



电子设计解决方案 Electronics Solutions



ANSYS HFSS

ANSYS Q3D Extractor

ANSYS 2D Extractor

ANSYS Maxwell

ANSYS SIwave

ANSYS Simplorer



ANSYS 官方微信

Realize Your Product Promise®

随着制造业的发展，投入设计、生产的新技术复杂度日益增加，产品开发阶段需要验证的物理现象的范围正逐步扩大，困难程度也在不断提高。为了充分应对这些挑战，CAE 已经在各行各业中广泛应用。今天，CAE 已经是产品生命周期中不可或缺的一环，尤其是在世界发达国家，CAE 更是在各行各业中被活学活用。

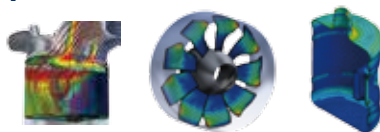
ANSYS 是一家多物理域 CAE 仿真公司，ANSYS 的软件在世界各地的公司和研究机构广泛应用于结构、流体、热、电磁场、压电、声学等

ANSYS

流体仿真

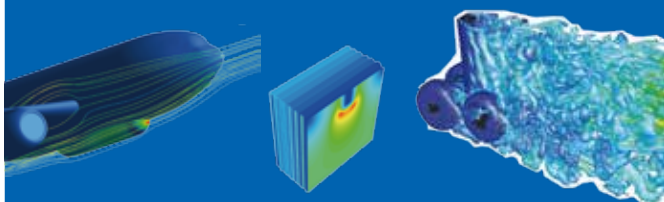
ANSYS CFD Enterprise

流体流动和传热分析软件包



ANSYS CFD Premium

通用流体流动和传热分析



ANSYS Chemkin-Pro

复杂气相反应和表面反应的建模与仿真

ANSYS Model Fuel Library

ANSYS FENSAP-ICE

飞行器结冰和除冰仿真软件

ANSYS AIM

新一代多物理场仿真平台

结构仿真

ANSYS Mechanical Enterprise

- 全面的一体化结构分析产品，并具有高级耦合仿真功能
- 集成高效建模、优化等附加模块



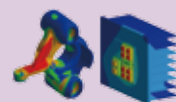
ANSYS Mechanical Premium

非线性应力分析、线性动力学仿真



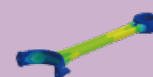
ANSYS Mechanical Pro

通用接触分析、传热、疲劳仿真



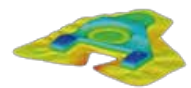
ANSYS DesignSpace

线性结构分析、稳态传热仿真



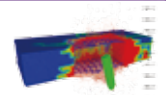
ANSYS LS-DYNA

跌落、碰撞仿真



ANSYS Autodyn

爆炸、冲击仿真



ANSYS nCode DesignLife

疲劳仿真（振动疲劳、高温疲劳、焊点疲劳等）



前处理器

几何建模工具

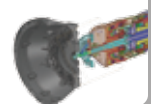
ANSYS DesignModeler

几何建模、编辑工具



ANSYS SpaceClaim Direct Modeler

3D 直接建模工具



ANSYS DesignXplorer

优化工具

ANSYS Customization Suite

客户定制化套件

ANSYS HPC

高性能计算模块

ANSYS EKM

仿真数据管理工具

ANSYS Academic

高校版本

ANSYS Workbench

ANSYS 集成操作环境

物理现象的研究。上述物理现象的组合就是耦合问题，ANSYS 软件能够根据不同的设计目的来灵活地实现这样的耦合仿真。ANSYS 提供了名为 ANSYS Workbench 的集成环境，它把前后处理器和各个领域的求解器集成在其中，用户可以在统一的环境下运行多物理域仿真分析，这是 ANSYS 的一大优势。

在日趋激烈的市场竞争下，产品开发需要先进的技术和知识。借助 ANSYS 的仿真优势，您可以事半功倍地开发具有竞争力的产品。

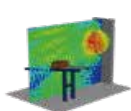
产品组成

电子设计工具

ANSYS HFSS

三维高频结构电磁场仿真

HFSS-IE Solver, HFSS-TR Solver



ANSYS Savant

(HFSS SBR+ Solver)

电大载体天线布局仿真



ANSYS Maxwell 3D

二维 / 三维低频电磁场仿真

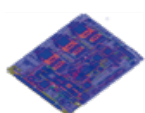
Maxwell 2D, 3D QS, 3D with Emag



ANSYS SIwave

封装与 PCB 整版的
SI/PI/EMI 仿真设计工具

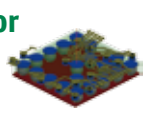
SIwave DC, PI, PSI Option



ANSYS Q3D Extractor

二维 / 三维寄生参数抽取工具

2D Extractor Option



热流体分析套件

ANSYS Icepak

电子系统散热设计仿真



电路 / 系统

ANSYS RF/SI Option

(ANSYS Designer)

电磁场、电路与系统
集成化设计仿真环境



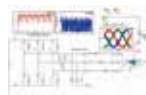
ANSYS EMIT

系统级射频干扰 (RFI) 仿真平台



ANSYS Simplorer

机电系统和电力电子
系统多维多域设计环境



Simplorer Entry, Simplorer Advanced

通用选项

ALinks for MCAD

第三方 CAD 工具接口

ALinks for EDA

第三方 EDA 工具接口

SpaceClaim

三维直接建模设计系统

Electronics HPC

EBU 产品高性能计算选项

Distributed Solve

多参数分布式并行求解选项

Electronics Desktop

EBU 产品通用前后处理器

Optimetrics

优化设计选项

DesignXplorer

多域多参数自动优化选项

Pre/Post Processor

前后处理器

专家设计工具

ANSYS RMxprt

旋转电机设计专家工具



ANSYS PExprt

变压器、电感器等
电力电子器件设计工具



芯片功耗、噪声和可靠性仿真设计工具

PowerArtist

芯片 RTL 功耗仿真、优化和设计软件



RedHawk

芯片动态电源完整性仿真与核签工具



Totem

芯片版图级功耗与噪声仿真平台



Sentinel

芯片 / 封装 / 电路板协同设计软件



高安全性嵌入式系统集成开发环境

ANSYS SCADE Suite

基于模型的控制软件建模、验证和自动代码生成环境

ANSYS SCADE Architect

基于 SysML 系统建模语言的系统建模和验证工具

ANSYS Medini Analyze

功能安全分析工具

ANSYS SCADE LifeCycle

系统 / 软件研制生命周期数据生成、
维护与研制流程管理工具

ANSYS SCADE Display

人机交互界面软件建模、验证及自动代码生成环境

ANSYS SCADE Test

模型自动化测试工具

ANSYS 的
工作环境

桌面通用环境

耦合仿真

网格生成

电磁场、电路、
系统仿真

附加模块

应用案例

通用桌面环境 (ANSYS Electronics Desktop)

在电子产品的通用桌面环境 (ANSYS Electronics Desktop) 中, 电路与系统仿真器和电磁场仿真软件无缝连接, 可以共享模型及变量, 在需要时自动执行各种电磁场仿真。设计人员可以在一个桌面上进行单个零部件及整个系统的仿真。

将所有仿真集成在一个界面上

从零部件设计到系统验证, 支持各种需求。

特性抽取

优化分析

解决方案研究

3D 电磁场
2.5D 电磁场

电磁场 + 电路
电磁场 + 系统

EMS 分析

线圈、变压器设计

无线供电

SERDES 分析

天线设计

电子产品的通用桌面环境

ANSYS Electronics Desktop

CAD 环境

→ 3D 建模

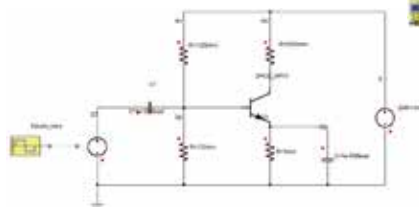
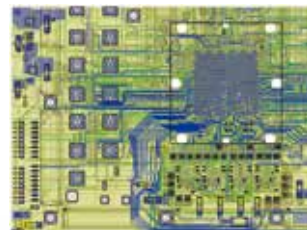
- 机械系统 CAD 数据的导入
- 采用基于 ACIS 的高性能建模器

→ 2.5D 建模

- 电子 CAD 数据的导入
- 层叠结构设计中经过优化的类 ECAD 界面

→ 电路创建

- 电路图、网表界面



材料数据库

可统一管理各种仿真所需的材料。

→ 包含典型材料的数据库

→ 对一般性材料, 可设定介电常数、电导率、磁导率和损耗角正切等参数

→ 对铁氧体材料, 可设定饱和磁化强度、G 参数和 DeltaH 等

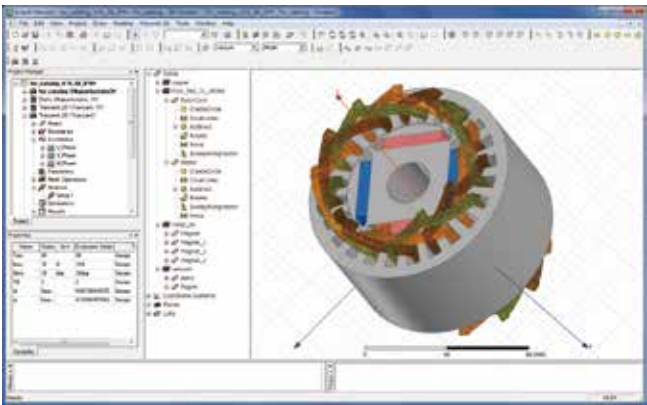
→ 支持频变材料特性和频变边界条件设置



各种参数变量

在建模的过程中可以将模型的尺寸、电流电压等参数化。可以简单地进行的参数调整。同时，进行参数化的仿真时，可以保存各参数值对应的仿真结果。

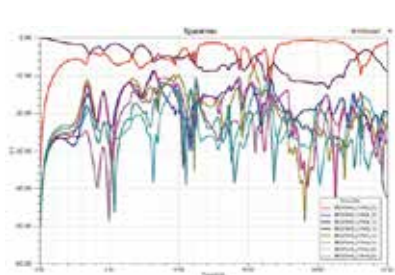
变量实例		
使用操作	参数	输入数据实例
绘建模型	尺寸（长、宽、高）、角度 ※可使用公式	$L=10\text{mm}$, $\text{Theta}=90\text{deg}$ $L * \cos(\text{Theta})$
仿真条件	电压和电流的设置 ※可使用公式	$I_{\text{max}}=100\text{A}$, $V_{\text{max}}=10\text{V}$ $I_{\text{max}} * \sin(\text{Theta})$



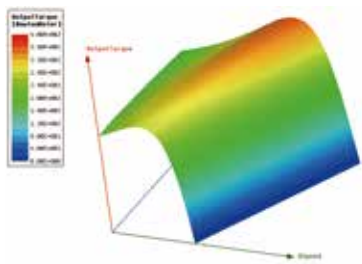
桌面通用环境

后处理

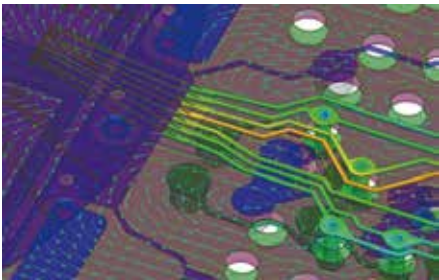
进行后处理时，可绘制各种图表和图形，包括频率响应和时间响应的曲线、电磁场分布和辐射特性。另外，利用动画功能，可进一步获取电磁波的传输状态，还可以观察模型形状因参数改变时的电磁场变化。



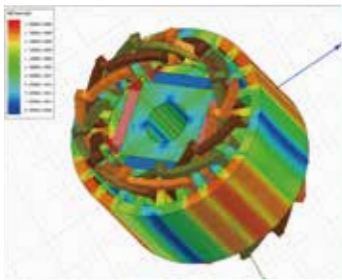
S 参数



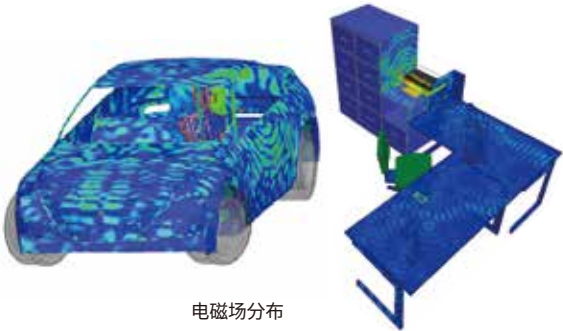
电机输出的特性



电流密度



磁通密度



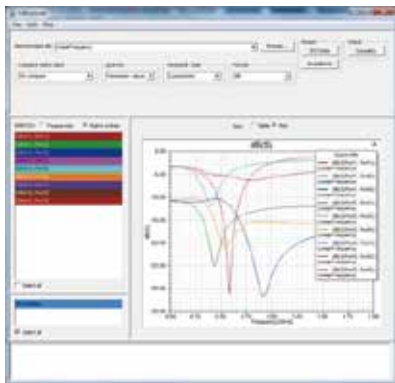
电磁场分布

Network Data Explorer

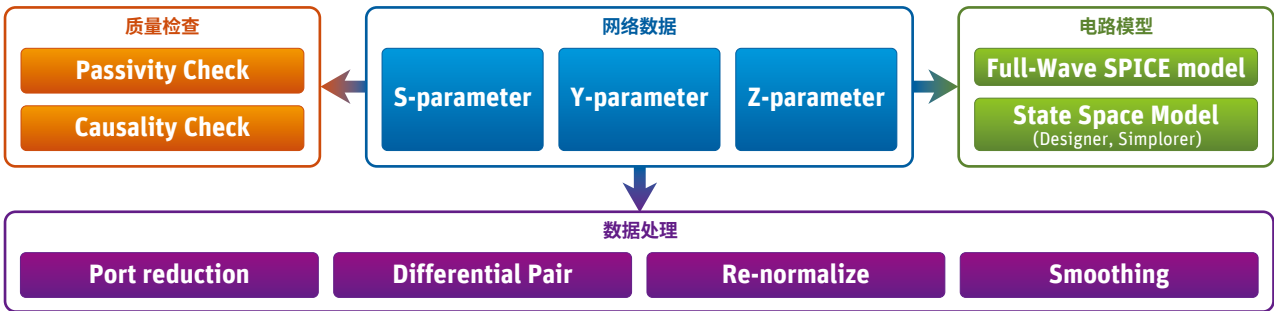
Network Data Explorer 是对 S 参数等网络数据进行处理、比较和验证的工具。

→ 主要功能

- 全波 SPICE 模型、状态空间模型（供 ANSYS Designer、ANSYS Simploter 使用）的导出
- 无源性检查、因果性检查
- 滤波功能可除去测量数据的噪声



Network Data Explorer 接口

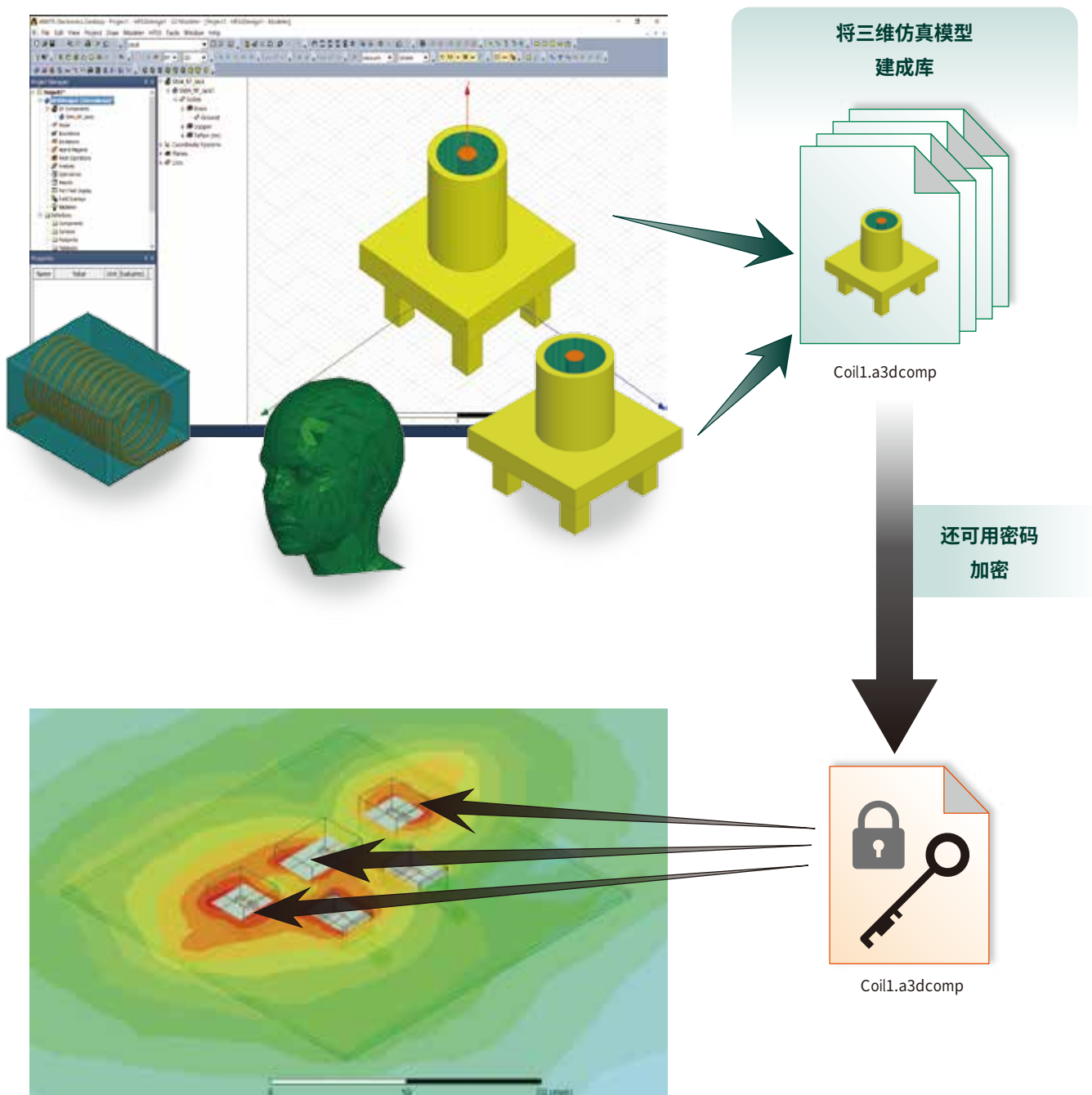


数据流程

三维仿真模型库 (3D Component Library)

连接器、天线、芯片元件等各种需要重复利用的仿真模型均可建立“三维仿真模型库”，以形成文件。模型库中除三维 CAD 信息外，还包括材料常数、边界条件、网格设置和变量列表。

此外，模型库可以通过密码对模型信息进行加密，可以在保护知识产权的情况下向第三方提供电磁场模型，企业之间可以超越障碍，进行协同设计。



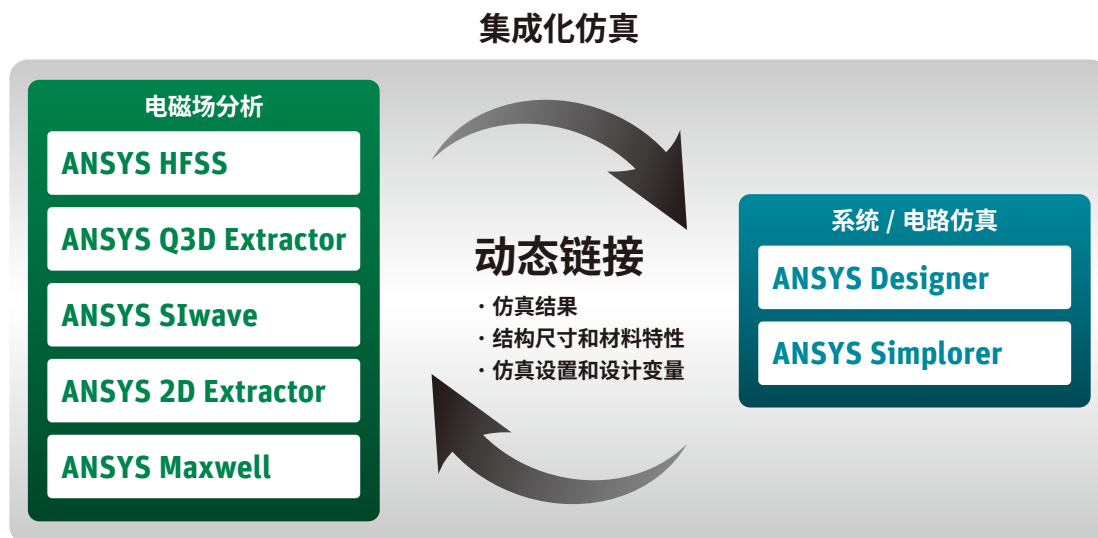
加密模型

- 只有求解器可以识别形状和材料信息
- 所有的仿真结果均考虑到了模型的结构和材料属性
- 无法显示模型内部的电磁场分布和网格信息

耦合仿真

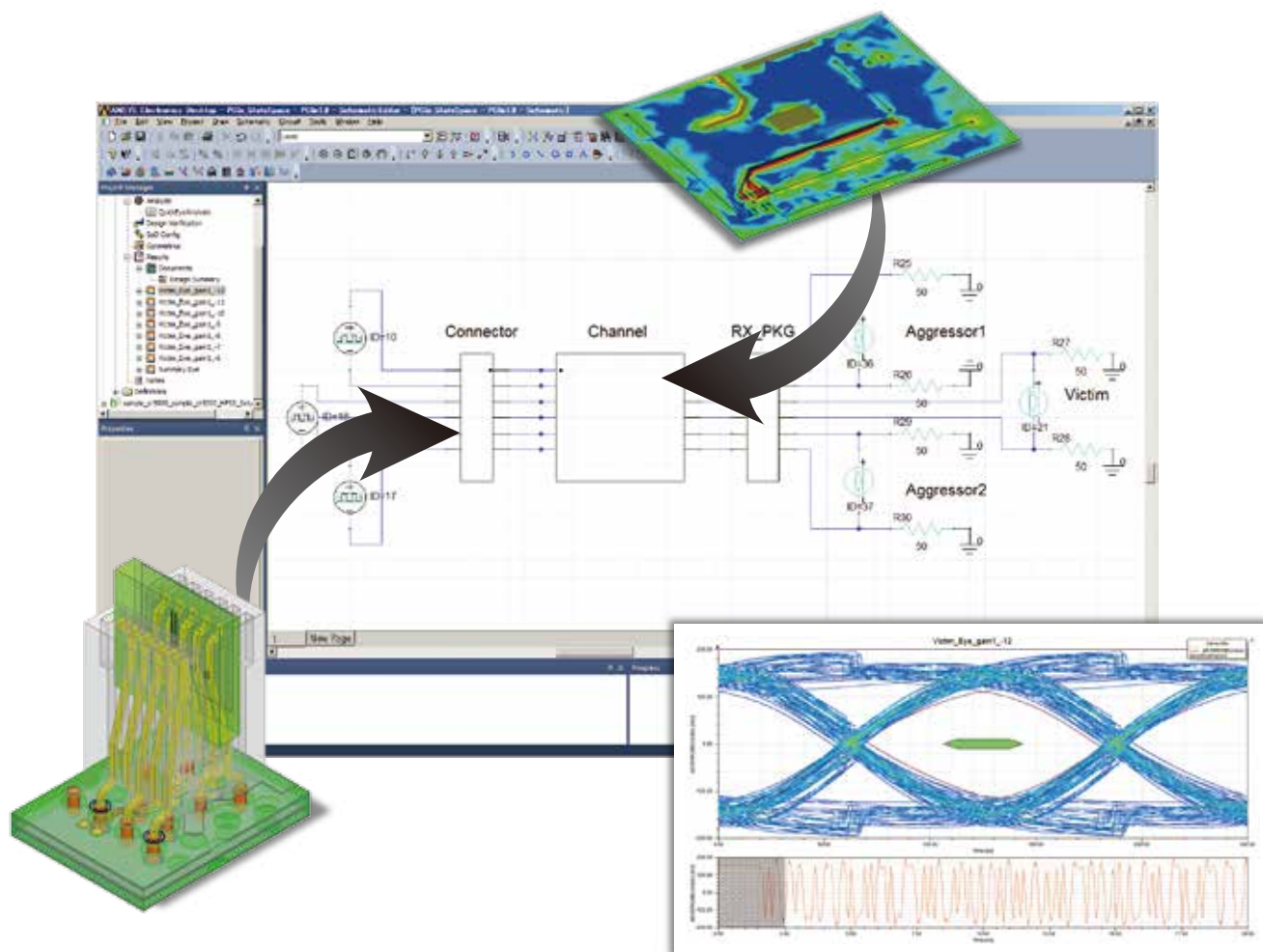
动态链接 Dynamic Link

电子产品的系统、电路分析通过与各电磁场的工具模型的动态链接，可以进行包括物理模型在内的高精度耦合仿真。此外，电子产品的电磁场仿真工具得到的数据也可以作为其它电磁场仿真工具的信息来源。



电磁场 - 电路耦合

电磁场仿真中被抽取的高精度电路模型可以直接与完整电路仿真环境耦合。除高精度的波形分析外，还可以进行各种各样的EMI/EMC仿真，如连接器或电路板上的布线导致的传导噪声或辐射噪声。



耦合仿真

ANSYS 的电磁场、电路、系统仿真产品可以与 ANSYS 的结构仿真产品，热流体仿真产品进行耦合仿真。通过 ANSYS Workbench 可以使 ANSYS 的仿真软件在集成的环境下使用，并将多个物理场相结合，从而实现多物理场解决方案。

→ 电机多物理场耦合仿真

ANSYS Maxwell 和 ANSYS CFD 的耦合仿真

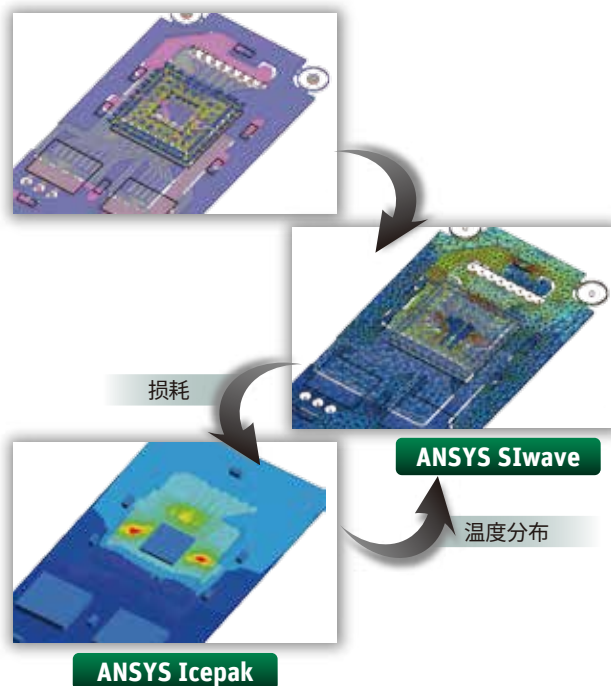
将 ANSYS Maxwell 计算出的涡流损耗或者铁芯损耗数据输入流体仿真软件 ANSYS CFD，从而计算温度的分布以及映射的损耗。



→ 印刷电路板的热流体仿真

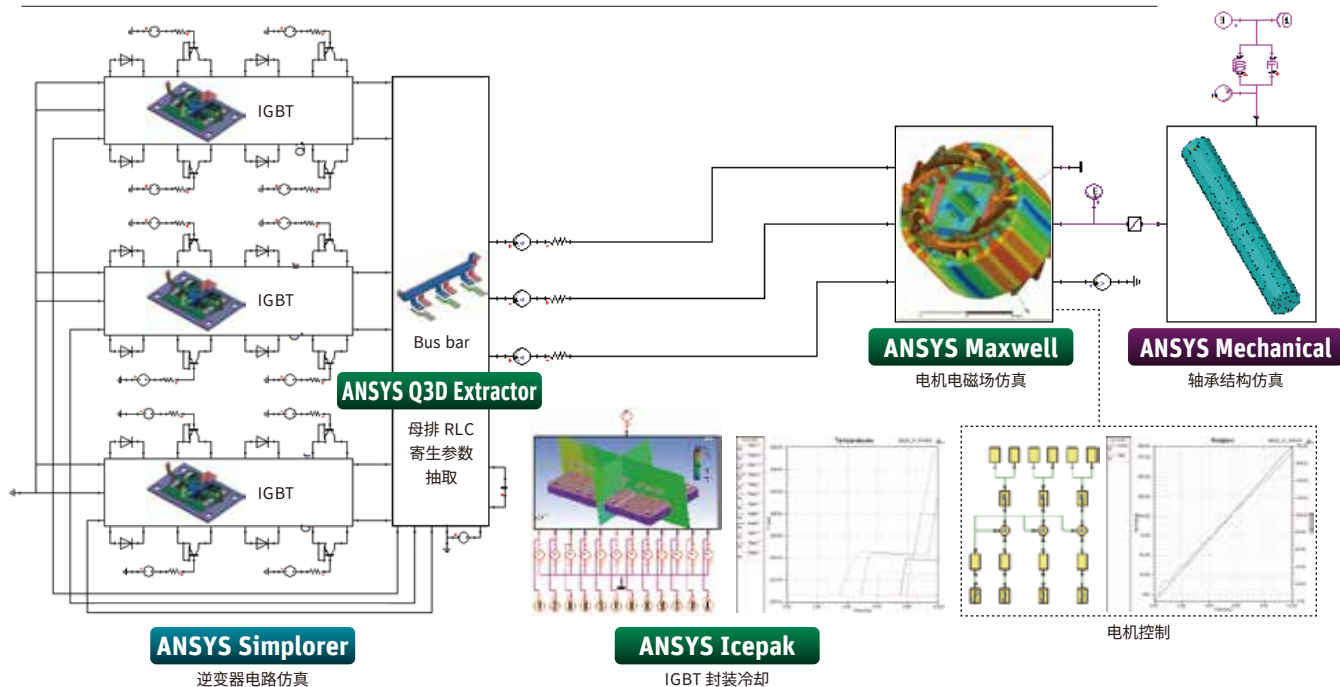
ANSYS SIwave 和 ANSYS Icepak 的耦合仿真

将 ANSYS SIwave 分析的损耗输入到 ANSYS Icepak，可以进行考虑到焦耳热的热流体仿真。同时将 ANSYS Icepak 分析出的温度分布结果输入到 ANSYS SIwave，可以得出考虑到温度相关的直流 IR 降结果。



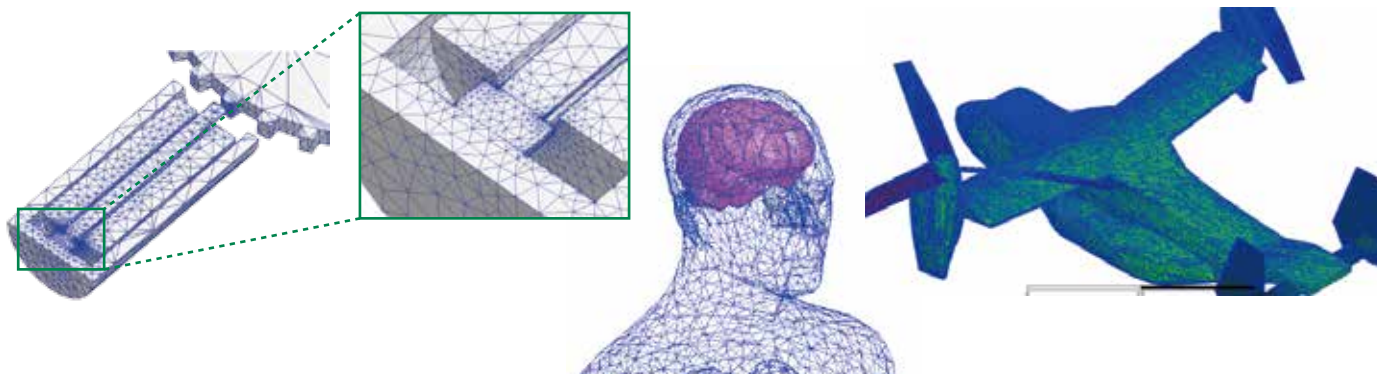
→ IGBT 的多物理场 / 多层次耦合仿真

ANSYS Simplorer / ANSYS Q3D Extractor / ANSYS Maxwell / ANSYS Icepak / ANSYS Mechanical □品



网格生成

电磁场现象由于反射、损耗、辐射等情况相互作用，因此非常复杂。若要精确地仿真复杂的电磁现象，精确的网格剖分则至关重要。ANSYS EBU 软件具有采用独特算法的自动自适应网格剖分 (Adaptive Auto Mesh) 技术, 结合混合阶单元求解 (Mixed Element Order Solution) 等功能, 从而可高效精确地仿真电子产品。



自动自适应网格剖分

HFSS

Q3D Extractor

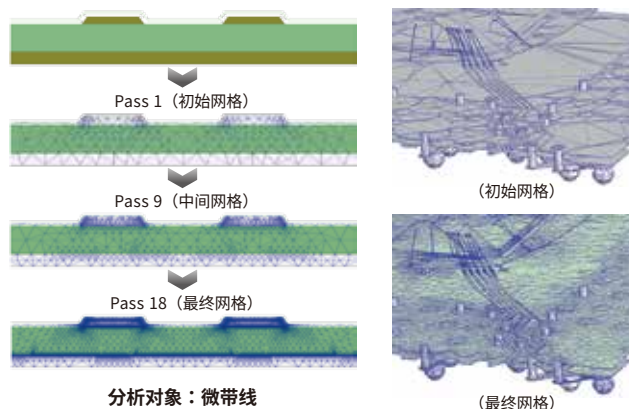
2D Extractor

Maxwell

SIwave

PlanarEM

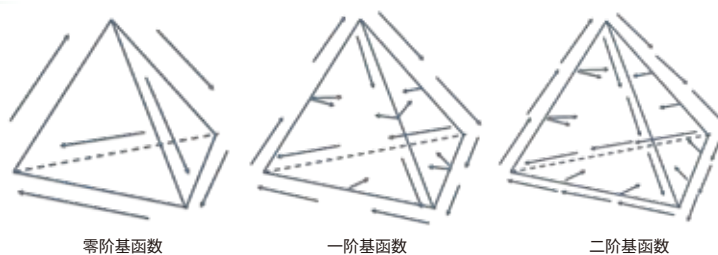
Adaptive Auto Mesh 在分析电磁场的同时采用了最优化的网格生成算法, 可以自动地生成用于精确计算的网格。即便工程师在不了解复杂电磁场现象的情况下, 也能进行高精度的电磁场分析。



混合阶单元求解

HFSS

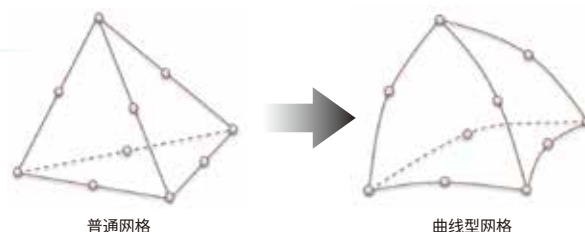
ANSYS HFSS 有限元求解时采用的基函数, 可以根据需要自由选择零阶至二阶。3 种基函数也可以在同一模型中混合使用, 对于电尺寸小的器件和电尺寸大的结构共存的模型, 可实现快速精确求解。



曲线型网格

HFSS

曲线型网格单元 (Curvilinear Mesh) 的边缘可以是曲线, 以避免曲面模型被细密网格剖分。对于包含曲面的模型, 如振荡器这种曲面结构对性能影响很大的模型, 可以实现高速精确求解。



模型分辨率

HFSS

Q3D Extractor

Maxwell

PlanarEM

电磁场分析中使用的 CAD 模型可以不完全等同于原始模型, 对模型进行某种程度上的简化, 可以大大提高求解效率。使用模型分辨率 (Model Resolution) 可以指定生成的最小网格边长, 以快速实现模型简化。



电磁场、电路与系统仿真

ANSYS HFSS

三维高频电磁场仿真软件

ANSYS HFSS 是针对所有频率的三维电磁场仿真工具，面向直流到光学的所有频段。它包含了行业标准有限元法求解器为代表的多种求解器，可以解决各类电磁场仿真问题。ANSYS HFSS 提供了先进的仿真环境，具有直观易用的 GUI、自动自适应网格剖分、及高性能计算求解器。

应用范围

· RF 组件 · 信号完整性 · 光学器件 · 天线 · EMC 等等

功能

→ 求解引擎

- 全波有限元法 (FEM) 求解器
 - 采用四面体切向有限元法，完全排除奇异解
 - 可以自由选择零阶到二阶及混合阶基函数
 - 直接法或迭代法矩阵求解器
 - 3 种自适应网格剖分求解方式 (单频点 / 多频点 / 宽带自适应)
 - 根据不同用途的 3 种扫频方式 (离散 / 快速 / 插值)
- 间断有限元瞬态 (Transient) 求解器
- 三维矩量法积分方程 (IE) 求解器
- 物理光学法 (PO) 求解器
- 可解决超大规模无线电传播问题的弹跳射线法 (SBR+) Savant 求解器
- 有限元法，积分方程法，物理光学法及弹跳射线法的混合算法求解器 (Hybrid Solver)
- 区域分解并行处理的域分解算法 (DDM)
- 本征模 (Eigenmode) 求解
- 特征模 (Characteristic Mode) 求解器
- 针对 PBC、IC 的有限元求解器
- 线性电路仿真

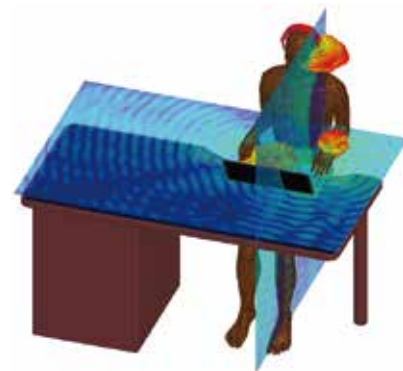
→ 输出结果

- S/Y/Z 参数
- 差模 / 共模传输特性
- Touchstone 文件、Spice 网表
- TDR
- 端口面的传播模式和端口阻抗
- 辐射特性 (方向图、增益、1/3/10m 辐射场强)
- 单站、双站 RCS
- 电磁场分布显示 (标量场、矢量场)
- SAR

→ 附加模块

- Transient Solver
- IE Solver
- ALinks for EDA
- ALinks for MCAD
- Pre/Post Processor
- Savant Solver
- Optimetrics
- Distributed Solve
- ANSYS Electronics HPC/HPC Pack
- SI Option
- RF Option

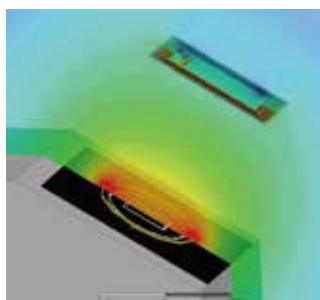
※ 关于 SI、RF Option，敬请参见 ANSYS Designer (第 13 页)。



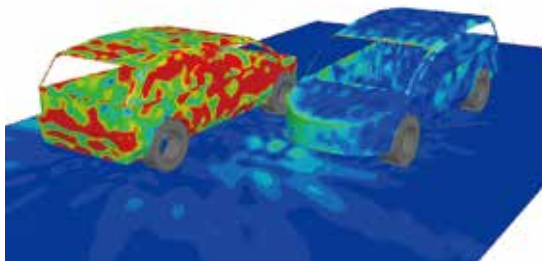
特点

→ 针对各种问题进行稳定而精确的仿真

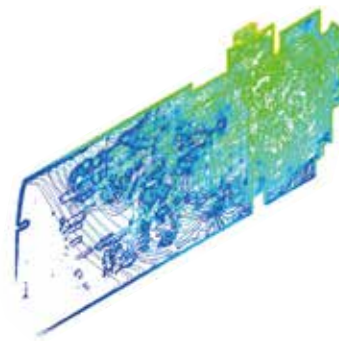
- 严格遵循 Maxwell 方程式进行仿真
- 自动生成满足高精度仿真的网格



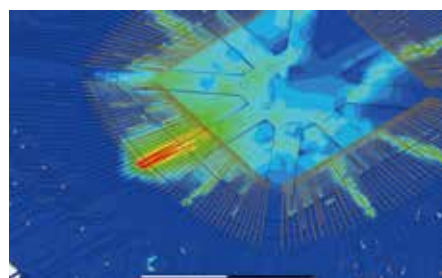
RFID



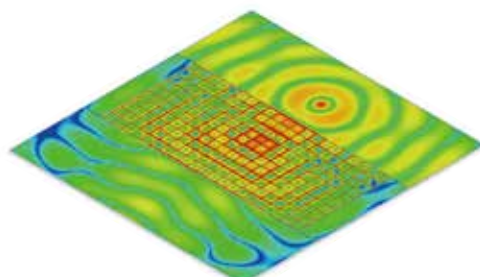
车辆间通信



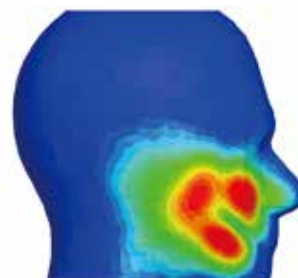
印刷电路板的 ESD



印刷电路板和封装



超材料



SAR

最先进的仿真技术

→ 宽带自适应网格划分 (BAM)

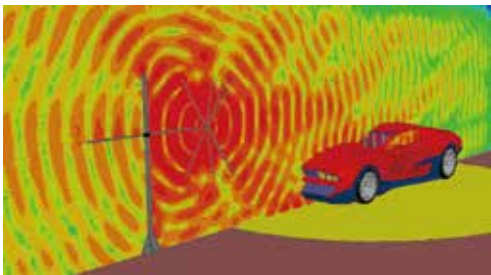
对频段内多个频点同时作为求解频率并行进行网格自适应划分,生成整个频段均适用的可靠保真网格。多频点可由用户指定,也可有软件智能选取。极大提升宽带问题分析精度。



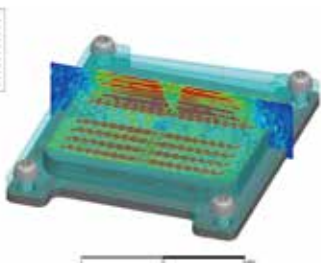
BAM 分析设置

→ 区域分解法 (DDM)

将大型仿真模型划分区域,由多台计算机进行分布式求解。支持使用混合算法求解器。



整车干扰



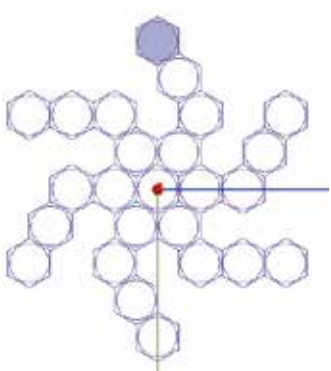
毫米波雷达

→ 有限大阵列 Finite Array

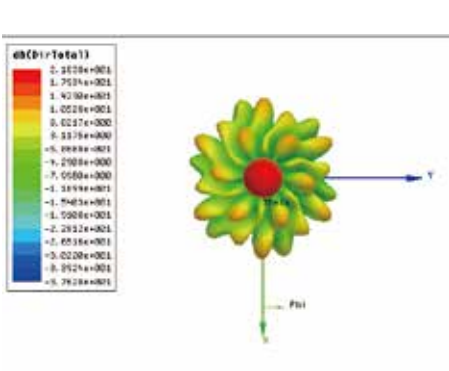
- 针对阵列天线等有限大周期结构的仿真功能
- 单元位置可以自由地布局
- 使用区域分解技术,精确地仿真实际的阵列结构
- 考虑到阵列结构边缘效应的高精度仿真



单元布局界面



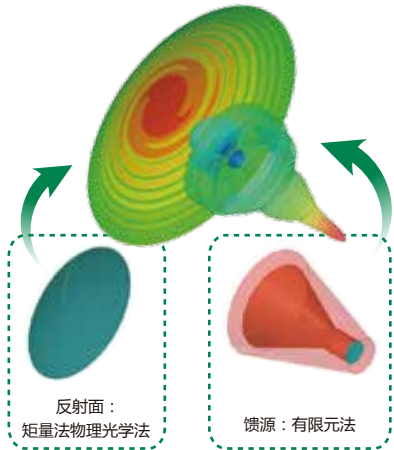
实际仿真的模型



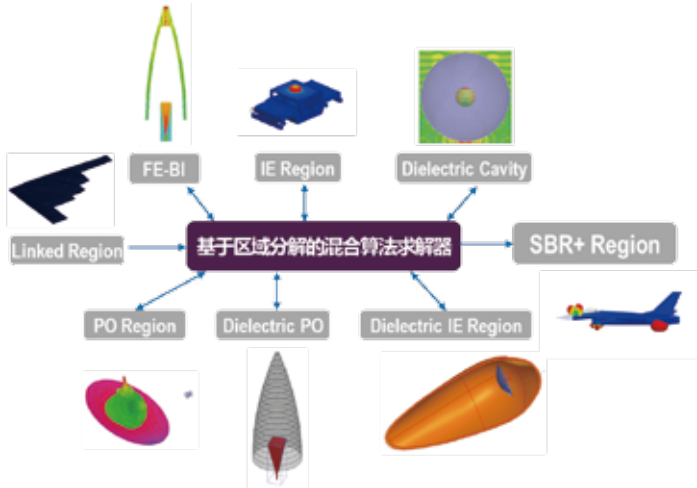
仿真结果 (定向性方向图)

→ 混合算法求解器

在不牺牲精确度的情况下进行仿真,可以大幅度缩短仿真所需的时间。



抛物面天线

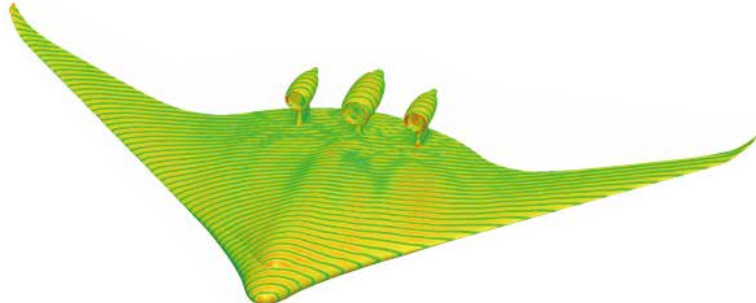


电磁场、电路、系统仿真

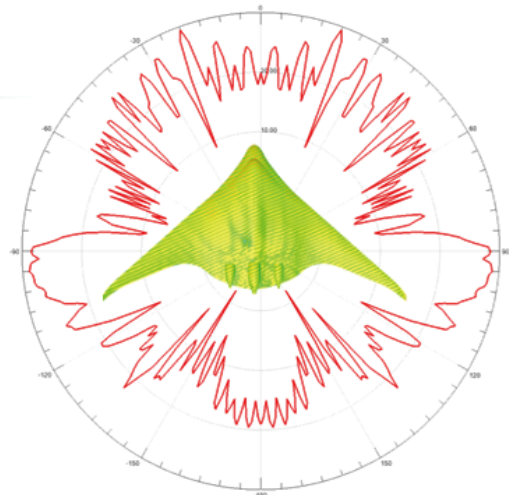
ANSYS HFSS

最先进的仿真技术

→ IE (矩量法) PO (物理光学法)
高效仿真天线和电磁波的散射特性 (RCS)

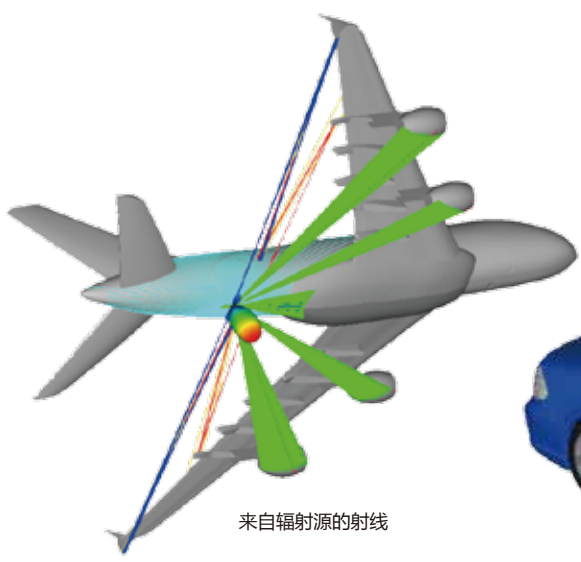


飞机的 RCS

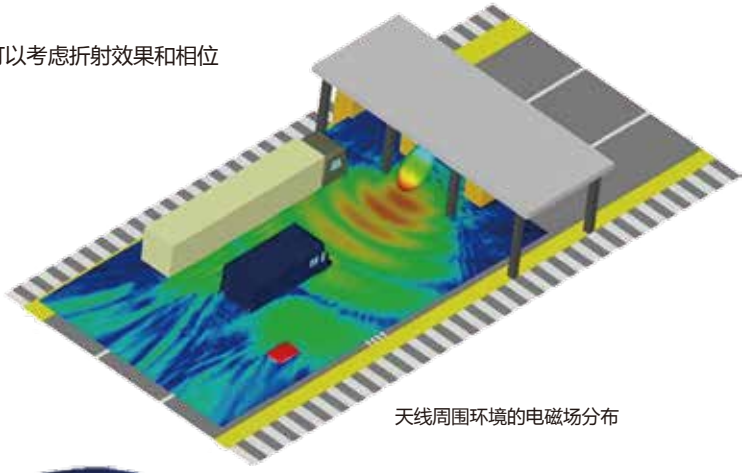


RCS 特性

→ Savant (SBR+, 弹跳射线法)
· 高效仿真超大规模电磁传播问题。仿真射线的多重反射时，可以考虑折射效果和相位
· 计算射线、辐射增益、传播特性及电磁场分布
· 可以导入 ANSYS HFSS 得到的天线特性进行仿真



来自辐射源的射线



天线周围环境的电磁场分布

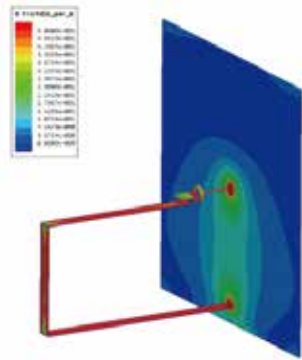


包含车体和保险杠影响效应的毫米波雷达

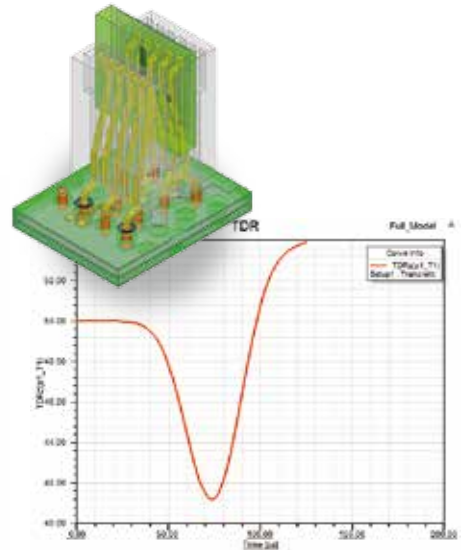
→ Transient Solver (瞬态求解器)
仿真时间响应的电磁场



雷电击中直升机



ESD 枪向机箱注入噪声



实时 TDR 曲线

电磁场、电路、系统仿真

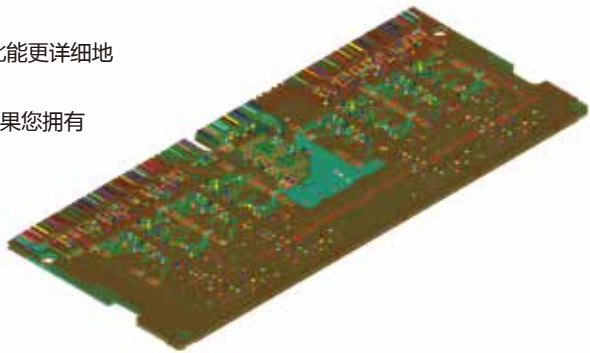
专门用于 PCB/IC 的 HFSS 3D Layout 仿真环境

HFSS 3D Layout 是一种专门用于层叠结构模型（如 PCB、IC）的仿真环境。

以 Stackup Editor 表示层叠结构，可以高效编辑布局。

此外，可以通过在布局上增加元件的 S 参数和等效电路进行电磁场仿真，因此能更详细地评估实际的 PCB 电气特性。

另外，专门针对 3D Layout 的网格算法（Phi Mesh）可以快速生成网格。如果您拥有 ANSYS HFSS 的 License，所有这些功能均可以使用。

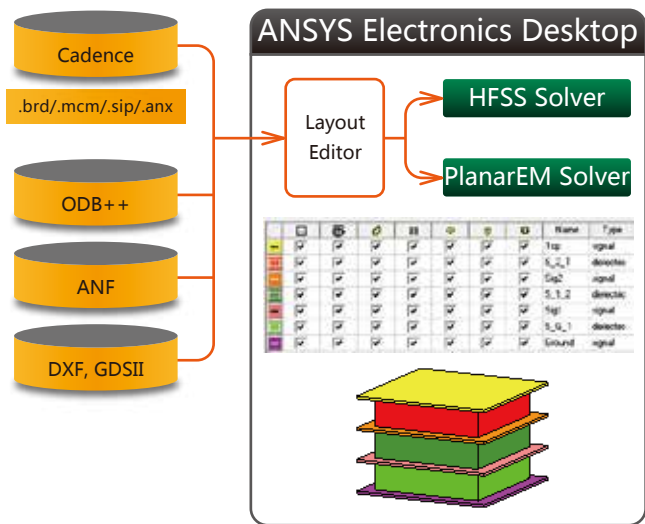


→ 布局编辑器

- 通过 Stackup Editor 可以轻松定义层结构
- Cadence APD/Allegro/SiP、ODB++ 的导入功能（附加模块）
- DXF、GDSII、ANF 的导入 / 导出功能
- 键合线、焊球建模功能
- 直接生成 HFSS/Q3D Extractor 项目功能

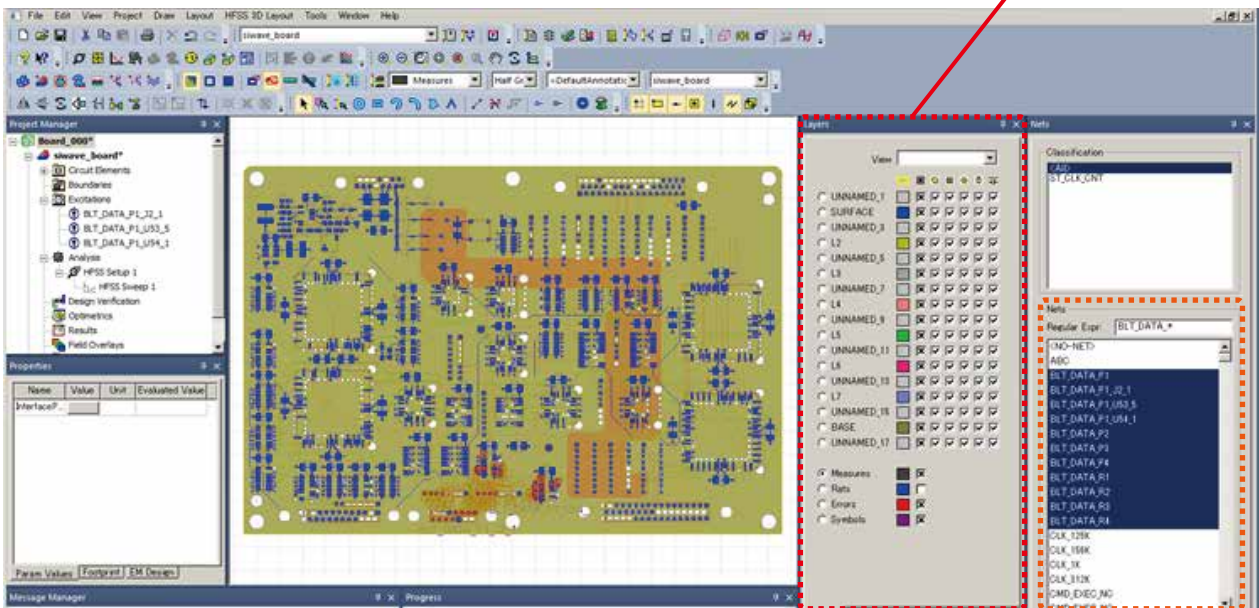
→ 输出结果

- S/Y/Z 参数
- 差模 / 共模传输特性
- Touchstone 文件、Spice 网表
- TDR
- 端口面的传播模式和端口阻抗
- 辐射特性（方向图、增益、1/3/10m 辐射场强）
- 电磁场分布显示（标量场、矢量场）



电磁场、电路、系统仿真

类似电子的层叠设置 GUI



可以基于 Net 进行显示和建模

HFSS 3D Layout GUI

ANSYS RF 和 SI Option (ANSYS Designer)

电磁场、电子电路和系统综合设计平台

ANSYS Designer 是支持在统一环境中进行系统、电路、电磁场仿真的产品。它可以支持 ANSYS 的各种电磁场仿真工具在集成环境中协同仿真，以及实现快速高精度电路和系统仿真。还有可选界面，以及适用于 SI 仿真、RF 仿真的求解器。

应用范围

- 信号完整性、电源完整性分析（高速串行通道等）
- RF、微波电路（振荡器、放大器等）
- 无线系统（收发器等）
- EMI、EMC 仿真

功能

→ 打包方式和功能

	ANSYS Designer Pre/Post	ANSYS RF Option	ANSYS SI Option
电路图编辑器、布局编辑器	●		
线性电路分析	●		
电路 DC 分析	●	●	●
TRL 工具	●		
史密斯工具	●		
滤波器综合工具	●		
DDR Virtual Compliance Kit	●		
系统分析		●	
PlanarEM (矩量法 2.5D 电磁场求解器)		●	
谐波平衡分析、振荡器分析、包络分析		●	
EMIT (无线系统干扰预测软件)		●	
电路瞬态分析		●	●
QuickEye/VerifEye IBIS-AMI 分析			●
通过 HSPICE 引擎进行的分析			●
2D Extractor GUI、求解器 (注 1)			●
HFSS 瞬态求解器 (注 2)			●
与 ANSYS 电磁场工具进行的协同仿真	●	●	●

(注 1) 2D Extractor 求解器请参见 ANSYS 2D Extractor 页面 (第 15 页)。

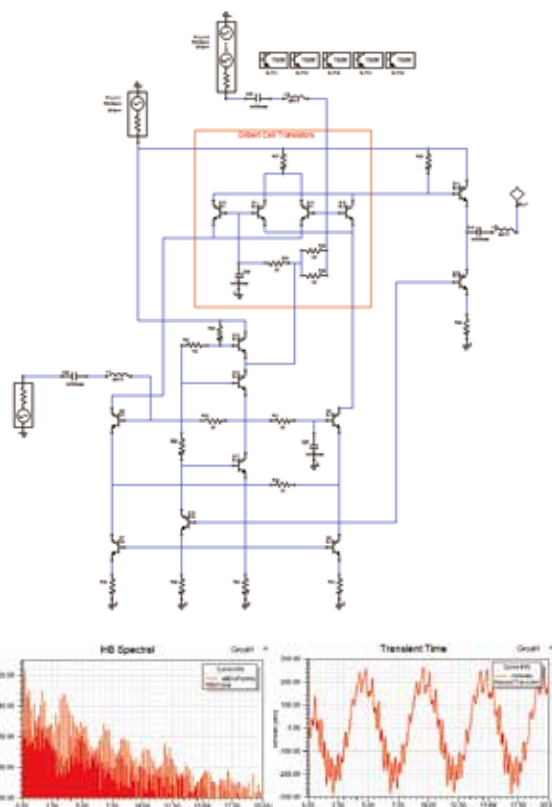
(注 2) HFSS 瞬态求解器请参见 ANSYS HFSS 页面 (第 11 页)。

→ 桌面 (参见第 3-5 页通用桌面环境)

- 电路创建
 - 电路图界面
 - 网表界面
- 模型支持
 - 半导体模型
 - 双极晶体管、FET (MOSFET、MESFET)、二极管等
 - IBIS
 - IBIS、IBIS-AMI
 - S- 参数
 - 实测、电磁场仿真结果
 - 传输线路模型
 - W-element、微带线、同轴电缆等
 - Verilog-A
 - 其他众多标准模型

→ 求解引擎

电路
通过改进节点法进行时域和频域仿真
系统
通过行为级建模进行时域和频域仿真



→ 附加模块

- HFSS Solver
- ALinks for EDA

→ 输出结果

电路

- S/Y/Z 参数
- 噪声系数 NF
- 电流、电压波形
- 频谱
- 眼图
- 互调失真 IMD
- 负载牵引等高线图
- 星座图

系统

- S/Y/Z 参数
- 噪声系数 NF
- 电压波形
- 频谱
- 眼图
- 互调失真 IMD
- 星座图

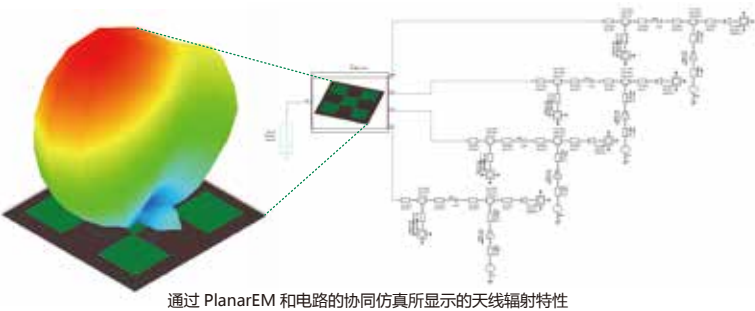
→ 电路与电磁场的协同分析

- 动态链接 Dynamic Link
 - ANSYS HFSS
 - ANSYS Q3D
 - ANSYS SIwave
 - PlanarEM
- 激励推送 Push Excitation
 - ANSYS HFSS
 - ANSYS SIwave
 - PlanarEM

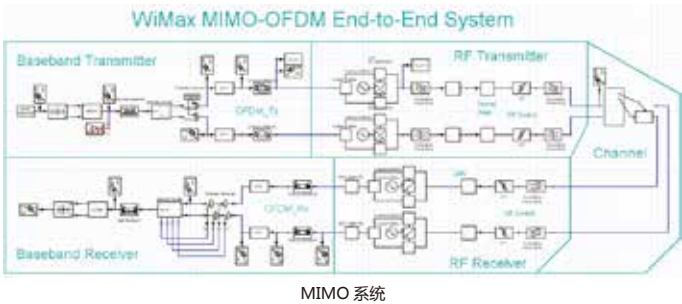
特点

- 快速、高精度的 Spice 仿真器
 - 在包含 S 参数的电路中使用了 ANSYS 独有的状态空间模型，从而实现了可以应用无源性和因果性的快速高精度瞬态分析。
 - 采用高性能计算求解器，可以稳定仿真包含多个单元的电路。
 - 通过使用高度收敛的求解工具，实现了不受数量限制的谐波平衡分析。
 - 与 HSPICE 和 Spectre 相互兼容，器具模型和网表可以继续使用现有的电路数据。
 - 可以使用 HSPICE 接口，HSPICE 也可以作为仿真引擎使用。

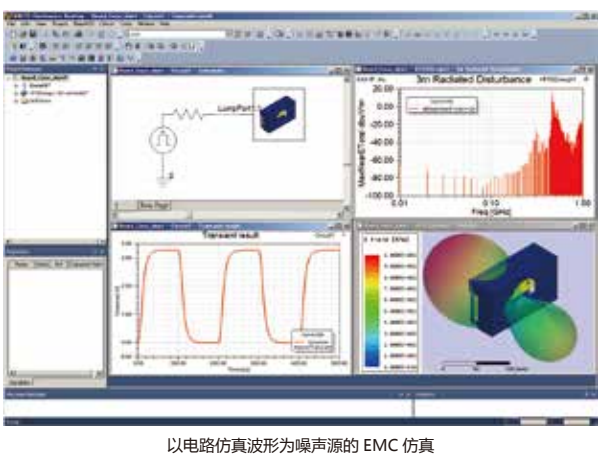
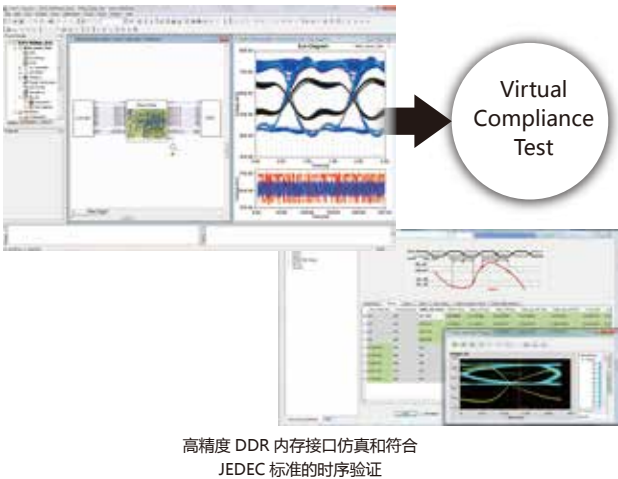
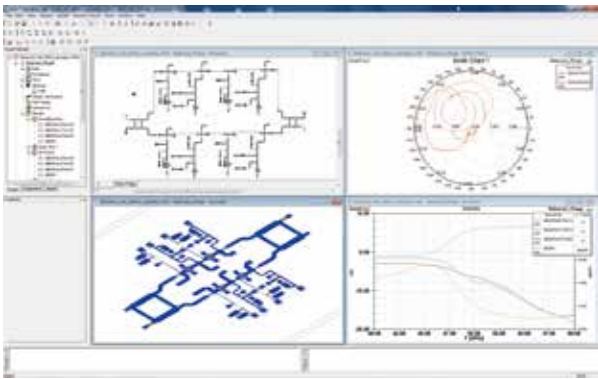
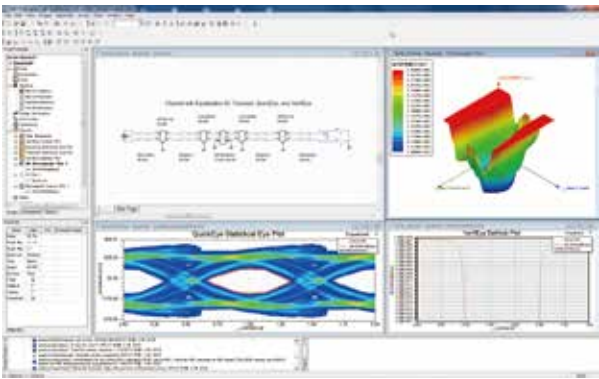
- 无缝的电路与电磁场耦合
 - 通过与电磁场仿真器的参数协同仿真，使用电路仿真器的数据插值功能，可以计算大量参数值。
 - 根据电路运行时的电流、电压的条件确定电磁场仿真的激励条件，通过激励推送（Push Excitation），可以求出设备实际运行时的电磁场分布情况。



- 集成于电路仿真器的系统仿真引擎
 - 在电路仿真器中加入系统模型，可以实现与电路模型的无缝合作，可以仿真在频域和时域中的特性。



应用案例



电磁场、电路、系统仿真

ANSYS Q3D Extractor、ANSYS 2D Extractor

电子器件寄生参数抽取软件

ANSYS Q3D Extractor 可抽取电子器件的导体结构寄生参数 (RLCG) 生成 SPICE/IBIS 模型。针对 BusBar、电源模块、半导体装封、连接器等三维结构；PCB 走线和电缆的横截面形状，均能提供最优的 3D/2D 分析引擎，并考虑趋肤效应、损耗和表面粗糙度的影响，进行高精度的电磁场分析。

应用范围

- TSP 触屏
- 功率电子
- 电源转换
- 电缆

功能

→ 求解引擎

- 准静态电磁场仿真
- Q3D (CG、ACRL 求解)：三维边界元求解技术
- Q3D (DCRL 求解)：三维有限元法
- 2D 仿真：二维有限元法
- 自动自适应网格 (参见第 8 页)

→ 输出结果

- RLCG 参数矩阵
- 2D：Z₀、串扰系数、传输速度、延迟、衰减、有效介电常数、有效波长
- 场分布
 - Q3D：电势 (仅 DCRL 分析)、电荷、电流、损耗密度
 - 2D：电势、电荷、电流、损耗密度、电场、磁场
- 模型生成
 - SPICE 模型：HSPICE、PSPICE、Simplorer、其它
 - 阶梯型
 - 全波 SPICE (参见第 4 页)
 - HSPICE W-Element (2D)
 - IBIS 模型
 - 封装模型 (Q3D)、ICM
- Touchstone、Spreadsheet、Matlab

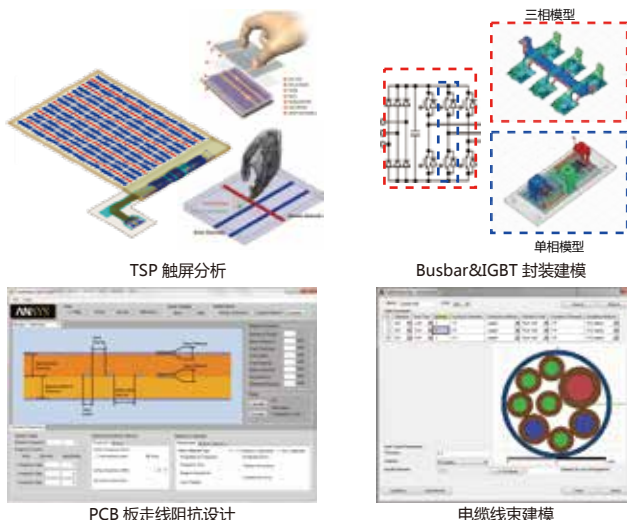
→ 桌面 (参见第 3-4 页通用桌面环境)

特点

→ 准静态电磁场仿真

电场仿真时抽取电容和电导参数，磁场仿真时抽取电阻和电感参数。用 Q3D Extractor 仿真非均匀结构时，信号在结构上的传输路径长度相对于信号波长来说要足够小。

※ANSYS 2D Extractor 以及 W-Element 模型适用于 TEM 波，可以应用于更宽泛的频率范围。



→ 其它

- 可设定 2D 的薄片导体 (薄导体边界)
- 考虑材料特有的频变特性
- 考虑趋肤效应和邻近效应
- 考虑表面粗糙度 (2D)
- 分析磁性材料 (有限制)
- 支持脚本 (VB Script、JAVA、IronPython)
- Simplorer Entry
- 与 ANSYS Designer、ANSYS Simplorer 动态链接
- Network Data Explorer (参见第 4 页)
- 与 ANSYS Mechanical (热传递、结构分析) 的耦合仿真、与 ANSYS Icepak (热流体分析) 的耦合仿真

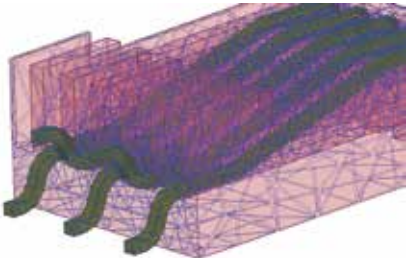
→ 附加选项

- ANSYS ALinks for EDA/MCAD (参见第 29 页)
- ANSYS Q3D Extractor 3D Solver, 3D 求解引擎
- ANSYS Q3D Extractor Pre/Post Processor, 前后处理器
- ANSYS 2D Extractor Option, 二维分析模块
- ANSYS Optimetrics (参见第 29 页), 设计优化
- ANSYS Distributed Solve (DSO) (参见第 30 页), 分布式并行优化
- ANSYS Electronics HPC/HPC Pack (参见第 30 页), 分布式并行求解

→ 求解技术 (ANSYS Q3D Extractor)

ANSYS Q3D Extractor 对于不同的求解类型，采用不同的求解方法和网格策略，能够在短时间内以更少的内存得到高精度的 RLCG 参数。

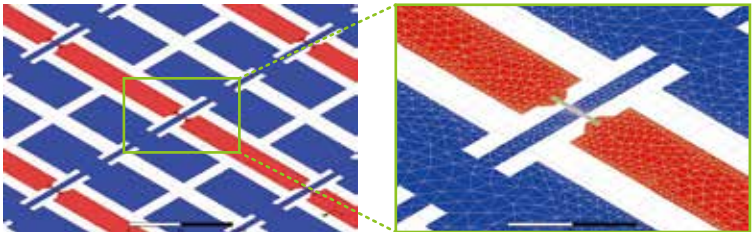
求解类型	绝缘介质	涡流	求解方法	网格
电容 / 电导 CG	生成网格	-	边界元法	三角形 导体和绝缘介质表面
直流电阻 / 电感 DC RL	不生成网格	不考虑 (几乎无影响)	有限元法	三角形 导体内部
交流电阻 / 电感 AC RL	不生成网格	需要考虑	边界元法	三角形 导体和绝缘介质表面



分析电容和电导参数时的网格，网格在绝缘介质和导体表面生成

→ 可设定 2D 的薄片导体 (薄导体边界)

在进行 ANSYS Q3D Extractor 分析时，可将 2D 薄片导体设定为 Thin Conductor 边界。对于触摸屏或者芯片设计中的重新布线层 (RDL) 等纵横比很大的结构而言，可节省大量分析时间。

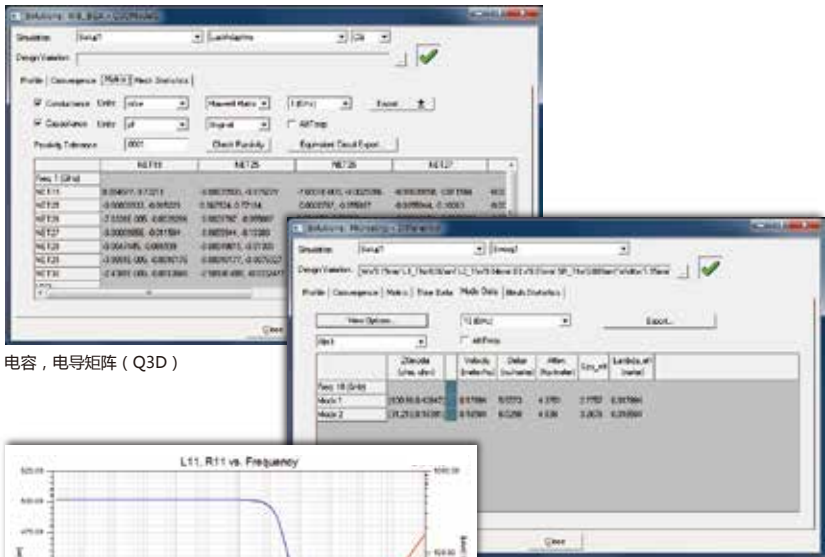


金属薄层结构形成触摸屏电极，采用三角形网格划分

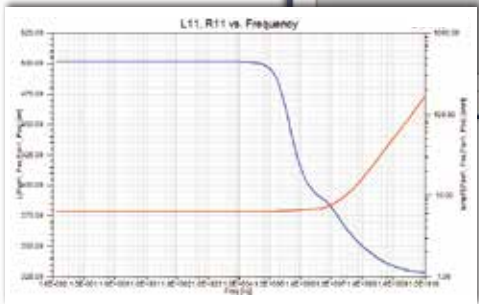
→ 仿真结果

仿真结果除 RLCG 矩阵外，可以用频率特性的曲线图、电流、电势、电荷等各种方式表示 (参见第 6 页)。也可通过 RLCG 轻松生成各种格式的 SPICE/IBIS 模型。

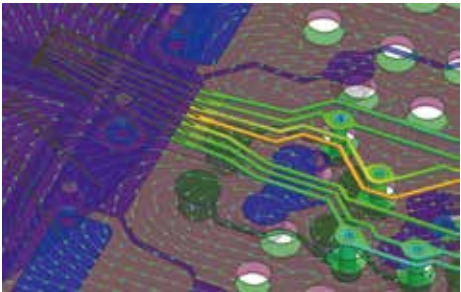
参数矩阵和模型生成



电容，电导矩阵 (Q3D)

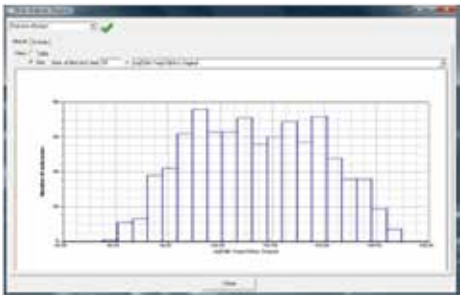


电阻，电感的频率特性 (2D)



信号的电流密度分布和接地电流矢量 (Q3D)

Z₀、传输速率，延迟，衰减，有效介电常数，有效波长 (2D)



考虑制造公差导致的差分特性阻抗变化 (2D、Optimetrics : 统计分析)



电磁场、电路、系统仿真

ANSYS SIwave (ANSYS ALinks for EDA)

面向 PCB、BGA 封装的 SI、PI 和 EMI 分析软件

ANSYS SIwave 是针对芯片 (Chip)、封装 (Package) 和电路板系统 (System) 协同分析的 ANSYS CPS 解决方案中的核心软件。在芯片模型的配合下,对板上信号和电源网络进行端到端的完整路径分析,分析信号完整性 (SI)、电源完整性 (PI) 和电磁干扰 (EMI)。内嵌多种针对叠层结构优化的电磁场算法,以及晶体管级电路求解器。支持 ANSYS 特有的场路协同技术 (动态链接和激励推送)。向导式的仿真过程极大提升了仿真自动化,完善的多物理拓展能力确保电路板系统可靠性设计。

ANSYS ALinks for EDA 是一个可将第三方电子 CAD 数据输入电磁场仿真软件的界面。如欲了解更多详情,敬请参见此图标的部分。

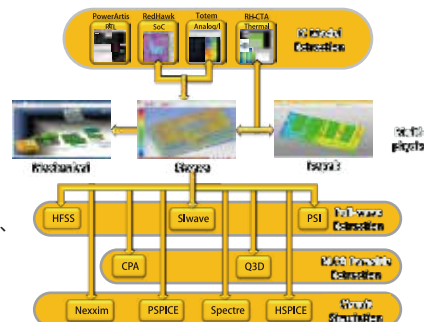
ANSYS ALinks for EDA 通用

应用范围

· 印刷电路板: 单板、单板 + 扣板 · BGA 封装: wire bonding、flip chip、SiP、

功能

→ 打包方式和功能



功能\产品	SIwave-DC	SIwave-PI	SIwave
第三方 EDA 设计导入 (包括 dxf/gds 等)	●	●	●
SIwave 和电子桌面 3D Layout 界面	●	●	●
Leadframe 封装模型编辑器	●	●	●
电源网络直流电阻求解 (自动自适应网格迭代)	●	●	●
SYZ 参数模型处理 (对比、因果性、降阶和 SPICE 模型转换等)	●	●	●
带检测位置的多相电源网络分析	●	●	●
电源网络直流分析 (电压降、电流密度 / 功率密度分布和过孔通流; 与 Icepak 双向电热耦合分析、与 Mechanical 电热力可靠性分析)	●	●	●
电源网络交流阻抗分析		●	●
电源 / 地层间谐振分析		●	●
电源网络交流噪声耦合分析		●	●
BGA 封装 RLCG 参数高精度提取 (CPA & Q3D solvers)		●	●
电源网络去耦电容自动优化		●	●
参数化 DoE 分析 (电子桌面 3D Layout 界面)		●	●
关键信号 TDR 阻抗分析			●
全板信号网络阻抗快速扫描			●
全板信号网络飞行时延分析			●
时域和频域串扰快速扫描			●
SI/PI 协同分析 (IBIS、IBIS-AMI、SPICE、S 参数)			●
高速总线设计合规检查 (DDR、LPDDR 系列)			●
板级场路协同传导和辐射发射分析 (激励推送)			●
板内噪声远近场电磁辐射发射分析			●
平面波照射分析 (电磁抗扰度)			●

→ 求解引擎

- 二维有限元法
- 三维有限元法
- 部分模型采用矩量法
- 自动自适应网格剖分

→ 输出结果

- SYZ 参数 (单端, 差分)
- 模型生成
 - SPICE 模型: HSPICE, PSpice, Simplorer 等
 - 全波 SPICE - RLGG 等效电路
 - IBIS 模型
 - ICM
 - Touchstone (附带 CPP 报头)、Sentinel-SSO 网表
- 场分布
 - 层间电位差 (谐振、扫频)
 - 直流电流密度, 电压, 功率密度
 - 交流电流 (需 ANSYS SIwavePSI 求解器许可证)
 - 近场: 电场, 磁场的强度分布
 - 远场: 电场强度相对于频率、辐射模式

→ 版图设计风格的界面 (参见 18 页)

→ 其它

- 三维实体模型生成、ANSYS Q3D Extractor/ANSYS HFSS 项目生成
- 设计中电气问题的验证和自动校正功能: 验证检查
- 考虑了材料的频变特性、趋肤效应、邻近效应和表面粗糙度
- RLCG 参数抽取及等效电路生成 (需要 ANSYS Q3D Extractor 3DSolver License)
- HFSS 3-D Layout (需要 ANSYS HFSS Solver License)
- Capacitor Library Browser (旁路电容器选择辅助功能)
- 与 ANSYS Designer 的动态链接、激励推送
- 与 ANSYS Icepak (热流体分析) 的双向耦合仿真 (参见第 7 页)

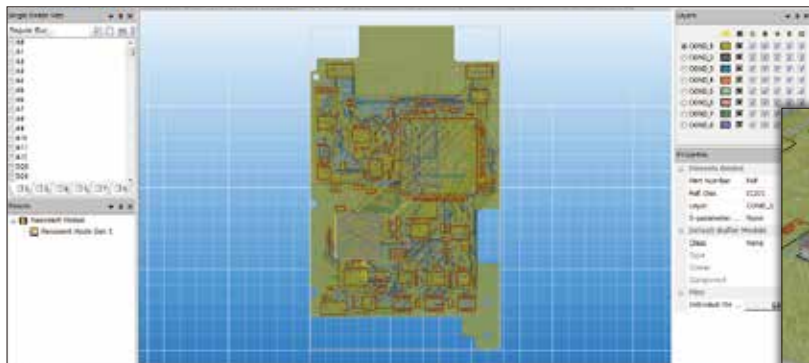
→ 附加选项

- ANSYS SIwave Pre/Post 前 / 后处理器
- ANSYS Electronics HPC/HPC Pack (参见第 30 页), 分布式并行求解
- ANSYS SIwave PSI Solver, 全波快速有限元求解器
- ANSYS 2D Extractor Option, 传输线设计

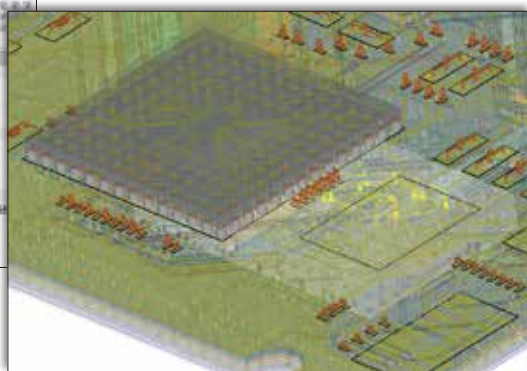
特点

→ EDA 版图设计风格的操作界面 与 ANSYS ALinks for EDA 通用

ANSYS SIwave 桌面采用最适合层叠结构的、类似 EDA 版图设计软件的界面。通过直观的鼠标操作，可以自由配置软件菜单、工具条和工作区窗口，还可以灵活实现工作区设计的放大、缩小、空间移动和旋转，显示三维效果。



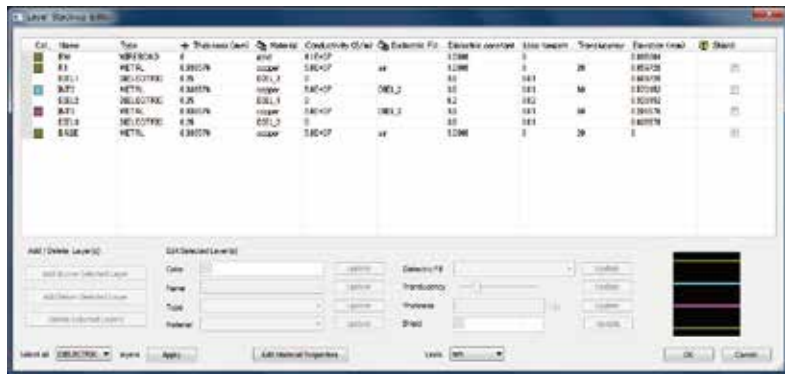
ANSYS SIwave 的操作界面



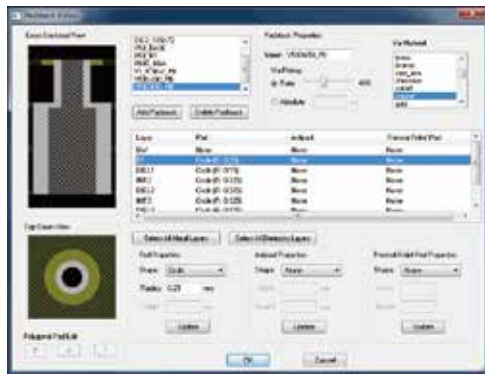
3D 视图

→ 版图编辑功能，自动端口配置功能 与 ANSYS ALinks for EDA 通用

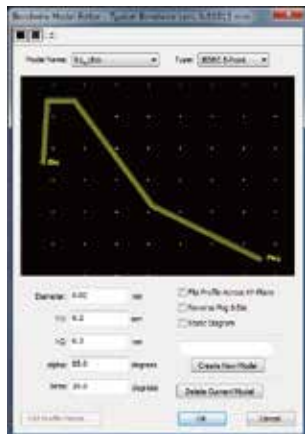
具有丰富的版图编辑功能，以和 EDA 软件同样的操作风格，可以简单地描绘 PCB 板和封装基板的信号走线和电源铜皮。此外，还可以直接从第三方 EDA 软件导入、编辑层叠结构、过孔、网络名等各种信息，除此之外，在网络所属器件管脚上自动设置端口和电流/电压源，从而大幅度缩短仿真设置所需的时间。另外，高性能的版图检查功能，可对板上网络的短路、断路等电气问题进行检测，并自动进行修正。



叠层编辑器



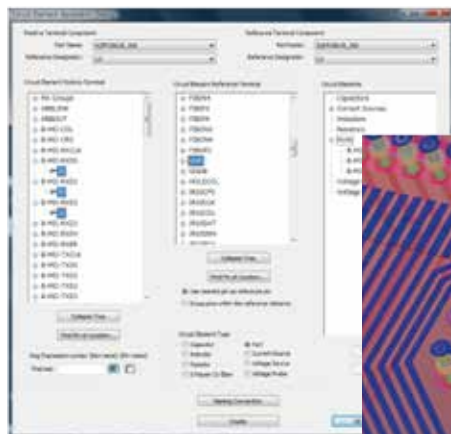
过孔编辑器



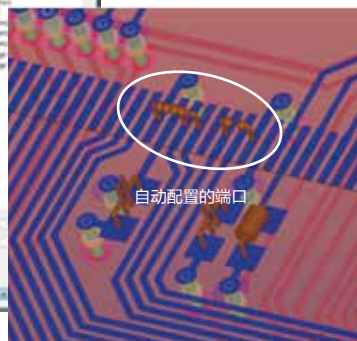
键合线模型编辑器



焊球属性



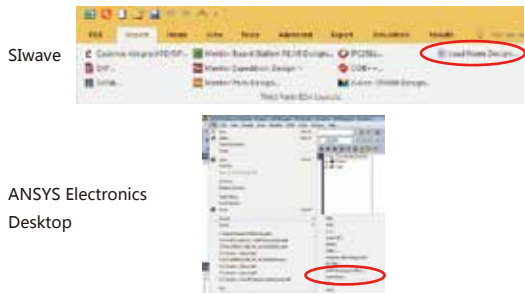
自动端口配置对话框



自动配置的端口

ANSYS SIwave (ANSYS ALinks for EDA)

→ Leadframe 封装编辑 (dxf 导入)



Lead Frame Editor

- Creates SIwave & 3D Layout Geometries
- Creates HFSS & Q3D 3D Geometries

Lead Frame Editor

- SIwave QFP Package from Lead Frame Editor

→ 第三方 EDA 软件接口 (与 ANSYS ALinks for EDA 共用)

支持多种第三方 EDA 软件。除了可以在 SIwave 界面上对导入设计进行编辑，执行各种仿真分析之外，还可以生成供 3D 电磁场仿真软件使用的 3D 实体模型。

支持如下 EDA 软件

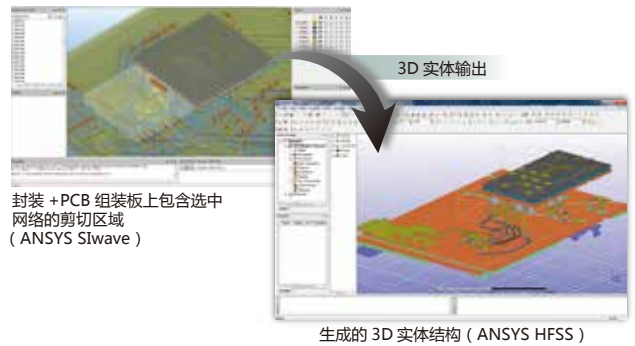
- Zuken : CR5000*, CR8000*, CADstar
- Cadence : Allegro, APD, SiP Digital/RF, Virtuoso (仅 Linux)
- Mentor Graphics : Expedition, Boardstation, Boardstation XE, PADS
- Sigriy UPD
- CADVANCE*
- CDS*
- First START*
- Gem Package*

* 没有附加选项也可保存

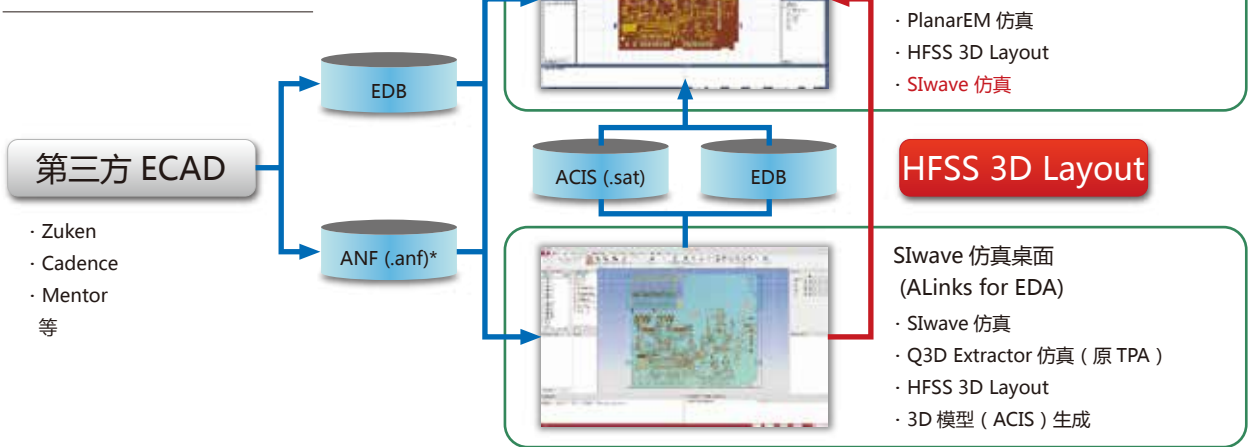
对应格式

- ANF
- ODB++ (有限制)
- XFL (JEITA LPB- 格式、G- 格式)
- IPC-2581
- DXF
- GDSII

※ .brd、.mcm、.sip 文件可以直接导入到 ANSYS SIwave，但是需要在电脑上安装 Cadence。不需要 License。



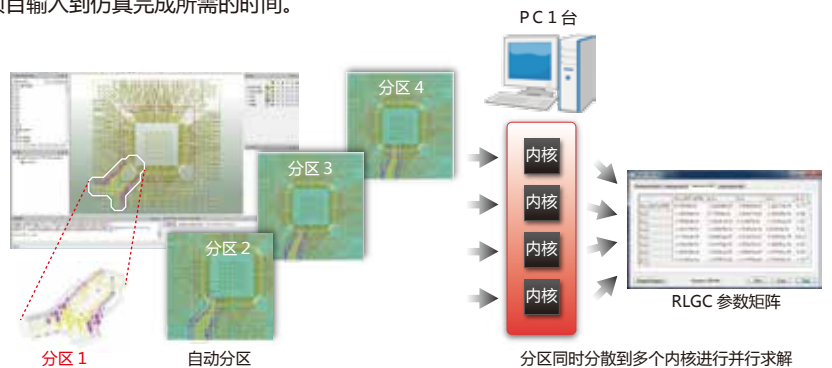
基板 CAD 的数据流



→ SIwave 支持 HFSS/Q3D Extractor 求解

从 SIwave 界面上可以后台调用 HFSS/Q3D Extractor 求解器进行精准的 3D 电磁场求解。专门面向 PCB 板以及 BGA 封装的用户界面可以很容易的设置端口和终端，从而显著缩短从 EDA 项目输入到仿真完成所需的时间。

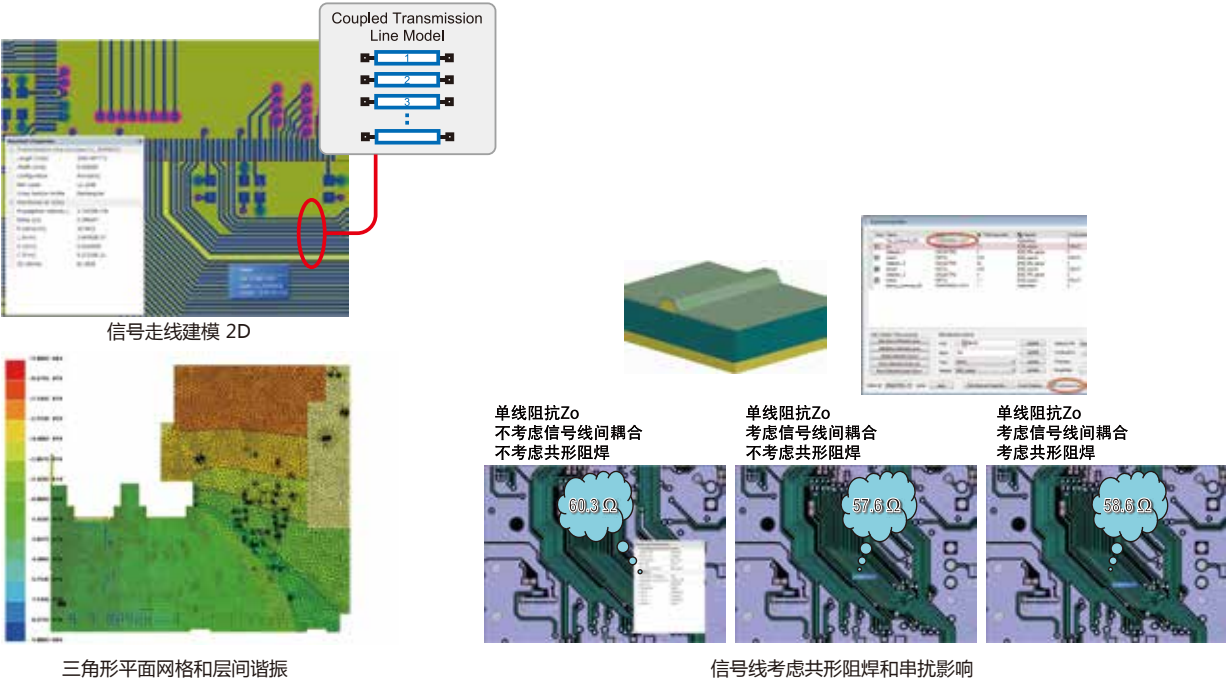
- HFSS 3-D Layout
- 使用 Q3D Extractor 3D Solver 进行 RLCG 求解
 - BGA 封装的自动分区功能、HPC



→ 仿真分析项

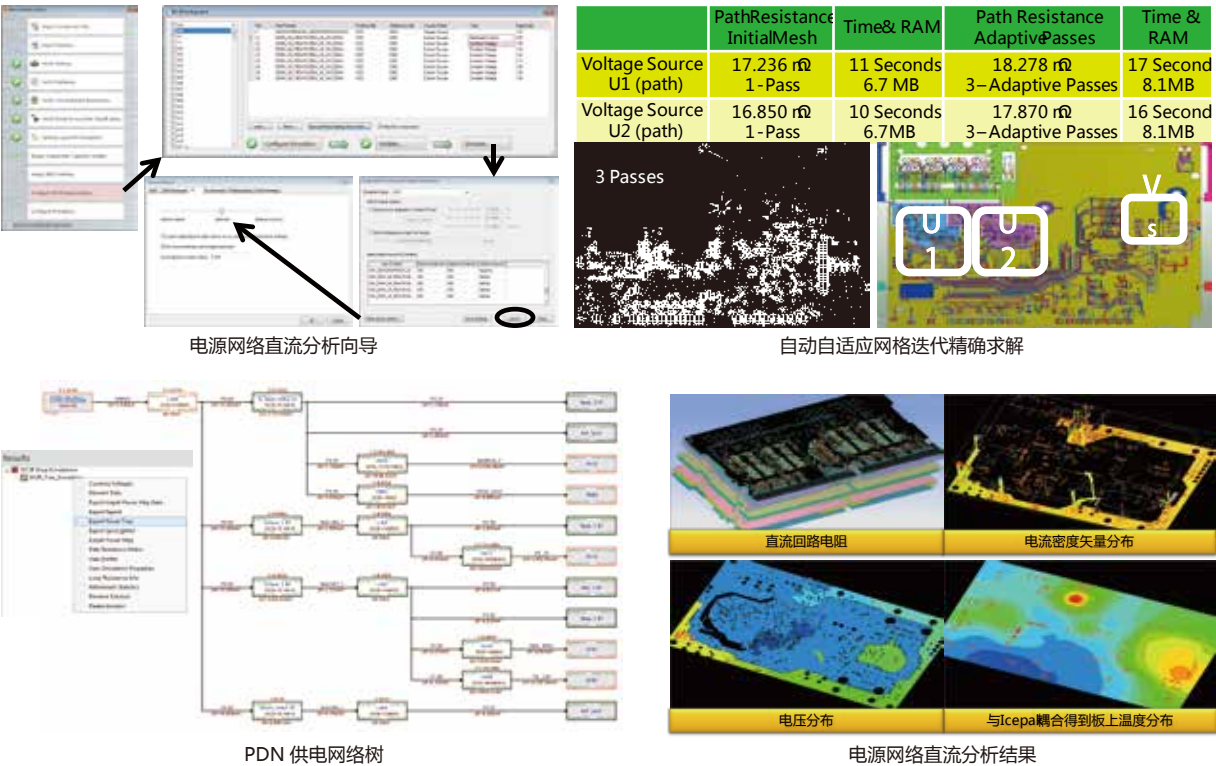
最适合层叠结构的电磁场算法

SIwave 对电源网络铜皮采用有限元法进行分析，生成 2D 三角形平面网格；信号走线、过孔、BGA 焊球、键合线和无源器件可自动生成等效电路进行分析。复杂的多层电路板的电源网络（PDN）和多位并行总线信号也可以在短时间内以较少的内存进行高精度的仿真。



直流电流 / 电压（IR 降）分析

可以在平面图上的任意位置、网、部件的端子上设置电流 / 电压源，进行 IR- 降分析和直流电阻分析。此外，还可以从分析结果中将损耗传递给 ANSYS Icepak，进行热流体仿真，还可以从 ANSYS Icepak 读取温度分布，在考虑热量对导电率的影响的基础上进行分析（参见第 5 页）。



电磁场、电路、系统仿真

带检测位置的多相供电网络分析

- 传统的 PCB 板上电源使用单一开关电源模块供电，并使用开路供电网络设计方式，在电源模块和负载芯片之间会存在路径阻抗。
 - 使得负载电压产生跌落
 - 负载电压随负载电流变化而变化
 - 开关电源输出电流和电压有纹波
- 目前越来越多功能强大的芯片使用低工作电压 (1 to 2V)，并且消耗电流很大，根据芯片工作活跃程度为 1-150A。使用单一电源模块很难提供这么大的电流，单一大电流电源模块非常昂贵。
- 使用 2 个或更多的电源模块同时工作对大电流供电网络设计有帮助。每一路电源模块就是一个相源。多相电源模块使用负反馈环路匹配 PCB 板上用电芯片的电流需求，并且会部署负载电压检测信号确保用电芯片电源电压。
 - 创建反馈环路，将负载电压反馈给可变电流源，有助于减少电压跌落
 - 可以调节这些电源模块的相位消除纹波
 - 所有的供电电流流入同一电源网络，提供大电流供应
- SIwave 多相供电网络分析功能，通过检测负载工作电压，自动平衡 PCB 或封装上的负载电流。
 - 如果设计不小心，不同路径的供电电流会差异很大
 - 在供电网络中不同位置，路径电阻不同
 - 不同的电源芯片驱动力有差异
 - 电流不平衡会导致
 - 负担重的通道很快发热
 - 可能会导致负担重的通道过早失效
 - 丧失了多相架构的其他好处

Number of Phases
· 仿真中用到的电源模块数目 (相数)

PowerModules
· 板上每一个被选中的电源模块都会列在这里
· 每一个被列在这里的电源模块都处于激活或禁止状态，看设计者的兴趣了。
· 每电源模块应该给出一个 relative strength strength 以便电源模块实际供电电流与电源模块设计电流的比值，此设置值可以被设计按照不同的设计情况进行更改。

Remote Sense Pin
· 远程监测引脚是连接到器件上的引脚。此处的反馈电流值得被测量。
· 器件上的引脚必须被定义。正端和负端引脚信息可以使用下拉工具手动添加；用户也可以简单点击 "Select in Layer" 按钮，然后在页面中点击器件引脚。

Nominal Voltage and Load Regulation:
· 标称电压是电源模块的输出电压。
· 负载调节是指对于一个给定的负载电流，电源模块输出电压会与设计电压偏移多少。

没有激活多相电源模块

激活电源模块

直流仿真结果对边清晰显示：当多相电源模块被使用时，电流和功耗更为平均

多相电源模块配置：定义多相电源模块

直流压降分析：结果对比

没激活多相的多电源模块

激活多相的多电源模块

直流分析结果：电压分布云图对比

没激活多相的多电源模块温度

激活多相的多电源模块设计温度低一些 (≈ 3° cooler)

SIwave-Icepak 热分析结果对比

电压分布云图显示：使用多电源模块使得所有负载工作电压正常。

温度分布云图显示：使用多相电源模块使得 PCB 板上温差分布更均匀

层间谐振分析、扫频分析

可以根据多层 PCB 板上铜皮的形状和电容等元件的电气特性求解不同层铜皮间的谐振频率，显示各谐振频率对应的不同层铜皮间的电势差（考虑相位变化）或电流 / 电压噪声源导致的各频率下不同层铜皮间耦合的电势差和任意敏感位置的耦合噪声频谱，用来做板上噪声干扰的定性和定量研究。

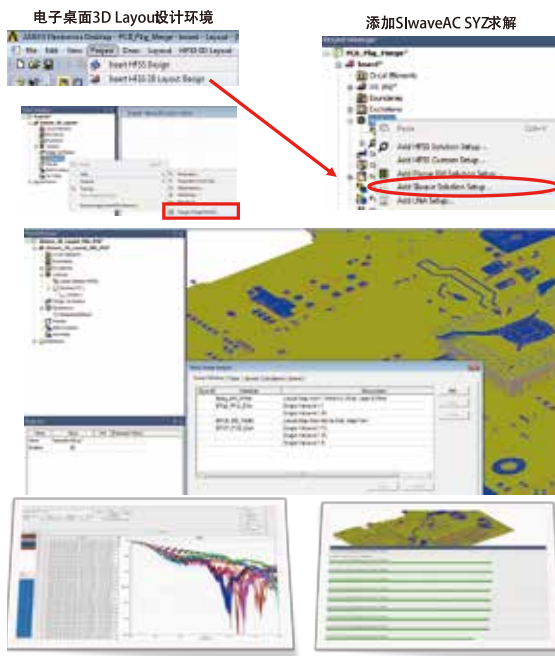
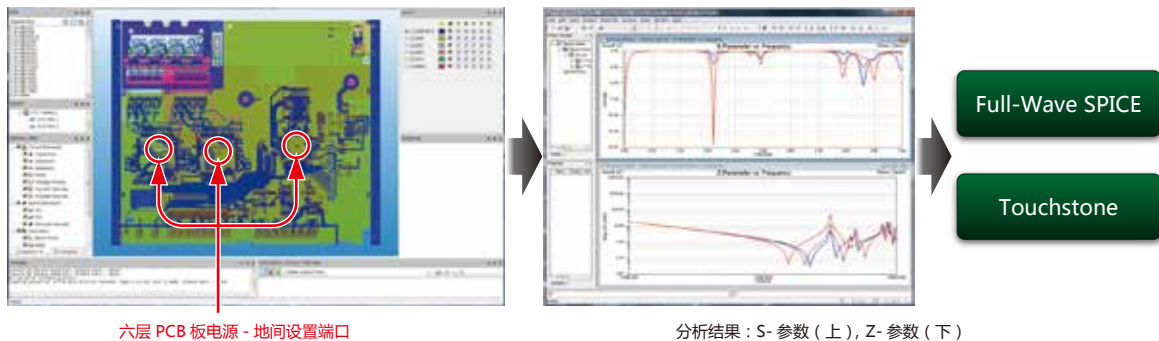
层间谐振频率和层间电势差 (281MHz)

21

ANSYS SIwave (ANSYS ALinks for EDA)

交流分析 (SYZ- 参数抽取)

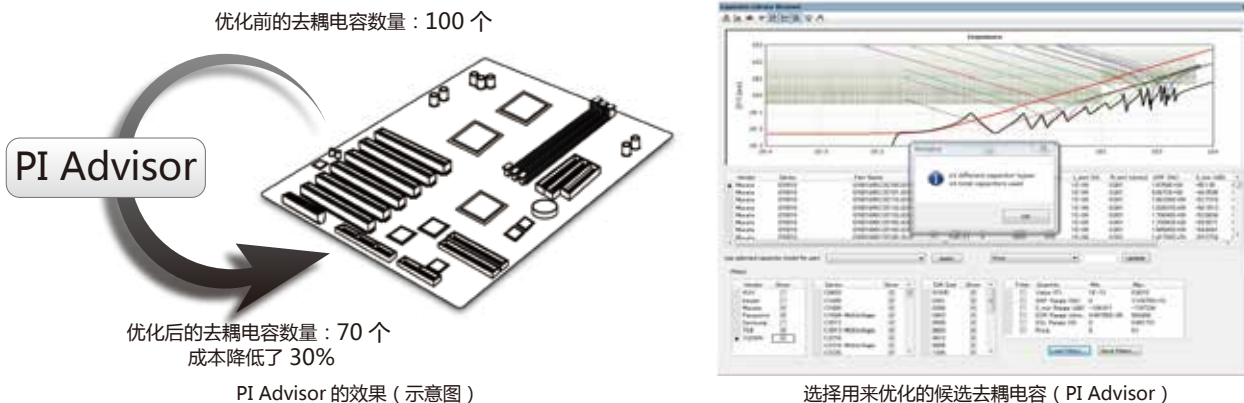
可在版图上的任意位置、网络、器件管脚上自动设置端口，短时间内抽取电源网络 (PDN) 的输入 / 传输阻抗 (Z 参数) 或多位并行总线信号的 S 参数。提取电源网络阻抗的时候，还可同时执行去耦电容灵敏度的分析。可从分析结果中生成 Touchstone 文件或全波 S P I C E



电子桌面的 3D Layout 环境中集成了 SIwave 的 SYZ 参数求解器，支持参数化和 DoE 优化设计

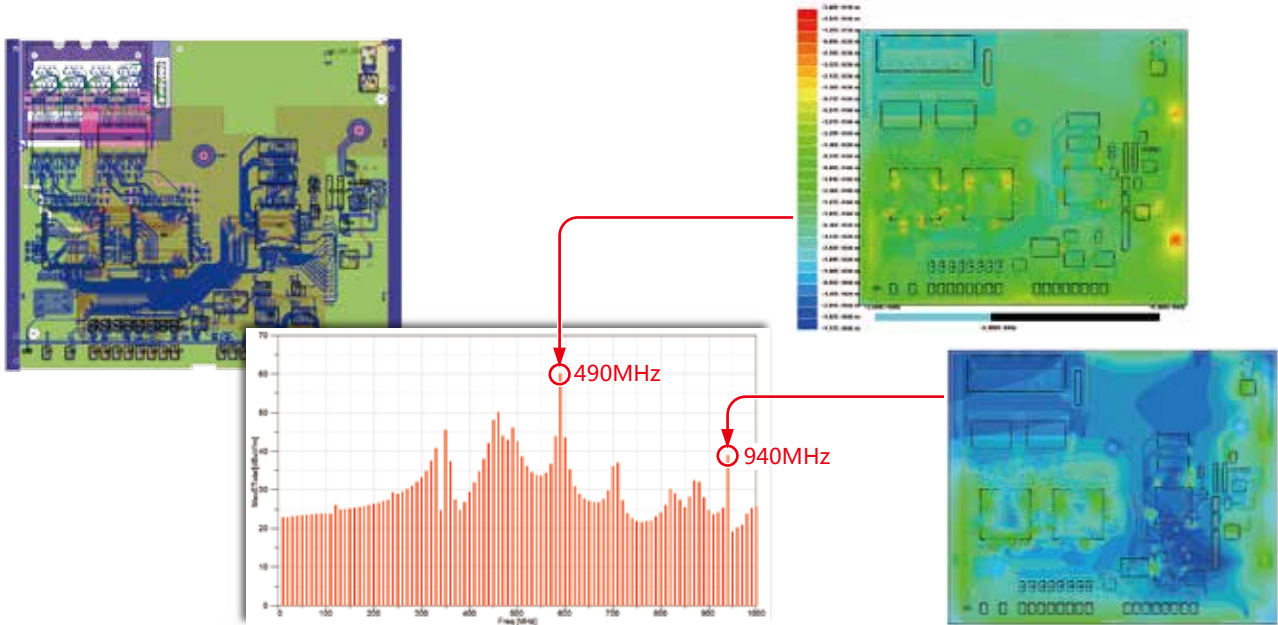
去耦电容器自动优化 (PI Advisor)

对于第三方 EDA 版图设计中使用的电容器件，在考虑成本和电容数量等优先考虑事项基础上自动遍历分析，以实现满足指定目标阻抗的去耦电容最佳组合方案。设计者可以实施适当的去耦电容优化方案，减少电源噪声，降低零件成本，提高设计性能。



近场分析、远场分析

可在信号网络、器件管脚或版图上任意位置配置电流 / 电压源，对附近和远处的电磁场进行分析。如果将 ANSYS Siwave 嵌入到 ANSYS Designer 进行场路协同分析，在电路中使用 IBIS/SPICE、Apache CPM 等电路模型，则可以分析得到接近实际运行状态的噪声源。可以进行 CISPR22、25 等规范的虚拟测试，还可以配合近场测试结果，通过近场仿真结果对噪声问题进行定性分析，有助于缩短设计时间和降低总成本。

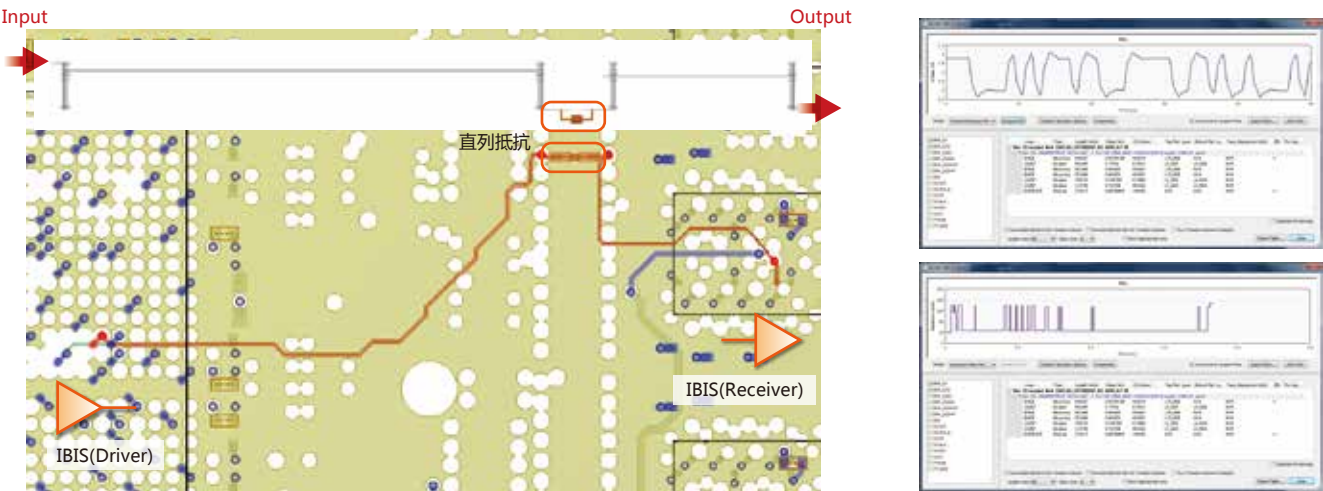


3 米远位置的电场强度谱（远场分析）

PCB 板上的磁场分布（近场分析）

Signal Net Analyzer

选中任意的信号网络，即时得到器件管脚间走线的阻抗曲线和各部分的延迟。此外，可在后台调用电路仿真器（ANSYS Designer、HSPICE），为驱动器器件和接收器件配置 IBIS 模型，进行瞬态分析，显示瞬态波形。

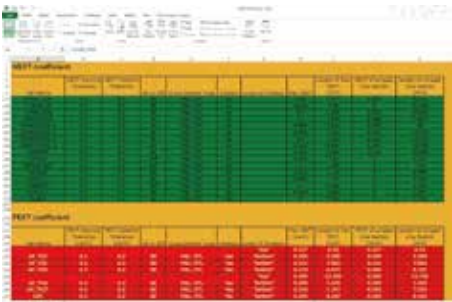
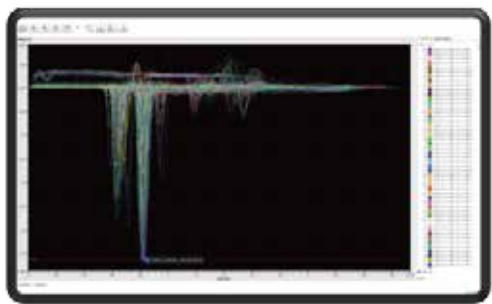
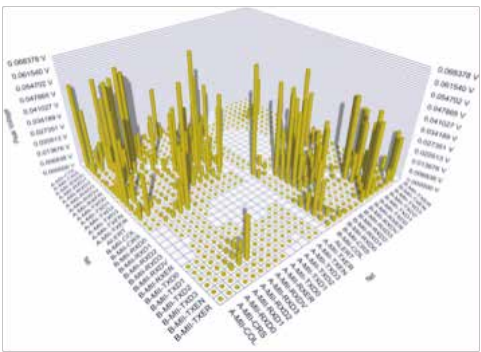


PCB 板上信号走线（ANSYS Siwave）

瞬态波形和阻抗曲线
(Signal Net Analyzer)

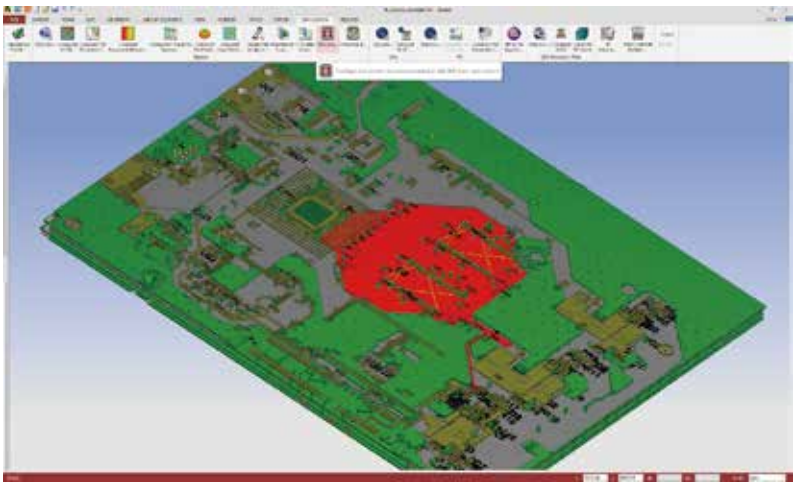
全板特征阻抗和串扰扫描

- 信号线 Zo 特征阻抗
- 时域串扰
 - 耦合图
 - 3D 柱状耦合图
- 时域远近端串扰电压
- 频域串扰
 - 耦合图
 - 频域远近端串扰系数



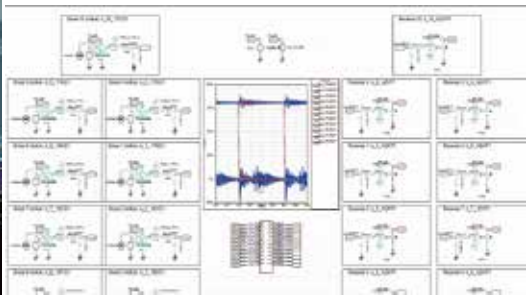
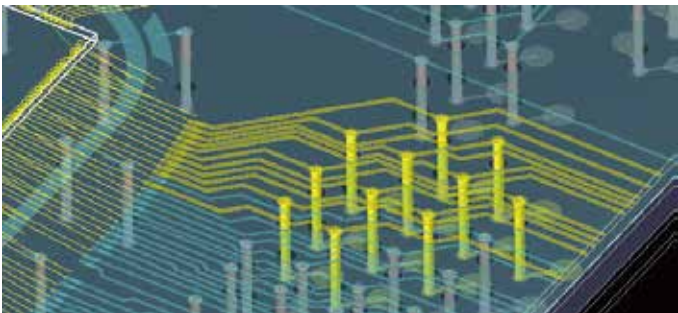
数据总线 SI/PI 自动化协同分析

Siwizard 数据总线分析向导一步步指导设计者选择要分析的数据信号、配置驱动器和接收器 IBIS 模型、配置电源网络和相关仿真设置，最后自动提取所选信号网络电磁模型并在电路中自动创建完整的仿真原理图，自动完成数据总线的 SI/PI 协同分析。



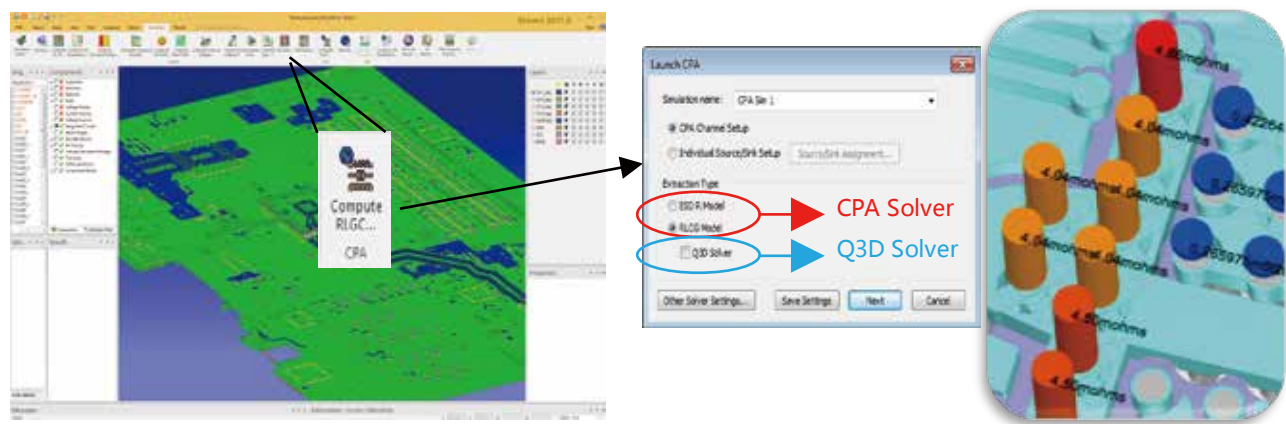
IBIS TX & RX
Models

Circuit Analysis
- Transient
- QuickEye



BGA 封装参数高粒度提取

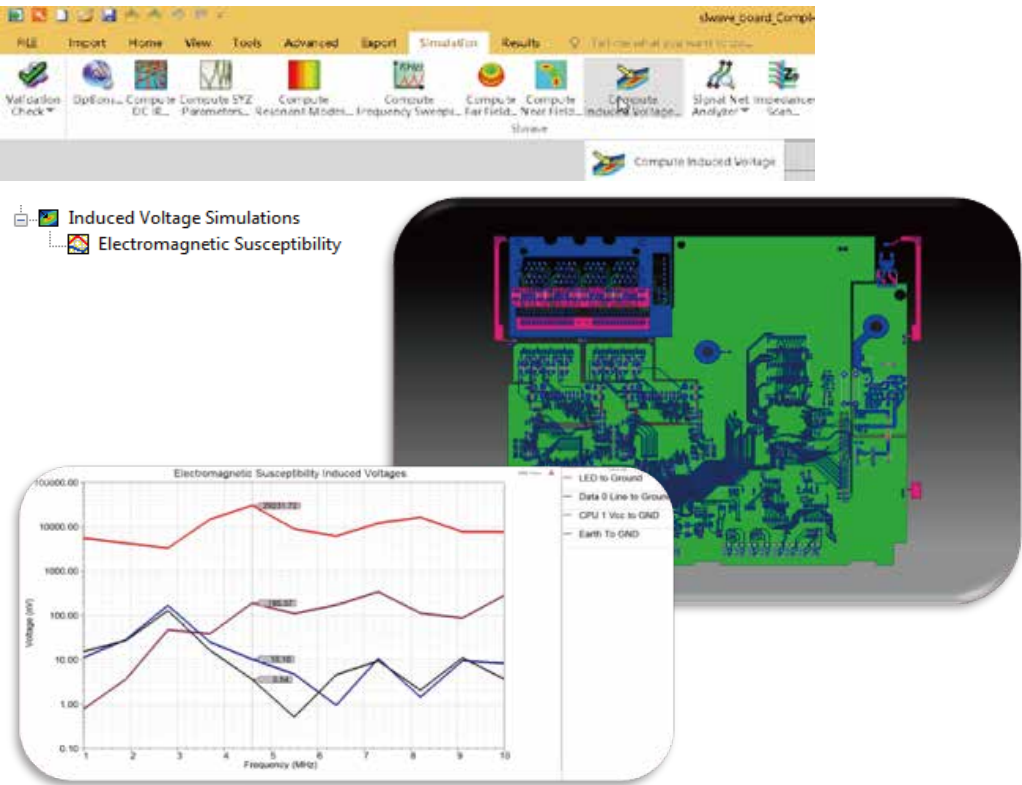
SIwave-CPA 作为芯片设计和封装设计的中间环节，可快速精准的对成百上千管脚的 BGA 封装进行场提取，生成 RedHawk 芯片设计验证所需的封装 RLCK SPICE 模型，以及定制化交互式 WebGL 仿真报告。高粒度呈现每个 BGA Ball/Bump 的 RLC 参数，洞察封装设计弱点，快速进行设计迭代。



SIwave-CPA RLCG 参数提取

辐射免疫度分析

外界电磁辐射对 PCB 板上信号走线产生的感应噪声会直接影响信号接收效果。SIwave 采用从 HFSS 继承并优化过的平面波入射算法，分析敏感信号端口上产生的感应噪声大小。进行设计优化，提高抗干扰效果。



SIwave-CPA RLCG 参数提取

多物理拓展分析

PCB 板在工作时会发热，温度升高会导致板上导体电阻率增大，进一步增加导体损耗，温度会随之上升，最后达到稳态。此温度下的电气特性和热应力形变才是真正工况情况下的设计指标。

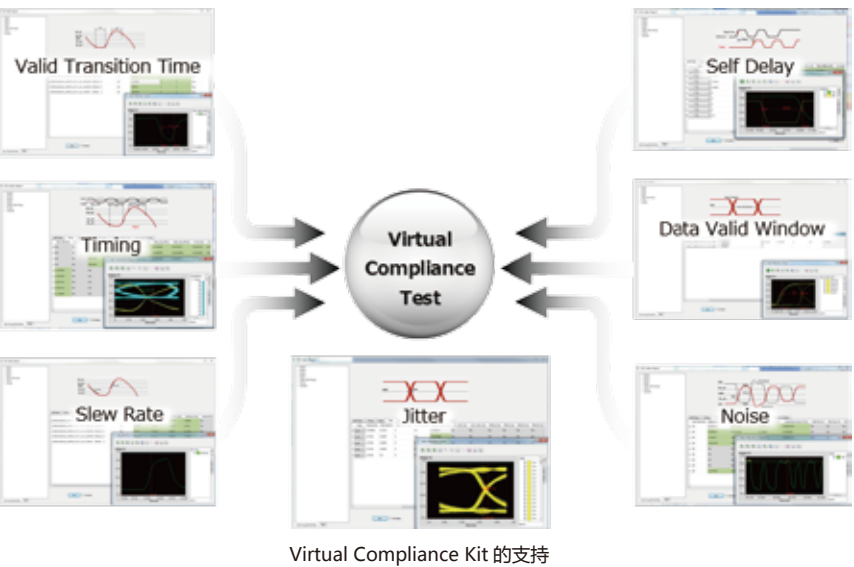
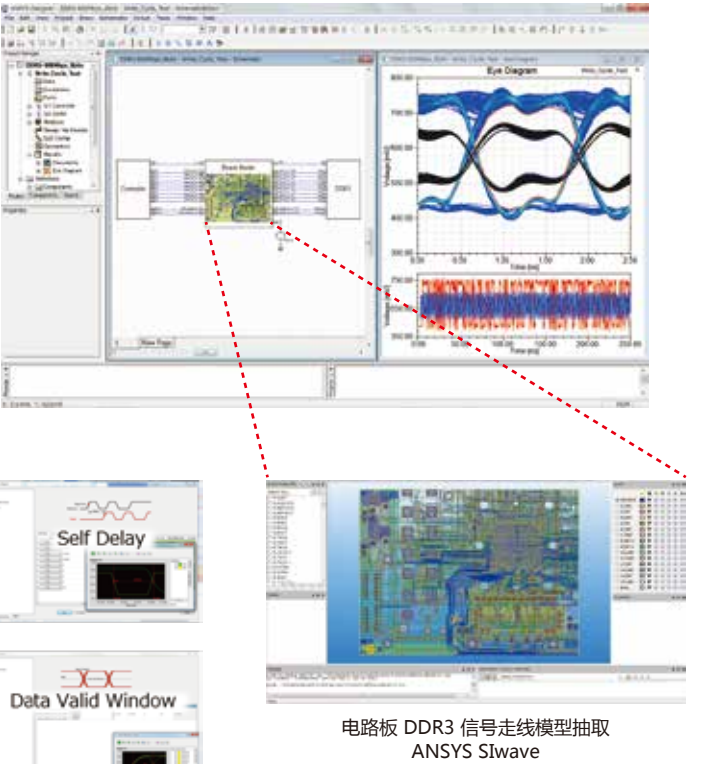


ANSYS Designer (参见第 13-14 页)

ANSYS SIwave 配合电路仿真器 ANSYS Designer 的 SI/PI 仿真功能，利用 IBIS、IBIS-AMI、SPICE 模型和 Touchstone 文件等，可以进行系统级分析。此外，通过将仿真结果反馈推送至 ANSYS SIwave，可以进行以真实信号波形为噪声源的 EMI（近场、远场）分析。

- 通过 ANSYS Designer 进行系统级 SI/PI 仿真
 - S- 参数分析（单端、差分）
 - TDR 仿真（单端、差分）
 - 眼图、BER、浴盆曲线仿真
 - 芯片 - 封装 - 系统的 PDN 阻抗抽取、瞬态电源纹波仿真
 - 同步开关噪声 SSO 仿真
 - IR-Drop 压降分析（AC/DC）
 - 其它

DDR3 虚拟兼容性测试报告
ANSYS Designer

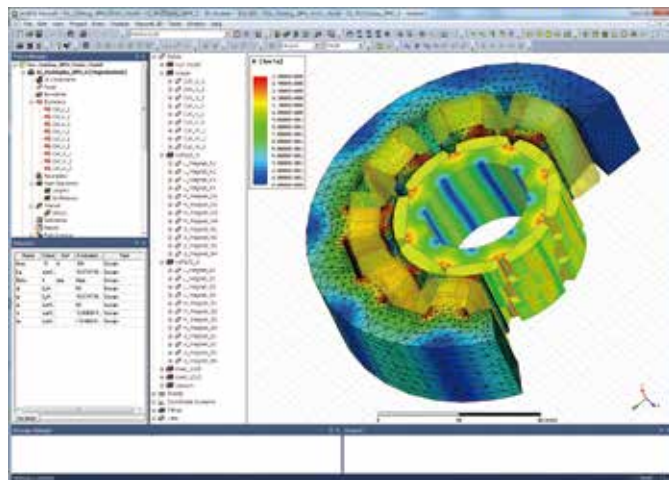


电路板 DDR3 信号走线模型抽取
ANSYS SIwave

电磁场、电路、系统仿真

ANSYS Maxwell 2D/3D 是用于电机、作动器、电感、变压器、磁性元器件等各种机电产品开发的电磁场仿真工具。求解对象的电磁场分布可以直观地显示出来，具有自动计算电磁力、力矩、电感、电容等设计参数的功能，仿真结果可以方便地与实验结果进行对比。

ANSYS Maxwell 具有直观易用的 GUI、自动自适应网格剖分求解器，确保稳定、高精度的求解，初学者也能与软件使用专家一样，用简单的操作得到精确的仿真结果。



适用领域

- 机电产品：
 - 电机（旋转电机、直线电机）、发电机、作动器、延时开关等
- 线圈：电感、变压器、电抗器、电磁阀、感应加热器、无线充电、RFID、智能无钥匙启动等
- 传感器：磁性传感器、磁性屏蔽、磁头、静电触屏等
- 永磁体：充磁、退磁等
- 其他：电缆、绝缘设备

功能和特点

→ 求解引擎

- 二维求解器（XY 平面求解、轴对称平面求解）、三维求解器
- 磁场求解：静磁场、交流磁场（频率响应）、瞬态磁场
- 电场求解：静电场、直流传导场、交流传导场（2D）、瞬态电场（3D）

→ 输出结果

- 电磁场、能量分布（标量场、矢量场）
 - 磁场、电场、电流密度、损耗、能量等通过标量 / 矢量运算可以得出的任意物理量
- 设计参数
 - 电磁力、力矩、电阻、电感、电容
- 图形、表格形式的数值输出、文本文件输出

→ 各种功能

- 支持多种 CAD 格式导入
(参见第 29 页 ANSYS Alinks for MCAD)
- 模型修复功能，自动修复导入的 CAD 模型
- 各种边界条件：对称边界条件、周期边界条件、绝缘边界条件、阻抗边界条件等
- 各种非线性材料（各向异性材料、永磁体、层叠材料等）
- 铁芯损耗（铁损）计算、矢量磁滞计算
- 永磁体充磁分析、退磁分析
- 运动分析、基于运动方程的动态响应分析
- 与外电路编辑器之间的直接瞬态耦合仿真

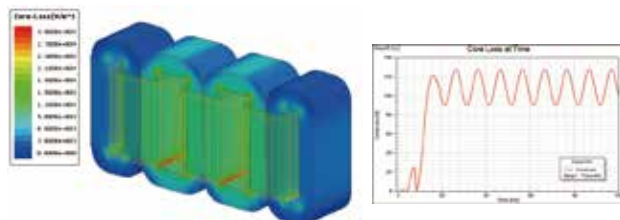
求解器 / 封装	Maxwell 2D	Maxwell 3D QS	Maxwell 3D
Magnetostatic 静磁场分析	2D*	2D* / 3D	2D* / 3D
Eddy Current 频率响应磁场分析	2D*	2D* / 3D	2D* / 3D
Transient 瞬态磁场分析	2D	-	2D / 3D
Electrostatic 静电场分析	2D*	2D* / 3D	2D* / 3D
DC Conduction 直流传导场分析	2D*	2D* / 3D	2D* / 3D
DC Conduction 直流传导场分析	2D*	2D*	2D*
Electric Transient 瞬态电场分析	-	3D	3D
设计支持工具	RMxpert / PExprt		
系统仿真器	Simplorer Entry		

* 一个 License 支持五个仿真任务（教学版除外）

- 与电路仿真器之间的电路和系统耦合仿真（Simplorer）
- 与结构分析、热流体分析之间的多物理场耦合仿真（ANSYS、Fluent、Icepak）
- 作为偏置磁场和邻近磁场源与高频电磁场进行耦合仿真（HFSS）
- 电机、变压器、电感设计支持工具
集成 RMxpert/PExprt 标准功能
- 集成多域系统仿真器 Simplorer Entry 标准功能

铁芯损耗计算

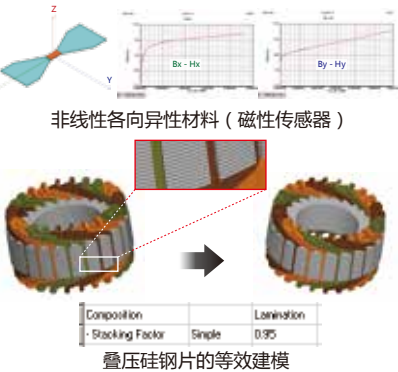
ANSYS Maxwell 除了过去在铁芯损耗（铁损）计算中广泛采用的 Steinmetz 计算方法外，还开发了采用矢量磁滞技术计算铁芯损耗的新技术。这项功能可以如实再现磁性材料的非线性磁滞特性，通过实时计算磁滞损耗，可以高精度地计算出铁芯损耗，而且将该铁芯损耗对磁场的影响考虑在内。



三相变压器的磁芯损耗分析

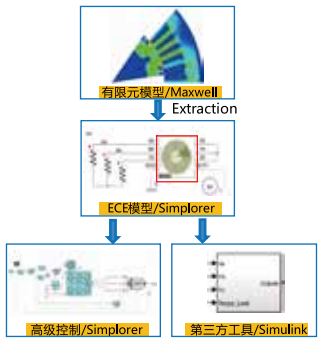
非线性各向异性材料

ANSYS Maxwell 的非线性各向异性材料可以考虑材料在三个方向上的不对称性。对于磁性材料和硅钢板等各向异性材料，可以进行精确地仿真。对于难以建立实际模型的叠压材料——如硅钢片等，可以方便地使用等效模型进行建模和参数设置。



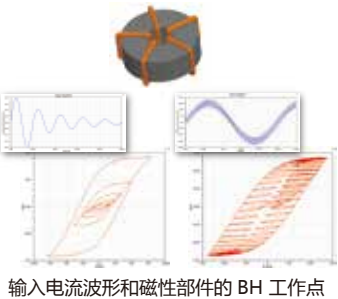
电机 ECE 等效电路模型

ANSYS Maxwell 具有便捷的电磁部件 ECE 等效电路模型抽取功能。用户通过内嵌的 ECE 抽取工具，将精度高但计算速度慢的有限元模型，转换成精度高计算速度快的电路模型，用于 Simplorer 或其他第三方工具的电路和系统分析。该工具除了支持旋转模型以外，还支持直线运动模，以及机械运动等变压器或电感模型等。



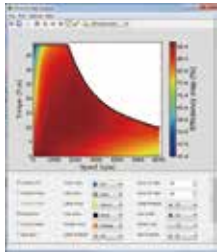
矢量磁滞计算

ANSYS Maxwell 具有先进的矢量磁滞计算功能。用户只需输入磁性材料的 BH 初始磁化曲线和矫顽力 H_{ci} 值，即可在考虑局部回路的基础上对具有磁滞特性的磁场进行分析，而且还可以计算磁滞损耗和剩磁。



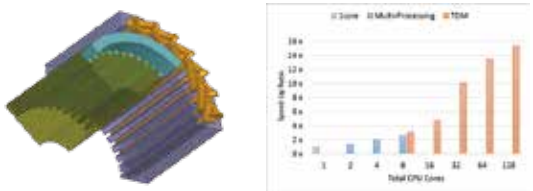
脚本

ANSYS 电子产品支持 VB/Java Script、IronPython。可以用脚本实现软件启动至模型创建、仿真结果输出等一系列的操作，可以建立自动化的仿真环境。



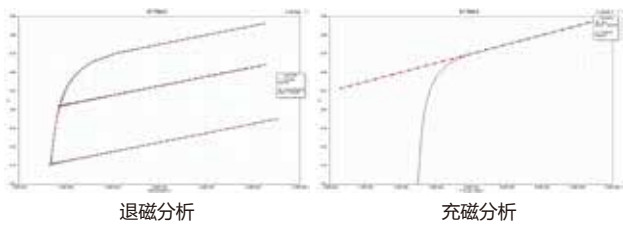
TDM 时间分解法

TDM 时间分解法是将瞬态分析，由传统的按序求解，变成多个时间段同时求解。这种方法比目前的高性能计算 HPC，更能够充分利用一台甚至多台计算机的计算资源，大大提高瞬态分析的速度。

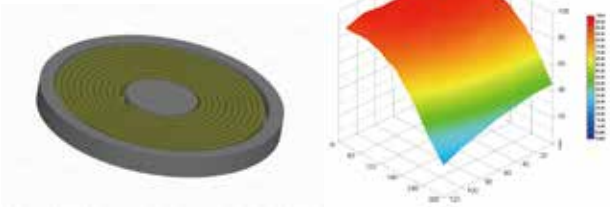
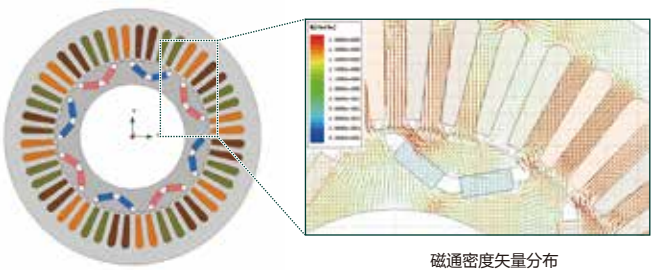
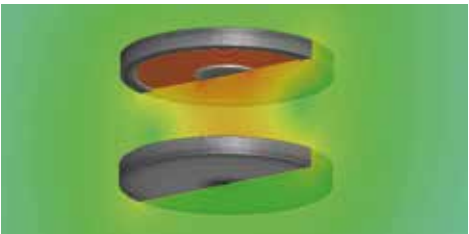


充磁和退磁分析功能

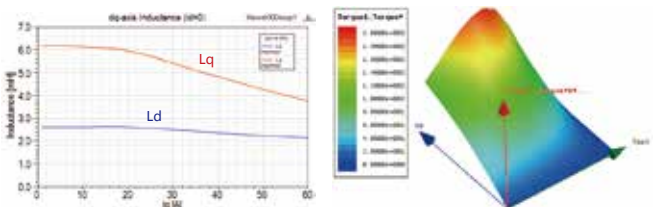
充磁和退磁分析对永磁电机等机电设备至关重要。ANSYS 可以模型各种不同工况下的电退磁和热退磁，也可以不同工况下磁钢的充磁分析。



应用案例



感应式无线能量传输



内嵌式永磁同步电机

电磁场、电路、系统仿真

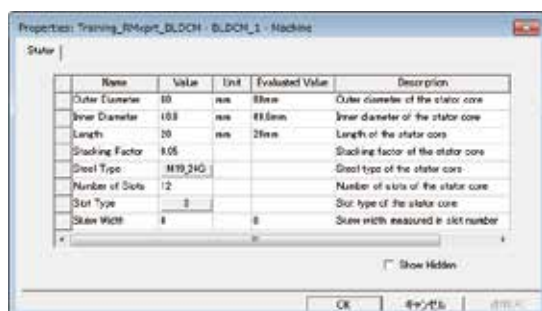
ANSYS RMxpert 针对各种电机类型、定子 / 转子尺寸、绕组、额定指标等，仅输入参数就可以简单生成模型，可基于磁路解析法快速计算设计所需的基本性能参数。ANSYS RMxpert 视窗化界面下，电机设计工程师能轻松地依据模板化的设计流程输入电机参数，非常快速地分析电机性能。ANSYS RMxpert 能自动一键生成精确的电磁场有限元分析模型，自动生成等效电路，用于控制系统设计和仿真分析。

适用电机种类

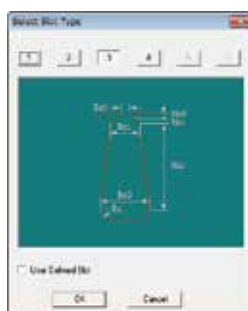
- 感应电机：单相感应电机、三相感应电机、双馈感应发电机
- 直流电机：DC 电机（电励磁型、永磁型）、串激电机
- 同步电机：永磁同步电机、无刷直流电机、开关磁阻电机、爪极发电机、轴向气隙电机、三相绕线转子感应电机、三相凸极同步电机、异步启动永磁同步电机

模型生成

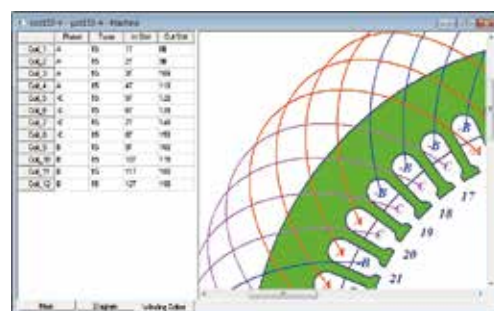
从模板中选择转子和槽型、材料特性、绕组信息及驱动电路等，仅将必要信息输入属性窗口就可以完成模型生成，不需要高级的 CAD 操作技术。



定子尺寸输入



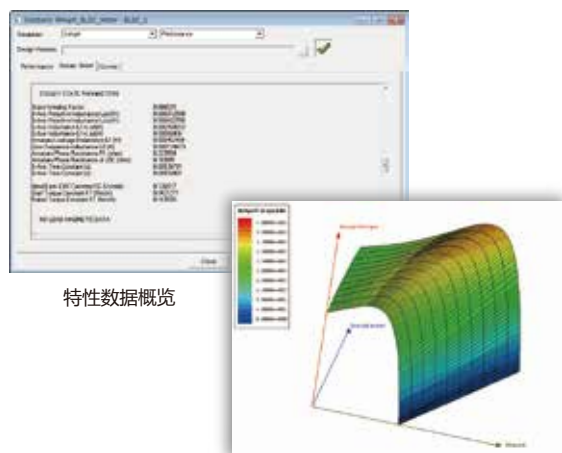
槽形选择



绕组编辑

设计输出和特性分析

基于输入参数，使用磁路法瞬间输出电机的各特性。使用普通电脑 PC 机几秒就完成 1 次计算，因此，成百上千种设计方案的对比性分析也仅用几分钟就可以得到特性。

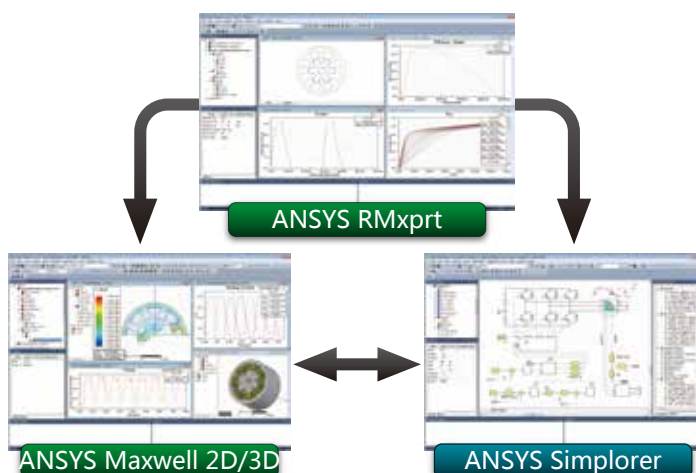


特性数据概览

参数案例研究
三相感应电机输出特性

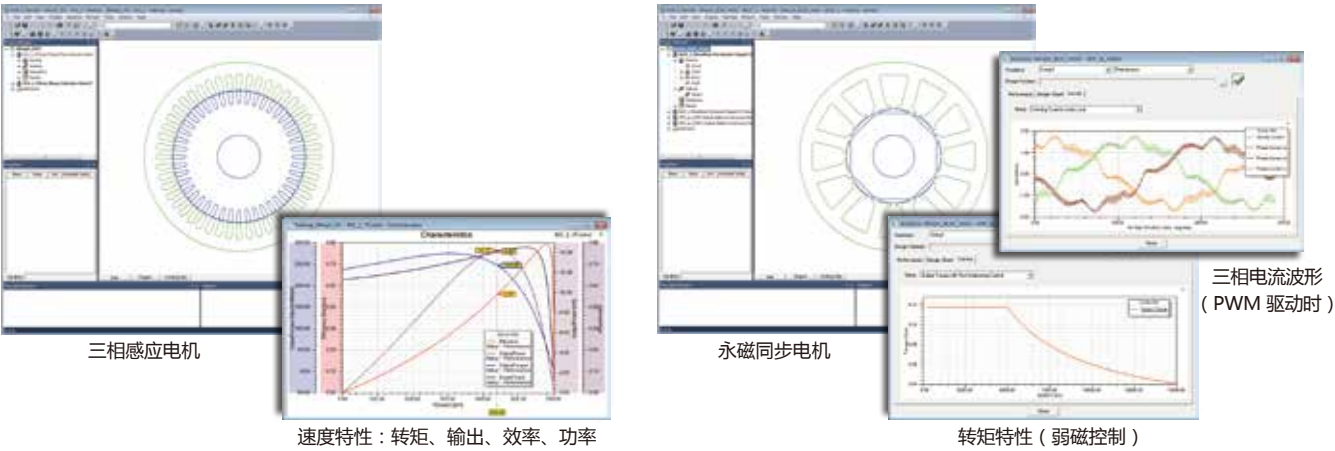
有限元分析模型、等效电路模型的自动生成

ANSYS RMxpert 可以自动生成更精确的电磁场有限元分析 (ANSYS Maxwell) 的 2D 或 3D 模型，自动生成电路仿真器 (ANSYS Simplorer) 等效电路模型，用于控制系统设计，将 ANSYS RMxpert 生成的设计模型无缝集成到高级的设计环境。



在电磁场仿真和电路仿真中的应用

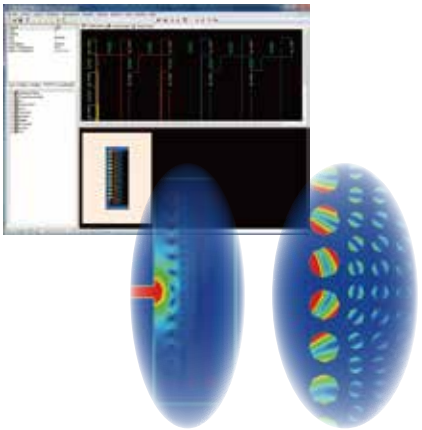
应用案例



ANSYS PExprt

变压器、电感器辅助设计工具

ANSYS PExprt 是集磁路法和电磁场有限元分析于一体的电力电子设计工具，从软件自带的变压器电气参数、波形、数据库取出需要的铁心形状、绕组材料，自动优选更合适的变压器方案。ANSYS PExprt 可将功率损耗和温升等作为设计基准值，一边进行评价一边变更各种参数，从而优选最佳的部件设计方案。另外，PExpert 无缝集成的电磁场有限元分析工具 Maxwell，可以更精确地对仿真结果进行校核。

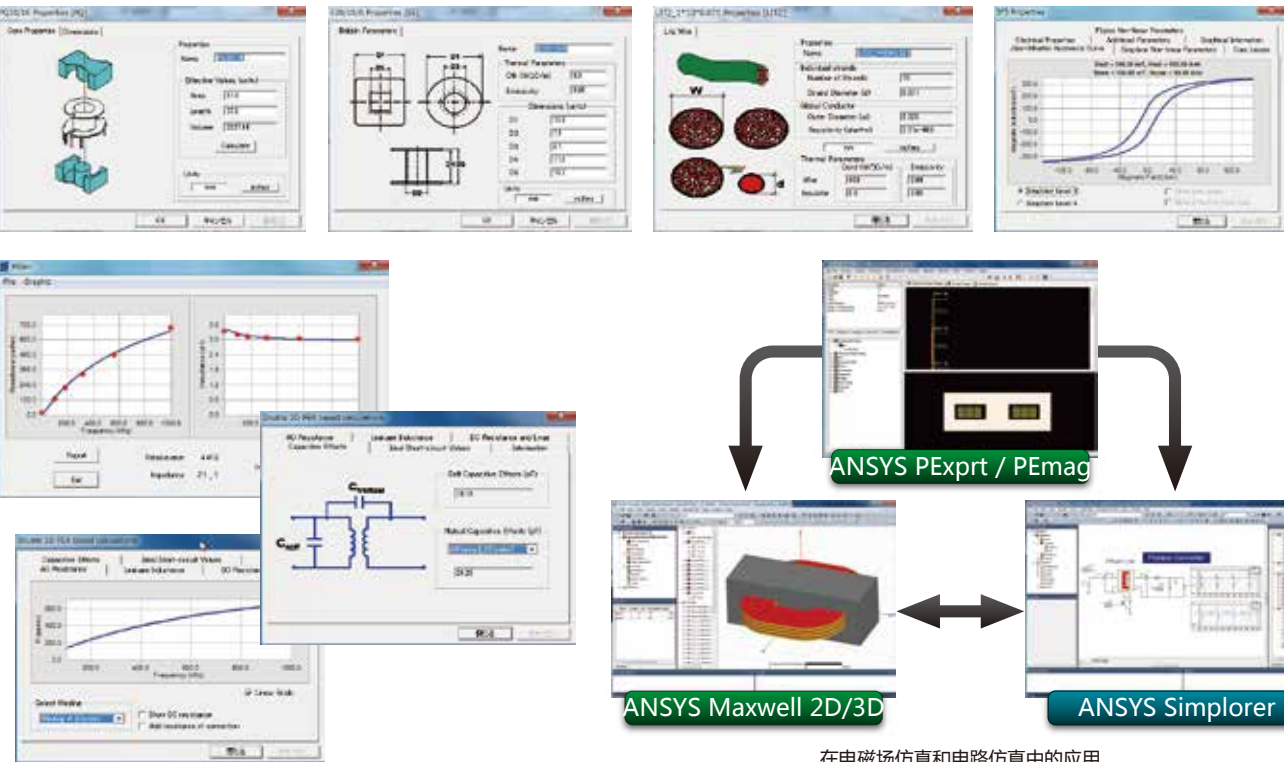


对应的模型

- 电感：Buck/boost/buck-boost
- 变压器：forward/halfbridge/fullbridge/pushfull

模型生成、设计性能分析、电磁场和电路的协同仿真

选择库中自带的铁心形状、线型、材质等，可以优选符合设计需要的变压器。



在电磁场仿真和电路仿真中的应用

电磁场、电路、系统仿真

ANSYS Simplorer 是在汽车、航空航天、工业设备中广泛使用的大规模机电系统多物理域系统仿真软件。Simplorer 可将电机及控制器的设计、驱动电路设计、模拟数字控制设计等各种不同的技术综合在一起,实现多技术仿真解决方案。

适用领域

- 电力电子
- 电力机车
- 模拟 / 数字电路
- 多物理域系统
- 等等

功能

→ 仿真功能

- 电路仿真
- 框图仿真
- 状态机仿真

→ 仿真种类

- 直流计算、频率响应、瞬态响应
- 参数扫描、蒙特卡罗法、最坏情况
- 优化: NR、GA、单纯形法
- 敏感性分析、趋势分析

→ 模型创建与界面功能

- 通过 VHDL-AMS、Modelica、C/C++、SML 创建模型
- SPICE 3F5 模型的导入
- 与 MATLAB/Simulink、Mathcad 协同仿真
- 与 SCADA Suite/Display 协同仿真
- 与 ANSYS Maxwell 2D/3D 直接瞬态耦合
- 电磁场分析结果模型的导入
- 热流体、固有值分析结果模型的导入
- FMI 2.0 支持模型的导入 (ME)

→ 模型库

- 汽车、电源模块、电机、机械系统、液压系统、备用电源、开关电源、传感器

→ 文件输入输出界面

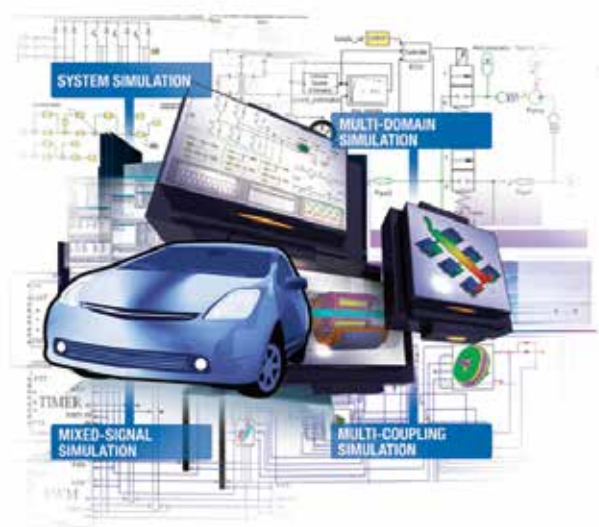
- ASCII、Excel、CSV、Comtrade、TEK 示波器、SPICE

→ 后处理

- 2D/3D 图形、直方图、表格、探头
- 数字信号标绘图
- 波特图、奈奎斯特图
- 信号处理 (FFT、峰峰值、RMS、波动率、THD)

→ 附属工具

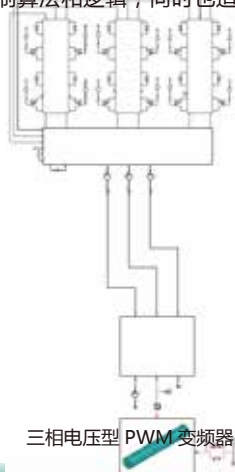
- 原理图编辑器、数据分析工具、建模工具、符号编辑器、VHDL-AMS 向导、C/C++ 模型向导
- 半导体器件特性抽取工具
- DC/DC 转换器特性抽取工具
- Network Data Explorer



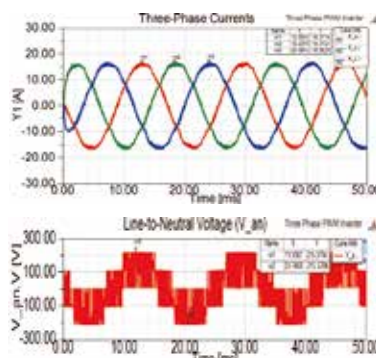
特点

→ 电力电子电路设计

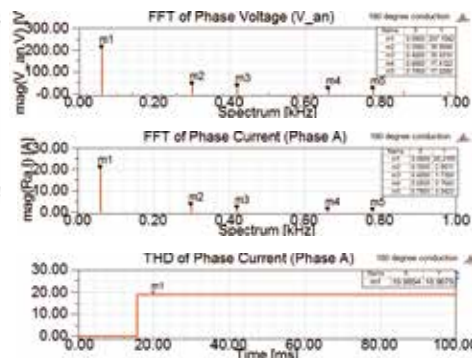
采用电路、框图、状态机建模,可以简单地进行电力电子电路的基本设计。适用于系统设计,能够包含 PWM 斩波和死区时间控制等复杂控制算法和逻辑;同时也适用于辅助电路设计,能够考虑电流尖峰和谐波等电气特性。



三相电压型 PWM 变频器



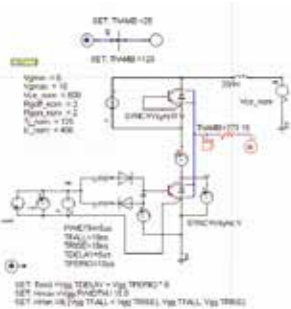
输出电流、输出电压



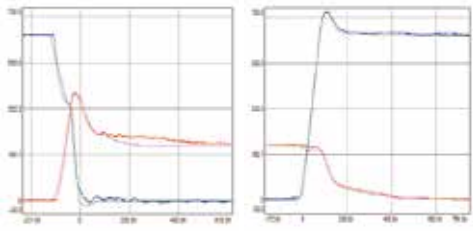
输出电流和输出电压的频率分量和谐波失真

→ 半导体器件模型

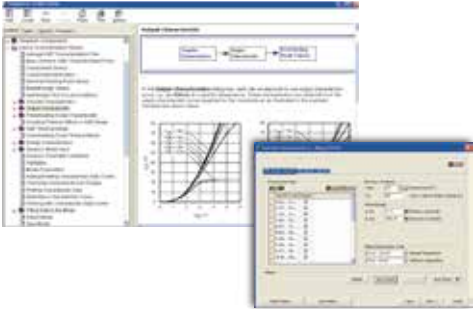
独特的半导体器件特征化建模功能（如 IGBT、MOSFET、二极管等），支持从复杂的高级动态特性模型到平均模型不同层面的建模功能，满足对电源模块的发热、温升到谐波、EMC/MEI 等不同场合的应用需求。另外，半导体器件特征化建模功能可以直接从器件手册中提取半导体器件的特性。



半桥测试电路



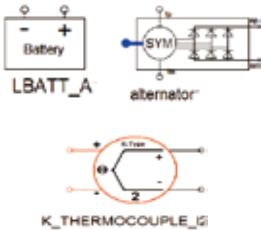
高级动态模型的开通 / 关断特性



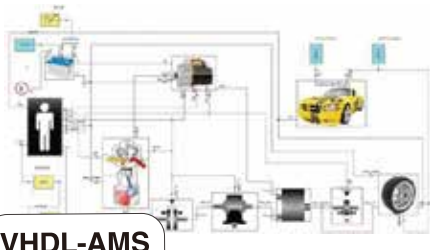
半导体器件特征化建模工具

→ 多域仿真

支持国际标准（IEC61691-6）中注册的 VHDL-AMS 建模语言以及 Modelica 语言和 FMI，并支持电气、热、流体及结构耦合的多域系统和包含仿真数据的混合信号系统仿真。

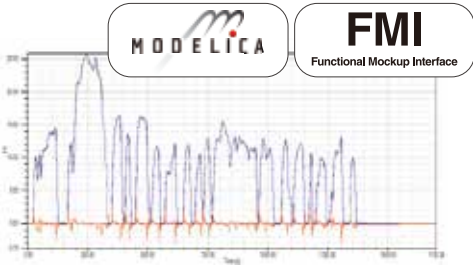


包含各类模型的库



VHDL-AMS
IEC 61691-6 / IEEE1076.1

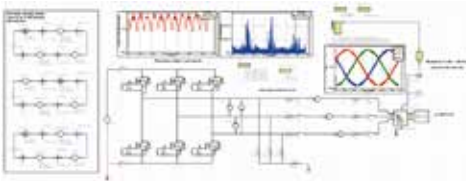
HEV 车辆系统的电源管理仿真



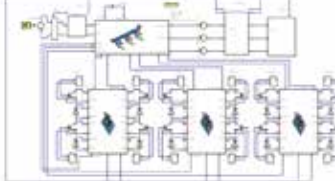
MODELICA
FMI
Functional Mockup Interface

→ 多场耦合

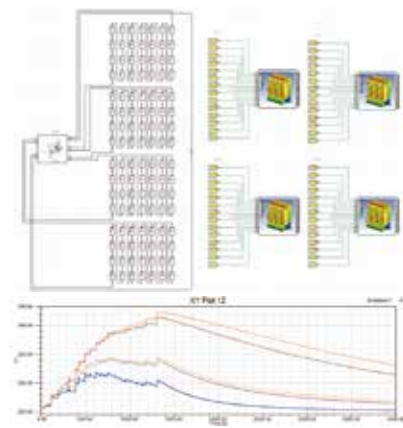
可以根据 ANSYS 电磁场仿真工具和热流体仿真工具得到的计算结果，生成 ECE 模型，同时仿真电路、磁场、结构及热等多物理域问题。



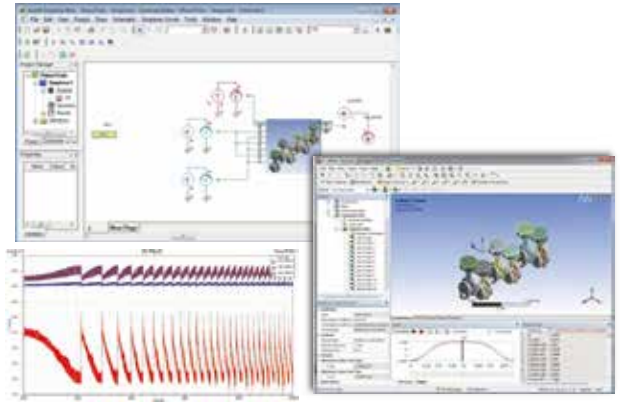
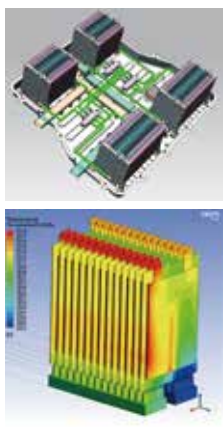
从 Maxwell 2D/3D 抽取电机模型
进行电机驱动仿真



从 ANSYS Q3D、ANSYS HFSS 抽取模型的
变频器传导干扰仿真



从 ANSYS Fluent/ANSYS Icepak 冷却结构抽取的
电池冷却和热耦合仿真



从 ANSYS Mechanical 抽取的
轴振动分析和 RBD 耦合仿真

电磁场、电路、
系统仿真

附加模块

ANSYS ALinks for MCAD 第三方机械 CAD 接口

ANSYS ALinks for MCAD 是一种将第三方机械 CAD 数据导入到 ANSYS HFSS、ANSYS Q3D Extractor、ANSYS Maxwell 的 3D 建模器接口。

→ 对应的机械 CAD/ 格式

- IGES
 - STEP
 - ACIS (*)
 - Parasolid
 - Autodesk Inventor
- Creo Parametric (旧 Pro/ENGINEER)
 - AutoCAD (dxf、dwg)(*)
 - CATIA V4/V5
 - Siemens PLM NX
- NASTRAN
 - Unigraphics
 - Solidworks
 - Inventor



ANSYS ALinks for EDA 第三方电气 CAD 接口

ANSYS ALinks for EDA 是一种将第三方电气 CAD 数据导入到电磁场分析软件的接口。详情请参见第 17 页及以后的部分。

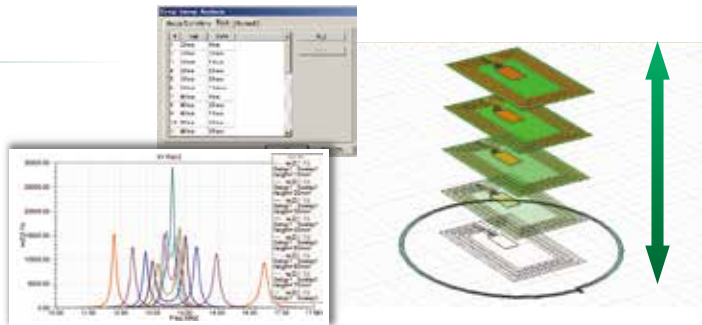
ANSYS Optimetrics (HFSS Q3D Extractor 2D Extractor Maxwell) 参数分析 / 优化 / 灵敏度分析 / 伴随求导 / 统计分析

对产品设计要求高的，通过仿真软件进行调谐或优化分析非常重要。ANSYS Optimetrics 是一种附加模块，具备参数分析、优化分析、灵敏度分析、统计分析等功能，帮助快速实现以仿真驱动的产品设计。与各分析软件的桌面环境一起使用，提供简单而强大的仿真环境。另外，Optimetrics 带有两个任务的分布式求解器，因此如果是 2 个分布式 Optimetrics 分析，无需附加许可证，可以直接执行。

功能

→ 参数分析

- 对从分析模型上设置的变量进行分析的值，创建表格，对表格中定义的模型一并进行分析。
- 参数分析支持通过分布式求解器进行的分布式分析，可以用 HPC 环境缩短分析时间。

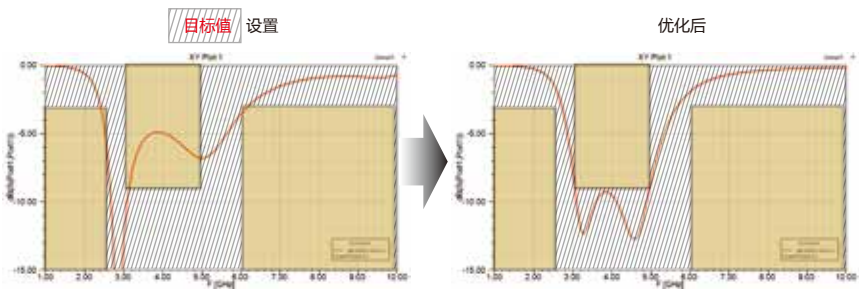


→ 优化分析

分析者设置目标值，分析软件自动搜索满足该目标值的变量值。目标值可以设置多个，还可以对各目标值进行加权。

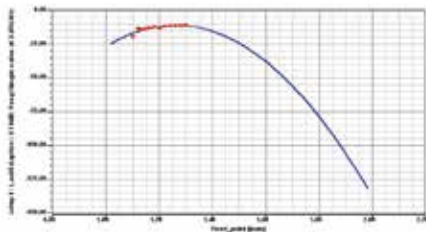
例：宽带天线的优化

- 目标 1：将 ~ 2.5GHz 的 S11 优化至 -3dB 以上。
- 目标 2：将 3.2 ~ 5GHz 的 S11 优化至 -8dB 以下。
- 目标 3：将 6GHz ~ 的 S11 优化至 -3dB 以上。



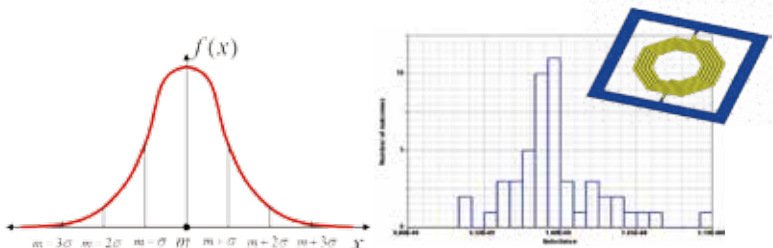
→ 灵敏度分析

对分析模型中设置的变量值产生微小变化时的特性变动进行分析，明确哪个变量对特性影响到什么程度，明确该影响的程度。



→ 统计分析

将与制造环境条件相同的变化设置为每个变量，进行一定数量的分析，对实际制造产品时可能发生的成品率进行仿真。

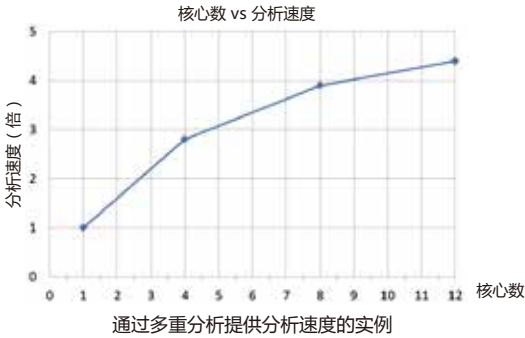


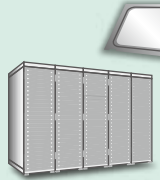
ANSYS Electronics HPC / HPC Pack

并行与分布式计算

采用单个 CPU 很难满足高速仿真任务的要求，连接多个 CPU 实现高速的并行与分布式计算工作势在必行。然而，若想通过硬件环境提升分析的速度，对应的软件也需要进行算法优化。

ANSYS Electronics HPC/HPC Pack 对各分析软件上的求解器提供并行分析技术，使其以最高效率处理作业。



分布式 / 并行处理的类型	分析技术	ANSYS HFSS	ANSYS Q3D Extractor	ANSYS 2D Extractor	ANSYS SIwave	ANSYS PlanarEM	ANSYS Maxwell	Circuit (Designer)
 单节点多内核	矩阵运算的并行处理	●	●	●	●	●	●	
	整体封装的分布式分析				● (注 1)			
 单节点多内核及 多节点多内核	时域分解 (TDM)						● (注 7)	
	区域分解 (DDM)	●						
	分布式内存分析	●						
	分布式扫描	● (注 2)	●	●	●	●	●	
	CG/DCRL/ACRL 的分布式分析		●	● (注 3)				
 GPU 加速	网络 / 终端分布式		● (注 4)					
	矩阵运算	● (注 5)					● (注 8)	
	HFSS 瞬态求解器	● (注 6)						
	电路分析 (IBIS-AMI、QuickEye)							●

注 1：只支持通过 Q3D 求解器进行的封装分析。

注 2：支持插值扫描和离散扫描。

注 3：支持 CG/RL 分析的分布。

注 4：不支持 DCRL 分析。

注 5：只支持 FEM 求解器。

注 6：不支持隐式求解器。

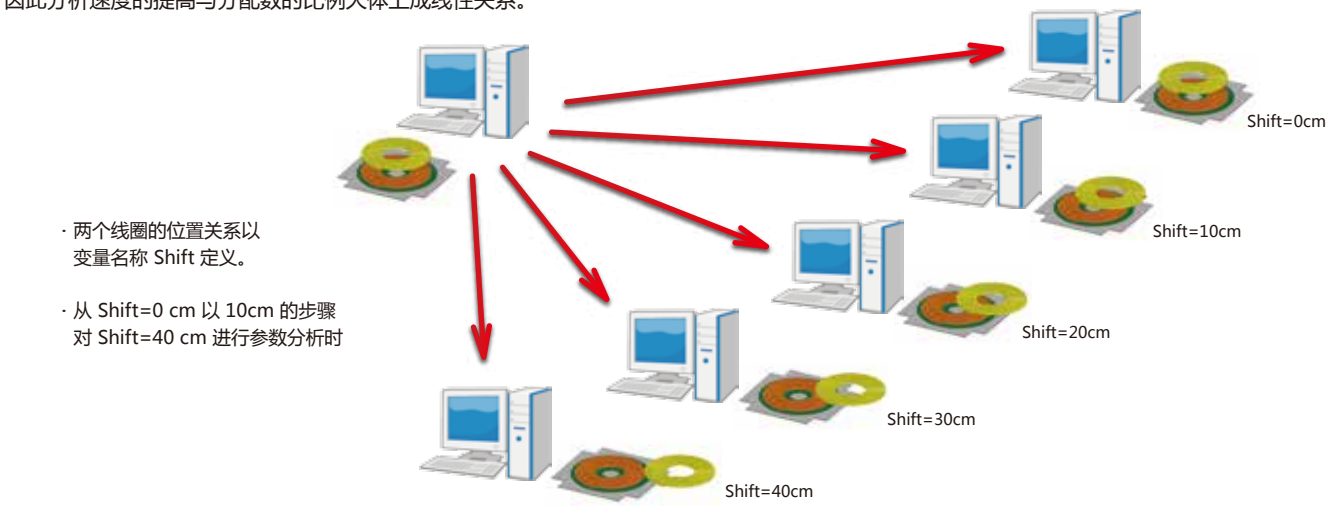
注 7：只支持瞬态求解器。

注 8：只支持涡流。

Distributed Solve

分布式求解器用于 Optimetrics 的分布式分析模块

通过分布式计算功能高速进行 Optimetrics 的参数分析、优化分析 (Pattern Search) 和统计分析。这些分析原本是以独立的过程重复进行的，因此在并行处理时会变得非常高效。采用分布式求解器时，由于要分配不需要节点间通信的处理过程，因此分析速度的提高与分配数的比例大体上成线性关系。



用分布式求解器对两个线圈的位置关系变量参数进行分布式分析。

附加模块

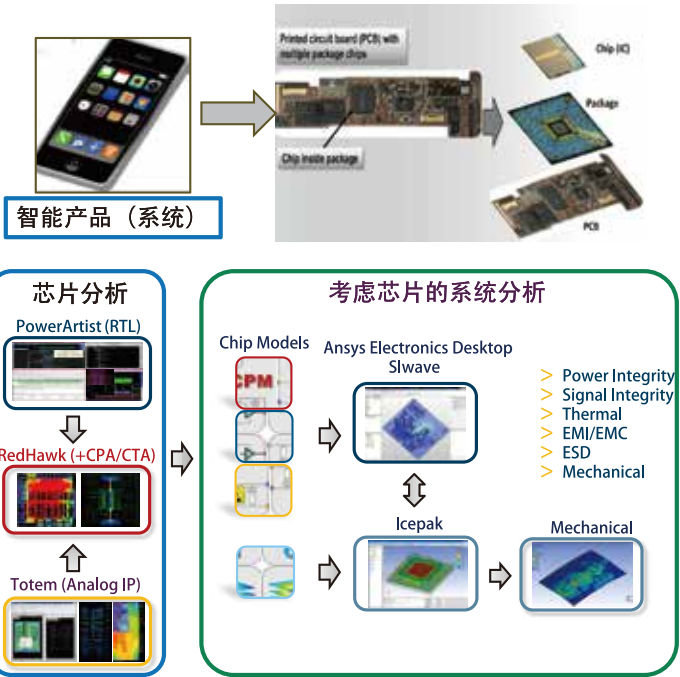
特定应用的分析案例

芯片封装系统（CPS）协同设计

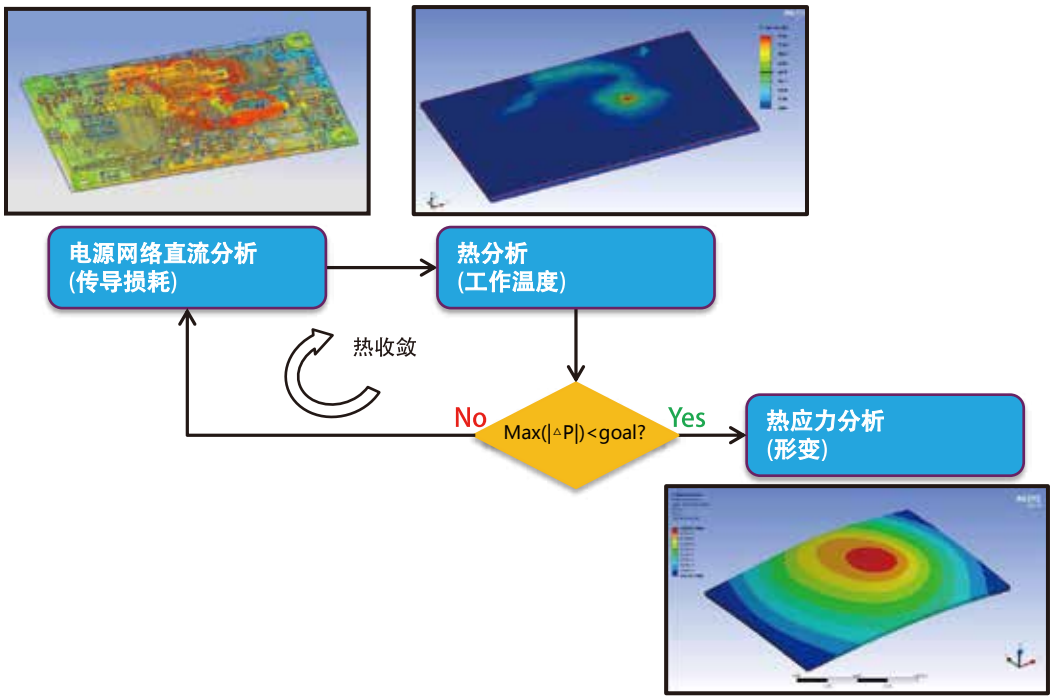
工业 4.0 框架里，智能化是一项重要指标。智能化意味着构成电子产品的系统复杂度越来越高，芯片（SoC）、封装（SiP）和 PCB（HDI）是构成了智能化电子产品的核心。ANSYS CPS 协同仿真方案可以帮助设计者在设计阶段对完整的虚拟系统原型进行分析优化：设计芯片时考虑封装和 PCB 带来的系统影响，封装设计时考虑芯片和 PCB 的影响，PCB 设计时考虑芯片、封装和外围系统的影响。在各个层次上进行电磁、热和应力多物理全面分析。从而提升产品可靠性，节约开发成本，缩短开发周期，大幅度提高产品和企业的市场竞争力。

芯片模型	CPS 应用	模型内容
CPM	电源完整性，电磁干扰	芯片电源网络寄生参数(RLC)，晶体管开关电流(@pads)，片上去耦电容
CSM	信号完整性电源完整性协同	芯片IO Buffer模型(CIOM)，芯片IO电源环寄生参数
CECM	系统级ESD	片上电源网络寄生参数，片上ESD保护电路。
CTM	热完整性	芯片功率-温度库，金属化叠层等。

ANSYS CPS 使用的芯片模型



电子产品热设计是可靠性设计的重要环节。传统的电子产品热分析只考虑板上芯片，将芯片功率作为唯一热源，忽视了电源网络中存在的大电流发热，导致热分析结果偏低。通过 Siwave 与 Icepak 的电热双向自动耦合分析，充分考虑 PCB 板材电性能的温变特性，得到板上真实温度分布和此温度分布下电源网络真实电气特性。并可将 PCB 板的最终热功率分布传递进 Icepak（或 Mechanical）独立环境中，对复杂散热环境下的完整电子产品进行设备级详细热分析。



ANSYS CPS 多物理域可靠性分析流程

家用电子技术与计算

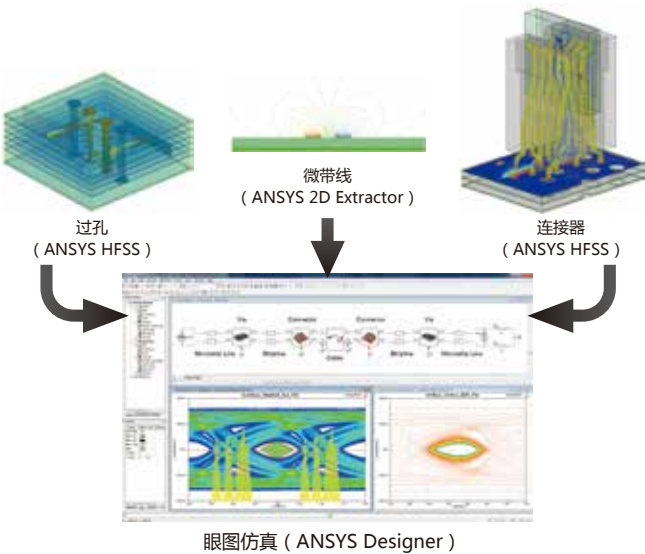
通过丰富的电磁场分析软件和高性能电路仿真器，从最尖端的电子设备设计所要求的电气特性抽取和模型生成到系统级评估，ANSYS 均能提供综合全面的解决方案，有助于提高产品速度、降低功耗和成本。

高速串行接口（SERDES）

可以实现从过孔、布线图案、连接器等信道构成单元的宽频带电气特性的抽取到整个系统的差分 S- 参数分析、包括 IBIS-AMI 和均衡器电路的眼图、BER、浴盆曲线，USB、SATA、PCI Express 等高速串行接口设计所要求的各种仿真。

→ 对应的产品

- ANSYS HFSS
- ANSYS 2D Extractor
- ANSYS Designer (ANSYS SI Option)



DDR 内存接口

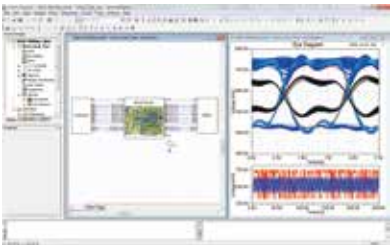
在 DDR 内存接口中，同时开关会导致电源干扰和抖动。使用 ANSYS 产品，可以根据电气 CAD 数据对多比特的 DQ、DQS 和电源、接地特性抽取、建模、SPICE、包括 IBIS 模型的芯片至芯片进行瞬态波形仿真。还可以自动生成 JEDEC 规定的写入周期的时序裕量报告。

→ 对应的产品

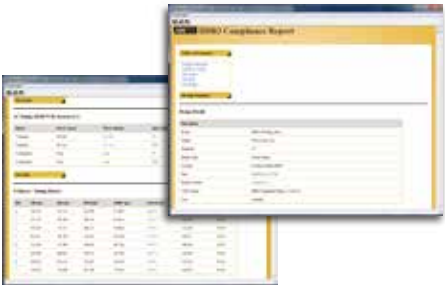
- ANSYS SIwave
- ANSYS HFSS
- ANSYS Q3D Extractor



DDR 安装电路板 (ANSYS SIwave)



DDR III 写入周期仿真和时序裕量报告 (ANSYS Designer)

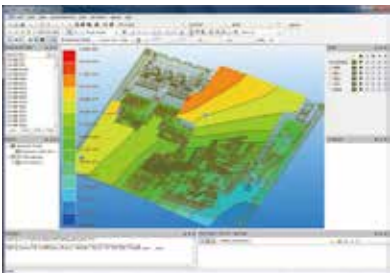


电源完整性分析（CPS 协同仿真）

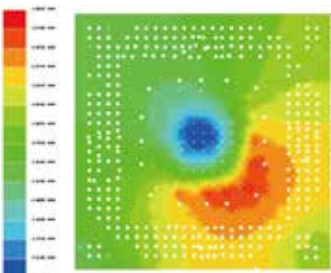
可以优化封装、整个印刷电路板 PDN 阻抗抽取、平面共振分析、IR 降分析、电容器。另外，使用 Apache 产品生成的 CPM，可以在考虑芯片内部特性的基础上抽取芯片—封装—系统整体 PDN 的阻抗，还可以进行瞬态波形仿真。

→ 对应的产品

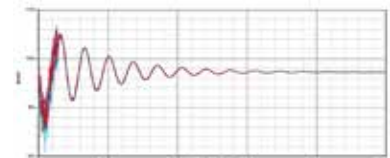
- ANSYS SIwave PI / SIwave
- ANSYS Q3D Extractor
- ANSYS HFSS
- ANSYS 半导体相关产品



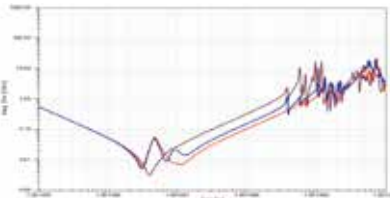
电路板共振分析
(ANSYS SIwave)



BGA 封装电势降
(ANSYS SIwave)



VDD 干扰和建立时间
(包括 ANSYS Designer、CPM)



PDN 阻抗分析
(ANSYS SIwave)

EMC 解决方案

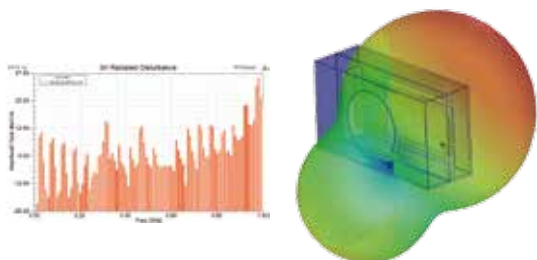
分析 EMC 相关的问题时，除作为信号源的信号波形外，还可以对该信号通过的导体和空间进行分析。一般情况下，EMC 分析并不简单，但 ANSYS 的电子产品，拥有系统电路仿真器（分析信号波形）和电磁场仿真器（分析电磁波特性）无缝合作的环境，因此可以高效建立虚拟 EMI、EMS 测试环境。

→ 辐射

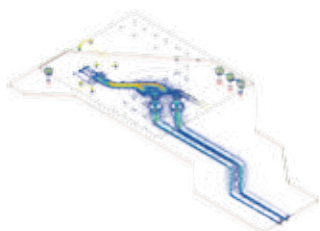
通过仿真准确地可视化实际产生的电磁场现象，可以确定干扰产生的原因。这不仅可帮助迅速找到改善 EMC 问题的措施，还可以向产品的上游供应商进行适当反馈。



手机电磁场对车体的影响

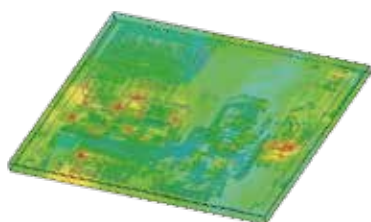


照相机 3m 放射电场强度的最大值和方向性



封装和电路板电流分布

ANSYS HFSS

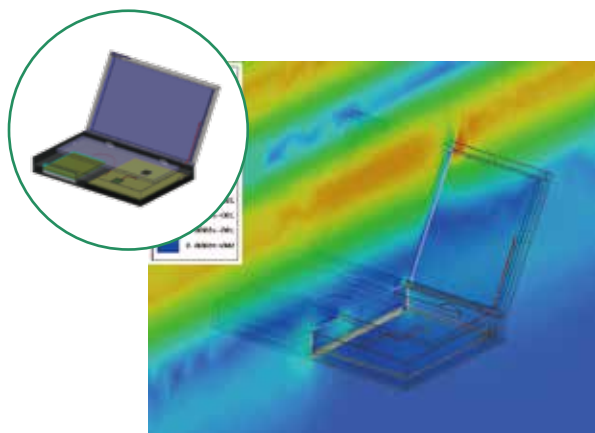


印刷电路板邻近电磁场分析

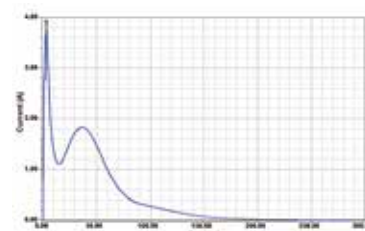
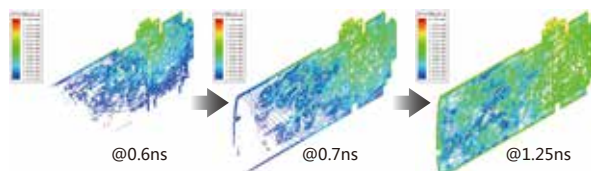
ANSYS SIwave

→ 抗干扰性

将平面波或 ESD 枪产生的波形作为电磁波干扰源引入，可以观察到这些外部干扰源作用在产品上引起的电磁场现象。尤其是在 ESD 分析中，可以评估干扰随着时间变化而扩散的情况，从而帮助选择正确的 ESD 抑制措施。

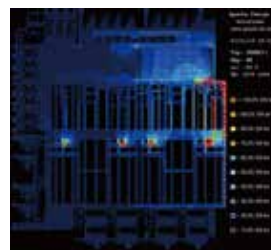


笔记本电脑抗扰度的分析



印刷电路板 ESD 分析

ANSYS HFSS



芯片内 ESD 电流密度检查

ANSYS PathFinder

传导干扰

在电力电子产品的设计和开发过程中，其内部核心开关器件正在向高频、集成、低功耗和高可靠性方向发展，由此造成了产品内部电磁环境越来越恶劣，电磁干扰问题日益严重。新型 SiC(碳化硅) 和 GaN(氮化镓) 开关器件的应用；以及不同国家、行业、组织（IEC、CISPR、FCC、VCCI）对 EMC 的严格要求，造成上述问题解决方法更加复杂。

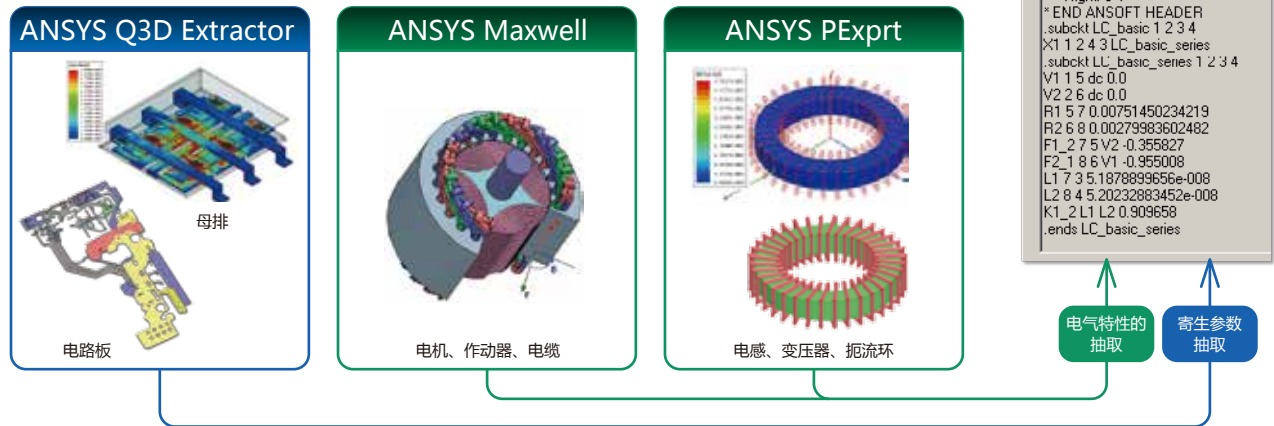
针对上述问题，采用虚拟仿真的方法来分析 EMC 问题将会非常有效。

ANSYS 传导干扰解决方案基于传导干扰分析的三要素：干扰源（开关器件）、传导路径（电路）、被干扰体（载荷模型），以 ANSYS 物理原型级电路建模为基础，集成参数化建模工具提取的寄生参数（RLC）以及电磁场分析工具创建的电磁模型，通过仿真分析可进精确分析传导干扰的发生机理，定位干扰源，找出解决干扰的对策。最终实现虚拟物理样机试制，降低传导干扰发生的概率，大幅降低产品开发的成本和时间。

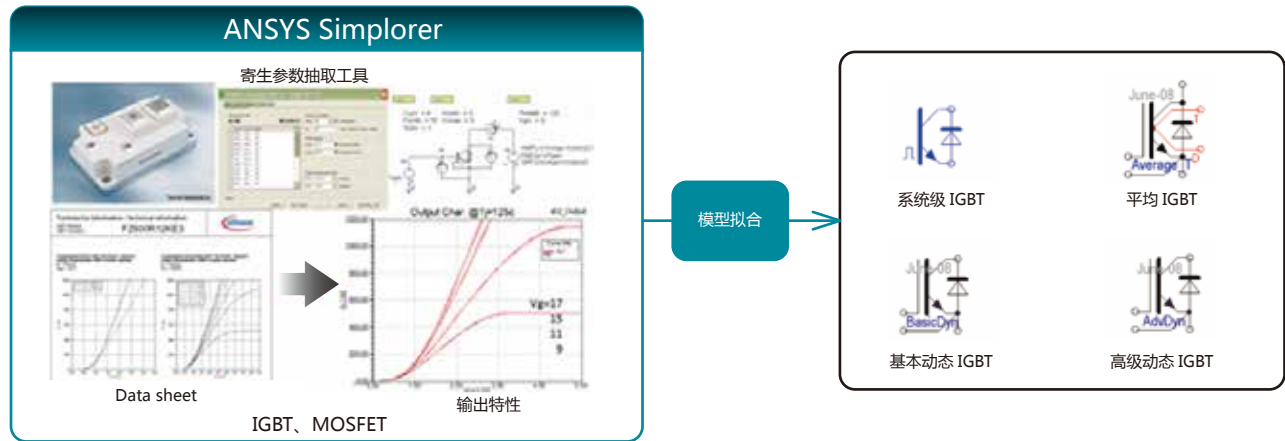
特点

- 电力电子传导干扰 EMC 仿真分析
- 电磁场 / 电路协同仿真分析
- 传导干扰仿真结果可作为辐射干扰分析的源头

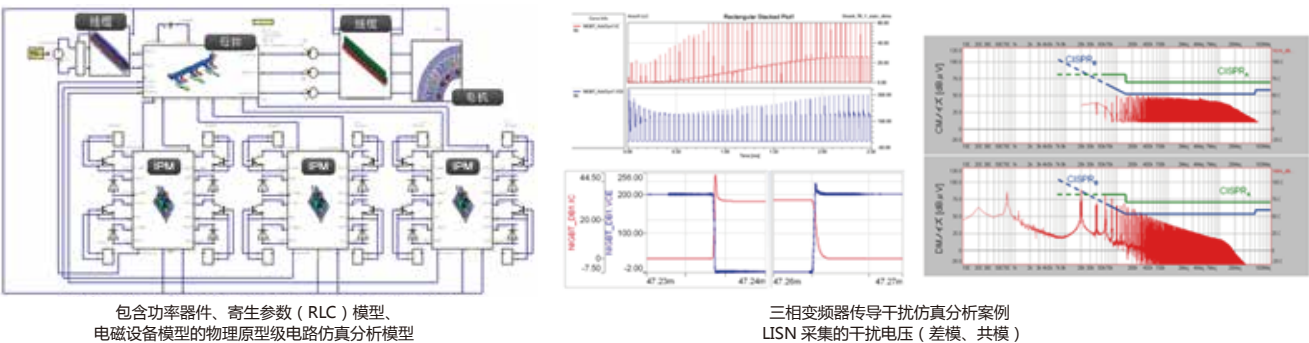
→ 等效电路模型



→ 功率器件特征化建模



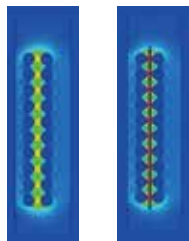
→ 电路模型



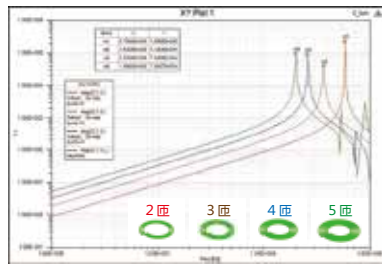
变压器

变压器广泛应用于变电站、消费电子等领域。近年来，随着 EV/HEV、风力发电、太阳能发电等行业技术的发展和革新，客观上要求与上述设备配套的变压器具有更高的功率密度。在变压器的设计过程中，除须考虑变压器本身的磁通、电感等基本特性外，还需要综合考虑其可能引起的 EMC 问题、本体与控制系统的兼容问题、电磁损耗引起的发热和电磁力引起的振动、噪声等问题，最终实现变压器的综合设计。ANSYS 产品可为变压器的上述设计问题提供综合的仿真分析环境。

→ 变压器屏蔽效能

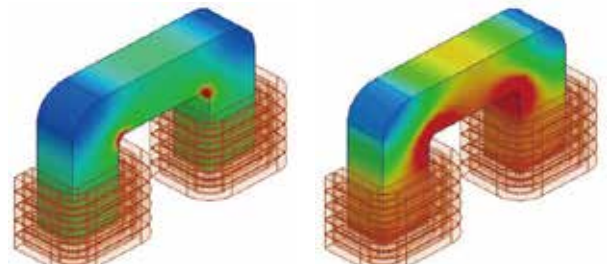


线圈附近的磁场强度分布



阻抗随频率变化的特性

→ 频率特性对电抗器损耗的影响

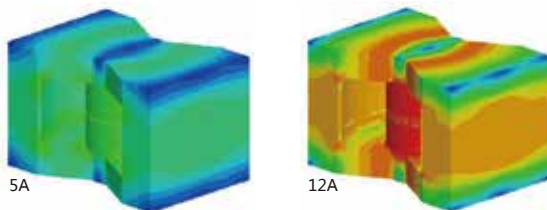


600Hz

1000Hz

铁芯损耗分布

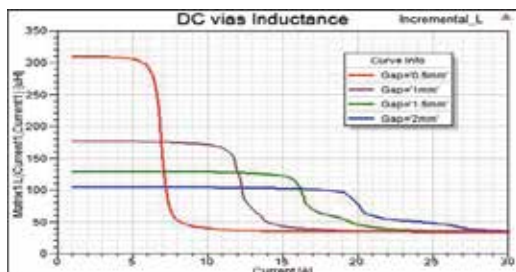
→ 变压器的磁饱和特性



5A

12A

铁芯的磁密分布

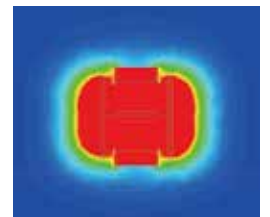


不同气隙深度下的阻抗特性

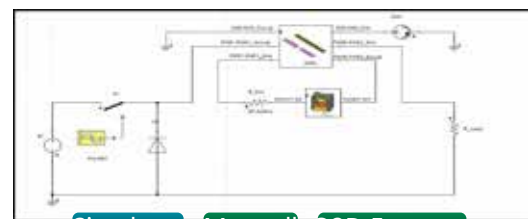
→ 线圈 / 电路板电磁干扰



电路板和线圈



线圈附近的磁通密度分布

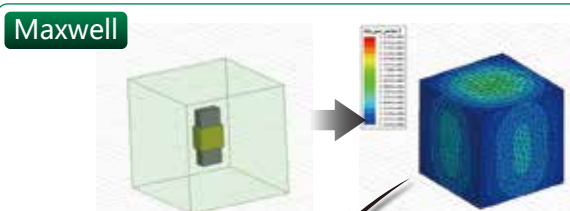


Simplorer+Maxwell+Q3D Extractor

将电磁场有限元分析模型集成到电路分析环境

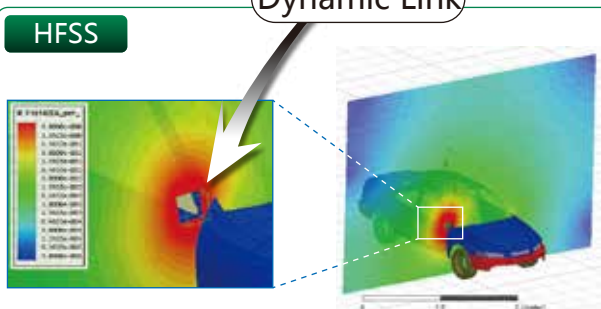
评估线圈对周围造成的磁场干扰影响

→ 无钥匙启动线圈 / RF 天线、LF 天线



Maxwell

Dynamic Link

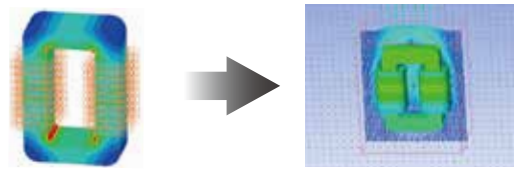


HFSS

LF 天线发送侧的设计

→ 线圈变压器设计的多物理场分析（应力、热流体）

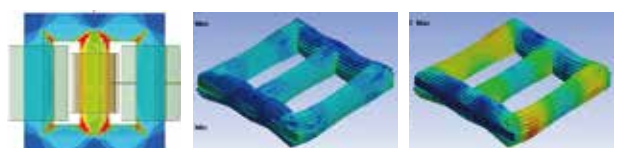
有自然对流时的电抗器热分析



磁场分析

热流体分析

Maxwell + Icepak



磁性能量分布

Mises 应力分布

应力位移分布

Maxwell + Mechanical

无线充电

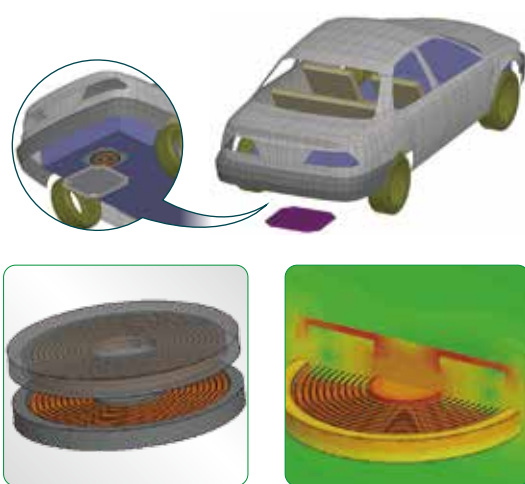
ANSYS 针对不同的无线充电实现方式均提供了有效的解决方案，包括电磁感应式、磁共振式、以及微波辐射式。

无线充电系统融合了电源技术和无线技术，两种技术均具有悠久的历史，将完全不同的两种技术融合在一起，绝非易事。例如，无线技术通常是在 50Ω 系统中进行设计，而电源系统则没有 50Ω 系统之类的概念，因此无法直接使用 50Ω 系统连接这两个系统。

ANSYS 的无线充电解决方案从创建模型开始直到进行电磁场的可视化，实现了非接触充电变压器分析、共振型线圈分析，并可以进行各自的系统仿真。

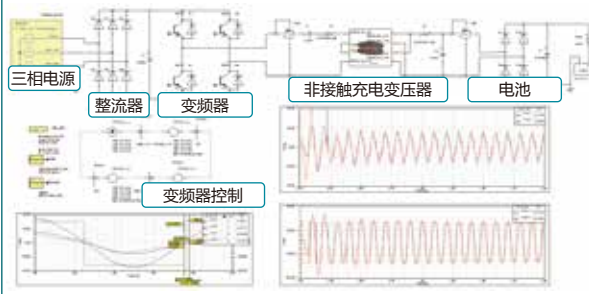
非接触充电变压器分析

低频二维 / 三维电磁场仿真软件
ANSYS Maxwell



多域电路与系统仿真器
ANSYS Simplorer

系统仿真



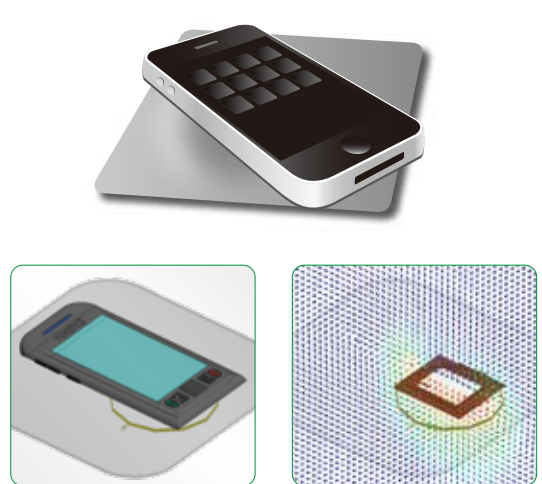
→ 对应的产品

ANSYS Maxwell

ANSYS Simplorer

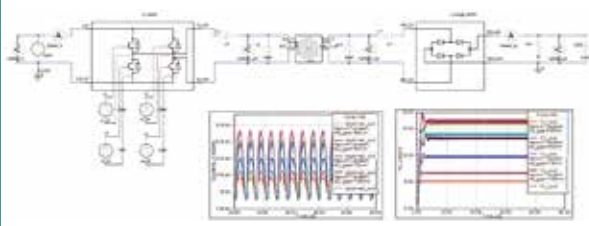
共振型线圈分析

高频三维电磁场分析软件
ANSYS HFSS



电磁场、电子电路及系统集成设计环境
ANSYS RF 和 SI Option (ANSYS Designer)

变频器电路与整流电路的分析



→ 对应的产品

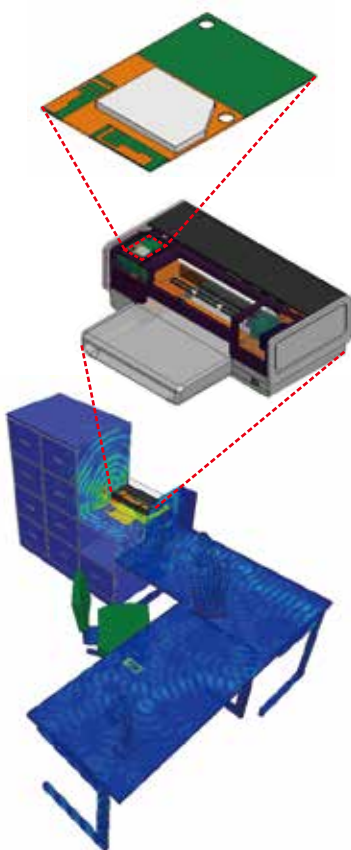
ANSYS HFSS

ANSYS RF 和 SI Option (ANSYS Designer)

应用案例

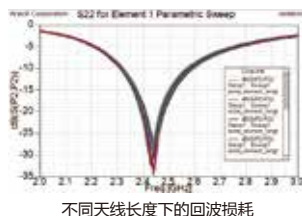
天线设计

ANSYS 仿真软件除了可分析天线单元外，还可分析天线被安装在产品上的性能，或同时分析两个以上的天线，从而获得实际通信状态下的收发特性，还能够可视化天线引起的电磁场分布。
此外，利用分布式仿真环境，使以前被认为无法实现的超大规模仿真变为可能。

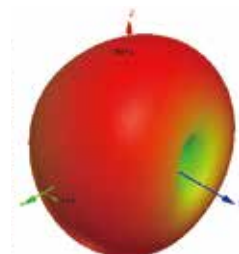


→ 天线单元设计

天线尺寸参数优化

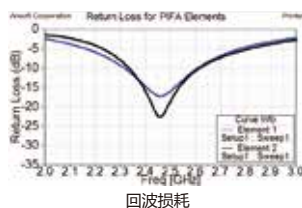


不同天线长度下的回波损耗

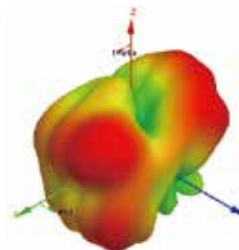


→ 天线安装

即使天线是安装在设计复杂的精美外壳内，强大的网格生成功能同样可实现稳定的高精度的仿真。



回波损耗



方向图

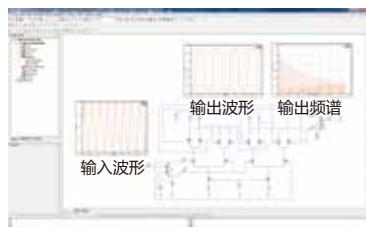
→ 实际使用环境中的电磁场分布

硬件和软件的发展使以前不可能的仿真变为可能。

无线电系统 /RF 电路

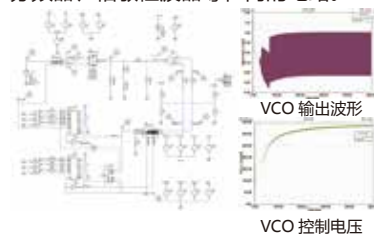
→ 1/2 分频器

输入输出波形（考虑到第 64 高次谐波，采用谐波平衡法分析）



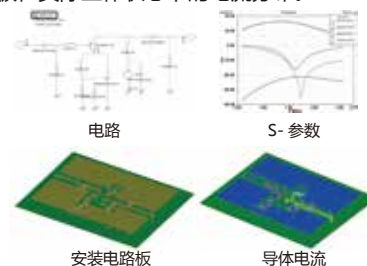
→ CMOS PLL 合成器

对 1.5GHz 带高速锁定 PLL 合成器锁定前的情况进行瞬态分析，包括 VCO、分频器、相敏检波器等在内的电路。



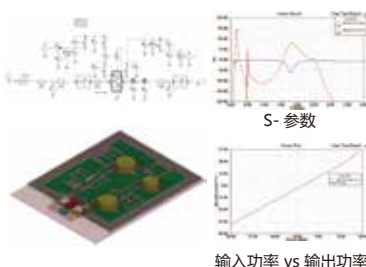
→ 安装在 PCB 上的放大器

通过谐波平衡分析和 Push Excitation，获得电路板在实际工作状态下的电流分布。



→ 功率放大器

分析大功率的放大器。



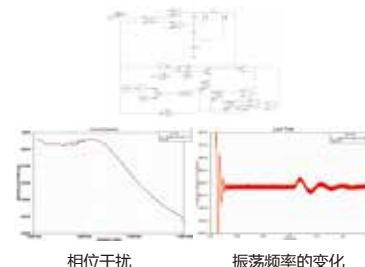
→ WiFi IEEE802.11g 系统仿真

以 802.11g 可以进行各种特性的仿真。



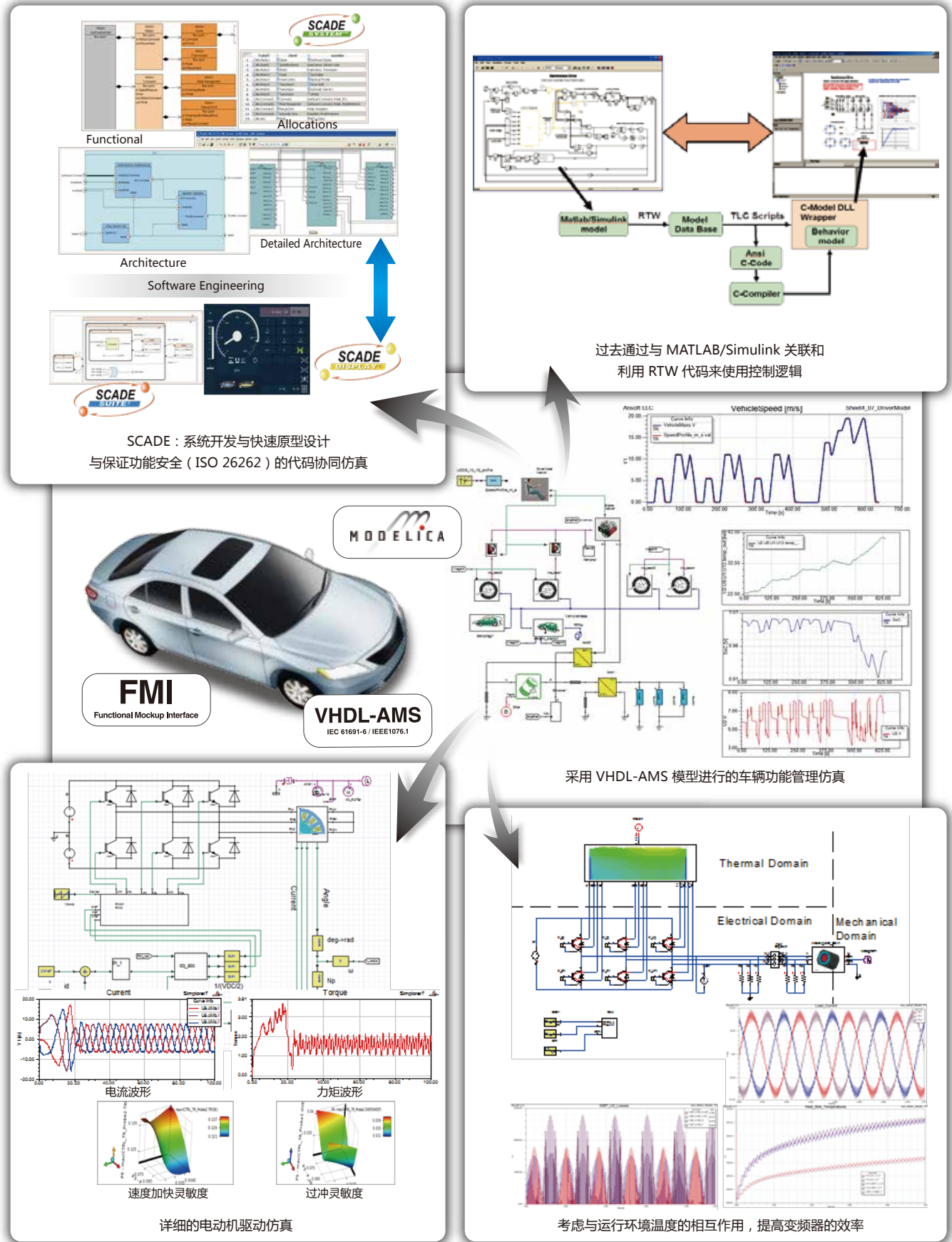
→ Fractional N PLL 合成器

该仿真使 PLL 合成器的结构设计变为可能。



多域仿真

优化分析适用于设计的各个阶段，从部件的设计到整体系统的设计优化。ANSYS 的系统仿真应用广泛，支持保证功能安全（ISO 26262）的代码生成，支持符合国际标准（IEC61691-6）的建模语言（VHDL-AMS）、Modelica 语言以及 FMI 2.0 等。



ANSYS 中国

www.ansys.com.cn

info-china@ansys.com

400 819 8999

支持的平台

- Windows 7 (64-bit Professional and Enterprise editions)
- Windows 8.1 (64-bit Professional and Enterprise editions)
- Windows 10 (64-bit Professional, Enterprise and Education editions)
- Windows Server 2008 R2 Standard Edition (64-bit)
- Windows HPC Server 2008 R2 (64-bit)
- Windows Server 2012 R2 Standard Edition (64-bit)

- Red Hat Enterprise Linux (RHEL) 6.5, 6.6 and 6.7 (64-bit)
- Red Hat Enterprise Linux (RHEL) 7.1 and 7.2 (64-bit)
- SUSE Enterprise Linux Server & Desktop (SLES / SLED) 11 SP3 and SP4 (64-bit)
- SUSE Enterprise Linux Server & Desktop (SLES / SLED) 12 SP0 and SP1 (64-bit)

※ ANSYS 17.1 (2016 年 5 月)

根据许可证和操作环境，提供不同的平台。

如欲了解更多详情，敬请与我们联系。

※ 不支持 Windows Home Edition。

联系方式

ANSYS 中国

官方网站：www.ansys.com.cn

咨询电话：400 819 8999

邮箱：info-china@ansys.com

中国分公司：北京 上海 成都 深圳

官方新浪微博：@ANSYS中国 · www.weibo.com/ansyscn



官方微信：ANSYS

微信号：ANSYS-China

