



RECURDYN

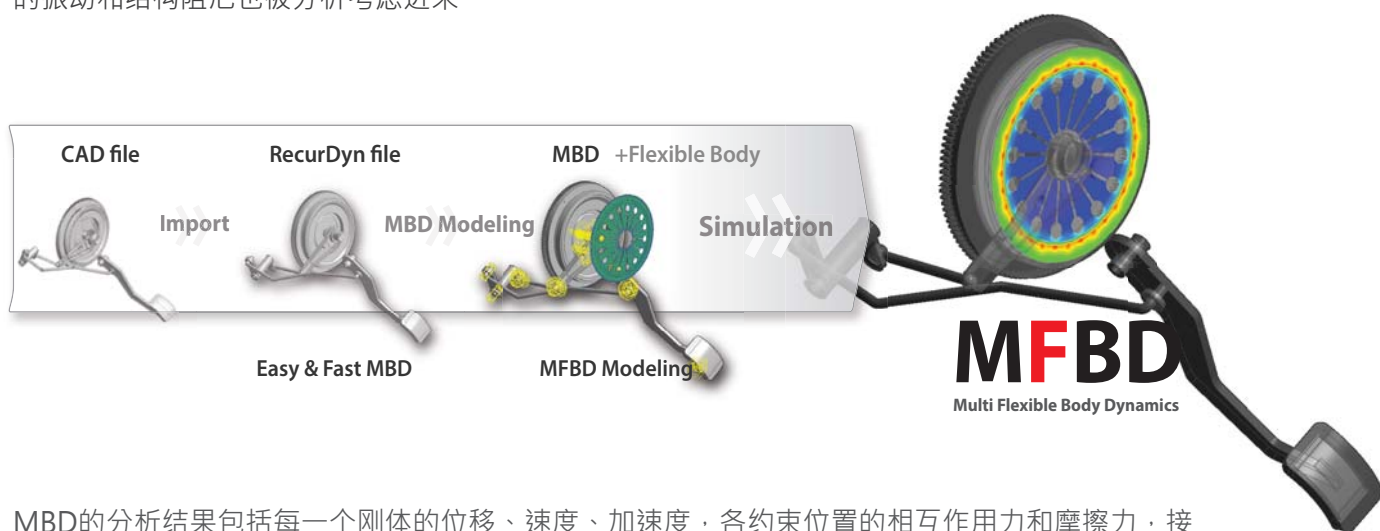
基于多体动力学技术的机械系统虚拟样机软件

- Professional
- MFBD技术
- 粒子动力学
- 机械控制
- CoLink
- 自动化 / 定制化
- 优化设计
- 各类机构工具包

多体动力学概念

多体动力学 (Multi-Body Dynamics——MBD) 是预测机械装配系统在运动过程中的动力学问题；在机械系统中，作用力可以施加在一个或多个刚体上，刚体之间通过运动副和接触来链接。使用刚体进行瞬态分析 (Transient Analysis) ，可以快速获得其动力学结果。

多柔性体动力学 (Multi Flexible Body Dynamics ——MFB) 技术，则用于分析包含刚体和柔性体的机械系统的动力学行为。在许多应用领域中，使用柔性体进行分析，结果则更加精确；那么柔性体的振动和结构阻尼也被分析考虑进来。



MBD的分析结果包括每一个刚体的位移、速度、加速度，各约束位置的相互作用力和摩擦力，接触位置的受力。通过这些结果可以理解多体系统的动力学运动过程。

MFB的分析结果包括物体的应力和应变。这些输出结果还可以作为结构分析和疲劳分析的输入值。当分析MFB模型时，可以验证柔性体的变形，应力和形变率的结果。这些结果更有利于理解系统的运动。

通过虚拟仿真模型的创建和模拟，代替构建真正的机械系统，从而降低设计和研发产品的成本和时间。RecurDyn广泛应用于多种行业，包括汽车、航空航天、工业机械、建筑、电子电气和国防军工产业。RecurDyn用于预测系统的运动，负载大小，振动，以及模拟需要精确控制的机电一体化系统，例如机器人。RecurDyn还可用于模拟固体和流体在运动过程中的相互作用（例如发动机中的搅油润滑或洗衣机中的搅水行为）。

Easy modeling with **fast and accurate analysis**

of rigid and flexible bodies using various toolkits

System analysis, component analysis, and durability analysis in a **single environment**

RECURDYN

RecurDyn 的五大优势

1

专攻MBD分析的专业
前后处理环境

MBD分析需要完整的建模环境，包括输入、输出和后处理，包含绘图和动画，以便能够定义各种机械系统。RecurDyn提供了一个快速高效的建模环境。通过MBD领域专家和工程师的反馈，对软件的操作界面进行了优化。

2

快速、准确、多样的
接触定义

机械系统中的接触问题需要复杂的技术来处理。RecurDyn提供世界级的接触算法来准确快速分析复杂模型中的接触问题。此外，接触定义库针对特定的几何结构进行了有针对性的优化，例如椭圆柱体，圆柱体或长方体。

3

包含刚体和柔性体组件
的运动分析

MFBD可以准确模拟包含刚体和柔性体的系统。可以模拟包括接触和大变形的非线性弹性状态和线性弹性状态。RecurDyn也支持网格创建和疲劳分析。

4

多样的工具包

软件中包含可建立子系统的各种工具包：介质传输产品，如打印机和复印机；履带系统组件，如工程机械、军用车辆和改装车辆；机械部件如齿轮、皮带和链条。该工具包允许用户快速容易地对特定行业领域进行建模，然后使用专用的求解器对复杂的机械系统进行准确分析。

5

可扩展性的多学科
综合分析

RecurDyn 为多学科综合分析提供了可扩展性，例如通过与CFD软件对机械系统和流体进行协同仿真，通过与Simulink、AMESIM、SimulationX等协同仿真控制液压系统，以及对机械系统运用鲁棒优化算法进行优化设计。

产品组成

RecurDyn 的动力学分析包含：

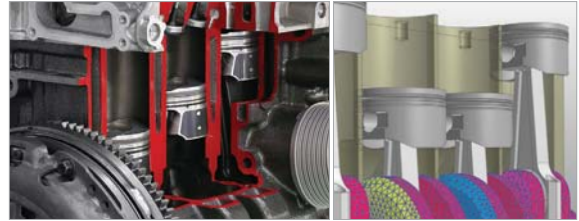
刚体和会产生大变形的非线性柔性体，接触与控制系统分析、设计优化、使用MPS和DEM方法对基于颗粒的流体和颗粒材料进行分析。



■ 各种应用实例

■ 汽车

考虑各种驾驶和操作条件，通过对整车、悬架、发动机和离合器的动态分析，可以分析得出每个部件的运动规律和负载。



■ 相机

可以根据相机齿轮组的运动来分析变焦操作过程中镜头的运动。



■ 机器人

当机器人以各种方式运动时，可以使用动态分析来计算应用于每个零件的动态负载。



■ 起落架

可以分析起落架的伸缩机构，以及在飞机起飞降落及滑行起落架的摆振、落振、滑动和负载情况。



■ 工程机械

可以计算挖掘机在挖掘和运输操作期间每个部件受到的载荷。



■ 打印机·柔性介质

设计传输系统需要考虑包含详细的板材行为，传感器，空气阻力，吸力和静电的模型。



■ 机床

可以计算在机床使用过程中施加在每个连接件的负载。



* 另外，RecurDyn广泛应用于包括国防工业，农业机械，生物技术等多种领域。

Professional

RecurDyn运行在微软Windows视窗操作系统上提供直观而绚丽的图形用户界面（GUI）。

RecurDyn包含各种模型元件、运动副、力要素和部件间接触的库，帮助用户快捷的建立机械系统的虚拟样机，实现产品的设计验证与仿真分析目的。

RecurDyn基于递归算法的求解器，无论是执行静态还是动态分析，都能提供快速、准确、稳定的求解。

RecurDyn同时提供各种高效的可视化分析功能用于分析模拟结果，比如3D动画和曲线绘图等数据图形。

简单直观的用户界面

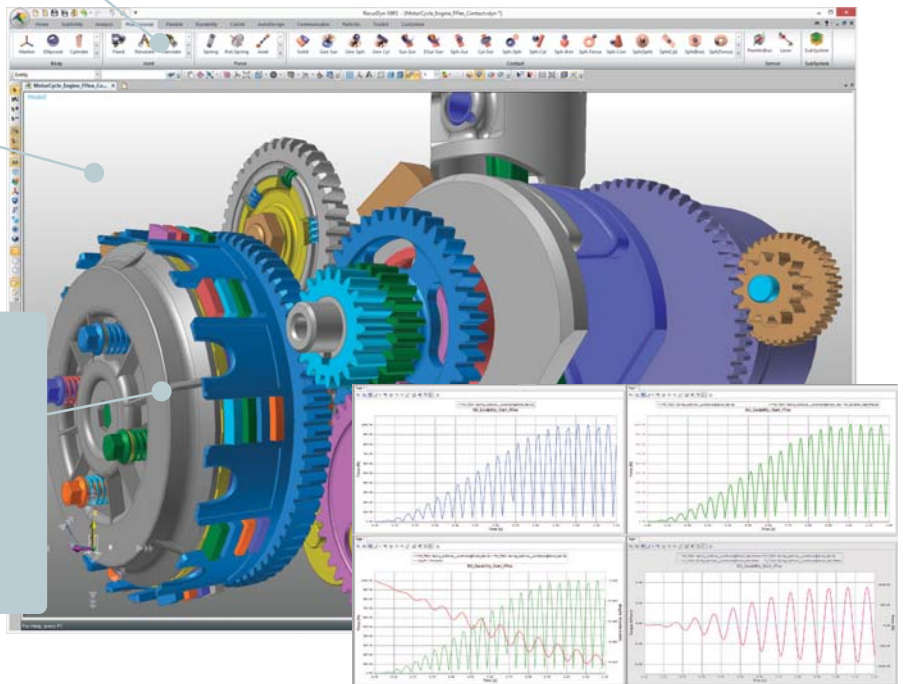
用户界面合理易懂，可以帮助工程师快捷、便利的建模。

高性能的图形引擎

针对MBD虚拟样机技术优化而成的图形显示引擎，可以轻松操作复杂的模型。

简单刚体的建模

软件有嵌入式Parasolid内核，与CAD软件具有很好的兼容性（导入CAD文件支持Parasolid、STEP、IGES、STL、ACIS、CATPart和CATProduct等格式）。支持几何创建和编辑（即便是导入的几何体）。



高速精确的求解器

递归公式和隐式积分器能快速、准确、稳定地进行仿真模拟。RecurDyn的接触算法非常强大，能够分析复杂的接触问题。

功能强大的后处理器

动画和绘图的输出可以让你直观地了解动态分析的结果，例如位移、速度、加速度和力的大小和方向。

丰富的接触类型

通用接触 General Contact

- 适用于任何几何体
- 对于导入的CAD几何体可以快速的建立接触。



解析接触 Primitive (Analytical) Contact

- 对于特定几何形状 (球体、圆柱体、长方体、圆环等) 之间的接触，可以进行更快、更准确的分析。



- 基于赫兹理论Hertzian theory的接触单元 (Nonlinear Stiffness 非线性刚度)
- 考虑摩擦效应 (动摩擦/静摩擦、线性/非线性)
- 方便定义多个物体之间的接触

- 利用平滑算法降低接触力中出现的毛刺
- 屏幕上可以显示接触力的大小和方向
- 可显示多个、多分布且不同类型的接触力 (Geo Contact family)

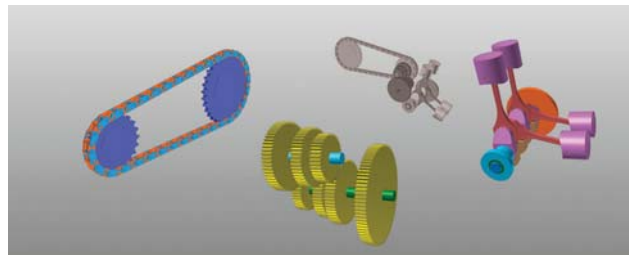
多样的运动副和力 (Joints and Forces)

- 提供机械系统建模所需的各种运动副和力单元
- 特殊的运动副：Gear, 运动副连接器 (Coupler), Point on Curve, Curve on Curve等
- 特殊力，如Beam Force, Plate Force



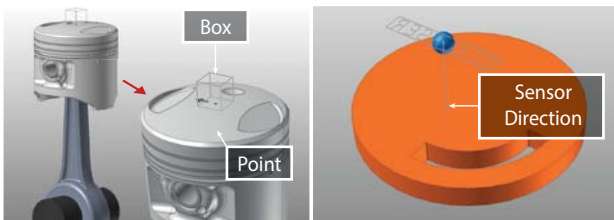
子系统 Subsystem

- 对系统中的每个子系统独立建模分析，降低系统的复杂性



通用传感器 General purpose (Universal) sensor

- 能够提供两种通用类型的传感器 (箱式传感器和激光传感器 box and laser)



函数表达式建模

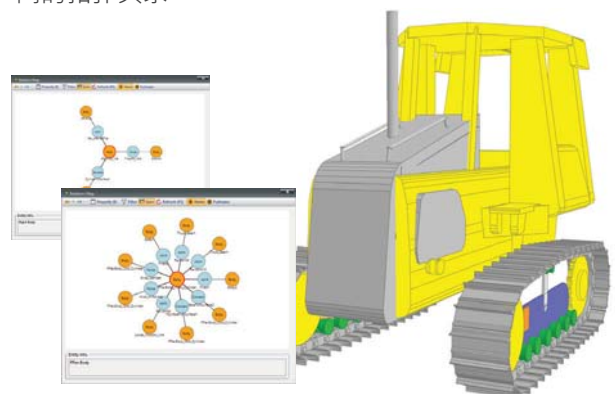
- 使用各种数学函数，或使用模拟期间提取的模型中的当前值来定义公式。
- 能够随时间变化的物体的位置、力、和用户自定义的约束方程
- 能够将分析结果处理成所需的数据形式
- 定义目标函数用于实验设计和优化

后处理

- 使用集成后处理器的验证结果
- 系统的运动可以通过动画来验证
- 曲线显示位置、速度、加速度和反作用力
- 随时间变化的应力和变形率的云图，可以通过动画表示并输出到AVI文件
- 易于将数据导出，并用Excel打开
- 对数据结果的各种处理功能，如插值、微积分、FFT和滤波
- 间隙测量/干扰检查
 - 可以确定多个对象之间的最小距离或检测相互之间是否有干涉
 - 可以在分析后通过动画确定变化量

关系图 (Relation Map)

- 关系图中可以快速读取多体动力学模型中各种元素之间的拓扑关系



MFBD技术

MFBD (Multi Flexible Body Dynamics) 多柔性体动力学技术是RecurDyn用以求解机械系统的刚柔体混合模型动力学规律，了解系统动态行为的技术。

其结合了分析刚体运动的MBD (Multi-Body Dynamics 多体动力学) 及分析柔性体的FEM (Finite Element Method 有限元方法) 来求解物体的运动、应力和变形。

RecurDyn将这两种求解功能包含在一个求解器当中，相比以往的联合仿真，求解速度更快速和稳定。RecurDyn中的

MFBD支持两种柔性体模型代表机械系统中的柔性结构：

一种是RFlex (模态线性叠加)，结构件的变形是由一系列经特征值分析得来的线性模态叠加组合而成。

另一种是FFlex (非线性有限元)，考虑网格中所有节点的自由度。

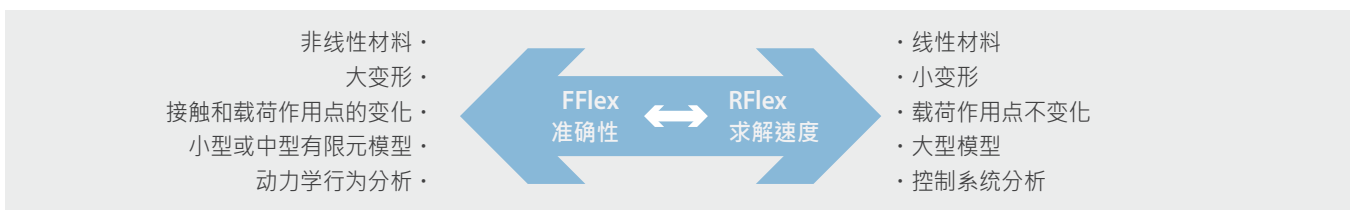
FFlex支持非线性几何变形以及非线性材料，例如塑性应变和橡胶类超弹性材料的大应变。

RecurDyn强大的分析环境将模态法和有限元法结合到一个求解器当中，使其成为一个稳定、快速、可靠的求解器。

RFlex适合描述结构件的振动，Fflex则更适合用来计算结构件的各种非线性行为 (包括几何非线性、材料非线性、柔性接触等)。

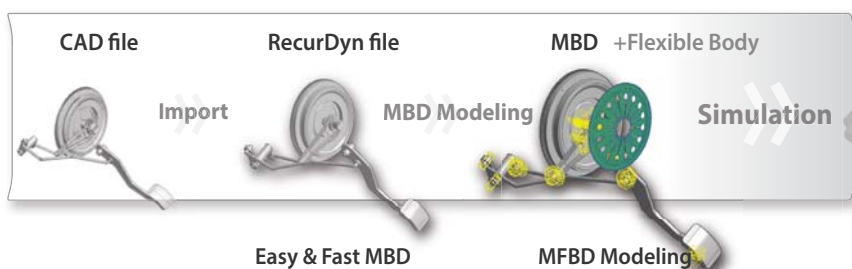
柔性体的有限元网格可以从外部导入，也可以利用RecurDyn的网格划分工具划分网格。

使用MFBD技术，可以计算机械运动过程中结构件的动应力、动应变、变形，从而进一步评估耐久性能。

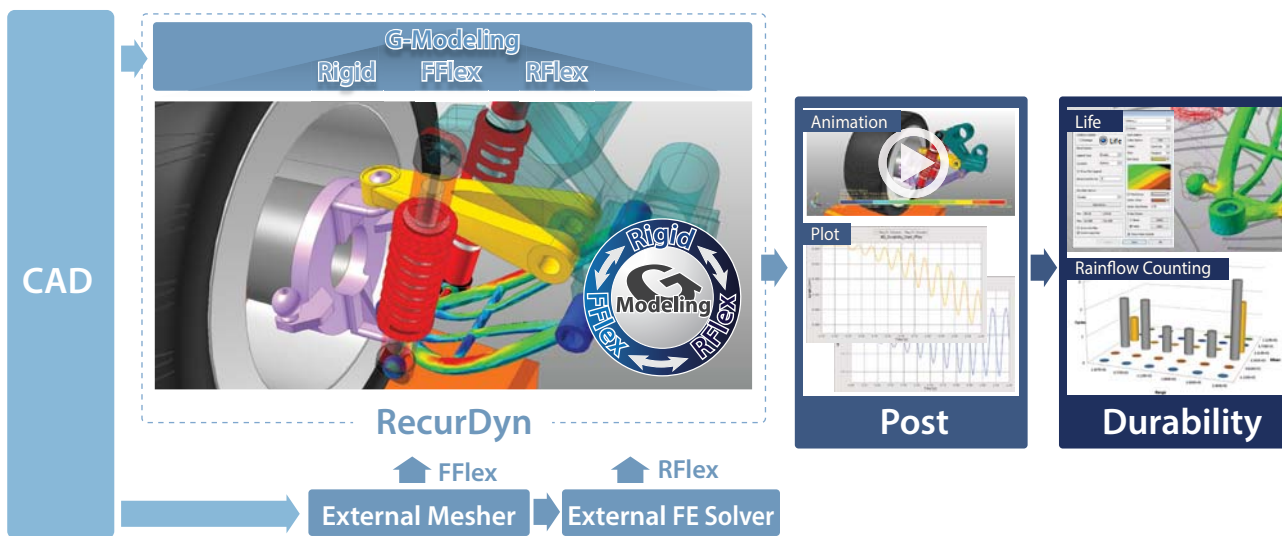


MFBD 建模与分析

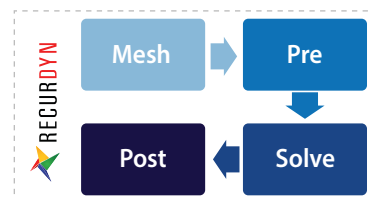
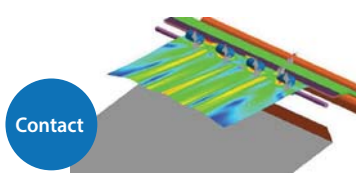
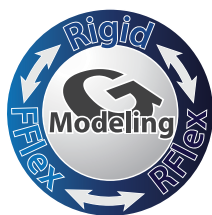
- FFlex和RFlex可以同时使用。
- RecurDyn中的一站式过程：划分网格-前处理-求解-后处理
- 物体可以在刚体与柔性体之间快速转换
- 当物体类型发生变化后，已经建立的运动副，力，接触依然存在



■ MFBD的建模和分析过程



■ MFBD的特点

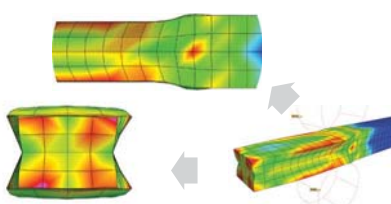


物体类型 (Body Type) 的快速转换
(刚体Rigid↔柔体Flexible)

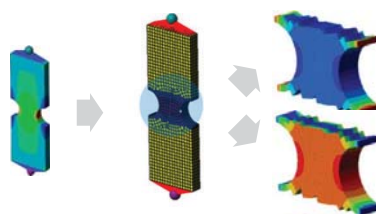
(已有的Joint/Force/Contact仍然保留)
同一运动副/力/接触可以延续作用，无需
担忧物体类型改变。

不同类型物体之间的接触
(Flexible-Flexible/Rigid-Flexible/Rigid-Rigid)
在同一柔性体上可以考虑自接触

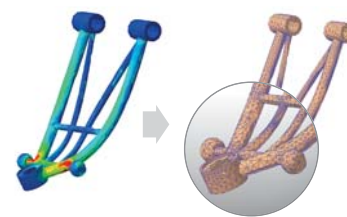
RecurDyn一站式仿真过程



非线性材料性质



利用MFBD的分析结果进行
耐久性分析



从分析结果中提取网格数据
(保留残余应力)

■ MFBD的其他特色

- 2D接触 和 3D接触
- 可以为各个节点定义边界条件
- 支持各种刚体元素 (Rigid, Interpolation)
- 支持各种单元 (Beam, Shell, Solid, Rigid)
- 支持使用SMP加快分析速度
- 分析结果可以输出为FEMFAT格式
- 通过导入外部软件创建的网格数据——
可以生成FFlex需要的全柔性体 (Nodal flexible bodies)
(支持ANSYS, Nastran, Design Space等格式的网格数据)
- 通过导入外部有限元分析软件生成的模态分析结果——
可以创建RFlex需要的模态柔性体 (Modal flexible body)
(支持ANSYS, Nastran, IDEAS, RADIOSS/OptiStruct and Simulation Mechanical)

粒子动力学 Particles & Particleworks

RecurDyn提供与干粒固体或颗粒流体 (granular (dry) particles or particle-based fluids) 联合仿真的功能。MFBD系统与颗粒状固体 (比如土壤、砂或打印机碳粉等) 的联合仿真透过RecurDyn内置的Particles模块完成；RecurDyn/Particles提供基于DEM (Discrete Element Method)的算法。MFBD系统与颗粒流体的联合仿真则透过交互界面与Particleworks软件共同完成；Particleworks是基于MPS (Moving Particle Simulation) 算法的计算流体动力学CFD软件。

■ RecurDyn/Particles

建模和分析固体颗粒，如泥土、碎石和沙子；使用离散单元法 (DEM, Discrete Element Method) 。

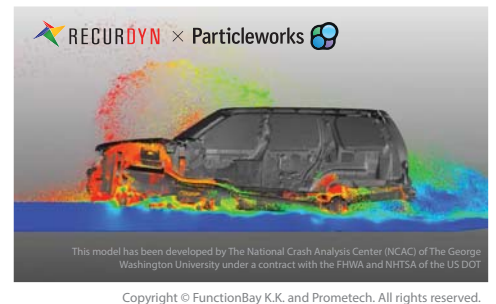
- 分析考虑机械系统的MBD模型和固体颗粒之间的交互作用
- 从粒子创造和定义接触，都在RecurDyn中分析和绘制动画
- 使用GPU计算快速分析成千上万颗粒子
- 可混合分析具有不同性质和大小固体颗粒
- 支持测量固体粒子的移动路径和数量，绘制其接触力云图



■ RecurDyn/Particleworks Interface

RecurDyn有一个特别设计的交互界面，可将刚体动力学分析和基于MPS算法的流体动力学分析做联合仿真。

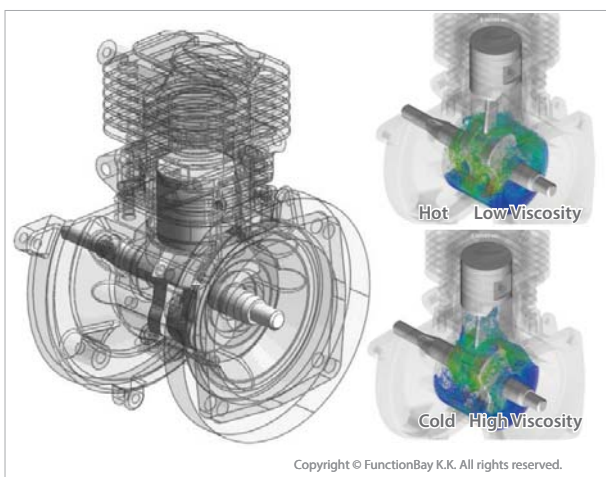
- 直观的用户界面 (UI) ,便于与Particleworks联合仿真的建模
- 流体粒子在Particleworks的分析结果动画可以伴随显示RecurDyn中建立的模型
- 可以二维剖面形式显示流体粒子的外围廓线
- 可测量任意时间间隔内指定区域的流体粒子数量
- 可使用GPU和HPC加速分析数以百万计的流体颗粒



■ 案例 - RecurDyn x Particleworks 联合仿真

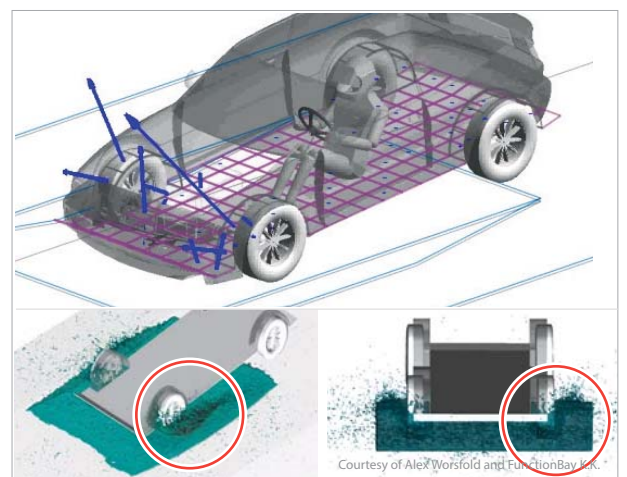
■ 在不同的温度下单缸发动机润滑油产生的反作用扭矩

- 演示了在不同油温下造成的润滑油粘度和反作用扭矩间的关系
- 由温度变化引起润滑油粘度不同的情况下，预测减速差异



■ 当车辆行驶通过水坑，分析流体对该车底部的影响

- 模拟流体对车辆底部的冲击
- 显示车辆下部溅水可及部分的流量，这对电动和混合动力汽车尤其重要

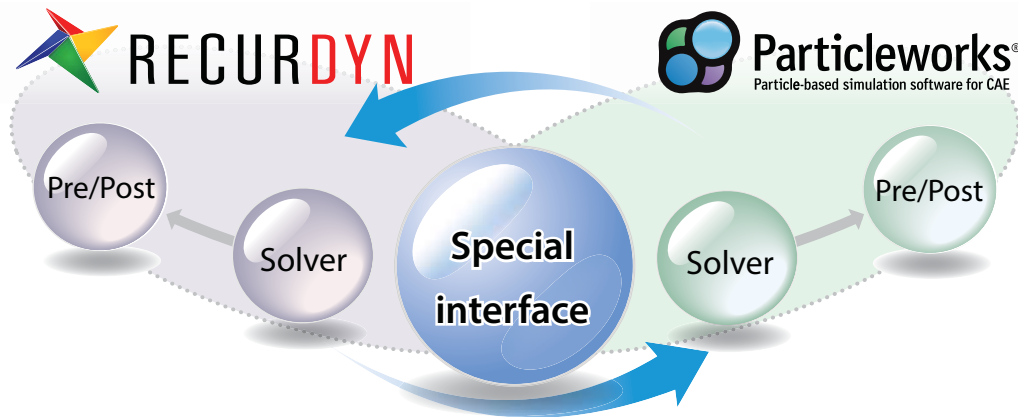


RecurDyn有一个特别设计的交互界面可将刚体和流体动力学做联合仿真。

RecurDyn是世界上第一个提供这样的接口多体动力学商业软件。

这个接口允许用户用来模拟复杂的流固交互作用，这样的仿真分析在过去是非常困难的。

因为机构运动中固体和液体是影响彼此行为的，用户现在可以很容易模拟两者之间的耦合相互作用。



- RecurDyn/Particleworks IF 是RecurDyn中设计来让MFBFD多柔性体动力学与Particleworks流体动力学联合仿真的交互界面。
- Particleworks是Prometech公司提供基于Moving Particle Simulation (MPS) 算法的计算流体动力学 (CFD) 软件。
- 透过Particleworks IF，工程师可以仿真并分析机械系统与流体间的互动状态。
- 透过Particleworks IF，可以在一个单纯的分析环境中实现机械系统和流体间的联合仿真。

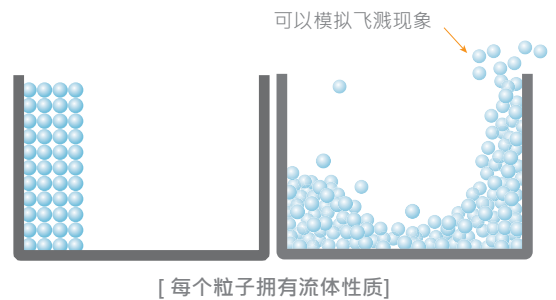
■ Particleworks的特点

ParticleWorks不需要制作网格就可以精确且稳定的分析流体行为，所以液体的流动，如水或油等，皆可以用粒子来表示。

可用来分析自由表面问题；两个流体比如水和空气之间有接触或移动边界问题。

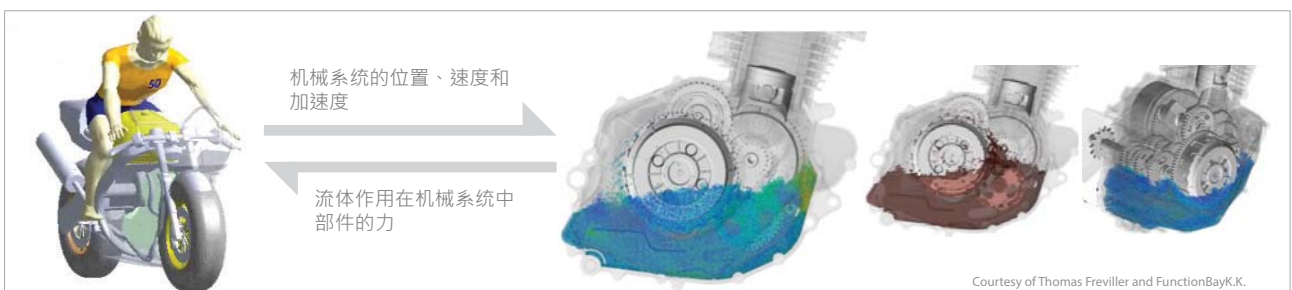
使用GPU和计算机集群硬件，Particleworks还允许您分析成千上万颗粒子的大规模分析，这使它非常适合与动力学分析做联合仿真。

通过与RecurDyn联合仿真可以进一步扩大其应用范围。



■ RecurDyn & Particleworks Co-simulation

- 获取机械系统运动对流体的影响
- 获取流体行为对机械系统的影响
- 机械系统行为产生影响可以藉由液体的表面姿态和扰动现象观察



Courtesy of Thomas Freviller and FunctionBayK.K.

机械控制 Control

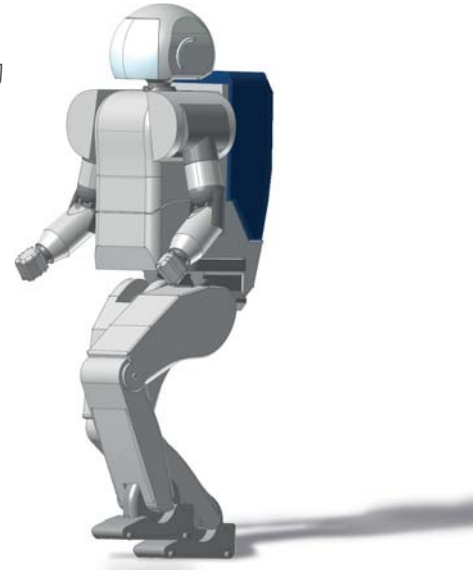
精确且稳健的机械模型是设计、优化并验证控制系统算法可靠性的先决保证。

RecurDyn在精确机械仿真的基础上，提供各种工具实现机械系统与控制系统间的耦合（coupled）或联合（Co-simulation）仿真。

RecurDyn提供交互界面与 MATLAB/Simulink、Simplorer、AMESim和Hypneu等广泛用于机电液一体化的软件做联合仿真，将RecurDyn的机械仿真功能延展至多学科的机控仿真。

此外，RecurDyn透过FMI (Function Mock-up Interface) 可与基于Modelica的各类多学科应用软件进行协作。

RecurDyn/CoLink则更进一步地深度集成控制仿真在RecurDyn的动力学求解器，以内置的功能模块建模，达成机械系与控制系的“耦合”求解，快速又精确。



■ Matlab/Simulink

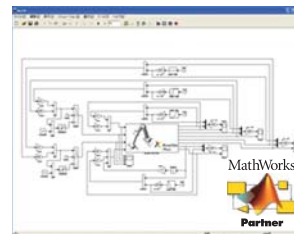
RecurDyn/Control提供与MATLAB/Simulink和Simplorer的联合仿真交互界面。这允许机械系统包含控制和驱动系统，如控制器和电机等，进行分析。

■ Simulink Interface

RecurDyn/Control包括一个接口，允许在 MATLAB/Simulink仿真模型中调用RecurDyn的逼真动态模型。

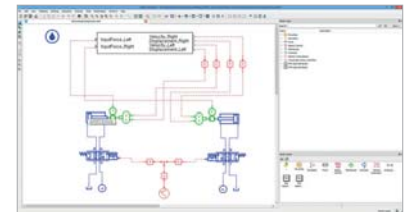
在Simulink创建的模型中可以使用RecurDyn MFB模型——包括接触（contacts）或柔性体（flexible bodies）及各种运动副（joints）或力（forces）。

RecurDyn模型可与Simulink模型集成使用，在单一用户界面下，可轻松创建受控对象的RecurDyn机械模型（Plant model）及S-Function。



■ AMESim

RecurDyn/Hydraulic提供与液压分析软件AMESim或Hypneu的联合仿真交互界面。这使得机械系统分析广泛包括了液压系统。



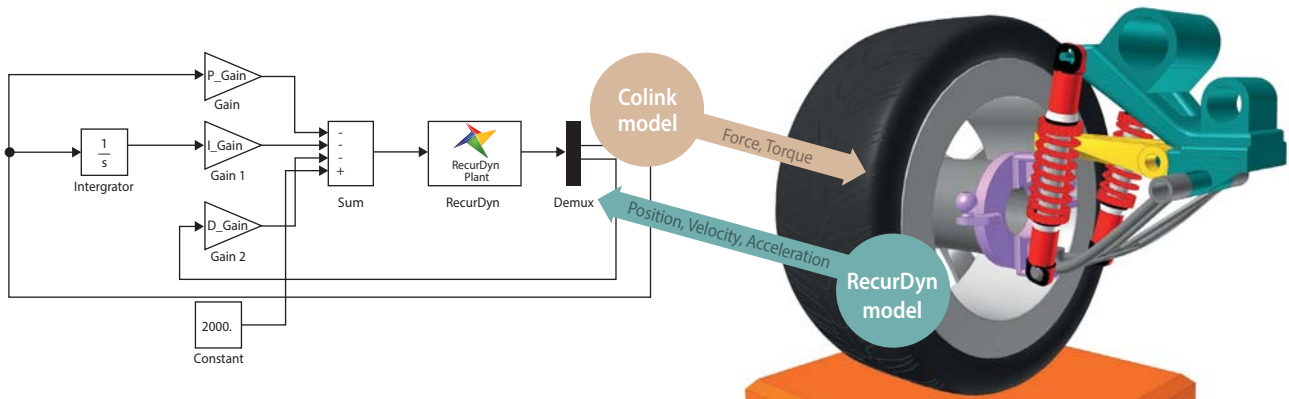
■ FMI (Functional Mockup Interface)

RecurDyn提供基于Modelica标准的FMI交互界面；RecurDyn的MFB模型可以与所有支持FMI界面的多学科应用软件做联合仿真。

CoLink 内置控制系统仿真模块

RecurDyn/CoLink是集成在RecurDyn内的控制系统仿真模块，允许用户建立复杂的控制系统、电气系统和液压系统模型。

它还提供了一个平台，集成固件（Firmware）设计、电子设计，透过连结RecurDyn模型做机械系统设计等分析。

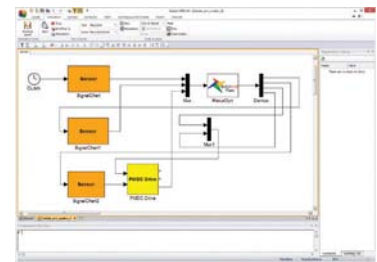


■ 使用框图（Block Diagram）便捷的建模

复杂的机电整合系统建模可以很容易地执行，因为它可以使用逻辑框图代表一个控制系统。而控制器和机械系统之间的数据传输定义明确清楚。

■ 提供丰富框图库

提供常用的电子/电气/控制系统的图库，允许用户轻松地创建一个复杂的控制器。

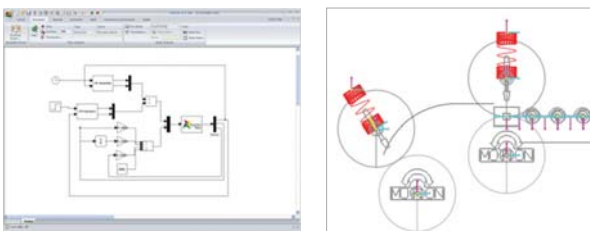


■ 使用集成在RecurDyn里的求解器快速仿真

机械系与控制系统集成在单一求解器“耦合”求解，可作为一连续系统同时分析动力学模型和控制器，提供快速和准确的分析。

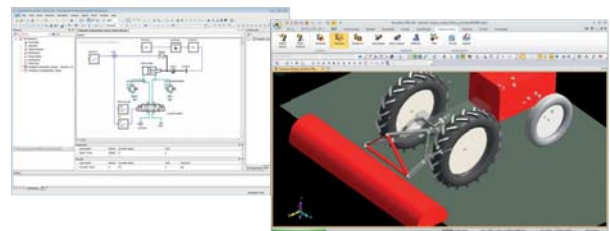
作为离散系统也可以联合仿真分析（Co-Simulation）（CoLink模型没有连接RecurDyn模型也可以独立分析）。

■ 案例 - 复印机控制仿真



- 当传感器检测到一纸张，辊将开始转动并输送起那张纸。
- 可以验证纸张属性的改变（造成弯曲/起皱）或评估适当的操作时间（需用到CoLink和MTT2D）。

■ 案例 - 起重设备（连接在农业机械上）的液压控制仿真



Courtesy of NewtonWorks Corporation and FunctionBay K.K.

- 在农机设备附挂液压缸的前提下，可以验证复杂的起重行为。
- 这是使用RecurDyn和SimulationX（一维CAE软件）之间利用FMI所达成的联合仿真。

自动化 Automation / 定制化 Customization

透过重复性任务的自动化和用户界面的定制化，可以让机械系统的设计与仿真更高效。RecurDyn提供了一个专门的开发环境，来自动化执行重复性任务和自定义创建个性化用户界面。

■ RecurDyn/ProcessNet

RecurDyn/ProcessNet是一个功能强大的、基于脚本 (script-based) 的定制化环境；内置于RecurDyn/Professional之中。

RecurDyn/ProcessNet允许用户对RecurDyn/Modeler创建自己的GUI功能，可以操纵模型数据、创建自定义的对话框和UI特性、自动化任务、封装相关领域知识及最佳实践经验。

RecurDyn/ProcessNet也可以访问和操作前处理和后处理的数据。它以微软Microsoft.NET作为脚本环境；脚本可以使用各种.NET语言创建，其文档为C#或Visual Basic。

通过使用RecurDyn/ProcessNet，用户可以极大扩展RecurDyn/Professional功能以满足个人独特的仿真需求。

- 多种RecurDyn API允许您使用C#开发各种定制的功能。
- 使用简单的编程可将重复性任务自动化和开发个性化的UI。
- RecurDyn Library + C# Language

Level 1

批次运行
(简易自动化)

Level 2

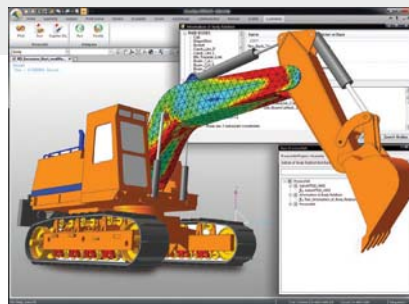
用户自定义
界面

Level 3

RecurDyn
内部集成工具

Level 4

创建新概念
应用工具包

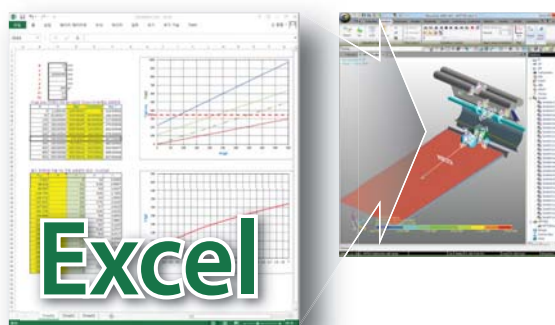


■ RecurDyn/eTemplate

RecurDyn/eTemplate是一个使RecurDyn模型数据可以储存在微软Microsoft Excel电子表格中的工具。

RecurDyn/eTemplate可以阅读电子表格数据和自动创建RecurDyn模型。

- RecurDyn/eTemplate功能极其强大,简单,直观,易于使用。它可以作为一个强大的定制工具使得模型数据管理更有效。
 - 通过eTemplate，对于RecurDyn使用经验较少的用户，也可以创建修改模型和执行强大分析。



■ RecurDyn/Expression Helper 表达式助手

The RecurDyn/Expression Helper 表达式助手，帮助用户更有效地构建系统建模中经常使用的表达式。您可以使用Excel输入直观参数来创建各种的表达式。

表达式助手可以从FunctionBay技术支持网站，免费下载：<http://support.recurdyn.com/>

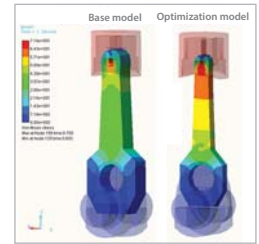
优化 Optimization —— RecurDyn/AutoDesign

设计机械系统通常涉及对特定性能指标的变量进行设计优化。

RecurDyn提供了一个高性能的优化工具——AutoDesign；藉由其简单直观的用户界面，仅需较少的专业知识就可以进行优化设计。

■ AutoDesign独有的特性

- 简单和直观的界面, 任何初学者只要稍加练习即可上手使用
- 源于贝叶斯全局优化 (Bayesian Global Optimization)，世界上第一个渐进元模型算法 (Progressive Meta-model Algorithm)
- 设计变量 (Design Variables) 和目标函数 (Objective Functions) 的定义和定制非常容易上手。
- 考虑某些不确定因素, 如公差和噪音; AutoDesign提供鲁棒设计优化技术 (Robust design optimization techniques)
- 提供多尺度优化技术 (Multi-scale optimization techniques) 用来解决设计变量不同尺度的问题。
- 强大易用的多目标优化算法 (Multi-objective Optimization Algorithm)，使您不用再担心设计目标的数量太多。
- 用非常小次数的调试分析即可完成优化；例如仅使用116次分析，就优化了某设计要求 (该设计存在105个设计变量及14个性能指标要求)。



■ RecurDyn/AutoDesign的各项功能

■ 设计研究 Design Study：提供了6种方法DOE (Design Of Experiments) 试验设计方法。

- 提供各种方法以最优数量的采样来执行DOE。
- 根据设计变量的数量自动生成2级和3级的正交实验阵列 (2-level and 3-level orthogonal array experiments)。
- 描述性DOE (Descriptive DOE) 允许用户定义实验的数量和水平。
- 支持效应分析 (Effect analysis)、筛选变量 (Screening variables) 和相关分析 (Correlation analysis)。

■ 优化设计 Design Optimization：提供了使用元模型 (Meta-Model) 评估作系统优化的功能。

- 基于优化技术的先进元模型 (Progressive Meta-model) 可以减少尝试/分析次数。
- 即使是新手用户可以使用各种自动化方法进行优化设计。
- 对于有经验的用户则提供各种设定选项。
- 既有的优化结果可以拿来重用。
- 优化算法选择自动化，避免所有的选择困难。

■ 六西格玛设计/鲁棒设计优化 DFSS/Robust Design Optimization：

- 基于优化技术的先进元模型 (Meta-model) 可以减少尝试/分析次数。
- 优化过程中近似的性能变异量方差 (Approximate variance of performance) 可估算出来。
- 用户可以定义随机设计变量和不规则杂讯的容许偏差 (公差和偏离 tolerance and deviation)。
- 其不同于其他优化工具只关注统计离差 (statistical dispersion)；我们考虑了自适应六西格玛不等式约束 (Adaptive 6-sigma inequality constraints)。
- 用户可以定义目标函数的鲁棒性。

■ 可靠性分析 Reliability Analysis：革命性算法相比传统方法取样数量小，即能产生合理的可靠性结果。

- SAO Hybrid Method：强大的可靠性算法 (Reliability algorithm) ——集成基于优化技术的先进元模型 (Progressive Meta-model) 与MPP-based DRM (Dimension Reduction Method, 降维方法)。
- 自适应蒙特卡罗算法 Adaptive Monte-Carlo Method：新方法——连续地使用自适应蒙特卡罗算法最小化采样点的数量。

通用机械工具包 Machinery

RecurDyn多样的通用机械工具包，提供机械系统中常见组件（如齿轮、链、带、轴承、弹簧等）的快速建模与分析工具。这些工具包有定制的用户界面（UI）并提供配套的高效求解器。面对复杂的机械系统，用户透过工具包可化繁为简地建模并进行准确的分析。

■ RecurDyn/Gear 齿轮工具包

RecurDyn/Gear是齿轮传动系统的快速建模及求解工具包。工具包根据用户定义的齿轮几何结构和接触表面参数快速建模，并搭配有齿轮系独特的求解算法。

- 各种齿轮库
- Spur Gear · Helical Gear · Scissors Gear · Spur-Internal Gear · Helical Internal Gear
- QFB (Quasi-Flexible Body) Gear · Worm & Worm Gear (Single-Enveloped) · Bevel Gear (Straight/Spiral/Zerol Type)
- 可供计算核实各个接触点发生的垂直力和摩擦力。
- 考虑齿隙 (Backlash) 和公差 (Tolerance) ，可分析齿轮的振动特征和动态传动误差 (DTE, Dynamic Transmission Error)



■ RecurDyn/Chain 链工具包

RecurDyn/Chain是链传动系统的快速建模及求解工具包。工具包协助用户迅捷的生成链条系统并自动定义相关接触，如链节间的接触，并搭配有链系独特的求解算法。

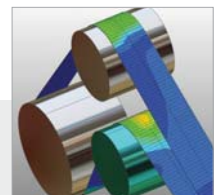
- 自动创建链的装配与自动定义其接触
- 链轮齿的齿廓可以透过图形或表格的方式设计
- 支持各种类型的链
- 各种链系统库
- Roller Chain · Multiplex
- Sprocket · Roller · Guide · Chain Links
- Silent Chain
- Lateral Links · Group Guide



■ RecurDyn/Belt 带-滑轮工具包

RecurDyn/Belt是带与滑轮 (Belts & Pulleys) 系统的快速建模及求解工具包。配合MFBD技术的使用，可将带模型建立为柔性体，以求取更高精度更真实的仿真分析。

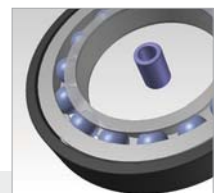
- 自动创建带系统的装配与自动定义其接触
- 各种类型的刚性体带 (as rigid bodies)
- Flat Belt · V Belt · Ribbed V Belt · Timing Belt
- 各种类型的柔性体带 (as flexible bodies)
- 各种类型的辊和滑轮 (Rollers and Pulleys)
- Beam · Shell
- Roller · V-pulley · Flange · Ribbed V-pulley
- Crown Roller : 可使用Crown Roller制作出想要的辊子模型形状 (凸度和形状定义)
- 2D Belt & Guide : 运用二维带与导轨设计分析功能，可使分析速度急速提高



■ RecurDyn/Bearing 轴承工具包

- RecurDyn/Bearing是轴承系统的快速建模及求解工具包，协助用户生成轴承模型并定义相关接触条件。
- RecurDyn/Bearing也支持EHD Bearing (弹性流体动力润滑轴承) ，可仿真轴承的油膜润滑及压力等特性。(配合RecurDyn/EHD)

- 自动创建轴承的几何形状并自动定义其部件间的接触
- 考虑轴承部件的变形，可采用柔性体建模
- Ball Bearing · Roller Bearing
- 配合RecurDyn/EHD提供EHD Bearing (弹性流体动力润滑轴承)



发动机工具包 Engine

RecurDyn发动机工具包提供内燃发动机主要子系统的几何建模和验证分析，这些子系统包括配气机构、活塞连杆及曲轴系统。工具包让用户能快速建立基于真实发动机几何的分析模型并进行虚拟样机的仿真实验。

■ RecurDyn/Valve 配气机构

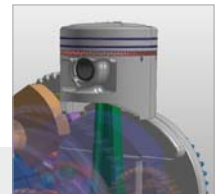
· RecurDyn/Valve是配气机构的快速建模与分析工具包；能自动创建配气机构的装配。工具包支持基于三维几何且多类型的气阀门类型 (Valve Types) 和凸轮轴 (Camshaft) ，并支持使用柔性体仿真分析。



- 能创建配气机构具备几何外形的部件模型且自动定义部件间的接触 (Contact) 关系
- 支持各种类型的气阀门 (Valves)
 - Direct-acting
 - Center-Pivoted arm
 - End-Pivoted Arm
 - Push-rod & Center-pivoted arm
- 模型可根据需求转换为柔性体。

■ RecurDyn/Piston 活塞连杆

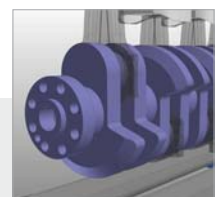
RecurDyn/Piston是发动机活塞连杆系统的快速建模与分析工具。工具包着重活塞 (Pistons) 和气缸 (Cylinders) 之间的接触分析；与RecurDyn/EHD (弹性流体动力分析) 合用时，可以模拟活塞与栓销间、栓销与连杆间的油膜压力与润滑作用。



- 能创建活塞连杆具备几何外形的部件模型且自动定义部件间的接触(Contact)关系
 - Piston
 - Piston Pin
 - Connecting Rod
 - Engine Block
 - Liner Connector
 - Engine Mount
 - Gas Force
- Piston pin油膜润滑分析(结合RecurDyn/EHD使用)

■ RecurDyn/Crank 曲轴系统

RecurDyn/Crank是曲轴系统的快速建模与分析工具，支持自动创建传动轴 (Drive shaft) 相关部件，比如曲柄轴 (Crankshafts) 、平衡轴 (Balancing shafts) 和飞轮 (Flywheels) 。



- 能创建曲轴系统具备几何外形的部件模型且自动定义部件间的接触(Contact)关系
- 曲轴系统的类型
 - Straight
 - Horizontal
 - V Type
- 曲柄轴的类型
 - Rigid
 - Beam
 - Torsional
 - Torsional + Bending
 - Fflex
 - RFlex
- 所有部件模型都可根据需求转换为柔性体
- 燃油气体力 (Gas Force) 可设置

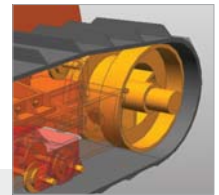
履带工具包 Track

履带工具包是针对履带车辆系统提供高效建模及快速分析的工具；通常用于工程、矿山、农用装备及战场车辆，如坦克或炮车等。

使用履带工具包，工程师不但可以显著的减少建模所需时间，而且透过专用的履带求解方式可以快速的获取精确的仿真结果。

■ RecurDyn/TrackLM 低机动履带

- RecurDyn/TrackLM提供了针对低机动要求的各类履带车辆系统快速建模工具（比如履带链节、轮子及链轮）；一般用于工、农、矿等建筑及重型装备。
- 工具包提供快速建模环境与工具，针对机动车辆的低速履带系统分析问题，提供高效求解方法。



- 自动装配履带与自动定义接触
- 提供履带车辆所需的多样特征库
 - 履带链节 · 链轮 · 托带轮罩壳 · 法兰 · 滚轴
- 链轮齿形（线形与弧形）和履带齿片（线段）的齿廓图形设计
- 提供标准地面特征库
- 用Bekker's Theory 进行土壤建模
- 使用CAD设计的履带链节可以在RecurDyn/TrackLM中使用
- 履带链节可以转换为全柔性体进行分析
- 可用来研究履带车辆的动态性能（平稳性及舒适度），计算的动态载荷历程

■ RecurDyn/TrackHM 高机动履带

- The RecurDyn/TrackHM提供了针对高机动要求的各类履带车辆系统快速建模工具（比如履带链节、轮子及链轮）；一般用于坦克及各式战场车辆。
- 工具包提供快速建模环境与工具，针对机动车辆的高速履带系统分析问题，提供高效求解方法。



- 自动装配履带与自动定义接触
- 提供履带车辆所需的多样特征库
 - 履带链节（单销Single-Pin、双销Double-Pin、内销Inner-Pin） · 链轮 · 单轮Single Wheel · 双轮Double Wheel
- 链轮齿形（线形与弧形）和履带齿片（线段）的齿廓图形设计
- 提供标准地面特征库
- 用Bekker's theory 进行土壤建模
- 可用来研究履带车辆的动态性能（平稳性及舒适度），计算的动态载荷历程

介质传送工具包 Media Transport

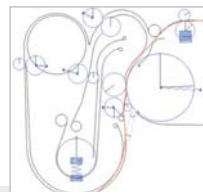
RecurDyn介质传送工具包是用来分析模拟传输机构中的柔性介质，如纸张、胶片和卡片等的传送过程。

工具包能对纸张薄片板材类介质采用柔性体的方式自动定义建模，并极大地简化了辊（滚轮）和导槽（挡板导轨）的建模方法过程，使它成为各类介质传输系统在机构布局和设计上不可取代的工具。

此外，工具包还提供了分析气流阻力、吸力和静电力所需的各类传感器和功能工具。

■ RecurDyn/MTT2D

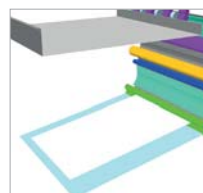
- 提供各种组件为介质传输机构及其输送介质，如纸或薄膜等，提供有效的二维设计与仿真功能。
- 二维建模与专业优化的求解器，能提供该领域应用更快的求解与仿真分析能力。
- 辊模型可以定义为橡胶或海绵等材质所构成的柔性体，以获取辊的柔性特性对传送介质所造成的影响。



- 使用二维建模，分析速度极快
- 提供介质传输机构所需的各种特征库
 - 纸张薄片板材 · 固定滚轴
 - 可移动辊 · 导槽（弧形、线形）
- 多样的传感器
 - 速度 · 距离 · 事件触发 · 张紧力
- 可创建纸张片板材等介质弯曲或折叠的初始状态
- 自动定义介质、辊和导槽间的接触（Contact）
- 支持柔性体或刚体的辊建模
- 支持气流阻力系数的参数设定
- 提供对传输机构的布局设计能力

■ RecurDyn/MTT3D

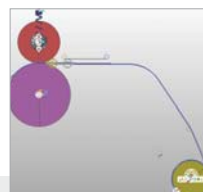
- RecurDyn/MTT3D工具包旨在分析三维的介质传输机构系统。
- RecurDyn/MTT3D提供各种三维设计组件对传输机构中的输送介质如纸片或薄膜等模拟其转向和出现皱折等情况。
- 这个工具箱提供了一个经过优化的解算器，其执行该领域分析快速、稳健和精确。
- 传送的介质部分使用MFBD技术提供全柔性体建模能力。



- 使用三维建模，提供更真实的模型分析，求解精确
- 提供介质传输机构所需的各种特征库
 - 纸张薄片板材 · 固定滚轴
 - 可移动辊 · 导槽（弧形、线形）
- 多样的传感器
 - 速度 · 距离 · 事件触发 · 张紧力
- 支持柔性体介质建模，纸张薄片板材可使用壳单元（Shell Element）
- 使用节点力（Nodal Force）定义空气阻力、吸附力和静电力（纸张薄片板材的节点载荷透过用户子程序定义）
- 可创建纸张片板材等介质弯曲或折叠的初始状态
- 自动定义介质、辊和导槽间的接触（Contact）
- 支持气流阻力系数的参数设定
- 提供位移、应力和应变的云图（Contour）信息
- 除提供对传输机构的整体布局设计能力，还提供各种三维特征分析

■ RecurDyn/R2R2D

- 针对“辊-辊系统（Roll to Roll System）RecurDyn/R2R2D具多样的特征库提供二维设计。
- 使用对辊-辊系统特别优化的求解器，其解算分析快速且精准。
- RecurDyn/R2R2D特别优化了的卷状介质缠绕行为（Winding Behavior）的分析能力，支持自定义的介质可以是多组缠绕行为发生在单一线轴或辊上。

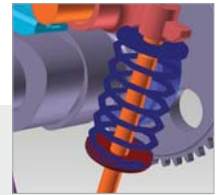


- 使用二维建模，分析速度极快
- 使用梁单元（Beam Element）自动生成卷筒状功能
- 自动定义卷状介质、辊和导槽间的接触（Contact）
- 提供卷状介质位移、应力和应变的云图（Contour）信息
- 提供辊-辊系统机构所需的各种特征库
 - 圆辊（Circle Roller）· 一般辊（General Roller）
- 导槽（弧形、线形、圆形）
- 多样的传感器
 - 速度 · 距离 · 事件触发 · 张紧力

其他工具包 Other Toolkits

■ RecurDyn/Spring 弹簧 (提供MMS,Multi-Mass Spring多质点弹簧技术)

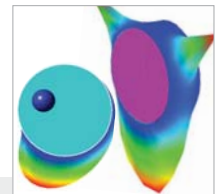
- 简单且快速地建立具动态响应的弹簧模型。此功能考虑线圈弹簧因质量造成的动力反应。
- 考虑到弹簧的位置或弹簧线圈间的接触等。工具包可表示弹簧的各种不同行为。



- Type A：线性弹簧模型,该模型考虑了线圈之间的碰撞
- Type B：BMW公司的演算法 (使用样条曲线Spline建立非线性弹簧模型)
- Type C：YAMAHA公司的SAKAI演算法 (非线性弹簧、双速弹簧 (Double-rate spring) 建模)
- Type D：3D MMS由Beam Force和Contact Element组成；具备非线性特征。并能表达弹簧的线圈自接触或Type D弹簧之间的接触特性

■ RecurDyn/EHD 弹性流体动力理论 (润滑油膜分析)

- 通过油膜模拟其发生的接触力。应用场景发生在如曲轴或凸轮轴的轴承部件油膜，或是气缸活塞滑动油膜等。
- RecurDyn/EHD透过机械系统运动情况，计算出润滑油膜的厚度和相应压强和受力情况。而这些压力对机械本体的作用影响，也一并被RecurDyn的仿真分析考虑进来。



- 可选择的RecurDyn/EHD算法：
 - RD-EHD (由FunctionBay RecurDyn自行开发的E-CFD算法)
 - MS-EHD (由MAGNA STEYR开发的算法)

■ RecurDyn/Tire 轮胎

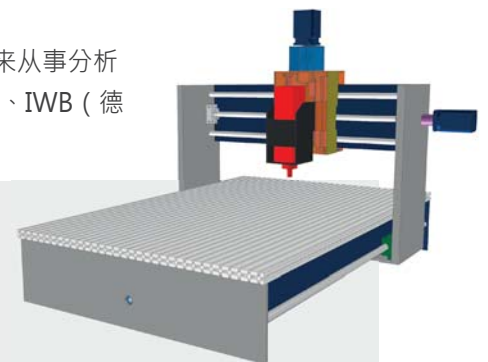
RecurDyn/Tire 轮胎工具包提供了一个特征库来模拟轮胎在各式车辆上的使用情况。支持各种类型的轮胎模块 (UA Tire、Fiala Tire、F-Tire、MF-Tire/MF-Swift、Soil-Tire)，使用取决于实际应用场景。



- 使用Tire Group让轮胎容易建模
- 轮胎模型之间的转换非常简易
- 支持TASS (就是过去的TNO) 的MF-Tire和MF-Swift模型，让用户可以表达出3D Surface Contact (三维表面接触)、振动和滑移现象
- 支持COSIN的F-Tire，支持用户建立各种轮胎模型，包括弹性环轮胎模型。

■ RecurDyn/MachineTool 机床工具包

RecurDyn/MachineTool 机床工具包让制造商更容易且有效率的使用多体动力学来从事分析及验证工作。它是基于制造商在这个领域的使用需求，由FunctionBay RecurDyn、IWB (德国慕尼黑工业大学) 和FRAMAG (知名机床制造商) 共同开发出来。



- 考虑机床仿真的各个方面需求，我们提供各种层次的建模能力。
- 可以分析滚珠丝杆的运动及驱动、线性导轨与轴承。
- 模型分析可以包括大行程运动及柔性体机构。
- 来自供应商目录的数据，也可以拿来分析使用。
- 分析功能符合标准规范，例如ISO圆度循环测试。
- 可配合RecurDyn/CoLink分析电机驱动及控制器，达成机电一体化仿真。

RecurDyn技术支持网站 <http://support.recurdyn.com>

技术支持网站适用于所有类型的RecurDyn软件用户。它不仅提供了如何使用软件的基础知识和教程来帮助用户有效利用RecurDyn软件，还提供了有用的计算机辅助工程（CAE）使用技巧和学习材料。



* 技术支持网站上的更新内容也将同时发布在RecurDyn的脸书帐户：
facebook.com/recurdyntech

■ FAQ 常见问题集——指令和实用技巧

FAQ风格的小贴士,帮助用户很容易理解RecurDyn软件。FAQ是由分析用户常问的问题所产生,其内容不包含在一般RecurDyn Tutorial教程中。

■ Knowledge Base 知识库——教程和高级使用技巧

易学易懂的教程和高级使用技巧,教您如何充分利用RecurDyn的特性;知识库能帮助您学习训练和提高技能。

■ Blog 博客——产品信息、成功案例和专题报道

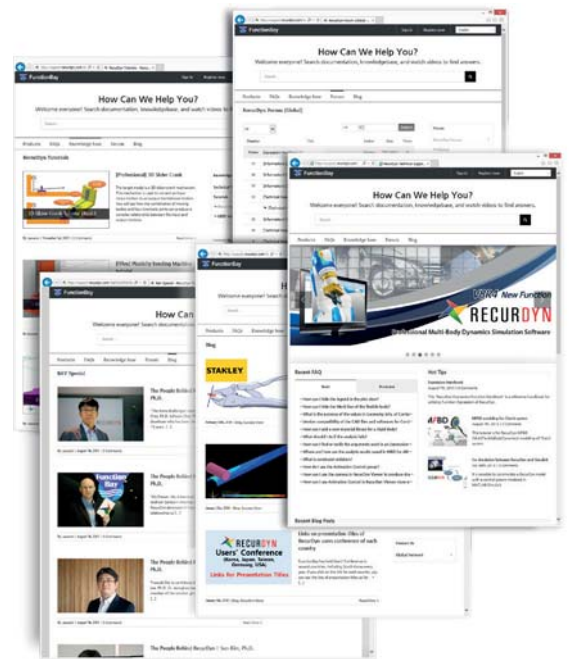
提供RecurDyn产品最新消息和市场活动、客户成功案例和专题报道等。

■ Forum 论坛——社群论坛

一个技术论坛,用户除可以获得RecurDyn技术支持外,同时可以自由地与其他RecurDyn用户交流分享使用经验。

■ e-Learning 在线学习——初学者自我培训计划

初学者想要了解RecurDyn软件,我们提供简单的例子来帮助初学者进行多体动力学建模、检查动力学分析结果,并比较分析软件得到的解决方案。



公司简介

FunctionBay, Inc. — RecurDyn产品总部

作为一家CAE（计算机辅助工程）软件公司，专门从事开发和销售“工程仿真与咨询技术”解决方案；自1997年在韩国成立以来，FunctionBay是全球公认提供“多学科CAE解决方案”的领导厂商之一。

我们拥有覆盖全球的销售与技术支持网络，在中国、德国、美国和日本皆设有分支机构；经销商网络遍及世界，包括台湾、东协、印度、澳大利亚、意大利、瑞士、法国及其他许多地方。

身为本领域的领军企业，FunctionBay在世界级CAE权威专家带领下，不断投入研发活动和相关研究经费；同时为了应对快速变化的市场与用户需求，寻求聆听客户声音和共同探索解决问题。FunctionBay所有员工及其销售渠道将竭诚履行自我职责，尽最大努力协助客户提高效率。

FunctionBay China — 博览达科技（上海）有限公司

又称为“RecurDyn中国”或“Pro-Lambda Solutions”，是RecurDyn在上海合资设立的FunctionBay中国公司

FunctionBay China坚持以客户而非产品为导向，以催化中国产业升级、产品自主研发为使命；

高度重视软件功能在中国产业中的实际应用。我们积极开发并引进国外先进的仿真与测试分析

CAE软件及相关的数据流程信息化管理平台，以此帮助制造业提升自主创新的能力和效率。

FunctionBay China同时引进全球高端科技人才与专业技术，结合国内专才开发自主知识产权的各类CAE专业软件行销国内外。我们的软件产品和技术服务帮助客户提升研发技术水平、节省产品开发成本、缩短产品开发周期抢占市场，客户遍及航空、航天、汽车、船舶、能源、工程机械、高端数控机床、制造装备、消费电子等机械和机电相关领域。

目前RecurDyn产品共有全球7所大学共10个研究实验室共同参与研发，这样的技术整合前所未有的，胜过以往CAE软件的研发阵容；而其中FunctionBay China研发部门为RecurDyn提供“疲劳分析和耐久预测技术”的开发。FunctionBay China优秀的研发团队与丰富的CAE工程经验结合，旨在使中国的客户获得最直接、有效的实际利益。



FunctionBay致力于让世界成为幸福和美丽的地方，小至个人包括我们的用户和员工、我们的家庭；大到全人类与世界环境。FunctionBay奋斗努力，不仅在追求客户满意度、公司增长和利润，也体现一种哲学：“造福于卖家、买家和世上的人们”。



FunctionBay在机械分析领域的成功，引领我们从作为“亚洲的CAE专业公司”到成为“世界的CAE领先公司”，梦想不断促使我们达成此一目标。成立于韩国，FunctionBay公司在日本、美国、德国、中国设有直属分支机构，而在台湾、东协、印度、澳大利亚、意大利、瑞士、法国等地有代理经销商网络，同时并与世界领先的PLM公司成为战略与技术合作伙伴。



FunctionBay信奉年轻具创造性的企业家精神，支持热情、自由和乐在工作。FunctionBay努力创建一个令人兴奋与自主创新的工作环境，来确保探索新领域及追求卓越的先锋动力永不磨灭。





联系方式

韩国总部与研发中心

FunctionBay, Inc.

5F, Pangyo Seven Venture Valley 1 danji 2 dong, 625, Sampyeong-dong, Bundang-gu, Seongnam-si, Gyeonggi-do, 13487, South Korea

+82-31-622-3700

www.functionbay.com

inform@functionbay.co.kr

全球分支机构

中国 : FunctionBay China 博览达科技(上海)有限公司

350 Xianxia Rd., Kechuang Bldg. Suite #106, Shanghai 200336, China

+86-21-5240-0270

www.recurdyn.cn

info@recurdyn.cn

日本 : FunctionBay K.K. JAPAN

2F, Onoyakyobashi Bldg., 1-4-10, Kyobashi, Chuo-ku, Tokyo, 104-0031 Japan

+81-3-3243-2031

www.functionbay.co.jp

sales@functionbay.co.jp

欧洲 : FunctionBay GmbH. GERMANY

Central Tower Landsbergerstr. 110 80339 Munich Germany

+49-89-322-098-27

www.functionbay.de

info@recurdyn.de

美国 : MotionPort LLC

3143 S. 840 East, Suite 350, St. George, UT 84790 USA

+1-435-767-9645

www.motionport.com

brant.ross@motionport.com

系统需求

- 操作系统 :

Windows 7, Windows 8, Windows 10

SUSE Linux Enterprise Server (SLES 10 SP1, SLES 11 SP2)

Red Hat Enterprise Linux Server (RHEL 4.8, RHEL 5.8, RHEL 6.3)

- 中央处理器 CPU : 2.4GHz (建议 : 3.4GHz, Quad Core 或更高)

- 内存 RAM 2GB (建议 : 16GB 或更多)

- 硬盘 HDD 4GB (建议 : 1TB)

- 分辨率 : 1024x768 或更高 (建议 : OpenGL 4.0, 1920x1080)

- 光驱 : DVD-R 或更好

* 本文件内容适用于RecurDyn V8R5 或更高版本 ; 此外,可能再添加或删除部分内容以适合未来的软件版本。

* RecurDyn is a trademark of FunctionBay, Inc.

All other trademarks or registered trademarks belong to their respective holders.



FunctionBay