

Adams

功能最强、应用最广的机械系统动力学仿真工具

Adams软件由于其领先的“虚拟样机”理念和技术，迅速发展成为CAE领域中使用范围最广、应用行业最多的机械系统动力学仿真工具，占据了全球该CAE分析领域53%的市场份额（数据来自于Daratech），被广泛应用于航天、航空、汽车、铁道、兵器、船舶、电子、工程设备及重型机械等行业，众多国际化大型公司、企业均采用Adams软件作为其产品设计研发过程中机械系统动力学性能仿真的平台。借助Adams软件强大的建模功能、卓越的分析能力以及方便灵活的后处理手段，可以建立复杂机械系统的“虚拟样机”，在模拟现实工作条件的虚拟环境下逼真地模拟其各种运动情况，帮助用户对系统的各种动力学性能进行有效的评估，并且可以快速分析比较多种设计思想，直至获得最优设计方案，提高产品性能，从而减少昂贵、耗时的物理样机试验，提高产品设计水平、缩短产品开发周期和产品开发成本。

要获得成功，一个公司必须具备如下的能力：

- ◆ 对众多的新构思进行研究探索，并快速准确地做出决策；
- ◆ 过滤掉那些没有前途的构思；
- ◆ 对于实现最佳设计的关键因素了然于胸；
- ◆ 对新产品的结构形式、装配关系及其性能做出完善的测试和评估。

正是因为这些挑战，MSC软件公司的虚拟样机解决方案在众多企业获得了应用。这些企业包括了全部的汽车OEM厂商、绝大部分的一级汽车配件商、航空航天、铁道和消费电子产品制造商、甚至F1车队。我们的软件正在各个企业的产品开发流程中发挥作用，以产生创新的产品设计、加强协同、节约时间和成本、降低开发经营的风险。

在最基本的层面，虚拟样机技术能够让工程设计队伍在提交物理样机之前，就在计算机中建造起他们的虚拟机械系统，并对其进行测试、校验及改进。Adams软件能够让用户通过对其产品的运动情况进行仿真，来验证其产品性能、计算约束反力、间隙、碰撞、电机和作动器的尺寸、运转周期、精密定位，并观察包装封套是否合理等。用户可以快速探索上万个设计变量，并将仿真计算结果以图表和曲线形式表达出来，同时还可以通过三维动画观察这些结果。

用户可以在软件的运动仿真功能基础上增加专业产品、捕捉专业经验、建立专业化模版，在此基础上开发出完整、协调的虚拟样机，并帮助用户在产品设计中做出重大决策。

虚拟样机的优点：

- ◆ 同物理样机试验相比，更快、更节约成本地分析设计的改变对产品性能的影响；
- ◆ 在开发流程的每个阶段获得更完善的设计信息，从而降低开发风险；
- ◆ 通过分析大量的设计方案的分析，优化整个系统的性能，提高产品质量；
- ◆ 仿真分析方法随意改变，而无须更改试验仪器、固定设备以及试验程序；
- ◆ 在安全的环境下工作，不必担心关键数据丢失或由于恶劣天气造成的设备失效。

一、Adams软件的特色

- ◆ 软件界面友好，操作简单，易学易用；
- ◆ 三维实体、弹性体碰撞和冲击分析，摩擦、间隙分析；
- ◆ 极好的解算稳定性，最早支持SMP并行计算；
- ◆ 支持系统参数化试验设计、优化分析；

- ◆ 独特的振动分析能力，能在频域中分析机构任意运动状态的下系统振动性能；
- ◆ 提供多学科软件接口，包括与CAD、FEA、CSD（控制仿真软件）之间的接口；
- ◆ 提供凝聚了丰富行业应用经验的专业化产品；
- ◆ 大型工程问题的求解能力，并经过大量的实际工程问题验证。



整车虚拟路况

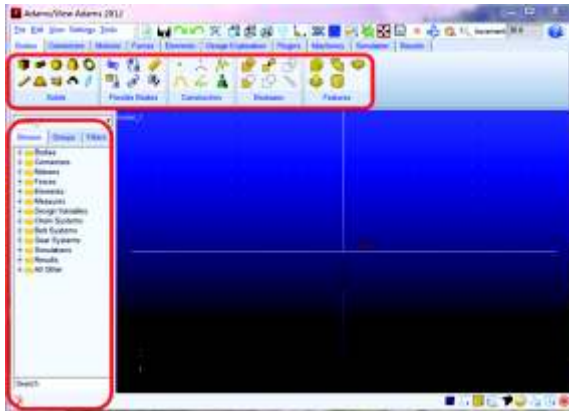
二、Adams新的发展

新版Adams统一了Adams平台，整合了原有Adams和MD Adams所有功能，并有如下新的发展。

◆ 全新的图形用户界面

自Adams 2012版起的用户图形界面进行了全新的改版，

增加了更为流行的现代软件界面元素，比如工具栏、模型树、向导工具，并且在将来考虑推出本地化语言的版本。



◆ 全新的功能模块

☆ 新版Adams新增了CAD直接数据接口模块Adams/CAD Translators，CAD中间格式数据转换从此不再是用户的唯一选项；

☆ 新版 Adams新增了自动的柔性体生成模块 Adams/ViewFlex，用户不必借助有限元工具，不必离开 Adams环境即可创建柔性体；

☆ 新版Adams新增了专业的机械模块Adams/Machinery，利用向导界面，用户不必借助Adams建模技巧即可自动生成高质量的齿轮传动、带传动及链传动模型，而且 Adams/Machinery将进一步扩展到轴承、绳索等领域；

☆ 新版Adams新增了许多新的实用工具箱，比如 Adams/GearAT、Adams/BearingAT、Adams/AdWiMo和 Adams/Cable，分别在齿轮、轴承、风机以及绳索吊装仿真领域提供方便的解决方案。

◆ 全新的核心功能扩展

☆ 弹性体接触扩展到壳单元类型的弹性体上，无论是面接触还是边接触，Adams都能很好地处理；

☆ 对于包括球体、椭球体、圆柱体和箱体在内的原生体素，新增新的实体相交点解析方法，接触计算速度更快，接触力曲线更光顺；

☆ 新增UMF (Unsymmetric, MultiFrontal) 求解器，大模型求解速度更快，对SMP并行利用更高效；

☆ 新增独立插件通过曲线绘图配置文件 (.plt) 可以将曲线多个页面重复、自动输出功能扩展到Adams/View调用的 Adams/Postprocessor；

☆ 新增静平衡求解器选项，对原有算法进行改进，静平衡求解功能大大加强；

☆ CAD协同能力增强，新增CAD直接接口支持读取原始几何文件；

☆ 新增动态运行间隙测量功能，对于动态运行过程中部件之间的间隙、干涉等问题考察能力大大增强；

☆ 持续改进和增强C++求解器，并将其作为Adams所有模块标准求解器，求解效率更高、鲁棒性更好；

☆ 改进模态力可视化功能，更加精确显示 MSC Nastran所定义的分布载荷；

☆ 新增自动柔性体生成工具，使得刚柔耦合建模更加流畅、高效；

☆ 新增机械模块，使得用户不必具备Adams建模技巧即可快速创建高质量的带、齿轮和链传动模型；

☆ 新增实用工具箱大大扩展了特殊领域的Adams仿真能力。

◆ 全新的汽车动力学仿真功能扩展

☆ 新增隔振元件，由汽车OEM厂商发起，改进Adams衬套及液力悬挂元件，引入通用的粘-弹性材料模型，考虑振动行为中的迟滞效应，并提供参数识别工具；

☆ 新增PAC2002轮胎数据拟合工具，可以从物理测试或虚拟测试数据生成 Adams/Tire 特性文件；

☆ 新增Adams/Truck插件及数据库，将Adams/Car数据库及建模规范扩展到商用车，包括18轮以上的牵引车和挂车；

☆ 新增CRG (Curved Regular Grid) 路面，丰富了3D路面描述方式，将3D路面描述成离散的矩形网格，改善了耐久性路面外形，使平顺性分析更精细；

☆ 新增软土轮胎路面，可以直接在路面文件中添加基于 Bekker & Wong理论的土壤数学描述，充分描述轮胎引起的路面变形；

☆ 改进 FTire-Adams/Tire 接口，路面和轮胎的状态量相对地面部件来计算，并且修正了众多内部质量块轮胎模型的方案，此功能改善了轮胎动力学仿真精度，尤其是高频轮胎；

☆ 将FTire输入参数直接引入Adams求解数据输入文件 (adm)，使得FTire轮胎参数能够参与DOE；

☆ 改进3D样条路面法向计算方法，能够处理斜坡和倾斜路面，通过更高效的接触点计算和路面重叠算法，可以生成复杂的盘旋路面；

☆ 新增双轮胎的准静态约束，确保准静态分析中双轮胎相对旋转为零；

☆ 新增卡车侧倾分析工况，包括动态和准静态模式；

☆ 新的SmartDriver轮胎接口改进了速度剖面图与极限驾驶；

☆ 新增了路面及路线可视化功能；

☆ 新增动画渲染功能，可以在汽车动力学仿真动画中添加树、建筑物和移动的交通工具；

☆ 新增直线保持和制动split μ 工况；

☆ 新增车辆静态参数设置功能，包括轮胎定位参数、角质量及离地高度校正；

☆ Adams/Tire路面接触功能增强，新的3D包络接触方程，使得粗糙路面的轮胎接触更加接近真实。

三、Adams的功能模块

Adams的功能模块可分为核心基础模块、扩展附加和接口模块、专业模块、实用工具箱、以及第三方模块等。

新版Adams的功能模块包相比以前更细，组合搭配也更加灵活，分Adams基本包、可选的Adams平行附加模块选项、可选的Adams平行模块包、可选的Adams垂直模块包和工作室、实用工具箱等。

其中，Adams基本包细分为Adams View包、Adams求解器和Adams工作室包，可选的Adams平行模块包：包括Adams结构包、Adams控制包、Adams车辆地面包和Adams交互柔性包，可选的Adams垂直模块包：包括Adams汽车工作室、Adams底盘工作室、Adams汽车平顺性插件、Adams动力传动系功能包、Adams机械插件及Adams机械工作室，各个细分的模块包、平行附加模块选项可以组合搭配。

Adams的功能模块：

◆ **Adams View包**

Adams/View 前处理模块

Adams/Post Processor 后处理模块

Adams/Exchange CAD接口模块

◆ **Adams Solver 求解器模块**

◆ **Adams工作室包**

Adams/View 前处理模块

Adams/Solver 求解器模块

Adams/Post Processor 后处理模块

Adams/Exchange CAD接口模块

◆ **可选的Adams平行附加模块选项**

Adams/Solver SMP 单机并行求解模块

Adams/Linear 线性化求解模块

Adams/Insight 优化/试验设计模块

Adams/Flex 刚柔耦合分析模块

Adams/Durability 耐久性分析模块

Adams/Controls 控制模块

Adams/Mechatronics 机电一体化模块

Adams/Vibration 振动分析模块

Adams/3D Road 3D路面模块

Adams/Tire Handling 操纵性轮胎模块

Adams/Tire FTire FTire模块

Adams/ViewFlex 自动的柔性体生成模块

Adams/CAD Translators 直接的CAD数据接口模块

Adams/Car Suspension Design Libraries 悬架设计库

◆ **可选的Adams结构包**

Adams/Flex 刚柔耦合分析模块

Adams/Durability 耐久性分析模块

◆ **可选的Adams控制包**

Adams/Controls 控制模块

Adams/Mechatronics 机电一体化模块

Adams/Vibration 振动分析模块

◆ **可选的Adams车辆地面包**

Adams/3D Road 3D路面模块

Adams/Tire Handling 操纵性轮胎模块

◆ **可选的Adams交互柔性包**

Adams/Flex 刚柔耦合分析模块

Adams/ViewFlex 自动的柔性体生成模块

◆ **可选的Adams汽车工作室**

Adams/Car Suspension 汽车悬架分析模块

Adams/Vehicle Solver 车辆动力学分析模块

Adams/3D Road 3D路面模块

Adams/Tire Handling 操纵性轮胎模块

Adams/SmartDriver 高级驾驶员模块

Adams/Truck Plugin 卡车插件

◆ **可选的Adams底盘工作室**

Adams/Chassis 专业底盘模块

Adams/Vehicle Solver 车辆动力学分析模块

Adams/3D Road 3D路面模块

Adams/Tire Handling 操纵性轮胎模块

Adams/SmartDriver 高级驾驶员模块

◆ **可选的Adams汽车平顺性插件**

Adams/Car Ride Plug-in 平顺性分析插件

◆ **可选的Adams动力传动系功能包**

Adams/Driveline 动力传动系分析模块

◆ **可选的Adams机械插件**

Adams/Machinery Plug-in 机械插件模块

◆ **可选的Adams机械工作室**

Adams/View 前处理模块

Adams/Solver 求解器模块

Adams/Post Processor 后处理模块

Adams/Exchange CAD接口模块

Adams/Machinery Plug-in 机械插件模块

◆ **实用工具箱及第三方模块**

Adams/ATV 履带工具箱

Adams/Leafspring 板簧工具箱

Adams/Gear Generator 齿轮传动工具箱

Adams/GearAT 高级齿轮工具箱

Adams/BearingAT 高级轴承工具箱

Adams/AdWiMo 风机工具箱

Adams/Cable 绳索工具箱

Adams/MatLink Matlab数据接口

VI-Grade系列模块

FEV发动机包

四、Adams具体模块功能

1. 核心基础模块——通用机械系统动力学仿真解决方案

Adams核心基础模块构成集成一体的虚拟样机建模及分析环境，可以完成通用机械系统动力学性能分析，核心基础模块是所有Adams模块配置方案的基础。Adams核心基础模

块 包 括 Adams/View、Adams/Solver、Adams/Post Processor以及Adams/Exchange。

(1) 前处理模块：Adams/View

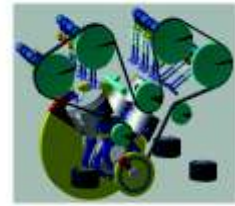
Adams/View是使用Adams软件建立机械系统功能化数字样机的可视化前处理环境，可以很方便地采用人机交互的方式建立模型中的相关对象，如定义运动部件、定义部件之间的约束关系或力的连接关系、施加强制驱动或外部载荷激励。Adams/View界面中的大部分建模工具，包括工具箱、按钮、菜单等均以重新定制，以满足用户的个性化配置需要。利用Adams/View的内嵌式集成Adams/Solver求解的功能，用户就可以直接进行仿真并且在仿真过程中即可以直接观察机械系统的运动情况以及用户关注的重要数据量随时间的变化情况，使得开发技术人员迅速地将注意力集中到产品需要完善的地方。Adams/View可以在设计的早期就开始使用，从而快速发现并纠正设计中的失误之处。

功能及特色：

- ◆ Windows或Linux界面窗口，键盘、鼠标交互式输入，并支持快捷键操作方式；
- ◆ 多窗口显示，最多可达六个，每一窗口可显示不同的视图或结果；
- ◆ 灯光设置，加强可视化效果；
- ◆ 提供方便易用的部件库、约束库、驱动库、柔性连接库和力库，方便建模过程；
- ◆ 函数发生器工具，辅助用户完成函数的定义过程，避免出现函数输入过程中的语法错误；
- ◆ 支持命令输入窗口，可以直接输入Adams/View的命令；
- ◆ 表编辑器功能，可将模型中各对象直接集中管理，分类、过滤、修改等等；
- ◆ 数据库导航功能，方便对模型中对象的属性、名称及模型中对象拓扑关系的检查及修正；
- ◆ 模型校验工具，有助于快速定位模型中存在的最基本的建模问题。
- ◆ 多种文件输入输出功能（模型及仿真结果文件、几何外形文件、试验数据、表格输出等）；
- ◆ 支持输出进行有限元分析、物理试验及疲劳分析等格式的文件；
- ◆ 可将试验结果导入，便于与解算结果的对比对，完成样机的置信度检验；
- ◆ 提供快速建立参数化模型的能力，便于改进设计；
- ◆ 方便实用的试验研究策略：单变量、多变量试验设计研究及优化分析功能；
- ◆ 提供二次开发功能。可以重新定制界面，便于实现设计流程自动化或满足用户的特殊需要；通过用户化工具实现设计流程自动化以提高效率；
- ◆ 插件管理器，非常方便的进行即插即用插件的激活与失效，扩展应用领域；
- ◆ 方便的SimManager接口，完成与仿真管理平台之间的交互。



战斗机在航母甲板上降落模拟



发动机整机动力学计算

(2) 求解器模块：Adams/Solver

Adams/Solver是Adams的求解器，包括稳定可靠的Fortran求解器和功能更为强大丰富的C++求解器。该模块既可以集成在Adams的前处理模块下使用，也可以外部直接调用。既可以进行交互方式的解算过程，也可以进行批处理方式的解算过程。求解器先导入模型，并自动校验模型，进行初始条件分析，再进行后续的各种解算过程。其独特的调试功能，可以输出求解器解算过程中重要数据量的变化，方便把控定位模型中深层次的问题所在。Adams/Solver同时提供了用于进行机械系统的固有频率（特征值）和振型（特征矢量）的线性化专用分析工具。

功能及特色：

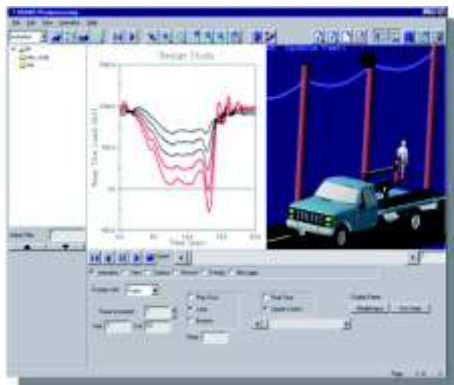
- ◆ 静力学、准静力学、运动学和非线性瞬态动力学的求解；
- ◆ 借助空间笛卡儿坐标系及欧拉角描述空间刚体的运动状态，使用Euler-Lagrange方程自动形成系统的运动学或动力学方程，采用牛顿—拉夫森迭代算法求解模型；
- ◆ 多种显式、隐式积分算法：刚性积分方法（Gear's和Modified Gear's）、非刚性积分方法（Runge-Kutta和ABAM）和固定步长方法（Constant_BDF）以及二阶HHT和NewMark等积分方法；
- ◆ 多种积分修正方法：3阶指数法、稳定2阶指数法和稳定1阶指数法；
- ◆ 新的静平衡(Equilibrium)算法；特别是在困难情形，如系统处于奇异的、病态的或者是初始状态与平衡状态相距甚远情形下的非线性系统非常有效。
- ◆ 支持弹性体 - 刚性体、弹性体 - 弹性体接触碰撞的支持，弹性体可以是3D实体单元或2D壳单元。最值得注意的是，后处理功能同样支持对2D壳单元节点应力应变等的绘图以及动画功能，以及可藉由FEMDATA功能输出负载到有限元分析软件的功能。
- ◆ 支持原生几何外形，如球、椭球体、圆柱体、长方体等直接进行碰撞载荷的计算。该方法借助简单几何形状具备特征尺寸之优势，采用侦测接触碰撞的分析方法进行嵌入体积的计算及接触碰撞力本身的值等，达到提高计算的精度并减少计算时间的目的。应用实例则包括了通用机械、履带式车辆、滚柱轴承和球轴承、皮带和绳索等模型。
- ◆ 支持用户自定义的Fortran或C++子程序；
- ◆ 解算稳定，结果精确，经过大量实际工程问题检验；
- ◆ 提供大量的求解参数选项供用户进一步调试求解器，以改进求解的效率和精度。

(3) 后处理模块：Adams/Post Processor

Adams/Post Processor是显示Adams仿真结果的可视化图形界面。改进的界面除了主窗口外，还备有一个树形目录窗口、一个属性编辑窗口和一个数据选取窗口。主窗口可同时显示仿真的结果动画以及数据曲线。可以方便地叠加显示多次仿真的结果以便比较。后处理的结果既可以显示为动画，也可以显示为数据曲线(对于Vibration的分析结果，可以显示3D数据曲线)，还可以显示报告文档。既可以一个页面显示一个数据曲线，也可以在同一页面内显示最多六个分窗口的数据曲线。相关页面的设置以及数据曲线的设置都可以保存起来，这样的话，对于新的分析结果，可以使用已保存的后处理配置文件(.plt文件)，快速的完成数据的后处理过程，既有利于节省时间也有利于报告格式的标准化。Adams/Post Processor模块既可以在Adams/View环境中运行，也可独立运行。独立运行时可以加快软件启动速度，同时也节约系统资源。

功能及特色：

- ◆ 以数据曲线和动画方式观察仿真的结果；
- ◆ 丰富的数据后处理功能（数学函数、FFT 变换、滤波、波特图等）；
- ◆ 多种文件输出功能（HTML 格式、表格输出等）；
- ◆ 部件几何外形之间动态间隙检查；
- ◆ 弹性体变形、应力、应变的彩色云图显示（需要结合Adams/Durability模块使用）；
- ◆ 灯光效果高级的控制；
- ◆ 输出电影动画文件（Windows 系统）；
- ◆ 输出 jpeg、png、tif、pict、hpgl和Postscript 格式图片文件；
- ◆ 可加深对系统性能的理解；
- ◆ 通过图表、报告和动画方式分享仿真结果；
- ◆ 绘制曲线插件，明显地增强了后处理功能方面的易用性，该功能允许使用者存储后处理的所有页面，并在后续的分析中一次性重建同样的后处理的所有页面。



Adams/Post Processor界面

(4) CAD接口模块：Adams/Exchange

Adams/Exchange为Adams与其他CAD/CAM/CAE软件之间的几何数据交换提供了工业标准的接口。通过

Adams/Exchange，用户可以将所有来源于产品数据交换库(PDE/Lib)的标准格式表示的几何机构进行双向数据传输，标准格式包括IGES、STEP、DWG/DXF、ParaSolid等。无论用户是用网格、面还是实体等几何图形来表示所设计的机构，都能够通过Adams/Exchange模块很容易地实现该几何图形在CAD软件与Adams软件之间的双向数据传输。

当用户将其他CAD/CAE/CAM软件中的模型传输到Adams软件中时，只要在Adams软件界面下简单地从“文件”下拉菜单中选择“导入”(Import)选项，“文件输入”(File Import)对话框将引导你一步步方便地完成这个步骤。Adams/Exchange自动地将几何图形转换到Adams软件中，而无需重新输入数据。

用户同样可在Adams软件中建立初步的机构模型，进行运动仿真，然后在仿真过程中随时将该模型的几何信息输出到其它CAD/CAM/CAE软件中完成进一步的分析和完善。有些时候，比如用户需要在概念设计阶段前期对他的设计进行快速检查，以确保合适的间隙时，这个功能就非常有用。

功能及特色：

- ◆ Adams与CAD软件的双向数据接口，传递几何数据；
- ◆ 支持的几何模型传递标准有IGES、STEP、DWG/DXF及Parasolid等。



从CAD软件导入更为逼真的几何外形

2. 扩展附加和接口模块——功能扩展系列模块

这个模块系列提供了进一步的多学科解决方案，包括机电-液一体化解决方案Adams/Controls和Adams/Mechanics模块、刚弹耦合及疲劳一体化解决方案Adams/Flex、Adams/ViewFlex和Adams/Durability模块、系统振动性能分析解决方案Adams/Vibration模块。同时，这个模块系列还包括直接的CAD数据接口模块Adams/CAD Translators、DOE工具Adams/Insight等。

(1) 单机并行求解模块：Adams/Solver SMP

Adams/Solver SMP 模块采用共享内存技术，支持单节点多线程的CPU并行运算，采用该技术最多可支持8个CPU，因此解算速度可以显著提高。该模块只适用于C++求解器。

(2) 线性化求解模块：Adams/Linear

Adams/Linear模块是Adams求解器的一个重要功能扩展模块，其功能是对非线性方程组进行线性化，线性化后的方程组，可以用来进行与机械系统振动性能相关的固有频率（特征值）和振型（特征矢量）的计算，相当于在大位移的时域范畴分析和小位移（变形）的频率范畴分析之间架起一

座“桥梁”。其计算结果对于校验Adams模型的置信度也有很大帮助，很多机械系统如卫星及空间探测器很难在其正常工作环境下进行振动特性的试验，但对这些系统进行有限元或常规的模式试验相对来说比较容易，这样就可以得到其固有振动特性，可以将Adams 频域分析结果与有限元或模式试验的结果进行比较，进而研究在特定环境下系统的模式及振动特性。

功能及特色：

- ◆ 在大位移的时域范畴和小位移的频率范畴分析提供一座“桥梁”；
- ◆ 支持传统的Calahan 和Harwell线性化求解器；
- ◆ 提供最新的更为强大的UMF（非对称多重切面稀疏矩阵求解算法）线性化求解器。这种新的线性化求解器对于特大型模型进行线性化分析更为有效，求解速度也更为快捷；
- ◆ 可以方便地考虑系统中零部件的弹性特性；
- ◆ 利用它生成的状态空间矩阵可以对带有控制元件的机构进行实时控制仿真；
- ◆ 利用求得特征值和特征向量可以对系统进行稳定性研究；
- ◆ 系统级特征模式的计算，线性化系统状态矩阵；
- ◆ 每阶模式的动画，每阶模式能量分布的计算；
- ◆ 与有限元分析（FEA）结果或模式试验结果比较。



(3) 优化/试验设计模块：Adams/Insight

设计越复杂，影响设计的因素也就越多。由于各个参数之间可能是相互影响的，所以在每次只改变一个参数的情况下，很难判断设计是否更优。如果同时改变多个参数，那将需要进行指数级的大量的仿真计算，并且产生庞大的仿真数据，而对仿真数据的处理也很困难，很难判断到底哪个参数是主要的，哪个是次要的。

利用Adams/Insight模块，工程师们可以对功能化数字样机进行系统的研究，深入的分析，并可以与整个团队分享自己的研究成果。研究策略可以应用于部件或子系统，或者扩展到评估多层次问题中，实现跨部门的设计方案优化。Adams/Insight鼓励设计团队各个层次的协同，以至将供应商包括在内，通过网页或者数据表格实现数据交换，从而使设计人员、研究人员以及项目管理人员能够直接参与到“What-if”的研究中，而不需要接触到实际的仿真模型。通过分享这些研究成果，可以在整个团队中加强交流并加速决策。

Adams/Insight 的分析结果是基于网页技术的公示的，工程师可以方便地将仿真试验结果置于intranet或extranet网页上

。不同部门的人员(设计工程师、试验工程师、企业决策人员等)可以共享分析成果，加进决策进程，以最大限度地降低决策的风险。它是一个选装模块，既可以在Adams/View、Adams/Car环境下运行，也可以脱离Adams环境单独运行。

应用Adams/Insight，工程师可以规划和完成一系列仿真优化试验，从而精确地预测所设计的复杂机械系统在各种工作条件下的性能，并提供了对试验结果进行各种专业化的统计分析工具，通过试验方案设计，更好地理解和管理复杂机械系统的性能。利用Adams/Insight，可以有效地区分关键参数和非关键参数，观察其对产品性能的影响，帮助工程师更好地了解产品的性能。在产品制造出来之前，可以综合考虑各种制造因素的影响(例如：配合公差、装配误差、加工精度等)，大大地提高产品的可靠性能。

功能及特色：

- ◆ 研究策略：设计研究、蒙特卡罗法研究、设计试验、扫描研究、周期研究、单目标和多目标优化；
- ◆ 支持用户自定义策略或将已有策略应用于其他模型；
- ◆ 响应曲面法（Response Surface Methods）是通过对试验数据进行数学回归分析的方法，帮助工程师更好地理解产品的性能和系统内部各个参数之间的相互关系；
- ◆ 可综合考虑各种制造因素的影响（例如：配合公差、装配误差、加工精度等）；
- ◆ 对拥有共同输入的不同域的试验进行综合分析；
- ◆ 将试验结果与解算结果进行综合比较，以便更深入的研究；
- ◆ 网络发布试验结果；
- ◆ 可输出为 Excel、Matlab 以及Visual Basic 文件格式；
- ◆ 既可与其他Adams模块联合使用，也可脱离Adams 环境单独使用；
- ◆ 在整个设计团队中分享信息；
- ◆ 区分设计变量的主次，识别设计变量的相互作用，方便对设计项目进行管理，了解设计的影响因素并提前考虑生产制造因素以提高设计质量。



Adams/Insight发布的网页结果

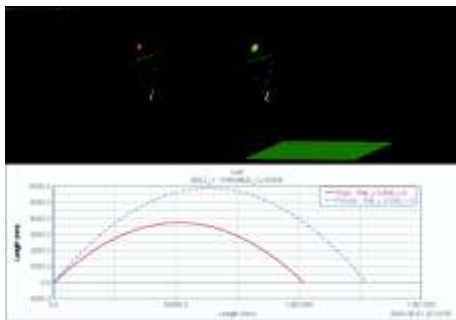
(4) 刚柔耦合分析模块: Adams/Flex

零部件的弹性变形对机械系统的性能有多大的影响? 是否有破坏性的碰撞? 是否造成系统的自锁和过早失效? 控制系统是否能按照预定的要求运转? Adams/Flex 使工程师们能够研究在整个机械系统中部件的弹性变形的作用和影响。

使用模态综合法, 将有限元软件分析结果融入到整个系统级的仿真中。应用这种方法可以去除影响不大的模态, 进而大大提高仿真的速度。运动部件的应力、应变的可视化效果, 使你能够快速的识别和记录过载发生的时刻。仿真的结果如零部件应变、载荷时间历程以及振动频率等都可以用于应力、疲劳、噪音和振动等后续分析中。

功能及特色:

- ◆ 支持从Nastran、MARC、ABAQUS、ANSYS、I-DEAS 等专业有限元分析软件导出的模态中性文件;
- ◆ Craig-Bampton 部件模态综合;
- ◆ 弹性体每阶模态振型动画回放;
- ◆ 多种设置每阶模态的阻尼系数的方法;
- ◆ 用户可定义作用在弹性体上的分布载荷;
- ◆ 支持弹性体变形、应力、应变的彩色云图的动画回放;
- ◆ 可计算得到高精度的载荷数据;
- ◆ 为后续振动分析准备高精度的模型;
- ◆ 支持多学科结合的系统优化。



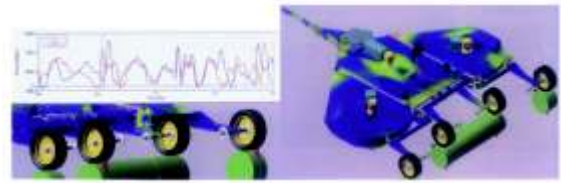
弹性起落架落振试验仿真



刚柔耦合整车模型平顺性分析

(5) 耐久性分析模块: Adams/Durability

Adams/Durability可生成子系统或零部件的载荷时间历程, 驱动疲劳分析的工具, 如MTS设备或疲劳分析软件, 并可在Adams 中对部件进行概念性疲劳强度方面的研究。



农业机械疲劳试验仿真

疲劳试验是产品开发过程中很重要的一个方面。优良的疲劳性能往往与产品的其它性能相矛盾, 如走行性能、操控性能或NVH性能。找到一个各方面都满足性能要求的平衡点非常必要, 但传统的实物疲劳试验的方法可能导致开发时间的延迟。使用Adams/Durability模块, 用户可以利用已有的Adams的模型结果来驱动疲劳分析的工具, 如MTS设备或疲劳分析软件。

MSC软件公司与MTS公司和nCode公司进行合作, 以保证Adams/Durability模块可以解决疲劳试验问题。MTS的虚拟试验室技术(VTL)与Adams/Durability进行数据交换, 以提供标准机械试验系统所用的动力学模型。Adams/Durability同时提供方便的接口给MSC Fatigue和nCode的FE-Fatigue软件包完成零部件的疲劳寿命预测。常用的试验数据格式, 如DAC和RPC格式, 可以双向的输入和输出。使用Adams/Durability模块, 您可以在Adams/View中进行概念性的应力应变的研究, 以及在MSC Nastran中做更详细的应力应变分析。Adams/Durability也扩展了Adams/PostProcessor的功能, 可以动态显示柔性部件的应力应变情况, 也可以绘制被测节点随时间变化的应力应变情况, 如合成应力、最大剪切应力、主应力或应力应变的单个分量。



车辆疲劳试验

功能及特色:

- ◆ 载荷—时间历程的DAC或RPC III 文件格式的输入/ 输出, 这些数据可以来源于场地试验、试验室台架试验或采用数学公式推导得到的数据, 用来驱动Adams 的仿真;
- ◆ 模态应力恢复——输入模态信息并复现动态应力应变信息;
- ◆ 对弹性部件动态应力应变的动画彩色云图显示;
- ◆ 动态应力应变测试, 如合成应力、最大剪切应力、最大主应力和应力应变的各分量, 并输出动态应力应变测试随时间变化的曲线;
- ◆ 与有限元软件如ABAQUS、ANSYS和MSC Nastran接

口，进行有限元方面的静强度分析；

- ◆ 与nCode的FE-Fatigue或MSC Fatigue接口，可以输入和显示零部件疲劳分析预测的结果；
- ◆ 试验数据的过滤功能，以去除数据中的噪音或不感兴趣频段的信号；
- ◆ 预测零部件疲劳性能的过程更为流畅；
- ◆ 加强与 CAE 和试验部门的合作；
- ◆ 减少进行疲劳试验的时间和费用，提高产品的疲劳性能；
- ◆ 在产品级评估应力和疲劳性能。

(6) 控制模块：Adams/Controls

Adams/Controls可以将控制系统与机械系统集成在一起进行联合仿真，以实现一体化仿真。主要的集成方式有两种，一种是将Adams建立的机械系统模型集成到控制系统仿真环境中，组成完整的机-电-气、液耦合系统模型进行联合仿真。另一种方式是将控制软件中建立的控制系统导出到Adams的模型中，利用Adams求解器进行机-电-气、液耦合系统的仿真分析。

功能及特色：

- ◆ 机械系统中可以考虑各部件的惯性力、摩擦力、重力、碰撞和其他因素的影响；
- ◆ 与常用控制软件进行双向数据传递，包括 Easy5、Matlab/Simulink；
- ◆ 支持联合仿真和函数估值两种模式；
- ◆ 通过状态方程支持连续和离散的控制系統；
- ◆ 使控制系统工程师和机械系统工程师之间的交流更方便；
- ◆ 支持直接集成Matlab/Simulink的S-函数，作为外部系统库（External System Libraries）使用。



起吊机构液压系统分析



装载机工作装置机构分析

(7) 机电一体化模块：Adams/Mechatronics

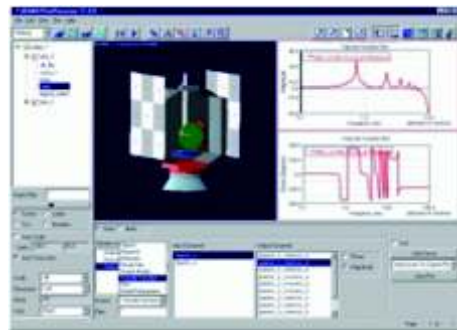
使用Adams/Mechatronics 模块可以将控制系统更方便的集成到你的机械系统模型中。该模块提供建模元素，实现与虚拟控制系统之间进行信息的传递，这就意味着完整的系统级优化将更易实现，尤其对于一些复杂问题更为适用，如车辆设计中扭矩协调控制策略问题或重载机械中液压系统的性能优化等。

(8) 振动分析模块：Adams/Vibration

Adams/Vibration用于机械系统在频域的强迫振动分析。Adams/Vibration首先对系统进行线性化分析，然后计算特征值、特征向量以及在强迫激励作用下的传递函数和功率谱密度函数等等频域特性，这一过程非常快捷，可以得到频域的

精确解。同时可考虑系统中液压和控制对整个系统的影响。

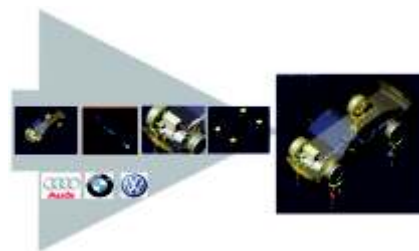
试验室或场地进行的振动试验是既费时又昂贵的，而且一般只能在设计的后期才能进行。使用Adams/Vibration，用户可以在设计的前期就进行振动性能方面的试验，可以进行减振、隔振设计及振动性能优化，并可根据根轨迹图进行稳定性分析，得到的输出数据可以用来进行NVH研究。噪音、振动和可感颤动(NVH)，在很多机械系统设计的性能参数中都是极为重要的考察因素，诸如汽车、飞机、铁道车辆和卫星系统。但设计最适合的NVH性能会导致很多其它问题。系统中某个部件受到一个激励会影响到系统中其它的部件而出现问题。



航天卫星频响分析

功能及特色：

- ◆ 模型在不同工作状态下频域的强迫振动分析；
- ◆ 可以包含液压、控制和用户自定义子系统的影响；
- ◆ 频域输入函数（正弦扫频/扫幅信号、功率密度谱信号、不平衡转子）；
- ◆ 频响函数可以包括幅值也可以包含相位信号；
- ◆ 系统模态分析，包括附带的特性和其它一些非线性特性；
- ◆ 强迫振动响应和每阶模态的动画；
- ◆ 每阶模态的动能、静能、消耗能的数值分布；
- ◆ 支持Adams中的试验研究、DOE和优化功能；
- ◆ 与Matlab和EASY5接口以作进一步的A、B、C、D特征矩阵分析；
- ◆ 同一模型就可以直接研究振动性能；
- ◆ 研究各参数对整个系统模型的影响；
- ◆ 通过结合时域和频域的分析，可在不同的工作状态点进行振动特性的分析。



四通道振动台架试验仿真

(9) 自动的柔性体生成模块：Adams/ViewFlex

Adams/ViewFlex是集成在Adams/View中的自动柔性体生成工具，它使得不必离开Adams/View环境即可创建柔性体，并且不需要借助任何有限元软件，这个模块让有关柔性体的仿真分析比传统方式更流畅、更高效。

(10) 直接的CAD数据接口模块Adams/Translators

Adams/Translators是全新的CAD数据直接接口，借助这个模块，Adams与CAD软件之间进行数据的导入导出不必转换成中间格式，可直接读取CAD装配体到Adams中并生成Adams运动部件，几何定义更加精确。Adams/Translators支持CATIA V4/V5、ProE、SolidWorks、UG NX、Inventor、ACIS和VDA等。

3. 汽车专业模块——全球最流行的车辆动力学仿真环境

Adams汽车专业模块系列提供轮式车辆性能分析的解决方案，是集专业化模板建模和行业标准分析于一体的应用环境，为用户快速完成轮式车辆的建模、专业化的分析、后处理以及设计方案验证提供了专业的方法和手段，是目前全球最为流行的车辆动力学仿真环境。

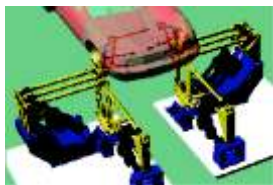
Adams包括一系列的汽车仿真专用模块，用于快速建立功能化数字样车，并对其多种性能指标进行仿真评价。用Adams建立的功能化数字样车可包括以下子系统：底盘（传动系、制动系、转向系、悬架）、轮胎和路面、动力总成、车身、控制系统等。用户可在虚拟的试验台架或试验场地中进行子系统或整车的功能仿真并对其设计参数进行优化。Adams汽车专业模块含有丰富的子系统标准模板以及大量用于建立子系统模板的预定义部件和一些特殊工具。通过模板的共享和组合，快速建立子系统到系统的模型，然后进行各种预定义或自定义的虚拟试验。



功能及特色：

◆ 汽车前、后悬架特性及转向器特性分析（如车轮包络空间分析、K&C特性分析、转向特性分析及悬架零部件静、动载受力特性分析）、悬架和转向特性分析；

- ◆ 功能化数字汽车的操纵稳定性分析；
- ◆ 通用的试验台模板；
- ◆ 驱动车辆以设置进行闭环控制器合适的增益；
- ◆ 结合Adams/Vibration及Adams Car Ride Plugin模块，进行数字化功能汽车的平顺性分析；



◆ 结合Adams/Controls模块，进行数字化功能汽车的控制系統分析（助力转向、ESP和ABS等），实现机械-控制耦合；

◆ 结合Adams/Flex和Adams/Durability模块，实现数字化功能汽车刚柔耦合建模，进行结构响应及耐久性分析；

◆ 全参数化模型，结合Adams/Insight模块，用户可以很方便地进行各种多目标多变量的试验设计及优化；

◆ 通用激励分析（GAA），用户可以自定义激励方式，方便完成客户化分析过程；

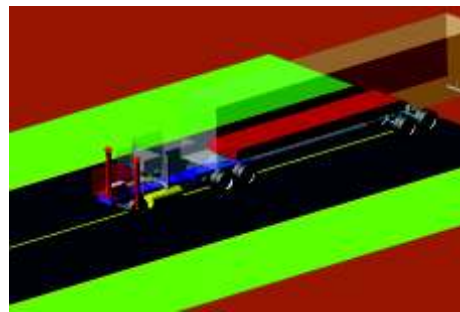
◆ 得到复杂的大位移运动，系统全面的线性/非线性结果；

◆ 模型细化，考虑部件弹性、自动控制系统、约束摩擦和滑动、液压和气动系统以及参数化设计；

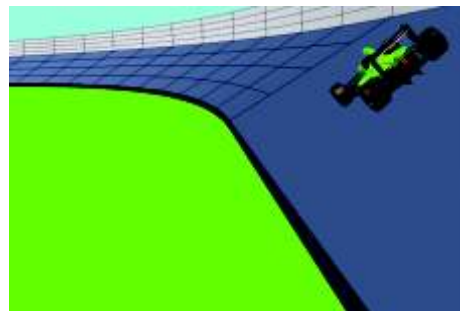
◆ 用于路面的各种数学描述——直接生成或导入数据，新的软土路面模型可以模拟轮胎与路面作用力导致的路面变形；

◆ 多种形式的轮胎数学模型、轮胎特性拟合工具及虚拟轮胎测试试验台；

◆ 封闭路径的优化。



多轴专用车辆仿真



复杂三维路面整车行驶仿真

Adams汽车专业模块系列包括：

(1) 汽车悬架分析模块：Adams/Car Suspension

Adams/Car Suspension悬架分析模块的仿真工况与物理悬架在试验车道或台架上的物理试验完全相同，用户可以创建虚拟悬架、修改参数(例如硬点位置和衬套参数等)，根据客户的要求快速完成悬架及转向器各种性能的测试并确定最优的设计方案。利用虚拟试验台可以进行各种标准悬架试验，例如：单轮跳动试验、双轮同向/反向跳动试验和转向器转向特性试验。使用Adams/Car Suspension，你能够知道悬架是如

何控制车轮的运动以及从车轮传递到底盘上的载荷。悬架分析模块中，包括悬架分析中一些标准的分析流程，以预测一些悬架特性相关参数量（如车轮前束/外倾角、主销后倾/内倾角、悬架刚度等）、载荷、转向特性相关参数量以及车轮的包络空间分析等等。

(2) 车辆动力学分析模块：Adams/Vehicle Solver

Adams/Vehicle Solver整车动力学分析模块可以进行整车的操纵稳定仿真，以测试不同的 subsystem 设计并研究其对整车总体性能的影响。你同样也可以检查某个零部件的修改，如弹簧刚度、阻尼系数、衬套刚度以及抗扭杆刚度等对整车动力学性能的影响。使用该模块，除了可进行一些预制的车辆操纵性能分析的标准试验流程，如：ISO变线试验、直线制动、等半径转弯等、指定线路、转向特性、准静态和直线工况等的分析之外，还可以进行用户自定义的整车仿真分析过程。结合其他模块（例如：Adams/SmartDriver、Adams/Tire Handling和Adams/3D Road）可以为整车性能分析提供更丰富的仿真试验工况，并通过动画和曲线等观察分析结果。

(3) 3D路面模块：Adams/3D Road

应用Adams/3D Road模块，用户可方便地建立三维光滑的路面，例如：多层停车场，赛车跑道和高速公路等等。所谓的光滑路面，指的是道路的曲率小于轮胎的曲率的路面。

Adams/3D Road可与Adams/Tire Handling模块配合使用，用户可以通过选择路面文件来选择不同的路面。在Adams/Car和Adams/Chassis 中都可以进行三维路面的仿真。后处理的动画过程中，软件可自动生成三维光滑路面的几何模型。如果车辆仿真过程中需要跟踪三维路面轨迹，那么就需要使用适当的驾驶控制文件和驾驶员控制数据文件确定驾驶员的输入操作信号和车辆的运动轨迹。当Adams/3D Road与Adams/Car、Adams/Chassis和Adams/SmartDriver同时使用时，用户可以不使用额外的驾驶员控制文件就可以确定车辆的行驶轨迹。

(4) 操纵性轮胎模块：Adams/Tire Handling

Adams/Tire Handling模块可以让用户很容易地建立车辆在道路运动时作用于轮胎的力和力矩。使用这些轮胎模型可以预测车辆在任意工况下的大位移车辆动力学行为。该模块提供了各种用于操稳的轮胎模型(取决于输入的数据变量)，包括基于轮胎简单特性的Fiala模型和UA模型，以及基于广泛和详细的轮胎试验的Pacejka魔术公式模型。

(5) 高级驾驶员模块：Adams/SmartDriver

Adams/SmartDriver 为高级汽车驾驶员模拟器，可以驱动车辆到极限工况或用户指定的目标，比如最大纵向加速度的百分比。Adams/SmartDriver使用最少的设置，就能改进车辆的操纵性能、耐久性能和平顺性能。

(6) 卡车插件：Adams/Truck Plugin

Adams/Truck集成了MSC公司咨询专家与Bench, Volvo, Renault, Navister, International等世界著名卡车公司的设计开发经验，建立了卡车的各种专用模板(例如：转向桥模板、驱动桥模板、弹性车架模板、驾驶室悬架/悬置模板、刚性/弹性驾驶室子系统模板、货舱模板、拖车模板、空气弹簧模板、钢板弹簧模板、平衡悬架模板等)，是用户快速建

立数字化功能卡车的专用设计环境。利用Adams/Truck工具箱可进行非常精确的高逼真度仿真，捕获的频率范围高达30HZ。根据仿真结果可以较容易的对数字化卡车进行优化，既缩短了产品开发周期、降低了成本，又提高了产品质量。

Adams/Truck采用由顶向下的设计方式，即设计过程中首先根据整车的设计要求，通过高精度的数字化卡车模型，计算出各个系统级别（如驾驶室）、子系统级别(如座椅)、零件（如空气弹簧）的设计目标，然后从零件、子系统、系统、整车进行详细设计。卡车的车架可从FEA软件中导入包含车架结构以及连接点的弹性体。驾驶室子系统模板支持驾驶室的FEA模型，可建立高精度的座椅，利用接口可容易的计算驾驶员舒适度，与驾驶室悬架模板有简单的接口。



卡车模型

(7) 专业底盘模块：Adams/Chassis

Adams/Chassis向用户提供了丰富的工业标准模型面板和分析工况，此外，用户可以通过客户化工作丰富现有的模板和分析工况。

通过Adams/Chassis提供的独特的指纹技术，用户可以同时管理最多50种仿真工况。应用指纹技术可以在不同的环境中分析同一个模型，或不同模型在同一种环境中分析，或者任意的组合。当在Adams/Chassis中应用Adams/Insight时，可以提供优秀的开发平台，分析二分之一或全车模型。应用Adams/Insight模块，用户可以对模型中任意参数进行扫描分析，统计分析试验结果，研究制造公差对整车性能的影响，优化设计方案。

Adams/Chassis使用最新的数据存储格式(XML)，目标导向技术（Python），为其他应用提供方便的界面。使用Adams/Chassis，可以进行整车工况的仿真(诸如稳态漂移、滑行中转向和等半径转向分析等)和二分之一车辆工况的仿真(诸如动载荷工况和静载荷工况分析)。配合Adams/Insight模块的使用，进一步扩展了Adams/Chassis的分析功能，可以完成对车辆模型系统化的试验分析，可以研究多种设计方案的影响，进行设计优化，也可以有效地进行系统的鲁棒性问题研究。

(8) 平顺性分析插件：Adams/Car Ride Plug-in

Adams/Car Ride模块为Adams/Car的即插即用模块，使用该模块，可快速完成悬架或整车的装配模型，然后利用该模块提供的舒适性分析试验台，可以快速的模拟悬架或整车在粗糙路面上或在实际的振动试验台上所进行的各种振动性能

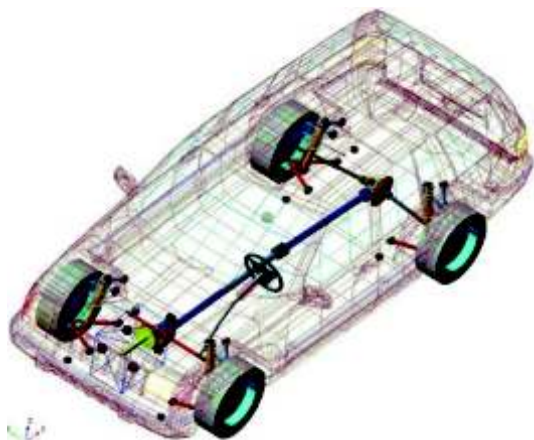
试验，支持各种激励信号，包括实测的位移或载荷的时间历程信号，可以同时考虑轮胎对整车振动性能的影响。借助 Adams/Vibration 模块还可以在频域进行分析。

Adams/Car Ride 为 Adams/Car 的功能扩展模块。在设计过程中，可以用来进行车辆的舒适性的分析。Adams/Car Ride 包括进行车辆舒适性的分析所需要的工具，包括元件、模型以及事件的定义，以建立在频域内进行分析的模型，测试并进行后处理。进行操纵性能分析的模型现在能够用来进行平顺性能和舒适性能的分析。

(9) 动力传动系分析模块：Adams/Driveline

Adams/Driveline 提供给工程师和分析专家进行传动系统部件建模和仿真的专用工具，可以用来研究整个传动系在各种不同的工作条件下的动力学性能。使用 Adams/Driveline，也可以研究传动系统和汽车底盘部件，如悬架系统、转向系统、制动系统和车体等部件之间的相互作用。传动系模型可以很容易地集成到整车模型中以研究传动系与底盘中其它部件的相互作用。通过使用这一基于模板的工具，用户可以建立传动系部件的模型，仿真各种工况下的动态系统行为。用户只需输入参数、差速器、驱动轴、分动器和变速器的模型将自动创建。齿轮力、自由行程、粘性联轴器和防滑差速器则来自于详尽的单元库。部件可以很容易地激活或暂停以研究其对整个系统行为的影响。同时提供了丰富的标准试验，用户也可以高效地创建自己的试验。

使用 Adams/Driveline 模块，可以快速创建完整的、参数化的传动系统，可用于研究扭矩的传递以及分配、传动系统的装配以及振动分析等性能，也可以预测部件的疲劳寿命，获得 NVH（振动、噪音、冲击）特性。利用该模块建立包含传动系统的虚拟样机可加入到 Adams/Car 中分析研究整车（如前轮驱动、后轮驱动以及全轮驱动）的动力学性能分析。传动系模块提供了应用范围很广的强有力的工具。支持操稳分析中的前轮驱动，后轮驱动及四轮驱动，力矩转移、分配、陀螺效应和平衡效应、轴承动力学和弹性、以及部件级的噪声和振动激励。可以研究部件柔性对设计的影响以及系统动态行为、高转速下的二级运动。进行控制系统的分析、传动系布置方案研究、用于耐久性分析的部件疲劳载荷预测。

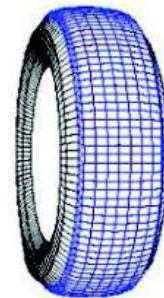
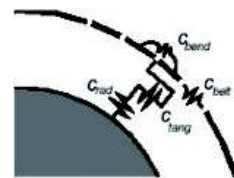


Adams/Driveline 创建传动系的整车模型

(10) FTire 模块：Adams/Tire FTire

Adams/Tire FTire 为 Adams/Car 包之外额外可选的模块，用来在模型中考虑轮胎的影响，进行各种操纵性能的分析，如：制动、转向、加速、自由滚动或滑动分析时，可以模拟轮胎在标准路面或不规则路况上运动时作用在轮胎上的力和力矩。进行车辆的耐久性和舒适型研究时要求能够精确地预测轮胎路面载荷。Adams/Tire FTire 模型提供了介于纯操稳模型和耗时的有限元模型之间的解决方案。其柔性胎体模型和高级算法提供了可以信赖的计算速度、模型细节以及仿真精度。

FTire 是一个 2.5 维的非线性轮胎模型，轮胎的胎体由环形离散的元素来表示，一般大约为 50~100 个点质量元素，这些单元之间以及与轮辋之间均用非线性弹簧—阻尼连接起来。这些环形元素相对于轮辋可以在任意方向弯曲。FTire 与 TYDEX 基本轮胎界面一致。FTire 可以描述高速时轮胎的径向硬化效果。自动计算作用于轮轴处的力和力矩，这些力来自于轮胎和地面的接触，为耐久性和平顺性分析提供精确输入。FTire 模块主要是针对平顺性、耐久性以及操纵性能方面的应用而设计的。



FTire 模型

功能及特色：

- ◆ 在模型的仿真精度、细节与计算速度之间提供了一个有效的折中方法；
- ◆ 在频率域提供了高精度的仿真结果，其频率可达 120Hz；
- ◆ 容易从轮胎的测量数据中获得模型参数；
- ◆ 对波长降到轮胎接地尺寸的一半的小障碍物，能够得出有效的结果；
- ◆ 当通过凸凹不平的路面时，能提供很高的精确值。

(11) 悬架设计库 Adams/Car Suspension Design Libraries

这是一个与 SimDesigner Suspension 模块一起使用的模块，让 SimDesigner Suspension 用户可以直接调用 Adams/Car 数据库中的悬架模型数据。

4. 机械模块 Adams/Machinery——全新的的齿轮、履带及链传动建模工具

Adams/Machinery是完全集成于Adams的工具模块，该模块是一种全新的、能够实现对包括机器人技术、传送机、农业设备和工业机械等常见机械部件进行高保真建模与仿真模拟自动化的多功能虚拟模型仿真与多体动力学解决方案，以便为工程师在机械系统的虚拟测试与虚拟样机仿真中提供帮助。

功能及特色：

- ◆ 为包括齿轮、履带和链条在内的常见机械零件进行高保真的仿真模拟；
- ◆ 极为快速的建模-解算-评估，提高了设计效率；
- ◆ 具备一种易于使用的自动化、向导驱动型模型创建过程；
- ◆ 在Adams/Postprocessor（后处理程序）中直接评估建模结果。

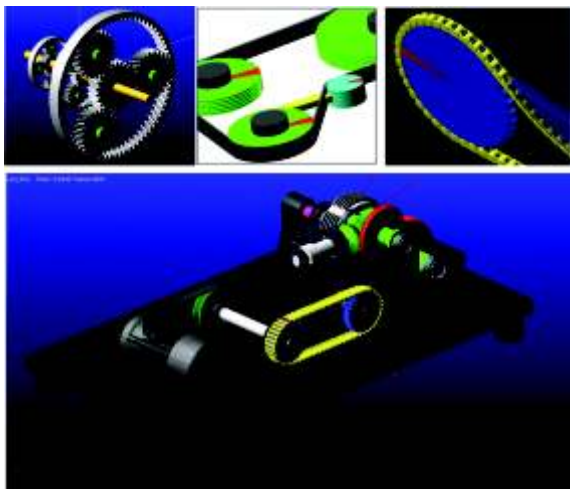
Adams/Machinery为设计人员和工程师提供了一套定制的工具套件，其第一个版本包含的快捷建模工具有：

齿轮模块：对多种类型的齿轮组性能进行建模及评估，其中包括直齿轮、螺旋齿轮、锥齿轮等；

皮带模块：对多种类型的履带轮进行建模及评估，包括一般平面带、V型带、楔形带等；

链条模块：能够为链轮和渐开线轮，以及静音链条等进行动态建模和评估。

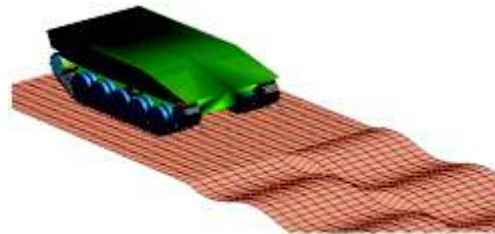
Adams/Machinery具有针对链条、齿轮和履带零件建模和预处理高效工具的同时，还提供一个极为易于接受、易于使用的界面，具备内置的帮助信息和关于各组件、相互关系，以及建模逼真度适应性选项的相关信息。Adams/Machinery向导程序能够自始至终的引导用户完成模型的建立，并提供快速编辑、修改，和/或改变建模逼真程度选项的功能。Adams/Machinery组件能够进行参数化，并使用Adams/Insight进行设计研究和优化模拟。



5. 实用工具箱

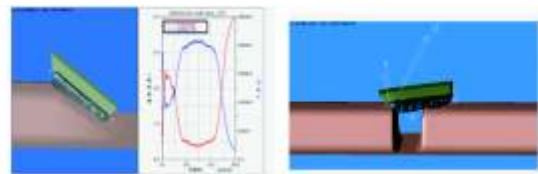
(1) 履带工具箱：Adams/ATV Toolkit

ATV Toolkit是Adams用于履带式车辆动力学性能分析的专用工具，是分析军用或商用履带式车辆各种行走动力学性能的理想工具。



通过ATV Toolkit，利用其提供的车身、履带、车轮及地面模板，可快速建立履带式车辆的子系统到总装配模型。提供了多种悬挂模式和履带的模板，方便用户建立各种复杂的车辆模型。通过改进的高效积分算法，可以快速给出计算结果，研究车辆在各种路面（软土、硬土）、不同车速和使用条件（直行、转向）下的动力学性能，并进行方案的优化设计。同时，模型中还可加入控制系统、弹性零件、用户自定义子系统复杂元素，以使模型更为精确。

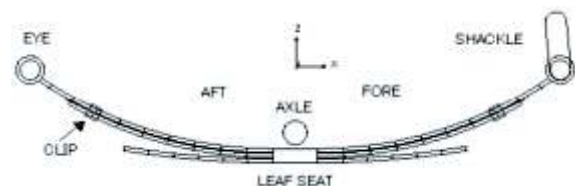
在Adams/ATV Toolkit中，既可以建立完整履带车辆模型（包括橡胶履带），也可以建立简化的履带车辆模型，即string track model。

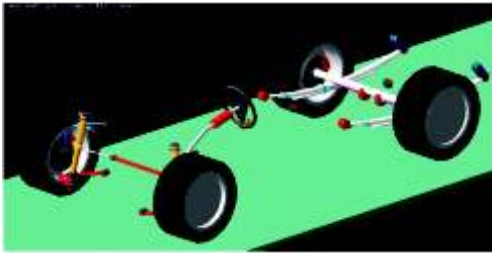


中国北方车辆研究所履带车辆爬坡、跨越壕沟过程仿真

(2) 钢板弹簧工具箱：Adams/LeafSpring ToolKit

钢板弹簧是车辆上应用十分广泛的悬架形式之一。MSC软件公司开发的Adams钢板弹簧工具箱采用离散梁单元法为工程师提供了高质量的钢板弹簧建模环境，已经成功通过数十家用户的上千次验证。该工具箱具有使用方便，计算结果可靠的突出优点。工程师可以快速建立钢板弹簧的虚拟样机，研究设计方案是否合理，并将该悬架模型与通过Adams/View或Car等建立的整车模型进行装配，从而节约了数周乃至数月的时间。





该工具箱主要包括如下选项：

几何建模选项

- ◆ 对称式结构或非对称式结构
- ◆ 单片簧或多片簧
- ◆ 吊耳处于压缩状态或拉伸状态
- ◆ 钢板弹簧处于正吊或反吊状态
- ◆ 专用的钢板弹簧与车架连接方式
- ◆ 专用的吊耳与车架的连接方式

仿真工况选项

- ◆ 根据物理样机数据进行分析
- ◆ 应用虚拟试验台进行仿真试验
- ◆ 验证钢板弹簧力-变形曲线
- ◆ 研究钢板弹簧在承载下的形状
- ◆ 钢板弹簧片间摩擦研究

力学建模选项

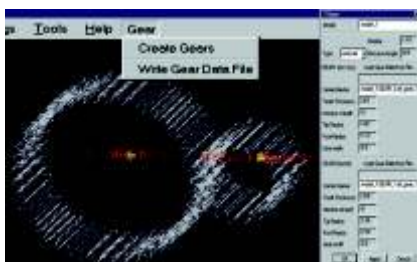
- ◆ 梁单元的数量
- ◆ 接触力的数量
- ◆ 材料特性
- ◆ 簧片之间的摩擦
- ◆ 参数化车桥/车架安装位置
- ◆ 理想约束或衬套连接方式

(3) 齿轮传动工具箱：Adams/Gear Generator Toolkit

Adams/Gear Generator可以快速地计算齿轮之间的传动特性，捕捉齿在啮合前、后的动力学行为。可以在一个模型中研究直齿、斜齿、锥齿及其摩擦的动力学性能。方便快捷地对轮系（包括行星轮系）进行仿真。

特点：

- ◆ 建模方便，仅需要标准的齿轮参数（齿轮模数、节圆直径等）
- ◆ 利用渐开线函数方程计算齿轮几何形线、啮合点、齿轮啮合力（内齿和外齿）
- ◆ 通过对轴距和齿厚的改变来模拟锥齿传动，
- ◆ 可以考虑齿轮轴的弹性和非绕齿轮中心轴转动的齿轮转动等。

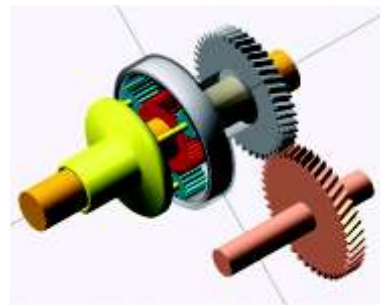


齿轮传动工具箱

(4) 高级齿轮工具箱：Adams/GearAT

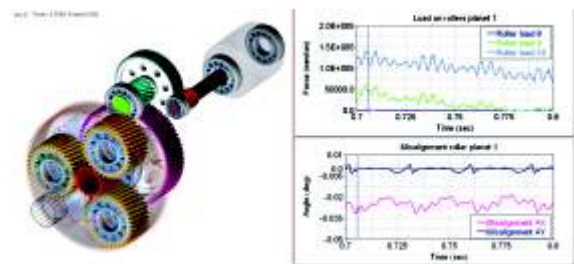
Adams/GearAT是MSC公司推出的高级齿轮仿真分析工具，作为Adams软件的一个插件与其集成为一体，用户使用高级齿轮仿真分析模块可以在Adams的动力学仿真环境中完成完整的齿轮传动系设计以及高保真的齿轮系统仿真，并且可以包括详细的齿轮和轴承的建模及优化。

Adams/GearAT是基于Adams的齿轮传动动力学解决方案，基于这套仿真工具，用户可以结合静态和动态的分析方法，完成传动系的仿真分析。设计人员可以设计出性能最优的传动系统，利用Adams/GearAT与MSC Nastran的无缝集成功能，便捷地处理柔性齿轮，实现刚柔耦合仿真分析，观察相关动态效果，比如齿轮啮合的同时，还可以同步接收并考虑齿轮和轴承上的位移，变形和应力的信息。



特点：

- ◆ 建模快、精度高；
- ◆ 支持内齿轮和外齿轮传动，直齿和螺旋齿轮；
- ◆ 高级的齿轮接触算法可以计算不同齿形上的载荷分布接触情况；
- ◆ 可充分考虑部件的柔性及相互作用；
- ◆ 考虑齿轮与轴承微观的几何形状影响；
- ◆ 考虑齿轮与轴承的非线性行为。



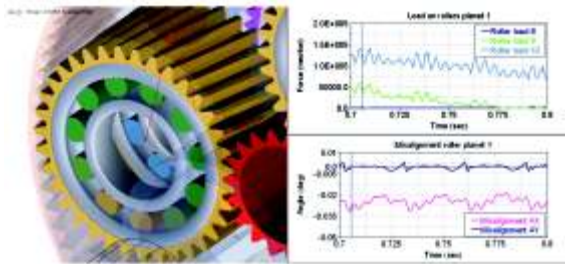
(5) 高级轴承工具箱：Adams/BearingAT

Adams/BearingAT是MSC公司推出的高级轴承分析工具，作为Adams软件的一个插件与其集成为一体，方便用户进行滚动轴承的数值仿真分析，并可和柔性体兼容。Adams/BearingAT是定制化的轴承设计专用工具，它集成了机构运动学和结构有限元方法，形成了一套即可满足精度要求又能实现快速设计的全新实用方法。使用这个工具模块，设计人员可以完成组件添加和整个系统的动力学高精度仿真分析，结果包含，轴承力，滚子载荷等。



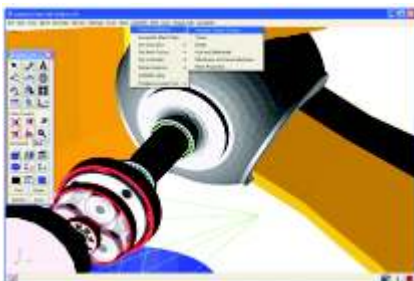
特点:

- ◆ 基于工程经验的实体接触解析算法;
- ◆ 考虑滚子和滚道间复杂的非线性接触;
- ◆ 消除了关于接触刚度的假设;
- ◆ 可以将轴承建模几何体或微小几何体参数化;
- ◆ 有被验证的有限元支持,不需要太多的有限元分析专业知识;
- ◆ 有限元网格技术应用,鼠标轻轻一点就可以进行滚子和滚道的网格化;
- ◆ 在运动分析中可以根据已有的屈服量,来提高载荷变换的计算速度;
- ◆ 高级技术适用非专家用户群;
- ◆ 自动化程序实现FEA和MBD应用而无需高级技术。



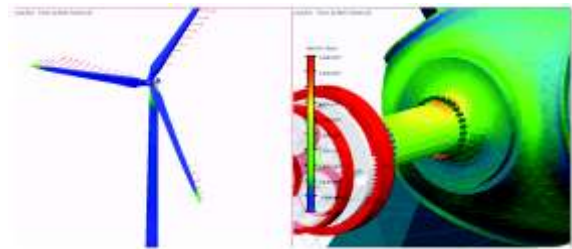
(6) 风机工具箱: Adams/AdWiMo

Adams/AdWiMo, 即 Adams Advanced Wind turbine Modeling, 是Adams针对风力发电机建模及仿真的专业模块, 利用该模块可帮助用户快速准确地建立包含叶片、主轴、齿轮、轴承、塔筒、控制系统和机舱等子系统的完整风力机模型, 基于Adams对多刚体/柔体系统的精确计算能力, 为用户提供最实用的风力机系统动力学数值仿真计算功能。



特点:

- ◆ 专门的处理程序tower_by_beam和blade_by_beam处理如塔筒和叶片等模型;
- ◆ 在处理空气动力载荷时,其借助权威的NREL的空气动力学算法,用户可以方便地定义风场;
- ◆ 借助Leibniz大学的水动力算法Waveloads,方便地处理海上风机所受波浪载荷作用;
- ◆ 出色的后处理工具可极大地提升用户分析数据的效率;
- ◆ 针对风力机控制系统有全面的处理方法,对变桨、偏航、制动等问题可方便地在机械系统上耦合控制系统;
- ◆ Adams所有的功能可以与AdWiMo联合使用,这样更加拓展了其效能,如柔性部件的使用,在疲劳分析方面的应用等。

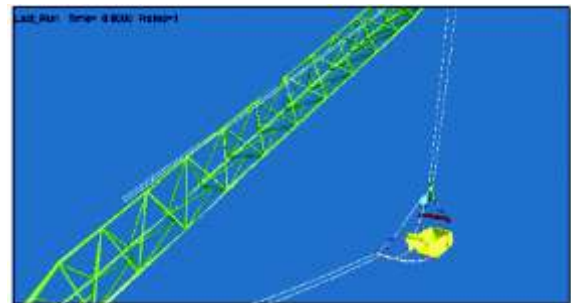
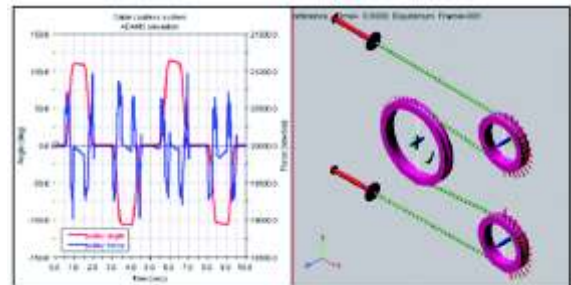


(7) 绳索工具箱: Adams/Cable

Adams/Cable是快速建立滑轮和吊装系统的绳索、皮带、滑轮及带轮装置的专用工具箱,可以广泛用于吊装、电梯、缆车等仿真领域。

特点:

- ◆ 简洁的用户界面
- ◆ 多种绳索建模模式
- ◆ 自动化的约束、连接处理
- ◆ 高效的接触分析



(8) Matlab数据接口：Adams/MatLink

Matlab是一款非常流行的矩阵运算工具，在全球范围内拥有广泛的用户群，Adams用户往往同时也是Matlab用户，大家可能都有这样一个共同的问题，能否借助Matlab强大的数值处理功能为Adams服务呢？Adams/MatLink正是应客户所想的一个非常棒的解决方案。

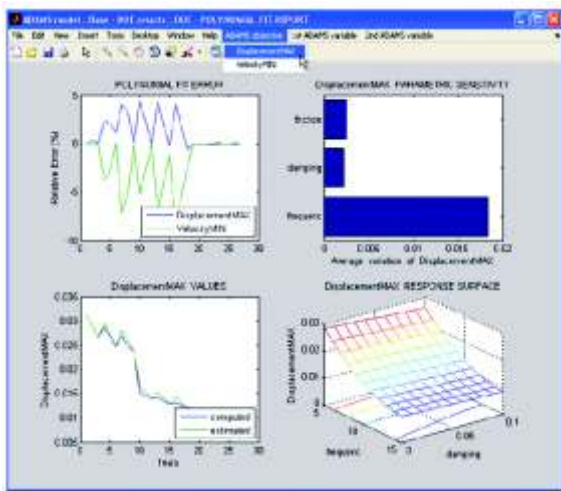
作为Adams与Matlab之间的数据接口，Adams/MatLink可以帮助用户从Matlab强大的编程、矩阵运算、信号处理、控制系统设计、系统辨识等功能中获益，实现Adams与Matlab之间的双向数据交流，同时，借助它们能够相互调用对方命令的功能，建立耦合脚本或宏。

优点：

- ◆ 借助Matlab处理Adams模型所需的数据，比如矩阵、向量、样条、传递函数等；

- ◆ 借助Matlab处理Adams结果数据，比如进行3D绘图，进一步做信号处理、控制系统设计、系统辨识等；

- ◆ 利用Matlab内部语言辅助图形界面开发；
- ◆ 实现Adams与Matlab命令的交互；
- ◆ 多种集成模式可以灵活选择。



6. 基于Adams的第三方产品

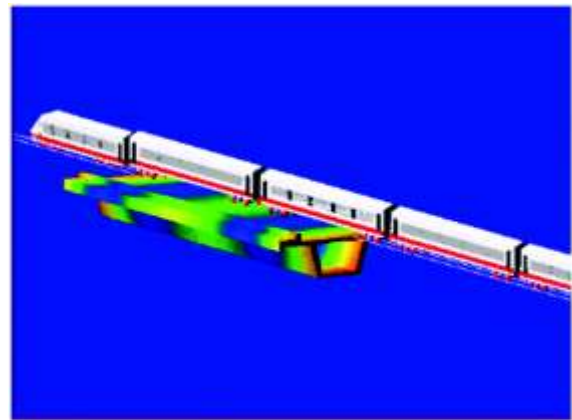
(1) VI-Rail

VI-Rail是基于Adams平台开发的铁道专业机车车辆系统动力学分析工具。1993年，荷兰铁道组织(NS)、Delft工业大学以及德国ARGE CARE公司三方合作，进行铁道车辆系统动力学软件的开发，后来与美国MDI公司合作，将开发的软件移植到Adams平台上，即Adams/Rail。现在该产品为VI-Rail，由VI-Grade负责该产品的研发、技术支持及销售。用户可以利用VI-Rail方便快速地建立完整的、参数化的机车车辆

或列车模型以及各种子系统模型和各种线路模型，并根据用户分析目的不同定义相应的轮/轨接触模型，然后自动组装成用户所需要的系统模型，并进行相应的分析。可以进行诸如机车车辆稳定性、临界速度、曲线通过性能、脱轨安全性、牵引/制动特性、轮轨相互作用力、车轮磨损、随机响应性能和乘客舒适性指标以及纵向列车动力学等问题的研究。VI-Rail模块，采用Adams专用模块中统一的模板建模方式，使用户在建立和修改模型更快捷和方便。使用VI-Rail模块，工程师可以精确地模拟整个铁道机车车辆系统，并真实地模拟其运行过程中的动力学行为。可以让工程师在进行物理试验之前在计算机上对铁道机车车辆的性能进行研究、改进以至优化。

VI-Rail新功能：

- ◆ 轮-轨接触可视化工具
- ◆ 基于轨道坐标系下使用测试数据的轨道描述
- ◆ 对弹性轨道位移、加速度、载荷等的测试请求
- ◆ 轨道弹性对车辆动力学性能的影响，轨道的MNF文件由VI-Rail直接调用外部有限元程序得到。



机车过桥刚柔耦合分析

(2) VI-Aircraft

VI-Aircraft是基于模板方式建模和仿真的工具，极大地简化了起落架的设计和仿真工作。用户只需向模板提供所需的数据，就可以自动建立子系统模型和系统模型。飞机设计工程师还能够构造、测试和细化飞机起落架方案，比较多种可选方案。

飞机起落架模块还提供了功能强大的仿真功能，此功能被航空工业确认为标准。飞机起落架可以安装在落振试验台上进行各种工况下的落振试验。在进行此试验时可以变化多



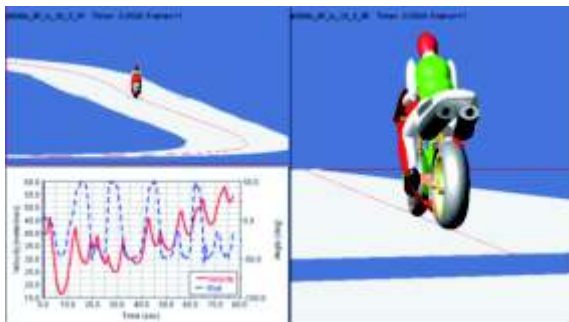
飞机起落架落振分析

种参数，如下落质量、油针和冲击角度的各种组合等。变化这些参数的目的就是使试验工况尽量接近实际工作情况，从而用试验来验证设计方案。起落架模块还可以仿真分析起落架的收放过程，用以确定作动筒和液压阀的大小。飞机起落架模块中的飞机起落架既可以安装在刚性机身上也可以安装在柔性机身上，用以仿真真实飞机整机的各种工作状态：滑行、转弯、制动、起飞和着陆过程。

(3) VI-MotorCycle

VI-Motorcycle工具箱风格与Adams/Car相似，集中了MSC专家以及摩托车业界各大公司(例如：Honda, Yamaha, Harley等)长期的经验，大量采用了模板技术，开发了专用的摩托车轮胎及驾驶员模型，是用户快速建立数字化功能摩托车的专用设计环境。利用该工具箱，可快速建造高精度的包括悬架、轮胎等子系统在内的参数化数字摩托车，在虚拟试验环境下，可动态仿真车辆的瞬态和稳态响应，并输出仿真结果，评估车辆平顺性以及操纵稳定性，以便及时修改车辆设计以及模型参数，使车辆达到最优化。

摩托车主要由车架、悬架、发动机、传动系、轮胎、驾驶员组成。模型中的几何位置以及设计变量全部采用参数化设置，用户可采取交互或批处理的模式修改模型参数。该工具箱采用摩托车工程师熟悉的专用图形用户化界面，可使用户更快、更好的建模。另外，该工具箱包含丰富的摩托车数据，用户可方便的使用或创建摩托车模型。



摩托车虚拟路况

(4) VI-AutoFlex

使用VI-AutoFlex，可以快速建立参数化弹性体模型。VI-AutoFlex能对CAD软件导入的Parasolid几何模型或在Adams/View中直接建立的几何模型进行网格划分。(导入Parasolid几何体时需要Adams/Exchange模块)，并支持对已知截面、中心线和网格属性的拉伸体划分网格，自动对已划分网格的部件添加外结点，结果包含部件的特征振型、特征频率以及质量、刚度矩阵和Adams/Durability产品所需应力模式等信息。

特点

- ◆ AutoFlex能对CAD软件导入的Parasolid几何模型或在Adams/View中直接建立的几何模型进行网格划分；
- ◆ 支持对已知界面、中心线和网格属性进行拉伸以划分网格；
- ◆ 中心线和附着点的参数化；
- ◆ 自动对已划分网格的部件添加联结节点；
- ◆ 结果包含部件的特征振型、特征频率以及质量、刚度

矩阵等信息；

- ◆ 可输出Adams/Durability产品所需应力模式。

使用VI-AutoFlex模块，能够直接在Adams环境中进行弹性体的分析，而不用再借助于现有的有限元分析软件。这一功能对于设计早期的分析非常有用，可以在更具体的有限元描述完成之前来分析弹性体对系统的影响。使用VI-AutoFlex，可以快速建立参数化弹性体以描述一个部件、对整个系统进行研究、修改弹性体并对这种修改的影响进行评估，这些工作都是在熟悉的Adams环境中进行的。

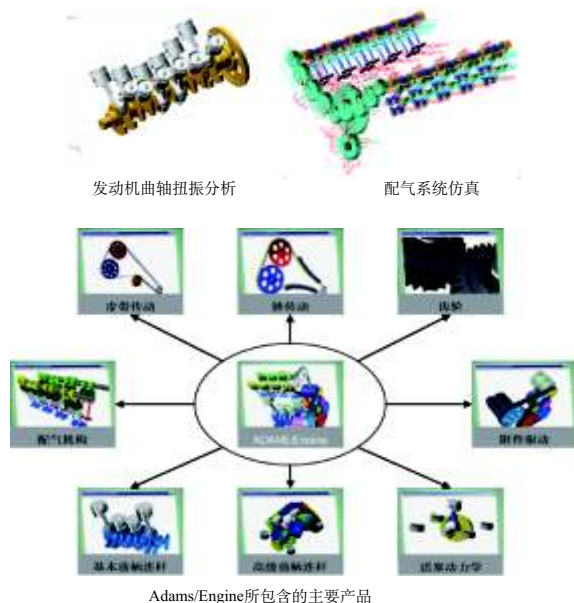
通过减少费时的数据传递步骤，VI-AutoFlex大大提高了在开发流程中的概念设计阶段对多种配置进行分析的能力。另外VI-AutoFlex的结果可以方便地输出到工业标准有限元分析软件MSC Nastran等有限元软件中。

(5) VI-CarRealTime

VI-CarRealTime模块提供前处理、新的解算器和后处理功能，采用Pacejka 2003 轮胎模型和3D路面模型，结合驾驶员模块，可以完成简化但精确的车辆模型在路面上的低频波动分析。该模块提供与Matlab软件所需要的S-Function函数的输出功能，可直接在Matlab软件中调用。该模块主要用于产品早期的方案设计。VI-CarRealTime主要为车辆设计师所使用，可以进行概念车辆模型的分析 and 优化，评估车辆悬挂参数、驾驶员技术、竞技比赛等，可以完成对给定设计参数的车辆进行快速驾驶试验。

7. 发动机包 (FEV Virtual Engine Package)

FEV Virtual Engine Package包括一系列的汽车内燃机仿真专用模块，可以方便的创建包括正时链/带、配气机构、附件驱动系统、曲柄连杆活塞系统、齿轮、轴承等在内的详细发动机数字样机。可以分析发动机整机动态响应、子系统/部件(刚性体或弹性体)的运动、载荷、振动/噪声、耐久性性能。Adams目前由FEV负责研发、技术支持及销售。



Adams/Engine所包含的主要产品

(1) 发动机基本模块：Adams/Engine Base

发动机基本模块包含了最低逼真度水平的发动机建模单元，可以使用户快速地建立发动机模型并估计发动机悬置所受载荷。可用于建立概念级的子系统（例如配气机构），然后与一个详细的子系统（例如正时链）组合，该子系统可以由其它的模块生成。该方法的优点在于可以考虑来自其它子系统的真实激励，从而使用户集中精力考虑感兴趣的子系统。与所有子系统都以高逼真度水平建立的模型相比，这种模型要小一些而运行速度更快。为了使管理子系统模型逼真度的方法易于实施，该模块包含于正时链、正时带、配气机构、附件驱动、基本曲柄连杆、高级曲柄连杆和齿轮模块中。也可以作为一个单独的模块购买。

(2) 发动机配气机构：Adams/Engine Valve Train

使用配气机构模块，用户可以设计具有部件尺寸的配气机构，并可以计算高速下配气机构的动态行为，例如举升和临界转速。计算气门的加速度、回弹、气门座速度、气门与弹簧的冲击、弹簧力以及凸轮轴的扭转振动。能够根据气门的举升数据生成凸轮轮廓、新的十字头、尖头从动轮和气门摇臂单元。

(3) 发动机正时链模块：Adams/Engine Chain Drive

使用这一模块，用户可以建立由滚子和衬套组成的正时链模型，包括有齿或无齿的链。可以研究由链振动引起的传递错误，确定链的张力用于耐久性分析，根据噪声优化张紧轮以改进性能。通过链轮单元，用户可以建立不同齿廓的链轮，并且可以建立复杂程度不同的可切换的模型，即可以建立链轮的详细模型，也可以采用基于约束的建模方法。该方法可以基于链轮齿的数目建立链轮与链的耦合。

(4) 发动机正时带模块：Adams/Engine Timing Belt

使用正时带模块，用户可研究带动力学、计算耐久性要求、计算噪声和振动激励、确定轴承载荷和临界系统频率。部件包括梯形和导向皮带轮、张紧器和带。用户可以根据需要决定模型的复杂程度，既可以建立正时带的详细模型，也可以采用基于约束的建模方法，该方法可以基于带轮齿的数目建立带轮与带的耦合。此外还有研究摩擦损失和附件载荷要求的功能。

(5) 发动机附件模块：Adams/Engine Accessory Drive

使用附件驱动模块，用户可以研究附件驱动中的动态现象，包括打开空调或加速。部件包括：带轮、张紧器、带和V型带。可以在带的两面定义不同的摩擦系数，选择详细或基于约束的建模方法。

附件传动模块的增加，扩充了Adams/Engine（发动机模块）的功能，它是发动机子系统完整解决方案的一部分。利用附件传动模块，用户可创建V型布置的皮带轮和张紧轮，并把他们放在附件传动机构中正确的位置，在整个机构上安装皮带就构成了附件传动系统。把附件传动系统与其他Adams/Engine的子系统（如配气机构、齿轮传动等）装配起来，通过数值或者用户自定义函数来设置皮带的速度和阻尼扭矩来评价传动性能。

(6) 发动机基本曲柄连杆机构模块：Adams /Engine Basic Cranktrain

使用基本曲柄连杆模块，用户可以建立任何类型发动机的曲柄连杆模型并确定与曲柄连杆系统相平衡的自由力和内

力。在发动机开发过程的任何时刻，用户可以根据任务调整模型的逼真度，同时可以保留调整之前的绝大部分数据。例如，曲轴可以是刚体、扭转柔性或柔体。向导功能帮助用户快速地建立发动机的布置是直列还是V形以及缸数。用户甚至可以创建W形布置的24缸发动机。该向导帮助用户自动创建发动机部件包括：活塞、连杆、轴承和空气力，形成完全功能化和参数化的模板。有三种不同的发动机悬置单元可供选择：基于线性刚度的简单模型，以及两种具有频率依赖特性的橡胶和液压悬置。有一个虚拟试验台，它包括五个转动质量及与之相连的弹簧-阻尼单元，可以描述真实的试验台进行标准试验，例如转速扫描。

(7) 发动机高级曲柄连杆机构模块：Adams/Engine Advanced Cranktrain

使用高级曲柄连杆模块，用户可以方便地将柔体部件集成到系统级虚拟样机中。通过该功能，用户可以根据重量、耐久性和NVH性能进行优化设计。该模块包含了一系列高逼真的零部件模型，包括：液压动态轴承（包含详细的油膜模型）、双质量飞轮、以及具有频率依赖特性的发动机悬置。

(8) 发动机齿轮模块：Adams/Engine Gear

使用齿轮模块，用户可以容易地在发动机仿真中加入不同逼真度的齿轮模型。在最复杂的模型中，用户可以建立轮齿之间的相互作用、摩擦、研究冲击和啮合对齿轮振动的影响。此外，可以得到轮齿上的载荷用于耐久性评估。

(9) 发动机活塞模块：Adams/Engine Piston

使用Adams/Engine Piston模块，可模拟发动机中活塞和衬套之间除了往复运动之外的倾斜运动，在该模块中，采用三种方式模拟活塞和衬套之间的碰撞，包括基于赫兹接触的干摩擦模型、2D和3D的活塞和衬套之间的液压油膜模型，用户同时需要提供活塞的外形和衬套的扭曲外形。

五、Adams的运行平台

Adams具有广泛的平台适用性，可在PC机、工作站、小型机、巨型机等多种硬件平台上运行，既支持节点锁死，也支持网络浮动，支持的操作系统有Windows和Linux。