

# 目 录

一、关于碳纤维及复合材料装备业务·····	第 1—67 页
二、附件 ·····	第 68—72 页
（一）本所营业执照复印件 ·····	第 68 页
（二）本所执业证书复印件 ·····	第 69 页
（三）本所从事证券服务业务备案完备证明材料 ·····	第 70 页
（四）签字注册会计师证书复印件 ·····	第 71—72 页

# 关于浙江精工集成科技股份有限公司 申请向特定对象发行股票第三轮审核问询函中 有关财务事项的说明

天健函〔2024〕37号

深圳证券交易所:

由国泰君安证券股份有限公司转来的《关于浙江精工集成科技股份有限公司申请向特定对象发行股票的第三轮审核问询函》（审核函〔2023〕120177号，以下简称审核问询函）奉悉。我们已对审核问询函所提及的浙江精工集成科技股份有限公司（以下简称精工科技公司或公司）财务事项进行了审慎核查，现汇报如下。

## 一、关于碳纤维及复合材料装备业务

发行人审核问询函回复称，碳纤维及复合材料装备相关（含成套生产线和单台套设备）产品产能、产值增长与机器设备增长不匹配的原因主要是将大量部件通过外协模式完成，2020年至2022年，发行人碳纤维装备原材料成本中外协模式占比合计分别为64.02%、71.57%、82.80%，外协模式占比呈增长趋势，对于涉及核心技术部分由公司使用自有加工设备进行生产。发行人现有碳纤维成套生产线产能为10套，最近一期产能利用率为47.48%，本次募投项目碳纤维及复材装备智能制造建设项目达产后，将替换及新增碳纤维成套生产线产能20套。

请发行人补充说明：（1）结合碳纤维及复合材料装备产品及产线交付流程、周期及具体方式，公司交付团队建设情况等，说明公司是否聘请第三方工程服务，第三方工程服务规模与公司相关业务规模、已建及在建项目数量及规模、公司交付团队规模等是否匹配，相关信息披露是否真实、准确、完整，相关会

计处理是否符合会计准则相关要求，相关业务模式及会计处理与同行业可比公司是否一致，并进一步说明大比例外协是否存在核心技术泄露风险，针对核心技术采取的保密措施及有效性；（2）结合碳纤维市场发展情况，碳纤维设备及产品价格走势，市场现有及未来增长空间，同行业公司现有产品产能及未来产能释放计划，发行人现有客户及潜在客户需求，在手订单及意向性合同签署情况等，说明未来业务增长来源，在市场竞争激烈且最近一期产能利用率不及 50% 情形下扩产的必要性，合理性；（3）结合大比例外协情况、市场竞争及发展情况、同行业可比公司业绩及可比项目效益情况等，说明本次募投项目实施后，是否存在毛利率大幅下滑的情形，相关效益测算是否谨慎、合理。

请发行人充分披露涉及核心技术、产能消化、效益测算的相关风险。

请保荐人和会计师核查并发表明确意见。（审核问询函问题 1）

（一）结合碳纤维及复合材料装备产品及产线交付流程、周期及具体方式，公司交付团队建设情况等，说明公司是否聘请第三方工程服务，第三方工程服务规模与公司相关业务规模、已建及在建项目数量及规模、公司交付团队规模等是否匹配，相关信息披露是否真实、准确、完整，相关会计处理是否符合会计准则相关要求，相关业务模式及会计处理与同行业可比公司是否一致，并进一步说明大比例外协是否存在核心技术泄露风险，针对核心技术采取的保密措施及有效性

1. 公司碳纤维及复合材料装备产品及产线交付流程、周期及具体方式，公司交付团队建设情况，公司聘请第三方工程服务的具体情况

（1）公司碳纤维装备产品及产线交付流程、周期及具体方式

报告期内，公司碳纤维装备业务包括碳纤维成套生产线装备业务以及碳纤维单台套设备业务，其中以碳纤维成套生产线装备业务为主。

对于碳纤维成套生产线装备业务，公司均采用整线交钥匙工程模式向下游客户提供成套生产线装备，需要由公司完成装备的设计、生产、装配后，在客户现场处完成安装、调试并最终完成验收交付，交付周期从整体方案设计到完成现场安装调试一般需要 9-12 个月左右，交付流程和周期较长；对于碳纤维单台套设备业务，视不同客户要求，由公司负责设备安装调试或由公司提供安装技术指导后完成单机设备验收交付，交付流程较为简单、交付周期较短。

公司碳纤维成套生产线装备项目的具体交付流程、周期及具体方式如下表：

交付流程	涉及主要人员	公司内部主要负责内容	是否涉及外部供应商	外部供应商主要负责内容	典型周期
整线布局及核心设备工艺结构设计及图纸输出	技术人员	公司技术团队开展整线布局及核心设备工艺结构设计，相应输出整线及核心设备图纸，并进行零部件图纸拆分工作。通过零部件图纸拆分确保公司整线布局及核心设备工艺结构不会因采用外购外协而发生泄露	否		2-3个月
加工及采购	采购人员、机加工人员、质量管理人员、外部供应商	公司生产及采购部门结合零部件拆分图纸相应进行自主加工或开展定制外购采购	是	外部供应商根据公司零部件拆分图纸加工生产定制外购零部件	2-3个月
公司内部装配	装配人员、质量管理人员	公司装配人员结合整线及核心设备图纸对各类零部件、小型单机设备进行装配，相应加入控制系统	否		
分批发货	仓库管理人员、外部供应商	将装配完成的部件、小型单机设备分批发往客户现场处	是	外部供应商提供物流运输服务	3-4个月
现场安装	现场工程管理团队、外部供应商	公司设立有工程管理部，主要负责安装工程整体管理，包括工程安装技术指导、安装进度把控、工程质量监督及安装工程验收、与客户日常协调等工作	是	外部供应商提供安装工程服务，主要包括钢结构安装、设备安装、管道安装、电气安装等	
单机及整线调试	现场调试团队	各类设备进行现场调试、整体联调联试、试车试运行等工作，确保成套生产线装备满足客户连续稳定生产要求，最终完成验收交付	否		2个月
整线验收					

## (2) 公司交付团队建设及聘请第三方工程服务情况

公司交付团队由现场工程管理团队及现场调试团队组成。

在现场安装环节，针对每一个项目，公司均会组建现场工程管理团队，对安装工程进行全流程把控，包括工程安装技术指导、安装进度把控、工程质量监督及安装工程验收、与客户日常协调等工作。

对于具体的安装工程执行，由于相关服务主要为现场工程施工类业务，属于人力密集型业务，且不涉及公司核心技术，因此公司均采用聘请第三方安装工程服务商的形式，在工程管理团队的指导下，执行具体安装工作。具体安装工作内容如下：

第三方安装工程服务商主要工作内容	具体情况
钢结构安装	设备钢结构框架的组合、吊装、连接等
设备安装	部件的吊装、拼装、焊接以及设备内部、设备间接线、连线等
管道安装	废气处理系统、水路、气路等相关管道系统的铺设、安装
电气安装	电气、仪表安装等

碳纤维成套生产线装备安装完成后，由公司现场调试团队独立自主完成各单

机设备及整线装备的联调联试工作，设备调试系公司碳纤维成套生产线装备能够实现稳定运行的核心环节，体现了公司的核心能力及核心技术。公司调试团队具有丰富的项目经验，对自主研发的装备控制系统以及客户的工艺流程较为熟悉，能有效地将客户生产的工艺顺序、设备的运行逻辑和软件的控制逻辑三者进行有机结合，打通产线各环节，实现碳纤维成套生产线装备的稳定运行。

### (3) 公司聘请第三方工程服务的必要性、合理性

公司碳纤维成套生产线装备由于设备构成复杂，涉及工艺流程较长，因此送达客户现场的产品并非一个集成度较高的整体，而是分批、零散的设备或零部件，相关成套装备需要在客户现场处完成安装调试。基于专业分工、专注主业、工作效率等因素考虑，公司向外部供应商采购安装工程服务。具体分析如下：

1) 现场安装工程服务对资质有明确要求，基于专业分工角度聘请第三方服务团队具有合理性：安装工程主要工作内容为吊装、焊接、连线、管道铺设等标准化工程内容，安装服务商需要具备机电工程施工、施工总承包、钢结构工程专业承包、特种设备安装改造维修等专业工程或施工资质；

2) 现场安装工程服务属于低附加值的人力密集型业务，不属于公司核心业务范畴：安装工程系劳动力密集型业务且附加值较低，需求随订单波动具有阶段性、突发性等特征；公司的核心业务及竞争力体现为碳纤维整线装备的设计、生产及运行调试等环节，因此公司通过采购第三方安装服务的形式，专注于核心主业的发展；

3) 专业的施工安装团队可以保障安装工作效率：由于客户对成套装备的交付时间要求较高，而安装工程服务供应商对于基础的安装施工更为熟练，公司委托外部供应商进行安装可以确保安装进度及安装效果，保证成套装备安装工作及完成。

综上，公司采购第三方安装工程服务具有必要性、合理性。

2. 第三方工程服务规模与公司相关业务规模、已建及在建项目数量及规模、公司交付团队规模具有匹配性，相关信息披露真实、准确、完整

(1) 第三方工程服务规模与公司相关业务规模、整线交付数量具有匹配性

报告期内，公司安装工程服务商包括浙江诸安建设集团有限公司、苏华建设集团有限公司两家公司，相关企业均系国内大型第三方建筑、工程总承包企业，

拥有机电工程施工总承包壹级、建筑工程施工总承包壹级、钢结构工程专业承包壹级/叁级、特种设备安装改造维修许可证（压力管道）等工程施工资质。

2020年-2022年，公司碳纤维成套生产线装备业务对应安装工程服务费、收入和整线交付数量情况如下：

单位：万元、条

项目	2022年度	2021年度	2020年度
安装工程服务费[注]	14,379.05	7,883.00	1,468.00
碳纤维成套生产线装备业务收入	142,830.44	70,624.43	16,194.69
安装工程服务费占收入的比例	10.07%	11.16%	9.06%
整线交付数量	10.66	6.47	1.00
碳纤维成套生产线平均安装费用	1,348.88	1,218.39	1,468.00

[注]各年度安装工程服务费中已扣除单台套设备对应的安装工程服务费用

公司安装工程服务费受碳纤维成套生产线规格不同、项目安装难易程度等因素影响，不同项目的工程安装费用略有差异，但单条生产线安装费用、与收入规模的配比关系总体保持稳定。2020年，由于公司交付的为首条千吨级碳纤维生产线装备，需要进行较多的安装和摸索，因此单条生产线安装费用较高；同时，由于公司首条碳纤维生产线装备的产品单价较高，导致安装工程服务费占收入的比例较低。

(2) 第三方工程服务规模与公司在建项目具有匹配性，在建项目与已交付项目基本一致

截至2023年9月末，公司尚在安装过程中的项目为浙江宝旌炭材料有限公司的2号线项目，安装进度为90%。该项目合同总金额为14,849.56万元（不含税），对应的安装工程服务总费用为1,426.61万元，安装工程服务费用占合同金额的比例为9.61%，与公司2020年-2022年已交付的项目基本一致。公司为该项目配备有现场工程管理团队7人。

(3) 公司现场交付团队规模与公司相关业务规模、整线交付数量具有匹配性

第三方安装工程服务商负责在公司现场工程管理团队的指导下执行具体安装工作，在现场安装环节，针对每一个项目，公司均会组建现场工程管理团队。

公司现场工程管理团队主要承担安装工程管理职能，包括工程安装技术指导、安装进度把控、工程质量监督及安装工程验收、与客户日常协调等工作内容。2020年-2022年，公司与碳纤维成套生产线装备相关的现场工程管理团队人员数量分别为8人、20人和32人。

碳纤维成套生产线装备安装完成后，由公司现场调试团队独立自主完成各单机设备及整线装备的联调联试工作，确保成套生产线装备满足客户连续稳定生产要求。2020年-2022年，公司与碳纤维成套生产线装备相关的现场调试团队人员数量分别为5人、14人和22人。

随着公司碳纤维装备业务持续发展，相关现场交付团队人员也保持增长的趋势。通常公司单条碳纤维成套生产线装备现场工程管理团队由6-8人组成，现场安装周期一般为3-4个月；现场调试团队由5-10人组成，现场调试周期一般为2个月。

按照每条生产线现场工程管理团队8人/组、4个月/条；现场调试团队10人/组、2个月/条的配置，同时考虑第三方安装工程服务团队可以充分调配以满足安装需求，公司交付团队理论上可完成交付的生产线数量均超过实际完成交付的生产线数量，能够满足交付客户的需求。具体测算如下：

项目	序号	2022年	2021年	2020年
公司现场工程管理团队				
公司工程管理团队人数（人）	①	32	20	8
每条生产线安装团队人数（人）	②	8	8	8
每条生产线安装周期（年）	③	1/3	1/3	1/3
理论可安装生产线数量（条）	④=①/（②*③）	12	7.5	3
公司现场调试团队				
公司调试团队人数（人）	⑤	22	14	5
每条生产线调试团队人数（人）	⑥	10	10	10
每条生产线调试周期（年）	⑦	1/6	1/6	1/6
理论可调试生产线数量（条）	⑧=⑤/（⑥*⑦）	13.2	8.4	3
实际交付生产线条数（条）	⑨	10.66	6.47	1.00

综上所述，第三方工程服务规模、公司现场交付团队规模与公司相关业务规模、整线交付数量、在建项目情况具有匹配性，相关信息披露真实、准确、完整。

### 3. 第三方工程服务相关会计处理符合会计准则要求

(1) 《企业会计准则》相关规定

《企业会计准则第1号——存货》第五条规定：“存货应当按照成本进行初始计量。存货成本包括采购成本、加工成本和其他成本。”

《企业会计准则第1号——存货》第七条规定：“存货的加工成本，包括直接人工以及按照一定方法分配的制造费用。制造费用，是指企业为生产产品和提供劳务而发生的各项间接费用。企业应当根据制造费用的性质，合理地选择制造费用分配方法。在同一生产过程中，同时生产两种或两种以上的产品，并且每种产品的加工成本不能直接区分的，其加工成本应当按照合理的方法在各种产品之间进行分配。”

(2) 公司碳纤维装备业务安装工程服务费会计处理方式符合企业会计准则  
公司碳纤维装备业务安装工程服务采购相关的会计分录如下：

1) 第三方提供碳纤维装备业务安装工程服务时，公司根据施工安装合同约定的价格和实际安装工作进度暂估确认安装费

借：制造费用-安装费（不含税安装费）

贷：应付账款-暂估（未开票部分的不含税安装费）

2) 待收到对方提供的安装费发票时，冲销原先暂估款项，并按实际开票金额确认应付账款

借：应付账款-暂估（未开票部分的不含税安装费）

应交税费-增值税-进项税额（已开票部分的安装费税费）

贷：应付账款（已开票部分的含税安装费）

3) 月末结转至发出商品

借：发出商品

贷：制造费用-安装费

4) 月末或收入确认时结转至成本

借：主营业务成本

贷：发出商品

公司碳纤维装备业务安装工程服务费系公司将碳纤维装备业务的主体安装工程外包给第三方而发生的，工程内容主要包括钢结构安装、设备安装、管道安装、电气安装等。相关费用系使碳纤维装备达到可销售状态所必需的支出，系公司营业成本的组成部分。根据《企业会计准则第1号——存货》，公司碳纤维装



备业务的安装工程服务费符合第七条“企业为生产产品和提供劳务而发生的各项间接费用”，因此，碳纤维装备业务安装费属于存货加工成本中的制造费用，并于生产线装备月末或单台套设备收入确认时结转至营业成本。

综上，公司对碳纤维装备业务安装工程服务费的会计处理符合企业会计准则相关要求。

#### 4. 第三方工程服务相关业务模式及会计处理与同行业可比公司对比情况

##### (1) 同行业公司情况

从目前碳纤维装备市场竞争情况来看，精工科技公司系目前国内唯一一家具备碳纤维成套生产线整线装备交付能力的企业，碳纤维装备行业内的其他企业如湖南顶立科技股份有限公司（以下简称顶立科技）、上海依江机械制造有限公司、西安富瑞达科技发展有限公司等均仅提供碳纤维成套生产线装备中的单一或少数几类设备。

除顶立科技外，行业内其他单机设备供应商均为非上市公司，未披露具体安装模式及会计处理方法。顶立科技为股转系统挂牌企业，根据顶立科技《公开转让说明书》披露，“公司产品设备在生产基地装配制造完成，经厂内验收合格后再发往客户指定交货地点安装调试。根据客户的安装调试通知，委派人员到设备现场进行安装调试”，因此顶立科技系通过自主安装的方式对单机设备进行组装。

公司碳纤维装备业务以成套生产线装备为主，而顶立科技仅从事单一类别设备销售。公司成套生产线装备设备类别复杂、体积庞大，采用整线交钥匙工程模式进行交付，基于专业分工、专注主业、工作效率等因素考虑，公司向第三方供应商采购安装工程服务。因此，公司与顶立科技的业务模式存在差异具有合理性。

##### (2) 整线装备相关上市公司/拟上市公司情况

公司碳纤维成套生产线属于大型成套装备，具有价值较高、建造周期较长、定制化程度较高等显著特征。因此，进一步选取 A 股 2022 年以来上市公司/拟上市公司中以整线装备为主营业务的企业进行对比。受产品特点影响，部分企业亦存在采购第三方工程服务的情形，相关安装工程服务费均通过制造费用进行归集、分配、结转。公司业务模式及会计处理与类似整线装备企业一致。具体情况如下：

证券代码	公司简称	上市日期/ 申报日期	主营业务	是否涉及第三 方工程服务	第三方工程服务具体情况	具体会计处理
603273.SH	天元智能	2023/10/23	自动化成套装 备及机械装备 配套产品	是	工程计划服务部门人员到 安装现场进行管理和指 导，提供部分安装辅材， 具体安装和现场劳务通常 采用外包的形式	安装劳务费用作为合 同履约成本计入存货 中，在达到收入确认条 件再结转进入成本
831978.BJ	金康精工	2023/6/30	电机绕组自动 化生产线	是	公司相关机械设备的组 装、配线等，属于简单重 复、非核心的辅助性工序， 通过劳务外包服务商开展	劳务外包费用通过制 造费用进行归集、分 配、结转
审核中（深 交所创业 板）	杰锐思	2022/6/30	智能检测设备 和智能生产组 装设备（线）	是	公司将部分产品的组装、 调试工作交由劳务外包商 完成，劳务外包商包括自 动化设备公司以及专业的 设备安装服务机构	劳务外包费用通过制 造费用进行归集、分 配、结转，最终在营业 成本中列示为劳务外 包费用
301112.SZ	信邦智能	2022/6/29	智能汽车生产 线、专用装备及 配件	是	公司将设计、安装、调试 等工序的部分非核心工作 外包给劳务外包供应商， 从而提高生产效率。其中 劳务外包供应商协助进行 零件装配、部件安装、电 气线路配线、电柜配线	劳务外包费用通过制 造费用进行归集、分 配、结转
已过会（深 交所创业 板）	思客琦	2022/6/29	新能源智能装 备、其他行业智 能装备	是	在自动化生产线业务中， 为应对大幅增加且存在波 动的用工需求，将安装调 试等非核心工序进行外包	劳务费于实际发生时 直接计入制造费用，并 按项目归集计入相关 的存货成本中，在达到 收入确认条件再结转 进入成本
已过会（深 交所主板）	亚联机械	2022/6/22	人造板生产线 和配套设备	是	产品制造完成后，公司将 生产线组成部件分批发 至客户生产场地，并派遣 技术人员驻扎客户现场 进行安装指导，在设备组 装环节存在劳务外包情 形，属于非关键工序或 辅助性工作	劳务外包费用通过制 造费用进行归集、分 配、结转
已过会（深 交所创业 板）	宏工科技	2022/6/22	物料自动化处 理产线	是	在现场安装调试阶段，公 司安装服务供应商在公 司技术人员的指导下，按 照工程设计部门输出的工 艺设计图纸，完成产线及 设备安装	相关安装服务费用通 过制造费用进行归集、 分配、结转

## 5. 大比例外协是否存在核心技术泄露风险，针对核心技术采取的保密措施及有效性

### (1) 外购外协不会导致核心技术泄露，相应内控保密措施及有效性

公司核心能力及核心技术体现在整线布局及核心设备工艺结构设计、整线装备集成及系统控制、联调联试、核心部件生产加工四个方面。其中，整线布局及核心设备工艺结构设计、整线装备集成及系统控制、联调联试系公司作为成套生产线装备厂商核心技术及核心能力的集中体现，相关工作全部由公司独立自主完

成，相关核心技术及核心能力的具体情况详见本回复说明之“一、(三)1.(1)公司核心能力及核心技术情况”中相关内容。因限于公司加工能力有限，公司自主加工对整线集成及系统控制、主要设备功能、工艺、结构等有重大影响的核心部件，其余部件采取定制外购方式生产。

为降低相关核心部件定制外购中可能产生的核心技术泄露风险，公司采取如下措施：

1) 及时申请相关技术专利

对于核心部件中涉及的公司核心技术，公司会根据创新性情况及时申请发明专利或实用新型专利。对于定制外购部件中涉及应用公司专利的，公司的技术和知识产权受到相关法规的保护。截至2023年9月30日，公司及子公司已经取得境内专利309项，其中发明专利37项、实用新型专利269项、外观设计专利3项。目前，公司的专利已涵盖核心技术，能够对公司知识产权形成有效的保护。

2) 健全的内部控制及保密制度

① 制定内部保密制度，与员工签订保密协议

A. 相关制度具体制定情况

为保护公司核心技术不被泄露，公司制定了《商业秘密保密管理办法》，对公司商业秘密的管理职责、管理程序、奖励与惩罚等内容进行了详细规定。公司《商业秘密保密管理办法》核心章节、条款及内容如下：

核心章节	核心条款	核心内容
管理职责	总体原则	公司经营信息和技术信息中属于商业秘密范围的，必须按照本办法进行保护。公司商业秘密的密级分为核心商业秘密、普通商业秘密两级，密级标注统一为“核心商密”、“普通商密”。公司商业秘密保护工作执行统一领导、分级管理的原则
	各部门职责	公司各部门负责根据商业秘密的密级分类及指导目录识别本部门的商业秘密信息并确定密级，制定并执行本部门具体保密措施；负责本部门涉密载体的制作、传递、使用、复制、保存、维修、销毁工作；负责本部门接收的商业秘密载体的保密管理
管理程序	密级认定、备案程序	按照业务工作谁主管、保密工作谁负责的原则，由各部门确认商业秘密及其密级、保密期限、定密岗位和知悉范围，并由部门负责人审批
	商业秘密载体管理程序	商业秘密载体包括以文字、数字、符号、图形、图像、声音等方式记载工作秘密、商业秘密的纸介质、光介质、电磁介质等各类物品。 ①涉密载体的制作：起草文件、签发文件、审定材料应包括材料的密级以及保密期限，并相应按照统一规范进行明确标注； ②涉密载体的收发与传递：应履行登记、签收手续；应通过公司邮箱或专人传递； ③涉密载体的使用：使用过程中应根据工作实际需要确定知悉范围；应办理登记、签收手续； ④涉密载体的复制：须经部门负责人审核，保密领导小组分管领导批准；要履行登记手续，复制件加盖复制部门、单位记号，并视同原件管理； ⑤涉密载体的保存：要选择安全保密的场所和部位，配备必要的保密设备；涉密人员离岗离职前，应当将所使用和保管的涉密载体全部清退，并办理移交手续
	涉密人员管理	①由人力资源部组织签订《保守商业秘密协议书》，各部门做好保密人员的日常监

核心章节	核心条款	核心内容
	程序	督管理工作； ②采供、营销、技术等部门需进行竞业限制的人员，报人力资源部进行审核确认后，由人力资源部组织与其签订《竞业限制协议》
	涉及外部业务单位交流、合作相关的保密管理程序	①正式开展合作时必须与其签订保密协议，明确外部机构的保密义务，确保泄密行为可追溯，罚则不低于潜在损失； ②提供涉密资料前，需经部门负责人审核，并报保密领导小组分管领导或组长审批； ③对外提供、公开数据信息、资料时，必须进行脱敏处理，严禁对外提供、公开公司原始资料、数据信息； ④在同等条件下，优先选择遵纪守法、行为可靠、具有良好声誉和职业操守的合作机构
奖励与惩罚	奖励与惩罚原则	①公司对保护公司商业秘密，维护公司的安全和利益成绩显著的个人或部门，由其在所在部门或公司依照规定给予奖励； ②公司对泄露公司商业秘密，损害公司安全和利益的责任个人或责任单位，根据其签订的保密协议有关条款予以追责

公司《商业秘密保密管理办法》中明确人力资源部“1、负责公司员工保密教育培训的归口管理；2、负责与公司员工签订《保守商业秘密协议书》；3、负责与采供、营销、技术人员签订《竞业限制协议书》”。

公司人力资源部相应制定有《员工招聘管理办法》《劳动合同管理办法》等制度，其中明确员工在入职前需要与公司签订劳动合同及保密协议，方可办理入职手续；保密协议与劳动合同具有同等效力，员工违反约定的保密条款或违反保密协议规定，泄露企业商业秘密的，按照保守商业秘密约定条款及国家、企业有关规定承担责任。

其中，《保守商业秘密协议书》核心条款及核心内容如下表：

核心条款	核心内容
签订人员范围	全体员工
保守商业秘密范围	包括但不限于技术信息（包括但不限于技术方案、工程设计、制造方法、配方、工艺流程、技术指标、数据库、研究开发记录、技术报告、检测报告、实验数据、试验结果、图纸、样品、模型模具、技术文档、相关的函电等）、经营信息、管理信息、知识产权等
员工保密职责	①不得使任何第三人（包括公司内部员工）获得、使用或计划使用公司商业秘密信息，不得直接或间接向单位内部、外部的人员泄露商业秘密信息； ②未经公司事先书面同意，不得泄露、告知、公布、发表、出版、传授、转让或者以其他任何方式公开包含公司商业秘密内容的文件、信函、正本、副本、磁盘、光盘等； ③因工作保管、接触的有关单位的文件应妥善保存，未经许可不得超出工作范围使用； ④员工任职期间或离职后不私自复制或保留任何公司资料内容，因工作需要所持有或保管的一切记录着公司秘密信息的各种资料在离职时应及时交还给公司，并保证不泄露已知悉的资料内容给第三人
保守商业秘密期限	劳动合同履行期限内及双方解除（终止）劳动关系后两年内
违反保密协议处罚条款	员工如有相关违约行为，约定违约金为 30 万元。如果因为员工的违约行为造成公司损失的、或者造成公司客户、合作伙伴损失的，员工按造成的实际损失承担赔偿责任

其中，《竞业限制协议书》核心条款及核心内容如下表：

核心条款	核心内容
签订人员范围	全体采供、营销、技术人员
竞业禁止期限	工作期间及离职后两年内
限制从事的业务范围	包括但不限于公司相关产品的设计开发、制造、安装调试以及销售、采购供应工作等
竞业限制义务	不得在与公司及公司关联公司有竞争关系的单位内任职或以任何方式为其服务；也不得自己生产、经营与公司及公司关联公司有竞争关系的同类产品或业务；不向上述单位提供技术、业务咨询和技术服务；也不组建或参与组建（包括委托亲友组建）、或参股竞争单位
违约责任	①员工违约行为没有造成公司损失或损失较小的，员工支付的违约金标准为公司应付员工的竞业限制补偿金的 5 倍； ②员工违约行为造成公司损失较大的，公司有权按以下赔偿标准之一要求员工赔偿： i、应付员工的竞业限制补偿金的 5 倍加上员工或第三方获利数额； ii、应付员工的竞业限制补偿金的 5 倍加上公司直接与间接损失额计算赔偿金

## B. 相关制度具体执行情况

报告期初至今，公司严格执行相关保密制度及员工管理制度。公司与全体员工均签订了《保守商业秘密协议书》，并与全体采供、营销、技术人员签订了《竞业限制协议书》。此外，公司技术开发部门统一管理各类设计图纸及核心技术信息，技术开发部门与其他业务部门之间均实行核心技术信息隔离墙机制并严格执行。

报告期初至今，公司未发生员工违反《保守商业秘密协议书》《竞业限制协议书》并泄露公司核心技术等相关情形，相关制度执行情况良好。

### ② 制定并执行明确的物料分级制度

#### A. 相关制度具体制定情况

公司《商业秘密保密管理办法》中明确公司技术信息属于商业秘密范围。其中，技术开发部门负责各类图纸、技术资料收集、整理、分析、研究汇总、归档保管等工作，并负责制定并执行本部门具体保密措施、涉密载体的制作、传递、使用、复制、保存、维修、销毁工作，切实做好公司技术文件和资料的保密。

公司相应制定有《关于对技术开发类物料实施分类分级管理的通知》，其中明确了物料分级的标准、认定程序、各级物料相应控制程序等。核心条款及核心内容如下：

核心条款	核心内容
物料分级的标准	公司技术开发部门需根据物料或部件的重要程度、涉及核心技术情况对物料进行分类管理，牵头负责相关图纸、技术资料的保密工作，将物料分为三个等级
物料分级的认定程序	公司技术开发部门应当定期对物料分类进行评估调整。相关物料清单由技术开发部门起草完成后，需由技术开发部门、采购供应部门会签确认，最终报公司总经理审批后正式下发。分级物料清单定期提交一份至行政管理部备案

核心条款	核心内容
各级物料的控制程序	对公司产品功能、工艺、结构等有重大影响的核心部件属于公司核心商业秘密，均需由公司自主生产加工，严禁与外部第三方进行合作；对公司产品功能、工艺、结构等有重要影响的核心部件或其他不涉及公司核心技术的非核心部件均属于公司普通商业秘密，在与第三方进行合作过程中需要按照《技术文件和资料控制程序》等要求进行控制，确保技术文件和资料有效受控，防止核心技术泄密

公司《技术文件和资料控制程序》《技术文件和资料档案管理规定》进一步对技术文件和资料的计算机读写、复制、发放、领用、传递、日常管理等进行详细规定，核心条款及核心内容如下：

核心条款	核心内容
技术文件和资料的计算机读写	电子版技术资料采用计算机加密技术，需要获取读写权限，需经审核批准后方可授予读写权限，并对外复制
技术文件和资料的复制	生产活动中需要的纸质技术文件和资料，由技术部门档案室负责复制
技术文件和资料的领用与传递	①需领用、增加、补发、换发技术文件和资料时，需由领用部门负责人审批，技术部门负责人审查后，档案员才可以发放； ②档案室根据已完成审核、批准的技术文件和资料，发放到相关部门，由领用人确认签收；发放的技术文件和资料，应在图面上盖有有效期及发放时间、是否受控字样，属试制用图的还需盖上“试制”及“受控”章，属生产用图的还需盖上“生产”及“受控”章，属外协用图的还需盖上“外协”及“受控”章； ③档案室所发放的图纸按各自的产品型号单独建立图纸发放登记台帐； ④提供给供方的技术文件和资料，使用后提供人员应按《技术文件和资料档案管理规定》要求及时收回；提供人员无法收回的，需填写图纸遗失单报技术部门，由技术部门档案室存档
技术文件和资料的管理	①审批后的技术文件和资料应列入受控清单（包括资料登记册），存入电子文档的资料由资料管理员进行归档登记并定期备案； ②各部门所用的技术文件和资料，均由本部门保管，并进行登记； ③技术部门和档案室有权监督、通知各个部门及时交回技术文件和资料

## B. 相关制度具体执行情况

报告期各期，公司均严格执行《商业秘密保密管理办法》《关于对技术开发类物料实施分类分级管理的通知》《技术文件和资料控制程序》《技术文件和资料档案管理规定》等各项内控制度，具体执行情况如下：

公司各类设计图纸及核心技术信息均由技术开发部独立保管，技术开发部内设档案室，档案室配备了专职人员、专门场所进行各类图纸、技术资料管理。

公司每年度确定或调整各类别物料明细清单。相关物料清单由技术开发部门最先起草，并由技术开发部门、采购供应部门负责人会签确认，最终由公司总经理审批通过后形成最终物料分级明细清单。物料分级明细清单确定后相应下发至技术开发部门、采购供应部门，相关部门按照物料分级明细清单执行相应的采购、技术资料领用审批流程。

实际执行过程中，根据公司《关于对技术开发类物料实施分类分级管理的通知》要求，公司技术开发部门结合物料或部件的重要性程序、涉及公司核心技术情况等因素相应将物料分为三类，并确定物料采购及加工方式。具体情况如下表所示：

级 别	分类依据	典型物料	是否涉及公司核心技术	是否涉及定制外购
一级	对整线集成及系统控制、主要设备功能、工艺、结构等有重大影响的核心部件	低碳炉中的不锈钢马弗；所有设备的电控系统等	是	否
二级	对整线集成及系统控制、主要设备功能、工艺、结构等有重要影响的核心部件	预氧化炉中的外墙、气封装置、中间分配器；高低碳炉中的外壳、气封装置等	是	是
三级	设备的辅助组成部分，非核心部件	钢结构平台、栏杆、走梯、等	否	是

公司根据物料重要程度将其分为 3 个等级。其中，一级物料为对整线集成及系统控制、主要设备功能、工艺、结构等有重大影响的核心部件，核心技术含量最高，公司对此类物料全部采用自主加工的方式进行生产，防止核心技术外泄。二级物料为对整线集成及系统控制、主要设备功能、工艺、结构等有重要影响的核心部件，该类物料在公司不具备自主加工能力或自主加工能力不足的情况下可以采取定制外购的方式进行生产，但需要在完成图纸拆分并进行图纸申请审核后才可交由不同供应商定制加工，确保相关供应商无法通过单一图纸掌握公司部件核心技术。三级物料为不涉及公司核心技术的非核心部件，采用定制外购形式不会造成公司核心技术的泄露。

在具体项目开展执行过程中，公司技术团队会在整线及核心设备总体图纸输出的基础上，根据物料对应级别进一步进行零部件图纸拆分，并由技术开发部档案室统一专门管理，确保文件和资料有效受控。

公司建立了关于技术图纸资料领用的电子审批系统。当公司二级物料和三级物料存在对外定制化采购需求时，均需由采购人员通过审批系统发起资料领用申请单流程，并经采购部领导、技术开发部负责人审批通过并解密后，最终由技术开发部档案室专人打印后将拆分后图纸下发至采购发起人员，并由领用人签收确认。档案室所发放的图纸按各自的产品型号单独建立图纸发放登记台帐，并根据登记台账信息进行回收监督管理。对于存在图纸技术资料管理不善、未按照要求及时回收图纸、造成图纸技术资料遗失的人员，公司相应追究相关人员的责任并根据保密规定由相关人员赔偿由此造成的损失。

因此，公司通过对物料进行明确的分类，针对不同等级的物料执行不同的生

产加工模式并履行相应的审核程序，能够有效降低公司核心技术泄露的风险。

### ③ 图纸拆分及图纸申请审核具体流程

公司各类设计图纸及核心技术信息均由技术开发部独立保管。为防止公司设计图纸及核心技术外泄，公司技术团队会在整线及核心设备总体图纸输出的基础上，根据物料对应级别进一步进行零部件图纸拆分，并由技术开发部统一专门管理。

当公司二级物料和三级物料存在对外定制化采购需求时，需由采购人员通过审批系统发起资料领用申请单流程，并经采购部领导、技术开发部负责人审批通过并解密后，才可由技术开发部专人打印后将拆分后图纸下发至采购发起人员。

通过将部件设计图纸拆分并执行严格的图纸申请审批流程，公司可确保外购定制化零部件图纸已脱密，相关供应商无法通过单一零部件图纸掌握公司核心技术，降低公司核心技术被泄露的风险。

## 3) 对供应商的全流程管理

### ① 供应商开发环节

公司有针对性地选择及开发外购外协供应商。公司在选择外购外协供应商时，除考虑其加工能力、价格水平外，还重点评估供应商对保护公司技术及知识产权的有利因素。包括但不限于：A. 根据过往合作历史及熟悉程度，选择合适的供应商；B. 地理位置上优先考虑本省内的供应商，尽量不超出长三角范围，以便于控制成本，并及时了解供应商状况；C. 对其开展行业背景、口碑和现场的考察工作，避免与行业现有及潜在竞争对手选择相同的外购外协供应商。

### ② 合同签订环节

为保护公司核心技术不被泄露，公司与各外部供应商均签订《采购供应与协作协议》，协议中对保密责任的具体范围、保密相关的违约责任等内容进行了详细约定。关于违约责任的主要条款及责任承担方式如下（协议中发行人为“甲方”，外部供应商为“乙方”）：

#### “第四条、关于乙方对甲方技术资料保密的规定

1、甲乙双方在业务上处于协作供应关系，由甲方提供产品相关技术资料，委托乙方生产加工，甲方产品技术资料系指甲方提供给乙方的所有图纸、工艺或信息要求等。

2、甲方按生产计划安排提供给乙方相应产品零件加工图纸，并按甲方要求



履行图纸交割登记手续。

3、乙方在供应协作过程中，不得将甲方技术资料遗失、转借、复制，更不得归为己有或交由第三方使用，一经发现，参照此协议本条第 8. a 条款处罚。

4、乙方在供应协作过程中，如非人为原因造成图纸或相关技术资料无法使用，请与甲方联系，交还旧图纸和相关技术资料，由甲方核实后准予第二次领用。

5、甲乙双方因某种原因，不再保持供应协作关系，乙方必须交还甲方所有登记在案的技术资料，对缺少的图纸将按本协议第四条，第 8. a 执行赔偿，并在五年内不得给第三方生产甲方所提供协作过的同类零部件，否则，甲方保留对乙方的起诉权。

6、甲方根据生产情况，有权要求乙方归还暂时不用的图纸。

7、在产品协作供应过程中，甲方为监督乙方履行情况，甲方协作、采购部门不定期对乙方保存的甲方图纸、技术资料进行核对，原则上甲方每年派专员对乙方审查 1 次，按甲方要求回收图纸，未能收回、缺少的图纸，甲方将视为违反协议，按本协议本条第 8. a 款规定予以赔偿。

8、约定处罚条例：

a、受控类图纸遗失按 300 元/张进行扣款赔偿，缺图 3 张以上加倍罚款。遗失机密级以上图纸按受控类图纸 3 倍以上罚款处理。

b、一旦发现乙方用甲方图纸给第三方加工零件，甲方有权对乙方处以 10 万元以上罚款，由甲方在乙方货款或铺底款中扣除。并依据国家法律、法规，起诉乙方。”

报告期初至今，公司与供应商之间未出现泄密情况，协议约定的保密措施执行情况良好。

### ③ 采购执行环节

为防止公司核心技术在零部件外购外协环节被泄露，公司尽量采取分散生产的外购方式。报告期内，公司碳纤维装备相关外购外协供应商超 100 家，供应商高度分散。

公司将拆分、脱密后的零部件图纸交由不同外部供应商相应完成零部件的定制化生产，外部供应商仅知晓零部件加工相关的具体技术参数规格，其所承担的也仅是“按图加工”工作，不掌握零部件的具体用途。此外，定制零部件生产加工后还需要在公司装配车间进行进一步的组装，供应商定制零部件生产加工仅仅

是公司部件生产制造流程中的一个环节，确保了仅有公司自身掌握设备整体和核心部件的设计和集成装配技术。综上，外部供应商无法通过单一零部件图纸掌握公司核心技术或核心能力，公司核心技术泄露风险极低。

此外，公司尽量让同一供应商负责同类零部件的加工，即单个供应商通常仅取得单一类别零部件的图纸，进一步降低了核心技术的外泄风险。在供应商生产加工过程中，双方不得采取网络等方式进行图纸信息传递及内容沟通，公司也会不定期委派技术人员对供应商进行监督，进一步保护公司核心技术不被泄露。

以碳纤维成套生产线装备中的核心部件气封装置为例，该装置为预氧化炉中的一个核心部件，其设计结构对于有效控制有毒气体溢出、实现炉体密封性、保证炉体内温度均匀性具有重要作用。该装置包括前、中、后三个模块，任一单一模块均无法实现其特定功能，亦无法通过单一模块掌握公司气封整体设计结构与工艺。公司在具体外部采购时，会将三个模块图纸分别交由三个不同供应商进行加工生产，并最终由公司采购完成后再进行整体装配。

#### ④ 供应商日常后续管理环节

在日常过程中，公司采购部会不定期对供应商持有的公司图纸进行核对，并每年对供应商进行定期审查，包括供应商是否将图纸遗失、转借、是否交由其他第三方使用。采购执行完成后，供应商需将业务开展过程中取得的零部件加工图纸按期交还公司，最终交由公司技术开发部统一回收管理。如出现未能收回或缺少的图纸，视为违反保密协议，供应商需根据协议约定对公司进行赔偿。

综上所述，专利的及时申请、内部保密制度的健全有效执行、明确的物料分级制度、严格的图纸拆分及图纸申请审核流程以及全流程的供应商管理，能够有效防范公司因定制外购而发生核心技术泄密的风险。

报告期初至今，公司与外协外购供应商不存在技术纠纷，亦未发生过技术泄密等情形，相关内控制度健全、保密措施有效。

#### (2) 第三方安装工程服务不会导致核心技术泄露，相应保密措施及有效性

公司碳纤维成套生产线装备由于设备构成复杂、体积庞大，涉及工艺流程较长，因此送达客户现场的产品并非一个集成度较高的整体，而是分批、零散的设 备或零部件，相关成套装备需要在客户现场处完成安装调试。基于专业分工、专注主业、工作效率等因素考虑，公司向外部供应商采购安装工程服务。

##### 1) 第三方安装工程服务商的选聘流程

报告期内，公司对于安装工程服务均采用招投标方式。每次招投标会有 2 家及以上供应商参加。参与投标的供应商须具备较大规模、较高专业资质、完善的质量保证体系、同类行业产品施工经验等条件，对投标人的综合要求较高。招投标设评标工作小组，评标工作小组按照招标文件确定的评标方法、步骤、标准，对投标文件进行评审和评分，按照得分由高到低的顺序择优推荐中标候选人名单，招标人按照相关法律法规的规定确定中标人。公司安装工程服务采购流程合规有效，中标供应商需通过技术开发部、工程安装部等部门的资格评审，并具备相应工程专业资质。

报告期内，公司安装工程服务商包括浙江诸安建设集团有限公司、苏华建设集团有限公司，相关企业均系国内大型第三方建筑、工程总承包企业。

公司与上述供应商均会签订《保密协议书》，对双方保密责任、知识产权、所有权等内容进行约定，供应商须遵守保密义务，并承担技术泄密而导致的相应法律后果。

2) 第三方安装工程服务商所从事的安装工作内容不涉及公司核心技术，且公司现场工程管理团队对安装工程进行全流程把控

第三方安装工程服务商所具体执行的安装工程服务主要为人力密集型劳动，主要工作内容包括吊装、焊接、连线、管道铺设等标准化工程施工内容，不涉及公司核心技术秘密。在安装工程执行过程中，第三方安装工程服务供应商仅能查阅现场装配图纸，相关装配图纸不涉及零部件工艺参数等公司核心技术内容。

同时，在安装工程服务过程中，公司会派出现场工程管理团队驻场，对安装工程进行全流程把控，包括工程安装技术指导、安装进度把控、工程质量监督及安装工程验收、与客户日常协调等，第三方工程服务商根据公司安装指令执行具体安装内容。

在安装工程过程中，全部装配图纸均在公司现场工程管理团队处存放，安装人员仅能在相应办公室查看图纸，禁止将图纸带出或拍照，进一步防范安装过程中的泄密风险。

因此，公司不存在因聘请第三方工程服务而导致核心技术泄露的情形。

3) 安装工程完成后相关调试工作均由公司独立自主完成

碳纤维成套生产线装备安装完成后，由公司现场调试团队独立自主完成各单机设备及整线装备的联调联试工作。设备调试系公司碳纤维成套生产线装备能够

实现稳定运行的核心环节，体现了公司的核心能力及核心技术。公司调试及技术团队具有较多项目经验，对自主研发的装备控制系统以及客户的工艺流程较为熟悉，能有效地将客户生产的工艺顺序、设备的运行逻辑和软件的控制逻辑三者进行有机结合，打通产线各环节，实现碳纤维成套生产线装备的稳定运行。

综上所述，公司安装工程服务不涉及公司核心技术内容。报告期初至今，公司与第三方工程安装服务供应商之间亦未发生过技术泄密等情形，公司相关保密措施执行有效。

**(二) 结合碳纤维市场发展情况，碳纤维设备及产品价格走势，市场现有及未来增长空间，同行业公司现有产品产能及未来产能释放计划，发行人现有客户及潜在客户需求，在手订单及意向性合同签署情况等，说明未来业务增长来源，在市场竞争激烈且最近一期产能利用率不及 50%情形下扩产的必要性，合理性**

#### 1. 关于碳纤维装备业务扩产必要性的总体说明

碳纤维作为国家战略性新兴产业——新材料产业的重要基础材料，在我国仍处于产业发展起步阶段，市场发展前景广阔。随着以精工科技公司为代表的国内碳纤维装备厂商实现对国外垄断的技术突破，自 2020 年开始，下游碳纤维生产企业扩产迅速，目前正处于产能先行、建立规模化优势、抢占市场阶段。产能扩充、经济环境周期等多重因素叠加导致碳纤维市场在 2023 年供需格局发生阶段性变化，国产 T300、T700 级碳纤维市场价格均有不同程度的回落，符合行业发展周期的阶段性特点。2023 年 11 月，碳纤维生产龙头企业化纤集团（吉林化纤股份有限公司、吉林国盛碳纤维装备制造有限公司、吉林国兴碳纤维有限公司、吉林凯美克化工有限公司同受吉林化纤集团有限责任公司控制，故合称化纤集团）已率先进行价格上调，有望带动碳纤维价格探底回升，价格或将逐步进入下一变化周期；预计未来碳纤维产品价格将在以价换量的市场变化过程中动态调整。碳纤维产品价格逐渐走向低位是行业未来发展的必然过程，一方面是生产工艺、装备技术的成熟和进步所带来的生产成本降低，为碳纤维价格下降提供基础支撑；另一方面是为扩大下游应用空间、提升渗透率水平的正常过程，价格下降将带来整个行业下游需求空间的扩容。

根据行业内主流研究机构预测数据，在全球范围内未来碳纤维需求仍将保持稳定增长，碳纤维下游市场需求空间广阔。碳纤维材料因其轻量化、高强度的特

点，随着未来技术不断进步带来的材料性能提升和生产成本降低，在风电、体育休闲、压力容器、航空航天、汽车等多个市场需求巨大的下游领域内将逐步替代现有传统材料，发展潜力巨大。

在下游需求空间广阔、叠加碳纤维产业国产替代加速的行业背景下，下游碳纤维企业看好碳纤维材料未来的巨大发展空间，基于形成规模效应、抢占市场先发地位的逻辑，均积极提前布局产能，符合产业发展阶段的特点。根据公开资料，国内碳纤维企业已宣告的新增产能规划超过 40 万吨，国外碳纤维龙头企业亦均存在扩产计划，新增产能规划在 3-5 万吨。按照 1 万吨碳纤维产能对应约需 3~4 条生产线装备测算，保守预计下游企业对碳纤维装备新增需求量在 120-160 条，碳纤维装备行业在未来可预见时间内仍将保持良好的发展前景。

公司系目前国内唯一一家具备碳纤维成套生产线整线装备供应能力的企业，现有掌握单一或少数类别设备工艺技术的厂商短期内极难通过逆向研发转变为成套生产线装备供应商，并与公司形成有效市场竞争。公司亦通过持续的产品技术升级迭代、装备产业链延伸等不断巩固在碳纤维装备领域的技术、产品、市场地位优势，持续提升与客户的议价话语权。

公司可根据下游客户的产品、工艺要求提供覆盖 T300-T1100 不同等级的碳纤维成套生产线装备，目前在手订单及洽谈中意向订单 31 条碳纤维成套生产线，具体情况详见本回复说明之“一、(二)5. (2) 公司目前已签署在执行中以及在洽谈中订单充足，涉及 31 条成套生产线装备，远超过公司现有装备产能规模；公司急需通过扩产进一步提升现有生产能力，以满足客户订单交付执行”中相关内容；按照公司历史期间 50% 的市场占有率测算，未来 3-5 年内公司约有 60-80 条潜在碳纤维生产线装备订单，下游客户现有及潜在装备需求远超公司目前生产交付能力。因此，公司急需提前规划、储备产能以应对未来下游装备增量需求，以进一步提升公司在碳纤维装备领域的市场占有率，巩固现有市场地位，保持行业领先地位，扩产具有必要性与合理性。

## 2. 关于碳纤维市场发展情况及行业市场空间

(1) 碳纤维在我国仍处于产业发展起步阶段，下游碳纤维生产企业处于产能先行阶段；多重因素叠加导致碳纤维市场在 2023 年供需格局发生变化，国产 T300 级、T700 级碳纤维产品市场价格均有不同程度的回落，预计未来碳纤维产品价格将在以价换量的市场变化过程中动态调整

1) 我国碳纤维行业整体与发达国家相比仍存在较大差距，碳纤维在我国仍处于产业发展起步阶段

长期以来，受制于日本、欧美等发达国家对碳纤维核心技术形成垄断，我国碳纤维生产工艺和装备技术水平整体落后于国外，导致我国碳纤维产业在 2020 年以前发展相对缓慢。2020 年以来，受益于国家产业政策的长期大力支持，碳纤维生产工艺、国产化装备技术水平实现重大突破，我国碳纤维行业产业化程度快速提升，下游应用领域不断扩大，国内碳纤维需求、产能、产量均实现迅速增长。

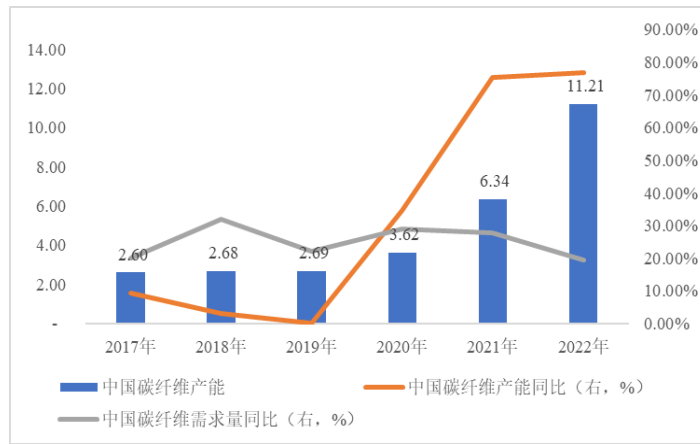
与日本、欧美等发达国家市场相比，我国碳纤维行业在生产成本、产品性能与质量、复材设计与应用等方面仍存在较大差距，我国目前仍然为碳纤维材料进口大国。碳纤维作为一种战略性新兴基础材料，在我国仍处于产业发展起步阶段，未来发展前景十分广阔。国产碳纤维与海外碳纤维主要差距的具体情况见下表：

主要差距	具体情况
生产成本较高	制约扩大应用发展的主要障碍。具体包括低成本的设计技术、低成本的材料技术和低成本的制造技术，制造技术是核心
性能、质量稳定性较差	主要系制造技术发展仍相对落后，包括制造方法、成型工艺、模具技术、无损检测以及制造设备等，高品质碳纤维仍大量依赖进口
复材设计与应用落后	复合材料的应用是设计、材料与工艺的密切结合，设计是核心；国内缺乏有经验的复合材料设计人员，限制复材的终端应用

2) 行业发展初期需求的增长往往伴随着产能的快速增长，当前我国碳纤维下游生产企业处于产能先行、建立规模化优势、抢占市场的阶段

碳纤维产品的创新性、定制性强，在产品性能达到要求、相关应用领域完成验证前，往往没有相应需求或需求量较少，因此碳纤维需求的快速增长往往伴随着产能的快速增长。

国内碳纤维产能及需求量增长情况（2017年-2022年）



数据来源：赛奥碳纤维

从产能端情况来看,2017年-2019年,我国碳纤维产能在2.6-2.7万吨之间,基本保持稳定,而需求增速远高于产能增速。2020年以来,随着碳纤维生产工艺、国产化装备技术水平实现重大突破,我国碳纤维产能实现快速增长。2020年-2022年,我国碳纤维产能由3.6万吨迅速增长至11.2万吨,产能增速超过需求增速。

碳纤维产能的快速扩张符合行业发展初期下游企业产能先行的阶段性特点。从新材料产业发展逻辑来看,下游企业产能扩张才能持续推动行业技术进步、实现产品性能和质量的提升,形成更高水平的规模效应并建立低成本优势、带动碳纤维生产成本的持续降低,进而实现碳纤维对传统材料的持续替代并能够应用于更多下游新兴领域,进一步打开碳纤维下游需求空间。

3) 多重因素叠加导致碳纤维市场在2023年供需格局发生阶段性变化,国产T300级、T700级碳纤维产品市场价格均有不同程度的回落

2023年度,在宏观经济整体增速放缓、整体需求低迷的经济大背景下,叠加前期国内碳纤维新增产能集中释放等因素,导致碳纤维市场在2023年供需格局发生阶段性变化。国内碳纤维供应的提升缓解了前几年国内供给不足、进口依赖的状况,供需关系的阶段性变化使得国产T300级、T700级碳纤维产品市场价格均有不同程度的回落。

4) 碳纤维生产龙头企业化纤集团已率先进行价格上调,有望带动碳纤维价格探底回升;预计未来碳纤维产品价格将在以价换量的市场变化过程中动态调整

从 2023 年 11 月碳纤维市场价格情况来看，碳纤维生产龙头企业化纤集团已率先进行价格上调，有望带动碳纤维价格探底回升，价格或将逐步进入下一变化周期。

整体来看，虽然 2023 年国内碳纤维市场受产品价格下降的影响较大，但也带来了国产碳纤维市场份额的提升。根据研究机构数据，2023 年 1-10 月，我国碳纤维进口量 1.36 万吨，同比下降 45%；国产碳纤维市场份额由约 60%提升至 74.90%。随着近年国内碳纤维产能及下游应用领域需求的同步增长，预计未来碳纤维产品价格将在以价换量的市场变化过程中动态调整。

(2) 成本降低及技术创新将驱动碳纤维需求持续增长，不同等级碳纤维市场均存在扩产的必要性、合理性

从碳纤维的产品及需求特点来看，其作为一种高强度、高模量的高性能纤维材料，同时具有出色的力、热、电磁性能，可广泛应用于工业、民用、军工等各应用领域，能够实现对传统材料的广泛替代。因此，碳纤维市场属于多市场需求驱动，并非由单一需求市场驱动，成本降低及技术创新将驱动碳纤维需求持续增长。

1) 碳纤维在现有下游应用领域渗透率仍相对较低，存在巨大的替代空间

碳纤维被誉为“新材料之王”、“黑色黄金”，其比钢轻 50%，比铝合金轻 30%；硬度是钢的 7-9 倍，铝合金的 4 倍。例如在风电叶片领域，目前玻纤总用量约为 40~50 万吨，碳纤维总用量仅为 2 万吨左右；但随着风机大型化趋势日益明显，玻纤材料的刚度、强度等性能瓶颈凸显，无法满足风电叶片结构设计要求，碳纤维替代成为必然趋势。在综合性能优异的前提下，对传统材料的低成本替代是碳纤维能够拓展市场的关键，性价比是碳纤维及其相关产品实现对下游市场应用快速渗透的核心要素。

尽管近年来，随着我国碳纤维产业的快速发展，碳纤维生产成本已经显著降低，但由于相较传统材料碳纤维成本仍然较高，导致现有下游应用领域中碳纤维材料渗透率仍相对较低。根据行业研究报告，在目前碳纤维主要下游应用领域中，碳纤维渗透率介于 3%~20%之间，仍相对较低，具备巨大的替代空间。具体情况如下：

应用领域	对应部件或场景	可选材料	全球材料市场规模（亿美元）	碳纤维材料渗透率
风电	风机叶片、机舱、转子	钢、铁、玻纤、碳纤维复合材料	125	19%



应用领域	对应部件或场景	可选材料	全球材料市场规模（亿美元）	碳纤维材料渗透率
压力容器及管道	石油、燃气、化学品、化粪池、废水	钢、塑料、混凝土、碳纤维复合材料	1,364	3%
航空航天	机身、机翼、操纵面、风扇叶片、尾椎体、机舱内部	铝、复合材料、钢、碳纤维复合材料	152	14%
汽车	框架、底盘、车身密合、内饰、前舱	钢、铁、铝、塑料、碳纤维复合材料	1,860	5%

资料来源：海通证券研究报告《碳纤维降本及长期应用前景》

随着碳纤维行业技术的持续进步、生产成本的持续降低，碳纤维在现有下游应用领域渗透率有望快速提升。以目前全球需求量最大的碳纤维应用领域风电叶片市场为例，根据研究报告预测，海上风电中碳纤维叶片主梁比例有望自 2021 年的约 34% 提升至 2025 年的约 95%，陆上风电中碳纤维叶片主梁比例有望自 2021 年的约 27% 提升至 2025 年的约 50%，并在中长期内实现对传统材料的全部替代。

此外，由于碳纤维在轻量化、材料强度、模量等方面较传统金属合金及其他复合材料具备明显优势，因此决定了其能够应用于更多下游新兴领域，如人形机器人、大飞机、无人机、轨道交通、大型基础设施建设、消费电子等。随着碳纤维在下游应用领域端的不断拓展，将存在巨大的增量空间。

2) 国内 T300/T400 级别碳纤维主要应用于大规模工业用领域，下游厂商首要关注点为降低成本，通过产能扩张进一步提升规模效应系重要降本途径；T700 及以上级别碳纤维主要应用于航空航天、高压容器、军工等领域，国产自主供给仍相对不足，下游众多厂商已在全面布局相关产能

① T300/T400 级别碳纤维在生产工艺及装备端已基本实现产业化，下游企业均在通过多种途径持续降本，有利于形成供给、需求相互促进的良好发展态势

相较于 T700 及以上级别碳纤维，T300/T400 级别碳纤维虽然在强度、模量等性能指标上不及 T700 及以上，但由于其生产成本具有明显优势，被广泛应用于风电叶片、汽车、轨道交通、常规体育器材、常规热场材料等大规模工业用领域，为目前碳纤维需求主要领域，需求占比超过 70%。

随着以精工科技公司为代表的国内装备企业实现技术突破，自 2020 年以来，国内厂商快速布局实现产能提升，国内 T300/T400 级别碳纤维在生产工艺及装备端已基本实现产业化；但由于其价格相较于传统材料仍相对较高，下游应用领域渗透率仍相对较低。因此，降低生产成本成为实现碳纤维大规模全面替代的必然要求，下游企业均在通过多种途径持续降本，其中通过产能扩张进一步提升规模

效应系重要降本途径。成本的降低有利于形成供给、需求相互促进的良好发展态势。

碳纤维生产成本中，制造费用占比约 50%、直接材料成本约 30%、直接人工成本约 20%。影响碳纤维成本降低的主要因素包括生产装备性能以及核心原材料原丝的成本降低。自 2020 年完成生产装备技术突破后，精工科技公司具备了从 T300-T1100 碳纤维整线装备的生产能力，打破了国外的技术垄断，为国产碳纤维企业扩产解决了装备端制约问题。近年来，国内碳纤维新增产能主要厂商均向精工科技公司采购整线装备，实现产能快速提升，以期形成先发优势抢占市场并形成规模效应降低成本。在原丝端，国内厂商也在积极布局产能，不断提升原丝性能、降低成本，从而为碳纤维的降本带来进一步的空间。

#### A. 通过扩产实现规模效应以降低成本，先发抢占市场

由于碳纤维生产成本中制造费用占比约 50%，因此规模效应可以分摊固定资产折旧比例、流动资产成本占比，规模越大的厂商越具备成本优势。目前国内以 T300/T400 级别为主的碳纤维生产企业如化纤集团、新创碳谷集团有限公司、浙江宝旌炭材料有限公司、新疆隆炬新材料有限公司等均在积极扩产，以进一步提升规模效应、建立低成本优势，先发抢占碳纤维市场，提升门槛、构筑壁垒。

#### B. 整合产业上下游，实现产业链一体化，降低原丝端的进口依赖和制造成本

随着碳纤维行业的规模扩大，下游企业均在向产业链的上下游布局延伸。从上游原材料丙烯腈、原丝，到碳纤维制备，再到下游碳纤维复合材料生产，产业链的一体化可以给企业带来更加显著的成本优势。

从原丝端情况来看，现阶段国内企业的原丝产能大多仅用于满足自身碳纤维生产需求，国内市场上只有吉林碳谷碳纤维股份有限公司一家公司具备大规模外供能力。目前如新创碳谷集团有限公司、浙江宝旌炭材料有限公司等碳纤维生产企业自有原丝产能均已经在建设中，相关原丝产能的建成将有利于打破成本端对原丝的依赖，为碳纤维降本带来进一步空间。

#### C. 生产设备国产化替代

目前，在碳丝生产环节，精工科技公司成套生产线装备已经实现全面国产替代，并显著降低下游企业投资成本。但原丝端、复材端装备国产化水平仍相对较低，仍有较大的国产替代及降本空间。精工科技公司亦已基本完成原丝设备的设

计，正在加快原丝设备的产业化及市场化推广，有望进一步实现原丝端设备国产替代，助力下游企业进一步降低生产成本。

② T700 及以上级别碳纤维受限于原丝生产工艺及装备技术水平尚未实现完全突破，国产自主供给仍相对不足，下游众多厂商已在全面布局相关产能

T700 及以上级别碳纤维在强度、模量等性能指标上更加优异，目前主要应用于航空航天、高压容器等高性能工业以及军工等应用领域，需求占比约 20%-30%。行业内现有主要产能厂商包括中复神鹰碳纤维有限公司、中简科技股份有限公司、威海光威复合材料股份有限公司等。

受限于原丝端生产工艺及装备技术水平尚未实现完全突破，国内 T700 及以上级别碳纤维自主供给仍相对不足，尤其是 T800 及以上高端品种仍需要大量通过进口解决，提升产品品质及稳定性为行业首要关注点。

从原丝生产工艺来看，吉林碳谷碳纤维股份有限公司作为国内原丝龙头企业，其定位于 T800、T1000 级的高性能原丝项目已在建设中，相关原丝产能的建成有利于推动下游厂商全面布局 T700 及以上级别碳纤维产能；从装备端来看，精工科技公司原丝设备已基本完成设计，有望加快突破原丝端装备瓶颈，实现原丝端装备的大规模国产替代。

(3) 碳纤维需求空间广阔，下游碳纤维企业均积极提前布局产能；国内下游企业新增产能规划超过 40 万吨，国外下游企业新增产能规划在 3-5 万吨，保守预计下游企业对碳纤维装备新增需求量在 120-160 条

在下游需求空间广阔、叠加碳纤维产业国产替代加速的行业背景下，下游碳纤维企业均在积极提前布局产能。一方面，国内 T700 及以上级别高性能碳纤维市场自主供给仍相对不足，下游众多碳纤维企业已在 T700 及以上级别高性能碳纤维进行产能全面布局，以满足下游不同领域的市场需求；另一方面，国内 T300/T400 级别碳纤维市场虽然目前出现阶段性供需格局变化，但由于其相关应用领域需求占比超过 70%，以风电领域为例存在对目前主流玻纤材料的巨大替换空间，市场潜在需求巨大，下游企业亦需要通过产能扩建进一步巩固、建立规模化及成本优势、抢占未来市场增量空间。

根据公开资料，国内碳纤维企业已宣告的新增产能规划超过 40 万吨；国外碳纤维龙头企业如日本东丽公司、韩国株式会社晓星、土耳其陶氏阿克萨等也均存在扩产计划，相关企业新增产能规划在 3-5 万吨。按照 1 万吨产能对应约需

3~4 条生产线装备测算，保守预计下游企业对碳纤维装备新增需求量在 120-160 条。

相关下游企业扩产计划具体情况如下：

区域	下游企业	产能扩建或延伸情况
境内	吉林国兴碳纤维有限公司	60,000 吨新增碳纤维产能规划在建（十四五期间完成）
	新疆隆炬新材料有限公司	2025 年前，5 万吨高性能碳纤维项目将完成，预计将新增 44,000 吨碳纤维产能
	浙江宝旌炭材料有限公司	6 万吨原丝产能建设中，并相应配套新增 2 万吨碳纤维产能
	中国石化上海石油化工股份有限公司	2.4 万吨/年原丝、1.2 万吨/年 48K 大丝束碳纤维项目计划于 2024 年全部建成投产；尚需新增 6,000 吨碳纤维产能
	长盛（廊坊）科技有限公司	2025 年前将新增 2,600 吨碳纤维产能
	内蒙古中晶科技研究院有限公司	一期项目碳纤维产能 2,500 吨建设中
	浙江超探碳纤维科技有限公司	年产 5000 吨高性能碳纤维项目规划中，其中一期 2,500 吨，二期 2,500 吨
	广东蒙泰高新纤维股份有限公司	规划建设年产 1 万吨碳纤维项目（2026 年前）
	中复神鹰碳纤维股份有限公司	子公司 3 万吨高性能碳纤维项目预计将在 2026 年投产
	中简科技股份有限公司	三期项目将新增 1,500 吨碳纤维产能
	威海光威复合材料股份有限公司	二期规划新增产能 6,000 吨
	新创碳谷集团有限公司	后续规划新增产能 6,000 吨
	山东国泰大成科技有限公司	后续规划新增产能 7,000 吨
	江苏恒神股份有限公司	规划新增产能 2 万吨，其中一期项目 5,000 吨
	山西钢科碳材料有限公司	“十四五”末将实现年产 6,000 吨高端碳纤维，远期达到万吨产能
	山东永成新材料有限公司	规划 1.2 万吨高性能碳纤维项目
	内蒙古万泰化学纤维集团有限公司	年产 20 万吨 PAN 基原丝和 10 万吨 PAN 基高端碳纤维项目正式开工建设
	广东金辉碳纤维材料科技公司	规划建设碳纤维原丝 5 万吨/年、碳纤维 2 万吨/年、碳纤维增强复合材料 4 万吨/年
	安徽创脉新材料科技有限公司	规划建设 20,000 吨碳纤维项目，已签约
蒙发能源控股集团有限责任公司	计划新建 6 条碳化线，形成 10,000 吨碳纤维产能	
境外	日本东丽公司	计划在美国和韩国两家碳纤维工厂增加小丝束（常规丝束）碳纤维的生产能力，经过该投资将使东丽集团的小丝束碳纤维年产能增加 20%以上，达到 3.5 万吨
	韩国株式会社晓星	预计 2025 年产能达到 1.4 万吨/年，2028 年产能提高到 2.4 万吨/年；相应需新增碳纤维产能 7,500 吨-17,500 吨
	土耳其陶氏阿克萨	预计 2027 年建成 1.34 万吨碳纤维产能，较现有碳纤维产能新增约 1 万吨

注：相关企业规划产能情况系依据公告信息、官网信息、行业研究报告、公开报道等信息整理；其产能规划情况包括实施进度、扩产规模等可能与未来实际情况存在差异

同时，根据对公司碳纤维装备主要客户的访谈情况（相关客户 2022 年末理论产能占国内市场理论总产能约 53%，占公司 2020-2022 年碳纤维成套生产线装备业务收入分别为 100%、88.64%、63.00%），其均表示长期看好碳纤维行业未来市场前景，预计需求端会保持较高增速，市场远未达到饱和状态，因此未来仍有进一步的新增产能规划。主要驱动因素包括碳纤维行业属于国家战略支持行业、行业发展的初期性、行业工艺技术的不断进步、下游应用领域的深度及广度持续增强等。基于对行业未来市场前景的看好，相关主要客户均有明确的扩产计划，新增产能将结合风电、航空航天、碳碳复材、压力容器等下游应用领域进行全面布局，形成“原丝+碳丝+复材”一体化产业竞争优势，并将更注重高端、高品质碳纤维的产能布局。

(4) 主流市场研究机构均看好关于碳纤维未来市场发展，全球及国内市场碳纤维需求保持增长，各细分应用领域内具备持续增长驱动力，市场空间广阔

#### 1) 碳纤维未来市场发展的总体展望

经查阅主流市场研究机构出具的碳纤维行业研究报告，其均看好碳纤维市场未来发展。从相关预测数据来看，全球及国内市场碳纤维需求未来将保持 15%-20% 的增长速度，碳纤维下游市场需求空间广阔，市场需求远超现有产能规模。具体情况如下：

出具机构	机构简介	报告名称	关于全球碳纤维未来需求预测	关于国内碳纤维未来需求预测
中国化学纤维工业协会	全国从事化学纤维生产、研究以及联系紧密的上下游产业链、供应链的企事业单位结成的行业性社会组织	《全球碳纤维及复合材料市场发展研究报告》	(1) 2025 年全球碳纤维需求约 18 万吨，2022-2025 年 CAGR 为 10.06%； (2) 2030 年全球碳纤维需求约 42 万吨，2022-2030 年 CAGR 为 15.24%	(1) 2025 年我国碳纤维需求约 12.5 万吨，2022-2025 年 CAGR 为 18.88%； (2) 2030 年我国碳纤维需求约 30 万吨，2022-2030 年 CAGR 为 19.04%
北京欧立信信息咨询有限公司	成立于 2005 年，国内领先的市场咨询公司	《2022-2027 年中国碳纤维行业市场研究与投资前景预测报告》	2025 年全球碳纤维需求约 32 万吨，2027 年全球碳纤维需求约 43 万吨，2022-2027 年 CAGR 为 26.07%	2025 年我国碳纤维需求约 15.9 万吨，2027 年我国碳纤维需求约 23.7 万吨，2022-2027 年 CAGR 为 26.08%
广州赛奥碳纤维技术股份有限公司	自 2015 年以来每年编纂发布《全球碳纤维复合材料市场报告》。相关研究报告目前为政府、科研院校及企业所广泛引用	《2022 年全球碳纤维复合材料市场报告》	(1) 2025 年全球碳纤维需求约 18.84 万吨，2022-2025 年 CAGR 为 11.75%； (2) 2030 年全球碳纤维需求约 34.17 万吨，2022-2030 年 CAGR 为 12.31%	2025 年我国碳纤维需求约 13.22 万吨，2022-2025 年 CAGR 为 21.12%
艾瑞咨询	专注互联网、新经济、数据化领域 18 年，市场知名咨询研究机构	《2023 年中国碳纤维行业报告》	碳纤维多数应用领域未来 5~10 年都处于高景气阶段	预计 2025 年国产碳纤维需求量将达到 9.7 万吨（占国内碳纤维需求量约为 60%），预计将呈现供不应求的状态

出具机构	机构简介	报告名称	关于全球碳纤维未来需求预测	关于国内碳纤维未来需求预测
德邦证券研究所		《碳纤维行业深度系列报告 1：无惧短期扰动，23 年把握三条主线》		2025 年我国碳纤维需求约 13.49 万吨，2022-2025 年 CAGR 为 21.94%

随着碳纤维生产应用技术不断进步、碳纤维产业的不断成熟与发展，碳纤维生产成本有望持续下降，碳纤维在下游应用领域渗透率将持续提升、新的应用领域将不断拓宽，碳纤维市场将保持快速增长。因此，碳纤维行业不存在市场空间已饱和的情形。

## 2) 下游主要应用领域均具备持续增长驱动力

从 2022 年度全球及国内碳纤维下游需求应用领域来看，风电叶片、体育休闲、航空航天、碳碳复材、压力容器系现阶段碳纤维主要应用领域，需求量占比超过 80%；且在多数细分领域国内市场需求增速显著高于全球。

风电叶片、压力容器、体育休闲、碳碳复材、航空航天等碳纤维下游主要领域均具备坚实的持续增长驱动力，预计将保持持续快速增长。主流市场研究机构对相关下游细分领域的观点及需求预测情况如下：

下游应用领域	预测机构	主要观点及增长驱动力	全球市场需求预测情况	国内市场需求预测情况
风电	中信证券研究部	增长驱动力包括风电新增装机量重回增长、单位风电装机的碳纤维用量提升、碳纤维对传统玻纤材料的替代加速等	2025 年全球风电叶片碳纤维需求量将达到 7.8 万吨，2022-2025 年 CAGR 为 39.1%	
	德邦证券研究所	全球能源转型加速，驱动以风为代表的可再生能源需求快速增长；新增装机单机容量不断提升；海风加速向深远海发展成长性强劲		2025 年我国风电叶片碳纤维需求量将达到 4.64 万吨，2022-2025 年 CAGR 为 38.41%
	广州赛奥碳纤维技术股份有限公司	风电新增装机增加、碳纤维价格回落，风电叶片市场有望重新回到高速增长的状态	(1) 2025 年全球风电叶片碳纤维需求量将达到 5.28 万吨，2022-2025 年 CAGR 为 15.02%； (2) 2030 年全球风电叶片碳纤维需求量将达到 19.59 万吨，2022-2030 年 CAGR 为 24.15%	
	中国化学纤维工业协会	全球节能低碳大背景，特别是中国大力发展清洁能源对风电的需求；全球风电新增装机的稳步增长；碳纤维生产应用技术进步带来的低成本化	(1) 2025 年全球风电叶片碳纤维需求量将达到 4.4 万吨，2022-2025 年 CAGR 为 8.24%； (2) 2030 年全球风电叶片碳纤维需求量将达到 13.5 万吨，2022-2030 年 CAGR 为 18.51%	(1) 2025 年我国风电叶片碳纤维需求量将达到 3.4 万吨，2022-2025 年 CAGR 为 24.78%； (2) 2030 年我国风电叶片碳纤维需求量将达到 10.5 万吨，2022-2030 年 CAGR 为 25.10%
	日本东丽公司	风电叶片为未来十年内第二大值得关注的市场增长机会	2022-2025 年全球风电叶片碳纤维需求量 CAGR 为 15%	

下游应用领域	预测机构	主要观点及增长驱动力	全球市场需求预测情况	国内市场需求预测情况
体育休闲	中国化学纤维工业协会	体育及健康产业快速发展, 体育运动在日常生活中比重大幅提高; 球拍类、自行车、高尔夫球以及冰雪产业需求出现较大增长	(1) 2025 年全球体育休闲碳纤维需求量将达到 3.5 万吨, 2022-2025 年 CAGR 为 13.40%; (2) 2030 年全球体育休闲碳纤维需求量将达到 6.4 万吨, 2022-2030 年 CAGR 为 13.04%	(1) 2025 年我国体育休闲碳纤维需求量将达到 3.3 万吨, 2022-2025 年 CAGR 为 12.79% (2) 2030 年我国体育休闲碳纤维需求量将达到 6 万吨, 2022-2030 年 CAGR 为 12.73%
	广州赛奥碳纤维技术股份有限公司	体育及健康产业发展带动体育器械用量增加	(1) 2025 年全球体育休闲碳纤维需求量将达到 3.19 万吨, 2022-2025 年 CAGR 为 10%; (2) 2030 年全球体育休闲碳纤维需求量将达到 5.14 万吨, 2022-2030 年 CAGR 为 10%	
	德邦证券研究所	碳纤维传统需求领域, 需求品类广泛		2025 年我国体育休闲碳纤维需求量将达到 3.06 万吨, 2022-2025 年 CAGR 为 9.98%
航空航天	中国化学纤维工业协会	民用航空持续回暖, 同时军用飞机、航天飞行器等其他航天航空市场依然保持稳定增长	(1) 2025 年全球航空航天碳纤维需求量将达到 2.2 万吨, 2022-2025 年 CAGR 为 3.06%; (2) 2030 年全球航空航天碳纤维需求量将达到 4.8 万吨, 2022-2030 年 CAGR 为 11.50%	(1) 2025 年我国航空航天碳纤维需求量将达到 1.2 万吨, 2022-2025 年 CAGR 为 15.44%; (2) 2030 年我国航空航天碳纤维需求量将达到 2.4 万吨, 2022-2030 年 CAGR 为 15.08%
	广州赛奥碳纤维技术股份有限公司	商用航空持续回暖, 飞机交付量提升	(1) 2025 年全球航空航天碳纤维需求量将达到 2.82 万吨, 2022-2025 年 CAGR 为 11.95%; (2) 2030 年全球航空航天碳纤维需求量将达到 4.98 万吨, 2022-2030 年 CAGR 为 12.01%	
	日本东丽公司		2022-2025 年全球航空航天碳纤维需求量 CAGR 为 17%	
	德邦证券研究所	军用+民用飞机复材渗透率不断提升; 全球商用飞机交付持续修复; 国产大客机加速行业扩容		2025 年我国航空航天碳纤维需求量将达到 1.1 万吨, 2022-2025 年 CAGR 为 12.14%
碳碳复材	德邦证券研究所	光伏高速发展驱动热场部件需求, 进而带动碳纤维在碳碳复材领域需求高增; 高速刹车领域催生碳碳复材需求, 应用场景包括汽车、飞机、高铁等		2025 年我国碳碳复材碳纤维需求量将达到 1.61 万吨, 2022-2025 年 CAGR 为 33.28%
	广州赛奥碳纤维技术股份有限公司	刹车盘市场、热场部件等主要领域需求增加	(1) 2025 年全球碳碳复材碳纤维需求量将达到 1.56 万吨, 2022-2025 年 CAGR 为 20.12%; (2) 2030 年全球碳碳复材碳纤维需求量将达到 4.64 万吨, 2022-2030 年 CAGR 为 22.75%	
	中国化学纤维工业协会	全球特别是中国大力发展清洁能源对光伏的需求, 以及碳纤维生产应用技术进步带来的低成本化	(1) 2025 年全球碳碳复材碳纤维需求量将达到 1.5 万吨, 2022-2025 年 CAGR 为 18.56%; (2) 2030 年全球碳碳复材碳纤维需求量将达到 3.4 万吨, 2022-2030 年 CAGR 为 18.07%	(1) 2025 年我国碳碳复材碳纤维需求量将达到 1.3 万吨, 2022-2025 年 CAGR 为 24.11%; (2) 2030 年我国碳碳复材碳纤维需求量将达到 2.6 万吨, 2022-2030 年 CAGR 为 18.25%

下游应用领域	预测机构	主要观点及增长驱动力	全球市场需求预测情况	国内市场需求预测情况
压力容器	日本东丽公司	压力容器为未来十年首要机会，需求高增长	2022-2025年全球压力容器碳纤维需求量 CAGR 为 42%	
	中信证券研究部	需求高增长赛道，氢气瓶为重要增长点。增长驱动力包括燃料电池汽车保有量的快速提升、氢气瓶升级带动单瓶碳纤维用量提升	2025 年全球压力容器碳纤维需求量将达到 3.79 万吨，2022-2025 年 CAGR 为 36.8%	
	德邦证券研究所	政策积极推动氢能产业发展；高压气态储氢技术成熟，是车载储氢的主要方式；氢燃料电池车保有量的提升		2025 年我国压力容器碳纤维需求量将达到 1.27 万吨，2022-2025 年 CAGR 为 28.40%
	中国化学纤维工业协会	氢气储存和应用成为发展主流；全球特别是中国大力发展清洁能源对储氢的需求，以及碳纤维生产应用技术进步带来的低成本化	(1) 2025 年全球压力容器碳纤维需求量将达到 2.6 万吨，2022-2025 年 CAGR 为 20.66%； (2) 2030 年全球压力容器碳纤维需求量将达到 6.5 万吨，2022-2030 年 CAGR 为 20.32%	(1) 2025 年我国压力容器碳纤维需求量将达到 4.3 万吨，2022-2025 年 CAGR 为 29.40%； (2) 2030 年我国压力容器碳纤维需求量将达到 4.3 万吨，2022-2030 年 CAGR 为 27.91%
	广州赛奥碳纤维技术股份有限公司	碳纤维气瓶用量的提升，尤其是氢气瓶领域	(1) 2025 年全球压力容器碳纤维需求量将达到 2.89 万吨，2022-2025 年 CAGR 为 25%； (2) 2030 年全球压力容器碳纤维需求量将达到 8.82 万吨，2022-2030 年 CAGR 为 25%	

### 3) 下游应用领域发展态势良好

以风电叶片、体育休闲、压力容器市场为例，对相关应用领域发展态势分析如下：

#### ① 风电叶片市场

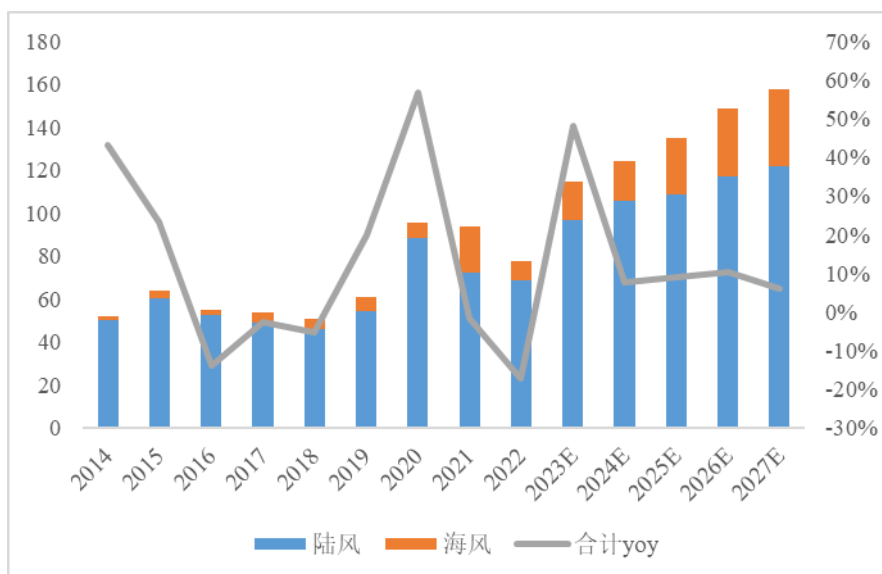
风电叶片市场为全球需求量最大的碳纤维应用领域。全球能源转型加速，驱动以风能为代表的可再生能源需求快速增长。随着全球风电装机 2023 年重回增长、单位风电新增装机的碳纤维用量提升、碳纤维在风电叶片领域渗透率持续提升，风电叶片碳纤维市场预计仍将保持快速增长。根据国家能源局数据，2023 年上半年国内风电新增装机量 22.99GW，同比增长 78%。根据中信证券研究报告预测，2025 年全球风电叶片碳纤维需求量将达到 7.8 万吨，2022-2025 年 CAGR 为 39.1%。

#### A. 全球风电新增装机重回增长

根据 GWEC 预测，2023 年全球风电装机将重回增长，2023-2027 年全球风电新增装机 CAGR 为 8%。



全球风电新增装机容量（GW）

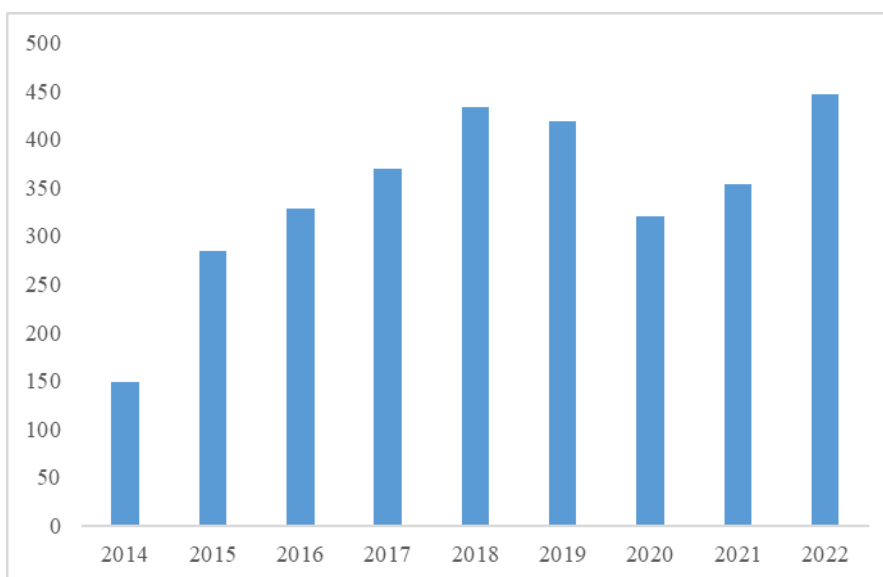


数据来源：GWEC

B. 风机持续大型化，单位风电新增装机碳纤维用量呈现提升趋势

近年来，为满足降本增效的需要，海陆风单机容量加速提升，大型化趋势明显，而大型化也推动碳纤维用量不断提升。

单位风电新增装机碳纤维用量呈现提升趋势（吨/GW）



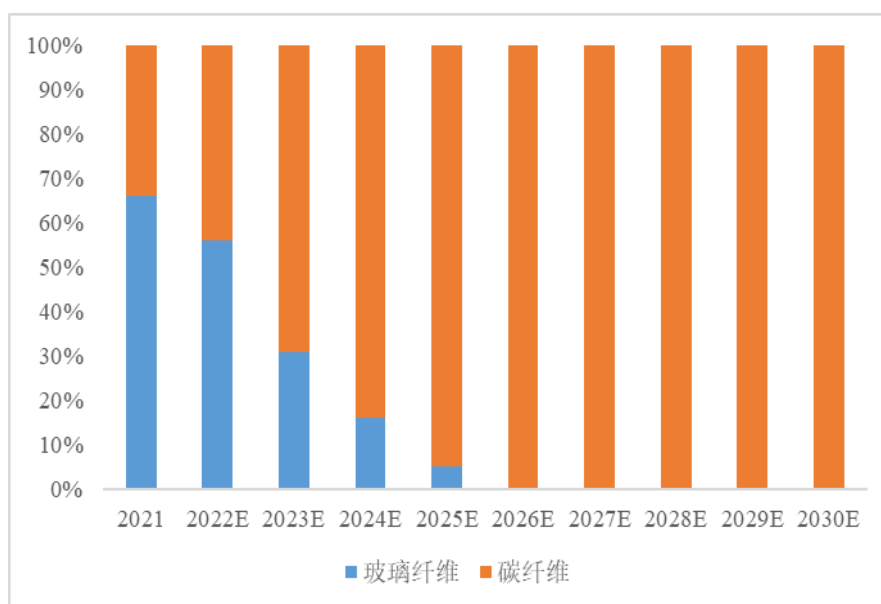
数据来源：赛奥碳纤维，GWEC

C. 碳纤维在风电叶片领域渗透率持续提升

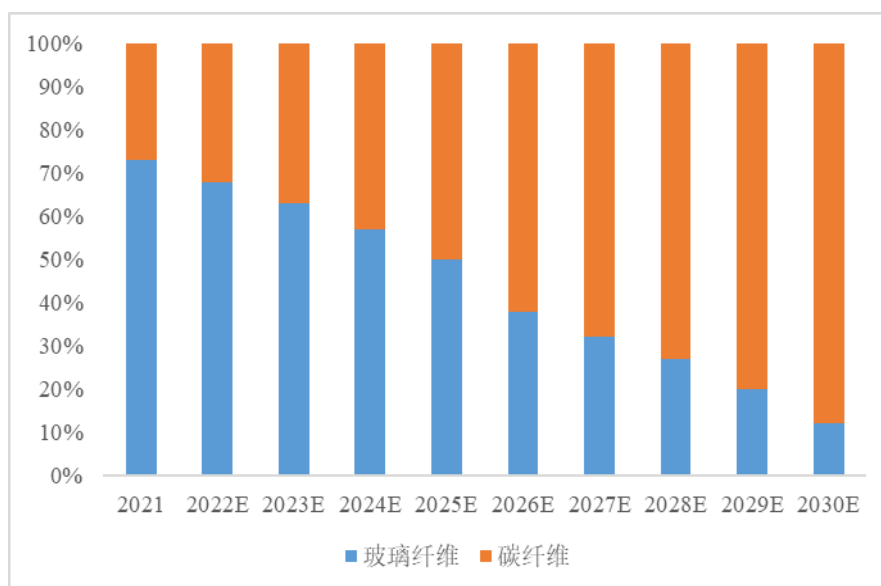
碳纤维在风电叶片中的主要应用部位为主梁。根据预测，陆风中碳纤维叶片主梁比例有望自 2021 年的约 27% 提升至 2025 年的约 50%；海风中碳纤维叶片主梁比例有望自 2021 年的约 34% 提升至 2025 年的约 95%，并在中长期内实现对传

统材料的全部替代。

海风：玻纤、碳纤维叶片主梁占比预测



陆风：玻纤、碳纤维叶片主梁占比预测



资料来源：Wood Mackenzie（转引自《碳纤维在风电叶片中的应用进展》牟书香、文景波、徐俊等）（含预测）

## ② 体育休闲市场

体育休闲是碳纤维传统应用领域。碳纤维高比强度、高比模量和低密度的特性与体育器材专业性、轻量化需求适配，主要运用于钓鱼竿、高尔夫球杆、自行车等群体或个人运动领域的专业运动器材。全球近 90%的碳纤维体育器材加工在我国完成，2022 年国内碳纤维需求量中体育休闲领域占比约 30.9%。

由于其需求品类广泛，在体育及健康产业快速发展下，体育休闲领域碳纤维

需求预计将保持稳定增长。根据中国化学纤维工业协会预测，2025 年全球体育休闲碳纤维需求量将达到 3.5 万吨，2022-2025 年 CAGR 为 13.40%。

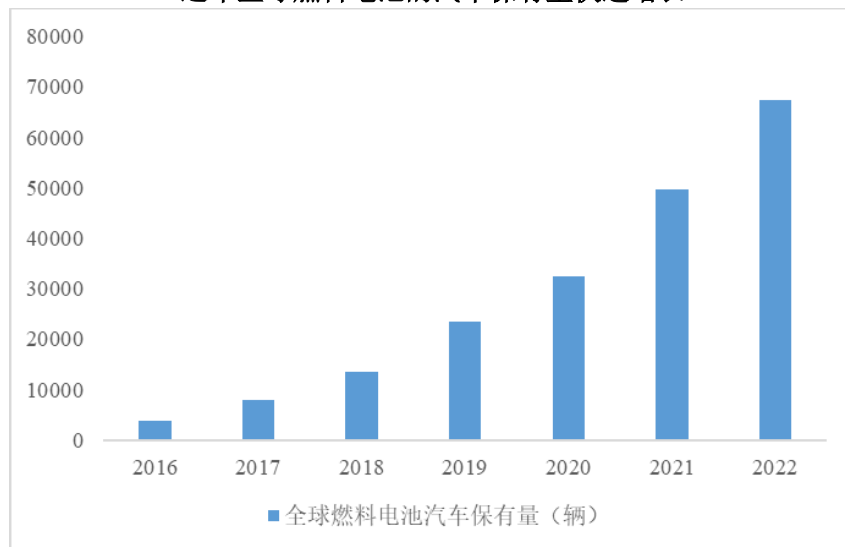
### ③ 压力容器市场

近年来，全球压力容器碳纤维市场规模增速高于全行业。2019-2022 年，压力容器碳纤维市场规模 CAGR 为 38.2%。燃料电池汽车的发展将带动氢气瓶碳纤维需求增长。根据高工氢电产业研究所数据，2023 年前三季度国内燃料电池汽车上牌销量同比增长 56.8%，未来有望出现装车高峰。根据中信证券研究报告预测，2025 年全球压力容器碳纤维需求量将达到 3.79 万吨，2022-2025 年 CAGR 为 36.8%。根据日本东丽公司预测，随着对绿色能源的需求增长，2025 年在压力容器领域碳纤维需求量预计将接近 4 万吨，2022-2025 年全球压力容器用碳纤维复合年增长率高达 42%。

#### A. 全球燃料电池汽车保有量及我国规划量快速增长

2022 年全球燃料电池汽车保有量达到 6.8 万辆，近三年增速在 30%-50%。

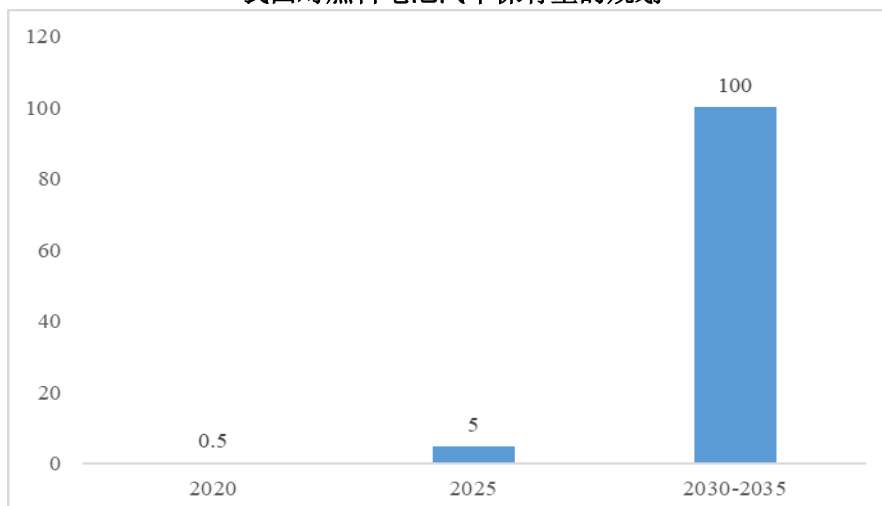
近年全球燃料电池的汽车保有量快速增长



数据来源：香橙会氢能数据库

根据国家发改委规划，我国规划 2025 年氢燃料电池车保有量达到 5 万辆，2030-2035 年实现大规模商业化推广，保有量达到 100 万辆。

我国对燃料电池汽车保有量的规划

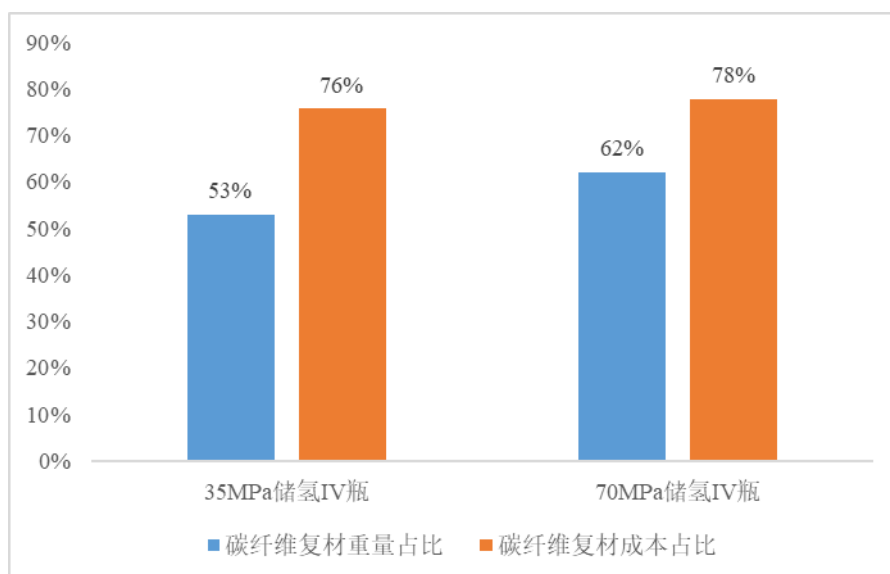


数据来源：国家发改委

### B. 氢气瓶升级带动单瓶碳纤维用量提升

燃料电池汽车所用的氢气瓶在不断升级，以支撑更高的储氢量和续航里程。高强度的氢气瓶所使用的碳纤维用量、成本占比也会提升，带动单车碳纤维用量的提升。

更高强度的氢气瓶碳纤维用量及成本占比会提升



数据来源：碳纤维及其复合材料技术微信公众号

### 3. 关于碳纤维装备的发展趋势及市场竞争情况

碳纤维装备水平作为推动碳纤维产业发展的重要驱动力，国家出台了一系列政策推动碳纤维装备的国产化及高水平应用，明确了碳纤维装备属于先进制造范畴。

现阶段，国产碳纤维装备在性能、配置、工艺、交期和价格等方面较进口设

备已形成较强的综合竞争力和竞争优势，实现国产替代，以精工科技公司为代表的设备厂商已广泛参与到国际市场竞争。

目前，国产碳纤维设备领域竞争者主要分为两大类：第一类是以精工科技公司为代表的成套生产线装备整线装备厂商，在国内碳纤维客户产能中占比超过50%；第二类是以中复神鹰碳纤维有限公司、中简科技股份有限公司、威海光威复合材料股份有限公司等碳纤维企业为代表，通过自主设计、生产、采购设备模式自行搭建产线装备，该模式下对碳纤维企业自身技术水平要求极高，而且该类企业的碳纤维装备主要系内部自供使用，并不参与市场竞争，行业内有部分单机设备厂商向该类型企业供应装备。对于国内碳纤维企业来说，为实现产能的快速布局，成套生产线整线装备采购为目前及未来主流采购模式。

(1) 碳纤维属于国家重点鼓励支持的行业，碳纤维装备属于先进制造范畴

碳纤维产业为国家鼓励的基础性战略性新兴产业，代表新一轮科技革命和产业变更的方向，是培育发展新动能、获取未来竞争新优势的关键领域。根据国家相关产业政策，公司碳纤维成套生产线装备属于国家所重点鼓励支持的行业或方向，属于先进制造范畴。主要政策如下：

序号	文件名	发布部门/时间	具体内容
1	《工业和信息化部国家发展和改革委员会关于化纤工业高质量发展的指导意见》（工信部联消费〔2022〕43号）	工业和信息化部、国家发展和改革委员会/2022年4月	提升高性能纤维生产应用水平。提高碳纤维等高性能纤维的生产与应用水平，提升高性能纤维质量一致性和批次稳定性。攻克48K以上大丝束、高强高模高延伸、T1100级、M65J级碳纤维制备技术，突破高精度计量泵、喷丝板、牵伸机、收丝机、宽幅预氧化炉、高低温碳化炉、宽口径石墨化炉等装备制造技术，研发自动铺放成型和自动模压成型等复合材料工艺技术装备，开发碳纤维复合材料修补及再利用技术。
2	《“十四五”纺织机械行业发展指导性意见》	中国纺织机械协会/2021年9月	重点发展碳纤维等高性能纤维生产成套装备，绳网、纤维复合材料成型装备。 高新技术纤维装备：攻关高性能大丝束碳纤维预氧化炉和高低温碳化炉，实现炉内纺丝稳定，纤维束数量达到25K以上，碳纤维收丝机实现产业化。
3	《纺织行业“十四五”发展纲要》	中国纺织工业联合会/2021年6月	“专栏1-2 行业关键技术突破 4、纺织智能制造与装备技术 ……高性能碳纤维等成套装备……等关键装备技术。”
4	《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》	全国人民代表大会/2021年3月	专栏4 制造业核心竞争力提升：加强碳纤维等高性能纤维及其复合材料的研发应用。
5	《产业结构调整指导目录》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令 第29号）	国家发展改革委/2019年10月	将“高性能纤维及制品的开发、生产、应用”列为鼓励类项目。
6	《战略性新兴产业分类（2018）》	国家统计局/2018年11月	1. 将高性能碳纤维及制品制造列入战略性新兴产业分类；2. 将高强碳纤维、高强中模碳纤维、高模碳纤维、高强高模碳纤维、碳纤维织物预制体、碳纤维预制体等列入重点产品和服务。

序号	文件名	发布部门/时间	具体内容
7	《战略性新兴产业重点产品和服务指导目录（2016版）》	国家发展改革委/2017年1月	智能化纺织成套装备，包括碳纤维、芳纶、玄武岩纤维等成套纺丝技术装备，智能型、自动化纺纱成套装备、织造和染整机械，被列入战略性新兴产业重点产品和服务指导目录。

## (2) 国产碳纤维装备已实现国产替代，并积极参与到国际市场竞争

上世纪 80 年代，国内企业试图引进国外碳纤维装备，但世界各知名碳纤维公司均基于巴黎统筹委员会的限制，不转让技术、不出售设备，我国碳纤维装备发展十分缓慢。21 世纪初，科技部把碳纤维列入“863 计划”新材料领域，碳纤维产业发展加速，国内碳纤维装备和技术开始加速发展，碳纤维装备国产替代进程持续加快。现阶段，国产碳纤维装备在性能、配置、工艺、交期和价格等方面较进口设备已形成较强的综合竞争力和竞争优势，并实现国产替代，近年来国内下游碳纤维企业新增产能中相关设备均主要采购自国产设备厂商。

公司作为国内首家具备碳纤维整线装备产业化能力的企业，于 2020 年首次实现千吨级碳纤维成套装备全国产化工作，填补了国内碳纤维成套生产线装备的空白，缩小了我国碳纤维产业与发达国家的差距。以公司 JCTX300E 型千吨级碳纤维成套生产线装备为例，与国外同类型设备主要参数对比如下：

项目	精工科技线		国外同类型产品		参数类型	备注
丝束规格	12K	50K	24K	48K	区间值	按照每束碳纤维中单丝根数（一般按照碳纤维中单丝根数与 1,000 的比值命名），碳纤维可以分为小丝束和大丝束两大类。其中小丝束通常指 1K、3K、6K、12K、24K 的丝束；大丝束通常指 40K 以上的型号，包括 48K、50K 等。公司 JCTX300E 型千吨级碳纤维成套生产线装备成套线装备可用于 12K-50K 不同规格碳纤维的生产，适用范围更广，下游企业使用公司设备生产灵活度更高、能够根据市场情况灵活切换不同规格产能
线密度 (g/m)	1.44	5.76	2.88	5.76	区间值	
炉体有效宽度 (mm)	3,000-3,300		3,000		区间值	
正常工艺速度 (m/min)	16		12		参数值	
最大机械速度 (m/min)	20		15		参数值	单位时间产量=良品率*运行线工艺速度*线密度*线纤度*炉宽。工艺速度为单位时间内设备处理的碳纤维长度，工艺速度越快，下游生产企业单位时间产量越高，相应年产量越高、单位成本越低
最小机械速度 (m/min)	6		4		参数值	
年产量 (吨/年)	2,177	3,193	1,560	2,300	区间值	在同等丝束规格下，下游生产企业使用公司成套线装备能够实现更高的年产量。年产量越高，下游生产企业单位产量固定成本越低，越有利于下游生产企业建立成本优势、提升市场竞争力

项目	精工科技线	国外同类型产品	参数类型	备注
设备单价 (亿元)	1.6-1.8	3-3.2	区间值	设备投资属于下游生产企业的固定资产投资，通常设备投资额占下游企业总投资额的 50%左右。设备单价越低，下游企业固定资产投资成本越低。公司成套生产线装备价格显著低于国外同类型产品，能够有效降低下游企业投资门槛、单位生产成本，性价比更高

注：公司成套生产线装备参数现阶段公司成套生产线装备典型值

从参数对比情况及设备实际运行情况来看，公司千吨级碳纤维成套生产线生产过程稳定，可连续生产运行 60 天以上；碳纤维生产线速度达 16m/min，最大可到 20m/min，单线理论产能达到 3,000 吨/年以上；自动化程度和节能降耗等各方面与同级别产品相比较，均占有优势，降低了碳化生产线的运行成本。同时，公司碳纤维成套生产线装备单价显著低于国外设备，有效降低了下游碳纤维企业投资成本。公司碳纤维成套生产线装备的国产化突破直接推动了我国 2020 年以来碳纤维产业的快速发展，2020 年以来国内碳纤维行业新增产能主要企业（包括化纤集团、浙江宝旌炭材料有限公司、新疆隆炬新材料有限公司等）成套生产线装备均全部采购自精工科技公司。

此外，国产设备厂商凭借在性能、配置、工艺、交期和价格等方面的竞争优势，已积极参与到国际市场竞争。如精工科技公司氧化炉、碳化炉等碳纤维生产线核心设备已出口韩国，为国内唯一实现碳纤维核心设备出口海外的厂商。目前，公司亦在与土耳其、俄罗斯、沙特、韩国等海外地区意向客户紧密洽谈中，广泛参与国际市场竞争。

### (3) 成套生产线整线装备采购系下游企业现阶段及未来主流采购模式

目前，国内碳纤维生产企业对碳纤维生产线装备采购主要存在两种模式，其中成套生产线整线装备采购系主流采购模式。近年来国内碳纤维新增产能主要企业如化纤集团、新疆隆炬新材料有限公司、浙江宝旌炭材料有限公司等均采用该模式进行设备采购。具体如下：

序号	采购模式	具体说明	典型下游企业	备注
1	成套生产线整线装备采购	整线交付交钥匙工程模式	化纤集团、新疆隆炬新材料有限公司、浙江宝旌炭材料有限公司等	采用整线交付交钥匙工程模式，具备交付周期快、售后服务高效及时等优势，有利于下游企业高效推进项目建设、快速建立产能
2	“单机设备自行生产+单机设备采购”后组装整线	部分单机设备自行生产，部分单机设备对外采购，最后组装整线	中复神鹰碳纤维有限公司、威海光威复合材料股份有限公司等	除需具备较强的产品工艺能力外，还需要具备一定的装备制造能力；其自行生产单机设备仅自用，不进行市场销售

序号	采购模式	具体说明	典型下游企业	备注
		全部单机设备对外采购，最后组装整线	常州市宏发纵横新材料科技股份有限公司、中简科技股份有限公司等	该模式下需要碳纤维生产企业协调各单机设备供应商，安装和调试都会被拖延；同时，整线工艺匹配方面也较容易出现问题，整体项目建设进展相对缓慢

由于成套生产线整线装备采购为整线交付、交钥匙工程模式，具备交付周期快、售后服务高效及时等优势，有利于下游碳纤维企业尤其是新进入企业高效推进项目建设、快速建立产能、抢占市场。而对外采购单机设备并自行组装往往需要协调各单机设备供应商，整线安装和调试进度都会被拖延；同时，整线工艺匹配方面也较容易出现问题，整体项目建设进度相对缓慢。因此，成套生产线整线装备采购预计仍将是未来下游企业主流设备采购模式。

#### (4) 碳纤维整线装备市场价格总体保持稳定

从国内碳纤维装备竞争格局来看，在碳纤维整线装备领域，精工科技公司系目前国内唯一一家具备成套生产线整线装备交付能力的企业；在碳纤维单机设备领域，存在少量仅能提供单一类别或少数类别碳纤维设备的单机设备厂商，其经营规模均较小，均未公开披露其相关碳纤维单机设备销售价格情况。

以精工科技公司报告期内签署的宽幅在 3 米以上的碳纤维成套生产线装备平均价格情况来看，碳纤维成套生产线装备市场价格总体保持稳定，报告期各期平均单价在 1.67-1.70 亿元/条。具体情况如下：

单位：万元/条

项目	2023 年 1-9 月	2022 年度	2021 年度	2020 年度
成套生产线装备单价	17,000.00	16,780.00	16,600.00	16,660.00

注：按照各期合同签署日期口径，为含税单价

4. 公司在碳纤维整线装备领域具备领先的技术优势与市场地位，并已形成较强的技术和市场壁垒，短期内潜在竞争对手难以在整线装备领域与精工科技公司形成直接竞争

在成套生产线装备领域，精工科技公司系目前国内唯一一家具备碳纤维成套生产线整线装备交付能力的企业，相关潜在竞争对手尚不具备成套生产线装备自主供应及交付能力。由于碳纤维成套生产线装备具有极高的技术、客户、资金等壁垒，掌握单一或少数类别设备工艺技术的厂商短期内极难通过逆向研发转变为成套生产线装备供应商，并与公司形成有效市场竞争。



公司在碳纤维成套生产线装备领域具备领先的技术优势与市场地位，并通过持续的产品技术迭代、装备产业链延伸等巩固其在行业内的领先地位和竞争优势。

(1) 公司系目前国内唯一一家具备碳纤维成套生产线整线装备交付能力的企业，相关潜在竞争对手尚不具备成套生产线整线装备自主供应及交付能力

1) 碳纤维装备行业内其他厂商经营规模相对较小，均不具备成套生产线整线装备自主供应及交付能力

目前国内碳纤维装备生产厂商中，绝大多数企业仅具备单一或少数几类设备工艺技术能力，且经营规模相对较小。除精工科技公司外，相关企业均尚不具备成套生产线整线装备自主供应及交付能力。国内其他碳纤维装备主要生产厂商基本情况如下表：

企业名称	成立时间	注册资本 (万元)	是否上市公司	经营规模	涉及碳纤维主要单机设备	是否具备碳纤维成套生产线整线装备交付能力
西安富瑞达科技发展有限公司	2007年	500	否	属于小微企业，具体财务数据未披露	碳化炉	否
上海依江机械制造有限公司	2002年	3,000	否	属于小微企业，具体数据未披露	碳化炉	否
顶立科技	2006年	3,989.27	新三板	2022年度营业收入4.55亿元，净利润0.64亿元	碳化炉	否
恒天重工股份有限公司	2002年	95,565.60	否	截至2022年末，员工约2,000人，具体财务数据未披露	氧化炉	否

与上述设备厂商相比，公司氧化炉、碳化炉等核心设备亦具备技术优势。但由于相关设备厂商并未详细披露其设备技术性能及参数，因此无法进行直接对比。关于公司氧化炉、碳化炉等核心设备的核心技术及具体表征情况详见本回复说明之“一、(三)1.(1)公司核心能力及核心技术情况”中相关内容。

行业内采用单机采购模式的下游企业如常州市宏发纵横新材料科技股份有限公司、晓星碳材料(江苏)有限公司等均已成为公司客户；此外，公司亦是目前国内碳纤维装备领域唯一实现氧化炉、碳化炉等核心设备出口海外的厂商，获得国际市场认可。

2) 同行业公司现有产品产能及未来产能释放计划

从单机设备厂商产能情况来看，由于相关设备厂商主要以非上市企业为主，因此相关企业未披露其碳纤维相关装备产能具体数据。

经检索公开信息资料，如顶立科技、上海依江机械制造有限公司等企业预计存在扩产计划。具体情况如下：

企业名称	涉及具体产品	扩产信息
顶立科技	碳基复合材料热工装备等	2023年6月,通过竞拍取得131,243.94平方米工业用地
上海依江机械制造有限公司	碳化炉	2023年初投资5亿元,收购荆州市陵达机械有限公司土地和厂房,建设碳化装备、环保脱脂炉及焚烧炉生产项目

注：基于公开资料整理

(2) 碳纤维成套生产线装备具有极高的技术、客户、资金等壁垒，掌握单一或少数类别设备工艺技术的厂商短期内极难通过逆向研发转变为成套生产线装备供应商，并与公司形成有效市场竞争

碳纤维成套生产线装备具有极高的技术、客户、资金等壁垒，掌握单一或少数类别设备工艺技术的厂商短期内极难通过逆向研发转变为成套生产线装备供应商，并与公司形成有效市场竞争。具体体现在：

碳纤维成套生产线装备涉及设备类别较多，各类别设备技术要求及难点均不同，涉及机械、电气、流体、热工、化学、环保等多学科、多领域的技术融合，要求厂商需具备极强的研发能力并进行长期的研发投入与积累；

碳纤维生产全过程连续进行，涉及100多道工序，含300多项关键技术和3,000多个工艺参数，每一参数均会影响产品性能，任何一道工序出现问题都会影响碳纤维的稳定生产和产品质量。为实现对碳纤维生产的全程连续走丝控制、张力控制、温度控制、密封性控制、风速控制等，需要设备厂商具备极强的成套装备集成及系统控制能力；

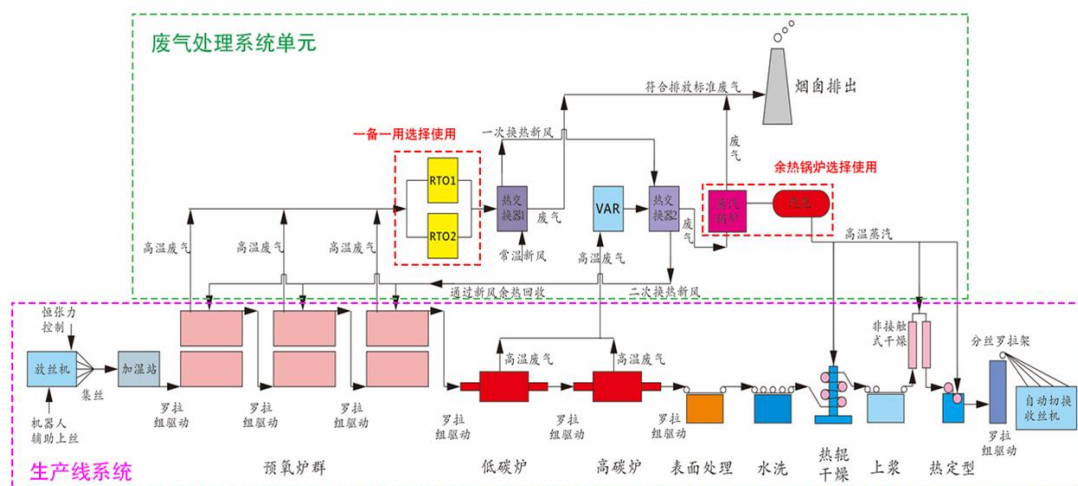
碳纤维成套生产线装备的大型、定制化特点决定了设备厂商需具备大量的整线交付案例与产业化经验，并具备极强的资金实力、设备交付能力，才具备真正参与市场竞争的条件。

具体情况如下：

1) 碳纤维成套生产线装备涉及设备类别较多，各类别设备技术要求及难点均不同，要求厂商需具备极强的研发能力并进行长期的研发投入与积累

碳纤维成套生产线装备应用于原丝碳化过程。成套生产线装备由放丝机、加湿站、预氧化炉、低温碳化炉、高温碳化炉、表面处理机、水清洗机、热辊干燥机、上浆机、非接触干燥机、热定型机、收丝机、废气余热重复利用系统等十余类设备组成，整条生产线依靠罗拉组群进行连接，涉及工序包括放丝、预氧化、低温碳化、高温碳化、表面处理、上浆烘干、收丝卷绕等工序。

整线工艺流程图



碳纤维成套生产线装备中各类别设备作用、技术要求及难点均不同，具体情

况如下：

序号	设备名称	作用	技术要求及技术难点
1	放丝机	在整条碳化线中“纱架”是整个过程的第一阶段，使得原丝丝束能够达到预氧化炉	需确保原丝丝束以平整的、间隔均匀和张紧的状态到达预氧化炉，不能出现成团和扭转。对设备的上丝速度、张力均匀一致性（±5%）、控制与通讯系统有很高要求
2	冷包系统—加湿站	在进入预氧炉前浸润原丝，有助于纤维结合，维持丝束集中，消除静电	需要具备精准的湿度和温度控制，维持一定的温湿度环境，以确保生产的稳定性和生产出的碳纤维制品的优良性能，对设备的温度、湿度控制有很高要求
3	预氧化炉	系碳纤维生产关键核心设备。主要进行原丝预氧化处理，将纤维在一定的温度范围内（220~280℃之间）以水平方式数次通过前后相互串联的电或气体加热的氧化炉组	在预氧化过程中，保证均质化的前提下，尽可能缩短预氧化时间。炉膛有效恒温区要长，以保证预氧化充足；炉膛内的温度要均匀，包括纵向温度均匀、横向温度的均匀和竖向温度均匀；炉内的风速要平稳、可调；加热元件需拆装方便，能够实现连续控温；废气排放要集中，以保护环境 对设备的工艺结构设计、温度控制、风速控制、密封性技术要求极高，如在炉膛内温差要求在±2.5℃以内；在纤维室内平均3米/秒气流速度情况下，每区的气流速度偏差要控制在10%以内
4	低温碳化炉	系碳纤维生产关键核心设备。碳化已经氧化的纤维，为下一个阶段做准备。低温碳化炉运行温度通常在500~850℃	为了防止纤维燃烧、断裂，整个碳化过程都在高温惰性高纯度氮气中进行。由于炉内为高温环境，对设备的工艺结构设计、温区分布、温度均匀性控制、密封性技术等要求极高。如马弗内温度均匀性要求在±5.0℃以内、炉内微氧含量要在2ppm以下。此外，碳化环节能耗较高，对设备的加热方式、节能控制技术要求较高
5	高温碳化炉	系碳纤维生产关键核心设备。碳化发生最后一个阶段，操作温度在800~1600℃	
6	冷包系统—表面处理机	通过电解作用处理纤维，使每根丝表面化学腐蚀从而更容易跟树脂结合，增加复合材料的层间剪切力。表面处理包括通过纤维通道的电解槽作为阳极，电解质通常为碳酸氢铵和热水溶液	需要对碳纤维进行连续的表面处理，同时在处理过程中能够实时地控制处理温度和电解液质量，从而保证处理效果，对设备的运行稳定性、处理效率、自动化控制要求较高
7	冷包系统—水洗机	丝束从表面处理浴槽传送至水洗浴。水洗浴通过水洗除去丝束表面残留的电解液	对设备的电导率控制要求较高

序号	设备名称	作用	技术要求及技术难点
8	冷包系统—热辊干燥机	通过热油加热罗拉，干燥来自于水洗池的纤维。纤维沿着通过热油加热的热辊移动，在设备出口后进入上浆系统	对设备的温度控制要求较高，要求热辊的表面温度均匀性要在±2℃以内
9	冷包系统—上浆机	将最佳浓度的浆液涂覆在纤维表面，帮助维持丝束性质，润滑及改善碳纤维基体和树脂间的粘附性	对设备的上浆均匀性（左、中、右三个方向）要求较高
10	冷包系统—非接触干燥机	通过热空气干燥上浆的纤维。纤维随着垂直路径进入到充满热空气的室内。在设备出口，碳纤维上的浆料将完全干燥	对设备的风速均匀性控制、温度控制要求较高
11	冷包系统—热定型机	减少碳纤维表面气泡，进一步干燥和展宽，降低含水率	外观和含水率是除了强度和模量外区分碳纤维等级的重要指标，通过减少表面气泡、降低含水量，尽可能提升碳纤维的品质等级，要求在热定型中保持表面温度的均匀性，对设备的温度控制、速度控制要求较高
12	收丝机	系碳纤维生产关键核心设备。卷绕是整个过程中最后阶段，卷绕机受到处在卷绕机末端 PLC 的控制，根据产品的卷绕比例预编程	结构复杂，涉及放卷、取卷和卷绕等工序。对设备的自动化控制、张力控制要求极高，如卷绕张力调节范围需为 250-2250 厘牛
13	废气余热重复利用系统	系碳纤维生产关键核心设备。主要作用为处理预氧炉和高低碳炉产生的有害气体，经过系统处理达到国家标准或地方标准的排放要求，并进行余热回收	原丝在经过预氧化炉、低温碳化炉和高温碳化炉时，会产生氰化氢、二氧化碳、氨气和一氧化碳等废气。废气不及时处理，会严重影响碳纤维生产线速度和质量，并可能造成重大安全事故。对设备的工艺结构设计、系统控制、气流控制、温度控制、余热处理效率等要求较高

如上表所示，由于碳纤维成套生产线装备中各类别设备作用、技术要求及难点均不同，涉及机械、电气、流体、热工、化学、环保等多学科、多领域的技术要求，对温度、张力、气体流速、运行稳定性等技术参数的控制精度要求极高。从研发周期来看，单一设备产品研发周期通常在 1 年以上，部分全新产品、复杂产品从产品规划研发至研制成功通常需要 3 年甚至更长时间，精工科技公司自开始研发到实现整线装备的产业化亦花费了 7 年以上的时间。因此，掌握单一或少数类别设备工艺技术的厂商若要全面掌握各类设备工艺技术，需具备极强的研发能力并进行长期的研发投入与积累。

## 2) 碳纤维成套生产线装备对厂商的装备集成及系统控制能力有极高要求

碳纤维成套生产线整线装备长度超过 300 米，涉及最终零部件超过 30 万个。碳纤维生产全过程连续进行，涉及 100 多道工序，含 300 多项关键技术和 3,000 多个工艺参数，各参数间关联性强，任一参数均会影响最终产品性能；任何一道工序出现问题都会影响碳纤维的稳定生产和产品质量，因此各工序精确调控及之间的精密配合是制备出稳定的高性能碳纤维的关键。

各工艺参数的控制、调试需要依靠装备来实现。碳纤维制造所需要的精度和准确度对装备的要求极其严苛，宏观上装备每一个微小变化都会对碳纤维制备中

微观结构构成产生影响，进而对碳纤维的成本、性能、稳定性产生显著影响。碳纤维成套生产线整线装备在生产过程中需控制超过 3,000 个控制点位，包括压力、流量、温度、湿度、张力等传感器及仪表控制，要求厂商需具备极强的成套装备集成及系统控制能力，以实现碳纤维的全程连续走丝控制、温度控制、张力控制、密封性控制、风速控制等要求。

上述碳纤维成套装备需实现的关键控制工艺要求具体如下：

类别	要求
全程连续走丝控制	整线长度超过 300 米，需要通过全程同步电机不同频率下碳纤维连续走丝，全程走丝速度控制误差比例要求控制在极低范围以内
温度控制	在高温环境下实现对纤维加热均匀性，并达到各工艺温度设定需求。如成套生产线装备氧化炉组通常包括 6 台氧化炉，单个氧化炉内共有 180 个温度测量点，要求各温度测量点温度控制精度均要达到 $\pm 2.5^{\circ}\text{C}$ 以内；高低温碳化炉中共有 210 个测量点位，各温度测量点温度控制精度要达到 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ 以内，否则会导致纤维燃烧、断裂
张力控制	碳纤维生产有正向牵伸和负向牵伸，需要通过不同速度来实现。各类设备需要根据客户产品工艺来快速响应张力控制，为生产线的稳定性和可靠性提供保障。如放丝机中共有 400 多个锭位，各锭位张力均匀性波动范围需达到 $\pm 5\%$ 以内；后续需通过立式驱动装置、卧式驱动装置导向纤维使其行进，并在纤维上维持所需的张力比；收丝环节卷绕张力调节范围需要介于 250-2250 厘牛
密封性控制	防止有毒气体外泄；同时，实现氮气与空气隔离，防止空气中氧气氧化纤维和炉内石墨件。如炉内微氧含量需控制在 2ppm 以下
风速控制	实现对炉内气流场顺利分配，同时顺利排气，最终实现各工艺温度均匀性。如成套生产线装备氧化炉组通常包括 6 台氧化炉，单个氧化炉中共有 180 个风速测量点，各风速测量点气流速度偏差需控制在特定范围内

此外，在系统控制方面，整条生产线通常由多个核心单元组成。每个核心工艺单元不仅需要通过先进的控制算法实现精确工艺控制，单元之间还要进行协同合作，完成一系列复杂的工艺流程，亦对厂商的系统控制能力提出了极高要求。

因此，成套装备的系统集成、系统控制以及与客户工艺的匹配性是碳纤维稳定生产和品质的重要保证。由于碳纤维制备工艺流程复杂，积累这些参数、系统控制能力往往需要很长的周期。虽然部分厂家可以保证单个设备满足技术要求，但是建成整线产业化设备还远达不到要求。

3) 碳纤维成套生产线装备要求厂商需具备大量的整线交付案例与产业化经验，同时还需具备极强的资金实力、交付能力

碳纤维成套生产线装备属于大型、定制化装备。设备厂商在与下游客户业务开展过程中，需要结合下游客户对丝束规格、丝束品质、产线宽幅、运行速率、各类设备技术参数、物料平衡计算、能耗平衡计算、环保技术标准、整线工艺包等具体要求相应进行整线布局及各类设备工艺结构设计，这就要求设备厂商需具备大量的整线交付案例与产业化经验、对客户碳化生产工艺具备深刻的理解。掌

握单一或少数类别设备工艺技术的厂商不具备整线交付案例以及客户现场碳化工艺产业化经验，无法满足下游客户对成套装备的定制化需求。

此外，由于碳纤维成套生产线装备单套价值约在 1.7 亿元左右，单位价值较高，下游客户对于成套生产线装备厂商的交付周期、交付能力都有较高要求，因此要求成套生产线装备厂商需具备较强的资金实力、交付能力。目前行业内掌握单一或少数类别设备工艺技术的厂商均经营规模较小，无法满足下游客户对成套生产线整线装备供应商资金实力、交付能力的要求。

#### 4) 对下游碳纤维生产企业的访谈情况

根据对公司主要客户的访谈情况（相关客户 2022 年末理论产能占国内市场理论总产能约 53%，占公司 2020-2022 年碳纤维成套生产线装备业务收入分别为 100%、88.64%、63.00%），其均表示碳纤维成套生产线整线装备壁垒很高，需要相关装备企业具备极强的技术、人才、资金等综合实力，单机设备生产企业短期内极难转变为成套生产线装备企业。相关客户在选择装备供应商时，也会更倾向于选择技术方案成熟、有大量整线交付案例的成套生产线整线装备供应商。目前国内除精工科技公司外，尚未有其他设备厂商具备碳纤维成套生产线整线装备的交付能力，相关成套生产线整线装备性能优异，其 2020 年至今成套生产线装备均采购自精工科技公司。

(3) 公司在碳纤维成套生产线装备领域已建立领先的技术优势与市场地位，并通过持续的产品技术迭代、装备产业链延伸等持续巩固现有市场地位及竞争优势

1) 公司具备先发优势，为国内首家实现碳纤维成套生产线装备全国产化的企业，依托核心技术形成了领先的技术优势及极高的技术壁垒

公司从 2013 年便开始进入碳纤维装备领域，经过长达 7 年的产品及技术研发，于 2020 年成为国内首家实现千吨级碳纤维成套生产线装备全国产化的企业，确立了在碳纤维装备领域的先发优势。

依托于公司数十年的装备研发经验，公司碳纤维装备在整线布局及核心设备工艺结构设计、整线装备集成及系统控制以及联调联试等方面均形成了较强的技术领先优势及极高的技术壁垒。关于公司碳纤维装备领域核心能力及核心技术具体情况详见本回复说明之“一、(三)1. (1) 公司核心能力及核心技术情况”中相关内容。

截至 2023 年 11 月末，公司在碳纤维装备领域已取得授权专利 88 项，软件著作权 32 项；在申请中专利 39 项，软件著作权 2 项。公司碳纤维成套生产线中的关键设备及核心技术均已申请或取得专利保护，进一步提升了潜在竞争对手的技术壁垒。

2) 公司成套生产线装备整体及核心设备技术达到国际先进水平，能够显著降低碳纤维生产制造企业的投资成本、设备单位能耗，保证产品品质的同时实现生产效率的提升

2022 年 7 月，包括化纤工程领域蒋士成院士在内的多位行业内权威专家学者对公司 JCTX300E 型千吨级碳纤维成套生产线装备科技成果进行评审，并出具《科学技术成果鉴定证书》，认定公司成套生产线装备整体及核心设备技术达到国际先进水平。

2022 年底，公司“千吨级大丝束碳纤维成套装备关键技术研发及产业化”项目荣获 2022 年度中国纺织工业联合会科学技术奖——科技进步一等奖。2023 年 1 月，公司“JCTX300E 型千吨级碳纤维生产线”获国内首台（套）装备称号。2023 年 10 月，公司获评浙江省制造业单项冠军企业。2023 年 11 月，公司获评浙江省“2023 年度省级工业设计中心”称号。公司亦是纤维碳化生产成套装备术语国家标准制定单位。

依托于公司具备的相关核心技术及核心能力，公司成套生产线装备具有性能优越（可满足生产 T300/T400/T700/T800/T1000/T1100 等不同等级纤维）、适用范围广（可适用 1K-50K 大小丝束生产）、交付周期快（9-12 个月）、运行能耗低（1.8 万度电/吨）、单线产能高（线速度达到 16m/min 以上、单线年产能>3,000 吨）、连续稳定运行时间长（60 天以上）、项目投资风险低（一次性开车）、见效快（试车即投产）等显著优势，能够显著降低碳纤维生产制造企业的投资成本、单位能耗水平，保证产品品质的同时实现生产效率的提升。

3) 公司碳纤维成套生产线装备产品市场占有率领先

根据中国纺织机械协会于 2023 年 7 月出具的证明，公司碳纤维成套生产线装备 2020-2022 年国内市场占有率均位列第一，2021 年及 2022 年市场占有率均超过 50%；国际市场占有率在 2022 年位列前三，市场占有率较高。

2020 年以来，国内碳纤维行业新增产能主要企业包括化纤集团、浙江宝旌炭材料有限公司、新疆隆炬新材料有限公司等，其成套生产线装备均全部采购自精

工科技公司。

4) 公司通过持续的产品技术升级迭代、装备产业链延伸巩固自身领先地位与竞争优势,系目前国内唯一一家具备碳纤维成套生产线整线装备交付能力的企业

在具备先发优势的同时,公司持续围绕提升下游碳纤维生产企业单线产能、降低下游碳纤维生产企业单位能耗、提升设备运行稳定性、提升自动化及智能化水平等方面进行产品、技术升级迭代,巩固自身在碳纤维装备领域的领先地位和竞争优势。关于公司碳纤维装备领域产品及技术迭代具体情况详见本回复说明之“一、(三)2.(2)2)公司持续进行产品技术迭代,形成了‘成熟一代、研发一代、储备一代’的产品研发特色,能够保持在细分行业内的领先地位和竞争优势”中相关内容。

此外,公司亦在着力向碳纤维全产业链装备延伸,围绕原丝装备、复材装备持续进行研发、产业化应用,实现对下游客户装备需求全面覆盖,提升客户黏性。

5. 公司未来业务增长来源及最近一期产能利用率不及 50%情形下扩产的必要性、合理性

(1) 下游客户扩产投资并采购公司设备存在非均匀、非连续的特点;受市场短期调整部分客户扩产计划阶段性延后,导致公司 2023 年 1-9 月产能利用率相对较低;随着公司在手订单及洽谈中意向订单的持续落地、执行,公司整体产能利用率水平将显著提升

从公司装备产品及下游企业需求特点来看,公司相关碳纤维成套生产线属于大型成套专用装备,具有价值较高、建造周期较长、定制化程度较高等显著特征。对应下游客户为碳纤维生产企业,属于资金密集型行业,相关客户扩产投资通常需要经过长期可行性论证以及各级审批,导致相关客户扩产投资并采购公司设备存在非均匀、非连续的特点。

如前所述,经济环境周期等多重因素叠加导致碳纤维市场在 2023 年供需格局发生阶段性变化,导致部分客户扩产计划阶段性延后。公司在 2022 年下半年及 2023 年上半年碳纤维新签订单相对较少,进而导致公司 2023 年 1-9 月产能利用率相对较低。

2023 年 9 月底,公司已与吉林国兴碳纤维有限公司签署 8 条碳化线销售合同;2023 年 12 月底,公司已与东华能源(茂名)碳纤维有限公司签署 2 条碳化线销售



合同。公司目前尚有大量在洽谈中意向客户，预计随着在手订单、洽谈中意向订单的持续落地、执行，公司整体产能利用率水平将显著提升。

(2) 公司目前在手订单以及洽谈中意向订单充足，涉及 31 条生产线装备，远超过公司现有装备生产交付能力；公司急需通过扩产进一步提升现有生产交付能力，满足客户订单交付执行

截至本回复说明出具日，公司在手订单共 11 条，包括浙江宝旌炭材料有限公司的 1 条碳化线、吉林国兴碳纤维有限公司的 8 条碳化线、东华能源(茂名)碳纤维有限公司的 2 条碳化线；在洽谈中意向订单共 20 条碳化线，涉及 12 家境内外企业。如后续相关在洽谈中意向订单最终形成正式合同，公司订单规模将远超公司现有装备生产交付能力。公司急需通过扩产进一步提升现有生产交付能力，满足客户订单交付执行。

公司目前在洽谈中碳纤维装备意向订单情况具体如下：

区域	下游企业名称	洽谈中碳纤维装备条数	最新进展情况	过往是否已经为公司客户
境内	客户 A	1	商务技术洽谈中	是
	客户 B	2	1 条客户在招投标流程中，另外 1 条商务技术洽谈中	是
	客户 C	2	商务洽谈中	否
	客户 D	2	部分单机设备已在招投标流程中	否
	客户 E	1	客户项目审批中	否
	客户 F	4	客户项目审批中	否
	客户 G	1	商务洽谈中	否
境外	客户 H	2	订单已确认，合同正在审批流程中	是
	客户 I	1	商务技术洽谈中	否
	客户 J	2	商务技术洽谈中	否
	客户 K	1	商务技术洽谈中	否
	客户 L	1	商务洽谈中	否
合计		20		

注 1:公司向客户 D、客户 H 提供的为碳纤维成套生产线装备中核心装备，其他企业均为成套生产线装备

注 2: 上述在洽谈中意向订单最终能否正式签订合同以及正式签订合同时间等尚具有不确定性，提请投资者关注相关风险

除上述在手订单以及在洽谈中意向订单外，公司亦持续密切跟踪行业内其他企业的产能扩建或新增产能项目。

公司在手订单以及在洽谈中意向订单充足，预计能够为公司未来产能消化、业绩增长奠定坚实基础。

(3) 下游客户大量扩产将带动装备需求持续增加，碳纤维装备在可预见时间内仍将保持良好的发展前景，公司未来 3-5 年内潜在碳纤维装备订单预计在 60-80 条

如前所述，在下游需求空间广阔、叠加碳纤维产业国产替代加速的行业背景下，下游碳纤维企业均积极提前布局产能。国内碳纤维企业已宣告的新增产能规划超过 40 万吨；国外碳纤维企业亦均存在扩产计划，新增产能规划在 3-5 万吨。关于行业内下游企业扩产规划的具体情况详见本回复说明之“一、（二）2.（3）碳纤维需求空间广阔，下游碳纤维企业均积极提前布局产能；国内下游企业新增产能规划超过 40 万吨，国外下游企业新增产能规划在 3-5 万吨，保守预计下游企业对碳纤维装备新增需求量在 120-160 条”中相关内容。

按照 1 万吨碳纤维产能对应约需 3~4 条生产线装备测算，保守预计下游企业对碳纤维生产线装备新增需求量在 120-160 条，碳纤维装备行业在未来可预见时间内仍将保持良好的发展前景。

按照公司历史期间 50%的市场占有率测算，以及未来 3-5 年内公司约有 60-80 条潜在碳纤维生产线装备订单，碳纤维装备市场需求充足。

(4) 公司碳纤维装备产能扩建从开始建设到达产需要两年以上，公司需提前规划、储备产能以应对未来市场装备需求增长

公司作为国内首家实现千吨级碳纤维成套装备国产化以及整线交付模式下目前国内唯一一家具备碳纤维整线装备供应能力的企业，可根据下游客户的产品、工艺要求提供覆盖 T300-T1100 不同等级的碳纤维成套生产线装备，能够全面满足下游客户扩产需求。基于公司领先的技术优势、行业地位、持续的产品技术迭代等因素，公司有望持续保持现有的行业地位。

从产能建设周期来看，公司碳纤维装备产能扩建从开始建设到达产需要两年以上，且成套生产线装备交付周期在 1 年左右，周期相对较长。

因此，在面对下游客户持续扩产、碳纤维装备市场需求充足的背景下，公司需提前规划、储备产能以应对未来市场装备需求增长、抢占更多客户资源，以进一步提升公司在碳纤维装备领域的市场占有率，巩固现有市场地位，保持行业领先，扩产具有必要性与合理性。

#### (5) 公司拟进一步采取的产能消化措施

针对本次拟使用募集资金进行投入的碳纤维成套生产线装备相关替换及新增产能，公司拟采取的产能消化措施及有效性分析如下：

##### 1) 积极把握下游客户扩产机遇

经过多年的经营与发展，公司在碳纤维领域积累了大量的优质客户资源，公司客户群体逐年扩大。2020 年以来，公司碳纤维装备业务已签署合同金额累计超过 40 亿元。公司目前已成为吉林化纤股份有限公司、吉林国兴碳纤维有限公司、浙江宝旌炭材料有限公司、吉林宝旌炭材料有限公司、新疆隆炬新材料有限公司等下游碳纤维生产企业的主要装备供应商。“十四五”期间，上述客户均有扩产计划；同时，公司也在不断开发日本、法国、韩国、印度等海外地区潜在客户。依托于公司在碳纤维装备领域所积累的品牌优势、客户优势、专业化研发优势、装备技术及性能优势、生产管理和营销优势，公司将持续把握下游客户扩产机遇，紧密跟踪下游客户需求，为碳纤维成套生产线装备的产能消化提供有力保障。

##### 2) 通过产品升级及性能提升，激发下游应用领域潜在需求

公司作为国内首家实现千吨级碳纤维成套生产线装备国产化的装备龙头企业，可为客户提供碳纤维整线系统设计、制造、工艺调试集成解决方案，单线年产量目前已达到 2,500 吨以上，产品各项性能指标先进、行业地位较高。

在当前“双碳”政策背景下，下游客户对于降低设备能耗、降低单位生产成本的要求也在不断提高。随着公司 4m 宽幅碳化线成套装备、端到端平行送风预氧炉、双层走丝碳化线、超高温石墨化炉等产品开发、产品升级的逐步实施，公司相关装备的产能水平、运行能耗水平、连续运行时间、技术水平等指标预计将持续优化。公司通过现有产品的升级迭代及性能提升，能够有效降低下游碳纤维生产企业的生产成本，有利于进一步拓宽碳纤维下游应用领域、激发下游应用领域潜在需求，进而促进碳纤维全产业链发展。

##### 3) 合理规划产能释放进度，降低新增产能消化压力

在对募投项目财务测算和可行性论证时，公司考虑和安排了新增产能的释放进度和过程，避免新增产能消化压力在短期内集中涌现，使新增产能释放节奏与公司产品竞争力提升和业务拓展进度能够做到匹配和衔接。

综上，项目拟新增的碳纤维成套生产线装备市场空间广阔，公司在碳纤维装备领域具有较高的行业知名度和口碑，具备实施相关产品的技术储备及客户基础，总体新增产能规模具有合理性，产能消化具有保障。

**(三) 结合大比例外协情况、市场竞争及发展情况、同行业可比公司业绩及可比项目效益情况等，说明本次募投项目实施后，是否存在毛利率大幅下滑的情形，相关效益测算是否谨慎、合理**

1. 公司行业内领先的技术优势及行业地位导致公司产品毛利率水平较高  
报告期内，公司碳纤维及复合材料装备业务毛利率情况如下：

单位：%

项目	2023年1-9月	2022年度	2021年度	2020年度
碳纤维及复合材料装备	42.11	33.07	32.34	42.52
其中：成套生产线	41.08	32.60	32.90	43.03
单台套设备	43.92	39.16	23.19	40.70

公司碳纤维成套生产线装备涉及机械、电气、流体、热工、化学、环保等多学科、多领域的技术融合和综合运用，属于技术密集型高端装备。受益于公司领先的技术优势与市场地位，公司为国内首家及目前国内唯一一家具备碳纤维成套生产线整线装备交付能力的企业，市场占有率领先，在行业内竞争优势明显，能够在与下游客户商务谈判中拥有一定的议价权，因此公司毛利率维持在较高水平。

(1) 公司核心能力及核心技术情况

公司核心能力及核心技术体现在整线布局及核心设备工艺结构设计、整线装备集成及系统控制、联调联试、核心部件生产加工等方面，涉及机械、电气、流体、热工、化学、环保等多学科交叉融合。依托于公司数十年的装备研发经验，公司在整线布局及核心设备工艺结构设计、整线装备集成及系统控制、联调联试等方面均形成了较强的技术领先优势及较高的技术壁垒。

公司整线及核心设备涉及的关键工艺结构、核心技术情况如下表：

整线或核心设备	关键工艺结构或核心技术	技术来源	具体表征	对应知识产权情况
氧化炉	1、气流均匀性模拟分析设计； 2、在模拟分析基础上，零件复杂结构设计； 3、气封有毒气体 HCN 溢出控制，通过流场、热场及化学场模拟分析，即固、流、化等多相流分析，建立完美气封结构； 4、控制在安全等级基础上安全逻辑控制	自主研发	1、气流速度：炉内风速最高 3.5 米/秒，风速均匀性在±0.3 米/秒内； 2、温度均匀性：横向最大偏差优于±2.5° C，上下最大偏差优于±2.5° C，纵向最大偏差优于±2.5° C； 3、气封装置及结构：在 ANSYS 模拟的基础上，优化了炉体气封结构，气封改成三段式，两处吸收口，增加回风腔吸收能力，减弱了烟囱效应的影响，减少了炉内气体的外溢，提供了更安全的操作环境；在炉体气封处加入倒角设计，增加了炉子对大丝束的适配性； 4、中间分配器：改变中间分配器结构形式，在保证效果基础上，简化结构，降低成本	已取得 1 项发明专利，14 项实用新型专利；在申请中 5 项发明专利，6 项实用新型专利
低碳炉	1、耐 1,000℃ 以上高温金属材料选择，计算分析，并对化学状态下长时间耐疲劳寿命分析； 2、低碳炉前后气封结构分析，控制空气中氧气进入马弗炉内的结构设计； 3、低碳炉气流场均匀有效排放流场分析和结构设计； 4、废物排放时焦油态如何温控和气流化的分析和结构设计	自主研发	1、温度控制及马弗结构设计：共有 7 个温区，采用顶部、上部、下部三点综合控温，智能温度比计算，比传统上下控温的精度更高；每个温区拥有独立的参数，每个温区独立计算，保证马弗内腔温度均匀性不带丝横向最大偏差优于±5.0° C； 2、气封装置及结构：采用非接触式迷宫气封结构，该结构采用高温气体由孔中喷出后在膨胀室膨胀以达到防止炉内废气向室内排放，也防止炉外空气向炉内渗入，炉内微氧含量在 2ppm 以下； 3、加热器：采用模块化设计，能够最大程度的保证炉体内的温度均匀性，增加加热器寿命	已取得 8 项实用新型专利；在申请中 1 项发明专利，2 项实用新型专利
高碳炉	1、高碳炉加热材料选型和马弗材料选择，高温材料分析和计算； 2、高碳炉的材料保温性设计； 3、电极设计均匀性模拟分析和设计	自主研发	1、温度控制及马弗结构设计：最大设计温度 1800℃，配套使用石墨发热体作为热源，用低电压大电流变压器实施调控； 2、设计温度、电阻、电压和电流需要匹配，且可长期稳定生产； 3、加热器设计：共有 7 个温区，采用四面鼠笼型加热器设计，保证了马弗内腔温度均匀性；尾部带石墨马弗顶紧装置，可以减少热胀冷缩时马弗变形产生的风险	已取得 6 项实用新型专利
收丝机	1、收丝机内部卷绕比设计； 2、收丝机张力精密控制，采用精密槽筒轴精巧设计； 3、收丝机采用专用单片机来控制各轴，实现自动化控制； 4、收丝机导丝轮结构优化设计	自主研发	1、自动化控制：自动换卷卷绕收丝装置，可有效的将碳纤维顺利缠绕在空卷上进行卷绕； 2、采用全新的勾拉切断形式，在空卷卷绕的同时拉紧空卷和满卷之间的碳纤维，从而能够使切丝机构自动切丝； 3、采用全新的辅助推出下丝机构，后期可配套使用机械手下丝上纸管，实现全自动操作，提高效率，降低 50% 用工人数； 4、方便收丝时使卷芯与卷筒座紧配合，松配合时，轻松放卷芯、取卷芯，满足高品质碳纤维的生产要求	已取得 1 项发明专利，5 项实用新型专利；在申请中 2 项发明专利，2 项实用新型专利
废气处理和余热循环利用系统	1、废气系统能耗回收； 2、废气系统气流压力动态模拟分析和设计； 3、废气系统设备模拟焚烧工艺的分析和计算	自主研发	1、废气处理系统设计：建立了碳纤维线速度和氧化炉、碳化炉内废气处理的匹配关系，将整线线速度提升到 17m/min，最大可到 20m/min； 2、废气余热循环再利用系统设计：节约能源，降低成本，回收废气所含的余热，减少有害物质和气体的排放； 3、自动清理系统：包括换热器自动吹扫清理装置，可自动清洁的过滤装置，减少粉尘在换热器内结垢；配置了 RTO 和换热器在线切换和自动清理系统，保证连续运行不停机； 4、能耗管理：将经过预氧化炉新风换热的废气加入蒸汽锅炉系统，再用于生产线上的热辊干燥、热定型和非接触干燥等能耗较高的设备，也可用于蒸汽发电，	已取得 6 项实用新型专利；在申请中 3 项发明专利，3 项实用新型专利

整线或核心设备	关键工艺结构或核心技术	技术来源	具体表征	对应知识产权情况
			进一步提高能源的利用率，降低碳纤维生产线运行成本	
整线装备集成及系统控制、联调联试	1、整线基于工艺基础上的布局合理设计，如人体工程学设计和安全规范设计； 2、整线物料平衡计算； 3、整线能耗回收平衡计算； 4、整线在热态下压力平衡模拟分析和设计； 5、精密驱动的张力和精密控制设计和计算； 6、一键启动功能工艺化设计	自主研发	1、电气控制系统：搭建了以欧姆龙、西门子 PLC 为核心的控制系统，结合 DCS 系统，全生产线核心部位均采用国际上具有领先水平的仪表、传感器、以及驱动品牌，在硬件上保障整条生产线的稳定性和安全性； 2、集中控制系统：综合计算机技术、网络通讯技术、冗余及自诊断技术，可实现碳纤维生产线全自动控制及连续生产； 3、控制算法：通过先进的控制算法实现精确工艺控制，单元之间还要进行协同合作，完成一系列复杂的工艺流程；涉及超过 3,000 个控制点位，包括压力、流量、温度等传感器控制，确保整线联控联动稳定生产； 4、整线传动设计：通过理论计算和现场实测相结合的方式，建立了一套稳定可靠的传动设计体系	已取得 1 项发明专利，30 项实用新型专利，32 项软件著作权；在申请中 1 项发明专利，5 项实用新型专利，2 项软件著作权

注：相关单机设备具有高度定制化特征，且涉及工艺秘密，经查阅相关单机设备厂商公开资料，其均未披露相关设备具体参数信息

(2) 依托于公司核心能力及核心技术，公司成套生产线装备性能优越，能够显著降低碳纤维生产制造企业的投资成本、设备单位能耗，保证产品品质的同时实现生产效率的提升

依托于公司具备的相关核心技术及核心能力，公司成套生产线装备具有性能优越（可满足生产 T300/T400/T700/T800/T1000/T1100 等不同等级纤维）、适用范围广（可适用 1K-50K 大小丝束生产）、交付周期快（9-12 个月）、运行能耗低（1.8 万度电/吨）、单线产能高（线速度达到 16m/min 以上、单线年产能>3,000 吨）、连续稳定运行时间长（60 天以上）、项目投资风险低（一次性开车）、见效快（试车即投产）等显著优势，能够显著降低碳纤维生产制造企业的投资成本、单位能耗水平，保证产品品质的同时实现生产效率的提升。

(3) 公司成套生产线装备整体及核心设备技术达到国际先进水平，获得行业内权威专家及机构认可

2022 年 7 月，包括化纤工程领域蒋士成院士在内的多位行业内权威专家学者对公司 JCTX300E 型千吨级碳纤维成套生产线装备科技成果进行评审，并出具《科学技术成果鉴定证书》，认定公司成套生产线装备整体及核心设备技术达到国际先进水平。

2022 年底，公司“千吨级大丝束碳纤维成套装备关键技术研发及产业化”项目荣获 2022 年度中国纺织工业联合会科学技术奖——科技进步一等奖。2023 年 1 月，公司“JCTX300E 型千吨级碳纤维生产线”获国内首台（套）装备称号。2023

年 10 月，公司获评浙江省制造业单项冠军企业。2023 年 11 月，公司获评浙江省“2023 年度省级工业设计中心”称号。公司亦是纤维碳化生产成套装备术语国家标准制定单位。

(4) 公司为目前国内唯一一家具备碳纤维成套生产线整线装备交付能力的企业，市场占有率领先

根据中国纺织机械协会于 2023 年 7 月出具的证明，公司碳纤维成套生产线装备 2020-2022 年国内市场占有率均位列第一，2021 年及 2022 年市场占有率均超过 50%；国际市场占有率在 2022 年位列前三，市场占有率较高。

2020 年以来，国内碳纤维新增产能主要企业包括化纤集团、浙江宝旌炭材料有限公司、新疆隆炬新材料有限公司等，其成套生产线装备均全部采购自公司。

2. 基于公司外购外协情况、市场竞争及发展情况、同行业公司业绩及可比项目效益情况等因素分析，公司未来毛利率具备可持续性

基于公司外购外协情况、市场竞争及发展情况、同行业公司业绩情况等因素分析，公司未来毛利率具备可持续性。

从外购外协情况来看，公司外购外协占比较高具备合理性，相关外协外购服务内容均不涉及公司核心技术；公司不存在对外协外购供应商的依赖，并通过严格的核价、比价流程后进行采购，持续控制生产成本。报告期内，公司不存在因外协外购比例提升而导致毛利率下降的情形。本次募投项目实施后，公司部件自主加工能力将显著提升，有利于进一步降低单位成本，进而对碳纤维装备毛利率水平起到重要支撑作用。

从市场竞争及发展情况来看，公司在碳纤维装备领域已形成较强的技术和市场壁垒，短期内竞争对手难以在整线装备领域与精工科技公司形成直接竞争；公司亦通过持续的产品技术升级迭代、装备产业链延伸等保持在碳纤维装备领域领先的技术优势与市场地位。碳纤维市场空间广阔，下游企业均在积极布局产能，碳纤维装备需求充足，广阔的市场前景为公司未来保持毛利率水平提供了坚实的市场基础。

从同行业公司业绩实现情况来看，相关企业经营业绩良好，主营业务毛利率总体保持在较高水平。

相关因素具体分析如下：

(1) 公司外购外协占比较高具备合理性，相关外协外购服务内容均不涉及公

司核心技术；公司不存在对外协外购供应商的依赖，并通过严格的核价、比价流程后进行采购，持续控制生产成本；本次募投项目实施后，公司部件自主加工能力将显著提升，有利于进一步降低单位成本，对碳纤维装备毛利率水平起到重要支撑作用

#### 1) 报告期内外购外协占比较高的原因及合理性

受限于公司自有机器设备加工能力有限、大型装备行业企业特点等因素影响，公司碳纤维装备原材料成本中外购外协模式比例较高。2020-2022年，公司碳纤维装备原材料成本中外购外协模式占比合计分别为64.02%、71.57%、82.80%，外购外协模式占比随着公司碳纤维装备业务的快速发展呈现增长趋势。具体分析如下：

##### ① 碳纤维成套生产线装备零部件数量极多，全部自产不具备可行性

由于公司碳纤维成套生产线装备涉及放丝机、预氧化炉、低温碳化炉、高温碳化炉、冷包系统、收丝机、废气余热重复利用系统等多类设备，涉及最终零部件数量超过30万个。从现有机器设备和经济效益原则的角度考虑，实现所有零部件的全部自产不具备可行性，且公司核心技术及核心能力不体现或依赖于单一零部件。在公司现有机加工设备相对有限的情形下，公司需要利用外部供应商的能力来满足零部件定制化生产需求。

##### ② 受原控股股东破产重整影响，大额机器设备更新升级投资暂缓

报告期内，受公司原控股股东破产重整事项影响，公司金额较大的投资决策无法实施，客观上影响了公司大额机器设备更新升级投资，使得公司整体设备水平落后于业务实际发展。在机器设备更新升级受限的情况下，公司只能通过利用外部供应商的加工生产能力来实现客户订单的交付。

③ 报告期内公司碳纤维订单大幅增加，在现有机器设备更新换代受限的情况下，公司需优先考虑保证客户订单交付

2020年底至2022年底，公司累计签署了约27.2亿元碳纤维成套生产线装备订单。在公司自有机加工设备规模无法实现明显提升的背景下，为满足下游客户订单集中交付需求，公司在2021-2022年通过提升零部件外购及外协比例、增加生产人员数量及延长生产时间等增加人工投入的方式以满足订单交付要求。

##### ④ 外购外协比例较高符合大型整线装备类企业的业务特点



对于装备制造企业特别是单位价值量很高的生产线装备制造企业，其核心技术主要在于把握整体装备及部件的工艺设计、定制外购件与自主加工件的组装集成与控制调试、部分核心零部件的自主生产等环节；相关装备产品属于定制化产品，不存在大批量标准化产品生产情况。此外，由于整体装备所涉及的零部件数量、种类非常多，因此一般装备企业很难对所有或大部分零部件均采用自产的模式，通过输出设计图纸、委托外部厂商按照要求加工生产定制零部件成为必然的选择。通常而言，整线装备企业的定制外购或外协加工比例均较高。如中重科技（603135.SH）、天元智能（603273.SH）、亚联机械（深交所，已过会）、信邦智能（301112.SZ）、思客琦（深交所，已过会）等以整线装备为主营业务的装备制造企业原材料采购或成本构成中外购/外协比例基本都超过 50%，公司外购外协比例占比较高亦符合大型整线装备类企业的业务特点。

综上所述，在自身加工能力有限、设备未能及时更新升级的情况下，公司为及时交付产品而采取外协外购方式。因此，公司外购外协占比较高具备合理性，符合大型整线装备类企业的产品及业务特点。

2) 公司外购外协相关内容不涉及公司核心技术，公司亦已制定内控保密措施防范核心技术泄露

从外协外购情况来看，公司定制外购件加工涉及的主要为通用机械加工内容；外协主要体现为通过第三方工程服务商提供吊装、焊接、连线、管道铺设等标准化安装工程内容，相关外购外协工作内容均不涉及公司核心技术。

此外，公司亦通过专利的及时申请、内部保密制度的健全有效执行、明确的物料分级制度、严格的图纸拆分及图纸申请审核流程以及全流程的供应商管理，能够有效防范公司因外购外协而发生核心技术泄密的风险。关于公司外协外购相关的保密措施及有效性具体分析详见本回复说明之“一（一）5. 大比例外协是否存在核心技术泄露风险，针对核心技术采取的保密措施及有效性”中相关内容。

3) 公司不存在对外协外购供应商的依赖，并通过严格的核价、比价流程后进行采购，持续控制生产成本

目前国内机械加工、工程施工市场上厂商较多，竞争较为充分，且公司外协外购供应商数量超过百余家、高度分散化，公司不存在对外协外购供应商的依赖。同时，公司持续寻找并培育新的供应商，提升供应商多元化水平，并通过严格的

核价、比价流程后进行采购，持续控制生产成本，保证碳纤维装备高毛利率的可持续性。

2020-2022年，公司碳纤维装备原材料成本中外购外协模式占比合计分别为64.02%、71.57%、82.80%，碳纤维装备毛利率分别为42.52%、32.34%、33.07%。2020年，公司碳纤维装备毛利率较高主要系公司在2020年交付为首条全国产化的碳纤维成套生产线装备，产品定价相对较高；剔除定价因素后，公司2020-2022年毛利率水平保持稳定，不存在因外协外购比例提升而导致毛利率下降的情形。

4) 本次募投项目实施后，公司部件自主加工能力将显著提升，有利于进一步降低单位成本，对碳纤维装备毛利率水平起到重要支撑作用

本次募投项目中，公司拟规划使用自有资金25,300.00万元用于购置相关设备，以提升零部件自主加工能力。根据谨慎测算，预计该部分设备投资后，公司单位产量成套生产线装备中自主加工原材料占比将由16.91%提升至35.02%，自主加工占比将显著提升。部分定制外购件转为自主生产后能够进一步降低单位成本，对碳纤维装备毛利率水平起到重要支撑作用。

(2) 公司在碳纤维装备领域已形成较强的技术和市场壁垒，短期内竞争对手难以在整线装备领域与精工科技公司形成直接竞争；公司亦通过持续的产品技术升级迭代、装备产业链延伸等保持在碳纤维装备领域领先的技术优势与市场地位

1) 从碳纤维装备竞争情况来看，行业内现有单机设备厂商均不具备成套生产线整线装备交付能力，且短期内难以形成成套生产线整线装备交付能力，并与公司形成有效竞争

碳纤维成套生产线整线装备涉及机械、电气、流体、热工、化学、环保等多学科、多领域的技术融合和综合运用，成套生产线整线装备包含超过10类设备、30万个零部件、长度超过300米。碳纤维成套生产线整线装备对于厂商整体技术方案设计、整线装备集成与系统控制、整线装配完成后的运行调试、核心设备及零部件生产交付等方面的要求极高，属于技术密集型行业，产品研发及产业化周期极长，因此掌握单一或少数类别设备工艺技术的厂商短期内极难通过逆向研发转变为成套生产线装备供应商，并与公司形成有效市场竞争。

① 碳纤维生产流程较长、工序复杂，涉及多学科领域运用，技术门槛极高

碳纤维成套生产线整线装备涉及机械、电气、流体、热工、化学、环保等多学科、多领域的技术融合和综合运用。成套生产线整线装备包含超过10类设备、

30 万个零部件、长度超过 300 米，生产流程较长且工序较为复杂，包括整线布局、核心设备工艺结构设计、整线装备集成及系统控制以及联调联试等在内的各方面技术要求均较高，不仅需要个别设备环节的专利技术突破，还需要全产线长期的试验投入、经验沉淀，总体技术门槛极高。

② 受制于技术研发难度较大，产品研发及产业化周期极长

受制于较高的技术门槛，碳纤维整线设备具有产品研发及产业化周期极长的特点。从公司发展历程来看，公司从 2013 年便开始进入碳纤维领域，至 2020 年才实现首套千吨级国产化碳纤维成套生产线的研发，历时超过 7 年。由于装备研发流程包括市场调研及需求分析、可行性分析及立项评审、方案及图纸设计、工艺技术开发、样机开发、试验测试、性能验证、产品验收等环节，产品研发周期通常在 1 年以上，部分全新产品、复杂产品从产品规划研发至研制成功通常需要 3 年甚至更长时间。

与此同时，由于碳纤维成套生产线装备具有体积较大、单价较高、定制化属性较强等特点，下游企业在选择装备供应商时出于可靠性与稳定性的考虑，一般较为谨慎，会优先选择在研发实力、产品质量、售后服务等多方面能力具备突出优势的行业知名品牌验厂，亦延长了新进入竞争对手的产业化周期。

③ 公司先发技术优势涉及的知识产权保护进一步提升竞争对手技术壁垒

对于技术密集型行业，领先的设备企业在经历长期的发展后，均已在各个领域具备成熟的技术，并形成自有知识产权，通过先发优势形成一定的技术壁垒。截至 2023 年 11 月末，公司在碳纤维装备领域已取得授权专利 88 项，软件著作权 32 项；在申请中专利 39 项，软件著作权 2 项。公司碳纤维成套生产线中的关键设备及核心技术均已申请或取得知识产权保护，进一步提升了竞争对手的技术壁垒。

④ 行业升级迭代速度较快，持续研发及工艺提升要求较高

受能耗标准影响，近年来相关下游企业对专用设备升级迭代的需求速度加快，专用设备生产商不但需要保持较高的客户粘性，不断根据客户不同要求与不同标准定制化研发与生产，还需要持续通过技术创新使产品能耗持续降低，因此对企业持续的技术研发、产品设计和生产工艺提升均有着较高要求。对现有单一或少数类别设备厂商或新进入者而言，具有较高的技术壁垒。

⑤ 目前相关潜在竞争对手尚不具备成套生产线整线装备自主供应及交付能

力

相较采购单机设备并自行组装模式，成套生产线整线装备交付模式因具有整线交付效率更高、交付周期更快、产线后续升级改造一体化等优势，系目前国内碳纤维生产企业主流的设备采购模式。公司所在行业内的其他装备企业如顶立科技、上海依江机械制造有限公司、西安富瑞达科技发展有限公司等均为提供碳纤维成套生产线中的部分设备，相关潜在竞争对手尚不具备成套生产线整线装备自主供应及交付能力。

综上所述，公司与现有及潜在竞争对手相比已构建了极高的技术门槛和壁垒，短期内很难有竞争对手追赶或达到公司的技术水平。

2) 公司持续进行产品技术迭代，形成了“成熟一代、研发一代、储备一代”的产品研发特色，能够保持在细分行业内的领先地位和竞争优势

在具有先发技术优势的同时，公司基于客户未来的产品需求，结合自身对装备升级方向的研判，持续围绕提升下游碳纤维生产企业单线产能、降低下游碳纤维生产企业单位能耗、提升设备运行稳定性、提升自动化及智能化水平等方面进行产品、技术迭代，形成了“成熟一代、研发一代、储备一代”的产品研发特色，巩固自身在细分行业内的领先地位和竞争优势。具体情况如下：

方向	产品迭代情况	具体指标升级迭代情况
提升单线产能	1、使用更宽的炉体：先后开发出 0.4-3.3 米宽幅炉体，能够显著提升下游企业单位时间产量。现有单线年产量可达到 2,500 吨以上；此外，目前公司正在研制 4.2m 宽幅碳化线成套设备，公司碳化线单线产能将进一步提升。 2、提高产线速度：持续提升运行线速度，亦能够显著提升下游企业单位时间产量。目前公司碳化线运行线速度可达到 16m/min 及以上。 3、新产品或技术的应用：公司正在开发的端到端平行送风预氧炉更适合 50K 及以上大丝束预氧丝的大规模生产。	1、适用丝束规格由 12-24K 拓宽至 1K-50K； 2、炉体宽度由 3 米提升至 3.3 米； 3、正常工艺速度由 12m/min 提升至 16m/min；最大工艺速度由 15m/min 提升至 20m/min； 4、单线年产能由 1,500 吨提升至 3,000 吨以上
降低单位能耗	1、改变加热方式：目前在氧化、碳化环节普遍采用电加热方式，能耗相对较高。公司开发了天然气预氧炉，能够有效降低能耗水平。公司正在开发的端到端平行送风预氧炉采用电与天然气混合加热模式，能够有效降低能耗水平。此外，公司拟开展的微波加热型预氧炉、等离子加热型超高温炉等研发项目，预计能够进一步显著降低能耗水平。 2、新产品或技术的应用：公司目前正在开发双层走丝碳化线，相比现有单层走丝炉型，具有更低的能耗。	运行能耗由 2.2 万度电/吨下降至 1.8 万度电/吨
提升运行稳定性	公司碳纤维成套生产线运行稳定性持续提升，可连续运行时间已达到 60 天以上，减少了设备的故障率，降低其维修成本。	连续稳定运行时间由最初 10 天提升至 60 天以上
提升自动化及智能化水平	公司碳纤维装备中的自动化打包系统能够提升下游生产企业的自动化程度，降低其人员成本；此外，公司还在碳纤维装备中加入集中控制技术，可实现碳纤维成套生产线装备全自动控制及连续生产，提升了生产线整体的自动化水平。	降低用工人数 50%以上

3) 公司通过装备产业链延伸, 全方位提升装备产品及技术优势, 增强客户粘性

原丝、碳丝和复合材料构成了碳纤维产业链的核心环节。报告期内, 公司一方面致力于加快现有碳丝生产线装备的技术改进与升级; 另一方面亦在着力向全产业链装备延伸, 围绕原丝装备、复材装备持续进行研发、产业化应用, 实现客户装备需求全方位覆盖。

截至目前, 公司原丝设备已基本完成设计, 部分复材装备亦已实现少量销售。后续随着公司原丝端及复合材料端装备实现大规模产业化, 公司将能够全面覆盖下游客户全产业链装备需求, 公司客户粘性将进一步增强, 行业地位及竞争优势亦将进一步提升。

(3) 碳纤维市场空间广阔, 下游企业均在积极布局产能, 碳纤维装备需求充足, 广阔的市场前景为公司未来保持毛利率水平提供了坚实的市场基础

碳纤维作为国家战略性新兴产业——新材料产业的重要基础材料, 在我国仍处于产业发展起步阶段, 市场发展前景广阔。

根据行业内主流研究机构预测数据, 在全球范围内未来碳纤维需求仍将保持稳定增长, 碳纤维下游市场需求空间广阔。碳纤维材料因其轻量化、高强度的特点, 随着未来技术不断进步带来的材料性能提升和生产成本降低, 未来在风电、体育休闲、压力容器、航空航天、汽车等多个市场需求巨大的下游领域内将逐步替代现有传统材料, 发展潜力巨大。

在下游需求空间广阔、叠加碳纤维产业国产替代加速的行业背景下, 下游碳纤维企业均积极提前布局产能。根据公开资料, 国内碳纤维企业已宣告的新增产能规划超过 40 万吨; 国外碳纤维企业亦均存在扩产计划, 新增产能规划在 3-5 万吨。按照 1 万吨碳纤维产能对应约需 3~4 条生产线装备测算, 保守预计下游企业对碳纤维装备新增需求量在 120-160 条, 碳纤维装备行业在未来可预见时间内仍将保持良好的发展前景。

公司可根据下游客户的产品、工艺要求提供覆盖 T300-T1100 不同等级的碳纤维成套生产线装备, 目前在手订单及洽谈中意向订单 31 条碳纤维成套生产线; 按照公司历史期间 50% 的市场占有率测算, 未来 3-5 年内公司约有 60-80 条潜在碳纤维生产线装备订单, 下游企业现有及潜在装备需求充足, 为公司保持高毛利率提供了市场基础。

关于碳纤维行业的发展情况及行业市场空间详见本回复说明之“一(二)2. 关于碳纤维市场发展情况及行业市场空间”中相关内容。

#### (4) 同行业公司业绩及可比项目效益情况

目前，在碳纤维成套生产线整线装备领域，精工科技公司系国内唯一一家具备整线装备供应能力的企业；在单机装备领域，国内主要竞争对手包括西安富瑞达科技发展有限公司、上海依江机械制造有限公司、顶立科技、恒天重工股份有限公司等。

上述单机装备领域竞争对手中，除顶立科技为新三板挂牌公司外，其他企业均系非上市公司，无公开披露的业绩及项目效益情况。

顶立科技主要从事碳陶热工装备、先进热处理热工装备及粉冶环保热工装备等装备产品的研发、生产、销售。根据顶立科技《公开转让说明书》，其经营业绩及主营业务毛利率情况如下：

单位：万元

项目	2023年1-6月	2022年	2021年
营业收入	23,783.77	45,546.71	32,170.30
主营业务毛利率	39.48%	41.50%	43.88%

如上表所示，顶立科技2021年、2022年及2023年1-6月经营业绩良好；主营业务毛利率受产品配置、结构形式、用户个性化需求不同等因素而有略微浮动，但毛利率总体保持在较高水平。因顶立科技挂牌期间并未进行融资扩产，披露信息不涉及项目具体情况，因此无法获知其项目效益情况。

3. 本次募投项目实施后，毛利率大幅下滑的风险较小；为保证效益测算的谨慎性，公司在募投项目产品单价、毛利率预计中已充分考虑相关不利因素

#### (1) 本次募投项目实施后，毛利率大幅下滑的风险较小

如本部分1、2中所述，公司现有毛利率水平较高主要依赖于公司领先的产品技术优势、市场地位优势，保证了公司能够在与客户商务谈判中拥有一定的议价权。

基于公司外购外协情况、市场发展及竞争情况、公司技术产品升级迭代情况、装备产业链延伸情况、同行业公司业绩实现情况等因素，不存在导致公司未来毛利率大幅下滑的情形。本次募投项目实施后，毛利率大幅下滑的风险总体较小。

#### (2) 为保证效益测算的谨慎性，公司在募投项目产品单价、毛利率测算过程

中已充分考虑相关不利因素

1) 产品单价测算

公司结合未来行业市场需求和竞争情况，参照现有同类产品均价等因素，基于谨慎性原则相应确定高性能碳纤维成套装备、复材专用装备、复材装备模具及部件加工的销售单价。其中，高性能碳纤维成套装备单价按照 15,000 万元/套（含税）确定；复材专用装备单价按照 160 万元/套（含税）确定；复材装备模具及部件加工按照 25 万元/套（含税）确定。

报告期内，公司已完成交付的以及已签署在执行中的宽幅在 3m 以上碳纤维成套装备的合同及单价情况如下：

单位：万元、万元/套

客户	签署日期	合同名称	合同金额（含税）	生产线条数	单价（均价，含税）
已签署在执行中					
吉林国兴碳纤维有限公司	2023 年 9 月 26 日	《碳化线装置购销合同》	34,000.00	2	17,000.00
浙江宝旌炭材料有限公司	2022 年 9 月 6 日	《年产 2000 吨高性能 PAN 基碳纤维成套生产线采购合同》	16,780.00	1	16,780.00
小 计			50,780.00	3	16,926.67
已完成交付					
吉林化纤股份有限公司	2021 年 12 月 28 日	《碳化线装置购销合同》	68,000.00	4	17,000.00
吉林国兴碳纤维有限公司	2021 年 10 月 15 日	《碳化线装置购销合同》	65,000.00	4	16,250.00
新疆隆炬新材料有限公司	2021 年 9 月 30 日	《碳纤维成套生产线销售合同》	33,000.00	2	16,500.00
吉林国兴碳纤维有限公司	2020 年 12 月 18 日	《碳化线装置购销合同》	65,000.00	4	16,250.00
吉林宝旌炭材料有限公司	2020 年 4 月 2 日	《大丝束碳纤维成套生产线销售合同》	18,300.00	1	18,300.00
小 计			249,300.00	15	16,620.00
合 计			300,080.00	18	16,671.11

注：表中以及本次募投项目规划的高性能碳纤维成套装备宽幅均为 3 米以上  
如上表所示，报告期内，已完成交付的高性能碳纤维成套装备合同含税单价（或均价）介于 16,250.00 万元~18,300.00 万元，单条含税均价为 16,620.00 万元；已签署在执行中的合同含税单价（或均价）介于 16,780.00 万元~17,000.00 万元，单条含税均价为 16,926.67 万元，在手订单销售价格未发生不利变化。此外，公司目前在洽谈中意向订单价格均保持在较高水平，未发生不利变化。

本次效益预测中对于高性能碳纤维成套装备单价按照 15,000 万元/套(含税)确定, 相较公司已完成交付的及在手订单价格分别下降 9.75%、11.38%, 系充分考虑了未来碳纤维成套装备可能存在的销售价格下降等因素, 测算具有合理性与谨慎性。

## 2) 产品毛利率测算

报告期, 公司碳纤维成套生产线业务的实际毛利率如下:

单位: %

项目	2023 年 1-9 月	2022 年度	2021 年度	2020 年度
碳纤维成套生产线	41.08	32.60	32.90	43.03

本次效益测算中, 为保持效益测算的谨慎性, 一方面公司未考虑募投项目实施后部分定制外购件转自主生产所带来的成本节约因素; 另一方面, 公司亦充分考虑中长期碳纤维装备市场潜在竞争加剧等可能导致产品毛利率下降的因素。募投项目效益测算中碳纤维成套生产线达产年度预计毛利率为 29.74%, 均低于报告期内公司碳纤维成套生产线装备的实际毛利率, 亦低于同行业公司顶立科技各期主营业务毛利率水平, 测算具有合理性、谨慎性。

## (四) 核查程序及结论

针对上述情况, 我们主要执行了以下核查程序:

1. 对公司生产负责人、工程安装部负责人、售后服务部负责人进行访谈, 了解碳纤维装备产品的具体交付流程、交付团队建设情况及工作职责、第三方安装工程服务商工作内容等, 核查第三方工程服务与公司业务规模匹配性; 获取公司碳纤维成套生产线安装工程竣工资料、安装工程服务合同、招投标文件、查阅相关第三方安装工程服务商公开资料; 对工程安装部负责人进行访谈, 核查第三方安装工程服务商的选聘流程、工作内容、聘请第三方工程服务必要性; 查阅《企业会计准则》, 抽查第三方工程服务相关记账凭证及发票等原始凭证, 核查安装工程服务相关会计处理是否合规; 查阅同行业公司、整线装备上市公司/拟上市公司公开资料, 核查公司采购安装工程服务业务模式及相关会计处理与同行业是否一致; 取得并查阅公司固定资产明细表、报告期内公司碳纤维成套生产线业务的订单及合同情况、检索大型整线装备类上市公司公开信息, 核查公司报告期外购外协占比较高原因; 对公司采购负责人进行访谈, 了解供应商管理流程、图纸申请流程、物料分类情况等内外部保密控制程序及方式; 取得并查阅公司专利明



细表、相关内部保密制度、与主要人员签订的保密相关协议、与供应商签订的合作协议，访谈公司技术开发部负责人，抽查公司与图纸拆分及图纸审批相关的内部审批流程，核查公司内控制度的健全性、相关保密措施的有效性；对公司工程安装部负责人进行访谈，了解第三方安装工程服务商的选聘流程、工作内容、公司执行的相关保密措施等情况。

2. 查阅碳纤维行业相关研究报告，分析我国碳纤维行业所处发展阶段、碳纤维产品市场价格变动情况、碳纤维市场供需情况、未来下游市场应用及需求情况；查阅目前市场机构对主要下游领域需求预测情况，分析碳纤维下游领域发展态势；查阅研究机构相关研究报告，核查了解研究机构对于碳纤维未来市场发展的观点；检索下游客户公开信息资料，了解下游客户碳纤维产能扩建情况；查阅碳纤维装备相关研究报告、下游企业公开信息，与公司技术负责人、销售负责人访谈，进一步了解核查公司碳纤维装备实现国产替代并参与国际竞争情况、下游企业装备采购模式、公司碳纤维成套生产线装备具体构成、碳纤维成套生产线装备中各类别设备作用、技术要求及难点、碳纤维成套装备的核心能力及核心技术体现、碳纤维成套生产线装备对厂商的相关要求，分析碳纤维成套生产线装备业务壁垒；通过公开渠道查询同行业装备企业的基本信息、产品、客户、产能扩建及发展情况，核查了解市场竞争情况；获取并查阅公司目前已正式签署的碳纤维成套生产线合同；对公司销售负责人、管理层访谈，核查了解公司目前在洽谈中意向订单情况、产能扩建周期、产能释放规划及产能消化措施等情况，分析公司产能扩建的必要性、合理性、产能消化可行性及产能消化措施的有效性；与公司主要客户进行访谈，了解下游客户对于行业前景的判断、未来产能规划及扩建情况、对公司装备产品的评价、对装备市场竞争情况的判断等内容；

3. 取得并查阅碳纤维相关研究报告、公司碳纤维业务相关科学技术成果鉴定证书及获奖证书；对公司技术负责人进行访谈，了解核查公司整线及核心设备涉及的关键工艺结构或技术情况、碳纤维业务获奖情况及市场占有率情况，分析公司毛利率较高的原因及合理性；查阅碳纤维行业相关研究报告、可比公司公开信息、获取公司碳纤维装备业务专利清单、对公司研发负责人、采购负责人、管理层进行访谈，了解核查碳纤维下游市场空间、公司碳纤维装备业务的技术壁垒、产品迭代以及产业链延伸情况、成本控制情况，分析公司高毛利率是否具备可持续性；获取并查阅碳纤维成套生产线合同、募投项目效益测算过程，向公司管理

层了解本次募投项目各产品及现有产品的价格、成本、毛利率及未来变化趋势，核查分析效益测算的谨慎性；通过公开渠道查询同行业公司业务、业绩、毛利率情况等内容，核查市场竞争及潜在竞争情况、同行业公司经营业绩变化情况等内容。

经核查，我们认为，

1. 公司均采用整线交钥匙工程模式向下游客户提供成套生产线装备，需要由公司完成核心装备的设计及生产后，在客户现场处完成安装、调试并最终完成验收交付。基于专业分工、专注主业、工作效率等因素考虑，公司向外部供应商采购安装工程服务具备合理性和必要性。

第三方工程服务规模与公司相关业务规模、整线交付数量、在建项目情况具有匹配性，随着公司碳纤维装备业务持续发展，相关现场交付团队人员也保持增长的趋势，可以覆盖成套生产线装备的交付，相关信息披露真实、准确、完整。

公司碳纤维装备业务相关安装工程服务费通过制造费用进行归集、分配、结转，符合企业会计准则规定。公司采购安装工程服务的业务模式及相关会计处理方式与类似整线装备企业一致。

公司核心能力及核心技术体现在整线布局及核心设备工艺结构设计、整线装备集成及系统控制、联调联试、核心部件生产加工四个方面。其中，整线布局及核心设备工艺结构设计、整线装备集成及系统控制、联调联试系公司作为成套生产线装备厂商核心技术及核心能力的集中体现，相关工作全部由公司独立自主完成。因受限于公司加工能力有限，公司自主加工对整线集成及系统控制、主要设备功能、工艺、结构等有重大影响的核心部件，其余部件采取定制外购方式生产。为降低相关核心部件定制外购中可能产生的核心技术泄露风险，公司采取及时申请相关技术专利、明确物料分级制度、严格的图纸拆分及图纸申请审核流程以及全流程的供应商管理等保密内控措施，能够有效防范公司因定制外购而发生核心技术泄密的风险，相关内控保密措施执行有效。

第三方安装工程服务商所具体执行的安装工程服务主要为人力密集型劳动，主要工作内容包括吊装、焊接、连线、管道铺设等标准化工程施工内容，不涉及公司核心技术秘密，同时公司采取招投标方式进行采购并采取有效保密措施，核心技术泄露的风险很低。

2. 精工科技公司系目前国内唯一一家具备碳纤维成套生产线整线装备供应

能力的企业，现有掌握单一或少数类别设备工艺技术的厂商短期内极难通过逆向研发转变为成套生产线装备供应商，并与公司形成有效市场竞争。公司亦通过持续的产品技术升级迭代、装备产业链延伸等不断巩固在碳纤维装备领域的技术、产品、市场地位优势，持续提升与客户的议价话语权。

由于下游客户扩产投资并采购公司设备存在非均匀、非连续的特点，受市场短期调整部分客户扩产计划阶段性延后，导致公司 2023 年 1-9 月产能利用率相对较低；预计随着在手订单及洽谈中订单的落地、执行，公司整体产能利用率水平将显著提升。

公司可根据下游客户的产品、工艺要求提供覆盖 T300-T1100 不同等级的碳纤维成套生产线装备，目前在手订单及洽谈中意向订单 31 条碳纤维成套生产线；按照公司历史期间 50%的市场占有率测算，未来 3-5 年内公司约有 60-80 条潜在碳纤维生产线装备订单，下游客户现有及潜在装备需求远超公司目前生产交付能力。因此，公司需提前规划、储备产能以应对未来下游装备增量需求，以进一步提升公司在碳纤维装备领域的市场占有率，巩固现有市场地位，保持行业领先地位，扩产具有必要性与合理性。

3. 受益于公司领先的技术优势与市场地位，公司市场占有率领先，在行业内竞争优势明显，能够在与下游客户商务谈判中拥有一定的议价权，因此公司毛利率维持在较高水平。

从外购外协情况来看，公司外购外协占比较高具备合理性，相关外协外购服务内容均不涉及公司核心技术；公司不存在对外协外购供应商的依赖，并通过严格的核价、比价流程后进行采购，持续控制生产成本；本次募投项目实施后，公司部件自主加工能力将显著提升，有利于进一步降低单位成本，进而对碳纤维装备毛利率水平起到重要支撑作用。

从市场竞争及发展情况来看，公司在碳纤维装备领域已形成较强的技术和市场壁垒，短期内竞争对手难以在整线装备领域与精工科技公司形成直接竞争；公司亦通过持续的产品技术升级迭代、装备产业链延伸等保持在碳纤维装备领域领先的技术优势与市场地位。碳纤维市场空间广阔，下游企业均在积极布局产能，碳纤维装备需求充足，广阔的市场前景为公司未来保持毛利率水平提供了坚实的市场基础。

从同行业公司业绩实现情况来看，相关企业经营业绩良好，主营业务毛利率总体保持在较高水平。

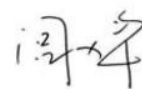
基于公司外购外协情况、市场竞争及发展情况、同行业公司业绩等因素分析，公司未来毛利率具备可持续性。本次募投项目实施后，毛利率大幅下滑的风险总体较小。

为保证募投项目效益测算的谨慎性，公司在募投项目产品单价、毛利率测算过程中已充分考虑相关不利因素，效益预测具有合理性、谨慎性。

专此说明，请予察核。



中国注册会计师：



中国注册会计师：



二〇二四年一月二十二日



统一社会信用代码  
913300005793421213 (1/3)

# 营业执照



扫描二维码登录“国家企业信用信息公示系统”了解更多登记、备案、许可、监管信息

(副本)

名称 天健会计师事务所（特殊普通合伙）

出资额 壹亿捌仟壹佰伍拾伍万元整

类型 特殊普通合伙企业

成立日期 2011年07月18日

执行事务合伙人 王国海

主要经营场所 浙江省杭州市西湖区灵隐街道西溪路128号

经营范围 审计企业会计报表、出具审计报告；验证企业资本，出具验资报告；办理企业合并、分立、清算事宜中的审计业务，出具有关报告；基本建设年度决算审计；代理记账；会计、税务咨询、管理咨询、会计培训；信息系统审计；法律、法规规定的其他业务。（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动）

仅为浙江精工集成科技股份有限公司向特定对象发行证券之目的而提供文件的复印件，仅用于说明天健会计师事务所（特殊普通合伙）合法经营，未经本所书面同意，此文件不得用作任何其他用途，亦不得向第三方传递或披露。

登记机关



2024年01月10日

国家企业信用信息公示系统网址：<http://www.gsxt.gov.cn>

市场主体应当于每年1月1日至6月30日通过国家信用信息公示系统报送公示年度报告。

国家市场监督管理总局监制

证书序号 0019803



# 会计师事务所 执业证书

名称：天健会计师事务所（特殊普通合伙）

首席合伙人：王国海

主任会计师：

经营场所：浙江省杭州市西湖区灵隐街道西溪路  
128号

组织形式：特殊普通合伙

执业证书编号：33000001

批准执业文号：浙财会〔2011〕25号

批准执业日期：1998年11月21日设立，2011年12月28日改制

## 说明

- 1、《会计师事务所执业证书》是证明持有人经财政部门依法审批，准予执行注册会计师法定业务的凭证。
- 2、《会计师事务所执业证书》记载事项发生变动的，应当向财政部门申请换发。
- 3、《会计师事务所执业证书》不得伪造、涂改、出租、出借、转让。
- 4、会计师事务所终止或执业许可注销的，应当向财政部门交回《会计师事务所执业证书》。

发证机关：



中华人民共和国财政部制

仅为浙江精工集成科技股份有限公司向特定对象发行证券之目的而提供文件的复印件，仅用于说明天健会计师事务所（特殊普通合伙）具有执业资质。未经本所书面同意，此文件不得用作任何其他用途，亦不得向第三方传送或披露。



序号	会计师事务所名称	统一社会信用代码	执业证书编号	备案公告日期
1	安永华明会计师事务所(特殊普通合伙)	91110000051421390A	11000243	2020/11/02
2	北京国富会计师事务所(特殊普通合伙)	91110108MA007YBQ0G	11010274	2020/11/02
3	北京兴华会计师事务所(特殊普通合伙)	911101020855463270	11000010	2020/11/02
4	毕马威华振会计师事务所(特殊普通合伙)	91110000599649382G	11000241	2020/11/02
5	大华会计师事务所(特殊普通合伙)	91110108590676050Q	11010148	2020/11/02
6	大信会计师事务所(特殊普通合伙)	91110108590611484C	11010141	2020/11/02
7	德勤华永会计师事务所(特殊普通合伙)	9131000005587870XB	31000012	2020/11/02
8	公证天业会计师事务所(特殊普通合伙)	91320200078269333C	32020028	2020/11/02
9	广东正中珠江会计师事务所(特殊普通合伙)	914401010827260072	44010079	2020/11/02
10	广东中讯信会计师事务所(特殊普通合伙)	91440101MA9UN3YT81	44010157	2020/11/02
11	和信会计师事务所(特殊普通合伙)	913701000611889323	37010001	2020/11/02
12	华兴会计师事务所(特殊普通合伙)	91350100084343026U	35010001	2020/11/02
13	利安达会计师事务所(特殊普通合伙)	911101050805090096	11000154	2020/11/02
14	立信会计师事务所(特殊普通合伙)	91310101568093764U	31000006	2020/11/02
15	立信中联会计师事务所(特殊普通合伙)	911201160796417077	12010023	2020/11/02
16	鹏盛会计师事务所(特殊普通合伙)	91440300770329160G	47470029	2020/11/02
17	普华永道中天会计师事务所(特殊普通合伙)	913100000609134343	31000007	2020/11/02
18	容诚会计师事务所(特殊普通合伙)	911101020854927874	11010032	2020/11/02
19	瑞华会计师事务所(特殊普通合伙)	9111010856949923XD	11010130	2020/11/02
20	上会会计师事务所(特殊普通合伙)	91310106086242261L	31000008	2020/11/02
21	深圳堂堂会计师事务所(普通合伙)	91440300770332722R	47470034	2020/11/02
22	四川华信(集团)会计师事务所(特殊普通合伙)	91510500083391472Y	51010003	2020/11/02
23	苏亚金诚会计师事务所(特殊普通合伙)	91320000085046285W	32000026	2020/11/02
24	唐山市新正会计师事务所(普通合伙)	911302035795687109	13020011	2020/11/02
25	天衡会计师事务所(特殊普通合伙)	913200000831585821	32000010	2020/11/02
26	天健会计师事务所(特殊普通合伙)	913300005793421213	33000001	2020/11/02
27	天圆全会计师事务所(特殊普通合伙)	911101080896649376	11000374	2020/11/02
28	天职国际会计师事务所(特殊普通合伙)	911101085923425568	11010150	2020/11/02
29	希格玛会计师事务所(特殊普通合伙)	9161010860340169X2	61010047	2020/11/02

[http://www.csrc.gov.cn/pub/newsite/kjyqjyypgjbg/202011/t20201102\\_385509.html](http://www.csrc.gov.cn/pub/newsite/kjyqjyypgjbg/202011/t20201102_385509.html)

仅为浙江精工集成科技股份有限公司特定对象发行证券之目的而提供文件的复印件，仅用于说明天健会计师事务所(特殊普通合伙)从事证券服务业务的备案工作已完备未经本所书面同意，此文件不得用作任何其他用途，亦不得向第三方传送或披露。



仅为 浙江精工集成科技股份有限公司向特定对象发行证券 之目的而提供文件的复印件, 仅用于说明阎力华是中国注册会计师。未经本人书面同意, 此文件不得用作任何其他用途, 亦不得向第三方传送或披露。





仅为浙江精工集成科技股份有限公司向特定对象发行证券之目的而提供文件的复印件, 仅用于说明李达是中国注册会计师。未经本人书面同意, 此文件不得用作任何其他用途, 亦不得向第三方传送或披露。