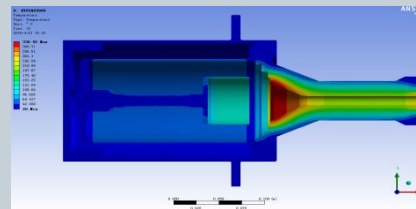
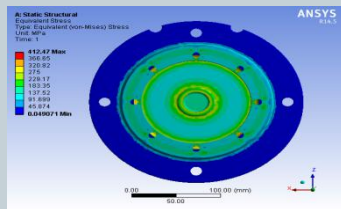
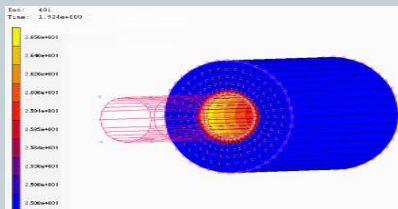




数字化——产品研发的必由之路



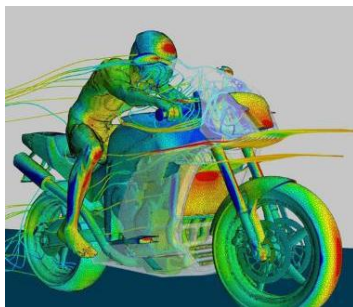
代志龙





2

据IDC调研结果显示，84.9%的中国制造企业正在进行不同程度的数字化转型，数字化转型正在成为制造企业战略核心。





- ❧ 研发体系开放化
- ❧ 生产方式智能化
- ❧ 产品服务个性化
- ❧ 组织边界弹性化
- ❧ 价值网络生态化



形成以数字技术为核心要素、以开放平台为基础支撑、以数据驱动为典型特征的新型企业形态。



- 产品的更新换代速度越来越快
- 产品的设计、生产，销售的整个周期越来越短快
- 用户越来越追求个性化，小众产品的销路越来越好



提 纲

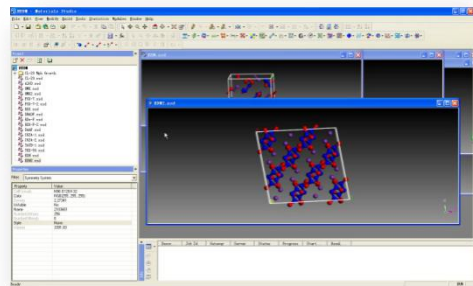
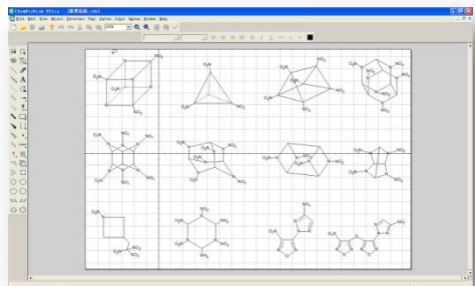
5

- 复合材料的现在和未来
- 复合材料设计的困局
- 复合材料的数字化设计
- 复合材料的外数字化设计环节



1、复合材料的现在和未来

6





复合材料在制造业的应用日趋广泛

7



航空航天

及时交付
燃油经济性
全生命周期成本
全球协同设计与制造
减重并提高性能
适航认证要求



汽车

轻量化
生产量
上市时间
全生命周期成本
性能
法规要求



船舶

燃油经济性
容量
速度
失效率
全生命周期成本
法规要求



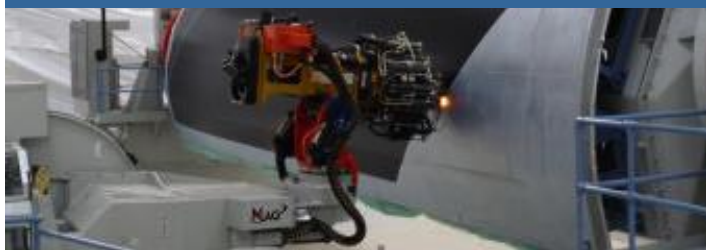
航空航天:制造商的追求正驱动当今产品的开发

8

优化燃油经济性、行程和运行



更高的利用率、更低的生产风险、实现
降低成本



竞争差异化贯穿飞机的设计和质量



飞机结构化用于全球化供应





复材的运用是航天器提升性能的关键途径

9





复材的运用是航天器提升性能的关键途径

10

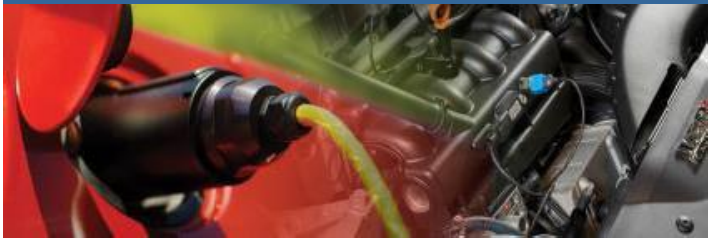




轻量化是汽车行业发展的方向

11

环境方面挑战及全球城镇化的趋势要求
创新型的汽车轻量化



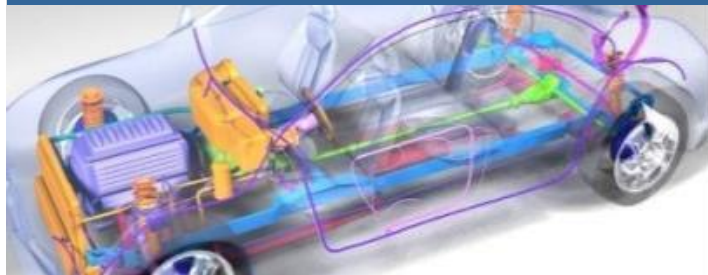
轻量化汽车必须满足严格的成本要求及
推向市场时间要求



轻量化汽车需要满足用户的特定需求：
品牌差异化及更好的性能



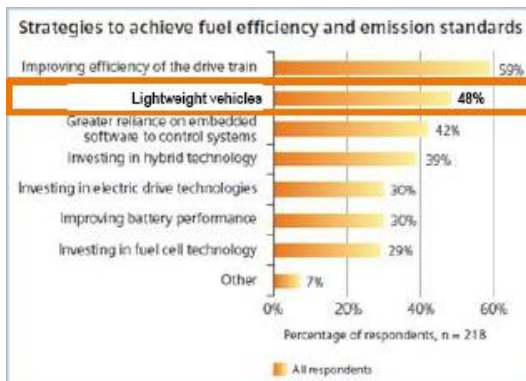
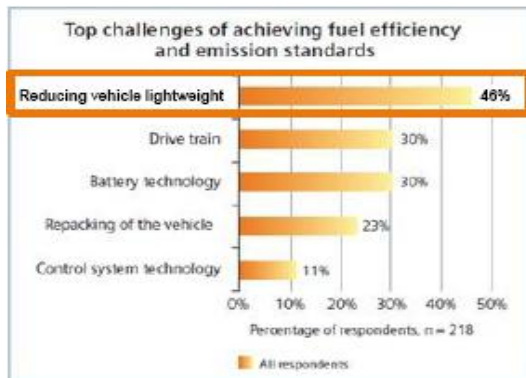
汽车行业必须重新思考如何设计及制造
轻量化汽车





法规旨在降低环境排放和改善燃油效率

12



Source: "How Prepared Is the Automotive Industry? Solutions for Meeting Fuel Efficiency and Emissions Standards" Aberdeen Group, Inc., 2014.



轻量化设计-在汽车行业中的巨大变化

13

白车身（BIW）未来的发展趋势是通过混合材料的方式组装，包括复合材料到2025年，汽车厂商预计其60%的车辆至少有20%的碳纤维。



BMW i3
Carbon Fiber



Ford F150
Aluminum



BMW 7 Series
Carbon Fiber
Reinforced Steel

LIGHTWEIGHTING EVOLUTION

Sources: (1) "How Prepared Is the Automotive Industry? Solutions for Meeting Fuel Efficiency and Emissions Standards" Aberdeen Group, Inc., 2014.
(2) Industry Poll: "Composites to Dominate Automotive R&D for Lightweighting" GALM, April, 2015.



轿车设计和制造方法的根本变革

14



燃烧效率/排放法规

用于轻量化的新材料/结合技术

快速积累新应用经验

响应

影响

解决方案

重新思考车辆的设计和制造方法

以往的钢焊接轿车经验不适合于异种材料车辆

工程软件可以加快所需专业知识的积累速度



船舶复合材料逐渐成为船舶行业新应用趋势

15

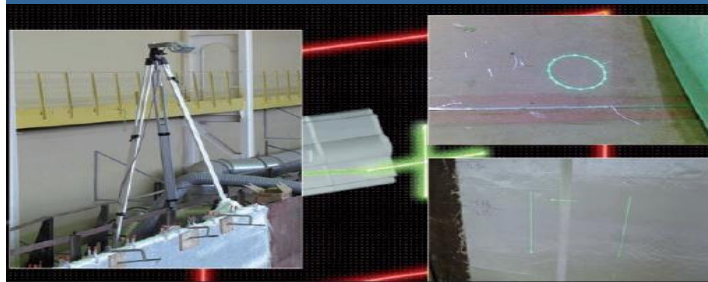
变化的国际形势及非对称状态下战争



重量更轻、更快、更灵活



由传统材料向复合材料过渡



更经济、更环保





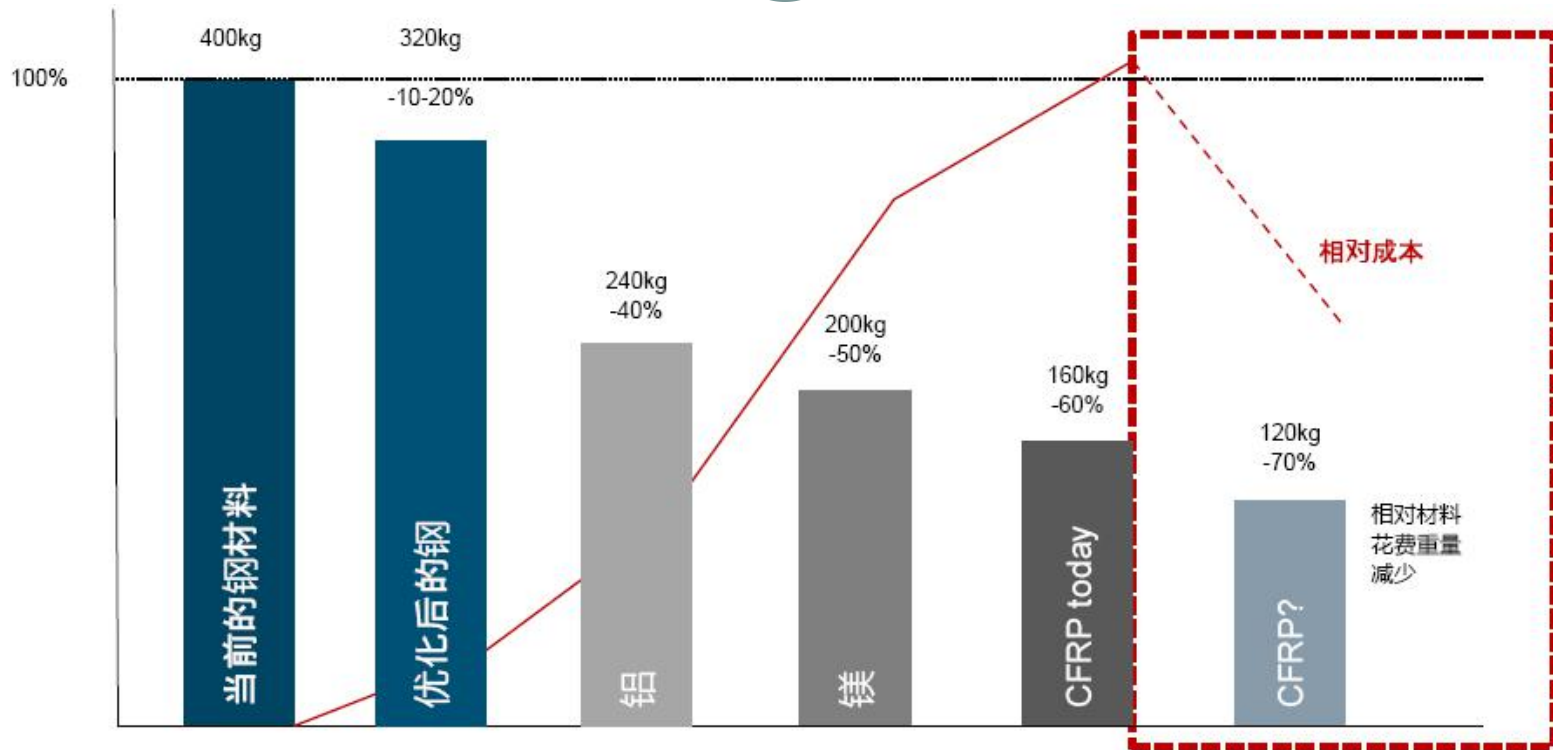
- 更快、更轻、更静、更深
- 抗腐蚀、抗疲劳、抗裂缝扩展
- 符合材料还便于制造出无缝、复杂的形状，从而提高流体力学性能和隐形性能
- 声学透明度也更高，能改善声呐传递。

当212A或214级潜艇浮出水面的时候，你能看到的所有零件都是复合材料制成的。
——HDW的复合材料总工程师Marc Tillmanns



材料重量减少潜力

17





优化-性能与重量

18



铝



重量: 71g
刚度: 3.3N/mm/g

NCF 准各向同性



重量: 36.3g
刚度: 5.1N/mm/g

TFP优化后



重量: 20.7g
刚度: 11.5N/mm/g



reduction over Al



优化-成本与重量

19



铝



\$1.50/lb

Increase over Al

NCF 准各向同性



\$10-\$15/lb

3.5x-6.5x

TFP优化后



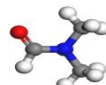
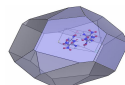
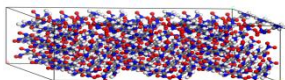
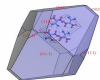
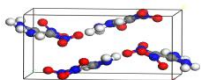
\$10-\$15/lb

2x-3x

成本/ (刚度/ 重量)

2、复合材料设计的困局

20





复合材料的困局

21

在过去的20年中，复合材料最先在航空航天上的使用量**急速增长**



初始优势已经显现了，**但是**

- 复合材料设计只在原有设计上实现了**潜在减重能力的一半**
- 工程变更仍然**太过于复杂，成本也太昂贵**
- 自动化制造的增长速度很快，但是**还未实现标准化**
- 供应链**尚未体现出商业优势**



要有效降低新一代轻量化机体的设计与制造成本，**必须**
关注工具软件和工作流程。





复合材料结构件研制困局-分离的多学科

22



仿真与验证



设计

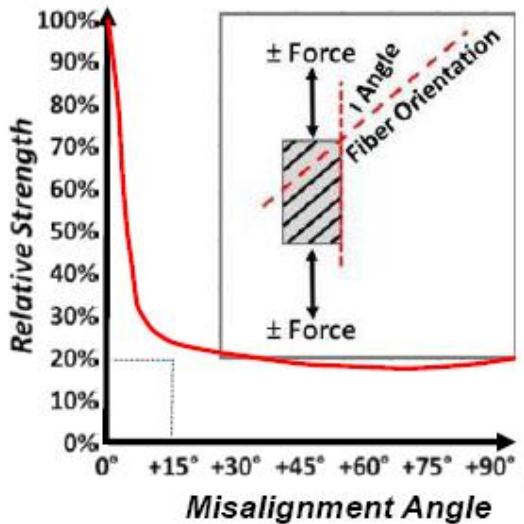


制造



复材设计复杂性—材料性质直接影响产品性能

23



金属各向同性



复合材料各向异性



15° 角度偏移
80%+ 性能损失

性能相等

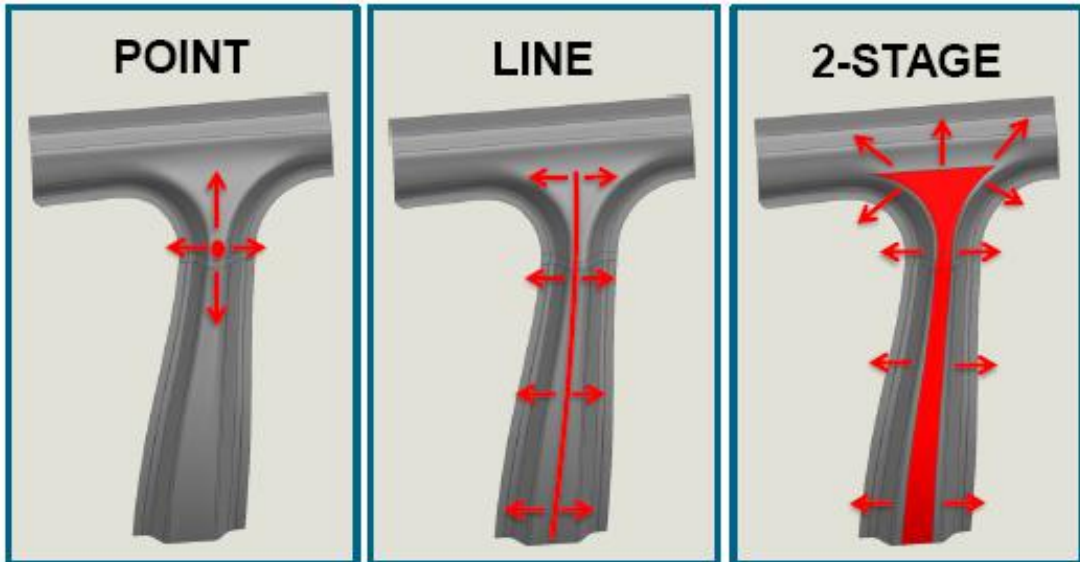
性能取决于材料、工艺
和几何外形



复材设计复杂性——工艺参数会影响纤维方向

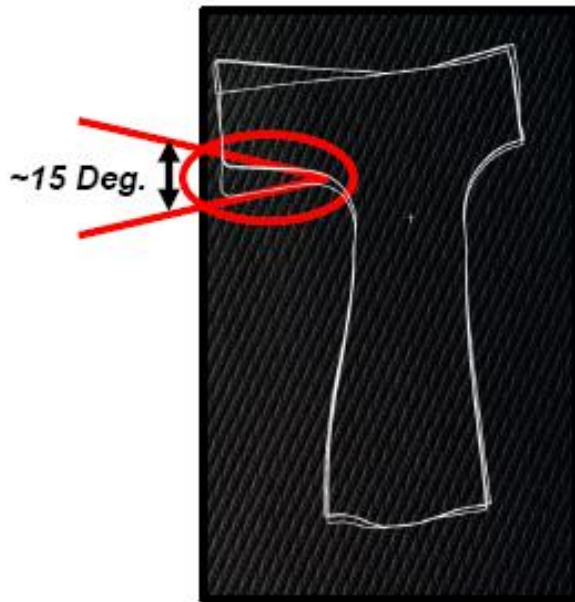
24

同样的材料 – 同样的外形



仅仅是工艺参数不同

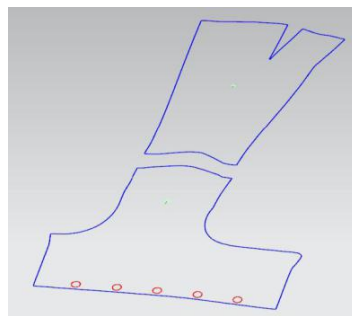
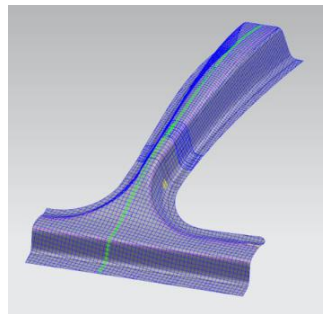
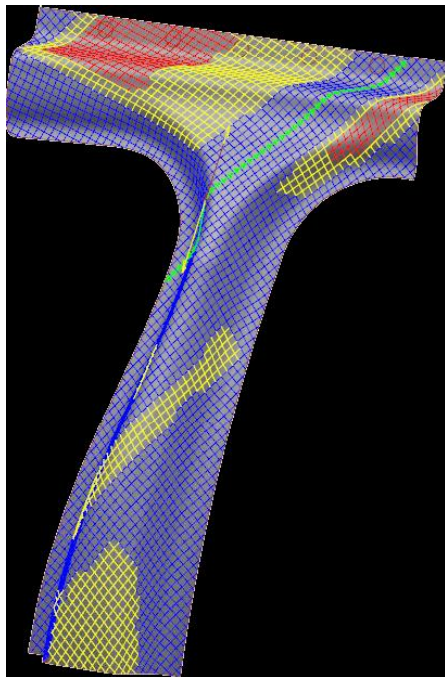
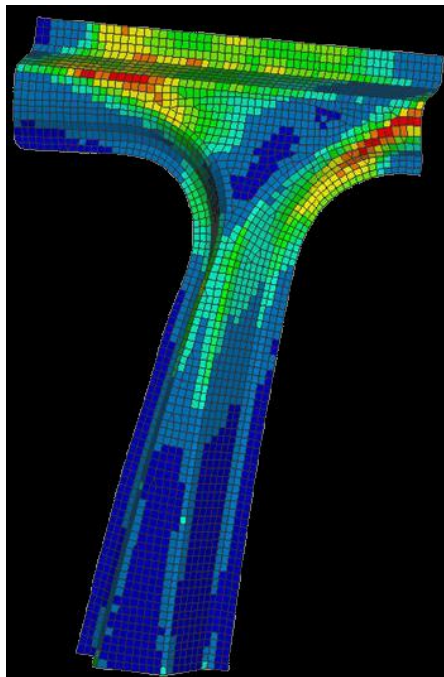
展开图样





复材设计复杂性—机械性能满足却未必能够制造

25





先进复合材料制造工艺-变形回弹

26



“... the assembly process often decelerates the overall CFRP process chain as undesired process-induced distortions need to be compensated by shimming ... an inherent issue in composite manufacturing.”

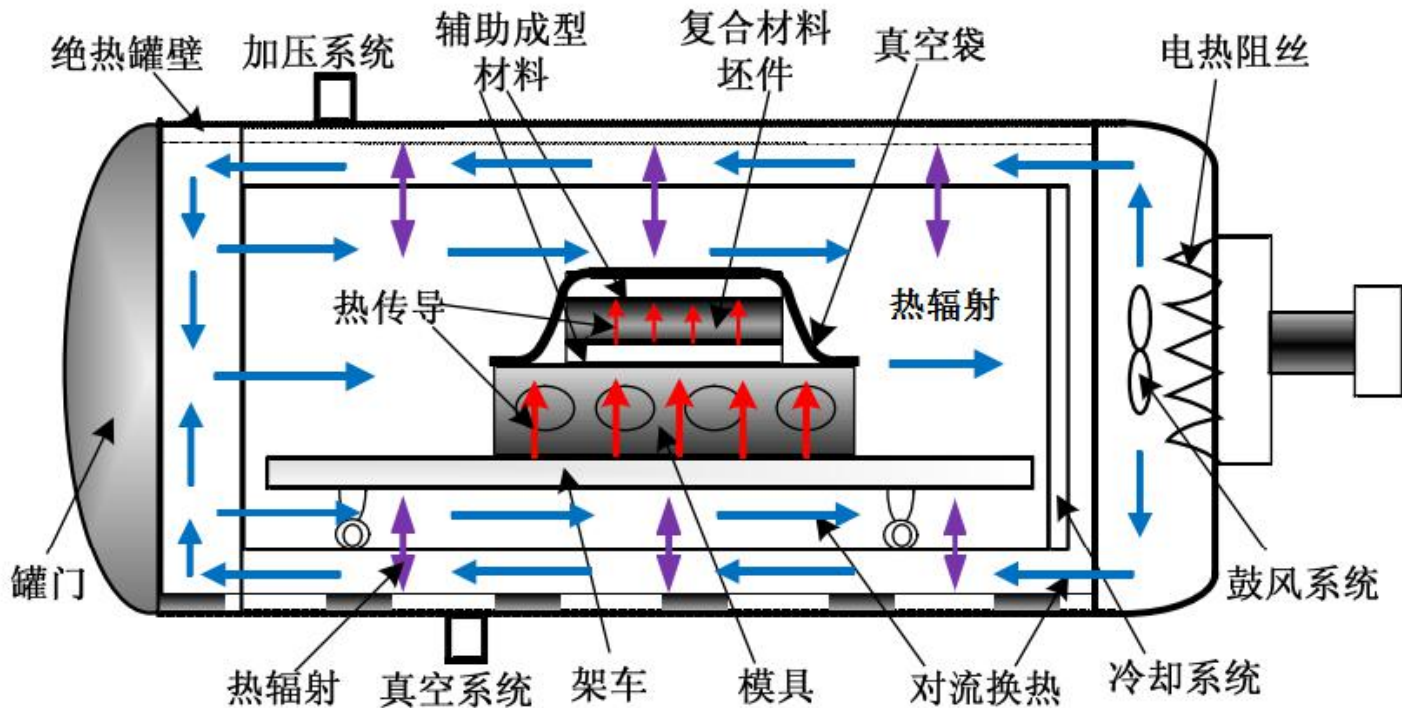
Source: Process-induced distortions in CFRP manufacturing: A bottleneck for high-rate production scenarios

Erik Kappel, Daniel Stefaniak, Christian Hühne, Institute of Composite Structures and Adaptive Systems – Composite Design Department, German Aerospace Center DLR, Braunschweig, CFK-Valley State Convention, 2014



固化工艺-复杂的物理现象

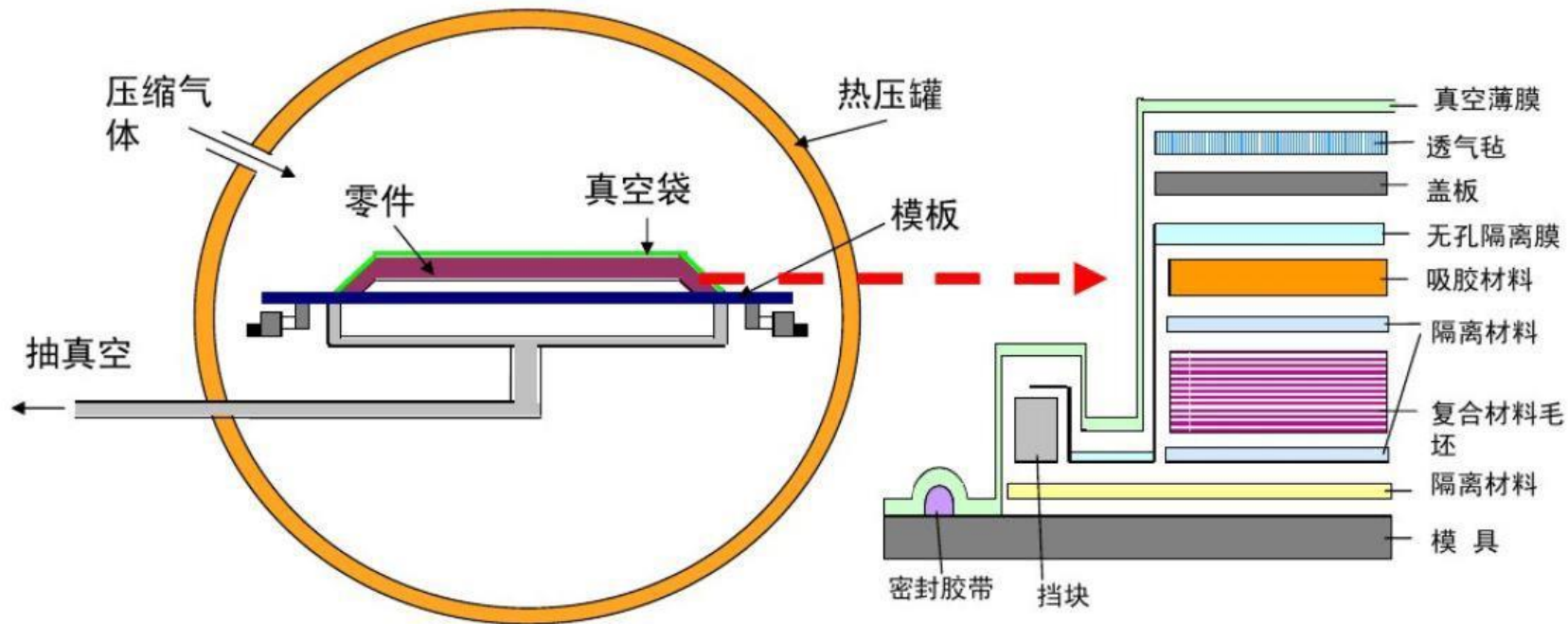
27





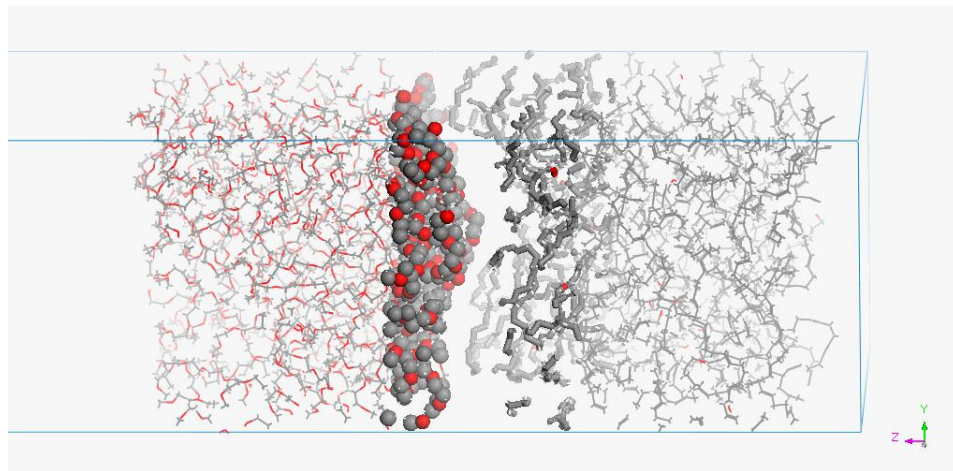
热压罐内边界条件

28



3、复合材料的数字化设计

29





卓越的复材结构研制取决于协同的有效性

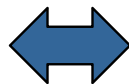
30



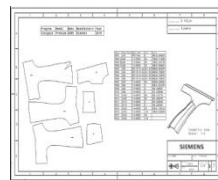
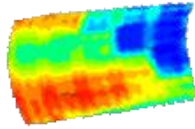
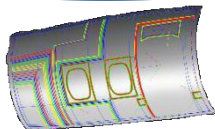
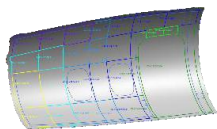
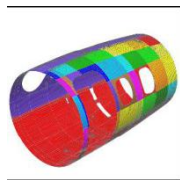
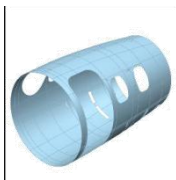
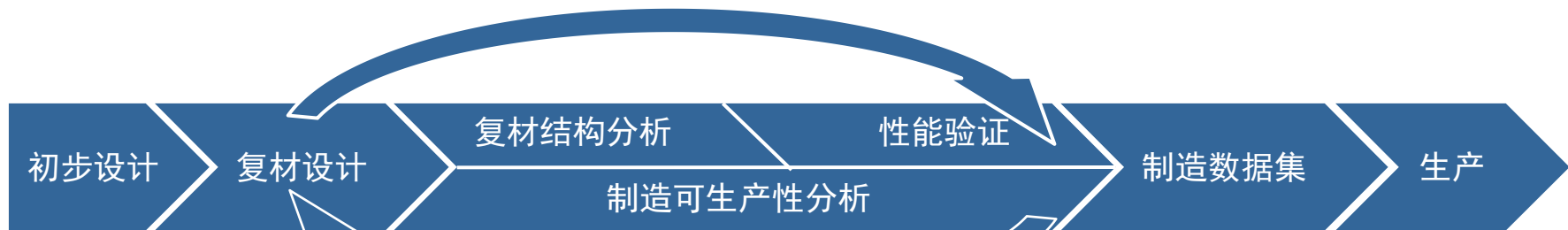
仿真与验证



设计



制造





复合材料设计分析制造一体化解决方案

32

铺覆性权衡设计

挑战

- 了解基本的权衡
 - i 材料
 - ii 工艺过程
 - iii 几何外形
- 早期快速的决策
- 项目风险最小化

关键点

- 快速铺覆性仿真
- 捕捉材料和工艺行为
- 了解几何外形影响
- 在CAD环境中工作



复合材料设计分析制造一体化解决方案

33

纤维方向偏离与
分析之间传递信息

挑战

- 减少过度设计
- 分析与制造件的相关性
- 分析、设计和制造之间的信息传递

关键点

- 了解纤维偏离
- 在分析中捕捉真实的纤维方向





复合材料设计分析制造一体化解决方案

34

自动化设计和出图等

挑战

- 在非工程工作上花费太多时间
- 信息传递

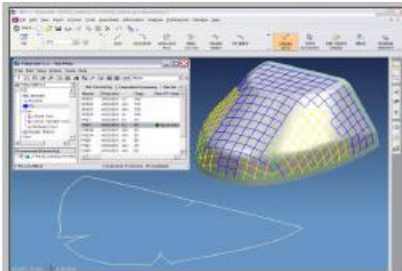
关键点

- 有效的复合材料设计方法论工具
- 创建可更新文件



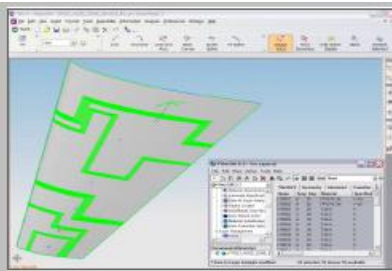
基于多种方式的复材设计

35



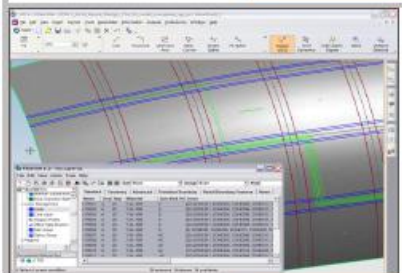
- 灵活的设计方法，支持手工敷层
- 捕捉所有数据，确保可制造性

基于铺层



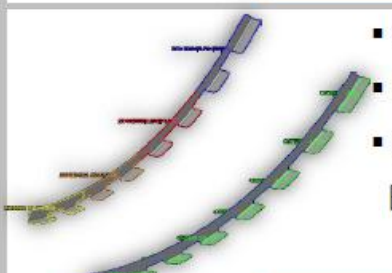
- 可对复杂的设计进行有效优化
- 支持强大的分析 workflow
- 简便的过渡区定义

基于区域



- 基于目标层压板规格
- 机翼/机身的自动设计
- 可自动铺叠材料

基于结构

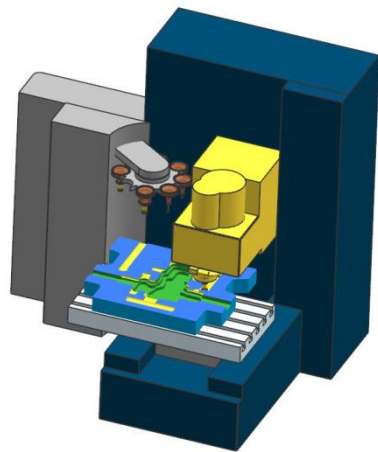


- 将区域方法与铺层方法结合在一起
- 区域方法与铺层方法的最佳之选
- 允许后续设计修改，不会增加繁琐的工作量

基于多铺层

4、复合材料的外数字化设计环节

36





制造决策系统（MES）的应用

37

☞ MES、PDM、CAPP等系统在数字化设计中的作用

设计、工艺、制造一体化



制造决策系统 (MES) 的应用

38

虚拟环境

现实世界





制造决策系统 (MES) 的应用

39

功能全面的MES系统需具备产品和工艺管理、计划调度生产管理、物料物流管理、生产质量管理、车间设备维护管理的五大基本模块，当然也应同时包括生产资源管理等模块。





2、仿真技术的运用

40

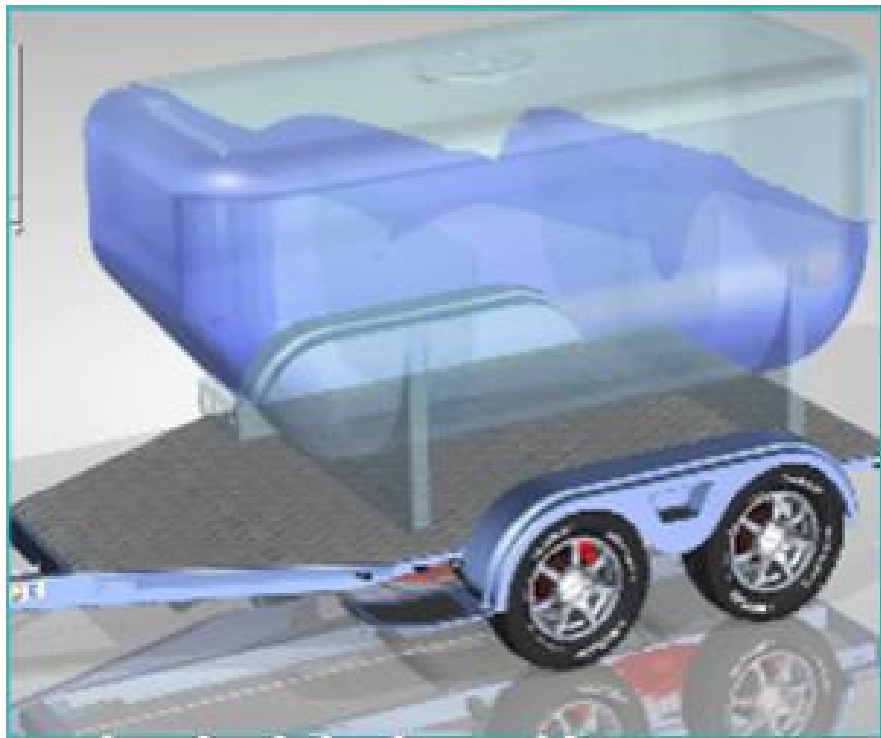
- ❧ 数字化设计技术与虚拟制造技术的融合。随着数字化技术的发展，虚拟的不只是设计，还有虚拟的生产，虚拟的成品，虚拟的企业，还有虚拟的使用，虚拟的运行。这就是一个完整的周期，在虚拟技术上把握好了进行实际的流程就会减少很多麻烦。
- ❧ 数字化设计软件应用十分广泛，部分企业已经延伸到数字化工艺，但是对于仿真技术的应用还停留在初级阶段，主要进行运动仿真、结构和流体仿真与验证，尚未实现仿真驱动设计和多物理场的仿真分析和优化设计，仿真应用不成体系，缺乏对仿真规范、仿真流程、材料数据库的管理，仿真人员没有建立专门的组织，仿真软件的价值远未充分发挥。



2、仿真技术的运用

41

∞ 在国际先进制造企业中，仿真已成为提升产品研发能力，改进制造工艺，提高产品性能和可靠性的重要手段。仿真技术也在不断创新，实现了实时仿真，仿真软件更加宜人化，数字化设计和仿真可以实现双向集成，也出现了针对特定产品的设计-仿真分析一体化的软件系统。





3、数字双胞胎 (Digital Twin)

42



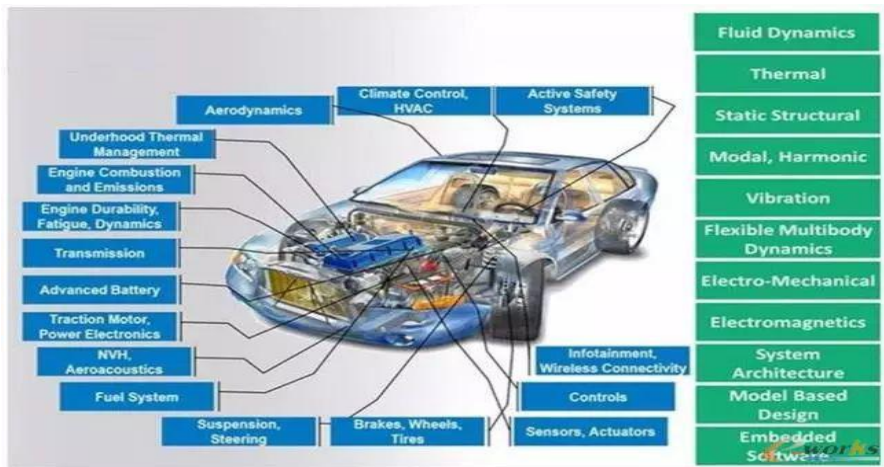
在智能工厂建设方面，也可以利用工厂仿真软件，对设备和产线布局、工厂物流、人机工程和装配过程进行仿真，建立真实工厂的Digital Twin。



3、数字双胞胎 (Digital Twin)

43

在复杂的产品投入使用之后，基于对产品内置的传感器采集的数据，通过对产品的 Digital Twin进行仿真，来分析与预测真实产品的运行状态和故障隐患，适时进行调整，进行预测性维修维护。





感谢聆听！