

21 世纪 高等学校本科系列教材

总主编 吴中福

电路及电子技术实习指导

(36)

吴培明 傅晓林 朱 荣 编著



重庆大学出版社

电路及电子技术实习指导

吴培明 傅晓林 朱 荣 编著

重庆大学出版社

内 容 简 介

本教材是根据国家教委高教司 1995 年制订的高等学校电路及电子技术实验的基本要求编写的,为电路及电子技术课程的实践环节配套教材,也可作为电路、模拟电子技术基础、低频电子电路等课程的虚拟实验教材使用。

本教材顺应“以虚代实”、“以软代硬”的改革潮流,应用优秀的电路仿真系统软件 EWB4,将计算机应用技术与电子技术结合起来,将虚拟电路实验与硬件电路实验结合起来,不但可以做验证性实验,还可以做设计性实验,更有利于培养学生的动手能力、自学能力、设计能力和创新精神。本书系统地讲述了 EWB4 电路仿真系统、电路与电子技术实验、常用电工测量仪表,书末附有阻容元件、半导体器件、常用运算放大器、三端集成稳压器的部分型号和参数。本书总共选编了 35 个实验,其中电路理论实验 16 个,模拟电子技术实验 19 个,对本专科院校师生、电子信息工程技术人员和广大电子及计算机爱好者都有较大的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

电路及电子技术实习指导/吴培明,傅晓林编著. —重庆:
重庆大学出版社,2001.9
电气工程及其自动化专业本科系列教材
ISBN 7-5624-2328-8

I. 电... II. ①吴... ②傅... III. ①电路—高等学校—教材②电子技术—高等学校—教材 IV. TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 055025 号

电路及电子技术实习指导

吴培明 傅晓林 朱荣 编著
责任编辑 周立 彭宁

*

重庆大学出版社出版发行
新华书店经销
重庆大学建大印刷厂印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:16 字数:393 千

2001 年 9 月第 1 版 2001 年 9 月第 1 次印刷

印数:1~6 000

ISBN 7-5624-2328-8/TN·44 定价:22.00 元

前言

《电路及电子技术实习指导》为电路及电子技术课程的实践环节配套教材,也可做为电路、模拟电子技术基础、低频电子电路等课程的虚拟实验教材使用。本教材是根据国家教委高教司 1995 年制订的高等学校电路及电子技术实验的基本要求编写的。电路及电子技术实验是本课程重要的实践性教学环节,实验的目的不仅要帮助学生巩固和加深理解所学的理论知识,更重要的是要训练他们独立进行实验的技能,树立工程实际观点和严谨的科学作风。对学生实验技能训练的具体要求是:会用 EWB4(即 Electronics Workbench 4.0 版)电路仿真系统在计算机上做虚拟电路和电子技术实验,并能用电子工作平台上的虚拟仪器对实验电路进行仿真分析;能使用常用的电工仪表和电子仪器;学会使用电阻、电容、电感、变压器、晶体二极管、三极管、集成运算放大器及集成稳压器等器件;学习查阅手册,对常用的电路元件和半导体器件具有使用的基本知识;能按照电路图接线和查线;能进行实验操作、读取数据、观察实验现象和测绘波形,判别和排除一些简单的线路故障;能整理分析实验数据,得出实验结论,写出整洁的、条理清楚的、内容完整的实验报告。

电路及电子技术实验的主要内容为:EWB4 电路仿真系统的基本应用,直流电路,正弦交流电路,电路的频率特性,电路暂态过程,单级和多级电压放大电路,差动放大器,功率放大器,负反馈放大电路,集成运算放大器应用电路,正弦波振荡电路及直流稳压电源等,总共选编了 35 个实验,其中电路理论实验 16 个,模拟电子技术实验 19 个。软件电路实验和硬件电路实验的内容基本上是一致的。

本课程实验学时不低于总学时的 25%。虚拟电路实验与硬件电路实验的比例一般可定为 6:4,或按实际情况灵活安排。虚拟实验每组 1 人。硬件电路实验每组人数一般不宜超过 2 人,在实验条件和指导力量允许时,最好 1 人 1 组,以便于增加学生实际动手的机会。

目前,电子技术应用十分广泛,发展非常迅速,并且日益渗透到其他学科领域。本教材顺应“以虚代实”、“以软代硬”的改革潮流,应用优秀的电路仿真系统软件,将计算机应用技术与电子技术结合起来,将虚

拟电路实验与硬件电路实验结合起来,不但可以做验证性实验,还可以做设计性实验,更有利于培养学生的动手能力、自学能力和创新精神。

本书系统地讲述了 EWB4 电路仿真系统、电路与电子技术实验、常用电工测量仪表,书末附有阻容元件、半导体器件、常用运算放大器、三端集成稳压器的部分型号和参数。本书采用国际通用的电路元件符号,主要原因是只有用这种符号才能在 EWB 平台上做虚拟实验,与国标符号的对照可参阅附录 6。本书由吴培明担任主编,并负责编写第 1 章、第 2 章的实验 24~35 及全书的统稿;傅晓林担任副主编,并负责编写第 2 章的实验 1~10 及第 3 章;朱荣为参编,并负责编写第 2 章的实验 11~23 及全部附录。

本书由四川大学电气信息学院李国成教授主审,李老师审阅了全部书稿并提出了许多宝贵意见和修改建议。在此,表示衷心感谢。因编者水平有限,错漏难免,恳请读者和同仁指正。

编 者

2001 年 5 月 8 日

目录

第 1 章 EWB4 电路仿真系统	1
1.1 EWB4 电路仿真系统简介	1
1.2 EWB4 仿真系统的安装	2
1.3 EWB4 仿真系统的基本操作	5
1.3.1 EWB4 的启动和退出	5
1.3.2 虚拟仪器简介	12
1.4 EWB4 的菜单和常用命令	31
1.4.1 文件菜单(File Menu)	31
1.4.2 编辑菜单(Edit Menu)	37
1.4.3 电路菜单(Circuit Menu)	38
1.4.4 窗口菜单(Window menu)	62
1.4.5 帮助菜单(Help)	63
1.5 电路的建立和仿真	64
1.5.1 常用电路元件应用简介	65
1.5.2 对元件的几种基本操作	81
1.5.3 器件库的扩充	83
第 2 章 电路与电子技术实验	91
2.1 实验 1 直流电路中的电压、电流及电阻元件的伏安特性	91
2.2 实验 2 基尔霍夫电压定律和电流定律	94
2.3 实验 3 串联电阻电路和并联电阻电路的测试	96
2.4 实验 4 支路电流的测试	99
2.5 实验 5 节点电压的测试	101
2.6 实验 6 叠加定理	103
2.7 实验 7 戴维南定理	105
2.8 实验 8 受控源特性的研究	109
2.9 实验 9 示波器和信号发生器的使用	110
2.10 实验 10 RLC 并联正弦交流电路的测试	113
2.11 实验 11 一阶 RC 电路的响应	116

2.12	实验 12	二阶电路的响应	120
2.13	实验 13	交流电路的戴维南等效电路	122
2.14	实验 14	交流电路的功率和功率因素的提高	125
2.15	实验 15	三相交流电路的研究	127
2.16	实验 16	RLC 串联和并联谐振电路	130
2.17	实验 17	小信号共射放大器	135
2.18	实验 18	共集电极放大器	138
2.19	实验 19	两级阻容耦合放大器	141
2.20	实验 20	互补对称功率放大器	144
2.21	实验 21	结型场效应管共源极放大器	146
2.22	实验 22	差动放大器	148
2.23	实验 23	负反馈放大器	152
2.24	实验 24	反相比例放大器和加法电路	155
2.25	实验 25	积分和微分电路	157
2.26	实验 26	运算放大器的频率响应	160
2.27	实验 27	电压比较器	163
2.28	实验 28	文氏桥振荡器	166
2.29	实验 29	电容三点式振荡器	168
2.30	实验 30	有源二阶带通滤波器	170
2.31	实验 31	桥式整流、电容滤波和并联型稳压电路	172
2.32	实验 32	晶体管串联型稳压电路	175
2.33	实验 33	集成运算放大器参数的测量	178
2.34	实验 34	小型集成稳压电源的设计与仿真	182
2.35	实验 35	小型恒温控制器的设计与仿真	183
第 3 章 常用电工测量仪表和电子仪器简介			186
3.1	常用电工测量仪表的分类		186
3.2	电流、电压和电功率的测量		187
3.3	电动系仪表的测量机构及工作原理		188
3.4	测量误差和测量结果的处理		191
3.5	MF-20 型万用表		198
3.6	DT-830 型数字万用表		199
3.7	DA-16 型晶体管毫伏表		202
3.8	XFD-2 型低频信号发生器		204
3.9	JWY-30C 型直流稳压电源		206
3.10	SR-8 型双踪示波器		207
附录			218
附录 1 阻容元件参考资料			218

附录 2 半导体器件型号命名方法	222
附录 3 常用半导体器件参数	224
附录 4 常用集成运算放大器型号及参数	233
附录 5 常用三端集成稳压器型号及参数	234
附录 6 国内外部分电路图形符号对照表	235
附录 7 常用电子元器件的检测	236
附录 8 印制电路板的制作及电子元器件的焊接	243
主要参考文献	245

第 1 章

EWB4 电路仿真系统

1.1 EWB4 电路仿真系统简介

EWB4 为 Electronics Workbench 第 4 版的缩写,称为电子工作平台,是一种应用广泛的优秀计算机仿真设计软件,被誉为“计算机里的电子实验室”。其特点是图形界面操作,易学、易用,快捷、方便,真实、准确,可实现大部分硬件电路实验的功能。该软件以 Pspice 为内核,由 Interactive Image Technologies Ltd. 公司研制开发。

电子工作平台的设计试验工作区好像一块“面包板”,在上面可建立各种电路进行仿真实验。平台上存放着数字电流表,数字电压表,数字万用表,双通道数字存储示波器,信号发生器,可直接显示电路频率响应的波特图仪,逻辑分析仪,数字信号发生器和逻辑转换器。这些虚拟仪器随时可以拖放到工作区对电路进行测试,并直接显示有关数据或波形。EWB4 的器件库可为用户提供 350 种常用模拟和数字器件,设计和试验时可任意调用。经过扩充以后器件库里的器件门类可达 1 万种以上。虚拟器件在仿真时可设定为理想模式和实模式。有的虚拟器件更是新奇,发光二极管可以发出红绿光,逻辑探头像逻辑笔那样可直接显示电路节点的高低电平,继电器和开关的触点可以开合动作,保险丝可以烧断,灯泡可以烧毁,蜂鸣器可以发出不同音调的声音,电位器的触点可以按比例移动改变阻值。电子工作平台为用户造就了一个集成一体化的设计试验环境,建立电路、实验分析和结果输出在一个集成菜单系统中可全部完成。该软件的分析功能十分强大,可进行直流工作点分析,暂态和稳态分析。高版本的 EWB 还可以进行傅立叶变换分析,噪声、失真度分析,温度扫描、灵敏度分析,零极点和蒙特卡罗等多项分析。

电子工作平台的运行环境为 Windows95 或 98,8M 以上内存和 10M 以上硬盘空间。对电路进行设计和实验仿真的基本步骤是:用鼠标在工作区建立电路,对元件选定模式、数值和标号,接入信号源,连接虚拟仪器,选择分析功能和参数,激活电路进行仿真,保存电路图和仿真结果。

通过对 EWB4 的学习和应用,掌握计算机仿真实验的特点和基本操作方法,可为今后的实际工作打好基础。

1.2 EWB4 仿真系统的安装

EWB4 软件由两张 3.5 英寸软盘提供,编号为 disk1 和 disk2,必须安装在计算机硬盘上才能运行,现以 Windows95 中文操作系统为例,安装步骤如下:

①启动计算机,进入 Win95 中文操作系统。

②将 1# 盘插入 A 驱,双击“我的电脑”,打开 A 驱,找出安装文件 setup. exe,并用鼠标双击这个可执行文件,如图 1. 2. 1 所示。

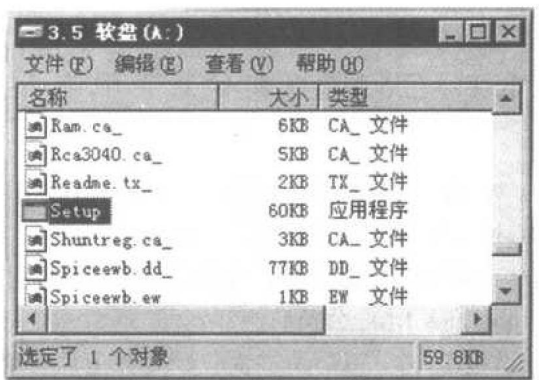


图 1. 2. 1 执行 setup. exe

③执行 setup. exe 命令后,便可进入自动安装程序,先进行初始化,接着屏幕显示安装信息,如图 1. 2. 2 所示。

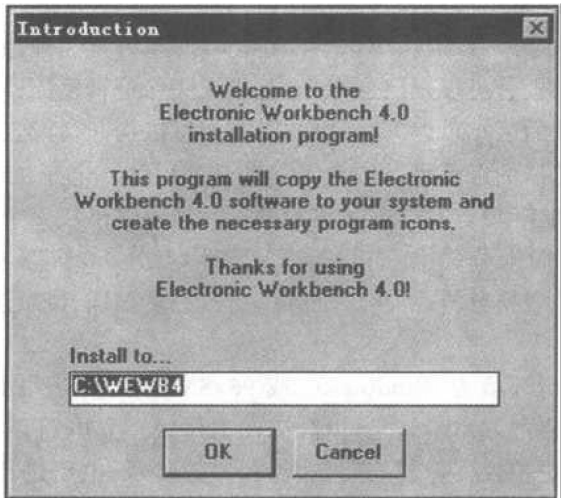


图 1. 2. 2 安装信息

④文件目录为 C:\WEWB4,也可选择其他目录,用鼠标单击“OK”,程序开始解压并安装文件,如图 1. 2. 3 所示。

⑤当 1# 盘解压、安装完成后,屏幕提示插入 2# 盘,单击“OK”,程序继续安装其他内容,如图 1. 2. 4 所示。

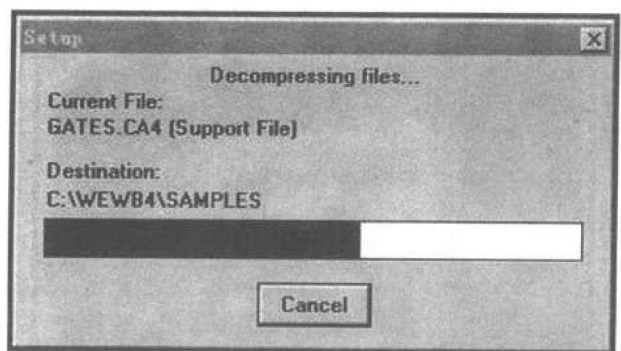


图 1.2.3 解压并安装文件

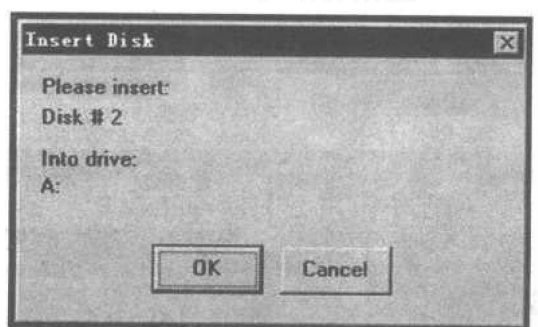


图 1.2.4 插入 2# 盘

⑥文件解压、安装完毕后,屏幕提示设置程序组,输入程序组名后单击“OK”,如图 1.2.5 所示。

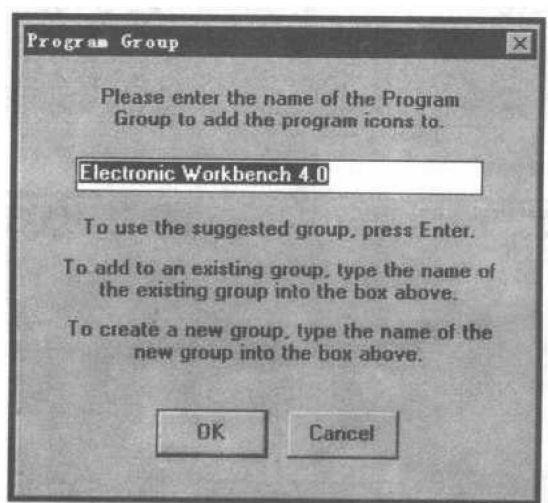


图 1.2.5 设置程序组

⑦EWB4 安装成功,单击“OK”,如图 1.2.6 所示。

⑧退出“MODEL. LST”,单击“×”按钮,如图 1.2.7 所示。

⑨终止“MODEL”程序,单击“是”,如图 1.2.8 所示。

⑩退出“记事本”,单击“×”按钮,如图 1.2.9 所示。

⑪在 Win95 桌面上的“开始”菜单程序组中设置 EWB4 运行系统图标及清除系统图标,如

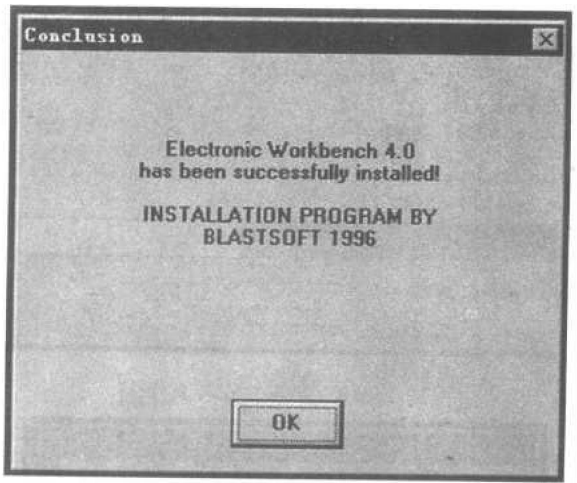


图 1.2.6 EWB4 安装成功

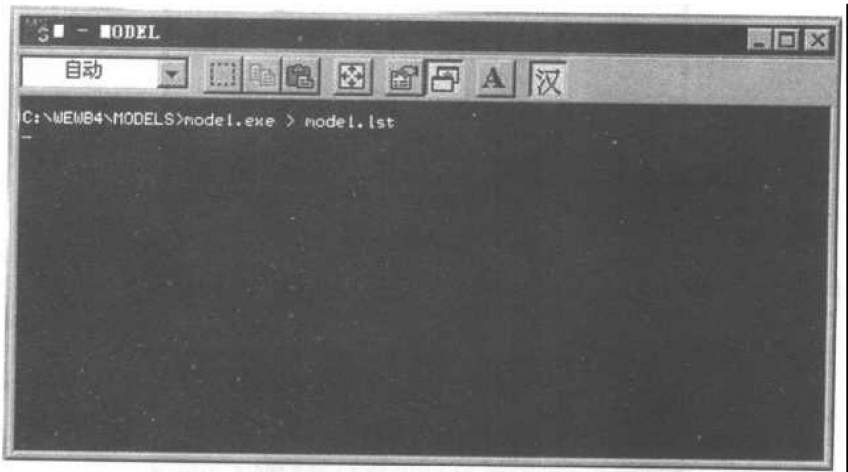


图 1.2.7 退出“MODEL.LST”

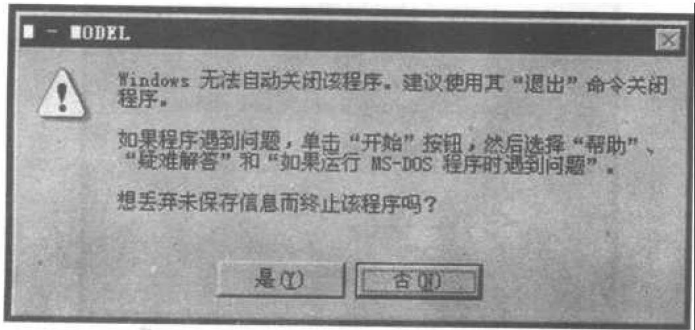


图 1.2.8 终止“MODEL”程序

图 1.2.10 所示。

⑤为了方便使用,可在 WIN95 桌面上设置快捷运行图标,至此 EWB4 安装完毕,如图 1.2.11 所示。

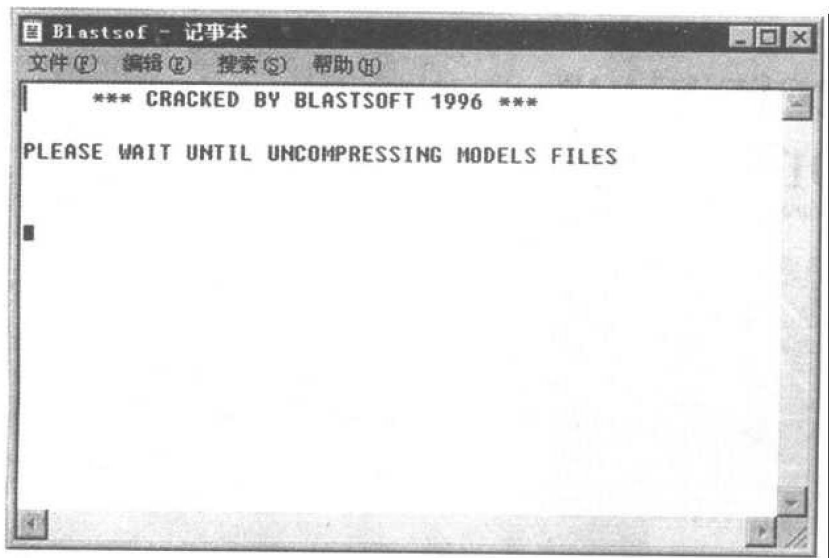


图 1.2.9 退出“记事本”



图 1.2.10 设置运行系统图标和清除系统图标



图 1.2.11 EWB4 快捷运行图标

1.3 EWB4 仿真系统的基本操作

EWB4 电子工作平台用户界面友好,操作简单易学,下面介绍一些基本的使用方法。

1.3.1 EWB4 的启动和退出

进入 Win95 系统,双击桌面上的 EWB4 快捷运行图标,屏幕出现启动画面,如图 1.3.1 所示。

启动画面上显示了软件名称、版本、版权等有关信息,接着自动转入用户界面,如图 1.3.2 所示。

EWB4 与其他 Win95 应用程序一样,有一个标准的工作界面,它的窗口由标题条、菜单条、虚拟仪器图标条、器件库图标条、仿真电源开关、器件库显示区、工作区及滚动条等部分组成。

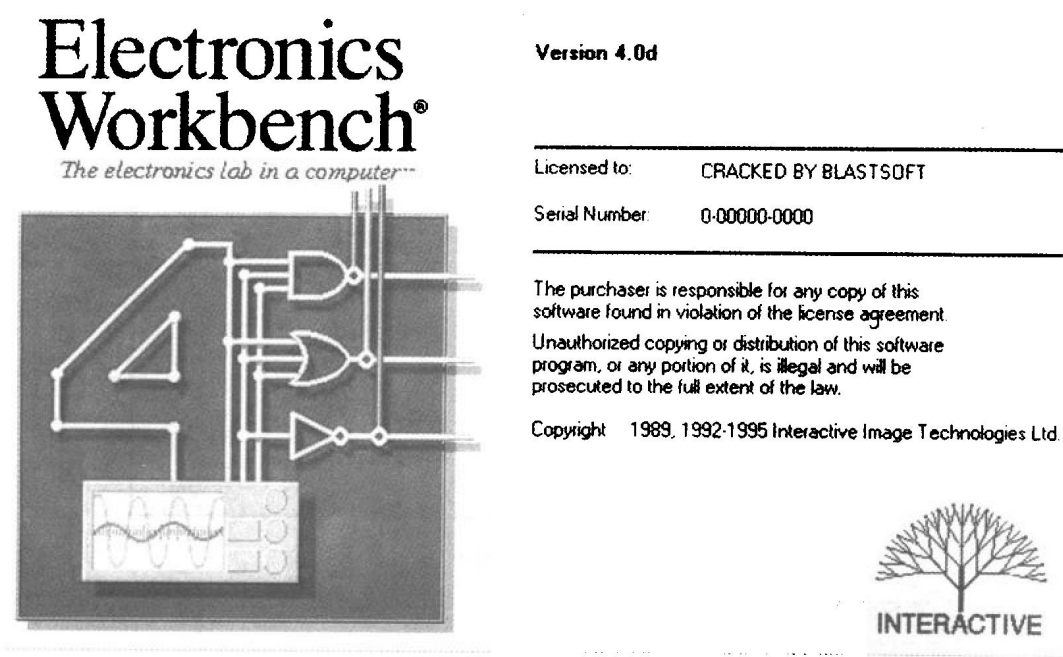


图 1.3.1 EWB4 的启动

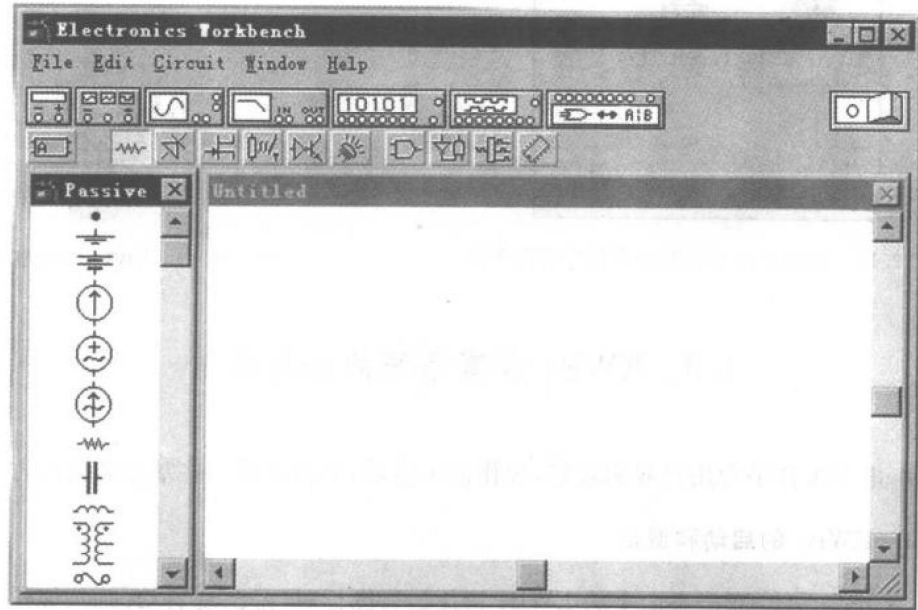


图 1.3.2 EWB4 的工作窗口



图 1.3.3 EWB4 窗口标题条

(1)标题条

在图 1.3.3 EWB4 的窗口标题条中，显示出当前 Win95 的应用程序名称为 Electronics Workbench,即电子工作平台。标题条左端有一个控制菜单框,单击后可打开一个

命令列表,如图 1.3.4 所示,与主程序窗口操作有关的命令包括:

还原(R)	Restore
移动(M)	Move
大小(S)	Size
最小化(M)	Minimize
最大化(X)	Maximize
关闭(C)	Close

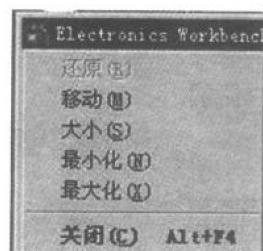


图 1.3.4 控制菜单命令

如果双击这个控制菜单框,可迅速关闭 EWB 的工作窗口。

在标题条的右端有三个窗口控制按钮:最小化、最大化及关闭按钮。因此在标题条上关闭工作窗口的方法有 4 种:

- ①单击带“×”符号的关闭按钮;
- ②双击控制菜单框;
- ③单击控制菜单框,再选择 Close 命令。
- ④用快捷键 ALT+F4。

(2) 菜单条

菜单条位于标题条的下方,如图 1.3.5 所示。

菜单条上有 5 组菜单:File(文件)、Edit(编辑)、Circuit(电路)、Window(窗口)和 Help(帮助)。在每组菜单里,包含有一些命令和选项,详细情况后面再介绍。

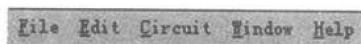


图 1.3.5 EWB4 工作窗口菜单条

(3) 虚拟仪器图标条

虚拟仪器图标条位于菜单条的下方,如图 1.3.6 所示。



图 1.3.6 EWB4 工作窗口虚拟仪器图标条

从左到右排列的仪器图标分别是:万用表(Multimeter)、信号发生器(Function Generator)、示波器(Oscilloscope)、波特图仪(Bode Plotter)、字符发生器(Word Generator)、逻辑分析仪(Logic Analyzer)和逻辑转换器(Logic Converter)。仪器图标条好像是一个仪器存放架,各种常用的虚拟仪器整齐地排列在架上,使用仪器时可通过鼠标把仪器从架子上拖放到工作区,用完后再拖放回仪器架。做虚拟电路实验时,双击仪器图标,可调出有关仪器的虚拟面板,打开仿真电源开关后,可读数或观察波形。

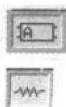
(4) 器件库图标条

器件库图标条位于仪器图标条的下方,如图 1.3.7 所示。



图 1.3.7 器件库图标条

上面排列着常用的器件库图标按钮,从左边起分别是:



用户器件库(The Custom Parts Bin)



无源器件库(The Passive Parts Bin)

	有源器件库(The Active Parts Bin)
	场效应管器件库(The FET Parts Bin)
	控制器件库(The Control Parts Bin)
	混合器件库(The Hybrid Parts Bin)
	指示器件库(The Indicator Parts Bin)
	逻辑门器件库(The Gates Parts Bin)
	组合器件库(The Combinational Parts Bin)
	时序器件库(The Sequential Parts Bin)
	集成电路器件库(The ICS Parts Bin)

用户在建立实验电路时,单击有关按钮,便可调出相应的器件库。

(5) 仿真电源开关



仿真电源开关如图 1.3.8 所示,位于 EWB4 电子工作平台窗口的右上方。在 EWB4 上建立好一个电路以后,为了测试电路的性能,测量通过试验点的电流、两点间的电压或电阻,显示信号波形,就要启动电路,进行仿真试验。启动电路的方法有 2 种:

①用鼠标单击仿真电源开关;

②先单击电路菜单 Circuit,再选择启动命令 Activate。仿真完成以后,电源开关自动关闭,试验结果显示在与电路连接的仪器或仪表上。

为了停止电路仿真,可再一次单击仿真电源开关,或者从电路菜单中选择停止命令 Stop,也可选择暂停命令 Pause。

(6) 器件库显示区

器件库显示区位于器件库图标条的左下方,其中显示的各种器件、电压表及电流表的使用数量原则上是无限的,但是对于 EWB4 教学版的用户最多只能用 25 个。

在 EWB4 上有 10 个器件库,其中包括 190 种器件和集成电路。

1) 无源器件库 The Passive Parts Bin

如图 1.3.9 所示,无源器件库中的器件有:

接点	Connector
接地线	Ground
直流电流源	DC Current Source
交流电压源	AC Voltage Source
交流电流源	AC Current Source

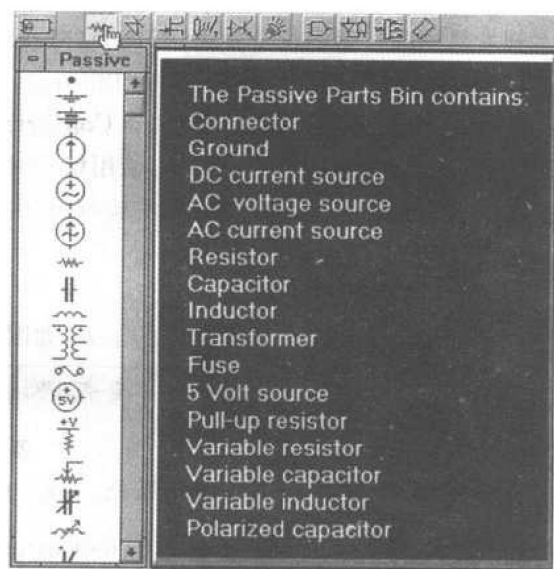


图 1.3.9 无源器件库

电阻	Resistor
电容	Capacitor
电感	Inductor
变压器	Transformer
保险丝	Fuse
5V 电源	5 Volt Source
上拉电阻	Pull-up Resistor
可变电阻	Variable Resistor

2) 有源器件库 The Active Parts Bin

如图 1.3.10 所示,有源器件库中的器件有:

二极管	Diode
稳压二极管	Zener Diode
发光二极管	LED
NPN 三极管	NPN BJT
PNP 三极管	PNP BJT
三端运放	3-Terminal Opamp
五端运放	5-Terminal Opamp
单向可控硅	SCR
肖克来二极管	Shockley Diode
触发二极管	Diac
双向可控硅	Triac

全波桥式整流器 Full-Wave Bridge Rectifier

乘法器 Multiplier

3) 场效应管器件库 The FET Parts Bin

如图 1.3.11 所示,场效应管器件库中的器件有:

N 沟道结型场效应管
N-Channel JFET
P 沟道结型场效应管
P-Channel JFET
3 端及 4 端耗尽型 NMOS
及 PMOS 绝缘栅场效应管
3&4 Terminal Depletion
N&P MOSFETS

3 端及 4 端增强型 NMOS 及 PMOS 绝缘栅场效应管

3&4 Terminal Enhancement N&P MOSFETS



图 1.3.10 有源器件库

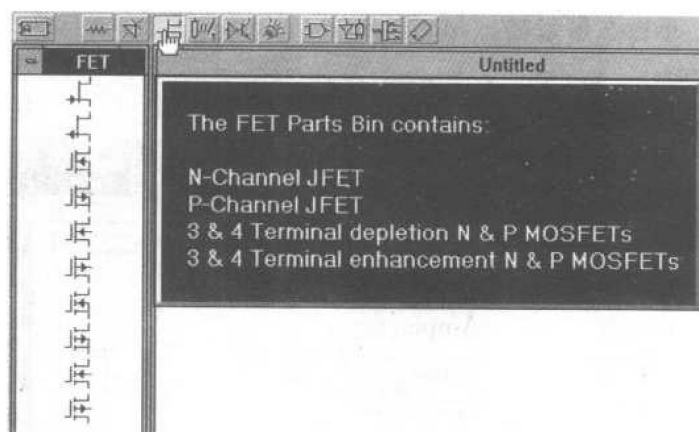


图 1.3.11 场效应管器件库