

Society for the
Advancement of Material
and Process Engineering

**SAMPE BEIJING
CHAPTER**

SAMPE 北京分会通讯期刊



微信扫码关注 **SAMPE** 公众号
关注中国先进复合材料行业技术与产业合作平台

第82期
03/04月 2021



本期关注

☆ 中德先进复合材料制造及工程应用论坛成功举办	03
☆ 第四期复合材料无损检测技术培训在京成功举办	04
☆ 国际先进材料与制造工程学会 (SAMPE) 北京分会第十四次会员代表会议在京召开	05
☆ 开放与创新—SAME 中国 2021 年会复合材料创新应用展品征集活动通知	07
☆ 展位预定 第十六届国际先进复合材料制品、原材料、工装及工程应用展览会	08
☆ SAMPE 中国 2021 年会专业观众邀请函	11
☆ 抢先看 SAMPE 中国 2021 展览会亮点展品 先进复合材料行业全产业链展示	12
☆ SAMPE 中国 2021 年会国际学术会议通知	35
☆ 关于举办第二届 SAMPE “碳纤维复合材料在土木工程领域的创新应用设计” 学生竞赛的通知	37
☆ 2021 招展函—第五届国际复合材料产业创新成果技术展览会	39
☆ 会员风采	42
☆ 行业资讯	52
☆ 缝合增强泡沫夹芯结构复合材料的制备与性能	59
☆ 一种新型粘弹性阻尼材料在振动噪声控制中的应用	64
☆ World's First Large Bridge Fully Relying on Carbon.....	69



3 月 25-26 日，由国际先进材料与制造工程学会（SAMPE）中国大陆总会、欧洲复合材料联盟（Composites United）和中德 3D 打印及轻量化协会共同主办的中德先进复合材料制造及工程应用论坛如期在线上举办。这是 SAMPE 学会今年首次组织的复材行业国际交流活动，中欧航空、航天、汽车、轨道交通、科研院所、高校、材料及设备企业近 70 位代表参加了本次论坛。



欧洲复合材料联盟 CEO 贡纳尔·默茨博士、SAMPE 中国大陆理事长邱夷平教授、中德 3D 打印及轻量化协会吴涛博士出席论坛并分别致辞。SAMPE 全球理事长益小苏教授、德累斯顿工业大学尼尔斯·莫德勒教授等中欧 13 位专家分别就绿色复合材料、结构健康监测、复材回收再利用、轨道交通复材轻量化、自动化制造、3D/4D 打印、共固化成型、热塑性材料、可持续发展等主题做了精彩演讲。

中欧在航空、轨道交通等先进复合材料应用领域开展了卓有成效的合作，取得了丰硕的成果。由 SAMPE 全球理事长、宁波诺丁汉大学益小苏教授领衔的中国研发团队成功研制了连续苧麻纤维增强的复合材料，经欧洲合作伙伴检测其力学性能优异，通过了中欧 ECO-COMPASS 合作项目的结题。中德轨道交通技术联合研发中心参与了中车四方股份公司新一代碳纤维地铁车辆“CETROVO”研制，突破了碳纤维大型复杂件结构设计、制造成型等关键技术，整车减重 13%，实现了碳纤维复合材料在车体、转向架构架、司机室等车辆主承载结构上的全面应用。



受疫情影响，复合材料行业国际交流活动基本处于停滞状态，SAMPE 中国大陆总会积极发挥自身行业优势，开拓创新、充分协调各方资源，通过本次论坛的成功举办搭建了一个线上复合材料国际交流的平台，推动了国际复合材料技术交流与产业合作，促进了我国复合材料产业的技术进步和可持续发展。

第四期复合材料无损检测技术培训在京成功举办



由国际先进材料与制造工程学会（SAMPE）北京分会主办的第四期复合材料无损检测技术培训 4 月 15-16 日在北京成功举办。国内复合材料研究及应用单位近 30 人参加了本期培训。

本期培训的 4 位主讲老师均有航空、航天材料研究单位工作背景，具有丰富的复合材料无损检测实践经验和理论基础，参与过多项国家和行业无损检测标准的制定和审查工作。为期两天的培训系统地向学员讲解了无损检测的最新标准和规范、检测技术和方法、评价和表征技术，还现场进行无损检测的实验演示，进一步强化学员的实践操作能力。

先进复合材料由于具有可设计性、轻质高强等特点，在航空航天等高端制造领域得到了广泛的应用。同时复合材料的先进性与其质量的离散性和高成本并存，在实际应用中，即使经过研究和试验制定了合理的工艺，但在复合材料结构件的制造过程中还有可能产生缺陷，引起质量问题，甚至导致整个结构件的报废，因此在复合材料零部件制备加工的过程监测、产品终检、质量评价环节均需要使用无损检测技术。

目前超声波 C 扫描是复合材料制造阶段主要的无损检测手段，红外热成像、激光散斑、超声相控阵、空气耦合超声波等无损检测新技术的应用也越来越广泛。SAMPE 北京分会率先在国内组织了复合材料无损检测技术培训，陆续打造了一系列复合材料精品培训课程并为国内复合材料产、学、研、用各单位提供系统化的复合材料技术培训解决方案。SAMPE 北京学会将继续发挥自身的行业资源优势，不断推进国内先进复材行业的技术进步。



国际先进材料与制造工程学会 (SAMPE) 北京分会 第十四次会员代表会议在京召开



2021 年 4 月 16 日, 国际先进材料与制造工程学会 (SAMPE) 北京分会第十四次会员代表会议在北京天健宾馆举行。SAMPE 北京分会副主席、中航复材公司董事长曹正华等学会领导和近 60 名会员代表出席了本次会议, 会议由 SAMPE 北京分会秘书长王岭博士主持。



会议首先由各会员代表做会员和企业情况介绍, 介绍结束后由曹正华董事长致辞, 曹董事长代表 SAMPE 北京分会和中航复材公司感谢各位代表在百忙之中参加会员会议, 指出 SAMPE 北京分会服务行业的宗旨围绕着“国内外”、“上下游”和“产、学、研、用结合”三条主线进行, 目标是将学会建设成会员所有、会员参与、回报会员的国际化复合材料专业社团。

会议听取了 SAMPE 北京分会崔振进常务副秘书长做的 2019-2020 年北京分会工作报告。报告介绍了 SAMPE 北京分会会员发展、会员服务、活动组织等学会工作情况。2019-2020 年 SAMPE 北京分会新增会员 44 人, 会员总数达到了 340 人。在疫情防控的新形势下组织了多场线上、线下的技术培训和学术交流活动, 同时学会还在积极推进复合材料行业数据库和知识库的建设, 力争通过数字化技术不断拓展新的服务领域。

会议举行了 SAMPE 北京分会挂靠单位授牌仪式。由于机构重组, SAMPE 北京分会挂靠单位由中国航发北京航空材料研究院变更到中航复合材料有限责任公司。中航复材公司综合管理部马兴运部长代表中航复材公司接受 SAMPE 北京分会授牌。





之后还举行了走进科研院所活动的颁奖仪式，向赞助商及特邀讲师颁发纪念牌。继 2019 年 SAMPE 复合材料进高校活动之后，2020 年 SAMPE 走进中国科研院所系列活动在北京、苏州、常州三地举办，学会邀请多位行业知名专家和企业代表到中科院北京化学所、中航工业复合材料有限责任公司、海鹰空天材料研究院（苏州）有限责任公司、北京化工大学常州先进材料研究院进行学术交流和展示，这项公益性学术交流活动取得了很好的效果，获得受访单位的一致好评。

崔振进常务副秘书长代表学会向天氏欧森测试设备（上海）有限公司、耐驰科学仪器商贸（上海）有限公司、中国航发北京航空材料研究院何鲁林研究员颁发了“2020 国际先进材料与制造工程学会（SAMPE）走进中国科研院所系列活动”合作单位和特邀讲师的奖牌。

颁奖仪式结束后，会议进入到最后的会员分享及学术交流环节。山东泰山瑞豹复合材料有限公司、意大利 COMI 公司、山东中科先进技术研究院、西克玛（上海）复合材料有限公司、威格斯高性能材料贸易（上海）有限公司的代表分别就复合材料在体育领域应用、复合材料高效加工、先进材料 3D 打印、碳纤维织物、热塑性材料共混成型工艺进行了分享。席间代表们进行了热烈讨论。



SAMPE 北京分会是 SAMPE 在中国成立的第一个分支机构，在三十年的发展历程中，始终不忘初心，将传播复材知识、推动复材行业技术进步为己任，发挥着国际复合材料学术交流合作平台的独特作用和优势。

学会的发展离不开全体会员的支持，SAMPE 中国 2021 年会将于 6 月 23-25 日在北京中国国际展览中心（静安庄馆）召开，欢迎广大会员积极参与，让我们大家 6 月在北京相聚，为先进复合材料产业的学术交流、开放创新、深化合作贡献一份力量。





创新应用展品征集活动通知

先进复合材料是支撑航空航天、国防、交通、能源、医疗等尖端技术领域不可或缺的关键材料，带动了当代材料科学和技术的进步。作为国际知名的学术性组织—SAMPE 一直在推动全球复合材料产业的技术创新，在相关设计 and 应用单位的支持下，SAMPE 中国大陆总会将于 SAMPE 中国 2021 年会期间设立“复合材料创新应用展区”，重点展示具有先进设计理念和技术独创性的先进复合材料加工技术和产品。鼓励更多的国内高校、研究机构和企业进行产业合作，不断拓展复合材料的应用领域。展品征集围绕“复合材料”和“创新应用”两个关键词，突出复合材料的功能性和可设计性，展示先进复合材料及制造技术的工程化应用成果。展区分为 12 平米和 18 平米两种标准展位，由展会组委会统一搭建。

SAMPE 中国 2021 年会将于 2021 年 7 月 7-9 日在中国国际展览中心北京静安庄馆举办，本届年会展览面积 25000 平米，近 300 家展商参展，同期还将举办会员会议、国际学术会议、学生竞赛、技术培训、供需对接等多项活动，预计将有近 3 万名专业观众现场参观。

想在亚洲最大的先进复合材料行业展览会上展示您的创新技术和产品吗？快来报名吧。

展品要求

- (一) 展品包括产品简介、照片和产品实物，大小尺寸应适合室内展示（长宽高低于 2.5*3*2m），产品简介通过通俗的语言简明扼要阐述产品的研发单位、产品的意义、功能和创新点，每个产品的文字说明限 300 字以内。
- (二) 展品提供方为独立法人单位，展示的技术和产品应具有独立知识产权、不涉及技术或其他侵权行为。
- (三) 展品不得是涉密项目或者包含任何涉密内容。

展示时间地点

时间：2021 年 7 月 7 日—9 日
地点：北京中国国际展览中心（静安庄馆）

征集时间对象

时间：即日起至 2021 年 6 月 5 日
对象：面向社会公开征集

征集方式

- (一) 有意向参展的单位请于 6 月 5 日前填写《SAMPE 中国 2021 年会创新应用展品征集表》并附展品简介及照片，发送到 conference@sampe.org.cn 邮箱。
- (二) 申报参展的展品中将择优进行筛选，6 月 15 日前确认最终参展展品名单并通知报名单位。
- (三) 本次征集及展示不收取任何费用。展品提供方无偿提供展品，包装运输费用自理。

SAMPE 中国 2021 年会介绍 >>>

SAMPE 中国 2021 年会暨第十六届先进复合材料制品、原材料、工装及工程应用展览会将于 2021 年 7 月 7 日—9 日在北京中国国际展览中心（静安庄馆）举办。本届年会由 SAMPE 中国大陆总会、中航复合材料有限责任公司、中国化学纤维工业协会、先进复合材料重点实验室、结构性碳纤维复合材料国家工程实验室主办。

本届年会的主题为：先进复合材料，引领绿色产业创新发展。作为国际先进材料与制造工程学会（SAMPE）在亚洲地区最大规模的活动，SAMPE 中国年会已经成为引领我国在尖端制造领域的技术升级，产品更新换代，推动先进复合材料工程应用，促进产、学、研合作及交流的品牌性国际平台。

联系方式 / SAMPE 中国大陆总会 >>>

联系人：顾彦超

电话：010- 66095091/13231210935

邮箱：conference@sampe.org.cn

网址：www.sampe.org.cn

展位预定 | 第十六届国际先进复合材料制品、原材料、工装及工程应用展览会



活动安排

展览
搭建

2021 年 7 月 5 日 -6 日, 特装搭建
2021 年 7 月 6 日, 标摊搭建

展览
展示

2021 年 7 月 7 日 -9 日

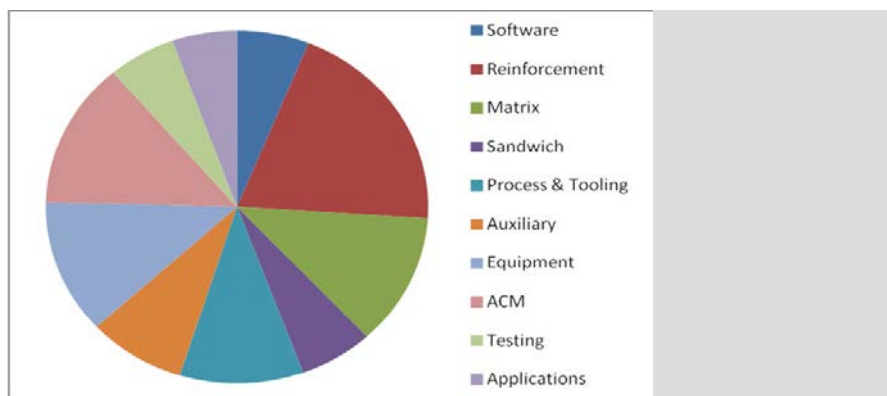
会议
注册

2021 年 7 月 5 日

学术
会议

2021 年 7 月 6 日 -9 日

活动亮点



- 这是 SAMPE 在中国大陆连续 16 年举办的高端盛会。展会定位于包括数字化设计、模拟仿真技术、高性能增强材料、基体材料、夹芯材料、辅助材料、工装、加工设备、先进复合材料、测试、分析、维修及回收技术全产业链与工程应用。
- 5 个展馆, 近 25,000 平米的展示面积。
- 预计 300 家国内外展商, 10,000+ 行业专业买家。
- 行业专业展览会 + 国际学术会议 + 下游用户对接 + 技术培训 + 企业新品发布 + 学生竞赛 + 复合材料创新应用展示区。

组织机构

主办单位:

- ◇ SAMPE 中国大陆总会
- ◇ 中航复合材料有限责任公司
- ◇ 中国化学纤维工业协会
- ◇ 先进复合材料重点实验室
- ◇ 结构性碳纤维复合材料国家工程实验室

协办单位:

- ◇ SAMPE 北美总会
- ◇ SAMPE 欧洲总会
- ◇ SAMPE 日本总会
- ◇ SAMPE 韩国总会
- ◇ SAMPE 台湾总会
- ◇ SAMPE 巴西总会
- ◇ SAMPE 墨西哥总会
- ◇ SAMPE 马来西亚总会
- ◇ 中航复材(北京)科技有限公司

支持单位:

- ◇ 中国商用飞机有限责任公司
- ◇ 中国航空制造技术研究院

承办单位:

- ◇ 北京盛世联盟会展有限公司

展品范围

- 1、先进材料（高温材料、纳米材料、石墨烯），先进复合材料结构件（树脂基、金属基、碳碳、陶瓷基复合材料，纳米复合材料，天然纤维复合材料，生物复合材料，智能复合材料，功能复合材料等）。
- 2、先进复合材料结构设计服务，数字化技术与 CAE 工具（结构设计、模拟仿真技术、建模分析技术及其软件、数字化设备、数据库等）。
- 3、高性能复合材料原材料，辅助材料及中间产品（增强纤维、基体材料、夹心材料（泡沫、蜂窝等）、织物、预浸料、成型用辅助材料、粘接剂、涂层材料等）。
- 4、先进材料制造技术，增材制造、高性能复合材料制备技术与工艺装备（工艺成型技术与设备、工装设计与模具、低成本技术、自动化裁切、铺丝、铺带、缠绕、缝编、预成型体制造、机器人、机床等）。
- 5、高性能复合材料结构性能测试与检测技术（力学、热学、物性测试、无损检测、表征技术与仪器设备等）。
- 6、复合材料加工与装配（刀具、连接设备等）。
- 7、高性能复合材料工程与应用（航空航天、国防、舰船、高速列车、汽车、能源、电子、体育休闲等）。
- 8、先进复合材料维修技术（材料维修服务及设备）。
- 9、复合材料回收技术与装备。

凡从事上述 9 大类别产品的开发、研制、生产、销售、代理、经营，已在工商机关注册的企事业单位，科研单位、大专院校及中外合资、合作企业、外商独资及国外和港澳台地区厂商均可报名参加。



专业买家团

SAMPE 中国近几届展览会参观买家团跟踪分析

- 参观观众主要来自于中国、日本、韩国、印度、新加坡、泰国、俄罗斯、德国、法国、英国、奥地利、以色列、马其顿、美国、加拿大、中国台湾等国家和地区。
- 就参观者的职位分析，28% 的参观者具备技术合作或者采购决策权。
- 参观目的统计的前三位是：技术交流，产品采购和洽谈合作。

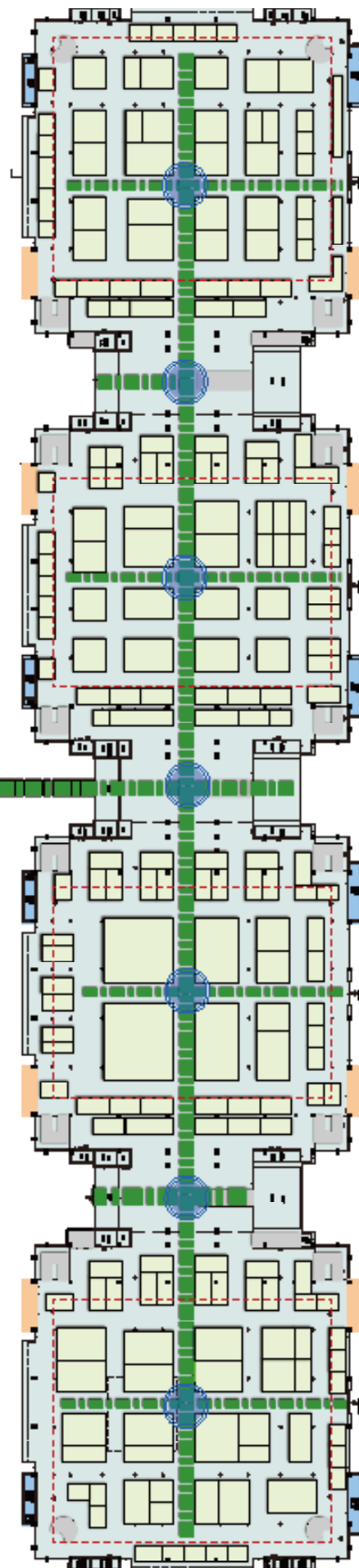


SAMPE 中国 2021 年会

第十六届先进复合材料制品、原材料、工装及工程应用展览会
SAMPE CHINA 2021 CONFERENCE & EXHIBITION

2021年7月7-9日 中国国际展览中心（静安庄馆）· 北京

July 7-9, 2021 China International Exhibition Center, Beijing



展位图 / Floor Plan



扫码下载展位图



China 2021

2021 / 07 / 07-09

中国国际展览中心（静安庄馆）·北京
China International Exhibition Center, Beijing

SAMPE 中国 2021 年会

第十六届国际先进复合材料制品、原材料、工装及工程应用展览会

SAMPE CHINA 2021 CONFERENCE & EXHIBITION

专业观众

邀请函 | PROFESSIONAL BUYERS
INVITATION



【扫一扫】

免费获取参观证件

同期活动

- ◆ 复合材料力学性能表征与应用技术培训
MECHANICAL PROPERTY CHARACTERIZATION
AND APPLICATIONS
- ◆ 复合材料系统知识培训
COMPOSITES SYSTEM KNOWLEDGE
- ◆ 第十六届国际先进复合材料制品、原材料、工装及
工程应用展览会
SAMPE CHINA 2021 EXHIBITION

- ◆ SAMPE 中国2021年会国际学术会议
SAMPE CHINA 2021 INTERNATIONAL CONFERENCE
- ◆ 超轻复合材料桥梁/机翼学生竞赛
STUDENTS CONTEST
- ◆ 复合材料创新应用展示区
INNOVATION & APPLICATION AREA
- ◆ 复材数字化与可视化制作演示专区
DIGITAL & VISUALIZATION TECHNOLOGY AREA

联系我们 / Contact Us

SAMPE 中国大陆总会/SAMPE China Mainland Region

联系人: 顾彦超、杨帆

电话: 010-66095291/ 022-59675387

手机: 13231210935

网址: www.sampechina.org

电子邮件: conference@sampe.org.cn

www.sampechina.org

SAMPE 中国 2021 展览会

亮点展品抢先看——先进复合材料行业全产业链展示

公司名	展位号
数字化技术及设计、计算分析、模拟仿真、优化	
中国飞机强度研究所	展位号: A212
亮点展品: 结构强度分析优化、工业软件定制开发	
上海波客实业有限公司	展位号: 数字化展区
亮点展品: 专注于复材产品正向研发服务及软件解决方案	
北京天圣华信息技术有限责任公司	展位号: 数字化展区
亮点展品: 为用户提供包括数字化企业顶层规划、数字化工厂规划与建设、产品全生命周期管理平台、制造运营管理平台等全方位的方案咨询和实施服务	
Plataine Ltd.	展位号: 数字化展区
亮点展品: 向先进制造业提供工业物联网 (IIoT) 与人工智能优化解决方案的全球领先软件及服务供应商	
诺世创 (北京) 技术服务有限公司	展位号: D401
亮点展品: 全球领先的CAE供应商	
唯迹 (北京) 科技有限公司	展位号: D401
亮点展品: Volume Graphics, VGStudio Max, VGStudio, VGinLine, VGMetrology, VGReco, 工业 CT 软件, CT 数据分析, CT 重建, 坐标测量, 高级表面测定, CAD 导入, 设计件/实物比较, 壁厚分析, 制造几何修正, 孔隙/夹杂物分析, 纤维复合材料分析, 泡状/粉末结构分析, 体积网格计算, 结构力学模拟, 传递现象模拟, 检测流程自动化, 软件培训	
北京众磊源科技发展有限公司	展位号: B526
亮点展品: 复合材料专用工具等成套应用软件、硬件系统的引进, 提供复合材料制造的整体解决方案	
北京睿拓时创科技有限公司	展位号: A328
亮点展品: 美国CSI公司VIC-3D非接触全场应变测量系统	
北京新兴日祥科技发展有限公司北京分公司	展位号: B503
亮点展品: 奥林巴斯相控阵风电叶片自动扫查系统	
Thermo Fisher Scientific	展位号: C623
亮点展品: Thermo Scientific Avizo软件, 从简单的可视化和测量到高级图像处理、量化、分析和报告, Avizo软件提供了一个全面的、多模态的数字实验室, 从而对材料进行二维, 三维的结构表征和质量控制。	
增强材料 (高性能纤维 & 织物 & 预制体 & 预浸料)	
中航复合材料有限责任公司	展位号: B318
亮点展品: 低温固化预浸料, 快速固化预浸料, 中温固化预浸料, 双马树脂预浸料 功能性预浸料 (高韧性预浸料, 阻燃性能预浸料, 透波性能预浸料)	

SAMPE 中国 2021 展览会

亮点展品抢先看——先进复合材料行业全产业链展示

威海光威复合材料股份有限公司	展位号: B418
亮点展品: TZ1000、TZ1100、TZ55J、TZ60J碳纤维, 多轴向机织物及低克重织物, GE15工装预浸料	
江苏恒神股份有限公司	展位号: B312
亮点展品: 1、通过GL认证的多轴向经编织物及立体编织物; 2、航空级自动铺丝、铺带碳纤维预浸料; 3、轨道交通阻燃及民航内饰复合材料; 4、全领域复合材料低成本整体化成型材料; 5、通过DNVGL、16949体系认证工业级HF10J-24K碳纤维, 助力风电、新能源汽车领域; 6、HF30F碳纤维广泛用于体育器材、缠绕容器等行业	
中复神鹰碳纤维股份有限公司	展位号: D316
亮点展品: 各种规格碳纤维: T700级、T800级、M40级碳纤维等	
赫氏复材	展位号: A408
亮点展品: 碳纤维、碳纤维预浸料	
帝人(上海)碳纤维有限公司	展位号: A412
亮点展品: 各种碳纤维、热塑/热固预浸料	
上海晋飞碳纤维科技股份有限公司	展位号: D328
亮点展品: 高端医疗设备、高铁轨道交通装备、工业机器人装备、高端环保装备等环保节能、医疗康复等高成长领域	
南京玻璃纤维研究设计院	展位号: B408
亮点展品: 全球品种最齐全的高强玻璃纤维, 世界领先的高性能纤维预制体(细编穿刺、三维编织、2.5D机/编织、针刺、缝合)	
中国航天科工集团第六研究院四十六所	展位号: A204
亮点展品: F-12芳纶纤维及绝热材料	
上海康展复合材料有限公司	展位号: A116
亮点展品: 碳纤维布, 碳纤维预浸料, 凯夫拉预浸料	
希昂(上海)贸易有限公司	展位号: B308
亮点展品: 纤维布、预浸料	
上海华征复合材料有限公司	展位号: A304
亮点展品: 预浸料, 玻璃纤维, 碳纤维, 芳纶纤维	
大连义邦科技有限公司	展位号: B202
亮点展品: 1.Xantu.Layr纳米纤维增韧膜, 铺贴于预浸料层间增韧树脂, 在不增加任何厚度和重量的情况下, 提高了复合材料的断裂韧性(抗脱层性)、冲击后压缩强度(损伤容限)和抗疲劳性能, 树脂在受到压力或冲击时不易发生微裂纹	
宁波海格拉新材料科技有限公司	展位号: A203
亮点展品: 优科俐高性能LCP液晶聚芳酯纤维的研发、生产与销售	
江苏先诺新材料科技有限公司	展位号: B103
亮点展品: 聚酰亚胺纤维及其复合材料	
陕西天策新材料科技有限公司	展位号: C204
亮点展品: 中间相沥青基碳纤维	

SAMPE 中国 2021 展览会

亮点展品抢先看——先进复合材料行业全产业链展示

苏州挪恩复合材料有限公司	展位号: D510
亮点展品: 连续碳纤维增强PPS预浸带	
黑龙江英创新材料有限公司	展位号: C620
亮点展品: PEEK碳纤及玻纤改性料、PEEK碳纤维预浸料	
天津市中天俊达玻璃纤维制品有限公司	展位号: D105
亮点展品: 石英玻璃纤维纱, 石英玻璃纤维布, 石英玻璃纤维棉, 氧化铝纤维纱, 石英玻璃纤维套管, 石英玻璃纤维缝纫线, 石英玻璃纤维带	
北京邦维高科特种纺织品有限责任公司	展位号: A208
亮点展品: 芳纶、超高分子量聚乙烯、Vectran纤维、聚酰亚胺、PBO等高性能纤维织物, 柔性复合材料, 高性能纤维织带等	
无锡市鼎麒新材料科技有限公司	展位号: A504
亮点展品: 芳纶碳纤维混编预浸料, 展宽高强碳纤维预浸料, 展宽碳化硅板	
吉林嘉豪工贸有限公司	展位号: D337
亮点展品: 预浸料	
常州康帕斯德新材料有限公司	展位号: A104
亮点展品: 碳纤维织物(如碳纤维布、碳纤维多轴向织物)、玻璃纤维织物(如多轴向织物、夹心织物、复合织物、无捻粗纱布、短切原丝毡等)、玄武岩纤维织物(如玄武岩布、玄武岩经编复合织物等)、芳纶纤维织物及其混纺织物等	
艾普科模具材料(上海)有限公司	展位号: E220
亮点展品: 预浸料	
宜兴市华恒高性能纤维织造有限公司	展位号: B404
亮点展品: 碳纤维布、芳纶布、PE布、碳纤维预浸布、碳纤维石英纤维针刺预制体、3D立体织物	
中蓝晨光化工研究设计院有限公司	展位号: B516
亮点展品: 特种纤维及复合材料	
国际竹藤中心	展位号: D440
亮点展品: 竹纤维毡和竹纤维纱、竹纤维预浸料	
浙江联洋新材料股份有限公司	展位号: D202
亮点展品: 连续玻纤增强热塑性单向带、碳纤维展宽布	
德州联合拓普复合材料科技有限公司	展位号: C520
亮点展品: 1、高等级阻燃环氧预浸料: I型(UL94-V0)/II型(DIN5510)/III型(EN45545)/IV型(BS6853)等, FAW:100-400g/m ² , RC:30-50%, 幅宽最宽1270mm; 2、高Tg环氧预浸料: Tg最高可超过200°C, 规格可定制	
湖北菲利华石英玻璃股份有限公司	展位号: A306
亮点展品: 石英纤维及其制品, 三维编织、机制以及针刺缝合产品	

SAMPE 中国 2021 展览会

亮点展品抢先看——先进复合材料行业全产业链展示

天津昂林贤峰新材料有限公司	展位号: B207
亮点展品: 1、T700/M30/M40碳纤维超薄单向预浸料, FAW < 50g/m ² , 幅宽1000mm, RC 30-50%; 2、T700/T800/M30碳纤维扩展丝机织物及其预浸料, FAW < 100g/m ² , 幅宽1000mm (RC 30-50%)	
辽宁诺科碳材料有限公司	展位号: C416
亮点展品: 中间相沥青基碳纤维、聚双环戊二烯 (PDCPD)、高导热沥青基碳纤维	
威海蓝科复合材料科技有限公司	展位号: A232
亮点展品: 1、型号: 010, FAW: 10g/m ² , RC: 50%, 总重量20g的碳纤维超薄单向预浸料; 2、型号: 80T-UD560, FAW: 560g/m ² , RC: 32%, 总重量824g沥青基碳纤维预浸料; 3、型号: 1904H/EW400, FAW: 400g/m ² , RC=40%, 总重量:667g/m ² , 阻燃玻璃纤维织物预浸料	
武汉鑫友泰光电科技有限公司	展位号: C604
亮点展品: 石英玻璃纤维及制品 (石英玻璃纤维纱、石英玻璃纤维布、石英玻璃纤维套管、石英玻璃纤维带、石英玻璃纤维棉、石英玻璃棉毡等)	
宁波众兴新材料科技有限公司	展位号: B322
亮点展品: 聚碳硅烷、聚砒碳硅烷、二代碳化硅纤维、硼砒杂化复相碳化硅纤维	
航宸石家庄新材料科技有限公司	展位号: A126
亮点展品: 1、超大幅宽 (1500mm) 各种花纹展宽编织布、预浸料; 2、大丝束碳纤维展纤设备、碳纤维展宽编织设备、3D编织设备、平面三向编织设备	
北京量子天地新材料科技有限公司	展位号: E205
亮点展品: 1、超高分子量聚乙烯纤维; 2、超高分子量聚乙烯纤维织物及超高分子量聚乙烯纤维/碳纤维&玻纤混编织物; 3、超高分子量聚乙烯纤维/碳纤维混编织物预浸料	
连云港神鹰复合材料科技有限公司	展位号: D506
亮点展品: 1、碳纤/玻纤单向预浸料、碳纤/玻纤/混编织物预浸料、阻燃预浸料 (UL94-V0, EN45545 R1 HL3), 耐高温预浸料 (Tg > 330°C), 耐烧蚀预浸料 (含碳量60%以上), 电磁屏蔽预浸料; 2、织物: 碳纤维单向织物 (12K), 碳纤维双向织物 (3K, 12K), 碳纤维混编织物	
湖南东映碳材料科技有限公司	展位号: C524
亮点展品: 中间相沥青基碳纤维、特种沥青	
江苏奥神新材料股份有限公司	展位号: D302
亮点展品: 耐热型甲纶纤维、长丝及其后道制品; 高强高模型甲纶长丝及其后道制品	

SAMPE 中国 2021 展览会

亮点展品抢先看——先进复合材料行业全产业链展示

中国纺织科学研究院有限公司

展位号: A301

亮点展品: 超高分子量聚乙烯纤维、CMC医用辅料、异型三维编织织物

精功(绍兴)复合材料技术研发有限公司

展位号: D416

亮点展品: T300\T700\T800级别25K碳纤维、各种规格/克重预浸料

信宏实业有限公司

展位号: A122

亮点展品: 碳纤维展纱带及织物, 碳纤维预浸料, 碳纤维单向预浸纱

河北菲奥姆复合材料有限公司

展位号: D312

亮点展品: 碳纤维/玻纤预浸料

珠海三臻新材料科技有限公司

展位号: B211

亮点展品: 高模量低克重碳纤维及其他混编织物、编织布预浸料、抗冲击高韧性的芳纶、尼龙、PE、PP等各种特殊材质的织物及预浸料; 各种角度的织板预浸料、各类高低温的高端环氧树脂、氰酸酯树脂预浸料

合肥同率复合材料有限公司

展位号: B510

亮点展品: 预浸料

辽宁翔盛新材料有限公司

展位号: D204

亮点展品: 热塑性单向带 (PEEK,PPS,PA12等) 热塑性织物 (PEEK,PPS)-平纹, 斜纹, 缎纹

上海模锐化工有限公司

展位号: A424

亮点展品: 苯并噁嗪工装预浸料

超美斯新材料股份有限公司

展位号: D434

亮点展品: 间位芳纶纤维、间位芳纶绝缘纸、芳纶蜂窝芯

常州晋泰玻纤制品有限公司

展位号: D605

亮点展品: 碳纤维3K布、碳纤维轴向布、玻碳混编织物、玻纤方格布、玻纤复合毡、玻纤夹心毡、3D布

青岛瑞高新材料有限公司

展位号: C402

亮点展品: 碳纤维布、玻璃纤维、碳纤维预浸料、玻璃纤维预浸料

河南神效天航新材料股份有限公司

展位号: A128

亮点展品: 石英玻璃纤维及制品: 石英玻璃纤维纱、石英玻璃纤维布、石英玻璃纤维套管、石英玻璃纤维织带、石英玻璃纤维棉、石英玻璃纤维针刺毡、石英玻璃纤维缝纫线、石英玻璃纤维短切丝等

北京柏瑞鼎科技有限公司

展位号: C621

亮点展品: 1、高性能三维编织大承载制品
2、三维编织复合材料连接

高性能树脂系统(热固性树脂)

上海华谊树脂有限公司

展位号: A416

亮点展品: 特种环氧树脂、特种胶粘剂、复合配方系统、环氧固化剂、高温增韧树脂、高温稀释剂六大系列产品

南通新纳希新材料有限公司

展位号: A302

亮点展品: 脂环族环氧树脂、多官能团环氧树脂、光引发剂三大系列产品

成都科直高分子科技有限公司

展位号: B524

亮点展品: 苯并噁嗪树脂全系列产品(耐高温苯并噁嗪, 低粘度苯并噁嗪, 低翘阻燃苯并噁嗪, 低介电苯并噁嗪等), 改性苯并噁嗪树脂, 高性能酚醛树脂(联苯酚醛, 多官能酚醛)

SAMPE 中国 2021 展览会

亮点展品抢先看——先进复合材料行业全产业链展示

深圳市郎博万先进材料有限公司	展位号: E203
亮点展品: 阻燃预浸料	
陕西天策新材料科技有限公司	展位号: C204
亮点展品: 碳化硅陶瓷前驱体、改性双马来酰亚胺树脂、低烟阻燃树脂、含硅芳炔树脂以及POSS微球等	
湖北珍正峰新材料有限公司	展位号: B522
亮点展品: 耐高温特种环氧树脂系列产品	
蔚林新材料科技股份有限公司	展位号: C101
亮点展品: 电子材料用酚醛树脂、复合材料用酚醛树脂、摩擦材料用酚醛树脂、耐火材料用酚醛树脂、发泡用酚醛树脂、岩棉用酚醛树脂	
络合高新材料(上海)有限公司	展位号: B213
亮点展品: 增韧型环氧, 耐高温环氧, 耐UV环氧, 粘接型环氧及固化体系的解决方案定制	
艾普科模具材料(上海)有限公司	展位号: E220
亮点展品: 模具树脂	
中蓝晨光化工研究设计院有限公司	展位号: B516
亮点展品: 有机氟/硅材料、特种塑料等	
精功(绍兴)复合材料技术研发有限公司	展位号: D416
亮点展品: 热固性树脂	
中国科学院化学研究所	展位号: C606
亮点展品: ① 耐高温聚酰亚胺树脂、邻苯二甲腈树脂、双马树脂、环氧树脂、酚醛树脂结构设计、化学制备与应用性能研究; ② 聚合物陶瓷前驱体结构与制备方法研究; ③ 特种硅橡胶化学制备与应用性能研究; ④ 界面与粘接功能材料制备与应用研究; ⑤ 耐热聚合物薄膜与电路封装材料技术研究; ⑥ 特种涂层制备与应用研究	
上海康展复合材料有限公司	展位号: A116
亮点展品: 环氧树脂	
上海华征复合材料有限公司	展位号: A304
亮点展品: 树脂	
苏州予信天材新材料应用技术有限公司	展位号: B215
亮点展品: 轻量化&高频化的耐高温型增强增韧用高性能聚合物	
青岛瑞高新材料有限公司	展位号: C402
亮点展品: 环氧树脂	
宁夏嘉峰化工有限公司	展位号: C502
亮点展品: 双氰胺, 潜伏性环氧树脂固化剂, 促进剂	
无锡绍惠贸易有限责任公司	展位号: C210
亮点展品: 功能型环氧树脂(高TG, 高模量, 高柔韧性等), 环氧树脂固化剂及促进剂(反应温度50°C-200°C), 以及提供差异化性能的特种树脂(氰酸酯、双马来酰亚胺树脂、苯并噁嗪树脂等)、辅料(增韧剂、导热填料、球形硅微粉)等	
北京机科国创轻量化科学研究院有限公司	展位号: A112
亮点展品: 热固性基体材料	
山东圣泉新材料股份有限公司	展位号: E305
亮点展品: 酚醛树脂及复合材料、预浸料、耐热耐烧蚀产品	

SAMPE 中国 2021 展览会

亮点展品抢先看——先进复合材料行业全产业链展示

高性能胶粘剂及其胶粘制品

汉高股份有限公司 展位号: E122

亮点展品: 结构胶粘剂, 结构胶膜, 表面胶膜和雷电防护胶膜, 拼接胶, 复合芯材, 航空电子系统胶黏剂

3M中国有限公司 展位号: C616

亮点展品: 结构胶膜、结构胶粘剂、双面胶带、填缝剂、密封胶、喷胶、保护膜、单面特种胶带、高温胶带、遮蔽胶带、树脂、发泡胶、除胶剂等产品

中国航天科工集团第六研究院四十六所 展位号: A204

亮点展品: 环保胶粘剂

东莞市大洋化工科技有限公司 展位号: A202

亮点展品: 气雾胶黏剂, 润滑油, 气雾清洗剂等产品

中国科学院化学研究所 展位号: C606

亮点展品: 界面与粘接功能材料制备与应用研究

热塑树脂系统及制品

浙江鹏孚隆科技股份有限公司 展位号: B326

亮点展品: PEEK复合材料

江苏君华特种工程塑料制品有限公司 展位号: B205

亮点展品: 连续纤维CF/GF-PEEK/PPS等热塑复合材料研发、生产和销售

四川大学 展位号: B512

亮点展品: 高性能聚芳硫醚类树脂及耐高温尼龙(PA6T)的合成、放大、结构与性能研究和高性能聚合物树脂、纤维、薄膜和复合材料的改性加工研究

苏州挪恩复合材料有限公司 展位号: B510

亮点展品: 注塑、挤出级改性PPS塑胶

黑龙江英创新材料有限公司 展位号: C620

亮点展品: PEEK超细粉、PEEK彩色料

正碳科技(上海)有限公司 展位号: E216

亮点展品: 专业研发、生产100-1000MM宽幅高性能热塑预浸料复合材料

大连路阳科技开发有限公司 展位号: C605

亮点展品: 高性能PEEK\PI\PEI\PSU\PPS等改性复合材料及制品研发、生产与销售

江苏亨博复合材料有限公司 展位号: B324

亮点展品: 各种热塑性复合材料树脂基体、预浸料及制件

江苏科悦新材料有限公司 展位号: B302

亮点展品: 高强度建筑模板、PP蜂窝板、连续纤维热塑性复合材料等产品的研发生产及销售

宁波福瑞科新材料有限公司 展位号: A401

亮点展品: 连续纤维织物增强热塑性复合材料研发、生产, 国产首选供应商

辽阳翔盛新材料有限公司 展位号: D204

亮点展品: 热塑性复合材料

信宏实业有限公司 展位号: A122

亮点展品: 热塑性碳纤维材料

SAMPE 中国 2021 展览会

亮点展品抢先看——先进复合材料行业全产业链展示

北京机科国创轻量化科学研究院有限公司	展位号: A112
亮点展品: 热塑性材料	
预浸料生产设备	
利滋勒 (上海) 国际贸易有限公司	展位号: D214
亮点展品: 利滋勒热固型/热塑型预浸料设备, 试验型、生产型设备采用先进工艺、高精度张力控制, S型包裹复合辊	
威海宏程机电设备有限公司	展位号: C401
亮点展品: 热熔预浸机	
陕西神鹰装备科技有限公司	展位号: D101
亮点展品: 碳纤维预浸料设备	
威海市通联精密机械有限公司	展位号: B420
亮点展品: 预浸料设备、涂胶设备、编织物预浸机	
威海东发精工机械有限责任公司	展位号: A232
亮点展品: 预浸料涂胶机、预浸料含浸机	
北京华阳科技贸易有限责任公司	展位号: A120
亮点展品: 溶液法预浸机、热熔法预浸机、热塑性材料预浸机	
信宏实业有限公司	展位号: A122
亮点展品: 碳纤维预浸料设备, 碳纤维单向预浸纱设备	
常州腾拓机械设备有限公司	展位号: A502
亮点展品: 专业制作碳纤、玻纤预浸料生产线, 立式浸渍机	
国塑机械 (上海) 有限公司	展位号: D301
亮点展品: PPS/PEEK/PA6/PP/PE连续纤维增强热塑性单向预浸带生产线;	
夹芯材料 (泡沫 & 多孔材料 & 轻木)	
中航复合材料有限责任公司	展位号: B318
亮点展品: 芳纶纸蜂窝 (3D过拉伸蜂窝、3D柔性蜂窝、打孔蜂窝、蜂窝夹层板、泡沫夹层板、航空级蜂窝、民用级蜂窝、异形加工蜂窝、PMI泡沫样件)	
湖南兆恒材料科技有限公司	展位号: A505
亮点展品: PMI泡沫、PMI泡沫加工结构件	
浙江中科恒泰新材料科技有限公司	展位号: B518
亮点展品: 聚甲基丙烯酸酯亚胺 (简称PMI) 硬质闭孔泡沫	
戴铂新材料 (张家港) 有限公司	展位号: B105
亮点展品: Divinycell H系列PVC泡沫、Divinycell P系列PET泡沫和Divinycell F (聚醚砜泡沫)	
赢创特种化学 (上海) 有限公司	展位号: A206
亮点展品: PMI硬质结构泡沫	
哈尔滨工程大学·青岛中诚高分子科技有限公司	展位号: E104
亮点展品: PI隔热吸声泡沫、ETPU微孔弹性材料	
吉林赢豪工贸有限公司	展位号: D337
亮点展品: 芳纶纸蜂窝、预浸料、夹层板制品	
艾普科模具材料 (上海) 有限公司	展位号: E220
亮点展品: 航空模具、预浸料、模具材料、模具树脂、胶衣、代木等	

SAMPE 中国 2021 展览会

亮点展品抢先看——先进复合材料行业全产业链展示

越升新材料	展位号: B203
亮点展品: PET发泡材料	
河北菲奥姆复合材料有限公司	展位号: D312
亮点展品: 轻木夹心	
厦门市豪尔新材料股份有限公司	展位号: C528
亮点展品: 发泡芯材	
上海越科新材料股份有限公司	展位号: D410
亮点展品: Procore品牌PET、Succell品牌Balsa木、夹芯材料KITS	
合肥同幸复合材料有限公司	展位号: B510
亮点展品: 蜂窝、泡沫板材	
常州都盈复合材料科技有限公司	展位号: A118
亮点展品: PET泡沫	
北京奥星雅博科技发展有限公司	展位号: A102
亮点展品: 航空&宇航级铝蜂窝芯、穿孔铝蜂窝芯、高密度铝蜂窝芯、芳纶纸蜂窝、泡沫填充芳纶纸蜂窝芯、过拉伸芳纶纸蜂窝、柔性芳纶纸蜂窝、穿孔芳纶纸蜂窝、玻璃布蜂窝芯、碳纤维布蜂窝芯、蜂窝夹层板、不锈钢蜂窝芯	
嘉兴雅港复合材料有限公司	展位号: D212
亮点展品: 芳纶蜂窝芯、特种纸蜂窝芯及铝蜂窝芯等)、蜂窝夹芯板材(包含多种材料预浸料生产)、全复合材料结构件及其它各类高性能复合材料研究开发和批量生产	
苏州鸿贤蜂窝科技有限公司	展位号: D403
亮点展品: 铝、镁、钛、不锈钢蜂窝产品	
青岛瑞高新材料有限公司	展位号: C402
亮点展品: PVC/PET/芳纶纸蜂窝/PMI	
黑龙江众合鑫成新材料有限公司	展位号: A501
亮点展品: 芳纶蜂窝芯、铝蜂窝芯、铝蜂窝板、蜂窝复合制件	
辅助材料	
中国航天科工集团第六研究院四十六所	展位号: A204
亮点展品: 化工助剂	
天津埃尔泰克复合材料有限公司	展位号: A216
亮点展品: 真空袋膜、隔离膜、密封胶带、透气毡、压敏胶带、脱模布、玻纤胶带、玻纤布、刮板、真空软管、铝条、快速接头、橡胶垫、螺旋管、导流网、真空表、止流钳、真空底座	
厦门新旺新材料科技有限公司	展位号: D430
亮点展品: 真空袋膜, 尼龙风管, 3D气囊, 隔离膜, 异形气囊等辅助材料	
希昂(上海)贸易有限公司	展位号: B308
亮点展品: 胶膜、树脂胶、各种维修消耗材料	
东莞麦科斯复合材料有限公司	展位号: B301
亮点展品: 脱模剂	
上海乐瑞固化工有限公司	展位号: B508
亮点展品: 脱模剂	

SAMPE 中国 2021 展览会

亮点展品抢先看——先进复合材料行业全产业链展示

东莞市大洋化工科技有限公司	展位号：A202
亮点展品：润滑油，气雾清洗剂等产品	
河北菲奥姆复合材料有限公司	展位号：D312
亮点展品：真空袋膜、隔离膜、透气毡、脱模布、透气毡、密封胶条、导流网、VAP膜、压敏胶带、真空阀、真空管、辅助工具、脱模剂、模具材料	
上海越科新材料股份有限公司	展位号：D410
亮点展品：导流网、欧米伽管、脱模剂等	
辽宁翔盛新材料有限公司	展位号：D204
亮点展品：真空袋膜、密封胶条、透气材料、脱模布、隔离膜、压敏胶带、双面胶带等	
合肥同幸复合材料有限公司	展位号：B510
亮点展品：真空袋膜、隔离膜、密封胶条、树脂、胶衣、纤维、固化剂	
江苏艾合复合材料有限公司	展位号：C206
亮点展品：耐高温真空辅助材料（真空袋，隔离膜，密封胶条等），高温真空工具（接头，底座，管路），橡胶和复材脱模剂，双组份丙烯酸结构胶，蜂窝结构胶	
上海康展复合材料有限公司	展位号：A116
亮点展品：真空袋薄膜，脱模布，隔离膜，密封胶带，压敏胶带，导流网，真空管，导流管，树脂管，脱模剂，脱模蜡	
上海华征复合材料有限公司	展位号：A304
亮点展品：粘结剂，辅助材料	
嘉兴升阳复合材料有限公司	展位号：D439
亮点展品：脱模布、真空袋膜、隔离膜、导流网、透气毡、胶条	
日氟荣高分子材料（上海）有限公司	展位号：A103
亮点展品：ETFE、FEP、PCTFE等高性能薄膜；PTFE管材、棒材、氟材料加工件、注塑件；四氟管道内衬、桶槽内衬的焊接加工及色母粒的研发、制造	
常州市尚科特种高分子材料有限公司	展位号：D604
亮点展品：聚酰亚胺溶液、涂层涂料、胶黏剂、薄膜、分离膜、取向膜、树脂粉、超细粉	
福斯曼科技（北京）有限公司	展位号：C421
亮点展品：非金属粉体、隔热耐温材料、相变材料、MAX、PI单体、POSS	
上海模锐化工有限公司	展位号：A424
亮点展品：记忆气囊（长桁脱模，进气道脱模）	
常州都盈复合材料科技有限公司	展位号：A118
亮点展品：真空袋膜、隔离膜、脱模布、导流网、透气毡、密封胶带、压敏胶带、各类管阀、封孔剂SL-501、清洗剂CLA-601、外脱模剂-RLS301	
青岛瑞高新材料有限公司	展位号：C402
亮点展品：真空辅料、耐高温真空辅料、模具维护产品、碳纤维基材表面处理剂	

SAMPE 中国 2021 展览会

亮点展品抢先看——先进复合材料行业全产业链展示

热分析仪

德国耐驰科学仪器 展位号: B520

亮点展品: 精准助力树脂固化工艺设计与优化

梅特勒-托利多国际贸易(上海)有限公司 展位号: B506

亮点展品: 瑞士品质, 超高灵敏度材料表征热分析仪

美国TA仪器 展位号: C302

亮点展品: TA仪器, 全球热分析、流变、热物性和力学性能技术的领导者

裁切下料设备

杭州爱科科技股份有限公司 展位号: C516

亮点展品: 高效切割, 智能生产

上海派姆机械设备有限公司 展位号: C506

亮点展品: 复合材料下料机、全自动裁切设备、工业4.0物联网技术、三维虚拟仿真软件

广东瑞洲科技有限公司 展位号: D404

亮点展品: 为复合材料行业提供专业的CAD/CAM(辅助制造设备)解决方案, 助力复合材料企业自动化/智能化管理、提高工作效率、节省经营成本、提升市场竞争力

常州纳捷机电科技有限公司 展位号: E214

亮点展品: 纳捷为复合材料行业制造提供排料, 送料, 裁剪, 收料一体化的解决方案

上海创轲新材料科技有限公司 展位号: C412

亮点展品: 机器人上下料

北京众磊源科技发展有限公司 展位号: B526

亮点展品: 自动下料机

北京新丰联合科技有限责任公司 展位号: E206

亮点展品: 机加设备(多主轴龙门铣、高速/强力卧加、立式高速铣、柔性加工线)

钣金及导管设备(充液成型/胀管设备、下料铣、型材铣、钛合金热成型/超塑成型、蒙皮铣床+柔性工装、蒙皮滚弯机、除毛刺机、校平机、橡皮垫压机、导管自动切割和焊接生产线)

装配设备(全机自动对接生产线、机器人制孔系统、柔性轨制孔系统、自动钻铆机、复材翼面自动制孔设备、电磁铆接设备)

工装模具

山东双一科技股份有限公司 展位号: D208

亮点展品: 非金属模具

江苏新能新材料有限公司(原北京恒吉星) 展位号: D312

亮点展品: 原模制造、RTM自动开合模模具

艾普科模具材料(上海)有限公司 展位号: E220

亮点展品: 航空模具

上海越科新材料股份有限公司 展位号: D410

亮点展品: 大型玻璃钢模具

宁波碳谷科技有限公司 展位号: D108

亮点展品: 航空航天金属模具+非金属模具

SAMPE 中国 2021 展览会

亮点展品抢先看——先进复合材料行业全产业链展示

上海酷鹰机器人科技有限公司	展位号: C504
亮点展品: 3D打印飞机舱门模具、3D打印风电叶片模具、3D打印赛车鼻锥模具	
成型工艺设备	
北京金宇恒利涂装设备有限公司	展位号: B107
亮点展品: 烘箱固化炉	
成都易华天宇试验设备有限责任公司	展位号: D602
亮点展品: 航空航天复合材料固化炉 满足AMS 2750E	
北京斯乐开高科技/德国斯旺达	展位号: A120
亮点展品: 纤维铺缝设备	
威海宏程机电设备有限公司	展位号: C401
亮点展品: 数控多轴缠绕机	
江苏双马智能科技有限公司	展位号: D412
亮点展品: 高精度、超高温、真空模压, 冷热一体, 非标定制	
好凯德真空科技(国际)集团有限公司	展位号: D320
亮点展品: 复合材料专用真空系统	
PINETTE公司	展位号: E206
亮点展品: 热塑性复合材料零部件一次成型设备及解决方案	
成都正西液压设备制造有限公司	展位号: C529
亮点展品: 框架式复合材料成型液压机, 特点: 1、框架式结构, 稳定性强; 2、滑块采用八面(四面)导向系统, 抗偏载能力强, 调整精度高, 刚性好, 调整后不易发生精度跑偏现象; 3、速度快, 震动小	
大连樱田机械制造有限公司	展位号: C622
亮点展品: 生产用大型热压罐、教学科研用中小型热压罐、微波热压罐、其他复合材料固化成型设备等	
东莞市新桥联复合材料科技有限公司	展位号: C106
亮点展品: 复合材料热压成型设备、高温材料热压成型设备、复合薄膜材料气压成型设备	
威海亚非达机械科技有限公司	展位号: D603
亮点展品: 碳纤维复合材料缠绕设备、卷制设备	
威海东发精工机械有限责任公司	展位号: A232
亮点展品: 碳纤维管材设备、卷管成型设备、碳纤维管材模具等	
青岛华博机械科技有限公司	展位号: C208
亮点展品: 智能高温(真空)热压机	
山东中航泰达复合材料有限公司	展位号: C316
亮点展品: 1、热压罐设计、生产; 2、复合材料制品加工; 3、复合材料生产线建设	
陕西神鹰装备科技有限公司	展位号: D101
亮点展品: 大中小型热压罐, 金属罐变成型热压罐, 防弹护板热压罐, 液压釜、碳纤维缠绕设备	
威海市通联精密机械有限公司	展位号: B420
亮点展品: 碳纤维卷管设备	

SAMPE 中国 2021 展览会

亮点展品抢先看——先进复合材料行业全产业链展示

浙江美洲豹特种设备有限公司	展位号: C408
亮点展品: 热压罐, 液压釜, 浸渍罐, 固化炉	
宜兴市宜轻机械有限公司	展位号: C624
亮点展品: FCC系列复合材料热压成型设备	
国塑机械(上海)有限公司	展位号: D301
亮点展品: 热塑性双皮带复合机组	
天津市天锻压力机有限公司	展位号: C412
亮点展品: 伺服机械压力机、多工位机械压力机, 热成型压力机, 万能试验机, 先进复合材料压力机及相关工艺的自动化生产线	
中航工程集成设备有限公司	展位号: C512
亮点展品: 复材厂房规划设计施工总承包, 基于传统罐釜热压工艺复材成型设备总承包, 复材数智生产线, 复材智能工厂	
江苏新能新材料有限公司(原北京恒吉星)	展位号: D312
亮点展品: 高压RTM自动化流水线、RTM设备、真空导入成套设备	
台州海得机电科技有限公司	展位号: C503
亮点展品: 航空航天、武器装备、风电装备、轨交装备、游艇船舶等高端复合材料固化炉	
东莞市中力自动化设备有限公司	展位号: D408
亮点展品: 复材预压机、头盔成型模压机、碳纤维备料系统及相关工艺的自动化生产线	
希昂(上海)贸易有限公司	展位号: B308
亮点展品: 烘箱	
北京华阳科技贸易有限责任公司	展位号: A120
亮点展品: 纤维缠绕机、自动纤维铺放机、自动预浸带铺放机、热塑性材料铺放机	
上海创轲新材料科技有限公司	展位号: C412
亮点展品: 复材模压自动化产线, 智能模压压力机	
青岛博瑞科三维制造有限公司	展位号: D420
亮点展品: 精密铸造机	
北京众磊源科技发展有限公司	展位号: B526
亮点展品: 固化炉	
常州都盈复合材料科技有限公司	展位号: A118
亮点展品: 高性能RTM设备	
万盟特智能制造(天津)有限公司	展位号: E106
亮点展品: 3D打印砂型/芯服务、3D打印技术咨询、ExOne3D打印设备、3D打印耗材	
常州市悦腾机械有限公司	展位号: E239
亮点展品: 连续玻纤热塑性复合机组	
北京机科国创轻量化科学研究院有限公司	展位号: A112
亮点展品: 成型技术与装备	

SAMPE 中国 2021 展览会

亮点展品抢先看——先进复合材料行业全产业链展示

北京新丰联合科技有限责任公司	展位号: E206
亮点展品: 复合材料装备 (铺丝机、热压罐、2合1超声波+高速铣、热塑材料生产线、RTM设备、热隔膜压机、复材部件自动装配线、复材大部件物流系统、复材模具)	
钣金及导管设备 (充液成型/胀管设备、下料铣、型材铣、钛合金热成型/超塑成型、蒙皮铣床+柔性工装、蒙皮滚弯机、除毛刺机、校平机、橡皮垫压机、导管自动切割和焊接生产线)	
弗锐德天宇环境科技成都有限公司	展位号: D416
亮点展品: 复合材料, 蜂窝, 专用固化炉及复合材料试验箱	
北京柏瑞鼎科技有限公司	展位号: C621
亮点展品: 1、高性能三维编织大承载制品 2、三维编织复合材料连接	
其它设备	
北京金宇恒利涂装设备有限公司	展位号: B107
亮点展品: 喷烤漆房、净化车间、工业除尘、自动化喷涂、废气处理设备	
利滋勒 (上海) 国际贸易有限公司	展位号: D214
亮点展品: 利滋勒碳纤维氧化炉提供多种送风方式, 专利空气锁, 整线集成, 上浆处理, 自动化控制	
北京东晟新锐自动化工程技术有限公司	展位号: A320
亮点展品: 芳纶蜂窝生产线、蜂窝加工设备、布带缠绕设备、复合材料行业非标自动化设备等	
镭尔谱激光应用技术 (上海) 有限公司 (LAP)	展位号: A503
亮点展品: 适用于复合材料铺层的激光定位投影系统 (仪)	
广州思肯德电子测量设备有限公司	展位号: C618
亮点展品: X射线测厚仪用于胶膜机中在线检测树脂克重, 以及复合机中检测预浸料总克重。该设备豁免管理, 无需放射源审批监管, 检测精度高, 稳定性好, 不受树脂颜色影响	
嘉兴市和意自动化控制有限公司	展位号: C301
亮点展品: 和意卷材在线质量检测领航者	
杭州扬涛科技有限公司	展位号: C320
亮点展品: 各类涂布复合材料、片卷材在线测厚系统, 非接触、高精度、免维护	
南京欧能机械有限公司	展位号: C412
亮点展品: 帮助客户解决对智能、高精度温控设备的不同需求	
常州阿科牧机械有限公司	展位号: D412
亮点展品: 全行业温度控制设备及温控方案提供商	
苏州奥德高端股份有限公司	展位号: D420
亮点展品: 奥德机械极冷极热温度控制设备快速、高效解决碳纤维产品成型及应用	

SAMPE 中国 2021 展览会

亮点展品抢先看——先进复合材料行业全产业链展示

北京斯乐开高科技/法国斯彼乐	展位号: A120
亮点展品: 三维编织机	
常州市悦腾机械有限公司	展位号: E239
亮点展品: 三维立体织物织机	
湖南麦克斯搅拌捏合设备有限公司	展位号: A420
亮点展品: 高粘复材混合设备制造商	
深圳市中毅科技有限公司	展位号: B209
亮点展品: 快速解决纳米到厘米级材料的团聚和气泡	
绵阳世诺科技有限公司	展位号: A420
亮点展品: 颠覆传统脱泡方式在线式连续脱泡机、行星式重力搅拌机	
新拓三维技术(深圳)有限公司	展位号: C104
亮点展品: 工业级三维数字化测量系统、三维全场应变及位移测量	
盛威达机械(昆山)有限公司	展位号: C601
亮点展品: 热塑/热固碳纤维单向带分切设备解决方案	
中环盛达环保科技集团有限公司	展位号: B403
亮点展品: RCO催化燃烧废气处理设备, 旋转式RTO废气处理设备, 沸石转轮+RTO废气处理设备	
北京新卓仪器有限公司	展位号: B320
亮点展品: 非接触式3D光学轮廓仪、光学显微镜	
威海市通联精密机械有限公司	展位号: B420
亮点展品: 碳纤维布裁切设备和自动喷涂抽漆设备	
江苏新能新材料有限公司(原北京恒吉星)	展位号: D312
亮点展品: 高粘度喷涂机、胶衣喷涂机、硅胶喷涂机等	
中国纺织科学研究院有限公司	展位号: A301
亮点展品: 智能三维编织设备, 四步法三维编织圆机, 编织方机	
北京天域科技有限公司	展位号: D420
亮点展品: 复合材料成型生产线相关业务、以塑代钢复合材料结构设计、铺丝铺带工艺、复合材料铣削技术与设备; 工业4.0自动化实现; 维修养护服务及复材工艺相关耗材; 轻量化铝合金成型相关业务	
青岛博瑞科三维制造有限公司	展位号: D420
亮点展品: 复合材料铺层激光定位系统, 复合材料形变分析系统, 飞机柔性装配指导设备, 气雾化制粉机	
北京众磊源科技发展有限公司	展位号: B526
亮点展品: 复合材料激光定位投影	
北京睿拓时创科技有限公司	展位号: A328
亮点展品: 体应变分析、显微镜、SEM扫描电镜等应变测量、介观尺度加载系统Psylotech- μTS、加拿大NDI公司实时高速六维运动追踪系统-Optotrak Certus	
常州都盈复合材料科技有限公司	展位号: A118
亮点展品: 涂胶设备、空捻器	
青岛瑞高新材料有限公司	展位号: C402
亮点展品: 真空泵系统	

SAMPE 中国 2021 展览会

亮点展品抢先看——先进复合材料行业全产业链展示

广东力生智能有限公司	展位号: D408
亮点展品: AGV小车 立体仓库	
常州腾拓机械设备有限公司	展位号: A502
亮点展品: 各类分切机, 塔盘机	
北京新丰联合科技有限责任公司	展位号: E206
亮点展品: 复合材料装备 (铺丝机、热压罐、2合1超声波+高速铣、热塑材料生产线、RTM设备、热隔膜压机、自动喷水超声C扫描检测系统、自动X光检测系统、复材部件自动装配线、复材大部件物流系统、复材模具)	
机加设备 (多主轴龙门铣、高速/强力卧加、立式高速铣、柔性加工线)	
钣金及导管设备 (充液成型/胀管设备、下料铣、型材铣、钛合金热成型/超塑成型、蒙皮铣床+柔性工装、蒙皮滚弯机、除毛刺机、校平机、橡皮垫压机、导管自动切割和焊接生产线)	
装配设备 (全机自动对接生产线、机器人制孔系统、柔性轨制孔系统、自动钻铆机、复材翼面自动制孔设备、电磁铆接设备)	
特种设备 (自动喷漆线、超声波清洗生产线、激光导线标印机、激光剥线机、激光刻型机、钣金扫描仪、地面支持设备、智能管控系统、3D打印)	
增材制造	
陕西斐帛科技发展有限公司	展位号: E208
亮点展品: 高性能复合材料构件增材制造创新解决方案	
万盟特智能制造 (天津) 有限公司	展位号: E106
亮点展品: 3D打印服务及解决方案供应商	
上海酷鹰机器人科技有限公司	展位号: C504
亮点展品: 3D打印飞机舱门模具、3D打印风电叶片模具、3D打印赛车鼻锥模具	
青岛博瑞科三维制造有限公司	展位号: D420
亮点展品: 高精度陶瓷3D打印机, 同时提供3D领域内的各种技术咨询服务	
深圳协同创新高科技发展有限公司	展位号: 数字化展示
亮点展品: 高性能复合材料构件增材制造设备和创新解决方案	
北京新丰联合科技有限责任公司	展位号:E206
亮点展品: 3D打印	
涂层、涂料及应用	
立邦涂料 (中国) 有限公司	展位号: D304
亮点展品: 复合材料绿色涂装方案, 解决复合材料表面挑战	
中国科学院化学研究所	展位号: C606
亮点展品: 特种涂层制备与应用研究	

SAMPE 中国 2021 展览会

亮点展品抢先看——先进复合材料行业全产业链展示

先进复合材料制品（树脂基、陶瓷基、碳碳、金属基）

中航复合材料有限责任公司

展位号：B318

亮点展品：1、民品（医疗床板、汽车板簧、传动轴、轨道交通内饰板、轨道交通内饰件）2、绿色复材（生物质预浸料、飞机内饰窗框、雷电防护板）

中国航发北京航空材料研究院

展位号：A310

亮点展品：陶瓷基复合材料，耐高温树脂、预浸料、复合材料制件，石墨烯树脂基3D打印复合材料及制件、石墨烯环境净化复合材料、石墨烯高导电膜

宁波丽成复合材料制品有限公司

展位号：C312

亮点展品：大型液晶面板搬运用碳纤维机械臂、大型曝光机碳纤维平台、半导体超高精密生产设备碳纤维部件、X射线装置碳纤维医疗躺板、高档车用碳纤维外观件、平板电脑及手提电脑碳纤维外壳、高性能碳纤维管件等

苏州挪恩复合材料有限公司

展位号：D510

亮点展品：碳纤维军用箱、机械臂等热固性、热塑性复合材料制品生产

成都航空职业技术学院

展位号：C202

亮点展品：人才培养，产品试制与工艺研究

同济大学

展位号：D524

亮点展品：面向航空航天、智慧车列、绿色建筑的综合材料结构件

天津工业大学复合材料研究院

展位号：A423

亮点展品：异形结构复合材料预制体及制品，广泛应用于航空航天等领域

山东双一科技股份有限公司

展位号：D208

亮点展品：风电装备、汽车轻量化部件、先进复合材料、游艇船舶五大板块

江苏澳盛复合材料科技有限公司

展位号：C510

亮点展品：风电叶片碳梁，汽车部件、运动休闲、建筑和桥梁加固、医疗器械、3C电子及交通运输产品

北京鸿鹄雄狮技术开发有限公司

展位号：C612

亮点展品：复合材料力学测试样的加工，复合材料测试力学试样加工设备的生产制作，及定制，复合材料热塑成型件的制作

崇义恒毅陶瓷复合材料有限公司

展位号：B303

亮点展品：C/SiC高铁制动、汽车制动、风电制动、光伏系列复合材料制品

吉林源豪工贸有限公司

展位号：D337

亮点展品：芳纶纸蜂窝夹层板制品

中国航天科工集团第六研究院四十六所

展位号：A204

亮点展品：F-12芳纶纤维及其制品，飞艇囊体材料，充气天线

国际竹藤中心

展位号：D440

亮点展品：竹纤维汽车模压内衬件、竹纤维建筑缠绕风管

SAMPE 中国 2021 展览会

亮点展品抢先看——先进复合材料行业全产业链展示

哈尔滨飞天复合材料有限公司	展位号: D518
亮点展品: 碳纤维、玻璃纤维、KEVLAR纤维等增强、环氧、聚酯、酚醛等合成树脂为基体的航空部件	
常州启赋安泰复合材料科技有限公司	展位号: C404
亮点展品: 碳纤维复材航空结构件、内饰件; 汽车结构件、内饰件; 工业级碳纤维复材产品	
威海海威复合材料制品有限公司	展位号: C614
亮点展品: 碳纤维、玻璃纤维船用复合材料制品 (LXJ、DLZ、舷墙、复合ZJ), 深海耐压玻璃微珠浮力材料制品	
江苏奥派交通装备股份有限公司	展位号: B504
亮点展品: 主要产品有轨道车辆司机室操纵台总成、标准碳纤维台体、货运高铁集装器、飞机储物柜、汽车仪表台总成等	
帝人 (上海) 碳纤维有限公司	展位号: A412
亮点展品: 各种复合材料制品	
陕西神鹰装备科技有限公司	展位号: D101
亮点展品: 各种复合材料零部件	
威海翔茗渔具有限公司	展位号: A232
亮点展品: 高强碳纤维制品棒材、管材、支架、碳素鱼竿及其他各种型材	
北京量子天地新材料科技有限公司	展位号: E205
亮点展品: 超高分子量聚乙烯纤维增强TPU膜; 超高分子量聚乙烯纤维增强TPU封堵气囊/打捞浮力气囊	
连云港神鹰复合材料科技有限公司	展位号: D506
亮点展品: 碳纤维板材 (实心、蜂窝、泡沫); 碳纤维管材 (圆管、方管、异型管); 碳纤维无人机飞行平台; 碳纤维机械手臂; 碳纤维传动轴; 碳纤维自行车零部件; 碳纤维医疗器械部件等各种碳纤维复合材料制品	
精功 (绍兴) 复合材料技术研发有限公司	展位号: D416
亮点展品: 拉挤板, 其他复合材料制品: 1、航天: 商业运载火箭、远程地地导弹、空空导弹、低空火箭弹, 2、航空: 长航时无人机、太阳能无人机、侦打一体无人机, 3、船舶: 舰船雷达、天线罩、防弹阻燃隔板、防腐涂层, 4、兵器: 单兵装备、轻质弹药箱、武器部件、防弹装甲	
威海光威复合材料股份有限公司	展位号: B418
亮点展品: 风电拉挤碳梁及各种异性复合材料制品	
上海晋飞碳纤维科技股份有限公司	展位号: D328
亮点展品: 高端医疗设备、高铁轨道交通装备、工业机器人装备、高端环保装备等节能环保、医疗康复等高成长领域	
信宏实业有限公司	展位号: A122
亮点展品: 碳纤维车载高压氢气瓶整厂输出	
河北菲奥姆复合材料有限公司	展位号: D312
亮点展品: 碳纤维板材及制品等	

SAMPE 中国 2021 展览会

亮点展品抢先看——先进复合材料行业全产业链展示

常州市尚科特种高分子材料有限公司	展位号: D604
亮点展品: 塑料型材和零件、复合材料和制品等	
吉林省华阳新型复合材料有限公司	展位号: D402
亮点展品: 复合材料成型, 包括传统工艺及全自动化 HP-RTM、湿法模压工艺	
威海和利源碳纤维科技有限公司	展位号: D601
亮点展品: 碳纤维管材、碳纤维棒、碳纤维板、碳纤维船桨、碳纤维异形件、碳纤维渔具配件	
苏州鸿翼蜂窝科技有限公司	展位号: D403
亮点展品: 玻纤、碳纤、HPL、MDF 等为代表复合材料制件	
青岛汇智领先新材料科技有限公司	展位号: C422
亮点展品: 复合材料结构件, 多功能轻质耐压材料, 阻尼减振材料, 吸油树脂, 乙烯基上浆剂	
合肥同幸复合材料有限公司	展位号: B510
亮点展品: 复合材料管材和部件	
宁波碳谷科技有限公司	展位号: D108
亮点展品: 无人机壳体	
江苏恒神股份有限公司	展位号: B312
亮点展品: 1、航空级 VARI 及 RTM 液体成型工艺技术; 2、航空发动机复合材料工艺技术应用; 3、全领域复合材料低成本整体化成型工艺技术	
北京机科国创轻量化科学研究院有限公司	展位号: A112
亮点展品: 先进复合材料结构与制品	
北京柏瑞鼎科技有限公司	展位号: C621
亮点展品: 1、高性能三维编织大承载制品 2、三维编织复合材料连接	
无损检测	
中国航发北京航空材料研究院	展位号: A310
亮点展品: 无损检测及失效分析检测样件	
天津三英精密仪器股份有限公司	展位号: D303
亮点展品: 高分辨 X 射线三维显微 CT、工业 CT	
上海恩迪检测控制技术有限公司	展位号: A114
亮点展品: 提供德国 diiondo 全进口工业 CT 设备、及专业无损检测服务	
美国物理声学公司 (PAC)	展位号: A124
亮点展品: 超声自动断层扫描系统	
北京嘉盛智检科技有限公司	展位号: D103
亮点展品: A1525-世界首款掌上型全聚焦相控阵超声探伤仪; SONOIR-世界首台相控阵空耦检测系统	
上海恩眠机电科技有限公司	展位号: A220
亮点展品: 外形尺寸测量系统、内部缺陷探伤系统、自动化检测系统、追溯系统	
北京睿拓时创科技有限公司	展位号: A328
亮点展品: 德国 ISI 激光散斑干涉复合材料无损检测系统 SE2 系列产品	
北京众磊源科技发展有限公司	展位号: B526
亮点展品: 复合材料超声检测	
无锡瑞埃德检测科技有限公司	展位号: C420
亮点展品: RX SOLUTIONS 工业 CT	

SAMPE 中国 2021 展览会

亮点展品抢先看——先进复合材料行业全产业链展示

北京新兴日祥科技发展有限公司北京分公司	展位号: B503
亮点展品: 奥林巴斯超声波探伤仪、超声相控阵检测仪、涡流探伤仪、TOFD、测厚仪、FLIR红外热像仪、淬火仪	
北京新丰联合科技有限责任公司	展位号:E206
亮点展品: 自动喷水超声C扫描检测系统、自动X光检测系统	
测试设备及服务	
中国飞机强度研究所	展位号: A212
亮点展品: 力学性能评定测试	
中国航发北京航空材料研究院	展位号: A310
亮点展品: 物理、力学性能、无损检测及失效分析检测样件	
美特斯工业系统(中国)有限公司	展位号: A236
亮点展品: MTS材料力学性能测试解决方案: 全球领先的高可靠性测试系统满足全方位测试需求	
力试(上海)科学仪器有限公司	展位号: A316
亮点展品: 带全温环境的复合材料专用试验机	
深圳万测试验设备有限公司	展位号: A324
亮点展品: 电子伺服疲劳试验机、微机控制电子万能试验机、弹射式落锤冲击试验机、微机控制电子扭转试验机	
天氏欧森测试设备(上海)有限公司	展位号: A240
亮点展品: 复合材料力学测试解决方案---高精度万能材料试验机配备行业领先的光学引伸计	
国际竹藤中心	展位号: D440
亮点展品: 竹纤维力学性能测试系统等	
北京鸿鹄雄狮技术开发有限公司	展位号: C612
亮点展品: 复合材料力学测试试样的加工, 复合材料测试力学试样加工设备的生产制作及定制, 工装卡具的服务	
江苏恒神股份有限公司	展位号: B312
亮点展品: 碳纤维性能表征与测试服务, 复合材料制样、加工与测试服务, 以及全面的分析与评价	
无锡瑞埃德检测科技有限公司	展位号: C420
亮点展品: Vici Vision轴类光学测量仪, Metrois—键闪测	
常州都盈复合材料科技有限公司	展位号: A118
亮点展品: 纤维渗透率3D测试设备	
北京创恒科捷科技有限公司	展位号: A422
亮点展品: 材料试验机, 透过率测试仪, 干体炉	
岛津企业管理(中国)有限公司	展位号: A106
亮点展品: 材料试验机和X射线CT在复合材料的联用测试系统	
北京福宇基业科技有限公司	展位号: C604
亮点展品: 复材试片制备利器-复材试片切磨专用机	

SAMPE 中国 2021 展览会

亮点展品抢先看——先进复合材料行业全产业链展示

钰玛检测技术（上海）有限公司 展位号：A201

亮点展品：哑铃型试样拉伸测试、5mm以上拉挤碳板
压缩测试、RMS断裂强度测试、UDFA试样压压疲劳
测试等

北京机科国创轻量化科学研究院有限公司 展位号：A112

亮点展品：性能测试与检测技术

部件机加工(设备、工具及配件)

沈阳马卡智工科技有限公司 展位号：B412

亮点展品：五轴加工中心，分为BA系列、SM系列、
SPACE系列、ECO系列等四大机型

C.M.S. S.p.A. 展位号：C308

亮点展品：高精度专业复合材料加工中心、铝合金飞
机蒙皮减薄系统、全自动真空吸塑成型机和高精度热
压管

北京鼎锐中实商贸有限公司 展位号：B514

亮点展品：硬质合金、高硬材料、PCBN、PCD等材
料高速切削刀具、超声波设备、五轴数控机床

东莞市新法拉数控设备有限公司 展位号：D320

亮点展品：用于航空航天，轨道交通，新能源及复合
材料领域的大型CNC数控加工中心

东莞睿步机器人科技有限公司 展位号：D324

亮点展品：五轴五联动加工中心，专注于玻璃钢、碳
纤维等各种复合材料的后续加工

南京傲马水射流有限公司 展位号：A101

亮点展品：精密数控多轴磨料水射流系统

意特利（上海）科技有限公司 展位号：D308

亮点展品：用于航空航天，轨道交通，新能源及复合
材料领域的大型CNC数控加工中心

柏瑞通（北京）贸易有限公司 展位号：C304

亮点展品：五轴联动龙门加工中心，专注于航空航天
和新能源领域，主要用于复材，铝合金，高温合金及
钛合金的加工

黄山速豹精密机械科技有限公司 展位号：D332

亮点展品：加工不锈钢，钛合金，耐热合金，航空铝
材的铣刀

嘉兴沃尔德金刚石工具有限公司 展位号：B101

亮点展品：沃尔德整体硬质合金刀具，主要应用于复
合材料、航空发动机及汽车零部件的加工

苏州山德精密工具有限公司 展位号：E158

亮点展品：高端定制PCD、PCBN、硬质合金刀具，
主要应用与航空航天、汽车零部件、高端智能制造等
行业，针对复材叠层加工及难加工材料切削

英国卡杰罗刀具公司 展位号：C501

亮点展品：先进的复合材料加工刀具和解决方案供应
商

SAMPE 中国 2021 展览会

亮点展品抢先看——先进复合材料行业全产业链展示

罗威数控科技(昆山)有限公司	展位号: A402
亮点展品: 专业生产高速高精度金属及非金属五轴加工中心, 为轨道交通、航空航天、复合材料、新能源等提供全方位配套服务, 并为客户提供定制化的加工设备及交钥匙工程	
江苏维力安智能科技有限公司	展位号: A108
亮点展品: 三维柔性高速激光切割设备、复材制品自动化加工解决方案	
蓝鲸科技(深圳)有限公司	展位号: D339
亮点展品: 用于复合材料及其金属叠层结构, 高效率长寿命低损伤加工专用刀具	
苏州英特诺数控科技有限公司	展位号: A308
亮点展品: 六轴超声加工中心 (Nomex蜂窝芯) 提供商	
熙六复合材料科技(上海)有限公司	展位号: B422
亮点展品: 1. 浮动头 2. 直曲线锯 3. 刀具, 具有高转速、高进给、高寿命等特点	
希昂(上海)贸易有限公司	展位号: B308
亮点展品: 工具包、各种切割、钻孔和打磨工具	
北京共赢联盟国际科技有限公司	展位号: B304
亮点展品: 德国EXAKT金刚石带锯切磨设备、德国AW金刚石多功能切磨设备、美国EXTEC先进复合材料板切割设备、德国EXAKT三辊研磨机(分散、研磨)设备	
北京华阳科技贸易有限责任公司	展位号: A120
亮点展品: 分切机	
玲睿(上海)医疗科技有限公司	展位号: C508
亮点展品: 工业4.0智能表面处理机器人	
上海创柯新材料科技有限公司	展位号: C412
亮点展品: 自动打磨单元	
北京众磊源科技发展有限公司	展位号: B526
亮点展品: 打磨除尘	
广东力生智能有限公司	展位号: D408
亮点展品: 非金属激光切割机器人	
北京新丰联合科技有限责任公司	展位号: E206
亮点展品: 机加设备(多主轴龙门铣、高速/强力卧加、立式高速铣、柔性加工线) 钣金及导管设备(充液成型/胀管设备、下料铣、型材铣、钛合金热成型/超塑成型、蒙皮铣床+柔性工装、蒙皮滚弯机、除毛刺机、校平机、橡皮垫压机、导管自动切割和焊接生产线) 装配设备(全机自动对接生产线、机器人制孔系统、柔性制孔系统、自动钻铆机、复材翼面自动制孔设备、电磁铆接设备)	

SAMPE 中国 2021 展览会

亮点展品抢先看——先进复合材料行业全产业链展示

维修设备及服务

希昂（上海）贸易有限公司

展位号：B308

亮点展品：复合材料维修设备类：热补仪、磷酸阳极化设备、复材修理罐、真空泵、红外加热灯、热风系统、复材冰柜；工具类：复材修理工具包、各种切割、钻孔和打磨工具；附件类：电热毯、电热偶、真空管、接头等

北京众磊源科技发展有限公司

展位号：B526

亮点展品：复合材料修补材料及设备

北京新兴日祥科技发展有限公司北京分公司

展位号：B503

亮点展品：复合材料热补仪

回收服务及材料

南通复源新材料科技有限公司

展位号：B502

亮点展品：碳纤维复合材料回收再利用，再生碳纤维应用于汽车轻量化，航空航天，轨道交通，电子电器等

雷击防护 & 电磁屏蔽材料

合肥航太电物理技术有限公司

展位号：D206

亮点展品：专业从事我国各类装备（包括飞机、直升机、导弹、火箭、飞船、系留气球、飞艇等）强电磁环境（雷电、静电、高强辐射场、电磁脉冲、电弧和 HPM 等）试验、防护设计和前沿研究

江苏金松新材料有限公司

展位号：C610

亮点展品：雷击防护 & 电磁屏蔽 精密延展金属网 研发设计，生产及销售

大连义邦科技有限公司

展位号：B202

亮点展品：石墨烯防雷导电填料，通过与环氧树脂混合调配制成防雷导电预浸料，直接形成功能一体化的复合材料防雷部件

SAMPE 中国 2021年会 国际学术会议通知

—— 各有关单位 ——

第十六届SAMPE中国年会将于**2021年7月6-9日**在北京举办。本届年会的主题是“先进复合材料，引领绿色产业创新发展”为期四天的国际学术会议和展览会将围绕这一主题就先进复合材料的结构设计、原材料稳定制备、工装设计、工艺制造、质量管理、规模化生产、低成本技术、测试与表征、加工与装配、工程应用、可持续发展等相关技术和产品的应用现状及机遇，国际发展趋势等展开交流和研讨。从而，推进先进复合材料服务于更轻，更强，更节能，更环保的绿色产业创新发展。

作为国际先进材料与制造工程学会（SAMPE）在亚洲地区最大规模的活动，SAMPE中国年会已经成为引领我国在尖端制造领域的技术升级，产品更新换代，推动先进复合材料工程应用，促进产、学、研、用合作及交流的品牌性国际活动。由于受疫情影响，第十五届SAMPE中国年会国际学术会议分为线上和线下两部分举办。其中，线上会议于2020年7月27日至29日举办。三天的时间，来自中国、美国、德国、英国、法国、以色列、韩国、泰国8个国家的20位特邀专家在线上作报告，大约1200多人参加了会议并积极进行了互动交流。线下会议于2020年9月23至25日在江苏镇江举办，3天的学术会议共邀请8位专家做大会特邀报告，21个主题分会，198篇研究报告在会议期间进行分享。来自航空、航天、汽车、船舶、轨道交通、风电、军工、基础设施建设等领域的600多位专家学者及企事业单位的代表参加会议。

我们热情地邀请本领域专家、学者、科研骨干、企业代表参会交流、报告最新科研成果、产品和服务，共同打造国际高性能复合材料技术交流与产业合作的平台。

有关大会的会议通知如下：

01 组织机构

主办单位：

SAMPE中国大陆总会
中航复合材料有限责任公司
中国化学纤维工业协会
先进复合材料重点实验室
结构性碳纤维复合材料国家工程实验室

协办单位：

SAMPE北美区	SAMPE欧洲区
SAMPE日本区	SAMPE韩国分会
SAMPE巴西分会	SAMPE台湾分会
SAMPE马来西亚分会	中航复材(北京)科技有限公司

支持单位：

中国商用飞机有限责任公司
中国航空制造技术研究院

承办单位：

天津莱特沃德会展有限公司

02 日程安排

7月5日 会议注册报到，安排住宿

7月6-7日 专题技术培训：

复合材料力学性能表征与应用技术培训，沈真 研究员
复合材料系统知识培训，何鲁林 研究员

7月6-9日 大会报告，分会场报告

03 大会特邀报告嘉宾及报告题目

1、民机复合材料用量后50%之思考

李东升 博士，复合材料总师，中国商用飞机有限责任公司

2、“碳达峰，碳中和”政策下，新能源对于复合材料带来的发展机遇和挑战

薛忠民 博士，董事长，中材科技股份有限公司

3、国外航空复材发展的重要经验

刘传军 总设计师，中国商飞复合材料中心

4、复合材料智能结构增材制造

田小永 教授，西安交通大学

5、树脂基复合材料现状和未来趋势以及泰国塔亚武里皇家理工大学BCG合作模式

Sommai Pivsa-Art 教授/ 校长，泰国塔亚武里皇家理工大学

04 主题会场

序号	分会场主题	承办单位
1	复合材料3D打印技术及应用	中国科学院福建物质结构研究所/ 西安交通大学/中国航发北京航空材料研究院/国家增材制造创新中心/湖南华曙高科技有限责任公司
2	涂层与涂料研制及应用研究	中国航发北京航空材料研究院
3	结构健康监测技术及应用	中国飞机强度研究所
4	先进复合材料结构制造工艺与装备	中国商飞复合材料中心/成都飞机工业（集团）有限责任公司/中航西安飞机工业集团股份有限公司
5	石墨烯及其在复合材料中的应用	天津工业大学/西北工业大学
6	复合材料在防护与特殊工业领域的应用	中国兵器工业集团第五三研究所/ 江西长江化工有限责任公司
7	土木工程建设与基础设施用纤维复合材料	哈尔滨工业大学/ 西南科技大学/ 东南大学
8	复合材料在船舶及海洋工程领域的应用	中船重工725所/ 中船重工701所/ 中船重工702所/ 中船重工711所
9	复合材料成型数字化工艺与自动化装备技术	南京航空航天大学/ 中航工程集成设备有限公司
10	复合材料低成本制造与连接装配技术	大连理工大学
11	智能复合材料	哈尔滨工业大学
12	航天复合材料技术的发展与应用	航天材料及工艺研究所/ 国防科技工业纤维基结构复合材料技术应用创新中心/ 功能性碳纤维复合材料国家工程实验室/ 中国航天科技集团有限公司复合材料成形与加工工艺技术中心
13	高性能纤维制备技术与工程应用	中国化学纤维工业协会/江苏先诺新材料科技有限公司/中复神鹰碳纤维股份有限公司
14	复合材料回收与再利用	南通复源新材料科技有限公司/ 上海交通大学
15	复合材料在航空发动机上应用	中国航发沈阳发动机研究所/ 中国航发商用航空发动机有限责任公司/中国航发沈阳黎明航空发动机有限责任公司
16	先进复合材料与轨道交通	中车工业研究院有限公司
17	聚合物基复合材料性能表征及测试技术	中国航发北京航空材料研究院
18	汽车工业用复合材料轻量化技术及应用	中国科学院宁波材料技术与工程研究所/ 重庆长安汽车股份有限公司
19	创新天然材料及可持续化技术	京都工艺纤维大学/泰国Rajamangala科技大学
20	复合材料压力容器设计与制造技术	合肥工业大学/瀚森化工企业管理（上海）有限公司
21	复合材料预制品多维编织及智能制造	天津工业大学高性能纤维和纺织复合材料制备技术国家地方联合工程研究中心/ 先进纺织复合材料教育部重点实验室/ 南京玻璃纤维研究设计院
22	高性能纤维增强陶瓷基复合材料	中南大学/ 国防科技大学新型陶瓷纤维及其复合材料重点实验室/中国航发北京航空材料研究院
23	植物纤维复合材料及生物质树脂先进加工技术	国际竹藤中心/ 同济大学/中航复材（北京）科技有限公司
24	先进复合材料在风电行业中的应用	中材科技风电叶片股份有限公司/中国科学院工程热物理研究所
25	复合材料在直升机领域的应用	中国直升机设计研究所/航空工业昌河飞机工业（集团）有限责任公司
26	低成本高可靠复合材料在空天动力领域的应用	西安航天复合材料研究所
27	复合材料数据库开发及应用	上海波客实业有限公司/ 上海碳纤维复合材料创新研究院
28	高性能树脂基复合材料与成型工艺	航空工业复材
29	复合材料在新兴领域的应用	SAMPE Global
30	复合材料界面科学	东华大学



关于举办第二届SAMPE“碳纤维复合材料在土木工程领域的创新应用设计” 学生竞赛的通知

1 竞赛背景

第二届 SAMPE “碳纤维复合材料在土木工程领域的创新应用设计”学生竞赛将于 2021 年 7 月 6-8 日“SAMPE 中国 2021 年会”期间在北京举办。本届学生竞赛由 SAMPE 中国土木工程复合材料专业委员会主办, 是土木工程领域的专业交流活动。大赛旨在普及和推动碳纤维复合材料在土木工程领域的创新性应用, 基于碳纤维复合材料的高强、高耐腐蚀、可设计等性能, 提出碳纤维复合材料在土木工程领域的创新性应用, 并给出可靠的设计分析与说明。此外, 竞赛也鼓励其他高性能纤维复合材料在土木工程领域的创新性发展与应用。竞赛为国内外高校土木工程、复合材料、力学等专业的参赛者提供了一个施展才华、拓宽视野的国际化舞台, “SAMPE 中国年会”鼓励参赛者们不拘泥于传统理念, 开放思路, 在“公开、公正、公平”前提下, 发挥团队智慧, 齐心协力将自己心目中的创意设计呈现给业界。

2 参赛条件

第二届 SAMPE “碳纤维复合材料在土木工程领域的创新应用设计”学生竞赛面向高校及科研院所在读高年级专 / 本科学生或硕博研究生

3 报名及相关事宜

1、每名同学只能在一支队伍报名注册。

2、请将报名表填写完整 (见附件), 队长有义务了解组委会的动态信息, 并负责向指导老师和组员进行传达和落实。

3、比赛中, 每所大学院系报名队伍不能超过 3 支, 每支队伍成员总数不能超过 5 人。参赛热情比较高的院校, 建议事先进行内部选拔, 原则上选择不同类型的设计方案, 择优参赛。

4、每位指导老师只能带一支队伍, 每支队伍限设指导老师一名。指导老师需要全面指导、监督学生队伍参赛的整个过程。作品禁止抄袭, 不得用相似的项目报告冒充; 报名注册的学生队伍如无故放弃比赛, 组委会将取消指导老师后续的带队资格和学生队伍的参赛权。

5、鼓励同学们向业界的老师、前辈请教, 获得研究院所和工业界同仁的指导或培训。但是, 竞赛作品必须在没有任何合作伙伴帮助的前提下由各参赛成员独立完成。也希望参赛队伍互相监督, 举报违规。组委会有权取消违规队伍的竞赛资格。

6、本届学生竞赛报名但未携带任何作品参赛的院校, 下届将取消部分单项竞赛报名资格 (具体办法为: 本届单项弃权几支队伍, 下届取消几支队伍报名资格)。

7、参赛队伍须于 2021 年 7 月 6 日在北京中国国际展览中心 (老馆) 进行签到, 晚于 17:00 签到的参赛队伍视为弃权。

8、请参赛团队将报名表通过电子邮件于 2021 年 4 月 20 日前发给

组委会, 组委会在收到报名表后将及时回复邮件并确认, 且原则上不再接受报名信息任何更改。组委会将在报名阶段设立学生竞赛微信群以解答参赛者提出的问题。

4 竞赛判定规则

参赛队需以碳纤维复合材料为主要结构材料, 目标是充分发挥碳纤维复合材料性能、提升土木工程结构性能与 / 服役寿命的创新性应用, 并具有规模化应用前景; 如其他高性能纤维复合材料在土木工程领域具有创新性应用潜力也可作为备选结构材料。选题范围可以包括 (但不限于) 既有工程结构的加固与新建结构, 最终以应用说明、设计分析和 PPT 演示、海报等方式提交展现。

创新应用设计内容应包括但不限于如下六方面:

- (1) 海报设计与制作;
- (2) 选题背景;
- (3) 设计图纸;
- (4) 设计分析;
- (5) 方案可行性论证;
- (6) 创新性与应用规模化论述。

原则上创新应用设计要充分体现碳纤维复合材料在土木工程领域中的创新性应用, 同时可能的应用规模要大。

竞赛交付的参赛作品包括设计说明书和演示文稿, 碳纤维复合材料土木工程应用的创新性与可能的应用规模将作为专家评审的重要指标。竞赛采用百分制评分标准 (见表 1)。

表1 评分标准

项目	赋分
海报设计与制作	10
选题背景	10
图、表等表达内容清晰	15
设计分析全面	20
创新型	25
可能的应用规模	20

5 参赛作品提交

为了各队进行技术交流及展示，每支参赛队需要提交一张海报，尺寸为 90 cm × 120 cm（宽 × 长，需带背胶），中国参赛队使用中文，国外参赛队使用英文。海报评比要素为：比赛全称、参赛队伍所属院校全称、参赛团队构成（指导老师及队员姓名）、比赛所有赞助商名称或者 LOGO（相关信息组委会将提供），海报应该重点突出设计理念、铺层设计、模拟强度计算情况、复合材料成型工艺和施工方法；还要注意海报的美观性（字体、字号、色彩、排版等）。

海报须于 **6 月 20 日前** 邮寄至组委会，同时将参赛作品电子版发送至组委会邮箱 (edu_sampe@126.com)，届时组委会将组织专家对参赛作品进行评比。评选完毕后将海报粘贴至指定位置并保留至展会结束。

6 奖项设立及奖励办法

竞赛设特等奖 1 名、一等奖 2 名、二等奖 3 名、三等奖若干名，设最佳指导老师奖 1 名。组委会给按要求参加竞赛提交作品的代表队颁发纪念证书。

颁奖仪式将在 2021 年 7 月 8 日在“SAMPE 中国 2021 年会”期间在学生竞赛颁奖区进行，届时每个获奖队伍的指导老师及队长将应邀出席，获奖队派代表上台领奖。纪念奖同时颁发，请各参赛队派人参加。

7 比赛报名及相关事宜请联系

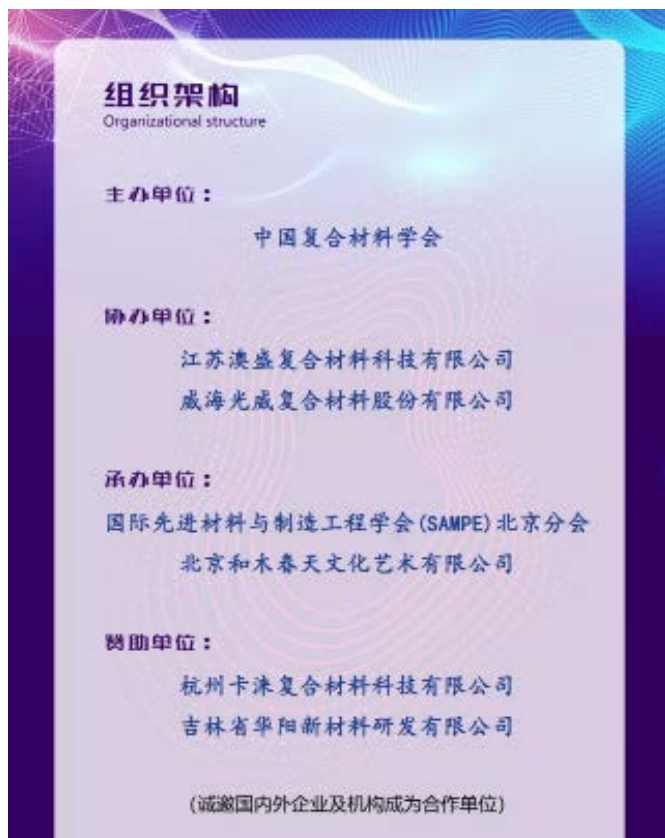
SAMPE 中国大陆总会

联系人：罗娟

电话：022-59675387

邮箱：edu_sampe@126.com

2021 招展函—第五届国际复合材料 产业创新成果技术展览会



ICIE-4现场亮点

The bright spot of ICIE-4

11月5日下午14:00-14:40, 陈祥宝院士、俞建勇院士、侯晓院士、吴锋院士、张联盟院士、董绍明院士、官声凯院士、李贺军院士8位参加展会开幕式并启动本届展览会。



展览会开幕式照片

侯晓院士致辞

特色论坛主题选服，备受产业界关注

11月5日下午15:00-17:00, 2020年度中国复合材料行业趋势发展发布会及高端行业对话、新材料产业应用创新高峰论坛暨产业推介会两场特色论坛，现场参与人员爆满，会后观众咨询及反响强烈。现场免费发放了《2020年中国复合材料行业发展趋势报告》和《2020年度复合材料行业信息汇编》两本书籍。



杜善义院士致辞

董绍明院士致辞

ICIE-4现场亮点

The bright spot of ICIE-4

专家巡展, 带动观众热情, 展商好评

组成3个由院士牵头的专家组，分别为陈祥宝院士、张联盟院士、官声凯院士牵头的专家组；杜善义院士、侯晓院士、吴锋院士牵头的专家组；俞建勇院士、李贺军院士、董绍明院士牵头的专家组进行了交流，结合复合材料的应用领域快速扩展，为企业的研发应用方向等提供了及时、专业的建议。



院士专家巡展科技展位部分照片

利用互联网, 探索新形式

开通展商直播间，邀请了光威、澳盛、华阳、天策、蓝鲸、泰开6家企业对公司新产品、新技术进行了直播及线上互动，通过今日头条、抖音等平台，观众量预估40000+。



直播间直播照片

本届规划(ICIE-5)

The planning of ICIE-5

面积

20000m²

参展商

200+

主题活动

10+

专业观众

20000+

展商名称	展位面积	展位类型	展位编号	展商名称	展位面积	展位类型	展位编号
中航工业	100	标准展位	A01	中航工业	100	标准展位	A01
中航工业	100	标准展位	A02	中航工业	100	标准展位	A02
中航工业	100	标准展位	A03	中航工业	100	标准展位	A03
中航工业	100	标准展位	A04	中航工业	100	标准展位	A04
中航工业	100	标准展位	A05	中航工业	100	标准展位	A05
中航工业	100	标准展位	A06	中航工业	100	标准展位	A06
中航工业	100	标准展位	A07	中航工业	100	标准展位	A07
中航工业	100	标准展位	A08	中航工业	100	标准展位	A08
中航工业	100	标准展位	A09	中航工业	100	标准展位	A09
中航工业	100	标准展位	A10	中航工业	100	标准展位	A10
中航工业	100	标准展位	A11	中航工业	100	标准展位	A11
中航工业	100	标准展位	A12	中航工业	100	标准展位	A12
中航工业	100	标准展位	A13	中航工业	100	标准展位	A13
中航工业	100	标准展位	A14	中航工业	100	标准展位	A14
中航工业	100	标准展位	A15	中航工业	100	标准展位	A15
中航工业	100	标准展位	A16	中航工业	100	标准展位	A16
中航工业	100	标准展位	A17	中航工业	100	标准展位	A17
中航工业	100	标准展位	A18	中航工业	100	标准展位	A18
中航工业	100	标准展位	A19	中航工业	100	标准展位	A19
中航工业	100	标准展位	A20	中航工业	100	标准展位	A20

展位预定:

特展(光地): 18m²起, 1000元/m²。含场地、会刊介绍、现场服务、网站宣传;

标展: 9m², 10000元/个。含场地、会刊介绍、现场服务、网站宣传。

ICIE-5展商福利包

Exhibitor welfare package for ICIE-5

ICIE-5展商均可在2021年内免费使用中国复合材料学会会员之家会议室1次, 举办20-100人沙龙活动。

地址: 北京市海淀区矿冶大厦三层



展出范围

Display range



航空、航天展区

展品全面涉及飞机(民航机、公务机、直升机、轻小型飞行器)、航空航天发动机设计与制造、航空航天电子与机械装备、航空航天信息技术与智能化、航空航天制造技术(切削、模具、压铸、激光、焊接、喷涂与涂装等)与加工、航空航天新技术与新材料、飞机内饰、检测设备、航空航天通用工具与装备、其他航材与工具等诸多领域。

碳纤维、芳纶纤维、高分子聚乙烯纤维、长玻纤维增强复合材料、金属基复合材料、各类纤维增强复合材料(玻纤/玄武岩纤维/芳纶/天然纤维等)、木塑复合材料、陶瓷基复合材料等相关原辅材料、制品; 可再生生物纤维等先进增强材料及其制品和相关技术、设备技术和设备; 特种材料、车用塑料、汽车材料专用树脂、各种助剂、填料、色料及预混料、工艺与装备、汽车改装材料及工艺。



汽车领域展区



轨道交通展区

刹车片、轨道板、轨枕、受电弓、电缆、紧固件、门系统、内饰、防水材料、胶粘剂、应力钢材、高端铝型材等轨道交通关键零部件。

CORPORATE MEMBERS

01 企业风采



汉高乐泰（中国）有限公司

汉高在全球范围内经营均衡且多元化的业务组合。通过强大的品牌、卓越的创新和先进的技术，公司在工业和消费领域的三大业务板块中确立了领先地位。汉高粘合剂技术业务部是全球粘合剂市场的领导者，服务于航空航天、轨道交通等全球各行各业。公司成立于 1876 年，迄今已有 140 多年光辉历史。2019 年，汉高实现销售额逾 200 亿欧元，调整后营业利润约为 32 亿欧元。汉高在全球范围内约有 5.2 万名员工，在强大的企业文化和共同的价值观的引领下，他们融合为一支热情、多元化的团队，为创造可持续价值这一企业目标而奋斗。作为企业可持续发展的表率，汉高在许多国际性指数和排行榜中名列前茅。汉高的优先股已列入德国 DAX 指数。更多资讯，敬请访问 www.henkel.com



山东金宇恒利环境科技有限公司

山东金宇恒利环境科技有限公司是致力于先进复合材料行业用高温烘箱、喷漆、烤漆、净化车间、机器人冷热喷涂、除尘打磨、涂装生产线、废气处理等设备为主导产品的企业。

企业成立以来，坚持以“专业、创新、品质、服务”的企业宗旨，以科研为先导，以技术为保证，以质量为本，以完善的服务体系为保障，服务于航天航空制造业、汽车制造业、机械制造业、军工企业、铁路机车车辆、科研院校、城市公交、汽车修理保养等行业，备受用户青睐。经过多年实践经验的积累、潜心研究，我公司生产制造的各类产品和技术设备，在工业产品相关企业中被广泛的应用。

山东金宇恒利环境科技有限公司包括复合材料行业配套设备、各行各业的涂装生产或单体设备，以及各种规格的喷烘漆房、规格尺寸及加热方式可根据客户需求对产品进行非标设计。

公司与中国电子科技集团第五十四研究所、航天神州飞行器有限公司 11 院、中国运载火箭技术研究院、中国航天科工集团三院 31 所、306 所、山东格瑞德集团、山东德

州鼎盛复合材料有限公司、欧瑞康莱宝真空设备（天津）有限公司等几十家企业建立长期合作关系。



陕西神鹰装备科技有限公司

陕西神鹰装备科技有限公司是由浙江联洋供应链管理有限公司和西安神鹰复合材料有限公司共同出资组建而成。公司拥有一支多年从事复材生产设备研发、设计、生产、销售的专业技术团队。业务范围涉及复合材料热压罐、金属蠕变成型热压罐、防弹护板热压罐、碳纤维预浸料设备、碳纤维缠绕机等机械、热工、自动控制及复合材料零部件制备领域。该团队曾经为航空、航天、兵器、船舶、电子及科研院所等用户提供多套复合材料制备：大中型热压罐、缠绕设备、液压釜等，拥有技术专利及专业论文十余项，树立了良好的口碑。公司总部坐落于西安市经济开发区一方·中港国际，生产基地位于西安丝路融豪工业城智慧化产业新城，是致力于最先进复合材料成型设备及复合材料制品的研制、生产、销售和系统总成为一体的高新技术企业。

公司与多家行业内具有压力容器、热压罐壳体生产资质的专业加工企业签署有合作协议，可共同承担大型复合材料专用设备的加工成套。同时与武汉理工大学、东华大学、西北工业大学等高校建立了紧密的合作。秉承“诚信为本、铸造精品、不断创新、赶超一流”的经营理念，广泛应用于航空、航天、兵器、电子、船舶、轨道交通和各大科研院所等领域。



北京量子天地新材料科技有限公司

北京量子天地新材料科技有限公司主营高性能纤维增强复合材料，是专业的复合材料科技公司。公司产品涵盖超高分子量聚乙烯纤维、高性能纤维织物、织物预浸料、高强度复合膜材及打捞浮力气囊，基于先进的工艺技术和创新的解决方案广泛服务于海洋工程、轻量化交通、特种防护、特种建筑、体育休闲和新能源等行业领域，为各领域提供重量轻、韧性好、强度高的复合材料产品和应用解决方案，帮助客户挖掘和提升产品的商业价值。

CORPORATE MEMBERS

02 企业风采



成都科宜高分子科技有限公司

成都科宜高分子科技有限公司是一家专业从事新型高性能热固树脂“苯并噁嗪”，研究、生产、销售及技术服务的高新科技企业。公司成立于2007年，由中国苯并噁嗪材料奠基人顾宜教授一手创办。顾宜教授是全球将苯并噁嗪树脂实现工业化生产与商业应用的第一人，并坚持科研投入与应用推广至今。科宜公司的核心产品及技术始终保持着世界先进、国内领先水平，在高性能热固性树脂领域有强大的领导力与影响力。

公司立足自身深厚积累，以市场需求为导向，精准转化技术、高效定型产品。经过十余年坚持不懈的“产学研”产业路线，成功转化专利近30项，合成高性能产品上百种。目前公司拥有年产20000吨苯并噁嗪树脂生产线，业务范围覆盖中国大陆、台湾、日韩及欧美，应用领域包括3C电子、5G通信、航空航天、轨道交通、工业防腐等。此外，公司与清华大学、四川大学、西南石油大学、华东理工大学、江苏大学等数十所国内外知名高校深度合作，共建苯并噁嗪产业人才梯队及美好未来。2018年10月，公司的“科宜高分子，热固树

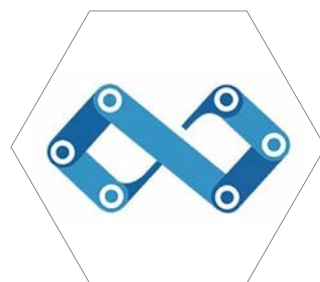
脂的全球领跑者”项目在全国65万个双创竞争里脱颖而出，勇夺金奖，充分体现了科宜团队在国内高性能热固树脂材料领域的超强实力。公司必将以苯并噁嗪树脂为核心产品，将高性能热固性树脂体系继续拓展研究、做优做强，为我国现代工业的发展大胆创新，尽心尽力。



东莞市新桥联复合材料科技有限公司

公司前身初创于2007年，2017年12月重组成立东莞市新桥联复合材料科技有限公司，注册资本500万人民币。公司一直致力于热塑/热固复合材料热压成型、增强纤维材料（碳纤维/玻璃纤维等）热压成型、高温材料热压、复合薄膜材料气压成型设备技术研发创新，是集研发、生产、营销为一体的科技型企业。

公司产品广泛应用于航空航天零配件、航海零配件、医疗器械零配件、3C电子通讯外壳、汽车轻量化零配件、运动器材、动车高铁零配件、自动化机械手臂、乐器配件、复合增强纤维材料（碳纤维/玻璃纤维/陶碳等）、蜂窝复合板、导电模块散热模块等领域。



江苏维力安智能科技有限公司

江苏维力安智能科技有限公司是一家专业从事机器人三维激光加工设备研发、制造、销售、服务于一体的高新技术企业。公司成功开发了WJ内导光机器人三维激光加工系统、WG五轴三维激光加工系统等系列产品。为汽车、高铁、军工、家电、安防、运动器材等众多领域的企业提供自动化、柔性化的激光三维加工系统解决方案。



希昂（上海）

HEATCON 公司成立于1978年；四十多年来，我们一直致力于复合材料维修设备及工艺的研发制造与技术创新。

作为全球航空复合材料修理行业设备制造商和供应商的领导者，我们为先进复合材料结构维修行业提供全系列热补仪、附件、技术和培训服务，以及修理材料（包括消耗材料及各种预浸料、胶膜、碳纤维和玻璃纤维干布等）。

我们致力于与各大飞机制造商、国防机构及单位、航空公司、MRO及院校研究单位等合作，为修理复合材料飞机及其它航空部件提供我们的专业知识和设备工具。多年积累的丰富经验及专业知识使我们能够长期持续地为先进复合材料结构维修技术提供创新性解决方案。



湖北菲利华石英玻璃股份有限公司

湖北菲利华石英玻璃股份有限公司主要从事光通讯、光学、半导体、太阳能、航空航天及其他领域高性能石英玻璃材料、石英纤维及制品的研发生产与销售业务，现为国内外具有较大影响力和规模优势的石英玻璃材料及石英纤维供应商。公司始建于1966年，2014年9月10日在创业板挂牌上市，股票代码300395，现拥有荆州、潜江、上海三个生产基地以及上海技术研究院。公司已具备制造2.5D和3D机织、编织、缝合、针刺预制件的生产能力，同时纤维复合材料基地也在持续建设中。

CORPORATE MEMBERS

03 企业风采



济南奥镭数控设备有限公司

济南奥镭数控设备有限公司创建于 2010 年，位于济南市高新技术产业开发区，占地面积 12000 余平米，是我国综合实力最强的柔性材料切割机企业之一，技术先进，实力雄厚。奥镭数控是一家专业从事数控切割设备研发、生产、销售、服务为一体的高新技术企业。公司拥有一批具有丰富开发应用经验，专业从事数控切割设备研发的顶尖人才，设备以先进技术为依托、紧跟世界工业智能化发展潮流，产品遍及全国各地及海外市场，主要产品包括智能刀片切割机、柔性材料智能裁剪机、激光切割机、布料皮革下料切割机、高新复合材料切割机、激光雕刻机，激光打标机等柔性材料裁剪机。广泛适用于航空航天，医疗器械，复合材料，服装箱包、汽车内饰、布艺沙发、制鞋、纺织、广告、包装等多个行业。公司坚持“以市场为导向，以客户利益与需求为根本，以优质服务为核心”的经营理念，引领工业自动化发展趋势，致力于为全球用户提供最高品质、全方位、一体化的行业解决方案，以客户为中心，持续为客户创造最大的价值。奥镭数控始终坚持以客户利益出发、技术创新服务为先、以高标准精细化的管理模式和经营模式为客户提供最优质的支持与服务！

公司不断加大管理创新力度，夯实各项管理基础。

1) 推进精益生产工程

践行“工匠精神”，以“免检技工”活动为抓手，全过程质量管理得到有效加强，各类产品三包期内故障率同比均有下降；推行微创新活动，从点滴入手优化提升核心零部件加工工艺，提高数控加工设备的切削效率，有效提高了生产效率和资源利用率。

2) 加大财务管控力度

财务预算管理初见成效，建立完善预算控制对接互动机制，推动了各事业部经营状态改善；降本增效工作落到实处，产品投入和生产资金占用得到合理控制，存货周转天数大幅下降；探索提高投后管理能力，加强财务规范控制和人力资源管理优化，有力推动了内部有序运营。

3) 坚持实施“人才强企”战略

以内训和外训相结合，加强中高层经理综合素质培养和后备人才培养，提高了骨干人才队伍能力；推进新一轮发展战略核心理念的宣贯工作，引导广大职工建立起战略引领意识和目标导向意识，提高了广大员工战略执行的自觉性；继续推进行为标杆文化建设，充分发挥了行为标杆的正能量作用；以兴趣

爱好者协会为依托，推动各类文体活动开展，活跃了广大员工业余文化生活，提高了企业的凝聚力和向心力。通过各项管理创新措施的实施，企业管理效能不断提升，为跨越式发展提供了坚实保障。

凭借雄厚的经济和技术实力，以及期待国家繁荣富强的情怀，公司一直致力推动航天航空事业的发展和进步，层出不穷的新产品不断问鼎行业新高度。近期，公司研发出的异性切割机，从前期图纸到后期生产，由小到大精益求精，力求为航空航天人打造便捷又实惠的制造能手；高端定制的 2.8*12 米切割材料，帮助意大利企业完成了高精度制造产业升级；在汽车制造领域航空航天领域多次与企业合作，制造出 2.3*3.6 米、2.5*5.5 米机器，无论是质量还是产量上，奥镭一直雄踞领先地位，并不断缩小与国际同行间的差距，设计的人性化，操作的智能化，生产的规模化，管理的现代化，品质的标准化都得到了国内外同行和广大客户的广泛赞誉。



威海东发精工机械有限责任公司

威海东发精工机械成立于 1993 年，位于风景秀丽的城市——威海，是国内最早专业从事渔竿模具、渔竿设备的生产厂家。威海，中国的渔具之乡，也是中国碳纤维管材产品发展比较早的城市之一，公司自成立一直致力于碳纤维管材产品制造设备的自主开发及制造，获得中国多个第一，产品销量一直遥遥领先，并远销海内外。

2013 年企业稳步走过 20 年后，依托 20 年碳纤维管材设备制造经验，大力研发碳纤维预浸料设备，完成了第一台三辊式涂胶机的研发和生产，并交付使用，从此拉开了预浸料设备国产化的帷幕，打破了预浸料设备被国外公司垄断的局面。公司陆续又研发出第一台 7 组辊预浸料含浸机，1270mm 宽幅涂胶机和预浸机及高模量预浸料生产线。公司研发一系列大型管材设备，服务于各大科研机构、航空航天、汽车制造等领域，所有产品由东发精工自主研发，并取得了多个结构型专利，各项性能、精度都已达到国际标准，获得了业内极大的好评，现公司已与国内几家知名复合材料厂商达成长期合作协议，并将产品出口至欧洲，为国际复合材料的发展，增加了中国力量。

未来威海东发精工将以崭新的姿态，更完善的设备与您共创辉煌。

CORPORATE MEMBERS

04 企业风采



江苏亨博复合材料
有限公司

江苏亨博复合材料有限公司，通过多年的努力，对 PEEK (PAEK) 等特种工程塑料取得了突破性的成果，研发出一整套树脂改性、成品零件注塑及板、棒、管材连续挤出等成型技术。亨博能提供不同规格、型号的 PEEK (PAEK) 板、棒、管材产品，也可提供碳纤维 / 玻璃纤维增强 PEEK(PAEK) 的预浸料及层压板产品。同时亨博可根据客户的需求，提供各种注塑产品，包括：螺丝、螺帽、压缩机垫片、轴承与接头等。

亨博复合材料有限公司拥有型材连续挤出生产线、数条卧式注塑机和连续纤维浸渍片材生产线、模压机等各种生产加工设备，可根据客户的图纸或样品要求进行设计加工，配合制造注塑及模压模具，方便加工样品及批量生产。

江苏亨博复合材料有限公司自创办以来，一直依靠优良的产品、周到的服务、全面的行业渠道和专业的技术优势，秉承“信誉至上、品质至上、客户至上”的经营理念，逐步赢得了广大客户的满意和信任。期待着与志同道合的同仁精诚合作，欢迎您来电咨询，莅临指导，考察交流！



帝人（上海）碳纤维有限公司

帝人集团是碳纤维制造商，提供碳纤维纱线，短切纤维，及各种碳纤维为原料的半成品。基于我们长年生产碳纤维的经验，我们所提供的半成品材料包括各种制造工艺：代表现代化水平的热固性预浸布，特制编织布，使用机器臂的多种碳纤维自动化装置所制造的复合材料预制品，热塑性预浸布及复合层压板。

帝人集团的全球年产能 13,900 吨，是世界知名优质高性能碳纤维厂家之一。

重量轻，强度高特点使碳纤维成为加固补强材料的理想原料。用途包括，飞机、航天器上的负重结构件，汽车，机械零件，建筑补强，医疗设备，体育用品，及风力发电，石油开采，化工领域等。



成都易华天宇试验
设备有限责任公司

创建于 1965 年
2000 年改制为股份有限公司，开始生产环境试验设备，2008 年与美国 TPS 公司（行业国际排名前八名）合资，企业名称变更为赛普斯天宇试验设备（成都）有限责任公司，中国仪器仪表行业协会、实验室仪器专业委员会常务理事单位，高低温试验箱、湿热试验箱、高低温低气压试验箱、低气压试验箱、高温试验箱、低温试验箱等高温试验箱、环境试验设备国家标准起草单位，2003 年通过 ISO9001-2000 质量管理体系认证（2009 年换版至 2008 版），2006 年，获得国家防爆电器产品质量检验中心认证证书，成都市科技成长型企业 / 成都市仪器仪表行业十强企业，成都市武侯区重点优势企业，连续十年重合同守信誉企业，连续十年武侯区纳税大户，已获得南洋国家防爆电器产品质量检验中心认证，连续五年安全生产先进单位，2013 年 7 月更名为“成都易华天宇试验设备有限责任公司”，2016 年获得国家高新技术企业证书，2018 年获得“成都市军民融合企业（单位）”认定证书。



赢创特种化学（上海）有限公司

赢创工业集团是一家全球领先的特种化工企业。取得盈利性增长，并不断提升企业价值是赢创的核心战略。赢创的业务专注于全球发展大趋势，即健康、营养、资源效率和全球化。赢创的发展得益于其创新实力和一体化技术平台。我们的业务遍及全球 100 多个国家。

赢创视大中华区为推动全球经济发展的驱动力之一，并为实现业务在大中华持续增长而不断努力。赢创已成立了多个行业团队负责开展跨业务部门的项目，针对的主要市场领域包括：医药健康、涂料、胶粘剂、汽车、电子以及太阳能等。凭借我们创新的产品和解决方案，我们为客户带来增值的服务，并为市场注入新的活力。

CORPORATE MEMBERS

05 企业风采



南京傲马水射流有限公司

南京傲马水射流有限公司是美国 OMAX 公司的中国区总代理，凭借多年来积攒的良好声誉，雄厚的经济实力，及专业技术团队，为客户提供优质专业的售前售后服务。现已在珠海、上海、成都、郑州及香港等主要城市设立了傲马办事处及分销点；并在南京、珠海设有水切割展示中心。傲马水切割专注为客户提供领先的水切割技术解决方案，为客户创造可持续的竞争优势。

ProtoMAX® 水刀由美国 OMAX 公司专为原型设计、轻工业、职业技能教育、个人制造而研发的。它非常适合原型设计，可以精确切割 25mm 以下绝大多数材料，例如：金属，复合材料，玻璃，花岗岩，塑料，木头等。ProtoMAX 切割时，无热影响区，不改变材料特性。同时，ProtoMAX 拥有大型磨料水切割设备的多功能特性，其造型优美，经济实用，适合小型工作间、工程实验室及个人使用。对于大型加工厂和制造商来说，他们有时也需要水切割来补充其它的加工工艺，ProtoMAX 水刀是一个明智的选择。



珠海三臻新材料科技有限公司

珠海市三臻新材料科技有限公司成立于 2016 年，是珠海辉昂复合材料全资子公司，主要从事于预浸料树脂生产及研发，碳纤维、玻璃纤维、芳纶纤维、尼龙纤维等等纤维预浸料的引进、研发、生产及推广，协助客户改善及解决各种碳纤维预浸料成型过程中品质问题。从建厂至今陆续取得了国家高新技术企业认定、珠海市重点企业研发中心、知识产权贯标企业资格认定。



新拓三维技术（深圳）有限公司

新拓三维技术（深圳）有限公司，致力于先进三维光学测量技术研究和系列测量设备的研发、技术方案提供

公司总部位于深圳，在西安设立研发中心，核心团队为原西安交大三技术团队，长期潜心于三维光学测量的基础及应用研究。团队多项研究成果及关键技术达到国际先进水平，制定了三维光学测量领域的第一个国家标准，项目技术获得国家技术发明二等奖一项，陕西省科学技术奖一等奖一项。团队以深圳为市场开拓桥头堡，将从基础研究转向应用研发和市场开拓，以三维工业测量检测、科研设备和教育三大板块主要业务方向。公司拥有三维光学测量检测数款成熟产品，多项产品填补国内空白并成为国内唯一供应商。公司四大系列产品和技术：三维外形轮廓检测测量、三维应变变形测量、三维动态和运动轨迹测量、教育文创及民用领域的外形测量，十多个三维光学测量系统产品，广泛应用于国内外研究机构、高校及企业的科研、生产和在线检测中，涉及消费电子、航天航空，汽车，重型机械，医疗等行业和机械、材料、力学、土木工程等 10 多个学科领域。

公司同时向用户提供光学测量检测、逆向工程、快速成型服务等数字化解决方案，并能根据客户的需求进行产品的三维设计和检测、测量测试和数字化建模服务。目前公司已在美国底特律、西安设立分公司，在北京、上海、深圳等多地设立销售办事处和服务机构，配备了高素质、高技能的专业服务团队，为用户提供现场培训、

交流及维护等服务，在售前咨询，售中支持、售后服务各个环节，都为用户提供最贴心的服务和技术支持。



大连路阳科技开发有限公司

大连路阳科技开发有限公司成立于 2006 年 6 月，是国家级高新技术企业。公司位于大连经济技术开发区保灵街 1-3 号，拥有现代化的工厂及研发中心，占地面积 7500m²，建筑面积 12000m²。公司是从事 PEEK 等特种工程塑料改性材料及制品的专业厂家，是中国 PEEK 等特种工程改性塑料及改性材料制品、增材制造的生产基地。其产品广泛应用于电子、航空航天、军工、石油、汽车、机械装备、各种密封等多领域。

公司具有强大的研发能力：与大连理工大学、大连工业大学、吉林大学联合建立了研发中心，2019 年公司被评定为大连市工业设计中心。

公司是国家“863”项目的承担者；行业标准的制定者；拥有多项发明及实用新型专利，填补了我国该领域多项技术与产品的空白，是该领域的领军企业。

公司已通过 ISO9001：2015 质量认证体系。公司强大的研发团队及优秀的制造工厂为客户提供了成套的技术解决方案及优良的制品。

公司秉承“诚信、创新、高效、自律”的企业精神向社会贡献自己的智慧和产品。真诚感谢客户多年的支持与厚爱！

CORPORATE MEMBERS

06 企业风采



北京邦维高科特种纺织品有限责任公司

北京邦维公司成立于 1994 年，专注于军队、消防、特警、工业和卫生应急五个市场领域的功能性和高性能技术纺织品。专业提供七大类产品：军工配套纺织品、核生化 (NBC) 防护、消防特警与工业安全、特种行业防护、卫生应急防护、柔性复合材料及制品、单兵防护材料及装备。

公司有六个产品事业部、一个研发中心、一个生产中心、五个生产型企业，具有完整的生产加工体系——特种纺纱、高性能织造、特种服装、特种制品、装备生产、储运中心。

公司经过 25 年的发展，在高端的技术纺织品 (TECHTEXTILE) 领域具有领先优势和市场知名度，特别是在降落伞材料、飞行救生材料、防毒服材料、电磁屏蔽材料、消防高性能热防护面料、高阻隔柔性复合材料等方面具有核心技术。

邦维始终以客户为中心，能够从专业的角度理解客户的需求，为客户创造价值，与客户共同发展。



天津市天锻压力机有限公司

天津市天锻压力机有限公司始建于 1956 年，是中国液压机行业领军者，拥有我国液压机行业首家“国家级企业技术中心”，是国家高新技术企业、国家科技型中小企业、国家创新型企业以及工信部工业强基工程“一条龙”应用计划示范企业、工信部服务型制造示范企业。天锻在创新驱动下，连续多年被列入中国机床工具行业“30 强”企业，目前拥有专利 864 项，其中发明专利 348 项，新产品、新技术、新工艺开发项目 186 项，承担国家和省部级科技项目 32 项；获中国机械工业科学技术进步奖二、三等奖 9 项，天津市科学技术进步奖 24 项；主承担的“高性能复杂整体薄壁构件柔性精确成形技术与应用”项目获 2019 年度天津市科学技术进步一等奖。

天锻目前能够设计生产 87 个系列，1800 余种成套成线装备及生产线，产品规格从 80 吨—40000 吨，广泛应用于航空航天、汽车制造、军工装备、船舶运输、轨道交通、石油化工、轻工

家电等领域，其中高端玻璃钢 / 复合材料 SMC 液压机市场占有率遥遥领先。公司产品陆续通过了 ISO9001 质量体系认证，CE 安全体系认证，UL 安全体系认证，CSA 安全体系认证，SASO 安全体系认证等。产品先后出口到德国、美国、加拿大、墨西哥、意大利、西班牙、英国、日本、南非等 30 余个国家和地区。



威海宝威新材料科技有限公司

威海宝威新材料科技有限公司是一家集研发、生产、销售为一体的高新技术企业，先后通过“环境管理体系”，“能源管理体系”，“计量管理体系”，“职业健康管理体系”，“质量管理体系”，“两化融合”认证。公司专业致力于轻质预浸布的研发和生产。公司拥有世界一流的研发中心，能为下游高端客户提供各种正向或仿真设计的参数和数据。

威海宝威新材料科技有限公司坚持以“合作 发展 共赢”为企业的经营理念，竭诚为各行业提供可靠的专业性服务，为碳纤维行业的开拓发展做出更卓越的贡献。



上海创轲新材料科技有限公司

上海创轲新材料科技有限公司工厂位于上海自由贸易试验区临港新片区，毗邻上海汽车，特斯拉汽车，中国商飞，ABB 机器人等知名企业，公司专注于纤维增强复合材料成套智能制造解决方案，包含：PCM 预浸料模压产线，CFRTP 热塑板材模压产线，SMC 片材制品模压产线，LFT-D 长纤热塑模压产线，WCM 湿法模压产线，复合材料工厂信息化软件等。公司致力于服务于国内外众多行业，包括汽车，轨道交通，航空航天，家电，电子等，并获得多项专利及荣誉。

CORPORATE MEMBERS

07 企业风采



山东双一科技股份 有限公司

山东双一科技股份有限公司（股票代码：300690）是一家集先进复合材料产品设计、研发、生产、销售和服务于一体的国家级高新技术企业。

公司注册资金 1.1 亿元，资产总额 11 亿元，拥有员工 2000 余人，总占地面积 42 万平方米。双一总部位于山东省德州市德城区，下设陵县、武城、天津三家分公司及双一科技盐城有限公司、山东双一游艇有限公司两家子公司，主导产品包括：非金属材料、新能源风电复合材料部件、汽车轻量化部件、先进复合材料制品和游艇船舶五大板块。



威海亚非达机械科 技有限公司

碳纤维缠绕、卷制智能设备研发生产。

威海亚非达位于美丽的海滨城市威海，是国内专业从事碳纤维设备生产、制造、研发服务的一个多元化的科技公司，自公司成立以来一直致力于碳纤维制品设备的研发及制造。

公司有一支在碳纤维缠绕、卷制设备领域专研几十年的创新团队，近年来公司专注于多轴缠绕机与智能化卷制设备的研发制造，已申领多个结构与使用专利，产品广泛用于体育运动器材、航天航空、汽车、船舶、工业工装等。凭借过硬的技术，优质的服务，产品畅销全国，并出口海外多个国家及地区，如：日本、美国、韩国、越南、澳大利亚、新西兰、台湾等各个国家和地区，并获得用户一直好评。

亚非达机械科技不断吸取国际先进技术及工艺，依托在智能制造领域的专业研发优势，公司重点聚焦设备、高端化、智能化、操作简易化，高品质、高技术、高服务的一流产品，服务于碳纤维制品市场。

公司始终坚持技术创新，以“质量求生、诚信为本”的理念，不断创新的发展，持续领航中国制造设备的发展，全力助推行业发展及技术突破。



东莞睿步机器人科 技有限公司

东莞睿步机器人科技有限公司是一家集研发、制造、销售、服务为一体的多轴加工中心制造商。公司从创业初期至今一直致力服务于塑胶箱包、厚片吸塑、玻璃钢、碳纤维等非金属材料的多轴加工中心的研发。公司始终坚持走自主研发创新之路，在不断的经验积累和技术沉淀过程中，开创了五轴加工中心在塑胶箱包行业实现异型切割及自动精准钻孔之先河，在塑胶箱包行业占有绝对领先地位。

公司产品严格按欧洲 CE 质量标准把各项生产工艺进行程序化分类，零部件生产按 CE 指令监督每个工序，外购部件使用国际、国内知名品牌，经过欧盟 CE 认证部门严格仔细的指导、审核，全部合格，达到欧盟要求的质量标准，公司也将产品质量实行三包。在浙江、上海、江苏、福建、广东等全国范围提供周到及时的售后服务，免费为用户提供技术培训。

我们以“以客户需求为导向、以产品质量创品牌”为宗旨，不断创新，坚持以客户满意为企业最高标准，以更高的质量，更完善的售前和售后服务来回馈客户对我们长期的支持与信任。我们竭诚力邀您的亲临指导！



山东柏胜碳纤维科 技有限公司

山东柏胜碳纤维科技有限公司位于山东省德州市经济开发区。南邻省会济南，北接京津冀，交通区位优势突出。

2011 年山东柏胜碳纤维科技有限公司成立，并引进一条先进预浸料生产线。设计能力年产碳纤维预浸布 80 万，现有研发人员 5 人，员工 30 余人，厂房面积 3000 余。2014 年 10 月底对厂房进行了扩建。扩产后达到三条碳纤维预浸料生产线及两条碳纤维复合材料制品生产线。

山东柏胜生产的产品广泛应用于风力发电、汽车、体育用品和工业制品及研发设计生产碳纤维制品，公司针对不同的客户的市场需求，制定不同的生产工艺，采用相应的原材料和树脂配方生产多种规格的产品，以满足市场和客户的需求，赢得客户的肯定。

CORPORATE MEMBERS

08 企业风采



安徽佳力奇先进复合材料科技股份有限公司

安徽佳力奇先进复合材料科技股份有限公司位于安徽省宿州市，成立于 2004 年 3 月，是一家从事先进树脂基复合材料构件研制与生产的专业化厂家，是安徽省唯一一家树脂基复合材料构件制造企业。公司经过近几年的发展，已成为集“研发、生产、销售、服务”于一体的数字化、智能化、现代化高新技术企业，其产品广泛用于航空航天、电子、船舶等领域。

公司一直重视科技创新工作，目前已形成专利 30 余项，参与起草编制国家标准四项。公司以“成为先进复合材料制品及服务领域的领军企业”为愿景，以“致力先进复材、造福社会民众、服务航空事业、成就员工价值”为使命，以客户需求为中心，提供最有价值的行业服务。

公司通过 AS9100D:2016 航空航天及国防组织质量管理体系、ISO14001:2015 环境管理体系以及 ISO45001:2018 职业健康安全管理体系的认证。2018-2019 连续两年在客户的供应商评价体系中取得专业排名第一的骄人业绩，被评为“优秀供应商”。



崇义恒毅陶瓷复合材料有限公司

崇义恒毅陶瓷复合材料有限公司（以下简称“公司”），成立于 2015 年 3 月，注册资金 2 亿元，位于江西省赣州市崇义县，为崇义章源投资控股有限公司的全资子公司，占地面积为 3 万平方米，是一家研发、生产新型 C/SiC、C/C-SiC 及 SiC-SiC 复合材料制品的高新技术企业，产品主要应用于航空航天、制动、高温热场等领域。

公司长期与国内高校紧密合作，致力于陶瓷基复合材料的研究与应用推广，坚持走自主创新和产学研相结合的技术创新之路，生产的 C/SiC 复合材料的力学性能和耐高温性已达到国际先进水平。产品具有低密度、高比强度、高比模量、高韧性、耐高温、耐冲刷、耐烧蚀、抗热震等优异性能。

公司现有员工 100 多人，具有较强的技术研发团队，其中博士生及导师、研究生占 20% 以上。公司先后完成了 ISO9001 质量管理体系认证、武器装备质量管理体系认证、武器装备科研生产单位保密资格认证、武器装备科研生产许可认证。



盛威达机械(昆山)有限公司

盛威达机械（昆山）有限公司是专业的碳纤维复合材料装备制造制造商。基于行业沉淀 10 多年，我们专业提供全方位的复合材料分切，横切，缠绕，预浸设备，包括：热塑玻纤 CFRP 单向带分切机，热塑玻纤 CFRP 单向带横切机，RTP 单向带分切线，热塑碳纤维单向带分切机，热固碳纤维单向带分切缠绕线。



上海康展复合材料有限公司

上海康展复合材料有限公司致力于复合材料行业。我们的产品包括真空灌注工艺辅助材料，玻璃纤维增强材料以及碳纤维预浸料，碳纤维蜂窝，石英蜂窝等。大部分产品已经广泛的用于许多领域，如航空航天、风机叶片、

游艇制造、体育运动以及汽车工业等行业。部分国产产品已远销世界各地。我们始终如一的坚持自己的宗旨提供优良的产品，具有竞争力的价格和优质的服务。



黄山速豹精密机械科技有限公司

速豹精密是一家专业制造销售进口切削刀具公司，公司自 1999 年成立以来，秉承诚信，创新，共赢的宗旨。一直致力于刀具的研发，在制造工艺方面已经发展成为同行业的领先水平。凭借谨慎的开拓态度，高增值的产品和服务，如今的速豹公司成功的扩展了其业务范围。我们的机构遍及全国数十个中心城市，在全国拥有 50 多名专业的销售工程师。速豹《SPEED LEOPARD》品牌刀具，采用高生产率，高性能，高收益率的刀具，为客户提高利润率。速豹产品涵盖了钨钢铣刀，多用途丝锥，铣刀片，车刀片以及热缩刀柄。因其出色的品质，服务，深受客户的喜爱！并在苏州高新区总部设有大型仓库，产品丰富，库存齐全！减轻客户的库存资金压力，节省成本和时间。真正做到让客户无后顾之忧。

因为专注，所以专业；因为专业，所以卓越！速豹期待与您的合作！

CORPORATE MEMBERS

09 企业风采



江苏恒神股份有限公司

江苏恒神股份有限公司成立于 2007 年 8 月，总投资 46 亿元，注册资金 127395 万元，地处江苏丹阳航空产业园。国家重点高新技术企业 (GZ20143200060)；江苏省两化融合示范企业；2015 年 5 月在新三板挂牌（证券代码 832397）。企业定位于专业从事碳纤维、树脂及其复合材料的研发、生产和销售。致力于建成三大体系：

1. 碳纤维及复合材料可持续发展的创新体系；2. 碳纤维及复合材料全产业链体系；3. 碳纤维及复合材料自主的应用服务体系。建成碳纤维产业化线 5 条，产能 5000 吨；增强增韧树脂生产线产能 1200 吨，碳纤维织物 1000 万、预浸料 500 万，碳纤维复合材料制品 5000 吨生产能力。建有江苏省 PAN 基碳纤维工程技术研究中心、企业技术中心，企业博士后科研工作站；与北京航空航天大学及丹阳市政府联合共建“院士工作站”，在英国布里斯托、澳大利亚墨尔本分别设立了创新研发平台，集聚了国内外大批优秀的高端人才，进行碳纤维先进复合材料及其制品研发、设计、制造，成为具有碳纤维先进复合材料研发和产业化能力的企业集团。通过四标三体系管理认证、AS9100 航空体系的认证工作、拥有“民参军”

相关资质，为进军重大装备及航空领域提供支撑。产品面向国家重大装备、轨道交通、海洋工程及其他国民经济领域，提供质量可靠的碳纤维及复合材料制品。



大连樱田机械制造有限公司

大连樱田机械制造有限公司，位于有北方明珠之称的辽宁省大连市，创建于 2012 年 2 月。本公司专业设计和生产用于制备各种复合材料零部件的热压罐设备，其是在引进和充分消化吸收德国及日本真空热压成型装置先进技术的基础上，最终由中、日、德三国技术人员联合开发研制，在国内完成全部加工和制造工作。技术负责人曾在海外从事相关工作 10 余年，积累了丰富的工作经验，掌握了国外热压罐设备的关键核心技术。

自成立以来，公司先后投入大量资金用于新产品和新技术的引进和开发及员工的培训学习。目前，公司仅在热压罐设备方面即已取得 17 项专利。现公司本科以上学历的员工超过半数，其具备压力容器或电器技术专业背景，并在科研及生产岗位上工作多年，具有丰富的设计开发和制造经验。



辽宁诺科碳材料有限公司

辽宁诺科碳材料有限公司成立于 2015 年 6 月，位于抚顺市高新区。公司的发展方向是，研发生产以中间相沥青基碳纤维为代表的先进碳材料，及其复合材料、相关树脂和化学品。诺科公司的研发团队自 2008 年就开始了以重芳烃为原料，制备中间相沥青及其碳纤维的研发工作。经过长期的研发，诺科公司掌握了包括原料精制、中间相沥青制备、熔融纺丝、原丝热处理等一系列核心技术，目前已经具备从原料精制到中间相沥青合成、熔融纺丝、原丝氧化、碳化、石墨化、表面处理等一系列全流程技术，拥有完全自主知识产权。20 吨/年的高模量（高导热）中间相沥青基碳纤维（石墨纤维）生产验证线已建设完成，将进一步发展年产千吨级中间相沥青基碳纤维生产线。中间相沥青基碳纤维产品性能涵盖超高模量、高模量、标准模量、通用模量、高导热、中等导热、通用导热等各个等级。产品应用于航空航天、汽车轻量化、机器人手臂、风电叶片、轨道交通、工业制造、民用体育等领域。



成都正西液压设备制造有限公司

成都正西液压设备制造有限公司创立于 2009 年 1 月，注册资金 3000 万元，是一家集液压设备研发、设计、制造、销售为一体的企业，十年的自主研发、生产经验，配合着四川化工机械厂几十年机械制造的深厚功底，酝酿出了一批高素质的技术管理团队以及一整套液压设备完整制造工艺，为客户打造出稳定、适用、节能的优质产品。

公司位于成都市青白江区团结东路 531 号（四川化工机械厂内），拥有 60 余台精加工设备，包括日本三菱落地复合镗床、进口重型车床、大型立车等加工设备，超声探伤仪、硬度检测仪、光谱仪进口动平衡机等检测设备，力保生产过程中的每一道工序都精益求精。

公司视核心技术为立命之本，在发展技术实力上不留余力，拥有十多项国家专利技术，全方位提供技术支持，每年积极组织技术人员参加各种相关国际展览，并定期进行高端技术深造。公司擅长定制各类非标液压机、大型液压机，根据客户不同的需求量身打造专业的液压设备，提供设备全面解决方案，实现无人化自动生产线。

2016 年 10 月公司成立子公司成都正西机器人有限公司，并于 2017 年正式开展工业机器人集成改造业务，为客户提供成套生产解决方案。

CORPORATE MEMBERS

10 企业风采



沈阳马卡智工科技 有限公司

沈阳马卡智工科技有限公司成立于 2005 年,致力于高端数控机床的国产化,专注于五轴加工中心的研发、制造、销售和技术服务,是国家级高新技术企业,是中国领先的数控机床制造商及全套解决方案提供商。公司自成立以来,始终坚持“立足自主技术创新,引领高端数控装备”,专注于前沿技术的研究,对新技术保持高度敏感和前瞻性,并及时跟进市场需求开发出新产品,到目前为止,已拥有自主品牌“MAKA”的四大系列二十多个型号产品,可实现五轴联动及多维度曲面加工,还可为用户量身打造高端个性化解决方案。产品广泛应用于航天航空、轨道交通、风能发电、汽车、船舶、工装模具及新材料应用等行业。

MAKA 坚持以优质的产品、完善的服务及务实的价格满足客户的要求。为此,MAKA 在汲取世界的先进工艺的同时,不断跟进国际最先进的技术动态,依托在智能制造领域的专业研发优势,和知名高校、科研院所等合作机构的大力支撑,重点聚焦制造业高端化、智能化装备的研发、设计和生产,为客户提供完整的系统

解决方案,以国际化的前瞻视野引导行业前沿,以不断创新的力量持续领航中国智能制造装备发展。



西安神鹰复合材料 有限公司

西安神鹰复合材料有限公司主要开发、经营复合材料热压罐成型设备、真空成型设备、VARTM/ 热压罐成型设备,代理经销国外热压罐成型辅助材料、国外真空成型辅助材料、热压罐、真空烘箱、真空成型快速固化树脂及碳纤维布、玻璃纤维布及相应快速固化预浸料。同时公司还具备热压罐复合材料制品的工艺培训、产品开发,复合材料生产线规划、建设,热压罐成型设备维护、软件升级、设备改造、设备搬迁。

西安神鹰复合材料有限公司相关核心技术人员通过前期 15 年的技术积累和市场培育,整合行业高端人才及技术,使公司拥有了实力雄厚的技术团队、高水平的市场营销团队及运行高效的服务团队。公司相关设备服务于航空航天、武器装备、风电装备、轨交装备、汽车制造、电力装备等高端复合材料装备制造业。此外公司依托领先网络平台,为客户

提供智能化全新方案、一站式采购方案、一整套工艺解决方案。

西安神鹰复合材料有限公司以专业的服务创造卓越的客户价值,以领先的技术优势打造领先者,公司坚持以主动的持续投入,以核心技术进步和产品应用创新为广大客户提供优质服务。



青岛博瑞科三维制 造有限公司

博瑞科三维源于德国 Breuckmann 公司,其核心成员均有留德背景;自 2009 年进入 3D 行业,致力于提供全三维技术解决方案。从陶瓷,金属 3D 打印原材料的制备,到 3D 打印技术和工艺的开发,以及贯穿复合材料和金属材料成型过程的光学测量乃至增强现实的 3D 定位技术。10 年行业历程,1100 多个项目经验,涉及医疗,汽车制造,火车,机械,复合材料,航空航天,造船,教科研多个行业;丰富的行业经验,良好的技术集成研发能力是博瑞科三维的核心竞争力。

里程碑项目:

2012 年底,用于飞机发动机叶片自动化测量的高精度三维扫描项目,2013 年中,

金属 3D 打印大尺寸零部件的高精度尺寸和形变测量项目;2014 年底,亚洲第一个高精度陶瓷 3D 打印项目,清华大学国家重点实验室;2017 年 8 月,我司总经理周晓宾受聘中国工程院 3D 打印材料组顾问;2017 年 10 月,国家重点实验室高温合金粉末制备项目;2017 年 12 月,亚洲第一个汽车行业的高精度增强现实 3D 定位项目;2019 年 10 月,黄金粉末制备项目结题,钻石和石墨烯 3D 打印技术开题。



无锡锦和科技有限 公司

无锡锦和科技有限公司始创于 1998 年,是一家集

研发、生产、销售热压机械装备为一体的高新技术企业。公司自成立以来,凭借雄厚的研发实力、可靠的产品质量、高素质专业团队和完善的售后服务,得以迅速发展壮大。锦和注册资金 3000 万元,现有员工 160 余人,其中专业技术人员 20 余人,拥有国家专利 30 多项,其中发明专利 5 项。产品遍及国内外,深得客户的信赖和支持。主要合作单位:中国中车、中航复材、中国铁建重工等高科技企业。

INDUSTRY NEWS

01 行业资讯



西班牙 ITP 公司将加入欧洲“未来空战系统”发动机开发团队：赛峰集团和 MTU 航空发动机公司 (MTU) 计划与西班牙 ITP 公司共同开展欧洲“未来空战系统” (FCAS/SCAF) 项目发动机的设计和生产工作。这是西班牙 2020 年加入 FCAS 项目后的一个新动向。赛峰集团和 MTU 拟扩展 2019 年签署的 FCAS 项目下一代发动机设计 / 生产协议，实施工作份额再分配。

目前，赛峰集团主要负责 FCAS 项目发动机的设计集成和发动机热端部件研制，MTU 主要负责发动机制冷技术 / 产品设计和发动机运维服务等工作。根据新协议，西班牙 ITP 公司可能在后续工作中陆续开展 FCAS 项目发动机的相关研制 / 生产工作。

据悉，上述协议 / 规划经欧洲防御采购机构 (OCCAR) 确认后，FCAS 项目主承包商空客公司将最终确定 FCAS 项目下一代发动机的供应商。



全球航空业复苏进度加快，飞机运营率达到 72.08%：自新冠肺炎疫情爆发至今，一年光景已经过去。这一年来全球航空业经历过至暗时刻，也以自救或他救重见曙光。进入 2021 年，随着国内外陆续接种疫苗，疫情控制态势变得明朗，民航业复苏的脚步也在加快。

CH-AVIATION 最新数据表明，截至 2021 年 2 月初，全球机队总规模为 27512 架，其中 7679 架仍在停飞，目前共有 19833 架飞机处于现役状态，运营率已经达到 72.08%。

分洲际来看，亚洲 (7584 架) 和北美 (6130 架) 仍然是机队现役飞机数量最多的大洲，居于榜首。其次是欧洲，目前有 3833 架现役飞机，非洲有 837 架飞机，南美洲有 822 架飞机，大洋洲有 627 架飞机。

航班运力投入方面，Flightaware 统计数据显示，过去一周航班总量环比之前

一周上涨了 17%，其中，2 月 26 日，全球商业航班数接近 54000 次，同时在线的空中航班超过 8200 个，接近疫情前“万架同时在线”的繁荣景象。



C919 客机全球首单正式落地！年内交付首架：2021 年 3 月 1 日，中国东方航空集团有限公司与中国商用飞机有限责任公司在上海正式签署了 C919 大型客机购机合同，这也是国产大飞机 C919 在全球的首个正式购机合同，东航将成为全球首家运营 C919 大型客机的航空公司。

按照双方签署的 C919 大型客机购机合同，东航首批引进 5 架 C919 大型客机，力争年内交付首架，将以上海为主要基地，投入上海至北京大兴、广州、深圳、成都、厦门、武汉、青岛等航线，带来国产大飞机的“全新体验”，届时

旅客将充分体验到国产民机的安全运行品质和先进设计。

此次双方签署 C919 大型客机购机合同是东航继成功组建一二三航空公司运营国产 ARJ21 飞机之后，在“十四五”开局之年，以 C919 大型客机全球首发用户的“先行者”姿态，在国产民机的引进与商业运营上迈出的“重要一步”。



高端应用·碳纤维复合材料“鞋盒”将成美国首台无人登月车：

小小月球车，跨出一大步

卡内基-梅隆大学的复合材料密集型月球车“*Iris*”在模拟月景上进行展示，计划于 2021 年下半年完成首次登月任务。*Iris* 将作为下一代紧凑型遥控太空漫游车的技术示范。

INDUSTRY NEWS

02 行业资讯

建造和发射无人月球车的原因多种多样，包括通过机载传感器或运输设备收集数据。美国有一个计划在 2021 年下半年发射的探测器，是一个碳纤维复合材料制造的“车轮上的 2 公斤鞋盒”，卡内基梅隆大学 Iris 月球探测器项目机械负责人这样将其描述。

复合材料设计与制造

该月球车由一个盒子状的碳纤维复合材料底盘组成，车内装有电机、镜头和摄像头以及遥控设备，车外固定着四个超大的瓶盖状碳纤维复合材料车轮。相关人员解释说，底盘内有大量的空位，可以最大限度地减轻重量，同时可以连接相对较大的车轮，以便攀越障碍物。



航天级碳纤维用来造体育产品，帝人发布新牌号：帝人有限公司 (Teijin Limited) 宣布其新的 Tenax PW (动力系列) 和 Tenax BM (梁系列) 这两款碳纤维中间材料牌号可用于体育应用。

据介绍，Tenax PW 是一种先进的航空级材料，由于其卓越的耐用性和韧性，有助于最大限度地提高功率和速度。该材料由高强度、高拉伸模量的树脂制成。Tenax PW 还可以抑制和吸收冲击力，以

尽量减少冲击后的损伤。此外，其抗压强度也优于帝人标准碳纤维预浸料。采用 Tenax PW 的体育用品将更坚固，并可满足快速摆动的需求。

Tenax BM 是另一种用于卫星的先进材料。由于其良好的刚性、平直度、可操作性和稳定性，它非常适合需要柔性和抗热膨胀的应用。Tenax BM 还提供出色的减震 (抑制和吸收)，其减震效果比帝人标准碳纤维预浸料强四倍。采用卫星级 Tenax BM 材料制造的运动用品具有很强的抗冲击变形和抗震能力。

帝人表示，体育产业对高性能尖端材料的需求不断增加，自 20 世纪 70 年代以来，帝人一直在研发碳纤维和碳纤维中间材料，用于体育运动，包括钓鱼竿、高尔夫球杆、曲棍球杆和网球拍等。目前，帝人决定利用公司在飞机和卫星上部署的专有碳纤维技术，加快开发用于体育应用的碳纤维中间材料的研发。

Tenax 是以拉丁语“坚韧”一词命名的，它包括中间材料，具有极好的韧性，强度是钢的五倍，但只有重量的四分之一。



国内首例 DMLS 金属 3D 打印多孔型椎体融合器产品获得 NMPA 批准上市：根据上海交大医学 3D 打印创新研究中心，2021 年 2 月 10 日，拥有完全自主知识产权，基于国产金属 3D 打印技术研发的多孔型椎体融合器产品正式通过国家药品监督管理局 (NMPA) 审批 (注册证编号：国械注准 20213130105)。本产品由湖南华锐科技集团股份有限公司旗下湖南华翔增量制造股份有限公司和南华大学附属第一医院脊柱外科团队联合研发，是国内首个利用选区激光熔化技术 (DMLS) 研发骨科植入假体获得三类医疗器械许可证的产品。



投资 115 亿元！国轩“涉猎”碳酸锂：

2 月 28 日，宜春市人民政府和国轩控股集团有限公司签订战略合作框架协议。这标志着国轩集团投资 115 亿元锂电新能源产业项目正式落户宜春经开区。

据了解，国轩控股集团投资 115 亿元锂电新能源产业项目 (简称“国轩宜春项目”) 拟建设包括碳酸锂生产、锂电池配套材料等产业化项目，分两期建设。一期项目预计 2021 年中开工建设，计划 2 年内完成，合计两期项目计划在 5 年内完成。后期还将根据新能源产业发展战略规划，双方通力合作，结合宜春得天独厚的锂矿资源优势，积极推进产业链上下游整合。



日本获罗罗新型航空发动机 Ultrafan 的零件订单，2023 年前交付 5 套：

据 newswitch 网站 2 月 25 日报道，日本航空发动机制造商 Aikoku Alpha 公司已经从英国罗尔斯·罗伊斯公司获得下一代航空发动机 Ultrafan 原型机零件的首笔订单，它将于 3 月底首次交付，到 2023 年将交付 5 套。

该订单是针对整体叶盘零件，其将用于 Ultrafan 发动机的中压压气机，整体叶盘是现代航空发动机的一种新型结构，它将发动机转子的叶片与轮盘进行整体设计与制造，罗罗公司计划将该零件用作 Ultrafan 发动机的原型。

据说 Aikoku Alpha 公司已经是日本第一家参与 Ultrafan 发动机原型机零件的制造商，该订单也是 Aikoku Alpha 公司与 Sanko Seisakusho 公司的联合订单，其加工制造要求高精度和高品质。

INDUSTRY NEWS

03 行业资讯



中国首个高温磁悬浮列车样机亮相：

高温超导高速磁悬浮工程样机及其试验线在中国四川省成都西南交通大学推出。该样机是中国基于西南交通大学的原始技术自主设计和开发的，是一个里程碑式的进步。

样机中融入了许多新技术，如全碳纤维轻量化车身、低阻机车外形、以及具有大承载能力的高温超导磁悬浮。在设计速度为 620 公里 / 小时的情况下，该车辆有望创造大气环境下陆地交通的新速度纪录，并在未来通过低真空管（隧道）技术的应用，给轨道交通行业带来积极和颠覆性的变化。



德国开发出三明治结构轻量化电池

包外壳：德国弗劳恩霍夫结构耐久性和系统可靠性研究所的科学家们开发了一种仅使用纤维塑料复合材料的轻量化电池包外壳。

在生产电池外壳的过程中，将预制件插入专门为此开发的注塑模具中，然后注入泡沫芯。纤维复合材料外壳的加工在两分钟内就可以完成。

由位于德国达姆斯塔特的弗劳恩霍夫结构耐久性和系统可靠性研究所开发的轻量化电池包外壳使用了纤维塑料复合材料。据 LBF 研究所的专家介绍，与铝制的电池包外壳相比，纤维塑料复合材料的电池包外壳重量减少了 40%。



美国专利加热技术成功用于

飞机复材旋翼生产：美国 Veelo Technologies 公司前不久宣布其开发的 VeeloHEAT Caul 专利加热技术可应用于飞机复合材料旋翼的生产。该系统可通过原位加热方式对复合材料旋翼进行定制化的去毛边和粘接处理，避免了大型旋翼结构转移至热压罐所导致的问题。这样做反过来提升了生产和维修速率，同时减少了废料的产生。

据该公司称，VeeloHEAT Caul 技术为灵活的柔性设计，能够提供高度悬垂的解决方案，为结构复杂的整支大型旋翼提供均匀的加热覆盖。加热毯能够轻松适应各种不同形状的大型模具，避免桥接问题。该系统耐用且抗损伤，有多种氟橡胶（FKM）基加热系统可供选择，确保了制品的高性能和材料兼容性。



美国 Hexcel 公司开发出风电叶片表面处理新技术，可显著提升叶片制造效率

率：根据美国 Hexcel 公司官网 2 月 16 日消息，近期 Hexcel 公司开发出最新的 HexPly®XF 表面技术，利用该技术可以显著减少风电叶片表面处理过程中的壳体加工周期。HexPly®XF 通过减少模具中的时间（最多两个小时），并消除涂装前需要返工的表面缺陷，从而提高了整体叶片制造效率。

近年来随着风能产业高速增长，风力涡轮机制造商在降低成本、提高质量和优化生产率等领域面临着越来越大的压力。HexPly XF 表面技术旨在解决当前叶片外壳表面堆焊技术的局限性，即必须手工修复针孔和其他表面缺陷，以实现喷漆所需的完美光滑表面。

美国华盛顿州立大学开发出可回

收碳纤维复合材料：美国华盛顿州立大学（Washington State University, WSU）机械与材料工程学院的张金文教授领导的研究小组开发了一种可回收的碳纤维增强复合材料，该材料可直接将传统的不可回收的 CFRP 替代进入现有的制造工艺。

WSU 的研究人员使用了一种全新的基体聚合物材料，称为环氧玻璃体，可以更容易地回收利用。玻璃体是指材料的玻璃状热行为。在高温下，材料的粘度会降低，并使应力松弛和可延展的机械性能成为可能。冷却后，材料类似于弹性热固性材料（或弹性体）。这使得利用常规的热塑性加工技术如注射成型和压缩成型等对材料进行再加工。



INDUSTRY NEWS

04 行业资讯



猎鹰 6X 高则展、宽能容，鹰展翅上腾：猎鹰 6X 以其流畅的客舱线条、创新的家具设计、多样的操作面以及嵌入式技术，呈现出一个舒适、简洁的内部环境。在增强客舱宽敞度的同时，也为远程洲际旅行的乘客提供高效而放松的搭乘体验。达索的设计工作室给予猎鹰 6X 更多的创新思维，不仅是提升了飞机室内设计那么简单。

猎鹰 6X 客舱高 1.98 米、宽 2.59 米、长 12.30 米，是专用公务机领域中最高、最宽的机型。客舱内采用的材料纹理与饰面、家具与陈设布置、照明与配色方案，以及客舱轮廓设计，呈现极致的感官享受。



“六足虫”机器人在叶片上行走，可降低三成海上风机检查成本：日前，总部位于伦敦的机器人创业公司 BladeBUG 研制出的一款六足爬行机器人，在苏格兰海上风电场的一台 7 兆瓦海上风机叶片上，完成了全球首次行走测试。

这只六足履带式爬行机器人，是专门为维护和检查海上风机叶片而设计的智能运维机器人。每只足的末端都安装了真空粘合装置，可牢固吸附于风机叶片表面，并在叶片上灵活爬行。

通过扫描表面的裂缝和变形，并将扫描数据和视频信号传递给地面技术人员，BladeBUG 爬行机器人完成了海上风机的全自动检查和维修。

BladeBUG 的官网显示，这只机器人此前已完成在垂直训练塔和陆地上的叶片部分测试。预计 2021 年年中，该机器人还将与运维船只、无人机和机械臂一起，清洁和打磨风机叶片。



填补国内技术空白！我国首套车载等离子体医废处置系统通过原理验证：近日，由航天科技集团六院 11 所研制的我国首套车载等离子体医废处置系统顺利通过原理验证，该系统采用目前全世界废物处置领域最先进的等离子体气化熔融工艺，实现了对医疗废弃物、涉疫生物体的移动式快速无害化、清洁零排放处理，为处理应对突发公共卫生事件提供了强有力的技术支持，填补国内相关技术空白。

近年来，以新冠肺炎疫情为代表的重大突发公共卫生事件时有发生。疫情防控期间产生的大量医疗废弃物及涉疫生物体，在流转、处理过程中可能造成二次污染，是疫情防控中一项突出问题。市场对具有灵活机动性、清洁环保、高效普适特点的小型化移动式医废处置系统需求迫切。



帝人与 Applied EV 合作开发用于未来汽车的聚碳酸酯太阳能车顶：近日，帝人及其合作伙伴 Applied Electric Vehicles 开发了一种用于未来汽车的聚碳酸酯太阳能车顶。新型太阳能车顶的表面采用了帝人的 Panlite 聚碳酸酯树脂玻璃。

帝人利用其在聚碳酸酯树脂玻璃和技术方面的专有技术，将屋顶的弧形表面整合成理想的形状，这在使用玻璃的情况下是一项极具挑战性的工艺。Panlite 玻璃车顶不仅形状最佳，而且实现了车顶所需的强度和刚性。

传统的聚碳酸酯树脂具有优异的耐冲击性，但要实现长期户外使用所需的耐候性水平，必须进行特殊加工。但是，帝人的 Panlite 玻璃具有独特的硬涂层，以实现汽车所需的 10 年耐候性。



“毅力号”在火星上迈出了复合材料的第一步：美国国家航空航天局 (NASA) 派出的最大、最先进，同时也是由许多复合材料和结构支撑的“毅力号” (Perseverance) 火星车，在穿越 2.93 亿英里 (4.72 亿公里) 的 203 天太空之旅之后，于北京时间 2 月 19 日 4 点 55 分 (美国东部时间 2 月 18 日 15 点 55 分) 成功登陆火星，开启生命搜寻之旅。它除了收集火星的地质和气候特征、为人类探索铺平道路之外，还将专注于天体生物学，即对整个宇宙生命的研究。

INDUSTRY NEWS

05 行业资讯



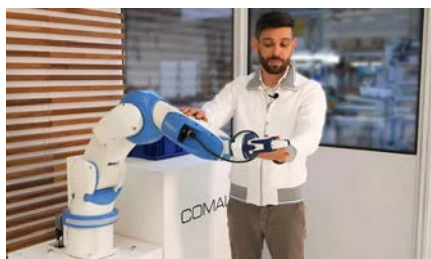
2000 个露营车的轻型屋顶: ThermHex Waben 是一家生产经济型夹层板和部件的蜂窝芯生产商，而 Panel Systems 是一家英国的隔热板供应商，他们正在庆祝将轻质聚丙烯蜂窝芯引入 2000 辆福特、大众和其他露营车的高架车顶。

对屋顶板的需求显著增加，并且非常成功，因为蜂窝比替代材料——胶合板轻 80%，而且在雨中不会出现严重的操作问题。如果胶合板湿了，它就会分解，变得越来越重。

ThermHex 的蜂窝芯面板，不但明显更轻，还有其他好处。包括在湿的情况下保持完整的功能。它构成了屋顶下面一层的一部分，并为包括 ABS 聚合物在内的其他层提供了坚实的基础。这种聚合物在炎热的天气下会变软，但蜂窝保持所需的稳定性和牢固度。



嫦娥五号探测器和 3D 打印月球模型亮相人民大会堂: 日前，月球样品和探月工程成果展览在北京人民大会堂举行。除了来自东莞某企业制造的全球首套嫦娥五号探测器等比例 1:1 模型外，展览区的一个 3D 打印的月球模型也格外引人注目。



柯马推出新款高性能协作机器人:

3 月 18 日，柯马推出协作式机器人领域的新典范 RACER-5-0.80（即 Racer-5 COBOT）。这款产品适用于狭小空间和多种应用领域，能够满足市场对于运行快速、经济高效的协作式机器人日益增长的需求。

Racer-5 COBOT 是一款 6 轴关节机器人，能以高达 6 米/秒的工业速度运行，一改人们对于协作式机器人低速的印象。

这款机器人的负载为 5 公斤，最大工作半径为 809 毫米，不仅具备卓越的工业级效率，而且支持安全、无围栏的操作。

此外，在检测到周围没有操作员时，这款机器人会立即从协作模式切换到全速运行，从而充分发挥其 0.03 毫米的重复定位精度和极高的运动流畅性，提供无可比拟的生产效率。

Racer-5 COBOT 能助力系统集成商和最终用户能够实现最复杂制造工艺的自动化，同时获得卓越的运行速度、精度以及协作智能。



国产复合材料水陆两栖轻型运动飞机

首次通过适航认证: 3 月 16 日，民航华东地区管理局在上海临港科创城向上海奥科赛飞机有限公司的 M2 型轻型运动飞机授予了由民航局颁发的型号合格证，并给首架拟交付的飞机颁发单机适航证。北京享飞就飞飞行俱乐部公司成为首架 M2 型飞机的持有者，并在颁证现场与奥科赛公司签署 15 架 M2 型飞机的采购订单。

被称为“风翎号”的 M2 型飞机，是上海奥科赛飞机有限公司历经 10 年自主研发的机型，从 2016 年 3 月开始，由华东管理局审定处牵头开展审定，至今年 1 月完成，是首款获得颁证的国产复合材料水陆两栖轻型运动飞机。



爱科科技科创板成功上市 引领智能制造遍布全世界:

3 月 19 日上午 9 时 30 分，杭州爱科科技股份有限公司（下称“爱科科技”，股票代码：688092）在上交所科创板正式挂牌上市了！爱科科技成功登陆资本市场，成为科创板第 242 家上市公司！

这标志着爱科科技正式迈入中国资本市场的大舞台，企业进入了全新的发展阶段。爱科科技将不忘初心，继续加大研发创新投入，立志成为国际智能切割设备的引领者，并在自动化、智能化核心技术领域朝着更深入、更专业、更高远的目标不断进发，用科技创造崭新的未来！

爱科科技作为国内起步较早的一批智能切割设备的制造商，在发展的道路上，十分重视智能装备底层核心技术的研发与开发。从 CAD 软件开发到智能切割装备产业的深度挖掘，爱科始终坚持将智能装备的核心技术掌握在自己手里，不畏艰难，敢于突破，成为国内少数拥有运动控制技术的设备商。

INDUSTRY NEWS

06 行业资讯



空客公司建设电动飞机系统试验中心：据空客公司网站 2021 年 3 月 11 日刊文，空客公司持续建设电动飞机系统试验中心，开展宽电压范围的电动飞机系统试验。

空客公司认为，随着电推进技术发展，为提高系统功率、增加功率密度、降低成本，推进系统的交互与控制能力，需要全新的仿真、试验方法以及相应的设备设施。为满足上述需求，空客公司建设了电飞机系统设施 (E-Aircraft Systems House) 的试验中心，该中心也是欧洲最大的电动飞机试验设施。

该设施始建于 2016 年，面积 225 平方米，可开展中等电压水平的系统试验。随后该设施持续升级，增加了 2500 平方米空间，增设了 2 个高功率发电系统试验台 (GenSet)、4 个推进单元试验台、2 个控制室和 1 个配电室，形成高电压试验能力。



LeMond Prolog 碳纤维电动自行车：无以伦比的多功能性是 LeMond Prolog 的核心。这款由 Greg LeMond 设计的碳纤维电单车以 26 磅的重量提供了轻松的便于操控的赛车几何形状。

Greg 在碳纤维和人体工程学方面的经验和专业知识体现在自行车设计的所有方面。Prolog 最小化的轮廓和精密部件汇聚在一起，打造出一款前所未有的电动自行车。

集成的前、后车灯通过一个安装在下管里的轻型电池供电。电池是 Mahle X35+ 智能电动自行车系统的一部分，该系统提供 3 级辅助，可行驶 45 英里，通过 250 瓦的后轮毂电机实现最高时速 20 英里。

LeMond 正在重塑电动自行车的未来，让所有人都能享受到电动自行车。这只能通过确保整个构建是轻量级的来实现。

采用碳纤维对 LeMond 制造的每一个部件进行优化。这些包括车架和叉，硬壳式车把杠，定制的碳纤维挡泥板，座位柱，以及定制的车后机架和前篮。此外，LeMond 与 Munich 复合材料公司合作，开发了最先进的带有调谐轮毂的碳编织轮毂，作为一个升级选项。



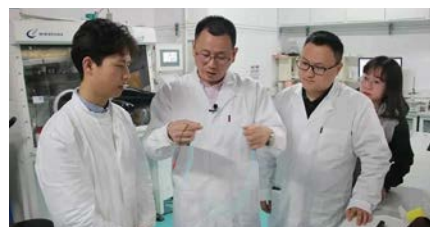
悉尼大学开发碳纤维回收制造技术 成本低更环保：碳纤维复合材料在工程应用中具有重要意义。在很多情况下，这种材料可以取代金属，使汽车和飞机的结构更轻、更坚固。然而，大多数金属都很容易回收，回收碳纤维就不那么简单了。

据外媒报道，悉尼大学的科学家们发现新的碳纤维处理方法。比起传统制造方法，可使材料成本降低 70%，CO2 排放量减少 90-95%。

从风力涡轮机、汽车部件到笔记本电脑等产品，碳纤维增强聚合物 (CFRP) 复合材料无处不在，并且是不可生物降解的，直到现在还缺乏可行的回收方法。废弃的碳纤维碎片通常会被扔进垃圾场，对环境和公共健康均构成重大威胁。与回收钢铁不同，在回收碳纤维和其他复合材料时，你不能熔化碳纤维并将其重塑为其他东西。现有大多数回收方法需要碾碎、切割或研磨材料，这会损坏纤维，导致材料的机械和物理性能大大降低，从而削弱其核心功能。

为了解决这一问题，研究人员设计了一个两段式工艺，用于制造非常坚固的环保材料，可使其保持 90% 的原始强度。首先，使 CFRP 经过高温分解过程，利用热量来分解材料，将材料烧焦，阻止其与

树脂基体牢固地粘结在一起；然后，通过第二个氧化阶段去除碳。由此产生的碳纤维材料，可以再次用于构建物品。



“酷炫”智能织物：把“显示器”穿在身上，能导航、聊天，还会闪闪发光！：

近年来，可穿戴电子设备取得了显著进步，并且已经推出了集成超薄显示器等具有电子功能的服装。那么，如果“显示器”与布料完全融合后会有什么样的效果呢？

近期，复旦大学高分子科学系的研究团队自主研发了一种全柔性织物显示系统，能够将资讯、导航等信息“显示”在织物上。并且，这种织物具有耐磨、可折叠、可反复机洗的优势。

如此一来，衣服变成了可以显示动态文字或图像的新物件，这为智能电子纺织品的发展提供了新的契机，有望改变人们与电子设备交互的方式。

INDUSTRY NEWS

07 行业资讯



长七 A 火箭成功发射！我国新一代运载火箭家族成员 +1：3 月 12 日 1 时 51 分中国文昌航天发射场，我国新一代中型高轨液体运载火箭长征七号 A 运载火箭，托举试验九号卫星刺破夜空，卫星顺利进入预定轨道，发射取得圆满成功。长七 A 火箭的成功发射，拉开了中国文昌航天发射场年度航天发射任务的大幕，标志着我国新一代中型运载火箭家族又添新成员。

航天科技集团六院为承担此次发射任务的长七 A 运载火箭提供了助推、一级、二级、三级发动机及辅助动力系统，推力涵盖 40N 至 1200kN。

填补我国高轨运载能力空白

随着我国航天技术的不断发展，未来高轨轨道卫星发射重量可达 6 吨至 7 吨左右，目前我国现役主力运载火箭的地球同步转移轨道运力为 5.5 吨，长七 A 火箭将此运力提升到了 7 吨，有效填补了我国高轨运载能力空白。

国内首个！助推器与芯一级集束式分离的捆绑火箭

长七 A 火箭是由中国航天科技集团有限公司一院研制的三级火箭，主要用于发射地球同步轨道卫星，全长 60.1 米，芯一级、芯二级直径 3.35 米，芯三级直径 3 米，助推器直径 2.25 米，起飞重量约 573 吨，地球同步转移轨道运力不低于 7 吨，同时具备零倾角轨道、奔月轨道等高轨发射能力，是国内第一个助推器与芯一级集束式分离的捆绑火箭。

新构型！继承长七、长三甲技术

长七 A 火箭是按照新一代运载火箭的型谱规划，在长七火箭基础上，与长三甲系列火箭三子级组合形成的一款新构型火箭，全面继承长七火箭、长三甲系列火箭技术基础。研制团队突破了大长细比火箭姿态控制技术、适应典型故障模式的制导控制技术等相关技术。

此外，长七 A 火箭采用“通用化、系列化、组合作”设计理念，有利于火箭组批生产，奠定了高质量、高效率、高效益发展的基础，支撑未来火箭的高密度发射。



双一科技复合材料应用研发中心奠基仪式圆满举行：2021 年 3 月 15 日，山东双一科技股份有限公司复合材料应用研发中心项目奠基仪式圆满举行。

中共德城区委书记张泽中，德城区委副书记、区长王洪林，德城区常委、办公室主任王勇，德城区副区长刘桂芝，新华办事处党工委书记高峰，山东双一科技股份有限公司董事长王庆华，总经理姚建美，技术总工崔海军，河北建设集团济南分公司总经理董帅，华瑞国际项目管理有限公司董事长曲子江出席此次奠基仪式。



Kordsa 用其碳纤维织物轻量化电动汽车电池：通过在复合材料领域的投资扩大其竞争力，增强技术的领导者 Kordsa 将向英国 TRB 公司提供碳纤维织物的轻量化结构，用于 TRB 的电动汽车电池外壳的批量生产。

轻质复合材料是开发电动汽车和可持续运输解决方案的关键元素。将可持续性作为其业务的核心，增强技术领导者 Kordsa 正在与行业领导者合作，以支持可持续的未来。Kordsa 最近与 TRB 轻型结构公司，一家全球大批量复合材料制造公司，签订了供应商协议。

缝合增强泡沫夹芯结构复合材料的制备与性能

杨金水¹, 梁威², 曾竟成¹, 尹昌平¹

(1 国防科技大学空天科学学院材料科学与工程系, 湖南长沙 410073; 2 西北核技术研究所, 陕西西安 710024)

摘要: 为满足夹芯结构复合材料耐压和轻量化的要求, 采用真空导入模塑工艺一体成型缝合增强泡沫夹芯结构复合材料, 考察了缝合间距、缝合纤维柱直径对夹芯结构复合材料性能的影响。结果表明: 缝合纤维柱的纤维体积分数控制在 45%~47% 范围内时, 真空导入模塑工艺制备的缝合增强泡沫夹芯结构复合材料树脂浸润缝合纤维柱质量均匀, 缺陷最少。缝合间距增加 1 倍, 平压模量降低 65.7%, 平压强度降低 54.3%; 缝合纤维柱直径增加, 平压模量和平压强度显著增加, 且平压模量大致与纤维柱直径的平方成正相关关系。缝合增强后, 夹芯结构平压模量最大增加了 9.2 倍, 平压强度增加了 3.9 倍。缝合增强泡沫夹芯结构的失效依赖于缝合增强方式, 主要有泡沫开裂失效和纤维柱失效两种失效模式。

关键词: 复合材料 缝合增强 泡沫夹芯结构 平压性能

泡沫夹芯结构复合材料是典型的“三明治”结构, 泡沫芯材具有轻质、功能化的特点, 可作为功能材料置于中间层, 上下蒙皮采用复合材料面板一体化成型制备, 能够充分发挥复合材料轻质高强的性能优势、同时实现功能化。但泡沫芯材其本身力学性能较弱, 导致夹芯结构复合材料 Z 向力学性能偏弱, 另外泡沫芯材和蒙皮面板的结合也容易开裂分层导致破坏, 在有些服役条件下不能很好地满足使用要求。为了改善泡沫夹芯结构 Z 向的力学性能, 提高泡沫夹芯结构蒙皮和芯子的界面性能, 进而提高夹芯结构的整体力学性能, 国内外学者提出了泡沫夹芯沿 Z 向的增强技术^[1,2], 从而提高泡沫夹芯结构的平压性能、剪切性能和面芯界面的粘接性能, 其中以缝纫增强、纤维柱增强和 Z-pin 增强为主要增强方式^[3]。

缝纫增强泡沫夹芯结构是由纤维缝线将泡沫芯材和上下蒙皮缝合到一起, 采用真空辅助成型工艺或真空导入工艺进行一体化成型, 通过设计缝合的针距、行距和角度等实现性能可控。固化成型后, 缝线能够对夹芯结构的上下蒙皮和芯层之间起到固定约束作用, 同时固化后的缝线能够起主要承载作用, 对泡沫芯子起到支撑的作用, 使得夹芯结构的 Z 向力学性能显著提高^[4,5]。典型的缝合增强夹芯结构示意图如图 1 所示。

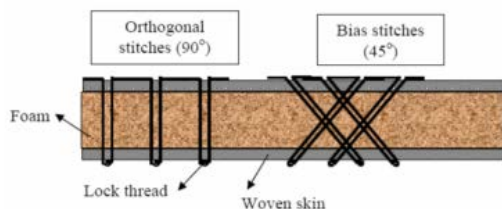


图 1 缝合增强夹芯结构示意图^[6]

Z-pin 技术同缝纫增强技术, 最初都是应用在复合材料层合板中, 提高抗冲击性能和层间性能, 研究表明 Z-pin 技术能够显著提高复合材料层合板的 I 和 II 型层间断裂韧性^[7,8],

Z-pin 增强泡沫夹芯结构是用细长的复合材料纤维杆或金属杆按一定的角度嵌入泡沫中构成空间网架结构对其进行三维增强, Z-pin 在泡沫夹芯结构中的拓扑构型可以灵活设计^[9], 纤维杆的引入不仅可以提高面芯的结合强度, 还可以增大泡沫芯子的压缩强度, 整体结构的力学性能大幅度提高^[10-12]。典型的 Z-pin 增强泡沫夹芯结构如图 2 所示。

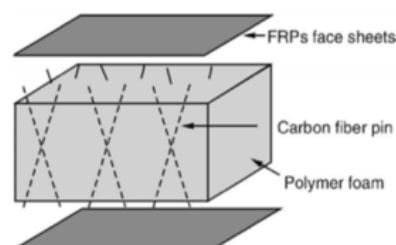


图 2 Z-pin 增强泡沫夹芯结构示意图^[7]

通过缝纫增强、Z-pin 增强等方法可以改善复合材料夹芯结构的抗冲击性和整体结构刚度、强度等力学性能, 国内外对于 Z 向增强泡沫夹芯结构的刚度、强度预测、失效模式开展了广泛研究。如果夹芯结构复合材料的应用或服役环境是水下, 除了要求其具备足够的刚度和抗水压能力, 还需要防水渗透。抗压性能主要取决于芯材, 提高芯材的模量和强度可以有效提高整体的刚度和抗水压能力, 而防水渗透可采用液相成型技术让树脂预先渗透防水。综合考虑, 本文通过缝合增强泡沫提高夹芯结构复合材料的抗压能力, 为此采用真空导入模塑工艺 (Vacuum Infusion Molding Process, 简称 VIMP) 整体成型制备缝合增强泡沫夹芯结构复合材料, 并考察工艺可行性和复合材料的性能, 为拓展泡沫夹芯结构复合材料的应用提供参考文献。

1 实验部分

1.1 原材料

所用基体材料是 Olin 公司提供的 Airstone760E/766H 环氧树脂体系, 其中 760E 为双酚 A 型环氧树脂, 766H 为胺类固化剂, 树脂与固化剂的质量配比 100:32; 增强材料是常州宏发纵横新材料公司提供的 E 玻纤 D0901 斜纹布, 其面密度为 $300\text{g}/\text{m}^2$; 缝合纱线为高强、高模、耐高温的玻璃纤维 ECR17-1200D-608, 线密度为 1200tex, 由中材科技股份有限公司; 芯材为淡黄色多孔聚氨酯泡沫, 由南通华旭节能科技有限公司提供。

表 1 主要原材料

No.	Name	Brand	Type	Manufacturer
1	Epoxy system	Airstone760E/766H	Bisphenol A type/Amine hardeners	Olin company
2	Glass twill	D0901 twill	Surface density $300\text{g}/\text{cm}^2$	Changzhou Hongfa Zongheng New Material Co.LTD
3	Suture glass fiber yarn	ECR17-1200D-608	1200Tex	Sinoma Science & Technology Co., Ltd
4	Polyurethane foam core material	Light yellow porous foam	Density $200\text{kg}/\text{m}^3$	Nantong Huaxu Energy Saving Technology Co., Ltd
5	Process and auxiliary material	Vacuum bag, Distribution medium, Isolation membrane, seal tape etc.	Universal	Airtech/ GS company

1.2 缝合夹芯结构复合材料的制备

采用真空导入模塑工艺 (Vacuum Infusion Molding Process, 简称 VIMP) 成型制备缝合增强泡沫夹芯结构复合材料, 其基本原理是在单面刚性模具上以柔性真空袋膜包覆、密封纤维预成型体, 真空负压下排除模腔中的气体, 利用树脂的流动、渗透实现树脂对纤维及其织物的浸渍, 并固化成型复合材料构件^[13,14]。VIMP 工艺封装原理如图 3 所示, 基本工艺步骤包括模具准备、预成型体制作、封袋抽真空、树脂吸注、固化定型和脱模后处理等。

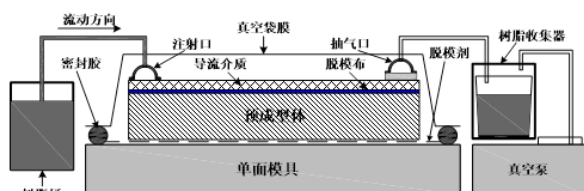


图 3 VIMP 工艺封装原理示意图

缝合夹芯结构复合材料的预成型体是纤维缝合增强泡沫夹芯预成型体, 采用人工方法按垂直缝合方式, 根据实验设计的缝合孔径和间距用雕刻机在泡沫芯材上雕刻打孔, 然后用缝合玻璃纤维纱线将夹芯结构上下蒙皮玻璃纤维布 (各 10 层) 和泡沫芯材 (3 种密度) 缝合成一体, 制作得到缝合增强泡沫预成型体, 如图 4 所示。

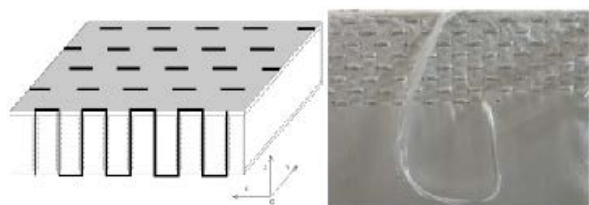


图 4 缝合增强泡沫预成型体制作

封袋抽真空: 在准备好的成型模具上依次铺放缝合增强泡沫预成型体、隔离膜、脱模布、导流网, 设置树脂流道、抽气通道, 然后以柔性真空袋膜为另一面模具, 用密封胶条密封, 设置注胶口和抽气口, 连接真空泵抽真空、检查气密性, 真空度小于 -0.098MPa 且保压 5min 保持不变, 可进行树脂吸注。

树脂吸注: 按树脂/固化剂质量比配制树脂胶液, 均匀搅拌 5 min, 真空脱泡处理 10 min, 脱泡后静置去泡 5 min; 打

打开注胶口吸注树脂浸润增强材料预成型体, 浸渍完全关闭注胶口。

固化定型和脱模后处理: 树脂吸注完成后, 利用烘箱升温至 50°C 保温 4h 进行预固化, 再升温至 70°C 保温 7h 进行固化, 保持抽真空自然冷却至室温, 关闭真空泵脱模得到复合材料制品。封袋抽真空、树脂吸注和固化脱模过程如图 5 所示。

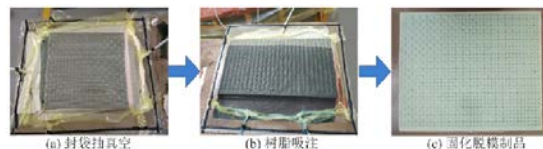


图 5 封袋抽真空、树脂吸注和固化脱模过程

1.3 性能测试与表征

测试复合材料蒙皮面板的拉伸性能和弯曲性能, 进而考察缝合夹芯结构复合材料的平压性能。

(1) 复合材料蒙皮面板的拉伸性能测试

复合材料蒙皮面板的拉伸性能, 参考《GB/T 1447-2005 纤维增强塑料拉伸性能试验方法》, 采用 WDW-100 万能力学试验机进行拉伸测试, 用标距为 50mm 的拉伸引伸计记录变形, 加载速度为 $2\text{mm}/\text{min}$ 。

(2) 复合材料蒙皮面板的弯曲性能测试

复合材料蒙皮面板的弯曲性能, 参考《GB/T 1449-2005 纤维增强塑料弯曲性能试验方法》, 采用 WDW-100 万能力学试验机进行拉伸测试, 测试样品尺寸为: $48\text{mm} \times 15\text{mm} \times 2.35\text{mm}$, 测试形式为三点弯曲, 测量跨距为 37.8mm , 加载速度为 $2\text{mm}/\text{min}$ 。

(3) 夹芯结构复合材料的平压性能测试

夹芯结构复合材料的平压性能实验测试参考国家标准《GB/T 1453-2005 夹层结构或芯子平压性能试验方法》, 测试仪器为美特斯工业公司生产的电子万能试验机 WDW-100, 用千分表记录平压试验变形, 试样尺寸为 $60\text{mm} \times 60\text{mm} \times 46\text{mm}$, 加载方式为压向位移加载, 加载速度为 $1\text{mm}/\text{min}$ 。

2 结果与讨论

2.1 缝合孔径与纤维体积分数的确定

不同孔径中缝合时所用纱线的多少决定了成型后纤维柱的纤维体积分数, 直接影响纤维柱的力学性能, 从力学增强的角度来讲, 缝线用量越多纤维体积分数越大, 力学性能越好, 增强效果越明显。在实际制备过程中, 工艺条件决定了缝线的用量存在一个上限, 一是由于缝合时为手工缝合, 缝合纱线过多时缝针将无法通过泡沫孔, 另外缝合纱线用量较多时缝合纱线会由于紧密的相互摩擦产生严重的“起毛”现象, 导致连续纤维变成断头纤维, 会影响力学性能; 二是缝合纱线用量较多时, 在后续利用 VIMP 工艺进行树脂浸润时会导致不能浸透, 产生干纱缺陷; 三是缝合纱线较多会对上下面板纤维布造成较大的畸变破坏, 在部分区域会形成富脂区, 成为承载过程中极易产生微裂纹而发生破坏的区域。因此, 首先需要综合考虑增强效果和实际工艺可行性, 确定缝合孔径与增强柱的纤维体积分数。

在一块泡沫上利用雕刻机打孔, 孔径分别为 3mm、4mm、6mm、8mm 四种, 每种孔径的孔有 2 行、每排 8 个, 如图 6 所示。同一行的缝合孔中纤维体积分数依次增加, 即穿纱量依次增加。依据设置的穿纱量, 将上下蒙皮各 10 层玻璃纤维布和泡沫进行缝合得到预成型体, 采用 VIMP 工艺制备得到复合材料样品。然后纵向和横向切割样品, 观察不同穿纱量的情况下纤维柱表观缺陷和质量。

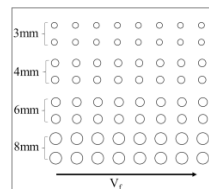


图 6 缝合孔设计

缝合孔径为 3~6 mm 试样纤维柱典型的横切截面和纵切面剖面图分别如图 7 和 8 所示。图中,左上角为样品编号,孔下方中间为实验设计的纤维体积分数。由图 7 可知,缝合纤维柱的纤维体积分数小时,树脂只浸润纤维部分、并没有填充缝合孔的空余空间,可见明显的空洞缺陷,原因可能是树脂流动时将气体挤进孔中包裹起来、而无纤维束区域又缺少毛细压力,因此不能将气泡顺利排除、树脂也无法完全填充缝合孔。随着缝合纤维柱的纤维体积分数增大,空洞缺陷逐渐减少,纤维体积分数达到 45% 时空洞缺陷基本消失,树脂浸润均匀完整;纤维体积分数再增大,浸润质量会有改善,但缝合工艺难度会增大。

由图 8 可知,纤维体积分数小于 31% 时,纤维柱在缝合孔内呈同向压缩弯曲变形;而纤维体积分数大于 38%,纤维柱在缝合孔内基本是直立圆柱形;纤维体积分数超过 60%,会对蒙皮面板产生破坏作用,如图中红色圈中面板凸起。

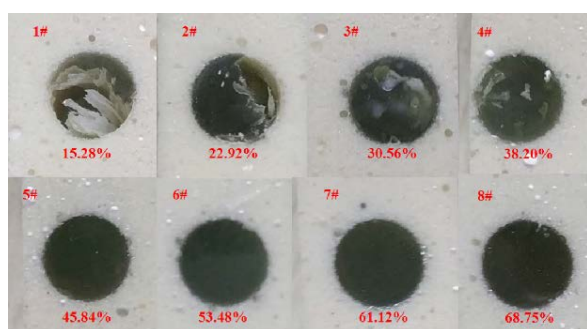


图 7 直径 3~6 mm 纤维柱典型的横截面图

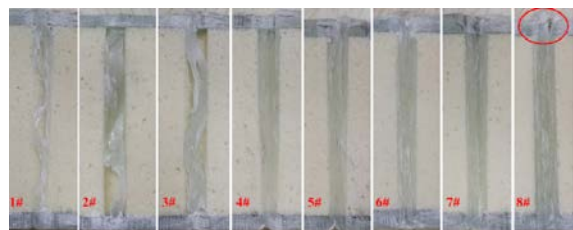


图 8 直径 3~6 mm 纤维柱典型的纵切面剖面图

缝合孔径为 3~6 mm 试样纤维柱横截面剖面典型的光学显微镜照片如图 9 所示,对每个样品制备金相样,在光学显微镜下均拍摄了 5X、10X、50X 的放大照片。由图可知,从 5X 放大的照片中可以较清楚地看到整体形貌,从前 6 个样品 5X 放大的照片中可以看到,整体形貌很清晰,包括纤维存在的部分和缺陷都很明显地看到。由于 7# 和 8# 样品在 5X 放大照片中并没有看到明显缺陷,因此放大到 10X 观察仍然没有找到明显的大缺陷。

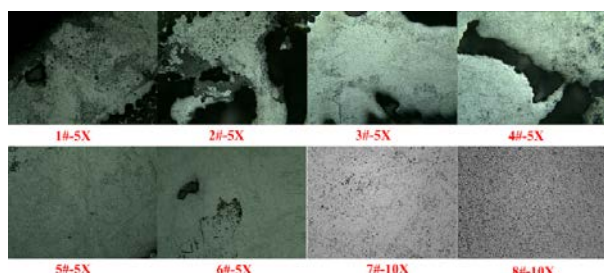


图 9 直径 3~6 mm 纤维柱横截面剖面典型的光学显微镜照片

缝合孔径为 8 mm 和 10mm 时,由于纤维柱直径过大,纤维纱线穿过面板后在蒙皮面板上起皱畸变非常严重,对面板损伤越严重。综合考虑纤维柱端面特征形貌和实际缝合过程中的难易程度、纤维束“起毛”现象等因素,确定纤维柱直径变量的取值为 2mm、3mm、4mm 和 6mm,兼顾浸润质量

和工艺难度,纤维体积分数以 45% 为基准、纤维纱数不同稍有波动,纱线用量如表 2 所示。

表 2 不同孔径纤维束用量

Diameter /mm	2	3	4	6
Fiber bundle /bunch	3	7	12	28
V_f	45.84%	47.53%	45.84%	47.53%

2.2 夹芯结构复合材料蒙皮面板的力学性能

缝合增强泡沫夹芯结构复合材料蒙皮面板的性能直接影响着整体结构性能,根据夹芯梁弯曲性能的理论分析可知,蒙皮面板的拉伸性能和弯曲性能是整个夹芯梁弯曲性能最主要影响因素,即使增加了缝合纤维柱,夹芯梁的弯曲性能的提高也并不明显。

夹芯结构复合材料蒙皮面板的增强材料是玻璃纤维斜纹布,基体材料是环氧树脂,蒙皮面板即玻璃纤维斜纹布/环氧树脂复合材料,其拉伸应力-应变曲线如图 10 所示。由图可知,拉伸试样的应力-应变曲线平行性很好,拉伸模量和拉伸强度都在同一个水平,拉伸模量为 22.5 GPa,拉伸强度为 452.2 MPa,测试数据的离散系数小于 2%。复合材料发生断裂前没有明显的类似屈服现象,是一次断裂,没有发生逐层失效,断裂前仍然处于弹性直线性段。拉伸断裂的裂纹方向均为斜向,破坏模式为剪切破坏模式,是典型的斜纹布增强环氧树脂复合材料受面内单向拉伸载荷的破坏模式。

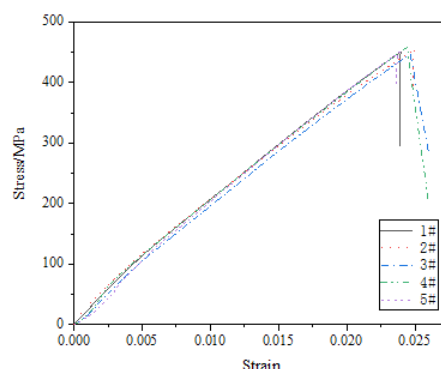


图 10 蒙皮面板拉伸试样的应力-应变曲线

夹芯结构复合材料蒙皮面板即玻璃纤维斜纹布/环氧树脂复合材料的弯曲载荷-位移曲线如图 10 所示。由图可知,弯曲试样平行性很好,弯曲模量为 21.0 GPa,弯曲强度为 430.1 MPa,测试数据的离散系数小于 3.5%。

由图还可知,试样其实直线段重合较好,破坏过程发生时,从载荷位移曲线上看到阶梯变化趋势,可以推测其失效为逐层失效,原因是在弯曲载荷作用下,厚度方向各层受到的载荷情况不同,距离中性面越远,所受的载荷越大,因此上下两个表面应力水平最高,失效最先发生,当表面失效后,载荷明显下降,但位移继续增加后载荷继续增加,说明其他部分还保留了刚度,待中间某层破坏后,其承受的载荷由剩余铺层承担,此时若应力达到断裂应力则试样完全失效,载荷位移曲线不再上升。实际破坏情况是试样中间位置出现白斑,受压头直接作用的上表面出现白斑不足以说明失效发生于表面,可能还可能由于应力集中导致表面局部出现白斑,但是试样的下表面不存在应力集中问题同样具有白斑,这就验证了试样的破坏符合上文所分析的逐层失效。

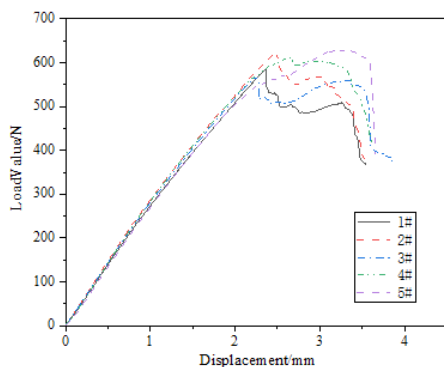


图 11 蒙皮面板弯曲试样的载荷 - 位移曲线

2.3 缝合间距对泡沫夹芯结构复合材料平压性能的影响

缝合增强泡沫夹芯结构复合材料的平压模量 E 、平压强度 XC 随缝合间距 L 的变化规律如图 12 所示。泡沫密度为 $\rho=200\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ，缝合纤维柱半径为 $D=3\text{mm}$ ，缝合间距 L 的变化范围是：15mm, 20mm, 25mm, 30mm，样品编号省去密度信息，简记为 “DxLy”。

由图 12 可知，平压模量随着缝合间距的增加而降低，缝合增强泡沫夹芯结构受平压载荷作用时，主要承载部分即为纤维柱，随着缝合间距的增加相当于单位面积内纤维柱的数量降低，平压模量应当是与纤维柱数量密度成正比，而纤维柱数量密度与缝合间距的平方成反比，这就解释了平压模量与缝合间距的非线性关系。

而缝合间距增加时，强度降低规律显然不同于模量降低的规律，强度大小取决于结构以何种失效模式失效。如图 13 所示是各试样破坏后的照片，实验观察到的失效时均发生泡沫的开裂，且开裂位置为泡沫、纤维柱和面板三者交界的位置，其中由于不同间距导致最靠近侧边的纤维柱周围，包裹的泡沫多少不同，因此不同间距的样品在开裂上具有差异，其中 D3L25 开裂最明显，原因是靠近侧边的纤维柱周围只有 3.5mm 厚的泡沫，纤维柱受到的泡沫支撑也最小；D3L15 的边缘纤维柱周围有 6mm 厚的泡沫，D3L20 的边缘纤维柱周围有 8.5mm 厚的泡沫，D3L30 的边缘纤维柱周围有 13.5mm 厚的泡沫，因此泡沫开裂的程度依次减小，D3L30 甚至在卸载后无法明显看到裂纹。由上述分析可知，实验中表现出来的失效模式是由于测试试样按照国标裁切时造成最外侧纤维柱周围泡沫相比真实情况少了很多，因此不代表大尺寸样品的真实失效原因，失效模式的讨论通过有限元模拟的方法进行。

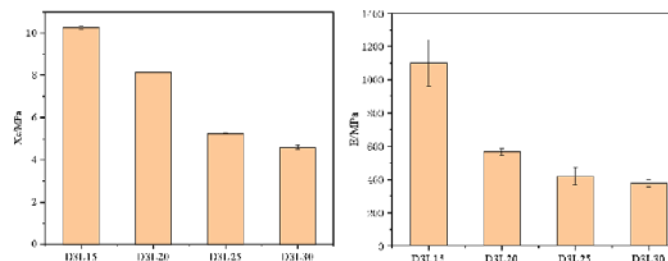


图 12 缝合间距对夹芯结构复合材料平压性能的影响

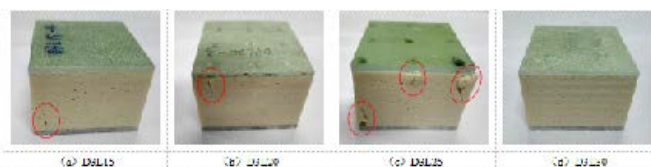


图 13 不同缝合间距试样的破坏模式

2.4 缝合纤维柱直径对夹芯结构复合材料平压性能的影响

本系列的实验中，泡沫密度均为 $200\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ，相同缝合间距不同纤维柱直径的试样分别有三组：D3L20 和 D4L20、D3L25 和 D4L25、D3L30 和 D6L30，三组试样的应力 - 应变分别如图 14 所示，图中，试样 D0L ∞ 代表未缝合增强试样。由图可知，缝合增强试样的性能远优于未缝合增强试样。

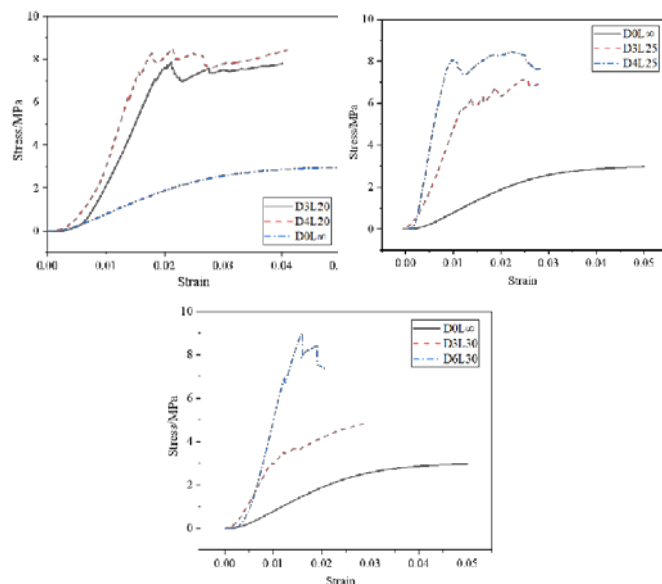


图 14 不同纤维柱直径试样平压应力 - 应变曲线

缝合纤维柱直径对夹芯结构复合材料平压性能的影响如表 3 所示，表中 D0L ∞ 是未缝合增强试样，缝合增强试样 D4L20 和 D3L20 的缝合间距为 20mm，缝合纤维柱直径分别为 4mm 和 3mm。由表可知，缝合增强试样 D4L20 和 D3L20 平压模量分别是未缝合增强试样 D0L ∞ 的 8.52 倍和 5.01 倍，而平压强度分别是未缝合增强试样的 3.26 倍和 2.74 倍，说明缝合增强能够显著提高夹芯结构的平压模量和强度。D4L20 与 D3L20 相比，缝合间距为 20mm 时，纤维柱直径由 3mm 增至 4mm，平压模量提高 1.70 倍，平压强度提高 1.19 倍。

缝合增强试样 D4L25 和 D3L25 的缝合间距为 25mm，缝合纤维柱直径分别为 4mm 和 3mm。由表可知，缝合增强试样 D4L25 和 D3L25 平压模量分别是未缝合增强试样 D0L ∞ 的 6.80 倍和 3.67 倍，平压强度分别是未缝合增强试样的 2.03 倍和 1.77 倍。D4L25 与 D3L25 相比，纤维柱直径由 3mm 增至 4mm，平压模量提高 1.85 倍，平压强度提高 1.15 倍。

缝合增强试样 D6L30 和 D3L30 的缝合间距为 30mm，缝合纤维柱直径分别为 6mm 和 3mm。由表可知，缝合增强试样 D6L30 和 D3L30 平压模量分别是未缝合增强试样 D0L ∞ 的 9.36 和 3.29 倍，平压强度分别是未缝合增强试样的 3.68 倍和 1.55 倍。D6L30 与 D3L30 相比，纤维柱直径由 3mm 增至 6mm，平压模量提高 2.85 倍，平压强度提高 2.37 倍。

综上可知，纤维柱直径增加时，平压模量和平压强度均增加，模量与纤维柱直径平方基本成正相关关系，而强度与直径成正相关关系。

表 3 缝合纤维柱直径对夹芯结构复合材料平压性能的影响

Sample number	Flat compression modulus /MPa	Discrete coefficient	Flat compression strength /MPa	Discrete coefficient
D3L20	575.66	3.85%	8.14	2.08%
D4L20	978.18	4.97%	9.69	7.77%
D3L25	421.47	12.30%	5.25	2.15%
D4L25	781.08	19.57%	6.04	7.41%
D3L30	377.51	5.84%	4.6	9.63%
D6L30	1075.17	9.49%	10.92	12.92%
D0L ∞	114.83	2.07%	2.97	1.19%

3 结论

(1) 缝合增强泡沫夹芯结构复合材料 VIMP 工艺探索表明, 缝合纤维柱纤维体积分数达到 45% 时空洞缺陷基本消失, 树脂浸润均匀完整; 纤维体积分数再增大, 浸润质量会有改善, 但缝合工艺难度会增大。综合考虑纤维柱端面特征形貌和实际缝合过程中的难易程度、纤维丝束“起毛”现象等因素, 确定纤维柱直径变量的取值为 2mm、3mm、4mm 和 6mm, 兼顾浸润质量和工艺难度, 纤维体积分数以 45% 为基准;

(2) 采用 VIMP 工艺制备的夹芯结构复合材料的蒙皮面板拉伸模量为 22.5GPa, 拉伸强度为 452.2MPa, 弯曲模量为 21.0GPa, 弯曲强度为 430.1MPa;

(3) 考察了缝合间距对夹芯结构的平压性能影响规律, 结果表明: 随着缝合间距增加, 平压模量下降, 且平压模量与缝合间距平方成反比关系, 失效方式为泡沫开裂失效;

(4) 考察了缝合纤维柱直径对平压性能的影响, 结果表明: 平压模量与缝合纤维柱直径的平方呈正比关系, 平压强度也随着纤维柱直径的增加而增加。缝合增强试样 D4L20、D3L20、D4L25、D3L25、D6L30 和 D3L30 的平压模量分别是未缝合增强试样的 8.52 倍、5.01 倍、6.80 倍、3.67 倍、9.36 和 3.29 倍, 而平压强度分别是未缝合增强试样的 3.26 倍、2.74 倍、2.03 倍、1.77 倍、3.68 倍和 1.55 倍。

参考文献

- [1] Rice M C, Fleischer C A, Zupan M. Study on the Collapse of Pin-Reinforced Foam Sandwich Panel Cores[J]. *Experimental Mechanics*. 2006, 46(2): 197-204.
- [2] Marasco A I, Cartié D D R, Partridge I K, et al. Mechanical properties balance in novel Z-pinned sandwich panels: Out-of-plane properties[J]. *Composites Part A Applied Science & Manufacturing*. 2006, 37(2): 295-302.
- [3] Stanley L E, Adams D O. Development and Evaluation of Stitched Sandwich Panels[M]. NASA Langley Technical Report Server, 2001.
- [4] Lascoup B, Aboura Z, Khellil K, et al. Impact response of three-dimensional stitched sandwich composite[J]. *Composite Structures*. 2010, 92(2): 347-353.
- [5] 程小全, 邴正能, 赵龙. 缝合复合材料制备工艺和力学性能研究 [J]. *力学进展*. 2009, 39(1): 89-102.
- [6] Potluri P, Kusak E, Reddy T Y. Novel stitch-bonded sandwich composite structures[J]. *Composite Structures*. 2003, 59(2): 251-259.
- [7] Cartié D D R, Partridge I K. Delamination behaviour of Z-pinned laminates[J]. *European Structural Integrity Society*. 1999, 27: 27-36.
- [8] Partridge I K, Cartié D D R. Delamination resistant laminates by Z-Fiber pinning: Part I manufacture and fracture performance[J]. *Composites Part A Applied Science & Manufacturing*. 2005, 36(1): 55-64.
- [9] Du L, Jiao G. Indentation study of Z-pin reinforced polymer foam core sandwich structures[J]. *Composites Part A Applied Science & Manufacturing*. 2009, 40(6): 822-829.
- [10] Cartié D D, Fleck N A. The effect of pin reinforcement upon the through-thickness compressive strength of foam-cored sandwich panels[J]. *Composites Science & Technology*. 2003, 63(16): 2401-2409.
- [11] Cartié D D R, Troulis M, Partridge I K. Delamination of Z-pinned carbon fibre reinforced laminates[J]. *Composites Science & Technology*. 2006, 66(6): 855-861.
- [12] Vaidya U K, Kamath M V, Hosur M V, et al. Low-Velocity Impact Response of Cross-Ply Laminated Sandwich Composites with Hollow and Foam-Filled Z-Pin Reinforced Core[J]. *Journal of Composites Technology & Research*. 1999, 21(2): 84-97.
- [13] Summerscales J, Searle T J. Low-pressure (vacuum infusion) techniques for moulding large composite structures[J]. *Journal of Materials: Design and Applications*, 2005, 17: 45-58.
- [14] 杨金水, 肖加余, 曾竟成, 等. 真空导入模塑工艺树脂流动规律研究 [J]. *宇航材料工艺*, 2007, 5: 22-26.

一种新型粘弹性阻尼材料在振动噪声控制中的应用

徐福卿 朱清玉

(鞍山市金钢碳纤维复合材料有限公司, 鞍山, 114000)

摘要: 研发了一种新型高温宽频粘弹性约束层阻尼材料。首先分析了粘弹性阻尼材料的阻尼机理及其特性。然后, 介绍了新型粘弹性阻尼材料的阻尼性能、耐腐蚀、抗热冲击性能以及其对阻尼性能的影响和材料的隔声吸声性能。最后, 介绍了新型粘弹性约束层阻尼材料 3 个典型应用案例, 可实现振幅和振动应力的大幅降低, 有效治理振动过大问题。

关键词: 高温宽频 新型粘弹性阻尼材料 阻尼性能 耐腐蚀抗热 典型应用

1 引言

随着社会发展, 振动、噪声逐渐引起人们的关注, 成为生活中不可避免的一种污染, 其本质是由于振动的存在。根据机械振动理论, 提高机械系统的阻尼可以有效地抑制机械系统的振动, 尤其是共振区的振幅^[1]。粘弹性阻尼材料作为高分子聚合物和各种添加剂的复合体, 具有良好的阻尼性能, 能有效降低振动应力应变^[2-3]、提高结构的稳定性和寿命^[4], 且不会显著增加结构质量, 因而在减振降噪方面有着广阔的应用前景, 如飞机机身蒙皮^[5]、大型客机客舱、汽车^[6]、航空航天等结构上。但传统的粘弹性阻尼材料易受频率、温度、应变幅值等因素影响^[7], 因而本文提出一种新型阻尼材料, 并对其机理进行分析。同时通过试验测试了这种新型阻尼材料的性能参数, 试验结果表明其具有良好的抗温度冲击、抗湿热以及良好的隔声吸声性能。最后, 本文还给出了新型阻尼材料的三个成功应用案例。

2 粘弹性阻尼复合材料结构形式及阻尼机理分析



(a) 自由层阻尼材料



(b) 约束层阻尼材料

图 2-1 粘弹性阻尼材料

阻尼材料是高分子聚合物和各种添加剂的复合体, 在机械振动传递过程中具有消耗应变能的能力, 能够降低结构共振响应幅值或使共振频率偏移, 因此又被称为减振材料。由于材料的阻尼作用, 在自由振动中会抑制振幅衰减, 在强迫振动中产生响应振幅的抑制或者使形变相位落后于外加载荷, 从而达到振动衰减的目的。根据材料的性质, 阻尼材料可以分为金属阻

尼材料与非金属阻尼材料两类。金属阻尼材料被称为高阻尼合金, 按照材质可以分为铜基、钢基、铝基等。相比于金属阻尼材料, 非金属阻尼材料具有更高的阻尼能力, 其中粘弹性阻尼材料是应用最为广泛的阻尼材料。粘弹性材料有很多种, 如高分子材料、玻璃、陶瓷等。其中, 高分子材料的粘弹性能力更为突出, 内耗更大, 阻尼作用更强, 最适合制作阻尼材料。如图 2-1 所示为两类常用的高分子粘弹性阻尼材料。

2.1 粘弹性阻尼复合材料结构形式

由于粘弹性阻尼材料属于高分子材料, 其弹性模量很低, 因此在实际工程应用中一般不单独使用, 而是将阻尼材料粘贴在需要减振的结构件上, 此时, 粘弹性阻尼材料与结构件共同组成粘弹性阻尼层合结构。根据不同的结构类型, 工程中常用的阻尼复合材料结构有如下两种形式:

2.1.1 自由层阻尼

自由层阻尼 (Free Layer Damping) 是一种比较常用的阻尼结构, 如图 2-2 所示。自由层阻尼结构是在需要减振的结构件表面上直接贴敷具有一定厚度的阻尼材料。当结构件振动时, 自由层阻尼随着结构件同时产生拉伸与弯曲变形, 将系统的机械能转化为内能释放到外部空间中, 消耗振动能量。

2.1.2 约束层阻尼

约束层阻尼 (Constrained Layer Damping) 主要由基体、粘弹性阻尼层和约束层组成, 其中约束层通常采用弹性模量较高的金属材料, 如图 2-3 所示。与自由层阻尼减振原理不同, 当约束层阻尼材料工作时, 粘弹性阻尼层在弯曲振动的同时还会产生剪切变形, 两类变形同时作用将机械能转化为内能消耗掉, 起到减振的作用。

两种阻尼材料相比, 自由层阻尼结构形式简单, 便于施工。由于结构变形时存在剪切变形, 约束层阻尼材料相比于自由层阻尼结构的减振效果更为显著, 但实际应用过程中施工较为复杂。因此, 在工程应用过程中应根据具体的情况选用合理的阻尼方案。

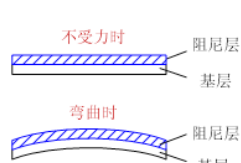


图 2-2 自由型阻尼结构

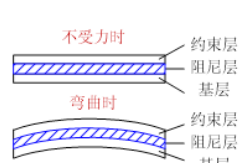


图 2-3 约束型阻尼结构

2.2 阻尼作用机理

自由阻尼结构是将一层粘弹性阻尼材料直接粘贴或涂敷在需要减振降噪的金属板一面或两面，当板振动弯曲时，板和阻尼层都允许有自由压缩和延申的变形，从而使一部分机械能损耗。根据阻尼材料的耗能机理，当阻尼材料内部产生交变应力时，阻尼材料就会将有序的机械能转化为无序的热能，起到耗能的作用。其损耗因子取决于选用的阻尼材料，和阻尼材料的厚度与金属板厚度之比也有关系。这种比值一般取 2~4 为宜。比值过小，起不到应有的阻尼效果；比值过大，阻尼效果增加不显著，会造成材料浪费。

所谓约束阻尼结构，是将粘弹性阻尼材料粘合在本体金属板和刚度较大的约束层（通常是金属板）之间，当结构弯曲变形时，本体金属板与约束层产生相对滑移运动，粘弹性阻尼材料产生剪切应变使一部分机械能损耗。受弹性约束的阻尼层被称为约束阻尼层。由于阻尼层与基本结构接触的表面所产生的拉伸变形不同于约束层接触表面的拉伸变形，从而在阻尼材料内部产生剪切变形，达到耗能的作用。通常选用的约束层弹性远大于阻尼层的弹性模量，其厚度可与本体金属相同，也可为本体金属的 1/2~1/4。阻尼材料的厚度是本体板厚度的 2 倍左右。

聚合物的力学松弛。聚合物在外力作用下产生的形变与温度及外力作用时间有密切关系。对于一个理想的弹性体，受力后形变在瞬时就能达到平衡，与时间无关；对于一个理想粘流体，受力后形变与时间成线性关系。高分子材料受力后形变与时间的关系，介于理想粘流体与理想弹性体之间，故高聚物又称为粘弹性材料，或称“粘弹体”。

粘弹性是高分子材料的一个重要特性，聚合物的粘弹性表现在力学性质上为力学松弛现象。聚合物由于受外力作用的情况不同，可产生许多类型的力学松弛现象，最基本的有三种：蠕变、应力松弛及滞后现象。

蠕变是指聚合物在较小的恒外力作用下，其应变（即变形）随时间逐渐增大的现象。应力松弛是指聚合物在形变保持不变时，其内应力随时间而衰减的现象。滞后是指聚合物在外力作用下其应变落后于外力的现象，聚合物的滞后现象与其阻尼性能直接有关。

力学损耗与阻尼性能。组合物在交变应力下发生交变形变。在没有滞后现象时，形变每循环一次，对聚合物所作的功等于它释放的功，没有功的损耗。如果有滞后现象，则每循环一次就要消耗功，这种力学损耗统称为内耗。高分子材料在受到交变力场的作用下发生的位移滞后现象，产生的力学损耗是其产生阻尼作用的根本原因。由滞后产生的内耗可用从聚合物材料的拉伸和回缩的应力-应变曲线加以说明，图 2-4 为聚合物的滞后现象示意图。我们将应变落后于应力的相角差 δ 称为力学损耗角，常用力学损耗角的正切来表示内耗的大小。力学损耗与阻尼性能关系非常密切，作为阻尼材料则希望聚合物的内耗愈大愈好。和模量的关系如下：

$$E^* = E' + iE'' \quad (2-1)$$

$$\tan \delta = E'' / E' \quad (2-2)$$

式中： E^* 为复数模量， E' 为实数模量，又称储能模量，表示应力作用下能量在试样中的储存； E'' 为虚数模量，表示能量的损耗，称为损耗模量。

当振动或噪音由基体传递到高分子材料时，机械振动被转化为大分子或链段的运动，通过分子间的内摩擦把力学能转化为热能，起到阻尼作用。一般在玻璃化转变温度附近，链段能充分运动，但形变又跟不上外加交变力场的变化，所以滞后现象严重，阻尼效果好，在玻璃化转变区内出现一个内耗的极大值。玻璃化转变温域愈大、温域值与环境愈符合，其阻尼效果愈好。

图 2-5 为不同温度下高聚合物的阻尼性能示意图。

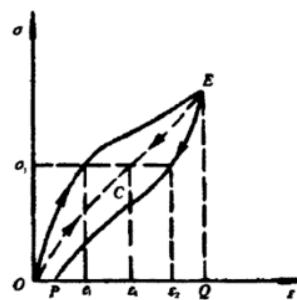


图 2-4 聚合物的滞后现象

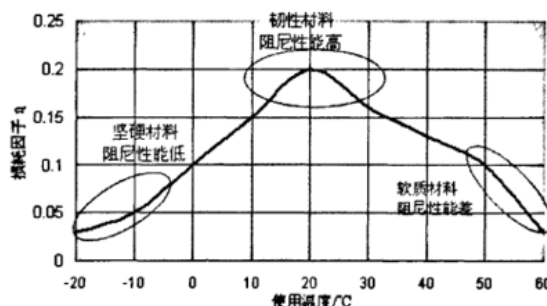


图 2-5 不同温度下高聚合物的阻尼性能示意图

3 粘弹性阻尼材料性能参数测试

3.1 阻尼性能

表征阻尼材料动态力学性能的参数为动态复数模量和损耗因子。采用 DMA 试验方法可获得阻尼材料的阻尼参数随温度、频率变化的趋势，从而可以确定阻尼材料的阻尼性能范围。采用动态热机械仪对涂层试验件进行试验，先做频率扫描，然后再做温度扫描，分别获得粘弹性阻尼材料随频率和温度变化的动态力学性能参数。如图 3-1、图 3-2 所示，为粘弹性阻尼材料的测试结果。

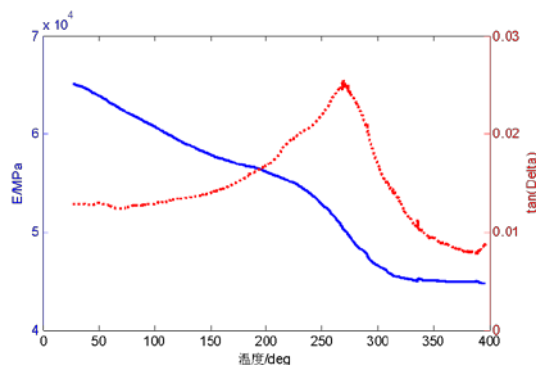


图 3-1 粘弹性阻尼材料动态力学参数随温度变化曲线

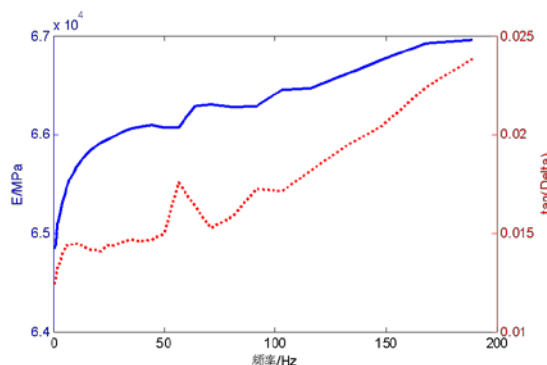


图 3-2 粘弹性阻尼材料动态力学参数随频率变化曲线

通过 DMA 测试, 获得粘弹性阻尼随温度和频率变化的动力学参数, 具体如下: (1) 在 25-400℃范围内, 粘弹性阻尼的阻尼特性未见明显下降, 其损耗因子为 0.007814-0.0256, 其中在 269℃时阻尼性能最好; (2) 在 0-200Hz 范围内, 粘弹性阻尼的损耗因子随频率升高而逐渐增大 (0.0124-0.02383), 其中在 189Hz 时, 阻尼性能最好。

3.2 抗温度冲击性能

温度变化是影响阻尼材料阻尼性能稳定性最重要的因素。有的阻尼材料在使用过程中受高温影响, 可能会发生变色, 体积膨胀或收缩、裂纹等, 从而引起阻尼材料变质。为了研究环境对阻尼材料性能的影响, 提高阻尼材料的生存能力和对环境的适应性, 建立了模拟阻尼材料环境试验测试技术, 对粘弹性约束层阻尼材料进行温度冲击, 同时检测粘弹性阻尼材料在交变温度急剧变化下材料的表面形貌、动力学性能变化情况。

据 GJB150-86 标准, 开展温度冲击试验, 将粘贴有粘弹性阻尼材料试片挂在温度冲击试验箱中, 经规定的试验周期后, 取出检查, 通过振动测试判定温度冲击环境对阻尼材料性能的影响程度。

温度冲击试验一个重要的目标是考核试验件在高温、高湿条件下抗腐蚀的能力。图 3-3 为温度冲击试验前后阻尼材料表面图, 图 3-4 为经温度冲击后的振动测试响应图。通过观察可以看出: 粘弹性约束层阻尼材料在温度冲击试验前后表面无明显变化, 基体材料无明显变化。试验结果表明: 粘弹性阻尼材料在整个的实验周期内并没有明显的变化, 表现出很好的抗温度变化能力。



图 3-3 温度冲击对阻尼材料表面形貌影响

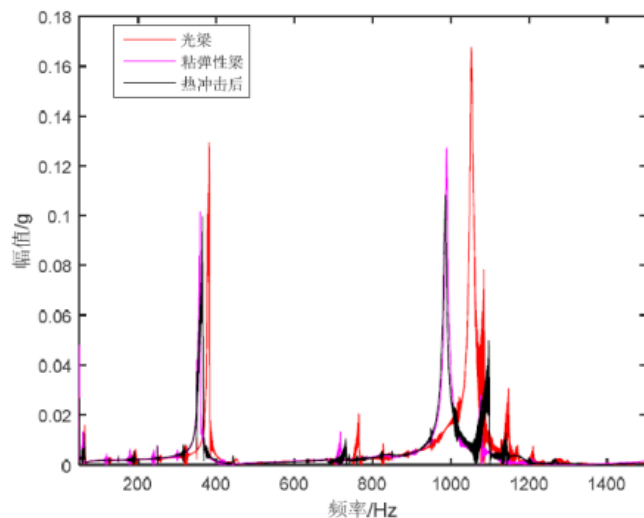


图 3-4 温度冲击试验材料性能检验

由对试验件贴覆粘弹性约束层阻尼材料、温度冲击试验后测试结果对比表明: 粘弹性阻尼材料明显提高减振性能, 冷热冲击试验后, 阻尼材料的阻尼性能未发生明显的变化。

3.3 抗湿热性能

湿热试验是人工模拟自然环境和诱发环境中湿热因素的一种加速试验方法。模拟是指试验条件模拟自然气候和诱发气候可能出现的温度、湿度参数, 并且试验结果又基本上与阻尼材料上实际使用情况一致。加速是指在不歪曲存在条件的试验情况下强化试验条件的作用以达到缩短试验时间的目的。湿热试验一般用以考核阻尼材料耐湿热环境的适应性。

按照国家军用标准 GJB150-86 的高温高湿条件来评定粘弹性材料性能。将粘贴有粘弹性阻尼材料试片挂在湿热试验箱中, 经规定的试验周期后, 取出检查, 以试片表面有效区锈点的数量和大小来判断试样的防锈性能, 并通过振动测试判定湿热环境对阻尼材料性能的影响程度。

湿热试验一个重要的目标是考核试验件在高温高湿条件下的抗腐蚀能力。图 3-5 为湿热试验前后阻尼材料表面图, 通过观察可以看出: 粘弹性约束层阻尼材料在湿热试验前后表面无点蚀现象。但试验件基体由于是钢制材料, 在湿热试验后出现腐蚀。试验结果表明: 粘弹性阻尼材料在整个的实验周期内并没有明显的点蚀出现, 表现出很好的抗腐蚀能力。

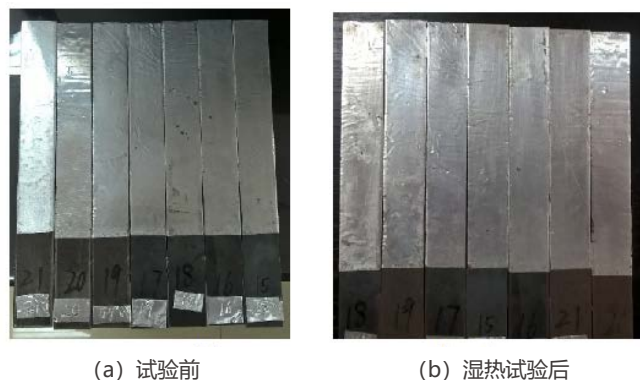


图 3-5 湿热试验对阻尼材料表面形貌影响

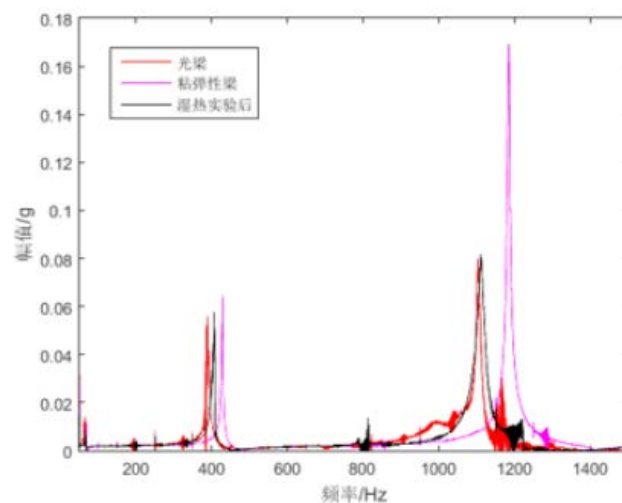


图 3-6 试验件湿热试验振动性能

按照国家军用标准湿热条件对粘弹性材料性能评定, 结果表明: 粘弹性约束层阻尼材料表面形貌未产生明显改变; 阻尼性能良好, 湿热环境对阻尼材料性能未造成严重影响。

3.4 隔声吸声性能

本次测试主要测试粘弹性阻尼材料的隔声吸声性能。先由 matlab 生成一段白噪声，再通过蓝牙传输至扬声器作为筒内声源，如图 3 所示，测量其中心测点位置处的声压信号，声探头距离被测材料的距离为 1cm，如图 3-7、图 3-8 所示。



图 3-7 试验布置图

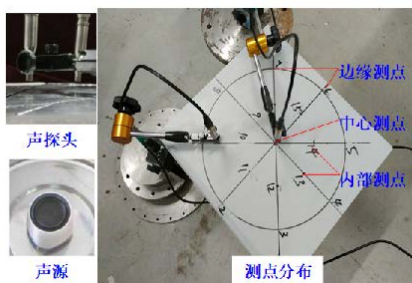


图 3-8 测点分布图

试验结果如图 3-9 所示。

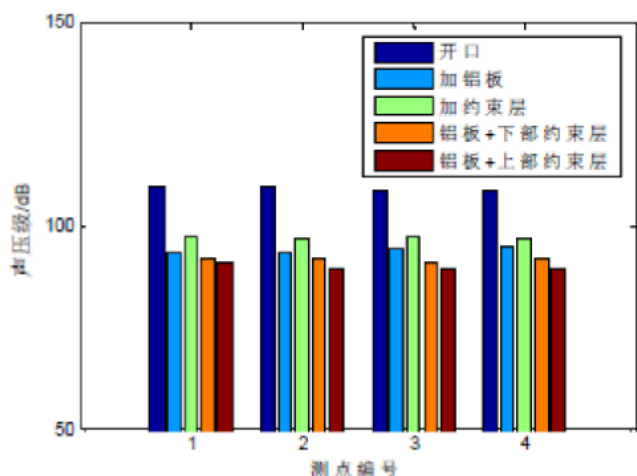


图 3-9 粘弹性阻尼材料隔声效果测试

4. 应用案例

本文仅介绍粘弹性阻尼材料的 3 个成功应用案例。针对薄壁机匣裂纹故障，成功研制粘弹性约束层阻尼减振技术，并在其机匣裂纹治理中得到了应用检验，如图 4-1 所示。应用结果表明，添加阻尼层后振动应力降低明显，大部分测点振动应力减少 50% 左右。增加阻尼层后机匣共振频率、共振转速和激振因素系数均未改变，总体质量增加极小。



图 4-1 粘贴粘弹性阻尼材料的薄壁结构

针对旋转薄壁圆柱壳振动过大问题，开展了粘弹性阻尼减振研究，采取在危险节径处粘贴粘弹性阻尼材料的措施，实现危险节径处共振的振动应力下降 64%，如图 4-2 所示。



图 4-2 粘贴粘弹性材料的旋转薄壁圆柱壳

某大型运输机飞机辅助动力装置 (APU) 的进气道采用轻质壁板结构，由于进气道内跨声速流动复杂，其中激波 - 边界层作用、燃烧室压力扰动和蜂鸣现象对进气道壁板结构造成非定常激励，这使得壁板结构产生明显变形和振动，影响 APU 进气道通流性能，甚至导致进气道壁板结构产生疲劳破坏。在某单位试飞过程中已有裂纹发生。如图 4-3 所示为 YL76 运输机的 APU 位置和进气道壁板结构形状示意。

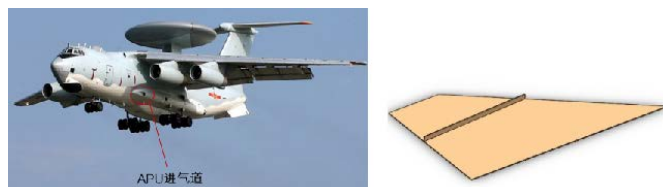


图 4-3 伊尔 76 运输机的 APU 位置及其进气道壁板结构示意

为了控制 APU 进气道壁板的振动过大和避免裂纹产生，目前在工程设计中拟采用对壁板结构进行加筋的处理方案。而由于飞机对重量的严格限制，因此现有更改设计所采用的增加壁板厚度和增加加强筋的方法缺少经济性和先进性。为此，提出采用粘弹性约束层阻尼材料和技术对 APU 进气道壁板结构进行减振，实现在宽频域范围内降低壁板振动、避免危险的共振。

设计加工 APU 进气道壁板原理件。根据阻尼优化设计的结果，贴覆粘弹性复合层阻尼材料，进行原理件减振试验，如图 4-4 所示。



图 4-4 APU 进气道壁板原理件减振试验

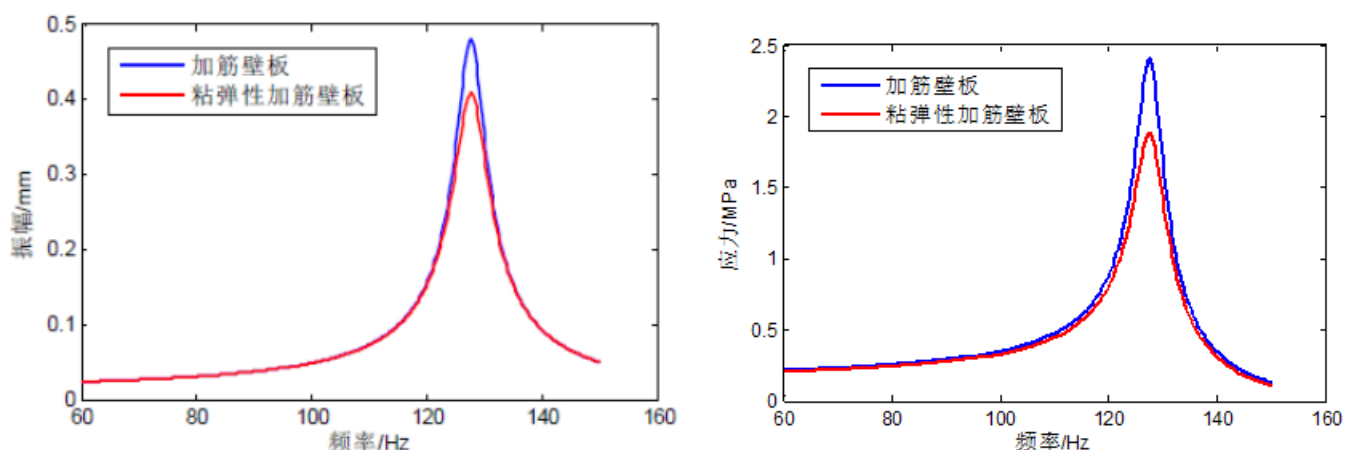


图 4-5 粘弹性复合层阻尼材料对振幅及振动应力的影响

可以看出,贴覆约束层阻尼带后,第 1 阶共振振幅及应力分别下降了 14.7% 和 21.7%。

5. 结论

本文提出的新型粘弹性阻尼材料具有良好的阻尼性能和环境适应性,其在温度冲击和高温高湿环境下仍能保持原有的阻尼特性。因而这种新型粘弹性阻尼材料在振动噪声的控制中有着巨大的作用,它可以有效降低结构共振振幅和应力,在航空航天、发动机、汽车等领域的应用前景十分广阔。

参考文献

- [1] 闫超群,王韶枫,王志刚,曲佳辉,范国栋,马炳杰.贴敷新型阻尼材料对油底壳减振降噪规律效果的研究[J].噪声与振动控制,2019,39(05):218-222.
- [2] 王娇.基于复模量本构关系的粘弹性阻尼块-叶片的动力学特性分析[C].中国振动工程学会非线性振动专业委员会.第十五届全国非线性振动暨第十二届全国非线性动力学和运动稳定性学术会议摘要集.中国振动工程学会非线性振动专业委员会:中国力学学会,2015:71-72.
- [3] 宁智轶,杜少辉,韩清凯,王洪斌.模拟叶片气激及涂层阻尼减振有效性研究[J].航空发动机,2013,39(05):14-17+78.
- [4] 邱增明,翟敬宇,陈玉刚,韩清凯.宽带白噪声激励下粘弹性阻尼薄板的振动分析[J].机电工程技术,2016,45(04):84-88.
- [5] 杨云昭,黄光胜,陈晨.民用飞机机身蒙皮阻尼减振降噪效果分析[J].装备制造技术,2017(07):241-242.
- [6] 申标,张辉.新型阻尼材料在汽车领域的应用[J].电镀与涂饰,2019,38(14):715-718.
- [7] 杜国芳,单长吉,蔡彦,杨海涛.浅谈减振降噪材料[J].科学技术创新,2018(32):189-190.

REINFORCED POLYMER HANGERS



World's First Large Bridge Fully Relying on Carbon Fiber Reinforced Polymer Hangers

Urs O. Meier

EMPA, Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology

Ueberlandstrasse 129, Dübendorf

Andreas U. Winistörfer

Carbo-Link AG

Undermülstrasse 25, Fehraltorf

Lorenz Haspel

sbp schlaich bergemann partner

Schwabstrasse 43, Stuttgart

ABSTRACT

The Public City Transport Operator (SSB) of Stuttgart is building in 2020 a network arch bridge of 124-meter span with carbon fibre reinforced polymer (CFRP) hangers. The use of CFRP for all hangers allows a reduction of the cross sectional area of those to about one quarter of an equivalent steel cross-section. The sustainability of the CFRP hangers is in comparison to those of steel impressive. Finally, the use of hangers made of CFRP is less expensive than of steel and gives more freedom for an aesthetic arrangement of the network.

INTRODUCTION

EMPA researchers^{1,2} started in the 1980's to promote CFRP as the most adequate material for tension members under extreme loading and harsh environmental conditions for applications in bridge-construction. Since more than 20 years, cables built as parallel wire bundles made out of CFRP, proved in bridge construction to be very reliable under sustained stresses as high as 1800 MPa³. However, opposite to the method of external bonding of CFRP laminates to strengthen structures², there is up to now no commercial success. Originally, the civil engineers did not trust in the reliability of CFRP, for them an unknown material. However nowadays thousands of them use it in ten thousands of strengthening applications worldwide since at least one decade. Therefore, reliability is no longer an argument against CFRP in bridge engineering. The only reason left that CFRP is not yet reaching a commercial breakthrough for tension members is the initial cost. E.g. if for the new Queensferry Firth of Forth Crossing in Scotland CFRP- instead of steelstays had been used, the total project cost would have been approximately 20% higher. With total price tag of £1.35 billion British pounds, this would result in additional 270 million. In principle, it is not fair to compare only the initial cost. The responsible bridge authorities should consider the whole lifespan of a bridge over 100 years. According to the best today available knowledge the expenditures for a bridge with CFRP tension members would be lower when comparing a full LCA.

Starting in the early 1990's EMPA-researchers⁴⁻⁷ hoped with the development of pin-loaded CFRP strap tensile elements to be economically more successful than with the expensive CFRP parallel wire bundles. This was the origin of the Carbo-Link Company.

The discussed light rail bridge connects Stuttgart main station with the airport and crosses the ten lanes of the highway BAB8. As part of a value engineering research, bridge engineers of schlaich bergemann partner in Stuttgart demonstrated in 2015 that for the planned network arch bridge of 124-meter span for the Public City Transport Operator (SSB) of Stuttgart CFRP hangers are less expensive than fully locked cables. The reason is the high cyclic

loading during rail operation and the outstanding fatigue performance of CFRP hangers. This allows a reduction of the cross sectional area of the hangers to about one quarter of an equivalent steel cross-section^{8,9}.

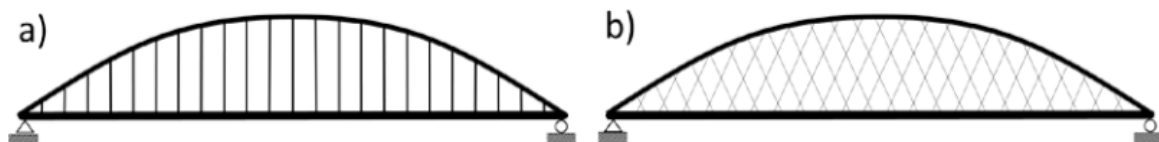
CFRP hangers are in Germany not state-of-the-art in bridge engineering. Therefore, a "structural design type approval" is required. However to get such an approval is time consuming and the expenses are quite high. In the case of the light-rail bridge, there was in 2016 neither the needed time nor the money available. The only practicable solution was to apply for a "single case approval" (ZiE). The Public City Transport Operator (SSB) of Stuttgart asked EMPA to run the needed experiments simulating 100 years of train operation and to deliver an expert assessment supporting the application of a "single case approval".

PRINCIPLES OF THE NETWORK-ARCH BRIDGE

In the late 19th century, about the same time as today's classical tied-arch bridge (Figure 1a) with vertical hangers – also called "Langer's girder" – developed a high popularity, Claus Koepcke applied the principle of inclined and crossed hangers in 1878 at Riesa, Germany. He built network arches for the railway with 101 m span. The hanger arrangement separates network arch structures from the classical tied arches with vertical hangers. The inclined hangers with multiple intersections make the network arch act like a truss, with axial compressive and tensile forces.

Due to the compressive forces in the diagonals, Koepcke designed them as elaborated framework members. The complexity of this design is one reason that there are up to now only relatively few tied arch bridges with inclined members in comparison to vertical hangers. German bridge designers used in the near past flat steel for the hangers in the network arrangement. As soon as such a hanger gets compressive loads, it becomes slack. Heavy concrete ballast as part of the deck can avoid this. However, a better and more economical solution to overcome this disadvantage is to pre-stress the hangers. This way they will no longer suffer compressive forces and no additional weight is required. The network arch is especially well suited for railway bridges due

Figure 1. a) Classical tied-arch bridge with vertical hangers – also called "Langer's girder" ;
b) Network tied-arch bridge with inclined hangers.



FEATURE / REINFORCED POLYMER HANGERS



Figure 2. April 2020. The photo on left shows the completely installed network arch aside of the highway. The CFRP hangers are already pre-stressed. In the night of May 3rd the bridge will be slid in over the highway. The photo on right demonstrates the slenderness of the CFRP hangers.

to the system-related low deformations under traffic loads. Nevertheless, so far only about two dozen of them exist worldwide⁸. This might be largely due to the challenges attributed to the high fatigue loads from rail traffic.

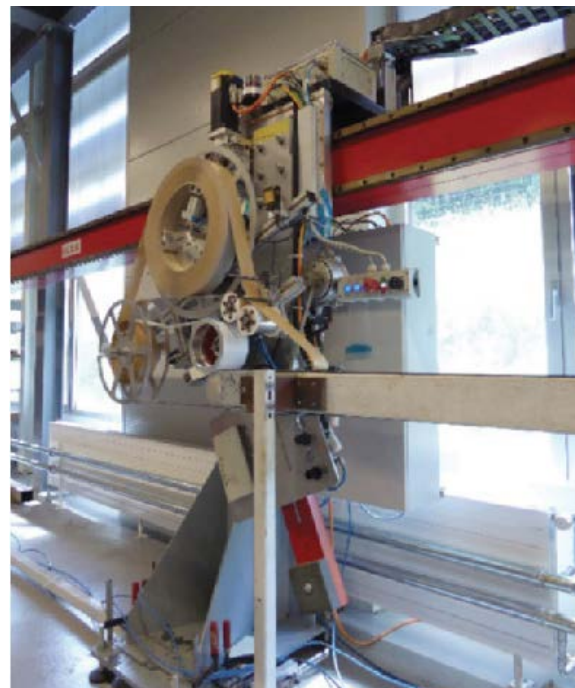
The use of hangers made of CFRP fundamentally changes the boundary conditions used in the selection of a hanger layout and thus influences the load bearing system of the network arch^{8,9}. Due to the excellent fatigue resistance, the layout of carbon hangers can be tuned ignoring any criteria for fatigue stress range limits, allowing the selection of the tendon to be based entirely on the criteria of the utilization of the tensile load capacity. As a result, the required hanger cross sectional area can be reduced to less than one quarter of what would be required in steel. This together with the smaller young's modulus of CFRP leads to significantly larger elongations of the hangers, which resolves the issue of the hangers going slack. By reducing the mass and simultaneously increasing the relative pre-stress in the hanger cross-section (same force in relation to a significantly smaller cross-sectional area) the natural frequencies of the hangers shift significantly upwards. This avoids the frequency range in that rain-wind-induced vibrations occur. The use of round cross sections is therefore in this context not a disadvantage. Wind-induced vibrations of CFRP tendons above a frequency of 10Hz are since 25 years well known in marine applications. They do not reduce the service life due to the high fatigue resistance of CFRP in the case of a suitable design of the connections.⁸⁻¹⁰ By using carbon tension members as hangers, it is possible to realize a high aesthetic quality and at the same time very efficient hanger arrangements with comparatively steep hangers avoiding hangers getting slack and without impairing the service life as a result of wind-induced vibrations.

FABRICATION OF THE CFRP HANGERS

Since twenty years, the EMPA spin-off company Carbo-Link is producing pin loaded CFRP straps as backstays for huge cranes and the rigging in marine applications. Therefore, it was for the bridge engineers of schlaich bergemann partner (sbp) in Stuttgart obvious to get in touch with this company.

The production process is highly automated. A tape-laying machine (Figure 3) is winding an "endless" 50 mm wide unidirectional carbon fibre/epoxy prepreg around two milled titanium thimbles. As soon as the required cross section is reached, the whole assembly is rotated around the longitudinal axis similar to a classical filament-winding machine.

Figure 3. Tape-laying/winding machine.





WHY ATTEND

CAMX — the Composites and Advanced Materials Expo — is the largest, most comprehensive composites and advanced materials event in North America for products, solutions, networking, and advanced industry thinking. Find solutions and products revolutionizing transportation, aerospace, automotive, construction and infrastructure, wind energy, sports and leisure, medical, marine, and much more.



www.theCAMX.org

FEATURE / REINFORCED POLYMER HANGERS



Figure 4. High strength polyester yarns tie the two layers of plies, each of rectangular cross-section, in lateral direction together into one circular cross-section. After the application of additional reinforcement in the region of the thimbles the hanger is cured in an oven at 140°C. Carbo-Link produced in autumn 2016 for the static and fatigue experiments three identical CFRP hangers of 2.8 m in length and 33 mm diameter on the free length (Figure 4) numbered A to C for the “single case approval” (ZiE).

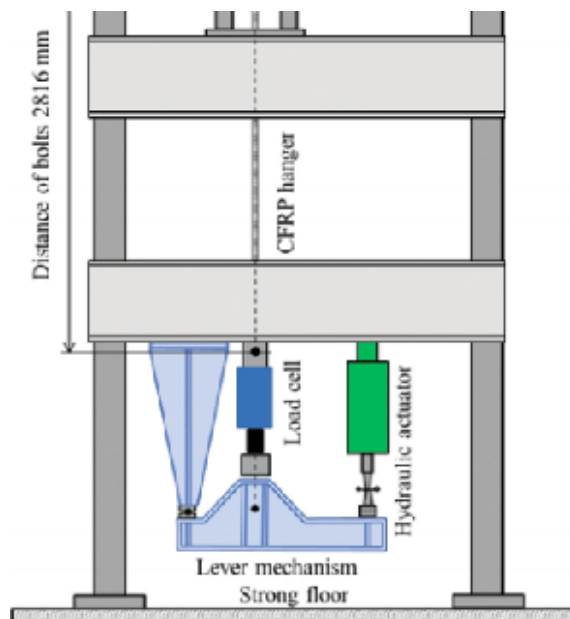
SIMULATION OF 100 YEARS OF TRAIN OPERATION

The design methods in steel and concrete construction are at a very high level today due to great global research efforts at least since a century. The construction sector is applying CFRP only since 1991. The design methods are therefore not yet as sophisticated as in steel and concrete construction. Fullscale experiments serve the calibration of the finite element and the analytical calculations.

100 years of train operation correspond to 11 million load cycles between 149 and 328 kN for the highest loaded hangers. It was originally planned to subject the CFRP “hanger A” to cyclic loading with a minimum load of 115 kN and a maximum load of 575 kN at a frequency of 4.2 Hz. After approximately 70 minutes of cyclic loading in the fatigue-test rig (Figure 5), the temperature raised up to 80°C at the outer surface of the CFRP layers around the thimbles. This was an important reason to interrupt the experiment. It was assumed that the temperatures

at the titanium/CFRP interfaces would be higher than the glass transition temperature T_g of the CFRP matrix of 138°C and that the “hanger A” would fail prematurely if the fatigue tests were continued under the same conditions. The ISO standard 13003 allows a maximum temperature increase ΔT of 10 °C for fatigue tests on fibrous composites. After further short tests with different frequencies and load limits as well as intensive discussions, it was decided to accept the fatigue test with a minimum load of 193 kN and a maximum load of 462 kN. The time- and cost-pressure enforced to stay with the frequency of 4.2 Hz but to reduce the load amplitude and the maximum load. The temperature at the outer surface of the CFRP layers around the thimbles stabilized under the new conditions at 45 to 50°C. By this time, the “hanger A” had already experienced 816,000 load cycles and was pre-damaged. The fretting between the titanium thimbles and the CFRP layers produced from the beginning of the fatigue tests, dust-like black microparticles observed on the terminations of the hanger and on the surrounding components of the loading device. These were clearly CFRP particles, wear products. The relative movement between titanium and CFRP and the still too high temperature caused a non-quantifiable material removal, especially on the flanks of the CFRP loops. Adhesive and abrasive wear caused this abrasion. The main reason was the high frequency of 4.2 Hz and the associated heating of the CFRP hanger in the loop areas. In reality, the load frequency will reach in the worst case 0.003 Hz under the assumption that a train crosses the bridge every three minutes. Under such loading frequencies, there will be no thermal damage and the wear greatly reduced. The identical CFRP “hanger B” was installed in the vertical test rig connected at the bottom to the tensioning device and at the top to the original steel arch section of the bridge. This “chain” was also subjected to a cyclic load with a minimum load of 193 kN, a maximum load of 462 kN and a frequency of 4.2 Hz. In this test too, the temperatures on the CFRP loops rose to 45 to 50°C. There was no previous damage compared to CFRP hanger A, there was significantly less wear.

Figure 5. Fatigue-testing rig.



LOAD/ELONGATION BEHAVIOR OF CFRP HANGERS

The load/elongation behavior of the CFRP hangers A and B under quasi-static loading was determined according to¹¹ before and after the fatigue tests. The CFRP hangers showed an almost perfect linear elastic behavior over the entire load range. During unloading resulted a very narrow hysteresis loop. There were no permanent deformations.

The loading and unloading load/elongation lines matched before and after the 11.3 million load cycles for the CFRP hangers A and B well. The fatigue tests had only a very minor influence on the stiffness behavior of the CFRP hangers.

ULTIMATE LOAD AND SAFETY FACTORS OF CFRP HANGERS

Finally, the MPA University of Stuttgart estimated the ultimate load of all three hangers (A, B and C). Table 1 represents the results of these experiments.

The results show, even with this small number of experiments, quite clear the influence of fretting fatigue due to the “100 years of train operation”. However, this was after previous research on large series of small samples not surprising^{12,13}.

Carbo-Link determined the ultimate load of not pre-damaged CFRP hangers based on FEM calculation with 1800 kN.

The following Schürmann-equation allows calculating the

$$f_E(Fb) = \left| \frac{1}{R_{\parallel}^{\pm}} \left[\sigma_1 - \left(v_{\perp\parallel} - v_{f\perp\parallel} \frac{E_{\parallel}}{E_{f\parallel}} m_{\sigma f} \right) (\sigma_2 + \sigma_3) \right] \right| = 1$$

$f_E(Fb)$ = stress exposure value for fibre failure.

Table 2 gives the input data for the Schürmann-equation and Table 3 shows the results of the iterative process to estimate the stress exposure value $f_E(Fb)$ and therefore the ultimate load of 1600 kN.

The low number of experiments to estimate the experimental value of the ultimate load may be criticised. However, it must be considered that Carbo-Link produced within the last two decades thousands of similar tendons for mechanical and marine engineering applications. This helped a lot to build up the needed confidence.

A partial safety factor of $1.5 \cdot 1.15 = 1.72$ on the resistance side compared to the lower limit of the 95% quantile value of the ultimate load of a hanger without cyclic preloading in relation to the design load in the ultimate limit state (ULS) and a partial safety factor of 1.5 on the resistance side compared to the residual strength of a hanger in relation to the design load of the hangers in the ULS after cyclic loading were applied. Comprehensive statistic data in¹⁵ was the source to derive the 95% quantile value of the ultimate load.

FURTHER REQUIREMENTS FOR THE SINGLE CASE APPROVAL

There was a long list of requirements for the single case approval. In the following section, some will be discussed.

CFRP hanger	Loading history and pre-damage status	Ultimate load [kN]
A	816,000 + 11,600,000 load cycles and severe thermal damage	1250
B	11,300,000 load cycles with 20 mrad misalignment and thermal damage	1330
C	none	1795

Table 1. Ultimate loads of the CFRP hangers A, B and C.

To prove the durability of CFRP was after more than a quarter century of such applications³ for strengthening tasks in bridge engineering relatively easy. Also all materials connecting the CFRP hangers with the steel arch and with the post-tensioned concrete deck must be sufficiently corrosion-resistant under the atmospheric conditions that exist on the bridge. The influence due to galvanic corrosion can be classified as very low in the present material pairings, so that no acceleration in corrosion has to be expected.

$E_{\parallel}$ [N/mm ²]	180'000
$E_{\perp}$ [N/mm ²]	9'650
$v_{\parallel\perp}$ [-]	0.28
$v_{\parallel\parallel}$ [-]	0.015
$v_{\perp\perp}$ [-]	0.42
r_{inside} [mm]	88.5
r_{outside} [mm]	97.0
width b [mm]	49.8
$m_{\sigma f}$	1.1
$E_{f\parallel}$ [N/mm ²]	294'000
$v_{f\parallel\parallel}$ [-]	0.1
$R_{f\parallel}$ [N/mm ²]	2'130

Table 2. Input data.

F [kN]	$f_E(Fb)$
1300	0.81
1400	0.87
1500	0.93
1600	0.99
1700	1.05
1800	1.12
1900	1.18

Table 3. Estimation of $f_E(Fb)$.

FEATURE / REINFORCED POLYMER HANGERS

In discussions about the fire behavior of the CFRP hangers, it was argued that the pre-stressed concrete slab of the network arch bridge would protect the hangers from the fire in the case of a fuel tanker accident on the motorway. Nevertheless, the problem of the “fire behavior” had to be outlined. In the scientific literature, there are no relevant articles for the fire behavior of CFRP tendons. However, the EMPA report No. 148,795 “Fire tests on subsequently reinforced beams made of concrete”¹⁶, dealing with CFRP laminates allows an analogy for CFRP hangers.

Two classical 400 mm wide and 300 mm deep steel reinforced concrete beams were strengthened each with a CFRP laminate of 74 mm width and 1.0 mm thickness. They were loaded with the permissible payload over a span of 5.2 m in a four-point bending arrangement. The CFRP laminates had to withstand the heat of a standard fire in accordance with ISO 834. After 10 minutes, the furnace temperature reached 660°C and the CFRP laminates caught fire for a short period on parts of the surface. The temperatures in the adhesive joints reached an average of 200 °C and the bond to the concrete started to fail. However, the CFRP laminates continued to act as tendons, as the adhesive bond still worked in the area of the supports. The laminates were there over a length of 20 cm protected by rock wool in order to prevent heat loss at the supports. After 20 minutes, at 765 °C, the surfaces of the laminates were in full fire. Individual fibers hung down and burned. The charring process at the burning surface was proceeding micrometer by micrometer into the laminate thickness. The CFRP laminates continued to work as tendons since the carbon fibers hardly suffered loss in strength and rigidity in the remaining cross-sections. After 45 minutes at about 865°C, the remaining CFRP laminates

came loose because the “anchorage” of the CFRP tendons also failed. The residual load carrying cross sectional area was still about 50%.

The transformation of the above-described behavior of the 1.0 mm thick CFRP laminates allows the following conclusions: The loop part is critical on the CFRP hangers, where the solid circular cross-section (Φ 33 mm) of the free length with a cross-sectional area of 850 mm² merges into two laminates of rectangular cross-section each of 425 mm² (50 mm*8.5 mm). Under the unfavorable assumption that the 8.5 mm thick loop laminate burns inside and outside the cross-sectional will lose about 1 mm in width and 1 mm in thickness after 45 minutes of fire at a temperature of around 860°C. The remaining cross section would still be around 360 mm² (= 85%). This means that a failure of the hanger within 45 minutes is unlikely.

Falling catenaries will come into contact with the polymeric paint of the CFRP hangers. If this leads to a rather improbable electrical breakdown through this insulation, this would be recognizable. Such a breakdown does not affect the load-bearing capacity of the CFRP hangers.

A lightning strike into a CFRP hanger can destroy it, since the hanger is a conductor in the longitudinal direction. However the specific electrical resistance of carbon fibres with 14 to 20 [Ω mm²/m] is compared to steel with $1 \cdot 10^{-1}$ to $2 \cdot 10^{-1}$ [Ω mm²/m] much higher. In the event of a lightning strike, this resistance causes heating that burns the epoxy resin matrix and possibly also the carbon fibers. However, the conductive steel arches above the hangers should be

Table 4. LCA – life cycle assessment.

Unit	[t]	[t CO ₂ / t]		[GJ/t]	
		per 1 t	total	per 1 t	total
CFRP hangers					
CFRP of hangers	3,645	47.47	173	675.90	2464
160 Titanium thimbles Ti-6Al-4V	2,21	42.79	95	713.55	1577
Steel joint bars	28	2.79	78	31.67	887
Stainless steel prestressing devices	8	4.80	38	49.00	392
160 Stainless steel bolts	10	4.80	48	49.00	490
Total CFRP hangers including accessory			432		5809
Steel hangers					
Flat steel hangers	100	2.79	279	31.67	3167
Secondary steel savings	300	2.79	836	31.67	9501
Ballast concrete C 30	600	0.10	61	0.50	300
Steel reinforcement of ballast concrete	50	2.75	138	35.41	1771
Total flat steel hangers			1313		14739

FEATURE / REINFORCED POLYMER HANGERS

able to protect the CFRP hangers like an umbrella. In the worst case, the loss of two hangers would not yet cause a collapse of the bridge.

Vandalism was a very important argument for the opponents of the first CFRP applications in bridge construction in the 1990's. For this reason EMPA researcher simulated vandalism on applied CFRP laminates in the laboratory. The experiments demonstrated that it is very difficult to cause real damage. Opponents of CFRP further on claimed that pre-stressed laminates could be shot down and that they would fall along with a lot of concrete. This would cause traffic accidents. EMPA experts were shooting at pre-stressed laminates. They did not fall down. There was only a reduction of the cross-sectional area according to the diameter of the bullet. Since the strengthening laminates are unidirectional, there was even no stress concentration at the shot hole. Nevertheless, the responsible authorities for the network arch bridge in Stuttgart required a protection against vandalism. Therefore, Carbo-Link applied as second outermost layer corundum particles. The outermost layer of the hangers is a polyurethane based paint.

SUSTAINABILITY OF THE CFRP HANGERS

The responsible authorities did not ask for a Life Cycle Assessment (LCA) for the CFRP hangers in the case of the Stuttgart city railway bridge. In contrast, for the competition between a project with CFRP hangers and one with steel hangers for the 130 m span railway crossing of the river "Oder" the LCA presented in this section was mandatory. The comparatively high, required energy expenditure for the production of carbon fibres is particularly important for CFRPs. The production temperature is around 1500°C over a period of one hour. The basic raw material is an oil-based polyacrylonitrile polymer fibre. The Life Cycle Inventory (LCI) data record reflects this in the LCA. Table 4 shows the results of the LCA from the extraction of raw materials until the manufacture of hangers made of CFRP and steel.

According to EN15978, the system boundary of the LCA analysis entails the stage of material production (Modules A1 to A3), the construction stage (Modules A4 and A5), the use stage (Modules B1 to B7), the end-of-life stage (Modules C1 to C4) and Module D, which allocated the benefits and loads due to recycling, recover or reuse of materials. In the standard, only Modules A1 to A3 are mandatory that corresponds to a cradle-to-gate analysis. Moreover, Module D, is considered beyond the system boundary of the LCA and its use is optional even when a complete life cycle analysis of the structure is performed.

The determination of the LCI data for the CFRP and titanium components of the hangers was relatively precise. The processes envisaged are well defined. Determining the LCI data of the steel was more difficult because neither the energy mix nor the production processes were in this case well defined. Therefore, standard experience values were applied. However, these uncertainties do not fundamentally affect the result. For the production stage A1 to A3 the CO₂ emissions for the steel variant are approximately three times that of the CFRP solution and the energy expenditure for steel is more than twice as high.

Table 1 only covers the production stages A1 to A3. When erecting the structure (stages A4 to A5), there are hardly any environmental impacts during the installation of the CFRP hangers. No lifting equipment is required because of the hangers lightweight. One or two workers can easily carry the hangers by hand and move them on site. In contrast to the steel version, there is no welding needed. The hangers are fixed with bolts. A main argument for the CFRP variant is the usage stage B1 to B7. The extremely good corrosion resistance and fatigue strength are unrivalled. If the disposal stage (C1 to C4) should occur after 100 years or earlier because the bridge is no longer needed, the CFRP hangers could continue to be used as tension members in crane construction, for example. If that would not be possible, the titanium thimbles are classically recyclable. So far, CFRP has been shredded and added to asphalt as reinforcement of heavy loaded road pavements. For five years now, there have been companies in England that recover the fibres from CFRP and reuse them for less demanding applications.

CONCLUSIONS

In the case of the Stuttgart network arch bridge, CFRP tendons are winning for the first time in a competition based on initial cost against steel. CFRPs are best matching the specific required material properties for this type of bridge. This allows in future expanding the economically meaningful span for network arch bridges significantly over 300m span⁹. This first relatively large bridge fully relying on CFRP hangers will build up more and broader acceptance of the application of CFRP for tendons.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors would like to thank Prof. Dr.-Ing. Ulrike Kuhlmann for her support as structural engineering surveyor, Prof. Dr. Masoud Motavalli, Robert Widman and his team for the assistance during the fatigue experiments, Dr.-Ing. Geert Schellenberg for the estimation of the ultimate loads and the responsible authorities of Baden-Württemberg for the single case approval.

REFERENCES

1. U. Meier, Multiplication of the critical span of suspension bridges through the use of high-performance composites. Proceedings Coloquio Internacional sobre la factibilidad de una comunicaci3n fija a trav3s del Estrecho de Gibraltar. Tomo 1, 1982, ISBN 84-500-8985-7, 481-484.
2. U. Meier, Carbon Fiber-Reinforced Polymers: Modern Materials in Bridge Engineering, Structural Engineering International, Volume 2, 1992, p. 7-12.
3. U. Meier, R. Br3nnimann, P. Anderegg, in J. G. Teng, J. G. Dai (Eds.), Proceedings of the Eighth International Conference on Fibre-Reinforced Polymer (FRP) Composites in Civil Engineering (CICE) 2016, p. 1069-1074.
4. A. U. Winistoerfer, Development of non-laminated advanced composite straps for civil engineering applications, University of Warwick, PhD thesis 1999.
5. A. Winistoerfer, U. Meier, J. Lees, Carbostrap - Advanced composite tendons, in S. Bandyopadhyay et al (Eds), ISBN 0 7334 0791 9, Proc ACUN-3 "Technology Convergence in Composites Applications", UNSW, SYDNEY, Australia, 6-9 February 2001; <https://www.dora.lib4ri.ch/EMPA/islandora/object/EMPA%3A8213/datastream/PDF/Winist%C3%B6rfer-2001-CARBOSTRAP--Advanced-composite-tendons-%28published-version%29.pdf>.
6. A. U. Winistoerfer, U. Meier, Multilayer Traction Element in the Form of a Loop, US-Patent 6'209'279 B 1, Apr. 3, 2001.
7. J. M. Lees, A. U. Winistoerfer, U. Meier, External Prestressed Carbon Fiber-Reinforced Polymer Straps for Shear Enhancement of Concrete, Journal of Composites for Construction, Vol. 6, 2002, p. 249-256.
8. L. Haspel, Bauen mit Zuggliedern aus Carbon, Proceedings 14. Fachtagung Baustatik - Baupraxis, 08.-09. M3rz 2021, Universit3t Stuttgart.
9. L. Haspel, Netzwerkbogenbr3cken mit H3ngern aus Carbon, Stahlbau88 (2019), Heft 2, S. 153-159.
10. M. Fettke, Ph3nomen der wirbelerregten Querschwingungen bei Netzwerkbogenbr3cken im Eisenbahnverkehr, Stahlbau 86, 2017, H. 12, S. 1063-1072.
11. Technischen Lieferbedingungen und Technischen Pr3fvorschriften f3r Ingenieurbauten, TL/TP-ING, Teil 4, Abschnitt 4, Technische Lieferbedingungen und Technische Pr3fvorschriften f3r vollverschlossene Seile, Anhang C, Ermittlung der Verformungsmoduli.
12. G. P. Terrasi, F. Baschnagel, J. Gao, U. Meier, Fatigue behaviour of laminated carbon fibre reinforced polymer straps for bridge suspenders; ECCM17 - 17th European Conference on Composite Materials, Munich, Germany, 26-30th June 2016.
13. F. Baschnagel, V. Rohr, G. P. Terrasi, Fretting Fatigue Behaviour of Pin-Loaded Thermoset Carbon-Fibre-Reinforced Polymer (CFRP) Straps, Polymers 2016, 8, 124; doi:10.3390/polym8040124.
14. H. Sch3rmann, Konstruieren mit Faser-Kunststo-Verbunden, ISBN 978-3-540-72190-1, Springer Verlag 2007, p. 485-500.
15. H. Hamada, N. Oya, K. Yamashita, Z.-I. Maekawa, Tensile Strength and its Scatter of Unidirectional Carbon Fibre Reinforced Composites, Journal of Reinforced Plastics and Composites, Volume: 16 issue: 2, pages: 119-130, Issue published: January 1, 1997, DOI: <https://doi.org/10.1177/073168449701600202>.
16. M. Deuring, Brandversuche an nachtr3glich verst3rkten Tr3gern aus Beton, EMPA-Untersuchung Nr. 148'795, 1994.

创造轻快的世界
Make a Light and Quick World

医疗

高铁

汽车

航空

复合材料轻量化解决方案

利用航空领域积累的技术和经验，为汽车、轨道交通、船舶、能源、医疗等工业领域提供材料、设计、工艺、制造、检测、服务等完整的、定制化的应用解决方案。以“低成本、快节拍、智能化”的创新及服务，创造轻快的世界！



扫码浏览官网
WWW.ACC.AVIC.COM



中航复合材料有限责任公司
AVIC COMPOSITE CORPORATION LTD.