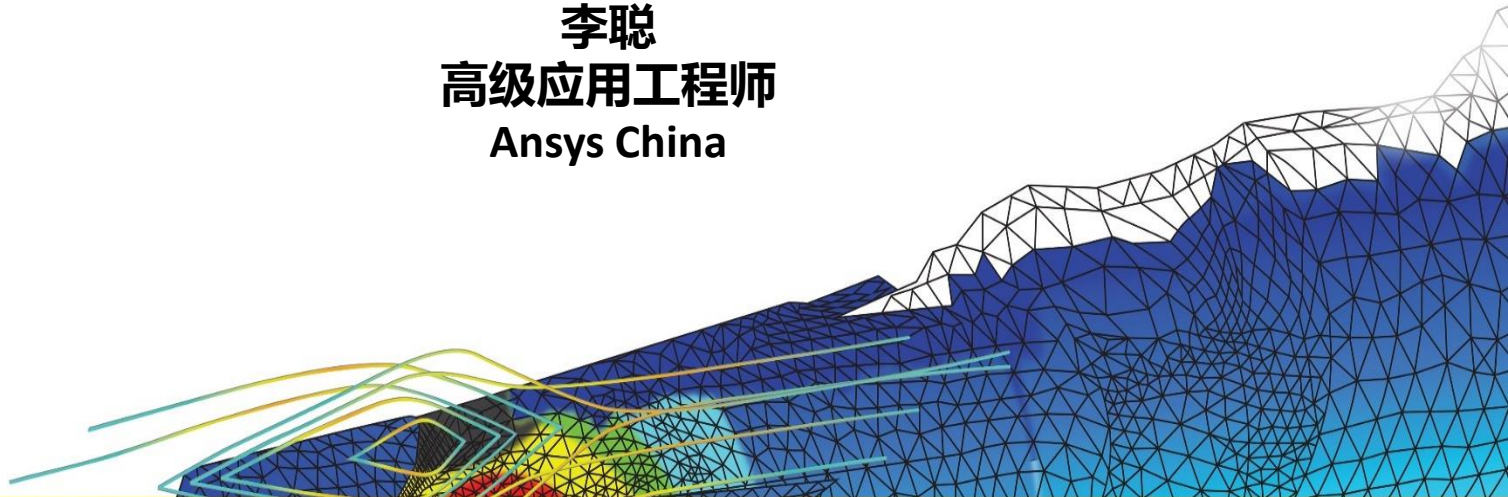


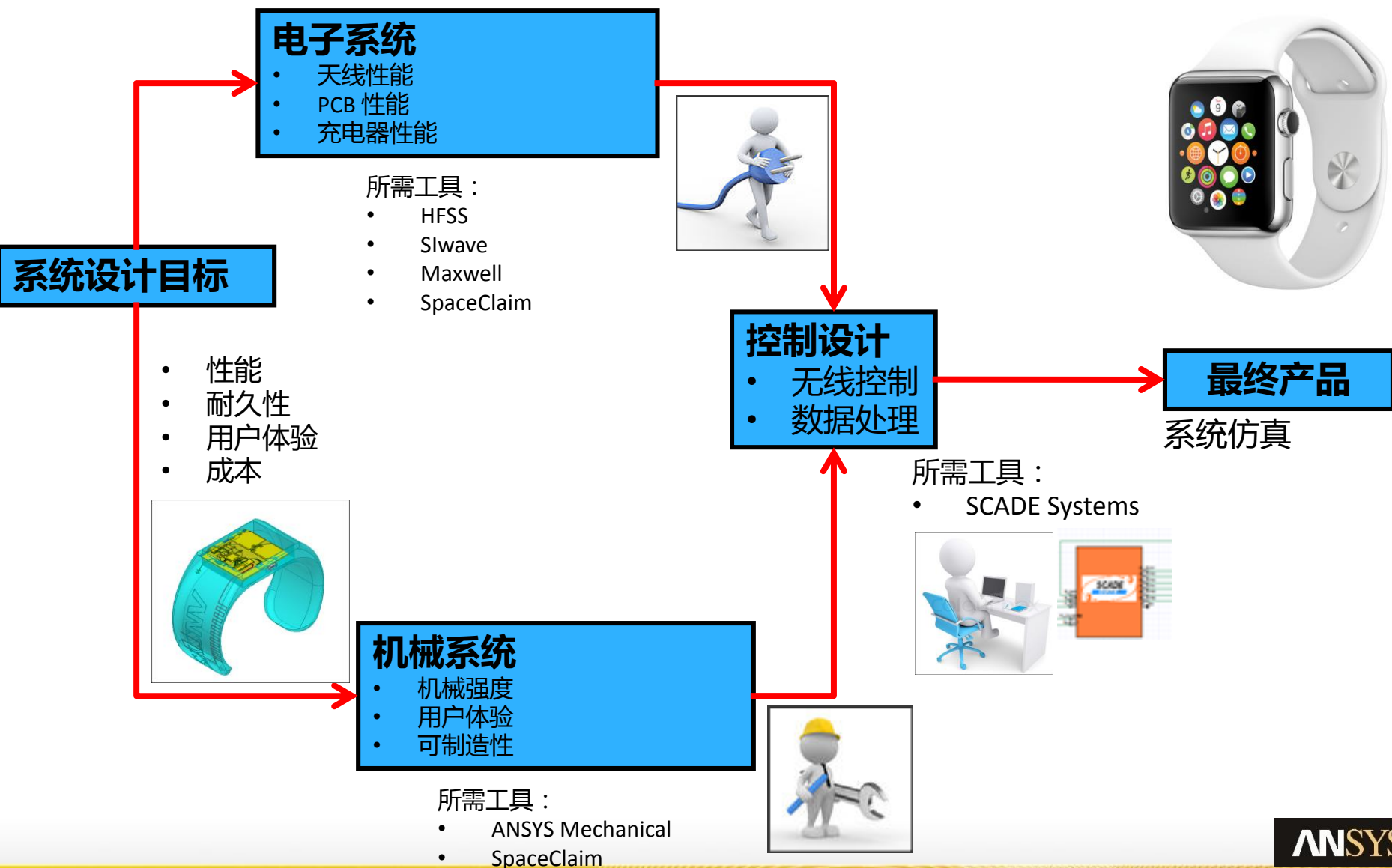


ANSYS智能可穿戴设计-让物联网（IoT） 设备创新变得简单

李聪
高级应用工程师
Ansys China



智能可穿戴设备设计流程



系统设计目标

ANSYS 智能手表功能：

- 健康跟踪（血压、心率等）
- 蓝牙扬声器播放流音乐
- 液晶屏幕显示智能手表功能

– 核心电子系统

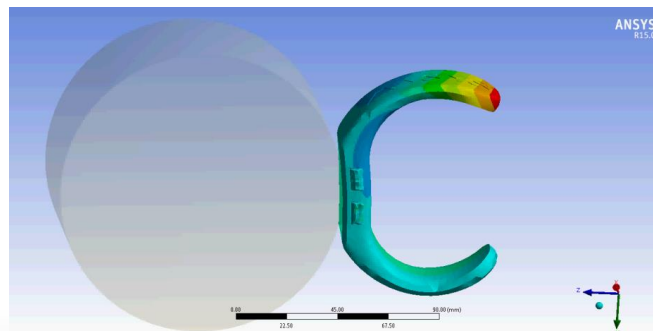
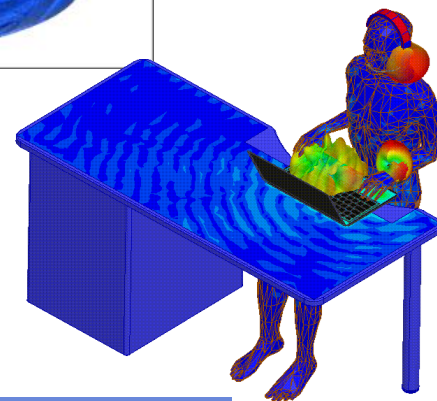
- 全向天线
- 三层电路板（尺寸4X4cm以内）
- 无线充电

– 主要机械设计挑战

- 抗冲击性
- 可制造性
- 穿戴舒适性

– 控制系统

- 同时控制两个无线系统
- 生成可靠的代码，确保健康数据的精确测量与显示



电子系统的优化设计

- 全向天线
- 三层电路板（尺寸4X4cm以内）
- 无线充电

• 天线设计

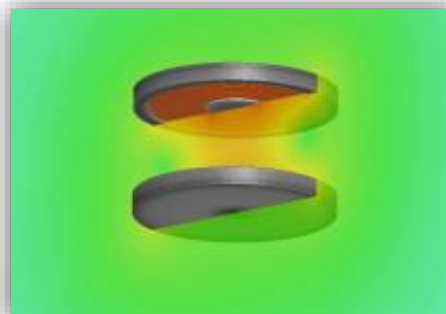
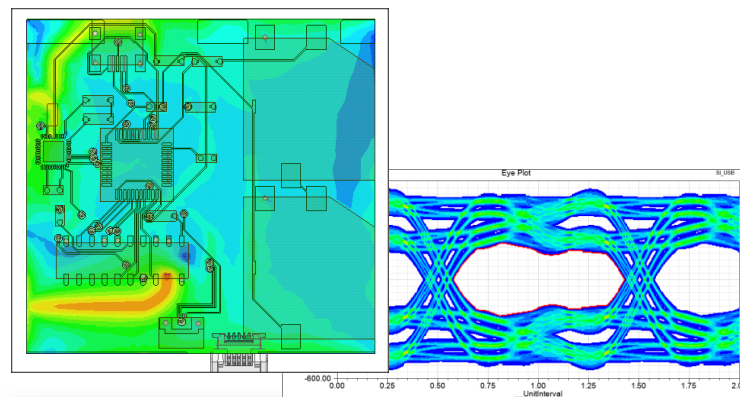
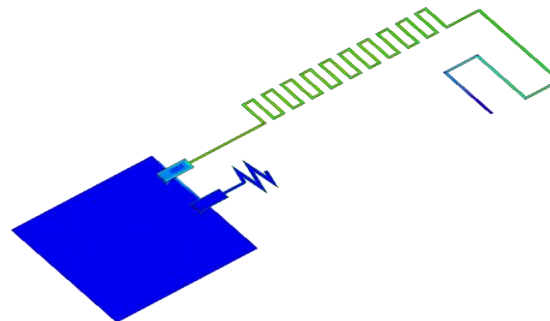
- 从基本设计开始
- 将天线缠绕在手表上
- 调谐天线参数从而极大地改善性能

• 电源与信号完整性

- 从初始版图设计开始
- 验证PCB版图中的关键路径
 - RF与关键数字路径间的互连
- 改善版图设计以获得高数据速率

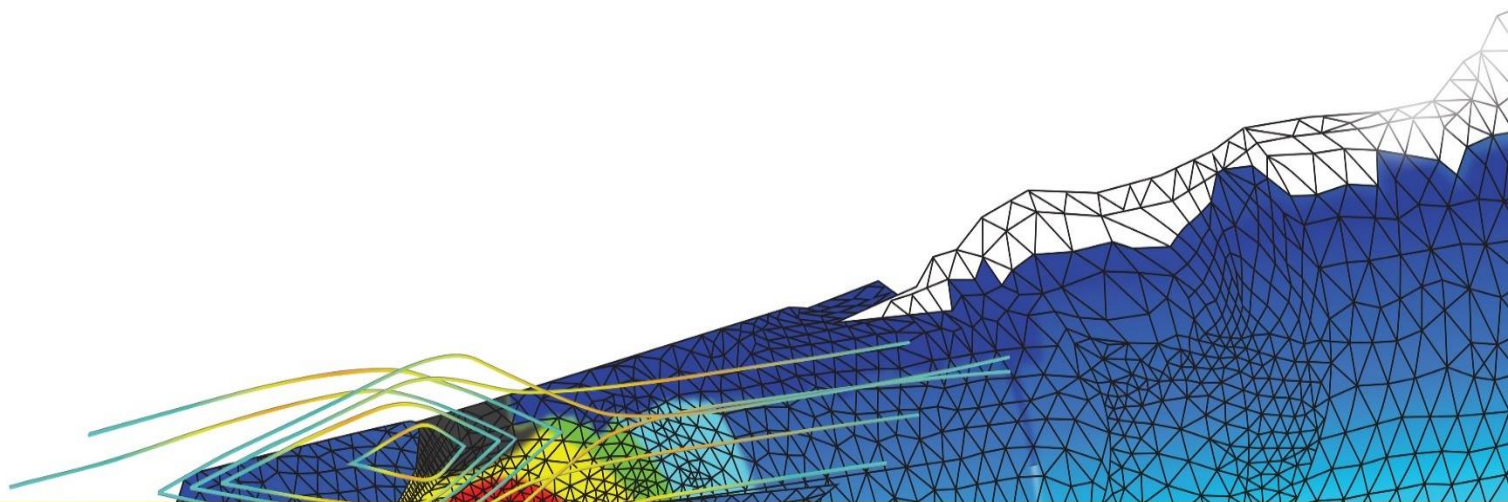
• 无线充电

- 无线充电器的设计与优化

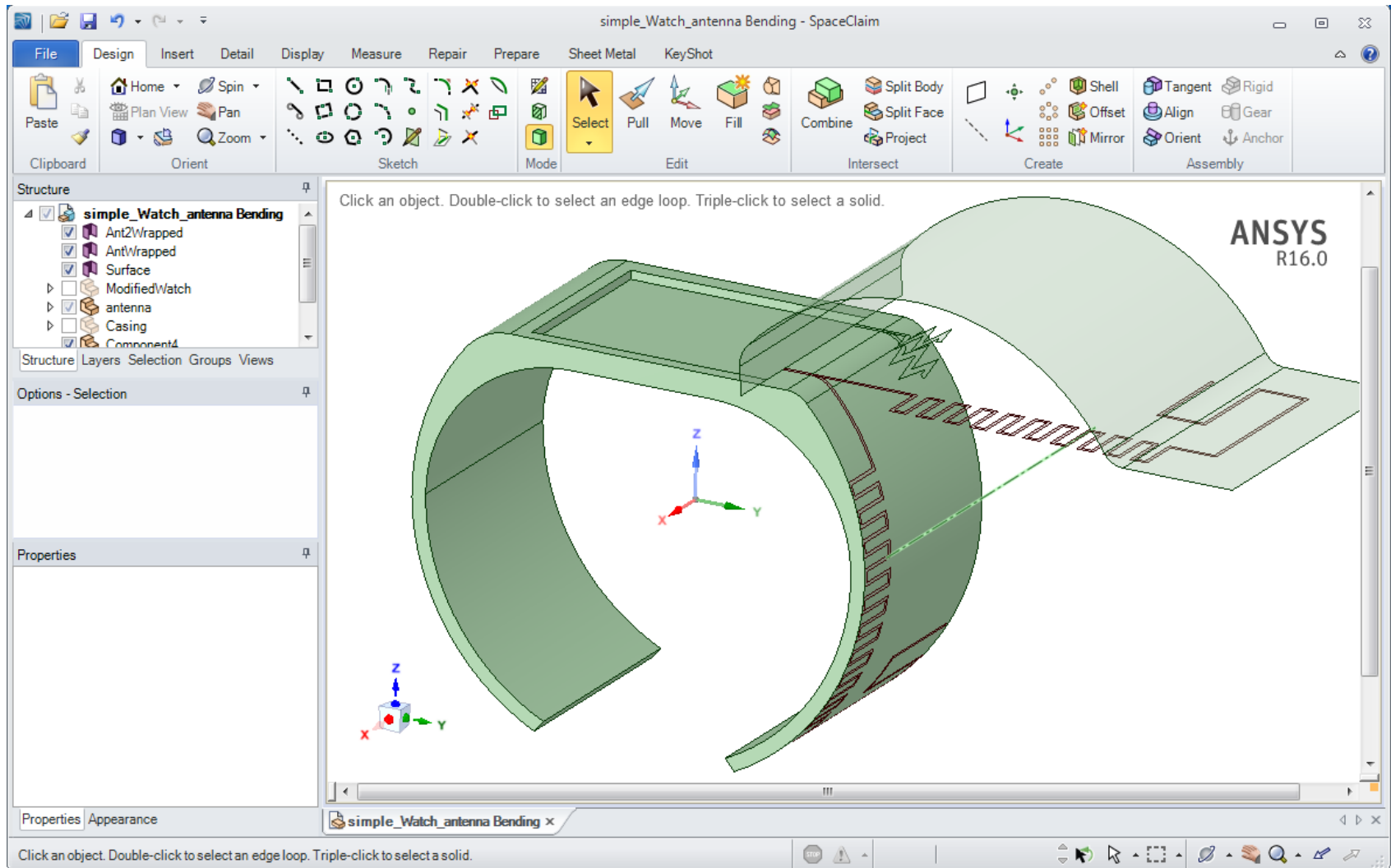


ANSYS®

天线设计



模型前处理:SpaceClaim



天线设计

1. 蓝牙天线

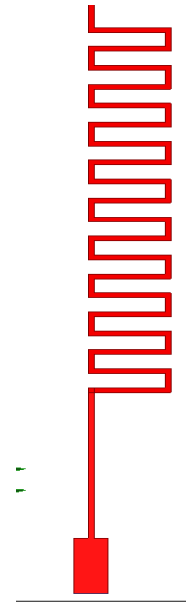
- 频率：2.4~2.485GHz
- 回波损耗< -10 dB
- 柔性基板

2. 生物传感器天线

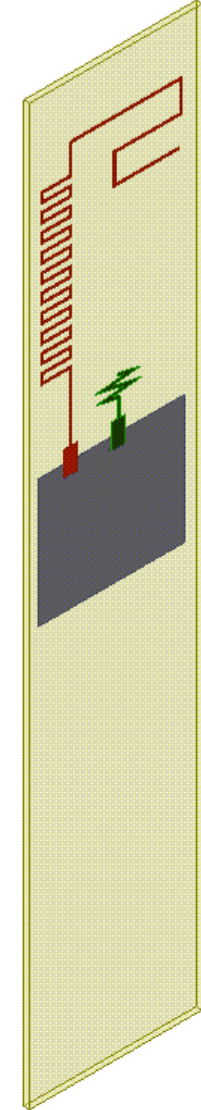
- 频率：400~450 MHz
- 回波损耗< -10 dB
- 柔性基板



蓝牙



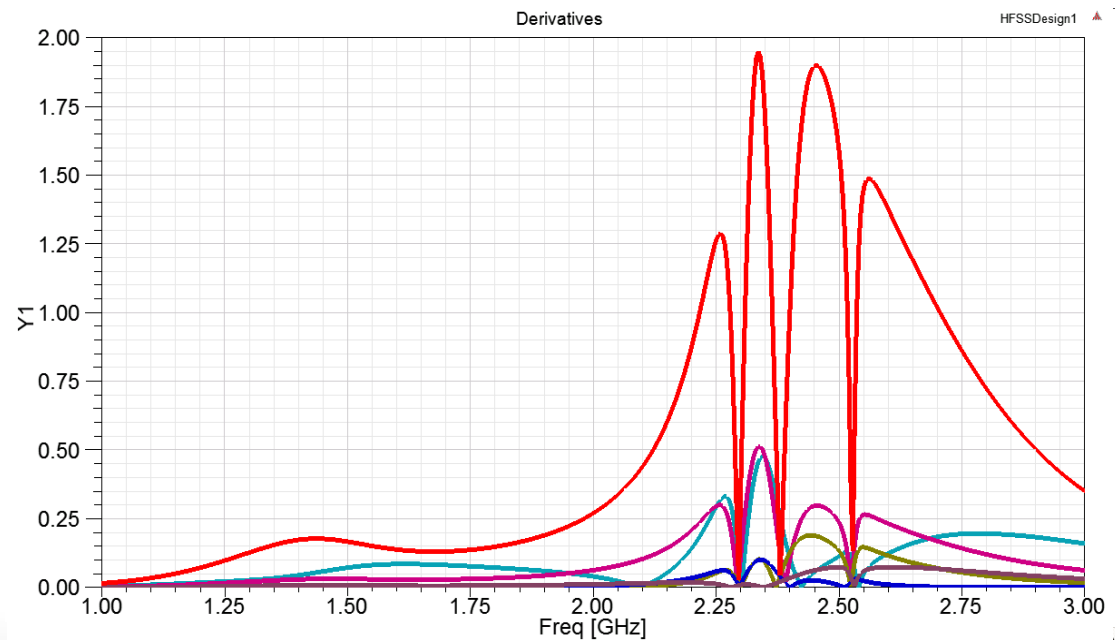
生物传感器



天线与PCB

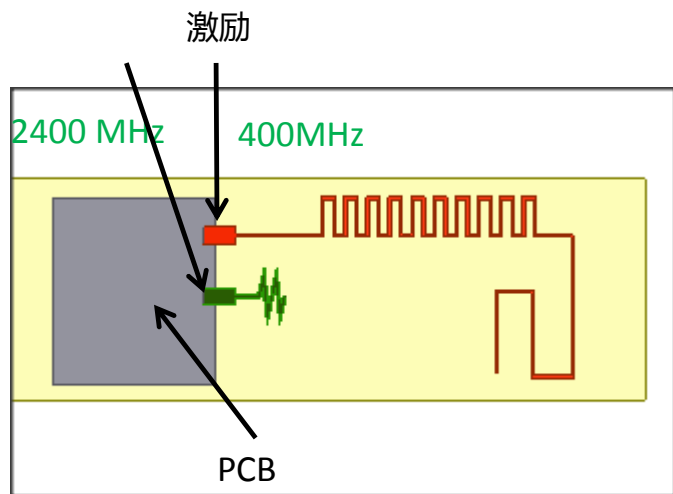
天线设计参数快速敏感度分析

- 第一步：利用伴随求导求解初始输入变量
- 伴随求导可用于减少必需设计变量的个数，忽略对带内回波损耗影响很小的变量
- 绘制出每个变量的回波损耗相对于频率的偏导
 - Ant1_L1
 - Ant1_L2
 - Ant1_W
 - Ant2_L1
 - Ant2_L2
 - Ant2_W

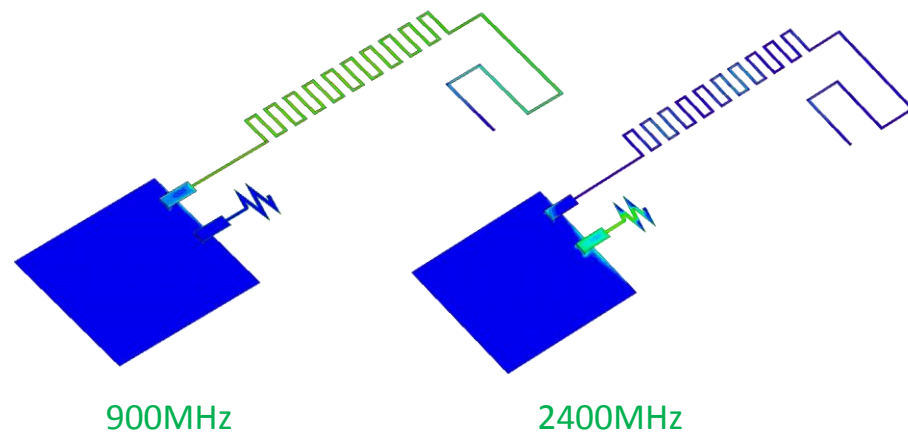


HFSS 中的“相关求解”设置

- 多个求解频点



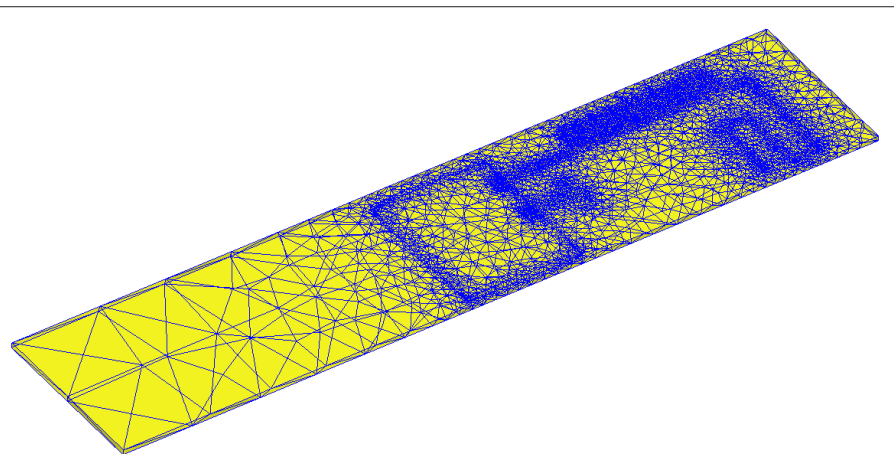
每个频带激励天线的不同部分。单一频点的网格剖分将无法保证精度



Setup 1:
2400MHz

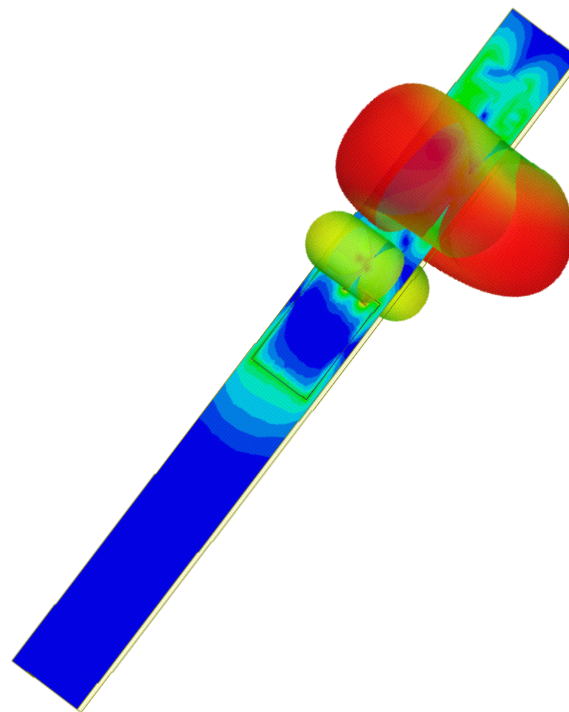
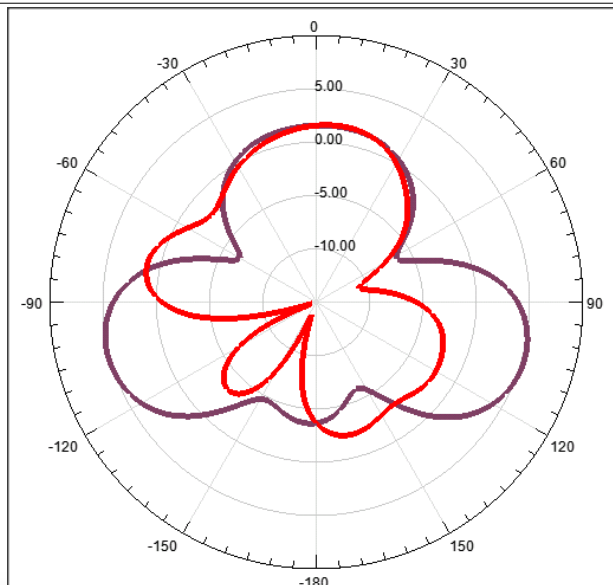
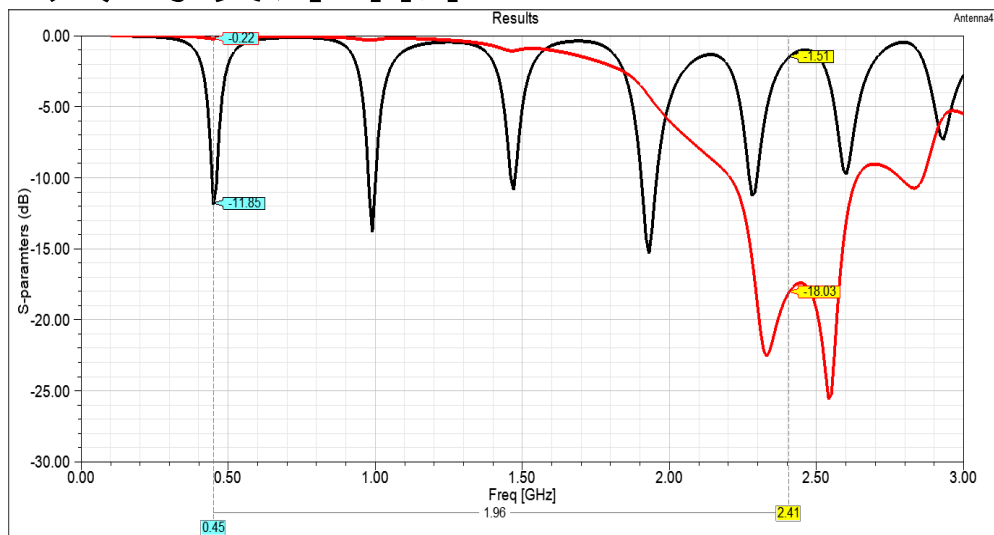
Dependent Mesh
Setup: 400MHz

Sweep



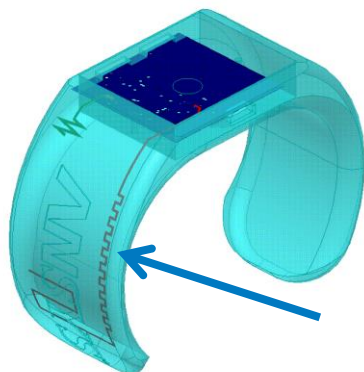
收敛的自适应网格

天线设计结果



优化后的平面天线性能

天线缠绕优化



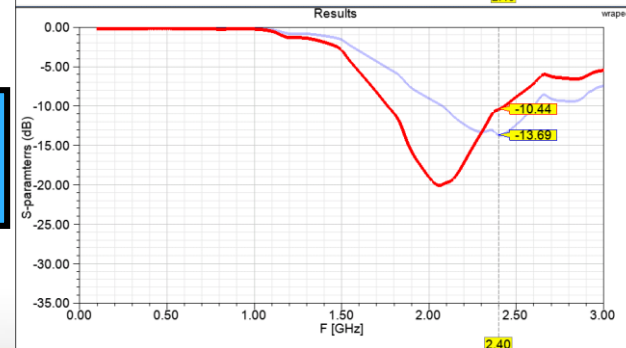
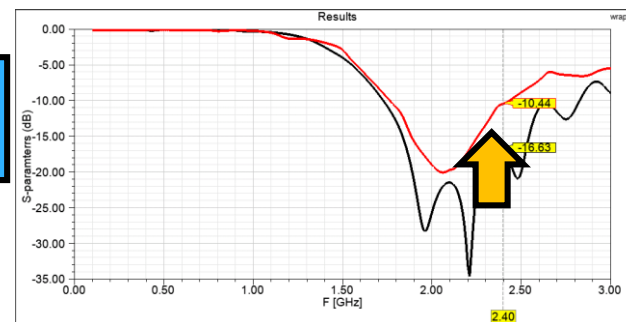
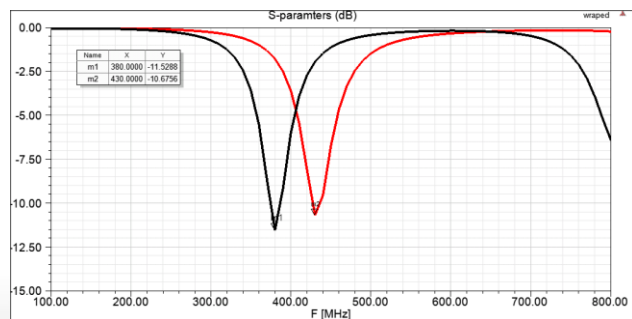
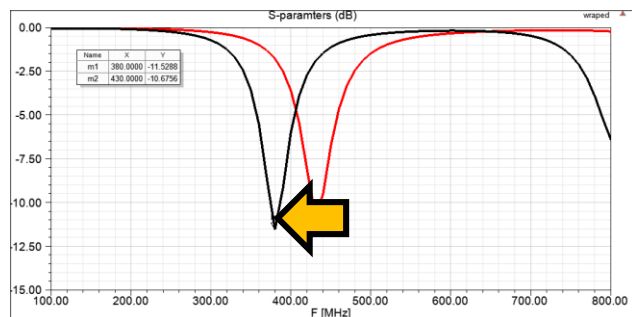
生物传感器



蓝牙

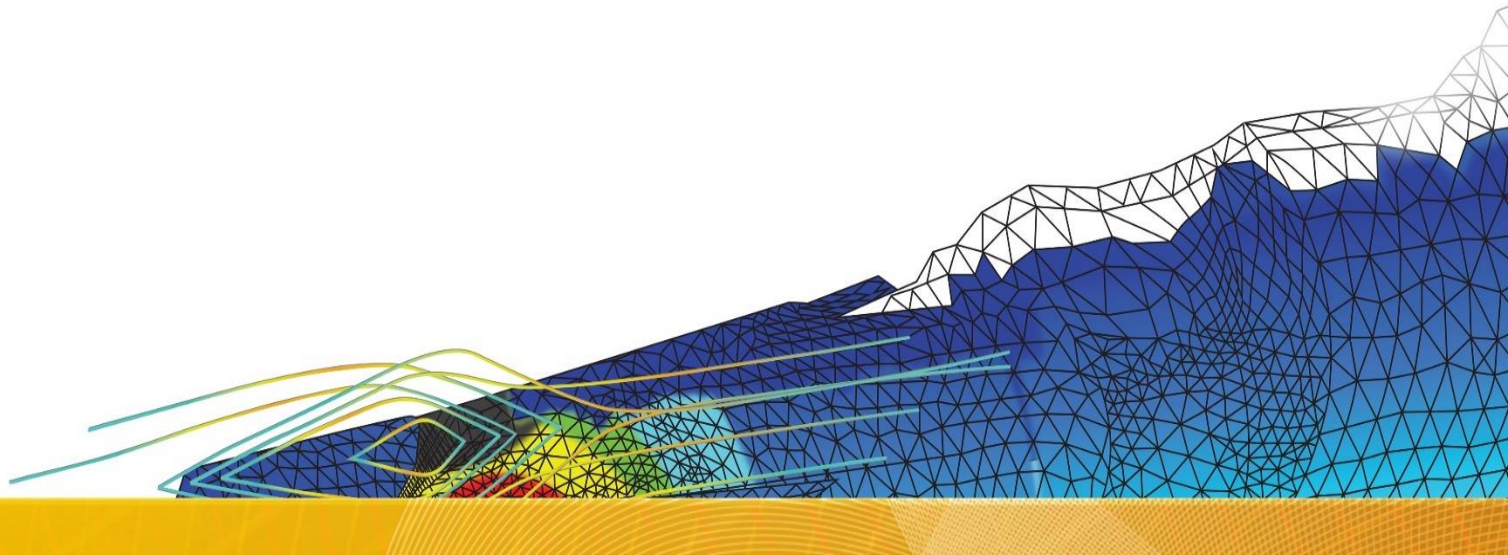
两个天线的性能均会受到缠绕的影响

利用参数优化功能，
问题得到修复

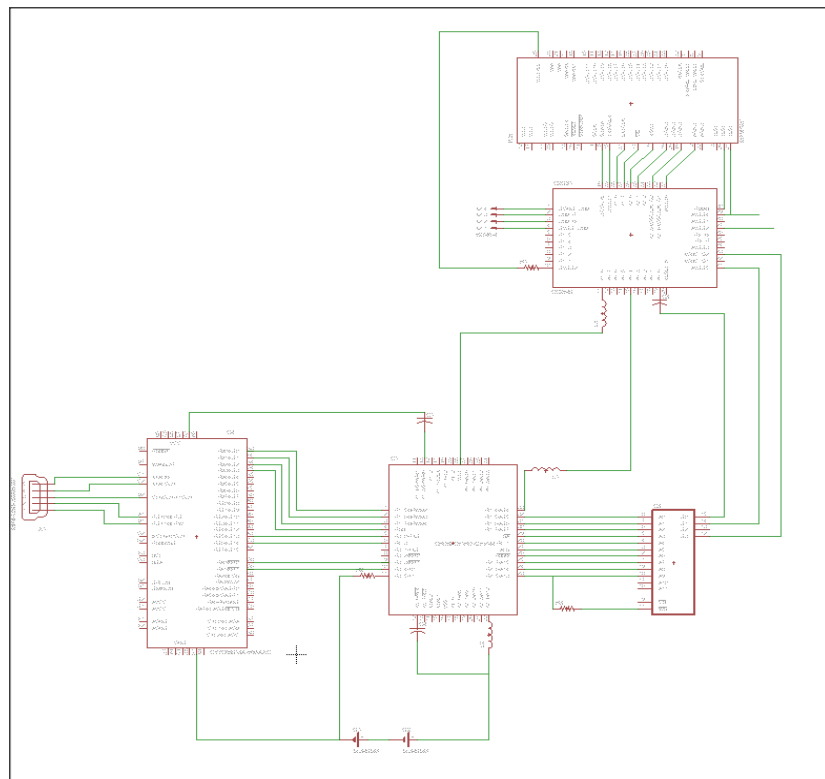




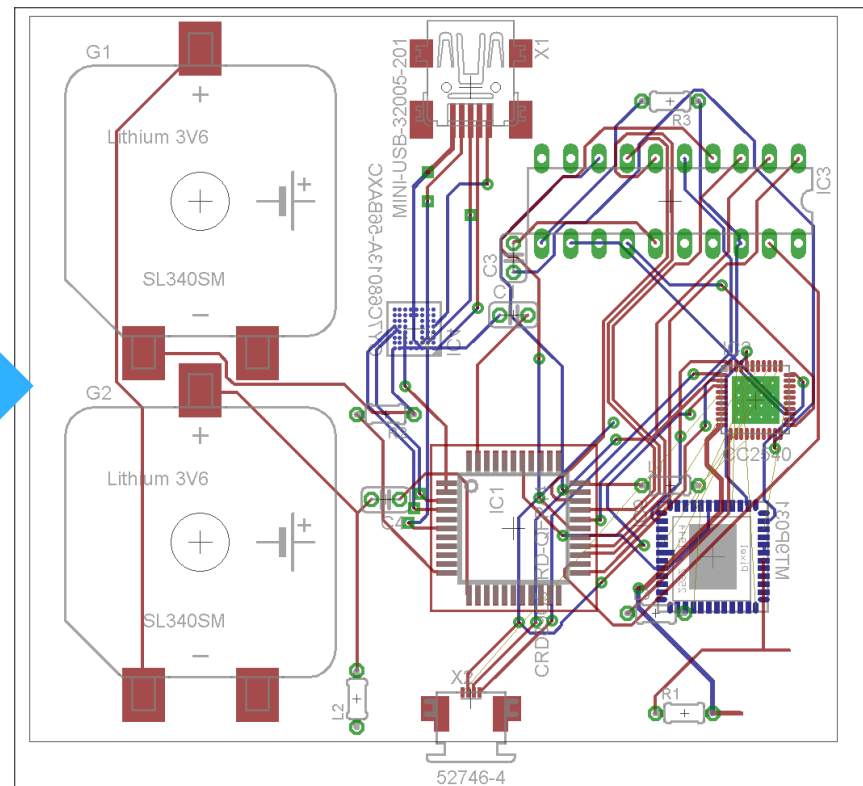
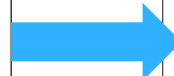
PCB 电源与信号完整性分析



PCB 描述

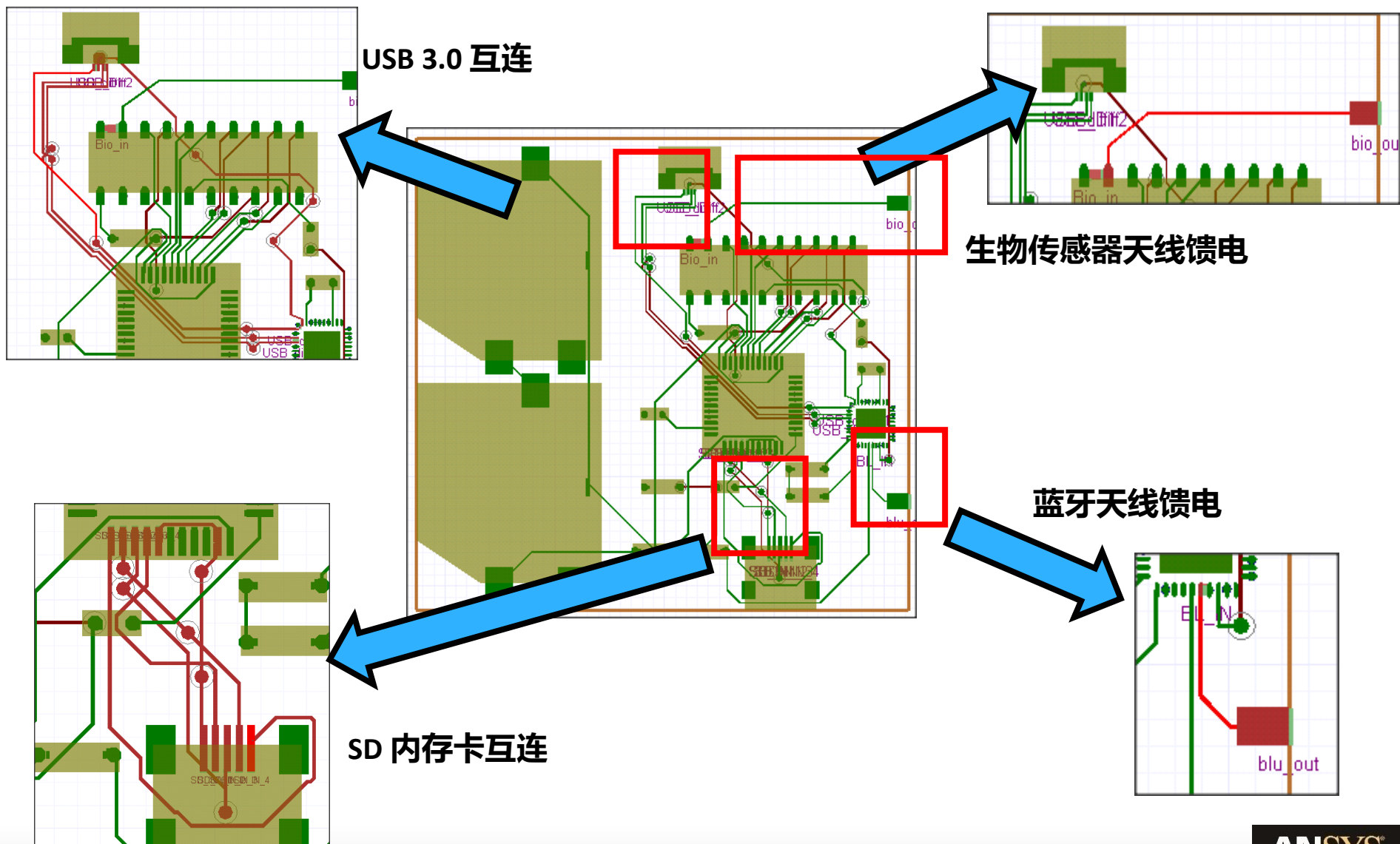


原理图



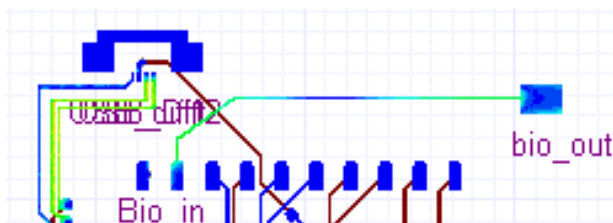
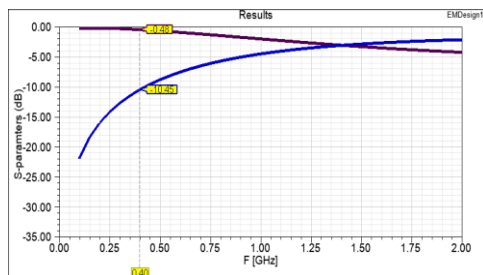
版图

关键的RF路径与互连结构

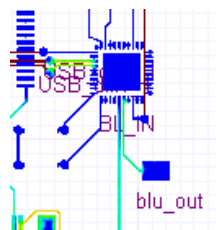
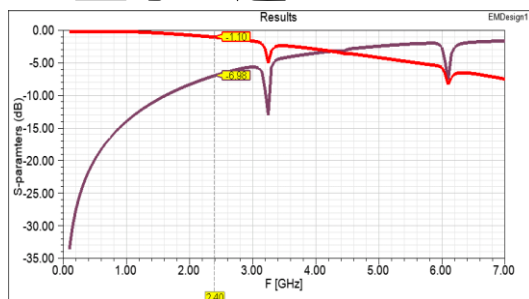


验证关键RF路径

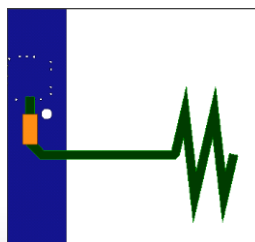
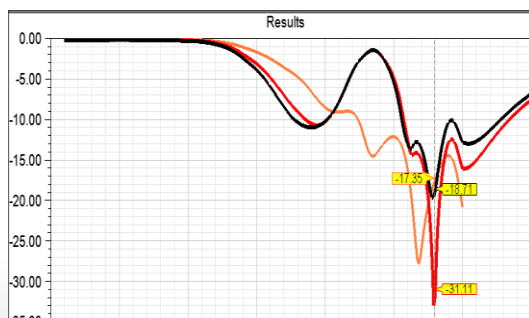
生物传感器互连



蓝牙互连



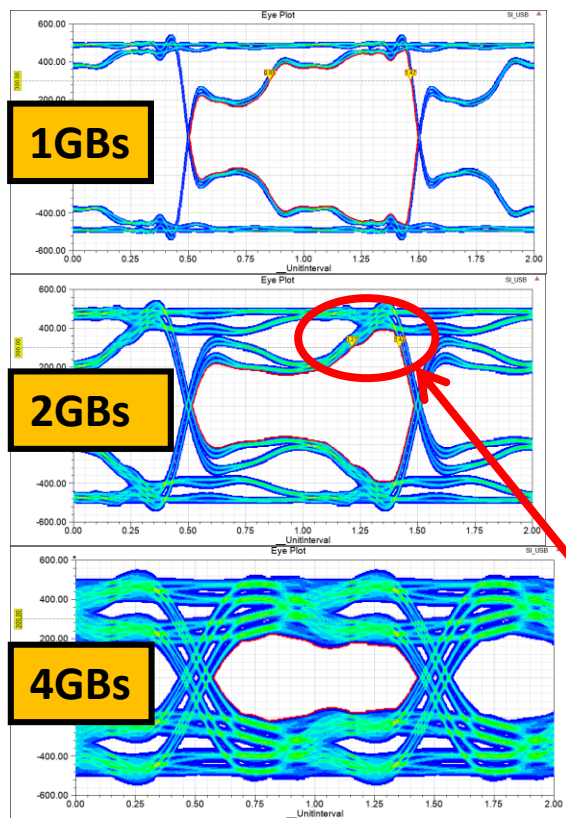
加入蓝牙RF模块提高信号



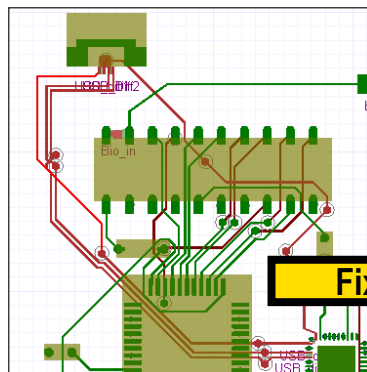
问题解决！



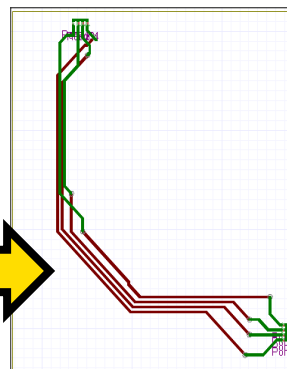
关键互连之USB



原始设计

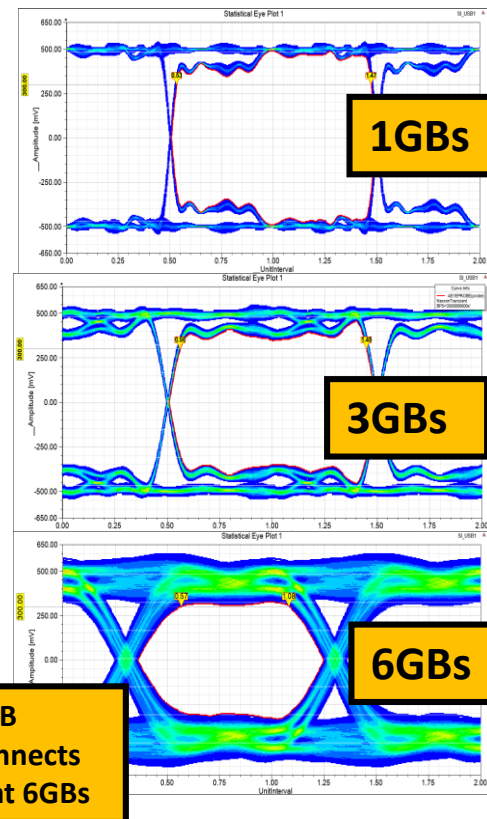


新设计



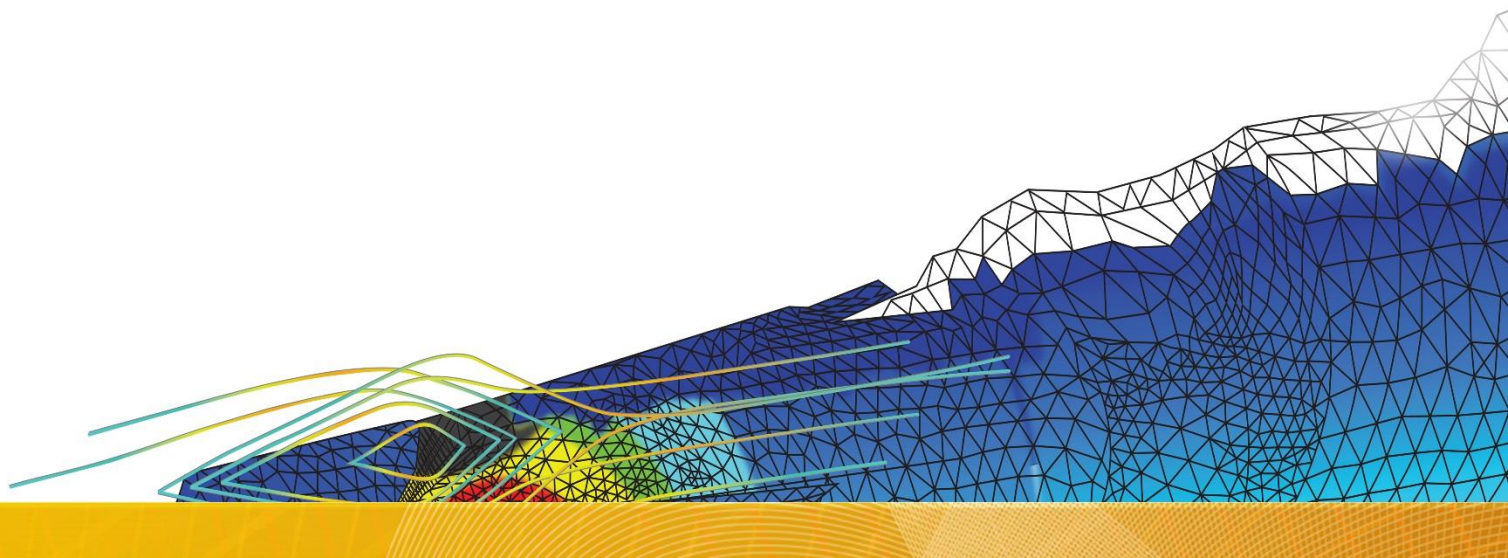
Fixed!

USB Interconnects
fails the specs at
2GBs

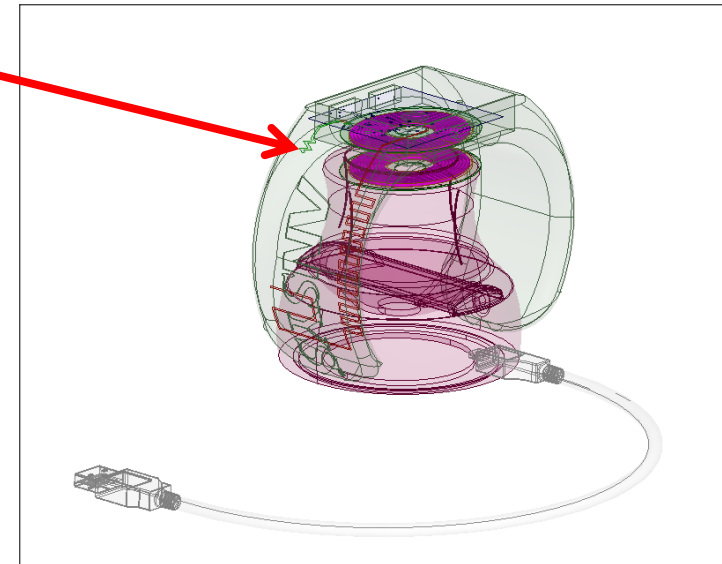
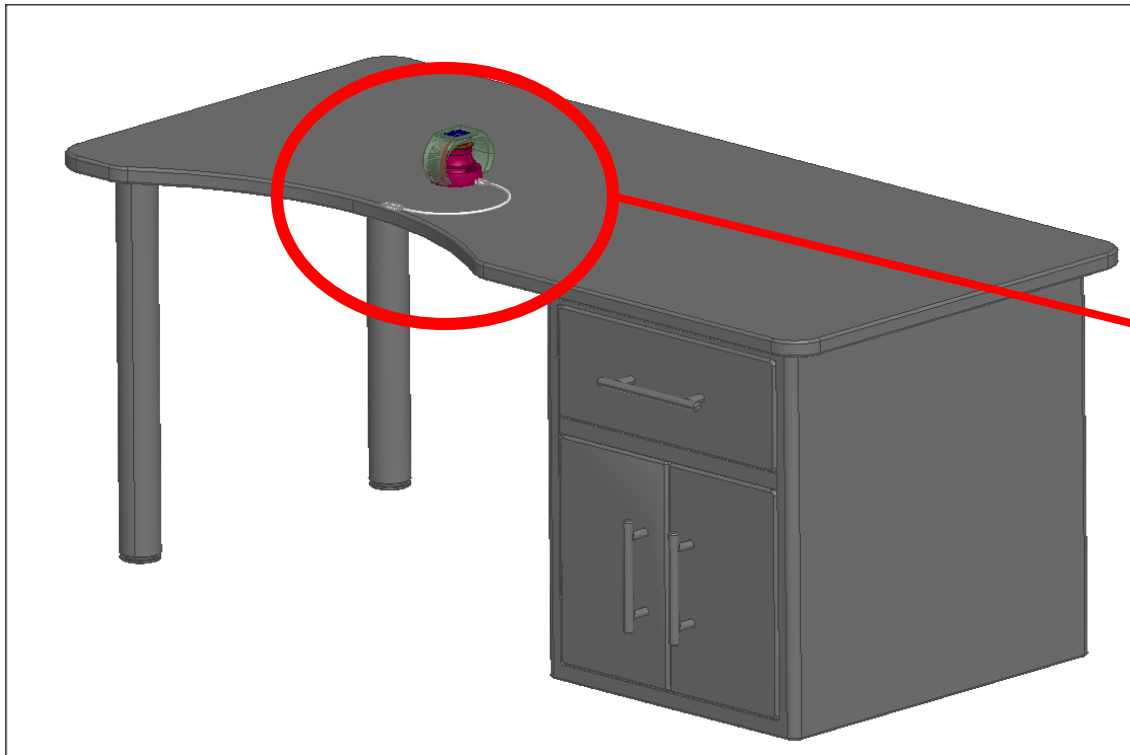




无线充电

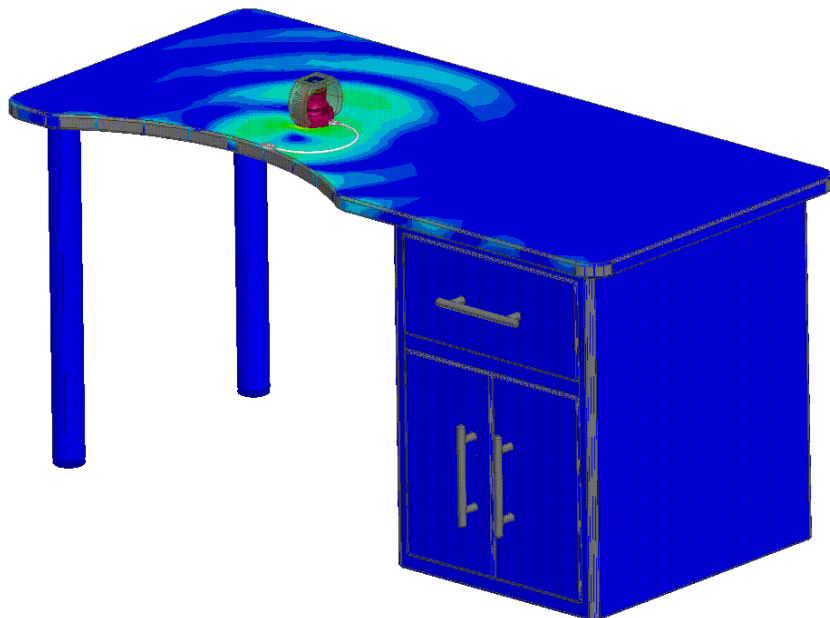


无线充电：变压器设计

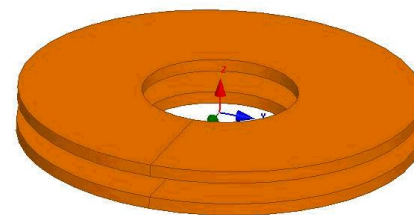


优化无线充电变压器的性能

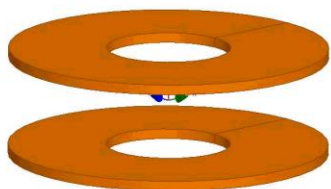
在Maxwell中优化



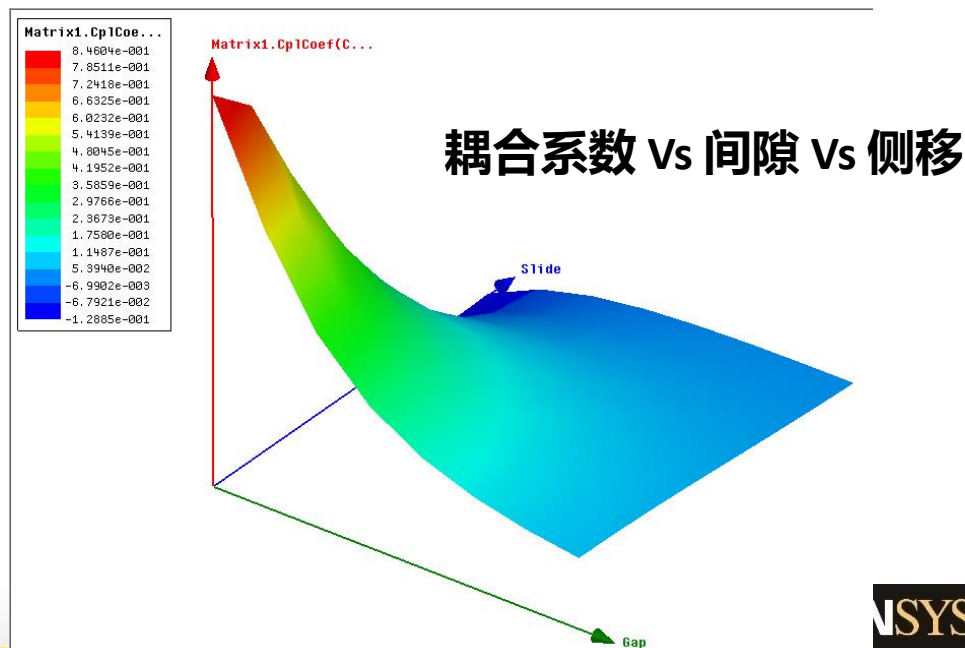
工作状态中的无线充电器



充电器间隙

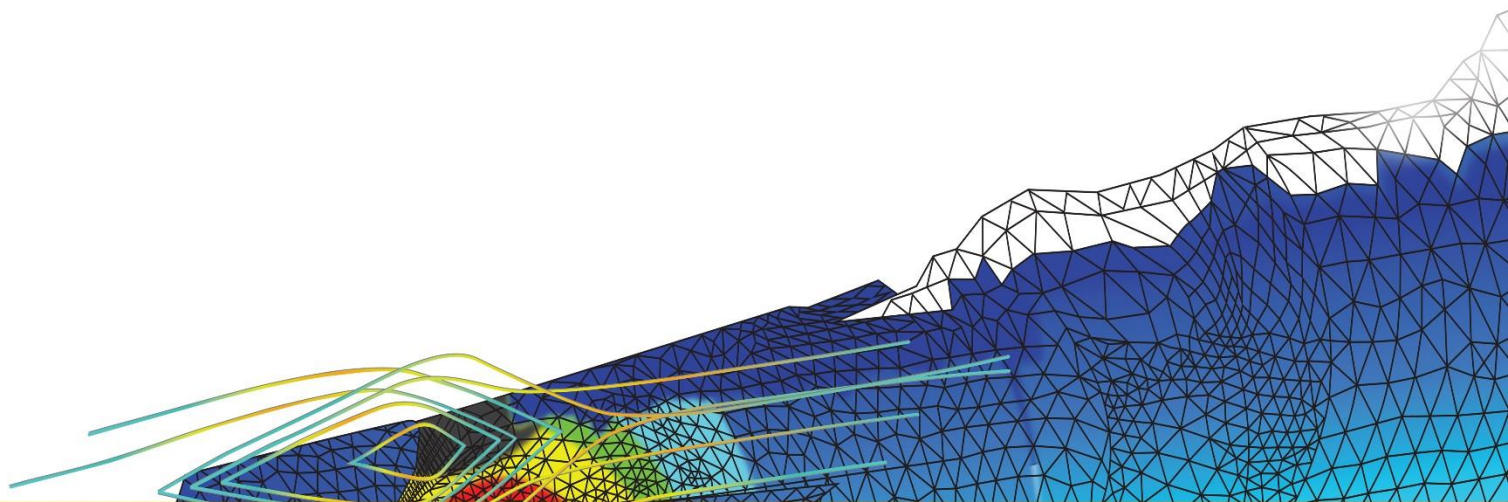


充电器侧移



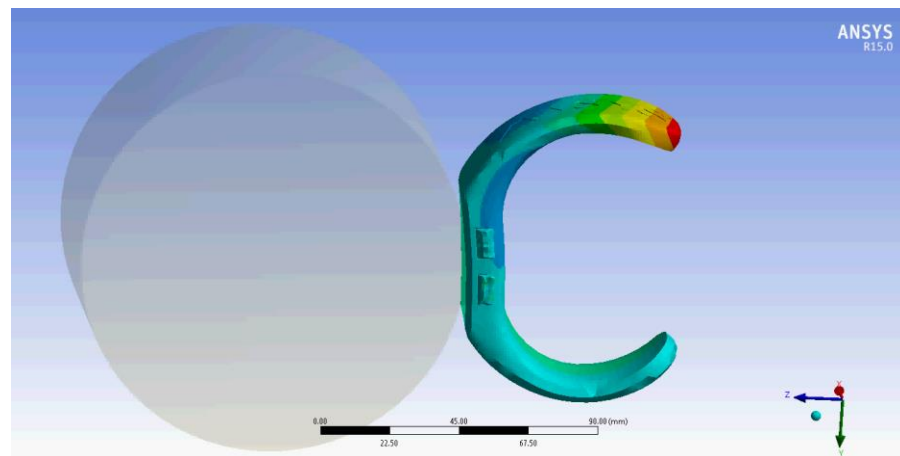


可靠性分析

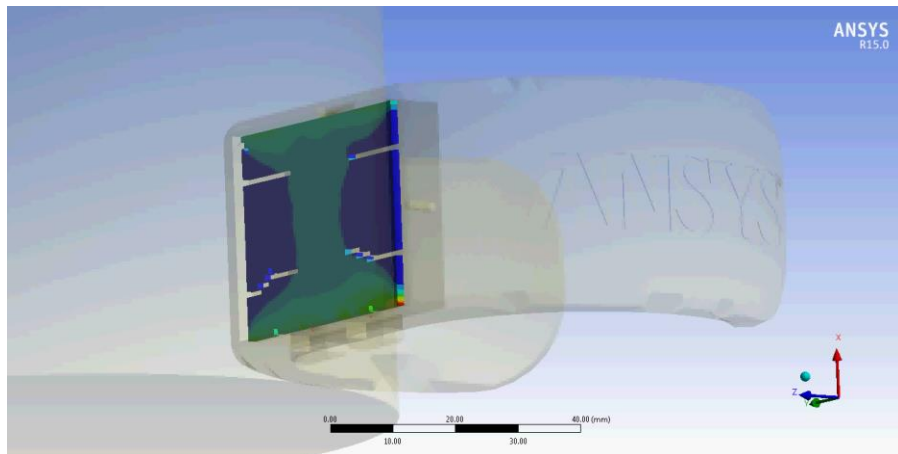


ANSYS智能手表结构可靠性

- 可穿戴设备会因跌落、冲击而损坏
- 仿真可以在原型设计之前帮助确定冲击的影响
- 有助于设计师改善设备的耐久性和可靠性



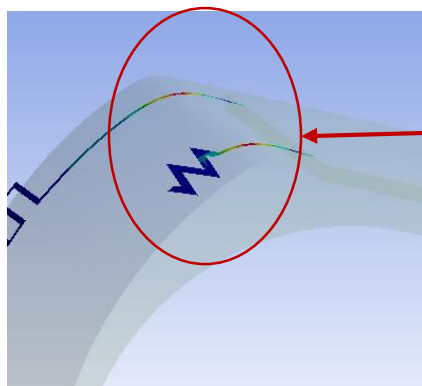
ANSYS 智能手表由于冲击产生的形变



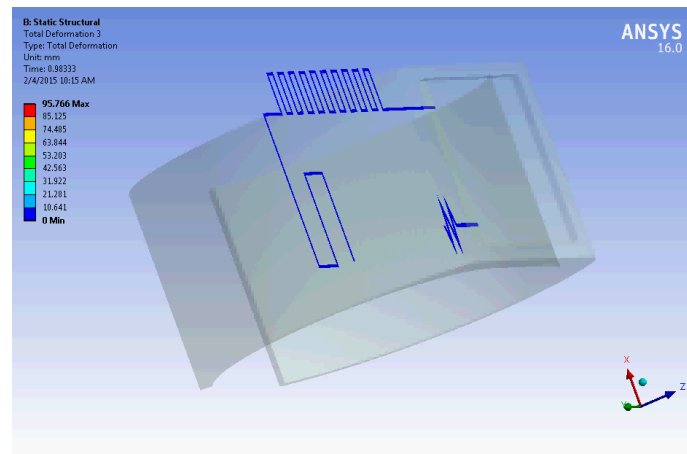
**液晶屏由于冲击而损坏
设计修正从而有效避免**

天线的加工成型挑战

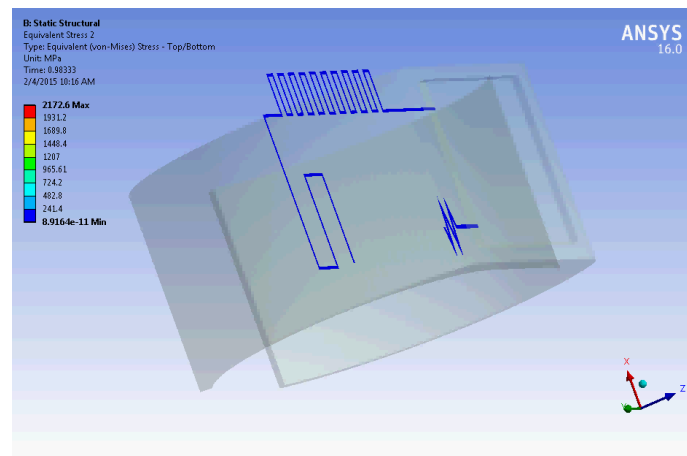
- ANSYS 智能手表设计中，天线需要缠绕在曲面的手表上
- 这会对天线引入应力，可能导致加工失败
- 在初始设计中，弯曲周围的应力太高。在加工过程中，这个缺陷被修正，从而提升了可靠性



调整曲率半径，有助于在降低天线成型过程中的应力



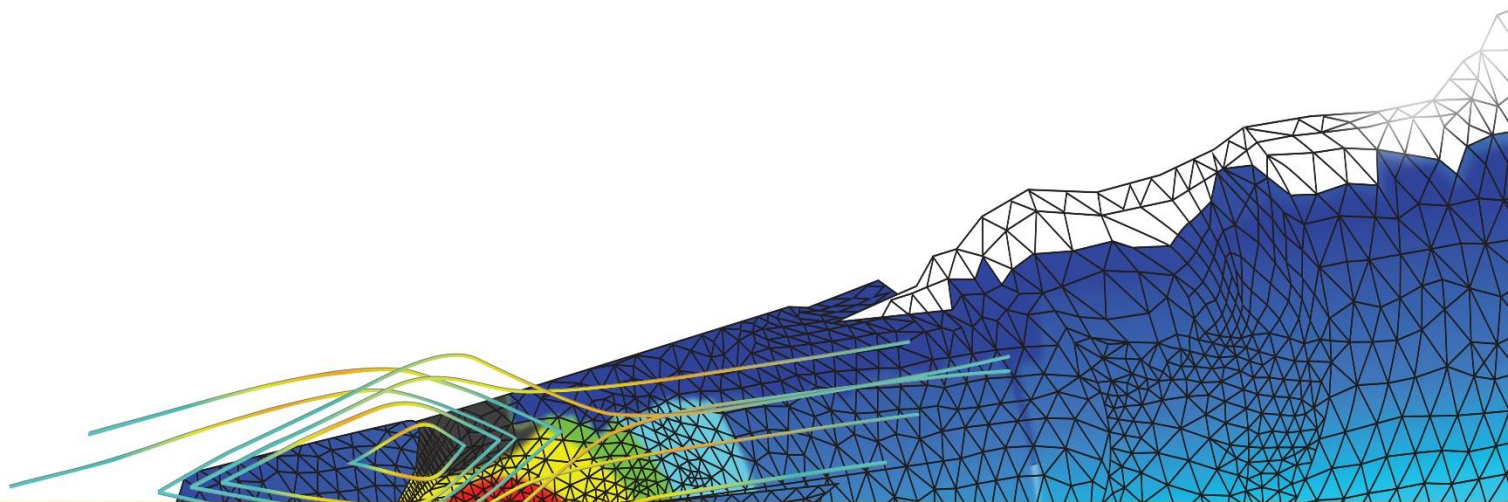
天线形变



天线应力



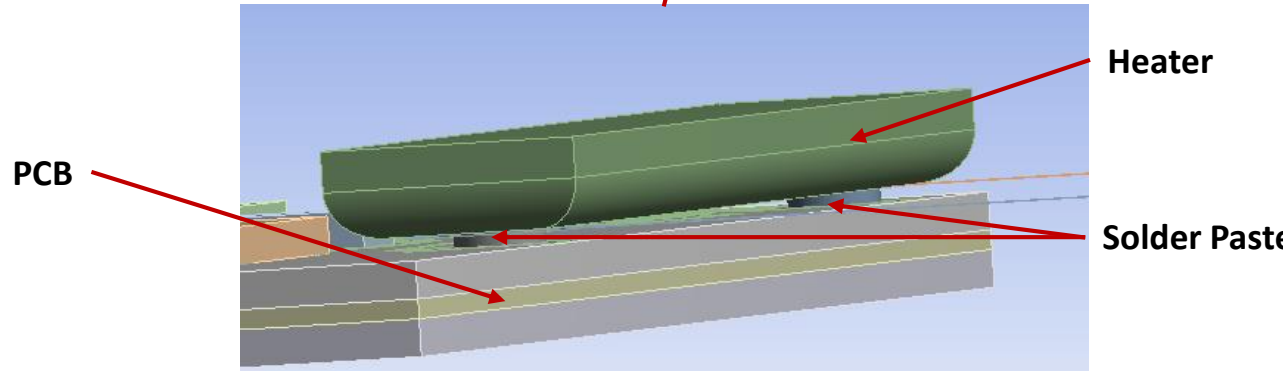
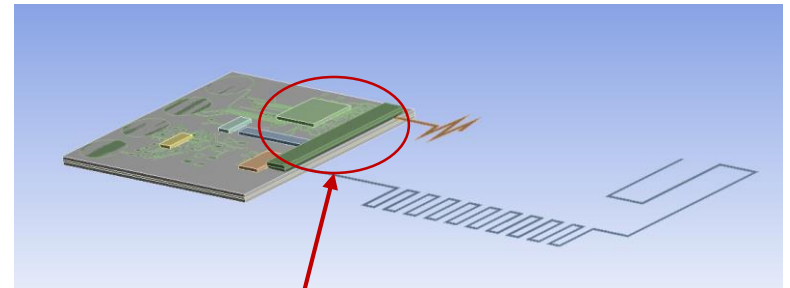
电子装配



电子装配流程

- 由于电子装配中采用了无铅焊料和柔性PCB，会带来很多挑战
- 无铅焊料需要高焊接温度，而柔性PCB却无法承受高温。这意味着焊接过程需要仔细设计，在确保良好连接的同时将对PCB的损坏降到最低
- 设计目标是确保焊膏被加热到合适的温度，并维持加工建议时间，同时其他的组件不能达到加工建议温度。

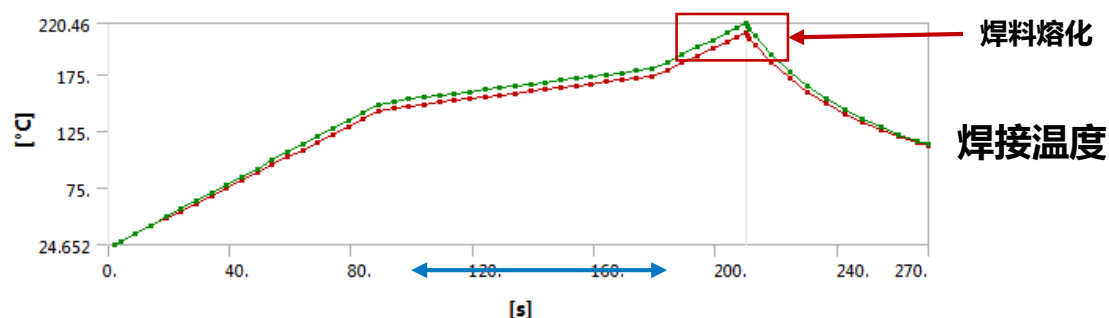
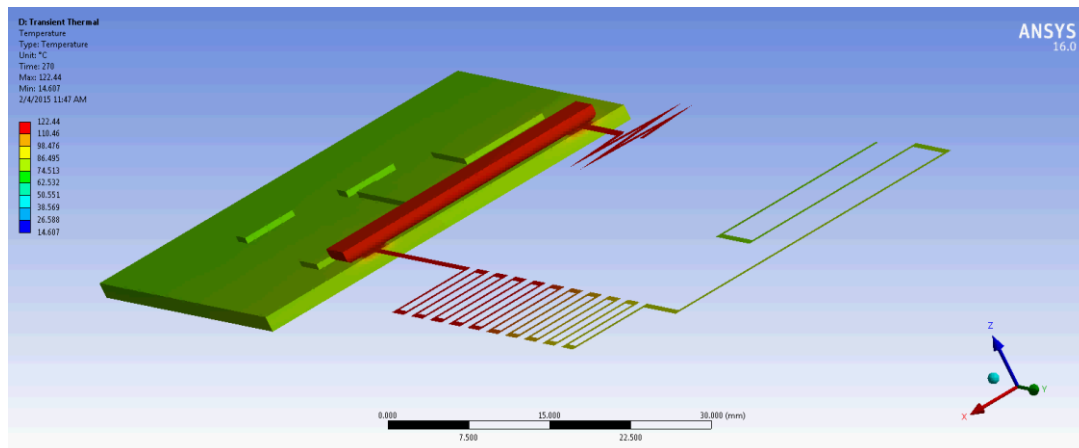
Soldering Assembly



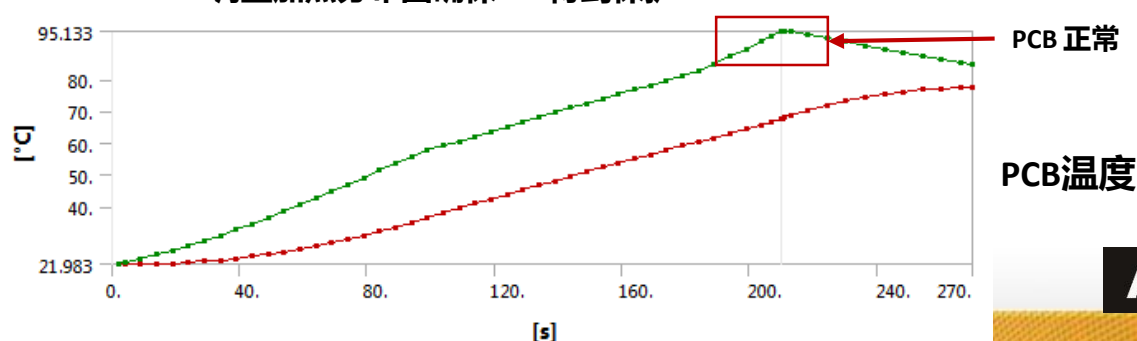
电子装配流程

- 通过焊接过程的仿真，设计师可以预测每个组件在整个焊接流程中的温度
- 通过调整每个焊接步骤的持续时间和热负载，维持了整个流程的高质量装配

焊接流程的温度

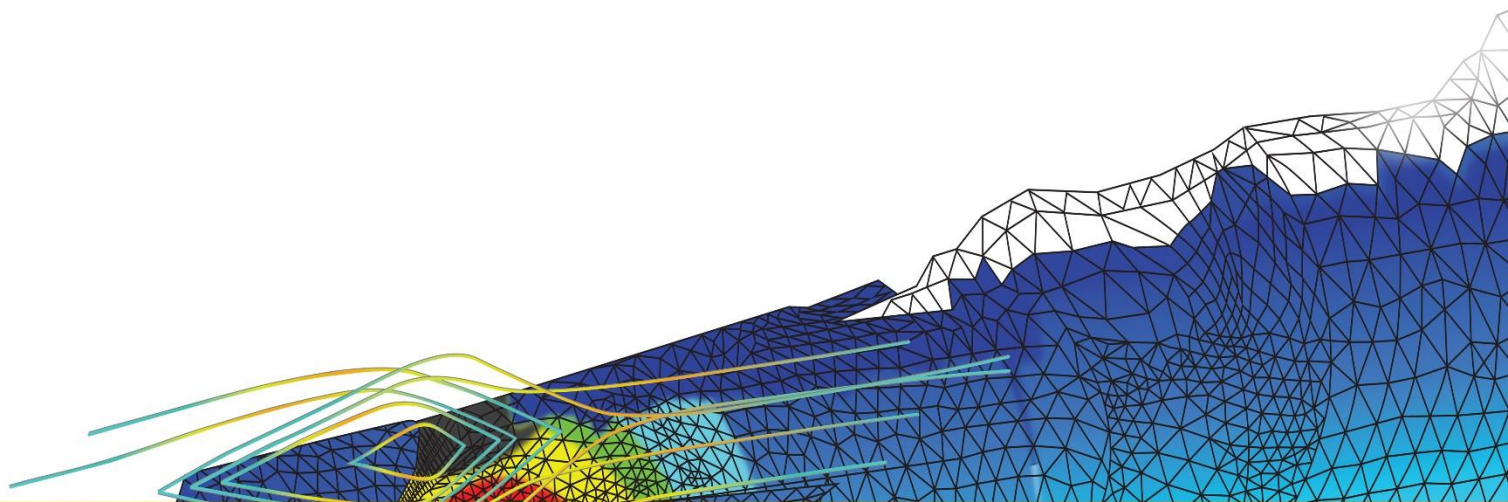


调整加热分布图确保PCB得到保护



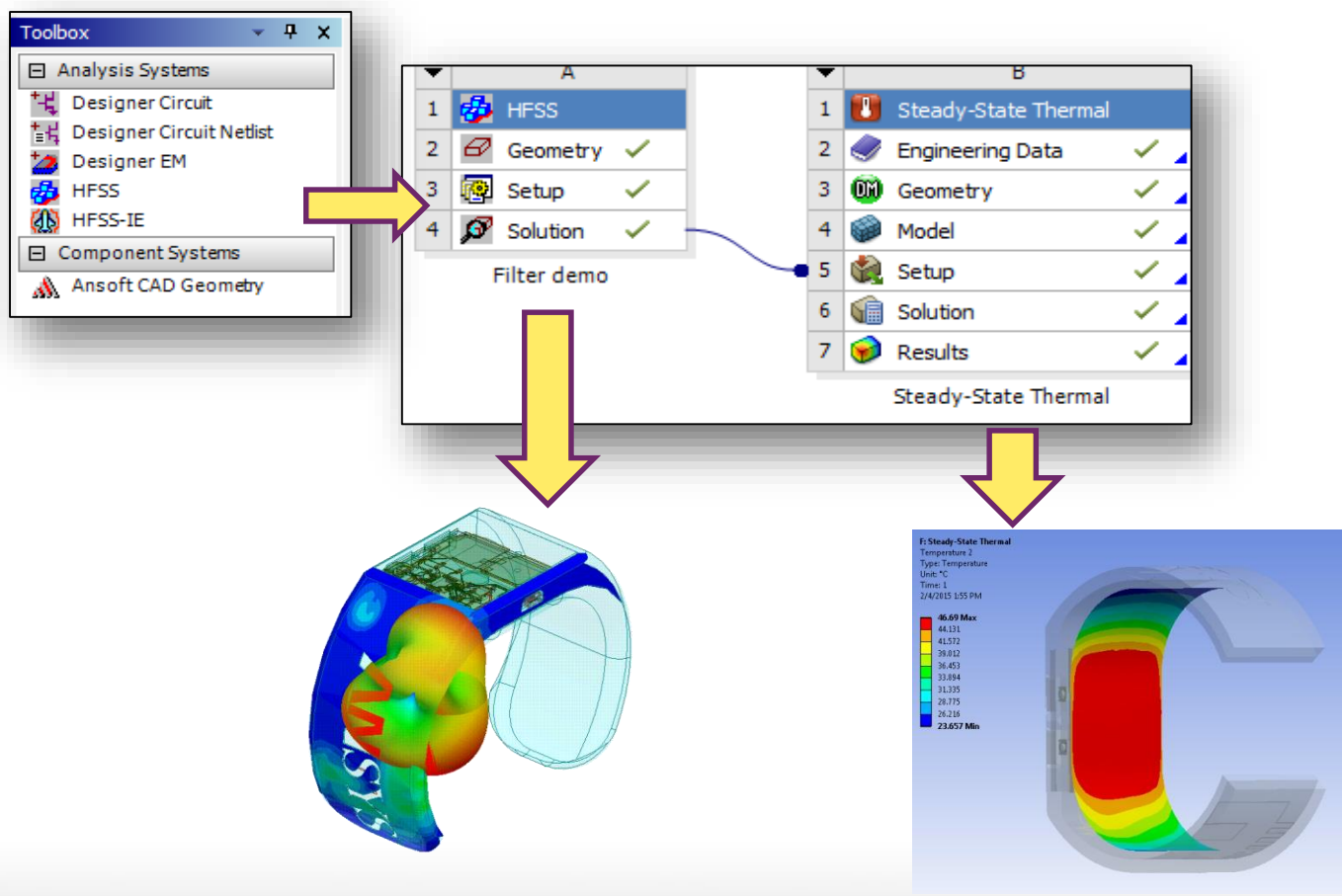


用户体验



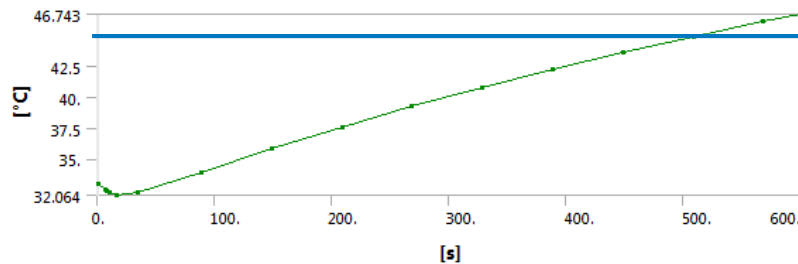
用户体验

- 可穿戴电子行业是竞争激烈，用户体验可能成为任何产品成功或失败的关键因素
- ANSYS 智能手表不能在使用过程中发烫，因为已经被证明，产品在使用中过热会导致用户的感知问题和不舒适

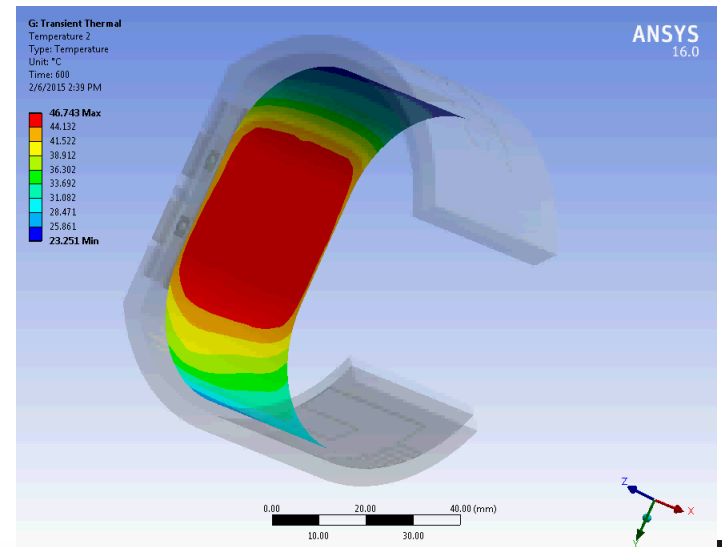
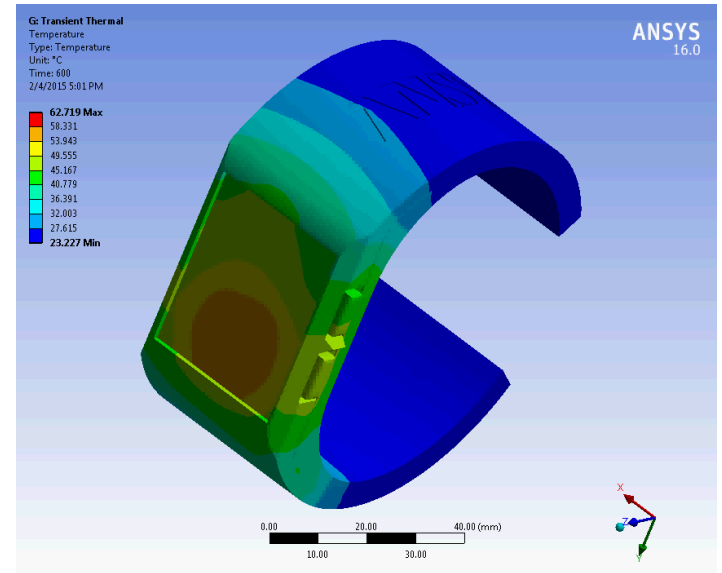


用户体验

- ANSYS 智能手表为了延长工作时间，不应以高功率运行
- 瞬态仿真表明，设备在温度达到合适的值之前，可以在高功率模式下运行500秒
- 这被认为是可接受的

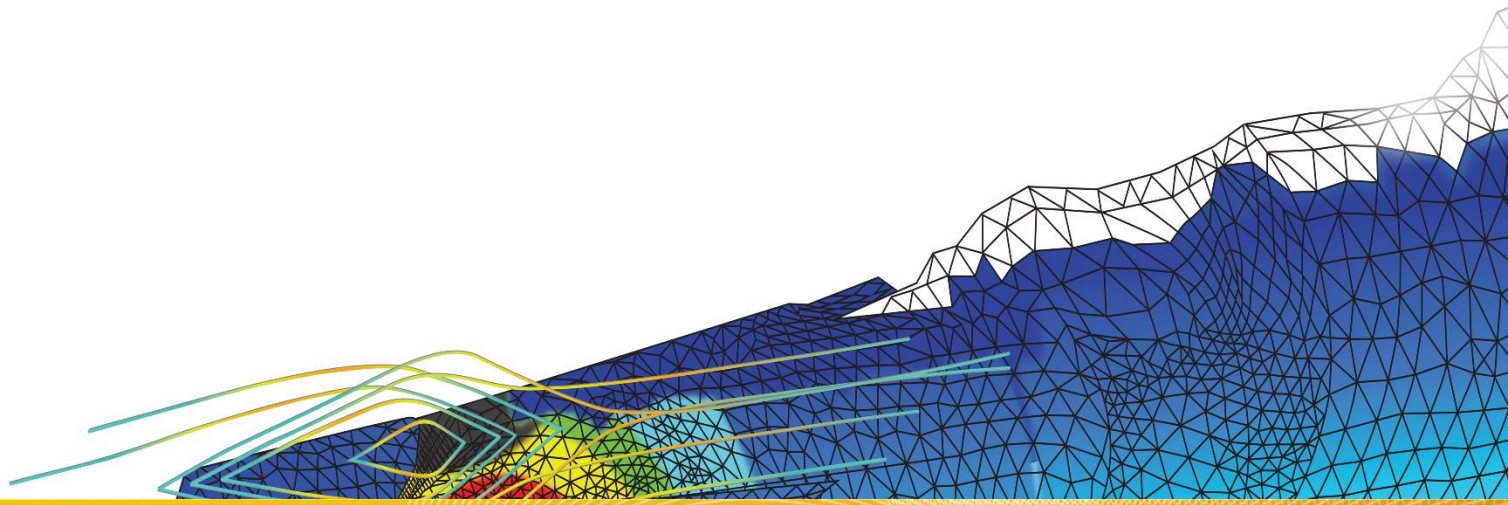


该图表示手表底部的温度。手表可以在温度达到45摄氏度之前可以运行在500秒。

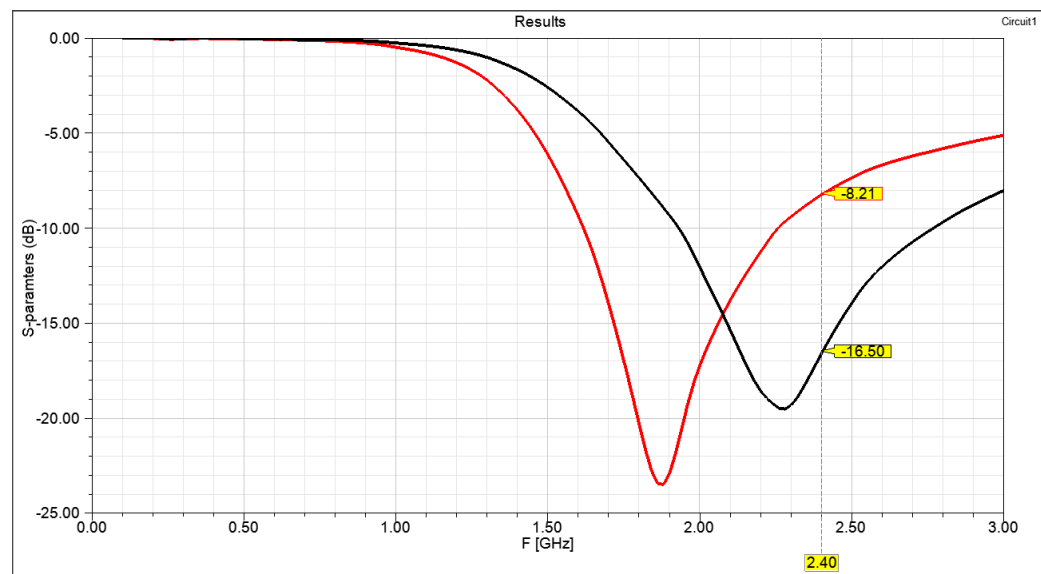
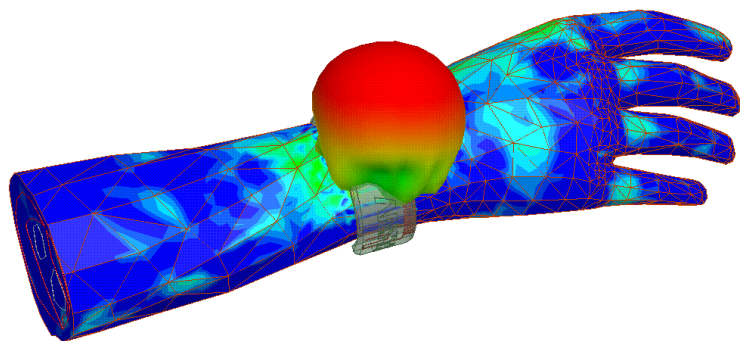
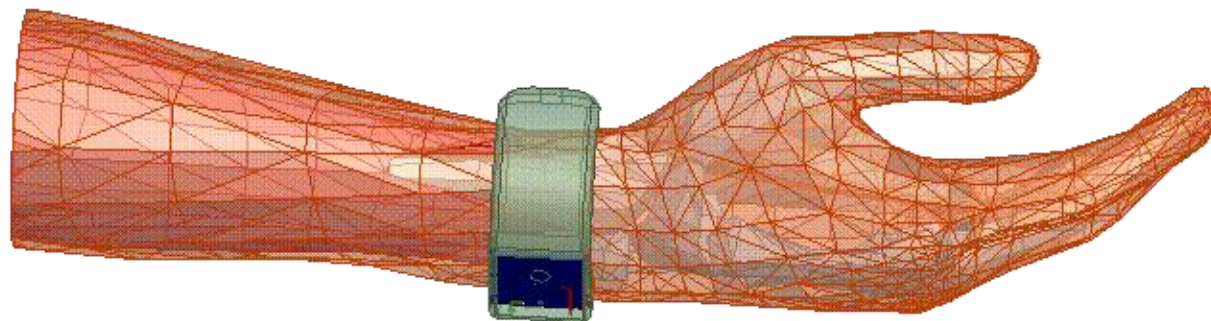




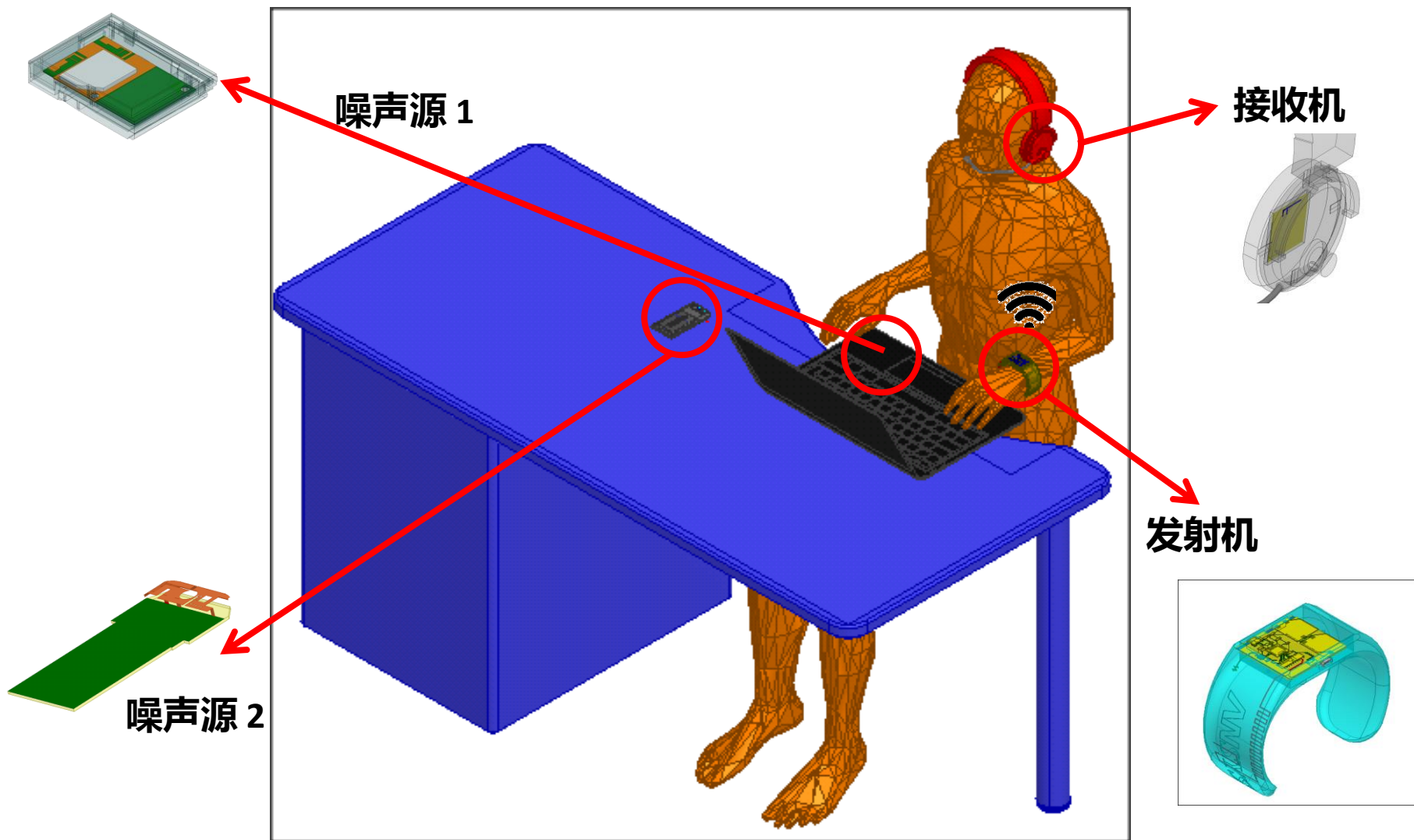
系统验证



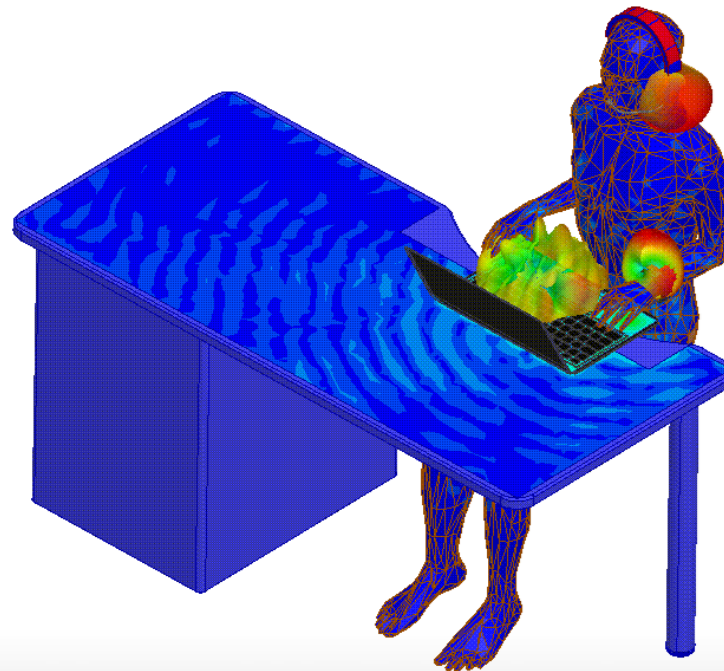
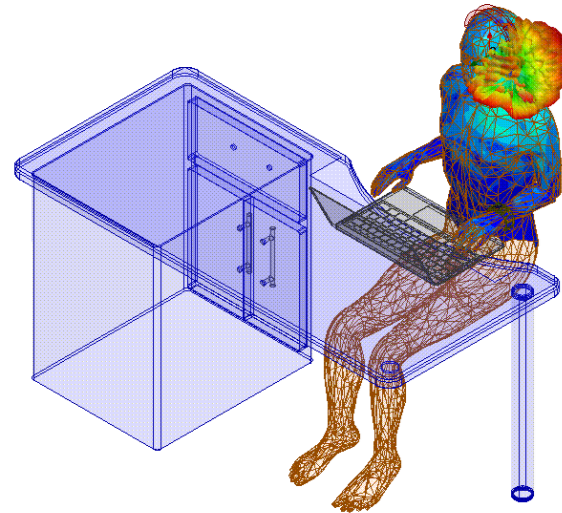
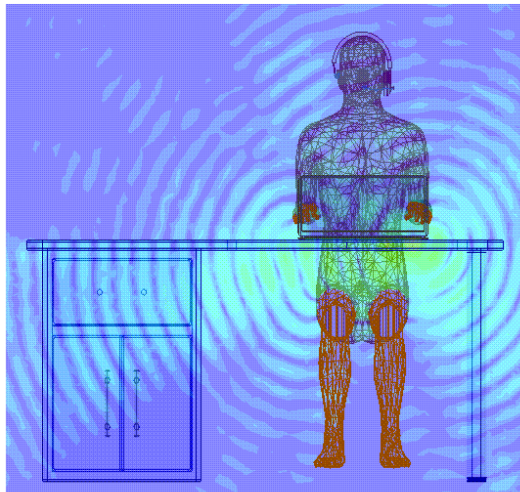
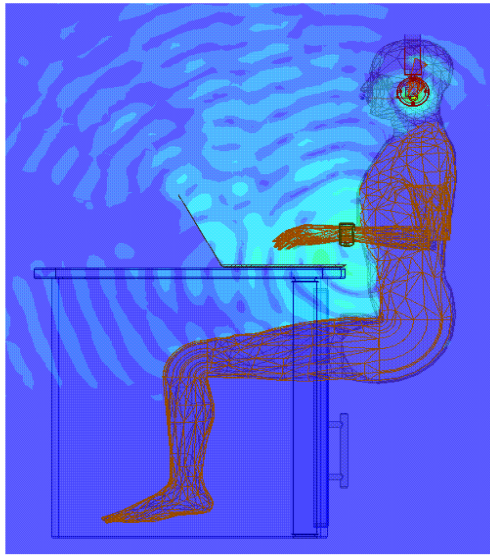
系统验证: 添加人体模型



系统验证: 仿真真实的噪声环境

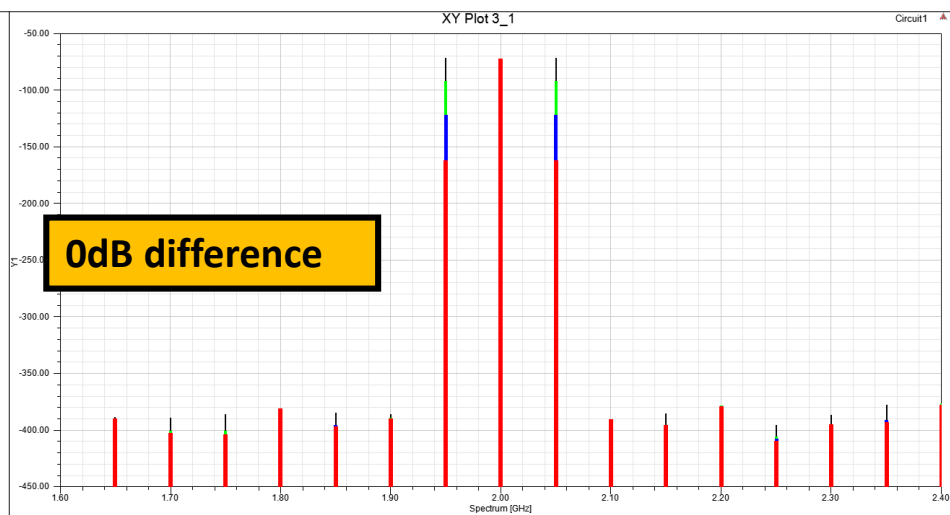
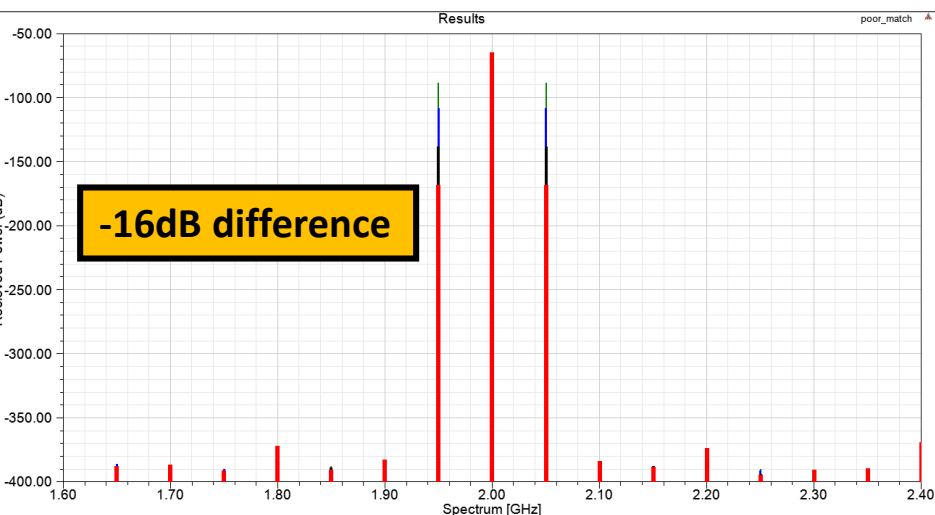
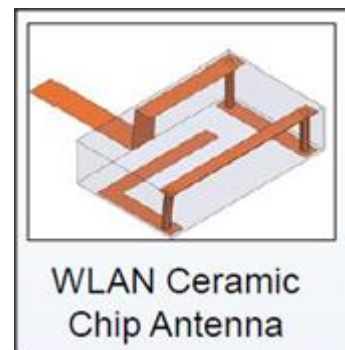


完整虚拟原型



与标准成品天线性能对比

- 在噪声环境中，ANSYS 智能手表的性能表现比标准的成品天线明显优异

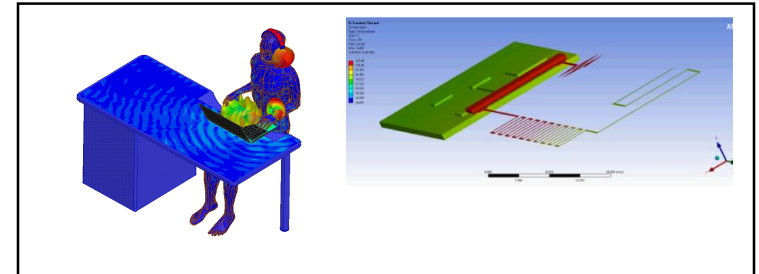


ANSYS 设计的天线能够接收比商用标准成品天线低16dB的信号

总结回顾: ANSYS可穿戴设备的性能优化

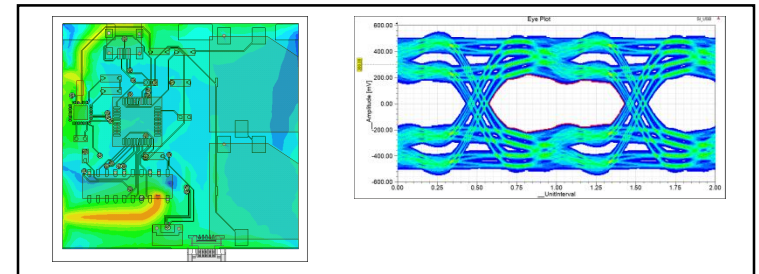
- 天线设计

- 缠绕后的天线性能优化
- 整体环境测试



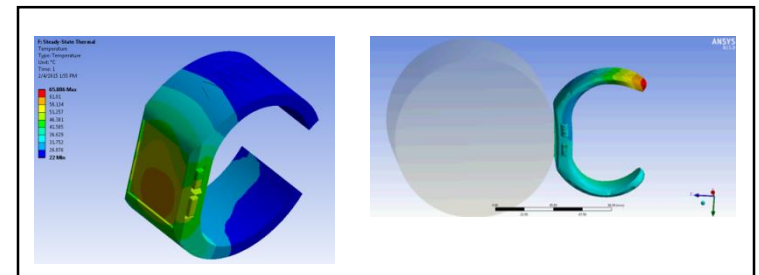
- PCB设计

- 电源完整性分析
- 信号完整性分析



- 形变与温升分析

- 跌落测试
- 生产加工流程





Thank You

