



机器人仿真解决方案

深圳市优飞迪科技有限公司
焦万中 18566657914
wzjiao@infedium.com



目录

CONTENTS

01

关于我们
About Us

02

解决方案
Solution

03

合作模式
Cooperation Mode

04

我们的客户
Our Customers



01

关于我们

公司简介 | 业务板块 | 组织架构 | 技术团队

公司简介

Introduction



深圳市优飞迪科技有限公司成立于2010年，总部位于深圳市南山区高新园，是一家立足工业4.0时代，专注于**产品开发平台解决方案**的高科技企业。公司自成立以来，一直致力于引进和应用国际先进数字化制造技术与云计算技术，全力帮助企业实现研发设计方式变革与先进制造革命。目前，公司业务领域涵盖工业仿真咨询、软件开发、软件销售、系统集成等。

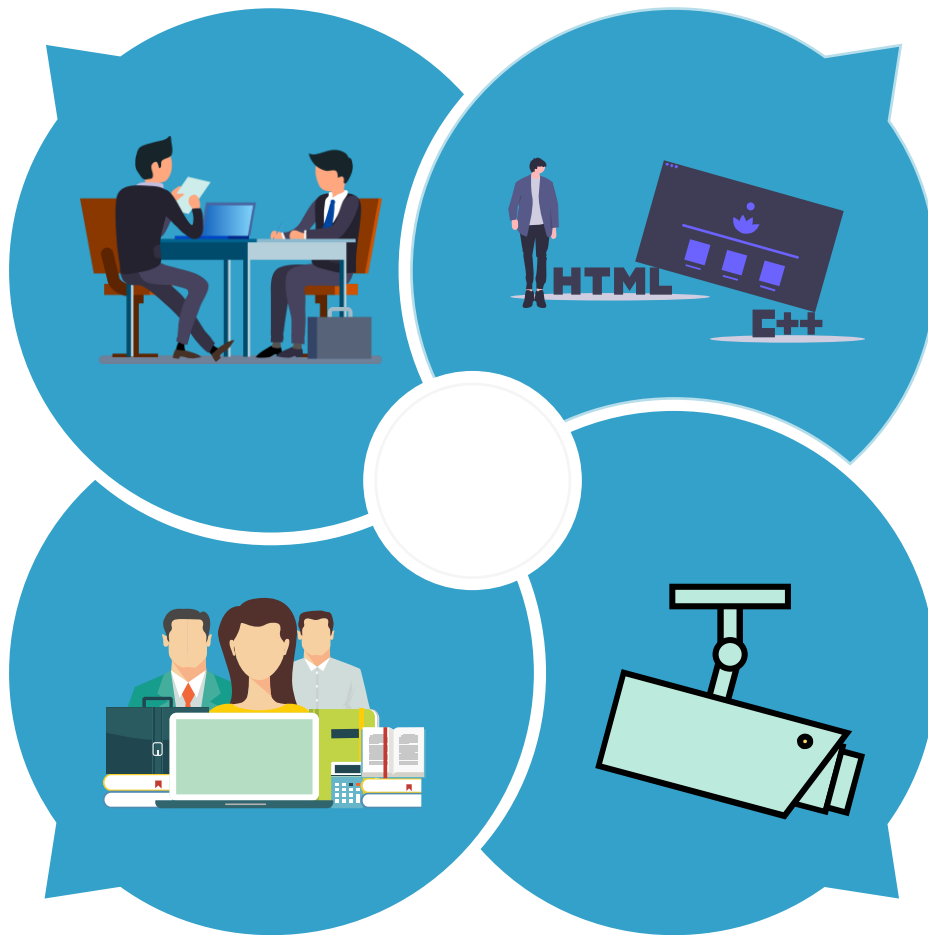
10年来，优飞迪为众多中国500强企业提供专业仿真设计分析、嵌入式软件开发、产品可靠性及信息化建设的综合解决方案与“**全心U+服务**”。目前，优飞迪是华为、中兴、东方红海特卫星、格力、大族激光等知名企业的长期战略合作伙伴。

优飞迪坚持“以人为本”的企业哲学与人才战略，以“**优智中国**”为情怀与梦想。目前，优飞迪技术团队吸引了工业软件领域的国际知名专家以及相关领域资深技术研发人员、归国留学创业人才的加盟。公司的海归派硕士及博士学历人员占比达40%以上。

团结、诚信、敬业、奋斗的优飞迪人，愿与客户以及供应商一道，共创双赢，全心助力企业打造研发核心竞争力并实现“大国品牌”之梦。

仿真咨询

- 仿真分析
- 设计优化



软件开发

- CAE软件开发
- GUI界面开发

软件销售

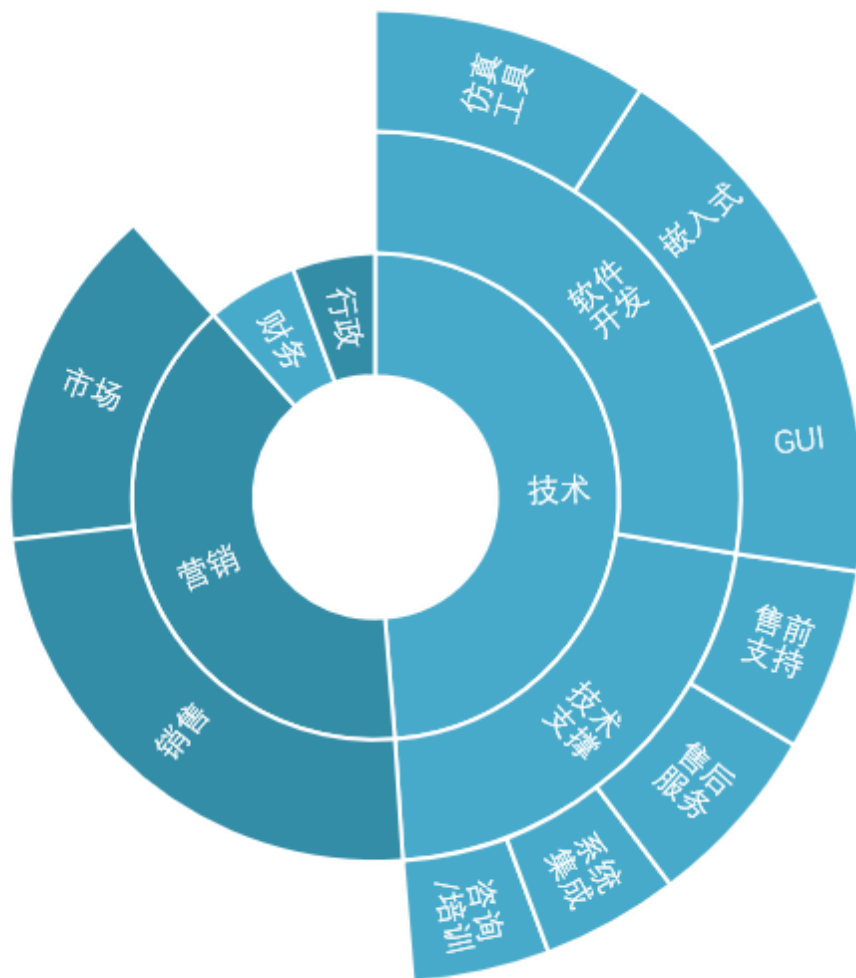
- CAE软件
- GUI软件

系统集成

- 软硬件一体化解决方案

组织架构

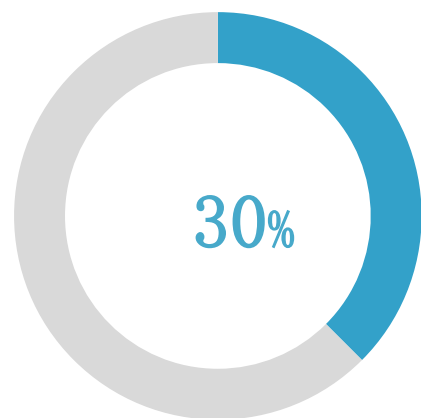
Company Structure



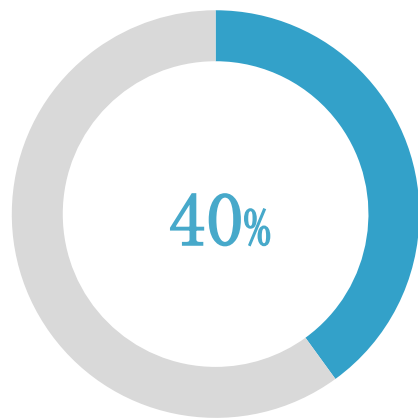


技术团队

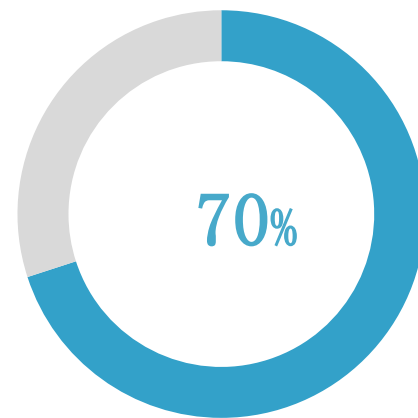
Technical Team



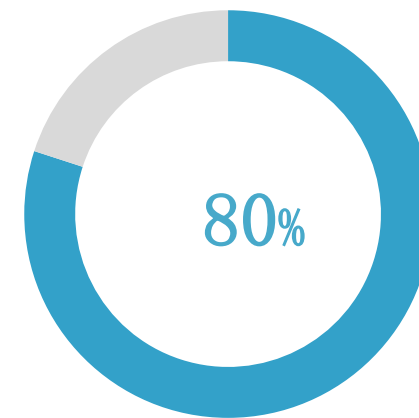
博士



海外留学



硕士



985/211



02

解决方案

仿真需求 | 分析流程 | 经典案例

机构运动特性分析及优化 — 机器人产品的工作功能是通过机构运动来实现的，因此对其进行机构运动特性分析和优化是检验产品性能，优化产品设计的有效方法。通过建立机器人产品的功能化数字样机，可以对机器人产品进行如下分析：

- ✓ 整机运动协调性
- ✓ 零部件运动轨迹、工作范围
- ✓ 工作过程零部件受力分析
- ✓ 定位精度、工作精度分析
- ✓ 刚弹耦合分析，工作过程中关键部件变形、精度影响分析
- ✓ 机构设计方案比较和参数优化

结构动特性分析 — 结构动特性是影响工业机器人产品性能的一个重要指标。工作条件下工作频率是否远离系统的固有频率，是否发生共振，机器人产品的动特性分析包括：

- ✓ 零部件和整机的模态分析
- ✓ 工作过程的瞬态响应分析
- ✓ 零部件动特性匹配：频率响应分析
- ✓ 接合面动刚度、阻尼特性

结构强度、刚度分析 — 结构强度、刚度是机器人产品的基本要求，分析内容包括：

- ✓ 零部件和整机产品的强度、刚度
- ✓ 部件和整机装配连接分析(螺栓连接和预紧、装配应力，接触应力)

结构优化分析 — 优化产品结构是降低产品成本、提高产品性能的有效方法。对于机器人产品，可以进行的优化有：

- ✓ 满足设计要求的材料参数优化
- ✓ 节省材料的构架结构截面尺寸优化
- ✓ 零部件最优结构形式的拓扑形状优化
- ✓ 满足强度、模态、动响应等多学科要求的多学科优化

疲劳寿命分析及优化 — 准确预测和合理设计零部件的疲劳寿命对于预防事故、降低产品成本和提升产品质量具有十分重要的意义。机器人产品的疲劳分析及优化包括：

- ✓ 疲劳载荷谱的编制
- ✓ 零部件和整机的疲劳强度计算
- ✓ 零部件和整机的疲劳寿命预测
- ✓ 疲劳灵敏度分析及优化

控制系统特性分析及优化 — 液压系统和气动系统是机器人产品主要的运动控制系统，直接控制着机器人产品的运动。控制系统的性能直接影响机器人的工作性能。控制系统特性分析和优化包括：

- ✓ 液压/机构的耦合作用对整机的影响
- ✓ 执行机构的受控运动和对电液系统的反馈
- ✓ 液压系统动力源、管路的能量损失和压力波动
- ✓ 阀和执行环节的动态响应
- ✓ 液压油特性和流动状态的变化，液压油温度变化
- ✓ 部件参数对整体系统性能的影响

多学科耦合分析 — 机器人是集成结构、液压、电气、控制、运动等多学科耦合的机电液一体化复杂产品。其中结构、机构运动、液压控制等具有较强的交互作用，需对其进行多学科耦合分析。包括：

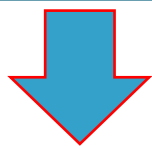
- ✓ 刚-弹耦合分析，
- ✓ 运动-控制联合分析，运动系统和控制系统的耦合
- ✓ 结构-运动-疲劳一体化分析

仿真需求 — 仿真技术在机器人研发各个阶段的应用

Simulation Demands

概念系统方案设计阶段:

利用Adams建立参数化模型，确定臂长，机械臂的重量设计要求，电机及减速箱选型，电机加速和减速曲线要求。



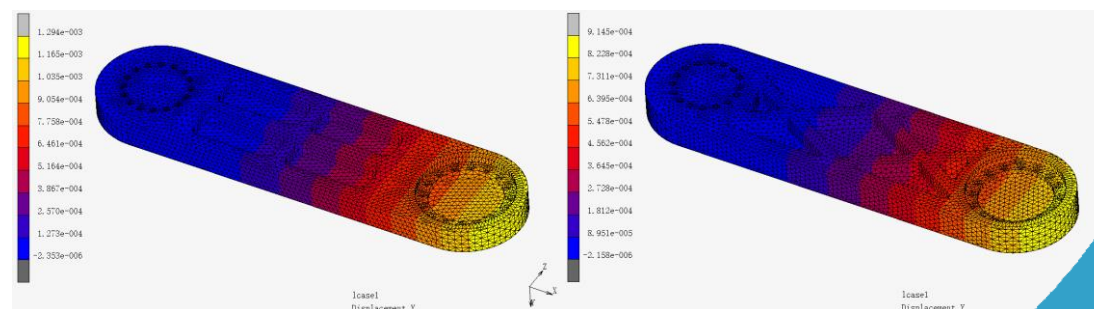
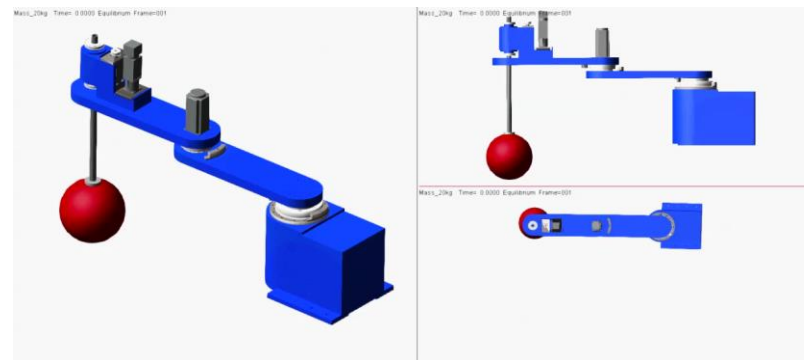
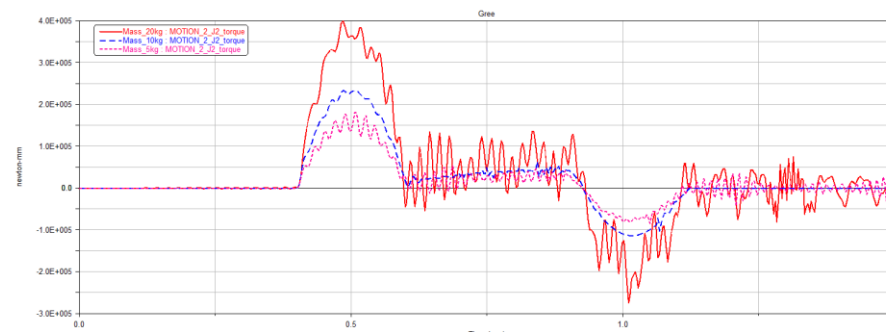
详细设计阶段:

利用Nastran优化结构，底座、机械臂的结构的刚度质量比最大化。利用Adams和Nastran进行刚弹耦合分析，确定夹持、摆动等各个工况，夹持终端的振动情况。



系统优化阶段:

通过振幅、电机输出扭矩等来验证整机的性能是否达到设计要求，后一阶段可以输入实际的电机转速曲线或利用Adams和Matlab的联合仿真来进行控制系统和机械系统的匹配分析。



从CAD导入几何



执行瞬态动力学仿真以进行载荷预测



集成部件柔性



振动分析以避免共振



多体动力学-控制系统集成以评估控制算法

分析流程 — 从CAD导入几何

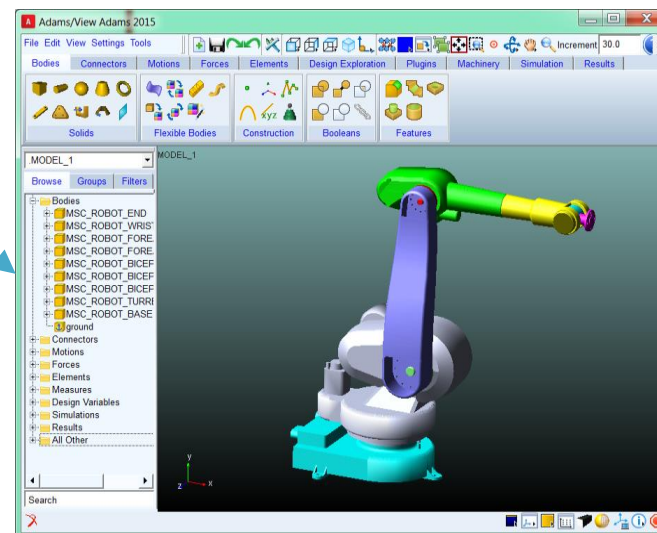
Simulation Process



CAD几何

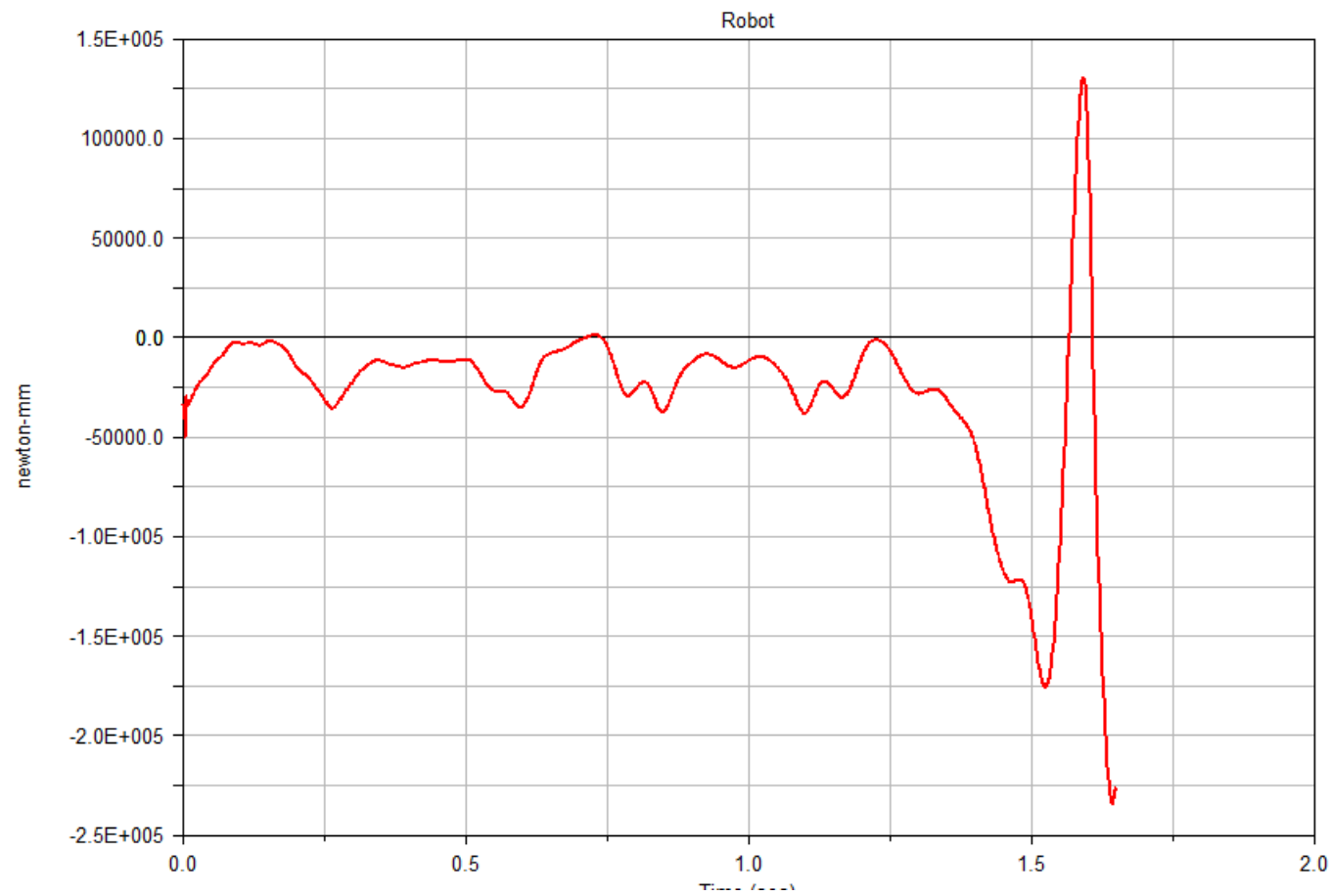
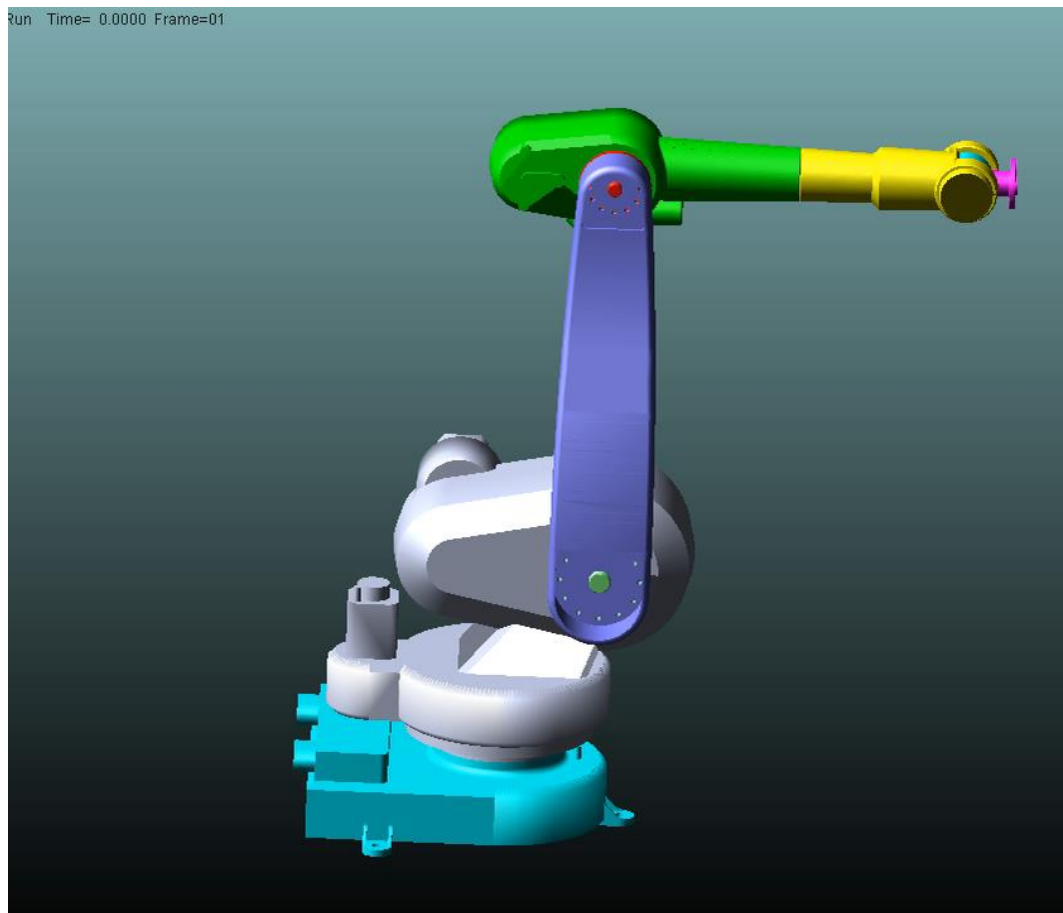
导入几何，添加约束、作用力和驱动，定义质量属性。

Adams 模型



分析流程 — 执行瞬态动力学仿真以进行载荷预测（动画可播放）

Simulation Process



分析流程 — 集成部件柔性

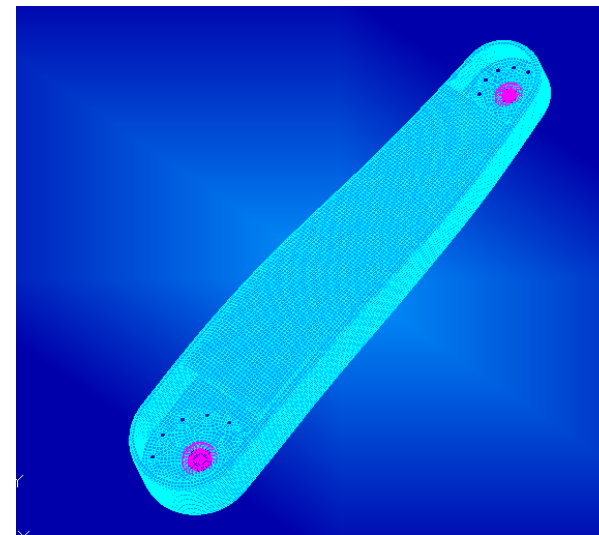
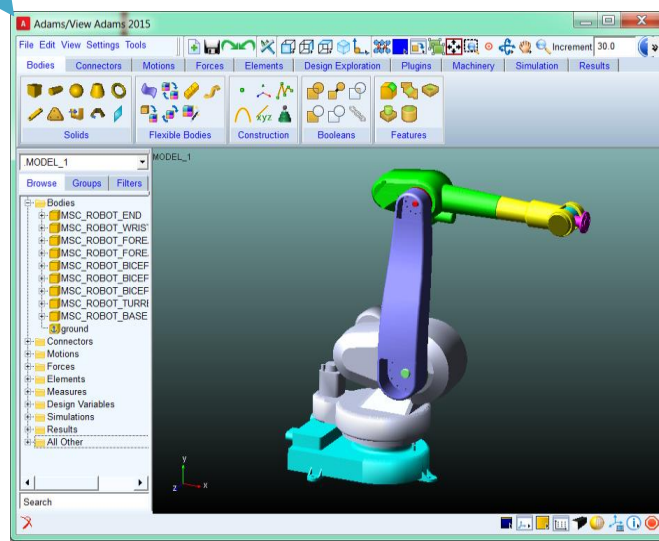
Simulation Process



CAD几何

导入几何，添加约束、作用力和驱动，定义质量属性。

Adams 模型

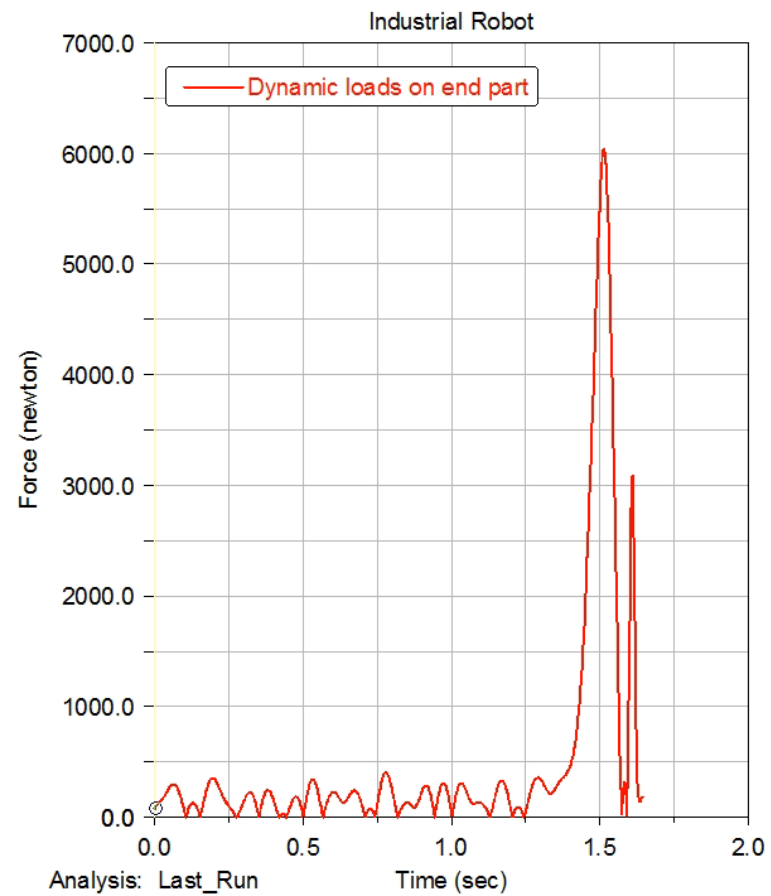
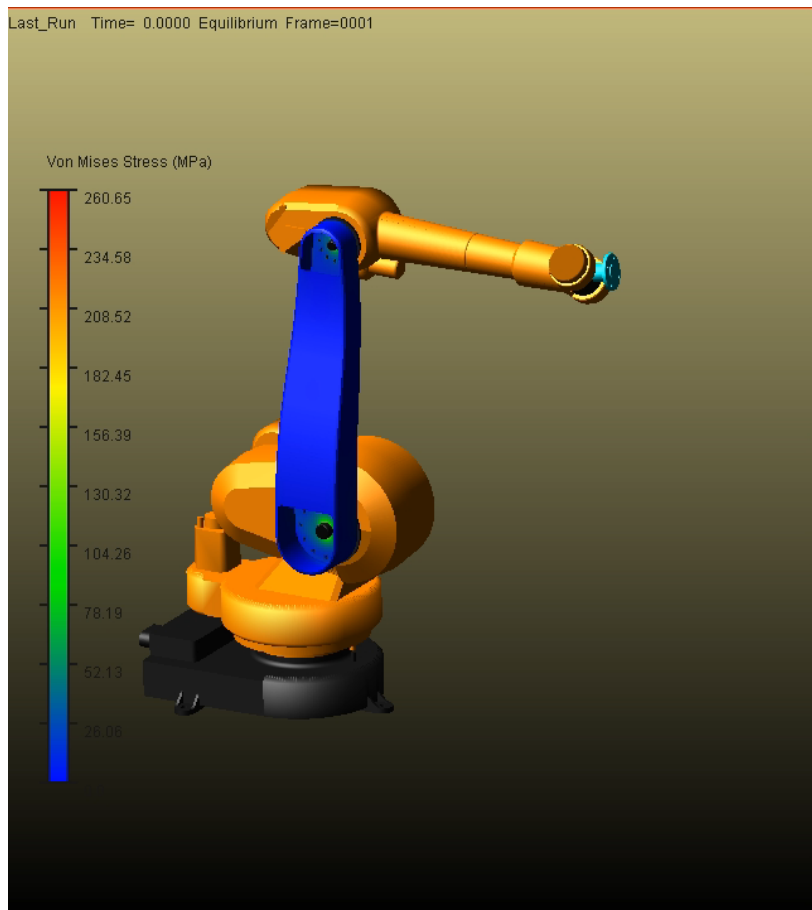


FEA

导入MNF文件

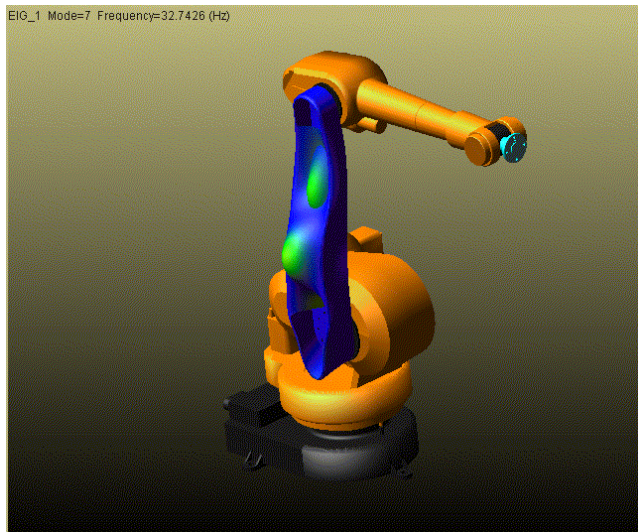
分析流程 — 集成部件柔性（动画可播放）

Simulation Process

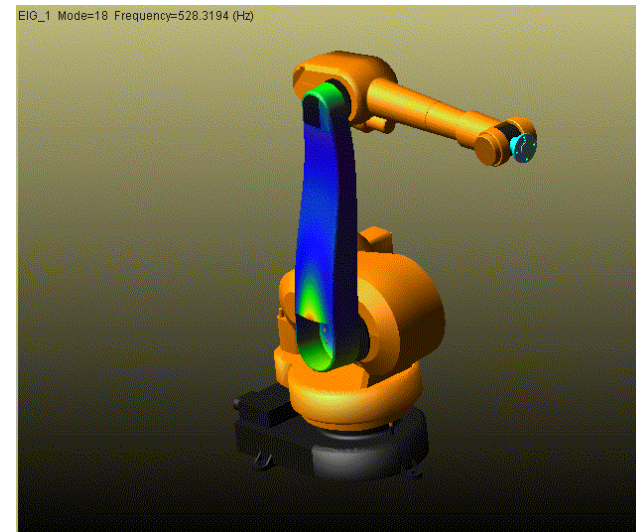


分析流程 — 振动分析以避免共振（动画可播放）

Simulation Process



Mode number:7/29
Natural Frequency: 1178.3 Hz



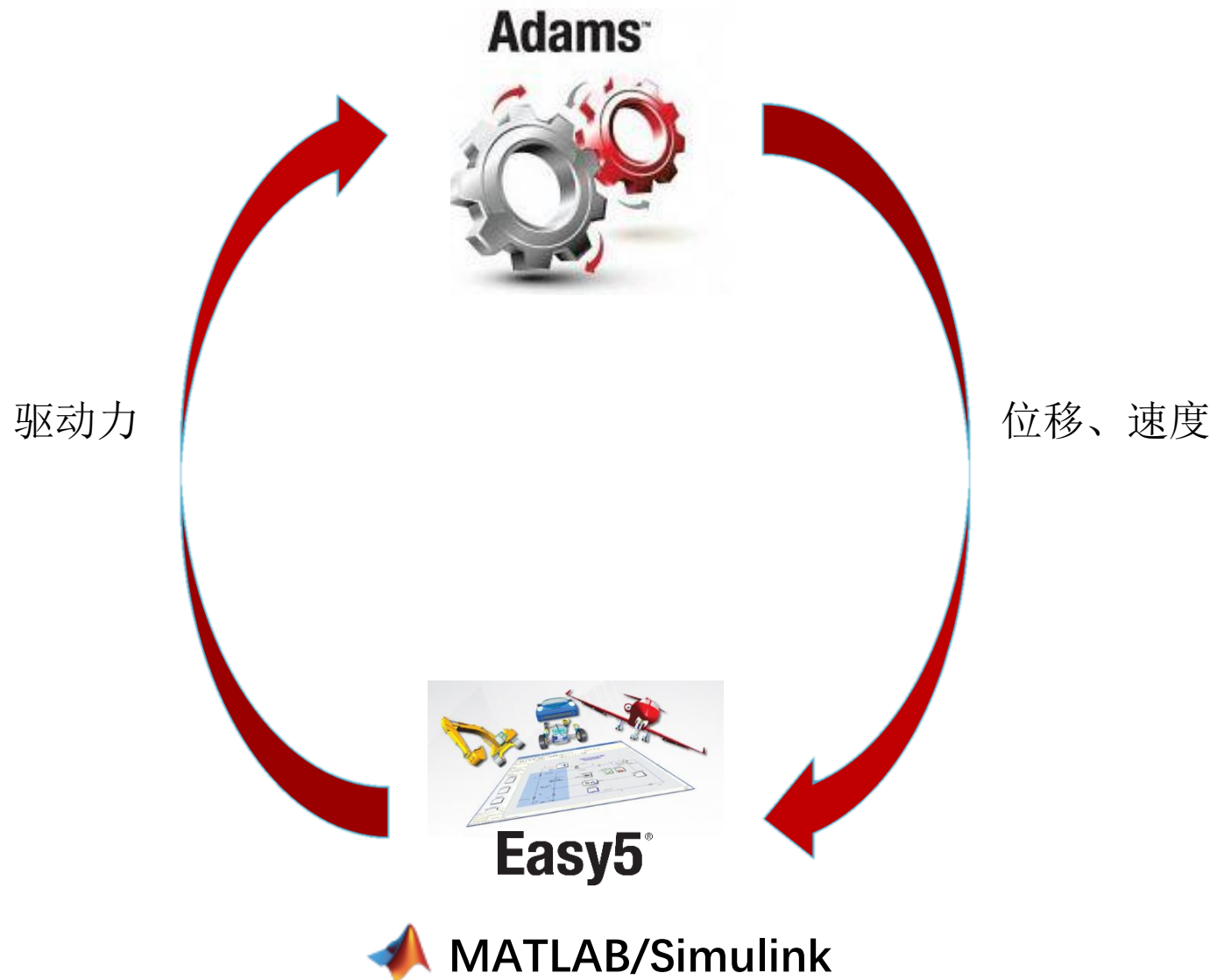
Mode number:18/29
Natural Frequency: 534.7 Hz



Mode number:27/29
Natural Frequency: 1567.8 Hz

分析流程 — 多体动力学-控制系统集成以评估控制算法

Simulation Process



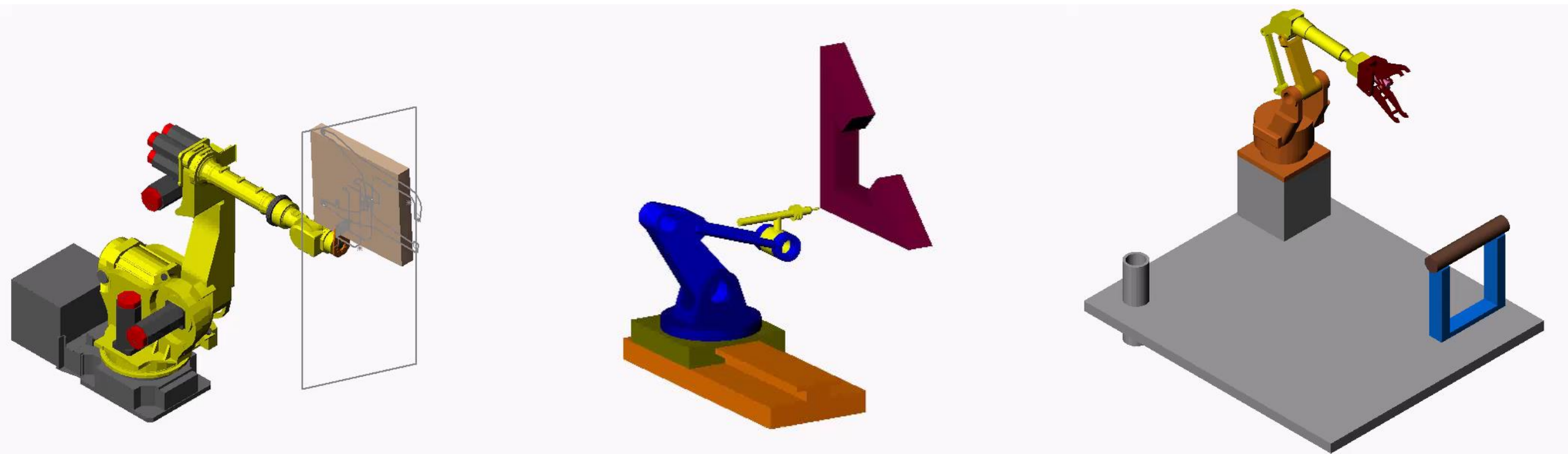
分析流程 — 多体动力学-控制系统集成以评估控制算法（操作演示动画）

Simulation Process



经典案例 — 机器人运动特性分析（动画可播放）

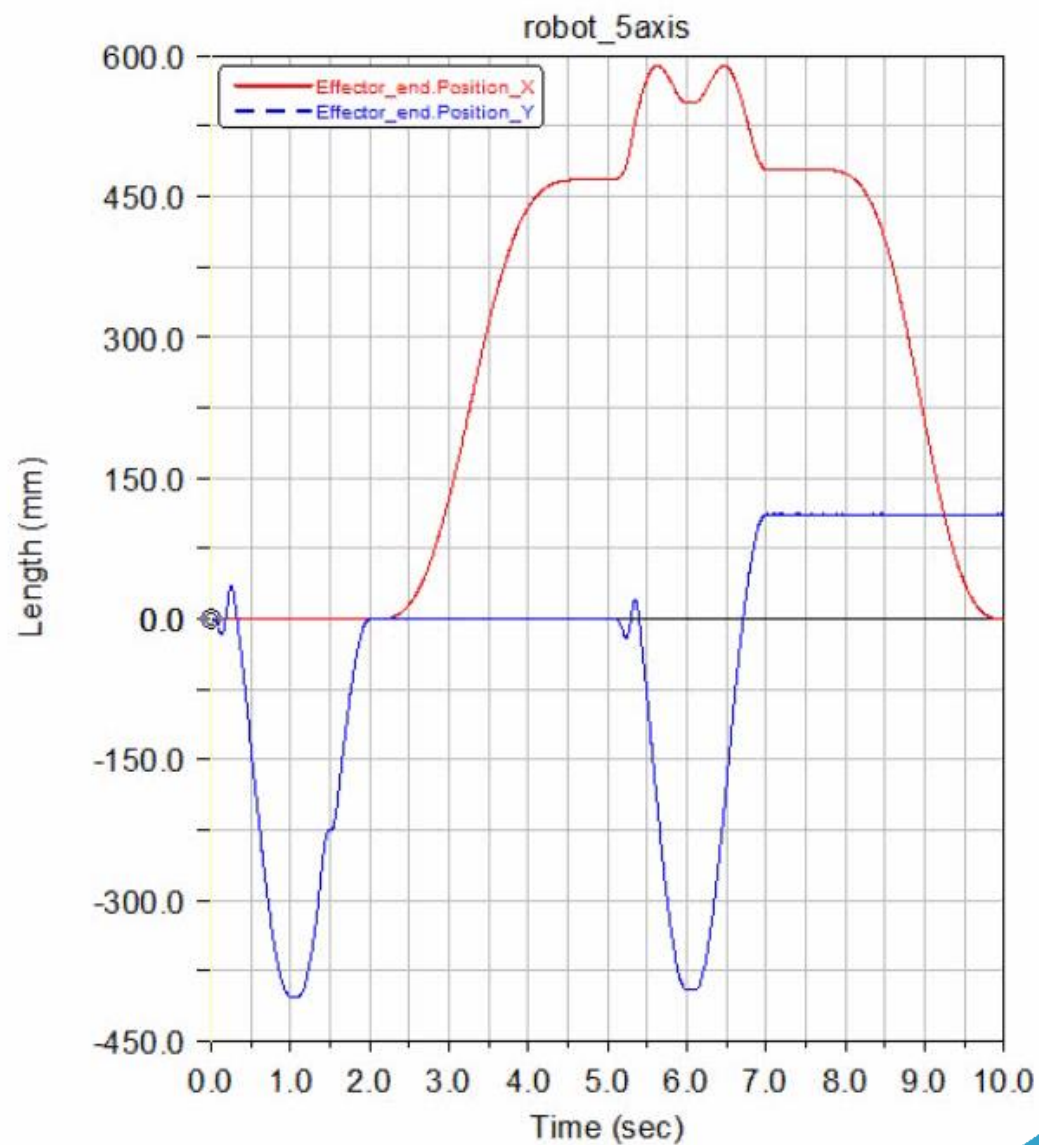
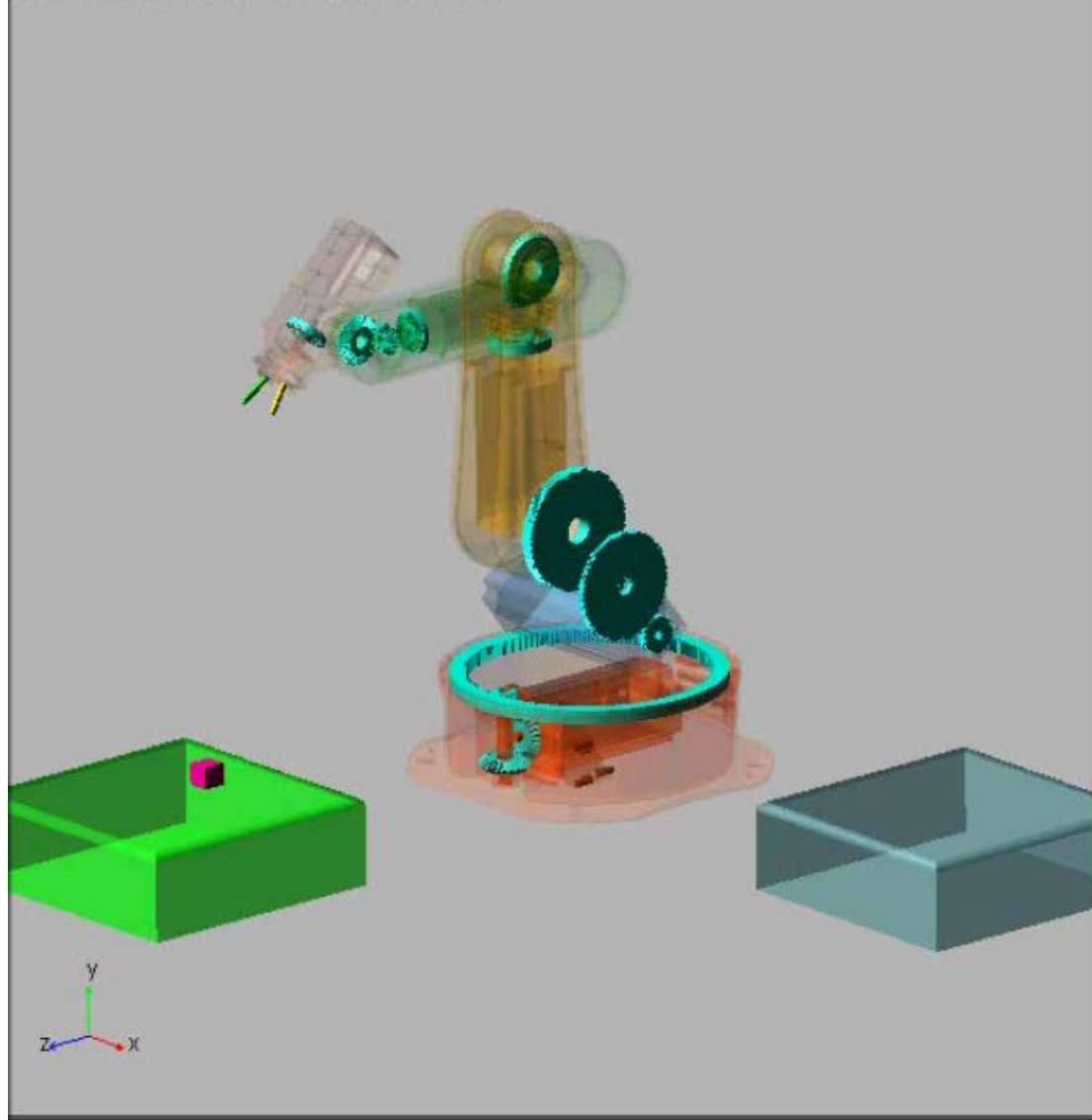
Classic Cases



经典案例 — 齿隙引起的晃动效应（动画可播放）

Classic Cases

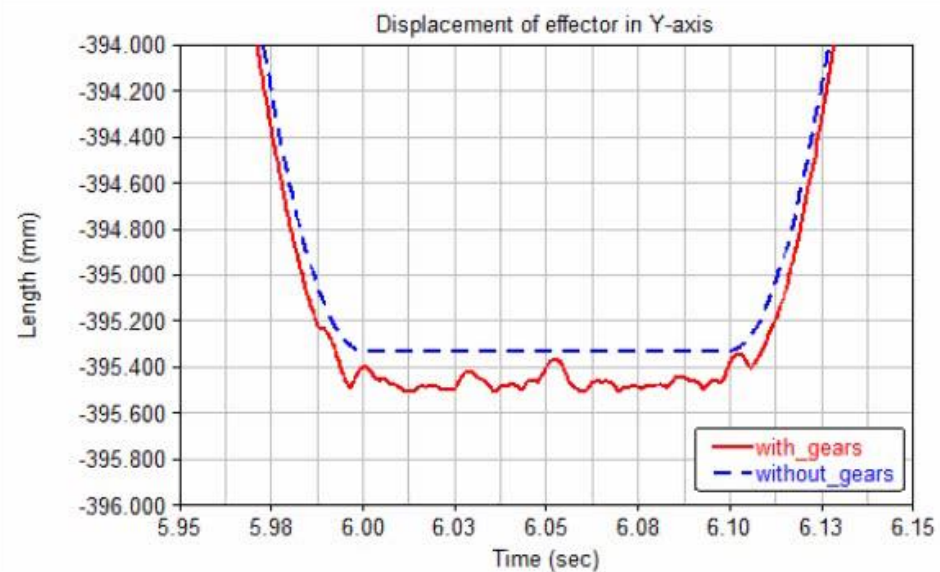
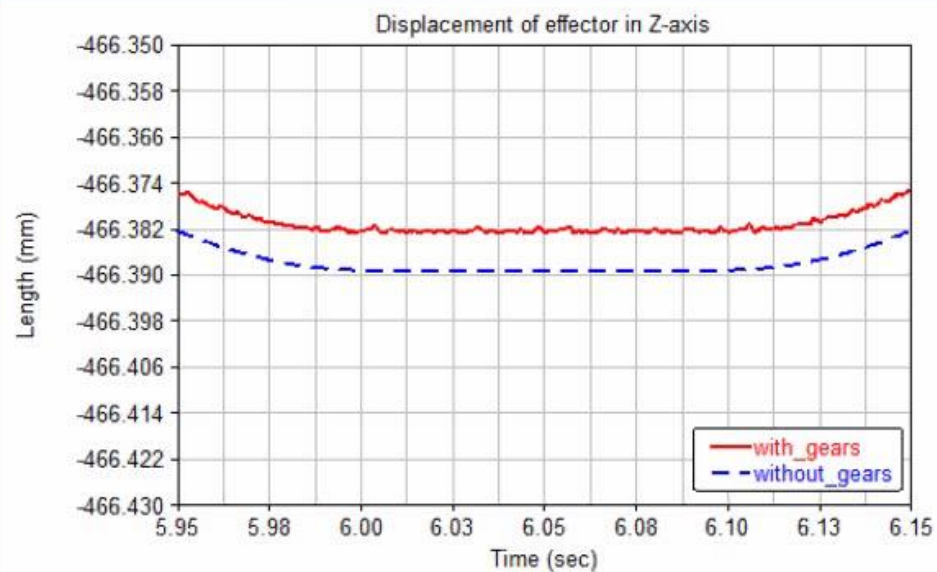
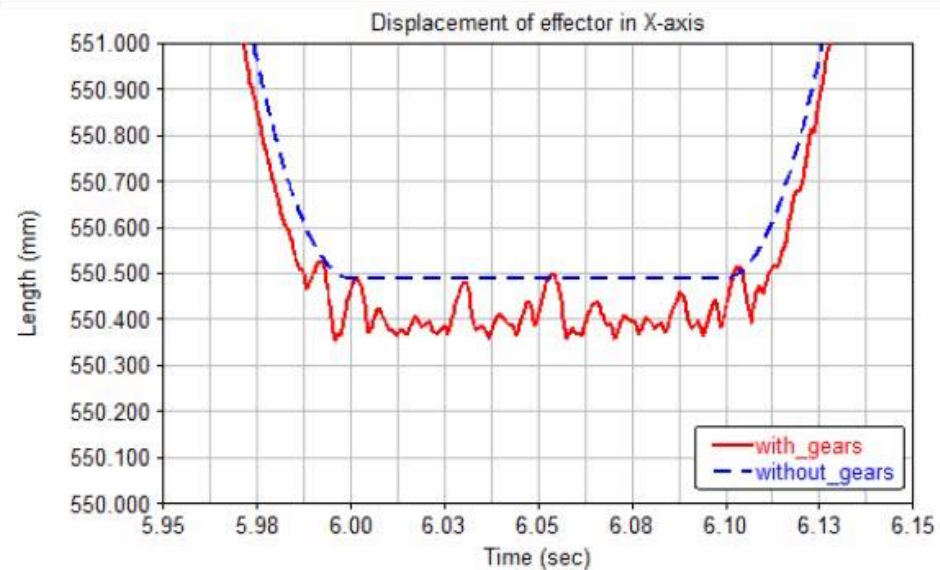
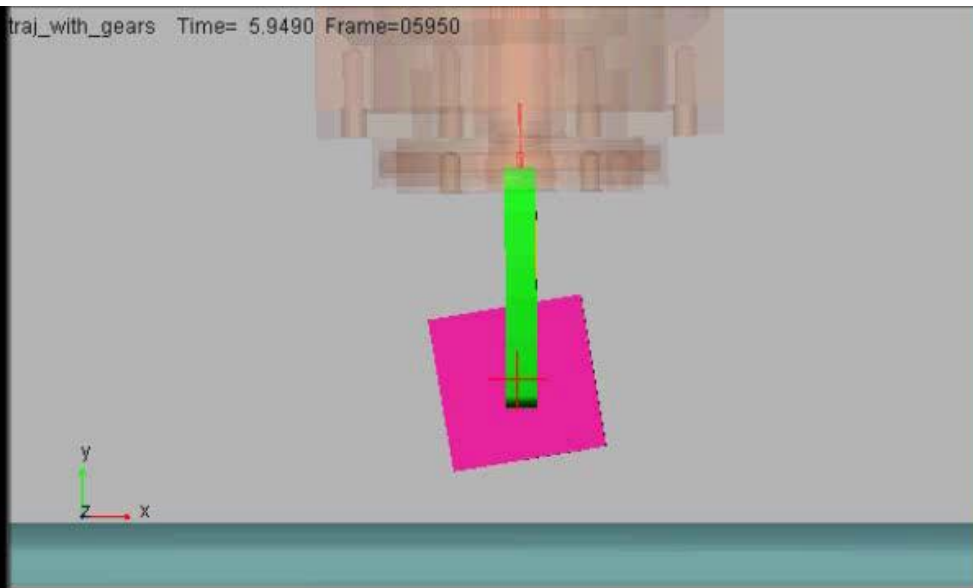
traj_with_gears Time= 0.0000 Frame=00001



经典案例 — 齿隙引起的晃动效应（动画可播放）

Classic Cases

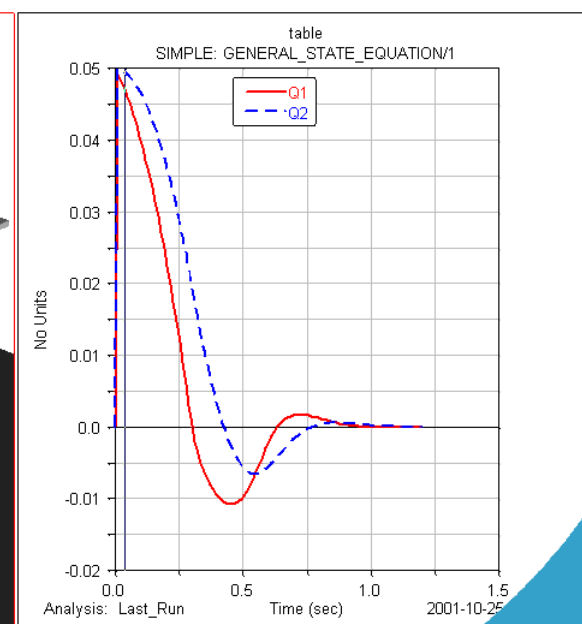
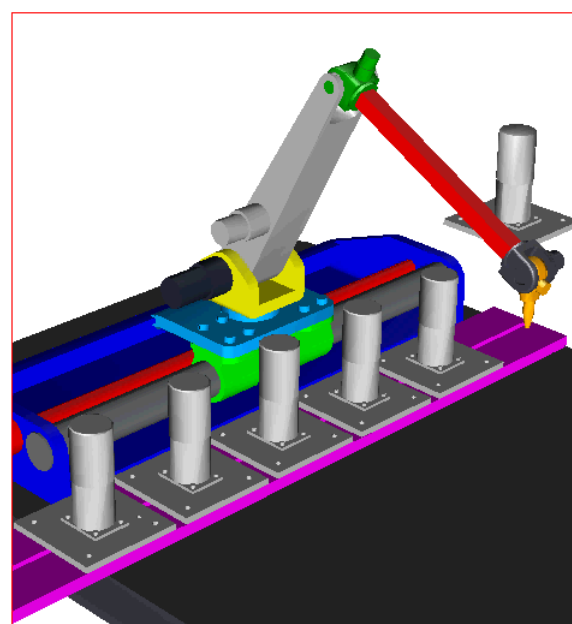
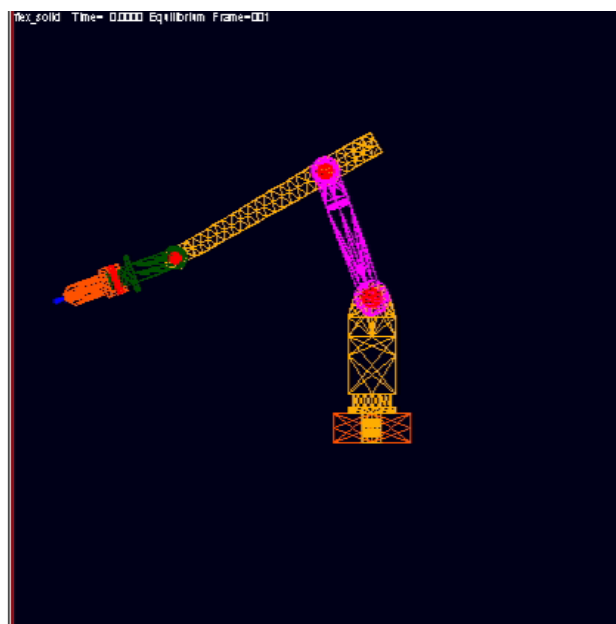
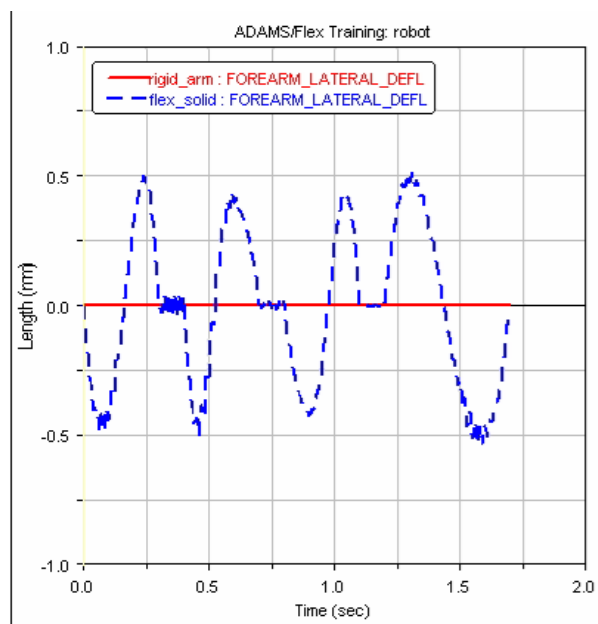
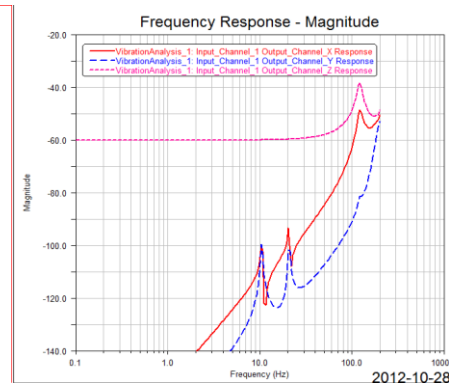
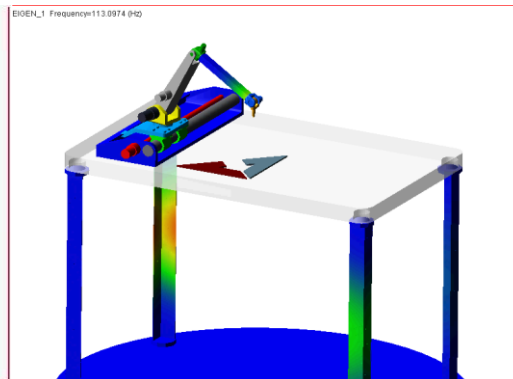
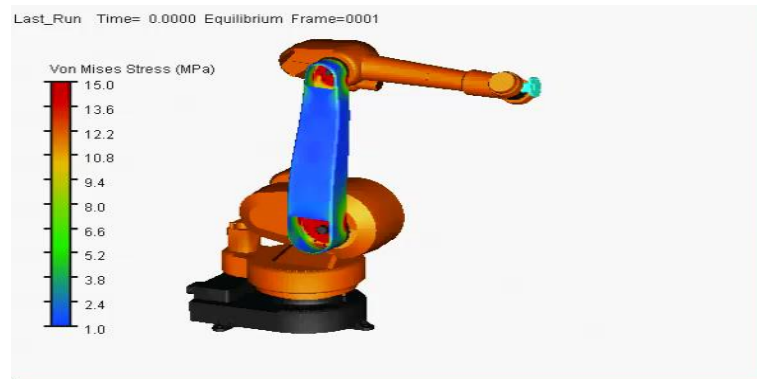
traj_with_gears Time= 5.9490 Frame=05950



经典案例 — 机器人动特性分析（动画可播放）

Classic Cases

- 机器人的作业轨迹
- 整机各姿态的固有频率分析
- 作业机构工作状态下的振动幅度
- 结构件的疲劳寿命
- 整机工作状态下的频率响应分析



经典案例 — 关键部件的优化设计

Classic Cases

- 各关节臂的结构强度优化
- 各关节臂的机构刚度优化
- 各关节臂的动态频率匹配
- 桁架结构的强度优化
- 桁架结构的刚度优化
- 桁架结构的动态频率匹配
- 整机结构的减重设计

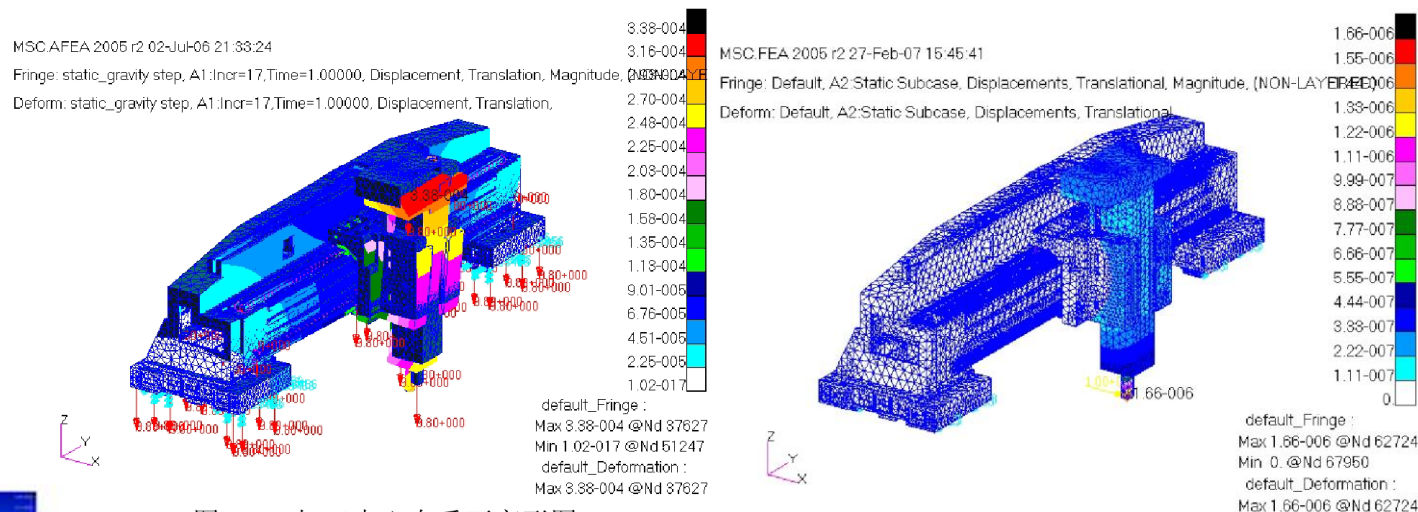
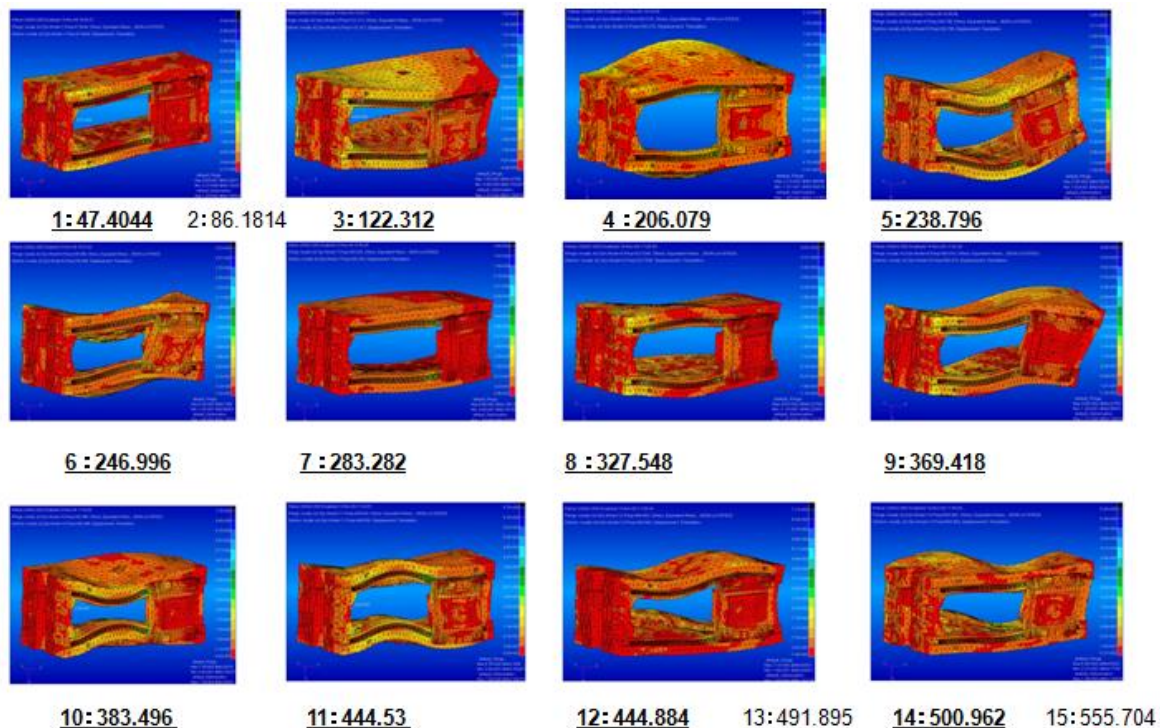
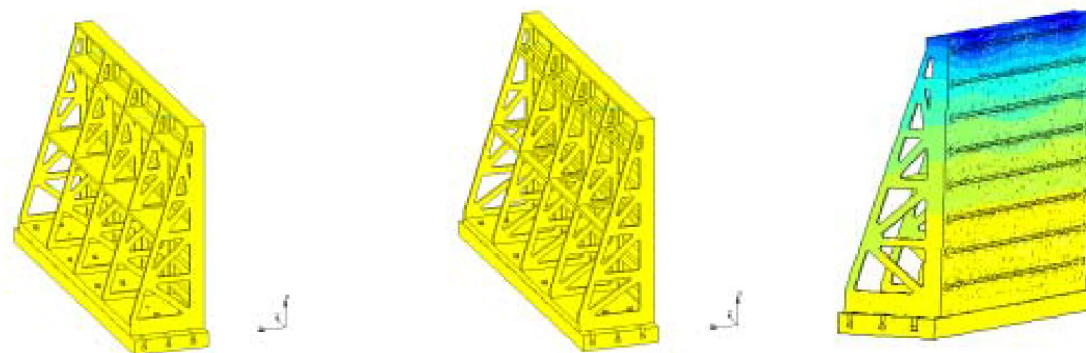


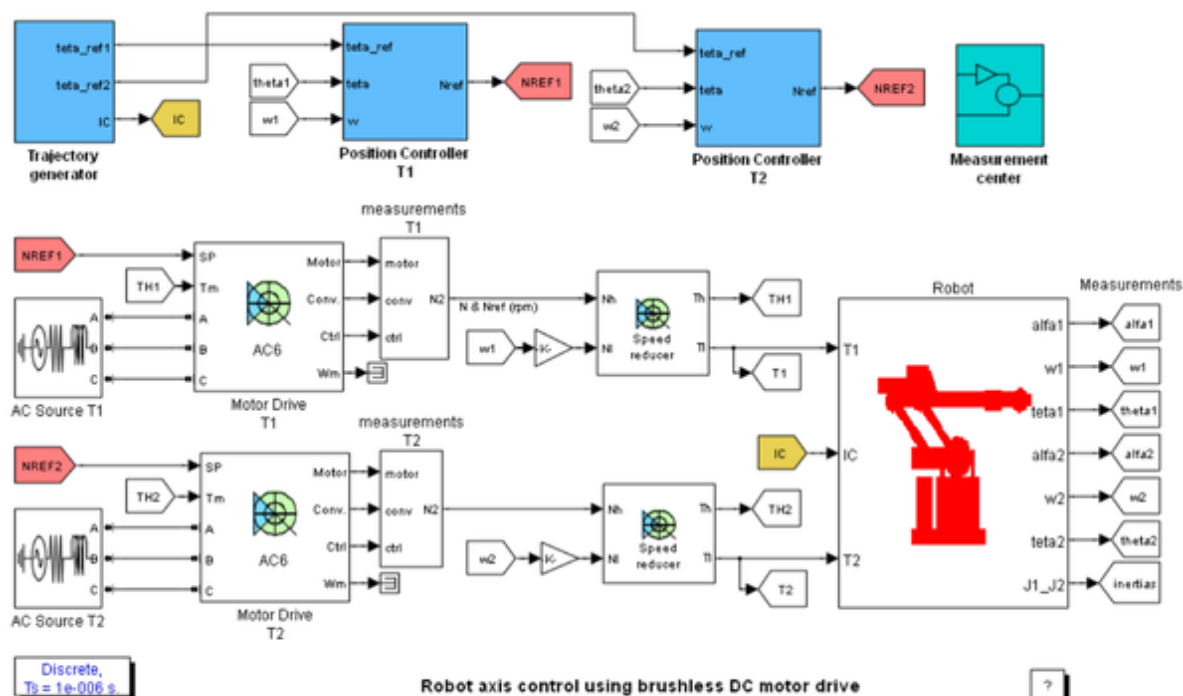
图 4-7 加工中心自重下变形图



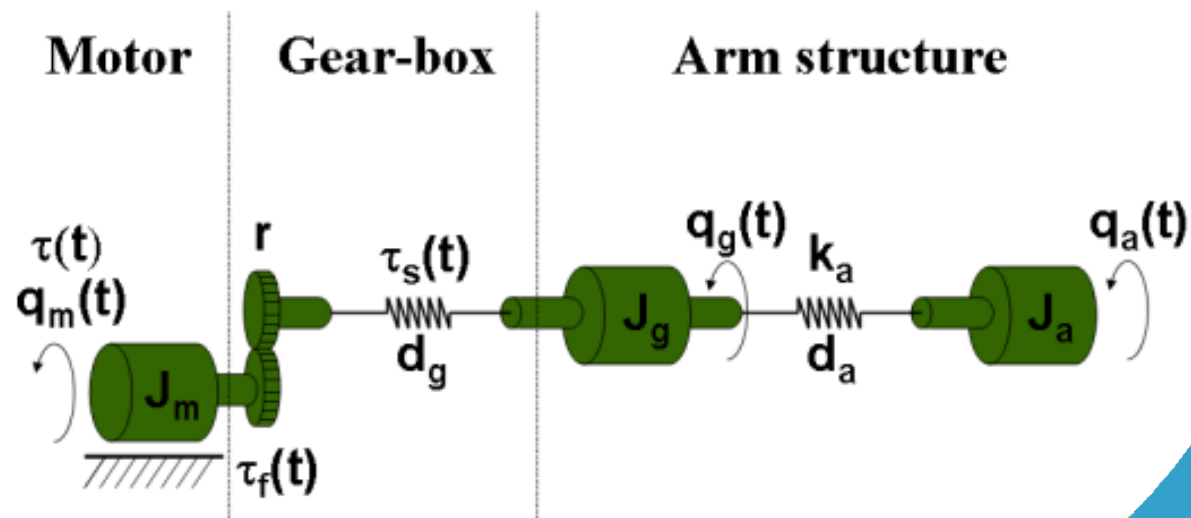
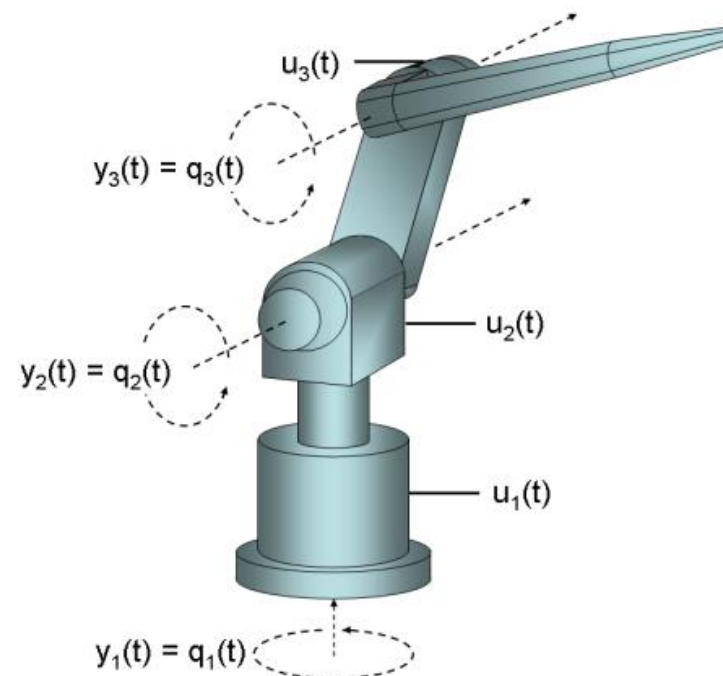
经典案例 — 控制系统匹配

Classic Cases

- 研究控制系统与整机的动态特性匹配
- 控制算法是否能驱动机器人进行合理的做动
- 适用于开环控制及闭环控制系统

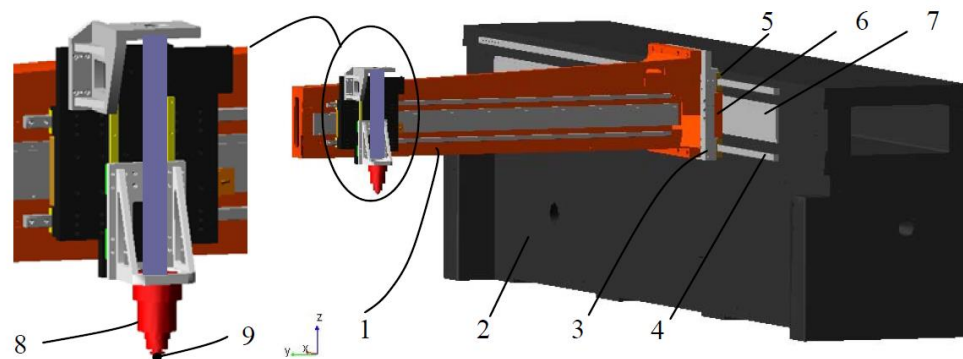


The 'Ts' parameter used in this model is set to 1e-6 by the Model Properties Callbacks



经典案例 — 大功率高速悬臂激光切割机动态精度分析

Classic Cases



1—悬臂, 2—床身, 3—滑板, 4—X 向导轨, 5—滑块, 6—X 向直线电机定子, 7—X 向直线电机定子, 8—切割头, 9—Marker_191

图 2 虚拟样机

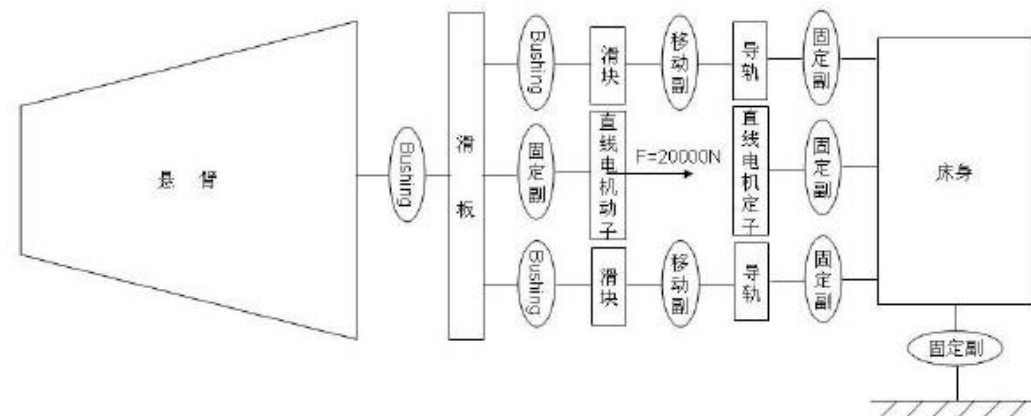
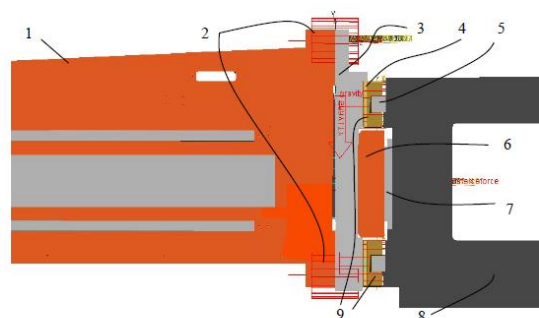
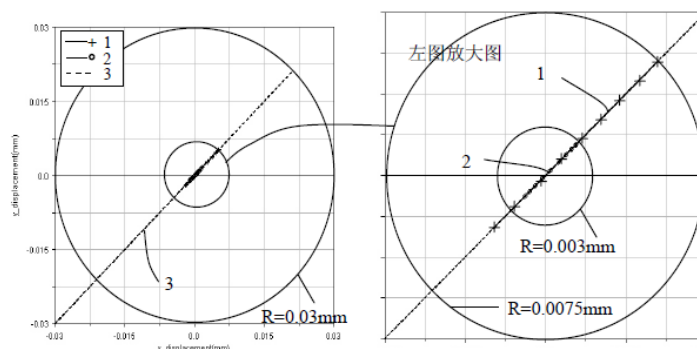


图 3 主要构件间约束及载荷



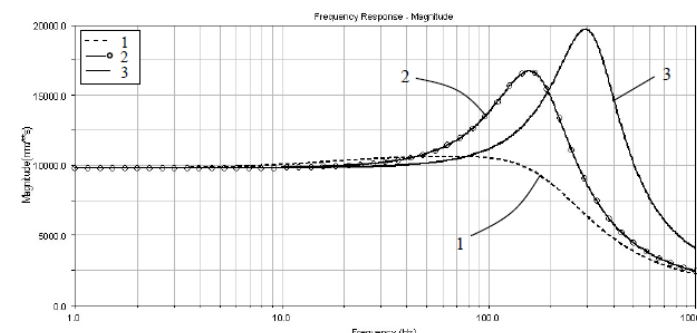
1—悬臂, 2—滑块与滑板连接 Bushing, 3—滑板, 4—滑块, 5—X 向导轨, 6—X 向直线电机定子, 7—X 向直线电机定子, 8—床身, 9—悬臂与滑板连接 Bushing

图 4 结合部连接示意图



1—初始数据, 2—改进 1, 3—改进 2

图 8 切割头动态精度



1—改进 2, 2—初始数据, 3—改进 1

图 9 切割头振动响应

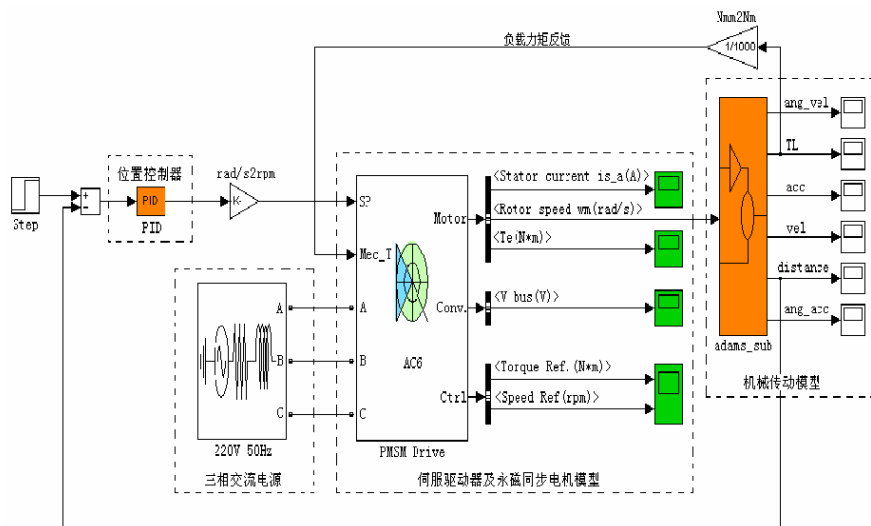
分析滑块结合部刚度对切割头动态精度的影响, 通过改变滑块与滑板间Bushing的移动刚度和转动刚度值, 分析切割头端点 (Marker_191, 见图2) 相对滑块质心X、Y方向的位移。

经典案例

— 数控机床动态性能研究

Classic Cases

- 根据电机传动方程： $T_e = J \times (dw/dt) + T_L$ 建立伺服驱动与机械模型之间的信号连接，式中 $J \times (dw/dt)$ 为电机轴连同机械传动模型运动部分的动态转矩； T_L 为机械传动部分的负载力矩，主要体现为运动导轨上的摩擦力矩。伺服驱动模型输出给机械传动模型的控制量为电机转速（单位为rad/s）；机械传动模型输出的负载力矩 T_L 的单位为N-mm应转化为标准单位N-m；机械传动模型输出的位移distance的单位为mm。



(a) 位置伺服系统 MATLAB/SIMULINK 模型

控制系统主要由位置控制器、伺服驱动器、伺服电机位置检测元件几个部分构成。



图 1 六轴数控钻孔机产品

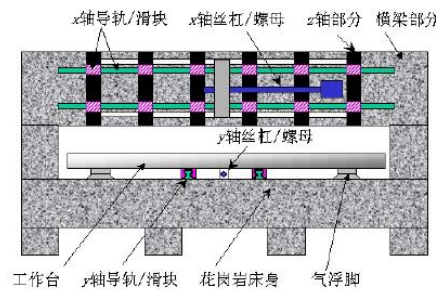


图 2 六轴数控钻机结构示意图

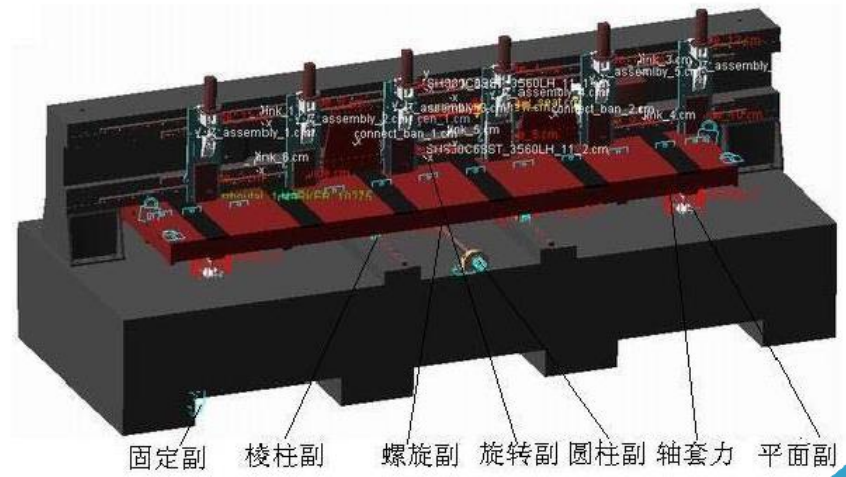
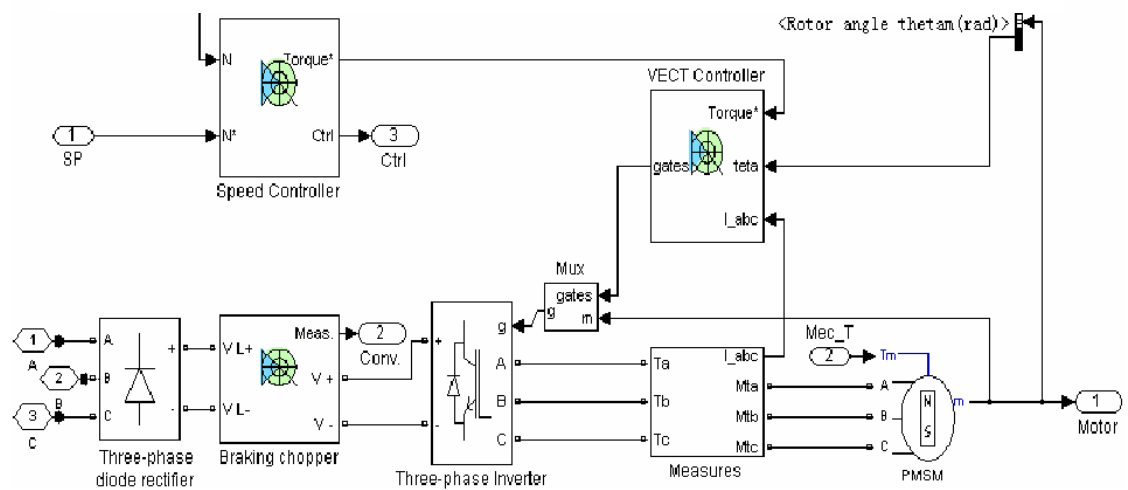


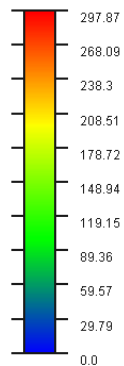
图 3 机械模块虚拟样机模型

经典案例 — 液压机床多学科一体化分析

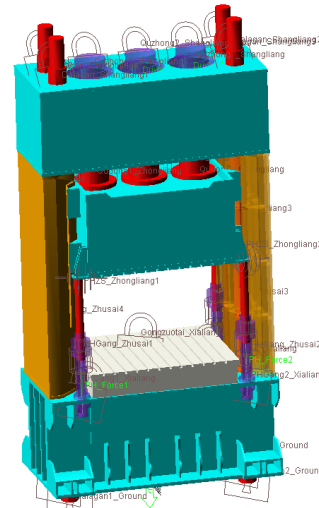
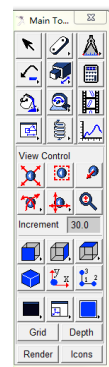
Classic Cases

Last_Run Time= 0.0000 Equilibrium Frame=01

Von Mises Stress (MPa)

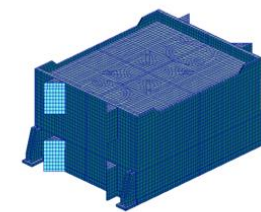


Press4000_Rigid



a) 上横梁网格

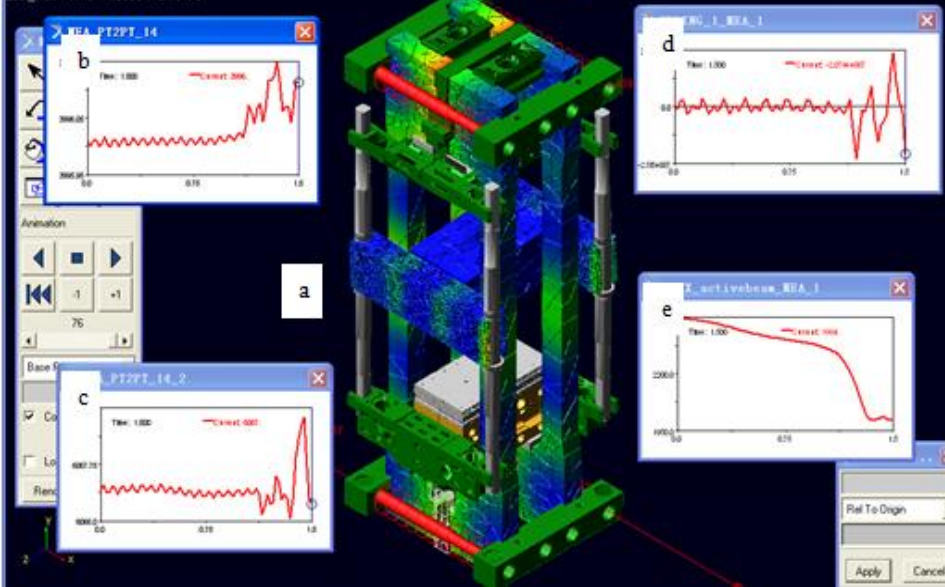
b) 大拉杆网格



c) 立柱网格

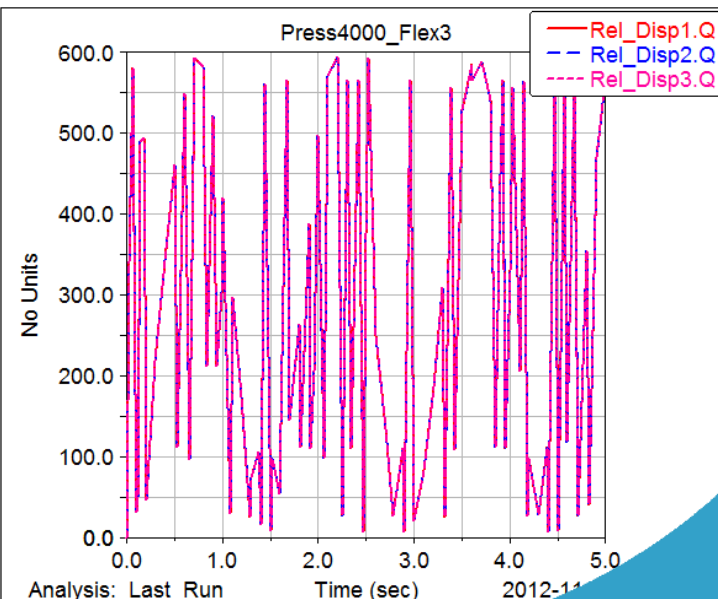
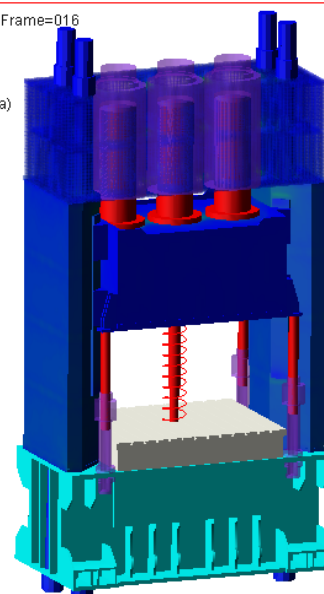
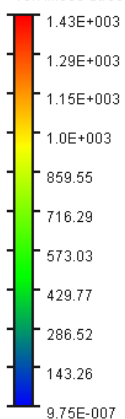
d) 滑块网格

Last_Run Time= 1.5000 Frame=76



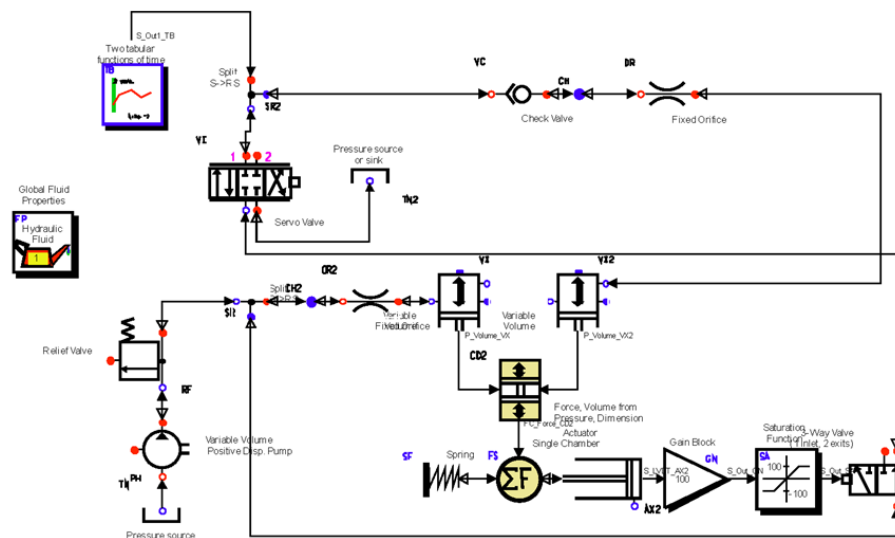
Last_Run Time= 0.6579 Frame=016

Von Mises Stress (MPa)

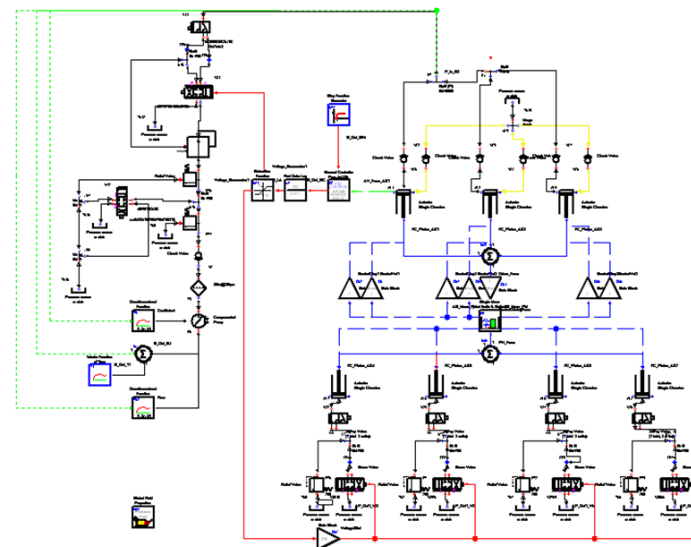


经典案例 — 液压机床多学科一体化分析

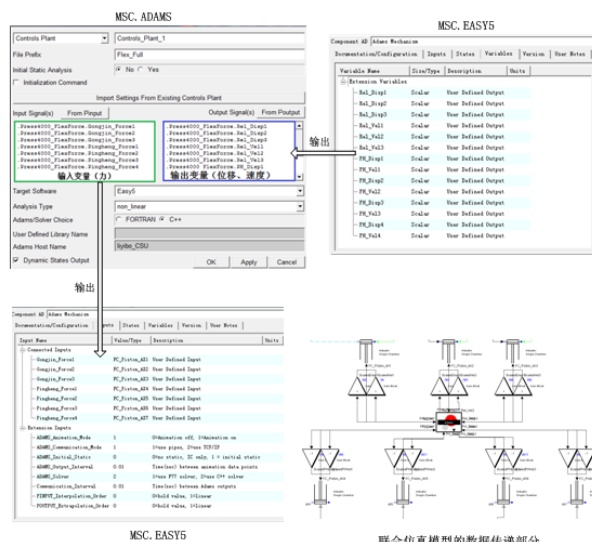
Classic Cases



压力补偿器仿真模型



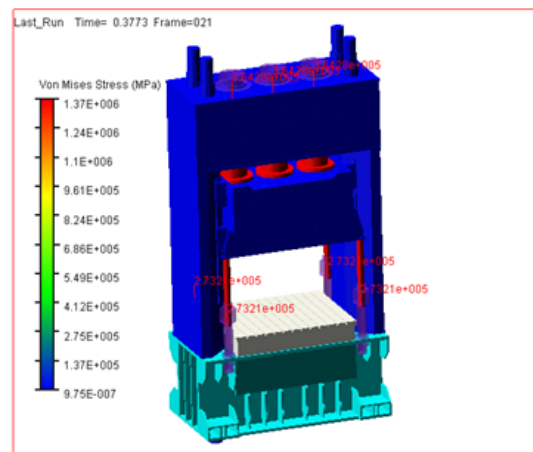
锻压机床超低速运行液压控制系统图



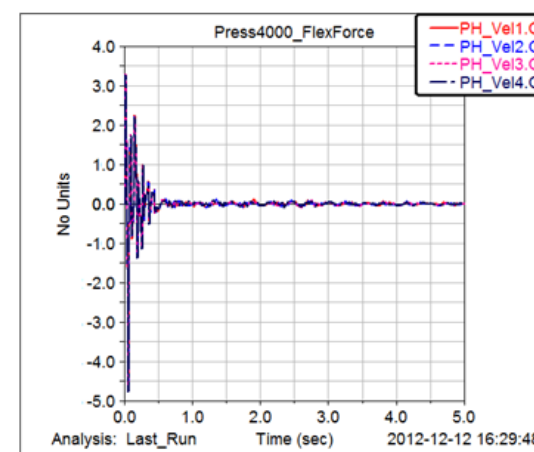
MSC ADAMS

MSC EASY5

机电液联合仿真模型的数据传递



a) 各缸载荷实时变化



b) 滑块运动速度曲线

联合仿真模型的载荷速度数据

经典案例 — 3-UPS并联机床动态响应分析

Classic Cases

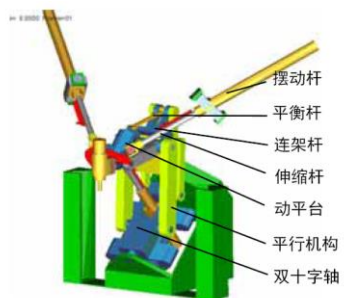


图 1 3-UPS 立卧转换混联机床



图 5 3-UPS 并联机床振动控制器配置图

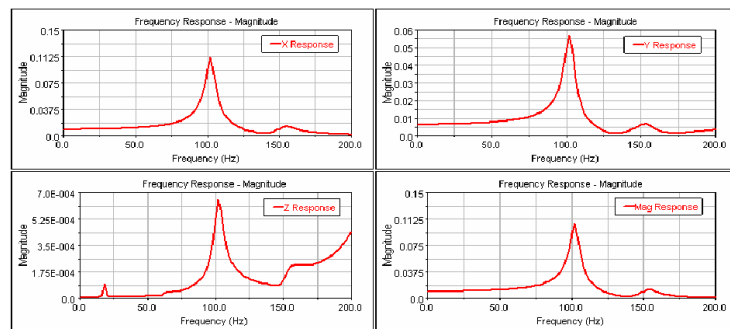


图 3 机构响应分析

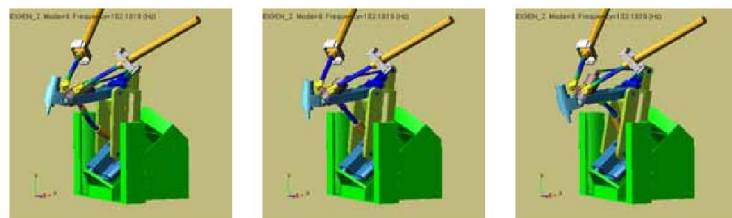


图 4 机构最大频响振型 (102.2Hz)

3-UPS 并联机床其动力学系统实质上是一个多柔性体系统，柔性部件对系统的动态特性有很大影响。由于动载荷的存在，使柔性体产生结构变形，从而影响整个系统的动态特性。综合考虑构件结构尺寸、受力变形及几何约束关系等影响因素，将3-UPS并联机床的组成结构进行刚体和柔性体划分。动、静平台与驱动杆分支及平行机构相比，其刚度很大，故可以视为刚体；驱动杆组件中摆动杆直径较大，悬伸量较小，可以视其为刚体；伸缩杆长度直径比较大，为细长杆结构，应将其作为柔性体。

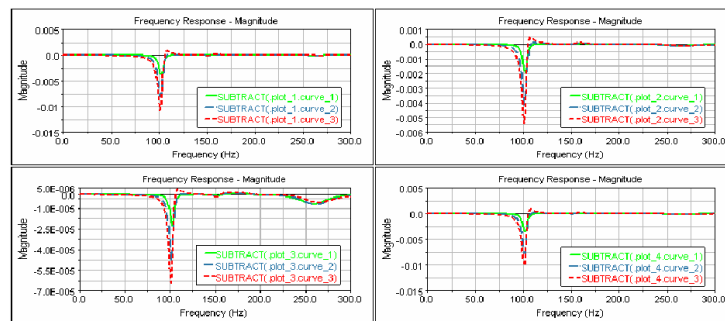


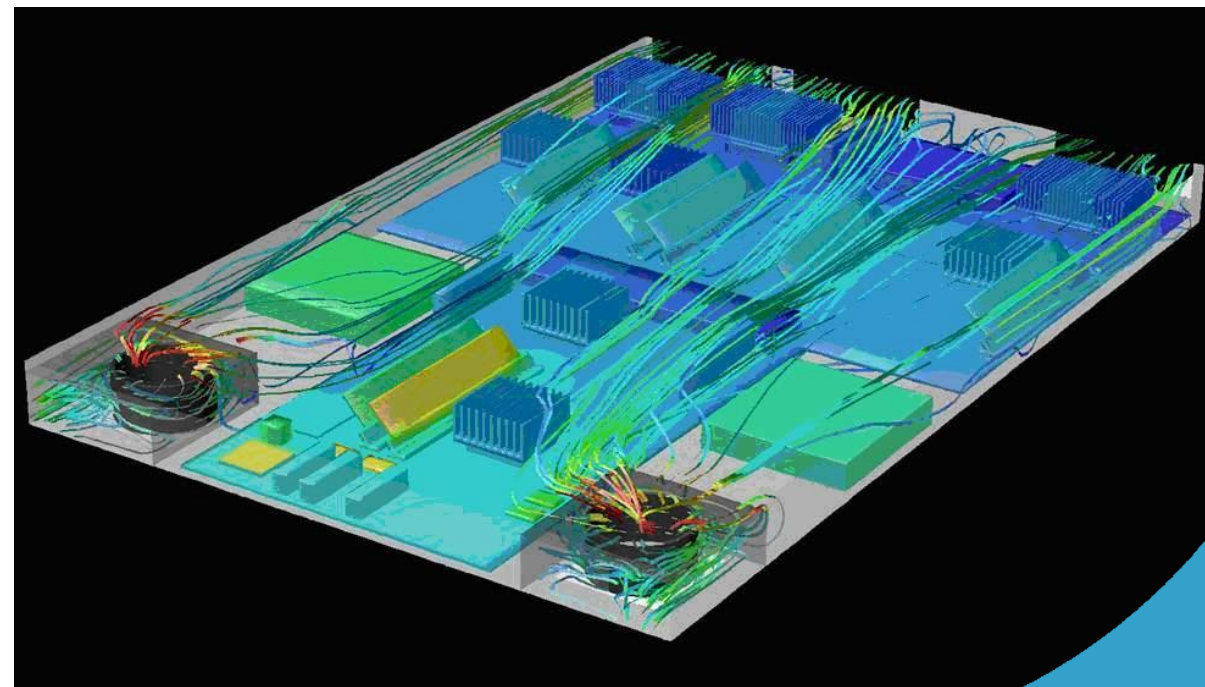
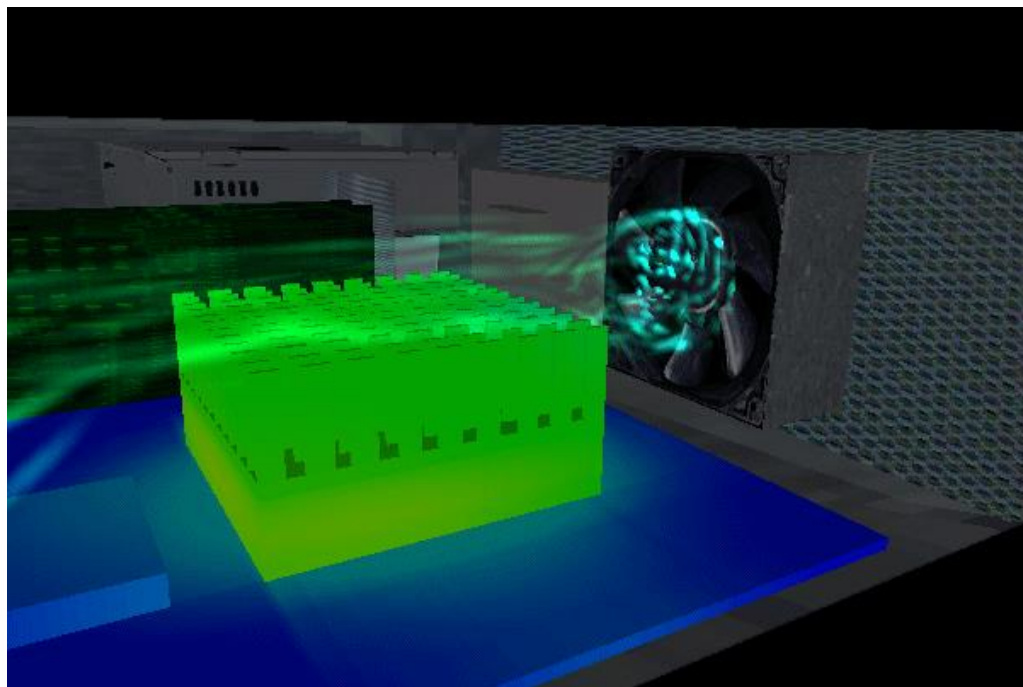
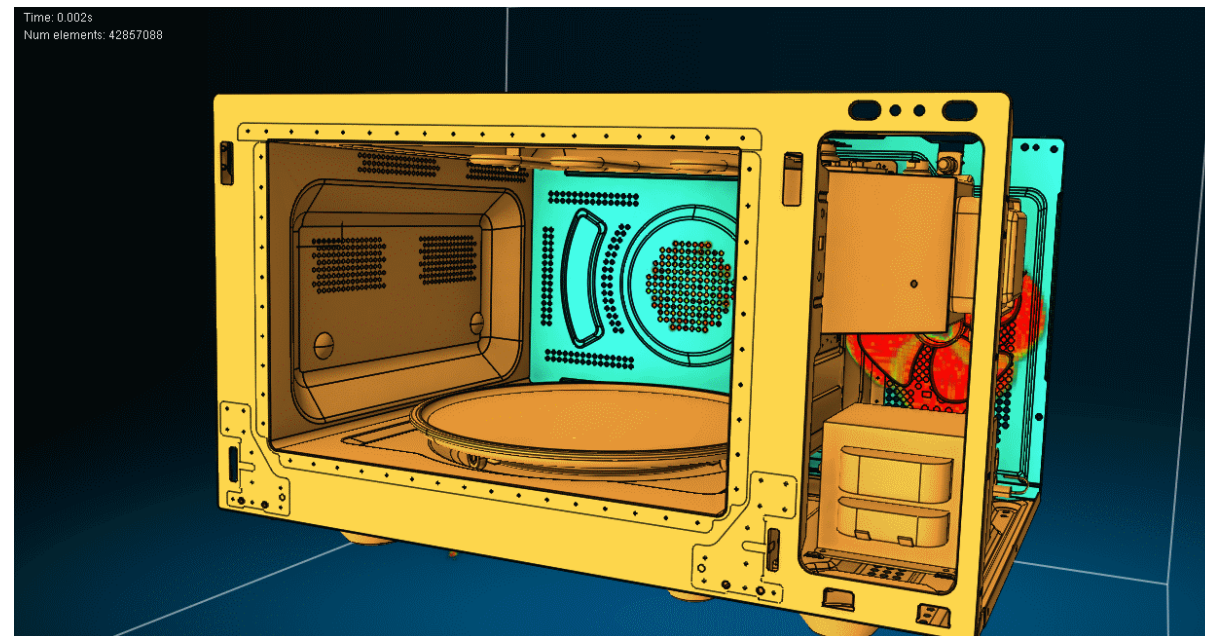
图 6 刀尖点频响变化量

刀尖点响应变化曲线可以看出，随着阻尼的增加，刀尖点的最大响应位移迅速减小，振动位移的抑制量由0.0033mm 提高到0.0102mm，阻尼的合理配置将有利于改善机床的动态特性。

经典案例 — 控制柜散热分析

Classic Cases

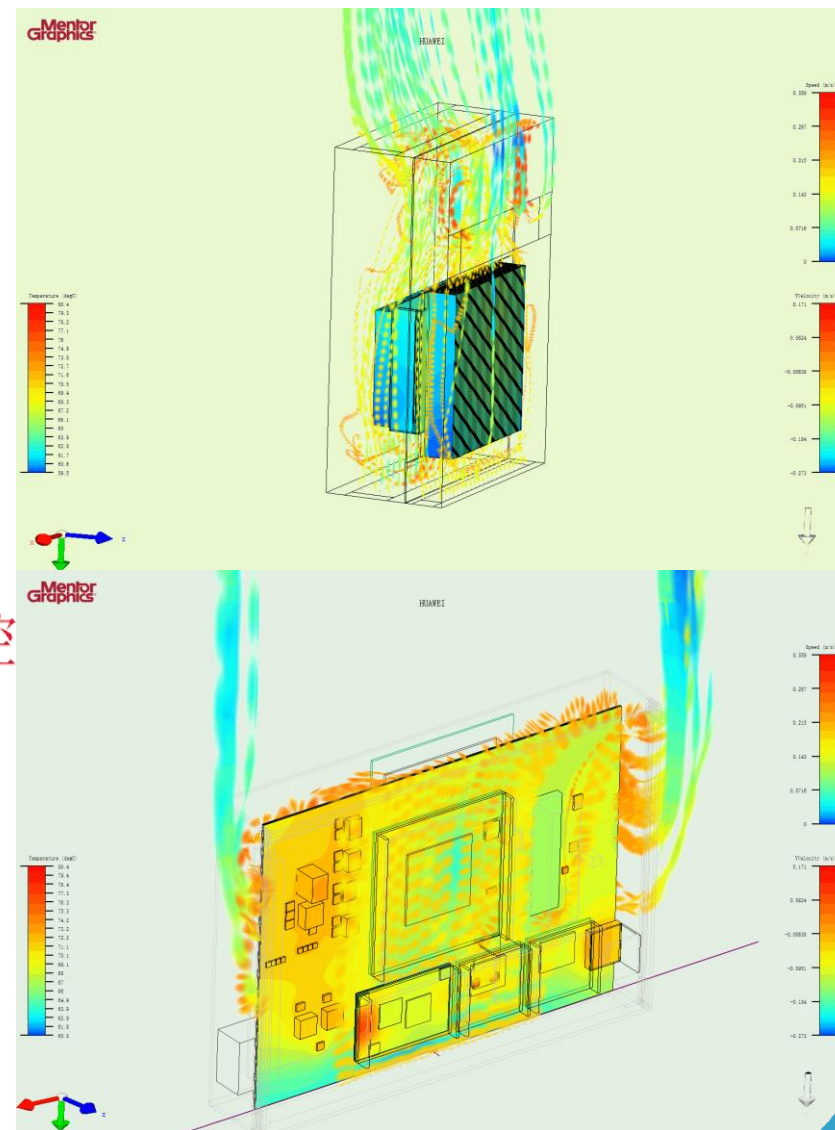
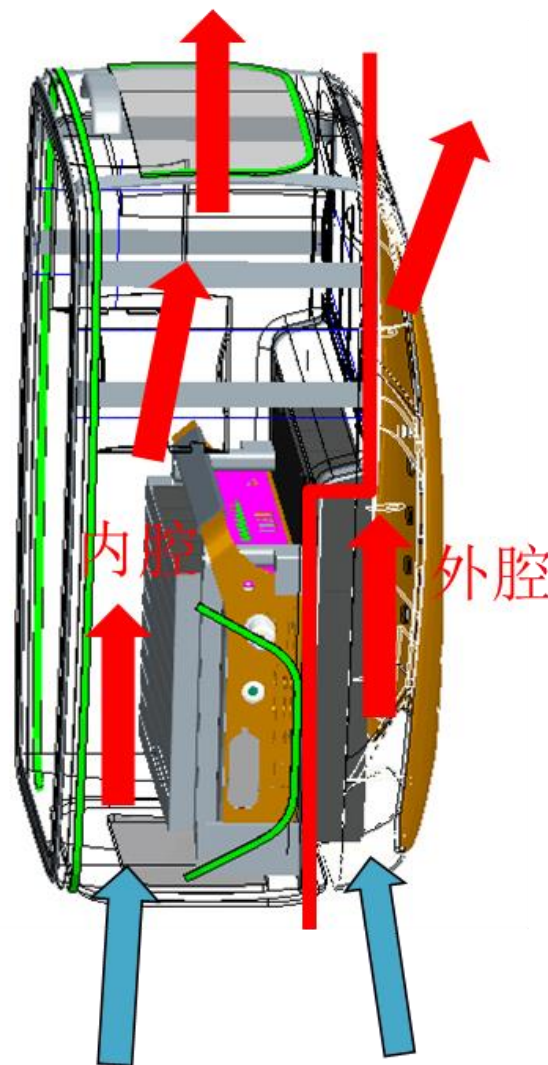
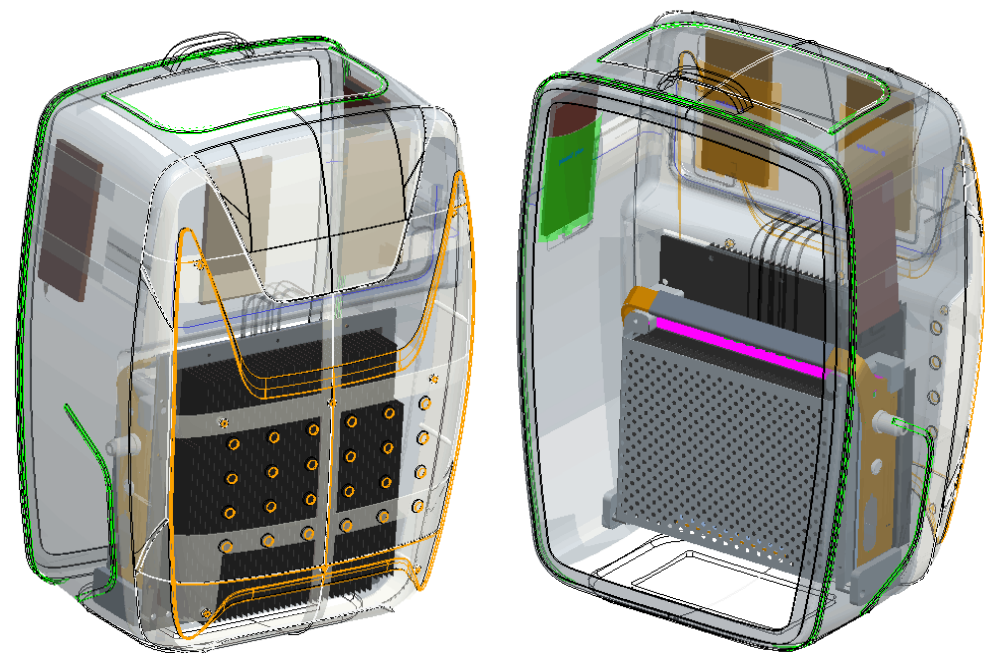
- 合理的风扇选型与布置
- 高发热器件的合理布局与散热方案设计
- 密闭空间充分利用传导散热
- 保证恶劣热环境下的电子设备稳定性
- 保证元器件在较低的热环境下工作，延长电子元器件的使用寿命



经典案例 — 无风扇移动检测背包

Classic Cases

1. 用于户外环境监测手机信号的一款移动设备背包。
2. 分为内部设备和背包两个部分。
3. 问题难点设备散热问题和支架强度问题。



背包采用双风道设计，实现内外腔综合散热

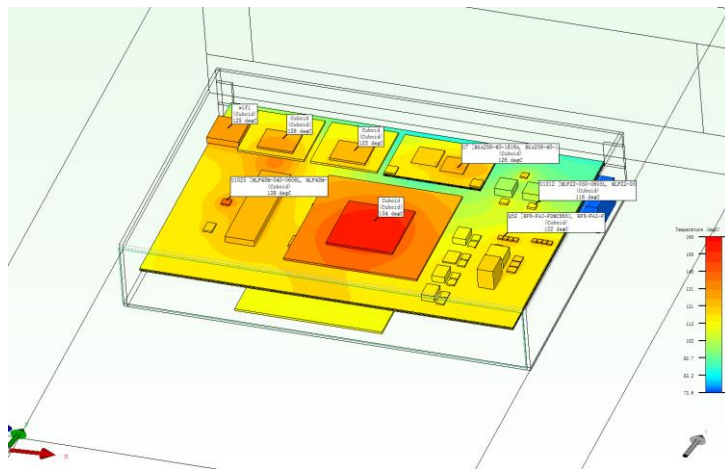
经典案例 — 无风扇移动检测背包

Classic Cases

常规方案

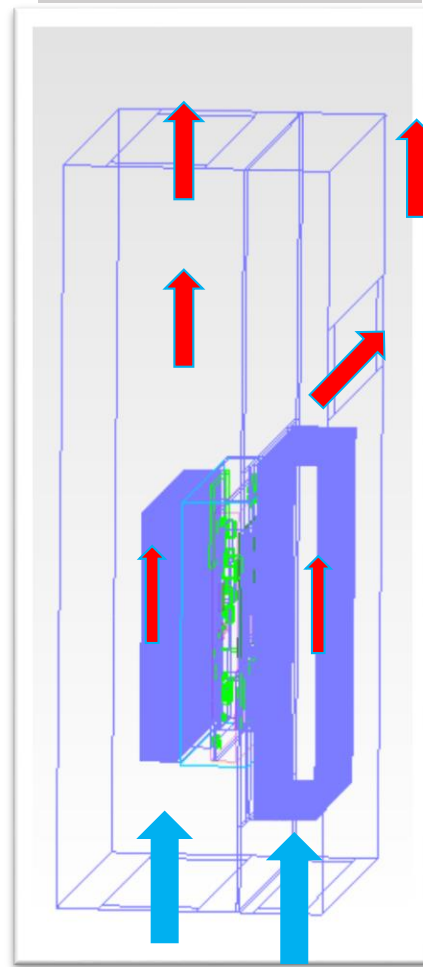
- 芯片通过PCB导热
- 背包采用底部进风，顶部出风

注：各方案仿真环境温度设置均为50℃

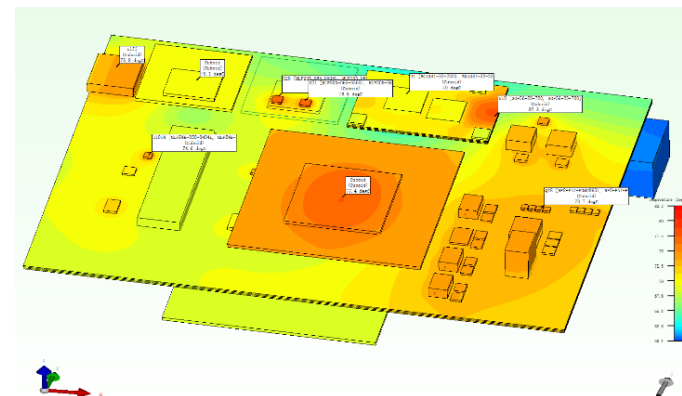


常规方案器件温升均远远超过35℃，大部分器件温升超过70℃，主芯片温度达到154℃，远远大于正常工作温度85℃的限制，因此，常规方案远远不能满足散热设计的需求。

优化方案



- 各芯片集成导热模块设计，实现高导热效率
- 设备底部进风两侧出风设计
- 背包采用双风道设计，实现内外腔综合散热
- 包内双面散热齿设计，设备TOP面和BOTTOM面分别散热
- 背包内腔被动激励框架设计，实现内空腔腹吸式主动散热

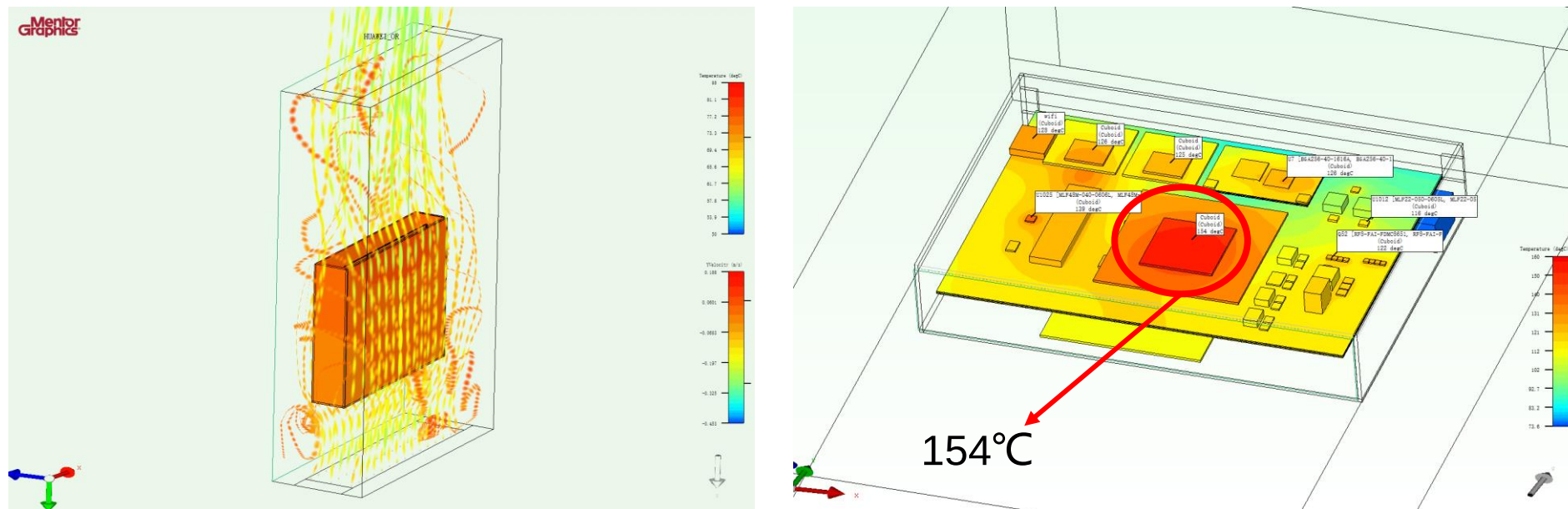


- 实测42.5℃室温条件下，芯片温度71.9℃，按照50℃室温折算，芯片温度为79.4℃。

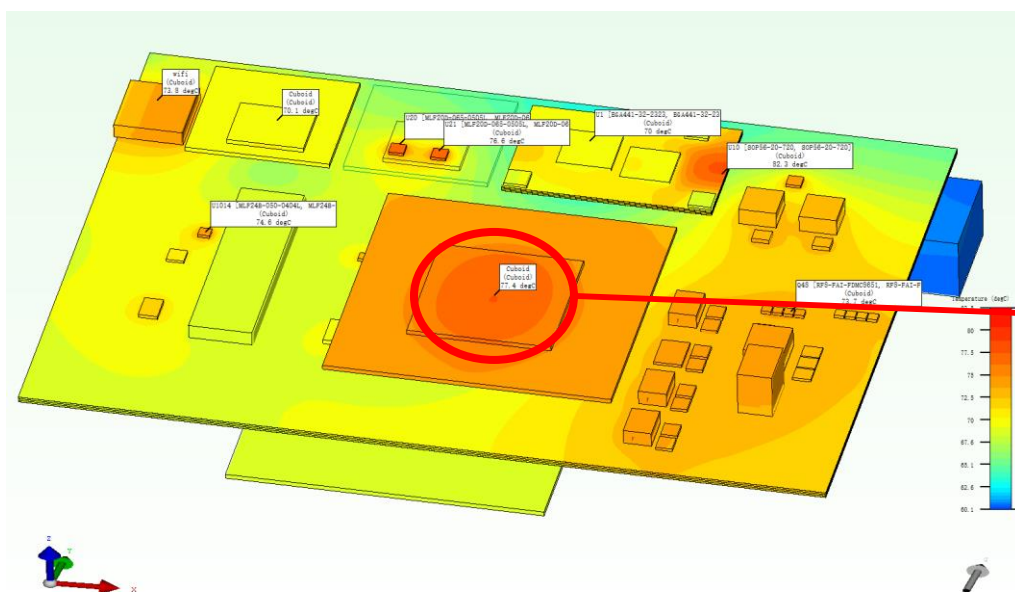
经典案例 — 无风扇移动检测背包

Classic Cases

常规方案芯片温度分布



优化方案芯片温度分布



模拟温度 50℃
室温，裸机测试，
芯片温度 77.4℃。
实测 42.5℃ 室温
条件下，芯片温度
71.9℃，按照
50℃ 室温折算，
芯片温度为
79.4℃。





03

合作模式

咨询项目 | 软件销售 | U+服务 | 我们的价值



优飞迪拥有众多软硬件及产品设计行业的技术专家，每年都会受邀为众多国际大型企业进行定制化的技术咨询与培训服务。



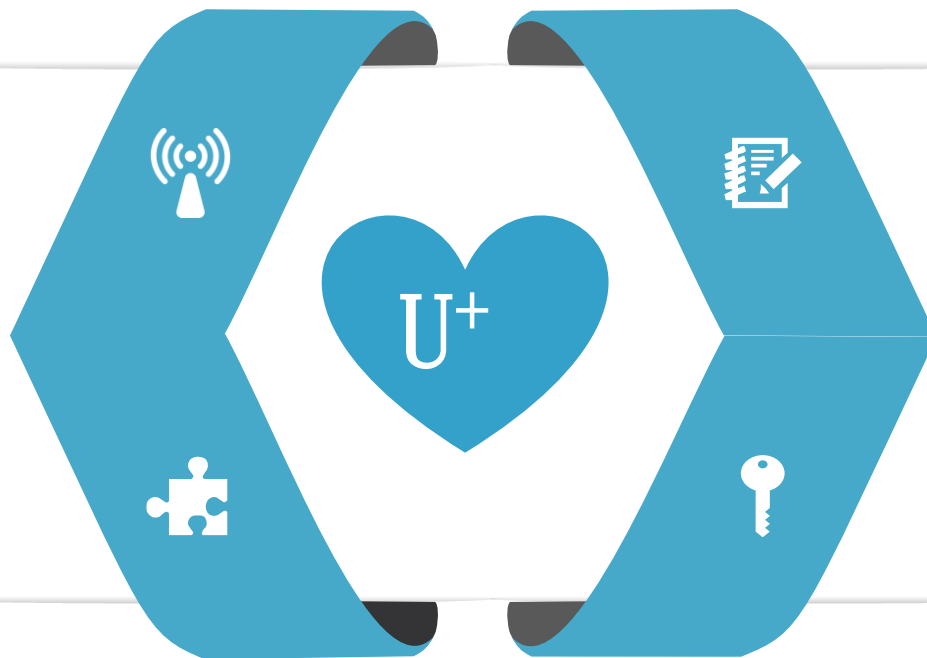
优飞迪作为众多国际知名工业软件与以及软件开发平台应用解决方案的金牌合作伙伴，
专业、专注、专心、专一为企业研发部门提供定制化最优解决方案及其产品。

优仿真

根据用户需求和专业实验数据，
采用高标准、高精度仿真算法，
让仿真更真实。

优软件

根据用户通用性以及专用性与
个性化需求，提供最优软件解
决方案。



优设计

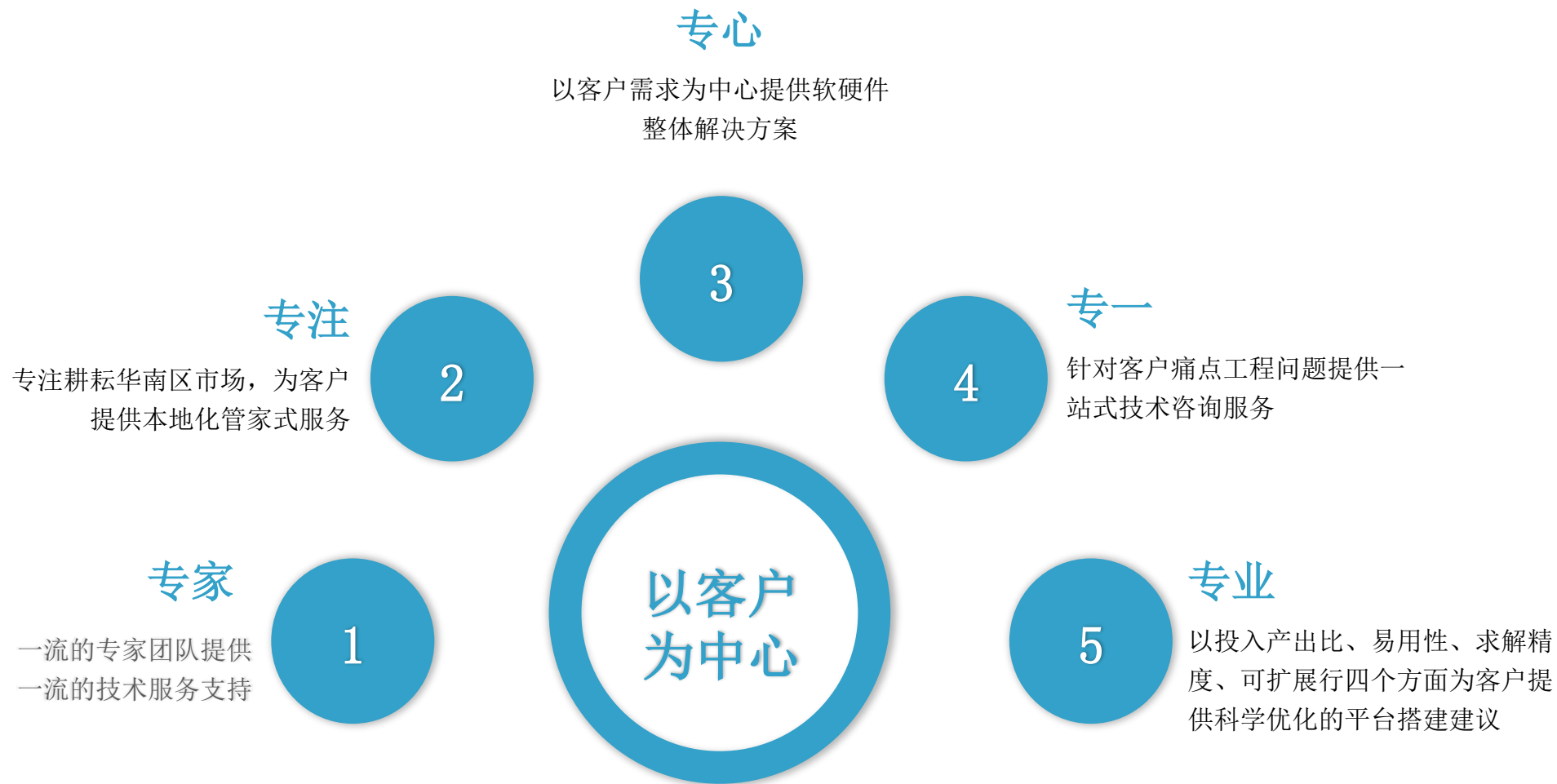
采用“仿真驱动设计”的
全新产品开发模式，让产
品设计更科学、更高效、
更可靠，更有利于生产质
量管控。

优培训

授人以渔，让客户真正掌
握软件操作核心技能。

我们的价值

Our Values



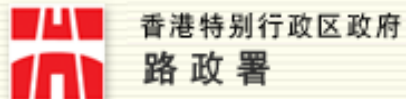


04

我们的客户

我们的客户

Our Customers



THANK YOU!

