



授课内容



模拟与仿真

建模与求解

数据处理

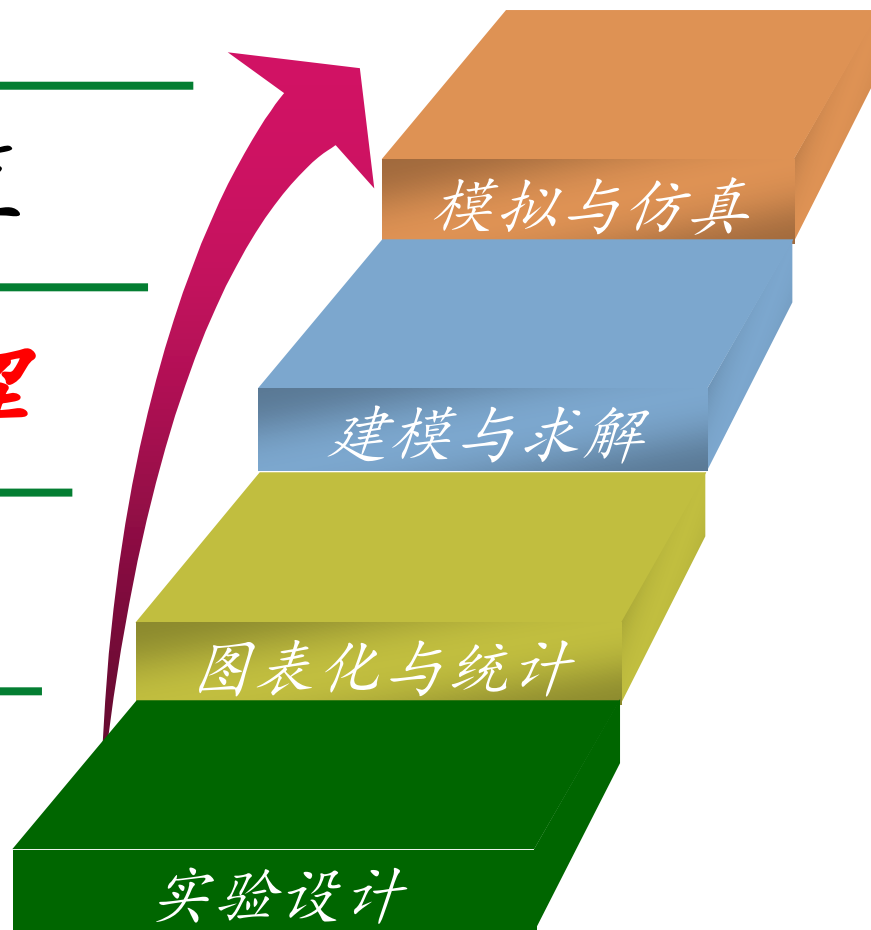
实验设计

模拟与仿真

建模与求解

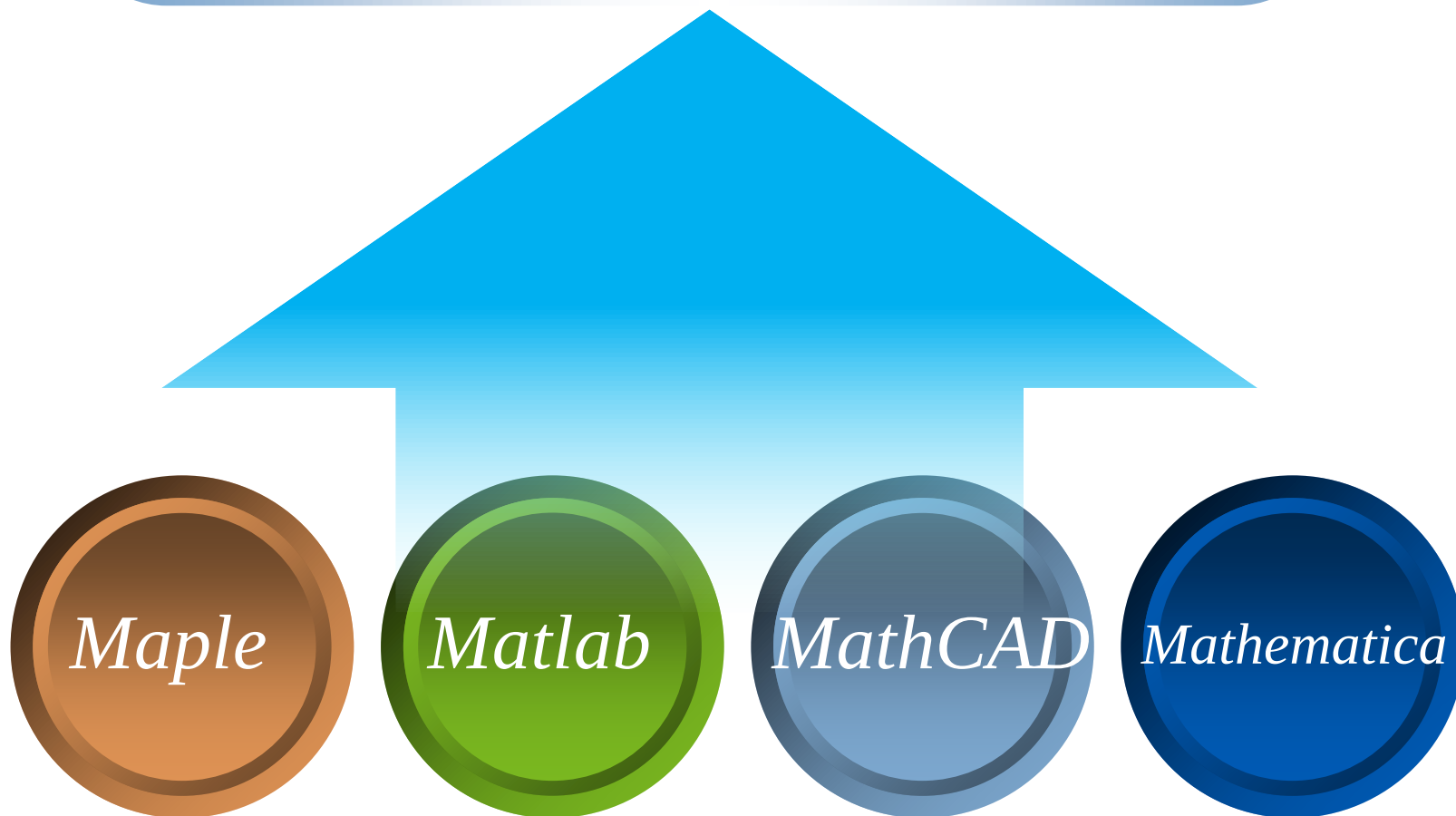
图表化与统计

实验设计





常用数学和工程软件





Maple

Maple

Maple是在1980年9月由加拿大滑铁卢大学（Waterloo University）的符号计算研究小组研制的一种**计算机代数系统**。经过30多年的不断发展，Maple已成为当今世界上最优秀的几个数学软件之一。它具有良好的使用环境、强有力的符号计算能力、高精度的数字计算、灵活的图形显示和高效的可编程功能。



<https://www.maplesoft.com/products/maple/>



The Essential Tool for Mathematics

Maple is math software that combines the world's most powerful math engine with an interface that makes it extremely easy to analyze, explore, visualize, and solve mathematical problems.

See What's New in Maple 2017



Maple 特点



1

适用于解决微积分, 解析几何, 线性代数, 概率统计等数学分支中的常见计算问题

2

以**符号**计算见长, 能给出解析解和任意精确解

3

解微分方程是其看家本领



MathCAD



MathCAD

- MathCAD是美国 Mathsoft公司推出的一个交互式的数学系统软件。
- 集文本编辑、数学计算、程序编辑和仿真于一体。主要特点是输入格式与人们习惯的数学书写格式很近似，上手较为容易
- 可以把 MathCAD 看作是一个功能强大的计算器
- 符号计算和数值计算都不如 Mathematica 和 Matlab 优秀



<http://www.mathcadchina.com/index.htm>
<http://www.ptc.com/product/mathcad>



PTC Mathcad

PTC Mathcad is Engineering Math Software That

PTC®

Mathcad Application Engineer
www.ptc.com/product/mathcad

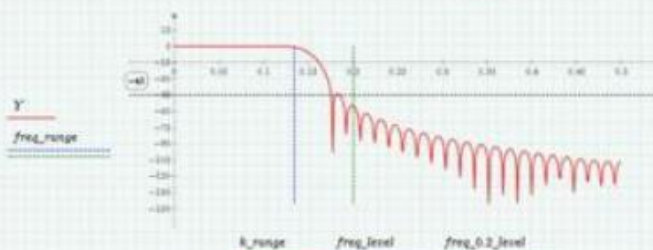
$Hn := \text{hanning}(N)$

$n := 0 \dots N = \begin{bmatrix} 0 \\ \vdots \end{bmatrix}$



Calculate the windowed impulse response is then $whn := Hn$

$Y_k := 20 \log \left(\text{gain} \left(whn, \frac{k}{1000} \right) \right)$





<https://www.ptc.com/en/products/mathcad/capabilities>



工程计算软件

自然数学符号
记录您的设计意图
轻松共享和重复使用

“借助 PTC Mathcad，我们
拟计算书，但真正价值仍处
中，使用 PTC Mathcad 所，
Excel 时少三倍，这体现了

-Sylvain Routeau, Subsea

Critical speed of a shaft bearing
Calculate the critical shaft speed of a shaft bearing with asymmetrical load.

Material
Young's Modulus $E := 210 \text{ GPa}$

Geometry
Outer Diameter $D := 12 \text{ cm}$
Inner Diameter $d := 9 \text{ cm}$
Mass $m := 10 \text{ kg}$
Shaft Length $l := a + b = 100 \text{ cm}$

Diagram: A schematic of a shaft with a central mass m . The shaft is supported by two bearings at distances a and b from the mass, with a total length l .

Calculation
Second Moment of Area $I := \frac{\pi}{64} \cdot (D^4 - d^4) = 695,814 \text{ cm}^4$
Stiffness, c_q , of 2-bearing shaft $c_q := \frac{3 \cdot E \cdot I \cdot l}{a^2 \cdot b^2} = (7,014 \cdot 10^7) \frac{\text{kg}}{\text{s}^2}$
Critical speed of shaft, n_c $n_c := \sqrt{\frac{c_q}{m}} = 2648,4 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$

对 PTC
即注册





PTC Mathcad Prime 3.0

数学 输入/输出 函数 矩阵/表格 绘图 数字格式化 文本格式化 计算 文档 入门

数学 求解命令块 区域 文本块 文本框 图像 删除区域

运算符 符号 编程 常数 符号

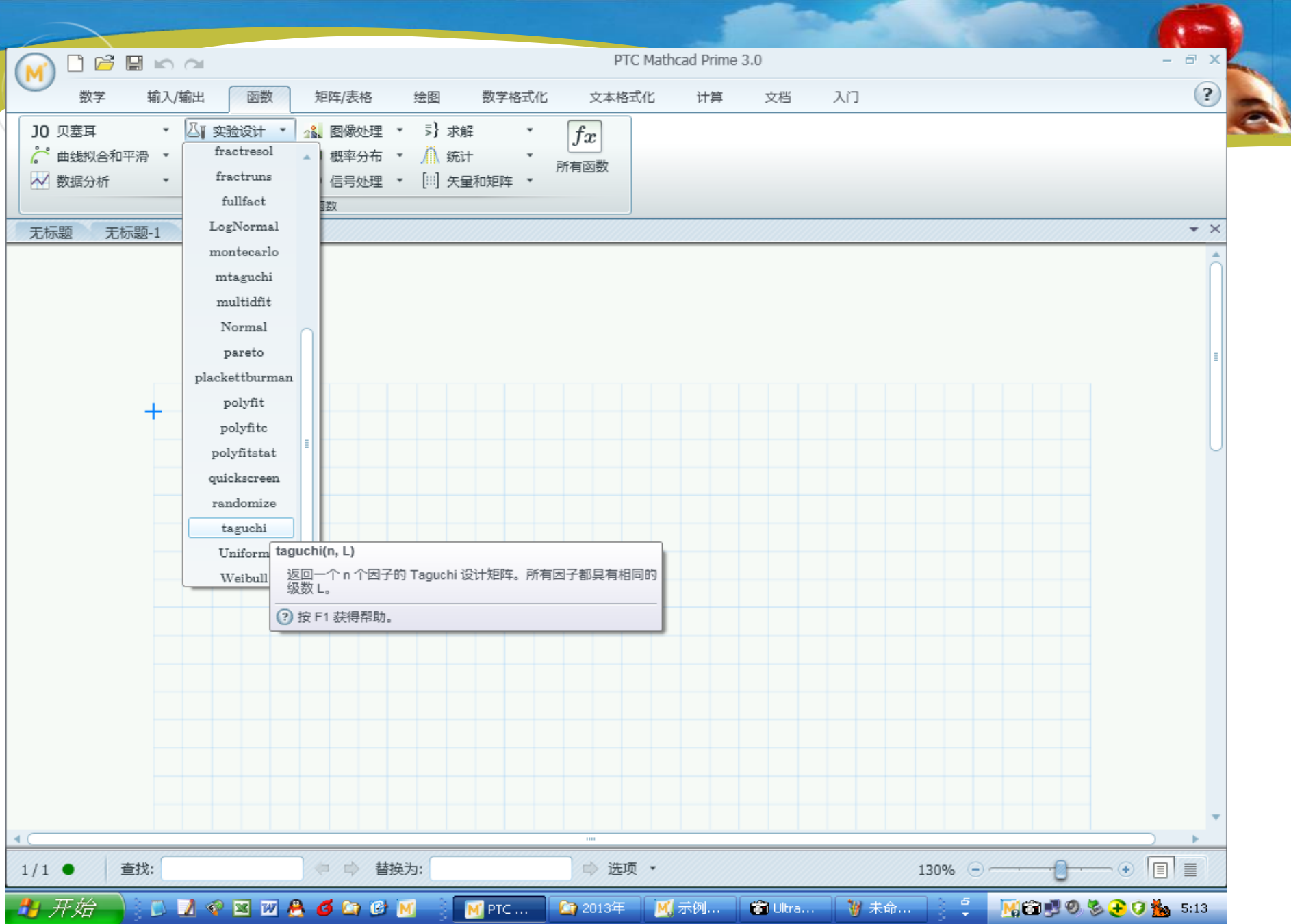
标签 下标 样式

单位 单位制: SI 基本单位

剪切 复制 粘贴

无标题

1 / 1 查找: 替换为: 选项 130%



搜索 高级

示例：确定最佳条件

示例：确定最佳条件

使用 **taguchi** 函数来创建 Taguchi 实验，并使用效果图来确定制造过程的最佳条件。

在改进模制塑料件的注射实验中，下列因子的潜在作用显著：

- IV - 注射速度
- CT - 冷却时间
- BZ - 料筒温度
- MT - 模具温度
- HP - 保压压力
- BP - 背压

复制表达式

1. 调用 **taguchi** 以从其中一种 Taguchi 设计创建设计矩阵。选取具有 2 个水平的 7 个因子的设计。

$$X := \text{taguchi}(7, 2) = \begin{bmatrix} \text{"Run"} & \text{"Block"} & \text{"A"} & \text{"B"} & \text{"C"} & \text{"D"} & \text{"E"} & \text{"F"} & \text{"G"} \\ 1 & 1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ 2 & 1 & -1 & -1 & -1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 3 & 1 & -1 & 1 & 1 & -1 & -1 & 1 & 1 \\ 4 & 1 & -1 & 1 & 1 & 1 & 1 & -1 & -1 \\ 5 & 1 & 1 & -1 & 1 & -1 & 1 & -1 & 1 \\ 6 & 1 & 1 & -1 & 1 & 1 & -1 & 1 & -1 \\ 7 & 1 & 1 & 1 & -1 & -1 & 1 & 1 & -1 \\ 8 & 1 & 1 & 1 & -1 & 1 & -1 & -1 & 1 \end{bmatrix}$$

2. 为六个因子的每个因子各确定一个低水平和一个高水平。使用第七个因子估计测量误差。

$$\text{Vals} := \begin{bmatrix} \text{"IV"} & 1.0 & 3.1 \\ \text{"CT"} & 40 \text{ s} & 30 \text{ s} \\ \text{"BZ"} & \text{"low"} & \text{"high"} \\ \text{"MT"} & 100 & 150 \\ \text{"HP"} & 200 & 1100 \\ \text{"BP"} & 50 & 150 \\ \text{"Error"} & \text{"E"} & \text{"E"} \end{bmatrix}$$

调用 **doelabel** 来查看具有因子水平实数值（而不是编码值）的设计矩阵。

- Taguchi 设计
- 部分析因效用函数
- DOE 效用函数
- 因子筛选
- 回归分析
- 蒙特卡洛模拟
- 金融
- 制图
- 图像处理
- 读取和写入文件
- 信号处理
- 求解和最优化
- 特殊函数
- 统计
- 符号函数
- 变换和滤波器
- 三角、对数和指数
- 效用函数
- 矢量和矩阵
- 单位
- 矢量、矩阵和表格
- 绘图
- 程序
- 求解命令块
- 符号
- 与其他产品集成
- 自定义函数
- 教程



Matlab



1

Matlab原是 Matrix Laboratory 在 1970s 采用 C 语言编写的一个高性能的科技计算软件

2

Matlab 是数值计算的先锋. 它以矩阵作为基本数据单位, 在数值计算, 算法开发, 数学建模, 系统仿真, 数据分析处理及可视化, 科学和工程绘图, 用系统开发等方面已经成为首选工具

3

缺点是符号计算方面较弱, 原因可能是 Matlab 的符号计算来自于 Maple



符号运算 & 数值运算



```
In[3]:= Solve[2 x^2 + 5 x - 15 == 0, x] // N
```

Out[3]=

```
{ {x -> -4.2604}, {x -> 1.7604} }
```

```
In[4]:= Solve[a * x^2 + b * x + c == 0, x] // TraditionalForm
```

Out[4]//TraditionalForm=

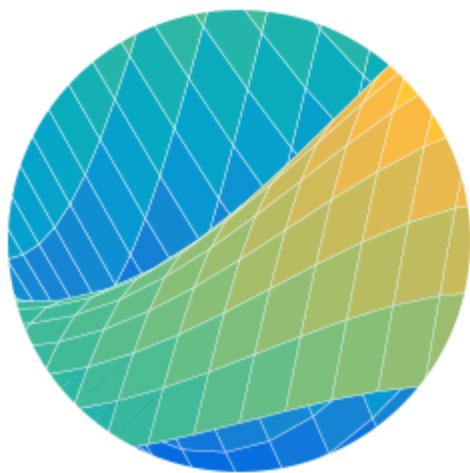
$$\left\{ \left\{ x \rightarrow \frac{-\sqrt{b^2 - 4ac} - b}{2a} \right\}, \left\{ x \rightarrow \frac{\sqrt{b^2 - 4ac} - b}{2a} \right\} \right\}$$



<http://www.mathworks.com>



MATLAB EXPO 2017 中国



MATLAB
技术计算语言

» 探索MATLAB产品



SIMULINK
仿真和基于模型的设计

» 探索Simulink产品



Matlab提供的工具箱现已覆盖信号处理,系统控制,统计计算,优化计算,神经网络,小波分析,偏微分方程,模糊逻辑,动态系统模拟和系统辨识等领域。



[Aerospace Toolbox](#)
[Bioinformatics Toolbox](#)
[Communications Toolbox](#)
[Control System Toolbox](#)
[Curve Fitting Toolbox](#)
[Data Acquisition Toolbox](#)
[Database Toolbox](#)
[Datafeed Toolbox](#)
■ [EDA Simulator Link IN \(for Cadence Incisive\)](#)
[EDA Simulator Link IN \(for Cadence Incisive\)](#)
[EDA Simulator Link MQ \(for Mentor Graphics ModelSim\)](#)
[Embedded IDE Link CC \(for TI's Code Composer Studio\)](#)
[Embedded IDE Link MU \(for Green Hills MULTI\)](#)
[Embedded IDE Link TS \(for Altium TASKING\)](#)
[Embedded IDE Link VS \(for Analog Devices VisualDSP++\)](#)
[Filter Design HDL Coder](#)
[Filter Design Toolbox](#)
[Financial Derivatives Toolbox](#)
[Financial Toolbox](#)
[Fixed-Income Toolbox](#)
[Fixed-Point Toolbox](#)
[Fuzzy Logic Toolbox](#)
[Genetic Algorithm and Direct Search Toolbox](#)
[Image Acquisition Toolbox](#)
[Image Processing Toolbox](#)
[Instrument Control Toolbox](#)
[Mapping Toolbox](#)
[MATLAB Builder EX \(for Microsoft Excel\)](#)
[MATLAB Builder JA \(for Java language\)](#)
■ [MATLAB Builder NE \(for Microsoft .NET Framework\)](#)

[Aerospace Blockset](#)
[Communications Blockset](#)
[Real-Time Windows Target](#)
[Real-Time Workshop](#)
[Real-Time Workshop Embedded Coder](#)
[RF Blockset](#)
[Signal Processing Blockset](#)
[SimDriveline](#)
[SimElectronics](#)
[SimEvents](#)
[SimHydraulics](#)
■ [SimMechanics](#)
■ [SimPowerSystems](#)
■ [Simscape](#)
[Simulink Control Design](#)
[Simulink Design Verifier](#)
■ [Simulink Fixed Point](#)
[Simulink HDL Coder](#)
[Simulink Parameter Estimation](#)
[Simulink Report Generator**](#)
[Simulink Response Optimization](#)
[Simulink Verification and Validation](#)
[Stateflow](#)
[Stateflow Coder](#)
[Target Support Package FM5 \(for Freescale MPC5xx\)](#)
[Target Support Package IC1 \(for Infineon C166\)](#)
[Target Support Package TC2 \(for TI's C2000 DSP\)](#)
[Target Support Package TC6 \(for TI's C6000 DSP\)](#)
[Video and Image Processing Blockset](#)
[Virtual Reality Toolbox](#)
■ [xPC Target](#)
■ [xPC Target Embedded Option](#)

[MATLAB Compiler](#)
■ [MATLAB Distributed Computing Server](#)
[MATLAB Report Generator**](#)
[Model-Based Calibration Toolbox](#)
■ [Model Predictive Control Toolbox](#)
[Neural Network Toolbox](#)
[OPC Toolbox](#)
[Optimization Toolbox](#)
■ [Parallel Computing Toolbox](#)
[Partial Differential Equation Toolbox](#)
[RF Toolbox](#)
[Robust Control Toolbox](#)
[Signal Processing Toolbox](#)
[SimBiology](#)
[Spline Toolbox](#)
[Spreadsheet Link EX \(for Microsoft Excel\)](#)
■ [Statistics Toolbox](#)
[Symbolic Math Toolbox](#)
[System Identification Toolbox](#)
[SystemTest](#)
[Wavelet Toolbox](#)



Mathematica

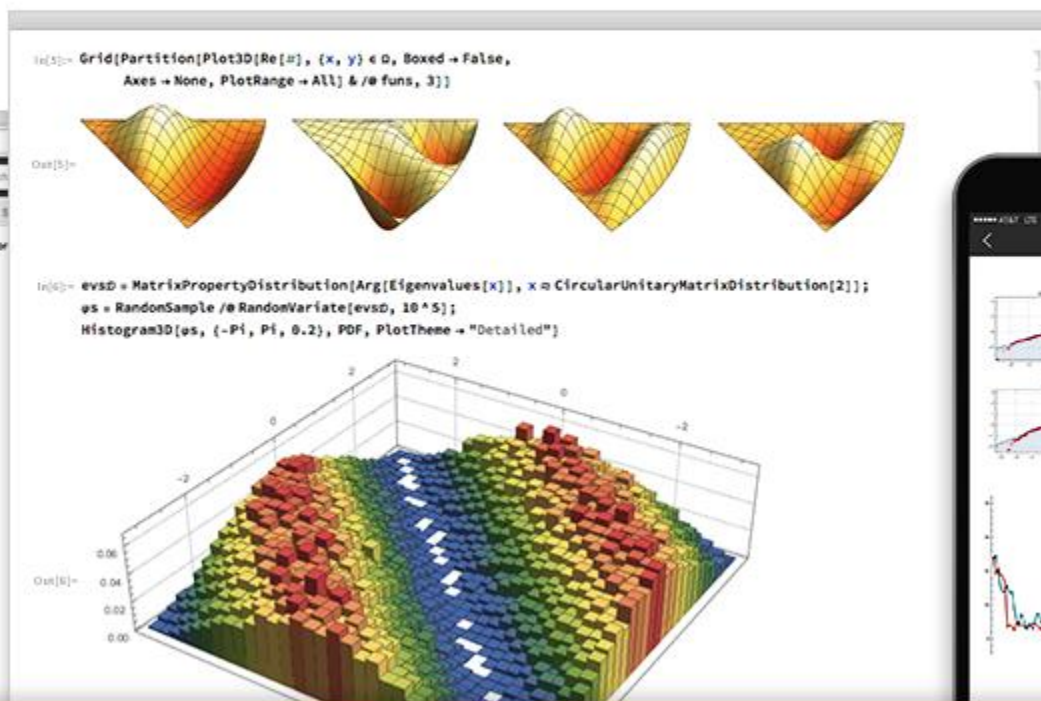
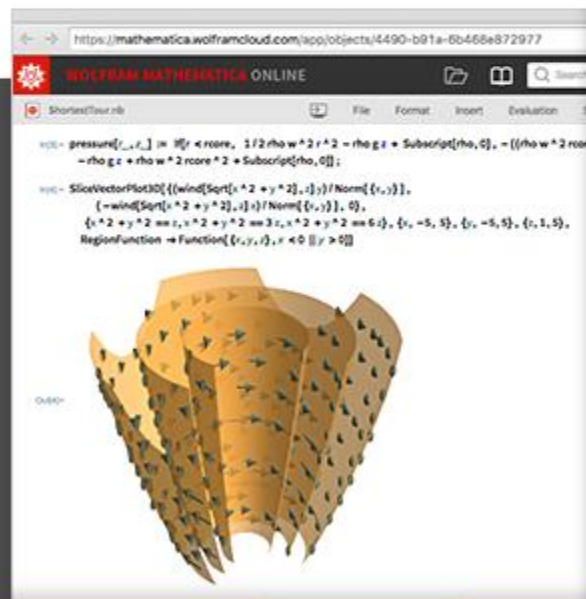


<http://www.wolfram.com/mathematica>

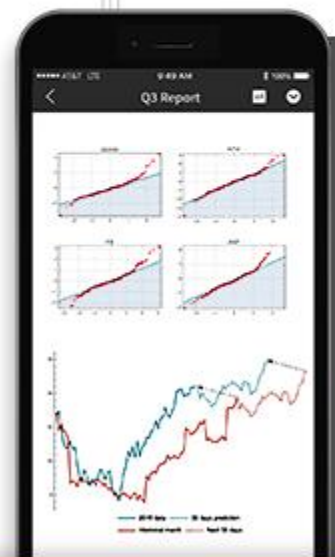


WOLFRAM MATHEMATICA

The world's definitive system for modern technical computing



Available on Desktop,
Cloud & Mobile





Mathematica



是目前比较流行的**符号**运算软件之一,它不仅可以完成微积分,线性代数及数学各个分支的公式推演中的符号演算,而且可以数值求解非线性代数和微分偏微分方程,优化等问题

Mathematica是一个集成化的计算机软件系统。它的主要功能包括：符号演算、数值计算、优化、绘图等



Mathematica 特点



相对于 Matlab 的符号计算, Mathematica 的符号计算功能简直令人称奇. Mathematica 是
符号计算的不二之选



与 Maple 软件相比, Mathematica 对计算机的内存要求相对较高, 对复杂问题的求解, 其运行速度较 Maple 要慢



Mathematica 特点



Wolfram Research 是高科技计算机运算(Technical computing)的先驱,由复杂理论的发明者 Stephen Wolfram 成立于1987年.1988年推出的高科技计算机运算软件

Mathematica,是足以媲美诺贝尔奖的天才产品



Mathematica 是一套整合数字及符号运算的数学工具软件,提供了全球超过百万的研究人员,工程师,物理学家,分析师以及其它技术专业人员容易使用的顶级科学运算环境.目前已在学术界,电机,机械,化学,土木,信息工程,财务金融,医学,物理,统计,教育出版,OEM 等领域广泛使用



Mathematica 特点



具有高阶的演算方法,丰富的数学函数库,庞大的数学知识库,让

Mathematica 在线性代数方面的数值运算,例如特征向量,反矩阵等,皆比 Matlab 做得更快更好,提供业界最精确的数值运算结果



Mathematica 不但可以做数值计算,还提供最优秀的可设计的符号运算





Mathematica 特点



丰富的数学函数库,可以快速解答微积分,线性代数,微分方程,复变函数,数值分析,机率统计等问题



Mathematica 可以绘制各专业领域专业函数图形,提供丰富的图形表示方法,结果呈现可视化



Mathematica 特点



Mathematica 可编排专业的科学论文期刊, 让运算与排版在同一环境下完成, 提供高品质可编辑的排版公式与表格, 屏幕与打印的自动最佳化排版, 组织由初始概念到最后报告的计划, 并且对 txt, html, pdf 等格式的输出提供了最好的兼容性



可与 C, C++, Fortran, Perl, Visual Basic 以及 Java 结合, 提供强大高级语言接口功能, 使得程序开发更方便



Mathematica 特点



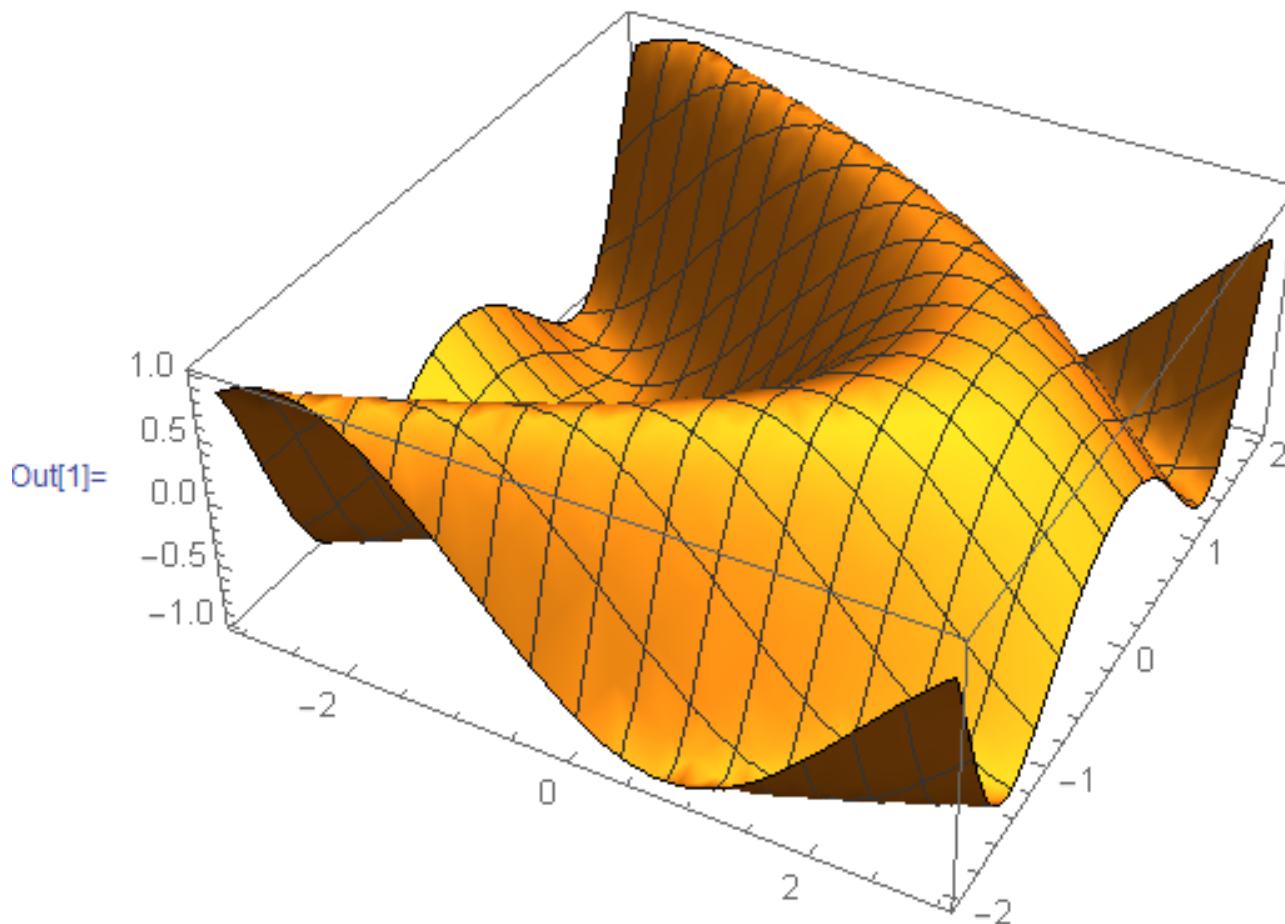
Mathematica 本身就是一个方便学习的程序语言。它提供互动且丰富的帮助功能，让使用者现学现卖。强大的功能，简单的操作，学习容易，从而可以最有效的缩短研发时间



例: Mathematica 绘三维图



```
In[1]:= Plot3D[Sin[x + y^2], {x, -3, 3}, {y, -2, 2}]
```



theme...

plot style...

mesh ▾

mesh style...

more...

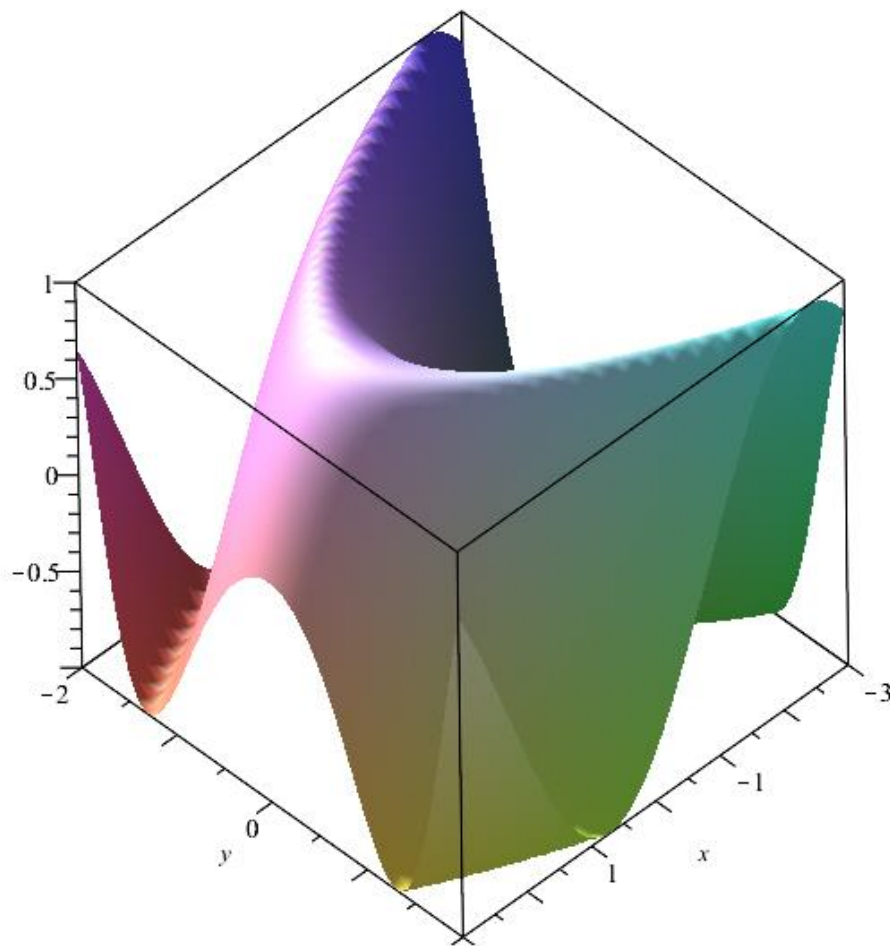




Maple 绘三维图

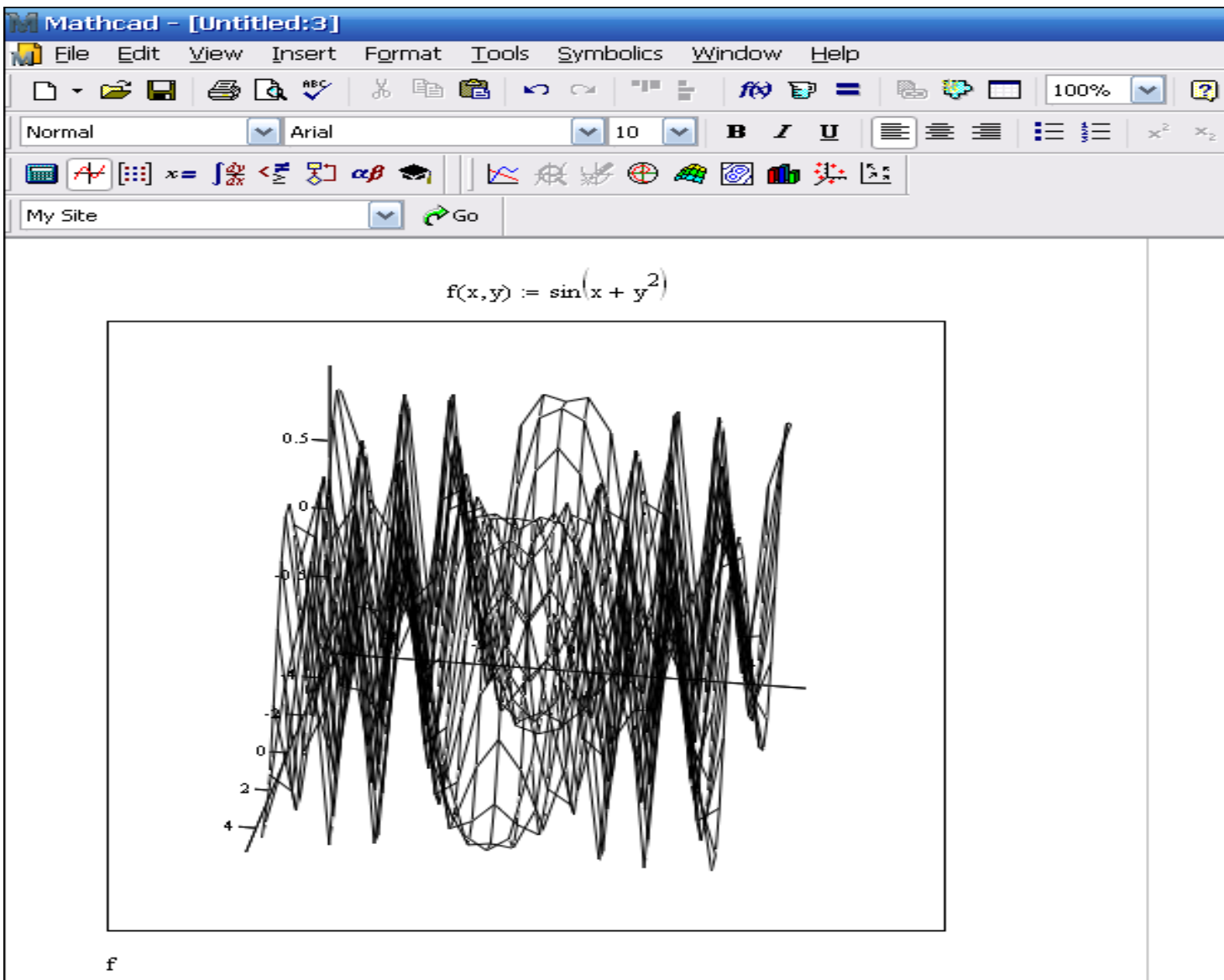


$\text{plot3d}(\sin(x + y^2), x = -3..3, y = -2..2)$



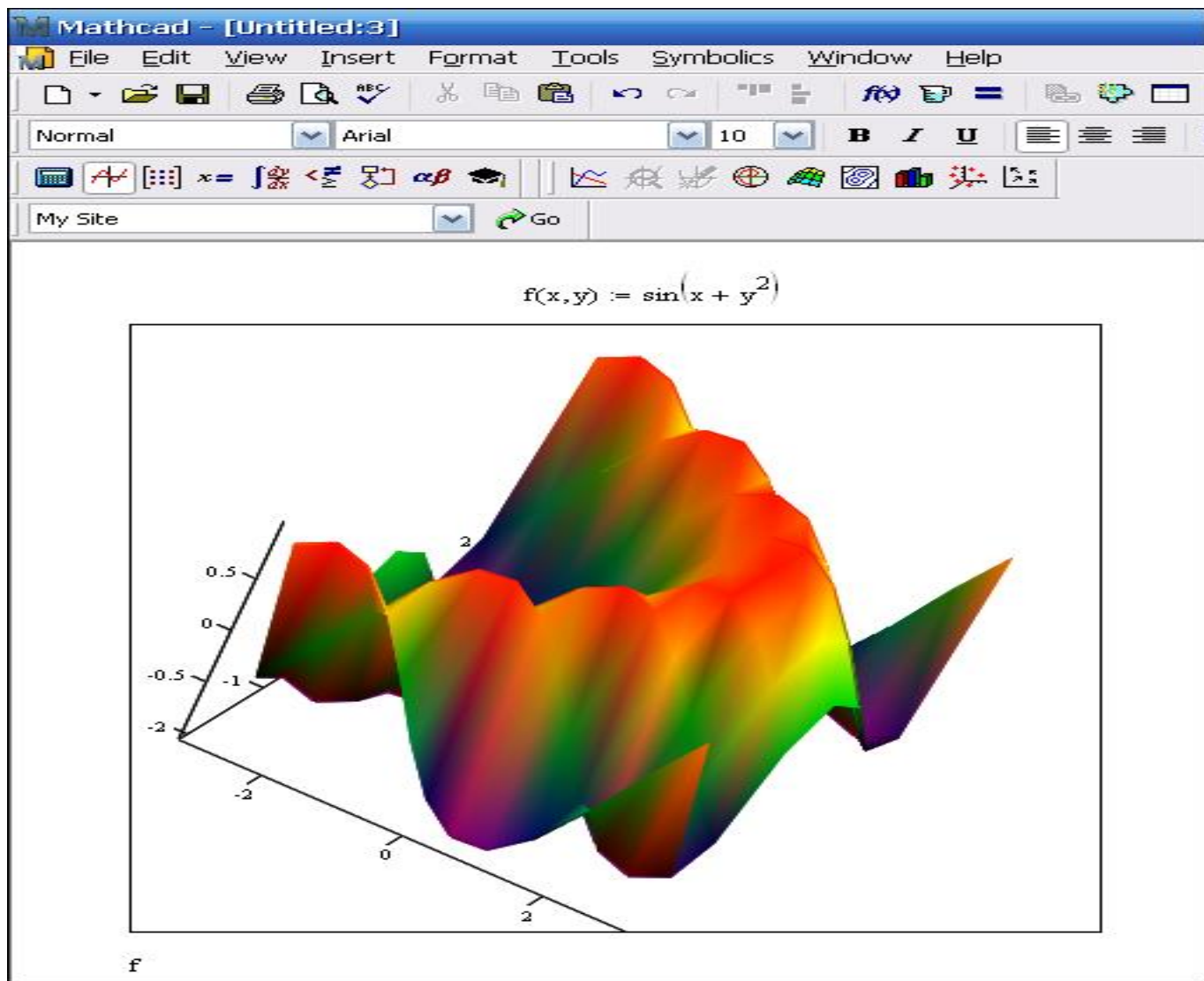


MathCAD 绘三维图





MathCAD 绘三维图 (适当渲染后)

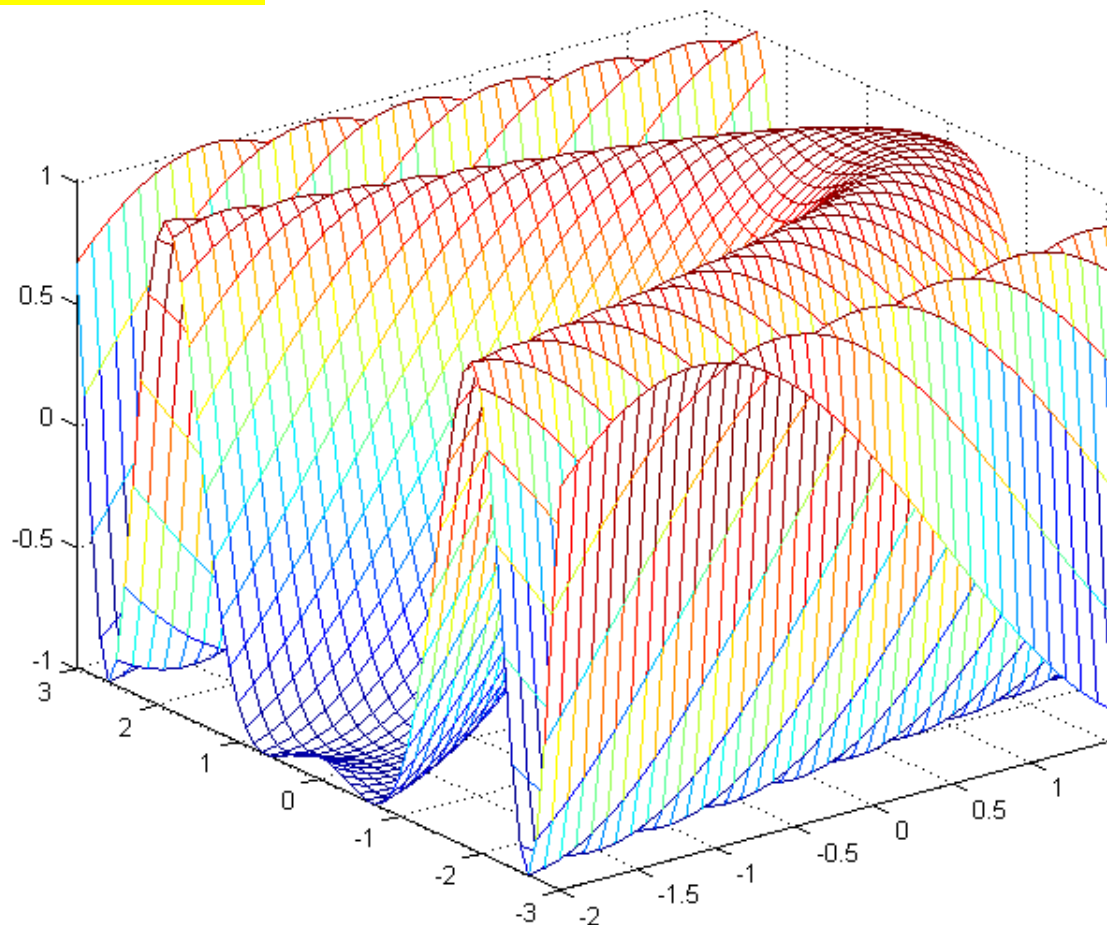




Matlab 绘图



```
[x y]=meshgrid(-2:1:2, -3:1:3);  
z =sin(x+y.^2);  
mesh(x,y,z)
```



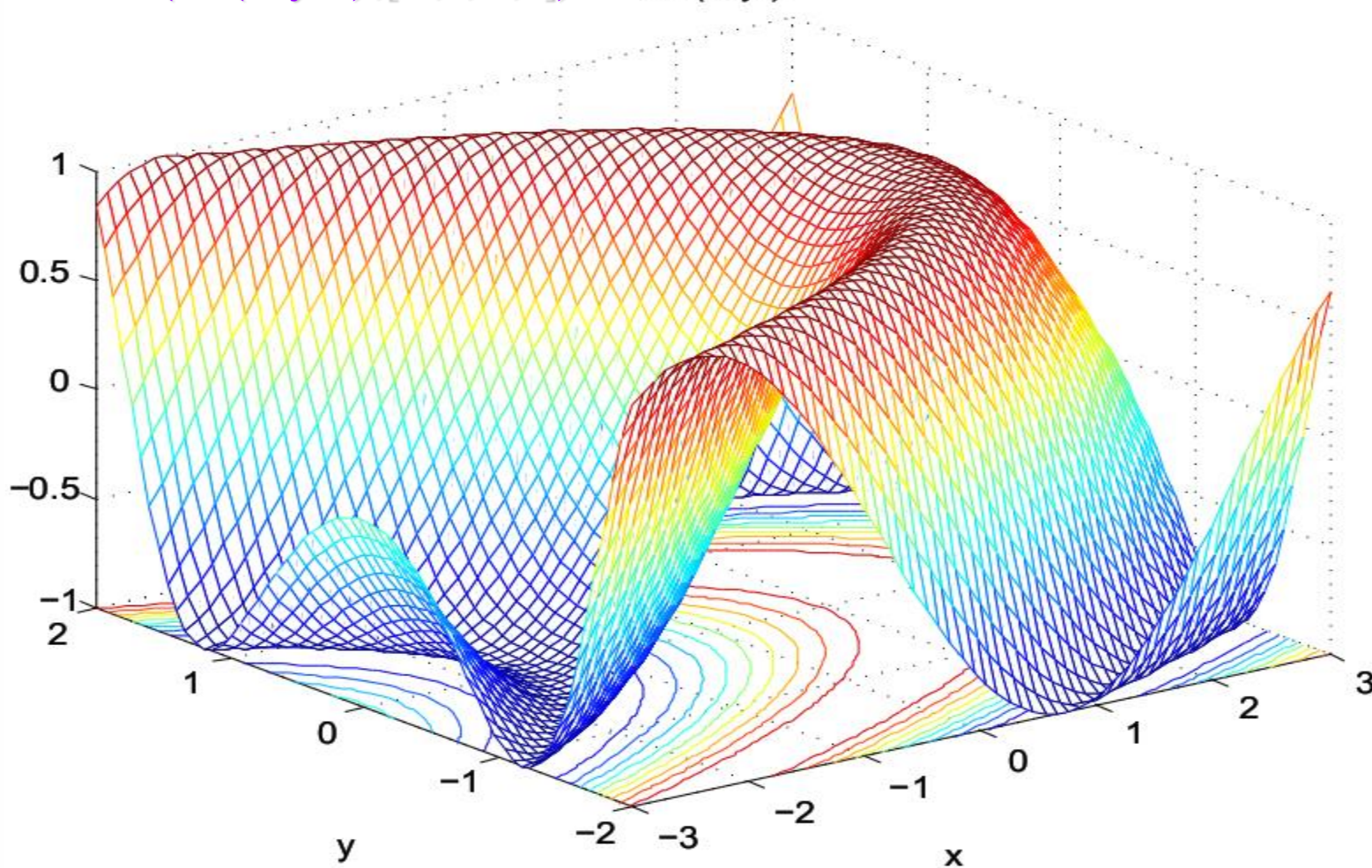


Matlab 绘三维图：简易绘图



`ezmeshc('sin(x+y^2)',[-3,3,-2,2])`

$\sin(x+y^2)$



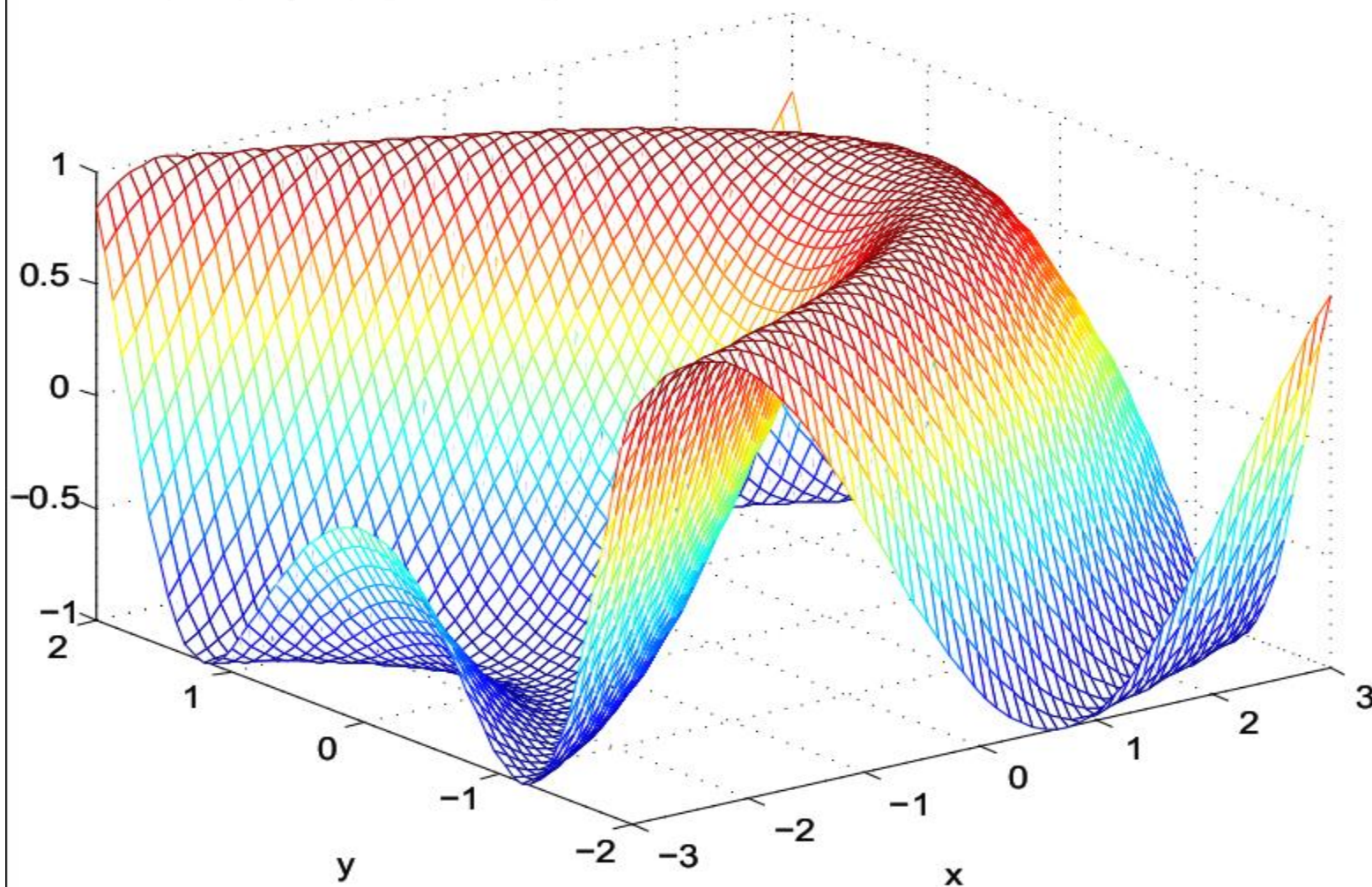


Matlab 绘三维图



`ezmesh('sin(x+y^2)',[-3,3,-2,2])`

$\sin(x+y^2)$





我该喜欢谁？



如果要求进行矩阵方面或图形方面的处理，可选择 Matlab，
因为矩阵计算和图形处理是其强项

如果要求计算精度、
符号计算和编程方面的话，
最好同时使用 Maple 和
Mathematica。它们在
符号处理方面各具特色，
有些 Maple 不能处理的，
Mathematica 却能处理，
诸如某些积分、求极限等

如果仅仅是要求一般的计算
或是普通用户日常使用，可
选择 MathCAD。它在高等
数学方面所具有的能力，
足够一般客户的要求，
而且它的输入界面也比较
友好（？）



我该喜欢谁？



随着这几种软件的
升级, 其功能都趋向
于大而全. 任何一种
, 用好了都可以解决
很多问题



套用一句摄影师
的话: **镜头重要,**
镜头后面的头更
重要



Mathematica 作者 — Stephen Wolfram





Mathematica 作者简介 (1)



1

Stephen Wolfram 是 Mathematica 的创始人，他被广泛地认为是**当今科学和技术计算中最重要的革新者**。他 1959 年出生于伦敦，先后在伊顿公学，牛津大学和加利福尼亚理工学院学习

2

他 15 岁时发表了他的第一篇学术论文；20 岁就在加利福尼亚理工学院获得了理论物理博士学位。他早期的科研工作主要在高能物理、量子场理论和宇宙论方面，包括几个当今著名的结果

3

Wolfram 从 1973 年起开始使用计算机并很快成为正在形成的科学计算领域中的领导者。1979 他开始构造 SMP-- 第一个现代计算机代数系，并于 1981 年开始商业化发行



Mathematica 作者简介 (2)



4

由于早期在物理和计算方面的科研工作，1981年 Wolfram 成为最年轻的 MacArthur 奖学金获得者

5

1981 年后期，他开始了一个雄心勃勃的新的科学方向：发展本质复杂性的一般理论。其关键思想是使用计算机实验来研究称作细胞自动控制的简单计算机程序的行为

6

1982 年他首先获得了关于复杂性原因的一系列令人吃惊的发现。其关于细胞自动控制的论文的发表导致了科学思维的较大的转变，并提出了一个新的科学领域的基础，Wolfram 称该领域为复杂系统研究



Mathematica 作者简介 (3)



7

20世纪80年代中期，Wolfram 继续进行复杂性的研究，发现了大量的计算和本质间的基本联系。提出了诸如计算不可化简性的概念。Wolfram 的工作导致了广泛的应用---提供了称为复杂性理论和人工生命的流行运动的主要科学基础。Wolfram 本人使用自己的思想开发了一个新的随机生成系统和计算流体动力学的新方法---这二者现在被广泛的使用着

8

在他的复杂系统研究的工作之后，Wolfram 于1986年创建了该领域的第一个研究中心和第一本杂志。接着，在非常成功的学术生涯---首先在加利福尼亚理工学院，然后在普林斯顿高级研究学院，最后在伊利诺斯大学作为物理、数学和计算机科学的教授---之后，Wolfram 开办了 Wolfram Research 公司

9

Wolfram 于1986年后期开始开发 Mathematica。Mathematica 第1版于1988年6月23日发行，作为计算领域的主要进步，立即得到了热烈欢呼。在随后的几年中，Mathematica 的流行度迅速增长。Wolfram Research 公司成为世界软件工业的领导。被公认为在技术和商业两方面都是优秀的



Mathematica 作者简介 (4)



10

在Mathematica第2版于1991年发行后，Wolfram开始将他的时间分配到Mathematica开发和科学研究两个方面。从20世纪80年代中期创建他的工作，Wolfram做的一系列主要发现被描述在他的即将出版的书：一个新的科学种类之中。补充解决一些存在的基本科学问题，Wolfram最近的工作指出了通向科学和数学的完整的新方法的途径

11

从Wolfram Research公司建立起，Wolfram一直是Wolfram Research公司的总裁和执行总裁，并且仍然自己负责Mathematica核心系统的设计



Mathematica 应用举例



自然界中同一环境下两个种群之间的生存方式：

①相互竞争；②相互依存；③弱肉强食

对于**弱肉强食**这种生存方式：

甲种群依赖丰富的自然资源生存

乙种群则靠捕食甲种群而生存

食饵 (Prey)

捕食者 (Predator)

两个种群的数量关系如何演变？



Mathematica 应用举例



$$\frac{1}{x} \frac{dx}{dt} = r - a * y$$



$$\frac{1}{y} \frac{dy}{dt} = b * x - d$$



$$x(0) = x_0, \quad y(0) = y_0$$



Mathematica 解题过程

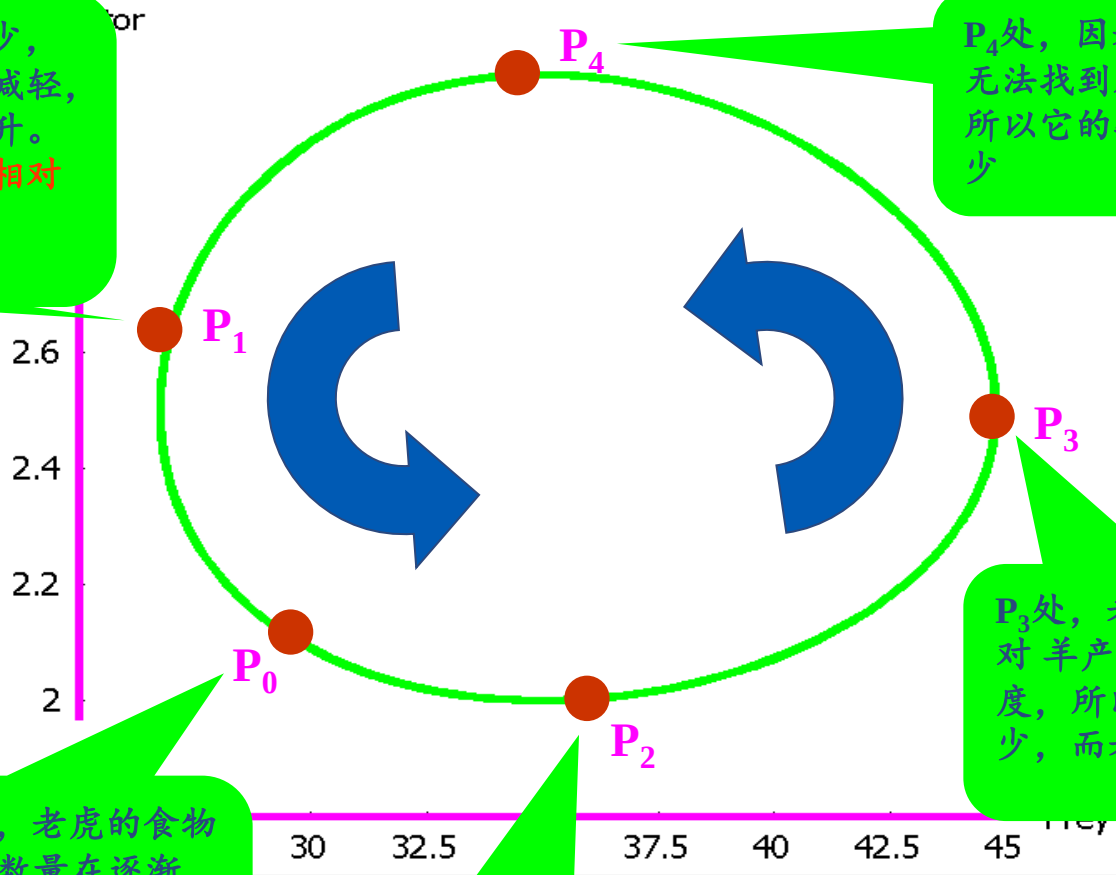
见课件 “**0 种群竞争.nb**” 文件



模型的生态学解释



P_1 处, 因老虎数量减少, 它对羊的危害也相应减轻, 故羊的数量又逐渐上升。
如此反复循环, 两者相对比例呈现周期性变化



P_0 处, 羊数量不多, 老虎的食物不足, 所以老虎的数量在逐渐减少; 但另一方面, 因老虎不多, 它对羊的掠食导致羊数量的减少不明显, 羊群数量上升

P_2 处, 羊已经比较多, 可养活足够数量的老虎, 所以老虎数量开始上升

P_4 处, 因老虎过多以致无法找到足够的食物, 所以它的数量又开始减少

P_3 处, 老虎数量已增加到对羊产生抑制作用的程度, 所以羊的数量开始减少, 而老虎数量继续增加



Mathematica 单元讲述的内容



Part A

基本操作
(变量、函数)

Part B

2D和3D
图形绘制

Part C

解代数方程
和微分方程

Part D

模型求解及
优化问题