

高等学校教学改革试点课程“电工与电子技术”系列教材

EDA设计与仿真实践

张秀娟 陈新华 主编



机械工业出版社
China Machine Press



高等学校教学改革试点课程“电工与电子技术”系列教材

EDA 设计与仿真实践

主 编 张秀娟 陈新华
副主编 王京生 王成义
参 编 崔建明 薛庆军
主 审 刘元法



机械工业出版社

本书是经山东省教育厅批准的“高等学校教学改革试点课程‘电工与电子技术’”配套系列教材之一。

本书包括 EWB 电工电子电路仿真、CPLD 可编程逻辑器件设计仿真、Protel 99 简介及应用、Matlab 简介及应用四大部分的软件环境介绍,并结合电工电子前两册实践教材的有关内容进行设计仿真。另外还扩展到信号处理系统及通信等方面有关内容的设计仿真。

该教材可以作为高等学校“电工电子技术”课程的实践教材,也可以作为电气、电子信息类专业 EDA 教学实践教材,还可以作为工程实践教科书和毕业设计的教材,也可供从事自动化、电气工程、计算机控制设计技术人员的参考学习用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

EDA 设计与仿真实践/张秀娟,陈新华主编. —北京:机械工业出版社,2002.8

高等学校教学改革试点课程“电工与电子技术”系列教材

ISBN 7-111-10575-3

I. E... II. ①张...②陈... III. 电子电路—电路设计:计算机辅助设计—高等学校—教材 IV. TN702

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 050277 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:王保家 版式设计:张世琴 责任校对:李秋荣

封面设计:陈 沛 责任印制:路 琳

北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2002 年 8 月第 1 版·第 1 次印刷

787mm×1092mm¹/₁₆·9.25 印张·222 千字

0 001—4 000 册

定价:13.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68993821、68326677-2527

封面无防伪标均为盗版

序

当前,以微电子技术为基石,以金属线、光纤和无线电波构成的电信和数据互联网已经覆盖全球,信息革命正在世界蓬勃兴起,人类社会正在进入坐观天下的e时代。新时代召唤人们为之奋斗,新时代需要新一代人才。对于培养人才的高等教育,特别是与电相关的学科和课程,既面临着机遇,又面临着挑战。无论是专业设置和课程建设,还是教学环境和手段,都需要进行改革都需要加强实践。尤其在培养具有扎实的电气电子理论基础,能够利用电气电子信息技术动手解决工程实践问题的高级人才问题上,加强实践性环节的教学尤为重要。这一点与国外先进发达国家相比,无论在实践手段、实验内容、实验学时及教育观念上,我国还有较大差距。事实证明,培养一个具有创新能力的高素质人材,实践性教学所占的地位十分重要。众多发明创造大都来自工程实践。所以,营造一个好的工程实践环境,建立一整套完善的实践体系,编写一套高质量的实践教材,是搞好课程改革的基本保证。

2000年,山东科技大学的“电工与电子技术”课程被批准为“山东省普通高校教学改革试点课程”。为此,他们制定了一套具有创新特点的教改方案,并经过有关专家的论证。经过第一线骨干教师两年多的实践,已初见成效。尤其是在“电工与电子技术”课程的实践性教学中,摸索出了一套成功的经验。在此基础上,他们进行总结,编写了此套实践教材,把在“电工与电子技术”课程中的改革方法和内容,以及教学研究成果奉献给教育界的同行和正在学习的同学们,这是非常有意义的。

他们组织编写的这套“高等学校教学改革试点课程‘电工与电子技术’系列教材”,教学实践部分共有3册,上册为《电工技术与可编程序控制器实践》,中册为《电子技术实践》,下册为《EDA设计与仿真实践》。

该套教材主要特点是:

1. 突出了注重动手,加强实践,培养兴趣,积极创新的理念。
2. 实现了循序渐进,从单一元器件到系统电路设计的教学方式。
3. 实施了“基础—综合—系统—创新”的教学体系,打破了以往以验证性实验为主的教学模式。实验类型分为验证性、综合性、创新性、设计性实践4个层次。
4. 实现了内容的优化组合,突出了先进性和实用性。

5. 加强了双语教学。在参考国外有关原版教材的基础上,从章、节、标题,到关键的词句,均采用英汉两种语言表示,达到结合专业提高和强化学生英语水平的目的。

该套教材有利于培养高素质的技术工程人才,是教学改革的一项优秀成果,既可以作为学生们的实验和工程实践指导书,也可以作为教师和工程技术人员的工程设计参考书,值得推广和应用。

教育部电子信息科学与电气信息类基础课程教学指导分委员会主任

教育部长江学者 特聘教授



2002年6月于南京

前 言

“电工与电子技术”课程是高等院校理工科专业的一门专业技术基础课，在科学技术高速发展的今天，对这种量大面广的课程教学进行改革是非常重要的，也是非常必要的。为此，我们利用 2000 年“电工与电子技术”课程被批准为“山东省普通高校教学改革试点课程”之际，围绕加强基础、拓宽专业、强化工程实践训练、提高学生动手和创新能力这个目标，对“电工与电子技术”课程进行了全面的改革。其中对实践性教学进行了一系列的重大改革。

主要改革内容体现在：实现了由验证性实验为主转变为工程训练实践为主的实验体系。实现了从认识→验证→设计→综合性设计→创新实践的教学模式。实现了从小到大、循序渐进的教学方法。实现了内容的整体系统优化和集成，充分利用先进计算机仿真技术 EDA、计算机控制技术可编程序控制器 PLC，注重强电与弱电的结合、软件与硬件的结合、单元电路与复杂电路的结合等。使其既可以适合于多学时的“电工与电子技术”课程的教学要求，也适合于少学时的“电工与电子技术”课程的教学实践。既满足了教学计划实验的要求，又保持实践课程的自身特色、要求和独立性。既可以单独设课，也可以进行拓宽和延伸，进行单独的电工技术、电子技术、可编程序控制器 PLC 的课程设计、EDA 电工电子电路设计仿真、电子工艺实习、毕业设计参考、大学生创新实践等。这些改革均有利于在培养学生基本能力的前提下，实施因材施教，发展个性，培养创新意识和创新能力，发现和培养创新人才。

通过近几年的教学实践，在总结以上教学改革成果的基础上，我们组织广大教师编写了“高等学校教学改革试点课程‘电工与电子技术’系列教材”，把它奉献给广大的学生、教师和工程技术人员，以促进电工与电子技术课程教学的改革和发展。

该系列教材分为主教材和实践教材两部分，主教材包括《电工技术》和《电子技术》两册；实践教材包括《电工技术与可编程序控制器实践》、《电子技术实践》、《EDA 设计与仿真实践》三册。

本书为实践教材的第三分册《EDA 电工电子电路设计及仿真实践》，其内容主要包括 EWB 电工电子电路仿真、CPLD 可编程逻辑器件设计仿真、Protel 99 简介及应用、Matlab 简介及应用四部分。结合当前科技的发展，以小的篇幅和精干

的语言,介绍了目前世界上最流行最先进的电工电子电路设计仿真“虚拟电子工作台”: EWB (Electronics Workbench) 5.2、MAX + PLUS II、Protel 99、Matlab6.0 四种软件环境的使用方法和设计范例。另外还扩展到信号处理系统及通信等方面有关内容的设计仿真范例,并配有相关的设计仿真性实践供学生学习用。加强了双语教学,从章、节、标题,到关键的词句,均采用英汉两种语言表示,达到结合专业提高和强化学生英语水平的目的。本书为了便于读者学习,许多元器件图形符号和文字符号与所采用的软件相一致,与国家标准不一致,请读者注意。

本系列教材由陈新华总体策划。本书由张秀娟和陈新华担任主编,王京生编写了第1~5章,张秀娟编写了第6章及附录,薛庆军编写了第7章,陈新华、王成义和崔建明编写了第8章和第9章。在本书的编写过程中,山东科技大学刘元法教授给予了热情的关心和指导,并对全书进行了认真的审阅和修改,提出了宝贵意见。另外,李新元对本书进行了英语翻译,李勇参加了本书的校对工作。在此谨致以衷心的感谢。

本书由于受时间和水平限制,可能有许多不完善之处,望读者批评指正。

编 者

目 录

序

前言

第 1 部分 EWB 电工电子电路设计及动态仿真	1
Part 1 Design and Dynamic Simulation of EWB Electrical and Electronic Circuit	1
第 1 章 EWB 软件环境介绍及操作练习	1
Chapter1 Introduction to EWB Software Environment Operation Exercise	1
1.1 EWB 软件环境介绍 (Introduction to EWB software environment)	1
1.2 EWB 软件基本操作方法及举例 (Basic operating method of EWB and examples)	2
第 2 章 EWB 电工电子电路验证与仿真练习	16
Chapter 2 Verification and Emulation Exercise of EWB Electrical and Electronic Circuit	16
2.1 实验 1 戴维南等效电路测量 (Measurement of Thieving equivalence circuit)	16
2.2 实验 2 RC 充、放电过程分析 (Analysis of RC charge and discharge process)	17
2.3 实验 3 共发射极单管放大电路的分析 (Analysis of transistor common emitter single tube amplifying circuit)	17
2.4 实验 4 数字逻辑电路关系测试 (Testing of numeric logic circuit connection)	18
2.5 实验 5 译码电路 (Decoding circuit)	19
2.6 实验 6 555 多谐振荡器 (555 multi-oscillator)	20
2.7 实验 7 A/D (模数)、D/A (数模) 转换器的应用 (Application of A/D 和 D/A converter)	21
第 3 章 综合电路设计与动态仿真	23
Chapter 3 Design and dynamic emulation of comprehensive circuit	23
3.1 实践 1 四人优先表决电路的设计与仿真 (Design and dynamic of four people precedence adjudge circuit)	23
3.2 实践 2 彩灯循环显示控制电路的设计与仿真 (Design and simulation of lored lamp circulation shows control circuit)	24
3.3 实践 3 简易电子琴电路的设计与仿真 (Design and simulation of circuit simple electronic organ)	24
3.4 实践 4 温度测量电路的设计与仿真 (Design and simulation of circuit temperature measure)	25
3.5 实践 5 带通滤波器电路的设计与仿真 (Design and simulation of circuit band-pass filter)	27
第 4 章 创新设计电路	29
Chapter 4 Creative design of circuit	29
4.1 实践 1 电子密码锁的设计 (Design of electronic password lock)	29
4.2 实践 2 路灯控制器设计 (Design of Street lamp controller)	29
4.3 实践 3 多路防盗报警电路设计 (Design of circuit for multi-channel guarding and alarming)	30
4.4 实践 4 整点报时电路设计 (Design of circuit for ringing at the full o'clock)	31
4.5 实践 5 出租车自动计费器电路设计 (Design of circuit for automatic taximeter)	32
4.6 实践 6 多路数据采集系统的电路设计 (Design of circuit for multi-channel data collection system)	33
4.7 自行选题设计 (Design of proper motion choose inscribe)	34

第 2 部分 可程序逻辑器件设计仿真	36
Part 2 Design simulation Programmable Logic Device	36
第 5 章 CPLD 软件开发系统 MAX + PLUS II 的基本使用	36
Chapter 5 The Basic usage of CPLD Software Development System MAX + PLUS II	36
5.1 概述 (Outline)	36
5.2 MAX + PLUS II 的版本及其安装 (Edition and installation of MAX + PLUS II)	36
5.3 MAX + PLUS II 的常用设计输入方法 (Common input methods of design MAX + PLUS II)	36
5.4 图形输入方式 (Graphic input method)	38
5.5 文本编辑的输入、波形仿真及底层编辑 (Input, simulation of wave form and bottom editon of text editing)	44
5.6 AHDL 语言简介 (Introduction to AHDL)	46
5.7 简单实践 (Simple practice)	53
第 3 部分 Protel 99 的应用仿真及简介	55
Part 3 Simulation of application of Protel 99 and Introduction to Protel 99	55
第 6 章 Protel 99 软件环境简介及原理图设计和仿真	55
Chapter 6 Introduction Software Environment of Protel 99 and Design and Simulation of Schematic Diagram	55
6.1 Protel 99 的主要组成及特点 (Major compositions and characteristics of Protel 99)	55
6.2 Protel 99 运行的系统需求、安装和启动 (System requirement, installation and starting in operating Protel 99)	55
6.3 Protel 99 中文件的基本操作 (Basic documentary operation in Protel 99)	56
6.4 Protel 99 原理图编辑器的 SCH 基础 (SCH foundation of schematic diagram editor of Protel 99)	58
6.5 生成网络表文件 (Create network list document)	69
6.6 绘制一简单原理图 (Draw a simple schematic diagram)	70
6.7 电路仿真 (Circuit simulation)	72
第 7 章 Protel 99 印制板电路设计及实验	81
Chapter 7 Design and Practice of Protel 99 Printed Circuit Board	81
7.1 Protel 99 PCB 的启动及窗口 (Starting and window of Protel 99 PCB)	81
7.2 Protel 99 PCB 的基本操作 (Basic operation of Protel 99 PCB)	84
7.3 自动布线 (Automatic routing)	93
7.4 手工改线 (Manual routing)	94
7.5 双面印制电路板设计举例 (Example of double side printed circuit board design)	94
7.6 电路设计及动态仿真实践 (Circuit design and dynamic simulation practice)	97
第 4 部分 MATLAB 应用简介	101
Part 4 Introduction to Application of MATLAB	101
第 8 章 MATLAB 简介	101
Chapter 8 Introduction to MATLAB	101
8.1 MATLAB 6 软件环境简介 (Introduction of MATLAB 6 software environment)	101
8.2 MATLAB 程序设计 (MATLAB programming)	105
8.3 信号处理实验中应用 MATLAB 函数简介 (Introduction to MATLAB functions used in signal processing experiment)	110
8.4 MATLAB 中的通信工具箱及仿真环境介绍 (Introduction to communication toolbox and simulation environment in MATLAB)	112

第9章 MATLAB 的应用实践	116
Chapter 9 Application and Practice of MATLAB	116
9.1 实践1 MATLAB 软件的使用练习 (Exercises of using MATLAB software)	116
9.2 实践2 MATLAB 在信号处理中的应用实例 (Examples of MATLAB used in signal processing)	117
9.3 实践3 信号、系统及系统响应 (Signal, system and system response)	120
9.4 实践4 综合实践 (Comprehensive experiment)	123
9.5 实践5 基于两种仿真方式的抑制载波双边带调制解调实践实例 (Practice of carrier-suppressed double sideband modulation demodulation based on two simulation modes)	124
9.6 实践6 通信系统原理综合实践 (Comprehensive practice of communication system principle)	128
附录 Protel 99 元器件电气图形符号库	130
参考文献	135

第 1 部分 EWB 电工电子电路设计及动态仿真

Part 1 Design and Dynamic Simulation of EWB Electrical and Electronic Circuit

第 1 章 EWB 软件环境介绍及操作练习

Chapter 1 Introduction to EWB Software Environment Operation Exercise

1.1 EWB 软件环境介绍 (Introduction to EWB software environment)

1.1.1 特点 (Characteristic)

EWB (Electronics Workbench) 虚拟电子工作台是一种强大的电路设计软件。与其他电路仿真软件相比,具有界面直观、操作方便等优点,可为设计者提供所需的各种元件及仪表,进行计算机辅助设计、模拟及布局。它改变了有些电路仿真软件输入电路采用文本方式的不便之处。创建电路、选用元器件和测试仪器等均可直接从屏幕中选取,而且测试仪器图形与实物外形基本相似,完全符合现今快速、高效电路分析设计需求。

1.1.2 系统要求及软件安装 (System requirement and software installment)

目前, Interactive Image Technologies 公司已推出了 5.12 版本的 EWB,其功能和元器件库已覆盖了 5.1 版本的 EWB 内容。本书主要介绍 5.12 版本 EWB 的操作使用,但其菜单命令和工具栏也同样适用 5.1 版本的 EWB。

1. 系统要求 (System requirement)

(1) 安装 Electronics Workbench 5.12 至硬盘,需 20MB 的磁盘空间。

(2) 当运行在 Microsoft Windows 95/98 或 Microsoft Windows NT 操作系统时要求: 486 以上微机,与之兼容的鼠标器, 16MB RAM。

程序运行时,将建立临时文件,该文件占硬盘空间的缺省规模大小是 20MB,当文件达到其最大限度的规模时,可以选择:

- 1) 停止仿真。
- 2) 放弃已有的数据,继续进行仿真。
- 3) 系统要求提供更大的磁盘空间。

2. 软件安装 (Software installment)

(1) 启动 Windows 95/98,按屏幕左下脚的“开始”按钮,然后单击“运行”,将弹出“运行”窗口。

(2) 插入光盘,在弹出窗口内输入“E:\ Setup,”并回车,或用鼠标单击“确定”;

(3) 根据屏幕提示信息进行安装:确定安装位置、工作目录、输入用户信息和序列号。

1.2 EWB 软件基本操作方法及举例 (Basic operating method of EWB and examples)

1.2.1 EWB 的基本界面 (Basic interface of EWB)

1.2.1.1 EWB 的主窗口 (Main window of EWB)

启动 EWB5.12 仿真软件可以看到其主窗口, 如图 1-1 所示。从图中可以看出, EWB 模仿了一个实际的电子工作台。主窗口中最大的区域是电路工作区, 在这里可以进行电路的连接和测试。

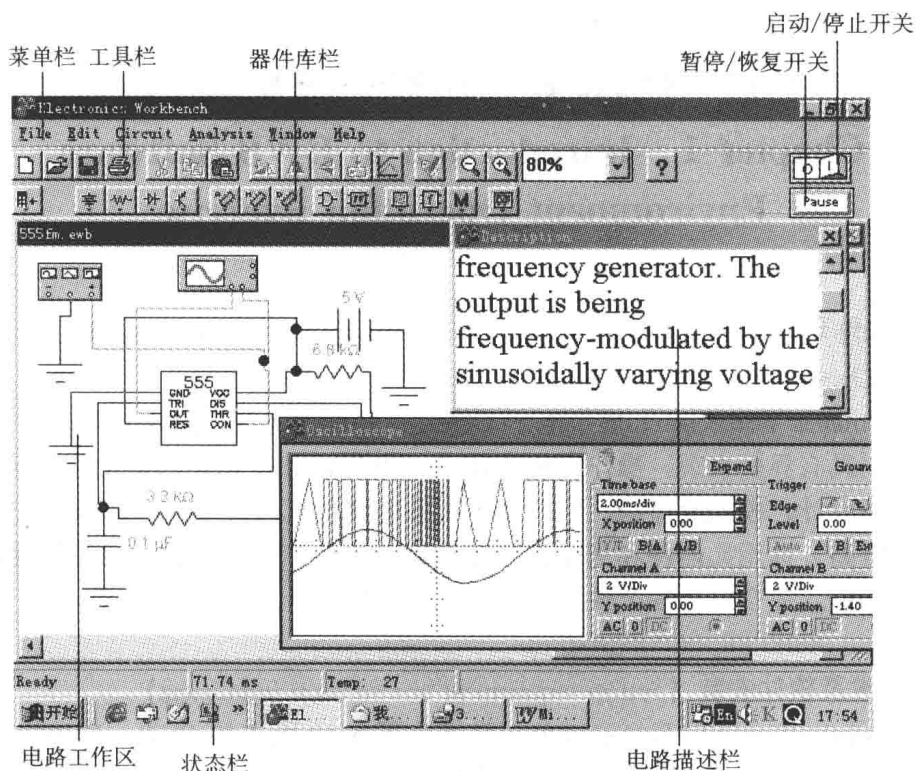


图 1-1 EWB5.12 主窗口

1.2.1.2 EWB 的菜单栏 (Menu bar of EWB)

1. File 文件菜单 (The menu File)

Revert to Saved (恢复文件) —— 将刚才存储的电路恢复到电路工作区;

Import (输入) —— 输入 Pspice 网表文件, 并将它转换成电路图;

Export (输出) —— 输出一个网表文件。

2. Edit 编辑菜单 (The menu Edit)

Copy as Bitmap (局部复制) —— 复制电路工作区窗口内的局部内容至剪贴板。方法是选定该选项后, 将鼠标移至电路工作区内窗口中, 单击鼠标并拖曳形成一矩形, 包围所要复制的内容, 释放鼠标按钮;

Show Clipboard (查看剪贴板) —— 查看剪贴板内容。

3. Circuit 电路菜单 (The menu Circuit)

Component Property (元器件特性) —— 可设置元器件标签、编号、数值、模型参数等;

Create Subcircuit (创建子电路) —— 创建子电路并存盘;

Zoom In (放大) —— 放大显示工作区电路的尺寸;

Zoom Out (缩小) ——缩小显示工作区电路的尺寸。

4. Analysis 分析菜单 (The menu Analysis)

Activate (激活) ——该命令相当于接通电路工作区右上角电源开关, 实际上是计算机对测试点进行求值运算;

Pause (暂停) ——暂停电路仿真运行;

Stop (停止) ——停止电路仿真;

Analysis Option (分析) ——选择电路的分析方法;

DC Operating ——直流分析;

AC Frequency Transient ——交流频率分析;

Transient ——暂态分析;

Fourier ——傅里叶分析;

Monte Carlo ——蒙特卡罗分析;

Display Graph ——显示图。

5. Window 窗口菜单 (The menu Windows)

Arrange (排列) ——使操作界面内的电路工作区、分类元器件和阐述栏排列有序, 不产生图形重叠;

Circuit (电路) ——将电路工作区内的电路显示到前台;

Description (阐述) ——使阐述栏显示在前台。

6. Help 帮助菜单 (The menu Help)

Help Index (帮助主题词索引) ——屏幕显示“帮助”内容的主题索引; 当选定工作区中某个元器件或仪器, 再执行 Help 命令, 屏幕将显示该元器件或仪器的相关帮助信息;

Release Notes (版本说明) ——说明有关注意问题;

About Electronic Workbench ——说明程序版本、序列号、许可证等相关信息。

1.2.1.3 EWB 的工具栏 (Tool bar of EWB)

图 1-2 所示为 EWB 的工具栏, 工具栏中各主要按钮的名称及功能如下:

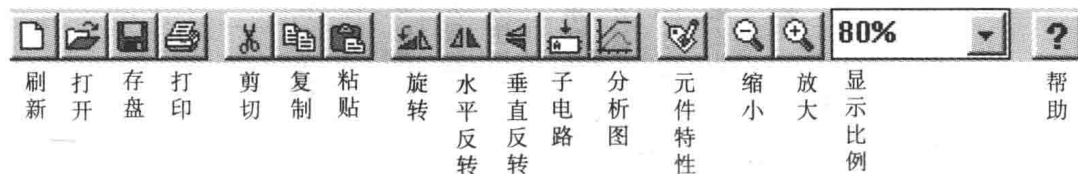


图 1-2 EWB 的工具栏

刷新——清除电路工作区, 准备生成新电路;

旋转——将选中的元器件逆时针旋转 90° ;

水平、垂直反转——将选中的元器件水平、垂直反转;

子电路——生成子电路;

分析图——调出分析图;

元件特性——调出元件特性对话框;

帮助——调出与选中对象有关的帮助内容。

1.2.1.4 EWB 的元器件库栏 (Parts of an apparatus bar of EWB)

EWB 提供了非常丰富的元器件库及各种常用测试仪器, 给电路仿真实验带来了极大的方便。元器件库栏的标注如图 1-3 所示。



图 1-3 元器件库栏

1. 信号源库

如图 1-4 所示。

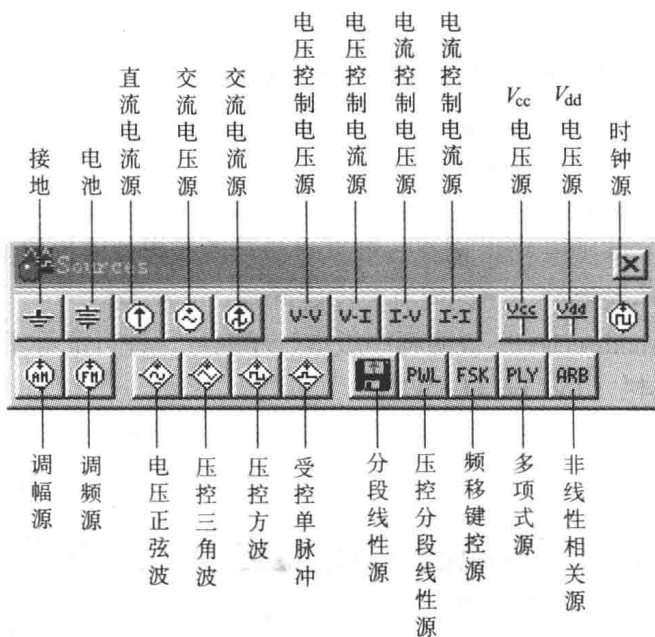


图 1-4 信号源库

2. 基本器件库

如图 1-5 所示。

3. 二极管库

如图 1-6 所示。

4. 逻辑门电路库

如图 1-7 所示。

5. 晶体管库

如图 1-8 所示。

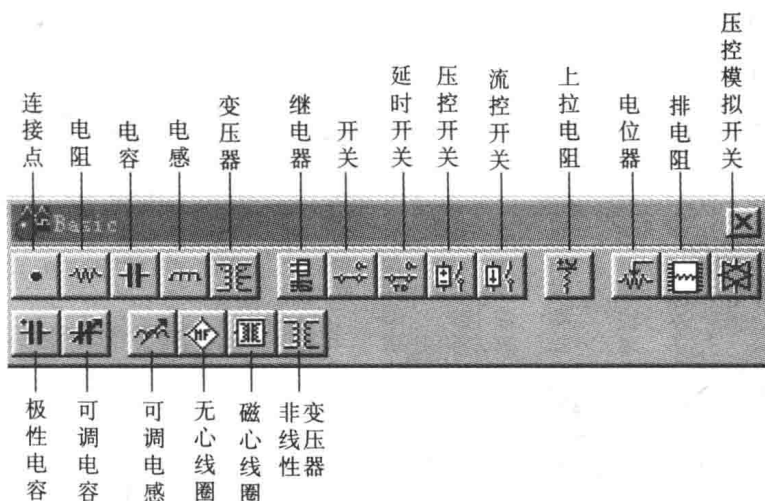


图 1-5 基本器件库

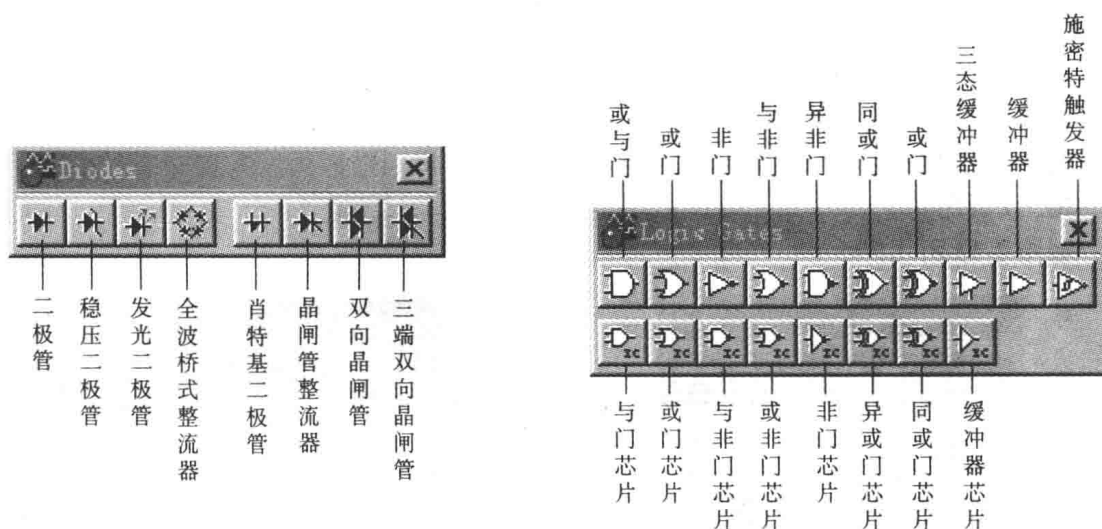


图 1-6 二极管库

图 1-7 逻辑门电路

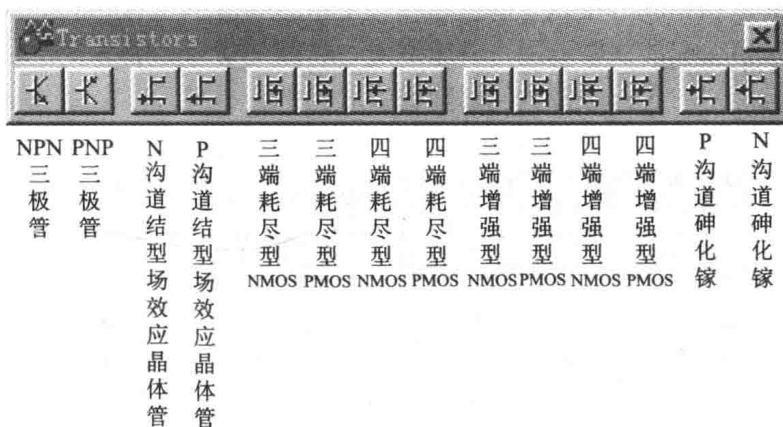


图 1-8 晶体管库

6. 数字集成电路库

该库包含下列器件：74××系列、741××系列、742××系列、743××系列、744××系列、4×××系列，如图 1-9 所示。

7. 模拟集成电路库

如图 1-10 所示。

8. 混合集成电路库

如图 1-11 所示。



图 1-9 数字集成电路

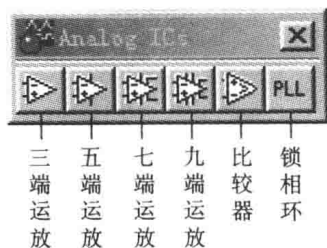


图 1-10 模拟集成电路



图 1-11 混合集成电路

9. 指示器件库

如图 1-12 所示。

10. 仪器库

如图 1-13 所示。

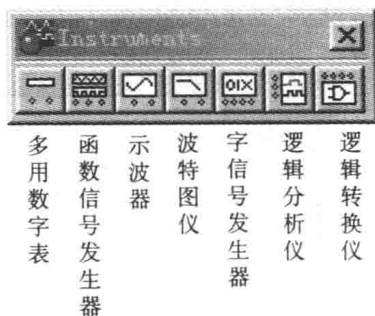


图 1-12 指示器件库

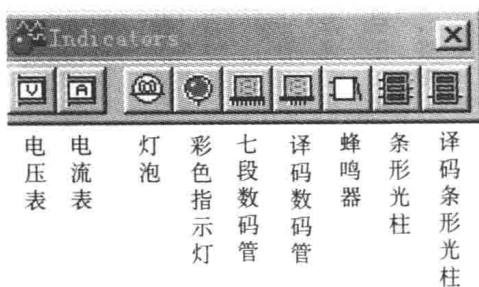


图 1-13 仪器库

11. 数字器件库

如图 1-14 所示。



图 1-14 数字器件库

12. 控制器件库

如图 1-15 所示。

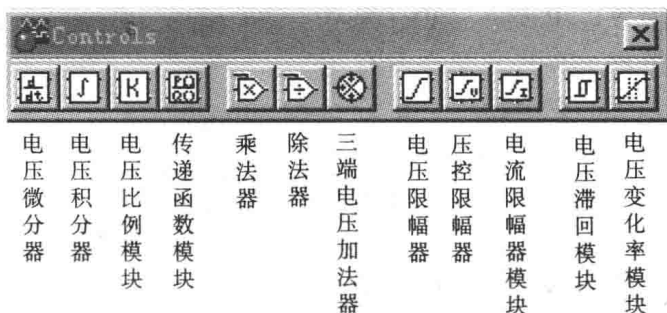


图 1-15 控制器件库

13. 其他器件库

如图 1-16 所示。



图 1-16 其他器件库

1.2.2 EWB 的操作方法 (The Operating method of EWB)

1.2.2.1 电路的创建 (Establishment of circuit)

1. 元器件的操作

(1) 元器件的选用与选中 单击元器件库栏中该元器件的图标，将所需元器件从元器件库中直接拖曳至电路工作区；用鼠标左键单击该器件即被选中，此时即可对该元器件进行各种操作：移动、旋转、删除、设置参数等；如需选择一组相邻元器件，可按住鼠标左键拖曳画出一个矩形区域，包含在该矩形框中的元器件即被同时选中。

(2) 元器件的移动 拖曳需移动的元器件，放在所需位置即可；要移动一组元器件，先选中需移动的组件，然后用鼠标拖曳其中任何一个元器件即可移动组件。

(3) 元器件的旋转与反转 选择要旋转的元件，然后使用工具栏的“旋转”、“垂直反转”、“水平反转”等按钮即可。

(4) 元器件的复制与删除 单击鼠标左键选中要进行操作的元器件，然后单击鼠标右键，从打开的菜单中选择所需的操作，如复制、删除、粘贴等。

(5) 元器件标签、编号、数值、模型参数的设置 选中元器件，单击鼠标右键，从打开的菜单中选择 Component Properties 项，单击鼠标左键，会弹出相关的对话框。其内容包括：Label (标识)、Models (模型)、value (数值)、Fault (故障设置)、Display (显示)、Analysis