



# 微纳米CT检测技术 在航空复合材料上的应用

2015年5月 | 北京

张大磊

GE检测科技

Imagination at work

# 工业CT无损检测

1. 发现缺陷
2. 特征化缺陷（气孔、裂纹？）
3. 评估缺陷（缺陷的影响）
4. 避免缺陷（优化部件设计）
5. 预估寿命服务周期



# 报告大纲

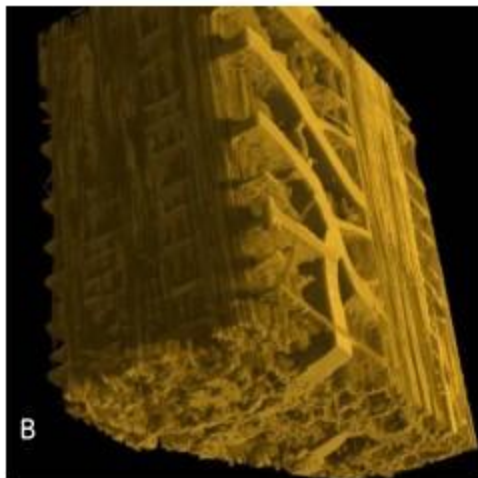
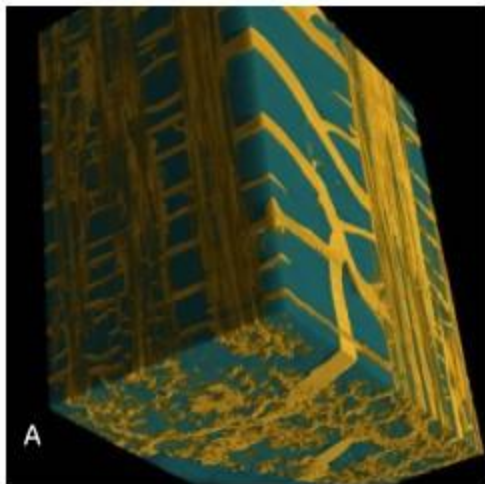
1. 复合材料无损检测的方法
2. 复合材料CT检测的特征
3. 缺陷扩展的CT检测与分析
4. 航空应用- 创新性航空部件设计中轻复合结构的无损分析
5. 其它应用



# 工业CT在航空复合材料上的应用



## 复合材料的CT特性描述

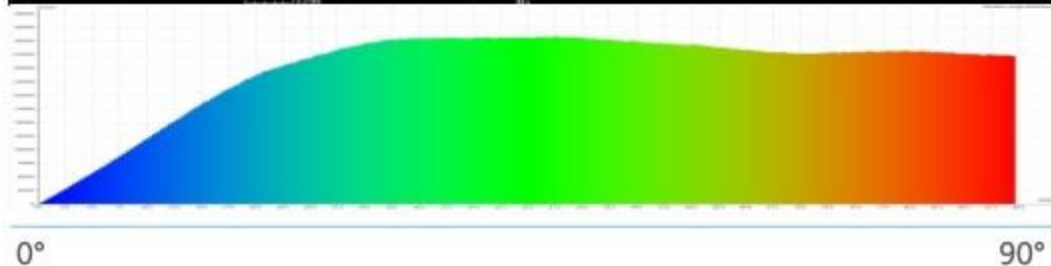
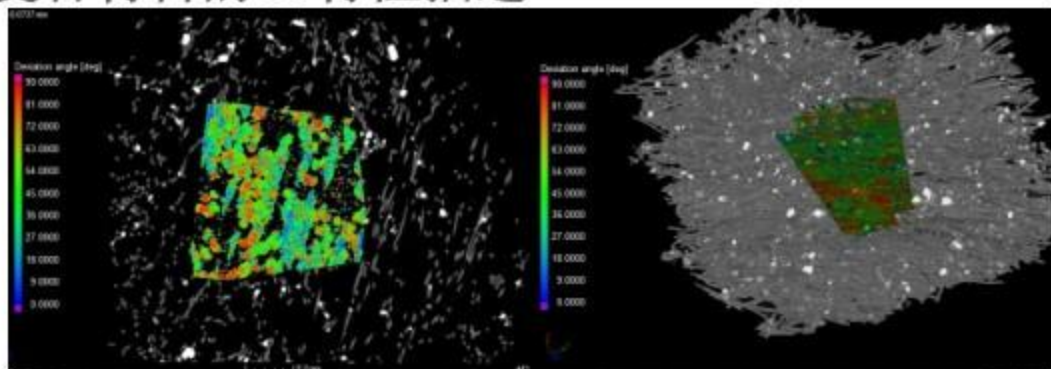


A到B: 在CT图像中切割A中的多余部分, 可清晰的看到B中的三维结构



# 复合材料的CT特性描述

2D和3D空间方向表征

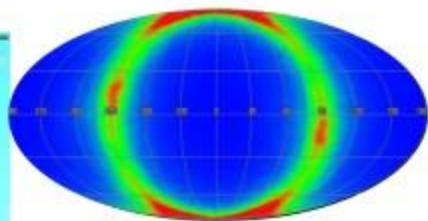


建立空间坐标系，选取单轴为参考方向，进行纤维方向统计

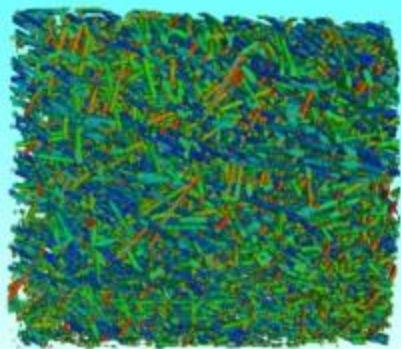
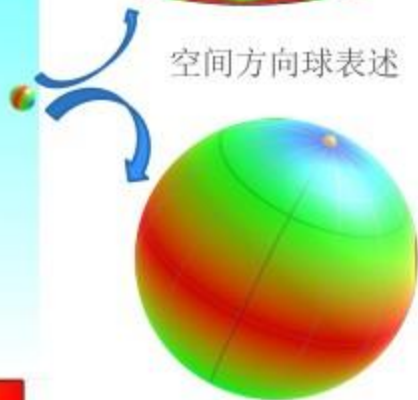


# 复合材料的CT特性描述

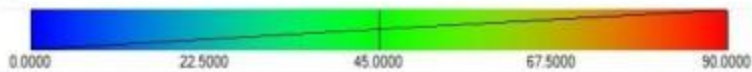
平面方向圆表述



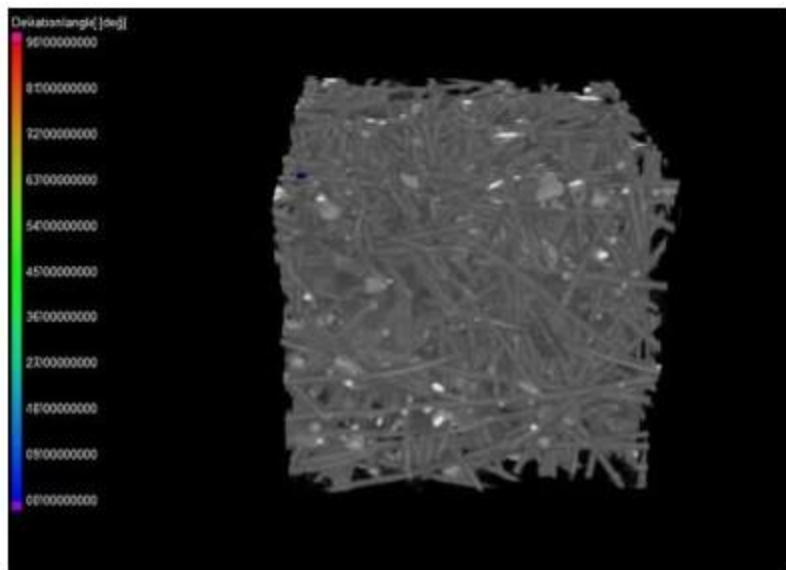
空间方向球表述



$L_{ij}$



# 复合材料的CT特性描述



复合材料多相  
分析:

\*夹杂形态参数

\*纤维空间分布

\*多相成分比例

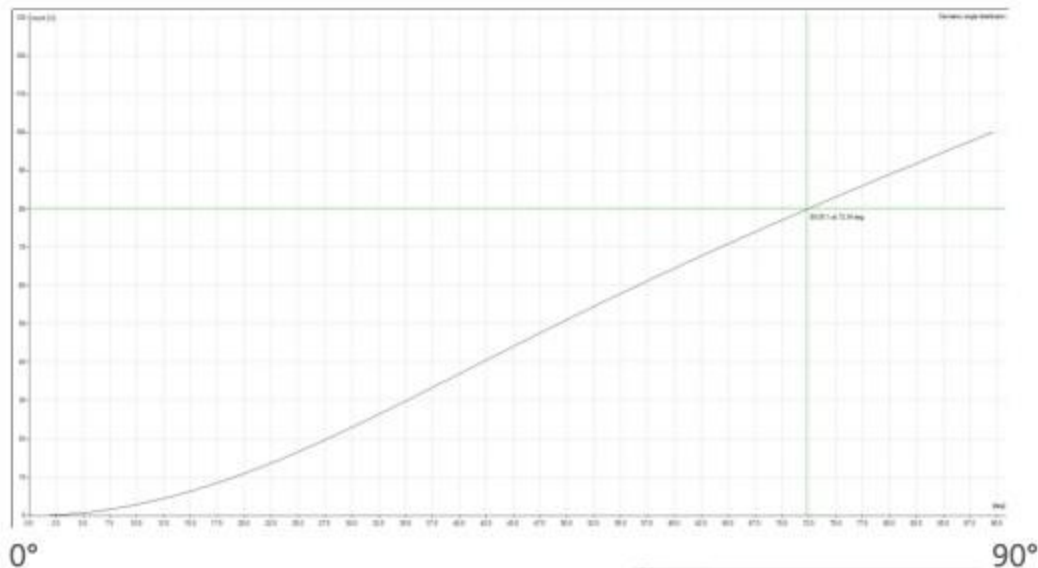
\*空间纤维方向  
占比不同的材  
料力学测试

建立空间坐标系，选取单轴为参考方向，进行纤维方向统计



# 复合材料的CT特性描述

Other global results	
Fiber volume fraction [%]	17.2577
Projected angle/mean [deg]	n/a
Projected angle/standard [deg]	n/a
Deviation angle 50th percentile [deg]	49.2188
Deviation angle 75th percentile [deg]	68.5548
Deviation angle 90th percentile [deg]	86.0590



参考轴向的角度梯度内，所含纤维的百分比

Reference percentile	
Reference orientation	[0.00] [0.00] [1.00] [Close]

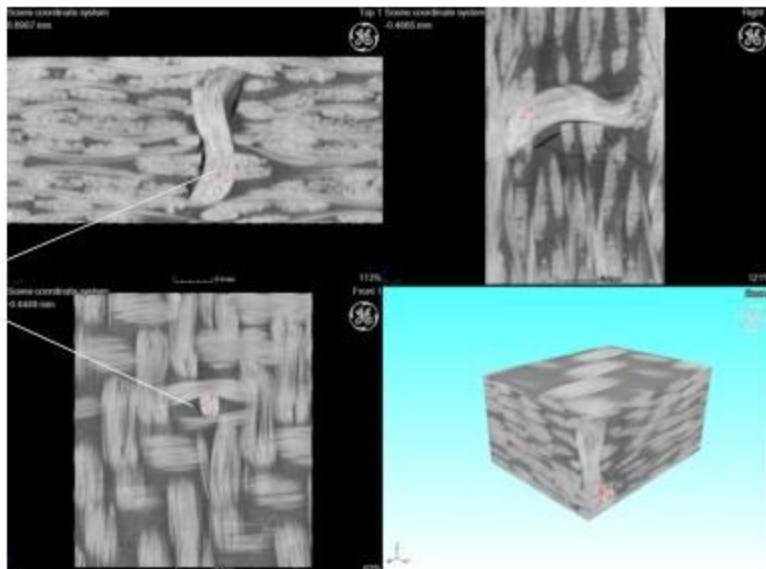


# 复合材料的CT特性描述

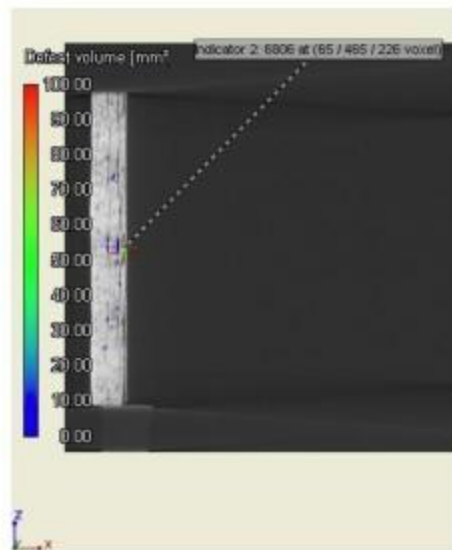
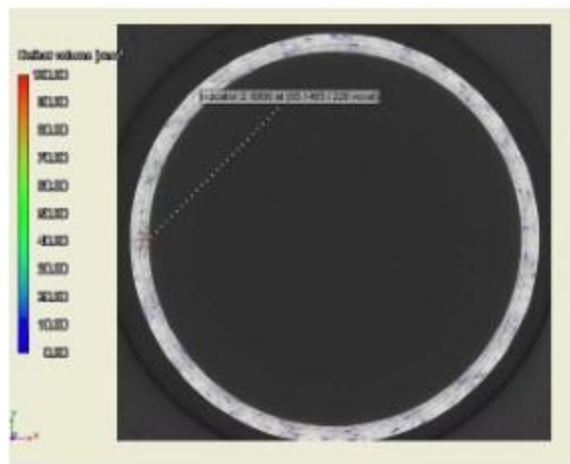
内部结构分析

计算多相成分比例

编制错误导致缺陷产生

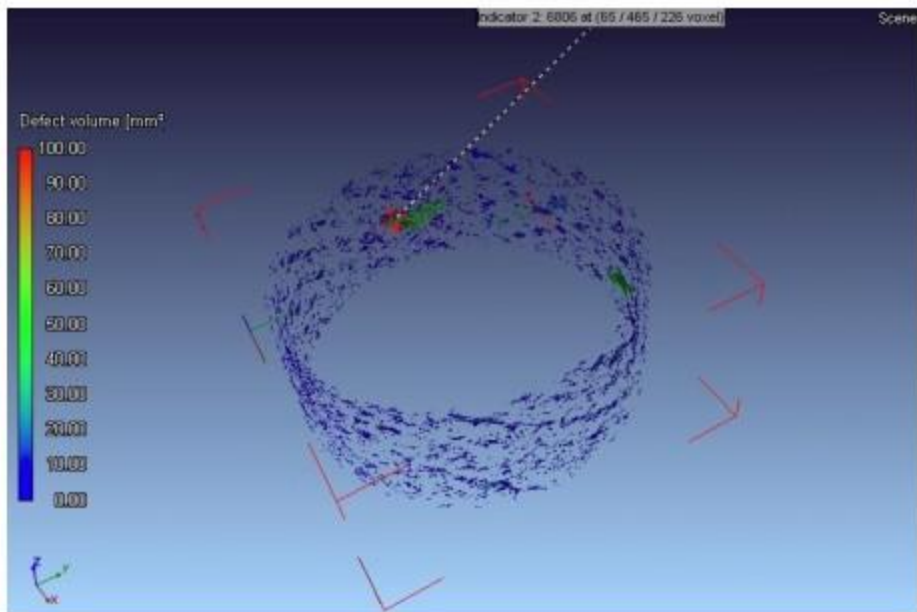


# 复合材料的CT特性描述

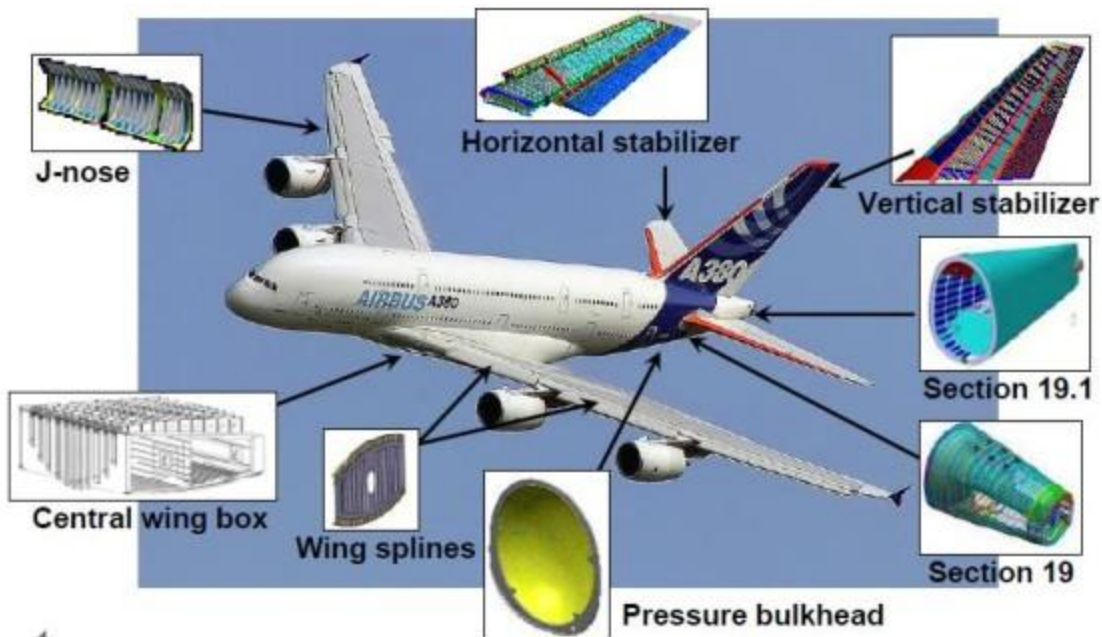


可清晰的看到C/C-SiC材料中的气孔，并进行定性和定量分析。



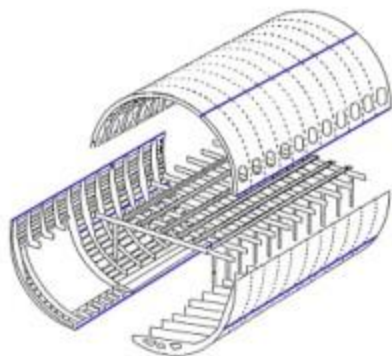


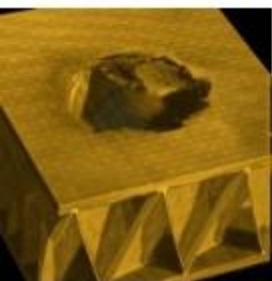




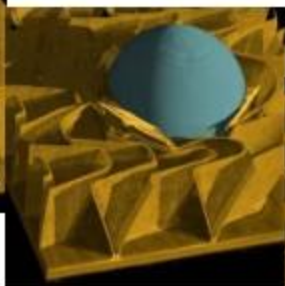


- 新的重量轻的设计理念
- 新的制造方法
- 新的质量检测方法

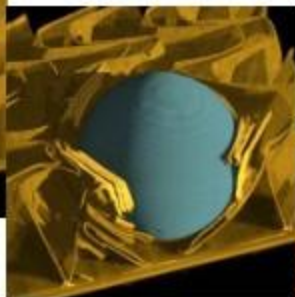




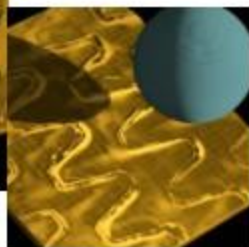
(1)



(2)



(3)



(4)

CT检测

CT全方位的显示了三维信息，能够显示撞击破坏方向的断面信息



# 总结

- 航空材料需要一种NDT技术来更好的显示微观和纤维结构
- CT技术以其可以达到微米检测能力，且全方位的显示三维结构，是目前最好的一种材料检测技术
- CT技术的三维数据分析能力，以及缺陷特征的定量评估，成为新型轻材料研发和质保的重要工具



谢谢！



imagination at work