MSC Apex Generative Design

--全新增材制造仿真技术

Dandan Sun

dandan.sun@hexagon.com

Technical manager

October 23th, 2019

增材制造&仿真

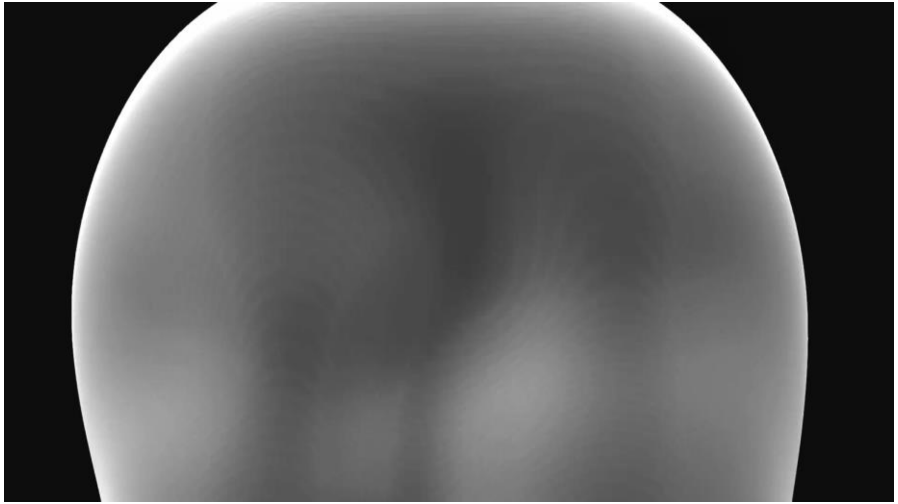
HEXAGON | MSC Software

海克斯康收购Amendate

Hexagon acquires AMendate to shape the generative design market

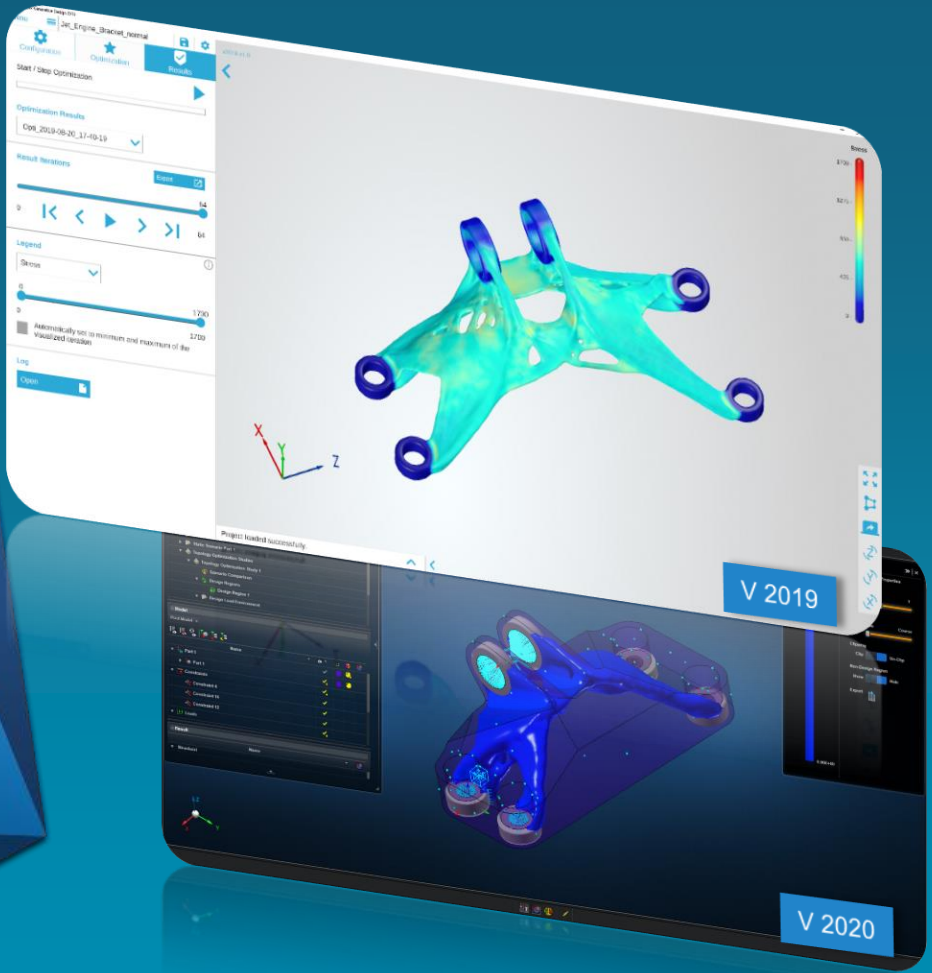
New technology enables MSC Software to significantly decrease time-to-print for Additive Manufacturing

24. Juni 2019



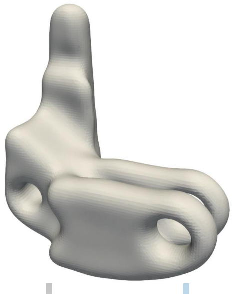
介绍


MSC Apex®
GENERATIVE DESIGN 2019
The MSC Software logo and MSC Apex are trademarks or registered trademarks of the MSC Software Corporation or \its subsidiaries in the United States and/or other countries.
All other trademarks belong to their respective owners.
© 2019 MSC Software Corporation. All rights reserved.
MSC Software®


Jet_Engine_Bracket_normal
Start / Stop Optimization
Optimization Results
Result Iterations
Legend
Stress
Log
Open
Project loaded successfully.
V 2019
V 2020

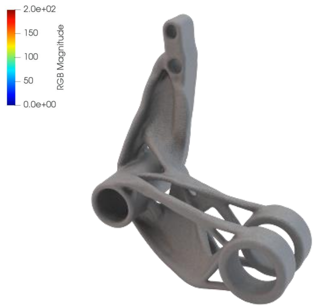
现状及未来

现状



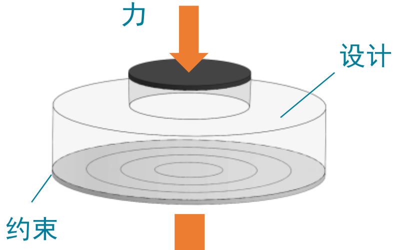
- 设计简单但笨重
- 受限于
  - 软件
  - 大量的手动操作
- 加工过程中，材料浪费严重

未来



- 轻量化设计节约大量材料
- 增材制造在不增加额外成本的同时实现复杂结构的设计和生产
- 复杂的产品设计需要特殊的软件实现

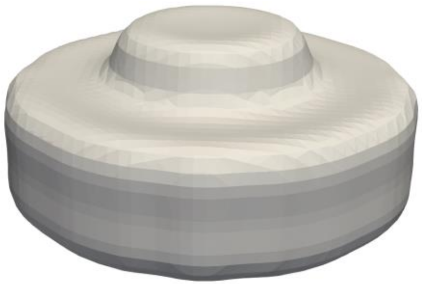
时间至关重要



从实心结构开始

MSC APEX GENERATIVE DESIGN 做什么

基于负载条件进行材料削减



优化自动开始

3 分钟 / 1次迭代

设计方向可视化

3 分钟/ 8次迭代

最终设计

36 分钟 / 62次迭代

*在带有Nvidia Quadro P5000 GPU的标准CAD工作站上运行

HEXAGON MSC Software

工艺对比

现有软件

网格划分 → 优化约束 → 优化 → 解读结果 → 调整/光顺化处理 → 几何转换 → 验证

A软件	B软件	C软件	A软件

- 需要几个不同的软件实现
- 软件之间切换存在信息流失
- **人力成本高**, 自动化程度低

人力

由于软件转换造成的信息丢失

自动化处理

6 days

MSC Apex Generative Design

设计约束+目标 → 自动网格优化 → 光顺化处理及转换 → 验证

MSC Apex Generative Design

- 简化优化流程
- 更短的时间交付优化的、可打印的设计结果
- 全部自动化→ **省时省力**

6 小时

MSC Apex Generative Design

时间节省80%

HEXAGON | MSC Software

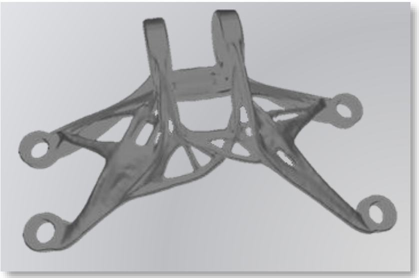
实例对比: 喷气发动机支架

MSC Apex Generative Design

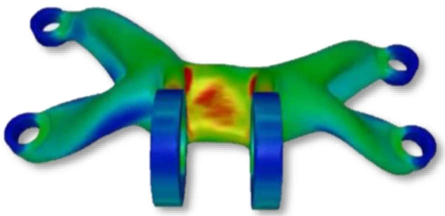
CogniCAD (ParaMatters)

Frustum (PTC)

精致结构



框架结构



155g

307g

MSC APEX GENERATIVE DESIGN 工作流程演示

加载几何

↓

定义负载和约束

↓

定义优化目标

↓

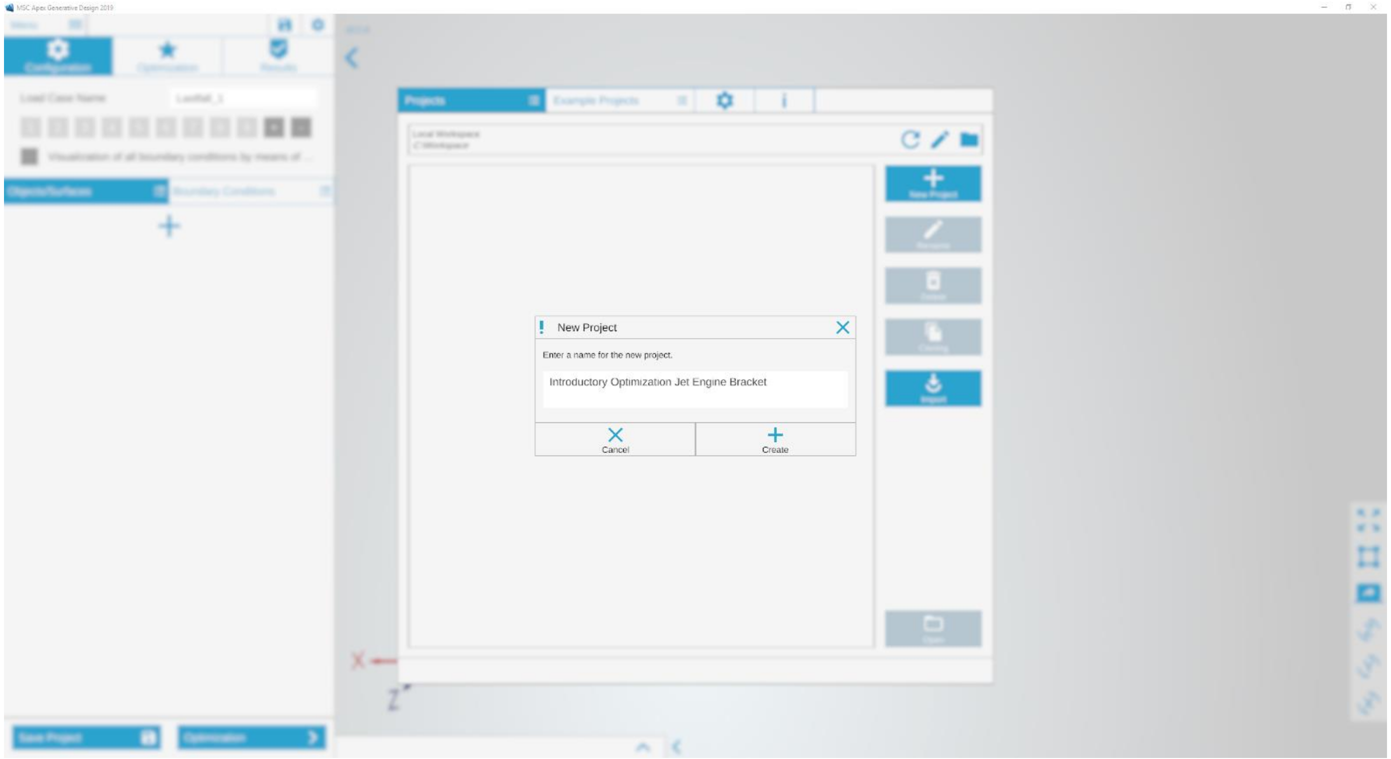
光顺优化

↓

集成几何转化

↓

验证



MSC APEX GENERATIVE DESIGN 工作流程演示

加载几何

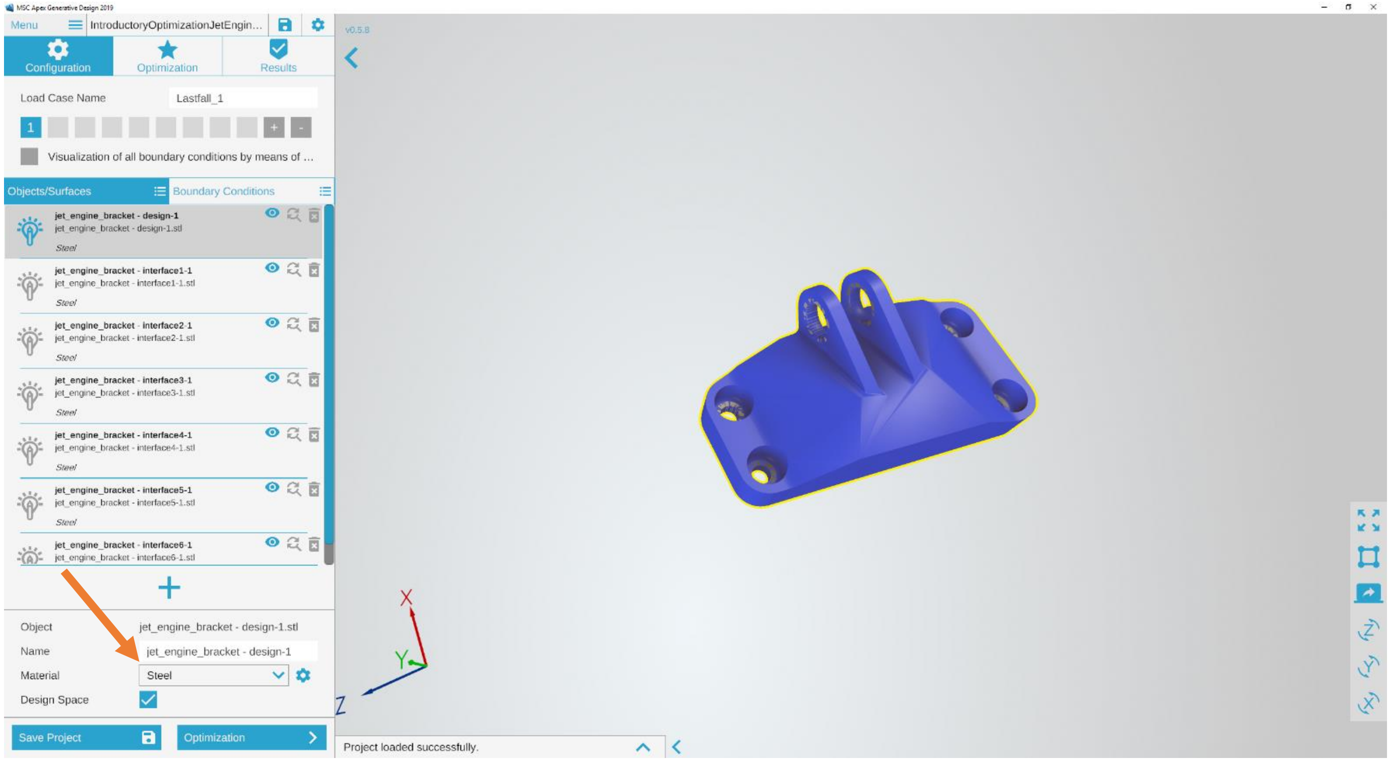
定义负载和约束

定义优化目标

光顺优化

集成几何转化

验证



MSC Apex Generative Design 工作流程演示

加载几何

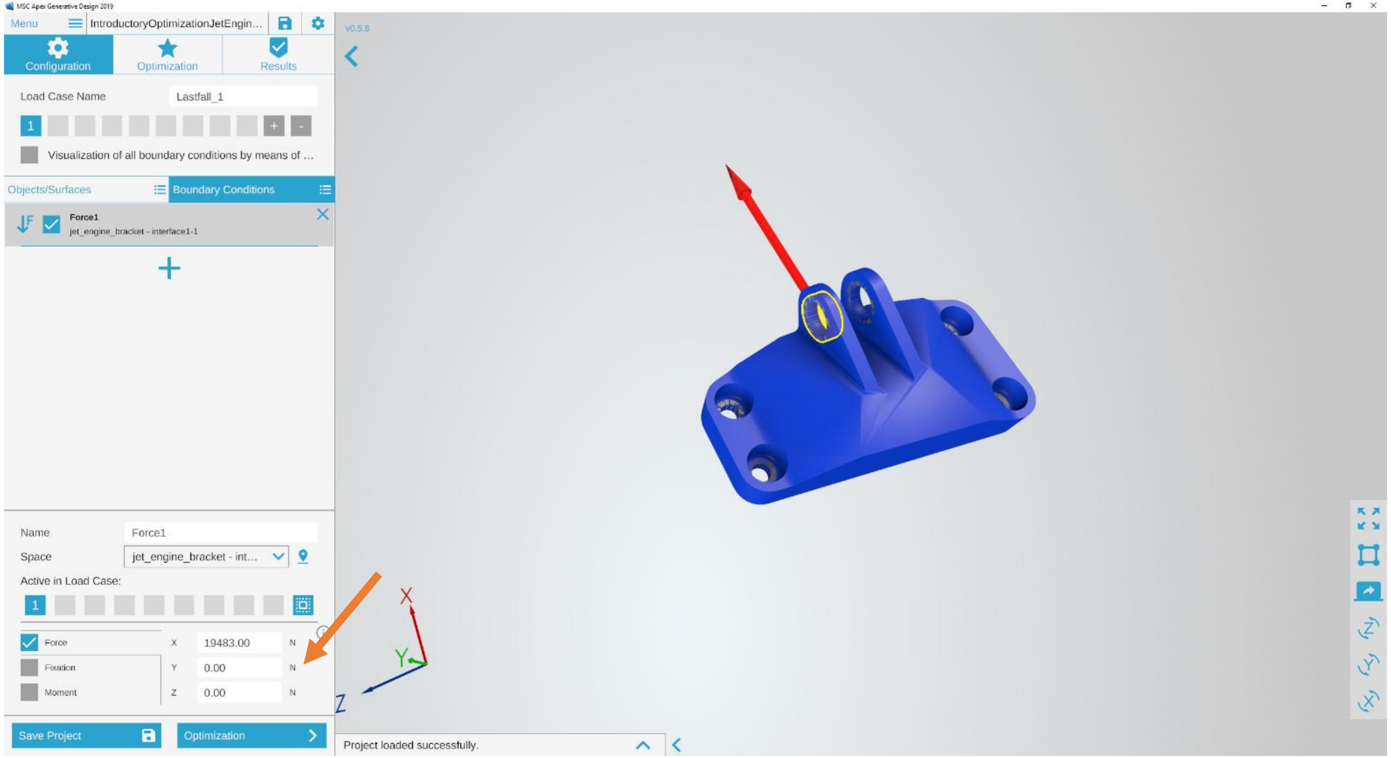
定义负载和约束

定义优化目标

光顺优化

集成几何转化

验证



MSC Apex Generative Design 工作流程演示

加载几何

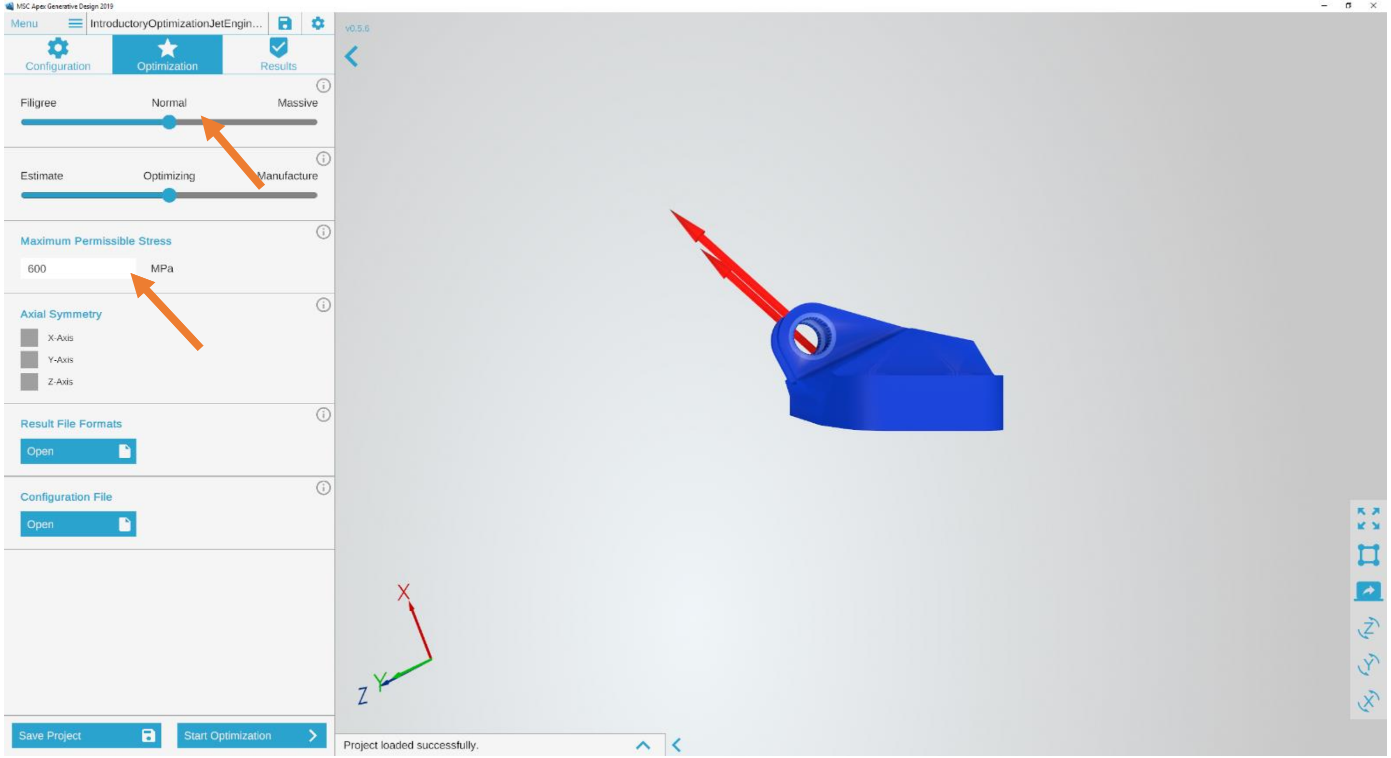
定义负载和约束

定义优化目标

光顺优化

集成几何转化

验证



MSC Apex Generative Design 2019工作流程演示

加载几何

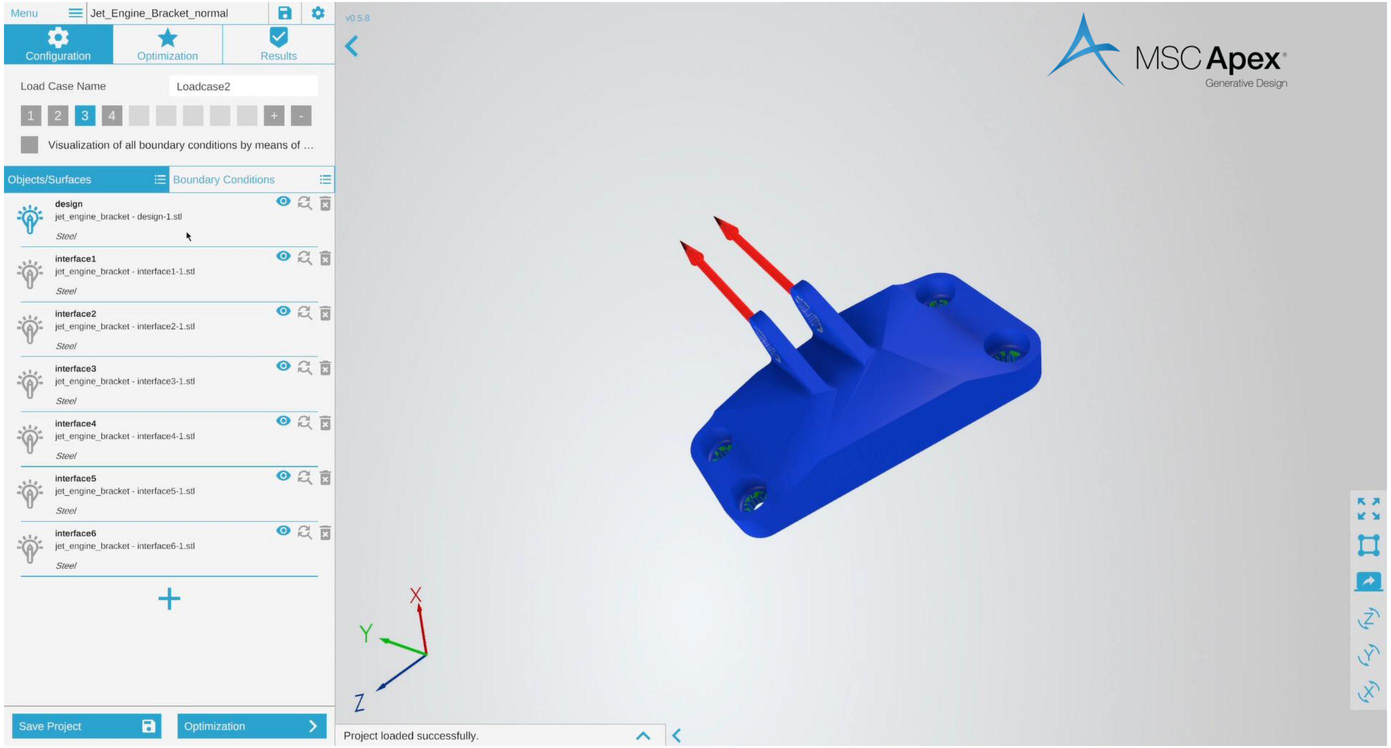
定义负载和约束

定义优化目标

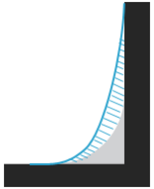
光顺优化

集成几何转化

验证



MSC Apex Generative Design的特点



应力为导向的优化

增材制造专属优化

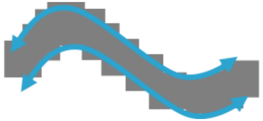
点阵结构

时间大幅度减少

Up to
80%
Reduction

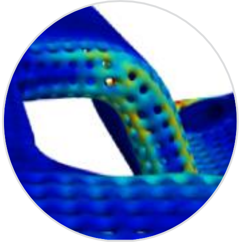
MSC Apex Generative Design

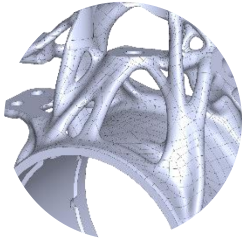
高分辨率



智能化光顺处理

自动转化到CAD





HEXAGON | MSC Software

MSC Apex Generative Design 2019工作流程演示

加载几何

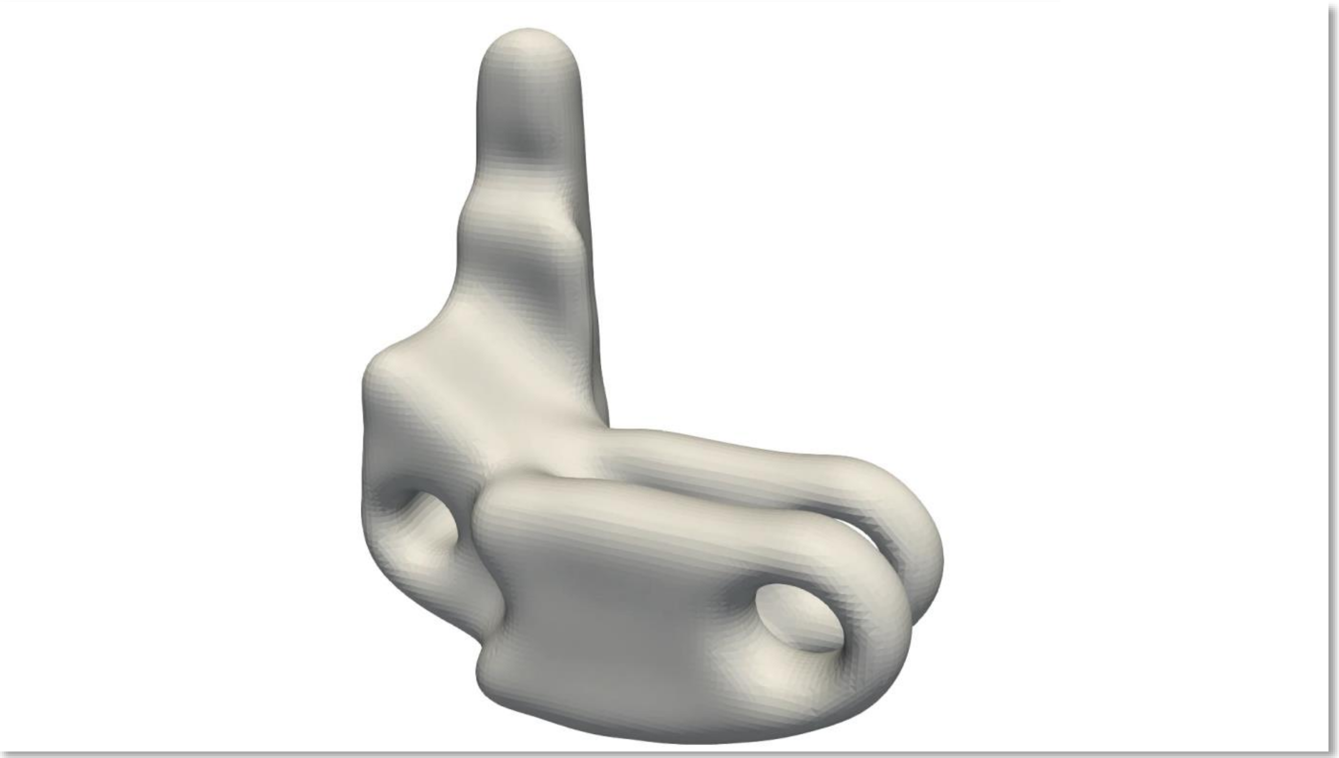
定义负载和约束

定义优化目标

光顺优化

集成几何转化

验证



详情查阅: https://youtu.be/eskNKAw6isY

创成式设计分析

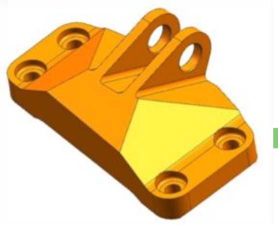
自动生成可打印的设计

Filigree

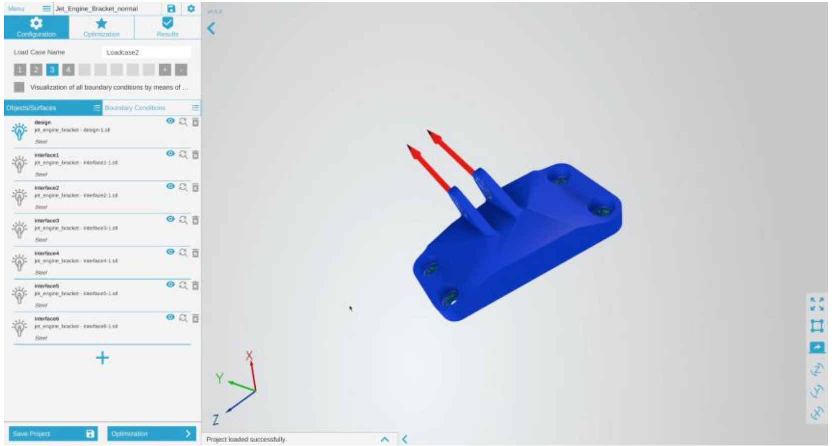
Normal

Massive

案例研究:喷气发动机支架(GE-Challenge)

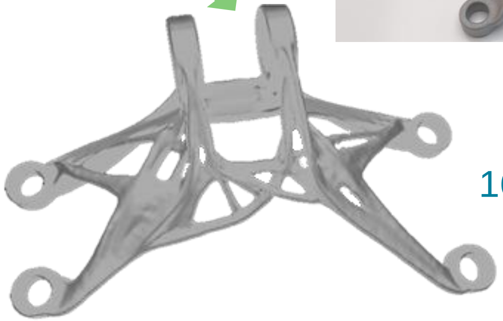


初始设计:
2033 Grams
Ti6Al4V

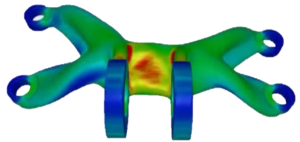


155g

163g



168g



CogniCAD (Parameters)

- 307g

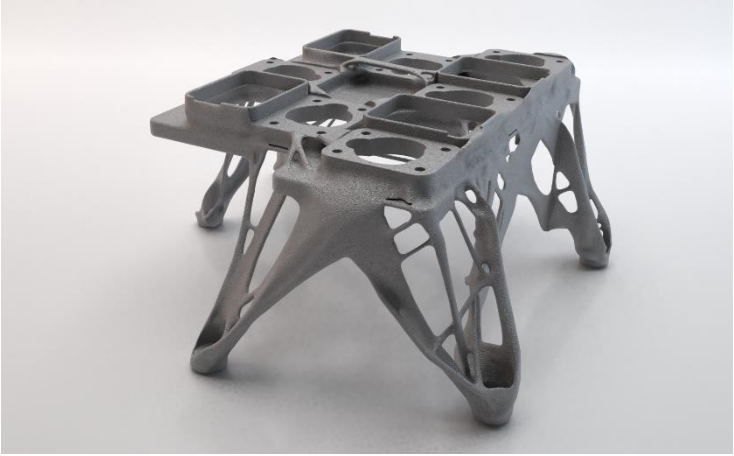
HEXAGON

案例研究:支撑支架

TRUMPF

TESAT

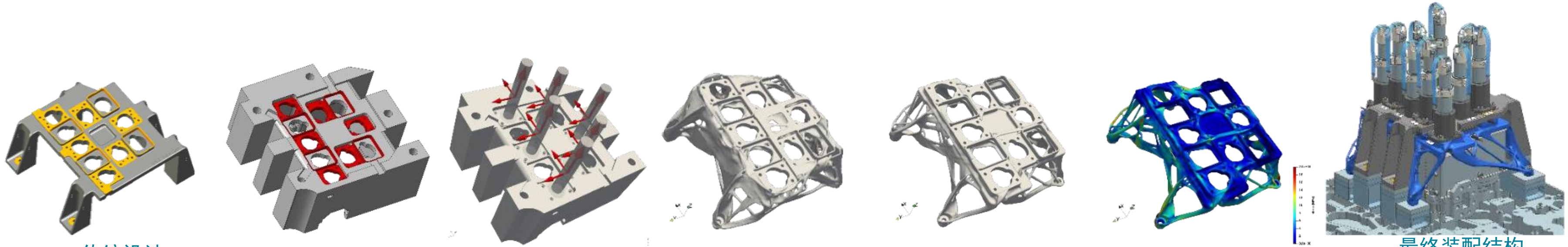
安装微波滤波器驱动装置
将被用于德国通讯卫星



+ 减重55%

+ 应力下降31%

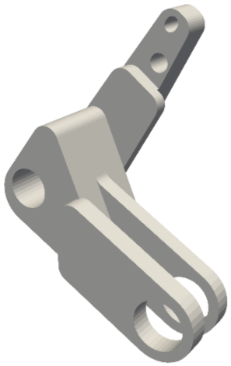
+ 刚度提升79%



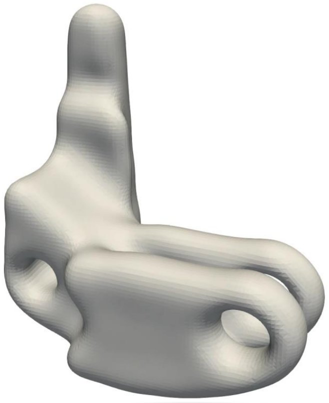
传统设计 设计空间 载荷工况 第一轮优化 最终设计 有限元分析 最终装配结构

HEXAGON

案例研究: 杠杆



最初的铣削设计
零件: 222 g
废料: 1520 g



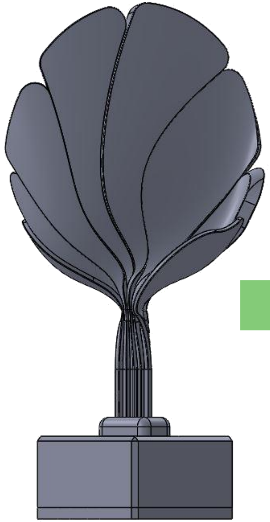
过渡到复杂的轻量级设计

优化后的设计模型: 104 g

减重53%

显著减少废料

案例研究: 设计奖杯



传统的奖杯
→ 数控铣削过程
→ 大量的材料浪费

生动的设计使树叶看起来更加真实

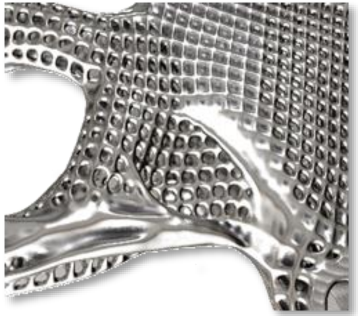
多种设计可能：四面体/四边形网格

计算具有高分辨率的细丝结构

HEXAGON

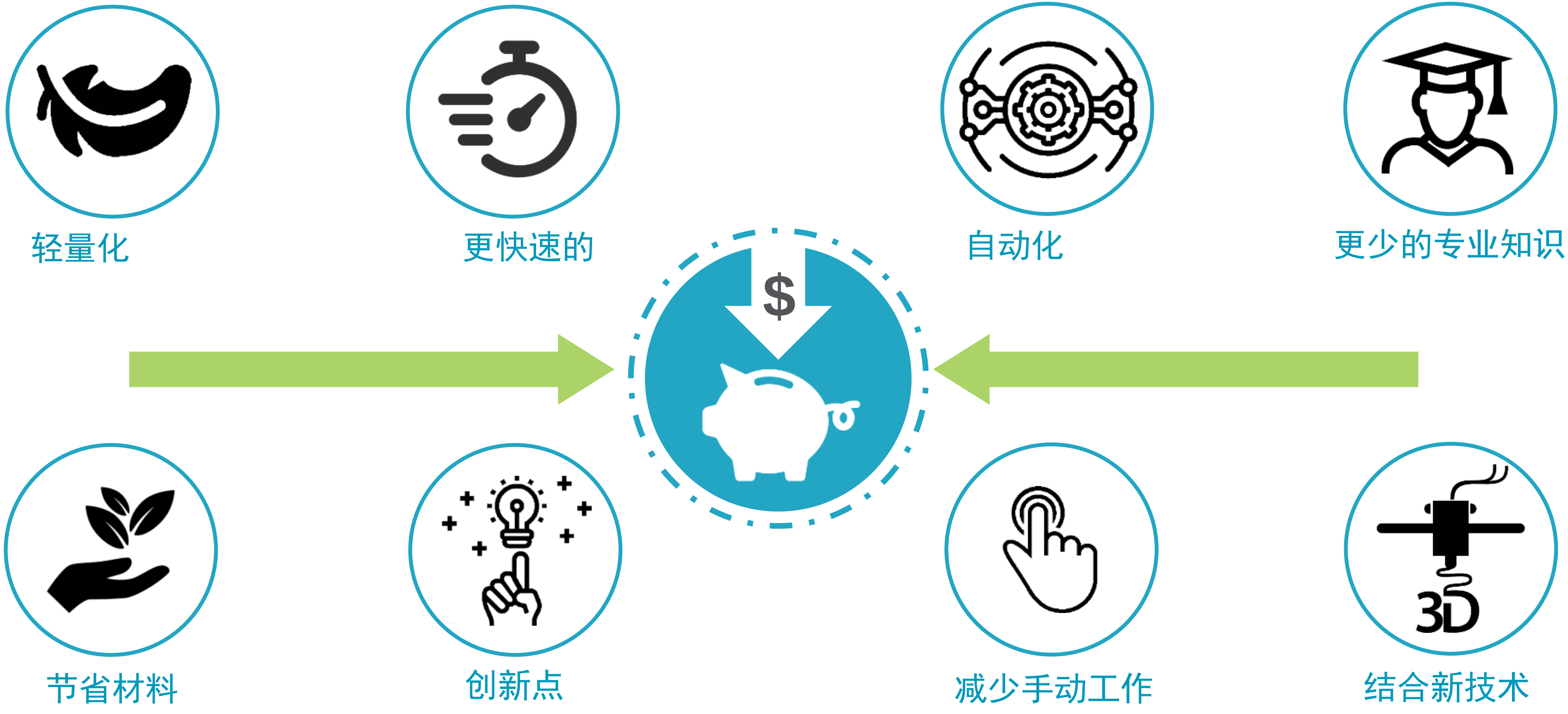
应用实例





创成式设计-节省成本



采用Simufact Additive完成的虚拟制造

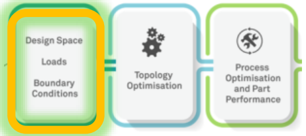
以轴承座为例

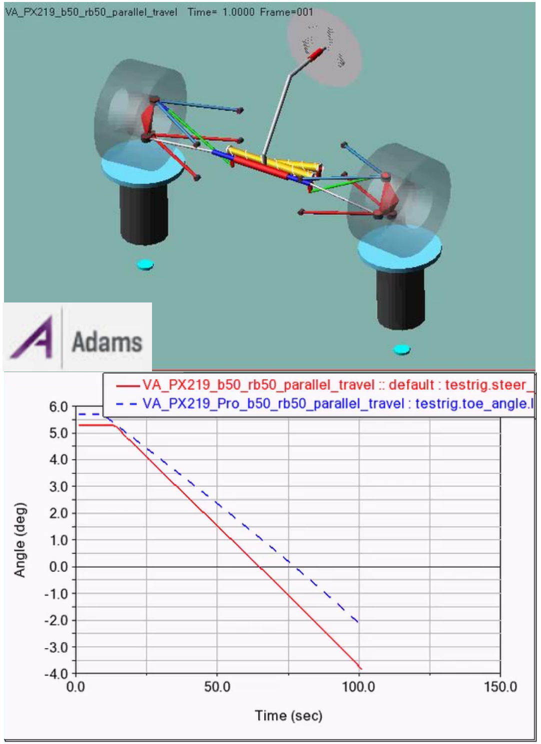
HEXAGON

案例研究：轴承座为例

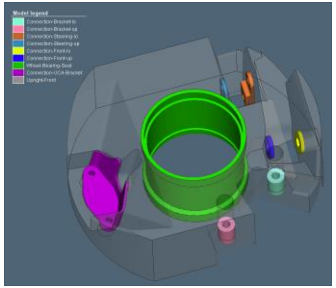
在赛车设计中减重至关重要，竞争优势会通过最佳的轻量化设计体现，在赛车设计中减少的每一克重量会使赛车更快、更灵活。

结构问题识别





识别出多个载荷工况—前5个用于优化计算

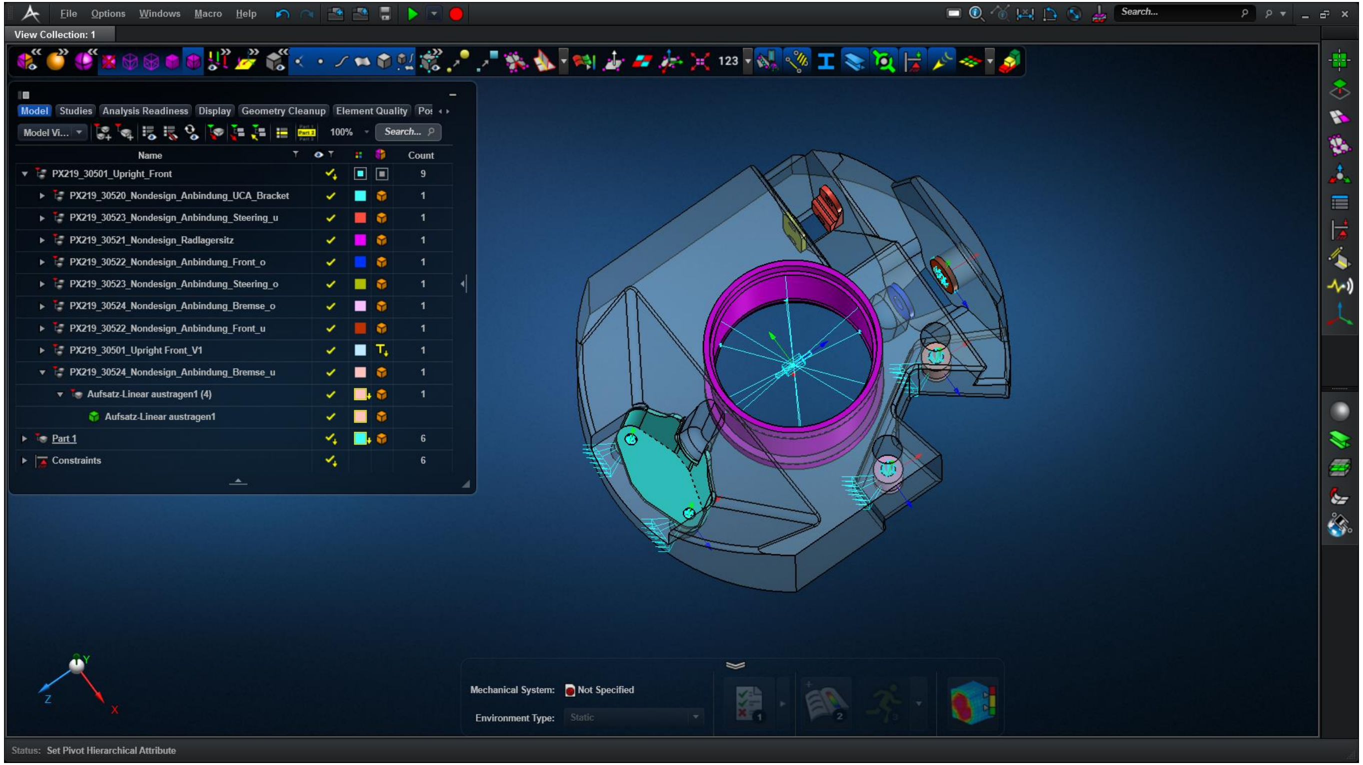


打印空间

No	driving condition	description	acceleration
1.	Acceleration (from a standing start)	Longitudinal dynamics	Longitudinal acceleration ax Vertical acceleration az
2.	Full stop (from full speed)	Longitudinal dynamics	Longitudinal acceleration ax Vertical acceleration az
3.	Turning maneuver with acceleration (right), steering angle ~20°	Transverse dynamic	Longitudinal acceleration ax Lateral acceleration ay Vertical acceleration az
4.	Turning maneuver with brake (right), steering angle ~20°	Transverse dynamic	Longitudinal acceleration ax Lateral acceleration ay Vertical acceleration az
5.	Stationary turing manoeuvre 1.7g (right), steering angle ~20°	Transverse dynamic	Longitudinal acceleration ax Lateral acceleration ay Vertical acceleration az
	Overload		
6.	Stationary turning maneuver 1g (right), with lateral impact, steering angle ~20°	Overload	Lateral acceleration ay Vertical acceleration az Lateral impact ay
7.	Driving straight ahead with vertical and longitudinal impact	Overload	Lateral acceleration ay Vertical acceleration az Longitudinal impact Lateral impact ay
8.	Static impact (right)	Overload	Vertical acceleration az Lateral impact ay
9.	Stationary driving straight ahead 1g with lateral impact and vertical impact, steering angle ~20°	Overload	

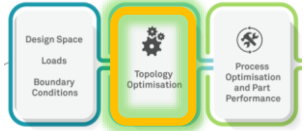
HEXAGON

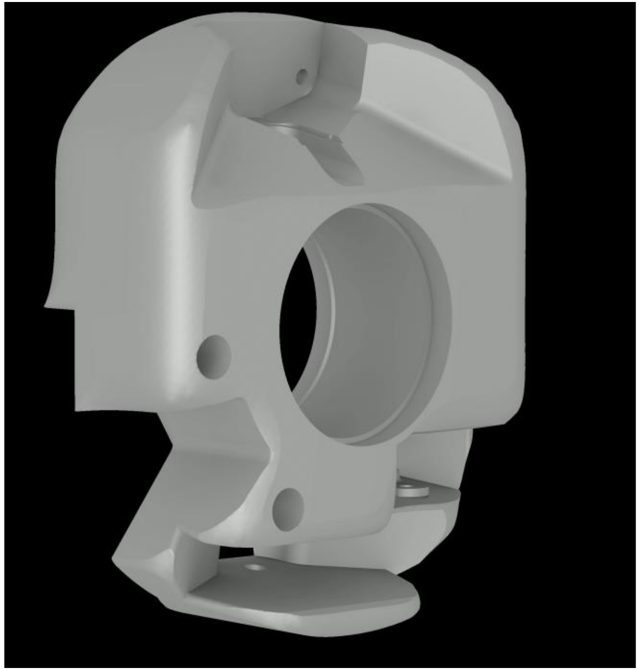
增材制造--拓扑智能创成式设计

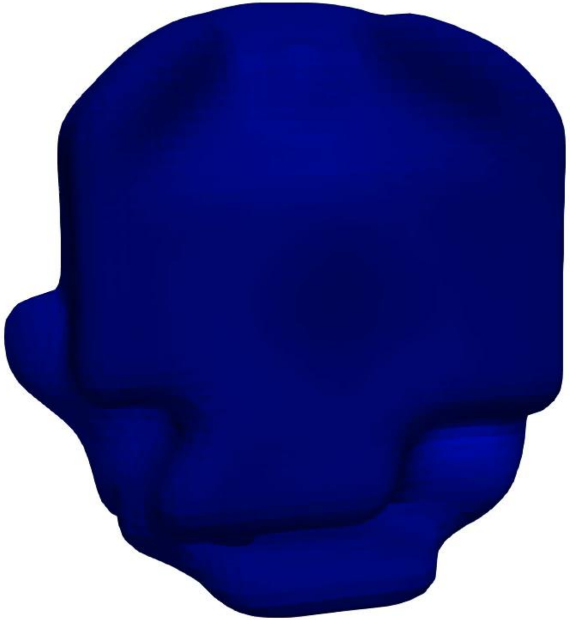


- 模型搭建简便
- 界面友好
- 进程驱动

拓扑优化—创成式设计





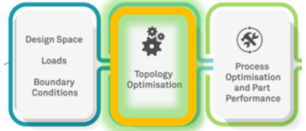


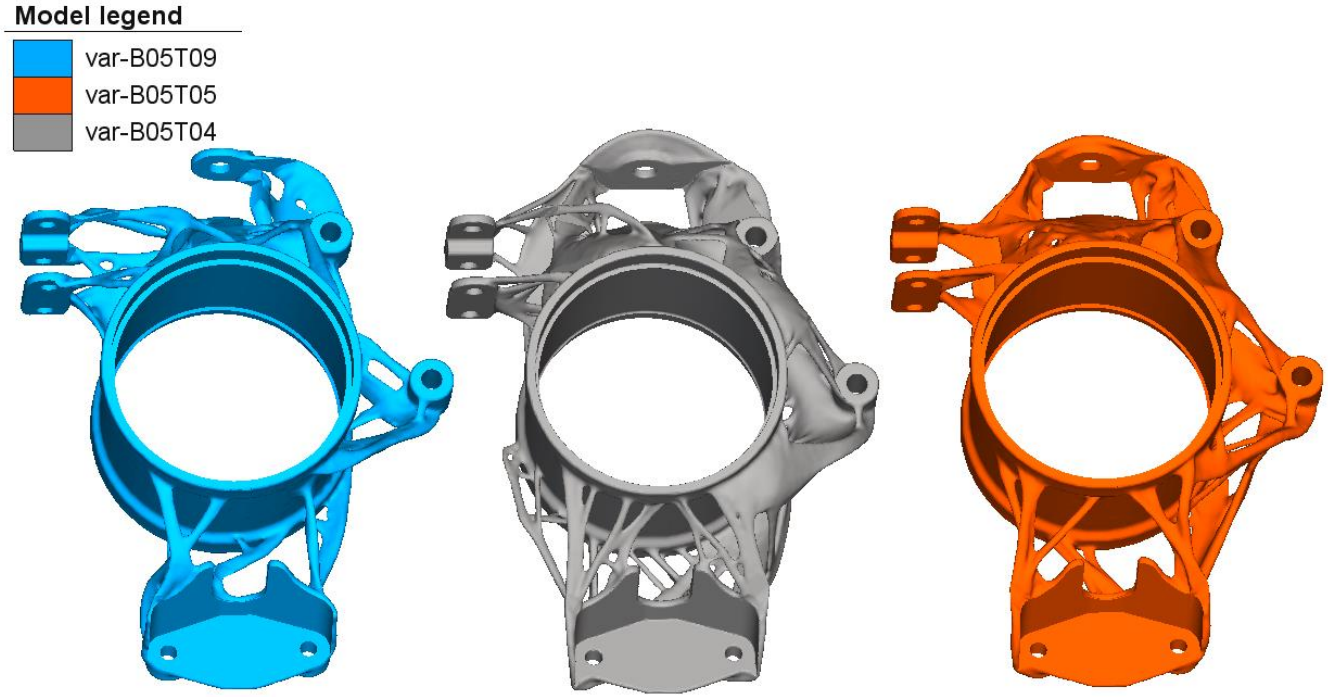
等效米塞斯应力

- 快速优化计算
- 光顺可打印
- 不需要用户接口进行几何的手动转换

HEXAGON

拓扑优化的多种设计概念





- 多个候选
- 增材制造精益设计？
- **下一步：**虚拟制造

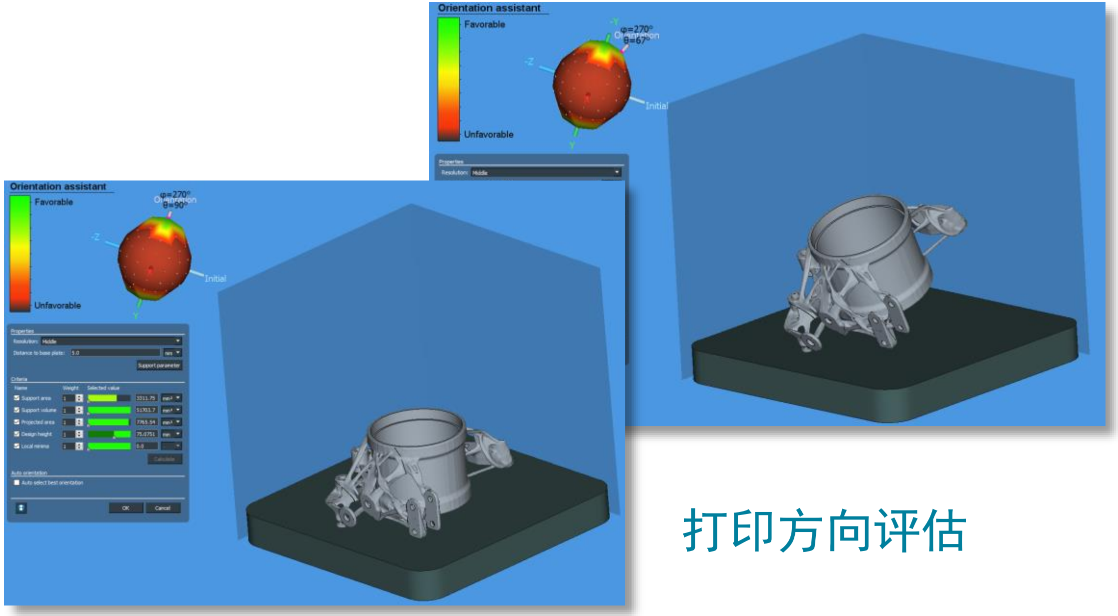
采用Simufact Additive完成的虚拟制造

HEXAGON

打印工艺优化

需要回答的问题

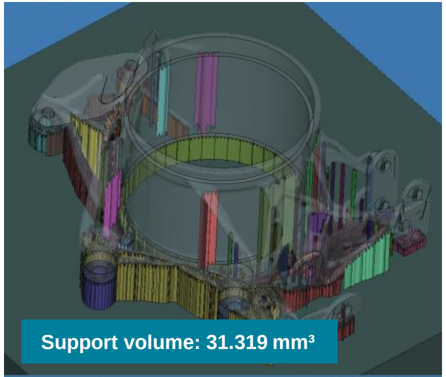
- 一个部件打印？
- 多个部件同时打印？
- 设计约束？
- 打印方向
- 支撑结构
- 打印成本？
- …..

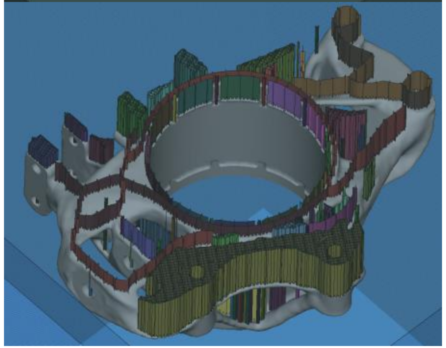


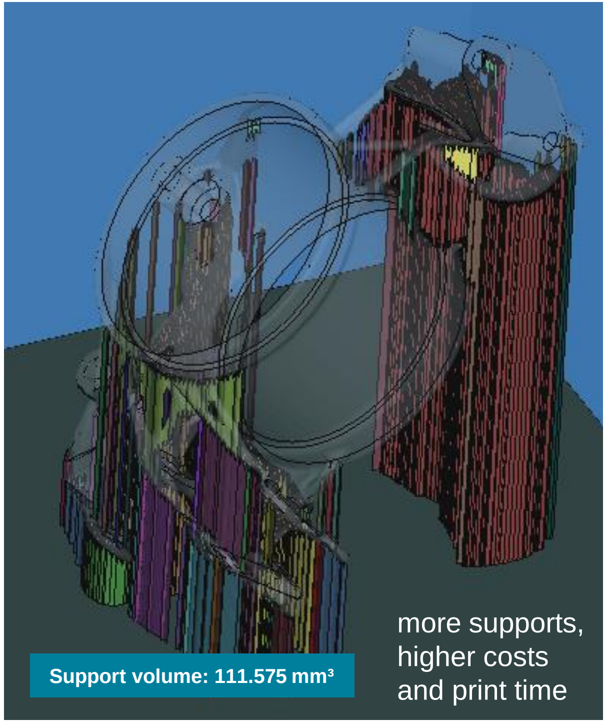
打印方向评估

HEXAGON

支撑结构优化







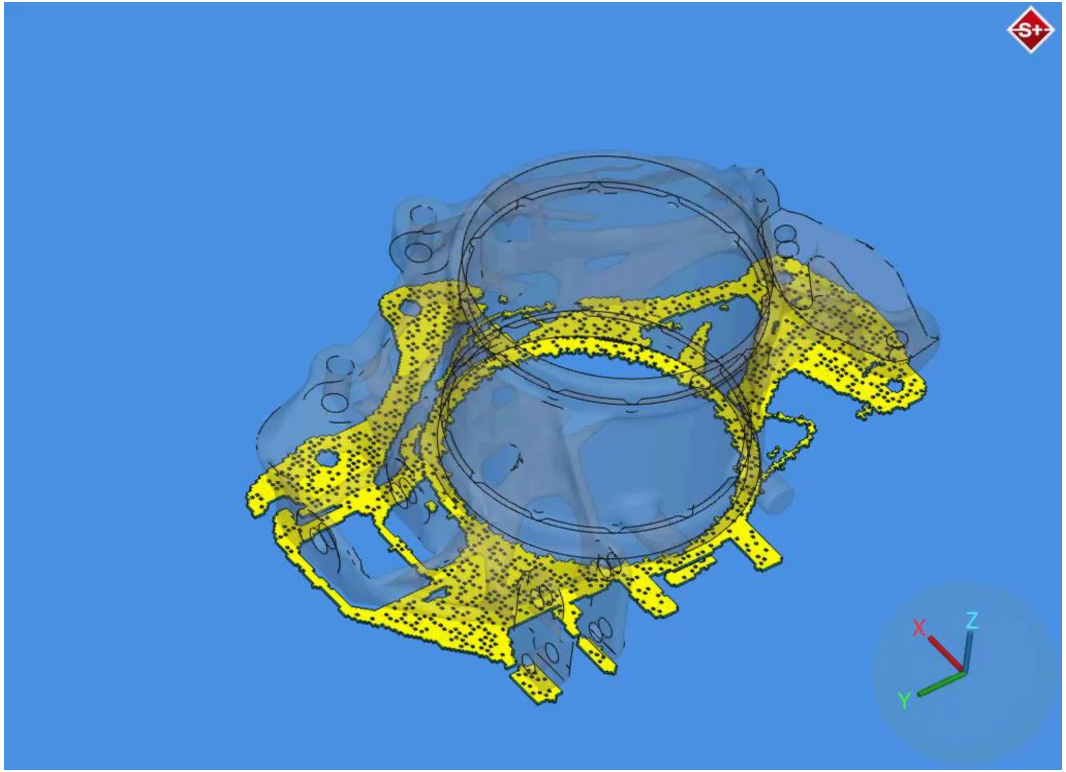
- 找到合适的支撑策略
- 恰到好处
- 支撑设计决定成本和打印时间
- 多种技术可选
- 直接创建 Materialise支撑

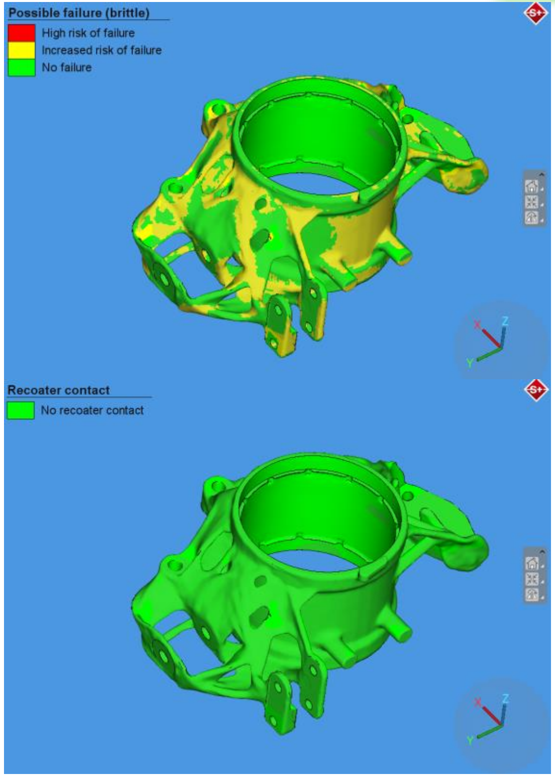
- 基于AMendate技术的创成式支撑设计

AMENDATE
INNOVATIVE AM OPTIMIZATION

HEXAGON

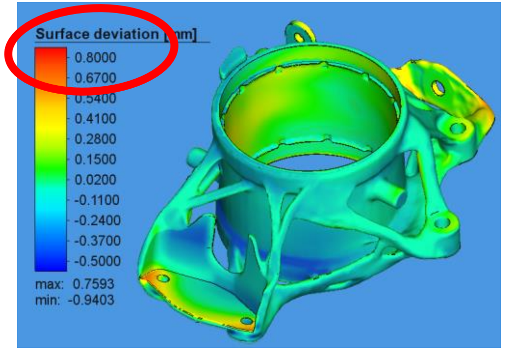
打印过程以及基板切割模拟



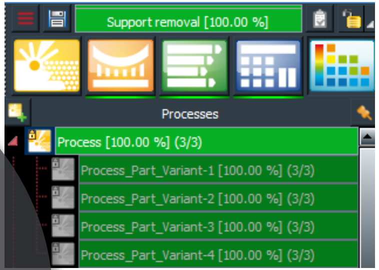


HEXAGON

自动变形补偿

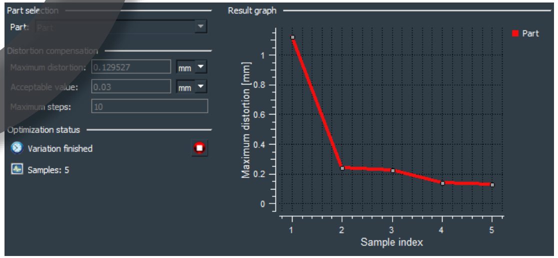


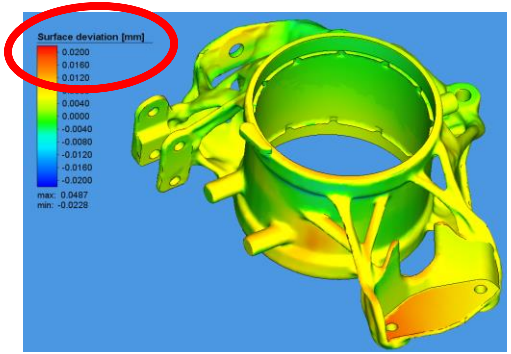
初始设计



从初始设计的最大0.8mm表面偏差
通过自动设计补偿结构，表面偏差
下降到0.02mm

- 减少残余应力，热变形
- 自动变形补偿算法
- 最小化打印件的形状偏差





补偿结构

HEXAGON

最后的工程步骤...

工艺
- 强大的技术
- 一次成功

效率
- 最短的工时
- 全面综合考虑各种因素

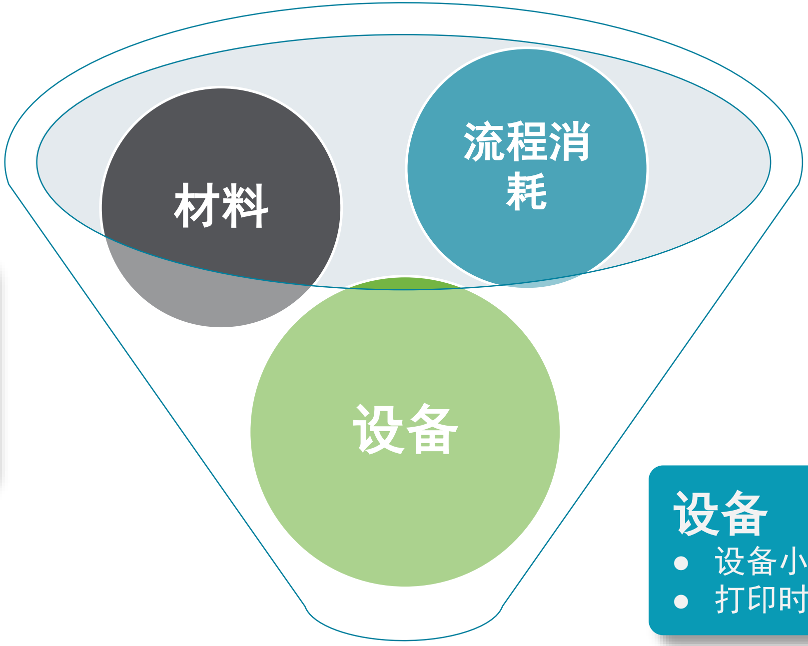
成本
- 低成本工艺链
- 单价最优

HEXAGON

加工成本准则

材料

- 粉末价格/kg
- 粉末损耗和回收限制带来的成本增加



流程消耗

- 预处理：数据准备以及设备调试
- 热处理及热等静压
- 后处理：*粉末、支撑去除等*

设备

- 设备小时费率
- 打印时间

按件计算

每件价格

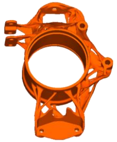
HEXAGON

找到最佳打印方案

阶段1：技术评估

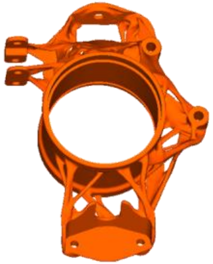
方案	技术验证
	
	
	
	
	
	

阶段2：商业化评估

剩余方案	单件价格
	95%
	85%
	100%

阶段3：最终选择

最终方案

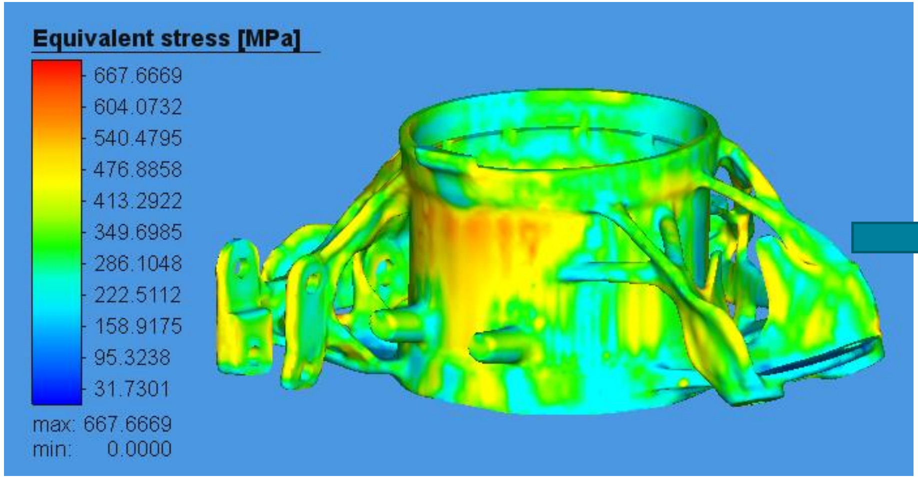


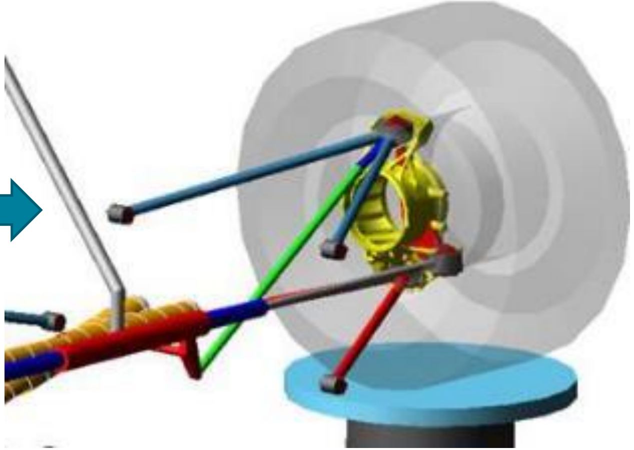
- 每次打印两件
- 成本最低
- 最小化单件的交付时间

HEXAGON

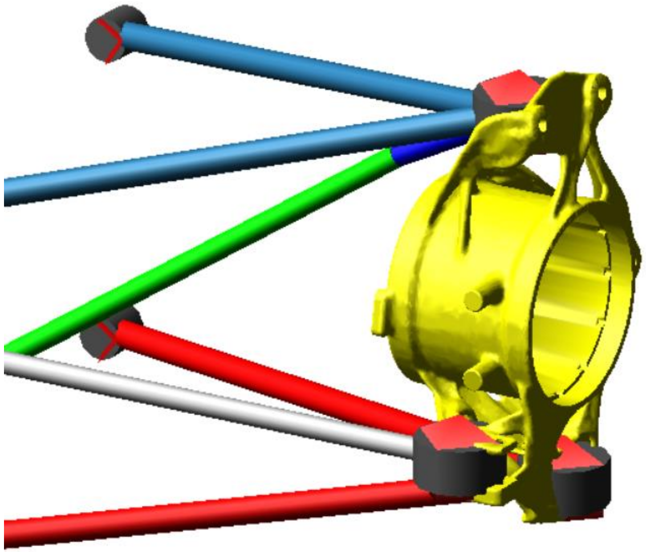
选出精益设计后

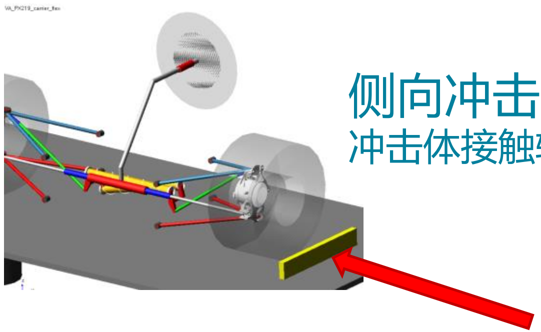
按照实际设计条件进行部件打印仿真
→疲劳或结构仿真：→此处为ADAMS



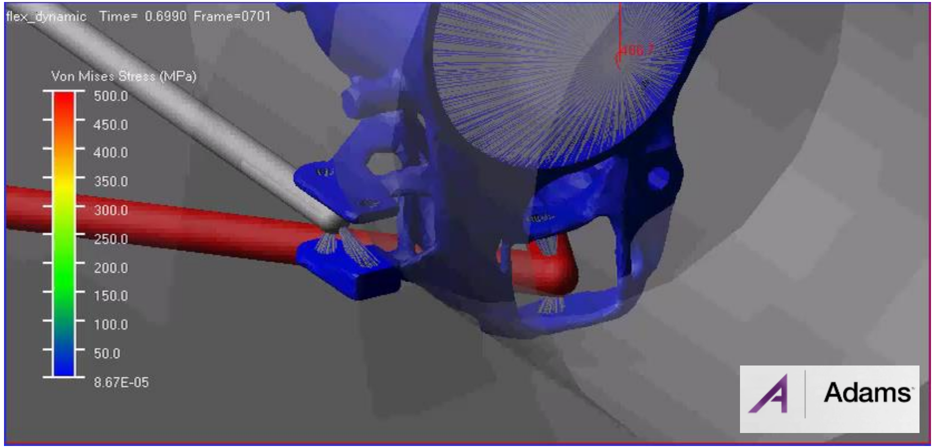


采用最优化设计轴承座进行碰撞分析





侧向冲击
冲击体接触轮胎



HEXAGON

最终实现→ 一次成功打印

HEXAGON | MSC Software

Where Simulation Gets Real

Thank you

HEXAGON