性层面：硅碳负极本身是解决能量密度桎梏的突破口：**现有石墨材料比热容可达365mAh/g，接近上限372mAh/g，硅材料理论比热容为4000mAh/g以上，单体电池能量密度可达843Wh/kg；
- 3、**从产业链进程层面：硅碳负极厂家突破多项瓶颈：**23-24年以天目先导为代表的头部硅碳负极厂解决膨胀率等瓶颈问题，产业化渐进。

二、技术路线选择？

硅氧成熟但上限低，气相沉积法硅碳负极是电池厂中长期的选择方向：当前阶段硅基负极产品中，以硅氧为主，硅氧负极的局限在于首效和能量密度（克容量的上限相对较低）。宁德从中长期提升能量密度的角度，鼓励材料厂商发展硅碳负极，尤其是气相沉积法。基于其一
致性更好，CVD法生成的复合材料膨胀率更低，对应循环性能得到显著提升。从材料厂的选择验证，二级头部企业璞泰来、贝特瑞、胜华
新材，以及一级头部企业天目先导等均在重点布局CVD法硅碳技术。

三、气相沉积法硅碳负极产业链

1、**设备工艺：回转窑法气密性差且硅烷利用率低，随着流化床设备成熟度的提升，流化床法成为各家的共同选择**

（1）**回转窑：**回转窑沉积时硅烷极易发生自燃爆炸而存在安全隐患，且由于燃烧产生的固体沉淀导致回转窑中硅烷的使用率低，硅烷的较多浪费使得量产的硅碳产品成本较高；（2）**流化床：**反应物颗粒与气相的接触程度大、包覆均匀性好、成片纯度高。

流化床的具体优势体现在：1）**成本控制：**硅烷利用率较高，降低原料的消耗；2）**可实现性：**流化床设备满足高密闭性、高气压，安全性更好；3）**产品性能：**流化床具有高比容量、高首效、高循环稳定性、高倍率性能等优点。

2、**核心材料-多孔炭：从0-1新应用，量产难度大，专业多孔炭企业享技术/成本优势**

多孔炭是与硅碳负极匹配度极高，从0-1的新材料。多孔炭对最终硅碳负极的性能起关键性作用。因此硅碳负极纯品对多孔炭的品质提出了极高的要求。专业的多孔炭厂家具备：1）原料筛选、加工处理等性能优势，2）降低原料单耗、能耗、以及规模效应等降本优势。

3、核心材料-硅烷气：特气市场供需两旺，硅碳新应用打开需求空间

从竞争格局上看：近1-2年市场供给仍以硅烷科技、兴洋科技、中宁硅业等企业为主，和远气体等综合性气体企业若顺利切入本行业，将在未来的市场竞争中占据重要地位。

从供需结构上看：2023年需求侧缺口较大，价格处于高位，2024年起供给大规模产能释放，供不应求有望逐步缓解。

四、投资建议

硅碳负极产业链内原材料/设备当中，流化床设备龙头苏州纽姆特未上市，原材料硅烷产品与其他应用领域无差异，主要取决于硅烷供需本身，我们预计随着24-25年大规模扩产落地，硅烷供不应求有望缓解。**我们认为投资机会在从0-1且对硅碳纯品性能影响大的多孔炭环节。**

重点标的-元力股份：颗粒炭替代煤基炭为主业成长性赋能，新能源碳材料蓄势向上

1、传统主业：活性炭领域国内王者，颗粒炭打开主业成长空间：粉状活性炭元力国内市占率30%，10万吨产能远超国内友商（通常在2万吨以内）。**颗粒炭替代：**1）短期替代煤质炭；2）中期活性炭出海；3）长期国内木质炭需求放量；

2、多孔炭新业务：具备技术的先发优势以及量产后的成本优势，有望占据多孔炭领域龙头地位。

风险提示：新技术兑现不及预期、供需关系变化超预期、测算存在主观性、主要原材料价格存在波动风险、安全生产风险

为什么在当前节点关注硅碳负极

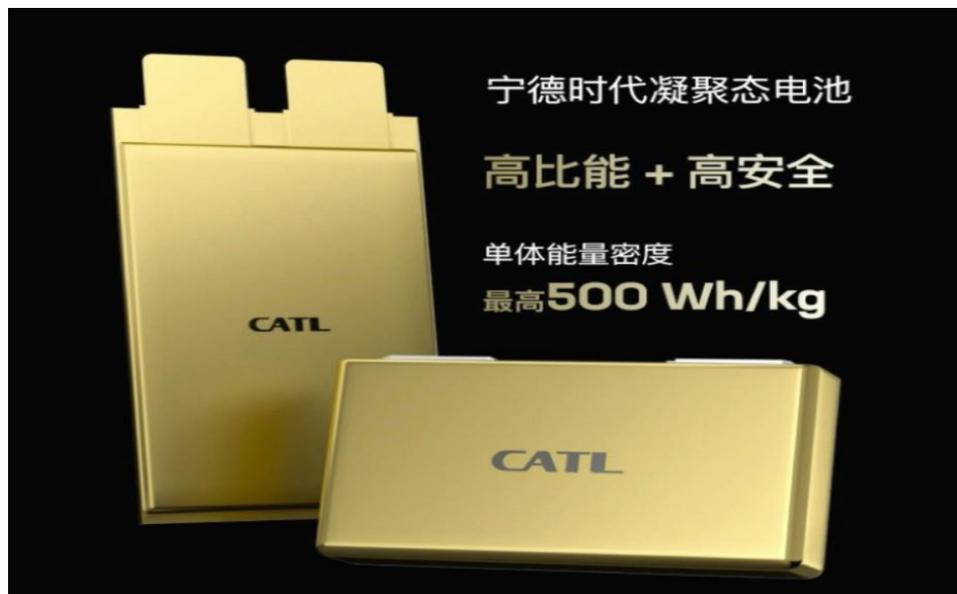
- ✓ 从产业背景层面：电芯研发24年降本增效并重；
- ✓ 从应用必要性层面：硅碳负极本身是解决能量密度桎梏的核心突破口；
- ✓ 从产业链进程层面：硅碳负极厂家突破多项应用瓶颈，具备量产条件

为什么在当前时间点再关注硅碳负极？

1、从产业背景层面：产业链降本影响硅碳负极在23年推广，24年 预计“降本&增效”并重。2023年产业链的重心全部集中于降低材料成本，而硅基负极作为增效（提升能量密度）的关键材料，在降本的大环境下推广受阻。经过2023年产业链端大规模降本，以国内方形磷酸铁锂动力电池为例，从年初的0.83元/Wh降至23年11月底0.43元/Wh，价格降幅达48%。材料厂单位盈利持续收窄，目前继续大幅降本的空间有限。

在此基础上，我们预计电芯将重新将更多的重心从“降本”逐步转移至“增效”上，现有材料体系的电芯技术已发展到了瓶颈阶段，只有在下一代更高性能电芯上占据性能/成本优势，才能夯实电池龙头的产业地位。以宁德时代的凝聚态电芯为代表的下一代电芯技术标准配硅碳负极，助力电芯在能量密度层面实现质的跨越（从目前材料体系的能量密度约300Wh/Kg提升至500Wh/Kg）。

图：凝聚态电池是宁德重点要落地的高性能电芯



来源：车家号

为什么在当前时间点再关注硅碳负极？

2、从应用必要性层面：硅碳负极是电池增效的重要方向：

- 1) 硅碳材料能大幅提升电池能量密度。现有石墨材料比热容可达365mAh/g，接近上限372mAh/g，硅材料理论比热容为4000mAh/g以上，单体电池能量密度可达843Wh/kg。
- 2) 硅基材料安全性能高。硅负极嵌锂电位适中（0.4Vvs.Li+/Li），在充电嵌锂过程中没有析锂隐患，提高锂离子电池的安全性能。
- 3) 硅资源储量丰富。与石墨相比，硅元素在地壳中含量丰富分布广泛，约为地壳质量的27.6%，是地壳中储量第二丰富的元素。
- 4) 硅材料快充性能优异。能从各个方向提供锂离子嵌入的通道，快充效率高。

表：硅材料相比石墨材料能量密度高倍率性好

类型	天然石墨负极	人造石墨负极	硅基负极
理论容量	340-370mAh/g	310-360mAh/g	400-4000mAh/g
首次效率	> 93%	> 93%	> 80% (部分可 > 90%)
倍率性	一般	一般	较好
成本	较低	较低	较高
优点	能量密度较高，加工性能好	膨胀低，循环性能好	能量密度高，安全性较强
缺点	电解液相容性较差，膨胀较大	能量密度低，加工性能差	膨胀大，首次效率低

表：下游中高端厂商对硅碳产品重点布局

企业名称	硅负极应用/重点布局	
车/手机	特斯拉	4680电池能量密度244Wh/kg（预计二代达到288Wh/kg），已装车ModelY，预计配套新车型Cybertruck；
	蔚来	超高镍正极+预锂化硅碳负极150kWh半固态电池包，能量密度260Wh/kg. 预计24年Q2量产装车；
	华为	拥有硅碳复合材料及其制备方法和锂离子电池发明专利；
	小米	小米13搭载电池容量提升了200mAh，搭载67W快充，能量密度达到了735Wh/L；
	荣耀	Magic5 Pro搭载硅碳负极材料“青海湖电池”，相比上一代Magic4的电池能量密度提高了12.8%；
电池厂	宁德时代	麒麟电池能量密度255Wh/kg
	亿纬锂能	46系大圆柱电池未来规划能量密度在350Wh/kg以上；
	中创新航	硅碳负极搭配高镍电他能量密度达到350Wh/kg；
	比克电池	搭载高镍正极+硅碳负极体系；
	珠海冠宇	公司客户中VIVO、荣耀、华为等手机对电池需求迫切

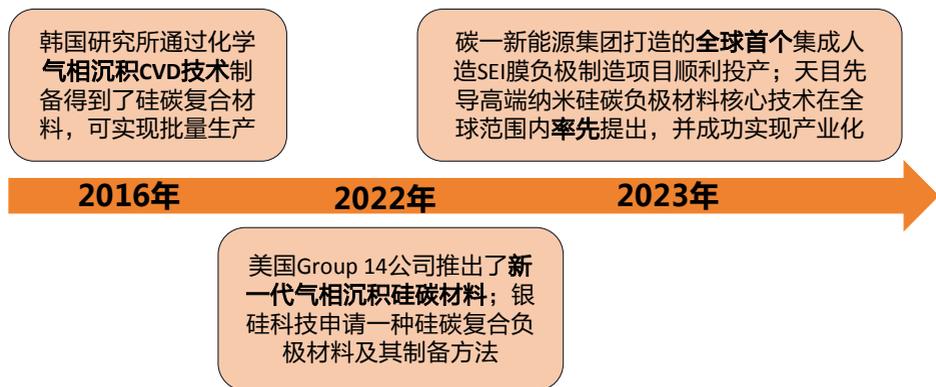
为什么在当前时间点再关注硅碳负极？

3、从产业链进程层面：硅碳负极产品经过近两年的发展，产业链成熟度显著提升：

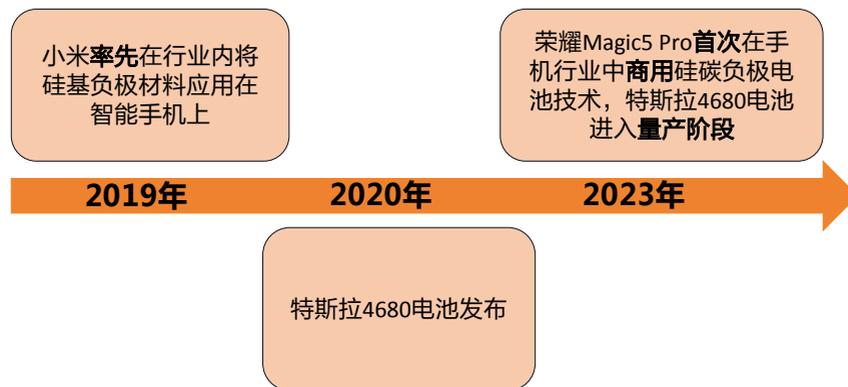
1) 技术层面：2006年，贝特瑞开始进行硅碳负极技术的研究并获得**第一项发明专利**；2016年，韩国研究所（UNIST）通过**化学气相沉积CVD技术**制备得到了硅碳复合材料，可实现**批量生产**；2022年，美国Group 14公司推出了**新一代气相沉积硅碳材料**。银硅科技申请一种硅碳复合负极材料及其制备方法，提高了材料循环性能和倍率性能，并且简化了工艺流程，极大地降低了生产成本；2023年，碳一新能源集团打造的**全球首个集成人造SEI膜负极制造项目**顺利投产。天目先导高端**纳米硅碳负极材料**核心技术由中科院物理研究所在全球范围内**率先提出**，并成功实现产业化，开启了负极材料发展的**新未来**。

2) 行业层面：2019年，小米**率先**在行业内将硅基负极材料应用在智能手机上；2020年，特斯拉4680电池发布；2023年，荣耀Magic5 Pro**首次**在手机行业中**商用**硅碳负极电池技术，特斯拉4680电池进入**量产阶段**，标志着硅碳负极发展进入**新阶段**。

图：硅碳负极近年核心技术突破



图：硅碳负极行业近年关键发展



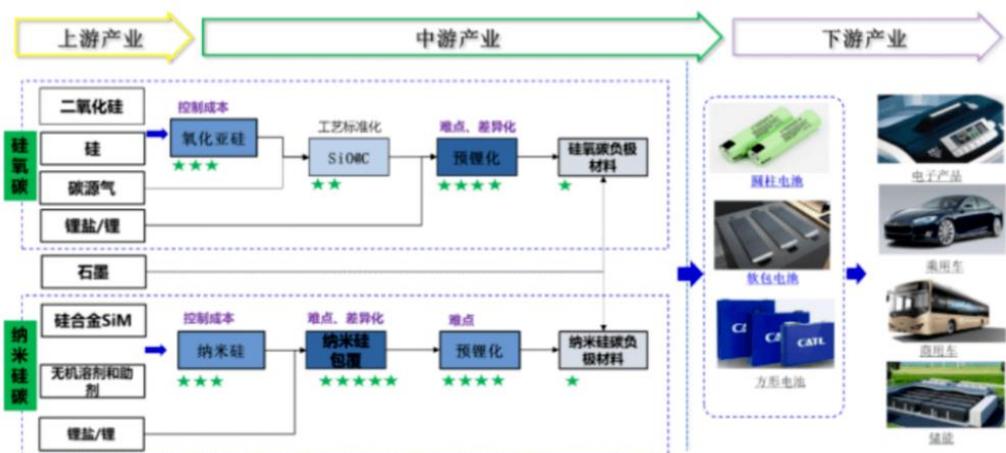
二 技术路线选择

- ✓ 硅氧成熟但上限低，气相沉积法硅碳负极是电池厂中长期的选择方向

目前批量出货以硅氧为主，从中长期考虑偏向硅碳

- 当前阶段硅基负极产品中，以硅氧为主（二代硅氧，大部分出货至海外），本质原因是贝特瑞、杉杉为代表的氧化亚硅产品成熟度较高。硅氧负极需要提升的点在于首效和能量密度。
- 从中长期提升能量密度的角度出发，材料厂商倾向于发展硅碳负极，尤其是气相沉积法下的硅碳路线。本质上是打开能量密度上限、控制膨胀率、提升循环寿命。现有硅碳负极是用传统研磨法生产。研磨法下硅颗粒尺寸较大（通常在100nm以上），膨胀问题难以解决。CVD法通过将硅纳米颗粒沉积在碳基体表面形成复合材料，基于其产品组分均匀、结构致密，CVD法生成的复合材料膨胀率更低，对应循环性能得到显著提升，可以更好的发挥硅碳负极高容量的性能优势，待产品成熟，规模化降本后有望大批量应用。
- 从材料厂的选择验证，头部材料企业倾向于采用CVD法硅碳负极。

表：硅氧硅碳两种技术路线



CVD法提升能量密度幅度高，且膨胀率低，循环性能优异

- **气相沉积（CVD）法核心工艺流程：**气相沉积法是通过多孔碳骨架来储硅，先用高分子材料制造出类似海绵一样具有多孔结构的碳颗粒，然后向多孔碳颗粒的孔隙里通入硅烷气体，通过高温热解使气体沉淀成硅纳米颗粒分散在多孔碳的孔隙里，该方法能对制备的纳米材料实现分子尺度的控制，产品形貌较好，同时沉积产生的硅碳材料组分均匀，结构较为致密，通过多孔碳内部的空隙来缓冲体积膨胀，因此膨胀率低，循环优异。
- ✓ **CVD法的核心优势：**1) 碳骨架具备不错的储锂能力；2) 碳骨架本身密度小质量轻，使得材料能量密度高；3) CVD气相沉积硅所需生产流程短，设备少，理论成本低。
- ✓ **CVD法的核心难点在于多孔碳的选型、沉积设备和沉积工艺：**1) 碳骨架的好坏直接决定产品的量产能力（孔径、孔容、孔隙率均一性）；2) 沉积设备是量产瓶颈（回转窑容易沉积/包覆不均匀、而导致性能较差，且硅烷利用率低；流化床高密闭性、高气压，放量困难）3) 沉积工艺的量产工艺一致性要求极高。

表：CVD法硅碳负极与常规硅碳性能对比

类别	颗粒度（D50）	循环性能	掺硅比例	纯硅粉克容量	复合后克容量
常规硅碳	>100nm	600-1,000 次	5%-8%	1,500-1,800mAh/g	400-450mAh/g
新一代硅碳	<10nm	1,000-1,500 次	10%-15%	1,800mAh/g 左右	500-600mAh/g

三

气相沉积法硅碳负极产业链

- ✓ 设备工艺：回转窑法气密性差且硅烷利用率低，随着流化床设备成熟度的提升，流化床法成为各家的共同选择
- ✓ 核心材料-多孔炭：从0-1新应用，量产难度大，专业多孔炭企业享技术/成本优势
- ✓ 核心材料-硅烷气：特气市场供需两旺，硅碳新应用打开需求空间

设备端：回转窑技术不断革新，但产品性能相对较差

设备介绍：回转窑主要是由筒体、转动装置、支撑装置、挡轮装置、窑头密封装置构成。

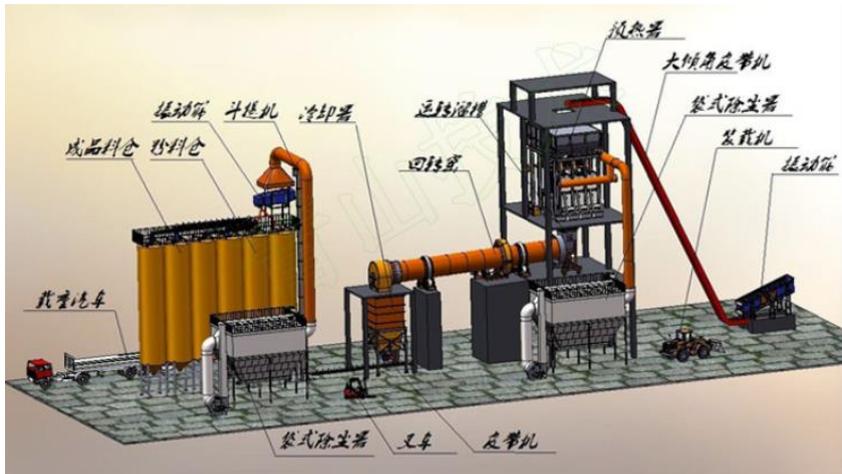
工艺流程：物料从窑尾进入窑内煅烧，由于筒体的倾斜和缓慢的回转作用，物料既沿圆周方向翻滚又沿轴向移动，生成熟料经窑头罩进入冷却机冷却。燃料由窑头喷入窑内，燃烧产生的废气与物料进行交换冲击式破碎机后，由窑尾导出。

优势：单机产能大、运行稳定、燃料适应性好等，并且在近两年技术取得大幅创新，能耗逐步下降。

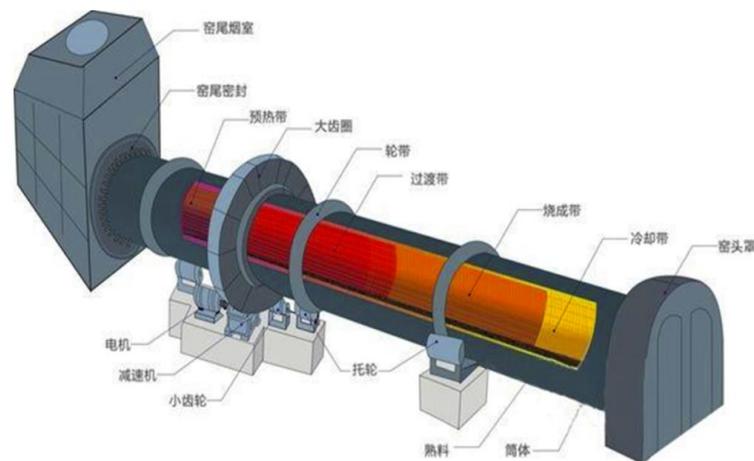
劣势：占地面积大，热效率低，造价高，同时，生产线水平高低不一、缺乏高端技术人才。

总体来看，使用回转窑沉积时硅烷极易发生自燃爆炸而**存在安全隐患**，且由于燃烧产生的固体沉淀导致回转窑中**硅烷的使用率低**，硅烷的较多浪费和也使得量产的硅碳产品成本较高。

图：回转窑生产线工艺流程图



图：回转窑结构图



设备端：流化床制备硅碳有望进一步扩大至百吨级，具备量产能力

工艺流程：在硅碳制备中，流化床反应器可以实现硅和碳的化学气相沉积。硅源和碳源被注入到流化床反应器中，通过加热和反应气体的作用，硅和碳在流化床中发生反应并沉积在颗粒表面，形成硅碳复合材料。

优势：反应物颗粒与气相的接触程度大、包覆均匀性好等。

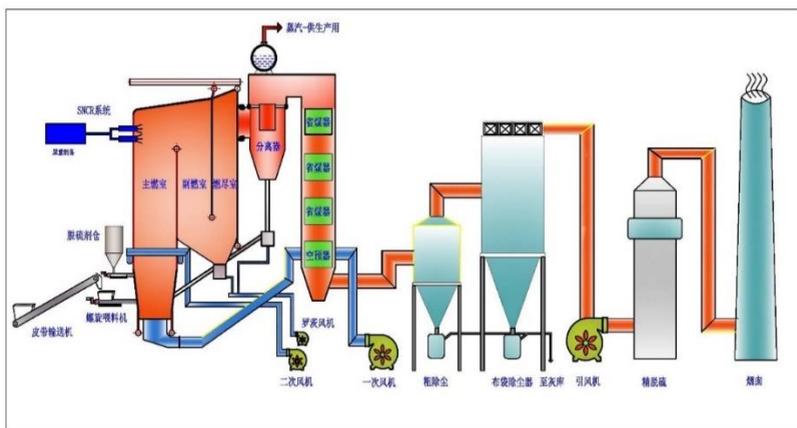
劣势：成片纯度不高、设备零件使用期限短，因此目前流化床规模较小。

流化床沉积设备生产商主要为国内领先企业苏州纽姆特，其连续化开发速度处于行业领先地位。

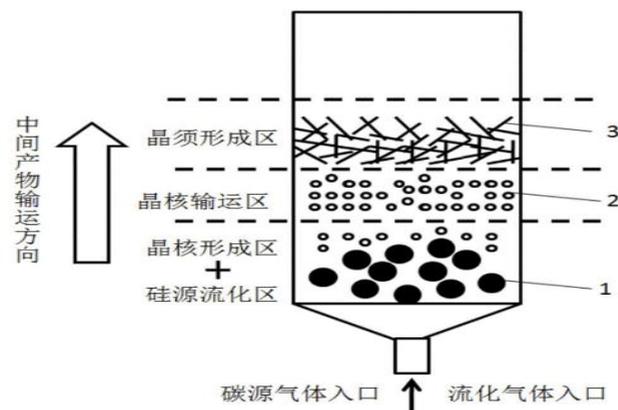
流化床化学气相沉积制备高性能硅氧碳负极材料技术目前已由百克级别实验室制备发展至百公斤级中试阶段，可见制备生产能力显著提升，产品已通过企业评测实现技术转化，未来有望进一步实现百吨级工业应用阶段。

我国作为世界最大工业化国家，随着流化床技术不断提升，能耗有望逐年递减，应用持续扩宽，有望取得市场更多信赖。

图：多流程循环流化床工艺流程图



图：流化床结合碳热还原反应制备碳化硅晶须



设备端：目前厂家倾向流化床，成本低/安全性更好/性能更优

- 成本控制：**流化床法的成本较低，不需要额外的后燃室和脱臭装置；同时硅烷利用率也较高，可以降低原料的消耗。回转窑法硅烷利用率较低，以及需要更多的设备及占地面积，成本较高。
- 可实现性/难易程度：**由于流化床需要设备满足高密闭性、高压，以及为了回收被流体带到反应器的上部或者外面的颗粒，在流化床中心必须有气固分离装置，流化床法的可实现性和难易程度较高。相对而言，回转窑法的可实现性和难易程度较低，但回转窑沉积不均匀，包裹不完善，安全隐患大。
- 产品性能：**流化床法的产品性能较优，可制备出实收率更高、无定形、纳米尺寸和碳包裹的硅碳复合材料。这种材料具有沉积更均匀等优点。回转窑法的产品性能较差，因为它制备出的硅碳复合材料碳包覆不完全。因此流化床生产效率更高。

表：流化床占地面积、燃烧效率等关键指标均优于回转窑

沉积设备 关键指标	流化床	回转窑
燃烧空气压力	高	低
点火升温	快	慢
烟气含尘量	高	较高
占地面积	小	中
所需载体	石英砂	不需要
维修工作量	较小	较大
运行费用	较高	低
燃烧效率	较高	较低

材料端：多孔碳批量生产难度较大，对硅碳负极性能关键

多孔炭和硅烷气是硅碳负极的两个核心原材料。

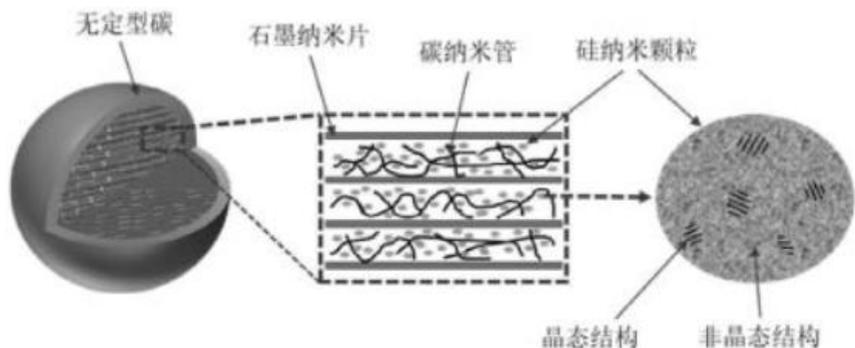
□ 多孔炭是与硅碳负极匹配度极高，从0-1的新材料。以多孔碳材料作为硅碳负极的碳骨架，采用CVD气相沉积方法向多孔碳骨架颗粒的孔隙里通入硅烷气体，通过加热使气体沉淀成硅纳米颗粒分散在多孔碳的孔隙里，合成硅碳复合材料。多孔碳材料是具有不同孔结构的碳材料，具有高化学稳定性、高导电性、高比表面积和丰富可调的多孔结构，在能源存储、转换、催化、吸附分离等领域展现出巨大的应用前景。在硅碳负极领域的应用催化了多孔炭产业的发展。

□ 多孔炭对最终硅碳负极的性能起关键性作用：

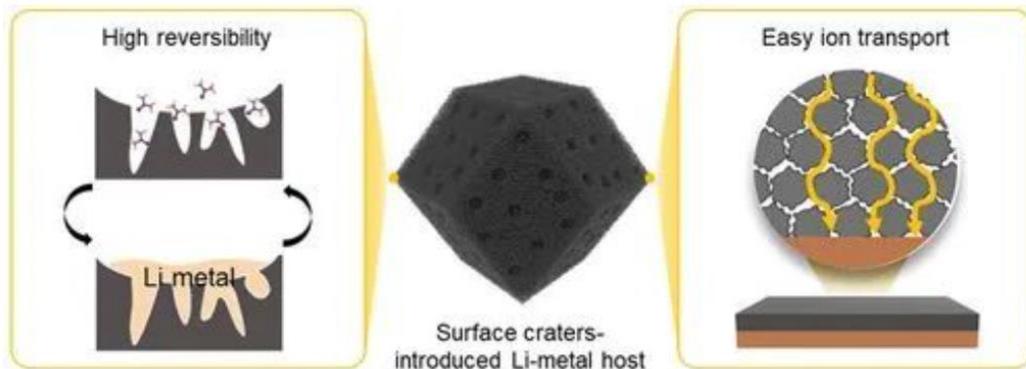
- 1) 通过多孔碳内部的空隙来缓冲硅嵌入锂过程中的体积膨胀效应；
- 2) 碳层包覆减少了裸硅与电解液的直接接触，抑制了SEI膜(固体电解质界面)重复生长，进而提升了锂电池的倍率性能及首次库伦效率。

□ 因此硅碳负极纯品对多孔炭的品质提出了极高的要求：碳骨架的好坏直接决定产品的量产能力，不同多孔碳需要和不同的石墨作为匹配，才能在电芯端表现出良好的性能。不同场景下的碳骨架孔径、孔容、孔隙率要求均不一样，性能差异极大，需要专业的电芯设计人员配合才能完成开发。

图：硅碳负极制备图



图：多孔炭的设计和量产品质对硅碳纯品的性能影响较大



材料端：多孔碳批量生产难度较大，对硅碳负极性能关键

□ 多孔炭竞争格局：木质相比树脂类有性价比优势，专业厂商相比负极厂自制有性能和成本优势。

1) 产品路线格局：从技术路线上看多孔炭有树脂基和木质基两类。从性能角度，树脂炭占优。树脂基生产球形多孔炭，对应降低表面应力，降低膨胀率，提升循环性能；微孔一致性好，孔径分布均匀，有益于硅烷均匀沉积，在高压实下也不易破碎。从成本/性价比角度，木质炭占优。木质炭的原料是木质素，是造纸等行业的工业废料，成本低、来源广且具备环保效益。

2) 产业链分工格局：硅碳负极大厂尝试自产多孔炭，但专业的多孔炭厂家具备1) 原料筛选、加工处理优势，以及2) 降低原料单耗、能耗，以及规模效应摊薄成本等降本优势。

有助于专业的多孔炭厂家率先放量，助力硅碳负极量产，同时中长期凭借成本优势占据产业链龙头地位。

表：多孔碳两种技术路径对比

多孔碳技术路径对比		
核心参数	树脂法	木质法
原材料	酚醛树脂	木质素（木屑等工业废料）
优势	1) 树脂基生产球形多孔炭，对应降低表面应力，降低膨胀率，提升循环性能； 2) 树脂工艺微孔一致性好，孔径分布一致性好，有益于硅烷均匀沉积，在高压实下也不易破碎。	木质基多孔炭的原料是木质素，是造纸等行业的工业废料，成本低、来源广且具备环保效益。

材料端：硅烷应用广泛，供给侧放量助力锂电池硅基负极发展

- **产品介绍：**硅烷是化学通式为 Si_nH_{2n+2} 的一系列硅和氢的化合物总称，其中甲硅烷化学分子式为 SiH_4 ，习惯上称为硅烷。电子级硅烷气是一种高纯级别的电子特种气体，属于国家大力支持发展的新材料。电子级硅烷气主要由硅粉、氢气、四氯化硅、催化剂等经过各种反应蒸馏、提纯而得。纯度3N~4N称为工业级硅烷，纯度在6N以上的称为电子级硅烷气。
- **硅烷气特性：**硅烷气作为一种载运硅组分的气体源，纯度高且能实现精细控制，是其他硅源无法取代的重要特殊气体。单硅烷通过热解反应生成晶体硅，是目前世界上大规模生产粒状单晶硅、多晶硅的方法之一，广泛应用于微电子、光电子工业，硅烷气的纯度将影响制造硅基晶体的纯度，而硅基晶体的纯度将极大影响下游行业产品的性能。
- **下游应用广泛：**硅烷气在传统领域的应用包括光伏、显示面板、半导体，在新兴领域应用于锂电池硅碳负极和多晶硅。
- **需求逐年增加：**传统领域增量以光伏行业为主，新兴领域增量聚焦于硅碳负极领域。根据硅烷科技的回复函测算，光伏行业2023/2024/2025年硅烷气需求分别为8722.95/12557.00/18044.88吨；显示面板行业，预计2023/2024/2025年硅烷气需求分别为2049.84/2335.79/2661.64吨；半导体行业，预计2023/2024/2025年硅烷气需求分别为251.92/293.19/341.21吨。硅碳负极领域和电子级多晶硅领域是硅烷新兴的重点应用领域，新领域25年合计的新增需求预计在2万吨+。

表：传统行业未来硅烷气需求以光伏产业为主，半导体行业需求量级较小

行业需求（吨）	2023E	2024E	2025E
光伏	8723	12557	18045
显示面板	2050	2336	2662
半导体	252	293	341

材料端：硅烷应用广泛，供给侧放量助力锂电池硅基负极发展

□ **竞争格局：**硅烷气市场竞争格局比较集中，主要以现有企业为主。我们认为电子级硅烷气目前的市场竞争主要体现为现有企业之间关于快速扩产填补市场缺口能力的竞争，以及捕捉市场机遇、在硅碳负极材料及电子级多晶硅等新兴应用领域抢先布局、获取优质客户能力的竞争。但由于电子级硅烷气行业具有较高的工艺技术、工程实践、生产管理和客户认证门槛，预计未来三年内市场供给仍以硅烷科技、兴洋科技、中宁硅业等企业为主，同时和远气体等综合性气体企业若顺利切入本行业，也将在未来的市场竞争中占据重要地位。

□ **供需情况：**2023年需求侧缺口较大，2024年开始供给侧逐步放量，预计供不应求形势持续至2025年。根据硅烷科技回复函中统计的各家材料厂商披露的现有及在建产能，预计2023/2024/2025年硅烷市场年产能合计分别为9500吨/14487吨/38375吨，以同期传统下游市场需求量和新增应用领域需求量为基础计算行业未来硅烷气年需求量分别为12364吨/22195吨/44347吨。总体上24年供给端产能建设完成逐步投产，需求端随着硅基负极、电子级多晶硅等新兴市场的持续升温有望进一步扩大，近两年维持供不应求的市场

表 格 4-2025年硅烷厂商产能大量投产

主要公司	硅烷产能布局情况
硅烷科技	现有电子级硅烷气产能为2200吨/年，年产3500吨硅烷项目预计于2023年未建成投产，将在行业主要企业中率先实现单一项目3000吨以上级别的规模化量产
兴洋科技	现有年电子级硅烷气产能为1800吨/年，2023募投年产16000吨电子级硅烷配套12000吨颗粒状电子级多晶硅项目，中报披露一期项目为年产8000吨电子级硅烷、配套2300吨颗粒状电子级多晶硅。按照生产1吨电子级多晶硅耗用1.3吨电子级硅烷气测算，其一期项目电子级硅烷气自用3000吨/年、外售5000吨/年。
中宁硅业	现有电子级硅烷气产能1800吨/年。2023年发布拟实施2100吨/年高纯硅烷系列产品技改项目环境影响评价公告，技改完成后新增硅烷产能2000吨/年；2023年发布5000吨/年电子特气硅烷系列产品项目报批前公开，拟建设5000吨/年硅烷及氯硅烷系列产品生产装置。
和远气体	2023年3月8日发布公告，拟在其宜昌电子特气及功能性材料产业园项目现有设施的基础上规划5,000吨/年的电子级硅烷气产能，项目建设期1年；2023年10月19日再次发布公告，拟投资15,000吨/年电子级硅烷项目，项目建设期2年。

表：硅烷科技预计硅烷气需求侧缺口预计持续至2025年

预计产能	2023年末	2024年末	2025年末
硅烷科技	2200	5000	9200
兴洋科技	3000	3000	11000
中宁硅业	3800	3800	8800
天宏瑞科	500	500	500
现有主要企业产能合计	9500	12300	29500
现有主要企业外售产能	9500	11987	25875
新增企业产能	-	2500+	12500+
行业产能合计 (吨/年)	9500+	14487+	38375+
传统下游市场需求量 (吨)	11024	15185	21047
新增应用领域需求量 (吨)	1340	7010	23300
行业需求合计 (吨)	12364	22195	44347

四 建议关注标的

- ✓ 元力股份：颗粒炭替代煤基炭为主业成长性赋能，新能源碳材料蓄势向上
- ✓ 硅烷科技：硅碳新应用打开硅烷需求空间，特气龙头享硅烷供不应求周期

元力股份：颗粒炭替代煤基炭为主业成长性赋能，新能源碳材料蓄势向上

□ 活性炭业务：颗粒炭替代煤质炭为主业高成长赋能

1) 活性炭领域国内王者：粉状活性炭元力国内市占率30%，10万吨产能远超国内友商（产能通常在2万吨以内），颗粒炭元力从2020年起开始批量量产，产品力领先国内同行；

2) 本质优势在于成本/产品工艺：

成本控制领先：粉状炭业内的生产工艺以磷酸法为主。元力通过工艺优化，目前磷酸的单耗控制在100公斤左右，磷酸单耗在250-300公斤以上。按照单吨节约150-200公斤磷酸，单价0.6万元/吨，对应单吨活性炭成本节约1000元/吨。

产品研发/品质领先：元力通过工艺优化，解决了木质炭颗粒很难均匀、高温结渣等技术难题，以及凭借技术、品牌、市场三大核心竞争力，在国内率先实现木质颗粒炭量产。

3) 颗粒炭打开公司主业成长空间：公司传统产品粉状炭主要用于食品发酵等领域。活性炭本身的重点应用在于水处理以及其他工业领域，目前主要以煤质炭供应，颗粒炭替代空间广阔。

元力股份：颗粒炭替代煤基炭为主业成长性赋能，新能源碳材料蓄势向上

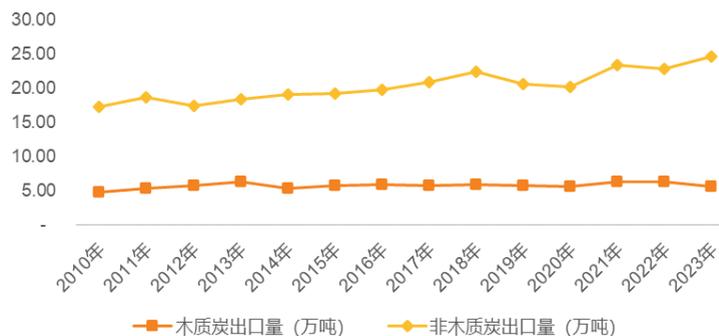
□ 颗粒炭替代煤质炭贡献稳定成长：

- 1) 短期替代煤质炭：木质颗粒炭成本可以做到比煤质炭更低，木质炭的性价比持续凸显。
- 2) 中期活性炭出海：欧洲对碳足迹的要求趋严（26年收碳关税），煤质炭的碳排放量远高于木质炭，看好木质炭出海加速替代煤质炭。拉动量利齐升（活性炭出海年需求在25万吨以上）。
- 3) 长期国内木质炭需求放量：按照国家“十四五”期间将挥发性有机物年排放量下降 10%的目标。碳中和目标下，木质活性炭替代煤质活性炭是长期趋势。

表：木质颗粒炭比煤基炭更有性价比，在附加值高的下游领域有性能优势

	木质颗粒炭	煤基炭
成本/售价	每吨竹基活性炭的主要原材料成本在3,372元左右	每吨煤质活性炭的原煤成本在5,000元左右
性能对比	木质颗粒炭的吸附能力、燃点、强度等技术指标相比煤质炭更优，性能优势突出，在附加值较高的比如溶剂回收、汽车炭罐、VOCs回收、垃圾焚烧等领域具有更强的竞争优势。	

图：目前活性炭出口80%+是煤质炭，颗粒炭替代空间广阔



硅烷科技：硅碳新应用打开硅烷需求空间，特气龙头享硅烷供不应求周期

□ 主营业务：“硅烷气+氢气”双轮驱动

公司从事高性能氢硅材料产品的研发、生产与销售，主要产品为氢气与电子级硅烷气，是国内硅烷气细分行业的主要供应商之一。公司产品应用广泛，下游行业包括光伏、显示面板及半导体行业等，均为国家重点支持发展行业。随着硅烷气（ SiH_4 ）在CVD（化学气相沉积）法制备硅碳负极中被广泛应用，预计电子级硅烷气行业未来将长期处于产销两旺的高景气度状态。

□ 核心优势：内部稳定产出高质量硅烷气+外部行业硅烷气需求侧缺口较大

1) 公司硅烷气品质好等级高：公司生产的电子级硅烷气可以稳定在6N级以上，最高可达到7N级，超过我国硅烷气质量标准（6N），达到国际先进技术水平，可以满足目前下游市场对硅烷气质量的要求，市场占有率位居行业前列。公司产品得到市场广泛认可，积累了TCL华星、隆基绿能、惠科股份、京东方、爱旭股份、中润光能等一批市场领先的重要客户。

2) 硅烷气需求大市场前景好：公司电子级硅烷气的设计产能将逐步提升至2025年的9600吨/年。公司电子级硅烷气2021/2022/2023Q1-3分别实现收入1.64/3.48/4.22亿元，保持较高的增长速度。公司现有硅烷气实际产能2200吨/年，两项目“年产3500吨硅烷项目”和“四期3500吨/年硅烷项目”，其中“四期3500吨/年硅烷项目”预计于2025年初进行投产，后续放量后盈利有望继续突破。

表：硅烷气成本及毛利情况

硅烷气 (电子级)	2020	2021	2022
收入 (亿元)	1.24	1.64	3.48
销量 (吨)	1356	1426	1781
平均销售价格 (万元/吨)	9.17	11.48	19.52
成本 (亿元)	1.06	1.35	1.65
毛利 (亿元)	0.18	0.29	1.83
毛利率 (%)	14%	17%	53%
业务收入比例 (%)	28%	25%	37%

表：氢气成本及毛利情况

氢气	2019	2020	2021
收入 (亿元)	1.75	3.02	4.78
平均销量 (亿立方)	1.22	2.11	3.25
平均销售价格 (元/立方)	1.44	1.43	1.47
成本 (亿元)	1.26	2.12	3.52
毛利 (亿元)	0.49	0.90	1.25
毛利率 (%)	28%	30%	26%
业务收入比例 (%)	61%	68%	74%

风险提示

- **新技术兑现不及预期：**文中涉及大量新技术测算，若兑现不及预期将影响我们的判断。
- **供需关系变化超预期：**我们对各环节材料供需做了判断，若供需变化超预期，将影响整个产业链的放量和利润分配。
- **测算存在主观性：**由于未来不确定性，很多是我们基于一系列假设下的测算，比如对大圆柱和高电压的判断，对硅负极等未来渗透率的判断，这些都影响整个市场空间和对应标的盈利弹性。
- **主要原材料价格存在波动风险：**若原材料价格上涨不能及时向下游传导，公司未能及时相应提高产品售价，将会较大地降低公司产品毛利率及盈利水平。
- **安全生产风险：**不能完全排除在生产经营过程中因操作不当、设备故障或其它偶发因素而造成安全生产事故的风险，一旦发生安全生产事故可能因此遭受包括停产、损失赔偿、罚款等在内的处罚。

分析师声明

本报告署名分析师在此声明：我们具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，本报告所表述的所有观点均准确地反映了我们对标的证券和发行人的个人看法。我们所得报酬的任何部分不曾与，不与，也将不会与本报告中的具体投资建议或观点有直接或间接联系。

一般声明

除非另有规定，本报告中的所有材料版权均属天风证券股份有限公司（已获中国证监会许可的证券投资咨询业务资格）及其附属机构（以下统称“天风证券”）。未经天风证券事先书面授权，不得以任何方式修改、发送或者复制本报告及其所包含的材料、内容。所有本报告中使用的商标、服务标识及标记均为天风证券的商标、服务标识及标记。

本报告是机密的，仅供我们的客户使用，天风证券不因收件人收到本报告而视其为天风证券的客户。本报告中的信息均来源于我们认为可靠的已公开资料，但天风证券对这些信息的准确性及完整性不作任何保证。本报告中的信息、意见等均仅供客户参考，不构成所述证券买卖的出价或征价邀请或要约。该等信息、意见并未考虑到获取本报告人员的具体投资目的、财务状况以及特定需求，在任何时候均不构成对任何人的个人推荐。客户应当对本报告中的信息和意见进行独立评估，并应同时考量各自的投资目的、财务状况和特定需求，必要时就法律、商业、财务、税收等方面咨询专家的意见。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，天风证券及其关联人员均不承担任何法律责任。

本报告所载的意见、评估及预测仅为本报告出具日的观点和判断。该等意见、评估及预测无需通知即可随时更改。过往的表现亦不应作为日后表现的预示和担保。在不同时期，天风证券可能会发出与本报告所载意见、评估及预测不一致的研究报告。

天风证券的销售人员、交易人员以及其他专业人士可能会依据不同假设和标准、采用不同的分析方法而口头或书面发表与本报告意见及建议不一致的市场评论和/或交易观点。天风证券没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。天风证券的资产管理部门、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中的意见或建议不一致的投资决策。

特别声明

在法律许可的情况下，天风证券可能会持有本报告中提及公司所发行的证券并进行交易，也可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问和金融产品等各种金融服务。因此，投资者应当考虑到天风证券及其相关人员可能存在影响本报告观点客观性的潜在利益冲突，投资者请勿将本报告视为投资或其他决定的唯一参考依据。

投资评级声明

类别	说明	评级	体系
股票投资评级	自报告日后的6个月内，相对同期沪深300指数的涨跌幅	买入	预期股价相对收益20%以上
		增持	预期股价相对收益10%-20%
		持有	预期股价相对收益-10%-10%
		卖出	预期股价相对收益-10%以下
行业投资评级	自报告日后的6个月内，相对同期沪深300指数的涨跌幅	强于大市	预期行业指数涨幅5%以上
		中性	预期行业指数涨幅-5%-5%
		弱于大市	预期行业指数涨幅-5%以下