

高等院校规划教材

薛鹏霖 等 编著

电子与通信电路 计算机仿真 ——EWB 虚拟实验室



煤炭工业出版社

高等院校规划教材

电子与通信电路计算机仿真 ——EWB 虚拟实验室

薛鹏骞等 编著

煤炭工业出版社

内 容 提 要

全书共分9章。第1章至第5章介绍了EWB软件的基本结构、基本操作与14种分析方法,并介绍了各种虚拟仪器的使用。第6章至第9章以丰富的实例分别给出了电路分析、模拟电子、数字电子、通信电路的仿真设计方法。书中使用的电气原理图及其仿真数据与曲线均拷贝自实际仿真过程,便于读者对照比较。

本书可应用于电类各专业的EDA教学,并可作为“电工基础”,“模拟电子技术”,“数字电子技术”,“通信原理”,“电工电子技术”(非电专业)等课程的“虚拟实验”教材,还可作为从事电子电路设计的工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

电子与通信电路计算机仿真——EWB虚拟实验室/薛
鹏等编著. —北京:煤炭工业出版社,2003
高等院校规划教材
ISBN 7-5020-2269-4

I. 电… II. 薛… III. ①电子电路-计算机仿真
-高等学校-教材②通信-电路-计算机仿真-高等学
校-教材 IV. ①TN710②TN91

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第004938号

高等院校规划教材 电子与通信电路计算机仿真 ——EWB虚拟实验室

薛鹏等 编著
责任编辑:翟刚 田园

煤炭工业出版社 出版发行
(北京市朝阳区芍药居35号 100029)
煤炭工业出版社印刷厂 印刷

开本 $787 \times 1092 \text{mm}^{1/16}$ 印张 $12\frac{1}{2}$
字数 284千字 印数 1-2,100
2003年2月第1版 2003年2月第1次印刷
社内编号 5040 定价 25.00元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,本社负责调换

前 言

随着计算机应用技术的飞速发展，电子设计自动化（Electronic Design Automation—简称 EDA）是继 ECAD（电子电路辅助设计）技术之后新崛起的现代电子设计手段。它与 ECAD 之间的明显不同是：ECAD 是利用计算机辅助人们完成设计，而 EDA 则是把大量复杂、费时的设计工作基本由计算机完成，代表着现代电子设计新潮流。

传统的电子产品设计是一个繁琐而冗长的过程。首先，设计者要根据产品的要求，凭借已有的资料和本人的经验初步确定电子电路的结构和元件参数。然后对简化的电路及元件模型用数学分析的方法进行理论计算。当理论计算结果满足产品设计要求，则在面包板或 PC 板上搭接电路进行实验、调试；如果在理论计算与实验模拟阶段不能满足指标要求，则要修改原设计的结构或元器件的参数，再次进行理论分析与实验模拟。如此反复，直至符合设计指标要求为止。作为一个定型的产品，还需进行性能样机的试制及小批量的生产，以便进一步检验设计的正确性和产品的合格率是否满足要求。以上一切都通过后，才能定型投产。

这种传统的设计方式最大的局限性在于：设计周期长，耗费材料，花费设计费用高，不利于产品更新换代；另外，它更多地依赖人的因素，当出现问题时，设计者要花费大量的精力来弄清是设计的错误还是电路制作的问题，因而面对大型的电子电路就显得力不从心。随着电路规模越来越大，复杂程度越来越高，这种传统的方法已不能适应设计的需要。

EDA 是电子 CAD（计算机辅助设计）发展的一个新的阶段。改革开放以来，我们国家对 CAD 技术给予了极大的重视，并纳入了国家的发展计划。早在 90 年代初，江泽民主席就曾对 CAD 技术作出了如下评价：“计算机辅助设计推动了几乎一切领域的设计革命，可降低本土设计成本 15% ~ 30%，产品从设计到投产的时间可缩短 30% ~ 60%，废品率可降低 80% ~ 90%，设备利用率可提高 2 ~ 3 倍”。

计算机应用技术发展，把电子产品的设计带入了一个崭新的天地。今天人们可以在对电子元器件研究的基础之上对各种元件进行数学建模；借助计算机软件对其进行分析、计算、搭建各种电路模型；在计算机上仿真出近似于实际电路的数据和响应波形。这种由软件来验证设计的方法克服了传统设

计的缺点。更由于这种方式可事先排除大部分设计的缺陷,使设计工程师可以把大量的精力用于设计而不是用于调试、查找电路的失误。因此它大大提高了设计速度,使新产品更快推出,为企业产生更多的经济效益。

今天可以这样说,一件理想的电子产品设计不是利用 EDA 技术完成的是不可思议的;一个不懂 EDA 技术的电气工程设计人员和科研人员是不全面的。21 世纪高校培养的电工技术人才应具备这方面专业素质,以适应外部世界激烈的技术竞争需要。

由加拿大 Interactive Image Tech 公司推出的“电子工作台”——EWB (Electronics Workbench) 是在 Spice 基础上开发出的一个仿真设计软件,是目前国内高校中应用最多的仿真软件,是 EDA 技术优秀软件之一。它功能强大,界面友好,形象的“虚拟仪表”,使它成为至今为止在世界使用最方便,最直观的仿真软件。它提供的多种“虚拟”测试仪器的面板和操作方法与实际仪器非常相似,因而被广泛用于高校的电子类课程实验教学中。它提供了 14 种仿真功能,可以进行模拟电路、数字电路及其混合电路的仿真,在电子工程仿真设计中得到广泛应用。其庞大的器件库和一体化的设计环境,使其获得“虚拟实验室”之称。

将 EWB 作为电子、电路、通信等课程的辅助教学与技能训练的手段,不仅可以弥补由于经费的原因带来实验设备与元器件缺乏,而且也消除了原材料损耗与仪器、仪表损坏等因素。通过仿真训练加深了学生对理论教学的理解,培养了学生综合分析问题的能力和创造性思维。EWB 软件的应用为开放性实验室建设提供一种有力的辅助手段,它给学生以极大的创造空间,强化了学生在教学活动中的主体地位,更加有利于学生创新能力的培养,为使学生在较早地参加科研活动创造了有利条件。

本书全面介绍 EWB 软件的使用,并利用它进行电路、模拟电子、数字电子、通信电路的仿真。该教材可应用于电类各专业的 EDA 教学;可作为“电工基础”,“模拟电子技术”,“数字电子技术”,“通信原理”,非电专业的“电工电子技术”等课程的“虚拟实验”教材;并可作为高校本、专科学生电工技能训练、课程设计、毕业设计的参考资料;还可作为从事电子电路设计的工程技术人员的参考书。

全书共分 9 章。第 1 章至第 5 章介绍了 EWB 软件的基本结构、基本操作与各种分析方法,并介绍了各种虚拟仪器的使用。第 6 章至第 9 章以丰富的实例分别给出了电路分析、模拟电子、数字电子、通信电路的仿真设计方法。书中使用的电气原理图及其仿真数据与曲线均拷贝自实际仿真过程,便于读者对照比较。

全书由薛鹏骞负责组织编写，并编写了第1章、第2章、第4章、第5章，朱小龙编写了第3章、第6章，李桂莲编写了第7章，梁秀荣编写了第8章，叶渝编写了第9章，郭昉参加了第7章相关内容的编写。全书由滕国仁教授、王久和教授担任主审。

在编写过程中得到了华北科技学院有关领导、教务处、科研处和电子信息系、机电系的支持，在此表示衷心感谢。同时，向有关参考文献的作者致以诚挚的谢意。

由于编者水平有限，错误与不妥之处欢迎读者批评指正。

编 者

2003年1月

目 录

第 1 章 电子工作台(EWB) 概述	1
1.1 电子工作台(EWB) 简介	1
1.2 电子工作台(EWB) 的功能与特点	1
1.3 系统要求	2
第 2 章 EWB 的界面与基本操作	3
2.1 EWB 的基本界面与基本操作	3
2.2 EWB 菜单功能介绍	5
2.2.1 File(文件) 菜单	5
2.2.2 Edit(编辑) 菜单	6
2.2.3 Circuit(电路) 菜单	7
2.2.4 Analysis(分析) 菜单	10
2.2.5 Window(窗口) 菜单	12
2.2.6 Help(帮助) 菜单	12
2.3 工具栏的使用	13
2.4 电路的创建与运行	13
2.4.1 元器件操作	14
2.4.2 导线的操作	14
2.4.3 子电路的生成与使用	15
第 3 章 EWB 的元器件库及其应用	17
3.1 元器件库栏介绍	17
3.1.1 信号源库	17
3.1.2 基本元件库	20
3.1.3 二极管库	22
3.1.4 晶体管库	23
3.1.5 模拟集成电路库	24
3.1.6 混合集成电路库	25
3.1.7 数字集成电路图库	25
3.1.8 逻辑门电路库	32
3.1.9 数字器件库	32
3.1.10 显示器件库	36

3.1.11 控制器件库	37
3.1.12 其他器件库	38
3.2 典型元器件的应用	39
3.2.1 压控正弦波振荡器	39
3.2.2 频率键控源	40
3.2.3 压控模拟开关	41
3.2.4 锁相环	42
3.2.5 解码柱形显示器	43
3.2.6 电压微分器	44
3.2.7 电压控制限幅器	45
3.2.8 子电路网表器件	46
3.2.9 直流电机	47
第4章 EWB 的虚拟仪表及其应用	49
4.1 模拟仪表及其应用	49
4.1.1 数字多用表	49
4.1.2 函数信号发生器	50
4.1.3 示波器	50
4.1.4 波特图仪的使用	53
4.2 数字仪表及其应用	54
4.2.1 字信号发生器	54
4.2.2 逻辑分析仪	57
4.2.3 逻辑转换仪	59
4.3 指示器件库中的电压表与电流表及其应用	61
4.3.1 电压表	61
4.3.2 电流表	62
第5章 EWB 仿真分析方法	63
5.1 基本分析方法	65
5.1.1 直流工作点分析(DC Operating Point Analysis)	65
5.1.2 交流频率分析(AC Frequency Analysis)	67
5.1.3 瞬态分析(Transient Analysis)	69
5.1.4 傅里叶分析(Fourier Analysis)	71
5.1.5 失真分析(Distortion Analysis)	73
5.1.6 噪声分析(Noise Analysis)	75
5.2 扫描分析(Sweep Analysis)	77
5.2.1 参数扫描分析(Parameter Sweep Analysis)	77
5.2.2 温度扫描分析(Temperature Sweep Analysis)	79
5.2.3 直流和交流灵敏度分析(DC & AC Sensitivity Analysis)	82

5.3 系统分析	85
5.3.1 传递函数分析(Transfer Function Analysis)	85
5.3.2 零极点分析(Pole-Zero Analysis)	87
5.4 统计分析	89
5.4.1 蒙特卡罗分析(Monte Carlo Analysis)	89
5.4.2 最差情况分析(Worst Case Analysis)	91
5.5 仿真过程的收敛和分析失效问题	93
第6章 电路的仿真分析与设计	95
6.1 电路基本原理仿真	95
6.1.1 基尔霍夫定理	95
6.1.2 电路的串并联特性	96
6.1.3 叠加定理	96
6.1.4 戴维南定理	97
6.2 交流电路仿真	98
6.2.1 电感与电容特性	98
6.2.2 RLC 串联谐振电路	100
6.2.3 LC 并联谐振电路	102
6.3 三相交流电路仿真	103
6.3.1 三相四线制 Y-Y 联接对称负载电路的分析	103
6.3.2 三相四线制 Y-Y 联接的非对称负载电路分析	104
6.3.3 三相三线 Y-Y 联接非对称负载电路的分析	104
6.4 动态电路的仿真	106
6.4.1 一阶电路的动态过程	106
6.4.2 RLC 串联动态过程分析	107
第7章 模拟电子电路仿真分析与设计	110
7.1 晶体管基本放大电路	110
7.1.1 共射极基本放大电路	110
7.1.2 共集电极基本放大电路(射极输出器)	113
7.1.3 共基极基本放大电路	115
7.2 场效应管基本放大电路	116
7.2.1 共源极放大电路	117
7.2.2 共漏极、共栅极放大电路	119
7.3 差动放大电路	120
7.3.1 射极耦合差动放大电路的仿真分析	120
7.3.2 恒流源差动放大电路的仿真分析	125
7.4 集成运算放大器	127
7.4.1 静态分析	127

7.4.2 动态分析	128
7.5 功率放大电路	131
7.5.1 双电源互补对称功放电路(OCL)	132
7.5.2 单电源互补对称(OTL)功放电路	133
7.6 正弦波振荡电路	134
7.6.1 RC 正弦波振荡电路	134
7.6.2 LC 正弦波振荡电路	137
7.7 有源滤波电路	140
7.7.1 一阶有源低通和高通滤波器	140
7.7.2 二阶有源低通和高通滤波器	142
7.7.3 带通、带阻滤波器	143
7.8 直流稳压电源	145
7.8.1 桥式整流电容滤波电路	145
7.8.2 串联反馈式稳压电源	146
第8章 数字电子电路的仿真分析与设计	148
8.1 组合逻辑电路分析	148
8.2 组合逻辑电路的设计	149
8.3 加法器	150
8.4 RS 触发器的应用	151
8.5 集成计数器的应用	152
8.5.1 计数器基本功能测试	152
8.5.2 计数器应用	154
8.6 555 定时器的应用设计	155
8.7 A/D 转换器的应用设计	156
8.8 D/A 转换器的应用设计	157
8.9 数字抢答器的仿真设计	158
8.10 交通信号灯控制器的设计与仿真	159
第9章 通信电路的仿真分析与设计	164
9.1 幅度调制电路仿真	164
9.1.1 幅度调制的原理	164
9.1.2 双边带调幅的原理	164
9.1.3 调幅电路的仿真	166
9.2 检波电路的仿真	174
9.2.1 二极管包络检波电路的仿真	174
9.2.2 同步检波电路的仿真	174
9.3 调频电路(FM)的仿真	177
9.3.1 调频电路(FM)的原理	177

9.3.2 调频电路(FM)的仿真	178
9.3.3 FM 的频率检波电路仿真	178
9.4 混频电路的仿真	182
9.4.1 相乘混频电路的原理	182
9.4.2 相乘混频电路的仿真	183
参考文献	187

◆

第1章 电子工作台（EWB）概述

1.1 电子工作台（EWB）简介

传统的电子线路设计开发时,通常需要制作一块试验板或在面包板上来进行模拟实验,以测试是否达到设计指标要求;并且需要反复实验、调试,才能设计出符合要求的电路。这样做,既费时又费力,同时也提高了设计成本;另外,因受工作场所、仪器设备等因素的限制,许多试验(例如,理想化、破坏性的实验)不能进行。

随着计算机硬件与软件的发展,解决以上问题的计算机仿真技术应运而生。加拿大 Interactive Image Technologies 公司于 20 世纪 80 年代末、90 年代初推出了专用于电子线路仿真设计的“虚拟电子工作台”(Electronics Workbench, 缩写为 EWB)软件。EWB 以 SPICE3F5 为软件核心,具有数字与模拟信号混合仿真功能。特别是其最新版本更名为 Multisim, 功能更加完善。电子产品设计人员利用这个软件对所设计的电路进行仿真和调试,一方面可以验证所设计的电路是否能达到设计要求和技术指标;另一方面,又可以通过改变电路的结构、元器件参数,使整个电路的性能达到最佳。然后根据仿真电路的结果,将实际电路制作出来。这样,不仅降低了电路的设计成本,同时也缩短了产品的研发周期。

目前,国内已有许多大学将 EWB 作为 EDA(电子设计自动化)技术的学习内容,纳入了电子类课程的实验教学。因为学习电子技术,不仅要求掌握原理和计算公式,还要注重锻炼对电路的分析、应用、开发能力。由于许多学校实验条件的限制,无法满足各种电路的设计和调试要求,用 EWB 在计算机上虚拟出一个元器件齐备、具有多种仪表的电子工作台,一方面可以克服实验室各种条件的限制,另一方面又可针对不同的目的进行训练,培养学生综合分析能力、排除故障和开发创新能力,是对电子实验与技能训练的有力补充。

1.2 电子工作台（EWB）的功能与特点

1) EWB 具有集成化、一体化的设计环境,容易掌握

EWB 具有全面集成化的设计环境。在同一界面下,可以完成原理图的输入、数模混合仿真及波形输出等工作。当用户进行仿真时,波形图和原理图同时出现在一个界面中;当改变电路连接或改变电路参数时,显示波形和输出数据立刻反映出相应的变化,即可以清楚地观察到电路中结构与元件参数的改变对电路性能的影响。一体化设计环境使初学者很快进入状态。

2) EWB 界面直观,操作方便

EWB 提供了方便友好的操作界面,用户可以轻松完成原理图的输入:单击鼠标,可以方便完成元器件的选择;拖动鼠标就可以完成元件放置、导线联接的功能;同时也允许用户调整电路连线和元件的位置、改变元件参数。EWB 友好的界面,是至今为止使用最方便、

最直观的仿真软件。

3) EWB 具有完整、精确的元器件

EWB 提供了相当广泛的元器件, 从分立元件到集成电路, 应有尽有。在它提供数千种器件模型中, 不仅提供了各种实际元器件的精确数据和模型参数, 而且提供了较宽的选择余地。在设计过程中, 用户还可以根据自己的需要修改元器件参数, 添加新的元件。

4) EWB 具有形象的虚拟仪表功能

EWB 提供了齐备的电子器件模型, 同时还提供了多种虚拟仪表。这些仪表包括示波器、函数发生器、万用表、频谱仪和逻辑分析仪等模拟与数字仪表。其中, 一些实际仪表价格昂贵, 在一般学校难得一见。这些虚拟仪表的面板与真实仪表相近, 操作它们如同操作真实设备一样, 可锻炼学生使用电子仪表的能力。

5) EWB 具有强大的分析工具

EWB 提供了 14 种分析工具。其中, 基本分析 6 种; 扫描分析 4 种; 系统分析 2 种; 统计分析 2 种。利用这些工具, 用户不仅可以清楚地了解到电路的工作状态, 还可以测试电路的稳定性和灵敏度。EWB 提供的 4 种扫描分析工具, 可以观察各种参数变化时电路的变化情况, 这是采用手工分析方法根本不可能做到的。

6) EWB 具有良好的兼容性

EWB 软件绘制电路图所需的元件库与目前常见的电子线路分析程序如 SPICE 的元件库完全兼容, 可以相互转换。EWB 软件创建的电路文件可以直接输出至常见的印制电路板制板软件, 如 PROTEL、ORCAD、TANGO 等软件, 自动排出印制电路板。

1.3 系 统 要 求

随着计算机技术的发展, 特别是 Windows 操作系统的广泛应用, EWB 早已从 DOS 版本发展到 Windows 版本。本书介绍的是 Interactive Image Technologies 公司推出 5.0 版本软件。

Electronics Workbench 5.0 对系统的要求如下:

CPU 586/133 MHz 以上;

内存 16 Mb 以上;

硬盘 安装 EWB 大约需要 17 Mb 空间, 运行时需要存储临时文件, 建议开辟 20 Mb 的运行空间;

操作系统 Windows 95 以上。

第2章 EWB 的界面与基本操作

本章介绍 EWB 的基本界面与基本操作。包括：基本操作、菜单功能介绍、工具栏的使用、以及电路的输入与运行等。

2.1 EWB 的基本界面与基本操作

EWB 与其他 Windows 应用程序一样有一个基本界面。它由标题栏、菜单栏、工具栏、元器件栏、仿真电源开关、暂停恢复开关、电路工作区、电路描述区、状态栏及滚动条等组成。

启动 Electronics Workbench 5.0 后，出现如图 2-1 所示的工作界面。使用 EWB 软件系统，如同拥有一个虚拟电子实验室。我们知道，实际的实验室主要由实验工作台和放置元器件、仪器仪表的仪器架组成。在实验过程中，实验人员将仪器设备和元器件从仪器架中移动到工作台上来，搭接成各种电子线路；然后接通电源，即可以进行电路的调试实验。EWB 正是按照这种实际实验室的工作过程来设计软件的工作界面和操作流程的。

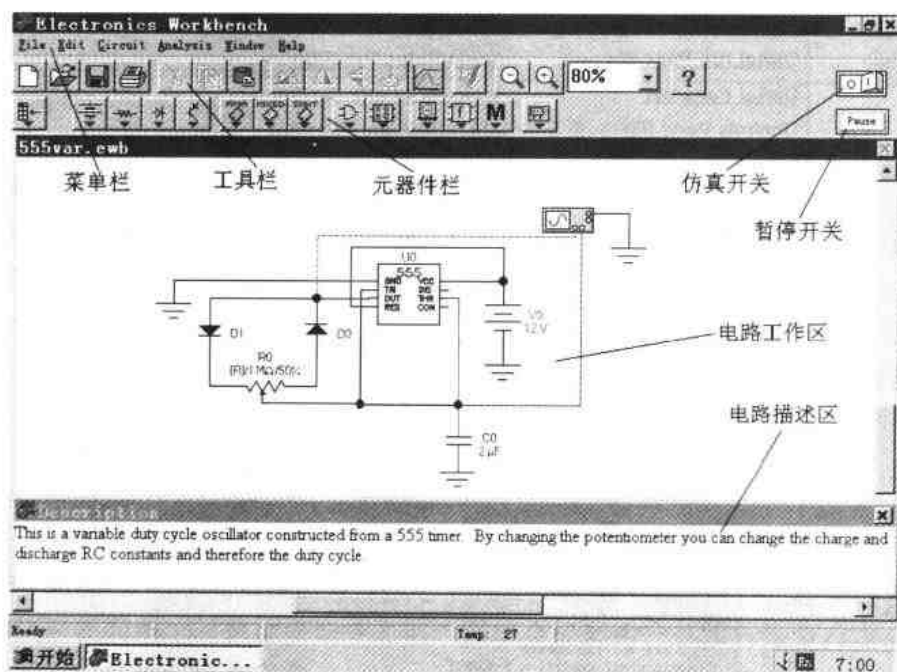


图 2-1 EWB 的基本界面

元器件栏相当于实验室仪器架，电路工作区相当于实验室工作台。在元器件栏存放了各种元器件和测试仪器。元器件栏中的各种元件按类别存放在不同的库中，如二极管库、晶体管库、模拟集成电路库、数字集成电路库等。应用鼠标即可打开元器件库，拖拽所需

器件到电路工作区。经编辑、设定参数值即准备好电路元件；再应用鼠标进行连线操作就可得到一个仿真电路。

EWB 测试仪器与实际仪器有着相同的面板和调节按钮，使用起来非常方便。把电路欲测量输出端接于 EWB 相应虚拟仪表的输入端，打开仿真电源开关，仪表面板上即可显现出仿真波形。

EWB 有一个非常方便的帮助功能，使用者可以通过使用帮助系统来查询有关信息。进入帮助系统有两种基本方法。一种是从 Help 下拉菜单选择相应命令，另一种是选中你要查询的元器件，然后按 F1 或按工具栏中的按钮。

在帮助系统中，提供了大量的信息，非常有价值。帮助文件中列出了每个元器件的属性和相关细节。使用者可通过“目录”窗口（图 2-2），选择一个帮助主题，或通过“索引”窗口（图 2-3），根据关键字查找帮助主题。

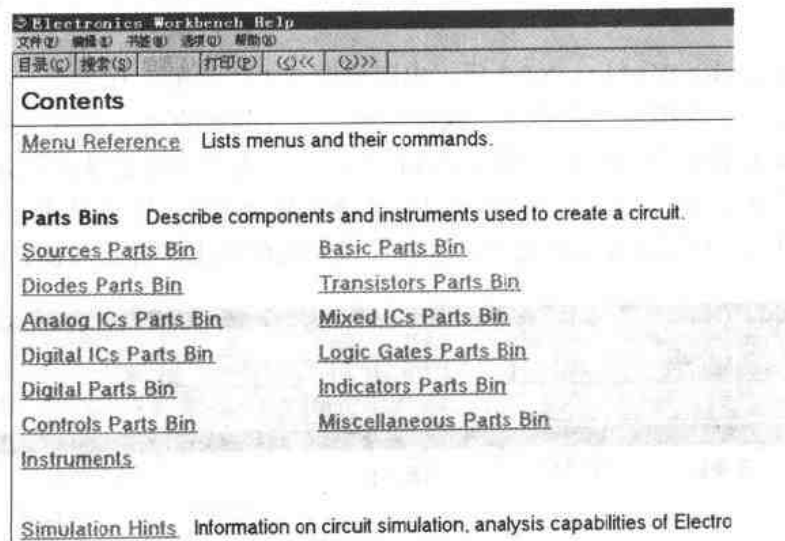


图 2-2 目录窗口



图 2-3 索引窗口

2.2 EWB 菜单功能介绍

菜单栏有 6 个菜单项，分别是：File（文件）、Edit（编辑）、Circuit（电路）、Analysis（分析）、Window（窗口）和 Help（帮助）。每个菜单项的下拉菜单中都包含若干条命令。

2.2.1 File（文件）菜单

文件菜单项如图 2-4 所示。

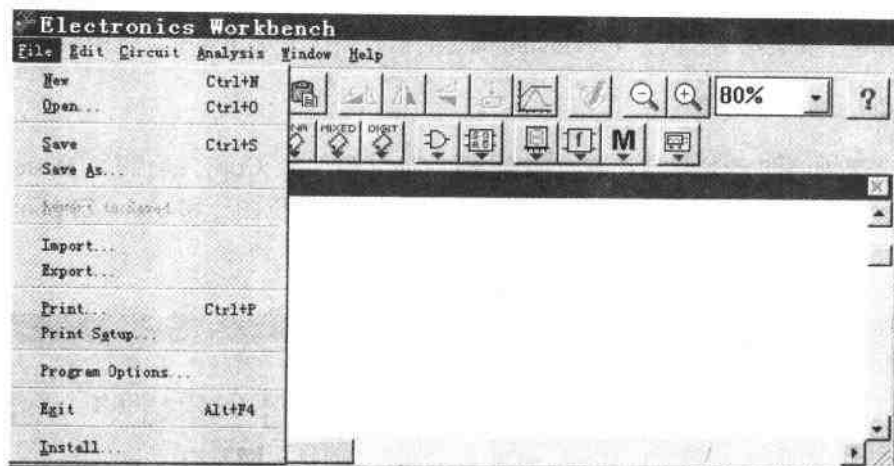


图 2-4 EWB 的文件菜单

下面分别介绍各命令功能。

New——新建文件命令。执行 File/new 命令，在工作区将打开一个 Untitled（未命名）的电路窗口，用来建立新的电路文件。

Open——打开文件命令。执行 File/Open 命令，会显示一个 Open Circuit File 对话框，打开一个曾经建立过的电路文件。只能打开扩展名为.CA*，.CD*和.EWB 的电路文件。

Save——保存文件命令。执行 File/Save 命令，会弹出 Save Circuit File 对话框，完成电路文件的保存，文件扩展名为.EWB。

Save As——另存文件命令。执行 File/Save As 命令，会弹出与 Save Circuit File 格式相同的对话框，可以实现文件的换名保存。

Revert to Saved——恢复存盘命令。执行 File/Revert to Saved 命令，将被选择的电路恢复到最后一次存盘的形式。执行该命令之前，系统会提醒用户：执行恢复存盘命令后，当前对电路所做的全部修改将被取消。

Import——输入文件命令。执行 File/Import 命令，可以导入 SPICE (*.CIR) 等文件描述的电路，实现对多种电路描述的仿真。

Export——输出文件命令。执行 File/Export 命令，以不同输出格式输出当前电路文件。可选择的输出格式有 SPICE (*.CIR)，Orcad PCB386 (*.NET)，Tango (*.NET)，Eagle (*.SCR)，Protel (*.NET)，Layol (*.CMP) 和 Ultimate (*.PLC) 等。

Print Setup——打印设置命令。执行 **File/Print Setup** 命令，将弹出打印设置对话框。在对话框中可以设置打印机型号、打印机属性，选择打印纸张、改变打印方向等打印设置。

Print——打印文件命令。执行 **File/Print** 命令，可实现对所选电路文件的打印。在打印文件命令弹出的对话框中可以选择打印的项目，如打印电路图的电路描述、元件列表、模型列表或子电路，还可以选择是否打印仪器等。

Program Options——程序选择命令。执行 **File/Program Options** 命令，系统将弹出口令设置窗口，实现对选择电路的限制。

Exit——退出命令。执行 **File/Exit** 命令，系统将关闭电路文件，并退出 EWB。如果电路曾做过修改，退出之前，系统会提醒用户是否需要存盘。

Install——安装命令。执行 **File/Install** 命令，主要用于安装 EWB 系统的附加应用程序。

2.2.2 Edit (编辑) 菜单

编辑菜单如图 2-5 所示，所包含的命令有 **Cut** (剪切)、**Copy** (复制)、**Paste** (粘贴)、**Delete** (删除)、**Select All** (全选)、**Copy as Bitmap** (复制位图) 和 **Show Clipboard** (显示剪贴板内容) 等，下面分别介绍各命令功能。

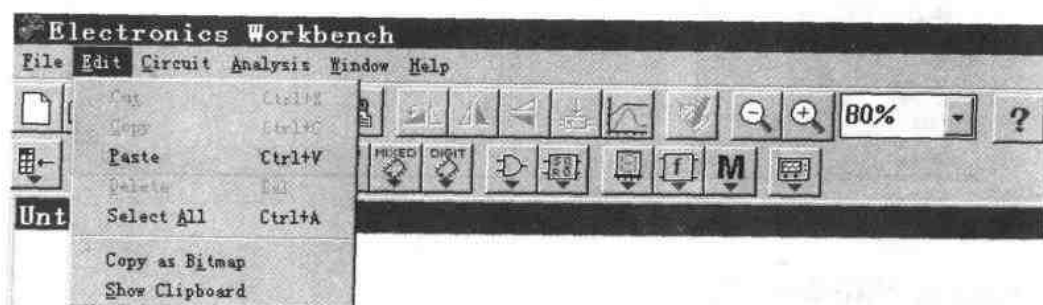


图 2-5 EWB 的编辑菜单

Cut——剪切命令。执行 **Edit/cut** 命令，可以将选中区域内容剪切到剪贴板上；被选中区域内容，包括器件、电路或文本等，在工作区中消失。

Copy——复制命令。执行 **Edit/Copy** 命令，可以将选中区域内容，如器件、电路或文本等拷贝到剪贴板上，以便执行粘贴命令时使用。这时，被选中区域内容依然存在。

Paste——粘贴命令。执行 **Edit/Pste** 命令，可以将剪贴板上的信息粘贴到活动窗口中。粘贴命令执行后，该信息仍然在剪贴板上。如果信息类型不同，则不能粘贴。例如，不能将描述窗口的信息粘贴到电路窗口，也不能将电路窗口的信息粘贴到描述窗口。

Delete——删除命令。执行 **Edit/Delete** 命令，可以删除所选中的器件或文本等内容，注意删除是永久的。

Select All——全选命令。执行 **Edit/Select All** 命令，将选中活动窗口的全部内容。

Copy as Bitmap——复制位图命令。执行 **Edit/Copy as Bitmap** 命令，可以将选中电路的位图复制到剪贴板上，以便在其他画图或文字编辑软件中调用该位图，这是 EWB 中很实用的命令。但所选中电路的位图不能粘贴到 EWB 系统的电路窗口。

复制位图的操作步骤如下：