

# Simcenter FLOEFD

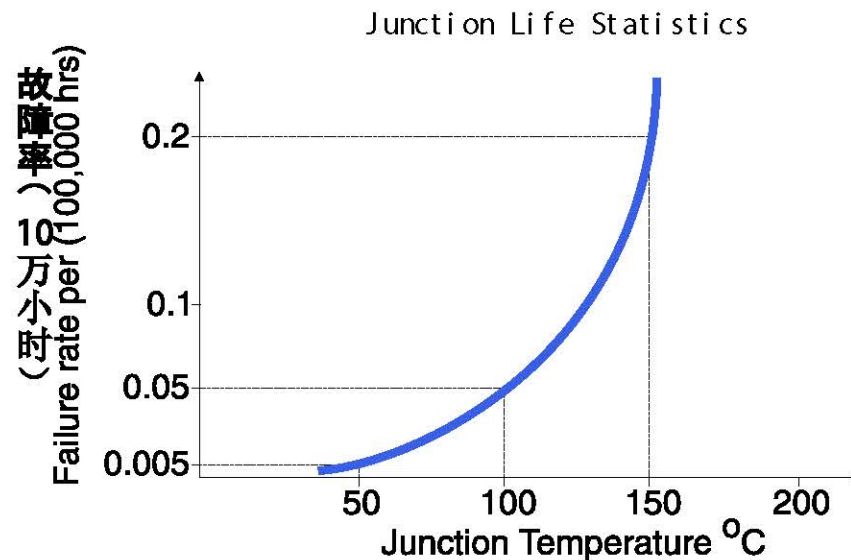
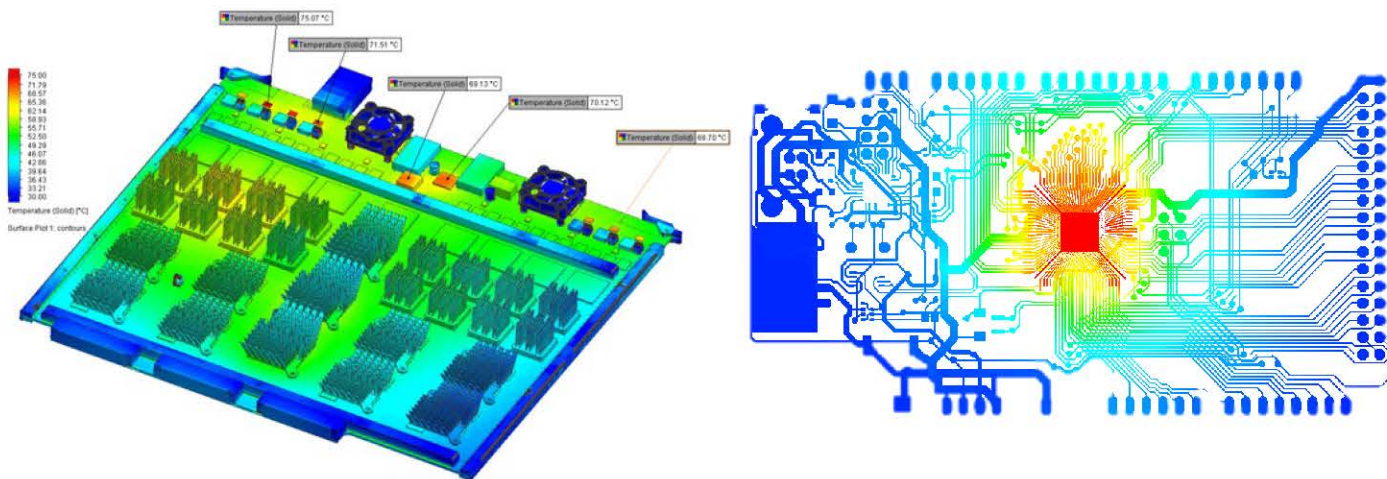
# SmartPCB之熱、電、結構的多物理 方仿真

☒ ☒ Monica Ge

Simcenter FLOEFD product management team

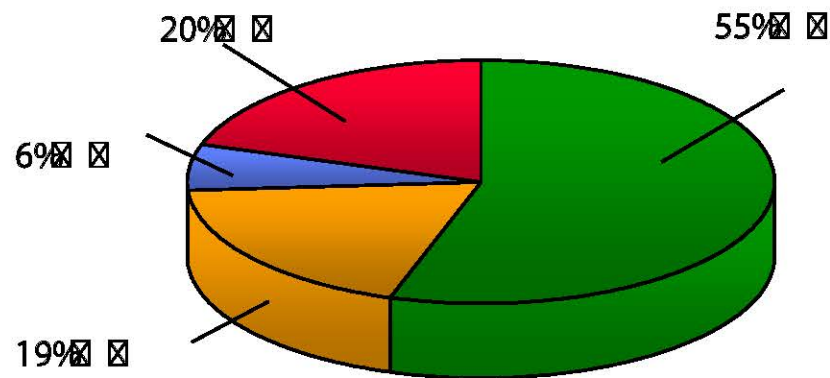
## PCB的失效

55%以上失效是因为过热引起，温度是影响装备电子模块可靠性的关键环境因素。



(Source : GEC Research)

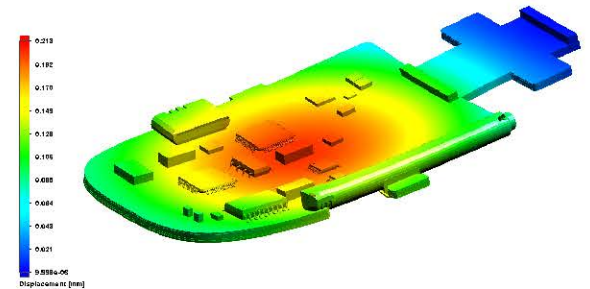
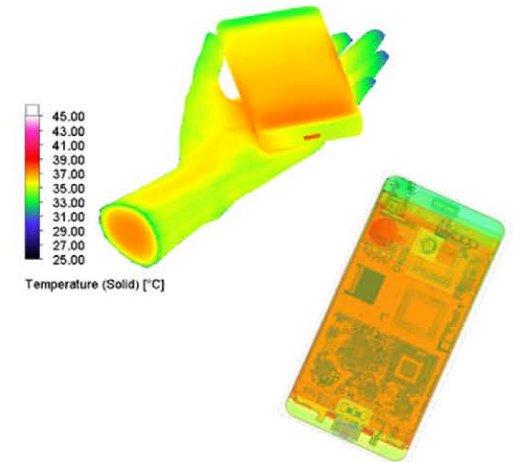
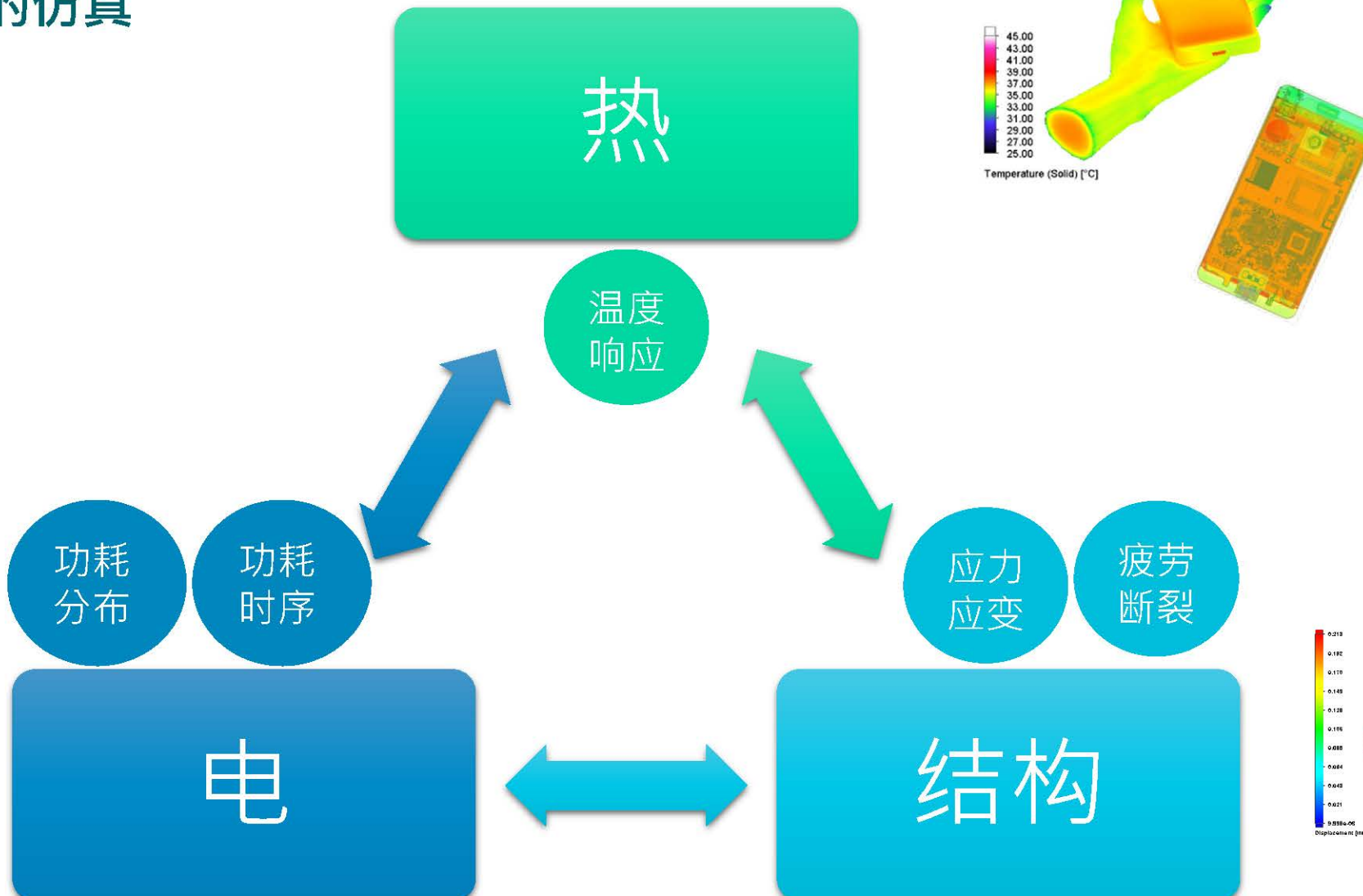
### Major Causes of Electronics Failures



(Source : US Air Force Avionics Integrity Program)



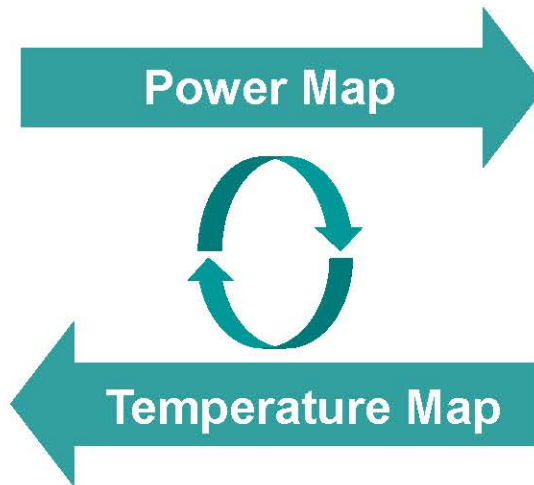
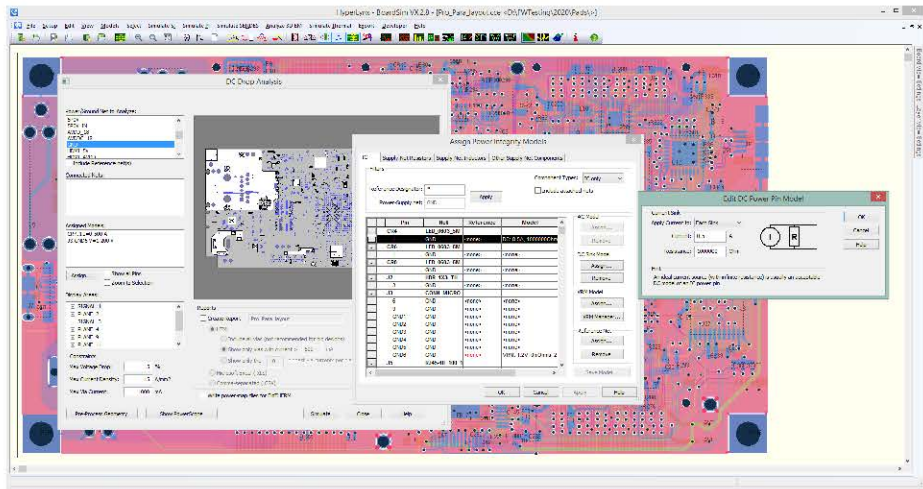
# PCB的仿真



# 热电协同仿真 Hyperlinks

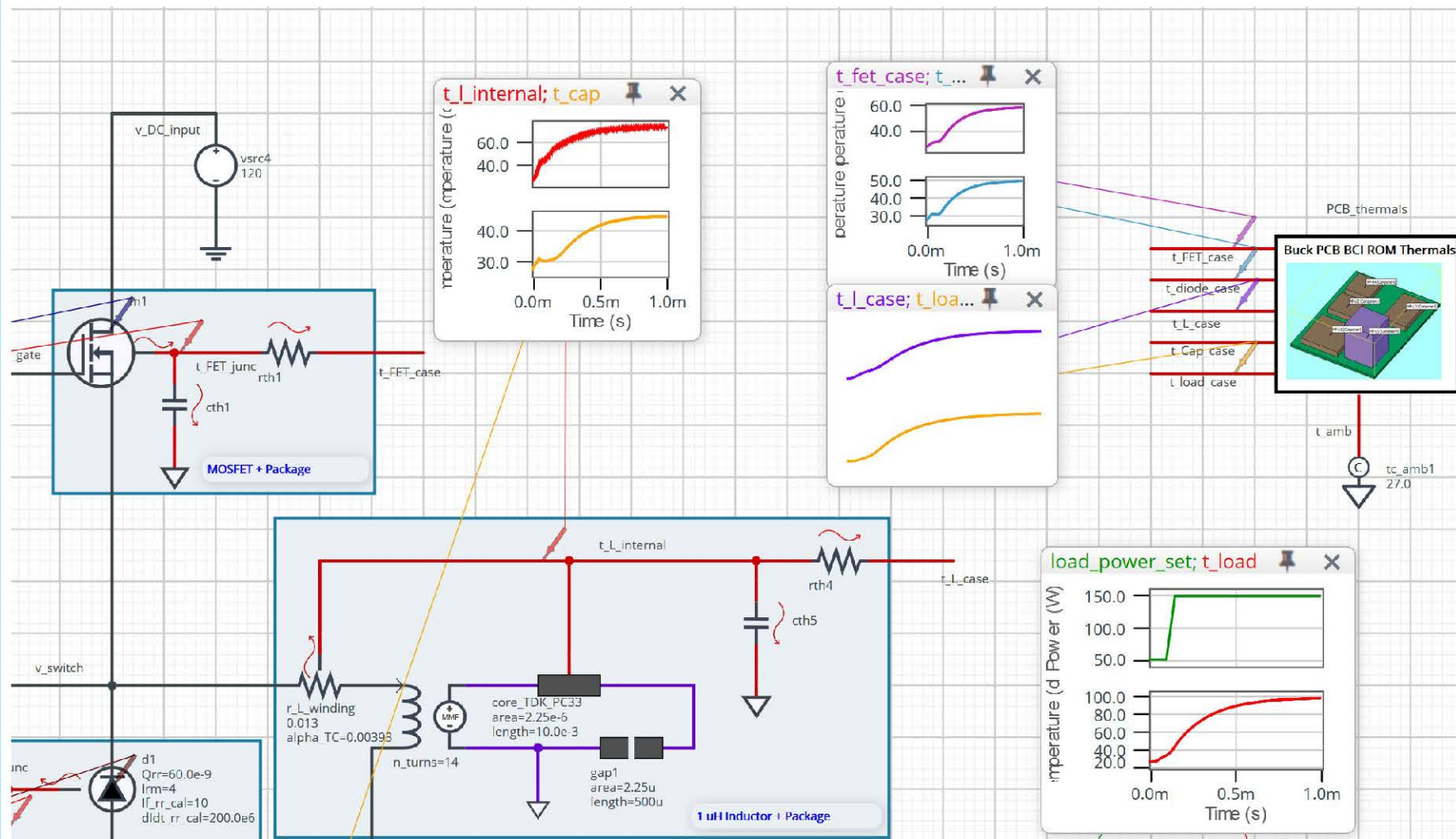
# Joule Heating in PCB: Simcenter FLOEFD-HyperLynx SI PI Co-simulation

SmartPCB模型可以与Simcenter FLOEFD-HyperLynx™ (v2.8.1 and newer) 耦合进行焦耳热的计算。Simcenter FLOEFD 可以从HyperLynx DC Drop Simulation读取功率表 (Power map)，并进行热分析，然后返回温度场给HyperLynx来更新电路仿真，将更新的功率表给Simcenter FLOEFD。或者，也可以直接将HyperLynx DC Drop Simulation的结果导出给 Simcenter FLOEFD，进行单向数据交换。



# 系统级功能热电协同仿真

- 功能性仿真验证
  - ✓ 模数混合功能验证
  - ✓ IEEE标准VHDL-AMS模型
- 电热功能协同仿真
  - 通过FLOEFD构建PCB BCI ROM热仿真模型
  - 构建系统级仿真拓扑

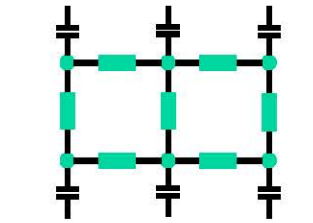


# | 仿真方法之SmartPCB

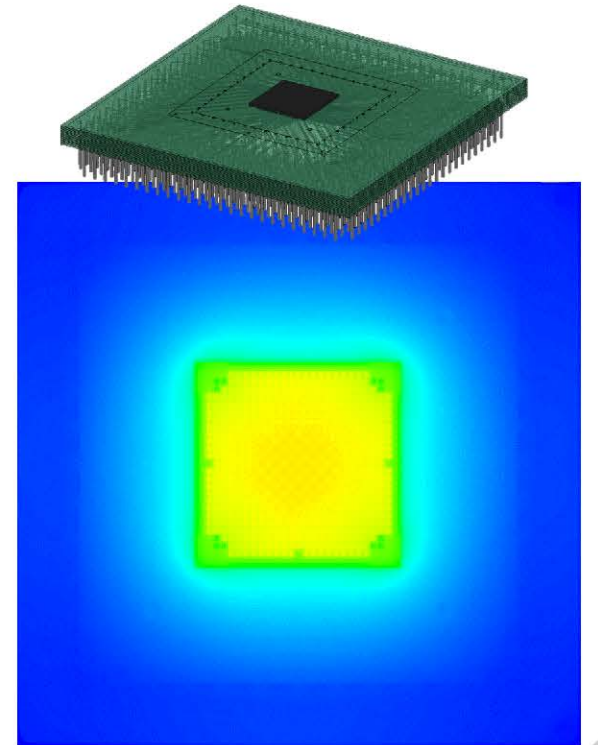
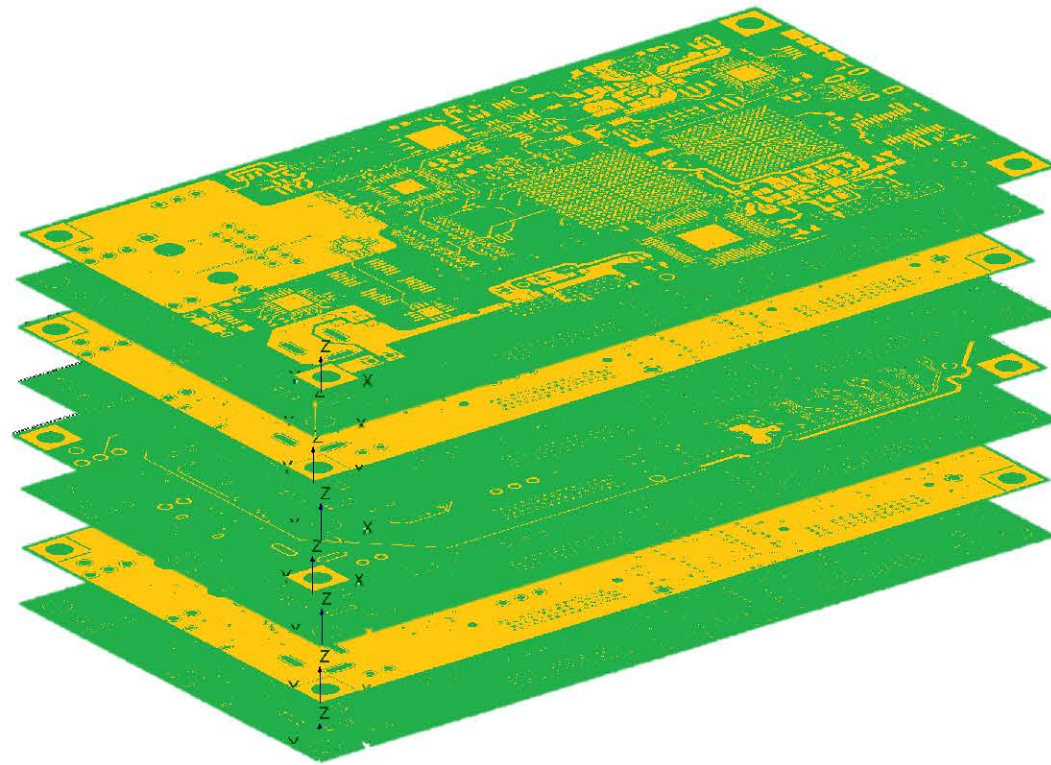
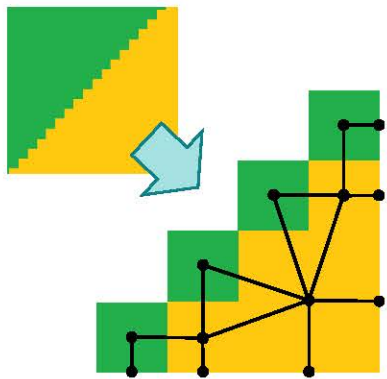


## SmartPCB : 热

Smart PCB –独特的方法来模拟印刷电路板上的多物理场现象，可以考虑到所有电路网络的最大程度的细节。仿真模型和计算网格是在EDA数据上生成的，无需将EDA显式地转换为CAD模型，因此得到的模型虽然简单但无损。SmartPCB为紧凑（Compact）模型的计算提供了完全详细（显式）模型的高精度。



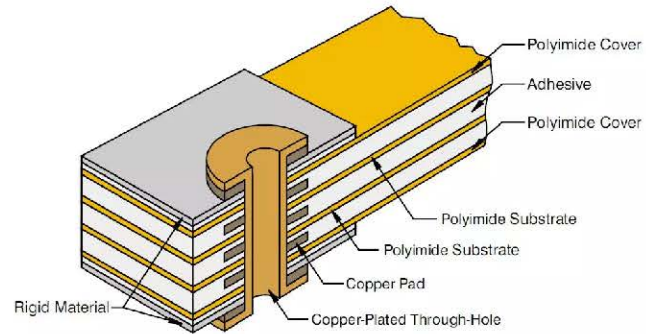
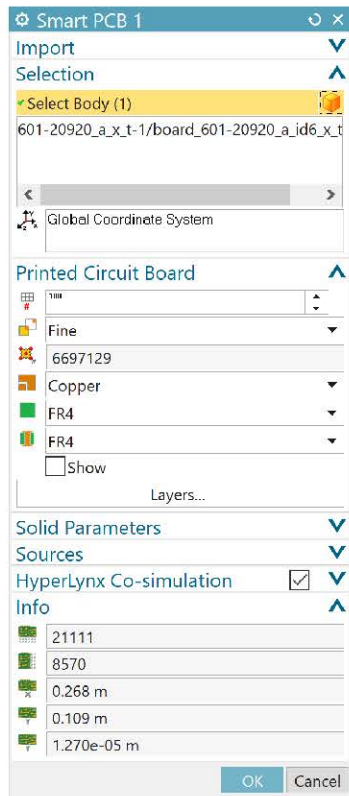
Network Assembly





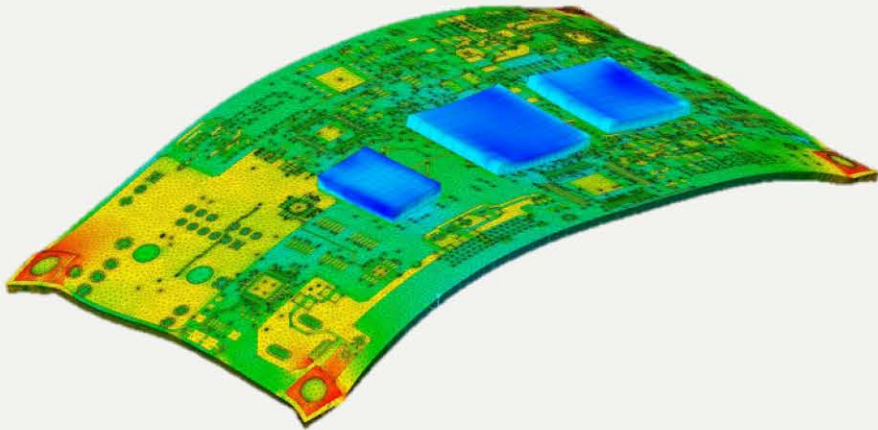
# SmartPCB : 热 层级材料的定义

您可以为每层分别定义导体、电介质和通孔填充的材料。  
显示每层的体积热源设置。



Number	Thickness, mic	Conductor	Dielectric	Vias	Volume Sources
Layer 1	34.3	Copper (Default)	FR4 (Default)	FR4 (Default)	0.154178725 W
Layer 2	106	Copper (Default)	FR4 (Default)	FR4 (Default)	0.0108832744 W
Layer 3	86.6	Copper (Default)	FR4 (Default)	FR4 (Default)	1.44506792 W
Layer 4	159	Copper (Default)	FR4 (Default)	FR4 (Default)	0.0428904017 W
Layer 5	183	Copper (Default)	FR4 (Default)	FR4 (Default)	0.240182443 W
Layer 6	150	Copper (Default)	FR4 (Default)	FR4 (Default)	0.0424988812 W
Layer 7	183	Copper (Default)	FR4 (Default)	FR4 (Default)	7.67214521 W
Layer 8	256	Copper (Default)	FR4 (Default)	FR4 (Default)	0.0450523493 W
Layer 9	183	Copper (Default)	FR4 (Default)	FR4 (Default)	10.1307157 W
Layer 10	150	Copper (Default)	FR4 (Default)	FR4 (Default)	0.0547829922 W
Layer 11	183	Copper (Default)	FR4 (Default)	FR4 (Default)	0.154516191 W
Layer 12	159	Copper (Default)	FR4 (Default)	FR4 (Default)	0.0500802857 W

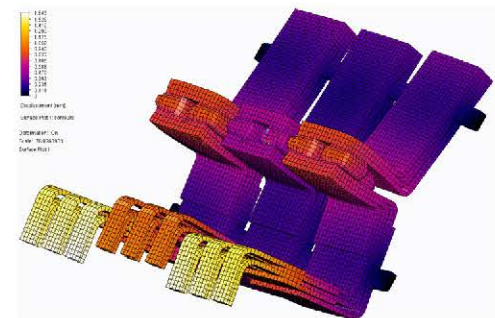
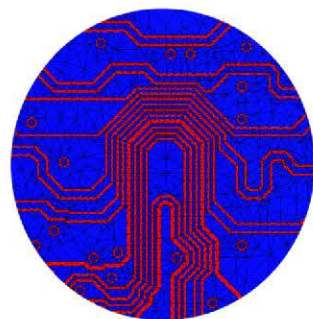
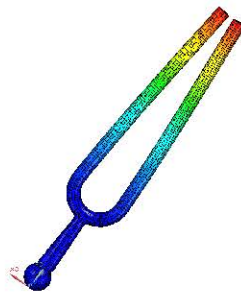
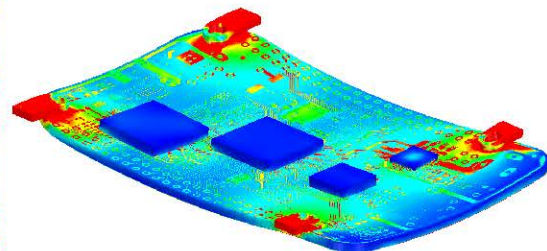
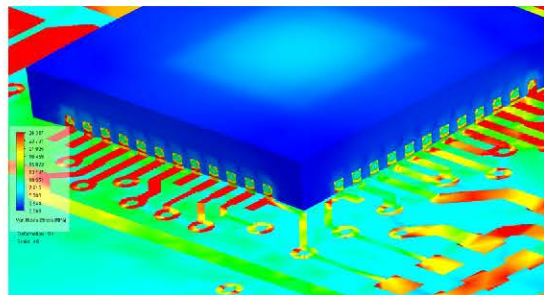
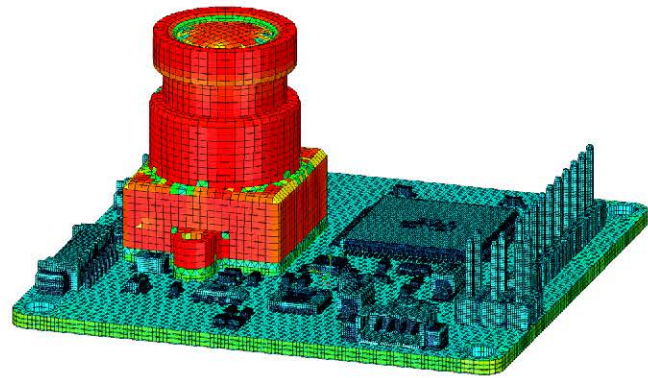
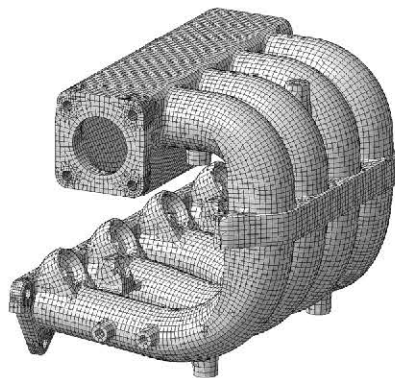
# Structural



## FLOEFD : 结构

### 当前FLOEFD结构仿真适用：

- 全自动六面体网格生成器
- 全自动智能PCB网格生成器
- 线性解算器
- 模态频率分析
- 各向同性和正交各向异性弹性材料特性
- 将流体动力学分析中共轭换热计算的温度和压力场结果施加为压力和温度载荷
- 多物理任务
- 将项目导出到SC3D ( FEM几何和条件 )



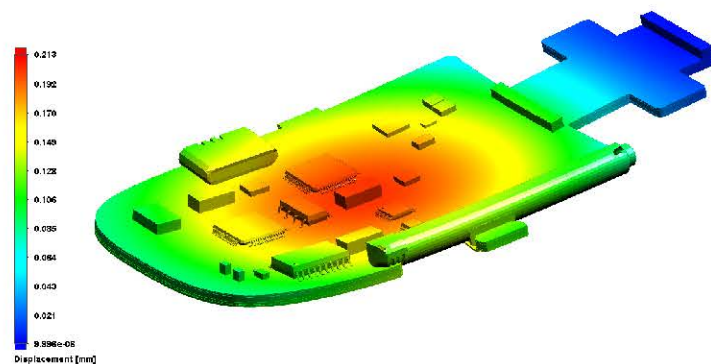
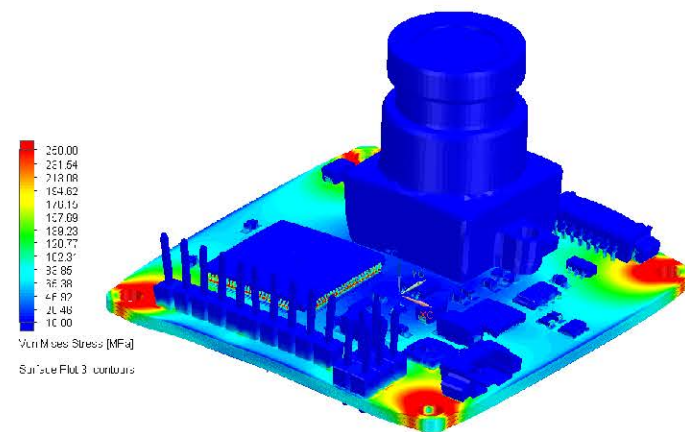


## FLOEFD : 结构 线性求解器

### 有限元法的线性求解器

Simcenter FLOEFD使用有限元 ( FE ) 非迭代求解器进行结构分析。有限元解算器中的分析类型范围包括：对载荷、热膨胀和强制变形的静态响应，以及特征值的确定。由于施加在物体上的载荷与物体的响应之间的关系假定为线性关系，因此使用了线性方程组。线性方法可用于以下假设：

- 变形小且不影响计算结果，线性方程组基于非变形几何
- 模型内温度变化不大或材料性能对温度的依赖性不强，所有材料性能都取整个模型的特定温度值。



## SmartPCB : 结构

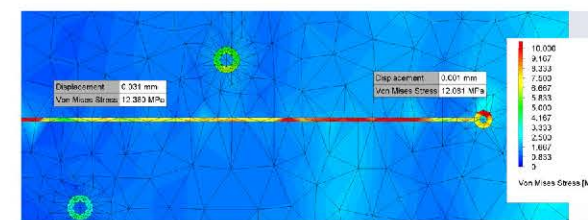
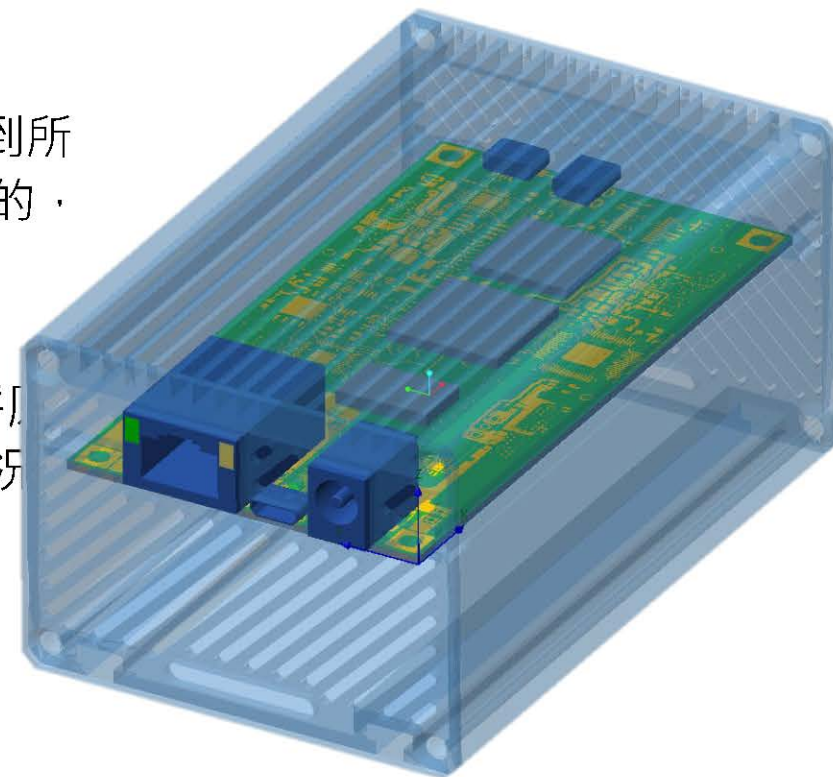
### Smart PCB

Smart PCB –独特的方法来模拟印刷电路板上的多物理场现象，可以考虑到所有电路网络的最大程度的细节。仿真模型和计算网格是在EDA数据上生成的，无需将EDA显式地转换为CAD模型，因此得到的模型虽然简单但无损。

这种特殊的SmartPCB FEM 模型允许对PCB进行精确高效的应力分析，将原始EDA文件中PCB内部结构的所有细节（走线和过孔在没有任何简化的情况下解析）考虑在内，而无需在CAD中创建显式几何体。

Smart PCB 可以进行的模拟:

- 热传导、自然对流或强迫对流、辐射
- 耦合HyperLynx直流降模拟的热传导
- 结构分析（独立或耦合）

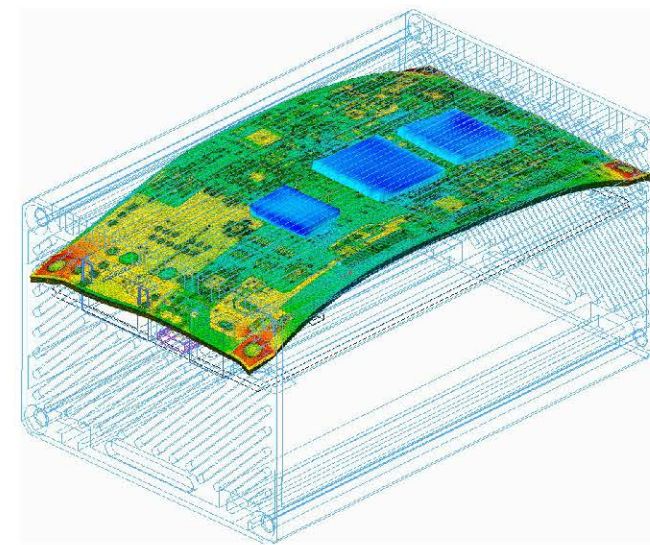
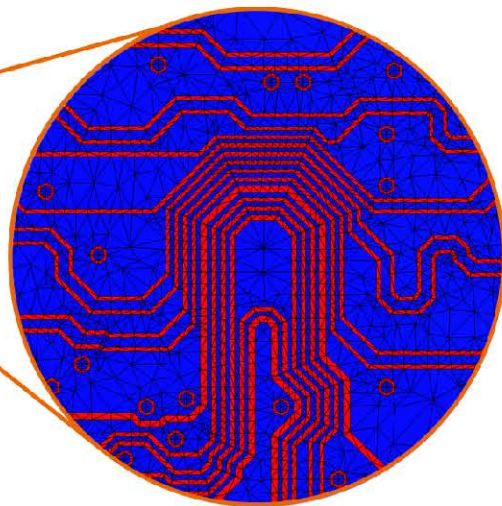
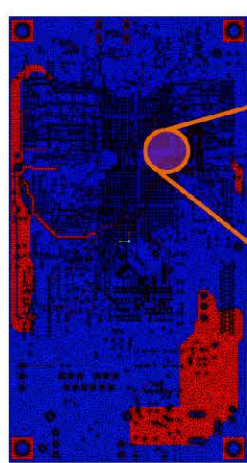
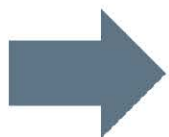
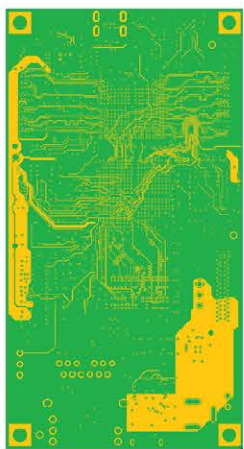




## SmartPCB : 结构

### 基于SmartPCB FEM的高保真PCB结构仿真

SmartPCB FEM模型允许对PCB进行精确、时效的应力分析，同时考虑原始EDA文件中PCB内部结构的所有细节（轨迹和过孔在没有任何简化的情况下解析），而无需在CAD中创建几何图形的实体模型。



**CFD with thermal Smart PCB  
(60 200 cells, 5 280 592 nodes)**

**FEM without Smart PCB  
(28 700 elements)**

**FEM Smart PCB only  
(4 340 000 elements)**

Mesher time

5 s

50 s

6 min

Solver time, s

50 min

1.5 min

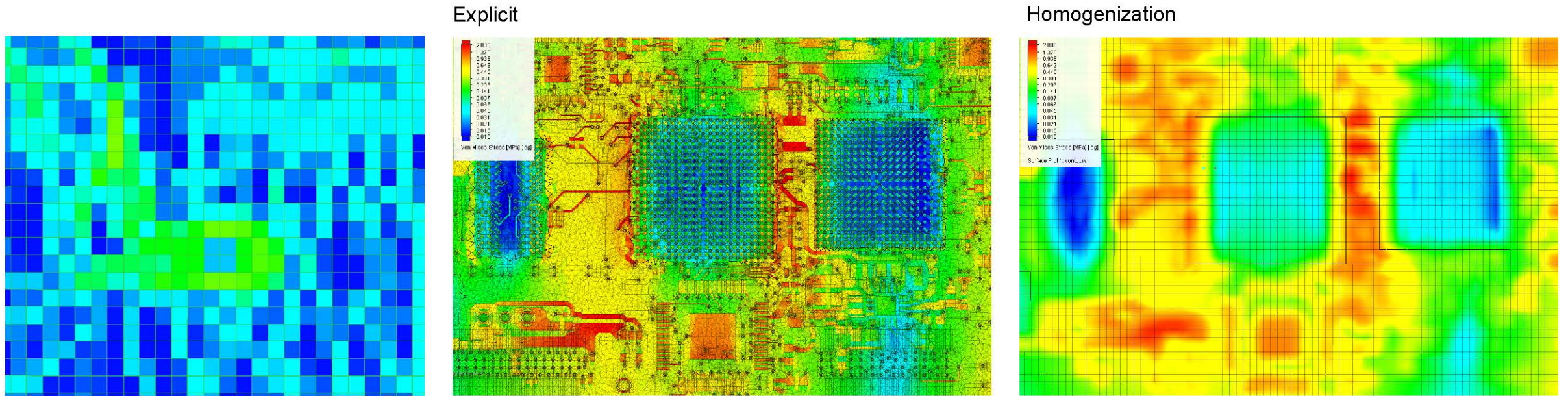
60 min



# SmartPCB : 结构

## SmartPCB Homogenization 均匀化

正交各向异性均匀化：对每个大型单元施加拉伸和弯曲载荷，然后进行静态分析以确定特性值。

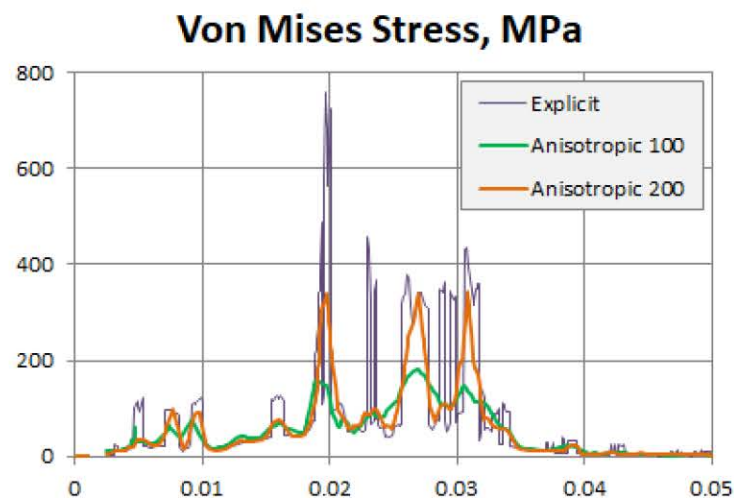
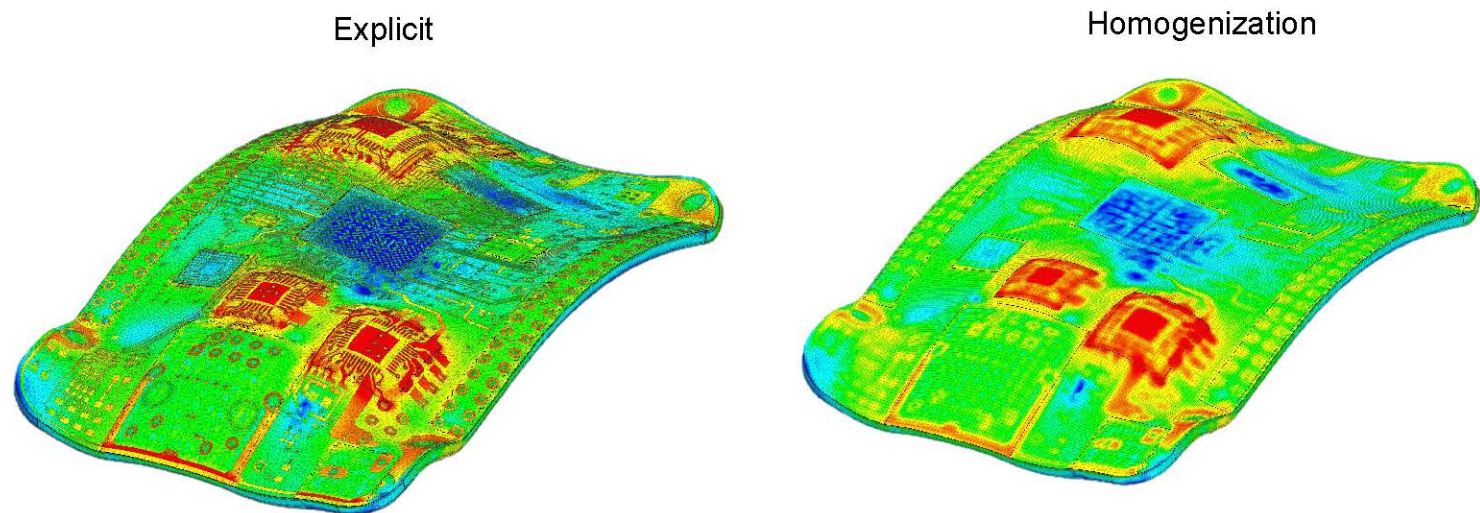


	Elements	Mesh generation and solving time	Memory peak
Explicit	4.3 M	30 min	170 Gb
Homogenized	190 K	6 min	18 Gb

## SmartPCB : 结构

### SmartPCB Homogenization 均匀化

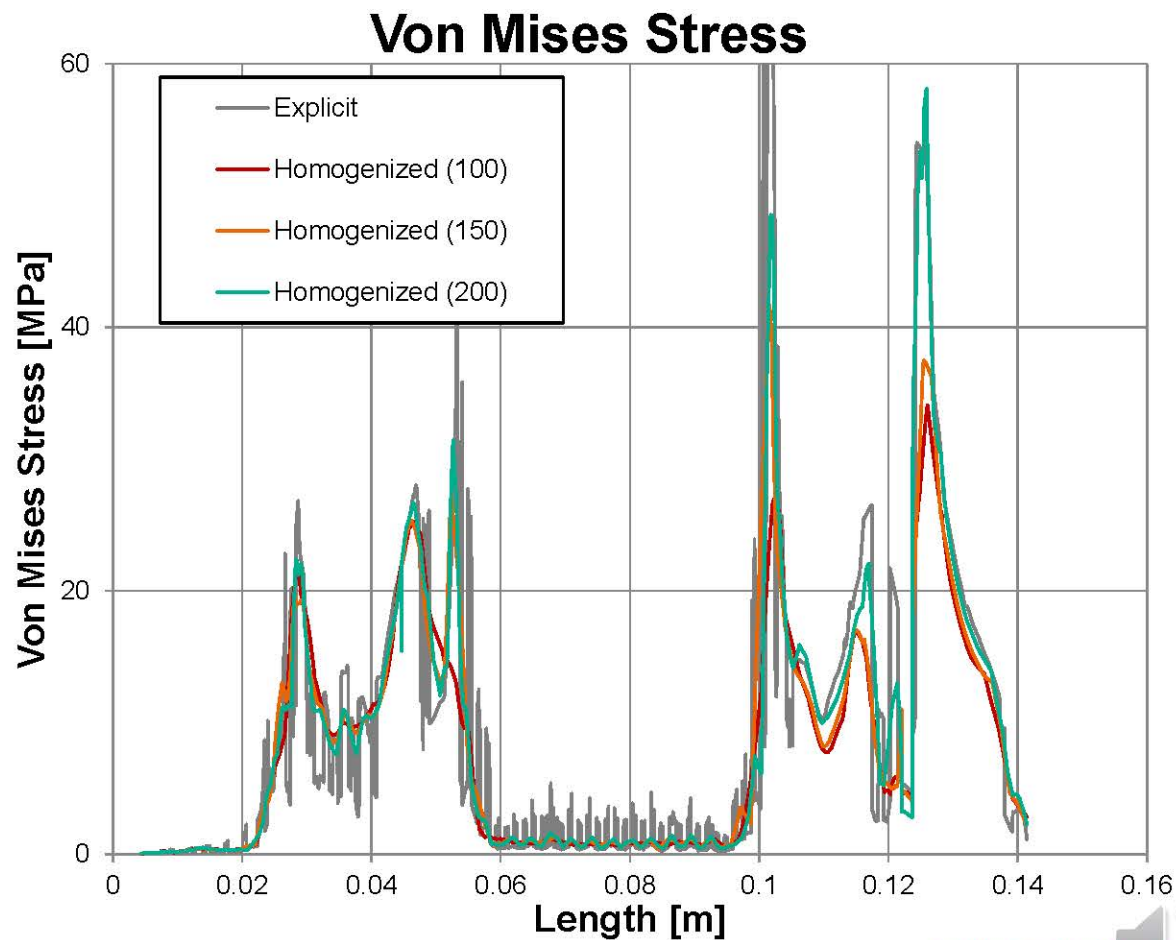
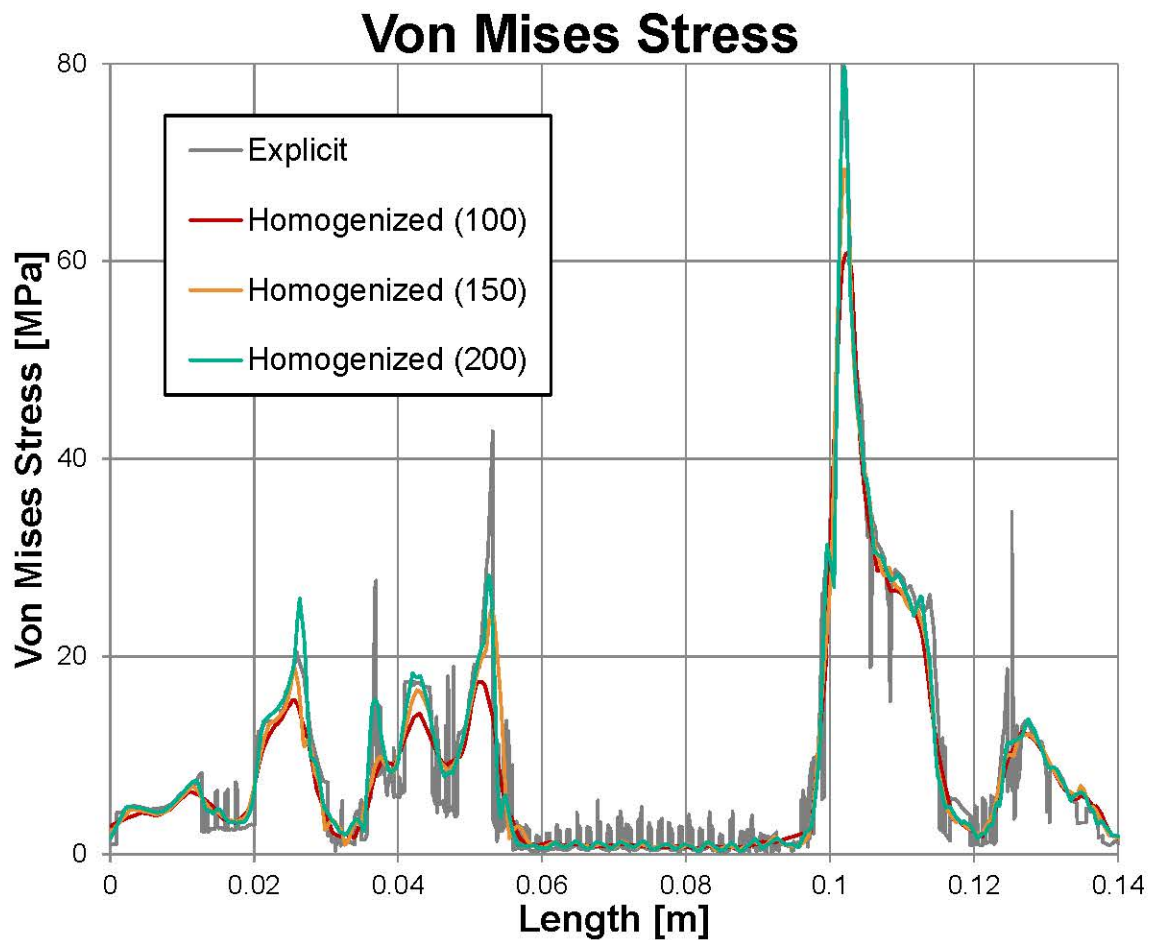
均匀化在保持高精度的同时，降低了对内存的要求。



	Elements	Mesh generation and solving time	Memory peak
Explicit	1.25 M	10 min 30 s	38.5 Gb
Homogenized 100	150 K	5 min 20 s	7.7 Gb
Homogenized 200	350 K	11 min 22 s	22.2 Gb



结果对比



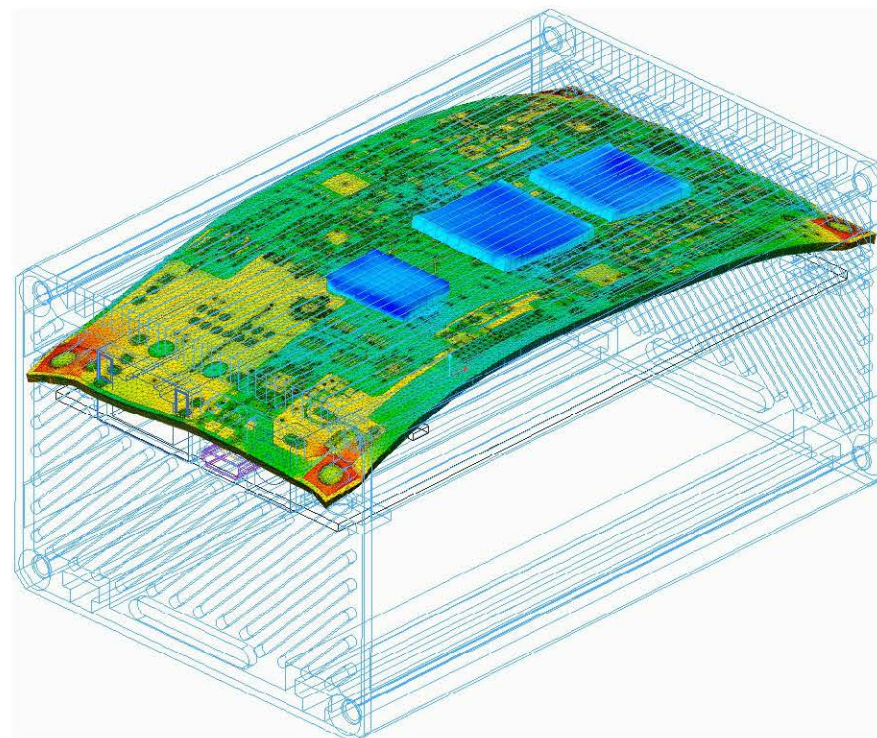


## SmartPCB : 结构

### Simulation times

将不同物理现象（流体流动、共轭传热、辐射、结构分析）作为一个工程，自动生成网格并计算，大约需要~2h（Intel® Xeon® W-2235 CPU@3.80GHz 6核）。

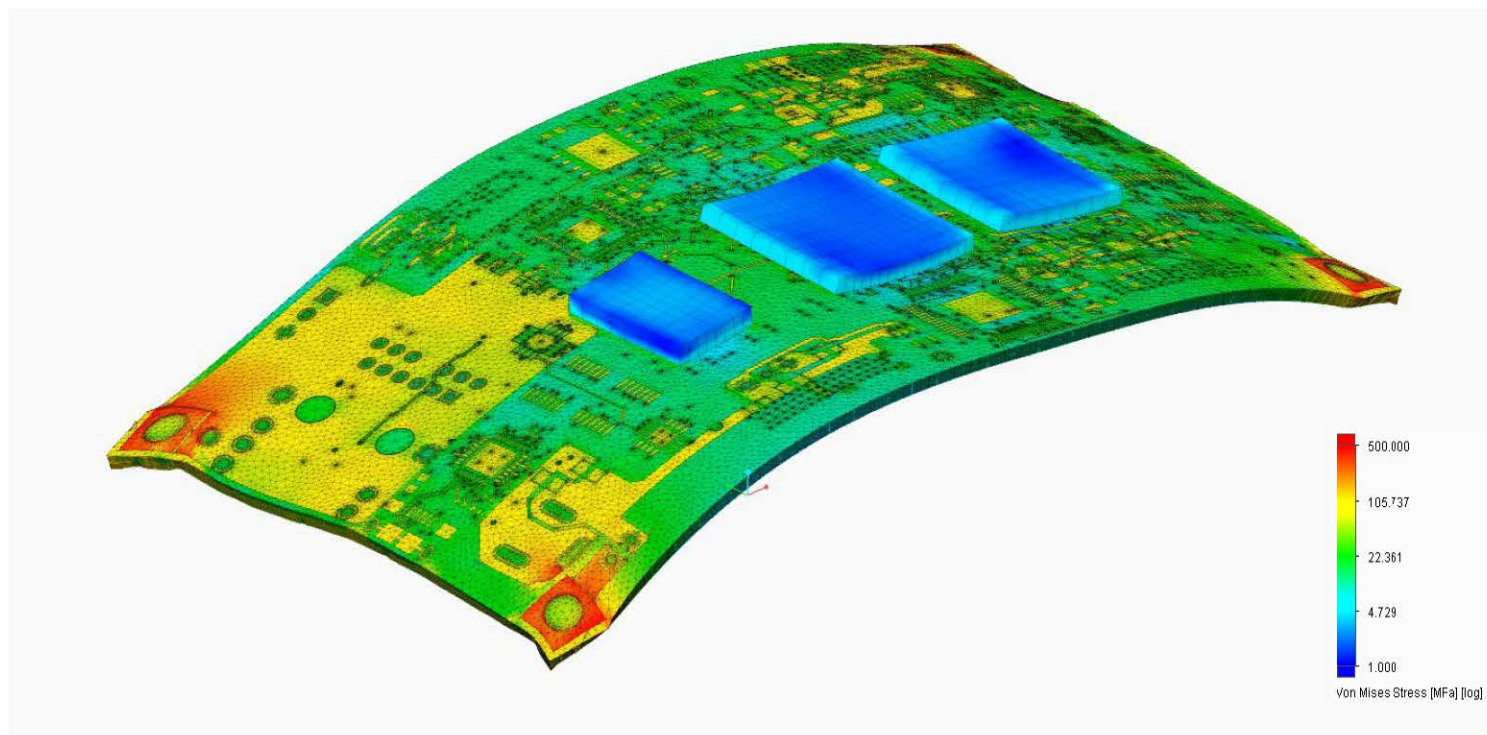
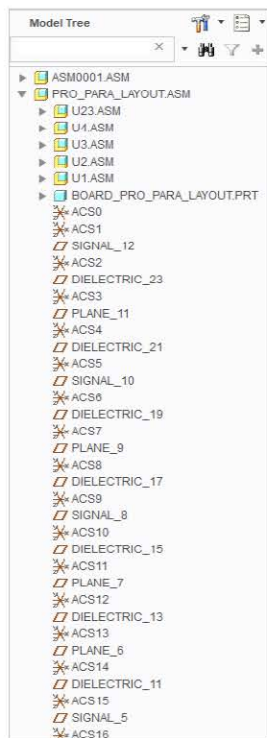
注意：由于FEM的求解器是直接求解的（非迭代的），具有大量单元的任务可能会占用内存（如果SmartPCB的求解器异常终止，可能的原因是它达到内存限制）。



	CFD with thermal Smart PCB (60 200 cells, 5 280 592 nodes)	FEM without Smart PCB (28 700 elements)	FEM Smart PCB only (4 340 000 elements)
Meshing time	5 s	50 s	6 min
Solver time, s	50 min	1.5 min	60 min

## SmartPCB : 结构

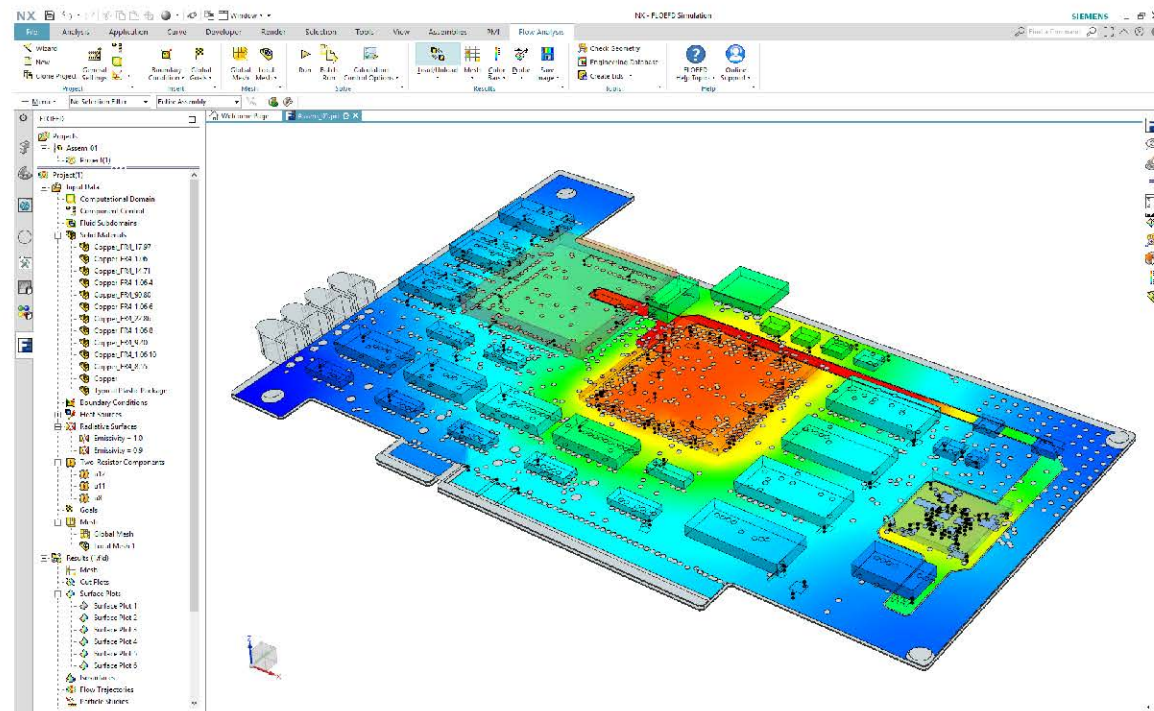
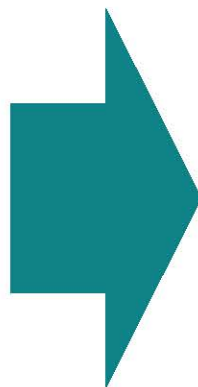
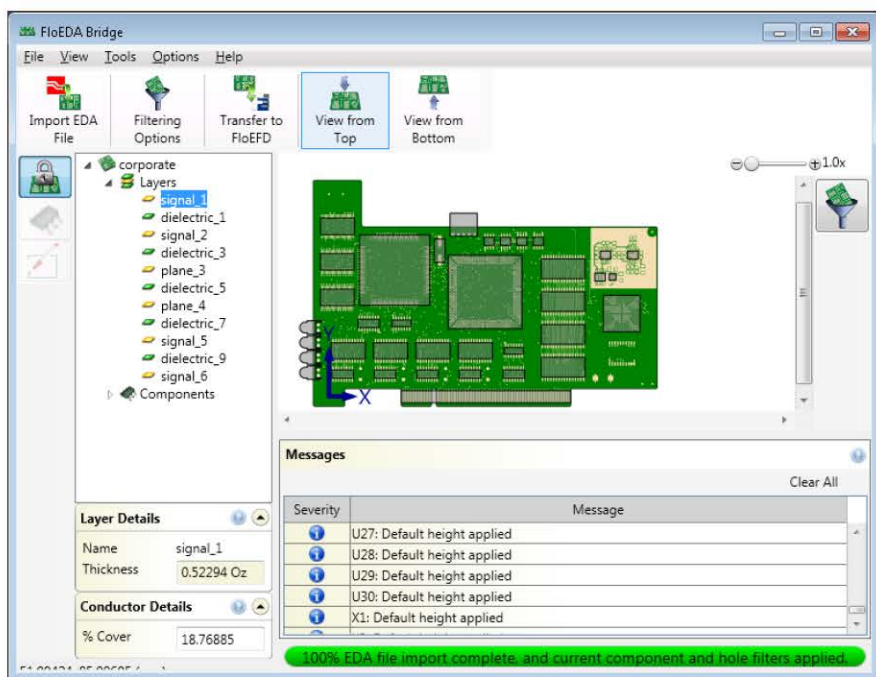
后处理工具。其方法与简单FEM的结果显示相同。 Smart PCB 表面上的表面图，任何PCB部分上的切面图。通过每层中间的基准面是自动创建的，在EDA数据导入时称为原始PCB层，所以可以很容易地创建所需层的切面图。



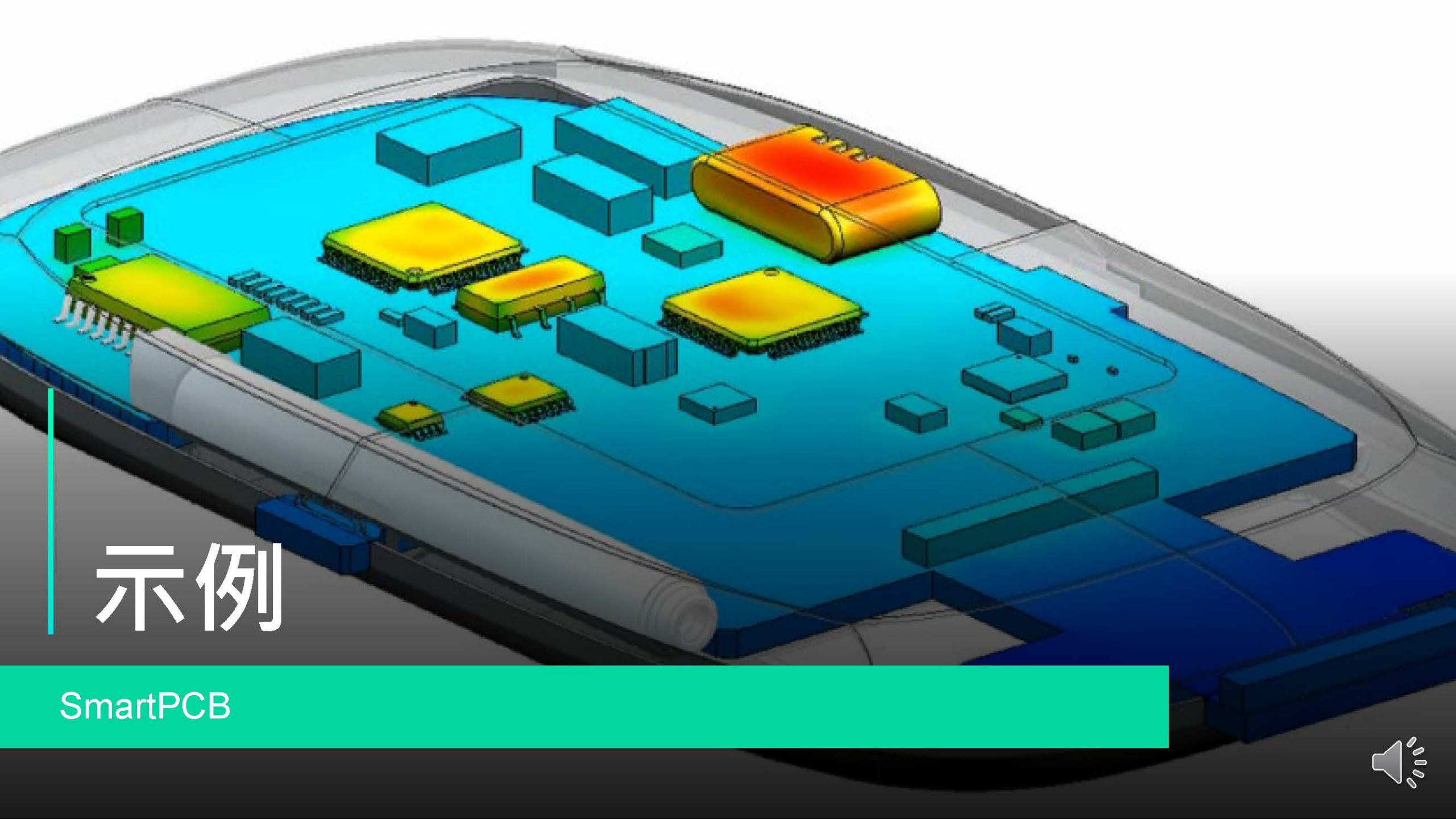


## EDA 导入

EDABridge 读取原始 EDA 文件 (ODB++, Xpedition CCE, IPC2581B, ProStep) ，在导入 PCB 的几何的同时，导入材料及热边界到 FLOEFD 中，省去了大量人工建模的时间。







# 示例

SmartPCB





# | Contact

葛兰 Lan Ge

Product manager Simcenter FLOEFD China

E-mail [lan.ge@siemens.com](mailto:lan.ge@siemens.com)



谢谢