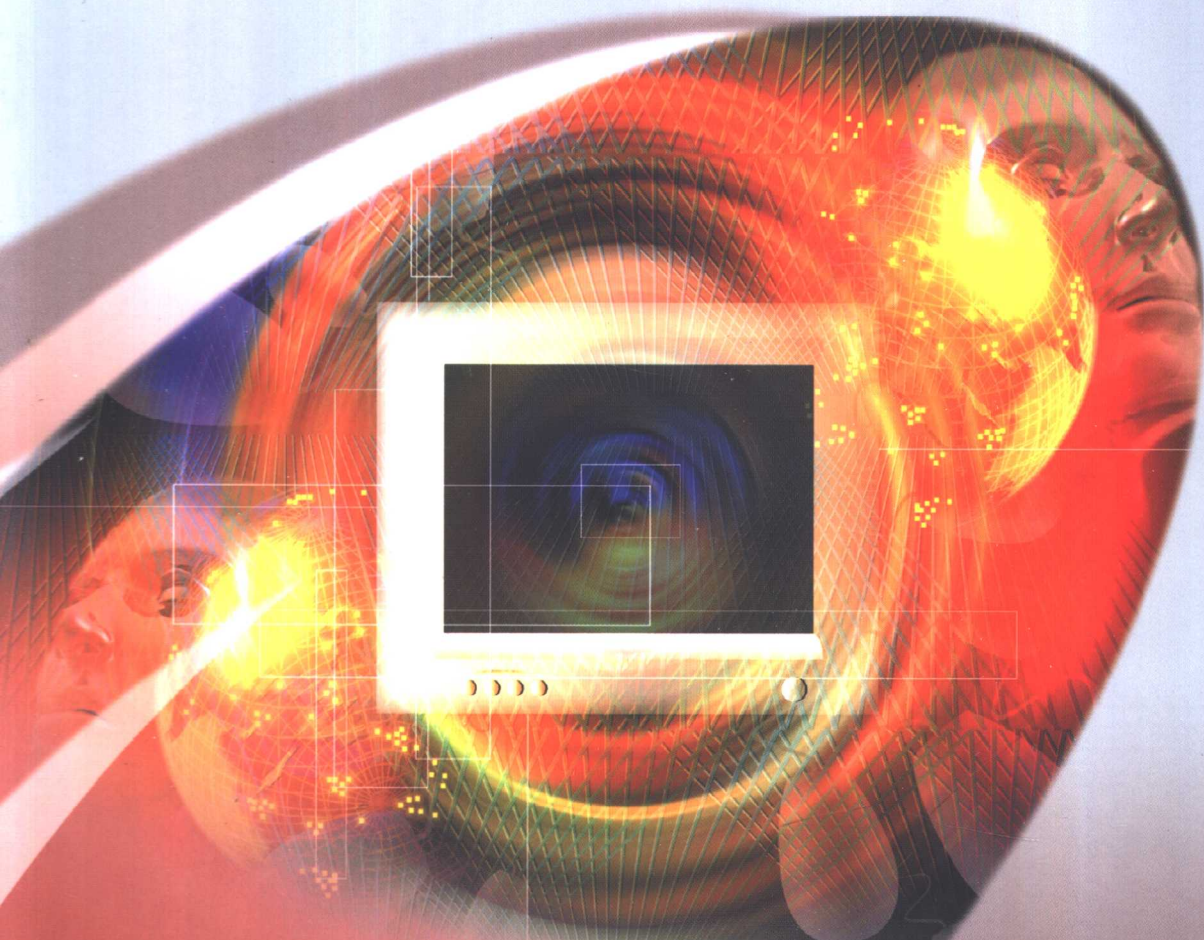


高等师范院校选修课教材

# 常用数学软件

课程教材研究所 编  
数学课程教材研究开发中心



人民教育出版社

清华大学出版社

# 常用数学软件

清华大学出版社

清华大学出版社



高等师范院校选修课教材

# 常用数学软件

课程教材研究所 编著  
数学课程教材研究开发中心

人民教育出版社

**图书在版编目 (CIP) 数据**

常用数学软件/人民教育出版社中学数学室编. —北京: 人民教育出版社, 2003  
高等师范院校小学教育专业数学教材  
ISBN 7-107-17052-X

- I. 常...
- II. 人...
- III. 数学—应用软件—师范大学—教材
- IV. 0245

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 078076 号

人民教育出版社出版发行

(北京沙滩后街 55 号 邮编: 100009)

网址: <http://www.pep.com.cn>

人民教育出版社印刷厂印装 全国新华书店经销

2003 年 9 月第 1 版 2003 年 9 月第 1 次印刷

开本: 787 毫米×1 092 毫米 1/16 印张: 20

字数: 450 千字 印数: 0 001 ~ 3 000 册

定价: 21.90 元

人民教育出版社 课程教材研究所  
高师小学教育专业数学教材编写委员会

总 主 编:王 元

编 委:(以姓氏笔画为序)

马 凯	方明一	王长沛	王 蕾	田宏忠
邓映蒲	刘凤翥	刘京莉	刘思清	刘效丽
刘意竹	孙玉宝	孙 圻	江汉勋	李同贤
纪运如	宋 兵	陈 耘	张 艾	林奇青
林炳生	金成棕	郇中丹	胡永建	周 辉
章建跃	高 荆	唐京伟	陶晓永	黄世立
黄浪波	曾文艺	曾庆黎	梅全雄	曹 磊
舒振文	梁楚材	董丽波	傅耀良	蔡俊亮
颜其鹏	魏 纶			

策 划:颜其鹏

本 册 主 编:傅耀良

本册副主编:郇中丹

编写人员:傅耀良 郇中丹 林建祥

特约审稿:林建祥 朱万森

责任编辑:颜其鹏

# 总 序

我国小学教师的职前培养,现在面临两个重大转变。第一,面临师范教育结构调整。小学教师的合格学历将由中等师范学校毕业提高到大专以上水平。根据《高等教育法》有关规定,招收高中阶段毕业生,实行三年专科教育和四年本科教育,是我国培养专科以上学历小学教师的主要形式。第二,基础教育,包括小学教育,正处于重大改革的初期。2001年教育部颁发了《基础教育课程改革纲要(试行)》,大力推进基础教育课程改革,调整和改革基础教育的课程体系、结构、内容,构建符合素质教育要求的新基础教育课程体系。课程改革引发了教育观念、教学方法的变革。教育改革的新形势向小学教师的职前培养提出了全新的要求。

在这样的背景之下,2003年1月,教育部师范教育司制定的《三年制小学教育专业课程方案(试行)》正式颁布,针对教师专业化的国际趋向和小学教师的培养特点,提出了一整套培养高中起点三年制大专学历小学教师的课程设计方案,并着手组织编写小学教育专业教材。

长期以来,一直承担着师范教育课程教材研究、开发和编写任务的人民教育出版社、课程教材研究所,根据我国高师小学教育专业课程教材改革的需要,组织了“高师小学教育专业数学课程设置与教材建设”课题组,邀请了中国科学院、北京大学、北京师范大学、首都师范大学、北京教科院、北京教育学院、华中师范大学等单位的专家学者和全国各地的资深师范教育专家和教师参加。本课题组对我国高等师范教育的新兴门类—小学教育专业的数学课程设置和数学教材建设进行了大量的调查研究,对新世纪国际小学教师培养中数学课程体系的发展趋势进行了探讨,并总结了我国十多年来各地高师小教大专数学课程、教材和教学改革试验的成功经验,从而构建了能反映我国小学教师培养体制改革的时代要求、建立小学教师合理数学知识结构和教育素养的数学课程教材体系,其中有些科目如现代数学概论、数学实践、常用数学软件、数学建模和数学文化等还填补了我国高师小学教育专业数学教材的空白。在此基础上编写了这套高等师范小学教育专业数学教科书。

这套教科书充分吸收了以往培养小学教师各级各类专用数学教材的优点,努力突出数学课程教材的时代性和前瞻性,贴近国际教育改革和我国基础教育课程改革的前沿,体现新的教育理念;力求体现高师小学教师教育的基础性、专业性和师范性,促进小学教师专业化水平的提高;既注重数学素养的提高,又注意体现人文精神,还具有可读性和可操作性;同时延续了中等师范教育教材注重教学技能和创新能力培养的良好传统。

这套小学教育专业数学教科书包括:必修课《大学数学》、《高等数学基础(上、下册)》、《现代数学概论》、《数学实践》、《小学数学教学研究》;选修课《数学文化》、《初等数论》、《常用数学软件》、《数学建模》、《小学数学竞赛指导》、《离散数学》和《数学思想

方法》等十二科十三册教材（后两科 2004 年出版），供高师小学教育专业学生和小学教师继续教育学员使用。

本书在研究、编写过程中得到了全国高等师范院校数学教育研究会小教培养工作委员会的指导和帮助，还得到了大量一线教师的帮助和支持。

王元  
2003年7月14日

# 序

我很高兴向大家推荐《常用数学软件》这本书。它内容丰富,叙述清楚,系统性强。它由浅入深地引导学习者掌握这些软件,包括如何操作,如何在学习平台上探索,进行实验,如何设计,进行二次开发,如何通过编程扩大平台的功能。通过几个软件的学习,可以理解如何把信息技术用于数学课程的整合,改善数学的学习。

本书所介绍的四个数学工具软件都是国内比较通用的。四个软件各有特点,有的可帮助人们进行复杂的计算,减少解题过程中的机械思维和某些重复性劳动;有的可帮助学习者通过自主探索,促进思考,产生猜想,体验探索、创新的乐趣。例如,《几何画版》为用户提供了一块画几何图形的“画板”,所见即所得,不用编程。画出的几何图形无论如何拖动、变化,它能够动态地保持给定的几何关系。学生利用《几何画板》可完成某些数学实验,提高探究能力。它是数学学习平台的一个成功案例。又如,《Mathematica》的功能特色是:在一个相对独立的系统中,采用一种统一的编程语言,处理各种各样的计算问题。它所处理的对象种类几乎覆盖大学数学中的所有主要内容。它还具有多种自我扩充的功能。《青鸟师友》是具有较强数学功能的多媒体写作工具,有开发多种多样像《几何画板》那样的学习平台的能力。

我们看到,根据建构主义的方法论,找出知识体系的基本成份,组织成可操作的模拟、模型的结构表示,再组织成学习平台。对象与操作是两个基本概念。按视窗的办法,把对象放到窗口中,而把操作作为多级菜单的选项。每个选项即按钮,后面连上复杂性不等的程序。把程序作为黑箱,学习者不必了解,只要了解其功能,选择按钮点击,启动程序,就可完成对指定对象的指定操作,即实现所见即所得。在平台上,操作菜单选项,就像搭积木,可以建立模型并可以进行操作,可以进行探试,进行实验,这种平台可以说是有力的认知工具。在底层程序的支持下,把隐藏的数学关系外在化,用适当的方式揭示出来。学习者可以在较高的层次上进行思考、学习与认知(而学习者可以完全不觉得操作平台背后有程序)。

《几何画板》菜单选项背后的程序是重要的。由于程序功能的限制,《几何画板》的主要适用领域仅限于几何或初等数学。但是我们看到,《Mathematica》等数学软件包中所涉及的函数已经覆盖全部高等数学,如果能合理地进行教学设计,仿照与《几何画板》类似的构建学习平台的思路,把每个函数的功能作为菜单选项,那么就可能得到适用面更广、更高一层的学习平台。由于学习者可以动手操作,可以自己建构知识,观察情景,提出猜想并进行分析,可以从更为宏观的知识背景,全面地理解知识,而不是记忆片段、孤立的条文,从而用深度的思考去代替表面的感受。我们从中可以看到把信息技术用于数学课程的整合,以改善数学学习的极大潜力。

更深一层来说,现代数学与计算机技术相结合而产生的威力无比的“数学技术”,已经渗



透到了与人类生存息息相关的各个领域。我国著名数学家王梓坤院士指出：“由于计算机的出现，今日数学已不仅是一门科学，还是一种普遍性的技术，从航天到家庭，从宇宙到原子，从大型工程到工商管理，无一不受惠于数学技术。因而今日的数学兼有科学与技术两种品质，这是其他学科所少有的。”一切高新技术本质上是数学技术。同时数学科学自身的品质也发生了变化。

综观数学发展历史，数学与计算机技术之所以有如此紧密的联系，是因为数学研究中始终存在一种不断追求基本成分，从而重组知识的倾向，这是一种极为有意义的方法论。这种倾向的积极成果是，由数与算的基本成份导致通用计算机的诞生。基于程序设计语言的发展和提高，人们把相当多的数学知识通过软件包重组、生成和表示出来。从现代数学知识建构的特点来看，数学可以看成是“模式的科学”，数学的发展过程可以看成是不断建构与重组模型的过程。技术、数学技术、软件包可以看做人类长期积累起来的数学智慧的结晶。

在数学的应用中，需要针对复杂的、非形式的客观对象和情景，通过试探，建立数学模型，也就是把次要的关系省略，而留下主要的关系，从而归约相关问题的复杂性。由于数学模型已形式化，于是就可以运用计算机的高速度、高精度计算功能，使许多过去认为无法解决的问题，甚至包括定理的严格证明和推导等，都能得以解决。

由于计算机的诞生、数学技术的发展，使人们研究数学的方式有了相应的改变。使得实验、尝试、模拟、猜测等不是纯形式的真正创造性的思维，与检验、调控、机器演算、机器证明一样，成为当今数学工作者研究数学、应用数学的重要方式。数学家们形式化的工作正越来越多地用计算机技术来代替，因而就有更多的精力去从事数学实验和其他数学实践活动，通过数学建模，把非形式化的问题形式化，去解决各种各样的实际问题和科研课题。

将现代信息技术应用于数学教育，一个重要的手段就是开展计算机数学实验。它有可能让学习者学会像数学家那样去思考问题，从中体验探索和创新的过程（尽管学习者的创新与数学家的创新有许多不同）。

计算机与数学教学的结合，国内开始很早，但长期进展不大，没有广泛地推广开来，究其原因，涉及多个方面。个人觉得存在几个认识上的误区。多媒体误区：用丰富多彩（却又相对死板）的多媒体，即用图形、动画等来显示信息，虽然有直观形象的优点，但并没有触及数学思维能力训练的核心。计算工具误区：有人认为计算工具对数学教学的作用不大。也有人过份夸大计算工具对数学教学的作用。像《Mathematica》等一类软件包，有很丰富的函数，有完成复杂计算的能力，能让人很快看到计算结果，它可以代替人们的某些思考。只要使用得法，它对于数学教学有积极作用。但是，如果把计算工具的作用夸大到不适当的程度，忽视和削弱必要的思维训练，这就不可取。其实还有一个误区，就是认为信息技术必须支持定理证明，否则等于无用。实际上，定理证明系统问世后，人们才发现，重要的不是告诉你定理证明的答案，而是数学思考的过程，是思维的训练，是如何得到问题解答的方法。《几何画板》问世，给人们很多启发。它有高效率的程序，能发挥绘图工具、计算工具的作用，更重要的是，它被设计为平台，人们可以灵活操作，自主探索，它支持计算机数学实验，促进思考，而且是高层次的思考，确实能起到认知工具的作用。我们认为，开发学习平台的正确方向是：

充分体现“益智”功能,有效地促进学习者聚焦于当前学习重点、难点的思维。在此基础上实现左右脑交互,手脑结合(在观察情景、自我探试过程中,学习解决问题,从而克服上述误区的缺陷)。

如同物理、化学、生物实验需要仪器和材料一样,计算机数学实验需要计算机和数学软件。对于广大青少年学生来说,需要一个简单易用且功能齐全的计算机数学实验环境。对于数学教师来说,需要一批数学工具软件和数学课件开发平台。广大师生都需要好的软件教材。

有一本像《常用数学软件》这样的软件教材,实在是填补目前急需的空白。我们预期,经过一段时间的努力,把符合时代精神的教学新观念落实到课程教学改革中,广大师生更新教法、更新学法以后,数学教育的质量会得到大面积提高。

林建祥

2003年6月28日 于北京大学中关园

MJ560/01

# 前 言

为了顺应数学学科在研究重点、应用范围和研究方式等方面的发展趋势,在新一轮数学教育改革中,要求人们更新观念,努力使数学课程的目标、内容、教学模式、教学手段和学习方式等更加充分地反映信息时代的特点。计算机作为信息处理工具,它能够完成越来越多的程式化工作,其中包括算式运算、作图和数学证明,它还可以促进学习者在更高层次上的思维与认知。计算机的这些功能对数学教育以培养学生理性思维能力为主的目标以有力的支持。计算机、信息技术与数学教育的关系如此密切,决定了信息技术与数学课程的整合是顺理成章的。

将现代信息技术应用于数学教育,会使数学教育的技术化趋势越来越明显,计算机以及相关的数学软件将成为学生学习数学和解决问题的有力工具,同时会促进学生在学习数学的方式发生改变,能有力地支持数学学习过程中的发现、探究、猜想、质疑等认知活动,使学生更加主动地在动手操作中学习,更好地体现学习的自主性、合作性、研究性,有利于构建充满生命力的数学课堂教学运行体系,有效地促进学生的发展,提高数学教育质量。同时,在一定程度上会促进科学课程学习的变革。

《常用数学软件》是师范院校新开设的一门数学选修课程。开设这门课程的宗旨是让学生学会一些常用的数学工具软件的使用方法,并运用这些数学工具软件去做数学实验,亲身体验数学的创造与发现过程,让学生学会自己提出问题,自己找出规律,自己动手解决问题。

本书作为《常用数学软件》这门课程的教材,主要供各级各类师范院校选用。同时,也可供广大教育工作者、广大数学爱好者阅读和使用。

本书的主要内容包括《几何画板》、《青鸟师友简介》、《Mathematica》和《Maple 简介》等四章。所介绍的这几种软件都是目前国内外软件市场上比较有影响的数学工具软件,它们各具特色。

其中,《几何画板》是由美国 Key Curriculum 出版社出版的一套数学工具软件。中文版《几何画板》于 1997 年由人民教育出版社汉化并独家出版发行。运用《几何画板》可从变化的图形中发现恒定不变的几何规律。学生利用《几何画板》可完成某些数学实验,提高探究能力。教师利用《几何画板》可以开发有实用价值的课件。

《青鸟师友》由北京大学青鸟软件工程公司研制成功(由中国科学院院士杨芙清主持研制)。在众多的多媒体创作工具中,《青鸟师友》以数学功能强,且便于教师备课、授课,支持较为复杂的数学教学设计而显示其特色。它不仅可以直接地显示静态的数学表达式和函数图象,而且可以利用字符串处理功能实现字符串的动态输入、编辑和加工,可以通过符号演算系统进行公式计算,还可以直观地显示动态的数学表达式,动态地定义函数表达式和绘制函数图象。

《Mathematica》是由美国 Wolfram 公司开发的数学工具软件。它是当今世界用于科技计

算的、给出充分的集成环境的专用软件。自 1988 年第一次发布以来,它对科技及许多其他领域的计算机使用方式产生了深刻的影响。它能够处理各种各样的计算问题,包括各类数值计算、初等代数运算(含多项式运算、三角函数运算、解方程、解不等式等)、微积分运算(含求导数、不定积分、定积分、极限与无穷级数运算、解微分方程等)、线性代数问题(含矩阵运算、求解线性方程组等)、概率统计问题等等。此外,它还能生成二维函数图象、三维函数图象和动态图形等,还有声音处理的功能。只要调用,就有结果输出。

《Maple》也是一个具有强大符号运算、数值计算、图形处理等功能的交互式计算机代数系统。所谓计算机代数系统是指能够对符号和表达式进行运算,并能够求解方程和处理函数的计算机软件。它最初是加拿大沃特卢大学的一些研究者的研究成果。在数与形构成的数学世界中所出现的各类对象,都是《Maple》的处理对象。它与《Mathematica》的功能大体相同,可以相互替代。

本书的编写力求突出数学与计算机技术整合这条主线,引导学生积极参与数学的活动过程(猜想与论证、探索与推理、计算与检验、提出与解决问题等),教会学生算得快,画得快,能快速地模拟各种客观过程,通过动手操作加深对数学知识和数学思想方法的理解,并把这些数学工具软件作为学习数学和解决复杂问题的有力工具,把计算机作为有效的认知工具。

本书的内容与中小学数学教材、大学数学教材的内容密切联系,与信息技术等课程的内容前后衔接、有机结合。各章的例题数量充足,系统性较强,便于学生理解和掌握。各章的习题配备体现“少而精”的原则,部分习题具有探索性、综合性和开放性。

考虑到各地、各校在教学条件、教学环境、课时安排等方面有所不同,本教材在使用上有一定的“弹性”。各章的内容自成体系,各自构成一个相对独立的模块,各校教师在教学中可根据实际需要和课时数灵活选用。

本书各章的参考课时数为:第一章约 15,第二章约 12,第三章约 21,第四章约 6,合计约 54 课时。

本书由人民教育出版社组织编写。由傅耀良(江苏省数学特级教师)担任主编,编写第一、第二章;由郇中丹(北京师范大学数学系教授)担任副主编,编写第三、第四章。

北京大学林建祥教授(全国 CBE 学会副理事长)审定了全书的编写大纲和编写方案,审定了全书内容,提出了重要的修改意见,并撰写了本书的序言和第一章末的总结。北京大学朱万森教授作为《青鸟师友》这一软件的主要设计者,审核了本书第二章《青鸟师友简介》的书稿,并提出了重要的指导性意见。

在由人民教育出版社主办的教材审稿会上,王长沛教授(北京市数学会副理事长)、梅全雄副教授(华中师范大学数学系)、龚奇夫老师(湖北沙洋师专)、陈文绪老师(重庆璧山师范)、孙玉宝老师(安徽蚌埠师范)、周辉老师(湖南第一师范)、宋家骥老师(河北保定师专)等都对书稿的修改提出了宝贵的意见。在此一并致谢。

本书的编写工作具有一定的开创性、探索性,书中难免有疏漏之处。恳请各地教师和广大读者提出批评和建议,以便再版时改进。

编者  
2003 年 6 月

# 目 录

<b>第一章 几何画板</b> .....	1
<b>第一节 《几何画板》概述</b> .....	1
一、主要功能 .....	1
二、界面简介 .....	5
三、工具箱 .....	5
四、菜单和命令 .....	6
<b>第二节 《几何画板》的基本操作</b> .....	10
一、画图工具的使用.....	10
二、对象处理.....	12
三、菜单的使用.....	13
四、文本处理.....	18
五、文件处理.....	19
<b>第三节 绘制几何图形</b> .....	19
一、平面几何图形的绘制.....	19
二、立体几何图形的绘制.....	26
<b>第四节 绘制函数图象和方程曲线</b> .....	31
一、函数图象的绘制.....	31
二、方程曲线的绘制.....	38
<b>第五节 度量与计算</b> .....	44
一、度量.....	45
二、计算.....	49
三、利用《几何画板》的度量与计算功能解题.....	51
<b>第六节 轨迹与动画</b> .....	53
一、生成动点轨迹.....	54
二、生成动画.....	58
<b>第七节 综合应用举例</b> .....	66
<b>第二章 《青鸟师友》简介</b> .....	91
<b>第一节 《青鸟师友》的主要功能</b> .....	91
一、系统的总体结构.....	91
二、系统的主要功能.....	92
三、工作界面.....	94
四、工具条.....	95
五、菜单和命令.....	95
<b>第二节 《青鸟师友》的基本操作</b> .....	100
一、文本制作 .....	100

二、文件处理 .....	102
三、图元工具条的使用 .....	104
四、对象的排列控制、可见与不可见 .....	105
五、动画播放 .....	108
第三节 图形绘制与变换 .....	109
一、几何图形的绘制 .....	109
二、图形的变换 .....	114
第四节 绘制图象 .....	118
一、函数图象的绘制 .....	118
二、方程曲线的绘制 .....	122
第五节 符号演算 .....	125
一、数学表达式的格式 .....	125
二、数学常数 .....	126
三、用于符号演算的数学表达式 .....	126
四、符号演算的实施 .....	128
第六节 综合应用举例 .....	132
<b>第三章 Mathematica .....</b>	<b>148</b>
第一节 Mathematica 概述 .....	148
一、主要功能 .....	148
二、安装、启动与退出 .....	148
三、Mathematica 的交互界面 .....	150
第二节 Mathematica 的基本操作 .....	151
一、基本记号 .....	151
二、工具栏(Palettes)的使用 .....	152
三、帮助系统(Help Browser)的使用 .....	153
第三节 Mathematica 的基本输入 .....	153
一、数值表示和计算 .....	153
二、变量 .....	157
三、函数 .....	158
四、表 .....	159
五、表达式 .....	160
六、其他常用功能 .....	161
第四节 初等代数运算 .....	163
一、代数表达式的运算 .....	163
二、解方程 .....	168
三、解不等式 .....	173
第五节 自定义函数 .....	173
一、自定义函数 .....	174
二、函数规则 .....	177
第六节 微积分运算 .....	178
一、极限运算 .....	179
二、求导运算 .....	182

三、积分运算 .....	185
四、级数 .....	189
五、微分方程 .....	195
第七节 线性代数 .....	204
一、矩阵的输入与输出 .....	204
二、矩阵运算 .....	206
三、解线性方程组 .....	210
四、特征值和特征向量的计算 .....	212
第八节 统计 .....	214
一、数据整理 .....	215
二、描述性统计 .....	217
三、统计图 .....	222
四、分布函数 .....	227
第九节 作图 .....	232
一、二维作图 .....	232
二、三维作图 .....	245
三、动画和音响 .....	251
第十节 程序编制 .....	255
一、程序的控制结构(顺序、条件、循环) .....	255
二、模块和程序包 .....	260
第十一节 综合应用举例 .....	265
一、Sierpinski 图形 .....	265
二、最值问题 .....	267
三、向量分析 .....	270
<b>第四章 Maple 简介 .....</b>	<b>278</b>
<b>第一节 Maple 概述 .....</b>	<b>278</b>
一、主要功能 .....	278
二、安装、启动与退出 .....	278
三、界面简介 .....	280
四、基本操作 .....	280
<b>第二节 Maple 的简单应用 .....</b>	<b>280</b>
一、算术运算 .....	281
二、函数运算 .....	282
三、初等代数运算 .....	284
四、微积分运算 .....	286
五、线性代数运算 .....	291
六、作图 .....	295
<b>参考文献 .....</b>	<b>304</b>

# 第一章 几何画板

《几何画板》(The Geometer's Sketchpad)是由美国 Nicholas Jackiw 设计、Key Curriculum 出版社出版的优秀数学软件,原版为英文.该软件为用户提供了一块“画板”(即绘图窗口)、一组绘图工具和一批功能选项,在此画板上可以绘制各种各样的几何图形(包括函数曲线等).《几何画板》与一般的绘图软件相比,最突出的特点在于画板上的几何图形无论如何变化,都能够动态地保持恒定的几何关系.

中文版的《几何画板》于 1997 年由人民教育出版社独家出版发行.最初推出的是 3.05 版.2001 年,《几何画板》4.0 版通过专用网站([www.keypress.com](http://www.keypress.com))发布.后来,又推出了《几何画板》4.03 版.

作为数学工具软件,《几何画板》具有易学、易用、对硬件要求不高等优点,受到广大师生(尤其是数学教师和数学爱好者)的欢迎和赞誉.它适用于平面几何、立体几何、解析几何、代数(尤其是函数部分)教学.学生利用《几何画板》可以做某些数学实验,解决与图形相关的数学问题,有效地提高思维能力和探究能力;教师利用《几何画板》可以开发实用性很强的课件.

本章先简要介绍《几何画板》4.03 版的主要功能和基本操作.在此基础上,将通过大量的实例介绍使用《几何画板》绘图、实现图形变换、显示动态图形、做数学实验、解数学题、制作数学课件的具体方法.

## 第一节 《几何画板》概述

### 一、主要功能

当人们初次接触一个新的工具软件时,首先关心的是它究竟有哪些功能?使用这个软件能做哪些事?

这里,先粗略地介绍《几何画板》的基本功能,并将这些基本功能作分类和归纳,指出该软件的主要功能,使读者先对使用《几何画板》能做哪些事有一个初步的了解.在本节第三、第四部分,将对《几何画板》的基本功能作较详细的介绍.

《几何画板》具有 Windows 应用程序的一致风格:通过各级功能菜单中的命令选项和工具箱中的工具提供各种基本功能;由若干种基本功能可组合成多种不同的复合功能.例如,在选择状态下用鼠标选中画板上已画成的某一条线段,然后执行“构造/中点”选项,就可画出该线段的中点.其中“画出线段的中点”就是《几何画板》的一个基本功能.又如,通过若干步操作(其中执行了多个菜单中的命令选项),可在直角坐标系中画出函数  $y = \sin x$  的图象.这一过程就实现了《几何画板》的一个复合功能——画出函数  $y = \sin x$  的图象.

《几何画板》通过工具箱和多级菜单所提供的功能选项有上百个,因此它的基本功能就有上百个.从这上百个基本功能中,可归纳出以下一些主要功能:



### 1. 绘制几何图形

利用《几何画板》工具箱中的画图工具,可以直接在画板上画出点、线段、射线、直线和圆.

利用《几何画板》的“构造”菜单中的某些命令选项,可以分别画出某条线段的中点、两条线或者两个圆的交点;连点成线;过某点作某条直线的垂线、平行线;作某个角的平分线;根据指定要求画圆(或弧);给某个封闭图形填充等等.

合理使用《几何画板》的工具箱和多级菜单中的命令选项,可以绘制出各种几何图形(详见本章第三节各例).

### 2. 变换几何图形

利用《几何画板》的“变换”菜单中的某些命令选项,可以将被选中的几何对象(如点、线、多边形、圆等)作平移、旋转、缩放、反射等多种变换,从而生成新的几何对象(参阅本章第三节例 3.3、例 3.4、例 3.9、例 3.10 等).

### 3. 度量与计算

利用《几何画板》的“度量”菜单中的某些命令选项,可以度量出以下各种量:某两点(或一点和一线)之间的距离;线段的长度;直线的斜率;圆的半径和周长;图形的面积;角的大小(角度数或弧度数);某条弧所含的弧度数和弧长;两条线段的长度比;点在直角坐标系(或极坐标系)中的坐标.可以显示某条直线或某个圆在直角坐标系中的方程.能根据一组度量值(或计算值)生成对应数值表.

执行“度量/计算”选项以后,系统会自动弹出一个计算器,可用它做各种数值运算和函数运算等.既可以做与当前所画图形相关的运算,也可以做与当前所画图形不相关的运算.

利用《几何画板》的度量与计算功能,可以验证各种与图形相关的数学命题,解答某些数学题(详见本章第五节).

此外,在绘图过程中常常要用到《几何画板》的度量与计算功能,借助于度量和计算所得的中间结果,完成预定的绘图任务.

### 4. 绘制函数的图象和方程的曲线

利用《几何画板》的“图表”菜单中的某些命令选项,可以建立坐标系(直角坐标系或极坐标系),并显示坐标网格;能根据某一组有序数值在给定的坐标系内画出相应的点.

将“图表”菜单与“度量”菜单、“作图”菜单、“显示”菜单等配合使用,可以绘制各种函数的图象和方程的曲线(详见本章第四节).

### 5. 生成动点轨迹和动画

在《几何画板》中,执行“作图/轨迹”选项,就可按指定要求生成某个动点的轨迹.实现这一功能的条件是:某个动点  $B$  运动时所受的约束条件给定,且点  $B$  的运动又服从于另一个动点  $A$  (此时称点  $A$  为主动点、点  $B$  为从动点),而点  $A$  又始终位于某一条已知路径(线、圆、轨迹等).

例如,若点  $A$  在  $\odot O$  上,点  $B$  在  $OA$  的延长线上,且  $AB = OA$ ,那么,可以认为:点  $A$  是主动点,点  $B$  是从动点(它的位置完全取决于点  $A$ ).这时,若用鼠标同时选中点  $B$ 、点  $A$  和  $\odot O$ ,再执行“构造/轨迹”选项,就可立刻生成点  $B$  的运动轨迹——以点  $O$  为圆心、半径为  $OB$  的一个圆(见图 1-1).

在绘制函数的图象和方程的曲线时,常常要用到生成动点

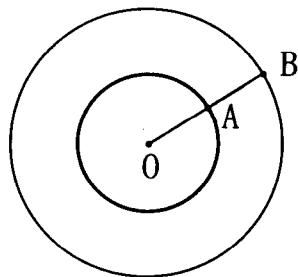


图 1-1