

证券研究报告

2021年07月25日

行业报告 | 行业深度研究

电气设备

负极：群雄逐鹿一体化，看好技术迭代+工艺know-how降本

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

市场分层+主流玩家偏安一隅导致了如今分散的负极格局。 负极格局较为分散，全球CR3占比38%，TOP3企业贝特瑞、璞泰来、杉杉，全球市占率均在10%出头，国内市占率在15-20%左右，未拉开差距。**分散原因系：**

- ✓ **客观原因：路线、技术参数、客户分层→价格和盈利分层。** 贝特瑞主打中高端天然石墨，翔丰华天然石墨偏低端，璞泰来定位高端的消费电子市场，产品价格远超同行，中低端动力负极市场以中科电气、凯金能源、尚太科技为主，且价格带存在差异，中科>凯金>尚太。
- ✓ **主观原因：赛道盈利好、负极厂偏安一隅。** 各家盈利状况在四大材料中处于中上位置，如璞泰来、贝特瑞、尚太毛利率基本在30%以上。细分赛道盈利尚可，故负极企业扩产积极性不高。19-20年各家负极企业产能增量仅在1到2万吨，而同期隔膜企业恩捷股份产能翻倍。

负极未来行业格局如何演变？

- ✓ **演变1：竞争者们相互渗透彼此市场。** 消费电子盈利好但增速放缓，动力和储能接棒消费电子，成为各家必争之地。负极企业璞泰来、贝特瑞、中科电气等处于加速扩产中（快于行业增速）。特别是此前定位消费市场的璞泰来大规模扩产，反映出其进军动力市场战略转变。
- ✓ **演变2：加速洗牌，竞争优于电解液、差于隔膜。** 当年电解液价格战下即使是龙头公司也不赚钱，但隔膜得益于重资产，基膜规模效应显著且涂覆膜差异性大，价格战下头部企业盈利仍较优。负极资产轻重在二者之间，且产品差异性较大，又处于技术迭代中（硅基负极），因此我们认为未来负极的竞争态势会介于这电解液、隔膜之间。
- ✓ **演变3：真正的龙头=增效：技术加速迭代+降本：纵向一体化+掌握各环节Know-How。** 我们认为未来的负极行业绝对龙头需具备全方位的优势：1）高端市场更看技术竞争，负极厂需保持领先的技术迭代能力；2）中低端市场更看重成本竞争，成本竞争依赖一体化+工艺know-how降本。

技术迭代看硅基负极，海外日本信越较为领先，国内贝特瑞较为领先，璞泰来处于发力中。 硅基负极是负极发展方向，暂未大规模商用系导电性差+体积膨胀严重，故产业化时一般和碳材料复合使用，根据硅来源的不同分为硅碳（纳米硅）和硅氧（氧化亚硅），从终端应用看硅氧因体积膨胀较小应用更广，如在全行业领先的日本信越就走硅氧技术路线，专利数远超其他。国内贝特瑞布局最早（2006年），13年通过三星认证，现有产能3000吨。璞泰来14年开始布局，与国内硅碳技术最为领先的中科院物理所合作，现已具备中试线。

摘要

中低端市场看成本竞争，成本竞争依赖一体化+积累工艺know-how持续降本。

- ✓ **一体化：**电池厂反向开发材料决定了中期竞争要素是成本，一体化可实现有效降本。我们认为负极企业一体化过程中需要考虑两点：1) 成本占比；2) 能力边界。从成本看，石墨化>焦类>其他，从能力边界看，其他>石墨化>焦类。因此一体化第一步是石墨化，负极企业石墨化依赖外部收购，石墨化布局较为领先的有璞泰来（收购山东兴丰）、中科电气（收购贵州格瑞特、四川集能）、尚太科技（石墨化出身）；第二步参股针状焦保供应，布局较为领先的系璞泰来（振兴炭材）、贝特瑞（山东瑞阳）；其他工序可通过扩产快速实现全工序一体化。
- ✓ **Know-how：**1) 石墨化：电费在石墨化成本占比约60%，降本第一步在于寻找低电价区域，政策上对高耗能项目的审批趋严，使得低电价成为稀缺资源，早期进行扩产的企业有先发优势。石墨化降本依赖装炉工艺know-how积累，坩埚炉产品稳定但成本略高，箱体炉成本更低但产品一致性难以保证，如何平衡品质和成本体现各家know-how积累。长期降本依赖技术进步，下一代炉体为连续式，成本大幅增加但尚未大规模产业化。2) 焦类：负极厂商一般采用多种焦生产负极，原材料甄选是负极厂（璞泰来、凯金、尚太）核心技术之一，各家选焦和配焦差异明显。焦类品质和价格差异明显，如普通石油焦价格在1000-2000元/吨，针状焦在5000-11000元/吨，在保证性能的同时，通过甄焦和配比研发是降本的关键。

基于技术迭代和成本竞争，我们推荐璞泰来、建议关注中国宝安、中科电气：

- ✓ **璞泰来：**一体化产能释放带来生产效率的提升，实现降本、动力市场拓份额。公司17-18年布局石墨化，19年布局针状焦，自建炭化产线，21年全工序一体化在四川开花结果。一体化可延长产业链利润链条，提升生产效率（节省运费+工艺协调性）。
- ✓ **中国宝安-贝特瑞：**负极上看好石墨化新技术+硅基负极，正极看好高镍放量，实现量利齐升。公司具备新一代石墨化技术（连续式），预计可实现有效降本，另公司在硅基负极产业化上行业领先，预计21年出货3000吨。
- ✓ **中科电气：**看好公司一体化布局，公司石墨化自供比例和盈利水平较为领先。一方面，公司石墨化自供比例在提升，预计21、22年达49%、78%，另一方面，石墨化单吨盈利较优，我们测算下来20年在0.32万元。

风险提示：电动车销量不及预期，产能预测或有偏差，产能投放不及预期，焦类价格上涨超预期

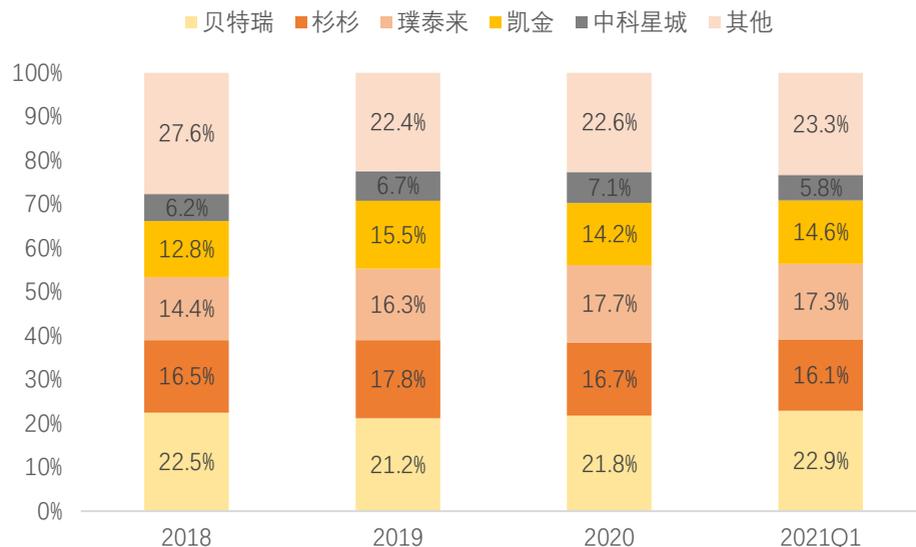
1 行业格局：过去复盘和未来预判

负极格局较为分散，全球CR3占比38%，TOP3企业未拉开绝对差距

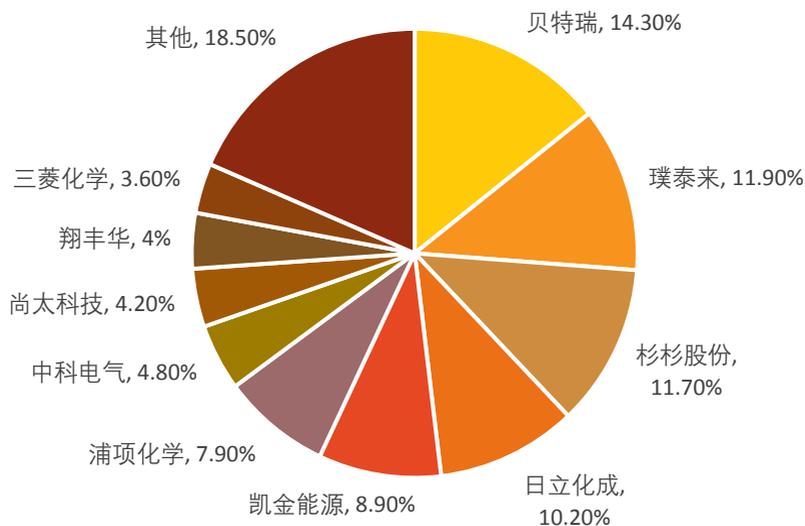
□ 负极行业集中度不高。从全球看，负极CR3占比38%，CR5占比57%，较为分散。从国内看，负极CR3占比56%、明显低于隔膜（74%），略低于电解液（62%）。

□ 当前负极环节未走出绝对龙头，TOP3企业在市占率上未拉开差距。TOP3企业为贝特瑞、璞泰来、杉杉，全球市占率均在10%出头，国内市占率在15%-20%之间。

图：国内负极企业市占率（%）



图：2020年全球锂电负极格局（%）



表：国内材料行业集中度（%）

材料	2019年		2020年	
	CR3	CR5	CR3	CR5
三元正极	34%	51%	34%	51%
LFP正极	56%	76%	49%	75%
负极	55%	78%	56%	77%
隔膜	64%	77%	74%	85%
电解液	58%	74%	62%	78%
铜箔			39%	52%

1.1

为什么负极行业格局分散？

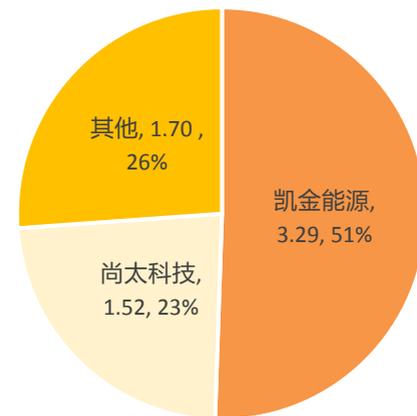
客观原因：路线、技术参数、客户分层→价格和盈利（净利润、扣非净利率）分层

主观原因：赛道盈利好、负极厂偏安一隅

负极格局分散系技术路线、产品定位、客户分层所致，结果体现系价格分层

- 从技术路径来看，璞泰来、中科、尚太主攻人造石墨，翔丰华和贝特瑞多为天然石墨。
- 从价格带来看，璞泰来、贝特瑞偏高端，中科电气、翔丰华、尚太偏中低端。
- 从客户带来看，贝特瑞客户主要系海外高端动力、璞泰来主要系高端消费电子和海外高端动力，中科电气系海外二线动力和国内一线动力，尚太、凯金等主要依托宁德的增长。

图：宁德时代负极供应商结构（万吨、%）



表：负极企业综合对比

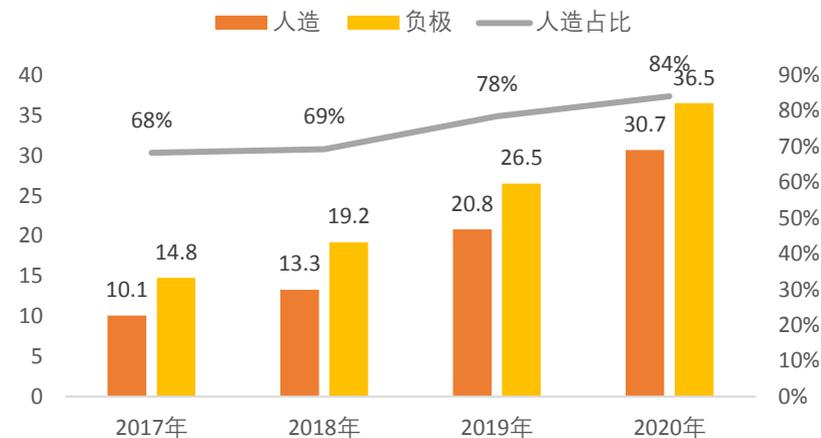
负极公司	产品	下游应用和客户	主要客户	价格
璞泰来	人造石墨	消费电子、高端动力	ATL、三星、LG动力	5-6万
贝特瑞	起家天然石墨，今年预计人造石墨占比6成	海外高端动力	松下、三星、LG、今年新增SKI	4-5万
中科电气	人造石墨	海外二梯队动力、国内一梯队动力	SKI、比亚迪、今年新增宁德	3-4万
凯金能源	人造石墨	国内动力	宁德时代、孚能、国轩	3万左右
翔丰华	以天然石墨为主	海外动力（配国内TSL）	LG	3-4万
尚太科技	人造石墨	国内动力	宁德时代	2-3万

技术路线：负极分为天然和人造石墨，人造石墨是目前主流

□ 电池性能主要看能量密度、使用寿命、充放电速度、稳定性和一致性。对负极来说，材料比容量决定理论能量密度上限，首次效率影响实际能量密度，压实密度影响体积能量密度，循环次数影响电池寿命，倍率性能影响充放电速度，高低温性能影响电池在极端情况下的稳定性。

□ 人造石墨各项性能更为均衡，是目前负极主流。人造石墨比容量和天然石墨已经比较接近且循环、倍率、高温性能更优，在下游应用更广泛，2020年国内人造石墨出货在负极占比达84%，较17年提升16pct。

图：国内人造石墨负极出货量及占比（万吨、%）



表：人造石墨和天然石墨对比

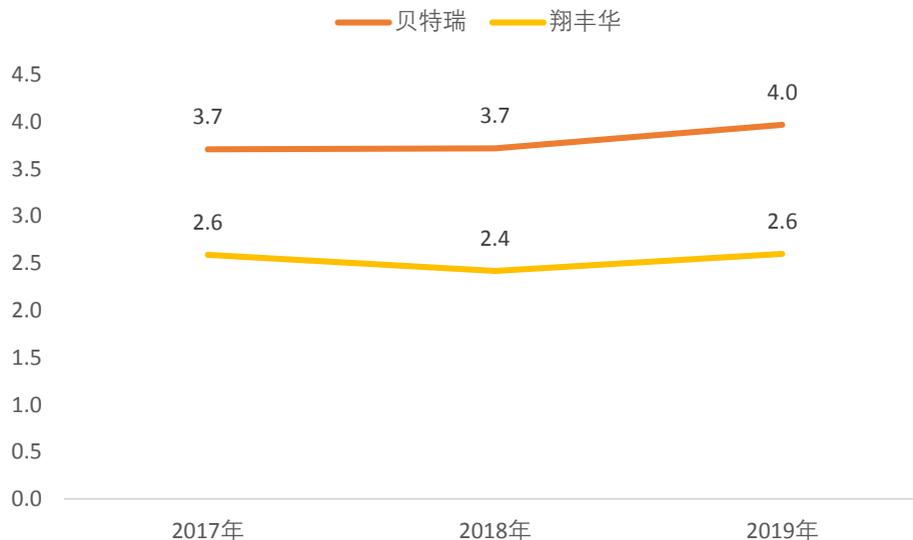
项目		影响电池性能	天然石墨产品	人造石墨产品
原材料			球形石墨	石油焦、沥青焦、针状焦等
主要工序			提纯-改性-混合-炭化	粉碎-造粒-石墨化-炭化
理化指标	比容量 (mAh/g)	越高能量密度越高	355-370	280-365
	首次效率 (%)	越高比容量越高	≥95	≥92
	压实密度 (g/cm ³)	越大体积能量密度越高	1.6-1.8	1.4-1.7
	循环寿命	越高电池寿命越长	中	优
	倍率特性	越高快充快放性能越好	中	优
	低温特性		优	中
	高温特性		中	优
成本 (万元/吨)			2-4	4-8
代表负极公司			贝特瑞、翔丰华	璞泰来、中科电气、尚太科技

天然石墨：贝特瑞占据中高端市场、翔丰华占据中低端市场，均价相差约1.4万元/吨

□ 天然石墨赛道主要玩家为贝特瑞、翔丰华，从产品性能和销售均价看，贝特瑞所在市场较翔丰华高端：

- ✓ 从性能指标看，贝特瑞天然石墨负极产品在中粒径、首次容量、压实密度更优。而中粒径、首次容量、压实密度越大越有利于提升电池能量密度。
- ✓ 从销售均价看，2019年贝特瑞天然石墨负极产品均价较翔丰华高1.4万元/吨。

图：天然石墨负极企业销售均价对比（万元/吨）



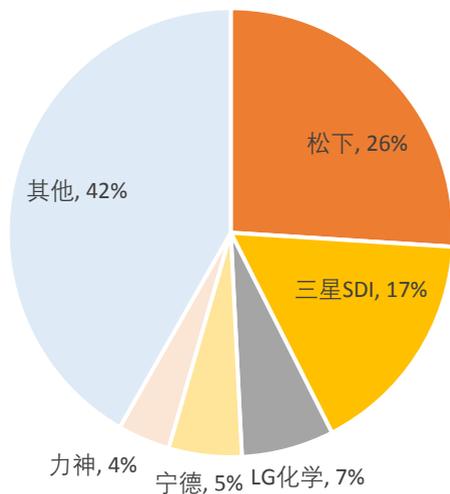
表：天然石墨负极产品对比

公司	产品型号	中粒径 (μm)	首次容量 (mAh/g)	首次效率 (%)	压实密度 (g/cm ³)	应用领域
贝特瑞	GSN	16-19	360以上	94%以上	1.9以上	软包、圆柱、方形铝壳、xEV、储能电池
	LSN	16-19	350以上	94%以上	1.75以上	软包、圆柱、方形铝壳、xEV、储能电池
翔丰华	WJ-01	10-14	350		1.6-1.65	各类低温型动力电池
	DT-2	10-14	350		1.6-1.65	各类长循环聚合物、方形、圆柱电池
	DT-1	16-18	350		1.6-1.65	各类长循环聚合物、方形、圆柱电池
	FG360	16-18	355		1.6-1.65	各类高能量密度要求方形、圆柱、聚合物电池

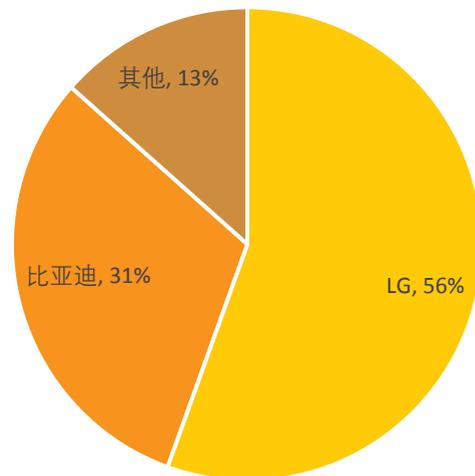
天然石墨：贝特瑞客户结构较分散，多为海外动力电池巨头，翔丰华较集中，主要系LG-TSL这条线和比亚迪

- 贝特瑞几乎包揽了海外电池厂如松下、三星SDI、LG，整个客户结构较为分散，CR5占比58%。
- 翔丰华此前第一大客户为比亚迪，20年来LG开始上量，从销售额口径看，2020年LG占比56%、比亚迪占比31%，CR2占比即87%。

图：2019年贝特瑞客户结构（销售额口径）



图：2020年翔丰华客户结构（销售额口径）



人造石墨：产品性能和价格带存在差异，璞泰来领先中科电气、尚太

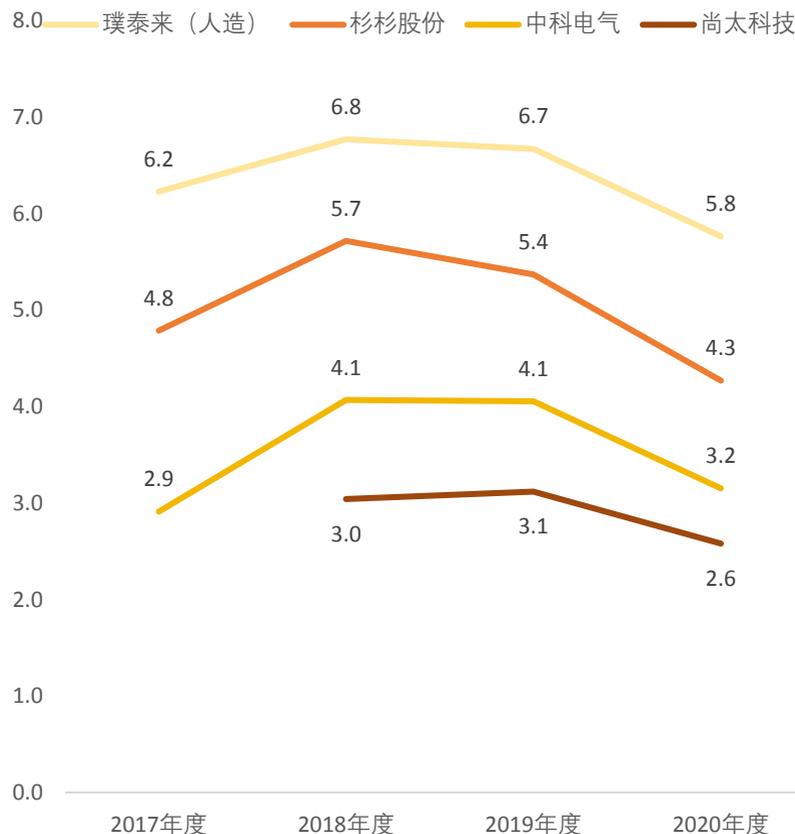
□ 从产品指标上看，璞泰来负极产品在比容量、首次效率、压实密度明显优于中科电气、尚太科技。

□ 从价格带看，璞泰来均价在5-6万元/吨，杉杉在4万元/吨左右，中科电气、尚太科技在3万元/吨左右。

表：人造石墨负极产品对比

公司	产品型号	中粒径 (μm)	比容量 (mAh/g)	首次效率 (%)	真/压实密度 (g/cm ³)	应用领域
璞泰来	8C	18.4	361.8	92.6	2.16	3C
	G1	19.2	358.5	93	2.25	3C
	G9	18.8	360.7	93.8	2.25	3C
	A-T	21.0	358.5	92	2.15	3C
	AGT	13	352.4	93.3	2.24	3C
	ET	14	364.9	94.1	2.2	3C
	RE31	15.6	347.9	92.5	2.24	3C
	GT	21.1	353.5	93	2.25	3C、EV
	G6	15.6	354.3	92.8	2.25	EV
	FT-1	15.6	358.5	92	2.25	EV
F3-C	20.5	355.6	95	2.25	EV	
F32	12.7	359.7	94.5	2.25	EV	
中科电气	MD-1	15.074	341.8	95.3	1.62	IT、E-bike、ESS
	MD-4	15.685	355.4	95.8	1.66	IT、ESS、EV
	PSG-12	12.224	341.8	95.6	1.5	ESS、xEV
尚太科技	ST-1	15±2	≥340.0	92以上	1.45-1.55	3C、EV、ESS
	ST-2	15.0±1.5	≥350.0	92以上	1.60-1.70	3C、EV、ESS
	ST-3	12.5±2.0	≥354.0	92以上	1.65-1.75	3C、EV、ESS
	ST-12	12.0±2.0	349-357	92以上	1.55-1.65	3C、EV、ESS
	ST-14	17.5±2.0	347-355	92以上	1.55-1.65	3C、EV、ESS
	ST-16	12.5±2.0	≥356.0	92以上	1.70-1.80	3C
	ST-38F2	16.0±2.0	355.0±4.0	92以上	1.65-1.75	3C、EV、ESS
	D53	13.5±2.0	348.0±4.0	92以上	1.50-1.60	3C、EV、ESS
	Q2	14.5±2.0	≥347.0	92以上	1.50-1.60	3C、EV、ESS

图：人造石墨负极企业销售均价对比（万元/吨）

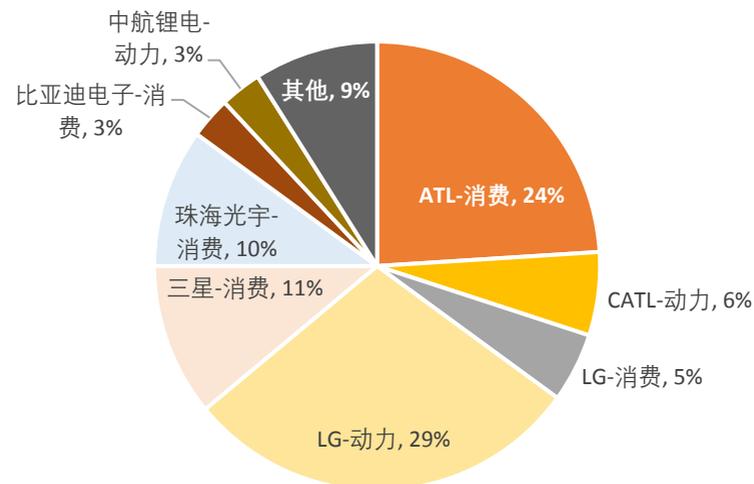


人造石墨：璞泰来以海外和高端动力客户为主，尚太、凯金以宁德为主

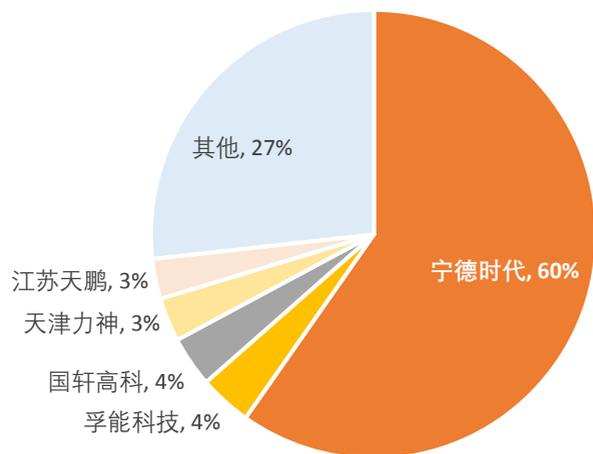
璞泰来以消费电子切入负极行业，主要客户包括ATL（消费）、LG（消费）、三星（消费）、珠海冠宇等，近些年开始切入动力负极市场，但其战略为先从LG、宁德的中高端产品入局，推测2020年LG动力占比29%、宁德动力占比6%。

凯金能源、尚太科技主要客户为宁德时代，一方面产品偏低端（技术壁垒不高），另一方面，宁德量大为增加议价权倾向于向多家采购负极产品，甚至通过参股+给订单的模式扶持新的供应商如尚太科技。

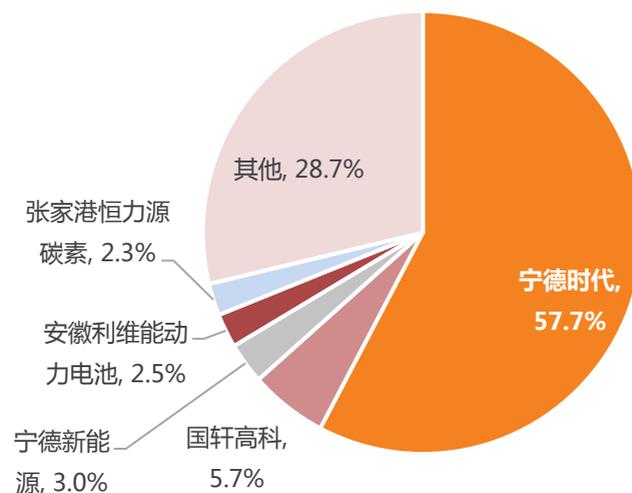
图：2020年璞泰来客户结构（出货量口径，推测数据）



图：2020年凯金能源客户结构（销售额口径）



图：2020年尚太科技客户结构（销售额口径）



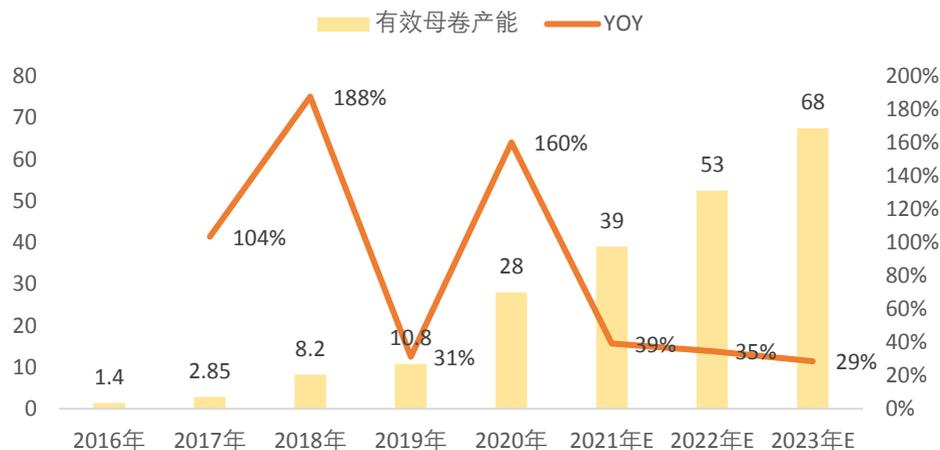
负极赛道盈利好，负极厂各安一隅

- 负极厂盈利状况较其他环节处于中上位置。璞泰来主打人造石墨中高端，贝特瑞此前主打高端天然石墨，凯金、尚太主打低端，市场定位不同，但大部分毛利率保持在25%以上，在锂电材料中处于中上水平。
- 细分赛道盈利尚可，故负极企业扩产积极性不高。2019到2020年负极企业产能增量仅在1到2万吨，而同期隔膜企业恩捷股份产能翻倍。

表：毛利率对比（正极、负极为具体业务毛利率，隔膜、电解液为综合毛利率）

行业	公司	2018年	2019年	2020年
负极	璞泰来	34%	27%	31%
	贝特瑞	35%	39%	37%
	凯金能源	24%	24%	23%
	尚太科技	40%	38%	36%
	中科电气	35%	38%	34%
三元正极	容百科技	18%	16%	13%
	长远锂科	16%	18%	15%
三元前驱体	中伟股份	12%	14%	13%
隔膜	恩捷股份	60%	60%	53%
	星源材质	48%	42%	26%
电解液	天赐材料	24%	26%	35%
	新宙邦	34%	36%	36%

图：恩捷股份基膜有效母卷产能、增速（亿平、%）



表：负极企业有效产能（万吨）

公司	2019年	2020年	2021年E	2022年E
璞泰来	6.0	7.0	10.0	17.0
杉杉股份		10.0	14.0	20.0
贝特瑞-总产能	9.3	10.6	15.5	26.5
贝特瑞-权益产能		10.6	15.5	25.6
翔丰华	1.9	2.5	3.0	6.0
凯金能源	4.9	6.8	8.0	10.0
中科电气	3.0	4.2	7.2	10.2
尚太科技	1.7	3.1	3.1	6.0

1.2

未来行业格局如何？

预测-演变1：竞争者们相互渗透彼此市场

预测-演变2：加速洗牌，竞争优于电解液、差于隔膜

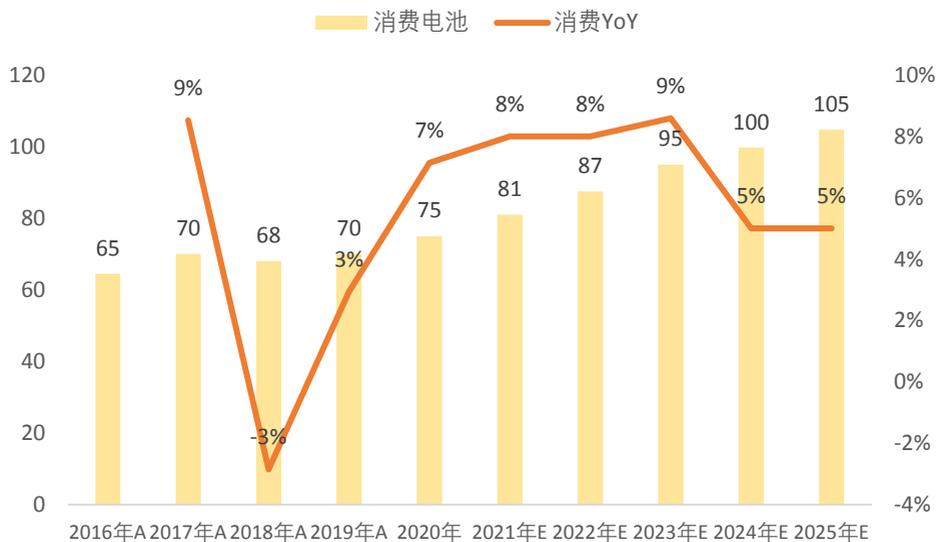
预测-演变3：真正的龙头=增效：技术加速迭代+降本：纵向一体化+掌握各环节Know-How

演变1-相互渗透：动力和储能接棒消费电子，成为各家必争之地

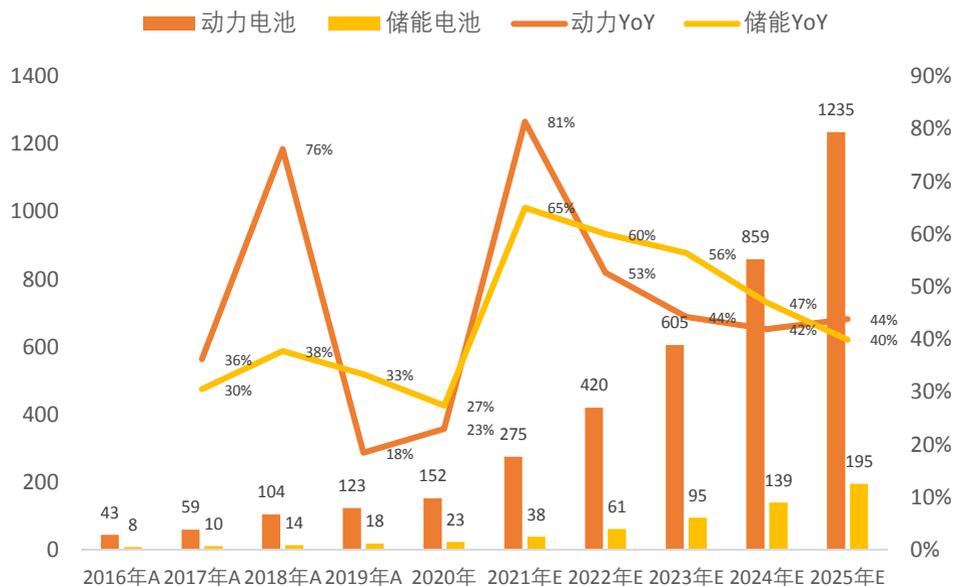
□ 消费电子市场增速放缓，但高端市场仍盈利好。2020年消费电子出货75GWh，未来几年增速预计保持个位数增长，增速慢但盈利状况较好，如在消费电子市场占据绝对份额的璞泰来2017年产品单价在6.2万元/吨，单吨盈利1.6万元，而同期主营动力市场的凯金能源单价3.5万元，单吨盈利0.45万元。

□ 动力和储能接棒消费电子，成为各家必争之地。动力和储能市场属于新新市场，未来几年都处于高增状态，从现在到2025年增速均保持在40%以上。

图：全球消费电子电池出货量、增速（GWh、%）



图：全球动力、储能出货量、增速（GWh、%）



演变1-相互渗透：动力市场主流系低端，但目前高端产品占比呈提升态势

- 从宁德负极采购均价和供应商可以看出动力主流系低端市场。2020年宁德负极采购均价在3.2万元/吨，主流供应商为凯金能源（份额51%），单价3.0万元/吨，尚太科技（份额23%），单价2.6万元/吨。
- 动力市场高端产品占比在提升。三元正极的高镍一般应用在高端车型，高镍8系在三元的占比持续提升中，21年4月达33%，较去年同期提升13pct。

表：宁德负极供应商结构（亿元、万吨、万元/吨、%）

项目	2019年	2020年
宁德负极总采购额（亿元）	22.4	20.8
宁德负极总需求量（万吨）	5.9	6.5
凯金能源	3.2	3.3
尚太科技	1.1	1.9
其他	1.5	1.3
在宁德份额（%）	100%	100%
凯金能源	55%	51%
尚太科技	17%	23%
其他	28%	26%
在宁德单价（万元/吨）	3.8	3.2
凯金能源	3.7	3.0
尚太科技	3.1	2.6
其他	4.5	4.8

演变1-相互渗透：头部企业扩产加速，增速快于行业增速，璞泰来向动力市场渗透

□ 璞泰来、贝特瑞、中科电气也处于加速扩产中，快于行业增速。我们预计23年全球负极出货量增速在116万吨，较20年复合增速40%，

✓ 璞泰来：20年负极有效产能达7万吨，预计23年达25万吨，复合增速53%。

✓ 贝特瑞：20年负极权益有效产能达11万吨，预计23年达30万吨，复合增速41%。

✓ 中科电气：20年负极有效产能4.2万吨，预计23年达15.2万吨，复合增速54%。

□ 原先高端市场的主力军璞泰来为谋求增长，进军动力市场。璞泰来此前定位消费电子市场，但消费市场增速放缓，增量有效，此次大规模扩产表明了公司进军动力市场的决心。

表：璞泰来负极有效产能预测（万吨、%）

单位：万吨	2020年	2021年E	2022年E	2023年E	2024年E
负极	7	10	17	25	40
YoY	17%	43%	70%	47%	42%

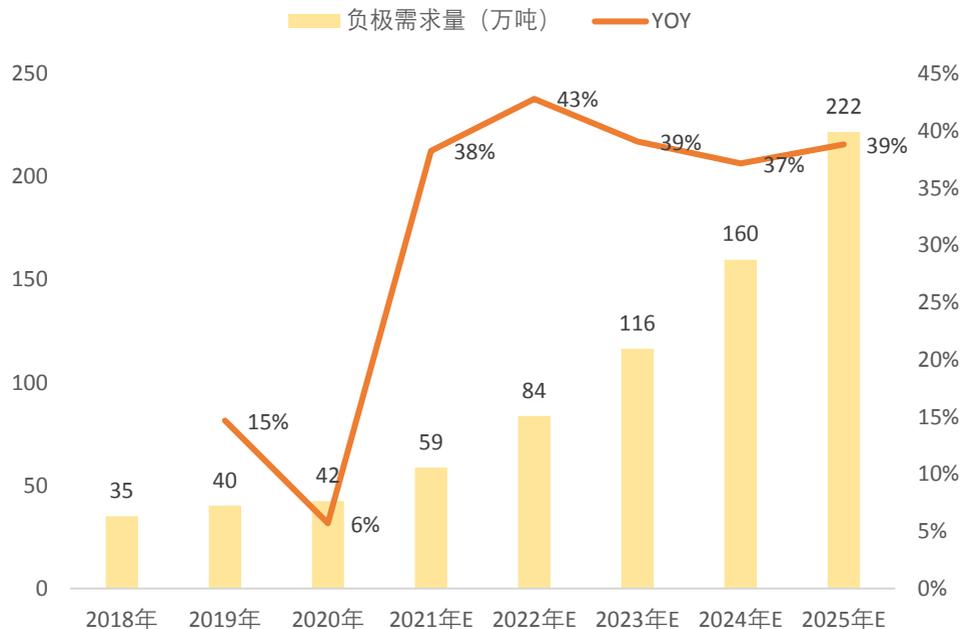
表：贝特瑞负极有效产能预测（万吨、%）

有效产能（单位：万吨）	规划产能	2020年	2021年E	2022年E	2023年E
负极（总产能）	36	11	16	27	32
负极（权益产能）	32	11	16	26	30
YOY			46%	65%	16%

表：中科电气负极有效产能预测（万吨、%）

有效产能（单位：万吨）	规划产能	2020年	2021年E	2022年E	2023年E
负极	15.2	4.2	7.2	10.2	15.2
YOY			71%	42%	49%

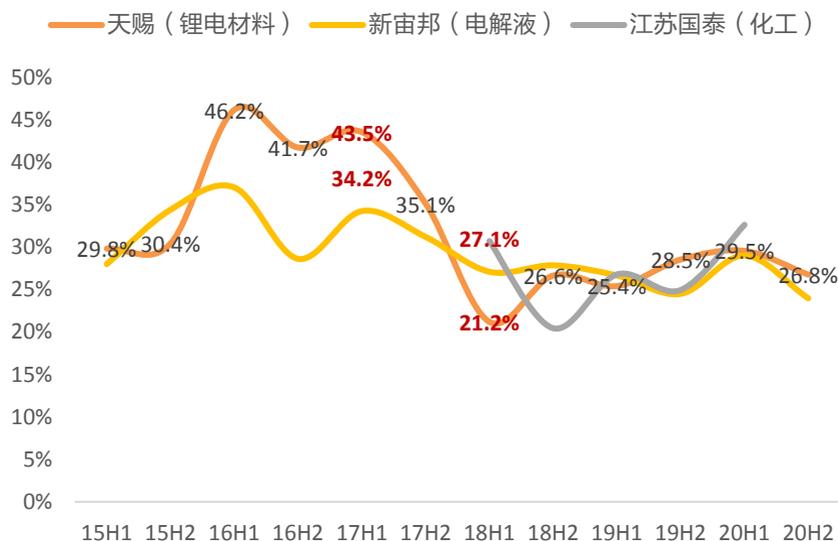
表：全球负极出货量、增速（万吨、%）



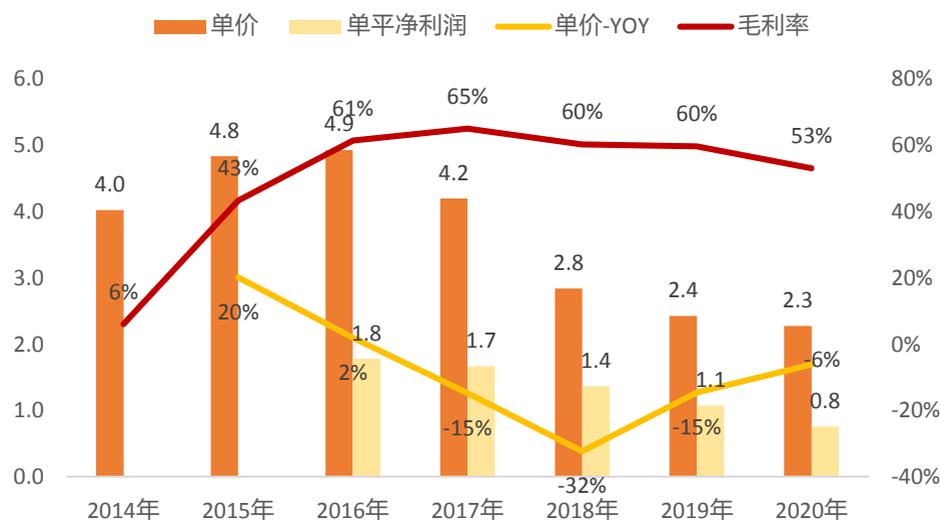
演变2-加速洗牌：预计未来负极竞争态势优于电解液，次于隔膜

- 行业洗牌的过程常常伴随扩产-价格战-龙头走出（市占率提升），负极正处于第一阶段扩产，电解液和隔膜已走出龙头。
- 电解液价格战下，全行业盈利普遍大幅下滑。17-18年电解液行业发生了激烈的价格战，6F价格从17年初35万元/吨一路下跌至18年4月的15万/吨，同期电解液从7.5~8.5万元/吨下降至4~5.5万元/吨，近乎腰斩。价格战下18H1头部企业的天赐、新宙邦毛利率下滑至21%、27%，同比下滑22pct、7pct。
- 隔膜价格战下，头部企业恩捷仍保持高毛利。隔膜行业也是在17-18年发生价格战，以恩捷为例，18年隔膜单价元/平，同比下滑32%，而恩捷毛利率仍然保持在60%，单平净利润1.4元/平。
- 我们认为，价格战下电解液和隔膜头部企业毛利率表现不同的原因在于隔膜重资产，基膜规模化降本效应明显且涂覆材料有差异性，而电解液轻资产，配方由电解液生产商和电池企业共同开发的商业模式决定了这个行业成本为王。未来负极的竞争态势会介于这电解液、隔膜之间，原因在于负极资产轻重在二者之间，且产品差异性较大，又处于技术迭代中（硅基负极）。

图：电解液毛利率（%）



图：恩捷股份隔膜单价、毛利率、单平净利润（元/平、%）



演变3-真正的龙头：我们认为未来负极龙头是技术+成本均领先的全能型选手

- 此前负极市场比较割裂，一方面有天然/人造之分，另一方面又有高中低之分。一般而言消费电子市场用户价格敏感性低且电池成本占比小，产品偏高端，动力市场用户敏感性高且电池成本占比高，产品偏低端。
- 割裂的态势正在被打破，消费电子盈利好但增速放缓，此市场龙头为谋求新的利润增长点，动力市场是必争之地，典型如璞泰来。动力市场并非就是低端市场的代名词，其也有高端市场并且高端产品占比在提升，这从高镍在三元的占比可以看出。
- 此外，人造石墨负极也不是负极技术迭代的终点，未来发展方向在硅基负极。
- 因此，未来的负极行业绝对龙头需具备全方位的优势：1) 高端市场更看技术竞争，负极厂需保持领先的技术迭代能力；2) 中低端市场更看重成本竞争，成本竞争依赖一体化+工艺know-how降本。

2

增效

技术渐进式迭代=天然石墨→人造石墨→硅基负极

硅基负极是负极发展方向，暂未大规模商用系导电性差+体积膨胀严重

□ 人造到天然的演变前文已有论述，此节重点讲硅基负极。

□ 硅理论克容量有绝对优势，是未来负极材料的发展方向。石墨材料的理论克容量上限372mAh/g，目前高端产品已经达到360-365mAh/g，接近理论容量上限。因此需要更高能量密度的新材料来应对需求。硅最能够满足更高能量密度的需求（理论克容量为4200mAh/g），是市场公认的下一代负极。

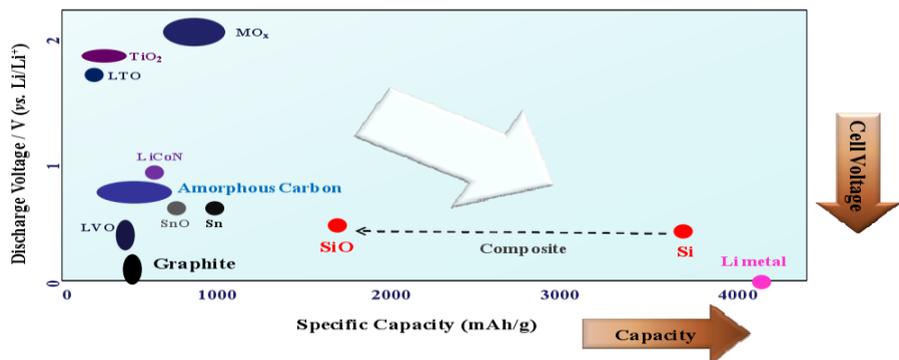
□ 但导电性差、体积膨胀等问题制约了硅材料在负极上的商业化应用：

✓ 硅材料属于半导体材料，电子导电性和离子导电性差，不利于材料电化学性能的发挥。

✓ 硅嵌/脱锂过程中伴随着巨大的体积变化，从而影响循环寿命。Si材料在与Li进行合金化的过程中体积膨胀可达300%以上（石墨材料在12%），容易导致颗粒的粉化和破碎、SEI膜的破坏，从而严重影响锂离子电池的循环寿命。

✓ 硅易与其他物质发生反应，造成能量快速衰减。锂盐 LiPF₆分解产生的 HF 会与 Si 反应，Si 负极与电解液的界面不稳定，Si 负极材料表面形成的固体电解质膜（SEI 膜）不能适应 Si 负极材料在脱嵌锂过程中的巨大体积变化而破裂，使Si 表面暴露在电解液中，导致固体电解质膜持续生成、活性锂不断消耗，最终造成容量损失。

图：常见锂离子电池负极材料的比容量和电压平台

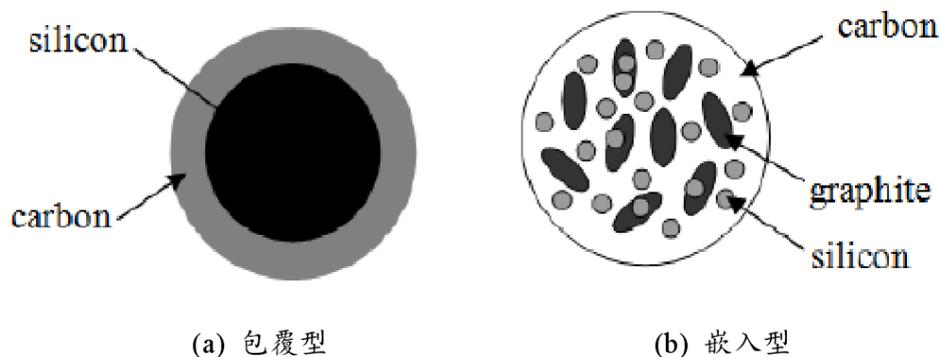


硅基负极的劣势可通过纳米化、氧化亚硅和碳包覆三种方式改进

□ 硅单质能量密度高但体积膨胀大导致循环、倍率性能差，故难以实现产业化，一般采用以下方式改性：

- ✓ **纳米化**：硅纳米化后可明显缩小体积，提高循环性能，但纳米粒子合成工艺复杂，粒径大小和形貌不易控制。
- ✓ **与石墨复合**：碳材料的体积变化较小、循环性能良好，硅材料体积膨胀大、循环性能差而比容量最大，将两种材料复合可得到具有高容量、体积变化较小、循环性能较好的硅碳复合材料。根据硅颗粒在碳颗粒中的分布形式不同，复合材料可分为包覆型、嵌入型和分子接触型。
- ✓ **采用氧化亚硅**：硅氧材料较硅单质有效缓解了体积膨胀，提升了循环性能，但降低了首次效率。SiO_x材料在嵌锂过程中的体积膨胀仅为118%左右（硅单质在300%），从而极大的提升了Si基材料的循环寿命，然而SiO材料独特的反应机理使得Li在首次嵌入到材料的过程中会生成没有电化学活性的Li₄SiO₄材料，导致SiO_x材料的首次效率远远低于石墨和硅碳材料。

图：包覆型和嵌入型 Si/C 复合材料结构示意图



改进后硅基负极分为硅碳和硅氧两种路线，目前硅氧应用更广

□ 硅材料产业化时一般和碳材料复合使用，根据硅来源的不同分为硅碳（Si/C）负极材料及硅氧（SiO/C）负极材料两种：

- ✓ **硅碳负极：**采用纳米硅和基体材料形成前驱体，目前商业化容量在450mAh/g以下，首效高，但体积膨胀系数过大，导致其循环差，一般在500-600周，无法达到国标规定的动力电池循环1000周的标准，一般用于消费电池。
- ✓ **硅氧负极：**采用纯硅和二氧化硅合成一氧化硅形成前驱体，目前商业化应用容量主要在450-500mAh/g，成本较高，首效相对较低，但循环性能相对较好，既可用于消费也可用于动力。

□ 从下游应用来看，硅氧负极商业化领先于硅碳，目前硅氧材料在消费及动力领域均有应用：

- ✓ **消费：**2015年硅氧材料首次成功应用于智能手机商业化产品中，2021年小米11搭载硅氧负极电池。
- ✓ **动力：**2017年，松下将硅氧负极应用于特斯拉的Model3电池中，在传统石墨负极材料中加入10%的氧化亚硅，电池容量增加到550mAh/g以上，单体能量密度达300wh/kg以上。

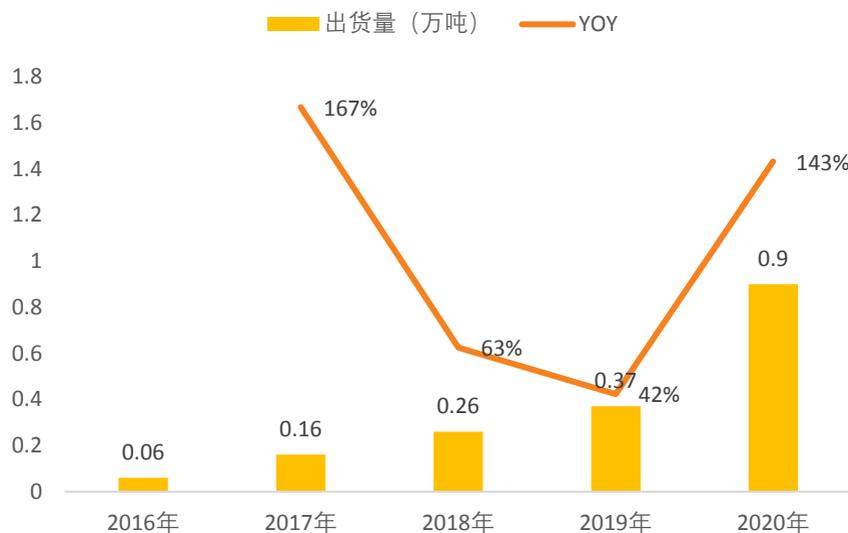
表：不同材料负极对比

负极	原材料	理论克容量 (mAh/g)	体积膨胀	循环寿命	首次效率 (%)
石墨负极	天然鳞片石墨、沥青焦、石油焦、针状焦	372	12%	高	90%以上
硅碳负极	纳米硅 (150nm以下) + 基体材料	4200	300%	低	两者之间
硅氧负极	SiO+基体材料	1800	118%	中	70%以下

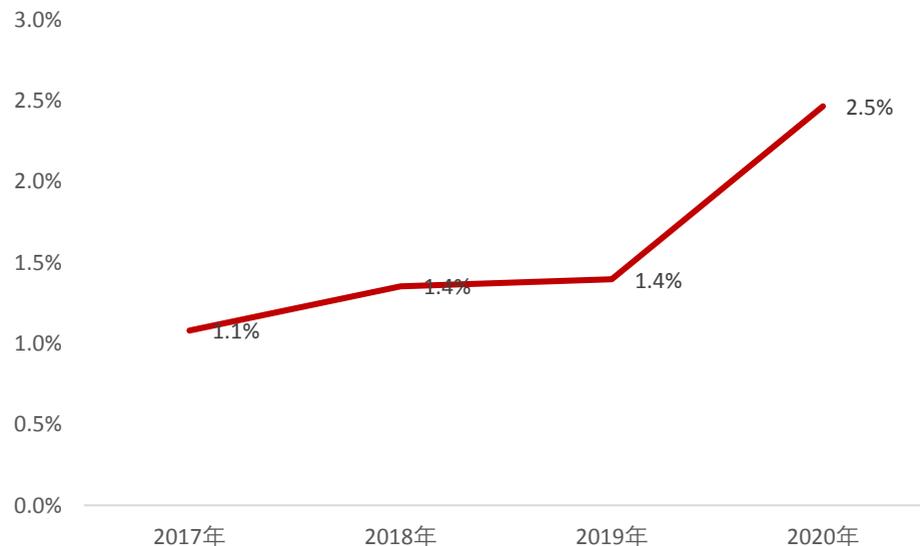
硅基负极尚处于发展初期，在负极渗透率仅为2.5%

国内硅基渗透率仍较低，2020年出货不足万吨。2020年国内负极出货量36.5万吨，其中硅基负极出货0.9万吨，渗透率仅为2%，发展空间较大。

图：国内硅基负极出货量、增速（万吨、%）



图：国内硅基负极在负极渗透率（%）



从负极厂看，海外日本信越较为领先，国内贝特瑞较为领先

□ 我们认为硅基负极技术海外日本信越较为领先，国内贝特瑞、中科院物理所（璞泰来技术来源）较为领先。

- ✓ **日本信越**：主营半导体、有机硅和高分子等产业，发明专利数量行业领先，且绝大多数为硅氧，目前已实现批量供应。
- ✓ **贝特瑞**：国内最早布局硅基负极的负极企业，2013年即通过三星认证，目前产能3000吨，且已经实现批量供货。
- ✓ **璞泰来**：硅碳核心技术起源于中科院物理所，中科院物理所自1996年就开始了在锂离子纳米硅碳负极发研究，1997年发表了世界上第一篇纳米硅专利。璞泰来与中科院物理所展开合作，目前中试车间已完成建设，产能1000吨左右。

表：负极企业硅基负极专利对比

公司	最早专利时间	发明公开专利数	发明授权专利数	应用情况
贝特瑞	2006年	71	35	2013年获得三星认证，硅负极材料3000吨/年，实现批量供货
杉杉股份	2009年	70	23	硅氧材料达到国际同等水平，并已进入主流客户供应链
璞泰来	2014年	17	5	与中科院物理所合作研发，紫宸中试车间已经完成，预计2022年出货1000吨级别，用于消费电池
日本信越	2002年	93	58	可批量供应

3

降本

纵向一体化&工艺know-how

3.1

纵向一体化

能力圈以内的最优化=

粉碎、造粒、炭化是能力圈以内的工序，自己做

石墨化、焦类是能力圈以外的工序，参股/收购

视角1-生产工序：人造石墨负极核心工序在造粒和石墨化，是体现know-how的关键

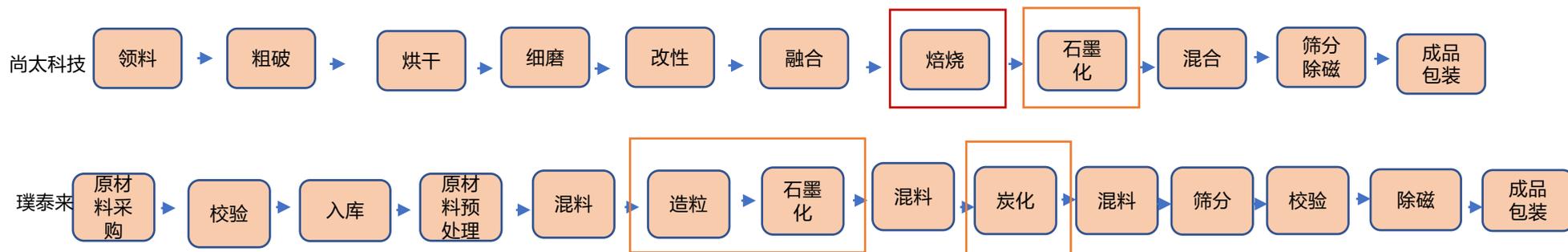
□ 人造石墨负极生产工序包括破碎、造粒、石墨化、炭化（可选）、筛分：

- ✓ 破碎：将石墨原料和沥青按不同比例混合，并放入空气流中进行磨粉，将5-10mm粒径的磨至5-10微米。
- ✓ 造粒：造粒是负极生产核心环节，具体分为热解和球磨：1) 热解是指在反应釜中，按照温度曲线进行电加热，于200~300℃搅拌1-3h，而后继续加热至400~500℃，搅拌得到粒径在10-20mm的物料，降温出料；2) 球磨是指将热解后的物料在球磨机进行机械球磨，10-20mm物料磨制成6-10μm粒径的物料。
- ✓ 石墨化：在石墨化炉中对炭材料进行2000度以上的高温热处理。

□ 核心在造粒和石墨化，炭化一般适用于对快充有需求的产品。

- ✓ 造粒：石墨颗粒的大小、分布和形貌影响着负极多个性能指标。颗粒越小，倍率性能和循环寿命越好，但首次效率和压实密度越差，反之亦然，生产核心在于合理的粒度分布。
- ✓ 石墨化：核心在于装料方式、通电曲线的控制（升温 and 降温）。

图：负极企业生产流程

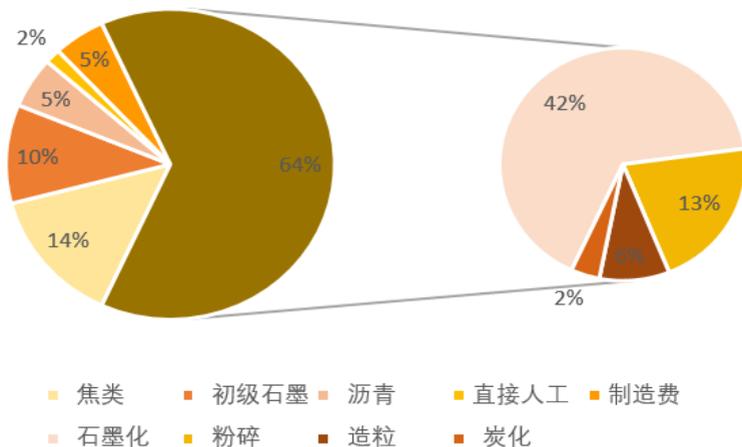


视角2—成本结构：石墨化和焦类占比较大

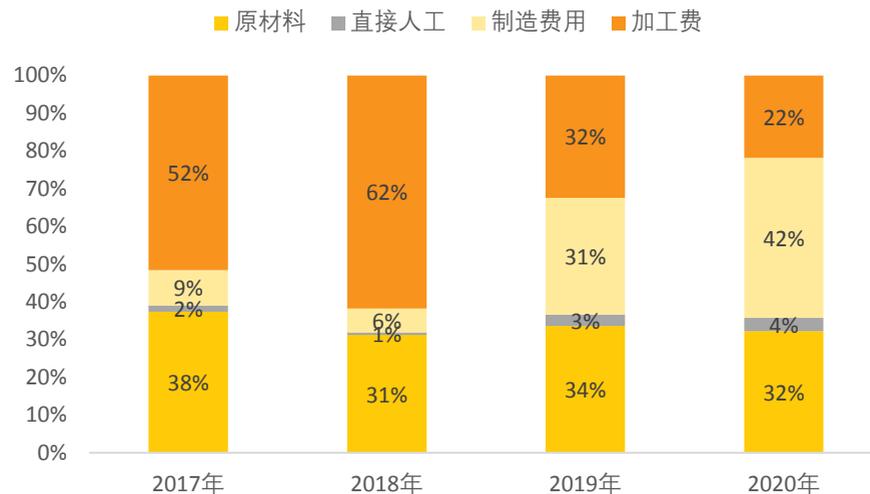
□ 从人造石墨负极成本构成看，占比最大的是石墨化（42%），其次是焦类（14%）。

□ 早年行业体量较小，负极企业产能不足，将石墨化和部分粉碎、造粒工序外协，又粗形成了加工费，加工费合计占比在50%左右。

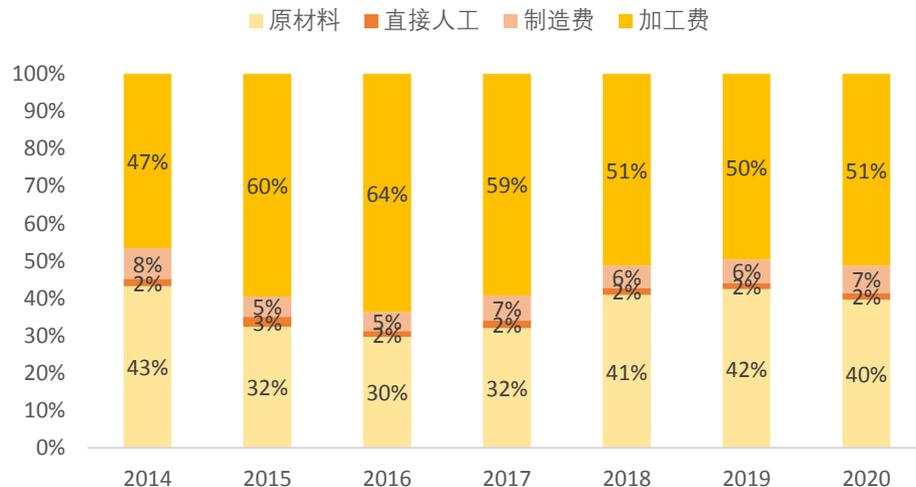
图：2016年璞泰来负极细分成本占比（%）



图：凯金能源负极单位成本构成（%）



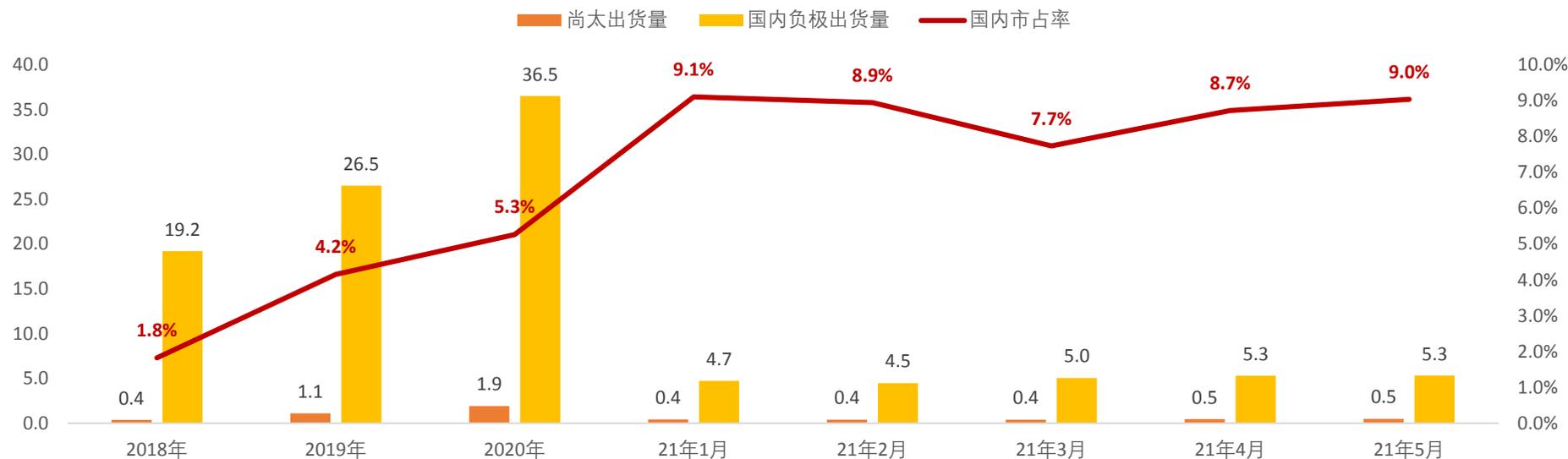
图：璞泰来负极成本构成（%）



思考1：为何要纵向一体化？电池厂反向开发材料决定了中期竞争要素是成本

- 宁德时代在材料端拥有大量专利布局。以专利价值更高的发明专利数据统计（目前宁德专利超过4000件，其中接近2000件为发明专利），其中材料发明专利数量占比接近40%，合计超700件。
- 宁德时代在参股上游初创期的材料公司后，通过技术联合、订单扶持等手段大幅提高参股公司长大的可能性，经典案例为——尚太科技（主要做负极），2018年宁德在参股尚太后，通过技术+订单扶持，使得尚太快速放量，2018年尚太还没有大规模出货，市占率仅在1.8%，21年5月已经提升至9%。
- 在最新的技术路线硅基负极中，宁德时代也处于领先地位。宁德摒弃了传统碳包覆技术，转向研究人造电解质界面膜包覆技术。19年将这一技术应用到硅材料制备，开发的硅碳复合负极材料，其循环性能表现显著优于国外产品。

图：尚太科技负极出货量、市占率（万吨、%，21年为产量口径）

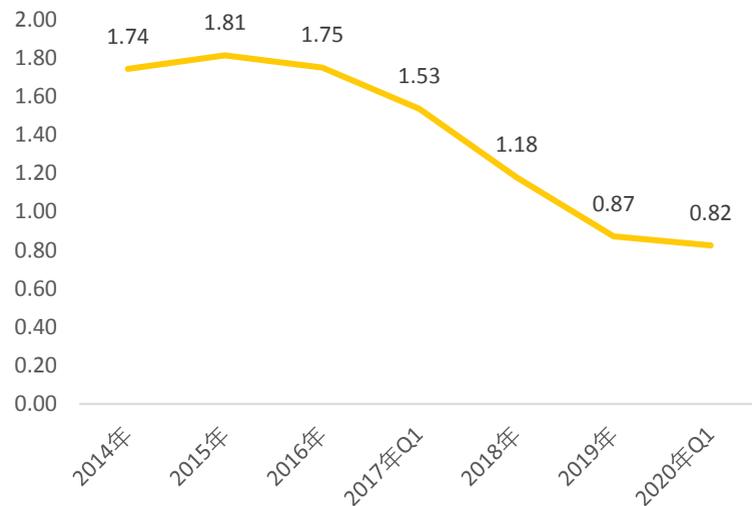


思考1：为何要纵向一体化？负极企业纵向一体化后降本效果明显

□ **纵向对比：**璞泰来石墨化自供后，石墨化成本从2016年的1.75万元/吨下降至2020Q1的0.8万元/吨。

□ **横向对比：**在中低端市场，尚太科技基本没有外协，凯金、翔丰华外协较多。19年尚太制造费用1.3万元/吨，明显低于凯金的1.8万元/吨的制造+加工费。

图：璞泰来石墨化成本（万元/吨）



表：负极企业加工非+制造费用对比（万元/吨）

公司	单位：万元/吨	2017年	2018年	2019年	2020年
凯金能源	制造+加工费	1.5	1.9	1.8	1.5
	制造费用	0.2	0.2	0.9	1.0
	加工费（主要是石墨化）	1.3	1.8	0.9	0.5
翔丰华	制造+加工费	1.9	2.2	1.8	
	制造费用	0.1	0.1	0.1	
	石墨化	1.8	2.1	1.7	
尚太科技	制造费用		1.4	1.3	1.13
	其中石墨化		1.0	0.9	0.64

表：石墨化成本对比（万元/吨）

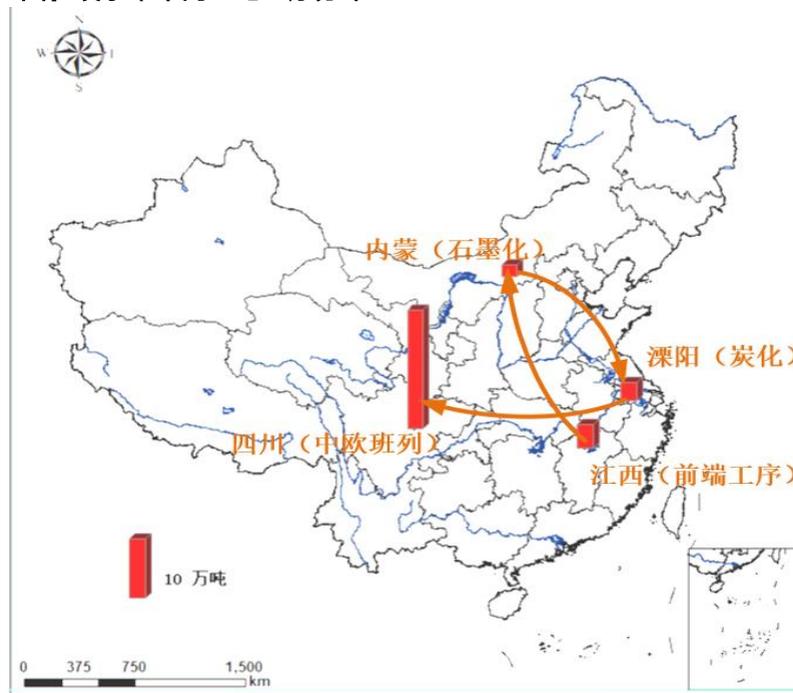
公司	分类（万元/吨）	2018年	2019年	2020年
璞泰来	山东兴丰-售价	1.46	1.53	1.44
	山东兴丰-成本	1.18	1.10	1.13
	内蒙兴丰-售价		1.33	1.25
	内蒙兴丰-成本		0.77	0.78
尚太科技	外售价格	1.69	1.44	1.24
	自产成本	0.96	0.85	0.64
凯金能源	外协价格	1.76	1.56	1.24

思考2：如何做纵向一体化？做能力边界内的最优选择

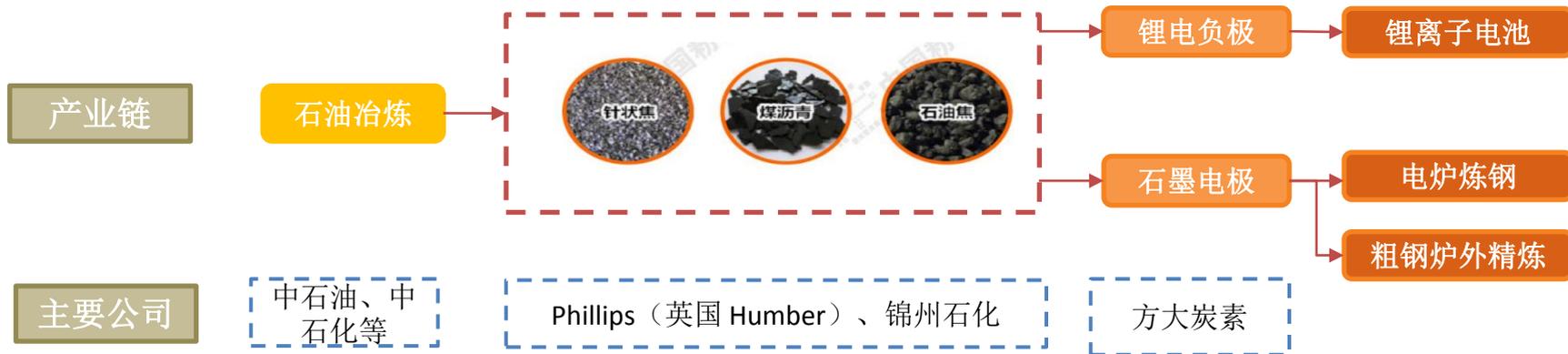
□ 石墨化和焦类隶属于炭素、石油化工产业链，是负极企业能力边界外的工序，可通过收购、参股一体化。人造石墨负极所用的焦类一般是石油焦，石油焦是石油精炼过程的副产品，具体是指原油经蒸馏分为轻质油和重质油后，重质油再通过热裂转化而得到的一种产物。此前焦类多用于生产石墨电极，且也有石墨化工序。

□ 破碎、造粒、炭化系负极本环节工艺，早期部分依赖外协系负极厂产能和资金不足，现如今行业体量扩大，负极可以自己做。如璞泰来19年在溧阳自建炭化产能，21年在四川投建20万吨负极全工序项目。

图：璞泰来不同基地工序分布



图：针状焦产业链



思考2：如何做纵向一体化？石墨化多靠收购，焦类参股保供应，其他工序自己做

- 我们认为负极企业一体化过程中需要考虑两点：1) 成本占比；2) 能力边界。从成本看，石墨化>焦类>其他，从能力边界看，其他>石墨化>焦类。
- 因此一体化第一步是石墨化，石墨化依赖外部收购。如璞泰来（收购山东兴丰）、中科电气（收购贵州格瑞特、四川集能）、尚太（本身石墨化出身）、贝特瑞（四川金贝）。
- 焦类成本占比较高，但一方面焦类包含多种，低端石油焦价格低廉，是常见大宗品，供应稳定，没必要自供，高端针状焦价格昂贵但壁垒高，负极企业跨界进入难度系数大，没能力完全自供。因此负极企业一般参股针状焦公司以保障供应，如璞泰来、贝特瑞。
- 与此同时，造粒、炭化等工序在产能释放的同时可以逐步实现自供，如璞泰来四川负极基地全工序一体化。

表：负极企业一体化布局对比

公司	石墨化		针状焦	
	参股公司	扩产规划（万吨）	参股公司	扩产规划（万吨）
璞泰来	山东兴丰（全资）	10+23	振兴炭材（持股38.62%）	4+8
贝特瑞	山东瑞阳（持股55%）	8	山东瑞阳（持股55%）	12
	四川金贝（全资）	5		
中科电气	贵州格瑞特（全资）	2+4		
	四川集能（持股37.5%）	1.5+1.5		
尚太科技	自己	3.8		

石墨化布局较领先：璞泰来、中科电气、尚太科技（石墨化出身）等

- 璞泰来18年增资收购山东兴丰，后持续扩产，目前石墨化规划产能达33万吨，预计今年有效达9、15万吨，自供比例在90%左右。
- 中科先收购贵州格瑞特，后参股四川集能，目前石墨化规划产能9.5万吨，权益产能7.6万吨，预计明年权益产能达6.4万吨，自供比例达63%。
- 尚太科技石墨化企业出身，目前石墨化产能在3.8万吨，高于负极。

表：石墨化自供比例（%）

公司	2019年度	2020年度	2021年E	2022年E
璞泰来	50%	86%	90%	88%
杉杉股份	14%	42%	42%	62%
翔丰华	16%	10%	24%	43%
中科电气			36%	63%
尚太科技	141%	123%	123%	83%

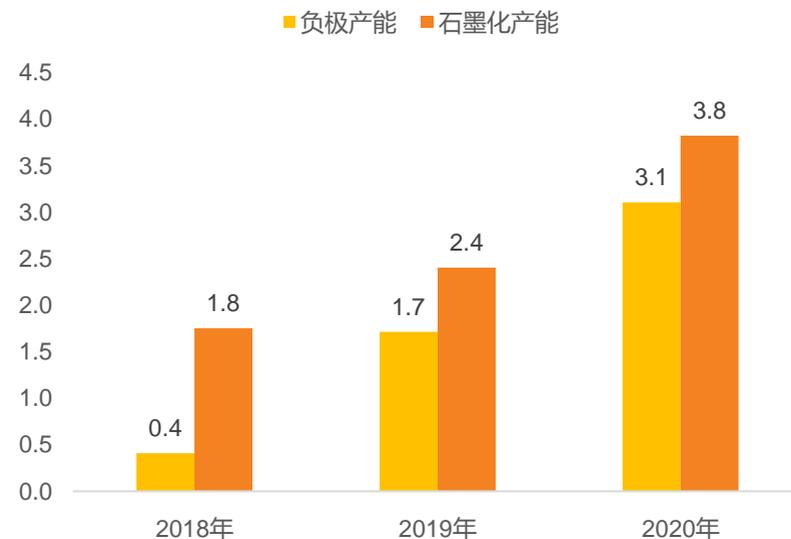
表：璞泰来石墨化产能布局（万吨）

有效产能（单位：万吨）	规划产能	2020年	2021年E	2022年E	2023年E	2024年E
石墨化	33	6	9	15	23	33
YoY		0%	50%	67%	53%	41%
山东兴丰	2	1.0	2.0	2	2	2
内蒙兴丰一期5万吨	6	5	6	6	6	6
内蒙兴丰二期5万吨-定增	5		1	5	5	5
四川一体化一期	10			2	10	10
四川一体化二期	10					10

表：中科电气石墨化产能布局（万吨，根据产能规划预测数据）

有效产能（单位：万吨）	规划产能	2020年	2021年E	2022年E
负极	10.2	4.2	7.2	10.2
湖南星城	2.2	2.2	2.2	2.2
贵州格瑞特	8	2	5	8
石墨化（总产能）	9.5	3.5	3.5	8
石墨化（权益总产能）	7.6	2.6	2.6	6.4
贵州格瑞特	6.5	2	2	5.5
四川集能（持股37.5%）	3	1.5	1.5	2.5

图：尚太科技石墨化&负极产能（万吨）



针状焦布局较领先的：璞泰来和贝特瑞

- 璞泰来19年6月参股振兴炭材，当时持股32%，目前持股比例在38.62%。振兴炭材原有产能4万吨，公司参股后在建产能8万吨。
- 振兴炭材以软沥青为原料，主要生产针状焦（煤系）、炭黑油、炭素产品。
- 贝特瑞21年3月与山东京阳拟在针状焦及负极材料进行深度合作，共同成立合资公司（山东瑞阳），贝特瑞持股55%，拟建设人造石墨负极材料一体化基地项目，8万吨负极（包括石墨化）+12万吨针状焦，计划分两期进行，一期4万吨负极+6万吨针状焦。
- 山东京阳以针状焦（油系）为核心产品。2017年11月山东京阳年产7万吨针状焦联合装置，以重芳烃为原料，生产出了高附加值的针状焦，可完全替代进口针状焦产品。自2017年量产以来，公司产品广受石墨电极和锂电负极客户认可，目前在国内高端针状焦领域处于领先地位，目前产能在10万吨。

图：振兴炭材产品



3.2

工艺know-how

石墨化的持续改进、选焦和配焦能力

石墨化的持续降本：电费在成本占比达60%，低电价区域扩建石墨化产线，抢占稀缺资源

- 石墨化是传统炭素行业的一种高耗能的成熟工艺，电费成本占比在60%，电价对石墨化成本影响显著。如璞泰来的山东兴丰2020年Q1石墨化成本为1.13万元/吨（电价在0.6元/度），而内蒙兴丰为0.78万元/吨（电价在0.3元/度）。
- 低电价区域属于稀缺资源，政策上对高耗能项目的审批趋严，早期进行扩产的企业有先发优势。如内蒙发改委今年1月指出：在未来要实行更加严格的高耗能项目节能审查政策（石墨化是典型的高耗能项目），并进一步提出不再审批铁合金、电石、PVC、水泥熟料、石墨电极材料、兰炭等项目。

表：负极企业石墨化基地

公司	石墨化产地
璞泰来	山东、内蒙
杉杉股份	湖南、内蒙
贝特瑞	四川
凯金能源	内蒙、青海
中科电气	贵州、四川
尚太科技	河北、山西

表：负极企业石墨化基地电费（元/度，璞泰来数据为2020Q1）

公司	地区	2018年	2019年	2020年
璞泰来	山东	0.55	0.54	0.60
	内蒙		0.30	0.29
尚太科技	河北	0.49	0.50	0.51
	山西	0.53	0.47	0.41

石墨化的持续降本：装炉方式分为坩埚和箱体，具体选用体现know-how

- 石墨化装炉方式分为坩埚和厢式，装炉过程分为四小步：铺炉底、围炉芯、坩埚入炉和电阻料入炉、覆盖填充保温料（即煨后石油焦粉），整个石墨化过程是在艾奇逊窑炉中进行的。
 - ✓ **坩埚炉工艺**：将前料放入一个个圆柱形坩埚中再放入窑炉，炉与炉之间有缝隙需添加保温料。
 - ✓ **厢式炉工艺**：将整个炉芯空间分成若干个等容积腔室，负极材料直接放置于石墨板材所围成的厢体空间中，石墨板材具有导电性，厢体通电后自身发热，在作为负极材料容器的同时能够达到材料加热的目的。
- **厢式炉工艺单位能耗较坩埚大幅降低，理论上成本更低，但具体生产中哪种成本更低体现各家know-how。**厢式炉单炉较坩埚炉有效容积成倍增加，而总耗电量仅增加约10%，产品单位耗电量降低40%-50%左右。厢式炉理论上成本更低，但受热均匀性低于坩埚，因此对石墨化工艺掌握程度及技术优化水平要求较高，厢板拼接过程精度较高，装料吸料操作难度加大，加热过程需更加精确地控制送电曲线及温度测量，控制不好材料容易出现受热不均。

表：负极企业石墨化装炉方式

公司	装炉方式
璞泰来	坩埚炉、箱体炉
杉杉股份	坩埚炉、箱体炉
贝特瑞	坩埚炉
凯金能源	坩埚炉
中科电气	坩埚炉、箱体炉
尚太科技	坩埚炉

石墨化的持续降本：石墨化炉技术进步方向是从间歇运行→连续石墨

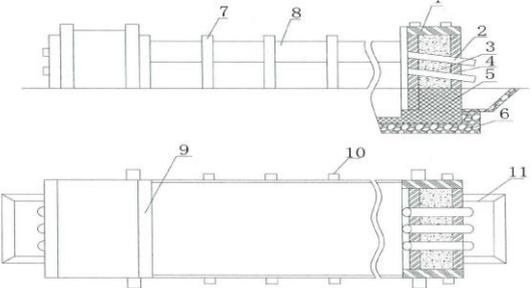
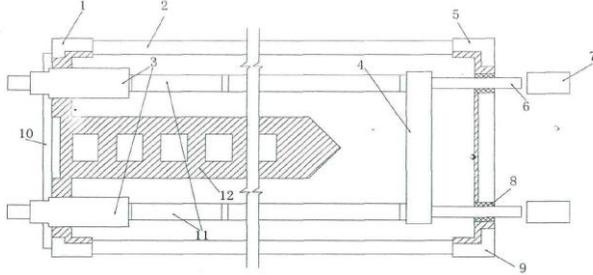
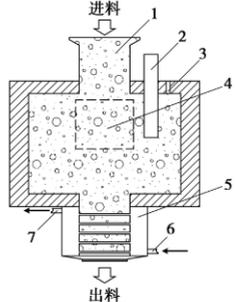
目前石墨化工艺主要分为三种：艾奇逊、内热串接、连续式石墨化炉，目前大规模应用的多为艾奇逊。

工艺成熟度：艾奇逊 > 内热串接 > 连续式。艾奇逊石墨化炉于1895年发明，由于结构简单，目前应用最为广泛。内热串接石墨化炉由于电阻异常发热等难题，近二十年来国内才得以发展，主要用于大规格超高功率石墨电极生产，生产负极经济性或欠佳。连续式石墨化炉目前仍处于初期阶段，技术难题较多，应用最少。

工作原理：艾奇逊为间接加热（通过电阻料的热传导对产品加热）；内热串接及连续式为直接加热（电流通过产品，产品靠自身电阻产生电阻热，无需电阻料），能量利用率高。

运行方式：艾奇逊及内热串接为间歇运行；连续式石墨化为连续运行。**间歇运行：**产品装炉后不移动，经升温石墨化，降温（一般为自然冷却）后出炉，生产周期较长，一般半个月至一个月。**连续运行：**产品可移动，石墨化炉不同部位温度不同，产品装出炉、预热、石墨化、冷却（采用冷却器）同时进行，生产周期短，单位产出高；且可实现高效率的能量回收与利用，电耗为间歇式炉的13-16%。

表：石墨化炉简图及负极企业应用情况

艾奇逊石墨化炉	内热串接石墨化炉	连续式石墨化炉
 <p>图 1.1 艾奇逊石墨化炉示意图 Fig. 1.1 Schematic diagram of Acheson furnace</p> <p>1—炉头内墙石墨块砌体；2—导电电极；3—炉头填充石墨粉空间；4—炉头炭块砌体；5—耐火砖砌体；6—混凝土基础；7—炉侧槽钢支柱；8—炉侧保温活动墙板；9—炉头拉筋；10—吊排活动母线排支承板；11—水槽</p>	 <p>图 1.3 串接石墨化炉平面图 Fig. 1.3 The plan of Lengthwise graphitization furnace</p> <p>1—炉头；2、9、10—炉侧砖；3—炉头电极；4—石墨块；5—炉尾；6—顶推电极；7—液压加压装置；8—电极衬套；11—串接柱；12—中间墙</p>	 <p>图 1 连续式石墨化炉简图 Fig. 1 Diagram of continuous graphitization furnace</p> <p>1—进料斗；2—石墨电极；3—挥发分引出孔；4—石墨化区；5—冷却器；6—进水管；7—出水管</p>
贝特瑞、璞泰来、中科电气、杉杉、尚太等	贝特瑞	贝特瑞、山河智能

从当前时间点，黑马尚太科技石墨化优势最明显

□ 尚太科技20年石墨化单位营业成本在0.64万元/吨，同期璞泰来内蒙兴丰在0.78万元/吨，山东兴丰在1.13万元/吨。

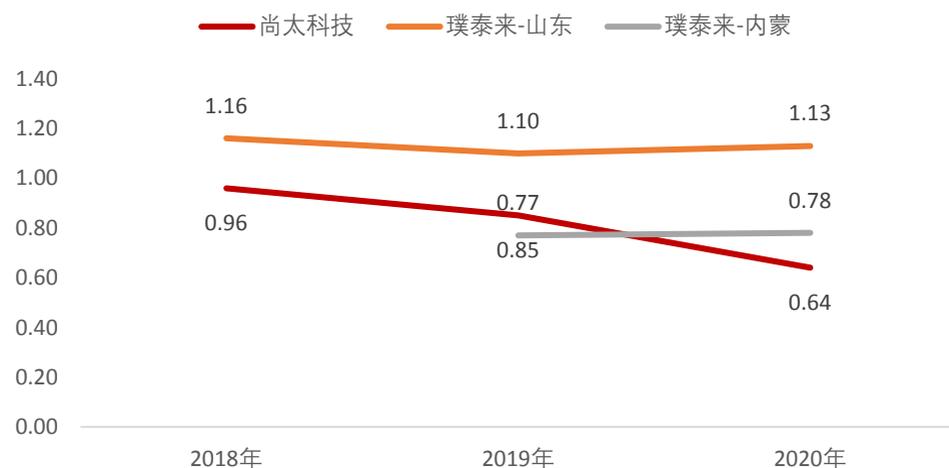
□ 尚太石墨化成本低或在于单位电耗低：

✓ 从电价看：璞泰来内蒙电费仅0.3元/度，尚太河北基地在0.5元/度，山西在0.4元/度。

✓ 从电耗看：从单位负极电费和电价可推出尚太科技电耗在1万度/吨负极（全工序），从璞泰来负极单环节环评可知负极单环节电耗在2000度/负极左右，由此可知尚太石墨化电耗约在8000度/吨负极，而璞泰来石墨化电耗约在1万度出头。

□ 尚太科技电耗低的原因或在于工艺优化，是长期积累的结果。1）石墨化工序前增加焙烧工序，使同样的石墨坩埚数量装载更多物料；2）采用新型石墨化炉，炉体扩大的同时保持较高的热效率，生产用电未与炉体扩大成比例增加，从而降低电耗。

图：自产石墨化成本对比（万元/吨，璞泰来数据为20Q1）



表：尚太科技与山东兴丰生产电耗对比（兴丰数据为20Q1）

	2018年	2019年	2020年
单位电费（万元/吨）			
尚太科技（负极）	0.57	0.53	0.45
山东兴丰（石墨化）	1.06	0.77	0.43
电价（元/KWh）			
尚太科技（负极）	0.49	0.49	0.44
山东兴丰（石墨化）	0.54	0.40	0.33
单位电耗（KWh/吨）			
尚太科技（负极）	1.16	1.08	1.02
山东兴丰（石墨化）	1.95	1.90	1.31

针状焦的持续降本：负极厂商一般采用多种焦生产负极，且各家选焦和配比差异明显

- 负极产品分层部分来自原材料分层（价差大），普通石油焦价格在2000元/吨左右，针状焦在5000-11000元/吨。
- 低端产品多采用普通石油焦，高端产品多采用针状焦。尚太科技原材料多威石油焦，针状焦仅占比6%且为低端针状焦，凯金能源的针状焦占比也在下降，而璞泰来此前定位高端市场，多采用针状焦且价格较高。
- 各家的焦类选择和配比存在差异。中科电气采用了7种焦类，尚太有5种，凯金与璞泰来仅展示大类，我们推测具体针状焦和石油焦下也有多价格层次的焦类。

表：中科电气焦类采购价（万元/吨）

中科电气	2018年Q1	2018年Q2	2018年Q3	2018年Q4
焦类A	1.15	-	0.91	0.91
焦类B	0.74	-	0.73	0.74
焦类C	0.96	0.92	0.87	0.95
焦类D	1.01	0.95	0.94	1.01
焦类E	0.98	-	0.89	0.97
焦类F	1.15	1.15	1.12	-
焦类G	1.25	1.17	-	1.16

表：尚太科技焦类采购价、比例（万元/吨）

尚太科技	采购均价	采购比例
普通石油焦	0.20	27%
低硫煅后石油焦	0.26	8%
针状焦	0.37	6%
天然鳞片石墨	0.67	3%
中硫煅后石油焦	0.14	55%

表：凯金能源焦类采购价、比例（万元/吨）

凯金能源	2018年		2019年		2020年	
	单价	占比	单价	占比	单价	占比
针状焦	1.1	51%	0.99	26%	0.31	15%
石油焦	0.34	49%	0.25	72%	0.24	79%
沥青焦	0.88	0%	0.74	2%	0.39	5%

表：璞泰来焦类采购价、比例（万元/吨）

璞泰来	2015年		2016年		2017Q1	
	单价	占比	单价	占比	单价	占比
焦类	0.62	76%	0.41	76%	0.67	69%
初级石墨	1.28	17%	1.35	17%	0.67	23%
沥青	1.57	7%	1.56	7%	1.56	8%

针状焦的持续降本：不同焦类配比形成原材料竞争优势，长期看甄焦是降本关键

□ 负极企业原材料成本差异较大。

- ✓ 高端负极企业明显高于低端，如璞泰来、杉杉、贝特瑞基本在1.5万元/吨左右，低端如凯金、尚太在1万元/吨以下。
- ✓ 同一产品层次成本也有差距，如2020年凯金能源在0.74万元/吨，尚太科技在0.34万元/吨。

□ 原材料甄选技术是各家的核心技术，降本关键在选焦和焦类配比know-how。

表：单位负极原材料成本（万元/吨）

公司	单位：万元/吨	2014	2015	2016	2017Q1	2017	2018	2019	2020
璞泰来	原材料	2.21	1.43	1.23	1.18	1.21	1.83	2.07	1.57
杉杉股份	原材料					1.45	2.15	1.71	1.18
贝特瑞	原材料					1.49	1.79	1.55	
中科电气	原材料	1.14	1.24	1.46					
凯金能源	原材料					0.92	0.89	0.96	0.74
尚太科技	原材料						0.43	0.42	0.34

表：负极公司与原材料相关的核心技术

公司	核心技术	内容
璞泰来	原材料甄选技术	技术团队在原材料甄别和样品试制过程中，对石油焦、针状焦、沥青焦进行原材料的对比测试，于2014年积累了丰富的材料实验数据和电池的性能数据。2015年形成以针状焦为主、普通石油焦为辅、沥青焦补充的原材料甄选原则，可以根据原材料性能和配方、客户个性化需求，设计独特的解决方案。
凯金能源	原/辅料重整技术	针对原/辅料进行功能性定制化处理，通过公司特有的热处理工艺，对原/辅料本身的晶型结构进行优化再构，从而强化初始原料的各项性能
尚太科技	原材料甄选技术	根据产品性能目标需求，基于对国内外多产地的原材料性能特点的深刻了解，并结合公司生产工艺特点，进行原材料甄选。寻找多款高性价比的原材料，满足下游锂电池厂商以及终端消费市场的需求。

从当前结果看，一体化布局+工艺know-how 降本下，璞泰来负极盈利较为领先不仅仅是产品结构的影响，更是一体化成本优势的体现

- 从负极单环节（不包括石墨化）的单吨盈利看，璞泰来2020年在0.87万元、贝特瑞在0.81万元（包含了部分硅碳），杉杉、中科在0.4万元左右，尚太在0.3万元左右。
- 璞泰来盈利领先不仅仅在于产品结构，更是一体化优势的体现。包含石墨化盈利后，璞泰来2020年单吨盈利达1.2万元，远超一体化布局进展较慢的凯金0.28万元。我们认为璞泰来在一体化上的领先布局可助力其在中低端市场形成成本优势。

表：负极单吨净利润对比（万元/吨，中科目前石墨化自供比例较低，故显得石墨化盈利较低）

公司	2017年	2018年	2019年	2020年
璞泰来-不包含石墨化	1.63	1.42	0.98	0.87
璞泰来-包含石墨化	1.78	1.57	1.20	1.19
杉杉股份	0.39	0.39	0.37	0.36
贝特瑞(包含硅碳负极)	0.94	1.09	1.17	0.81
翔丰华	0.52	0.42	0.31	0.23
凯金能源	0.45	0.29	0.32	0.28
中科电气-不包含石墨化	0.53	0.54	0.53	0.38
中科电气-包含石墨化	0.53	0.81	0.85	0.62
尚太科技-不包含石墨化		0.31	0.30	0.29
尚太科技-包含石墨化		0.77	0.75	0.72

4 个股推荐 璞泰来

建议关注

中国宝安（持有贝特瑞68.36%的股权）、中科电气

璞泰来：一体化产能释放带来生产效率的提升，实现降本，动力市场拓份额

□ 公司17-18年布局石墨化，19年布局针状焦，自建炭化产线，21年全工序一体化在四川开花结果。

□ 一体化优势来自于以下两点：

- ✓ **延长产业链利润链条。**工序上，我们预计公司石墨化盈利约在0.3万元/吨，其他工序在0.1万元。原材料上，我们判断公司以前多用熟焦，现多用生焦自行加工成熟焦（熟焦和生焦的差价约在5000元/吨）。
- ✓ **提高生产效率。**一体化前，我们认为公司负极制备流程是江西（前端工序）-内蒙（石墨化）-溧阳（炭化）-四川（中欧班列），一体化后预计运输费用可节省0.1万元/吨。

□ 公司在石墨化和焦类的know-how的积累如下：

- ✓ **石墨化：**公司同时拥有坩埚炉和箱体炉装炉工艺，可根据产品需求选择其一。公司20年对部分炉子进行技改，但并未针对所有产线，山东兴丰36个窑炉27个改为厢式炉工艺，内蒙56个窑炉28个改为厢式炉工艺，以便公司后续针对不同产品采用不同的装炉工艺。
- ✓ **针状焦：**公司四大核心技术之一便是“原材料甄选技术”。在丰富的材料实验数据和电池的性能数据的积累下，形成以针状焦为主、普通石油焦为辅、沥青焦补充的原材料甄选原则。

中国宝安-贝特瑞：负极看好石墨化新技术+硅基负极

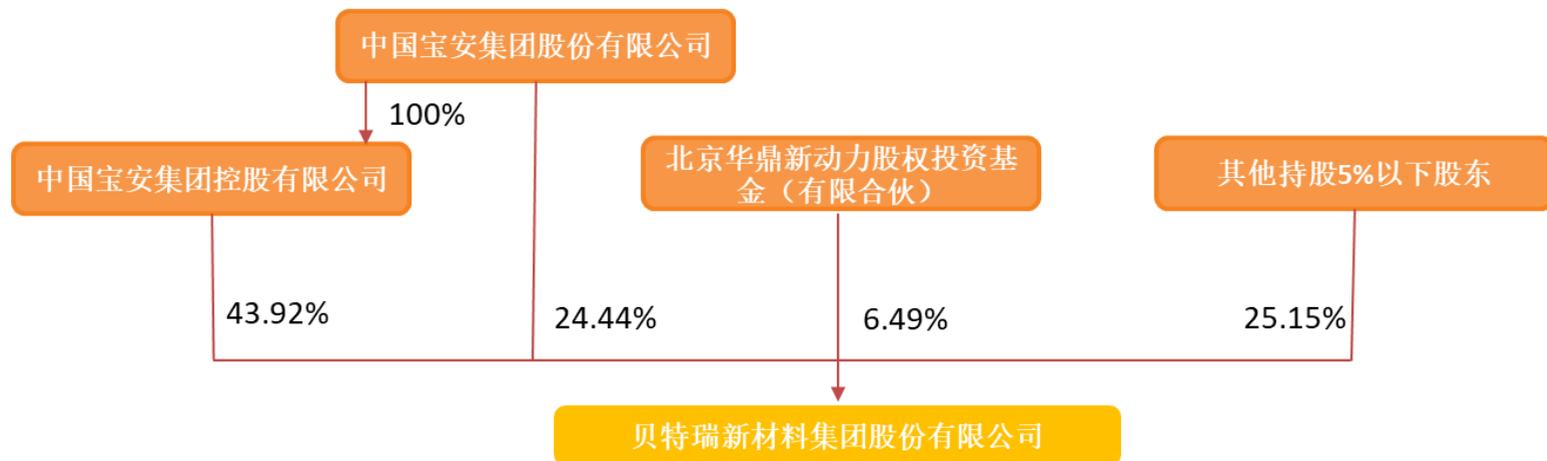
□ 中国宝安系贝特瑞控股股东，持有贝特瑞68.36%的股权。

□ 看好贝特瑞负极领域技术持续迭代：

✓ **石墨化**：公司成功引进石墨化新技术，技术降本初见成效。我们推测公司石墨化新技术为连续式石墨化，理论电耗仅为间歇式炉的13-16%，考虑到运行周期较长，我们预计连续式石墨化熟练产业化后，石墨化成本可降为目前间歇式艾奇逊炉的一半。

✓ **硅基负极**：公司同时拥有硅氧、硅碳两种技术路线，现有产能3000吨。硅基负极尚处于发展初期，预计可为公司带来高毛利。

图：贝特瑞股权结构



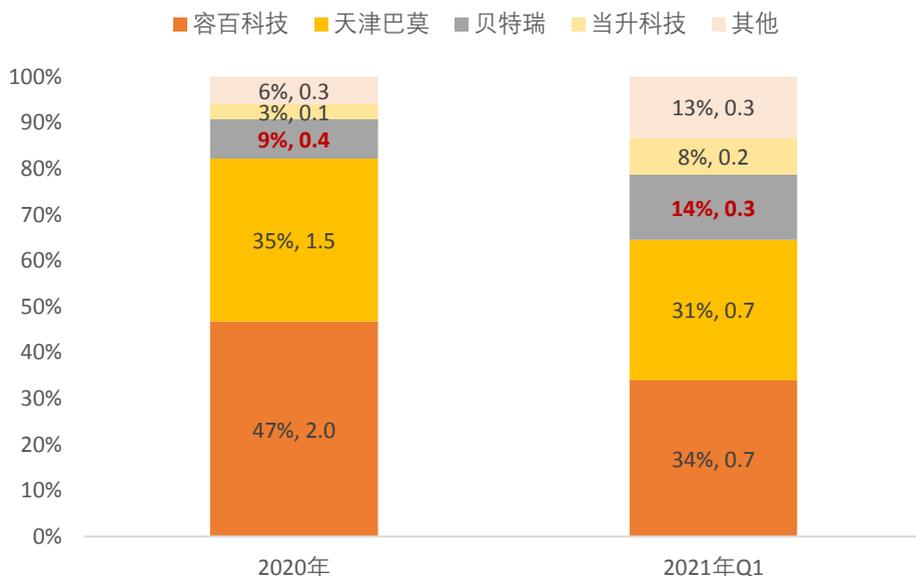
中国宝安-贝特瑞：看好高镍放量，正极实现量利齐升

□ 公司是NCA领域绝对龙头，NCM811领域市占率快速提升中。公司在NCA市场占据龙头位置，市占率接近50%。21Q1公司在NCM811和NCA出货量提升明显，在NCM811领域市占率从20年的9%，提升至21Q1的14%，仅次于容百科技、天津巴莫。

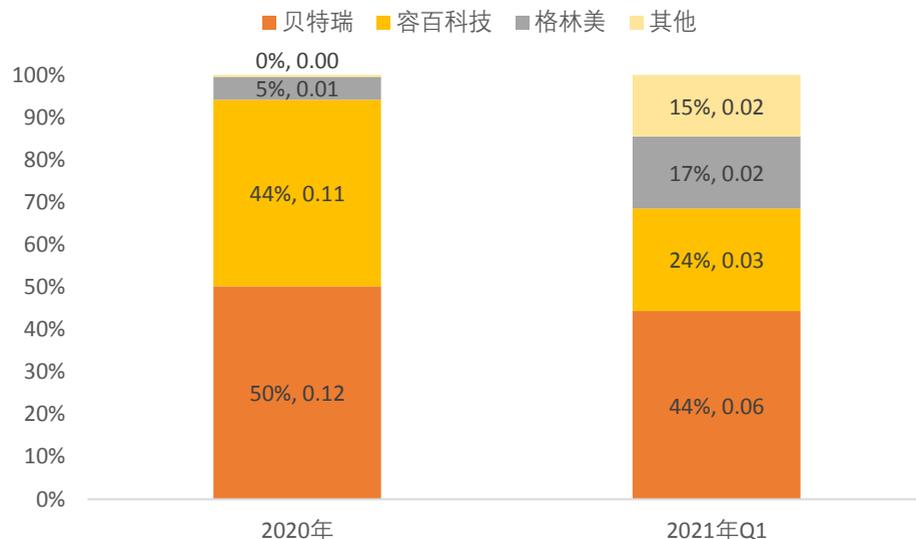
□ 高镍产能快速释放中。公司现有高镍产能1.5万吨，待投产1.5万吨（预计今年投产），在建产能为公司与SKI、亿纬锂能合资扩建的5万吨，预计明年底投产。5万吨高镍股权上，公司持股51%、SKI持股25%、亿纬锂能持股24%。

□ 参股公司主营NCA前驱体保高镍供应。公司持股芳源股份11.2%的股权，为其第二大股东。芳源股份主营NCA前驱体和部分NCM前驱体，20年有NCA前驱体产能1.36万吨，NCM前驱体0.3万吨，募投项目5万吨高镍前驱体，主要客户为松下、贝特瑞。

图：国内NCM811产量、市占率（万吨、%）



图：国内NCA产量、市占率（万吨、%）



中科电气：看好一体化布局，石墨化配比和盈利水平较为领先

- 持续收购+参股完成负极一体化布局。中科电气自身主营电磁冶金，旗下全资子公司湖南中科星城主营锂电负极（18年收购），后又收购石墨化公司贵州格瑞特（100%股权），并参股石墨化公司四川集能（持股比例37.5%）。
- 负极和石墨化产能加速释放中。公司20年负极产能4.2万吨，随着贵州产能的释放，预计22年有效达10万吨，23年达15万吨。
- 公司石墨化单吨盈利较为领先。从子公司格瑞特数据可以看出，公司19、20年石墨化净利率在33%、26%，按尚太同期石墨化单价推算，单吨盈利在0.47、0.32万元。

表：中科电气有效产能布局（万吨）

有效产能（单位：万吨）	规划产能	2020年	2021年E	2022年E	2023年E
负极	10.2	4.2	7.2	10.2	15.2
湖南星城	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
贵州格瑞特	13	2	5	8	13
石墨化（总产能）	9.5	3.5	3.5	8	8.5
石墨化（权益总产能）	7.6	2.6	2.6	6.4	6.9
贵州格瑞特	6.5	2	2	5.5	6
四川集能（持股37.5%）	3	1.5	1.5	2.5	2.5

表：中科电气石墨化全资子公司格瑞特经营数据

格瑞特	2019年	2020年
营业收入（亿元）	1.73	2.24
净利润（亿元）	0.56	0.58
净利率	33%	26%
石墨化单价（万元/吨，尚太数据）	1.44	1.24
石墨化单吨净利（万元）	0.47	0.32

风险提示

- **电动车销量不及预期：**负极公司的业绩以及格局演变依赖对全球电动车销量的判断，若电动车销量不及预期将影响整个行业的发展。
- **产能预测或有偏差：**相关负极公司产能系我们根据公司规划推测而得，可能与实际情况存在一定偏差，仅供参考。
- **产能投放不及预期：**一方面是负极产能，另一方面是石墨化产能，我们看好头部公司产能释放和一体化布局，但若产能释放不及预期将影响我们对公司市占率和竞争力的判断，特别是石墨化产能或受政策影响，导致投放不及预期。
- **焦类价格上涨超预期：**负极主要原材料是焦类，现基本依赖外购，若未来价格上涨超预期将影响负极公司的盈利。

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

THANKS