



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

张 森 主编

# 计算机辅助数学教学



北京航空航天大学出版社





普通高等教育“十一五”国家级规划教材

# 计算机辅助数学教学

张 森 主编

北京航空航天大学出版社

## 内容简介

本书阐述了计算机辅助数学教学的基本概念、多媒体数学课件设计的基本理论和多媒体数学课件的设计与开发过程,介绍了使用目前流行的多媒体编辑软件 PowerPoint 和 Authorware 开发制作多媒体数学课件的方法和技巧,讨论了信息技术与数学课程整合实验中普遍应用的优秀数学工具软件几何画板的使用方法,对计算机辅助数学教学的理论和方法进行了较为系统和全面的论述。

本书突出了计算机辅助数学学科教学的特点,内容选取恰当,结构严谨合理,将基本使用方法和应用实例相结合,理论叙述深入浅出,操作步骤简捷实用,不仅可以作为数学与应用数学专业(师范类)学生的计算机辅助数学教学课程的教材,也可以作为中、小学数学教师学习数学课件制作的参考用书。

## 图书在版编目(CIP)数据

计算机辅助数学教学/张森主编. —北京:北京航空航天大学出版社,2007.7

ISBN 978-7-81124-100-6

I. 计… II. 张… III. 数学课—计算机辅助教学—教学研究—中学 IV. G633.602

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 086641 号

© 2007,北京航空航天大学出版社,版权所有。

未经本书出版者书面许可,任何单位和个人不得以任何形式或手段复制或传播本书内容。  
侵权必究。

## 计算机辅助数学教学

张 森 主编

责任编辑 陈守平

\*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(100083) 发行部电话:010-82317024 传真:010-82328026

<http://www.buaapress.com.cn> E-mail:bhpress@263.net

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

\*

开本:787×960 1/16 印张:20 字数:448 千字

2007 年 7 月第 1 版 2007 年 7 月第 1 次印刷 印数:4 000 册

ISBN 978-7-81124-100-6 定价:33.00 元(含光盘 1 张)

# 前 言

随着信息技术的迅猛发展和基础教育改革的不断深化,计算机技术在数学学科教学中的应用越来越普遍。作为未来将从事数学教育工作的数学与应用数学专业(师范类)的学生,在学习期间较为系统地掌握计算机辅助数学教学的理论、方法和技巧,对于适应未来的工作是非常必要的。本教材正是为了满足这一需要而编写的,旨在加强学生计算机辅助数学教学基本素养的培养,提高他们在数学教学中应用现代教育技术的实际能力。

本教材在内容选取上充分注意了计算机辅助数学学科教学的特点和学生学习的实际需要,注重理论与实践的结合,在较系统地介绍计算机辅助数学教学理论的基础上,详细介绍了使用多种课件编辑系统制作多媒体数学 CAI 课件的方法和技巧,并提供了较为充分的应用实例,既使学生掌握必要的教育技术理论,又使其熟悉计算机辅助数学教学常用软件的使用方法,熟练掌握多媒体数学课件的制作与使用,为将来的教学工作打下坚实的基础。

本教材第 1,2 章主要介绍了计算机辅助数学教学的基本概念和多媒体数学课件设计与制作的基本原理与方法。第 3 章比较详细地讨论了使用 PowerPoint 2003 制作多媒体数学课件的方法和技巧。第 4 章至第 6 章比较全面地叙述了使用 Authorware 开发多媒体数学课件的基本方法,并介绍了使用 Authorware 开发多媒体数学课件的编程技巧。第 7,8 两章讨论了具有工具平台特点的数学课件专业开发工具——几何画板的使用。本书在编写过程中注意了教材的实用性和实效性,对理论知识的叙述简明扼要,增加了大量的课件制作实例,以有助于学生的学习和实践。教材中涉及的教学理论均力求结合最新的研究成果编写,教材中使用的各类软件采用了目前流行的最新版本。

本教材配备光盘。光盘中包含供教师使用的电子讲稿、供学生学习使用的电子文档、教材中的全部示例程序和学生上机实验所需要的基本素材。

本教材由张森在其原有讲义的基础上,重新制定编写大纲,重新修订编写,并完成了全书的审核和定稿。其中,张森编写了第 1,2 章,籍法俊参加了第 3,4 章的编写工作,高怀金参加了第 5,6 章的编写工作,郭霞参加了第 7,8 章的编写工作。

在教材的编写过程中,作者根据近几年从事计算机辅助数学教学的经验,试图从方便学习者的角度出发来处理有关内容,但由于水平所限,其效果未必完全如愿,不妥之处敬请读者批评指正。在此,感谢同事们几年来对计算机辅助数学教学课程提出了一些宝贵意见,感谢在多年的合作中北京航空航天大学出版社对我的信任。同时,对教材编写中参考的有关书籍、文章的作者也一并表示感谢。

编 者

2007 年 5 月

# 目 录

## 第1章 计算机辅助数学教学的概念与原理

|       |                    |    |
|-------|--------------------|----|
| 1.1   | 计算机辅助数学教学概述        | 1  |
| 1.1.1 | 计算机辅助教学的基本概念       | 1  |
| 1.1.2 | 计算机辅助教学的产生与发展      | 3  |
| 1.2   | 计算机技术与数学教育         | 6  |
| 1.2.1 | 信息时代的数学教育          | 6  |
| 1.2.2 | 计算机辅助数学教学的应用形态     | 9  |
| 1.2.3 | 计算机辅助数学教学的应用原则     | 13 |
| 1.3   | 计算机辅助教学的理论基础       | 16 |
| 1.3.1 | 行为主义程序教学理论与 CAI 设计 | 16 |
| 1.3.2 | 认知主义学习理论与 CAI 设计   | 18 |
| 1.3.3 | 建构主义理论与 CAI 设计     | 19 |
| 1.4   | 计算机辅助数学教学设计基本原理    | 21 |
| 1.4.1 | 数学教学设计的基本原理        | 21 |
| 1.4.2 | 计算机辅助数学教学设计的基本模式   | 24 |

## 第2章 多媒体数学课件的设计与制作

|       |                   |    |
|-------|-------------------|----|
| 2.1   | 多媒体数学课件的开发模型与系统分析 | 32 |
| 2.1.1 | 多媒体数学课件的开发模型      | 32 |
| 2.1.2 | 多媒体数学课件的系统分析      | 33 |
| 2.2   | 多媒体数学课件的系统结构与设计   | 34 |
| 2.2.1 | 多媒体数学课件的教学设计      | 34 |
| 2.2.2 | 多媒体数学课件的系统结构      | 34 |
| 2.2.3 | 多媒体数学课件的页面设计      | 37 |
| 2.2.4 | 多媒体数学课件的脚本系统      | 40 |
| 2.3   | 多媒体数学课件的编辑与制作     | 42 |
| 2.3.1 | 工具选取              | 42 |
| 2.3.2 | 素材准备              | 43 |
| 2.3.3 | 编辑整合              | 47 |
| 2.4   | 多媒体数学课件的测试与评价     | 48 |



|                               |                      |     |
|-------------------------------|----------------------|-----|
| 2.4.1                         | 调试修改                 | 48  |
| 2.4.2                         | 多媒体数学课件的评价           | 49  |
| <b>第3章 PowerPoint与演示型课件制作</b> |                      |     |
| 3.1                           | PowerPoint 基本使用方法    | 51  |
| 3.1.1                         | PowerPoint 2003 使用基础 | 51  |
| 3.1.2                         | 文本和图像的创建与编辑          | 54  |
| 3.2                           | 动画效果的使用与设置           | 64  |
| 3.2.1                         | 幻灯片中对象的动画效果          | 64  |
| 3.2.2                         | 幻灯片之间的切换方式           | 72  |
| 3.3                           | 课件导航结构与超文本结构         | 74  |
| 3.3.1                         | 课件的导航设置              | 74  |
| 3.3.2                         | 课件的超文本结构             | 77  |
| 3.4                           | PowerPoint 课件制作技巧    | 80  |
| 3.4.1                         | 课件版面设置技巧             | 80  |
| 3.4.2                         | 对象元素使用技巧             | 84  |
| 3.4.3                         | 放映方式设置技巧             | 92  |
| <b>第4章 Authorware 使用基础</b>    |                      |     |
| 4.1                           | Authorware 概述        | 96  |
| 4.1.1                         | Authorware 的特点       | 96  |
| 4.1.2                         | Authorware 的集成开发环境   | 97  |
| 4.1.3                         | 程序设计示例               | 104 |
| 4.2                           | 基本设计图标及应用            | 106 |
| 4.2.1                         | 显示图标及其应用             | 106 |
| 4.2.2                         | 擦除图标和等待图标            | 122 |
| 4.2.3                         | 声音图标与数字电影图标          | 127 |
| 4.2.4                         | 计算图标                 | 134 |
| 4.2.5                         | 移动图标与动画制作            | 136 |
| 4.2.6                         | 群组图标                 | 146 |
| <b>第5章 交互功能应用与课件结构设计</b>      |                      |     |
| 5.1                           | 交互功能及其应用             | 148 |
| 5.1.1                         | 交互图标及其属性设置           | 148 |
| 5.1.2                         | 按钮响应类型及应用            | 151 |
| 5.1.3                         | 热区域响应类型及应用           | 159 |
| 5.1.4                         | 热对象响应类型及应用           | 160 |



|                        |                      |     |
|------------------------|----------------------|-----|
| 5.1.5                  | 目标区响应类型及应用           | 163 |
| 5.1.6                  | 下拉菜单响应类型及应用          | 165 |
| 5.1.7                  | 条件响应类型及应用            | 167 |
| 5.1.8                  | 文本输入响应类型及应用          | 168 |
| 5.1.9                  | 按钮响应类型及应用            | 172 |
| 5.1.10                 | 时间限制响应类型和重试限制响应类型及应用 | 174 |
| 5.1.11                 | 事件响应类型及应用            | 176 |
| 5.2                    | 课件结构与流程控制            | 177 |
| 5.2.1                  | 导航图标                 | 177 |
| 5.2.2                  | 框架图标                 | 181 |
| 5.2.3                  | 一种多媒体课件结构设计          | 183 |
| 5.2.4                  | 判断图标及应用              | 187 |
| 5.2.5                  | 应用举例                 | 192 |
| <b>第 6 章 编程设计与软件发行</b> |                      |     |
| 6.1                    | 程序设计基础               | 195 |
| 6.1.1                  | 变量和变量面板窗口            | 195 |
| 6.1.2                  | 函数和函数面板窗口            | 198 |
| 6.1.3                  | 运算符与表达式              | 200 |
| 6.1.4                  | 计算图标编辑窗口的使用          | 201 |
| 6.2                    | Authorware 的编程设计     | 203 |
| 6.2.1                  | Authorware 程序的结构     | 203 |
| 6.2.2                  | 程序设计举例               | 205 |
| 6.3                    | 程序的调试与发行             | 220 |
| 6.3.1                  | 程序调试基础               | 220 |
| 6.3.2                  | 调试工具使用               | 221 |
| 6.3.3                  | Authorware 的发行功能     | 222 |
| <b>第 7 章 几何画板的基本功能</b> |                      |     |
| 7.1                    | 几何画板基本操作             | 224 |
| 7.1.1                  | 几何画板的特点              | 224 |
| 7.1.2                  | 几何画板的基本组成            | 225 |
| 7.1.3                  | 绘制基本的几何图形            | 227 |
| 7.1.4                  | 几何画板中对象的基本操作         | 230 |
| 7.1.5                  | 几何画板参数选项的设置          | 235 |
| 7.2                    | 构造几何图形               | 236 |



|       |            |     |
|-------|------------|-----|
| 7.2.1 | 构造菜单功能概述   | 236 |
| 7.2.2 | 图形构造举例     | 240 |
| 7.3   | 几何对象的度量    | 243 |
| 7.3.1 | 度量菜单功能概述   | 243 |
| 7.3.2 | 度量功能应用举例   | 247 |
| 7.4   | 图形变换功能     | 249 |
| 7.4.1 | 变换菜单功能概述   | 249 |
| 7.4.2 | 变换功能的应用    | 250 |
| 7.4.3 | 变换应用举例     | 254 |
| 7.5   | 按钮技巧与运动功能  | 256 |
| 7.5.1 | 移动与动画功能    | 256 |
| 7.5.2 | 显示/隐藏与系列按钮 | 261 |
| 7.5.3 | 按钮应用举例     | 264 |
| 7.6   | 图表菜单与函数图像  | 267 |
| 7.6.1 | 坐标系的操作     | 267 |
| 7.6.2 | 函数图像功能     | 270 |

## 第8章 几何画板应用技巧与范例

|       |               |     |
|-------|---------------|-----|
| 8.1   | 几何画板应用技巧      | 276 |
| 8.1.1 | 与外部文件的信息交换    | 276 |
| 8.1.2 | 多页面与滚动页面课件的制作 | 282 |
| 8.1.3 | 自定义工具的创建与使用   | 287 |
| 8.1.4 | 迭代功能的使用       | 291 |
| 8.2   | 应用范例          | 297 |
| 8.2.1 | 轨迹与函数图像的制作    | 297 |
| 8.2.2 | 对象变化、运动与控制    | 302 |
| 8.2.3 | 几何体的动画与表面展开   | 309 |

## 参考文献

|     |          |     |
|-----|----------|-----|
| 1.1 | 几何画板应用技巧 | 1.1 |
| 1.2 | 几何画板应用技巧 | 1.2 |
| 1.3 | 几何画板应用技巧 | 1.3 |
| 1.4 | 几何画板应用技巧 | 1.4 |
| 1.5 | 几何画板应用技巧 | 1.5 |
| 1.6 | 几何画板应用技巧 | 1.6 |
| 1.7 | 几何画板应用技巧 | 1.7 |
| 1.8 | 几何画板应用技巧 | 1.8 |
| 1.9 | 几何画板应用技巧 | 1.9 |
| 2.1 | 几何画板应用技巧 | 2.1 |

# 第1章 计算机辅助数学教学的概念与原理

## 1.1 计算机辅助数学教学概述

### 1.1.1 计算机辅助教学的基本概念

#### 1. 计算机辅助教育

计算机在教育领域中应用的不断深入,导致教学手段、教学方法、教材形式、课堂教学结构等方面发生了深刻的变化,从而促进了教育思想和教学理论的变革与发展。由此而产生的一系列相关的基本思想、理论观念和技术方法在实践中日渐积累,不断地丰富和完善,形成了一门教育学知识与计算机科学技术知识相结合的新兴综合学科——计算机辅助教育。计算机辅助教育译自英文 Computer-Based Education,简称 CBE。

计算机辅助教育是计算机在教育领域的各类应用的统称。发展初期,CBE 主要包括两个方面的内容:一是计算机直接用于支持教与学的各类应用,称为计算机辅助教学,即 Computer-Assisted Instruction,简称 CAI;二是计算机用于实现教学管理任务的各类应用,称为计算机管理教学,即 Computer Managed Instruction,简称 CMI。随着计算机在教育领域应用范围的不断扩大,CBE 的概念也有了新的扩展。例如,作为教学辅助材料的各类电子出版物,各种数字化的教学资料库和数字图书馆,Internet 上的丰富信息资源,都在教师教学和学生学习中得到了广泛应用,显然应该属于计算机教育应用的范畴。因此,计算机支持的学习资源,即 Computer-Supported Learning Resources,简称 CSLR,已经成为 CBE 的又一个重要领域。图 1-1 显示了目前较为流行的 CBE 概念范畴。

#### 2. 计算机辅助教学

如上所述,计算机辅助教学是计算机辅助教育中的重要组成部分。狭义地理解,CAI 是一种教学形态,是利用计算机的功能和特点,帮助或代替(或部分代替)教师执行教学任务,促使学习者实现有效学习的教学形态。

从“教”的方面理解,CAI 可以帮助教师合理地组织教学内容,方便地传递教学信息,高效地实现教学目标,从而更好地完成教学任务;从“学”的方

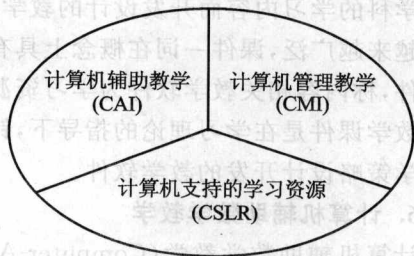


图 1-1 CBE 概念范畴



面理解,CAI 可以为学生提供一种良好的学习环境,有利于学生直观地观察和理解所学内容,有助于学生自己对未知世界的探索,便于学生与他人的协作和交流,从而更加有效地学习。

随着 CAI 的发展,CAI 的含义也更加广泛。实际上,CAI 是一项重要的新兴教育技术,代表了一个十分广阔的计算机应用领域,它包括将计算机用于为教师教学和学生学习的各类应用。

### 3. 多媒体技术与多媒体 CAI

多媒体(multimedia)技术是一种把文字(text)、图形(graphics)、图像(images)、视频图像(video)、动画(animation)和声音(sound)等表现信息的媒体结合在一起,并通过计算机进行综合处理和控制在多媒体各个要素进行有机组合,完成一系列随机性交互式操作的信息技术。多媒体 CAI 是多媒体技术在 CAI 中的应用,即多媒体计算机辅助教学,简称 MCAI。它指的是利用多媒体计算机,综合处理和控制在符号、语言、文字、声音、图形、图像等多种媒体信息,通过把多媒体的各个要素和教学内容按教学要求进行有机组合,合理呈现教学内容,通过一系列人机交互操作,有效进行教学过程的控制,从而完成教学任务。简言之,多媒体 CAI 就是利用多媒体技术进行的 CAI。

### 4. 教学软件

教学软件(instruction software)在概念上泛指各种能为教学目的服务的应用软件。教学软件可分为三类,一类是与具体教学内容没有直接关系,但可用于教学目的的工具软件,如一些通用的文字处理软件,可称之为内容无关教学软件;第二类是与教学内容相关,但又不是针对具体教学内容的软件,如一些与课程教学内容相关的电子学习材料等,可称之为内容相关教学软件;第三类就是根据具体的教学内容开发的教学软件,其内容是具体的、特定的,因此称之为内容特定教学软件。

### 5. 课件

课件译自英文 Courseware,其本意是课程软件。也就是说,课件中必须包含具体学科的教学内容。毫无疑问,课件在概念上属于教学软件,课件中的教学内容属于软件的数据部分。因此,按照上述教学软件分类方法,课件应属于内容特定的教学软件。也就是说,课件是针对具体学科的学习内容而开发设计的教学软件。目前,在计算机辅助教学中,内容相关教学软件使用越来越广泛,课件一词在概念上具有一定的局限性。为此,有的专家称内容特定教学软件为课件,称内容相关教学软件为学习资源,称各类内容无关的学习支持软件为学习工具。

数学课件是在学习理论的指导下,针对数学学科的具体教学内容,根据教学目的,采用一定教学策略设计开发的教学软件。

### 6. 计算机辅助数学教学

计算机辅助数学教学(Computer-Assisted Mathematics Instruction,简称 CAMI)是将计算机用于数学教学的一种教学形态,是计算机辅助教学在数学教学中的应用。具体地说,也就是在数学的教学中,利用计算机的各种功能,帮助教师完成教学中的各项教学任务,促使学生



更好地了解数学事实,理解数学难点,探索解决问题,形成良好的数学思维,培养其数学应用能力和创新精神,从而更有效地进行数学学习。

## 7. 多媒体计算机辅助数学教学系统

如同其他计算机系统一样,一个完整的多媒体计算机辅助数学教学系统也应该由硬件系统和软件系统所组成。

硬件系统主要包括多媒体计算机及其辅助硬件设备,如开发多媒体 CAMI 课件应配备的一些外部设备。软件系统不但像其他计算机系统一样要包括操作系统软件(如 Windows 系统、LINUX 系统等)和应用系统软件(如文字处理软件、多媒体素材制作软件、数学工具软件、课件编辑软件等),还应包括课件系统,即根据具体教学任务所开发的各类数学课件等。

## 1.1.2 计算机辅助教学的产生与发展

### 1. 计算机辅助教学产生的基础

同任何其他学科的产生一样,计算机辅助教学的产生和发展具有广泛的基础,主要包括物质基础、社会基础和理论基础 3 个方面。

计算机的诞生和发展奠定了计算机辅助教学产生的物质基础。随着计算机技术的出现和发展,计算机广泛应用于工农业生产、科学研究、军事、教育等各个领域以及人们日常生活中,成为社会发展的重要动力。计算机对教育发展的重要作用是多方面的,其中一个重要方面就是为教育的改革和发展提供了新的方法和技术手段,为计算机辅助教学的兴起打下了必不可少的物质基础。

信息社会对教育改革的要求构成了计算机辅助教学产生的社会基础。信息时代给人们的生活带来了许多变化,对社会各方面提出了新的要求,特别是对教育提出了更为迫切的要求,而这些要求用传统的教育方法是很难实现的,这就促使人们借助于信息社会中发达的技术手段来满足这些要求。计算机辅助教学就是人们利用计算机技术解决教学中的诸多问题的成功探索,它的产生与发展反映了社会发展的一种必然趋势。

行为主义心理学程序教学理论的提出为计算机辅助教学的产生提供了理论基础。计算机辅助教学思想的形成受到两个概念的影响:机器教学和程序教学。利用机器进行教学的概念是美国心理学家锡德尼·普莱西(Sidney Pressey)在 20 世纪 20 年代提出来的。他曾设计了一台自动教学机器,可以送出多个供学生选择的问题,并跟踪学生的回答。虽然,这在当时没有引起人们的普遍重视,但是这台机器的出现是机器辅助教学思想的萌芽。20 世纪 50 年代,美国教育心理学家斯金纳(B. F. Skinner)在此基础上提出了学习材料程序化的想法,后来就发展成为不用教学机器而只用程序教材的“程序教学”。作为存储和处理信息的计算机,是实现这些教学方法的一种理想工具。正是在这些理论的指导下,计算机成了教学的重要工具,从而产生了计算机辅助教学。



## 2. 计算机辅助教学的发展阶段

自 1958 年美国 IBM 公司设计并研制成功第一个计算机辅助教学系统,从而宣告人类开始进入计算机教育应用时代以来,计算机辅助教育在技术上经历了不同的发展阶段,计算机教育应用的理论基础也发生了几次大的变革。从技术上看,计算机辅助教育的发展大体上经历了 4 个阶段。

**形成阶段。**这个阶段大约在 1958 年至 1965 年之间。这一时期的主要特点是以一些大学和计算机公司为中心进行计算机教育应用的软件、硬件的开发研究工作,出现了一些有代表性的系统。

最早开展计算机辅助教育研究的是美国的 IBM 公司。1958 年,该公司利用一台 IBM650 计算机连接一台电传打字机向小学生教授二进制算术,并能根据学生的要求产生练习题,这是世界上第一个计算机教学系统。1961 年,该公司研制了包括心理学、统计学和德语阅读等内容的计算机辅助教学系统。在这一时期,IBM 公司还开发了专门为教学使用的程序设计语言(COURSEWRITER),利用这种语言能够方便地开发出交互式学习课件。

**实用化阶段。**这个阶段大约在 1965 年至 1975 年之间。这一时期的第一个特点是研究规模扩大,先期的研究成果大量投入应用;第二个特点是计算机辅助教育的应用范围不断扩大,并进一步趋向实用化。

在这一时期,计算机教育应用的学科领域更加广泛。除了数学、物理等科目外,在医学、语言学、经济学、音乐以及弱智儿童教育、情报处理教育、军事训练教育等多种学科教育领域均开展了计算机辅助教育的应用。

**发展完善阶段。**这个阶段大约是从 1975 年到 20 世纪 80 年代末。这一时期是计算机辅助教育快速发展并不断完善的时期,具有三个明显的特点:第一,大型的计算机辅助教学系统进一步完善;第二,微型计算机的出现,使计算机辅助教育的发展有了突破性的变化;第三,智能化计算机辅助教学的出现对计算机辅助教育的发展产生了重大影响。

**成熟阶段。**自 20 世纪 90 年代以来,计算机教育应用开始步入一个全新的阶段。计算机技术的高度发展和先进教育理论的兴起,使得计算机辅助教育开始真正成熟起来。这一时期计算机教育应用的显著特点是:多媒体化、网络化与智能化。特别是多媒体技术与网络技术的日益紧密结合,使得基于 Internet 的计算机教育应用迅速发展。同时,各种丰富多彩的教育信息资源不断出现,新颖的网上教学形式应运而生,计算机辅助教育已经成为现代教育发展变革的重要内容和主要趋势。

## 3. 计算机辅助教学的发展趋势

多媒体技术与网络技术的日益紧密结合代表了计算机教育应用的发展趋势。多媒体技术的教学应用是当前教育技术普遍关心的一个热点问题。它把教学内容按人类联想方式组织成教学信息,以文本、图形、图像、动画、视频影像和声音等多种媒体显示教学信息,借助友好的人机交互界面,让学习者通过交互操作进行学习。它为人类生活和学习创造出一个崭新的环境。



在这种新型的教学环境中,多媒体信息显示为学习者提供多样的外部刺激;多媒体联想式的非线性信息组织结构为学习者提供多种多样的探索知识的途径;友好的图形交互界面,为学习者提供良好的参与环境,有利于激发学习者的积极性。基于 Internet 的计算机辅助教育具有信息资源的丰富性、教学时空的无限性和人机优势互补性。多媒体技术与计算机网络技术的结合,为计算机的教育应用提供了无限广阔的发展空间。

#### 4. 计算机辅助数学教学的产生发展

1958年,美国的IBM公司首次成功地实现了利用一台IBM650计算机连接一台电传打字机向小学生教授二进制算术,在宣告计算机辅助教育产生的同时,计算机辅助数学教学也随之开始。

在计算机辅助教育的不同发展阶段,计算机辅助数学教学也得到充分发展。CAMI起步时,主要用在小学数学知识的教学上,如20世纪60年代初期,美国斯坦福大学进行的CAMI以帮助小学生掌握算术运算为主要目的。60年代中期以后,CAMI的研究已从小学数学教学的内容中拓展出来,如1966年,斯坦福大学研制的IBM1500教学系统中,就已经包括了数学逻辑和高等数学的内容。这一时期,人们不仅利用计算机帮助学生掌握数学运算,而且开始利用计算机帮助学生更深刻地理解数学知识。美国麻省理工学院开发了著名的LOGO语言,利用LOGO语言小学生可以很好地理解平面几何中的有关概念和定理,如三角形的概念、三角形的内角和等于 $180^\circ$ 等。从1975年开始,大量的微型机进入各级各类学校,计算机辅助数学教学的方式从传统的依托大型机和中型机的网络方式逐渐变化为单机方式,从使用大型的教学系统逐渐变化为使用小型的课件。多媒体计算机的出现,使得计算机辅助数学教学的模式、手段和作用等各个方面产生了重大而深刻的变化,课件开发也由过去主要采用程序语言设计演变为主要采用专业开发工具,如Authorware, Toolbook, PowerPoint等,使得广大教师可以直接参与到课件开发中。特别是针对数学专业所开发的专业软件,如The Geometer's Sketchpad, Matlab等,更为学生自主探索学习数学提供了崭新的教育技术平台。

#### 5. 我国计算机辅助数学教学发展概况

由于客观条件的限制,我国的计算机辅助教学开展得较晚。20世纪80年代初期,一些高等学校开始在微型机上开发计算机语言教学系统,数学、物理辅助教学软件包以及辅助英语教学系统。1986年原国家教委基教司成立了“全国中小学计算机教育研究中心”,专门负责中小学CAI的应用研究和CAI课件的评审和推广。1986到1990年的5年期间,连续召开了4届全国CBE学会年会。1990年5月和6月,北京数学会和上海数学会分别在北京大学和复旦大学召开了“计算机对数学教学影响讨论会”。原国家教委高教司1993年和1994年分别组织高等工科院校和理科院校成立CAI协作组,组织和指导高等学校CAI的应用和研究工作。1994年10月10家公司联合推出“软件联盟倡议书”,倡议联合开发计算机辅助教学软件和家庭学习辅助教学软件。1995年4月,经电子工业部批准,中国教育软件联盟正式宣告成立,随后覆盖中小学各学科的各种类型的教学软件在实际教学中得到推广应用。



中小学计算机辅助数学教学的快速发展是近几年的事情。1996年,教育部全国中小学计算机教育研究中心推广几何画板软件,以几何画板软件为教学平台,开始组织“CAI在数学课堂教学中的应用”研究课题。根据对研究和实践的反思与总结,中国教育报和光明日报等媒体连续发表《对计算机辅助教学的再认识》等系列文章,从而引发了国内对计算机辅助教学的大讨论。1998年6月全国中小学计算机教育研究中心设立“计算机与各学科课程整合”课题组,并将其列入“九五”重点课题的子课题进行立项。1999年1月研究中心组织召开了“计算机与各学科课程整合”项目开题会,“课程整合”项目开始走向有组织的研究阶段。2000年10月,原教育部部长陈至立在“全国中小学信息技术教育工作会议”的讲话中提出“努力推进信息技术与其他学科教学的整合”。在此期间,信息技术应用于数学教学的研究重点从如何发挥信息技术的辅助教学工具作用,转向更加关注信息技术作为认知工具的作用。广大数学教师 and 数学教学研究人员对信息技术与数学学科教学的整合进行了积极有益的探索,取得了一定成效,特别是使用几何画板革新数学教学的试验项目效果尤为显著。

2003年初,教育部制定的《普通高中数学课程标准(实验)》发布,其中课程的基本理念之一就是“注重信息技术与数学课程的整合”,并明确提出“高中数学课程应提倡实现信息技术与课程内容的有机整合”,“高中数学课程应提倡利用信息技术来呈现以往教学中难以呈现的课程内容”,“鼓励学生运用计算机、计算器等进行探索和发现”。可以预见,随着信息技术进一步的发展和学校教学条件的不断完善,计算机等现代信息技术设备将成为学生数学学习和探索的有力工具,这无疑将极大地影响数学教育的现状和未来发展。

## 1.2 计算机技术与数学教育

### 1.2.1 信息时代的数学教育

#### 1. 数学与计算机技术

数学的发展与计算机技术的发展是相辅相成、互相促进的。数学的发展是计算机技术发展的基础。美国著名的 LOGO 语言创始人之一、麻省理工学院教授西摩尔·帕伯特(Seymour Papert)曾把计算机称为“讲数学语言的生物”。计算机的硬件发展、软件开发都需要数学作支撑。计算机在其发展的每个历史关头,数学都起了关键的作用。通用计算机的概念最先是数学家巴贝奇提出的;图灵从数学上证明了制造通用数字计算机的可能性;冯·诺依曼的程序存储思想至今仍是现代计算机的设计指南。毫无疑问,计算机的进一步发展,包括新型计算机的研制(如大规模并行计算机、光计算机、量子计算机、生物计算机等)仍将借助于适当的数学理论与思想。计算机的强大功能,得益于强大软件功能的支持。软件是计算机的灵魂,而软件的核心是算法,所以其本身就是一种数学。

然而,计算机技术不但以数学发展为基础,它也对数学的发展起到了极大的推动作用。随



着计算机技术的发展,与计算机相关的数学分支也得以迅速发展,如几十年来与计算机同步发展的计算数学包括数值计算、符号演算、计算机图形学等已有巨大进展;一些古老的数学分支也因为计算机的进入而增添了新的活力,如几何定理的机器证明等。四色定理就是通过计算机得以证明的。

当前,数学和计算机技术的结合形成了“数学技术”,不但现代科学技术越来越表现为一种数学技术,在社会和经济发展中数学技术也起着举足轻重的作用。1991年美国国家研究委员会发表了一个题为《数学科学·技术·经济竞争力》的报告,该报告从美国的主要工业部门对数学的依赖性,从数学在产品周期的每一个环节中扮演的角色,从数学科学对建立技术基础并产生巨大经济效益的贡献,令人信服地说明“数学科学对经济竞争力生死攸关,数学是关键的、普适的、培养能力的技术”。

计算机的发展极大地增强了数学科学的地位。在某种意义上讲,是计算机技术的飞速发展把数学推上了从来未曾有过的重要位置。计算机技术为数学提供了通往科学、工程技术和 社会生活等广泛领域的通道,计算机开辟了一个信息时代,也开辟了一个数学化时代。在信息时代,数学的影响已经遍及人类活动的所有领域,成为推进人类文明不可或缺的重要因素,使得社会不断对公民的数学素养提出新的要求,从而对数学教育的目的、数学教育的内容和数学教育的方式提出了新的要求。

## 2. 信息时代数学“教与学”方式的变革

自从以计算机技术为代表的信息技术进入数学教育领域以来,它就在改变数学的教学方式方法中显示了无可比拟的强大优势。随着信息技术和数学教学、学习理论的不 断发展与结合,更是引发了数学教学理念、教学模式、学习方式和方法的深刻变革。这一变革虽然仍处在探索和实验阶段,但对数学教育的影响却非常明显并日益深入。

信息技术为先进的学习理论应用于实际教学提供了技术支持。建构主义是行为主义发展到认知主义以后的进一步发展,它是在吸取了众多学习理论的思想基础上发展和形成的,是目前十分流行的学习理论。然而,正是由于多媒体和网络技术的日益普及,建构主义学习理论才逐渐引起人们的广泛注意。因为只有强大的信息技术的支持,才能实现建构主义学习环境的理想条件。

信息技术改变了学生学习活动的性质和师生的关系。传统的教学过程中,学生是被动的学习者,教师是课堂的主宰者。为适应信息时代人才培养的要求,联合国教科文组织提出 21 世纪教育的四大支柱是学会认知、学会做事、学会共处、学会生存。这就要求学生在 学习中充分发挥学习的自主性,发挥自己的主观能动性,对知识进行探究学习,并让其充分个性化。然而,这种自主的探究式学习只能建立在现代信息技术基础之上。

由于信息技术为数学教学提供了多元化的信息渠道,一个人获取必要知识所花费的时间越来越短,教师将有更多的时间和精力,去关注学生个性、品格的培养,注意培养学生健康的心理,及时清除他们的心理障碍,指导学生养成高尚的情操、健全的心理,增强学生适应社会和服



务社会的能力。在教学过程中,教师也由知识的讲解者、传递者,变成了学生意义建构的帮助者、指导者、促进者。

信息技术对数学教学模式和方法产生了深刻影响。计算机的介入,把由“教师—内容—学生”三要素构成的传统的教学系统转变成了由“教师—计算机—内容—学生”四要素构成的教学系统。数学教学模式和教学方法发生了深刻的变化,主要特征如下:

第一,以多媒体技术和网络技术为主要内容的现代信息技术,为创建生动真实的学习环境提供了必要的技术条件。多媒体技术集成性、交互性的特征和图形化、可视化、人性化的教学设计,使得教学过程可以在一个丰富多彩、充满神奇变幻的环境下进行。模拟仿真技术可以为学生提供一个与事物发展形成的真实过程十分相似的情境。在这样的学习过程中,学生有一种身临其境的感觉,学习兴趣和学习的动机都会得到最大限度的激发,从而自觉地投入到学习中来。

第二,信息技术丰富了教师的教学手段。运用多媒体技术,一些过去只能通过思维、表象和想象领会的数学内容,可以得到直观地表示和处理。抽象的问题形象化、具体化,静态的问题动态化,较好地解决教学中的重点、难点问题,为学生理解和掌握抽象的数学知识提供条件,提高了课堂教学效率,增强了学习效果。

第三,在教学中提倡学生将计算机作为工具使用,大量的、繁杂的、令人乏味的数值计算可以交由计算机完成,使学生能将精力集中于问题的数学化过程,这样容易使他们认识到数学在解决实际问题中的作用,从而更加深入地思考数学,增强学习数学的动力。

第四,计算机技术为数学教学创设了“数学实验室”环境。数学与其他自然科学一样需要进行观察、实验、发现、猜想,在学习和使用数学的过程中同样需要利用尝试和试错、假说和调研、度量和分类等方法 and 技巧。计算机的使用强化了数学学习中实验过程的作用,把探索和发现看成是数学教学过程的重要组成部分,学生从“听数学”转变为“做数学”,为数学教学模式的改革开拓了新思路。

第五,基于信息技术进行个别化学习。根据学生的不同特征进行因材施教,通过现代教育技术手段给出不同学习环境、学习方式、学习内容选择,为每个学生提供最佳的教学支持,让学生自由选择学习内容、制定学习计划,自由安排学习时间、地点,从而自我获取知识、更新知识,较好地促进了学生个性的发展以及学习自主性、独立性的形成。

第六,基于信息技术开展协作学习。利用计算机网络建立协作学习的环境,通过小组或团队的形式组织学生进行学习。协作学习强调在学习过程中学生之间的交互活动,这种交互活动通常是以小组形式进行的。借助于网络和计算机来支持在师生之间、生生之间进行讨论、交流、协作,可以突破地域和时间上的限制,进行同伴互教、讨论交流、课外兴趣活动等协作性学习,有利于增强学生个体之间的沟通能力以及对学生个体之间差异的包容能力,强化学生合作精神和交流能力的培养。

第七,基于信息技术开展研究性学习。研究性学习是一种围绕课题来组织和展开学习的

学习模型。所谓课题是指那些以实际问题为基础的复杂任务。研究性学习具有自主性、研究性、开放性、综合性、多样性和实践性等基本特征,是现代信息技术在学习方式中的综合应用,现代教育信息技术所提供的丰富资源是开展“研究性学习”的必要条件。

对于具体的数学教学过程,广大数学教育工作者探索了多种形式的信息技术下的课堂教学模式。比如林君芬、余胜泉在信息技术与数学课程整合教学模式研究中提出的5种教学模式:“概念的归纳——获得教学模式”、“规律的应用——探究教学模式”、“几何概念、规律的‘数学实验’教学模式”、“基于Internet的数学计算应用——合作探索教学模式”和“基于Internet的综合性应用问题的合作研究学习模式”。这些具体的教学模式已经受到极大的关注,必将在具体的数学教学实践中进一步改进、完善和丰富,新的教学模式也将伴随着信息技术在数学教育中应用的不断深入而出现。

### 1.2.2 计算机辅助数学教学的应用形态

随着信息技术在教育教学中应用的不断深入,出现了各种各样的计算机辅助教学的模式。对当前一些在数学教学中常用的计算机辅助教学模式,从它所应用的教学或学习形态上进行分类,归结为以下5种形态。

#### 1. 用于课堂教学的计算机辅助数学教学

传统的课堂集体授课的教学形式是工业化的产物,虽然时常因其固有的弱点而招致批评,但这种集体形式的课堂教学也有它的特点,在未来很长的时间里,仍将是我国最主要的教学形式。计算机辅助数学教学应用于课堂教学,无论是在当前还是在可以预见的将来,都是信息技术应用于数学教学的重要形式之一。

由于客观条件的不同,在课堂教学中使用计算机辅助教学技术,一般有两种情况:一种是在传统的教室里利用计算机和大屏幕投影仪来进行,一种是在计算机网络教室里进行。

在传统的教室里进行计算机辅助数学教学的一般模式是计算机呈现教学信息,教师进行讲解。导入新课、讲解新知识和巩固练习3个教学环节中都经常采用这种形式的CAMI。在导入新课的环节中,可以利用计算机为学生模拟现实生活的实际情景,可以演示各种图形、图像及其丰富的变化;可以借助计算机技术向学生提问,为学生设疑,以便创设问题情境,激发学生的学习兴趣,产生学习倾向,并为将要进行的学习进行知识准备。在讲解新知识环节,主要是通过计算机的强大功能,直观、形象、动态地将知识呈现给学生,特别是对一些只能通过思维和想象领会的数学内容,进行直观表示和处理,以便充分调动学生学习的积极性,帮助学生加深对知识的理解,发现事物的规律,有效地获取知识。例如,在讲解“中点四边形”时,教师在计算机上任意拖动四边形 $ABCD$ 的一个顶点变换四边形的形状,同时启发学生观察其中点四边形的变化情况,引导学生得出相关结论。巩固练习是数学教学中的一个重要环节,在这个环节上,可以利用计算机的存储功能,合理设计练习内容,并根据实际教学需要,选择恰当的内容让学生练习,并进行判断检查,以巩固所学知识。