

ANSYS CONVERGENCE CONFERENCES 2016 ANSYS中国技术大会 中国·上海

## 无线领域射频干扰分析

罗辉 / 高频应用工程师  
ANSYS中国

ANSYS CONVERGENCE ANSYS中国技术大会

## 无线领域通信系统的发展

多个射频系统共址布局在同一个环境中

- 多样的系统特性：
  - 超宽的频率范围
  - 丰富的功率电平
  - 复杂的调制类型
- 各系统需要同时运行，且无干扰
- 有一些经验方法来实现和平共处，但却很难找到最佳的解决方案

2 © 2016 ANSYS, Inc. August 15, 2016 ANSYS UGM 2016

ANSYS CONVERGENCE ANSYS中国技术大会

## 系统级射频干扰分析面临的挑战

系统级共址射频干扰仿真面临的巨大挑战在于对所有输入参数、模型结构、输出数据以及可视化结果的管理

- 整个射频通信系统包括非常丰富的不同种类以及不同保真度的输入参数；
- 系统级共址射频干扰仿真通常不会等到高保真数据都齐全时才进行；
- 随着仿真过程的深入，系统数据参数和环境载体模型数据也在随之更新；
- 难以得到考虑载体平台影响的不同系统天线之间的精准耦合量；
- 自动化结果诊断功能对干扰问题的定位和解决至关重要；

3 © 2016 ANSYS, Inc. August 15, 2016 ANSYS UGM 2016

ANSYS CONVERGENCE ANSYS中国技术大会

## ANSYS无线领域射频干扰分析平台：EMIT

- 管理 系统性能数据
- 仿真 射频干扰效应
- 定位 射频干扰根源
- 解决 射频干扰问题

4 © 2016 ANSYS, Inc. August 15, 2016 ANSYS UGM 2016

管理射频系统性能数据

### 无线电路系统模型

收发机

发射机

接收机

ANSYS

### 无线系统 (Radio) 参数定义

- EMIT中的无线系统 (Radio) 可以是收发信机、发射机、接收机，一个Radio可以定义多个频段 (Band)，EMIT可对每个Band配置相应的频率、功率电平、调制方式等无线系统参数。

Band是radio的子节点

指定该Band对应的天线端口

当前Band的信道带宽、调制方式等配置

当前Band的频率信息

ANSYS

### 发射机频谱定义

- Band下的发射机频谱可以配置以下参数：
- 频谱类别 (窄带或宽带)；
- 发射功率；
- 近端相位噪声；
- 远端宽带噪声；
- 谐波；
- 窄带发射频谱；
- 杂散；

ANSYS

### 接收机频谱定义

- 接收机频谱定义了接收机的宽带敏感度性能，由以下参数组成：
- 带内敏感度门限；
- 混频器产物；
- 带外杂散；
- 饱和电平；

Mixer products or spurs

Saturation Level

In-Band Susceptibility

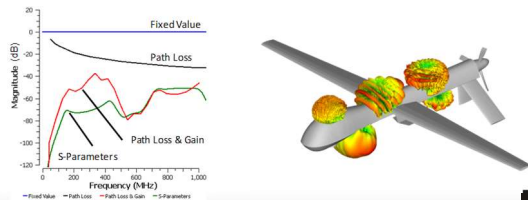
ANSYS

CONVERGENCE  
ANSYS 中国技术大会

## 管理系统性能数据

### 天线耦合模型

- **恒定耦合**：耦合量为设定的与频率相关的常数（用户指定值）
- **路径损耗**：耦合量为基于自由空间内天线之间的路径损耗
- **路径损耗 + 增益**：自由空间内天线之间的路径损耗以及相对方向上的增益计算得到的耦合量
- **S参数**：通过测试或EM仿真工具（HFSS、Savant等）获得的宽带S参数表征耦合量



ANSYS

9 © 2016 ANSYS, Inc. August 15, 2016 ANSYS UGM 2016

CONVERGENCE  
ANSYS 中国技术大会

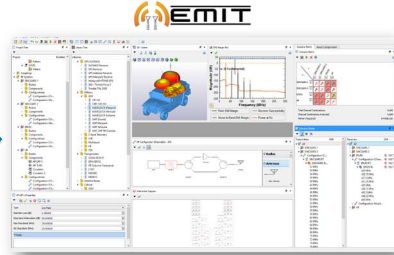
## 管理系统性能数据

Installed Antenna Modelling

ANSYS HFSS

Savant .iGPU

Measurements



EMIT对天线耦合模型和测试数据的管理

ANSYS

10 © 2016 ANSYS, Inc. August 15, 2016 ANSYS UGM 2016

CONVERGENCE  
ANSYS 中国技术大会

## 电大载体天线布局仿真工具Savant

- 天线设计时通常按独立或理想条件进行
- 天线安装到真实载体平台上会带来性能改变
- 可导致整个射频系统的性能影响
- 希望在设计早期知道安装之后的性能



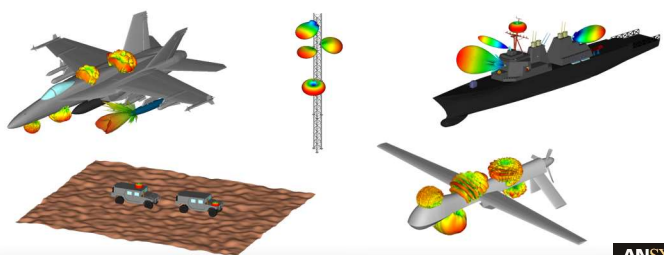
ANSYS

11 © 2016 ANSYS, Inc. August 15, 2016 ANSYS UGM 2016

CONVERGENCE  
ANSYS 中国技术大会

## Savant概览

- 用于天线安装后性能预估的最好仿真分析工具
  - 聚焦“电大载体”问题
- Savant可计算
  - 安装在平台上的辐射方向图
  - 天线与天线间耦合
  - 近远场分布



ANSYS

12 © 2016 ANSYS, Inc. August 15, 2016 ANSYS UGM 2016

**Savant技术优势**

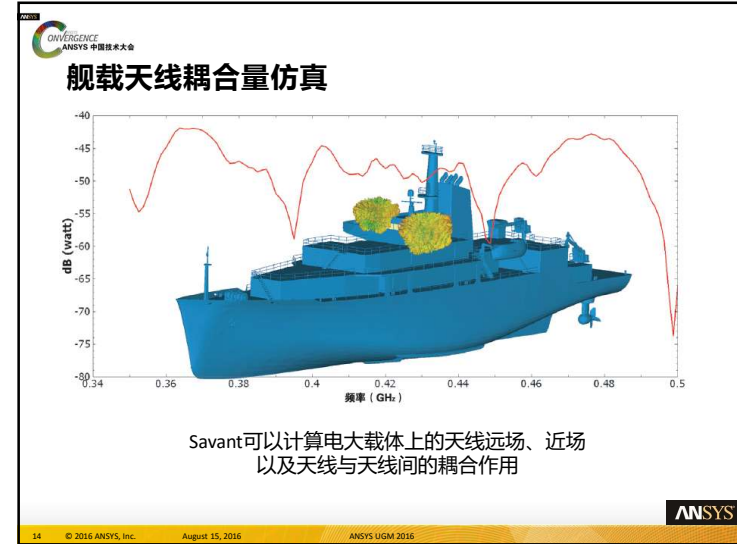
- 互补的技术体系**
  - HFSS: 天线设计
  - Savant: 天线在电大载体平台上的性能分析
- 超级快速:** 多核, GPU 及 MPI
- 低内存需求:** 大多数任务可在 < 8 GB内存下完成
- 精度:** 业界最精准的弹跳射线 (SBR) 算法
  - PTD: 在边缘修正PO电流
  - CW: 考虑爬行波效应
  - UTD: 计算边缘衍射, 得出阴影区电流分布
- 直观:** 强大的图形界面, 直观的可视化结果

UHF 刀片天线@2.3 GHz  
1,620 次仿真量  
笔记本电脑计算6小时



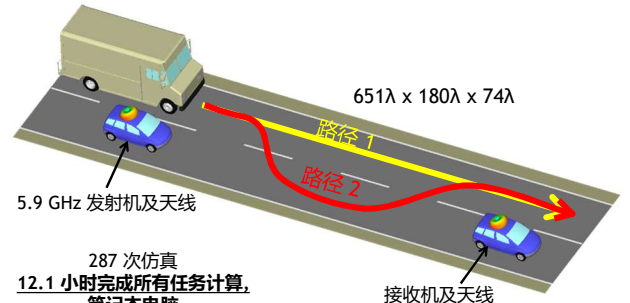
ANSYS

13 © 2016 ANSYS, Inc. August 15, 2016 ANSYS UGM 2016



**互联汽车场景天线耦合量仿真**

计算两个5.9 GHz天线间耦合



5.9 GHz 发射机及天线

接收机及天线

287 次仿真  
12.1 小时完成所有任务计算,  
笔记本电脑  
每次仿真用时152 秒

ANSYS

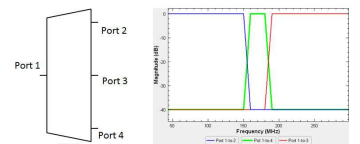
15 © 2016 ANSYS, Inc. August 15, 2016 ANSYS UGM 2016

**管理系统性能数据**

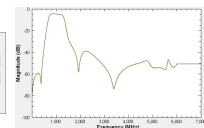
**射频器件模型**

**Built-in Parametric Models**

- 滤波器
  - 低通/高通/带通
  - 带阻
  - 固定
  - 可调谐/跟踪
- 多工器 (N端口)
- 线缆
- 环形器
- 隔离器
- 功分器
- 放大器



**Imported Data Models**



ANSYS

16 © 2016 ANSYS, Inc. August 15, 2016 ANSYS UGM 2016

**多射频系统共存的复杂环境建模**

- 基于对无线收发信机、射频器件以及天线之间耦合量等丰富的数据管理能力, EMIT可以实现对多射频系统共存的复杂环境建模。

无线电模型数据管理

射频器件模型数据管理

天线耦合数据管理

ANSYS

**仿真 射频干扰效应**

- 完整RF系统建模**
  - 单个或多个发射机仿真模式
- 线性和非线性分析**
  - 接收机互调
  - 发射机互调
  - 放大器饱和
- 包含宽带效应**
  - 带内或带外干扰

**对于固定信道系统：**

- 峰值带内EMI余量
- 噪声带内EMI余量
- 宽带点频EMI余量

**对于跳频系统：**

- 随机分析模式

此处的信号与接收机敏感度比较来决定EMI余量

ANSYS

**定位 & 解决 射频干扰问题**

- 现实的RF场景非常复杂：**
  - 可能会考虑到数十个RF系统
  - 需要考虑的潜在杂散、谐波、交调分量可达上百万个
- 求解结果需达到如下要求：**
  - 自动识别定位问题的根源所在
  - 可以对适当的优化方案进行快速探索

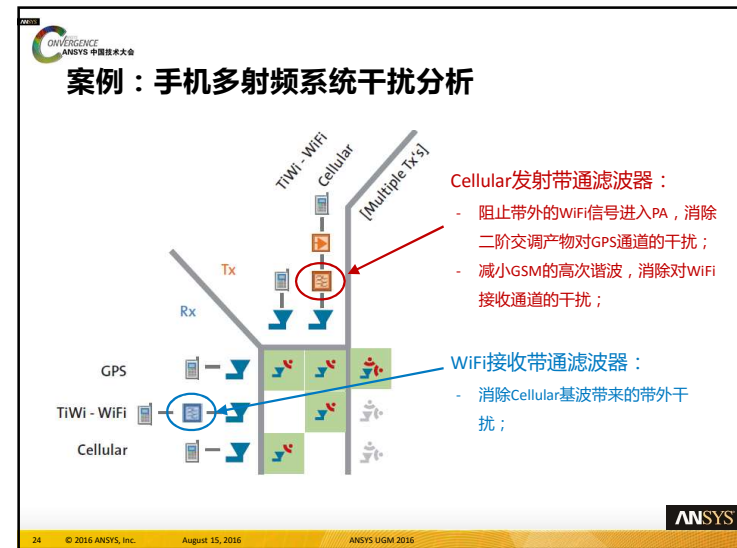
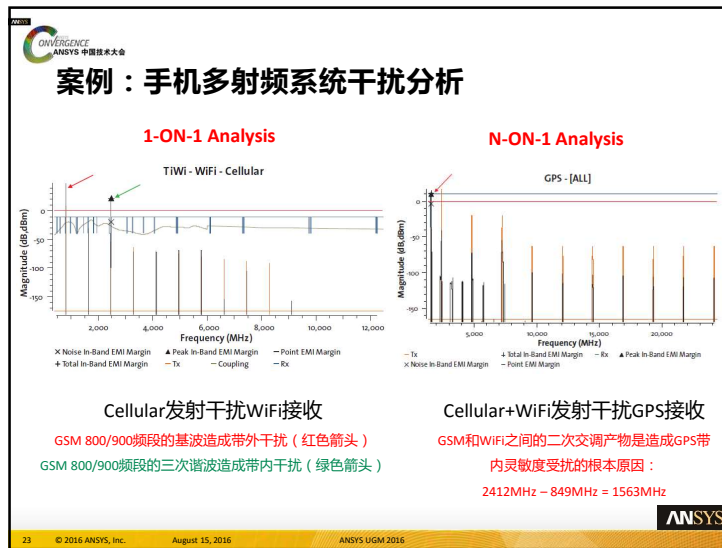
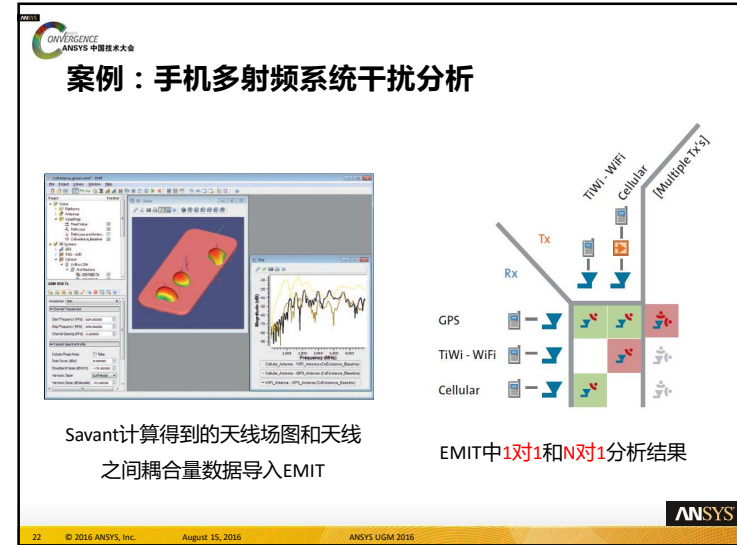
ANSYS

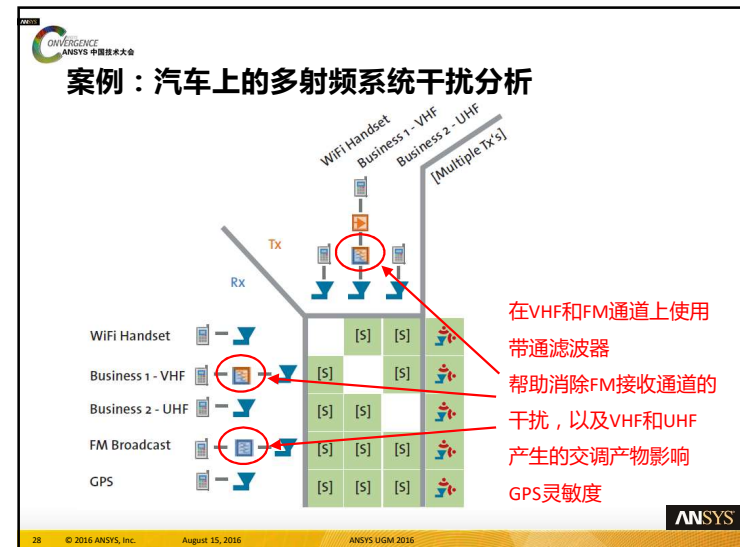
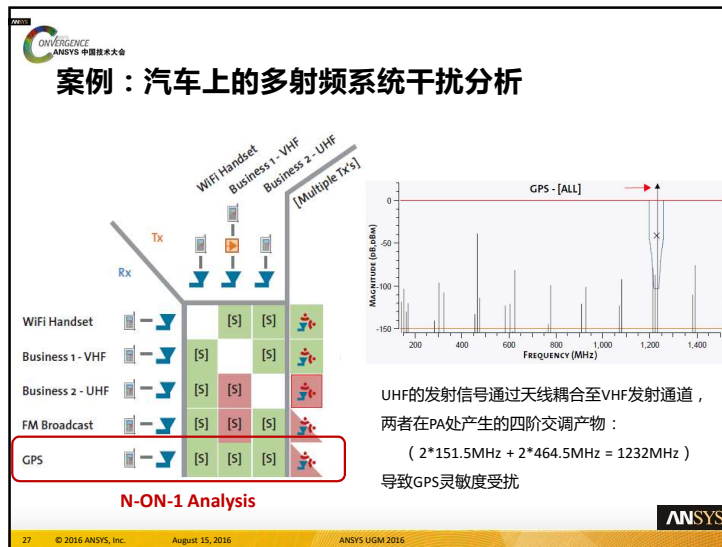
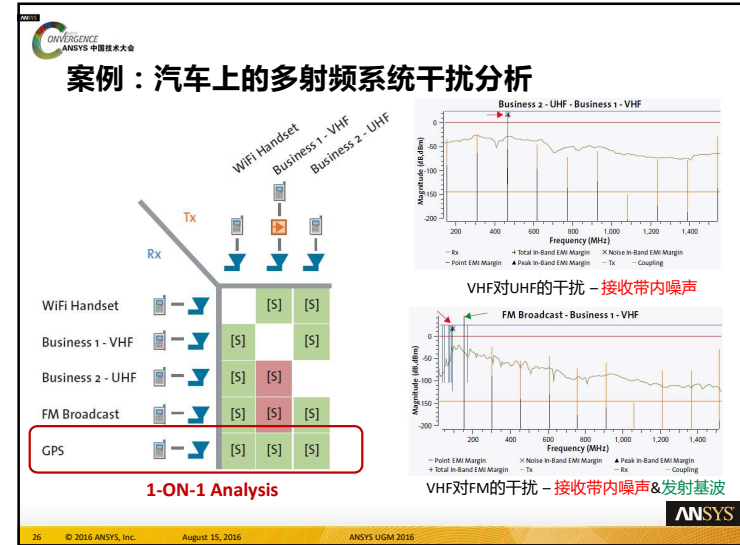
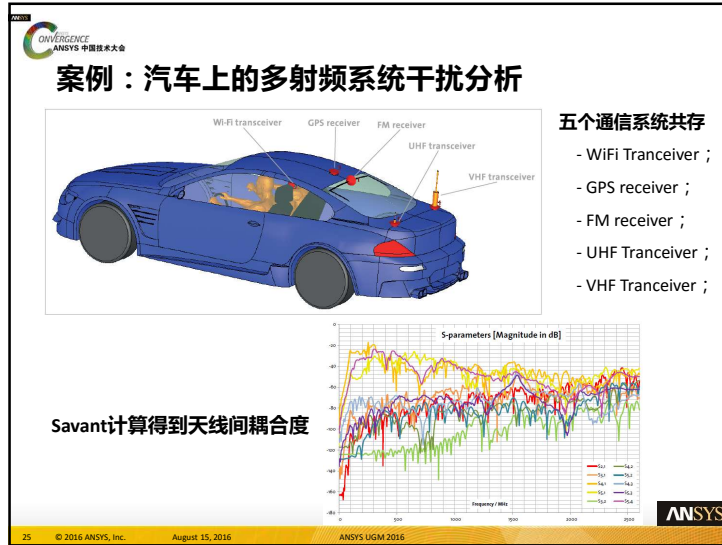
**功能完备的射频干扰仿真设计环境**

- EMIT与HFSS、Savant和Designer RF相结合为系统级射频干扰仿真提供了无缝工作流程, 开启了全新的应用领域：
  - HFSS/Savant计算三维空间电磁耦合, EMIT构建包括装载环境的多射频系统场景模型
  - Designer RF可提供无线收发信机和射频器件的性能数据, 补充EMIT内置参数化模型库
  - EMIT提供完整的系统仿真框架, 实现复杂RF效应的系统场景建模、评估与优化

ANSYS





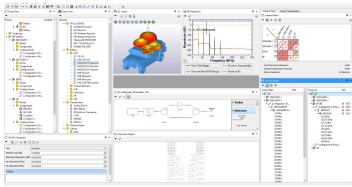


ANSYS CONVERGENCE  
ANSYS 中国技术大会

## ANSYS无线领域射频干扰分析方案总结

### 求解问题

- 无线领域中多个射频通信系统共址且同时运行的复杂情景
- 包含定位干扰问题所需的所有全系统级的相互作用
- 产生丰富互调分量的非线性模型
- 干扰优化方案的评估与诊断



### 技术亮点

- 宽带功率流求解器
- 与EM仿真工具 (Savant/HFSS) 的协同仿真
- 多保真度的参数化射频器件, 以及无线电收发模型库
- 自动化干扰诊断功能帮助定位系统射频干扰的根因

### 应用领域

- 射频系统设计与集成
- 平台级共址干扰
- 无线/射频共存
- EMI/EMC
- 汽车
- 航空
- 航天/卫星
- 无线设备
- 通信基站

ANSYS

29 © 2016 ANSYS, Inc. August 15, 2016 ANSYS UGM 2016

ANSYS CONVERGENCE  
CONFERENCE  
2016 ANSYS中国技术大会  
中国·上海

## 感谢聆听



ANSYS-China