

## 电磁产品线主要模块:

### [1. Maxwell](#)

### [2.HFSS](#)

### [3.Q3D](#)

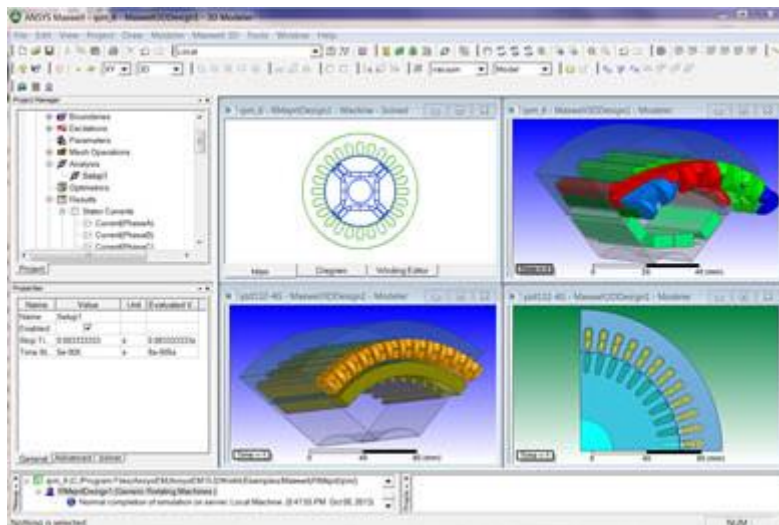
### [4.SiWave](#)

### [5.ANSYS RMaxprt](#)

### [6.ANSYS PExprt](#)

## 1. ANSYS Maxwell

ANSYS Maxwell 包含二维和三维的瞬态磁场、交流电磁场、静磁场、静电场、直流传导场和瞬态电场求解器，能准确地计算力、转矩、电容、电感、电阻和阻抗等参数，并且能自动生成非线性等效电路和状态空间模型，用于进一步的控制电路和系统仿真，实现此部件在考虑了驱动电路、负载和系统参数后的综合性能分析。ANSYS Maxwell 是工业界领先的电磁仿真软件，能满足机电产品工程师的仿真设计需求，提升高品质产品设计能力。



## 功能特点:

- 自动自适应网格剖分

用户仅需指定求解模型的几何尺寸、材料属性和期望的输出结果，即可采用 Maxwell 验证的自动自适应网格剖分技术跳过繁琐的有限元 (FEA) 网格设置和改善优化环节，让用户机构各层次的高级数值分析均变得切实可行。Maxwell 采用高性能体网格剖分技术和多线程运行功能，减小内存使用量，并加快仿真速度。

- 动态链接到 ANSYS Simplorer

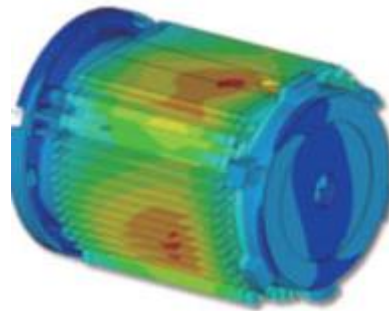
Maxwell 关键技术之一是高保真度降阶模型，用于 ANSYS Simplorer 多域系统仿真软件中。使用此功能强大的、基于电磁学动态链接的设计流程，用户可以联合复杂的电路和精确的电磁部件模型，设计出高性能电动机械、机电系统和电力电子系统。

- 瞬态运动

Maxwell 瞬态磁场求解器精确考虑了刚体部件运动、复杂的耦合电路和感应涡流计算等问题，使用了业界最先进的算法和体网格剖分技术，这些功能可高效精确地计算各种时域仿真，借助于 Maxwell 瞬态磁场求解器与 Simplorer 耦合和协同仿真技术，用户可直接检测机电系统（包括：驱动电路、控制环和模数混合信号拓扑结构等）中电磁部件间细微的相互作用，以及电磁部件对整个系统的性能影响。

- 永磁体温度依存性

施加外部磁场，或者对永磁体加热，都能改变硬磁材料的磁性质，从而导致永磁体发生退磁。Maxwell 的退磁分析功能可帮助用户研究分析永磁体电退磁和热退磁效果，精确评估电设备的性能。

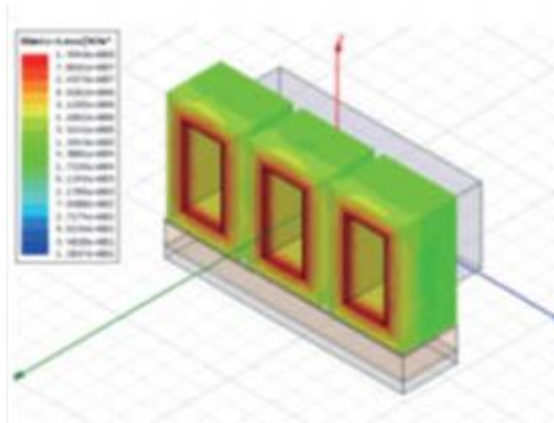


- 大型工程设计求解速度更快

Maxwell 具有 64 位用户界面和求解器，能够仿真大规模工程问题，而不需要降低求解精度或修改几何模型细节。Maxwell 将多处理器技术集成到求解过程的每个阶段中，且革新后的求解器可显著加快求解速度，从而提升用户的能力。

- 多物理场耦合分析

Maxwell 已集成到 ANSYS 先进的仿真平台 Workbench 中。Workbench 独特的项目图形化界面把整个仿真过程紧密结合在一起，引导用户通过简单的鼠标拖-放操作来完成复杂的多物理场耦合分析。



- 鲁棒性设计

ANSYS Optimetrics 将参数化、优化算法、灵敏度分析和统计分析嵌入到 Maxwell 仿真中，用户可以通过将模型的几何尺寸、材料常数等参数设成变量，通过在 Optimetrics 中进行参数化扫描分析，研究几何形状与材料变化对产品性能的影响，从而优选最佳设计方案。与 ANSYS DesignXplorer 耦合时，Optimetrics 可提供试验设计、表面反应技术、六西格玛和多物理域系统级优化等功能。

- 高性能计算

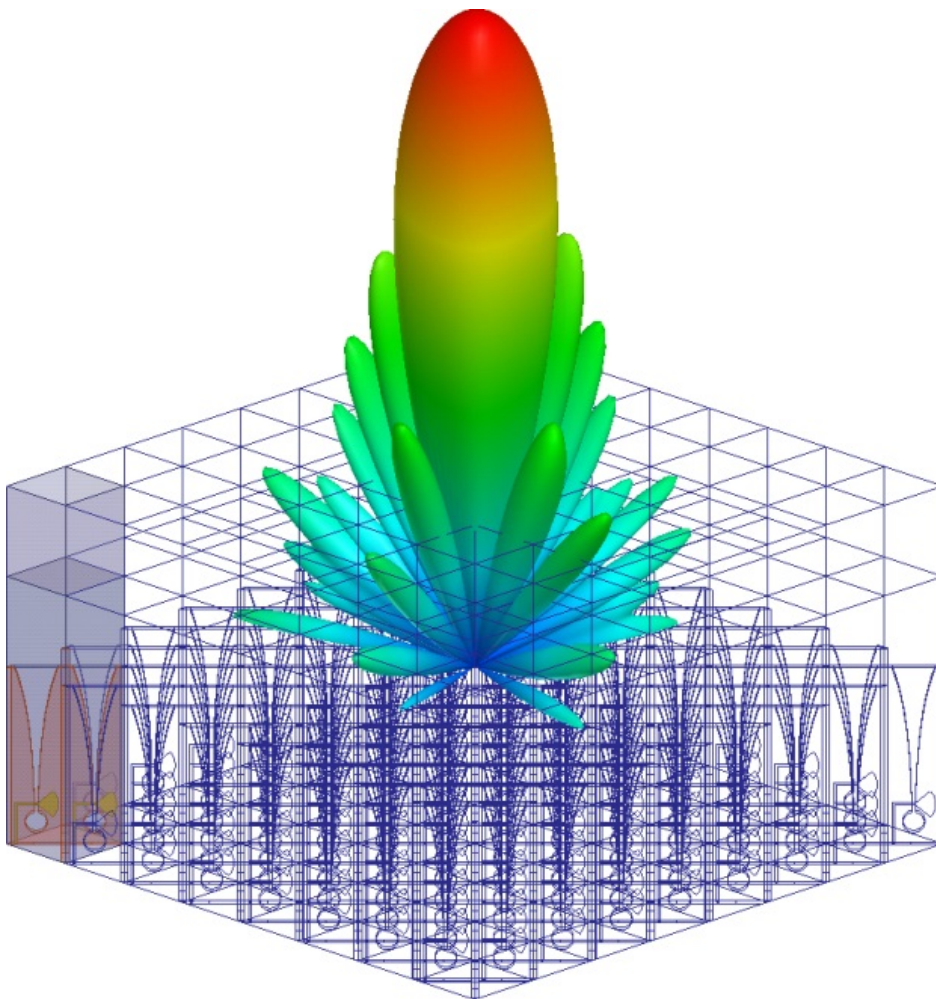
Maxwell 充分利用当今的高性能计算机，结合 MP（多处理器）和 DSO（分布计算选项），快速求解大规模设计问题。MP 并行计算功能用于同一台计算机，内存共享的多核或者多处理器并行计算。DSO 将参数化分析方案分布到多台计算机上同时计算，从而缩短总体仿真时间。

## 2. ANSYS HFSS

ANSYS HFSS 作为任意三维结构全波电磁场仿真的标准和核签工具，是现代电子设备中设计高频/高速电子组件的首选工具，特别针对射频、微波以及信号完整性设计领域，是分析任何基于电磁场、电流或电压工作的物理结构的绝佳工具。HFSS 能够在用户最少干预的情况下，对电磁场进行快速精确的仿真。HFSS 可分析包括反射损耗，衰减，辐射和耦合等电磁场问题。

HFSS 的强大功能基于有限元算法与积分方程理论，以及稳定的自适应网格剖分技术。该网格剖分技术可保证其网格能与 3D 物体共形并适合任意电磁场问题分析。

受益于多种最尖端的求解技术，HFSS 能根据用户的不同需求来选择合适的求解技术。每个求解器都具有其强大的功能，HFSS 可自动根据用户指定的几何模型，材料属性以及求解频段来生成最适合，最有效和最准确的网格进行求解，以保证求解的精度。所有的 HFSS 求解器均可配置高性能计算（HPC）技术，有效利用计算机资源来加速求解电大尺寸问题。



HFSS 的高性能及高准确性也可通过 ANSYS Workbench 平台调用，该工具通过一个以用户为中心的界面直接与企业级结构 CAD 工具链接，从而实现多物理场仿真。采用此功能，用户可分析将 HFSS 仿真结果作为输入条件的热及流体分析问题。另外，用户可以对 HFSS 建立的模型实现企业级共享。结构，热和流体工程师可以使用 HFSS 的结果以完成各自需要的仿真。

### 功能特点：

- 高频求解工具箱

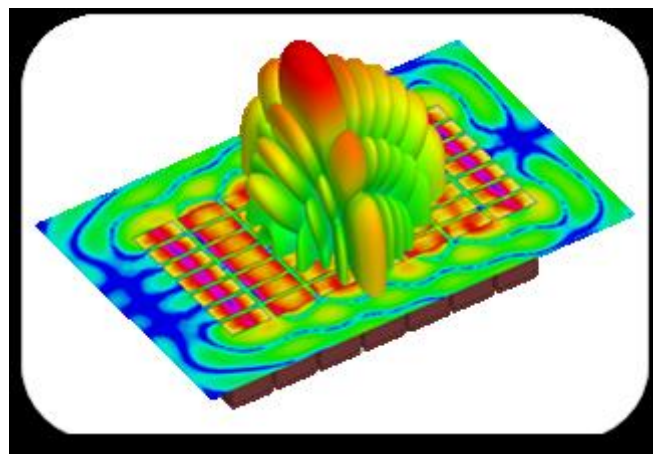
作为基于频域有限元技术的三维全波电磁场求解器，HFSS 可提取散射参数，显示三维电磁场图，生成远场辐射方向图，以及提供 ANSYS 的全波 SPICE 模型，该模型可用在 ANSYS Designer 和其他信号完整性分析工具中。

- 射频与微波

长久以来，HFSS 一直被射频和微波工程师用来设计通信系统，雷达系统，卫星，智能手机和平板设备中的高频组件。该技术实现了很高的仿真精度，解决了多方面的射频和微波工程中的挑战性问题，而这些都大大受益于自动网格剖分功能。最终的结果是实现了最高的求解精度和最佳的求解时间。

- 信号完整性

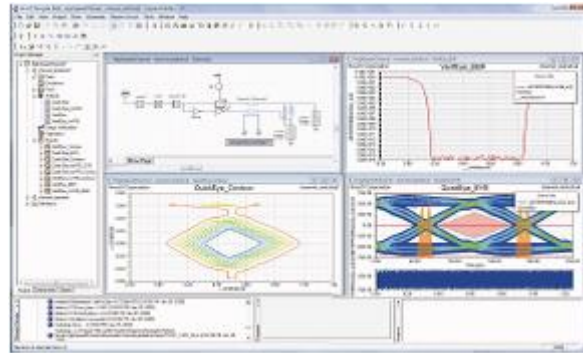
使用 HFSS，工程师可以轻松地设计并评估连接器，传输线及印刷电路板（PCB）上的过孔，计算服务器及存储设备中使用的高速元件，多媒体电脑，娱乐系统和电信系统中的信号完整性和电磁干扰性能。全球各地工程师团队几乎都在利用 ANSYS 的工具给他们的设计带来竞争优势。



- 按需求解（SoD）技术

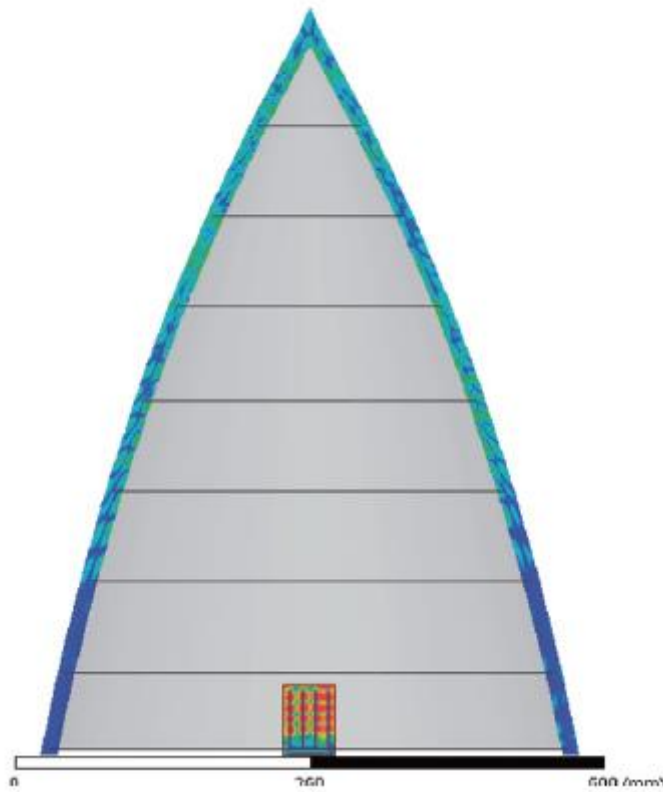


如果用户不熟悉在 HFSS 中的三维建模, 创建一个完整且可求解的三维模型将非常复杂而又费时: 该过程包括设置源位置或激励方式, 定义求解空间及边界, 以及求解频率扫描范围等。按需求解技术使用户直接从直观的, 层叠式 ANSYS Designer 界面使用 HFSS 求解器。这个接口可方便工程师在一个更熟悉的二维布线建模环境下实现三维 HFSS 的仿真精度和可靠性。比如, 用户也可以从他熟悉的工具 Cadence ECAD 环境启用按需求解功能。



- 积分方程 (IE) 和有限单元边界积分法 (FE-BI)

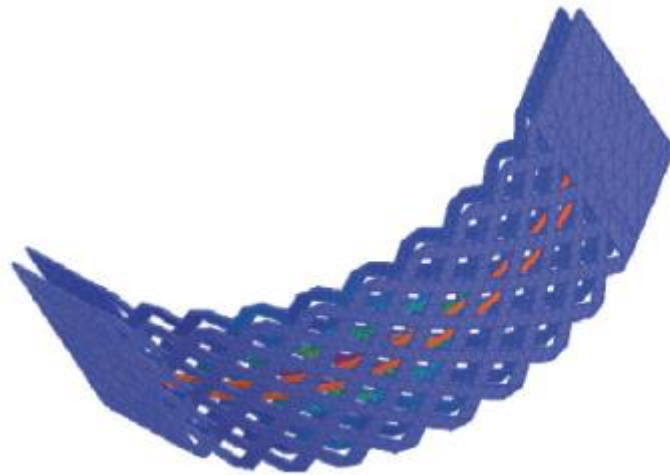
积分方程 (IE) 求解器是求解大型导体结构的辐射、散射问题的有效补充工具, 它采用矩量法 (MoM) 和多层快速多极子 (MLFMM) 求解得到导体和介质表面的电流分布。积分方程方法同样采用与 HFSS 一致的界面, 可与 HFSS 共享几何, 材料以及某些关键求解技术, 如自动产生最优化网格的自适应迭代技术。IE 求解器采用自适应交叉近似 (ACA) 方法结合迭代矩阵求解器减少内存需求, 使得用户可将其应用于大规模问题分析。



采用 HFSS 混合 FE-BI 求解的带罩天线

- 瞬态求解 (Transient)

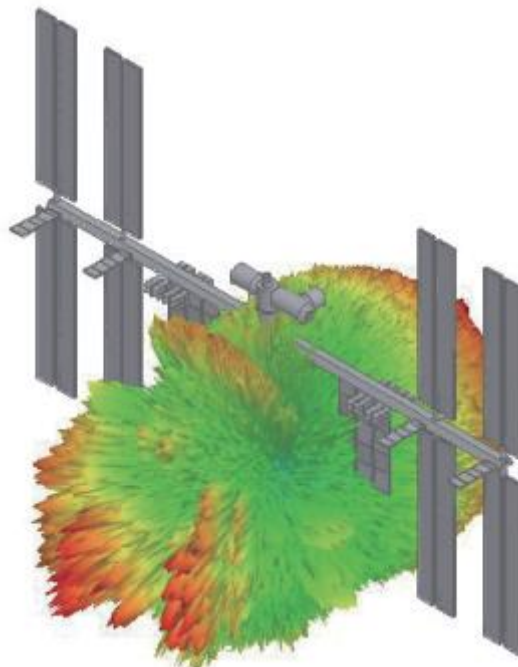
HFSS transient 是一个基于间断伽辽金时域算法 (DGTD) 和隐式有限元时域法 (FETD) 的三维全波瞬态/时域电磁场求解器。可用任何常规时域脉冲或余弦定义的脉冲信号激励, 该模块可以很容易完成时域有关仿真分析, 如时域反射阻抗 (TDR) 计算等。另外, 可以求解短周期脉冲激励问题, 如探地雷达, 经典放电, 电磁干扰及闪电等问题。该四面体有限元技术同样基于 HFSS 所采用的自动网格剖分技术, 该瞬态分析工具是 HFSS 这个传统频域分析工具的一个理想的补充。



采用 HFSS 共形有限元瞬态求解的查分信号通过弯曲电缆的时域传输分析

- 物理光学 (PO)

物理光学求解功能非常适合分析超电大结构。PO 可用于设计大型反射面天线，卫星或其它天线载体平台，如商用或军用飞机。该算法求解非常快速，且占用计算资源极少，从而可快速洞察与大型电磁结构有关的设计因素。

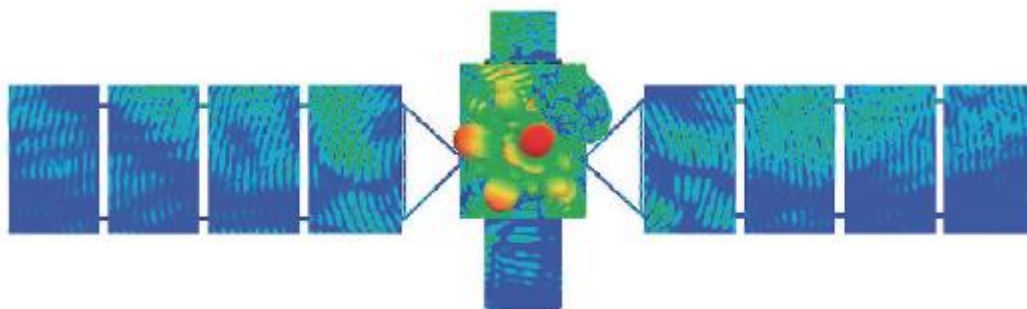


求解大规模电磁仿真问题

- 区域分解法



区域分解方法（DDM）利用网络计算机资源来仿真大规模问题。HFSS 根据网格尺寸与可用的处理器/机器数目确定最优的子域数据；DDM 自动将有限元网格分解成一系列子域问题。每一个子域模型独立求解，子域直接通过交互迭代完成整个过程的求解。这种网络内存访问的过程扩展后可完成单个机器资源无法计算的大规模求解。此外，DDM 可减少求解时间，降低总的内存需求，在很多案例中通过额外的处理器可实现超线性的加速比。



- 谱区域分解法

通过谱区域分解法（SDM），可以将宽带频率扫描频点分布到一定数目的处理器或者机器上。这种节约时间的方法自动将频点分布到各个独立的机器上去计算，完成后重新收集得到整个频率的数据。这种独特的方法显著缩短了获得高精度宽带散射参数所需要的仿真时间。

- 分布式计算

分布式计算选项（DSO）可分配参数扫描，以完成几何形状，材料，边界和激励等条件变化的设计探索。该选项模块可将多个预先设计的参数设计组合分配在不同的计算机上，完成每个设计实例的分析。DSO 显著加快给定设计任务的参数扫描和设计优化，提供了最高水平的分布式仿真的计算性能及并行化。

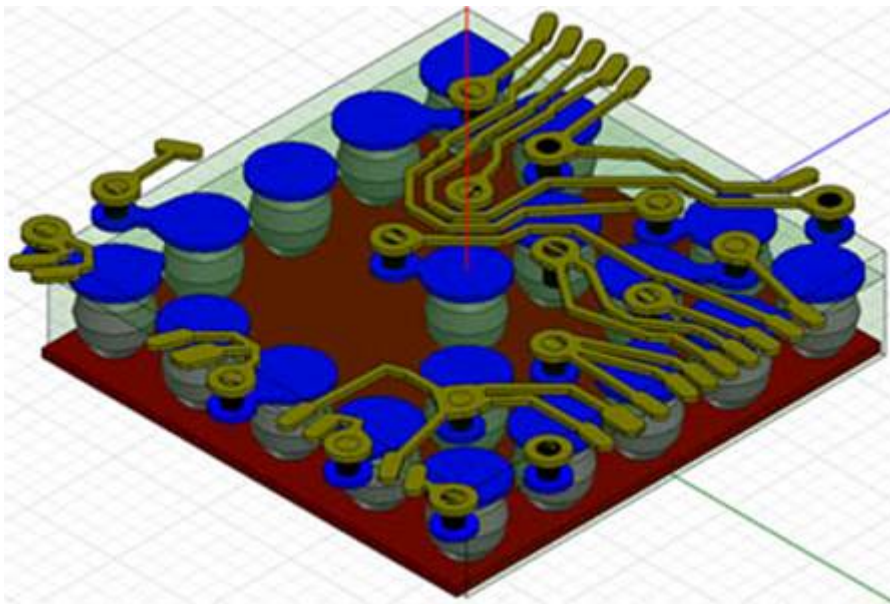


- 有限大阵列仿真（fDDM）

有限大阵列仿真功能利用区域分解法以及阵列的重复性，高效且全面的分析得到有限大阵列的特性。利用这个功能，可以考虑所有单元之间的相互耦合作用，以及阵列的边缘效应。有限大阵列仿真方法需要极少的计算资源，所以可在很短的时间内完成有限大阵列仿真。

### 3. ANSYS Q3D Extractor

作为一款优异的三维仿真工具，ANSYS Q3D Extractor 可以设计用在高速电子设备上的先进电子封装和连接器，或者设计用在电力分配、电力电子和电力传动系统中的高功率汇流排和功率变化器件。Q3D Extractor 可计算任意载流结构的寄生参数：频变电阻、电感、电容和电导（RLCG）。通过精确提取这些电气参数，用户能在生产前仿真和验证产品的性能，从而减少设计时间和制作样机的成本。

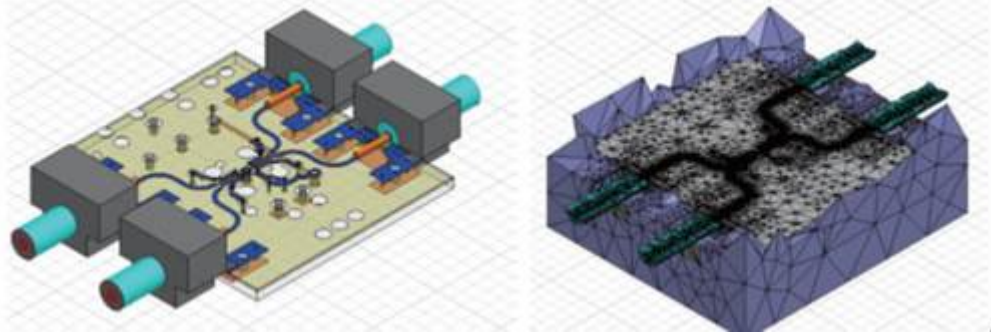


Q3D Extractor 能高效地对基于机械或电气（版图）CAD 数据的电子结构进行三维和二维电磁场仿真，通过简单地对导入结构指定材料属性、Source 和 Sink，即可对模型进行电磁性能分析。除了可直接输出 RLCG 等效电路，还能得到电流和电压的分布、CG 和 RL 参数矩阵。

Q3D Extractor 能自动生成多种格式的网表，包括 SML（ANSYS Simplorer 格式）和 SPICE，Touchstone 格式的器件或无源互连网络的多端口 S 参数，并且能动态链接 ANSYS Designer 和 Simplorer，仿真频变效应。

#### 三维实体建模

Q3D Extractor 包含功能完备的三维实体建模器和用户模型接口选项，可以导入或创建任意三维高频电子结构，比如连接器、过孔、键合丝、焊球、信号走线和电源底层等。此外，Q3D Extractor 也可实现低频结构建模，比如交流传动功率母线、直流连接线和 IGBT 模块封装结构等。

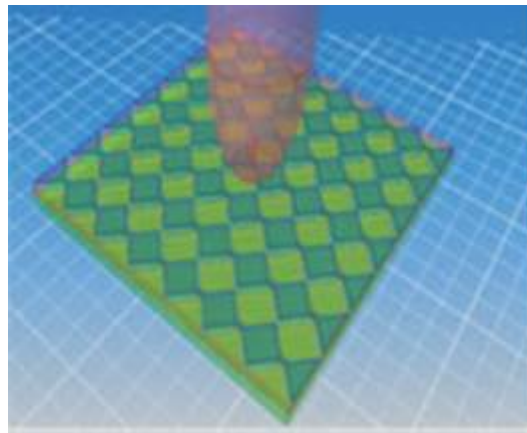


强大的自适应网格技术让用户更快速的、更方便的得到场量计算结果

### 功能特色：

- 电源和信号完整性分析

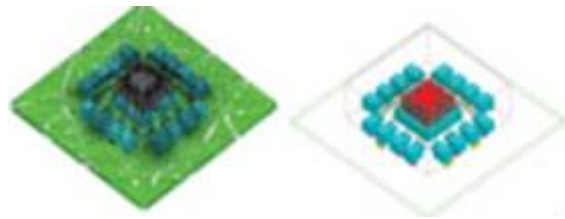
ANSYS Q3D Extractor 具有生成高精度电路仿真用降阶（RLCG）模型能力，是理想的电源和信号完整性分析工具。Q3D Extractor 可以用提取的数据研究串扰、地弹、互连延时和振铃，同事可以考察多层 PCB、先进电子封装和三维片上无源器件等高速电子设计的性能。



Q3D Extractor 求解影响触摸屏灵敏度的互容值

- 电力电子设计

Q3D Extractor 可简化用于混合动力汽车（HEVs）和电力分配系统的电力电子设备设计，可优化逆变器结构，最小化母线电感、过压和短路电流。Q3D Extractor 新版本支持磁性材料，可以快速分析变压器、扼流圈以及其他用在电源中的元件，能快速深入地分析个性化设计的磁特性。



Q3D 是电子封装设计电气参数提取的理想工具

- 场路协同仿真

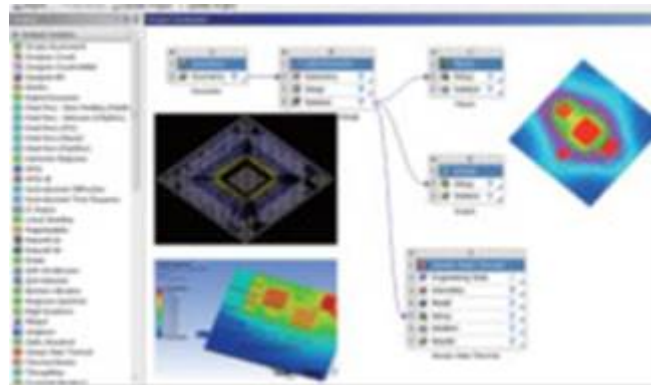
Q3D Extractor 可与 Simplorer 或 ANSYS Desinger 链接，实现先进的信号和电源完整性预测的理想流程。Q3D Extractor 可考虑电气寄生参数对电路性能的影响，让使用者能修改设计参数以达到产品指标，其内嵌的两维提取模块可以生成基于有限元算法的高精度传输线模型。



通过 AnsoftLinks for EDA 接口，所有业界主流 EDA 设计都可导入到 Q3D Extractor 和其他 ANSYS 电磁场仿真产品中

- ANSYS Workbench 集成

ANSYS 寄生参数提取工具 Q3D 无缝集成于 ANSYS Workbench 平台。基于 ANSYS Workbench 平台, Q3D 提取的 DC 损耗数据可直接用于热性能分析。这种功能尤其适用于直流电源连接器以及母排的性能分析。除此之外, 利用 ANSYS Workbench 平台, 结合 ANSYS DesignXplorer, Q3D 可以进行良率分析; 可进行经验设计(DoE) 研究, 用于  $6\sigma$  分析。



Q3D 可与后续 CFD 流体或热分析进行散热与发热计算

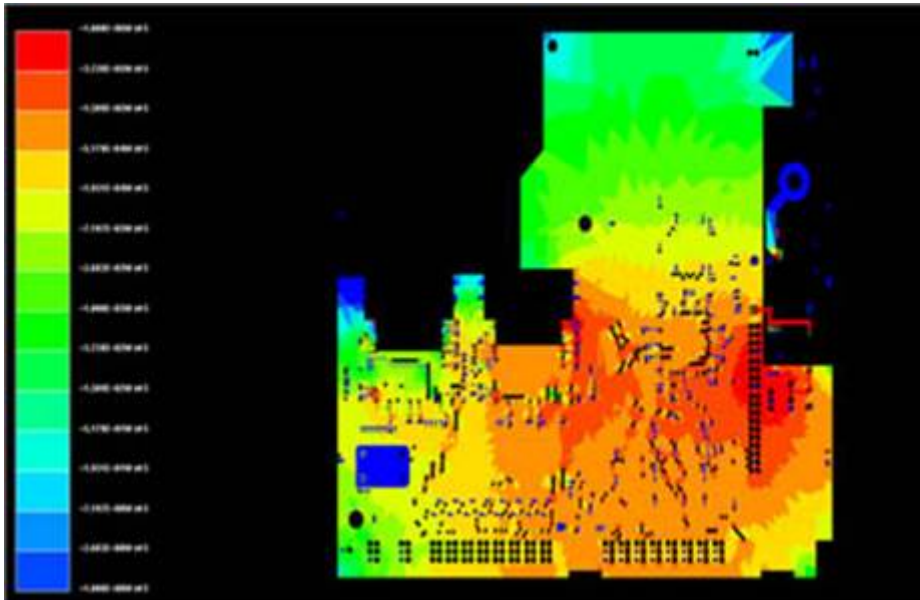




## 4. ANSYS SIwave

ANSYS SIwave 用于 PCB 单板和 IC 封装，包括封装与单板整合后形成的完整通道分析。帮助工程师进行从 DC 到 10Gb/s 以上的信号和电源完整性分析。从 ECAD 版图中直接提取信号网络和电源分布网络的频域电路模型。这些分析用于确认信号和电源完整性问题，对于帮助设计者一次设计成功非常关键。

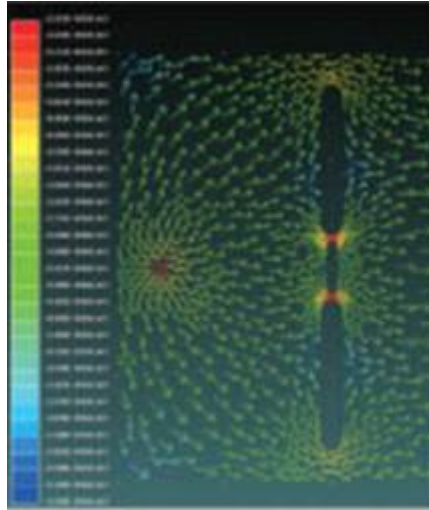
SIwave 使用全波电 磁场算法对封装—单板—封装的完整设计路径进行分析，充分考虑到经常被忽略的封装和单板之间的耦合效应。利用 IC 晶片 (Die) 网络建模器，对晶片上的硅效应进行建模，能够更完整的分析整个通道。引入 Apache RedHawk 生成的晶片模型可进行同步翻转噪声 (SSN) 分析。



### 功能特点:

- 信号和电源完整性分析

SIwave 使用全波有限元算法分析高速 PCB 单板和复杂 IC 封装上的谐振、反射、串扰、同步开关噪声、电源 /地弹、直流电压/ 电流分布、近场和远场辐射。



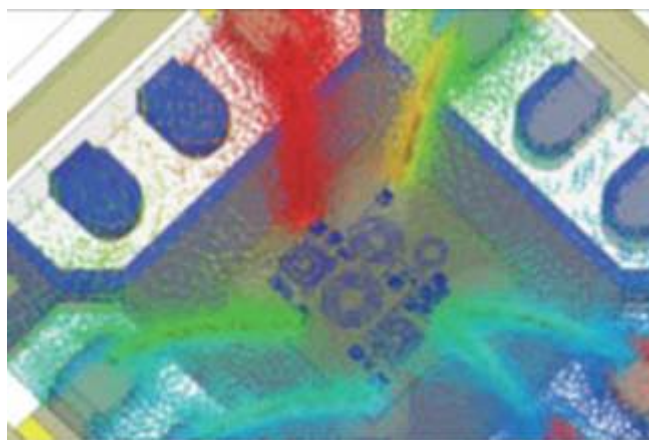
直流电压降视图

- 轻松的版图提取

SIwave 能够以无与伦比的精度和速度提取完整设计（包括多个、任意形状的电  
源 / 地层，过孔、信号走线和电路元素），不需要进行任何费力费时的分割版  
图工作。SIwave 提取 S、Y 和 Z 参数、IBIS 互连模型（ICM），显示三维电 磁  
场，并生成 全波 SPICE 模型在 DesingerSI 、DesingerRF 、Nexxim 、  
Simplorer 或第三方 SPICE 电路工具（如 Synopsys® HSPICE 和 Cadence®  
P Spice ）中进行时域和频域分析。

- 集成直流电压、电流和功率计算模块

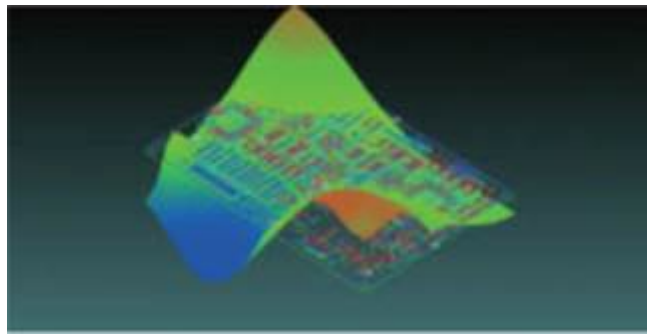
SIwave 帮助工程师进行直流电压降、直流电流密度和直流功率密度的前仿真和  
后仿真分析，确保电源分布网络（PDN）上具有足够多的凸点（Bump）、焊球和  
引脚，有足够多的铜来最小化损耗，引导适合的能量进入集成电路。



PCB 和封装的全波提取用于信号、电源完整性和电磁干扰

- 电磁干扰/电磁兼容

EMI/EMC 测试可以检查远近场问题。SIwave 继承了 HFSS 算法，对板和封装周围的场进行准确、详细的描述。结合谐振仿真，帮助用户在投板前预测场辐射模式，减少测试板数量。SIwave 提供了不需要测试的有效方式找到 EMI 热点，并且设计者可通过  $|E_{XYZ}|$  和  $|H_{XYZ}|$  的三维视图来检查某个方向上的电场和磁场强度。这种方法也为测试发现的问题整改提供了可靠依据。SIwave 和 DesingerSI、DesingerRF 和 HFSS 的耦合仿真，提供了机箱机柜等封闭环境内的 PCB 和封装的数据相关辐射研究能力。



显示谐振能量的本征模视图

- 高性能计算

SIwave 支持多线程、多核和多处理器，这些并行技术极大的提升了求解效率，在更短的时间内求解更大的设计项目。确保完整的封装加 PCB 一体化信号完整性、电源完整性和电磁干扰分析。

- SIwave PI Advisor

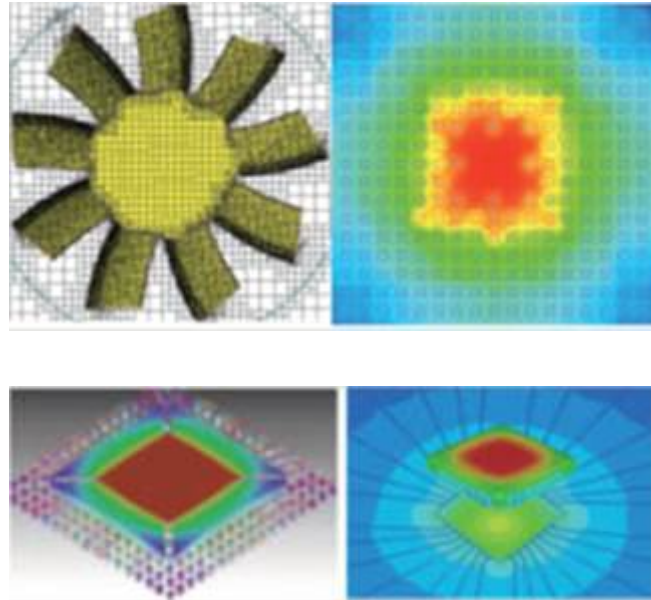
SIwave5.0 开始加入了新的电源完整性优化模块 PI Advisor，应对逐渐增长的小尺寸和低成本设计解决方案。这个先进的全波电磁场求解模块使用突破性的遗传算法，能够自动优化封装和 PCB 单板上的去耦电容，极大的简化了电源完整性分析，直接减少设计成本和上市周期。

- 宏模型建模

SIwave 对 PCB 单板和封装提供了前所未有的建模精度，确保能在多个电路仿真平台上进行全通道暂态仿真。SIwave 使用已申请专利的 TWA 技术，这个技术能够消除使用不同仿真平台进行时域电路分析时引入的误差，帮助用户检查和强制模型的无源性和因果性。可生成 HSPICE、PSpice 语法的 SPICE 模型，Nexxim 和 Simplorer 状态空间模型。

- 全面的多物理场耦合

SIwave 与 ANSYS 系列软件链接完成电子器件的多物理场仿真。一种方案是从 SIwave 中输出功率分布文件到 ANSYS Icepak 中，使用来自 SIwave 的直流功率损耗作为热源对 IC 封装和 PCB 进行准确的热性能建模。Icepak 仿真技术用于求解由于散热不畅引起的器件过热失效问题。



SIwave 与 Icepak 耦合求解电子器件的散热问题

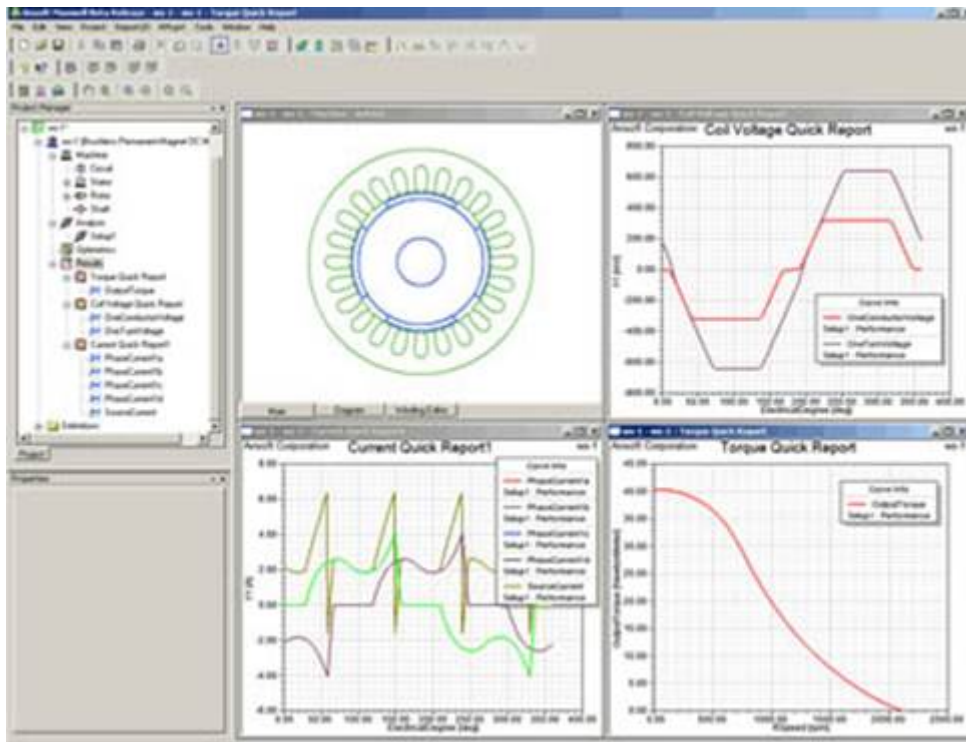
- 设计自动化

通过直接从 EDA 版图工具（例如 Cadence Allegro /APD, Sigrity Unified Package Designer, Mentor Graphics Board Station、Expedition 和 PAD, Zuken CR5000）和标准制板格式 (ODB++) 导入设计, SIwave 无缝的整合进现有的设计流程。SIwave 生成的 SYZ 参数或全波 SPICE 模型可被导入现有电路工具, 例如 DesingerSI、DesingerRF Simplorer、或者其它 SPICE 兼容工具。

## 5. ANSYS RMxprt

RMxprt 是功能强大的旋转电机专业设计软件，能加快电机的设计和进程优化。通过 RMxprt 独特的电机设计模板和友好的 Windows 风格设计界面，用户能方便地建模、输入材料、修改运行模式和驱动电路，快速地对成百上千种设计方案进行评估，并可对预选方案进行优化。同时，RMxprt 能自动生成 Maxwell 的 2D、3D 几何模型，设置材料属性、边界条件、绕组激励和驱动电路、网格剖分、铁耗计算、运动和机械动态特性、求解选项等，用于精确电磁分析和优化设计；能自动输出 Simplorer 模型和控制电路，供控制系统仿真分析。

Maxwell 和 RMxprt 组合软件包构成了定制化的电机设计流程，满足更高效、更低成本电机的市场需求。



### 功能特点：

- 快速设计

RMxprt 提供 18 种常规电机设计模板（包括感应电机、同步电机、电子换向和机械换向电机），用户只需简单地输入设计参数，就能在电机设计初期评估该设计方案，通过参数化自动扫描，能够快速优选方案。





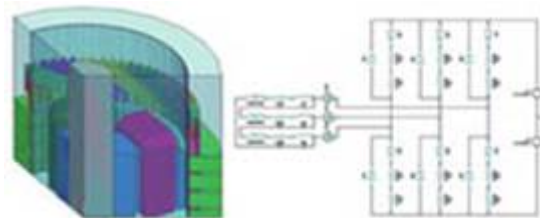
RMxpert 槽型编辑器，用户可以自定义各种槽型

- 性能指标

RMxpert 能快速计算电机的各种重要性能指标，例如转矩 & 转速曲线、功率损耗、气隙磁密、功率因数和效率等。

- 电磁场有限元分析模型前处理

RMxpert 不仅能计算传统的电机性能，还能自动生成一键 Maxwell 的 2D/ 3D 模型，设置 材料属性、边界条件、绕组激励和驱动电路、网格剖分、损耗计算、运动和机械动态特性、求解选项等，用于精确的电磁场有限元分析和优化设计。用户既无需导入 或创建几何模型，又无需进行大量的有限元设置工作，大大加快整个产品的设计和优化进程。



- 导线库

RMxpert 包含了大量常用 ANSI IEC 标准导线材料库，同时用户可以很方便地自定义材料库。

- 高保真系统模型

RMxpert 能建立考虑电机物理尺寸、绕组特性和非线性材料 RMxpert 动生成的等效电路模型，在 Simplorer® 机电系统设计平台上，分析电机的各种控制算法和电路拓扑结构、负载效应、瞬态电气特性等，以及电机与传动系统和其它多物理域元件的相互影响等。

- 方便的设计表单输出



RMxpert 设计表单列出了所有相关输入参数和计算结果，并图形显示电流、电压、转矩、反电势波形以及详细的绕组排布。RMxpert 也可以输出用户自定义的设计表单，可以直接输出到用户自定义格式后的 EXCEL 文件中。

- 强大的脚本功能

RMxpert 可通过脚本语言与第三方应用程序进行集成，例如 VB script、Tcl/TK、JavaScript、Perl、Excel 和 MATLAB，这有利于用户开发个性化的设计流程，也便于利用内部已有应用程序和历史数据。

- 设计流程

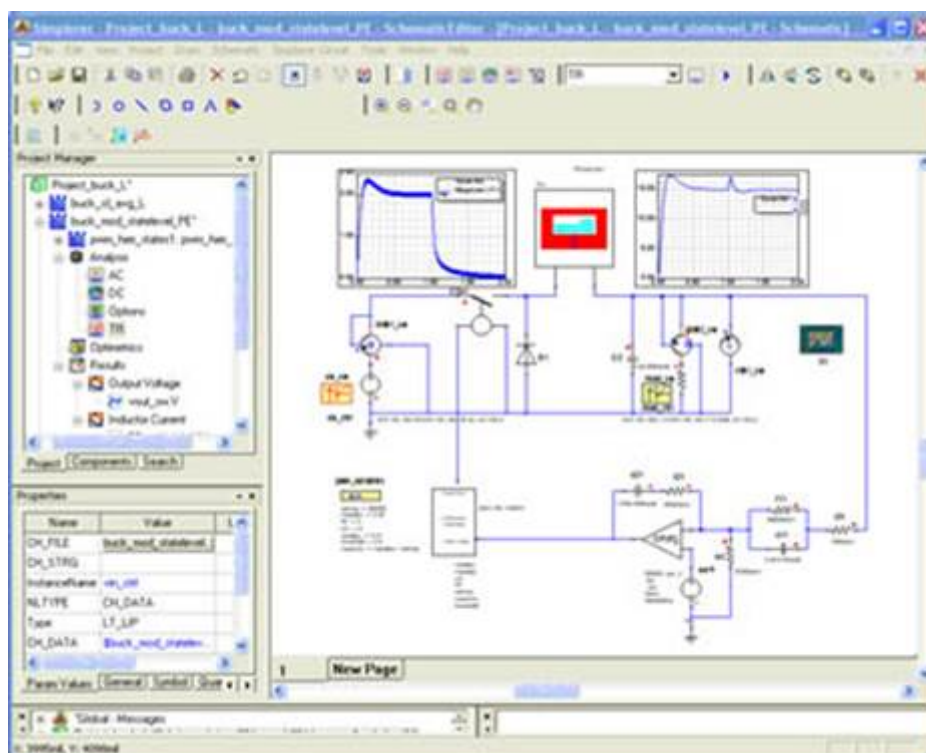
RMxpert 是电机综合设计流程的理想起点，RMxpert、Maxwell 以及 Simplorer 一起，为电机及控制系统的设计和 optimization 提供了一套高效、精确、有力的设计解决方案。



## 6. ANSYS PExprt

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，从软件自带的变换器电气参数、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 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，PExprt 无缝集成的电磁场有限元分析工具，可以反映更精确的详细仿真结果。



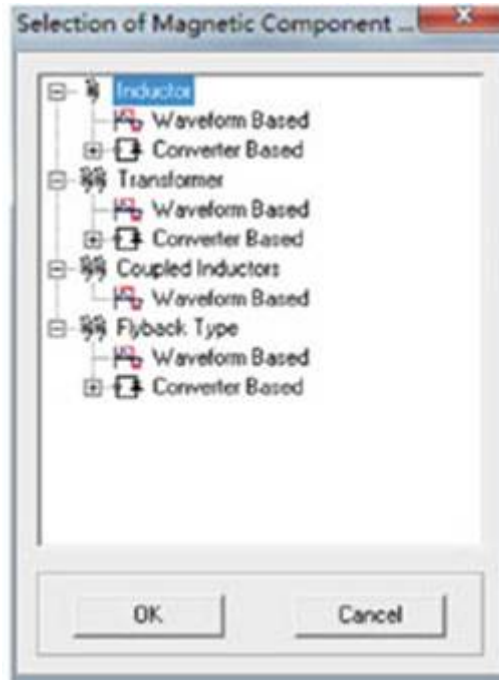
### 功能特点:

- 标准库

AVX、Electrical steel、Epcos、Ferrocube、Magnetics、Micrometals、Steward、TDK

- 性能分析

绕组损耗、铁心损耗、磁场强度、DC 及 AC 电阻、RMS

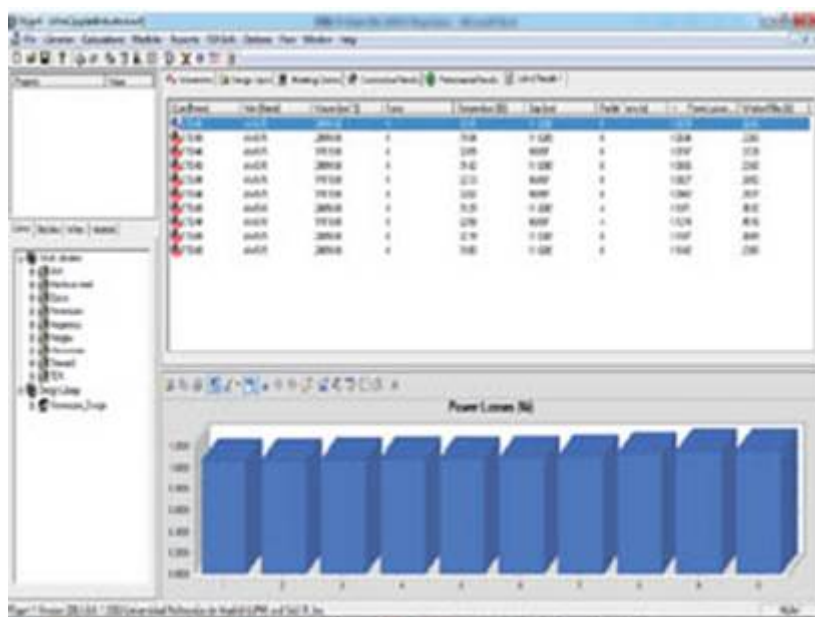


- 电流、磁化电感、漏感、温升
- 等效电路输出功能

ANSYS Simplorer/Ansoft SPICE/Pspice/Saber

- 二维有限元电磁场分析工具

集成 PEmag 模块



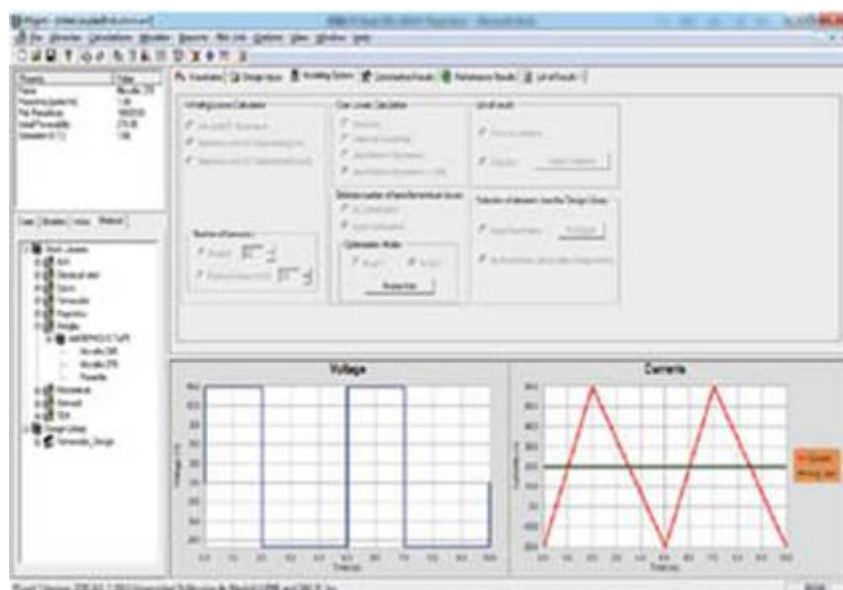
- 利用库生成模型

选择库中自带的铁心形状、线型、材质等，可以优选符合特性需要的变压器。另外，可以一边变更设计参数，一边进行考虑三维效果的二维电磁场分析的评估。



- 设计和性能分析

根据形状、尺寸等参数，基于等效磁路法快速估算部件性能。开始到具体设计之前，可以作为概要设计灵活使用。可以仿真变压器行业经常需要测试的短路、开路等试验并验证结果。



- 电磁场分析和电路仿真模型的自动生成

根据设定的设计参数自动生成二维电磁场分析模型，可以用场图显示气隙附近的漏磁、线圈的趋肤效应、临近效应等。通过将电磁场分析输出含有寄生参数的等效电路，将考虑了场影响的高精度的部件模型简单加入到系统仿真并进行性能评估。

