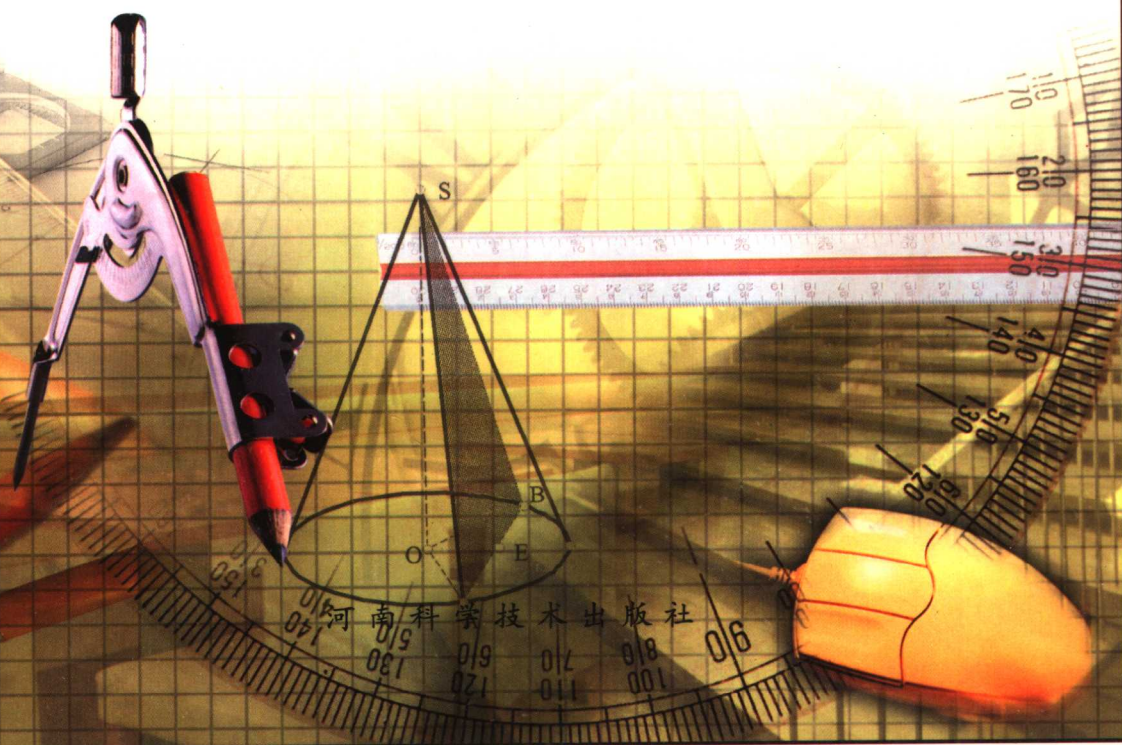


计算机辅助数学教学

主编 王秀荣 缪 亮



G434

18

计算机辅助数学教学

主编 王秀荣 缪 亮

河南科学技术出版社

本书编写人员

主 编：王秀荣 缪 亮

副主编：冯战申 李国强 陈书勤 杨富强

计算机辅助数学教学

主 编 王秀荣 缪 亮

责任编辑 王茂森 孙允萍 责任校对 王艳红 申卫娟

河南科学技术出版社出版发行

(郑州市经五路 66 号)

邮政编码：450002 电话：(0371)5737028

郑州罗兰实业有限公司印刷

全国新华书店经销

开本：787mm×1092mm 1/16 印张：13 字数：200 千字

2002 年 9 月第 1 版 2004 年 6 月第 2 次印刷

印数：4 001—6 000

ISBN7 - 5349 - 2900 - 8/G · 864

定价：24.00 元

前 言

今日世界，科学技术迅猛发展，信息已经成为重要的经济资源，全球经济一体化进程急剧加快，国际间综合国力的竞争日趋激烈，“科教兴国”已经成为我国的基本国策。这一切都与作为科学技术基础的数学休戚相关。

现代信息技术的发展将对数学教育的价值、目标、内容以及学习和教学的方式产生重大的影响。数学课程要重视运用现代技术手段，特别是要充分考虑计算机对数学学习的影响，把现代技术作为学生学习数学和解决问题的强有力工具，使学生从大量繁杂、重复的运算中解放出来，将更多的精力投入到现实的、探索性的数学活动中去。

现代教学媒体GSP（几何画板的简称）的引入给广大数学教师指出一条捷径，一条新路。它仅仅要求数学老师略懂计算机知识，就可使用几何画板，并能用它来编制课件，因为GSP的操作不需要任何程序语言，它是以数学基础为根本，以动态几何的特殊形式来表达设计者的思想。对优化课堂教学结构，提高课堂教学效率是显而易见的。

本书主要讨论几何画板这一课件制作软件的理论、操作和实践的方法。全书包括：计算机辅助教学理论基础、几何画板概述、几何画板操作基础、几何画板循序渐进、几何画板深入讨论、几何画板应用实例等六章内容。在编写的过程中，我们对各级学校进行了广泛的调研，并在师范生和高、初中教师中做了一些实验，效果显著，深受师生们欢迎。实践证明，几何画板是数学教师的好帮手，学生学习的好伙伴，智力开发的好工具。为了满足广大师生的迫切要求，本书主要侧重于几何画板软件的使用，同时也涉及到一些数学课件的制作实例。为使读者能通过学习熟练掌握几何画板的操作和使用，需要说明几点：

(1)读者只需具备一些有关Windows的基本知识和基本操作能力，就能较快地掌握本部分内容。其中主要包括文件、文件夹的概念、鼠标的使用方法以及汉字的输入方法等。

(2)本书内容的学习要以实践为主，最好能边学习边操作，这样能取得较好

的学习效果。

(3)读者在学完一个知识段落，最好能独立设计一些数学课件，将学到的知识融入到课件中。

几何画板对推广计算机辅助数学教学独具魅力，它容易为教师所掌握，容易迅速地进入课堂，教师可以自己动手，根据不同的教材、不同的生源素质开发出不同的辅助教学课件。在课堂教学中可以很自由地掌握教学节奏以及教学深度与广度，这必将对当前的教学改革产生较大影响。本书在突出科学性的基础上，注重系统性、实用性、现实性和前瞻性，内容由浅入深，通俗易懂，密切结合教学实际，并列举典型范例且配有操作练习，是数学、物理、计算机等专业的学生学习的好教材，更适合高、初中教师开展继续教育和师范院校的学生使用，也是中、小学生不可多得的良师益友。

本书由王秀荣、缪亮策划，具体编写分工如下：缪亮（第五章）、王秀荣（第六章）、冯战申（第一章、第二章）、陈书勤（第三章3.1~3.2）、李国强（第四章）、杨富强（第三章3.3~3.5、第六章6.3.3）。

我们在编写过程中，得到开封教育学院、河南大学、许昌学院、周口师范学院、洛阳师范学院等院校的大力支持，在此特致衷心谢意。由于我们水平有限，不妥之处，诚望读者指正。

作者

2002年7月

目 录

第一章 计算机辅助数学教学理论基础	1
1.1 CAI的理论基础	1
1.1.1 行为主义学习理论	1
1.1.2 认知主义学习理论	2
1.1.3 建构主义学习理论与教学理论	2
1.2 CAI模式的选择及课件结构的设计	3
1.2.1 CAI 模式的选择	3
1.2.2 CAI课件结构的设计	5
1.3 CAI课件设计的指导思想	6
1.4 关于计算机辅助数学教学的一些思考	8
第二章 几何画板概述	12
2.1 几何画板简介	12
2.1.1 几何画板的功能	12
2.1.2 几何画板的特点	13
2.1.3 几何画板的精髓: 几何关系与数、形结合	15
2.2 几何画板的安装	17
2.2.1 系统配置	17
2.2.2 安装介绍	17
2.3 几何画板的工作环境	17
2.3.1 标题栏	18
2.3.2 功能菜单栏	19
2.3.3 绘图窗口和记录窗口	20
2.3.4 画板工具箱	21
2.3.5 状态栏	22

2.4 几何画板的绘图文件和记录文件	22
习题.....	23
第三章 几何画板操作基础	24
3.1 创建和保存绘图文件.....	24
3.1.1 创建一个新绘图文件.....	24
3.1.2 文件的保存.....	24
3.1.3 打开和关闭绘图文件.....	25
3.2 画板工具箱的使用.....	26
3.2.1 圆规工具.....	26
3.2.2 画点工具.....	26
3.2.3 直尺工具.....	27
3.2.4 选择箭号工具.....	31
3.2.5 对象标签和文本工具.....	34
3.2.6 对象信息工具.....	37
3.3 撤消和重复操作.....	38
3.4 对象间的层次关系.....	39
3.5 实例：过一点的三个圆	41
习题.....	43
第四章 几何画板循序渐进	44
4.1 图形的构造：作图菜单的使用.....	44
4.1.1 对象上的点	44
4.1.2 交点.....	45
4.1.3 中点.....	46
4.1.4 线段、射线、直线	46
4.1.5 垂线、平行线、角平分线	46
4.1.6 以圆心和圆周上的点画圆.....	47
4.1.7 以圆心和半径画圆.....	47
4.1.8 圆上的弧、过三点的弧.....	47
4.1.9 内部.....	48

4.2	构造实例	49
4.3	动画、移动和系列：操作类按钮的使用	53
4.3.1	动画按钮	53
4.3.2	移动按钮	55
4.3.3	隐藏和显示按钮	61
4.3.4	系列按钮	63
4.4	记录	64
4.4.1	实例：建立一个新记录	64
4.4.2	生成记录	67
4.4.3	播放记录和记录前提	67
4.5	和其他Windows应用程序交换信息	69
	习题	71
第五章	几何画板深入探讨	72
5.1	轨迹跟踪	72
5.1.1	实例：利用轨迹构造过两点的圆系	73
5.1.2	动画和轨迹	74
5.1.3	椭圆的构造	76
5.2	图形的变换：变换工具和变换菜单的使用	77
5.2.1	变换工具	77
5.2.2	变换菜单	78
5.3	度量和计算：度量菜单的使用	88
5.3.1	度量菜单中的命令的用法	89
5.3.2	实例：画一个三角形并度量它的三个角	90
5.3.3	几何画板的计算功能	90
5.3.4	数据制表	93
5.3.5	典型应用	95
5.4	坐标系和函数图像：图表菜单的使用	98
5.4.1	建立坐标轴	98
5.4.2	坐标网格	99

5.4.3	绘制度量值·····	101
5.4.4	绘制点·····	105
5.4.5	方程和方程形式·····	106
5.4.6	实例:二次函数的图像·····	106
5.4.7	极坐标方程及图像·····	109
5.5	多重运动·····	111
5.5.1	问题的引入·····	111
5.5.2	平等型多重运动·····	115
5.5.3	主从型多重运动·····	118
5.6	几何画板在立体几何中的应用·····	122
5.6.1	构造一个正方体·····	123
5.6.2	棱柱、棱锥和棱台的构造方法·····	125
5.6.3	图形的投影·····	127
5.6.4	立体几何图形的旋转·····	131
5.6.5	移出正方体的一个侧面的构造方法·····	133
	习题·····	139

第六章 几何画板的应用····· 141

6.1	课堂教学改革需要引进现代化教育技术·····	141
6.1.1	数学课堂教学需要几何画板·····	141
6.1.2	几何画板在课堂教学中的应用·····	142
6.2	计算机辅助教学课案例·····	168
6.2.1	课案例一:三角形的中位线·····	168
6.2.2	课案例二:中心对称和中心对称图形(一)·····	176
6.2.3	课案例三:中心对称和中心对称图形(二)·····	180
6.2.4	课案例四:多边形的内角和·····	183
6.3	多媒体教学应得到高度重视·····	190
6.3.1	多媒体教学应用的重大意义·····	190
6.3.2	多媒体技术与建构主义学习理论的结合·····	194
6.3.3	建构新型教学模式是教学改革面临的重要课题·····	195

第一章 计算机辅助数学教学理论基础

随着现代科学技术的发展，计算机已进入我国的教育领域，多媒体、网络等现代信息技术的快速发展对现代教育产生了极大的影响，有力地推动了计算机辅助教学（CAI）的深化和发展。计算机在教育上的应用，使得教学手段、教学方法、教学形式、课堂教学结构以至教学观念与教学理论都发生了很大的变革。计算机发展到今天，多媒体技术应用于教学已成为现实。在数学课堂教学过程中，应用多媒体组合教学方式，能将传统的教学媒体与现代教学媒体有机地结合起来，相辅相成，互为补充，以充分发挥各自的教学功能，提高教学质量和效率，优化教学。

1.1 CAI的理论基础

自从1959年美国IBM公司研制成功第一个计算机辅助教学（CAI）系统，从而宣告人类开始进入计算机应用于教育时代以来，计算机辅助教学的理论基础曾有过三次大的演变。

1.1.1 行为主义学习理论

从20世纪60年代初至70年代末，这是计算机辅助教学的初始阶段。由于早期的CAI是由“程序教学”发展而来，其创始人是行为主义心理学家斯金纳，因此在计算机辅助教学发展的初期，其理论基础也就不可避免地要打上行为主义学习理论的深刻烙印。在CAI课件设计中，基于框面的、小步骤的分支式程序设计，多年来一直成为CAI课件开发的主要模式，并且沿用至今，就是行为主义影响的明显例证。

1.1.2 认知主义学习理论

从20世纪70年代末至80年代末，这是计算机辅助教学的发展阶段。经过20多年的讨论，在心理学领域行为主义已逐渐退出历史舞台。到20世纪70年代末、80年代初，认知心理学已开始占据统治地位，在计算机教育应用中其理论基础也顺理成章地由行为主义学习理论转向认知学习理论。在CAI课件设计中，人们开始注意学习者的内部心理过程，开始研究并强调学习者的心理特征与认知规律；不再把学习看作是对外部刺激被动地做出的适应性反应；而是把学习看作是学习者根据自己的态度、需要、兴趣、爱好，利用自己的原有认知结构，对当前外部刺激所提供的信息主动做出的、有选择的信息加工过程。这一时期将认知学习理论应用于CAI的著名学者是安德逊（Anderson）。他于20世纪80年代初期根据认知学习理论提出一种思维适应控制方法（Adaptive Control of Thought，简称ACT）。该方法强调高级思维的控制过程，试图揭示思维定向与思维转移的控制机制和控制原则。安德逊将这种方法应用于建造认知型学习模型，以实现对学学生求解几何问题思维过程的自动跟踪与控制，并取得很大的成功。他所研制的“高中几何智能辅助教学系统”也就成为这一时期运用认知学习理论指导CAI的代表作。

1.1.3 建构主义学习理论与教学理论

从20世纪90年代初至今，这是计算机辅助教学的成熟阶段。建构主义的最早提出者可追溯至瑞士的皮亚杰（J. Piaget），他是认知发展领域最有影响的一位心理学家。他所创立的关于儿童认知发展的学派被人们称为日内瓦学派。他坚持用内因和外因相互作用的观点来研究儿童的认知过程及发展。他认为，儿童是在与周围环境相互作用的过程中，逐步建构起关于外部世界的知识，从而使自身认知结构得到发展的。由于个体的认知发展与学习过程密切相关，因此利用建构主义可以比较好地说明人类学习过程的认知规律。建构主义学习理论的基本观点认为，知识不是通过教师传授得到，而是学习者在一定的情境即社会文化背景下，借助其他人（包括教师和学习伙伴）的帮助，利用必要的学习资料，通过具有建构意义的方式而获得。在学习过程中帮助学生实现知识建

构，就是要帮助学生对当前学习内容所反映的事物的性质、规律以及该事物与其他事物之间的内在联系达到较深刻的理解。因此，建构主义学习理论强调以学生为中心，认为“情境”、“协作”、“会话”和“意义建构”是学习环境中的四大要素。

在研究儿童认知发展基础上产生的建构主义，不仅形成了全新的学习理论，也正在形成全新的教学理论。如上所述，建构主义学习理论强调以学生为中心，它不仅要求学生由外部刺激的被动接受者和知识的灌输对象转变为信息加工的主体、知识意义的主动建构者，而且要求教师要由知识的传授者、灌输者转变为学生主动建构意义的帮助者、促进者。这就意味着教师应当在教学过程中采用全新的教学模式（摒弃以教师为中心、强调知识传授、把学生当作知识灌输对象的传统教学模式）、全新的教学方法和全新的教学设计思想，因而必然要对传统的教学理论、教学观念提出挑战，从而在形成新一代学习理论——建构主义学习理论的同时，也逐步形成了与建构主义学习理论、建构主义学习环境相适应的新一代教学模式、教学方法和教学设计思想。

由以上分析可以看出，CAI理论基础的第三次演变有两大特征：一是学习理论由一般的认知主义演变为建构主义（目前心理学界公认，建构主义学习理论是认知学习理论的最新发展）；二是不仅强调要以建构主义学习理论作为计算机辅助教学的理论基础，而且也强调要以建构主义的教学理论作为计算机辅助教学的理论基础。

1.2 CAI模式的选择及课件结构的设计

1.2.1 CAI模式的选择

CAI模式反映了利用计算机进行教学活动时，完成各个教学子目标所表达教学内容的交互方式。合理地选择模式，可使制作出的课件质量及应用在教学上的效果都得到提高。常用的模式有：

(1)操作练习。用在对课堂教学的补充。

(2)单元指导。相对独立的教学单元，用来教学生掌握具体概念，抽象概念和规则，评估学生的理解力。

(3)游戏智力。设计应能引起学生兴趣，通过锻炼学生的决策能力，达到开发智能、激发潜能的目的。

(4)模拟观察。利用算法模型等软件工具，模仿客观现实或规律，加深对事物规律的理解。

(5)发现学习。将学生置于预先设计好的情境中，通过学生的探索发现事物的规律。

(6)问题求解。提供给学生解决学科中某一类问题的工具，通过对该学科的求解，掌握解决该类问题总的思维方法。

(7)辅助测试。提供快速检查学生学习水平的工具，及时反馈信息。

选择CAI模式时要注意以下几点：首先，考虑课件所要达到的教学目标。如果课件的目标是传授概念、规则、原理（数学中定义、公理、公式、定理）等，宜采用操作练习模式（类似小黑板）；如果课件的目标是培养学生解决某类问题的能力，则可采用模拟观察或问题求解模式（类似活动投影片）。其次，考虑课件所要表达的教学内容。对于不同特征的教学内容应采用不同的教学方式，选择与其相适宜的CAI模式，这样可收到较好的教学效果。例如，要观看立体图形的各个面有关的线在不同位置的相互关系，就可以选用模拟观察模式。再次，考虑学习对象的特征。皮亚杰认为：人的认识发生、发展过程和结构，决定主客体之间的相互作用，不同的年龄阶段自身的思维结构和心理发展也不同。为收到好的学习效果，应采用不同形式进行教学。如儿童的智力发展是从感知、动作开始，在活动中感知动作逐渐内化而构成直觉思维、具体思维，最后达到逻辑思维、理性思维的目的。选择模式时应尽可能采用操作练习与游戏智力模式。而高中的学生进入逻辑思维、理性思维阶段，游戏智力模式不宜多用。

借鉴布卢姆认知领域教育目标的分类思想，及加涅把学习内容复杂程度按层级进行划分，循序渐进的累积学习思想；再根据施兰姆多媒体组合设计原理，结合CAI课件各种模式在教学过程中交互方式不一样的特点，可建立内容—目标—CAI模式三维选择坐标，一目了然地表述模式选择与教学内容、教学目标之间的相互关系，从而，更易于把握课件的模式选择方向。

例如，利用内容—目标—CAI模式三维选择坐标，制作平面几何中“三角

形的中位线”一节CAI课件，可列出表1.1。

表1.1

课件· 名称	知识点	教学内容 (内容层次)	学习目标 (学习水平)	CAI模式
三 角 形 的 中 位 线	复习三角形的中线 什么是三角形的中位线	概念	知识	操作练习
	三角形的中位线的性质	概念	知识、理解	操作练习 游戏智力
	三角形的中位线性质 定理的证明及应用	原理	理解、应用	模拟观察

根据表中所示关系再制作课件，思路就比较清晰了。

1.2.2 CAI课件结构的设计

模式的选择只完成课件的各个局部策略方案，有关课件的整体策略及用何种方式把各个局部的教学单元之间联系起来，呈现在计算机屏幕上，就是课件结构的设计。这是制作课件过程中很重要的一个环节。教育信息的组织结构形式有线性结构、分支结构和网状结构等。传统的文字、录音、录像等教材的信息组织结构都是线性和有顺序的。CAI课件已发展成一种超媒体结构，由类似人类联想记忆结构的非线性网状结构来组织教育信息，没有固定的顺序，也不要求人们按照一定的顺序来提取信息。节点、链、网络是超媒体结构的三个基本要素。

刚开始迈进课件制作门槛的教师，往往忽视CAI课件的以上特点，易按照呈现信息、示范例子、操作练习、反馈强化、得出结论的传统路径，制成不脱凡俗的课件。依据超媒体结构的特点，制作课件时就应避传统教学观念中线性和有顺序性思维之短，扬超媒体依人类联想思维、记忆思维、非线性结构之长，使制成的CAI课件在教学过程中具有独特的风格。

设计CAI课件的系统结构，可按以下要求进行：

(1)设计课件的封面要形象生动，标题要简练，能引起学生兴趣。导言要阐明教学目标与要求；介绍使用方法，呈现课件基本结构。

(2)根据课件的主要框架及教学功能，确定课件的主菜单和各级子菜单及按钮，实现所表达内容转换的顺利跳转。在课件运行过程中，应做到随时能结束、退出。

(3)将教学内容划分成若干个知识单元，并确定每个知识单元的知识点构成及所达到的教学目标。

(4)根据不同的知识单元，设计相应的屏幕类型，使相同的知识单元具有相对稳定的屏幕风格，并考虑每类屏幕的基本组成要素。

1.3 CAI课件设计的指导思想

在20世纪80年代后期（即计算机教育应用第二阶段的后期），人们已开始认识到教学理论（尤其是教学设计理论）对CAI课件开发的重要意义，因而逐渐自觉地应用教学设计理论作为CAI课件脚本设计的指导思想。不过，那时候运用的还是传统的教学设计理论，其特点是以教师为中心，只强调教师的“教”而忽视学生的“学”，全部教学设计理论都是围绕如何“教”而展开，很少涉及学生如何“学”的问题。按这样的理论设计的课堂教学，学生参与教学活动的机会少，大部分时间处于被动接受状态；学生的主动性、积极性很难发挥，更不利于创造型人才的成长。

由于建构主义学习理论强调以学生为中心，认为学生是认知的主体，是知识意义的主动建构者；教师只对学生的意义建构起帮助和促进作用，并不要求教师直接向学生传授和灌输知识。因此，在建构主义理论指导下学习，教师和

学生的地位、作用 and 传统教学相比已发生很大的变化。相应的教学设计理论与传统教学相比也有很大不同，对于CAI课件开发来说，以学生为中心的课件设计原则可以概括为：

一、明确以学生为中心

明确“以学生为中心”，这一点对于课件设计有至关重要的指导意义。因为从“以学生为中心”出发，还是从“以教师为中心”出发，将得出两种全然不同的设计结果。至于如何体现以学生为中心，建构主义认为可以从三个方面努力：

(1)要在学习过程中充分发挥学生的主动性，并能体现出学生的首创精神。

(2)要让学生有多种机会在不同的情境下去应用所学的知识（将知识“外化”）。

(3)要让学生能根据自身行动的反馈信息来形成对客观事物的认识和解决实际问题的方案（实现自我反馈）。

以上三点，即发挥首创精神、将知识外化和实现自我反馈，可以说是体现以学生为中心的三个要素。

二、强调“情境”对意义建构的重要作用

建构主义认为，学习总是与一定的社会文化背景即“情境”相联系的。在一定情境下进行学习，可以使学习者能利用自己既有认知结构中的有关经验，去同化和索引当前学习到的新知识，从而赋予新知识以某种意义。在传统的课堂讲授中，由于不能提供实际情境所具有的生动性、丰富性，因而将导致学习者对知识的意义建构发生困难。

三、强调“协作学习”对意义建构的关键作用

建构主义认为，协作学习环境以及学习者与周围环境的交互作用，对于学习内容的理解（即对知识意义的建构）起着关键性的作用。这是建构主义的核心概念之一。通过这样的协作学习，学习者群体（包括教师和每位学生）的思维与智慧就可以被整个群体所共享，即整个学习群体共同完成对所学知识的意义建构，而不是其中的某一位或某几位学生完成意义建构。

四、强调对学习环境（而非教学环境）的设计

建构主义认为，学习环境是学习者可以在其中进行自由探索和自主学习的场所。在此环境中学生可以利用各种工具和信息资源（如文字材料、书籍、音像资料、CAI与多媒体课件以及Internet上的信息等）来达到自己的学习目标。在以学生为中心思想指导下的课件设计应是针对学习环境而非教学环境的设计。这是因为，教学意味着更多的控制与支配，而学习则意味着更多的主动与自由。

五、强调利用各种信息资源来支持“学”（而非支持“教”）

为了支持学习者的主动探索和完成意义建构，在学习过程中要为学习者提供各种信息资源（包括各种类型的教学媒体和教学资料）。但是必须明确，这里利用这些媒体和资料并非用于辅助教师的讲解和演示，而是用于支持学生的自主学习和协作式探索。因此，对传统课件设计中有关“教学媒体的选择与设计”这一部分，将有全新的处理方式。例如，在传统课件设计中，对媒体的呈现要根据学生的认知心理和年龄特征作精心的设计。现在由于把媒体的选择、使用与控制的权力交给了学生，这种设计就完全没有必要了。反之，对于信息资源应如何获取、从哪里获取，以及如何有效地加以利用等问题，则成为主动探索过程中迫切需要教师提供帮助的内容。显然，这些问题在传统课件设计中是不会碰到或是很少碰到的，而在以学生为中心的学习环境下，则成为急待解决的普遍性问题。

1.4 关于计算机辅助数学教学的一些思考

在讨论数学教育改革的种种意见中，现代教育技术是备受关注的。美国数学教育界认为：“在众多促进数学教育改革的因素中，现代技术具有最大的潜在的革命性影响。”而现代教育技术主要是指把计算机用于教育的技术，即计算机辅助教学，简称CAI。

当前传统的数学教育面临巨大的困难。从教学内容看，几十年不变，内容陈旧；从教学方法看，大部分数学课堂没有摆脱以教师传授为主的注入式教学模式，数学课难以唤起学生的积极性；从教学对象看，数学教育并没有做到面