



SIMULIA

- **SIMULIA** 是达索系统的品牌，提供了一个可扩展的产品组合现实仿真解决方案，包括：
 - 统一有限元分析的Abaqus产品
 - 多物理场解决方案
 - 生命周期管理系统(SLM) 解决方案
 - V5和V6 的仿真版本
- **SIMULIA** 不是一个公司，产品或技术本身，而是负责多个产品和技术在仿真领域的一个品牌。
- **Abaqus** 是我们统一有限元分析软件的名字。

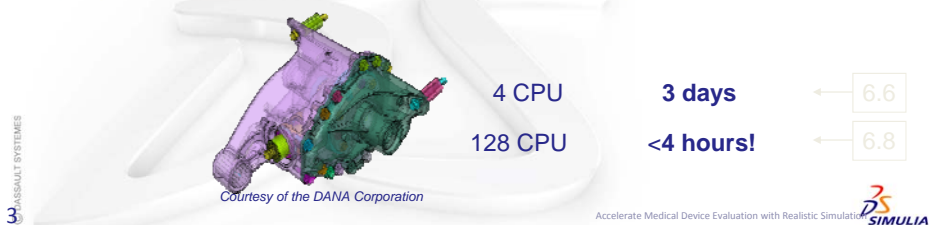
Accelerate Medical Device Evaluation with Realistic Simulation

SIMULIA

© DASSAULT SYSTEMES

技术领先

- 我们着眼于**Abaqus**有限元分析产品和技术领先
 - 开发技术团队继续壮大，同时是唯一一个最大的专注于力学和有限元分析的技术开发团队
- 我们将会
 - 改善我们产品的实用性、功能性和质量
 - 开发新的技术
 - 兢兢业业的把Abaqus做的更好



医疗设备业

在设备和企业方面，工业具有多样性

- 心血管
- 整形外科
- 废弃物
- 核磁共振等等

对创新和优质产品的不断需求

- 老龄化人口需要更加健康的生活方式
- 发展中国家要求更好的卫生保健

在产品开发过程中，规则扮演了一个重要的角色

- 非常严格的管制和遵从要求



解决方案

我能“建造和测试”

- 这可以是难以实现或不切实际的设计阶段
- 模型不可能告诉你哪里有潜在的危险
- 对体内测试进行最好的近似
- 可以是非常昂贵的

使用计算机模拟工具进行虚拟建立和测试

- 我们如何才能使它更好地发挥作用?
- 如果它发生破坏的话,是何时破坏,原因是什么?
- 我们怎样才能使其持续更长的一段时间?
- 制作过程中会给我想要的部件么?

© DASSAULT SYSTEMES

5



医疗设备业概况

Abaqus 对医疗设备的开发

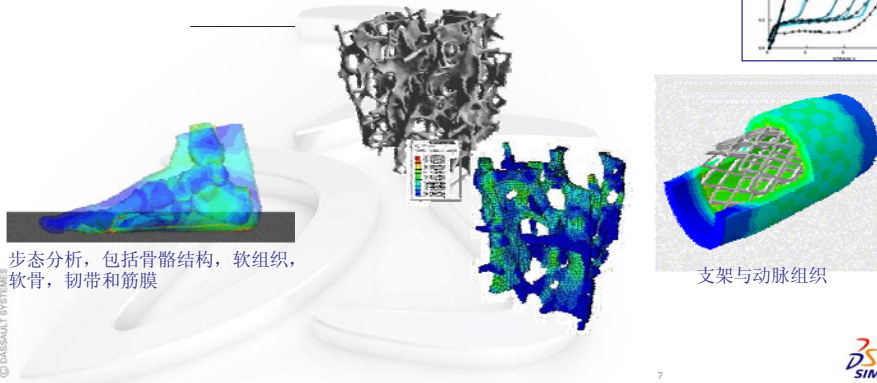
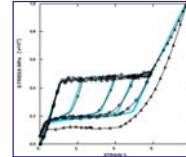
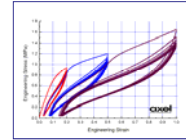
© DASSAULT SYSTEMES



关键Abaqus产品功能

复合材料建模能力

- 弹性和聚合物行为
- 超弹性和形状记忆效应
- 软硬组织行为
- 多孔/渗透媒体 介质



步态分析, 包括骨骼结构, 软组织, 软骨, 韧带和筋膜

支架与动脉组织

© DASSAULT SYSTEMES

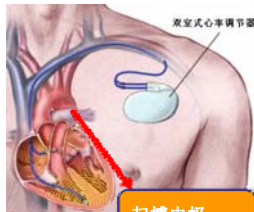
7



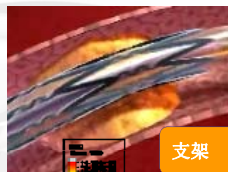
关键Abaqus产品功能

非线性接触和大变形

- 变形体, 软生物材料和柔性结构带有摩擦的滑动
- 大扭曲或大变形
- 非线性屈曲和破坏



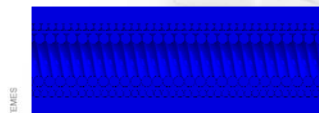
起搏电极



支架



脊椎埋植物



© DASSAULT SYSTEMES

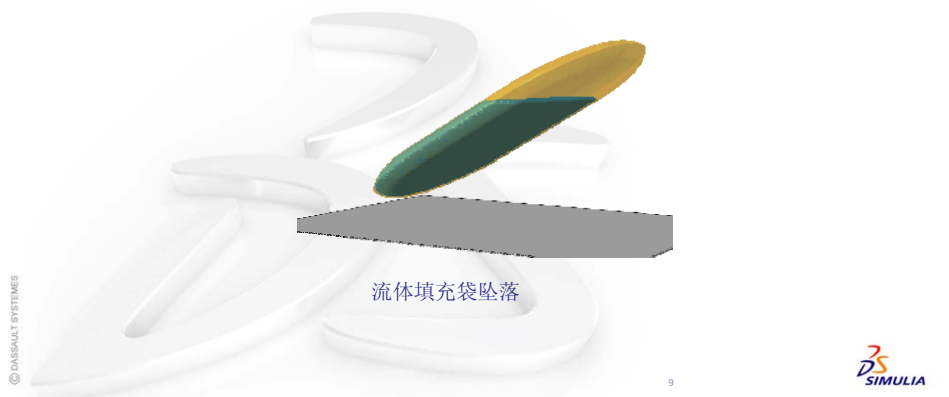
8



关键Abaqus产品功能

高级多物理场

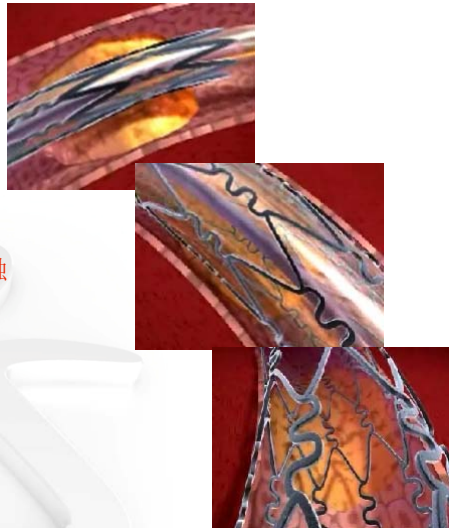
- 丰富的内部功能，包括：热，声，电和压电分析
- 使用CEL方法得到药物释放，封装集成，非牛顿流动
- 使用第三方CFD进行耦合分析



支架

背景

- 复杂的细微结构.
- 这些装置必须在高循环负荷下工作
- 复杂的接触环境
 - 与脉管接触
 - 结构框架之间可能的自接触
- 框架或者血管壁的不稳定或者屈曲

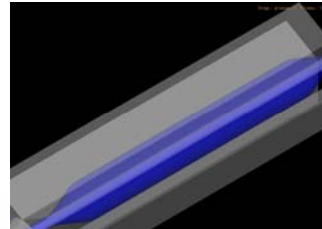


制造

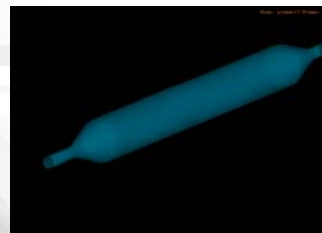
血管气球形成

Courtesy : NDC

- 计算技术用来设计仿真真实的制造过程
- 涉及大变形和极端的自接触
- 模型包括：变形球，三个刚性对折模具和一个刚性波浪管



组件相互作用



气球形成过程

© DASSAULT SYSTEMES

11

DS
SIMULIA

脉动载荷产生的疲劳

参考文献：在动脉中的自膨胀支架的部署，S. Prabhu et al., 2004年Abaqus用户的会议录

- 一旦配置好以后，就很容易完成脉动/屈曲/扭转的仿真
- 在收缩和舒张时的应力差别被用来进行疲劳寿命的评估



© DASSAULT SYSTEMES

12

DS
SIMULIA

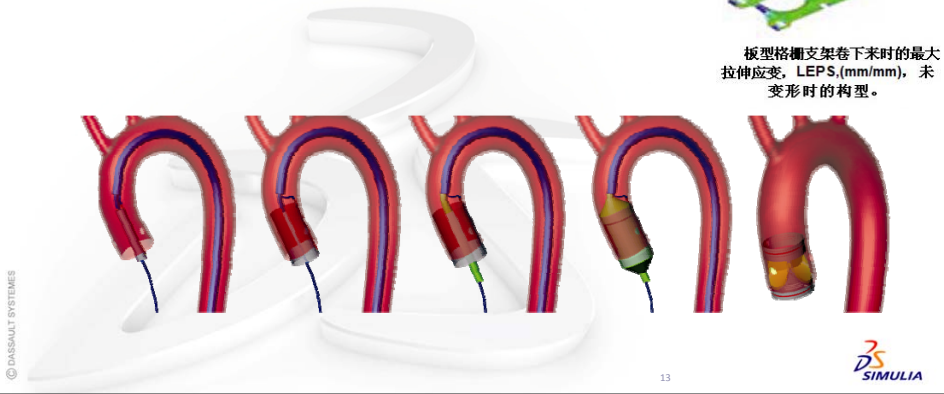
安装在心瓣膜上的支架

参考文献-“有限元分析皮支架式心脏瓣膜”， M. DeHerrera et al., 2004年Abaqus用户的会议录

- 对假体表面进行了双管齐下的研究
- 使用Abaqus镍钛合金超弹性材料模型，在可以接受的范围内，工程师能够展示由假体滚动产生的应变。



板型格栅支架卷下来时的最大拉伸应变，LEPS.(mm/mm)，未变形时的构型。



© DASSAULT SYSTEMES

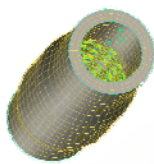
13



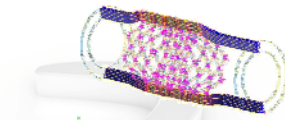
药物洗脱支架

药物洗脱支架的计算模型：建模设备和药物传输。2006年，7月/8月，德国，慕尼黑，ABAQUS、Fluent和美国食品及药物管理局的研究人员在第5次世界大会生物力学的报告，和2006年10月，在芝加哥举行的生物医药工程会议（BMES）

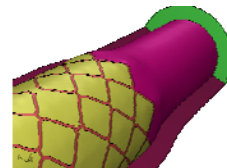
- 支架植入以后可以阻止通道的闭合，并且药物可以传输到周围的组织



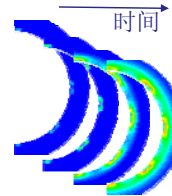
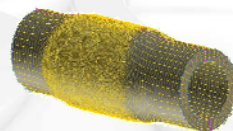
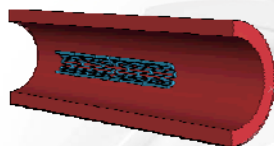
支架展开



在变形结构中创建的CFD网格



药物传输



时间

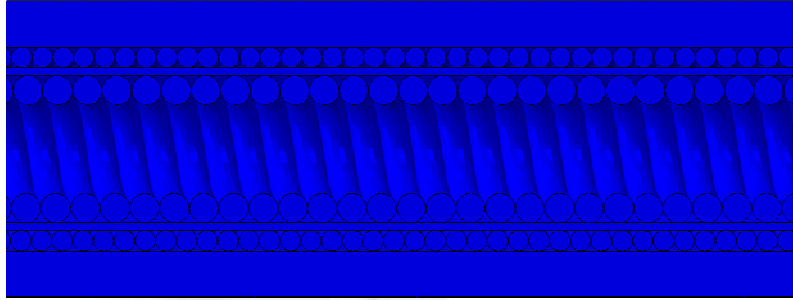
© DASSAULT SYSTEMES

14





利用 Abaqus/Explicit产生的3点螺纹弯曲



© DASSAULT SYSTEMES

17



套管针和末端刀具

- **套管针**是一种用在外科手术中来提供接入到腹腔手术的设备
 - 外科手术中，腹腔镜穿过套管针
- **末端刀具**是一个在端部有钳口的设备
 - 允许外科医生进行夹，切和钉各种组织
 - 离开切割端止血



© DASSAULT SYSTEMES

18



外科设备的结构分析

套管针和端部刀具

Courtesy : Ethicon Endo-Surgery, Inc
A Johnson and Johnson Company

关注的领域

- 实际操作环境下的设备性能

挑战

- 外科设备的精确建模
- 设备与组织之间的相互作用

Abaqus 解决方案

- 有能力处理非常大的模型
- 提供设备和组织之间相互作用的详细分析

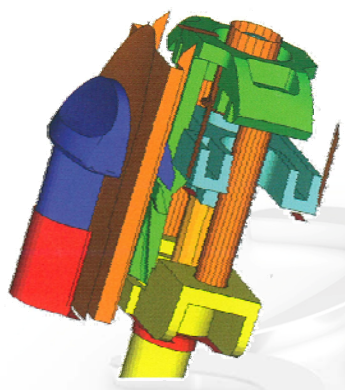
© DASSAULT SYSTEMES

19

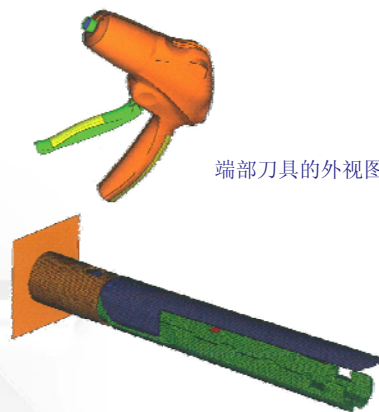


外科设备的结构分析

分布式存储平台的医学应用, 2006, 2/3, vol7, Kevin Harper and David Smith, Abaqus Insights



套管针复杂的内部结构



端部刀具的外视图

夹在一个刚性管上带有钳口的端部刀具模型

© DASSAULT SYSTEMES

20



注射器

- 注射器是在治疗诸如风湿性关节炎和贫血（包括胰岛素）等疾病中使用的筒状容器。
- 产品研发面临的挑战包括：成形操作，新材料，适用期，封装集成，剂量，药物递送，稳定性和安全性。
- 这些注射器同时具备了安全性和高效的药物递送性能。



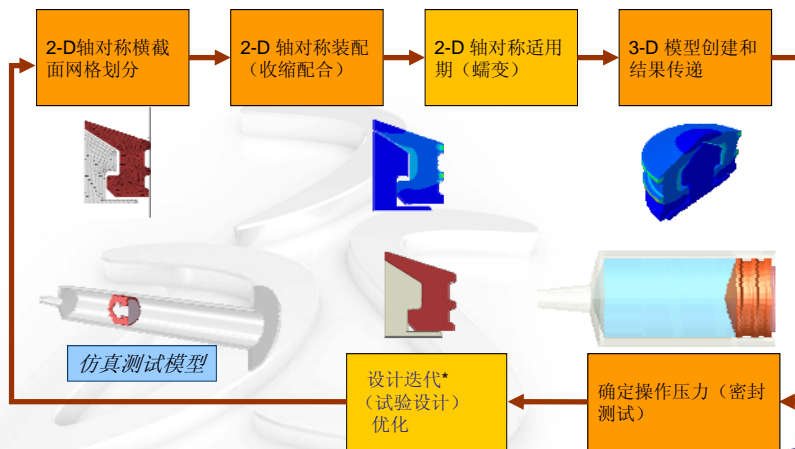
© DASSAULT SYSTEMES

21



注射器的密封集成（密封测试）

- 机械装配建模
- 为了确定操作压力所进行的封装集成分析
- 为了提高产品性能所进行的设计迭代



© DASSAULT SYSTEMES

22



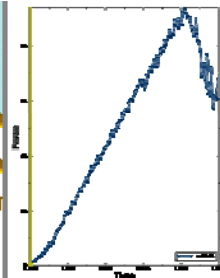
使用力响应来测定密封性

设计1中注射器活塞的正交支反力, 表明:

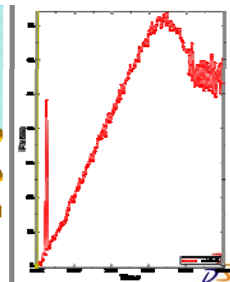
- 情况2的渗漏要优于情况1
- 侧边载荷情况下的峰值支反力要显著地小于没有侧边载荷的情况
- 水的泄露与观察到的峰值支反力是一致的



Case 1



Case 2



© DASSAULT SYSTEMES
23

SIMULIA

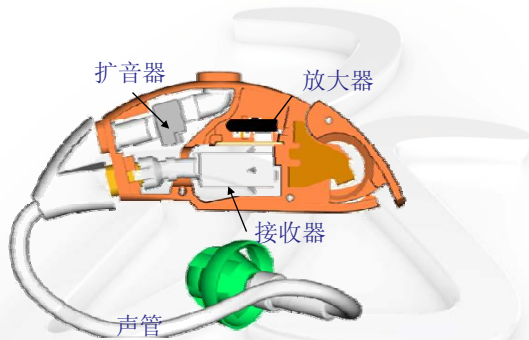
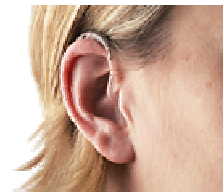
耳背式 (BTE) 助听器设计



Courtesy GN Resound

背景

- BTEs 给患有部分听力损失的人提供了帮助
- 它由扩音器, 放大器/微机和接收器组成
- 反馈通道由许多单元组成, 这些单元用普通的测量系统是很难分析的。



© DASSAULT SYSTEMES
24

SIMULIA

助听器的声振动分析



Courtesy GN Resound

关注的领域

- 用普通测量方法很难分析声振动反馈通道

挑战

- 当反馈最小的时候可以获得较高值得增益
- 增加抵抗坠落和冲击破坏的能力

Abaqus 解决方案

- 采用与CAD的借口应对急剧变化的几何设计
- 快速平稳的解决方案能够产生细致的模型
- 多物理场的处理能力可以同步处理结构和空气现实行为的精确匹配

© DASSAULT SYSTEMES

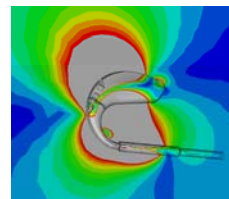
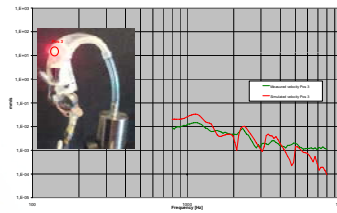
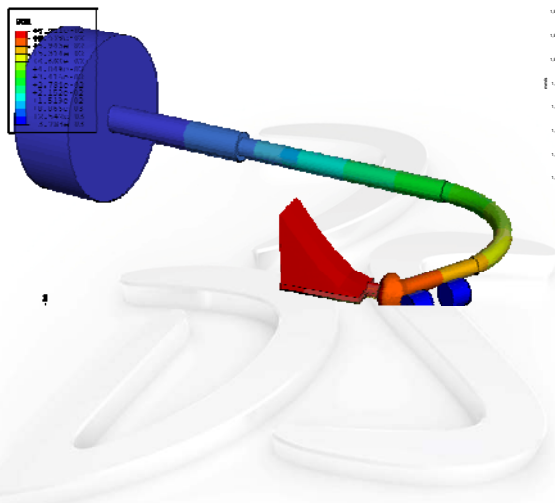
25



多物理场分析



Courtesy GN Resound



© DASSAULT SYSTEMES

26



葡萄糖监测器的再设计

背景

- 利用便捷式血液葡萄糖检测器，糖尿病患者不需看医生就可以自己测定血液中的含糖量
- 此装置由一个标准AA电池驱动，在后面金属夹的小隔舱里。
- 原始电池夹在坠落试验中产生了永久变形，其设计是失败的。



© DASSAULT SYSTEMES

27



葡萄糖监测器的再设计

工程目标:

- 理解原有设计的缺点从而得出更加有效的电池设计

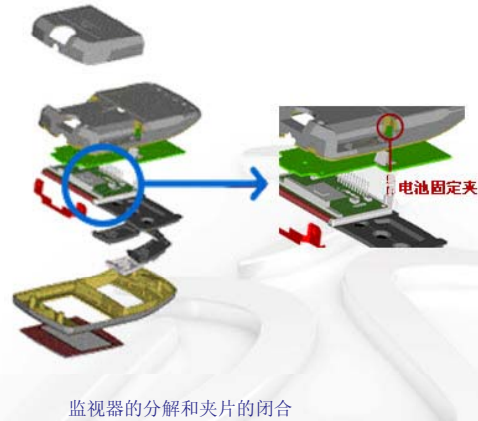
设计/建模中的挑战	Abaqus 解决方案
<input type="checkbox"/> 大变形	✓ 大变形能力
<input type="checkbox"/> 电池和夹子之间的接触	✓ 强大和精确的接触算法
<input type="checkbox"/> 冲击仿真	✓ 显式动力学 ✓ 简化的准静态方法
<input type="checkbox"/> 金属塑性	✓ Mises 塑性材料模型

© DASSAULT SYSTEMES

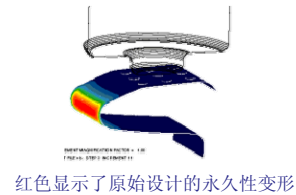
28



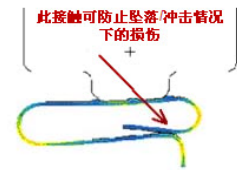
葡萄糖监测器的再设计



监视器的分解和夹片的闭合



红色显示了原始设计的永久性变形



已获专利的新强力固定夹设计

© DASSAULT SYSTEMES

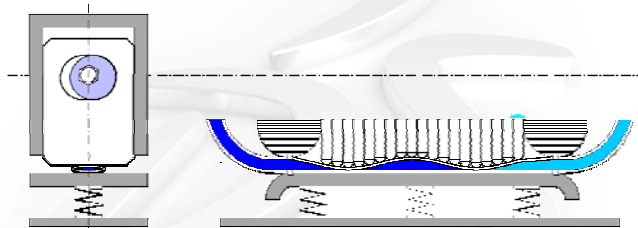
29



蠕动泵

背景

- 医疗器械中的惰性/无菌流体泵
- 抽取压力管中的液体
- 当管子恢复到自然状态的时候，流体回到泵中。



© DASSAULT SYSTEMES

30



蠕动泵的多物理场分析

专注的领域

- 在挠性管中引起的低循环疲劳
- 确定抽吸作用时的流动特性

建模挑战

- 挠性软管和刚体之间的复杂接触
- 挠性管的剧烈变形

Abaqus 解决方案

- 使用耦合的欧拉-拉格朗日方法，在 Abaqus/Explicit 中模拟流动和结构。
- 模拟软管中的极限载荷环境

© DASSAULT SYSTEMES

31



多物理场分析

结构区域(拉格朗日)

变形管 (拉格朗日)

流动的区域(欧拉)

流 入

流 出

© DASSAULT SYSTEMES

32

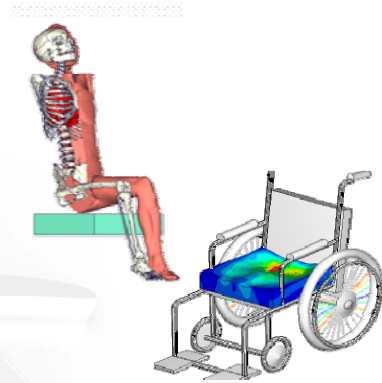


软组织建模——避免压力性疼痛的形成



背景

- 人类软组织区域中应力-应变分布的作用
- 生物力学的优化设计使得软组织内部的应力值较低
- 降低压力-疼痛的形成



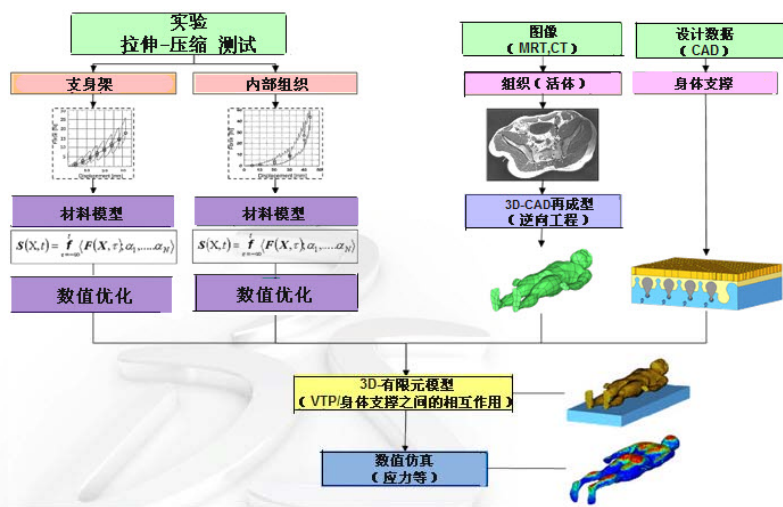
© DASSAULT SYSTEMES

33



建模流程

Computational mechanics of human gluteal soft tissue and body support interaction, C.Then, J.Menger, T.J.Vogl,F.Hubner, J.Silber



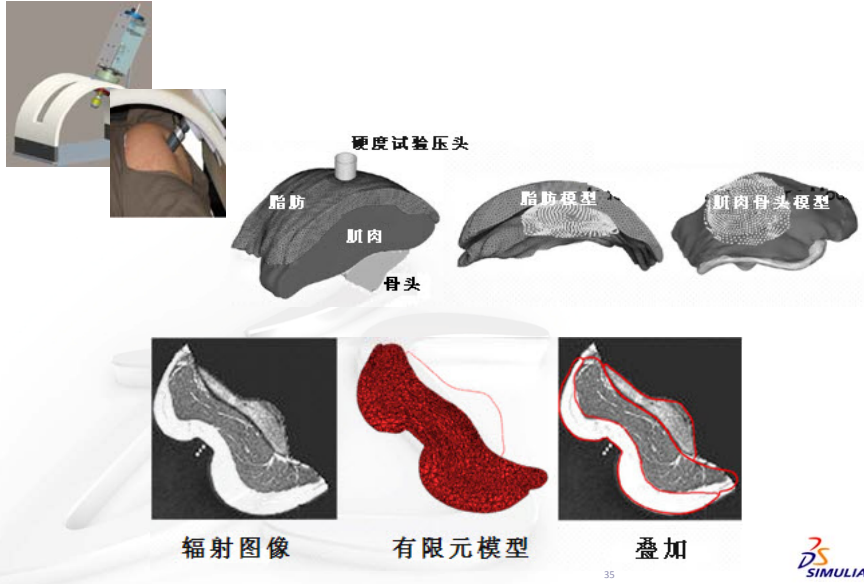
© DASSAULT SYSTEMES

34



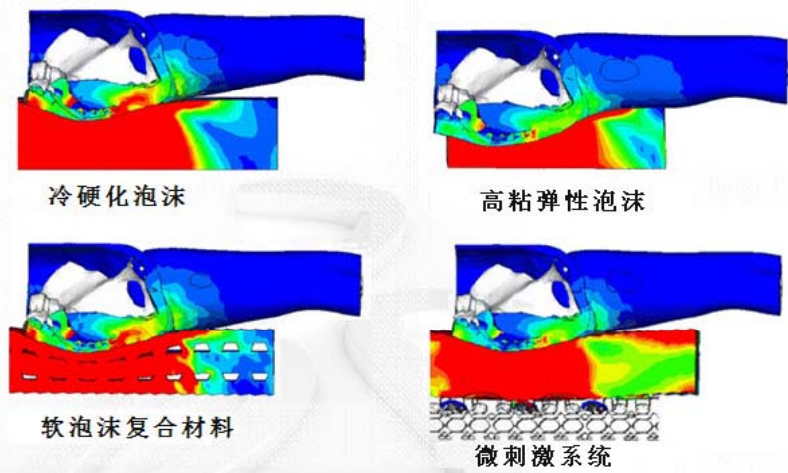
材料鉴别

测试和优化



身体支撑的相互作用

身体支撑的比较



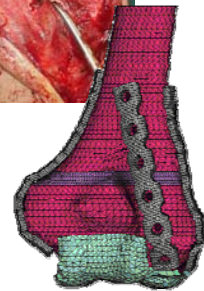
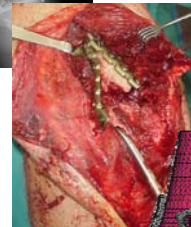
断裂肱骨的固定技术

背景

- 固定板材用来修复断裂的肱骨
- 对于修复来讲，固定板的定位，数量和相关技术是非常重要的
- 针对病人的特殊需要制作固定板材



LASSO
Ingénieur en chef mb H



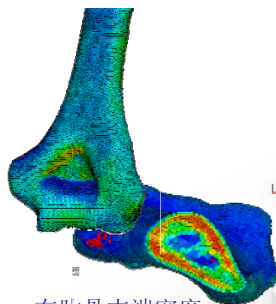
© DASSAULT SYSTEMES

37

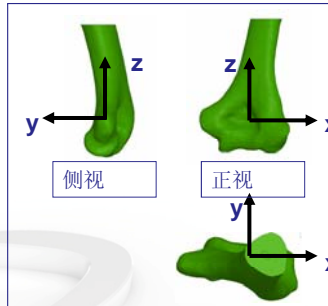
DS
SIMULIA

建模工作流程

用临床CT方法得到的几何和材料常数

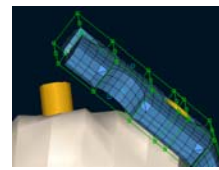


在肱骨末端密度和刚度是成比例的



肱骨的空间位置

LASSO
Ingénieur en chef mb H



平板在骨头表面的位置



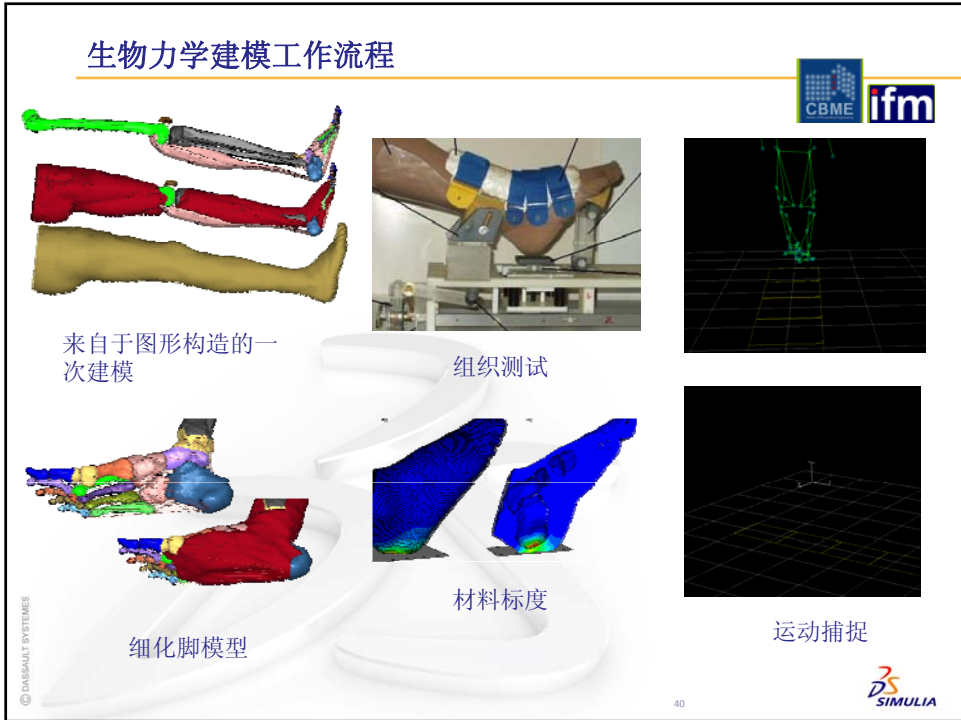
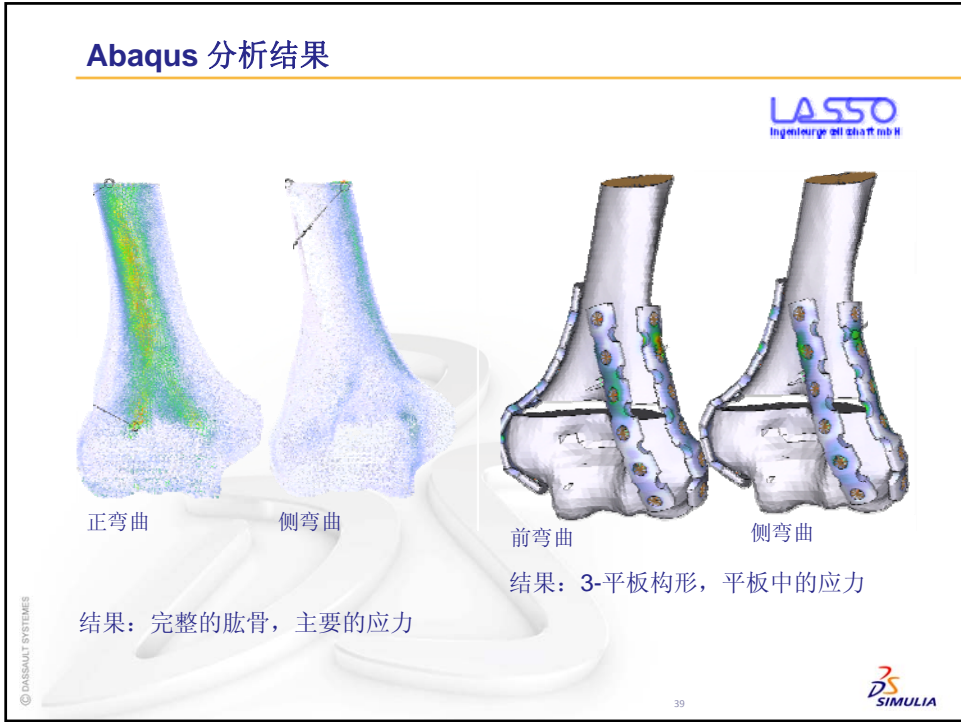
构造平板和螺丝钉



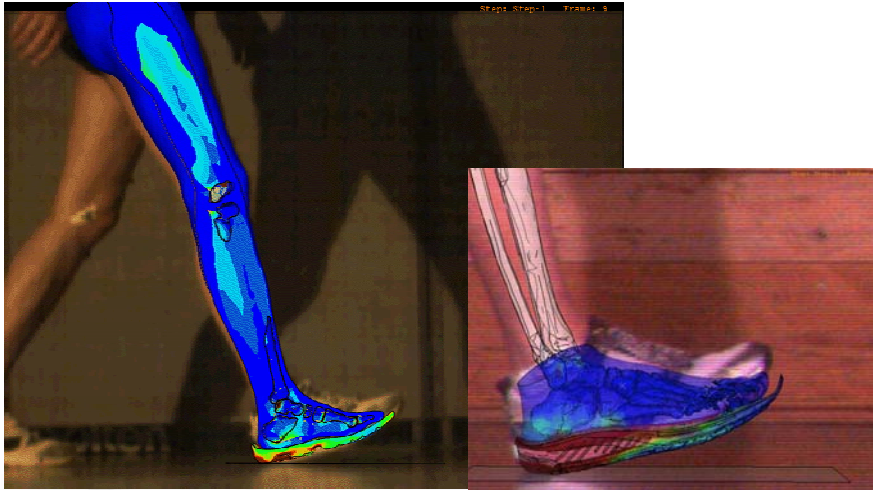
© DASSAULT SYSTEMES

38

DS
SIMULIA



使用Abaqus进行步态分析



© DASSAULT SYSTEMES

41



药丸包装

- 现代医疗中，药物传输的高效性是非常必要的
 - 包装必须是廉价和多量的
 - 包装必须给予说明同时不易破坏
 - 不能够反复封装
- 薄膜包装是最普通的
- 薄膜包装可以满足多数的形状和大小
- 薄膜包装是可以打开的
- 对于薄膜包装的仿真如下：
 - 防篡改
 - 一次性使用
 - 易于打开

© DASSAULT SYSTEMES

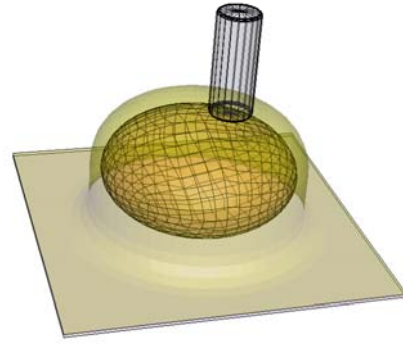
使用ABAQUS加速医疗设备的研发

42



药丸包装

- ABAQUS/Explicit 被用来仿真药丸包装过程
- 问题描述:
 - 薄膜采用逐步失效的塑性模型
 - 药丸定义为刚体
 - 用硬度试验压头施加在药丸包装上的载荷



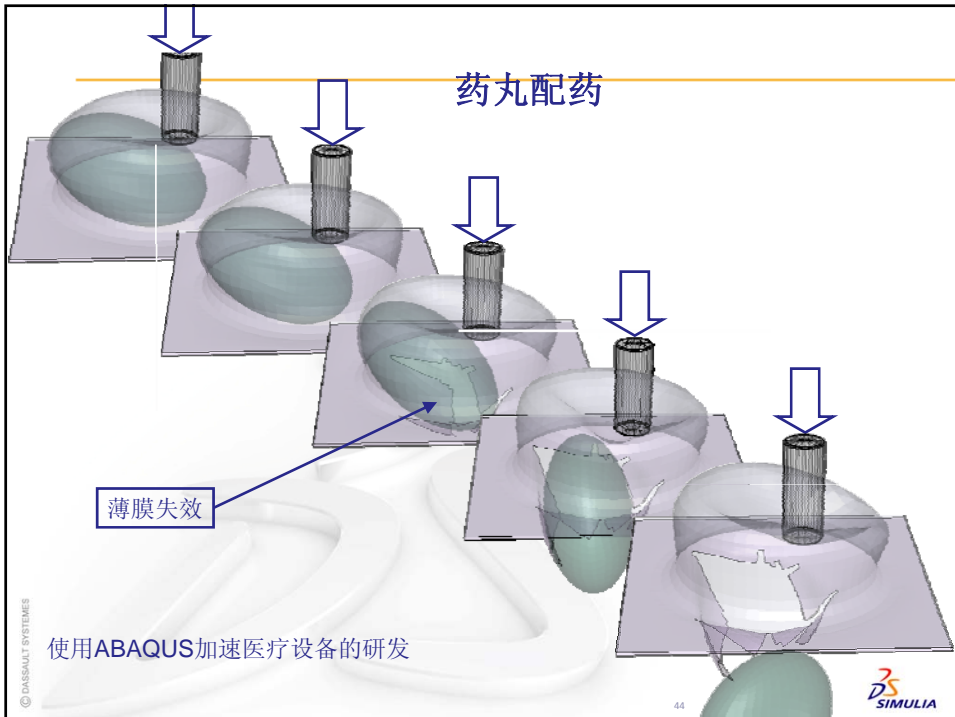
© DASSAULT SYSTEMES

使用ABAQUS加速医疗设备的研发

43



药丸配药



© DASSAULT SYSTEMES

使用ABAQUS加速医疗设备的研发

44



总结

Abaqus 可以解决医疗设备的设计问题

- 完成大应变
- 针对不同组织拥有不同的材料模型
- 可以轻松模拟复杂的加载历史
- 可以轻松定义模型间的接触建模
- 快速强大的求解器
- 碰到棘手问题的时候，可以提供交互式的数值诊断工具

© DASSAULT SYSTEMES

45



医疗设备概况

www.3ds.com

© DASSAULT SYSTEMES

