

手机结构设计及其CAE应用

优飞迪科技

2021/4/2

手机结构组成



手机结构组成

1、前壳组件



手机结构组成

1、前壳组件

2、显示模组 (LCD、OLED)

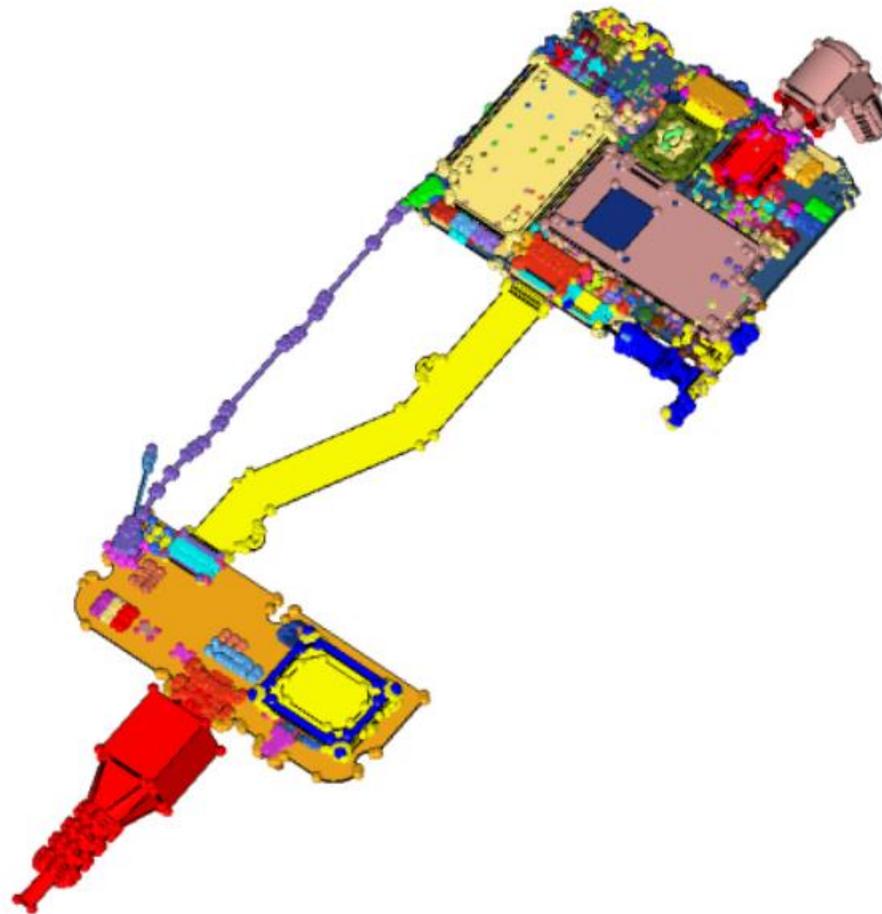


手机结构组成

1、前壳组件

2、显示模组 (LCD、OLED)

3、印刷电路板模组 (PCB板)



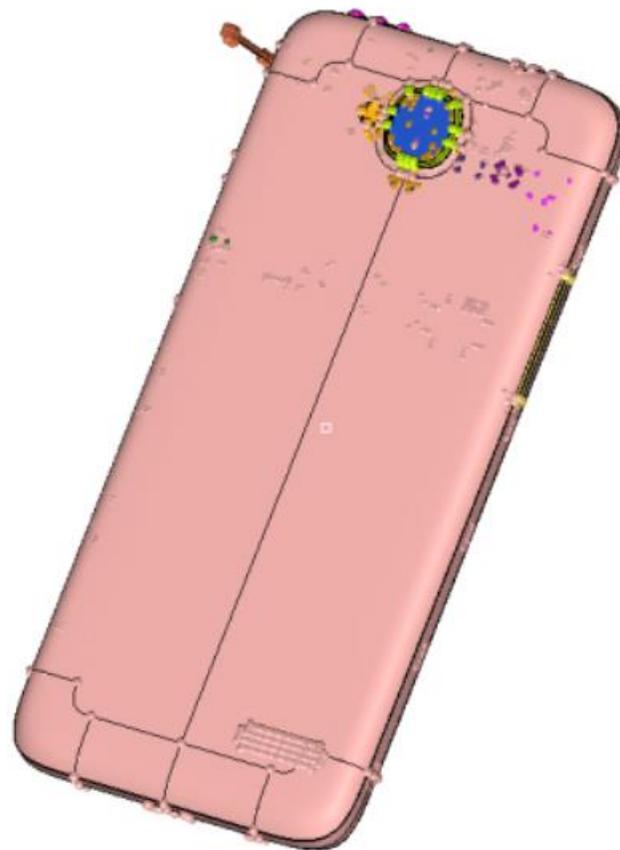
手机结构组成

1、前壳组件

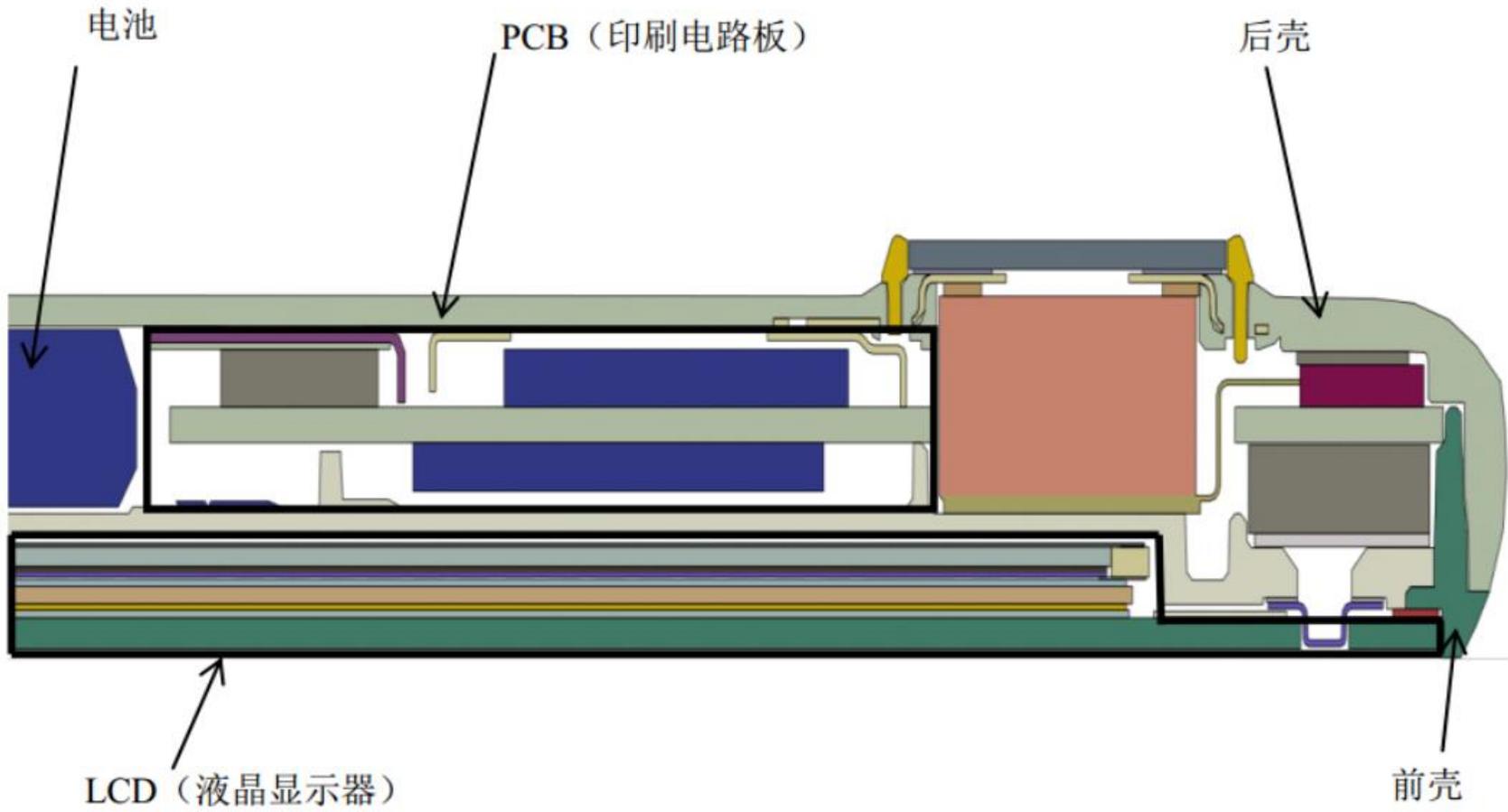
2、显示模组 (LCD、OLED)

3、印刷电路板模组 (PCB板)

4、后壳组件

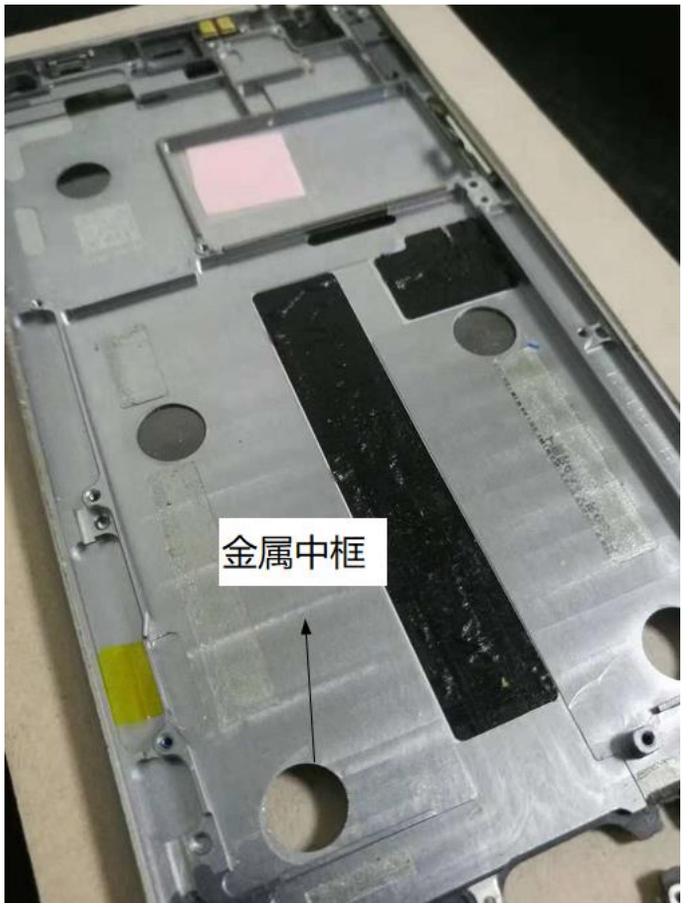
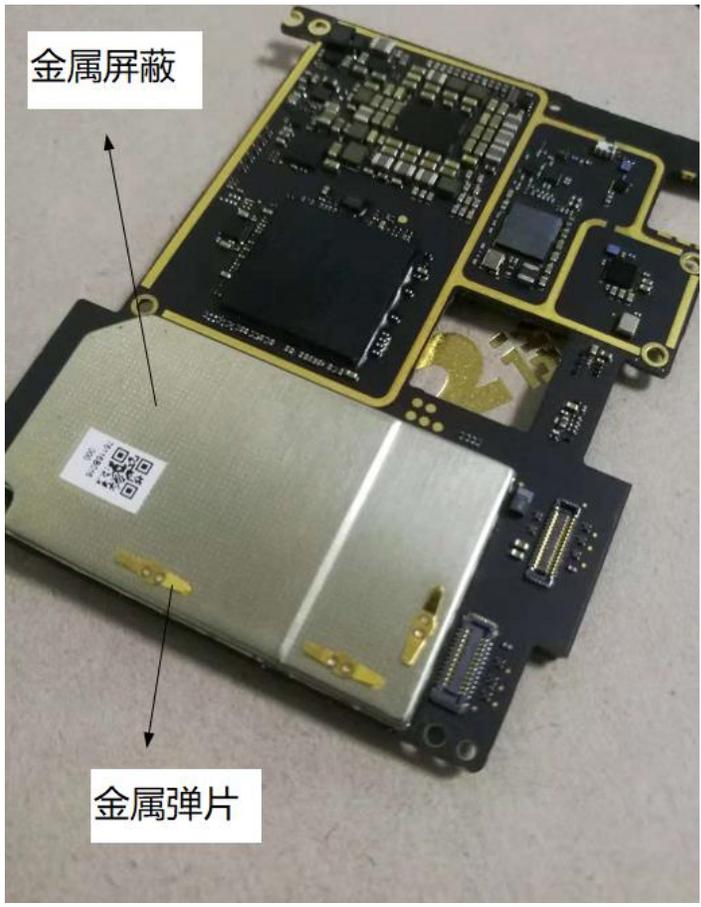
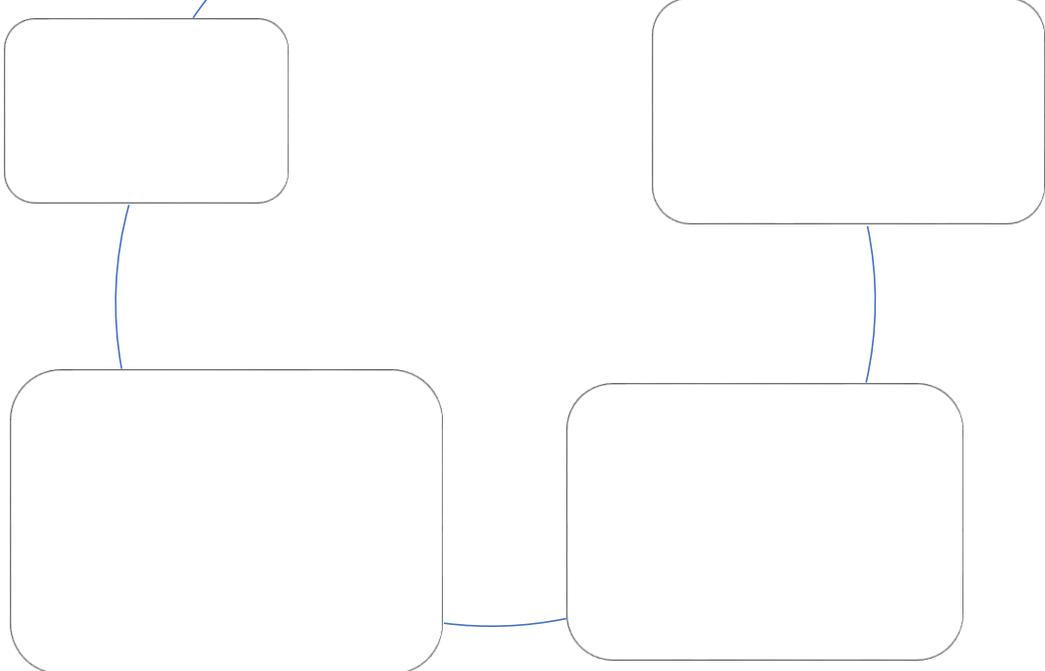


手机结构组成 (剖面装配图)



手机常用材料简介

金属：铝合金、
镁合金、不锈
钢、铜合金
(钛铜、洋白
铜) 等等。



手机常用材料简介

金属： 铝合金、
镁合金、不锈
钢、铜合金
(钛铜、洋白
铜) 等等。

塑料： PC、ABS、
POM、PMMA、
LCP等等。

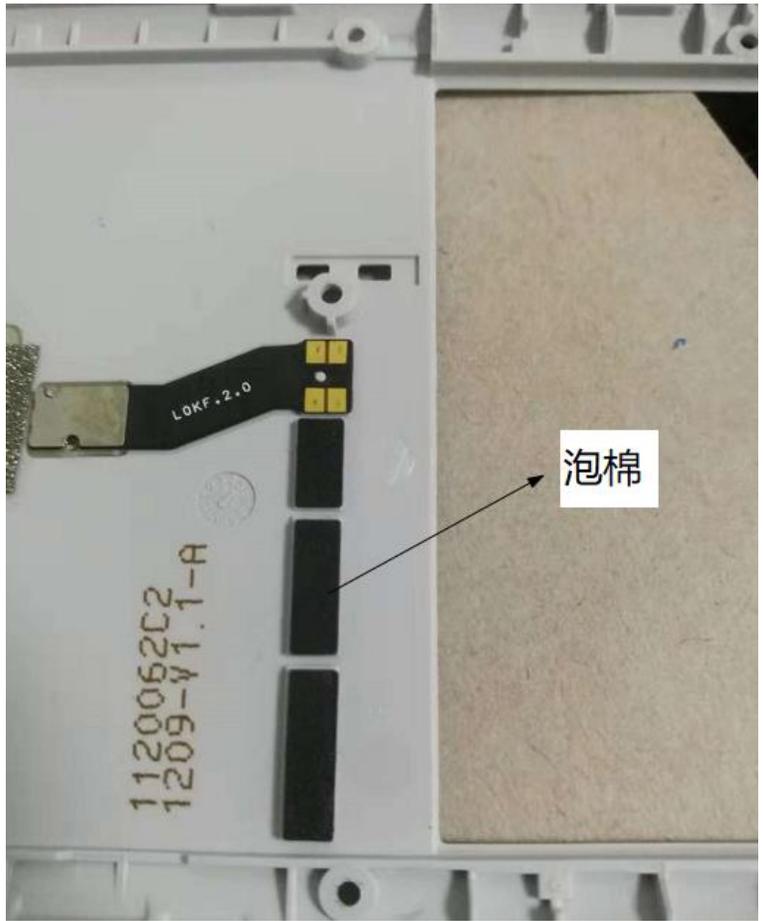


手机常用材料简介

金属： 铝合金、镁合金、不锈钢、铜合金（钛铜、洋白铜）等等。

塑料： PC、ABS、POM、PMMA、LCP等等。

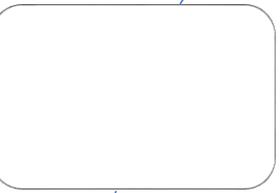
泡棉： 导电泡棉、缓冲泡棉、双面胶泡棉、防尘泡棉等等。



手机常用材料简介

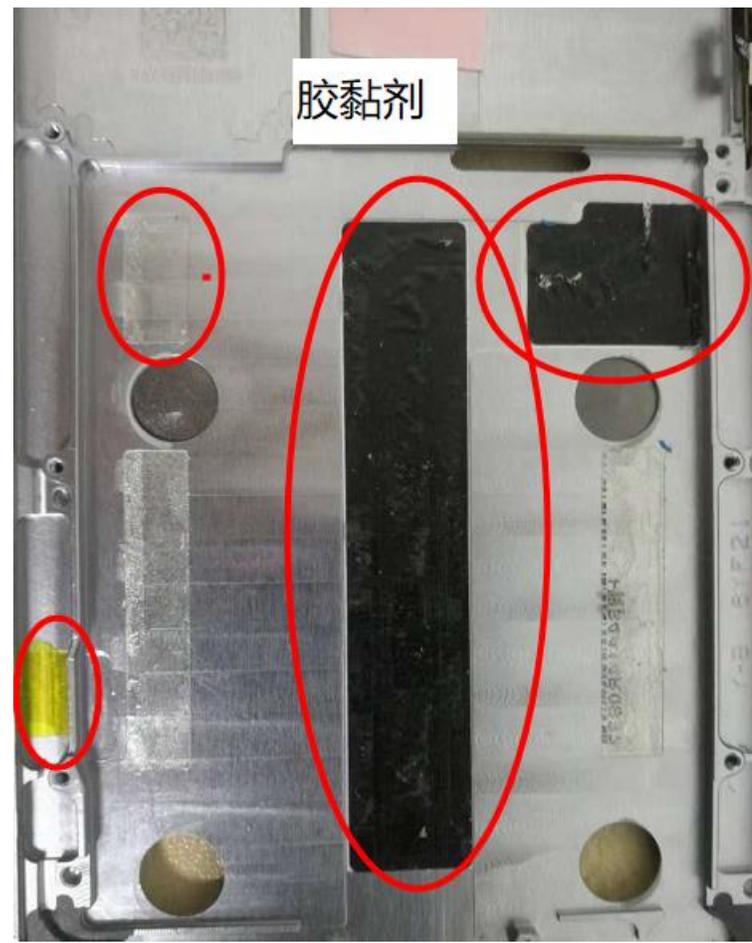
金属： 铝合金、镁合金、不锈钢、铜合金（钛铜、洋白铜）等等。

塑料： PC、ABS、POM、PMMA、LCP等等。



胶黏剂： UV胶、不干胶、热熔胶、导热导电胶、有机硅胶黏剂、环氧树脂胶等等。

泡棉： 导电泡棉、缓冲泡棉、双面胶泡棉、防尘泡棉等等。



手机常用材料简介

金属： 铝合金、镁合金、不锈钢、铜合金（钛铜、洋白铜）等等。

塑料： PC、ABS、POM、PMMA、LCP等等。

钢化玻璃

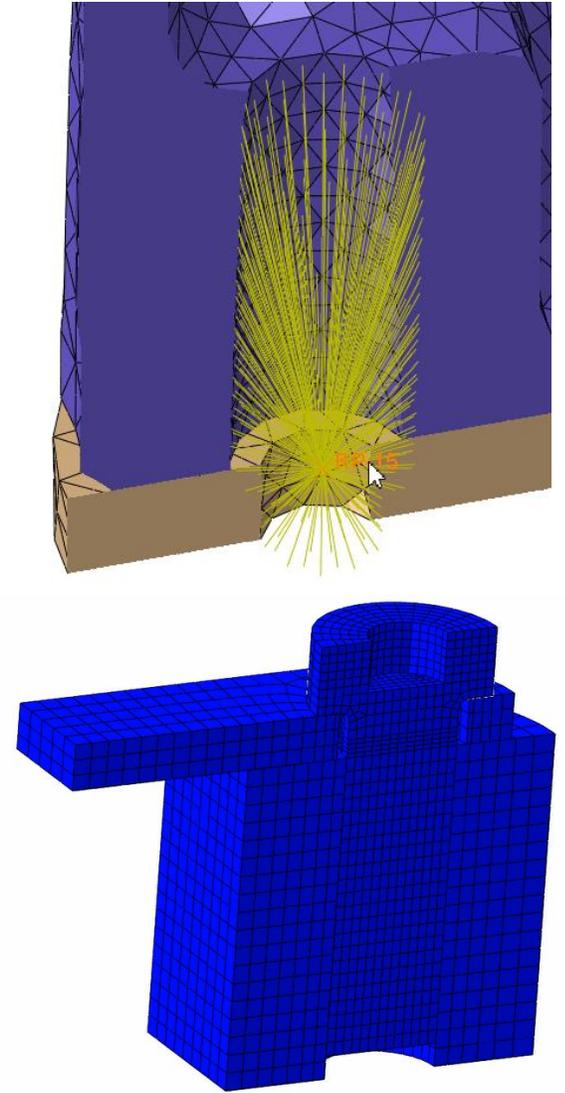
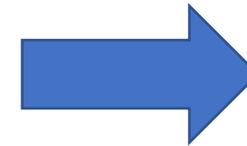
胶黏剂： UV胶、不干胶、热熔胶、导热导电胶、有机硅胶黏剂、环氧树脂胶等等。

泡棉： 导电泡棉、缓冲泡棉、双面胶泡棉、防尘泡棉等等。



手机部件连接关系

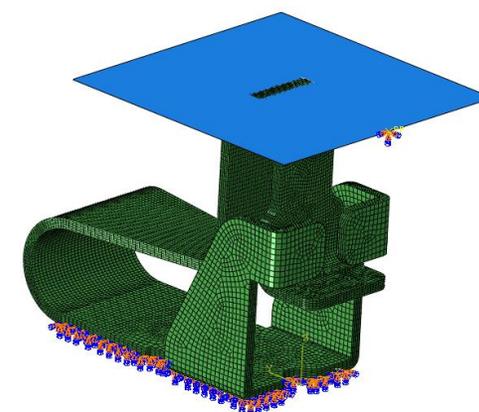
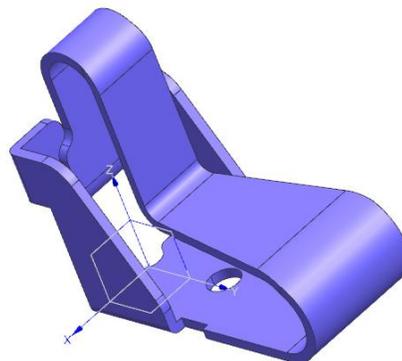
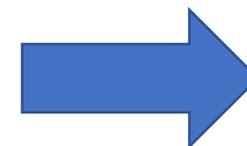
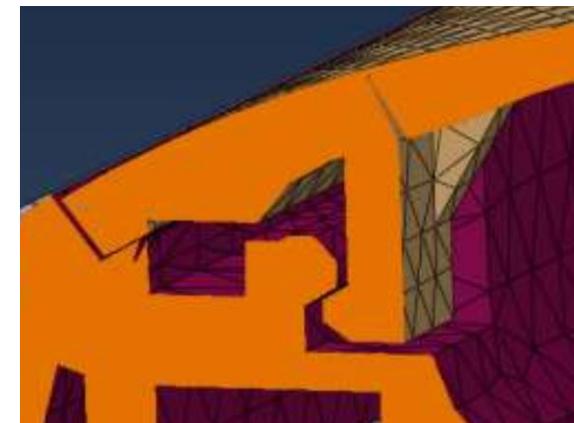
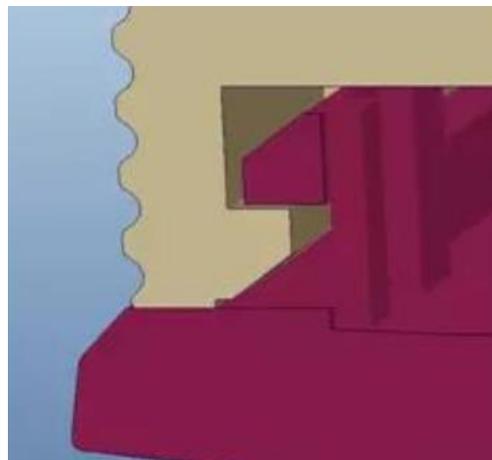
螺纹连接



手机部件连接关系

螺纹连接

卡扣及接触连接

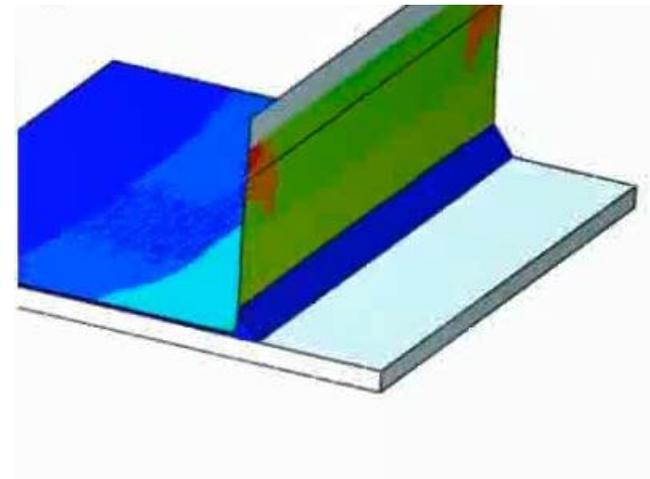
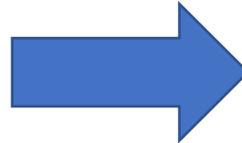


手机部件连接关系

螺纹连接

卡扣及接触连接

粘胶连接



手机部件连接关系

螺纹连接

卡扣及接触连接

粘胶连接

焊接



手机部件连接关系

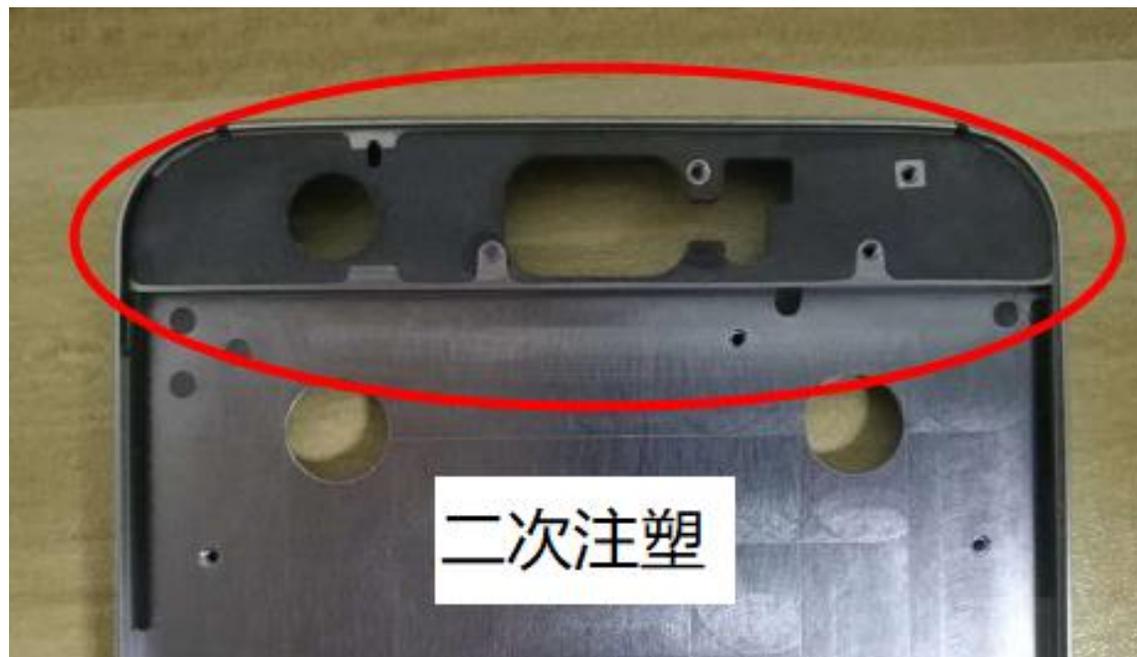
螺纹连接

卡扣及接触连接

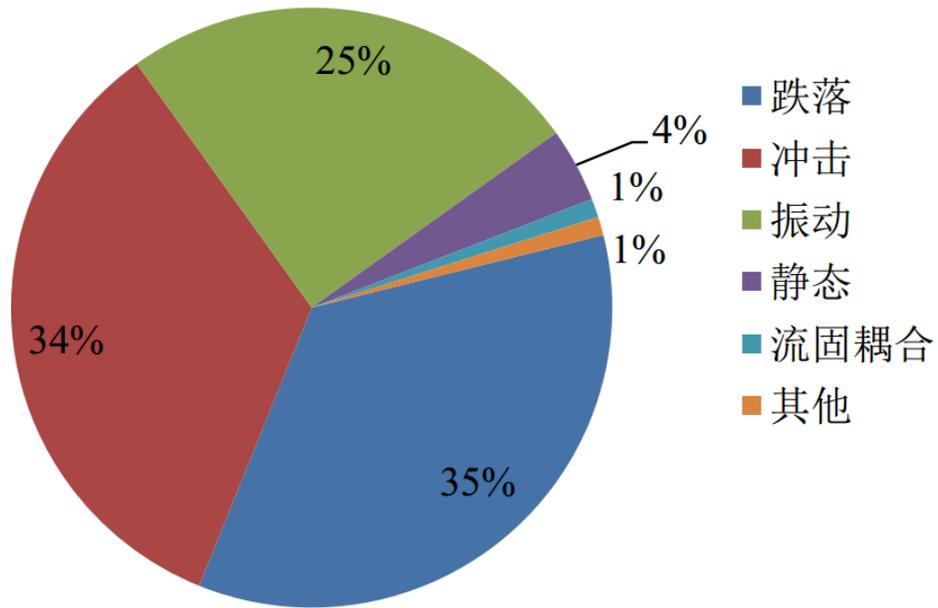
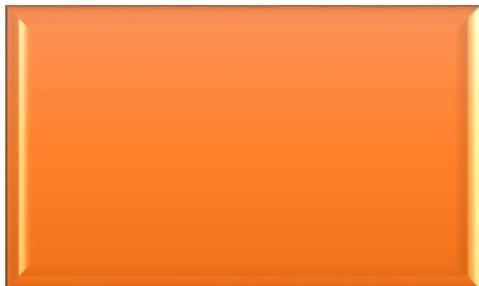
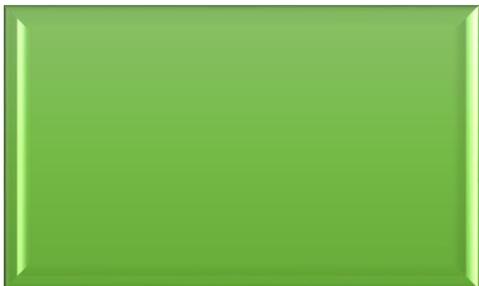
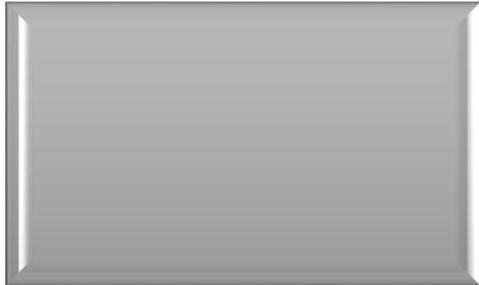
粘胶连接

焊接

二次注塑



手机常用结构测试 (电工电子产品环境试验国家标准汇编)



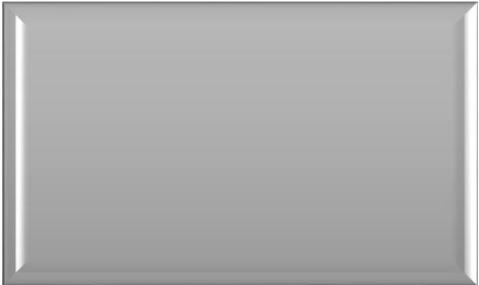
电子产品结构损坏各个因素权重

调查发现，超过80%的手机损坏是由跌落或撞击直接或间接引起的。



手机常用结构测试 (电工电子产品环境试验国家标准汇编)

跌落测试



手机常用结构测试 (电工电子产品环境试验国家标准汇编)

跌落测试

屏幕静压测试

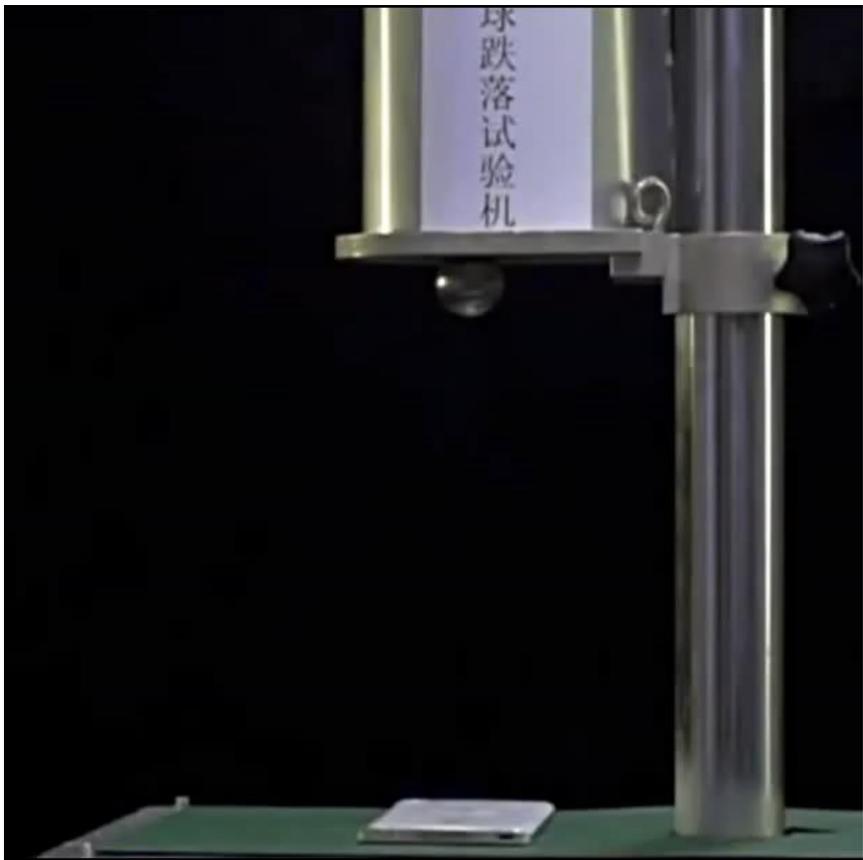
三点弯曲

手机常用结构测试 (电工电子产品环境试验国家标准汇编)

跌落测试

屏幕静压测试

屏幕球击测试



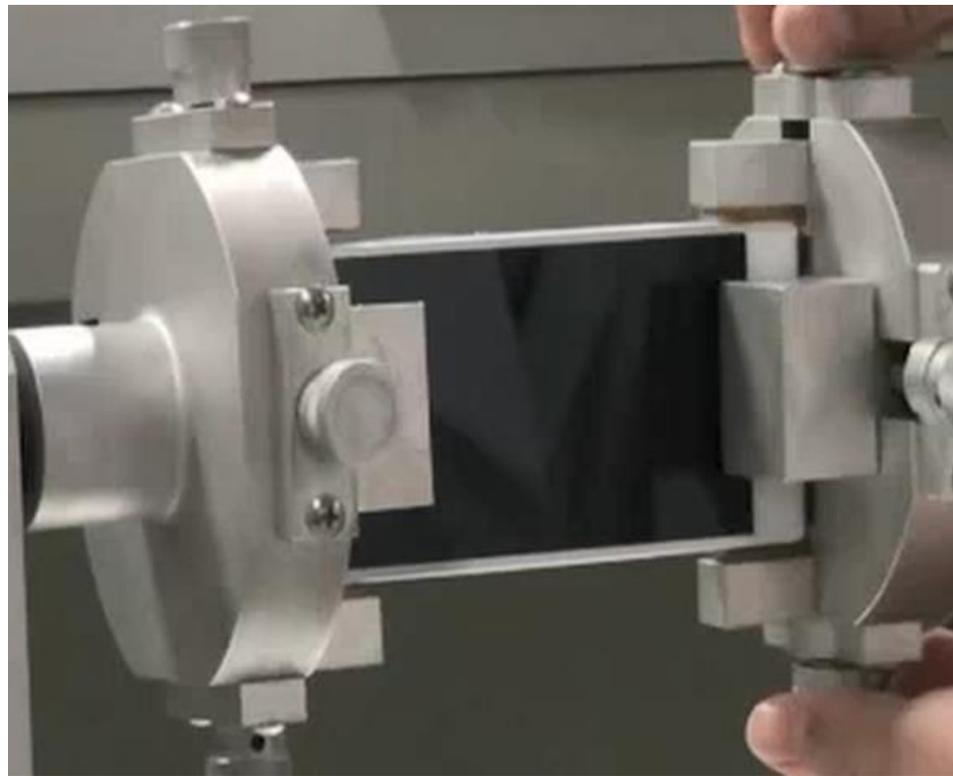
手机常用结构测试 (电工电子产品环境试验国家标准汇编)

跌落测试

屏幕静压测试

屏幕球击测试

扭转测试



手机常用结构测试 (电工电子产品环境试验国家标准汇编)

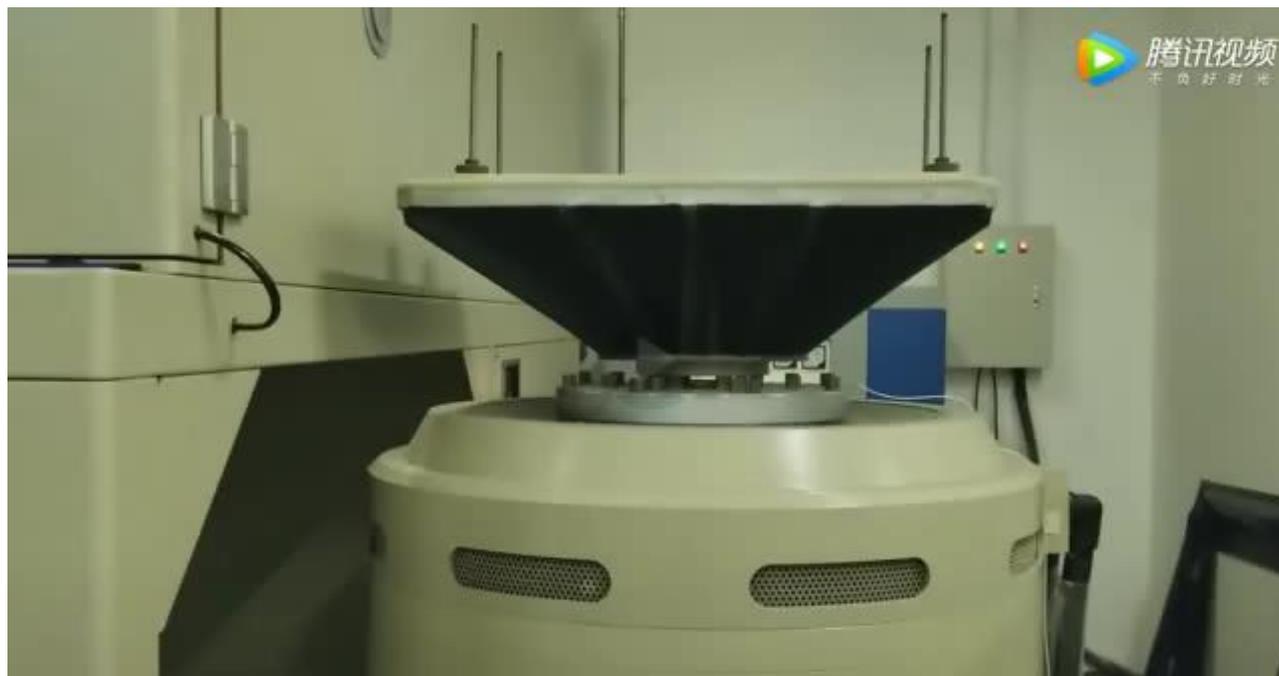
跌落测试

屏幕静压测试

屏幕球击测试

扭转测试

振动测试



手机常用结构测试 (电工电子产品环境试验国家标准汇编)

跌落测试

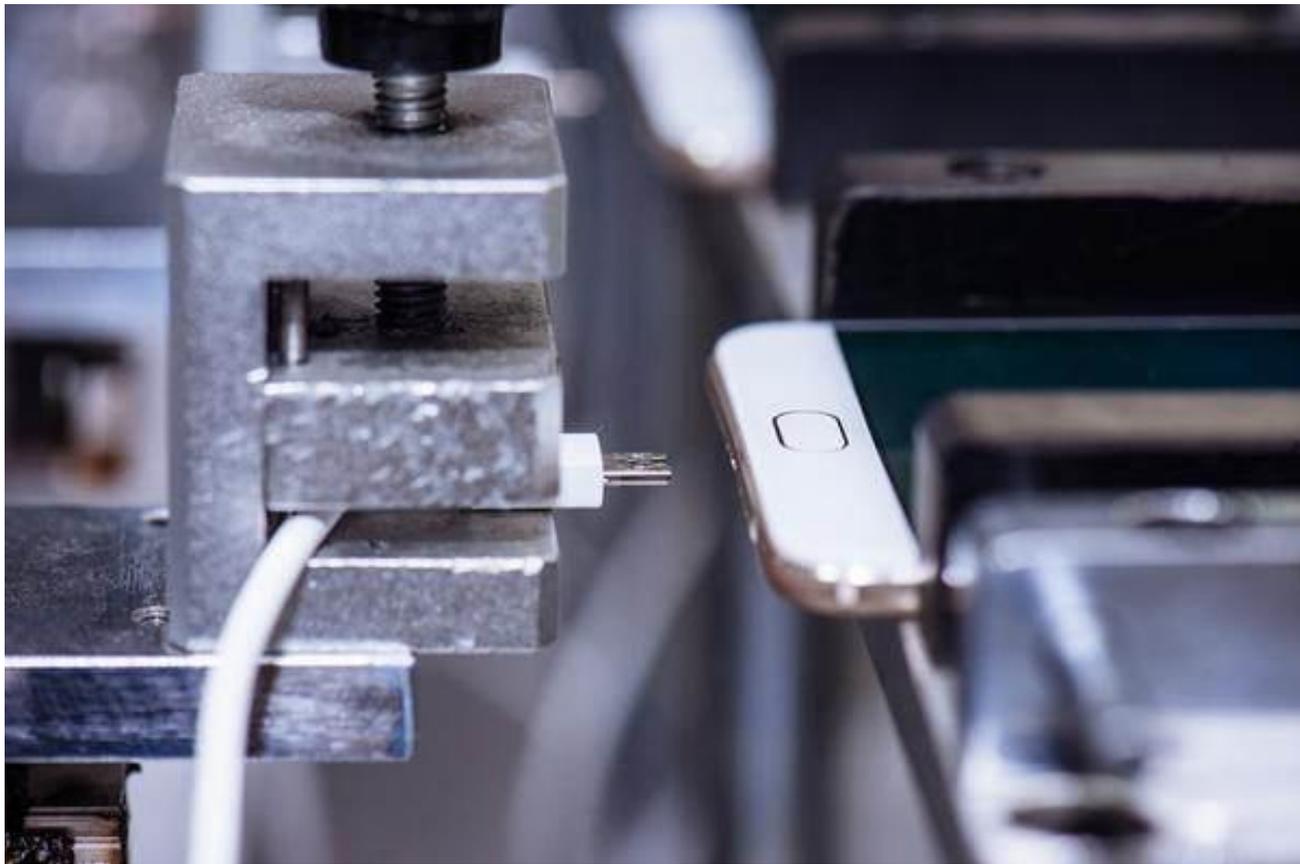
屏幕静压测试

屏幕球击测试

扭转测试

振动测试

接口插拔及按键耐久测试



分析需求

参考物理测试环境，同样可利用专业分析软件对手机结构进行数值分析测试，验证手机结构的强度，并根据计算的分析结果，得出相应的优化改进方案。

• 分析目的

- 缩短开发周期
- 减少开发成本

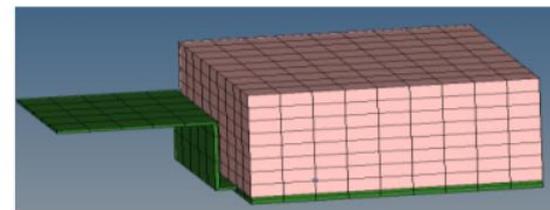
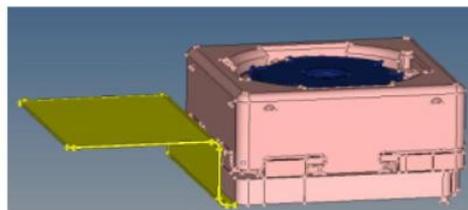
（能够有效的减少产品改模、试制以及进行相应物理测试的时间及成本）

• 分析准备

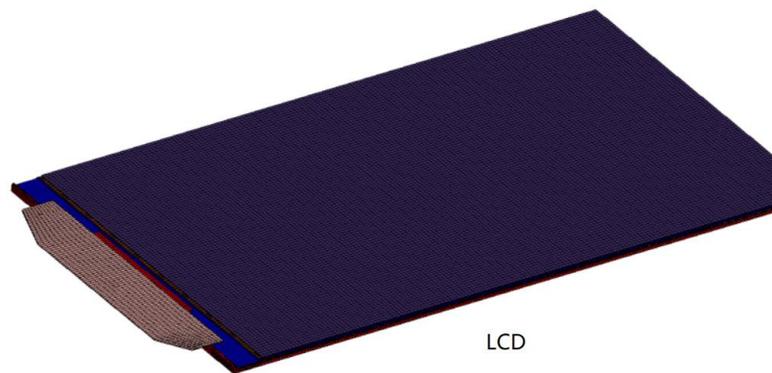
- 清晰定位分析目标
- 准确了解分析结构
- 根据可利用的时间、资源确定实际可行的目标的方法
- 根据实际的运行环境确定求解策略
- 根据时间、精度和计算成本选择单元类型，确定单元数量
- 开始动手前，就考虑最后的结果要求



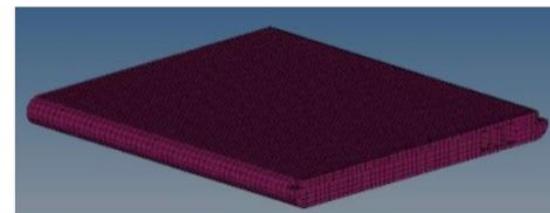
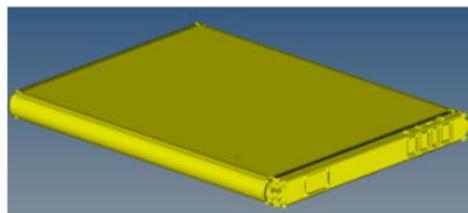
手机分析模型



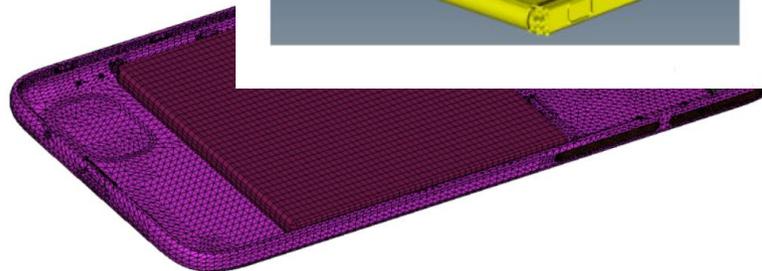
摄像头简化前 (左) 后 (右)



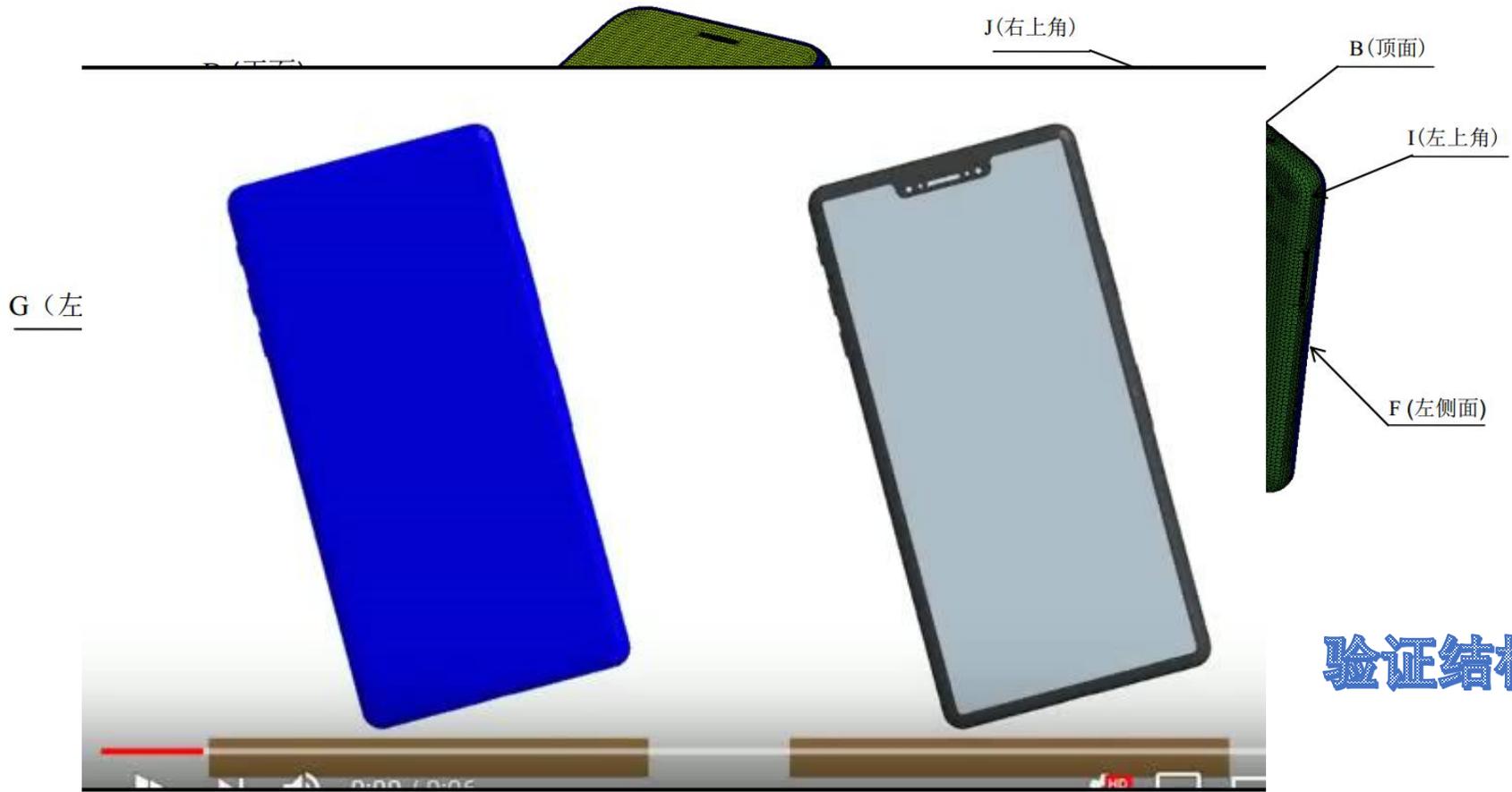
LCD



电池简化前 (左) 后 (右)



跌落分析



可对手机六个面以及四个顶角分别进行跌落分析。

根据分析结果需要作出如下判断：

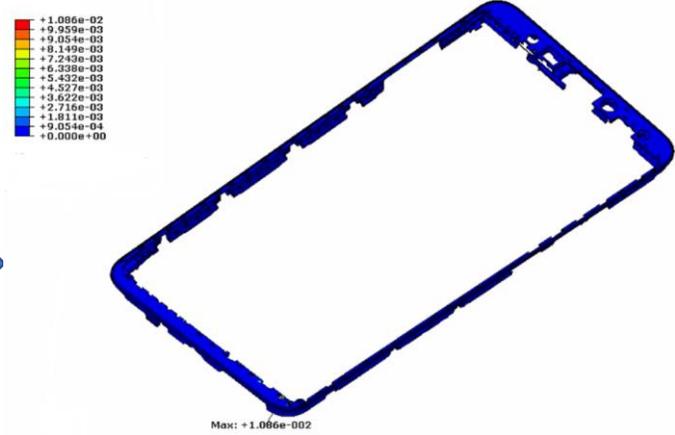
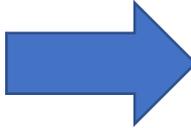
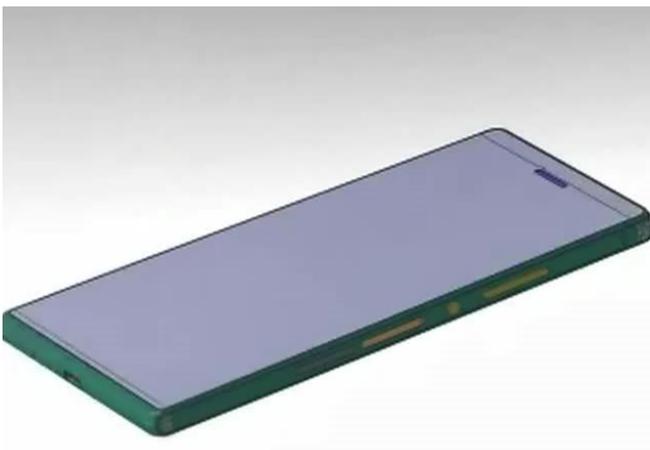
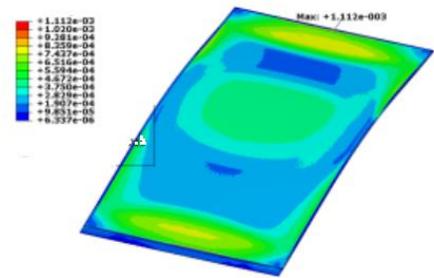
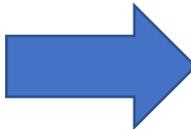
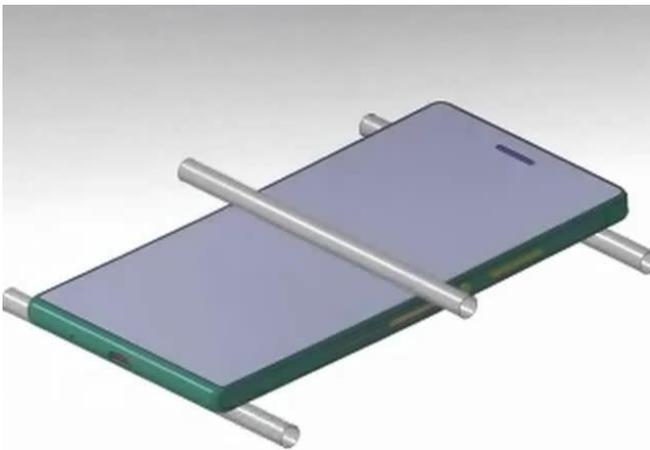
- 外壳及触摸屏等是否发生破坏
- 内部有无破损
- 是否有脱落的部件
- 是否有功能性损坏

验证结构的合理性

定位问题区域，为结构的优化设计指明方向



静压及扭转分析



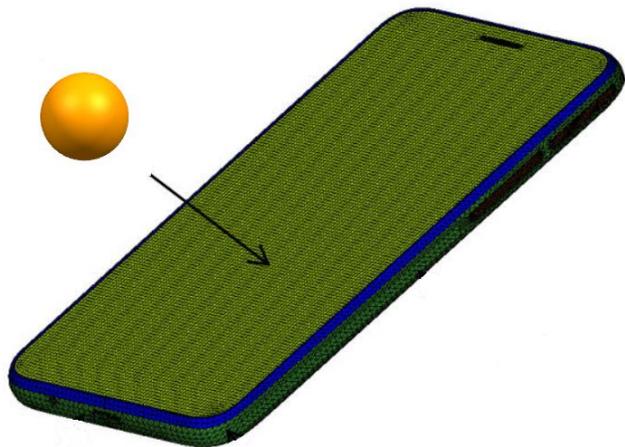
静压及扭转分析的目的在于研究手机整机及其部件的抗变形能力。

根据分析结果将结构件是否发生明显屈服当做其抗扭及抗弯强度是否满足要求的评判标准。

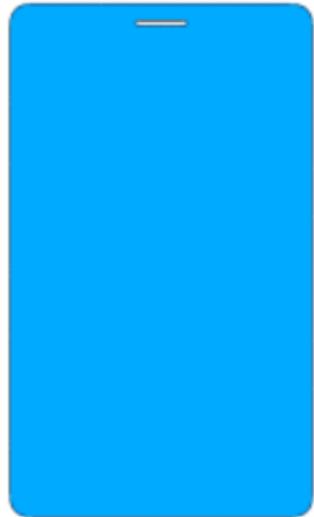
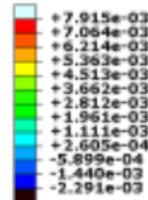
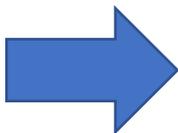
根据分析结果暴露出的问题，可对部件的**材料**及其**局部结构**进行优化。



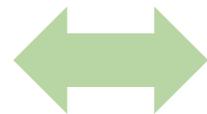
落球分析



根据测试标准，
利用钢球撞击
手机触摸屏的
不同位置。



根据分析结果评
估手机的抗冲击
能力，尤其是触
摸屏。



如今广泛应用于移动
设备的康宁大猩猩玻
璃其强度及抗摔能力
已十分优秀，但是同
样的LCD模块，亦需
要合理的结构设计给
予支持。



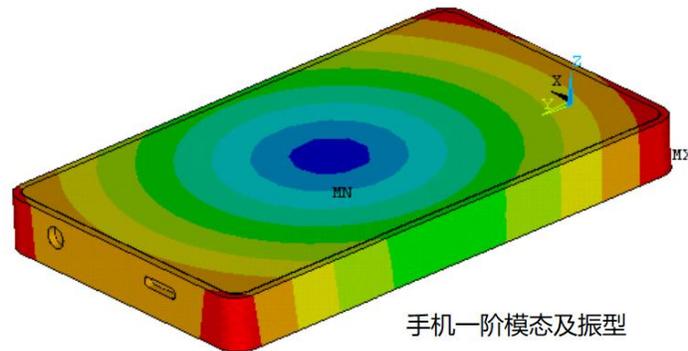
振动分析

正弦
振动
分析

模态分析

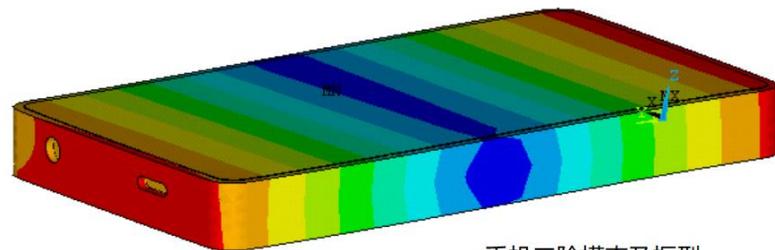
随机
振动
分析

手机振动测试就是模拟手机在运输、安装及使用环境下所遭遇到的各种振动环境影响，用来确定手机是否能承受各种环境振动的能力。



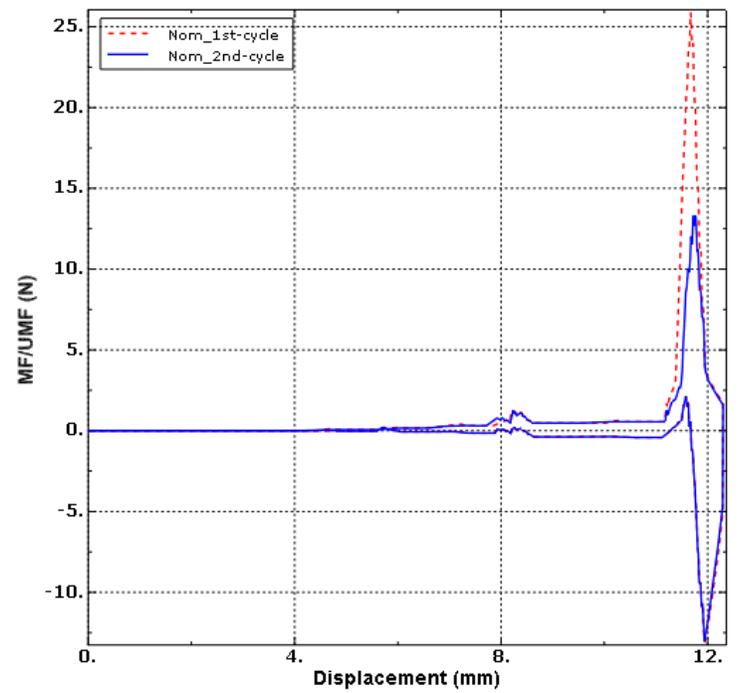
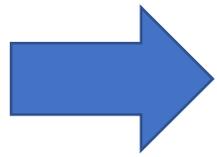
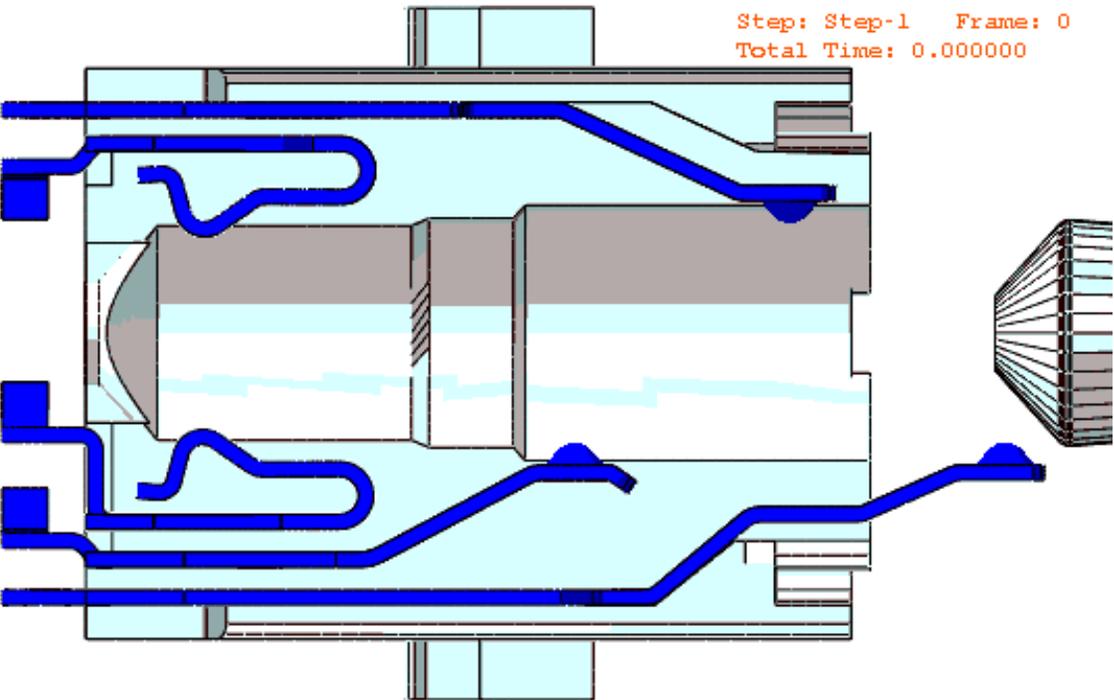
手机一阶模态及振型

振动试验，主要是针对电子电路部分的，比如 Speaker、Microphone、马达、天线的接触是否良好。

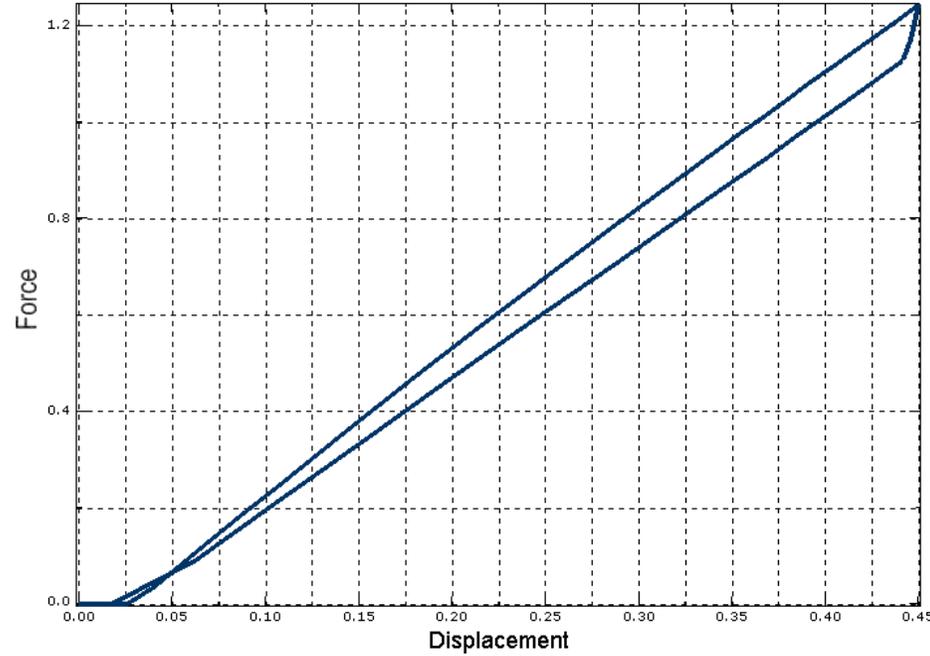
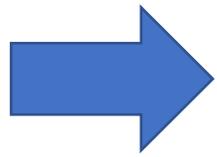
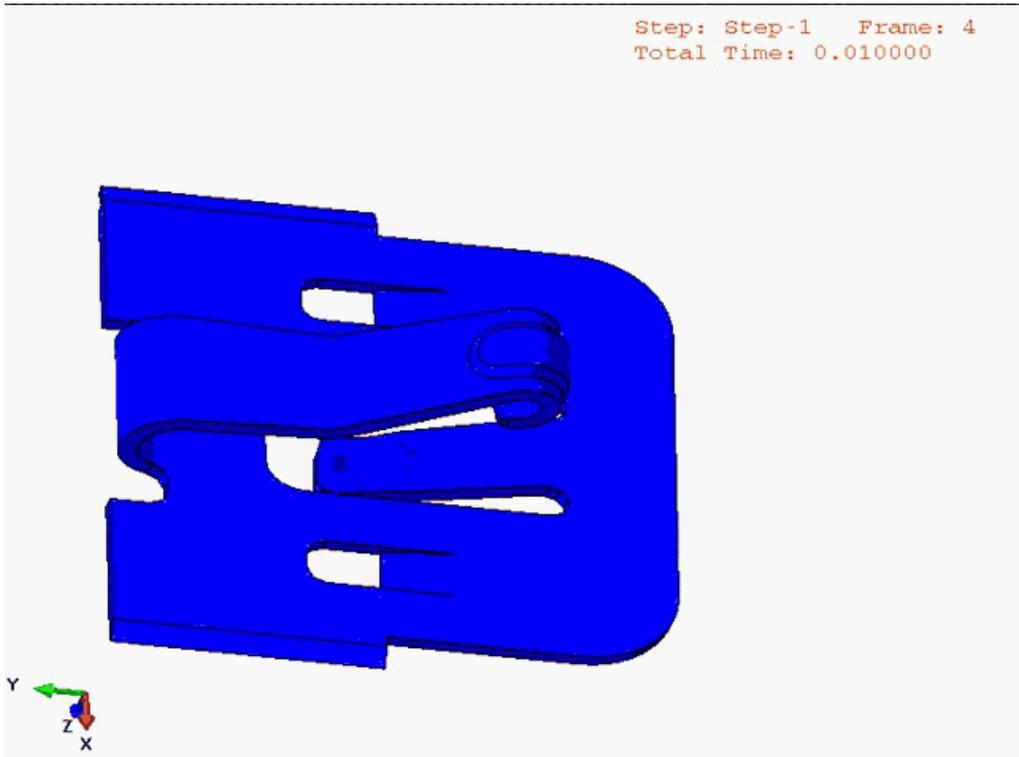


手机二阶模态及振型

插拔及按压分析



插拔及按压分析



此分析的研究金属接触弹片的机械性能。

评判标准：
结构屈服变形情况
插拔及按压过程的
力量曲线（判断插
拔手感及接触稳定
性）

对于金属接触弹片疲劳耐久大多根据物理测试得出，其测试标准各公司略有不同。



结构优化设计

非参数结构优化

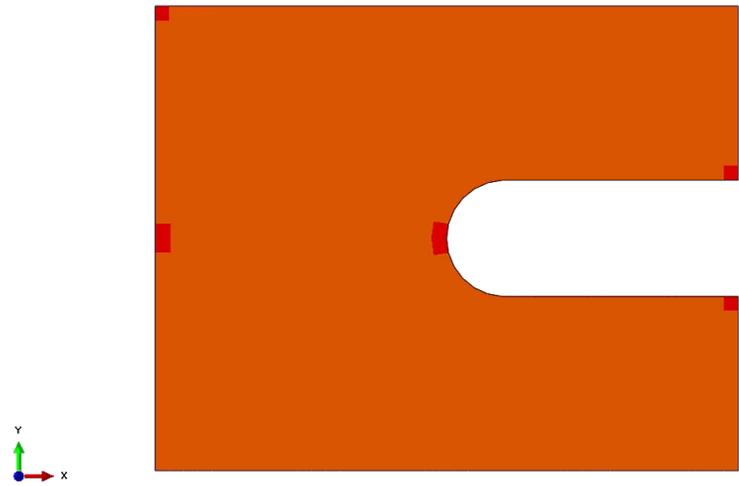


参数化/多学科
优化

拓扑优化

指在给定的设计空间内找到最佳的材料分布，或者传力路径，从而在满足各种性能的条件下得到重量最轻的设计。

Step: Step_L0 Frame: 0
Total Time: 1.028571

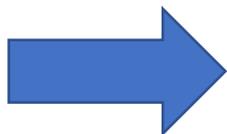


结构优化设计

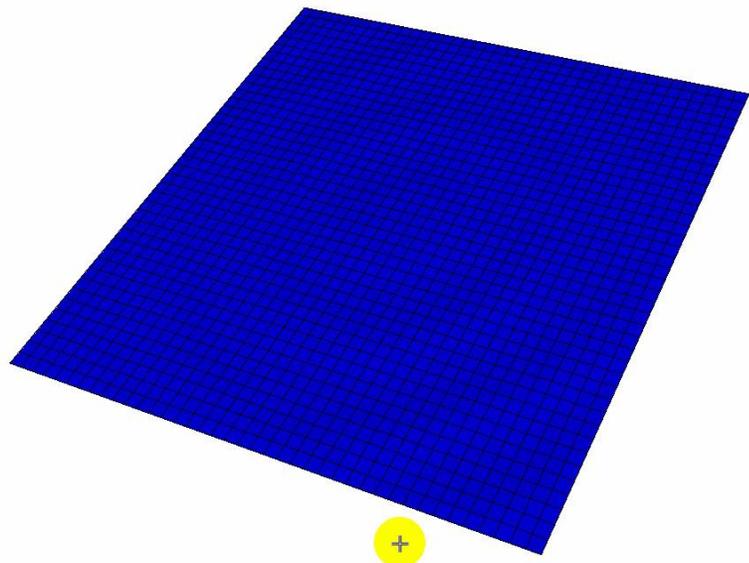
形貌优化

形貌优化技术广泛应用于提高各种冲压板件的性能，如减少变形，提高模态频率，减少振动等。
在形貌优化中，设计空间由大量的节点波动向量组成，这些节点波动向量按照一定的模式进行组合以满足设计约束，并最终生成优化后的最佳形貌。

非参数结构优化



参数化/多学科
优化

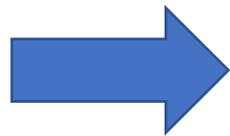


结构优化设计

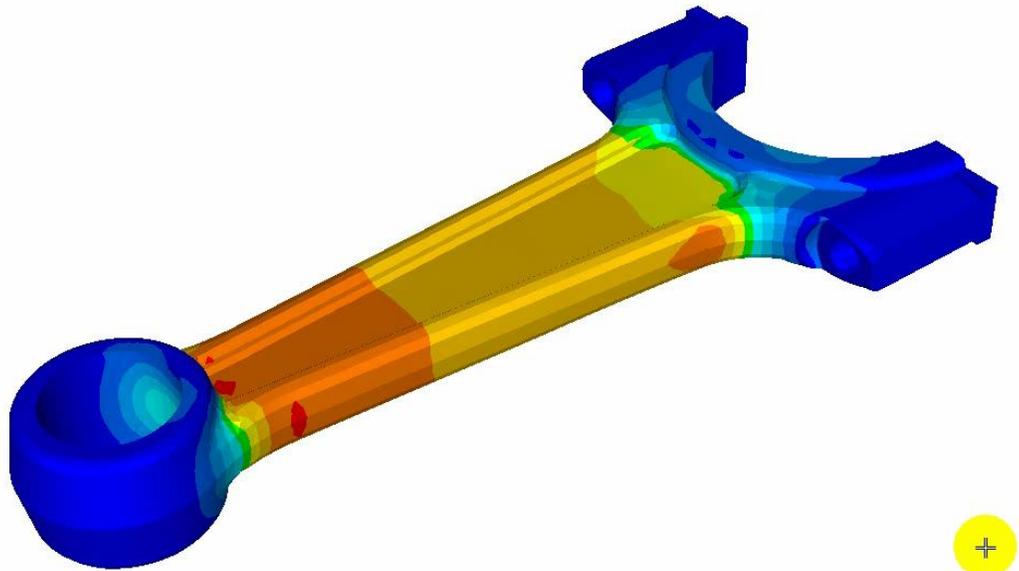
形状优化

形状优化技术是通过将网格节点移动或者变形到某个新的位置，相当于改变零部件的CAD设计，从而提高刚度、模态，减低应力集中等。

非参数结构优化



参数化/多学科
优化

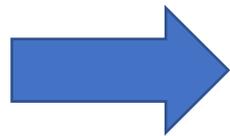


结构优化设计

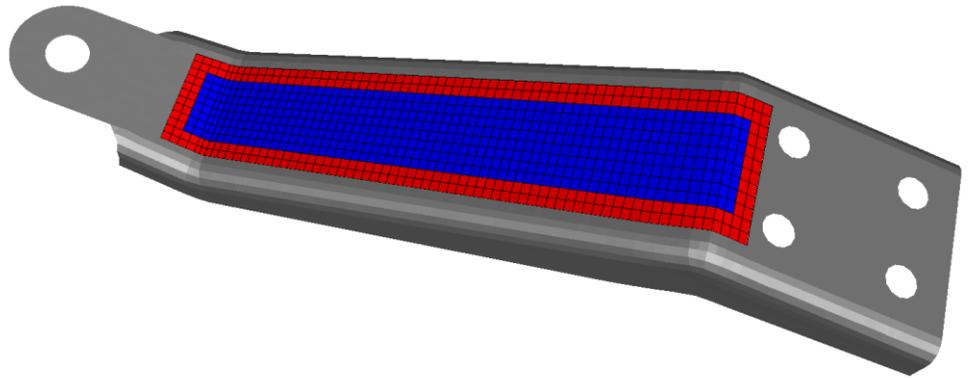
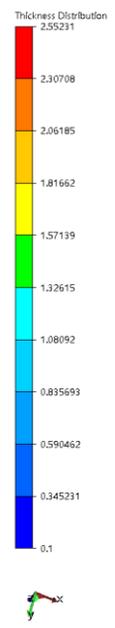
尺寸优化

在保持结构的形状和拓扑结构不变的情况下，寻求结构组件的最佳截面尺寸以及最佳材料性能的组合关系，优化截面的最优面积（如桁架），选择板的最佳厚度等。

非参数结构优化



参数化/多学科
优化



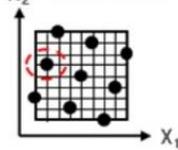
结构优化设计

非参数结构优化

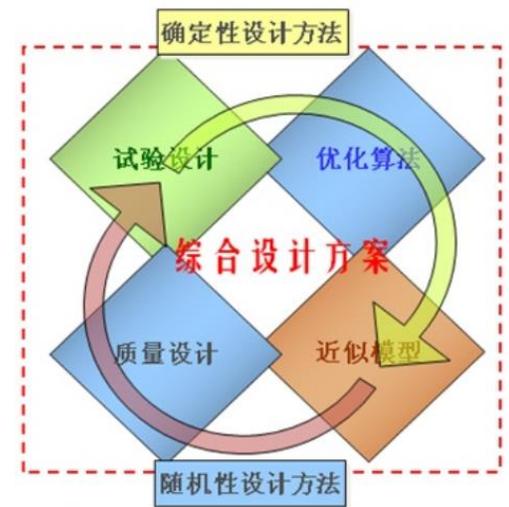
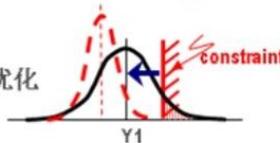
参数化/多学科优化

参数化/多学科优化软件是一个仿真分析流程自动化和多学科多目标优化工具，它提供了一个可视化的灵活的仿真流程搭建平台，同时提供与多种主流CAE分析工具的专用接口。

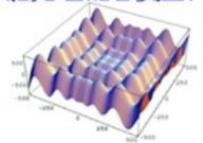
- 单/全因子组合法
- 中心复合法
- 正交数组试验
- 拉丁方试验
- 优化拉丁方试验
- 参数试验
- 用户自定义表



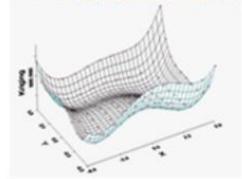
- 蒙特卡罗抽样
- 可靠性分析
- 可靠性优化
- 田口稳健设计
- 6-Sigma稳健设计优化



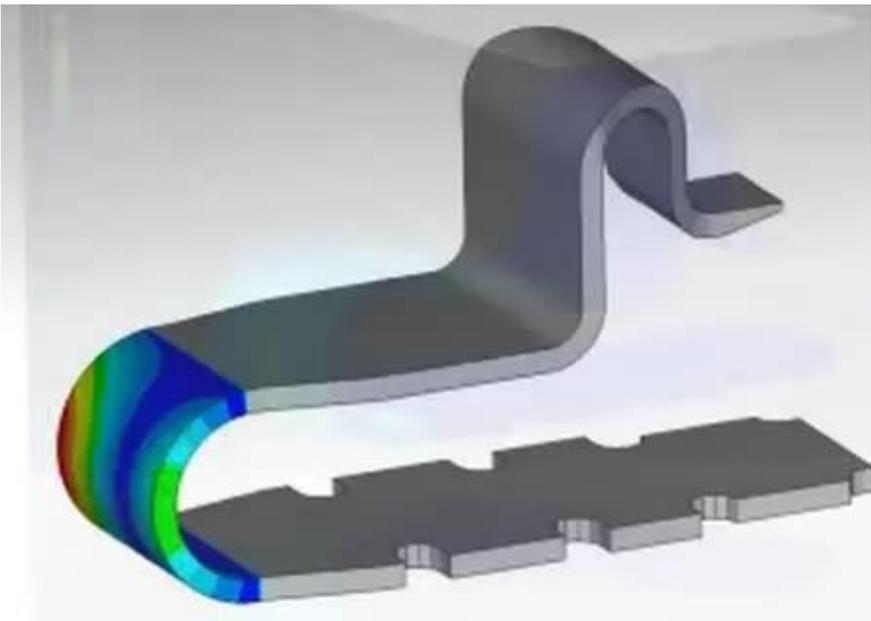
- Pointer 智能优化器
- 优化算法, 涵盖:
 - 数值优化
 - 全局优化
 - 多目标优化
- 能处理混合变量问题



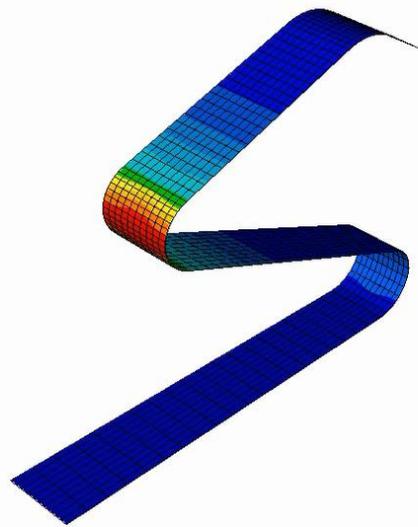
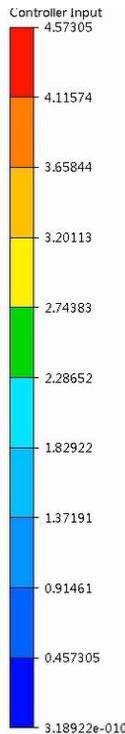
- 1到4阶的响应面模型(RSM)
- Kriging近似模型
- RBF径向基神经网络



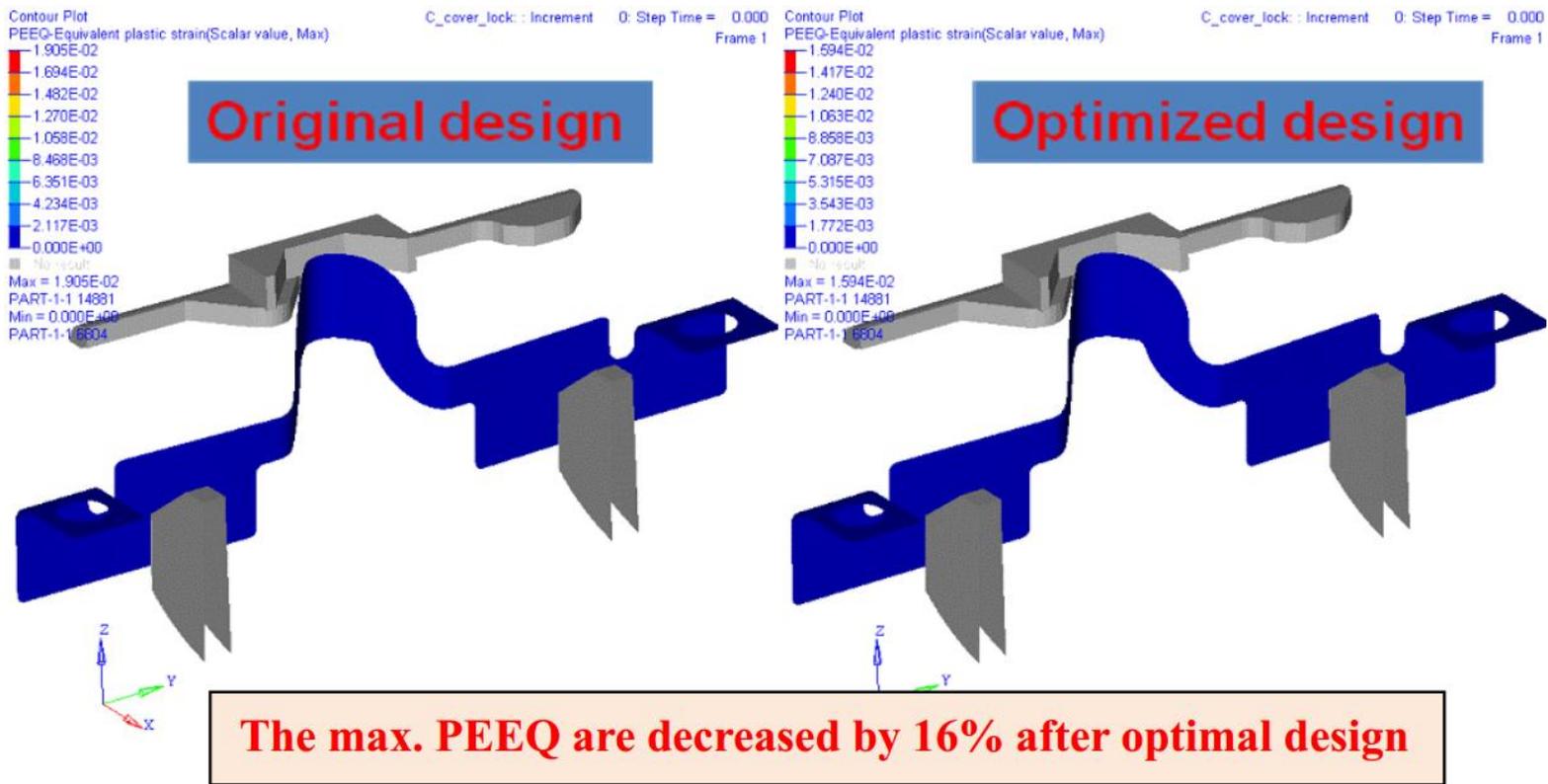
结构优化设计（形状优化）



以边界节点的移动为设计变量，最小化应变能密度为设计目标，进行形状优化，改善弹片的屈服状况和正向力，为工程设计人员指明结构优化方向，



结构优化设计 (参数优化)



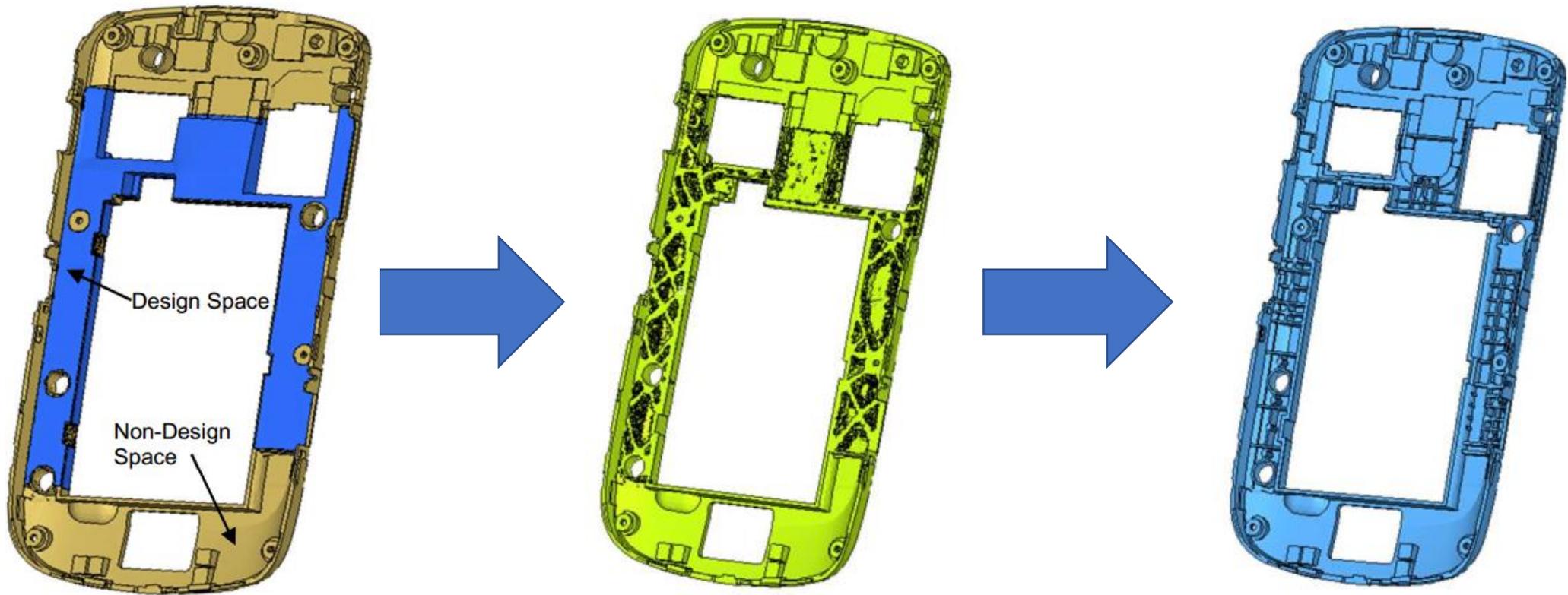
以弹片的厚度、几何形状以及卡扣的几何形状作为设计变量，并对其进行参数化；通过DOE分析，找出不同设计变量的敏感度。

针对影响最大的某个或者某几个设计变量，进行产品的最优化设计。

优化前后塑性应变降低16%



结构优化设计（拓扑优化）



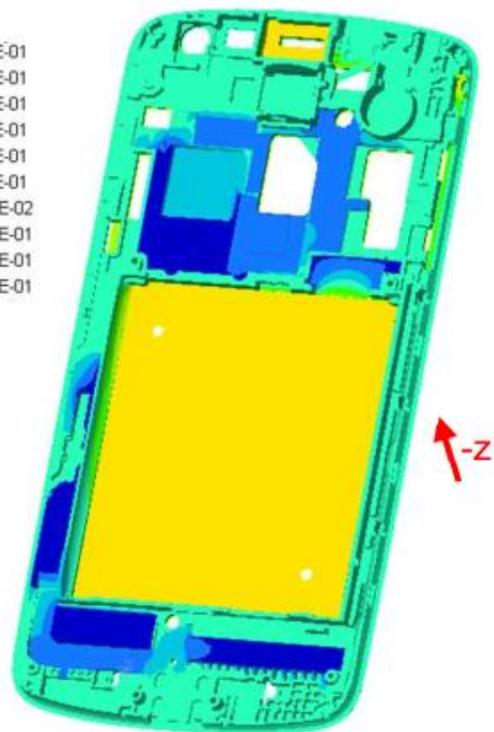
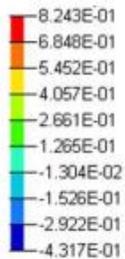
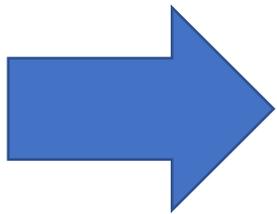
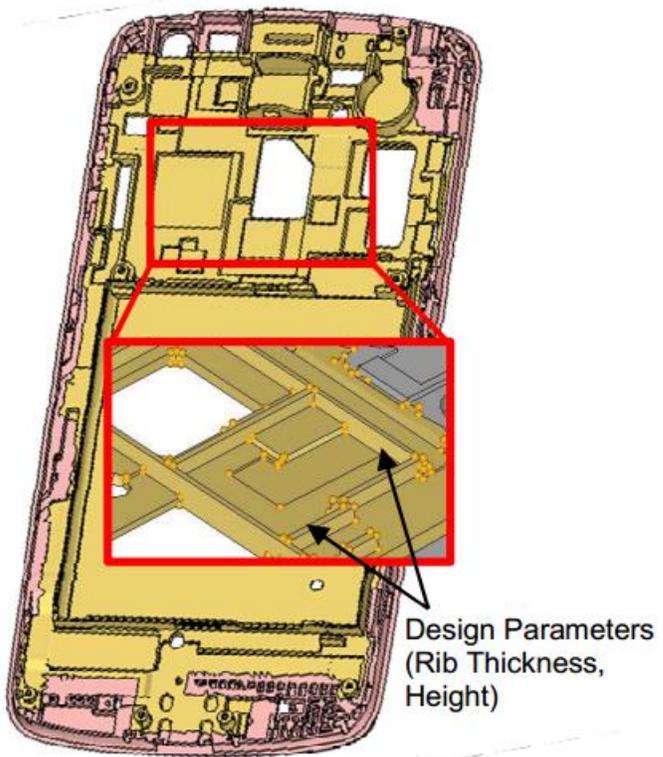
进行拓扑优化，寻找材料的最佳分布位置，达到减重的目的

优化结果

结构工程师参考优化结果对结构重新进行设计。



结构优化设计（形状优化）



以肋条的厚度及高度为设计变量，以提高结构的刚度为优化目的，对肋条的形状进行优化。



Thank you

