ICSC 2019

Core Competence Enhanced by MBD

IDAJ CAE Solution Conference

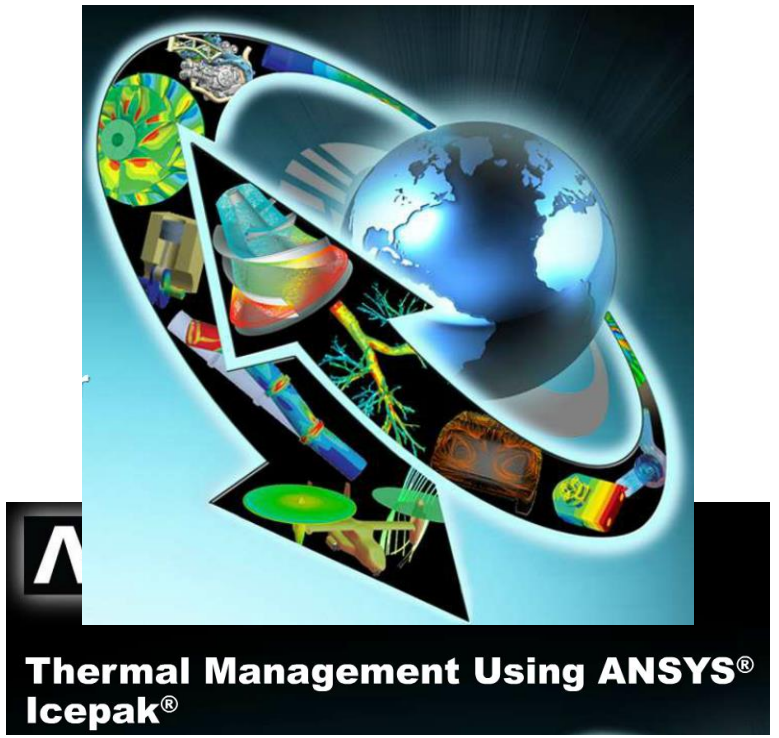
基于电子设计平台的电热管理仿真方案

IDAJ中国

上海技术部　徐淑君

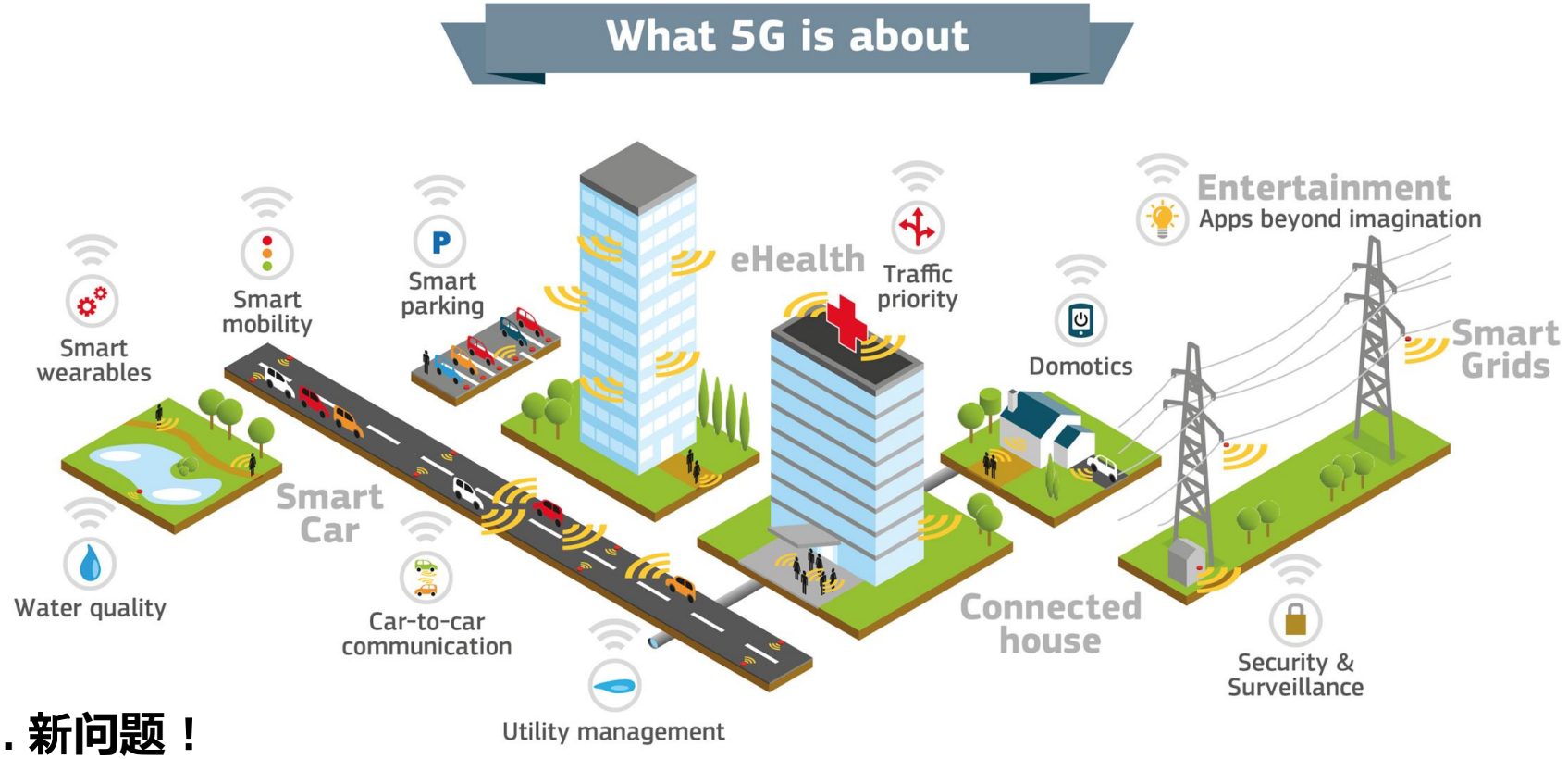
内容

- AEDT-Icepak 功能介绍
- 电热双向耦合应用案例



5G时代的挑战

- 5G将无处不在
- 5G和物联网齐头并进
- 5G必须处理更多用户甚至4K数据传输
- 5G将为各行业提供激动人心的新应用

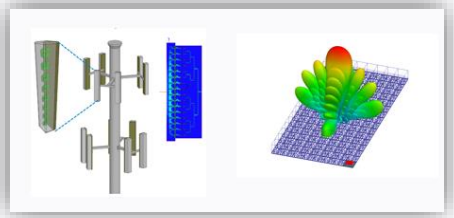
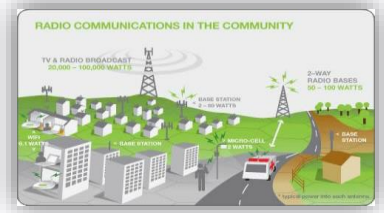
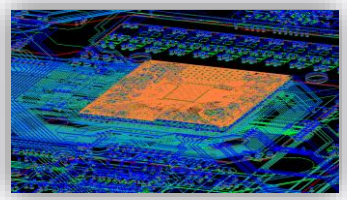
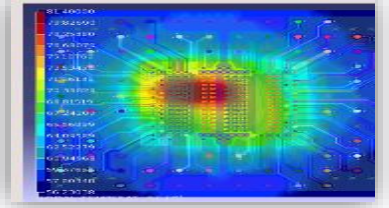


新频率（28 GHz）..... 新带宽..... 新问题！

European Commission

干扰 | 热问题和过热 | 连接丢失和网络中断 | 新基础设施 | 失谐 | 对天气敏感 | 视线

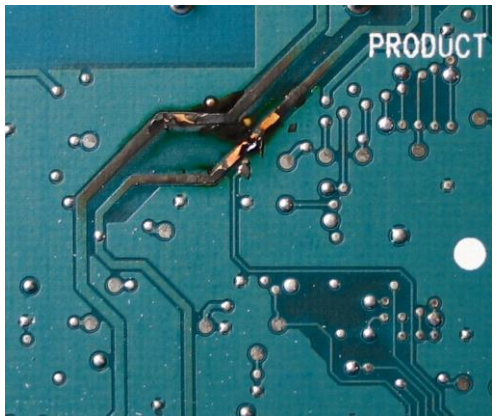
ANSYS可以为5G设计做什么？

无线设计	环境建模	封装和PCB可靠性	半导体可靠性
			
目标应用： • 天线设计与集成 • EMI / EMC分析 • 标准合规性	目标应用： • 天线放置 • link预算分析 • 带内带外干扰	目标应用： • 信号和电源完整性 • SERDES和DDR性能 • 热分析 • 结构可靠性	目标应用： • 10nm / 7nm 设计 • 功率效率 • 热可靠性 • 电迁移 • 静电放电(ESD)

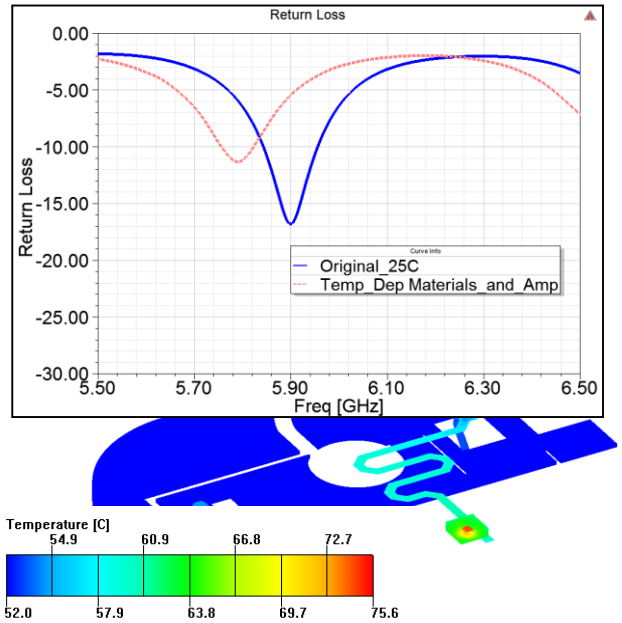
- 实现5G无线系统功能的设计，包括大规模MIMO，毫米波，载波聚合，信道编码
- 通过用户设备和网络的功率优化，热和热结构稳定性，信号和电源完整性，EMI和ESD分析，加速领先的SoC设计。
- 为5G生态系统供应商提供服务，包括Component/Chip/Edge计算公司，手机OEM和基础设施/网络提供商/数据中心提供商。

电子热管理的重要性

- 所有电子设备和电路在正常操作下都会产生热量
- 工程设计安全去除这种热量有助于减少/最小化：
  - 灾难性故障
  - 工作不稳健
  - 产品寿命不确定
- 电子热管理（ETM）：设计和分析有效去除性能降级和有害热量的结构和机制
- **可靠性和稳健性由ETM决定**



过电流和冷却不良引起的走线和过孔烧坏

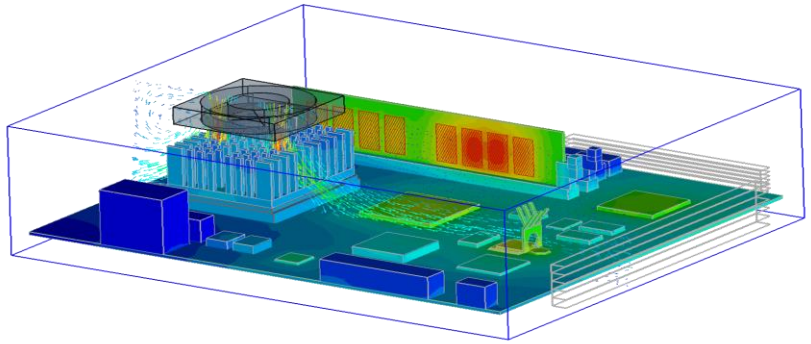


智能手机接收器由于过热而频移和衰减

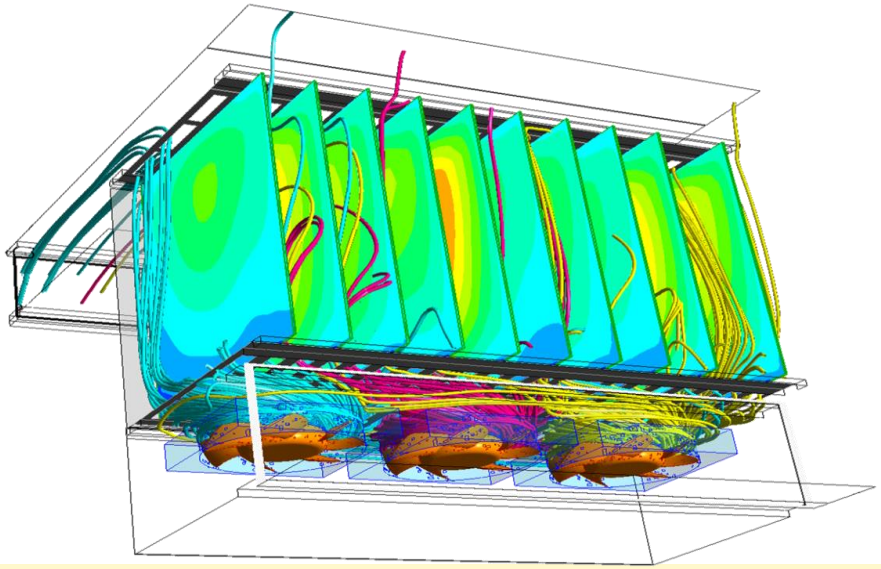
ANSYS Icepak

■ ANSYS Icepak是IC封装、印刷电路板和完整电子系统的集成电子散热解决方案。

- 流体流动（层流和湍流）
- 共轭传热
  - ✓ 导热
  - ✓ 对流（自然对流和强制对流）
  - ✓ 辐射（热辐射和太阳辐射）
  - ✓ 焦耳热
- 稳态和瞬态热分析
- 单相流和多相流
- 参数和优化
- 组分输运
- 降阶建模（Reduced Order Modeling, ROM）
- 多物理场耦合



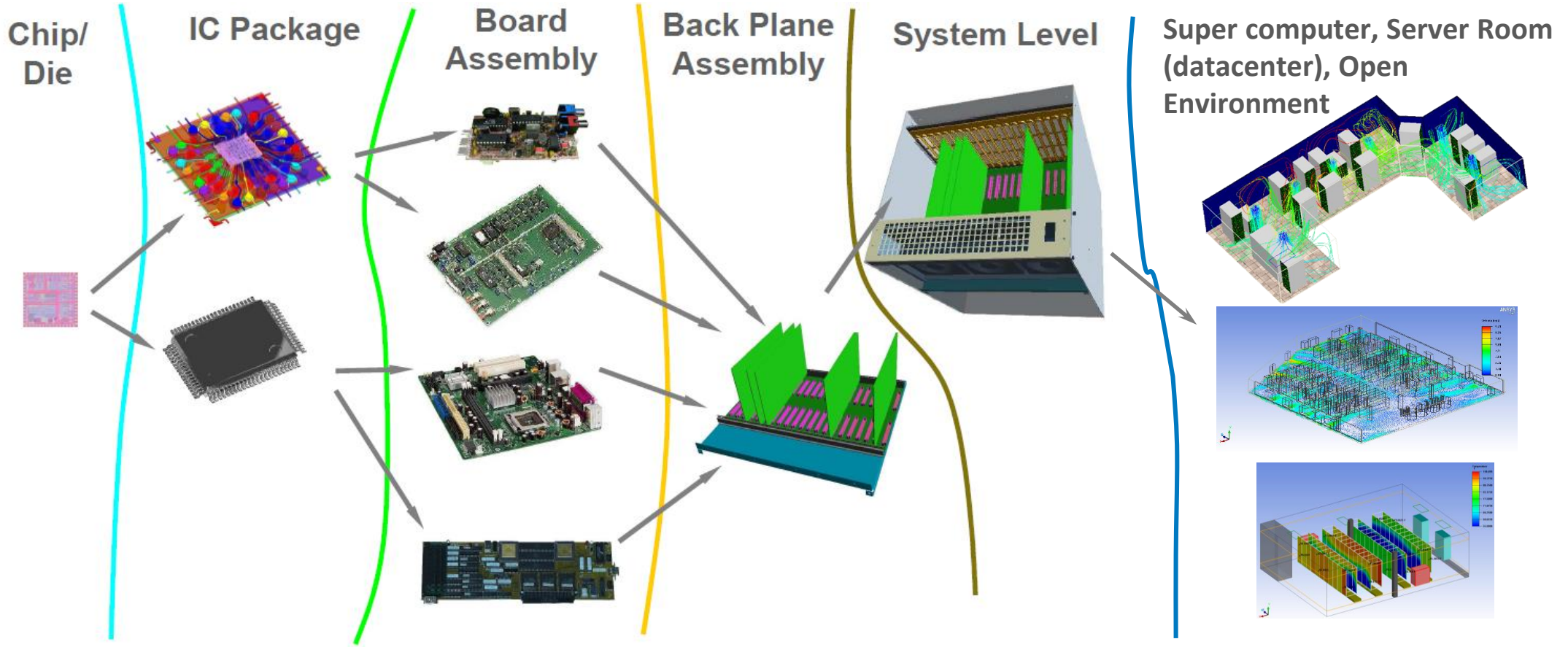
风扇冷却机架式计算机的温度云图和流体速度矢量图



VME型机箱内的流线和温度云图（三个轴流风扇采用MRF模型模拟）

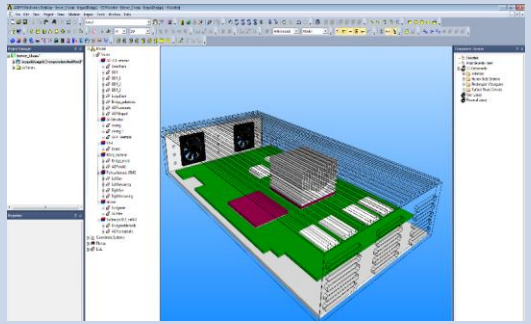
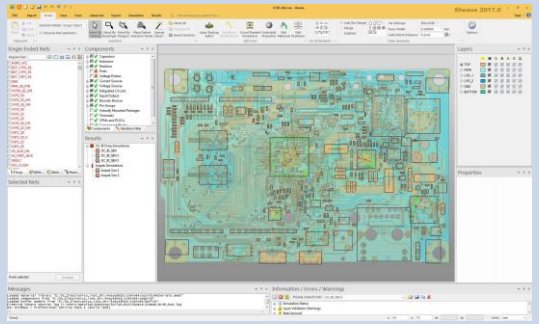
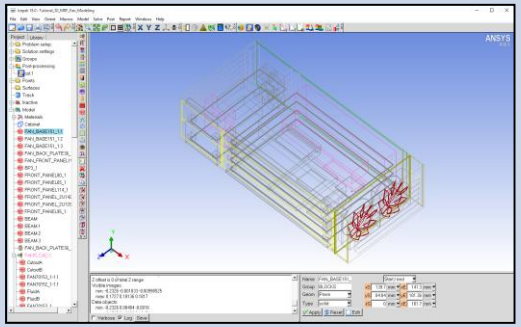
ANSYS Icepak – 专注于电子冷却

- Icepak能为所有尺度的电子冷却应用提供建模功能



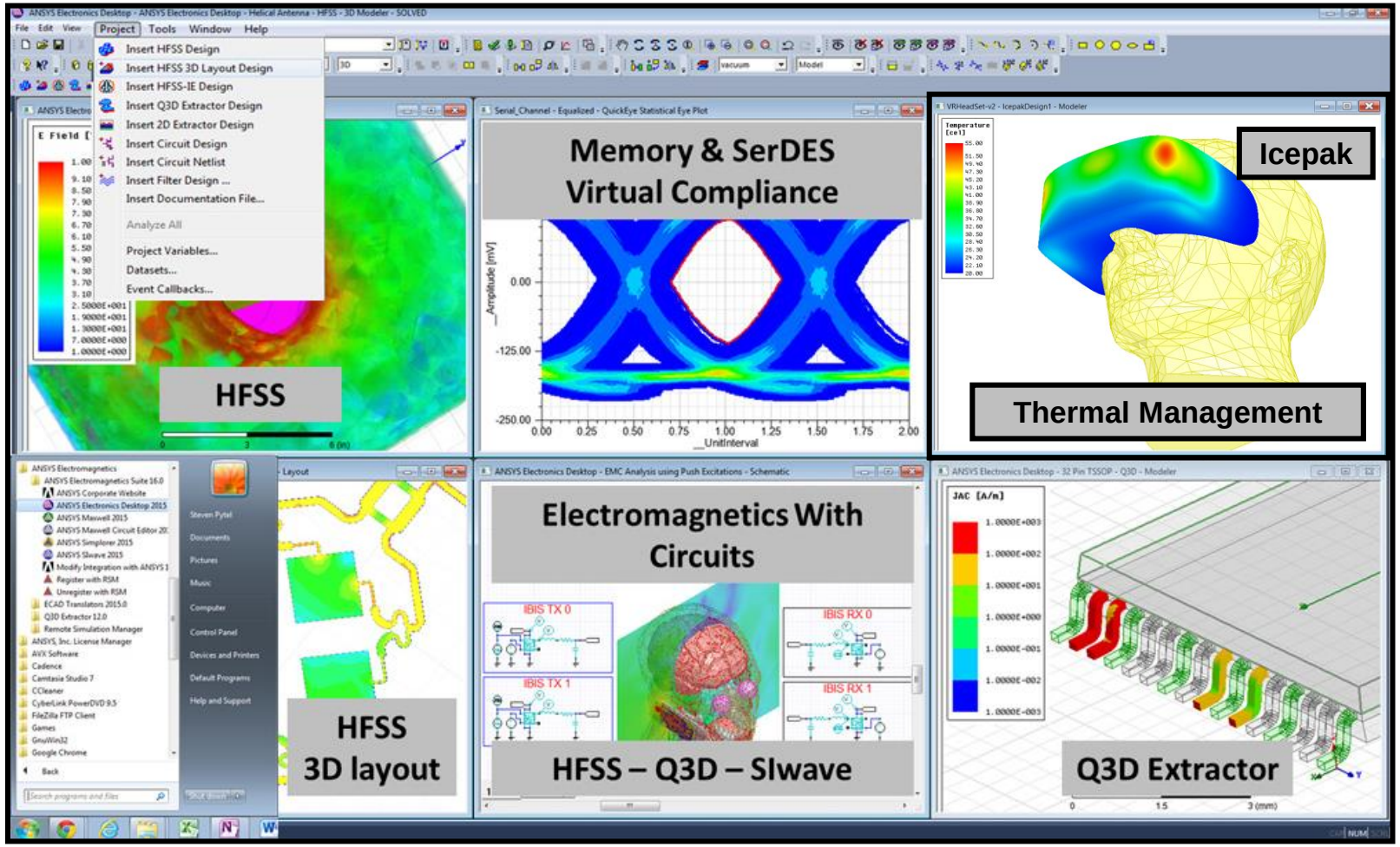
ANSYS Icepak版本

Icepak许可证解锁所有版本

	AEDT Icepak	Icepak in SIwave	Classic Icepak
界面			
亮点	• 稳态和瞬态 • 现代用户界面，易于使用 • 集成电热工作流程 • 原生ACIS MCAD建模器	• 在DC IR模拟之后 • 焦耳加热 • 传导仅可用于分析 • 基本对流分析	• 流体流动（层流和湍流） • 所有热传递 • 稳态和瞬态 • 单或多流体 • 参数化和优化 • 多物理耦合
用户	• 机械/热/电气工程师 • HFSS，Maxwell或Q3D用户	• 电气工程师 • SIwave用户	• 机械/热/电气工程师

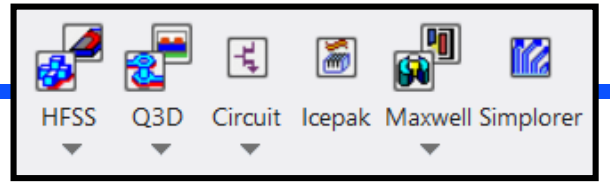
ANSYS Electronics Desktop (AEDT)

- 用于电磁，热，系统和电路仿真的统一平台。
  - 用于电子器件，设备和系统的综合设计和优化的单一框架。
- ANSYS HFSS，Maxwell，Q3D，Icepak和Simplorer等金牌工具都是在Electronics Desktop环境中本地构建的，并且紧密集成。

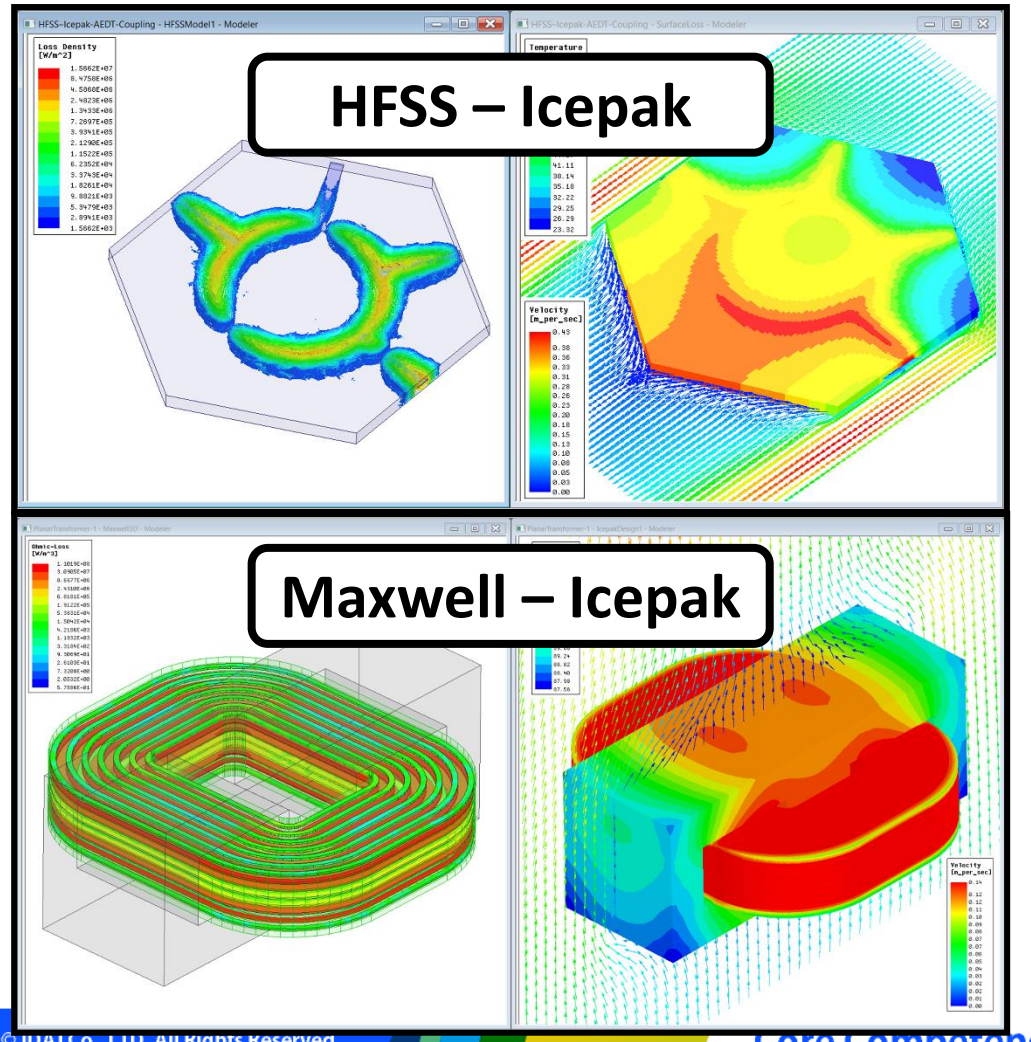


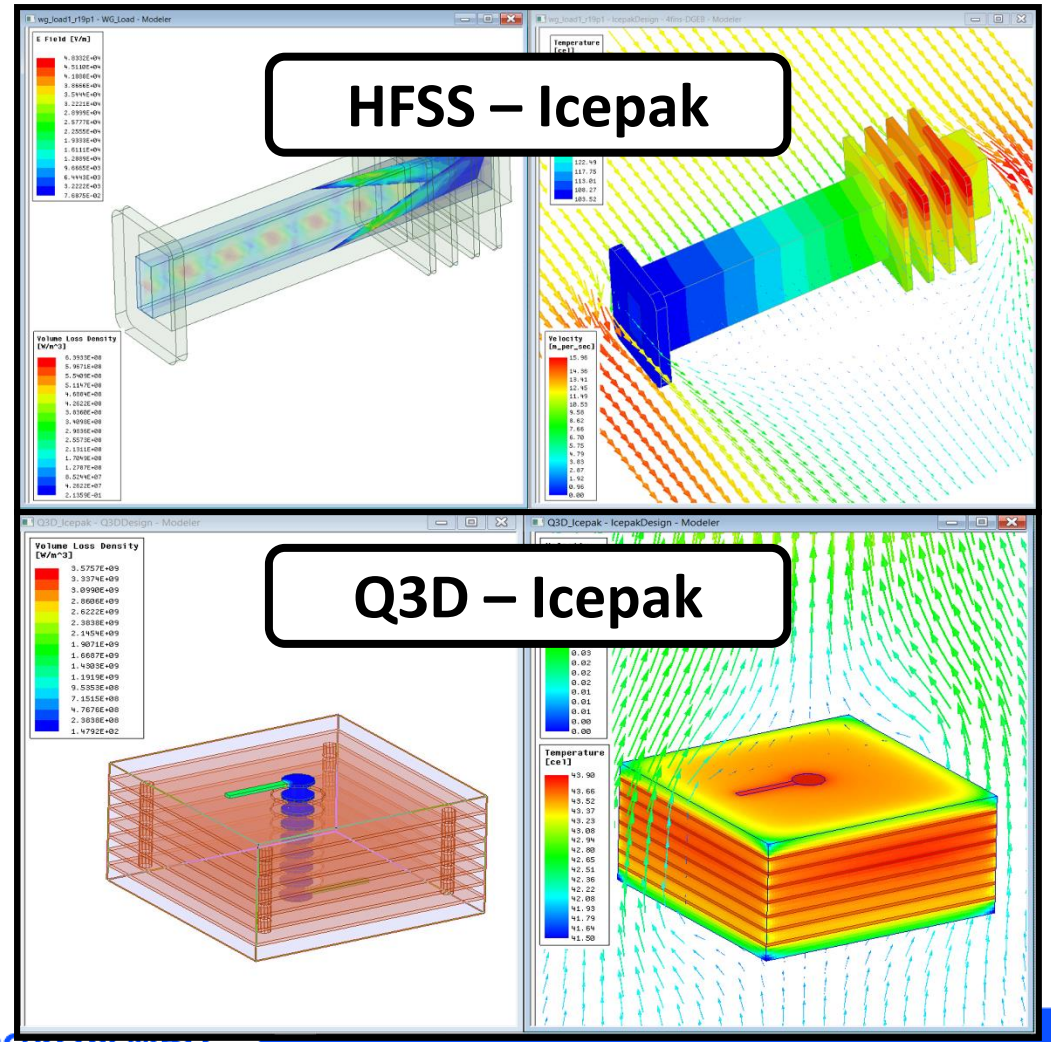
AEDT Icepak

- 电子冷却模拟工具，完全集成到AEDT环境中。



→ Beta Release at R19.0
→ Full Release at R19.1





AEDT Icepak CFD 过程

1. 几何

- 在AEDT中导入MCAD
- 在HFSS 3D布局中导入ECAD
- 简化几何
- 计算域形状和尺寸
- 几何参数

2. 物理建模

- 稳态/瞬态
- 物理模型（辐射和对流）
- 材料属性
- 边界条件

3. 网格划分

- 滑动条网格划分
- 网格区域
- 高级多级网格控件
- 检查网格质量

4. 求解

- 收敛准则
- 最大迭代步数
- 求解监测
- 数值方案
- 欠松弛因子
- 单核或多核
- 参数化/优化

5. 后处理

- 切平面
- 等值面
- 云图
- 矢量
- 动画

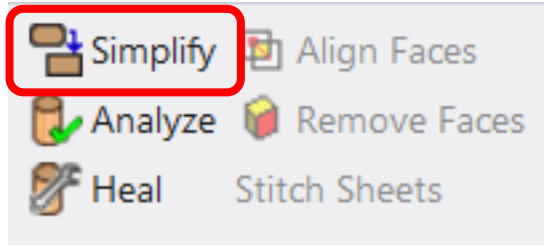
6. 报告

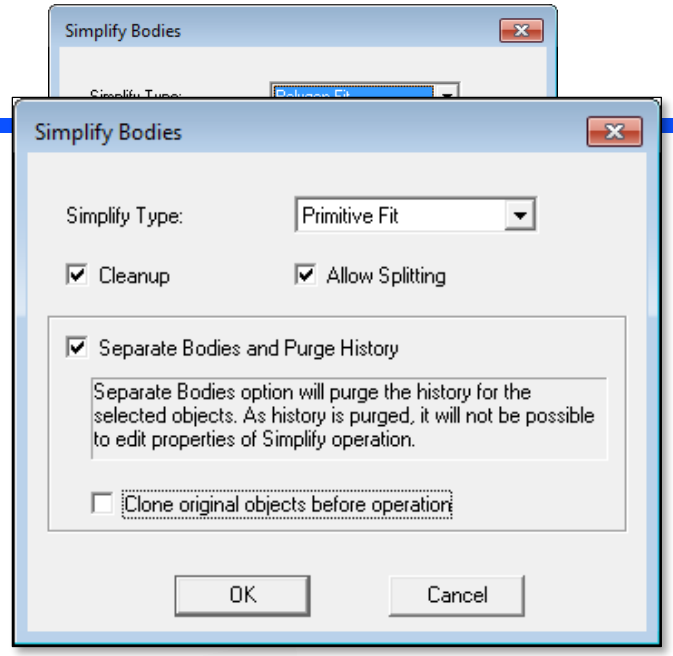
- 总结报告
- 场报告
- 网络温度
- 风扇工作点

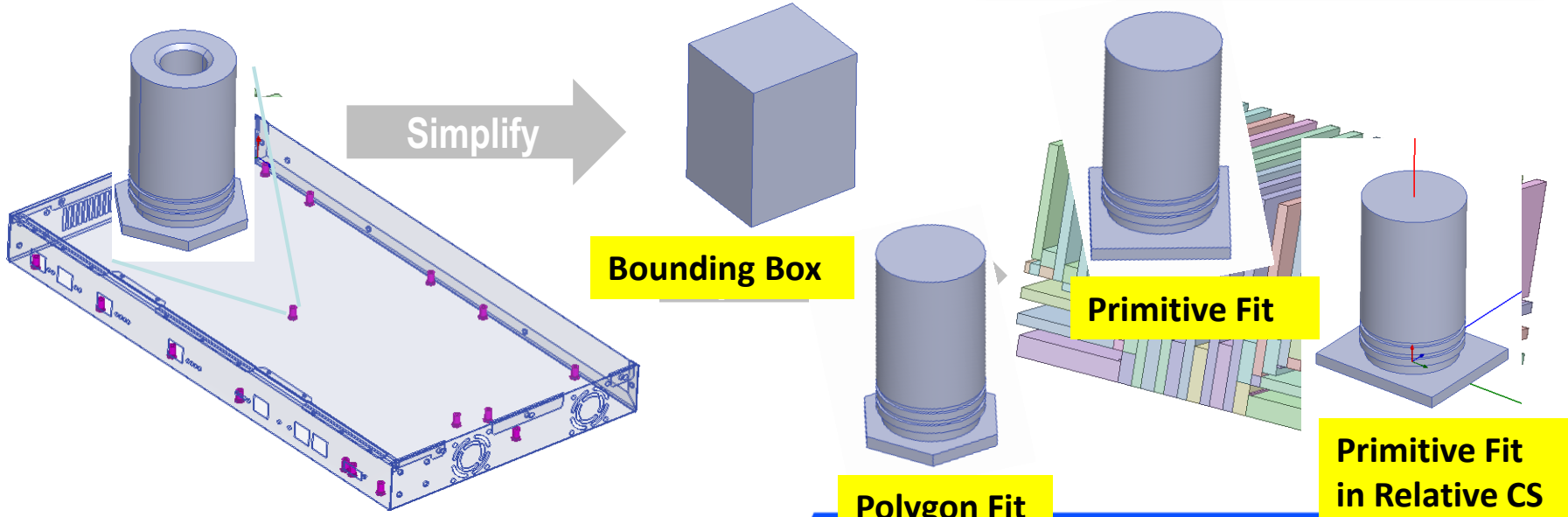
AEDT Icepak 几何简化

- SpaceClaim-Like CAD简化功能
- 将任意形状的物体简化为更简单的形状
  - 适用于Icepak和所有3D产品
- 简化类型
  - Bounding Box
  - Primitive Fit
  - Polygon Fit
- 在指定的坐标系中简化
- 选择分割成原始体

Modeler
→ Model Preparation
→ Simplify

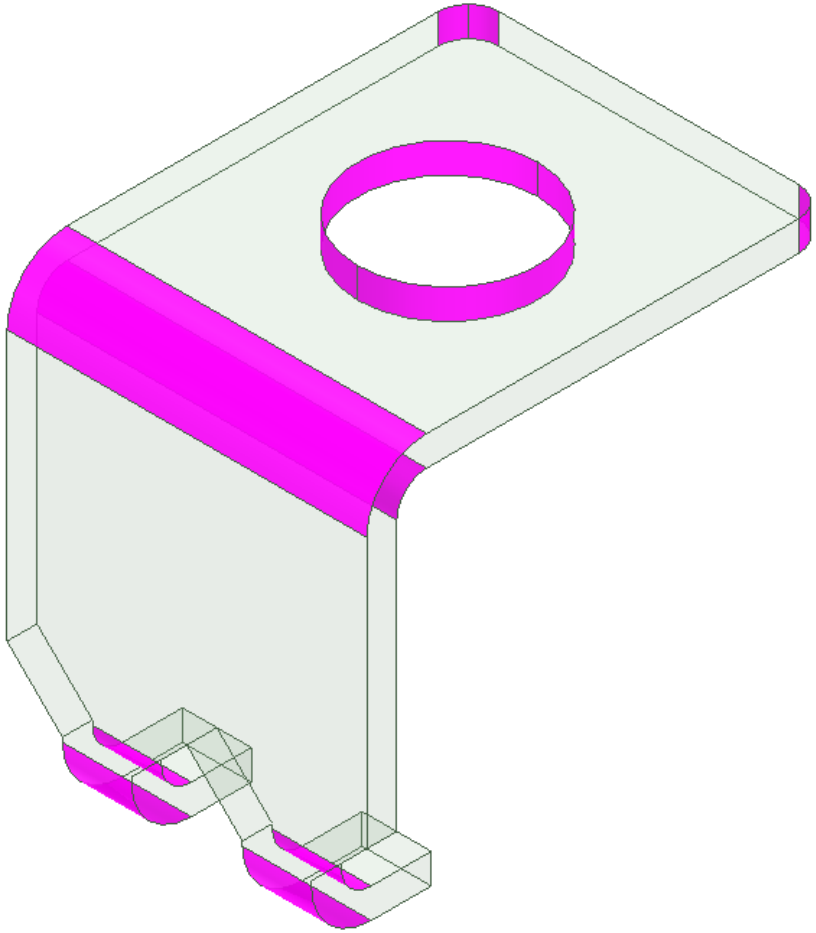


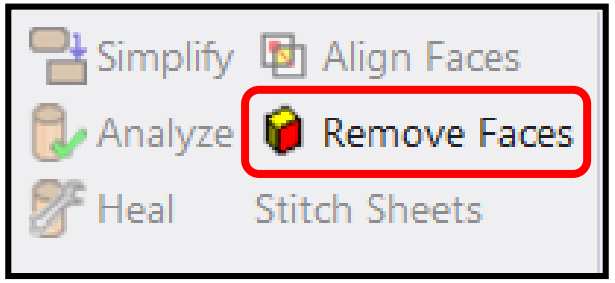


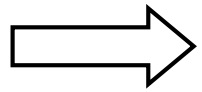


AEDT Icepak 几何简化

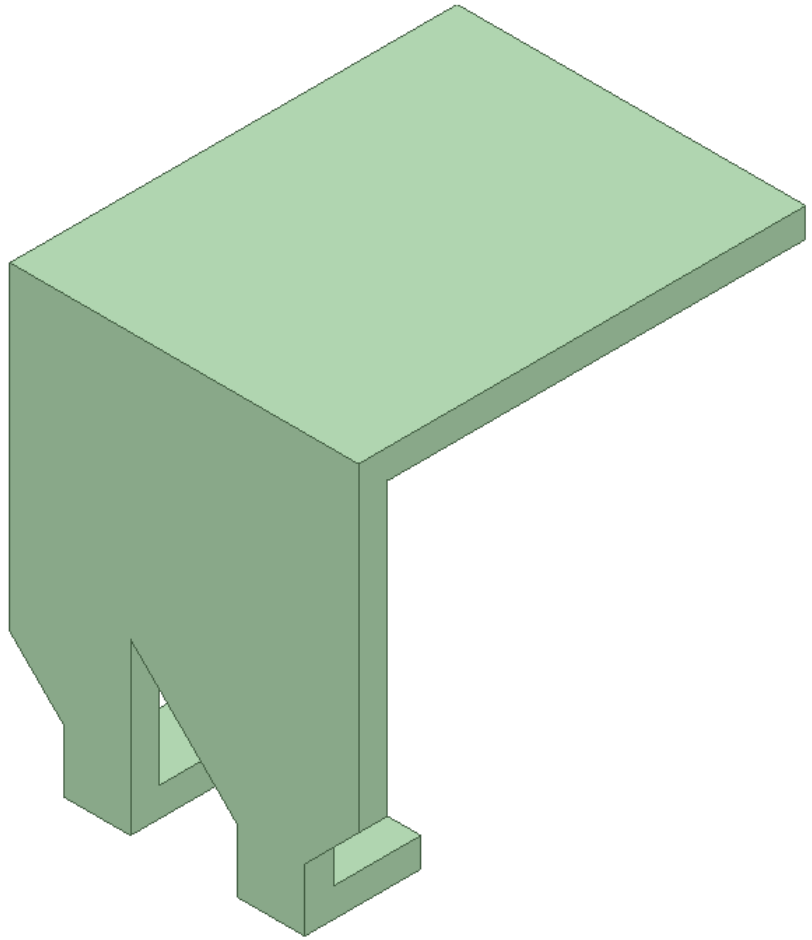
- “Remove Faces”操作与SpaceClaim中的Fill工具非常相似。
- 对于非常复杂和脏的几何→ Modeler → SpaceClaim Link。





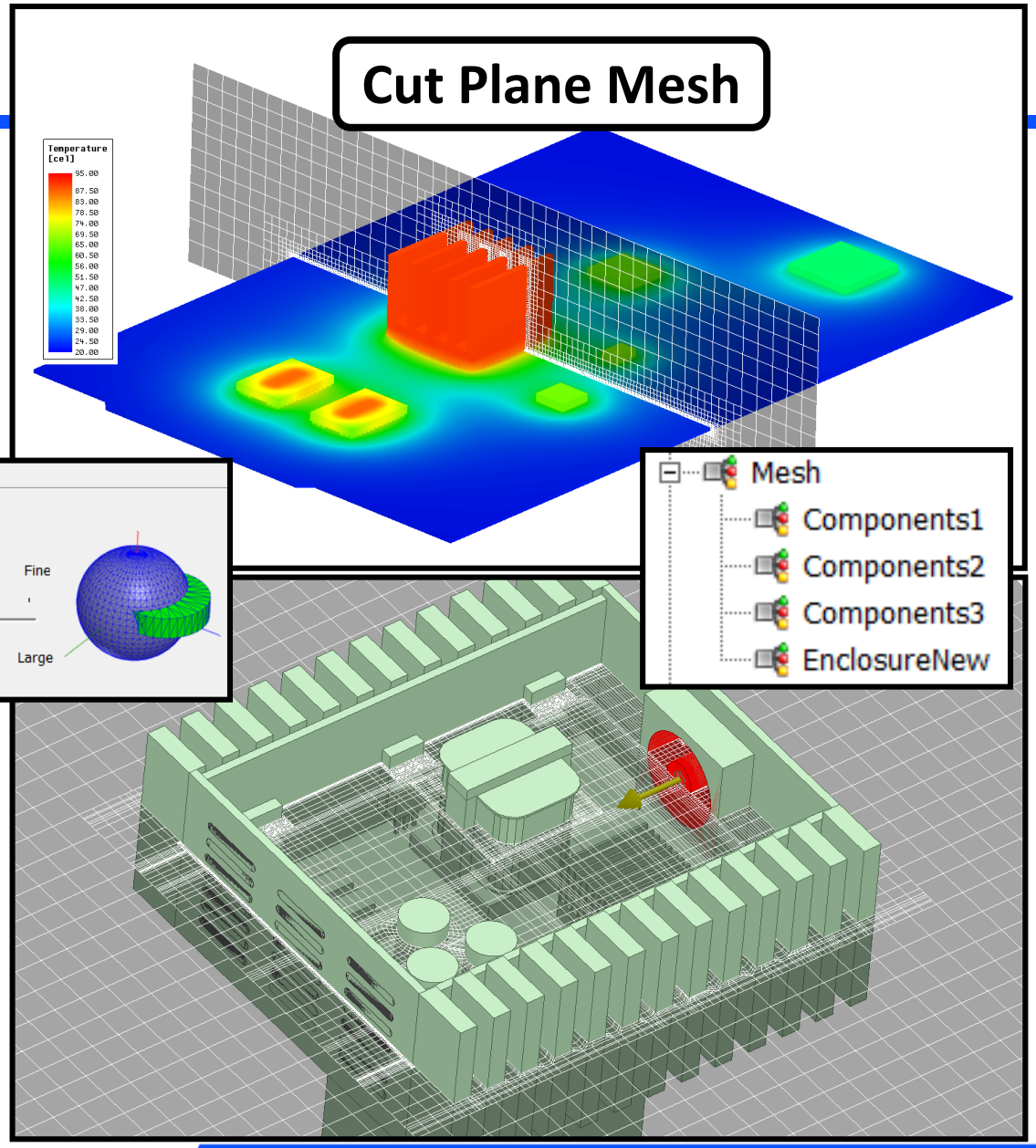


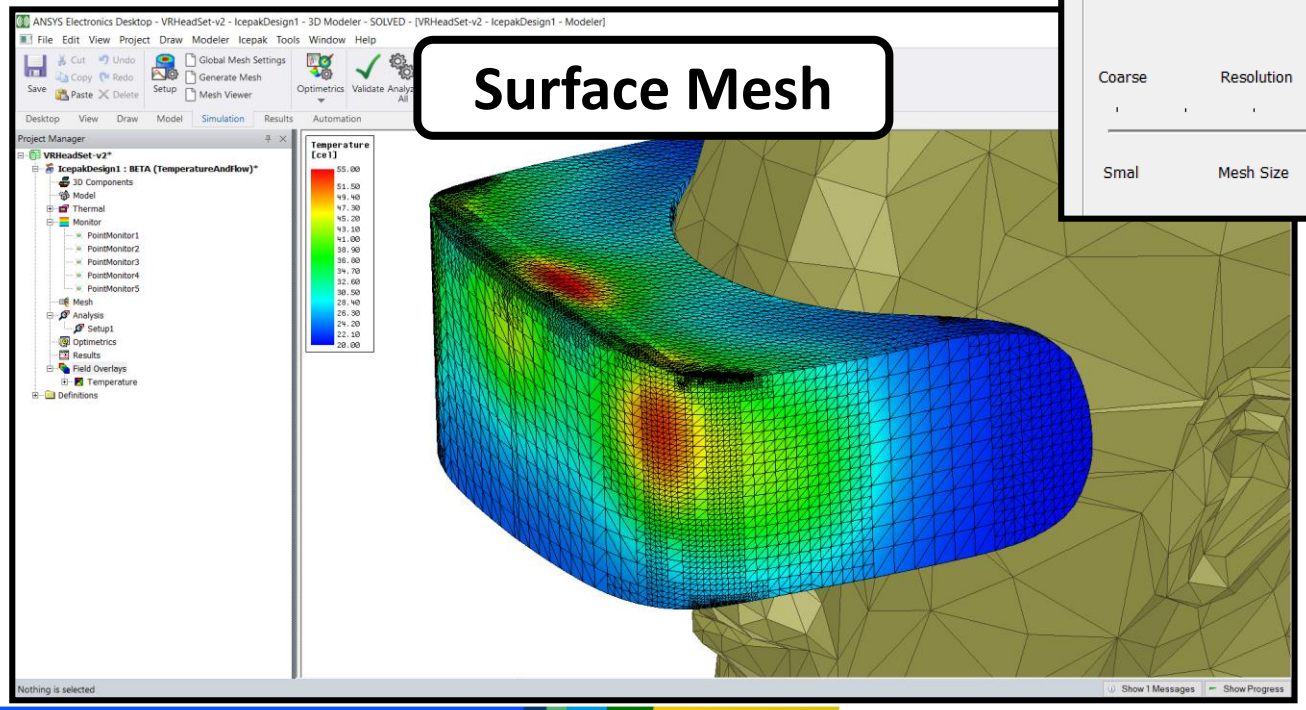
Modeler
→ Model Preparation
→ Remove Faces



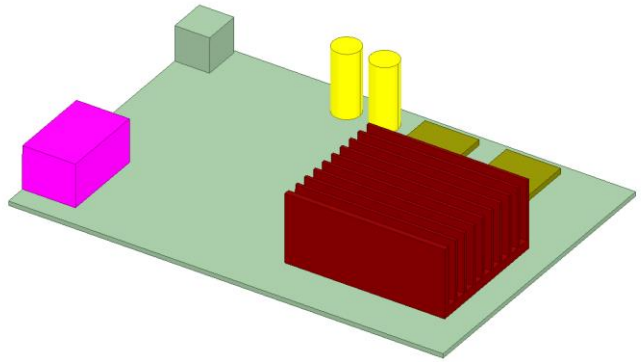
AEDT Icepak 网格划分

- 高度自动化，符合形状的网格划分器，具有直观的用户控制。
  - 独立的网格区域可实现大型组件的高效网格划分。

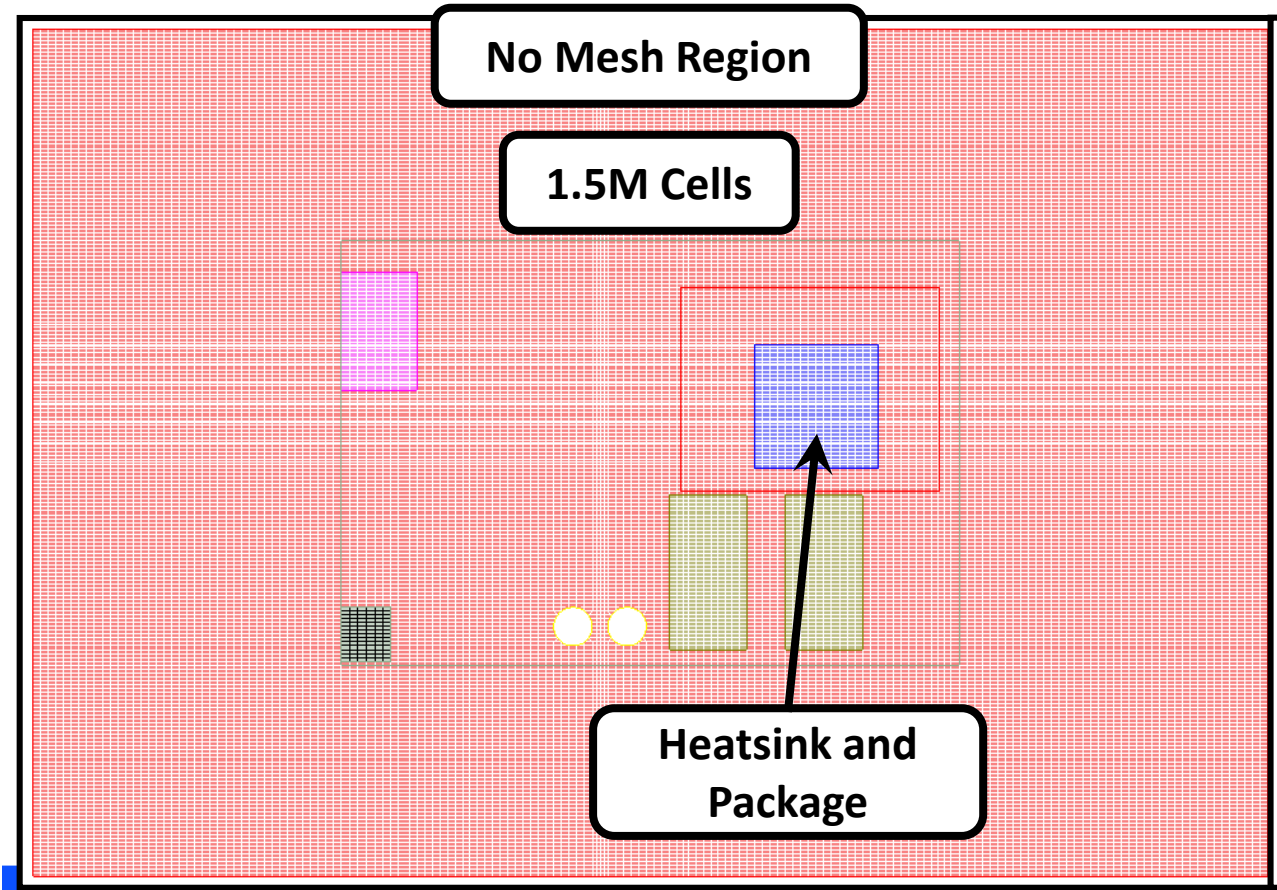


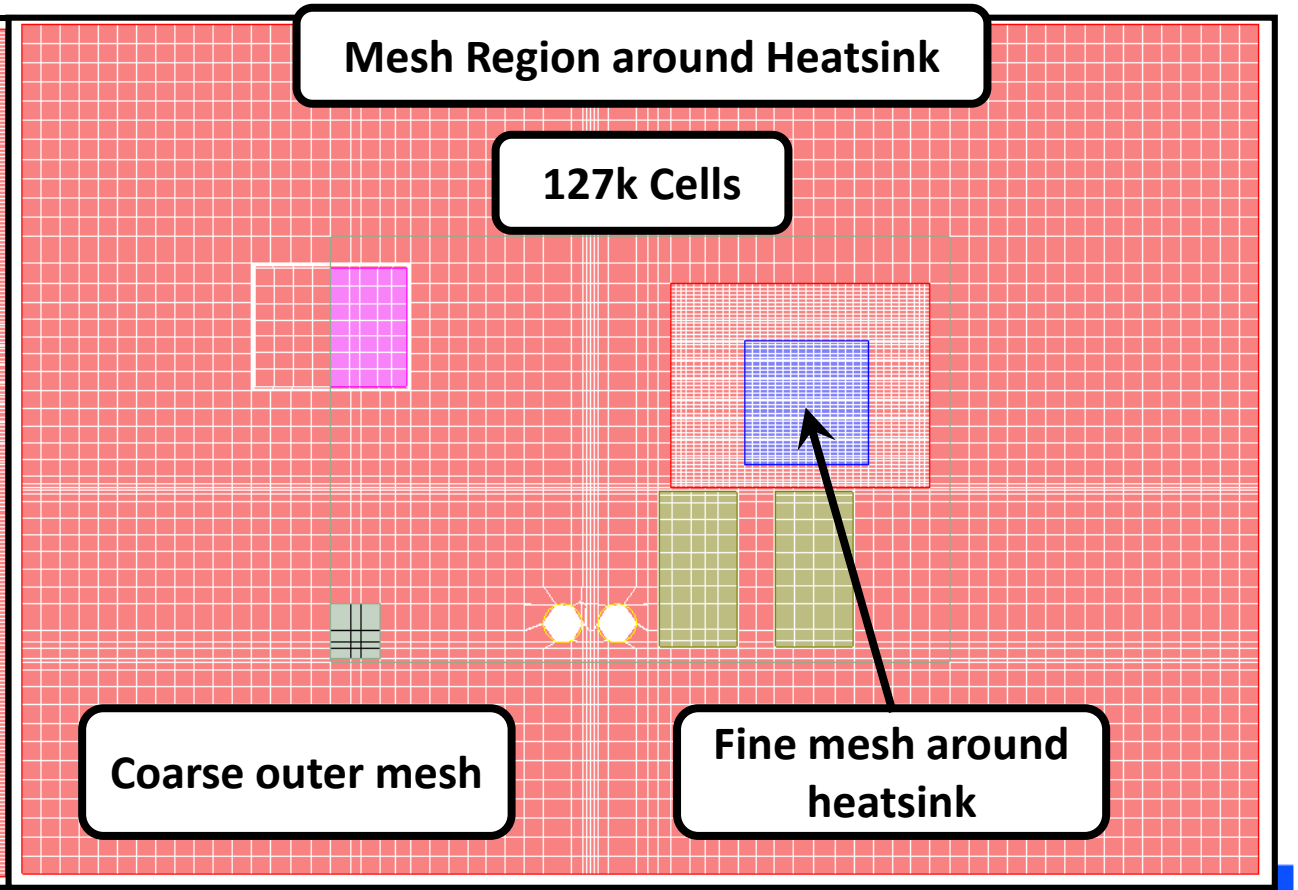


AEDT Icepak 网格区域



- 在框区域内应用不同的网格控件。
- 有助于减少网格数量，同时保持准确性。

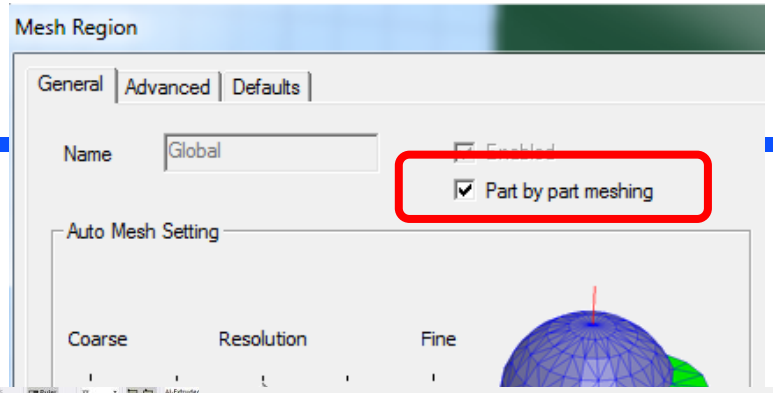


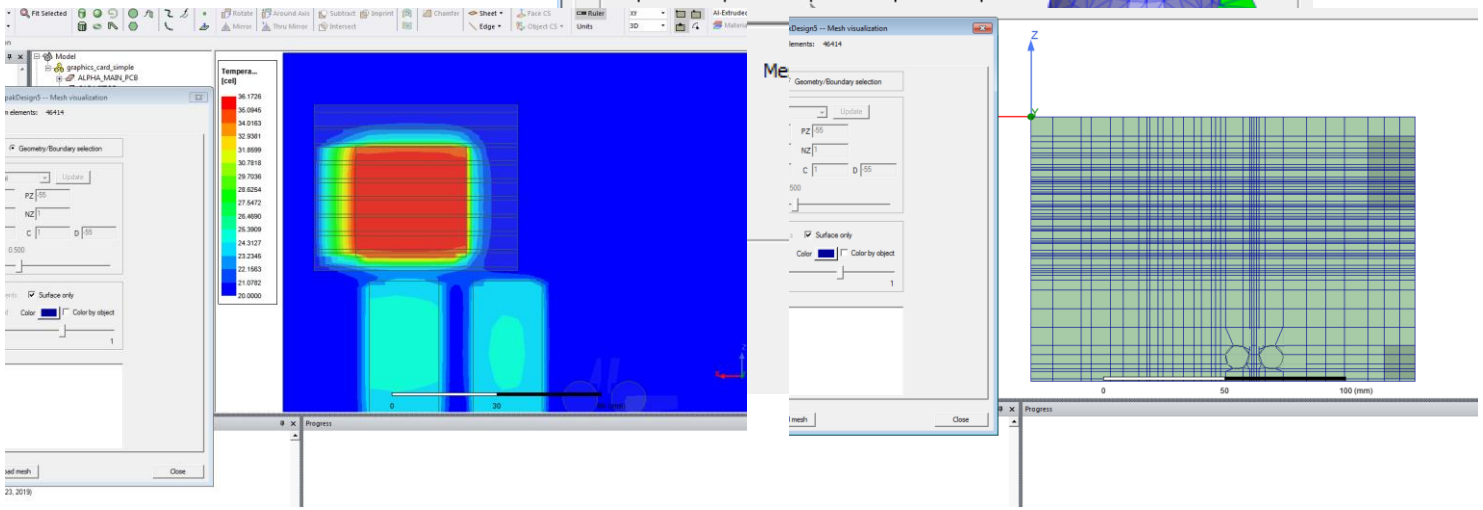


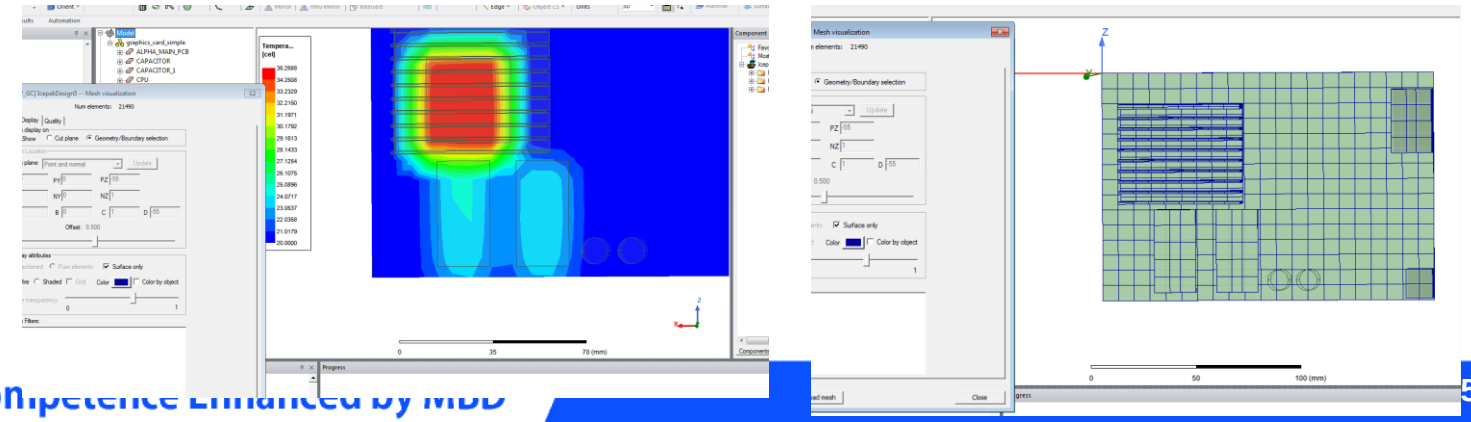
Part-by-Part Meshing

- 仅用于传导模拟的网格划分新功能
  - 全局网格区域设置
  - 为每个形状创建的虚拟网格区域
    - ✓ 从“父”网格区域（如果存在）或全局继承网格设置
    - ✓ 顺序划分网格
    - ✓ 求解器自动创建非一致性交界面
  - 仅用于没有流动区域的传导模拟
  - 推荐手动网格划分

2019R3 Beta



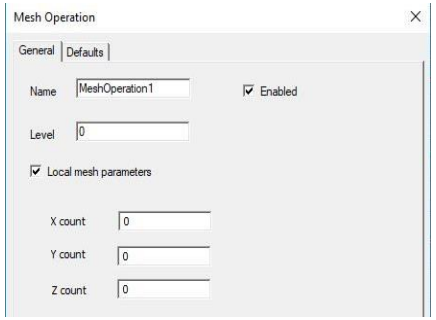




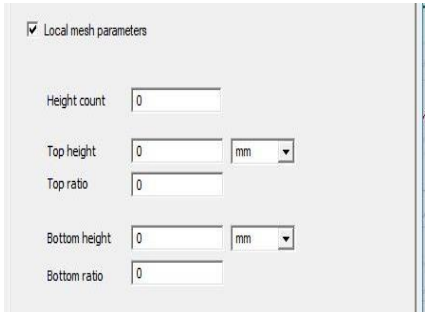
局部网格控制

- 2019R3新的网格划分功能可启用“per object”网格划分控件
  - 直接将网格控制指定给选定的分配
  - 可以分配给对象（3D和2D）、面或边
  - 网格输入取决于“形状”、“方向”和“选择”模式
  - 支持的对象形状：
    - ✓ 3D：棱柱（轴对齐），多边形，圆柱体
    - ✓ 2D：矩形（轴对齐），倾斜矩形，圆形，多边形

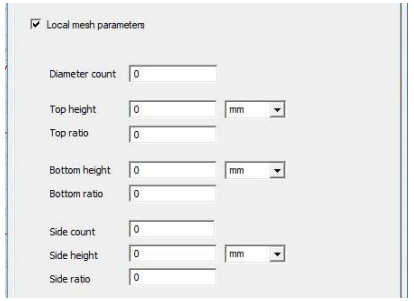
Prism/ CAD



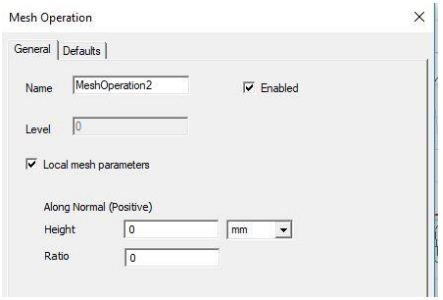
Polygon 3D



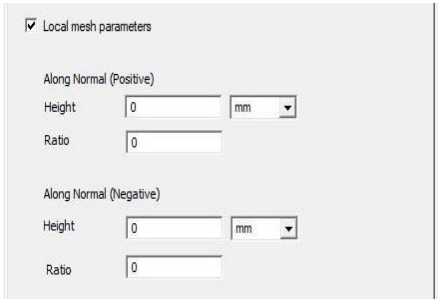
Cylinder



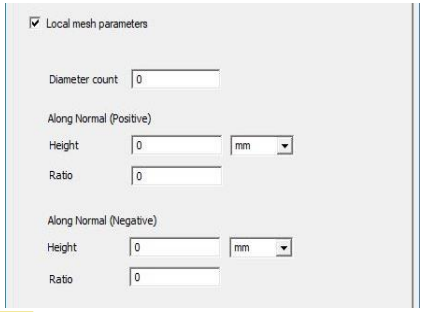
Face



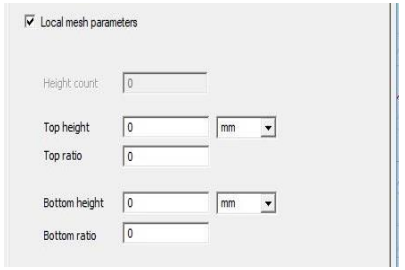
Rectangle Axis-aligned/ Inclined



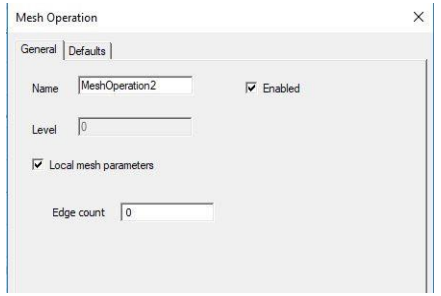
Circle



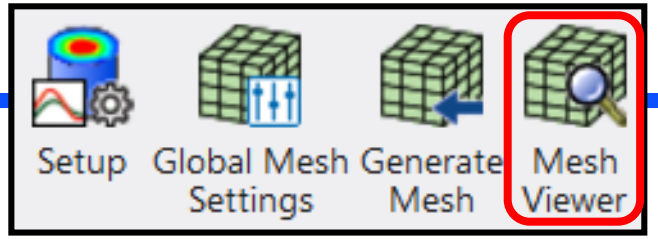
Polygon 2D



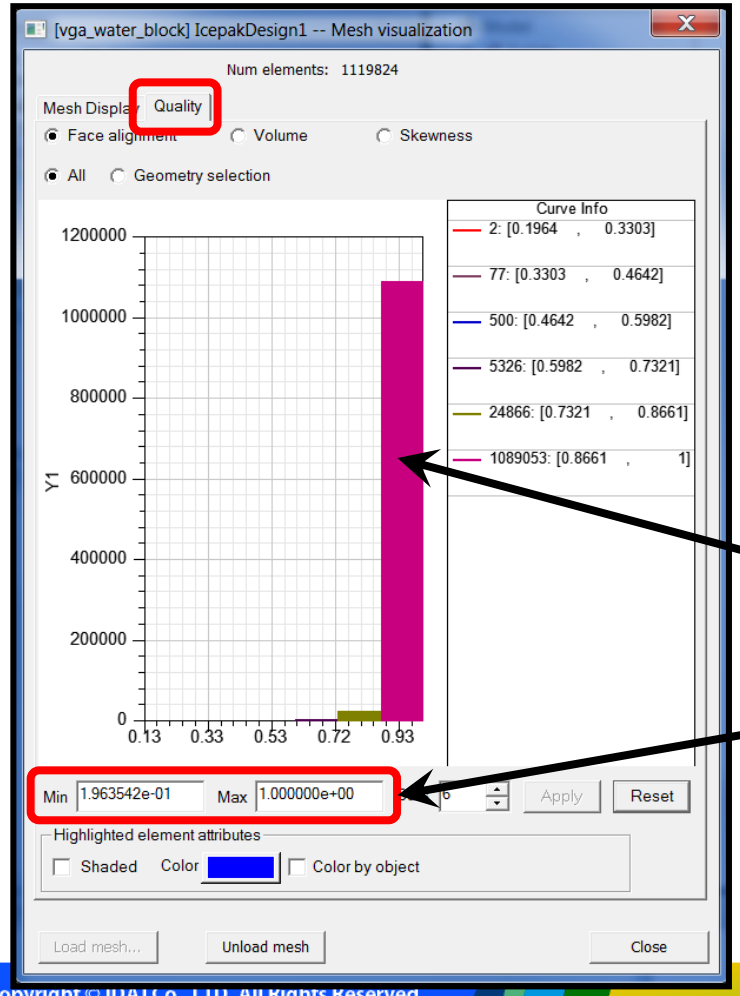
Edge

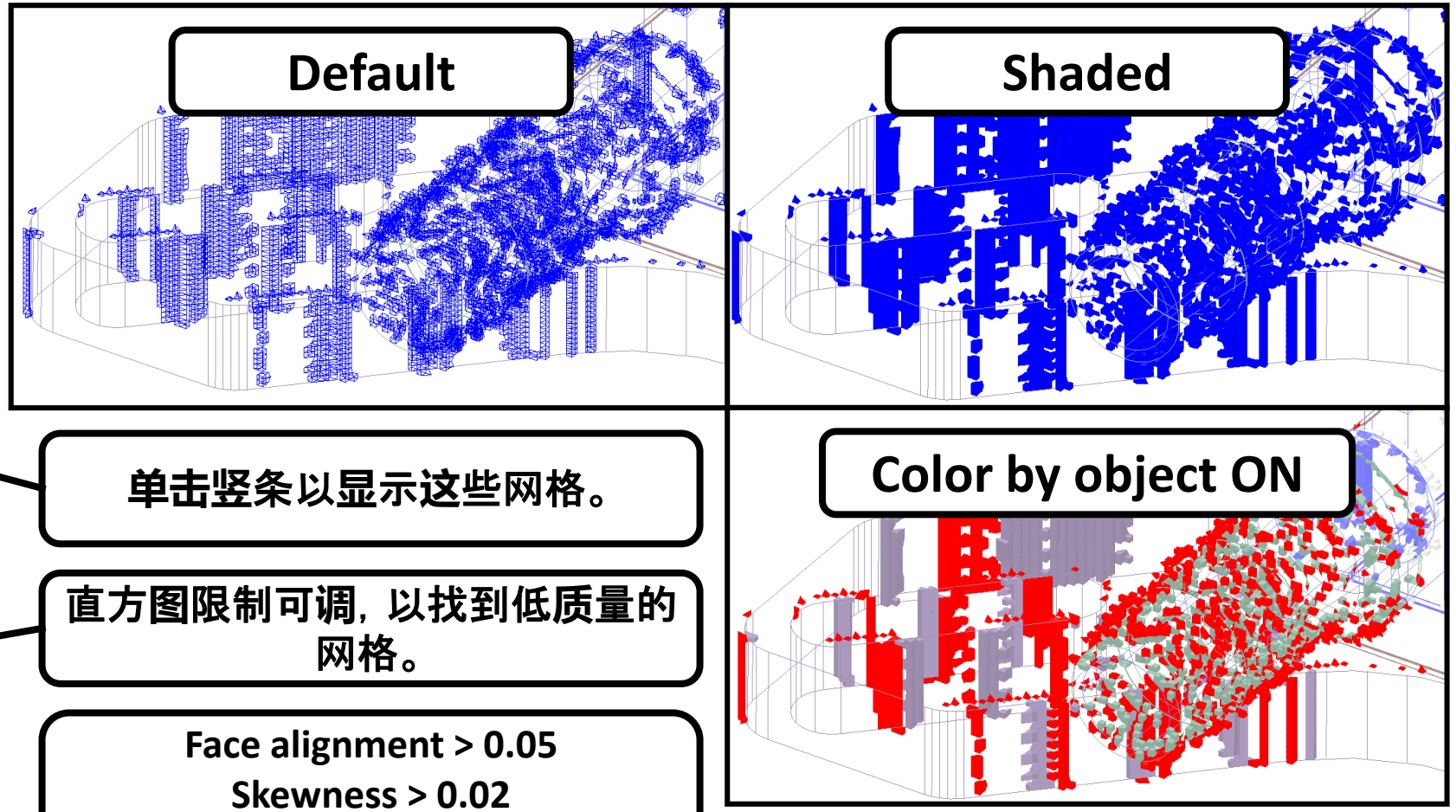


AEDT Icepak 网格质量



- 质量选项卡有助于可视化mesh metrics.





单击竖条以显示这些网格。

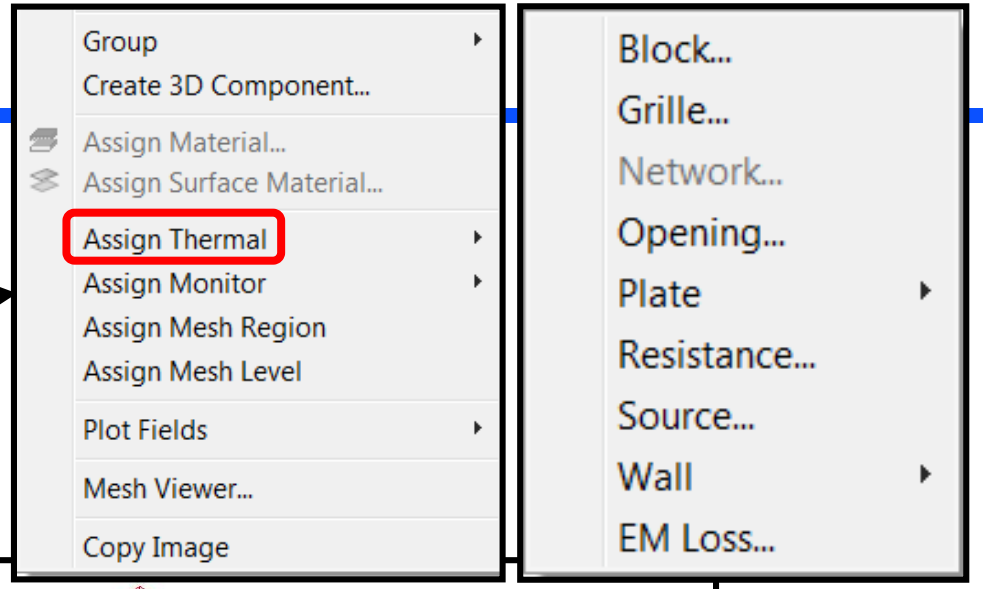
直方图限制可调，以找到低质量的网格。

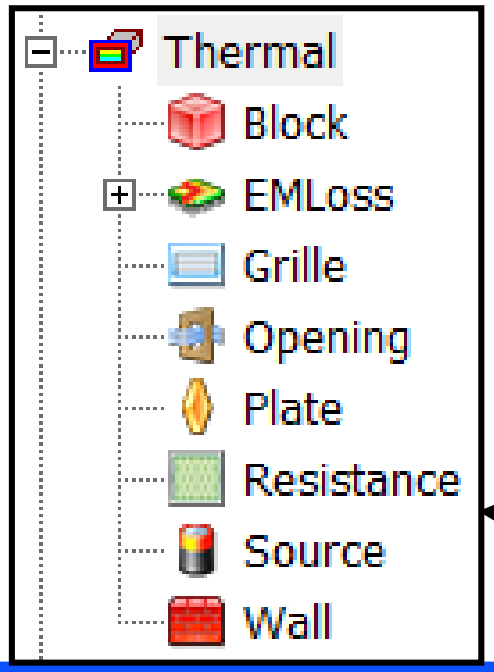
Face alignment > 0.05
Skewness > 0.02
Volume > 0

AEDT Icepak 流动和热模型

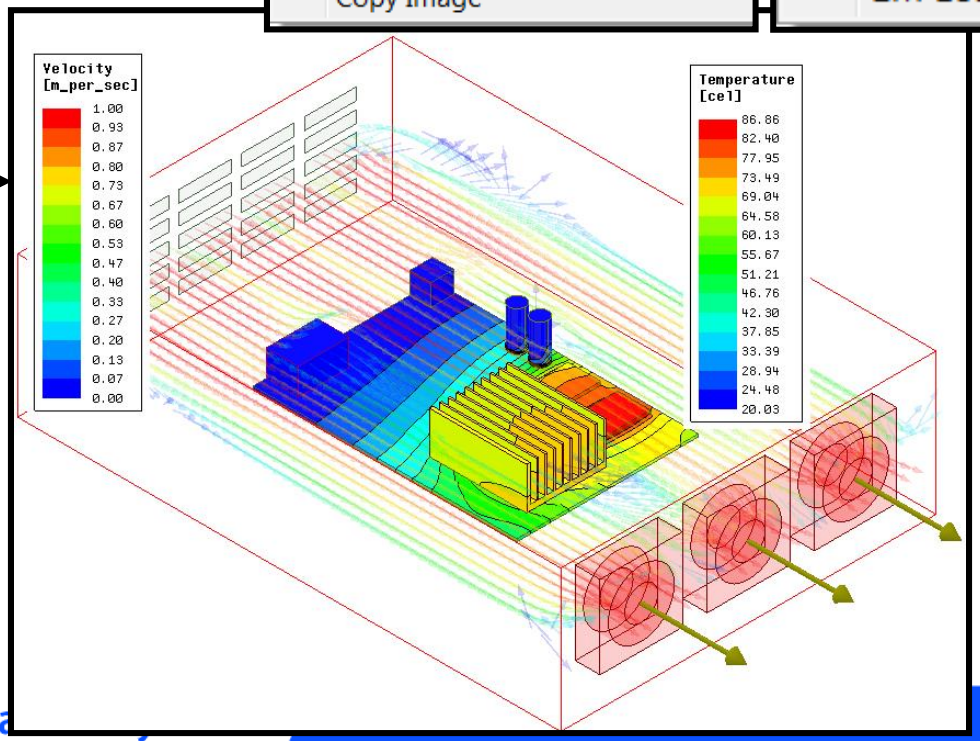
- 直观的流动和热边界条件。

选择几何体，单击鼠标右键
→ Assign Thermal





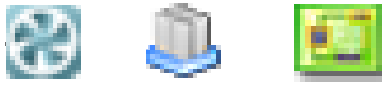
外壳内的温度和流场。

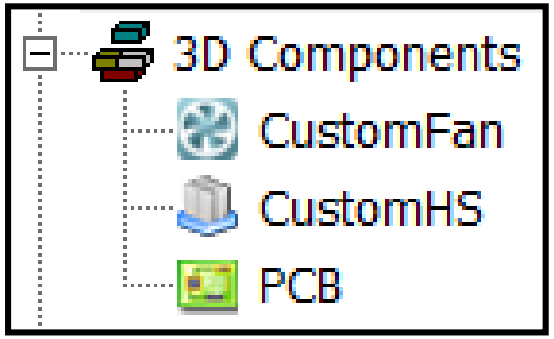


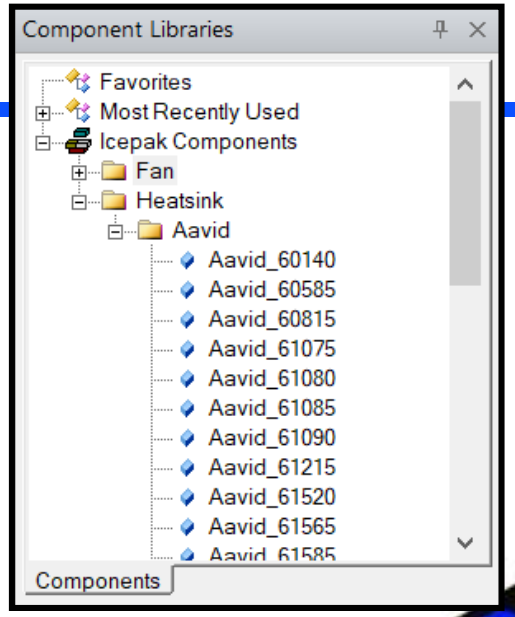
项目树中显示的热条件。

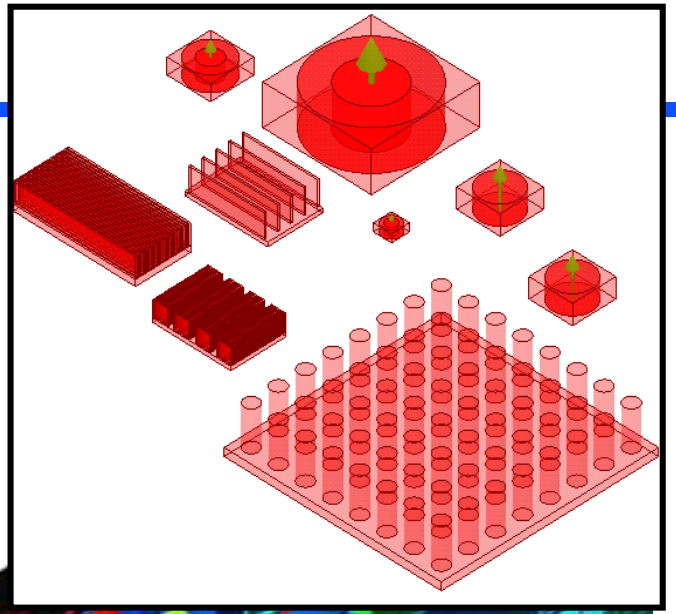
AEDT Icepak “3D 组件”

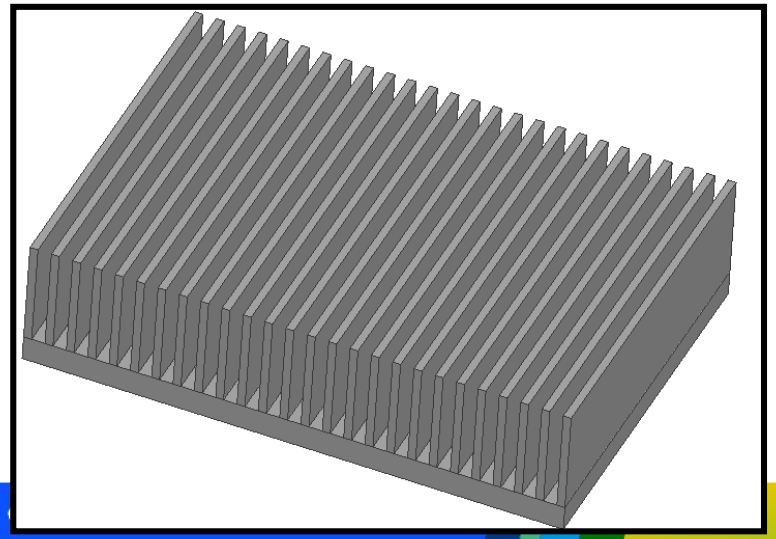
- 3D组件使用易于理解的面板创建，便于模型构建。
  - 内置供应商组件库。

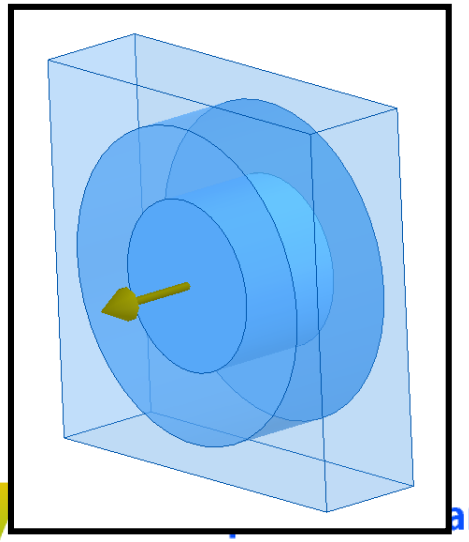


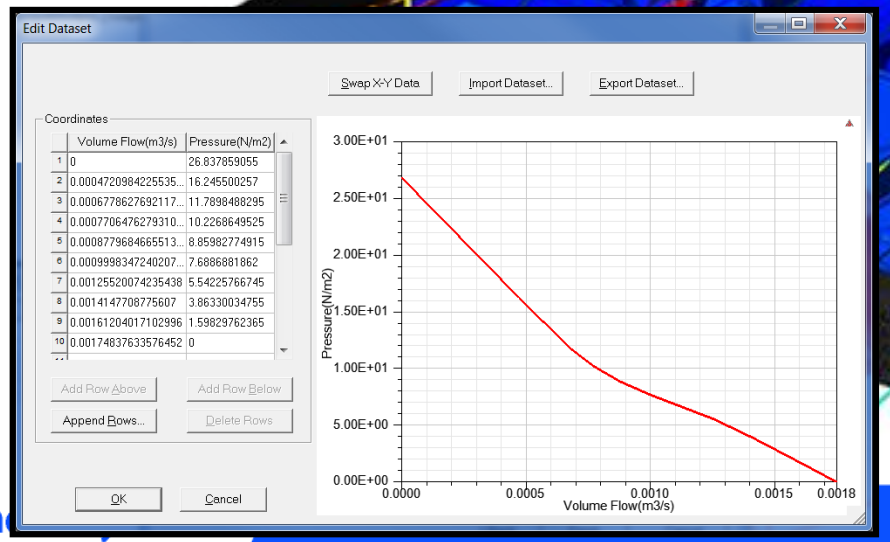






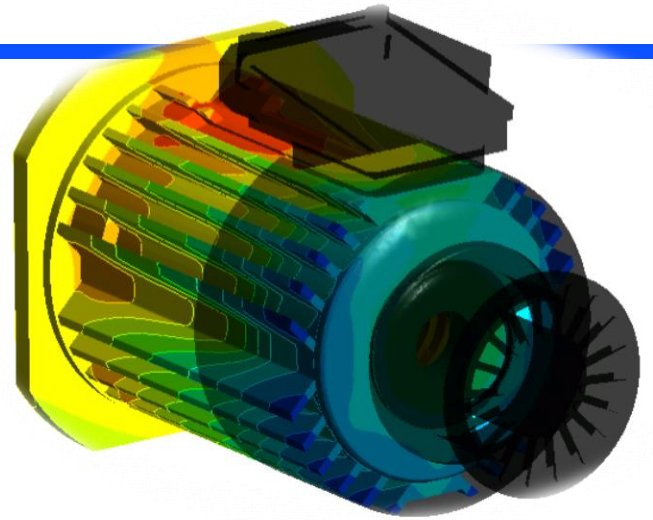


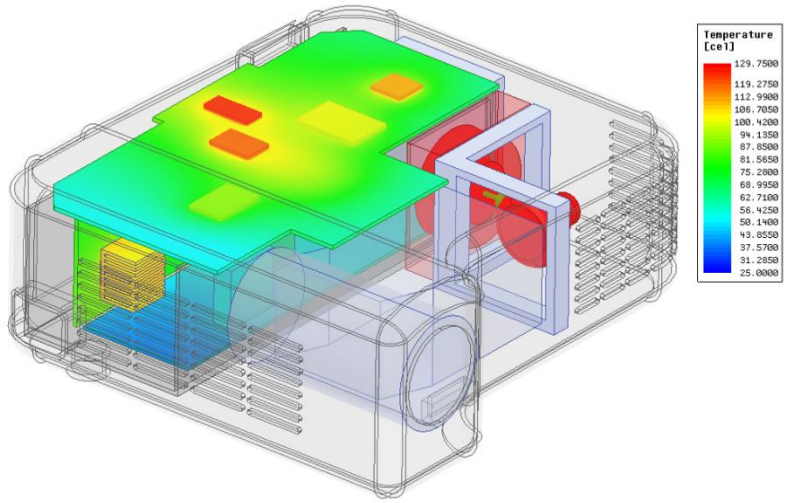


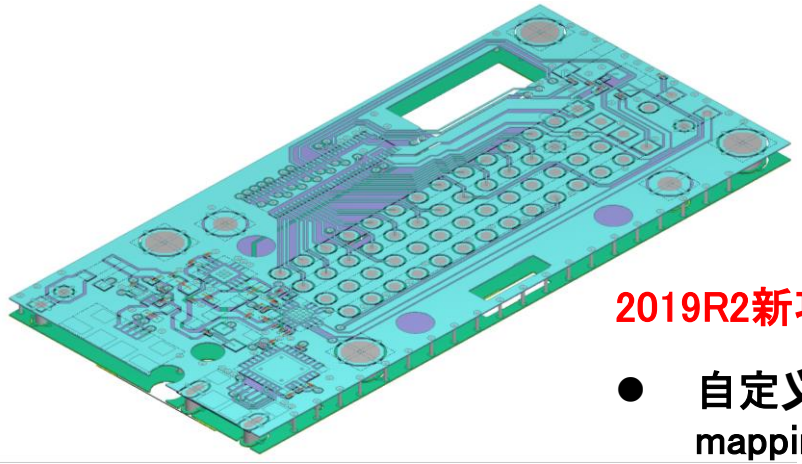


AEDT Icepak 模型创建

- 能够以大量格式导入MCAD和ECAD。
- 链接到ANSYS SpaceClaim以进行高级去除和几何修复。

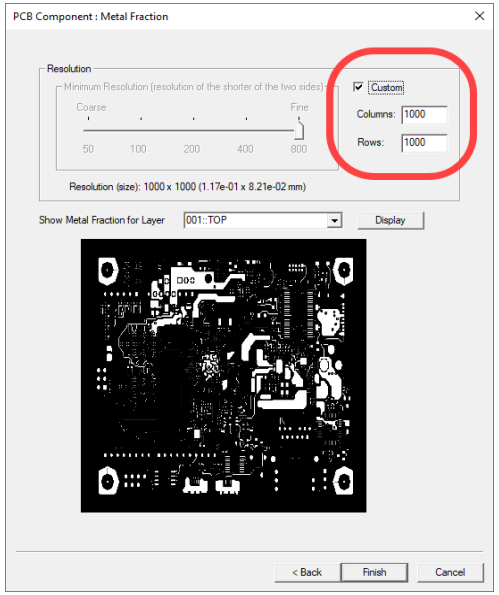




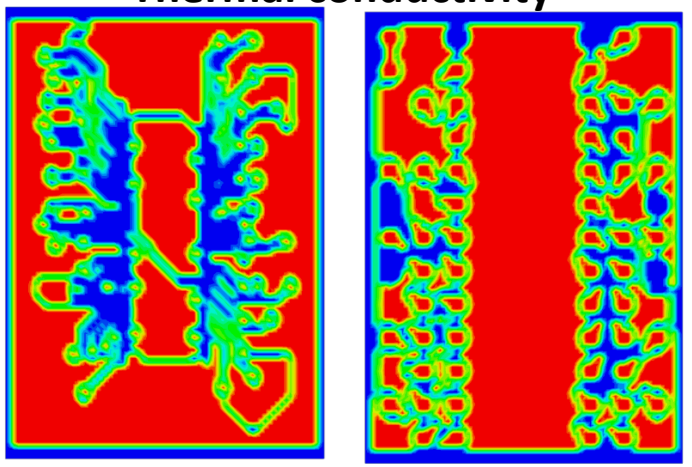


2019R2新功能

- **自定义metal fraction mapping的分辨率**
- **使用于大型PCB的精确trace mapping**

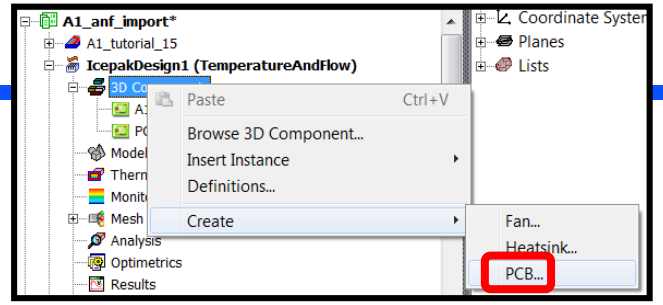


Thermal conductivity

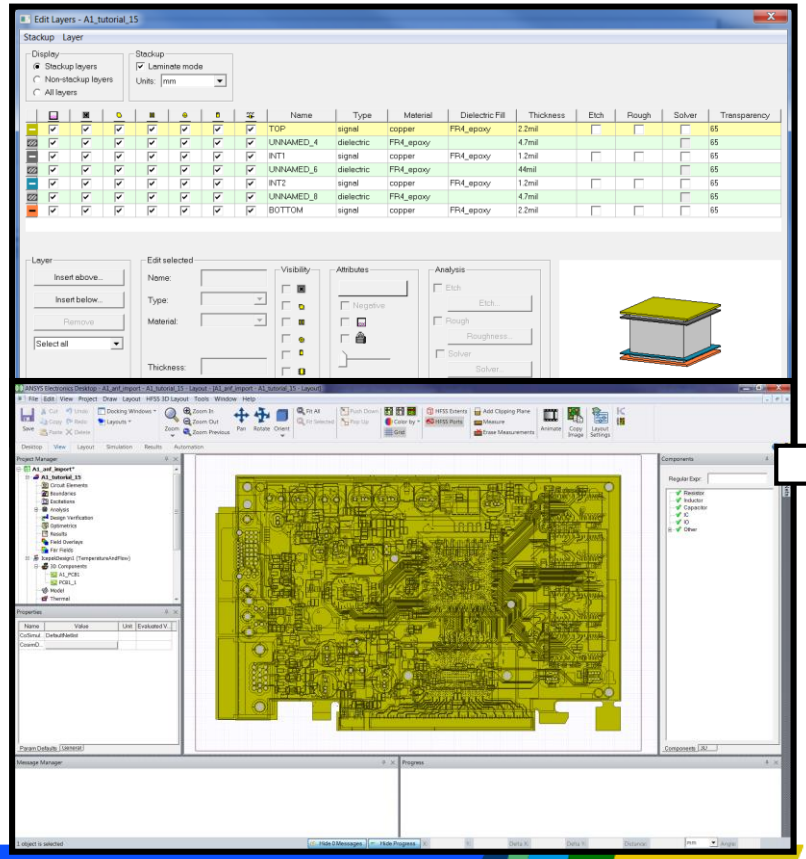


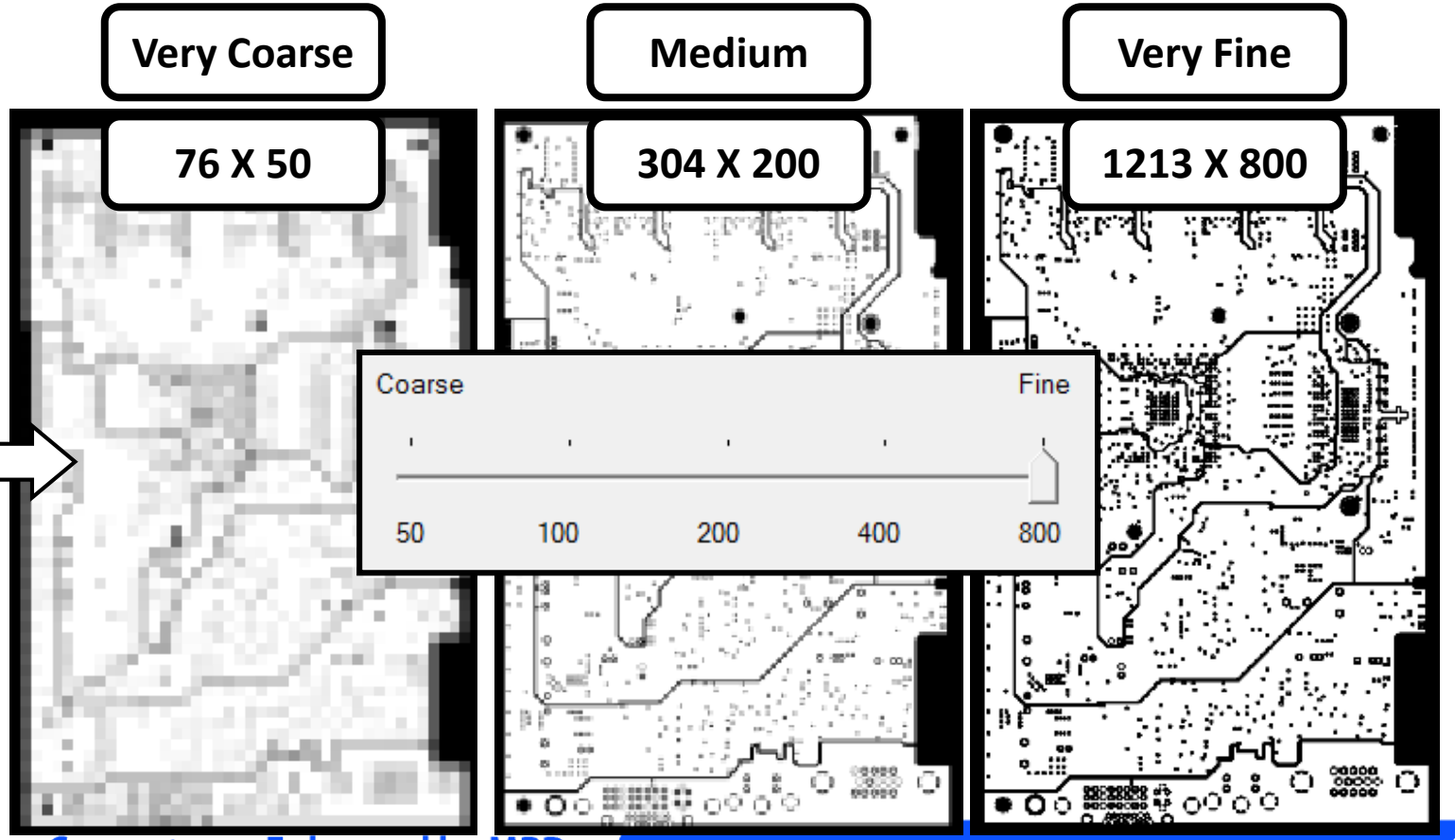
Top **Bottom**

AEDT Icepak PCB 布局导入



- 可以通过HFSS 3D Layout Design导入ECAD文件。
- Icepak将为每一层计算非常精确的热导率图。

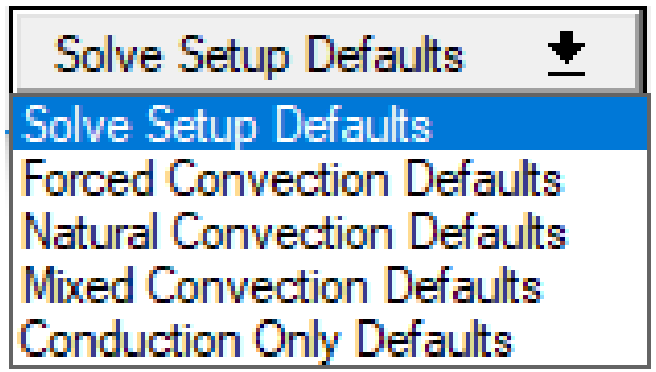


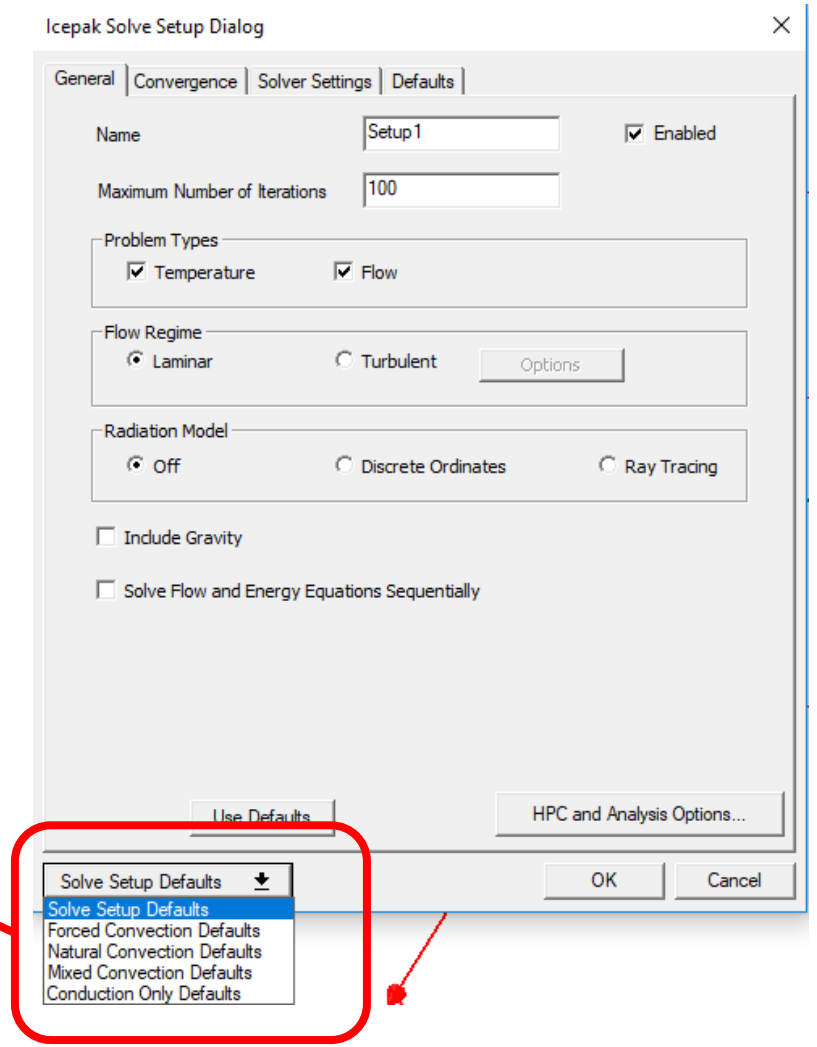


AEDT Icepak 求解器

- 默认设置适用于一般仿真求解
  - 热传导
  - 自然对流
  - 强制对流
  - 混合对流

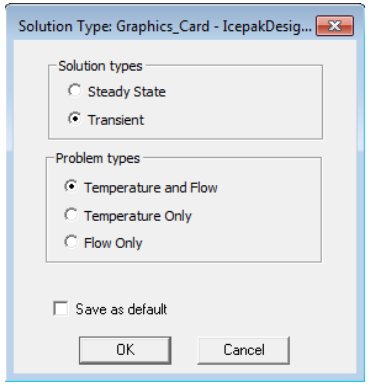
2019R2
新功能

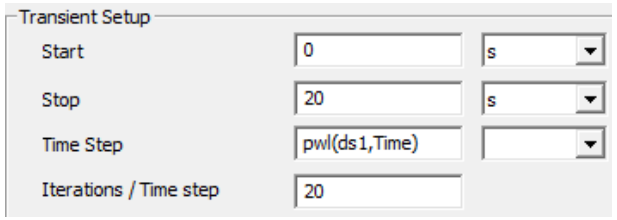


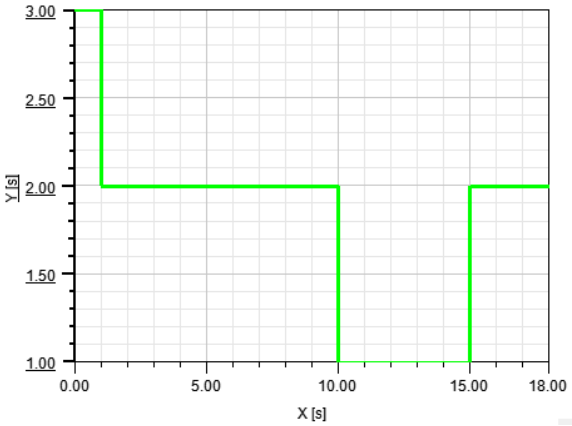


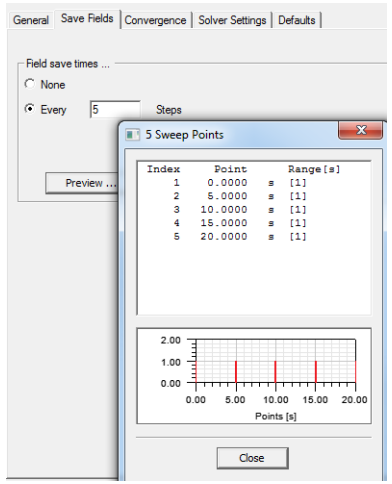
AEDT Icepak瞬态模拟

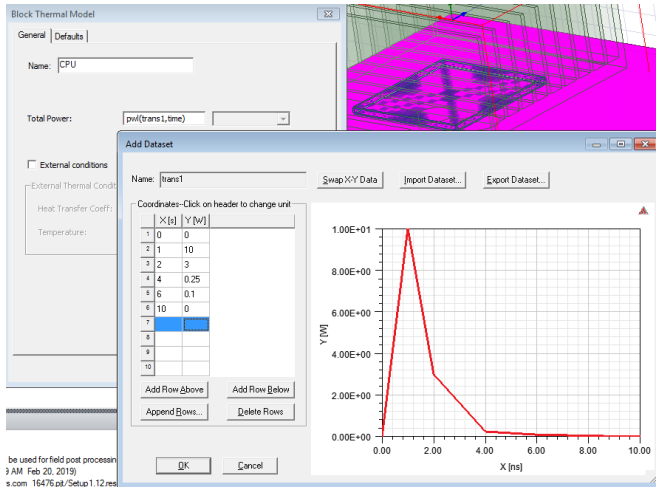
- 2019R3新的瞬态解决方案类型
  - 使用Beta选项“ Icepak Transient”
- 瞬态设置
  - 模拟的开始和结束时间
  - 时间步长（恒定和变化）
  - 解决方案保存间隔（恒定）
- 边界条件
  - Block, Plate, Source, Resistance, Opening, Wall
  - 热：功率，热通量，温度，HTC
  - 流动：压力，X / Y / Z速度
  - 环境温度
  - 局限性：Network功率，风扇强度



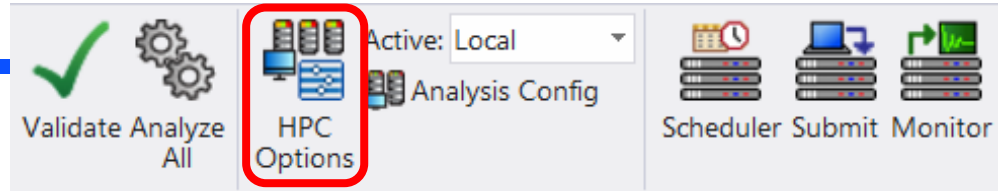






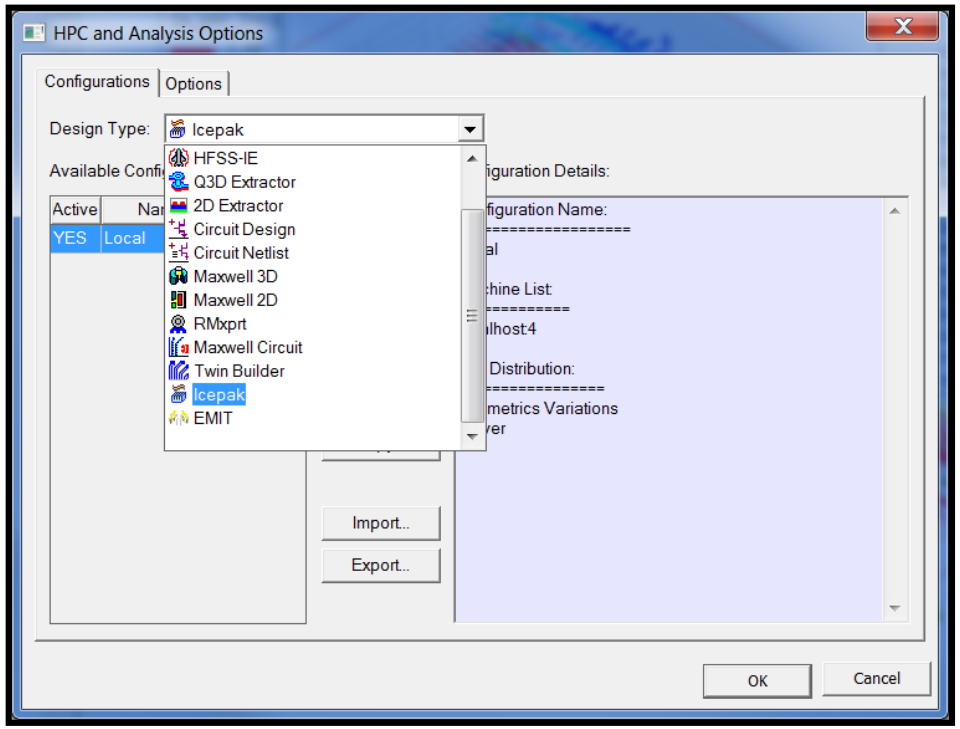


AEDT Icepak HPC配置

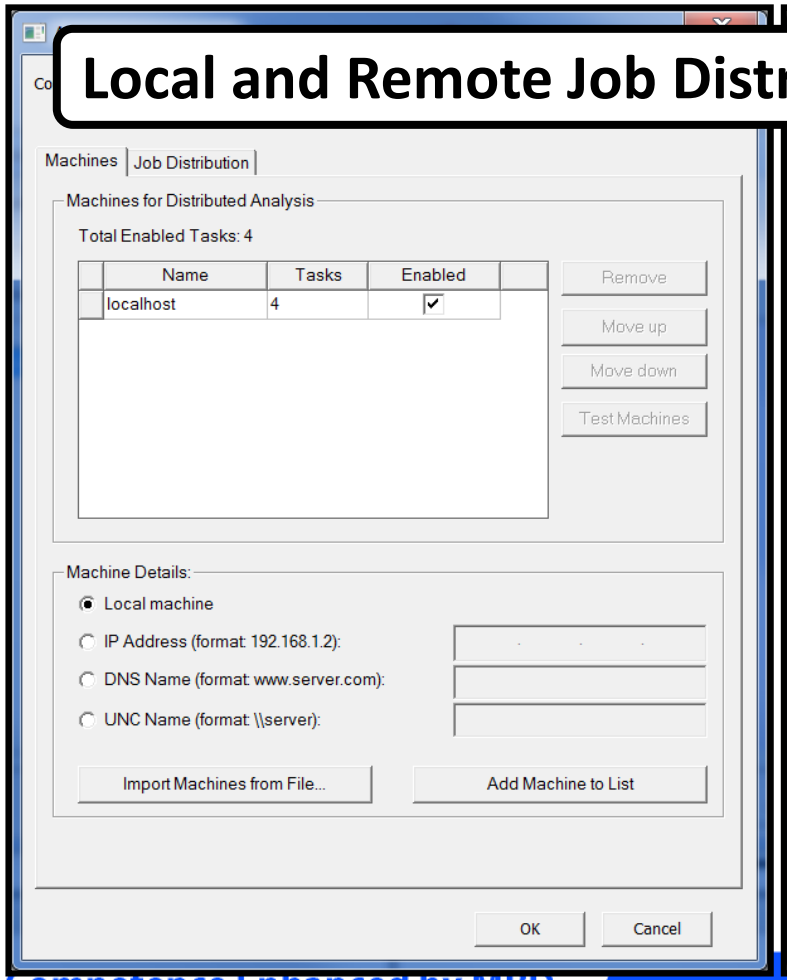


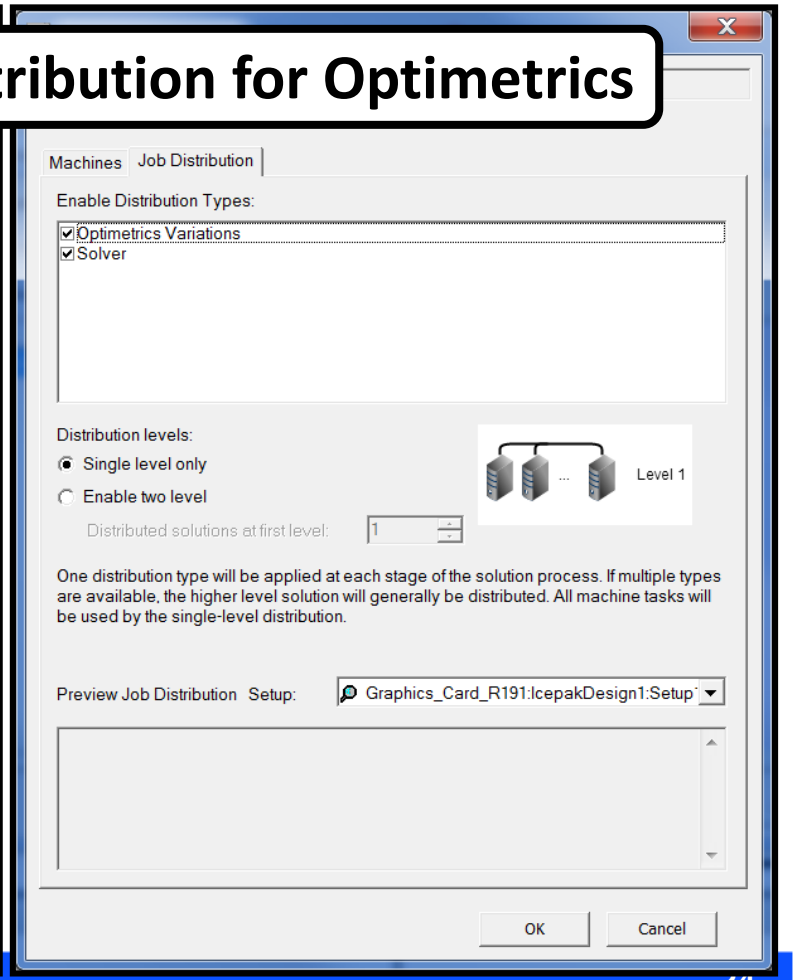
- AEDT中每个求解器的自定义HPC配置。

HPC Options by Design Type



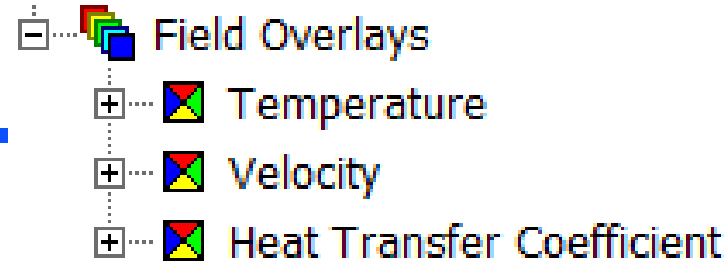
Local and Remote Job Distribution for Optimetrics



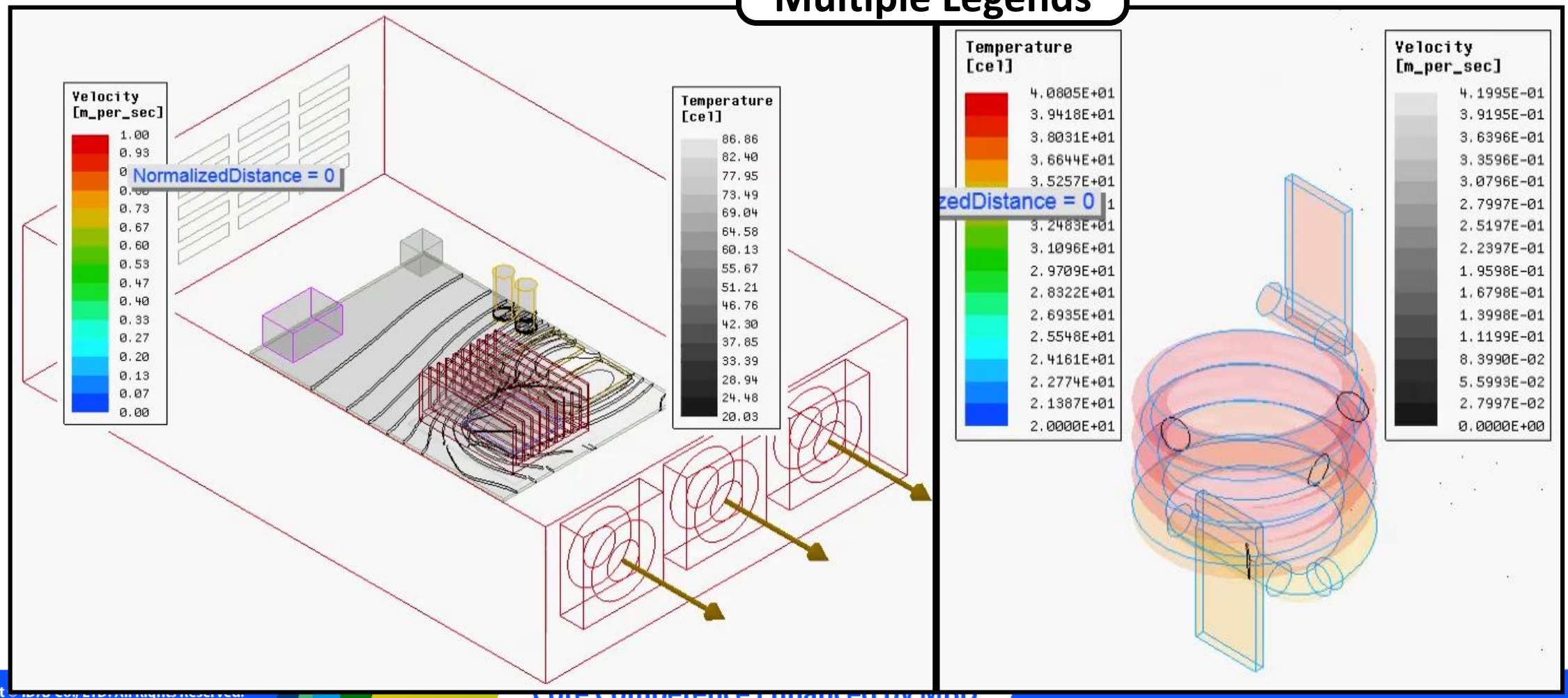


AEDT Icepak 后处理

- 高质量的图片和易于使用的后处理对象。
- 简化的动画创作。

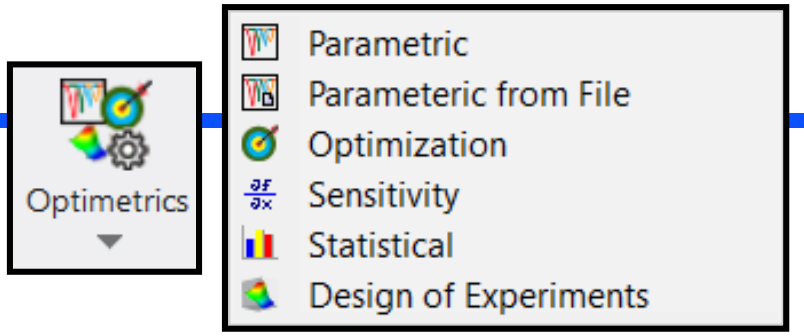


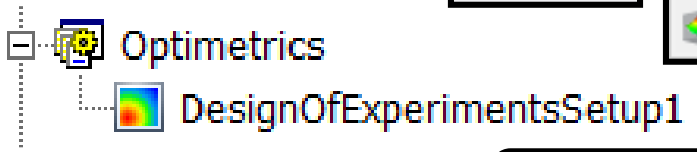
Support for Multiple Legends



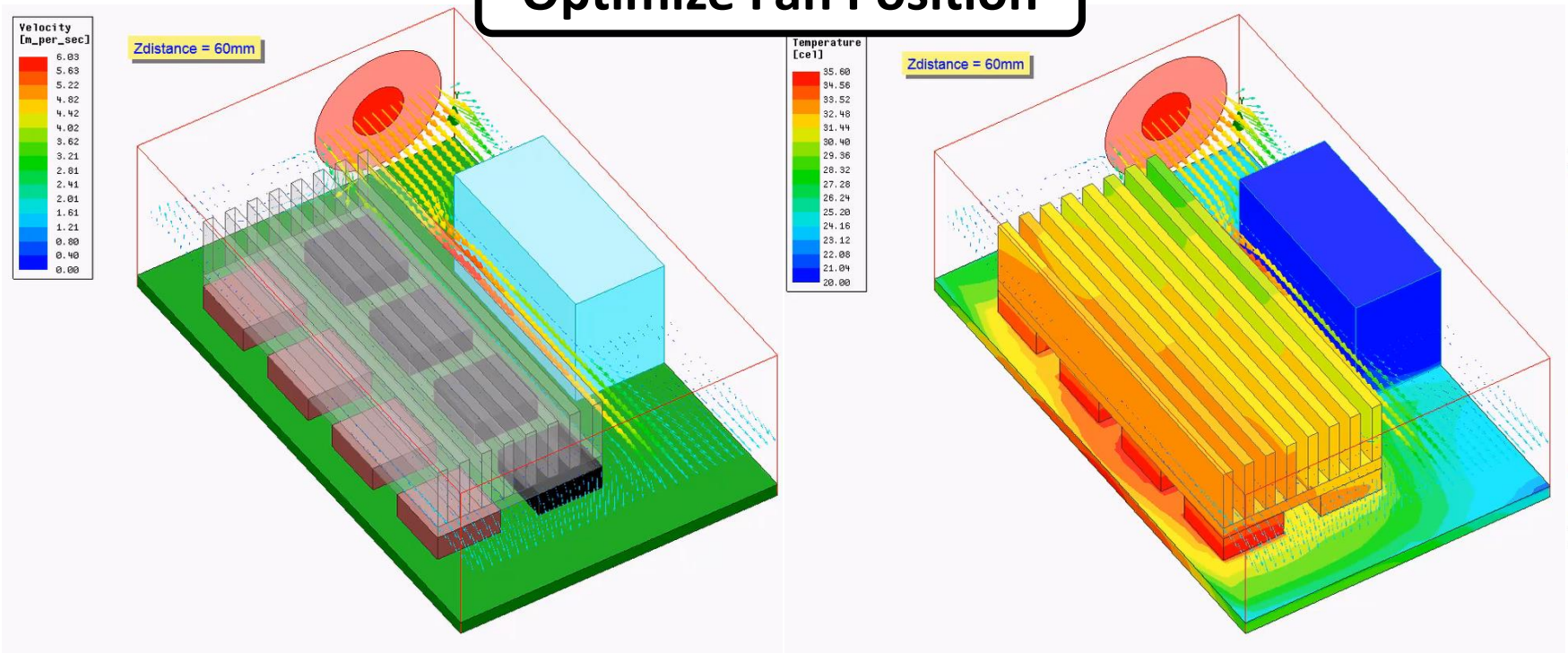
AEDT Icepak Optimetrics

- 集成的Optimetrics工具集支持参数，优化，实验设计等。

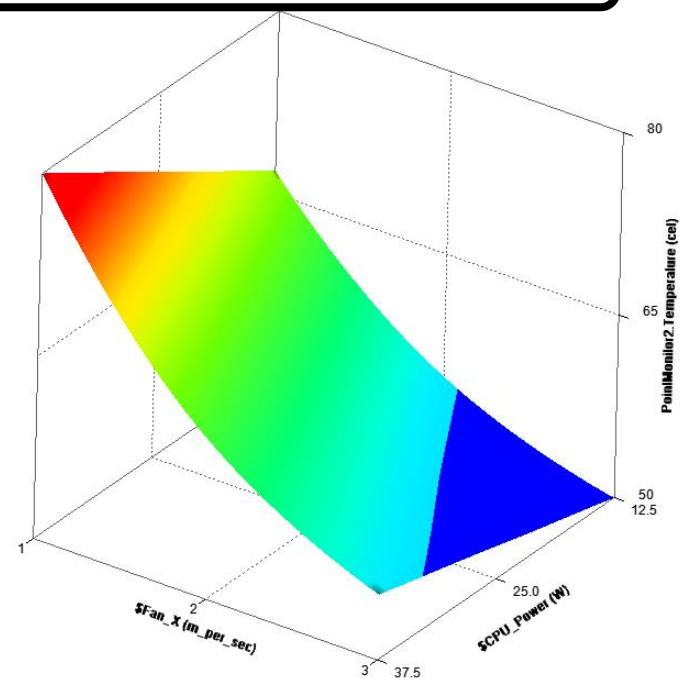




Optimize Fan Position

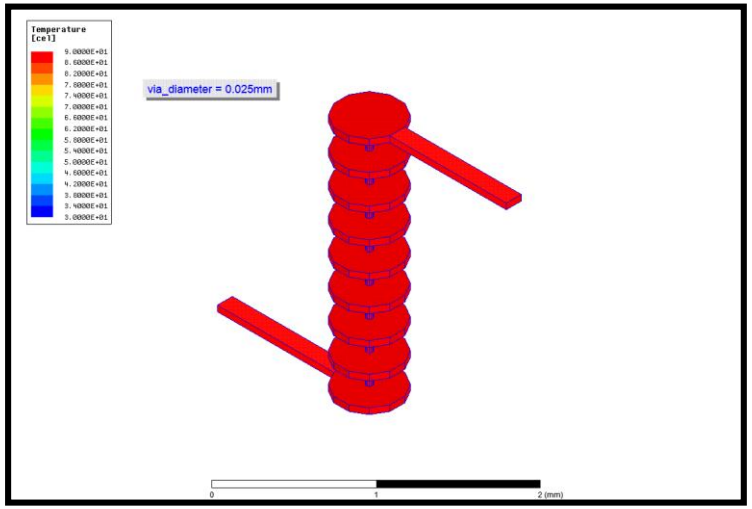


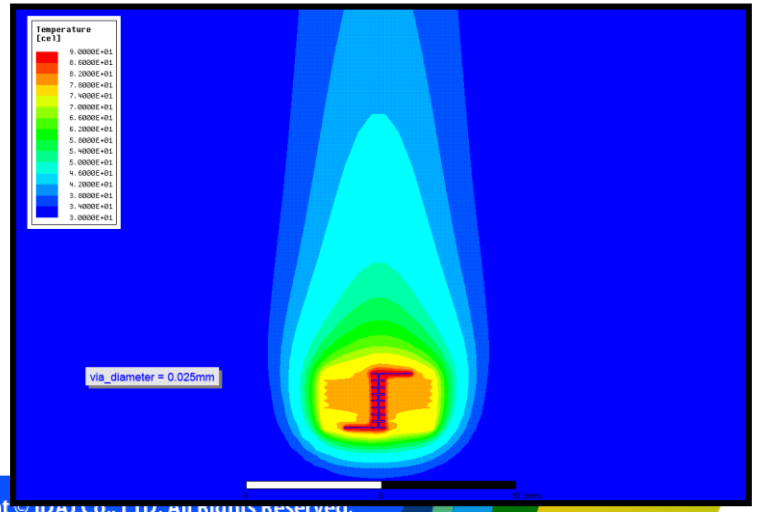
Response Surface



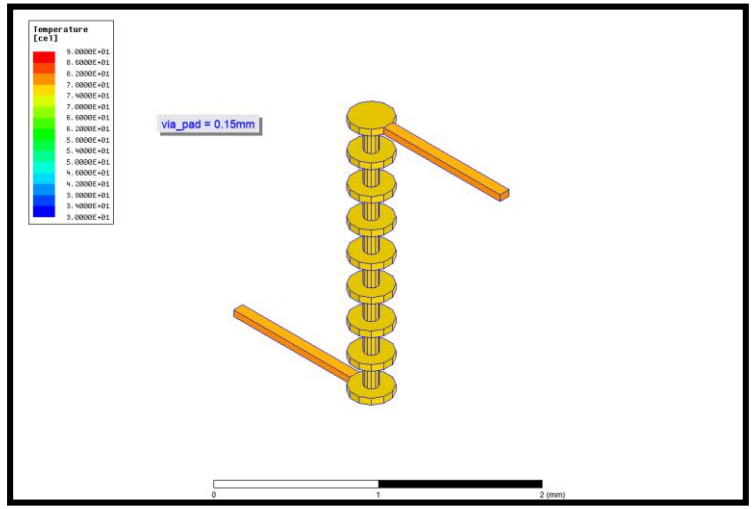
AEDT Icepak Optimetrics

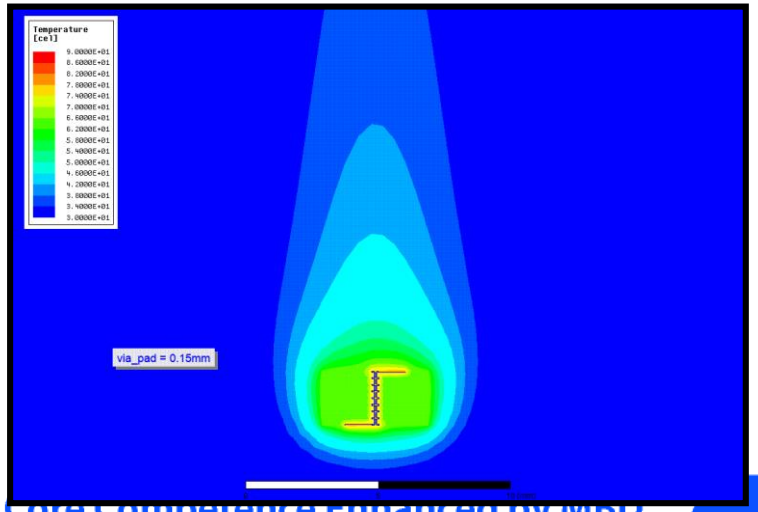
Via Drill Size Variations



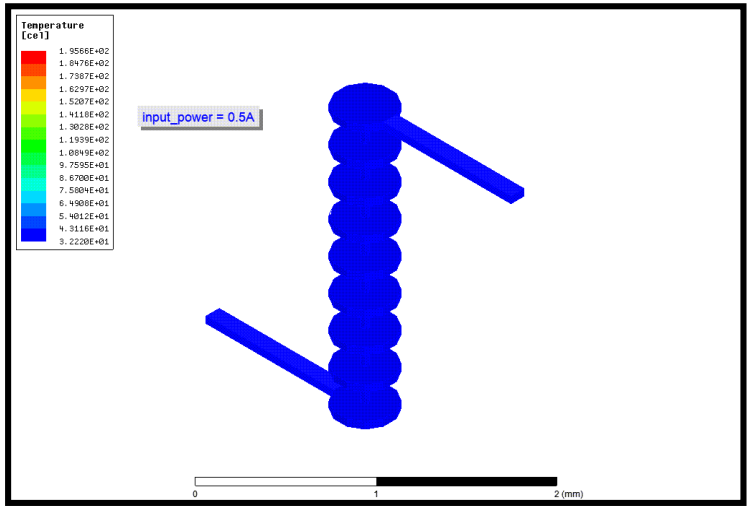


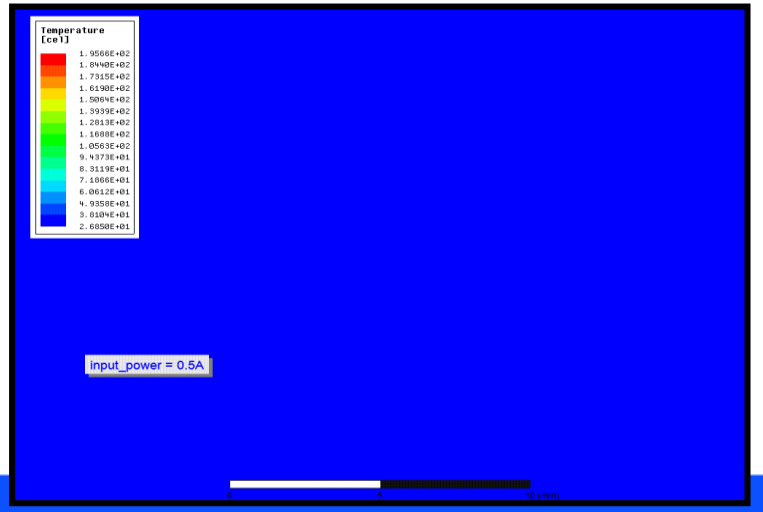
Via Pad Size Variations



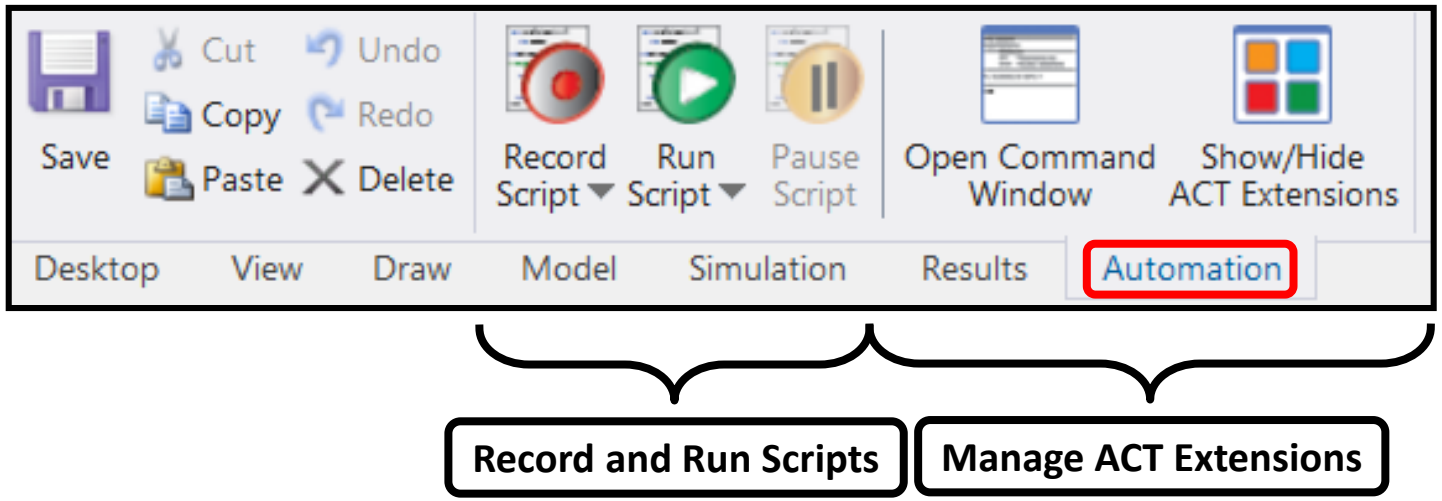


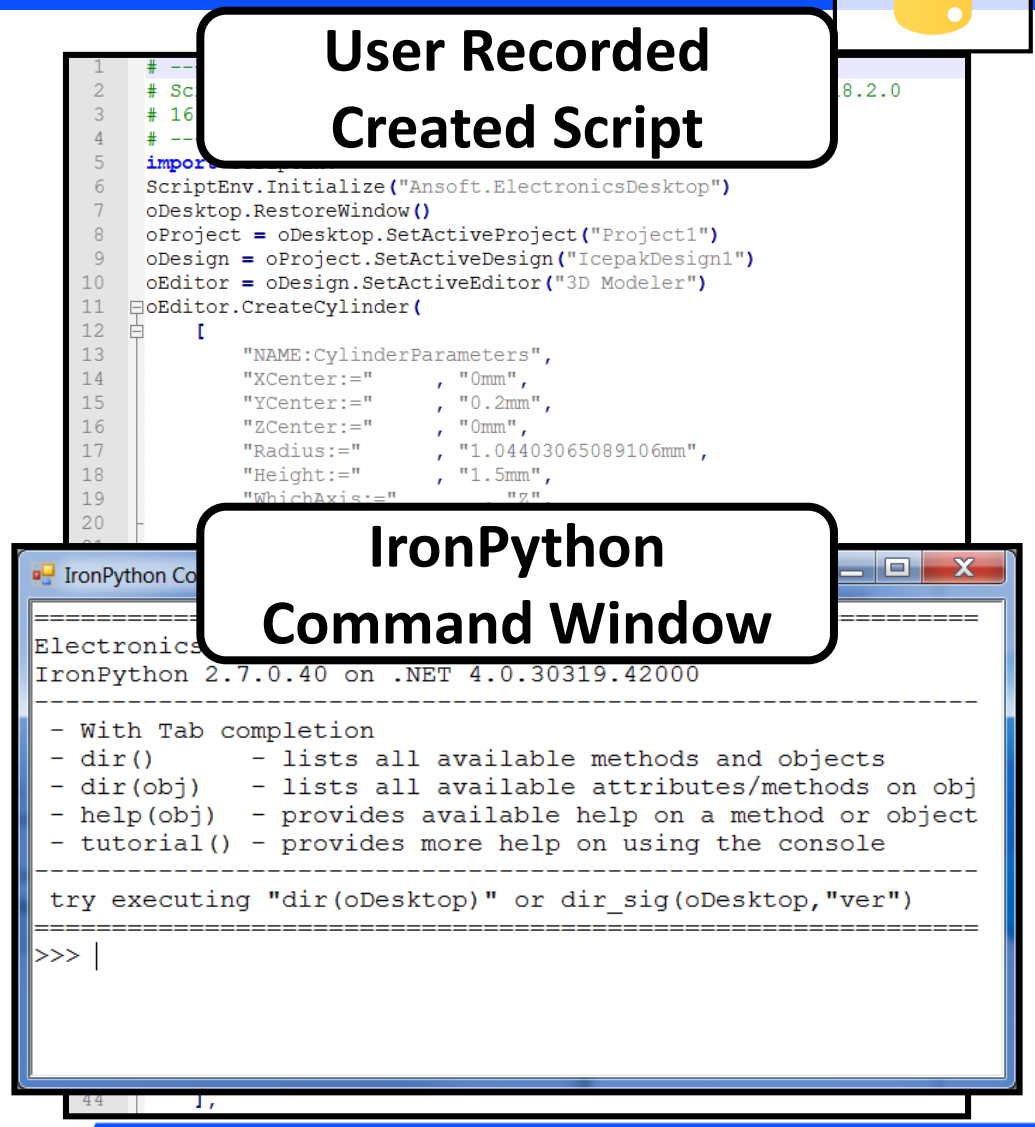
Input Current Variations





ANSYS Icepak 脚本



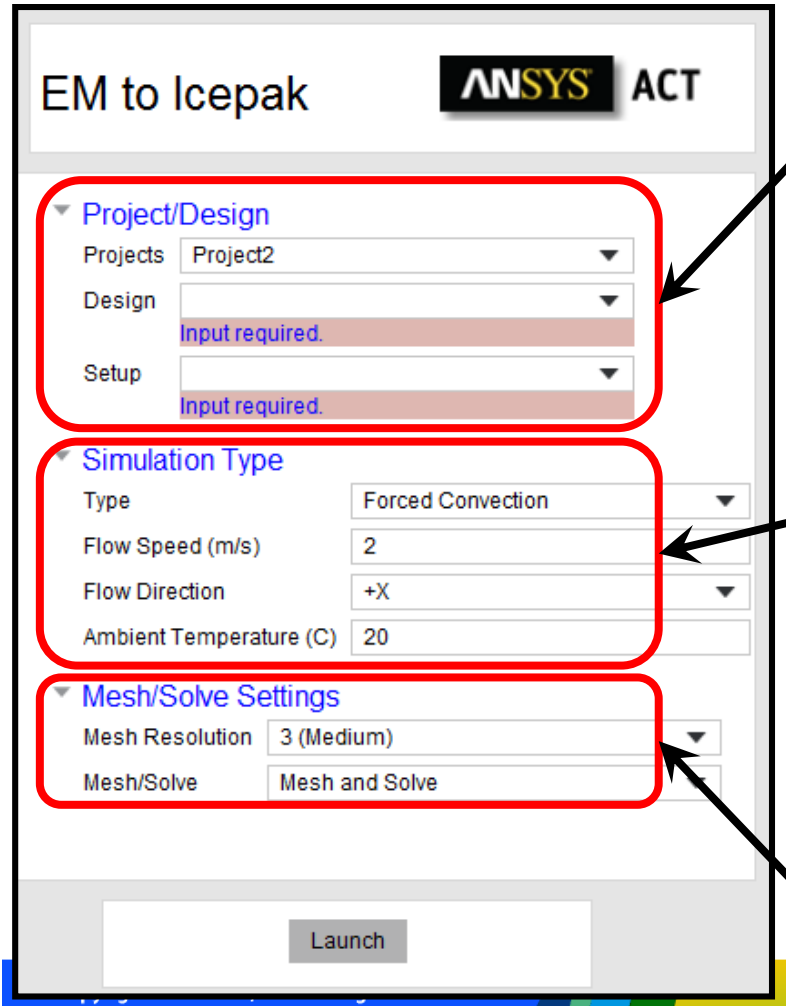


- 可以通过用户创建的脚本进行高级自定义。
- [Record Script]按钮创建一个包含所有用户操作的Python文件。这包括几何创建，材料分配，边界条件等。
- 然后，可以直接使用变量修改脚本并循环遍历多个设计参数。

ANSYS Icepak 电热 ACT

ANSYS ACT

- 此ACT扩展采用现有的HFSS，Maxwell或Q3D模型，并自动创建具有简单用户输入的Icepak模型。



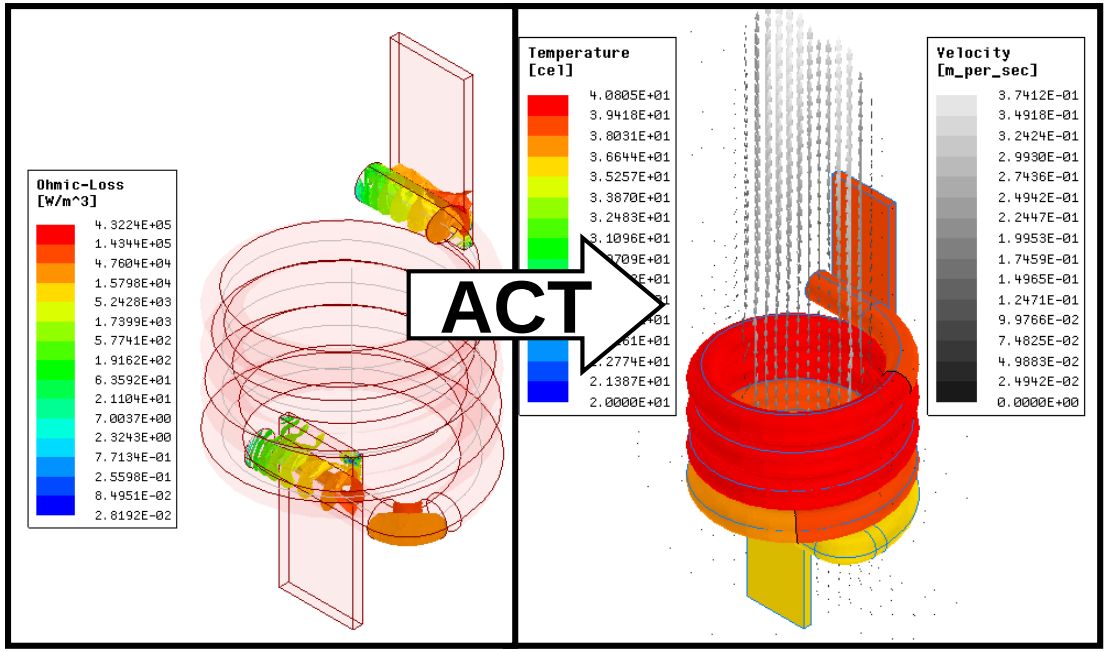
Select EM Project and Design / Setup.

强制/自然对流和简单流量输入。

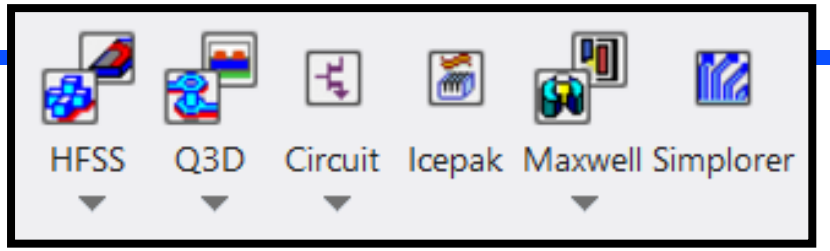
网格分辨率和求解器设置。

ANSYS Q3D

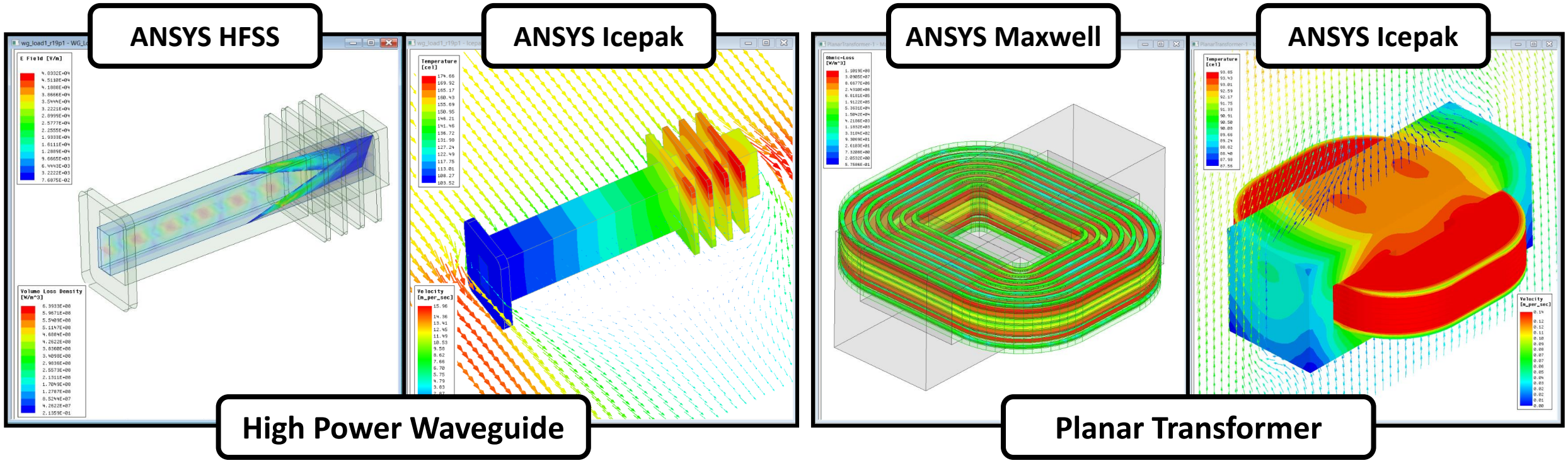
ANSYS Icepak



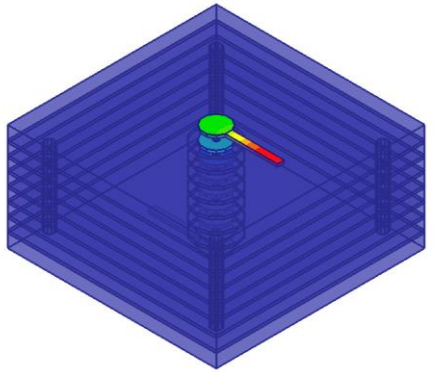
AEDT Icepak 电热工作流程



- 集成到AEDT中可实现Icepak与ANSYS电磁（EM）工具套件之间的无缝耦合。

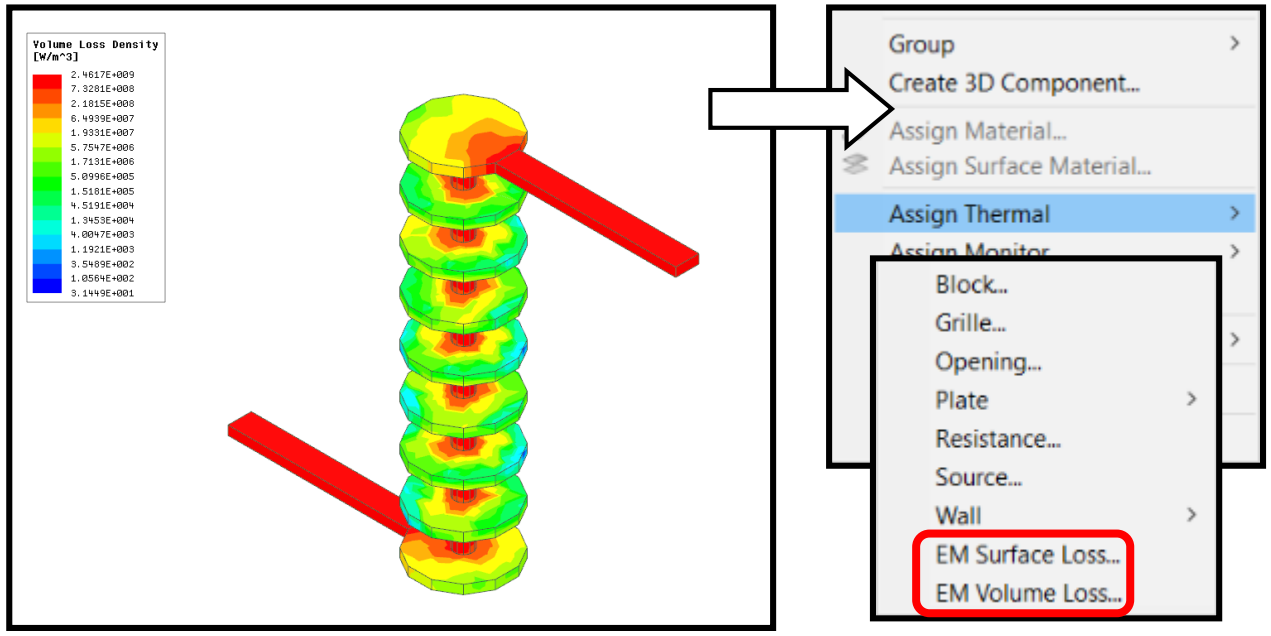


AEDT Icepak 电热工作流程

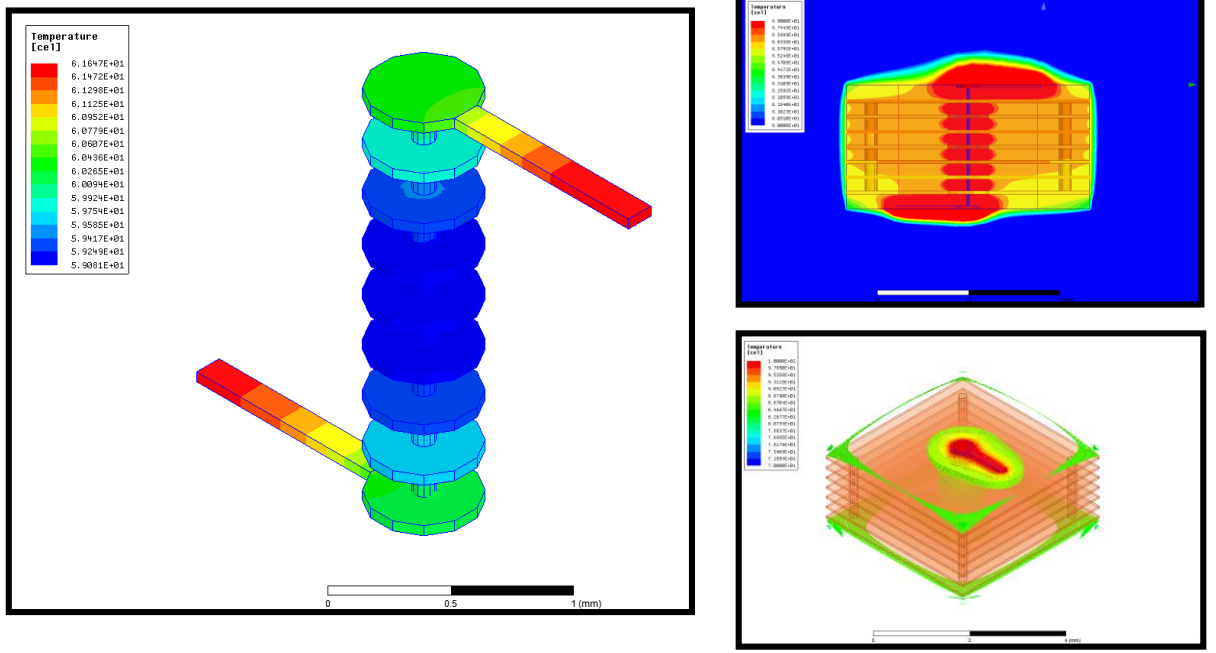


- 通过EM计算确定的精确和详细的热损失很容易包含在热计算中。

Q3D EM Volume Loss

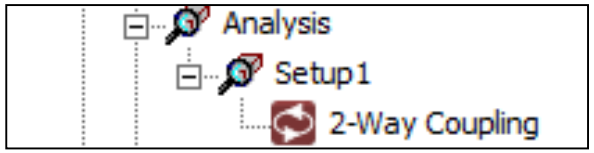


Icepak Thermal Field

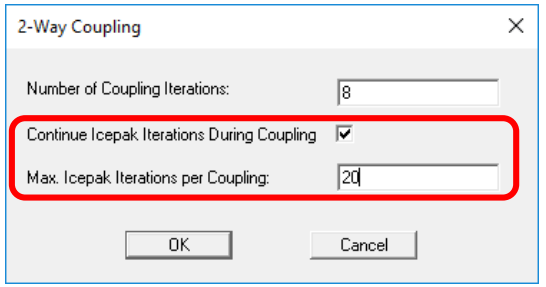


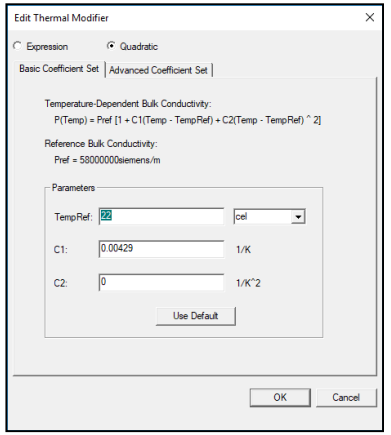
双向的电热耦合（2019R1新功能）

- 适用于 HFSS, Q3D 和 Maxwell
- 利用材料的thermal modifier和电磁设计中的temperature feedback
- Icepak 设计中新的双向耦合控制器

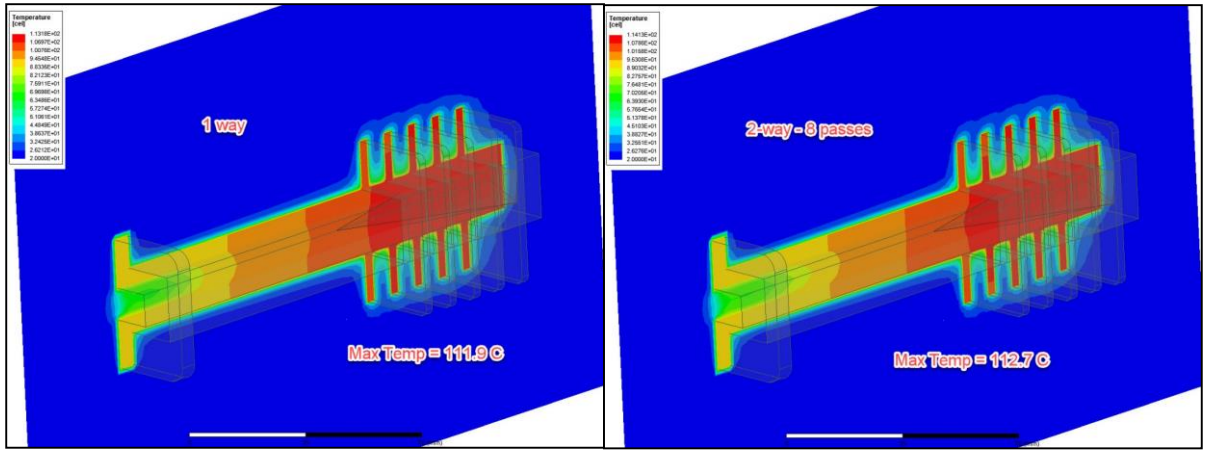


- **允许在材料更新之间进行额外的 Icepak 迭代**

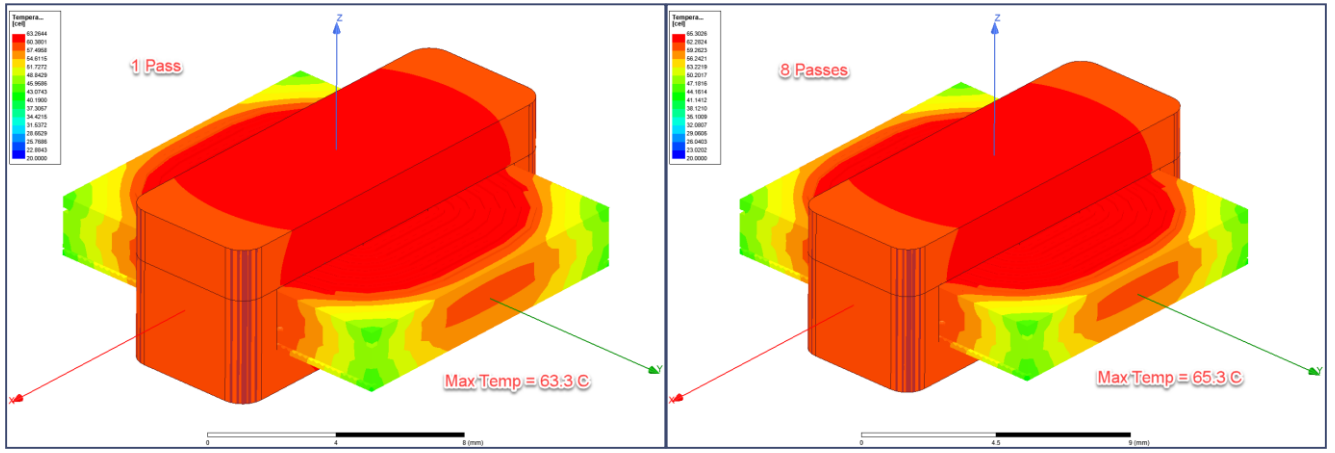




高功率波导负载的 HFSS 设计

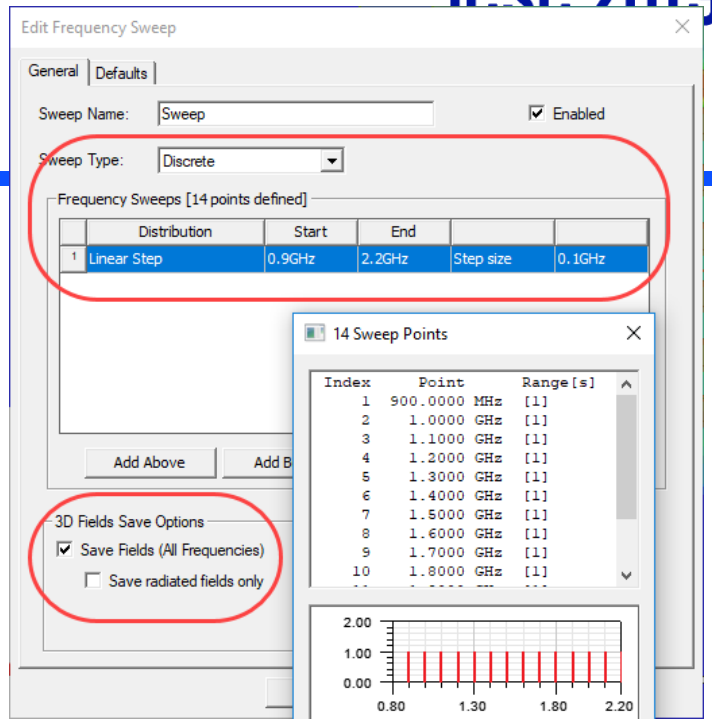


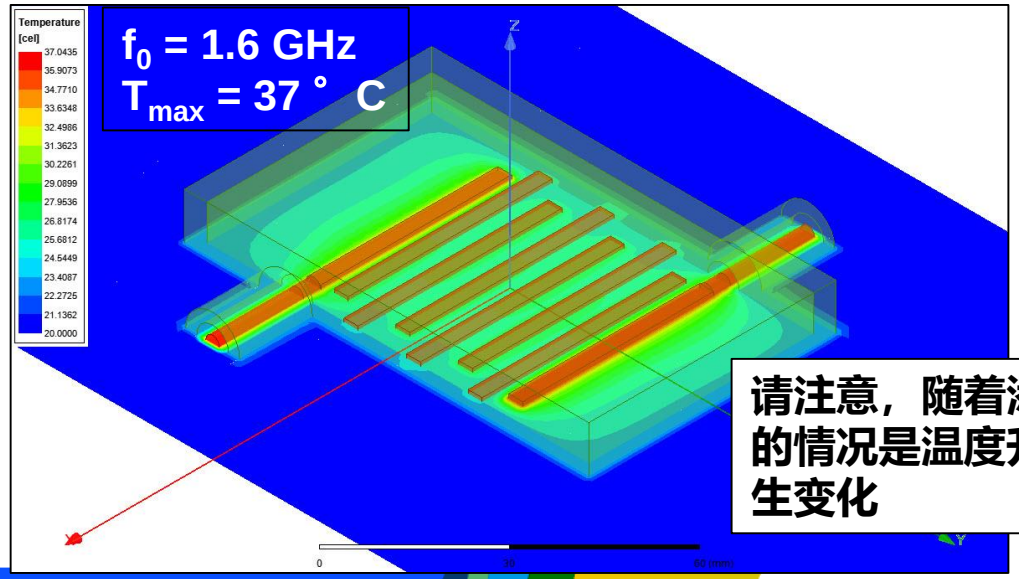
平面变压器的 Maxwell 设计

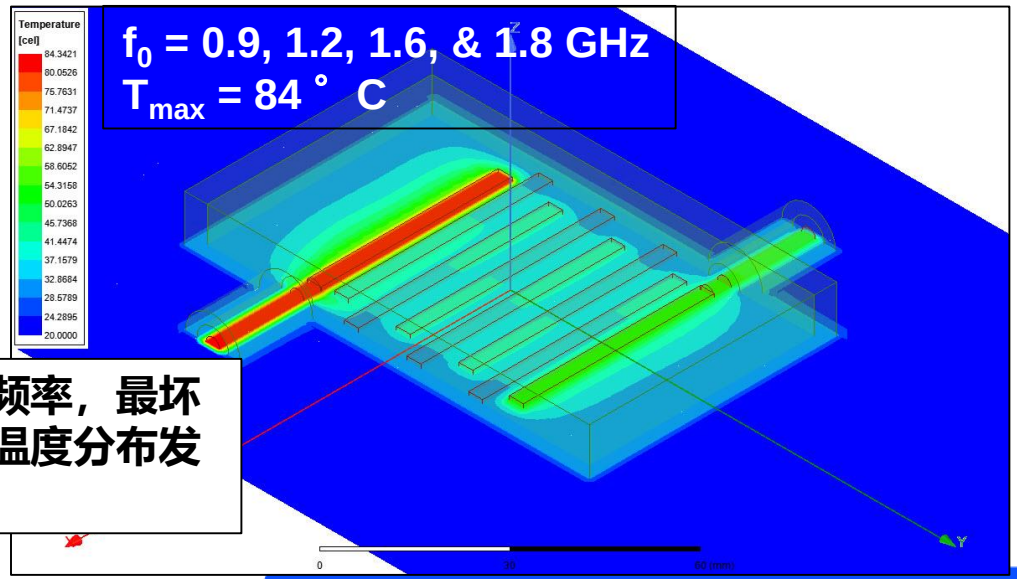


多频率EM损耗耦合（2019R3新功能）

- 从多个频率启用EM损失
  - 支持扫频，多频，宽带
- 来自多个频率的损耗作为求解器中的累积损耗
  - 配置文件列出了每个选定频率的损耗
- 支持与HFSS 3D和Maxwell的耦合
- 支持单向和双向耦合



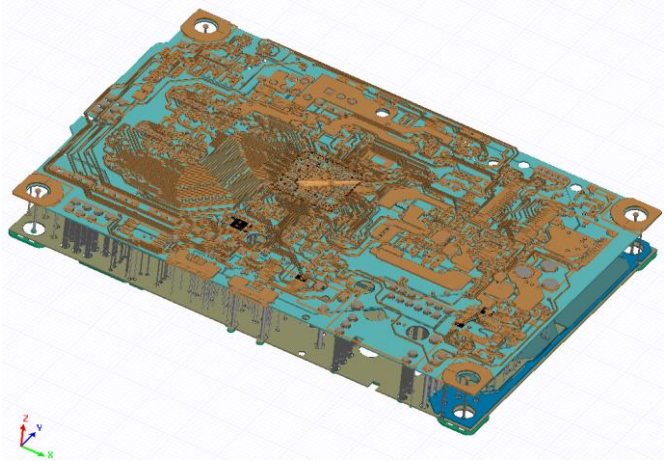


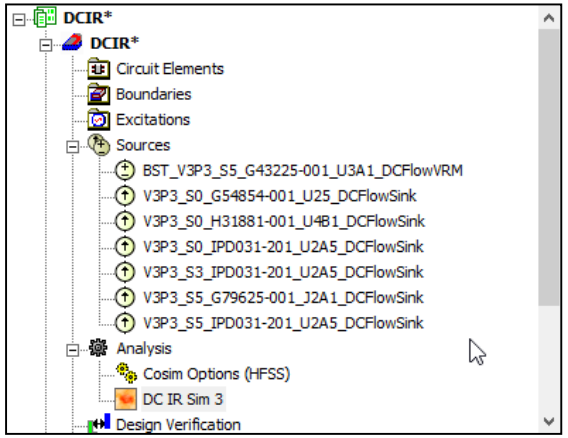


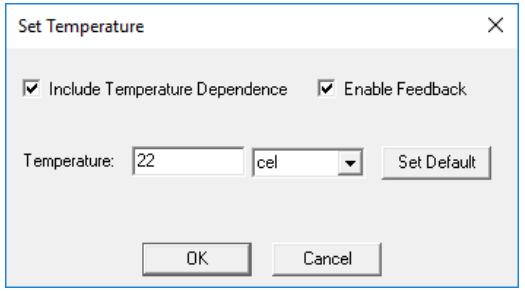
请注意，随着添加了多个频率，最坏的情况是温度升高，并且温度分布发生变化

SIwave-Icepak DCIR双向耦合流程

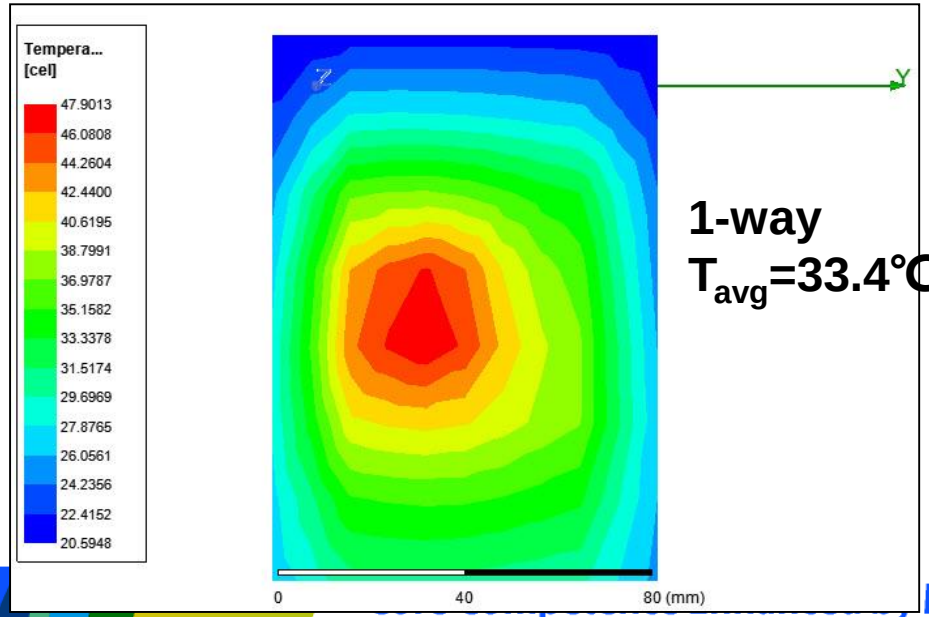
- 直流压降损耗（DCIR）求解器在2019R1的AEDT中已经可以使用
- 2019R1中，电热分析时可单向连接至Icepak
- 2019R2测试版中，Icepak电-热分析可实现双向耦合
- 为DCIR工作流程提供自动化功能

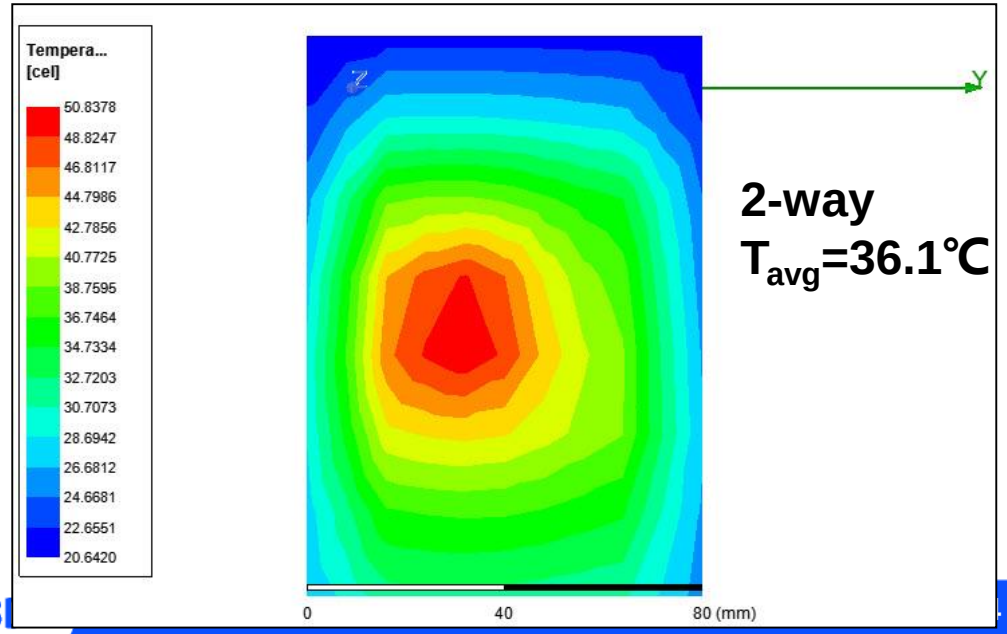






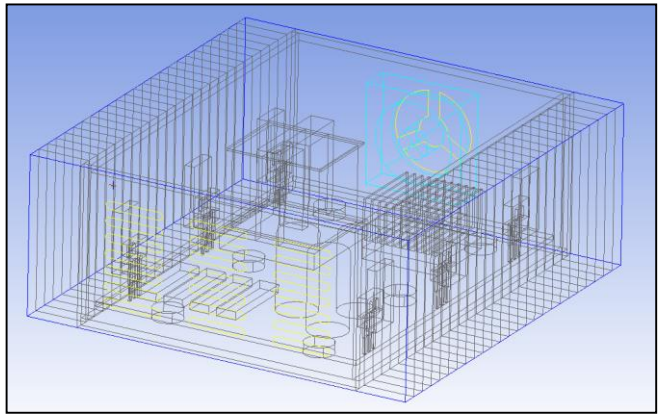
启用温度反馈

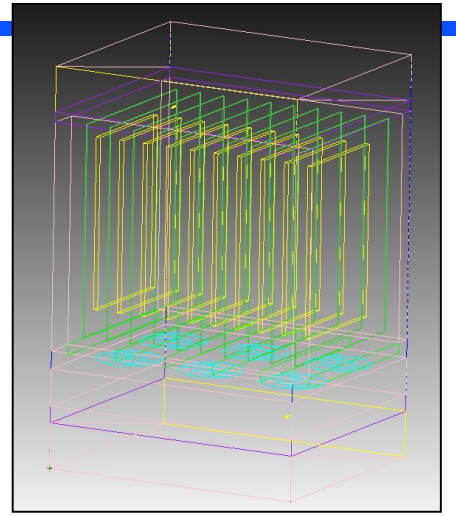


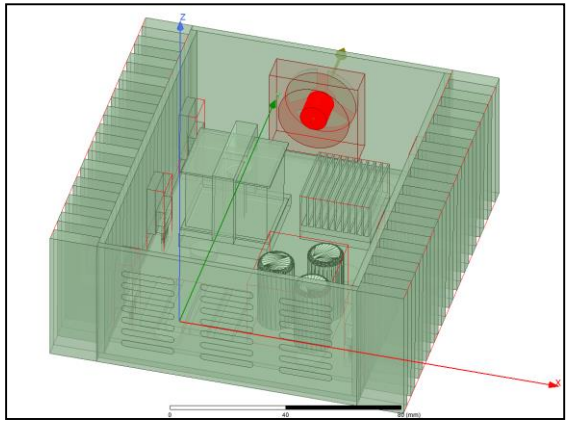


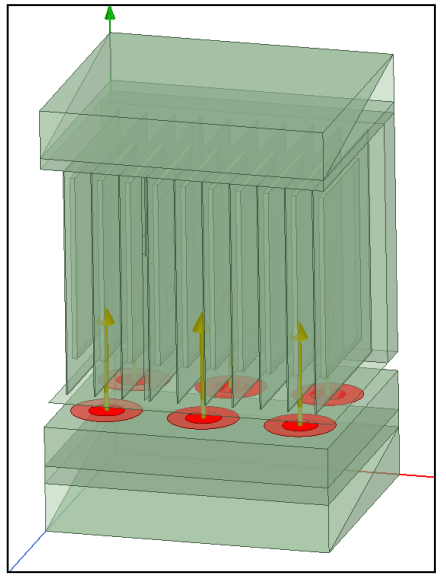
从Classic Icepak导入打包的项目

- File > Open → Select files of type…
  - Icepak Classic Project (*.tzr)
- 更多导入AEDT的Classic Icepak功能
  - 网格优先级导入与分配
  - 参数导入
  - 参数试验导入
  - Network对象导入
  - Network Block导入
  - Field Summary导入
  - 装配偏移导入
  - 椭圆，不规则圆柱，3D 倾斜板几何导入
- 后处理导入
  - ✓ Point Reports
  - ✓ Field Summaries
  - ✓ Object Faces
  - ✓ Plane Cuts



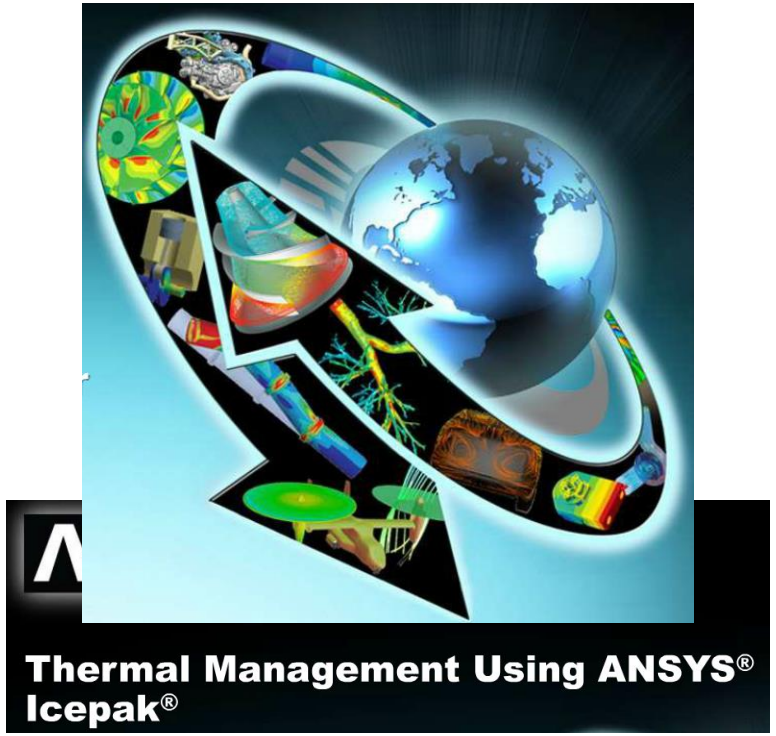


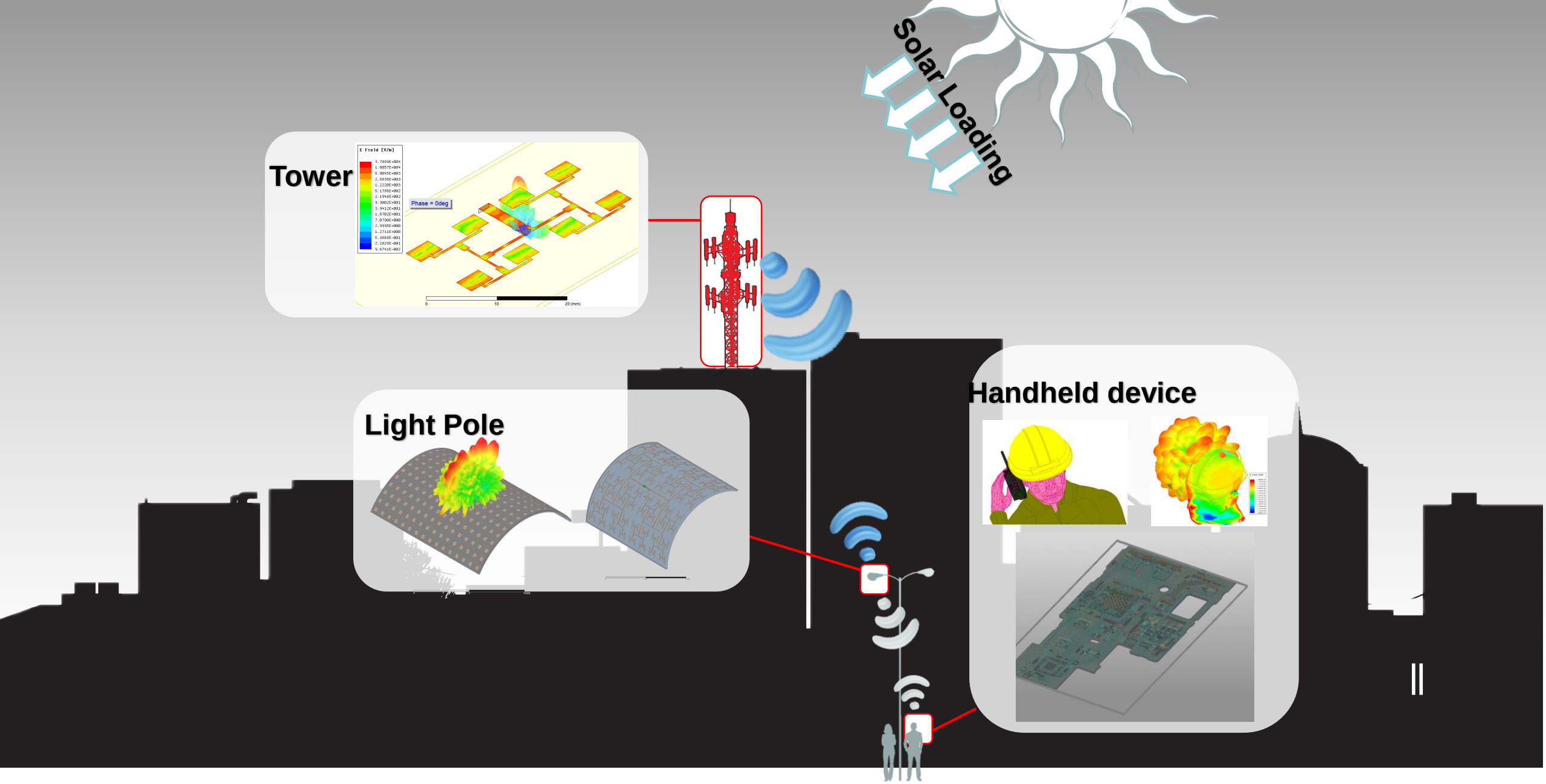




内容

- AEDT-Icepak 功能介绍
- 电热双向耦合应用案例

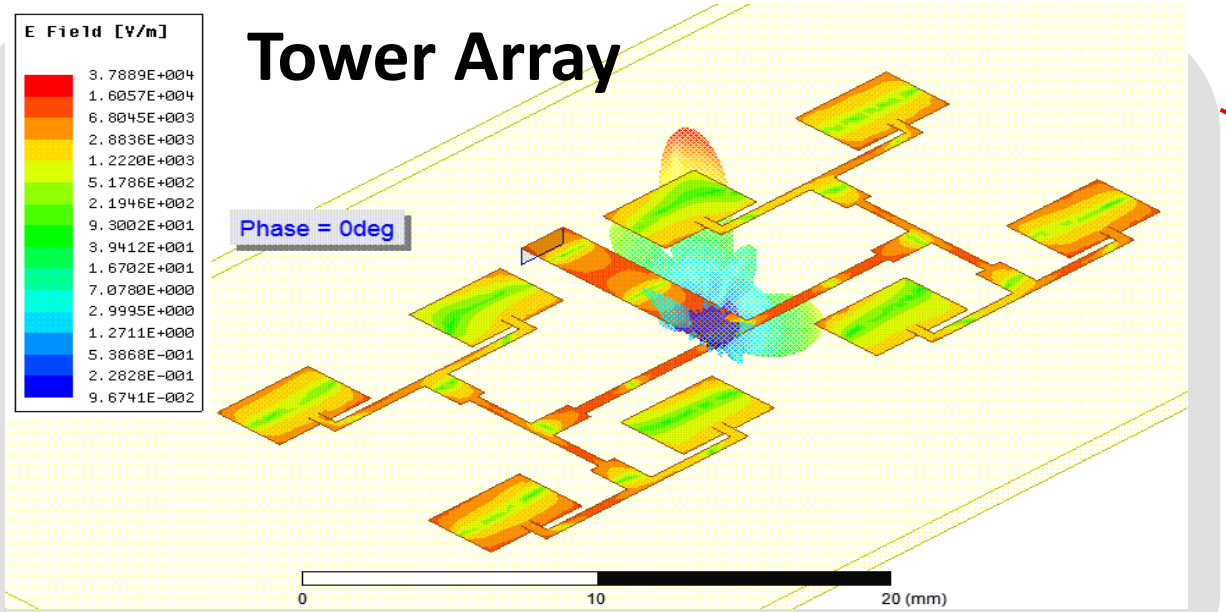


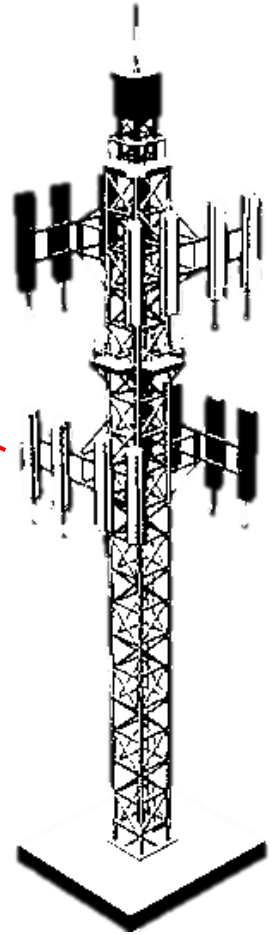

Solar Loading
Tower
E Field [V/m]
Phase = 0deg
Light Pole
Handheld device

塔式天线阵列可以高功率流入吗？

* 城市和郊区的大多数蜂窝或PCS蜂窝站点的有效辐射功率为每通道100瓦或更低。

Rogers 5880 Duroid Datasheet

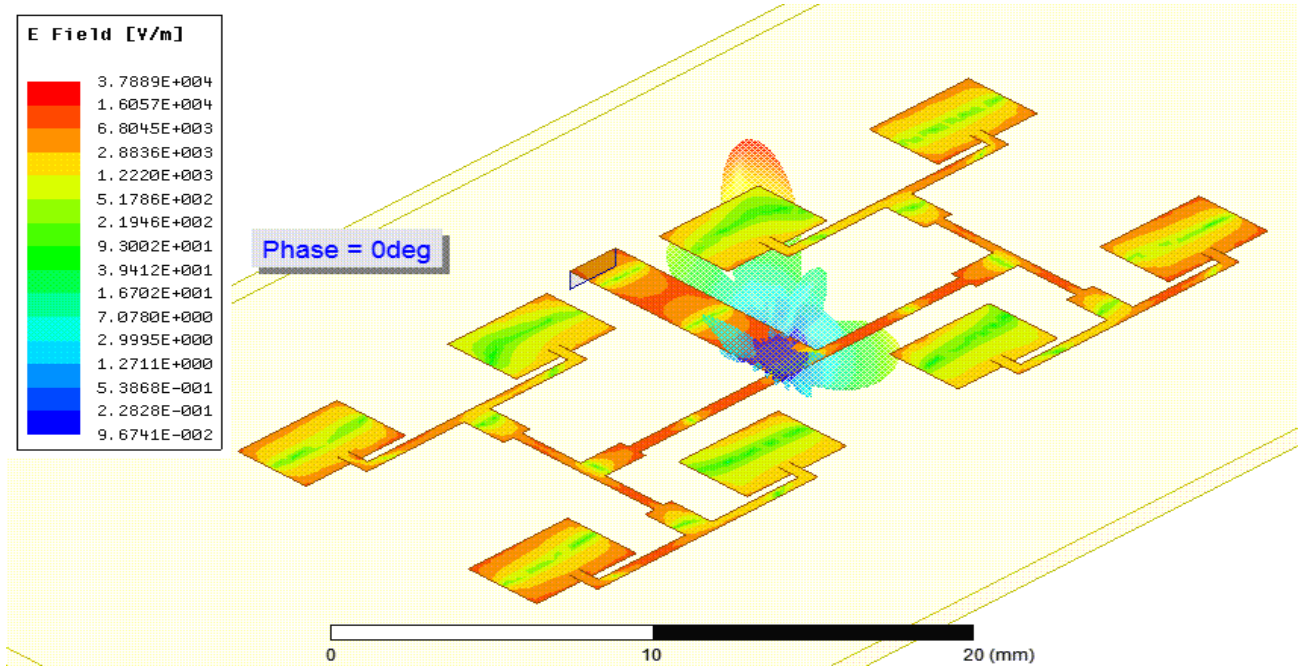




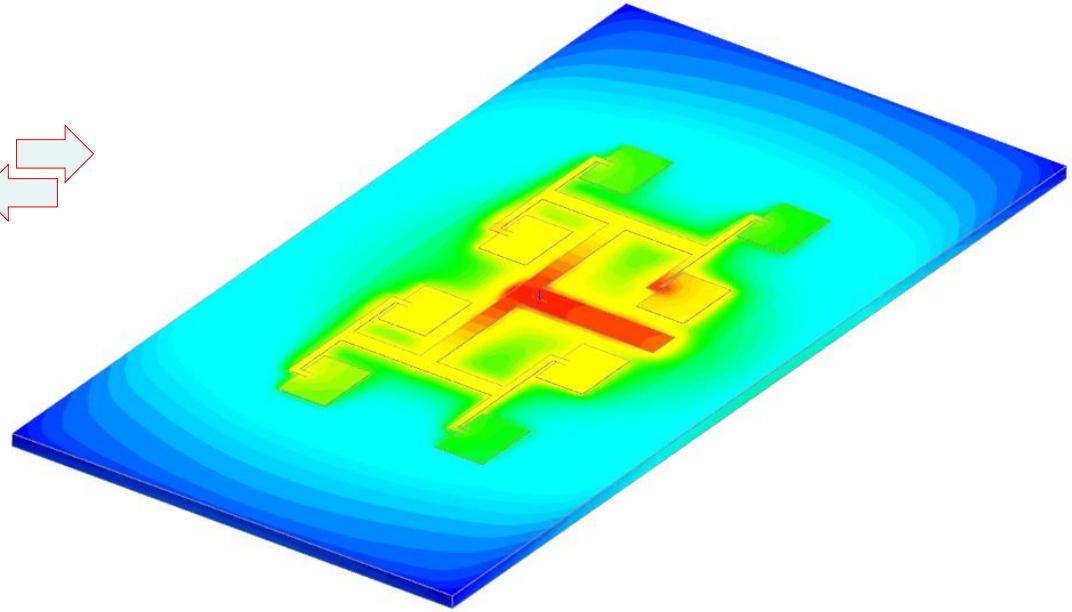
* FCC.gov

双向电热分析

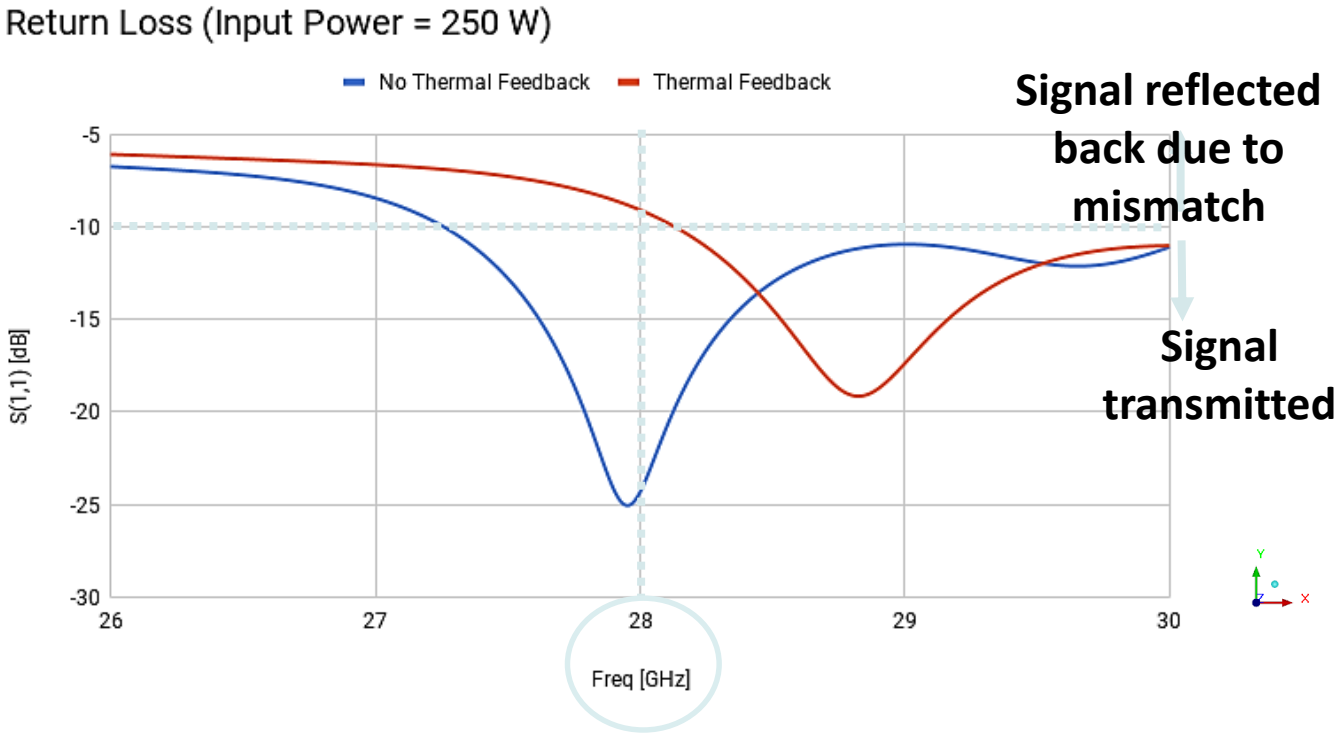
HFSS EM Field



Icepak Temperature Map



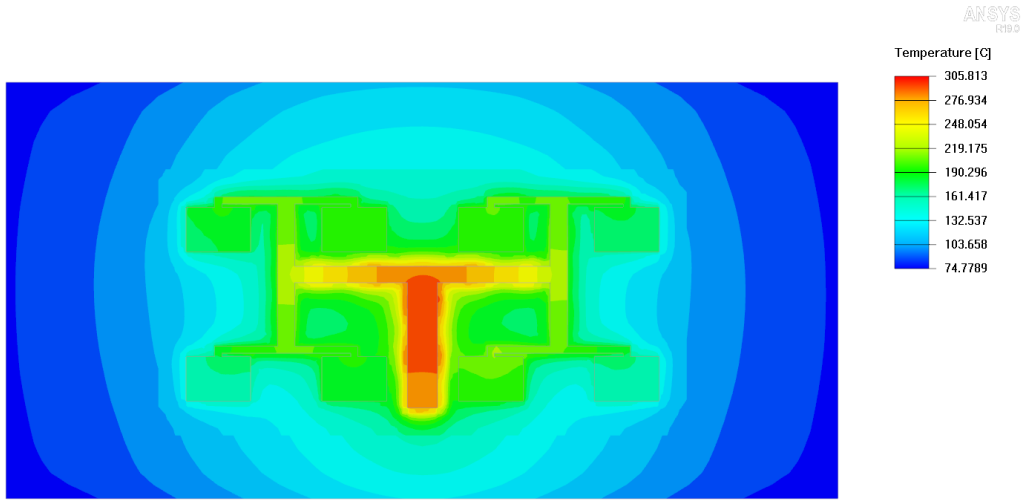
回波损耗和温度场

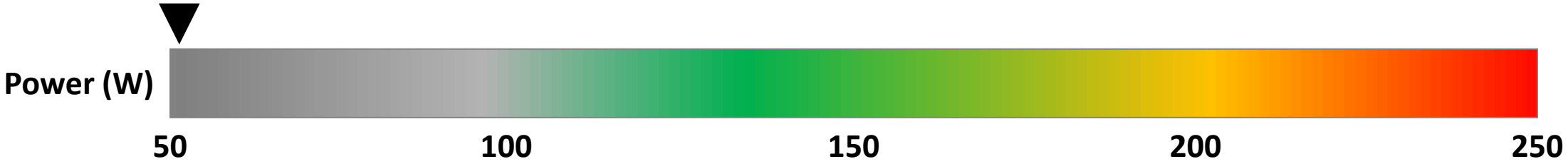


Signal reflected back due to mismatch

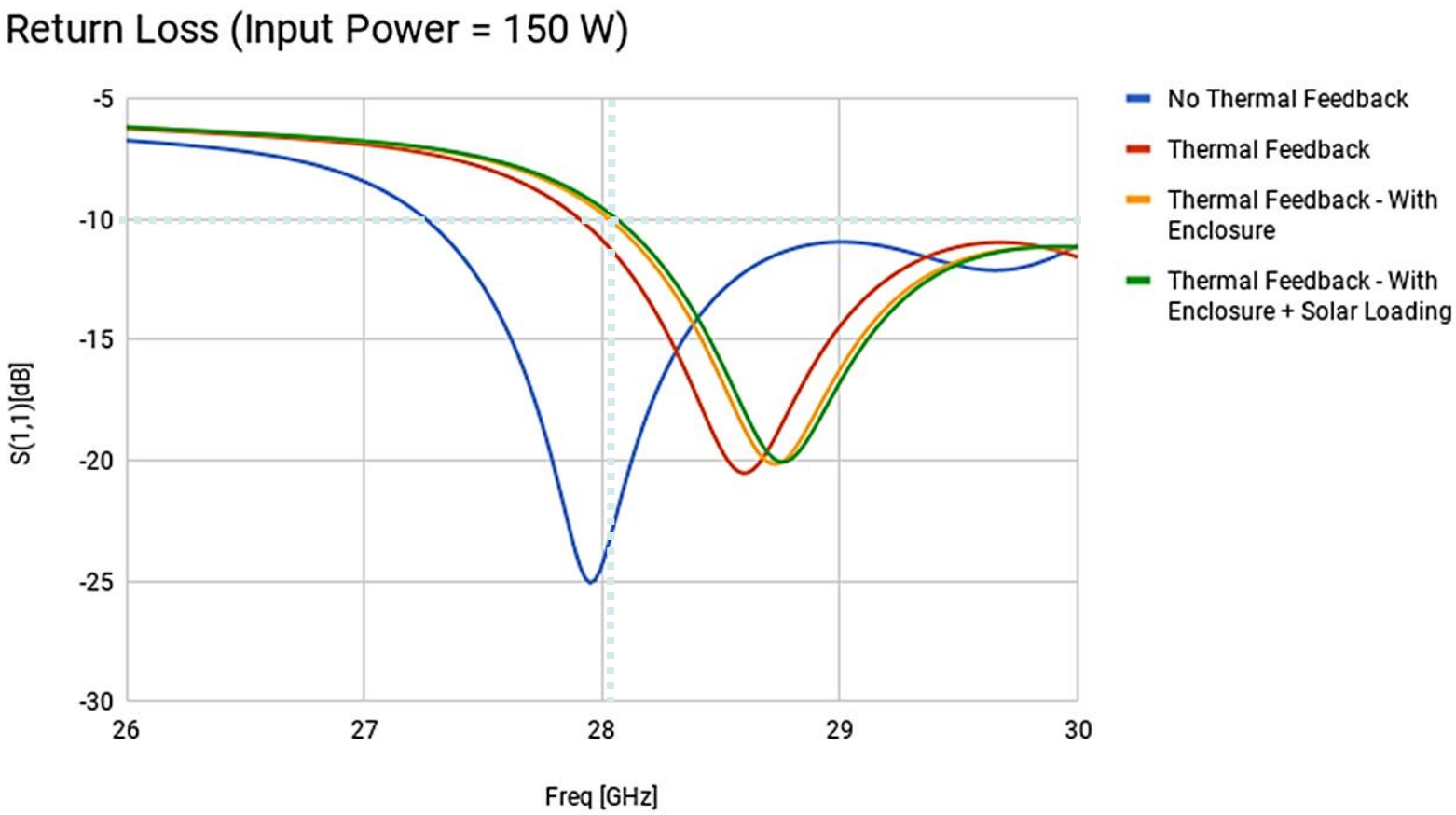
Signal transmitted

Frequency of interest

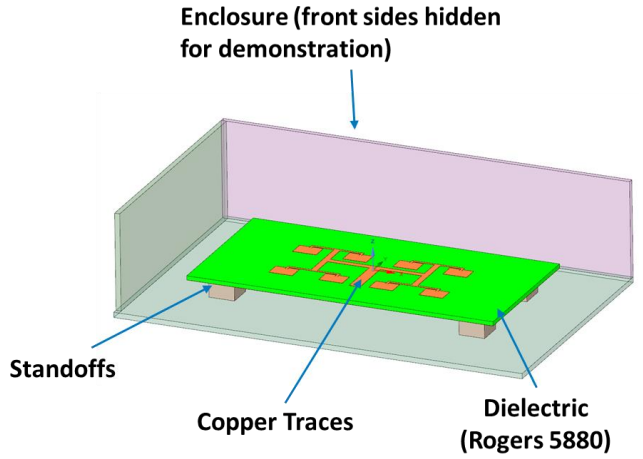




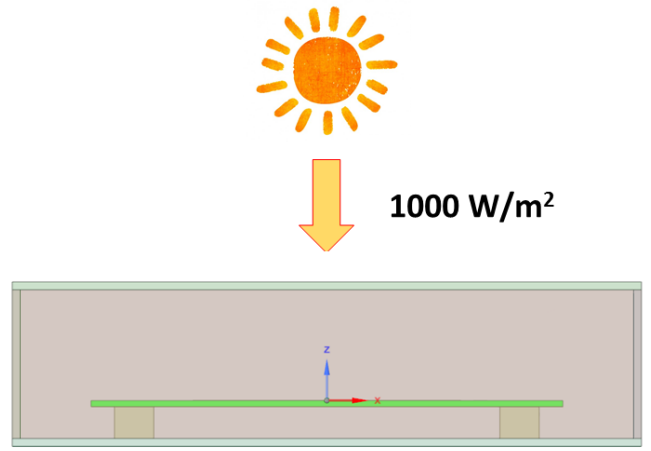
回波损耗 – 热反馈



Enclosure Only (power =150 W)

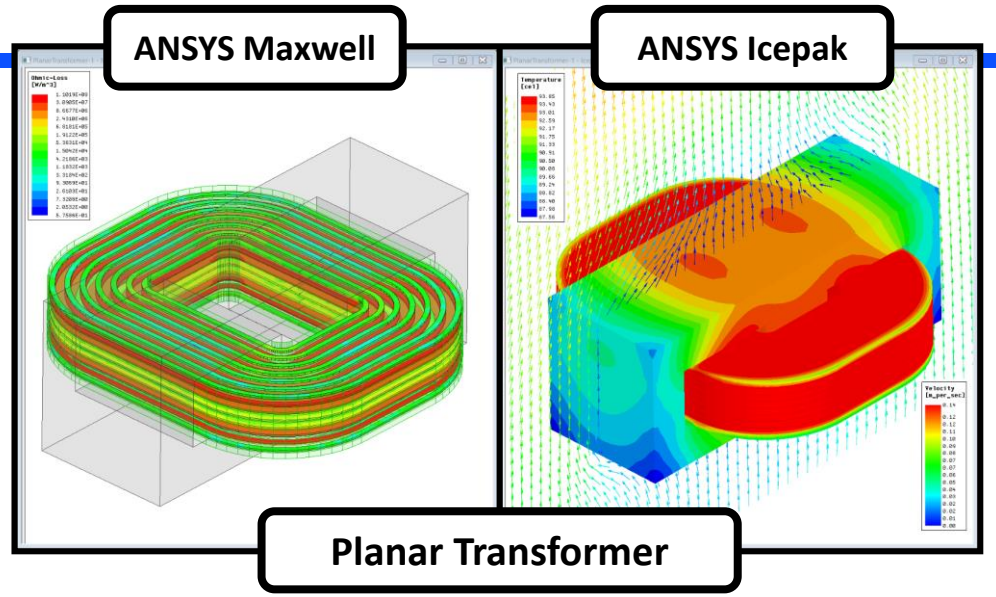


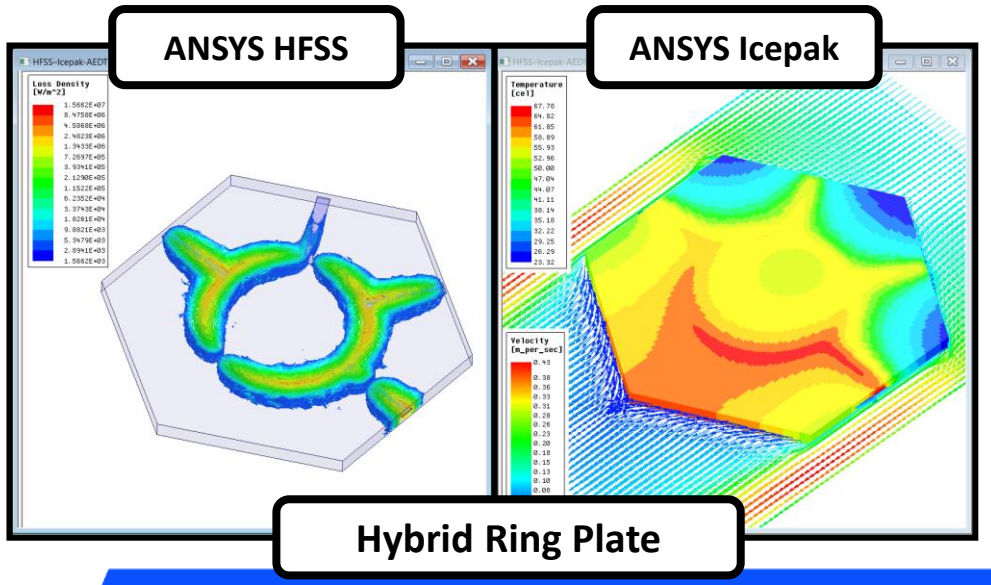
Enclosure with Solar Loading (power =150 W)



总结

- Icepak现已完全集成到ANSYS Electronics Desktop中，提供：
  - 在现代易用的GUI中提供方便，准确的热分析功能。
  - 无缝的EM-Thermal设计工作流程。
  - 广泛支持ECAD和MCAD导入。
  - 全套优化功能。
  - 强大的自动化和定制。
  - 用于热，流体流动和电磁学的最佳物理解算器。





感谢您的聆听！

联系我们

- web: https://www.idaj.cn/
- e-mail: support@idaj.cn
- Tel: 021-50588290 ; 010-65881497