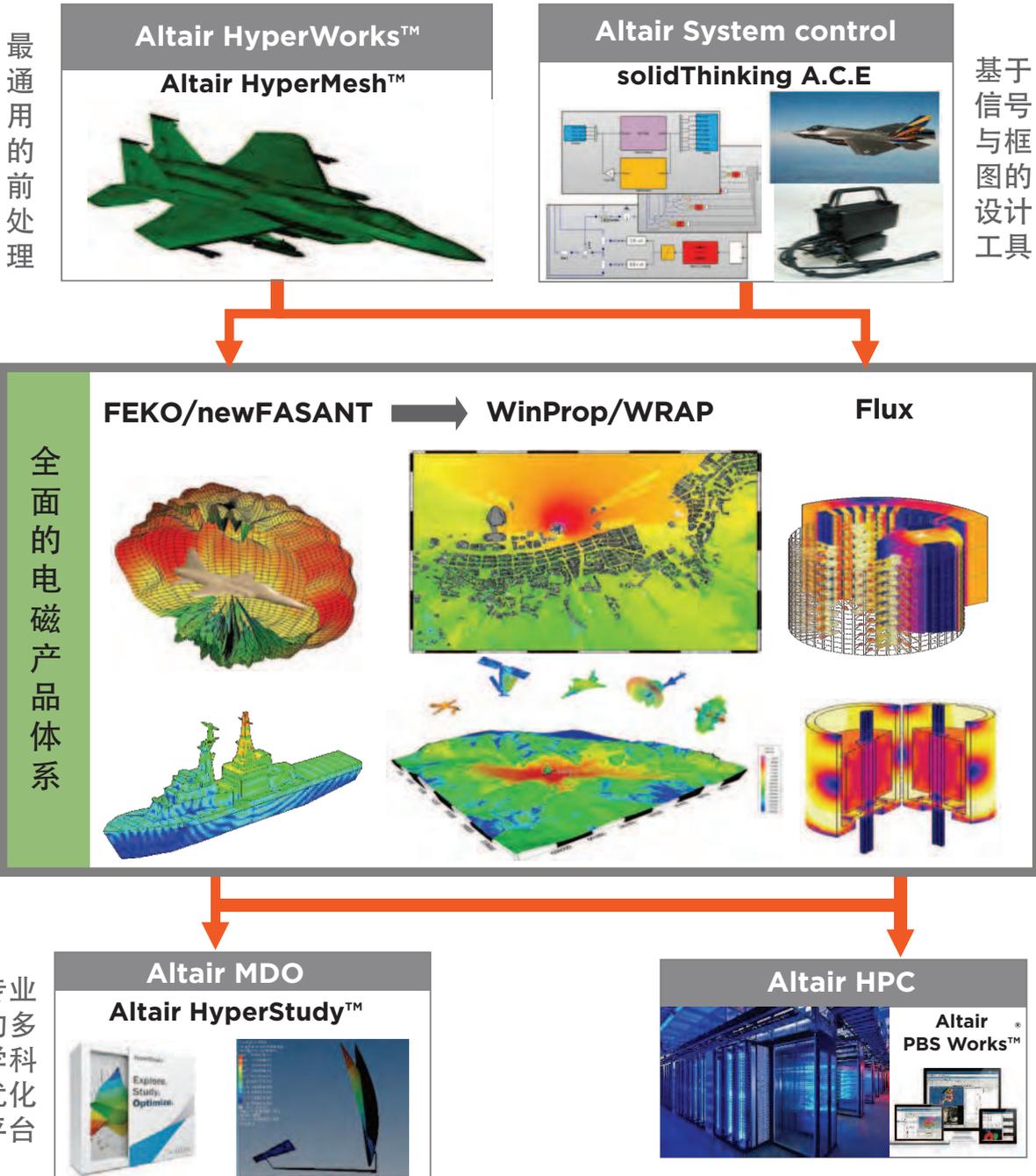


Altair高频电磁仿真解决方案

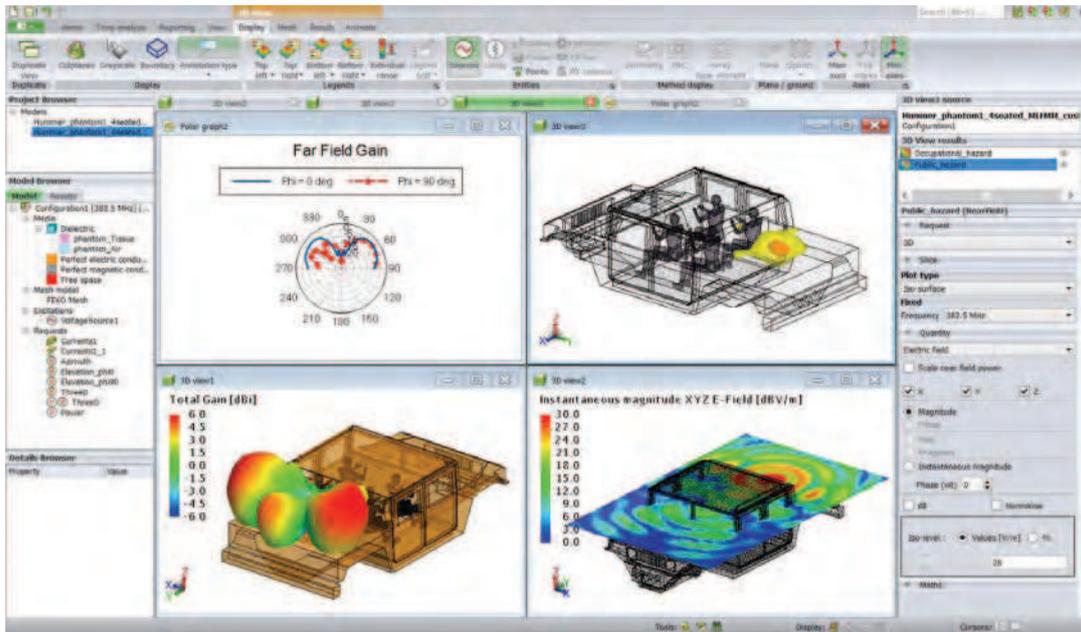
FEKO · newFASANT

Altair是全球具有深厚工程技术底蕴的优秀CAE工程公司，在CAE建模、可视化、模拟、多学科优化和工艺过程自动化、高性能计算云平台、作业调度等方面为全球的客户提供先进的产品工程方案，引领着工程技术发展的世界潮流。随着行业领先的高频电磁场求解器 FEKO/newFASANT、电波传播与网络规划工具 WinProp/WRAP 以及低频电磁场工具 Altair Flux™ 融合到 Altair HyperWorks™ CAE 平台体系，Altair 面向企业级的解决方案更加完善。



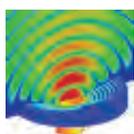
Altair全面的电磁产品体系并与其他模块实现模型共享和数据互通

FEKO是Altair公司旗下一款三维全波电磁场仿真软件，FEKO起源于德国，来自德语“FEldberechnung bei Körpern mit beliebiger Oberfläche”的缩写，意为任意形状目标体的各种类型电磁场分析。FEKO广泛应用于航空、航天、船舶、电子、汽车、通信与生物电磁等行业，基于丰富且强大的计算电磁学求解技术，可快速、精确地求解各类高频电磁场问题。

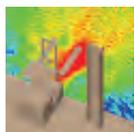


FEKO软件界面

应用领域



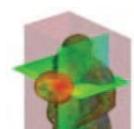
天线分析：线天线、微带天线、共形天线、风窗天线、反射面天线、阵列天线、透镜天线、宽带天线、太赫兹天线、分形天线等



天线布局：载体天线特性、多天线隔离度



线束EMC：各类线束辐射及抗干扰分析（单线、双绞线、排线、同轴线、光纤及任意复杂线束）



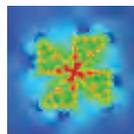
生物电磁：助听器、可穿戴天线、MRI、微波成像、电磁能量吸收比(SAR)、人体植入器件（起搏器、传感器）等



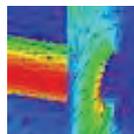
RCS分析：单站RCS、双站RCS、ISAR成像、一维距离像分析



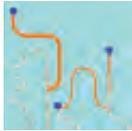
天线罩：多层复杂结构、透波率、瞄准误差等



特殊材料：频率选择表面(FSS)、周期性结构、各向异性材料（如碳纤维）、超材料等



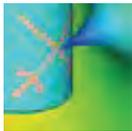
波导器件：滤波器、功分器、隔离器、耦合器等，支持与FEST3D及SPARK3D双向接口



微带电路：单层/多层微带电路、过孔特性、输入及输出S参数文件 (*.snp)



电磁兼容：多天线耦合、辐射危害场、屏蔽效能、高强度电磁辐射场(HIRF)、雷击、EMC测试模拟等



其他：射频识别RFID、无线充电、微波加热、微波暗室、混响室、风电、物流等

功能与特点

建模与设置

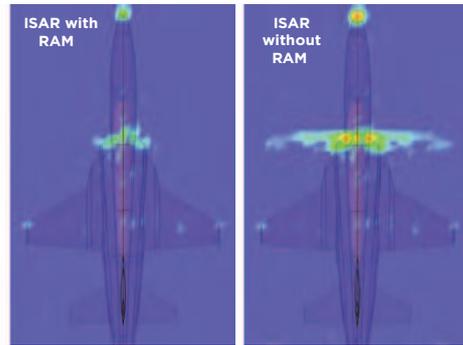
- 通用的CAD接口：
 - Parasolid
 - AutoCAD DXF
 - IGES
 - STEP
 - Pro/ENGINEER®
 - Unigraphics / NX
 - CATIA V4
 - CATIA V5
 - Gerber
 - 3Di
 - ODB++
 - ACIS SAT
- 丰富的材料库：
 - 介质材料
 - 金属材料
 - 多层薄层介质
 - 阻抗边界
 - 复合材料
 - 吸波材料
 - 频变材料（如Debye, Cole-Cole, Havrillak-Negami, Wideband Debye)
 - 各向异性材料
- 丰富的网格接口：
 - FEKO mesh
 - FEMAP neutral
 - NASTRAN
 - meshed AUTOCAD DXF
 - STL mesh
 - PATRAN mesh
 - Ansys CDB file mesh
 - Concept mesh
 - ABAQUS mesh
 - Gerber
 - GiD
 - NEC
 - ASCII data format
- 激励源：
 - 平面波
 - 波导激励源
 - 电压源 / 电流源
 - 远场等效源
 - 口面近场等效源
 - 电偶极子点源
 - 磁偶极子点源
 - 外部注入电流
 - 球面模式场等效源
 - FEM模式激励
- 全面的线束建模：
 - 单线、同轴线、双绞线、排线和复杂线束
 - 屏蔽层：理想屏蔽、编织网屏蔽层、测试转移阻抗/转移导纳

模型验证与数据后处理

- 丰富的输出结果
 - 近场、远场（辐射方向图）、RCS
 - 表面电流、电荷密度、电流、电压
 - 阻抗、S参数、驻波、效率、轴比、SAR
 - 优化结果
- 多种显示方式
 - 切面云图、动画、2D曲线、数据列表、直角坐标、极坐标、Smith圆图和射线循迹等
- 支持LUA脚本：
 - 相位中心
 - 瞄准误差曲线
 - RCS方差统计
 - ISAR成像
 - 电磁辐射安全区域
 - 多普勒微扰效应



LUA脚本绘制ICNIRP辐射危害区域

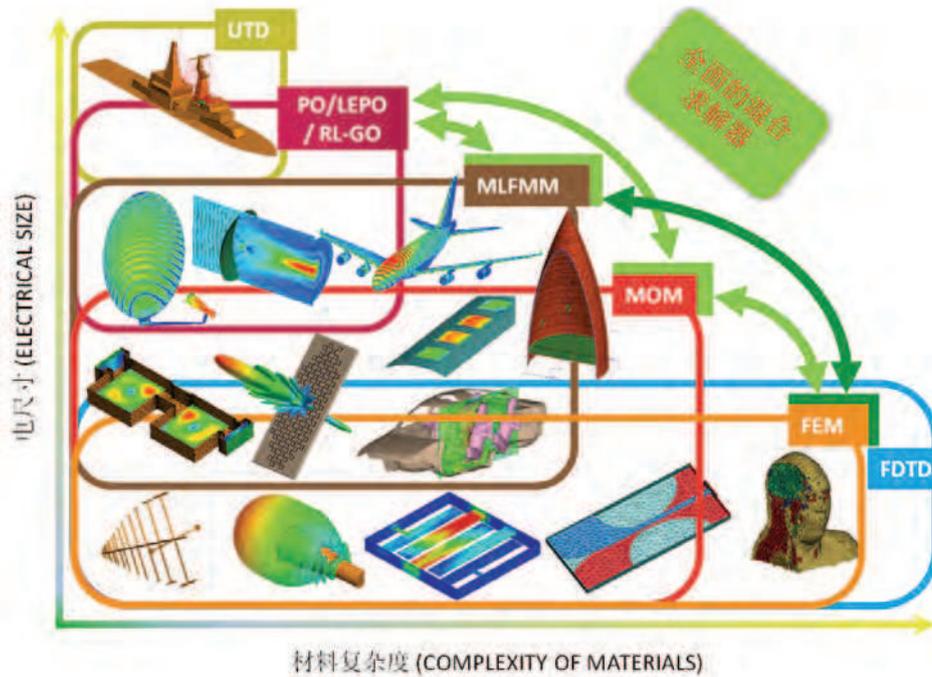


LUA脚本计算逆合成孔径雷达成像

求解技术

FEKO具有最完整的电磁求解器，包括频域求解器、时域求解器和高频求解器。FEKO软件的混合求解器最为全面和成熟，支持：

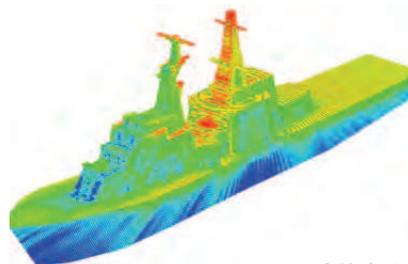
- MoM与FEM、PO、LEPO、RL-GO、UTD直接混合
- MLFMM与FEM、PO、LEPO直接混合



全面的电磁场求解器

➤ 快速多极子技术 (MLFMM)

FEKO是第一款成功把MLFMM技术商业化的软件，经过不断改进，求解稳定、通用性强，可广泛应用于所有电大尺寸电磁场问题的计算。

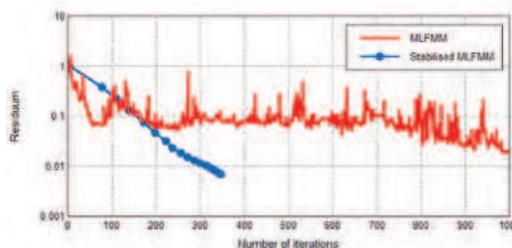


工作频率: 370 MHz
几何尺寸: 长度为120米, 宽度为19米, 高度为36米
计算未知量: 3.25 million
计算所需内存: 44 GByte RAM

MLFMM计算电大尺寸问题

➤ **稳定的多层快速多极子(Stabilised MLFMM)**

对于电大尺寸天线布局、进气道散射、包含复杂馈源的反射面天线、腔体等强谐振问题，采用内外迭代的稳定多层快速多极子技术能够加速收敛，得到精确结果。

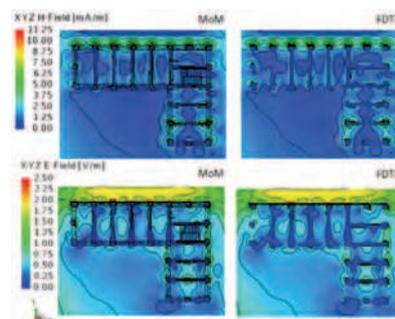
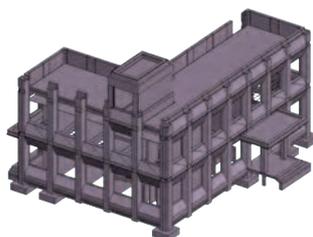
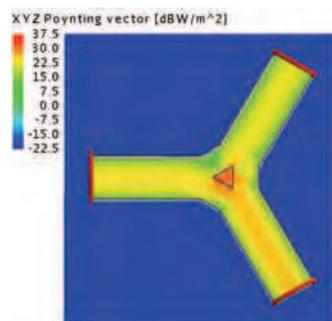


迭代残差与迭代步数的对应曲线对比(MLFMM对比Stabilised MLFMM)

➤ **时域求解技术 (FDTD)**

采用Yee氏网格技术，直接求解时域微分Maxwell方程，适合于宽频带天线设计、各向异性材料、电磁能量吸收比(SAR)和电磁场的瞬态问题（如：雷击Lightning、电磁脉冲EMP等）

支持跨节点多CPU多核并行技术，支持GPU加速

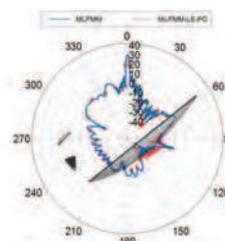
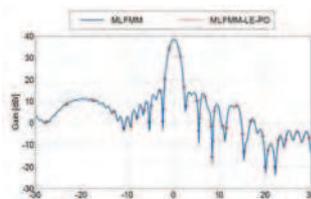
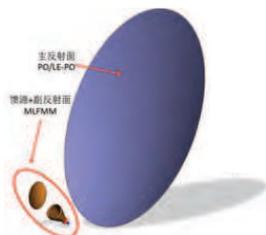


中心嵌入铁氧体各向异性材料的三端口Y型环行器

FDTD分析电磁脉冲冲击下建筑物内部的电场、磁场分布

➤ **混合求解技术 (MLFMM+PO/LEPO)**

MLFMM与PO/LEPO混合技术在充分保证计算精度的基础上，加速问题的求解。



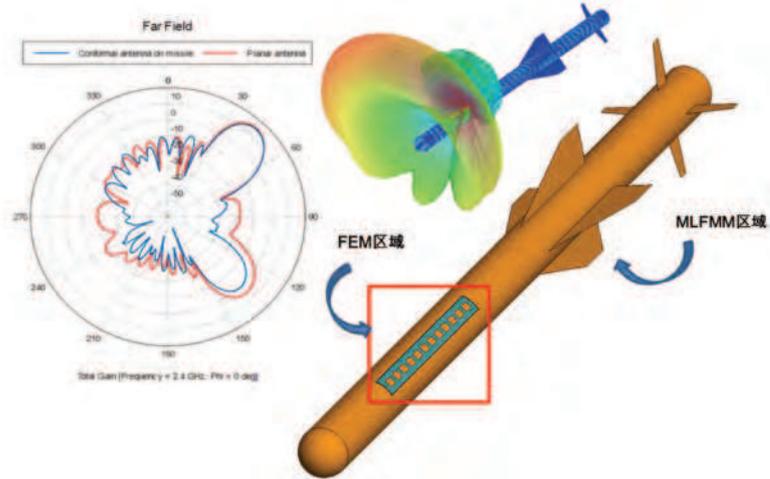
MLFMM : 内存14.20 GB 时间1,899s

MLFMM+LEPO : 内存1.50 GB 时间 847s

馈-格里高利天线 (MLFMM与MLFMM+LEPO仿真对比)

➤ 混合求解技术 (MLFMM+FEM)

MLFMM与FEM混合处理包含电大载体和复杂介质的模型，充分发挥MLFMM与FEM的算法优势。

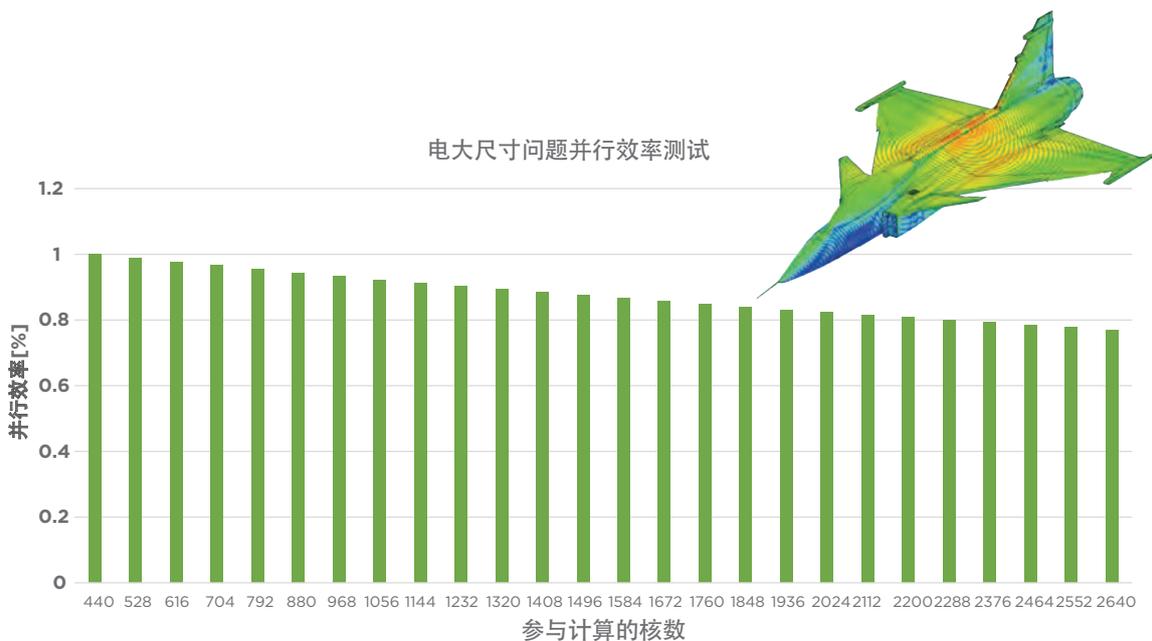


12元共形微带相控阵天线与导弹载体平台

➤ 高性能求解

FEKO所有求解器均支持分布式、共享式的多节点、多CPU多核的高性能并行计算，支持Windows、Linux、Unix等各种计算平台。

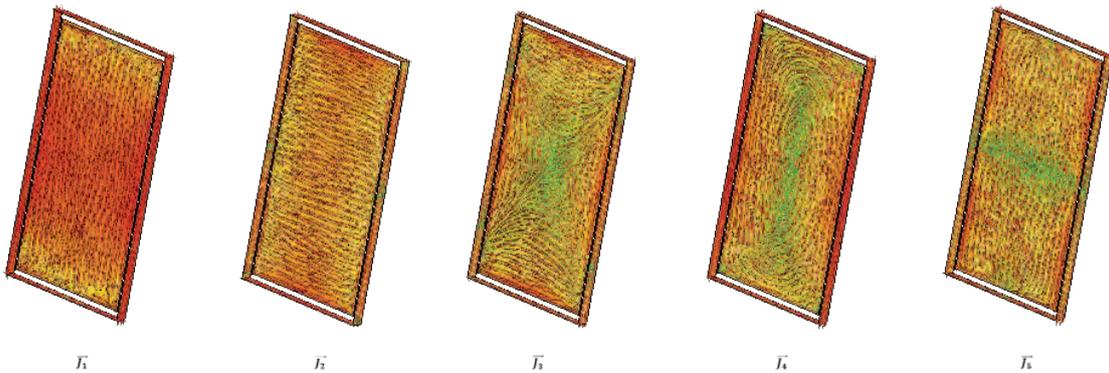
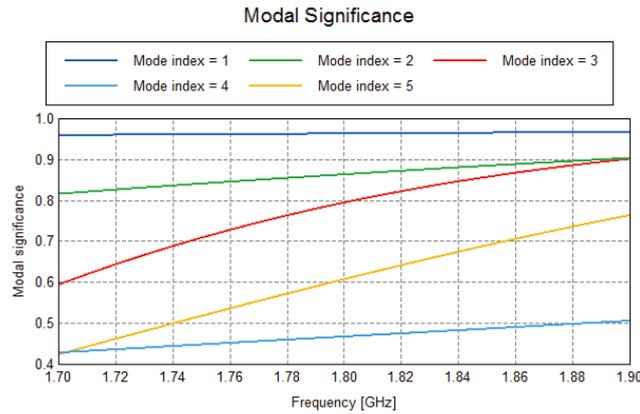
FEKO支持PBS和LSF等高性能计算环境，可以顺利地与HPC调度系统集成。



特色功能

A、特征模分析CMA (Characteristic Mode Analysis)

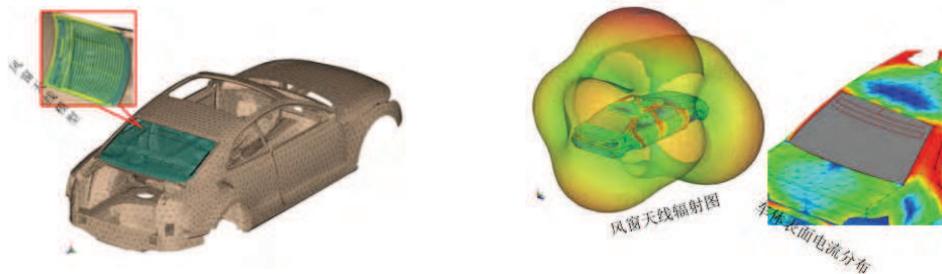
CMA是一种通过数值方法计算任意结构体上（如：手机天线、飞行器、车辆等）可支持的一系列正交电流模式的方法。CMA能够帮助天线设计师从物理角度更加直观地理解天线的工作原理、确定特定模式的谐振频率以及最佳的馈电位置等。



CMA理论分析手机边框及地板的特征模式和模式电流

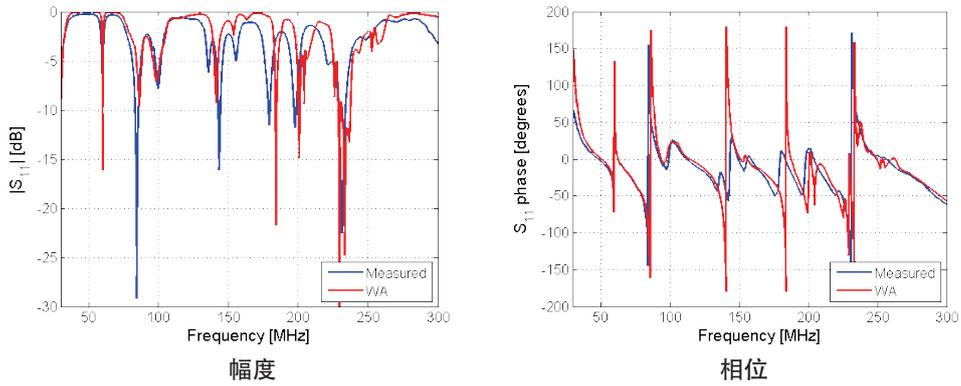
B、风窗天线 (Windscreen) 技术：

Windscreen技术可精确分析整车模型中风窗天线的辐射与接收问题，并支持采用MLFMM加速计算。



AU484汽车及风窗天线模型

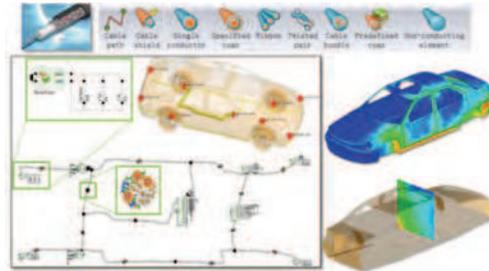
风窗天线辐射及表面电流分布



AU484风窗天线反射系数仿真与测试对比

C、复杂线缆束

FEKO支持工程上常用的各类线缆，具备强大的线缆串扰、线束的辐射/抗干扰分析功能。



复杂线束EMC/EMI分析功能

D、反射/透射系数定义特征面及求解技术

对于复杂材料（如多层介质、含FSS的复合材料及吸波材料等）支持根据测试或者仿真得到的反射系数和透射系数矩阵定义特征面。采用射线追踪几何光学计算特征面，极大地降低了建模复杂度和计算复杂度。

特征面技术应用于仿真FSS天线罩

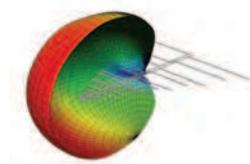
通过反射/透射系数矩阵定义特征面

多层天线罩

三种计算方法结果对比：方法1. MLFMM
方法2. RL-GO+TDS 方法3. RL-GO+特征面

FEKO典型应用

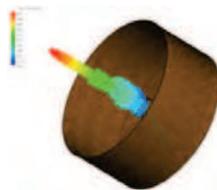
A、天线及阵列天线



对数周期线天线



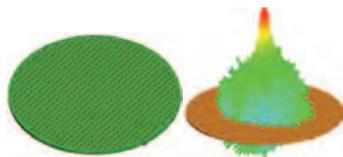
威尔第 (Vivaldi) 天线



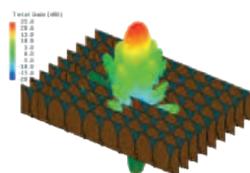
高性能微波天线



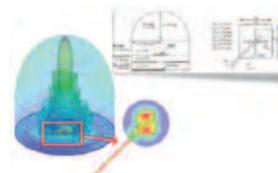
反射面天线



波导裂缝 (728缝隙) 天线阵列

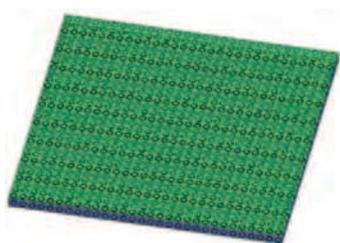


9 × 9威尔第阵列天线

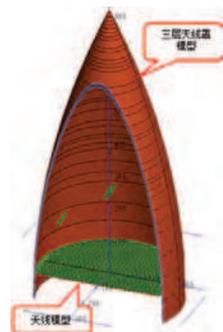


透镜天线

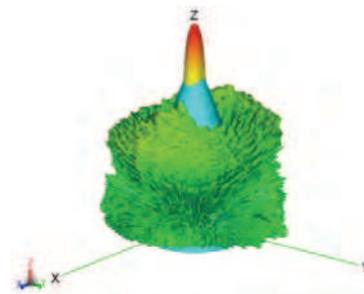
B、天线罩



双层频选多层介质结构

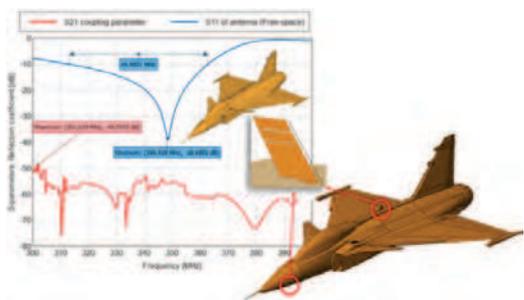


波导裂缝阵列天线+天线罩

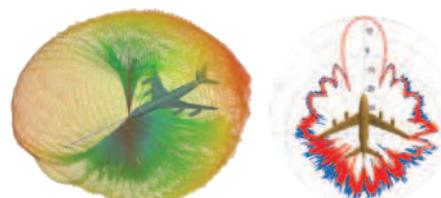
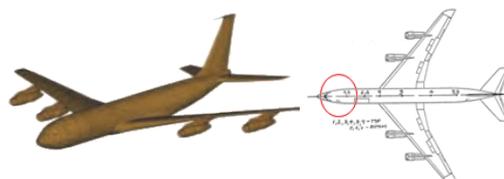


天线罩的透波特性: 3D辐射方向图

C、天线布局

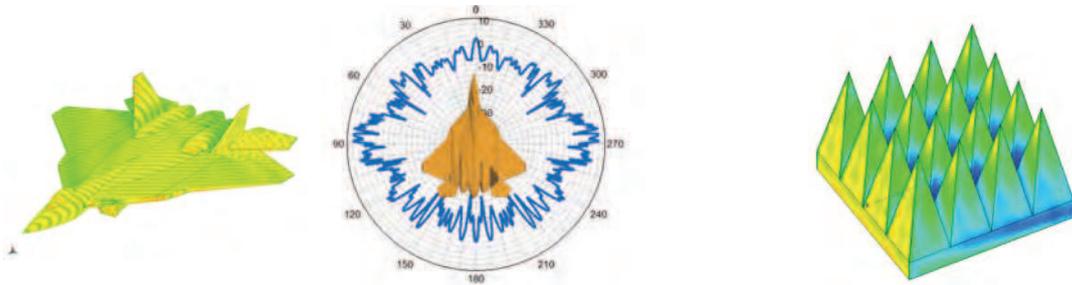


飞机 (SAAB JAS-39 Gripen) 刀型天线之间的隔离度及回波损耗计算



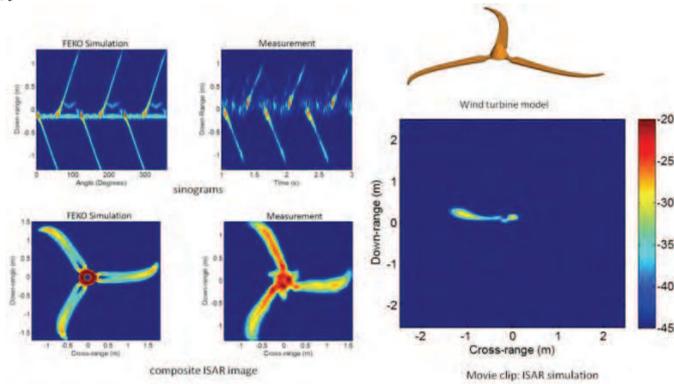
Boeing 707飞机模型、天线位置示意及2D/3D辐射方向图

D、RCS分析



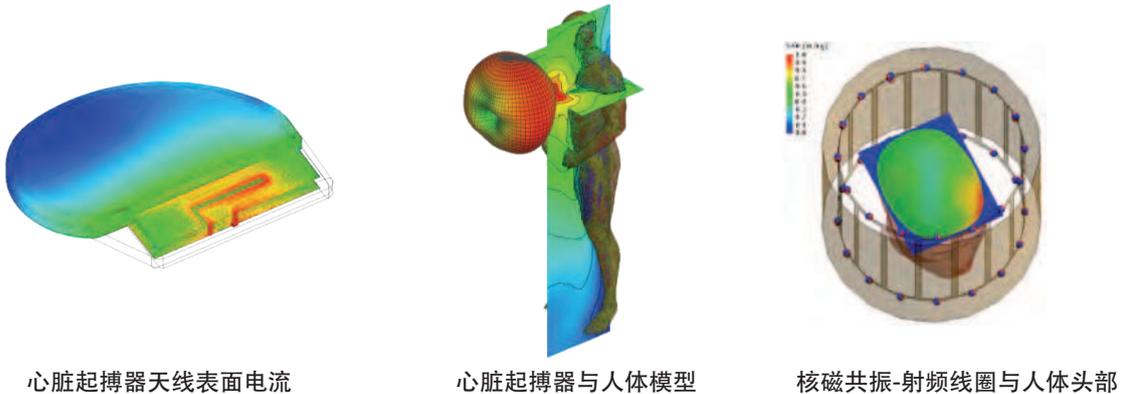
战机的RCS

吸波材料表面散射电流



风力涡轮机动态雷达特性及成像

E、生物电磁



心脏起搏器天线表面电流

心脏起搏器与人体模型

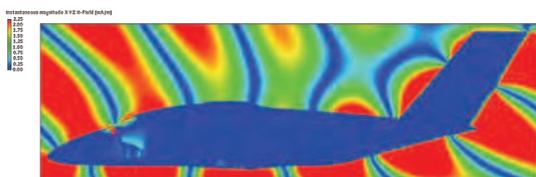
核磁共振-射频线圈与人体头部

F、复杂系统EMC

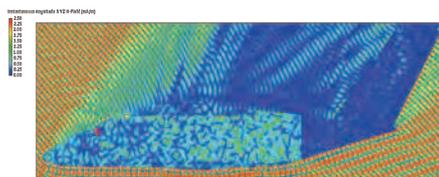


客机高强度辐射场 (HIRF)

客机受雷击冲击时表面电流分布



FEKO中完成空间磁场的分布计算 (50MHz)

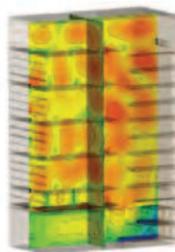


FEKO中完成空间磁场的分布计算 (1GHz)

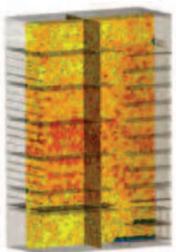
FEKO完成机载系统的电磁防护性能预测



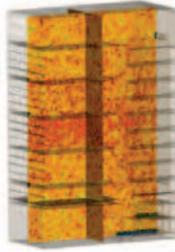
PC机箱



1GHz



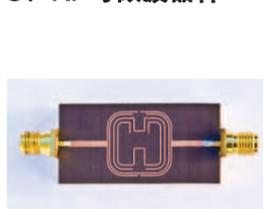
6.5GHz



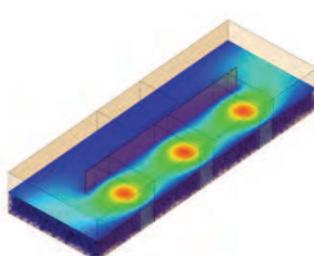
12GHz

PC机箱在不同频率平面波照射下内部电场分布

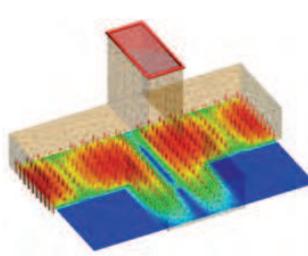
G、RF与微波器件



开口环谐振滤波器电流分布 (2GHz)



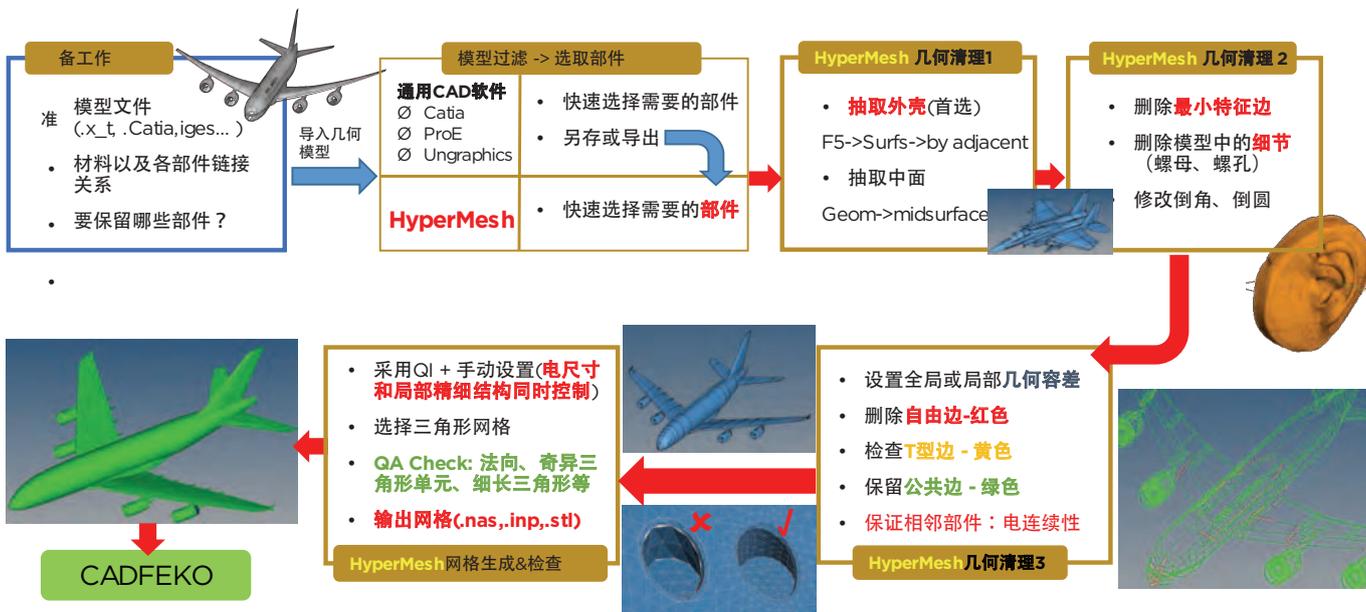
波导谐振滤波器中心频率近场分布



魔T波导定向耦合器

复杂结构的电磁解决方案

对大型复杂结构的电磁分析，通常涉及CAD模型的几何清理、高质量网格划分以及FEKO电磁计算的HPC管理。利用Altair公司的HyperMesh + FEKO + PBS Works可形成完整的解决方案。



newFASANT软件是Altair公司另外一款高频电磁分析软件包，包含了天线模块、散射模块，电波传播模块，构成了电大及超电大尺寸电磁问题全面解决方案，和 Altair Feko 模块合并之后，进一步巩固 Altair 在雷达隐身 (RCS)、复杂载体平台的天线布局(Antenna Placement)、车车通信 (V2V)、雷达多普勒效应(Doppler)、天线罩 (包括FSS天线罩) 分析、周期结构和反射阵列等应用领域的绝对领导地位。

newFASANT主要功能模块：

➤ MONCROS产品：

复杂平台电磁计算的高效精确分析工具

➤ 多层快速多级子MLFMM：

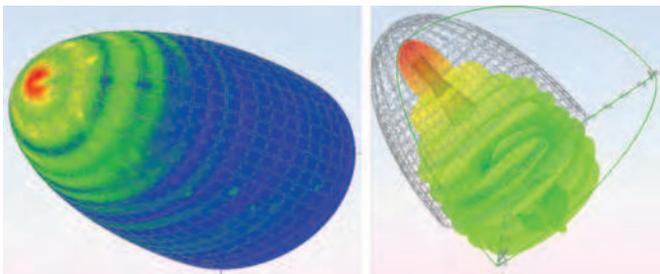
稳定双共轭梯度法-BICGSTAB、广义最小残差法-GMRES

➤ 特征基函数法 (CBFs)：

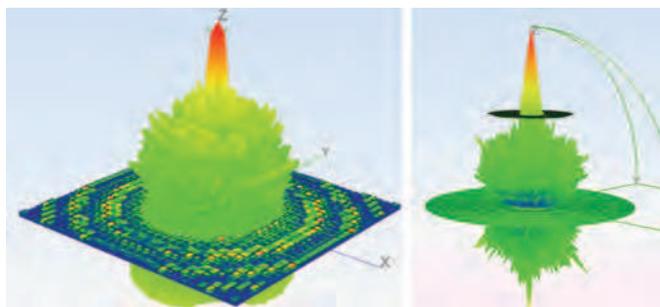
CBF矩量法运用最先进的特征基函数，建立在三角形和四边形共形混合网格上，通过大大减少未知量、优化矩阵性态的方法降低计算量，加快矩阵求逆过程，解决金属、介质的辐射问题和散射问题均非常理想，收敛性很好，并且精度在各种矩量法快速算法中最高；

➤ GTD+PO:

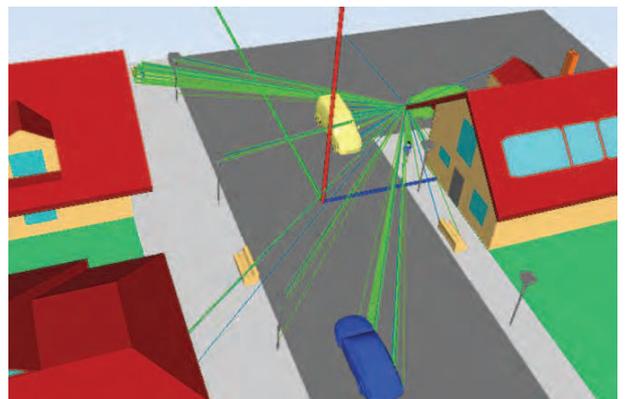
newFASANT的PO也包括GO (用于二次或更高阶次相互作用效应) 和PTD (用于计算由于某些特定和选定的边缘而导致的增量效应)



FSS天线罩透波



反射阵和超共型反射面天线



车车通信



澳汰尔工程软件（上海）有限公司

Altair Engineering, Inc.

官网：www.altair.com.cn

技术博客：blog.altair.com.cn

技术服务热线：400-619-6186

邮箱：info@altair.com.cn

上海总部

地址：上海市静安区恒通路268号凯德星贸大厦2803室

电话：021-61171666 传真：021-61176188

北京

地址：北京市朝阳区北路237号复星国际中心1503室

电话：010-85715016 传真：010-85715017

广州

地址：广州市天河区华夏路16号富力盈凯广场1905单元

电话：020-87085656 传真：020-87085150

西安

地址：西安市雁塔区高新锦业一路6号永利国际金融中心20层05室

电话：029-81024828

台北

地址：台北市信義區信義路四段460號14樓之1

电话：+886 2 27316662 传真：+886 2 27311682 Email: info@altair.com.tw



扫描二维码，了解更多Altair解决方案