

证券研究报告
电力设备
2023年1月11日



负极碳包覆行业深度报告：下游行业高景气，发展空间广阔

评级：推荐(首次覆盖)

国海证券研究所

李航(证券分析师)

S0350521120006

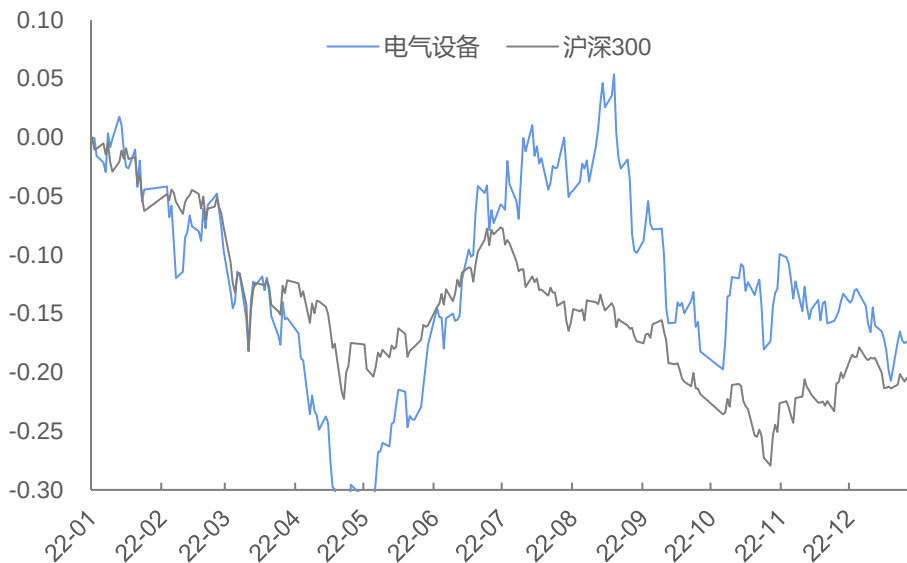
lih11@ghzq.com.cn

邱迪(证券分析师)

S0350522010002

qiud@ghzq.com.cn

最近一年走势



相对沪深300表现

2023/01/10

表现	1M	3M	12M
电力设备	-1.8%	-8.0%	-21.3%
沪深300	3.0%	-0.1%	-21.6%

相关报告

《——钠离子电池行业深度研究：钠电池产业化加速，有望补充锂电产业链（推荐）*电气设备*李航》——2022-06-13

《——海上风电行业深度研究：海风观察系列报告之三：招标持续落地，上调2025年海上风电装机预期（推荐）*电气设备*邱迪，李航》——2022-06-04

《——海底电缆行业深度报告：海风观察系列报告之二：海缆市场空间上行，龙头地位依然稳固（推荐）*电气设备*邱迪，李航》——2022-04-06

《——新能源汽车行业深度研究：产业技术前瞻系列之一：大圆柱路径确定，关注产业链相关机会（推荐）*电气设备*李航，邱迪》——2022-03-30

《——电气设备行业深度研究：储能报告系列之二：我国电化学储能收益机制及经济性测算（推荐）*电气设备*李航，邱迪》——2022-02-23

□ 负极碳包覆行业龙头信德新材2022年9月上市，我们对市场关心的碳包覆行业的问题做以下解答：

- ✓ **碳包覆必要性：**碳负极材料电性能的两个最关键因素是石墨化程度与SEI膜致密程度，前者影响比容量，后者影响循环稳定性。而为了兼得比容量+循环稳定性，可通过碳包覆结合石墨本身的高比容+包覆材料的循环稳定。目前无定形碳包覆材料主要有沥青、酚醛树脂等，石油基可纺沥青由于克容量更高+污染小，成为目前包覆主流技术路线。
- ✓ **碳包覆添加量：**根据已有文献且结合负极上市公司实际披露数据，可得出天然石墨添加量在8%左右，人造石墨在11%；根据贝特瑞专利口径，硅基负极预计在20%；钠电硬碳负极预计在1-30%。天然→人造→硅基，碳包覆添加量从不足10%提升至20%。
- ✓ **市场空间：**快充趋势下，高添加量的人造石墨+硅基负极渗透率提升，负极碳包覆行业增速高于下游锂电增速。我们预计2022年行业规模为17亿元，2025年为40亿元，CAGR达32%。
- ✓ **行业壁垒：**产品核心竞争点在于原材料和生产工艺，行业公司主要通过设备研发提升产品品质。
- ✓ **降本途径：**沥青包覆材料主要原料为古马隆树脂，可通过采购乙烯焦油外包加工模式降本。以信德新材为例，产品材料成本占比70%+，公司采购乙烯焦油，通过代加工方式实现上游一体化。信德新材上游一体化可实现产品单吨净利提高17%。
- ✓ **产能规划：**目前碳包覆材料行业规划产能为19.4万吨，2021年行业产能为6.9万吨，预计2023年达到12.5万吨。
- ✓ **竞争格局：**从供给侧看，2021年信德新材产能在行业中占比为36.2%，2023年产能市占率预计为37%，信德新材为行业龙头。2021年新疆中碳、辽宁润兴为行业头部企业，随着辽宁奥亿达的规划产能释放，2023年辽宁奥亿达市占率也将大幅提升。相较其他公司，信德新材客户、成本、技术优势更加突出，我们预计公司未来将持续保持龙头地位。

□ 综合看负极碳包覆行业材料成本占比较高，但是降本路径明确；行业高壁垒，竞争格局较好，信德新材产能规划积极，产品客户先发优势明显，预计将长期保持龙头地位。

□ 沥青基碳纤维：包覆材料向下游应用拓展，高行业壁垒，国内仍处于产业发展初期。

- ✓ 沥青基碳纤维是指以沥青等富含稠环芳烃的物质为原料，通过聚合、纺丝、不熔化、碳化处理制备的一类碳纤维，按其性能的差异又分为通用级沥青碳纤维和高性能沥青碳纤维。从制备工艺上看，沥青调制是其制备的关键步骤，要求其中间相沥青具有高度各向异性同时具有良好纺丝性，沥青基碳纤维可由碳负极包覆材料制备。目前沥青基碳纤维主要生产厂商为日本厂商，我们预计其未来有望迎来快速国产替代。
- ✓ 行业规模：沥青基碳纤维目前应用场景较少，主要可用在军事及航空航天领域。根据信德新材招股书，2021年国内沥青基碳纤维市场空间为6.4亿元，市场仍处于发展初期。跟我们测算2021年全球沥青基碳纤维行业规模为25亿元。
- ✓ 信德新材的沥青基碳纤维产品先发布局民用方向，子公司大连信德新材料主要负责该业务。根据公司招股书，2022年公司主要将沥青基碳纤维应用在储能电池，并且为沥青基碳纤维毡项目储备了相关技术。

□ 投资建议及风险提示

- ✓ 行业评级：我们认为中短期看，量的层面，快充趋势下，负极碳包覆添加量提升，增速快于下游锂电池行业增速；利的层面，行业技术壁垒较高，竞争格局较好，发生价格战可能性小，单位净利有望维稳，且可通过向上一体化布局增厚盈利（单吨净利提升17%，参考本文P20假设测算）。长期看，2022年沥青基碳纤维处于行业萌芽期，负极碳包覆仅是沥青基碳材料的应用之一，未来光伏+储能等下游应用打开行业空间。首次覆盖，给予负极碳包覆行业“推荐”评级。
- ✓ 重点关注：碳包覆材料行业龙头信德新材，公司主营业务负极碳包覆赛道空间成长性好（2022年-2025年CAGR为32%），技术壁垒高，竞争格局较好。2021年公司营收为5亿元，行业快速增长+公司市占率提升→公司收入有望快速提升，弹性较强；长期看公司产品沥青基碳纤维性能优异，未来可应用在在光伏保温层、燃料电池碳纸，全钒液流电池碳毡等领域，想象空间较大。
- ✓ 风险提示：现有负极碳包覆技术路线被其他材料替代；测算具有主观性；新能源车销量不及预期；原材料价格持续上涨；行业价格竞争加剧；重点关注公司业绩不及预期。

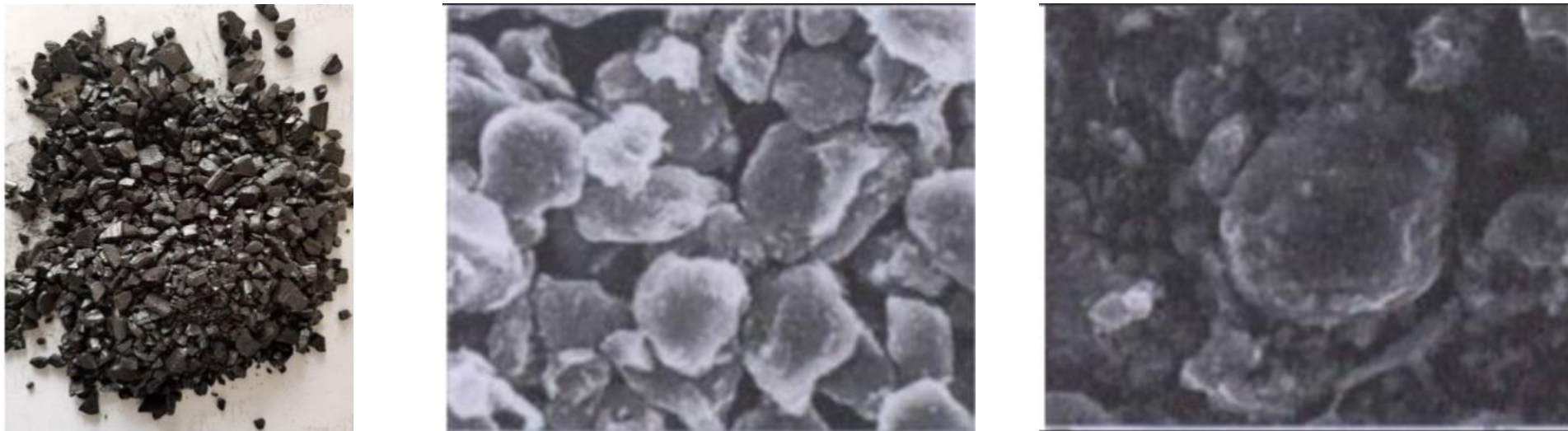
一、初识负极碳包覆：提升负极材料性能，主流路线是石油基可纺沥青

- 1.1 碳包覆重要性：未经修饰的负极材料性能差，需要进一步提升负极的充放电性能
- 1.2 碳包覆主流路线：以石油基可纺沥青为主流路线
- 1.3 碳包覆添加量：天然→人造→硅基，碳包覆添加量从不足10%提升至20%
- 1.4 市场空间测算：我们预计2025年行业规模为40亿元，2022年-2025年CAGR达32%

1.1 碳包覆重要性：进一步提升负极的充放电性能

- 影响锂离子电池碳负极材料电性能的两个最关键因素石墨化程度与SEI膜致密程度，前者影响比容量，后者影响循环稳定性。单纯用石墨材料无法兼顾二者。 1) 碳材料的石墨化程度高→比容量越大；2) 形成SEI膜致密程度适中→首效损失小，且避免溶剂分子嵌入，提升负极的循环稳定性。但二者性能无法兼得，原因为碳材料的石墨化程度越大，而基底表面碳微晶边、面之间存在较大的差别，如：存在与电解液反应导致电解液的分解，进而破坏碳材料的结构，以致不利于碳负极表面的致密钝化膜的生成，使得实际的放电容量，首次充放电效率很低。
- 为了兼得比容量+循环稳定性，可通过碳包覆结合石墨本身的高比容+包覆材料的循环稳定。 1) 石墨作为负极，优点是比容量高，但会造成电解液的还原，影响体系的稳定；2) 无定形碳作为负极，优点是与电解液的反应少，虽可生成比较致密的钝化膜，但比容量小。为了兼得二者优点，普遍采用包覆技术制备具有核壳结构的碳材料，即以高结晶度碳材料（例如石墨）为核材料，以无定形碳材料为壳材料（包覆材料），各取其优点，起到既能抑制电解液的分解，又能增加电池容量，改善其循环特性的效果。

图：从左至右依次为负极包覆材料（实物图）、球形人造石墨包覆前（SEM图）、球形人造石墨包覆后（SEM图）



1.2 碳包覆主流路线：以石油基可纺沥青为主流路线

□ 从材料性能看，包覆石油基可纺沥青石墨化后，克容量更高+污染小，成为主流技术路线。无定形碳包覆材料主要有沥青、酚醛树脂等。其中酚醛树脂包覆层与石墨基体结合的牢固性差，包覆层容易被破坏，效果不佳，因此并非主流路线。沥青基经过交联固化形成的多芳环结构化合物与石墨材料结构相似，结合力强，提高了负极材料与电解液的相容性，防止了溶剂的共嵌入，分解和石墨结构剥离，具有很高的可逆电化学容量，提高了负极材料的首次库仑效率和循环稳定性。沥青基又分为煤基可纺沥青和石油基可纺沥青，其石油基沥青石墨化后克容量更高且污染排放更小，因此目前负极碳包覆以石油基可纺沥青为主流技术路线。

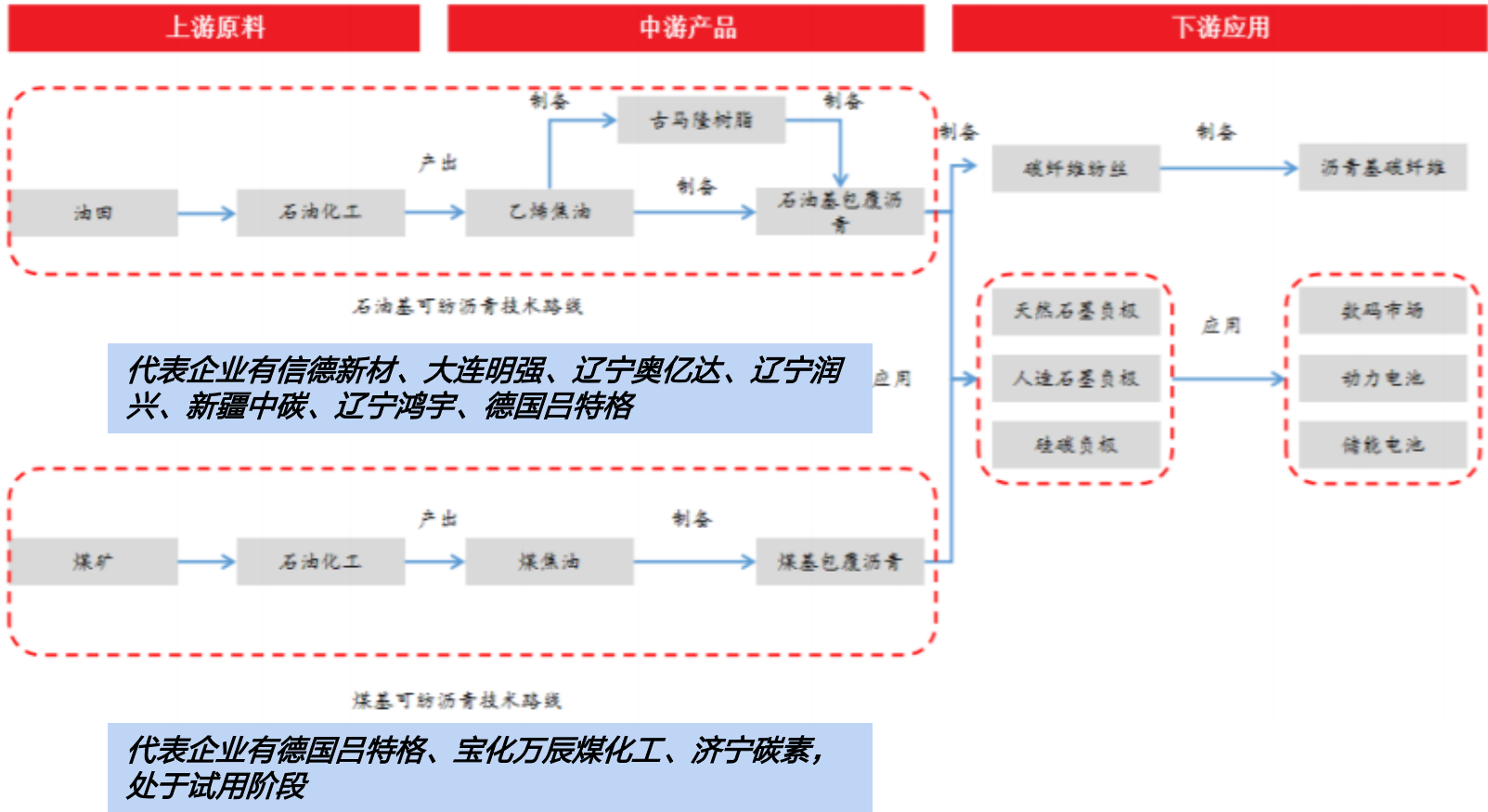
表：负极碳包覆材料对比

负极碳包覆材料种类	优点	缺点
沥青——煤基	1) 结焦值高（挥发分含量低） 2) 颗粒包覆层致密	1) 环保问题严重：在炭化过程中，煤沥青发生一系列复杂的热解和缩聚反应，易挥发的轻组分在加热过程中不断逸出，在此过程中存在多环芳烃排放问题，这些排放物具有很高的毒性和致癌性 2) 石墨化后电化学克容量低
沥青——石油基 （主流路线）	1) 石墨化后克容量较煤基高 2) 石油基沥青的芳烃含量比煤沥青少，因此排放物毒性较低	1) 结焦值低（挥发分含量高） 2) 颗粒包覆层不如煤基致密
酚醛树脂	较单纯石墨的循环性能为佳，原因在于石墨经酚醛树脂包覆并经碳化处理后，在其表面包覆了一层无定形碳材料，当作为负极材料进行充放电时减少了石墨与电解液中溶剂的反应，使得石墨的有效量不会随充放电过程的进行而减少，既保证了高的嵌入量，又降低了锂嵌入时不可逆容量损失，使得碳负极材料的整体性能得到提高	通过在石墨表面包覆树脂形成的保护层与石墨基体的结构牢固性差，包覆层在粉碎复合材料及加工成电极的过程中易受到破坏，没能有效地阻止溶剂共嵌入和石墨层剥离

1.2 碳包覆主流路线：以石油基可纺沥青为主流路线

- 从各家选择看，石油基是主流选择，代表企业有信德新材、大连明强等；煤基只有宝化万辰煤化工、济宁碳素在小量试产、德国吕特格高软化点煤系沥青供负极材料厂家试用，效果有待市场验证。选择煤基进行生产的企业均为煤化工企业，希望延伸优势至负极包覆领域，但目前从产品性能看较石油基仍有较大差距。

图：负极包覆沥青产业链及公司情况



资料来源：信德新材回复函，国海证券研究所

1.3 碳包覆添加量：天然→人造→硅基，碳包覆添加量从不足10%提升至20%

- 根据已有文献且结合负极上市公司实际披露数据，可得出天然石墨添加量在8%左右，人造石墨在11%；根据贝特瑞专利口径，硅基负极预计在20%；钠电硬碳负极预计在1-30%。
- ✓ 文献口径：按照已有文献数据，天然石墨最佳添加量范围在5%-11%之间，均值为8%；人造石墨最佳添加量范围在6%-15%之间，均值为11%；此外，根据负极龙头贝特瑞的专利看，硅基负极的添加比例预计在20%，钠电硬碳负极预计在1-30%。
- ✓ 公司口径：紫宸主打高端人造石墨添加量高，在13%左右；杉杉定位中高端，添加量在10%左右；凯金及翔丰华定位中低端，添加量在5%左右。

表：负极包覆沥青添加量（根据已发表文献）

序号	发表时间	石墨材料	主要引用观点	文献来源
1	2019	人造石墨	10%添加量	沥青包覆人造石墨炭化处理工艺，冯国飞等，储能科学与技术，2019年第8卷第3期
2	2015		6%-8%添加量最佳	锂离子电池石墨负极材料的碳包覆研究，徐吉生，硕士研究生学位论文，2015年
3	2015		15%添加量最佳	包覆处理对提高人造石墨负极材料性能的研究，张晓波等，无机盐工业，2015年第47卷第8期
4	2018	天然石墨	9.1%添加量	不同沥青包覆球形天然石墨负极材料结构和性能研究，黄健等，炭素技术，2018年第2期第37卷
5	2011		9.1%添加量	发明专利CN102169988B—一种锂离子电池负极材料及制备方法，2011年
6	2009		11%添加量最佳	包覆天然石墨作锂离子电池负极材料的研究，邓凌峰等，电池工业2009年第14卷第4期
7	2008		5%添加量最佳	锂离子电池复合炭负极材料的制备及性能研究，周友元，博士毕业论文，2008年
8	2008		8%添加量最佳	石油沥青包覆对石墨负极电化学性能的影响，杨绍斌等，电源技术与设计，2008年11月第32卷第11期

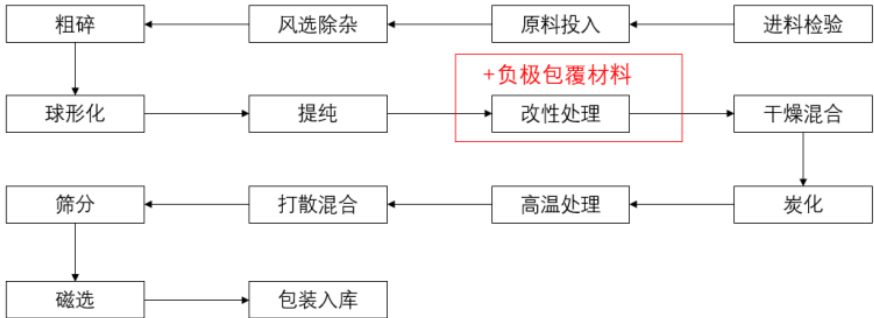
表：负极包覆沥青添加量（根据负极厂商披露数据测算）

负极生产商	数据来源	负极包覆材料采购量/负极材料产量	2020年负极单价（万元/吨）
江西紫宸	2017年-2019年6月数据，2019年《公开发行可转换公司债券募集说明书》	12.97%	5.77
杉杉股份	未披露（发行人2020年对杉杉股份负极包覆材料销量/杉杉股份2020年负极材料产量比例为9.61%）	>9.61%	4.27
凯金能源	2016年数据，2017年《首次公开发行股票并在创业板上市招股说明书》	4.96%	3.00
翔丰华	2019年数据，2020年《首次公开发行股票并在创业板上市招股说明书》	3.74%	2.81
贝特瑞	未披露	-	4.18

1.3 碳包覆添加量：天然→人造→硅基，碳包覆添加量从不足10%提升至20%

- 从工艺角度探究各材料添加量不同的核心原因：主要在于不同产品制备工艺中包覆材料添加次数的不同。
- ✓ 天然石墨：天然石墨制备原料直接来自于天然鳞片制备的球化石墨，成本低，工艺相对简单。天然石墨在“改性处理”一步加入负极包覆材料进行改性，因此包覆材料添加所需环节更少，添加量相对更低。同时天然石墨主打性价比，对于包覆材料的需求较低。
- ✓ 人造石墨：人造石墨综合性能好，但成本高，生产工艺主要分为破碎、造粒、石墨化、包覆碳化。人造石墨通常在“造粒”以及“表面改性”两步加入负极包覆材料进行造粒以及改性（路线一），且部分工艺（路线二）会在“打散混合”步骤中再次加入负极包覆材料并额外进行一步“炭化”之后进入“筛分”步骤。同时人造石墨更加注重高综合性能，因此需要更多负极包覆材料实现材料的高品质，导致人造石墨包覆材料添加量高于天然石墨。

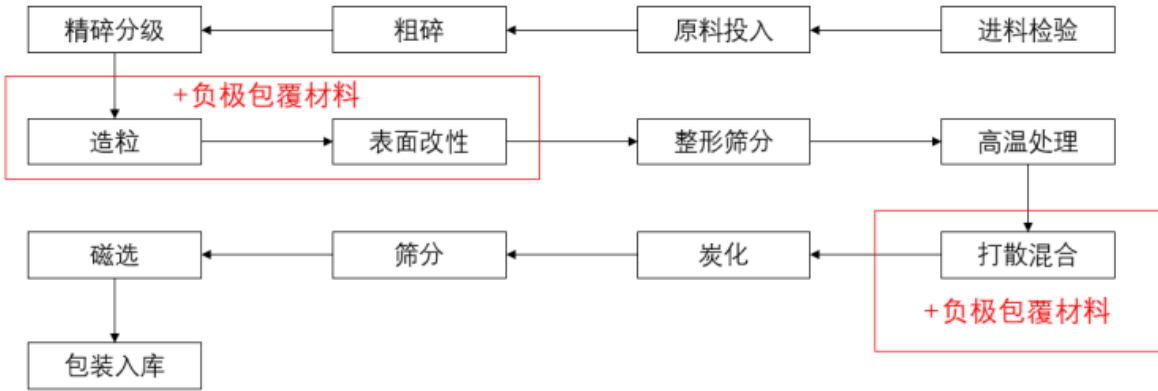
图：天然石墨产品制备流程



图：人造石墨产品制备流程路线一



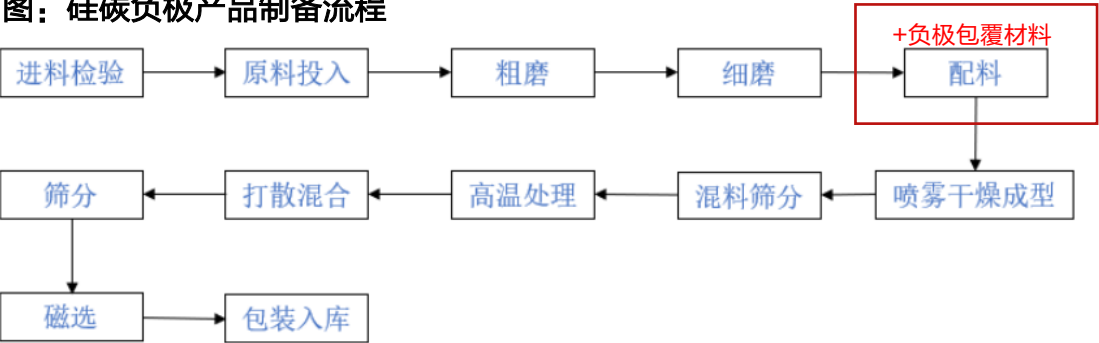
图：人造石墨产品制备流程路线二



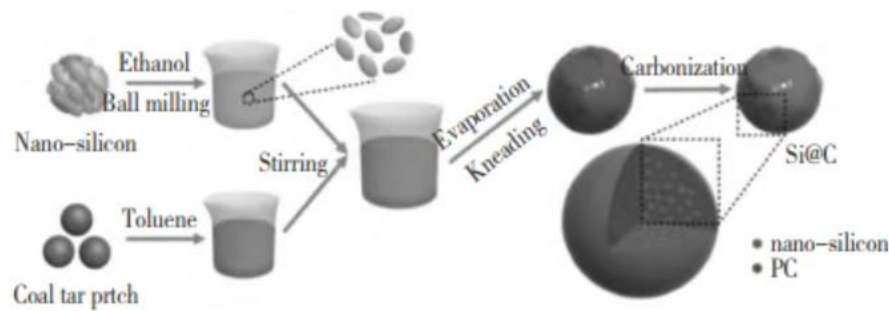
1.3 碳包覆添加量：天然→人造→硅基，碳包覆添加量从不足10%提升至20%

- ✓ 硅基负极类似人造石墨，对于产品性能高要求，因此需要更多负极包覆材料提升性能；同时制备工艺中包覆材料添加次数相对更多，因此其碳包覆添加量较高。
- ✓ 硅碳负极：硅碳负极制备需要研磨、配料、筛选、石墨化等流程，包覆材料需要在配料过程中通过采用一步包覆造粒技术将纳米硅与碳源按比例混合，以形成复合浆料。其中包覆结构是在活性物质硅表面包覆碳层，缓解硅的体积效应，增强其导电性。目前硅碳负极结构类型主要分为单层核壳结构，多层核壳结构及夹层结构、嵌入结构；其主要制备工艺为溶胶－凝胶法、高温热解法、水热法、化学气相沉积法、机械球磨法等。
- 单层核壳结构：以硅颗粒为核心，外围包覆一层导电碳材料，该结构可由溶胶－凝胶法工艺制备。
- 多层核壳结构：多层核壳结构即通过两层及以上的碳层包覆硅颗粒，通过多种碳层之间的协同效应为复合材料提高良好的导电能力，更有效地防止硅颗粒裸露出来，该结构目前可由高温热解法制备。
- 夹层结构：如同三明治形状一样，利用两片碳层将硅颗粒夹在中间。该结构目前可由水热法制备。
- 嵌入结构：即硅颗粒均匀地嵌入在石墨、石墨烯、碳纳米管等连续碳基体中，目前可由机械球磨法制备，碳源主要为沥青。
- ✓ 整体看硅碳负极目前主流制备工艺为以沥青为碳源的机械球磨法，由于硅膨胀幅度更大，导致其充放电过程中更容易电极结构损坏导致性能变差，因此需要消耗更多的碳包覆材料保证产品品质。

图：硅碳负极产品制备流程



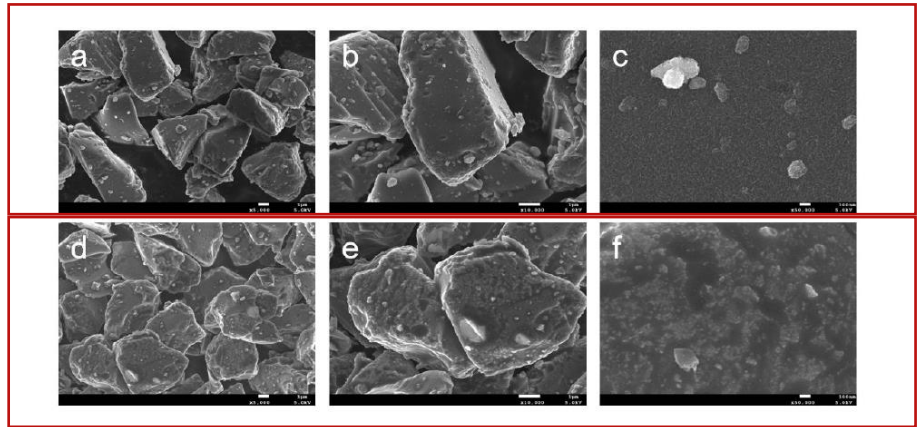
图：硅碳负极嵌入式结构



1.3 碳包覆添加量：天然→人造→硅基，碳包覆添加量从不足10%提升至20%

- ✓ 硅氧负极主流制备工艺为CVD法。硅氧负极材料是将纯硅和二氧化硅合成一氧化硅，形成硅氧负极材料前驱体，然后经粉碎、分级、表面处理、烧结、筛分、除磁等工序制备而成的负极材料。硅氧负极碳包覆工艺主要为热解法、湿磨法、化学气相沉积法以及高温热解法等，目前主流工艺为化学气相沉积法（CVD）。化学气相沉积法需要以氧化亚硅/纳米硅材料为核，这里的氧化亚硅一般是采用化学气相沉积法将2~10nm的硅颗粒以及碳源（主要为乙炔）均匀分布在SiO₂或纳米硅的基质中，形成碳包覆结构。相比高温热解法而言，CVD工艺得到的负极产品碳层均匀性更好同时呈现鳞片状态，具有一定的规则形态。
- ✓ 目前常规CVD包覆法温度一般低于1000℃，只能于颗粒表面沉积一层无定形碳，碳层疏松，包覆层对颗粒束缚能力相对较小。硅氧颗粒脱嵌锂时体积变化巨大，包覆层极易开裂，导致新的SEI膜形成，随着循环SEI膜逐渐增厚，从而引起锂电池产气严重、循环变差等结果。因此需要添加更多包覆材料缓解因脱嵌锂嵌锂体积变化导致的包覆层开裂。同时根据部分专利显示，以沥青为原料制备硅氧负极（研磨法）需要两次碳化包覆，第一次是在沥青和SiO制备得到前驱体后，进行碳化包覆形成复合中间体，第二次是在复合中间体研磨后，进行碳化包覆，最终得到碳包覆氧化亚硅复合负极材料。因此对于硅氧负极而言，需要更多的碳包覆材料实现产品的优良性能。

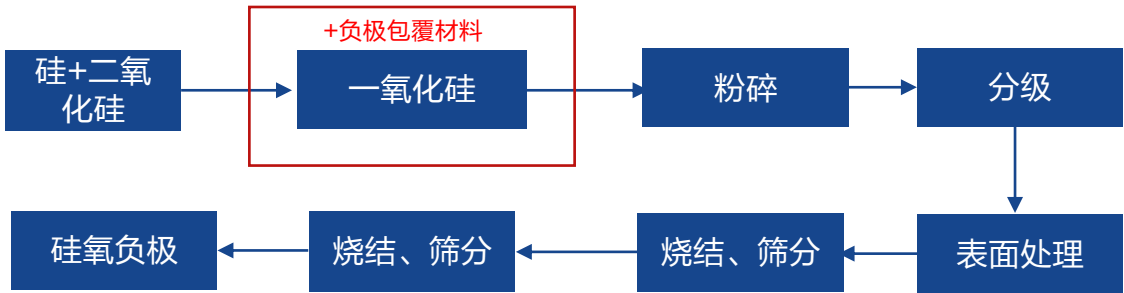
图：不同工艺硅氧负极产品对比



CVD工艺负极产品
扫描电镜图

热解法工艺负极产品
扫描电镜图

图：硅氧负极产品制备流程



1.4 市场空间：预计2025年行业规模为40亿元，2022年-2025年CAGR达32%

✓ 全球锂电池出货量的快速提升带动负极碳包覆材料需求提高。我们预计2025年全球锂电池出货量为1859GWh，假设单GWh锂电池负极需求为1300吨，对应全球负极材料出货量242万吨，其中硅基负极出货量为12万吨，石墨负极出货量230万吨。假设硅基负极碳包覆比例为20%，石墨负极碳包覆比例为11%，因此2025年全球负极碳包覆材料需求量为27.7万吨。根据2021年信德新材包覆材料单价，假设碳包覆材料单价为1.45万元/吨，因此2025年其市场空间为40亿元，2022年行业空间为17.3亿元，2022-2025CAGR达32%。

表：全球锂电池负极材料碳包覆材料市场空间测算

	单位	2020	2021	2022E	2023E	2024E	2025E
全球锂电池出货量	GWh	295	562	824	1110	1455	1859
yoy			91%	47%	35%	31%	28%
全球动力电池出货量	GWh	158	371	566	763	992	1270
yoy			135%	53%	35%	30%	28%
全球储能电池出货量	GWh	29	66	119	196	304	425
yoy			133%	80%	65%	55%	40%
全球消费电池出货量	GWh	108	125	139	150	157	162
yoy			16%	11%	8%	5%	3%
全球负极出货量	万吨	35	73	107	144	189	242
硅基负极渗透率		1.6%	1.5%	1.6%	1.8%	2.5%	5.0%
硅基负极出货量	万吨	0.6	1.1	1.7	2.6	4.7	12.1
石墨负极出货量	万吨	34.8	71.9	105.4	141.7	184.4	229.6
碳包覆需求量							
硅基负极碳包覆添加比例		20%	20%	20%	20%	20%	20%
石墨负极碳包覆添加比例		11%	11%	11%	11%	11%	11%
硅基负极碳包覆添加量	万吨	0.1	0.2	0.3	0.5	0.9	2.4
石墨负极碳包覆添加量	万吨	3.8	7.9	11.6	15.6	20.3	25.3
全球负极碳包覆材料需求量	万吨	3.9	8.1	11.9	16.1	21.2	27.7
碳包覆材料单价	万元/吨	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45
全球负极碳包覆材料市场空间	亿元	5.7	11.8	17.3	23.4	30.8	40.1

二、负极碳包覆行业：材料成本高占比，信德新材龙头优势明显

- 2.1 高温负极包覆材料行业壁垒更高，核心在于原材料和生产工艺
- 2.2 碳包覆产品材料成本占比最高，上游乙烯焦油一体化实现降本
- 2.3 信德新材行业龙头优势突出，产能规划量最大

2.1 高温负极包覆材料行业壁垒更高，核心在于原材料和生产工艺

□ 高温沥青行业壁垒更高，信德新材产品性能更优。在相同软化点下，采用石油基可纺沥青技术路线生产出的产品虽然结焦值略低、灰份含量略高，但隆淋不溶物含量远低于煤基可纺沥青产品，产品包覆效果更佳。在相同软化点下的产品，信德新材产品结焦值上限普遍较高，哇琳不溶物及灰分含量均较低，相应杂质含量少，包覆效果越佳。同时信德新材在相同软化点的负极包覆材料产品，其覆盖的结焦值范围更广，产品适用范围更广。整体看高温负极包覆材料包覆效果更好，行业壁垒更高，其壁垒核心在于原料选用和生产工艺之间的交联，过滤、气体熔融等步骤技术难度较大；目前做高温产品的厂家也在进入中低温产品，中低温产品相对壁垒更低，竞争关键在于规模化的生产成本、客户认证、产业链合作优势。

表：行业公司碳包覆产品对比

产品类型	产品规格（软化点，℃）	公司名称	技术路线	结焦值（%）	哇琳不溶物（%）	灰分（%）
低温负极包覆材料	150	辽宁信德新材料科技股份有限公司	石油基可纺沥青	35.0≤结焦值≤49.9	≤0.5	≤0.08
		辽宁鸿宇碳素石墨材料有限公司	石油基可纺沥青	39.0≤结焦值	≤1	≤0.1
		辽宁润兴新材料有限公司	石油基可纺沥青	43.0≤结焦值≤53.0	≤1	≤0.1
		济宁碳素集团有限公司	煤基可纺沥青	未披露	未披露	未披露
中温负极包覆材料	180	辽宁信德新材料科技股份有限公司	石油基可纺沥青	50.0≤结焦值≤62.0	≤0.5	≤0.08
		辽宁鸿宇碳素石墨材料有限公司	石油基可纺沥青	49.0≤结焦值	≤1	≤0.1
		辽宁润兴新材料有限公司	石油基可纺沥青	50.0≤结焦值≤60.0	≤1	≤0.1
		济宁碳素集团有限公司	煤基可纺沥青	未披露	未披露	未披露
	200	辽宁信德新材料科技股份有限公司	石油基可纺沥青	52.0≤结焦值≤63.0	≤0.5	≤0.08
		辽宁鸿宇碳素石墨材料有限公司	石油基可纺沥青	53.0 < 结焦值	≤1	≤0.1
		辽宁润兴新材料有限公司	石油基可纺沥青	57.0≤结焦值≤67.0	未披露	未披露
		济宁碳素集团有限公司	煤基可纺沥青	未披露	未披露	未披露
中高温负极包覆材料	250	辽宁信德新材料科技股份有限公司	石油基可纺沥青	63.1≤结焦值≤73.9	≤0.5	≤0.08
		辽宁鸿宇碳素石墨材料有限公司	石油基可纺沥青	68.0 < 结焦值	≤1	≤0.1
		辽宁润兴新材料有限公司	石油基可纺沥青	70.0≤结焦值≤80.0	未披露	未披露
		济宁碳素集团有限公司	煤基可纺沥青	未披露	未披露	未披露
高温负极包覆材料	280	辽宁信德新材料科技股份有限公司	石油基可纺沥青	74.0≤结焦值≤80.0	≤0.5	≤0.08
		辽宁鸿宇碳素石墨材料有限公司	石油基可纺沥青	75.0 < 结焦值	≤1	≤0.1
		辽宁润兴新材料有限公司	石油基可纺沥青	75.0≤结焦值	≤1	≤0.1
		济宁碳素集团有限公司	煤基可纺沥青	80.0≤结焦值	≥27	< 0.03

2.1 专利分析：工艺优化降低杂质含量，通过乙烯焦油生产降本

- 制备工艺对比：**目前碳负极包覆材料主要制备方法为固相包覆、液相包覆、气相包覆法。固相包覆指通过固相碳源进行包覆，液相包覆指用含碳量比较高的有机物通过喷雾干燥进行包覆，气相包覆指通过乙炔甲烷等用CVD法，回转窑作为设备载体进行包覆。从专利看，辽宁奥亿达专利主要为液相包覆，新疆中碳、信德新材等公司专利主要为固相包覆。尽管液相、气相包覆效果效果更好，但是由于其成本较高，目前行业内以固相包覆工艺为主。同时信德新材作为行业龙头，负极包覆材料相关专利数量最多，专利内容主要集中在生产设备和制备工艺上，通过设备和工艺优化实现产品高品质。
- 制备工艺优化：**根据信德新材专利，其高品质包覆材料制备以乙烯裂解焦油为原材料，依次经过一次蒸馏、一次聚合、空气氧化、二次蒸馏和二次聚合，在第一次聚合反应和氧化反应后增加中间物的碳含量和结焦值，大大减少第二次聚合反应的时间，降低产品杂质含量。根据新疆中碳专利，需要将原料乙烯焦油预热、通过精馏（得到软化点小于200℃的沥青）、蒸馏（得到软化点大于250℃的沥青）、熔融过滤最后造粒存储得到包覆产品。该工艺实现了单釜作业和连续化生产，解决了现有锂离子电池负极包覆材料生产工艺复杂、成本高、喹啉不溶物含量高、灰分含量高的问题。整体看行业内公司主要从工艺出发，解决产品生产过程的交联问题，实现连续化生产；同时都采用乙烯焦油作为原料，进一步降低材料成本。

表：负极包覆材料行业公司专利数量对比

公司名称	专利数量		与负极包覆材料相关专利数量	
	发明专利	实用新型专利	发明专利	实用新型专利
信德新材	5	69	3	59
大连明强	0	0	0	0
辽宁奥亿达	4	5	2	0
新疆中碳	1	16	1	16
辽宁润兴	0	6	0	6
辽宁鸿宇	0	4	0	4

表：负极包覆材料行业主要公司专利对比

专利名称	公司名称	申请时间	申请公布号	主要工艺
一种锂离子电池负极包覆材料的连续化生产方法	新疆中碳	2020.11.24	CN 112592734 A	固相包覆法
一种锂离子电池碳负极的制备方法	辽宁奥亿达	2022.02.22	CN 113097489 A	液相包覆法
一种碳纤维可纺沥青及其制备方法和应用	信德新材	2020.08.14	CN 111925818 A	固相包覆法

2.1 专利分析：信德新材通过设备自主研发实现产品高性能

□ 从专利看，信德新材主要通过设备研发实现包覆材料的性能提升。1) 提升产品收率以及降低成本：通过烟气管道、水浴加热装置设计实现产品的均匀性以及工艺灵活性、通过自动液压取样等装置实现成本降低。2) 提升产品品质稳定性：通过磁棒检测防夹装置、反应釜即时取样器等高效检测磁性物质，相对传统工艺更加省时省力。3) 产品软化点控制：通过软化点测定仪测定产品技术参数，同时利用水流量控制设备、换热设备以及破碎机等实现降温、提升生产效率。公司目前在研设备及工艺专利涉及天然石墨、人造石墨、硅基负极等产品，技术研发较为全面。

表：信德新材中高温负极包覆材料专利情况

相关研发项目	是否为核心技术	对应产品规格	产品性能提升情况	形成的专利成果	
				专利名称	专利号
XD-260锂电池硅碳负极粘结剂及工艺设备的研制	否（阶段性完成）	中高温负极包覆材料（260度软化点）	XD-260产品提高了下游负极材料的产品收率；可使下游硅氧材料或纳米硅材料包覆的均匀性提高，提高了循环寿命	可纺沥青烟气管道环保简易拆装结构	ZL202120847263.1
				锂电池包覆材料磁性物质检测前处理水浴加热装置	ZL202120808852.9
AS-9锂电池石墨负极颗粒表面修复材料及工艺设备的研制	否（阶段性完成）	高温负极包覆材料（280度软化点）	AS-9产品提高了下游负极材料的产品收率；降低杂质含量，提升负极材料安全性、循环性寿命；改善了负极材料的动力学性能并提高了负极材料的高低温性能	可纺沥青电机吊装用挂绳器	ZL202120861467.0
				可纺沥青生产过程取样自动液压制样器	ZL202120810875.3
AS-G锂电池硅碳负极颗粒表面束缚材料及工艺设备的研制	是（阶段性完成）	中高温负极包覆材料（250度软化点）	提高了AS-G产品技术指标的一致性，使得下游客户的负极材料品质稳定性提高；降低磁性物质含量，提高了锂离子电池的安全性；提高了硅碳负极材料的循环性能和倍率性能	可纺沥青过滤器磁棒检测防夹装置	ZL202120808814.3
				锂电池包覆材料可纺沥青反应釜即时取样器	ZL202120810902.7
X-7特种锂电池负极包覆材料工艺及自动进料设备的研制	是	高温负极包覆材料（280度软化点）	X-7产品可用于制备高储能容量和循环性能更好的硅基负极材料，提高了下游负极材料的稳定性，以及负极材料纯度	一种锂电负极包覆材料软化点测定	ZL201821848917.7
				一种异物去除装置	ZL201821925517.1
				一种碳纤维沥青异物监测仪	ZL201821934532.2
				一种碳纤维可纺沥青及其制备方法和应用	ZL202010820015.8
T-1高碳质锂电池负极包覆材料工艺及反应设备的研制	是	高温负极包覆材料（280度软化点）	T-1产品提高了负极包覆材料核心指标的控制精度，提高了下游负极材料稳定性；拓宽下游负极材料工艺区间，使得高性能负极材料更易制得	一种循环水流量控制分配系统	ZL201821925511.4
				沥青专用换热设备	ZL201821925519.0
				一种片状物料震荡破碎机	ZL201821927520.7
				一种碳纤维可纺沥青及其制备方法和应用	ZL202010820015.8

2.1 专利分析：新疆中碳设备专利覆盖生产全流程

从新疆中碳设备专利看，其设备设计基本覆盖生产全流程，主要目的是实现成熟化的低成本工艺+可控的高品质产品。1) 产品品质提升：通过除磁设备减少磁性物质，减少杂质产生；同时通过减少沥青反混提高沥青质量。2) 生产效率提高：通过搅拌、研磨、储存、原料进料、分离、导热等生产装置的重新设计，实现生产效率的提高。3) 生产成本降低：通过对污水、余热的重新有效利用，实现综合生产成本的降低。

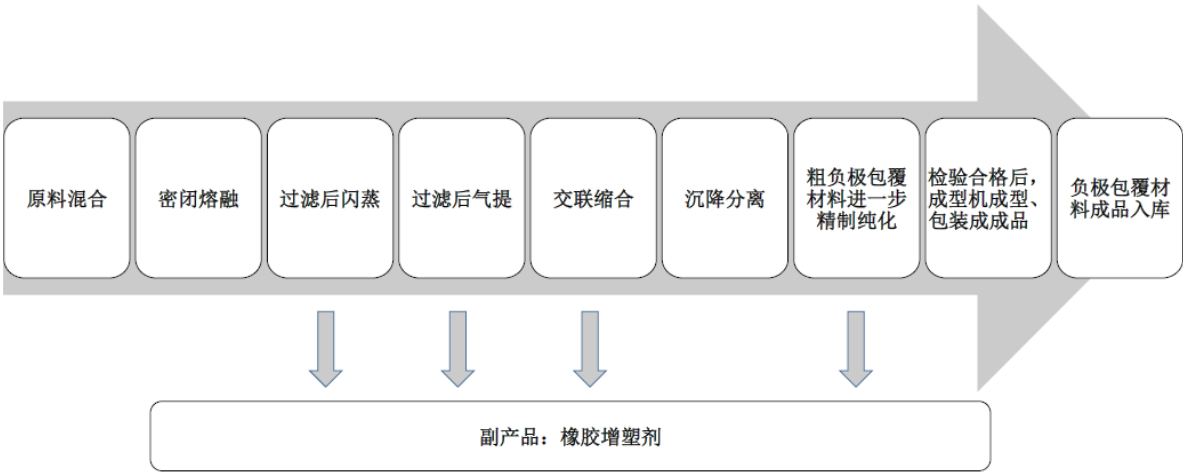
表：新疆中碳包覆材料生产设备专利情况（截至2022年12月）

专利名称	申请日	授权公告号	主要内容
一种微波加热一体式反应釜	2014.03.21	CN 203816620 U	反应过程中能够对高温状态下的温度进行控制，大大减少反应时间，减少釜壁结焦的现象发生
一种真空系统冷凝物排出装置	2014.03.24	CN 203816588 U	将真空系统内的冷凝物排除，避免真空系统管道堵塞
沥青用真空缓冲罐	2014.03.20	CN 203819802 U	防止轻组分在真空机组凝结，清理方便快捷，使用方便可靠
沥青内置加热反应釜	2014.03.20	CN 203816608 U	解决沥青搅拌加热反应过程中沥青返混的现象，大大提高了沥青的质量
用于高软化点沥青的分离装置	2014.03.24	CN 203820710 U	最大可能的分离出轻组分，得到重组分，大大提高了企业的生产效率
一种两段式搅拌装置	2014.03.21	CN 203816539 U	保证传质传热效果下，减少了返混现象
沥青生产用冷凝装置	2022.03.22	CN 216954111 U	对喷淋后的污水进行处理，并输送至喷淋机构继续使用，从而提高水的利用率，进而降低尾气冷凝净化的成本
一种用于清除乙烯焦油中磁性物质的除磁箱	2021.08.23	CN 215612321 U	有效地对乙烯焦油中磁性物质进行清除，使生产出的高软化点包覆沥青中的磁性物质含量减到最小，除磁效果好
沥青熔化罐	2022.03.22	CN 216972437 U	对尾气中的余热进行利用，一方面可以对熔化罐本体进行保温，另一方面还可以节约能源，减少能源的浪费
沥青生产用余热利用设备	2022.03.31	CN 216808700 U	对储存的沥青进行保温，防止储存的沥青由于温度降低而导致流动性降低情况，这样降低了沥青生产过程中的热量浪费，降低了生产成本
沥青生产用导热油炉	2022.03.31	CN 216897831 U	沥青的受热更加均匀，提高了加热效率，同时避免了油管被沥青粘附，难以清理的情况
一种用于清除乙烯焦油油罐及管道中残留磁性物质的装置	2021.08.23	CN 215586772 U	防止乙烯焦油温度过低而凝固，提高了除磁效率，改善了除磁效果
沥青生产用搅拌装置	2022.03.31	CN 217248330 U	周期性的将搅拌塔底部的沥青翻动，进而避免沥青粘附在搅拌塔的底部
沥青生产用研磨设备	2022.03.22	CN 216964771 U	间歇性的控制送料输送线向研磨单元输送原料，从而避免原料堆积降低研磨效率
沥青生产用储存设备	2022.03.31	CN 217049977 U	将粘附在储存塔侧壁上的沥青刮除，使沥青掉落，并跟随下方的沥青一同从出料口处排出，防止沥青在堆积在储存塔的侧壁上
沥青生产用原料进料装置	2022.03.31	CN 216862744 U	通过打散机构将结块成团的原料打散，使后续筛分原料的效率提高

2.2 碳包覆产品材料成本占比最高，上游乙烯焦油一体化实现降本

- ❑ **信德新材碳包覆材料制备工艺流程：**由原料混合器在常温密闭下搅拌混合，并在密闭条件下，将原料熔融，经过滤器过滤，进入反应釜，进行闪蒸，提炼出的非目标产物组分经换热器冷却，收集得副产品橡胶增塑剂；经过闪蒸后的物料由泵转入过滤器过滤后进入反应釜进行气提，气提后的物料经交联缩合及沉降分离后得到粗负极包覆材料，气提出的非目标产物组分经换热器冷却得到副产品橡胶增塑剂。粗负极包覆材料经进一步精制纯化并检验合格后成型进入成品料仓，最后将料仓中成品负极包覆材料包装入库。
- ❑ **沥青包覆材料主要原料为古马隆树脂，可通过采购乙烯焦油外包加工模式降本。**以信德新材为例，其碳包覆材料主要原材料为古马隆树脂，2021年公司古马隆树脂采购平均单价为3432.67元/吨；从公司负极包覆材料业务成本看，材料成本占比70%+，因此材料降本是公司的发展诉求。由于古马隆树脂可由乙烯焦油制备，1单位乙烯焦油可分解为0.6单位的古马隆树脂以及0.4单位的裂解萘馏分；因此公司采购乙烯焦油，通过代加工方式实现上游一体化。

图：信德新材包覆材料制备工艺



表：信德新材包覆材料业务成本拆分

单位：万元	2021年度		2020年度		2019年度	
	金额	占比	金额	占比	金额	占比
直接材料	13,032.15	73.23%	7,672.31	71.14%	6,373.88	80.32%
委托加工费	654.64	3.68%	-	-	-	-
直接人工	617.53	3.47%	346.3	3.21%	377.9	4.76%
制造费用	2,169.09	12.19%	1,737.06	16.11%	1,184.10	14.92%
运费	1,322.45	7.43%	1,028.70	9.54%	-	-
合计	17,795.86	100.00%	10,784.36	100.00%	7,935.88	100.00%

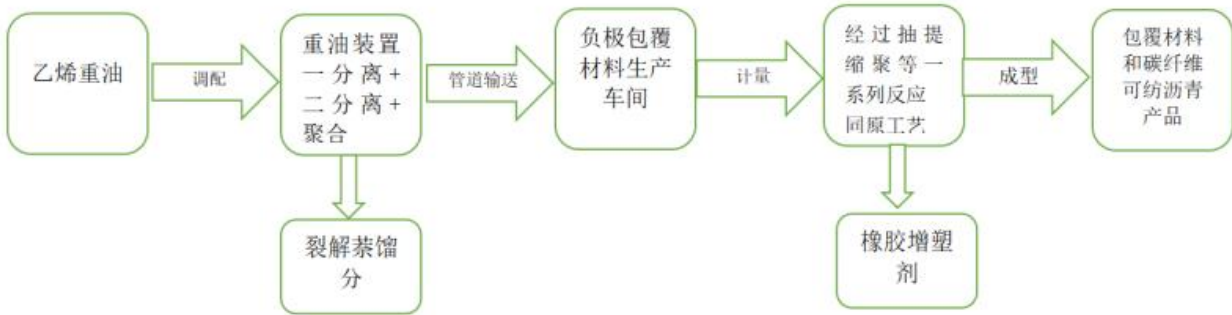
2.2 成本拆分：上游一体化后单吨净利润提升17%

信德新材上游一体化可实现产品单吨净利提高17%。信德新材募投年产3万吨碳材料产业化升级项目，主要采用乙烯焦油制备负极包覆材料实现上游一体化实现成本降低。与传统工艺相比，除了生产工艺的前段有所区别外，自负极包覆材料生产车间之后的生产工艺基本一致。根据信德新材2021年的数据，公司产品平均单价为14541元/吨，单吨毛利为6713元，单吨净利为5278元。如果公司所有产品工艺均使用募投项目工艺，由于使用乙烯焦油作为原料，对应古马隆树脂的监测、投料费用降低，因此假设其单位人工降低30%，单位运费降低300元。根据公司披露的天然气以及电力消耗量，可得目前公司单吨能耗费用为539元，新工艺由于缺少树脂环节，预计能耗大幅降低，假设其降低幅度为60%，其他制造费用假设降低10%，对应单吨综合制造费用降低38%。因此根据以上假设，预计公司全面一体化后，单吨毛利可提升14%，单吨净利可提升17%。目前公司采用乙烯焦油代工模式，通过乙烯焦油副产品对冲树脂价格波动风险，但是该模式对于公司单吨盈利提升幅度较小；随着公司新募投项目的产能释放，预计将实现单吨净利的快速提高。

表：信德新材包覆材料现有产品与一体化后产品单吨盈利对比（单位：元/吨）

原材料为古马隆树脂	2021年	原材料为乙烯焦油	2021年	变动幅度
平均单价	14541.41	平均单价	14541.41	0.00%
单位材料	5732.49	单位材料	5848.86	2.03%
单位委托加工费	287.96	单位委托加工费	0.00	-100.00%
单位人工	271.64	单位人工	190.15	-30.00%
单位制造费用	954.13	单位制造费用	589.15	-38.25%
单位运费	581.71	单位运费	281.71	-51.57%
单吨毛利	6713.48	单吨毛利	7631.54	13.67%
单吨净利	5278.47	单吨净利	6196.53	17.39%

图：信德新材乙烯重油制备负极包覆材料流程



2.3 信德新材行业龙头优势突出，产能规划量最大

- 目前碳包覆材料行业规划产能为19.4万吨，2021年行业产能为6.9万吨，预计2023年达到12.5万吨。由于碳包覆材料行业规模较小，客户导入周期较长等因素，因此国内相关厂家数量较少。从产能看，目前国内信德新材，新疆中碳，大连明强等产能相对较高，分别为2.5/1.0/0.5万吨。目前信德新材、辽宁奥亿达、辽宁鸿宇、辽宁润兴、大连中天在未来有进一步的产能新建以及释放计划，行业整体处于积极扩产阶段。
- 竞争格局：信德新材行业龙头地位优势突出。**根据信德新材招股书，从销售量看，2020年公司在负极包覆材料行业的市场占有率在 27%-39%之间，为行业领先企业。从供给侧看，2021年公司产能在行业中占比为36.2%，2023年产能市占率预计为37%，因此供需两个角度看信德新材为行业龙头。除信德新材外，其他国内公司均为非上市公司，收入数据较难获得。因此从供给角度判断，2021年新疆中碳、辽宁润兴为行业头部企业，随着辽宁奥亿达的规划产能释放，2023年辽宁奥亿达市占率也将大幅提升。相较其他公司，信德新材客户、成本、技术优势更加突出，预计未来将持续保持龙头地位。

表：2021-2023年国内包覆材料产能及市占率预测

单位：吨	规划产能	2021A	2022E	2023E	2021年产能市占率	2022年产能市占率	2023年产能市占率	技术路线
信德新材	55,000	25,000	28,750	46,250	36.2%	32.8%	37.0%	石油基可纺沥青
大连明强	5,000	5,000	5,000	5,000	7.2%	5.7%	4.0%	石油基可纺沥青
新疆中碳	10,000	10,000	10,000	10,000	14.5%	11.4%	8.0%	石油基可纺沥青
辽宁奥亿达	25,000	5,000	10,000	20,000	7.2%	11.4%	16.0%	石油基可纺沥青
辽宁鸿宇	13,000	3,000	3,000	6,750	4.3%	3.4%	5.4%	石油基可纺沥青
宝化万辰	5,000	5,000	5,000	5,000	7.2%	5.7%	4.0%	煤基可纺沥青
济宁碳素	1,000	1,000	1,000	1,000	1.4%	1.1%	0.8%	煤基可纺沥青
辽宁润兴	25,000	10,000	20,000	25,000	14.5%	22.8%	20.0%	石油基可纺沥青
德国吕特格	5,000	5,000	5,000	5,000	7.2%	5.7%	4.0%	煤基/石油基可纺沥青
大连中天	50,000	0	0	1,000	0.0%	0.0%	0.8%	石油基可纺沥青
产能合计	194,000	69,000	87,750	125,000	100.0%	100.0%	100.0%	

三、沥青基碳纤维：高行业壁垒，国内仍处于产业发展初期

- 3.1 产品概况：热导率和模量相对PAN碳纤维更高，目前国内处于产业发展初期
- 3.2 制备工艺：加工工艺复杂，高性能产品制备核心在于沥青调制，材料+制造成本占比较高
- 3.3 发展情况：国外公司主导，2021年全球沥青基碳纤维市场空间预计为25亿元
- 3.4 信德新材：从上游向下游扩展，沥青基碳纤维产品先发布局民用方向

3.1 沥青基碳纤维概况：热导率和模量更高，目前国内处于产业发展初期

- ❑ 碳纤维是一种含碳量在90%以上的碳主链结构无机纤维，通过高温分解法去除除碳以外绝大多数元素，由有机纤维（聚丙烯腈基（PAN）、沥青基、粘胶基纤维等）在1000℃高温以上的惰性气体中裂解碳化制成，其中全球90%以上的碳纤维是由PAN制成。碳纤维具有出色的力学性能和化学稳定性，强度强度约为钢的10倍）、模量高、密度小（密度为钢的1/5、铝合金的1/2）造就其轻量化的特点。除此之外，碳纤维还具备耐腐蚀、耐疲劳、热膨胀系数小、耐高温、电及热导性高等特点。碳纤维按照原丝类型可分为三类：
- ✓ **沥青基碳纤维**：以沥青为原料，提高沥青的使用价值，尺寸稳定性好。沥青基碳纤维与氰酸酯树脂制成的复合材料热膨胀系数小，可以用作人造卫星材料或其他精密材料；
- ✓ **粘胶基碳纤维**：由含纤维素的粘胶纤维组成，石墨化程度低、导热系数小，适合作为隔热材料；
- ✓ **聚丙烯腈基碳纤维**：以聚丙烯腈（PAN）为原料，是所有碳纤维中用途广、用量大、性能好的品种。聚丙烯腈碳纤维占据主流地位。
- ❑ 沥青基碳纤维是指以沥青等富含稠环芳烃的物质为原料，通过聚合、纺丝、不熔化、碳化处理制备的一类碳纤维，按其性能的差异又分为通用级沥青碳纤维和高性能沥青碳纤维，前者由各向同性沥青制备，又称各向同性沥青级碳纤维，后者由中间相沥青出发制备，故又称为中间相沥青级碳纤维。从性能上看，沥青基碳纤维相比PAN基碳纤维热膨胀系数低、碳化收率高、耐冲击性能好、热导率高，但是其强度低于PAN基碳纤维。同时从制备工艺上看，沥青基碳纤维产品核心设备部分仍需进口，同时原材料可纺沥青目前国内仍处于技术突破期，还没有实现技术的全面突破，形成大规模的量产能力。以上条件限制了沥青基碳纤维在我国的应用与发展，随着沥青基碳纤维强度提高以及规模化能力起来以后，未来其应用空间有望快速打开。

表：沥青基碳纤维与PAN基碳纤维产品性能对比

碳纤维类型	拉伸强度（GPa）	断裂伸长率（%）	拉伸模量（GPa）	碳化收率	热膨胀系数（k）
PAN基碳纤维	2.5-7	0.6-2.5	250-400	50%	-1.1×10 ⁻⁶
沥青基碳纤维	1.5-3.5	0.3-1.9	200-800	>70%	-1.5×10 ⁻⁶

3.2 沥青基碳纤维制备工艺复杂

- ❑ PAN基碳纤维制备整体上与沥青基碳纤维制备相近，两者最大区别在于沥青基碳纤维尽管原料来源广泛，但是由于需要进行沥青调制才可以进行纺丝处理，因此需要特定沥青调制工艺。目前国内纤维可纺沥青生产商产品多用于生产壁垒较低的通用型碳纤维，因此中间相沥青纤维原材料在国内存在较大空白，相关负极包覆材料公司如信德新材等开始布局该类产品。
- ❑ 沥青基碳纤维制备工艺主要包括可纺沥青的调制、熔融纺丝、预氧化、碳化及石墨化四步工序，以下工艺以高性能沥青基碳纤维为例：
 - ✓ **可纺沥青的调制**：沥青调制是其制备的关键步骤，要求其中间相沥青具有高度各向异性同时具有良好纺丝性。
 - ✓ **熔融纺丝**：沥青基碳纤维纺丝过程是初始纤维制备过程，是制备高性能碳纤维的重要基础。纺丝工艺的好坏可以直接决定碳纤维的性能。沥青纺丝通常方法有氮压式熔融纺丝和螺杆挤压式熔融纺丝。熔融纺丝过程中，影响中间相沥青液晶分子排列的主要因素有纺丝温度、喷丝头的形状及长径比、纺丝压力、卷绕筒速度。
 - ✓ **预氧化**：预氧化反应中羰基和苯氧基的相互交联作用有效提高了碳纤维的软化点，欲提高碳纤维的性能，应调整预氧化反应条件使沥青纤维充分预氧化。预氧化温度、纤维与氧气的接触时间是影响该工艺的关键因素。
 - ✓ **碳化及石墨化**：碳化是在 1800 °C 以下进行，石墨化则是在 2000~3000 °C 高温下进行，该步工艺可以有效提高碳纤维的力学性能。碳化最终使沥青纤维中碳元素含量增加，形成大片层排列的乱层石墨结构。石墨化过程是为了促使碳纤维石墨网层进一步完善，提高纤维综合性能。

图：PAN基碳纤维制备工艺



图：煤沥青基碳纤维制备工艺



3.2 高性能沥青碳基纤维制备更难，核心环节在于沥青调制

通用级碳纤维相对制备工艺更加成熟，而高性能沥青碳基纤维制备更加复杂，核心工艺技术被海外企业掌握。目前日本和美国掌握了成熟的中间相沥青制备技术，日本的高纯可纺萘基中间相沥青和美国的石油基可纺中间相沥青均处于世界领先地位，我国现有中间相沥青大规模制备工艺得到的产品品质相对国外仍有差距。同时国内熔融纺丝工艺目前仍处于实验室阶段，距离低成本的规模化生产工艺还有一定时间。

表：通用级和高性能基碳纤维制备工艺对比

沥青基碳纤维类型	可纺沥青的调制	熔融纺丝	预氧化处理	炭化及石墨化
通用级沥青基碳纤维	各向同性沥青的制备方法包括减压搅拌热缩聚法、刮膜蒸发器法、空气鼓入氧化法、硫化法等。制备本质是在热解反应过程中，体系发生脱氢、交联、缩合等反应，除去沥青中的轻组分，形成高软化点缩合物，同时抑制各向异性结构的产生	技术已经比较成熟，主要包括离心法、挤压式纺丝法和喷吹法，目前离心纺丝和挤压式法纺丝在日本吴羽化学公司和大版瓦斯化学公司等早已实现了产业化国内主要以离心纺丝为主	增大通氧量可以有效抑制纤维粘结，促进纤维充分氧化。对苯二酚的加入可以使沥青纤维在较为缓和的条件(较低温度和较短时间)下充分预氧化，进而提高了碳纤维的性能	各向同性沥青纤维属于难石墨化碳，一般只进行炭化处理，其炭化过程是指沥青纤维在 1800 °C 以下发生脱氢、脱甲烷、缩聚以及交联等反应，分子进一步缩聚，纤维碳含量提高，单丝的拉伸强度增强，进而使得沥青纤维的力学性能提高
高性能沥青基碳纤维	制备关键在于可纺性中间相沥青的制备，要求中间相沥青即具有高度各向异性，又具有良好的纺丝性，因此，必须选择合适的中间相沥青制备方法。中间相沥青制备的本质是在热解过程中，体系发生裂解、脱氢、缩合等一系列反应，形成相对分子质量在 370~2000 之间的具有各向异性结构的向列型液晶物质	相对各向同性沥青，中间相沥青的纺丝温度高，且易氧化，拉伸细化过程中易断裂，因此，需要优化纺丝工艺条件。中间相沥青在熔融纺丝过程中形成的纤维结构对最终碳纤维的性能起到决定性作用，影响熔纺纤维结构的因素包括纺丝温度、压力、拉伸速率、滤网结构、模口尺寸等	衡量中间相沥青纤维预氧化程度的重要指标是氧化增重量，影响氧化增重过程的因素主要包括氧化剂种类、升温速率、氧化终温、恒温时间、纤维直径等	中间相沥青纤维属于易石墨化碳，其炭化过程与各向同性沥青纤维的炭化是相似的，石墨化一般用于中间相沥青基碳纤维的制备。影响中间相沥青基碳纤维力学性能的关键因素是其微晶结构取向度和微晶尺寸。在石墨化过程中，随着温度升高，中间相沥青纤维的无序微晶结构逐步转变为取向度高的有序石墨结构，分子层间距减小，分子堆积高度和相对分子尺寸增大，晶格缺陷减少，表现为碳纤维的力学性能提高

3.2 中间相沥青基碳纤维主要成本为直接材料+制造成本

我们根据辽宁诺科的环评数据，测算其产品的单吨成本及毛利。目前中间相碳纤维主要材料为中间相沥青以及碳酸氢钠、聚乙烯醇，假设中间相沥青单吨价格100万元，沥青与产成品投入产出比为27：20，其材料单吨成本为135万元，占比58%。假设人员月工资6000元，总人员36人，单位人工成本为13万元/吨；能耗主要为水、电、氩气、氮气，根据测算单位能耗成本为27.4万元/吨，占比12%。折旧按照设备折旧期10年，单位折旧成本为57.1万元/吨，占比25%。相较PAN基相关产品，其材料成本占比更高，主要由于中间相沥青制备复杂，国内产量较低。同时沥青基碳纤维核心设备功率较高，因此其能耗成本较大。我们假设中间相碳纤维单价为1000万元/吨，其毛利率可达到77%，高于目前光威复材的碳纤维产品毛利率70%，所以中间相沥青基碳纤维价值量相对盈利能力更高。

表：辽宁诺科中间相沥青基碳纤维单条产线所需核心设备

工艺	设备	数量	功率
纺丝工艺	螺杆式熔融纺丝机	1套	55kw
氧化工艺	氧化炉	2台	225kw
碳化工艺	低温碳化炉、高温碳化炉	各1台	95kw、180kw
石墨化工艺	石墨化炉	1台	380kw

表：中间相沥青基碳纤维成本构成及毛利情况

中间相沥青基碳纤维	单位	数值	成本占比
材料成本	万元/吨	135.0	58.09%
能耗成本	万元/吨	27.4	11.79%
人工成本	万元/吨	13.0	5.58%
折旧成本	万元/吨	57.1	24.55%
毛利	万元/吨	767.6	
毛利率	%	76.76%	

表：光威复材碳纤维及织物产品成本构成及毛利情况

碳纤维及织物	单位	数值	成本占比
直接材料	万元/吨	4.2	20.23%
直接人工	万元/吨	2.8	13.30%
制造费用	万元/吨	13.9	66.47%
毛利	万元/吨	48.8	
毛利率	%	70.05%	

3.3 沥青碳纤维国外主导，国内公司积极布局研发

根据信德新材招股书，沥青基碳纤维主要生产厂商为日本厂商，如日本吴羽（Kureha）化学工业株式会社、日本东丽（Toray）株式会社、三菱树脂株式会社等，国内碳纤维生产厂商主要为鞍山赛诺达碳纤维有限公司等公司，但国内外厂商产能基本都在百吨级别，产能规模较小，且极为分散，下游需求暂不稳定。从产能看，湖南东邦以及鞍山赛诺达产能最高，年产能突破百吨，其他公司产能布局较小。从各家产品类型看，高性能沥青纤维是大多数公司在研或者已经推出的产品，主要因为其相对价值更高，应用广泛。从公司类型看，部分公司如辽宁诺科，掌握沥青碳纤维全流程工艺，拥有完全自主产权，而像信德新材等公司过去主要做可纺沥青，为沥青碳纤维上游，目前通过上游材料优势进军下游市场。整体看国内公司沥青碳纤维实现规模化出货较少，对标国外公司，技术和产能、成本差距较大。随着产业技术突破以及下游应用的快速推进，预计行业未来将迎来较快成长。

表：国内沥青碳纤维主要公司情况

公司名称	主要产品及发展情况	截至2022年底产能（吨/年）
辽宁诺科	中间相沥青基碳纤维，包括连续纤维、研磨碳纤维、短切碳纤维	20
湖南东邦	沥青基碳纤维短切纤维、短纤、固化毡筒、无纺网毡、无纺针刺软毡、针刺复合毡、针刺固化毡	500
天策科技	高碳系列、高模系列、高导热系列等系列产品，开发短切纤维、预浸料、树脂基复材以及碳/碳、碳陶复材等下游应用	60
湖南东映	中间相沥青纤维	20
鞍山赛诺达	通用沥青纤维、中间相沥青纤维	200
宝武碳业	在研通用沥青纤维、中间相沥青纤维	-
信德新材	在研中间相沥青纤维、沥青基碳纤维毡、沥青基碳纤维膜	-
先能科创	中间相沥青基碳纤维中试成功	-
辽宁奥亿达	沥青基碳纤维软毡、硬质沥青基碳纤维隔热材料	-
济宁碳素	通用沥青纤维、中间相沥青纤维	20

3.3 2021年全球沥青基碳纤维市场空间预计为25亿元

- **沥青基碳纤维目前应用场景较少，主要可用在军事及航空航天领域。**根据赛奥碳纤维技术的数据，2021年国内中国碳纤维的总需求为62,379吨，对比2020年的48,851吨，同比+27.7%。其中风电叶片、体育休闲、碳碳复材、压力容器是目前国内主要的碳纤维应用领域。而沥青基碳纤维由于成本较高、强度较低、制备复杂等原因目前在国内应用较少。其中中间相沥青基碳纤维具有超高模量、超高导热及导电性的性能，可应用在航空航天、火箭喷嘴、飞行器高刚度面板、飞行器电磁屏蔽防护系统等重要部位；也可用于机器人手臂、电子产品热管理、LED热管理等领域。而通用级沥青基碳纤维由于技术更加成熟，成本相对更低，主要应用在民用领域居多，如高尔夫球杆、钓鱼竿、自行车架、球拍等，以及可以与其他材料复合制作成建筑材料。根据信德新材招股书，2021年国内沥青基碳纤维市场空间为6.4亿元，市场仍处于发展初期。
- **据测算2021年全球沥青基碳纤维行业规模为25亿元。**我们假设其主要应用在军用飞机以及航天市场，价值量分别为10000、15000元/kg，渗透率为7%/9%，预计对应行业规模为18.2/4.1亿元，该部分市场主要使用的是中间相即高性能沥青碳基纤维。除此以外，碳碳复材以及电子电气领域同样需要应用高性能碳基纤维，对应规模为0.5/0.1亿元。而民用市场主要为通用级沥青基碳纤维，对应下游应用主要是体育器材以及建筑材料，预计对应市场规模1.6/0.3亿元。未来随着行业工艺成熟、成本降低、下游场景不断拓展到更多民用领域如电池电极、汽车复材等，行业规模将进一步提高。

表：2021年全球沥青基碳纤维市场空间测算

	碳纤维需求量（吨）	沥青基碳纤维渗透率	沥青基碳纤维需求量（吨）	单价（元/kg）	市场空间（亿元）	沥青基碳纤维类型
军用飞机	2600	7%	182	10000	18.20	高性能
航天市场	300	9%	27	15000	4.05	高性能
高尔夫球杆	4100	5%	205	200	0.41	通用级
钓鱼竿	6500	5%	325	200	0.65	通用级
自行车	3600	5%	180	200	0.36	通用级
球拍	2100	5%	105	200	0.21	通用级
碳碳复材	8500	2%	128	400	0.51	高性能
电子电气	2000	2%	30	400	0.12	高性能
建筑材料	4200	3%	126	200	0.25	通用级
合计	33900		1308		24.76	

资料来源：《从国产碳纤维的处境谈碳纤维“全产业链”——五论国产碳纤维产业化之路》沈真，赛奥碳纤维技术，国海证券研究所

3.4 信德新材：沥青基碳纤维产品先发布局民用方向

- 公司沥青基碳纤维产品：目前公司生产的负极包覆材料不仅可以作为包覆剂和粘结剂用于锂电池负极材料的生产加工，还可以通过专有工艺制成碳纤维可纺沥青，经过纺丝、碳化等生产工艺处理后，得到沥青基碳纤维产品，公司子公司大连信德新材料主要负责该业务。公司2021年碳纤维可纺沥青销售额48.67万元，市占率1%以下，未来仍有较大提升空间。公司2020年底碳纤维可纺沥青产能5000吨，募投项目规划6677吨产能。
- 研究进展及布局：根据公司招股书，2022年公司主要将沥青基碳纤维应用在储能电池，通过合作研发活动已经取得“一种纸基全钒液流电池电极材料及其制备和应用”和“一种纳米碳纤维和金属复合电极及其应用”两项发明专利授权，是公司为储能电池用沥青基碳纤维毡项目储备的技术。目前公司已开发产品主要未XD-800可纺中间项沥青以及沥青基碳纤维工艺级设备，分别覆盖沥青基碳纤维上下游。

表：信德新材沥青基碳纤维研发成果转化情况

研发投入的具体项目	研发进展	总体研发投入金额（万元）	是否涉及核心技术	研发成果对应产品型号	应用领域	成果转化情况（相关产品报告期内销售金额）
XD-800可纺中间项沥青研制	已完成	173.26	是	中间相碳纤维可纺沥青	碳纤维材料领域	暂无销售，为公司前瞻性布局
表面功能化新型纳米复合碳纤维工艺及设备研制	已完成	138.13	是	沥青基碳纤维	碳纤维材料领域	暂无销售，为公司前瞻性布局

表：信德新材沥青基碳纤维相关研发项目

相关研发项目	是否为核心技术	对应产品规格	产品性能提升情况	形成的专利成果	
				专利名称	专利号
XD-800可纺中间项沥青研制	否	中间相碳纤维可纺沥青	使用可纺中间相沥青试验制成通用基沥青基碳纤维，性能达到行业领先水平	一种沥青专用净化过滤器	ZL201821925450.1
				多功能可调导流板装置	ZL201821941382.8
表面功能化新型纳米复合碳纤维工艺及设备研制	否	沥青基碳纤维	制成的表面功能化碳纤维具有优异的稳定性	一种真空稳压装置	ZL201821934505.5
				高温沥青粉碎装置	ZL201922005263.2

3.4 信德新材：沥青基碳纤维产品先发布局民用方向

- 公司在碳基新型材料应用方向成立了沥青基碳纤维研发小组，主要以合作开发模式与科研院所合作进行沥青基碳纤维的技术升级及应用开发研究等。目前公司主要研发合作机构包括中国科学院过程工程研究所、中国科学院大连化学物理研究所、大连工业大学。主要合作模式为公司提供原料及装置及实验基地建设；其他合作单位确定制备工艺以及最适宜原料、最佳方法、最佳工艺参数等。最终合作得到的研发成果按照协议规定，公司占据50%或60%的项目收益。根据公司官网，2022年公司目前已有碳纤维可纺沥青为XD270，适用于生产通用级沥青基碳纤维、活性碳纤维、石墨碳纤维，也可以用做粘结剂沥青、浸渍沥青基电池电极专用沥青，制作生产纺丝，增碳喷补炉料，模具铸造等。

表：信德新材沥青基碳纤维合作研发项目

合作机构	合作开发产品	产品前景
中国科学院过程工程研究所	XD-800可纺中间相沥青	XD-800可纺中间相沥青目前尚未成功产业化，处于中试装置建设筹备中。若发行人未来能成功规模化生产XD-800，将能以此为原料纺织出与PAN基T800碳纤维性能相当的沥青基碳纤维，可使抗拉强度、拉伸模量、伸长率、线密度及密度等指标达到国内同类型产品水平，预计成本将低于相同性能的PAN基产品，具有较强的竞争力和市场前景
中国科学院大连化学物理研究所	沥青基炭纤维毡	全钒液流电池为有望满足未来风电光伏大规模储能需求的一个极有前景的技术方向。与锂电相比，其优点有循环寿命长，安全性高（采用水作为电解液）等。沥青基炭纤维毡可以用于生产全钒液流电池的碳毡电极，且成本有望比现有产品低，若研发成功，在储能领域将拥有较强竞争力和较广阔的市场前景
大连工业大学	沥青基碳纤维膜	超级电容器因具有比电容大、循环稳定性好、可在低温条件稳定工作、免维护等优点，在特定环境具有替代蓄电池的可能。目前已初步应用于电动汽车、新能源、军事领域，预计未来技术成熟后在特定领域将拥有较为广泛的应用前景。沥青基碳纤维膜可用于生产超级电容器电极，且原料沥青具有不受季节干扰、价格便宜和碳化产率高等优点，很适合作为电极材料碳源。未来产品成熟后，预计将借助性价比优势，拥有较强竞争力及较为广泛的应用前景

四、投资建议及风险提示

- **行业评级：**我们认为中短期看，量的层面，快充趋势下，负极碳包覆添加量提升，增速快于下游锂电池行业增速；利的层面，行业技术壁垒较高，竞争格局较好，发生价格战可能性小，单位净利有望维稳，且可通过向上一体化布局增厚盈利（单吨净利提升17%，参考本文P20假设测算）。长期看，目前沥青基碳纤维处于行业萌芽期，负极碳包覆仅是沥青基碳材料的应用之一，未来光伏+储能等下游应用打开行业空间。首次覆盖，给予负极碳包覆行业“推荐”评级。
- **重点关注：**我们认为碳包覆材料行业龙头信德新材，公司主营业务负极碳包覆赛道空间成长性好（2022年-2025年CAGR为32%），技术壁垒高，竞争格局较好。2021年公司营收为5亿元，行业快速增长+公司市占率提升→公司收入有望快速提升，弹性较强；长期看公司产品沥青基碳纤维性能优异，未来可应用在在光伏保温层、燃料电池碳纸，全钒液流电池碳毡等领域，想象空间较大。

重点公司代码	股票名称	2023/1/10	EPS			PE			投资评级
		股价	2021	2022E	2023E	2021	2022E	2023E	
301349.SZ	信德新材	113.96	2.70	2.67	4.60	46.15	42.68	24.77	买入

资料来源：Wind资讯，国海证券研究所

表：信德新材盈利预测（股价更新日期为2023/1/10）

	2021A	2022E	2023E	2024E
营业收入（百万元）	491.98	1053	1633	1761
营业收入增长率（%）	80.88	114	55	8
归母净利润（百万元）	137.68	181	313	385
增长率(%)	59.88	32	73	23
摊薄每股收益(元)	2.7	2.67	4.6	5.67
ROE(%)	28	6	9	10
P/E	0	46.15	24.77	20.10
P/B	0	2.77	2.51	2.25
P/S	0	7.95	5.13	4.76
EV/EBITDA	0.35	27.78	16.56	13.12

- 现有负极碳包覆技术路线被其他材料替代
- 测算具有主观性
- 新能源车销量不及预期
- 原材料价格持续上涨
- 行业价格竞争加剧
- 重点关注公司业绩不及预期

电新小组介绍

李航，首席分析师，曾先后就职于广发证券、西部证券等，新财富最佳分析师新能源和电力设备领域团队第五，卖方分析师水晶球新能源行业前五，新浪财经金麒麟电力设备及新能源最佳分析师团队第四，上证报最佳新能源电力设备分析师第三等团队核心成员。

邱迪，中国矿业大学（北京）硕士，电力电子与电气传动专业，4年证券从业经验，曾任职于明阳智能资本市场部、华创证券等，主要覆盖新能源发电、储能等方向。

分析师承诺

李航，邱迪，本报告中的分析师均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，独立，客观的出具本报告。本报告清晰准确的反映了分析师本人的研究观点。分析师本人不曾因，不因，也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接收取到任何形式的补偿。

国海证券投资评级标准

行业投资评级	股票投资评级
推荐：行业基本面向好，行业指数领先沪深300指数；	买入：相对沪深300 指数涨幅20%以上；
中性：行业基本面稳定，行业指数跟随沪深300指数；	增持：相对沪深300 指数涨幅介于10%～20%之间；
回避：行业基本面向淡，行业指数落后沪深300指数。	中性：相对沪深300 指数涨幅介于-10%～10%之间；
	卖出：相对沪深300 指数跌幅10%以上。

免责声明

本报告的风险等级定级为R3，仅供符合国海证券股份有限公司（简称“本公司”）投资者适当性管理要求的客户（简称“客户”）使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。客户及/或投资者应当认识到有关本报告的短信提示、电话推荐等只是研究观点的简要沟通，需以本公司的完整报告为准，本公司接受客户的后续问询。

本公司具有中国证监会许可的证券投资咨询业务资格。本报告中的信息均来源于公开资料及合法获得的相关内部外部报告资料，本公司对这些信息的准确性及完整性不作任何保证，不保证其中的信息已做最新变更，也不保证相关的建议不会发生任何变更。本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会波动。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。报告中的内容和意见仅供参考，在任何情况下，本报告中所表达的意见并不构成对所述证券买卖的出价和征价。本公司及其本公司员工对使用本报告及其内容所引发的任何直接或间接损失概不负责。本公司或关联机构可能会持有报告中所提到的公司所发行的证券头寸并进行交易，还可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等服务。本公司在知晓范围内依法合规地履行披露义务。

风险提示

市场有风险，投资需谨慎。投资者不应将本报告为作出投资决策的唯一参考因素，亦不应认为本报告可以取代自己的判断。在决定投资前，如有需要，投资者务必向本公司或其他专业人士咨询并谨慎决策。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议。投资者务必注意，其据此做出的任何投资决策与本公司、本公司员工或者关联机构无关。

若本公司以外的其他机构（以下简称“该机构”）发送本报告，则由该机构独自为此发送行为负责。通过此途径获得本报告的投资者应自行联系该机构以要求获悉更详细信息。本报告不构成本公司向该机构之客户提供的投资建议。

任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。本公司、本公司员工或者关联机构亦不为该机构之客户因使用本报告或报告所载内容引起的任何损失承担任何责任。

郑重声明

本报告版权归国海证券所有。未经本公司的明确书面特别授权或协议约定，除法律规定的情况外，任何人不得对本报告的任何内容进行发布、复制、编辑、改编、转载、播放、展示或以其他方式非法使用本报告的部分或者全部内容，否则均构成对本公司版权的侵害，本公司有权依法追究其法律责任。

国海证券 · 研究所 · 电新研究团队

心怀家国，洞悉四海



国海研究上海

上海市黄浦区福佑路8号人保寿险大厦7F

邮编：200010

电话：021-60338252

国海研究深圳

深圳市福田区竹子林四路光大银行大厦28F

邮编：518041

电话：0755—83706353

国海研究北京

北京市海淀区西直门外大街168号腾达大厦25F

邮编：100044

电话：010-88576597