

# Altair HyperWorks 2024 新版本发布会

AI 赋能技术创新，开启仿真新篇章

2024年8月28日 | 北京



离散元与机械系统仿真行业应用新看点

兰志宇/高级应用工程师

# 目录

---

## 离散元与机械系统仿真行业应用新看点

1 离散元与机械系统仿真  
EDEM | MotionView | MotionSolve

2 汽车行业新看点  
侧翻 | 石击 | 机动性 | 积雪 |

3 电池行业新看点  
制造工艺全流程仿真

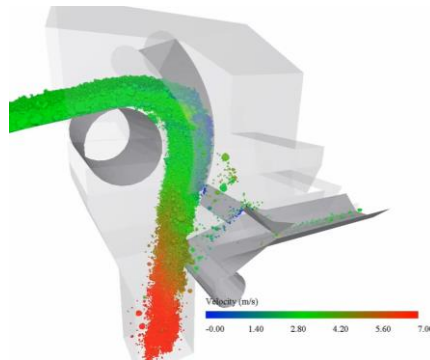
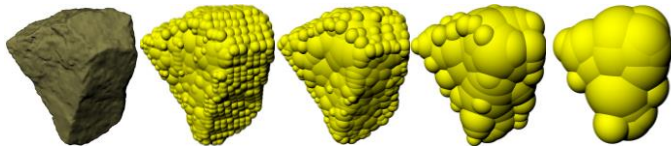
4 工程机械行业新看点  
颗粒校准 | 耦合分析 | 结构优化

# 离散元与机械系统仿真

EDEM & MotionView & MotionSolve

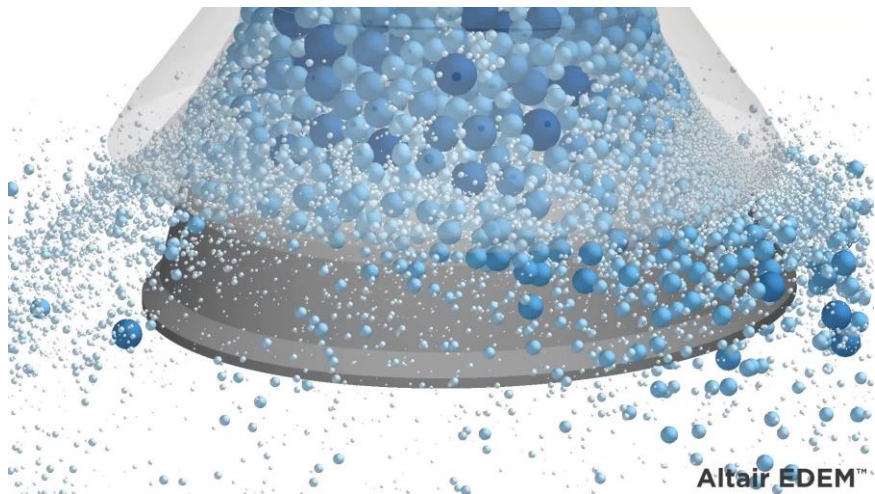
# Altair EDEM

- 离散元法 (DEM) 是模拟**颗粒状材料行为**的数值方法，通过模拟颗粒间的相互作用来研究物体的力学行为。
- EDEM是一款基于离散元法的通用CAE软件，市场领先且广受验证。
- 提供强大的颗粒流动和堆积仿真分析能力，常用于模拟颗粒状材料的大规模行为，如矿山挖掘、土壤力学等
- 可单独使用或与其他CAE工具 (MBD、FEA和CFD) 耦合使用



# 领先的散料破碎模型

## Tavares UFRJ 破碎模型



EDEM中的Tavares UFRJ破碎模型功能已被扩展，能显著改善破碎应用程序的工作流程和现实世界行为的真实表示。这种精度提升和功能增强将是采矿业矿物加工设备设计工程师的一个关键优势。

*"EDEM的新版本对Tavares UFRJ破碎模型进行了重要改进，除了不使用虚拟颗粒外，**每次破碎事件中产生的碎片尺寸分辨率更高**（与之前版本中固定的五分之一相比，低至破碎粒径的二十二分之一）。用户会发现它更加准确和直观。*

**Luis Marcelo Marques Tavares教授**  
里约热内卢联邦大学

### 亮点

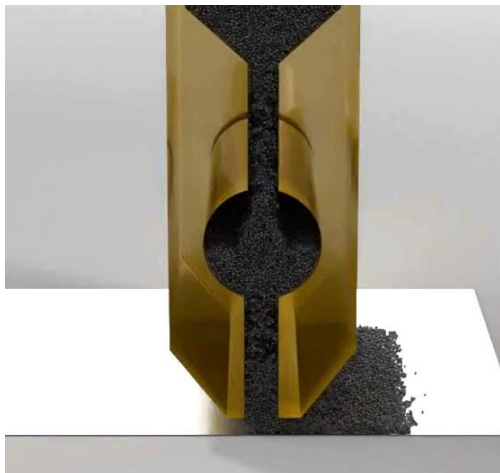
流程改善使得模型更易于使用

对于大多数的破损案例，可以实现更高的精度

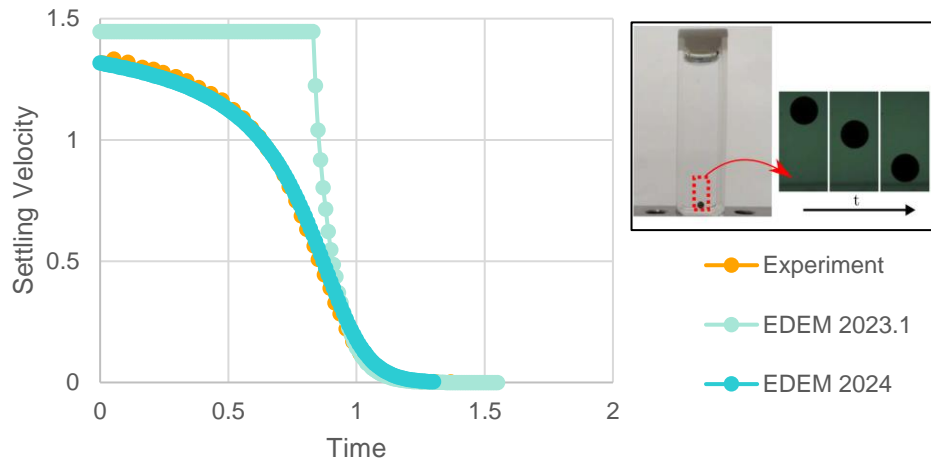
# 改善的胶料颗粒模型

## 流体动力（润滑）模型

- 模拟颗粒在流体中完全饱和的场景，可以模拟流体对颗粒行为的影响，而不需要CFD
- 改善提高粒子之间接触属性，使其更快更准确



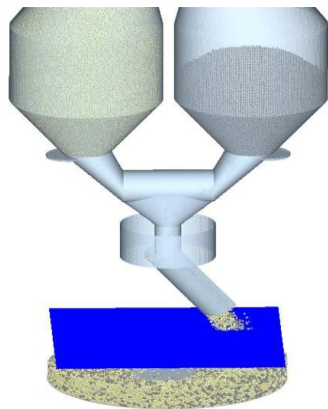
案例: 电池电极浆料涂布工艺模拟



案例: 粒子接近内壁速度比较

该案例展示了该模型在2023.1年至2024年间的精度提升

# EDEMPy: 连续体分析数据处理

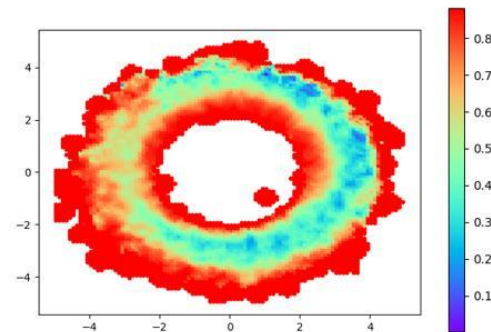


提供了连续数据（所有时间步数据）的高级处理和连续结果的自定义分析

Time: 30.0001 s



Altair EDEM™



铁颗粒浓度热图显示高炉填充不均匀。

```
with Deck('BlastFurnace.dem') as deck:

    item = deck.getContinuumItemNames()[0]

    cont_timesteps = deck.getContinuumTimesteps(item)

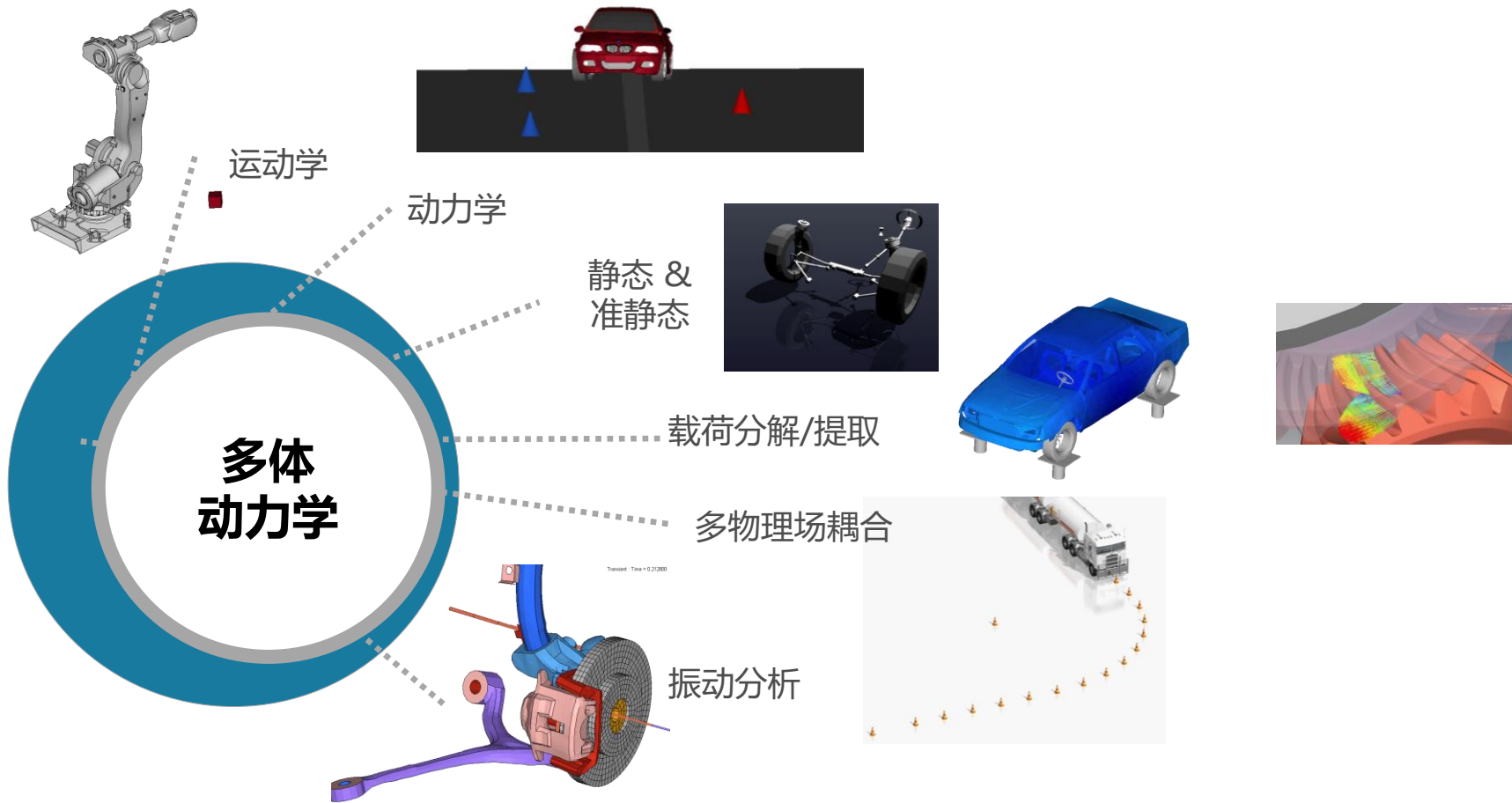
    mesh = deck.getContinuumMeshNames(item)[0]

    continuum_data = deck.getContinuumData(item, mesh, 'Concentration Iron')

    coordinates = deck.getContinuumCoords( item, mesh)
```



# Altair MotionView & MotionSolve





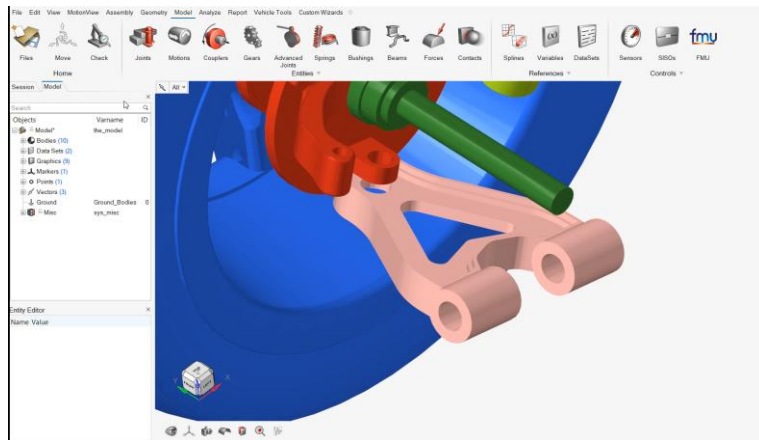
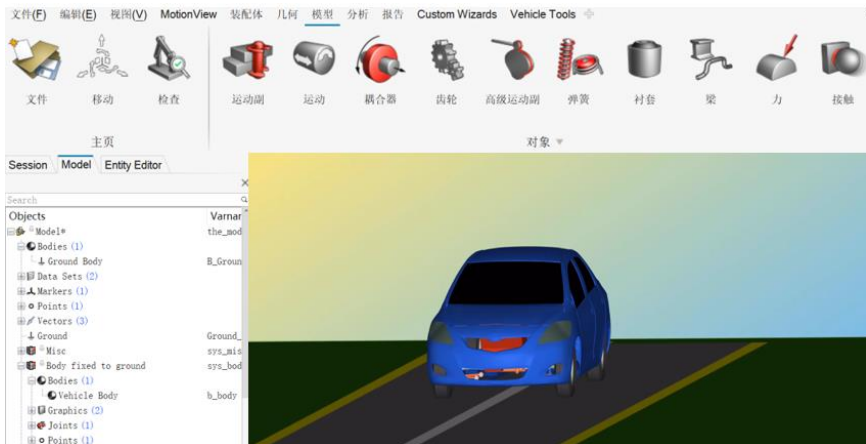
# Altair MotionView & MotionSolve

重点更新历程



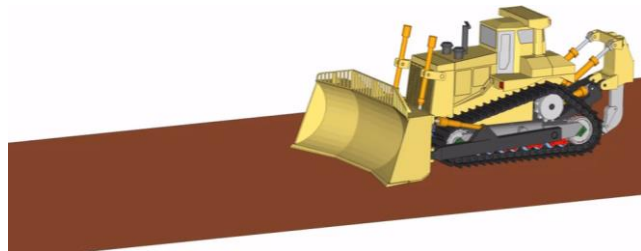
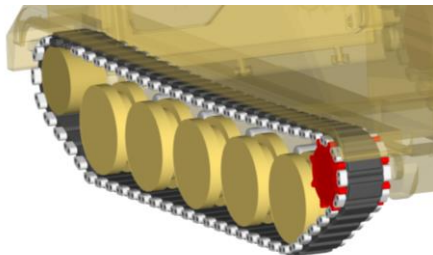
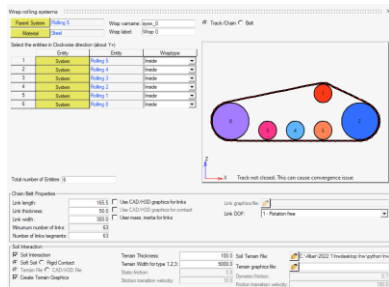
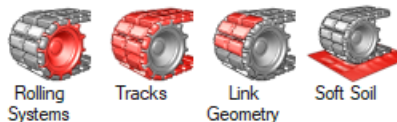
# 全新的多体动力学建模工具

- 新界面简洁直观，帮助用户更轻松构建和仿真复杂的系统
- 形象的建模工具，简化的建模流程
- 自动识曲面中心、圆心、中点、端点、向量辅助建模
- 进程架构优化，提供更好的调用速度和响应

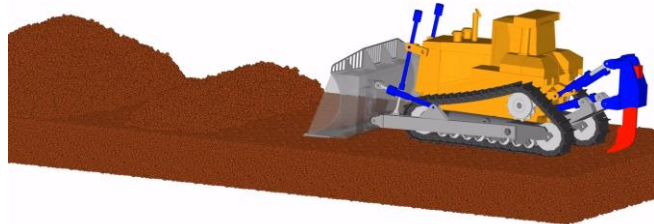


# 履带工具箱

## Track Builder

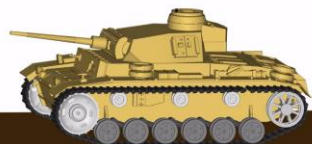


解析软土模型



离散元软土模型

实现履带系统的参数化建模，包括链轮，滚轮，惰轮，张紧器，车轮和滑轮。该工具与软土模型、刚性路面联合仿真。

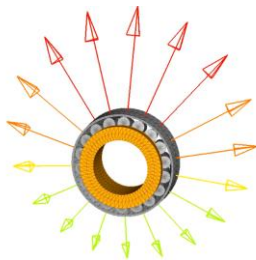


刚性土壤

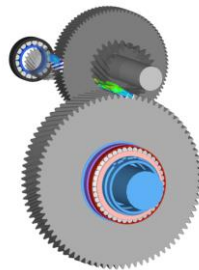


# 机械工具箱

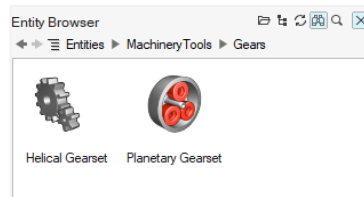
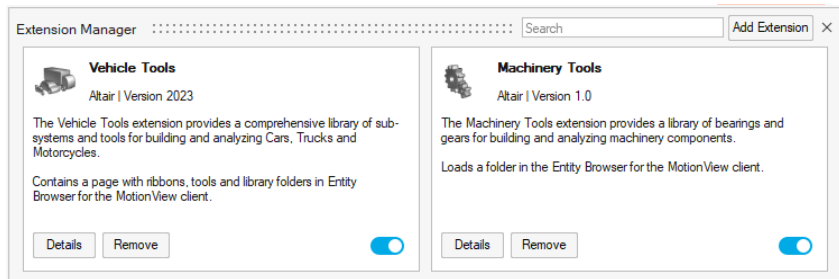
- 机械工具箱提供了一系列机械组件，用于轴承、齿轮系、齿轮箱、发动机等机械系统的建模。
- 该扩展模块可以在 Altair Market Place 下载，可通过扩展管理器集成在 MotionView 中。
- 加载后，可在 Entity Browser 中找到。用户可以快速创建复杂的通用机械模型，并深入了解其行为



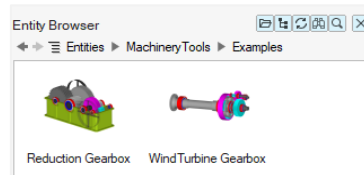
轴承库



齿轮库

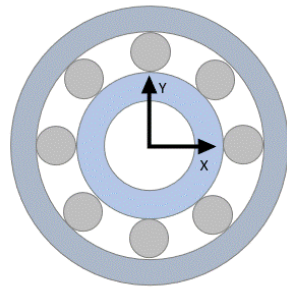


## 案例教程

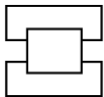


## 机械工具库 – 轴承

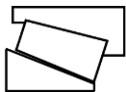
- 轴承库包含多种不同类型的轴承。
- 每个轴承都由内滚道和外滚道组成，这两个滚道被定义为刚体，并通过**非线性弹簧和阻尼相互连接**。点接触采用赫兹方法，线接触采用Palmgren方法对弹簧阻尼系统进行分析定义



圆柱滚子轴承



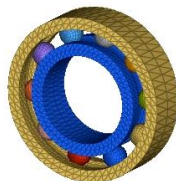
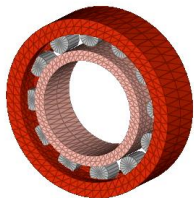
圆锥滚子轴承



深沟球轴承

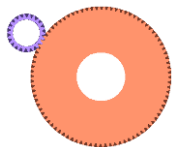


角接触球轴承

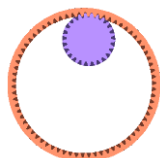


## 机械工具库 – 齿轮

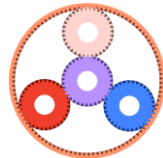
- 齿轮库由 3 种类型的齿轮组组成，加速建模过程，克服 CAD 导入、网格生成和接触定义的需求。



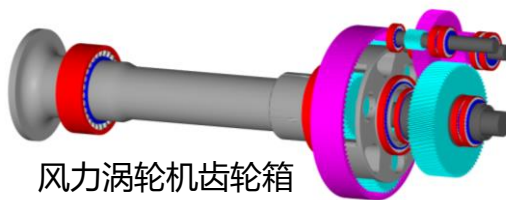
外啮合齿轮



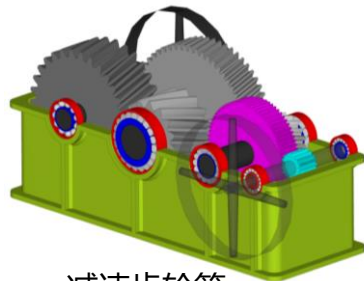
内啮合齿轮



行星齿轮箱

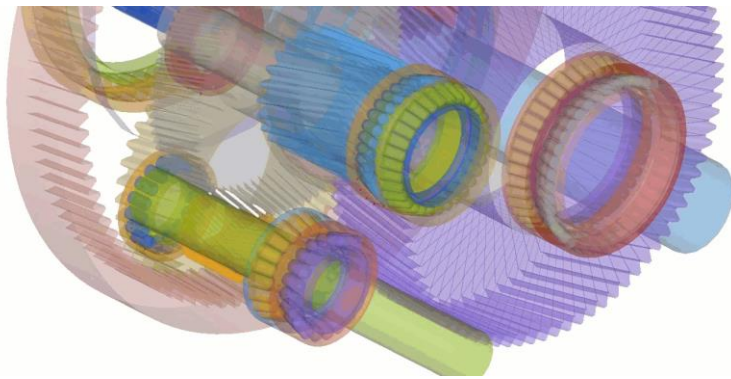
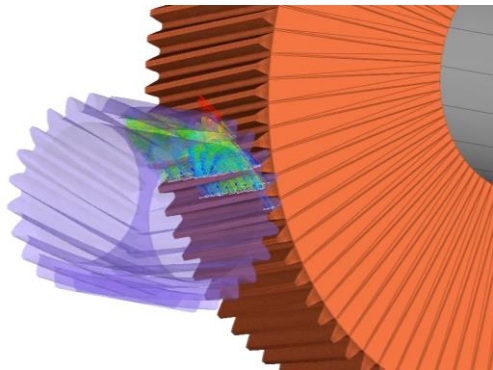


风力涡轮机齿轮箱



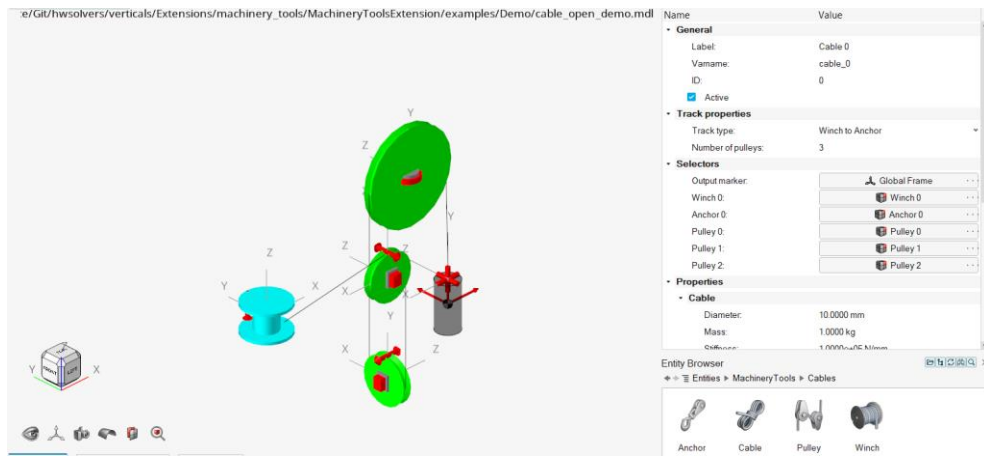
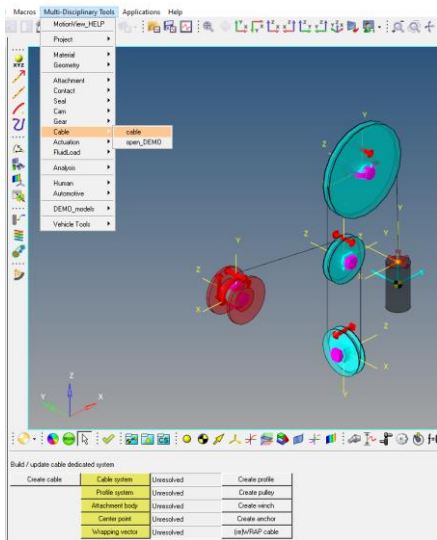
减速齿轮箱

- 齿轮用详细的 2D 网格表示，内部自动填充生成3D网格，并利用 3D Contact计算。



# 机械工具库 – 绳索

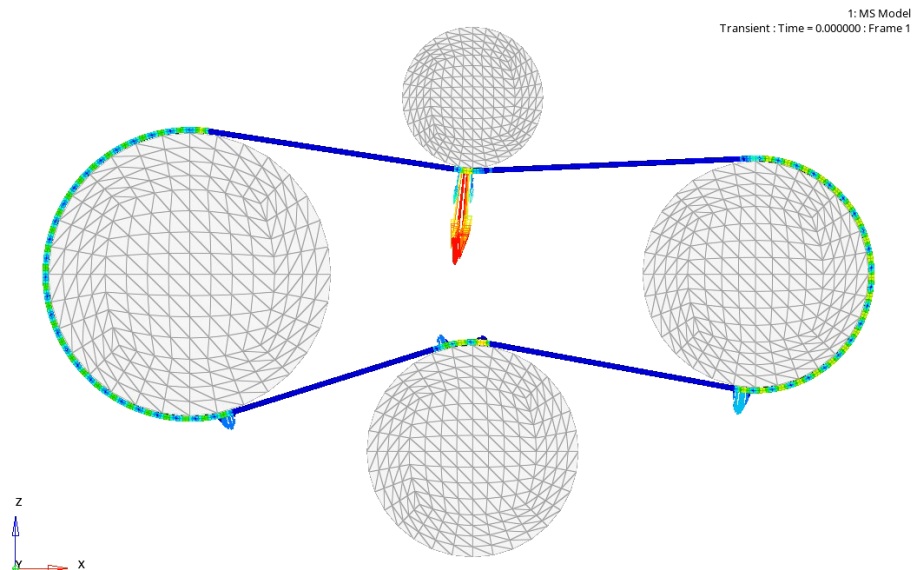
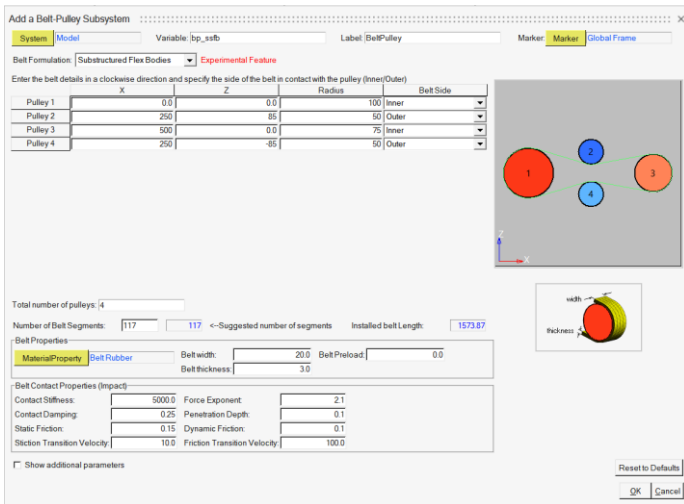
- 绳索功能得到改进，并集成在机械工具箱中
- 在实体浏览器中可以施加挂钩、绳索、带轮、绞盘等，让用户无需单独定义这些部件、标记点和连接单元
- 可以使用实体编辑器编辑属性



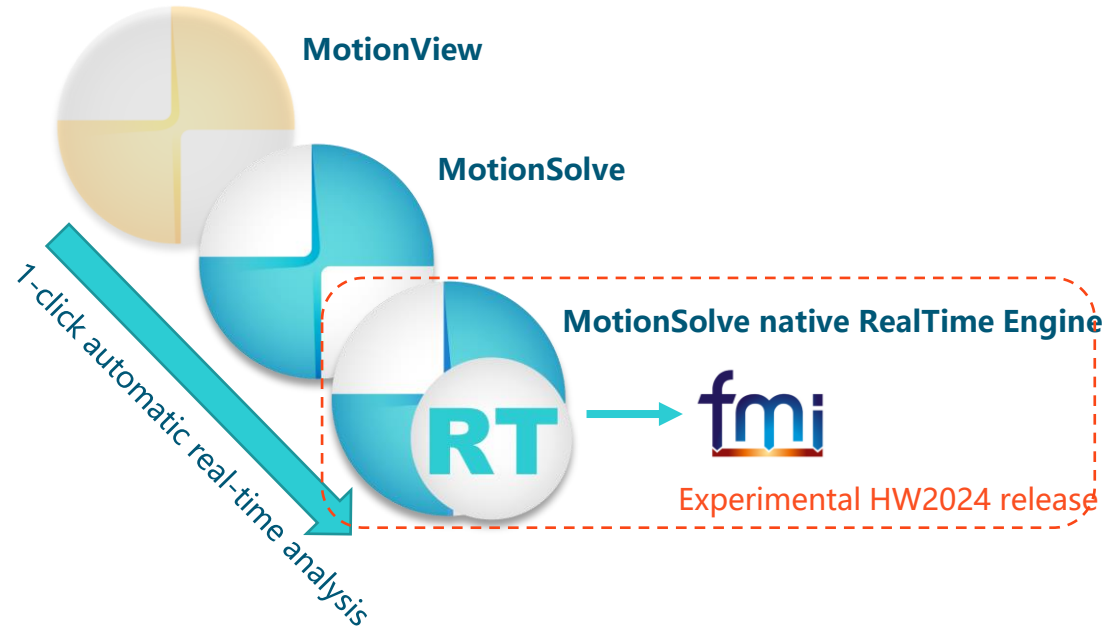


## 实验室功能 – 子结构柔性体法的皮带轮

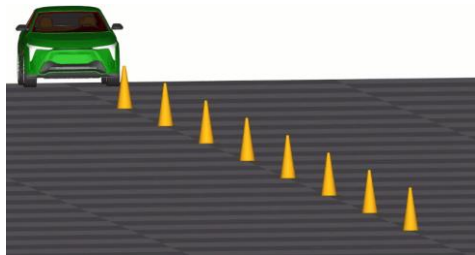
- 提供了一种新的 “子结构柔性体” 法的皮带轮，可作用皮带轮系统创建工具下的实验功能使用
- 该皮带轮由一系列的柔性体连接组成，柔性体间固定连接
- 与ANCF公式相比，该方法提供了更快的解决方案，并且比离散刚体公式具有更高的保真度。



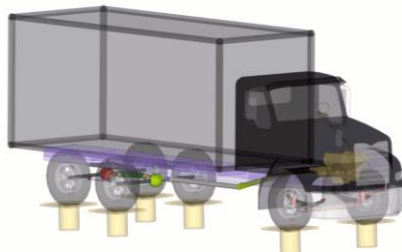
# 实验室功能 – Real-time simulations for Car-Small truck models



## 全新的车辆行业动力学建模分析平台



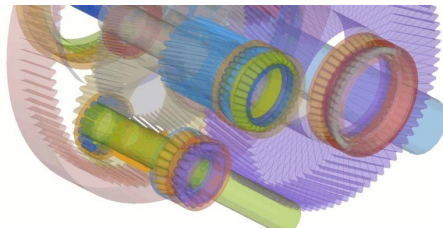
## 乘用车



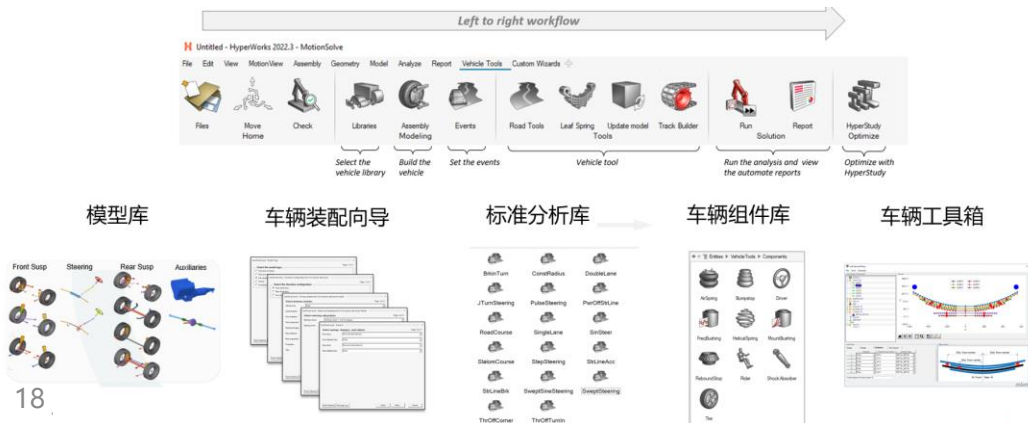
## 商用车 & 客车



## 摩托车 & 电瓶车



## 车辆子系统



- **流程化装配向导**结合模型库和模块化工具快速创建车辆模型
- **标准化分析模板**快速创建和执行国内外行业标准分析工况和事件
- 专业化工具箱支持车辆多物理场和多性能验证
- 自动化报告模板一键生成计算结果和分析报告

# 汽车行业新看点

## 汽车行业新看点



### 侧翻

该仿真研究车辆不同速度进入沙床是如何影响车辆翻转的可能性。

### 石击

研究外部水、石材等冲击对车辆涂层的损坏。考察遭受持续冲击造成破坏的区域，并预测表面破坏的等级。

### 机动性

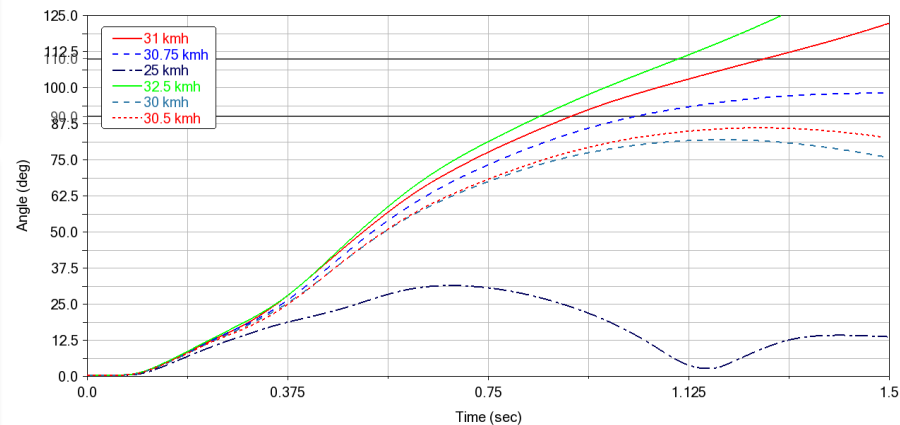
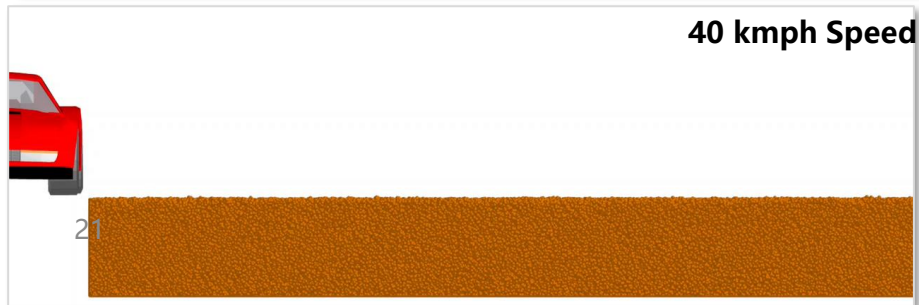
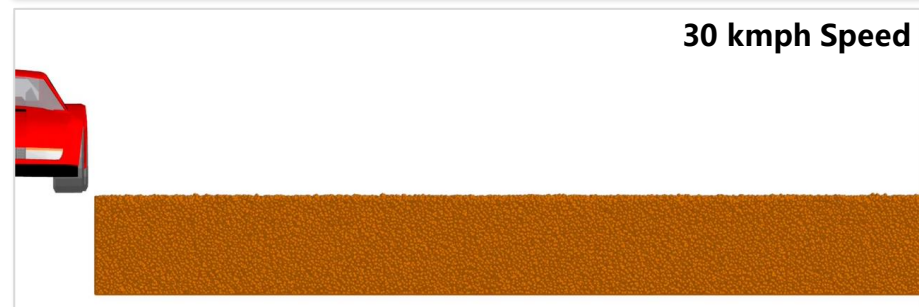
研究车辆在复杂环境中的操纵行为，例如爬山，转弯和障碍物穿越，这些操作在物理世界中不容易复制。

### 传感器积雪

在寒冷地区积雪成为如今智能汽车传感器布置的关键考虑点。积雪对摄像头、传感器等工作影响巨大。

# 车辆侧翻 过程 & 仿真

(不同速度进入沙床)





## 石击分析



- 使用车辆涂层保护外来物质
- 外部水、石头等的冲击对涂层的损坏
- 由于水和石头等外部物质对表面的冲击，导致快速腐蚀。





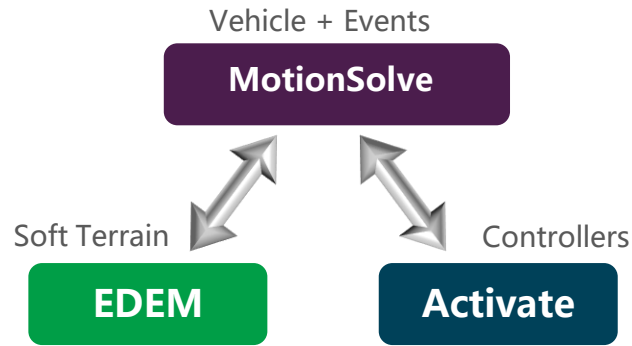
# Automotive

Stone chipping simulation  
using EDEM coupled  
with MotionSolve



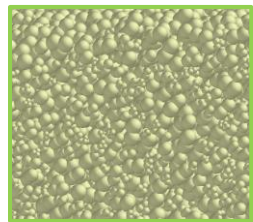
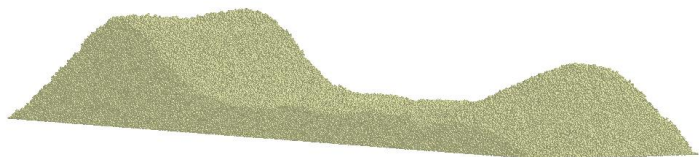
# 机动性

- 系统仿真（复杂的路面模型、车辆模型和控制策略）
  - 来自于**MotionSolve** 的车辆模型和场景库
  - 来自于**EDEM** 的越野地形模型
  - **Activate** 提供控制器模型
- 创建真实的系统仿真模型来准确预测车辆运动、车轮和土壤相互作用，以及控制器的行为
- **MotionSolve + EDEM + Activate** 提供了无与伦比的联合仿真能力，可以分析和改善车辆在软地形上的机动性能。



# 轻型装甲车的机动性分析

MotionSolve + Activate + EDEM 可用于准确预测轻型装甲车在软地形上的行为

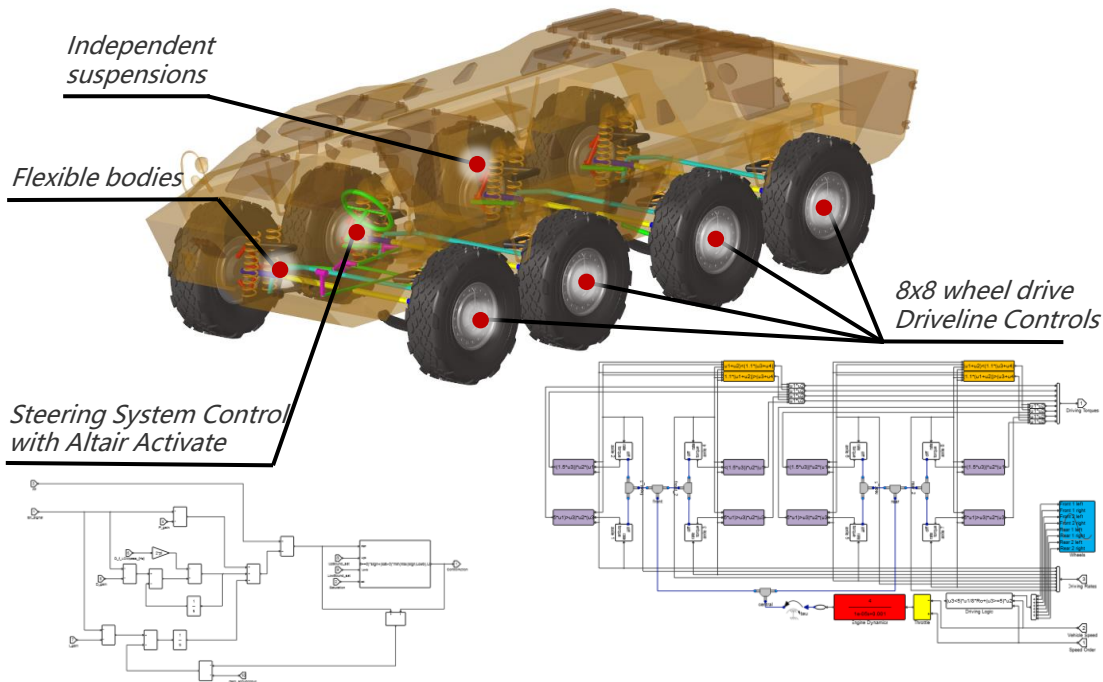


经过验证的土壤模型  
190万个颗粒

不同径力的真实土壤模拟

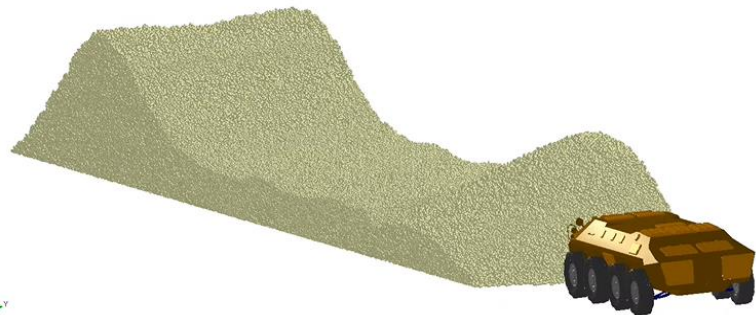
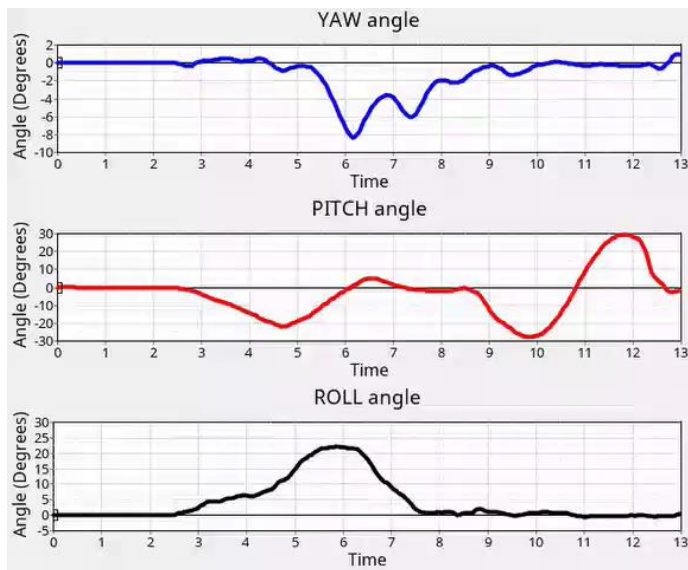
## 该解决方案包含:

- 含可变形部件的整车模型
- 经验证的悬架和其他子系统模型
- 研究越野性、车辆动力学和耐久性的整车事件库
- 自动化报告, 便于了解系统性能

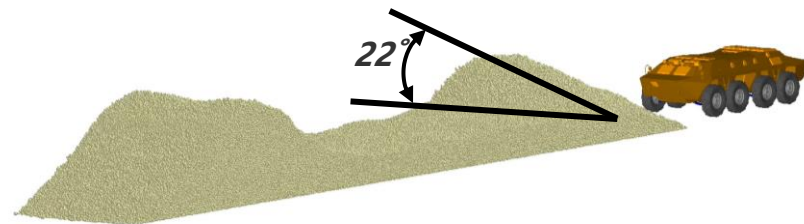


# 轻型装甲车的机动性分析

- 8x8轻型装甲车分析
- 在EDEM中精确表示土壤力学性能



22°横向坡度  
6秒时车辆侧倾过大



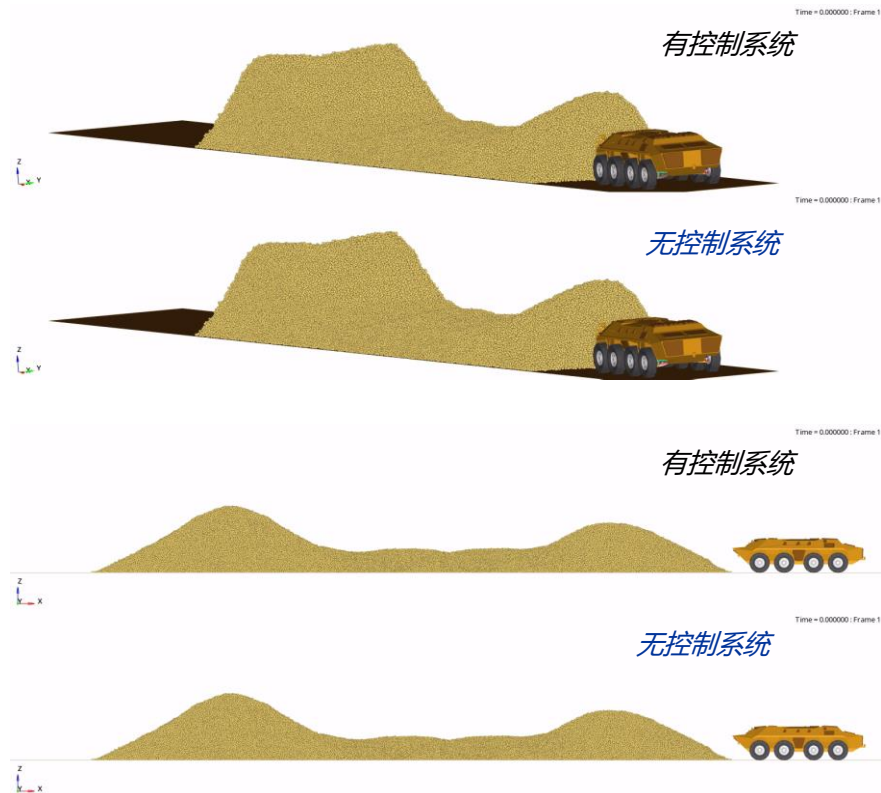
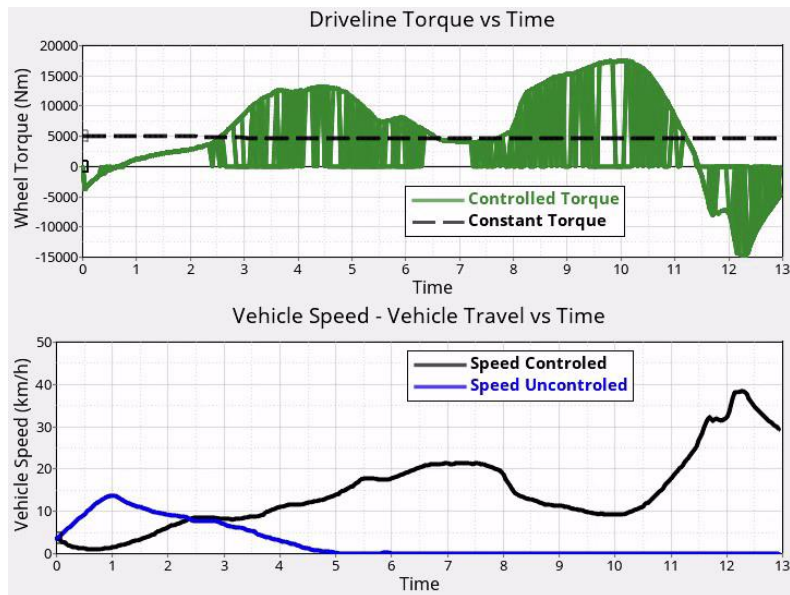
倾角26°  
10秒和12秒时的高车辆俯仰



# 轻型装甲车的机动性分析

## 传动系统控制策略比较

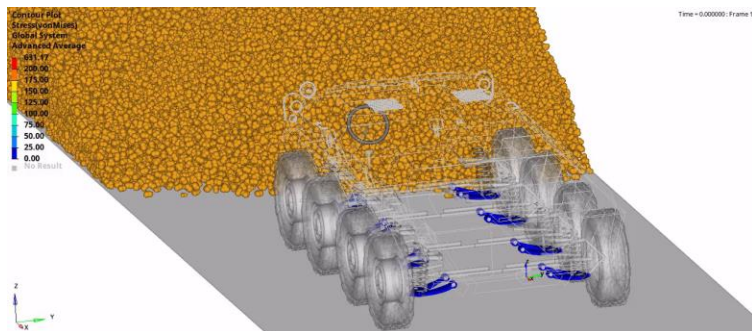
传统系统控制 vs 恒定扭矩输出(无控制的传动系统)



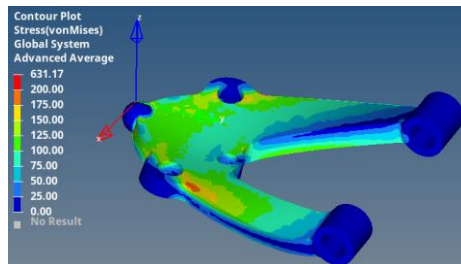
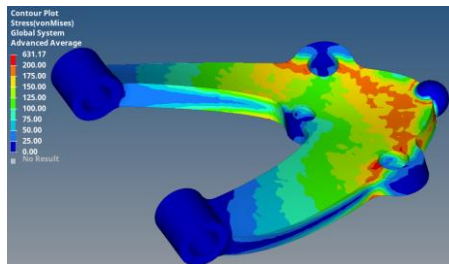


# 轻型装甲车的机动性分析

## 应力结果

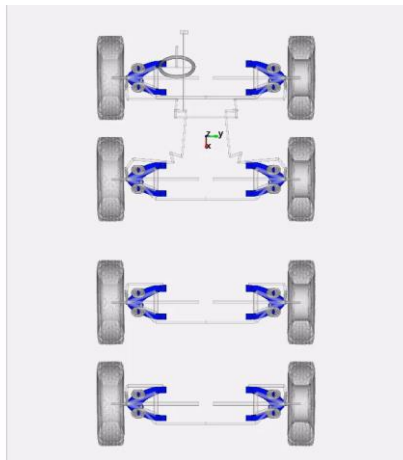


应力云图



Contour Plot  
Stress(vonMises)  
Global System  
Advanced Average

631.17  
200.00  
175.00  
150.00  
125.00  
100.00  
75.00  
50.00  
25.00  
0.00  
No Result



Contour Plot  
Stress(vonMises)  
Global System  
Advanced Average

631.17  
200.00  
175.00  
150.00  
125.00  
100.00  
75.00  
50.00  
25.00  
0.00  
No Result



Time = 0.000000 : Frame 1



## Automotive

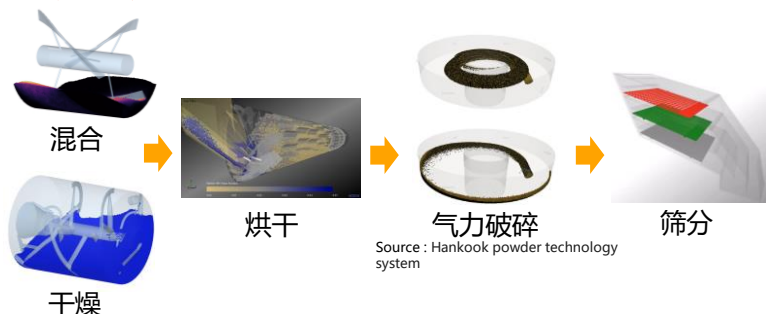
Snow Accumulation on Car Sensors & Cameras  
with Altair<sup>®</sup> EDEM<sup>™</sup>



## 电池行业新看点

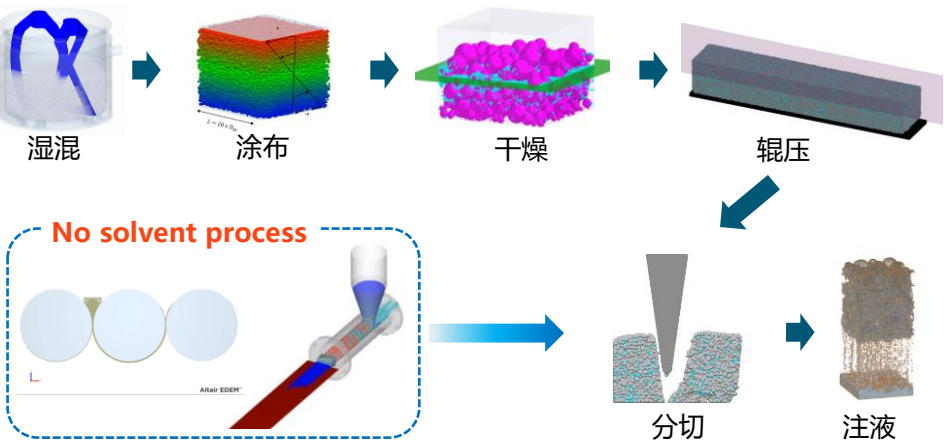
# EDEM在电池制造工艺中的应用

## 原料处理工艺

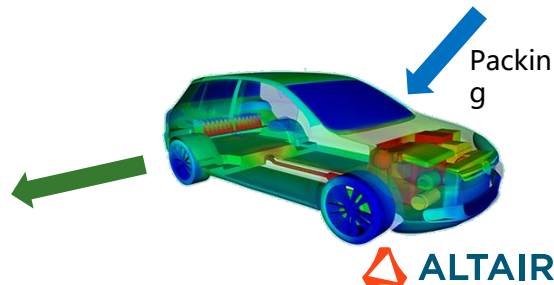
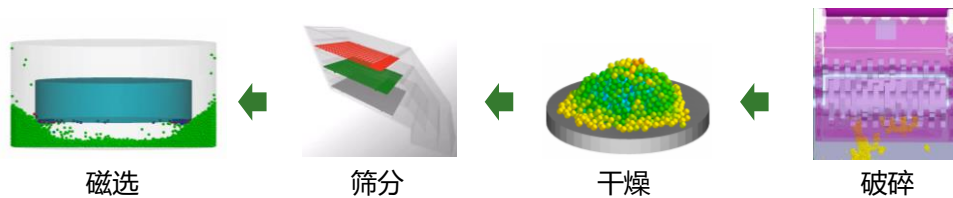


## 电极制造工艺

Source : Altair EDEM



## 电池回收工艺



## 工程机械行业新看点

# 工程机械作业物料建模

丰富的经过工程验证的材料模型数据

$$\rho = \frac{m}{v}$$

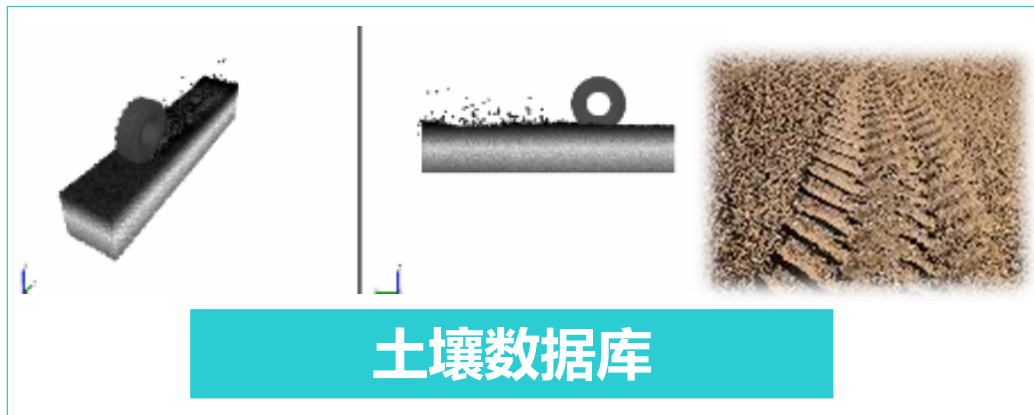


## GEMM DATABASE

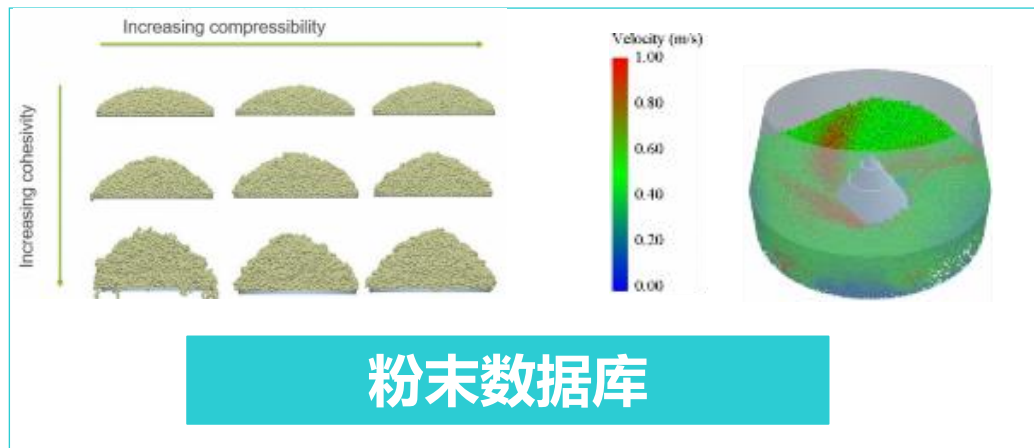
GENERIC EDEM MATERIAL MODEL DATABASE

**60,000+ material models**

**矿山机械/颗粒**



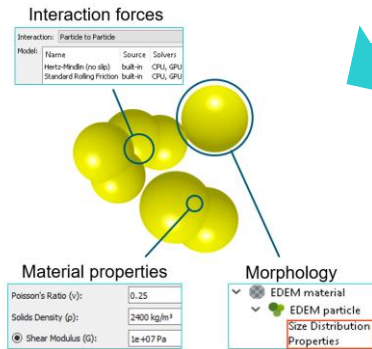
**土壤数据库**



**粉末数据库**

## 作业物料测试和属性标定

## EDeM建模

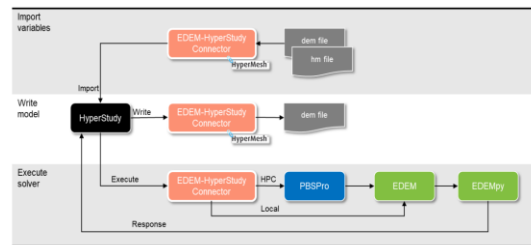


# 颗粒状材料物理性质



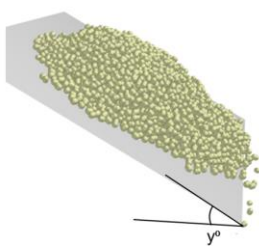
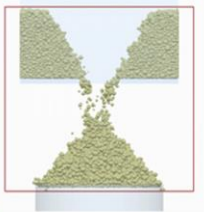
粒子的材料特性  
粒径和形状分布  
粒子之间的相互作用力

## 属性参数优化标定



## 工程应用物料实验设计思路： 从宏观力学响应间接确定微观力学参数

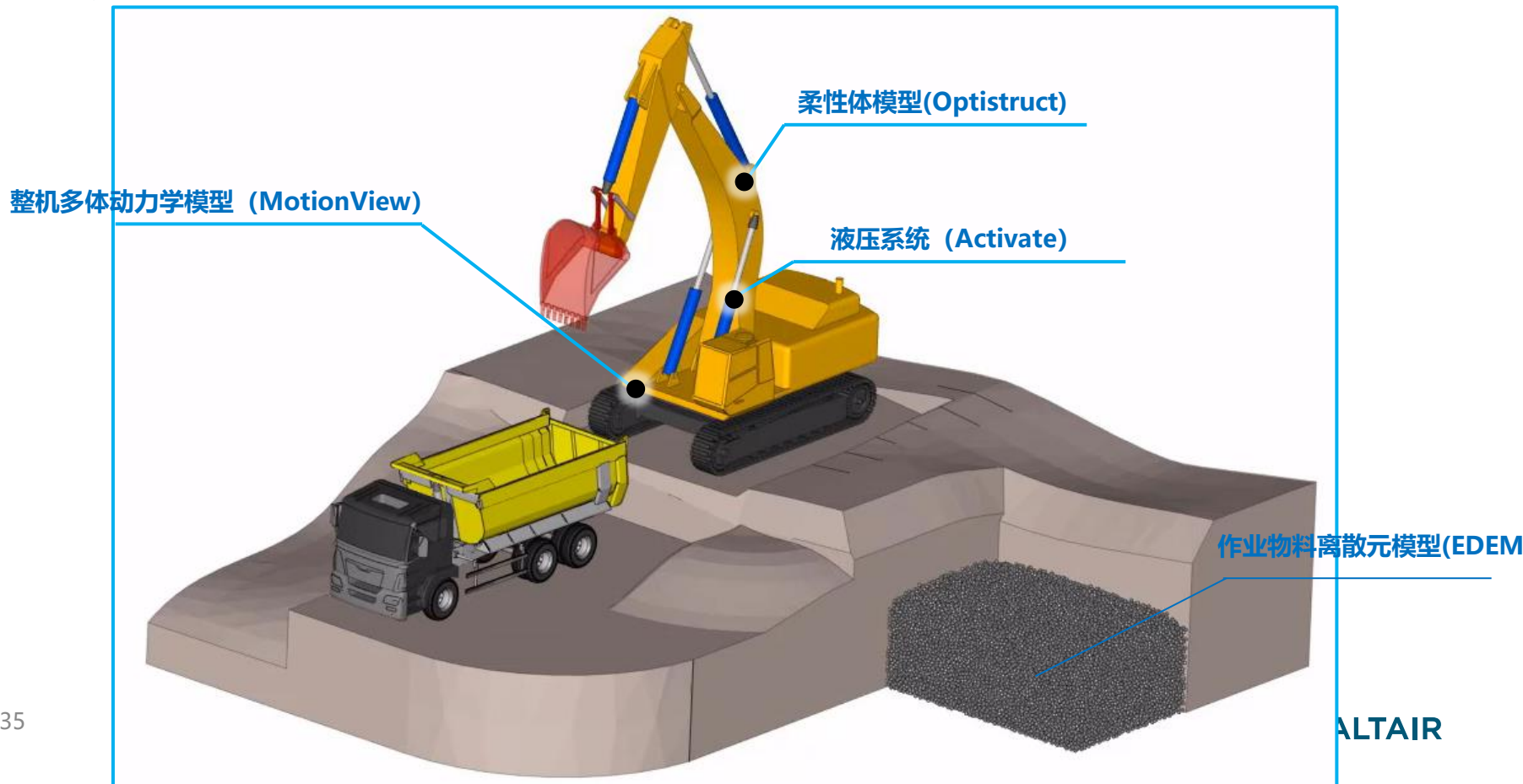
## 物料测试



### 静态休止角实验

## 倾斜面实验

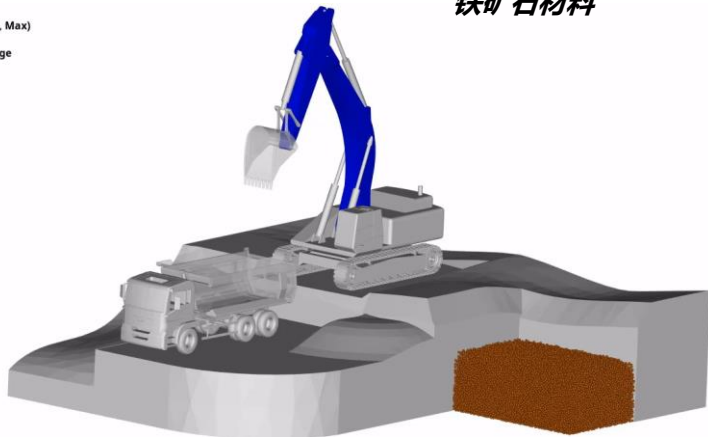
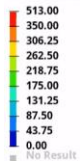
## 整机多学科模型案例



# 作业过程分析结果及液压载荷

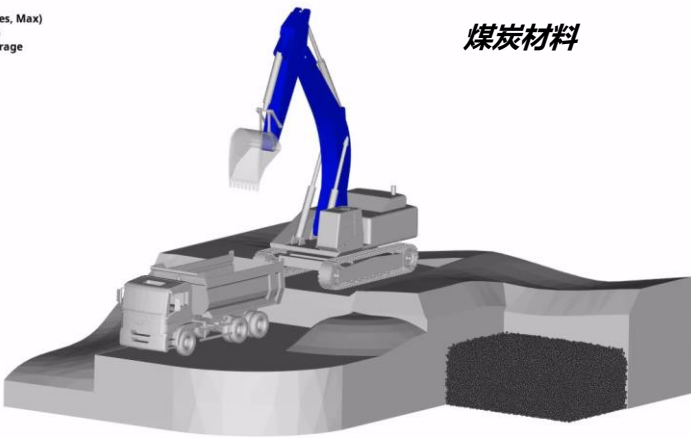
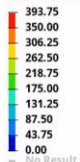
## 铁矿石材料

Contour Plot  
Stress(vonMises, Max)  
Global System  
Advanced Average

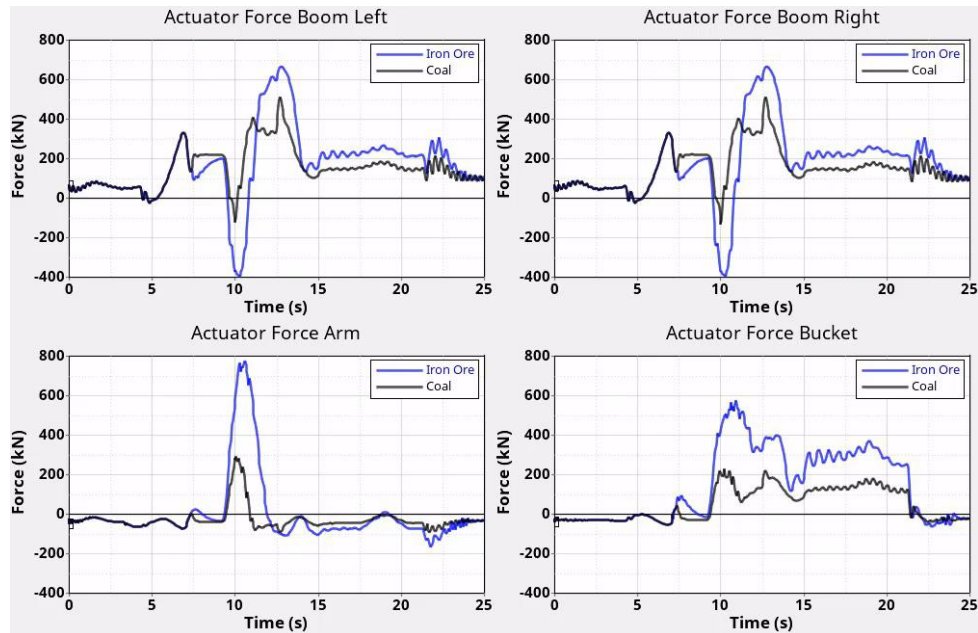


## 煤炭材料

Contour Plot  
Stress(vonMises, Max)  
Global System  
Advanced Average

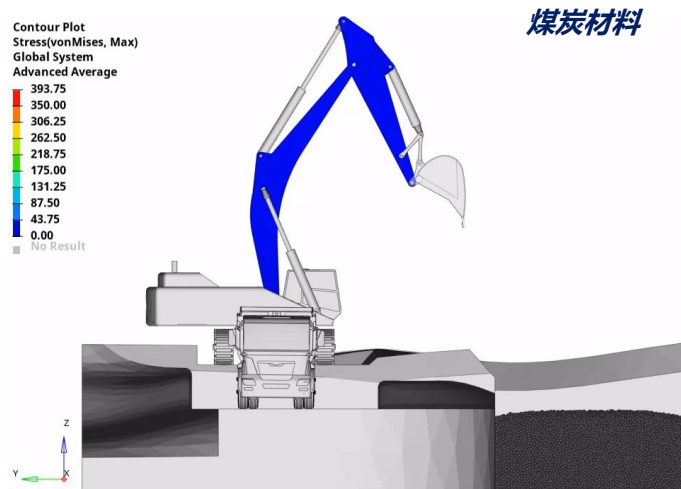
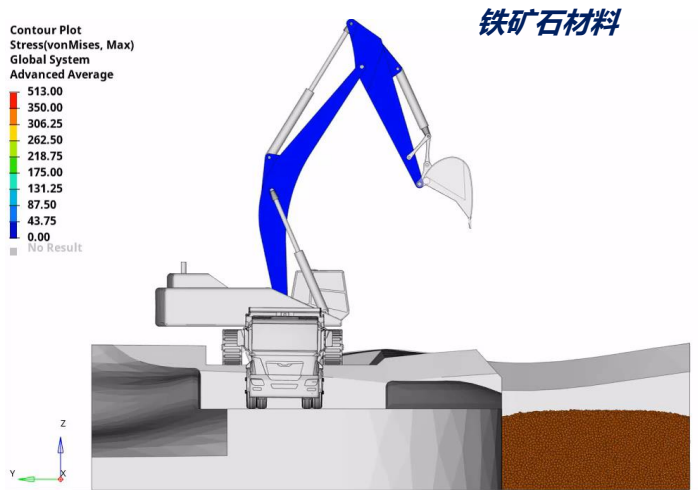


## 不同装载材料下的液压执行器载荷





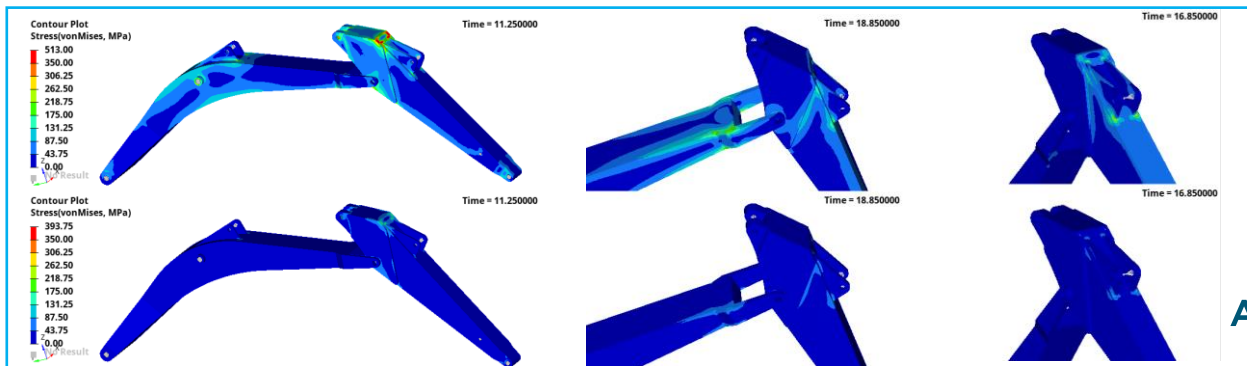
# 高应力区域及疲劳性能评估



应力云图

铁矿石

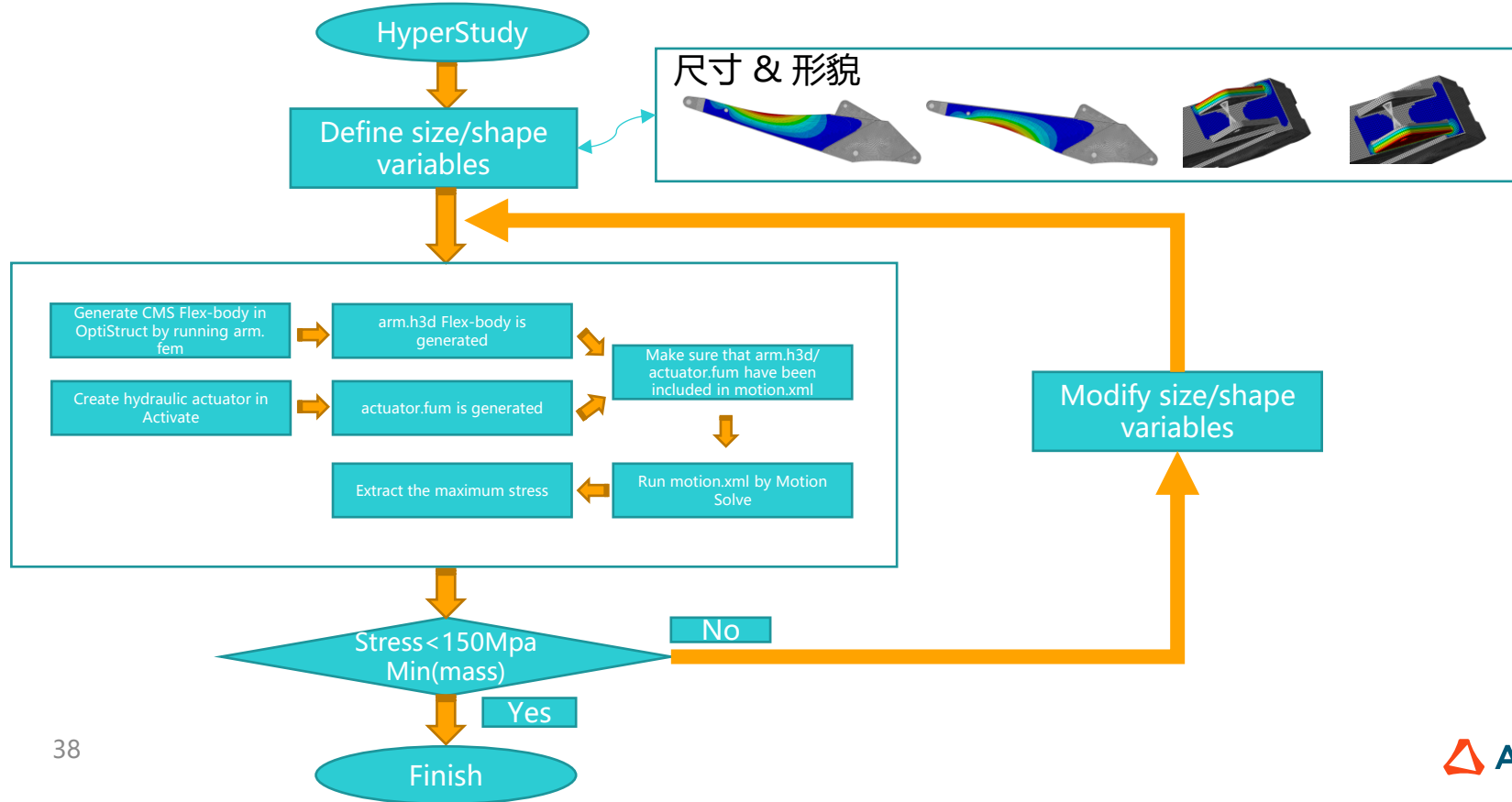
煤炭



ALT AIR

# HyperStudy + OptiStruct + Activate + MotionSolve

## 挖掘机前臂多学科优化流程



# 挖掘机前臂优化前后应力对比

## 优化前

Analysis system

1.884E+02  
1.675E+02  
1.465E+02  
1.256E+02  
1.047E+02  
8.373E+01  
6.280E+01  
4.187E+01  
2.093E+01  
5.750E-14  
No Result  
Max = 1.884E+02  
Flexbody/30104 1037607  
Min = 5.750E-14  
Flexbody/30104 1003430



1037607

Dynamic Max. Value = 0.000

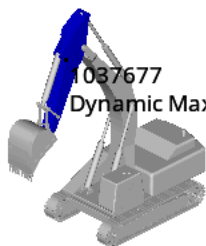
1: MS Model  
Transient : Time = 0.000000 : Frame 1

前臂质量  
1346Kg

## 优化后

Analysis system

1.399E+02  
1.244E+02  
1.088E+02  
9.329E+01  
7.774E+01  
6.219E+01  
4.664E+01  
3.110E+01  
1.555E+01  
1.478E-13  
No Result  
Max = 1.399E+02  
Flexbody/30104 1037677  
Min = 1.478E-13  
Flexbody/30104 1000578



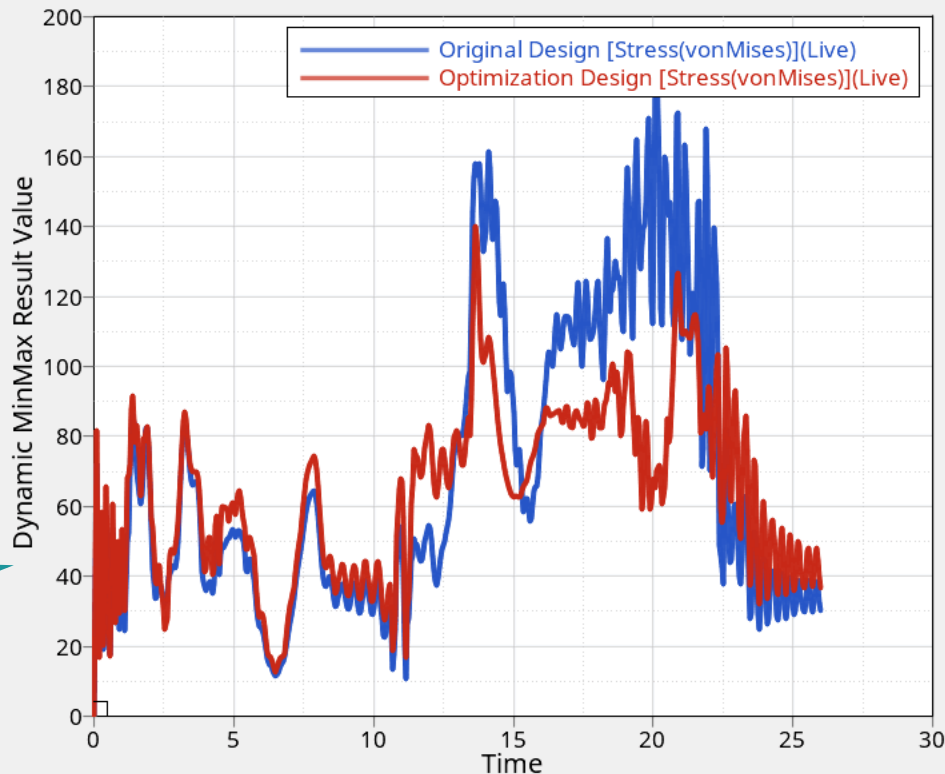
1037677

Dynamic Max. Value = 0.000

1: MS Model  
Transient : Time = 0.000000 : Frame 1

前臂质量  
1234Kg

## Dynamic MinMax Result



挖掘机前臂最大应力随时间变化曲线

感谢您的聆听