

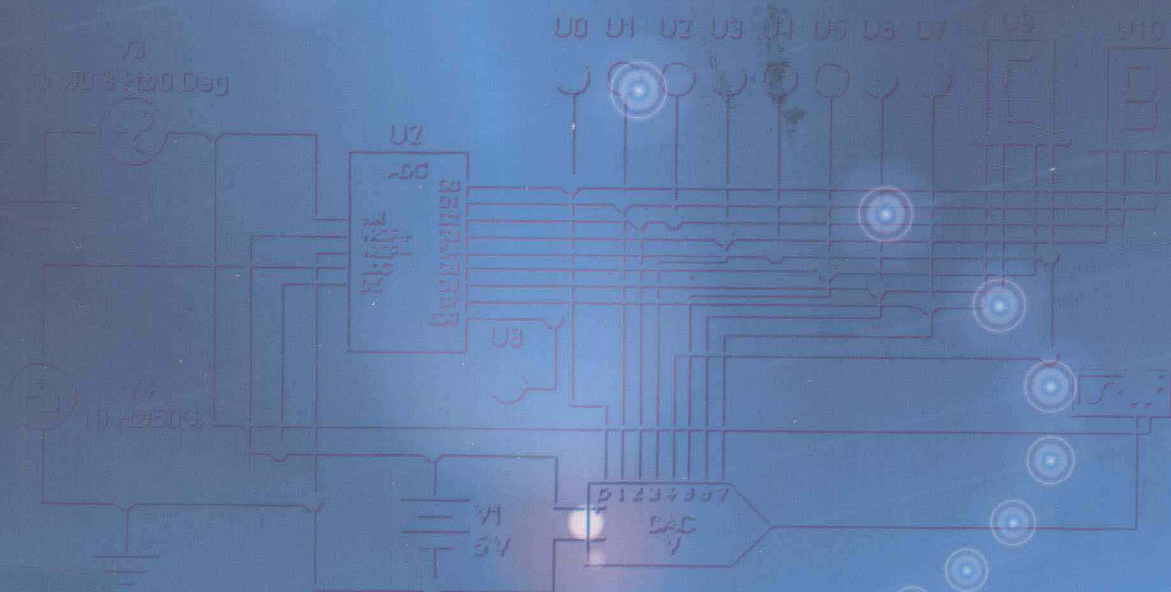


普通高等教育“十一五”规划教材

电子设计与仿真技术

第2版

袁 宏 李忠波 等著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

普通高等教育“十一五”规划教材

电子设计与仿真技术

第2版

袁 宏	李忠波	龚淑秋	著
高有华	申永山		
曹承志			审



机械工业出版社

本书包括：EWB 概述、EWB 的操作方法、EWB 的电路分析功能、电工技术中的电路设计与仿真、模拟电子电路的设计与仿真、数字电子电路设计与仿真、电子电路应用系统的设计与仿真、EWB 电子技术课程设计指导等内容。本书系统、详实地介绍电子设计自动化（EDA）技术中最优秀的骨干软件之一，EWB 的功能和使用方法，以及 EWB 在电工技术、电子技术的电路设计与仿真中的应用。书中列举了大量设计实例，这些实例是作者在理论教学、实验教学、课程设计、教学研究和科学研究等工作的结晶，其中包括许多在国内重要和核心期刊以及国际学术会议上刊登和发表的论文的内容。书中全部实例，都由作者精心设计、精心制作，并已通过仿真实验验证。为便于课堂教学和上机操作，这些实例已制成 EWB 工作界面的配套光盘，并将 EWB（5.0c）软件制作在随书附带的光盘。本书是一部适于电工学的理论及实践教学、课程设计等环节的必备教材，可供高等理工科院校电类各专业和非电类本、专科电气类、自控类、电子信息类、机械类、材料类、汽车类、经管类、化工类、土建类、机电一体化类、计算机类、环境工程类等相关专业教学使用，也可作为成人教育、夜大、函大、职工大学相关专业教材和电子设计技术人员的参考书。

图书在版编目（CIP）数据

电子设计与仿真技术/袁宏 等著. —2 版. —北京：机械工业出版社，2010.4

普通高等教育“十一五”规划教材

ISBN 978-7-111-29743-7

I. 电… II. 袁… III. 电子电路—电路设计—高等学校—教材
电子电路—计算机仿真—高等学校—教材 IV. TN702

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2010）第 023912 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

策划编辑：贡克勤 责任编辑：贡克勤 版式设计：霍永明

责任校对：姜 婷 责任印制：洪汉军

三河市宏达印刷有限公司印刷

2010 年 4 月第 2 版第 1 次印刷

184mm×260mm·15.5 印张·379 千字

标准书号：ISBN 978-7-111-29743-7

ISBN 978-7-89451-446-2（光盘）

定价：34.00 元（含 1CD）

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换
电话服务 网络服务

社服务中心：(010) 88361066

销售一部：(010) 68326294

销售二部：(010) 88379649

读者服务部：(010) 68993821

门户网：<http://www.cmpbook.com>

教材网：<http://www.cmpedu.com>

封面无防伪标均为盗版

第2版前言

《电子设计与仿真技术》自2004年出版以来,在6年的教学实践中,得到各兄弟院校和广大读者的厚爱和支持,本教材的推出,促进了电子技术课程的现代化,促进了电子技术实验教学和课程设计的现代化,推动了电子技术课程的教学改革。本教材是辽宁省2005年教育教学成果奖二等奖《非电类理工科电工电子课程模块教学改革的研究与实践》项目的一项研究成果,也是辽宁省精品课程电工学(电工技术、电子技术)课程的使用教材。

这次修订再版,广泛吸收了同行教师和读者的建议和意见,删掉、更新和新增部分内容,使教材进一步完善。例如,第4章电工技术中的电路设计与仿真,着重解决正弦交流电路中工程实践和较难题目的仿真分析与设计。加强了常用的电子仪器仪表在仿真分析、设计中的应用。加强虚拟仪器在线性电路时域分析中的应用。第5章模拟电子电路的设计与仿真,更新了集成运算放大电路的仿真内容。加强了反馈与振荡电路中实际应用的内容,创建典型的常用的集成稳压电源电路模型,以丰富EWB的应用功能。第6章数字电子电路设计与仿真,更新组合逻辑电路分析与设计的实际应用方面的仿真。加强了常用中规模集成计数器在计数、计时和控制等方面的功能的内容。增加555定时与组合电路和时序电路的综合应用功能电路的仿真。第7章电子电路应用系统的设计与仿真,补充学生在课程设计中具有改进、创新的课题。增加一些反映教学与科研新成果的实践仿真内容。删掉比较简单仿真电路和与仿真无关的叙述。

为便于课堂教学和上机操作,这次修订再版,已经将EWB(5.0c)软件制作在随书附带的光盘中,在Windows XP或兼容Windows 98环境下便可打开EWB(5.0c)的主界面,有助于读者在更深层次上开发和应用电子设计自动化技术,为科学研究、工程实践、撰写学术论文等方面的工作提供了方便。

本书第1、3章由沈阳工业大学电气工程学院袁宏教授撰稿,第2章由申永山副教授撰稿,第4章由高有华教授撰稿,第5章由龚淑秋副教授撰稿,第6、7、8章由李忠波教授撰稿。沈阳工业大学信息科学与工程学院曹承志教授在百忙之中对本书进行了认真、仔细的审阅,提出许多修改意见,在此深表谢意。

本书可供高等理工科院校电类各专业和非电类本、专科电气类、自控类、电子信息类、机械类、材料类、汽车类、经管类、化工类、土建类、机电一体化类、计算机类、环境工程类等相关专业教学使用，也可作为成人教育、夜大、函大、职工大学相关专业教材和电子设计技术人员的参考书。

限于编者能力与水平，错误和不妥之处在所难免，恳请读者批评指正。

作 者

第1版前言

随着电子技术和计算机技术的飞速发展,促进电子电路及其应系统设计手段也越来越先进。传统的电子电路与系统设计方法,周期长、耗材多、效率低,难以满足电子技术飞速发展的要求。“电子工作台”(Electronics Workbench),即 EWB,是将先进的计算机技术应用于电子设计与仿真过程的新技术,它已被广泛应用于电子电路分析、设计、仿真、印制电路板的设计等各项工作之中。EWB 为使用者提供了一个集成一体化的设计与实验环境,创建电路、实验分析和结果输出在一个集成菜单系统中可以全部完成,使电子电路及系统的设计产生了划时代的变化,极大地提高了设计质量与效率。EWB 与电路分析软件“SPICE”完全兼容,而且具有界面形象逼真、操作方便,采用图形方式创建电路等优点。EWB 有庞大的元器件库和比较齐全的仪器仪表库。掌握现代化设计与仿真软件 EWB,已成为电子设计工程师、相关专业的大学本、专科学生及研究生必备的工具。

本书介绍了 EWB (5.0c) 的功能与特点、工作界面、操作方法,可以使读者很快入门;书中以典型实例介绍了 EWB 的电路分析功能,使读者能对电路及系统进行包括交流频率分析、傅里叶分析在内的 14 种性能分析;书中较详尽地介绍了 EWB 元器件库内资源,以及元器件库的创建方法,便于读者充分利用 EWB 的元器件资源和开发自己的元器件库。

本书着重介绍了 EWB 在电工技术、电子技术(模拟电子技术和数字电子技术)以及电子电路应用系统的设计与仿真。书中列举了大量设计实例,这些实例是作者在理论教学、实验教学、课程设计、教学研究和科学研究等工作的结晶,其中包括许多在国内重要和核心期刊以及国际学术会议上刊登和发表的论文的内容。书中全部实例,都由作者精心设计、精心制作,并已通过仿真实验验证。为便于课堂教学和上机操作,这些实例已制成 EWB 工作界面的配套光盘。

本书介绍了基于电子工作台 EWB 的设计性、综合性实验的内容,使理论与实践紧密结合;书中介绍了基于 EWB 的电子技术课程设计的内容,EWB 也为相关课题的毕业设计提供了前期设计和仿真实验环境。通过这些实践环节,有

助于培养学生综合运用知识的能力、独立工作能力和创新能力。

本书由沈阳工业大学电气工程学院李忠波教授、袁宏教授创意并构建基本框架。第一章由袁宏撰稿，第二章由申永山撰稿，第三、六、七、八章由李忠波撰稿，第四章由高有华撰稿，第五章由龚淑秋撰稿。全书由李忠波教授统稿。

沈阳工业大学信息科学与工程学院曹承志教授在百忙之中对本书进行了认真、仔细的审阅，提出许多修改意见，在此深表谢意。

本书可以作为高等学校非电类和电类本、专科学生《电工学（电工技术）、（电子技术）》、《电路》、《模拟电子技术基础》、《数字电子技术基础》、《电子技术课程设计》等课程的计算机辅助教学和仿真实验教材和《电子技术课程设计》教材；也可以作为《电子设计自动化（EDA）》教材，供相关专业的研究生选用；还可作为相关教师的教学参考书和从事电子电路设计的工程技术人员的参考书。

限于编者能力与水平，错误和不妥之处在所难免，恳请读者批评指正。

作 者

目 录

第2版前言

第1版前言

第1章 EWB 概述	1
1.1 EWB 的特点与功能	1
1.2 EWB 的运行环境与安装	2
1.3 EWB 的工作界面	3
1.4 EWB 的菜单栏	4
1.5 EWB 的工具栏	6
1.6 EWB 的元器件与仪器库栏	7
第2章 EWB 的操作方法	12
2.1 仿真电路的创建	12
2.2 虚拟仪器仪表的使用	18
2.3 电路的仿真过程	25
2.4 子电路的生成与使用	27
2.5 帮助功能的使用	28
2.6 印制电路板的设计	29
第3章 EWB 的电路分析功能	30
3.1 直流工作点分析	31
3.2 交流频率分析	32
3.3 瞬态分析	33
3.4 傅里叶分析	34
3.5 噪声分析	36
3.6 失真分析	37
3.7 参数扫描分析	39
3.8 温度扫描分析	40
3.9 极-零点分析	41
3.10 传递函数分析	42
3.11 灵敏度分析	44
3.12 蒙特卡罗分析	46
3.13 最坏情况分析	48
3.14 仿真过程中出现的问题及处理	52
习题	54

第4章 电工技术中的电路设计与

仿真

4.1 电路分析方法	56
4.2 含受控源电路的分析	63
4.3 正弦交流电路	65
4.4 三相交流电路	70
4.5 线性电路时域分析	75
习题	80

第5章 模拟电子电路的设计与仿真

5.1 基本放大电路	85
5.2 场效应晶体管放大电路	92
5.3 集成运算放大电路	95
5.4 反馈与振荡电路	110
5.5 直流稳压电源	113
5.6 晶闸管电路	118
习题	121

第6章 数字电子电路设计与仿真

6.1 组合逻辑电路分析	124
6.2 组合逻辑电路设计	126
6.3 逻辑部件功能测试	128
6.4 触发器及其应用	133
6.5 集成加法计数器设计	137
6.6 集成可逆计数器的应用	140
6.7 集成555定时器设计	144
6.8 集成数模转换器 DAC	150
6.9 集成模数转换器 ADC	151
6.10 ADC 与 DAC 应用电路的设计	153
6.11 锁相环	155
习题	157

第7章 电子电路应用系统的设计与

仿真

7.1 概述	159
7.2 振荡式微电机三相变流电源的仿真设计	162

7.3	微电机三相方波变流电源的仿真设计	165
7.4	可编程调频微电机三相方波电源的仿真设计	168
7.5	微电机三相梯形波变流电源的仿真设计	171
7.6	加工中心刀具自动进给控制系统的设计	176
7.7	基于 IC 74191 的自动进给控制系统的设计	180
7.8	三相混合式步进电动机驱动系统的设计	183
7.9	基于 EPROM 三相混合式步进电动机驱动系统的设计	186

7.10	智力竞赛抢答器的设计	190
7.11	数字电子钟的设计	193
7.12	交通信号灯自动指挥系统的设计	197

第 8 章 EWB 电子技术课程设计

指导	203
----------	-----

8.1	课程设计的目的与要求	203
8.2	电子技术课程设计课题范例	208
8.3	电子技术课程设计课题选集	219
8.4	EWB 的元器件库	222

参考文献	237
------------	-----

第1章 EWB 概述

电子工作台 EWB (Electronics Workbench) 是由加拿大 Interactive Image Technologies 公司推出的专门用于电子电路设计与仿真的软件。该软件不仅克服了传统的电子电路设计过程中,由于受工作场地、仪器设备和元器件品种与数量的限制,使一些必要的调试无法进行的弊端,既能准确验证所设计的电路是否达到设计要求与技术指标,又能通过改变电路元器件参数,使所设计的电路性能达到最佳,从而大大提高了电子电路设计的效率与质量。同时,EWB 还可以作为电工电子类课程的辅助教学手段和实验训练工具,既能弥补实验仪器与电路元器件不足,避免实验仪器损坏与实验材料消耗,又有利于学生加深对电工电子类课程基本理论与基本概念的理解与掌握,熟悉常用电工电子仪器的使用与测量方法及元器件参数的选择,从而进一步培养学生设计与创新能力、分析与解决问题能力。因此,EWB 已在电工电子设计、电工电子类课程教学等领域得到越来越广泛地应用。

1.1 EWB 的特点与功能

1.1.1 EWB 的特点

与其他电子电路仿真软件相比,EWB 的特点是:

- 1) 界面直观、操作方便 EWB 改变了一般电子电路仿真软件必须采用文本方式创建电路、选择元器件和测试仪器与仪表的方法,采用图形方式创建电路,即直接从屏幕上的元器件库和仪器库中选取电路元器件和测试仪器与仪表。
- 2) 电路元器件丰富 EWB 提供了数千种电路元器件及其理想值,并与目前常用的电子电路分析软件 PSPICE 的元器件库完全兼容,同时还可以根据需要新建或扩充元器件库。
- 3) 仿真手段符合实际 EWB 提供的虚拟仪器与实际仪器极为相似,利用虚拟仪器对电路进行仿真实验如同使用真实仪器进行电路实验,便于学习与使用。

1.1.2 EWB 的主要功能

- 1) 电路分析功能 EWB 提供了丰富而详细的电路分析方法,不仅提供了瞬态与稳态、时域与频域、线性与非线性和噪声与失真等常规的电路分析方法,同时还提供了傅里叶、电路极点零点、灵敏度和电路容差等电路分析方法,帮助设计者分析电路特性。
- 2) 故障设置功能 可以设置实际实验中不容易做到的开路、短路和漏电等故障,观察和分析电路状态,加深对理论知识的理解。
- 3) 存储功能 在仿真的同时可以存储所有测试点的数据、波形及测试仪器的工作状态,并能列出被仿真电路所有元器件清单。
- 4) 与其他软件兼容与共享功能 EWB 提供的元器件库与 PSPICE 的元器件库完全兼容,同时,在 EWB 平台上设计的电路原理图可以直接输出到 PROTEL 和 ORCAD 等软件平台上,

自动排出印制电路板图,从而大大加快电子产品开发速度,提高设计工作效率。

5) 模拟电路与数字电路混合的模拟功能 EWB 以 SPICE3F5 为模拟软件核心,可以任意在系统中集成模拟与数字元器件,并能自动实现信号转换。

6) 波形即时显示功能 可以在电路仿真过程中时显示需要观察的波形。

7) 下拉式电路编辑菜单功能 可以使电路元器件的输入更为方便快捷。

1.2 EWB 的运行环境与安装

随着计算机软件的飞速发展,尤其是 Windows 操作系统软件的广泛应用,EWB 已从 DOS 版发展到 Windows 版,软件的功能及运行性能也在不断地完善和提高。目前已推出了 Electronics Workbench 5.0C 版本,为了叙述方便,文中将 Electronics Workbench 5.0C 版本的软件简称为 EWB。

1.2.1 EWB 的运行环境

1. 系统要求

1) 安装 EWB5.0C 至硬盘,约占 20 MB 磁盘空间。

2) 当运行在 Microsoft Windows95/98/2000 操作系统时要求:具有 8MB 以上内存(推荐 16MB 以上内存)、MS-DOS3.0 以上操作系统和与之兼容的鼠标器的 486 以上微型计算机。

3) 当运行在 Microsoft Windows NT 操作系统时要求:具有 12MB 以上内存(推荐 16MB 以上内存)、MS-DOS3.0 以上操作系统和与之兼容的鼠标器的 486 以上微型计算机。

2. 注意事项 程序运行时,将建立临时文件,该文件占硬盘空间的默认值约为 20MB,当文件规模达到最大限度时,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。

1.2.2 EWB 软件安装

在 Windows95/98/2000 操作系统下,安装 EWB 5.0C(随书附带的是文本格式)的方法及步骤:

1) 启动 Windows95/98/2000,按屏幕左下角的“开始”按钮,将鼠标指向“设置”,单击“控制面板”项,然后双击“添加/删除程序”图标出现对话框,将安装源盘装入软驱或光驱后,选择“安装”按钮,即可将软件从软驱或光驱安装到计算机硬盘中。

2) 根据屏幕提示信息安装,确定软件安装位置、工作目录、输入用户信息和序列号。

3) 对于存储在软盘上的 Electronics Workbench 5.0C,还可以在 Windows95/98/2000 操作界面下,在资源管理器中通过软驱运行安装程序(Setup.exe),即可将软件装入硬盘。

EWB 安装过程中的界面如图 1-1、图 1-2、图 1-3 所示,按图中提示操作即可完成安装。

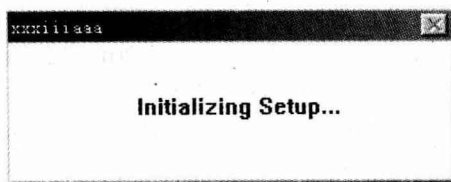


图 1-1 EWB 安装过程中的界面(图标 1)

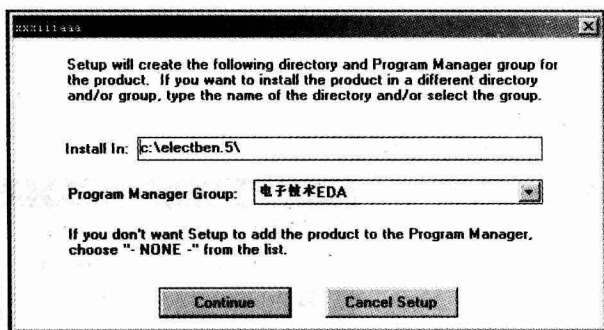


图 1-2 EWB 安装过程中的界面 (图标 2)

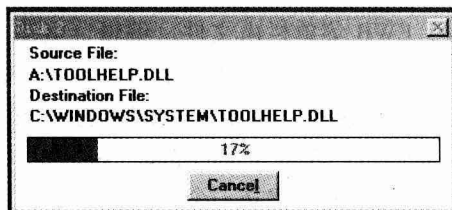


图 1-3 EWB 安装过程中的界面 (图标 3)

1.3 EWB 的工作界面

启动 EWB5.0C, 可以看到 Electronics Workbench 主窗口, 它由菜单栏、常用工具栏、元器件选取栏和电路原理图编辑窗口组成, 如图 1-4 所示。

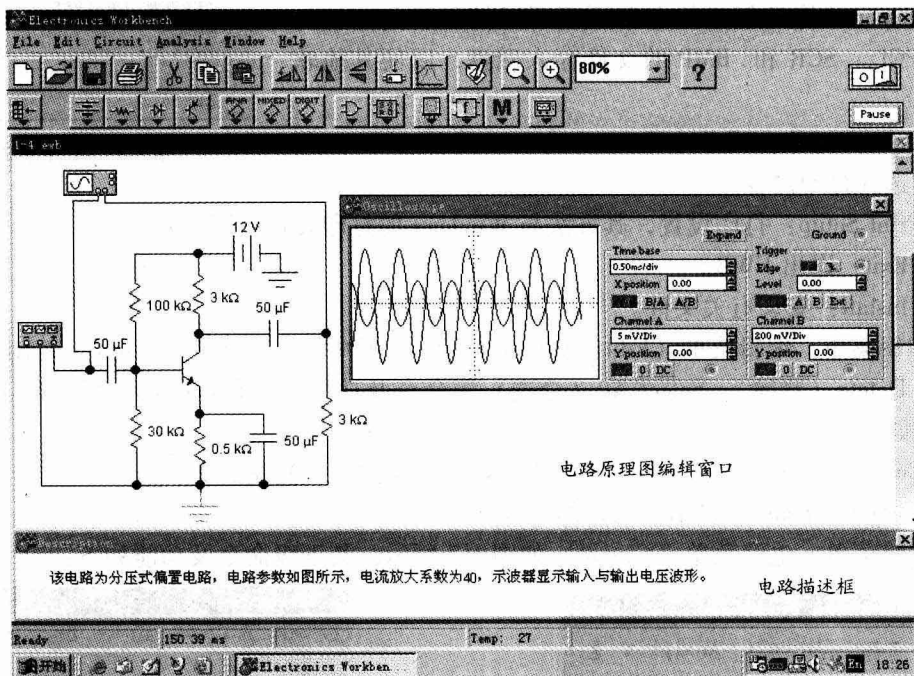


图 1-4 Electronics Workbench 工作界面

由图可以看到, EWB 模拟了一个实际的电子工作台。主窗口的最上层是菜单栏, 从中可以选择电路分析、实验与仿真等各种命令; 第二层是常用工具栏, 从中可以选择各种操作命令; 第三层是元器件库栏, 从中可以选取电路实验所需的各种元器件与测试仪器; 下面最大的区域便是电路原理图编辑窗口, 也可以称为电路工作区, 在这里可以进行电路的连接、测试与仿真; 最下层是电路描述框, 用于电路说明。

1.4 EWB 的菜单栏

EWB 菜单栏由文件、编辑、电路、分析、窗口和帮助等菜单组成。

1. 文件菜单 文件菜单 (File) 是指将鼠标指向图 1-4 中的文件菜单, 单击左键即可打开图 1-5 所示的下拉菜单。该菜单的下级命令及功能如下:

- 1) New: 建立一个新文件。
- 2) Open: 将已存盘的文件调入 EWB 平台并打开。
- 3) Save: 将已创建的电路原理图存入磁盘。
- 4) Save As: 将已创建的电路原理图换名存入磁盘。
- 5) Revert to Saved: 恢复原存储文件, 在此基础上的所有修改都将无效。

6) Import: 输入扩展名为 .NET 或 .CIR 的 SPICE 网表文件并形成电路原理图。

7) Export: 将已创建的电路原理图以扩展名为 .NET、.CIR、.PCI、.SCR 和 .BMP 的文件存入磁盘, 以便其他软件使用。

8) Print: 打印, 当单击 Print 命令时, 将弹出 Print 菜单, 从中选择打印内容。

9) Print Setup: 打印设置, 其方法与 Windows 的打印设置相同。

10) Exit: 退出 EWB。

11) Install: 安装有关文件。

2. 编辑菜单 编辑菜单 (Edit) 如图 1-6 所示, 其中 Cut (剪切)、Copy (复制)、Paste (粘贴)、Delete (删除)、Select All (全选) 等命令及功能与 Windows 的相同, 所不同的命令与功能如下:

1) Copy as Bitmap: 将已创建的电路原理图以位图形式复制到剪切板。

2) Show Clipboard: 显示剪切板的内容。

3. 电路菜单 电路菜单 (Circuit) 如图 1-7 所示, 其下级命令及功能如下:

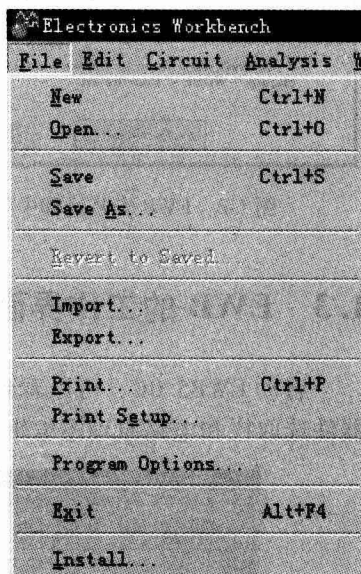


图 1-5 文件菜单

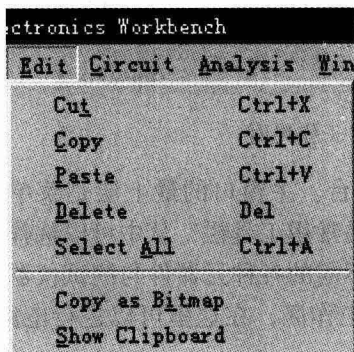


图 1-6 编辑菜单

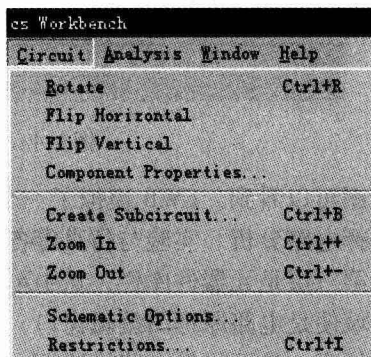


图 1-7 电路菜单

- 1) Rotate: 将选中的元器件逆时针旋转 90° 。
 - 2) Flip Horizontal: 将选中的元器件水平翻转 180° 。
 - 3) Flip Vertical: 将选中的元器件垂直翻转 180° 。
 - 4) Component Properties: 元器件属性及参数设置。
 - 5) Create Subcircuit: 创建子电路, 单击该命令将弹出一对话框, 键入文件名后方可选择操作。
 - 6) Zoom In: 按比例放大电路原理图编辑窗口。
 - 7) Zoom Out: 按比例缩小电路原理图编辑窗口。
 - 8) Schematic Options: 电路原理图显示选项。
 - 9) Restrictions: 对电路组成与分析的限制。
4. 分析菜单 分析菜单 (Analysis) 如图 1-8 所示, 其下级命令及功能如下:

- 1) Activate: 激活电路分析与仿真, 相当于接通电源开关。
- 2) Pause: 暂时停止电路的分析与仿真。
- 3) Stop: 停止电路的分析与仿真, 选择该命令相当于关闭电源开关。

4) Analysis Options: 电路分析选择项, 该命令包括 Global (通用设置)、DC (直流设置)、Transient (瞬态设置)、Device (器件设置) 和 Instrument (仪器设置) 等选择项, 主要设置有关电路分析与仿真以及仪器与仪表使用方面的内容。一般电路分析与仿真时, 可选择默认值, 不需要设置; 而当分析中出现不收敛问题时, 需要根据情况重新设置。

- 5) DC Operating Point: 直流工作点分析, 并能显示直流工作点结果。
- 6) AC Frequency: 交流频率分析, 用于分析电路的频率特性。
- 7) Transient: 瞬态分析, 用于分析电路的时域响应。
- 8) Fourier: 傅里叶分析, 用于分析周期信号的直流分量、基波分量和谐波分量。
- 9) Noise: 噪声分析, 用于分析电路元器件的噪声对电路的影响。
- 10) Distortion: 失真分析, 用于分析电子电路中的各种失真。
- 11) Parameter Sweep: 参数扫描分析, 用于分析电路元器件参数变化对电路特性的影响。
- 12) Temperature Sweep: 温度扫描分析, 用于分析温度变化对电路特性的影响。
- 13) Pole-Zero: 极点零点分析, 用于分析电路中极点和零点数目及数值。
- 14) Transfer Function: 传递函数分析, 用于分析电路的传递函数。
- 15) Sensitivity: 灵敏度分析, 用于分析支路电流或节点电压对电路元器件参数变化的灵敏度。
- 16) Worst Case: 最坏情况分析, 用于分析某种因素导致电路特性变化的最坏可能性。
- 17) Monte Carlo: 蒙特卡罗分析, 用于分析电路元器件参数在误差范围内变化时对电路

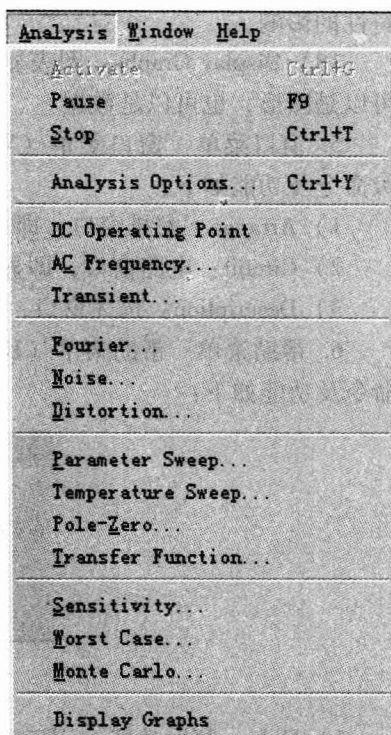


图 1-8 分析菜单

特性的影响。

18) Display Graphs: 图表显示窗口, 用于显示各种分析结果。不同的分析, 输出结果可以是图形, 也可以是数据。

5. 窗口菜单 窗口菜单 (Window) 如图 1-9 所示, 其下级命令及功能如下:

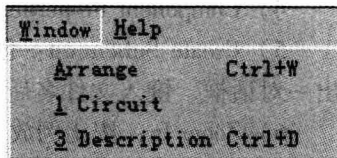


图 1-9 窗口菜单

- 1) Arrange: 安排窗口, 即重排窗口内容。
- 2) Circuit: 电路窗口, 即显示电路编辑窗口内容。
- 3) Description: 描述窗口, 即显示电路描述窗口内容。

6. 帮助菜单 帮助菜单 (Help) 如图 1-10 所示, 其下级命令及功能如下:

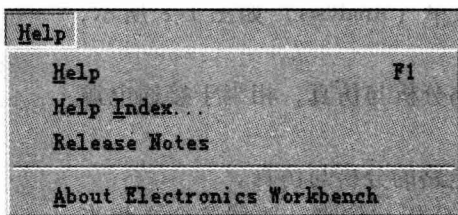


图 1-10 帮助菜单

- 1) Help: 帮助功能, 用于获得实时在线帮助。
- 2) Help Index: 帮助索引, 即提供帮助目录。
- 3) Release Notes: 版本注解目录。
- 4) About Electronics Workbench: 版本说明。

1.5 EWB 的工具栏

EWB 工具栏如图 1-11 所示, 其中各按钮名称及其功能如下:

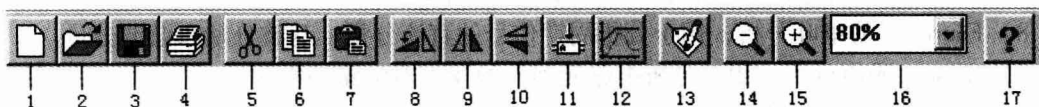


图 1-11 EWB 工具栏

- 1) 刷新: 清除电路工作区, 准备生成新电路。
- 2) 打开: 打开电路文件。
- 3) 存盘: 保存电路文件。
- 4) 打印: 打印电路文件。
- 5) 剪切: 将选中的电路剪切至剪贴板。
- 6) 复制: 将选中的电路复制至剪贴板。
- 7) 粘贴: 将剪贴板内容粘贴至电路工作区。
- 8) 旋转: 将选中的元器件逆时针旋转 90°。

- 9) 水平翻转：将选中的元器件水平翻转 180° 。
- 10) 垂直翻转：将选中的元器件垂直翻转 180° 。
- 11) 创子电路：生成子电路。
- 12) 分析曲线：调出曲线分析框。
- 13) 元器件特性：调出元器件特性对话框。
- 14) 缩小：将电路按一定比例缩小。
- 15) 放大：将电路按一定比例放大。
- 16) 显示比例：选择电路图的缩放比例。
- 17) 在线帮助：调出与选中对象有关的帮助内容。

1.6 EWB 的元器件与仪器库栏

EWB 元器件库栏由 14 个元器件库组成，如图 1-12 所示，单击元器件库栏中的某一个图标即可打开该器件库。

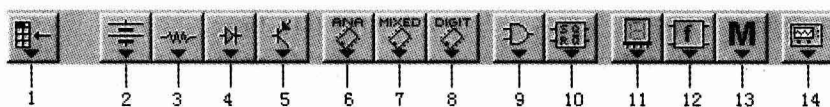


图 1-12 元器件库栏

(1) 自定义器件库 自定义器件库中保存的元器件是：使用者根据需要，自己创建的在 EWB 元器件库中没有收入的元器件和在电路设计中创建的子电路，可以在电路设计中随时调用。

(2) 信号源库 信号源库及其各元器件名称如图 1-13 所示。

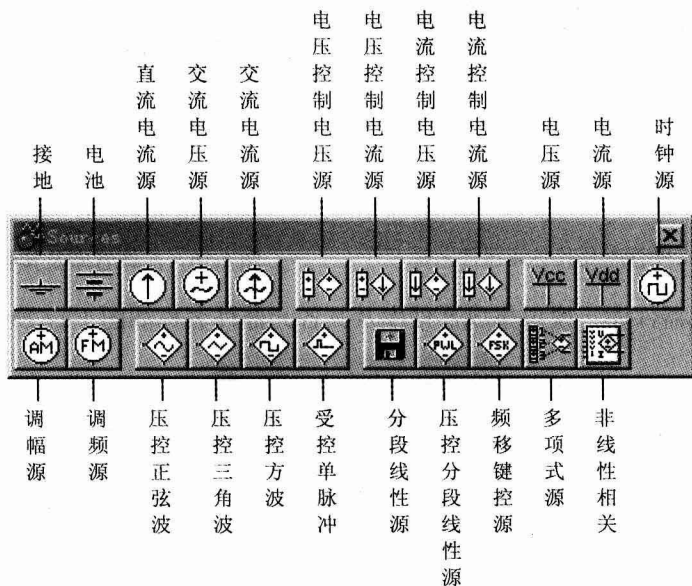


图 1-13 信号源库及其各元器件名称

(3) 基本元器件库 基本元器件库及其各元器件名称如图 1-14 所示。

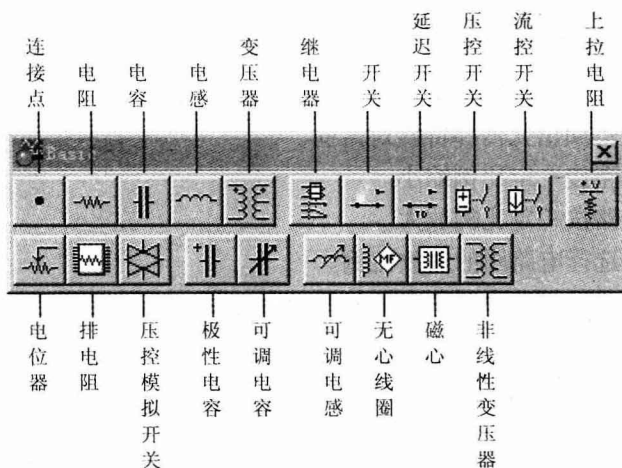


图 1-14 基本元器件库及其各元器件名称

(4) 二极管库 二极管库及其各元器件名称如图 1-15 所示。

(5) 晶体管库 晶体管库及其各元器件名称如图 1-16 所示。



图 1-15 二极管库及其各元器件名称

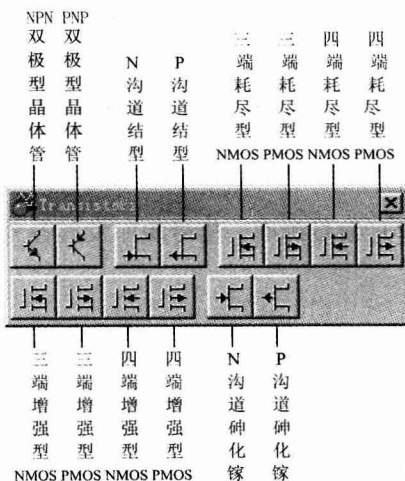


图 1-16 晶体管库及其各元器件名称

(6) 模拟集成器件库 模拟集成器件库及其各元器件名称如图 1-17 所示。



图 1-17 模拟集成器件库及其各元器件名称