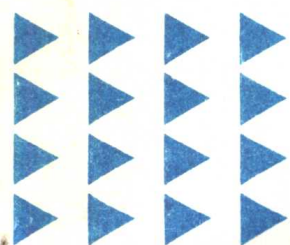
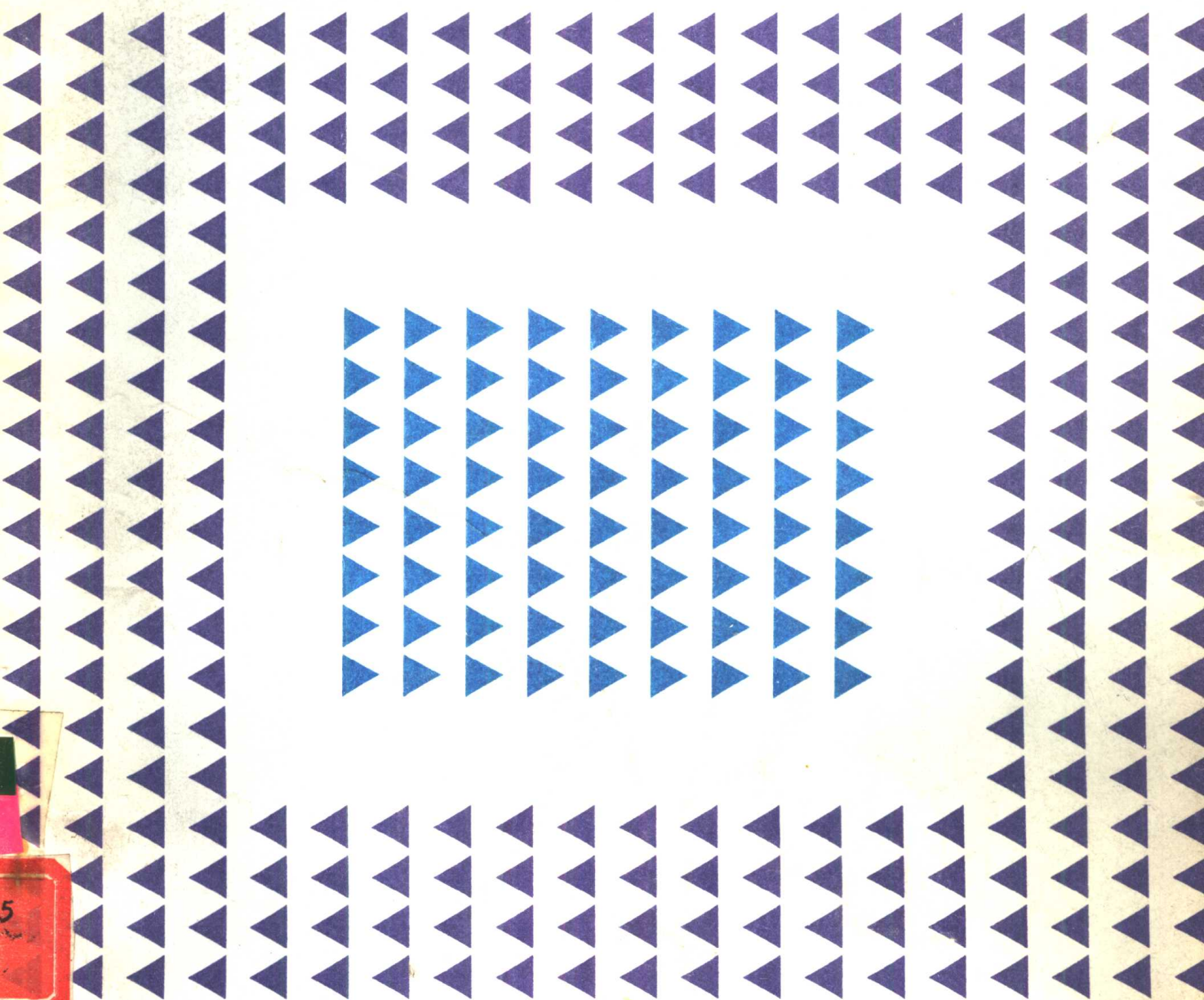


高等学校教材



电路基础计算机辅助教学

段哲民 主编



西北工业大学出版社

高等学校教材

电路基础计算机辅助教学

段哲民 主编

西北工业大学出版社
1993年12月 西安

(陕) 新登字 009 号

【内容简介】 本书首先简要叙述了计算机辅助教学(CAI)的基本特点、基本原则和课件设计过程以及电路基础CAI系统结构与软件设计概况,其次对于从电路基础CAI系统中选编的辅助解题和辅助实验程序进行了较详细说明,最后对计算机辅助测试和辅助评估作了系统介绍。

本书可供理工科大专院校电类专业学生学习电路基础课,或配合此课程进行CAI教学时参考,也可作为电类专业学生学习 Turbo-Pascal 语言,或学完 Turbo-Pascal 语言后应用于电路领域时的参考书,亦可供有关技术人员进行计算机辅助教学时参考。

高等学校教材

电路基础计算机辅助教学

主编 夏惠民
责任编辑 郑永安
责任校对 樊力

©1993 西北工业大学出版社出版

(西安市友谊西路 127 号 邮编 710072)

陕西省新华书店发行

西北工业大学印刷厂印装

ISBN 7-5612-0621-6/TM·7 (课)

开本 787×1092 毫米 1/16 8.75 印张 21 千字

1993 年 12 月第 1 版 1993 年 12 月第 1 次印刷

印数:1-4000 册 定价:4.30 元

前 言

随着科学技术的迅速发展和计算机技术日益广泛的应用,现代教育的方式和内容也在不断发展和更新。计算机辅助教学(CAI)是随之出现的一种新型教学手段,它是现代化教育的重要内容之一,也是计算机应用开发的主要领域之一。为了适应时代发展的需要,把学生培养成为“宽口径,厚基础,强能力”的合格人才,我们从1985年起在电路基础课程的教学过程中采用了CAI,并收到良好的效果,不仅提高了教学质量和教学效率,而且使学生在学本课程的同时提高了应用现代化设备分析解决问题的能力,培养了学生应用计算机的能力,做到计算机工程应用不断线。

本书选编了电路基础计算机辅助教学系统的部分内容,从原理和方法方面说明了电路基础CAI的概况,并以此作为参考书供理工科大中专院校电类专业学生学习电路基础课,或配合此课程进行CAI教学时参考。本书的基本内容有三部分:

第一部分首先简要叙述了计算机辅助教学(CAI)的基本特点、基本原则和课件设计过程,其次介绍了电路基础CAI系统结构与软件设计概况,可供有关技术人员进行计算机辅助教学时参考。

第二部分对从电路基础CAI系统中选编的辅助解题、教学演示和辅助实验程序进行了较详细说明。这部分包含19个程序,主要是电路中的一些基本问题。每个程序都给出了程序功能、原理简述、流程框图、程序清单和应用举例。典型解题程序可以作为解决一些复杂问题的基础,并且具有通用性和灵活性。对于电路中许多复杂的、学生学习困难的抽象概念则利用计算机将其转换为程序,只要送入不同的参数,就可以得到不同的结果,并且用图形表示出来,从而改变了传统的教学方式。用计算机进行辅助实验手段更为先进,速度更快,结果更直观,而且能解决许多传统实验无法解决的问题。由于篇幅限制,本书只列举了几个典型程序。这部分的所有程序采用最新版本的Turbo-Pascal语言编写,具有很强的会话功能和作图功能,可作为电类专业学生学习Turbo-Pascal语言,或学完Turbo-Pascal语言后应用于电路领域时的参考书。

第三部分首先介绍了电路基础计算机辅助测试,主要包括面向学生的“电路基础”CAT系统;供教师使用的“电路基础”试题库系统和电路智能试题库简介。其次介绍了电路基础课程计算机辅助测试评估,主要包括学生测试成绩的评估和测试试题的评估,通过对学生学习状况的分析、评价、作出诊断,提出调整方案。同时可以有效地利用电路基础CAI系统,对教学技术、手段和形式进行改进,合理安排教学活动。在程序设计上采用了Foxbase数据库管理系统作为程序设计语言。

为了使读者方便的使用本书,同时发行与本书配套适用于IBM-PC机及各兼容机的软盘,供读者选用。

本书由西北工业大学段哲民、吉玉琴和张峻编写,其中吉玉琴编写了§4-3,并进行了部分章节的初校,张峻编写了第三章有关程序并参加了部分内容的计算机输入工作,其余部分由段哲民编写,全书由段哲民进行技术性校对和统稿。

本书的编写得到了范世贵、薛全德、孙传斌、王淑敏等同志的极大鼓励和支持。西安电子

科技大学吴大正教授仔细审阅了初稿并提出了宝贵的意见,在此一并表示衷心的感谢。
由于作者水平有限,经验不足,错误疏漏在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

1993年1月

目 录

第一章 计算机辅助教学概论

§ 1-1 计算机辅助教学的特点和原则	1
§ 1-2 电路基础计算机辅助教学系统简介	5

第二章 电路基础计算机辅助解题

§ 2-1 电阻电路直流网孔分析	9
§ 2-2 用齐次定理求解梯形电阻网络	16
§ 2-3 正弦稳态电路分析常用变换	20
§ 2-4 正弦稳态电路节点分析程序	25
§ 2-5 正弦稳态电路复数方程的辅助求解	33
§ 2-6 用牛顿—拉夫逊法求解非线性电阻电路	39
§ 2-7 用友网络法求解非线性电阻电路	44
§ 2-8 电阻网络的节点分析	49
§ 2-9 一阶电路的瞬态分析	59
§ 2-10 高阶电路的时域瞬态分析	65
§ 2-11 卷积积分的时域数值计算	72
§ 2-12 状态方程数值求解	76

第三章 电路基础计算机辅助实验

§ 3-1 线性伏安特性最佳拟合	81
§ 3-2 叠加定理辅助实验	84
§ 3-3 RC 串联一阶电路暂态实验模拟	89
§ 3-4 正弦交流电压、电流和功率关系	96
§ 3-5 电感线圈参数测试的辅助计算	103
§ 3-6 互感参数测试数据处理	107
§ 3-7 谐振电路频率特性研究	110

第四章 电路基础计算机辅助测试

§ 4-1 面向学生的“电路基础”CAT 系统	120
§ 4-2 面向教师的“电路基础”试题库	123
§ 4-3 电路基础智能试题库简介	126

第五章 电路基础计算机辅助测试评估

§ 5-1 测试评估分析的指标参数	130
§ 5-2 测试评估分析系统的设计	132

第一章 计算机辅助教学概论

§ 1-1 计算机辅助教学的特点和原则

始于 50 年代末的计算机辅助教学(Computer Assisted Instruction, 简称 CAI)的研究至今虽仅 30 多年,但已成为计算机应用的主要领域之一,这种现代化教育技术已为愈来愈多的国内外教育工作者和被教育者所认识和应用。

计算机辅助教学——CAI,是指利用计算机协助教师教学,辅导学生学习。它包括硬件、软件和课件三大块。其中硬件主要指计算机主机、外存储器、输入输出设备等;软件主要指用于控制系统操作的程序和支持用户开发课件的程序;而课件是根据教学目标和教学内容设计的,反映教学策略的计算机程序,统称计算机辅助教学软件,简称教学软件。

由于学生的不同个性,不仅要求教学方法多样化,还要求教学内容和流程多样化,这是传统的教学所难以达到的。只有计算机,可以做到根据学生的不同情况,提供不同深度和广度的教学内容以及完成这些教学内容的不同教学步骤,达到教学流程的多样化。

计算机辅助教学的一般过程为:

- ①提出问题,计算机呈现信息;
- ②做出反应,学生接受信息;
- ③提供反馈,计算机判断答案;
- ④得到强化,学生接受反馈;
- ⑤做出决策,计算机针对学生的接受情况,提出下一步教学决策和建议。

这一过程实质上是计算机辅导学生个体认识的发展过程。因此,有关学生认识发展,且具有一般规律的教学内容通常适宜用计算机进行辅助教学。

一、计算机辅助教学的特点

计算机辅助教学与传统课堂教学相比较,具有以下特点。

1. 个别化

试验证明,在相同时间里,学习最好者比学习最差者可多学一半内容,且与智商没有明显的联系。在计算机辅助教学中不仅学生可以根据自己的具体情况调节学习进度,而且计算机还可根据学生的学习效果来调节学习进度,即能自定步调,解决了课堂教学中学得慢的学生“吃不了”,学得快的学生又“吃不饱”的问题。教学内容的难度,对学生来说应是“高而可攀”。在课堂教学中,一个教师讲,几十个学生听,某一难度和某一教学方法只对一部分学生来说是最佳,不可能全都适宜。计算机辅助教学在学习新课之前,测定学生的起始水平,据此确定合适的教学内容和方法。而且在学习当中,还可根据学生的学习情况,控制学习难度和途径。研究表明,经常被提问的学生,其学习成绩比不被提问的同类学生要好。在课堂教学中教师不可能花费更多时间逐个提问,加之有的学生怕答错了会引起同学的讥笑,不主动与老师在课堂交流。而在计算机辅助教学中学生发出指令,计算机向学生提出问题,学生作答,

计算机判断,作出反馈,双向沟通,每个学生具有同等机会,即使答错了也没有窘迫感,计算机是诲人不倦的“教师”。

2. 反馈性

在课堂教学中,教师很难摸清每个学生的具体情况,而需待批改作业和答疑后才能清楚,但为时过晚。计算机辅助教学可根据学生在学习过程中的不同反应,快速反馈,得知对或是错,乃至指出错在何处,使学生的学习及时得到强化。计算机辅助教学还可以针对学生在学习中的薄弱环节,补充一些教学内容或类似的习题。而课堂教学中教师只能按一个模式进行教学,需经一个阶段后才能了解教学效果。

3. 先进性

计算机辅助教学软件是由富有教学经验的教师和教育专家同计算机人员共同开发的,体现了先进的教学经验和理论,而且能根据不同的情况,做出不同的处理,避免了生搬硬套。

4. 发展性

计算机辅助教学能实现课堂教学难以达到的目的。如教学法专家提出的“发现法”,即让学生模仿科学家发现客观规律,培养探索的能力。若在课堂教学中运用太费时,而计算机高速计算、快速绘图则可不费劲地运用这一教学法。又如经验性知识需要参加实际工作才能获得,所以培养一位有经验的专家要花很长时间,而计算机辅助教学在某些条件下模拟出和实际工作类似的环境,使学生如临其境,并由计算机加以辅导,很快获得经验性知识。诸如此类,不胜枚举。

当然,计算机辅助教学也有它的局限性。

①制作高质量的教学软件费时、花钱;

②计算机的教学表达能力有限,不是所有的教学内容都可采用;

③课堂教学中,集体学习相互促进,教师讲授时的情感和语气可把只能意会不便言传之处表达的淋漓尽致,使学生心领神会。课堂教学中,无论学生回答提问的形式如何,只要正确,教师都能接受。而计算机辅助教学目前还难以做到。

总之,就目前的计算机技术而言,计算机辅助教学不可能完全替代传统的课堂教学。

二、计算机辅助教学的基本原则

计算机辅助教学的设计是它教学规律的特殊反映,概括起来有以下一般原则:

1. 教学性、科学性、技术性和艺术性相结合

教学性是指所设计的 CAI 系统应遵循教学规律,使用后应达到一定的教学要求。教学性是检验教学效果的重要标准,因此计算机辅助教学必须具有明确的教学性,它不应是纯粹的数值计算,也不能成为游戏玩耍。科学性是教学性的基础,计算机辅助教学课件设计和选用必须符合科学性。技术性是确保计算机辅助教学有效开展的重要条件,能保证实现它的教学性和科学性。较高的技术性能使计算机辅助教学的优越性发挥得更圆满。艺术性能增强教学的感染力和趣味性,服务于教学性和科学性。上述的统一和结合是提高计算机辅助教学质量的重要保证。

2. 直观性和抽象性相结合

计算机辅助教学通过屏幕为学生提供形象直观的图形画面,使学生获得充分的感知,但不能停留在感性认识上,而应升华到理性认识,要在充分利用计算机绘图功能的同时,以字幕或解说词配合图形,达到图文并茂,直观形象与概括抽象相结合。

3. 以学生为主体与以教师为主导相结合

计算机辅助教学体现了学生是学习的主体,但不能没有教师的主导作用,两者必须结合。教师通过编制课件,选用课件,确定如何使用课件以及向学生提供指导等等,形成教与学的生动活泼的双向活动。

4. 适应差异与统一要求相结合

计算机辅助教学最大的特点是适应个别差异,但并不能取消统一要求,要受到教学计划、教学大纲的制约。教师应按照教学计划、教学大纲指导学生、编制课件。

5. 独立作业与集体讨论相结合

在计算机辅助教学中,学生独立地面对计算机回答问题,做作业,有利于他们独立思考,但因减少与他人双向沟通的机会,不利于人际关系的发展,因此需要适当地组织集体讨论,或者以小组为单位进行教学。

6. 人机交流和人与人交流相结合

人机交流不能取代人与人交流,在计算机辅助教学中要加强教师与学生、学生与学生之间的交流。教师要辅导学生,了解学生的学习情况,学生要把人机交流中解决不了或不易解决的问题提出来,向教师请教,或者同学之间相互帮助。

7. 适当分段与系统完整相结合

在计算机辅助教学中,教学内容被分成许多相互独立又相互联系的段落,把整个教学过程分成许多“步子”进行。而教学不能仅限于“步子”,应使学生获得系统的知识和完整的认知结构。因此课件设计时应列出目录、说明学习目标,按逻辑顺序排列各单元,指出各单元的相互关系和地位。

8. 反馈强化的适时性和恰当性相结合

反馈应适时、适当、准确、有针对性。学生知道学习结果的时间最好在评估作业时,反馈过迟会使学生失去强化正确信息的机会,反馈过早会干扰学生的思考和探讨,失去思维训练和发展探讨能力的机会。

9. 计算机辅助教学与传统教学相结合

计算机辅助教学与传统教学各有所长,也各有所短,必须相辅相成,扬长避短,互为补充,切忌强调它的作用而忽视传统教学的作用。

10. 经济性与实用性相结合

开展计算机辅助教学一次性投入比较大,应从具体实际情况出发,本着经济、实用的原则,充分论证使用价值和投入的比值,以决定取舍和规模。

三、计算机辅助教学课件的设计

辅助教学课件的设计作为一种应用软件设计,其过程与许多其他应用软件系统设计一样,大致有目标分析、算法确定、程序设计、评价调试等一系列过程。但是由于课件是用于进行人机会话的系统,更由于课件的应用目的是实现教学过程,因此课件的设计过程可以更细分为目标确定、课程计划、教学设计、屏幕设计、程序设计、评价调试等部分,其关系如图 1-1 所示。

1. 确定目标

进行课件设计的第一个重要步骤是确定目标,也就是规定这个课件所要完成的任务和达到的目标。

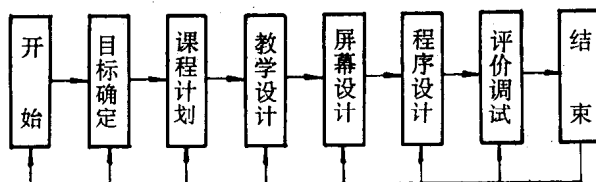


图 1-1

课件的任务总是某一学科领域或某一技能的教学和训练,因而课件设计的目标确定应考虑以下几个方面:

首先是教学的要求。包括学科领域、教学的内容范围、达到的要求(学习新概念、还是熟悉和巩固学过知识、或是培养训练对某种问题求解的能力)以及测量的方式等。

其次是教学的对象。包括教学对象的程度、年龄、先置条件(使用课件前的预备知识)。

此外还有课件运行的环境。包括计算机的硬件系统和软件系统的条件,例如要否特殊图形设备、特殊的声音装置、采用何种语言编写、有否特殊的支持系统、课件存放在什么介质上,准备用于课堂演示、还是用于个别学习等。

2. 课程计划

课程计划的第一部分为课时分配。一门课程总可以根据教学段落和时间分成若干课。一般说来每课的时间要略少于通常的课堂教学课时。这是因为课堂教学时间往往包含有练习、教师思考等时间,也因为每课时短一些,教学段落分得多一点,可以有劳有逸,也可以使课程调度更灵活一些。

课程计划的另一部分则是课程调度。调度策略有程序式、菜单式和混合式几种。

程序式策略由计算机根据学生学习的情况决定课间的连接。例如学生必须通过一定的课才能进入下一课,或是上一课的练习达到80%的正确性才进入下一课,否则便重复本课等。

菜单式策略是由计算机提供各课题目,供学生选择自己认为合适的学习。这种方法将选课的自由交给了学生。

混合式则是以上两种策略的综合使用。

3. 屏幕设计

教师要使自己的教学活动能完美地进行,必须进行板面的设计。同样,要设计一个好的计算机辅助教学系统,就要进行屏幕设计(若有配音也要进行配音设计)。

屏幕设计的目的是传送教学内容,应以促进人机通讯为主要目标,因此,进行屏幕设计时必须考虑许多心理因素和美学效果。一般应注意:

(1) 文字要简练,意义要明确,避免长时间阅读屏幕。但简练的文字说明往往达不到充分传达教学内容的要求,这时可采用其他方式来辅助教学。例如适当地采用图形、提问或采用动画等。

(2) 图形和动画要紧扣教学内容,不能离题太远,形成对学生的干扰。图形和动画是含有丰富信息的手段,但人们在理解图形时又容易产生偏见。譬如在屏幕上显示一张近似于实物照片的图片,学生很可能想到许多与当前教学内容无关的问题。如在显示这张图片之后,再显示一张与其吻合的简化了的教学内容的图形,则会将学生的注意力迅速地集中到教学内容上来。

(3) 屏幕要清楚,重点要突出。例如在向学生显示教学内容时,可用标重点线或加重点框的办法在画面上勾画出重点文句,帮助学生迅速抓住重点去阅读、理解其内容。还可采用要害字反体或闪烁,部分图形内容闪烁等方法来突出重点。同时在屏幕上图形与文字要平衡,使学习者感到舒适美观。

(4) 画面要生动活泼,不限于使用图形,如适当地加入反例或音响。

4. 程序设计

程序设计是具体实现课件设计的过程。根据上述屏幕设计的框图,编好程序,并输入计算机,进行逻辑调试,直到符合屏幕设计的要求为止。

5. 评价调试

课件在初步实现后还需要进行评价和调试。通常,首先要观察是否实现了屏幕设计,再检查是否实现了教学设计、课程计划的目标等。如果那一级有问题,则返回到那一去工作,一直到真正能实现课件的意图为止。

6. 档案文件

经过上述阶段,最后要形成档案文件(或称之为文档)。一般地说,要有以下几份文件:教师指南,学生手册,程序文件和程序清单。每部分的内容简介如下:

教师指南。它应指明这个课件的硬件要求,说明它需用的机型,内存容量,程序语言,程序功能,课件要达到的目标,学生应具备的知识,课件的方式,对于不同的学生调整程序的有关部分的方法,教学内容的理论背景,软件中所涉及到的关于教学内容的提问的正确答案,等等。

学生手册。它包括软件对教学内容的分段,上机操作的方法,在什么情况下可忽略那些部分,可以用什么方法来检验自己知识掌握的状况,要做哪些实验进行配合,软件中所要求的参考图表与使用方法,以及与软件相配合的印刷材料,如何中途停止和再度继续学习等。

程序文件。它包括程序框图和软件的典型例子。要说明使用者的基本情况,使用过程中提出的那些问题显示的典型图例,手册的使用方法等。

程序清单。程序清单将写出课件的具体程序。在没有放弃专利权时,这一部分往往是不提供的。

§ 1—2 电路基础计算机辅助教学系统简介

《电路基础》课是研究电路理论的入门课程,也是工科院校电类专业一门重要的技术基础课。通过本课程的学习,不仅为后续课程打下良好的基础,而且有助于培养学生正确分析问题和解决问题的能力。因此要求学生应深刻理解电路基本概念,牢固掌握电路基本分析方法和基本理论。针对本课程理论性强,计算量大,内容多等特点,结合教学改革的实践引入了计算机辅助教学,其目的在于提高电路基础课的教学质量和教学效率,培养学生的思维能力,加强学生的智力开发。通过电路基础计算机辅助教学,紧密配合各个教学环节,使学生对电路基础课程的基本概念,基本分析方法和基本理论能够熟练掌握,深刻理解。

一、系统结构

电路基础计算机辅助教学系统是一个较大的 CAI 系统,它有两种形式:

1. 单机型 CAI 系统

本系统包括计算机辅助教学、辅助解题、辅助实验、辅助测试和辅助测试评估等,它是由学生单独操作计算机来进行电路基础的辅助教学活动。系统的主要功能如图 1-2 所示。

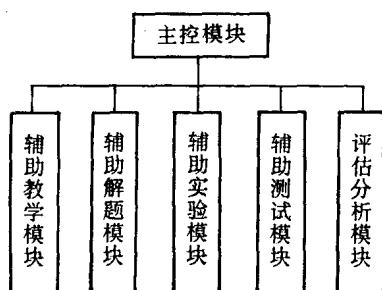


图 1-2

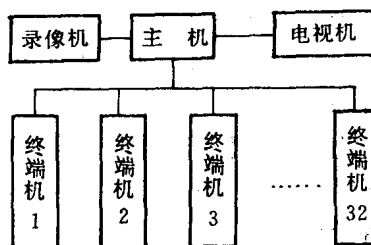


图 1-3

(1) 辅助教学模块:本模块包括教学目标、教学内容、教学策略等。它向学生简要地介绍相应的教学目标和教学内容,通过测试等手段进行分析和决策,制定正确的教学策略。

(2) 辅助解题模块:本模块主要完成复杂的、计算量大的或者计算难度高的题目,减少学生一些不必要的或繁琐的计算。同时使学生了解并初步掌握一些电路计算机辅助解题的基本方法,开拓学生的知识面,促进学生的能力培养和智力开发。

(3) 辅助实验模块:本模块包括模拟实验和辅导实验两类。模拟实验是通过计算机作图、动画、音响等来实现一些实验室难以完成的实验,从而加强基本概念的理解。辅导实验主要是帮助学生理解实验基本内容,原理和步骤或对实验数据进行检验和处理,增加学生实践操作机会,提高实际动手能力。

(4) 辅助测试模块:该模块有两部分,一部分是面向学生的电路基础计算机辅助测试(CAT)系统,由学生直接操作计算机进行各种测试,其测试结果自动建立在相应的数据文件中。另一部分是面向教师的试题库系统,由机器自动组织试卷或供教师自行组织试卷,采用笔试或口试等方式进行测试。后者学生上机操作时不可调用。

(5) 评估分析模块:本模块包括学生测试成绩评估分析和测试试题评估。主要对测试的各类数据进行科学化定量化的评估和分析,促进教学质量的提高和教学方法的改进。

2. 多媒体型 CAI 系统

本系统由计算机、电视机、录像机以及多台终端机组成,其结构如图 1-3 所示。

本系统采用了闭路电视,录相片和多台计算机组成的多媒体教学系统。主机通过专用的异步串行通讯接口与 32 台终端机连接,组成总线型计算机教学网络,其中主机承担系统的主控任务,由教师使用来控制多台闭路电视机,一台录像机和 32 台终端机,终端机供学生使用。这样教师可根据教学目标和教学内容控制录像机自动走带(包括启动,放像,倒带,快进,定时放像和停止等),将需要的教学内容播放到电视机上,供学生学习。学生可在终端机上进行电路基础 CAI 各种活动,完成相应的测试。

二、软件设计

利用计算机进行辅助教学,其软件设计是至关重要的一个环节。一个好的软件不仅要求速度快和节省内存,更重要的是应具有可靠性、坚固性、通用性和易维护性,同时在使用方面应方便灵活。电路基础 CAI 系统涉及面广,内容和类型多,因此在程序设计上主要采用以下编程技术。

1. 多种程序设计语言相结合

电路基础计算机辅助教学系统的设计思想是希望通过程序编排,以最佳的图形,简练的文字,形象的动画等方式将辅助教学内容或有关信息迅速准确地反映在显示器上,以达到良好的辅助教学效果。因此程序设计采用了三种不同的语言: BASIC, TURBO-PASCAL 和 FOXBASE。

BASIC 是微型计算机最常用的程序设计语言,也是本系统最早开发所采用的程序设计语言。由于它会话功能和图形功能强,并且简单易懂,对于大学低年级学生来说是非常适用的,因此现仍是本系统的重要组成部分。其不足之处是编制的程序结构不非常理想,特别是控制与转向语句使得程序不紧凑,此外运行速度也较慢。

TURBO-PASCAL 是在标准 PASCAL 基础上出现的一种广泛流行的程序设计语言。它具有数据类型丰富,语句功能强,控制结构清晰,书写格式自由,表达能力强,语言风格优美,可移植性可读性强等优点,特别适用于教学等系统软件的研制。因此在最新开发的电路基础 CAI 软件的编程中采用了这种程序设计语言。

汉化 FOXBASE 是一个与汉字 DBASE 兼容的数据库管理系统。它具有速度快,功能强,使用方便,操作灵活等特点,是数据管理的一种程序设计语言,也是一个完整的开发系统。因此在电路基础计算机辅助教学评估分析系统中采用了汉化 FOXBASE+2.10。

由这三种程序设计语言编写的程序通过软件接口连接在一起,形成一个完整的闭环系统,使用更为方便灵活。

2. 模块化程序结构

电路基础计算机辅助教学系统是一个较大的系统,因此可根据程序的功能把它分成多个功能模块,在每个功能模块下又可按照具体要求再分子模块,即采用模块化的程序结构。主控模块链接各个功能模块,各功能模块和子模块相互联系,又相互独立。这样使得整个系统的编程,扩充,修改,维护和使用均方便灵活。使用时系统首先显示所能完成的功能名称,然后根据需要选择相应的功能号,则可调用其对应的模块进行分支处理。

3. “陷阱”技术

电路基础计算机辅助教学系统中采用了三种陷阱:时间“陷阱”、键盘“陷阱”和声音“陷阱”。时间“陷阱”主要用于测试模块,用来控制测试时间。如果时间到则测试中断,相应成绩等存入数据文件。声音“陷阱”主要用在答题错误时给出反馈信息,或在较长时间学习后给出一段轻松愉快的音乐以调节节奏和情绪。键盘“陷阱”主要为使用者提供灵活方便的使用环境。如果误选某一功能键时,则通过键盘“陷阱”可进行再选择,这样便可随心所欲地选择学习内容。

4. 图形功能

图形是提供学习内容的视觉模式。在电路基础计算机辅助教学系统中适当地插入图形来表现概念的含义,提高内容的理解,其强化反馈效率往往比一句话强烈得多。譬如卷积积分的图形演示,谐振频率特性曲线的变化等给学生的印象非常深刻。然而图形的使用效果与传达内容的数量有关。如果一幅图形传达的内容过多,往往由于图形复杂反而分散学生的注意力,收不到应有的效果。因此,图形的清晰度,颜色的协调配合,图形的趣味性以及图形安排的恰当性都与辅助教学的效果有关。

5. 动画技术

电路基础计算机辅助教学系统所采用的程序设计语言都有较丰富的绘图功能,将所绘

制的图形经几次屏幕影像，并在显示过程中配上不同颜色，则可使静止的图形变成颜色绚丽的动画图，产生更为强烈的效果，从而大大地提高学生的学习兴趣，同时对一些课堂教学难以清楚说明的内容生动形象地呈现在屏幕上。

由于篇幅有限，本书只重点介绍电路基础 CAI 系统中的计算机辅助解题、辅助实验、辅助测试、辅助测试评估的部分内容，简要介绍电路基础课程计算机辅助教学系统等。对于所涉及到的数值分析方法，计算原理和程序设计语言以及编程技巧等不作详细叙述，可参阅有关资料和文献。

第二章 电路基础计算机辅助解题

在《电路基础》课程教学中, 为了使 学生把学习重点放在基本概念 的深刻理解和基本分析方法的熟练掌握方面, 摆脱一些不必要的或手工无法完成的繁琐计算, 可在本课程教学中利用计算机进行辅助解题, 使 学生在学习 中多接触计算机的工程应用, 不断得到现代分析与设计方法的训练, 提高计算机在电路分析方面的应用能力, 为掌握电路的 CAD 和 CAA 技术打下良好的基础。

§ 2-1 电阻电路直流网孔分析

一、程序功能

利用网孔电流法完成各种平面线性电阻电路的直流分析计算。

二、原理简介

对于一个具有 N 个网孔 (不包括外网孔) 的平面电路, 若取所有网孔电流具有相同的参考方向 (一般取顺时针方向), 并假定各网孔仅含电压源或受控电压源, 则根据网孔分析法可得网孔电流方程

$$\begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \\ \vdots \\ U_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_{11} & R_{12} & \cdots & R_{1N} \\ R_{21} & R_{22} & \cdots & R_{2N} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ R_{N1} & R_{N2} & \cdots & R_{NN} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ \vdots \\ I_N \end{bmatrix}$$

或记为

$$U=RI$$

其中 I 为待求的网孔电流向量; U 为网孔电压源向量, 其各元素为相应网孔独立电压源电压升的代数和; R 为电阻矩阵, 其中对角线元素为各网孔自电阻, 其余元素为相应的互电阻。如果电路不含受控源, 则 R 为对称阵。

由电阻矩阵 R 很容易写出其相应的增广矩阵 R_A , 即

$$R_A = \begin{bmatrix} R_{11} & R_{12} & \cdots & R_{1N} & R_{1,N+1} \\ R_{21} & R_{22} & \cdots & R_{2N} & R_{2,N+1} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots & \vdots \\ R_{N1} & R_{N2} & \cdots & R_{NN} & R_{N,N+1} \end{bmatrix}$$

其中第 $N+1$ 列元素 $R_{i,N+1}=U_i$ ($i=1, 2, \cdots, N$)。

根据高斯—约当法可将增广电阻矩阵 R_A 进行初等行变换, 变换为:

$$R'_A = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & \cdots & 0 & R'_{1,N+1} \\ 0 & 1 & 0 & \cdots & 0 & R'_{2,N+1} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdots & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdots & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdots & \cdot & \cdot \\ 0 & 0 & 0 & \cdots & 1 & R'_{N,N+1} \end{bmatrix}$$

在变换后的矩阵 R'_A 中, 其第 $N+1$ 列元素就是原网孔电流方程组的解, 即所求网孔电流为

$$\begin{aligned} I &= (I_1, I_2, I_3, \dots, I_N)^T \\ &= (R'_{1,N+1}, R'_{2,N+1}, \dots, R'_{N,N+1})^T \end{aligned}$$

从而由此可求得各支路电流, 电压和功率。

三、流程图

根据网孔分析的基本原理, 可得图 2-1 所示流程图。

四、程序说明

1. 使用本程序前

首先需将电路中各种电源 (包括受控源) 变换为电压源的形式; 其次进行网孔编号, 并选各网孔电流为相同方向; 若含有受控源将受控量用网孔电流表示。

2. 使用本程序需输入的数据

(1) 网孔数 N (不含外网孔);

(2) 电阻数 NR ;

(3) 各电阻参数;

每个电阻用三个参数表征:

电阻所在网孔号, 关联网孔号, 电阻值 (Ω)。

每个电阻只提供一次参数。

(4) 独立电压源参数;

除输入独立电压源总数外, 每个电压源用三个参数表征, 即:

独立电压源所在网孔号, 关联网孔号, 电压值 (V)。并且规定电压升方向与所在网孔的网孔电流方向一致的电压源其电压取正值, 反之取负。

每个电压源只提供一次参数。

(5) 受控电压源参数;

除输入受控电压源数 CN 外, 每个受控电压源用五个参数表征:

受控源所在网孔号, 关联网孔号 (外网孔取为 0), 控制系数, 控制量所在网孔号, 控

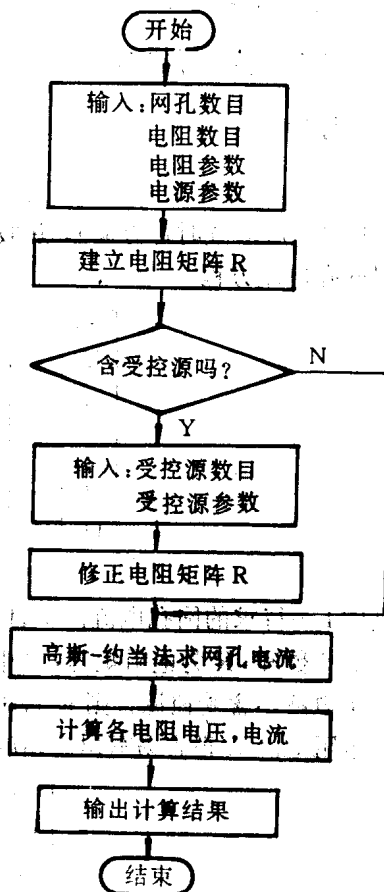


图 2-1

制量关联网孔号。

若受控源电压降与其所在网孔电流方向一致时，控制系数取正，反之取负。

3. 使用本程序解题可得到的输出数据

电阻矩阵 R；网孔电流向量 I；各个电阻元件上的电压和电流。

五、程序清单

```
program DCMesh;
    {直流电阻电路网孔分析程序}
var N, NP, NR, J, k : Integer;
    R          : Array [1.. 20, 1.. 25] of real;
    I, V, AM, RE : Array [1.. 40] of real;
    ME, MF      : Array [1.. 40] of integer;
Procedure Input Data;
    Var I, E, j, k : Integer;
        Us        : Real;
Begin
    write (' (一) 输入：网孔数： '); readln (N);
    for i: =0 to n do
        V [I]: =0;
    write (' (二) 电阻数： '); readln (NR); writeln;
    write (' (三) 电阻参数： ');
    writeln (' 所在网孔  关联网孔  电阻值 ( $\Omega$ ) ');
    writeln;
        FOR I: =1 TO NR do
            begin write (' 电阻 ', I: 2, ', ');
                Readln (ME [I], MF [I], RE [I]); end;
            writeln;
    write (' (四) 输入：独立电压源数： '); readln (E);
    writeln (' 电压源参数：所在网孔  关联网孔  电压值 (v) ');
    FOR I: =1 TO E do
        Begin Write (' 电源 ', I, ', ');
            Readln (j, k, Us);
            if j>0 then V [j]: =V [j] +Us;
            if k>0 then V [k]: =V [k] -Us;
        End;
    End;
Procedure CreatRA;
    {Creat Matrix [R]}
    Var i, j, k, j1, k1: Integer;
        CK, CJ, CN, CI: Integer;
        F1: Char;
        VE: Real;
begin
```