

ANSYS®



2016

ANSYS中国技术大会  
中国·上海

## 线束线缆电磁兼容分析

- 李可舟/Lead Application Engineer

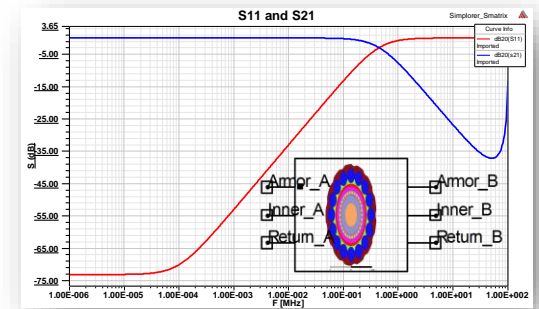
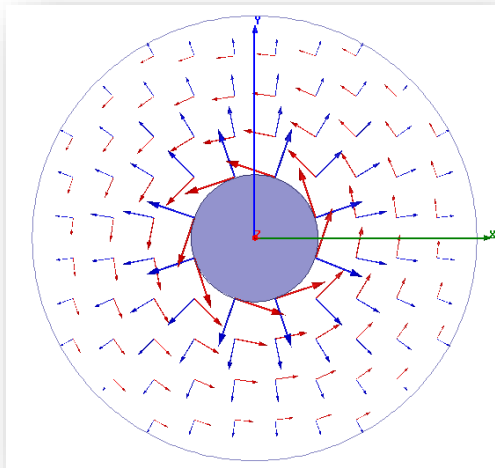
# Agenda

- **线缆仿真原理与考虑**
- **ANSYS线束线缆电磁兼容分析**

# 线缆模型仿真的中假设与考虑

线缆本体建模为何一般基于横截面(Cross-section)进行建模?

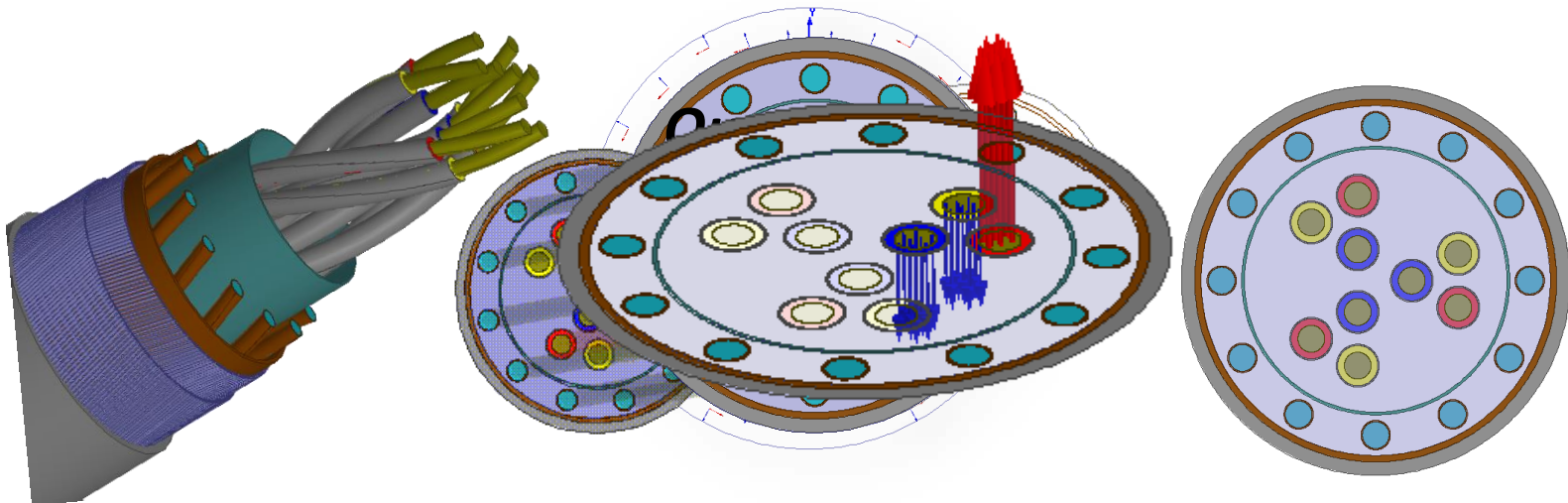
1. 一般传播TEM模式
2. 可以考虑线缆的扭曲 ( Twist )
3. 可以考虑任意长度的线缆



# 线缆中的电磁波传播模式

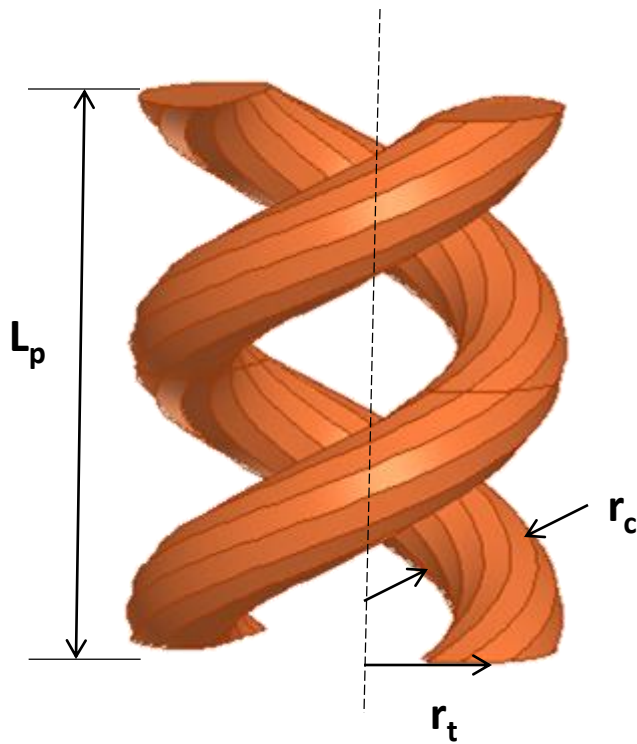
当线缆满足如下条件时，线缆中的传播模式是TEM模式，这种模式下，电压与电流的定义清晰并且唯一，此时可以使用横截面方法进行分析

- 横截面形状在线缆长度方向保持不变
- 横截面本身尺寸为电小尺寸
- 线缆内填充的介质材料为单一材料
- 电场和磁场矢量都位于横截面内
- 通过横截面的电流总量为0



# 线缆的扭曲

- 使用TEM或者准TEM分析分析扭曲的平均效应
- 基于线缆与扭曲的尺寸定义两个新的参数



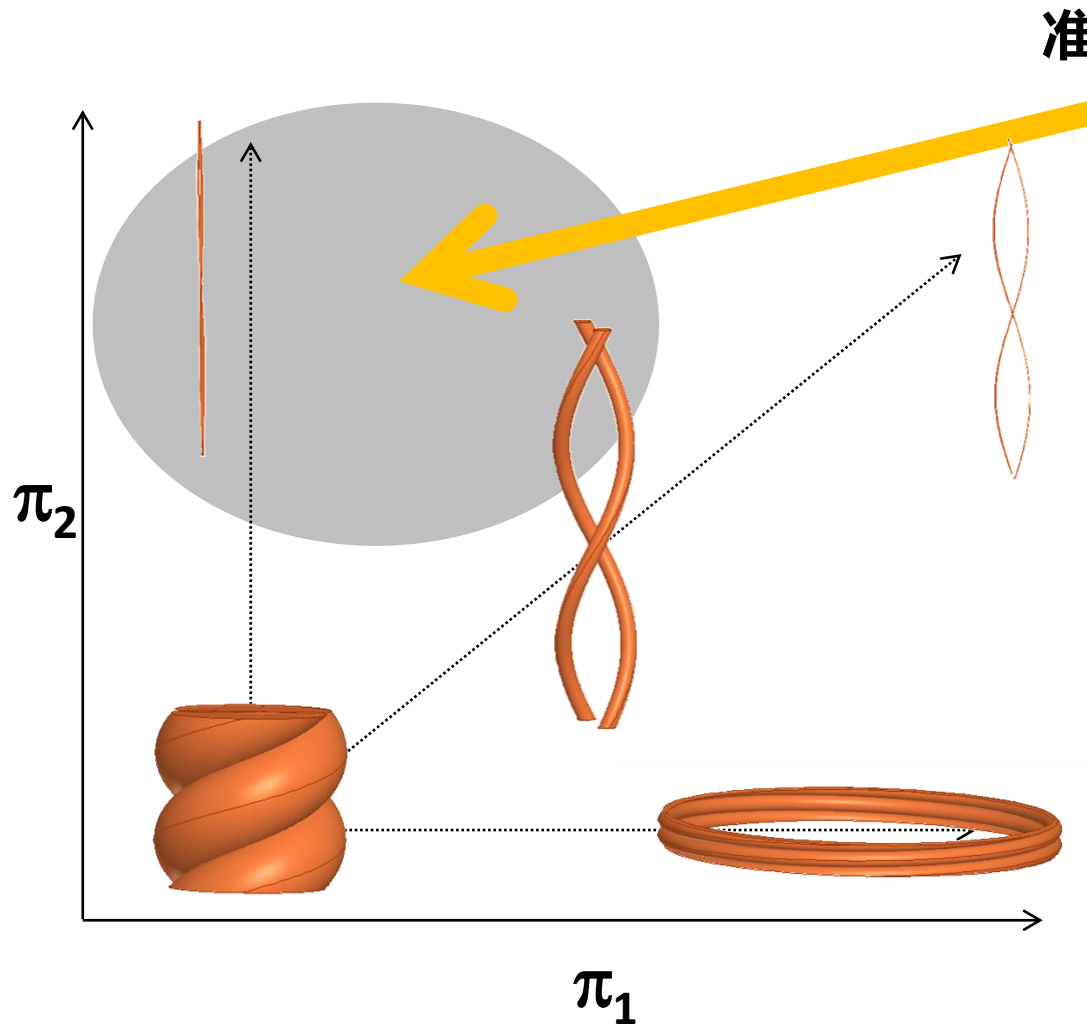
$r_c$  = conductor radius (mm)  
 $r_t$  = twist radius (mm)  
 $L_p$  = twist pitch (mm)

Normalize to 2 non-dimensional parameters

$$\pi_1 = \frac{r_t}{r_c}, \pi_2 = \frac{L_p}{r_c}$$

$$\pi_1 \in [1 : \infty], \pi_2 \in [4 : \infty]$$

# 新定义的两个参数对线缆的影响

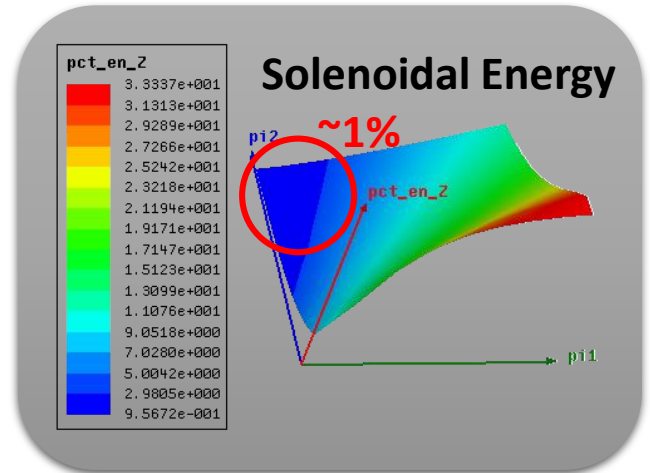


准TEM区域:

$\pi_2$  - 较大

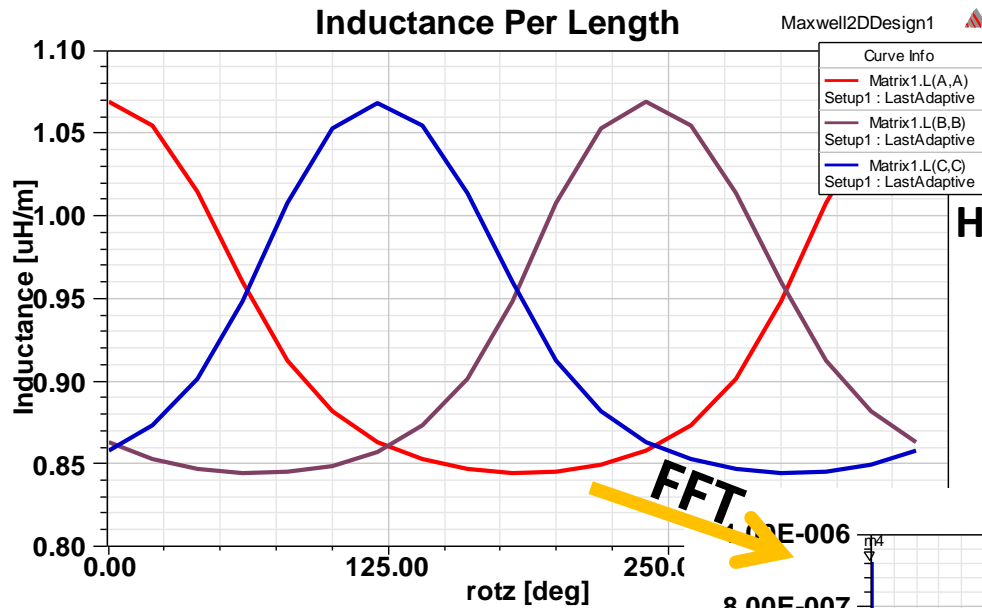
$\pi_1$  - 较小

这样轴向能量会尽可能小



# 线缆扭曲的平均效应

- 为了获得准确线缆扭曲效应，沿着线缆方向应该扫描多少个采样点？
- 奈奎斯特采样率的获取办法？



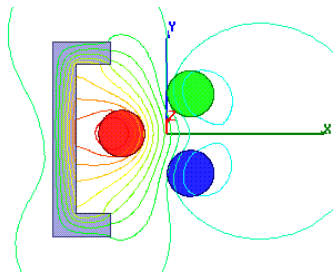
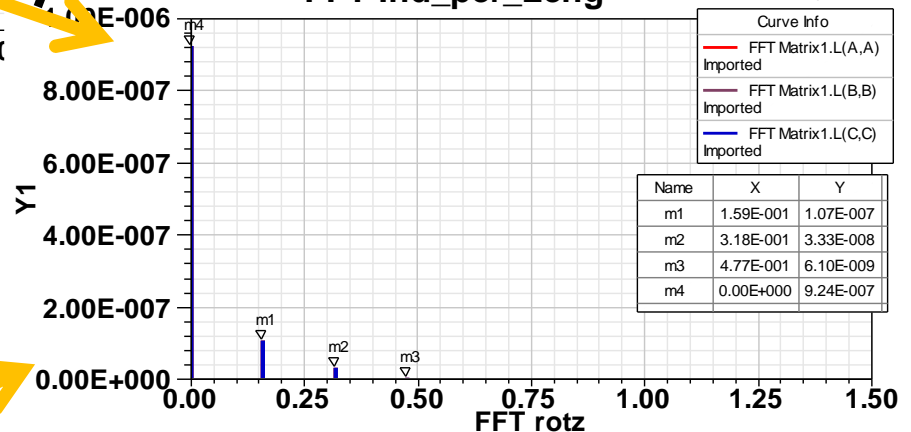
Harmonic Periods

1<sup>st</sup> 360deg

2<sup>nd</sup> 180deg

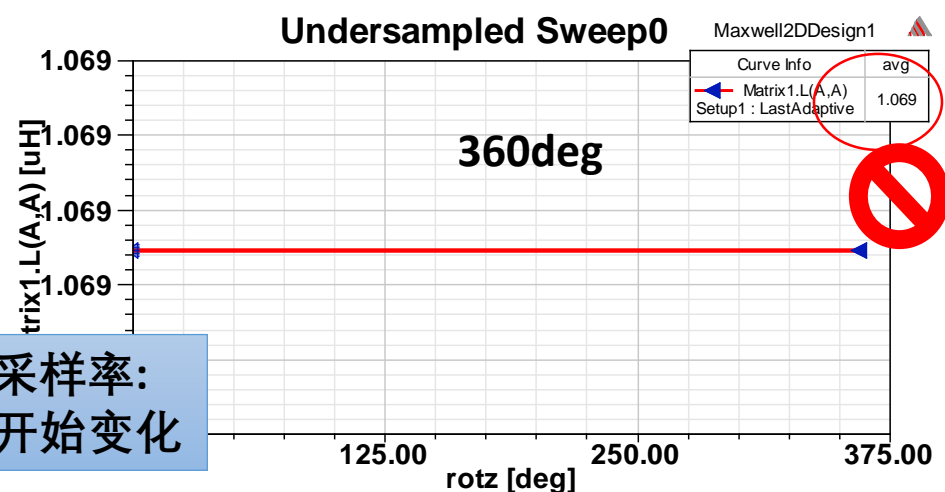
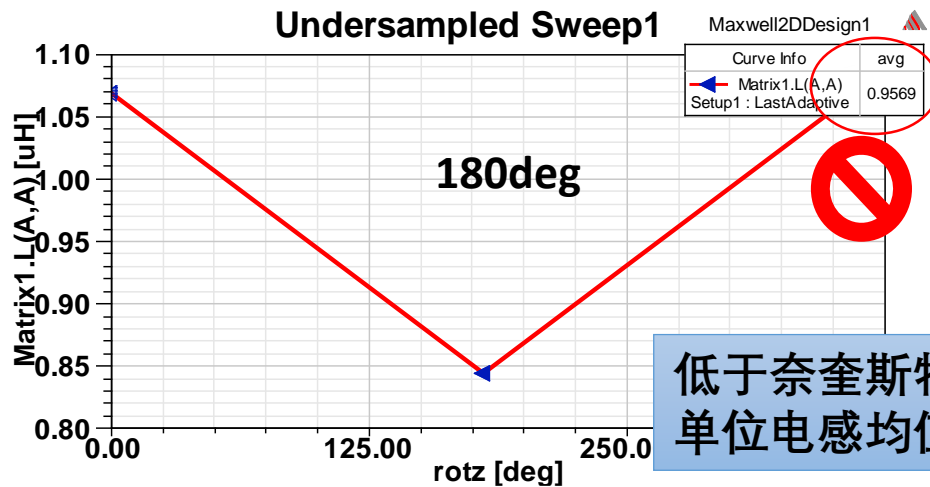
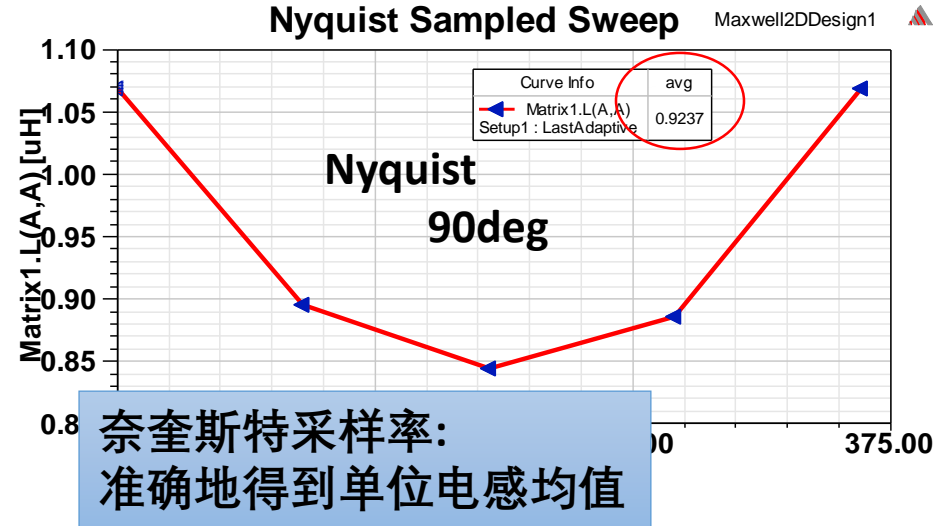
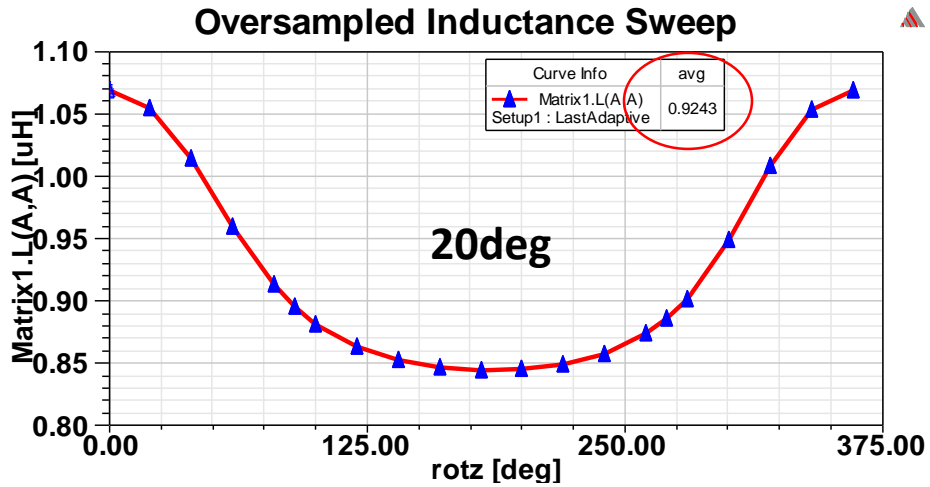
∴ 奈奎斯特采样率 = 90deg

FFT Ind\_per\_Leng



1<sup>st</sup> 和 2<sup>nd</sup> 谐波占据了绝大部分能量

# 不同采样率的对比

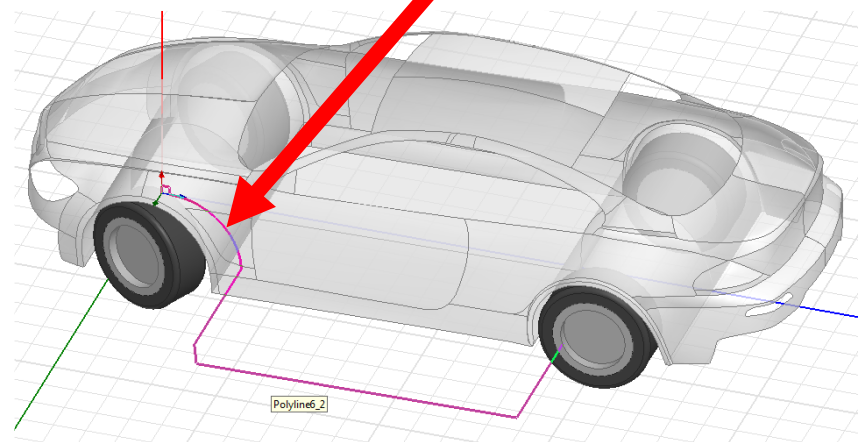
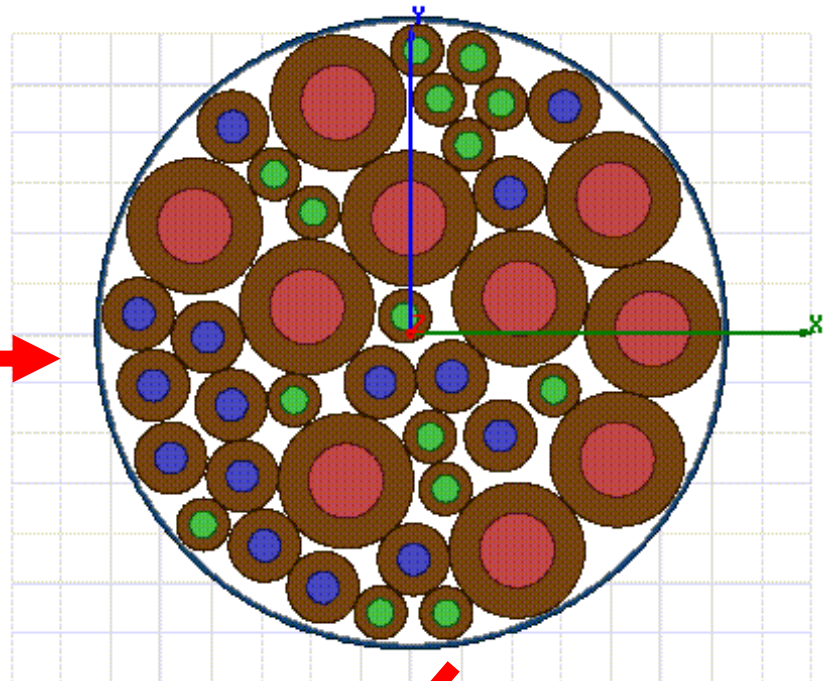
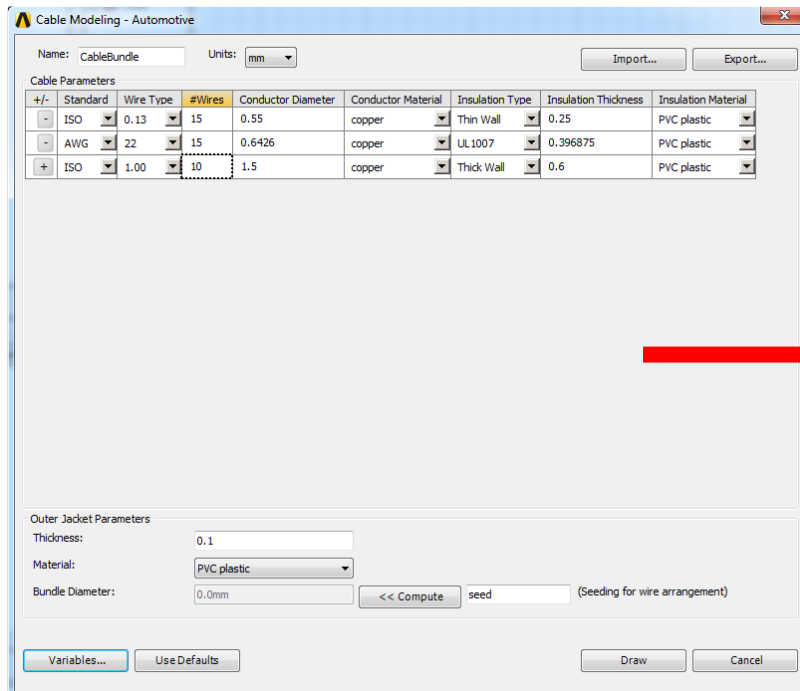




# Agenda

- 线缆仿真原理与考虑
- ANSYS线束线缆电磁兼容分析

# 线缆设计Toolkit

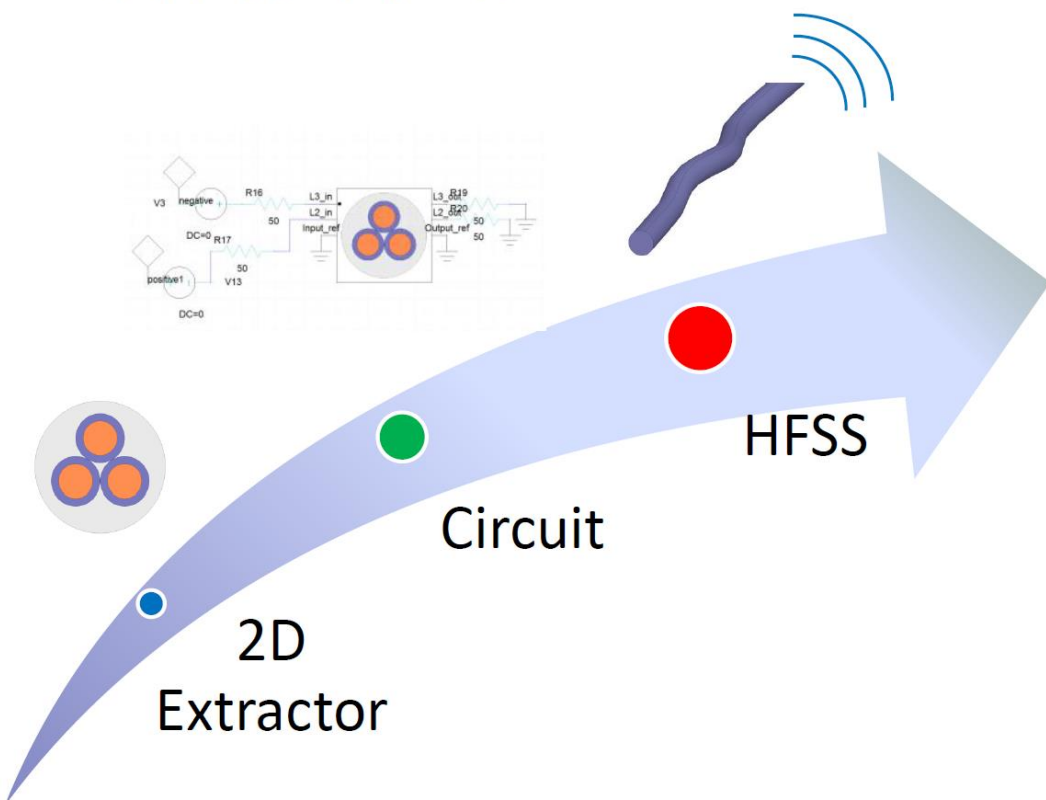


集成在Q2D界面中，内置ISO和AWG等线型规格

# 全新的系统级线缆辐射仿真流程

ANSYS R17.1加入了全新的线缆仿真方案通过HFSS, Q2D和电路仿真三者之间的动态链接，将线缆的系统级分析进行分解。

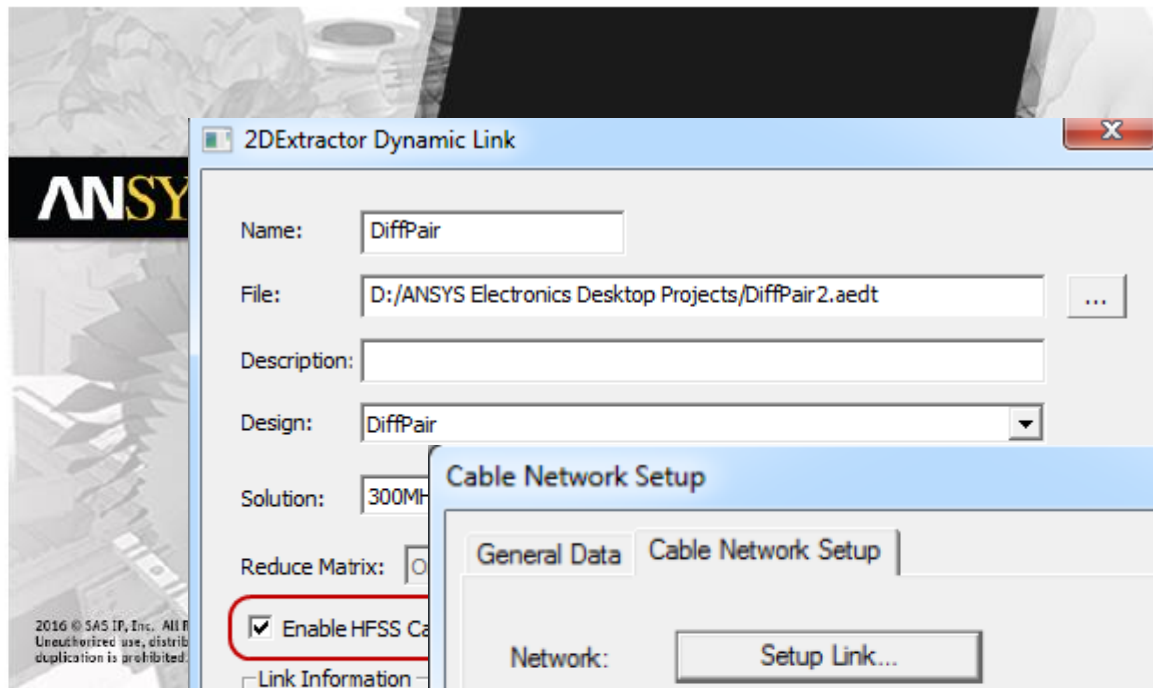
- 使用Q3D求解线缆的横截面参数
- 电路仿真求解实际负载条件下线缆中的电压与电流
- HFSS求解线缆在真实空间路径下的电磁辐射。



线缆辐射分析：  
从Q2D到HFSS

# 软件自带详细的线缆仿真教程

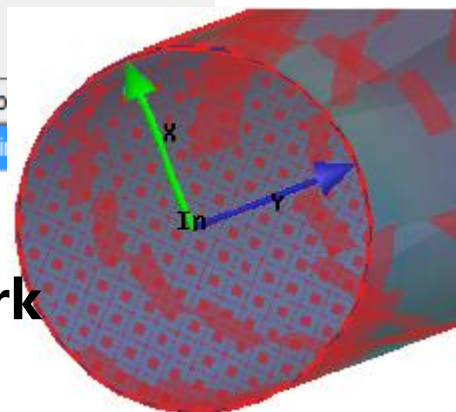
教程位于软件安装目录的Help文件夹中



映射完之后的线缆电磁场分布

Getting Solutions

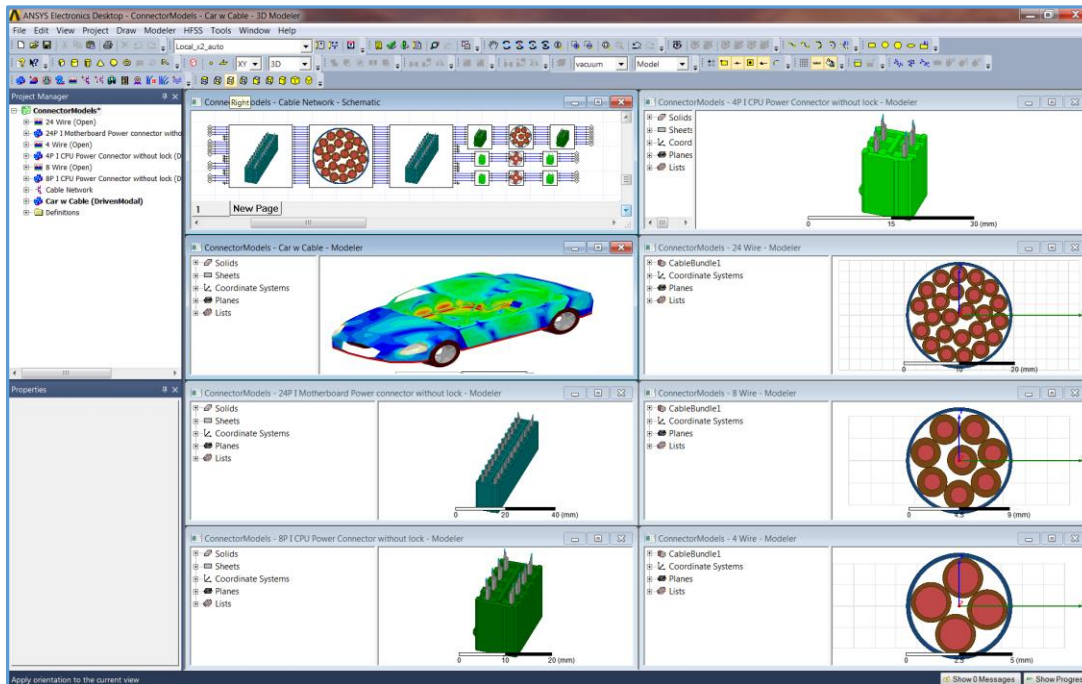
HFSS : Linked Field->Cable Network



2D与3D电磁场方向映射

# ANSYS线缆系统仿真的优势

- 能够考虑各类负载和多段线缆，从而获取真实电压电流分布
- 线缆本身无需在HFSS中进行网格划分,只需提供路径
- 提供Cable Design Toolkits
- 电压电流映射可以考虑线缆扭曲，支持图形化电磁场映射
- 所有操作均在ANSYS Electronic Desktop中完成

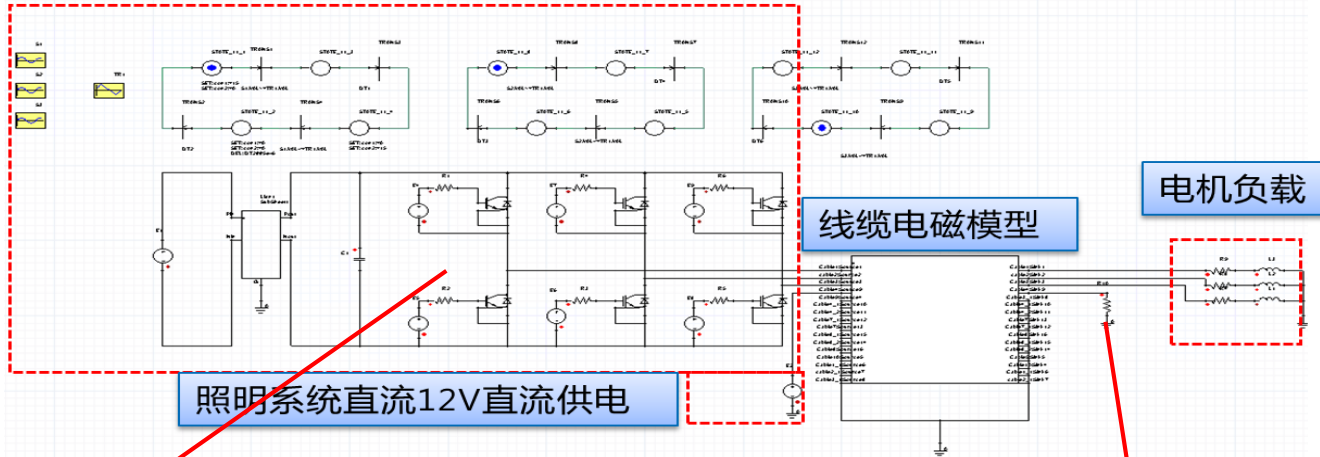


- 线缆系统级仿真将变得更加容易

# ANSYS线缆解决方案软件实际演示

# ANSYS线缆电磁兼容的应用-线缆传导与串扰噪声

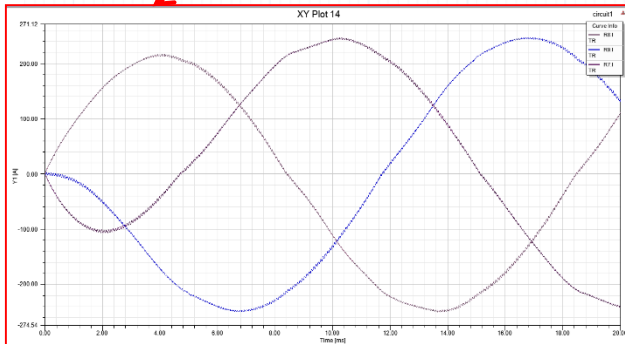
电机控制电路



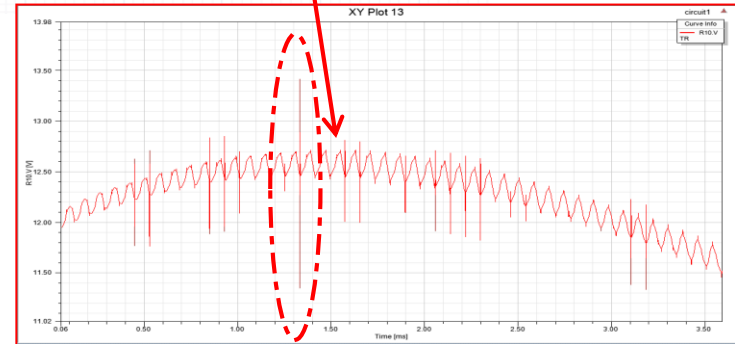
照明系统直流12V直流供电

线缆电磁模型

电机负载



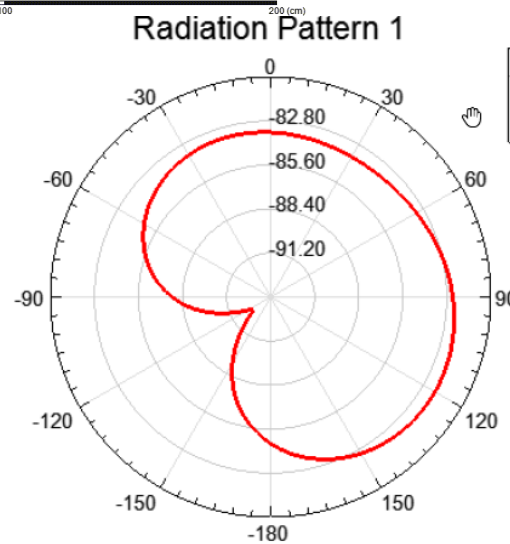
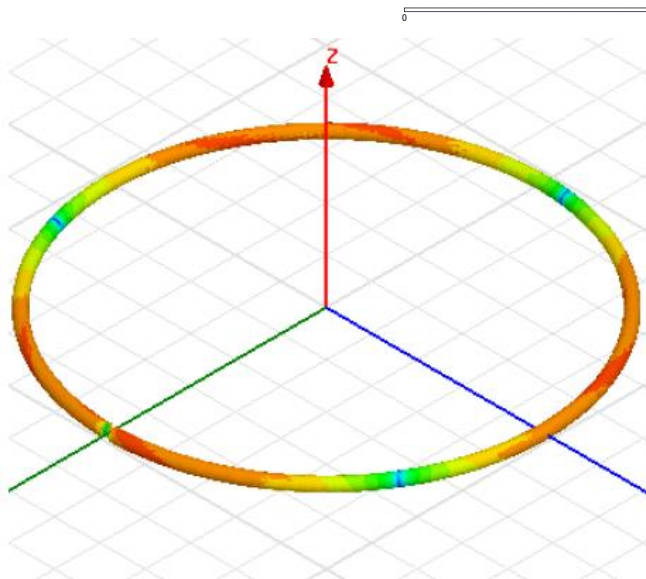
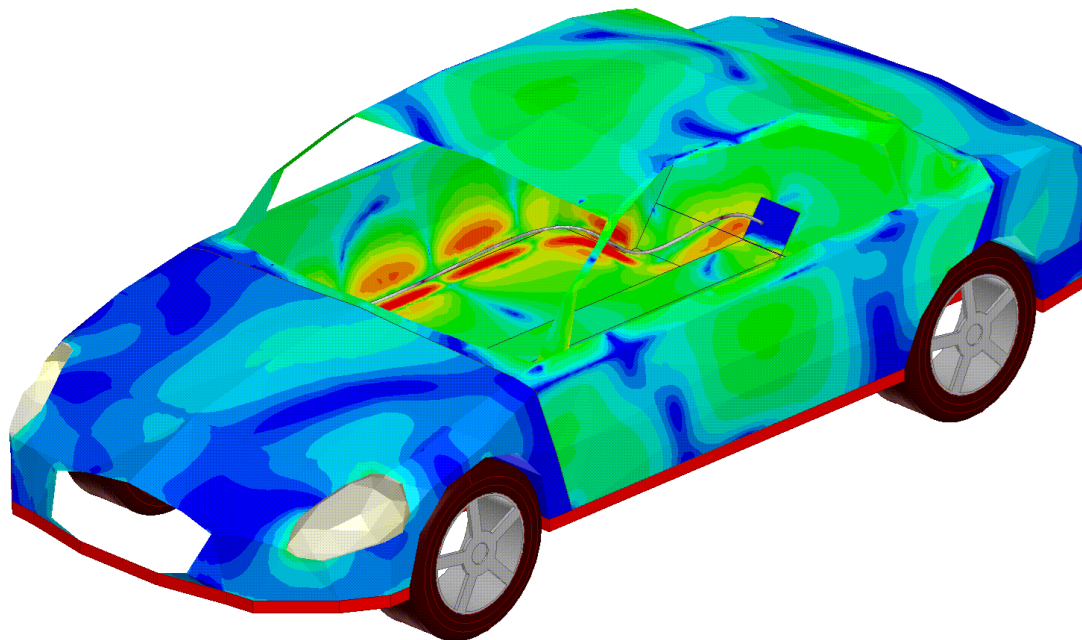
电机工作电流变化



直流照明系统中的尖峰噪声



# ANSYS线缆电磁兼容的应用-线缆电磁辐射

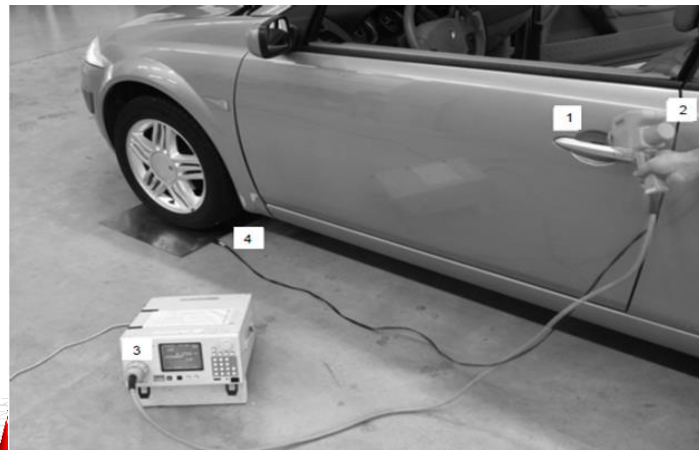
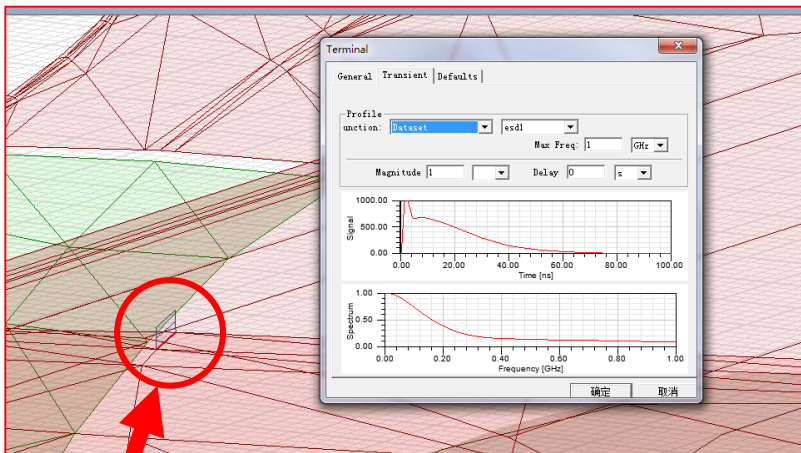


Cable

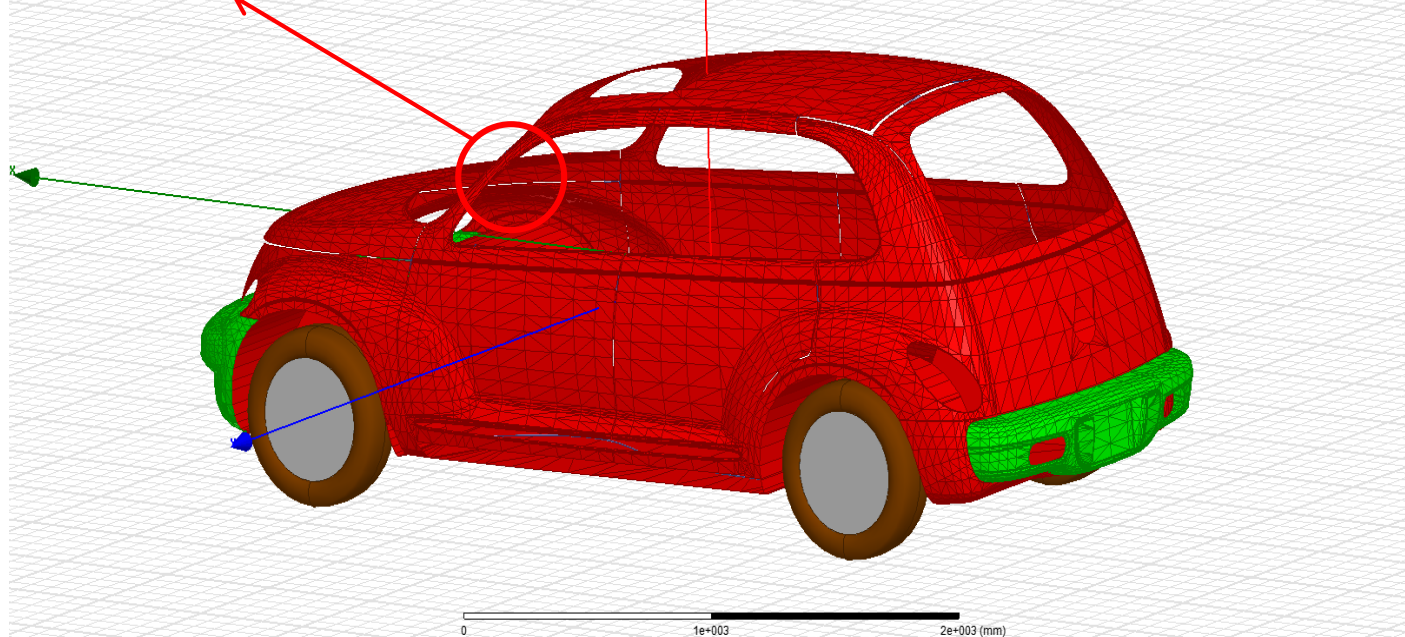
Curve Info	
—	dB(rE Total)
300MHz : 50MHz to 500MHz	
Freq='0.05GHz' Phi='90deg'	



# ANSYS线缆电磁兼容的应用-ESD与BCI



• 电流注入位置



ANSYS®



ANSYS  
**ONVERGENCE**  
CONFERENCES

2016

ANSYS中国技术大会  
中国·上海

感谢聆听