

ANSYS®



ANSYS中国技术大会
中国·上海

PCB和机箱电磁兼容分析

张伟/ 高级应用工程师

ANSYS China

内容提要

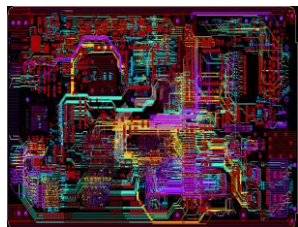
□ EMC设计

□ 解决方案

□ 典型案例

□ 总结

传统EMC设计流程



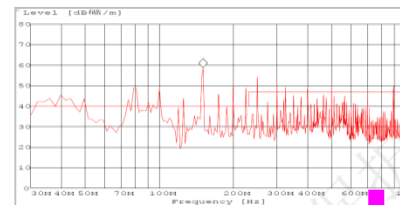
产品EDA开发



整机装配



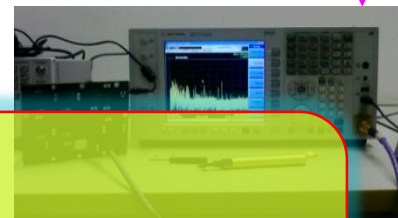
EMC测试



测试超标

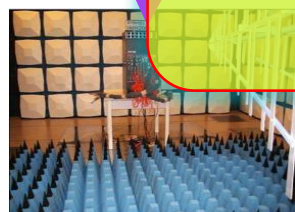


整机装配

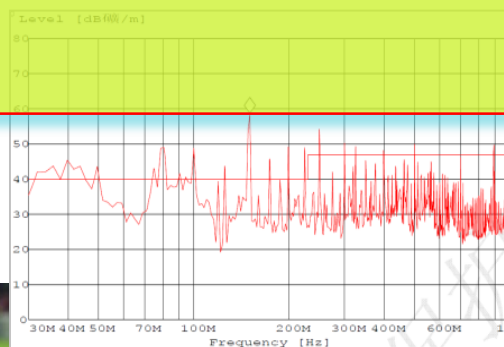


重复多次整改, 无法满足性能要求, 严重耽误交付周期!

NO



EMC测试

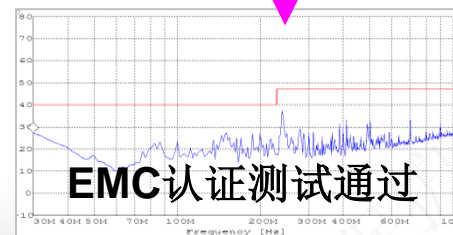


EMC测试超标

OK



EMC认证测试通过



引用虚拟仿真技术！



仿真要解决哪些问题？



EMC仿真设计要点



PCB电路板 设计与分析

信号完整性设计
电源完整性设计
信号干扰控制
PCB辐射控制等

线缆设计与布 线

线缆设计与选型
线缆布局分析
线缆辐射控制
线缆串扰分析等

机壳屏蔽与系 统辐射分析

机箱开孔设计
设备布局分区
电磁泄漏分析
辐射发射分析等

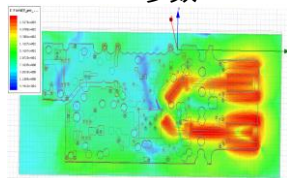
内容提要

- EMC设计
- 解决方案
- 典型案例
- 总结

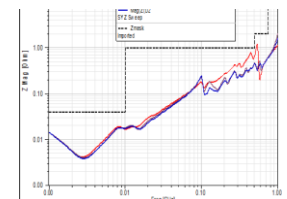
ANSYS 板级机箱EMC解决方案



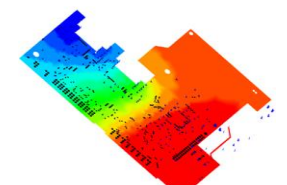
S参数



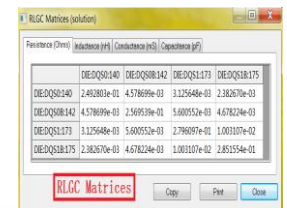
PCB近场



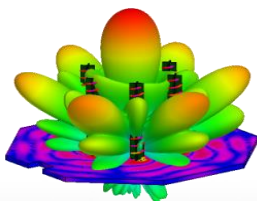
电源阻抗优化



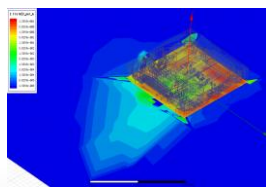
电源电流密度



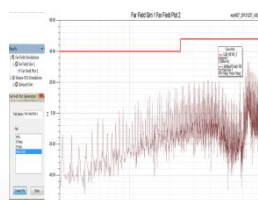
寄生参数



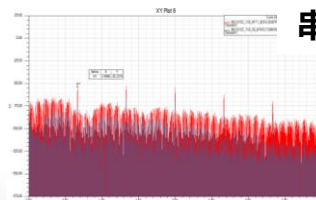
远场辐射方向图



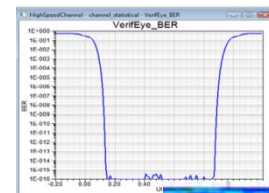
近场电磁场



RE辐射发射

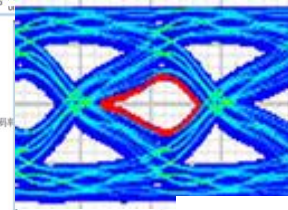


频谱分析

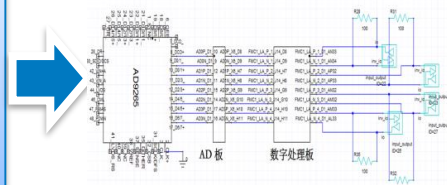


仿真完成后，可以非常方便查看曲线

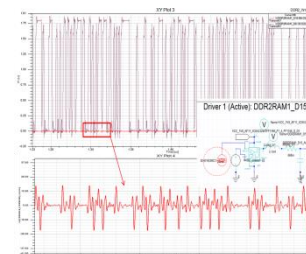
误码率



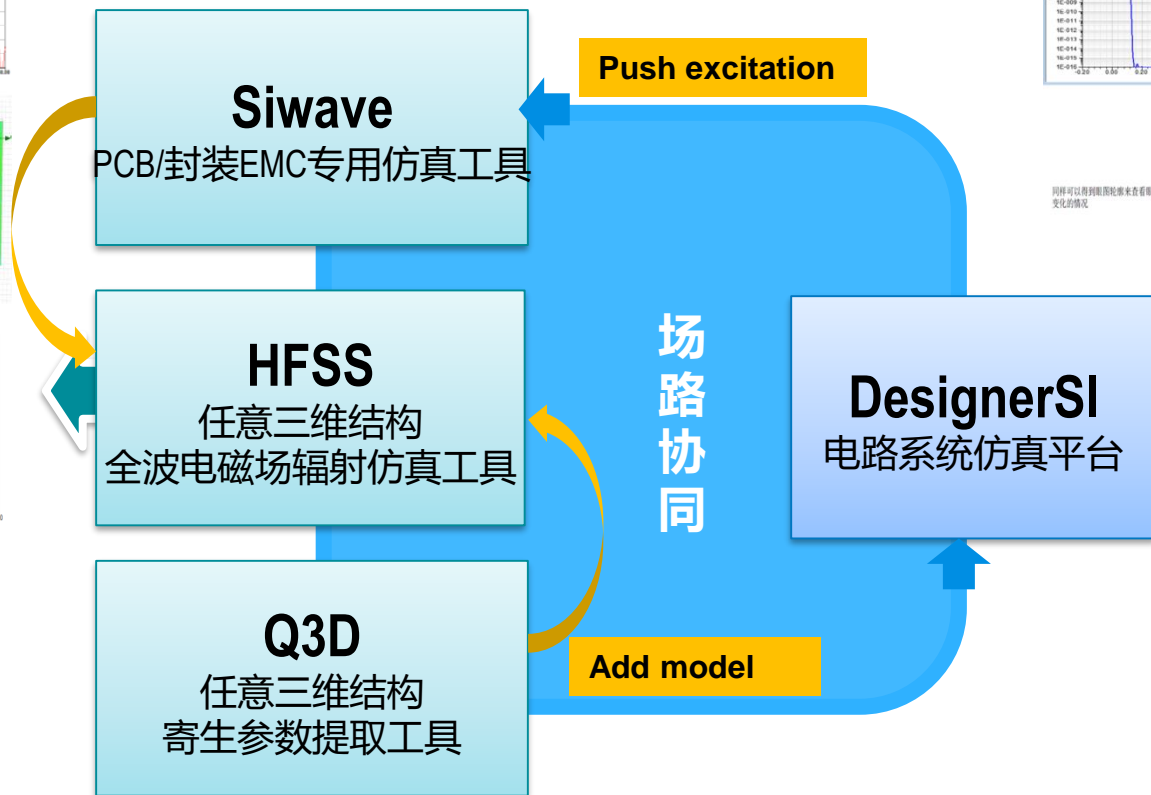
信号质量



仿真电路



串扰/噪声



HFSS 是一款针对**任意三维结构的全波高频电磁场仿真工具**，
它的核心价值在于向用户提供**基于自动网格剖分技术的高精度求解技术**。

- 场分布
- 辐射方向图
- 等效电路抽取
- 等等...

- 有限元法 (FEM)

HFSS-IE Solver:

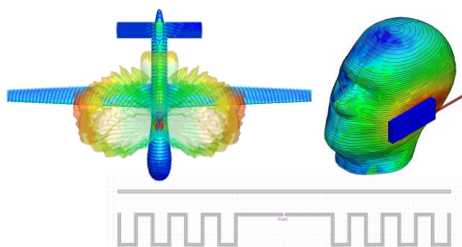
- 积分方程法 (IE)
- 混合算法 (Hybrid FEM-IE)
- 物理光学法 (PO)

HFSS-TR Solver:

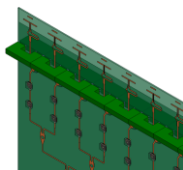
- 时域算法 (DGTD)

RFID、手机/无线终端；

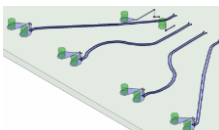
- **射频微波**：卫星通信、国防、雷达和RCS；
- **SI/PI**：IC、封装、PCB、连接器
- **EMI/EMC**：分析设备自身产生的电磁干扰及与其他设备的共存
- **生物医疗**：MRI、人体特定吸收率 (SAR)



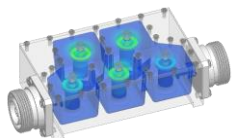
天线



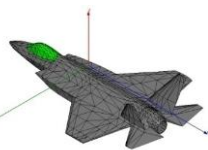
微波系统



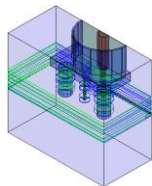
PCB



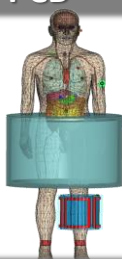
微波器件



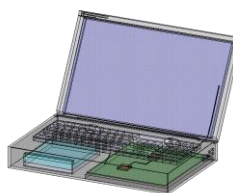
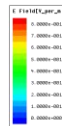
RCS



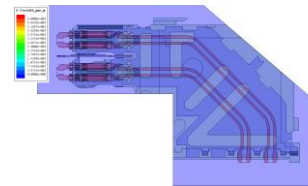
互连器件



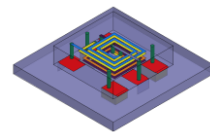
生物医疗



EMI



高速通道



片上元件

HFSS 软件界面

三维结构全波高精度电磁场仿真工具

模型树

设计流程管理

属性窗口

信息栏

模型窗口

计算能力

- 电场
- 磁场
- 电流
- S 参数
- TDR
- SAR
- 近/ 远场
- 时/ 频域

所用算法

- 有限元法 FEM
- 积分方程法 IE
- 间断DGTD时域法
- 区域分解法DDM
- FE-BI 技术
- 迭代法矩阵求解器

特色功能

- 混合阶基函数
- 自适应网格
- 快速扫频
- 伴随求导
- 强大的后处理功能
- 自动优化
- 周期性结构仿真
- 动态链接协同仿真
- 多物理场协同仿真
- 超单元法求解S参数
- 自适应交叉近似算法

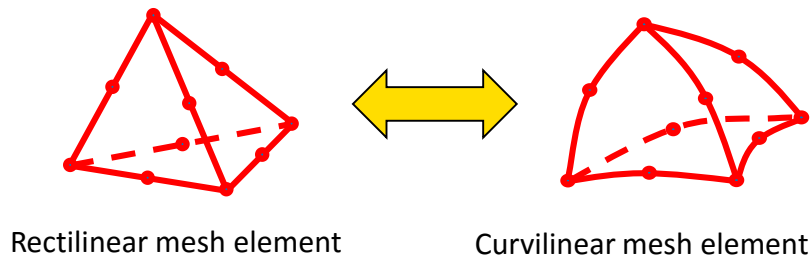
应用领域

- 天线 (阵)
- 天线布局
- 射频微波器件
- EMI/EMC
- RCS
- 生物医疗仪器
- 片上无源器件
- IC 封装、
- PCB 互连
- 机箱屏蔽
-

ANSYS 技术-高精度全波 FEM

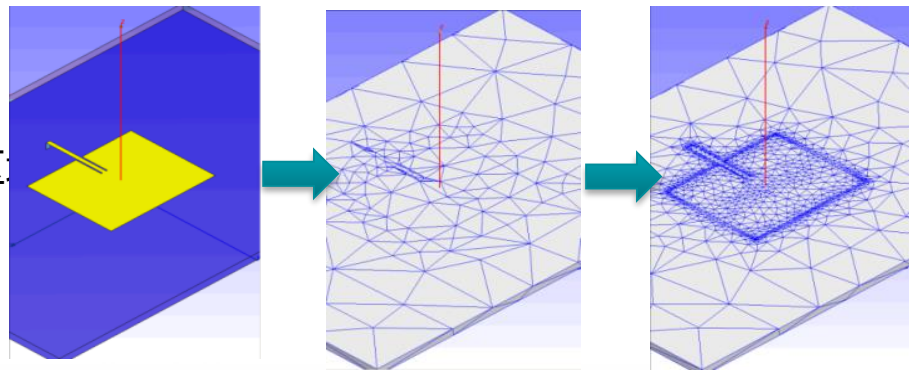
• 有限元法(FEM)全波电磁场求解器

- 已有**二十多年**的商用历史
- 目前业界**最成熟稳定**的三维电磁场求解器
- 擅长求解任意介质复杂三维结构
- 充分考虑材料特性：趋肤效应、介质损耗、频变材料



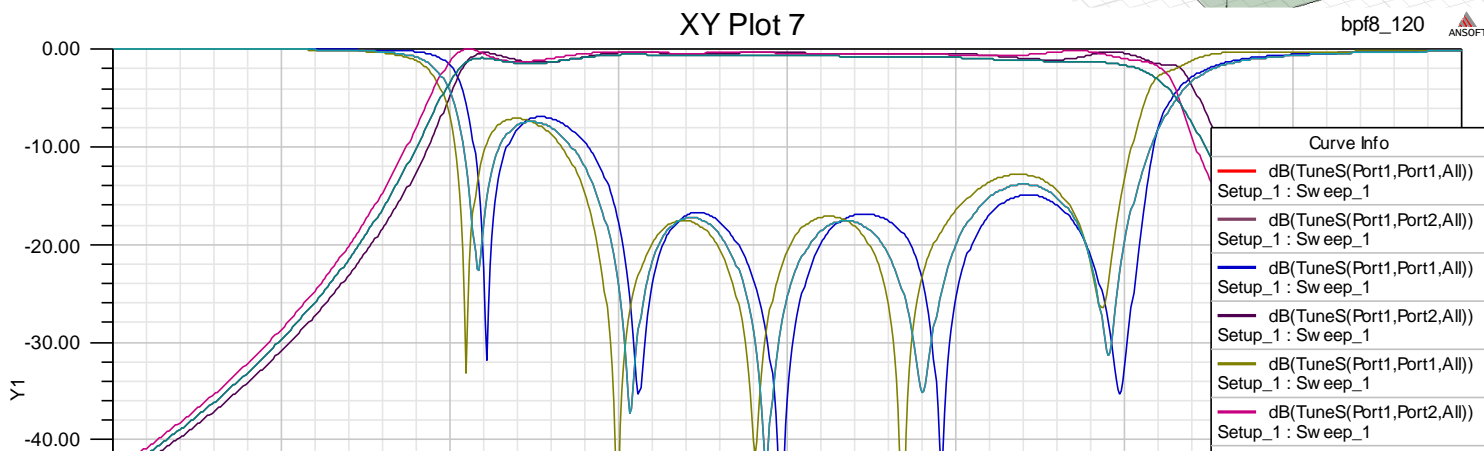
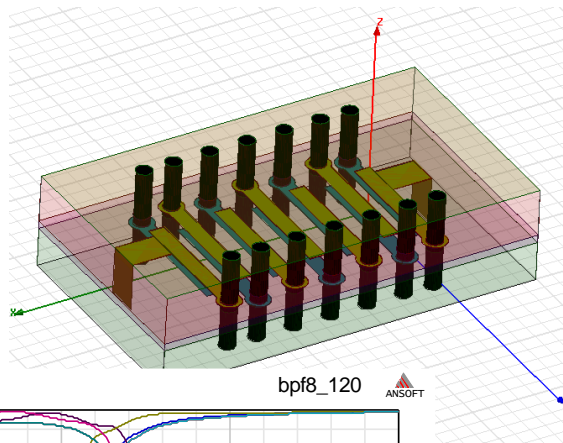
• FEM 特色技术

- 自适应共形网格剖分、网格加密、曲线型网格
- 切向矢量基函数、混合阶基函数
- 强大的矩阵求解技术：直接法、迭代法、区
- 超限单元法精确快速抽取端口S参数
- 快速扫频技术



特色功能-参数实时调谐

- 可以得到所有变量的任意组合
 - 所有参数及其组合对器件性能的影响
 - 器件的精细设计与调整



Report Tuning

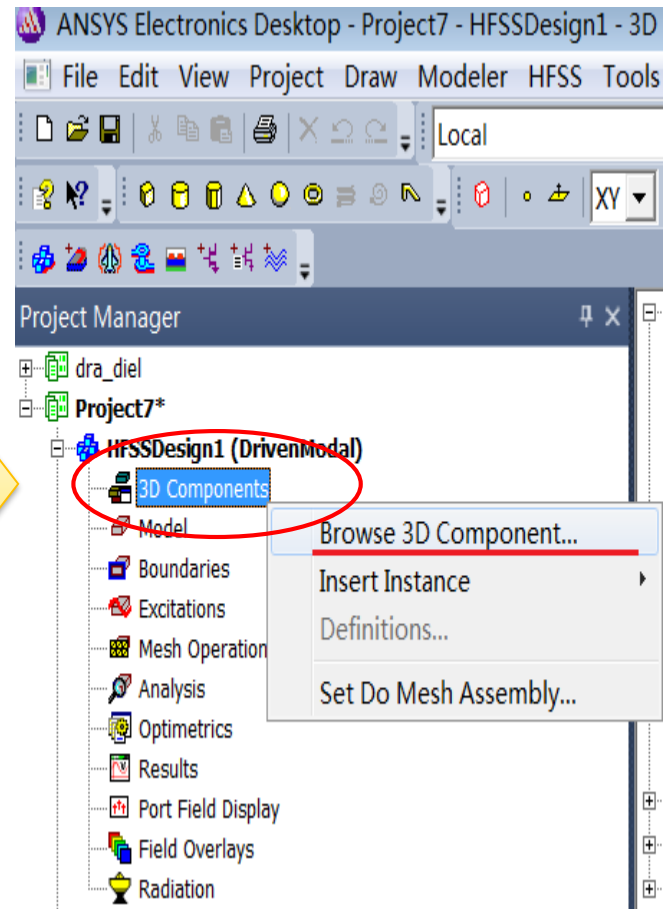
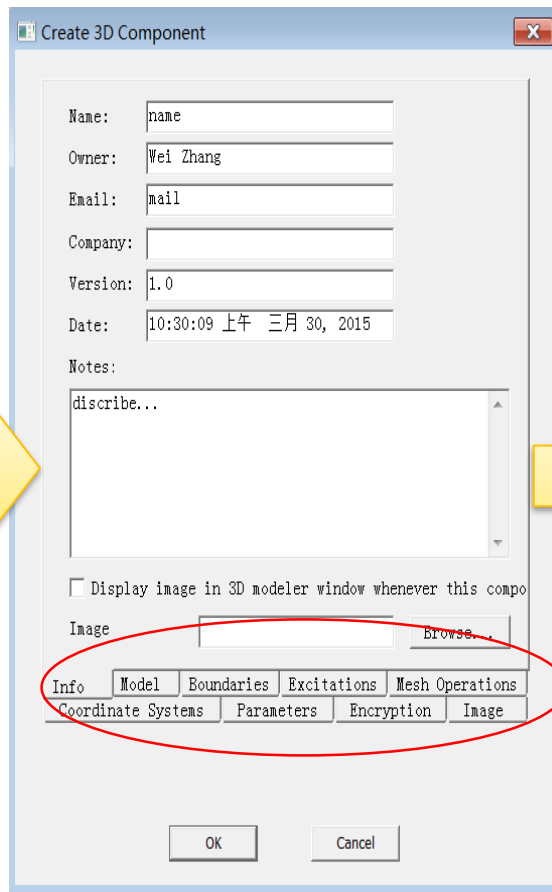
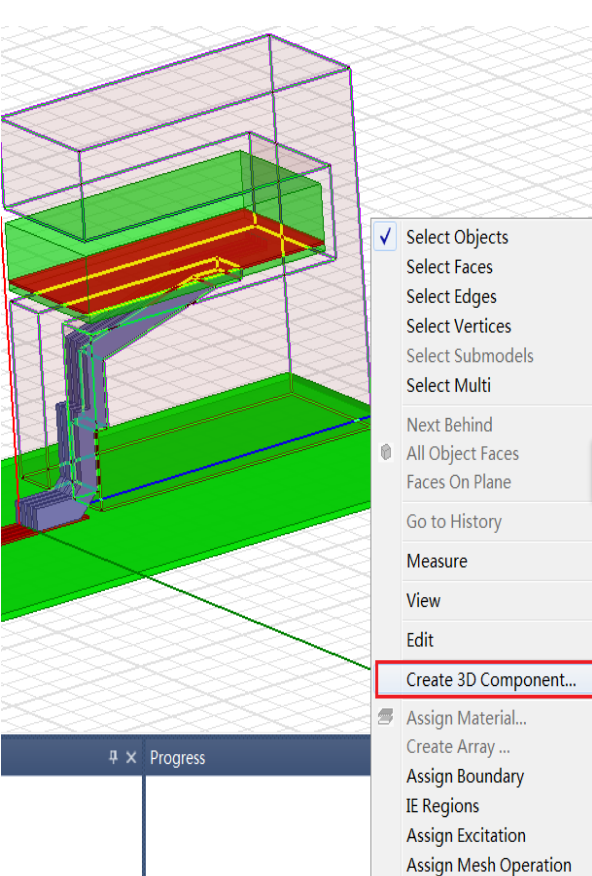
Offsets										
\$Er	\$d1_thickness	\$d2_thickness	\$d3_thickness	\$t1_thickness	\$t2_thickness	R_hole	l1	s1	t1	
5.9	0.5mm	0.1mm	0.6mm	0.007mm	0.007mm	0.1mm	1.24mm	0.1mm	0.35mm	
0.59	0.05	0.01	0.06	0.0007	0.0007	0.01	0.124	0.01	0.035	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
-0.59	-0.05	-0.01	-0.06	-0.0007	-0.0007	-0.01	-0.124	-0.01	-0.035	

Apply offsets to nominal design

Save all offsets

Close

特色功能-3D component



SIwave 是特别针对 **PCB、芯片封装的 SI/PI/EMC 仿真工具**，采用定制化的电磁场算法，能够高效准确地求解几十层的 PCB 和上千管脚的封装结构。

功能特点

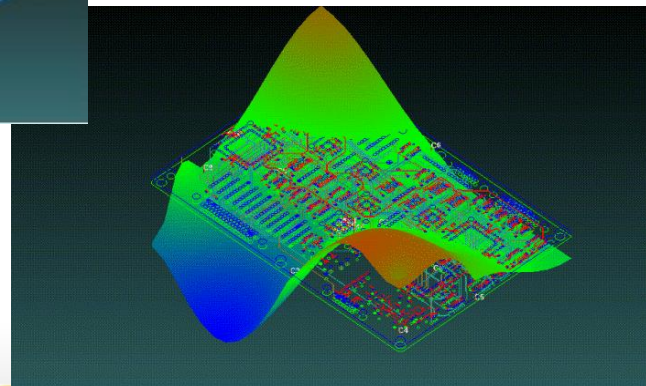
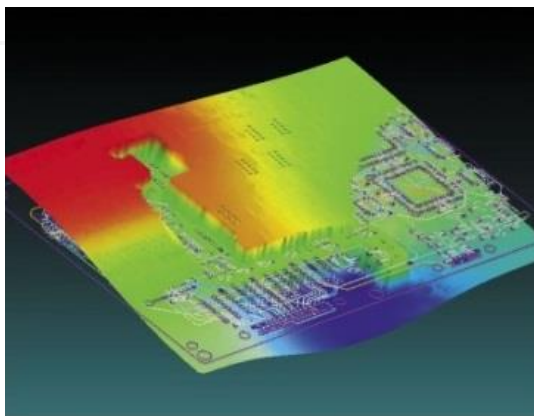
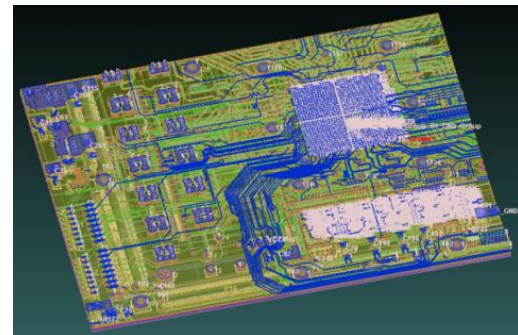
- 与 EDA 设计工具无缝集成，
- 涵盖 PCB 从直流设计到去耦电容设计，从高速设计到 EMC 设计所有方面
- 帮助工程师深刻洞察电路器件与电磁场器件的相互作用
- 自动考虑 PCB 板上所有互连结构，如走线，过孔和焊盘等

应用领域

- 集成电路 (IC) 封装
- PCB 直流分布、SI、PI
- 去耦电容自动优化
- 高速通道设计
- 近远场辐射、EMI/EMC

模块配置

- SIwave-DC
- SIwave-PI
- SIwave

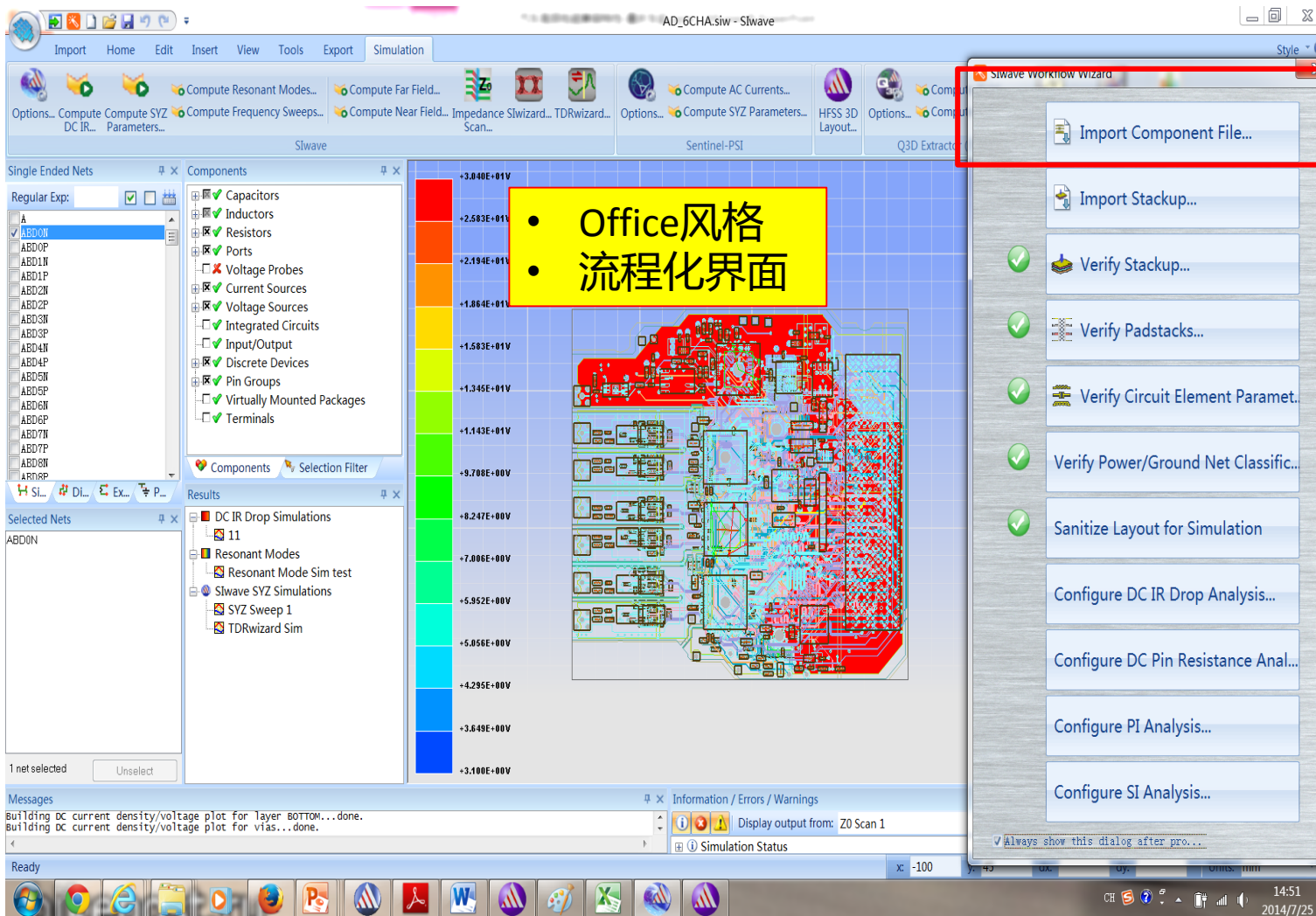


新版Siwave用户界面

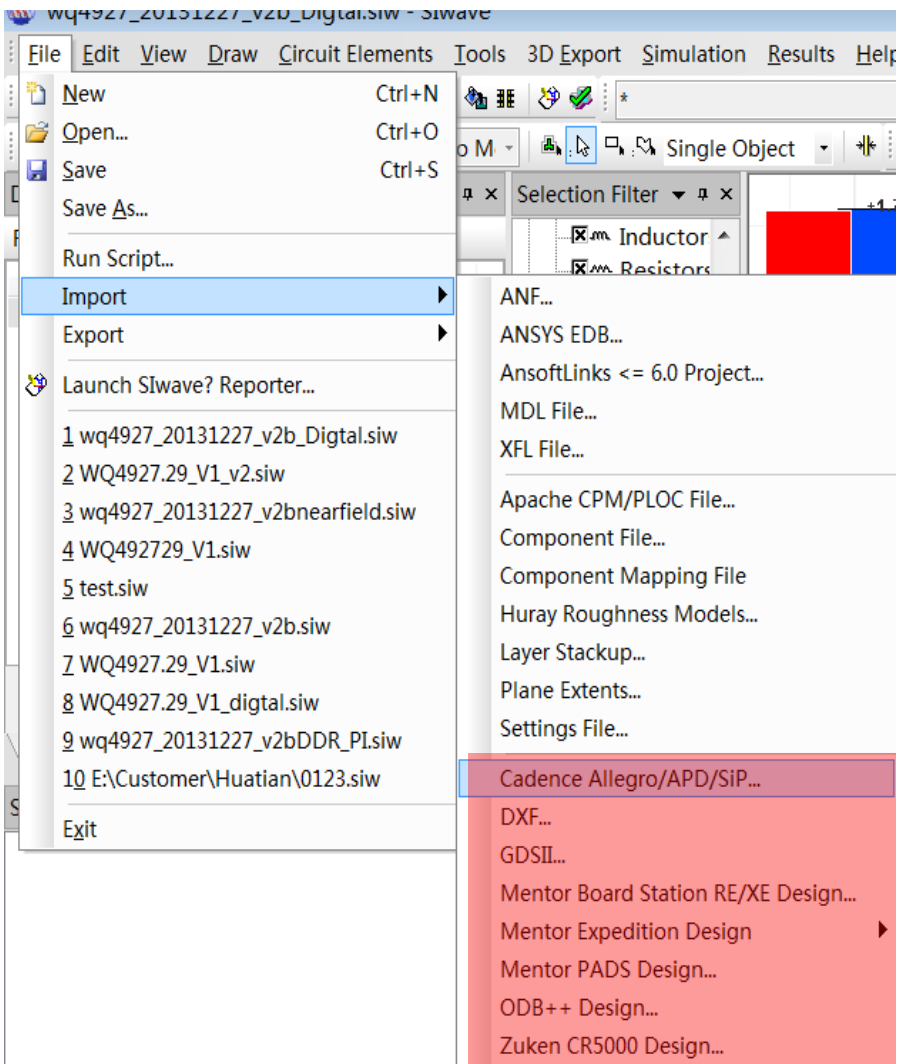
主要功能：

谐振分析
阻抗分析
近场辐射
远场辐射
信号传输质量
电源完整性
RLGC提取
电流密度分布
电压衰减
时域阻抗反射
HFSS 3D layout
阻抗自动优化

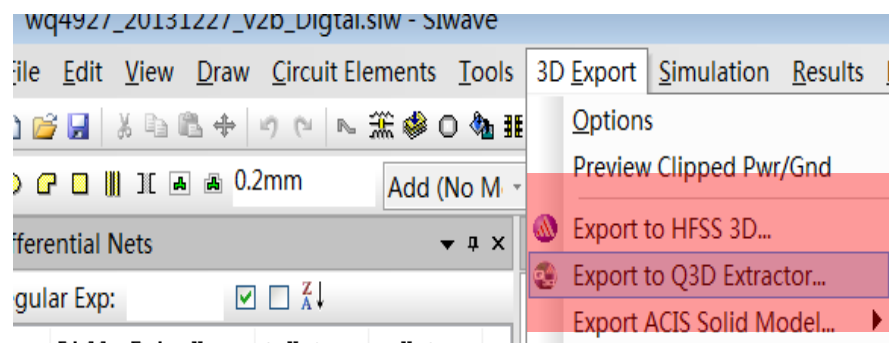
...



EDA接口快捷建模



主流EDA设计工具接口



3D电磁场建模接口

特色工具-Siwizard

自动建立Designer仿真电路，无须人工自行建仿真电路

1, Siwizer设置需要仿真信号网络的各项数据

Net	Pin	Expose	Part Number	Ref. ... /	Type	Cornr	IBIS Component	Model Selector	IBIS Model	PKG ...
UNNAMED_2_MP...	D1...	<input checked="" type="checkbox"/>	MPC8245-102050100...	D10	Driver (Active)	Typical	VIRTEX-5	-None--	BLVDS_25	<input checked="" type="checkbox"/>
UNNAMED_2_MP...	G1...	<input checked="" type="checkbox"/>	MPC8245-102050100...	D10	Driver (Active)	Typical	VIRTEX-5	-None--	BLVDS_25	<input checked="" type="checkbox"/>
UNNAMED_2_MP...	G2...	<input checked="" type="checkbox"/>	MPC8245-102050100...	D10	Driver (Active)	Typical	VIRTEX-5	-None--	BLVDS_25	<input checked="" type="checkbox"/>
UNNAMED_2_MP...	E1...	<input checked="" type="checkbox"/>	MPC8245-102050100...	D10	Driver (Active)	Typical	VIRTEX-5	-None--	BLVDS_25	<input checked="" type="checkbox"/>
SDCLK_0...	C4	<input checked="" type="checkbox"/>	W332M72V-1020601...	D29	Receiver	Typical	MT47H16M16BG-3_25	-None--	CLKIN_800	<input checked="" type="checkbox"/>
SDCLK_1...								-None--	CLKIN_800	<input checked="" type="checkbox"/>
SDCLK_2...								-None--	CLKIN_800	<input checked="" type="checkbox"/>
SDCLK_3...								-None--	CLKIN_800	<input checked="" type="checkbox"/>
SDCLK_3...								-None--	CLKIN_800	<input checked="" type="checkbox"/>
SDCLK_0...								-None--	CLKIN_800	<input checked="" type="checkbox"/>
UNNAMED_2_MP...								-None--	CLKIN_800	<input checked="" type="checkbox"/>
SDCLK_1...								-None--	CLKIN_800	<input checked="" type="checkbox"/>
UNNAMED_2_MP...								-None--	CLKIN_800	<input checked="" type="checkbox"/>
SDCLK_2...								-None--	CLKIN_800	<input checked="" type="checkbox"/>
UNNAMED_2_MP...								-None--	CLKIN_800	<input checked="" type="checkbox"/>
SDCLK_3...								-None--	CLKIN_800	<input checked="" type="checkbox"/>
UNNAMED_2_MP...								-None--	CLKIN_800	<input checked="" type="checkbox"/>

Siwizard Step 3: Assign Any Additional Receiver Terminations

Net	Pin	Part Number	Ref. Des.	Vtt	Rvtt	Rterm	Cterm
SDCLK_3...	U1...	W332M72V-1020601...	D29	3.3	10000	50ohms	10pf

Operations

Vtt (pull-up): 3.3V [Update]

Rvtt (pull-up): 50ohms [Update]

Rterm (pull-down): 50ohms [Update]

Cterm: 40pF [Update]

Expose pins in schematic? No [Update]

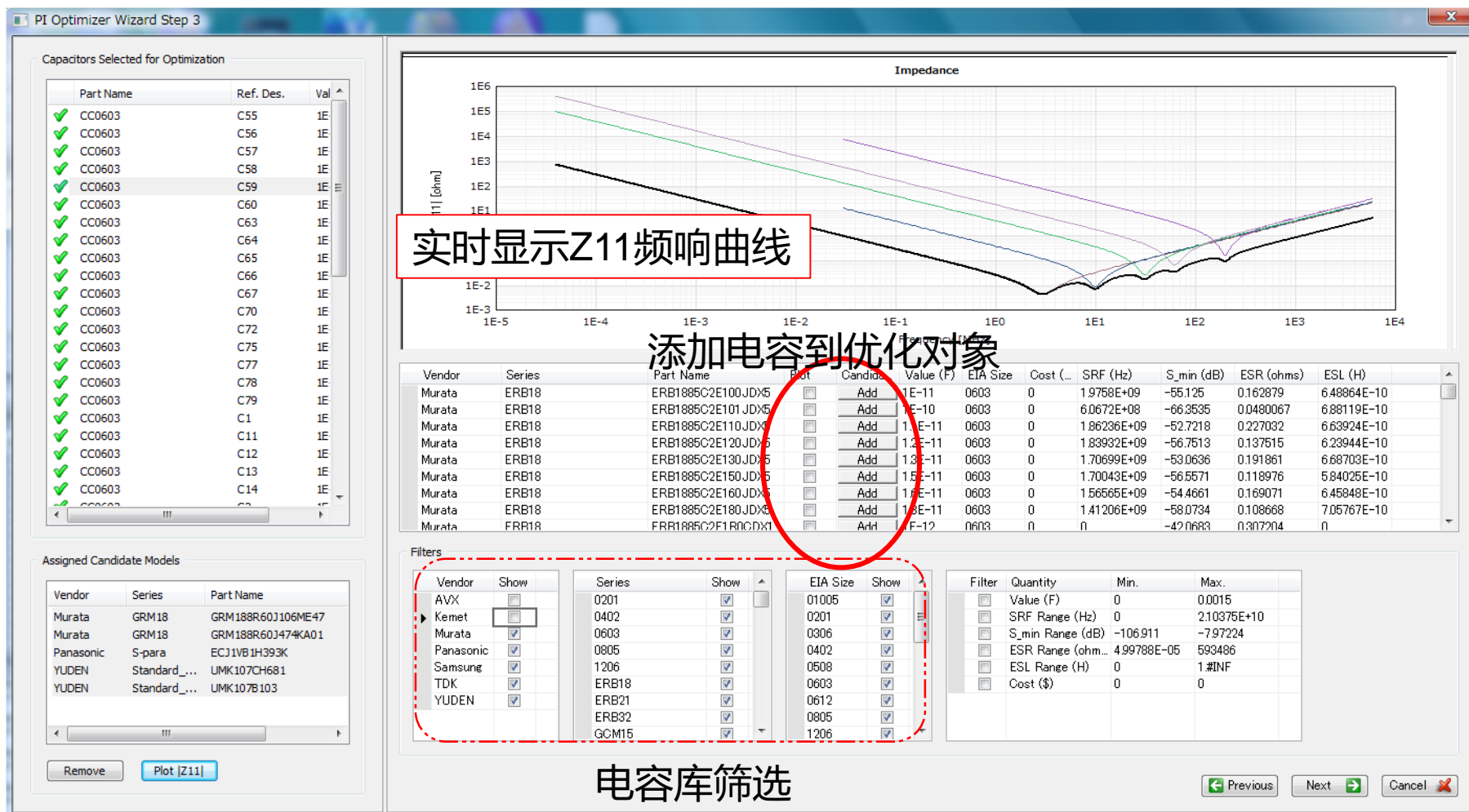
Change pin type to Driver (Active) [Update]

Change pin buffer corner to Typical [Update]

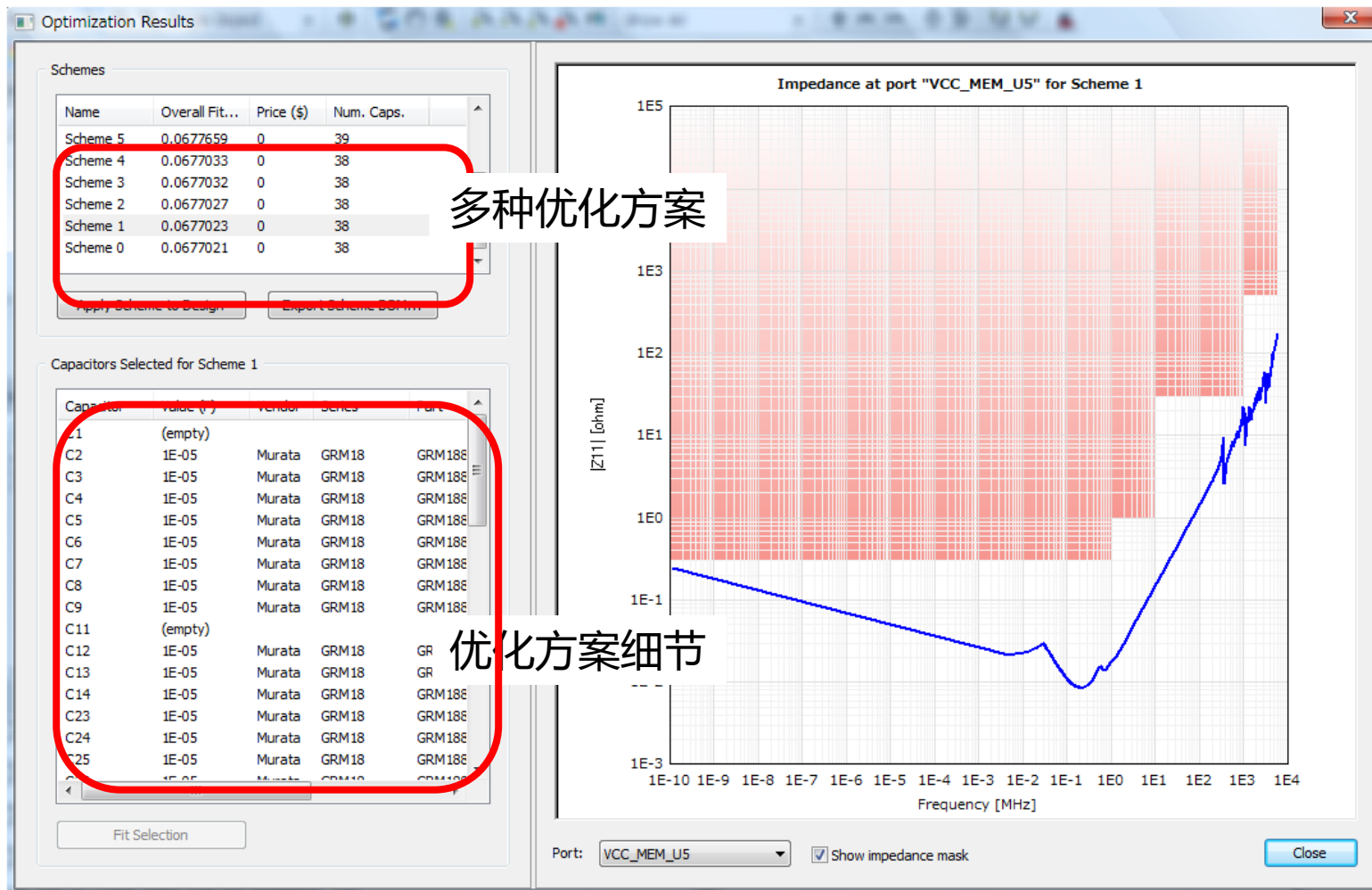
Include PKG RLCs for pins? No [Update]

2, Designer中自动建立的电路

电源去耦网络阻抗自动优化模块，考虑电容容值，布局位置，焊盘等细节影响

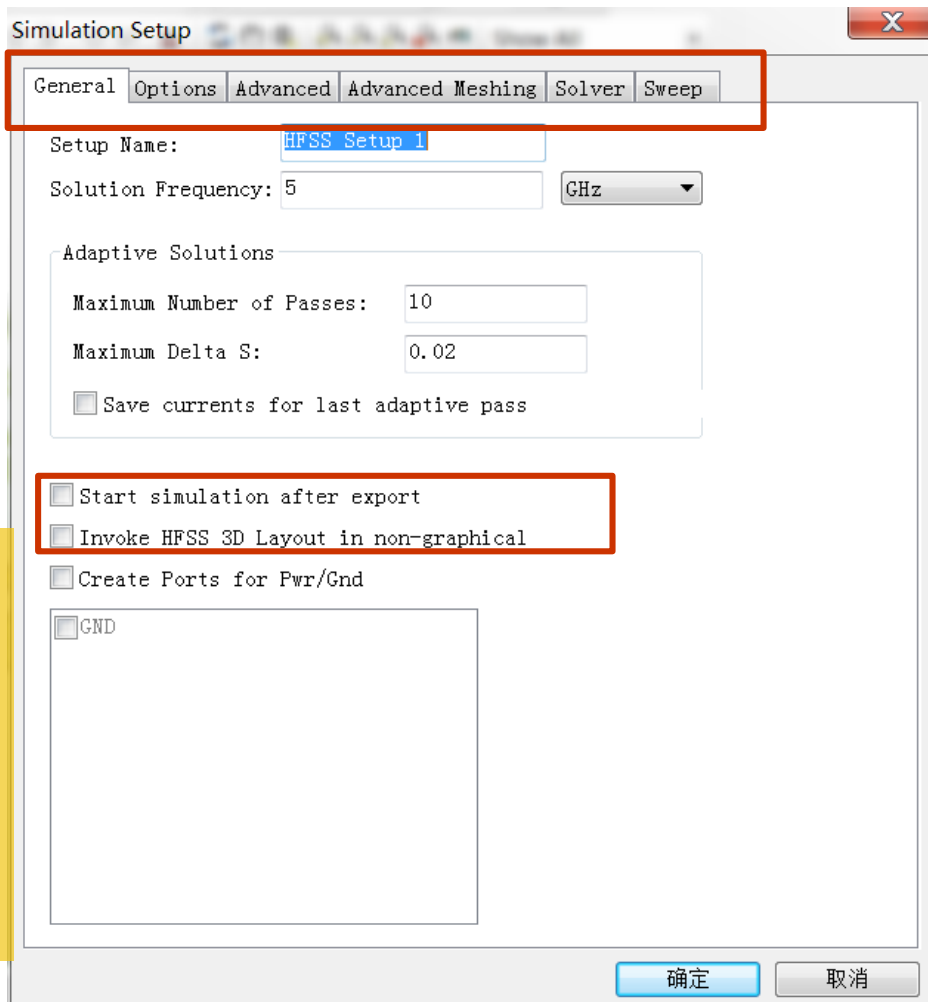
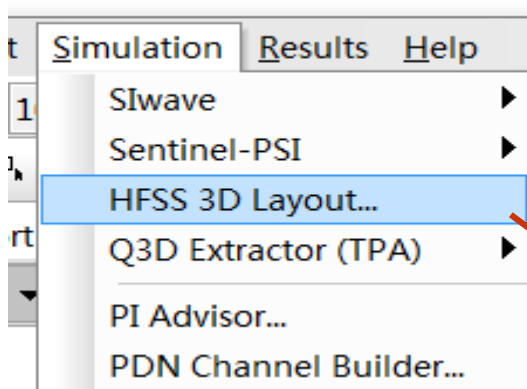


特色工具-PI advisor



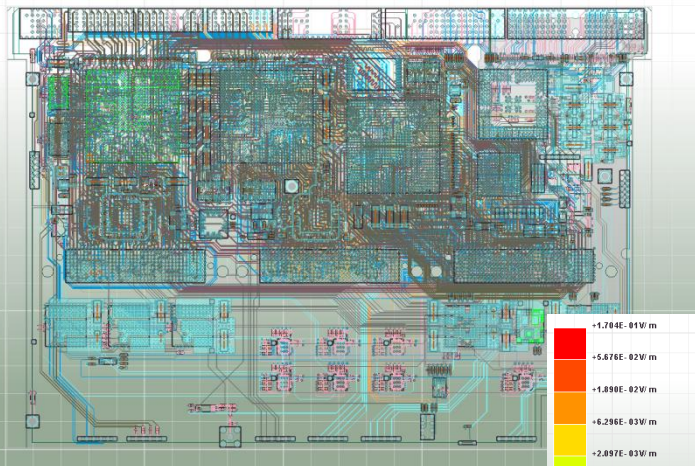
特色工具-HFSS 3D layout

高精度多层结构参数提取

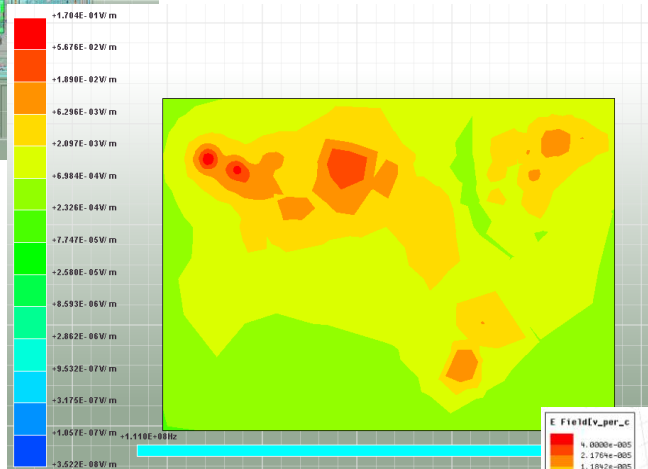


- 3D layout技术特点：
 - 全新的Phi mesh网格划分技术
 - 调用HFSS全波高精度仿真引擎
 - 便捷的EDA模型编辑能力

PCB机箱联合分析功能

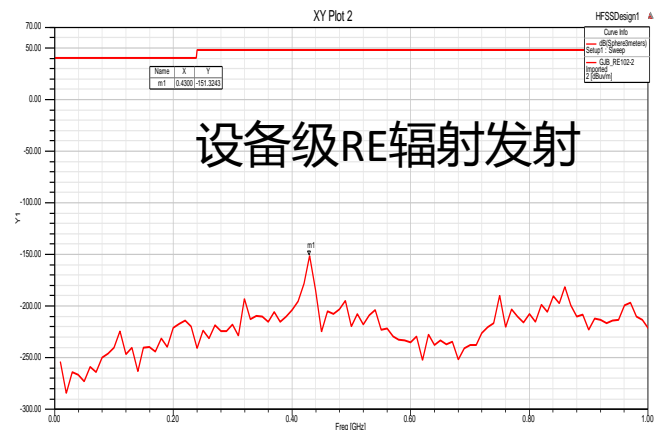


Siwave完成近场分析

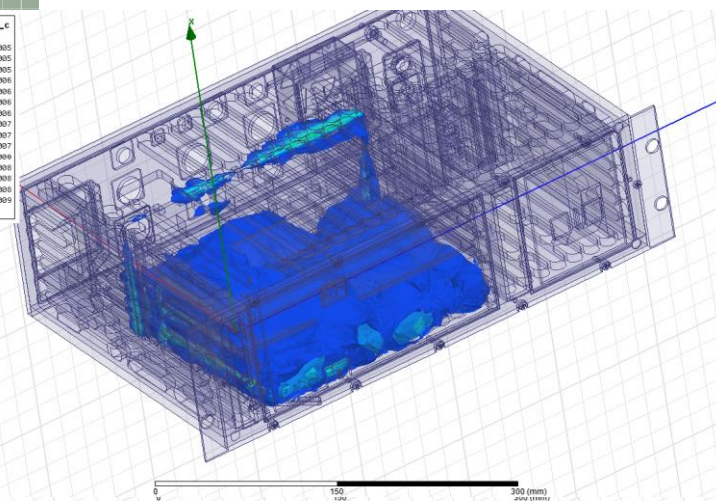


HFSS连接Siwave近场数据

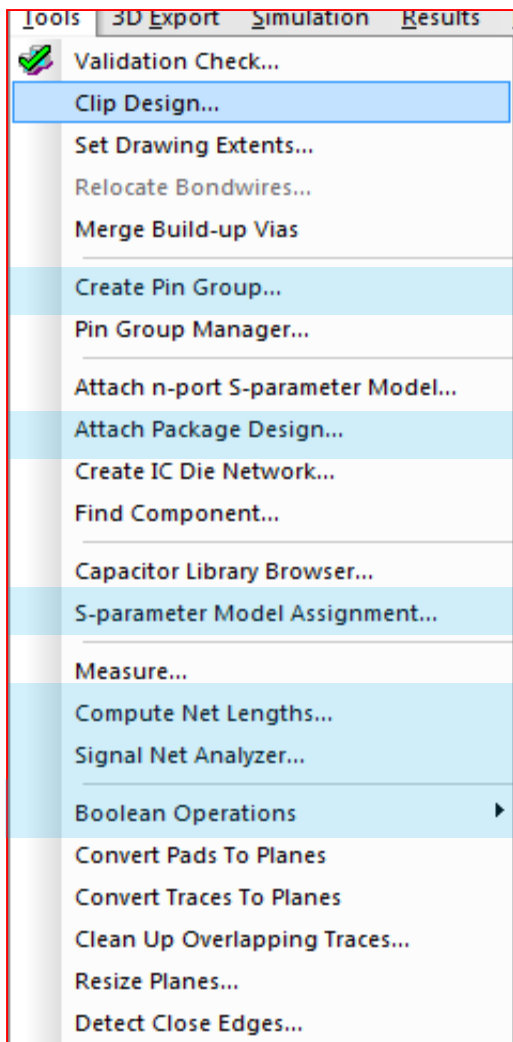
联合三维电磁场工具HFSS,可完成整设备的EMI分析



设备级RE辐射发射



其他工具



主要工具：

DRC自动检查

区域切割仿真

自动设置Pin group

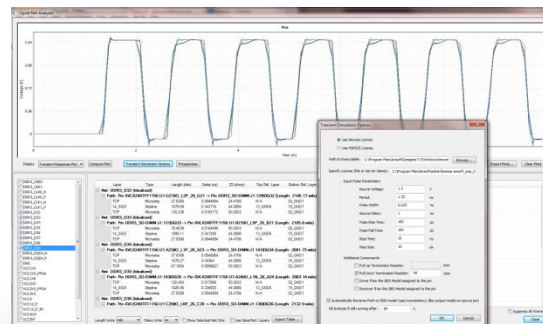
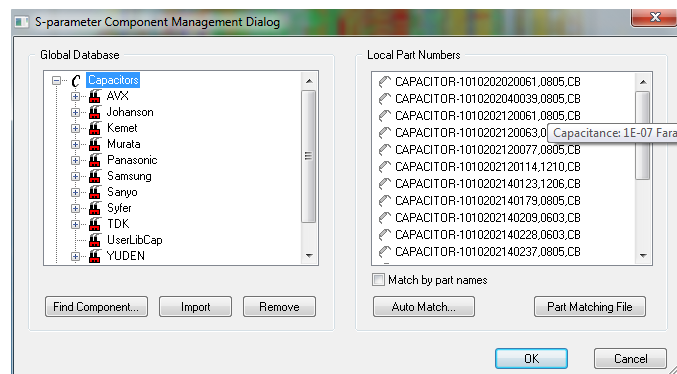
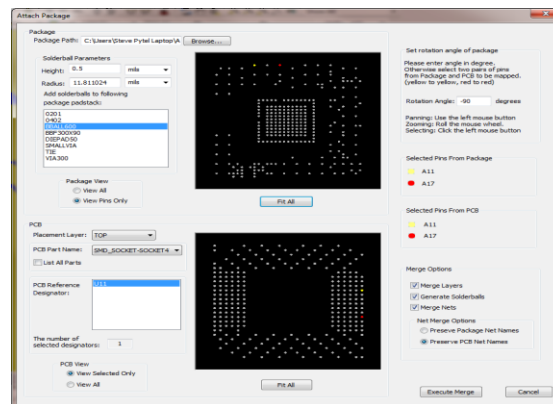
芯片封装与PCB的整合

电容模型管理

传输线长度计算器

信号线分析器

版图编辑器



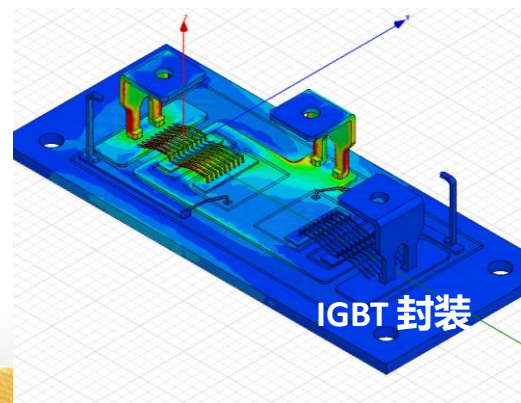
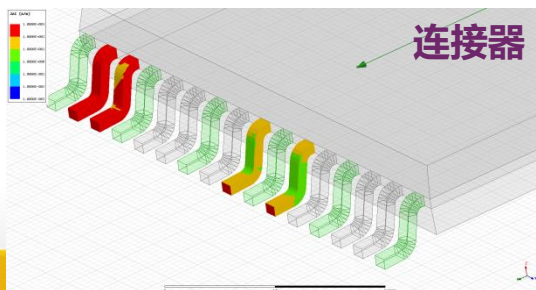
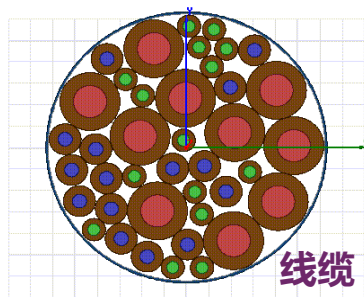
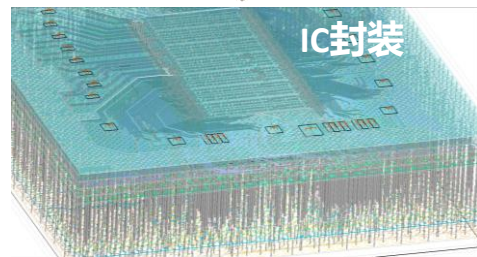
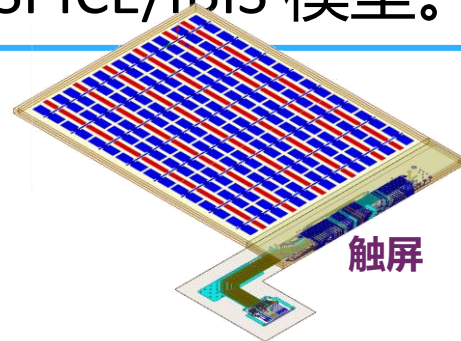
Q3D Extractor 是三维准静态电磁场求解工具，能够对任意三维结构直接**抽取寄生参数 (RLGC)**，生成 SPICE/IBIS 模型。

功能特点

- 电路/寄生参数提取的最佳工具
- 能够定义任意导体状态，包括接地，浮空与信号，并无需重新求解即可获得新状态下的电路参数
- 无需人工干预的全自动网格划分能力
- 能够将结果输出为SPICE网表，用于系统与电路时域分析

应用领域

- IC 封装
- 功率电子器件
- 连接器
- 线缆线束
- PCB
- 触摸屏
- DDRx、Flash Memory



Designer 是 RF、SI、EMC 设计中进行**系统、电路及电磁场分析**的综合设计环境。

应用领域

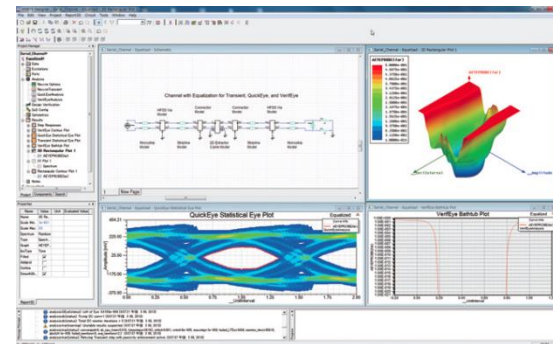
- SI/PI 分析 (如: 高速串并行通道)
- 无线系统 (如: 收发机)
- 射频微波电路 (如: 放大器、振荡器)
- EMI/EMC

功能特点

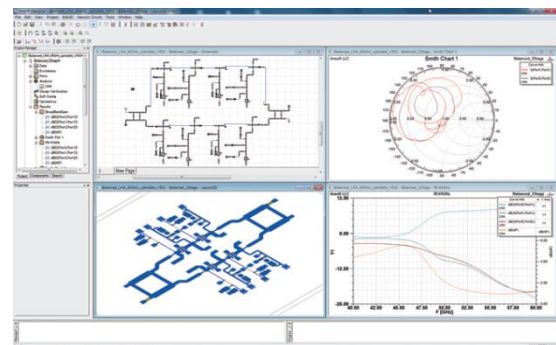
- **电路分析**
 - DC 电路、线性电路、瞬态、高速眼图、谐波平衡、振荡器
- **电磁场分析**
 - 2.5D 矩量法 (PlanarEM)、3D 有限元 (HFSS 3D Layout)
- **系统分析**
 - 系统时域分析、系统频域分析
- **场路协同**
 - 与 HFSS、Q3D、SIwave、PlanarEM 的**动态链接**功能
 - 与 HFSS、SIwave、PlanarEM 的**激励推送**功能
- **Layout 编辑器**
 - ECAD 数据读取、导入导出 DXF、GDSII、ANF 等格式
- **辅助工具**
 - Network Data Explorer、滤波器综合、Simith 圆图

模块配置

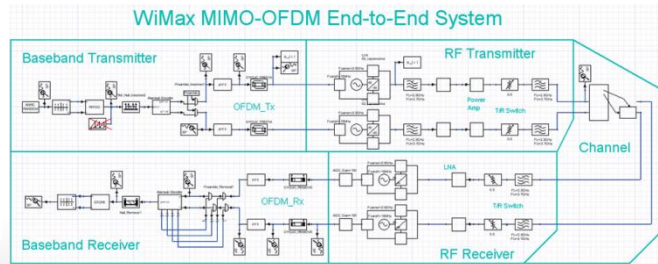
- ANSYS Designer Pre/Post
- ANSYS RF Option
- ANSYS SI Option



包含S参数模型的高速通道眼图分析



大规模毫米波集成电路 (MMIC) 分析



MIMO 系统分析

Designer界面

The screenshot displays the ANSYS Designer SchematicEditor interface. The main workspace shows a circuit diagram featuring a MAX485 component, various resistors (R241, R242, R243, R224, R221, R216, R84, R83), capacitors (C231, C240), and voltage sources (V227, V80). The 'Insert' menu is open, highlighting options like 'Insert EM Design...', 'Insert Circuit Design', 'Insert Circuit Netlist', 'Insert Filter Design...', and 'Insert Documentation File...'. The 'Component Manager' on the right lists various circuit elements such as BJTs, Capacitors, Coaxial Cable, Controlled Sources, Diodes, Filters, and Inductors. A yellow box at the bottom left lists the capabilities of the Designer interface, and another yellow box on the right identifies the '器件模型库' (Component Model Library).

Project6* - Circuit1 - SchematicEditor - [Project6 - Circuit1 - Schematic]

File Edit View Project Draw Schematic Circuit Tools Window Help

Insert EM Design...
Insert Circuit Design
Insert Circuit Netlist
Insert Filter Design...
Insert Documentation File ...
Analyze All
Project Variables...
Datasets...
Remove Unused Definitions ...
Event Callbacks ...
Add Model

Project Manager

Project6*
Circuit1
Definition

Properties

Name	Value
Repr...	Circuit1
Owner	Circuit Design
ID	0
Comp...	Circuit1
Desc...	
Manu...	
Date	12:14:56 08/30/2014
PinC...	0
Subl...	Synchronized
Symbol	Circuit1
Foot...	__symbolFootprint_Circuit1_0

Layout Window

Default

Component Manager

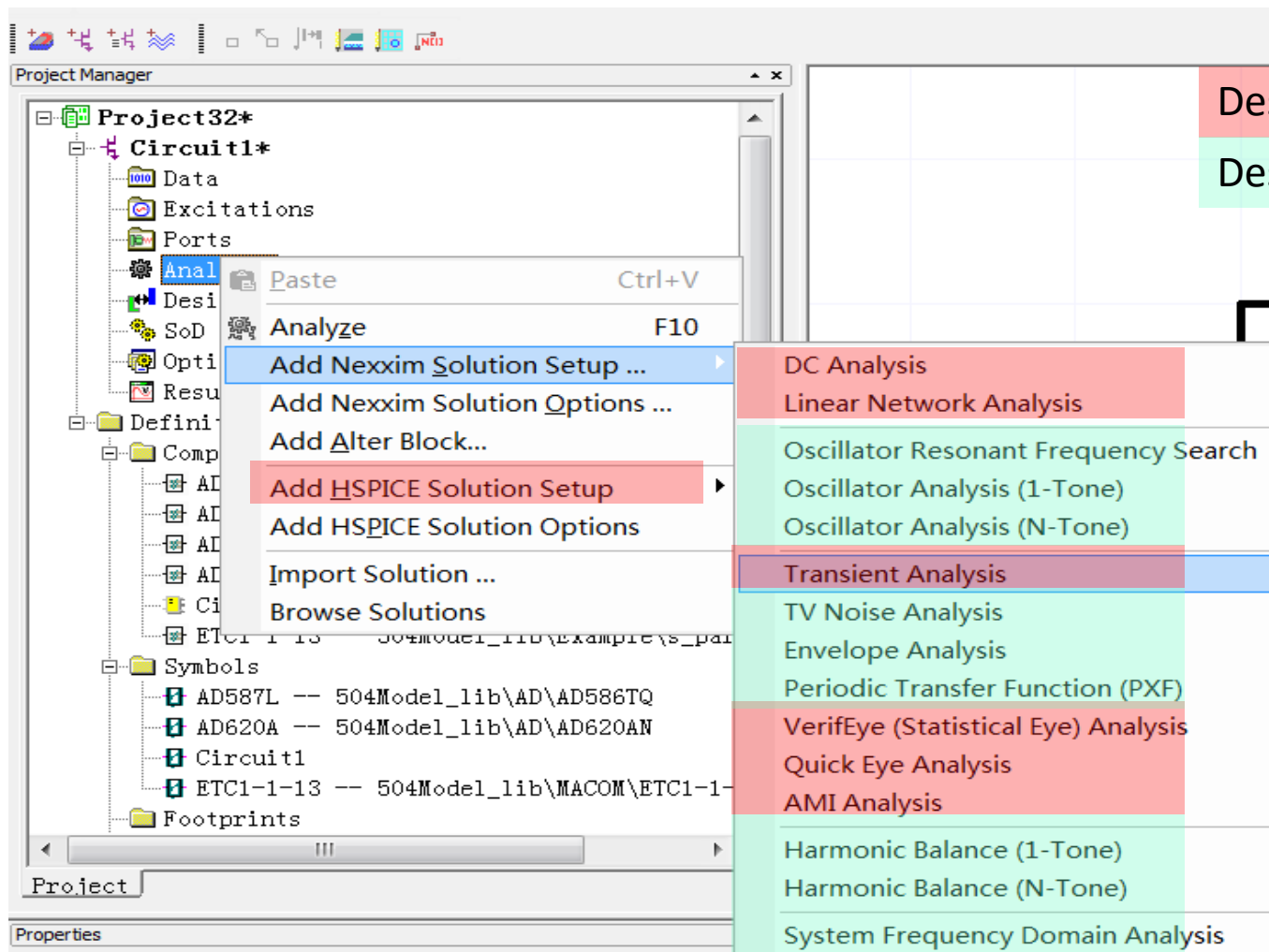
Nexxim Circuit Elements

- BJTs
- Capacitors
- Coaxial Cable
- Controlled Sources
- Diodes
- Distributed
- Equalizers
- FETs
- Filters
- IBIS Buffer Components
- Ideal Distributed
- Ideal Microwave
- Independent Sources
- Inductors
- Loadpull Behavioral
- lumped_general

器件模型库

- EM Design : 电磁仿真
- Circuit design : 电路仿真设计
- Circuit netlist : 网表电路仿真
- Filter design : 滤波电路设计工具

电路仿真功能



Designer(SI Option)

Designer(RF Option)

特色功能

■ VerifyEye Analysis

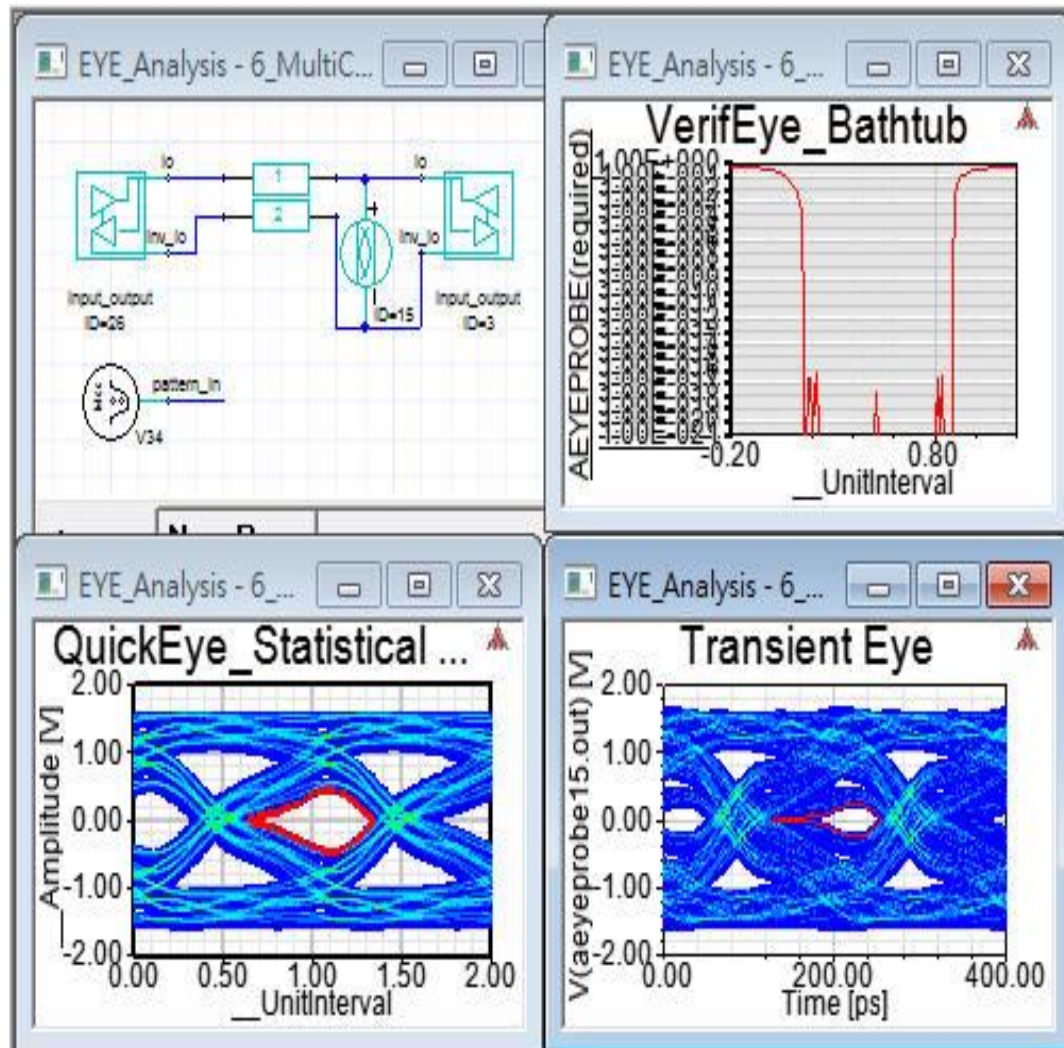
- ✓ 使用统计(statistical)的方法分析误码率分布BER (Bit Error Rate)、浴缸图(bathtub), 非常快速, 且可以支持芯片后端的行为处理功能, 例如均衡电路;

■ QuickEye Analysis

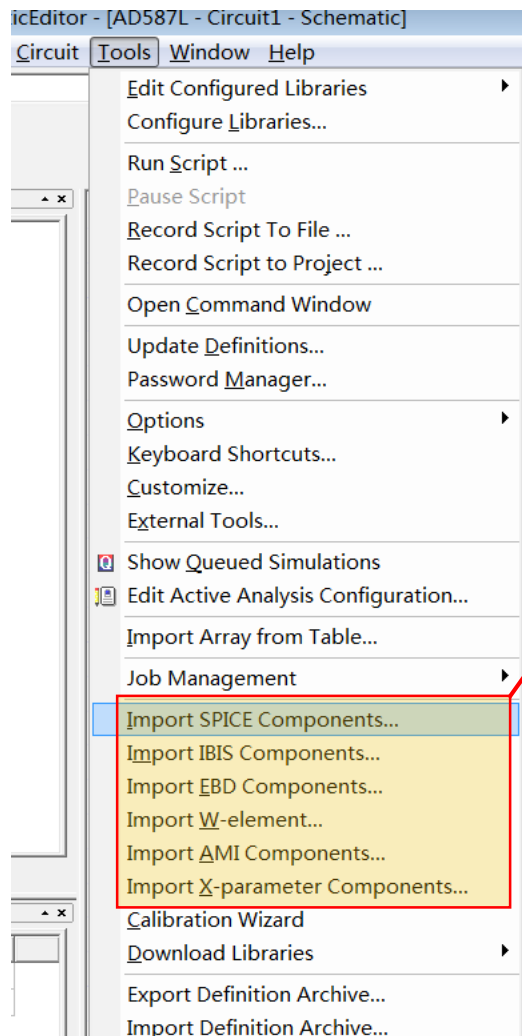
- ✓ 通过阶跃效应作bitpattern作卷积算法计算, 活的眼图及波形。特点是计算速度快, 可以直接用IBIS或IBIS-AMI等

■ AMI Analysis

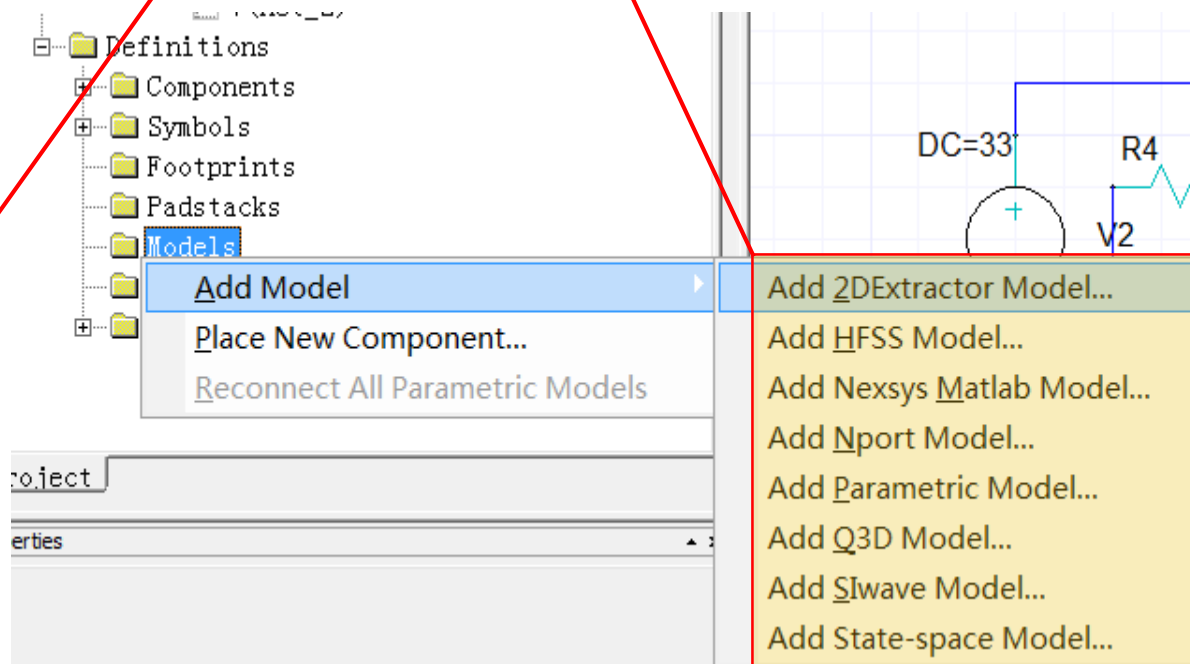
- ✓ 使用冲击响应与pattern做convolution运算, (不受线性系统的限制), 且可以支持芯片后端的行为处理功能, 例如均衡电路。



电路模型接口



- 支持器件厂商目前能提供的几乎所有格式的电路模型，同时可实现ANSYS软件场分析模型的协同建模仿真



The screenshot displays the ANSYS Designer interface with a Data Table 1 window open. The table lists various timing parameters and their values. Annotations with arrows point to specific values, explaining the calculation of the derating value.

Index	Value
tDS base worst act [ps]	151.862393
DDR3 AC-Timing 8-DQ2	76.862393
tDS base spec [ps]	75.000000
DDR3 AC-Timing 8-DQ2	42.862393
tDS derated worst act [ps]	-32.137607
DDR3 AC-Timing 8-DQ2	75.000000
tDS derated spec [ps]	
DDR3 AC-Timing 8-DQ2	

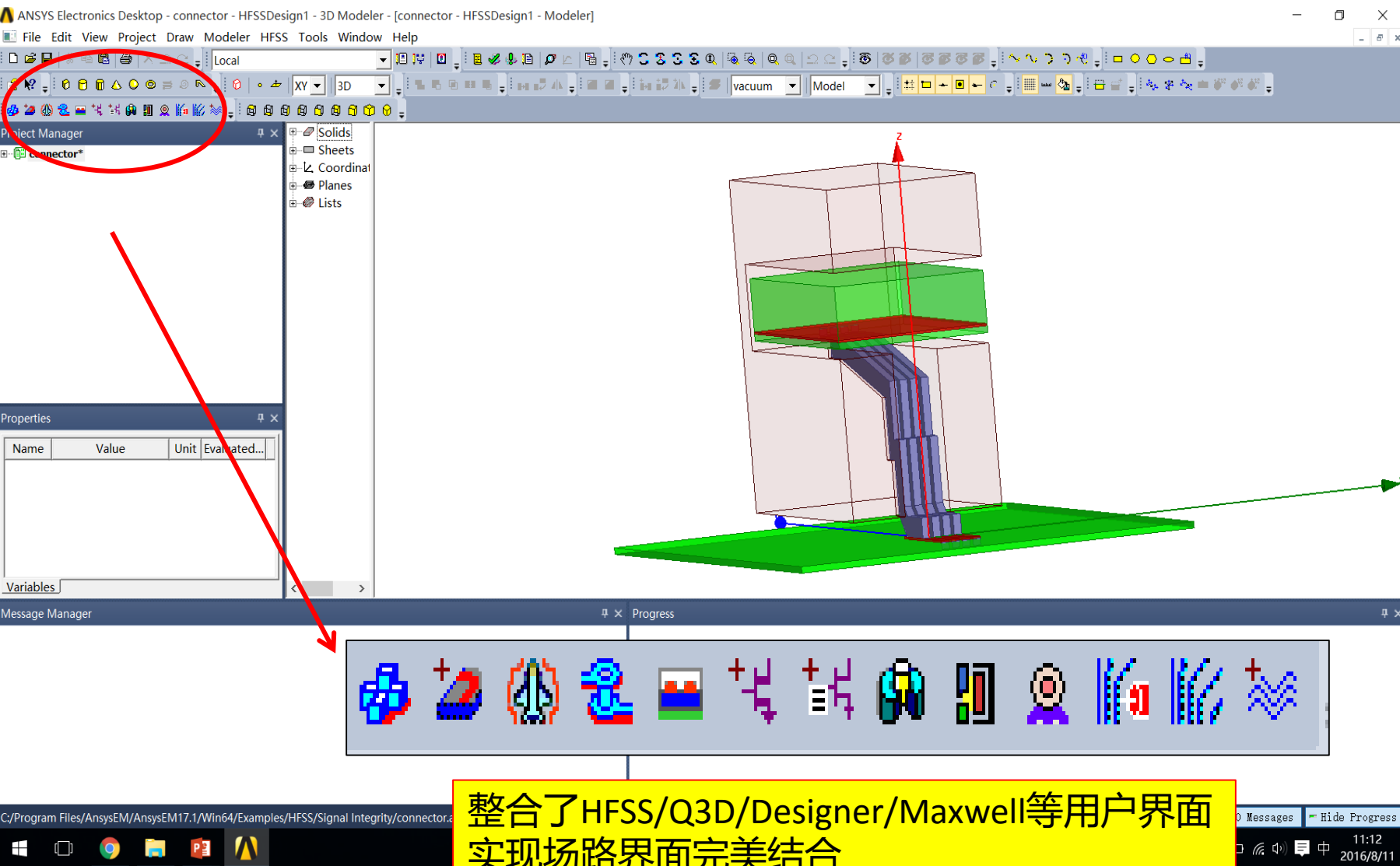
Valid Before Time (Tvb) points to the value 151.862393.

Setup Margin without derating value = $T_{vb}(151.86..ps) - \text{setup time}(75ps)$ points to the value 76.862393.

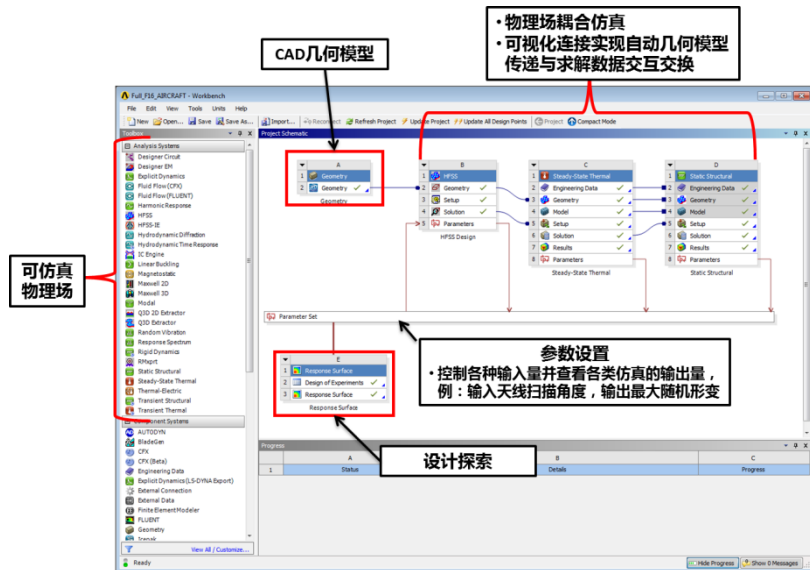
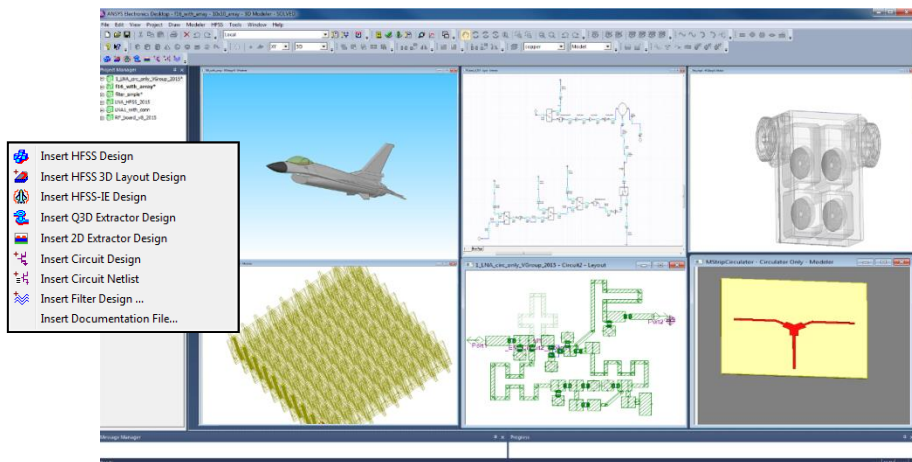
Setup Margin through derating value = Setup Margin wo derating(76.86xxps) - Derating value(α , 108ps) points to the value -32.137607.

Derating Value is automatically calculated!!! (After comparing tangential slew rates through UDS.)

新版R17.1 EMDesktop



统一的操作环境

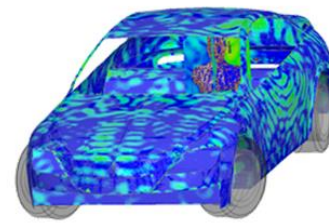
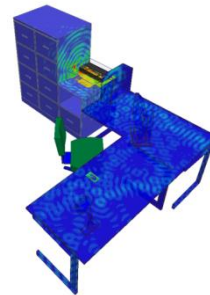
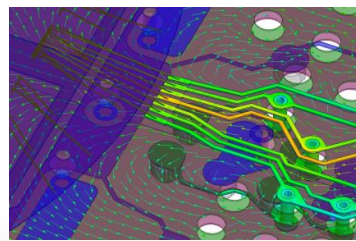
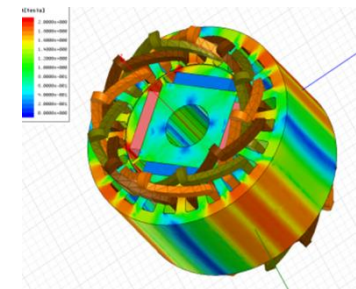
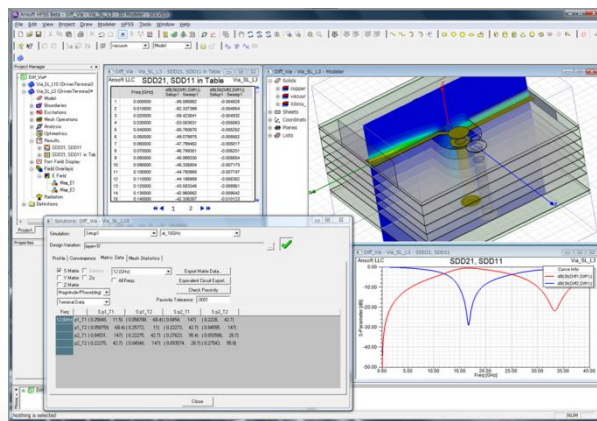


R16 全新推出 ANSYS 电子设计桌面系统、电路和三维电磁场仿真之间更紧密集成

ANSYS 统一的多物理场仿真环境 Workbench

统一的界面布局和操作习惯

- 工程设计树
- 参数化建模
- 模型前处理
- 材料库
- 求解设置
- 结果后处理
- 场分布显示



电磁场仿真

ANSYS HFSS

ANSYS Q3D

ANSYS SIwave

ANSYS Maxwell



电路与系统仿真

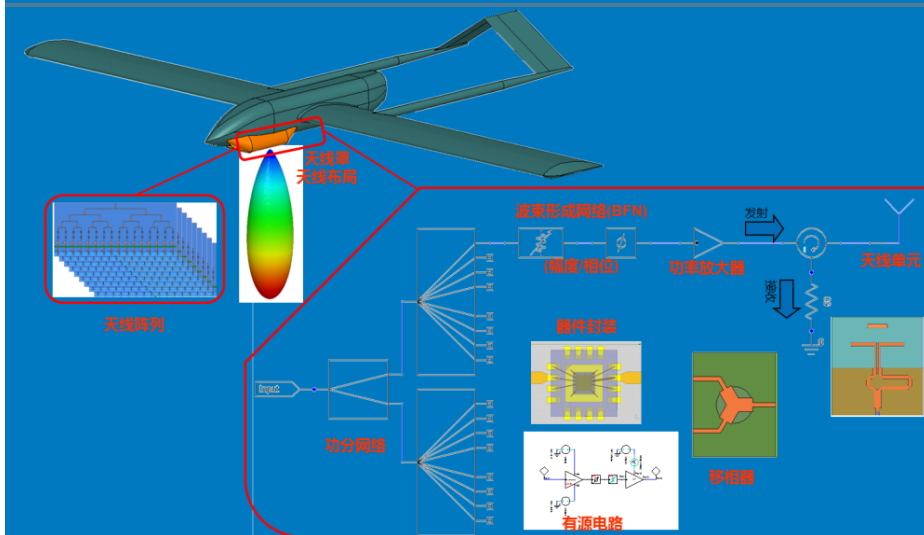
ANSYS Designer

ANSYS Simplorer

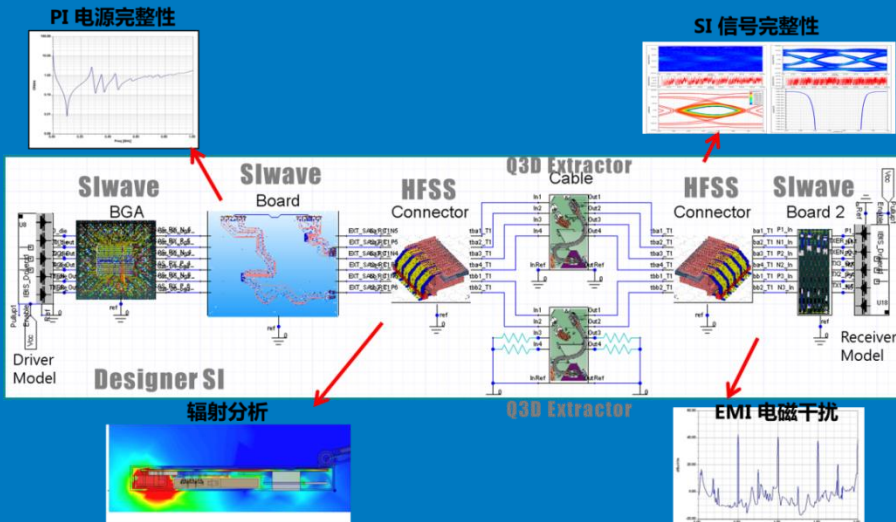
电磁场工具和电路/系统工具之间可实现双向动态链接与场路协同仿真

- Down-Top : 从部件设计直至完整系统
- Top-Down : 从系统至子系统逐步设计

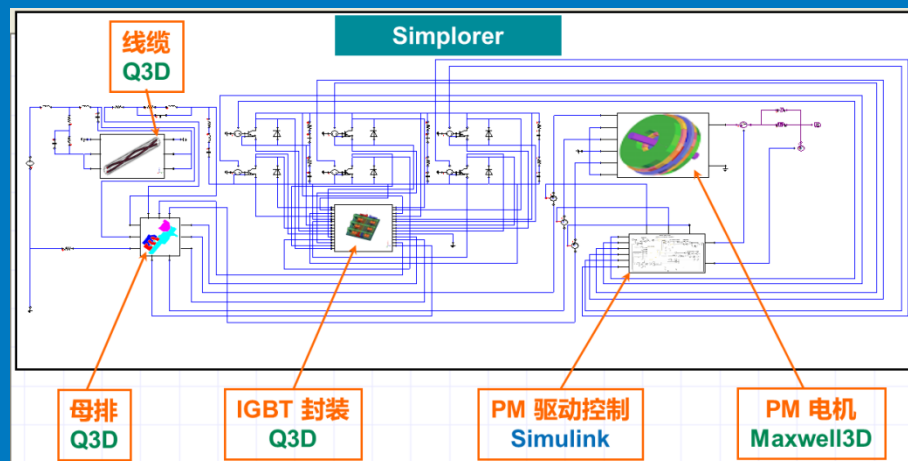
HF: HFSS与Designer 的动态链接



SI/PI/EMI: HFSS/SIwave/Q3D与Designer 的动态链接

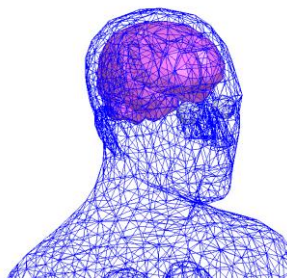


EM: Maxwell/Q3D/Simulink与Simplorer 的动态链接

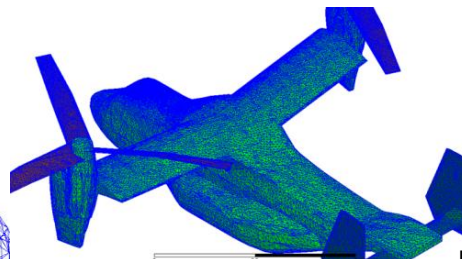


自动且精确的自适应网格剖分

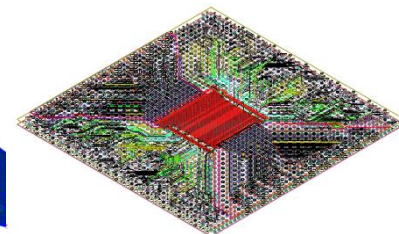
稳健的剖分算法，自动得到精确的网格
共形的网格单元，可完美表征几何结构
自适应剖分迭代，确保准确的仿真结果



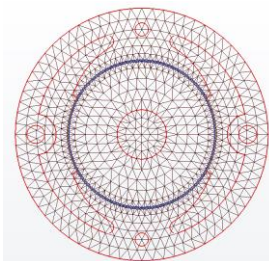
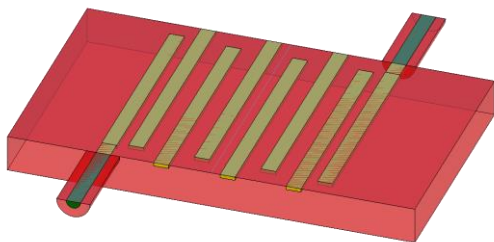
HFSS 四面体网格



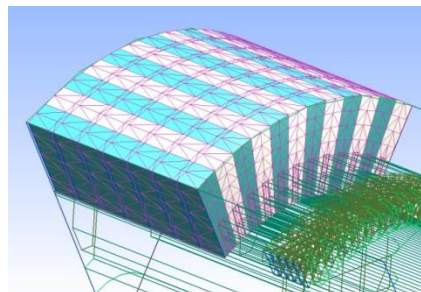
HFSS 三角面元网格



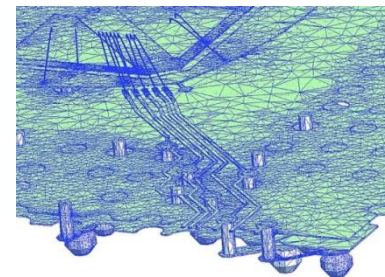
HFSS 3D Layout Phi网格技术
高效处理复杂PCB和封装



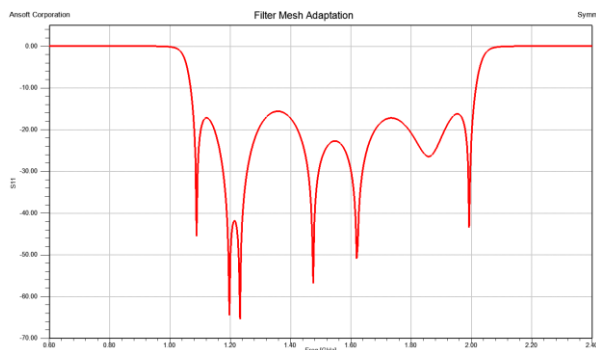
Maxwell 2D 网格



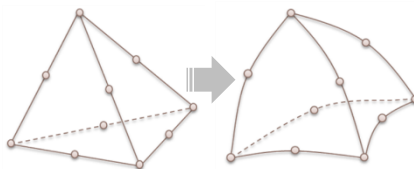
Maxwell 3D 网格



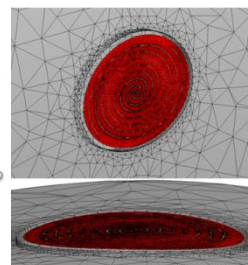
Q3D 网格



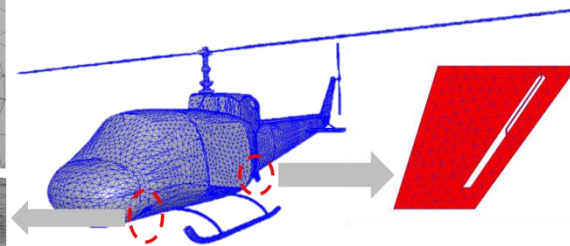
自适应网格剖分极易用，且确保结果准确



曲面型网格单元
更好剖分曲面结构



机身共形缝隙螺旋天线



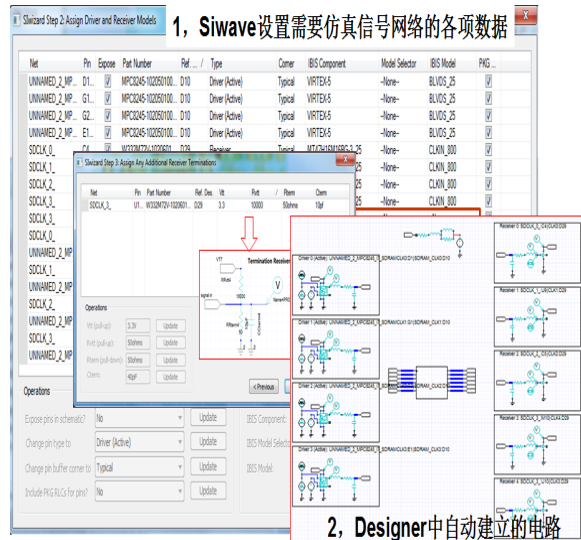
R16 中的**三维组件**功能，可实现组件装配与网格复用

所有的场仿真软件都具备，用户可专注于产品设计，无需重复验证仿真结果

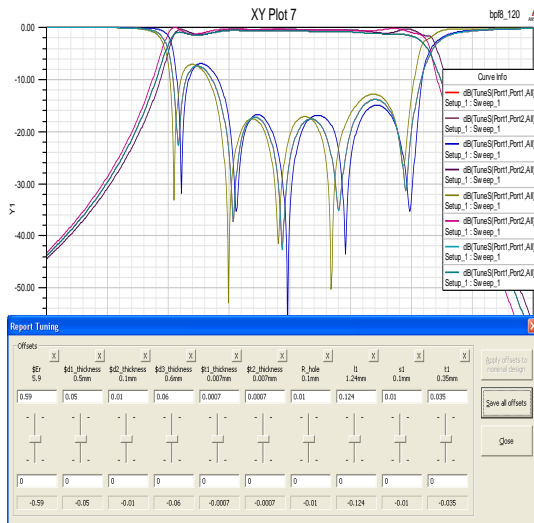
灵活高效的工具模块

灵活的工具功能模块可以帮助用户快速建模分析，提高仿真效率，包括：

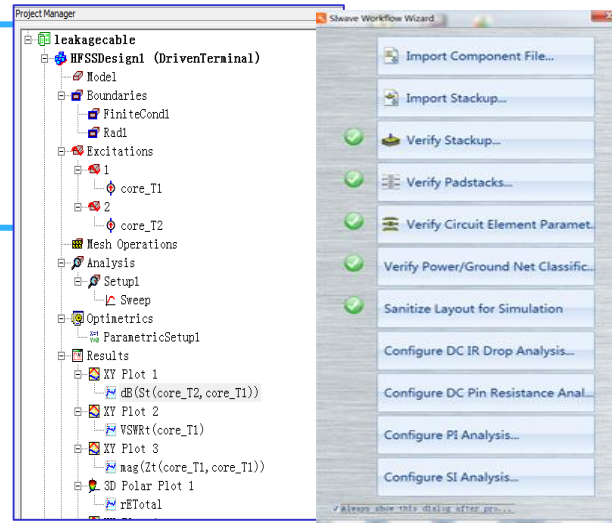
HFSS 3D Layout, Siwizard, Pi advisor, workfolw, 3D component, UDS, ADK, Cable Designkit, signal net analysiser等等



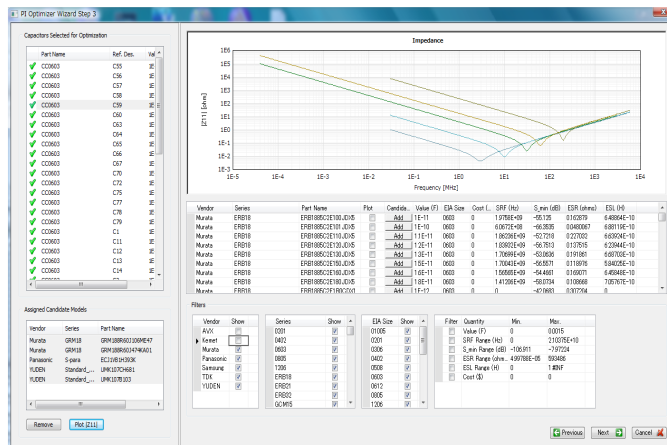
Siwizard:场路协同自动化



三维结构参数实时调谐



软件流程向导



PI advisor:电源自动优化

ANSYS Electronics HPC & DSO

HPC 价值

- 提升速度、缩短时间
- 仿真更大更复杂模型
- 充分利用硬件资源

HPC 的求解技术

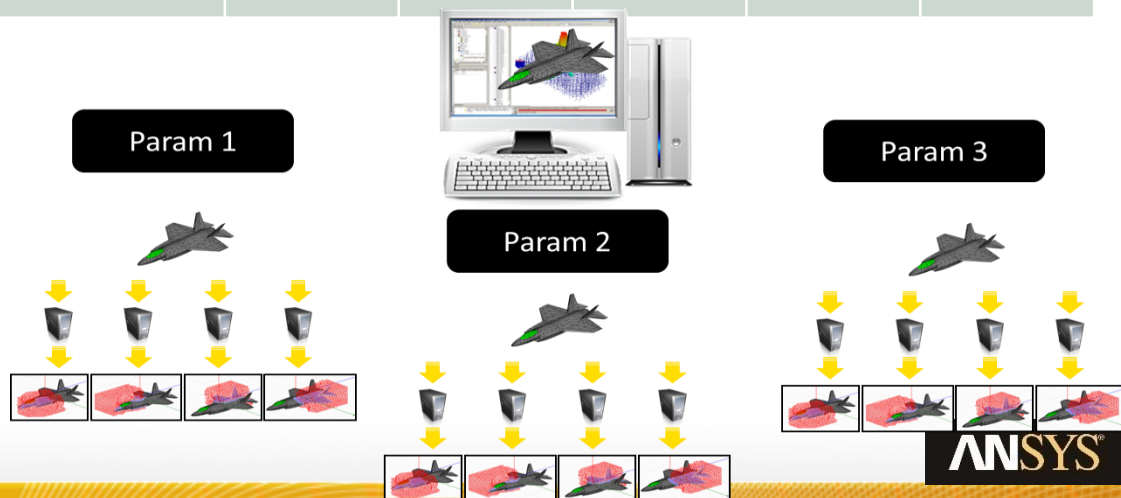
	HFSS	Q3D	Siwave	Designer	Maxwell
多线程求解	●	●	●	●	●
区域分解并行	●				
扫频求解并行	●	●	●	●	●
CG/DCRL/ACRL 求解并行		●			
GPU 加速	●			●	

模块配置

- HPC Pack
- HPC Workgroup

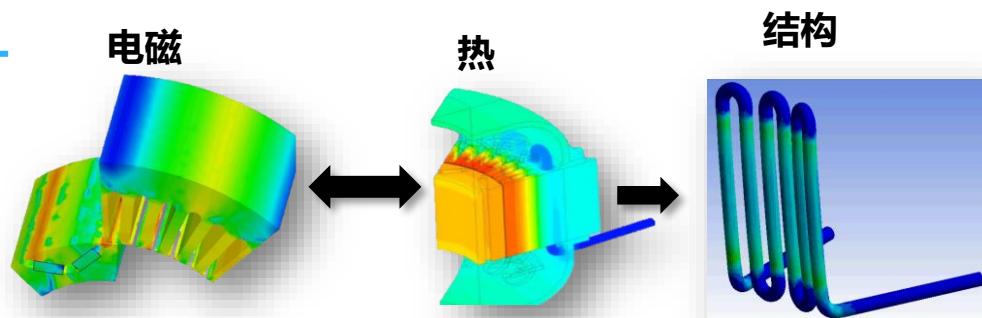
DSO 价值

- 通过并行加快参数扫描、优化分析、统计分析的速度
- 充分利用硬件资源
- 与 HPC 配合，进一步提升效率（多层次HPC）



多物理场耦合仿真

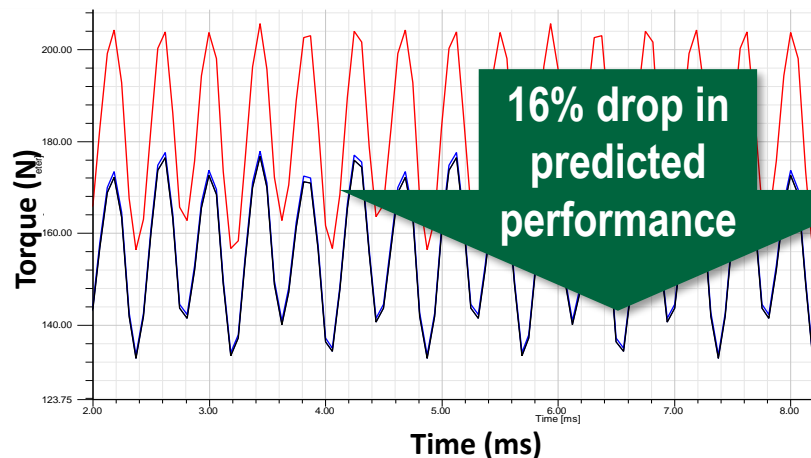
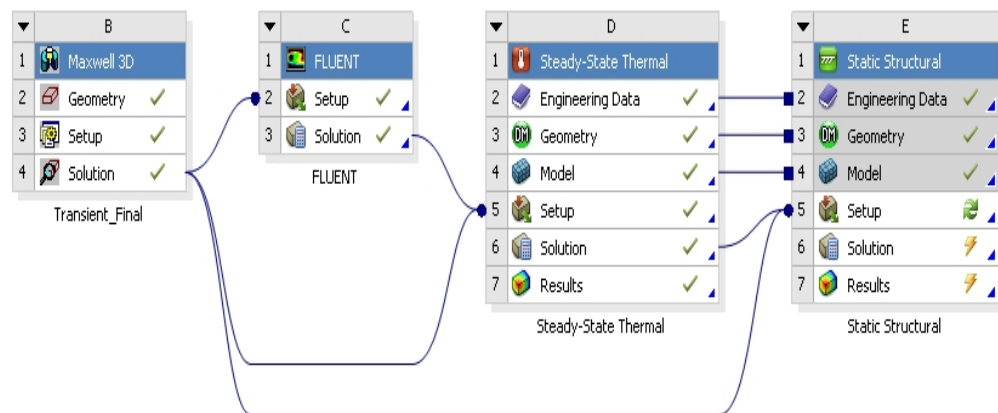
在ANSYS Workbench平台，只需拖放就能实现方便快捷的耦合仿真和自动数据传递，实现电磁和结构、流体的耦合仿真，进行散热设计和热应力仿真



Electromagnetics

Fluid Dynamics

Structural Mechanics



Single physics simulation, assuming a **magnet temperature of 22C**

3-way Multiphysics simulation shows **actual magnet temperature: 53C**

内容提要

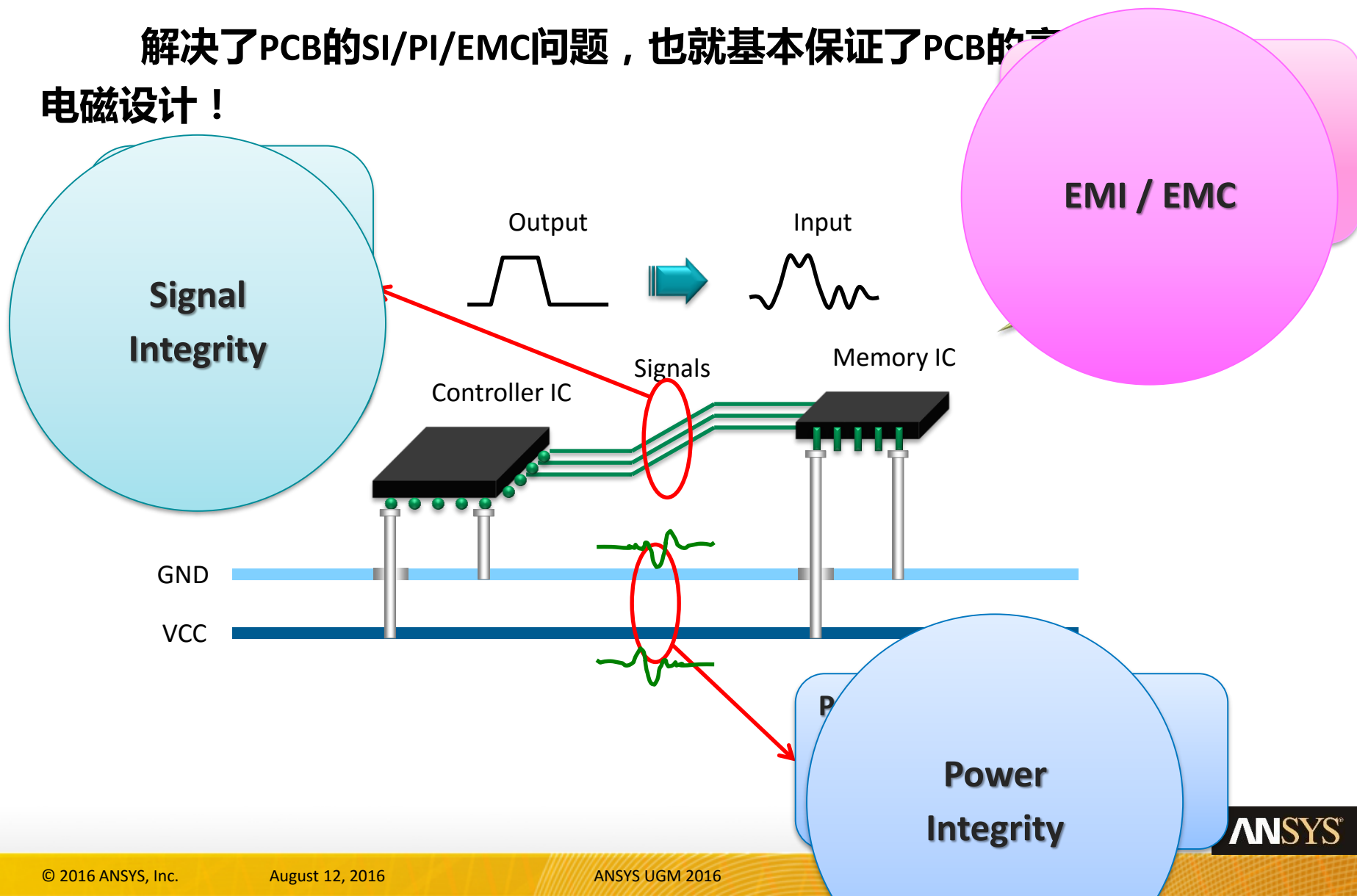
- EMC设计
- 解决方案
- 典型案例
- 总结

仿真案例

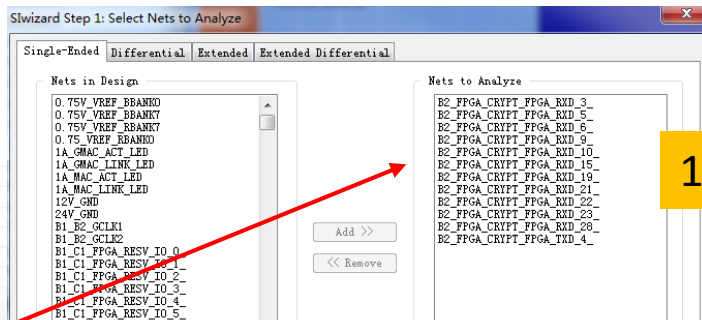
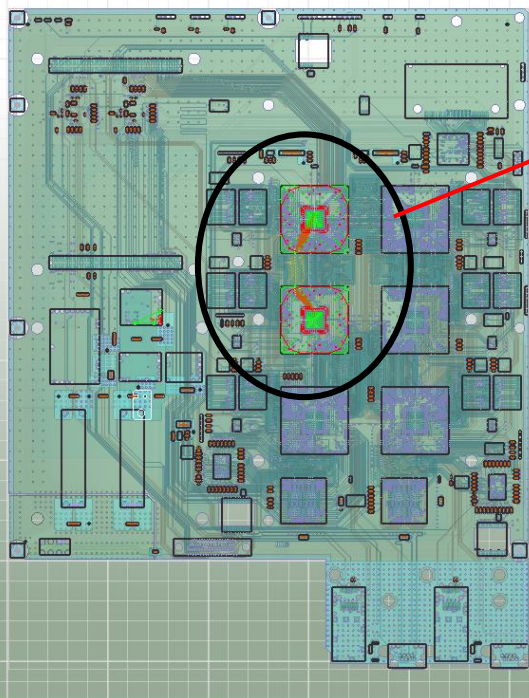
PCB 机箱的 SI/PI/EMC仿真分析

高性能PCB设计

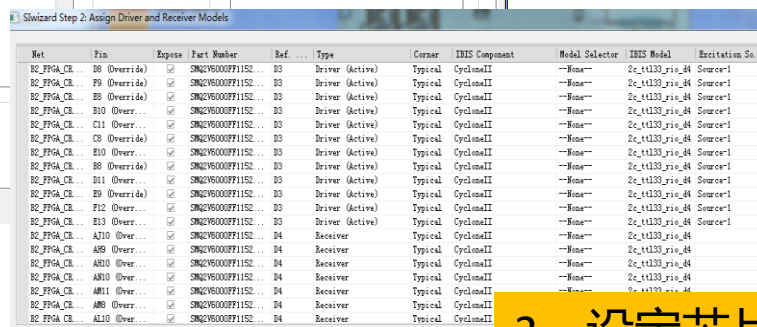
解决了PCB的SI/PI/EMC问题，也就基本保证了PCB的电磁设计！



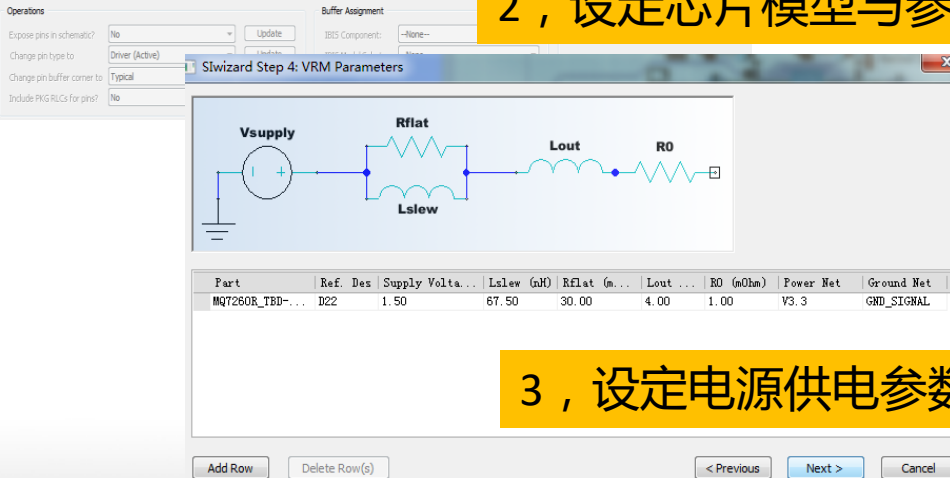
选择高速信号快速建模



1, 选择信号网络



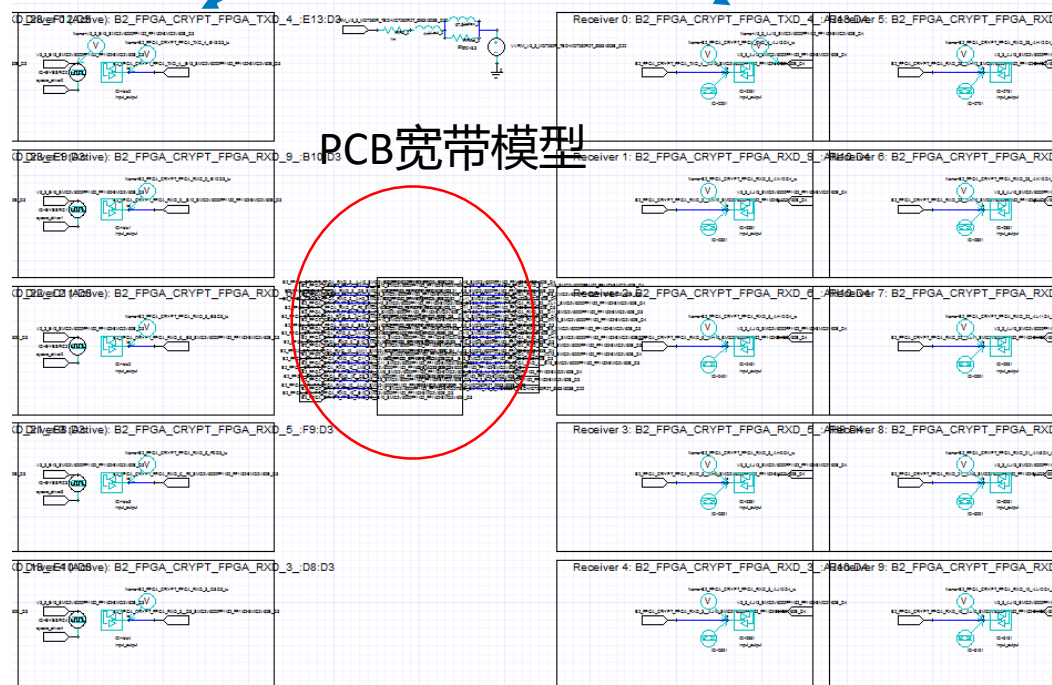
2, 设定芯片模型与参数



3, 设定电源供电参数

自动场路协同

芯片模型

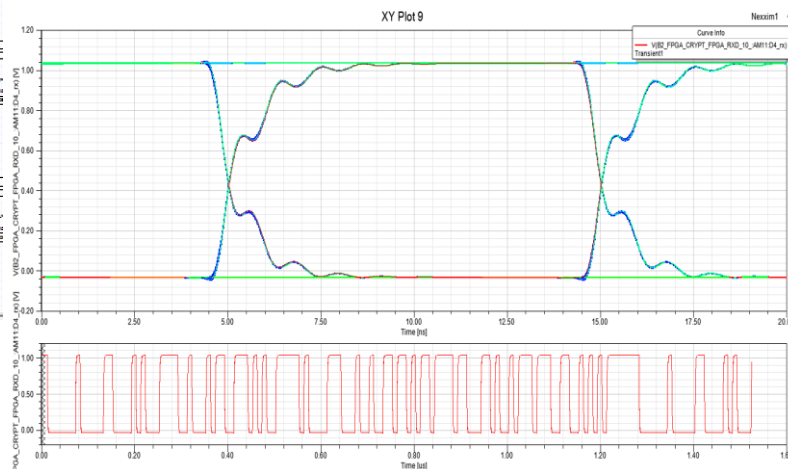


PCB宽带模型

自动创建的仿真电路

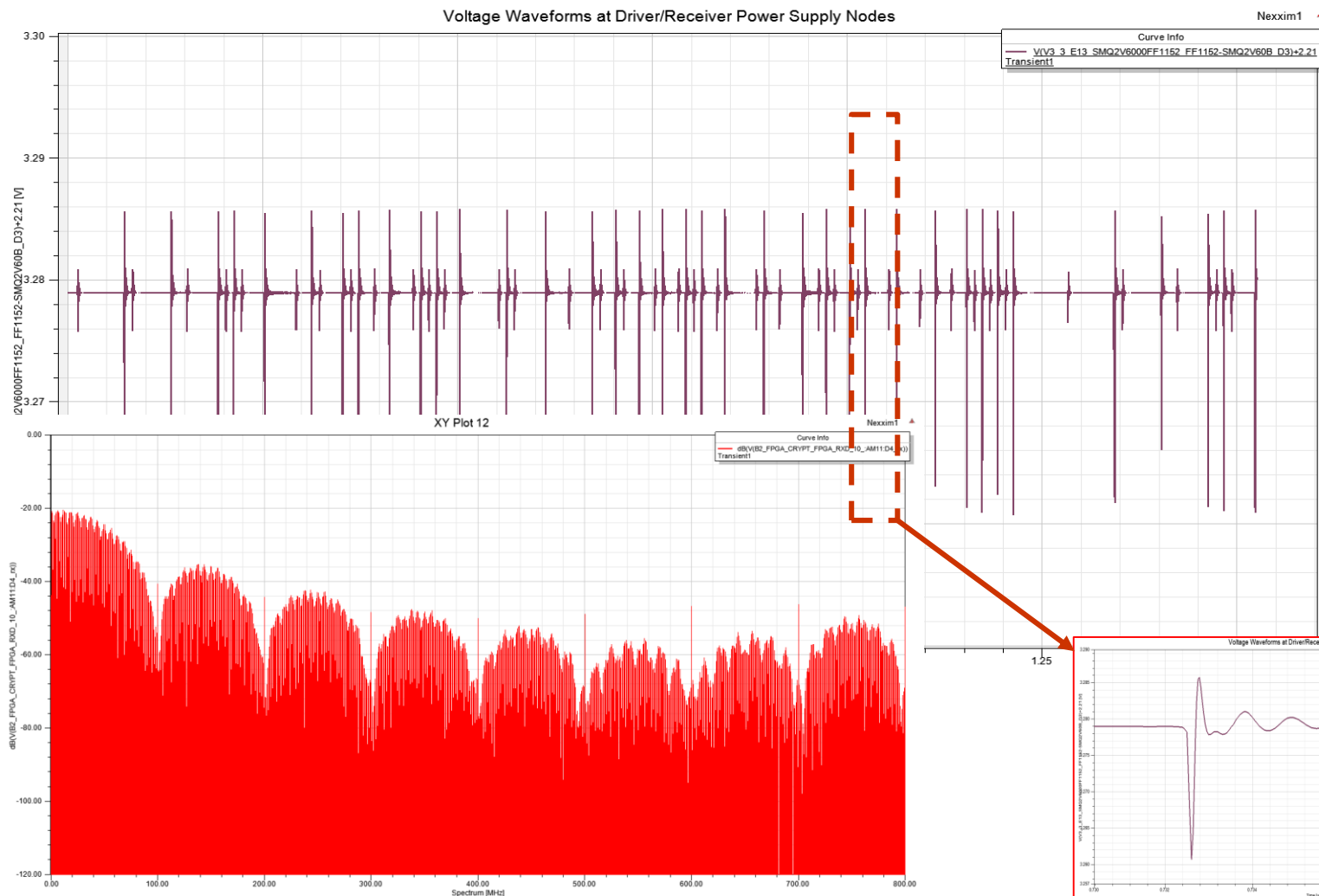


信号时域波形



信号时域眼图

芯片电源pin脚纹波

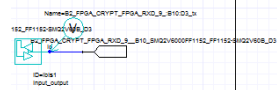


电源纹波

噪声频谱

PCB辐射分析

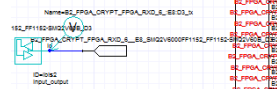
ve): B2_FPGA_CRYPT_FPGA_RXD_9_:B10:D3



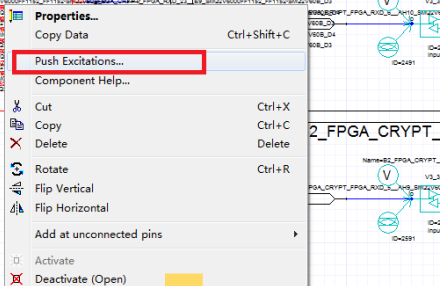
Receiver 1: B2_FPGA_CRYPT_



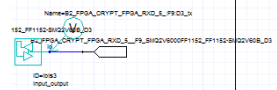
ve): B2_FPGA_CRYPT_FPGA_RXD_16_:B8:D3



Receiver 2: B2_FPGA_CRYPT_



ve): B2_FPGA_CRYPT_FPGA_RXD_5_:F9:D3



2_FPGA_CRYPT_



Compute Near Field

Simulation name: Near Field Sim 2

Excitations

- ☐ Use sources defined in project
- ☒ Use sources defined in external file

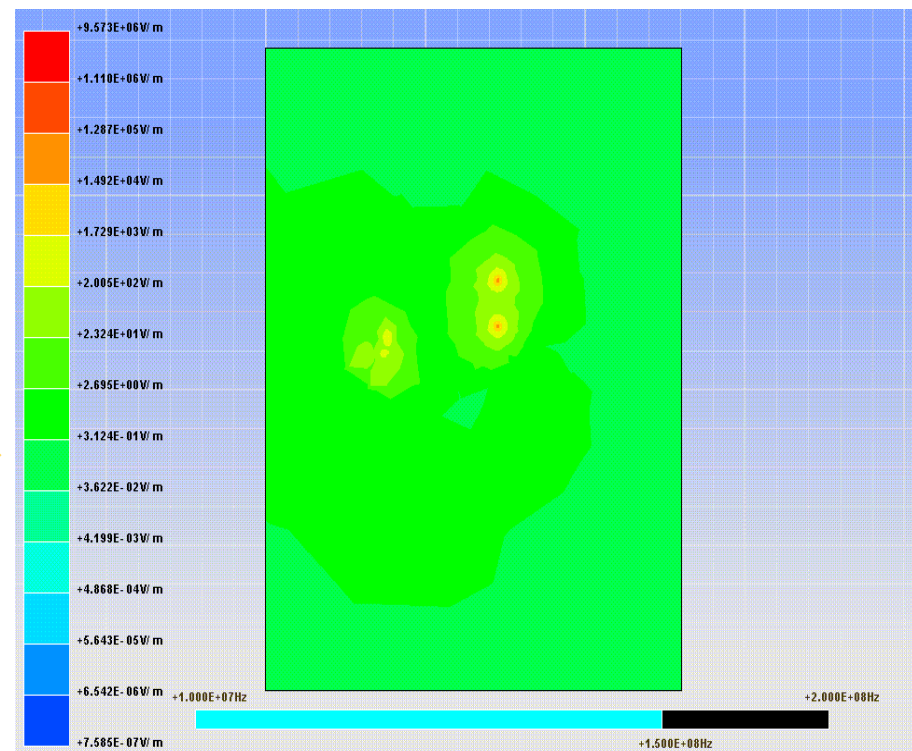
E:/Customer/thz/1000M_IPsec_Board_V1_2016/

Browse...

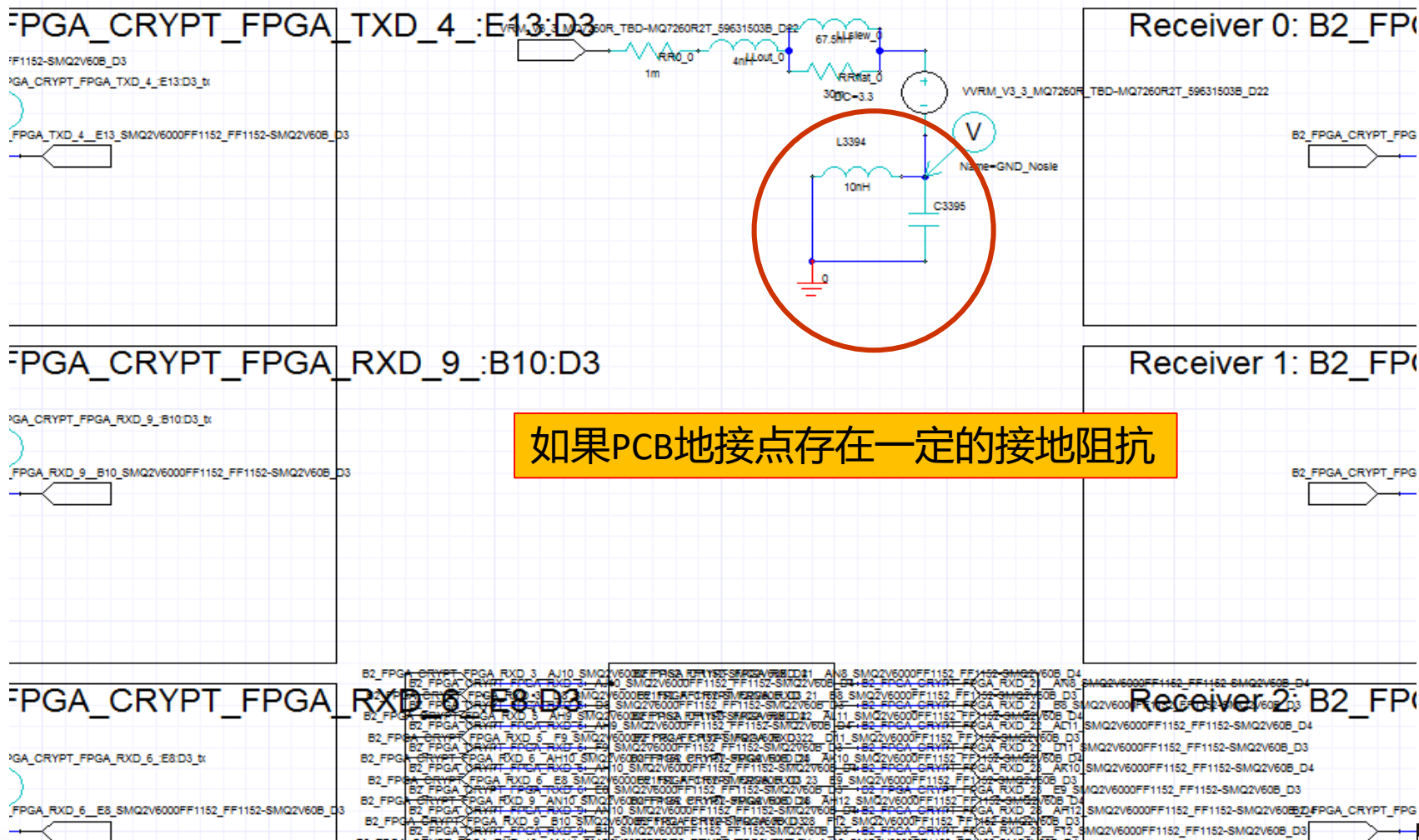
☒ Interpolate spectrum at missing frequency points

Frequency Range Setup

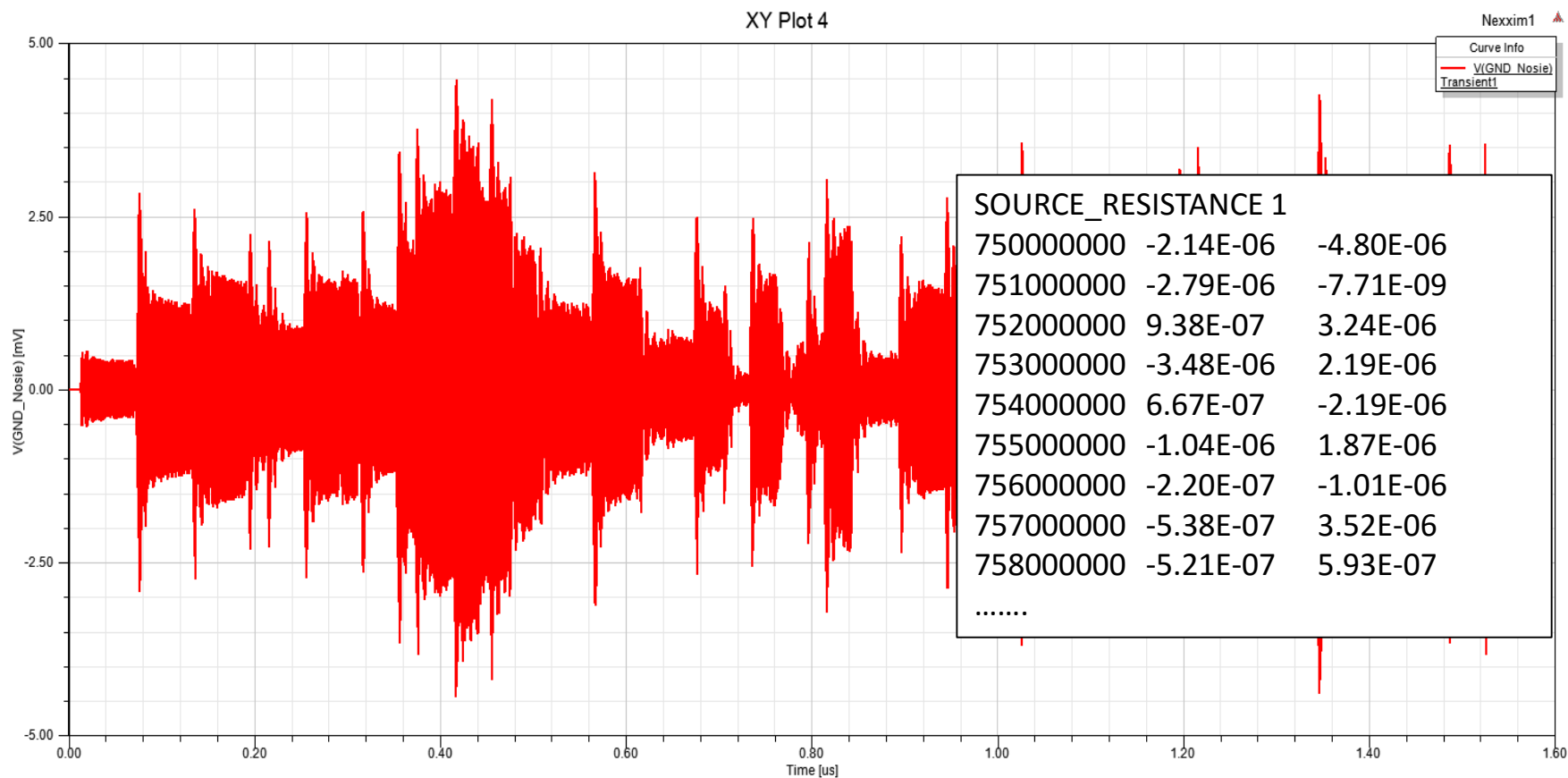
	Start Freq	Stop Freq	Num. Points	Distribution
1	750MHz	1.5GHz	76	Linear



地噪声分析

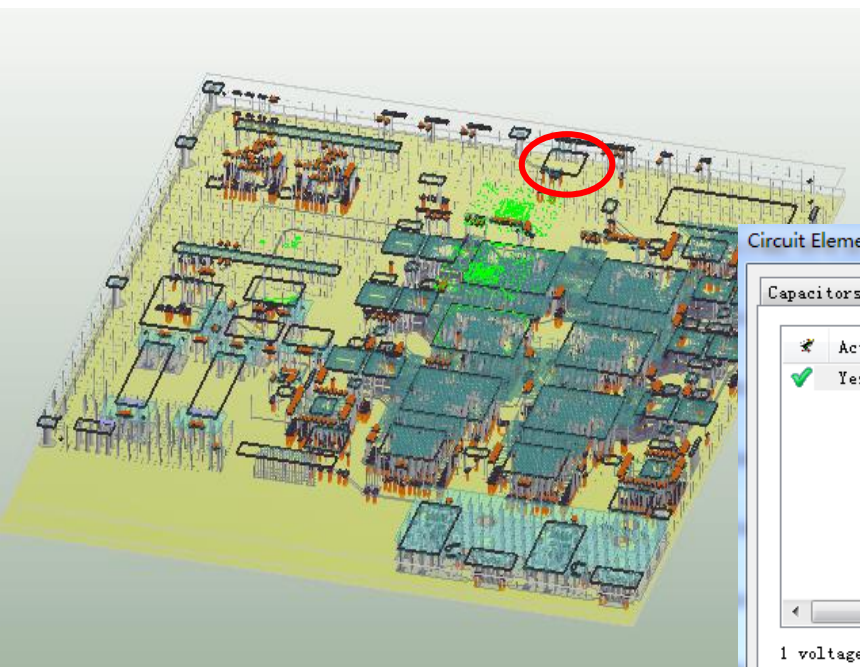


PCB地噪声



地平面某点噪声纹波与频谱文件

地噪声作为PCB辐射激励



添加地噪声激励

Circuit Element Properties

Active	Name	Magnitude (V)	Phase (deg...)	Source Resistance (o...)	Positive "Terminal" Ne
✓ Yes	V_1	f (Hz)	f (Hz)	f (Hz)	24V_GND

1 voltage source, 1 active

Modify Properties... Modify

Export

Set Voltage Source Properties

Name: V_1

☐ Frequency Independent

Parameters

Magnitude:

Parasitic Resistance:

Phase:

☒ Frequency Dependent

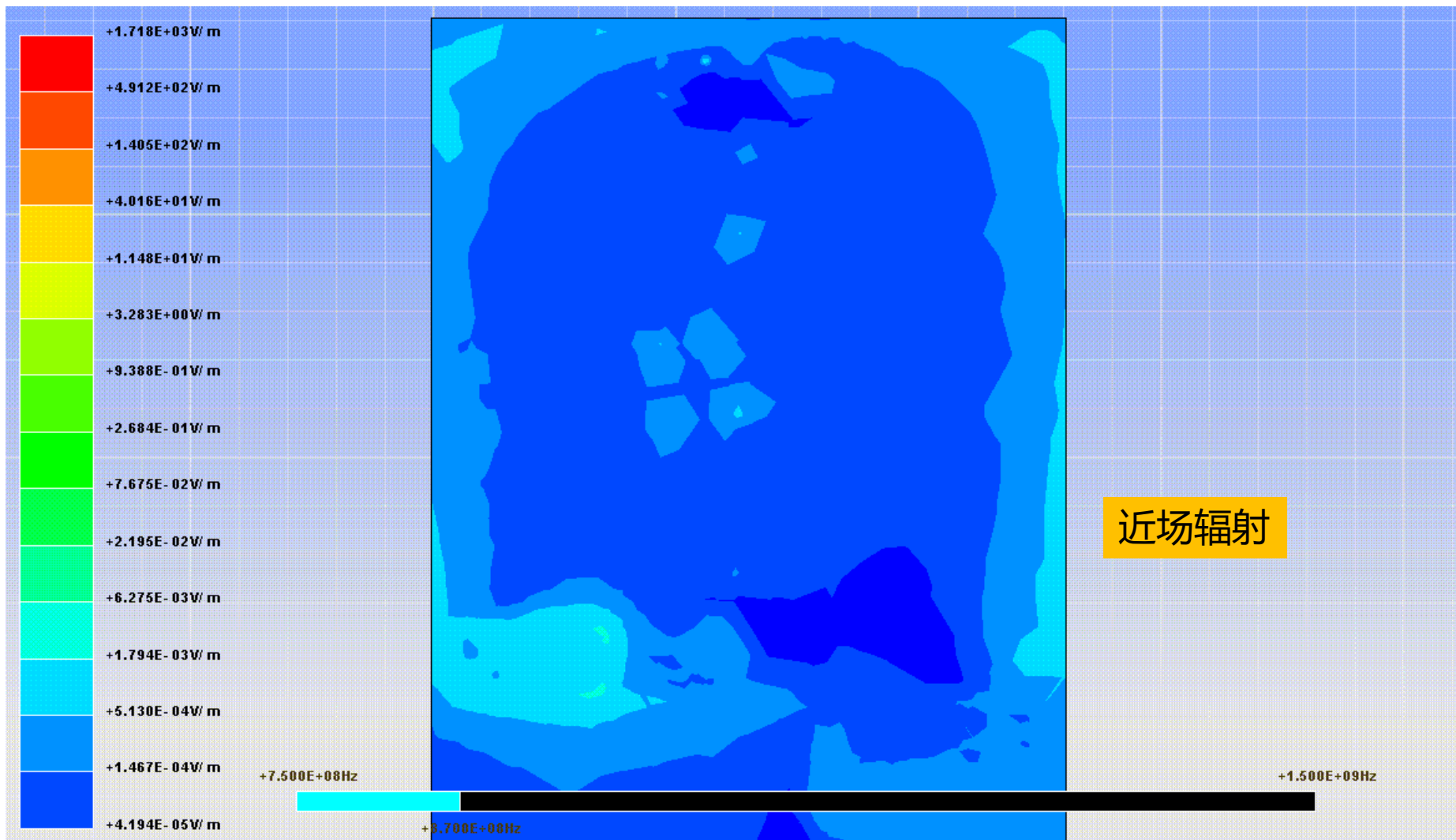
Path: E:\Customer\thz\GND

File should contain data in <f

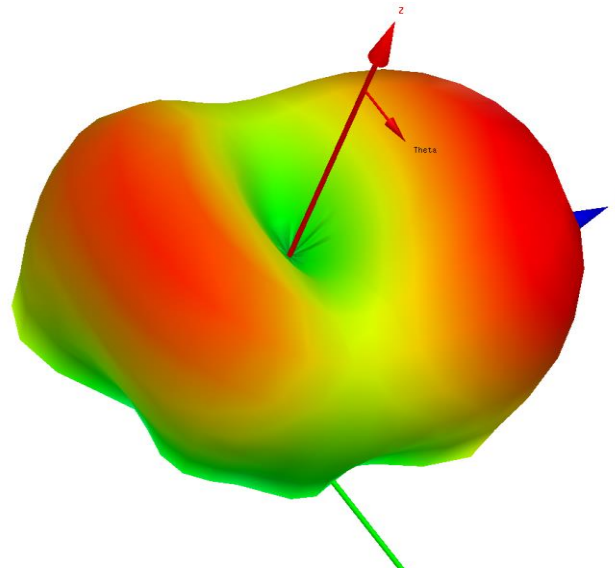
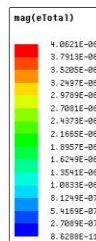
SOURCE_RESISTANCE 1

750000000	-2.14E-06	-4.80E-06
751000000	-2.79E-06	-7.71E-09
752000000	9.38E-07	3.24E-06
753000000	-3.48E-06	2.19E-06
754000000	6.67E-07	-2.19E-06
755000000	-1.04E-06	1.87E-06
756000000	-2.20E-07	-1.01E-06
757000000	-5.38E-07	3.52E-06
758000000	-5.21E-07	5.93E-07

PCB地噪声近场E辐射

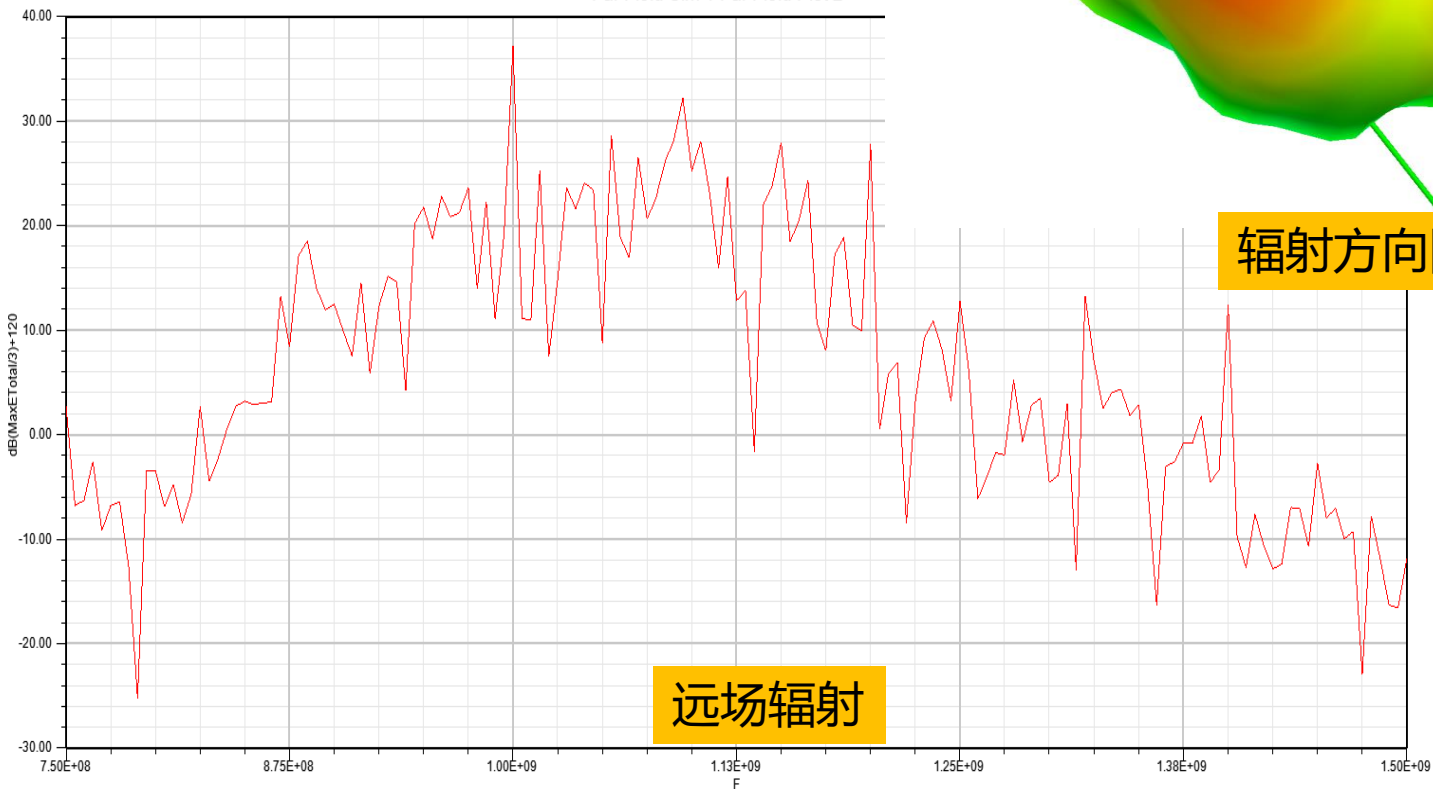


3米远PCB电磁辐射强度



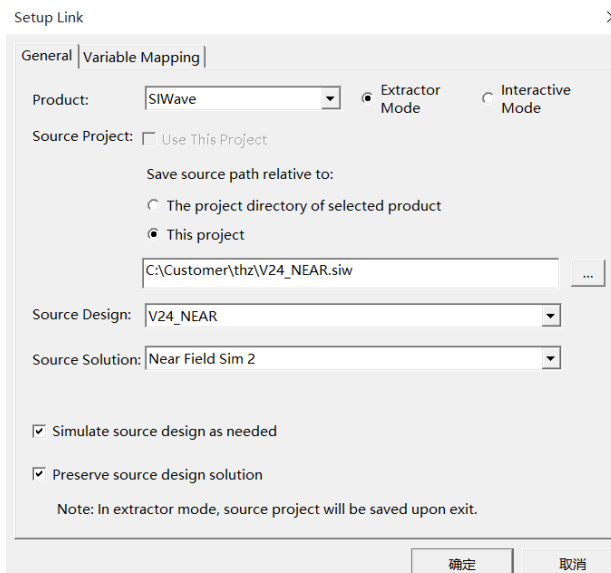
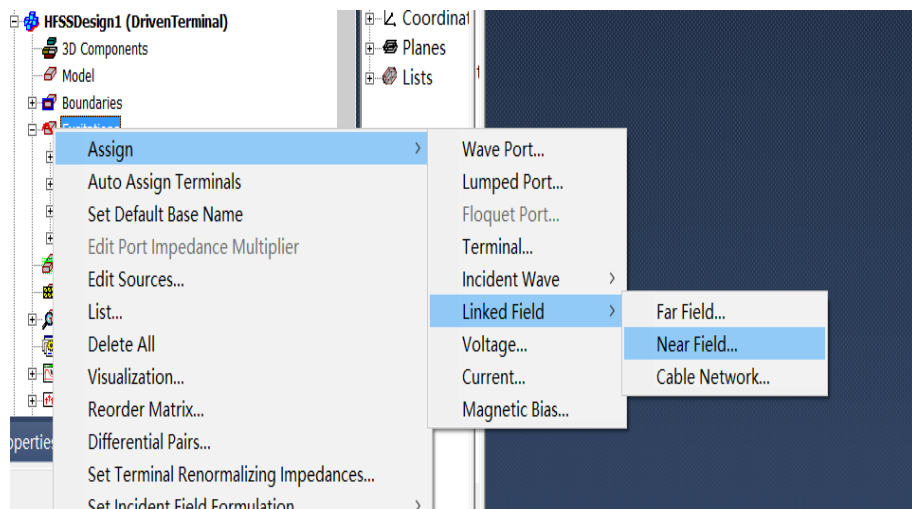
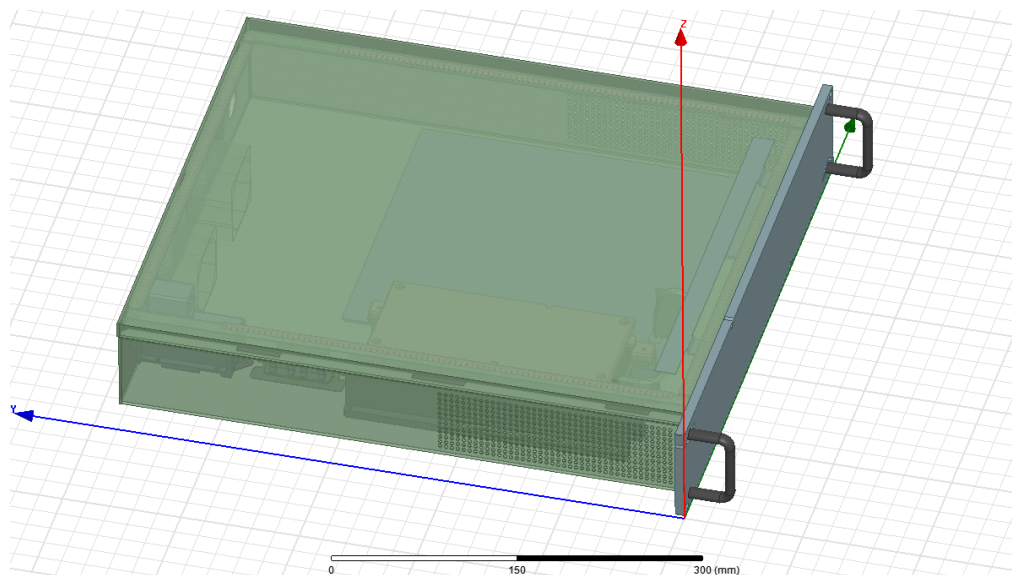
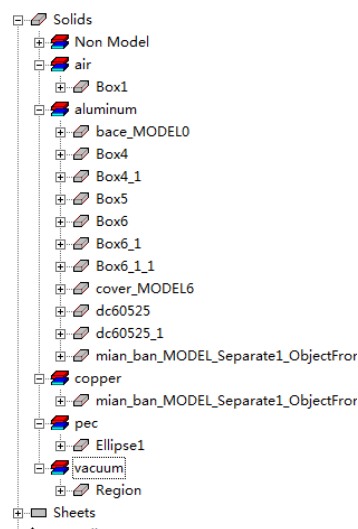
辐射方向图

Far Field Sim 1 Far Field Plot 2

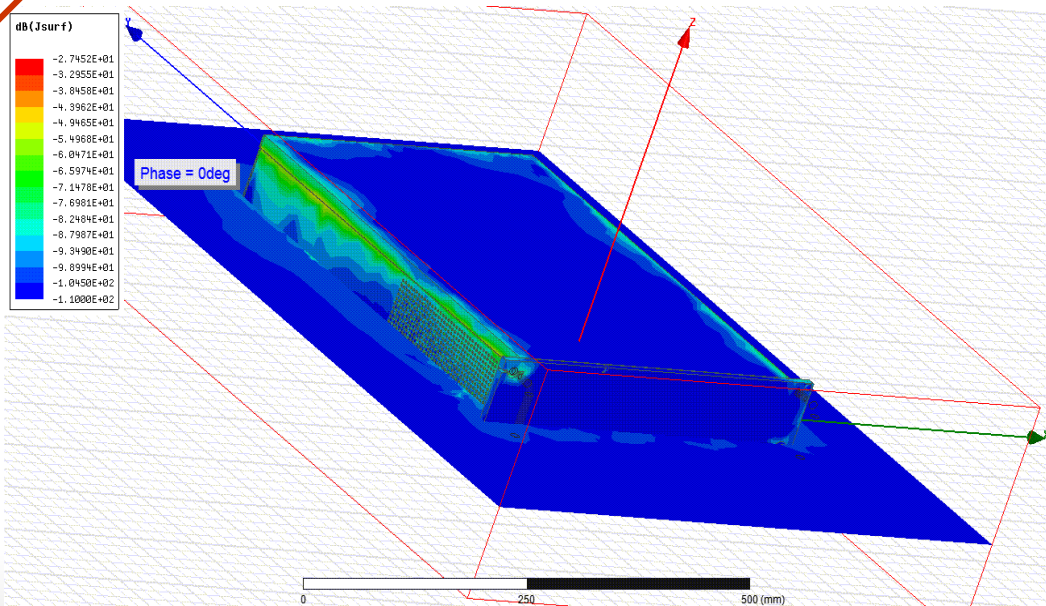
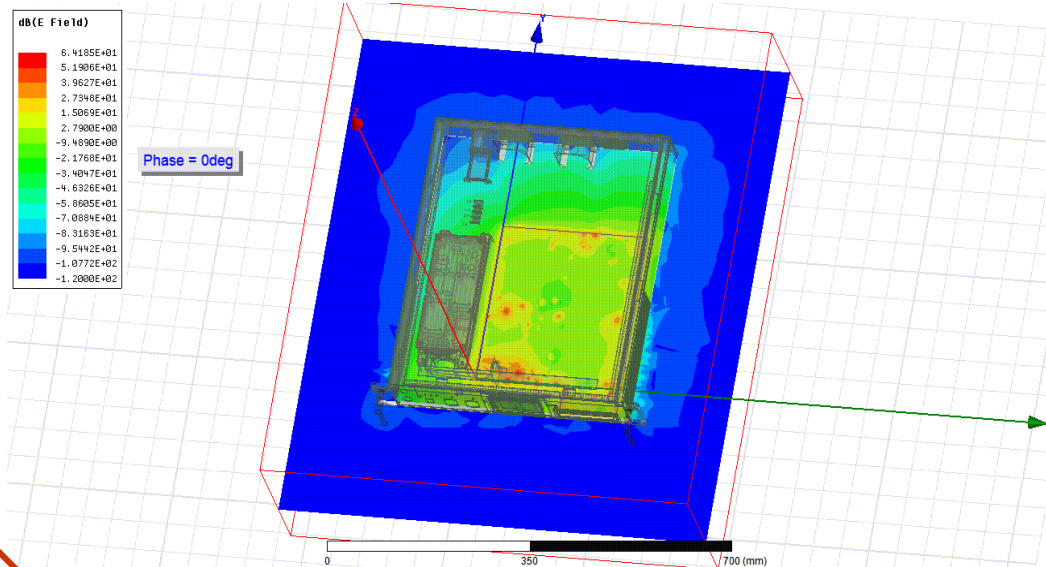
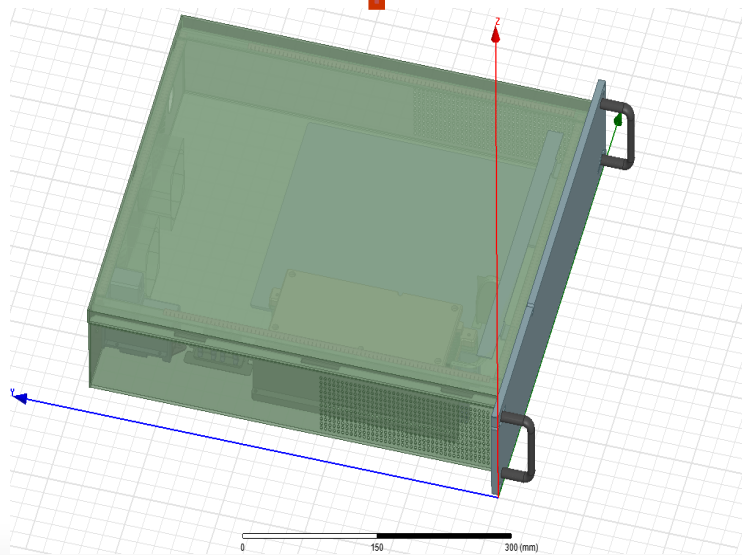
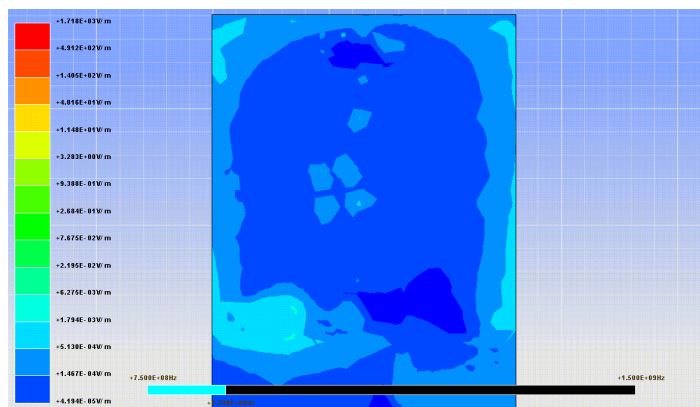


远场辐射

机箱建模与辐射源链接

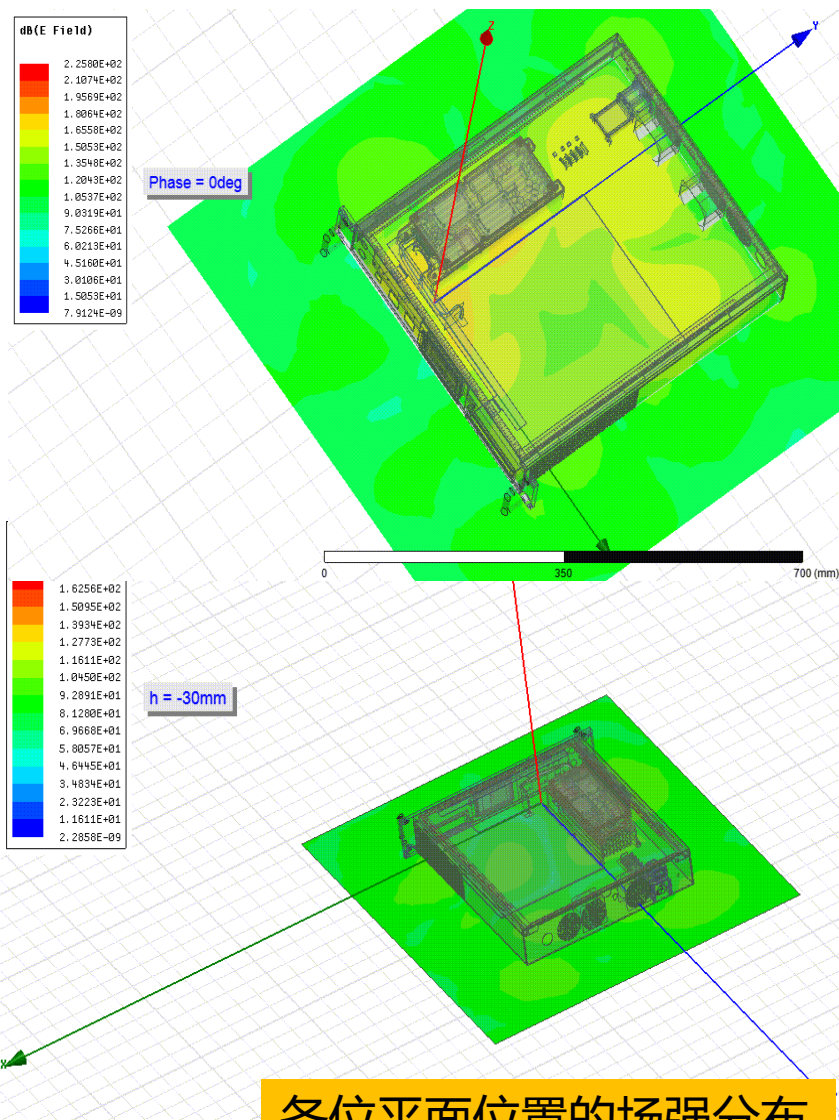


PCB及机箱



PCB+机箱+cable

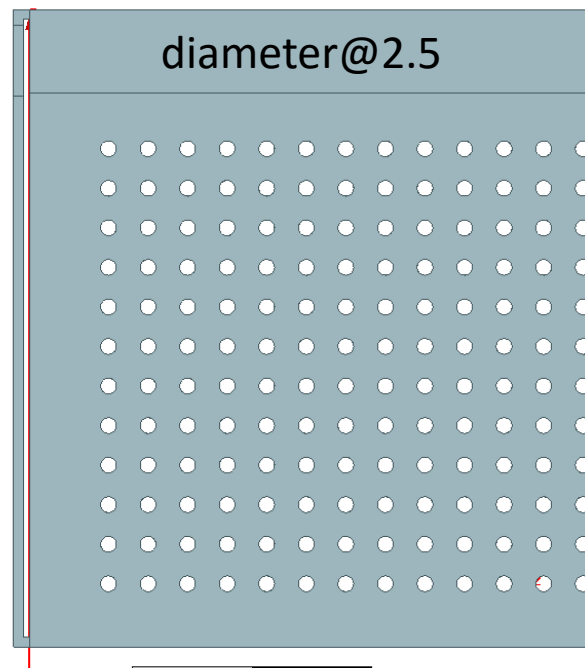
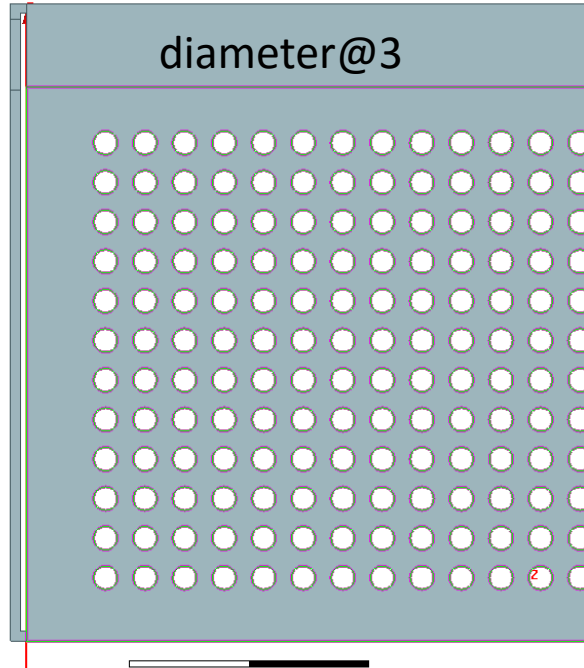
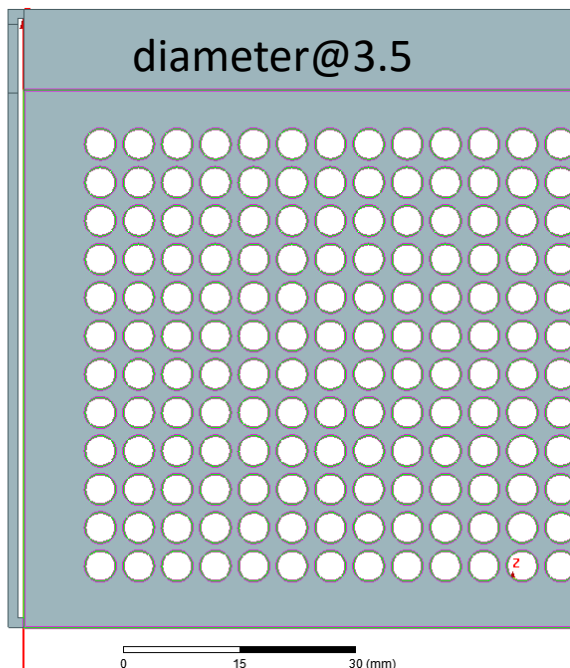
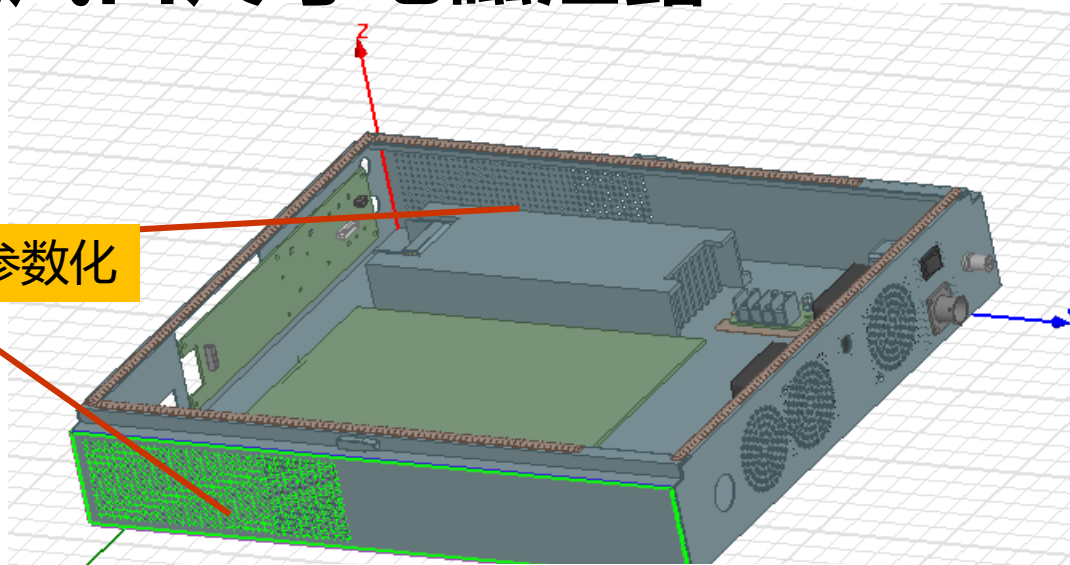
- jike_pcb_cable
 - 1 (DrivenTerminal)
 - 3D Components
 - Model
 - Boundaries
 - Excitations
 - CableNetwork1
 - IncNFWave1
 - Hybrid Regions
 - Mesh Operations
 - Analysis
 - Optimetrics
 - Results
 - Port Field Display
 - Field Overlays



各位平面位置的场强分布

通风口尺寸电磁泄露

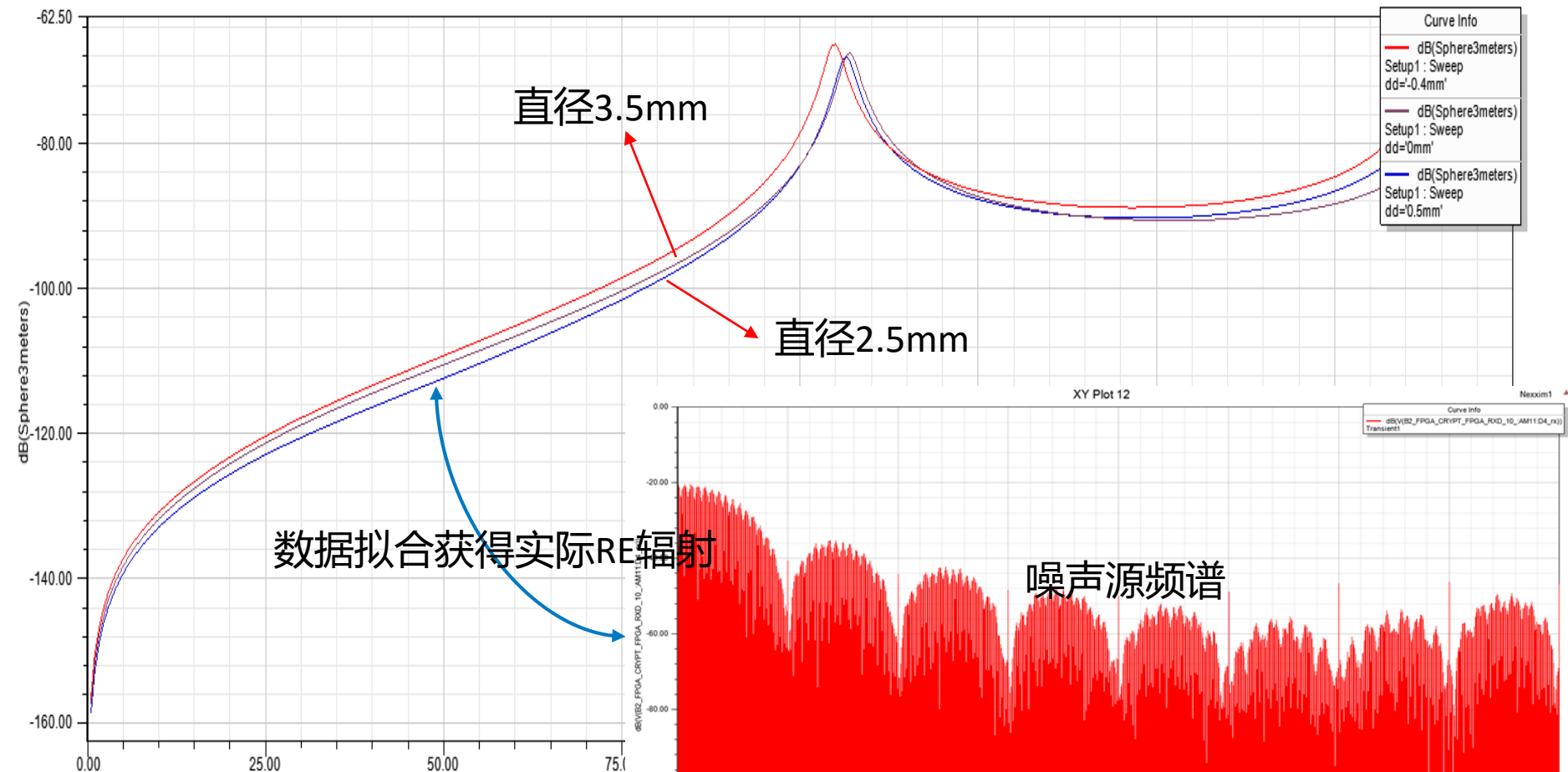
通风孔直径参数化



设备等幅激励RE

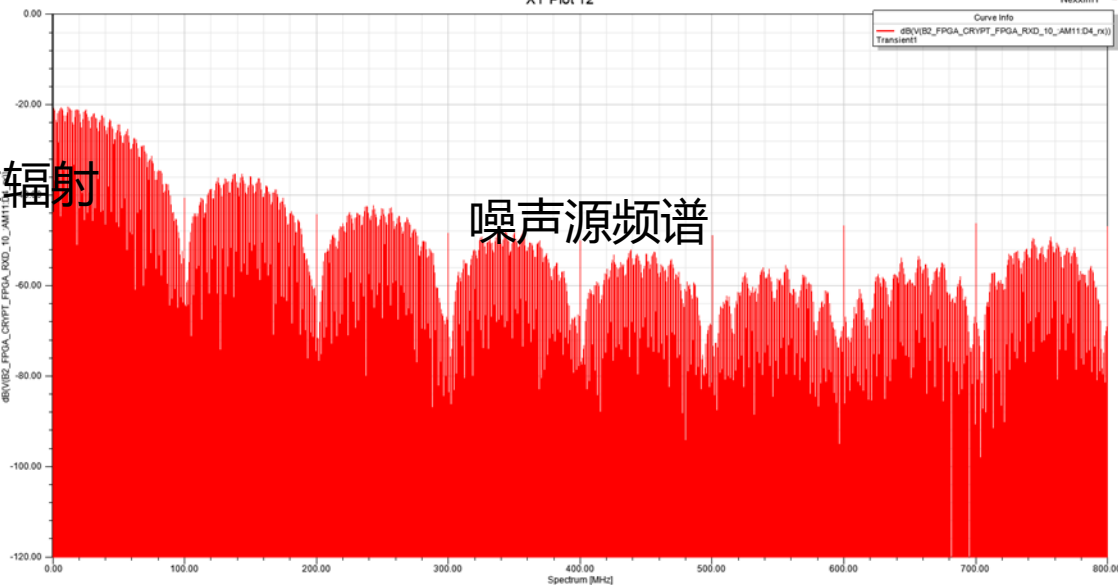
XY Plot 3

1

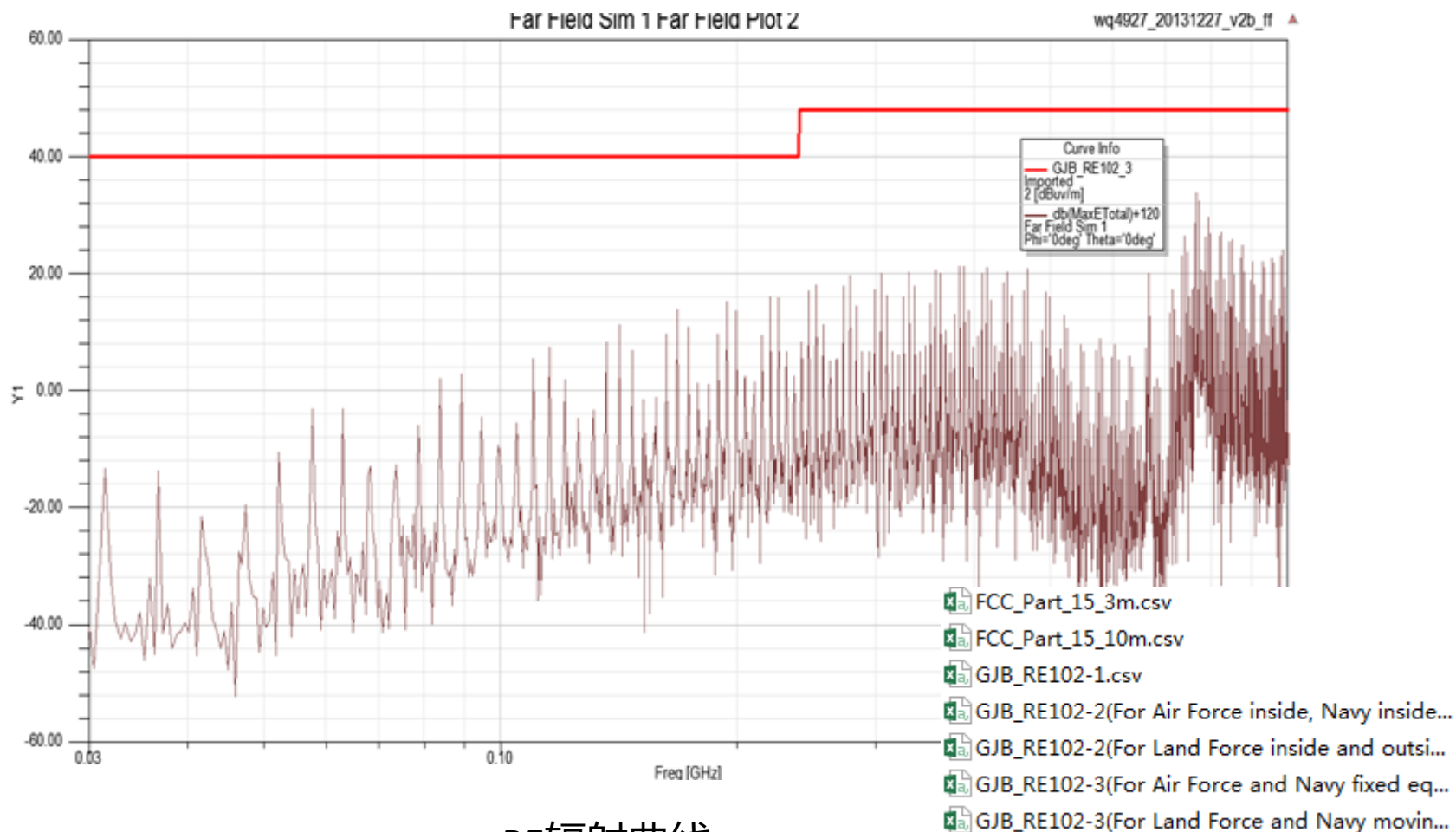


XY Plot 12

Nexxim1



设备RE102辐射



RE辐射曲线

RE标准

总结

ANSYS 电磁分析系列软件，以场路协同仿真思路建立完善的仿真系统，从而解决电子系统一系列复杂的EMC设计问题，软件包括：

- 主体模块：
 - **HFSS**: 三维结构的全波EMC仿真分析软件，解决系统EMC辐射问题
 - **Q3D**：二维/三维结构的准静态寄生参数分析软件
 - **Designer**: 电路系统仿真分析平台，与ANSYS电磁场工具协同
 - **SIWAVE**: 电路板SI/PI/EMC专用仿真分析软件，解决单板EMC问题

ANSYS®



ANSYS中国技术大会
中国·上海

感谢聆听



ANSYS-China