

Mathematica®



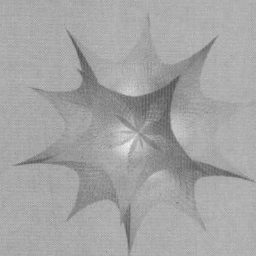
清华大学出版社

演示项目笔记

吴飞 编著



本书DVD光盘含Wolfram Research授权发行 Mathematica 7 简体中文版和官方系统培训教程



Mathematica®

演示项目笔记



吴飞 编著

本书DVD光盘由Wolfram Research授权发行 Mathematica 7 简体中文版和官方系统培训教程

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

Mathematica 是由美国科学家斯蒂芬·沃尔夫勒姆 (Stephen Wolfram) 领导的 Wolfram Research Inc. 研究公司所开发的一体化计算引擎。本书结合 *Mathematica* 演示项目以及第 6 版和第 7 版的最新功能 (动态交互性、即时三维图形、数值模拟和仿真、高效实时计算、集成语言系统、多核并行计算和数字图像处理等), 讲解了符号计算、程序设计、算法设计、数据挖掘、数值计算、图形图像处理等应用方法, 并剖析、讲解和演示了如何解决不同专业领域和学科问题。

本书可作为 *Mathematica* 软件高等院校教学和初学入门用书, 也可作为中高级用户、科研人员和专业工程师深入学习和掌握 *Mathematica* 科学计算和程序设计的参考资料。

配套光盘中 *Mathematica* 7 简体中文版及学习资源由 Wolfram Research Inc. 授权给清华大学出版社出版发行。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签, 无标签者不得销售。

版权所有, 侵权必究。侵权举报电话: 010-62782989 13701121933

图书在版编目 (CIP) 数据

Mathematica 演示项目笔记 / 吴飞编著. —北京: 清华大学出版社, 2010.7

ISBN 978-7-302-22334-4

I. ①M… II. ①吴… III. ①数值计算—应用软件, Mathematica IV. ①O245

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 057241 号

责任编辑: 夏兆彦

责任校对: 徐俊伟

责任印制: 杨 艳

出版发行: 清华大学出版社

地 址: 北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编: 100084

社 总 机: 010-62770175

邮 购: 010-62786544

投稿与读者服务: 010-62795954, jsjic@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈: 010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者: 北京市世界知识印刷厂

装 订 者: 北京市密云县京文制本装订厂

经 销: 全国新华书店

开 本: 185×260 印 张: 14.25 插 页: 9 字 数: 372 千字
(附光盘 1 张)

版 次: 2010 年 7 月第 1 版

印 次: 2010 年 7 月第 1 次印刷

印 数: 1~5000

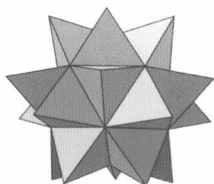
定 价: 39.00 元

产品编号: 033028-01

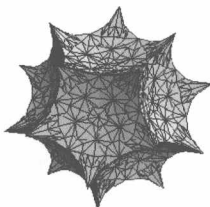
Mathematica Spikey

<http://mathworld.wolfram.com/Spikey.html>

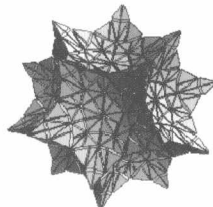
Version 1



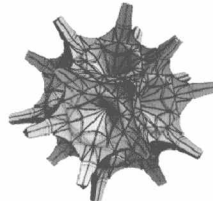
Version 2



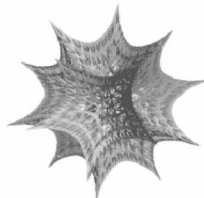
Version 3



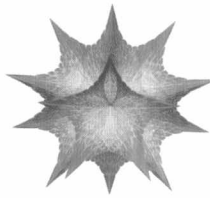
Version 4



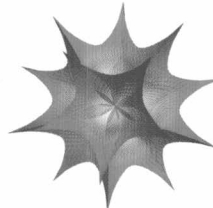
Version 5



Version 6



Version 7



Wolfram 演示项目

<http://demonstrations.wolfram.com/>



[Wolfram Research](#) | [Mathematica](#) | [MathWorld](#) | [Wolfram Science](#) | [More »](#) | [WOLFRAM WEB RESOURCES](#)

Wolfram Demonstrations Project

[HOME](#) | [TOPICS](#) | [LATEST](#) | [ABOUT](#) | [FAQS](#) | [PARTICIPATE](#) | [AUTHORING AREA](#)

Search results for "Frederick Wu"

Demonstrations 1 - 20 of 29

[View search results from all Wolfram sites \(31 matches\)](#)



Pandigital Olympic Circles Puzzle



Combinatorics of Love from A Midsummer Night's Dream



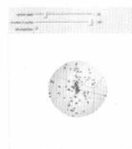
Virtual Image Scanning



Light through a Star Cluster



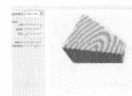
One- and Two-Word Palindromes



Minimal Enclosing Spheres
New this month



Minimal Enclosing Circle
New this month



Solid Wood Texture



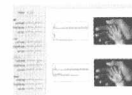
Rocket Fire



Greedy Algorithms for a Minimum Spanning Tree



Multilingual Palindromes



Adjusting RGB Color of image

第零篇 序和目录 初始精要

0.1 简短的序

我庆幸自己有一个好习惯，就是记笔记。从课堂的内容，到工作的心得；从问题的提出，到解题的方法；从日程的计划，到偶获的灵感。凡是好的、有必要的我就把它们记下来，黑面抄一年用一本，堆在一起也不少了。中文记记，洋文写写，虽然字体潦草；画张简图，列个表格，尽管杂乱无章。要是笔记本的纸张不够用了，就拿胶水在其中再粘上两页。因为我明白：只有它们才是属于我的思维痕迹和创造力的源泉。这就是其中一本在我笔记本电脑中的 *Mathematica* 学习笔记，文件格式是 Notebook (.nb)。

右侧邮箱对本书的所有错误负责，并予以答复。E-mail: freddymusic_simwe@hotmail.com

0.2 目录大纲

序号	篇 名	专业知识	计算科学	<i>Mathematica</i>	讲述方式	阶梯	页码
第零篇	序和目录 初始精要	英语阅读	快速入门	初始快捷	参考指引	○	~
第一篇	八卦新传 扭转乾坤	几何运动	基本函数	定义函数	开篇书训	◎	1~11
第二篇	趣闻轶事 王公买瓜	经济数学	函数嵌套	括号含意	分步顺叙	◎	12~23
第三篇	三针重叠 时不我待	趣味谜题	算法效率	编程方式	课堂讨论	◎◎	24~38
第四篇	文字游戏 回文诗词	语言文字	数据查询	书写方式	考试批卷	◎◎	39~52
第五篇	统计评价 寿命分布	概率统计	模块设计	模块类型	实践应用	◎◎◎	53~78
第六篇	虚拟重构 万里长城	地理历史	算法设计	列表操作	学术探讨	◎◎◎	79~102
第七篇	接触应力 案例分析	力学机械	数值方法	一维优化	解决方案	◎◎◎◎	103~126
第八篇	理想火箭 动态发射	物理航天	程序设计	动态操控	烹饪乐趣	◎◎◎◎	127~156
第九篇	奥运圣火 路线优化	计算科学	算法高级	组合优化	学无止境	▽▽▽▽▽	157~220
附录篇	两张清单 三重境界	写作建议	演示项目	常用函数	提纲挈领	○	221~228

0.3 特点风格

0.3.1 本书特点

- (1) 本书每篇内容都源于一个可以互动操控的演示项目，源代码基于6.0以上版本。

下载链接: <http://demonstrations.wolfram.com/author.html?author=Frederick+Wu>

- (2) 全书使用 *Mathematica* 7来撰写，包括文字、插图、表格、公式、代码乃至封面设计。
- (3) 本书介绍 *Mathematica* 软件的使用方法并简介计算机科学和相关专业技术知识。

0.3.2 排版风格

(1) 代码整洁的排版效果, 本书使用 *Mathematica* 7 菜单 **Format** → **Stylesheet** → **Book** → **Textbook** 继承使用一种内置风格 **Textbook**, 单击 **Book\Textbook.nb** 可以浏览所有细节的设定。单击菜单 **Format** → **Edit Stylesheet**, 编辑设置 **Input** 代码的背景色为灰色, 同时设置如下代码。

Inheriting base definitions from stylesheet "Book\Textbook.nb"
Book\Textbook.nb

Local definition for style "Input":
Input

同时设置如下初始化的排版代码, 保留同 *Mathematica* Notebook 相同的代码彩色语法的特点。

```
SetOptions[SelectedNotebook[],  
  PrintingStyleEnvironment → "Printout", ShowSyntaxStyles → True]
```

(2) 为达到中文排版每段文字缩进两格的效果, 本书使用设定如下初始化的排版代码。

```
SetOptions[SelectedNotebook[],  
  TextJustification → 1, ParagraphIndent → 20]
```

为最大程度地节省版面, 本书使用 *Mathematica* 菜单 **Format** → **Option Inspect** → **Cell Options** → **Page Breaking**, 设定 4 个选项全部为 **Automatic**, 并设定如下初始化的排版代码。

```
SetOptions[SelectedNotebook[],  
  PageBreakAbove → Automatic, PageBreakWithin → Automatic,  
  PageBreakBelow → Automatic, GroupPageBreakWithin → Automatic]
```

0.4 有效学习

0.4.1 初学指南

如果你已经顺利地安装了最新版本的 *Mathematica* 软件, 使用之前记住如下三条。

(1) 如何使用 *Mathematica*? → 逐行运行代码, 键入 **SHIFT** + **ENTER**。

(2) 如何使用 **Documentation Center** 参考资料中心? → 鼠标单击菜单 **HELP** 或按快捷键 **F1** (**Find Selected Function**)。此后全书内容中, 将简称它为 **DOC**, 这是一本经过20年修订和完善的帮助文件, 可以帮助用户解决 90% 以上的使用问题。

(3) 如何阅读 **DOC**? 尤其是 **MORE INFORMATION** 和 **EXAMPLES** 范例? →

鼠标双击 **Cell**, 打开 **Cell**。

如果具备良好的英语阅读能力, 以上 3 条保证足够。

0.4.2 中文用户

Mathematica 7 简体中文版配套发行, 附全中文参考资料中心, 便于学习和查询, 如图 0-1 所示。配套光盘包含 *Mathematica* 7 简体中文版安装文件。

Wolfram *Mathematica* 7

简体中文版

Wolfram *Mathematica* 7
参考资料中心

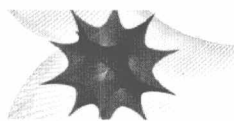


图 0-1 *Mathematica* 7 简体中文版及参考资料中心

在线下载 *Mathematica* 7 简体中文版访问: <http://www.wolfram.com/books/resources>, 既可下载最新的 *Mathematica* 版本, 键入证书号: L3294-0047。

Mathematica 7 简体中文版网页: <http://www.wolfram.com/products/special/chinese/index.zh.html>

0.4.3 常用快捷键

ALT + **ENTER** = create a new cell
ALT + 1~9 = select cell style
ALT + **]**, **{**, **)** = matching **[**, **{**, **)**
SHIFT + **ENTER** = evaluate expr
ALT + **..** = abort running
F1 = help (select a keyword + **F1**)
?Name = help on Name / Information

创建一个新单元
单元风格选择
括号齐出
运行单元或表达式
终止运行
查阅帮助文件
查阅关键词信息

初学者可以通过 *Mathematica* 菜单 Palettes→ Assistant 面板来选择输入常用的命令或参见键盘快捷键列表 **DOC/tutorial/KeyboardShortcutListing**。更多常用命令和函数可阅读：**DOC/Core Language** 和 **Mathematics and Algorithms** 缩影栏中的关键词及符号。

0.5 光盘资源

0.5.1 配套光盘

本书配套 DVD 光盘内共包含文件以下目录和文件，发行经过 Wolfram Research Inc. 授权。

(1) *Mathematica 7 Chinese Version: Mathematica 7* 简体中文版（附全中文参考资料中心），以及供读者30天免费试用的证书，证书号：L3294-0047。

(2) *Mathematica 7 Chinese Brochure: Mathematica 7* 相关中文学术、教育和演示项目简介。

(3) **Demonstrations Project Author**: 本书相关的演示项目（作者文件），其中大部分的代码作者在本书写作期间又进行了更新和精炼。读者可以通过菜单 **Evaluation → Dynamic Updating Enable** 设定动态更新，自动运行每个演示项目。Wolfram Demonstrations Project® 演示项目作品集归属于作者和 Wolfram Research Inc. 版权所有。

(4) *Mathematica Online Seminars*: 在线培训课程，条理清晰，讲解透彻，适合初级、中级用户了解和学习 *Mathematica 7* 集成的最新的功能和演示。

(5) **Wolfram Media Collection: Mathematica 7** 的全套高级教材，是基于参考资料中心的提高和扩充内容，适合中级、高级用户深入系统的参考和学习。

(6) **Wolfram Screencasts Videos: Mathematica** 相关教学录像，边看边学，易学易会。

0.5.2 网络资源

读者也可以浏览 Wolfram Research 的网页并下载更多资源。

(1) **Wolfram Web Resources**, <http://www.wolfram.com/webresources.html>

资源目录: Wolfram Research 网页资源的总目录，推荐如下几个站点最有价值。

(2) **Wolfram Demonstrations Project**, <http://demonstrations.wolfram.com/>

演示项目: 以互动的方式展示并解释了这个世界，超过6000个项目，**6.0** 源代码下载。

(3) **Wolfram Blog**, <http://blog.wolfram.com/>

企业博客: Wolfram Research 诸多大腕不定期地发表最新的力作和观点。

(4) **Documentation Center**, <http://reference.wolfram.com/mathematica/guide/Mathematica.html>

用户手册: *Mathematica* 最新版的帮助文件，目前内容同 **7.0 DOC** 参考资料中心一致。

(5) **Wolfram MathWorld**, <http://mathworld.wolfram.com/>

数学世界: Eric Weisstein 的数学百科全书，内容丰富并结合 **5.0** 源代码。

(6) **The Wolfram Functions Site**, <http://functions.wolfram.com/>

函数站点: 查询数学函数以及它们在 *Mathematica* 中的定义。

(7) **Wolfram Library Archive**, <http://library.wolfram.com/>

藏经楼阁: Wolfram Research 和 *Mathematica* 相关书籍、论文和文件的归档，含源代码。

(8) **Wolfram|Alpha**, <http://www.wolframalpha.com/>

知识引擎: Wolfram Research 2009 年最新推出“可计算知识的搜索引擎”。

0.6 作者致谢

首先感谢 Wolfram Demonstrations Team: Jeff Bryant 演示项目主编、Daniel Lichtblau 内核高级工程师、George Beck 期刊主编, 给予了我很多技术细节的指点, 并投入大量时间深入讨论和激励我的灵感, 感谢 Jessica Paris 女士对我的鼓舞和热心的协调沟通。其次感谢 Wolfram Research 高级管理层 Conrad Wolfram 战略和国际发展总监、Roger Germundsson 研发总监对本书的关注与鼓励; 十分感激 Maryka Baraka 女士对我在出版和授权的极大帮助, 以及 Jessica Helfrich 女士授权 *Mathematica* Spikey 供本书作为封面设计; 另外向负责中国区域的陈向群女士和王翔经理积极的帮助和支持表示最诚挚的谢意。

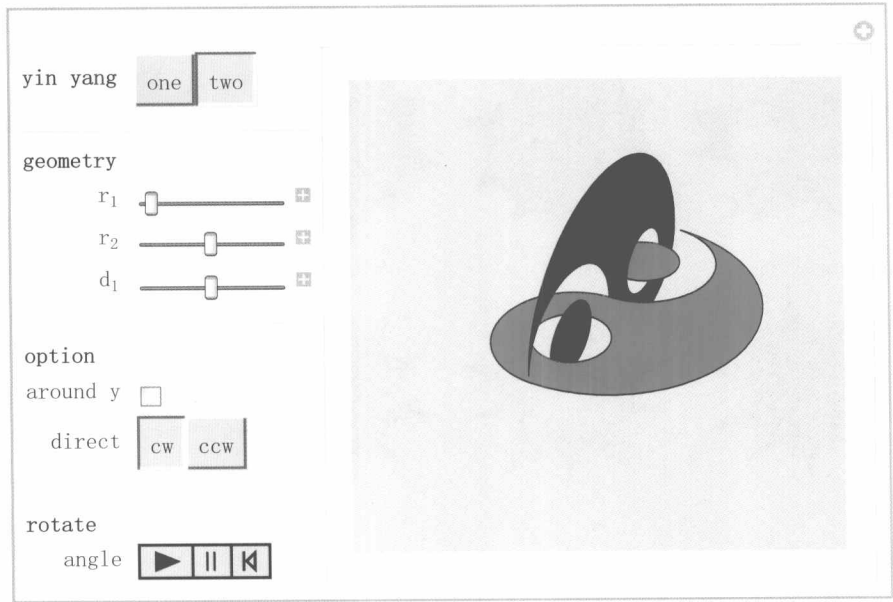
由衷感谢 *Mathematica* 的狂热爱好者们: Sidong Zeng、叶兵、陶悦、王文贤、常金龙、张海清 和曹子谏, 以及我的良师益友: 石亦平博士、张华博士和 H. J. Li 高级工程师, 他们阅览全书并提出许多完善和修订建议。此外, 感谢 OPW 公司的 Mark Tausch 高级工程师和 Wolfram Research 的 Jaebum Jung 博士已纠正了本书第七章演示项目的错误。

最后感谢清华大学出版社的各位编辑和领导, 感谢他们的辛勤工作并不厌其烦的接受我无止境的修改。

以上诸位的鼓励成为完成本书的最大推动力, 如果没有他们的帮助, 那么出版此书必是遥遥无期。本人谨在此表示衷心的感谢。

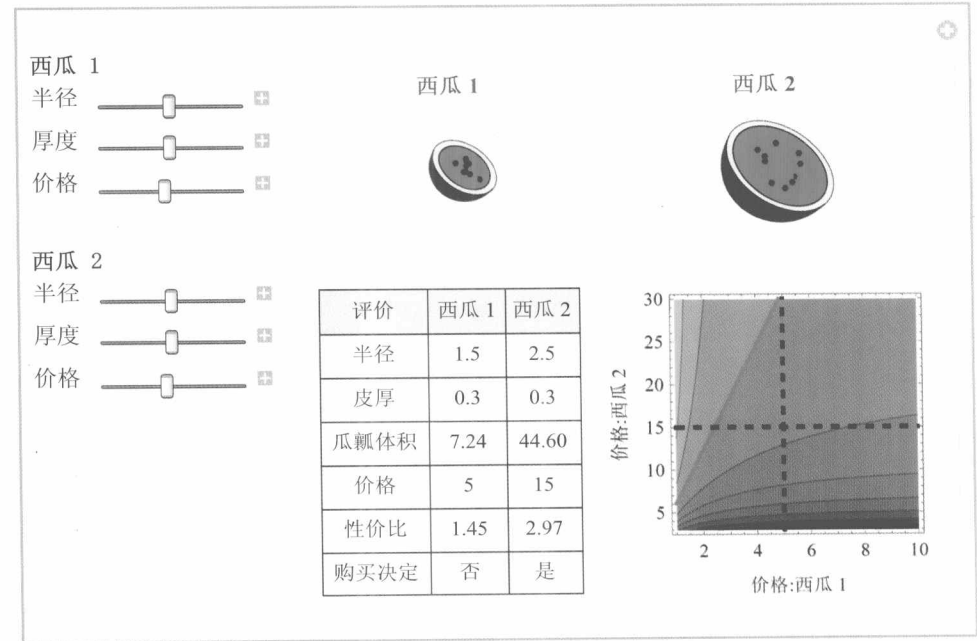
第一篇 八卦新传 扭转乾坤

<http://demonstrations.wolfram.com/ANewKindOfYinYangRotation/>



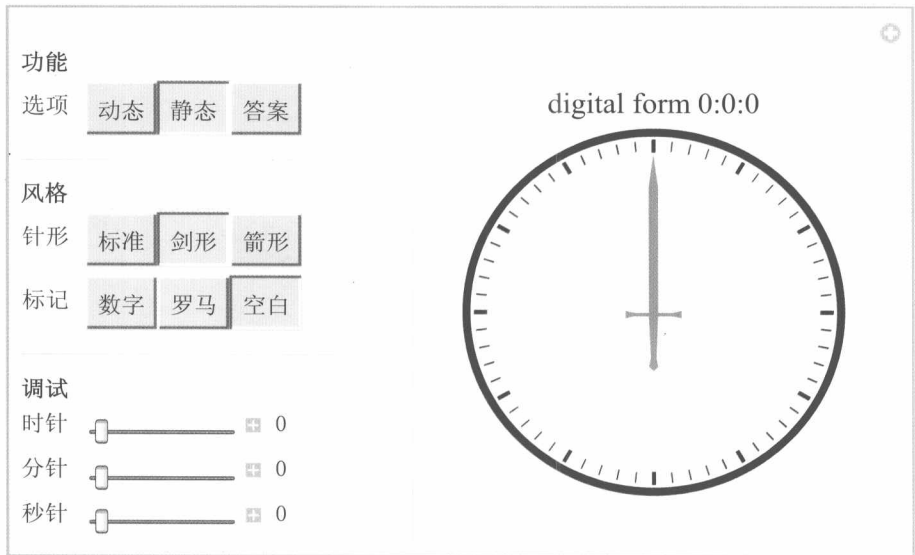
第二篇 趣闻轶事 王公买瓜

<http://demonstrations.wolfram.com/BuyingWatermelonsIntelligently/>



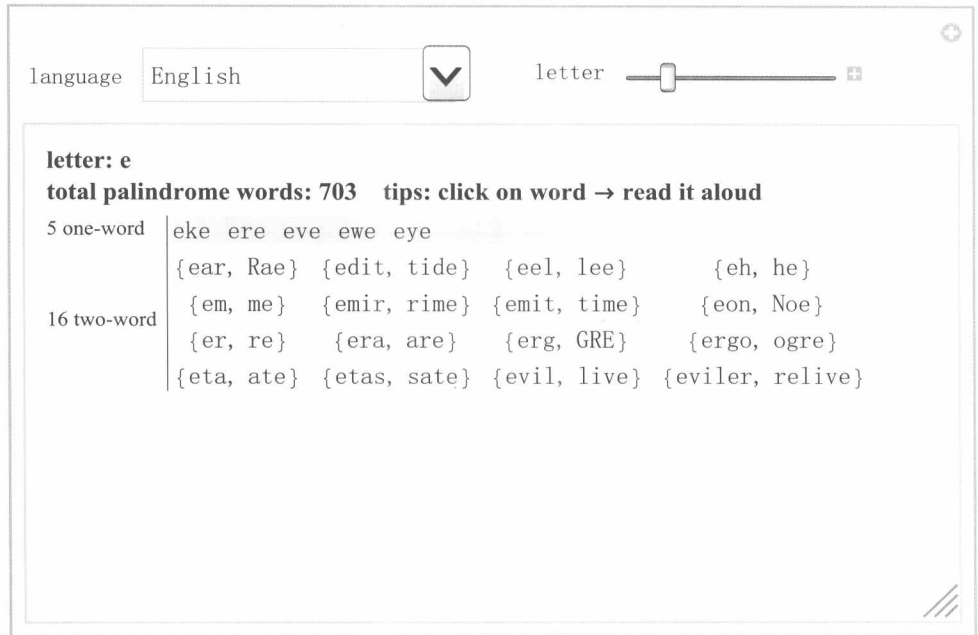
第三篇 三针重叠 时不我待

<http://demonstrations.wolfram.com/WhenDoTheThreeHandsOfAnAnalogClockOverlap/>



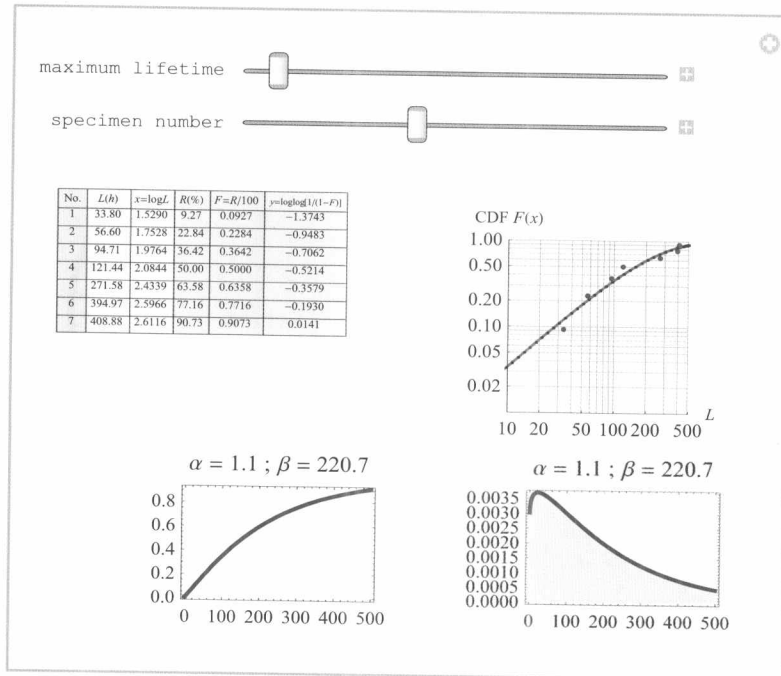
第四篇 文字游戏 回文诗词

<http://demonstrations.wolfram.com/MultilingualPalindromes/>



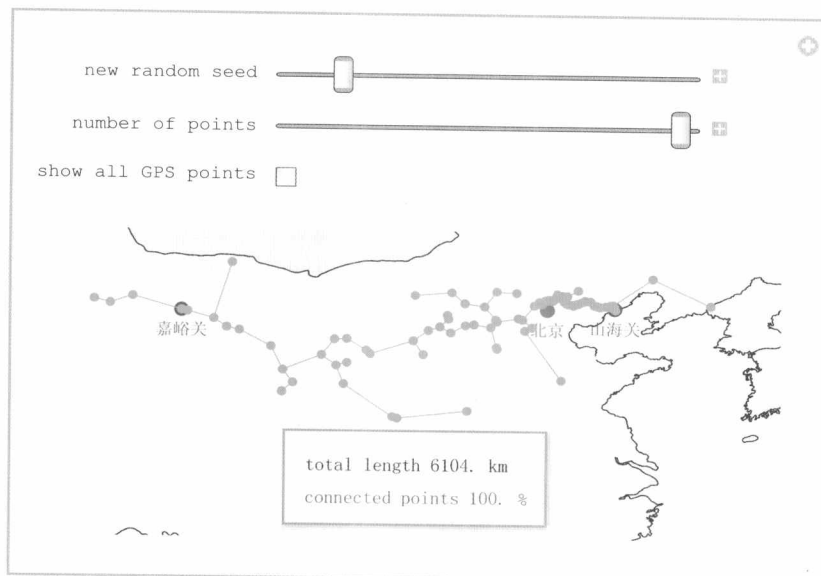
第五篇 统计评价 寿命分布

<http://demonstrations.wolfram.com/FittingLifetimeDataToAWeibullModel/>



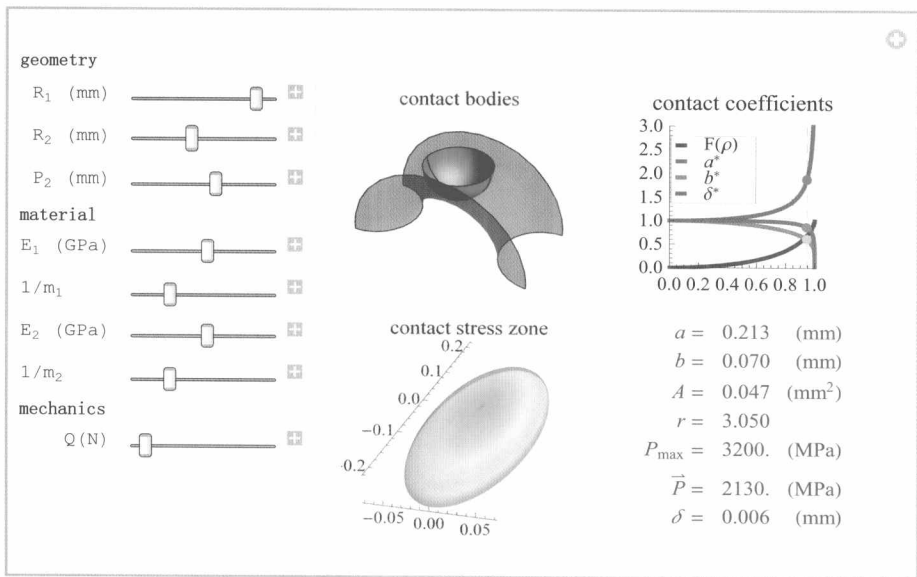
第六篇 虚拟重构 万里长城

<http://demonstrations.wolfram.com/ReconstructionOfTheGreatWall/>



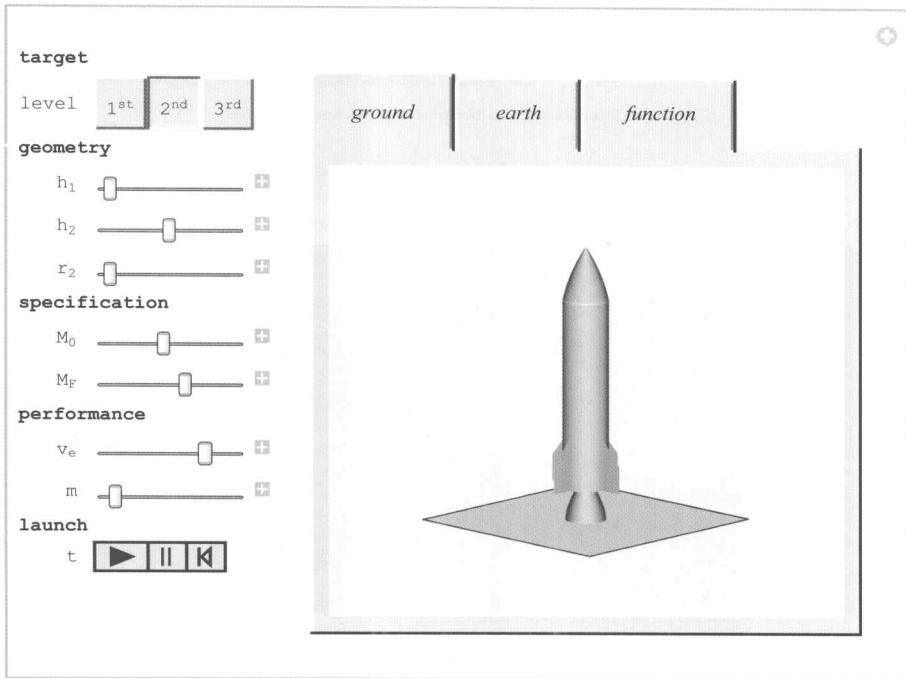
第七篇 接触应力 案例分析

<http://demonstrations.wolfram.com/HertzianContactStress/>



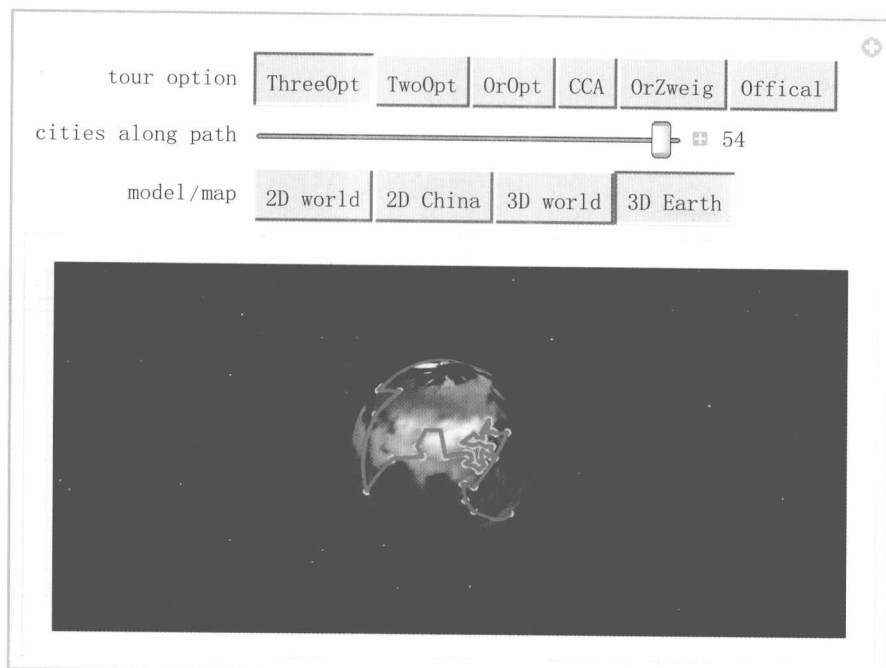
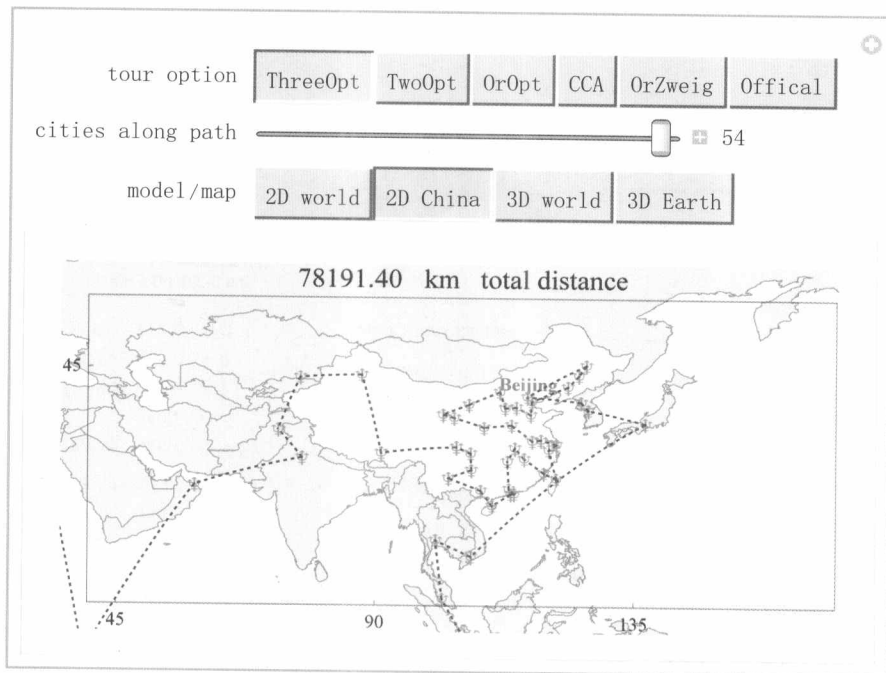
第八篇 理想火箭 动态发射

<http://demonstrations.wolfram.com/LaunchingARocket/>



第九篇 奥运圣火 路线优化

<http://demonstrations.wolfram.com/ShorteningThe2008BeijingOlympicTorchTour/>



第一篇 八卦新传 扭转乾坤

乾，健也。天行健，君子以自强不息。飞龙在天，云行雨施。
坤，顺也。地势坤，君子以厚德载物。战龙于野，其血玄黄。
曲成万物，殊途同归，阴阳交合，圆通不穷。
天地动静，日月风雷，四时合序，鬼神凶吉。 — 摘自《易经》

1.1 作者诠释

阴阳符号（太极图）起源于中国殷商文明，象征了一切混沌的开始。
传统的阴阳符号以二维方式旋转，本演示以一种新的方式令阴阳符号在三维空间中旋转，参见本篇文献[1]。
链接：<http://demonstrations.wolfram.com/ANewKindOfYinYangRotation/>

1.2 项目解说

1.2.1 内容精炼

知识分类：几何、运动、符号、国学。
内容重点：列表操作、二维绘图、三维绘图、旋转、自定义函数、参数化建模。
关键函数：`Table`, `Graphics`, `Line`, `Polygon`, `Rotate`, `Graphics3D`, `Manipulate`.
讲述方式：本篇讲述一个十分重要的概念——函数。
(看完本篇，如果什么都没有学到，没关系，只要记住本篇引言就足够了。)

1.2.2 阴阳符号的画法

“阴阳”符号是由5个几何元素（圆弧）组成的，参见本篇文献[2]，可形象地称之为五行图“金木水火土”，如图1-1和表1-1所示。

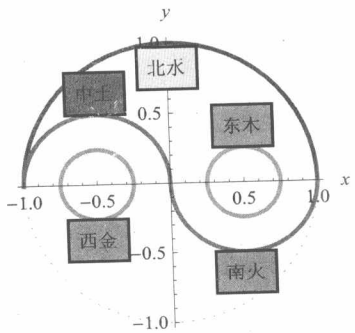


图1-1 二维阴阳符号的绘制

表1-1 五行图“金木水火土”的注释

序号	名称	圆心	直径	角度（对应的弧线）
1	北水	{0, 0}	1	为一段从 0 到 π 的半圆弧
2	南火	{0.5, 0}	0.5	为一段从 π 到 2π 的半圆弧
3	中土	{0, -0.5}	0.5	为一段从 0 到 π 的半圆弧
4	东木	{0.5, 0}	0.25	为一段从 0 到 2π 的圆
5	西金	{0, -0.5}	0.25	为一段从 0 到 2π 的圆

考虑调用**Table**函数生成许多点的一个列表，而这些点构成了生成圆弧所需的数据。**Table**函数十分常用，具体用法如下。

Table[*expr*, {*i*, *i_{min}*, *i_{max}*, *di*}] 列表函数，根据表达式 *expr* 生成一组列表，
i 从 *i_{min}* 开始到 *i_{max}* 结束，增量为 *di*

Table 函数是 *Mathematica* 中最基本也是最常用的命令之一。用法举例如下，先来生成一组列表，其中函数表达式是 i^2 ，*i* 的值域从 1 开始到 10 结束，增量为 1。

```
Table[i^2, {i, 1, 10, 1}]
```

```
{1, 4, 9, 16, 25, 36, 49, 64, 81, 100}
```

同样的用法，根据任意圆弧的几何参数方程，编写如下**Table**函数中的表达式，其中 {0,0}表示圆弧中心位置，{**Cos**[*a*], **Sin**[*a*]} 为圆弧的参数方程，参数 *a* 从 0 开始变化到 π ，设每次的增量为 $\pi/8$ 。

```
Table[{0, 0} + {Cos[a], Sin[a]}, {a, 0,  $\pi$ ,  $\pi/8$ }]
```

```
{1, 0}, {Cos[ $\frac{\pi}{8}$ ], Sin[ $\frac{\pi}{8}$ ]}, { $\frac{1}{\sqrt{2}}$ ,  $\frac{1}{\sqrt{2}}$ }, {Sin[ $\frac{\pi}{8}$ ], Cos[ $\frac{\pi}{8}$ ]}, {0, 1},  
{-Sin[ $\frac{\pi}{8}$ ], Cos[ $\frac{\pi}{8}$ ]}, {- $\frac{1}{\sqrt{2}}$ ,  $\frac{1}{\sqrt{2}}$ }, {-Cos[ $\frac{\pi}{8}$ ], Sin[ $\frac{\pi}{8}$ ]}, {-1, 0}
```

随后用 **Line** 函数将这些点连接成线段，并用二维绘图函数 **Graphics** 输出。

```
Column[  
  {Graphics[Line[Table[{0, 0} + {Cos[a], Sin[a]}, {a, 0,  $\pi$ ,  $\pi/8$ }]],  
    ImageSize -> 160],  
  Text@Style["图1-2 一段粗糙的圆弧"], Alignment -> Center]
```

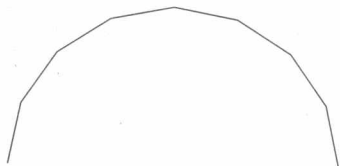


图1-2 一段粗糙的圆弧

图1-2所示的圆弧看上去比较粗糙，这是为了说明图形的实质。以下代码中，减小生成线段**Table**的增量使圆弧变得光滑连贯，设 **Table** 增量为 $\pi/30$ 。

```
Column[{Graphics[{Thick, Blue,
  Line[Table[{0, 0} + {Cos[a], Sin[a]}, {a, 0,  $\pi$ ,  $\pi/30$ }]],
  Red, Line[Table[{.5, 0} + .5 {Cos[a], Sin[a]},
    {a,  $\pi$ , 2 $\pi$ ,  $\pi/30$ }]],
  Brown, Line[Table[{- .5, 0} + .5 {Cos[a], Sin[a]},
    {a, 0,  $\pi$ ,  $\pi/30$ }]],
  Green, Line[Table[{.5, 0} + .25 {Cos[a], Sin[a]},
    {a, 0, 2 $\pi$ ,  $\pi/30$ }]],
  Orange, Line[Table[{- .5, 0} + .25 {Cos[a], Sin[a]},
    {a, 0, 2 $\pi$ ,  $\pi/30$ }]],
  Thin, Gray, Dotted, Line[Table[{0, 0} + {Cos[a], Sin[a]},
    {a,  $\pi$ , 2 $\pi$ ,  $\pi/30$ }]],
  Axes  $\rightarrow$  True, AxesLabel  $\rightarrow$  {"x", "y"}, ImageSize  $\rightarrow$  160],
Text@Style["图1-3 多线段弧线构成阴阳符号"], Alignment  $\rightarrow$  Center]
```

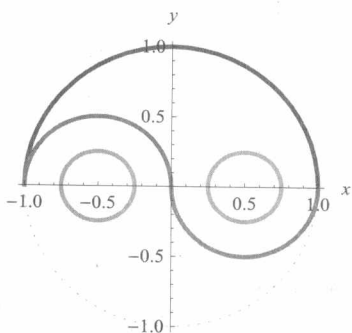


图1-3 多线段弧线构成阴阳符号

如图1-3所示圆弧起来光滑多了，称其为“多线段弧线构成阴阳符号”。这是因为它的实质仍然是线段，只不过构成圆弧的线段数量多了，肉眼就将它们“视为”是连续曲线。

注意：为了区分不同位置的弧线，代码中以不同的颜色表示。（有效地利用颜色能帮助我们更好地构图，以看清和理解事物，这是一名设计师的必修课。）

1.2.3 有关自定义函数

1. 为什么要自定义函数？(Why)

因为这个世界的复杂性和多样性，以及人类区别于其他哺乳动物的创造力，所以尽管 *Mathematica* 提供超过3000多个内置函数和30万个数学函数的计算平台，但在 *Mathematica* 或者其他任何一款科学计算平台上或编程语言环境中，仍然需要自定义符合用户自己使用需求的新函数或是编写自定义的子程序。

```
Names["System`*"] // Length
```

3433

2. 如何自定义函数？(How)

下面介绍一种 *Mathematica* 最常用的自定义函数的简单形式，更多有关函数定义可阅读本篇文献 [3]。