



# 《DEFORM金属表面处理工艺： 感应加热及喷丸模拟技术》

姓名 王少刚

出品 | 安世亚太  
PERA GLOBAL

# 目录

- 一 DEFORM产品介绍**
- 二 DEFORM感应加热模拟技术及应用案例**
- 三 DEFORM喷丸强化模拟技术及应用案例**
- 四 总结**

Scientific  
Forming  
Technologies  
Corporation



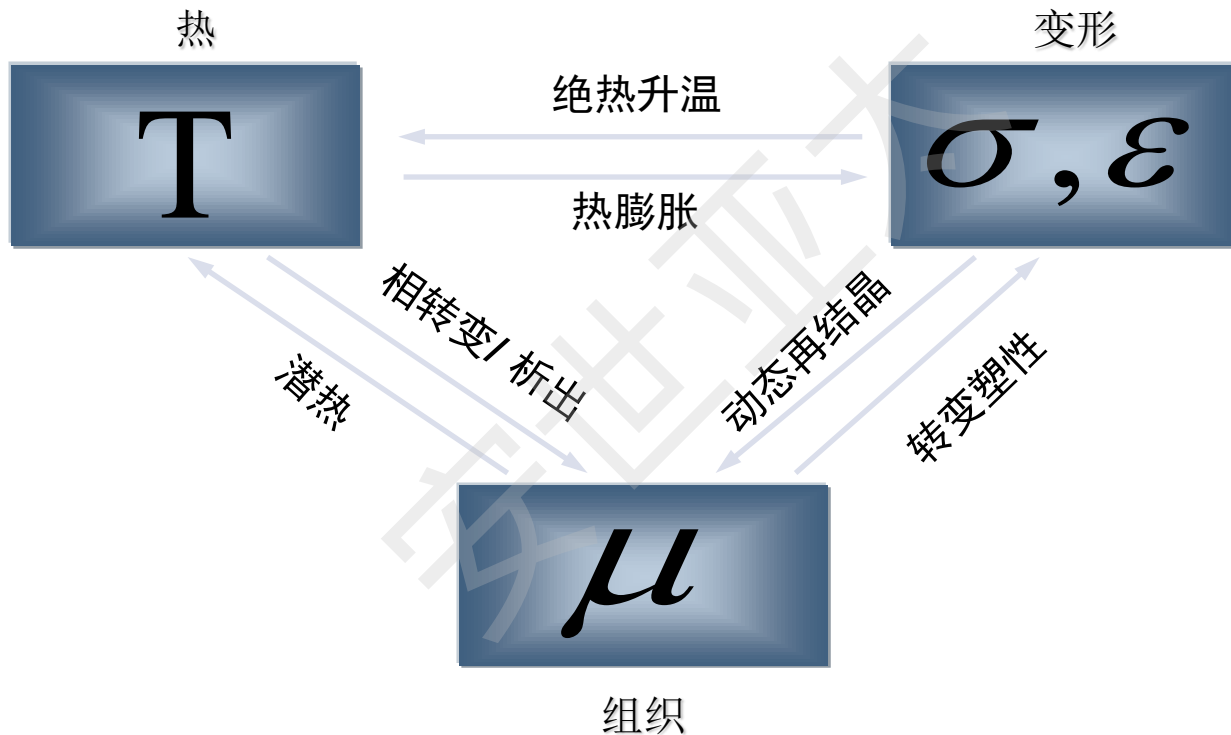
**DEFORM**<sup>TM</sup>  
Design Environment for FORMing

CAE有限元的工艺仿真系统, 可用于分析金属成形及其相关工业的各种成形工艺和热处理工艺。基于专业金属加工仿真平台DEFORM的计算机数值模拟技术可实现整个加工过程及成形缺陷的准确预测, 帮助工程师和设计人员:

- 设计及优化工具和产工艺流程, 减少昂贵的现场试验成本;
- 提高工模具设计效率, 降低生产和材料成本;
- 缩短新产品的研究开发周期。

- ❑ 1979年,美国Battelle Columbus 实验室在美国空军基金的资助下开发了有限元计算成形ALPID程序(Analysis of Large Plastic Incremental Deformation)。
- ❑ 1990年成立SFTC公司,推出DEFORM-2D, 2002年发布7.2版, DEFORM-2D, 目前最新版本为13.0。
- ❑ 1998年推出了三维系统DEFORM-3D, 2002年发布4.0版, 目前最新版本为13.0。





DEFORM是在一个集成环境内综合建模、成形、热和微观模拟仿真分析。适用于各类加工工艺，提供极有价值的工艺分析数据。如：材料流动、模具填充、锻造负荷、模具应力、晶粒流动、金属微结构和缺陷产生发展情况等。

## 体积成形

- 模锻
- 自由锻
- 挤压
- 拉拔
- 辗环
- 型轧
- 旋转成形
- ...

## 板材成形

- 冲裁
- 拉深
- 弯曲
- ...

## 粉末成形

- 压制
- 烧结
- ...

## 机加工

- 车、铣、钻、磨...
- 机加变形
- ...

## 热处理

- 四“把”火
- 固溶时效
- 渗碳
- 渗氮
- ...

## 焊接

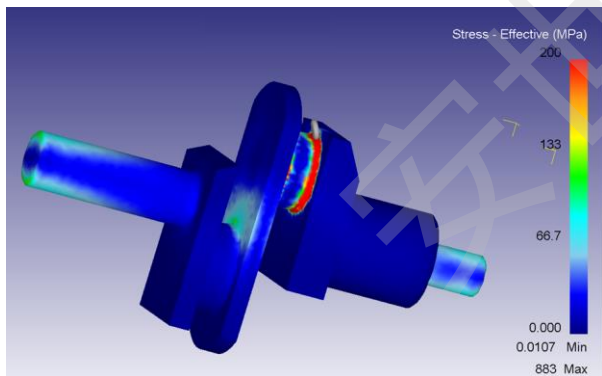
- 摩擦焊
- 搅拌摩擦焊
- 熔焊
- 扩散焊
- .....

## 其它

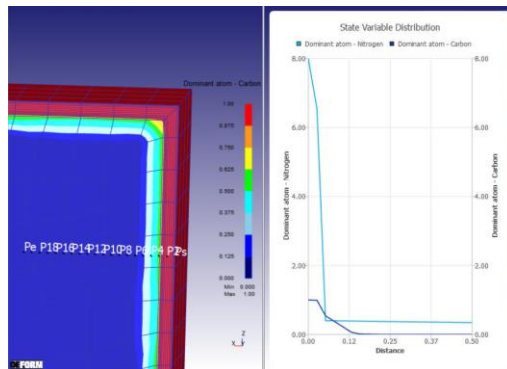
- 增材制造
- 喷丸强化
- 电磁成形
- .....

金属表面处理技术能够改善机械零件和构件表面性能，提高疲劳强度和耐磨性能的工艺方法。承受载荷的零件表面常处于最大应力状态，如果在零件表层引入一定的残余压应力，增加表面硬度，改善表层组织结构等，就能显著地提高零件的疲劳强度和耐磨性。

常见的表面处理技术大致可分为：有表面热处理、表面化学处理、表面机械处理。DEFORM 软件可模拟表面处理工艺有渗碳、渗氮、碳氮共渗、感应淬火、滚压、喷丸等等多种工艺。

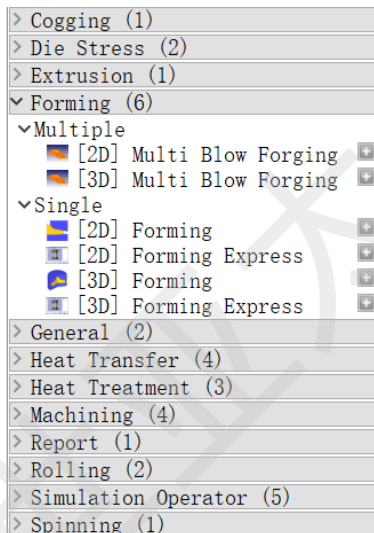


曲轴圆角滚压

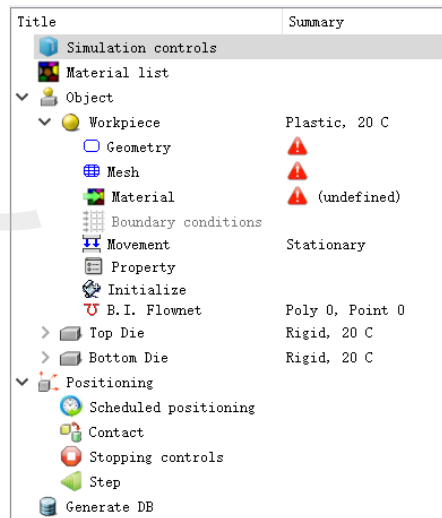


碳氮共渗

- 成形 (Forming)
- 热处理 (Heat treatment)
- 旋压 (Spinning)
- 喷丸 (Shot peen)
- .....



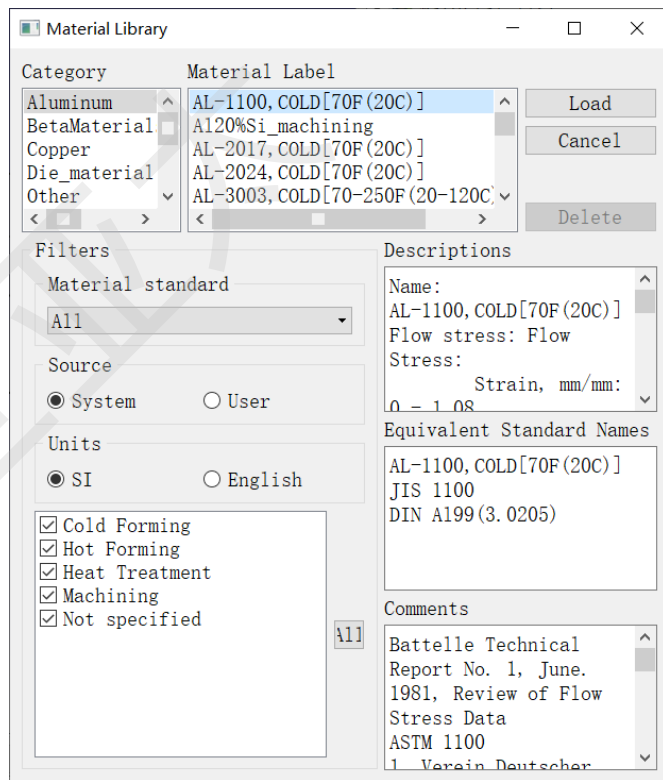
- 2D
- 2D Forming Express
  - 2D Cutting
  - 2D Machining Distortion
  - 2D Heat Treat
  - 2D Inverse Heat



- 3D
- 3D Forming Express
  - 3D Cutting
  - 3D Machining Distortion
  - 3D Heat Treat
  - 3D Inverse Heat
  - 3D Cogging
  - 3D Shape Rolling
  - 3D Ring Rolling
  - 3D Extrusion
  - 3D Spinning



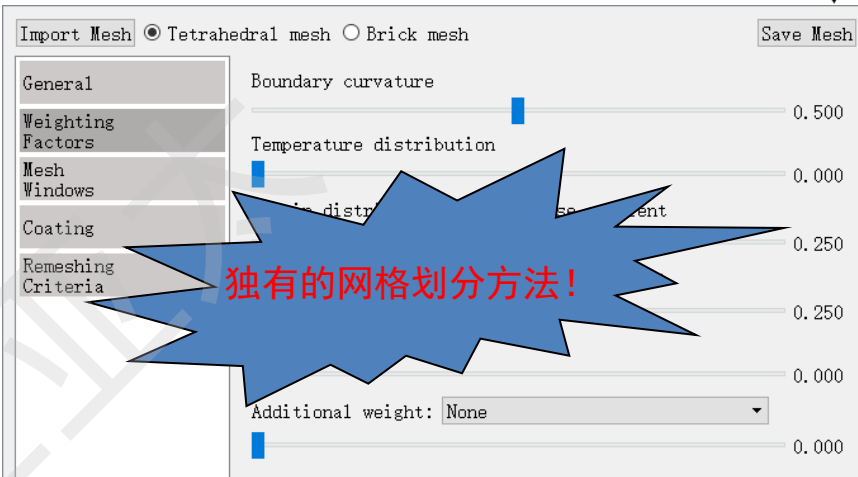
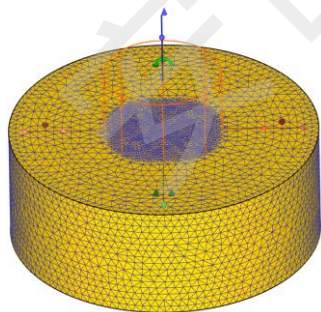
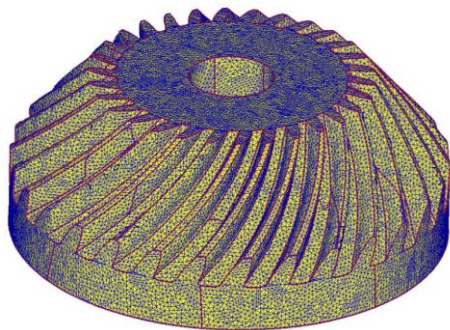
- 钢 (93)： 各种碳钢
- 不锈钢(41)： 1Cr18Ni9Ti等
- 铝合金(39)： AA2024、 5083等
- 钛合金 (16)： Ti6Al4V等
- 铜合金(16)： C10100等
- 高温合金 (15)： Inconel 718等
- 模具钢 (12)： H13、 H26等
- 工具材料 (8)： TiC、 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等
- 其他(19)： 玻璃、 钻石等
- ...



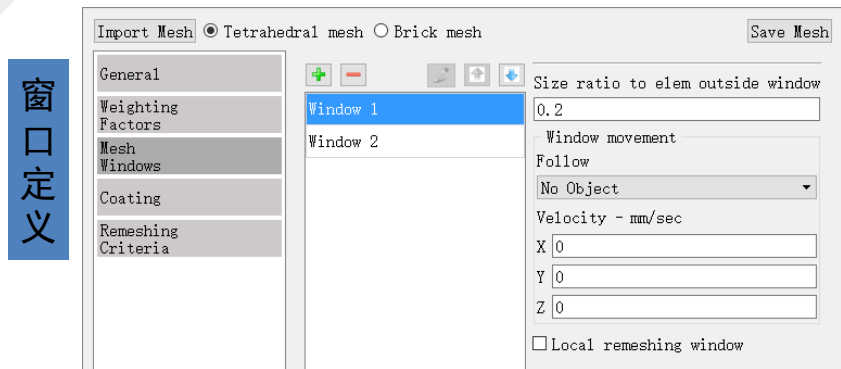
共350多种材料，开放式的材料库，用户可以添加材料

专业的网格划分工具:

- ✓ 工件和模具的边界曲率或轮廓
- ✓ 场变量密度
- ✓ 局部控制窗口
- ✓ 表层网格细化
- ✓ 四面体与六面体网格



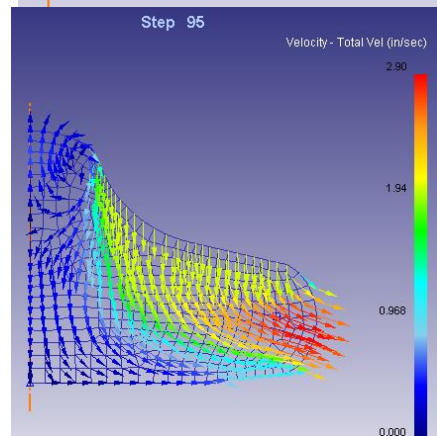
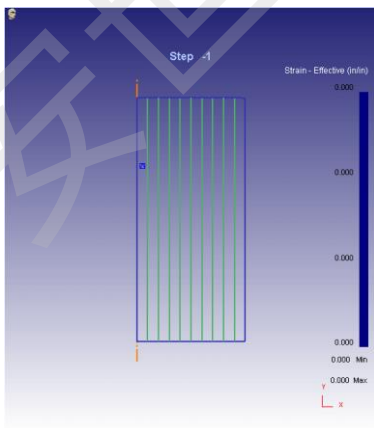
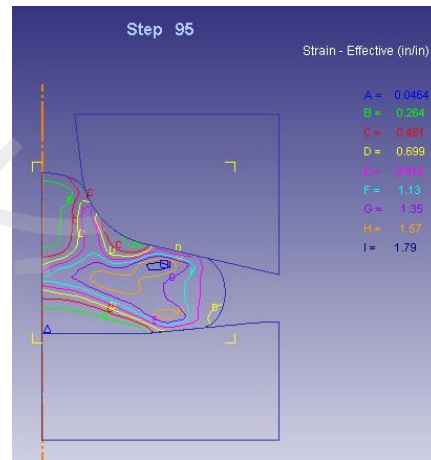
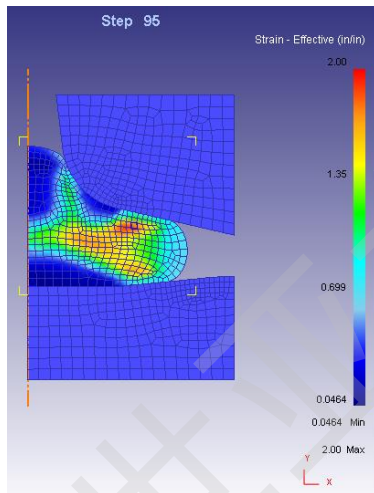
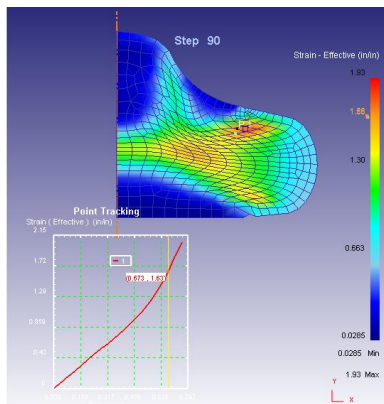
密度控制



# DEFORM产品特点 (4) -丰富的后处理功能

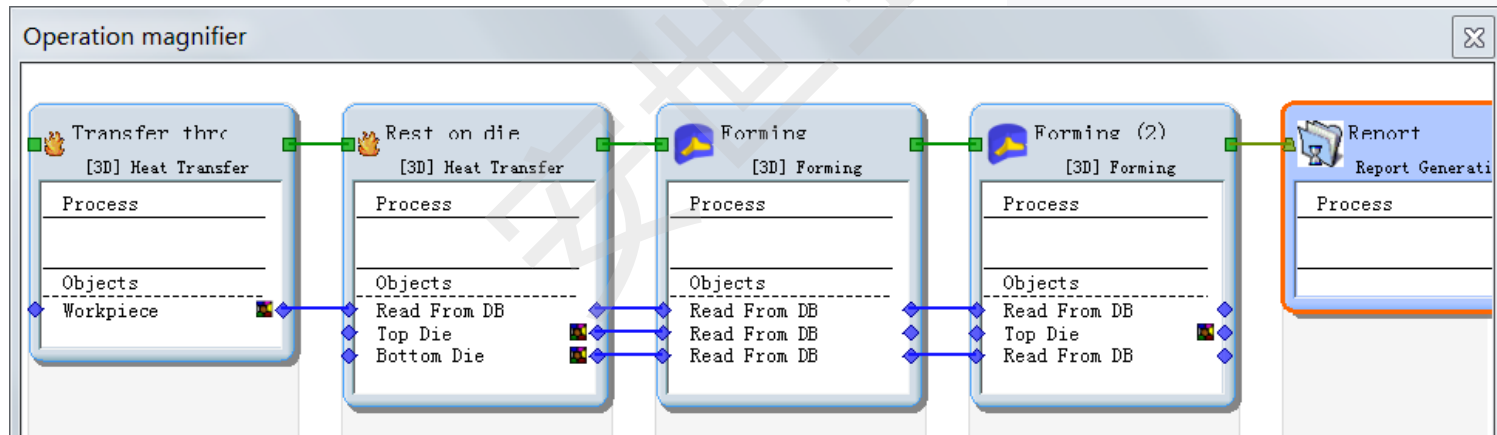
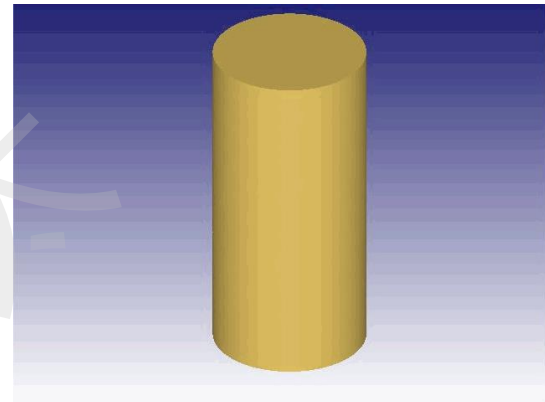


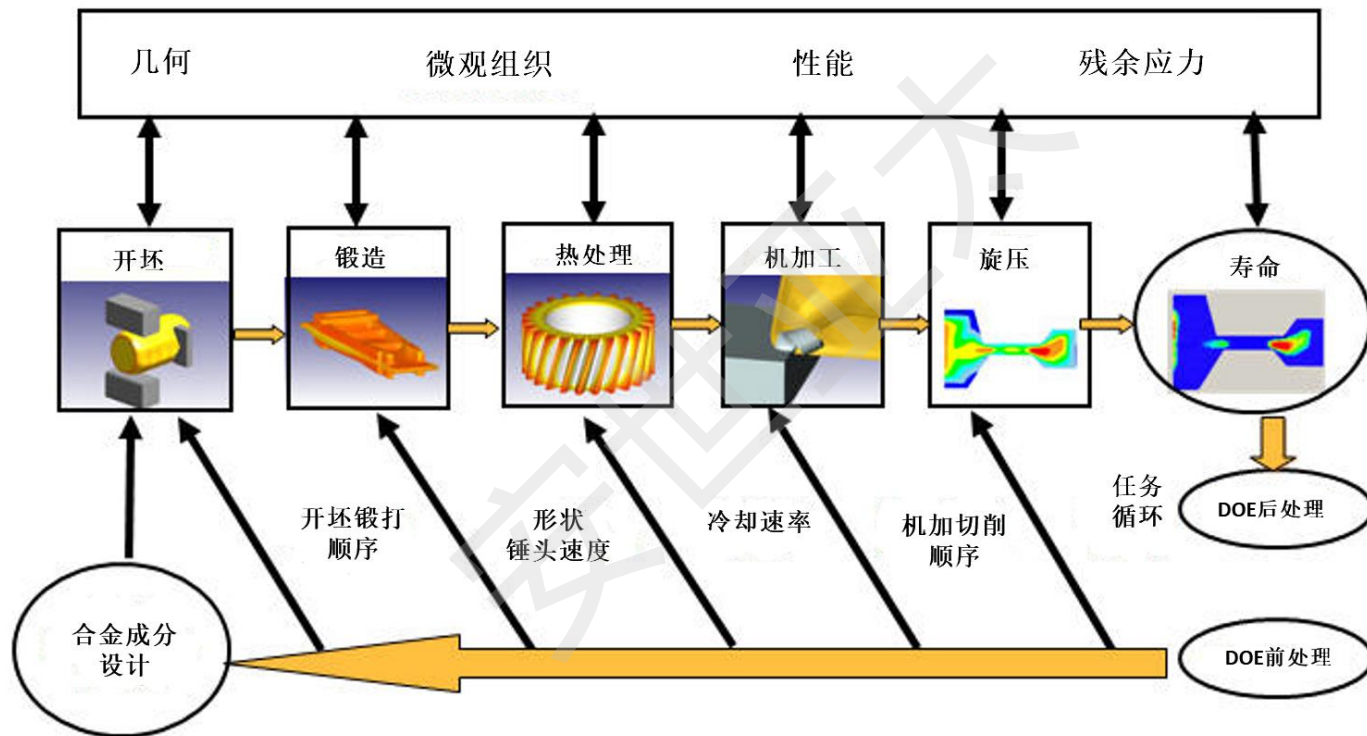
- 场变量云图
- 场变量等值线
- 速度场矢量图
- 流线
- 点追踪

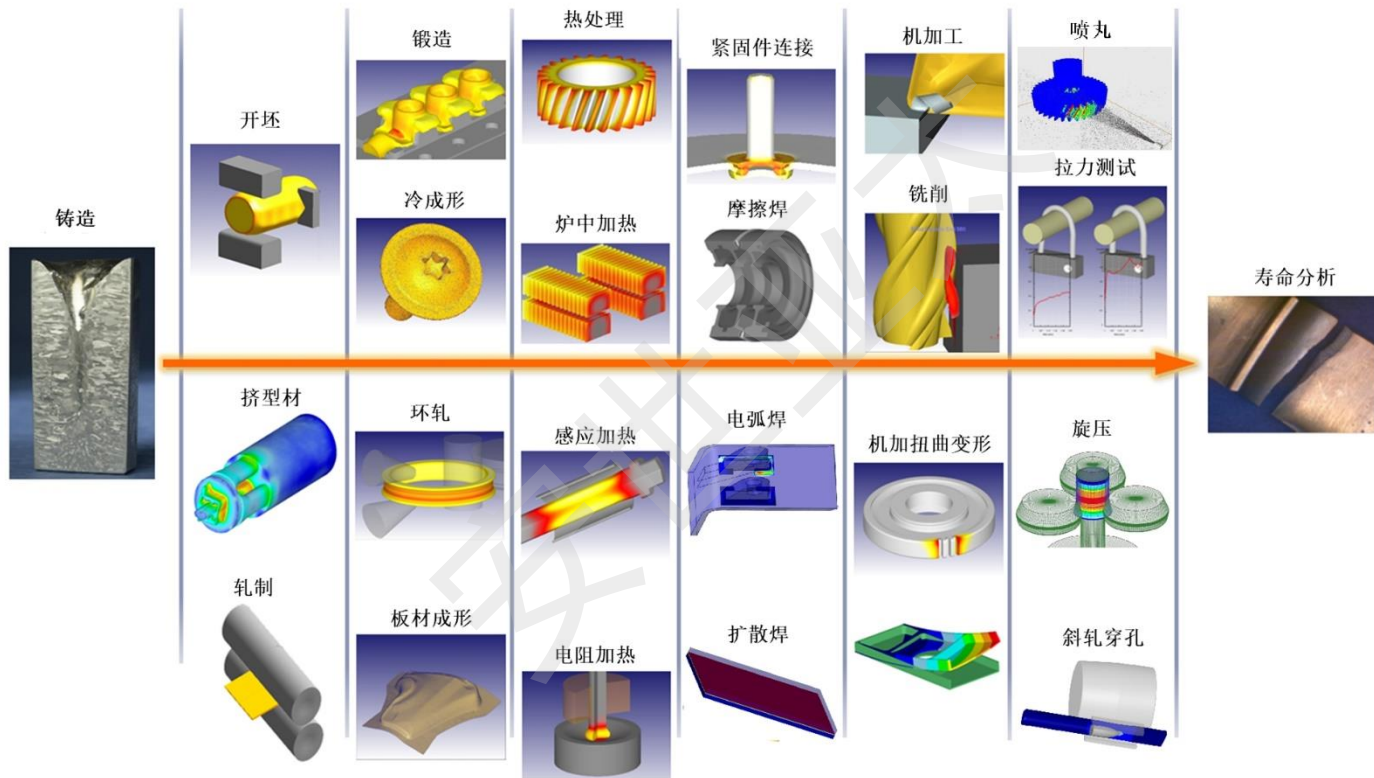


MO环境提供了一个可视化窗口，用于浏览和编辑多工序操作

- 不同工序的操作被连接集成在一起；
- 插入或删除一个操作更加容易；
- 支持操作栏的拖放式操作；
- 一个物体如何被传递到下一个操作中更加明显。







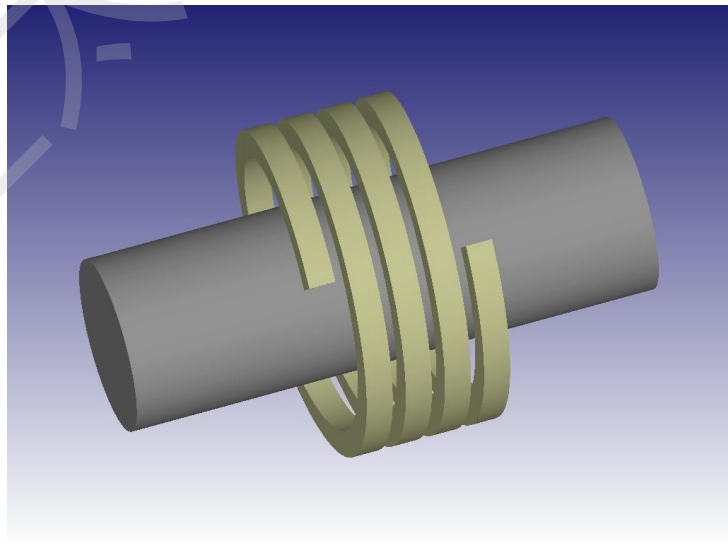
# 目录

- 一** DEFORM产品介绍
- 二** DEFORM感应加热模拟技术及应用案例
- 三** DEFORM喷丸强化模拟技术及应用案例
- 四** 总结



## 客户价值：

- ✓ 感应加热工艺涉及零件几何形状、线圈设计、电源变量和工艺参数的复杂组合。
- ✓ 理解感应加热过程中零件的热响应是一项挑战。
- ✓ 不良的感应设计会导致温度不均匀。
- ✓ 感应加热模拟可以帮助理解、设计和优化感应加热工艺。



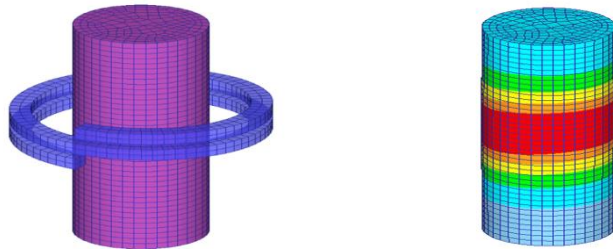
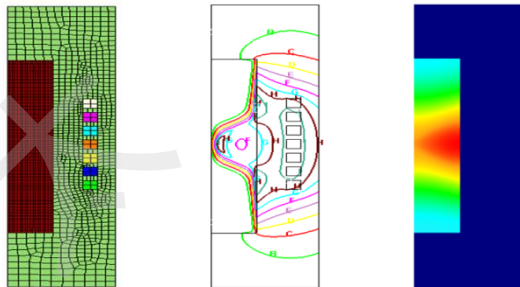


## 软件功能:

- DEFORM可以在2D和3D中对感应加热进行建模。
- 影响因素包括电磁材料特性、线圈设计和电流频率。
- 温度和磁场强度函数的磁导率的非线性影响。
- 有两种不同的感应加热求解器：FEM和BEM。
- DEFORM内可以复制各种感应设备。

# DEFORM感应加热

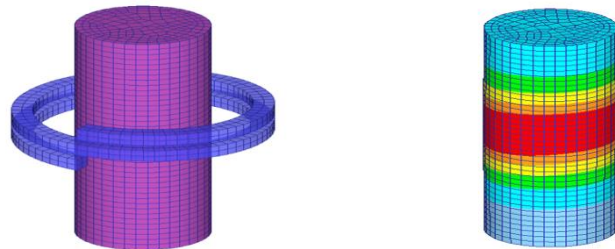
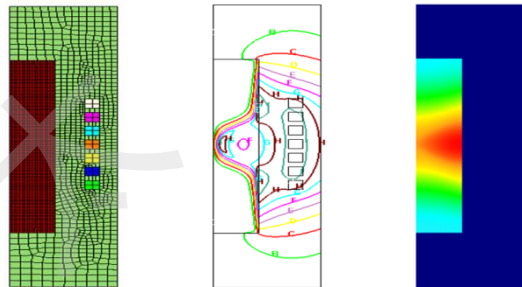
- ✓ 有限元法(FEM)
  - 支持2D和3D几何模型
  - 需要空气网格
  
- ✓ 边界元法(BEM)
  - 支持2D和3D几何模型
  - 不需要空气网格
  
- ✓ 支持单频、双频和多线圈感应加热
  
- ✓ 静止、阶梯、连续和震荡的加热方式



\* V12.1 BEM求解速度提高数倍

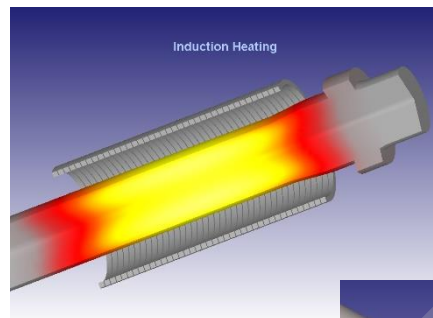
## 设置要点:

- 材料参数: 线圈、空气 (FEM)、工件  
热、电磁
- 边界条件: 感应面、线圈横截面
- 电参数: 频率  
电压/电流/功率

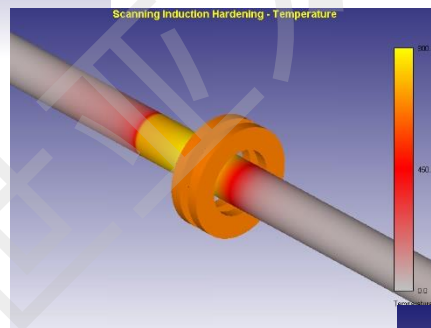


\* V12.1 BEM求解速度提高数倍

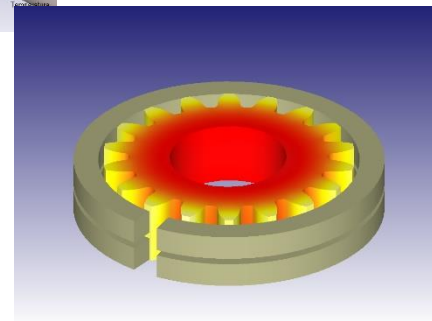
- 预加热



- 硬化



- 热处理



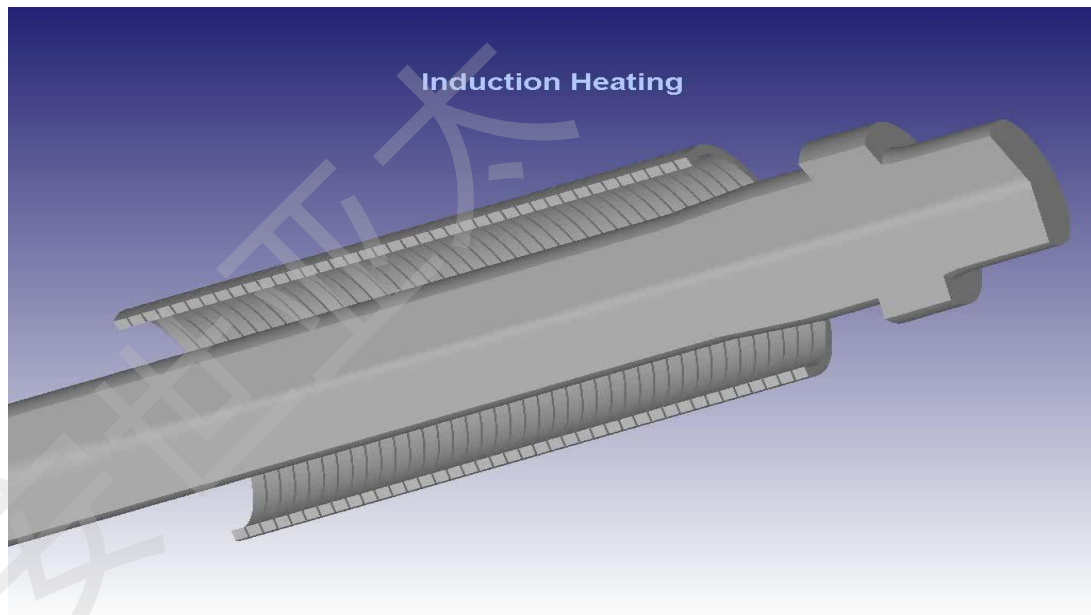
## 曲轴感应加热-成形应用案例:

曲轴材料: AISI-4140

坯料局部感应加热

锻造成形

预测微观组织的演变



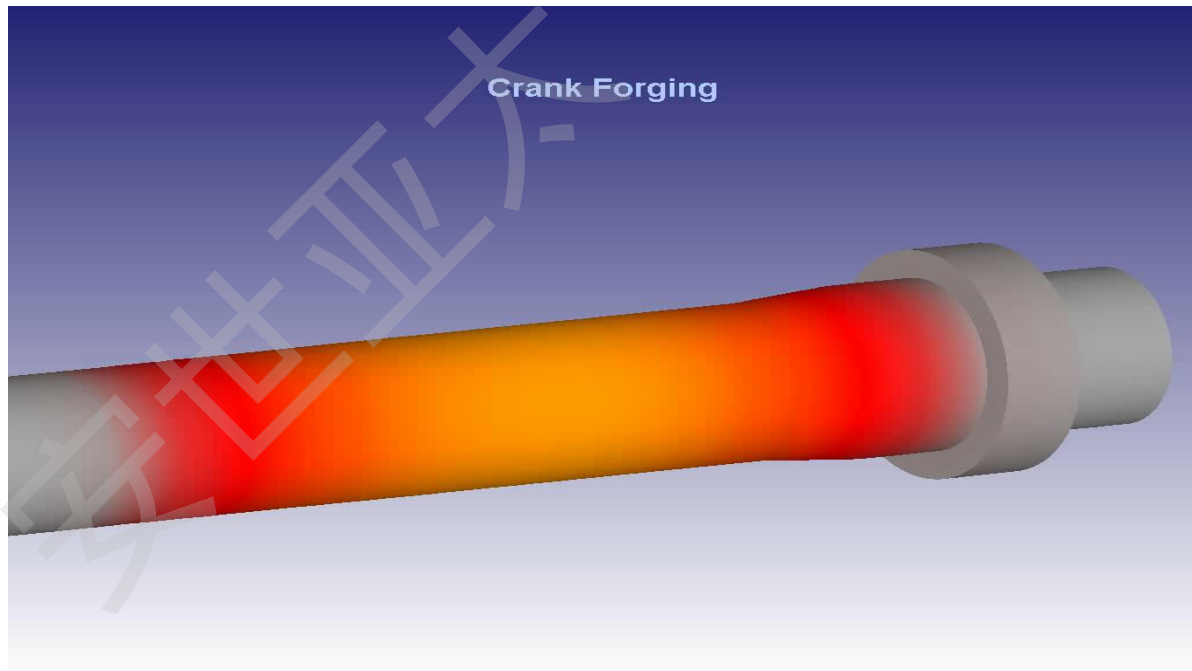
## 曲轴感应加热-成形应用案例:

曲轴材料: AISI-4140

坯料局部感应加热

锻造成形

预测微观组织的演变



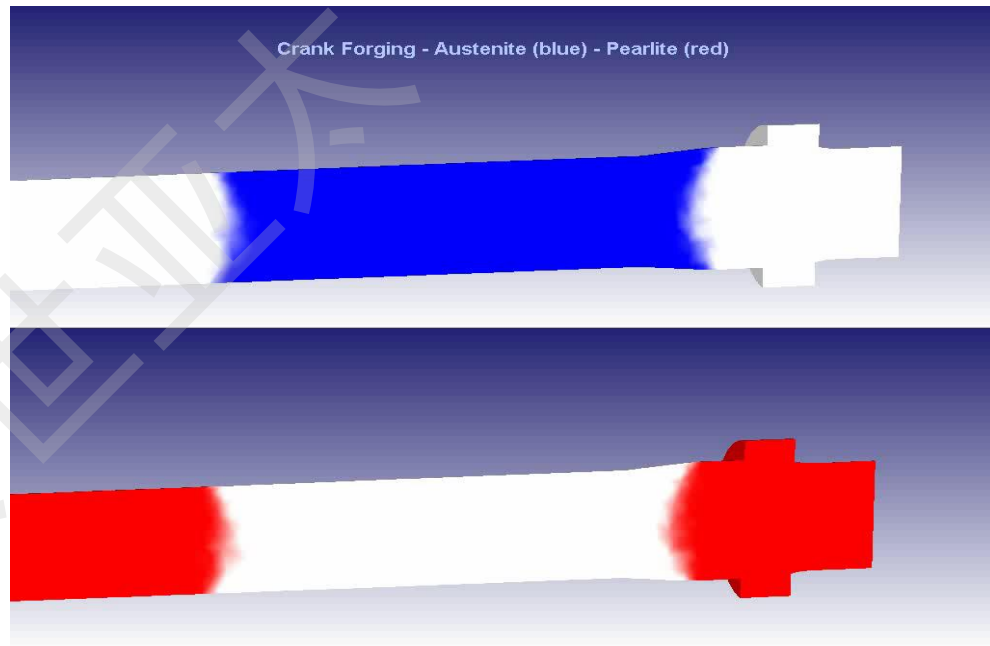
## 曲轴感应加热-成形应用案例:

曲轴材料: AISI-4140

坯料局部感应加热

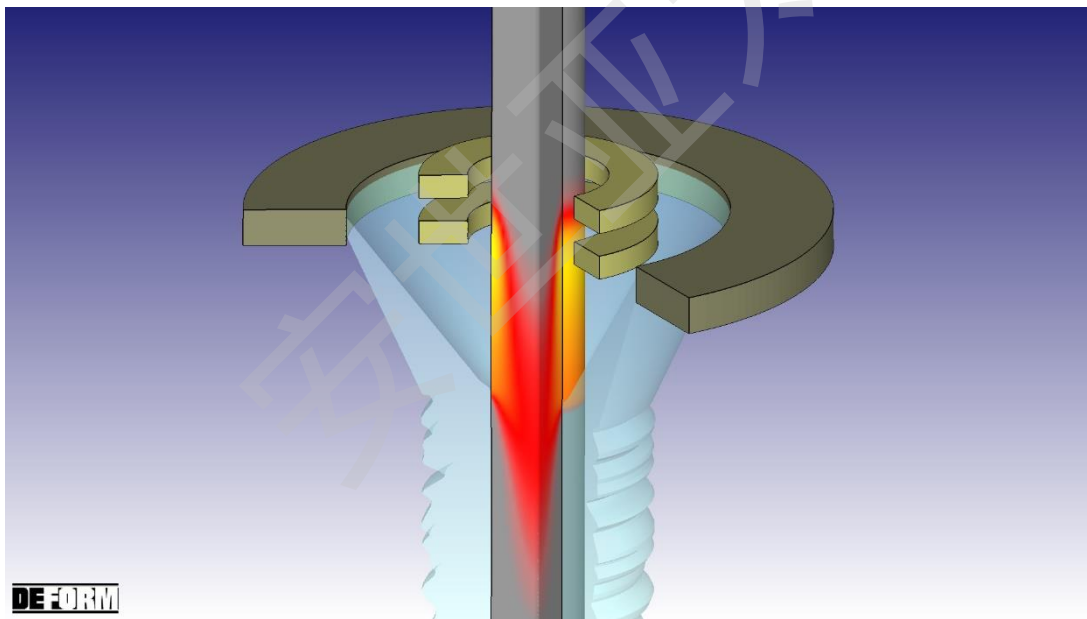
锻造成形

预测微观组织的演变



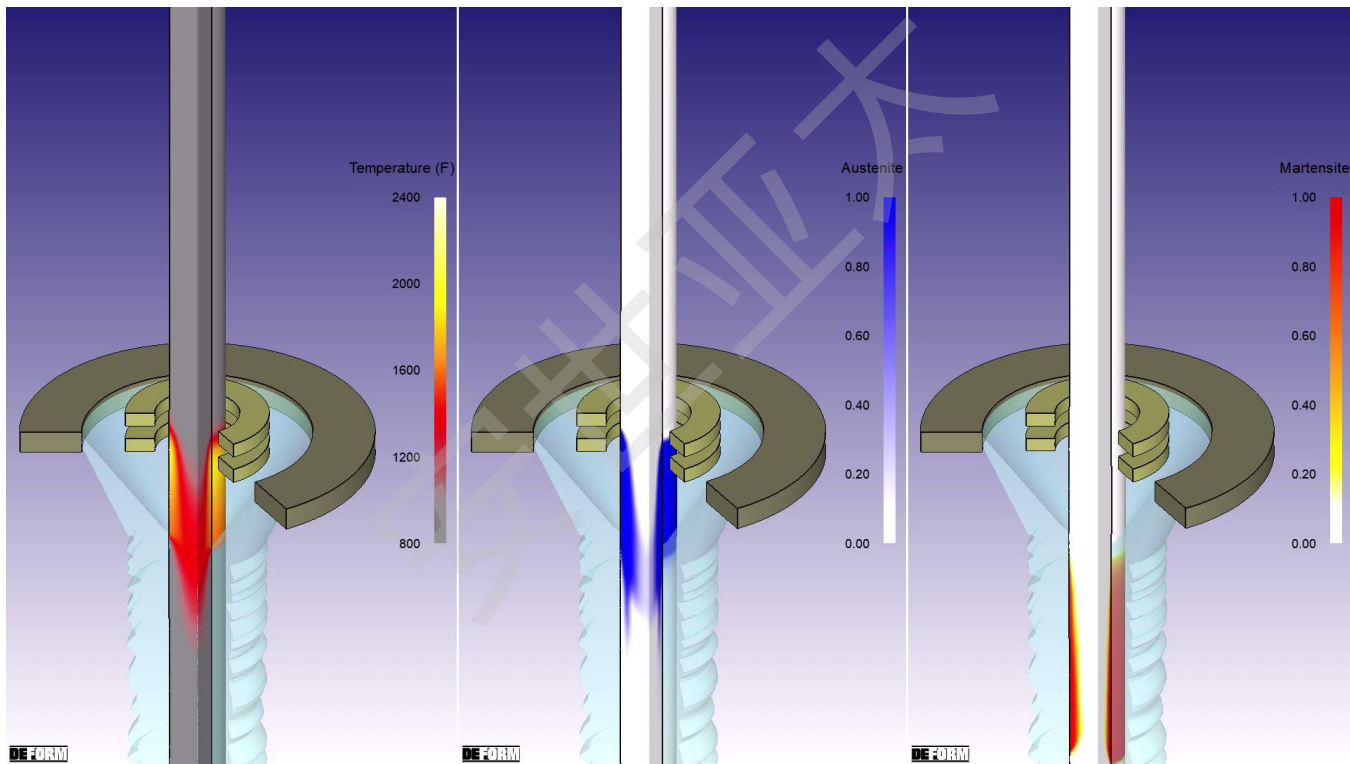
感应淬火应用案例：

下图展示了一个扫描感应淬火示例。奥氏体化通过感应加热进行。表面硬化是通过喷水来实现的。水雾很快就落在线圈后面。预测了冷却后的最终微观结构。



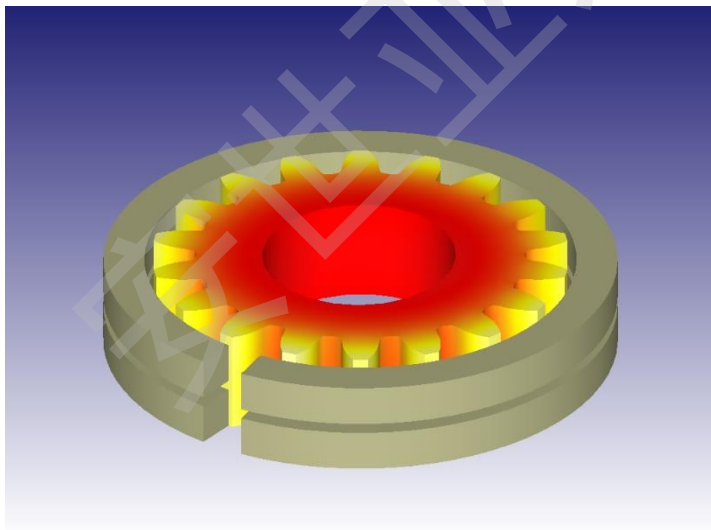


感应淬火应用案例：



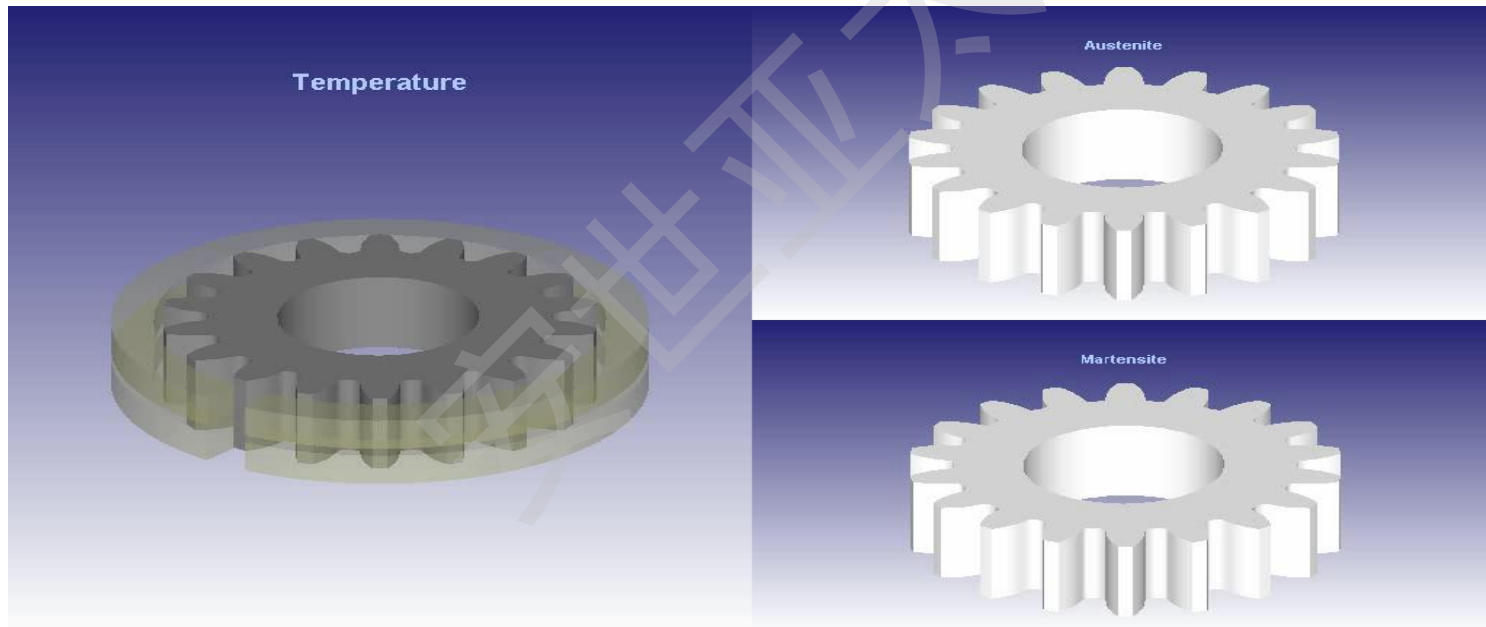
## 齿轮感应淬火应用案例：

该直齿轮通过感应加热进行热处理。感应线圈围绕齿轮旋转，在圆周上产生均匀的加热。齿轮齿在加热过程中转变为奥氏体，随后在冷却过程中转变为马氏体。



齿轮感应淬火应用案例：

预测温度场变化 预测微观组织的演变



# 目 录

- 一** DEFORM产品介绍
- 二** DEFORM感应加热模拟技术及应用案例
- 三** DEFORM喷丸强化模拟技术及应用案例
- 四** 总结



- 球形弹丸冲击产生的处理，在零部件金属表面上获得残余压应力。
- 这种处理大大提高了抗疲劳、耐腐蚀等性能。球形弹丸可以由钢、不锈钢、玻璃或陶瓷制成。



应用领域：

- 汽车
  - 齿轮
  - 轴
  - 曲轴
  - 弹簧
- 航空航天
  - 涡轮叶片
  - 结构件
- 其他行业
  - 采矿钻头



以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/018017065062007003>