

证券研究报告

2021年08月08日

行业报告 | 行业深度研究

电气设备

碳碳热场：高成长+可延展，降本能力决定想象空间

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申明

摘要

本篇报告主要回答三个问题：1）为什么碳碳热场是优质赛道？2）行业竞争要素是什么？3）未来格局如何演变？核心结论为碳碳热场行业短期通过替代石墨实现50%+的增速，中期依托耗材的持续性达到35%的复合增速，长期向外延展性强（制动材料等市场空间超千亿）；通过技术降本，龙头企业可跨越23年前后的价格战，并加速提高市占率。

□ 1、为什么碳碳热场是优质赛道：短期高增速+中期有持续增长+长期可延展

碳碳热场是一种硅片拉棒耗材，其周围温度在1600C°以上，在使用一段时间后就需更换，行业趋势是逐步替代传统石墨热场。

原因1——替代石墨的高增速+耗材生意的持续性，5年CAGR=35%：随硅片变大并向N型化发展，碳碳热场需求快速增长，预计2020-2022年CAGR达58%；而得益于其耗材属性，即使改造需求降低，在行业装机持续增长的支撑下，预计至少可保证24%的增速；高增速与持续性叠加下，碳碳热场行业2020-2025年CAGR可达35%。

原因2——技术延展性强，可打造多个增长极，如制动材料市场空间超千亿：除应用于光伏热场外，碳基复合材料还可应用于半导体热场（预计2025年市场空间20亿+）、制动材料（预计2025年汽车刹车片&刹车盘市场空间2500亿+）、和其他耐摩擦、耐腐蚀场景，赛道天花板高，发展空间大，具有技术优势的企业可通过产品延展开拓新蓝海市场。

□ 2、碳碳热场行业的竞争要素是成本：

热场在硅片成本占比9%，存在降本要求。而对热场成本拆分，制造费用占比54%，是不同公司成本差异的最大来源；直接材料占比35%，能否自制原材料是关键。

制造费用端：缩短致密周期&自制设备是降本关键。制造费用中折旧占比约60%，通过降低杂质气体密度、添加催化剂、调节温度与气流可缩短反应时间，提高单位时间设备产出；自制高温炉与沉积炉可节省设备初始投资；二者共同作用下，**可使毛利率提升约16pct。**

直接材料端：自制预制体是主要降本途径。直接材料中预制体占比80%，同时预制体外售毛利率约50%，**自制可提升热场毛利率9pct**；此外，预制体制备可影响后续工序用时，目前除科研院所、航空航天单位外，国内主要是金博、天鸟、隆基可自制，技术壁垒较高。

摘要

□ 3、碳碳热场行业格局将在23年前后的价格战后快速集中：

当前格局：目前制作碳基复材热场的国内主要上市公司为金博股份、中天火箭、隆基股份。金博2020年热场销售448吨，毛利率63%；中天火箭2020年销售265吨，毛利率32%；隆基股份产能自用，约20GW。

类比：金刚线与热场同属硅片耗材，且均有短缺阶段全行业高盈利的状态，以金刚线的格局变化作为热场未来格局变化的参考。

2017年，金刚线价格在170元/km，行业毛利率高达40%+，龙头美畅毛利率则在70%，同时各企业均大幅扩产；经历“531”后，金刚线过剩，2019年，价格暴跌60%至60元/km，落后企业毛利率降至3%并逐步退出，而成本管控能力强的美畅、高测毛利率分别在55%、32%，二者市占率从2017年的21%提升至2019年的48%。

未来预判：21年1-7月仅金博、超码两家产能增幅就达到88%，大超行业50%左右的增速，预计23年前后碳碳热场将出现过剩，但由于各企业毛利率差异较大（金博60%+，中天火箭30%），因此即使价格下行，龙头企业依旧可以保持高盈利，价格战后市占率将快速提升。

□ 4、投资建议：建议关注【金博股份】、【天宜上佳】。

金博股份：公司核心竞争力来自技术研发，高管多为技术出身，研发费用率常年达10%，研发人员薪酬较同业高50%+，保障工艺可保密并不断积累优势。通过自制预制体、快速沉积&自制设备、单一天然气沉积路线三大优势，公司毛利率较中天火箭高了9pct+16pct+6pct=31pct。

自创立之初，公司通过持续研发，在新专利推出后，经过优化降本，先后进入了光伏热场与半导体热场领域，并凭碳陶刹车盘等专利开始进入制动材料领域，目前公司已成为光伏碳碳热场龙头，半导体热场具有神工、有研等客户，后续将不断突破民用碳基复材的蓝海市场。

天宜上佳：公司是粉末冶金闸片龙头供应商，2017年向碳基复材方向拓展，技术带头人周绍建从事碳基复材研究与生产管理26年，与航天研究所、超码、中南大学等机构进行多次合作。目前公司碳陶刹车盘预计在年内完成实车考核，100t光伏热场产能已于8月投产。

风险提示：下游需求不及预期、行业政策变动；测算具有一定主观性，仅供参考；金博股份、天宜上佳新业务拓展是否顺利存在不确定性。

1

为什么说碳碳热场行业是优质赛道

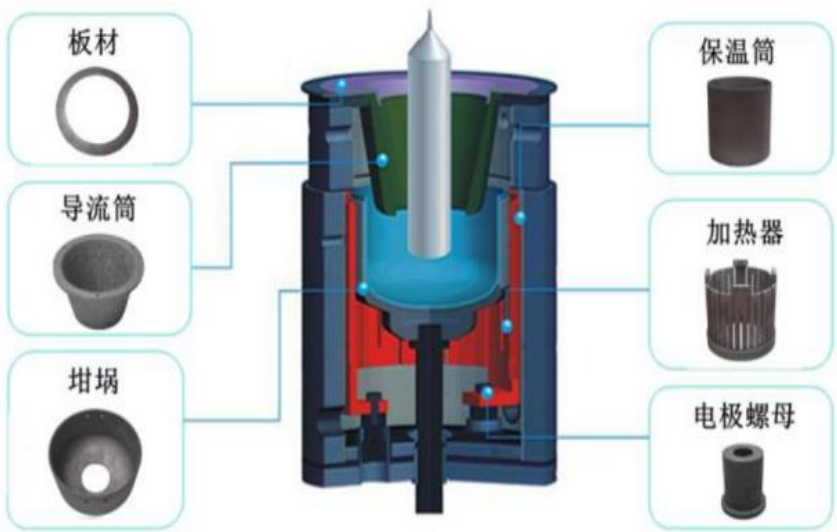
原因1：替代石墨的高增速+耗材生意的持续性，5年CAGR=35%

原因2：技术延展性强，可打造多个增长极

碳碳热场：光伏硅片耗材，辅助拉制硅棒

- ❑ 热场是用在硅片拉晶过程中的耗材，主要包括位于单晶炉内的坩埚、导流筒、保温筒、加热器等部件。其中坩埚的作用是承载内层的石英坩埚；导流筒的作用是阻止外部热量传导至内部，使硅棒生长的速率提升；保温筒的作用是阻止内部热量向外传导，构建热场空间；加热器的作用是提供硅料熔化的热源。
- ❑ 为熔化硅料，需要周围温度达到1600C°以上，因此要求热场材料要有较好的耐热性能。同时，由于温度较高，各材料的寿命均有限，使热场产品需要定期更换。
- ❑ 根据所用原材料及制备方法不同，热场可分为等静压石墨与碳碳热场两种，原材料分别是石墨、碳纤维。

图：单晶炉内热场部件



图：热场各部件功能简介

产品名称	产品部件样图	产品用途	主要衡量指标
坩埚		承载石英坩埚，保持液面稳定。	抗折强度
导流筒		引导气流，形成温度梯度，提高硅棒生长速率。	导热系数、灰分
保温筒		构建热场空间，隔热保温。	导热系数
加热器		提供热源，熔化硅料。	电性能、导热系数

行业短期高增长：碳基复材替代石墨，渗透率从2010年的10%-提升至2020年的50%+

□ 2016年以前，等静压石墨产品是热场系统的主流配置，随着金博、超码等企业突破碳基复材的低成本生产技术，碳基复材已开始替代等静压石墨产品，其在光伏热场中渗透率从2010年的不足10%提升至2020年的50%以上，并且未来几年将加速完成替代（包括新增硅片产能里碳碳渗透率提高、存量硅片产能中把石墨热场改造成碳碳热场），主要原因是：碳基复材热场性能好、硅片大尺寸化使碳碳热场相对石墨热场的经济性提升。

图：等静压石墨与碳基复合材料热场产品占比情况

产品	材料	2010	2016	2020
坩埚	碳基复合材料	<10%	>50%	>95%
	等静压石墨	>90%	<50%	<5%
导流筒	碳基复合材料	<10%	<30%	>60%
	等静压石墨	>90%	>70%	<40%
保温筒	碳基复合材料	<10%	<30%	>55%
	等静压石墨	>90%	>70%	<45%
加热器	碳基复合材料	<1%	<3%	<5%
	等静压石墨	>99%	>97%	>95%
其他	碳基复合材料	<5%	<20%	>40%
	等静压石墨	>95%	>80%	<60%

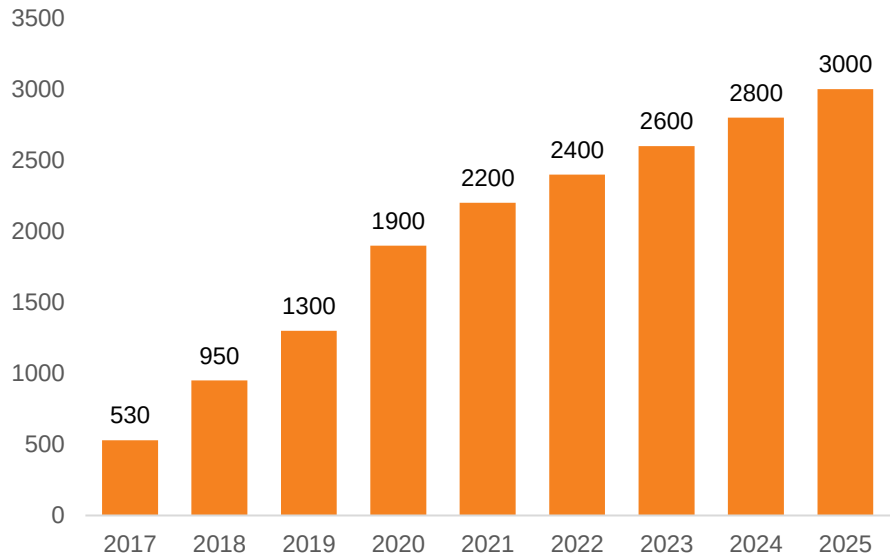
高增原因1：碳基复材热场抗折、隔热性能好，适应硅片环节发展趋势

- 碳基复材热场性能优于石墨热场，将成为未来的更优选择：
- （1）碳基复材抗折强度可达150MPa以上，远大于石墨的38-60MPa。随着拉棒单炉投料量从2016年的300kg提升至2020年的1900kg，坩埚的尺寸也从2011年前后的16-20英寸提高到现在的32-36英寸，坩埚的承载强度要求更高，碳基复材更能胜任。
- （2）碳基复材导热系数低至30W/(m·K)以下，大幅低于石墨的80-140W/(m·K)。这一特性使碳基复材导流筒更能加速硅棒生长，保温筒能降低热量损失，进而降低单晶炉运行功率，节省电费。

图：碳基复材与等静压石墨热场的对比

指标	指标含义	碳基复合材料	等静压石墨
原材料		碳纤维	石墨
制备方法		编织成产品形状的预制体——沉积纯化得到碳基复材产品	等静压、石墨化处理——机加工挖成产品形状
抗折强度（MPa）	强度越高，能承载的重量越大，安全性越高，使用寿命越长	≥150	38-60
导热系数（W/(m·K)）	系数越低，越能够隔绝内外热量传递	<30	80-140
灰分（ppm）	灰分越小，表示产品纯度越高（百万分之几的杂质浓度）	<200	<200
密度（g/cm³）	密度越小，所制成的产品越轻	1.6	1.8

图：单晶炉投料量逐年提升（kg）

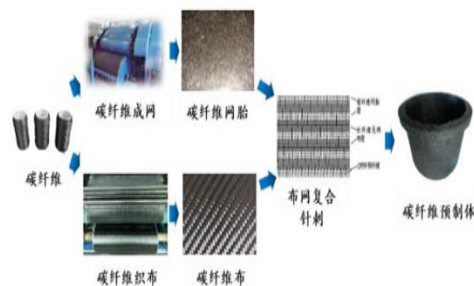


高增原因2：大尺寸趋势下碳碳热场成本增加远小于石墨，碳碳热场相对经济性提升

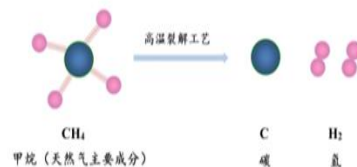
- ❑ 碳基复合材料是指以碳纤维为增强体，以C或SiC为基体而制成的复合材料，生产流程是：先将碳纤维丝编织成三维的碳纤维预制体，然后通过化学气相沉积技术将碳原子沉积到预制体上，最后进行机加工。
- ❑ 等静压石墨的生产流程是从石墨的破碎、磨粉开始，然后利用等静压装置做成石墨圆柱，经过石墨化后进行机加工，从整块石墨中挖出坩埚及各种管道设备，挖去的部分都是损耗。
- ❑ 因此，在制备大尺寸热场时，石墨材料损耗会按直径平方增加，而碳基复材成本仅线性增加，成本增幅远小于石墨，相对经济性提升。

图：碳碳材料与等静压石墨热场的制备工艺对比

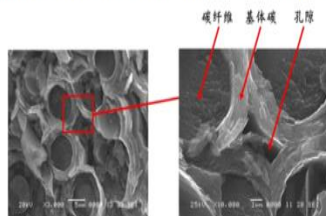
步骤一：碳纤维经过织布、成网、准三维成型、复合针刺等技术，形成碳纤维预制体（毛坯）。



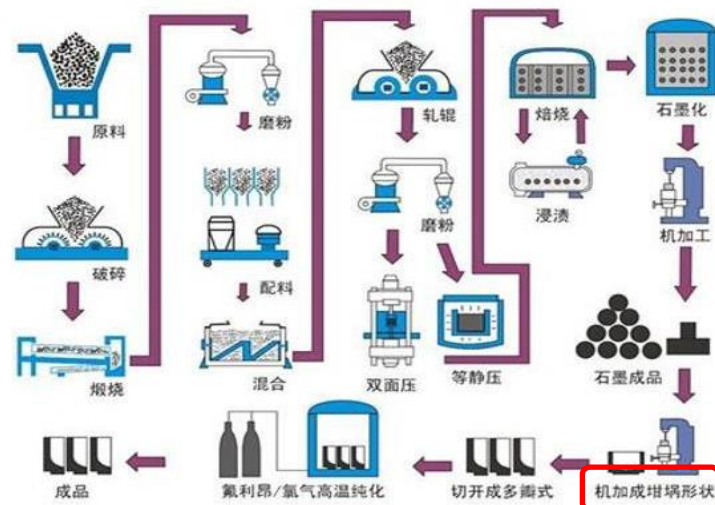
步骤二：甲烷经过高温裂解，分解出碳和氢。



步骤三：碳沉积附着于预制体中的碳纤维上，形成碳/碳复合材料，该工艺过程需要重复多个沉积周期。



等静压石墨材料生产流程



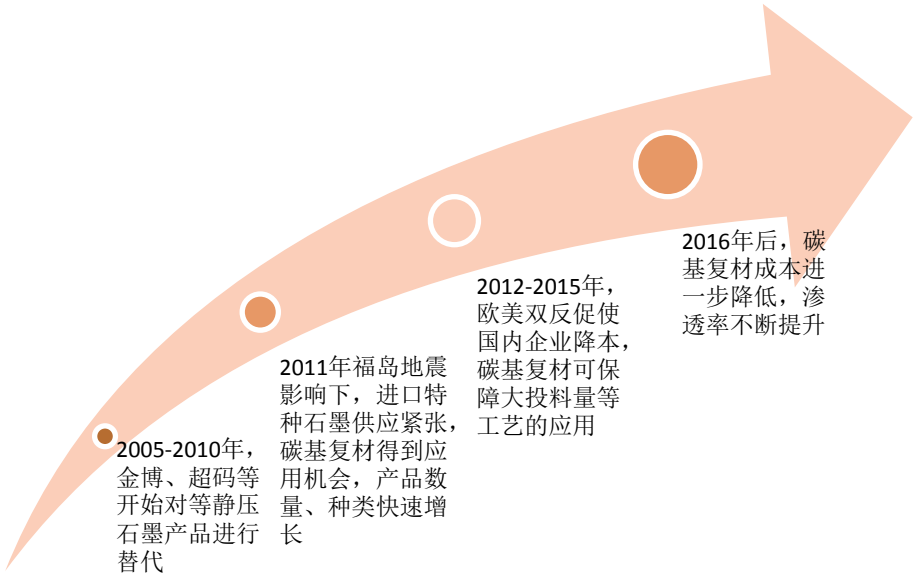
高增原因3：高纯等静压石墨依赖进口，而碳基复材国产，更能满足国内N型硅片生产需求

- 光伏行业发展早期，国内硅片企业主要采用进口的高纯、高强等静压石墨，生产企业主要是德国西格里、日本东洋炭素等，海外企业虽技术实力强，但光伏热场并非其主业，供货周期长，生产成本低，制约了光伏行业的降本、扩规模进程。
- 2011年的福岛地震为碳基复材提供了应用机会，2012年的欧美双反又促使国内企业降本，开始采用大投料量等工艺，进一步拉动了碳碳热场的需求，2016年后，随着金博、超码等企业解决了碳基复材的低成本规模化生产问题，硅片企业逐步转向使用国内企业供应的碳基复材热场。
- 而随着N型电池的发展，N型硅片的需求将增长，关键耗材依赖进口的问题将制约行业发展，因此后续国产碳碳热场将进一步替代进口的等静压石墨产品，碳碳热场渗透率将继续提升。

图：等静压石墨热场主要依赖进口

	简介
德国西格里	西格里为全球最大的石墨相关产品供应商，其可提供特种石墨和复合材料的全产业链产品，涵盖从原材料、中间体到成品部件的所有阶段。
日本东洋炭素	东洋炭素为全球主要的碳素相关产品制造商之一，其主要产品涵盖特种石墨、石墨纸级板材、碳/碳复合材料、机械用碳、碳刷等炭素产品
美国布高	全球最早突破等静压成型技术难关的公司，以多品种电火花加工用石墨，能平均颗粒度为1μm超细结构等静压石墨而驰名于世
法国罗兰	石墨换热器产品（基体采用等静压石墨材料）在国际上居领先地位，2017年就可制作直径2m的等静压石墨产品

图：碳基复材热场逐步应用到光伏单晶炉热场系统中



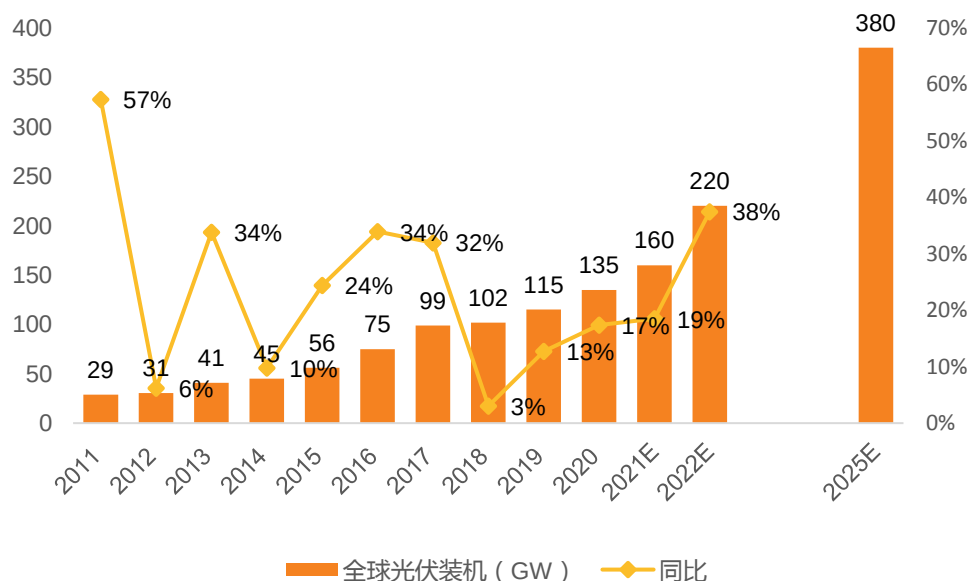
资料来源：金博招股说明书，苏启晖《国内等静压石墨研究与生产现状和发展趋势》，DT新材料，天风证券研究所

行业中期持续性：光伏装机↑——硅片生产↑——热场需求↑，预计5年CAGR=24%

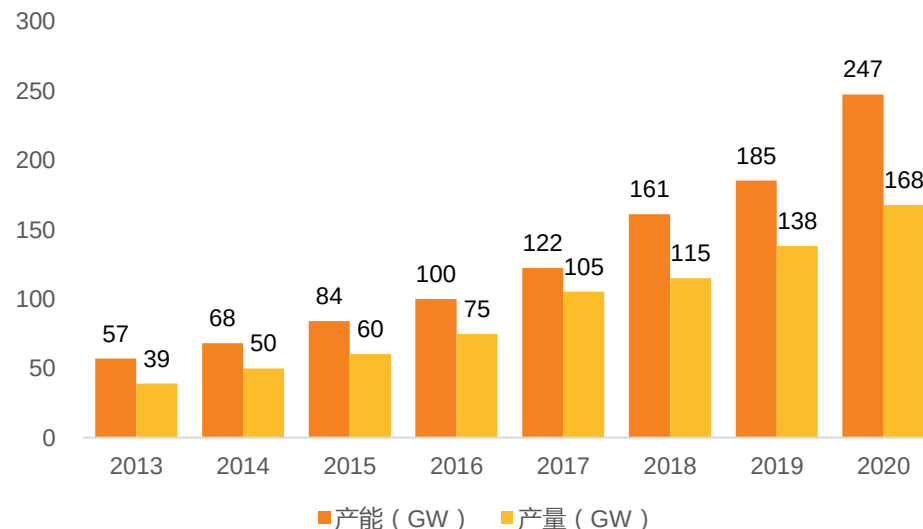
▣ 作为耗材，随着光伏新增装机增长，下游企业对热场产品的需求也将持续增长。从2013年以来的数据看，随容配比提升，全球光伏装机从41GW提升至2020年的130GW，而硅片产量则从39GW提升至168GW。

▣ 假设后续容配比保持不变，2025年装机增至380GW，则对硅片的需求也将增长至428GW，5年CAGR=24%。

图：全球光伏新增装机不断增长



图：全球光伏硅片产量不断增长



行业空间测算：预计2020、2025年市场规模分别16、71亿元，5年CAGR=35%，超行业增速

- 假设：
- （1）单GW所需单晶炉从2019年的约90台，逐年下降5%，至2025年约66台。
 - （2）每年耗量：加热器、坩埚2件/年；保温筒2件/年（每套系统需要上、中、下三个保温筒）；导流筒0.67件/年。
 - （3）渗透率：根据金博股份给出的2019与2020年各产品的测算渗透率，结合对未来各产品需求的判断，预计碳基复合材料坩埚在新增产能中的渗透率将于2021年达到100%，导流筒在新增产能中的渗透率将逐年提升至2025年的91%，保温筒在新增产能中的渗透率提升至2025年的86%，加热器尚需技术突破，预计2025年碳基复合材料加热器在新增产能中的渗透率在10%。
- 根据上述测算假设与逻辑，2020年热场行业市场规模仅16亿元左右，预计2021、2022、2025年分别将达26、39、71亿元，2020-2025年CAGR可达35%，超出光伏行业24%的增速。

图：碳碳热场市场空间测算

	单位	2019	2020	2021	2022	2025
单晶炉需求	装机	GW	115	130	160	380
	容配比		1.15	1.15	1.15	1.15
	单晶比例		65%	90%	95%	98%
	单晶硅片需求	GW	86	135	175	428
	产能利用率		46%	54%	43%	44%
	单晶硅片产能	GW	185	247	408	560
	新增单晶硅片产能	GW		62	160	153
	单GW所需单晶炉	台	90	86	81	77
单件价格	加热器	(万元/件)	6.5	6.5	6.5	6.5
	坩埚	(万元/件)	2.2	2.2	2.2	2.2
	导流筒	(万元/件)	2.1	2.1	2.1	2.1
	保温筒	(万元/件)	2.0	2.0	2.0	2.0
每年耗量	加热器	(件/年)	2	2	2	2
	坩埚	(件/年)	2	2	2	2
	导流筒	(件/年)	0.67	0.67	0.67	0.67
	保温筒	(件/年)	2	2	2	2
新增产能中碳碳热场渗透率	加热器		5%	5%	6%	7%
	坩埚		90%	95%	100%	100%
	导流筒		60%	60%	65%	71%
	保温筒		50%	55%	60%	66%
存量产能中碳碳热场改造率	加热器		5%	5%	6%	7%
	坩埚		90%	95%	100%	100%
	导流筒		60%	60%	65%	71%
	保温筒		50%	55%	60%	66%
新增需求	加热器	亿元		0.17	0.51	0.54
	坩埚	亿元		1.12	2.88	2.60
	导流筒	亿元		0.68	1.80	1.78
	保温筒	亿元		0.59	1.56	1.55
改造需求	加热器	亿元		0.54	0.82	1.51
	坩埚	亿元		3.50	4.68	7.32
	导流筒	亿元		2.12	2.92	5.00
	保温筒	亿元		1.83	2.54	4.37
更换需求	加热器	亿元		0.17	0.36	0.72
	坩埚	亿元		2.83	4.15	6.62
	导流筒	亿元		0.61	1.08	1.79
	保温筒	亿元		1.50	2.97	5.10
总产能碳碳渗透率	加热器		5%	9%	11%	14%
	坩埚		85%	98%	100%	100%
	导流筒		55%	76%	81%	88%
	保温筒		45%	70%	77%	85%
总需求	加热器	亿元		0.9	1.7	2.8
	坩埚	亿元		7.4	11.7	16.5
	导流筒	亿元		3.4	5.8	8.6
	保温筒	亿元		3.9	7.1	11.0
	合计	亿元		15.7	26.3	38.9
	yoy				68%	48%
						20%

行业长期延展性1：随单炉投料量增加，半导体热场将从传统石墨切换到碳基复材热场

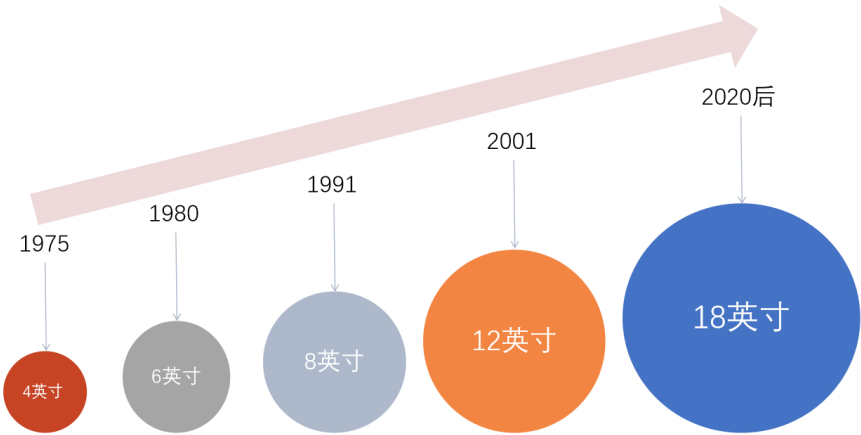
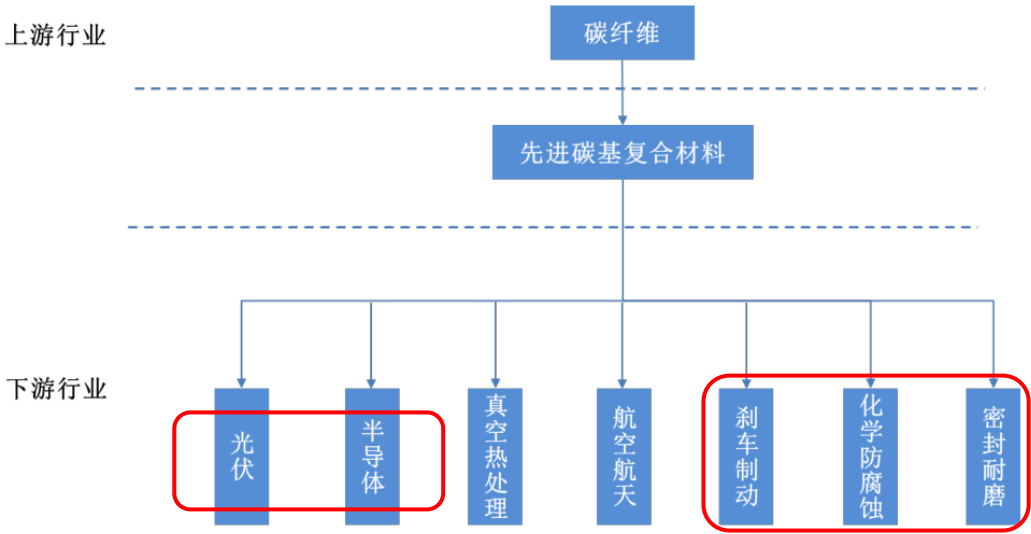
- ❑ 碳基复合材料应用领域广阔，除光伏热场外，还可应用于半导体热场、刹车制动、密封耐磨、耐腐蚀等领域应用。
- ❑ 半导体热场：随下游降本需求，半导体硅片的主流尺寸从1975年前后的4英寸增大到目前的12英寸。目前全球约70%的半导体硅片产能可生产12英寸硅片，大尺寸硅片生产需要更大投料量的单晶炉，随着单炉投料量从120kg增加到650kg以上，传统的石墨热场的承重能力不足，后续将切换到抗折强度高的碳基复合材料热场。

图：半导体单晶炉投料量随硅片尺寸、坩埚直径增大而增大

型号	坩埚直径(Inch)	投料量(KG)	硅片尺寸(Inch)
CG6000-GE	/	120	6-12
KX170MCZR	22	150	8-10
KX240MACH	24	220	8-10
KX320/300	32	435	12
KX360PV	36	650	>12

图：半导体硅片向更大尺寸发展

图：碳基复材应用领域广



资料来源：金博招股说明书，前瞻产业研究院，连城数控官网，天风证券研究所

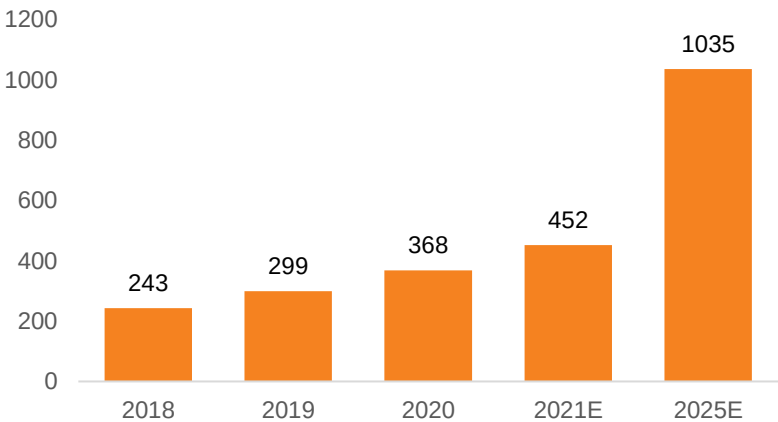
行业长期延展性1：预计2025年半导体热场行业市场空间可达20亿+，其中国内市场近10亿元

- 与光伏热场类似，半导体热场也是与单晶炉数量相关，为测算半导体热场空间，我们假设：
- 量：未来5年半导体出货量年增速5%，从2019年的1.34亿片/年增长至2025年的1.8亿片/年；每台单晶炉月产能保持在12万片/年，产能利用率60%，则每台单晶炉每年可生产7.2万片，要达到2020、2025年全球半导体硅片出货量所需要的单晶炉数量分别为1960台/2500台，其中25年国内企业产能对应单晶炉为1035台；
- 价：假设单台半导体单晶炉热场价格约90万元/年。
- 市场空间：2020年半导体单晶炉热场行业市场规模在17.6亿元左右，预计2025年将达22.5亿元，其中国内市场规模将达9.3亿元。

图：半导体热场市场空间测算

半导体硅片出货量	2019	2020	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E
出货量（亿片/年）	1.34	1.41	1.48	1.55	1.63	1.71	1.80
YOY		5%	5%	5%	5%	5%	5%
产能利用率	60%						
单晶炉产能（万片/年）	12						
单晶炉年产量（万片/台）	7.2						
单晶炉需求（台）	1864	1959	2057	2159	2267	2381	2500
每套热场价格（万元）	90						
热场市场空间（亿元）	16.8	17.6	18.5	19.4	20.4	21.4	22.5

图：国内半导体硅片产能对应单晶炉（台）



行业长期延展性2：碳碳/碳陶复材摩擦系数大，相较粉末冶金材料更适用于刹车制动领域

- 从材料本身属性看，碳碳复合材料的突出特点是耐高温、导热系数低、高温下摩擦系数稳定，碳陶复合材料的突出特点是耐高温、抗氧化、湿态摩擦系数稳定，二者均适合在摩擦制动领域中使用。1990年代后，碳碳复材首先进入了民用领域，主要用在高温结构部件、摩擦部件和热场部件，近年碳陶的使用量也在增加，主要用于刹车片和热防护系统。
- 铸铁、粉末冶金材料是当前应用于汽车、高铁等交通工具的主要制动材料，与铸铁相比，碳碳与碳陶复合材料的摩擦系数是其3倍左右，密度是其1/4，磨损率仅为其1%，且在高温下性能不会衰减，因此在刹车制动领域的性能更优。

图：刹车材料性能对比（以铸铁性能作为基准）

材料体系	摩擦系数	湿态摩擦系数	磨损率	密度
铸铁	1	1	1	1
粉末冶金材料	2~3	1~2	0.1	1/2
碳/碳复合材料	2~3	1~2	0.01	1/4
碳/陶复合材料	3~4	3~4	0.01	1/4

图：碳碳与碳陶材料性能特点不同，应用场景也存在差异

	碳/碳复合材料	碳/陶复合材料
发展阶段	1、基础工艺研究阶段（1960s之前） 2、军用开发阶段（1960s-1990s） 3、民用开发阶段（1990s至今）	1、热防护材料研究（1980s之前） 2、制动摩擦材料研究（1990s之后）
应用场景	航空航天、核工业等领域的高温结构部件和摩擦部件、热场部件	汽车和高速列车用的刹车片、航天飞机用的热防护系统
制备方法	化学气相沉积法（首选）、液相浸渍法	先驱体转化法、化学气相沉积法、反应溶体浸渗法
性能特点	热膨胀系数低、耐高温、耐腐蚀、摩擦系数稳定、导热导电性能好	高强度、高模量、高硬度、耐冲击、抗氧化、耐高温、耐酸碱、热膨胀系数小、脆性小、功能较全
未来趋势	改进化学沉积法的生产工艺，让制备技术向兼顾高性能和低成本的方向发展	由于成本限制目前无法在晶硅制造热场应用中替代碳/碳复合材料，但是在摩擦制动领域已具有一定的替代优势

行业长期延展性2：碳基复材将首先切入OEM市场，2025年总市场空间在2500亿元+

- ❑ 汽车刹车盘&刹车片市场可分为相对高端的OEM市场和价格敏感的AM市场，在OEM市场上，企业为整车厂的制动系统总成商供货，生产的产品规格、型号由客户指定，客户对产品、交货期要求高，而对价格敏感度低；在AM市场上，企业与经销商合作，按经销商需求进行排产，这一市场对价格敏感度较高。
- ❑ 碳基复材虽产品性能优异，但成本高，未来将先进入高端OEM市场。目前碳碳刹车片样品价格在6000元/套，普通刹车片价格在200元/套，因此未来碳基复材将先进入OEM市场，主要竞争对手是美国辉门、日本日清纺、美国天合、德国泰明顿等海外企业。
- ❑ 对刹车盘&刹车片的市场空间进行测算：假设2025年全球汽车产量达10000万辆，其中新能源汽车2000万辆，参考博世低金属刹车片和泰明顿高碳刹车盘的产品价格，每辆车上分别需要800、2000元左右，则预计2025年刹车盘&刹车片的OEM市场空间可达2500亿以上。
- ❑ 由于新能源汽车的重量约为传统燃油车的2倍，对刹车性能的要求更高，因此预计碳基复材产品在新能源汽车上将会有更高的渗透率。假设2025年碳基复材刹车件在传统车、新能源车上的渗透率分别在1%、5%，则其市场空间将分别在22、28亿元，合计50亿元。

图：汽车制动行业各市场分层明显，碳基复材更适合重产品轻价格的OEM市场

市场类型	市场特征	产品要求	进入难度	竞争要素	主要参与者
OEM（供车企）	主要由国际大型企业垄断，在制造技术、产品质量、交货期方面要求严格。	高	难	产品、交货期	美国辉门公司、日本日清纺株式会社、美国天合汽车集团和德国泰明顿摩擦材料集团
AM（零部件更换）	主要通过经销商进行销售，以价格为主要竞争手段。	一般	容易	价格、产品	德国博世集团、美国天合汽车集团、德国泰明顿摩擦材料集团、东营信义汽车配件有限公司、金麒麟、隆基机械以及当地制动部件企业等

图：2025年全球刹车片&刹车盘市场空间测算

	2025E新能源车	2025E传统车
全球汽车年产量（亿辆）	0.2	0.8
刹车片价格（元/辆）	800	800
刹车盘价格（元/辆）	2000	2000
刹车片市场空间（亿元）	160.0	640.0
刹车盘市场空间（亿元）	400.0	1600.0
刹车盘&刹车片市场空间合计（亿元）	560.0	2240.0
预计渗透率	5%	1%
预计刹车盘&刹车片市场空间（亿元）	28.0	22.4

2

竞争优势来自成本，降本主要通过缩短致密周期

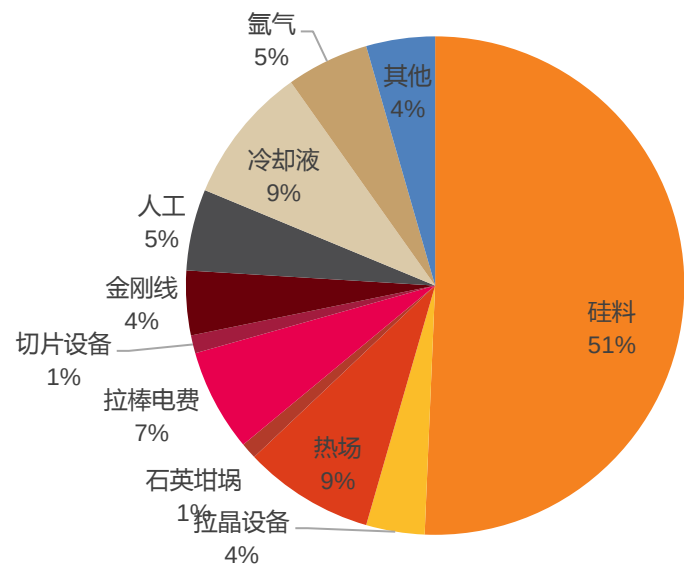
原因1：在硅片成本中占比高，不同企业产品差异小，主要比拼成本

原因2：制造费用占比50%+，主要靠缩短致密周期降本；直接材料占比35%，主要靠自制预制体降本，但自制技术壁垒高

原因1：碳碳热场在硅片非硅成本中占近20%，且产品差异不大，成本是主要竞争要素

- 由于碳碳热场在硅片非硅成本中占比较高，达18%，且各企业产品差异不大，因此这一行业的主要竞争要素为成本。
- 据2020年数据测算，M6硅片价格在2.6元/片，毛利率30%左右，按6.1W/片折算，对应硅片生产成本在0.26元/W。而每台单晶炉每年对应的碳碳热场需求为30万元，假设每GW硅片需要80台单晶炉，则单W硅片的热场成本在0.024元，在硅片生产成本中占9%，在非硅成本中占比18%，相对较高。
- 而不同企业所生产的碳碳热场差异不大，如金博与中天火箭的产品抗折强度均在150MPa以上，灰分均在200ppm以下。

图：硅片成本构成



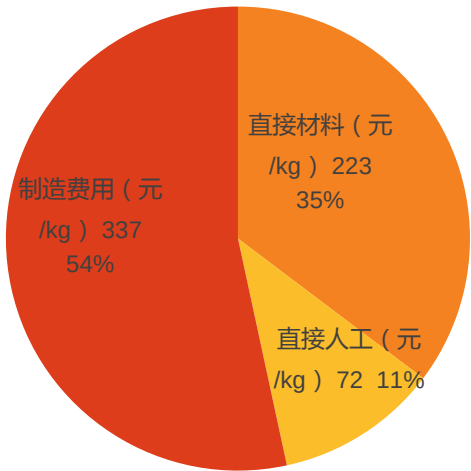
图：不同公司所产碳碳热场性能差异不大

项目		中天火箭	金博股份
适用行业标准		单晶炉用炭/炭复合材料坩埚行业标准（YS/T792-2012）	单晶炉用炭/炭复合材料坩埚行业标准（YS/T792-2012）
应用设备		单晶直拉炉	单晶控制炉
坩埚	抗弯强度Mpa	150-260	≥150
	导热系数（W/（m·K））	20-30	<10
	灰分（ppm）	一级<200	一级<200，二级<100，三级<30
保温筒	导热系数（W/（m·K））	20-30	<10

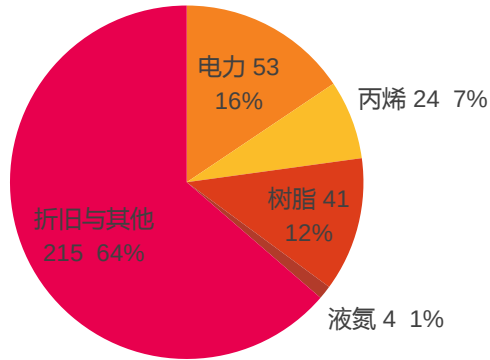
原因2：成本中制造费用占比54%，技术是主要降低手段

- 从碳碳热场的成本构成来看，制造费用占比高达54%，主要包括反应辅材、电力、折旧等。2019年龙头公司金博制造费用仅179元/kg，远低于同业的337元/kg，差异明显。
- 在制造费用中，折旧是最大的部分，占比约60%，龙头公司与其他公司的主要差异来自折旧，降低折旧的方式是提高单位时间设备产出、自主研发与生产设备，而这些主要依托各公司的技术研发实力。
- 电力在制造费用中占比16%（不同工艺有所差别），主要降低方式是在低电价地区建厂。

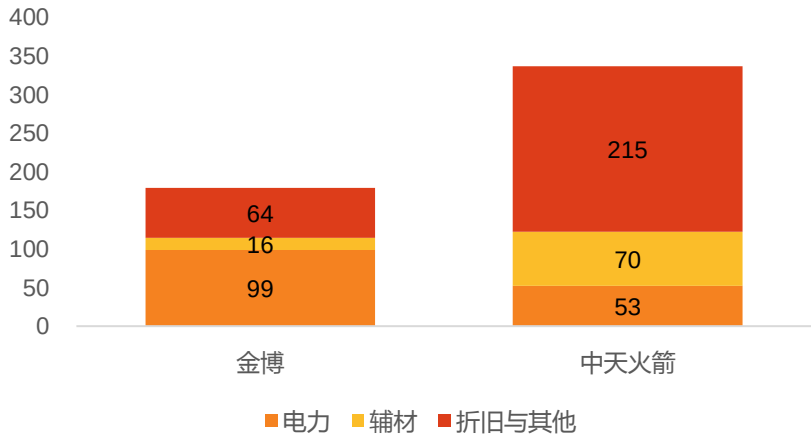
图：碳碳热场成本构成



图：制造费用中折旧占比约60%



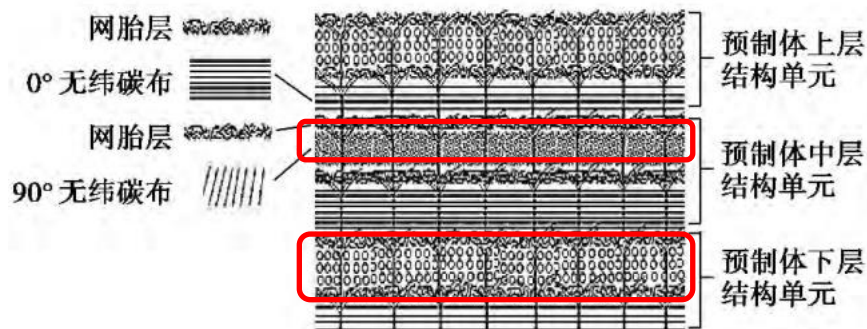
图：金博的制造费用远低于中天火箭（元/kg）



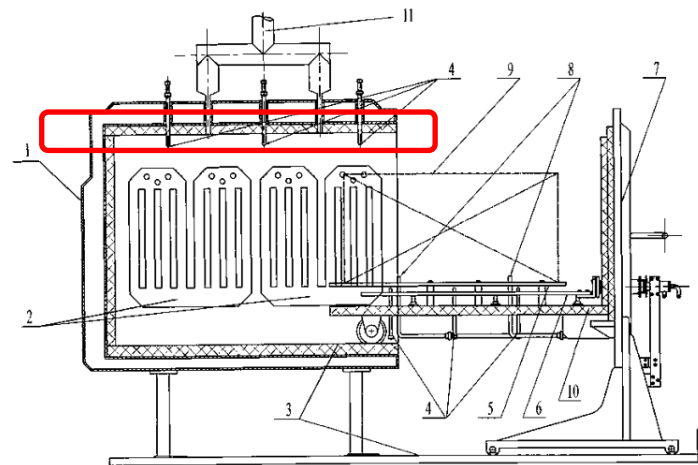
技术1：定制预制体、调节温度与气流、降杂与添加催化剂，可将致密周期缩短50%+

- 提高单位时间产出方面，主要可通过以下三种方式：
- 首先，通过调整预制体各位置的密度与孔隙大小，可使不同的热场部件具有不同的强度、导热系数，缩短沉积周期；
- 其次，通过调节温度与气流，使天然气的扩散运动匹配其热解反应的速度，从而在特定位置按照从内层孔隙到外层孔隙的顺序实现沉积，减少闭孔现象；
- 最后，通过降低杂质气体密度（抽真空、单一碳源等）、添加催化剂加速天然气热解反应。
- 经上述改进，金博的致密周期仅300h以内，低于同业的一半。

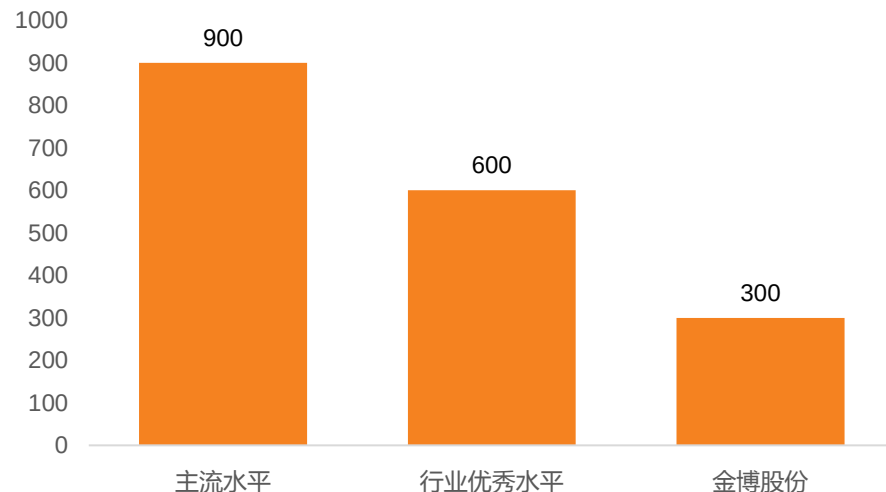
图：预制体密度可调，孔隙大小也不一样，从而对沉积周期产生影响



图：金博自制的沉积炉中设有热电偶，方便对反应温度进行控制



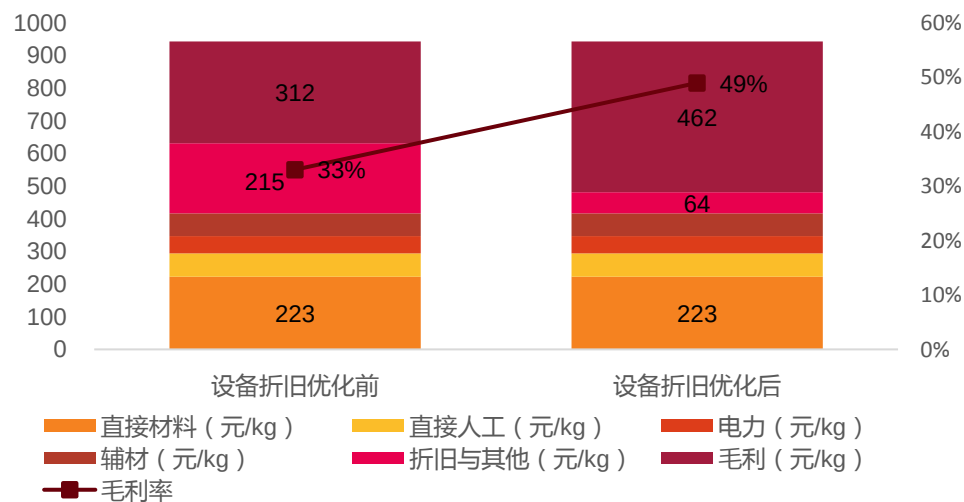
图：行业内不同公司致密周期不同（h）



技术2：自研沉积设备&自制高温炉，叠加快速沉积技术，可提升毛利率16pct

- 自主研发、生产设备方面，由于碳基复材的生产技术含量较高，没有现成的设备可用，也很难从国外引进，大部分是企业根据自身的生产需求设计，多数生产企业使用的设备是高耗能、低产出的设备，而技术、研发实力强的金博自研了沉积设备，并自制了真空度良好的高温炉，不仅降低了设备初始投资，还提高了沉积、高温处理效率。
- 正是得益于自研沉积设备并自制高温炉，以及前述快速沉积技术，使金博的折旧与其他成本仅64元/kg，相较同业的215元/kg优势明显，可提升毛利率16pct。

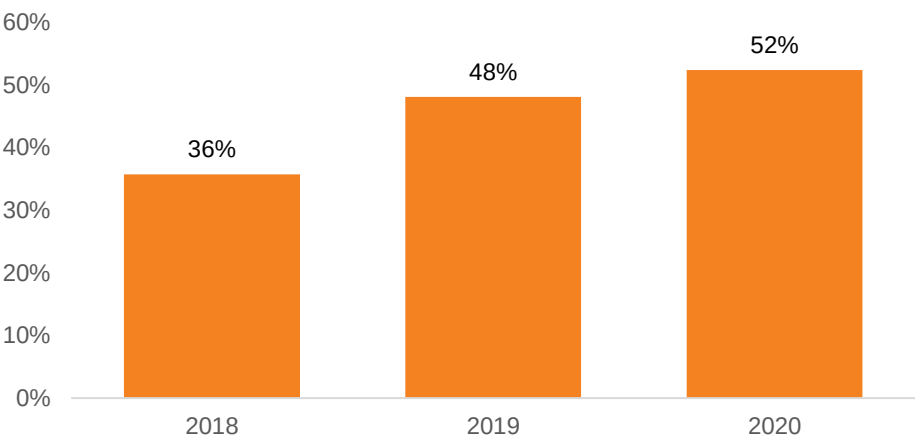
图：设备&工艺差异可导致16pct的毛利率差距



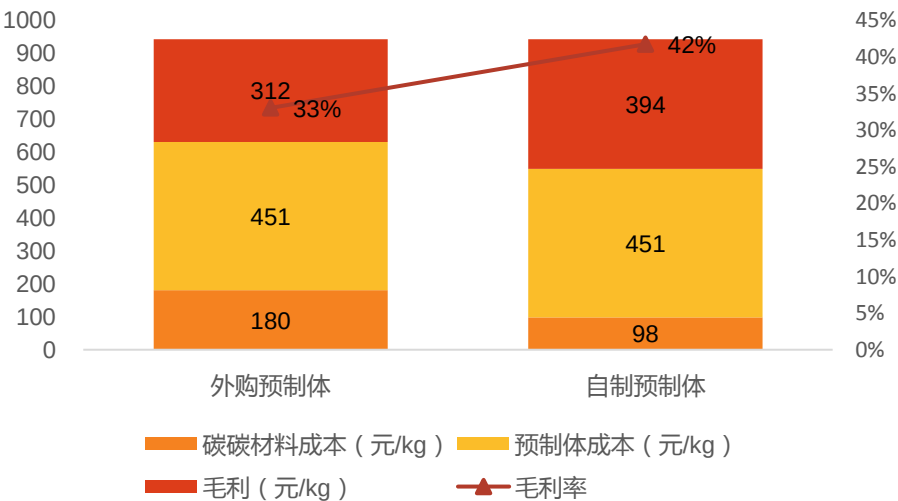
原因2：直接材料占比35%，自制可带来9pct+的毛利率提升，但制备预制体技术壁垒高

- 在材料成本中，碳纤维预制体是最大的部分，占比达80%+，据中天火箭招股书，其外购预制体的价格为351元/kg，而金博自制成本是191元/kg，按每kg碳碳材料消耗0.51kg预制体来计算，自制预制体可降低成本约82元/kg，对应毛利率提升约9pct。
- 预制体的制备技术壁垒较高，且主要用在航空航天领域，国外对这一技术进行封锁，目前国内具有预制体制备技术的除科研院所、航空航天单位外，主要有金博股份、江苏天鸟与龙头。

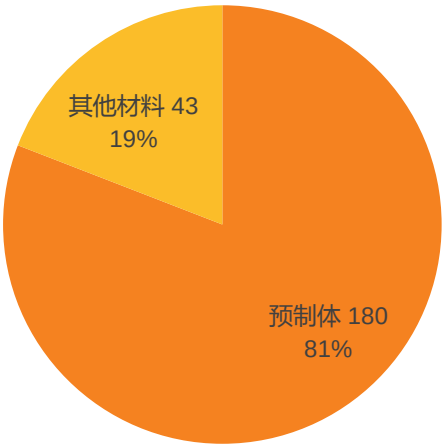
图：碳纤维预制体业务毛利率可达50%左右



图：自制预制体可带来9pct的毛利率提升



图：碳纤维预制体在热场材料中占比高达80%+（元/kg）



3

成本决定竞争格局

当前碳碳热场厂商扩产较多，预计23年前后将产能过剩，但具有成本优势的龙头可在价格战时保持高盈利，价格战后市占率迅速提升

现状：金博市占率30%、毛利率60%；超码市占率约17%、毛利率30%；隆基主要自用

- 目前制作碳基复材热场的国内上市公司有金博股份、中天火箭以及隆基股份：
- 金博**是行业龙头，客户至少涵盖了行业前六家硅片厂，2018年坩埚市占率达33%，2020年热场销量达448吨。得益于碳纤维预制体自制+定向气流快速化学气相沉积技术+沉积与高温炉自制三大优势，金博的毛利率保持在60%+的高位，遥遥领先于同业的30%左右。
- 中天火箭子公司西安超码**，客户至少涵盖了行业前四家硅片厂，原来主要面向航天场景，产品强度、密度要求较高，因此用同种技术制备光伏产品时，产品密度高于同业，但生产成本更高，2020年公司热场销量265吨，测算市占率约17%。
- 隆基**2019年突破了碳纤维预制体自制技术，但目前制备成本仍较高，主要为保障内部供应稳定，规划年产能为20GW（约占其总产能的20%）。

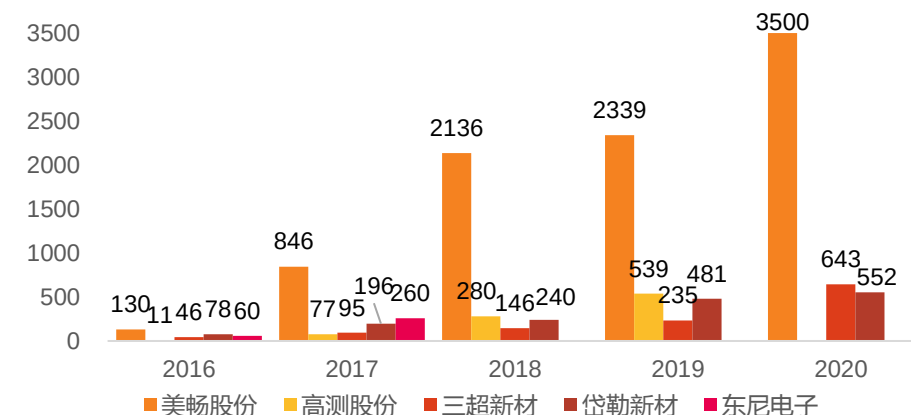
图：碳热场行业中的主要公司情况

	金博股份	中天火箭	隆基股份
客户	隆基、中环、晶科、晶澳、上机、京运通等	隆基、中环、晶科、晶澳等	自用
2020年产能（吨）	481.6	200.0	20GW
2020年销量（吨）	448.0	265.0	-
收入（亿元）	4.2	2.4	-
降本措施	预制体自制+单一碳源快速化学气相沉积技术+自制自研沉积、高温炉	天然气化学气相沉积（需氮气+氩气辅助）	预制体自制+布局在低电价地区+天然气化学气相沉积（需氮气+氩气辅助）
毛利率	63%	32%	-

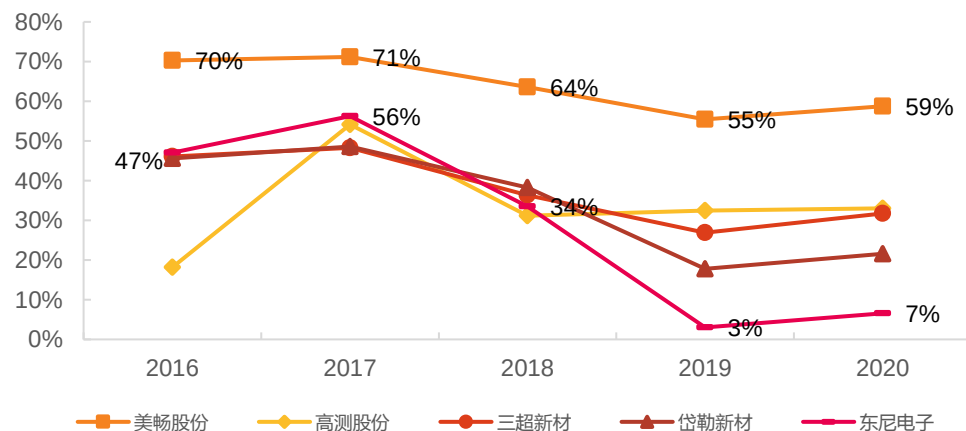
类比：金刚线行业产能过剩致盈利下降，但行业龙头保持高盈利并提高了市占率

- 复盘同为硅片耗材的金刚线盈利、格局变化趋势，可对后续热场行业格局变化提供参考。
- 2017-2018年上半年，金刚线渗透率快速提升，对金刚线的需求也大幅增加，多个企业大幅扩张产能，如美畅、高测产能分别从2016年的130、11km大幅扩张至2018年的2136、280km，行业毛利率均处在40%+的高位，美畅则在70%。
- 但是“531”后国内需求受到较大影响，供需关系反转，金刚线价格从2017年的170元/km暴跌60%+至2019年的60元/km，部分企业毛利率下探至个位数，并开始退出这一行业，而具有成本优势的美畅、高测等企业的市占率则快速从21%提升至49%。

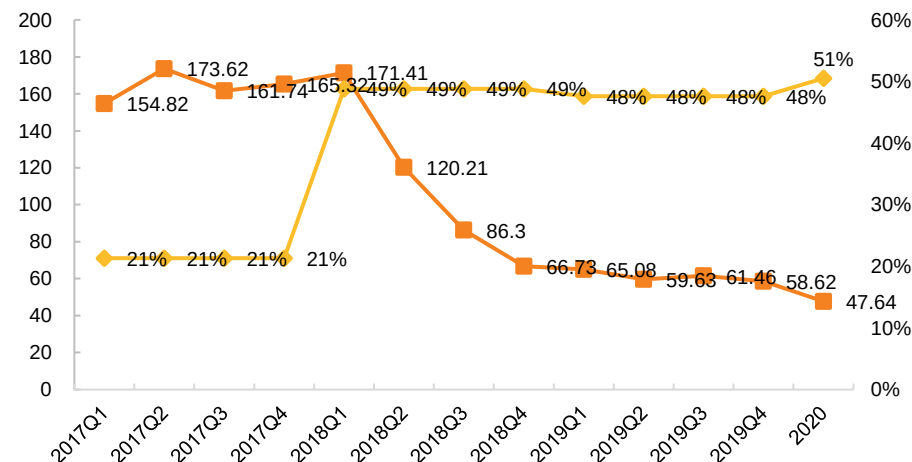
图：2017年金刚线企业大幅度扩产（km）



图：金刚线行业毛利率自2017年后呈下行趋势



图：金刚线价格2018年暴跌60%，同时CR2提升30pct



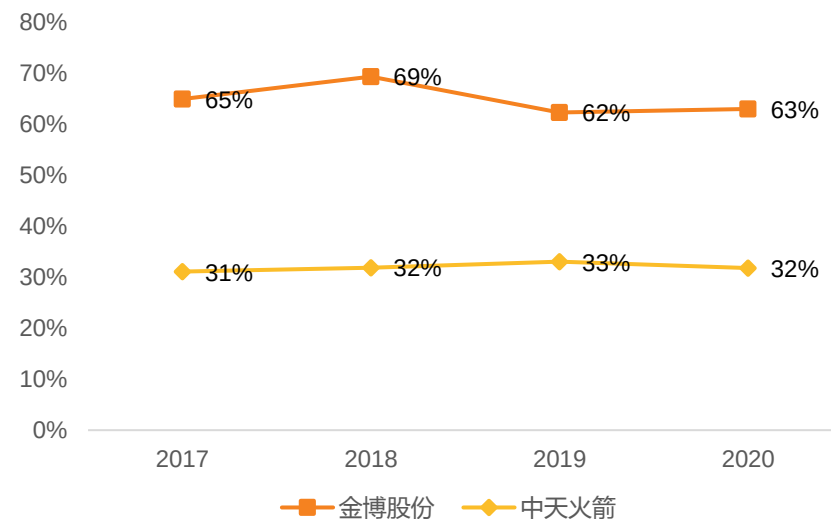
未来：随行业产能过剩，热场价格将下行，但头部企业仍可保持高盈利且市占率提升

- 与金刚线2017年格局类似，当前碳碳热场处于供不应求状态，行业盈利均较高，但2021年1-7月仅金博、超码两家产能增幅就达到88%，分别从50、35台沉积炉增长至60、100台沉积炉，再加上各类中小企业以及正进入热场行业的原军工企业，预计行业总产能将在2023年前后出现过剩并引发价格战。
- 但由于热场行业不同企业的毛利率差距较大，龙头金博毛利率常年保持60%+，而中天火箭仅30%左右，因此即使价格快速下行，预计龙头依旧可保持较高盈利水平，价格战后成本较高的公司将逐步出局，此后行业格局将快速集中到龙头。

图：2021年碳基复合材料企业大幅度扩产

	当前沉积炉 (台)	当前月产能 (套)	其中21年新上 沉积炉(台)	扩产时间
金博	100	1800	50	2021年6月
超码	60	800	25	2021年7月
美兰德	25	500		
凯泊	14	300	2	2021年5月

图：碳碳热场企业间毛利率差距较大



4

投资建议

建议关注【金博股份】、【天宜上佳】

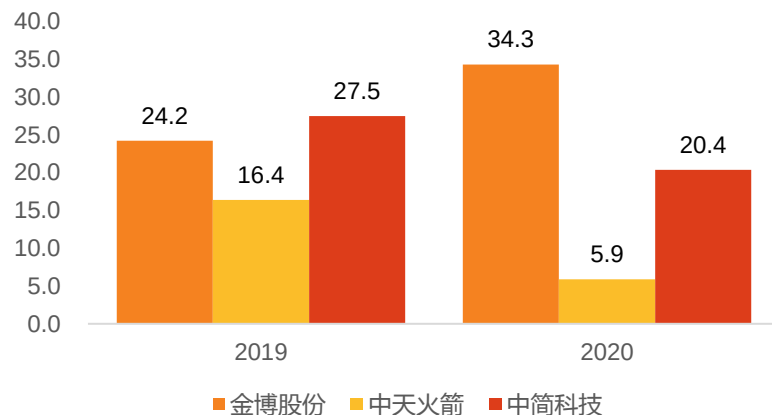
金博股份：技术积淀深厚，研发人员待遇好，得以持续积累工艺优势

- 公司作为行业龙头，领先优势的主要来源是技术。
- 目前公司高管大多具有专业技术背景，重视技术研发，研发费用率常年在10%左右，持续高于可比公司，2020年公司研发投入0.35亿元，同增20%，研发人员薪酬较同业高出50%，且2020年上市后2次对核心技术人员进行股权激励，并设有员工持股平台，保障了技术人员的稳定性，进而得以持续积累工艺优势。

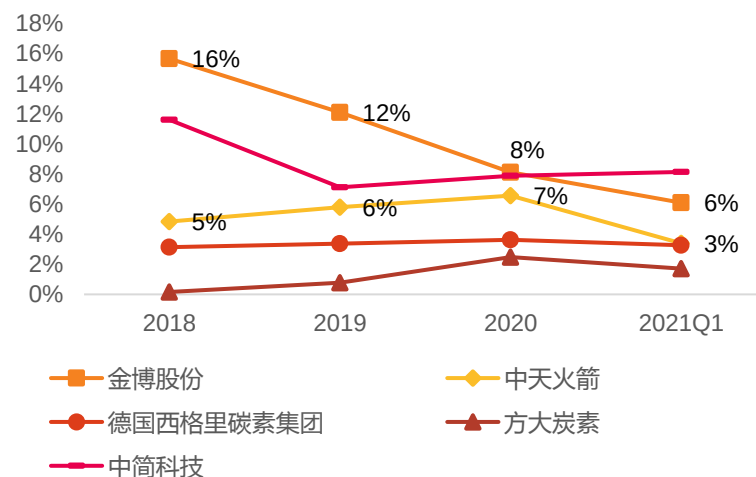
图：公司管理层多为专业出身

姓名	现任职务	学历	出生年份	任职经历
廖寄乔	董事长/首席科学家	博士	1970	曾任职于中南大学粉末冶金研究院、金硅科技。2005年6月至今，任职于博云高科、金博
王冰泉	总经理	硕士	1980	曾任职于上海贝尔阿尔卡特股份有限公司、无锡尚德太阳能电力有限公司。2011年3月加入金博
王跃军	副总经理	硕士	1969	曾任职于湖南直田量具机械厂、宁乡城南机床配件厂、长沙新型机床配件厂。2005年加入金博
李军	总工程师	硕士	1981	曾任职于昆明钢铁集团有限责任公司。2010年9月加入金博
周子嫒	财务总监	本科	1970	曾任职于湖南益阳齿轮股份有限公司、湖南益阳螺旋伞齿轮制造有限公司、益阳圆锥齿轮制造有限公司。2005年加入金博
童宇	董事会秘书	本科	1986	曾任职于广州南沙海港集装箱码头有限公司。2010年3月加入金博

图：公司研发人员薪酬领先同业（万元）



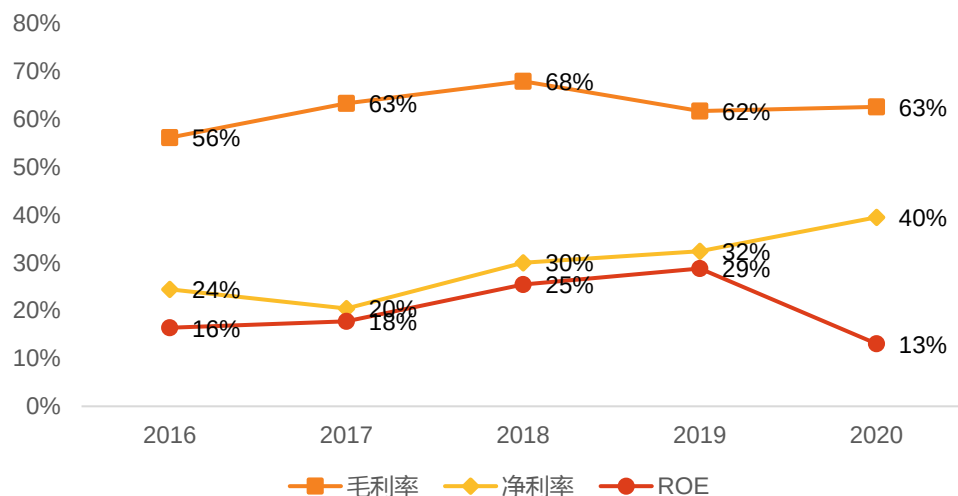
图：公司研发费用率高于同业



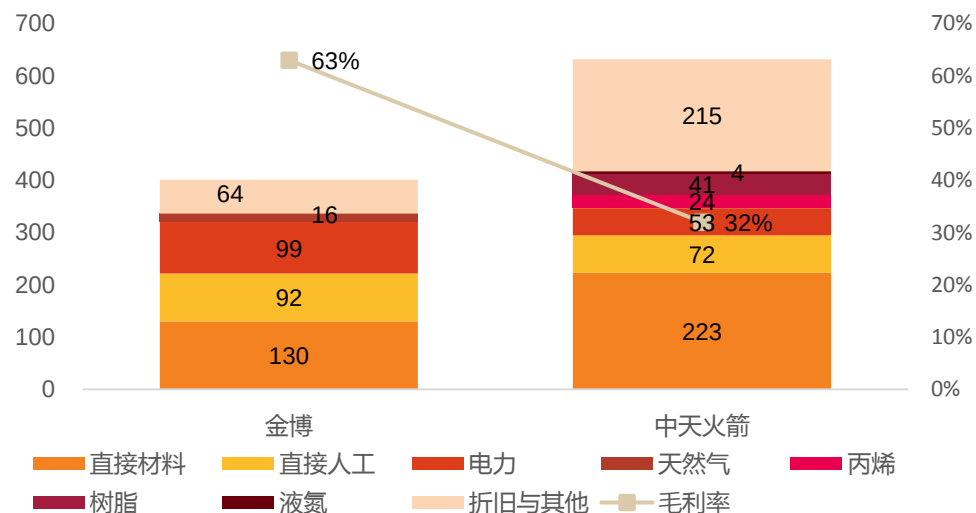
金博股份：自制预制体9%+快速沉积&自制设备16%+沉积路线6%=高出同业30pct的毛利率

- 受益于前述预制体自制技术、快速化学气相沉积技术以及自制或自研设备，公司2020年毛利率相较同业高出31pct，除前述预制体自制带来的9pct、快速沉积&自制设备带来的16pct外，公司采用单一天然气沉积路线，中天火箭采用传统丙烯+氮气再浸渍、固化、炭化的路线，沉积路线的不同带来了辅材方面6pct的差距。
- 其他盈利指标方面，公司ROE也逐年提升至近30%（2020年下降主要是上市融资后资产规模大增导致周转率下降所致）。

图：公司盈利能力持续保持高水平



图：公司毛利率领先同业31pct



金博股份：专利先行，技术降本，不断突破民用碳基复材的蓝海市场

- ❑ 公司创立之初，主要专利方向在预制体的制作工艺与设备，如针刺机的自动送料装置，随着预制体制备技术的成熟，逐步转向下游热场应用，并在逐步改进之后降低成本，打开了光伏用碳碳热场这一市场，并逐步替代传统等静压石墨热场。
- ❑ 同时，公司先是开发了适用于半导体应用场景的热场，主要是增加了碳化硅层的碳碳热场，目前已成为神工半导体、有研半导体的供应商，再通过改进碳陶预制体的制备方法，做出了适用于汽车刹车用的碳陶刹车盘产品，后续有望从高端整车厂开始突破，逐步扩大市场份额。两块市场目前主流产品均不是碳基复材，但经过技术改进降本后，有望成为公司新的增长极。

图：随着公司新专利的申请，公司业务方向不断拓展

申请日期	专利名称	对应后续产品
2008/1/23	针刺机的自动送料装置	预制体
2008/3/3	单晶炉导流筒及其生产工艺	导流筒
2008/3/3	高温炉用发热体	高温炉
2008/3/3	高温炉耐火保温罩及其生产工艺	
2008/5/20	炭/炭复合材料坩埚及其生产工艺	坩埚
2008/8/21	碳/碳复合材料发热体及其生产工艺	加热器
2010/4/8	化学气相增密炉炉体	沉积炉
2010/5/28	化学气相增密炉炉膛	
2011/4/26	碳/碳复合材料保温筒及制备方法	保温筒
2012/7/5	碳/碳/碳化硅复合材料坩埚及制备方法	可用做纯度要求更高场景的热场
2012/7/5	碳/碳/碳化硅复合材料导流筒及制备方法	
2012/7/5	碳/碳/碳化硅复合材料保温筒及制备方法	
2012/7/5	碳/碳/碳化硅复合材料发热体及制备方法	
2019/12/17	碳陶复合材料刹车盘及制备方法	碳陶刹车盘
2019/12/17	碳陶复合材料的制备方法和应用及制备用针刺机构	碳陶预制体
2019/12/17	碳陶复合材料制备用针刺机构	

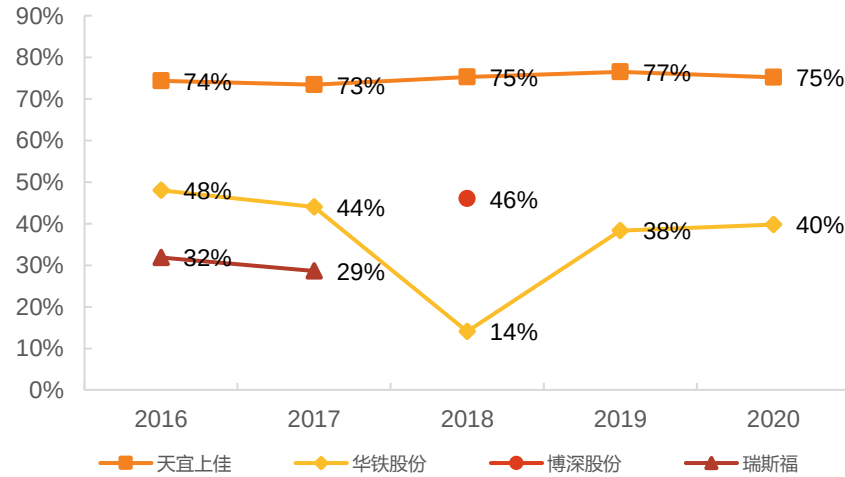
天宜上佳：高铁粉末冶金闸片龙头，向碳基复材领域拓展

- 公司是高铁粉末冶金闸片龙头供应商，近年粉末冶金闸片在收入中占比均在95%+，毛利率70%+，净利率40%+，均领先同业。
- 目前公司持有CRCC（中铁检验认证中心有限公司）证书10个，覆盖33款高铁车型，在取得证书的所有企业中位居第一。
- 2017年，公司开始向碳碳、碳陶产品方向拓展，并逐步建成了中试线；2021年成立天力九陶、天力新陶，专门负责在航空航天、轨道交通、汽车及光伏等领域碳碳、碳陶产品的研发、生产与销售。

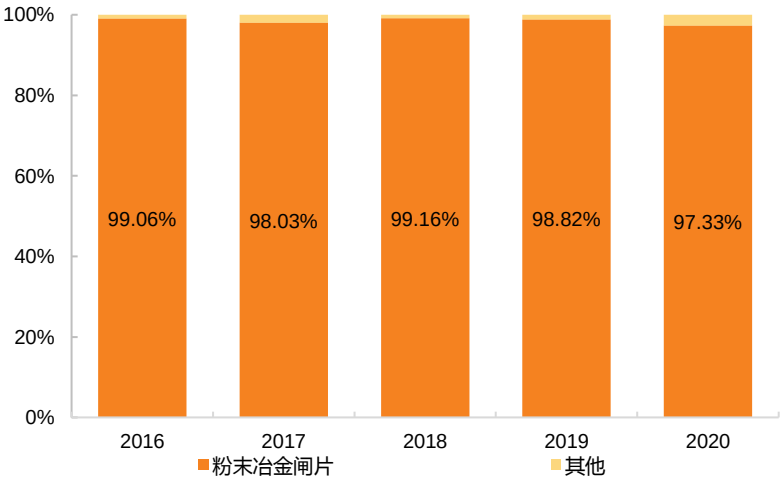
图：公司CREC证书数量、覆盖车型远高于同业

公司	持有CRCC正式证书数量	获证覆盖车型
北京天宜上佳新材料股份有限公司	10	33
克诺尔车辆设备（苏州）有限公司	6	19
北京浦然轨道交通科技股份有限公司	5	18
北京优材百慕航空器材有限公司	3	15
湖南博科瑞新材料有限责任公司	3	11
中车威墅堰机车车辆工艺研究所有限公司	3	9
常州中车铁马科技实业有限公司	2	9
博深股份有限公司	2	7
中铁隆昌铁路器材有限公司	1	4
北京北摩高科摩擦材料股份有限公司	1	5
北京瑞斯福高新科技股份有限公司	1	5
青岛亚通达铁路设备有限公司	1	4

图：公司毛利率大幅领先竞争对手



图：公司收入主要来自粉末冶金闸片

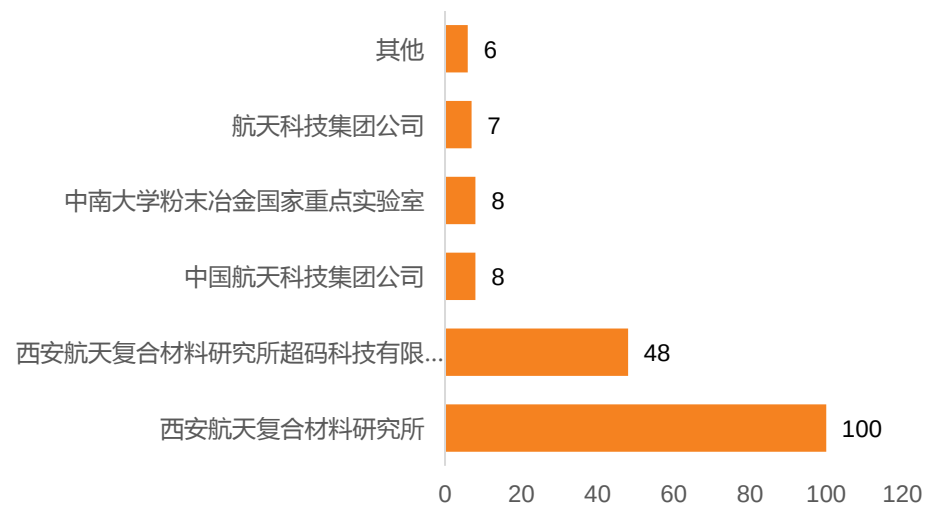


资料来源：Wind，天风证券研究所

天宜上佳：技术团队实力雄厚，碳陶刹车盘进展顺利，100t热场产能已投产

- 公司创始人吴佩芳从事材料行业工作40年，积累了丰富的研究与产业经验；碳基复材技术带头人周绍建，为中国航天科技集团材料专家组成员，从事碳基复材研究与生产管理26年，与航天研究所、超码、中南大学等机构进行多次合作。
- 公司碳基复材研发团队有16人（硕士以上12人），成员来自西北工大、北航、哈工大、北科等材料名校。
- 凭借在摩擦制动领域的积淀，公司自2018年以来已申请了5项碳陶材料的发明专利，并且碳陶刹车盘已与顶尖车企合作，首款产品性能验证结果优良，预计年内完成实车考核；而在光伏热场领域，公司在四川江油建设的100吨热场产能已于8月初投产，后续或将继续扩产。

图：碳基复材技术带头人周绍建与航天研究所、超码、中南大学合作较多



图：公司碳基复材相关专利

序号	专利名称	公告号	专利类型	公布日期
1	一种碳陶刹车盘制备方法	CN109095929A	发明专利	2018/12/28
2	一种摩擦材料、由其制备的轻量化碳陶盘用有机碳陶刹车片及其制备方法和应用	CN109404450A	发明专利	2019/3/1
3	一种碳陶材料的生产工艺及由该材料制得的滑板	CN106740136B	发明专利	2019/4/23
4	一种碳陶制动件及其制备方法	CN106699210B	发明专利	2019/12/13
5	碳陶复合材料及其制备方法	CN107935614B	发明专利	2020/9/15

投资：建议关注金博股份、天宜上佳

- 看好碳碳热场行业，一方面碳碳热场对等静压石墨热场会加速替代，行业本身相较光伏具有更高增速，另一方面龙头公司技术领先，阿尔法属性明显，且工艺的可迁移性好，后续可向半导体、汽车刹车件、耐腐蚀等领域拓展，**建议关注碳碳热场行业龙头【金博股份】、轨交制动龙头【天宜上佳】**。

风险提示

- **下游需求不及预期：**若终端装机需求不及预期，行业整体利润将受到影响；
- **行业政策变动：**光伏虽已实现平价，但发电不稳定性较明显，如果未来政策大幅变动，则可能影响下游装机积极性；
- **测算具有一定主观性，仅供参考：**本报告测算部分为通过既有假设进行推算，仅供参考；
- **新业务拓展具有不确定性：**金博股份当前业务较为单一，若后续半导体、刹车件业务拓展不及预期，可能影响其业绩增长；天宜上佳刚切入碳碳热场领域，产品尚未经过大批量检验，若后续产品质量、成本不及预期，可能影响其客户拓展。

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