

# Maple 系统介绍

## 数学和建模工具

### 丰富您的课堂，加速您的研究

徐俊林，应用工程师

[Junlin@cybernet.sh.cn](mailto:Junlin@cybernet.sh.cn)

莎益博工程系统开发（上海）有限公司  
Cybernet Systems (Shanghai) CO., LTD.

# 主题

- **Maplesoft公司介绍**
- **Maple 14介绍**
- **Maple 附加产品和专业工具箱**
- **MapleSim简介**
- **MapleSim 专业工具箱简介**
- **Maple操作演示**
- **行业应用案例**
- **问答环节**

# 主题

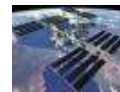
- **Maplesoft公司介绍**
- **Maple 14介绍**
- **Maple 附加产品和专业工具箱**
- **MapleSim简介**
- **MapleSim 专业工具箱简介**
- **Maple操作演示**
- **行业应用案例**
- **问答环节**

# Maplesoft公司介绍

- 1980年Maple由加拿大滑铁卢大学开发
- 1988年Maplesoft公司成立
- **数学和符号**计算软件的世界领导者  
- “数学家的软件”
- 公司与高校合作研发的典范，  
7个主要合作研发单位：  
加拿大： Waterloo 大学， Western Ontario 大学  
欧美： Florida State 大学， ETH ， INRIA ， 其他
- 用户群体  
- 超过96%的世界上主要的大学  
- 超过81%的财富五百强企业
- 关键市场： 研究/汽车/航空航天/电子  
- 2007 年与丰田建立战略合作伙伴



## 汽车



## 航空航天

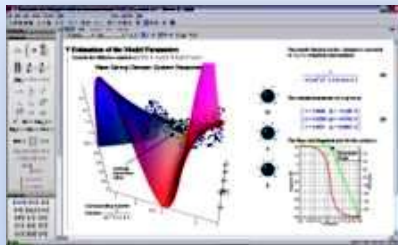


## 电子和信息技术

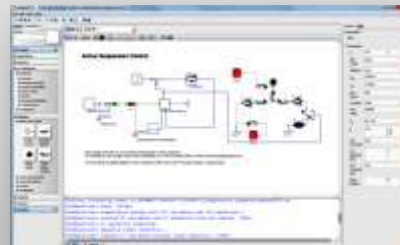


# 基于数学计算的开发平台

Maple 14



MapleSim 4.5



MapleSim Control Design Toolbox

MapleSim Connector

MapleSim Connector for NI Products

MapleSim Tire Component Library

工具箱

Global Optimization

Financial Modeling

Grid Computing

BlockImporter

电子教程

Mathematics Survival Kit

Calculus Study Guide

Pre-Calculus Study Guide

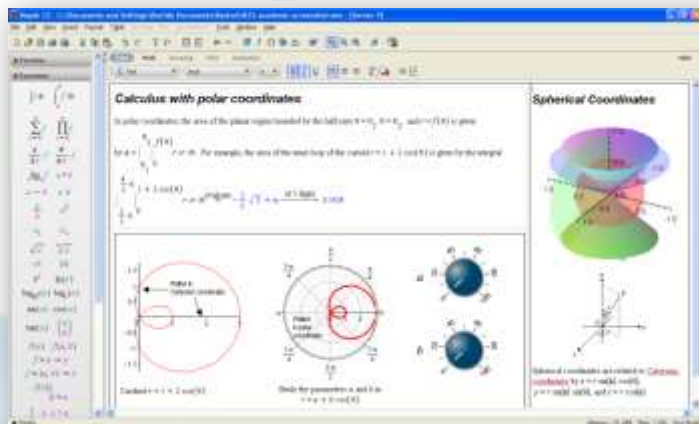
Advanced Engineering Mathematics

MapleNET

Maple T.A.

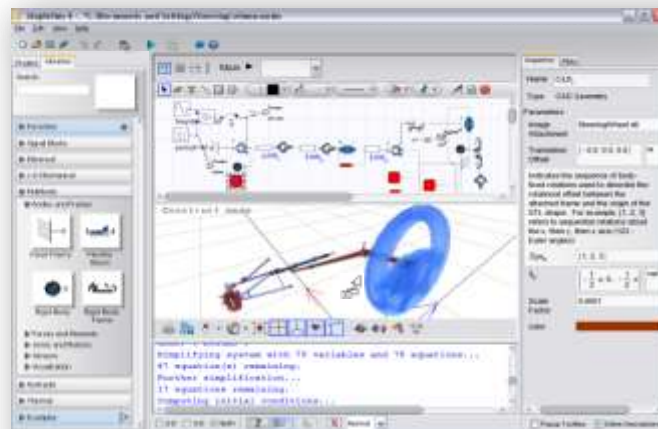
# 核心产品

## Maple™ 14



- 数值和符号计算
- 交互式技术文件
- 知识捕捉
- 2D和3D可视化
- 广泛的数学函数库
- 高级编程语言
- 代码输入/输出

## MapleSim™ 4.5



- 拖放方式物理建模
- 高性能仿真
- 系统和控制设计
- 3D可视化和模型构建
- 多体机构模型元件库
- 生成最优的HILs代码
- Modelica 建模语言支持

# 主题

- Maplesoft公司介绍
- **Maple 14**介绍
- Maple 附加产品和专业工具箱
- MapleSim简介
- MapleSim 专业工具箱简介
- Maple操作演示
- 行业应用案例
- 问答环节



# Maple 14 介绍

Maple 作为通用的计算软件，被广泛应用在各个领域，包括工程、科学、金融、数学等。

\$ 数学研究和教育

\$ 工程

\* 机电一体化

\* 控制

\* 机械

\* 土木工程

\* 热/流体/电磁

\* 电子

\* 工程数学...

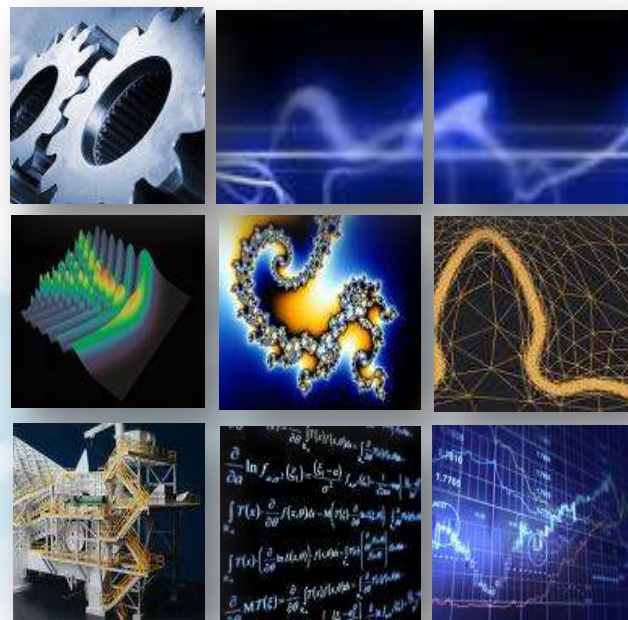
\$ 物理

\$ 金融建模

\$ 高性能计算...

## Maple™ 14

The Essential Tool for Mathematics and Modeling





# Maple 14 - 您理想的数学工作环境

- 内置 4,000+ 数学函数，数值和符号计算的完整系统
- ◆ 线性·非线性物理模型的分析
- ◆ 曲线拟合，数据分析
- ◆ 算法的开发
- ◆ 优化
- ◆ 控制系统设计
- ◆ 生成计算应用程序

Estimation of the Model Parameters  
Consider the difference equation  $M y''(t) + b y'(t) + k y(t) = u(t)$ .

Mass Spring Damper System

使用自然的数学符号 计算和输出

The transfer function (in the  $s$  domain) to Fourier transform representation:

$$\frac{1}{-4 M \pi^2 \omega^2 + 2 i b \pi \omega + k}$$

The estimated parameter set is given as

$$\begin{bmatrix} k = 2.9820 & \Delta k = -0.1800 \\ M = 4.9209 & \Delta M = 0.07910 \\ b = 1.9037 & \Delta b = 0.09630 \end{bmatrix}$$

The Phase and Magnitude plot for this system

Resonant Peak

Average parameter value

Corresponding transfer function:  $\frac{1}{Ms^2 + bs + k}$

数据和表达式的绘图向导  
超过150种图形类型

分析助手快速获得  
解析解和数值近似解

计算过程文档化，  
生成专业的技术报告

直观的操作环境，  
可嵌入GUI图元件

重新定义数学的使用性  
易学易用

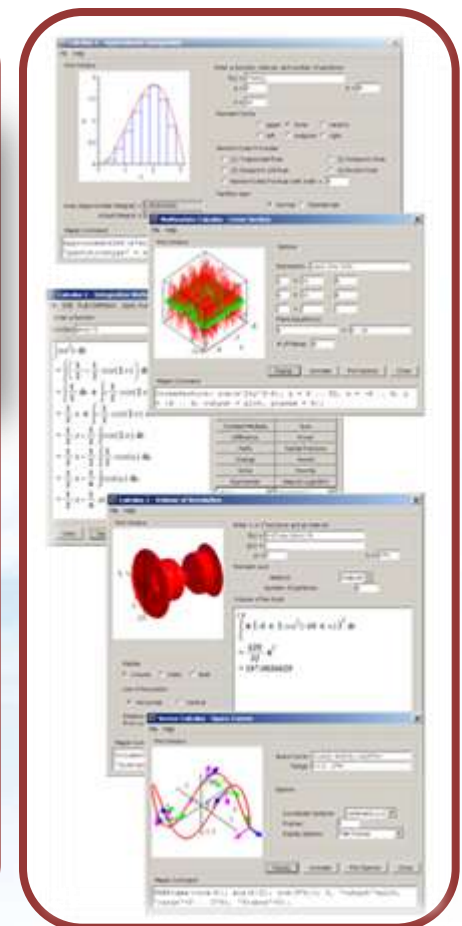
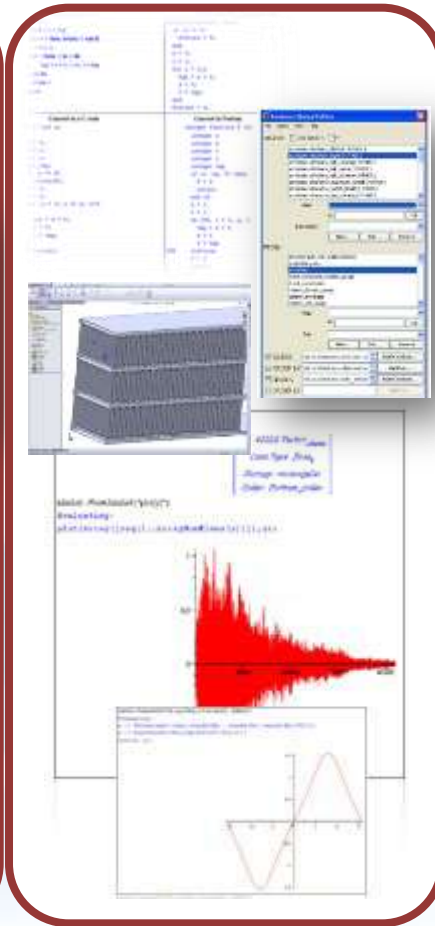
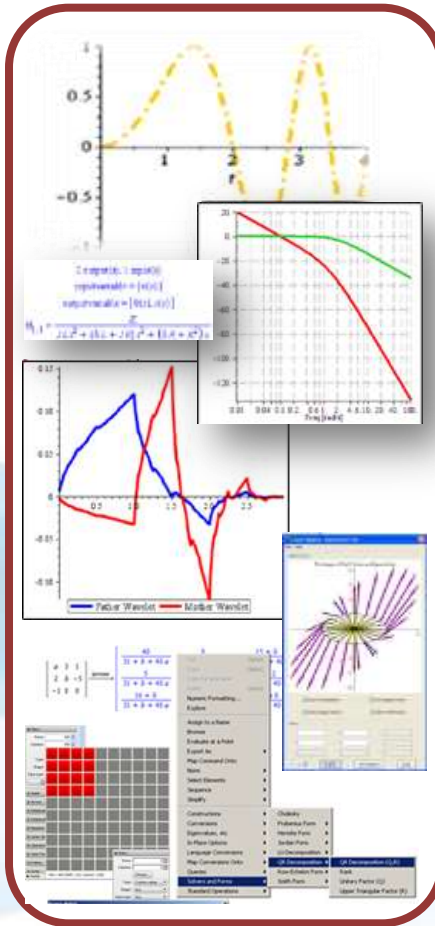
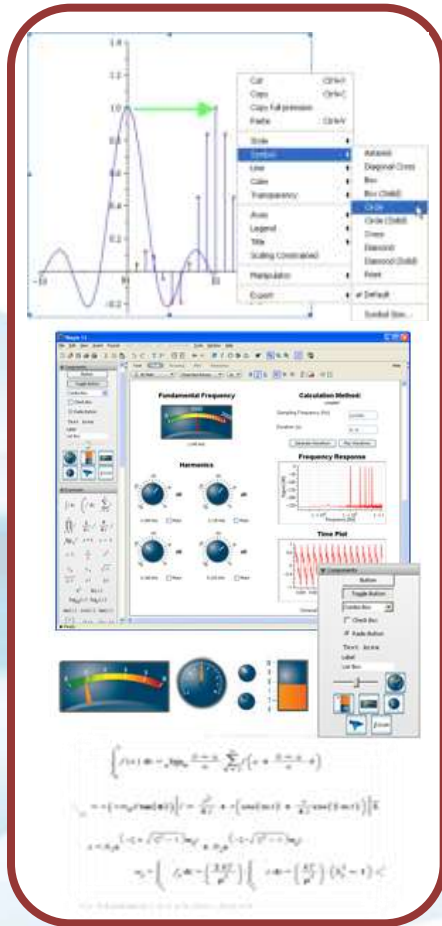
# Maple 14 主要技术特征

智能文件环境

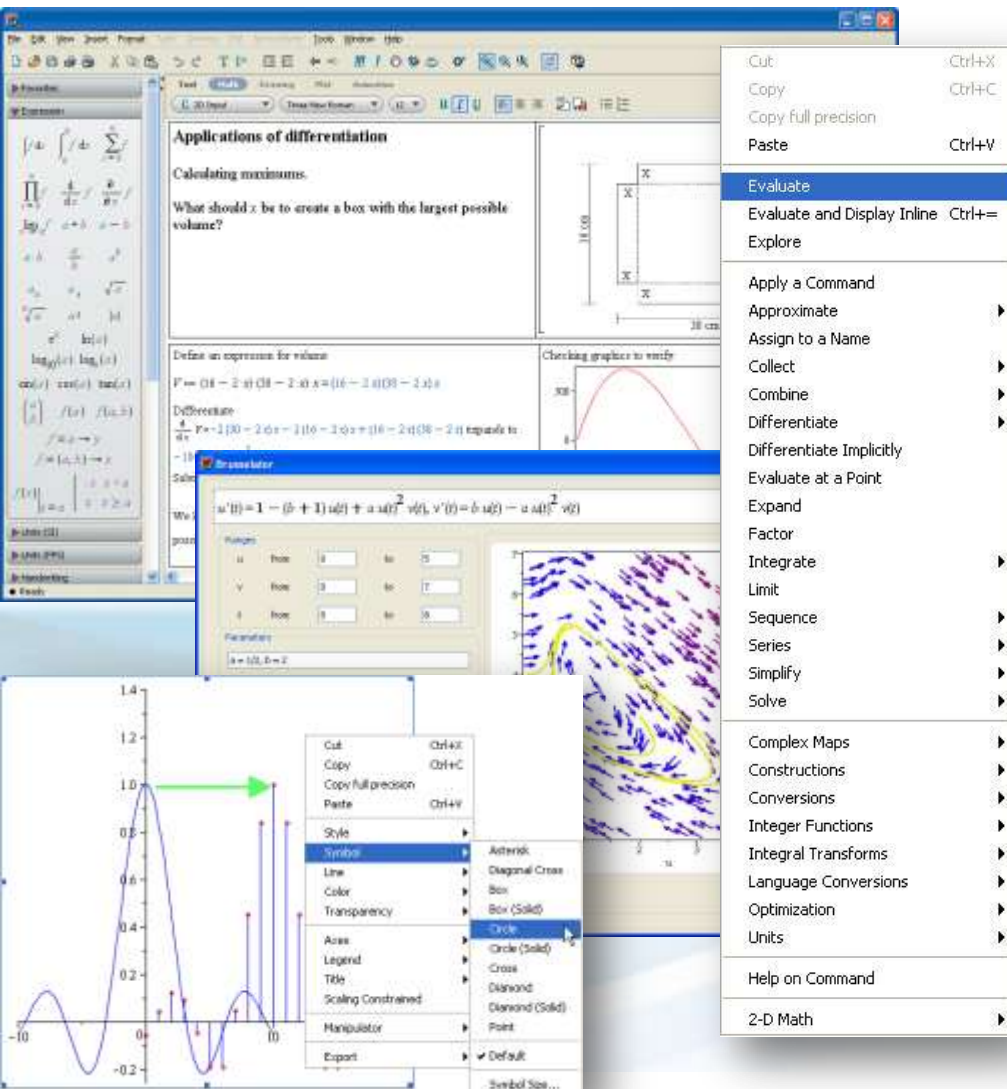
强大的数学引擎

灵活的外部连接

广泛的教育资源



# 智能文件环境：重新定义数学的使用性

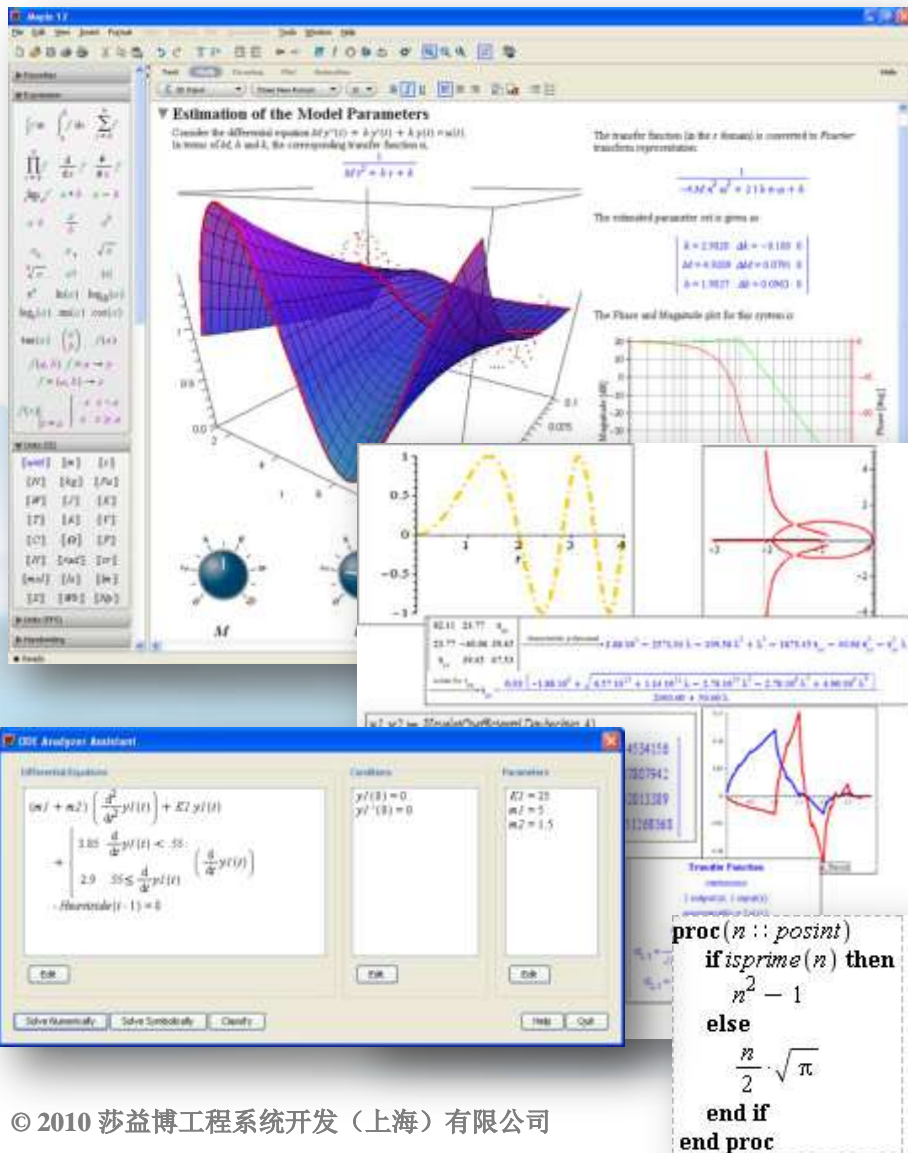


The screenshot displays the Maple software interface with several windows and a context menu. The main window shows a document titled "Applications of differentiation" with a problem statement: "Calculating maximums. What should  $x$  be to create a box with the largest possible volume?" Below this, there are sections for "Define an expression for volume" and "Differentiate". A smaller window titled "Manipulator" shows a 3D plot of a box with dimensions  $x$ ,  $x$ , and  $11-2x$ . Another window shows a 2D plot of a function with a green arrow pointing to a peak. A context menu is open over the 2D plot, listing various actions such as Cut, Copy, Paste, Evaluate, and Style. The menu items are: Cut (Ctrl+X), Copy (Ctrl+C), Copy full precision, Paste (Ctrl+V), Evaluate, Evaluate and Display Inline (Ctrl+=), Explore, Apply a Command, Approximate, Assign to a Name, Collect, Combine, Differentiate, Differentiate Implicitly, Evaluate at a Point, Expand, Factor, Integrate, Limit, Sequence, Series, Simplify, Solve, Complex Maps, Constructions, Conversions, Integer Functions, Integral Transforms, Language Conversions, Optimization, Units, Help on Command, and 2-D Math. The 'Style' submenu is also visible, showing options like Asterisk, Diagonal Cross, Box, Box (Solid), Circle, Circle (Solid), Cross, Diamond, Diamond (Solid), Point, and Default.

- ① Maple提供“数学版office”的环境，重新定义数学的使用性。
- ② 创新的可点击数学技术，让数学计算前所未有的容易。“Clickable Math”, “Clickable Engineering”, “Clickable Calculus”，用户即使没有任何语法知识也可以完成大量数学问题的计算，戏剧性缩短学习曲线。
- ③ 技术文件界面组合文字、数学、图形、声音、建模、科学计算等您所有的工作。
- ④ 大量的绘图和动画工具，包括超过150种图形类型。基于OpenGL的可视化技术，可定义相机轨迹。
- ⑤ 数据输入和输出格式：ASCII、CSV、MATLAB、Excel、等等。
- ⑥ Maplet让您快速建立客户用户界面和应用程序。
- ⑦ 丰富的文件处理工具。

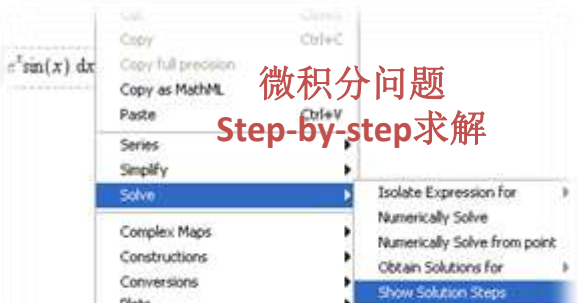


# 强大的数学引擎：数值和符号计算的完整系统



- ① 数学=Maplesoft!  
Maple标准版提供超过4,000个计算命令, 100多个程序包, 覆盖几乎所有的数学领域, 如微积分、线性代数、积分和离散变换、概率论和数理统计、物理、图论、张量分析、微分和解析几何、金融数学、矩阵、线性规划、组合数学、矢量分析、抽象代数、泛函分析、数论、复分析和实分析、抽象代数、级数和积分变换、特殊函数、编码和密码理论、优化等。
- ② 工程数学: 动力系统、控制、机电一体化、集总参数分析和优化、信号处理、等。
- ③ 提供领先的数值和符号计算引擎, 例如微分方程求解器 (ODEs, PDEs, DAEs)。
- ④ 智能自动算法选择; 问题导向性求解器。
- ⑤ 支持单位和公差计算。
- ⑥ 自然、完整的编程语言, 让您自由控制项目, 开发更复杂的模型或算法。

# 知识捕捉：不仅是工具，更是知识



微积分问题  
Step-by-step求解

$$\text{ShowSolution}\left(\int e^x \sin(x) dx\right)$$

$$\int e^x \sin(x) dx$$

$$= -e^x \cos(x) - \int -e^x \cos(x) dx$$

[parts, e<sup>x</sup>, -cos(x)]

$$= -e^x \cos(x) + \int e^x \cos(x) dx$$

[constantmultiple]

$$= -e^x \cos(x) + e^x \sin(x) - \int e^x \sin(x) dx$$

[parts, e<sup>x</sup>, sin(x)]

$$= -\frac{e^x \cos(x)}{2} + \frac{e^x \sin(x)}{2}$$

$$\int_a^b f(x) dx = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{b-a}{n} \sum_{k=1}^n f\left(a + \frac{b-a}{n} \cdot k\right)$$

$$r_{z_{21}} = -(-m_p \hat{r} \tan(\phi)) \left[ l - \frac{r^2}{4l} + r \left( \cos(\omega t) + \frac{r}{4l} \cos(2\omega t) \right) \right] \hat{k}$$

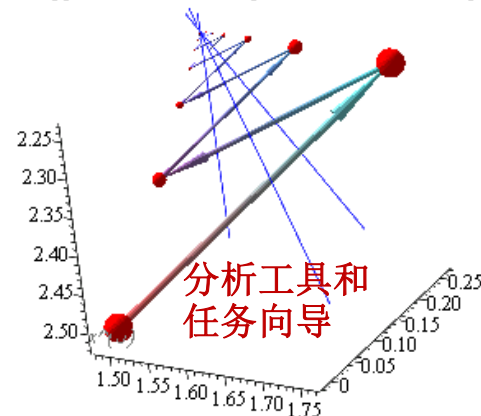
$$x = R_1 e^{(-c + \sqrt{c^2 - 1})\omega_f} + R_2 e^{(-c - \sqrt{c^2 - 1})\omega_f}$$

$$w_z = \int_{z_1}^{z_2} f_z dz = \left[ \frac{2kT}{\rho^2} \right]_{z_1}^{z_2} = z dz = \left[ \frac{kT}{\rho^2} \right] (\lambda_2^2 - 1)^{-2}$$

$$\forall \epsilon > 0 \text{ such that } |x - a| < \delta \Rightarrow |f(x) - f(a)| < \epsilon$$

- 加深对基本概念的理解。
- 洞悉数学模型背后的物理属性
- 提高教学和学习的趣味性
- 透明地和灵活地控制项目开发

Approximate solutions of the given linear system.  
The approximate solution is [2.25000, 1.50098, .250000]



- ① Maple是您所有数学工作的理想环境，您所想象的数学就是您在Maple中做数学的方式。
- ② 多种格式（1D、2D）输入数学内容，如教科书一样地显示和操作数学和文字。
- ③ 工作过程包括最初的草稿、计算、深度分析、演示报告、共享，以及重用。
- ④ 专业出版工具包括文件处理工具，可输出Maple文件为PDF、HTML、XML、Word、LaTeX、和MathML格式文件。
- ⑤ 特有的教育功能包，包含特定主题的计算方法信息和Step-by-Step求解步骤。
- ⑥ 使用MapleNET发布交互式内容到web上，将您的工作交互式呈现给您的同事、学生、和同行。

# 与其他工具的连接

## CAD

- NX, Inventor, Solidworks

## Excel

- Data I/O
- Excel Plugin
- VB Code Generation

## NAG

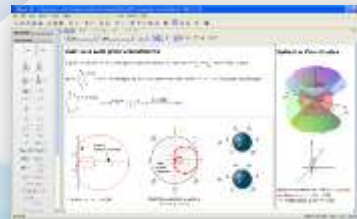
- Integrated functions
- Link to entire library

## MaplePlayer

- Interactive Content
- eBooks

## MATLAB

- Code Import
- Code Generation
- MTM



Maple



MapleSim

## MapleNet

- Interactive Documents
- Web Computations

## MapleGrid

- MPI, PBS
- Microsoft HPC

## Simulink

- Block Import
- s-Functions

## Maple T.A.

- Testing and Assessment

## LabVIEW

- VI Generation

## Databases

- Data I/O
- SQL Queries

## C, C++, Fortran, Java

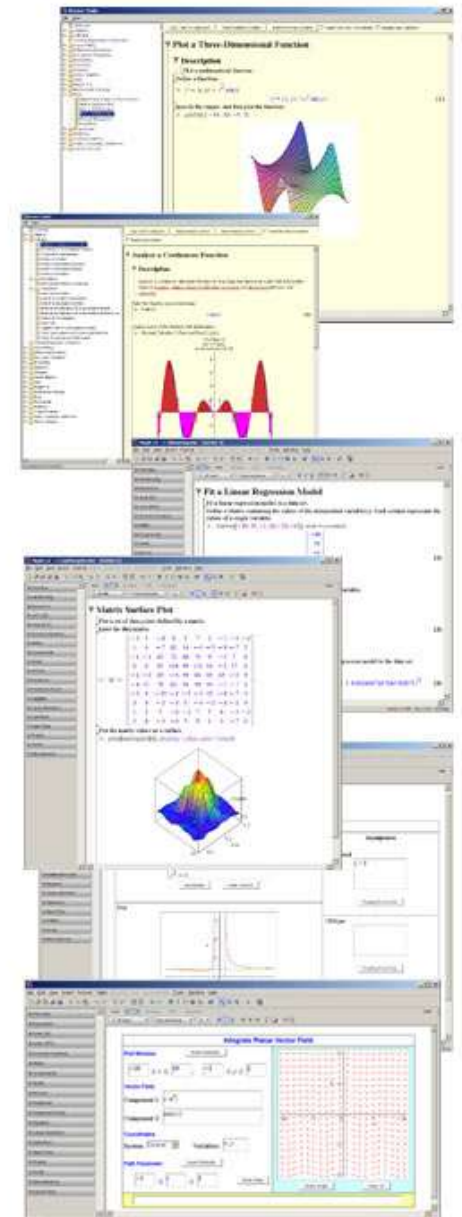
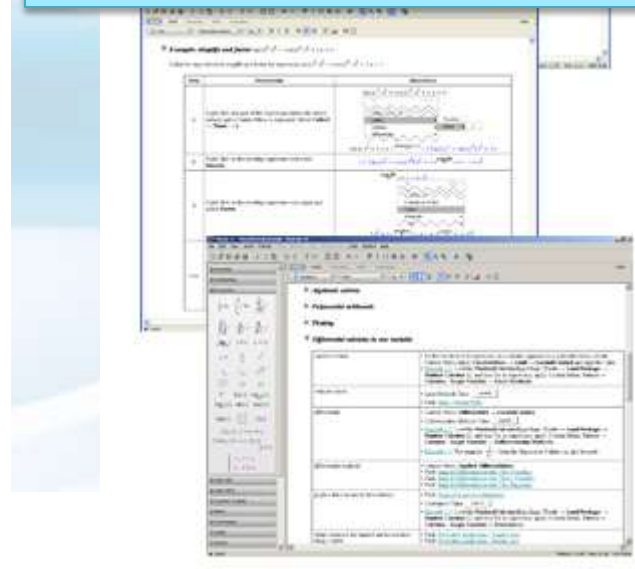
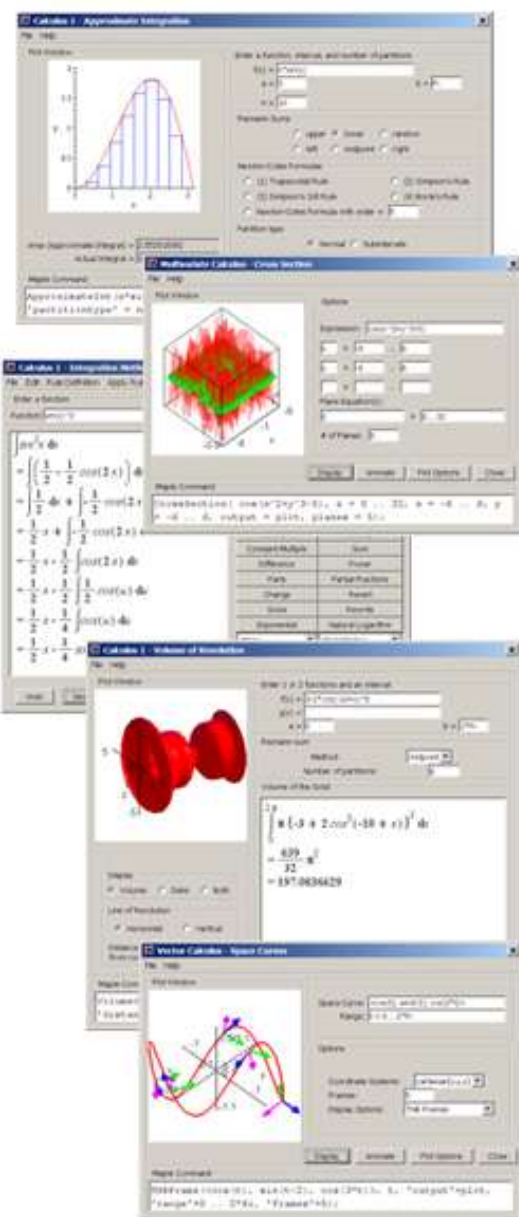
- Code Generation
- DLL linking



# 丰富的教育资源

Maple 提供广泛的资料方便用户使用和探索:

- ① 超过50个交互式向导
- ② 通过 MaplePortal 回答“我如何做...”
- ③ 超过500个任务模板
- ④ 在线应用案例和技术支持系统。
- ⑤ 互动的教学课程，例如微分几何和李代数?DifferentialGeometry/LessonsAndTutorials/LessonsOverview



# Demo: 数值和符号计算

快速完成各种基础数学计算

圆周率 $\pi$ 的100位近似值:

```
> evalf(Pi, 100)
3.14159265358979323846264338327950288... (1)
419716939937510582097494459230781...
6406286208998628034825342117068
```

发现近似值的精确值:

```
> identify(4.5558062159628882873)
√2 + π (2)
```

方程的解析解:

```
> solve(x^2 - ax + b, x)
1/2 a + 1/2 √(a^2 - 4b), 1/2 a - 1/2 √(a^2 - 4b) (3)
```

微分•积分•定积分:

```
> diff(sin(x)/cos(ax), x)
cos(x)/cos(ax) + sin(x) sin(ax) a / cos(ax)^2 (4)
```

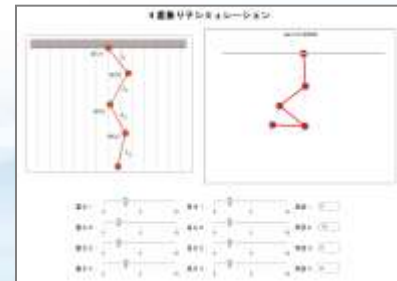
```
> int(exp(-2x^2), x = 0 .. ∞)
1/4 √2 √π (5)
```

Laplace变换•Fourier变换:

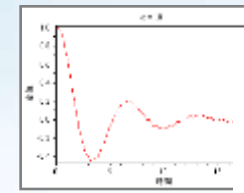
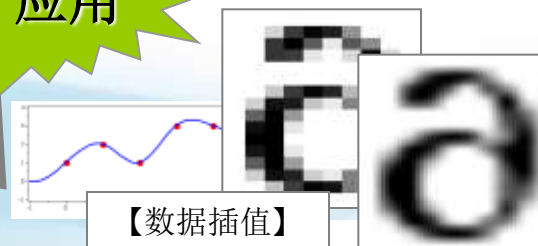
```
> intrans[laplace](Bessell(0, at), t, s)
1 / √(s^2 - a^2)
> intrans[fourier](sin(2πx + n), x, w)
1π (-eIn Dirac(w - 2π) + e-In Dirac(w + 2π))
```

应用

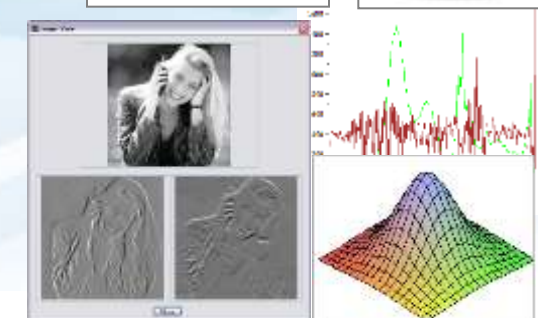
【计算工具开发】



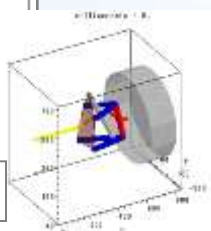
【数据插值】



【力学分析】



【图像和声音处理】



# Demo: 数值和符号计算

矩阵计算: 大型矩阵、任意精度、精确计算

$$> M := \begin{bmatrix} a & b \\ c & -d \end{bmatrix} \xrightarrow{\text{inverse}} \begin{bmatrix} \frac{d}{ad+bc} & \frac{b}{ad+bc} \\ \frac{c}{ad+bc} & -\frac{a}{ad+bc} \end{bmatrix} \xrightarrow{\text{determinant}} -\frac{1}{ad+bc}$$

$$> \begin{bmatrix} -29 & -55 & -70. \\ 96 & -67 & 13. \\ 89 & 77 & -58 \end{bmatrix} \xrightarrow{\text{eigenvalues}} \begin{bmatrix} -23.5424553972384026 + 111.497378247398444I \\ -23.5424553972384026 - 111.497378247398444I \\ -106.915089205523130 + 0.I \end{bmatrix}$$

微分方程: ODE / PDE / DAE

符号解

$$M \cdot x''(t) + b \cdot x'(t) + k \cdot x(t) = 0 \xrightarrow{\text{solve DE}} x(t) = \_C1 e^{\frac{1}{2} \frac{(-b + \sqrt{b^2 - 4Mk})t}{M}} + \_C2 e^{-\frac{1}{2} \frac{(b + \sqrt{b^2 - 4Mk})t}{M}}$$

数值解

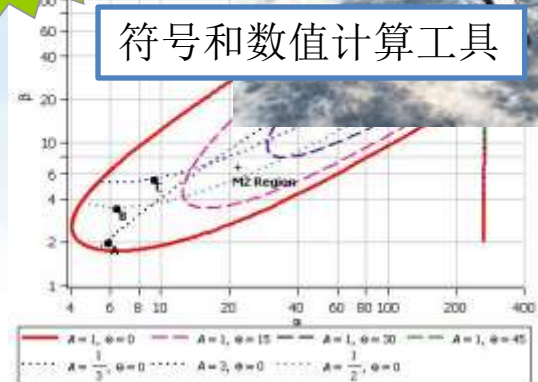
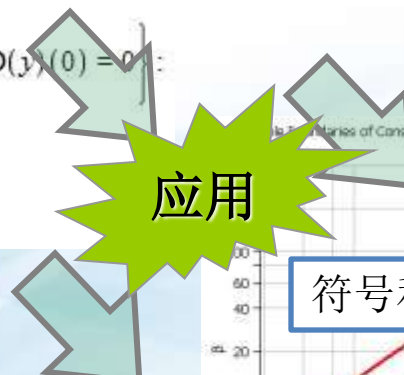
```

BallBounce := { \frac{d^2}{dt^2} x(t) = 0, x(0) = 0, D(x)(0) = 1, \frac{d^2}{dt^2} y(t) = -1, y(0) = \frac{1}{2}, D(y)(0) = 0 };
Event := [ [ y(t), \frac{d}{dt} y(t) < 0 ], \frac{d}{dt} y(t) = -\frac{7}{10} \frac{d}{dt} y(t) ];
DAESoln := dsolve(BallBounce, numeric, events = [Event]);
plots[odeplot](DAESoln, [x(t), y(t)], 0..5, numpoints = 20000)
    
```

统计/ 曲线拟合/ 统计过程控制: 数据处理和统计模型

```

> NonlinearFit(a + b v + e^{c v}, X, Y, v)
6.49670407384334947 - 4.54643947753518685 v + e^{0.758384141232909426 v}
    
```



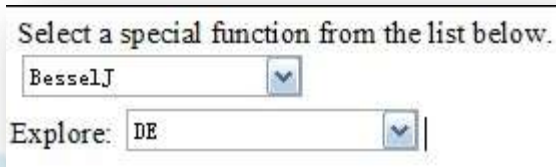


# Demo: 数值和符号计算

## 单位和公差计算

```
> 质量 := 5 ± 0.3 [kg] : 加速度 := 6 ± 0.5 [m s-2] :
    力 := 质量 * 加速度
                                力 := (30.2 ± 4.30) [N]
```

## 特殊函数: 200+



## 完整自然的编程语言, OpenMaple API

```
> F := proc(n) local s,t,i,tmp;
    if n=0 then return 0 end if;
    (s,t) := (1,1);
    for i from 2 to n do
        tmp := s+t; s := t; t := tmp;
    end do;
    return s;
end:
F(100) = 354224848179261915075
```

## 代码生成

```
CodeGeneration[C]( myinverse, optimize )
CodeGeneration[Fortran]( myinverse, optimize )
CodeGeneration[VisualBasic]( myinverse, optimize )
CodeGeneration[Java]( myinverse, optimize )
CodeGeneration[Matlab]( myinverse, optimize )
```

## 内置大量领先的求解算法

### 多项式系统和求根算法的扩展

$$\text{RealDomain:-solve}(x^3 - 3x + 1, x)$$

$$-\sqrt{3} \sin\left(\frac{2}{9} \pi\right) - \cos\left(\frac{2}{9} \pi\right), 2 \cos\left(\frac{2}{9} \pi\right), -\cos\left(\frac{2}{9} \pi\right) + \sqrt{3} \sin\left(\frac{2}{9} \pi\right)$$

### 直接求解包含特殊函数的问题

$$\int \text{Ci}(x) \sin(x) dx$$

$$-\text{Ci}(x) \cos(x) + \frac{1}{2} \text{Ci}(2x) + \frac{1}{2} \ln(x)$$

$$\int \text{FresnelS}(2x)^2 dx$$

$$\text{FresnelS}(2x)^2 x + \frac{\text{FresnelS}(2x) \cos(2\pi x^2)}{\pi} - \frac{1}{4} \frac{\sqrt{2} \text{FresnelS}(2\sqrt{2}x)}{\pi}$$

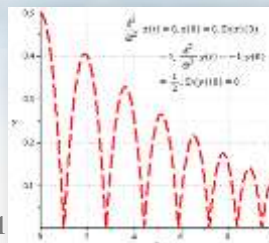
### 求解方法和信息的透明性

$$\int_0^1 \frac{1}{\sqrt{(1-t^2)(1-2t^2)}} dt$$

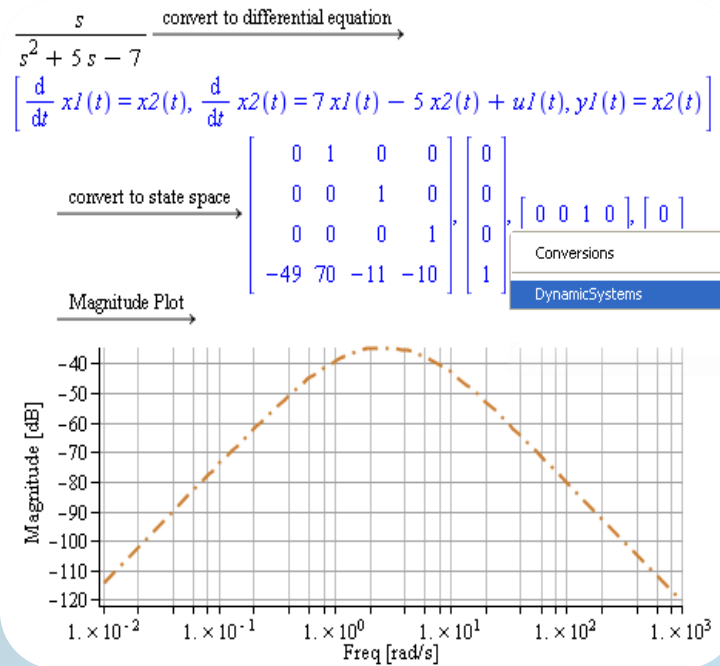
Definite Integration: Integrating expression on t=0..1  
 Definite Integration: Using the integrators (Distribution, Piecewise, Series, O, Polynomial, Ln, LookUp, Cook, Ratpoly, Elliptic, EllipticFrig, MeijerSpecial, Improper, Asymptotic, FDOC, Meijer0, Contour)  
 LookUp Integrator: unable to find the specified integral in the table.  
 Definite Integration: Method Elliptic succeeded.  
 Definite Integration: Finished successfully.

$$-\frac{1}{2} \sqrt{2} \text{EllipticK}\left(\frac{1}{2} \sqrt{2}\right) + \frac{1}{2} \sqrt{2} \text{EllipticK}\left(\frac{1}{2} \sqrt{2}\right)$$

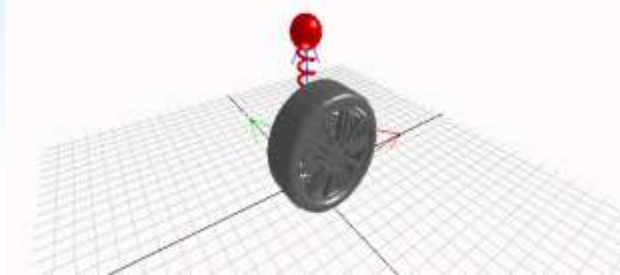
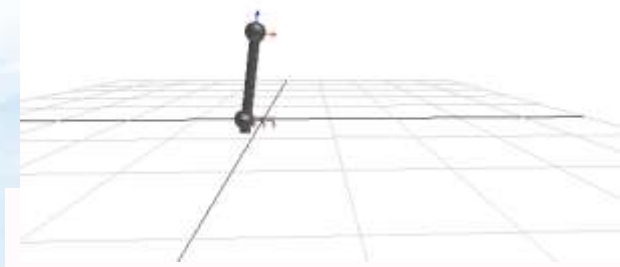
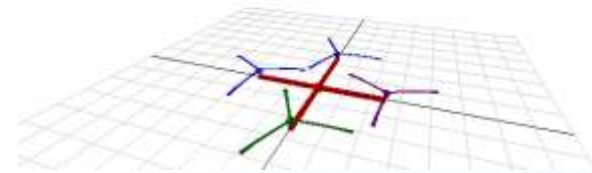
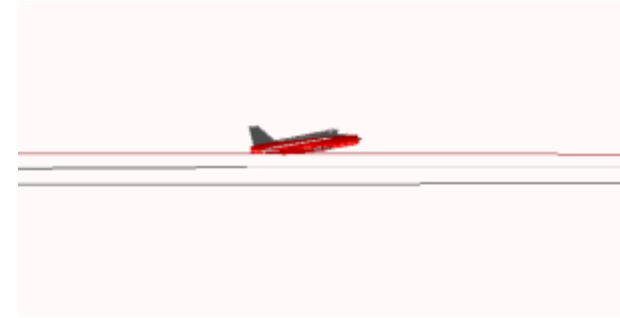
### 高级ODE/DAE/PDE求解器



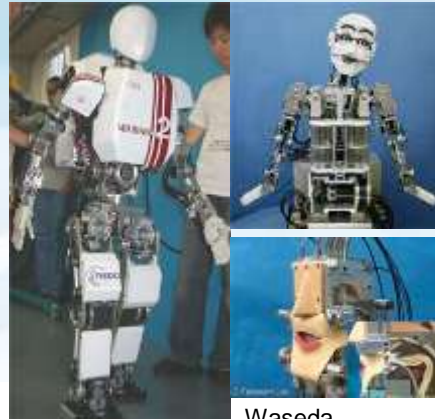
# 控制系统开发



- Conversions
- Manipulation
- Plots
  - Continuous
    - Impulse Response Plot
    - Magnitude Plot
    - Phase Plot
    - Response Plot
    - Root Contour Plot
    - Root Locus Plot
    - Zero Pole Plot
  - Discrete
- System Creation



MapleSim Control Design Toolbox  
DynamicSystems Package



# 主题

- Maplesoft公司介绍
- Maple 14介绍
- **Maple** 附加产品和专业工具箱
- MapleSim简介
- MapleSim 专业工具箱简介
- Maple操作演示
- 行业应用案例
- 问答环节



# Global Optimization Toolbox

全局优化工具箱：

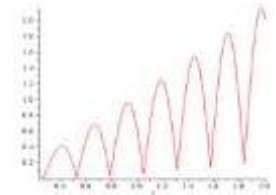
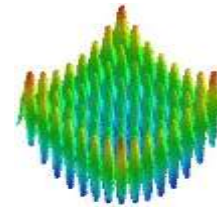
- ◆ 局部优化+全局优化算法
- ◆ 与下列求解器模块结合解决非线性优化问题：
  - 分支-限界法（Branch-and-bound）全局搜索
  - 全局自适应随机搜索
  - 基于全局多起点随机搜索
  - 全局搜索结果通过局部搜索精确，  
局部搜索基于简约梯度算法
- ◆ 处理数千个变量和约束的求解器模块
- ◆ 求解器利用Maple任意精度的计算能力，  
极大地减少了数值不稳定性问题
- ◆ 支持任意类型的目标对象和约束函数 ...

可选工具：Optimus（2009年CYBERNET收购）

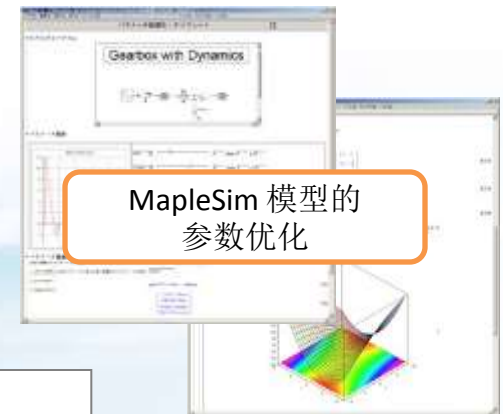
Optimus®

$$model := \frac{4 \cdot \text{BesselJ}\left(1, \frac{x-a}{b}\right)^2 \cdot b^2 \cdot c}{(x-a)^2}$$

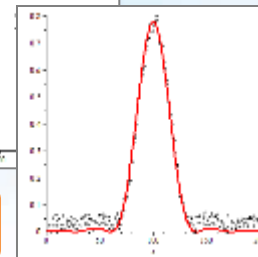
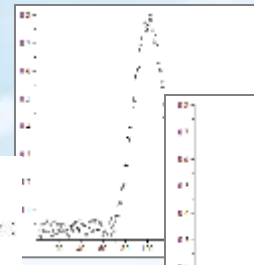
非线性回归模型的拟合



多极值问题



MapleSim 模型的  
参数优化



# Maple Toolbox for MATLAB

- Maple 与 MATLAB 双向接口工具箱

- Maple和MATLAB共享变量、函数、命令等，

- 互补的工作环境和工作方式，提供完整计算方案。

- 覆盖和兼容Symbolic Math Toolbox和Extended Symbolic Math Toolbox。

- 对比Symbolic Math Toolbox，符号计算速度大约快50倍以上。

- Maple 总是使用最新的数学和符号计算算法。

- 大量扩展的计算功能（统计、优化、数据分析等）可以利用。



## Maple Toolbox for MATLAB

Live equation entry

$$vdp := \ddot{y} - \mu \cdot (1 - y^2) \cdot \dot{y} + y = 0$$

Easy-to-use DE Assistant

Rapid implementation in MATLAB

```
>> vdode_Maple(1.5)
```

在Maple和Matlab中任意切换



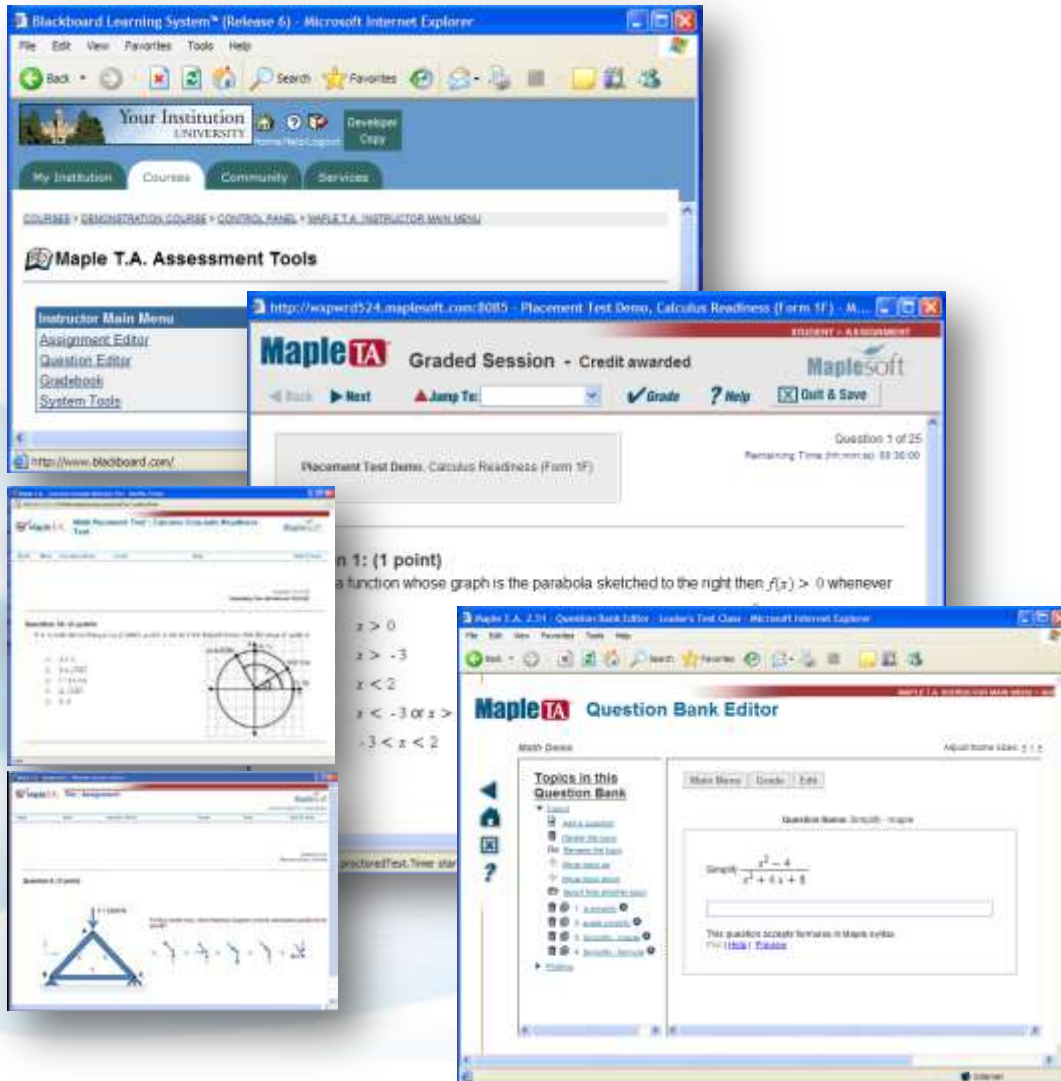
# Maple T.A.

在线考试和课程管理解决方案



Online Testing and Assessment... Powered by Maple™

- 与美国数学协会合作，改革美国高校现场考试方式。
- 用户界面和题库内容支持中文。
- 直接的互动交流。
- 基于Maple数学引擎，广泛的题目类型，和自由的答案。



体验账户：URL:

<http://place27.placementtester.com/moodle/course/view.php?id=8>

教师帐号:

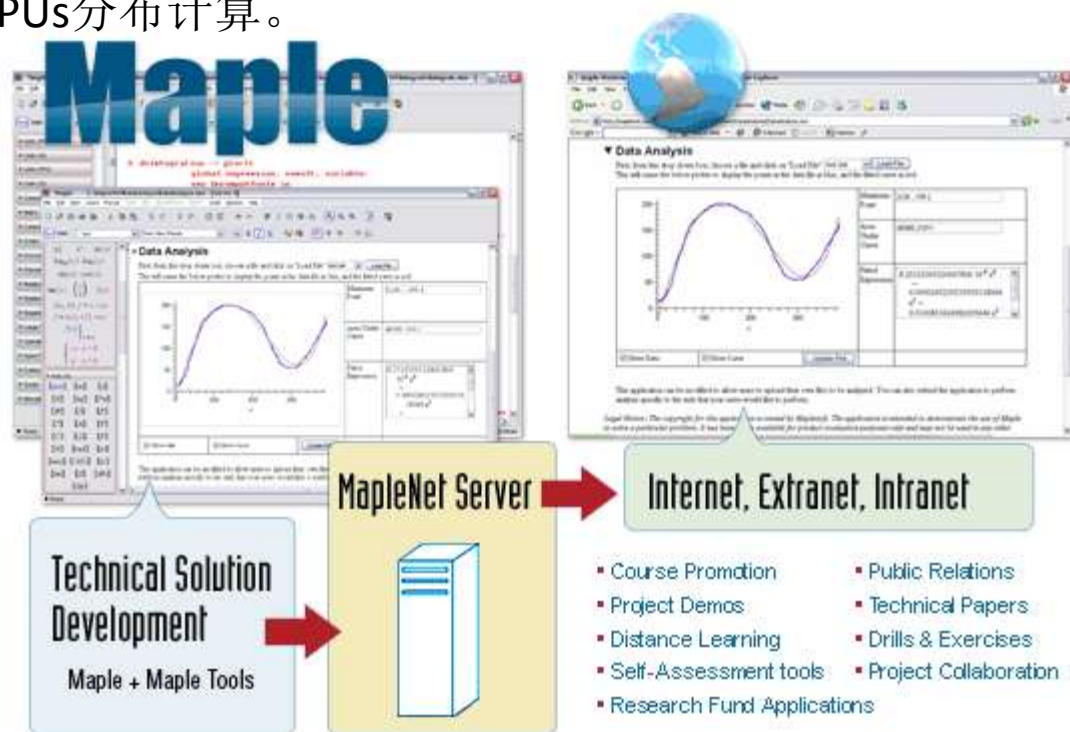
XXXXXXXXXX

学生帐号 (用户名/密码):

student1ccaes / Student1\_CCA-ES

# MapleNET

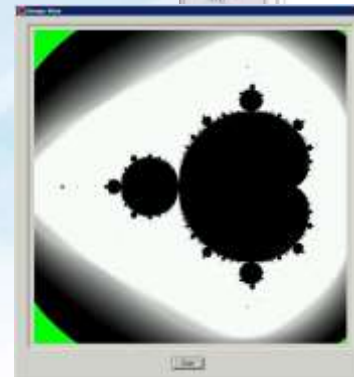
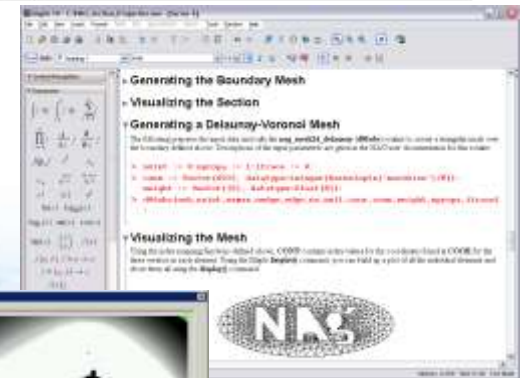
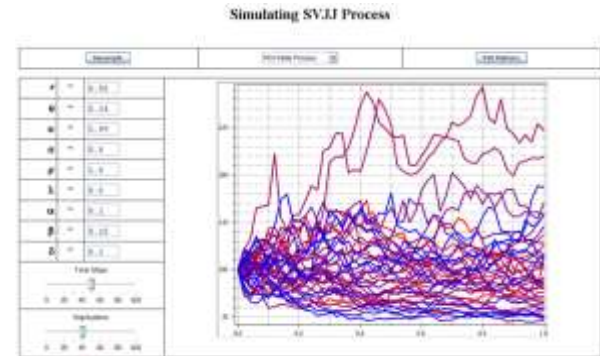
- MapleNET - 将Maple强大的数学引擎引入您的桌面应用程序和网站。
- 在局域网/互联网上发布互动的Maple文件，在图形用户界面中混合文字、数学和图形等，您在Maple中看到的就是您通过MapleNet在互联网浏览器中获得的。
- 完整的Maple引擎。
- 多服务器和CPUs分布计算。





# Maple其他工具箱

- Financial Modeling Toolbox
  - 构建和分析利率期限结构
  - 随机过程和模拟，如布朗运动模拟、高斯-马尔可夫过程、等
  - 期权、交换的计算
- Maple-NAG Connector
  - 在Maple环境内完全访问 NAG® C 程序库
  - ※使用本产品时，需要独立的NAG® C程序库。
- Grid Computing Toolbox
  - 在网络中分布Maple计算任务，用于在多计算机或多处理器组成的Cluster中实现高性能并行计算。
  - 高级并行计算命令（map, seq, evaluate等）
  - 类MPI的信息传输机制（发送、接受等）
  - 可与PBS和其他的任务分配系统集成
  - ※使用本产品时，网络中需要双数的Maple内核。



# 主题

- Maplesoft公司介绍
- Maple 14介绍
- Maple 附加产品和专业工具箱
- **MapleSim简介**
- MapleSim 专业工具箱简介
- Maple操作演示
- 行业应用案例
- 问答环节



# MapleSim 介绍

多领域 / 多物理场建模

The screenshot displays the MapleSim 4 interface for a "Vehicle Model with Double-Wishbone front and Trailing-Arm rear Suspension". The main workspace shows a 3D model of the suspension system and a block diagram of the underlying multi-domain model. The model includes components for hydraulic systems (Hydraulic Cylinder, Hydraulic Valve), 1D mechanical systems (Rotational and Translational joints, Gears, Springs, Dampers), electrical systems (Resistors, Inductors, Capacitors, Diodes), and thermal systems (Heat Exchangers, Temperature sensors). The interface also features a comprehensive library of components on the left and a simulation control panel on the right. A console window at the bottom shows the simplification process of the system with 100 variables and 127 equations.

**液压**

**1D 机械 (旋转 · 平移)**

**控制 · 信号**

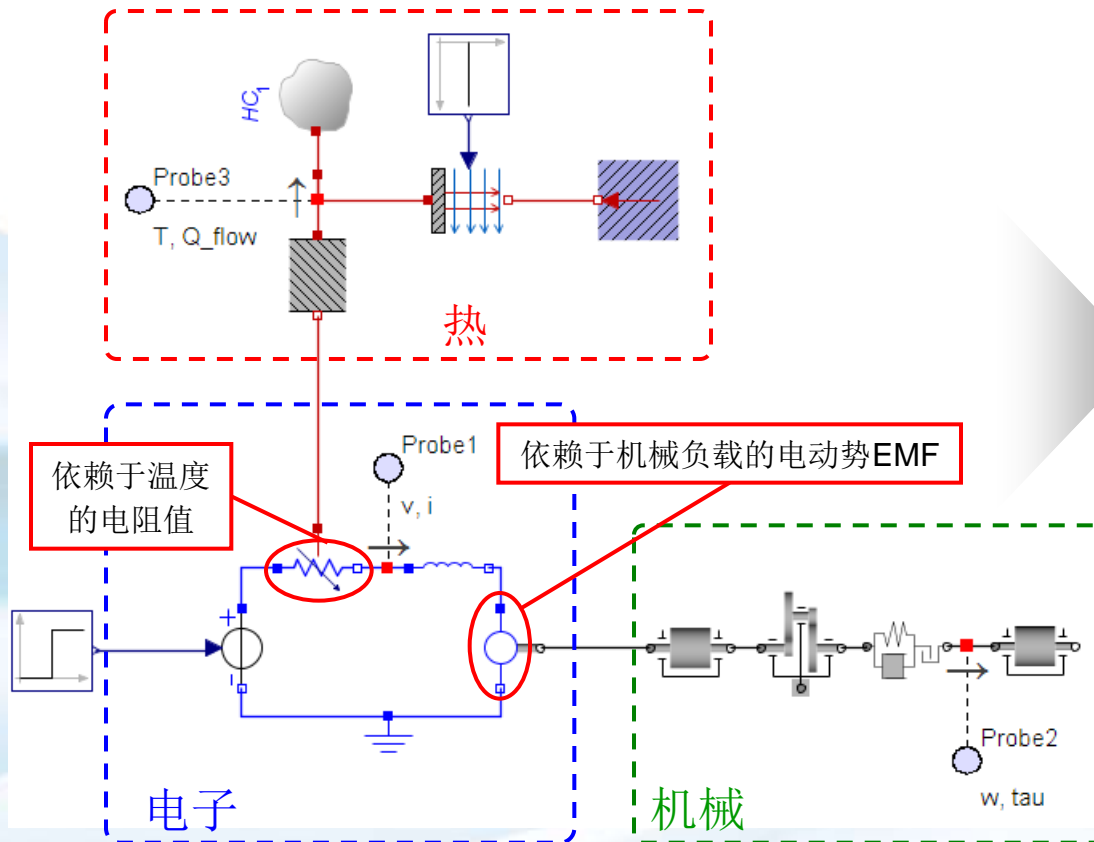
**热**

**3D 多体机构**

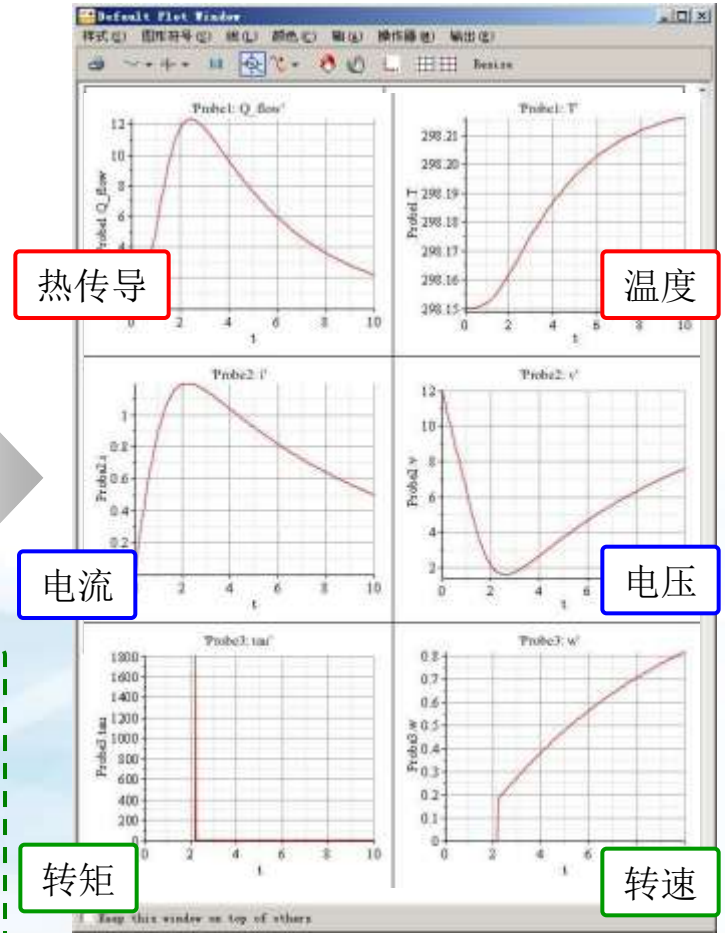
**电气**

# 多领域物理建模的例子

单一的环境中实现多学科建模和仿真  
 范例：电气+机械+传热



直流电机





# 谁在使用MapleSim



## 汽车和地面交通

- 车辆动力学
- 故障诊断
- 噪声，振动与平顺性 (NVH)
- 动力总成
- 空调系统
- 混合动力和电动汽车 (HEV/EV)
- 有轨列车
- 行业车辆

## 航空/国防

- 导航和控制
- 无人驾驶飞行器 (UAV)
- 飞机动力学
- 模拟器
- 指挥和控制

## 航天

- 空间车辆控制
- 导航和控制
- 空间机器人

## 能源

- 风力发电机
- 新能源
- 核能

## 医学

- 智能假肢
- 人工器官

## 科研和教学

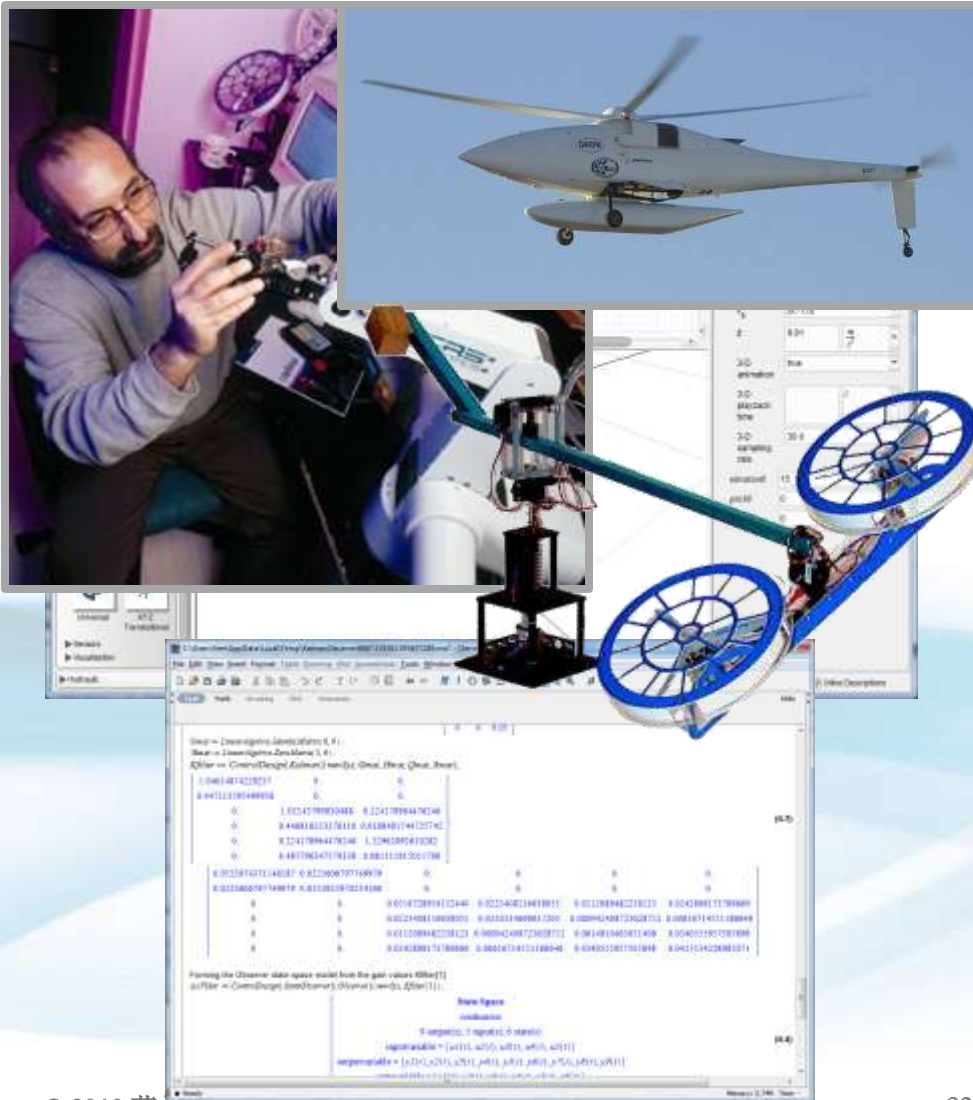
- 机电一体化
- 机器人
- 控制



# 主题

- Maplesoft公司介绍
- Maple 14介绍
- Maple 附加产品和专业工具箱
- MapleSim简介
- **MapleSim 专业工具箱简介**
- Maple操作演示
- 行业应用案例
- 问答环节

# MapleSim Control Design Toolbox



- 模型线性化
- 常规的PID整定方法：Ziegler-Nichols时域响应，Ziegler-Nichols频域响应，Cohen-Coon方法
- 高级PID整定方法：主极点配置控制，区域极点配置，增益和相位裕度
- 状态反馈控制：单输入极点配置，多输入极点配置，线性二次调节器
- 状态估计：单输出极点配置，多输出极点配，Kalman滤波器
- MapleSim 的优势
  - 分别处理：控制对象的建模和模型线性化用于控制设计
  - 完全控制原始的非线性方程
  - 参数研究：特征值、灵敏度、Monte Carlo



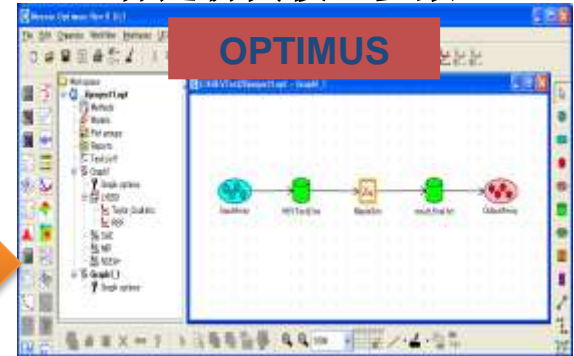
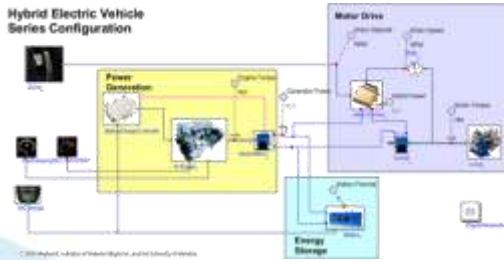




# 辅助设计工具 - OPTIMUS

标定仿真模型参数

## MapleSim 4.5



参数标定



目标：优化汽车在不同路面工况下的油耗和驾驶性能

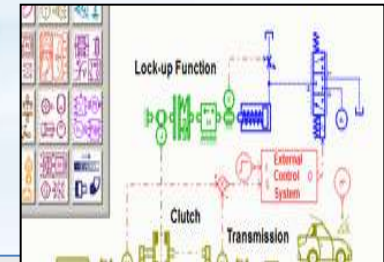
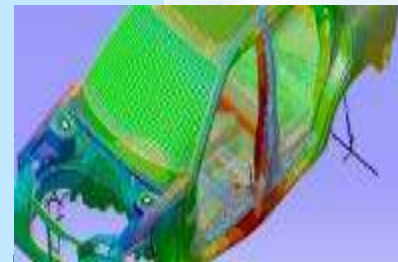
基于实验数据的优化



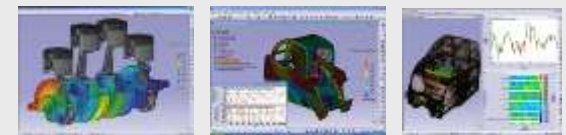
实验数据

优化解决方案

基于仿真计算的流程自动化和设计优化



仿真计算



# 嵌入式系统开发 - ZIPC

## 集成式的开发环境

受控对象 / 系统模型：ODE 或 DAE

MapleSim™  
High Performance Physical Modeling and Simulation

MapleSim ZIPC Simulator

ZIPC™  
HUB A HUB DESIGN

Input	Output	继电器	电动机	制动器
继电器	继电器	继电器	继电器	继电器
电动机	电动机	电动机	电动机	电动机
制动器	制动器	制动器	制动器	制动器

Brake pressure  
Traction distribution  
4WS

Velocity/Revolution  
Rate gyroscope

控制器模型：状态迁移表

# 主题

- Maplesoft公司介绍
- Maple 14介绍
- Maple 附加产品和专业工具箱
- MapleSim简介
- MapleSim 专业工具箱简介
- **Maple操作演示**
- 行业应用案例
- 问答环节



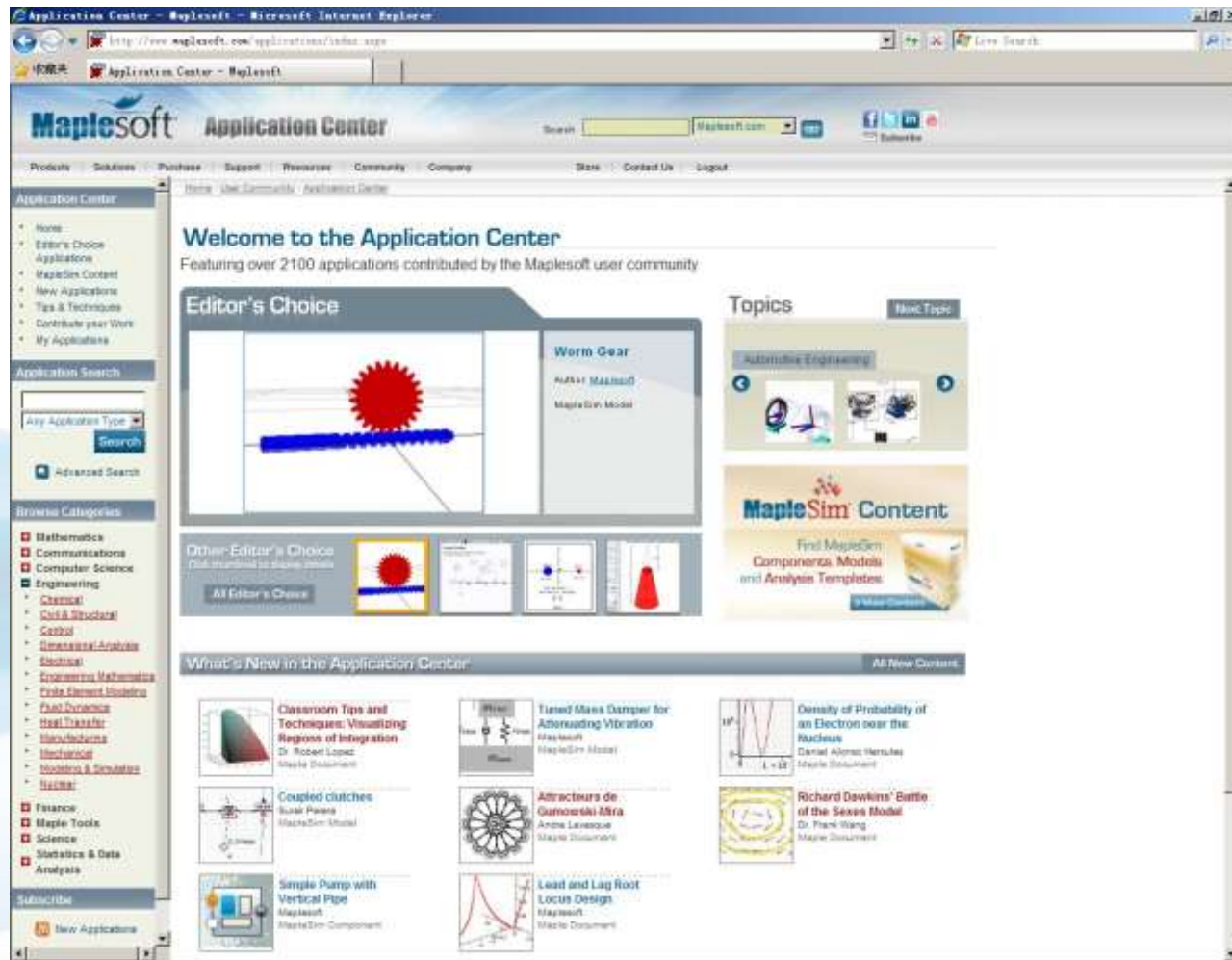
# Maple Demo

# 主题

- **Maplesoft**公司介绍
- **Maple 14**介绍
- **Maple** 附加产品和专业工具箱
- **MapleSim**简介
- **MapleSim** 专业工具箱简介
- **Maple**操作演示
- **行业应用案例**
- 问答环节

# Maple 应用案例

Application Center: <http://www.maplesoft.com/applications/>



The screenshot displays the Maple Application Center website in a Microsoft Internet Explorer browser window. The page features a navigation menu at the top with links for Products, Solutions, Purchase, Support, Resources, Community, and Company. A search bar is located in the top right corner. The main content area is titled "Welcome to the Application Center" and highlights "Editor's Choice" applications, including a prominent "Worm Gear" model. A sidebar on the left provides an "Application Search" section and a "Browse Categories" list covering fields like Mathematics, Computer Science, and Engineering. Below the main content, a "What's New in the Application Center" section lists recent additions such as "Classroom Tips and Techniques: Visualizing Regions of Integration" and "Coupled clutches".

# Case Study: 磁悬浮列车控制器设计



- 使用磁力悬浮和操纵运动
- 预防与导轨之间的碰撞

考虑因素：为了防止与导轨的碰撞，需要一直在列车与导轨之间维持一个定常的空气间隔，不管方向或导轨角度的改变，导轨间的不连续，不一致的导轨，或者环境力，比如风。

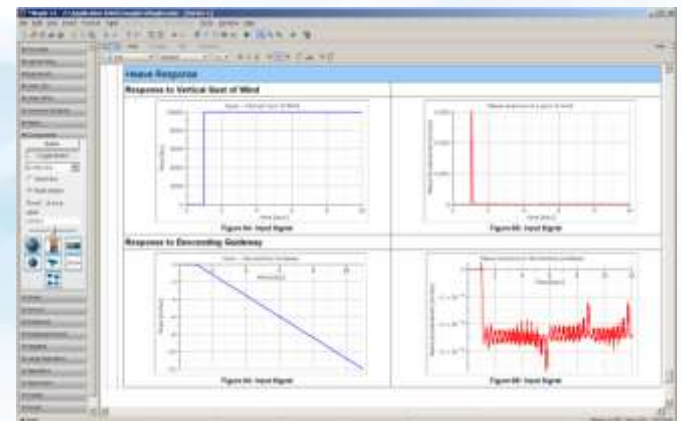
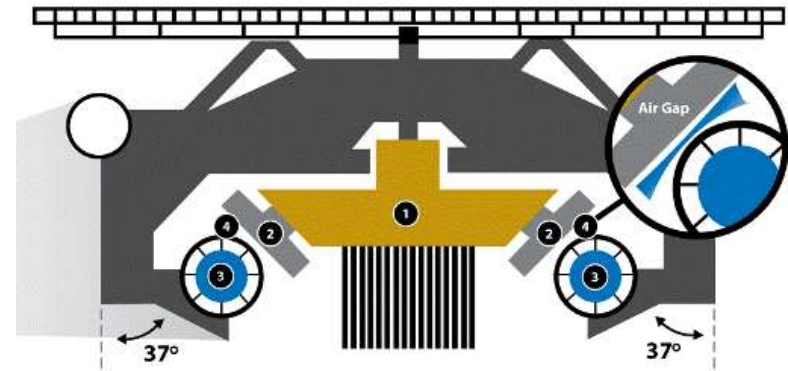
- **项目难点：**设计一个鲁棒反馈控制器和优化控制参数，操控磁悬浮列车沿着导轨的运动。

# Case Study: 磁悬浮列车控制器设计

这些问题如何通过Maple解决:

- 创建起重磁力动力学的数学模型
- 开发控制系统，包括加速度反馈和PID控制器

使用前面建立的磁体模型、控制系统方程、整体磁力系统模型的运动方程计算。维持磁铁和导轨之间的空气间隙，控制车辆的运动，包括举起、摇摆、颠簸等。



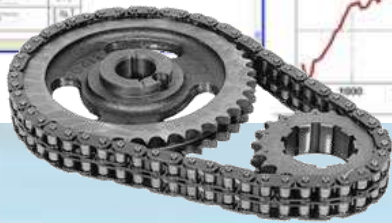
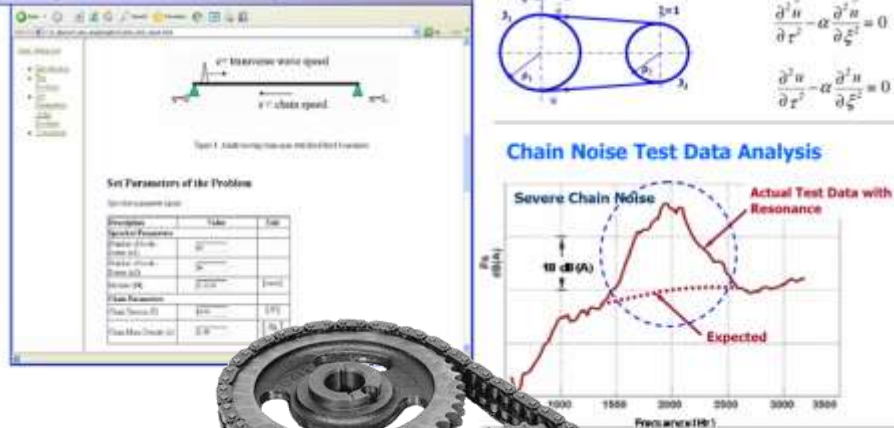


# Case Study: 预测齿轮传动系统的共振

## Why Maple?

- Symbolic & numerical math solvers for physical system modeling
- Slider capability for design variables
- Integrated worksheet for model & report publication

## Integrated Model & Report Publication



齿轮传动已经在汽车系统动力总成中被广泛使用了数十年，但噪音和振动一直是个问题。

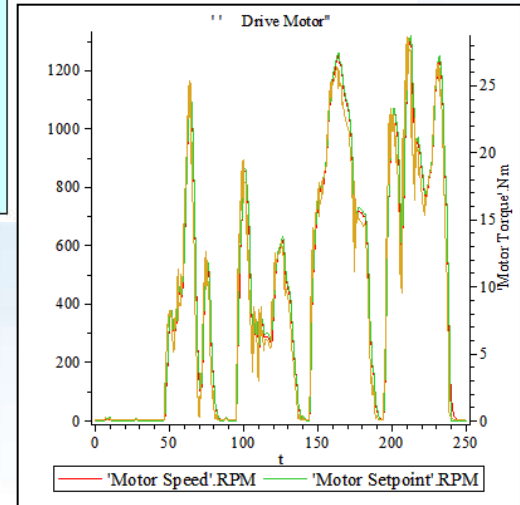
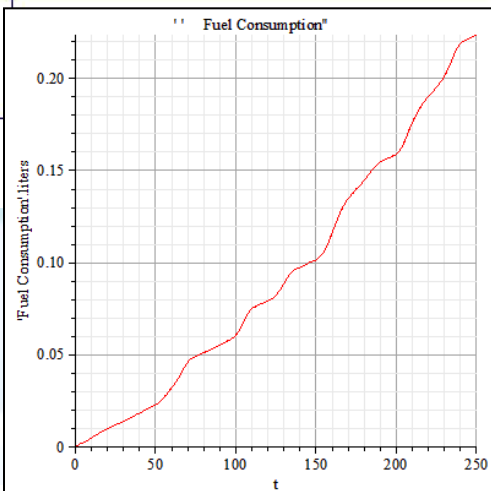
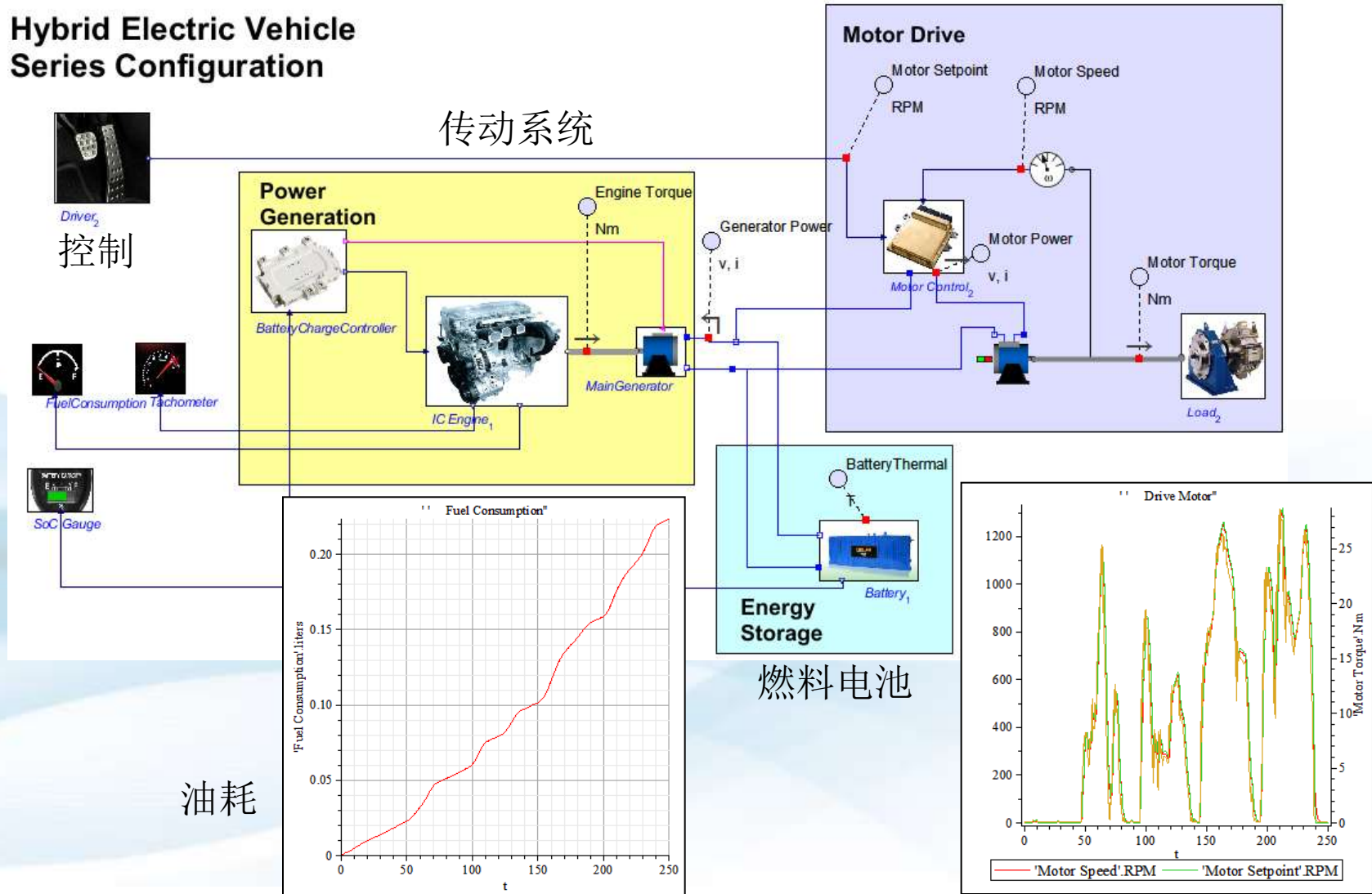
- 在某个传动样机中，福特检测到一个剧烈的1800 - 1900赫兹噪音，声压超过正常值10 - 15分贝，原因不明。
- 工程师使用Maple开发了简单的分析模型用于快速计算齿轮传动系统的响应。
- 通过计算分析，现在福特项目小组可以准确地定位1800赫兹噪声源的确切地点，以及噪音的峰值。
- 预测模型与试验结果完全吻合。

*"We were amazed at the power of Maple. Its analytical power and modeling capabilities enabled us to get the accuracy we were aiming for. I especially appreciate Embedded Components and their role in GUI design. Maple's symbolic math capability exceeds that of other CAE tools in areas where we used it."*

Jack S.P. Liu, Staff Engineer, Ford Motor Company.

# Case Study: HEV应用

## Hybrid Electric Vehicle Series Configuration



# Case Study: 串联式混合动力电动汽车

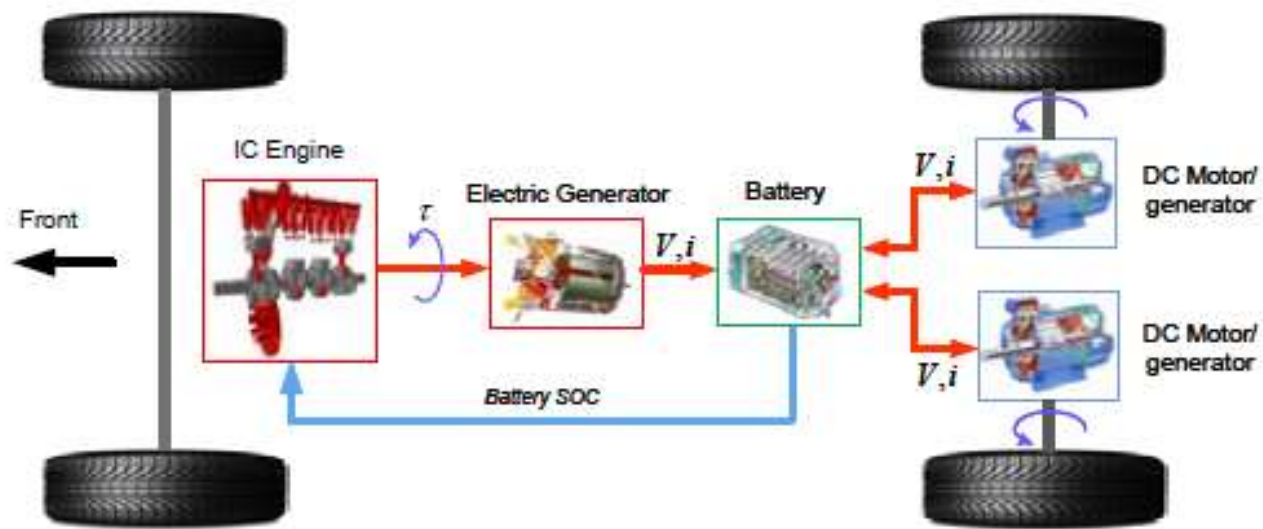


Figure 1. SERIES-HYBRID ELECTRIC VEHICLE MODEL.

# Case Study: 评估火箭空间运动轨迹的精度



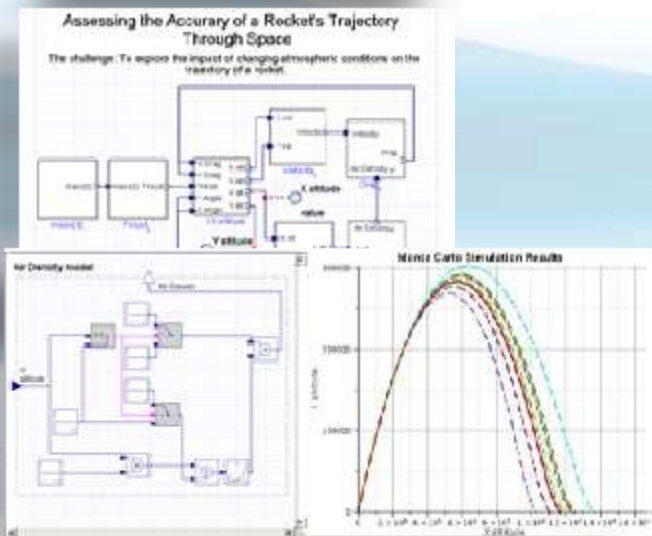
背景:

- 在特定的时间到达特定位置
- 轨迹在设计中至关重要

项目难点: 要考虑大气条件变化对火箭轨迹的影响。

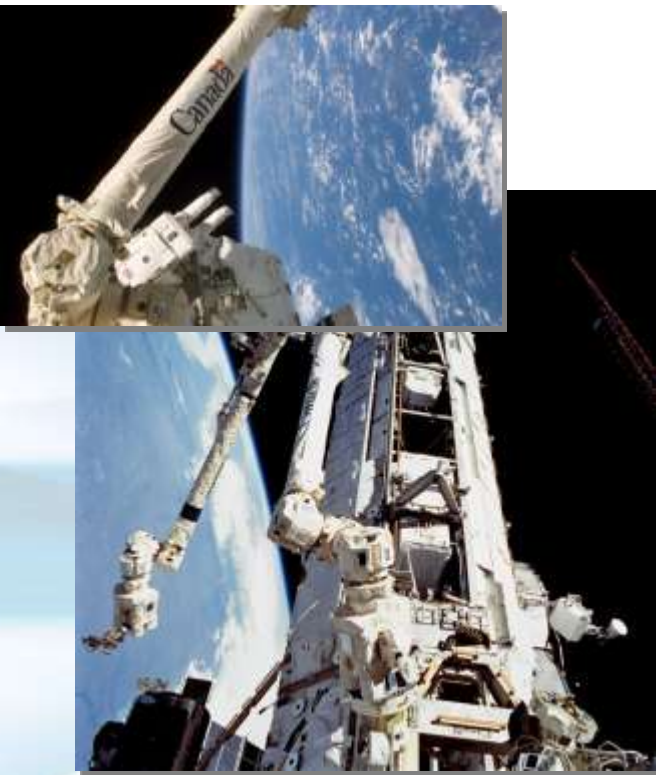
使用MapleSim:

- 创建火箭的高保真模型
- 研究大气条件的影响
- 完成分析, Monte-Carlo模拟, 确定轨迹的可能边界。





# Case Study: 国际空间站加拿大手臂 (Canadarm)建模和动力学分析



- 加拿大对国际空间站（ISS）的贡献是移动服务系统（MSS）。
- 功能包括：移动、安装空间站模块；支持宇航员进行太空行走；以及维护国际空间站上的其他设备及载荷。
- 活动部分长17米，22个刚性自由度，超过30个柔性自由度
- 加拿大太空总署 (CSA) 基于 Maple 开发用于运动学建模、非线性动力学、线性动力学，约束动力学开发。
- 技术成果商业化，相同的技术应用到MapleSim的多体库。
- CSA下属多个机构在多个其他项目中使用着Maple和MapleSim软件，特别是在机器人和操作器的开发项目。



# Case Study: 火星探测车电源优化

火星探测车的电源系统管理和优化  
系统建模

## Component Library

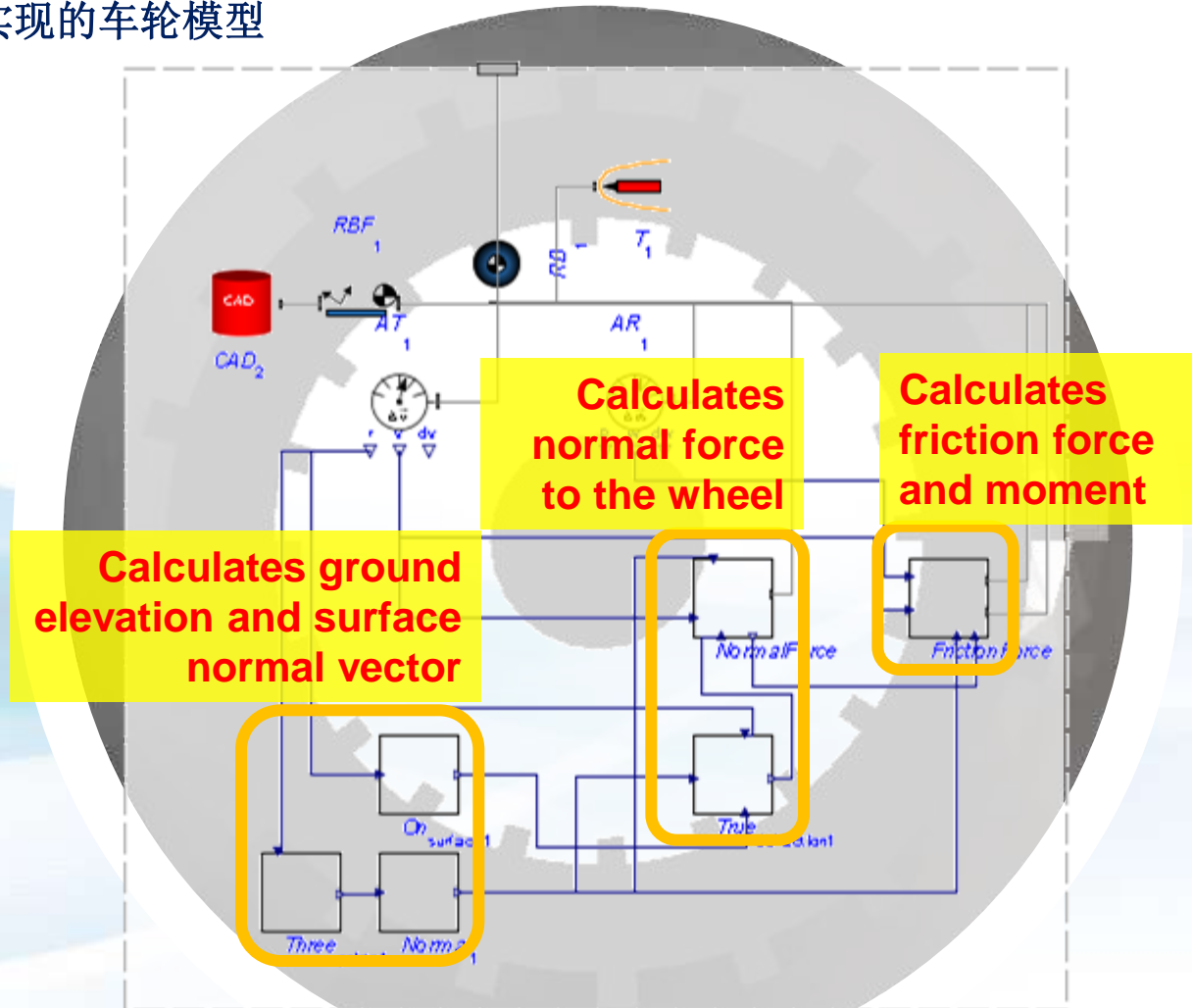
- Rover dynamics
- Wheels
- Solar cells
- Wheel motors
- Battery
- Power Management System
- Heaters
- Robotic arms, other peripherals
- Terrain
- Environment



Mars rover: NASA

# Case Study: 火星探测车电源优化

在MapleSim实现的车轮模型



# Case Study: 火星探测车电源优化

## 任务

模拟探测车从A点前进到B点过程中可能的结果，以及相应的能耗、风险和安全性。

该平台提供许多方面的任务计划，其中包括：

- 基于电源限制**优化行驶轨迹**

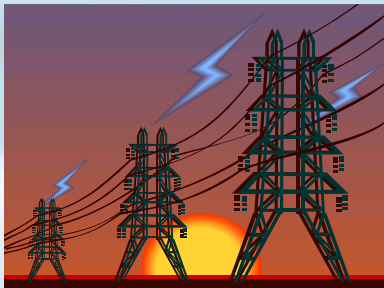
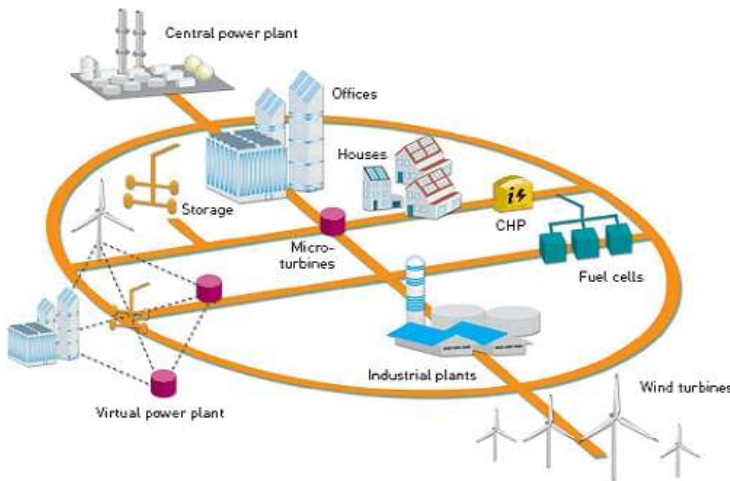
(例如，路程短但不平坦 vs. 路程长但更加平坦)

- 基于电源限制和给定的轨迹**优化行驶速度**

(例如，缓慢行驶 vs. 快速通过阴暗区域)

- **最大化电池的寿命**
- 任务**模拟**和**可视化**
- **半实物仿真**对各部件**测试**和**评估**。

# Case Study: 智能电网SmartGrid



- Maplesim的模型部分：电力负荷（照明，空调，计算机...），风电，太阳能电池，柴油发电机，市电系统。
- 建模的方式：微分方程，传递函数，特征曲线
- 微网模型：楼宇的供电系统中包含有柴油发电机，风力发电机和太阳能发电设备，以及市电供电系统。这个楼宇的负荷是700Kw，除市电以外的供电系统输出时70KW。
- 任务：在上述系统中，当市电系统切断时，楼宇的微网系统是否能够顺利切换，稳定运行。要用控制系统来判断切断那几个负荷。



# Case Study: 利用Maple开发的3D霍尔传感器算法产生更高效的洗衣机设计



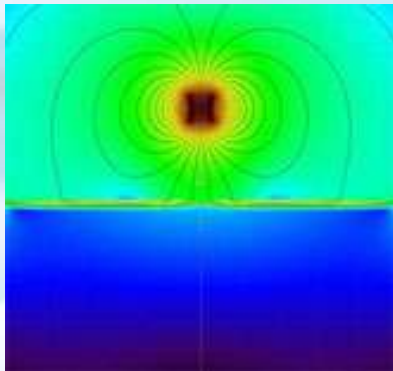
带不平衡检测传感器的洗衣机，可从三个方向测量滚筒与机壳间的距离。

- Dr. Frank Allmendinger 是德国Marquardt公司的一个研发项目组的主管，开发新型3D传感器检测洗衣机滚筒与机壳之间的相对位置。
- Marquardt项目组与Fraunhofer研究所合作开发特定的集成电路，测量偶极磁场的三个矢量分量。该产品可测量滚筒的位置，因此具有多项其它优点，例如：可检测失调现象以及洗衣机旋转过程中的共振频率。降低转速，以及更为均匀地分配重量即可减轻失调。该产品甚至还可在放入衣物时测出其重量，并据此建议洗涤剂用量。

# Case Study: 利用Maple开发的3D霍尔传感器算法产生更高效的洗衣机设计



图：磁体和3D霍尔传感器集成电路



图：洗衣机钢质后壁上的磁场模拟

- 为研发该应用程序，Marquardt集团使用了Maple。  
Allmendinger博士发现Maple是一个绝佳的工具，可帮助其解决复杂的数学问题，例如建立磁场模型、估算磁体的允许容差、以及判定3D霍尔传感器模块的倾斜度是否在极小的 $\sim 2$ 度的容差范围内。最后利用Maple的代码转换工具将开发出的程序被转化为C码，实现在控制器上运行。
- 目前，Marquardt集团正在研究将3D传感器技术应用到其它知名客户的产品上。这些应用包括：常规生产和自动化技术中的位置定位，汽车工业中的多媒体接口（如：宝马汽车内的传动系统）。以及进一步拓展其新型传感器的功能，使其新产品可以同时测量3D距离和3D立体角。需要使用六维方程组和Maple解决该课题。

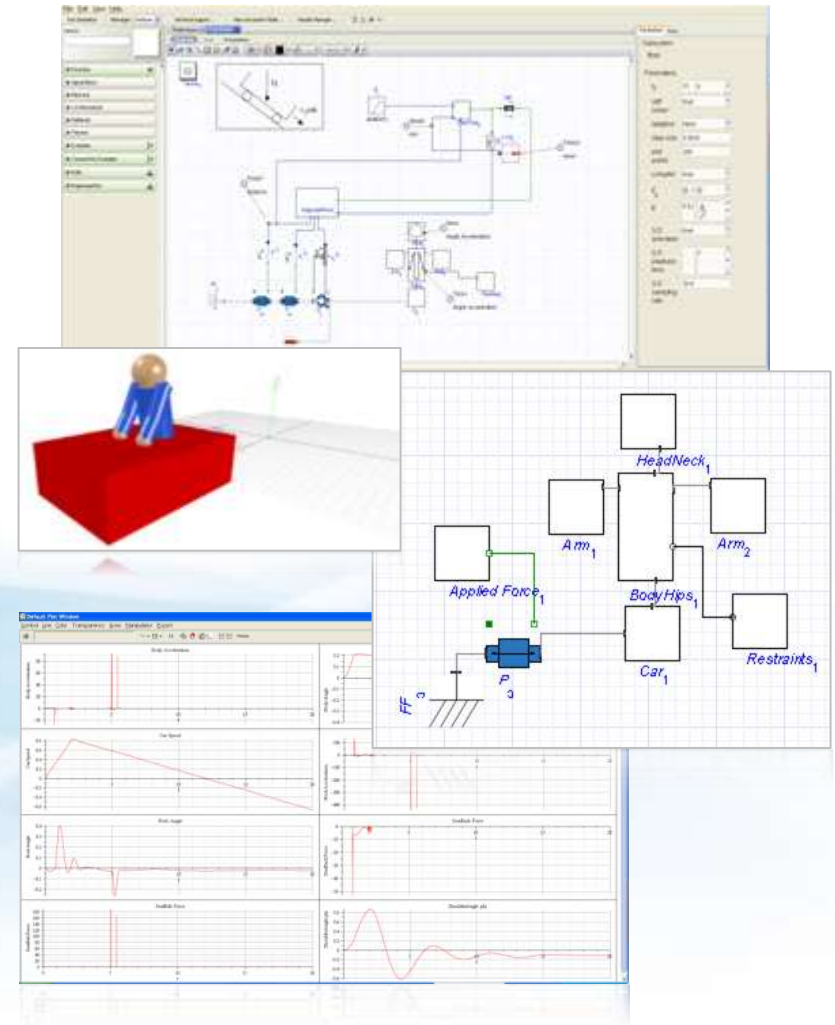
# Case Study: 过山车的控制系统开发



- 基于模型的过山车设计
  - 电力驱动，驱动列车
  - 速度控制器
  - 任意轨迹定义
  - 作用在车和人上的切向力
  - 乘客的安全性/舒适性
- 高保真的多领域模型
- 复杂控制系统设计
- 3D模型实现

# Case Study: 过山车的控制系统开发

- MapleSim模型
  - 机械、电子、人、控制
  - 接触模型，对乘客的限制
  - 完整的动画用于验证
- 建模工作：<1天
  - 基础模型
  - 自定义轨迹和动画
- 客户现在使用灵活的MapleSim平台实现多个建模项目。



## 小结

- **Maple**是一个灵活的数学计算工具，容易使用，同时功能非常强大，是学习和科研的得力助手。
- **MapleSim**是多领域物理建模和仿真工具，基于**Maple**引擎，将符号-数值混合计算应用到工程建模领域。**MapleSim**的模型元件库和拖放式操作方式大大降低了建模的困难，以及管理复杂的数学模型。
- **Maplesoft**提供各种数学相关的解决方案，包括完整的e-learning解决方案满足**Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM)**的需求！



# 问答

谢谢

问题？

