

基于电子设计平台的电热管理 仿真方案



艾迪捷信息科技（上海）有限公司
IDAJ-China

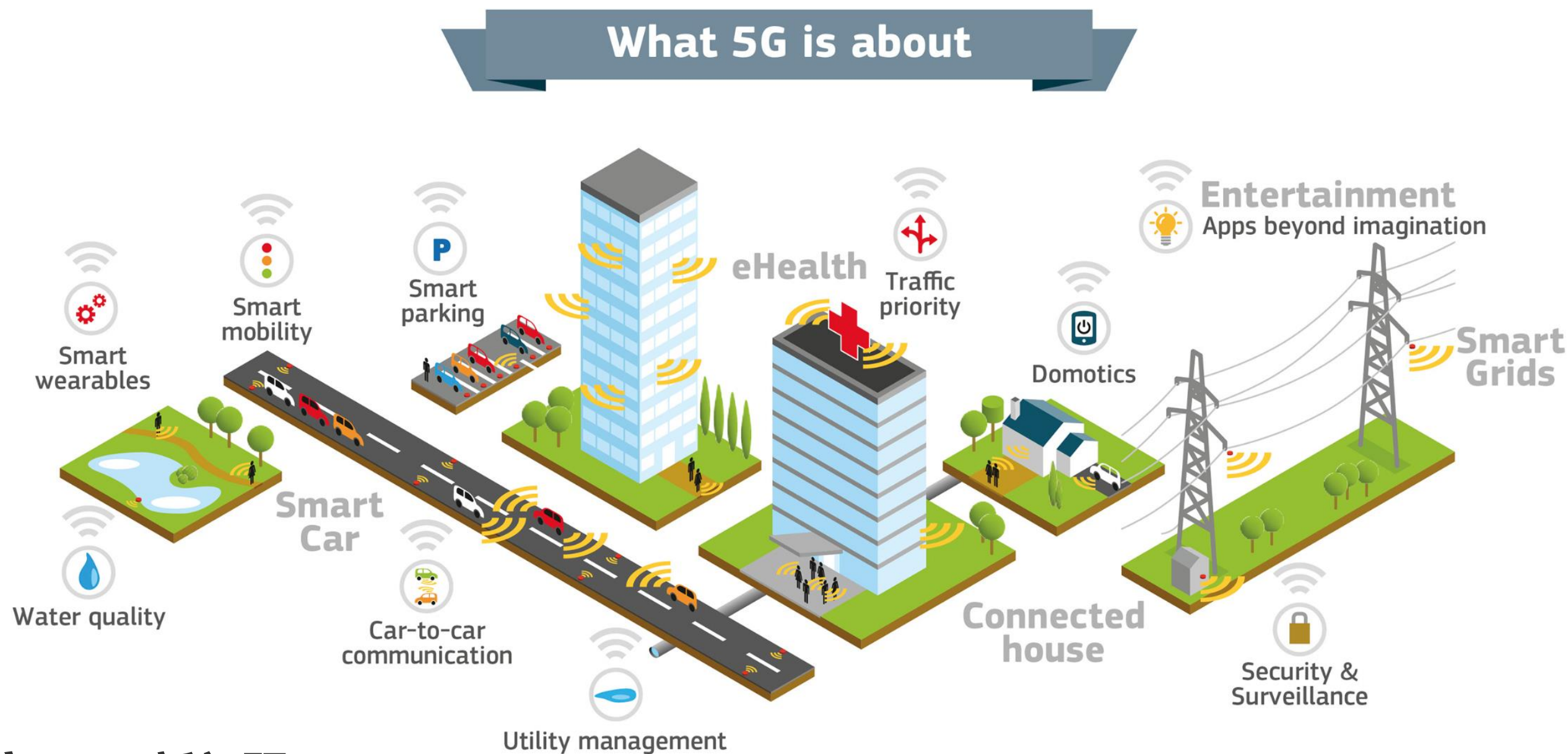
徐淑君

内容

- AEDT-Icepak 功能介绍
- 电热双向耦合应用案例
- HFSS与Icepak的电热耦合流程演示

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 !

干扰

热问题和过热

连接丢失和网络中断

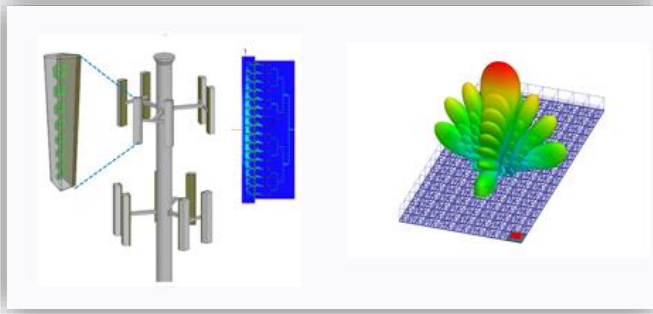
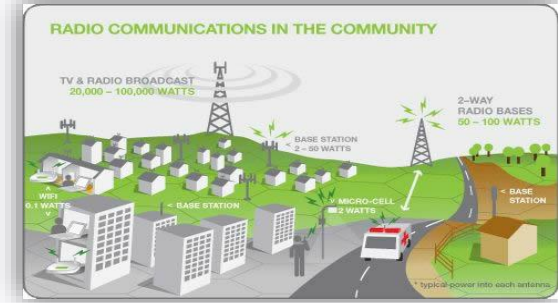
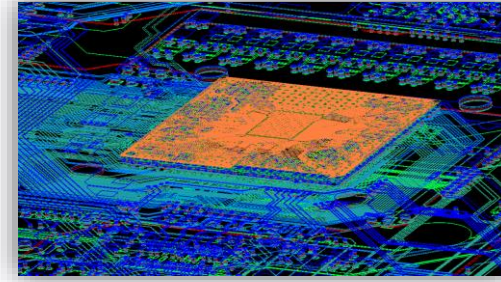
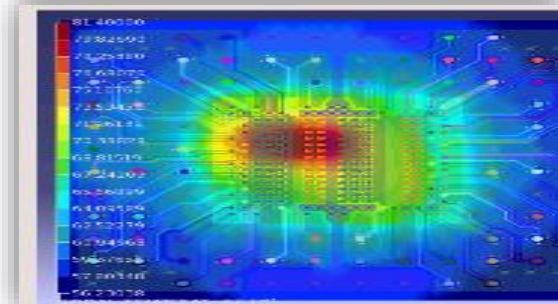
新基础设施

失谐

对天气敏感

视线

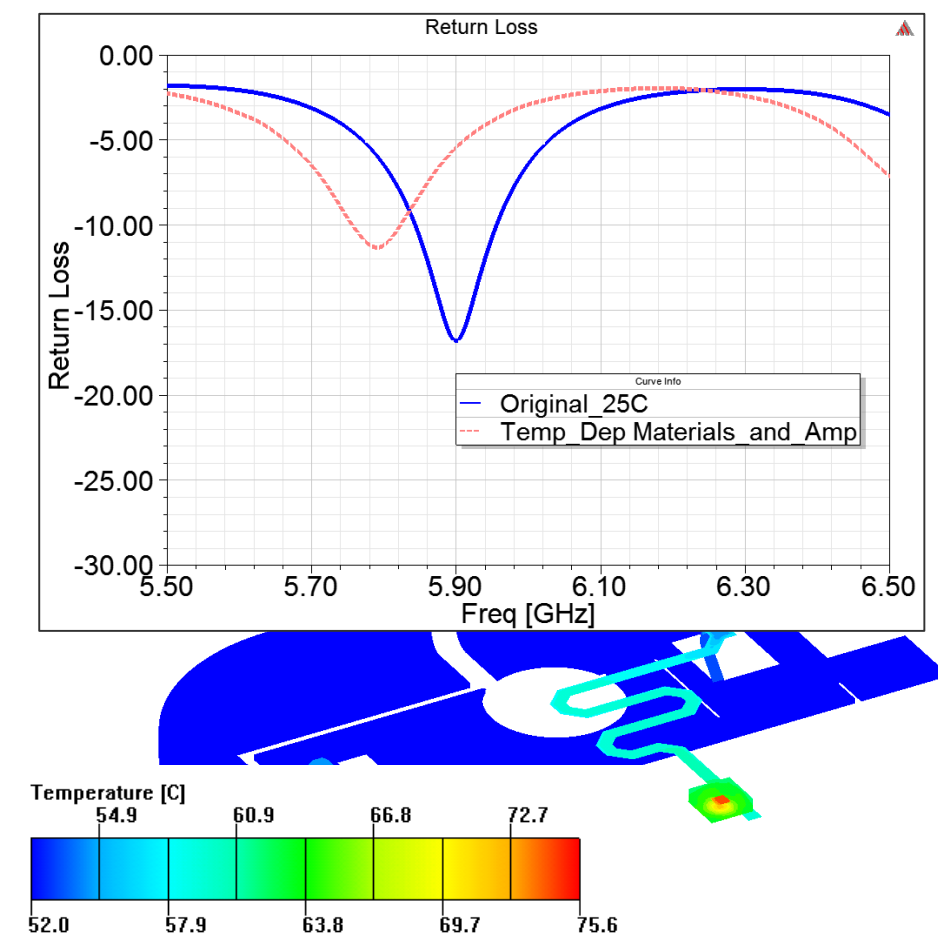
ANSYS可以为5G设计做什么？

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

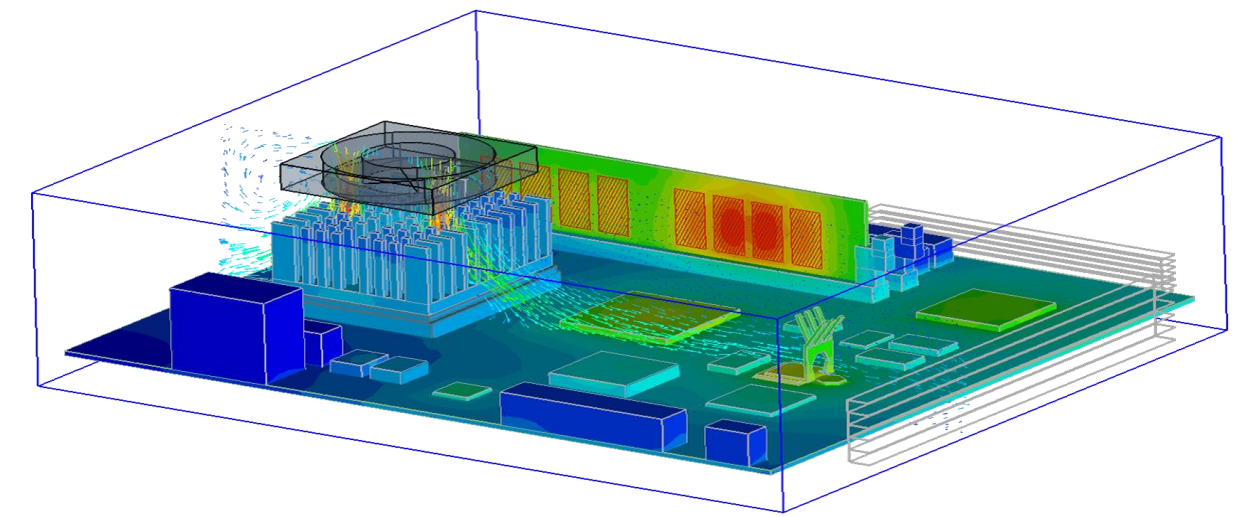


智能手机接收器由于过热而频移和衰减

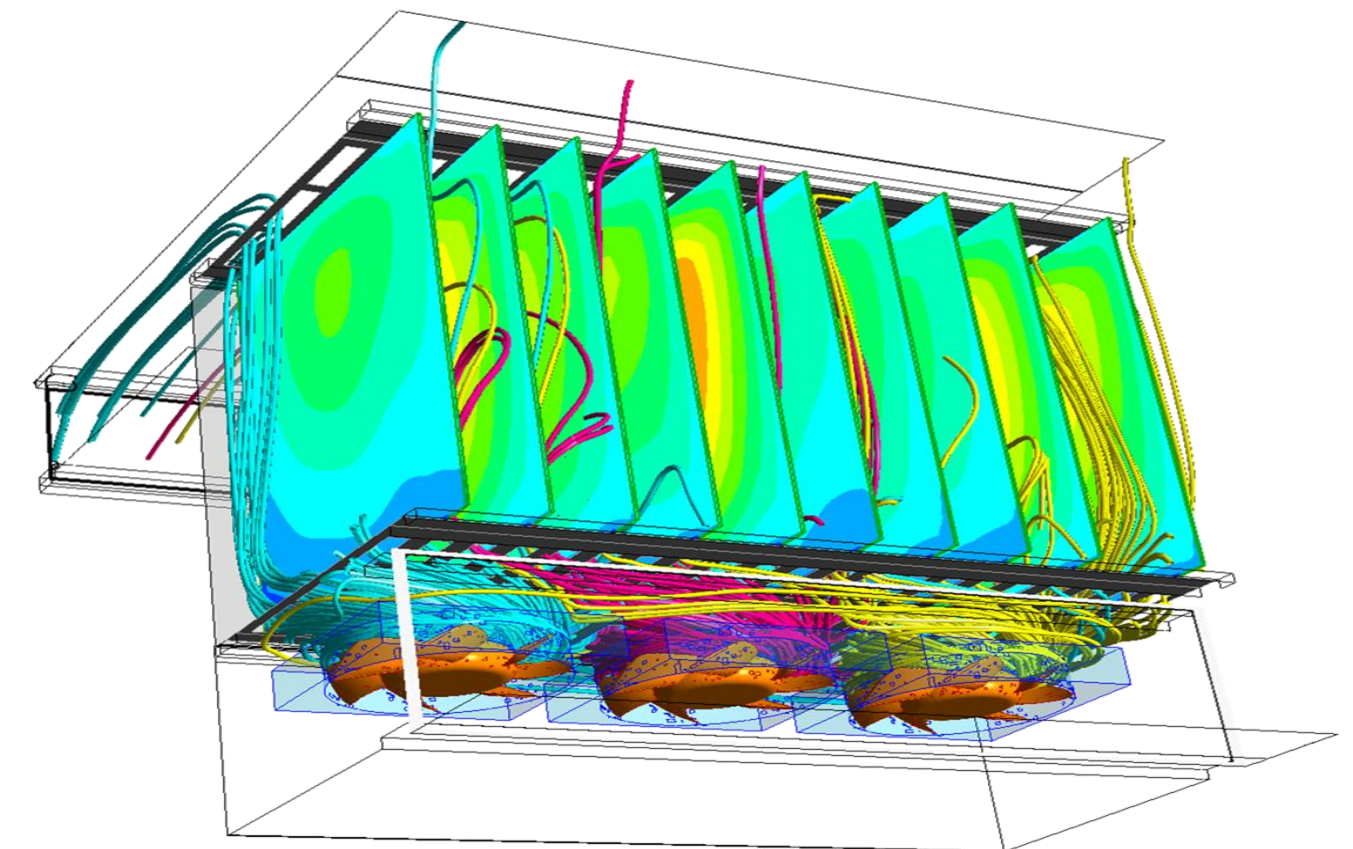
ANSYS Icepak

■ 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



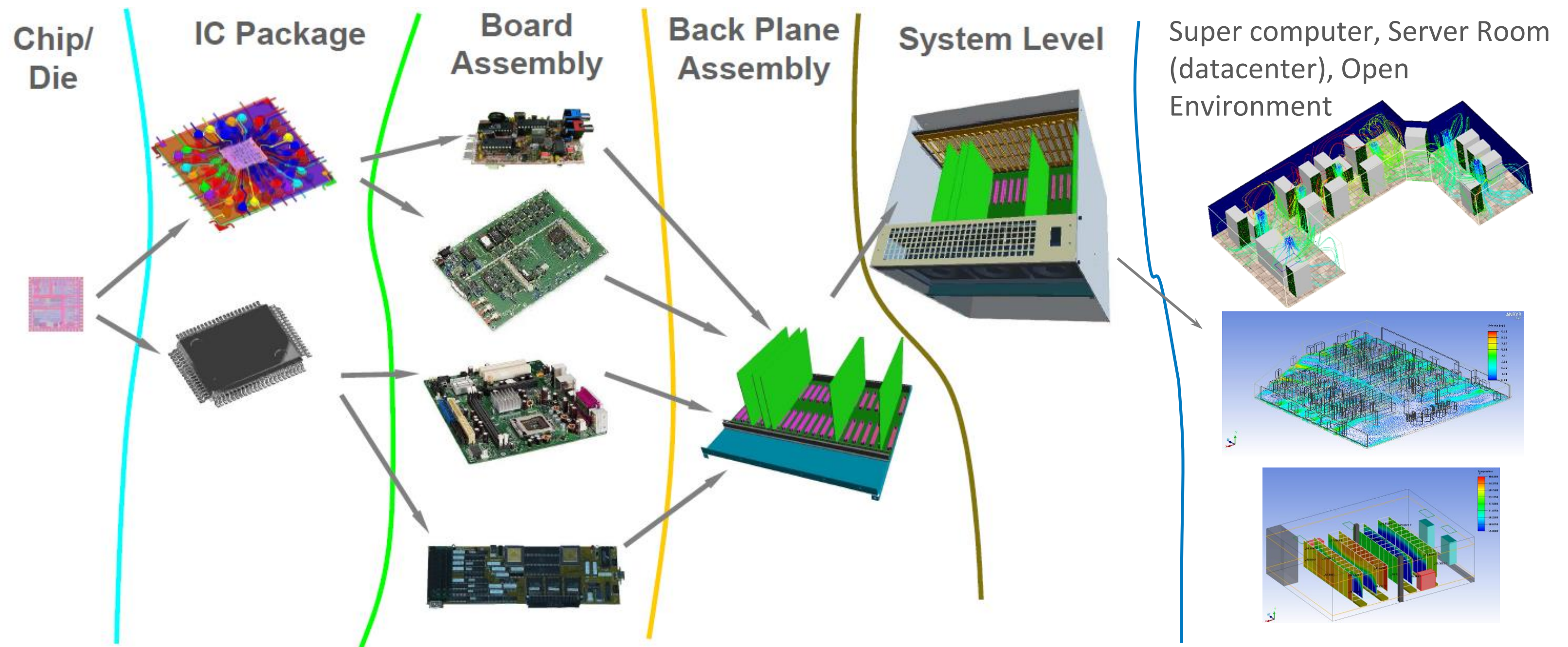
风扇冷却机架式计算机的温度云图和流体速度矢量图



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

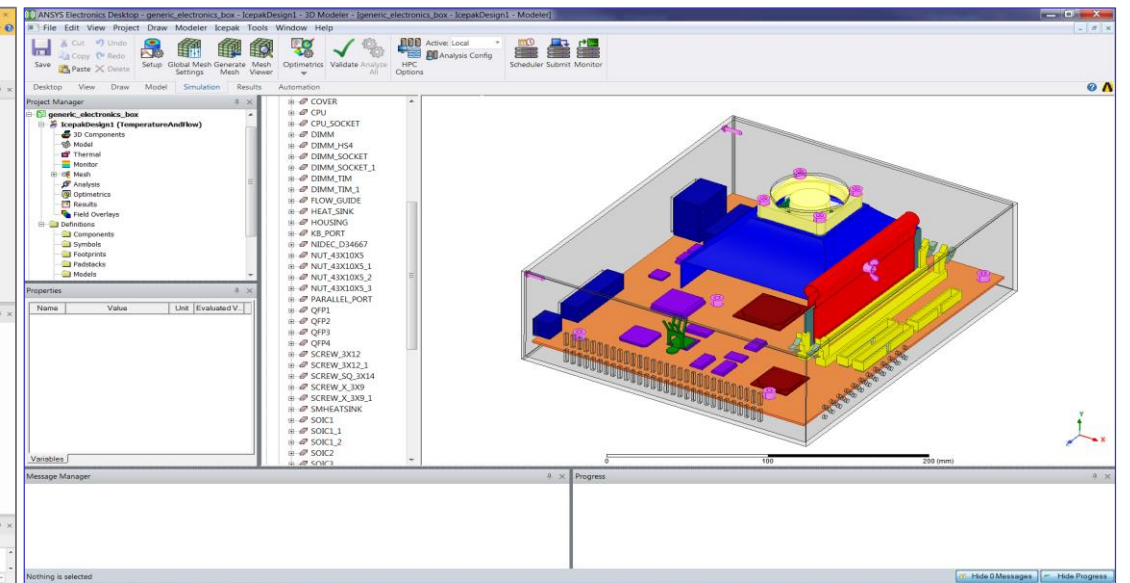
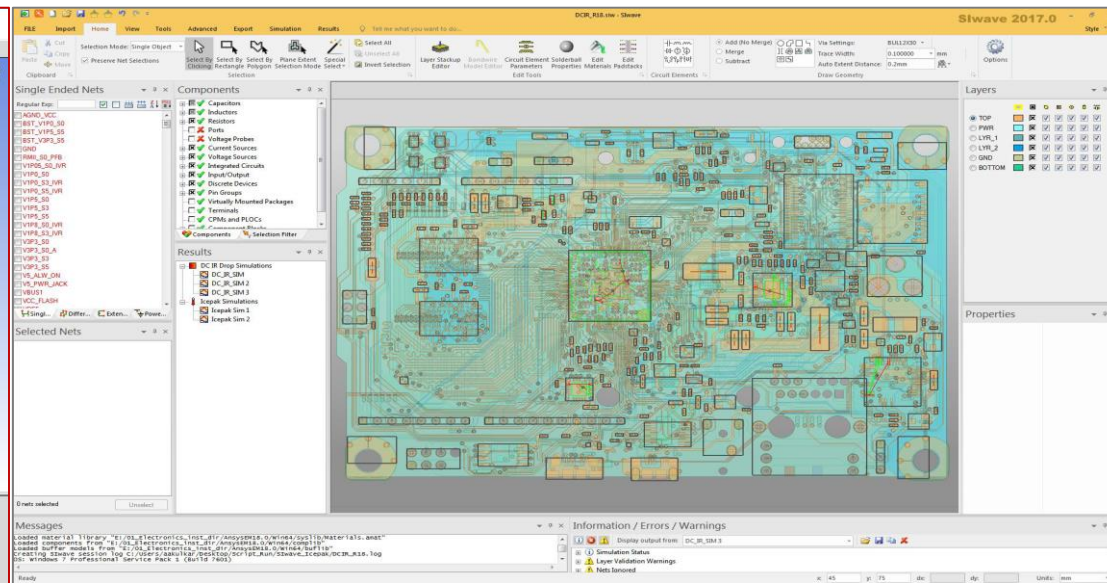
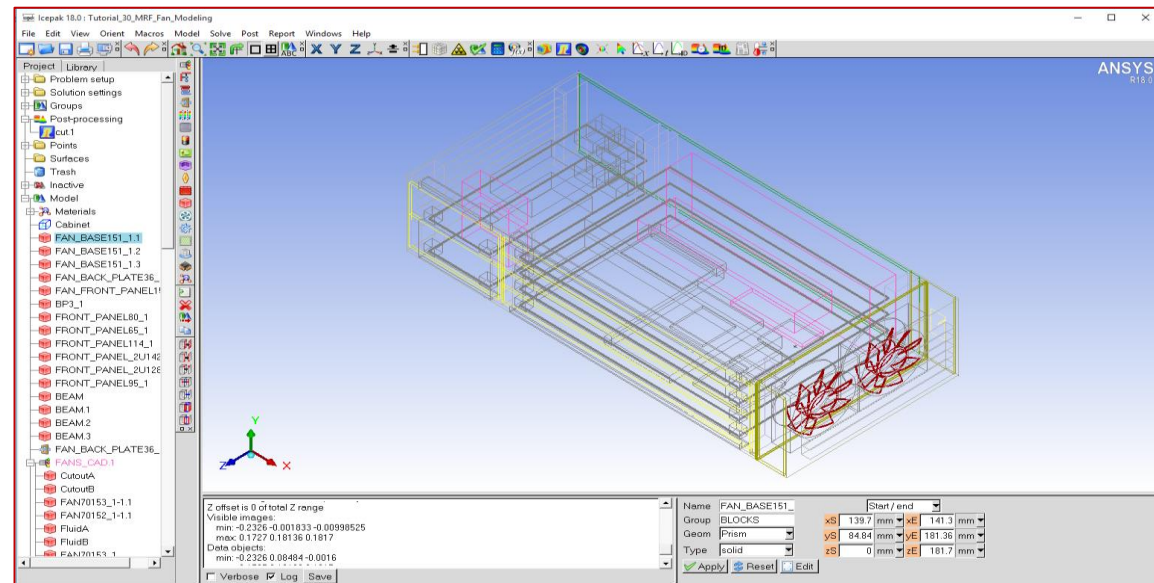


Icepak许可证解锁所有版本

Classic Icepak

Icepak in SIwave

AEDT Icepak



流体流动（层流，湍流）

非结构贴体网格

传热—传导，对流和辐射

一流的CFD求解器技术

- 稳态，瞬态分析
- 全面的MCAD，ECAD支持
- 自动封装特性
- 单或多流体
- 高级建模—走线映射，焦耳加热，太阳能负载建模，MRF建模，TEC建模
- 参数与优化
- 用于芯片，封装，电路板和系统级设置的电-热和热-机械分析的多物理场耦合
- 降阶建模

• **机械/热力/电气工程师**

- 稳态分析
- 耦合DC IR模拟
- 焦耳加热
- 全自动双向热分析

• **电气工程师**
• **SIwave用户**

- 稳态和瞬态分析
- 全面的MCAD，ECAD支持
- 本机ACIS MCAD Modeler
- 现代用户界面，易于使用
- 综合的电气，机械和热材料特性
- 完全集成的电热工作流程
- HFSS，Q3D，Maxwell的“ANSYS Icepak Solver”附加许可证
- 录制脚本-> IronPython和VBS

• **机械/热/电气工程师**
• **HFSS，Maxwell，Q3D用户**

界面

功能

应用

ANSYS Electronics Desktop (AEDT)

- 电磁，热，电路和系统仿真的统一平台
 - 用于电子器件，设备和系统的综合设计和优化的单一框架
- 黄金标准工具，例如ANSYS HFSS，Maxwell，Q3D，Icepak和Twin Builder，都是在AEDT环境中本地构建的，并且紧密集成

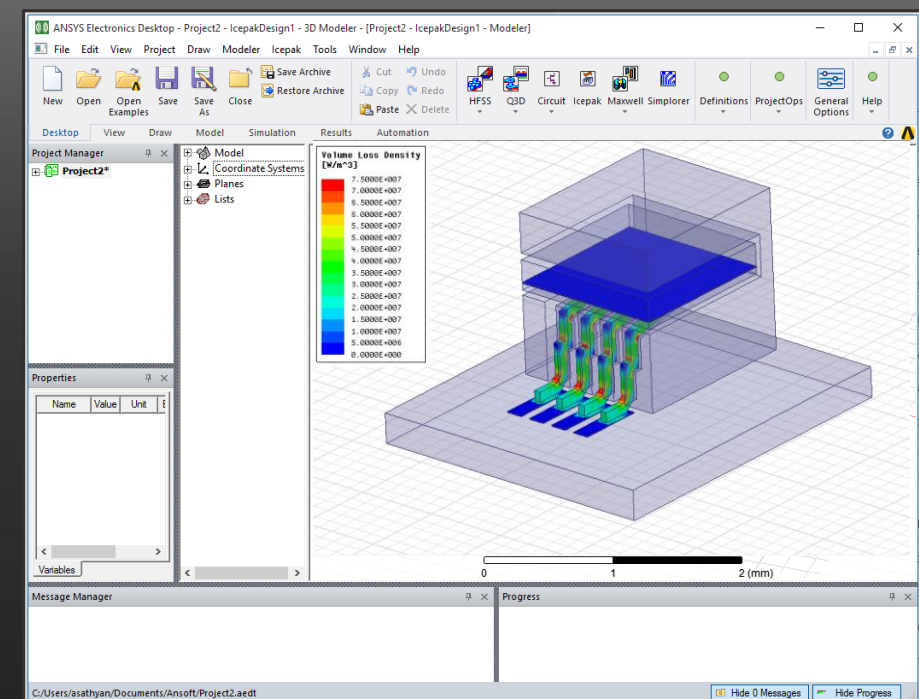
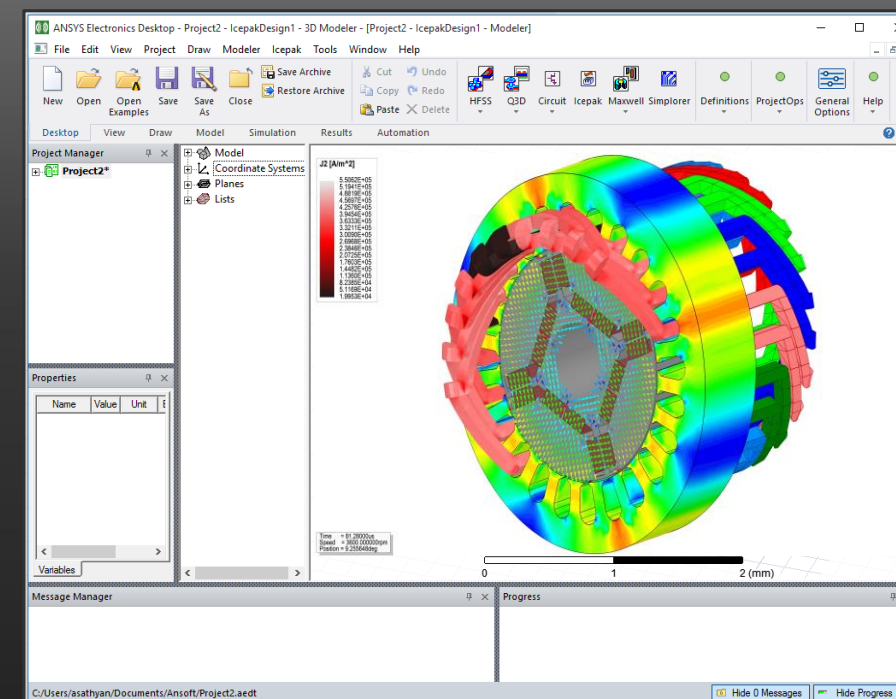
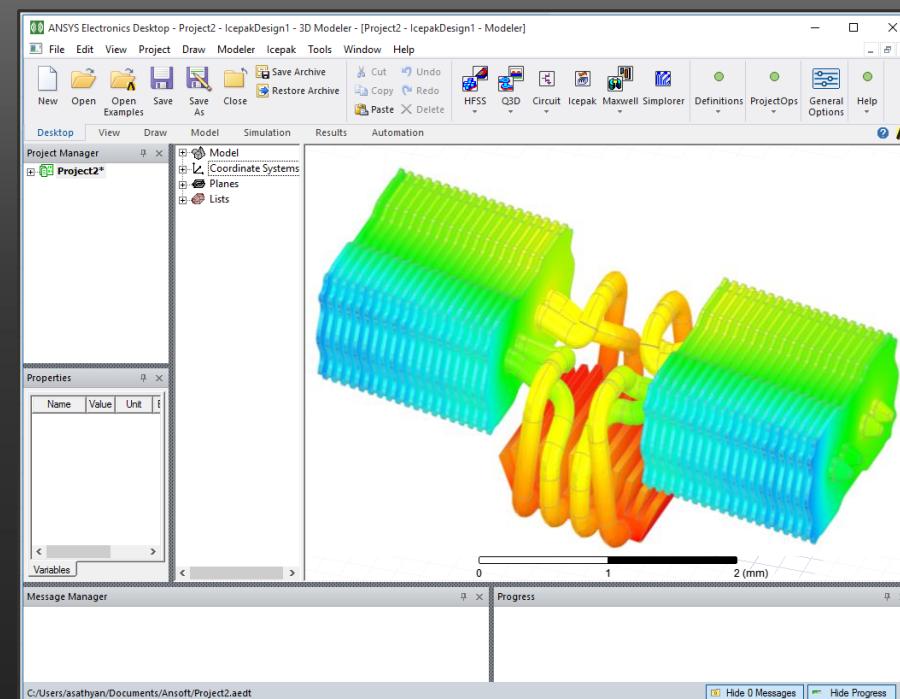
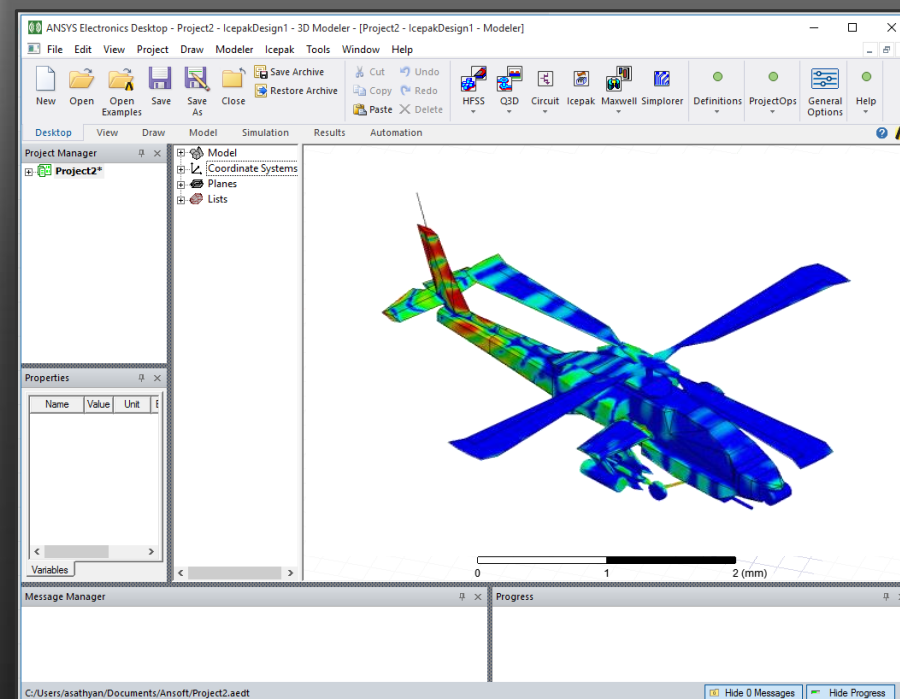


HFSS

Icepak

Maxwell

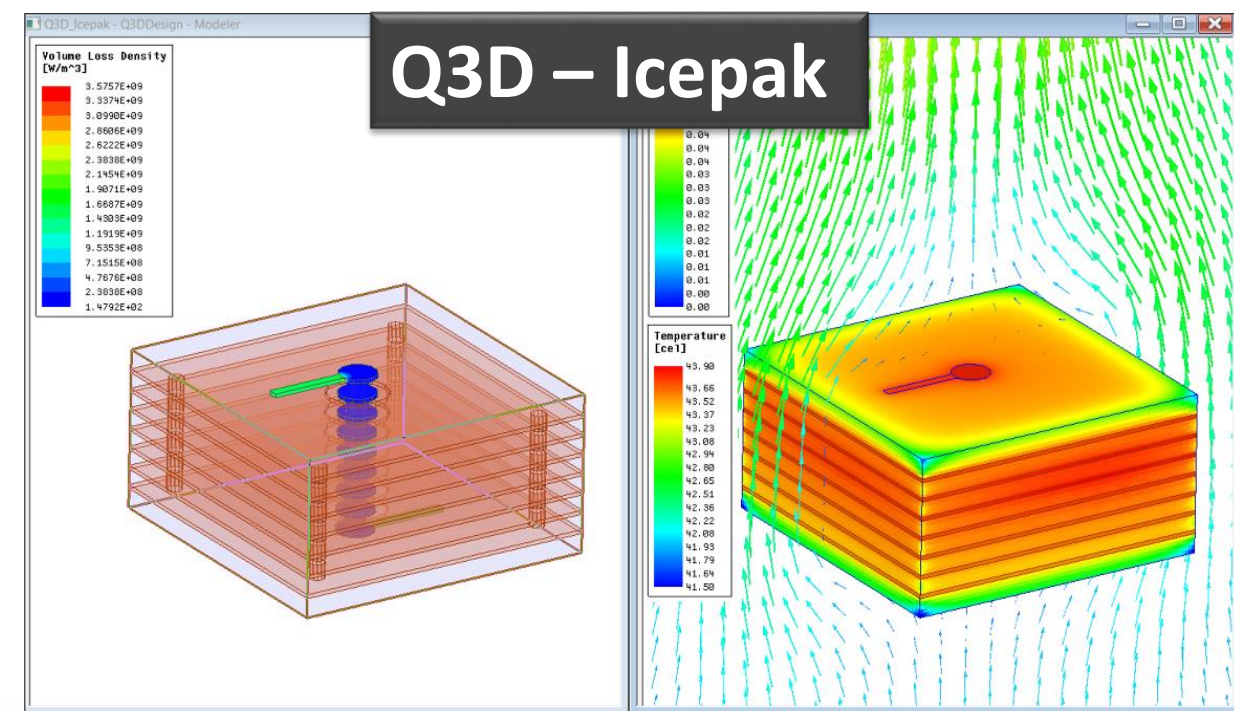
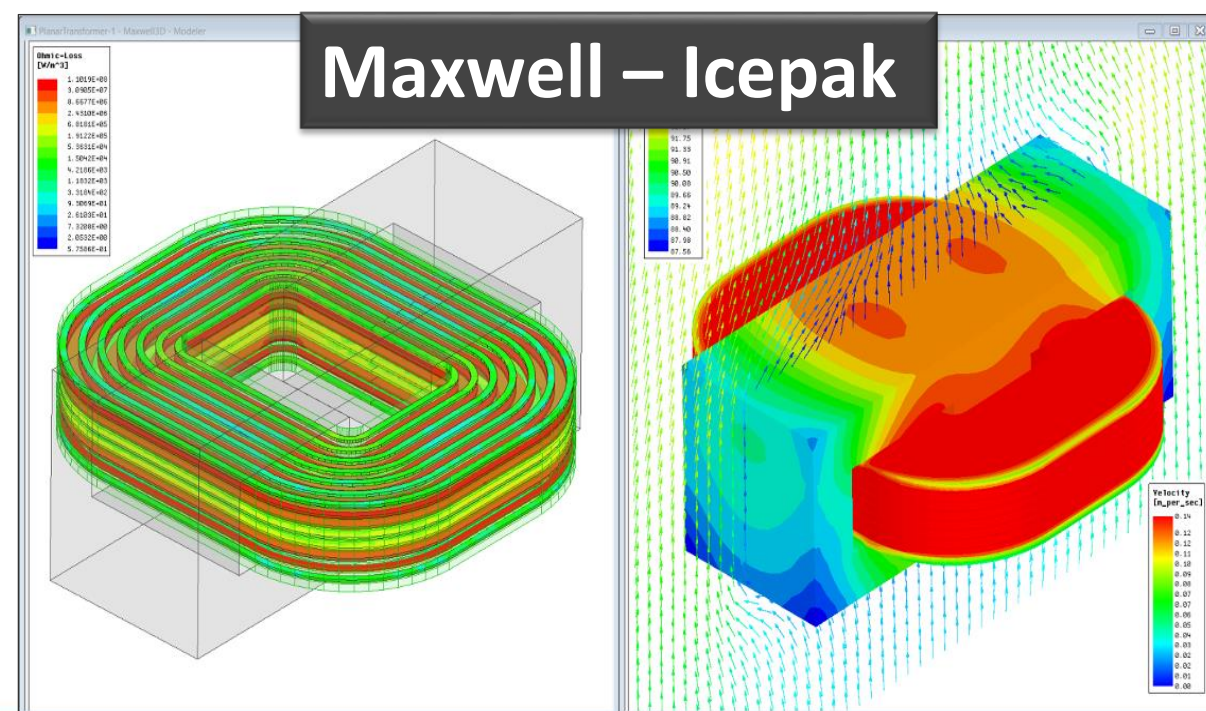
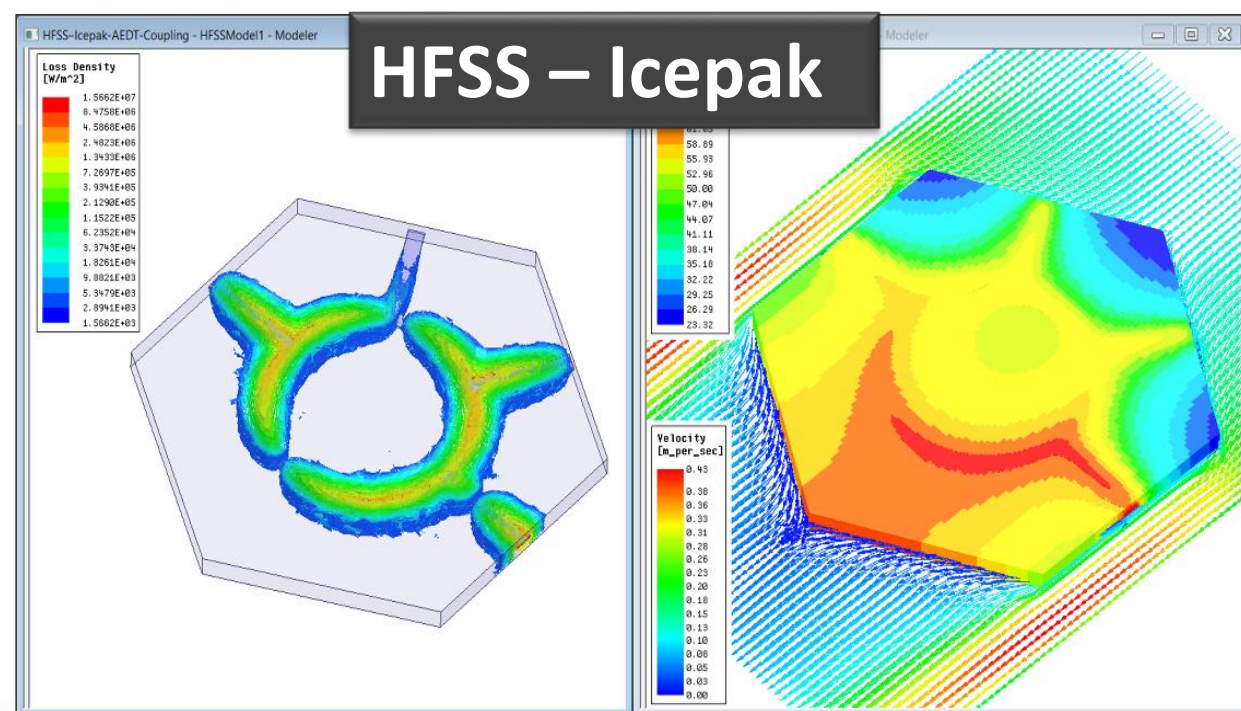
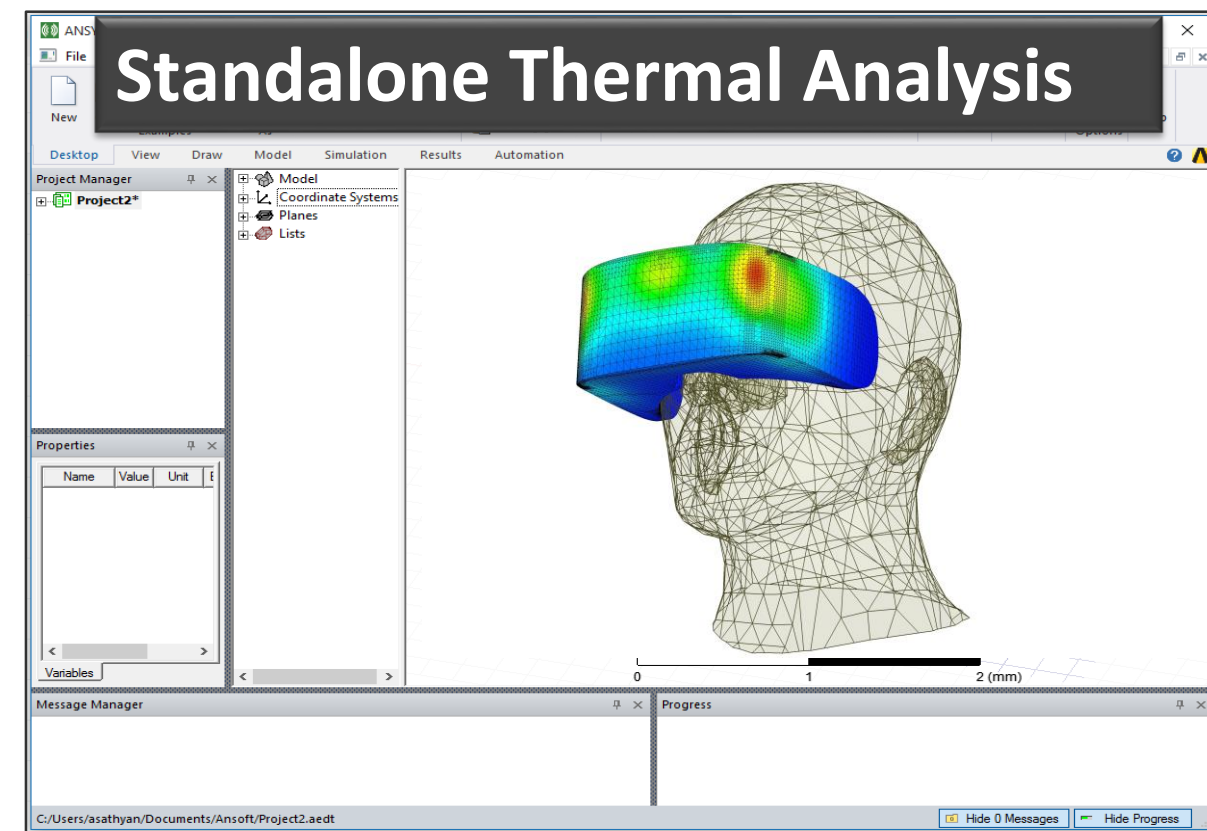
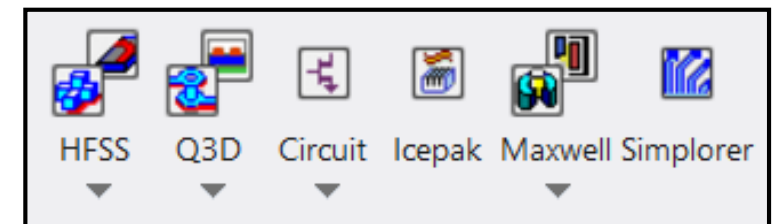
Q3D



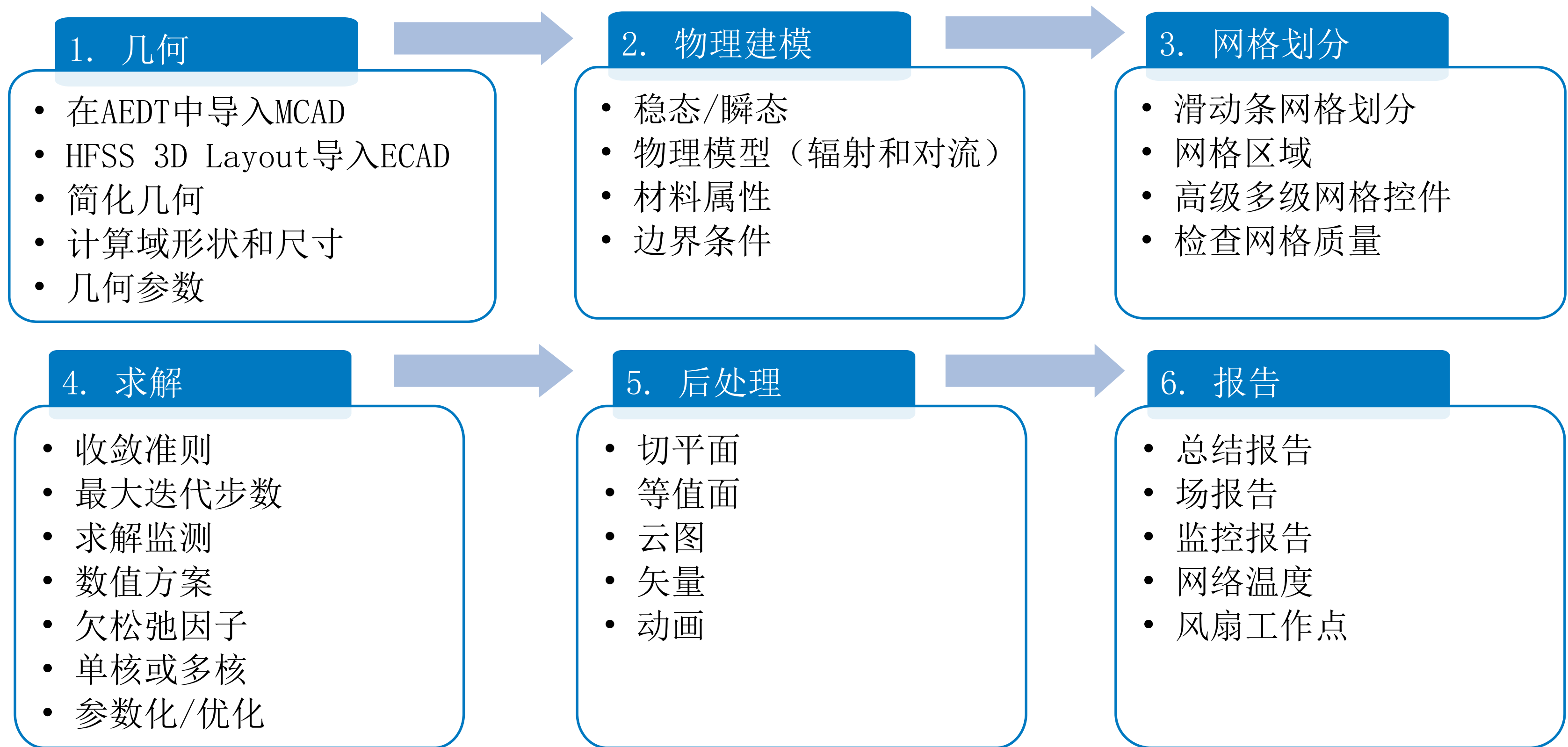
AEDT Icepak

- 基于计算流体力学（CFD）的热仿真工具，集成到AEDT环境中
- 特征：

- 可以进行**独立的热分析**
- 可以在**同一个GUI**中通过EM工具（HFSS，Maxwell，Q3D）和Icepak之间的双向耦合进行**集成的电磁热分析**

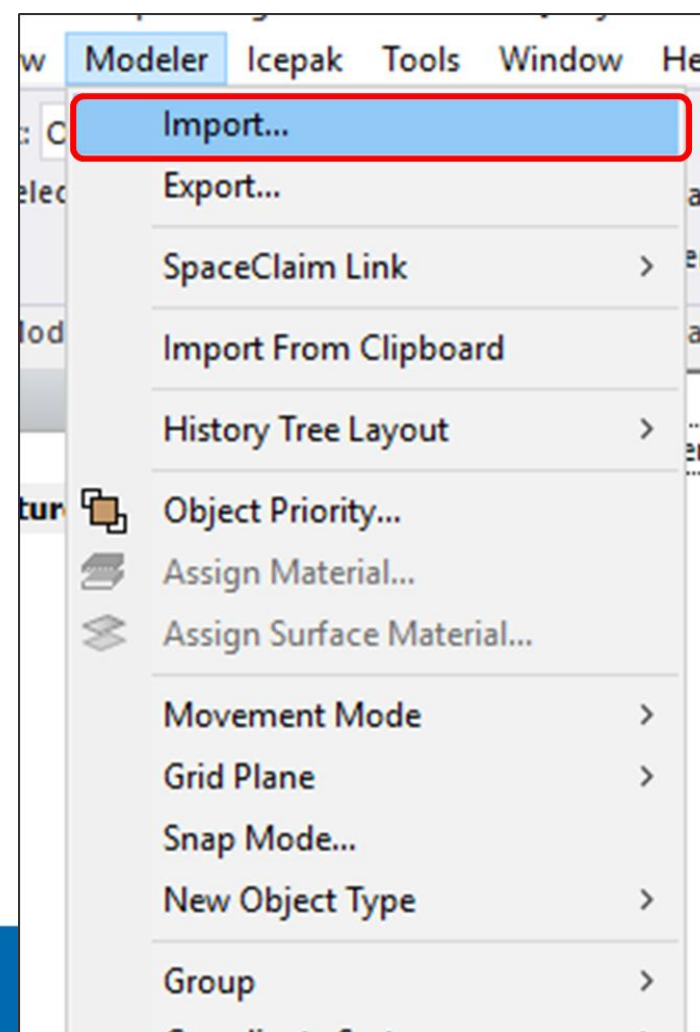
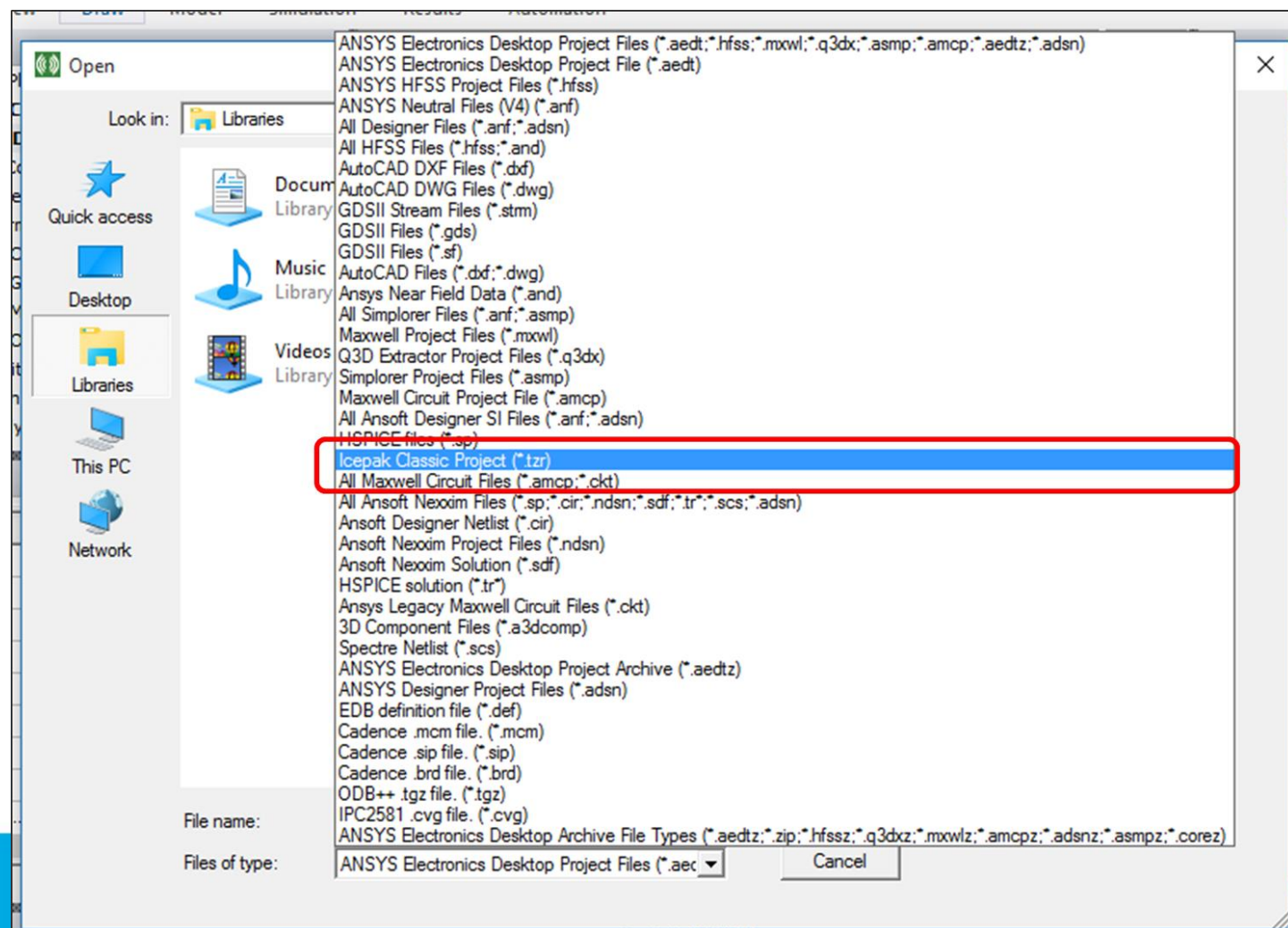
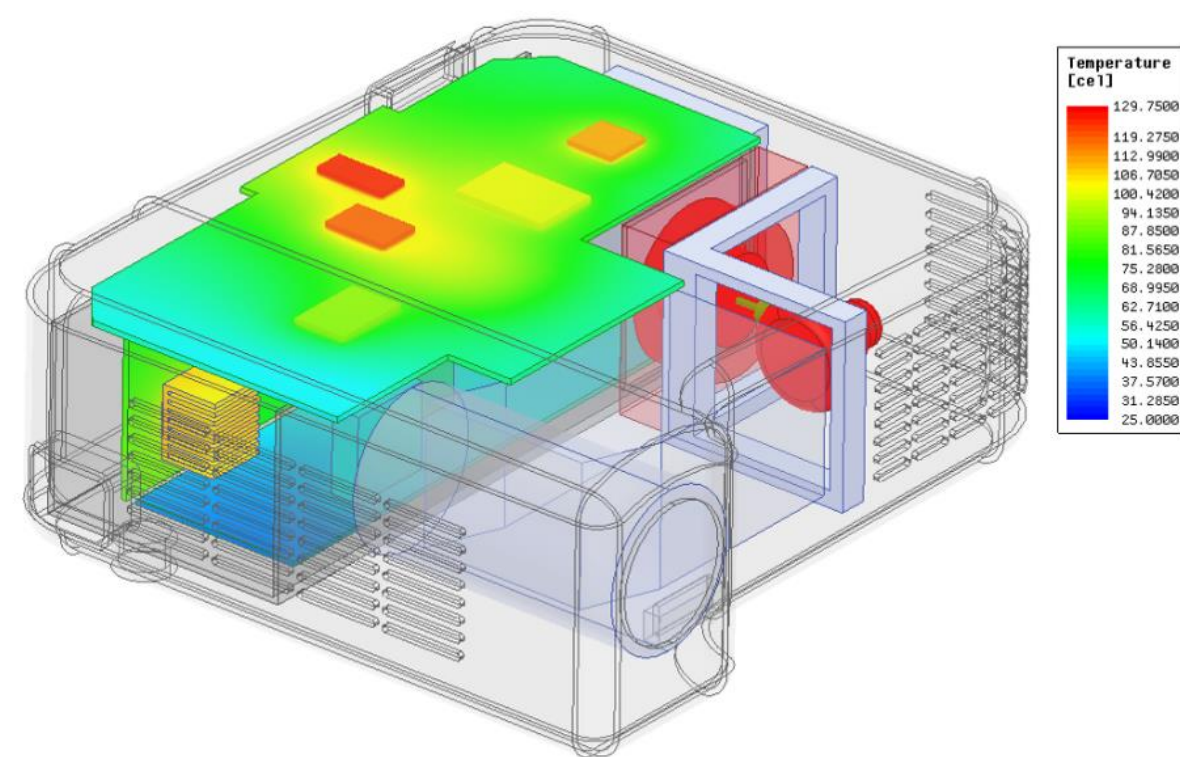
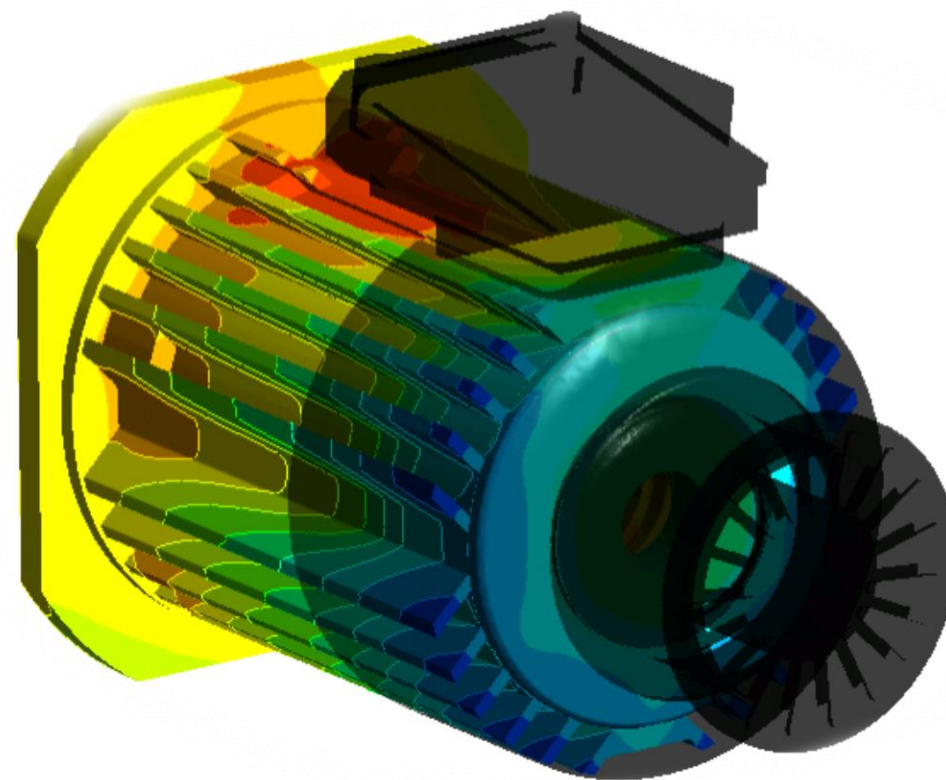


AEDT Icepak CFD 过程

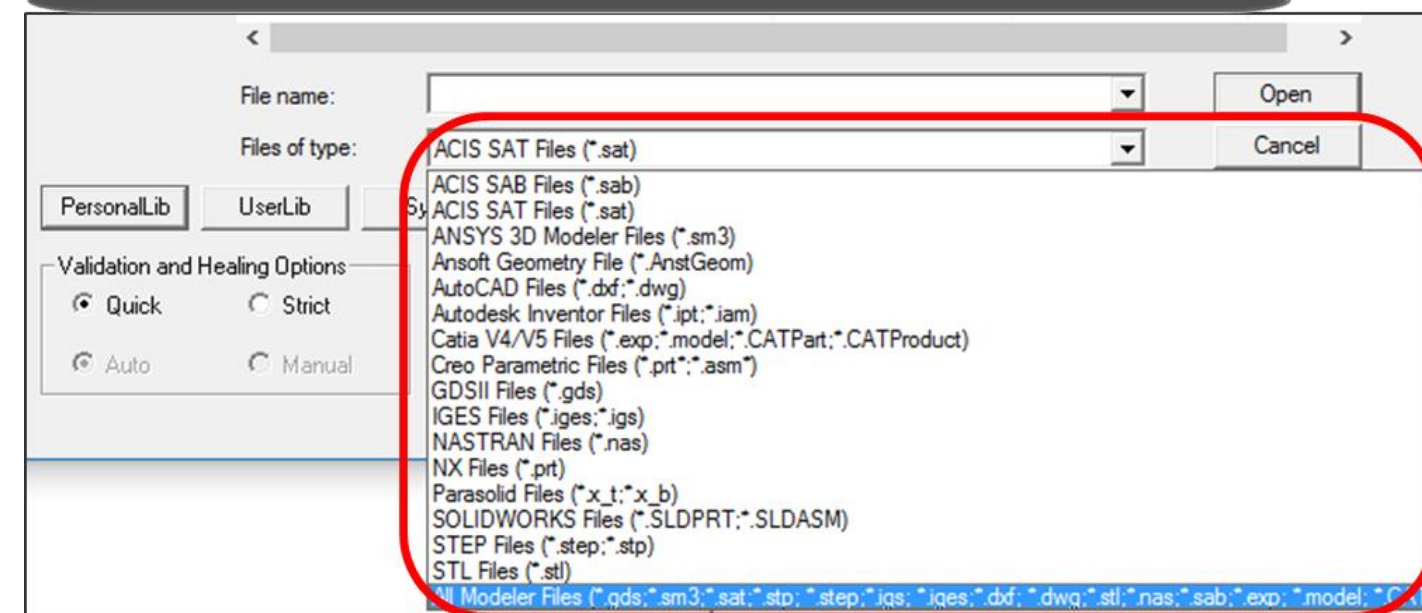


AEDT Icepak 模型创建

- 导入现有的传统Icepak模型
 - File > Open > Files of type > Icepak Classic Project (*.tzt)
- 能够以多种格式导入MCAD和ECAD
- 链接到ANSYS SpaceClaim进行高级去特征和几何修复



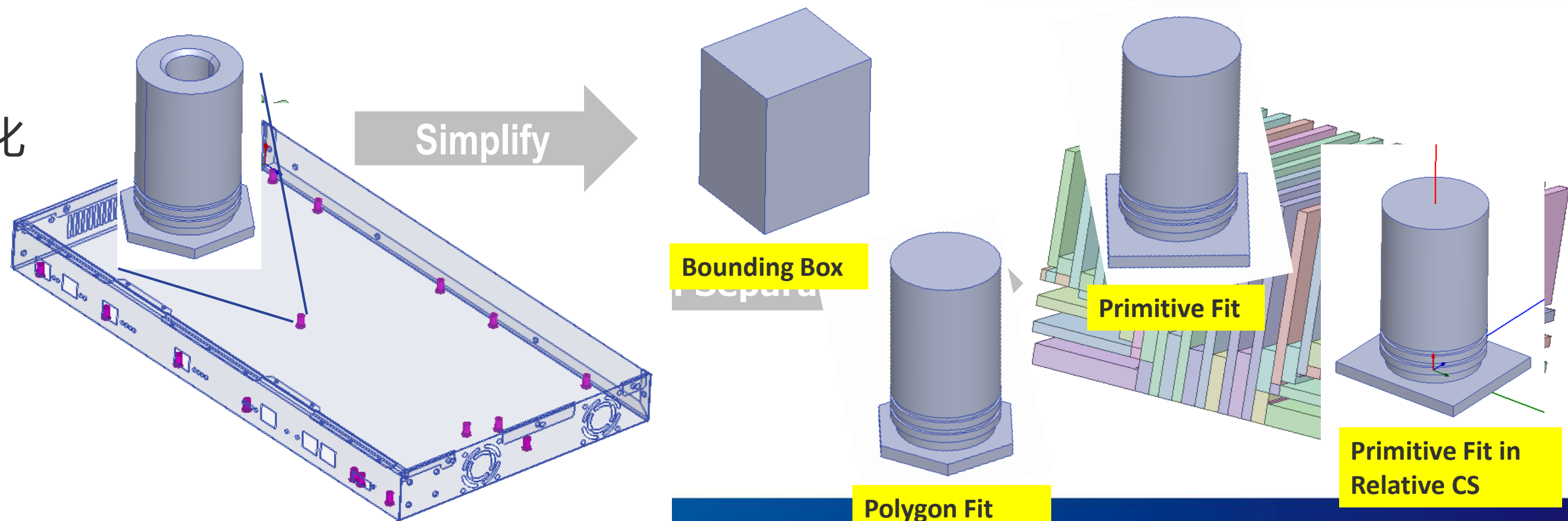
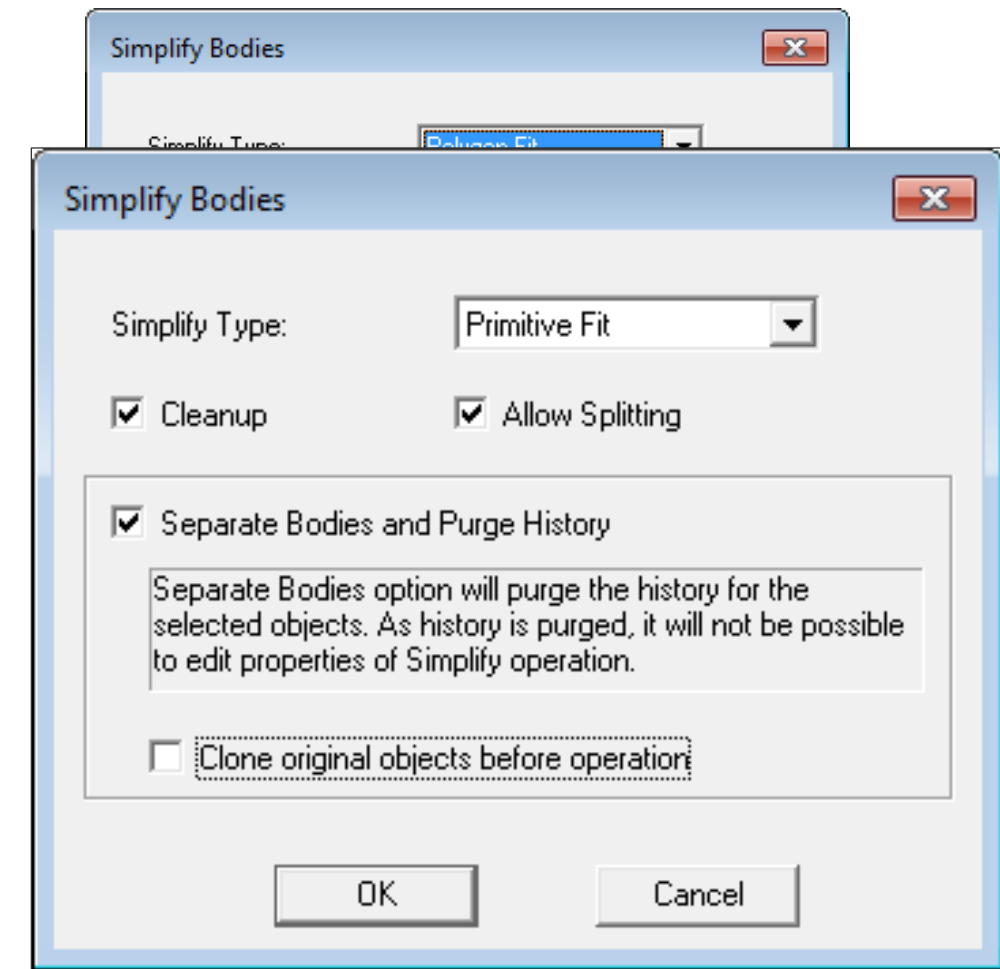
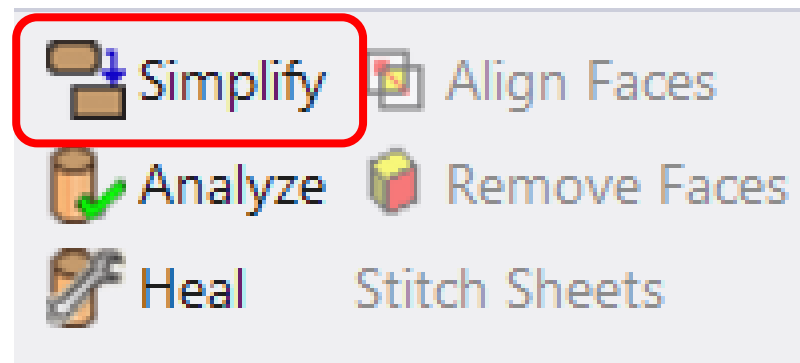
支持的MCAD文件格式



AEDT Icepak 几何简化

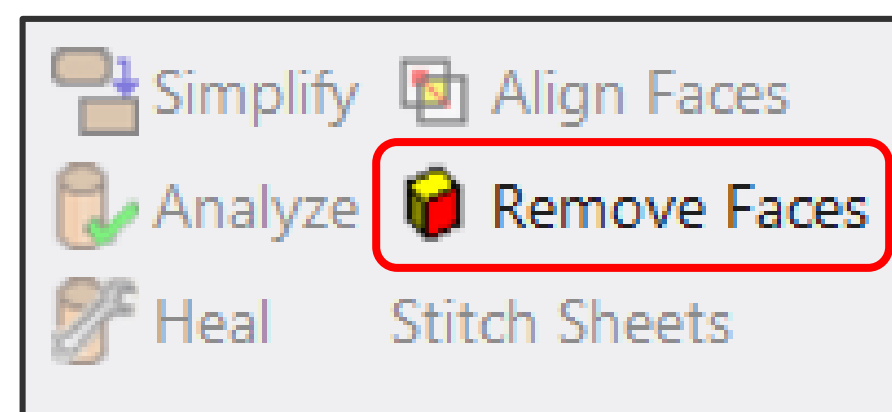
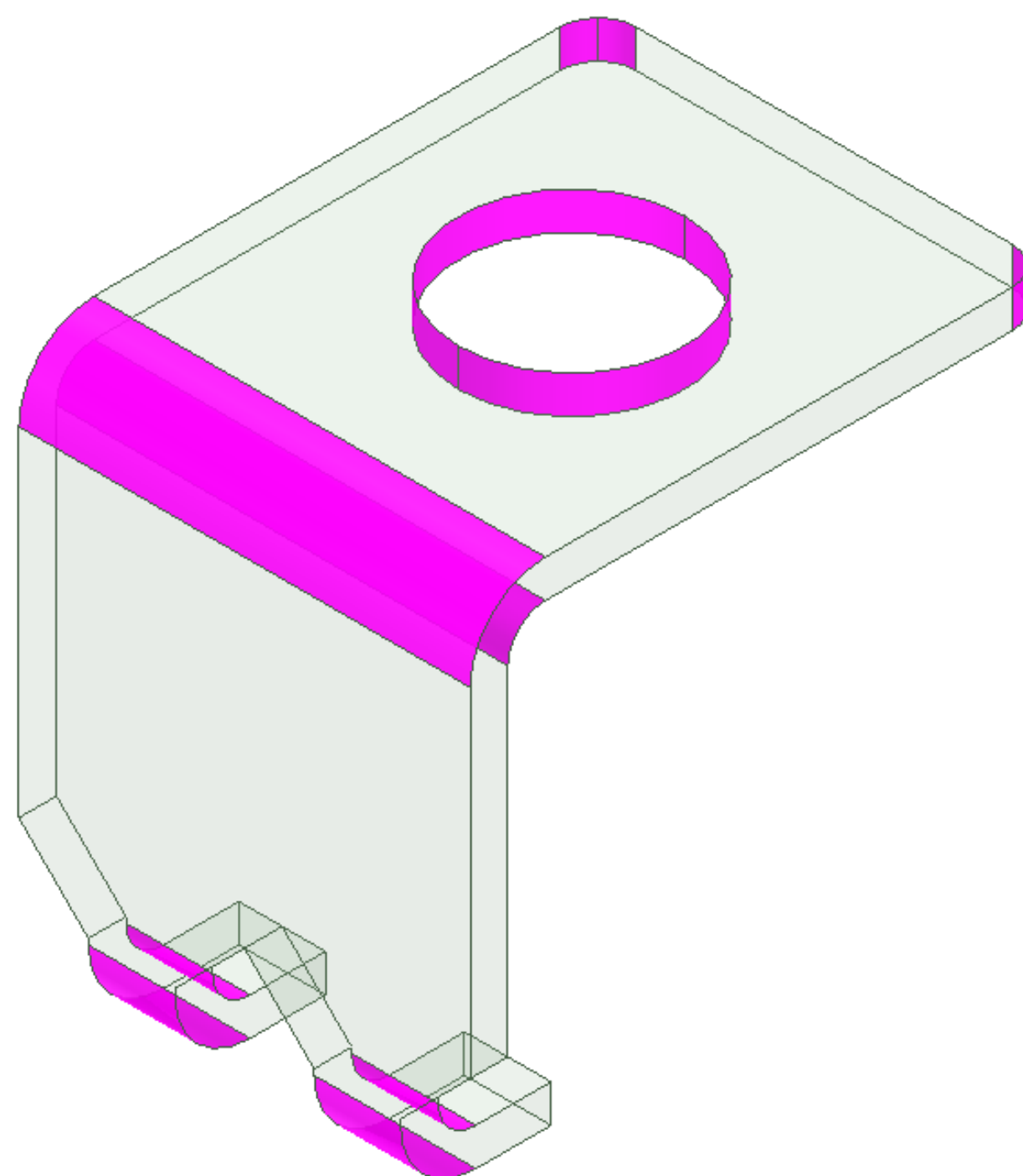
- SpaceClaim-Like CAD简化功能
- 将任意形状的物体简化为更简单的形状
 - 适用于Icepak和所有3D产品
- 简化类型
 - Bounding Box
 - Primitive Fit
 - Polygon Fit
- 在指定的坐标系中简化
- 选择分割成原始体

Modeler
→ Model Preparation
→ Simplify

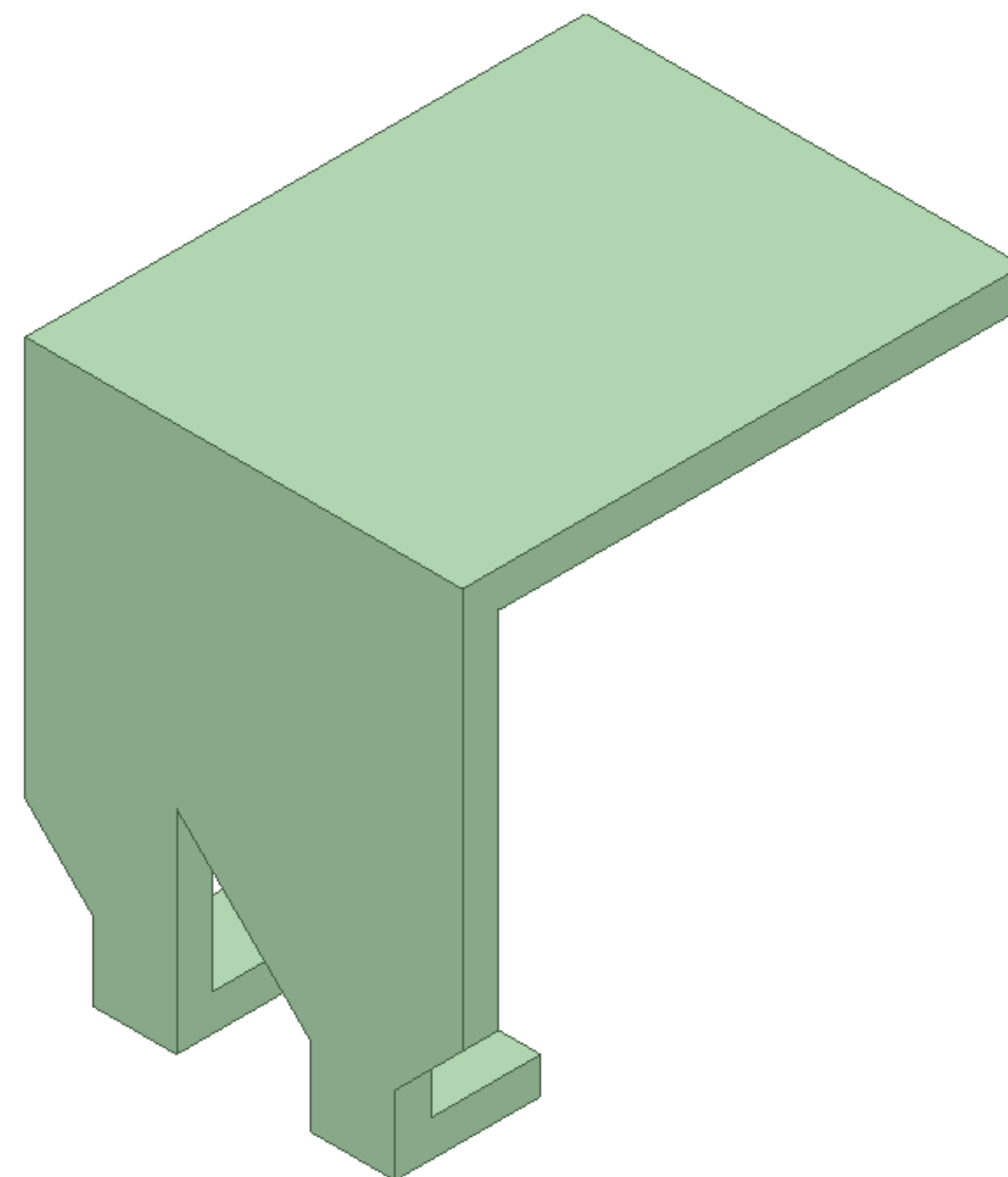


AEDT Icepak 几何简化

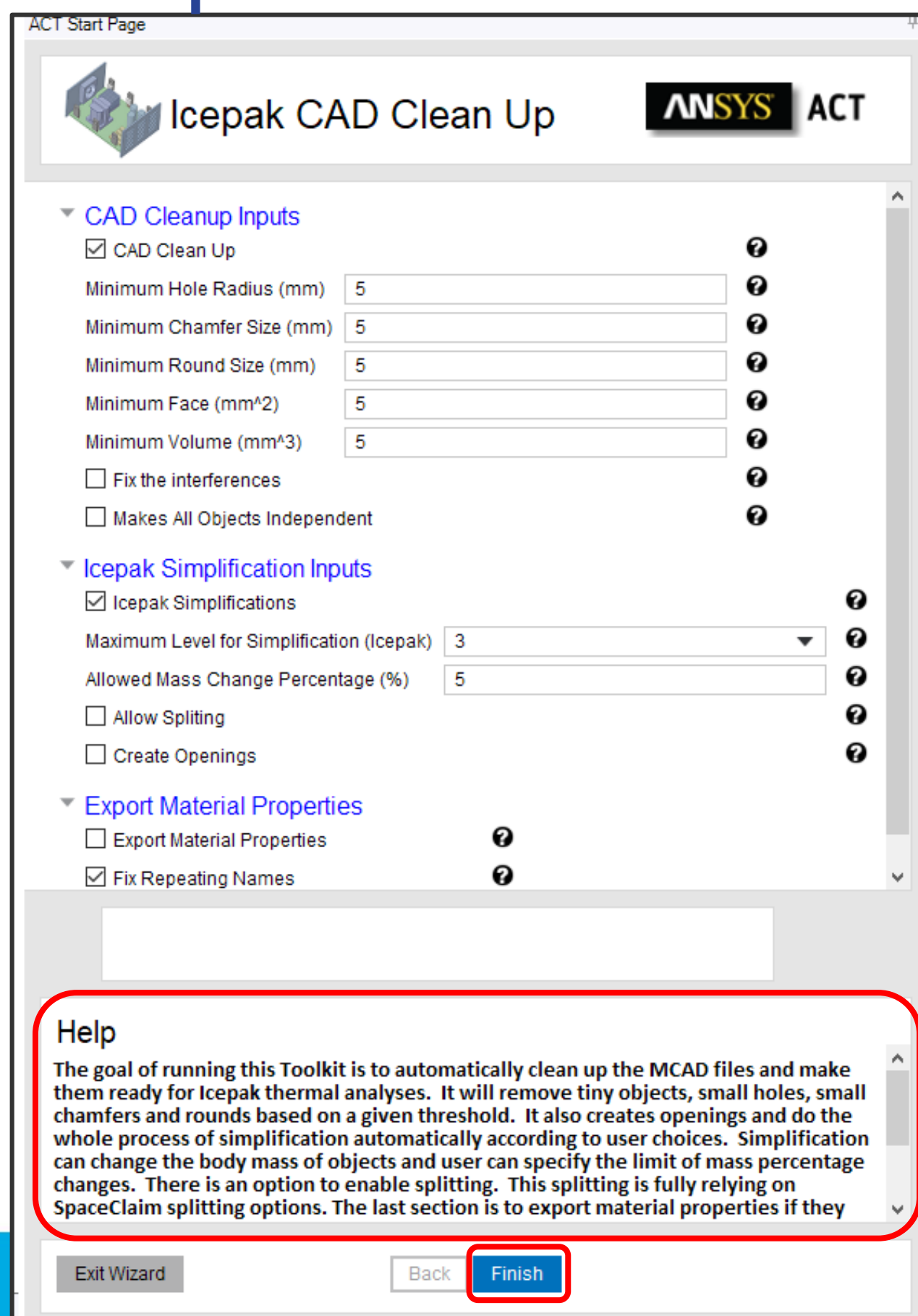
- “Remove Faces” 操作与SpaceClaim中的Fill工具非常相似。
- 对于非常复杂和脏的几何→ Modeler → SpaceClaim Link.



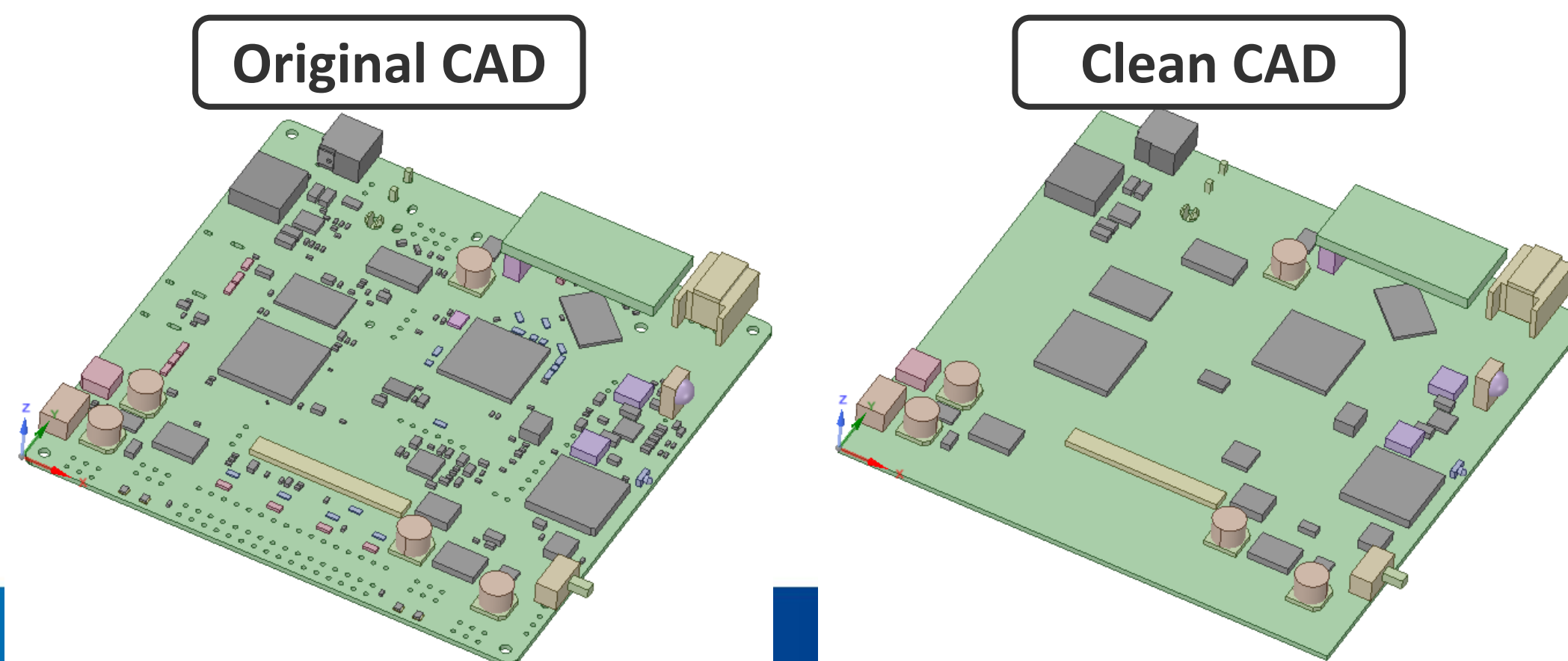
Modeler
→ **Model Preparation**
→ **Remove Faces**



SpaceClaim CAD Cleanup ACT

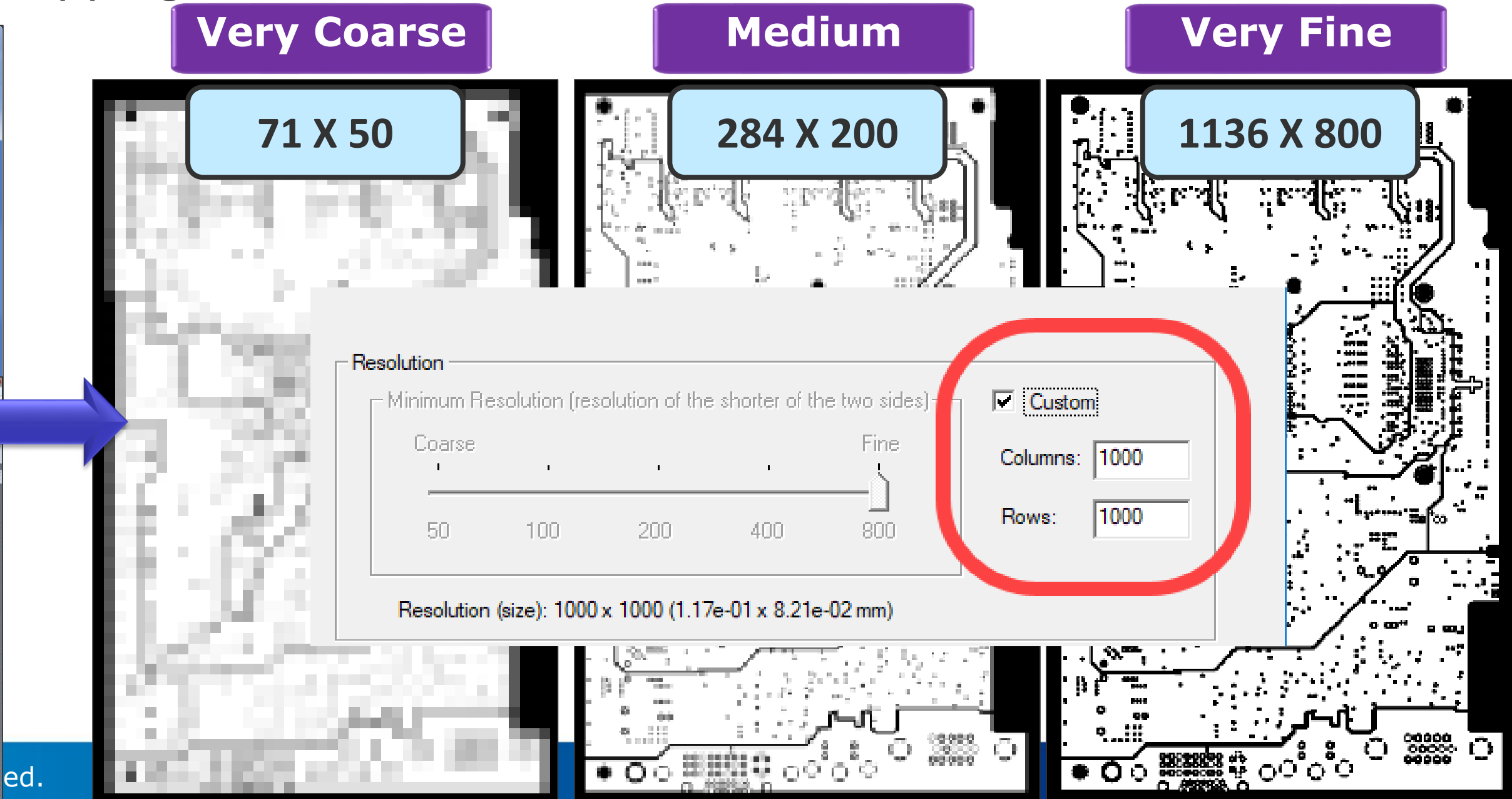
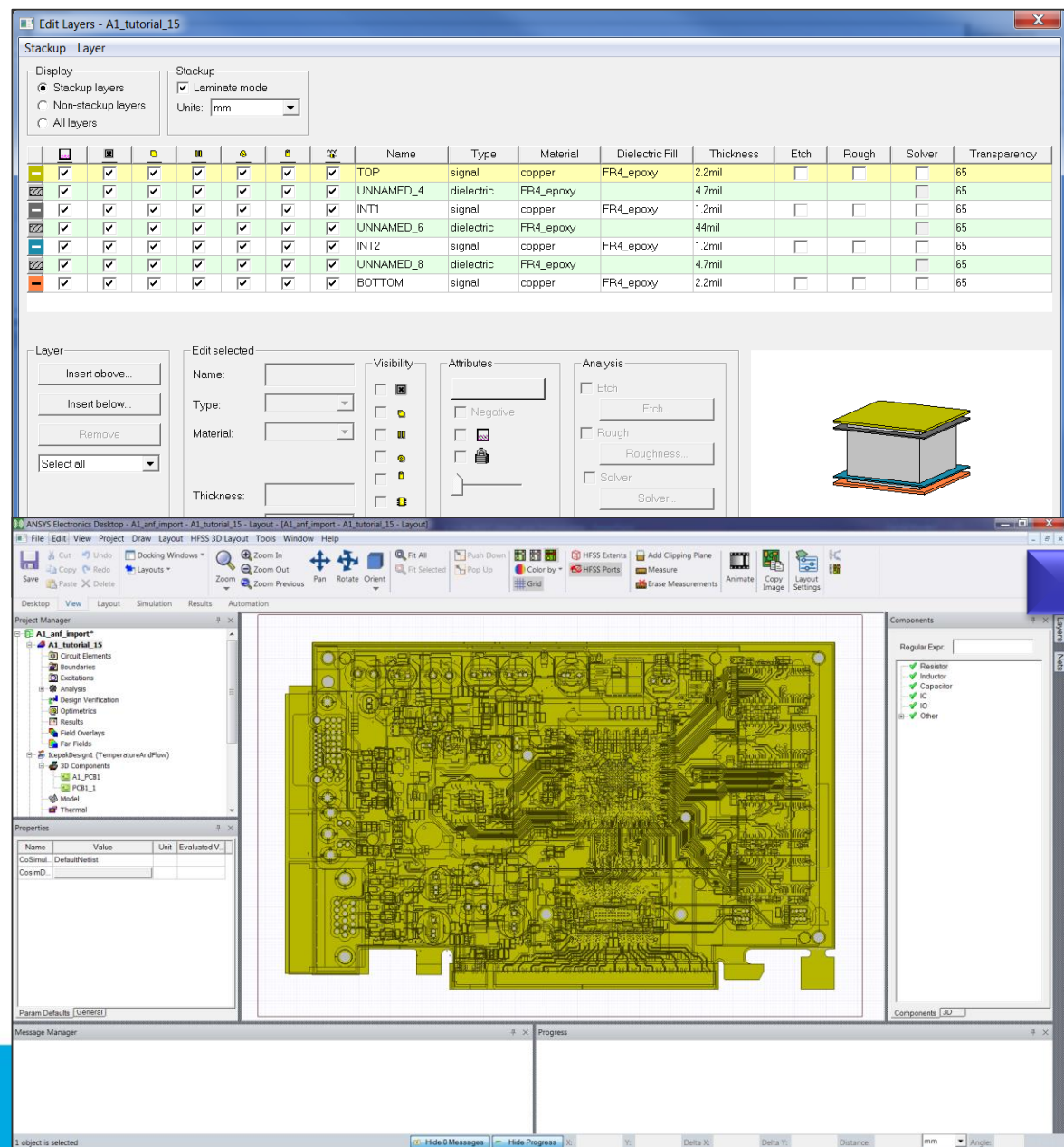
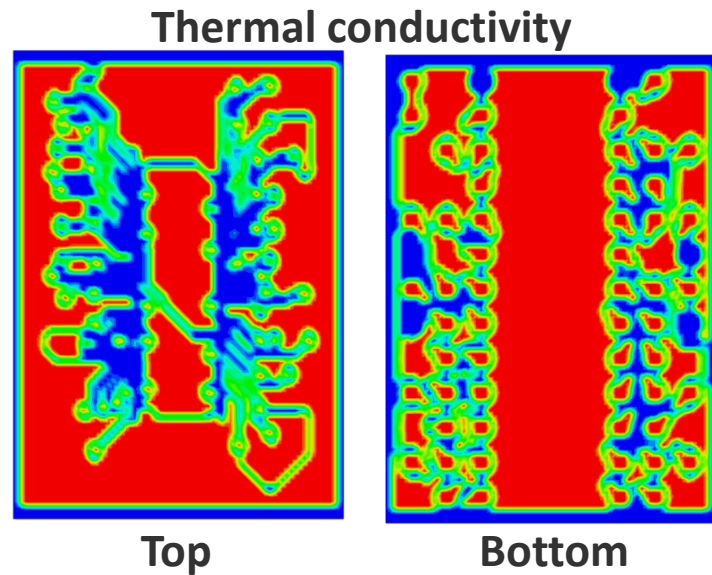
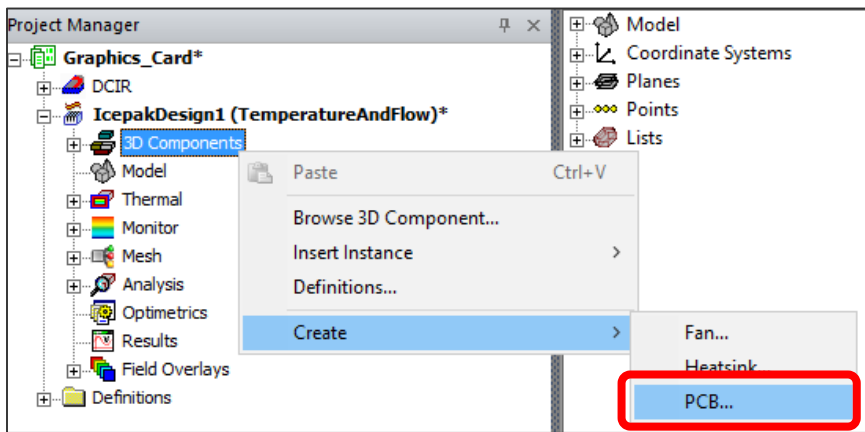


- CAD Cleanup Inputs : 将根据用户输入执行一些清理任务
- Icepak Simplification Inputs : 自动为模型中的每个对象执行Icepak简化过程
- Export Material Properties : 如果有, 将导出材料
- [Finish]将执行CAD清理
- [Exit Wizard]将不运行而退出ACT
- [Help] –主要功能和准则
- 单击[?]将突出显示该选项的简短摘要



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

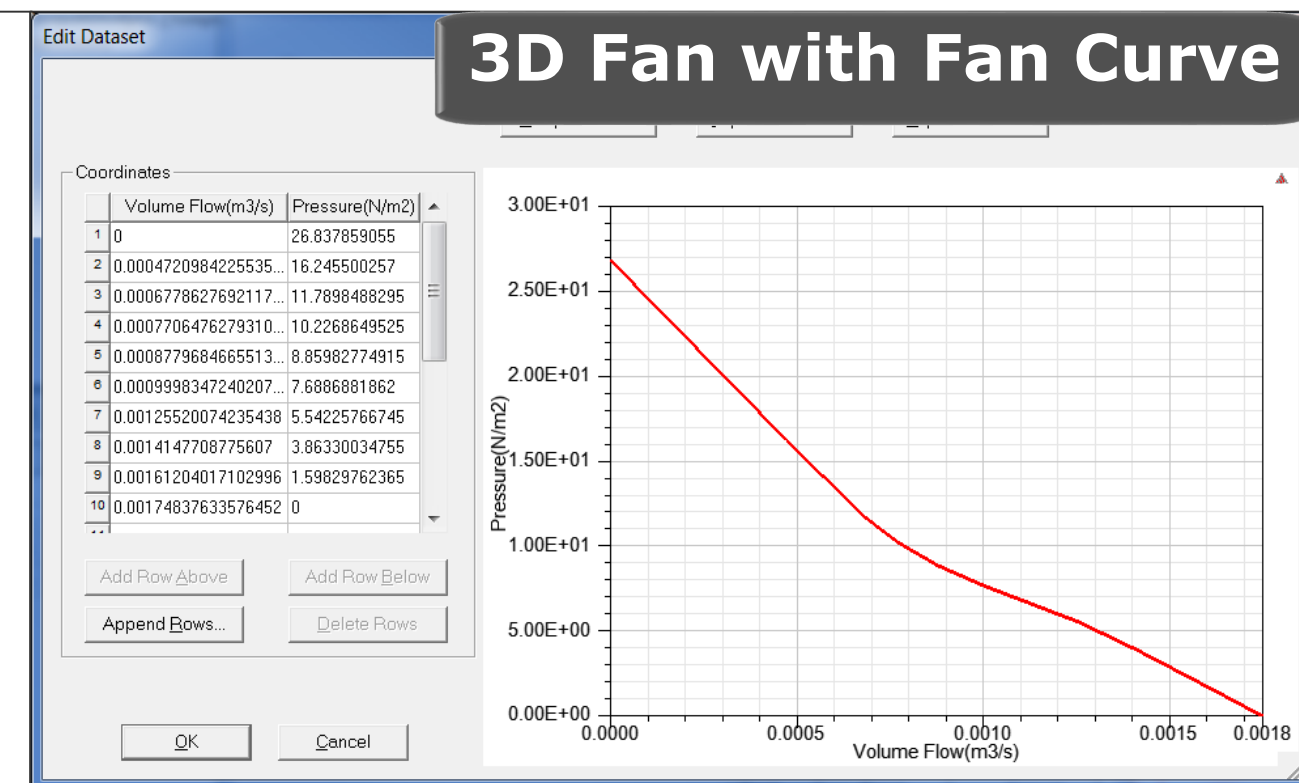
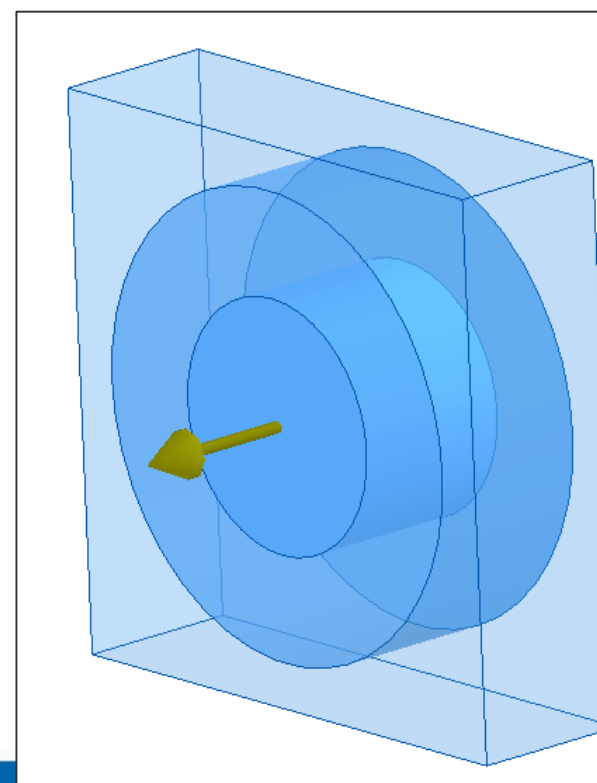
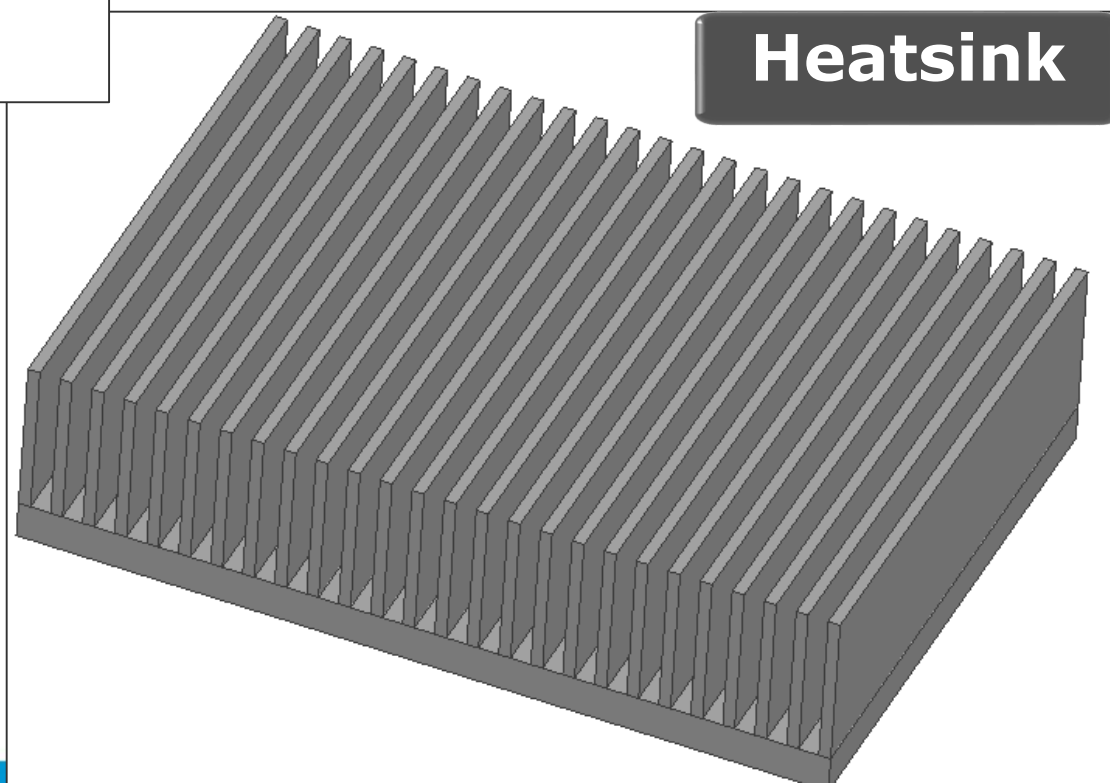
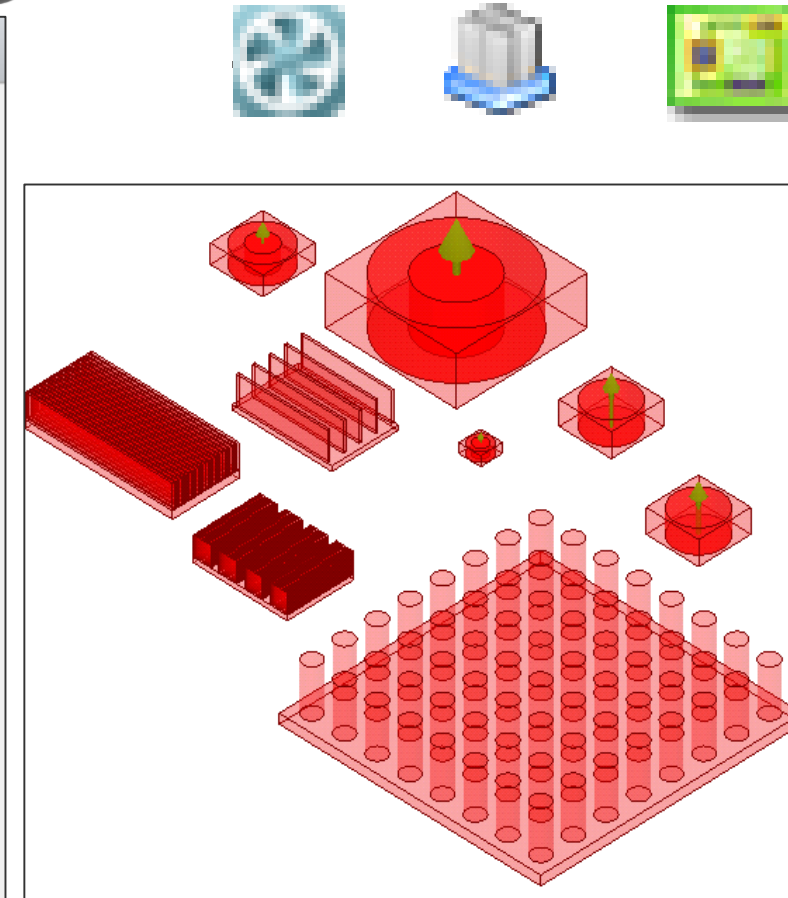
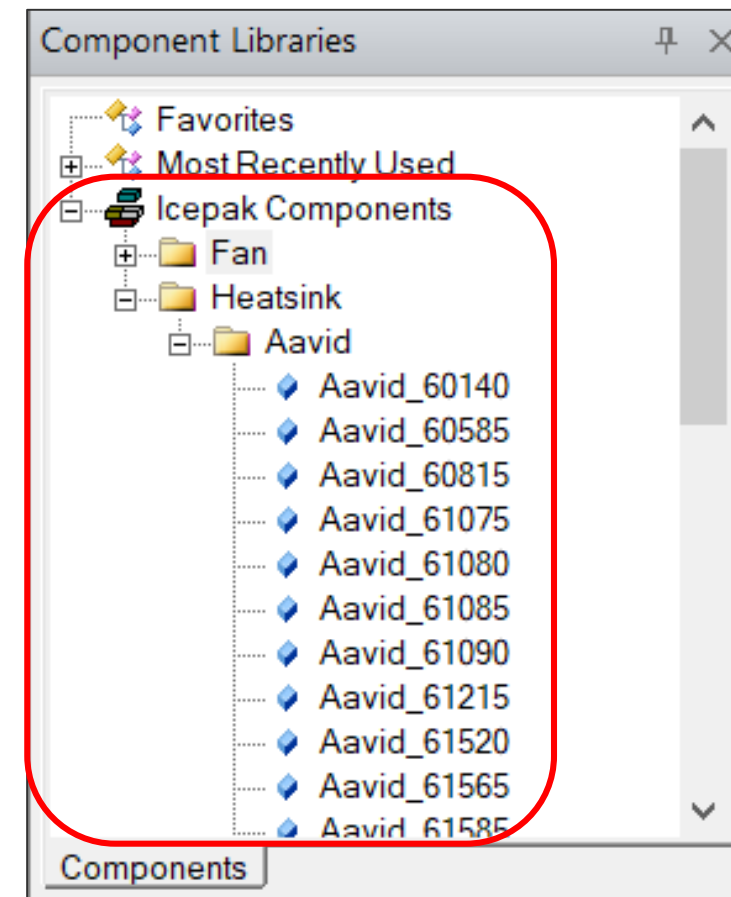


ed.

AEDT Icepak – 3D 组件

- 使用易于理解的面板创建3D组件，便于模型构建
- 可以创建自定义风扇，散热器和PCB
- 内置供应商组件库

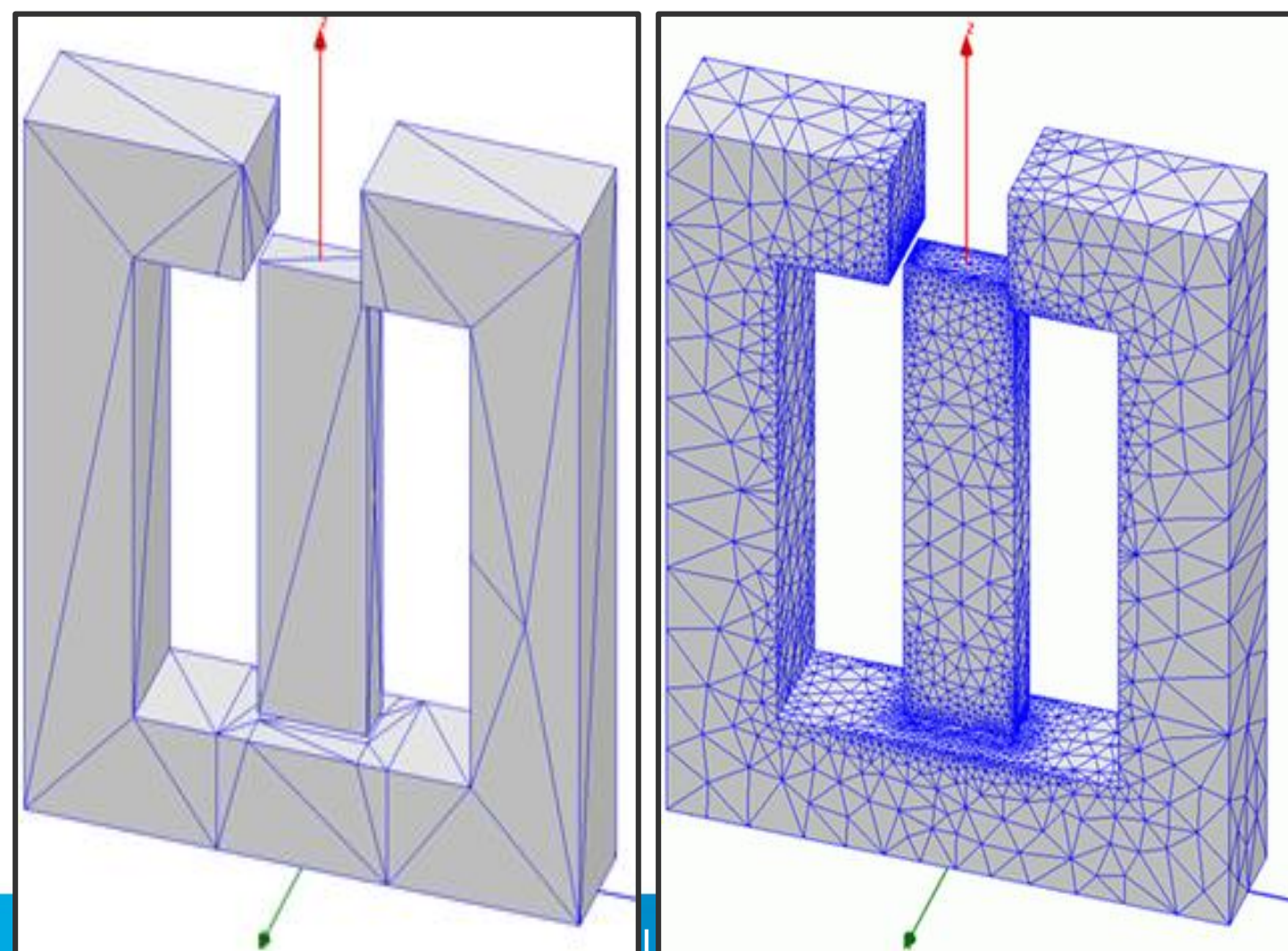
Component Library



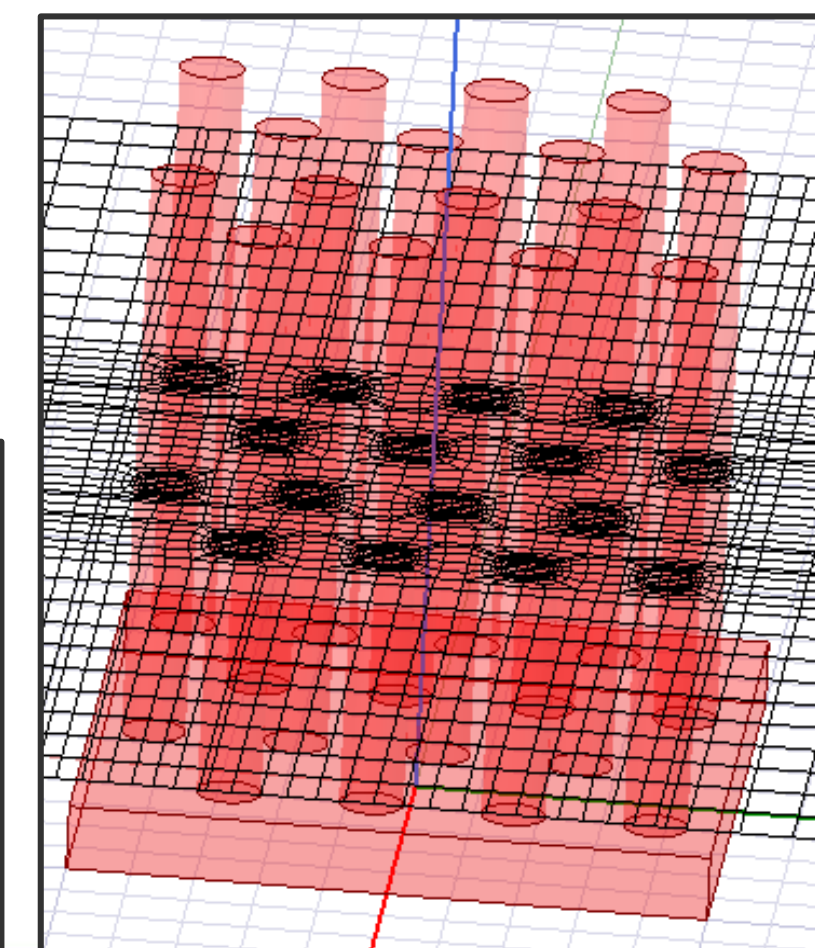
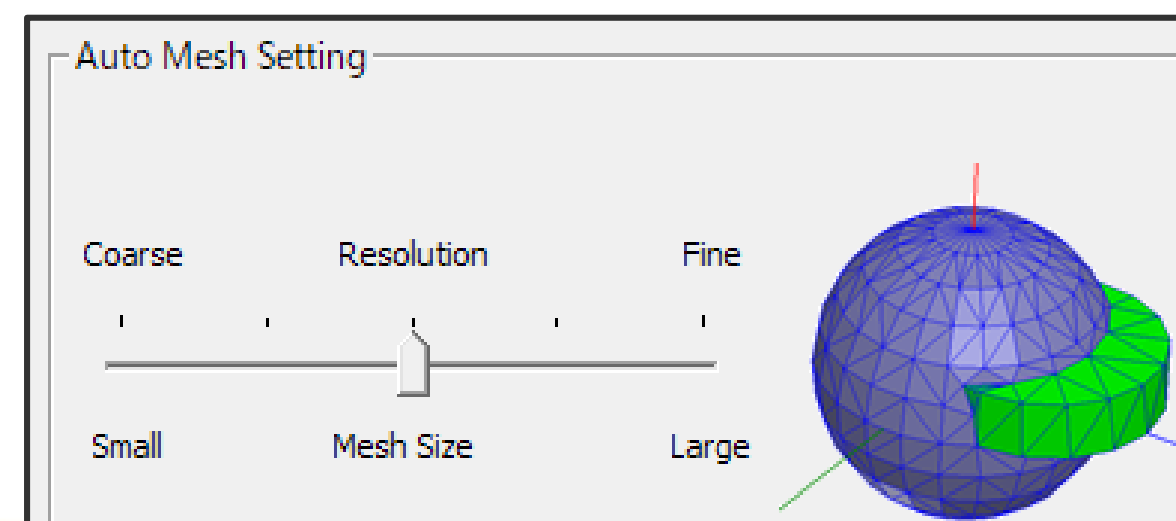
网格划分方法 – ANSYS EM工具和ANSYS Icepak

- ANSYS电磁 (EM) 软件 (HFSS , Maxwell , Q3D , SIwave) 的 “Auto Mesh” 含义与 ANSYS CFD软件 (AEDT中的Icepak) 不同。

HFSS中的自适应网格划分-求解过程的一部分

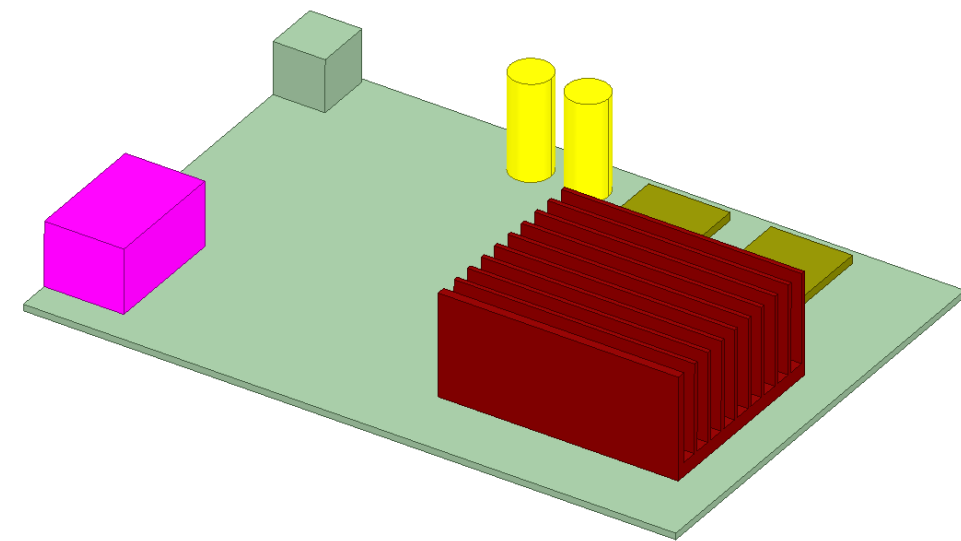


Icepak中的自动网格划分-必须在求解阶段之前生成并检查网格



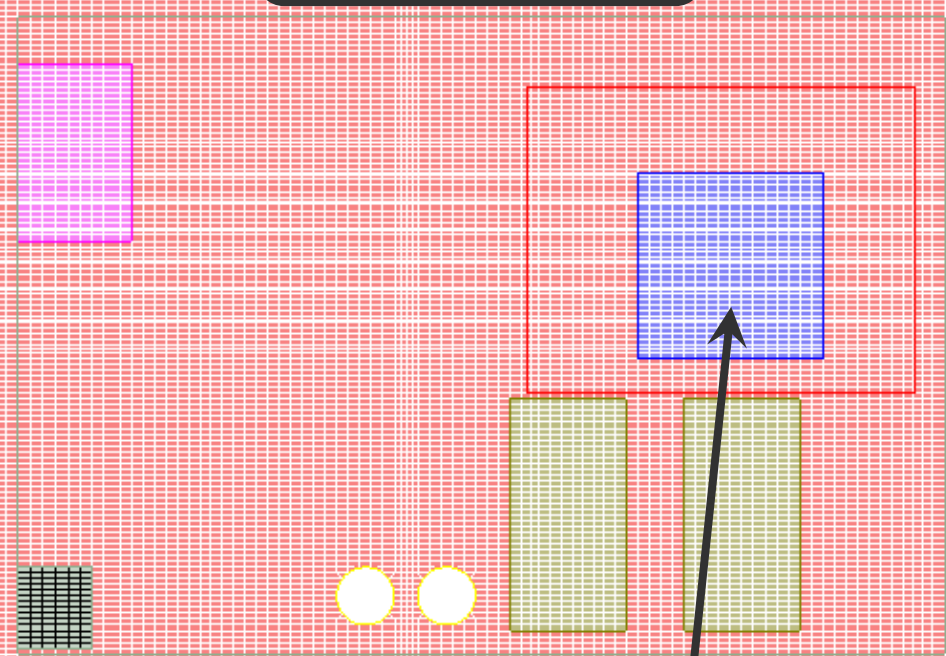
AEDT Icepak 网格划分

- 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。



No Mesh Region

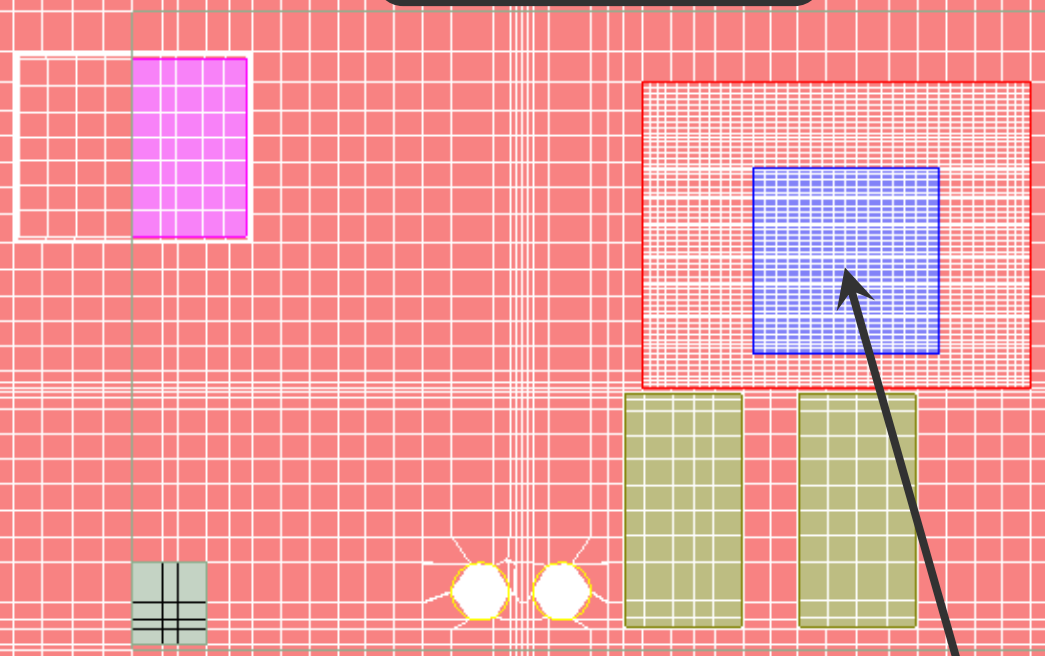
1.5M Cells



**Heatsink and
Package**

Mesh Region around Heatsink

127k Cells



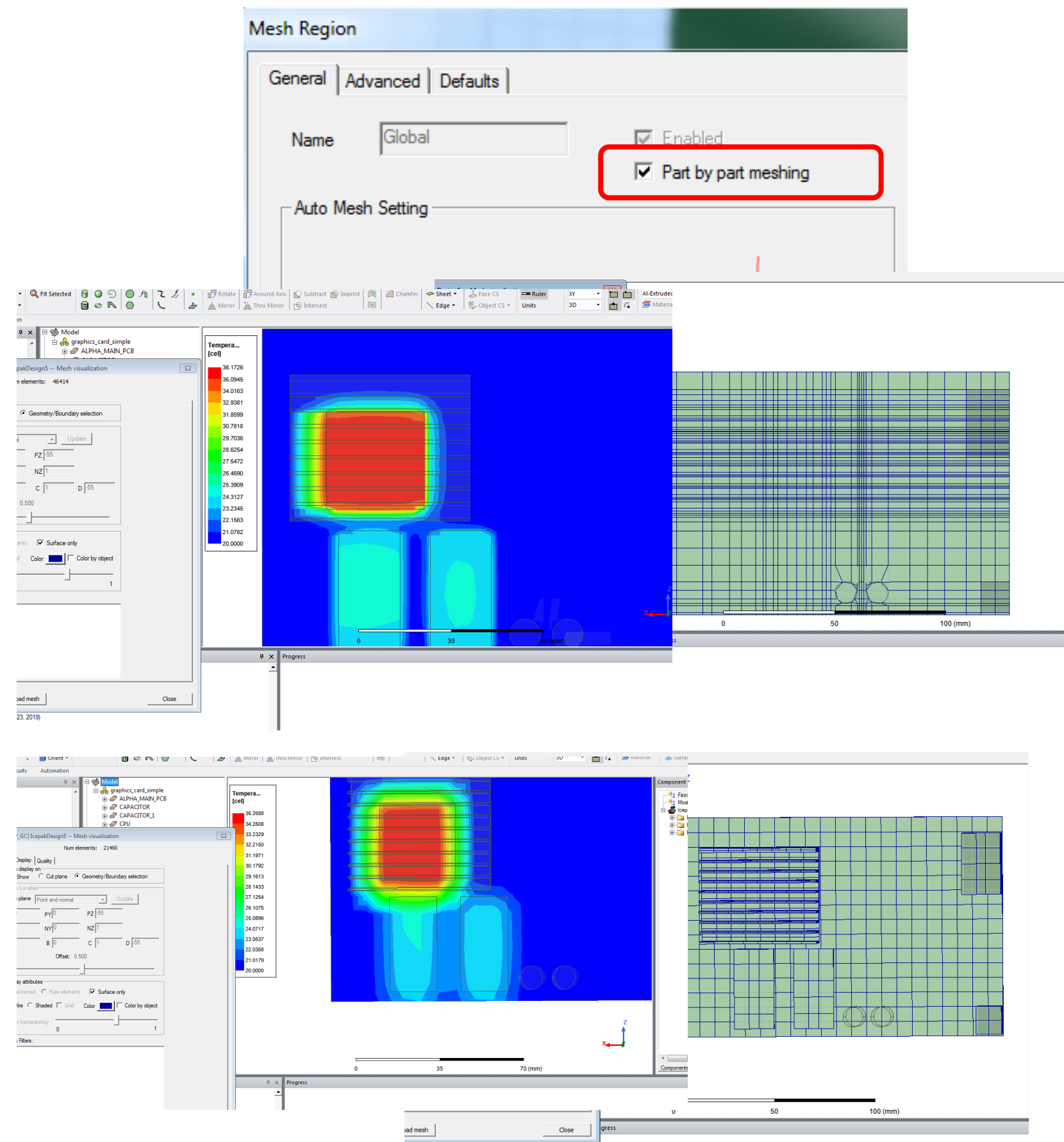
Coarse outer mesh

**Fine mesh around
heatsink**

Part-by-Part 网格划分 [Beta]

■ 仅用于传导模拟的新网格划分功能

- 全局Mesh Region设置
- 为每个几何体创建虚拟网格区域
 - ✓ 从“父”网格区域（如果存在）或全局继承网格设置
 - ✓ 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
- 网格划分滑动条改进^新
 - ✓ 使用2D MLM识别细薄对象（纵横比> 25）并划分网格
 - ✓ 使用2D MLM识别拉伸对象（纵横比> 10）并划分网格
- 网格划分算法注意事项^新
 - ✓ 具有边界条件的 Sheets 将与相邻的 3D 对象作为一个 part 一起划网格
 - ✓ 两个 Solid 对象有接触面, 并且在接触面上有边界条件, 那么这两个对象将被作为一个 part划分网格
 - ✓ 最高网格级别限制为3（非 part-by-part默认值为 8）

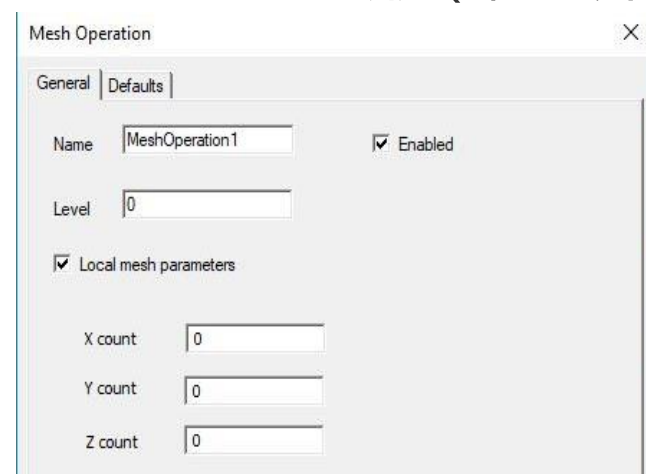


局部网格控制

■ 可启用 “per object” 网格划分控件

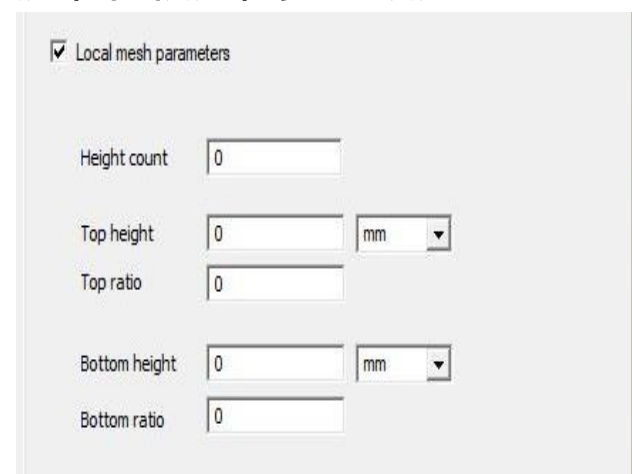
- 直接将网格控制指定给选定的分配
- 可以分配给对象（3D和2D）、面或边
- 网格输入取决于“形状”、“方向”和“选择”模式
- 支持的对象形状：
 - ✓ 3D：棱柱（轴对齐），多边形，圆柱体
 - ✓ 2D：矩形（轴对齐），倾斜矩形，圆形，多边形

Prism/
CAD



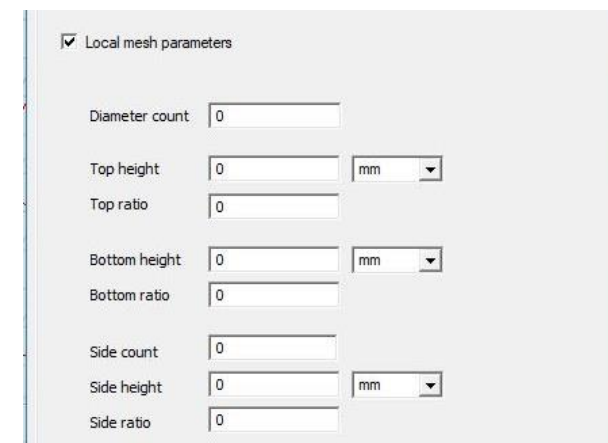
Mesh Operation dialog box for Prism/CAD. The 'General' tab is active. Name: MeshOperation1, Enabled: checked. Level: 0. Local mesh parameters: checked. X count: 0, Y count: 0, Z count: 0.

Polygon
3D



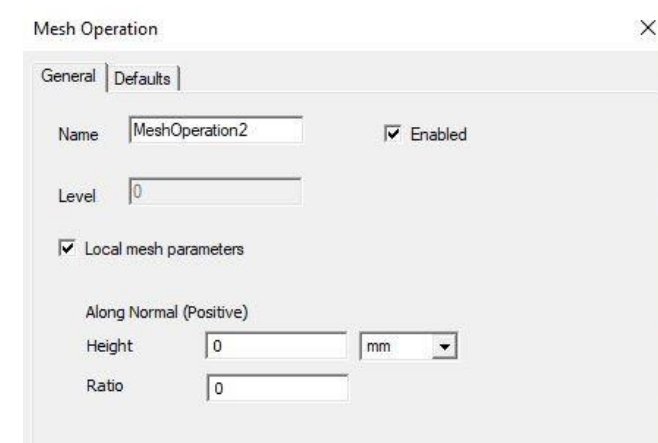
Local mesh parameters dialog box for Polygon 3D. Local mesh parameters: checked. Height count: 0. Top height: 0 mm, Top ratio: 0. Bottom height: 0 mm, Bottom ratio: 0.

Cylinder



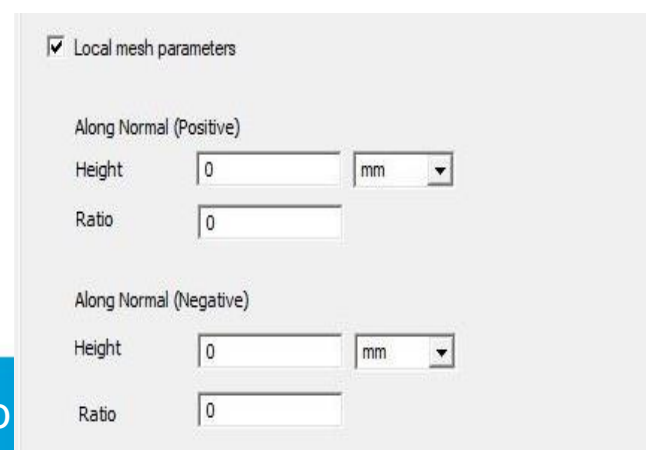
Local mesh parameters dialog box for Cylinder. Local mesh parameters: checked. Diameter count: 0. Top height: 0 mm, Top ratio: 0. Bottom height: 0 mm, Bottom ratio: 0. Side count: 0, Side height: 0 mm, Side ratio: 0.

Face



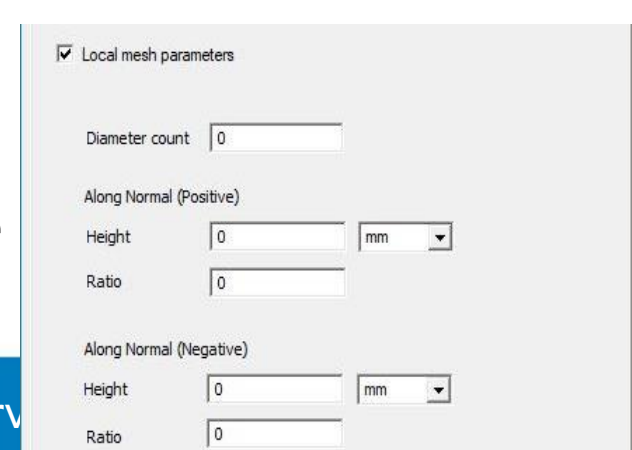
Mesh Operation dialog box for Face. The 'General' tab is active. Name: MeshOperation2, Enabled: checked. Level: 0. Local mesh parameters: checked. Along Normal (Positive): Height: 0 mm, Ratio: 0.

Rectangle
Axis-
aligned/
Inclined



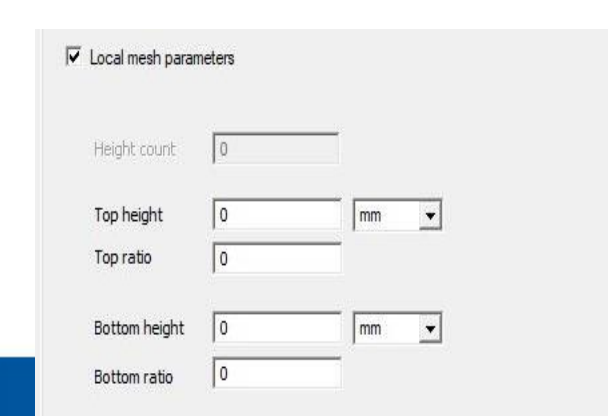
Local mesh parameters dialog box for Rectangle. Local mesh parameters: checked. Along Normal (Positive): Height: 0 mm, Ratio: 0. Along Normal (Negative): Height: 0 mm, Ratio: 0.

Circle



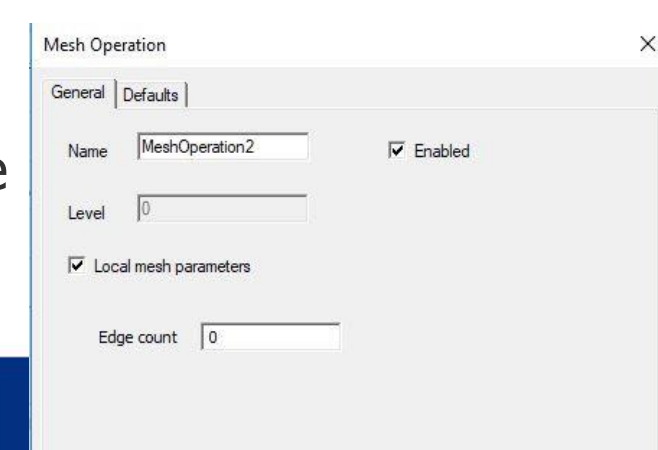
Local mesh parameters dialog box for Circle. Local mesh parameters: checked. Diameter count: 0. Along Normal (Positive): Height: 0 mm, Ratio: 0. Along Normal (Negative): Height: 0 mm, Ratio: 0.

Polygon
2D



Local mesh parameters dialog box for Polygon 2D. Local mesh parameters: checked. Height count: 0. Top height: 0 mm, Top ratio: 0. Bottom height: 0 mm, Bottom ratio: 0.

Edge

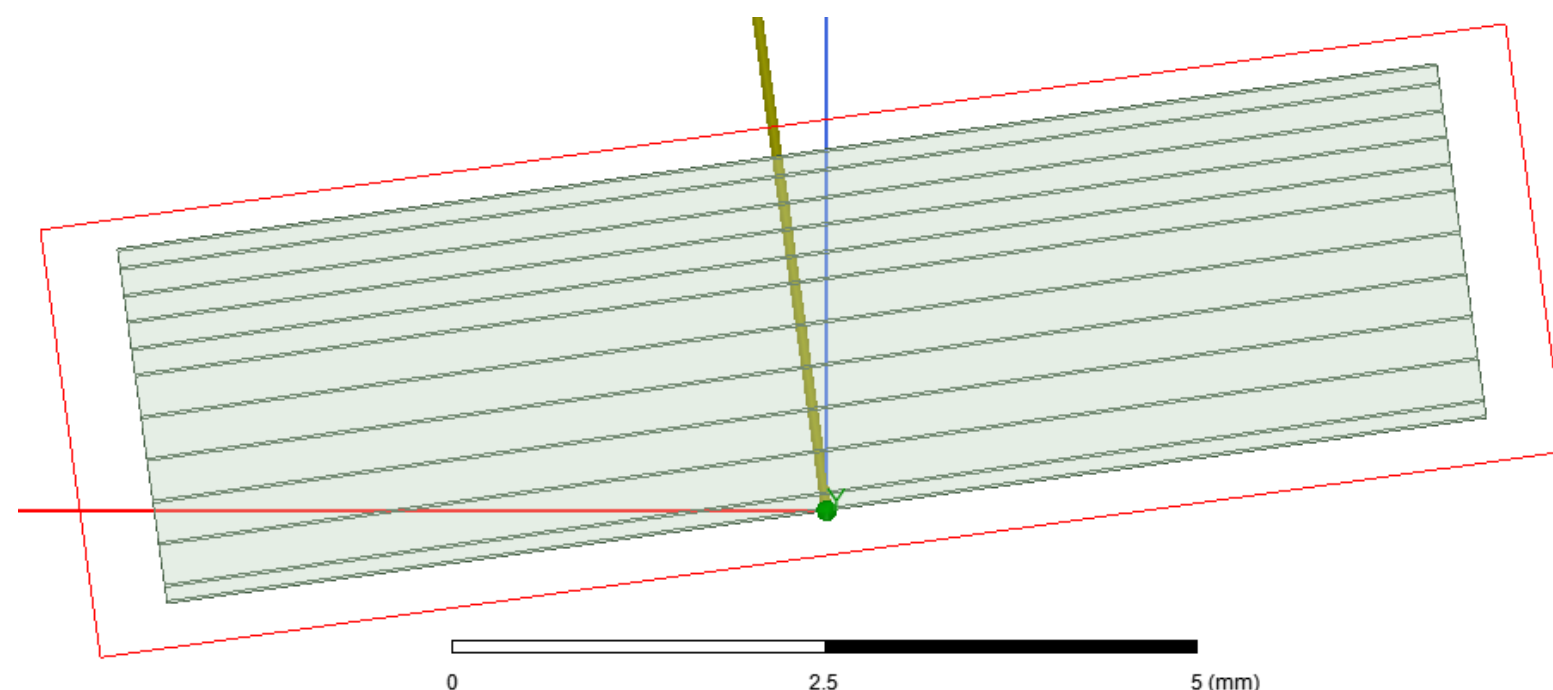


Mesh Operation dialog box for Edge. The 'General' tab is active. Name: MeshOperation2, Enabled: checked. Level: 0. Local mesh parameters: checked. Edge count: 0.

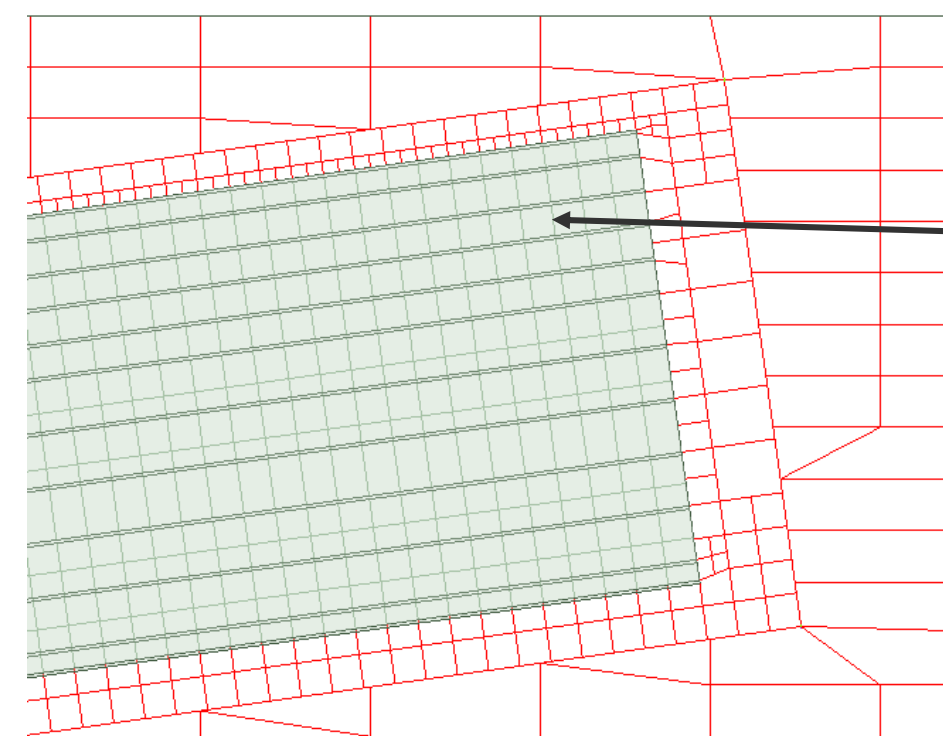
倾斜PCB的网格划分

■ 倾斜mesh region内的PCB自动用 2D MLM分别划分网格

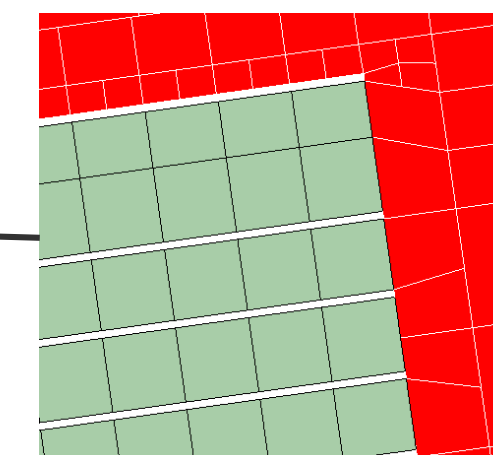
- 薄的PCB用2D MLM划分网格
- 确保PCB的所有层都被正确处理



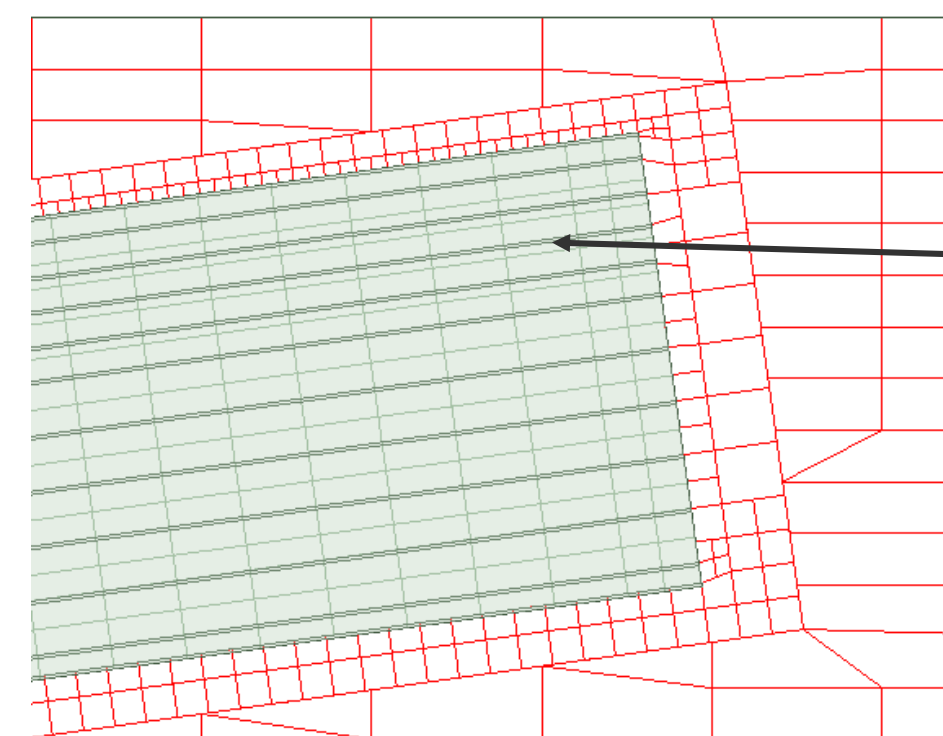
包围PCB的倾斜的mesh region



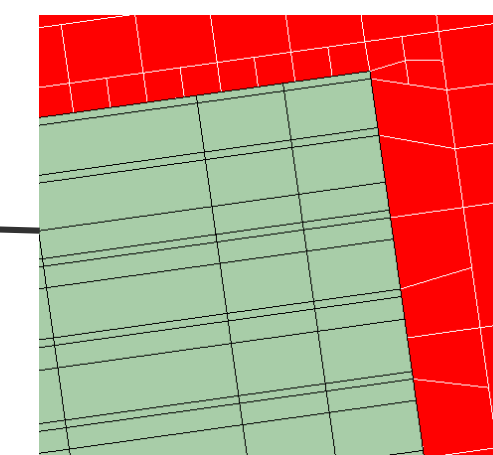
没有单独划分网格



一些薄层无法解决。
用户需要手动指定
设置。



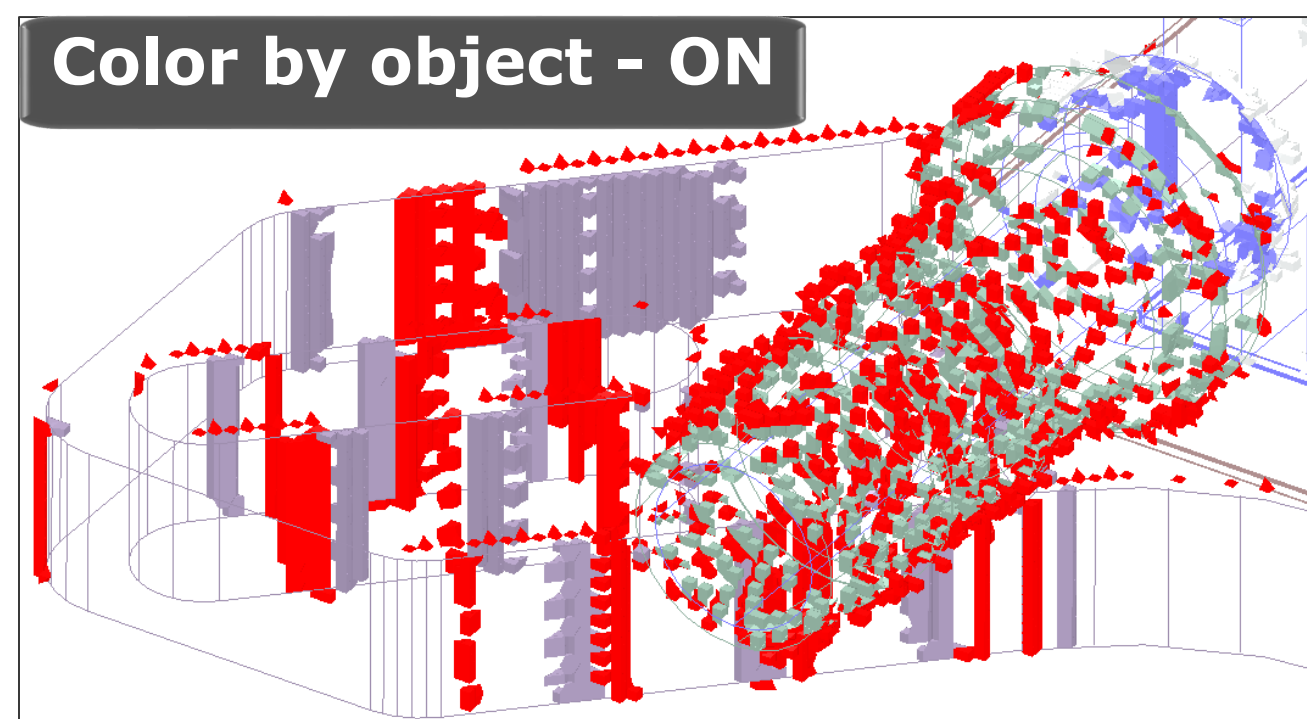
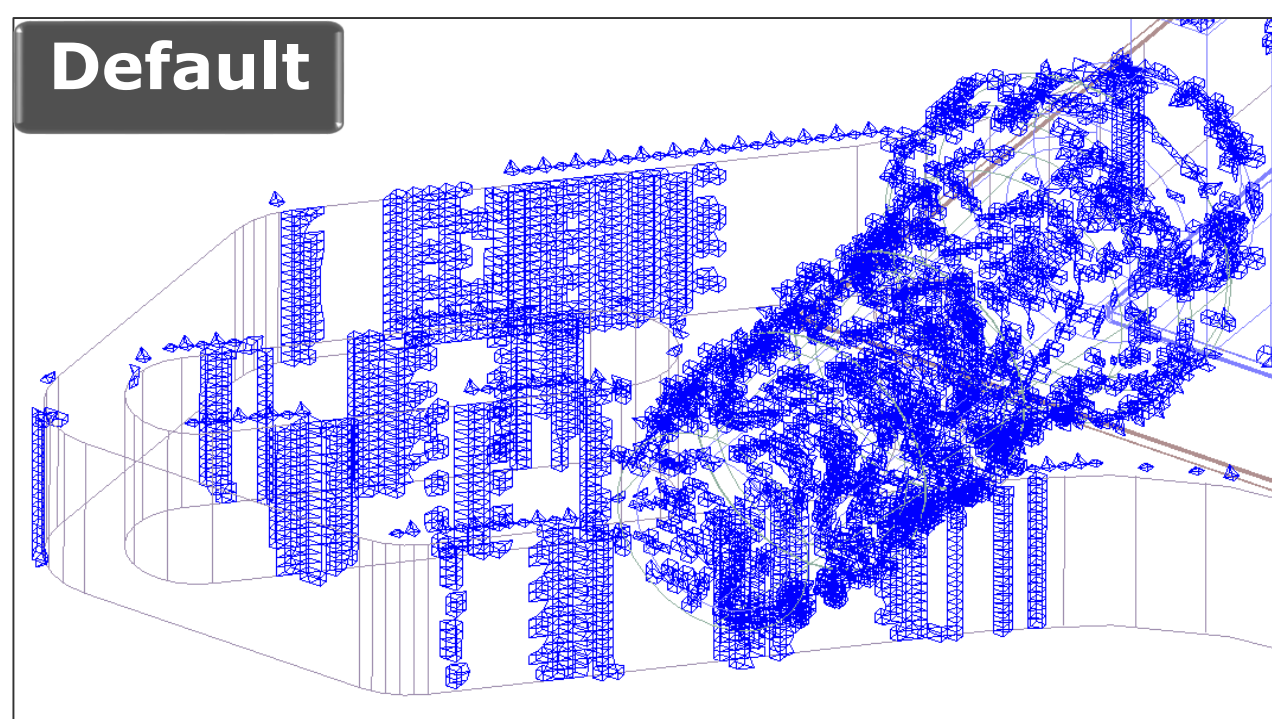
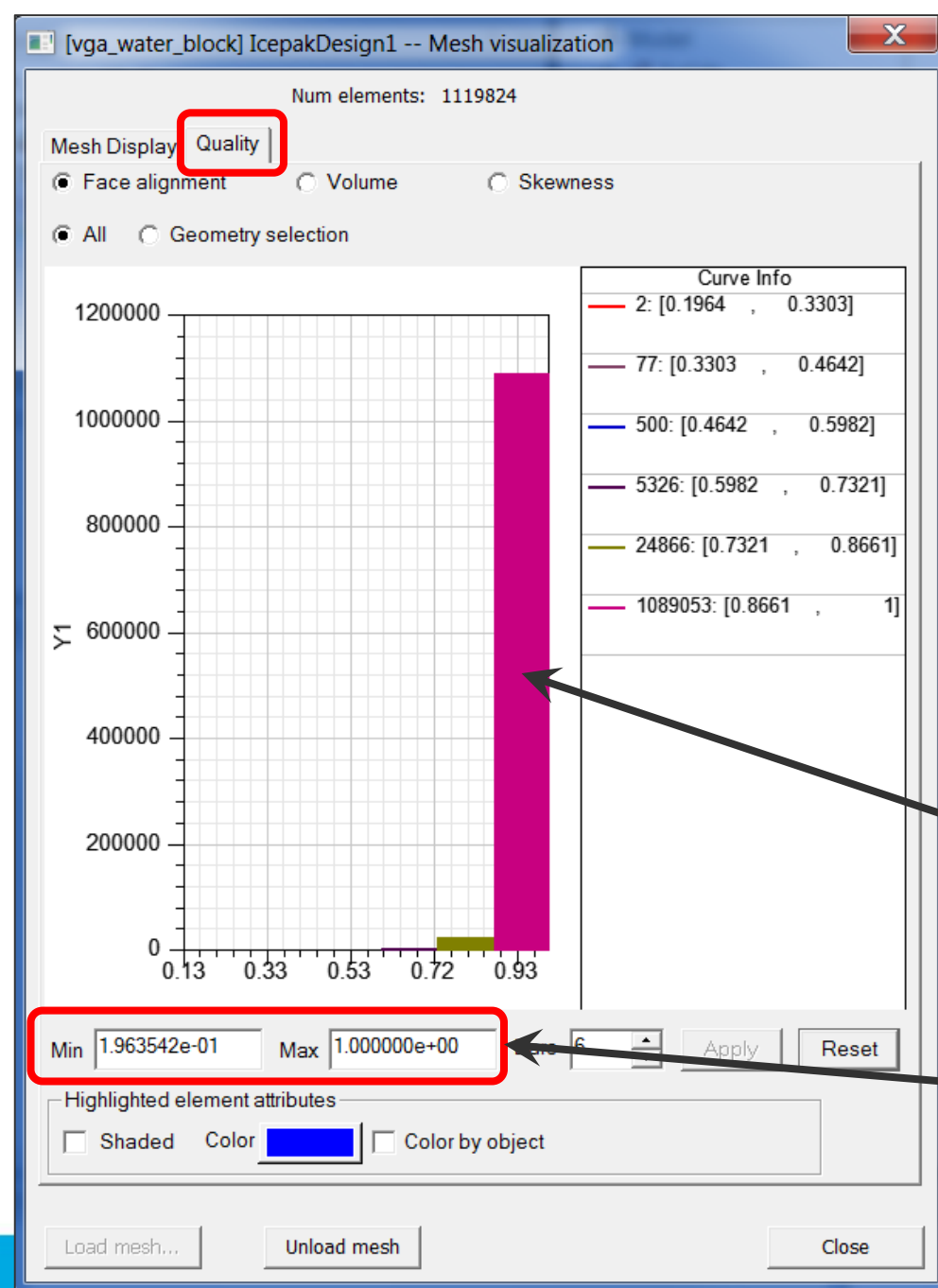
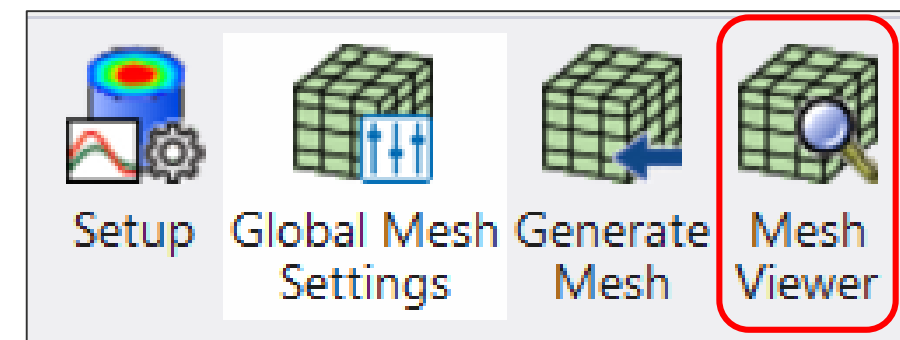
单独划分网格



自动2D MLM使用
方便的滑块设置

AEDT Icepak 网格质量

- 网格的质量可以使用 “Face alignment” 、 “Volume” 和 “Skewness” 进行检查



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

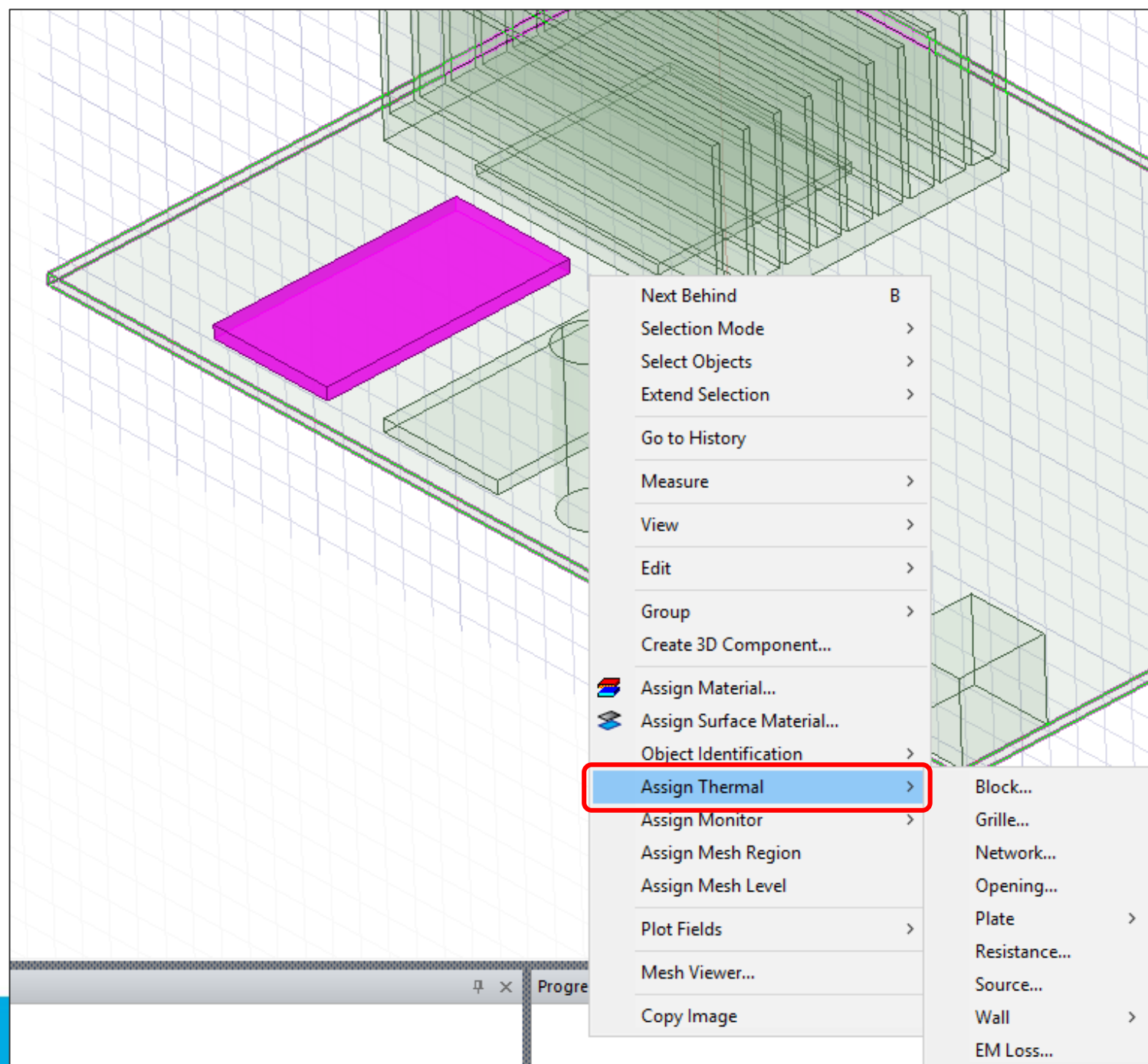


对任何Icepak模型，请确保：

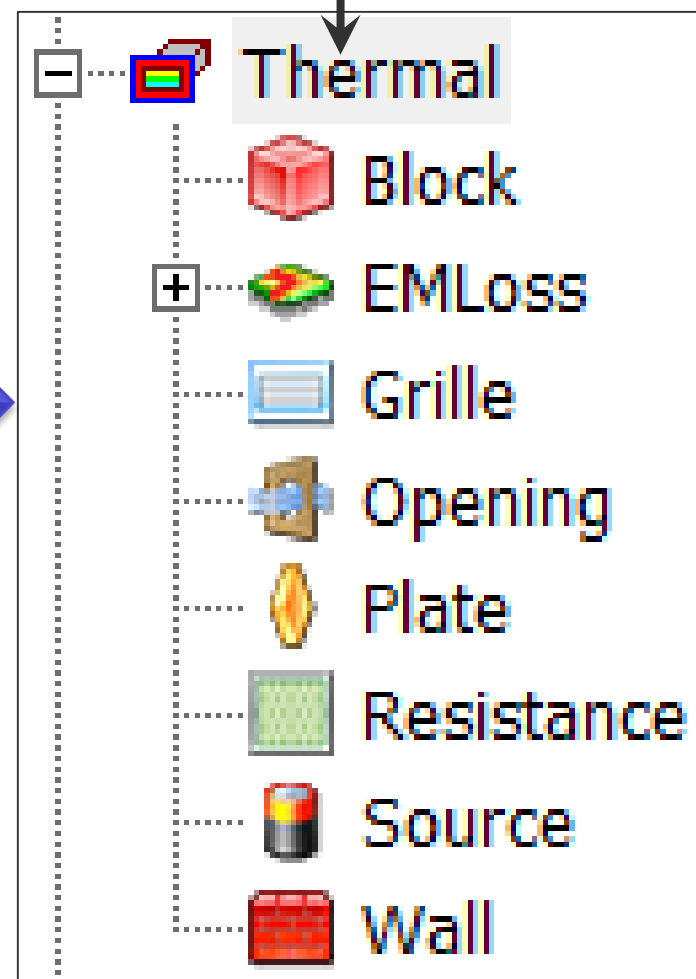
- Face alignment > 0.05
- Skewness > 0.02
- Volume > 1e-13 (单精度)
- Volume > 1e-15 (双精度)

AEDT Icepak 流动和热模型

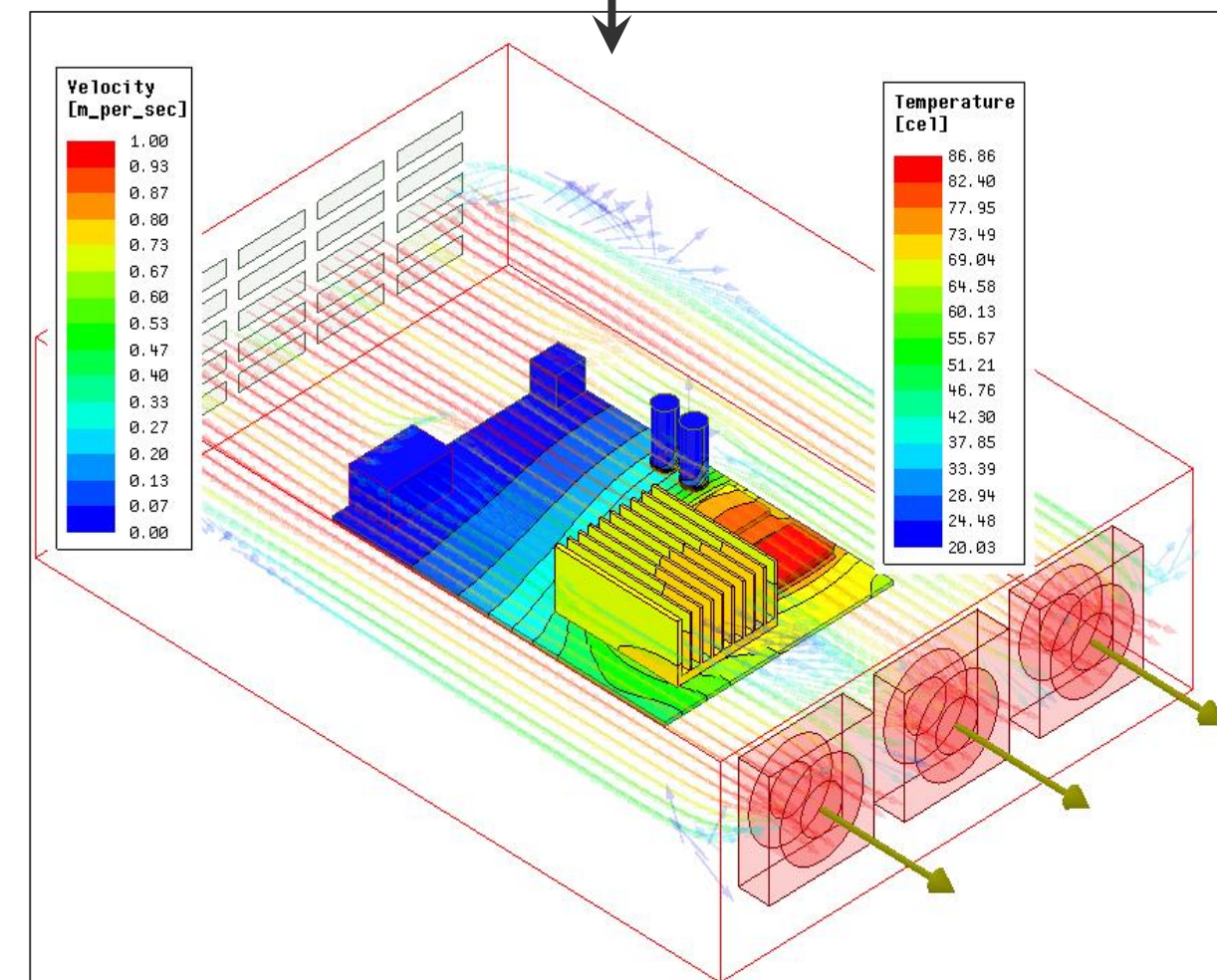
- 直观的流动和热边界条件
- 选择对象，右键单击并选择Assign Thermal



项目树中显示的热条件



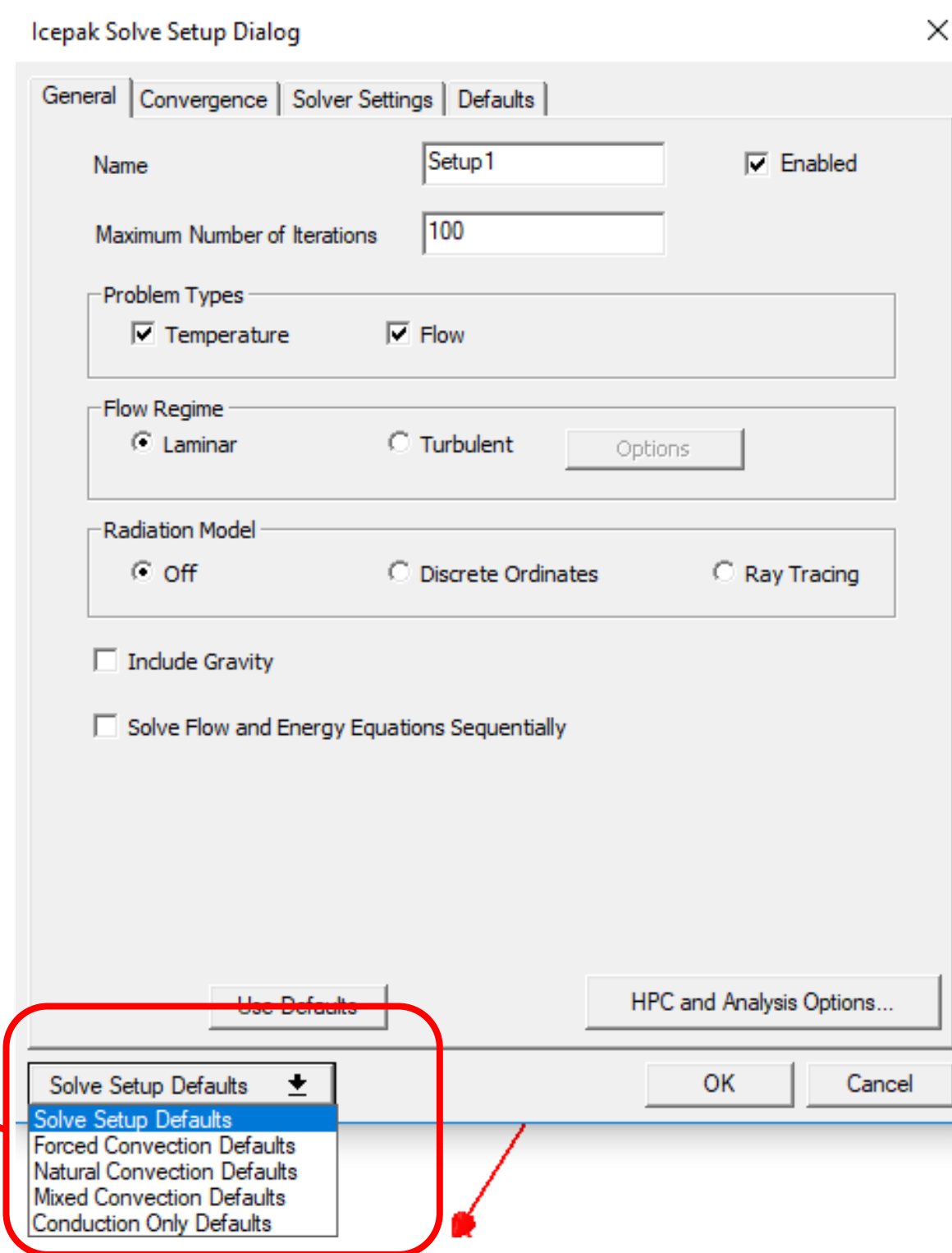
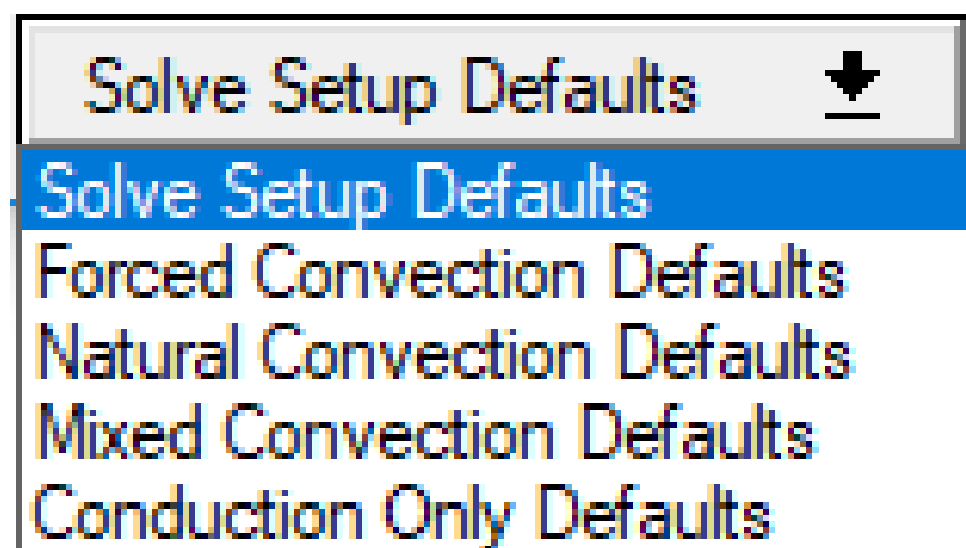
外壳内的温度和流场



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



AEDT Icepak 瞬态模拟

■ 新求解类型

- 瞬态

■ 瞬态设置

- 模拟的开始和结束时间
- 时间步长（常数，可变，自动）^新
 - ✓ 常数，线性，分段常数，分段线性，方波，自动

- 求解保存间隔（恒定）

- 所有瞬态变化的单一预览^新

■ 电磁耦合

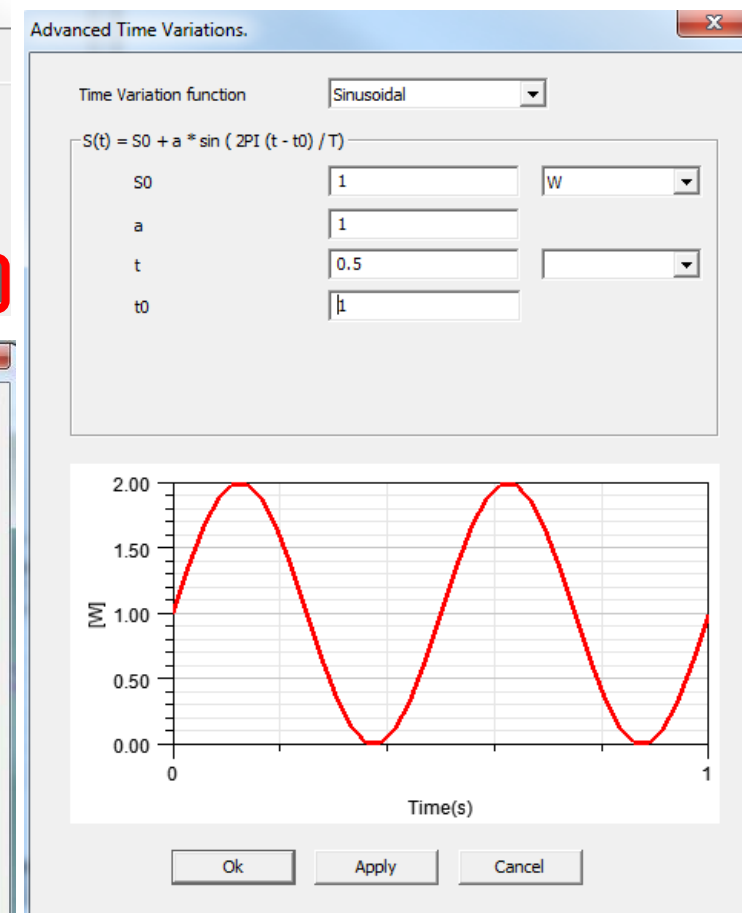
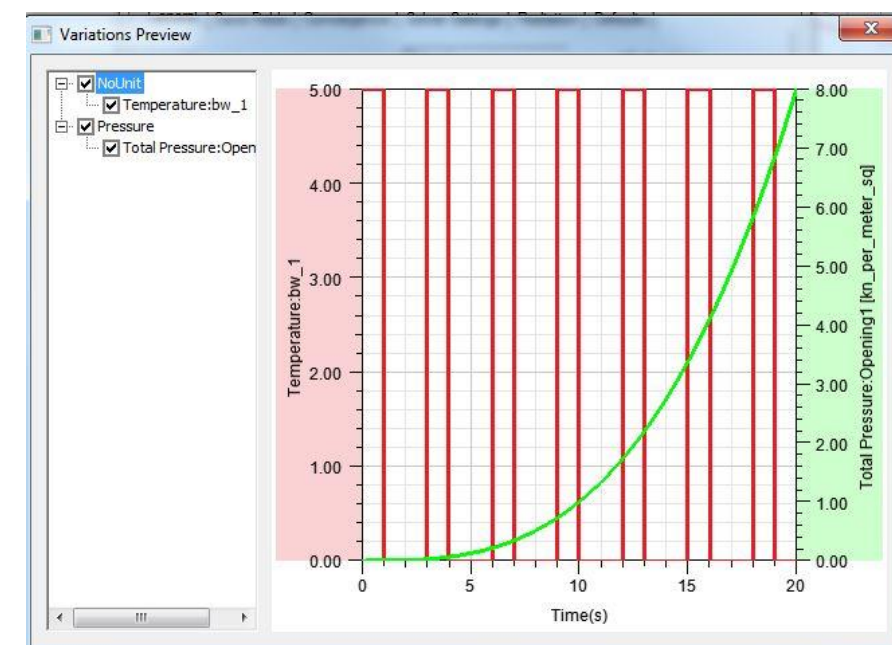
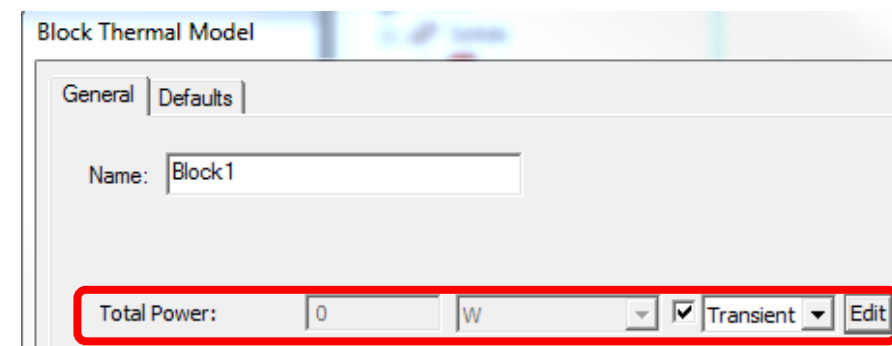
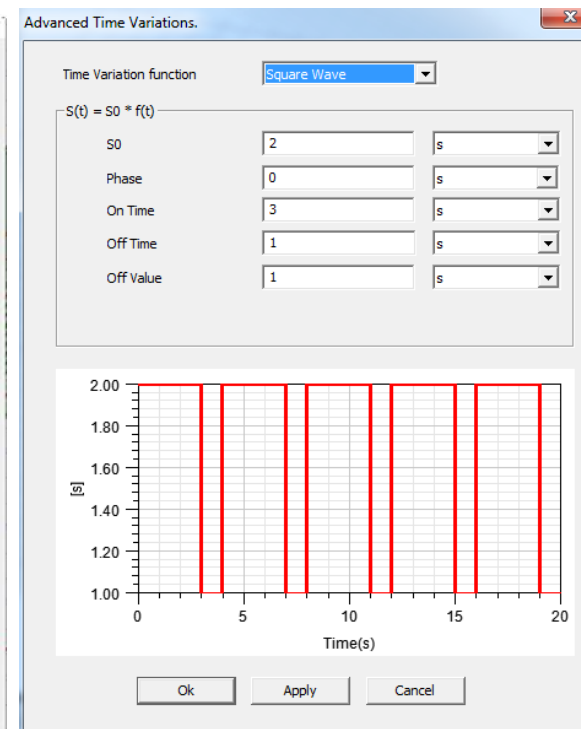
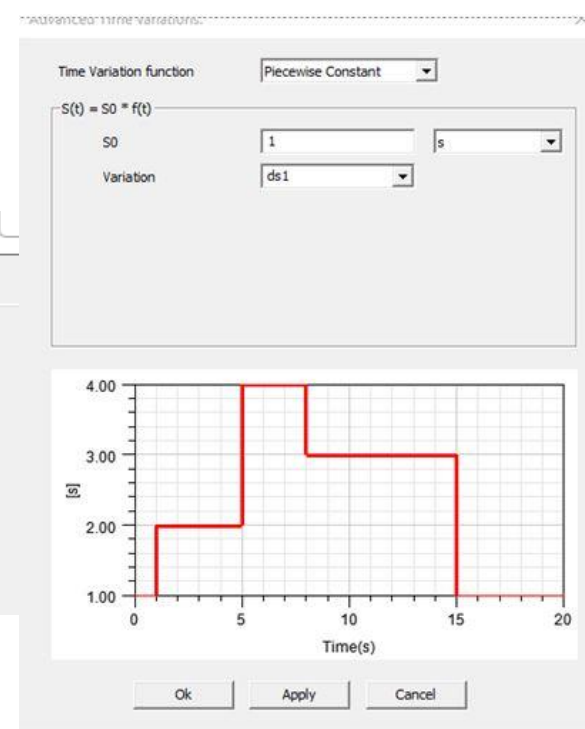
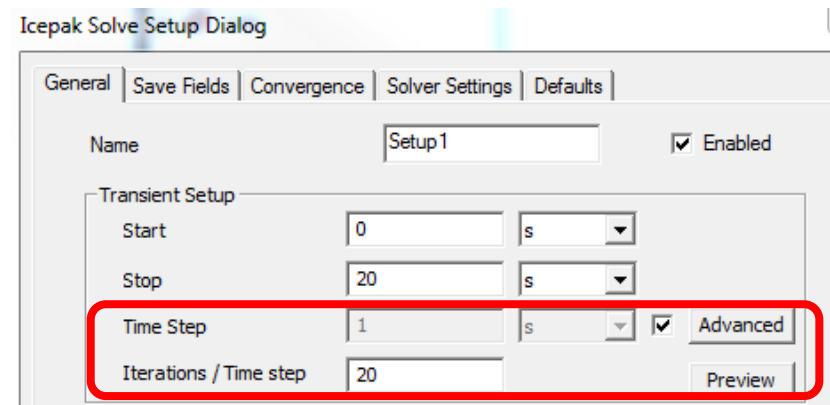
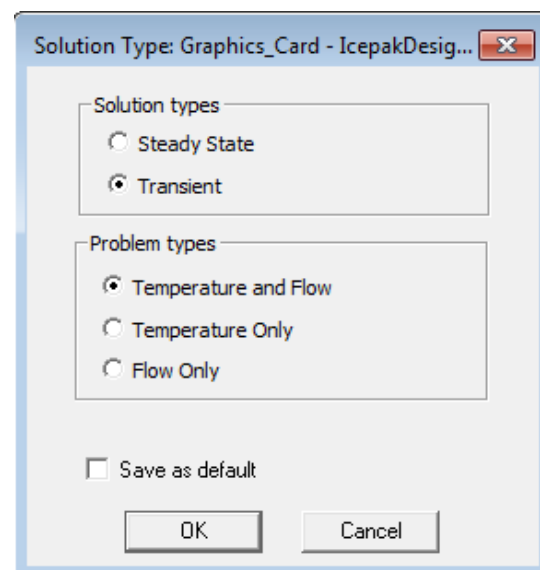
- 可用EM损失边界*

■ 优化

- 支持所有稳态变化

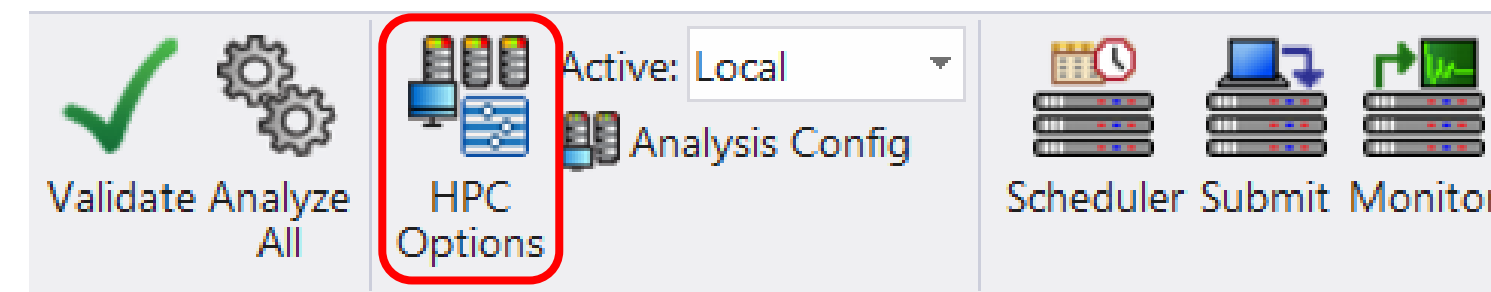
■ 边界条件^新

- 线性，指数，幂律，正弦，分段线性，方波^新
- 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
- Network Powers^新
- 风扇强度^新

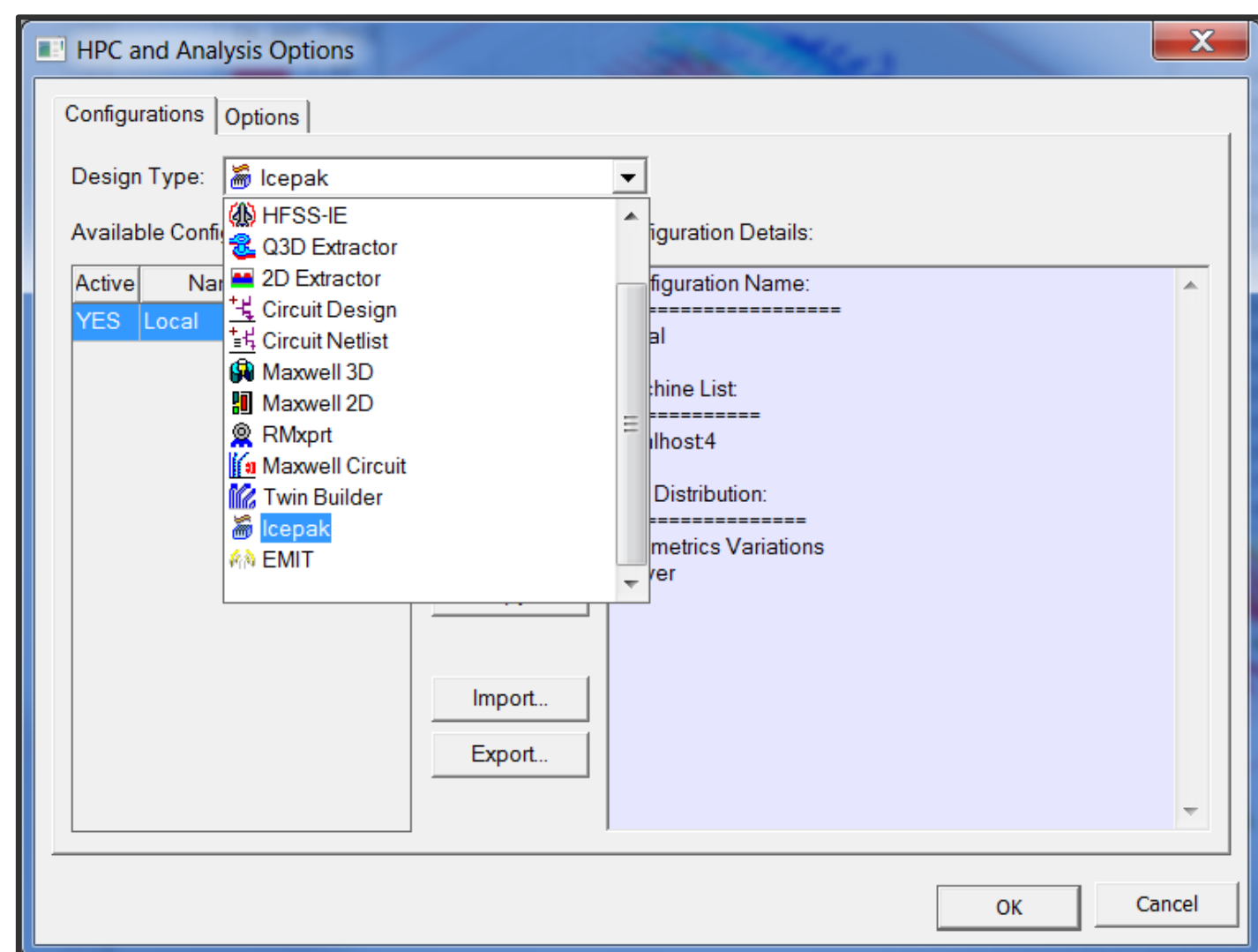


AEDT Icepak HPC配置

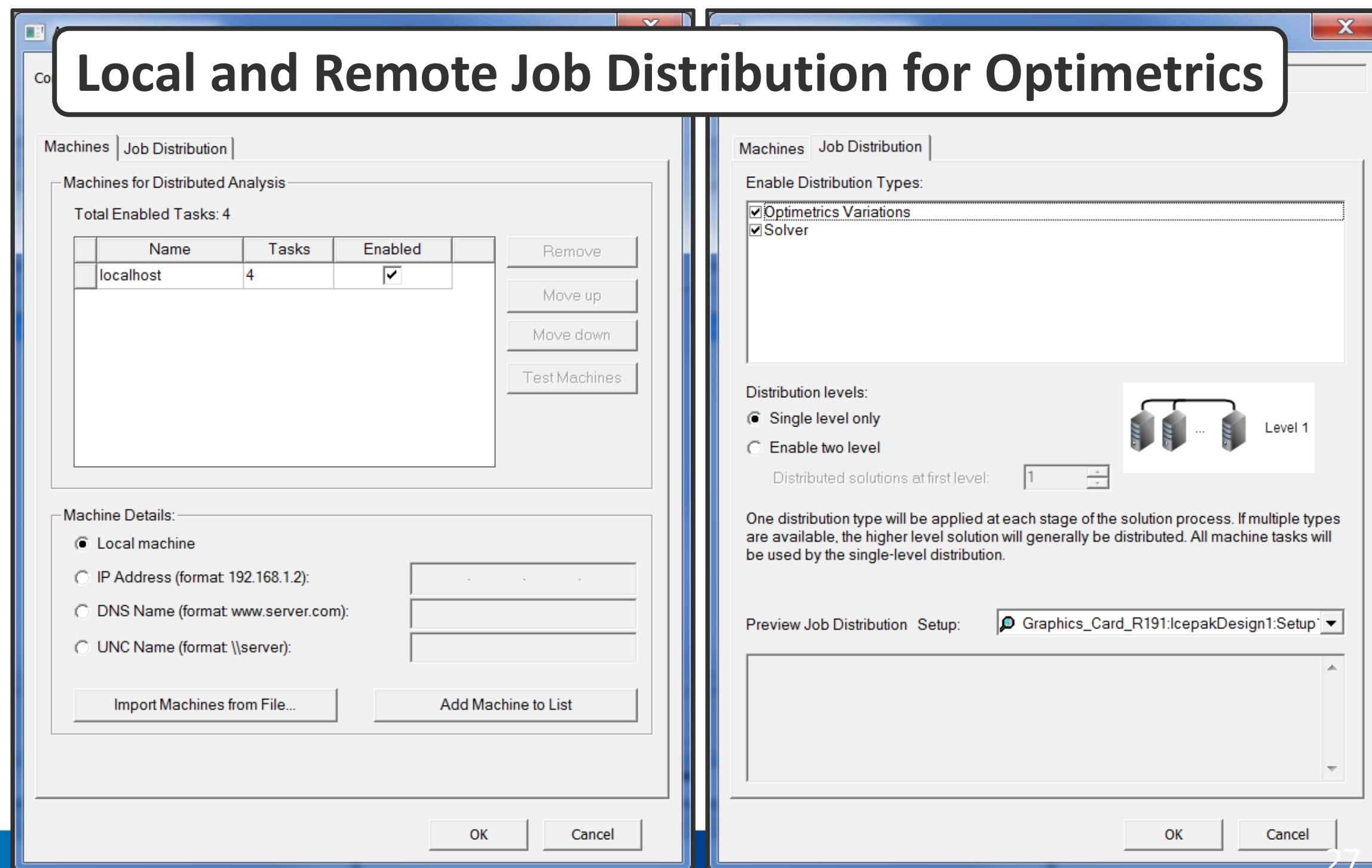
- AEDT中每个求解器可自定义HPC配置



HPC Options by Design Type



Local and Remote Job Distribution for Optimetrics

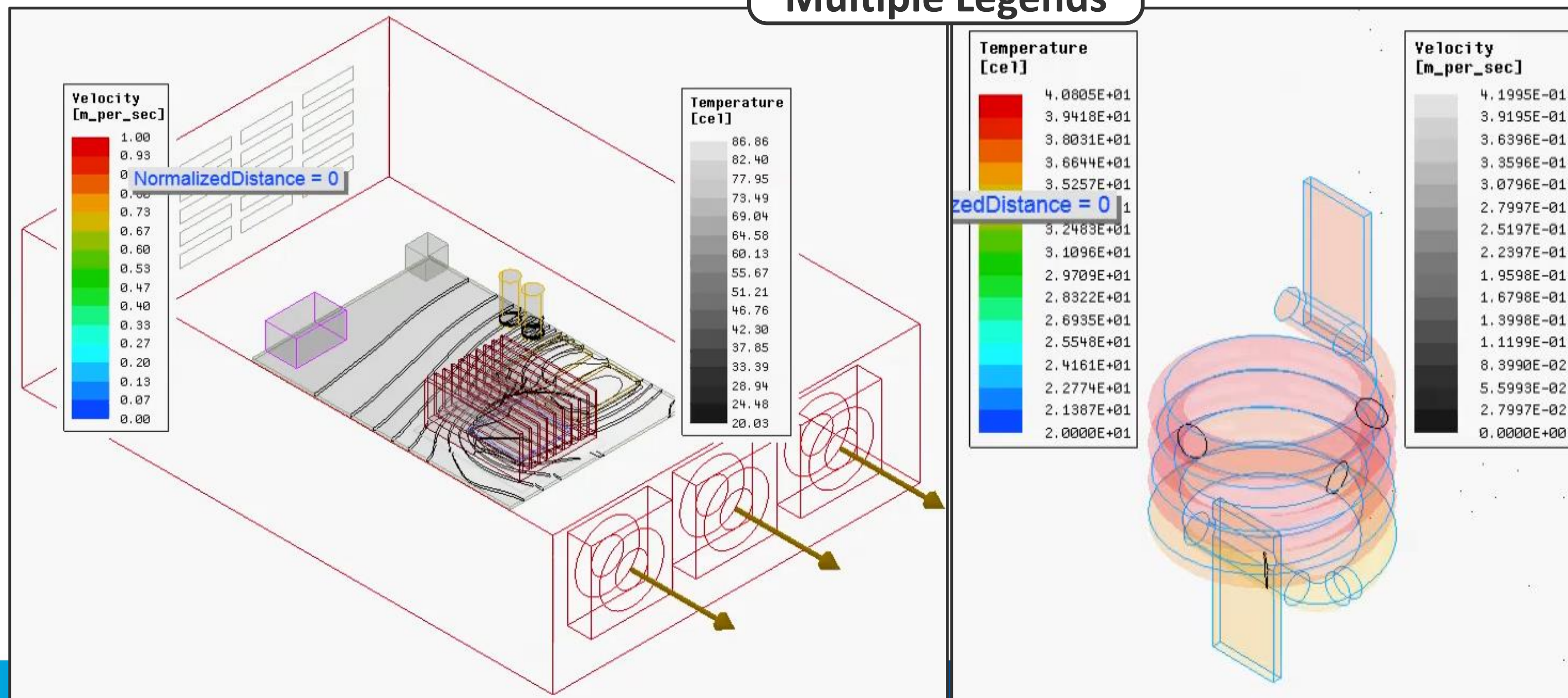


AEDT Icepak 后处理

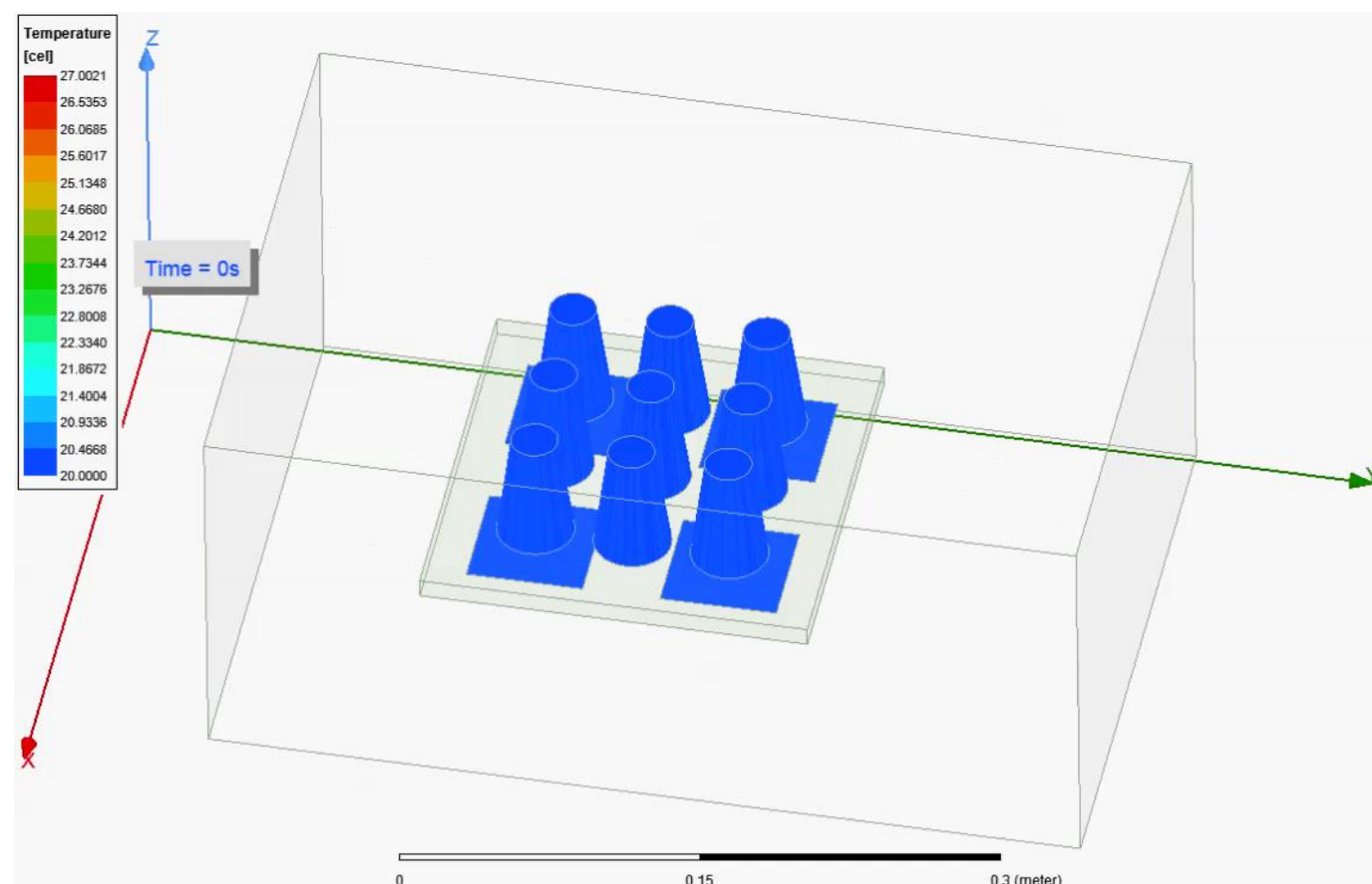
- 高质量的图片和易于使用的后处理对象
- 简化的动画创作

Support for Multiple Legends

- Field Overlays
- Temperature
- Velocity
- Heat Transfer Coefficient



瞬态模拟 - 后处理 & 报告



	Time [s]	Temperature [cel] Setup1 : Transient
1	0.000000	19.999994
2	3.000000	22.526849
3	6.000000	23.596735
4	9.000000	24.380823
5	12.000000	25.056024
6	15.000000	25.674677
7	18.000000	26.258508
8	21.000000	26.818597

Report: transient_tutorial13vhcn_2 - transient_tutorial13vhcn - Calculator Expressions Table 1 - Temperat...

Context

Solution: Setup1 : Transient

Geometry: pmon_source_1_1

Points: 1

Trace Families Families Display

Primary Sweep: Time All

X: ☒ Default Time

Y: Temperature Range Function...

Category: Variables Output Variables Calculator Expressions Calculator Complex Expr...

Quantity: Pressure Temperature Ux Uy Uz HeatFlowRate

Function: <none> abs acos acosh ang_deg ang_deg_val ang_rad

Fields Summary: Graphics_Card - IcepakDesign1

Inputs

Solution: Setup1 : Transient

Design Variation: Nominal

Time All times

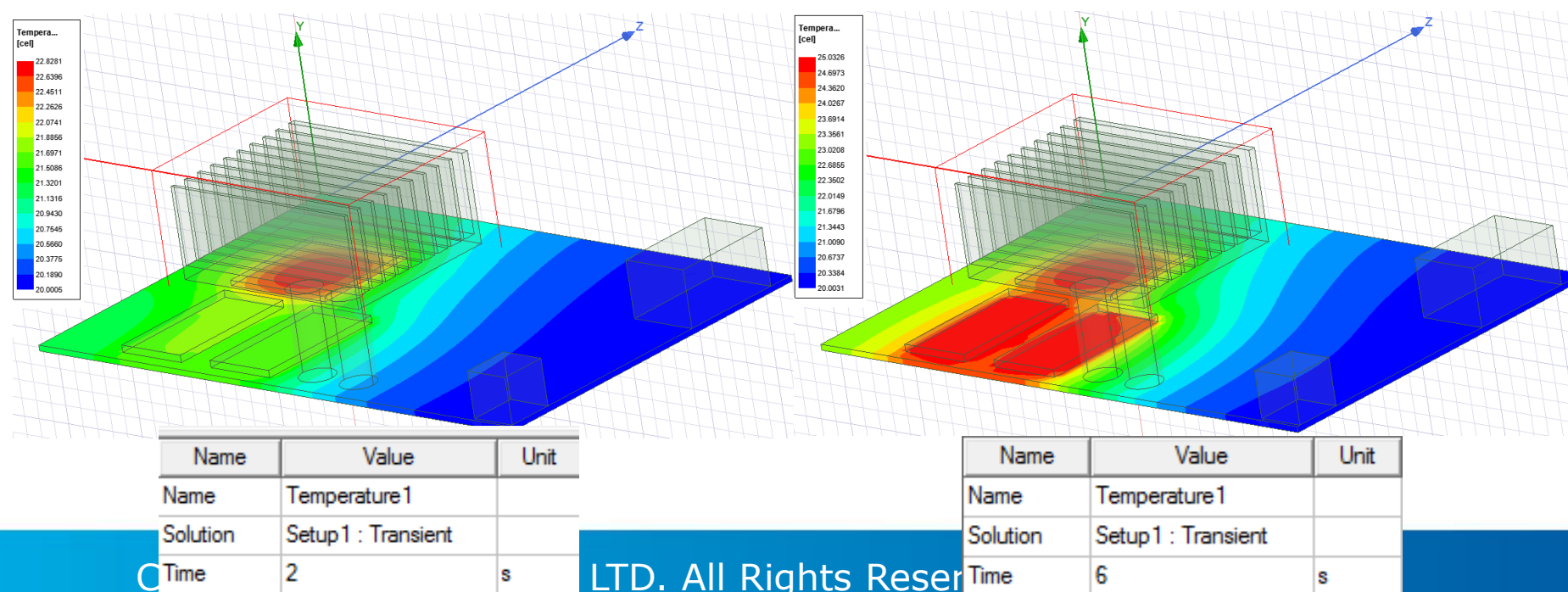
Calculations:

	Time	Entity Type	Geometry Type	Entity	Quantity	Min	Max	Mean
	0s	Boundary	Surface	CPU	Temperature[C]	20	20	20
	1s	Boundary	Surface	CPU	Temperature[C]	20.3689	21.8226	21.2716
	2s	Boundary	Surface	CPU	Temperature[C]	20.7263	22.8504	22.0502
	3s	Boundary	Surface	CPU	Temperature[C]	21.0662	23.5818	22.641
	4s	Boundary	Surface	CPU	Temperature[C]	21.3948	24.1686	23.1414
	5s	Boundary	Surface	CPU	Temperature[C]	21.717	24.6747	23.5915
	7s	Boundary	Surface	CPU	Temperature[C]	22.3574	25.5527	24.4057
	9s	Boundary	Surface	CPU	Temperature[C]	23.0035	26.3724	25.1815
	11s	Boundary	Surface	CPU	Temperature[C]	23.6583	27.1646	25.9388
	13s	Boundary	Surface	CPU	Temperature[C]	24.3218	27.9422	26.686
	15s	Boundary	Surface	CPU	Temperature[C]	24.9931	28.7105	27.4269
	20s	Boundary	Surface	CPU	Temperature[C]	26.7036	30.6827	29.2579

Setup... Delete

Apply and Export... OK Cancel

New



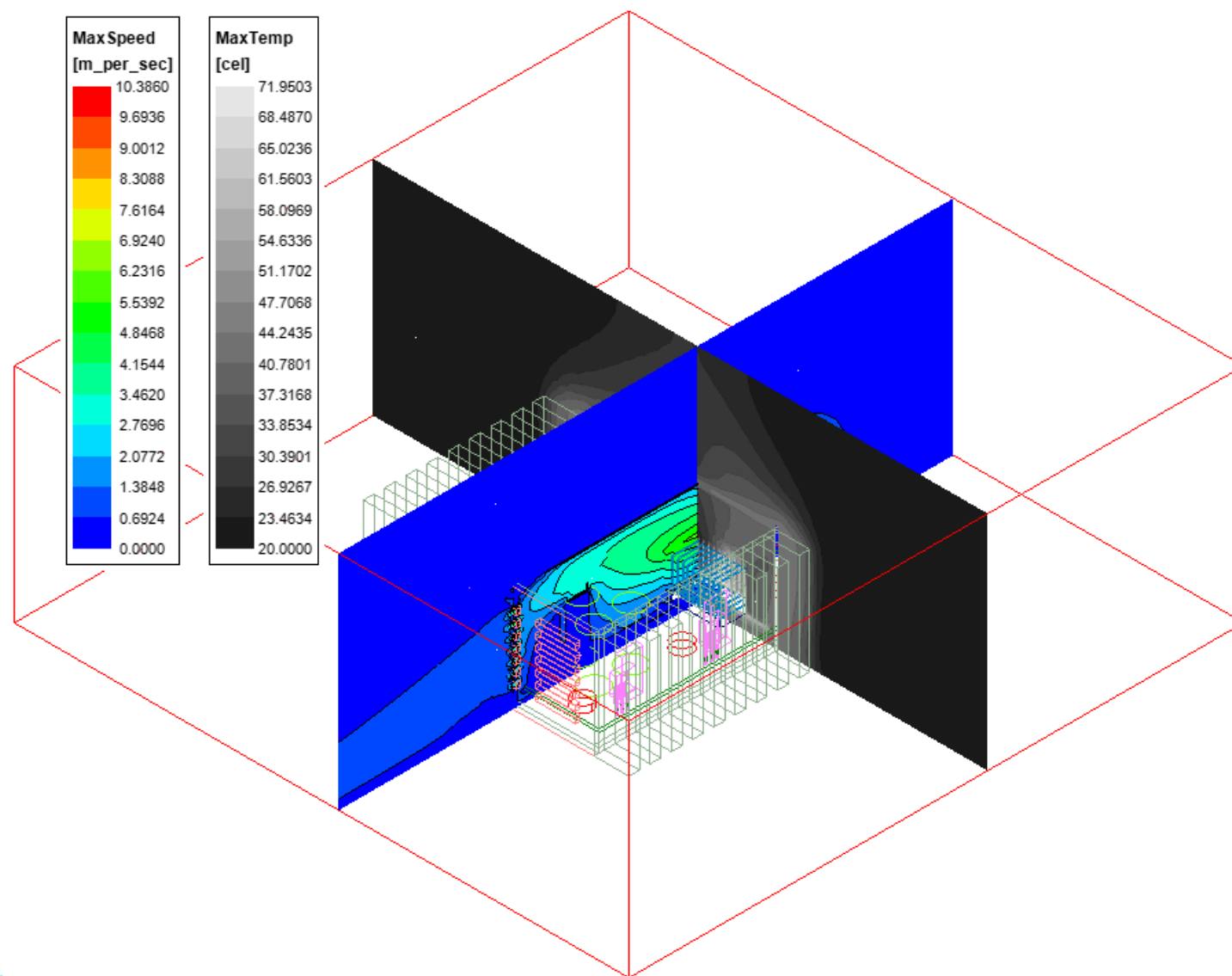
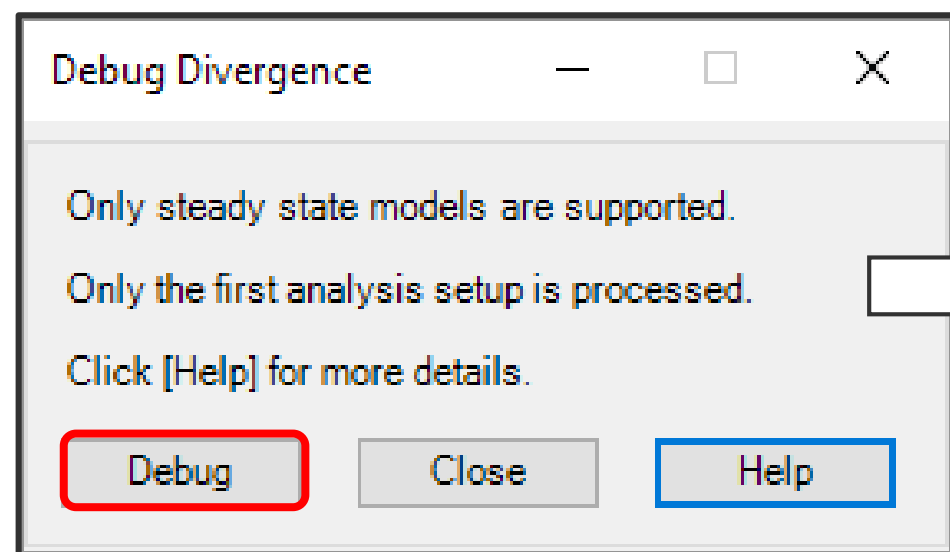
调试发散工具包

- 通过找到最大速度和温度点来帮助调试发散
- 将创建两个监视点和剖面，每个监视点和剖面都有各自的图例
- Icepak→Toolkit→Productivity→Debug_Divergence

2020R1
新功能

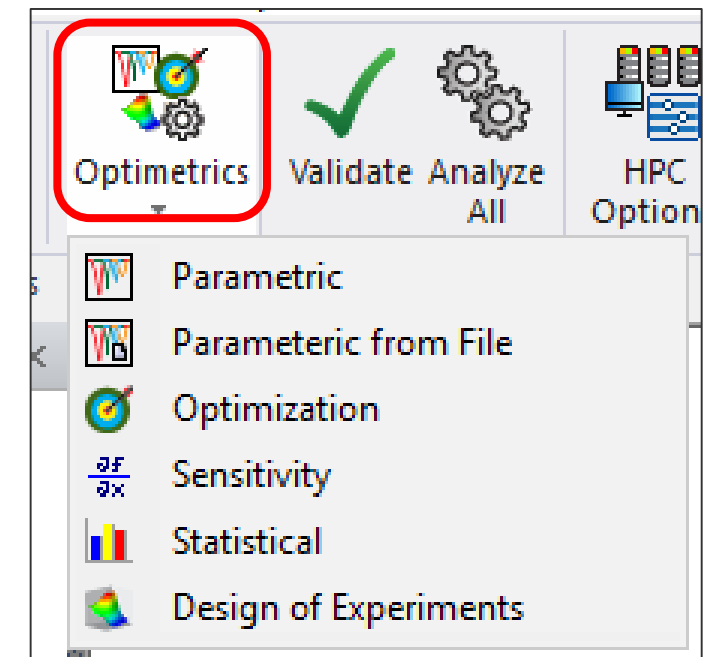
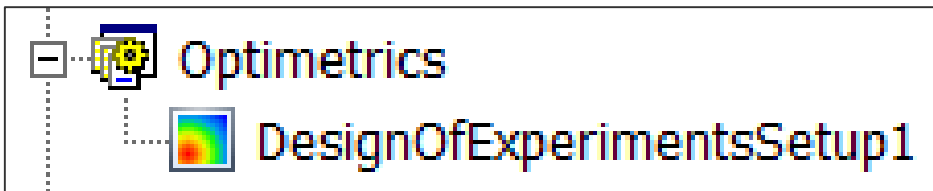
Message Manager

- IcepakDesign_Single_Fan (SteadyState)
- ! Setup Name = Setup1 (3:59:10 PM Nov
 - ! Problem Type = TemperatureAndFlow (3:
 - ! Maximum Temperature [C] = 7.1950e+01
 - ! Maximum Temperature Position [m] = 1.94
 - ! Maximum Speed [m/s] = 1.0386e+01 (3:5
 - ! Maximum Speed Position [m] = 8.1855e-C

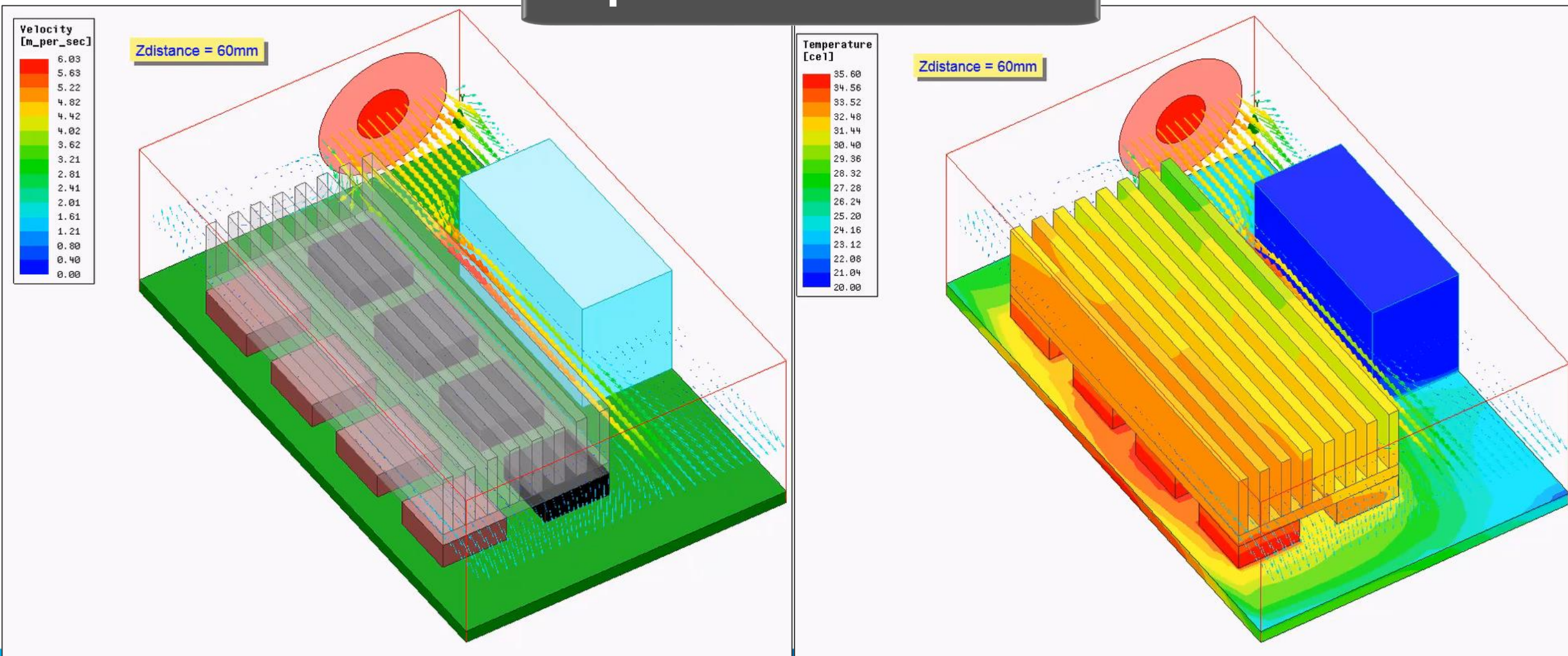


AEDT Icepak Optimetrics

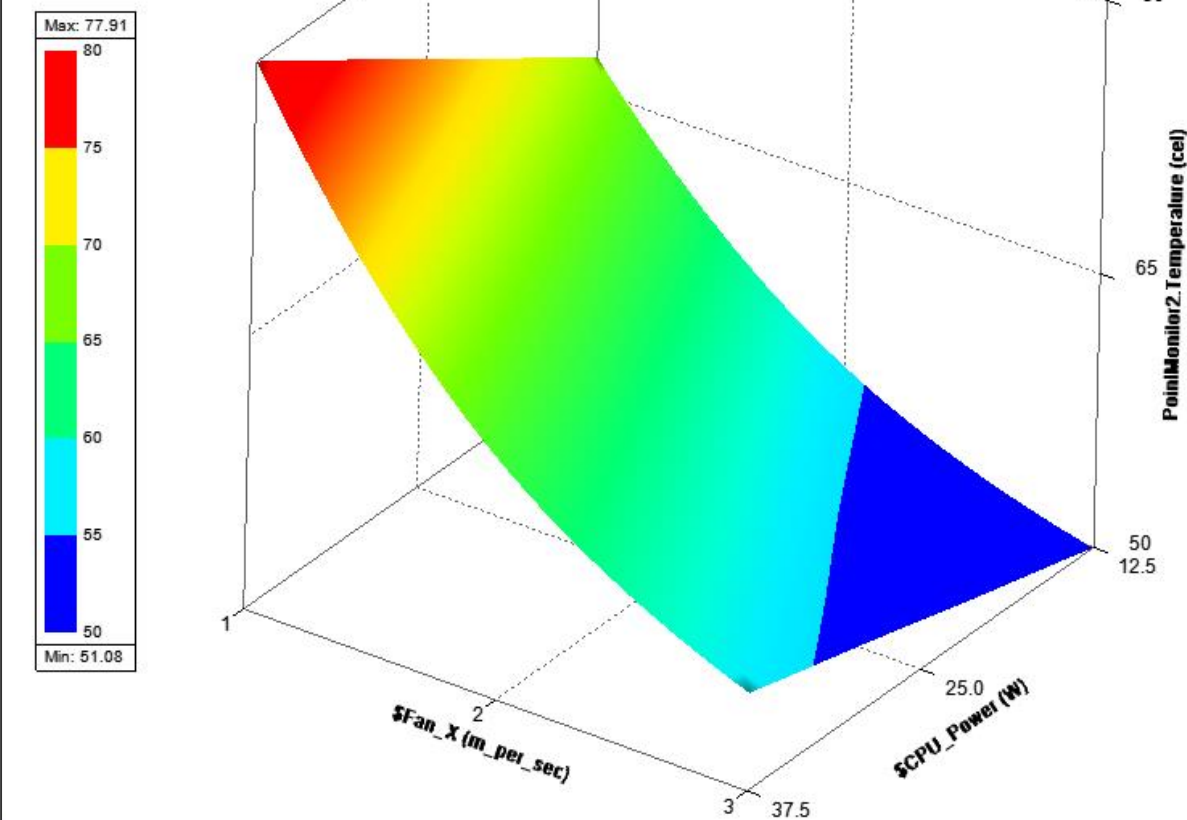
- 集成的Optimetrics工具集支持参数，优化，实验设计等。

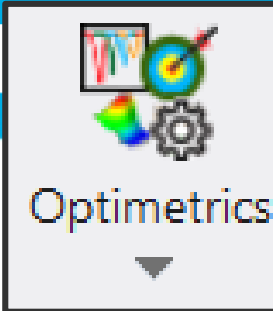


Optimize Fan Position



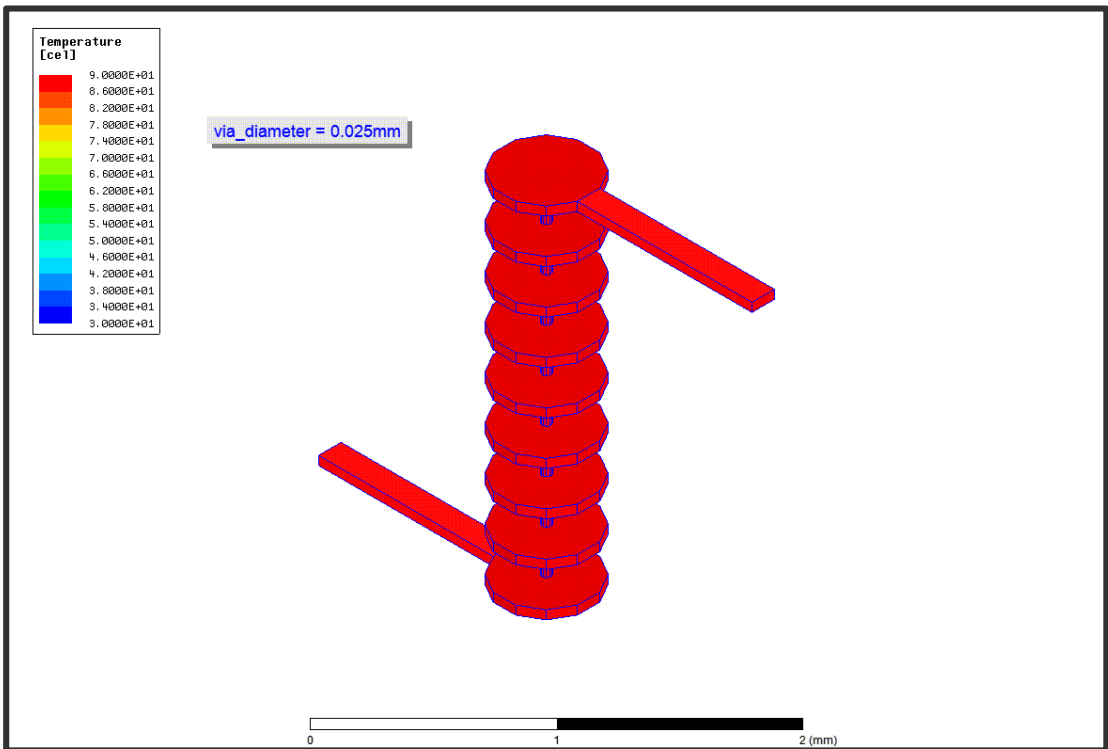
Response Surface



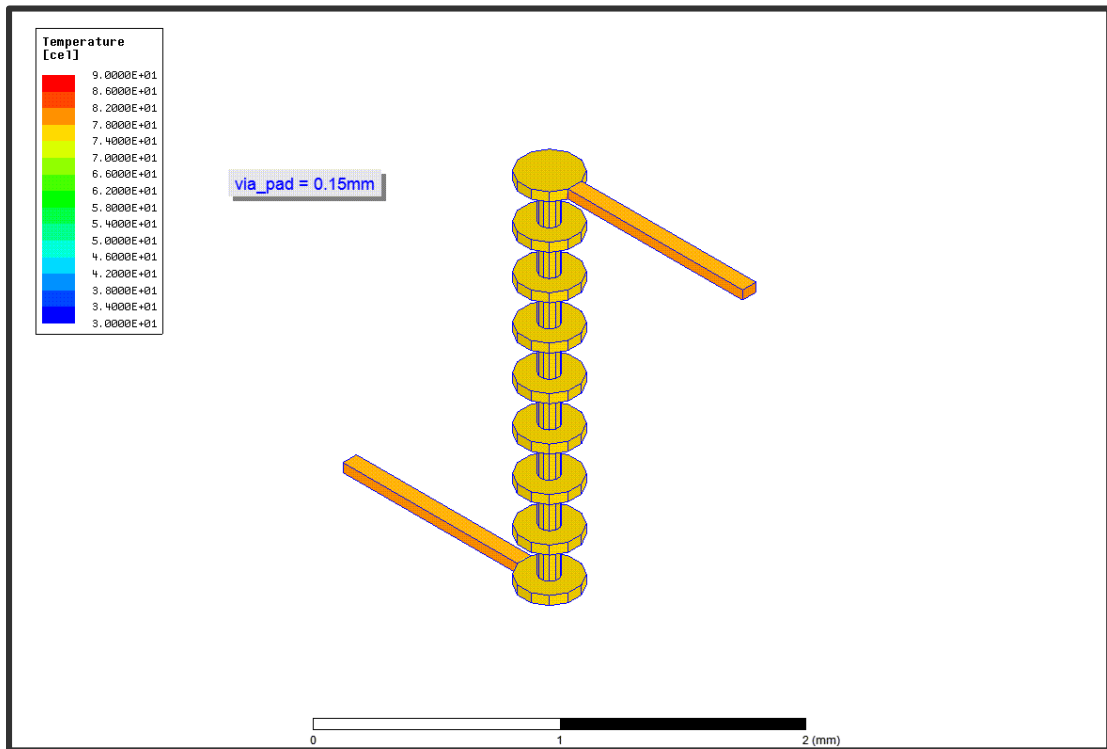


AEDT Icepak Optimetrics

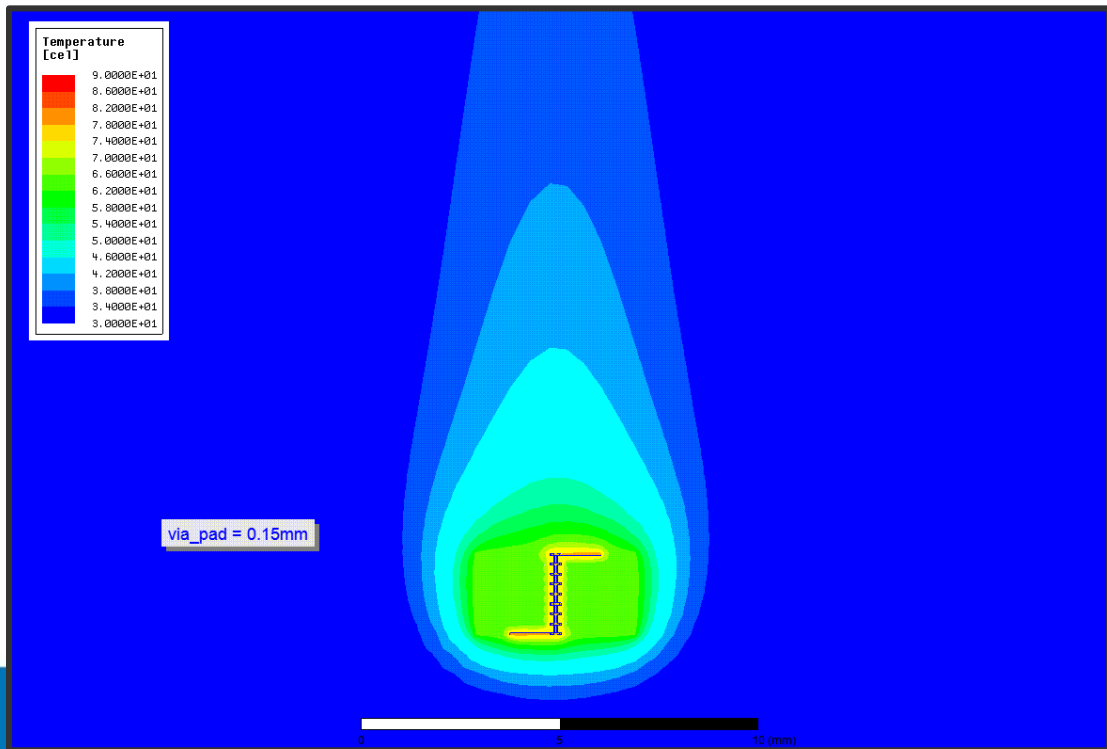
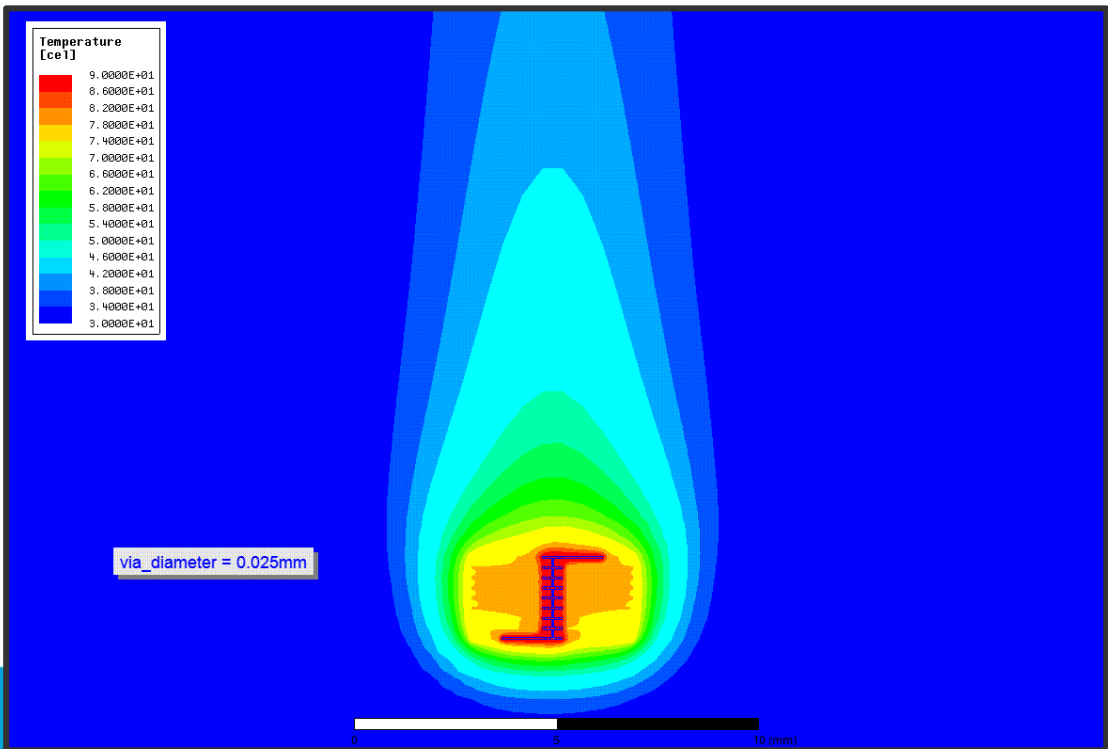
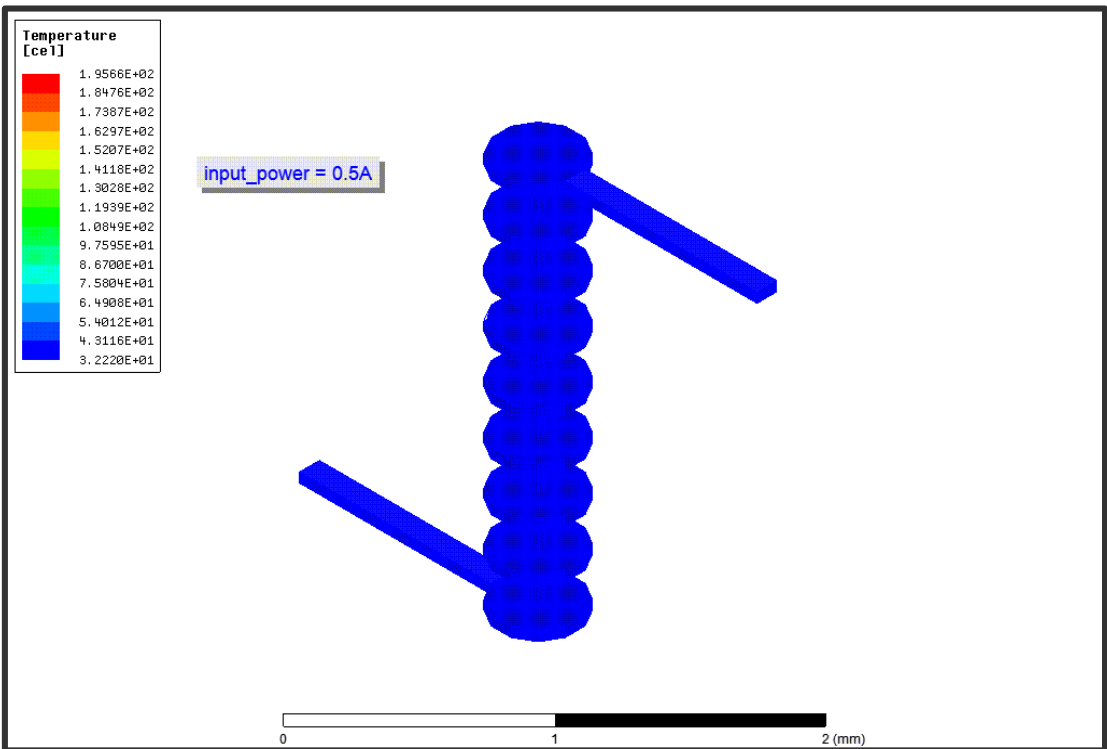
Via Drill Size Variations



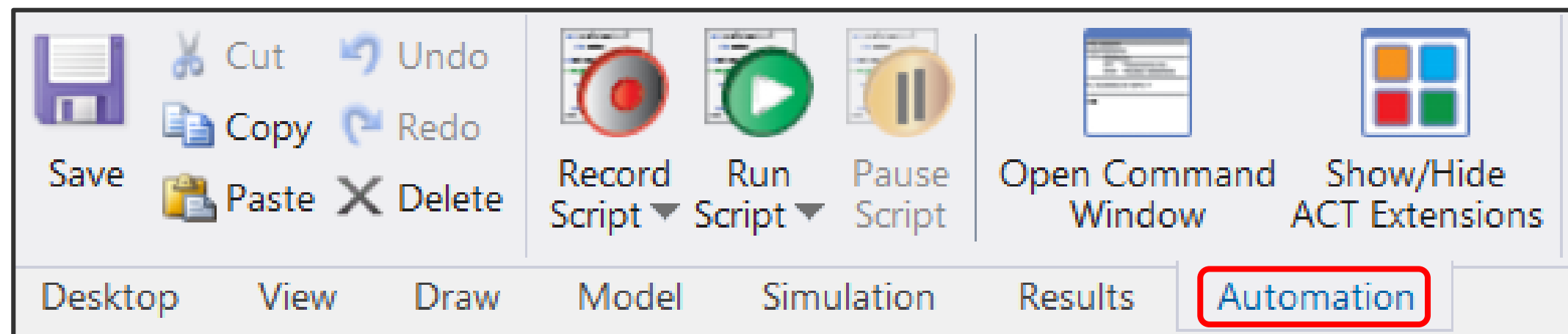
Via Pad Size Variations



Input Current Variations



ANSYS Icepak 脚本



Record and Run Scripts

Manage ACT Extensions

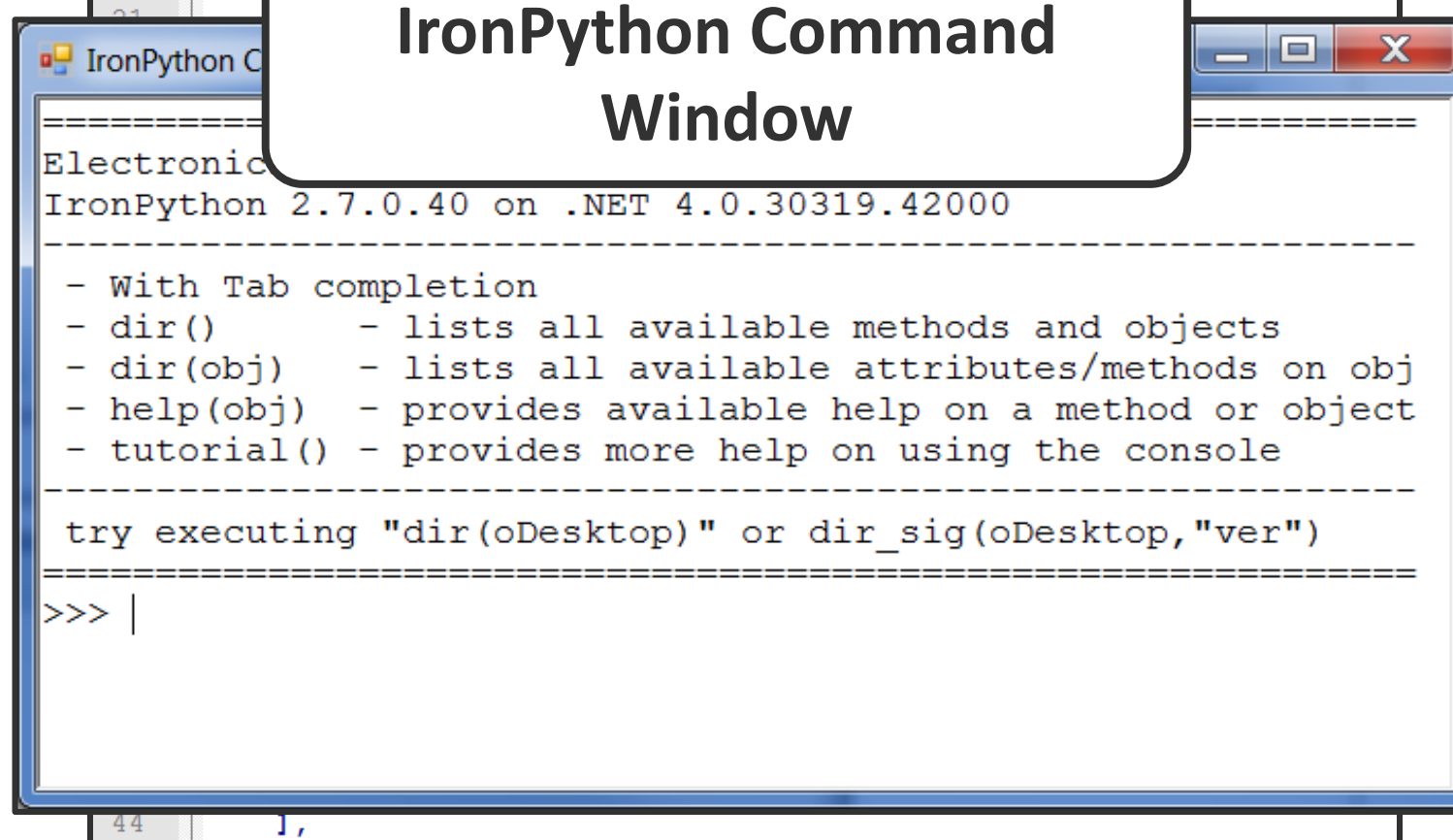
- 可以通过用户创建的脚本进行高级自定义。
- [Record Script]按钮创建一个包含所有用户操作的Python文件。这包括几何创建，材料分配，边界条件等。
- 然后，可以直接使用变量修改脚本并循环遍历多个设计参数。
- AEDT提供了Toolkit脚本回放功能

User Recorded Created Script



```
1 # -
2 # S
3 # 1
4 # -
5 import sys
6 ScriptEnv.Initialize("Ansoft.ElectronicsDesktop")
7 oDesktop.RestoreWindow()
8 oProject = oDesktop.SetActiveProject("Project1")
9 oDesign = oProject.SetActiveDesign("IcepakDesign1")
10 oEditor = oDesign.SetActiveEditor("3D Modeler")
11 oEditor.CreateCylinder(
12     [
13         "NAME:CylinderParameters",
14         "XCenter:=", "0mm",
15         "YCenter:=", "0.2mm",
16         "ZCenter:=", "0mm",
17         "Radius:=", "1.04403065089106mm",
18         "Height:=", "1.5mm",
19         "WhichAxis:=", "Z"
20     ]
21 )
```

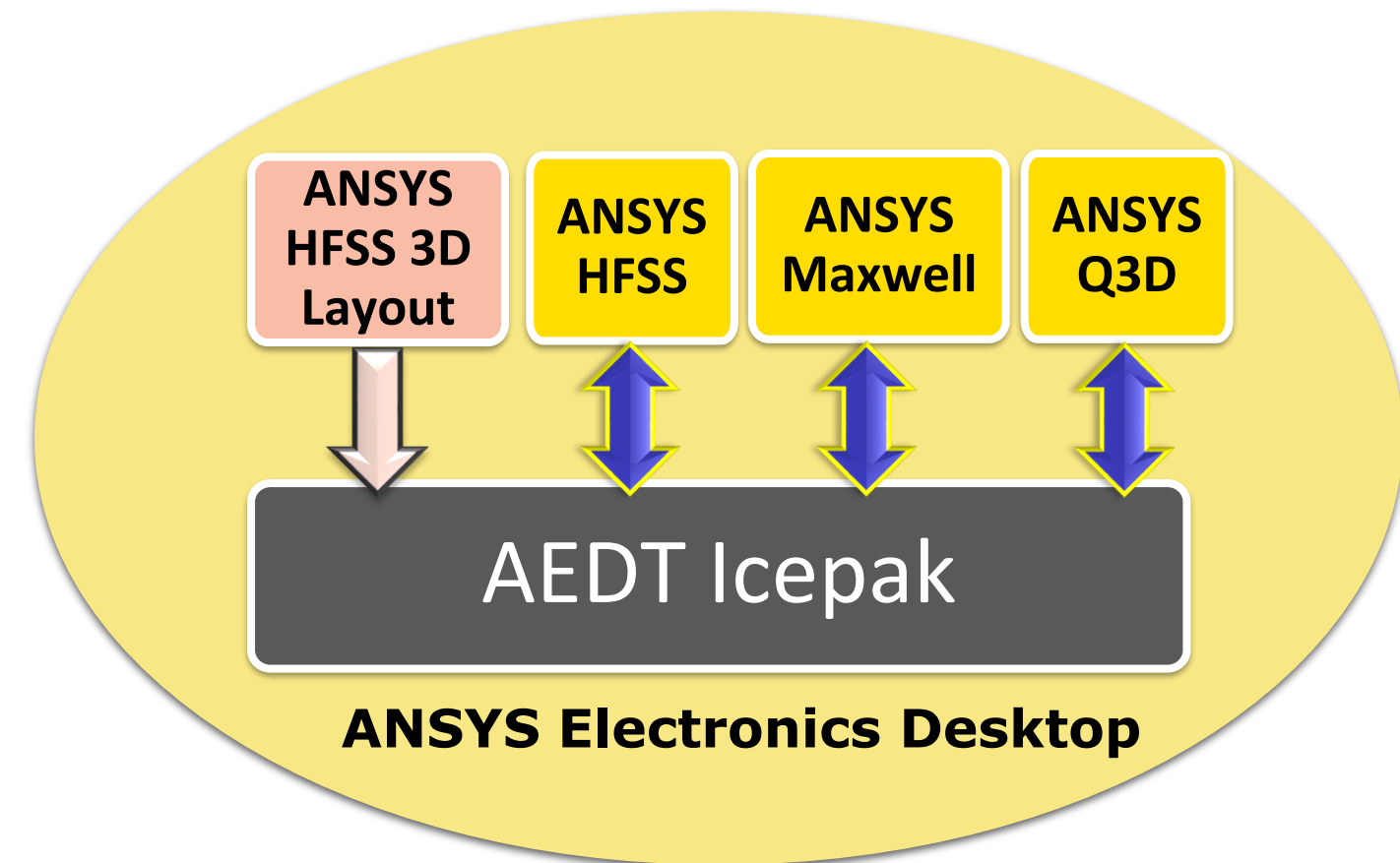
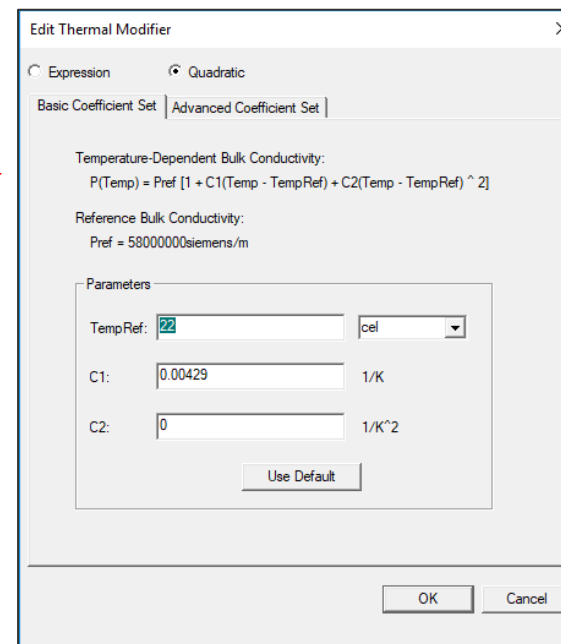
IronPython Command Window



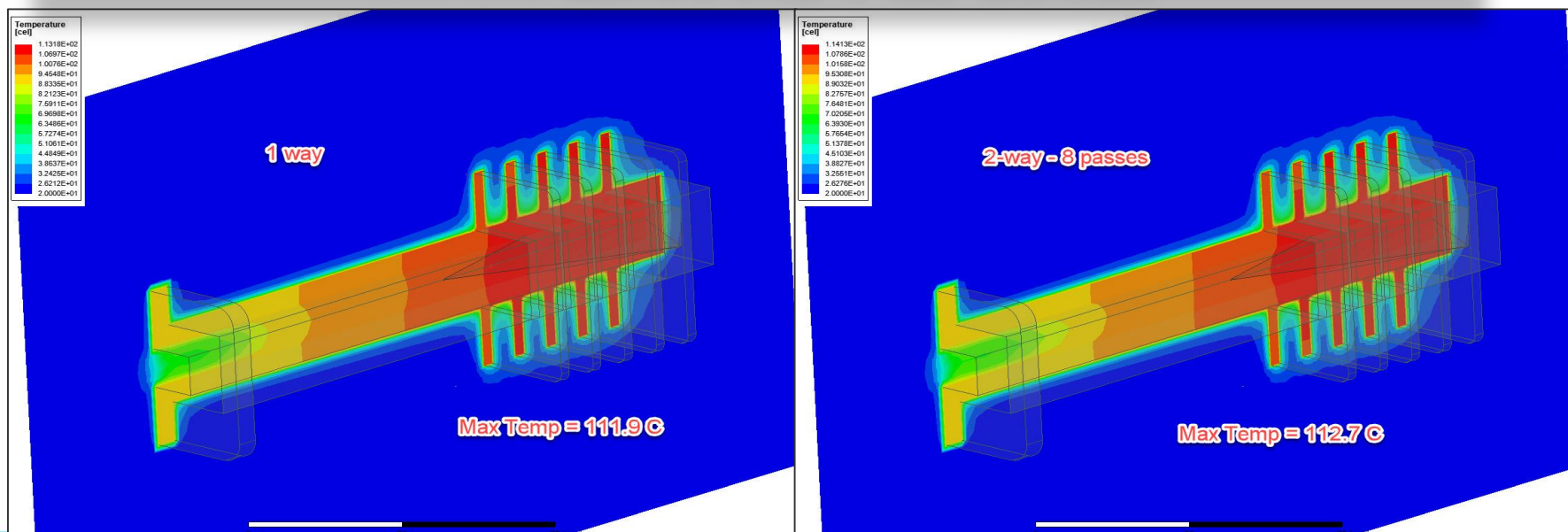
```
oDesign.RunToolkit("SysLib", "Geometry/Data Center Components/Tile", [])
oDesign.RunToolkit("SysLib", "Geometry/Data Center Components/Tile", ["ng"])
oDesign.RunToolkit("SysLib", "Geometry/Data Center Components/Tile", scriptInput)
```

AEDT Icepak 电热工作流程

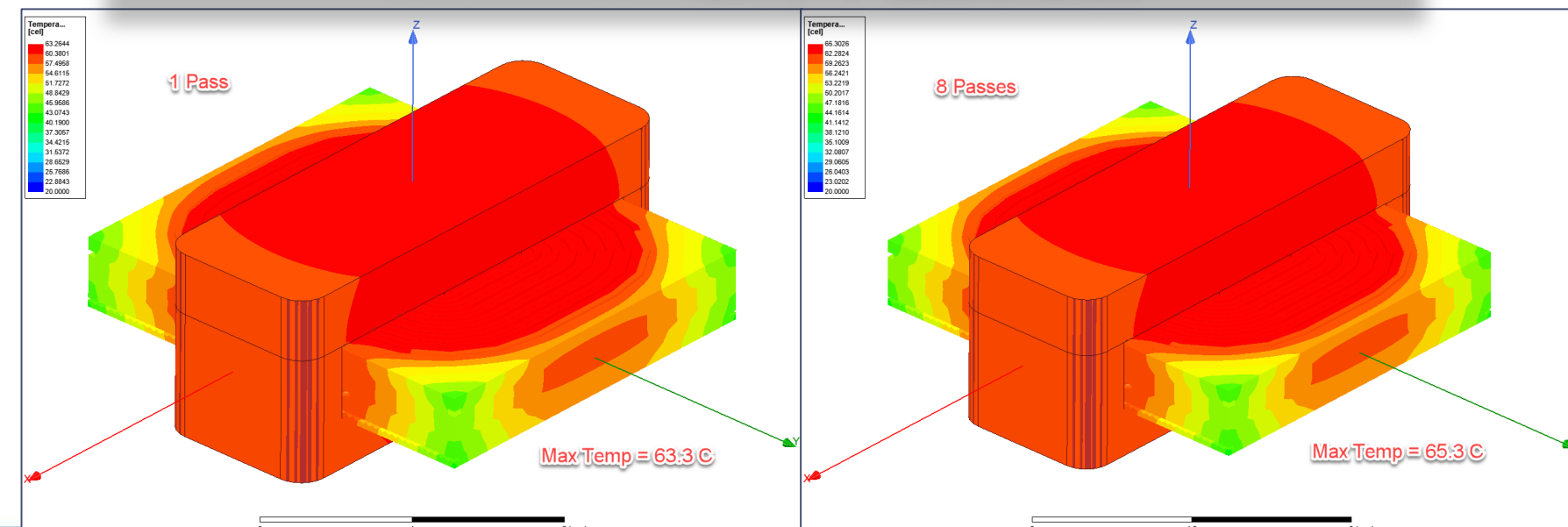
- Icepak在AEDT中的集成可实现**Icepak与电磁（EM）工具**之间的无缝耦合
- 支持工具之间的**单向**和**双向**耦合
 - 利用材料的thermal modifier和电磁设计中的temperature feedback
- 可以使用**电热ACT**以自动方式进行耦合



HFSS设计大功率波导负载



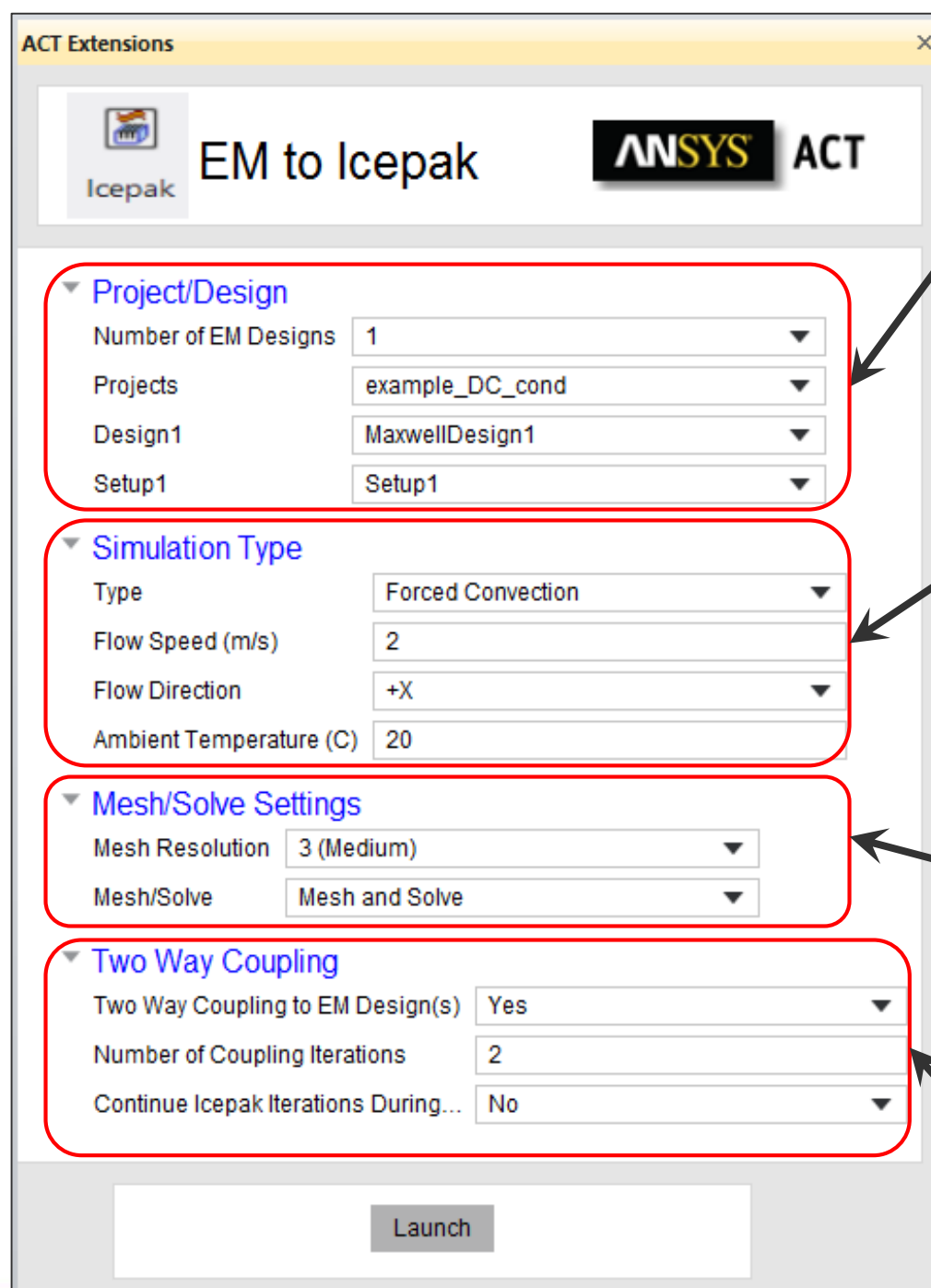
Maxwell设计平面变压器



ANSYS Icepak 电热 ACT

ANSYS ACT

- 此ACT扩展采用现有的HFSS，Maxwell或Q3D模型，并自动与Icepak执行单向或双向耦合

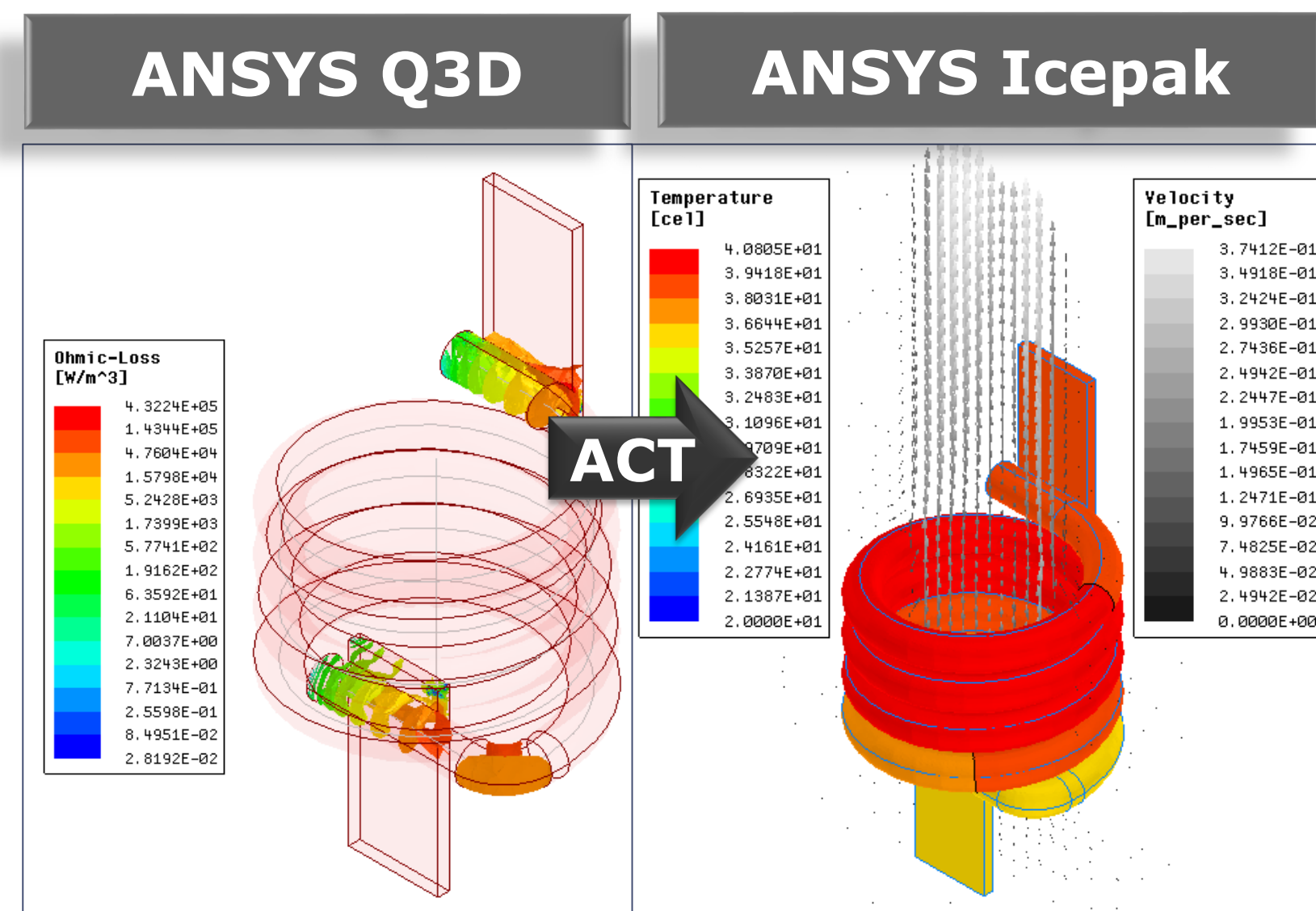


选择EM Project和Design / Setup

强制/自然对流和简单流动输入

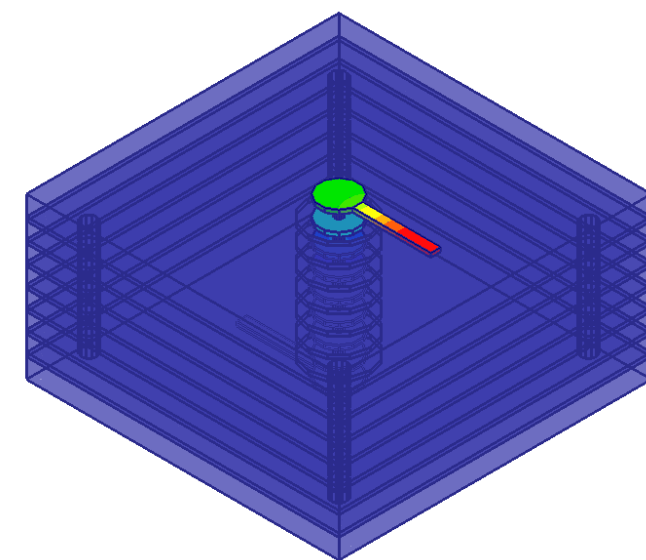
网格分辨率和求解设置

双向耦合标准

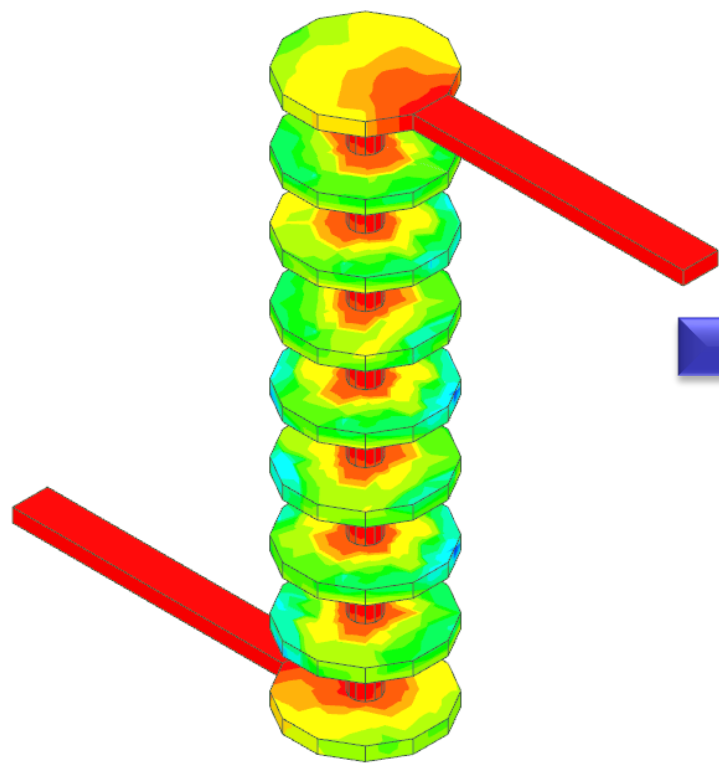
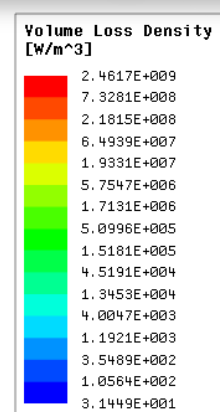


AEDT Icepak 电热工作流程

- 通过EM计算确定的准确而详细的热损失很容易包含在热分析中
- 自动识别体积和表面EM损耗



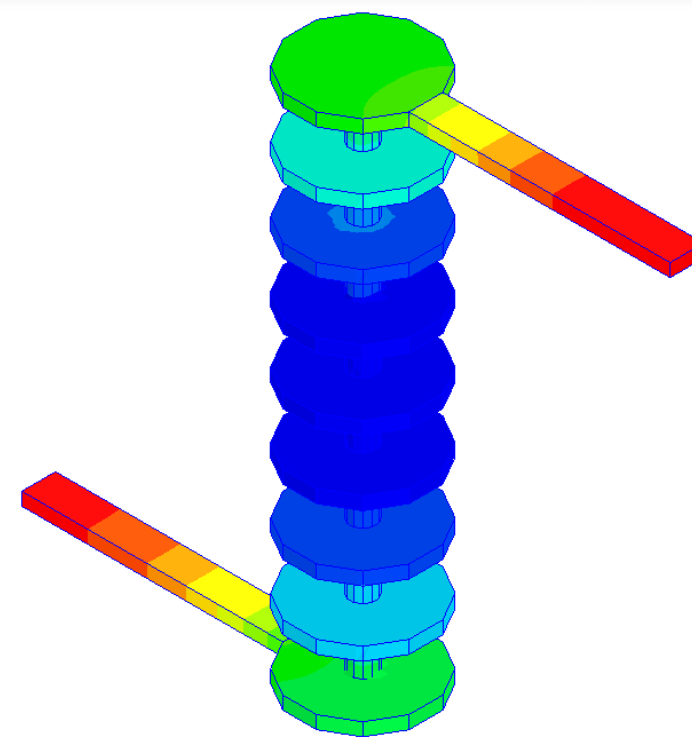
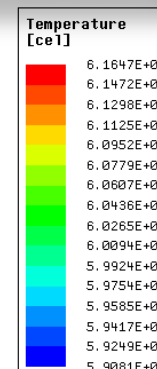
Q3D EM Volume Loss



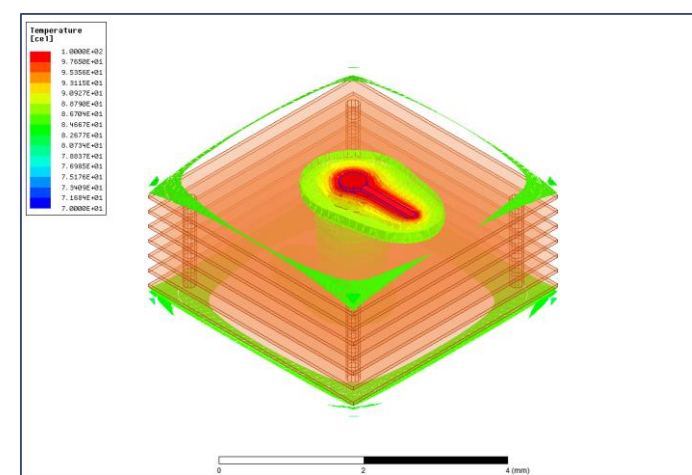
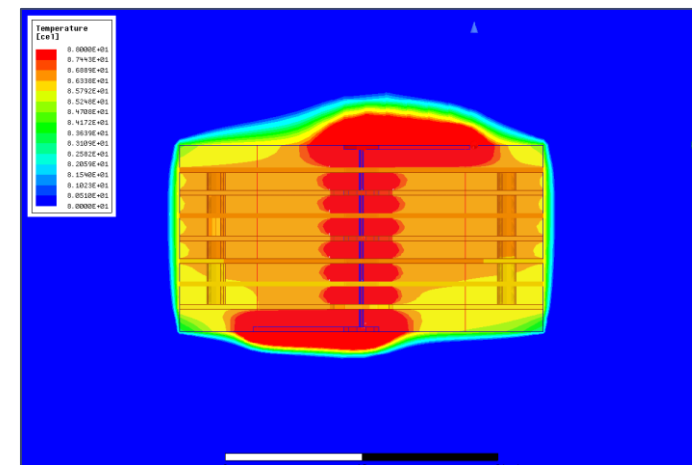
Group
Create 3D Component...
Assign Material...
Assign Surface Material...
Object Identification
Assign Thermal
Assign Monitor

Block...
Grille...
Network...
Opening...
Plate
Resistance...
Source...
Wall
EM Loss...

Icepak Thermal Field

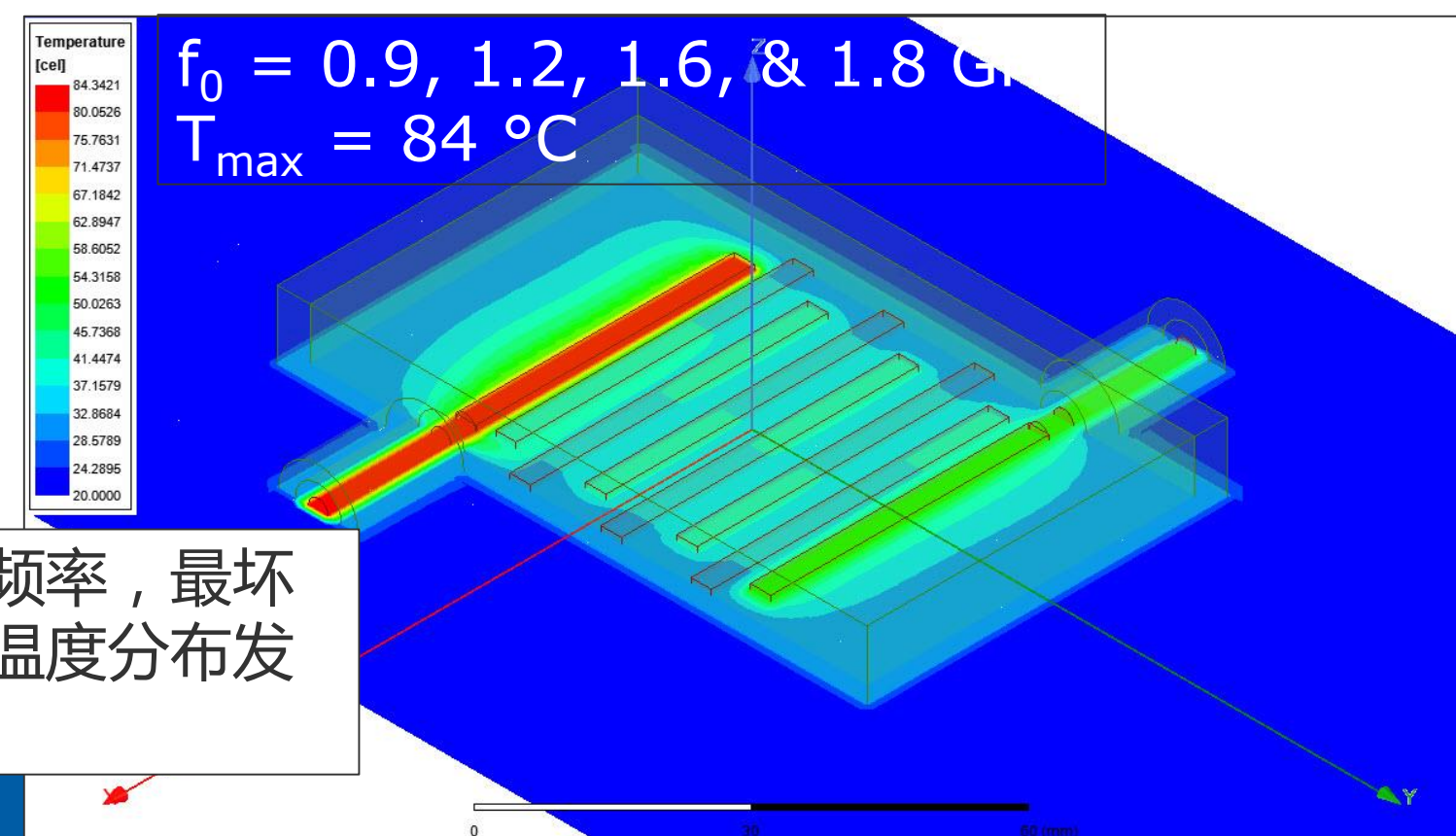
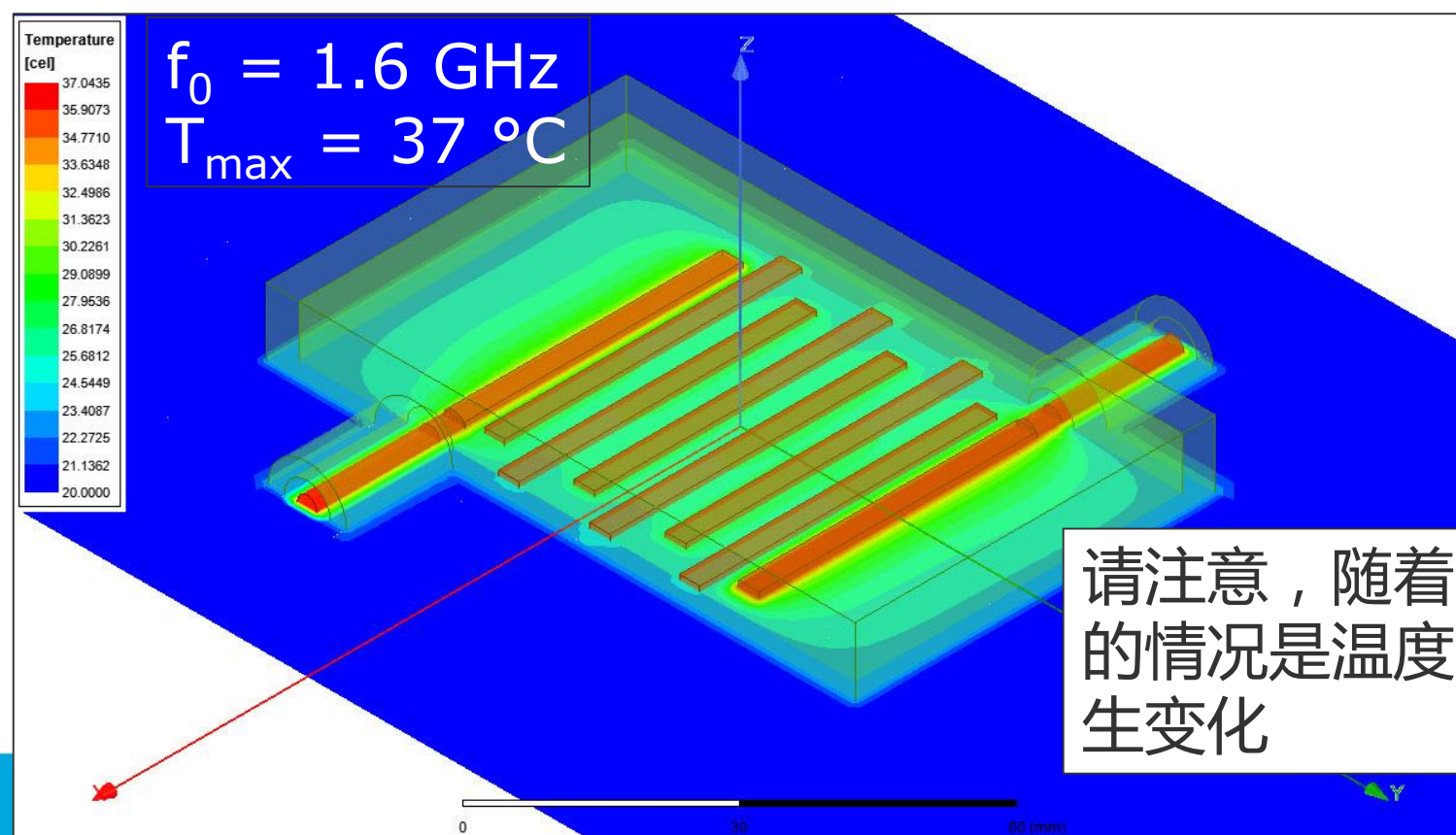
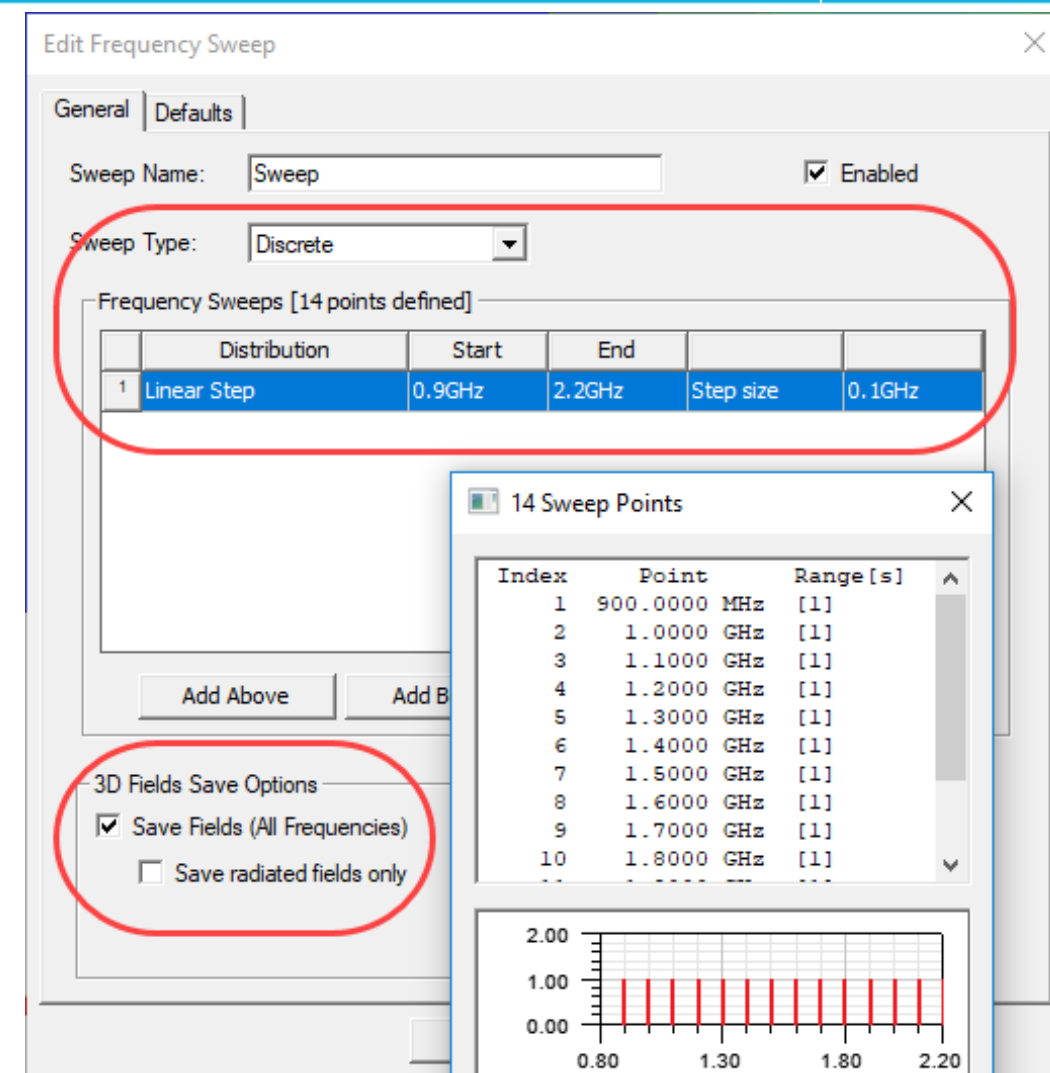


0 0.5 1 (mm)



多频率EM损耗耦合

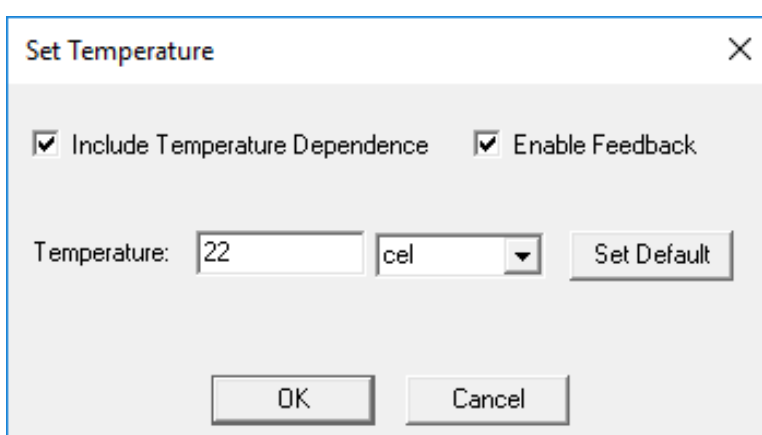
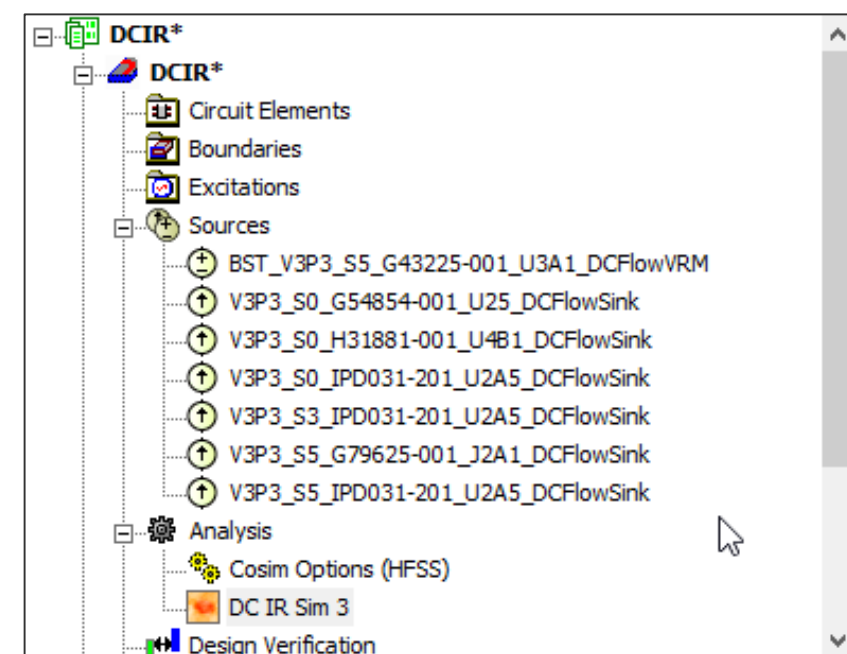
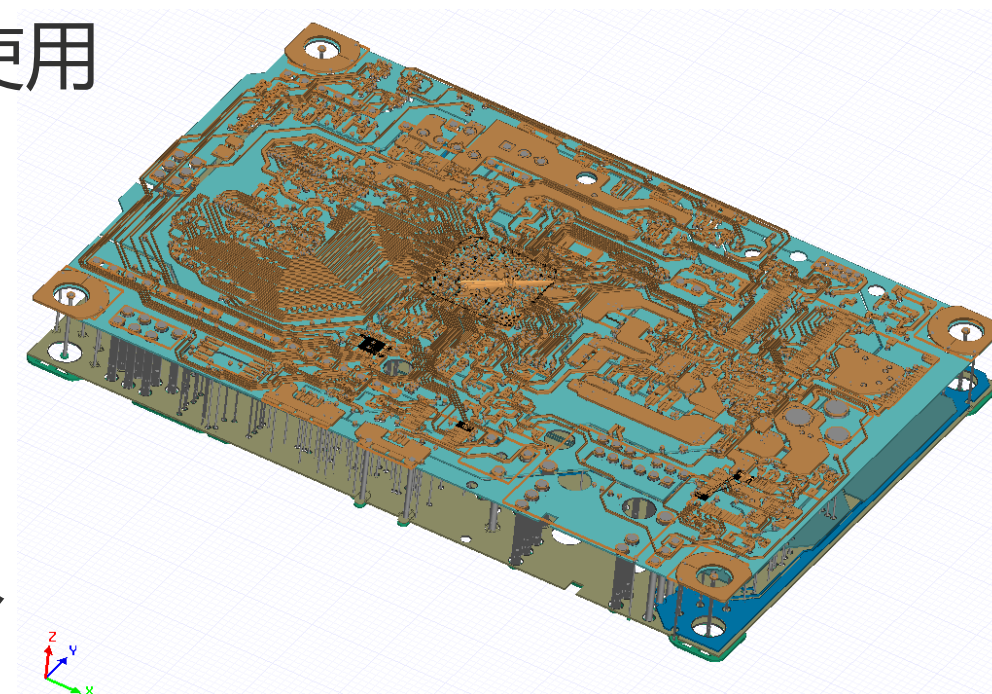
- 从多个频率启用EM损失
 - 支持扫频，多频，宽带
- 来自多个频率的损耗作为求解器中的累积损耗
 - 配置文件列出了每个选定频率的损耗
- 支持与HFSS 3D和Maxwell的耦合
- 支持单向和双向耦合



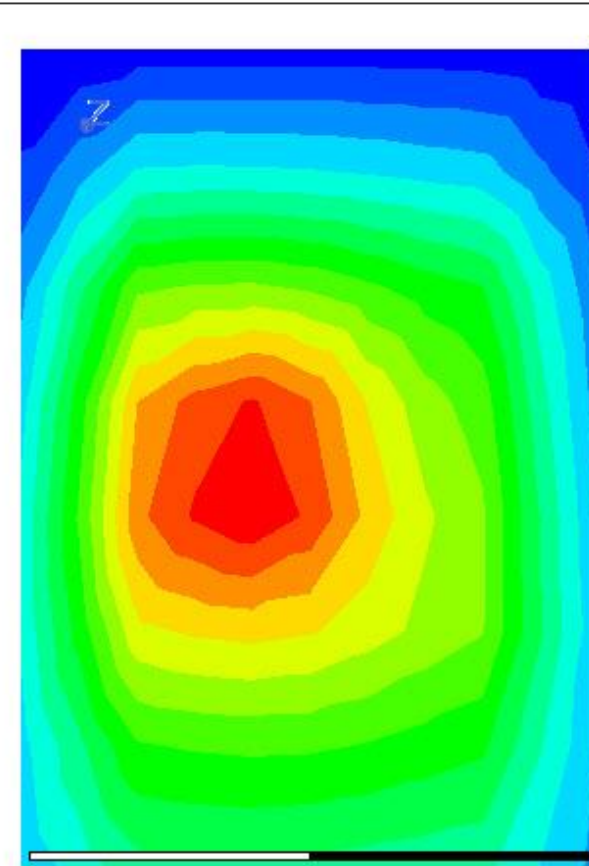
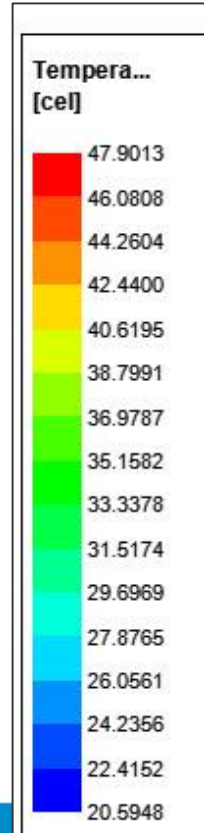
请注意，随着添加了多个频率，最坏的情况是温度升高，并且温度分布发生变化

SIwave-Icepak DCIR双向耦合流程

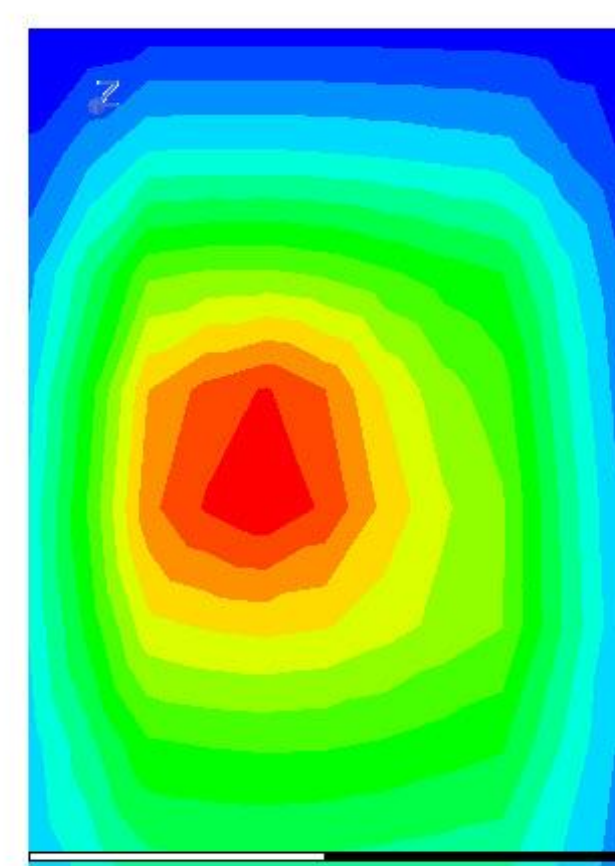
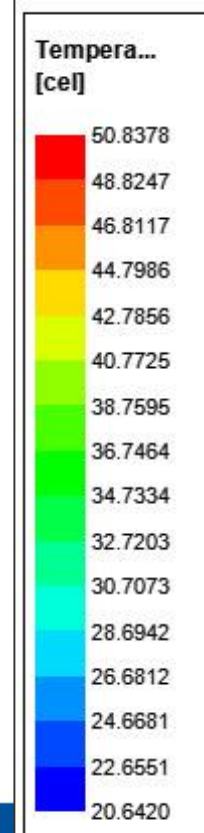
- 直流压降损耗 (DCIR) 求解器在AEDT中可以使用
- 电-热分析可实现双向耦合
- 为DCIR工作流程提供自动化功能
- 2020R1新功能
 - 封装有自己单独的轮廓
 - PCB的厚度正确-表面安装的零件不会收缩/埋入
 - Icepak具有整个封装组件的详细结构信息
 - 为连接封装与PCB的焊球单独建模



启用温度反馈



1-way
 $T_{avg} = 33.4^{\circ}\text{C}$

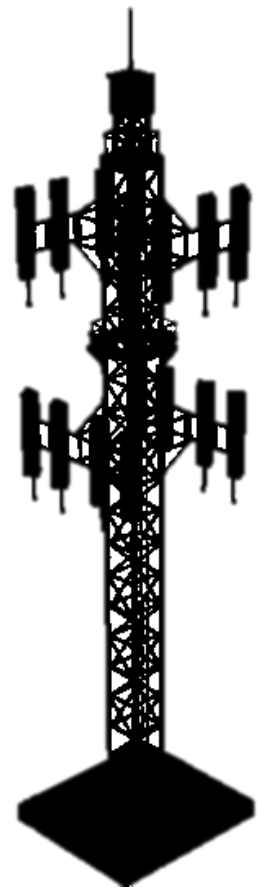
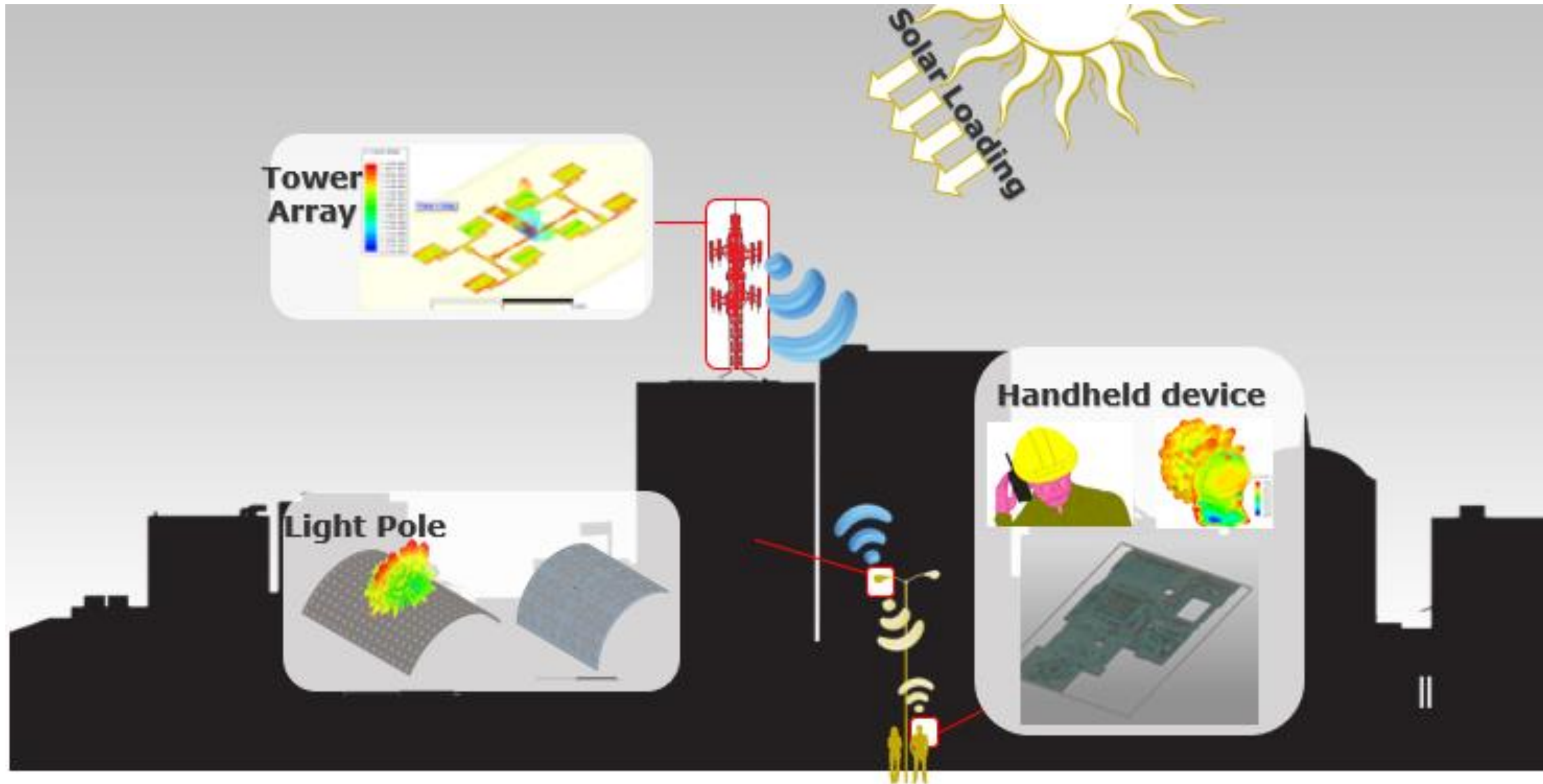


2-way
 $T_{avg} = 36.1^{\circ}\text{C}$

内容

- AEDT-Icepak 功能介绍
- 电热双向耦合应用案例
- HFSS与Icepak的电热耦合流程演示

塔式天线阵列可以高功率流入吗？

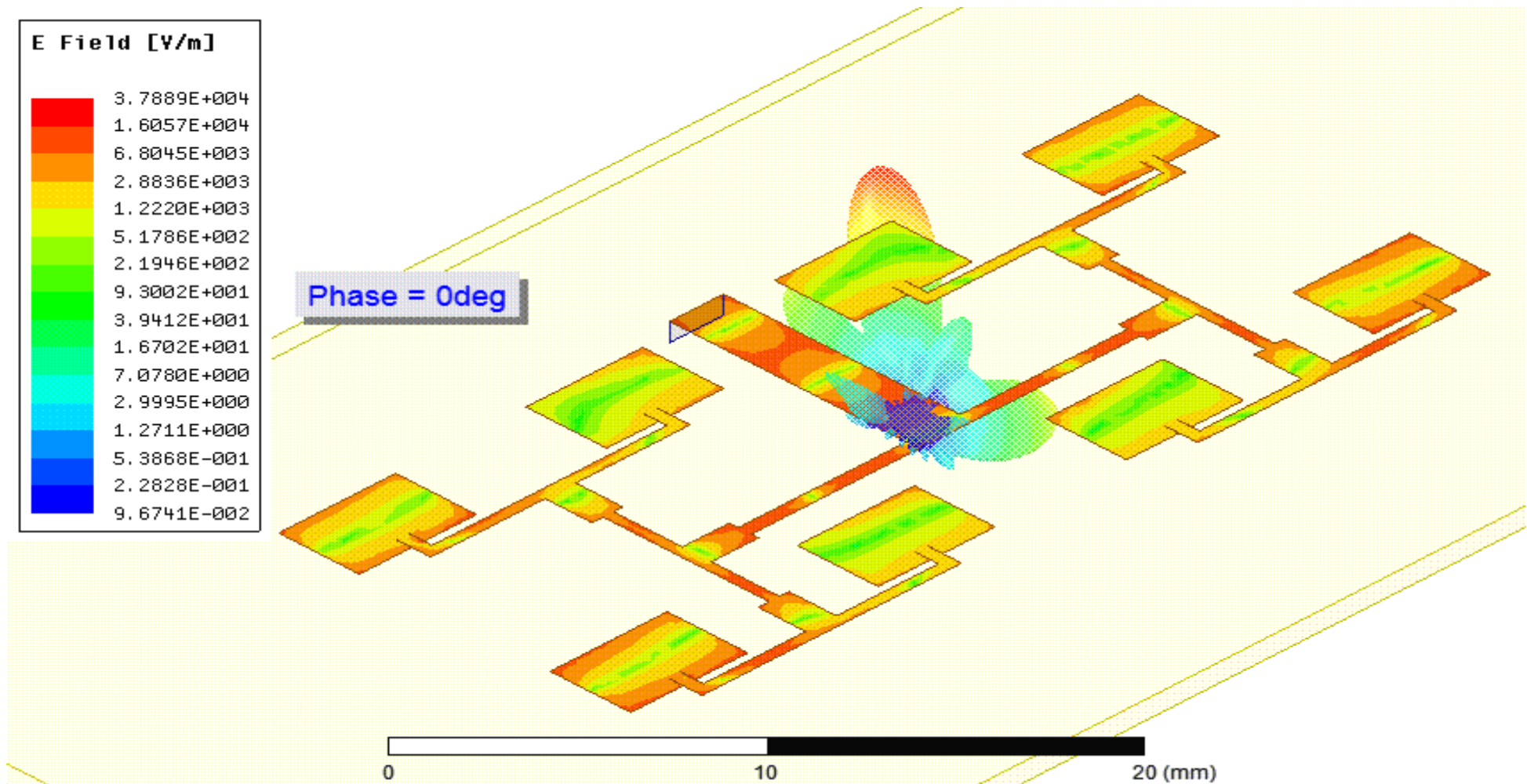


*城市和郊区的大多数蜂窝或PCS蜂窝站点的有效辐射功率为每通道100瓦或更低。

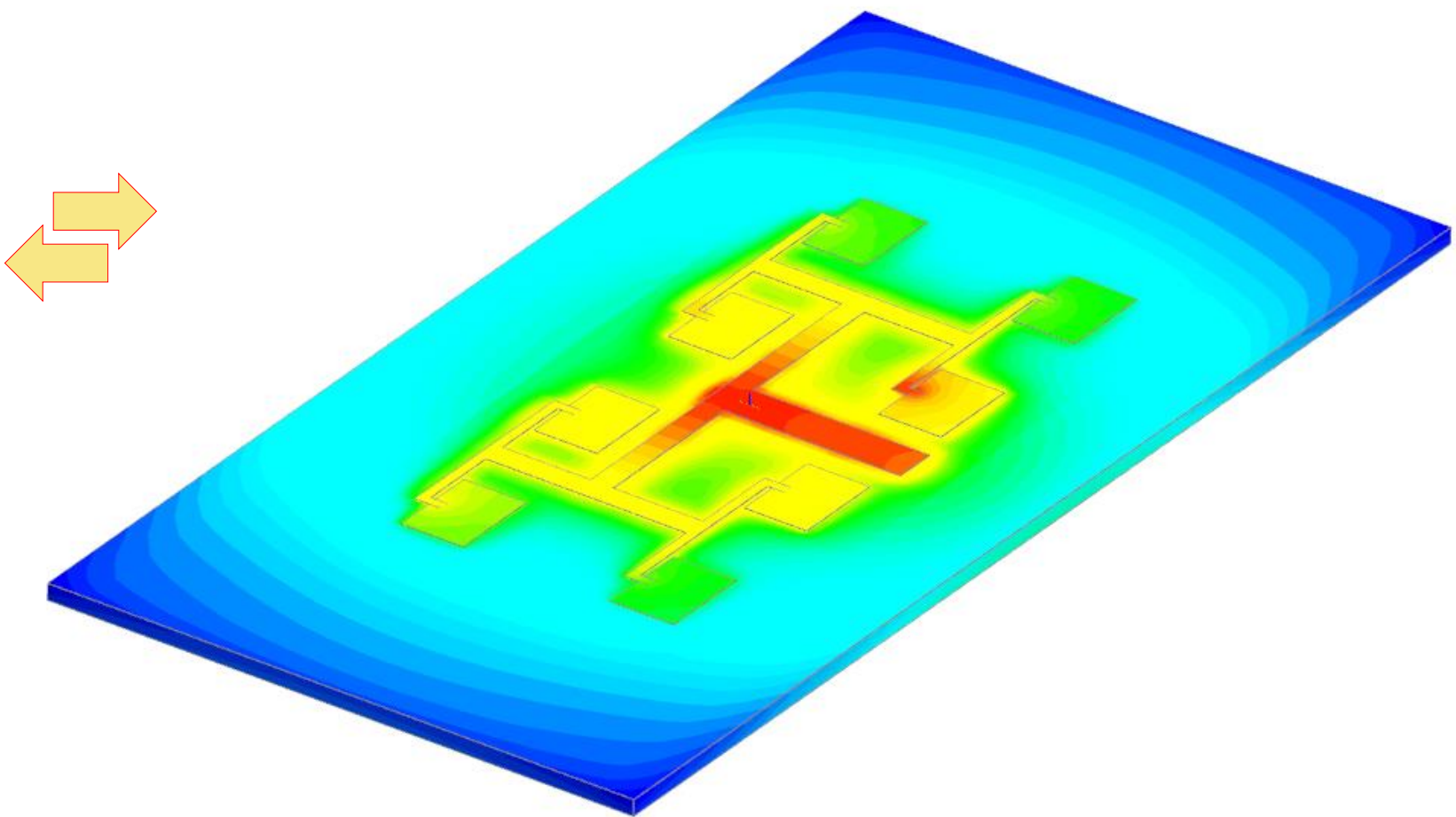
* FCC.gov

双向电热分析

HFSS EM Field

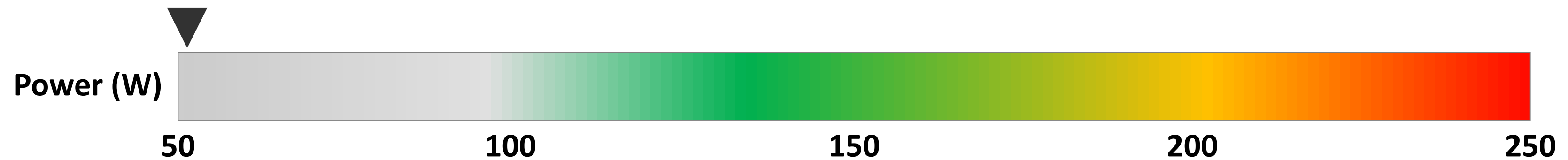
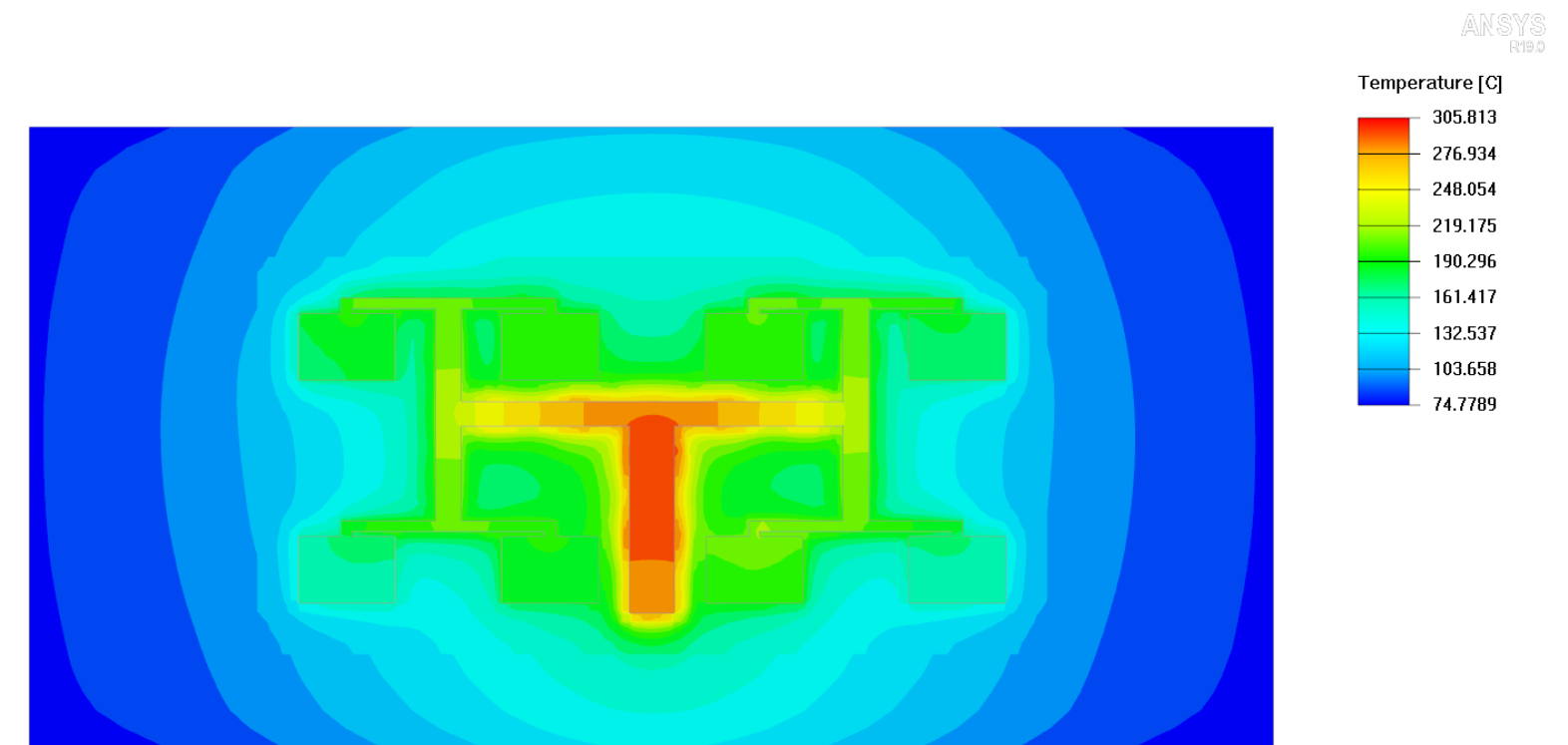
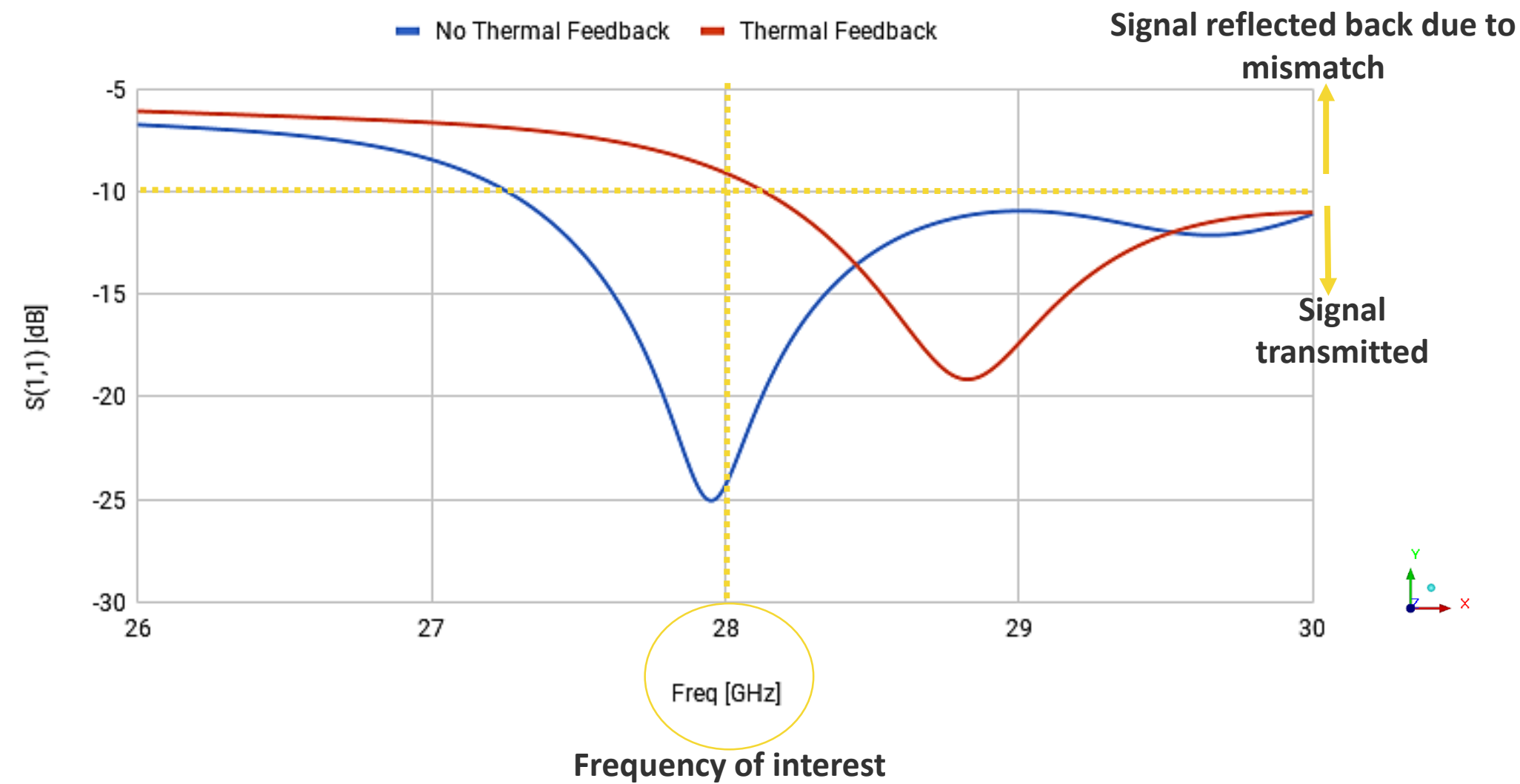


Icepak Temperature Map



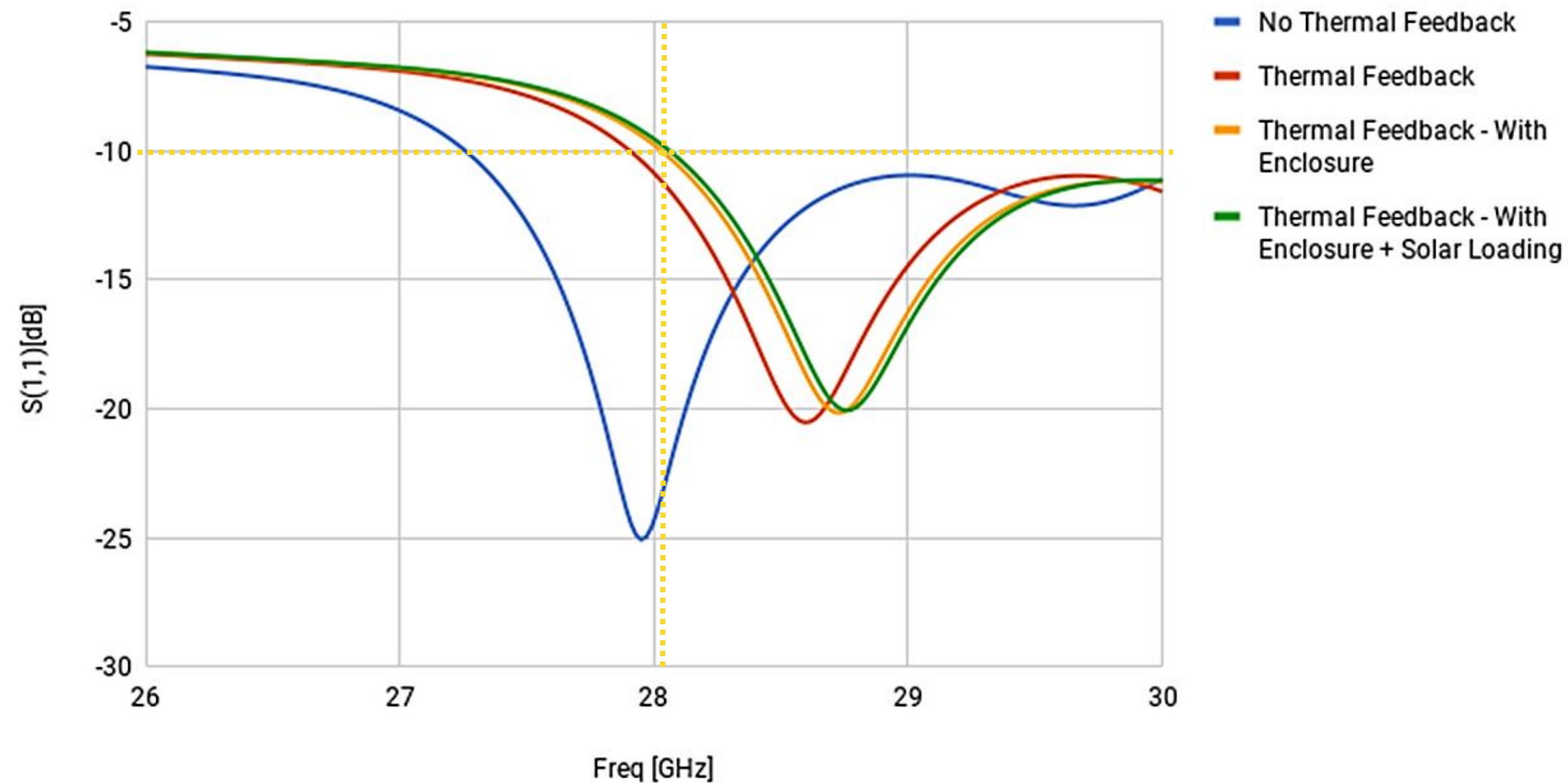
回波损耗和温度场

Return Loss (Input Power = 250 W)

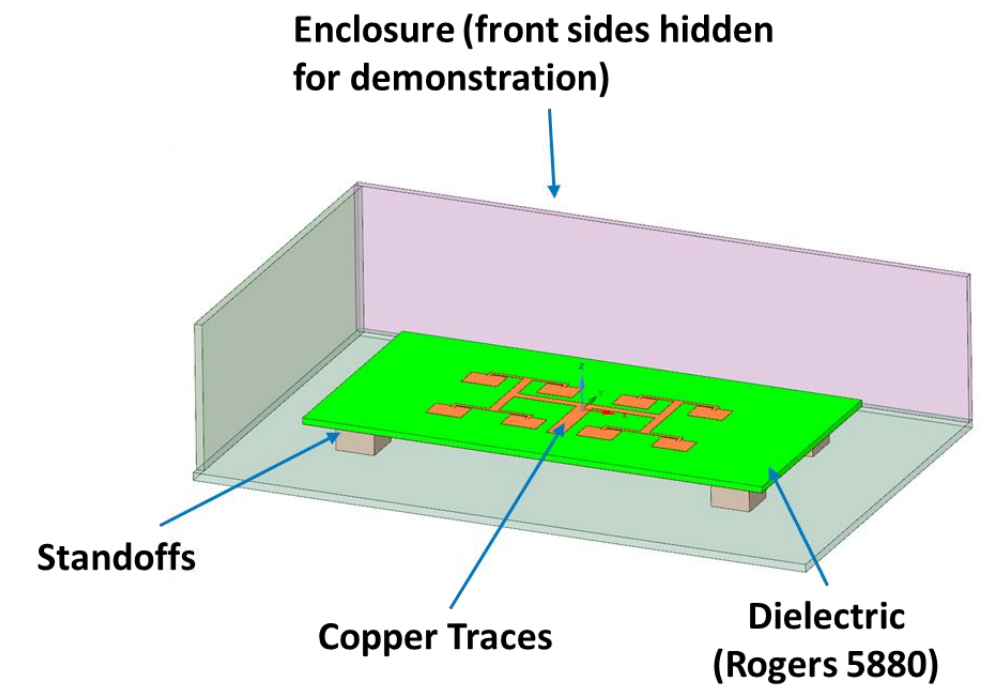


回波损耗 - 热反馈

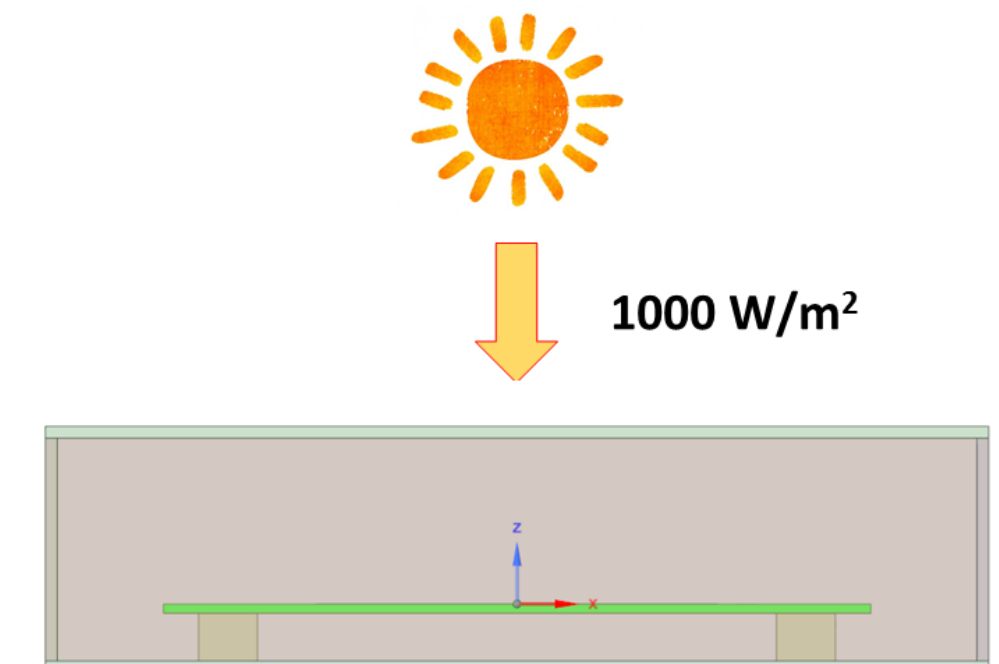
Return Loss (Input Power = 150 W)



Enclosure Only (power =150 W)



Enclosure with Solar Loading (power =150 W)

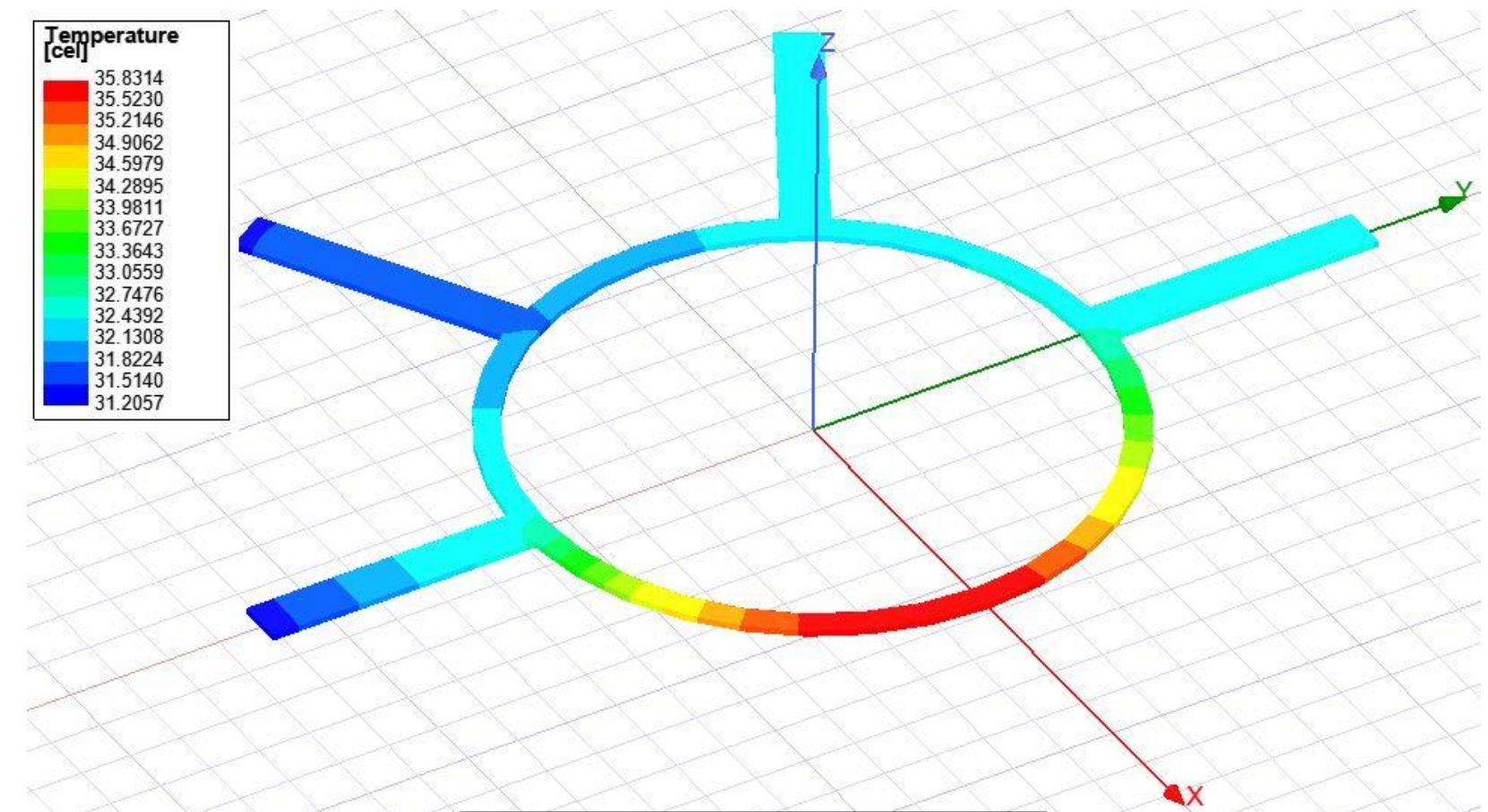


内容

- AEDT-Icepak 功能介绍
- 电热双向耦合应用案例
- HFSS与Icepak的电热耦合流程演示

HFSS-Icepak演示说明

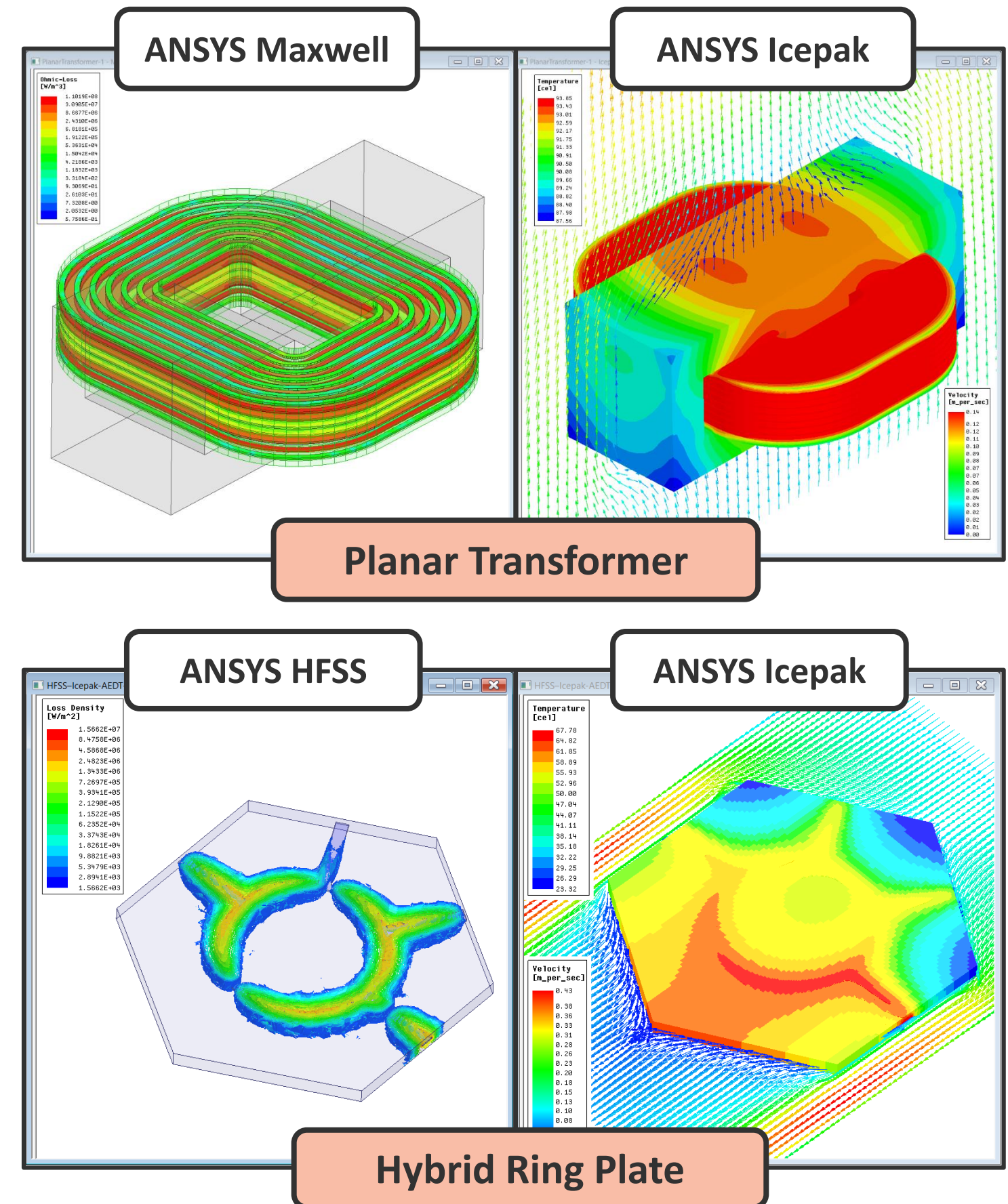
- Icepak具有功率输入，但功率是通过对象的体积分布
- HFSS计算电磁加热并确定所有固体产生的功率
- Icepak还允许从HFSS读取功率场（局部功率）并将其内插到CFD网格上
- 在高温问题中，Icepak可以将稳态温度曲线传回HFSS
- HFSS可以调节电阻率（增加功率）并与Icepak循环，以达到收敛
- 本演示显示了环形器在HFSS和Icepak间功率和温度双向传输的设置



Temperature in ANSYS Icepak Due to Localized HFSS EM Fields

总结

- Icepak现已集成到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



扫码关注获得：

- 获得海内外最新CAE资讯/干货
- 免费参加培训/市场活动
- ANSYS产品专栏
- Howto系列视频
- 视频直播回顾

IDAJ-China官方微信公众账号

联系我们

- <https://www.idaj.cn/>
- support@idaj.cn
- 021-50588290 ; 010-65881497