

# 领先的航空航天企业如何缩短飞机复合材料结构件的首产时间

Paul Mouland

西门子亚太区专业工程软件产品发展总监



# Agenda



**复合材料航空航天行业的困境**  
**Composite Aerospace Dilemma**

**获得复合材料成功**  
**Achieve Composites Success**

**先进复合材料在不同行业中应用**  
**Industries Adopting Advanced Composite Materials**

# Agenda



复合材料航空航天行业的困境  
Composite Aerospace Dilemma

获得复合材料成功  
Achieve Composites Success

先进复合材料在不同行业中应用  
Industries Adopting Advanced  
Composite Materials

# 复合材料在机身上的困境

## The Composite Airframe Dilemma

SIEMENS

在过去的 20 年在机体中使用复合材料用量在**急剧增长**

实现了**初始的优势**，但是：

- 复合材料设计与传统设计相比，**潜在减重仅实现了大约一半**
- 工程变更是仍然**过于复杂和昂贵**
- 自动化的制造迅速增长，**但还未标准化**
- 供应链还**不是业务优势的来源**

下一代以成本高效地设计和制造更轻的机身，将需要对**工具和流程进行重新关注**。



# BOMBARDIER

**挑战Challenge:**  
提高复合材料开发和紧固件管理过程

**商业价值Business Value:**

- 启用制造数字工艺获得高制造产出
- 减少紧固件的长研制周期的相关的风险
- 压缩设计周期时间达 70%

# 庞巴迪 – C系列复合材料机翼设计

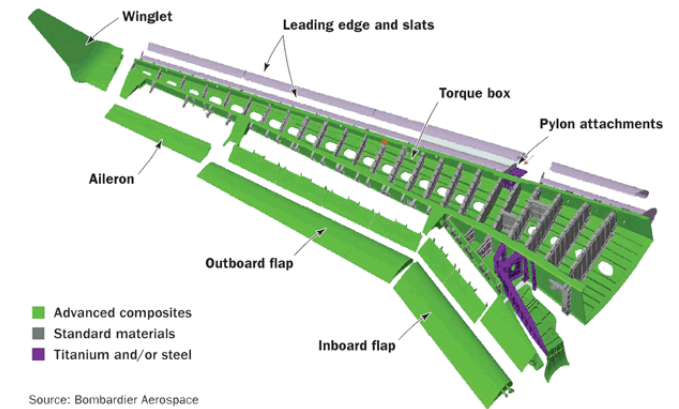
## Bombardier Shorts – C Series Composite Wing Design

SIEMENS

“在进行广泛地评估后，[西门子] 深入了解我们的业务和设计难题，其经过验证的软件、和世界一流的咨询和支持服务，是我们决定与他们合作的关键驱动因素，”

“Fibersim 使我们能够在设计阶段的早期解决复杂的工程问题。在某些情况下，没有Fibersim的话我们很难设计出某些关键部件。[西门子] 针对开发复合材料产品的世界级知识和专业技术门知识，为庞巴迪复合材料开发方法的成功作出贡献。”

– Tim Ambridge, 工程设计总监  
庞巴迪宇航公司



# 降低先进飞机结构件的开发成本的

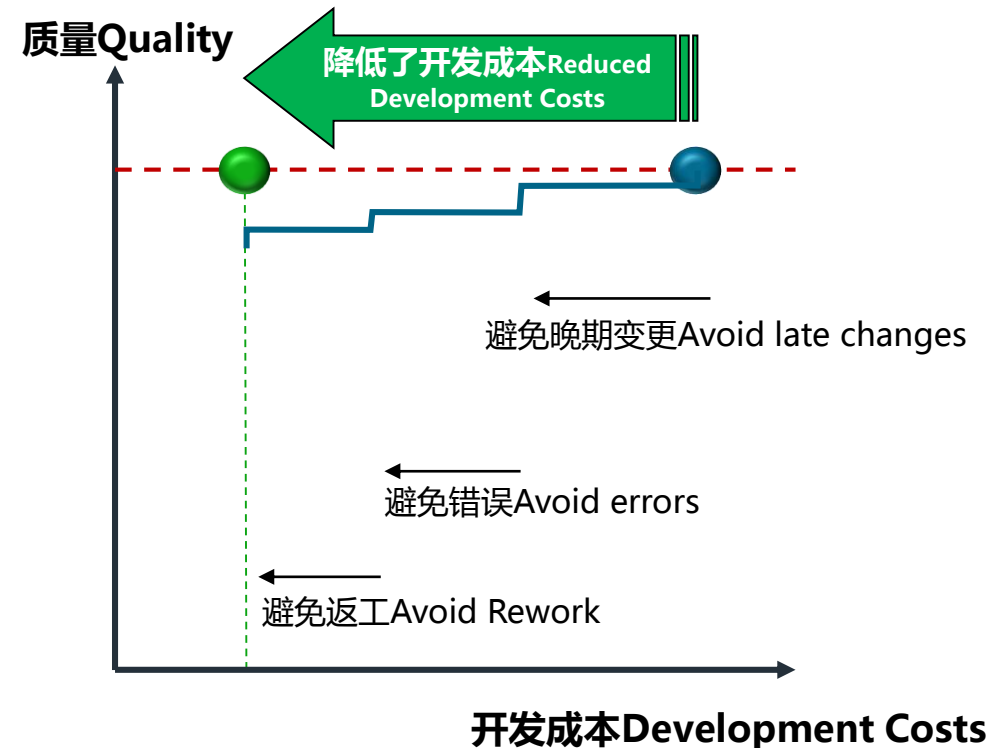
## Reducing the Development Cost Of Advanced Aerostructures

SIEMENS

西门子 PLM 提供一整套为满足先进的飞机结构件开发所需的集成化专业分析、设计和制造能力。

### 收益Benefits:

- 在第一时间，正确地完成复杂的复合材料零部件和紧固件装配的开发
- 消除返工，并减少变更量
- 面向制造的设计 — 在虚拟世界中抢先解决制造问题
- 确保正确使用程序指定的标准件和材料清单



# 连接对成本和质量的影响

## The Cost and Quality Implications of Joining

SIEMENS

“一架飞机65%成本是机身，这其中65%的成本是装配。装配的65%是钻孔和埋孔。所以大部分机身的总成本的 27%是钻孔和埋孔。在 F-18 战斗机尾部，诺斯洛普·格鲁曼公司估计这些成本会占有40%到45%”

“机身紧固件开孔占 85%的质量问题，以及 80%的时间损失由于机身装配的损伤造成”

*Dr. George Bullen*  
*Principal Engineer and Technical Fellow*  
诺斯洛普·格鲁曼公司



# 庞巴迪 – C系列机翼装配

## Bombardier Shorts – C Series Wing Assembly

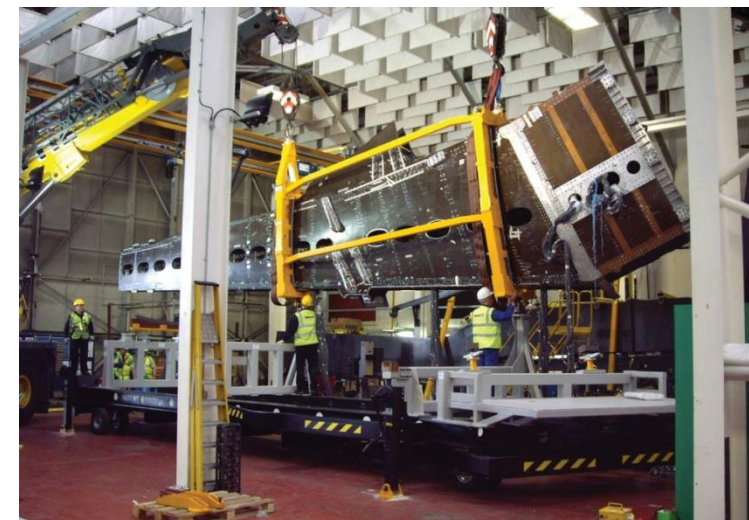
SIEMENS

庞巴迪公司在C系列机翼装配中，采用了西门子 PLM复合材料开发和紧固件管理解决方案。

原始的手动工艺不能适应由于应力需求变化导致的不断迭代。西门子解决方案促使**开发周期时间大大减少（采样装配由24 天减少至 1.2 天）**

“[西门子的] 专业知识使我们能够更加完整地捕获和利用设计信息，从而有助于整个飞机开发过程效率的提高。

*- Nick Perkins, 先进产品开发总监, 庞巴迪航宇公司*



# Agenda



复合材料航空航天行业的困境  
Composite Aerospace Dilemma

获得复合材料成功  
Achieve Composites Success

先进复合材料在不同行业中应用  
Industries Adopting Advanced  
Composite Materials

# 从飞机结构行业学到的成本教训

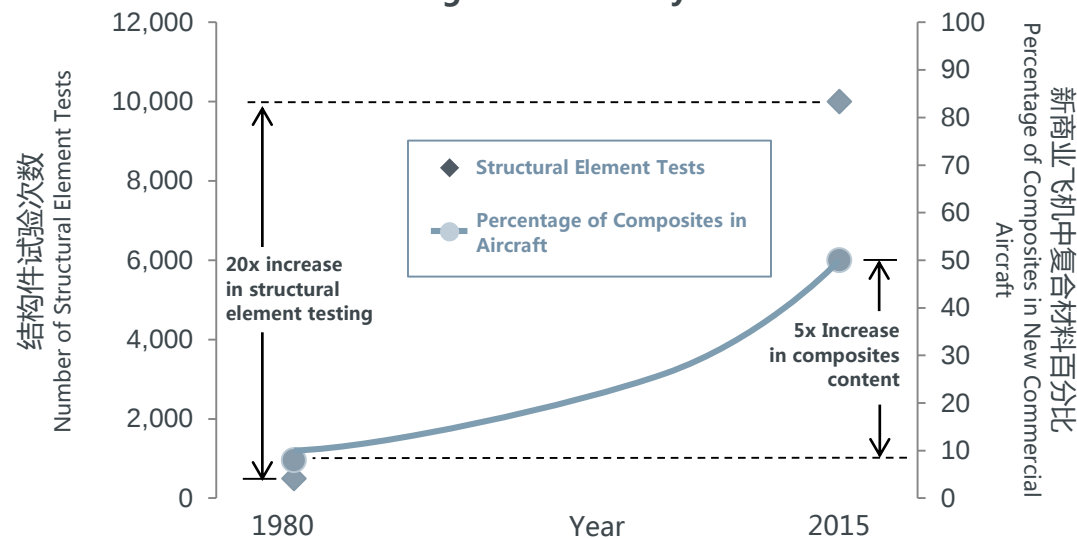
## Costly lessons from the aerostructure industry

缺少集成的支持并行过程的复合材料开发设计和制造工具，迫使更多的设计-建造-试验的周期。

“需要使用能够意识到制造约束的分析优化方法来替代设计规则。”

- Eric Cregger, 资深技术人员，波音

增加复合材料用量和对应的设计-建造-试验周期增加  
Increase in Composites Content and Corresponding Increase in Design-Build-Test Cycles



为支持验证的额外试验成本 > 5千万美元  
由于飞机延迟交付导致的潜在成本 > 10亿美金

Sources:

Simulation Composites Circle Keynote, S. Eric Cregger, The Boeing Company, JEC Americas 2014, Boston, MA  
NASA-Led Consortium Will Bring Science To Art Of Composites, Graham Warwick, Aviation Week & Space Technology, Apr 27, 2015  
Behind Boeing's 787 delays, David Greising and Julie Johnsson, Chicago Tribune December 8, 2007

- 由于**低效的沟通**导致分析定义的**错误应用****Incorrect application** of analysis definition due to **ineffective communication**
- 由于缺少专业工具导致**过多的时间**定义复杂复合材料零部件的特征**Excessive time** to define complex composite part features due to a lack of specialization in tool set
- 为了支持不断变化的需求，**大量的工程变更订单**是必然的**Significant ECOs** are required to support evolving requirements making robust change processes essential



在原型和试验阶段的工程变更平均成本是2万美元

*Engineering changes made during prototype and test phase cost \$20,000 on average*

– International TechneGroup, Inc.

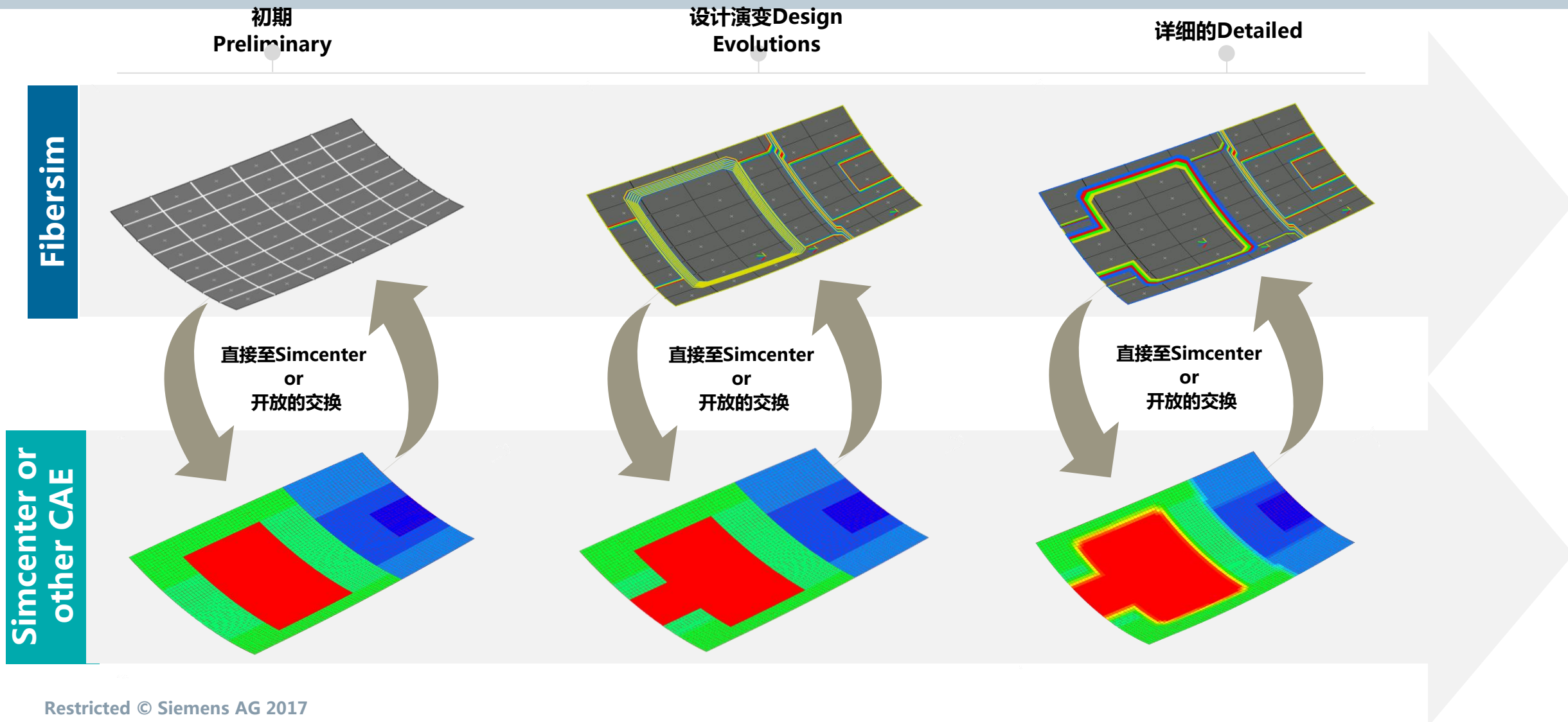
- 高效管理变更是**成功的机身核心能力**  
Efficient management of change is a **core competence of successful airframers**
- 当**使用复合材料**时，高效变更管理变的**更加复杂**  
Efficient change management becomes **more difficult when using composites**
- 使用**正确的设计方法**节约很多人年的工作量，这意味着**按时交付和昂贵的延误交付**的区别  
Using the **right design methods saves many man-years** of effort and can mean the difference between **on time delivery and expensive delays**



# Fibersim支持在设计与分析所有阶段间的高效工作流程

Fibersim Supports an Efficient Workflow between Design and Analysis at All Stages of the Process

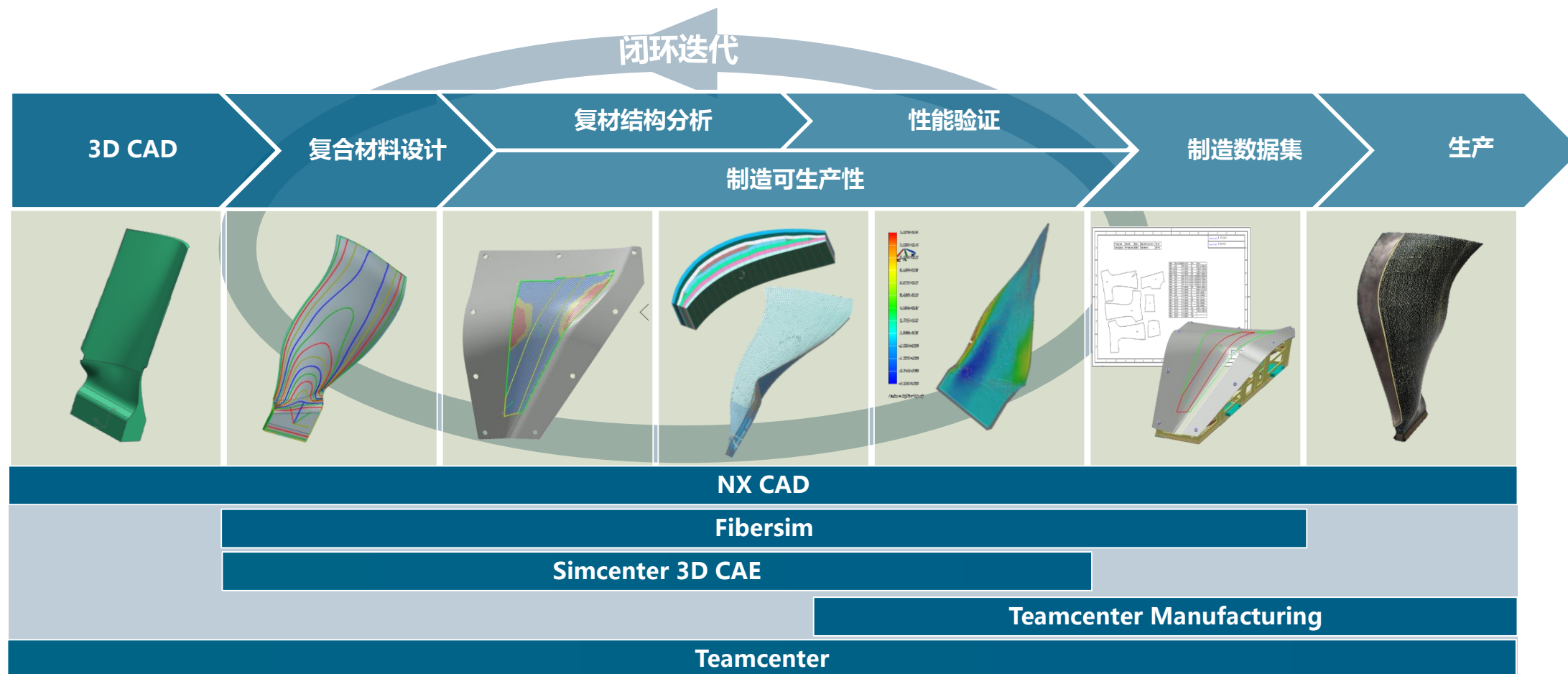
SIEMENS



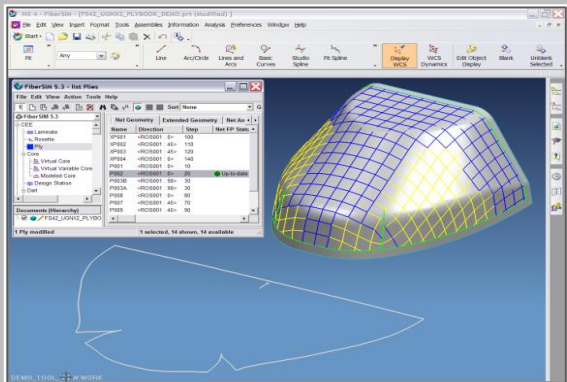
# 端到端复合材料开发产品套件End-to-End Composites Development Product Suite

## 针对过程上下文的复合材料开发工具Composite Development Tools in Context of Entire Process

SIEMENS

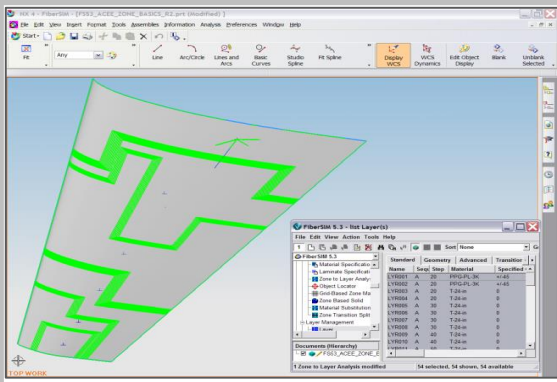


Fibersim具有多种专业的方法来支持机身的开发  
Fibersim Has Specialized Methods to Support Airframe Development  
只有西门子提供这些能力Only Siemens offers this range of capabilities



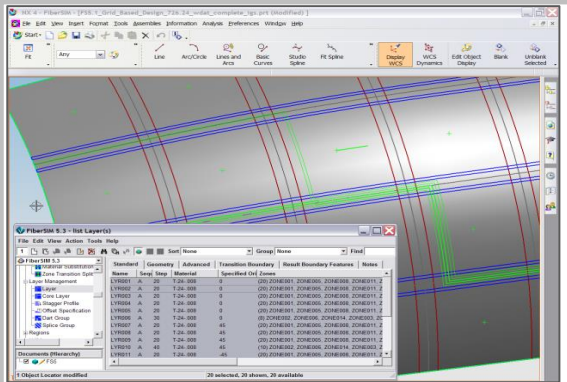
- 针对手工铺层提供了灵活的设计方法.
- 捕获所有数据并确保可制造性

基于铺层Ply Based



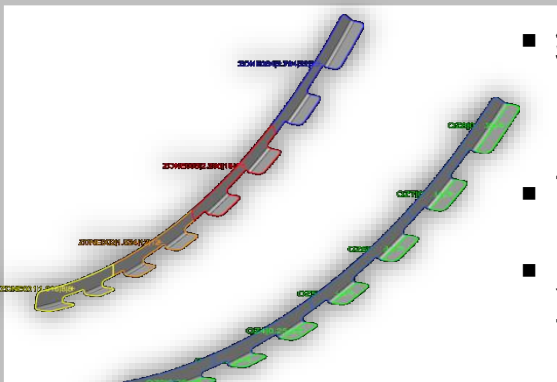
- 允许复杂设计的高效我的
- 支持健壮的分析流程
- 简单的过渡定义

基于区域Zone Based



- 从目标层压板规划中驱动
- 针对机翼/机身自动设计
- 能够自动化材料沉淀

基于结构Structure Based



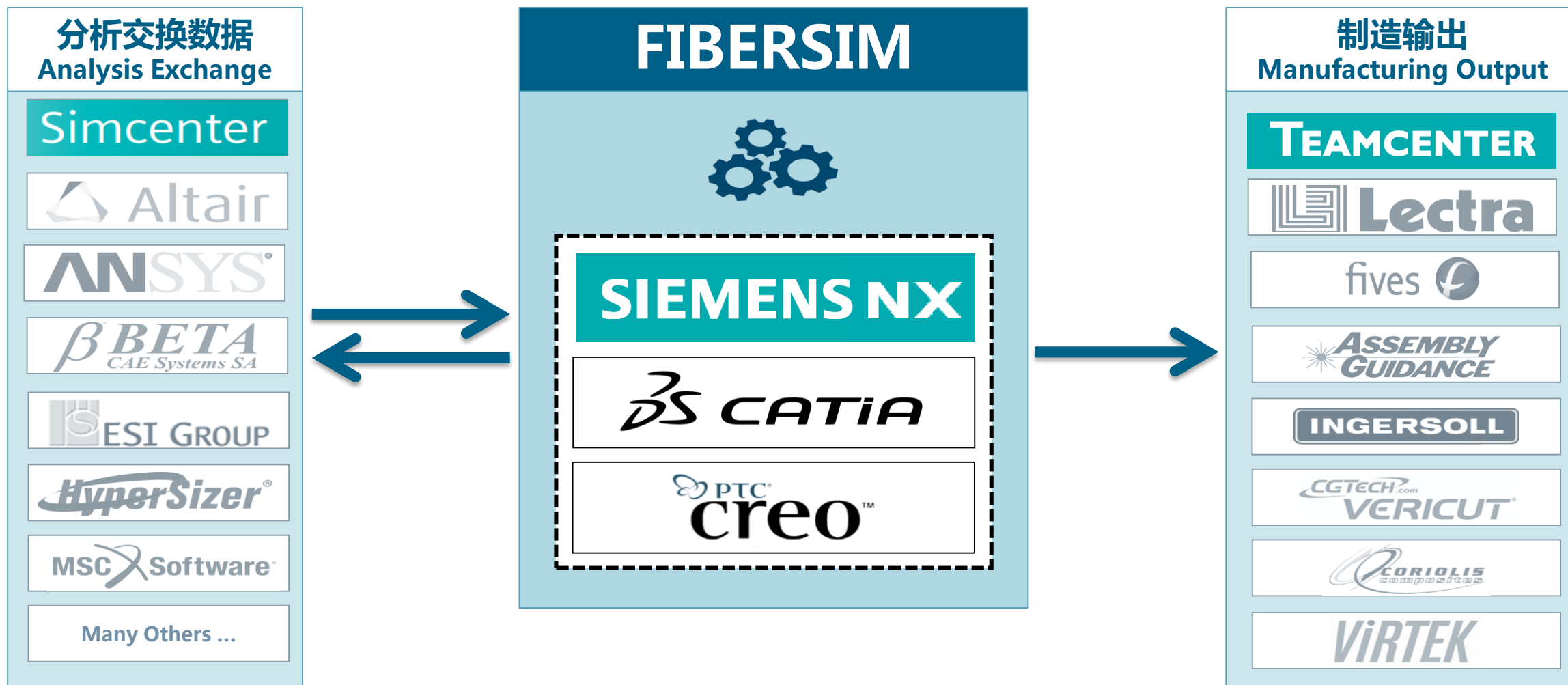
- 结合区域方法和铺层方法
- 两者中最好的
- 允许后期设计修改不增加冗长的工作

基于多层Multi-Ply Based

# Fibersim是集成的、开放的、专业化的

## Fibersim Is Integrated, Open, and Specialized

SIEMENS



# Agenda



复合材料航空航天行业的困境  
Composite Aerospace Dilemma

获得复合材料成功  
Achieve Composites Success

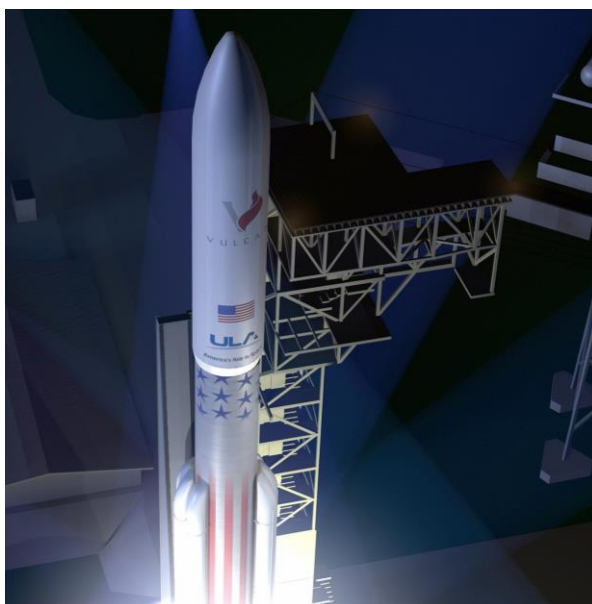
先进复合材料在不同行业中应用  
Industries Adopting Advanced  
Composite Materials

# 多个行业采用先进复合材料 Industries Adopting Advanced Composite Materials

SIEMENS



航空Aerospace



航天Space



船舶Marine

# 多个行业采用先进复合材料

## Industries Adopting Advanced Composite Materials

SIEMENS

### 机身Airframes

- **商业喷气机 Commercial/Business Jet**  
天线罩, 机身部分, 引擎挂架、机舱、尾翼、舵、翼身整流罩、翼梢小翼, 前缘、后缘、机翼
- **国防Defense**  
天线罩、发动机吊架、短舱、舵、前缘、后缘、机翼
- **无人机UAV**  
所有主要和次要结构件

### 航天Space

- **运载火箭Launch Vehicles**  
中间体、梁、热盾、航空裙尾 aeroskirts、鼻锥、有效载荷整流罩和适配器、前裙段
- **卫星Satellites**  
反射器, 核心结构, 南北墙 Reflectors, core structure, north/south walls
- **船员舱Crew modules**  
支柱、地板, 壳壁 Backbone, floor, shell walls

### 船舶Marine

- **潜艇Submarines**  
潜望塔, 背盖面板, 导流罩, 声纳罩, 龙骨覆盖, 螺旋桨桨叶
- **大型水面舰Large Surface Ships**  
桅杆外壳、顶层甲板结构、船首部结构、声呐、水下整流罩
- **中型水面舰Medium surface ships**  
桅杆结构、甲板结构、船首部结构、声呐、水下整流罩、船舵

## 成功客户：航天Customer Success: Aerospace SpaceX

SIEMENS

### 航天运输技术公司加快新型航天器的上市速度

Space transport technology company increases speed to market of new space vehicles

#### 成功的关键Keys to success:

- 通过并行的设计和制造工作流实现更快的上市速度
- 通过提供精准的信息至生产车间，来提高产品质量和可重复性

#### 成果Results:

- 减少设计和制造复合材料部件所需时间的70%
- 显著提高了产品质量
- 提高制造最佳实践/过程可重复性

“时间永远是我们最重要的，所以 Fibersim 带领我们从艺术到零部件如此迅速的能力，是我们决定购买该软件的一个关键的因素。”

*Chris Thompson*  
*VP of Structures Engineering*



**潜艇建造企业减少制造时间，提高复合材料零件的质量**  
Submarine builder reduces manufacturing time and enhances quality of composite parts

**成功的关键**Keys to success:

- 可靠的仿真在更大范围零部件使用复合材料降低了风险，从而减少舰艇总重量
- 可预测的设计过程提高了生产效率
- 为供应链提供一致的时间，提高了零部件保真度和质量

**成果**Results:

- 削减制造劳动时间 20-30%
- 减少了开发时间
- 提高了复合材料零部件的质量

“Fibersim 通过在生产制造前验证信息，使我们能够更快地从金属到复合材料的转换，并将风险降至最低”

*Marc Tillmanns  
HDW' s lead composite engineer*



“Fibersim 提高了产品质量，为生产车间提供了准确的工程信息，这也有助于制造过程的可重复性”

Chris Thompson, VP Structures Engineering, SpaceX

“Syncrofit 解决了装配复杂性，更加有效地创作和捕获装配的数字化表示、共享关键的设计和制造细节。”

Justin Elliott, 总工程师, 吉凯恩航宇公司



SIEMENS

## 难题Challenge:

### 为后段机身桁条连接结合

Design and manufacturing of integrated stringers for aft fuselage

## 业务价值Business Value:

- 标准化的流程来管理 50000 多紧固件和孔
- 装配定义和预数控规划时间减少 60%
- Standardized processes to manage 50,000+ fasteners and holes
- Assembly definition and pre-NC planning time reduced by 60%



## **Paul Mouland**

SES Portfolio Development Executive APAC

Siemens Industry Software Limited  
Unit 901 & 902, 908, 9F, Tower B,  
Manulife Financial Centre,  
223-231 Wai Yip Street  
Kwun Tong, Kowloon  
Hong Kong

Mobile :+852 9023-6530

Email: [paul.mouland@siemens.com](mailto:paul.mouland@siemens.com)

[www.siemens.com/plm](http://www.siemens.com/plm)

**siemens.com**