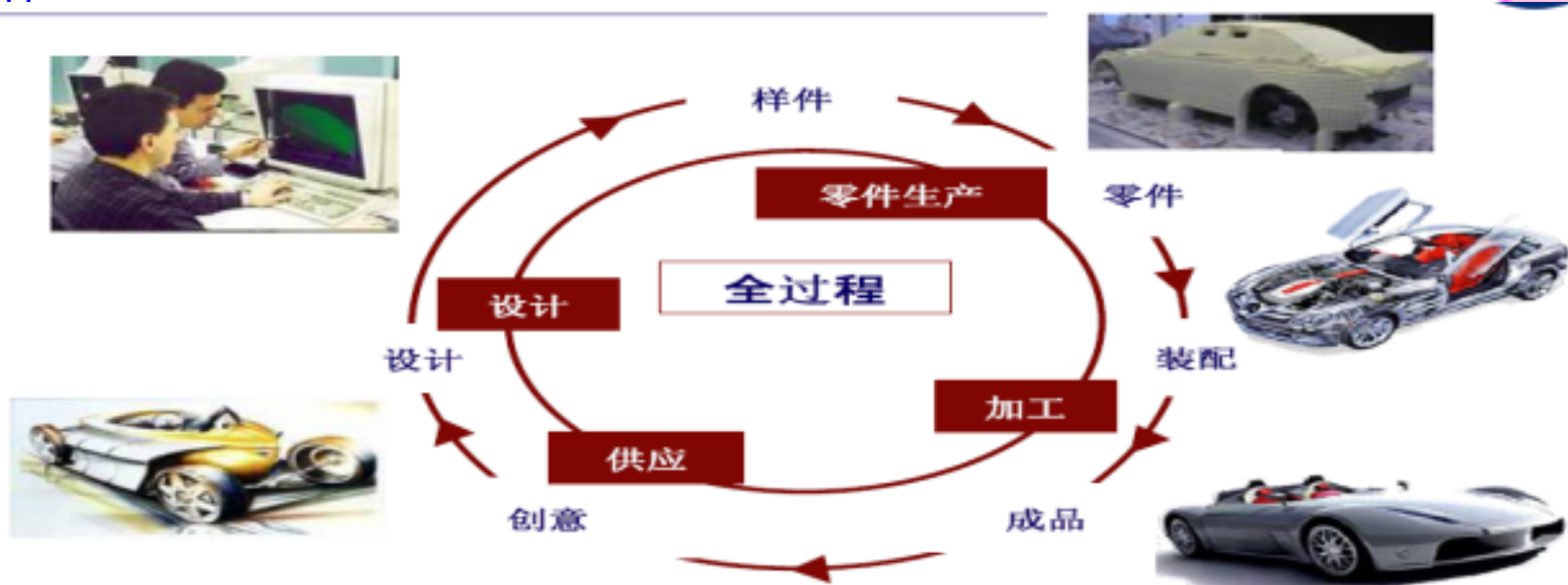


北京纳盛通(NST)新材料科技有限公司, 热塑性复合材料创新中心

的几个应用案例

鯤



1. 复合材料在汽车轻量化中的应用
2. LFT复合材料的分类
3. LFT复合材料的性能特点
4. 产品和所属行业介绍
5. LFT复合材料的成形工艺与设备
6. 应用案例
7. 结论

1. 简介



NST公司

2002年在北京成立, 具有高水平研发能力, 高技术新材料。

1) 经营方向: 以科技为先导, 发展具有“光、电、磁、催化、传感”新材料研究、开发、生产、销售、咨询。

2) 人力资源: 教授2人、博士3人、硕士3人、工程技术人员5人、管理2人, 现有人员均为大专以上学历。

3) 企业文化: 宗旨“以人为本, 诚信求实”以高科技为产品开发

原则: 以高起点为研究原则; 以诚信为经营原则; 以严谨务实为

4) 研发实力: 与北京化工大学、青岛化工学院、中科院化学研究所等重点教学及科研院所为技术策源地, 形成产学研联合开发, 在功能高分子、复合材料研究、开发达到国内领先水平。承担国家863, 973科技项目, 工信部04复合材料产业化重大专项项目, 国家自然科学基金项目, 航空航天复合材料项目, 汽车工程学会汽车轻量化(碳纤维热塑性复合材料)项目, 同时与韩国三星电子技术公司, 华为公司技术中心, 联想公司创新中心等合作研发新材料技术。

5) 研发领域及进展: 以电子材料、信息功能材料、纳米材料、功能高分子材料、高性能工程塑料、导热工程塑料、导磁工程塑料、导电塑料、有机及高分子光电子材料、纳米高分子复合材料、无机/有机杂化材料、长纤维增强热塑性复合材料 (LFT)、生物医用材料等高新技术新材料为主要研究与开发生产领域。

复合材料在汽车轻量化中的应用

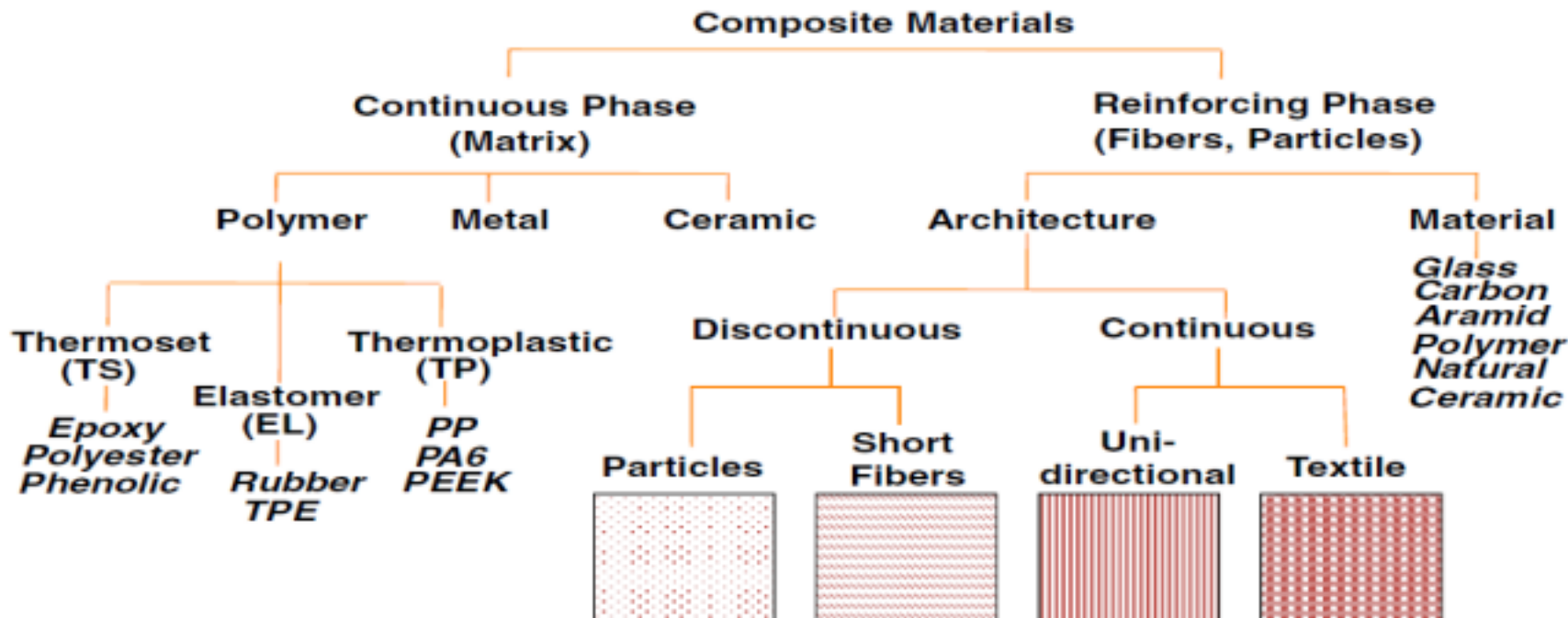


Fig. 1 Principle composition of composite materials

整个汽车行业都在积极寻找轻量化的解决方案，最现实的意义便是通过汽车的轻量化来降低能源消耗和降低尾气排放。

复合材料是应现代科学技术发展而出现的具有强大生命力的材料。由于复合材料具有密度小，特殊的振动阻尼特性，可减振和降低噪声、抗疲劳性能好，便于整体成形，可用于制造汽车车身、受力构件、传动轴、发动机架及其内部构件。

复合材料在汽车轻量化中的应用

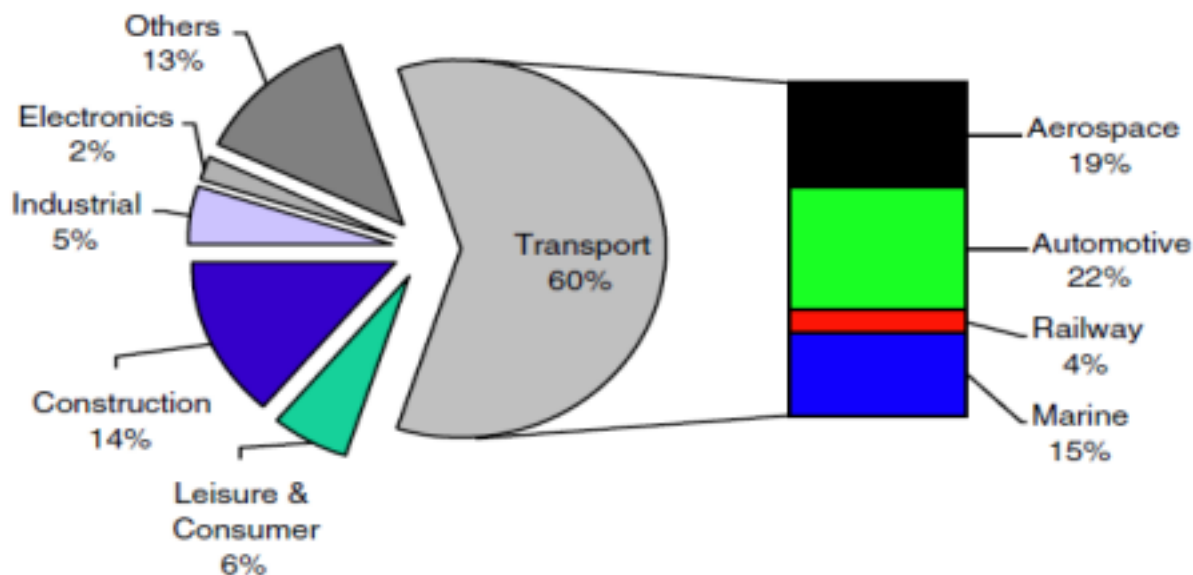


图1. 2012年世界复合材料工业的应用分布(JEC)

表1. 汽车轻量化材料的减重效果及相对成本

	材料成本	零件成本	减重幅度/%
软钢	1.0	1.0	比较基准
高强度钢	1.1	1.0	10
铝	4.0	2.0	40~50
GFRP	3.0	0.8	25~35
CFRP	10#	2.5	50~65

1. 复合材料在汽车轻量化中的应用

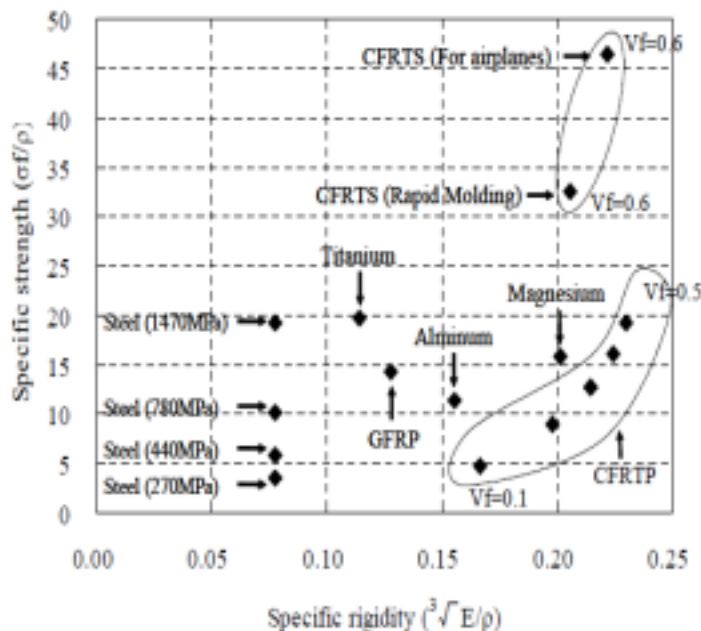


Fig.1 Specific rigidity and specific strength of various materials

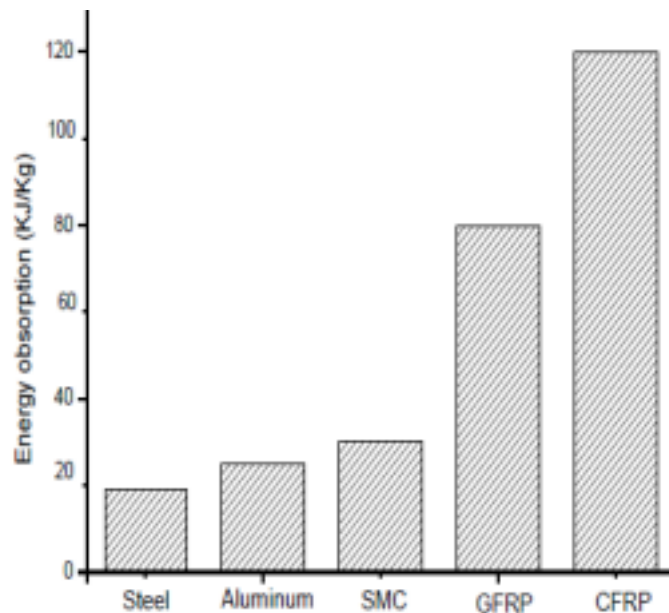


图2. 不同轻量化材料的吸能效率对比

碳纤维增强复合材料 (CFRP) 的强度、模量是高强度钢和轻质铝合金材料的数倍，而其密度却只有钢的 **1/5**，铝的 **1/2**，故此作为高性能的轻量化材料具有明显优势，收能效果远高于金属材料 and 玻璃钢材料，抗冲击性能也远高于短纤维增强复合材料 (SFT, SMC, BMC)，故十分有利于提高汽车的整体碰撞安全性。

CFRP 是目前最理想的 **先进轻量化复合材料**，随着碳纤维 (CF) 本身成本的不断降低，复合化新技术和新工艺的不断提高，自动化智能生产设备的不断完善，必将在汽车工业中

2. LFT复合材料的分类

长纤维增强热塑性复合材料 (Long Fiber Reinforced Thermoplastics, LFT)

高性能、低成本、可回收循环使用、绿色环保的热塑性(树脂基)复合材料(FRTP)近年来得到快速发展与广泛应用。通过采用在热塑性树脂基体中添加增强纤维(玻纤、碳纤维等), 以及同时对基体热塑性树脂进行化学与物理改性技术来制备高性能化的复合材料 (新型结构复合材料、功能复合材料等) 已经成为当今新材料发展的一条行之有效的捷径, 它是实现:

通用塑料工程化、工程塑料功能化、特种工程塑料实用化最佳技术路线。

纤维增强热塑性树脂基复合材料(FRTP)可分为:1) 短纤维增强热塑性复合材料(短纤维增强材料) (Advanced Composite Thermoplastics, ACDT) 是(高)性能纤维增强(玻纤、碳纤维)增强聚合物基复合材料, 具有高比模量、高比强度、耐疲劳、耐腐蚀、整体成形加工连续性好, 以及性能可设计等优良特性。
纤维增强热塑性树脂基复合材料 (Continuous Fiber Reinforced Thermoplastics, CFT)。
(2012, 441.8t/70. 2015, 500t/115, 15.3%)

2. LFT复合材料的分类

Definition of long fibers 长玻纤定义

	Short fiber reinforced polymers 短玻纤增强聚合物		Long fiber reinforced polymers 长玻纤增强聚合物		
Fiber Length in the part 玻纤长度 [mm]	<1	1 – 5	5 - 25	5 – 25	> 10 - 00
Raw Material 原材料	Short Fiber compound	LFT-Pellet	LFT-Pellet	Direct-LFT	GMT
Production process 加工工艺	Injection Moulding		Compression Moulding		
Fiber Orientation in the part 纤维定向					

Source: Kunststoffe 4/98

2. LFT复合材料的分类

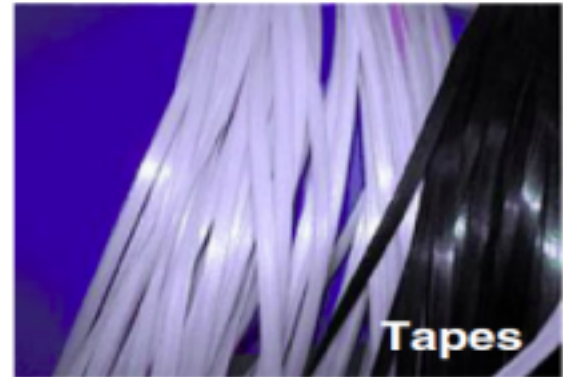
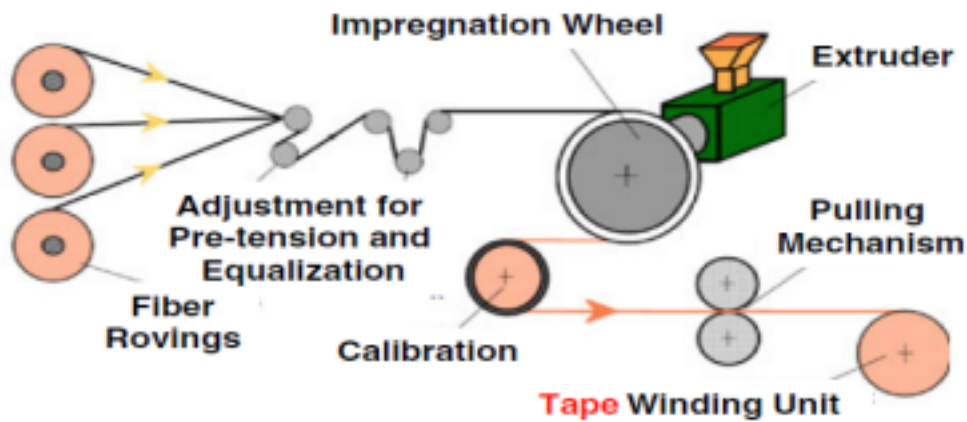


Fig. 15 Impregnation unit for thermoplastic composites

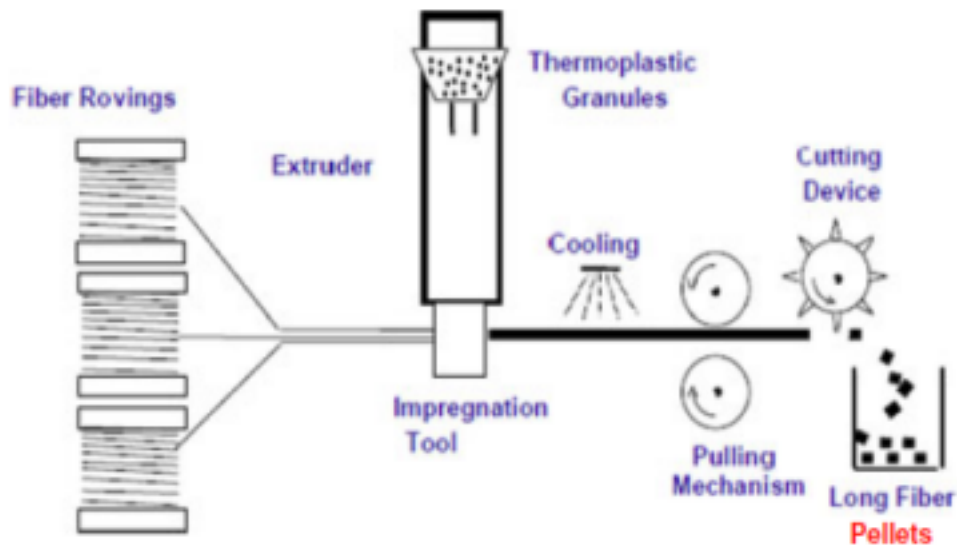
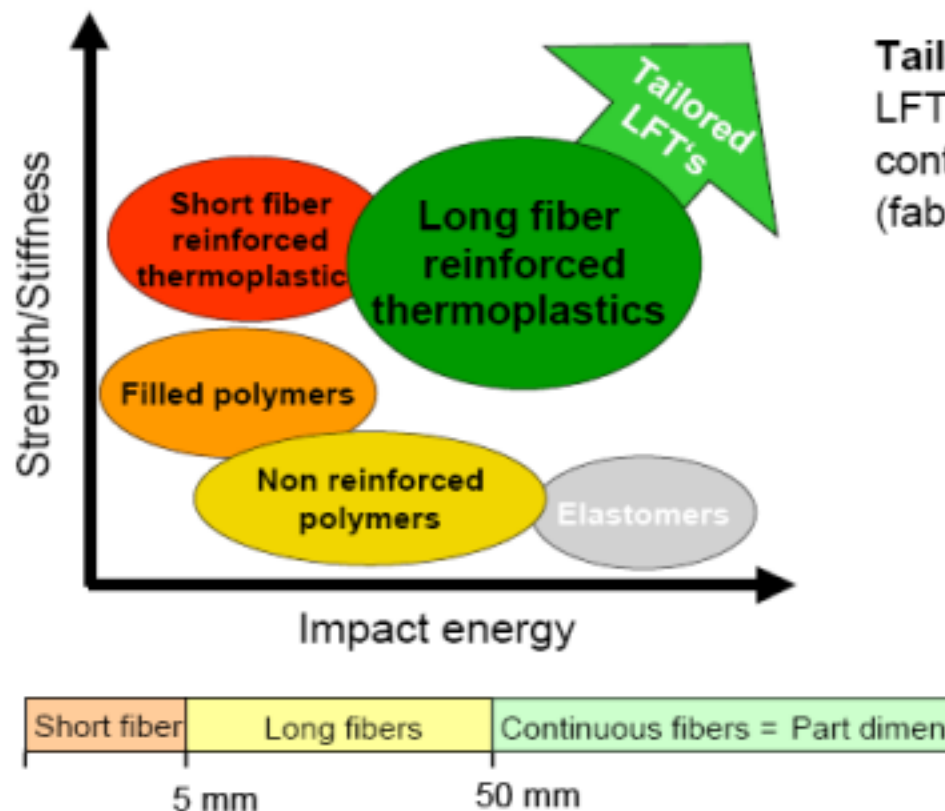


Fig. 16 Production of thermoplastic long fiber pellets

3. LFT复合材料的性能特点



Tailored LFT

LFT-Part with local continuous fiber reinforcement (fabrics, profiles, rovings)

Tailored LFT 定制LFT

LFT components 带局部增强的LFT制件 with local reinforcements (fabrics, profiles, rovings) (织物、型条、粗纱)

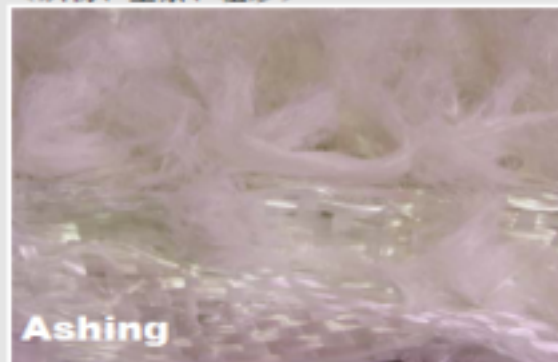


图3. LFT复合材料、SFT塑料与聚合物基体的力学性能

3. LFT复合材料的性能特点

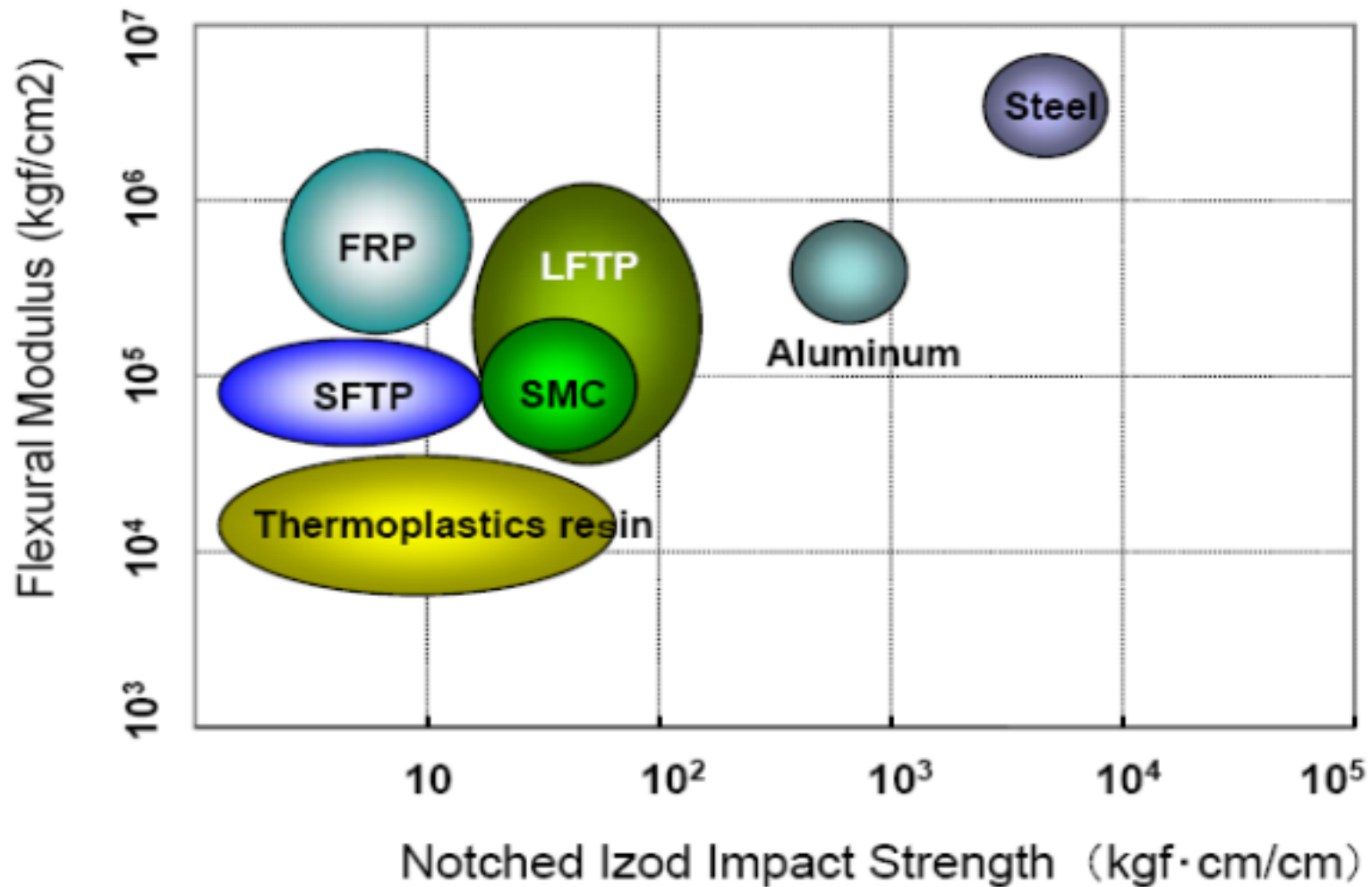


图4. LFT复合材料、SFT塑料与金属材料的力学性能比较



LFT专用玻璃纤维 为产品提供优异性能

40%长玻纤增强聚丙烯物理机械性能对比

测试项目	单位	检验标准	STAMAX 40YM240	Celstran PP-GF40-02	OCMAX 4008CG-BH-N
密度	g/cm3	ISO1183	1.22	1.21	1.21
拉伸强度	MPa	ISO527	121	117	135
弯曲强度	MPa	ISO178	184	180	184
弯曲模量	MPa	ISO178	7850	8060	8345.3
缺口冲击强度	kJ/m2	ISO179/1eA	22	23	30.8
热变形温度 (1.8MPa)	°C	ISO75	159	152	155

测试项目	长玻纤维增强PP- LGF40(北京NST)	长玻纤维增强PP- LGF50(北京NST)
纤维含量/%	40	50
拉伸强度/MPa	126	154
弯曲强度/MPa	204	230
弯曲模量/GPa	8650	11409
缺口冲击强度/kJ/m ²	32	38
无缺口冲击强度/kJ·m ⁻²	48	53



LFT专用玻璃纤维 为产品提供由优异性能

- ✓ 突出的力学性能 Markedly higher mechanical properties
- ✓ 低温冲击强度高 Higher impact strength at low temperature
- ✓ 蠕变趋势减小 Reduced creep tendency
- ✓ 收缩率减小 Reduced shrinkage
- ✓ 各向异性减小/低翘曲 Less anisotropy/Less warp
- ✓ 尺寸稳定性提高 Enhanced dimensional stability
- ✓ 抗动态疲劳性能优异 Excellent dynamic fatigue-resistant properties
- ✓ 热膨胀系数与金属相当 CTE similar to metal
- ✓ 在宽温度范围和气候条件下非常好的稳定性 Very good stability under a wide of temperatures and climatic conditions

4. 产品和所属行业介绍

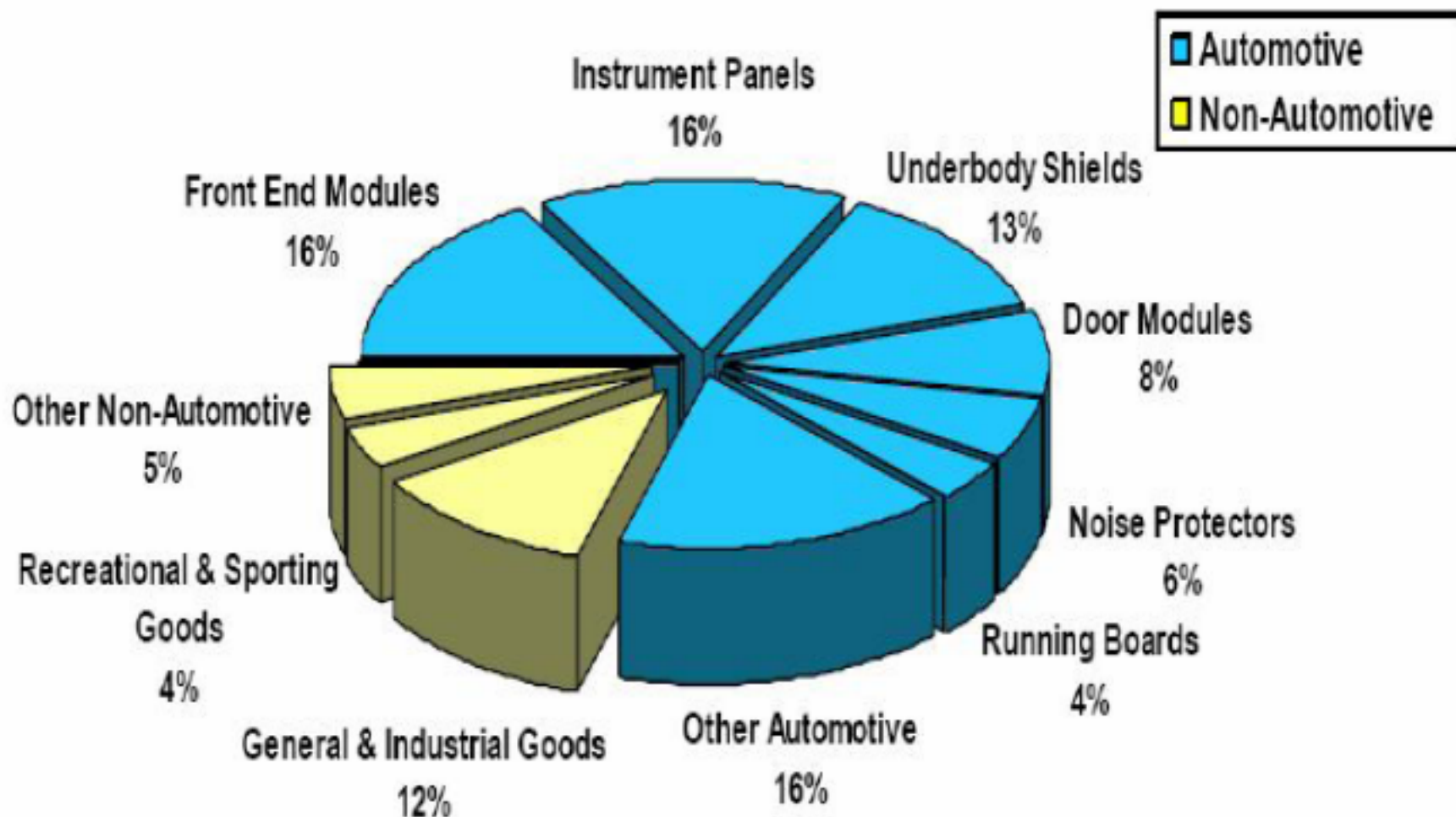
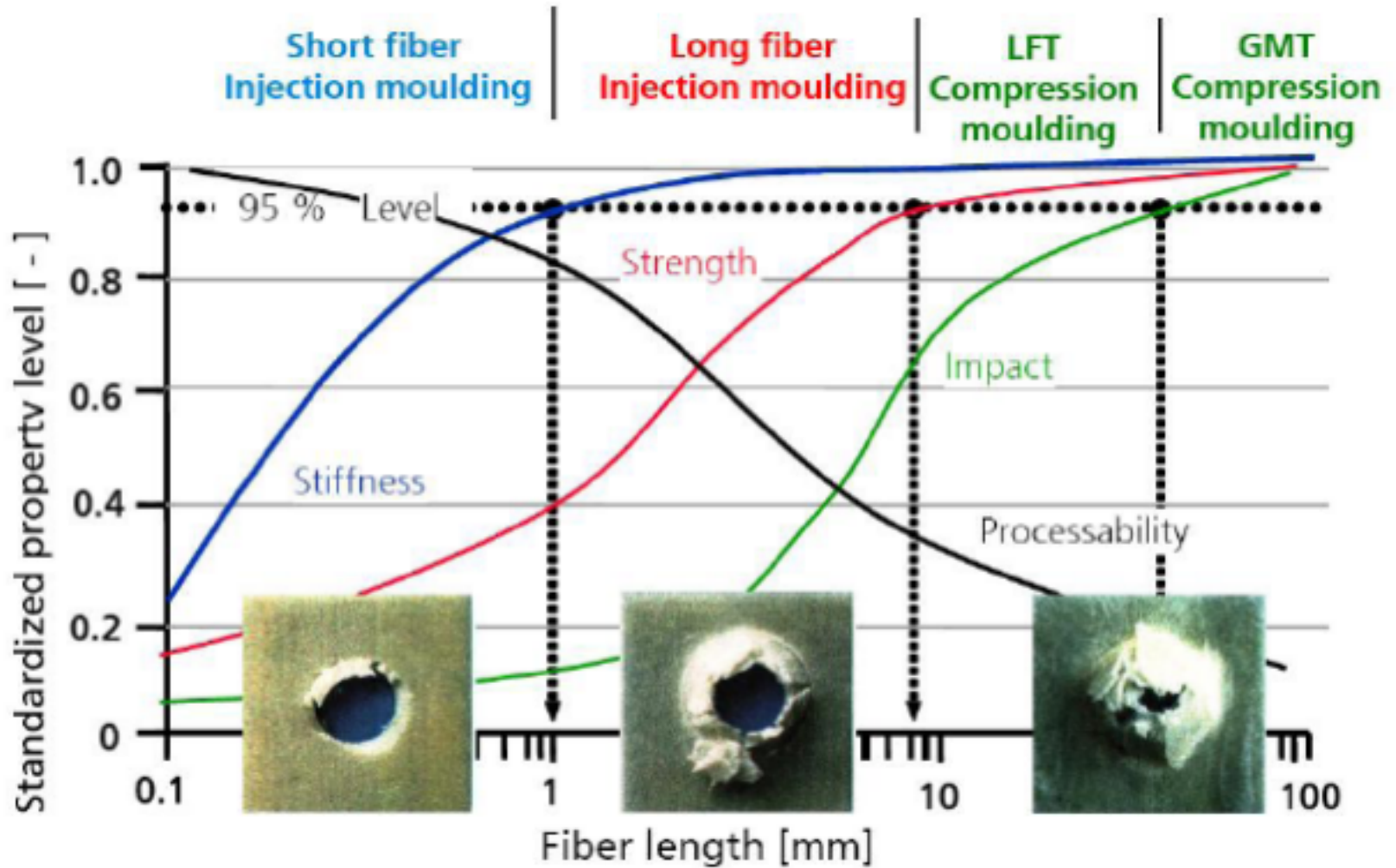


表3. LFT热塑性复合材料应用的不同领域与所占市场份额

5. LFT复合材料的成形工艺与设备



5. LFT复合材料的成形工艺与设备

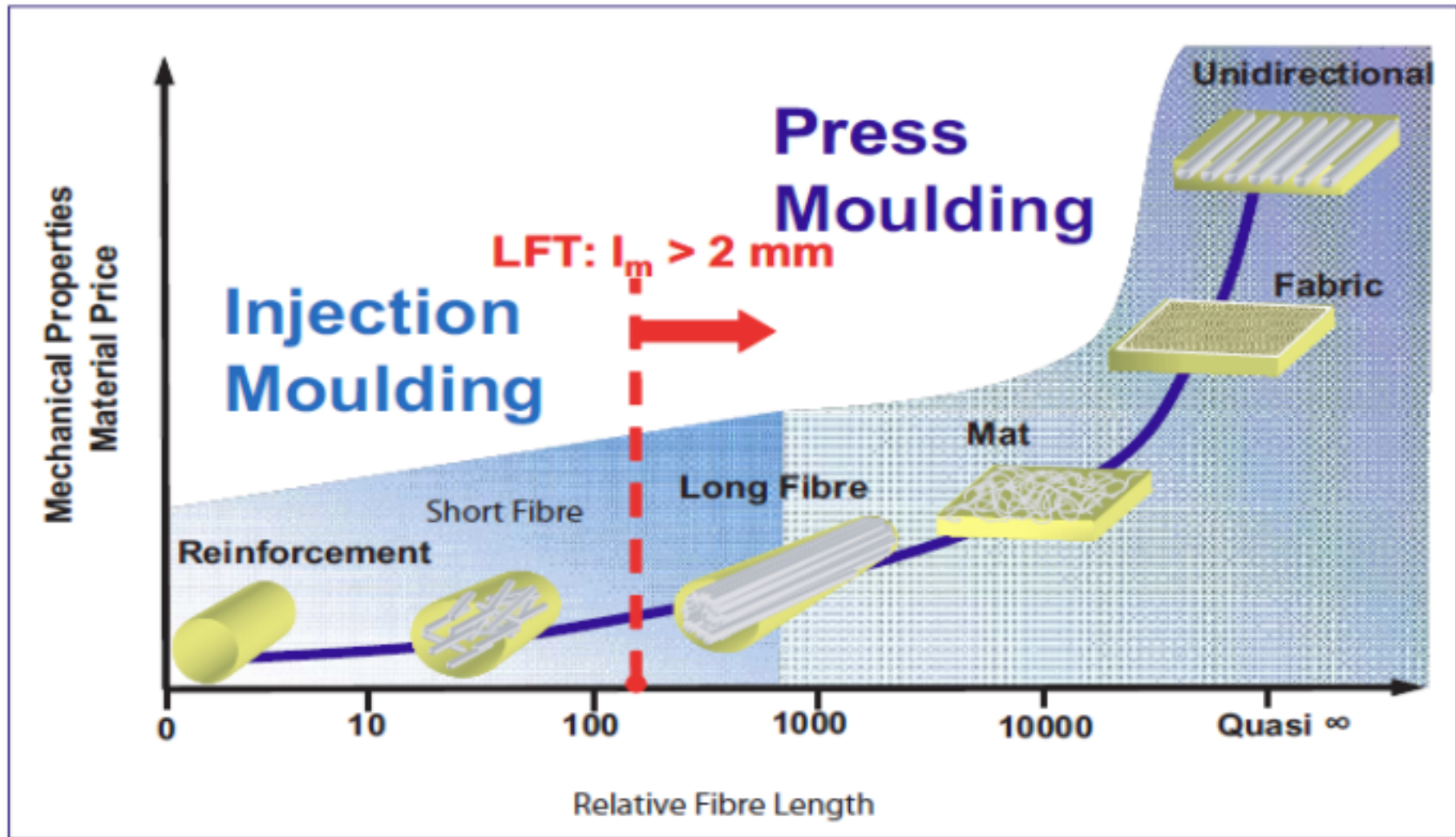


Figure 2: Mechanical properties of long fibre thermoplastic materials.

5. LFT复合材料的成形工艺与设备

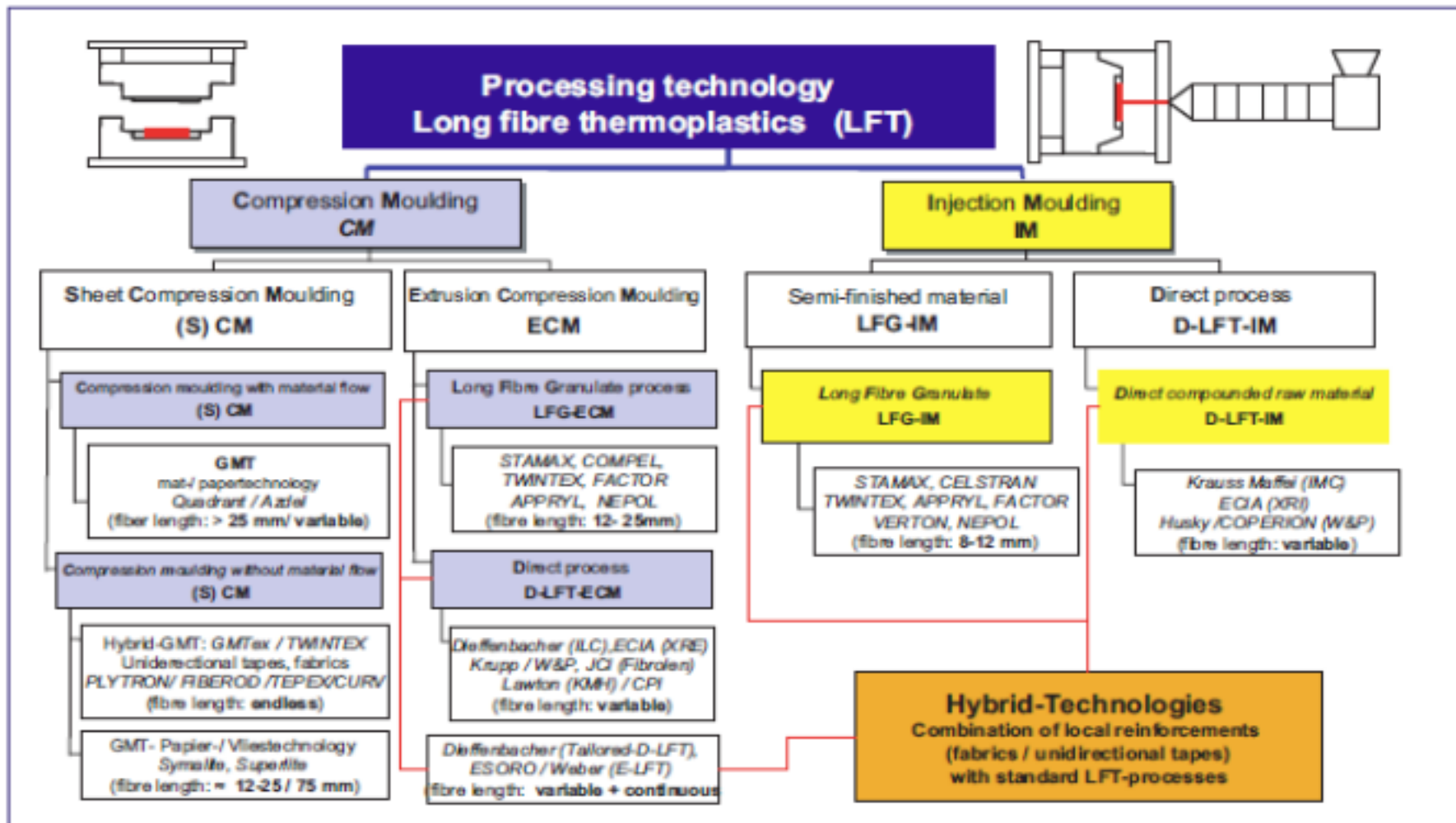
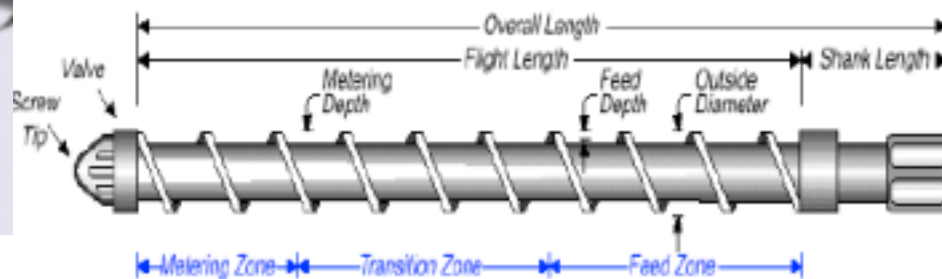
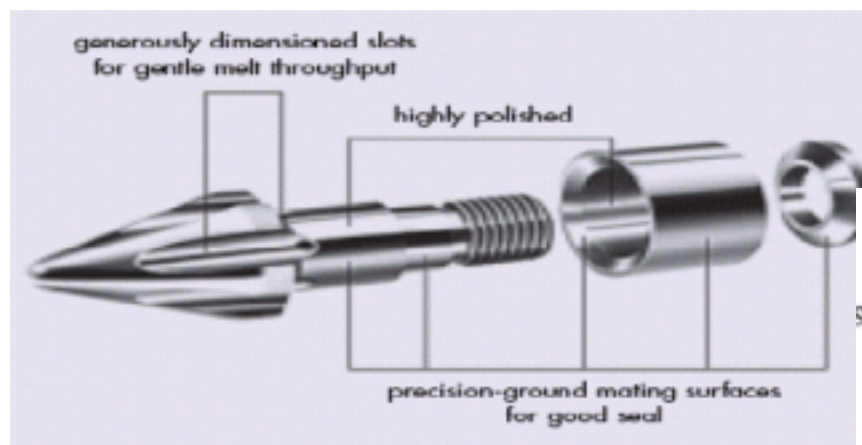
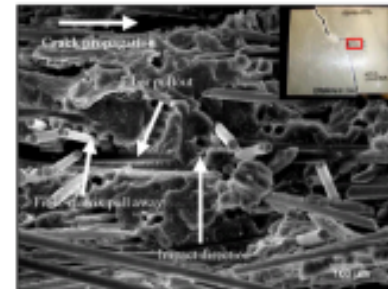
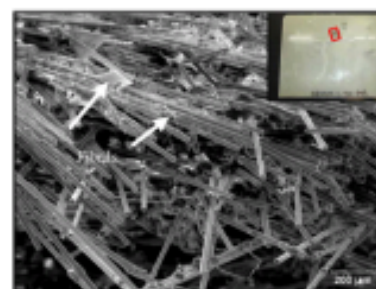
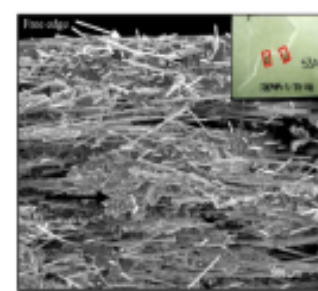
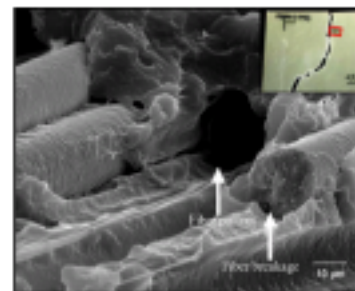


Figure 1: Classification of the manufacturing processes for long fibre reinforced thermoplastics. (Products, brand names and registered manufacturing processes are shown in italics.)



图4 不同螺杆对玻纤长度的影响



5. LFT复合材料的成形工艺与设备

Source: M. Sommer, IVW

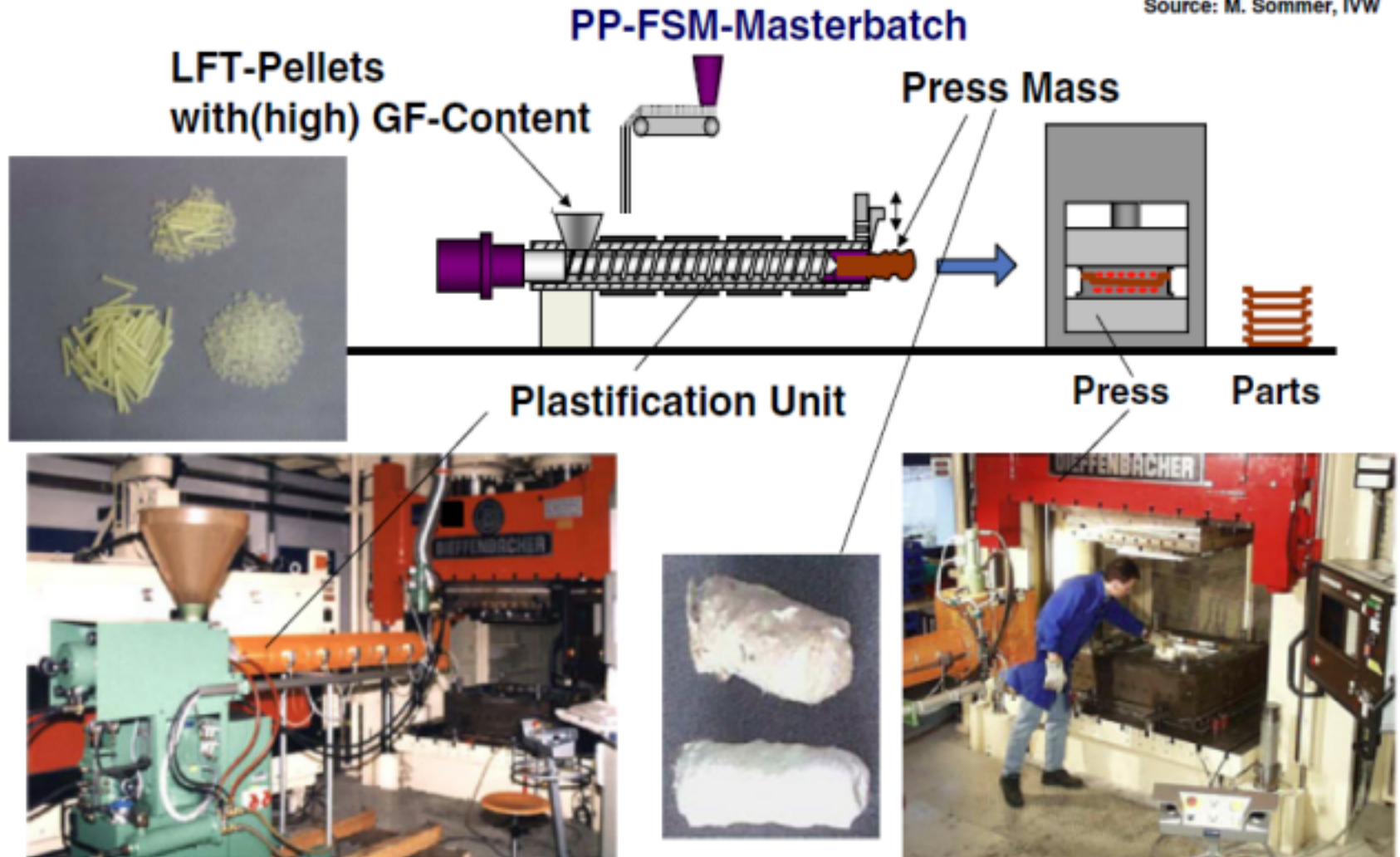
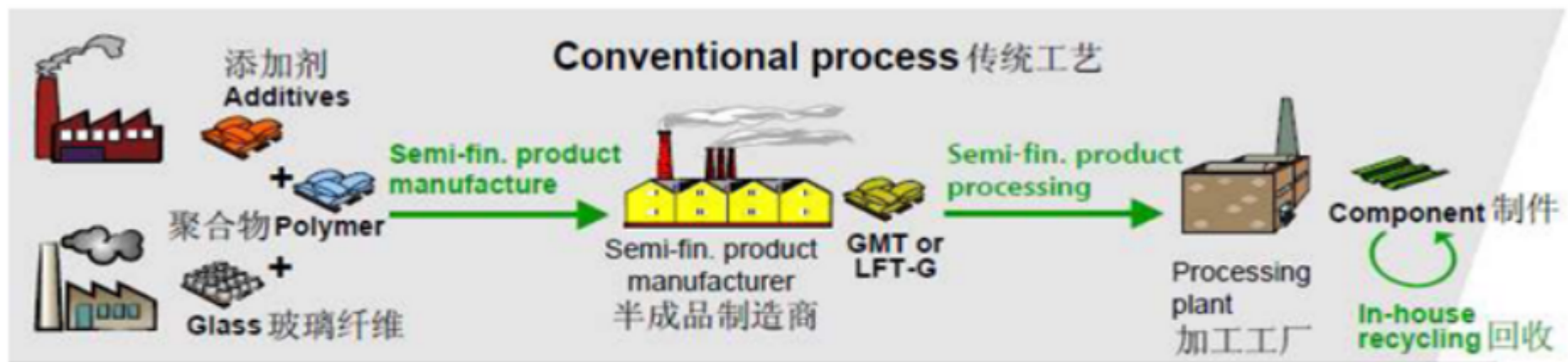


Fig. 17 Production of LFT-components by flow pressing

5. LFT复合材料的成形工艺与设备

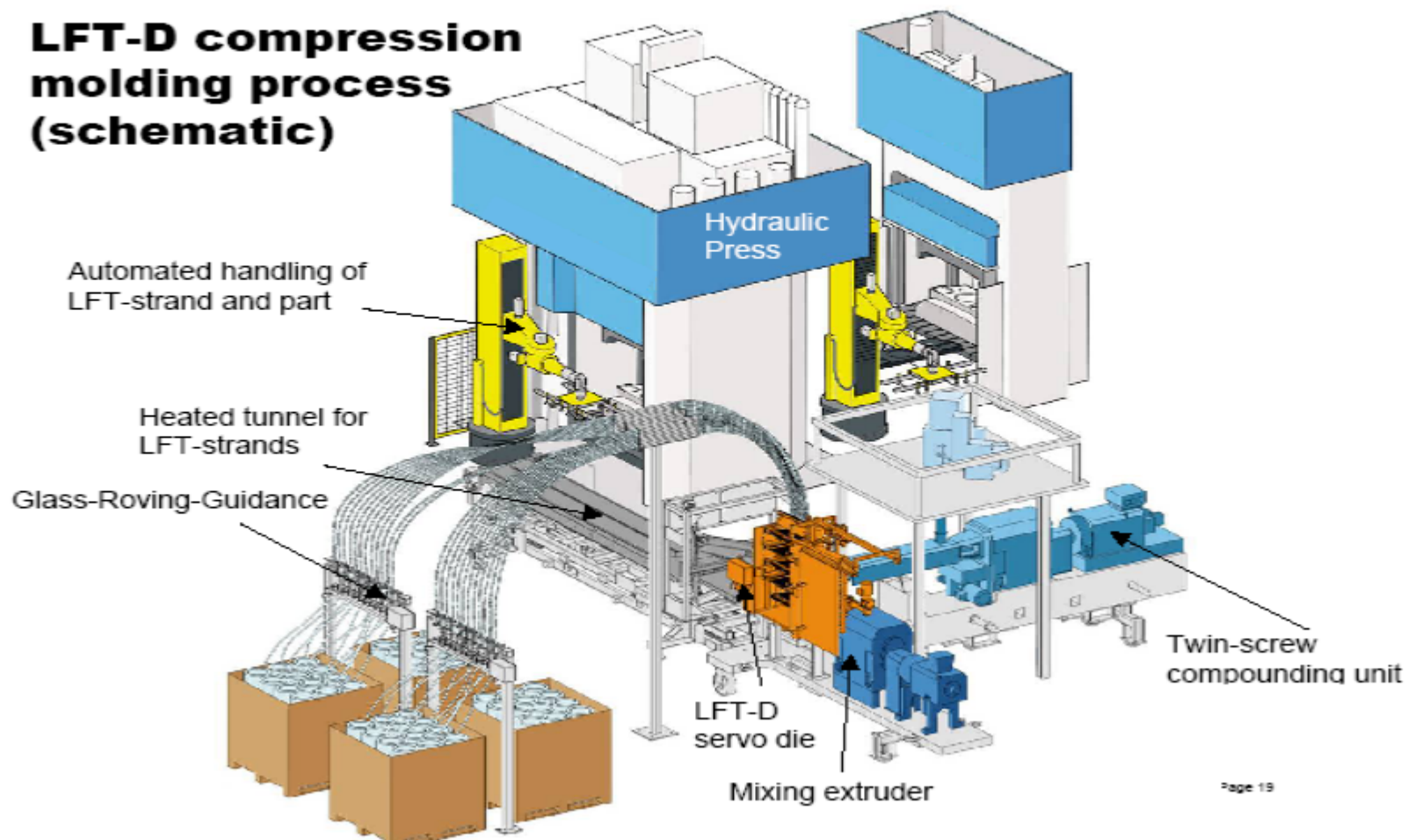
热塑性复合材料不同工艺的生产过程



5. LFT复合材料的成形工艺与设备

DIEFFENBACHER

LFT-D compression molding process (schematic)



Page 19

图29. LFT-D直接在混配模成形工艺制备部件成品的生产设备

5. LFT复合材料的成形工艺与设备



图27. LFT-D直接在 混配注塑制品的生 设备

6. 汽车产品应用案例



Long Fiber Technology Applications

长纤维技术的应用



6. 汽车产品应用案例

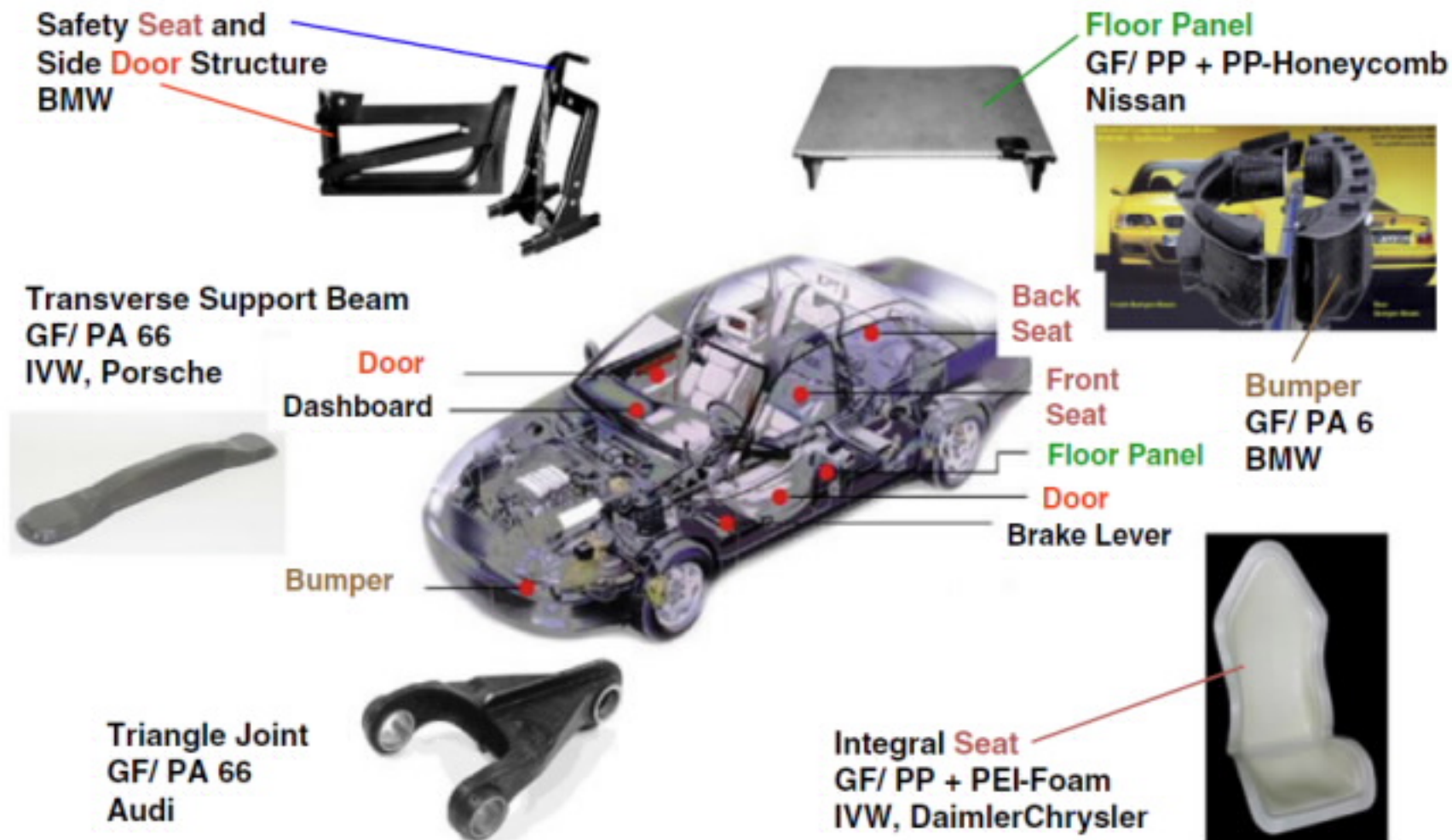


Fig. 12 FRP in load bearing automobile structures

6. 汽车产品应用案例

Bumper Beams: Weight Reduction, Function Integration and Energy Management



Bumper beams 保险杠支架

6. 汽车产品应用案例





Vehicle:	BMW – 5 and 6 series – E6x
SOP:	2006
Volume:	1.000.000 parts/ year
System-Supplier:	Röchling Automotive AG & Co. KG
Moulder:	Röchling Automotive AG & Co. KG
Weight:	4,5 kg
Process:	Sheet Compression Moulding S-CM
Material:	Seeberlite 2 1400 (LWRT, PPGF30)
Advantages:	Replacing PVC coating, improving aerodynamics, weight saving, integrated acoustics, cost saving



BMW 5 & 6er (E 6x)

6. 汽车产品应用案例



Vehicle:	Mercedes Viano
System-Supplier:	HBPO
Moulder:	Jarama Plastics
Process:	Injection molding (LFG-IM)
Material:	LFG PP with 30% glass fiber Celstran+PP-G30
Advantages:	Cost reduction Higher integration level Hybrid with metal frame



6. 汽车产品应用案例

Tailored LFT-D - Series component 定制LFT-D——系列制件



Smart fortwo cabriolet

- LFT-D with local reinforcements 局部增强的LFT-D
- Visible components 可视制件



Source: Weber Automotive

6. 汽车产品应用案例





Vehicle:	smart fortwo 451 (cabrio & coupé)
SOP:	Jan. '07
Volume:	120000 / year
Moulder:	Weber Fibertech / Esoro
Weight:	5.5 kg
Process:	E-LFT compression moulding
Material:	LFT: PPGF30, continuous fiber strips (local reinforcement): PPGF60
Advantages:	E-LFT structural part for higher stiffness and strength, crash resistant LFT component (cover) with completely visible grained and coloured surface. Cost reduction over 10% has been achieved.

应用案例

案例1. 汽车配件—底座

材料：LFT-PP-40LGF+1%黑色母

生产厂：纳盛通(NST)

产品：汽车配件—波箱（底座）

客户现用料：PA66+30%GF（短纤）

成型机台吨位：600T



- 1)提高刚性，减小翘曲变形
- 2)降低综合成本
- 3)轻量化，降低重量**27.6%**

成型工艺参数①

注塑温度：喷嘴 一段 二段 三段 四段 五段
 °C 275 265 260 255 250 230

速度/% 压力/bar 位置/mm 时间/s

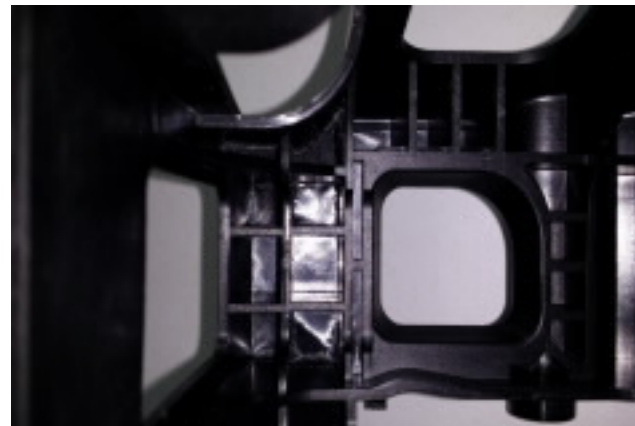
射胶

一段：	55	122	95
二段：	85	115	75
三段：	30	93	55

保压

		50	11
一段：	6	45	
二段：	4	48	

模具温度：87°C，冷却 35S



应用案例

案例2. 2011年厦门宇通客车公司 客车行李吊架设计与生产



PP-LGF40

- 1) 提高刚性，减小翘曲变形
- 2) 提高使用寿命
- 3) 提高产量，缩短加工周期，提高成品良品率，降低综合成本
- 4) 轻量化，降低重量**75%**



应用案例

案例3. 德国BMW汽车公司SUV-T618E型汽车驾驶员热塑性复合材料底座支架

(国际项目合作)



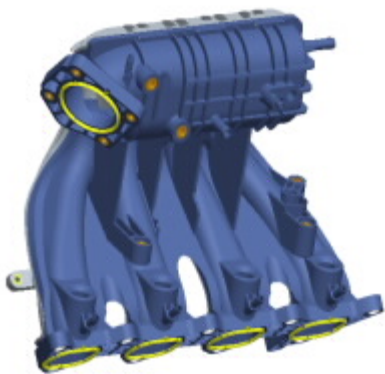
复合材料
PP-LGF50

- 1) 提高刚性，减小翘曲变形
- 2) 提高使用寿命
- 3) 降低综合成本
- 4) 轻量化，降低重量**62 %**



应用案例

- 热塑性复合材料汽车进气歧管
- 案例4. **Long Fiber Technology Applications**, 长纤维技术的应用



LFT热塑性复合材料进气歧管分片注塑成形，一般分成2、3、4片注塑，焊接组成；

- 1.分片注塑，充分考虑模具出模，注塑工艺等；
- 2.焊接筋设计，确定合适压力角、焊接深度、筋的配合等，从而保证产品的强度。
- 3.歧管的相应部件设计：密封圈、衬套、铜螺母、支架、螺栓等。

功率提高2%，扭矩提高3%，油耗降低6%

重量降低17%，降低总生产成本33%

□ 案例5. *Long Fiber Technology Applications* 长纤维技术的应用

汽车轮毂是高速旋转的**主承力结构件**，和车身结构件相比，它的减重效益更为突出。同时，车轮减重还会带来汽车动力性能的跃升，如制动、加速、转向以及降低回旋效应等，从整车角度来综合考量，这些性能的改善将使汽车的综合效能明显提升。**复合材料汽车轮毂**的轻量化成为汽车企业追求卓越的重要表现。

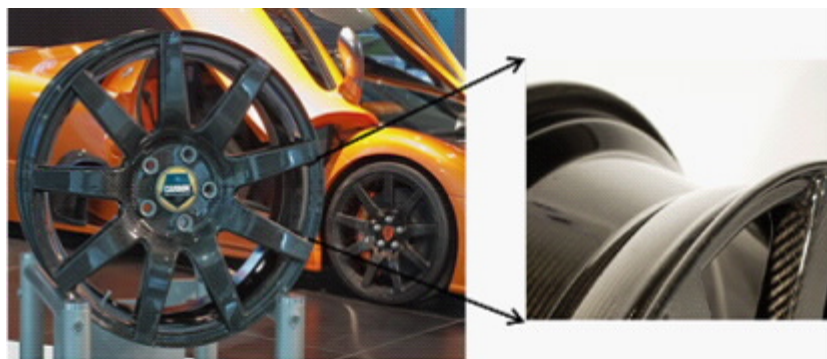


- 减重幅度 >30 %, 单车减重12 - 20 kg
- 改善空气动力学特性
- 降低能源消耗
- 延长续航里程
- 改善冲击安全性能
- 提高设计自由度
- 创新形象



汽车轮毂复合材料化的综合效益显著。然而，作为保证汽车行驶安全的重要部件，汽车轮毂不仅需要承受整车重量及载重，还要传递驱动扭矩。同时，车轮的几何形状复杂，受力情况难于确切描述。常用轮毂按照材质的复合材料分为钢轮毂、铝合金轮毂和复合材料轮毂，复合材料轮毂又分为1)热固性复合材料轮毂和2)热塑性复合材料轮毂。

类型	优点	缺点
整体式轮毂结构	整体式结构在充分挖掘复合材料强度特性的同时，避免了辐板和轮辋的连接问题，既简化了工序，也提高了汽车轮毂的整体结构精度和强度，有利于提高轮毂的耐久性和安全性。	外观丑陋，重量大，惯性阻力大，散热性差，容易生锈。 成本费用高，行业有污染、耗能高、工人劳动条件差
热固性复合材料轮毂	可减振和降低噪声、抗疲劳性能好，整体成形；重量更轻，实现更低的燃油消耗。	成本费用很高，制造过程复杂，很难量化生产，只常用于高端的赛车和小批量改装汽车。
热塑性复合材料轮毂	成本费用低，制造过程简单，可批量化生产。可减振和降低噪声、抗疲劳性能好，形状设计自由度高，整体成形；重量更轻，实现更低的燃油消耗。	运行条件下的承受高载荷的能力有一定的限制



(b) DYMAG公司的碳纤维轮辋/镁合金刹车盘组合式轮



壳

世界热塑性复
合材料汽车轮
毂的实例

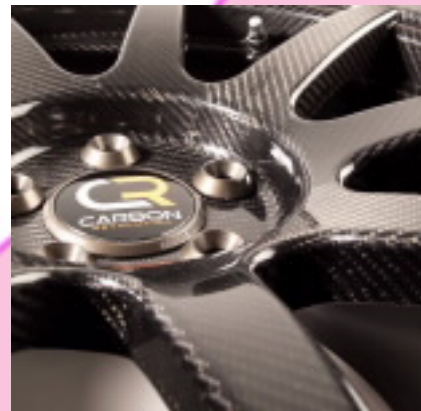
(c) smart公司制备的全热塑性复合材料车轮

图 1. 各种不同结构和工艺制备的复合材料车轮

应用案例

澳大利亚一家碳纤维技术公司在2012年美国拉斯维加斯举行的国际汽车零配件展览会（SEMA）上推出的世界上第一个整体式碳纤维轮毂。这种CR-9 碳纤维轮毂每个仅重**6.81~8.17 kg**，其质量相比合金轮毂轻**40%~50%**。

Smart汽车公司的新型热塑性复合材料车轮，整套车轮由两部分组成：实际支撑组件以及轮罩。两组部件都具有支撑功能，在行驶条件下可以承载高负荷。该塑料车轮仅重**6kg**，比标准铝车轮轻**30%**。与CR-9整体式碳纤维轮毂和DYMAG公司的碳纤维/镁合金组合式轮毂不同，Smart公司的全塑复合材料车轮采用长纤维增强聚酰胺(Ultramid Structure)热塑性复合材料，通过注塑成型工艺制备。无论从**加工成本**，还是**成型效率**来讲，这种热塑性复合材料的注塑成型都更具优势。

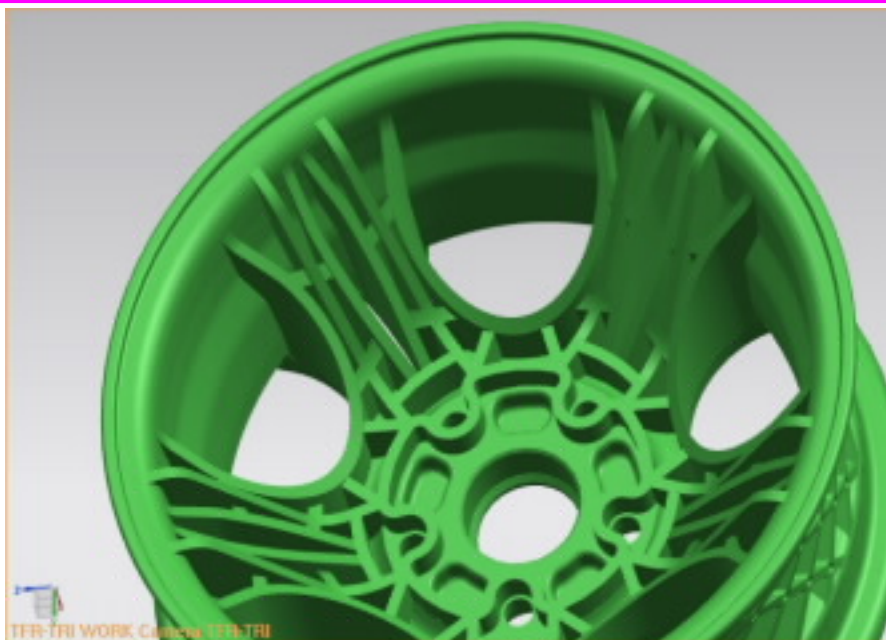


应用案例

针对新能源汽车某一型号汽车车轮轮毂的复合材料替代化方案项目，凭借对于工程塑料的深入研究及应用分析经验，为其提供热塑性复合材料汽车轮毂部件结构、重量、成本、性能优化方案，并同时提供材料性能认可资源(材料物性、材料样条)。长玻纤增强聚酰胺复合材料物理机械性能：

项 目	美国材料试验 协会ISO	单 位	性 能
			PA/LGF
密度		g/cm ³	1.678
拉伸强度		MPa	257
拉伸模量		MPa	22600
弯曲强度		MPa	415
弯曲弹性模量		MPa	23400
Izod缺口冲击强度		KJ/m2	43
热变形温度		℃	257
阻燃性（UL-94）		/	V0
注塑收缩率		%	0.3-0.6
体积电阻率		Ω . cm	10 ¹³

应用案例



塑料加工技术重点领域的3大表现

1. 先进制造技术
2. 材料研究及其应用
3. 先进装备

名称：热塑性复合材料汽车轮毂



材质：PA66-70%长玻纤(LGF50)
PA66-60%长碳纤维(LCF70)

新能源汽车某一型号车轮热塑性
复合材料轮毂

应用案例

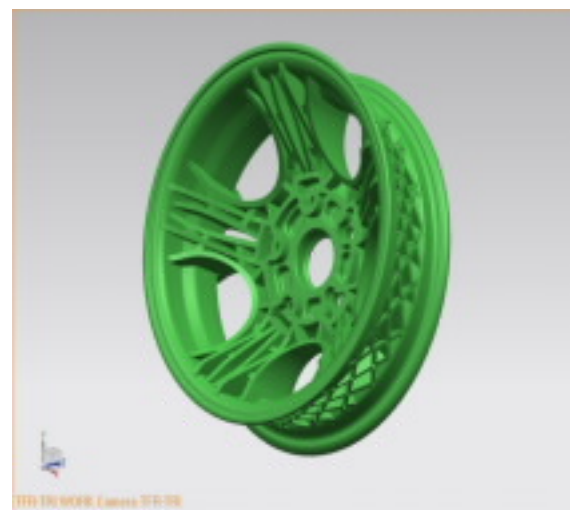
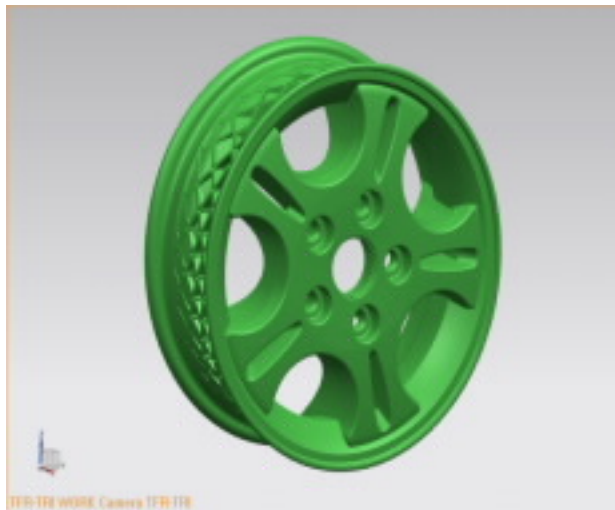
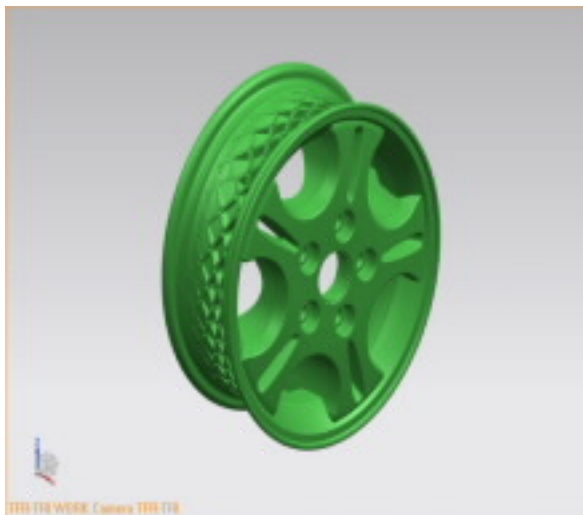
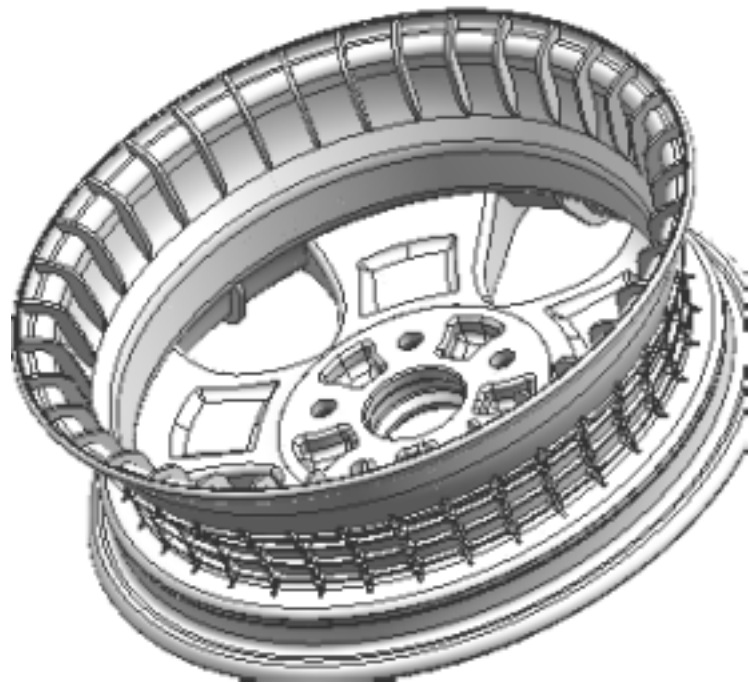
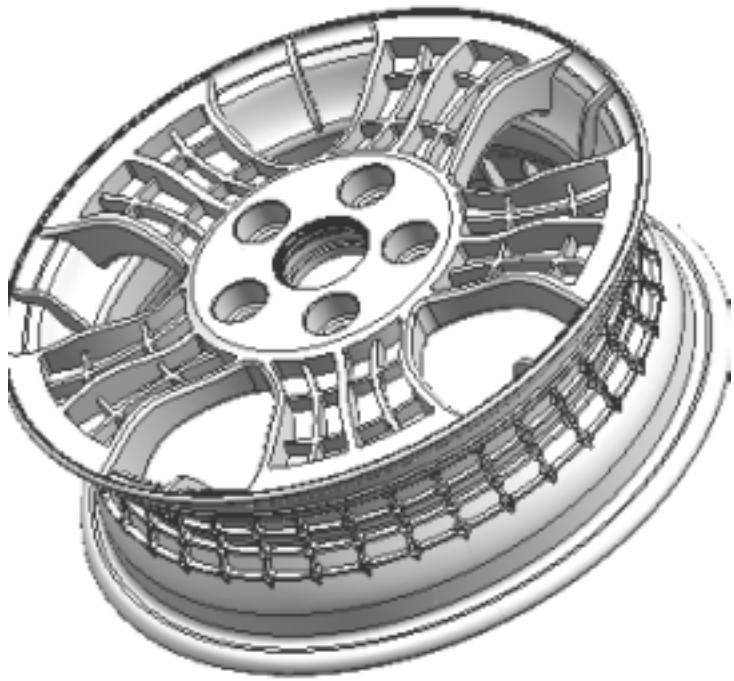


图8. LFT热塑性复合材料汽车轮毂

热塑性复合材料汽车轮毂生产制造方案



产品尺寸: $\phi 415 \times 157$ (MM) ,

产品材质: 长玻纤增强聚酰胺复合材料。

产品重量: 4.5KG,

材质密度: 1.68克/立方厘米

注塑方式: 大水口圆盘形进浇, 避免孔位置会有熔接线, 填充中间5个螺丝过孔, 注塑成型后再机械加工。

汽车轮毂-模流软件计算分析

为肯定模具设计的合理性，通过模流分析软件，预先模拟注塑生产的工艺条件，来验证设计的可行性。

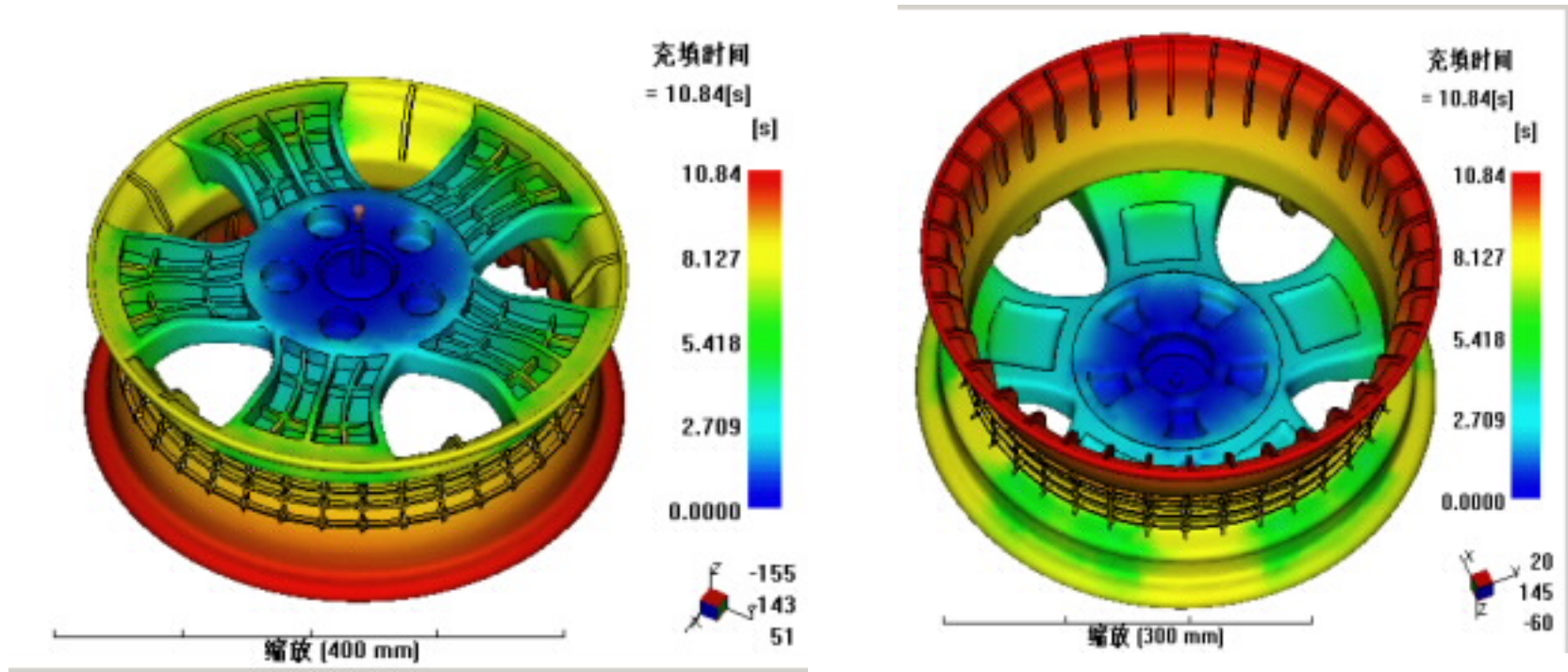


图1：充填时间

分析结果说明：熔胶前波速度颜色代表速度压力比值维持固定值，使塑件性质差异降到最低。可依此设计模具的温度调节控制系统，例如调温孔的形状和位置，大小尺寸等。

汽车轮毂-模流软件计算分析

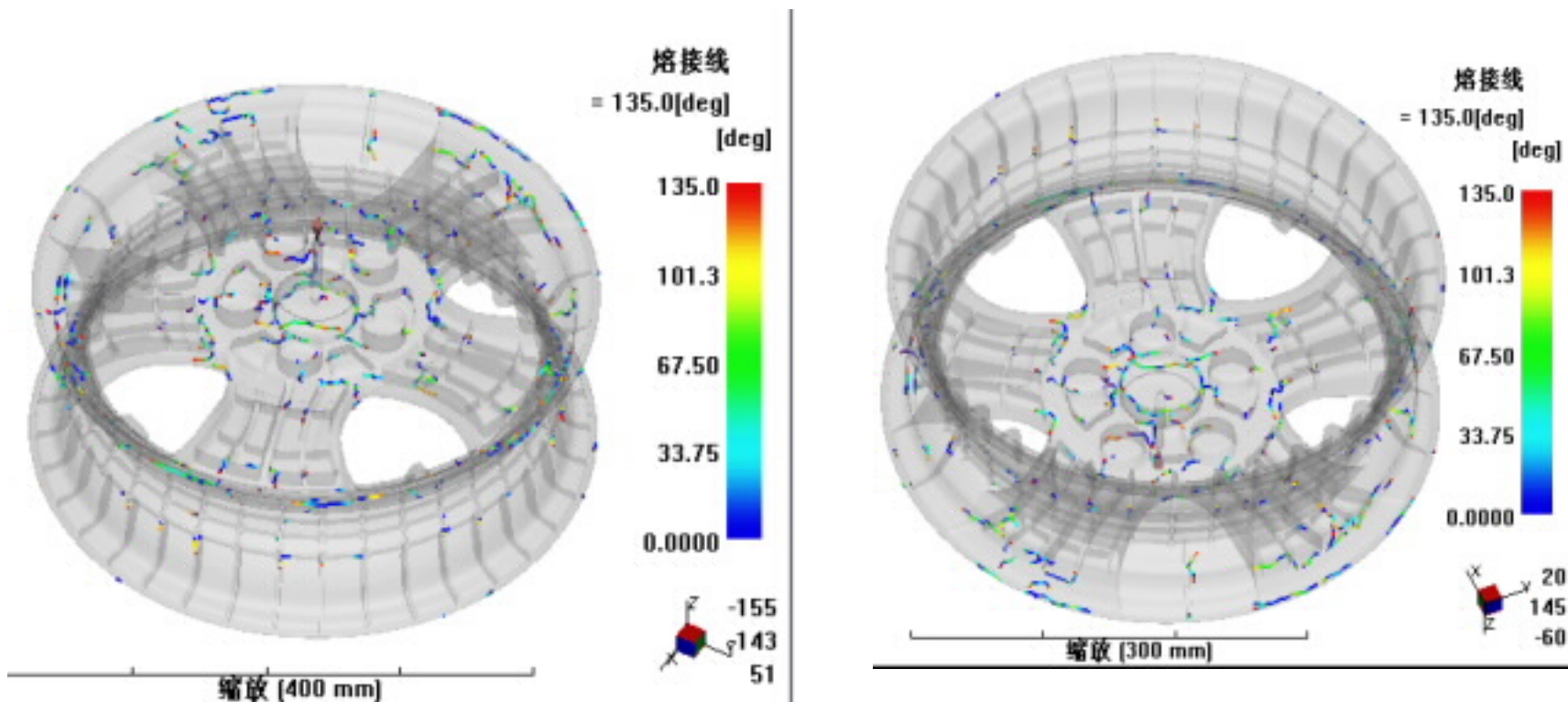


图2：熔接线

分析结果说明：显示充填流动熔合线和包封等问题，可根据此结果考虑产品强度。强度要求非常高的部位要避免产品通孔造成的熔接线位置，可采用先取消通孔再注塑成型，后序进行二次切削加工通孔。

汽车轮毂-模流软件计算分析

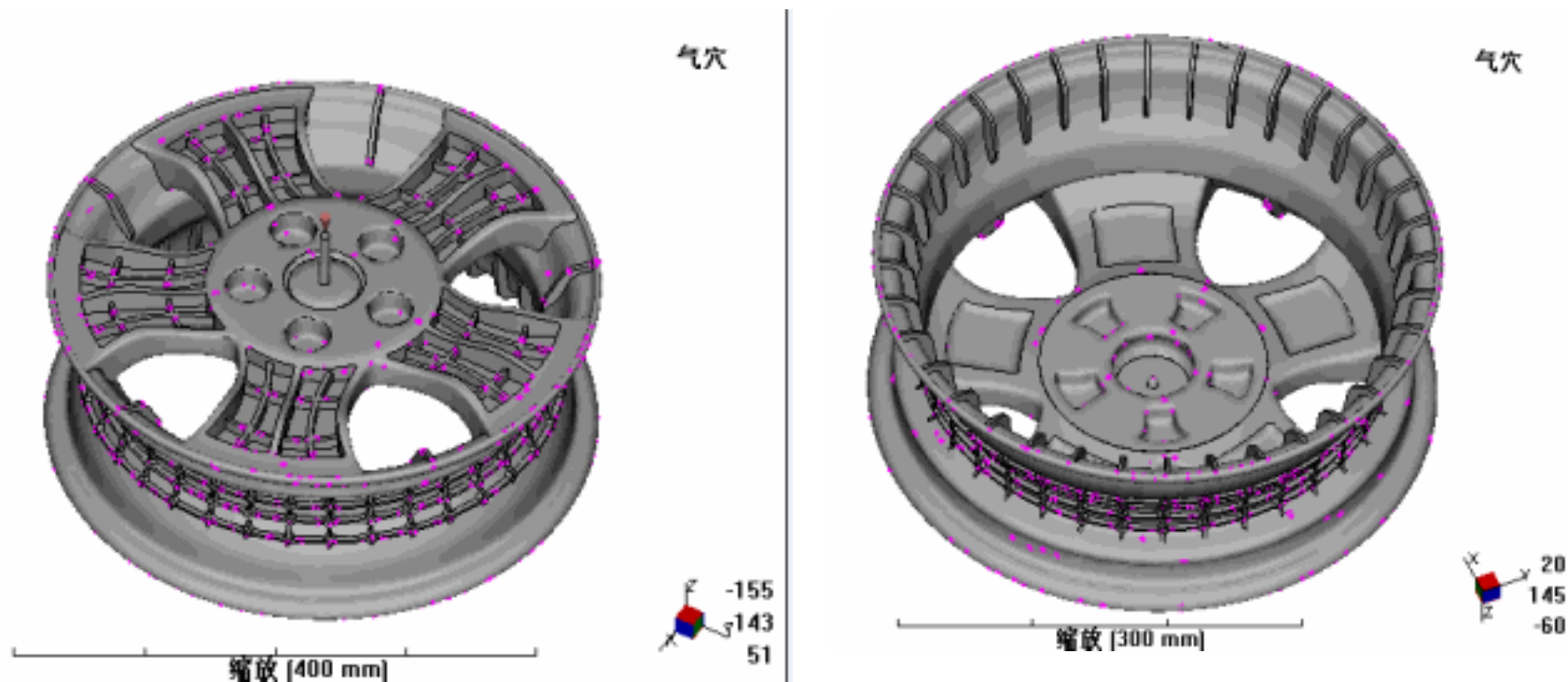


图3：排气位置

分析结果说明：显示气体的排放位置，主要集中在分型面与熔接处，模具此处需大量加设排气结构。

汽车轮毂-模流软件计算分析

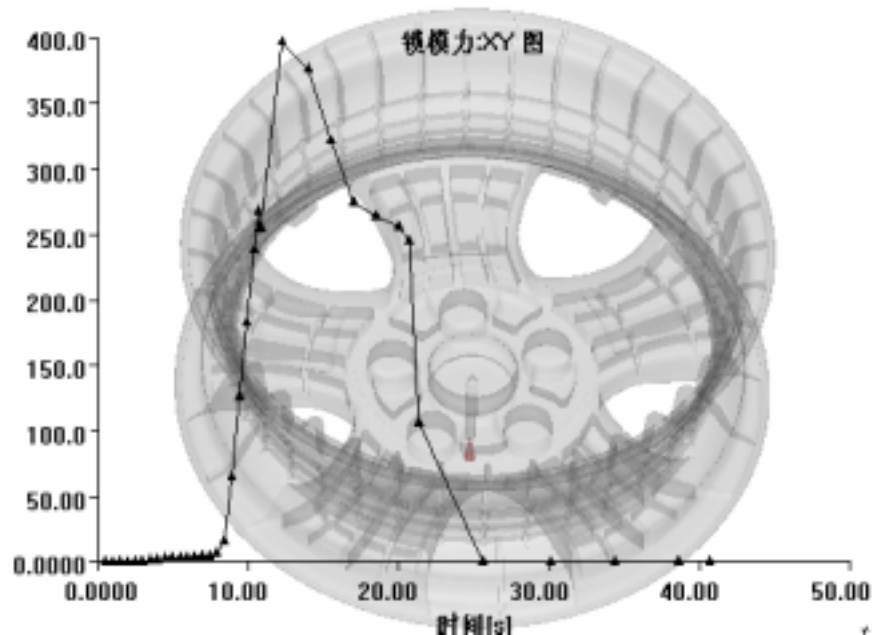
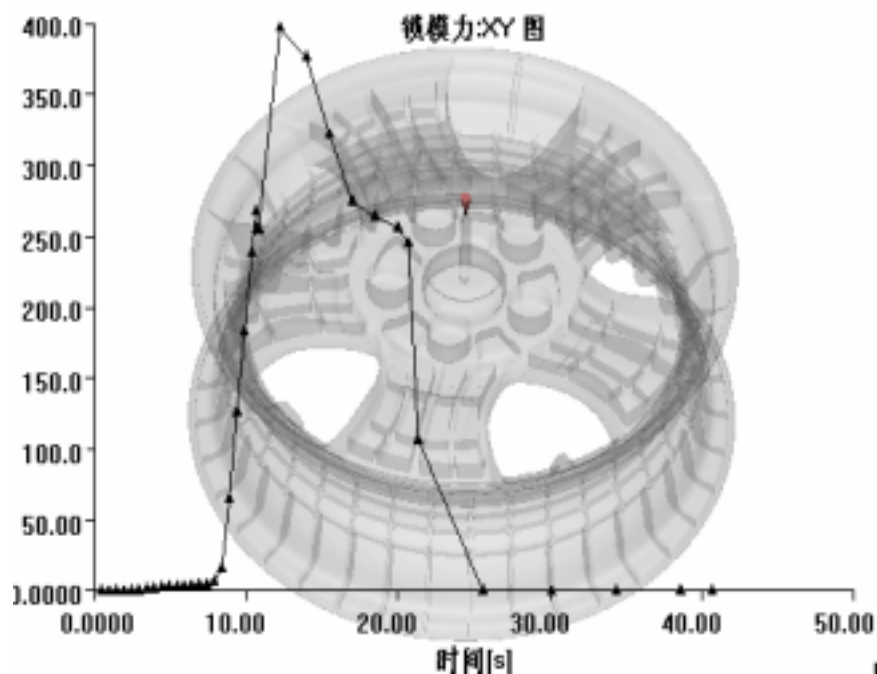


图4：锁模力XY图

分析结果说明：参考最佳螺杆速度曲线，显示均匀的充填模式，预防射出压力超过机器的最高负载，防止熔融塑胶流体的转速偏差

汽车轮毂-模流软件计算分析

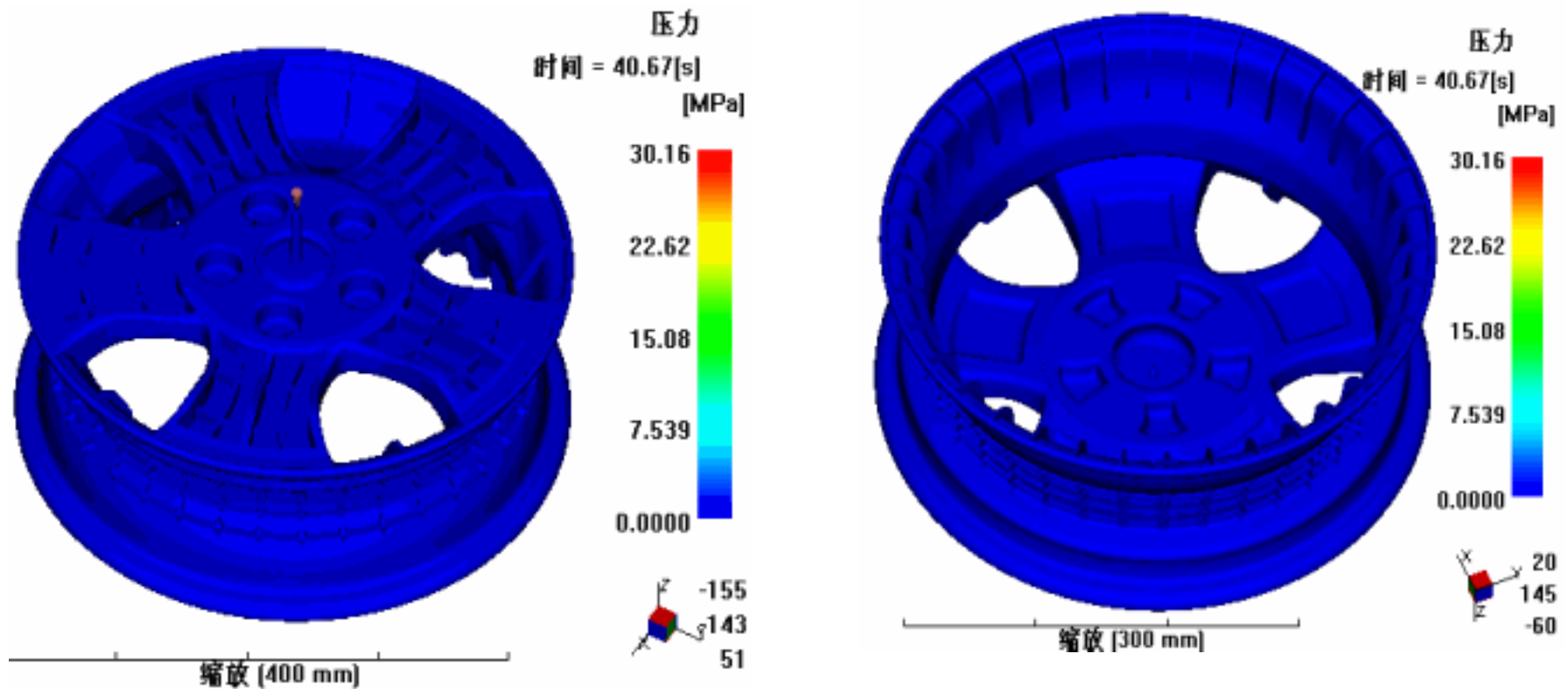


图5：速度/压力切换

分析结果说明：射出压力与充填时间的关系，显示充填是非常平衡态的，调整参数可使制品温度差异降到最低，减少制品变形量，避免表面缺陷。

汽车轮毂-模流软件计算分析

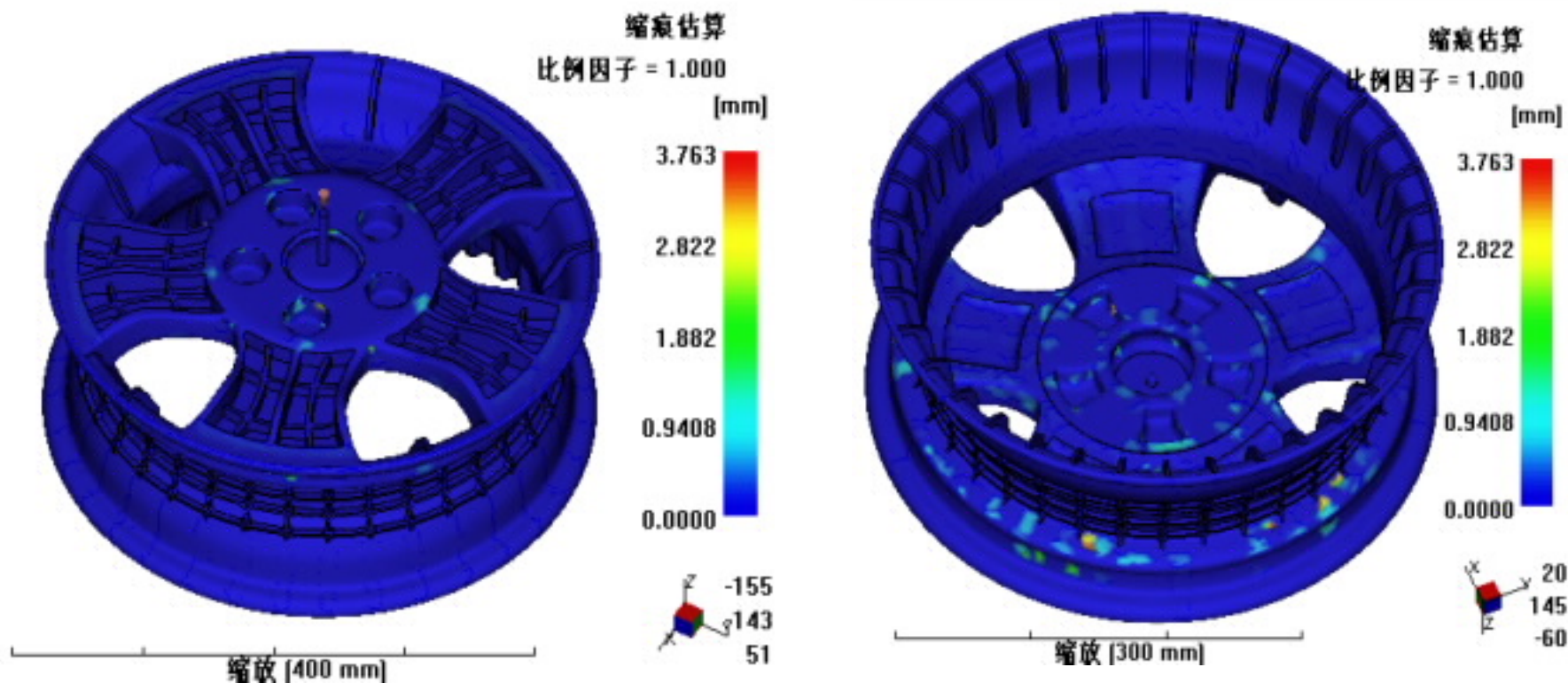


图6：缩痕估算

分析结果说明：熔融塑胶流体凝固后，制品表面易产生收缩凹陷的位置

应用案例

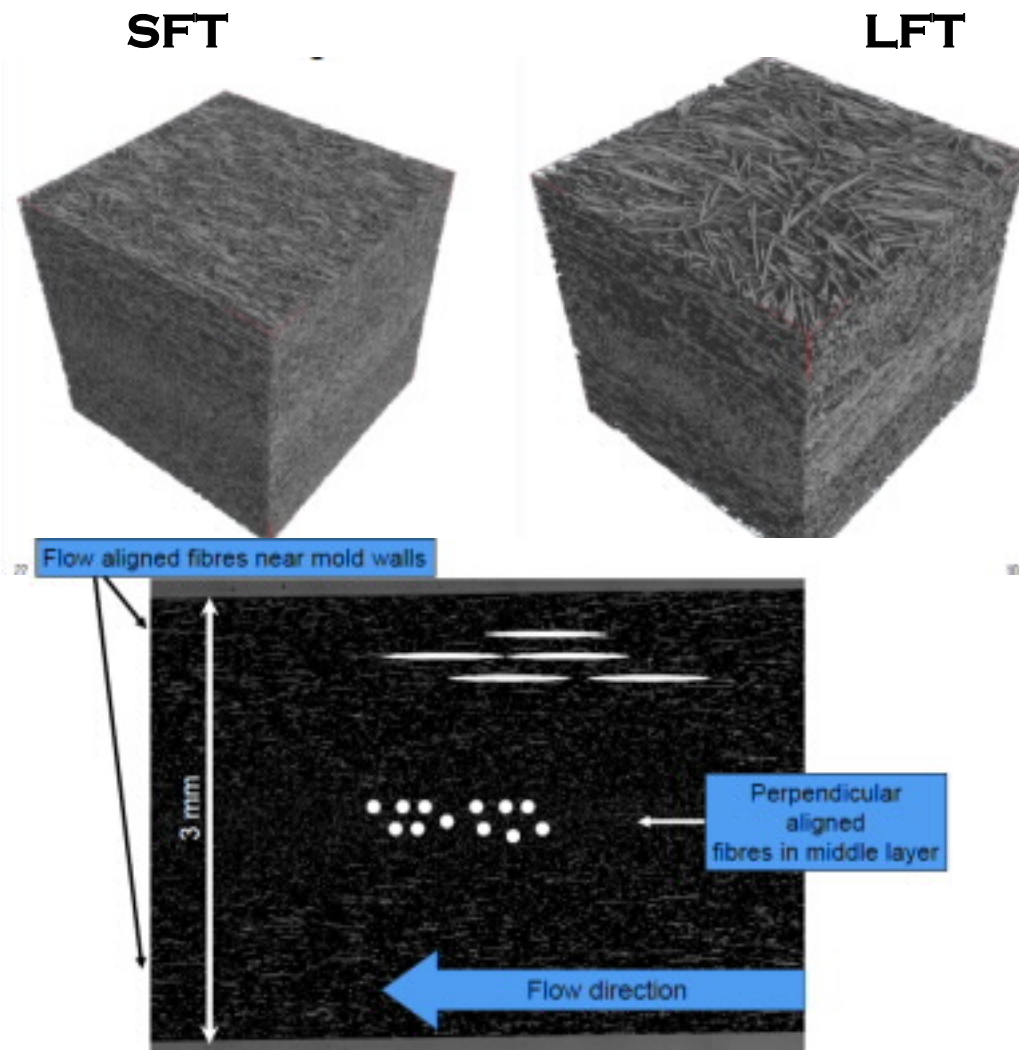
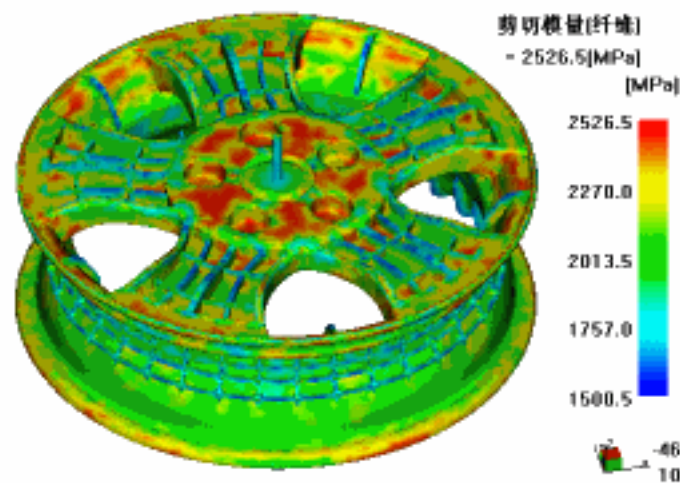
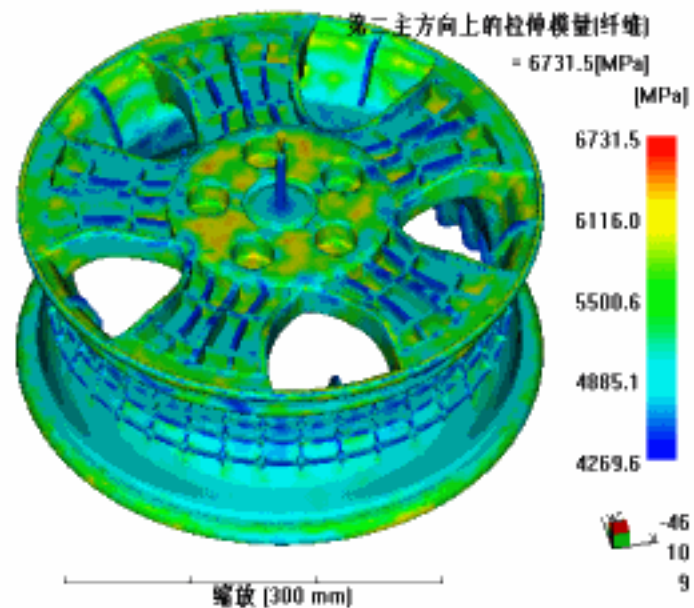


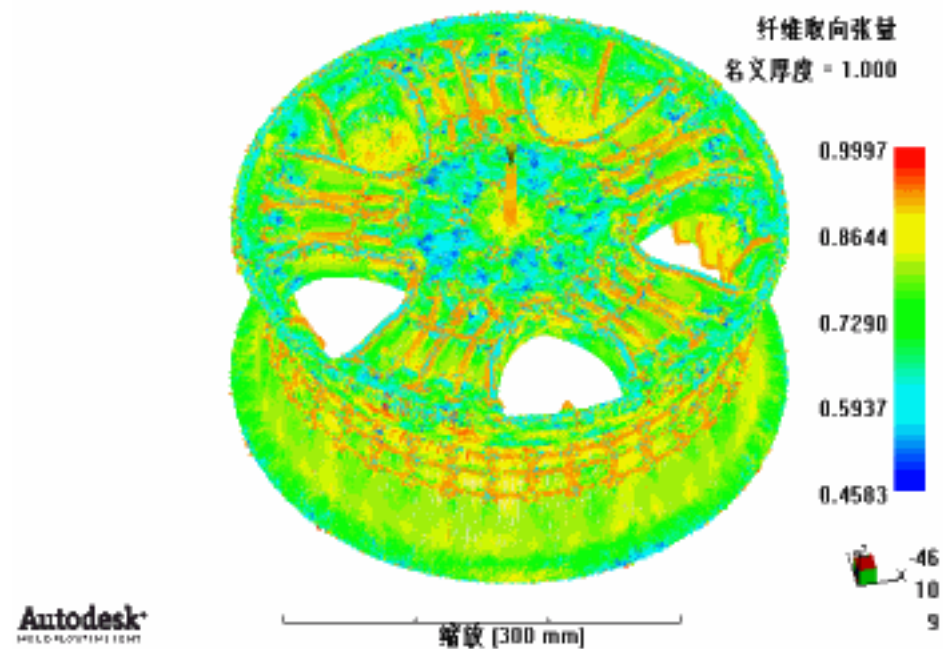
图22. LFT粒料加工成形的部件内部中纤维 结三维网 结构

应用案例

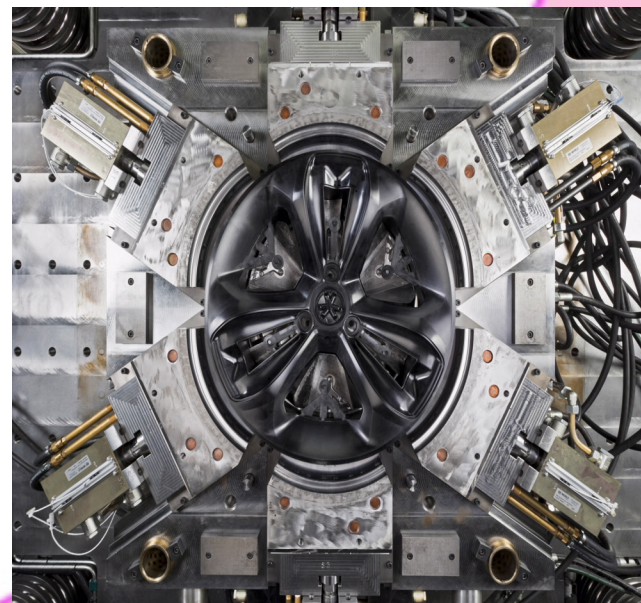
Autodesk
MOLDFLOW PLUG



应用案例

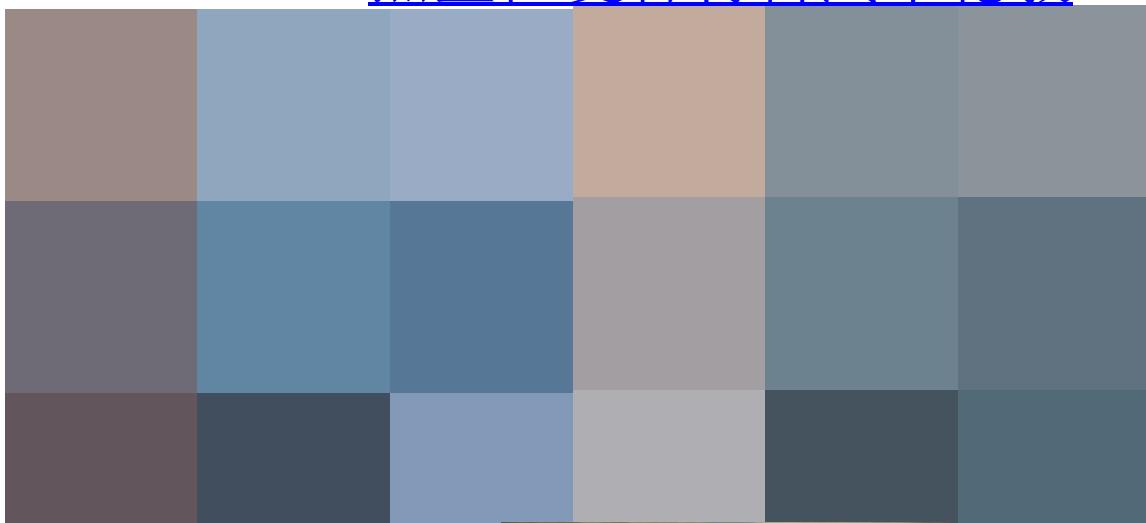


应用案例



应用案例

热塑性复合材料汽车轮毂



热塑性塑料轮毂可注射成型，其表现显示出了巨大的量产化潜力。热塑性塑料轮毂质量轻、成形性好、价格低廉、回收率高，对降低汽车自重、减少油耗、减轻环境污染等有着重大意义！

应用案例



图8. 热塑性复合材料汽车轮毂

热塑性复合材料汽车轮毂仅重**3.67kg**，比标准铝汽车轮毂轻**57%**。

结构设计、材料设计、工艺设计、生产制一体化完成

应用案例

长玻纤增强PP热塑性复合材料注塑成形工艺生产3KW风机叶片

3KW风机热塑性复合材料叶片的设计要求：

- ①叶片长度**1430mm**；
- ②需有较强的承载能力 ③叶片质量约为**3.5kg**； ④每组叶片之间的重量差不超过叶片重量的**5%**。



应用案例

LED显示屏热塑性复合材料单体模块支架



运用新材料与新工艺设计

对LED显示屏的主要零件- -----复合材料箱体的生产革新

原单体模块支架重量为**1.82KG**，新单体模块支架重量
为**1.02KG**，单体模块减重约**45%**（即**0.8KG**）

应用案例

珠海格力空调公司空压机扇叶

复合材料
PP-LGF40

- 1) 提高刚性，减小翘曲变形
- 2) 增加动平衡，降低噪音，**24-32dB**
- 3) 提高使用寿命周期



应用案例

自行车坐垫管

复合材料

PA66-LcF40

- 1) 提高刚性，减小翘曲变形
- 2) 提高产量，缩短加工周期，提高成品良品率，降低成本
- 3) 提高使用寿命周期
- 4) 减轻重量**80 %**，提高安全性

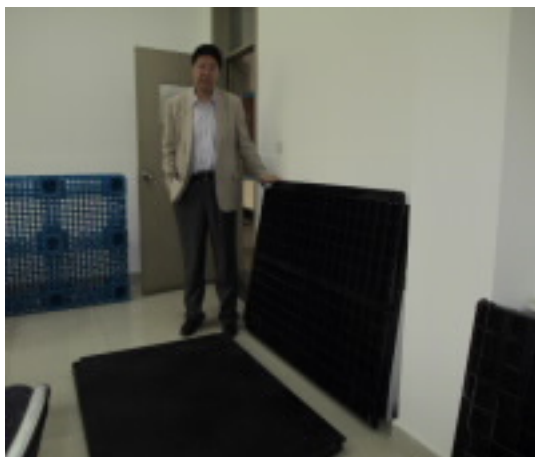


应用案例

车辆地板支架

复合材料
PP-LGF40

- 1) 提高刚性，减小翘曲变形
- 2) 增加动平衡
- 3) 提高使用寿命周期



原地板支架重量
为 **158.76KG**，新
地板支架重量
为 **68.02KG**，单体
模块减重约 **74%**

7. 结论



经验:

(1) 复合材料可以很好实现复杂结构与性能集成一体化设计和制备。

(2) 汽车轻量化材料前景：多尺度、多品种、多工艺的复合化, 设计和制备高性能多相复合材料。

(3)结构设计、材料设计、工艺设计、生产制备一体化同时完成, 这是复合材料零部件的突出

特点。因此, 复合材料零部件首要的是优化结构

复合材料和金属材料的力学特性完全不同, 主要体现在两个方面。

1) 复合材料为力学性能具有明显的各向异性, 呈现出很强的可设计性, 而金属材料则为各向同性;

2) 复合材料和金属材料的破坏模式不同, 复合材料破坏模式呈现复杂多样, 属于多尺度渐进式韧性破坏, 而金属材料的破坏为呈现塑性变形主导的屈服破坏。不同的决定源于设计理念的不同, 不同设计决定对部件的服役失效评估准则不同。因此, 必须将复合材料的性能特性与复杂结构设计融入部件设计理念, 才有可能推动先进复合材料作为汽车主承力结构件的应用, 从而达到轻量化设计目的, 实现节能减排目标。

合作创未来 共赢谋发展

高性价比

轻质节能

绿色环保

1. “长玻纤增强聚丙烯热塑性复合材料风能叶片”
专利产品荣获2012年中国国际复合材料展览会
“中国复材展—JEC” 优秀创新产品大奖*



A vibrant photograph of a waterfall in a dense forest. The water is white and frothy as it falls over dark, mossy rocks. The surrounding trees are a deep green, and the scene is dappled with sunlight. The text is overlaid in a bold, orange font.

同播今天的希望、
共 明天的 煌

THANK YOU !

2014.3.27