

面向21世纪高校教材

● 主编 林道荣 周伟光



数学实验 教程

SHUXUE SHIYAN
JIAOCHENG

面向 21 世纪高校教材

数 学 实 验 教 程

主 编	林道荣	周伟光
副主编	邱 箐	郭跃华
	石 建	陆志峰

苏州大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

数学实验教程/林道荣,周伟光主编. —苏州:苏州
大学出版社,2003.9
ISBN 7-81090-164-8

I. 数… II. ①林…②周… III. 高等数学-实验
-高等学校-教材 IV. O13-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 071190 号

数学实验教程

林道荣 周伟光 主编

责任编辑 董张维

苏州大学出版社出版发行

(地址:苏州市干将东路 200 号 邮编:215021)

江苏省新华书店经销

通州市印刷总厂印装

(地址:通州市交通路 55 号 邮编:226300)

开本 787×1092 1/16 印张 12 字数 300 千

2003 年 9 月第 1 版 2003 年 9 月第 1 次印刷

ISBN 7-81090-164-8/O · 11(课) 定价:18.00 元

苏州大学版图书若有印装错误,本社负责调换
苏州大学出版社营销部 电话:0512-67258802

序

在高等学校开设数学实验课是近几年高等教育的成果之一,其目的是让大学生学会利用计算机及有关数学软件包,理解数学问题、掌握数学问题、解决数学问题,达到培养学生创新能力的目的。

我们知道,现代数学发展迅速,新的理论和新的方法,不但推动了数学本身及物理学等自然科学的发展,而且在工程技术、经济及社会等方面有广泛的应用。由于我国高等学校培养的大学生将来从事数学研究的是少数,大多数面临着应用数学技术解决所从事学科领域的实际问题,因此培养学生自觉地运用数学观念、数学知识和定量的思维方法来解决问题就显得尤为重要。而数学实验课程能适应这种需求。

教学改革首先要进行教学内容改革,而教学内容的改革势必与教材有关。编写一套适合教学的教材是一件很困难的事情。林道荣、周伟光、郭跃华、周建军等多位同志通过教学实践进行了一些有益的尝试。他们编写的《数学实验教程》和《数学实验上机教程》这套教材是为了满足本科二类及专科层次的高等学校的教学需要。这类层次的学生在学习数学时遇到的困难常常比重点大学的学生要多一些。有针对性地帮助学生克服这些困难是这套教材的特色之一;另一个特色是把教师拟授课的内容编写成《数学实验教程》,而把由学生上机独立完成的内容编写成《数学实验上机教程》。

我很高兴为这套教材作序,希望他们能对大学数学的教学改革起到一些推动作用。我期待着更多的数学教师能充分使用计算机等现代科学技术,更好地将数学知识传授给学生;同时期待着学生们能利用计算机等现代科学技术更加愉快地学习,掌握好数学。

江苏省数学学会秘书长 秦厚荣
南京大学数学系教授、博士生导师

2003年8月

前 言

《数学实验教程》和《数学实验上机教程》是高等院校数学实验课的教材,适用于理、工、农、医、文各类高等院校,凡是开设《数学分析》、《高等代数》或《高等数学》、《线性代数》课程的高等院校都可以使用。

在大学中开设数学实验课,是教育部组织的“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”课题组的重要研究成果。该课程的教学对象,是全国所有高校,不分理、工、农、医、文、经等科类,不分数学与非数学专业的学生。开设本课程的目的,是使学生掌握数学实验的基本思想和方法,即不把数学看成先验的逻辑体系,而是把它视为一门“实验科学”,从问题出发,借助计算机,通过学生亲自设计和动手,体验解决问题的过程,从实验中去学习、探索和发现数学规律。

《数学实验》是在我国高等学校中新开设的一门课程,中国科学技术大学和清华大学等高校进行了探索和试点,取得了很好的效果。目前,《数学实验》课程的指导思想、上课内容和方式都基本明确。该课程在很多高校数学专业作为必修课,非数学专业安排为选修课。

我们六所高校也开设了《数学实验》课程,有必修课也有选修课。学生们不但对于听课很有兴趣,而且主动积极地完成所布置的实验作业,在作业中表现出了很大的兴趣和创造性,还对开设这门课程的必要性和如何改进提出了很多很好的意见。最重要的意见是中国科学技术大学和清华大学等高校编写的《数学实验》教材不适合非重点大学的学生。我们认为这方面的意见是合理的,因为重点大学的《数学实验》教材起点高,对计算机等信息技术也有较高要求。基于此,我们编写了这套教材。

这套教材分为《数学实验教程》和《数学实验上机教程》。在《数学实验教程》中,先让学生学会 Mathematica 和 MATLAB 等软件包的初步使用方法;其次结合《数学分析》、《高等代数》或《高等数学》、《线性代数》课程的学习认识计算机等信息技术对理解数学原理的作用;再次通过对一些数学问题的介绍引导学生发现问题并思考如何解决问题,培养学生进行数学探索的能力;最后结合数学建模,让学生掌握用计算机等信息技术解决实际问题的能力。数学实验不追求内容的系统性、完整性,主要是让学生通过动手去体验解决数学问题的过程,从而激发学生自己动手和探索的兴趣,因此我们编写了《数学实验上机教程》。

这套教材由南通师范学院、南通工学院、南京晓庄师范学院、南京工程学院、南通职业大学、南通纺织职业技术学院六所高校联合编写。《数学实验教程》由林道荣(编写教材大纲,统稿,编写第 3 章 3.1,3.3,3.5,3.6)、周伟光(统稿,编写第 1 章、第 5 章 5.1,5.4~5.6)任主编,石建(编写第 2 章 2.1,2.2)、陆志峰(编写第 4 章)、邱笋(编写第 2 章 2.3,第 5 章 5.2,5.3,5.7)、郭跃华(编写第 3 章 3.2,3.4)任副主编;《数学实验上机教程》由郭跃华(统稿,编写实验 10,11,15~18)、周建军(统稿,编写实验 24~29)任主编,林道荣(编写实验 19~23)、钱黎明(编写实验 1~3,12~14)、徐相建(编写实验 4~6,30)、王建宏(编写实验 7~9)任副

主编. 这套教材中的插表、插图由钱黎明和石建绘制, 全部程序由陆志峰运行.

这套教材的编写得到了编者所在院校各级领导的大力支持和帮助. 东南大学数学系朱道元教授审阅了这套教材, 提出了许多宝贵意见. 南京大学数学系博士生导师秦厚荣教授不但支持我们编写这套教材, 并为教材作序. 苏州大学出版社的领导和编辑为这套教材的出版做了大量的工作. 在此, 我们全体编写人员一并向他们表示感谢! 此外, 在教材编写中我们参考了有关数学实验方面的教材与资料, 我们向教材作者与资料提供者表示敬意和感谢! 由于我们水平有限, 教材中有不妥乃至错误之处, 请读者批评指正.

编 者

2003 年 7 月

目 录

第 1 章 绪论

- 1.1 数学实验课的地位和作用 (1)
- 1.2 数学实验课的内容和方法 (1)
- 1.3 数学实验课的教学指导思想 (2)
- 1.4 数学实验与一些相关课程的差别和联系 (3)
- 1.5 使用本教材的注意事项 (4)

第 2 章 常见软件包简介

- 2.1 Mathematica 简介 (5)
- 2.2 MATLAB 简介 (28)
- 2.3 LINDO 简介 (48)

第 3 章 基础实验

- 3.1 微积分方法 (58)
- 3.2 线性代数方法 (71)
- 3.3 函数极值与非线性方程求解 (84)
- 3.4 线性代数应用 (92)
- 3.5 常微分方程应用——人口数量发展的规律问题 (100)
- 3.6 线性规划 (105)

第 4 章 探索实验

- 4.1 π 的计算 (115)
- 4.2 最佳分数近似值 (119)
- 4.3 素数 (127)
- 4.4 最速降线 (135)
- 4.5 概率 (142)
- 4.6 初等几何定理的机器证明 (149)

第 5 章 建模实验

- 5.1 天体运动 (157)
- 5.2 蠓虫分类问题 (164)
- 5.3 金属切割问题 (167)
- 5.4 动物繁殖的规律 (170)
- 5.5 商品的市场份额 (173)
- 5.6 常染色体遗传 (175)
- 5.7 追击曲线 (178)

在高校的基础课中,数学只有习题课,而没有实验课.数学的习题课,对于巩固课堂教学一直起着重要的作用.然而,习题课不能解决数学教学和计算机等信息技术的结合问题,也就难以将培养学生数学素质的任务落到实处.数学实验课是改革数学教育的一门新课程,其目的是让学生利用计算机等信息技术理解数学问题、探索数学问题、解决数学问题,培养学生的创新能力.

创新,是国家兴旺发达的不竭动力,是一个民族进步的灵魂.培养创新能力,是本世纪教育的艰巨任务.这需要迅速转变过去继承性的教育模式,树立创造性教育的观念,把素质教育提高到一个新水平.数学实验课的产生,正是适应了目前这种社会的需求.

1.1 数学实验课的地位和作用

在最近的几十年中,数学科学取得了飞速的发展,新的数学分支层出不穷,而且各分支之间,数学与其他科学之间相互交叉,相互渗透,呈现高度统一的新趋势,大量新兴的数学方法在科学研究和生产管理各种领域中被成功地应用.现代数学已不再仅仅是其他科学的基础,而是直接发挥着第一生产力的作用.目前在工农业生产方面,正大量运用的高技术从本质上说就是数学技术,这一点已被越来越多的人所认识.因此,能否自觉地运用数学观念、数学知识和定量思维方法已成为衡量一个民族文化素质的标志.

面临数学地位的巨大变化,科学工作者和工程技术人员对数学知识的需求大大增加了,以往传统的数学课程已远远不能满足需要.新型的人才不仅需要传统意义上的逻辑思维能力和几何直观能力,而且要求具有更强的数学建模能力和使用新的计算工具即计算机的能力.数学实验课正是基于这种需要而设立的,它是面向21世纪数学教学内容和课程体系改革的成功举措.

1.2 数学实验课的内容和方法

数学实验课和传统的数学课程的一个重要区别是,传统的课程注重知识的传授和逻辑推理能力的培养,而数学实验课则侧重于将实际问题转化为数学问题,即数学建模能力的培养.首要的是培养学生用量的观念去观察和把握现象的能力,培养学生综合运用数学知识分析和解决实际问题的意识,即数学素质.

另一个区别是传统数学课程的运算能力培养,主要指的是寻求解析解的能力,包括许许多多的变换和技巧,而这些训练势必使课程内容臃肿不堪,增加学生负担.数学实验课则更侧重于创新意识和科学计算能力的培养,也就是运用现代的计算机技术和软件包来取代那

些繁杂的推演和复杂的运算技巧. 由于软件包技术的高速发展, 不仅能完成复杂的数值计算, 也能进行符号演算以及机器证明等工作, 因此, 数学实验课是加强实践性的一个重要环节.

数学实验课的内容取自各种应用领域, 可以是工业、农业、技术、经济管理、军事等的实际问题, 也可以是科学研究中尤其是数学研究中的基础问题, 介绍如何通过建模方法将实际问题转化为数学问题, 讲述解决问题的方法, 包括解析的方法和数值的方法, 并且介绍各种常用的数学软件包. 通过在计算机上做实验, 使学生掌握用数值模拟的方法解决实际问题的全过程.

数学实验课采用讲授和上机相结合的方式, 通常分三步进行.

第一步, 由教师讲解实验中问题的具体背景, 相关的建模方法和数值计算的方法, 包括条件的化简, 因素的分离和选择变量, 以及建立变量之间关系的数学方法, 并包括所建立的数学模型求解的理论和实现计算的计算机指令等.

第二步, 由学生分组在课外进行讨论, 建立模型, 做好解答的准备.

第三步, 上机操作, 用数学软件求出解析解和数值解, 重点在数值解, 最后写出实验报告.

根据基础课的教学要求, 可分成三个部分, 第一部分是基础实验, 重点是微积分和线性代数, 从宏观的角度去学习数学的基本概念, 理解数学的基本原理, 掌握用计算机软件进行直观作图和科学计算的方法, 体验如何发现、总结和应用数学规律. 第二部分探索实验, 以微积分和线性代数为中心向其他学科发散, 可涉及到微分几何、数值方法、数理统计、图论与组合数学、微分方程、运筹与优化等, 也可涉及到现代新兴的学科和方向, 如分形、混沌等. 这部分的内容可以是新的, 但不必强调完整性, 教师介绍一点主要的思想, 提出问题和任务, 让学生尝试通过自己动手和观察实验结果去发现和总结其中的规律. 即使总结不出来也没有关系, 留待将来再学, 有兴趣的可以自己去寻找参考书寻找答案. 第三部分是建模实验, 着重实际问题建模方法和数值计算方法的介绍, 以提高运用软件包进行二次开发的能力.

1.3 数学实验课的教学指导思想

数学实验主要是让学生自己通过动手去体验, 而不在于教完他们多少内容. 不追求内容的系统性、完整性, 而应当激发学生自己动手和探索的兴趣.

可以参照物理实验课、化学实验课的内容安排上课方法. 这些实验课并不需要花多少时间讲解理论和原理, 讲解理论和原理是物理、化学的理论课程的任务. 实验课主要是学生自己做实验, 观察和分析实验结果. 我们认为, 数学实验也应当这样, 不要在数学实验课上讲很多理论, 也不应当花很多时间和精力来教算法. 但是, 物理、化学实验课往往是把实验的每个步骤都给学生规定得很详细, 学生只要按部就班完成这些步骤, 而实验的结果也往往是预先就知道了的, 留给学生探索的余地不多. 我们在设计数学实验课的时候就努力避免这种情况, 尽量留些问题让学生自己去设计方法来解决, 避免把实验课变成单纯传授计算技术的课程.

在设计数学实验内容的时候, 虽然我们也有意识地让学生通过实验学会一些基本的方法, 但是我们并不以这些方法为线索组织课程内容. 我们设计了一些能够引起学生兴趣的问

题,每个实验围绕解决一个或几个问题来展开,教学生使用若干种方法来解决所给的问题,在解决问题中学习和熟悉这些方法,自己观察结果,得出结论.比如,围绕计算圆周率的近似值这一问题学习数值积分法、泰勒级数法、蒙特卡罗法、分数向无理数的最佳逼近;围绕最速降线学习各种优化方法;围绕天体运动规律学习微分方程的数值解法;等等.

我们认为,尽管数学专业和非数学专业的学生的数学课程的难易程度有很大的差别,但数学实验课对他们来说却不必有多大的差别,基本的部分完全可以共同的,只有一些理论较深的部分可以根据各自的情况有所取舍.我们在教学实践中的体会是,学生完成实验作业的难易主要不在于对数学知识的掌握程度,而是运用计算机能力的差别.我们感到,开设数学实验课以二年级为宜,让学生学过微积分中必要的基本概念即可,不必学过很多的数学定理.这样,就可以有比较多的未知的东西供他们去探索,已学的东西太多,学生对探索的兴趣反而容易下降.

1.4 数学实验与一些相关课程的差别和联系

1.4.1 与计算方法、统计方法、优化方法等课程的区别和联系

数学实验课也要介绍和用到数值计算方法、统计方法、优化方法,但是不应取代这些.否则,学生会失去兴趣,认为反正还要上这些课程,何必上数学实验课呢?为划清这一界限,数学实验课所用到的方法应当比较简单和浅显,由微积分和线性代数课程中的内容能很快推出来(其推导难度只应相当于微积分习题),而不需要花时间和精力作专门的讲解.而关于专门的、比较精细的专门方法的讲解,则留给这些课程去完成.当然,这些课程本身也应改革,不能纸上谈兵,也应有学生自己动手实践作为重要环节,像工科专业课程的课程设计那样.

1.4.2 与数学建模课的区别和联系

数学建模与数学实验课都要用到计算机.数学建模课是让学生学会利用数学知识和计算机手段来解决实际问题,而数学实验课侧重于在计算机的帮助下学习数学知识.一个是用,一个是学,两者的目标不同.从选材来说,我们主张两者都要从问题出发而不从概念出发.数学建模强调问题的实用性而不强调普遍意义,解决问题本身就是目的;数学实验课可以从理论问题出发,也可由实际问题出发,但这个理论问题或实际问题最好是比较经典的、具有普遍意义的,让学生以解决问题为线索总结规律,学到知识.当然,数学实验课可以作为数学建模课的预备课程,使学生可以更快地掌握数学建模的基本方法和能力.

1.4.3 与微积分和线性代数课的区别和联系

数学实验课与微积分和线性代数课都是为了学知识,但学习方法很不相同.微积分和线性代数课主要是由教师传授知识,而数学实验课则希望通过学生自己动手和观察去体会这些知识是怎样得出来的.

1.4.4 与计算机课程的联系

对于非计算机专业的学生来说,计算机知识(计算机语言以及软件的使用等)只是一种

工具.好比学语言,不能只停留在一个个的单词和一条条的语法规则上,而必须通过阅读课文来学.并且,学要用,就要读报纸,读小说等.教计算机语言也是这样,应当结合解决一定的问题来学,学了就要用来解决问题,才有兴趣学,才能学得会,才不会忘记.在大学里的计算机语言课有时和其他课程(特别是数学课程)脱节,导致学生学习计算机语言也只是为了得学分,考过了就忘了,到高年级真需要用的时候又得复习.开设数学实验课有利于计算机课程的学习,逼迫学生学好计算机知识来学习数学,从而解决实际问题.另一方面,数学实验课又为计算机课程提供了大量练习机会,有利于提高计算机课程的教学效果.

1.5 使用本教材的注意事项

本教材各个内容、各个实验基本上是独立的.后面的内容、实验一般不会用到前面的内容、实验的知识(但也有几个例外).内容、实验安排的顺序基本上是由易到难,基础内容在前,较高级的扩散性的内容在后(但也不是绝对的).虽然内容、实验的编排实际上还是有一定的系统性,但我们并不强调这一系统性.我们强调的是从问题出发,自己动手做,自己观察结果,并且鼓励学生自己发明出新的实验.

因此,在使用《数学实验教程》时,对第2章的内容不必讲授而由学生在计算机上自学;对第3章的内容教师可结合学生学习微积分和线性代数的情况有选择地安排;对第4、5章的内容各挑选一到两个内容在实验室(机房)示范性地讲解.使用《数学实验上机教程》时,不必按顺序从头到尾依次做各个实验,更不必全部做.可以根据各学校和学生的情况选做其中一部分实验.建议每两周做一个实验,整个课程做7~8个实验,并且欢迎学生以后自己完成更多的实验.还可在微积分和线性代数课中结合课程内容安排做某些实验,甚至可以在计算机课程中作为作业安排做某些实验.总之,只要认真去做,做一个实验就有一分收获.

在每次探索实验中,建议先由教师简要讲解,主要是提出问题,适当介绍问题的背景,介绍主要的实验原理和方法,然后就让学生自己动手去做,自己去折腾,去观察,通过观察得出结论.本来,实验结果一般都可以用理论推导出来,但这绝不是本课程的目的,教师千万不要花时间去作这种理论推导,最好也不要预先告诉学生实验的结果,实验结果让学生自己去观察得出.

数学实验课没有专门的考试,评定成绩的惟一依据是平时的实验报告.实验报告评分的最基本标准是要自己动手,要写上自己观察到的现象并进行分析.要实话实说,不能造假.哪怕观察到的现象与预计不一致,或者与理论推导的结果不一致,也不能在实验报告中说假话,而应当分析其原因,找出改进的办法,重做实验,重新得出结论.对实验报告的更高的标准是创造性.对于有创造性的报告,要给以高分作为鼓励.教师批改了实验报告之后,要安排时间,对以前的实验中出现的优点和缺点进行评讲,包括让学生参加讨论.对实验报告,主要是探索实验和建模实验的实验报告,一般要求学生完成2~4个.

2.1 Mathematica 简介

2.1.1 Mathematica 的启动和运行

Mathematica 是美国 Wolfram 研究公司生产的一种数学分析型的软件,以符号计算见长,也具有高精度的数值计算功能和强大的图形功能。

假设在 Windows 环境下已安装好 Mathematica 4.0,启动 Windows 后,在“开始”菜单的“程序”中单击  Mathematica 4,就启动了 Mathematica 4.0,在屏幕上显示如图 2-1 的 Notebook 窗口,系统暂时取名 Untitled-1,直到用户保存时重新命名为止。

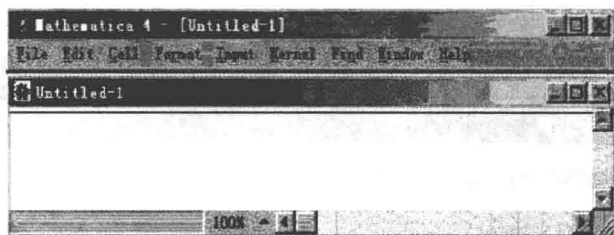


图 2-1

输入 $1+1$,然后按下 $\text{Shift}+\text{Enter}$ 键,这时系统开始计算并输出计算结果,并给输入和输出附上次序标识 In[1]和 Out[1],注意 In[1]是计算后才出现的.再输入第二个表达式,要求系统将一个二项式展开,按 $\text{Shift}+\text{Enter}$ 键输出计算结果后,系统分别将其标识为 In[2]和 Out[2].如图 2-2 所示.

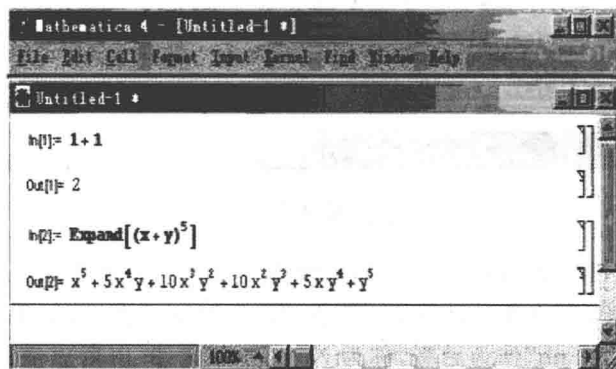


图 2-2

在 Mathematica 的 Notebook 界面下, 可以用这种交互方式完成各种运算, 如函数作图、求极限、解方程等, 也可以用它编写像 C 那样的结构化程序. 在 Mathematica 系统中定义了许多功能强大的函数, 我们称之为内建函数(built-in function), 直接调用这些函数可以取得事半功倍的效果. 这些函数分为两类, 第一类是数学意义上的函数, 如绝对值函数 $\text{Abs}[x]$, 正弦函数 $\text{Sin}[x]$, 余弦函数 $\text{Cos}[x]$, 以 e 为底的对数函数 $\text{Log}[x]$, 以 a 为底的对数函数 $\text{Log}[a, x]$ 等; 第二类是命令意义上的函数, 如作函数图形的函数 $\text{Plot}[f[x], \{x, \text{xmin}, \text{xmax}\}]$, 解方程函数 $\text{Solve}[\text{eqn}, x]$, 求导函数 $\text{D}[f[x], x]$ 等.

必须注意的是: Mathematica 严格区分大小写, 一般地, 内建函数的首写字母必须大写, 有时一个函数名是由几个单词构成的, 则每个单词的首写字母也必须大写, 如求局部极小值函数 $\text{FindMinimum}[f[x], \{x, x_0\}]$ 等. 第二点要注意的是, 在 Mathematica 中, 函数名和自变量之间的分隔符是用方括号“ $[]$ ”, 而不是一般数学书上用的圆括号“ $()$ ”, 初学者很容易犯这类错误.

如果输入了不合语法规则的表达式, 系统会显示出错信息, 并且不给出计算结果. 例如: 要画正弦函数在区间 $[-10, 10]$ 上的图形, 输入 $\text{plot}[\text{Sin}[x], \{x, -10, 10\}]$, 则系统提示“可能有拼写错误, 新符号‘plot’很像已经存在的符号‘Plot’”, 实际上, 系统作图命令“Plot”第一个字母必须大写, 一般地, 系统内建函数首写字母都要大写. 再输入 $\text{Plot}[\text{Sin}[x], \{x, -10, 10\}]$, 系统又提示缺少右方括号, 并且将不配对的括号用蓝色显示, 如图 2-3 所示.

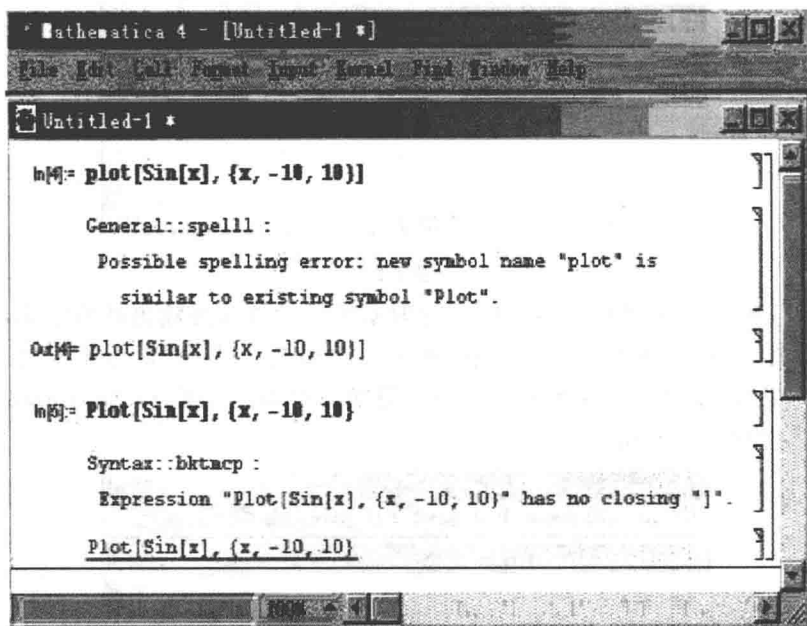


图 2-3

一个表达式只有准确无误, 方能得出正确结果. 学会看系统出错信息能帮助我们较快找出错误, 提高工作效率. 完成各种计算后, 点击“File”/“Exit”退出, 如果文件未存盘, 系统提示用户存盘, 文件名以“.nb”作为后缀, 称为 Notebook 文件. 以后想使用本次保存的结果时可以通过“File”/“Open”菜单读入, 也可以直接双击它, 系统自动调用 Mathematica 将它打开.

2.1.2 表达式的输入

Mathematica 提供了多种输入数学表达式的方法. 除了用键盘输入外, 还可以使用工具栏或者快捷方式键入运算符、矩阵或数学表达式.

2.1.2.1 数学表达式二维格式的输入

Mathematica 提供了两种格式的数学表达式. 形如 $x/(2+3x)+y*(x-w)$ 的称为一维格式, 形如 $\frac{x}{2+3x}+\frac{y}{x-w}$ 的称为二维格式.

你可以使用快捷方式输入二维格式, 也可用基本输入工具栏输入二维格式. 下面列出了用快捷方式输入二维格式的方法(表 2-1).

表 2-1

数学运算	数学表达式	按键
分式	$\frac{x}{2}$	x Ctrl+/ 2
n 次方	x^n	x Ctrl+^ n
开 2 次方	$\sqrt{x}$	Ctrl+2 x
下标	x_2	x Ctrl+_ 2

如果要取消二维格式输入, 按下 Ctrl+Space(空格). 例如, 输入数学表达式

$$(x+1)^4+\frac{a_1}{\sqrt{2x+1}},$$

可以按如下顺序输入按键:

(, x, +, 1,), Ctrl+^, 4, -, >, +, a, Ctrl+_, 1, -, >, Ctrl+/, Ctrl+2, 2, x, +, 1, -, >, -, >

另外, 也可从“File”菜单中激活“Plaettes”/“Basic Input”工具栏输入, 并且使用工具栏可输入更复杂的数学表达式, 如图 2-4 所示.

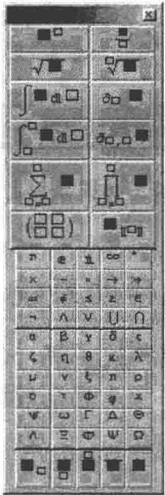


图 2-4

2.1.2.2 特殊字符的输入

Mathematica 还提供了用来输入各种特殊符号的工具栏。基本输入工具栏包含了常用的特殊字符(图 2-4),只要单击这些字符按钮即可输入。若要输入其他的特殊字符或运算符号,必须从“File”菜单中选取“Complete Characters”工具栏,如图 2-5 所示。

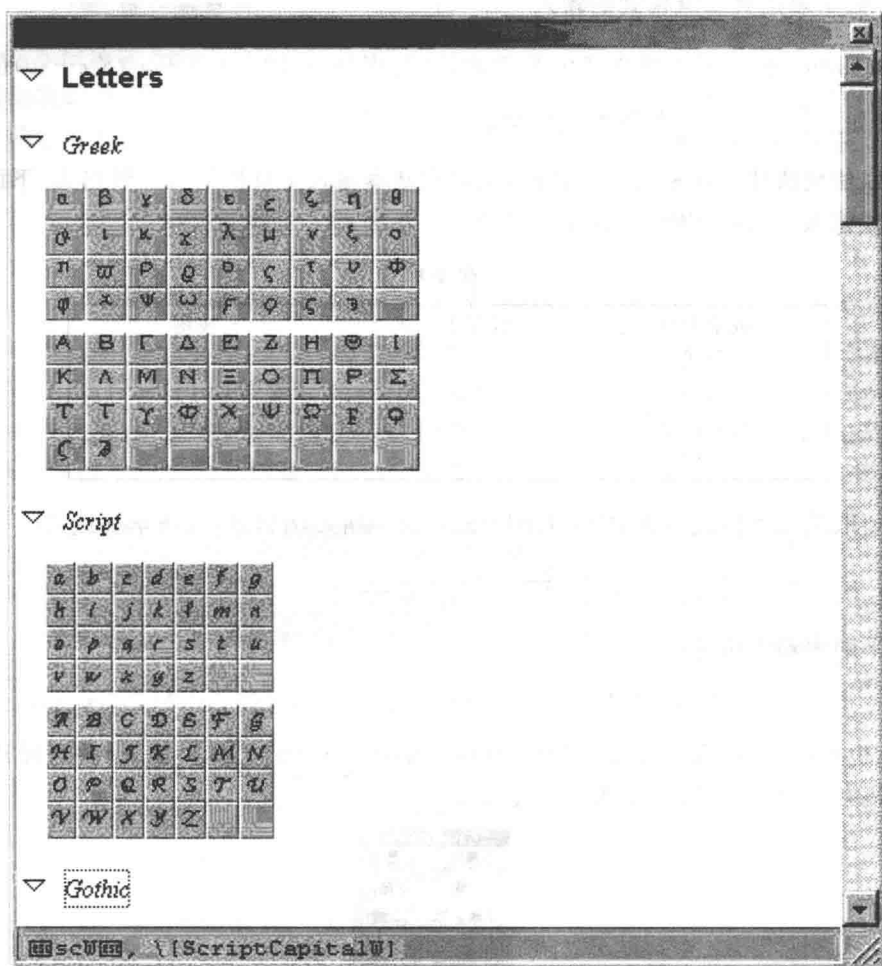


图 2-5

单击符号后即可输入。

2.1.3 Mathematica 的联机帮助系统

使用 Mathematica 的过程中,常常需要了解一个命令的详细用法,或者想知道系统中是否有完成某一计算的命令,联机帮助系统永远是最详细、最方便的资料库。

2.1.3.1 获取函数和命令的帮助

在 Notebook 界面下,用? 或?? 可向系统查询运算符、函数和命令的定义和用法,获取简单而直接的帮助信息。例如,向系统查询作图函数 Plot 命令的用法可用? Plot,系统将给

出调用 Plot 的格式以及 Plot 命令的功能(如果用两个问号“??”,则信息会更详细一些). 而用? Plot * 则给出所有以 Plot 这四个字母开头的命令.

2.1.3.2 Help 菜单

任何时候都可以通过按 F1 键或点击帮助菜单项“Help Browser”,调出帮助菜单,如图 2-6 所示,其中的各按钮用途如表 2-2 所示.

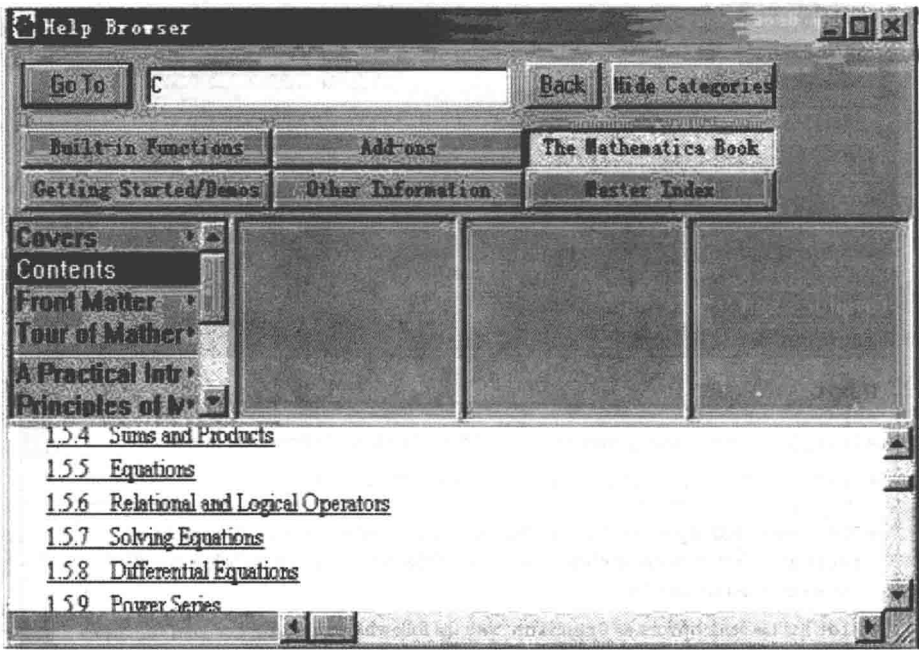


图 2-6

表 2-2

Built-in Function	内建函数,按数值计算、代数计算、图形和编程分类存放
Add-ons	有程序包(Standard Packages)MathLink Library 等内容
The Mathematica Book	一本完整的 Mathematica 使用手册
Getting Started/Demos	初学者入门指南和多种演示
Other Information	菜单命令的快捷键,二维输入格式等
Master Index	按字母命令给出命令、函数和选项的索引表

如果要查找 Mathematica 中具有某个功能的函数,可以通过帮助菜单中的 Mathematica 使用手册,通过其目录索引可以快速定位到自己要找的帮助信息. 例如,需要查找 Mathematica 中有关解方程的命令,单击“The Mathematica Book”按钮,再单击“Contents”,在目录中找到有关解方程的节次,点击相应的超链接,有关内容的详细说明就马上调出来了.

如果知道具体的函数名,但不知其详细使用说明,可以在命令按钮“Go To”右边的文本框中键入函数名,按回车键后就显示有关函数的定义、例题和相关联的章节. 例如,要查找函

数 Plot 的用法,只要在文本框中键入 Plot,按回车键后显示如图 2-7 所示的窗口,再按回车键,则显示 Plot 函数的详细用法和例题.

如果已经确知 Mathematica 中有具有某个功能的函数,但不知具体函数名,可以点击“Built-in Functions”按钮,再按功能分类从粗到细一步一步找到具体的函数.例如,要找画一元函数图形的函数,点击“Built-in Functions”/“Graphics and Sound”/“2D Plots”/“Plot”,就可找到 Plot 的帮助信息.

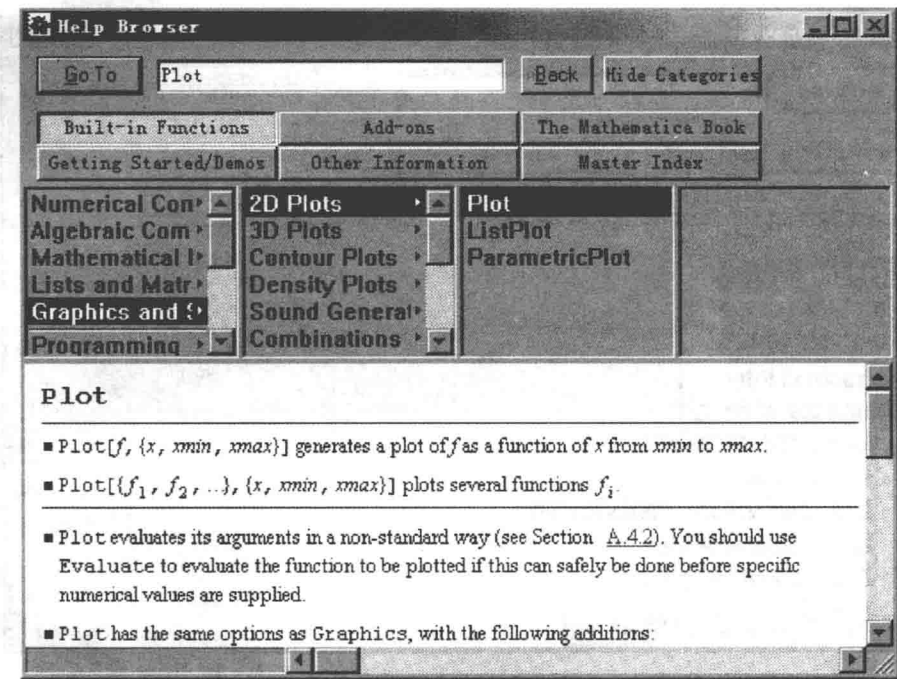


图 2-7

2.1.4 数据类型和常数

2.1.4.1 数值类型

在 Mathematica 中,基本的数值类型有四种:整数、有理数、实数和复数.

如果你的计算机的内存足够大,Mathematica 可以表示任意长度的精确实数,而不受所用的计算机字长的影响.整数与整数的计算结果仍是精确的整数或是有理数.例如,2 的 100 次方是一个 31 位的整数,如表 2-3 所示.

表 2-3

In[1]:	2^{100}
Out[1]:	1267650600228229401496703205376

在 Mathematica 中允许使用分数,也就是用有理数表示化简过的分数.当两个整数相除而又不能整除时,系统就用有理数来表示,即有理数是由两个整数的比来组成,如表 2-4 所示.