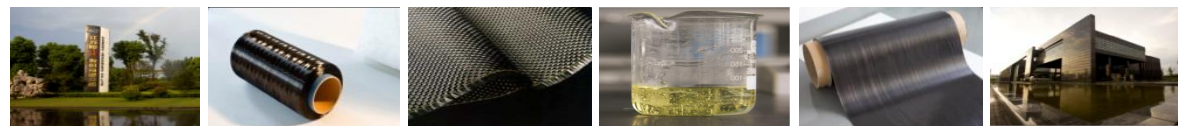


环氧树脂预浸料技术

江苏恒神股份有限公司

李志涛

2020年11月



目录

Contents

1

环氧树脂预浸料技术概述

2

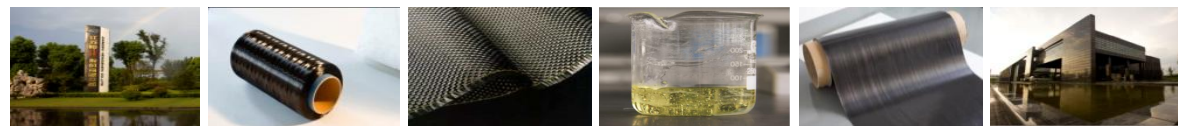
环氧树脂改性技术

3

典型预浸料配方设计及应用

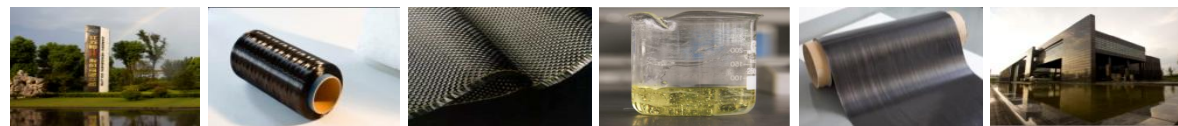
4

展望

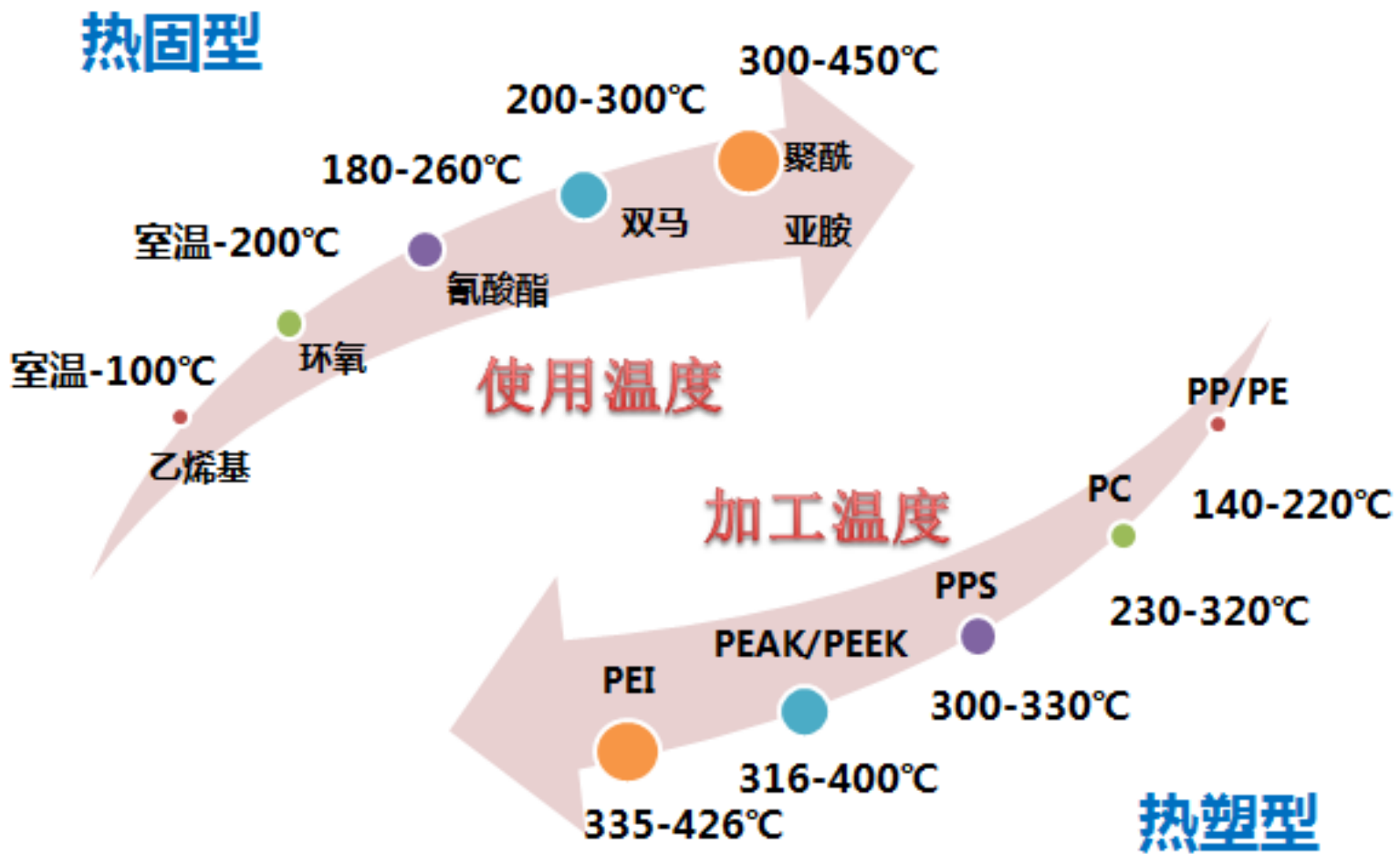


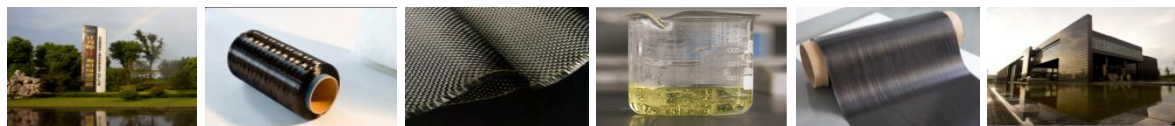
1

环氧树脂预浸料技术概述



1.1 复合材料用树脂





1.2 环氧树脂在复合材料的应用



航天航空

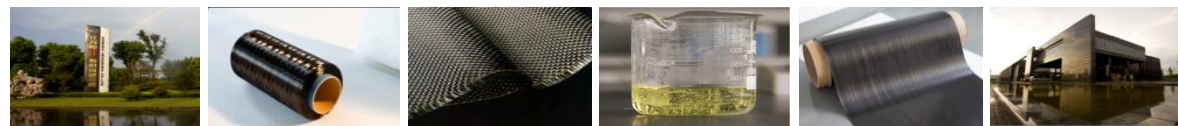


体育休闲

工业领域

环氧树脂

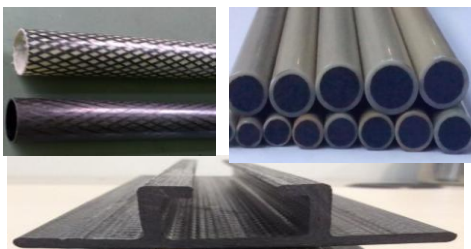




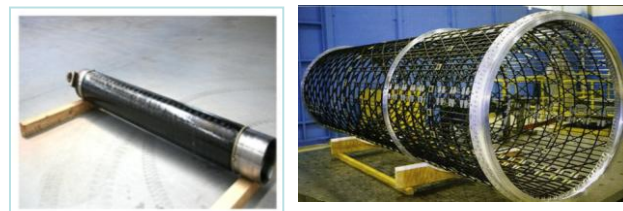
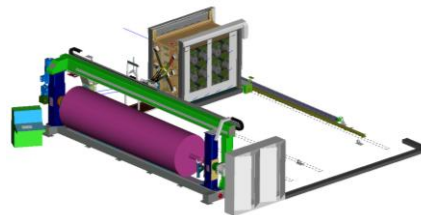
1.3 环氧基复合材料成型工艺

液体树脂

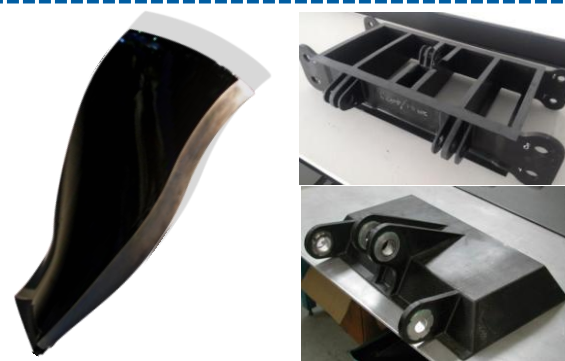
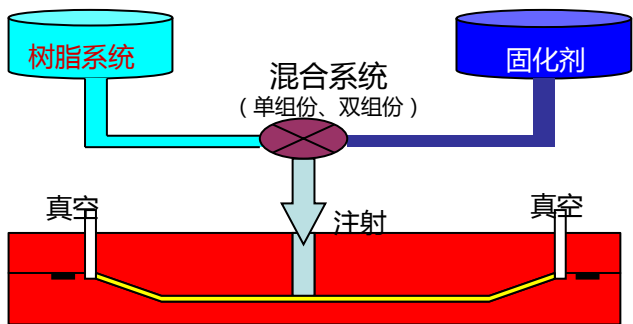
拉挤



缠绕

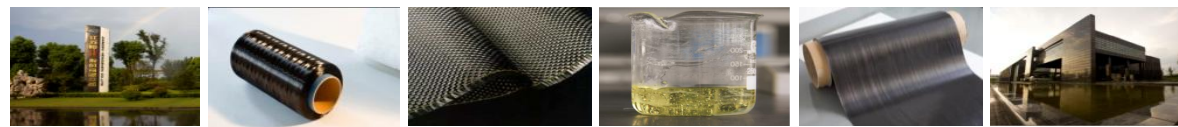


RTM



树脂要求：

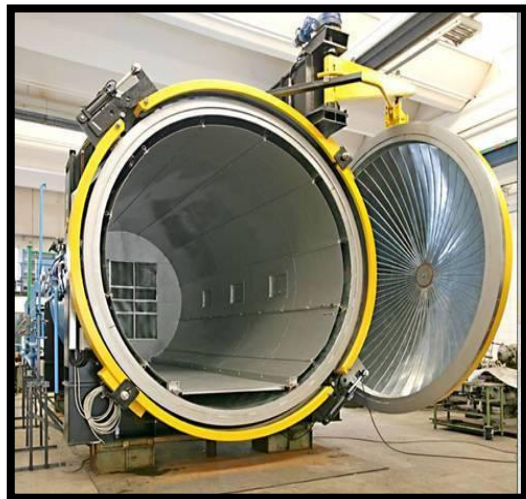
- 浸胶温度下树脂粘度 < 800cps ；
- 工艺窗口宽；
- 与纤维浸润性良好。



1.3 环氧基复合材料成型工艺

预浸料树脂

热压罐



树脂要求：

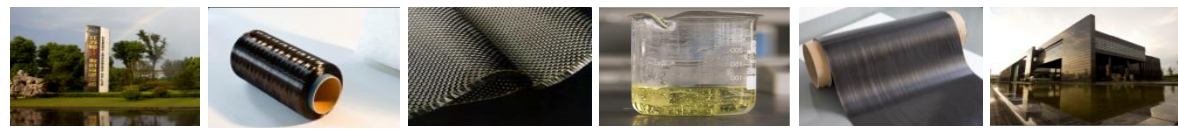
- 具有一定的室温储存寿命（>7天）；
- 工艺性良好。

非热压罐

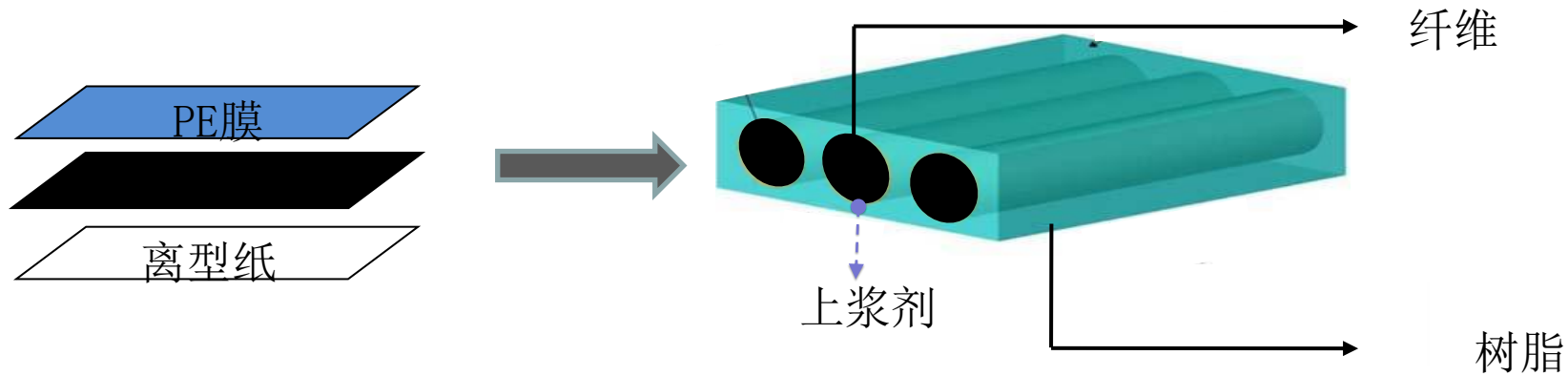
- RTM工艺(非预浸料)
- 真空袋压工艺
- 模压工艺
- 搓管工艺

.....



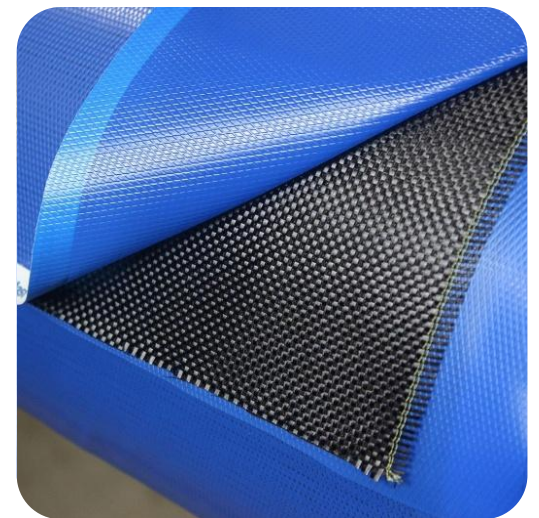


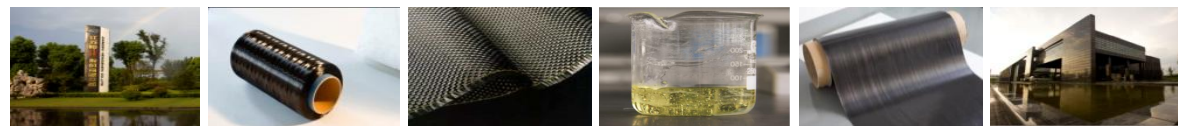
1.4预浸料基础知识——预浸料结构



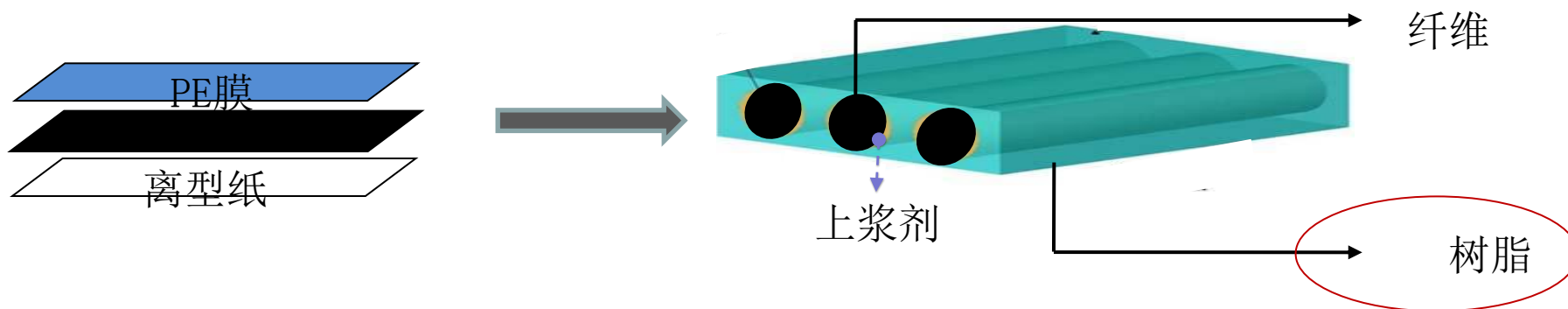
预浸料主要涉及五类材料：

- 树脂：属于主材，在复合材料中作为基体。
- 纤维：属于主材，在复合材料中作为增强体。
- 上浆剂：属于辅材，在复合材料中作为改善树脂与纤维界面。
- 离型纸：属于辅材，用于承载树脂和纤维，并起保护作用。
- PE膜：属于辅材，用于保护预浸料，方便使用。





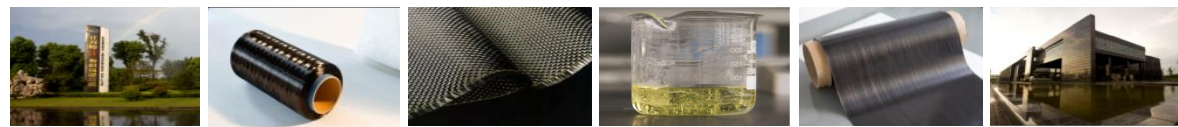
1.4 预浸料基础知识——预浸料结构



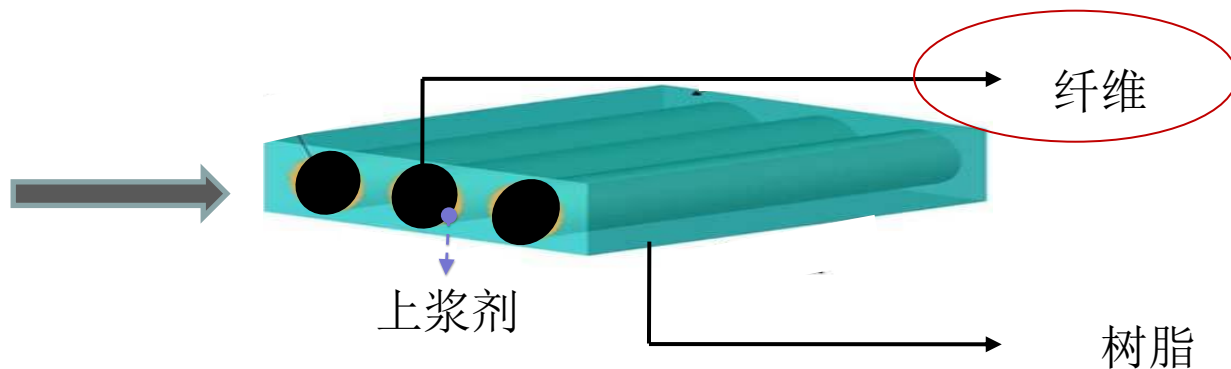
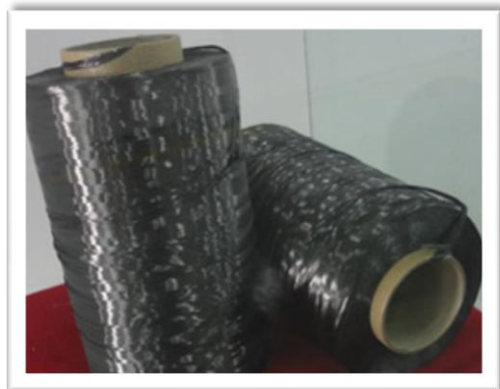
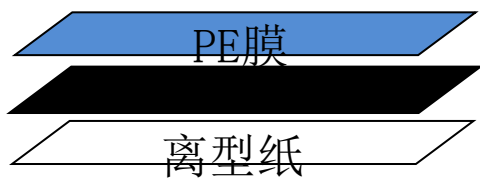
□ 树脂

- 树脂体系分为三个阶段：A阶段（树脂未固化阶段）、B阶段（树脂部分固化阶段）、C阶段（树脂固化阶段）。对于预浸料工艺，树脂一直是处于B阶段（树脂部分固化阶段），B阶段的时长就决定了树脂可加工的时间。
- 预浸料生产过程工艺改进的其中一个重点就是降低树脂的B阶段程度。





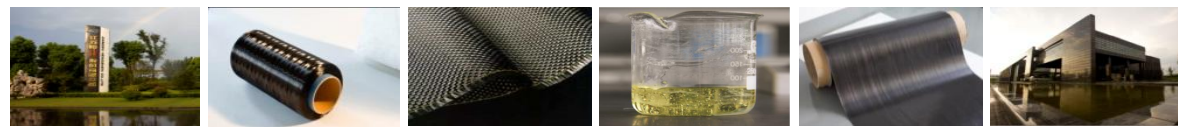
1.4预浸料基础知识——预浸料结构



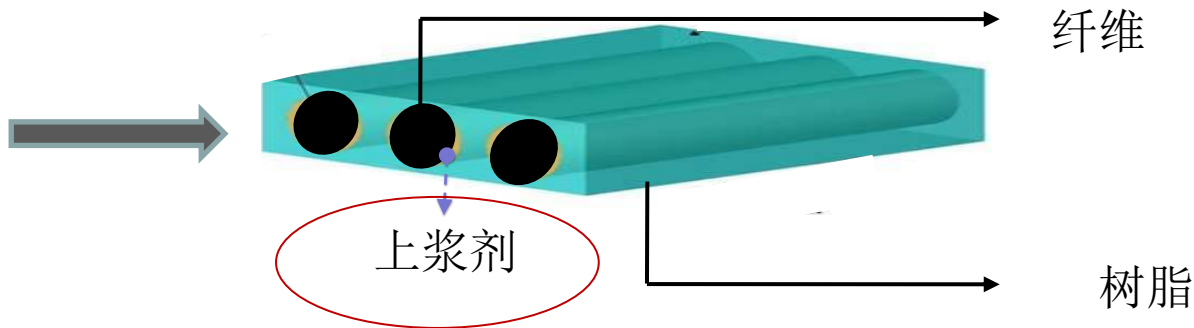
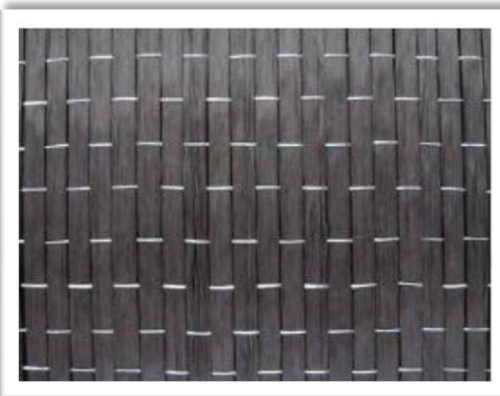
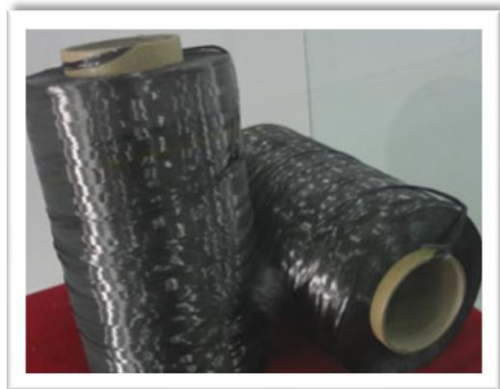
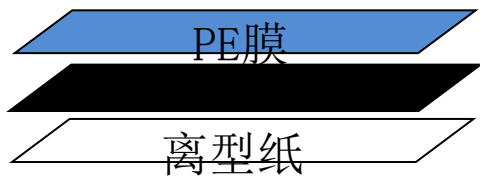
□ 纤维

- 根据材质不同，可以分为碳纤维、玻璃纤维、芳纶纤维等。我司现主要使用碳纤维生产预浸料。如下表所示：

纤维种类	纤维拉伸强度/MPa
HF10	3530~4200
HF20	4400~4600
HF30	4900
HF40	5490~6000



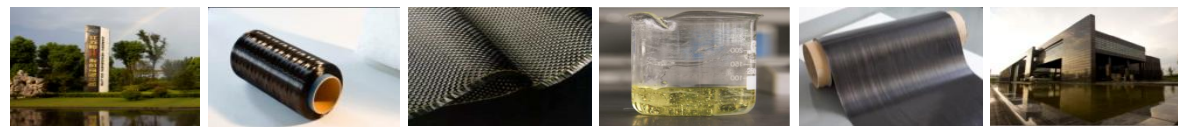
1.4预浸料基础知识——预浸料结构



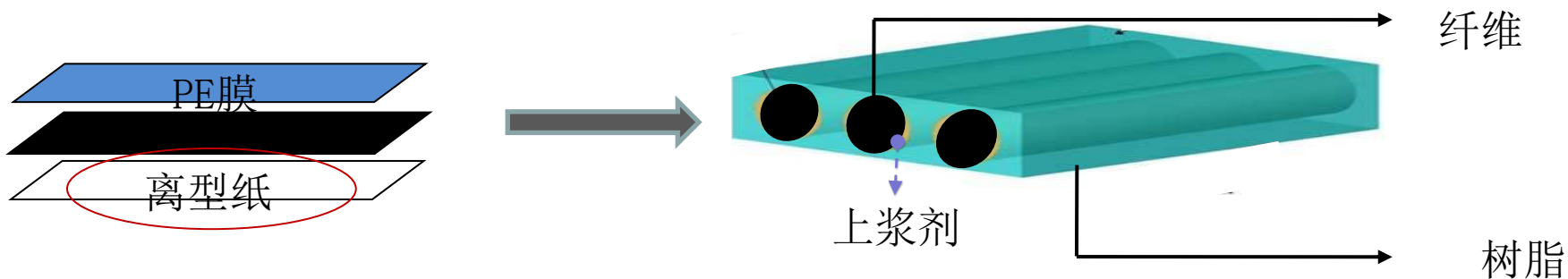
□ 上浆剂

产品名称	适用树脂体系	适用温度
HS-1#上浆剂系列	环氧树脂	180°C
HS-2#上浆剂系列	环氧树脂和双马树脂	250°C
HS-3#上浆剂系列	环氧树脂、不饱和聚酯树脂、双马树脂、酚醛树脂和乙烯基树脂体系	250°C
热塑性上浆剂	聚氨酯树脂、聚酰胺树脂和聚丙烯树脂体系等	根据客户要求

- 碳纤维表面重要组成部分，赋予纤维更好的加工工艺性能：集束性、开纤性、耐摩擦性、润湿性
- 增强碳纤维与基体树脂之间的真实界面是以上浆剂为主体形成的过渡层

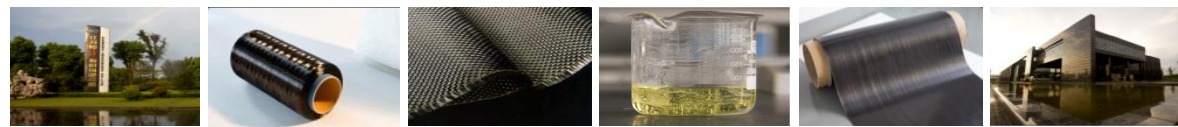


1.4预浸料基础知识——预浸料结构

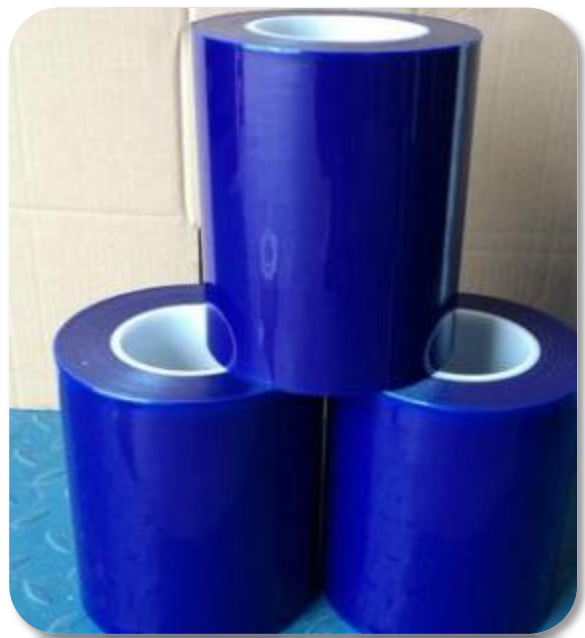
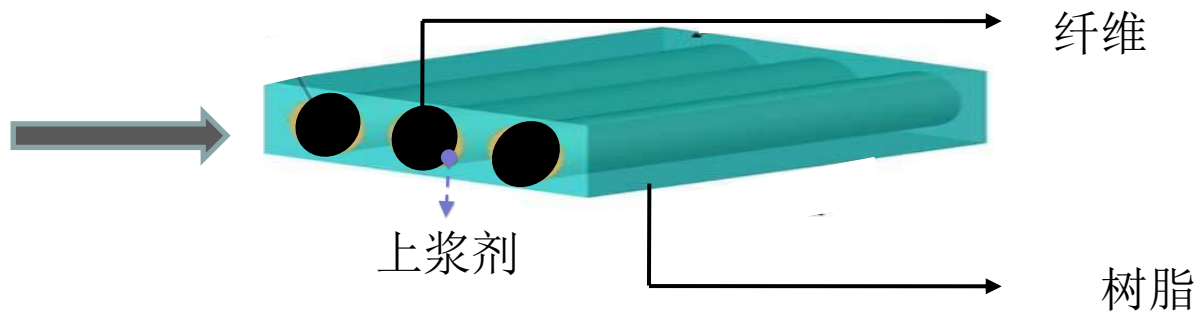
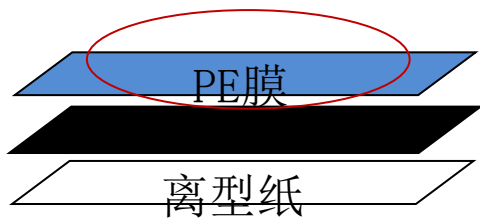


□ 离型纸

- 淋膜纸 (PEK) : 原纸表面淋膜PE。优点:耐潮。缺点:不耐高温
- CCK : 原纸表面涂布高岭土。优点:耐高温。缺点:易吸湿变形
- 格拉辛纸 : 使用格拉辛原纸, 经过超级压光处理。优点:均匀平整。缺点:国内少

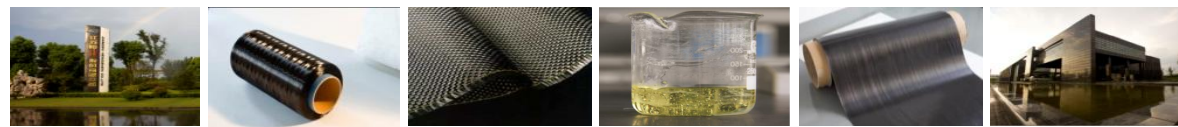


1.4预浸料基础知识——预浸料结构

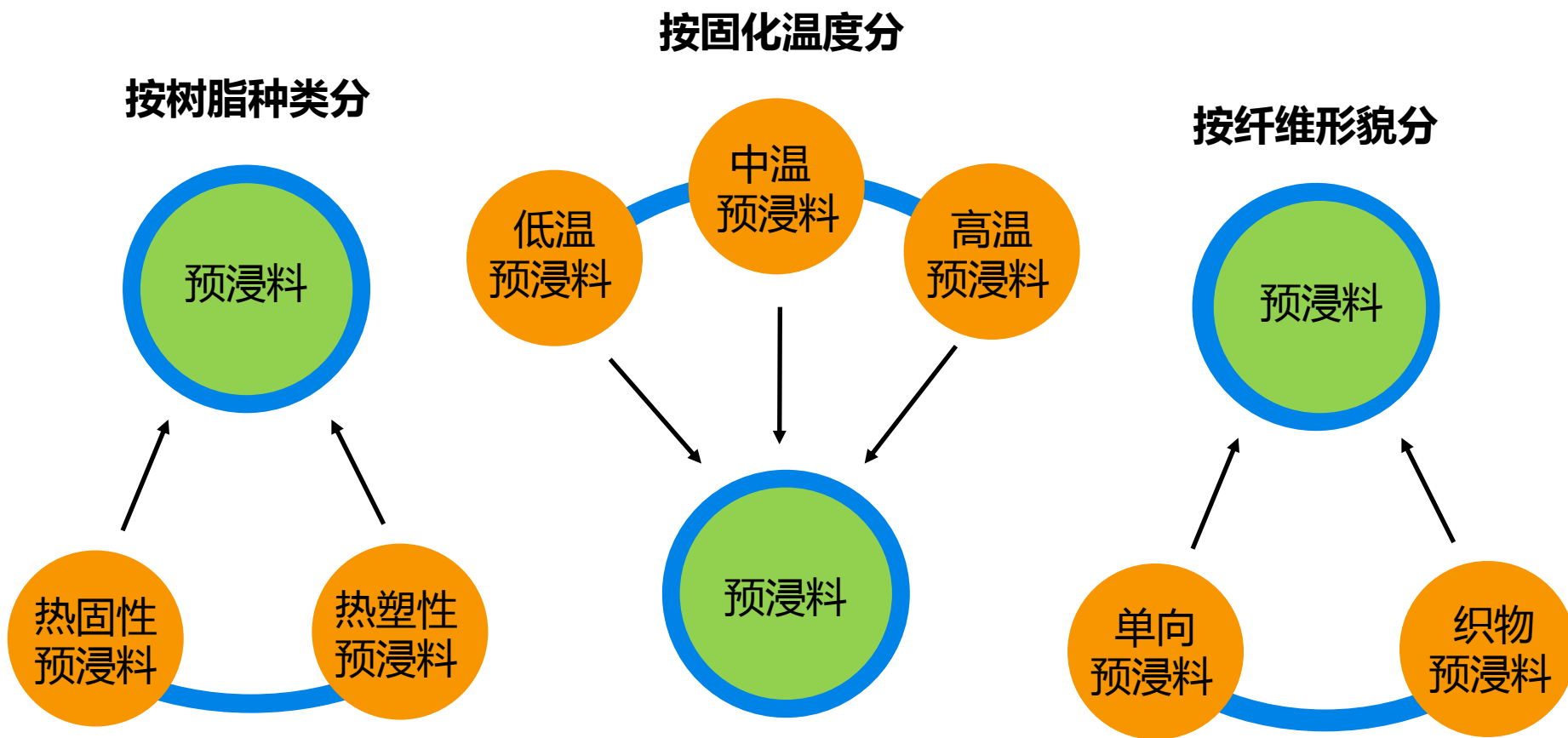


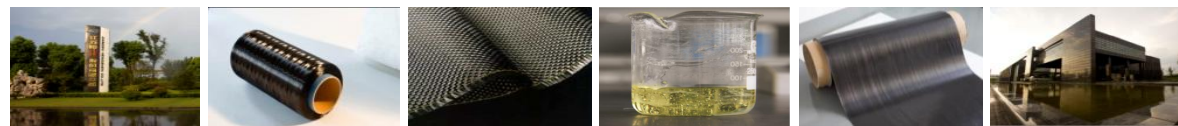
□ PE膜

- 平膜：多种颜色选择，属于常用款
- 压花膜：有菱形纹路，在贴合预浸料时会在纹路中进入空气，同时接触面积也小于平膜，方便粘性大树脂的使用
- 克重：25gsm、40gsm、80gsm等

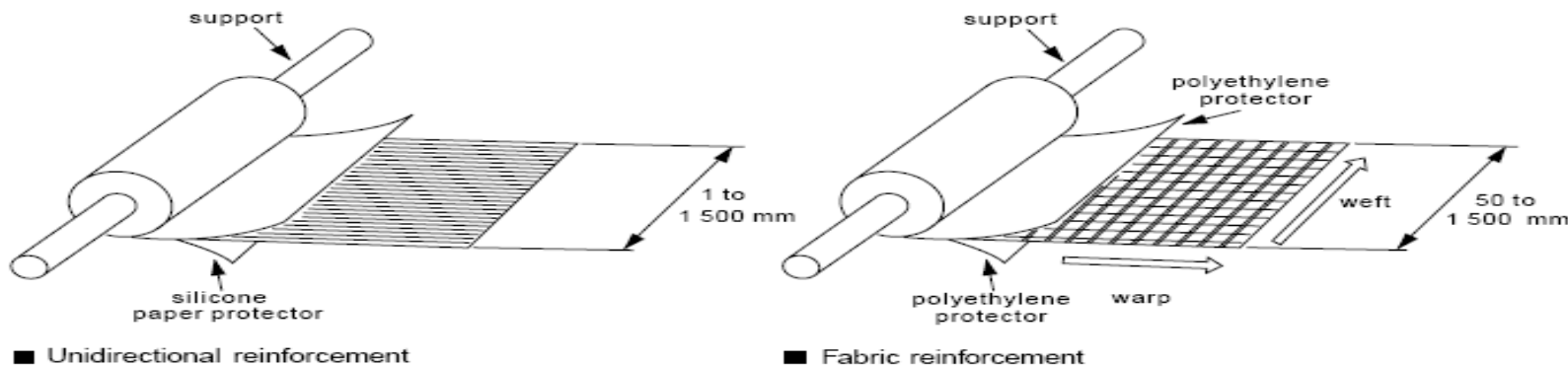
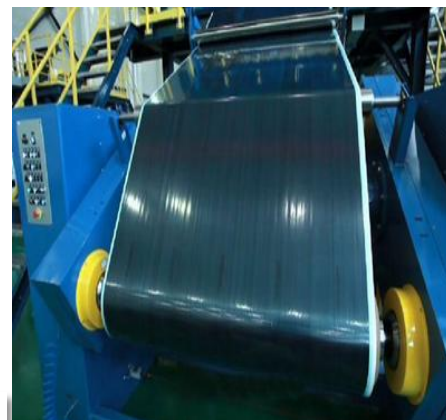
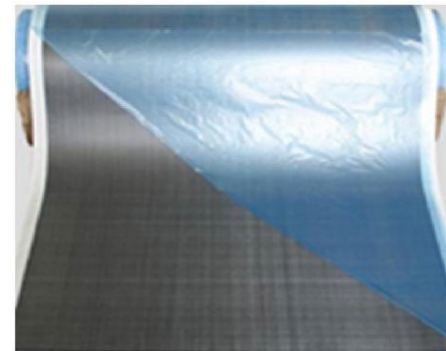
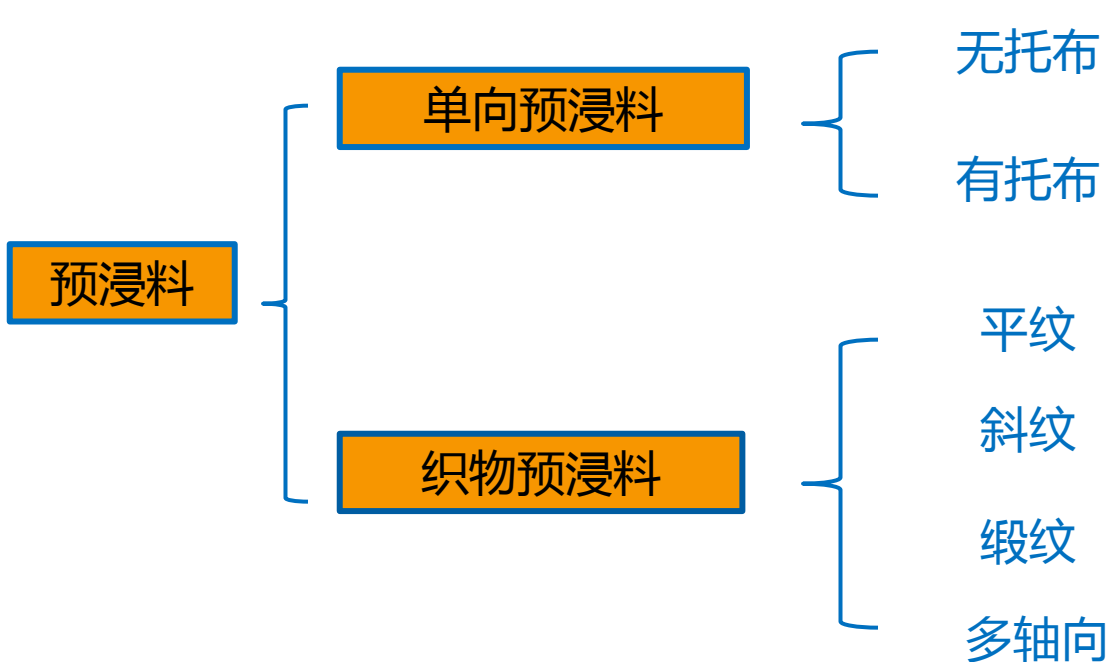


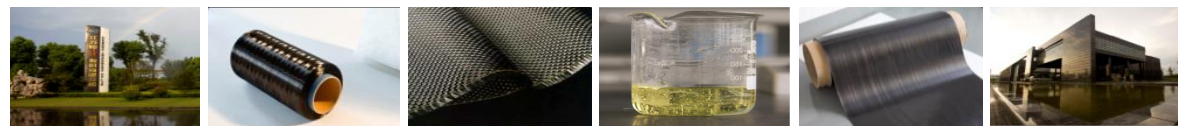
1.5 预浸料基础知识——预浸料种类





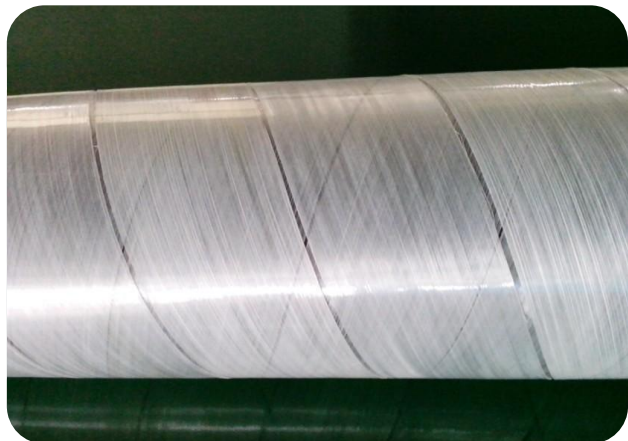
1.5 预浸料基础知识——预浸料种类



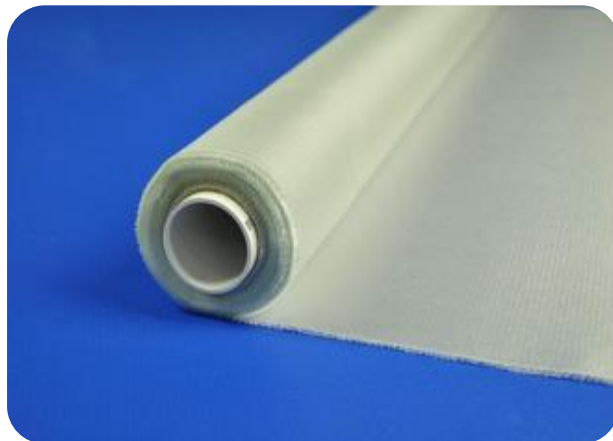


1.5预浸料基础知识——预浸料种类

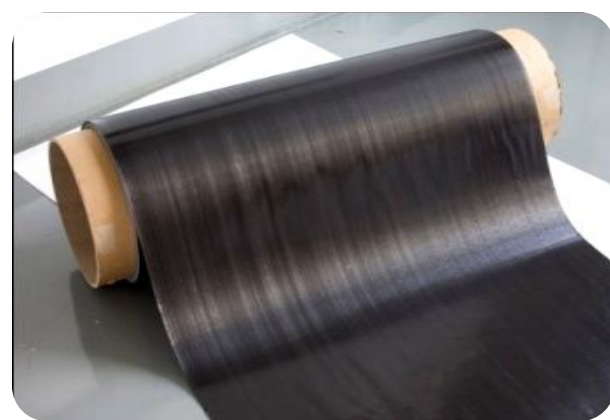
玻纤单向预浸料



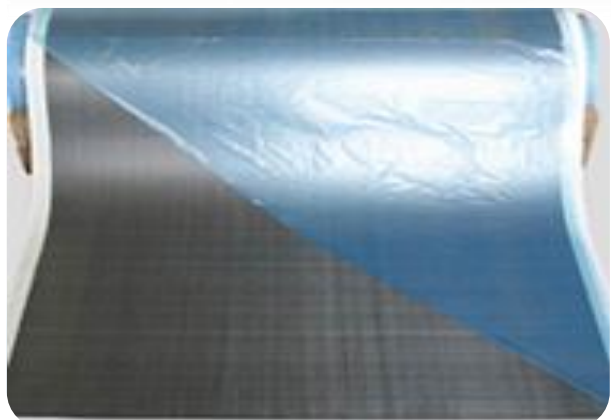
玻纤织物预浸料



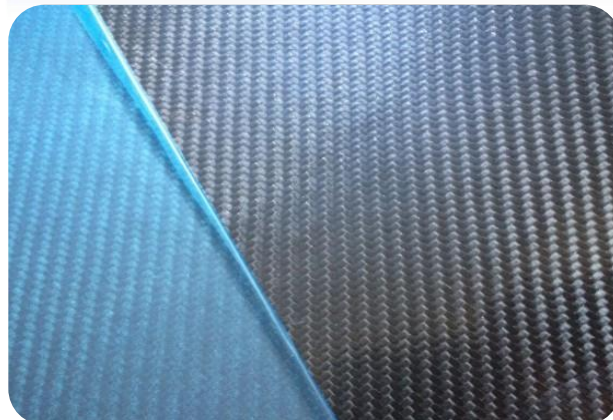
碳纤单向预浸料



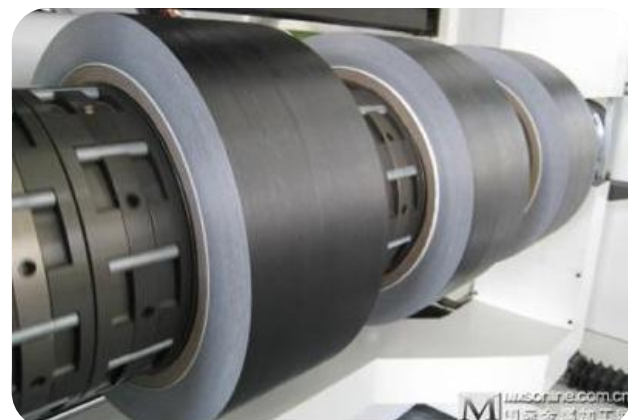
碳纤带托布预浸料

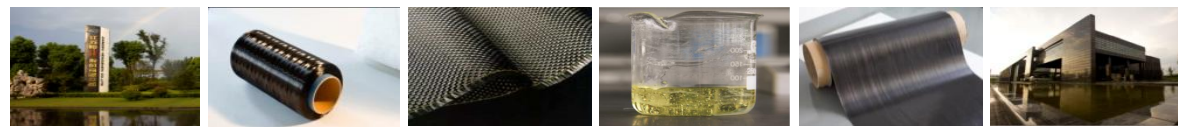


碳纤织物预浸料



自动铺带预浸料





1.6 预浸料基础知识——预浸料制备方法

□ 预浸料制备方法主要分为两类：热熔法、溶液法

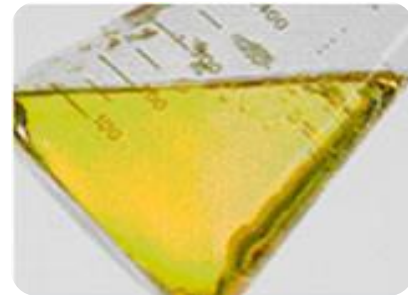
热熔法用树脂

- 不添加或很少添加低分子溶剂；
- 常温下为固态或半固态。

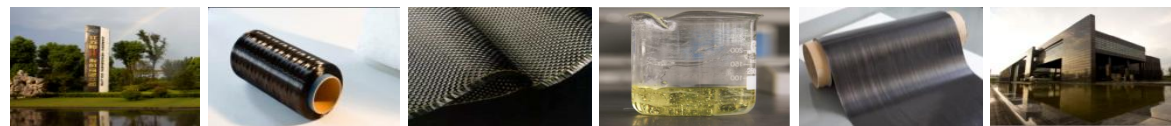


溶液法用树脂

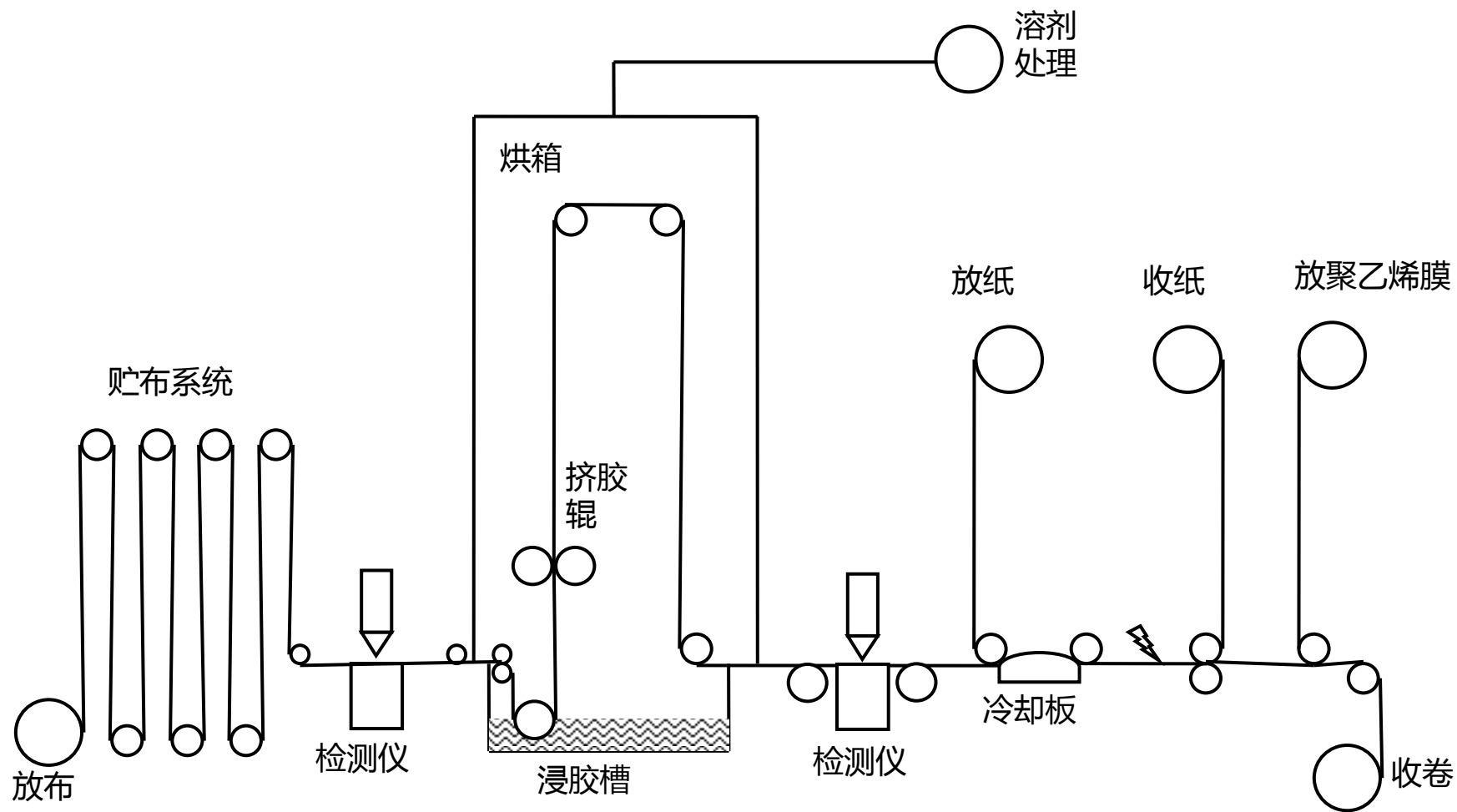
- 溶剂加入树脂，以降低其粘度；
- 常温下为液态。



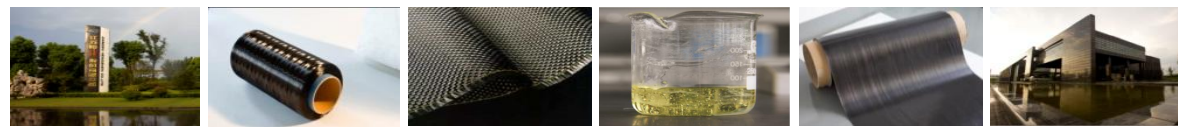
- 制成的复合材料，一般前者外观更好，树脂含量的控制精度更高。



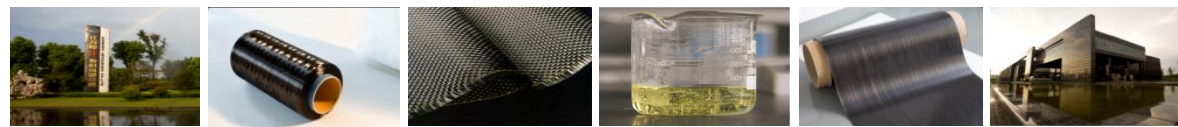
1.7预浸料基础知识——预浸料制备方法（溶液法）



1、环氧树脂预浸料技术概述



溶液法立式预浸机



□ 溶液法生产预浸料优缺点

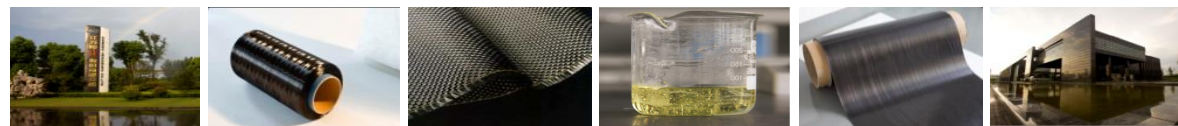
优点

- 设备简单、操作方便；
- 通用性大
- 浸透性较好；
- 可以制作薄型预浸料，也可制作厚型预浸料；
- 设备造价相对较低。

缺点

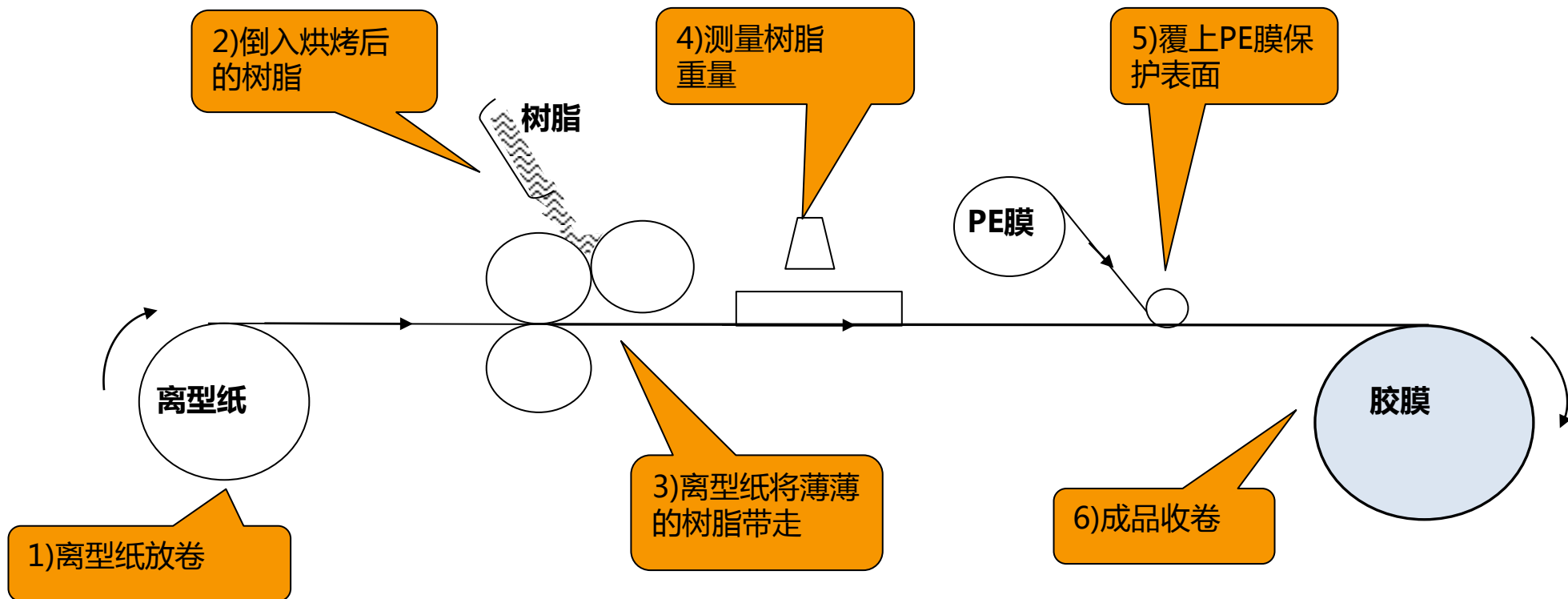
- 需要干燥炉干燥除去溶剂或进行溶剂回收，处理不当会引起燃烧或环境污染；
- 溶剂存在，影响人体健康；
- 残留一定量溶剂，成型易形成空隙，影响复材性能；
- 预浸料挥发份较高；
- 树脂含量控制相较于热熔法较差。

目前，由于该工艺存在的环保问题、控制排放产生的费用以及维护烘箱所需的成本，很多预浸料制作厂商已减少或放弃使用溶液法生产预浸料。

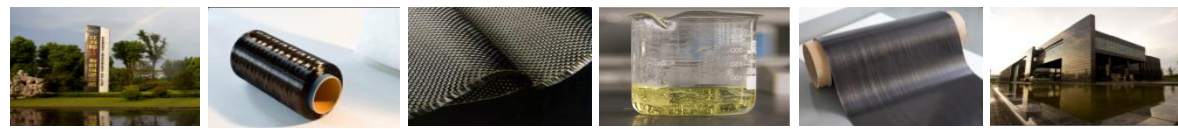


1.8预浸料基础知识——预浸料制备方法（热熔法）

涂膜过程

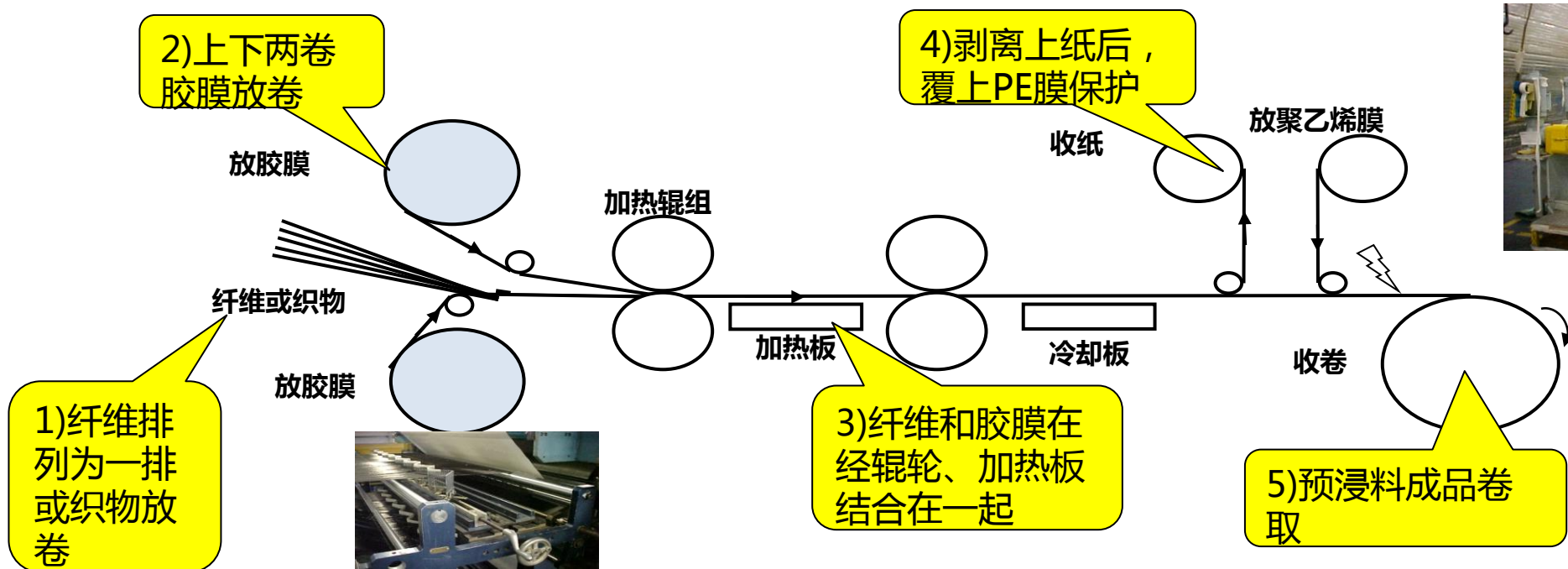


工序	描述	主要工艺参数
涂膜	将常温下固态的树脂，通过 加热融化 ，并 调整辊轮间隙 控制树脂克重， 均匀涂敷 在离型纸上，形成一层薄薄的 树脂薄膜 ，之后进行保护卷取即成树脂膜。	<ul style="list-style-type: none"> ● 温度 ● 间隙 ● 辊轮速差 ● 纸张张力

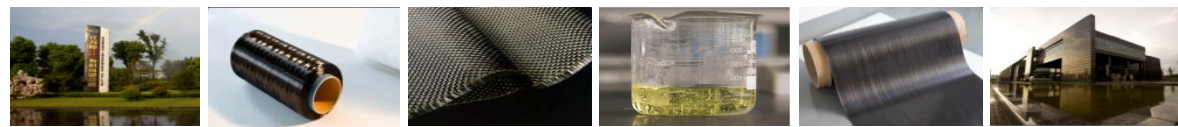


1.8预浸料基础知识——预浸料制备方法（热熔法）

含浸过程



工序	描述	主要工艺参数
含浸	从纱架引出纤维，调节张力后通过集束，展平到规定的宽度，从上下胶膜辊引出预先制好的胶膜，并和纤维形成夹芯结构，依次通过几组热压辊，使树脂基本熔融，均匀浸入树脂基体中。经过冷却段，降低预浸料温度和铺覆聚乙烯薄膜，定长切边、卷取，制得预浸料。	<ul style="list-style-type: none"> ● 温度 ● 间隙 ● 速度 ● 张力（纤维、离型纸和PE膜） ● 压力



1.8预浸料基础知识——预浸料制备方法（热熔法）

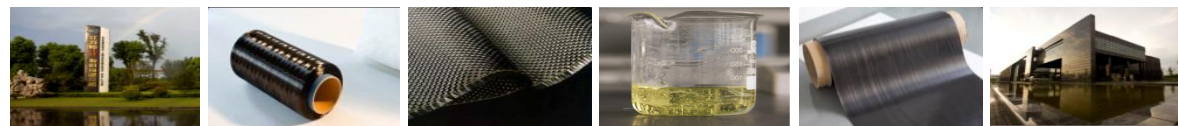
□ 热熔法生产预浸料优缺点：

优点

- 不含溶剂，有利于制成低空隙的高性能复合材料；
- 胶膜的厚度可控，树脂含量也可精确控制；
- 预浸料外观较好；
- 不需要干燥炉，减少环境污染。

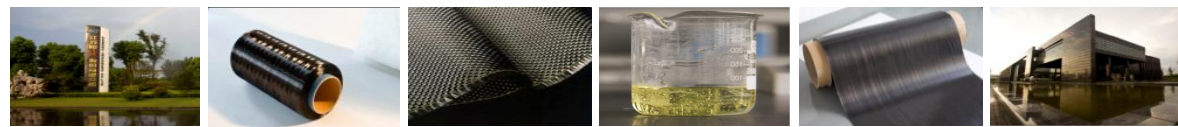
缺点

- 对生产设备的精度要求高；
- 树脂粘性偏大时，含浸织物时易造成纤维变形；
- 厚度特别大的预浸料难以浸透；
- 离型纸和薄膜等辅助材料用量较大。



1.9预浸料性能评价-物化性能

	项目	测试标准	备注
固化前	树脂含量	HB7736.5	常规：30%~60%
	纤维面密度	HB7736.3	常规：50gsm~800gsm
	凝胶时间	ASTM D3532	有别于常规树脂凝胶时间测试
	流动度	ASTM D3531	决定树脂的流动特性
	粘性	HB7736.8	仅用于参考
	红外光谱	ASTM E1252	鉴定试验中非常重要的两项
	HPLC	SACMA SRM20R	
	DSC	SACMA SRM25R	需明确预浸料树脂含量
	挥发份	ASTM D 3530	一般要求 < 1.5%
固化后	单层厚度	SACMA SRM10	根据预浸料特性而定
	DMA Tg	ASTM D 7028	常规：100°C~250°C



1.10 预浸料性能评价-力学性能

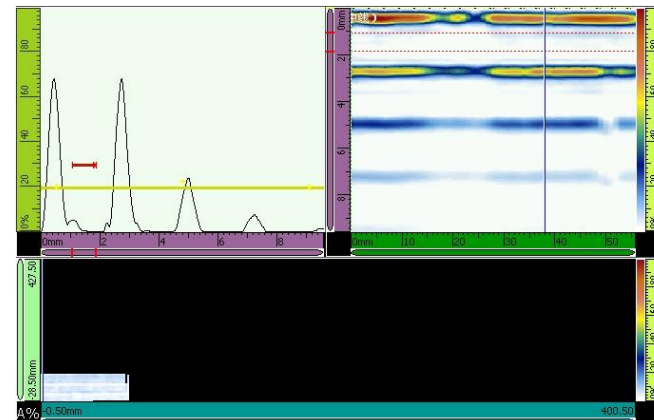
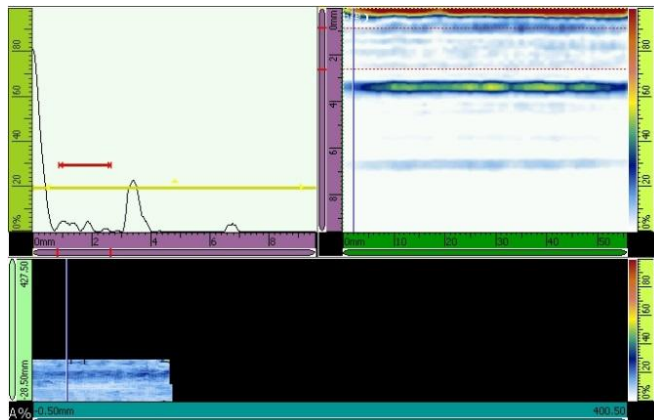
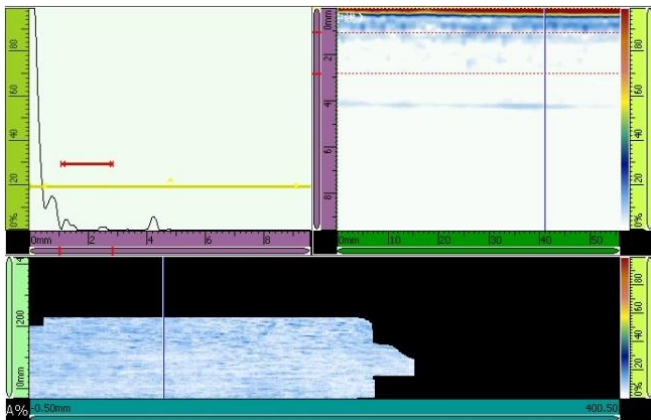
超声波探测是目前为止最有价值和最通用的复合材料探伤技术，也是复合材在进行力学性能评价前必须要进行的一项测试工作。

材料开发阶段

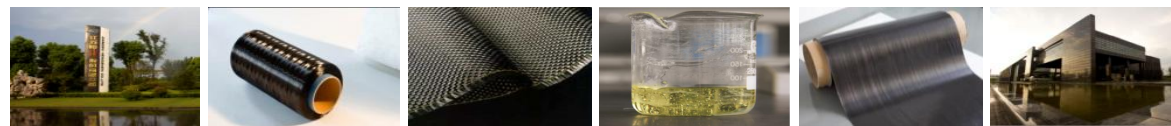
适航鉴定阶段

等同验证阶段

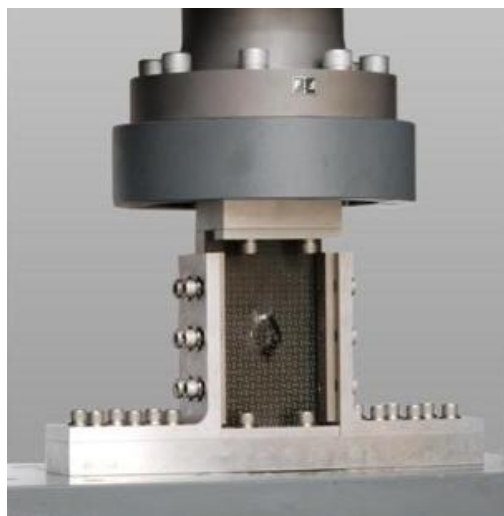
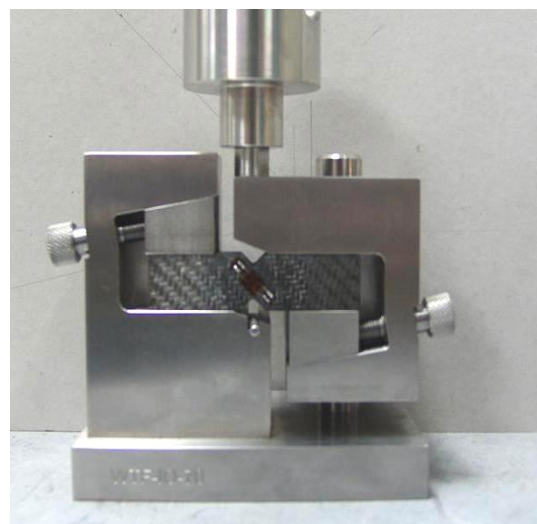
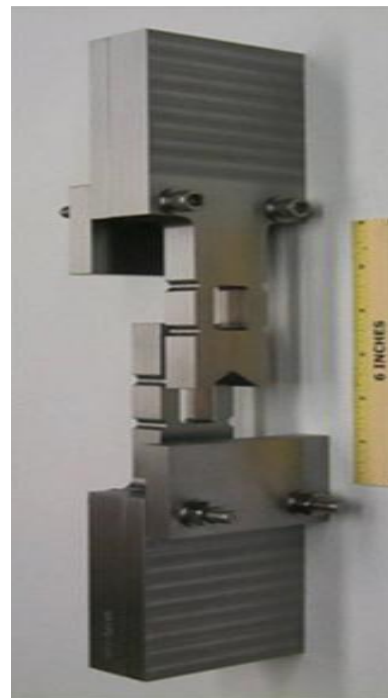
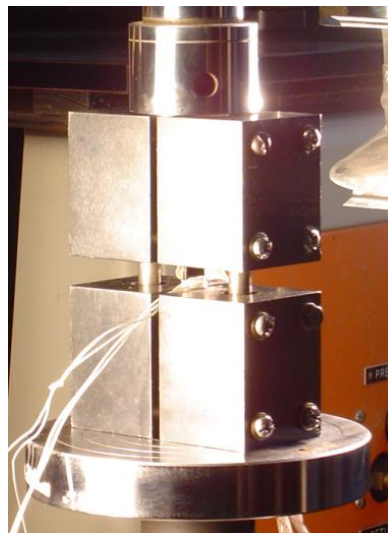
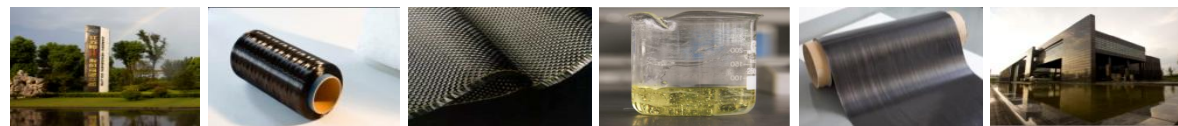
确保数据最佳、可信



1、环氧树脂预浸料技术概述

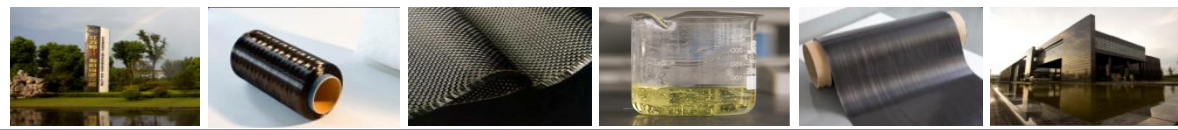


	项目	测试标准	备注
单层级/材料级	拉伸性能	GB/T 3354、ASTM D3039	确保纤维对中度
	压缩性能	GB/T 3856、ASTM D6641、ASTM D3410、ASTM D695、SACMA SRM 1R	SACMA标准最优
	弯曲性能	ASTM D790	拉压综合加载
	层间剪切强度	JC/T 773、ASTM D2344	反映树脂与纤维界面性能
	面内剪切	GB/T 3355、ASTM D3518	
层压板级 (存在不同铺层方式)	开孔拉伸	ASTM D5766	重要设计值参考，根据设计铺层要求会进行不同铺层试样的试验
	开孔压缩	ASTM D6484	
	CAI	ASTM D7136、ASTM D7137	
	填充孔拉伸/压缩	ASTM D6742	
	双钉单剪挤压	ASTM D5961	
	层间拉伸	ASTM D6415	
	



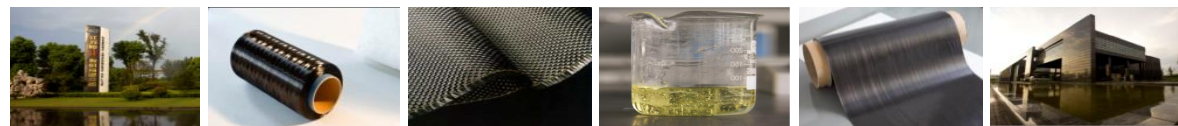
美国标准

因其标准完整性、详细性、可操作性、代表性等方面的优势，被广泛应用。



2

环氧树脂改性技术



2.1 环氧树脂基础特性



液体环氧树脂



固体环氧树脂

分类

1) 缩水甘油醚类



2) 缩水甘油酯类

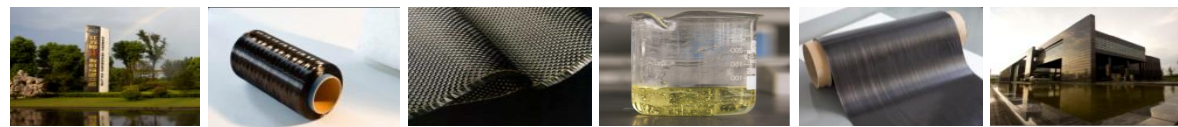


3) 缩水甘油胺类

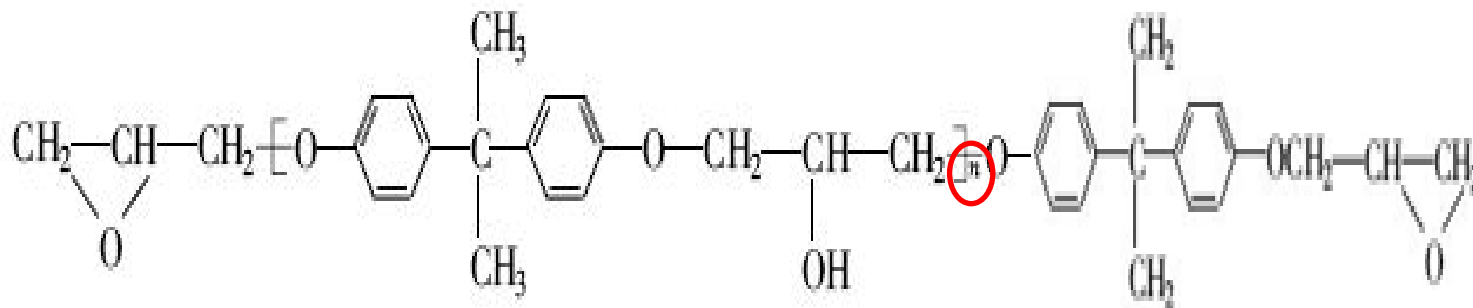


4) 线型脂肪族类

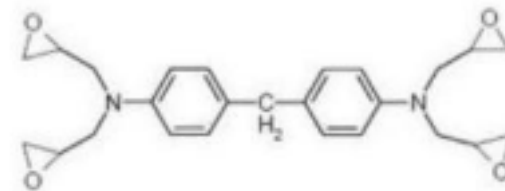




2.1 环氧树脂基础特性



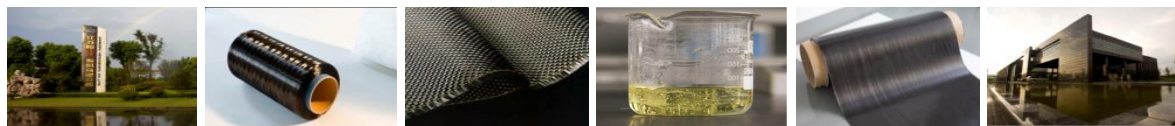
双酚A型环氧树脂典型结构式



多官能团环氧DDM型

- n : 0~1 液态，例如：E-51，E-44等
- n : 1~1.8 半固体，例如：E-31等
- n : 1.8~5 固体，软化点55~95℃，例如E-12，E-20等
- n : 5~9 固体，软化点 > 100℃，例如E-03，E-06等

- 多以单分子形式呈现，无重复单元



2.2 环氧树脂用固化体系

固化剂

加成型

胺类

- 脂肪族伯、仲胺，如二乙烯三胺
- 芳香族伯胺，如间苯二胺、二氨基二苯砜
- 脂环族胺，如六氢吡啶
- 改性胺，如593固化剂
- 混合胺，如间苯二胺与DMP-30混合物

酸酐类

- 酸酐，如顺丁烯二酸酐
- 改性酸酐，如顺酐与环戊二烯加成物

潜伏型，如双氰胺

咪唑类，如：2-乙基-4-甲基咪唑

催化型

叔胺类

- 脂肪族叔胺，如三乙醇胺
- 芳香族叔胺，如苄基二甲胺

Lewis酸类

- 无机盐，如氯化亚锡
- 络合物，如三氯化硼甘油

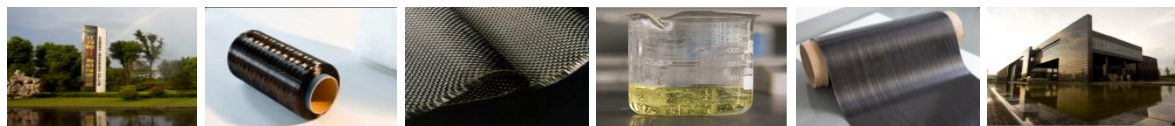
□ 固化后优点

- 低收缩率
- 机械强度高
- 良好加工性和绝缘性能
- 良好的粘结性及稳定性

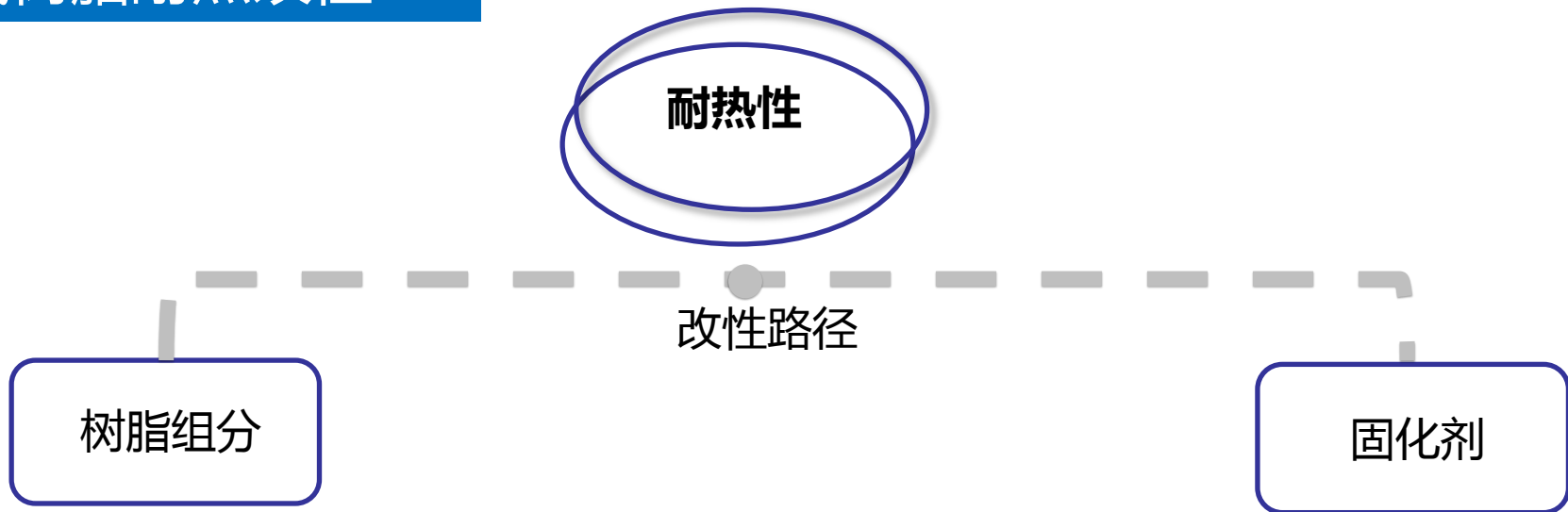
VS

□ 固化后缺点

- 韧性不足
- 耐热性不足

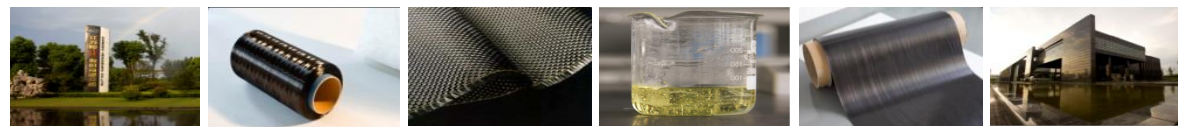


2.3 环氧树脂耐热改性



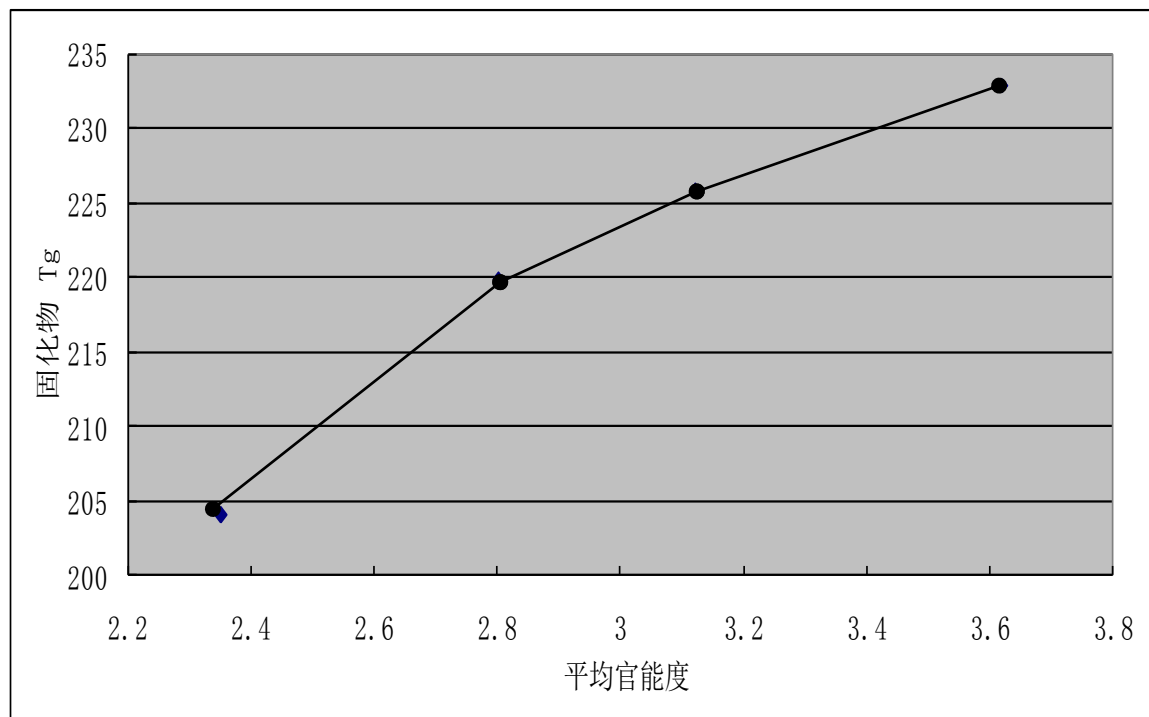
固化剂	环氧树脂	Tg范围 (°C)
MTHPA	液态双酚A型	110 ~ 130
	液态线形酚醛型	140 ~ 160
	邻甲基酚醛型	160 ~ 180
	三官能型	180 ~ 200
	四官能DDM型	≥180

环氧树脂	固化剂	Tg范围 (°C)
液态双酚A型	脂肪族胺	70 ~ 120
	脂环族胺	100 ~ 120
	有机酸酐	110 ~ 130
	Dicy	110 ~ 140
	芳香族胺	≥140



2.3 环氧树脂耐热改性

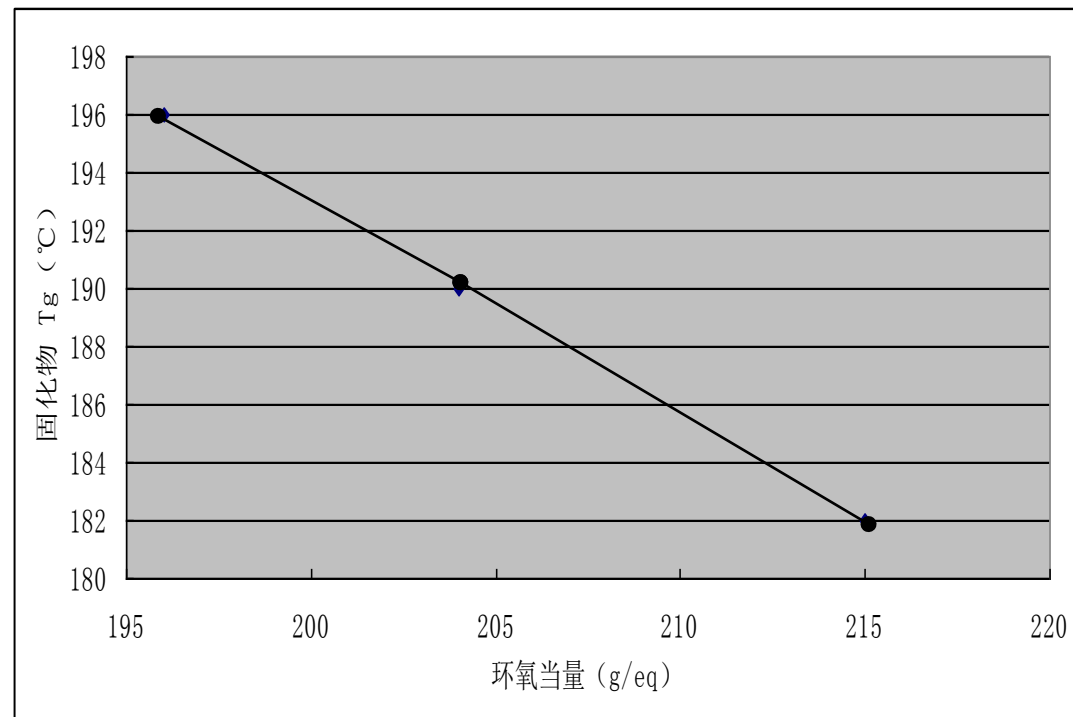
□ 官能基数对树脂耐热性的影响



树脂：邻甲基酚醛环氧树脂

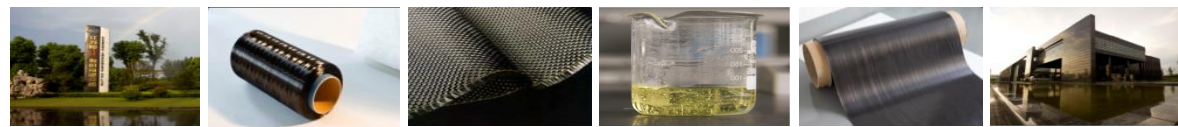
固化剂：DDM

□ 环氧当量对树脂耐热性的影响



树脂：邻甲基酚醛环氧树脂 (软化点 = 75°C)

固化剂：线性酚醛树脂



2.3 环氧树脂耐热改性

□ 提高耐热性的方法

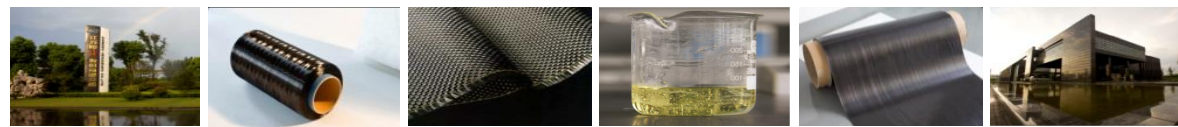
□ 树脂

- 使用多官能环氧树脂
- 使用高纯度环氧树脂
- 使用分子量分布较窄的环氧树脂
- 使用苯环或主链上有取代基的环氧树脂
- 使用对称性良好的环氧树脂

□ 固化剂

- 使用多官能度的固化剂
- 固化剂的用量
- 固化过程的温度

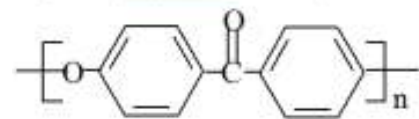
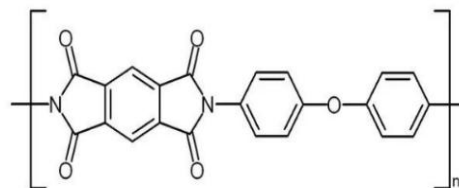
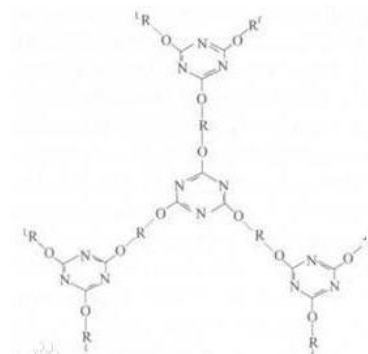
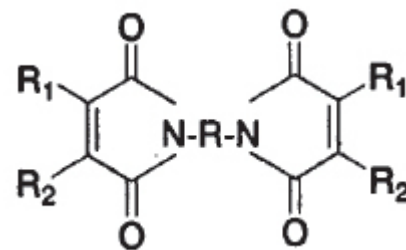
目的：交联密度越大，耐热性相对越高

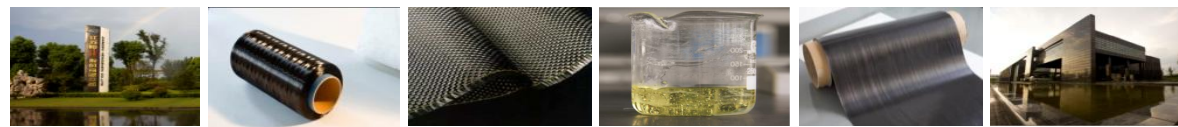


2.3 环氧树脂耐热改性

□ 引入耐热性聚合物填料共混共聚

- 双马来酰亚胺 (BMI)
- 氰酸酯 (CE)
- 聚酰亚胺 (PI)
- 聚醚酮 (PEK)
-





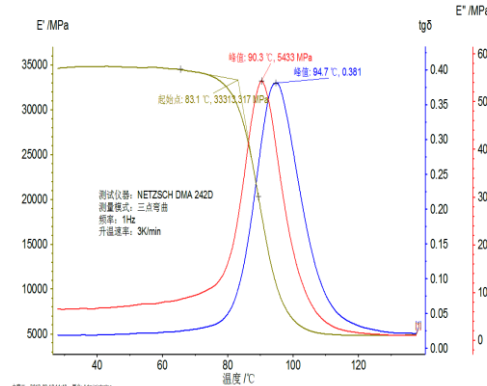
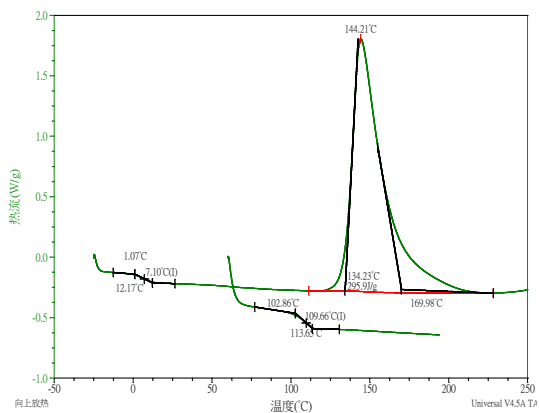
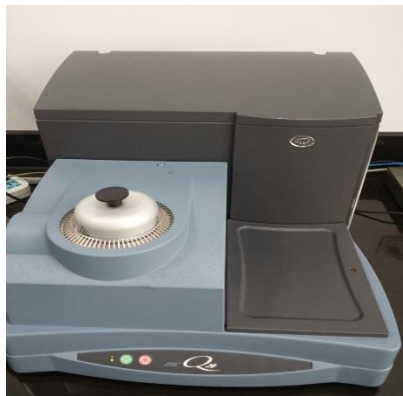
2.3 环氧树脂耐热改性

耐热性

表征方法

差示扫描量热法 (DSC)

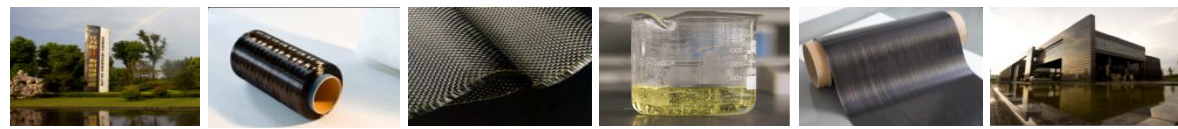
动态机械分析仪 (DMA)



□ 全固化状态下树脂最高可以达到的玻璃化转化温度 T_g

□ 研究不同固化条件下板材的 T_g

□ 验证固化制度的合理性

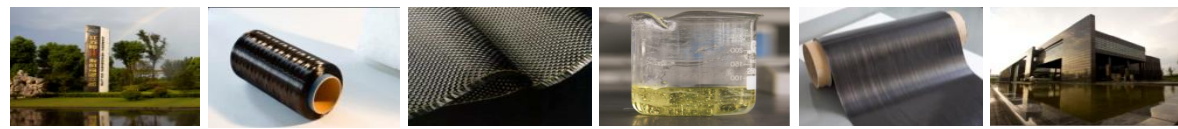


2.4环氧树脂增韧改性

高性能复合材料目前经历了以下三个阶段：

- 1) T300级通用碳纤维和未增韧的热固性树脂，具有明显的脆性材料特性，主要是应用飞机承力较小的结构件；
- 2) 复合材料的韧性有了一定的改善，其应用范围扩展到垂尾、方向舵和平尾等部件；
- 3) 高韧性复合材料，其应用扩展到机翼和机身等主承力结构。

为了将复合材料应用于飞机主承力结构，波音公司首先提出了高韧性复合材料预浸料标准BMS8—276，概述了主承力结构复合材料性能目标，并提出采用冲击后压缩强度(CAI)作为复合材料结构应用性能的评价指标。



随着T800级的碳纤维用量已经逐渐增加，在保证复合材料良好的基本性能和湿热老化性能的前提下，需继续提高复合材料的冲击后压缩强度(CAI值)，以追求更高的减重效率和损伤安全性能。

1) 第一代韧性：

航空复合材料是单一热固性树脂与碳纤维的简单层状复合，CAI值一般可达 < 180 MPa。

2) 第二代韧性：

通过热反应诱导失稳分相及其粗化过程，获得了颗粒状、双连续结构，其CAI值一般可达 $180 \sim 250$ MPa。

3) 第三代韧性：

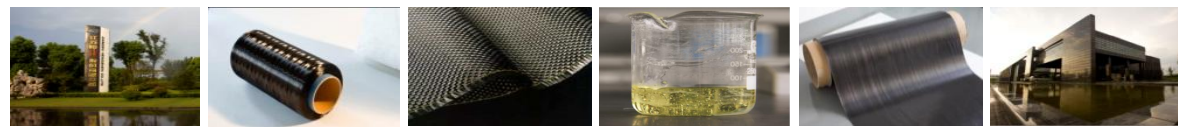
CAI 值上限通常 $250 \sim 310$ MPa。

4) 第四代韧性：

CAI值 > 310 MPa



国外先进飞机结构基本采用第3代以上韧性树脂基复合材料，先进民用机或运输机主承力结构全部采用第4代韧性树脂基复合材料。



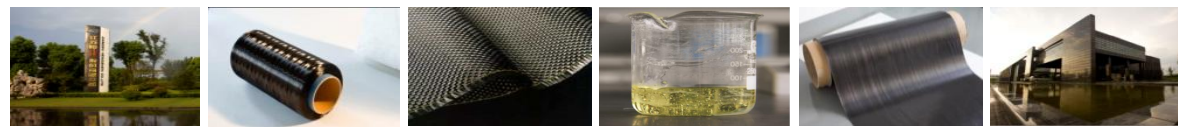
2.5环氧树脂阻燃改性

□ 添加型

- **优点**
 - 工艺简单
 - 成本低廉
 - 原材料来源广泛
- **缺点**
 - 阻燃效率低
 - 加工使用过程易迁移
 - 热性能及机械性能下降

□ 反应型

- **优点**
 - 阻燃效率高
 - 保证树脂力学机械性能基本不变
- **缺点**
 - 成本相对提高
 - 工艺相对复杂

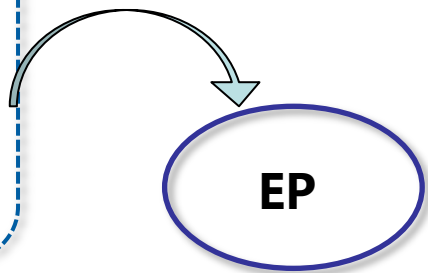


2.5 环氧树脂阻燃改性

□ 溴化改性

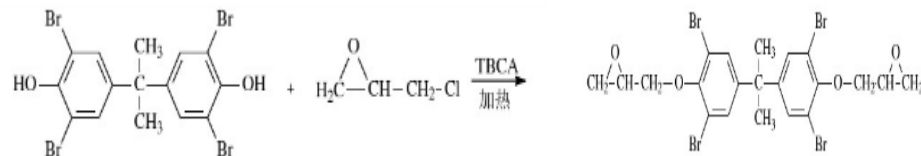
- 物理共混

- 含溴芳香阻燃剂
 - 六溴苯
 - 多溴二苯醚类
 - 五溴酚



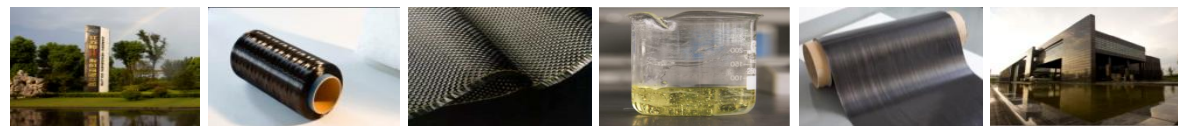
- 反应改性

- 含溴结构单元直接引入环氧树脂链段



□ 燃烧过程中易产生有毒物质，目前较少应用

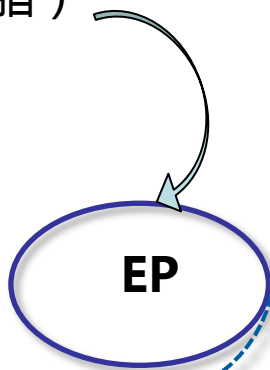
- 树脂的耐热性及力学性能提高
- 溴含量 > 16%后，阻燃性能优异，但燃烧过程中烟雾浓度较大



2.5 环氧树脂阻燃改性

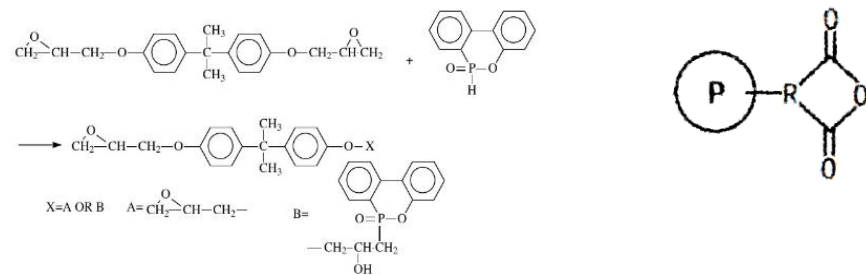
□ 磷化改性

- 物理共混
 - 有机磷酸酯类
 - TPP: (三苯基磷酸)
 - RDP: (间苯二酚双磷酸酯)
 - BDP: (双酚A双磷酸酯)
 - EPAPP: (双酚A二(二苯基)磷酸酯)
 - BBC: (双酚A二(二甲基)磷酸酯)
 - 无机磷类
 - 次磷酸盐类 (铝、锌)
 - 红磷及包覆红磷
 - 聚磷酸铵



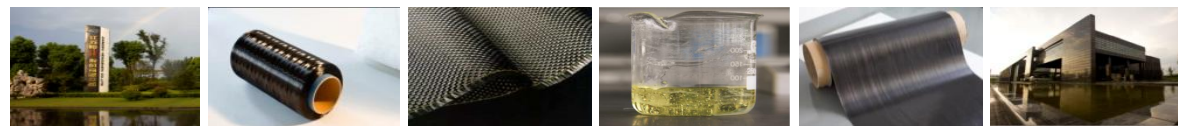
● 反应改性

- 含磷结构单元如DOPO 直接引入环氧树脂链段
- 在固化剂中引入含磷结构



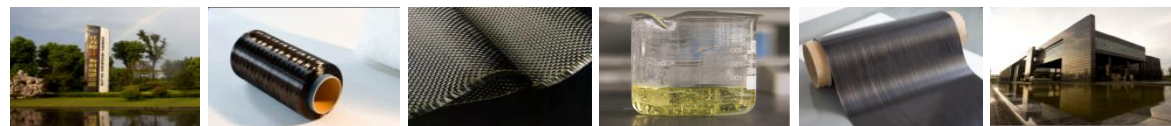
□ 改善树脂工艺性

□ 磷含量 > 2%后，阻燃效果优异



3

典型预浸料配方设计及应用



3.1 快速固化预浸料配方设计及应用

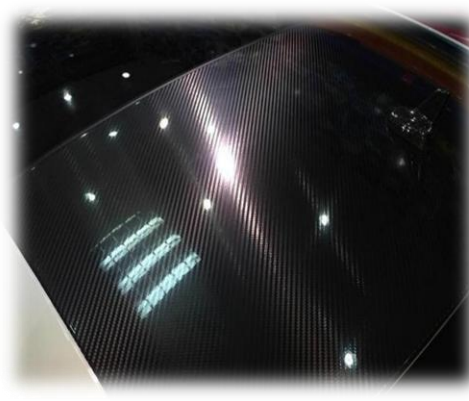
□ EM118系列预浸料

- 可实现150°C下5~10min成型
- 产品快速脱模后基本无残余应力
- 力学性能优异
- 适用于模压、吹气热压和真空袋压等成型工艺
- 产品广泛应用于汽车及体育休闲领域

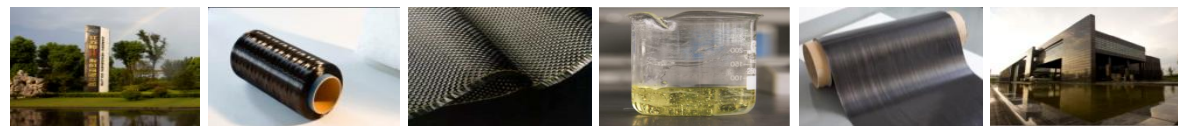
检测项目	试验结果				
	基本性能		平均值		C _v (%) ^a
			测量值	正则化	
0°拉伸	TYPE1	X ₁₁ (MPa)	1894	1950	2.83
		E ₁₁ (GPa)	119	122	2.54
纵向拉伸	TYPE2	X ₁₁ (MPa)	720	700	2.27
		E ₁₁ (GPa)	59	57	1.28
	TYPE3	X ₁₁ (MPa)	584	620	3.24
		E ₁₁ (GPa)	50	54	3.34
90°拉伸	TYPE1	X ₁₁ (MPa)	48	—	4.93
		E ₁₁ (GPa)	8.3	—	0.91
纬向拉伸	TYPE2	X ₁₁ (MPa)	745	732	2.29
		E ₁₁ (GPa)	55	54	3.39
	TYPE3	X ₁₁ (MPa)	593	645	3.73
		E ₁₁ (GPa)	43	46	2.53
0°压缩	TYPE1	X _{1c} (MPa)	1052	1060	4.49
		E _{1c} (GPa)	117	118	1.4
纵向压缩	TYPE2	X _{1c} (MPa)	686	680	2.52
		E _{1c} (GPa)	58	58	2.10
	TYPE3	X _{1c} (MPa)	558	580	2.72
		E _{1c} (GPa)	53	55	3.85
90°压缩	TYPE1	X _{1c} (MPa)	184	—	3.18
		E _{1c} (GPa)	9.01	—	0.72
纬向压缩	TYPE2	X _{1c} (MPa)	584	574	2.02
		E _{1c} (GPa)	52	51	1.07
	TYPE3	X _{1c} (MPa)	446	467	4.26
		E _{1c} (GPa)	49	52	4.03
弯曲	TYPE1	α ₁ (MPa)	1280	—	3.65
		E ₁ (GPa)	112	—	1.58
	TYPE2	E ₁ (GPa)	1000	—	5.44
		α ₁ (MPa)	55	—	2.57
	TYPE3	E ₁ (GPa)	700	—	3.31
		α ₁ (MPa)	50	—	6.23
纵横剪切	TYPE1	α ₁ (MPa)	116	—	4.46
		E ₁ (GPa)	4.1	—	2.18
	TYPE2	E ₁ (GPa)	121	—	7.88
		α ₁ (MPa)	4.2	—	3.01



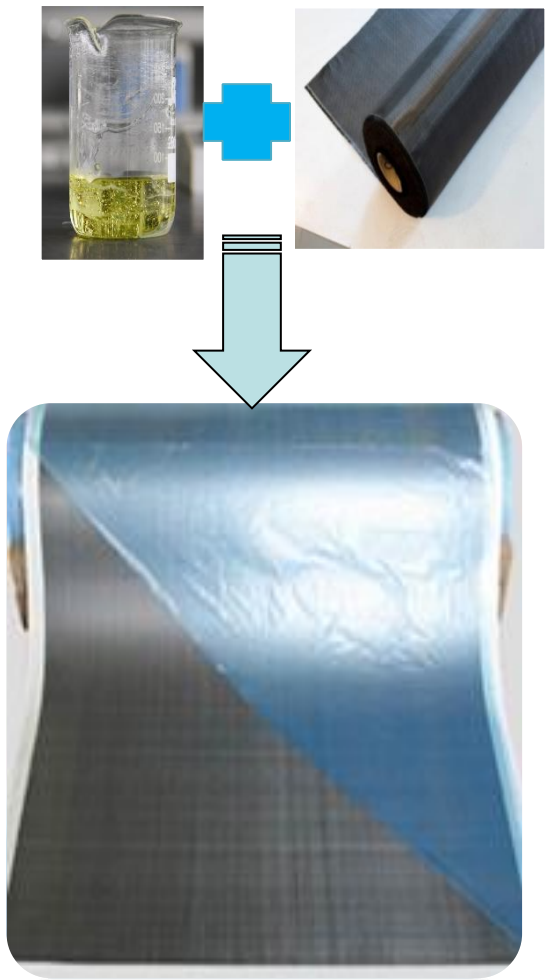
汽车承力结构件



自行车结构件



3.2 阻燃预浸料配方设计及应用



UL94标准

水平自熄性
垂直自熄性

FAR25.853标准

水平燃烧
垂直燃烧
烟密度
烟毒性

DIN5510-2标准

燃烧等级
烟等级
抗滴落性

EN45545-2标准

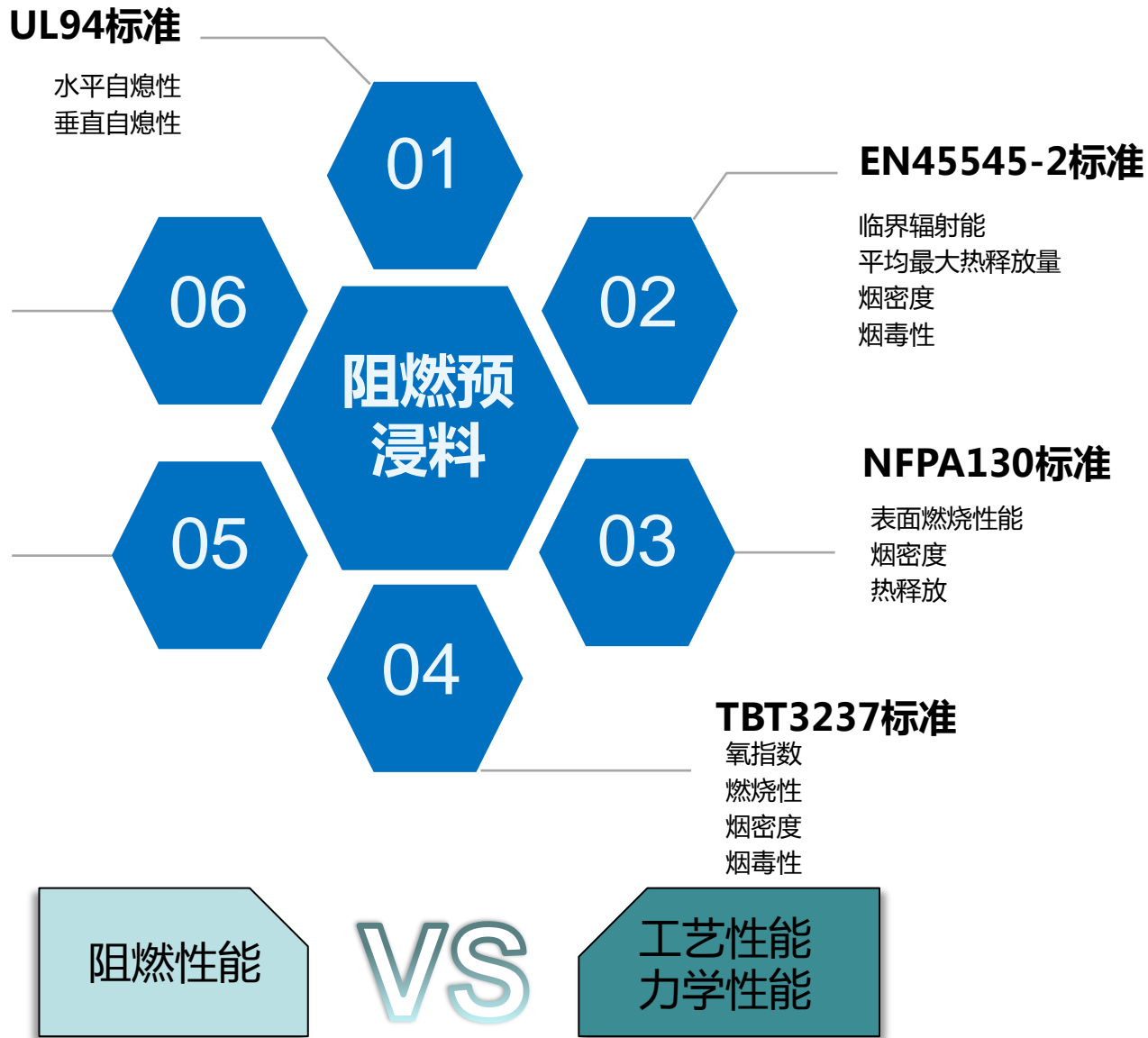
临界辐射能
平均最大热释放量
烟密度
烟毒性

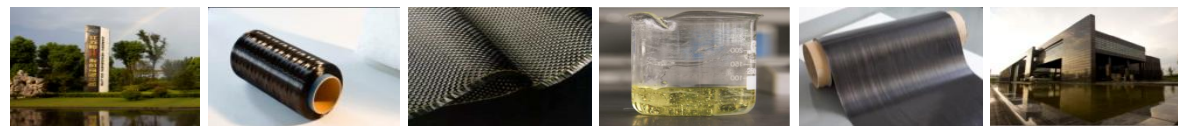
NFPA130标准

表面燃烧性能
烟密度
热释放

TBT3237标准

氧指数
燃烧性
烟密度
烟毒性





3.2 阻燃预浸料配方设计及应用

□ EV101UL系列预浸料

- 满足UL94水平HB及垂直燃烧**V0**级别

- 固化制度：150°C快速固化
- 固化过程树脂流动性优异，固化后外观优异
- 产品广泛应用于新能源汽车电池上盖体

判定条件	1	2	3	4	5	V-0
测试结果 (mm/min)						
每个独立的样品燃烧持续的时间 t_1 或 t_2	0/0s	1/0s	0/0s	0/0s	0/0s	≤10s
对任意处理组的五个样品的总的燃烧持续时间(t_1+t_2)	1s					≤50s
在第二次火焰施加后，每个独立的样品燃烧持续时间和灼热燃烧时间 (t_2+t_3)	1s	1s	1s	1s	1s	≤30s
任一样品持续燃烧和灼热燃烧是否到夹持样品的夹子处	否	否	否	否	否	否
燃烧颗粒或滴落物是否引燃脱脂棉	否	否	否	否	否	否

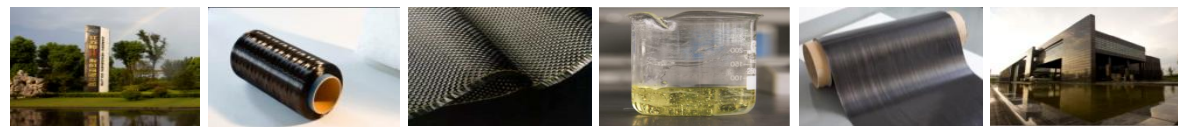


裁剪、铺贴



固化，脱模





3.2 阻燃预浸料配方设计及应用

EM119环氧预浸料

- 满足EN45545-2阻燃标准中HL2等级（欧盟）
- 满足NFPA130标准（美标）

- 固化要求：120°C中温固化
- 热压罐工艺制备复杂制件
- 真空袋压制备小尺寸制件
- 产品广泛应用于轨道交通领域

编号.	项目	标准	HL1	HL2
1	火焰传播测试	EN 45545-2:2013+A1:2015 ISO 5658-2:2006+A1:2011	合格	合格
2	热释放速率测试	EN 45545-2:2013+A1:2015 ISO 5660-1:2015	*	合格
3	烟密度测试	EN 45545-2:2013+A1:2015 EN ISO 5659-2:2017	合格	合格
4	烟毒性测试	EN 45545-2:2013+A1:2015 EN ISO 5659-2:2017	合格	合格

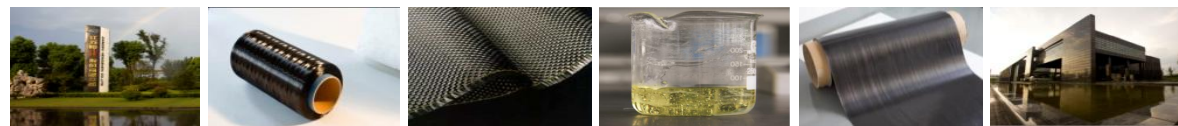
测试项目		
编号.	项目	标准
1	烟密度测试	NFPA 130:2017 ASTM E662:2017a
	表面材料可燃性测试-热辐射源法	NFPA 130:2017 ASTM E162:2016
2	材料产烟毒性分析	SMP 800C-2009
3	用耗氧型热量计测定材料和制品热及可见烟释放率的试验方法	ASTM E1354-2017



磁悬浮横梁框



车头罩



3.2 阻燃预浸料配方设计及应用

□ EV101 阻燃预浸料

- 满足DIN5510-2标准（德标）

- 固化制度：满足70°C~120°C**变温固化**
- 适用于真空袋压工艺
- 适用于大制件结构。
- 产品多应用于地铁交通领域

燃烧级别：根据 DIN 5510-2:2009 中给定的分级要求，该测试试样级别如下：

燃烧等级： S4

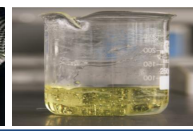
烟雾等级： SR2

滴落物等级： ST2



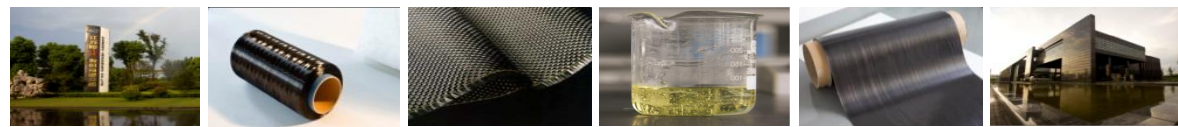
全复合材料车体





4

展望



展望

- 环氧预浸料技术未来将向着无膜化发展
- 在现有热固性预浸技术上，延伸至热塑预浸料技术的研发
- 预浸料深加工技术的研发与突破，分切预浸料技术的市场成熟化



感谢大家！

李志涛

15298391826 (同微信号)