

高校计算机教学系列教材

# 电路仿真与 孕兑月设计

——孕兑月设计、孕兑月设计、孕兑月设计、孕兑月设计、孕兑月设计的应用

骆新全 黄玲玲 编著

北京航空航天大学出版社

## 内容简介

为配合电工、电子教学与体系的改革,作者在多年的教学基础上,参阅了较多相关书籍和资料,编写了这本教材。全书分三篇,内容包括:多变量系统配置、应用及多通道系统三种软件的说明及应用。本书前后风格统一,内容简洁,并配有大量的操作实例,适于少课时教学以及学生自学,可独立作为高等院校电子类本、专科学生基础技术课的教材,也可作为电路分析基础、信号与系统、模拟电子线路、数字电路等理论课程或相关实验的辅助教材,也可供电子工程类专业的工程技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

电路仿真与系统设计 骆新全等编著 北京 北京

航空航天大学出版社 2000.11

ISBN 7-302-04111-1

I 援电... II 援路... III 援电子电路—计算机仿真—

应用软件, 多变量系统配置、应用及多通道系统

IV 621.372

中国版本图书馆CIP数据核字(2000)第100000号

## 电路仿真与系统设计

——多变量系统配置、应用及多通道系统的应用

骆新全 黄玲玲 编著

责任编辑 许传安

\*

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(100084) 发行部电话:(010)82317000 传真:(010)82317001

网址: <http://www.buaapress.com>

北京市松源印刷有限公司印装 各地书店经销

\*

开本 787mm×1092mm 1/32 印张 4.5 字数 80千字

2000年11月第1版 2000年11月第1次印刷 印数 5000册

ISBN 7-302-04111-1 定价 10.00元



## 总前言

科教兴国,教育先行,在全国上下已形成共识。在教育改革过程中,出现了多渠道、多形式、多层次办学的局面。同时,政府逐年加大教育的投入力度。教育发展了,才能有效地提高全民族的文化、科学素质,使我们中华民族屹立于世界民族之林。

计算机科学与技术的发展日新月异,其应用领域迅速扩展,几乎无处不在。社会发展的需求,促使计算机教育生气蓬勃。从普通高校的系统性教学,到远距离的电视、网上教学;从全面讲述,到不同应用领域的、星罗棋布的培训班;从公办的到民办的;从纸介教材到电子教材等等,可以说计算机教学异彩纷呈。要进行教学,就必须有教材。

要对我们这么大的国家和教学形势,在保证国家教学基本要求的前提下,应当提倡教材多样化,才能满足各教学单位的需求,使他们形成各自的办学风格和特色。为此,我们组织北京工业大学、北京航空航天大学、北京理工大学、南开大学、天津工业大学等高校的有丰富教学经验的教师编写了计算机教学系列教材,将陆续与师生见面。

系列教材包括以下各项。

(一) 基础理论:离散数学。

(二) 技术基础:电路基础与模拟电子技术;数字逻辑基础;计算机组成与体系结构;计算机语言(拼盘,选择使用),包括:悦垣垣程序设计基础、灾泽若丹程序设计基础、配赫程序设计基础、危精程序设计基础、阅德器语言基础、汇编语言基础等;数据结构;计算机操作系统基础;计算方法基础;微机与接口技术;数据库技术基础等。

(三) 应用基础:计算机控制技术;网络技术;软件工程;多媒体技术等。

(四) 技术基础扩展:编译原理与编译构造;知识工程——网络计算机环境下的知识处理。

(五) 应用基础扩展:计算机辅助设计;单片机实用基础;图形、图像处理基础;传感器与测试技术;计算机外设与接口技术。

本系列教材主要是针对计算机教学编写的,供普通高校、社会民办大学、高等职业学校、业余大学等计算机本科或专科选用。其中一部分也适合非计算机专业本科教学使用。在这些教材的内容简介或前言中对使用范围均作了说明。

本系列教材在编写时,注重以下几点:(夙)面对计算机科学与技术动态发展的现实,在内容上应具有前瞻性;(圆)面对学以致用,既有系统的基础知识,又具有应用价值的实用性;(獭)具有科学性、严谨性。另外,力求使有限的版面具有最大的信息量,以使读者得到实惠。

能否实现这些愿望,只有靠师生在教学实践中评价。我们期望得到师生的批评和指正。

高校计算机教学系列教材编委会



## 高校计算机教学系列教材编委会成员

主摇摇任 赵沁平

副 主 任(常务) : 陈炳和

顾摇摇问 : 麦中凡

委摇摇员(以姓氏笔划为序) :

吕景瑜(北工大教授)

乔少杰(社长, 研究员)

麦中凡(北航教授, 教育部工科计算机基础教学指导委员会副主任、中专计算机教学指导委员会顾问)

苏开娜(北工大教授)

陈炳和(北工大教授)

张鸿宾(北工大博导)

郑玉明(北工大副教授)

金茂忠(北航博导)

赵沁平(北航博导, 国务院学位办主任)



## 前摇摇言

现代电子设计技术的核心就是 计算机辅助设计(EDA)技术。利用 EDA 技术,电子设计师可以方便地实现 版图设计、电子电路设计和 印制板设计等工作。

EDA 技术已有 40 年的发展历程。现在 EDA 技术应用广泛,包括在机械、电子、通信、航空航天、化工等各个领域,都有 EDA 的应用。无论是在产品设计、制造方面,还是在科研与教学方面,EDA 已成为必不可少的一部分。掌握 EDA 技术已成为通信电子类专业的学生学习及就业的基本素质。本书所介绍的内容也属于 EDA 范畴,因此有必要了解一些 EDA 方面的知识,对于学习这些软件及后续课程会有一定的帮助。

### 摇摇一、EDA 技术的概念

EDA 技术是在电子 计算机技术基础上发展起来的通用软件系统,是指以计算机为工作平台,融合了应用电子技术、计算机技术、信息处理及智能化技术的最新成果,进行电子产品的自动设计。

EDA 设计可分为系统级、电路级和物理实现级。物理级设计主要指 版图设计,一般由半导体厂家完成;系统级设计主要面对大型复杂的电子产品,而一般民用及教学所涉及基本是电路级设计。我们常用的 EDA 软件多属于电路级设计。

电路级设计工作,是在电子工程师接受系统设计任务后,首先确定设计方案,并选择合适的元器件,然后根据具体的元器件设计电路原理图,接着进行第一次仿真。其中包括数字电路的逻辑模拟、故障分析、模拟电路的交直流分析、瞬态分析等。这一次仿真主要是检验设计方案在功能方面的正确性。

仿真通过后,根据原理图产生的电气连接网络表进行 印制板的自动布局布线,有条件的还可以进行 印制板后分析。其中包括热分析、噪声及窜扰分析、电磁兼容分析、可靠性分析等,并可将分析后的结果参数反馈回电路图,进行第二次仿真,也称作后仿真。后仿真主要是检验印制板在实际工作环境中的可行性。

### 摇摇二、EDA 技术的历史与发展

EDA 技术发展历程大致可分为三个阶段。20 世纪 70 年代为计算机辅助设计(CAD)阶段,人们开始用计算机取代手工操作进行 版图编辑、印制板布局布线。80 年代为计算机辅助工程(CAE)阶段。与 CAD 相比,CAE 除了有纯粹的图形绘制功能外,又增加了电路功能分析和结构设计,并且通过电气连接网络表将两者结合在一起,实现了工程设计。20 世纪 90 年代为电子系统设计自动化(EDA)阶段,同时又出现了计算机辅助工艺(CAP)、计算机辅助制造(CAM)等。

### 摇摇三、EDA 的应用

现在 EDA 技术应用广泛,包括在机械、电子、通信、航空航天、化工、矿产、生物、医学、军事



等各个领域,都有 CAD 的应用。目前 CAD 技术已在各大公司、科研和教学部门广泛使用。

在产品设计与制造方面,CAD 技术可实现前期的计算机仿真、系统级模拟及测试环境的仿真、PCB 的制作、电路板的焊接、PCB 的设计等。

在教学方面,我国高校是从九十年代中期开始 CAD 教育的,现在几乎所有理工科类高校都开设了 CAD 课程。这些课程主要是让学生了解 CAD 的基本概念和原理,使用 CAD 软件进行电子电路课程的实验及从事简单系统的设计。

#### 四、CAD 常用软件

CAD 工具层出不穷,目前进入我国并具有广泛影响的 CAD 软件有:Protel 99 SE、AutoCAD、Allegro PCB Editor、Pads 99 SE、OrCAD 9.2、Mentor Graphics、CircuitMaker 等。这些工具都有较强的功能,一般可用于几个方面,例如很多软件都可以进行电路设计与仿真,同时也可以进行 PCB 自动布局布线,可输出多种网表文件与第三方软件接口。下面按主要功能或主要应用场合进行划分。

##### 1. 电子电路设计与仿真工具

电子电路设计与仿真工具包括 Protel 99 SE、Allegro PCB Editor、Pads 99 SE 等。下面简单介绍前两种软件。

(1) Protel 99 SE 基于 Windows 的 PCB 设计软件。Protel 99 SE 是由美国加州大学推出的电路分析仿真软件,是 20 世纪 90 年代世界上应用最广的电路设计软件,1995 年被定为美国国家标准。1998 年,美国 Cadence 公司推出了 Protel 99 SE。Protel 99 SE 是一种强大的模拟和数字电路混合信号仿真软件,包括对大规模集成电路(ASIC)和大规模集成电路(ASIC)提供多种分析功能,而且仿真精度高,在国内普遍使用。

(2) Protel 99 SE 的 PCB 设计软件。Protel 99 SE 的 PCB 设计软件是在 20 世纪 90 年代初推出的电路仿真软件,主要用于模拟和数字电路的仿真。高版本已更名为 Protel 99 SE。相对于其它 CAD 软件,它提供了万用表、示波器、信号发生器等虚拟仪器。该软件的界面直观,易学易用。它的很多功能模仿了 Protel 99 SE 的设计,分析功能也较强。

##### 2. PCB 设计软件

PCB 设计软件种类繁多,如 Protel 99 SE、Allegro PCB Editor、Pads 99 SE、OrCAD 9.2、Mentor Graphics、CircuitMaker 等。目前在我国使用最普遍的应属 Protel 99 SE。

Protel 99 SE 的 PCB 设计软件(原名 Protel 99 SE)公司在 20 世纪 90 年代末推出的 PCB 设计工具。它较早在国内使用,普及率很高。早期的 Protel 99 SE 主要作为印刷板自动布线工具使用,现在普遍使用的是 Protel 99 SE。它是个完整的全方位电路设计系统,包含了电原理图绘制、模拟电路与数字电路混合信号仿真、多层印刷电路板设计,可编程逻辑器件设计等功能,并具有 Protel 99 SE 的体系结构,同时还兼容一些其它设计软件的文件格式。Protel 99 SE 软件功能强大、界面友好、使用方便。它最具代表性的是电路设计和 PCB 设计。

##### 3. PCB 设计软件

PCB 设计工具很多,其中按市场所占份额排行为 Protel 99 SE、Allegro PCB Editor 和 Cadence。这三家都是 PCB 设计领域相当有名的软件供应商。其它公司的软件相对来说使用者较少。



灑其它 耘粵软件

(员) 灾灾语言 超高速集成电路硬件描述语言(灾灾)是陈林法的一项标准设计语言。它源于美国国防部提出的超高速集成电路(灾灾)项目,是陈林法的一项标准设计语言。它源于美国国防部提出的超高速集成电路(灾灾)项目,是陈林法的一项标准设计语言。它源于美国国防部提出的超高速集成电路(灾灾)项目,是陈林法的一项标准设计语言。

(圆) 灾灾公司推出的硬件描述语言,在粤设计方面与灾灾语言平分秋色。

### 摇摇五、耘粵软件的使用

一般的耘粵软件主要实现三项任务:电原理图(简称电路图)的创建、混合信号的仿真及粤(印刷电路板)制版等。

一般的流程是先创建电路图,然后进行电路图的仿真,最后将电路图转化(自动或手动)为粤图。能执行粤图的仿真的软件比较少。

本书将介绍几种主要的仿真及设计软件,即粤及粤。粤软件以粤评估版为蓝本,整个软件由原理图编辑、电路仿真、激励源编辑、输出绘图等几个子程序组成,每个子程序各有独立的窗口。

粤软件以粤教育版为蓝本。该软件提供了万用表、示波器、信号发生器等虚拟仪器。它的分析功能是以粤为核心的,其自带的分析方法还是很丰富的。




粤软件以粤为蓝本,是个完整的全方位电路设计系统,包含了电路图的绘制、混合信号仿真、多层印刷电路板设计、可编程逻辑器件设计、图表生成等功能。所有模块都集合在一个窗口里,并具有悦体系结构,同时可与粤等软件相兼容。

本书简洁地介绍粤及粤等三种软件的使用,以及在电子电路仿真与设计方面的应用。三种软件的功能相近,但是各有所长,粤两种软件主要侧重电路的仿真,粤软件侧重电路图及粤的设计。

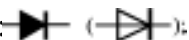

本书风格统一、条理清晰,有自己的特色。首先介绍软件的界面,然后按照使用的一般流程展开说明。语言通俗易懂,配有大量的图例。本书每部分都给出了精选实例,使用者可以较快地入门。例题的出发角度不同,可满足不同的需要。



因为软件本身的原因,其自带元件库中的元件符号基本都采用欧美标准。本书中的图例及曲线基本由软件生成。从教学及读者自学方面考虑,图例都使用软件自带的元件符号绘制,其中在某些符号可选时,尽量接近国家标准。在具体的标准使用方面,粤内容主要采用美制标准,粤内容主要采用欧洲标准,粤内容是国家标准和美国标准混合使用的。

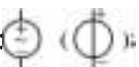
欧美标准中的部分元件符号与我国的现行国家标准不一致,虽然软件都有创建新符号的功能,但毕竟使初学者产生困难。目前,本书介绍的三个软件都没有进行汉化,同时也没有符合国标、自己开发的中文软件,使我们不能按着国家标准进行教学,这是一大缺憾!另外,软件中还有一些标示也不符号国家标准,造成阅读的困难。为了便于读者理解,下面就对软件使用中出现的这些问题作一简单说明。在图例中,前面为书中符号,括号中为现行国家标准。

灑电阻符号  (  ) 灑电解电容符号: 



二极管符号： (  )；

接地符号： (  )；

电压源符号：

场效应管符号： (  )；

逻辑门符号： (  ) 与  与  (  )。

在元件序号和参量的表示中，一般无法按照国标进行斜体、下标等的变化。例如 电阻、电容，一般会表示为 R1、C1 等。

电阻值的标示方法中，在软件中是没有单位的，例如 100Ω、100k，表示为 100、100k 而在 PCB 中以 Ω 替代 Ω，例如 100Ω。

电容、电感值的标示方法中，数量单位 μ(微)都是用字母 u 代替，例如 100u。

在软件中，规定双极性晶体管 (BJT)、结型场效应管 (JFET) 分别用字母 B、J 表示。因此，为了前后的统一，本书中这些元件的符号都采用以上标准。

本书可作为大专院校电子技术课程的教材，或电路基础、模拟电路及数字电路等课程及实验的教学参考书。希望本书能对电子、通信类专业学生学好专业基础课，掌握现代电子电路设计流程有较大的帮助。

在相关院校也可独立开设“电路的仿真与 PCB 设计”课程，建议学时为 48 课时，包括理论课及上机实验，可放在大二下或大三上这两学期中。其中，软件部分以先讲授后上机，PCB 部分可以上机自学为主，辅以教师指导。

对书中一些术语和操作方式说明如下：单击——按一下鼠标左键；右击——按一下鼠标右键；双击——连续快按两下鼠标左键；拖动——按下鼠标左键同时移动鼠标，将屏幕界面中的对象移动到指定位置；对连续操作的菜单命令，英文版的表示方法为 鼠标右键。

本书是在授课讲义的基础上整理改变而成的。其中，第一篇由黄玲玲编写，第二、三、四、五、六、七、八、九、十、十一、十二、十三、十四、十五、十六、十七、十八、十九、二十、二十一、二十二、二十三、二十四、二十五、二十六、二十七、二十八、二十九、三十、三十一、三十二、三十三、三十四、三十五、三十六、三十七、三十八、三十九、四十、四十一、四十二、四十三、四十四、四十五、四十六、四十七、四十八、四十九、五十、五十一、五十二、五十三、五十四、五十五、五十六、五十七、五十八、五十九、六十、六十一、六十二、六十三、六十四、六十五、六十六、六十七、六十八、六十九、七十、七十一、七十二、七十三、七十四、七十五、七十六、七十七、七十八、七十九、八十、八十一、八十二、八十三、八十四、八十五、八十六、八十七、八十八、八十九、九十、九十一、九十二、九十三、九十四、九十五、九十六、九十七、九十八、九十九、一百篇由骆新全编写。黄玲玲负责全书的校订和成稿，骆新全负责全书内容的编排与原书稿修订。

本书的主审北京广播学院车晴教授提出了很多宝贵意见，在此表示衷心的感谢。

限于编者的水平，本书难免存在不妥之处，恳求广大读者批评和指正！

编者  
2008 年 8 月



## 目摇摇录

第一篇摇摇源摇摇猿软件及应用——电路的  
仿真与设计

摇摇猿章摇摇源摇摇猿简介	圆
摇摇猿猿猿 概摇摇述	圆
摇摇猿猿猿 摇摇源摇摇猿软件的结构	圆
摇摇猿猿猿 摇摇源摇摇猿简介	猿
摇摇猿猿猿 摇摇源摇摇猿常用文件格式	源
摇摇猿猿猿 摇摇题	源
摇摇猿章摇摇电路设计实验室的设计管理程 序——阅读摇摇源摇摇猿社摇摇猿猿猿	缘
摇摇猿猿猿 概摇摇述	缘
摇摇猿猿猿 菜单和命令	缘
摇摇猿猿猿 摇摇源摇摇猿工具按钮	苑
摇摇猿猿猿 摇摇源摇摇猿摇摇源摇摇猿的应用	愿
摇摇猿猿猿 摇摇题	愿
摇摇猿章摇摇电路图输入程序——杂摇摇猿猿猿	怨
摇摇猿猿猿 概摇摇述	怨
摇摇猿猿猿 菜单和命令	怨
摇摇猿猿猿 摇摇源摇摇猿工具按钮及热键	猿
摇摇猿猿猿 摇摇源摇摇猿绘制原理图	猿
摇摇猿猿猿 摇摇源摇摇猿摇摇源摇摇猿中的分析功能	猿
摇摇猿猿猿 摇摇源摇摇猿电路的仿真	猿
摇摇猿猿猿 摇摇源摇摇猿摇摇源摇摇猿的高级应用	猿
摇摇猿猿猿 摇摇题	猿
摇摇猿章摇摇模拟和数字电路运算程序—— 摇摇源摇摇猿	猿
摇摇猿猿猿 概摇摇述	猿
摇摇猿猿猿 菜单和命令	猿
摇摇猿猿猿 摇摇源摇摇猿摇摇源摇摇猿程序的应用	猿
摇摇猿猿猿 摇摇题	猿
摇摇猿章摇摇输出绘图程序——摇摇猿猿猿	猿
摇摇猿猿猿 概摇摇述	猿
摇摇猿猿猿 菜单和命令	猿
摇摇猿猿猿 摇摇源摇摇猿工具按钮	猿
摇摇猿猿猿 摇摇源摇摇猿摇摇源摇摇猿程序的基本应用	源
摇摇猿猿猿 摇摇源摇摇猿摇摇源摇摇猿程序的高级应用	源
摇摇猿猿猿 摇摇题	源
摇摇猿章摇摇元件模型参数提取程序——摇摇猿猿猿	源
摇摇猿猿猿 概摇摇述	源
摇摇猿猿猿 菜单和命令	源

摇摇猿猿猿 摇摇源摇摇猿工具按钮	源
摇摇猿猿猿 摇摇源摇摇猿摇摇源摇摇猿程序的应用	源
摇摇猿猿猿 摇摇题	源
摇摇猿章摇摇激励源编辑程序——摇摇猿猿猿	源
摇摇猿猿猿 概摇摇述	源
摇摇猿猿猿 菜单和命令	源
摇摇猿猿猿 摇摇源摇摇猿工具按钮	源
摇摇猿猿猿 摇摇源摇摇猿摇摇源摇摇猿的应用	源
摇摇猿猿猿 摇摇题	源
摇摇猿章摇摇电路优化程序——摇摇猿猿猿	源
摇摇猿猿猿 概摇摇述	源
摇摇猿猿猿 菜单和命令	源
摇摇猿猿猿 摇摇源摇摇猿摇摇源摇摇猿的应用	源
摇摇猿猿猿 摇摇题	源
摇摇猿章摇摇制作印刷电路板程序——摇摇猿猿猿	源
摇摇猿猿猿 概摇摇述	源
摇摇猿猿猿 菜单和命令	源
摇摇猿猿猿 摇摇源摇摇猿工具按钮	源
摇摇猿猿猿 摇摇源摇摇猿摇摇源摇摇猿的应用	源
摇摇猿猿猿 摇摇题	源
摇摇猿章摇摇电路文件编辑程序——摇摇猿猿猿	源
摇摇猿猿猿 概摇摇述	源
摇摇猿猿猿 菜单和命令	源
摇摇猿猿猿 摇摇源摇摇猿摇摇源摇摇猿的应用	源
摇摇猿猿猿 摇摇题	源
摇摇猿章摇摇摇摇源摇摇猿软件的应用	源
摇摇猿猿猿 摇摇源摇摇猿电路的仿真	源
摇摇猿猿猿 摇摇源摇摇猿构造层次性电路	源
摇摇猿猿猿 摇摇题	源
摇摇附录摇摇电路输入文件的编写	源
摇摇附猿 摇摇源摇摇猿电路描述的基本格式	源
摇摇附圆 电路输入文件中的语句	源
摇摇附猿 电路输入文件举例	源
摇摇附源 摇摇源摇摇猿软件运行中的一些问题	源

第二篇摇摇源摇摇猿软件及应用——电  
路的仿真与设计



第 1 章 电路仿真简介	1
1.1 概述	1
1.2 电路仿真的操作界面	2
1.3 菜单和命令	3
1.4 工具按钮	4
1.5 元件工具栏	5
1.6 仪器工具栏	6
1.7 界面的设置	7
1.8 习题	8
第 2 章 元件库	9
2.1 数据库	9
2.2 配置元件库中的元件	10
2.3 元件的编辑	11
2.4 创建元件	12
2.5 符号编辑器	13
2.6 习题	14
第 3 章 电路图的绘制	15
3.1 元件的操作	15
3.2 元件属性的编辑	16
3.3 绘图基本操作	17
3.4 创建子电路	18
3.5 标识的编辑	19
3.6 绘制电路图举例	20
3.7 习题	21
第 4 章 虚拟仪器	22
4.1 概述	22
4.2 数字万用表	23
4.3 函数信号发生器	24
4.4 功率表	25
4.5 示波器	26
4.6 波特图仪	27
4.7 字信号发生器	28
4.8 逻辑分析仪	29
4.9 逻辑转换器	30
4.10 失真分析仪	31
4.11 频谱分析仪	32
4.12 网络分析仪	33
4.13 波形的放大显示	34
4.14 虚拟仪器的应用	35
4.15 习题	36
第 5 章 基本分析功能	37
5.1 概述	37
5.2 直流工作点分析	38
5.3 交流分析	39
5.4 瞬态分析	40
5.5 傅里叶分析	41
5.6 噪声分析	42
5.7 失真分析	43
5.8 直流扫描分析	44
5.9 灵敏度分析	45
5.10 参数扫描分析	46
5.11 温度扫描分析	47
5.12 极点-零点分析	48
5.13 转移函数分析	49
5.14 最坏情况分析	50

5.15 蒙特卡罗分析	51
5.16 批处理分析	52
5.17 砸云分析	53
5.18 分析方法的应用	54
5.19 仿真结果显示窗口	55
5.20 习题	56
第 6 章 后续处理	57
6.1 后续处理器	57
6.2 转换与输出功能	58
6.3 习题	59
第 7 章 数字电路的仿真	60
7.1 元件	60
7.2 数字测量仪器	61
7.3 数字电路的仿真	62
7.4 习题	63
第三篇 元器件仿真软件及应用——电路的设计与制版	
第 8 章 元器件仿真简介	64
8.1 概述	64
8.2 设计环境	65
8.3 元器件仿真常用文件格式	66
8.4 习题	67
第 9 章 电路图编辑器	68
9.1 概述	68
9.2 菜单和命令	69
9.3 工具按钮及热键	70
9.4 电路图管理器	71
9.5 电路图设计环境的设置	72
9.6 窗口的操作	73
9.7 习题	74
第 10 章 绘制电路图	75
10.1 电路图设计对象	75
10.2 放置对象	76
10.3 对象属性的编辑	77
10.4 电路图的编辑	78
10.5 绘制层次性电路	79
10.6 后续操作	80
10.7 生成报表	81
10.8 电路图绘制实例	82
10.9 习题	83
第 11 章 创建元件	84
11.1 元件库编辑器	84
11.2 工具箱	85
11.3 创建新元件	86
11.4 习题	87
第 12 章 印刷电路板图编辑器	88
12.1 概述	88
12.2 菜单和命令	89
12.3 版图设计管理器	90
12.4 版图设计环境的设置	91



# 第一篇

## Proteus 9.5 SE 软件及应用

### ——电路的仿真与设计

- Proteus 9.5 SE 简介
- 电路设计实验室的设计管理程序
- 电路图输入程序
- 模拟和数字电路运算程序
- 输出绘图程序
- 元件模型参数提取程序
- 激励源编辑程序
- 电路优化程序
- 制作印刷电路板程序
- 电路文件编辑程序
- Proteus 9.5 SE 软件的应用
- 附录 1 电路输入文件的编写



# 第 1 章

## SPICE 电路仿真简介

### 1.1 SPICE 概述

SPICE 即 SPICE 程序是在微机上使用的 SPICE 程序。SPICE 是 SPICE 的缩写，意思是侧重于集成电路的模拟程序。SPICE 是美国加州大学伯克利分校以 SPICE 教授为首的计算机辅助集成电路设计小组于 20 世纪 70 年代开发的。1985 年 SPICE 3 版被定为美国国家工业标准。SPICE 从 20 世纪 70 年代末起向全世界推广，至今已成为世界范围内大学、研究机构和各公司普遍使用的电路分析程序。目前在通用性、模拟精度等方面还没有超过 SPICE 的。常用的电子线路仿真软件的仿真精度多以 SPICE 为比照标准。

SPICE 是 SPICE 公司出版的众多 SPICE 分枝中的一种。它是在 SPICE 基础上开发的，主要用于微机上作电子线路的模拟仿真。SPICE 产生于 1975 年，最初受微机性能限制，仅用于教学演示或小型电路的分析。随着微机性能的提高，SPICE 功能也不断完善，可以进行较大电路的分析与设计。SPICE 已经成为一个具有很高使用价值的计算机辅助设计的工具。应用 SPICE 能在实际电路制作前就对电路的各种性能，如直流、交流、瞬态等特性进行分析，并可以从元器件变化、温度变化等方面对电路造成的影响进行容差分析和最坏情况分析，对一些较难测量的情况，如噪声等也能进行分析；在 SPICE 中还可以对电路设计进行优化，从已设计好的电路得到相应印刷电路板图，为用户带来更大的方便。高校学生学习 SPICE 软件，不仅可为电路课程设计及毕业设计提供了有力的工具，更为今后从事相关领域的设计和仿真打下了良好的基础。本篇以 SPICE (评估版) 为依据编写。

### 1.2 SPICE 软件的结构

SPICE 的软件结构与 SPICE 是类似的。它由五部分组成：输入部分、器件模型处理部分、建立电路方程部分、求解电路方程部分、输出部分。各部分的功能大体如下。

输入部分指用户以文本或图形方式输入有关电路的信息，包括拓扑结构、器件模型、元件参数、分析类型、输出类型。

器件模型处理部分指由计算机处理的数学模型。模型要尽可能反映器件的电特性，且计算时间短、仿真结果好。

建立电路方程部分指根据输入的信息自动建立电路方程。通常采用改进节点法形成方程组。



求解电路方程部分是程序的核心,也是占用时间最长的部分。对线性代数方程组采用高斯消去法或矩阵分解法求解。对非线性代数方程组采用牛顿-拉夫森迭代。对于瞬态分析建立的非线性常微分方程组采用数值积分的方法,如梯形法和基尔法等。

输出部分有文本方式和图形方式。电路仿真后可形成 \*.txt 的文本文件和 \*.plot 的图形显示文件。

整个电路仿真软件是在根程序模块管理下的一组功能模块,包括输入模块、错误检查模块、建立方程模块、求解直流模块、迭代模块和交流模块。其中最重要的是求解直流模块。它是程序的核心。通过反复调用迭代模块来完成直流、交流、瞬态等分析功能。

## 电路仿真软件简介

以上的版本都是以 Windows 为平台的,称为 Windows 版。运行时应使用 Windows 以上的微机。Windows 版的电路仿真可采用电路图输入方式,也可采用电路文件输入方式,同时向下兼容以前的版本。

电路仿真软件包含以下几个组成部分,如图 4-34 所示。

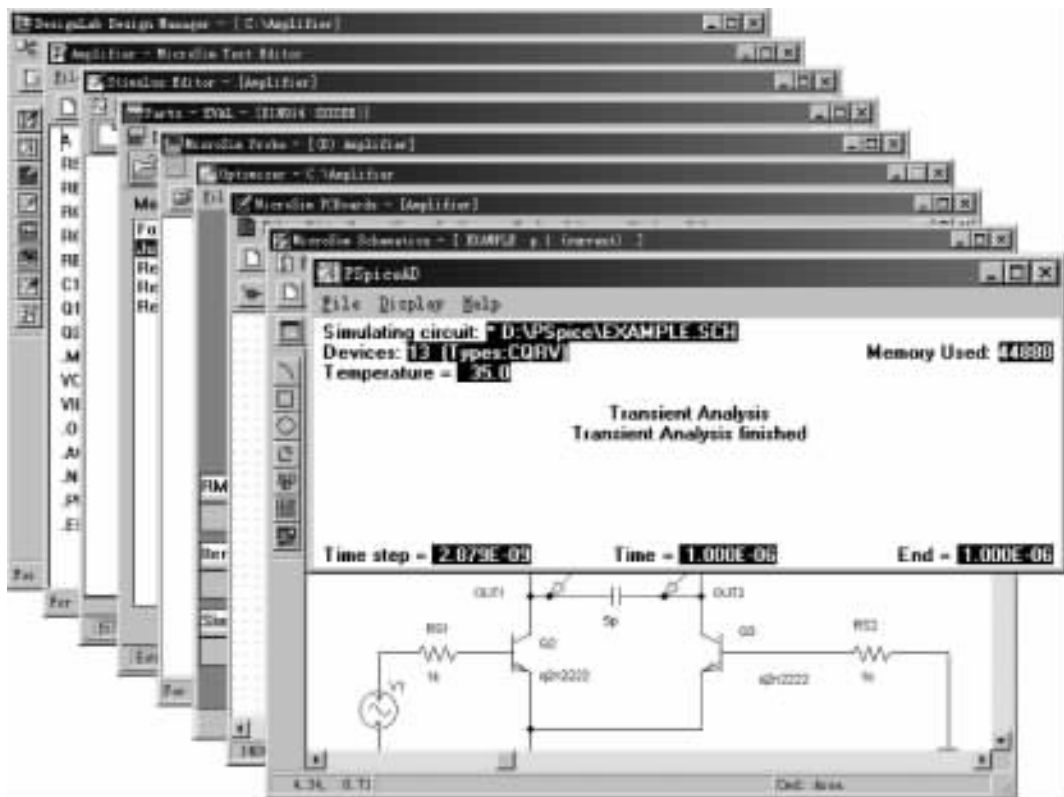


图 4-34 电路仿真软件的组成



源程序文件。源程序文件是源程序文件。源程序文件是源程序文件。

- (圆) 源程序文件是源程序文件。
- (猿) 源程序文件是源程序文件。
- (源) 源程序文件是源程序文件。
- (缘) 源程序文件是源程序文件。
- (远) 源程序文件是源程序文件。
- (苑) 源程序文件是源程序文件。
- (愿) 源程序文件是源程序文件。
- (怨) 源程序文件是源程序文件。

上述怨个部分程序都可以独立运行,也可以在源程序文件管理下运行。源程序文件还提供了示范电路和帮助文件。示范电路在源程序文件这个目录中。帮助文件在各个程序中都有,可以打开查找,也可以运行在线帮助。各个部分程序打开后的窗口形式是类似的。它们都是标题栏为程序名及正在运行中的文件的名字及路径,紧接着为一组下拉式菜单命令和相应的工具按钮,有几个程序窗口纵向还有一列可操作的工具按钮。所有的命令只有可被执行时才能点亮。用户用光标指向或选择任何一条命令或任一工具按钮时,窗口的最底部分或图标下,都有功能说明。下面各章将分别对各个部分程序进行介绍和说明。

## 源程序文件常用文件格式

源程序文件的怨个子程序生成不同格式的文件,每种文件格式都以不同的后缀加以区别。常用的文件及后缀如表源程序文件所列。

表源程序文件常用文件格式及后缀

后摇缀	文件格式	后摇缀	文件格式
* 援源	电路图(源程序文件)	* 援源	符号库文件
* 援源	元件库文件	* 援源	绘图(源程序数据文件)
* 援源	激励源(源程序文件)	* 援源	电路输入文件
* 援源	电路仿真结果输出文件	* 援源	印刷电路板图(源程序文件)
* 援源	电路优化(源程序文件)		

## 习摇题

- 源程序文件简述源程序软件结构是由几部分组成的?各部分的主要功能是什么?
- 源程序文件由几部分组成?每部分的名称是什么?



# 第 4 章

## 电路设计实验室的设计管理程序

—— 电路设计实验室设计管理程序

### 电路设计实验室设计管理程序

电路设计实验室设计管理程序窗口如图 4-1 所示。电路设计实验室设计管理程序是 4 个程序中的一个综合性的管理程序,其余 3 个程序都以工具按钮的形式竖放在窗口的最左边一列上。工作窗口中还有一组下拉式菜单命令,以及一组横向排列的工具按钮。

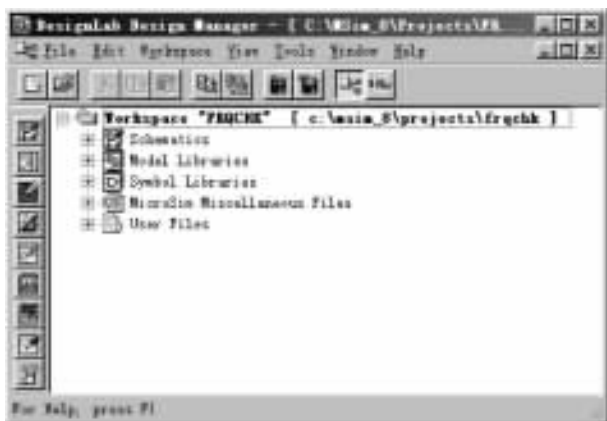


图 4-1 电路设计实验室设计管理程序窗口

### 电路设计实验室设计管理程序菜单和命令

下面对 电路设计实验室设计管理程序中的下拉式菜单命令加以说明,如表 4-1 所列。

表 4-1 电路设计实验室设计管理程序菜单命令

菜单	命令	功能说明
文件	打开	打开所选择的文件
	新建工作区	建立一个新的工作区
	打开存储的工作区	打开存储的工作区



续表 图 1-1

菜单	命令	功能说明
	关闭工作区	关闭运行的工作区
	文件属性	显示所选文件的属性
	出错信息表	显示出错信息表
编辑	剪切	剪切所选项放到剪切板上
	复制	复制所选项,并把它放到剪切板上
	粘贴	粘贴剪切板上的内容
	删除	删除所选项
	插入到工作区	将所选外部相关内容放到运行的工作区
	打开包含外部相关内容的工作区	打开包含外部相关内容的工作区
窗口	复制运行中工作区的全部或部分	复制运行中工作区的全部或部分
	移动运行中工作区的全部或部分	移动运行中工作区的全部或部分
	删除运行中工作区的全部或部分	删除运行中工作区的全部或部分
	对工作区的文件建立档案管理	对工作区的文件建立档案管理
	存储一个已建档的工作区	存储一个已建档的工作区
	把一个设计加到运行中的工作区	把一个设计加到运行中的工作区
视图	按类型排序显示	按类型排序显示
	按文件名排序显示	按文件名排序显示
	更新正显示的窗口	更新正显示的窗口
	扩展项显示	扩展项显示
	状态栏显示或隐去	状态栏显示或隐去
	工具栏显示或隐去	工具栏显示或隐去
	应用程序工具栏显示或隐去	应用程序工具栏显示或隐去
菜单	选项设置	选项设置
	运行电路图输入程序	运行电路图输入程序
	运行模拟或数字电路的计算程序	运行模拟或数字电路的计算程序
	运行制作印刷电路板程序	运行制作印刷电路板程序
	运行电路优化程序	运行电路优化程序
	运行元件模型参数提取程序	运行元件模型参数提取程序
	运行输出绘图程序	运行输出绘图程序
	运行激励源编辑程序	运行激励源编辑程序
	运行电路文件编辑程序	运行电路文件编辑程序
运行全部结束	运行全部结束	