

证券研究报告

2025年01月02日

行业报告：行业深度研究

电力设备

硅碳负极深度3：产业趋势渐明，看好动力领域放量

作者：

分析师 孙潇雅 SAC执业证书编号：S1110520080009



天风证券
TF SECURITIES

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

为什么需要发展硅碳负极？高比能（续航）、强快充。目前主流负极企业比容量可做到355-360mAh/g，接近理论比容量372mAh/g，负极材料急需升级，硅材料理论比容量达4200mAh/g，是石墨的10倍以上。从结构看，硅负极快充性能优于石墨。

硅负极应用场景：消费电子、小动力、高端乘用车。手机电池掺硅趋势明显，比例在5-10%，不局限于高端机型。电动工具锂电池头部供应商表示，根据客户对电池性能的需求，部分容量 2500-2600mAh 的高倍率圆柱电池有硅基负极应用需求，而容量上到 3000-3350mAh 及 3500mAh 的产品绝大部分必须用到硅基负极。民用无人机等对能量密度要求高故对硅负极有需求。硅负极在高端乘用车已展开应用，具体包括智己、奔驰、保时捷、特斯拉等。

我们认为随着CVD工艺的推出，硅负极在消费电池已形成成熟化应用，动力处于放量前期。

✓ **需求侧：**璞泰来表示硅碳负极产品已小批量供应下游消费电子客户，硅碳负极的中试产能已供不应求。

✓ **成本侧：**目前CVD法硅碳（纯品）克容量约1800mAh/g，而人造石墨理论区间在310-360mAh/g，简单测算经济性的方式为容量平价，即硅碳和石墨单位克容量平价。根据鑫椏锂电，目前CVD硅碳售价高达75万/吨。根据隆众能源，2024年10月负极：中端产品主流价格1.9-2.9万元/吨，高端动力产品主流价格2.6-3.3元/吨，则硅碳负极较目前中端负极的容量价格平衡点在11-15万元/吨，高端动力容量价格平衡点在15-17万元/吨。

从成本端出发，CVD硅碳负极成本中原材料是核心，多孔碳>硅烷气>流化床设备。多孔碳：当前在消费电池中用的树脂类多孔碳价格高达30-50万/吨，硅烷气：23年时硅烷价格高达25万/吨左右，24年H2以来硅烷价格下降（光伏需求偏弱），硅烷气价格有望持续下降。

投资建议

增量空间和格局为第一要义。首推增量空间弹性大且格局好的CNT-【天奈科技】、建议关注PAA-【日播时尚】；其次推荐增量但格局仍需观察的硅碳环节-【璞泰来】，建议关注【贝特瑞】，建议关注多孔碳-【元力股份】、【圣泉集团】；最后建议关注硅负极率先应用的消费电池公司【豪鹏科技】。

风险提示：电动车销量不及预期、硅负极研发不及预期、原材料价格下降不及预期、新技术迭代超预期、产能扩建不及预期

1 应用端：市场空间

为什么需要发展硅碳负极？高比能（续航）、强快充

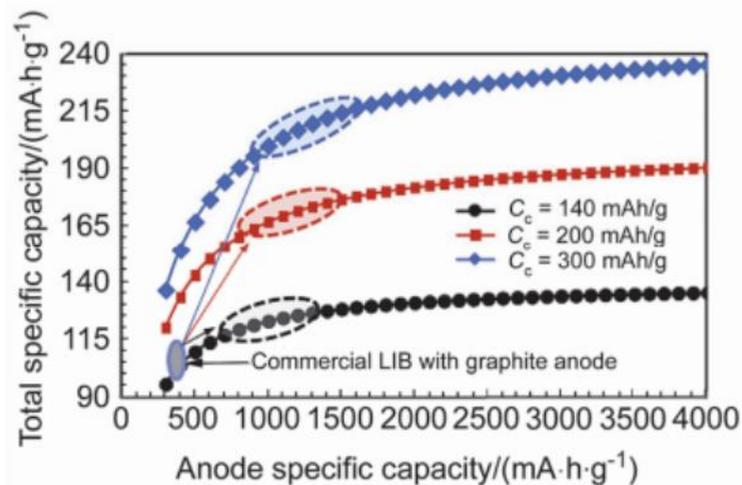
□硅负极的理论克容量是石墨10倍。续航里程是新能源车发展的痛点之一，能量密度是制约续航里程的最关键因素。电池能量密度受正负极比容量影响，目前三元正极已经迭代至8系，甚至9系，模拟计算表明，在当前正极材料基础上提升负极材料的比容量对提高整个电池的能量密度仍然有较大贡献。目前主流负极企业比容量可做到355-360mAh/g，接近理论比容量372mAh/g，负极材料急需升级，硅材料理论比容量达4200mAh/g，是石墨的10倍以上。

□从结构看，硅负极快充性能优于石墨。锂离子电池充电的时候，锂离子向负极迁移，快充电芯实际上重要的技术难点为锂离子在负极的嵌入问题。硅从各个方向提供锂离子嵌入和脱出的通道，而石墨只能从层状的端面方向提供锂离子嵌入和脱出的通道，因此硅负极快充性能更优。

表：负极材料性能对比

类型	天然石墨	人造石墨	硅基负极
理论容量	340-370mAh/g	310-360mAh/g	400-4000mAh/g
首次效率	>93%	>93%	>77%
循环寿命	一般	较好	较差
安全性	较好	较好	一般
倍率性	一般	一般	较好
成本	较低	较低	较高
优点	能量密度高、加工性能好	膨胀低，循环性能好	能量密度高
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、循环性能差

图：正负极比容量和全电池比容量关系图



硅负极应用场景：消费电子、小动力、高端乘用车

□手机电池掺硅趋势明显，比例在5-10%，不局限于高端机型。今年以来华为、vivo、OPPO、荣耀、一加、小米等企业均发布了使用硅基负极材料电池的手机，且从旗舰型手机下探到中低端手机趋势明显，带来的硅碳负极使用量将大幅增加。

□小动力：1) 电动工具：电动工具锂电池头部供应商表示，根据客户对电池性能的需求，部分容量 2500-2600mAh 的高倍率圆柱电池有硅基负极应用需求，而容量上到 3000-3350mAh 及 3500mAh 的产品绝大部分必须用到硅基负极。2) 航空：包括民用无人机等。

□硅负极在高端乘用车已展开应用。

✓ 国内：智己汽车推出了搭载半固态电池的新车L6，其中即采用了硅基负极。

✓ 海外：奔驰电动大G已采用Sila生产的硅基负极电池，保时捷与美国Group 14达成硅基负极供货协议。特斯拉力推的4680大圆柱电池中，硅基负极是其重要组成部分。

表：硅负极在手机中的应用

品牌	应用
VIVO	发布 Y300 Pro新品手机，采用6500mAh 蓝海电池。据悉蓝海电池采用了二代硅碳负极材料，电池能量密度超过800Wh/L
OPPO	OPPO Find系列产品负责人周意保在微博上透露，OPPO Find X8系列将会全系搭载采用硅碳负极电池技术的冰川电池。
华为	华为在其商城发布华为畅享70S，搭载6000mAh使用硅碳负极的巨鲸电池。
荣耀	正式发布第三代青海湖电池，并宣布会在最新的折叠屏旗舰Magic V3上搭载，其硅碳负极含量为10%
一加	一加联合宁德新能源科技正式发布冰川电池并宣布将在新机一加Ace3Pro上首发搭载。冰川电池采用全新一代硅碳负极电池技术，相较于传统的石墨负极电池，冰川电池大幅提升电池中的锂离子含量，将电池能量密度提升到行业领先的763Wh/L，同时硅碳负极含量为6%。
小米	发布数字系列旗舰小米14 Ultra，搭载金沙江电池能量密度达779Wh/L，并采用了最新一代硅碳负极技术，硅碳含量为6%且1600次循环后保持80%的电池寿命。

应用端放量节奏：消费电子成熟化应用，动力处于放量前期

- 硅基负极在3C电子产品中已经有较成熟的产业化应用，在动力电池中有小批量试用，出货量接近千吨量级，处于大规模应用的前期。
- 璞泰来表示硅碳负极产品已小批量供应下游消费电子客户，硅碳负极的中试产能已供不应求。

表：硅负极技术路线发展时间线

时间	发展
2021年前	研磨法硅碳在产业中应用较多。研磨法通过降低颗粒尺寸缓解膨胀，理论上将粒径降至20nm以下就可以解决膨胀问题。在实际应用中，粒径难以通过研磨降到100nm以下，循环性能难以提高，现在一般用于对循环要求不高的3C电池。
2021年-2023年	硅氧负极被寄予厚望。硅氧负极中的SiO _x 在嵌锂时与Li发生反应生成单质Si、Li ₂ O和锂硅酸盐，然后Li再与生成的Si发生合金化。本质上是通过化学反应产生粒径极小的Si，从而解决了膨胀问题。但是生成的Li ₂ O和锂硅酸盐消耗了大量的活性锂，增加了成本，同时首效低至80%以下，与石墨的95%难以匹敌。 预镁化和预锂化可以部分解决首效问题，但是又将大幅提高材料成本。当前国内大量出货的产品以硅氧负极为主，主要用于出口海外。
2023年至今	化学气相沉积法（CVD）是将硅烷通入海绵状的多孔碳，热解生成硅纳米颗粒，沉积在碳表面形成硅碳复合材料。硅的纳米化和多孔碳的孔隙可以明显减小嵌锂带来的体积膨胀，由于硅颗粒小，产品组分均匀、结构致密，材料膨胀率低，循环性能得到显著提升。

车端放量的核心是成本，硅负极降至20万元/吨以下，可实现对标石墨平价

- 目前CVD法硅碳（纯品）克容量约1800mAh/g，而人造石墨理论区间在310–360mAh/g，简单测算经济性的方式为容量平价，即硅碳和石墨单位克容量平价。
- 根据鑫椏锂电，目前CVD硅碳售价高达75万/吨。根据隆众能源，2024年10月负极：中端产品主流价格1.9–2.9万元/吨，高端动力产品主流价格2.6–3.3万元/吨，则硅碳负极较目前中端负极的容量价格平衡点在11–15万元/吨，高端动力容量价格平衡点在15–17万元/吨。

表：硅碳负极经济性测算（目前表示24年Q4）

项目	单位	人造石墨	纯硅碳（CVD法）
目前价格	万元/吨	1.9–3.3	75
目前容量	mAh/g	310–360	1800
平价平衡点（中端）	万元/吨	1.9–2.9	11–15
平价平衡点（高端）	万元/吨	2.6–3.3	15–17

2

成本端：降本路径

成本构成：原材料是核心，多孔碳>硅烷气>流化床设备

□硅碳负极成本拆分中，目前材料是大头，单吨成本在几万到几十万，设备规格扩大后，有规模化降本空间。

□材料主要是多孔碳和硅烷气，多孔碳占比更大。

1) 多孔碳：当前在消费电池中用的高端树脂类多孔碳价格高达30-50万/吨；伴随千吨级产线投产，且材料厂商针对动力类需求开发的高性价比树脂多孔炭推广，我们认为2025年后多孔碳价格有望降至20万/吨以内。

2) 硅烷气：23年时硅烷价格高达25万/吨左右，24年以来随着硅烷新产能持续释放，光伏等核心需求增速下降，硅烷价格有望持续下降。

□设备：当前在用的流化床为20kg级对应单价约65万/台，大规格的设备有望逐步投入量产。大规格的设备投入量产有望持续推动设备规模化降本。

3 投资建议

投资逻辑：增量空间和格局为第一要义

- 首推增量空间弹性大且格局好的CNT-【天奈科技】，建议关注PAA-【日播时尚】。
- 其次推荐增量虽大但格局仍需观察的硅碳环节-【璞泰来】，建议关注【贝特瑞】，建议关注多孔碳-【元力股份】、【圣泉集团】。

天奈科技：硅负极提升对单壁碳纳米管的需求，公司已有百吨订单

- 据GGII统计分析，天奈科技2023年碳纳米管导电浆料出货量占中国碳纳米管导电浆料市场份额为46.7%，排名第一。
- 单壁碳纳米管是显著减轻硅负极衰减的关键解决方案。高容量高体积膨胀材料如硅碳和硅氧，目前只能与相对膨胀较小石墨结合使用，以减少体积过度膨胀引起的性能衰减。在这些硅基复合负极中，单壁碳纳米管被证明是一种简单而有效的材料，可以大幅度完善优化系统导电网络，且改善体系循环和容量保持。
- 公司已经制备出了管径分布均匀的单壁碳纳米管，进一步分离得到高纯度的电子领域用的碳纳米管，单壁碳纳米管及单壁碳纳米管复合型产品正在逐步推向市场。单壁碳纳米管的制备难度高，目前在全球范围内只有极少数厂商能够规模化生产单壁碳纳米管。公司通过多年的技术研发积累，已掌握单壁碳纳米管的负载型催化剂的制备方法、新一代寡壁和单壁碳纳米管连续制备技术等，并将在该产品基础上进一步研发新型或复合型产品，从而进一步丰富公司产品矩阵，为客户提供全面的技术解决方案。
- 目前公司单壁及相关复合产品主要用在高能量密度、快充等下游需求的应用场景中，目前单壁及相关产品已有百吨订单，且随着下游对电池更高性能的需求，预计对公司单壁及相关产品的需求会迅速提升。

日播时尚（茵地乐）：PAA可有效控制硅膨胀，茵地乐23年国内市占率53%

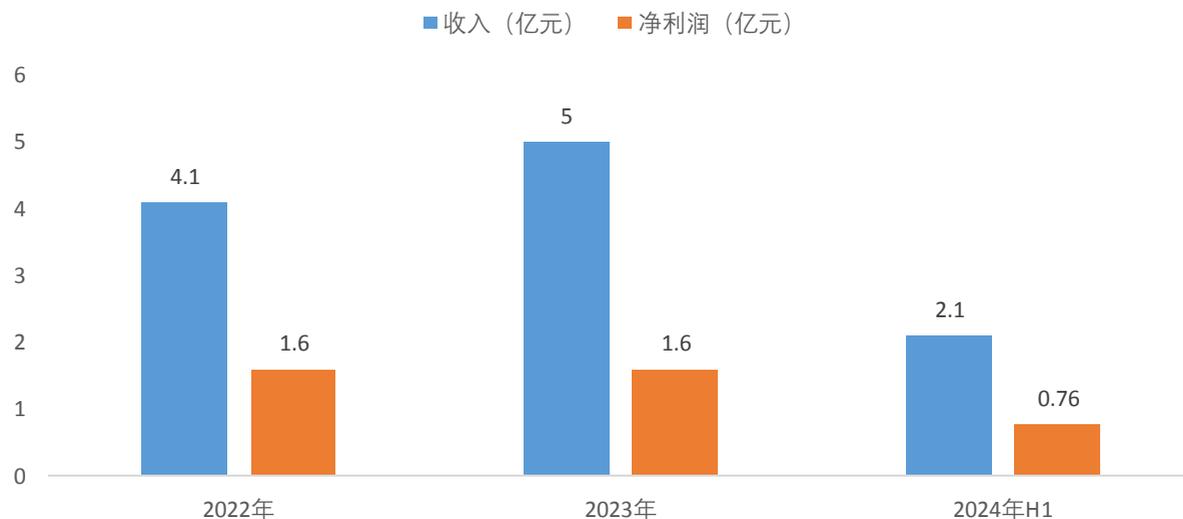
□日播于24年10月发布预案拟【通过发行股份及支付现金的方式购买茵地乐71%股权】。

□茵地乐主营PAA类电池粘结剂，23年在国内市占率达53%。22-24H1收入4.1、5.0、2.1亿元，净利润1.6、1.6、0.76亿元，净利率保持在较高水平如24H1达37%。

□PAA作为电池负极粘结剂，具有耐氧化还原、高粘接和低电解液溶胀的特性，用其制备的锂电池具有高首效、电化学性能优异等多项优势，可以提升锂电池的综合电性能、循环寿命和快充能力。

□负极从石墨走向硅碳，对PAA需求有望提升。此外，由于PAA的机械强度更佳，能够有效控制硅膨胀、减少材料脱落、降低阻抗及提升电池循环性能，是下一代负极迭代材料硅基负极的理想选择。

图：茵地乐收入、净利润（亿元）



璞泰来：硅碳负极产品目前小批量供货消费电子客户，产能加快建设

□**硅碳负极进展**：当前公司硅碳负极产品已小批量供应下游消费电子客户。

□**硅碳产能规划**：公司23年5月公告拟投资建设硅基负极研发生产基地，该项目建成后将形成年产1.2万吨硅基负极材料（单体）的产能规模，项目计划总投资为22亿元（含流动资金），其中固定资产投资约11.46亿元。

□**硅碳放量节奏**：目前硅碳负极中试产能已供不应求，公司正加快产能建设，生产设备正由公司设备团队同步加快生产进度，预计2025年初首批（千吨级别）硅碳负极产能有望建成投产。

□**入局硅负极优势**：1）**发展早**：公司自2012年成立之日起便已开展对硅基负极业务的研发工作。2）**客户认可度高**：受益长期在负极材料、自动化设备、CVD气相沉积等领域持续的研发投入，目前公司新一代硅基负极产品方案已获得国内外头部客户认可。3）**资金优势**：相比于初创公司，璞泰来在资金实力和团队成员上更占优，比如1.2万吨的产能总投资高达22亿，单固定资产在11.5亿元。

贝特瑞：老牌硅负极龙头，目前也在布局CVD法硅碳

- **老牌硅负极龙头，市占率达70%。**公司是业内为数不多具备产业化能力的负极厂家，2024年上半年，公司硅基负极材料市占率在70%左右，出货量持续行业领先。贝特瑞的硅基负极产品已应用在消费领域。公司看好硅负极在电池上的应用，包括固态电池目前也是匹配硅基负极的，随着硅技术的突破，未来在动力电池上的占比会提高。
- **产品：**目前贝特瑞硅碳负极材料已经开发第五代产品，比容量达到2,000mAh/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。
- **销量&产能：**2023年公司硅基负极出货量超3000吨。截至24年中报，公司光明年产4万吨硅基负极材料项目工程进度为“主体结构 and 装修工程已完成，设备已开始安装”。

圣泉集团：主业稳步放量，看好树脂类多孔炭顺应硅碳产业趋势放量

□树脂多孔炭：公司1000吨扩产有望于2025年初落地，高性价比的树脂多孔碳顺应25年动力上硅负极量产的增量需求。

□PPO：生产壁垒高，年产1000吨PPO项目正在快速爬坡中。公司PPO产品在24年与增量客户验证通过后，我们认为25年出货量有望大幅提升，增厚盈利。

风险提示

- 电动车销量不及预期**：硅负极的下游之一是电动车，若电动车销量不及预期将影响新技术的放量。
- 硅负极研发不及预期**：硅负极是下一代负极，我们认为硅负极或迎来放量拐点，若硅负极研发测试进展不及预期，将影响我们对产业趋势的判断。
- 原材料价格下降不及预期**：硅负极的放量依赖原材料成本的下降，若原材料价格下降不及预期将影响我们对放量节奏的判断。
- 新技术迭代超预期**：若出现新的技术路线，或影响硅碳负极的放量。
- 产能扩建不及预期**：我们报告中有相关公司未来硅负极的产能规划，若产能扩建不及预期将影响产品的放量。

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/或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/或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

THANKS