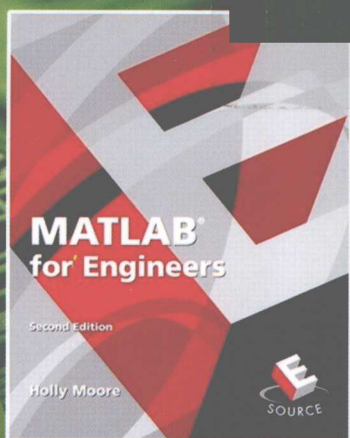


国外电子与通信教材系列

PEARSON

MATLAB

实用教程 (第二版)



MATLAB for Engineers
Second Edition

[美] Holly Moore 著

高会生 刘童娜 李聪聪 译



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

国外电子与通信教材系列

MATLAB 实用教程

(第二版)

MATLAB for Engineers, Second Edition

[美] Holly Moore 著

高会生 刘童娜 李聪聪 译

电子工业出版社
Publishing House of Electronics Industry
北京·BEIJING

内 容 简 介

本书分三个部分介绍了 MATLAB 原理及其应用, 共有 13 章。第一部分重点介绍 MATLAB 的基本原理、基本函数和图形化功能; 第二部分介绍 MATLAB 编程方法、函数工具箱的使用方法和数据输入/输出方法; 第三部分介绍方程组求解、符号数学包应用、曲线拟合以及数据可视化方法。本书在内容组织上深入浅出, 力求通俗易懂, 注重工程实用。书中提供的大量实例来自非常普通、非常基础的学科领域, 内容丰富, 叙述简明, 同时还配有插图, 给读者以轻松明快的感觉。每章结束附有习题, 供练习巩固之用。

本书的最大特点是不要求读者掌握高深的数学知识和计算机理论, 就可以轻松地学会 MATLAB 原理, 并能在实际工程中予以应用。因此, 本书适用于任何工科专业的低年级大学生, 既可以作为理想的教学用书, 也可以作为自学参考书。

Authorized translation from the English language edition, entitled MATLAB for Engineers, Second Edition, 978-0-13-604422-2 by Holly Moore, Published by Pearson Education, Inc., publishing as Prentice Hall, Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced or distributed in any means, or stored in a database or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

Chinese simplified language edition published by PEARSON EDUCATION ASIA LTD. and PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY, copyright © 2010.

本书中文简体字翻译版由 Pearson Education (培生教育出版集团) 授予电子工业出版社。未经出版者预先书面许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

本书封面贴有 Pearson Education (培生教育出版集团) 激光防伪标签, 无标签者不得销售。

版权贸易合同登记号 图字: 01-2009-1389

图书在版编目(CIP)数据

MATLAB 实用教程: 第 2 版/(美)穆尔(Moore, H.)著; 高会生, 刘童娜, 李聪聪译.

—北京: 电子工业出版社, 2010.1

(国外电子与通信教材系列)

书名原文: MATLAB for Engineers, 2/e

ISBN 978-7-121-10179-3

I. M… II. ①穆…②高…③刘…④李… III. 计算机辅助计算—软件包, MATLAB—教材 IV. TP391.75

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 000250 号

策划编辑: 马 岚

责任编辑: 史 平

印 刷: 北京天宇星印刷厂

装 订: 涿州市桃园装订有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编: 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 30.25 字数: 774 千字

印 次: 2010 年 1 月第 1 次印刷

定 价: 59.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

译者序

本书是由犹他州盐湖城社区学院 Holly Moore 教授编写的一本高等学校教材。该书一经出版就得到了广泛的赞誉，并被众多所高校采用，其突出亮点是注重通用性和基础性，尤其适合于工科低年级大学生阅读和参考。鉴于本书的内容和风格被广泛认同，Prentice Hall 出版公司于 2008 年 11 月出版了该书的第二版。在第二版中，作者将软件版本更新为 MATLAB 7.5，以适应技术的发展，同时扩展了内容，增加了习题和实例，使其更加完善和全面。本次翻译工作是在第二版的基础上进行的。

本书作者从事了多年的 MATLAB 教学工作，积累了丰富的教学经验。在内容组织上，作者立足于通用性和实用性，使得教材更适用于工科低年级大学生学习和阅读。书中提供有大量翔实的实例和练习，可以帮助学生理解和掌握 MATLAB 原理，以及利用 MATLAB 求解工程问题的方法。

本书的内容分为三部分。第一部分介绍 MATLAB 原理，主要包括 MATLAB 环境、基本运算、内置函数、矩阵运算和图形功能。第二部分介绍 MATLAB 的编程方法，主要包括自定义函数、接口函数和程序控制结构。第三部分为 MATLAB 概念的提高与深入，重点介绍线性方程求解、数据变量类型、符号运算、数值分析和数据可视化等内容。结合 MATLAB 内容的介绍，本书还提供了大量的实例、习题和练习，并对关键概念和知识要点进行了标注。特别是在解题方法上，本书给出了 5 个规范的解题步骤，并将其运用到每一个实例中。

本书由华北电力大学的部分教师和研究生，以及河北农业大学的李聪聪老师完成翻译工作。高会生教授负责全书的统稿，并参加了第 1 章、第 2 章、第 8 章和第 13 章的翻译工作。刘童娜老师完成了第 3 章至第 7 章的翻译。李聪聪老师完成第 9 章至第 12 章的翻译。张谦和何玉钧两位老师完成了附录的翻译和部分章节的校对工作。研究生郭静、王东蕊、金鑫、许玲玲、王晓媛同学也参加了部分章节的翻译和校对工作。

由于本书涉及的内容较多，实例覆盖的学科范围较广，加之译者水平有限，书中难免有疏漏和错误之处，欢迎广大读者批评指正。

序 言

我在盐湖城社区学院从事 MATLAB 和计算机语言课程的教学工作，授课对象是工科一年级大学生。在教学工作中我发现，虽然有关 MATLAB 的参考书已经出版了很多，但是这些参考书要求读者应该具有较深的数学基础和计算机技术，因此不适合低年级工科大学生的学习和阅读。另外，MATLAB 作为一种数学工具最早被工程师用于信号处理和电气工程领域，一些 MATLAB 教科书大多从这两个领域收集实例素材，因此这类教科书对其他工科专业缺乏通用性。鉴于此，在对教学工作进行经验总结的基础上，我计划编写一本适合于工科低年级大学生的通用 MATLAB 教材。本书从基本代数理论出发，讲述 MATLAB 如何应用于不同的工程领域。本书的实例取材于学生已经学过的物理和化学课程，让学生掌握用统一的方法解决不同工程领域的问题。

本书的读者应该掌握基本的高等代数知识，并了解三角函数的概念。通过课程学习，学生的数学水平可迅速得以提高。因为 MATLAB 主要依赖于统计学和矩阵论，所以，学生应该具有这方面的基础知识。除此之外，本书的一些章节也介绍了微分方程，主要是为了说明如何利用 MATLAB 进行数值计算。这些章节可以供数学基础较好的学生选修，也可以在作为其他工程类课程的参考书籍时起效用。

本书是一本很好的使用手册。学生可以将书中的实例直接输入到计算机中运行，体验 MATLAB 的计算能力。本书在每一章中都提供了大量有关复数计算的实例，这些实例可以使学生加深对数学基本概念的理解。每一章的后面附有习题，可以使学生尽快熟悉计算方法和 MATLAB 使用技巧。附录 B 给出了一个完整的应用实例。

本书的内容分为三个部分。第一部分介绍 MATLAB 原理，具体内容如下。

- 第 1 章介绍 MATLAB 基本计算方法，以及如何使用这些方法解决基本工程问题。
- 第 2 章介绍 MATLAB 环境和基本运算，对 M 文件进行了说明，有助于学生尽快掌握基本的编程方法。
- 第 3 章介绍如何使用 MATLAB 内置函数进行问题求解，提供了大量有关正态随机数和均匀随机数等函数的背景素材，有助于学生正确使用这些函数。
- 第 4 章介绍 MATLAB 中的矩阵表示及其应用，通过函数 meshgrid 说明求解两变量问题的方法。
- 第 5 章介绍 MATLAB 的二维和三维图形功能，以及如何利用命令窗口和 M 文件创建图形，本章还介绍了利用工作区直接进行图形创建和编辑的方法。

MATLAB 既是一种功能强大的计算工具，也是一种编程语言。它的语法结构与其他编程语言类似。同时，MATLAB 也是一种脚本语言，与 C++ 之类的传统语言相比，MATLAB 具有非常便捷的程序调试环境。对初学者而言，它是一种能够帮助学习其他编程语言的有价值的工具。本书的第二部分介绍 MATLAB 编程方法，具体内容如下：

- 第 6 章介绍自定义函数的创建和使用方法，以及函数工具箱的使用方法。
- 第 7 章介绍接口函数，这些函数包括用户自定义输入、格式化输出和图形化输入等内容。本章还介绍了创建 M 文件的元胞模式技术，描述了 MATLAB 从多种不同格式的文件中导入数据的 I/O 函数。

- 第 8 章重点介绍 for、while 和 if 等逻辑函数，以及如何在控制结构上利用这些函数进行 MATLAB 编程，有编程经验的读者可以体会到 MATLAB 内置矩阵功能的优势。

本书的第三部分为 MATLAB 概念的提高与深入。本书的第 1 章至第 8 章内容是按顺序进行组织的，但后面几章的内容却是相互独立的，彼此之间没有依赖关系。这些内容的任何一章或全部都可以作为入门学习内容，或作为自学参考内容，绝大多数内容适用于低年级学生。在教学安排上，第 1 章至第 9 章的内容可以作为 2 学分的课程，全部 13 章内容可以作为 3 学分的课程。由于本书中 11.4 节、11.5 节、12.4 节、12.5 节和 12.6 节等的内容涉及微积分和微分方程求解，所以这部分内容最好设为选修。本部分内容有助于学生掌握解决实际工程问题的能力。具体内容如下：

- 第 9 章讨论矩阵的点运算，以及线性方程组的求解方法。
- 第 10 章介绍 MATLAB 中数据和变量的类型，这些内容对电气工程和计算机工程专业的学生非常有参考价值。
- 第 11 章介绍 MATLAB 的符号数学包，在 Maple 10 引擎基础上，学生可以利用它进行问题求解。实践证明，这些内容对于提高学生的数学能力非常有帮助。
- 第 12 章介绍不同应用领域的数值求解方法，特别是曲线拟合和统计分析。学生可以将这些方法直接用于物理和化学实验中的实验数据处理，也可以将这些方法用于热传导、流体力学和材料强度等专业性实验中，进行数据处理。
- 第 13 章介绍如何利用图形功能实现数据可视化。这些方法可以用于结构分析、流体力学计算和热传导计算中，实现结果数据的可视化处理。

在本书中，附录 A 列出了本书涉及的所有特殊字符和函数。附录 B 给出了一个完整的 MATLAB 应用实例。附录 C 介绍了线性图形数据的变比技术。教师网站提供如下素材：

- (1) M 文件格式的练习答案。
- (2) M 文件格式的例题答案。
- (3) M 文件格式的家庭作业答案。
- (4) 每一章节的 PowerPoint 讲稿。
- (5) 本书中所有插图，可用于 PowerPoint 讲稿制作。
- (6) 用于课堂讲授的一系列实用讲稿和说明。

第二版出版说明

MATLAB 的版本更新周期是 6 个月。与以前的版本相比，MATLAB 7.5 增加了很多新的内容，针对这些内容本书的第二版进行了补充。另外，在每章的结尾处又增加了很多习题，补充了实例。在第 6 章有关子函数的介绍中，对函数句柄的处理进行了扩展，同时，对结构和循环内容进行了扩充。应广大读者要求，本书的第二版又增加了一些新的函数。

致谢

在本书的撰写过程中，我的家人给予我工作和生活上的极大帮助，否则，我很难完成本书的写作。特别感谢 Mike、Heidi、Meagan、Dave 和 Vinnie 以及我的丈夫 Steven Purcell 博士。

谨以此书献给我的父亲 George Moore 教授。他在南达科他州矿业技术学院电气工程系从教 20 余年，并且曾是美国空军的一名飞行员，成绩卓著。我的父亲 Moore 教授在他 54 岁时才获得大学文凭，他的生活经历给我以启迪，让我真正认识到年龄不是学习的绊脚石。我的母亲 Jean Moore 经常鼓励我父亲和她的两个女儿，要勇于探索未知世界。母亲的爱激发了我们姐妹俩投身工程化领域的工作热情。早在 20 世纪 70 年代，妇女选择这些领域工作是很难得的。我衷心希望广大读者感谢那些帮助你实现梦想的人们。衷心感谢我的父亲和母亲。

Holly Moore
犹他州盐湖城社区学院

目 录

第 1 章 关于 MATLAB	1
1.1 什么是 MATLAB	1
1.2 MATLAB 教学版	2
1.3 MATLAB 在工业工程中的应用	2
1.4 工程和科学问题的求解	4
第 2 章 MATLAB 环境	7
2.1 MATLAB 入门	7
2.2 MATLAB 窗口	9
2.3 使用 MATLAB 求解问题	14
2.4 内容保存	31
本章小结	38
习题	40
第 3 章 MATLAB 中的函数	44
引言	44
3.1 内置函数的使用	44
3.2 帮助功能	45
3.3 初等数学函数	47
3.4 三角函数	53
3.5 数据分析函数	57
3.6 随机数	71
3.7 复数	74
3.8 计算的极限	77
3.9 特殊值和辅助功能	79
本章小结	80
习题	82
第 4 章 MATLAB 的矩阵运算	86
4.1 矩阵运算	86
4.2 双变量问题的求解	92
4.3 特殊矩阵	97
本章小结	101
习题	102
第 5 章 绘图	105
引言	105
5.1 二维图	105
5.2 子图	118
5.3 其他类型的二维图形	119
5.4 三维绘图	130

5.5	图形窗口的菜单操作	135
5.6	在工作区中创建图形	137
5.7	图形的保存	137
	本章小结	138
	习题	140
第 6 章	自定义函数	147
	引言	147
6.1	创建函数的 M 文件	147
6.2	创建函数工具箱	162
6.3	匿名函数和函数句柄	163
6.4	复合函数	164
6.5	子函数	165
	本章小结	167
第 7 章	输入/输出控制	173
	引言	173
7.1	自定义输入	173
7.2	输出	176
7.3	图形输入	184
7.4	在 M 文件中使用元胞模式	185
7.5	从文件中读写数据	190
	习题	194
第 8 章	逻辑函数和控制结构	197
	引言	197
8.1	关系运算符和逻辑运算符	197
8.2	流程图和伪码	199
8.3	逻辑函数	200
8.4	选择结构	206
8.5	循环结构: 循环体	219
	本章小结	234
	习题	235
第 9 章	矩阵代数	244
	引言	244
9.1	矩阵运算和函数	244
9.2	求解线性方程组	260
9.3	特殊矩阵	267
	本章小结	270
	习题	272
第 10 章	其他类型的数组	277
	引言	277
10.1	数据类型	278

10.2	多维数组	285
10.3	字符数组	286
10.4	元胞数组	290
10.5	结构数组	291
	本章小结	297
	习题	298
第 11 章	符号代数	303
	引言	303
11.1	符号代数	303
11.2	求解表达式和方程	311
11.3	符号绘图	320
11.4	微积分运算	327
11.5	微分方程	337
	本章小结	339
	习题	341
第 12 章	数值技术	348
12.1	插值	348
12.2	曲线拟合	356
12.3	使用交互式拟合工具	365
12.4	差分和数值微分	371
12.5	数值积分	374
12.6	微分方程的数值求解	378
	本章小结	381
	习题	383
第 13 章	高级绘图	389
	引言	389
13.1	图像	389
13.2	句柄图形	401
13.3	动画	404
13.4	其他可视化方法	409
13.5	三维可视化简介	411
	本章小结	413
	习题	415
附录 A	特殊字符、命令和函数	417
附录 B	练习答案	428
附录 C	变比技术	469

第1章 关于 MATLAB

学习目的

通过阅读本章，读者可以掌握如下内容：

- 了解什么是 MATLAB，了解 MATLAB 为什么广泛用于科学研究和工程实践。
- 了解 MATLAB 教学版所具有的优势和不足。
- 运用结构化方法对问题进行系统化求解。

1.1 什么是 MATLAB

MATLAB 是一种商业化的数学运算工具，能够有效地进行复杂的数学运算，包括 Maple、Mathematica 和 MathCad 等部分。尽管它的每个部分在数学计算方面各有优势，但是，没有哪个单独部分是最佳的，各自都存在优势和不足。每个部分都能实现基本的数学运算，但在实现符号运算或完成更全面数学运算过程的方法上存在差异，矩阵运算就是一个典型的例子。MATLAB (Matrix Laboratory 的缩写) 在矩阵计算方面具有优势，而 Maple 在符号计算方面功能强大。MATLAB 程序可以简单地视为利用计算机实现烦琐计算的计算器，但事实上它可以实现更为复杂的科学计算。如果在办公桌上有一台计算机，那么，人们更喜欢使用 MATLAB 而不使用计算器，即便是平衡收支情况之类的最简单计算也是如此。在工程领域，MATLAB 程序正逐步取代传统的计算机语言，成为工程师和科学家的标准运算工具，但这并不意味着人们不需要学习掌握 C++ 和 FORTRAN 之类的高级语言。

由于 MATLAB 使用方便，所以可用来完成很多编程工作，但 MATLAB 并不是所有程序的最佳实现手段。MATLAB 主要适用于进行数值计算，特别是在矩阵运算和数据图形化方面，MATLAB 功能强大，但它不适合编写文字处理程序。对于操作系统和设计类软件等大型应用程序而言，一般选择 C++ 或 FORTRAN 作为编程语言。事实上，MATLAB 最初是一个用 FORTRAN 语言编写的大型应用程序，后来用 C 语言进行了重新编写，而 C 语言是 C++ 语言的前身。其他编程语言在图形处理方面不及 MATLAB 功能强大。通常高级语言较难访问图形应用功能，而 MATLAB 在这方面却具有优势。MATLAB 和其他高级语言的相同之处在于“数值计算”。MATLAB 在数值计算方面同样具有优势，可以在短时间内完成大量数据的重复计算和处理。一般来说，用 C++ 或 FORTRAN 语言编写的计算程序运算速度很快，但是，如果用 MATLAB 编写数值处理程序，特别是程序中包含矩阵运算，运算速度将大大提高。MATLAB 更适合于矩阵运算，不论哪一类问题，只要将其归纳为矩阵求解，那么，MATLAB 的运算速度比一般高级语言要快得多。

MATLAB 分为专业和教学两个版本。专业版适用于在高等院校的计算机机房或实验室里安装，教学版适用于家庭安装。MATLAB 会定期升级，本书的内容是基于 MATLAB 7.5 编写的，MATLAB 7.5 和 MATLAB 6 差别很小，然而，它与 MATLAB 5.5 却有一些实质性的差别。

MATLAB 专业版的标准安装可以解决广泛的工程计算问题，函数工具箱可以提供多种扩展功能，并可以根据具体需要分别进行购买。登录 The MathWorks 网站 www.mathworks.com 可以查询到完整的 MATLAB 产品列表。

关键概念： MATLAB 适用于矩阵运算。

1.2 MATLAB 教学版

MATLAB 的专业版和教学版非常相近,初学者不会察觉到二者的区别。教学版适用于 Microsoft Windows、Mac OS X 和 Linux 等操作系统,可以从大学书店购买得到,也可以在 www.mathworks.com 网站的 The MathWorks 上在线使用。

The MathWorks 把软件打包成组,将这些组称为“发布”。R2007b 是一种发布,它由 MATLAB 7.5 和 Simulink 7.1 两个软件产品打包而成。MATLAB 的版本每 6 个月更新一次,教学版和专业版具有相同的发布号,但教学版可能比专业版要滞后几个月发布。R2007b 的教学版包括以下内容:

- 完整的 MATLAB。
- 可以创建 1000 个模块的 Simulink (专业版没有限制模块数量)。
- 符号数学工具箱的主要部分。
- 信号处理工具箱。
- 信号处理模块组。
- 统计工具箱。
- 优化工具箱。
- 图像处理工具箱。
- MATLAB 7.5 和 Simulink 软件操作手册。
- 一张包括完整电子文件的 CD 光盘。
- 单用户授权,仅限于学生用来完成作业(专业版可以是单用户授权也可以是多用户授权)。

没有包含在教学版中的工具箱可以单独购买。

值得注意的是,教学版和专业版的最大区别是命令提示符不同,在专业版中命令提示符为

```
>>
```

在教学版中命令提示符为

```
EDU>>
```

关键概念: MATLAB 版本可以定期更新。

1.3 MATLAB 在工业工程中的应用

在许多工程领域,具备 MATLAB 等软件工具的运用能力已经成为对员工的基本要求。在 Monster.com 网站上的一则招工广告是这样写的:

……招聘一名具有航空电子技术经验的系统测试工程师……工作内容包括 MATLAB 编程、Simulink 仿真和结果数据分析。招聘人员必须熟练掌握 MATLAB、Simulink 以及 C++ 编程。

此类广告并不少见,进一步查找发现,有近 75 家不同的公司都对初级工程师提出了 MATLAB 应用技能的专门要求。MATLAB 在不同的工程技术和科学研究领域得到了广泛应用,特别是在电气工程领域中应用更加普遍。本章的后续部分将介绍 MATLAB 的几个主要工程应用。

关键概念: MATLAB 得到了广泛的工程应用。

1.3.1 电气工程

在电气工程中, MATLAB 广泛用于信号处理。犹他大学的科学家在实验室里利用半导体传感器

对苍蝇的碰撞检测方法进行了仿真研究，得到了几幅图片，如图 1.1 所示。该项研究成果可以用来指导一种计算机芯片的设计与制造，该芯片能够提前感知碰撞的发生。这对基于视觉导航的自动机器人设计具有潜在的应用价值，特别是在汽车安全驾驶保障系统中具有重要的工程意义。

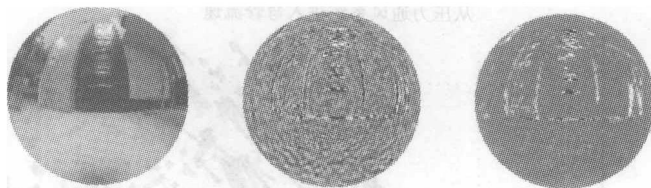


图 1.1 利用斜视的鱼眼镜头模仿苍蝇大脑的视觉系统所进行的图像处理(犹他大学 Reid Harrison 博士授权使用)

1.3.2 生物医药工程

医学图像一般以 dicom (Digital Imaging and Communications in Medicine standard) 文件的形式存储，dicom 文件的扩展名是 .dcm。MathWorks 提供了图像处理工具箱，通过它 MATLAB 可以读取并利用这些数据。图像处理工具箱包含在教学版软件中，也可供专业版选择。图像处理工具箱有很多专门针对医学图像的功能。一个有限的 MRI 数据集可以转换成与 MATLAB 兼容的格式，并被标准的 MATLAB 程序处理。

标准的 MATLAB 配置功能或者扩展的图像工具箱可以使用这些数据实现图像处理功能。图 1.2 显示了根据 MRI 数据得到的 6 张人脑的水平切片图像。

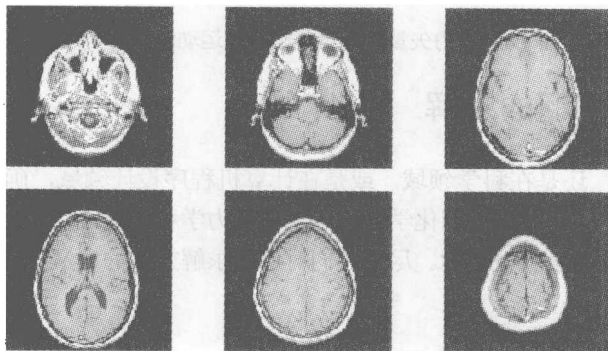


图 1.2 基于 MATLAB 样本数据文件产生的人脑水平切片图像

利用这些相同的数据集，还可以构建如图 1.3 所示的三维图像，详细的构建过程可参见 MATLAB 软件的帮助信息。

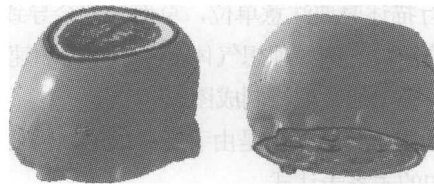


图 1.3 基于 MATLAB 样本数据文件产生的三维可视化 MRI 数据图像

1.3.3 流体动力学

在某些领域里计算流体运动的速度和方向是非常重要的。航空工程师特别关心空间飞行器外部和燃烧室内部的流体运动情况。通过肉眼观察液体或气体的三维运动是很困难的，而 MATLAB 提供

的很多工具能够使这一问题变得简单。图 1.4 给出了用箭图表示的推力矢量控制设备的流场计算结果。推力矢量控制就是通过推动驱动器(汽缸活塞式设备)来改变喷嘴点(或是火箭行进)方向的过程。图中所示的模型显示气体由高压气体油罐(压力通风系统)进入活塞并控制驱动器活塞的过程。

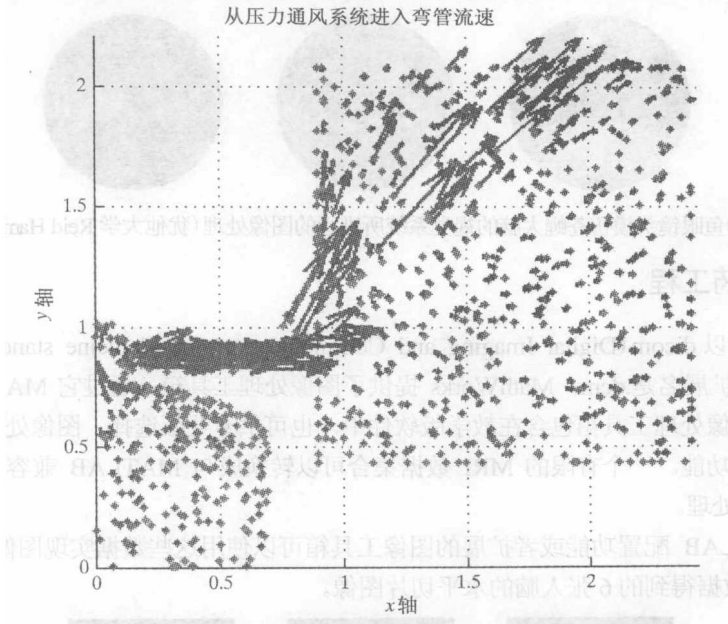


图 1.4 推力矢量控制设备中气体运动的矢量场图

1.4 工程和科学问题的求解

无论是在工程领域,还是在科学领域,或是在计算机程序设计领域,确定解决技术问题的一致性方法都是非常重要的。本节重点介绍化学、物理学、热力学和工程设计学问题的求解方法,当然,这些方法也可以应用于经济学和社会学。尽管人们对这些求解方法的定义方式不同,但这些方法的基本形式是相同的。

- 问题描述
 - 在这一步骤中应充分利用作图等手段。
 - 对所求解的问题有清晰的理解。
- 输入量(已知)和输出量(未知)描述
 - 在对输入/输出量进行描述时要注意单位,草率处置会导致错误的结果。
 - 标示出计算中用到的常数,例如理想气体常数、重力加速度常数等。
 - 如果可能,就把已经确定的数据绘制成图表。
- 手工分析。在计算机应用中,算法设计是由手工完成的,需要
 - 标示所有已知或未知的关系表达式。
 - 利用手算的方法或使用计算器对问题进行简单的处理。
- MATLAB 实现。在本书中,这一步骤包括创建 MATLAB 求解方法。
- 结果验证
 - 初步判断结果是否合理。
 - 比较结果和手工分析结果是否吻合。

- 分析所得到的答案是否真正回答了问题。
- 利用图表检查计算结果的合理性。

上述结构化的求解方法可以使问题变得更容易解决。例 1.1 对这种方法进行了说明。

关键概念：使用系统化的问题求解策略。

例 1.1 质能转换

阿尔伯特·爱因斯坦(见图 1.5)是 20 世纪最著名的物理学家。爱因斯坦于 1879 年出生在德国,曾在德国和瑞士读书。在德国专利局任职期间,他提出了著名的相对论,就是最著名的质能转换公式

$$E = mc^2$$

这个简单的公式把物质和能量两个独立的领域联系在一起,用于计算核反应过程中物质所释放出的能量。

太阳能够释放 385×10^{24} J/s 的能量,这些能量全部都是由核反应产生的。使用 MATLAB 工具对爱因斯坦方程式进行计算,就可以知道一天中太阳释放的能量需要多少物质进行转换。

1. 问题描述

计算太阳每天释放的能量需要多少物质进行转换。

2. 输入/输出描述

输入

能量: $E = 385 \times 10^{24}$ J/s, 太阳一天释放的总能量。

光速: $c = 3.0 \times 10^8$ m/s。

输出

物质的质量 m , 单位是 kg。

3. 手工分析

太阳一天释放的能量为

$$385 \times 10^{24} \frac{\text{J}}{\text{秒}} \times 3600 \frac{\text{秒}}{\text{小时}} \times 24 \frac{\text{小时}}{\text{天}} \times 1 \text{天} = 3.33 \times 10^{31} \text{ J}$$

求解方程 $E = mc^2$ 中的 m , 必须已知 E 和 c 的数值, 将 E 和 c 代入公式得到

$$\begin{aligned} m &= \frac{E}{c^2} \\ m &= \frac{3.33 \times 10^{31} \text{ J}}{(3.0 \times 10^8 \text{ m/s})^2} \\ &= 3.7 \times 10^{14} \frac{\text{J}}{\text{m}^2/\text{s}^2} \end{aligned}$$

所要计算的物质的质量用 kg 表示, 对上式进行单位转换得到

$$\begin{aligned} 1 \text{ J} &= 1 \text{ kg m}^2/\text{s}^2 \\ &= 3.7 \times 10^{14} \frac{\text{kg m}^2/\text{s}^2}{\text{m}^2/\text{s}^2} = 3.7 \times 10^{14} \text{ kg} \end{aligned}$$

4. MATLAB 实现

尽管还没有学习 MATLAB 编程, 但是下面给出的 MATLAB 代码语法非常简单, 与很多计算器的公式输入方法类似。在提示符(>>)后输入 MATLAB 命令, 执行结果在下一行显示。代码如下所示:

```
>> E=385e24
E =
```

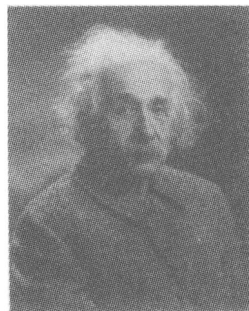


图 1.5 阿尔伯特·爱因斯坦(国会图书馆许可证, LCUSZ62-60242)

```
3.8500e+026
>> E=E*3600*24
E =
3.3264e+031
>> c=3e8
c =
300000000
>> m=E/c^2
m =
3.6960e+014
```

由此可以看出，在命令窗口中描述交互过程不显示提示符。

5. 结果验证

通过比较可知，使用 MATLAB 计算出的结果与手工分析的结果相吻合， 10^{14} 是一个很大的数，太阳的质量是 2×10^{30} 千克。如果太阳每天按照 3.7×10^{14} 千克/天的速度消耗自身物质，那么，太阳将需要多长时间就会将其自身的物质消耗完？可以通过下式计算：

时间 = (太阳的质量)/消耗速率

$$\text{时间} = \frac{2 \times 10^{30} \text{ 千克}}{3.7 \times 10^{14} \text{ 千克/天}} \times \frac{\text{年}}{365 \text{ 天}} = 1.5 \times 10^{13} \text{ 年}$$

结果是 15 万亿年！因此，没必要担心太阳结束质/能转换后会发生什么。

第2章 MATLAB 环境

学习目的

通过阅读本章，读者可以掌握如下内容：

- 启动 MATLAB 程序，并在命令窗口中进行简单计算。
- 理解 MATLAB 中矩阵的应用。
- 使用不同的 MATLAB 窗口。
- 定义和使用简单的矩阵。
- 命名和使用变量。
- 理解 MATLAB 的运算顺序。
- 理解 MATLAB 中标量、数组和矩阵运算的区别。
- 用浮点或科学记数法表示数字。
- 调整在命令窗口中显示数字的格式。
- 保存 MATLAB 中变量的数值。
- 保存 M 文件。

2.1 MATLAB 入门

初步使用 MATLAB 是一件很容易的事，但是完全掌握 MATLAB 却需要很长时间。本章重点介绍 MATLAB 环境，并描述如何进行基本的数学运算。通过本章的学习，读者可以在工作和学习中使用 MATLAB。如果能完成本章后面的习题训练，对 MATLAB 就会有更深入的了解。

MATLAB 的安装与操作系统和计算环境有关，在此假定计算机中已经安装了 MATLAB。在 Windows 或 Apple 环境下，单击桌面上的图标或在开始菜单中选择程序就可以启动 MATLAB 程序。在 UNIX 环境下，在系统提示符后输入 Matlab 即可。不管通过哪种方式，一旦 MATLAB 被启动，就可以看到 MATLAB 的提示符(>>或 EDU>>)。在 MATLAB 提示符后输入 quit 或 exit 就可以退出 MATLAB 程序，若使用 Windows 菜单，则可以在 File 菜单项中选择 EXIT MATLAB 或者单击屏幕右上角图标(x)，退出 MATLAB 程序。启动 MATLAB 后的默认窗口如图 2.1 所示。

初步使用 MATLAB 时，仅需要了解命令窗口(在屏幕的右侧)即可。在 MATLAB 命令窗口中进行计算，大部分的语法规则和一般的科学计算相同。例如，计算 5 的平方，输入命令

```
5^2
```

输出显示为

```
ans =
```

```
25
```

计算 $\cos(\pi)$ 的数值，输入

```
cos(pi)
```

输出结果为

```
ans =
```

```
-1
```

MATLAB 按照标准的算术运算顺序进行计算，这一点对于多重算术运算非常重要。这些规则将在 2.3.2 节中介绍。注意，上述运算中的 pi 是 MATLAB 的内置函数，不需要输入数值。