

工科高等院校电路系列课程教材

# 电子电路计算机

## 辅助分析与设计

解月珍 谢沅清 编著

北京邮电大学出版社  
[www.buptpress.com](http://www.buptpress.com)

北京市教学改革立项研究成果

# 电子电路计算机辅助分析与设计

解月珍 谢沅清 编著

北京邮电大学出版社  
·北京·

## 内 容 提 要

本书是作者编著的《电子电路基础》(面向 21 世纪课程教材)和《通信电子电路》(九五规划部级重点教材)的配套教材。内容包含电路仿真软件 EWB 简介,以及使用 PSPICE 和 EWB 对各种放大电路、振荡电路、集成运算放大器及应用电路、电压比较器电路、定时器及应用电路和综合性电路进行分析与设计。重点在于那些不易通过手工分析得出明确结果的电路。书中根据作者的经验,还介绍了在应用计算机辅助分析时一些值得注意的技巧,以避免得出不正确的结果。

本书可作为高等学校电子信息类专业的教材,也可供该专业技术人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

电子电路计算机辅助分析与设计/解月珍,谢沅清编著. —北京:北京邮电大学出版社,2001.9

ISBN 7-5635-0418-4

I. 电… II. ①解… ②谢… III. ①电子电路—计算机辅助分析②电子电路—计算机辅助设计 IV. TN702

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 056742 号

---

书 名: 电子电路计算机辅助分析与设计

DIANZI DIANLU JISUANJI FUZHU FENXI YU SHEJI

编 著: 解月珍 谢沅清

责任编辑: 孙伟玲

出 版 者: 北京邮电大学出版社(北京市海淀区西土城路 10 号)

邮编: 100876 电话: 62282185 62283578

网址: <http://www.buptpress.com>

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京市忠信诚胶印厂

印 数: 1—3 000 册

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16 印张: 16.5 字数: 448 千字

版 次: 2001 年 9 月第 1 版 2001 年 9 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-5635-0418-4/TN·188-5

本册定价: 26.00 元(全套 5 本)

---

## 工科高等院校电路系列课程教材编委会

主 编 谢沅清

副主编 解月珍

编 委 (按姓氏笔划排序)

上官右黎 张咏梅 肖 冰 陈凌霄

郭 莉 谢沅清 解月珍

# 前 言

随着大规模集成电路和计算机技术的发展,电子电路分析与设计的方法随之也发生了重大的变革。以手工估算和搭电路实验为基础的传统设计方法,已远不能适应集成电路的发展。电子计算机辅助分析与设计的方法,在电子电路与系统的设计中,得到越来越广泛的应用。在这种背景下,20世纪80年代初期,在工科高等学校的电子信息类专业,开设计算机辅助电路分析设计课程,相应地出版了多种教材,其主要内容是计算机辅助电路分析与设计的算法。这样选材对当时缺少成熟的通用电路分析程序,需要电路工作者自己编写电路分析程序,是十分合适的。但是,时至今日,不少功能强大的通用电路分析程序已出现,其中最著名的 SPICE 通用电路分析程序面世后,版本不断升级,功能不断增强。此时电路工作者再去自行编制程序,就会导致工作效率低下,尤其是为编一个电路分析程序而研究算法,显然是多余了。因此,课程的讲授重点和教材的取材,都应转移到应用现有的电路分析程序。

本书即是应用 PSPICE 通用电路分析程序和 Electronics Workbench(简称 EWB)电路仿真软件对电子电路作分析与设计,并以分析为主。尤其是 EWB 能提供一个虚拟实验室,以便在进行电路的分析与设计工作中,对电路和系统进行十分逼真的模拟。

我们认为,计算机辅助分析和手工估算,是两种互为补充的分析方法。我们以前编写出版的《电子电路基础》和《通信电子电路》两本书,是以手工估算为主。手工估算的特点是根据工程近似处理的原则,对等效电路进行简化,以得到形式上简单、物理概念明晰的结果。当面对的问题难以简化处理,或是简化后会导致工程上不可容许的误差,以及用手工作精确计算过于繁琐或是根本不可能时,这就需求助于计算机。本书的大部分内容是对一些难以用手工估算的电路,通过计算机辅助分析,以得到我们所期望的结果。另一部分内容,是易于用手工估算的,我们也用计算机辅助分析,读者可以通过两种分析方法所得的结果,评价简化处理的精确度。还有些问题,易于从物理概念理解,得出定性的结果,但通过计算机辅助分析,可得到精确的定量结果,从而使概念更为明晰。

读者可以从书中的分析例子看到:分析一个电路时,电路中器件参数的取值,往往对分析结果有重大影响。例如 555 时基电路中多集电极晶体管两个集电极电流分配系数的取值略有不同,将得出输入、输出逻辑电平关系迥异的结果。集成电路生产者提供的手册中,往往不给出电路中器件的有关参数,或是不全,分析时需要我们对它设定。在这种情况下,往往需要用试探法,经多次反复分析,判断设定参数是否合理,检验的标准当然是通过搭电路做实验。而通过计算机辅助设计时,变更参数,比较不同的分析结果,从而最后确定一组参数,比搭电路实验,省时,省力,优越性十分明显。

一般来说,即使是线性集成电路,当外加电压大幅度变化时,便是一个非线性器件。因此,分析时所选择的外加直流和交流测试信号的值,均需仔细斟酌。例如,一个高增益的运算放大器,加直流电压扫描,测试其输入、输出传输特性,倘若输入电压变化的步长不足够小,便会得出增益偏小的错误结论。

应用计算机这一工具辅助分析电子电路时,其结果的可信度,有赖于电路模型的准确性。当工作频率高到一定程度,电路中的分布参数的影响不可忽略时,便不可将一段导线看作短路,而应考虑其分布电感,输入计算机的电路拓扑结构应该对其予以计入。

本书作为北京邮电大学电工电子系列课程改革研究成果——电路系列教材之一,和已编写出版的《电子电路基础》(面向 21 世纪课程教材)、《通信电子电路》(九五部级重点教材)相配套。在《电子电路基础》和《通信电子电路》中,我们提出了若干和传统提法不尽相同的观点,在本书中也有所反映。并且上述两本书主要是从物理概念的角度来阐述,本书则通过计算机辅助分析予以印证。

由于作者水平所限,书中疏漏乃至谬误之处在所难免,敬祈广大读者不吝赐正。

另外,在本书编写过程中,罗绍军、唐世萍、宗鹏、陆小鹿、徐柏秋等同学参与了大量的电路仿真工作,在此一并表示感谢。

作 者  
2001 年 7 月

# 目 录

## 第一章 绪论

- 一、传统的分析与设计方法 ..... 1
- 二、计算机辅助分析与设计 ..... 1
- 三、电子设计自动化 ..... 2

## 第二章 EWB 使用简介

- 第一节 概论 ..... 3
  - 一、EWB 要求的设备环境 ..... 3
  - 二、EWB 的安装 ..... 3
  - 三、EWB 特色简介 ..... 3
  - 四、鼠标和键盘 ..... 3
  - 五、使用在线帮助 ..... 4
- 第二节 EWB 窗口功能简介 ..... 4
  - 一、工作区 ..... 4
  - 二、零部件箱 ..... 5
  - 三、测试仪表 ..... 5
  - 四、主菜单 ..... 5
- 第三节 搭建和测试电路 ..... 6
  - 一、搭建电路 ..... 6
  - 二、测试电路 ..... 6
  - 三、编辑 ..... 7
- 第四节 EWB 主菜单 ..... 8
  - 一、文件菜单 ..... 8
  - 二、编辑菜单 ..... 11
  - 三、电路菜单 ..... 12
  - 四、分析菜单 ..... 16
  - 五、窗口菜单 ..... 25
  - 六、帮助菜单 ..... 25
- 第五节 EWB 的元部件 ..... 26
  - 一、各类电源 ..... 26
  - 二、常用无源元件 ..... 26
  - 三、二极管及整流电路 ..... 27

四、晶体管 .....	27
五、模拟 IC .....	27
六、数字 IC .....	27
七、数模混合 IC .....	27
八、基本数字门 .....	27
九、数字逻辑电路 .....	27
十、各类指示器 .....	28
十一、运算单元电路 .....	28
十二、其他元件 .....	28
十三、自定义部件箱 .....	28
第六节 EWB 的测试仪器 .....	28
一、万用表 .....	28
二、函数发生器 .....	29
三、示波器 .....	30
四、频率特性测试仪 .....	33
五、字发生器 .....	34
六、逻辑分析仪 .....	35
七、逻辑转换器 .....	36
<b>第三章 模拟集成电路基本单元电路的分析与设计</b>	
第一节 基本单管放大电路 .....	38
一、定压源和定流源激励下放大电路输入、输出电压和电流波形 .....	38
二、静态工作点位置与输入信号幅度对输出波形的影响 .....	41
三、负载电阻值大小对输出波形的影响 .....	45
四、有源负载放大器 .....	47
第二节 放大器的频率特性 .....	53
一、单级放大器的高频特性 .....	53
二、多级放大器的频率特性 .....	55
第三节 差动放大电路 .....	62
一、基本差动放大电路分析 .....	62
二、具有电流镜偏置和电流镜负载的差动放大电路 .....	66
第四节 功率输出级电路 .....	68
一、互补推挽功率输出级 .....	68
二、推动级采用有源负载互补推挽输出级 .....	75
三、功率输出级的其他电路 .....	78
习题 .....	83



## 第四章 负反馈放大电路

第一节 负反馈稳定放大倍数 .....	88
一、负载电阻变化时放大倍数的稳定 .....	88
二、器件参数变化时放大倍数的稳定性 .....	89
第二节 负反馈对非线性失真的影响 .....	90
第三节 负反馈对放大器通频带的影响 .....	93
一、单级负反馈电路 .....	93
二、容性负载放大器加负反馈 .....	96
三、多级负反馈放大器的频率特性和频率补偿 .....	99
第四节 负反馈对放大器输入、输出阻抗的影响 .....	104
一、电压并联反馈对分析 .....	104
二、电流串联反馈对放大器输出、输入阻抗的影响 .....	109
习题 .....	113

## 第五章 集成运算放大器及应用电路

第一节 集成运算放大器 .....	115
一、通用型运算放大器 $\mu A741$ .....	115
二、单电源供电运算放大器 LM324 .....	121
三、跨导运算放大器 CF3080 .....	128
四、程控型 CMOS 集成运算放大器 CF14573 .....	134
五、电流模型运算放大器 .....	140
第二节 集成运算放大器的线性运算应用 .....	146
一、集成运算放大器的宏模型 .....	146
二、比例运算电路 .....	150
三、加减运算电路 .....	155
四、微积分运算电路 .....	161
第三节 集成运算放大器的非线性运算应用 .....	168
第四节 电压比较器 .....	171
一、单限比较器电路 .....	173
二、双限比较器电路 .....	181
习题 .....	185

## 第六章 信号产生电路

第一节 正弦波振荡器 .....	189
一、LC 正弦波振荡器 .....	189
二、石英晶体振荡器 .....	203
三、RC 正弦波振荡器 .....	206

第二节 张弛振荡器·····	209
一、方波和三角波发生器·····	209
二、脉冲和锯齿波发生器·····	210
三、门电路构成的张弛振荡器·····	213
四、阶梯波发生器·····	216
习题·····	219
<b>第七章 定时电路及其应用</b>	
第一节 555 定时器的特性·····	221
第二节 555 定时器的应用·····	225
一、555 定时器构成张弛振荡器·····	225
二、555 定时器构成单稳态触发器·····	227
三、555 定时器构成双稳态触发器·····	228
四、555 定时器的综合应用举例·····	232
习题·····	234
<b>第八章 综合电路分析与设计</b>	
一、多级负反馈对宽带放大器分析·····	235
二、数字钟电路设计·····	238
三、低频功率放大器的设计·····	240
四、数字频率计设计·····	245
习题·····	252
<b>参考文献</b> ·····	254

# 第一章 绪 论

本章简要地介绍电子电路计算机辅助分析与设计方法及其工具。

## 一、传统的分析与设计方法

在电子计算机问世之前,一个电子工程师对电路进行分析与设计的主要工具是笔加纸。首先根据指标要求设计电路及其元件参数,在简化电路的基础上对电路进行手工估算。然后在实验室搭电路板,使用仪器、仪表进行测试,验证是否满足指标要求。若满足可进一步制作电路板,焊接,安装,测试,完成实验样机;若不满足指标,还需再重新修改电路参数甚至重新修改电路设计方案,然后再重复上述过程。若形成产品,则还需要进行小批量生产,检验产品合格率。

随着集成电路的发展,传统的设计方法已远远不能满足要求,甚至妨碍了电子技术的快速发展。而电子计算机,以它高超的计算速度、巨大的存储空间和奇特的逻辑分析能力,为电路的设计提供了强有力的工具。为适应电子技术发展的需要,计算机辅助分析与设计(Computer Aided Analysis and Design,即 CAA 和 CAD)近年来有了长足的进步。

## 二、计算机辅助分析与设计

计算机辅助分析与设计主要依靠计算机模拟软件。其主要设计过程如图 1-1 所示。

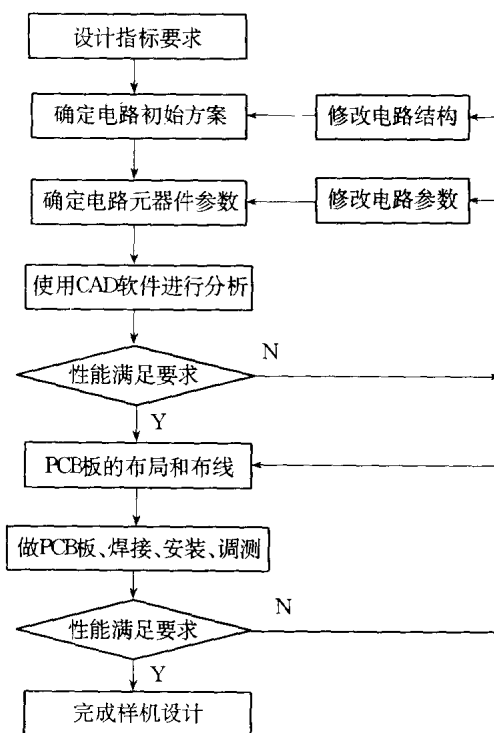


图 1-1 电子电路计算机辅助设计流程图

整个过程中,设计电路方案及元器件参数,是电路设计工作者的创造性劳动。而原来要在实验室搭电路板,并反复调试的过程,在这里是使用计算机辅助分析软件在计算机上反复进行模拟仿真,无需任何实际的元器件,用各种功能的应用程序,代替了实验室大量昂贵的仪器仪表。电路设计工作者使用这些软件,对电路进行所需的各种分析、计算、测试,就像在一个现代化的电路实验室里工作,对电路进行十分逼真的分析、设计和验证。同时,传统的方法中,样机的试制和检验合格率的小批量生产过程,在电路 CAD 中,可以用优化设计和容差分析来代替。

以上这种电路分析与设计过程和传统的方法相比,不仅降低了成本,缩短了开发周期,而且可大大提高设计质量。同时,它可以使电路设计工作者从繁琐的计算、重复性的劳动中解脱出来,有更多的精力和机会,更充分地发挥其聪明才智,进行创造性的劳动。

目前,国际上公认的电路仿真软件以美国加利福尼亚大学伯克莱(Berkeley)分校开发研制的 SPICE(Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis)程序为国际上所公认。它奠定了日后计算机模拟电子电路软件的基础。现在世界上享有盛誉的若干模拟电路仿真软件,都是以 SPICE 为基础实现的,其中以美国 Microsim 公司的 PSPICE 最为流行。由于它的收敛性好,使用方便,又是微机版本,受到用户的欢迎,故流行广泛。20 世纪 90 年代,加拿大 Interactive Image Technologies LTD 以 SPICE 3F5 为主系统,推出 Electronics Workbench (简称 EWB)电路仿真软件,它提供了一个电子设计平台。与 PSPICE 相比,其不仅有丰富的元器件库、各种分析功能等,而且提供了电路测试的基础仪器仪表,使电路工作者就像在实验室工作台上调试电路一样,故很快流行了起来。

### 三、电子设计自动化

电子设计自动化(Electronic Design Automation,简称 EDA)即是以 CAA,CAD 为基础的电子电路设计技术。随着集成电路和计算机的迅速发展,EDA 技术已渗透到电子系统和专用集成电路设计的各个环节。一个能完成复杂的超大规模集成电路(VLSI)设计的 EDA 系统,需要更加丰富的 CAA 和 CAD 软件。从高层次的数字电路的自动综合,数字系统的仿真,模拟电路仿真,直到不同层次版图级设计和校验,各种设计软件完成自顶向下的 VLSI 设计的全过程。计算机的发展促进了大规模、超大规模集成电路的发展,大规模集成电路的发展反过来又促进计算机的发展,相应的 EDA 开发工具更是应运而生。利用现场可编程逻辑器件(FPGA,CPLD 等)开发工具在实验室里就可以设计出专用集成电路,以硬件描述语言(VHDL)为输出方式的高层次数字系统综合工具已广泛用于 VLSI 的设计中,使电子设计的自动化程度越来越高。对于从事电路设计及相关领域的工作人员来说,掌握并应用 EDA 工具,是非常必要的。

本书只限于使用 PSPICE 和 EWB 对电子电路进行分析和设计,不涉及使用硬件描述语言和现场可编程逻辑器件设计数字系统。鉴于介绍 PSPICE 软件的书籍很多,读者可以学习参考,所以此处只介绍 EWB 的使用,重点是使用 PSPICE 和 EWB 对电子电路进行分析与设计,从而掌握现代电路设计的方法。同时,通过对一些典型电路的分析,更深入地学习和理解电子电路的原理、内容和特点,尤其是用手工估算不可能进行分析的电路和电路特性,使用计算机辅助分析更能显示其威力。

## 第二章 EWB 使用简介

Electronics Workbench 就是一个虚拟电子实验室,只是这个实验室装入了计算机。本章将引导读者进入这个实验室工作,对电路进行分析与设计。

Electronics Workbench 是在 Windows 环境下使用的,其版本不断升级,本章内容是以 V5.12 版本为基础的。

### 第一节 概 论

#### 一、EWB 要求的设备环境

##### 1. 计算机硬件环境

- CPU:PC 486 以上
- 内存:8 MB 以上
- 硬盘:30 MB 以上

##### 2. 软件环境

Electronics Workbench V5.12 要求在 Windows 95 或 Windows NT 以上环境下使用。

#### 二、EWB 的安装

Electronics Workbench 分个人版和网络版,购买软件后,均有详细的安装说明,或由商家派专门工程师进行安装,故此处不做详述。

#### 三、EWB 特色简介

Electronics Workbench 之所以很快被广大电路设计工作者所接受,首先它真的就像一个电子实验室,提供了模拟和数字电路的虚拟实验环境,具有和真实的实验室一致的元器件库和仪器仪表。其次,EWB 提供交互式的 SPICE 电路模拟,使用人机图形界面真实、方便、快捷;EWB 具有完整的混合模拟和数字信号模拟功能,可以任意地在系统中集成数字和模拟元件,会自动地进行信号转换。总之,EWB 作为 EDA 软件,功能强大,可视化界面清晰,且易学易用,作为高校电路实验和综合电路设计等实践环节的配套软件,学生在这个实验环境中不仅可以精确地进行电路分析,深入理解电子电路的原理,同时可以大胆地设计电路与系统,有利于培养学生的创新思维 and 创新能力。

但是,使用 Electronics Workbench 软件,不易测量电路的输入、输出阻抗,以及观察支路电流的波形等,PSPICE 在这方面显得比 EWB 更为细腻,所以本书中,当需要观察电路的输入、输出阻抗及支路电流的波形和频率特性时,就使用 PSPICE 程序。

#### 四、鼠标和键盘

使用 Electronics Workbench 软件,鼠标必不可少。构建和测试电路都需要使用鼠标。本书

所用的预设鼠标为二键式鼠标,其基本操作有:单击左键、双击左键、单击右键和拖动(按住左键不放并移动鼠标)。选择菜单中的任何一项指令,选择任何一个元件或仪表,进行任何一项分析及开、关电源等均需用鼠标。

键盘仅用于使用某些命令或快捷键,有时需要键入某些文字信息。

## 五、使用在线帮助

Electronics Workbench 软件有丰富的在线帮助内容可供查阅,而且使用方便。进入在线帮助后,就像看一本工具书,有目录表和索引,可以很容易地找到相关的帮助信息。

## 第二节 EWB 窗口功能简介

当使用者启动 EWB 后,在屏幕上将出现如图 2-1 所示的工作窗口,它可以提供完整的分析和设计电路的功能。其中,中间区域是供搭建和测试电路的工作平台,在它上面有菜单(Menu),有供调用的零部件工具箱(Parts Bin Toolbar)及虚拟仪表(Instrument),有快速编辑电路的功能键(Circuit Toolbar)及电源开关等。整个窗口也可以称之为工作平台。

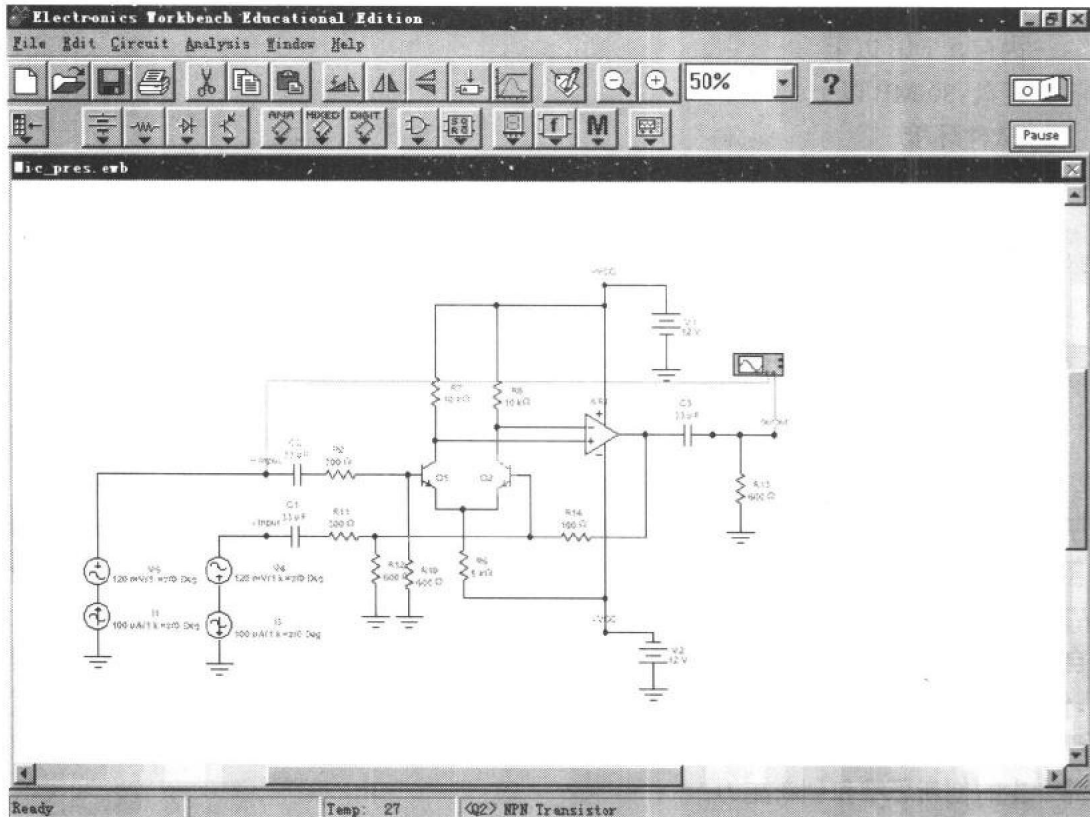


图 2-1 EWB 工作窗口

### 一、工作区

工作区(Workspace)就像在实验室的一块面包板,可在它上面搭试电路,在整个视窗内,可以将它缩小、放大、滚动。假如它被其他视窗覆盖,可以用鼠标点击工作区标题再将它调到

前端。

## 二、零部件箱

EWB 零部件箱(Parts Bin)提供了常用的元器件。在工作区上面,按元器件的类别,共有 10 个部件箱,如图 2-2 所示。从左至右有子电路箱、电源箱、无源元件箱、二极管及整流电路、晶体管箱、模拟 IC、4 个数字逻辑部件箱,还有显示元件箱、函数元件箱及机电元件箱这 10 个零部件箱。每个零部件箱里都有常用的同类型元器件,使用某个元器件时,只要打开相应的零部件箱,就有各种型号的元器件 IC 等供选择。一般打开的部件箱位于工作区的左侧,可以滚动、缩放。需要某个元件时,用鼠标单击选择,并拖至工作区;若删除这个元件,可单击它变成高亮,然后在 Edit 菜单中选择 Delete 或按 Del 键。



图 2-2 EWB 的部件箱及测试仪器架

## 三、测试仪表

在零部件箱的右侧是测试仪表(Instrument)区,如图 2-2 所示。在它里面存放有 7 种测试仪表可供使用,它们是万用表(Multimeter)、函数发生器(Function Generator)、示波器(Oscilloscope)、频率特性测试仪(Bode Plotter)、字发生器(Word Generator)、逻辑分析仪(Logic Analyzer)和逻辑转换器(Logic Converter)。

另外,显示器零部件箱中还有两种测试仪表,电压表(Voltmeter)和电流表(Ammeter)。

当需要使用某种仪表时,只要从测试仪表区中把需要的测试仪表拖放到工作区并连接到电路上,再根据测试情况调整仪器状态,打开电源开关,电路开始仿真,测试仪表即可显示测量结果。

## 四、主菜单

在整个视窗的最上层一行是主菜单(Menu),如图 2-3 所示。菜单共有 6 项:File(文件)、Edit(编辑)、Circuit(电路)、Analysis(分析)、Window(窗口)、Help(帮助)。每一个菜单都包含若干命令,利用这些命令,可以新建、打开、保存、打印文件,编辑文件,对电路进行仿真等。通过 Help 菜单,进入帮助目录,查看相关帮助内容。

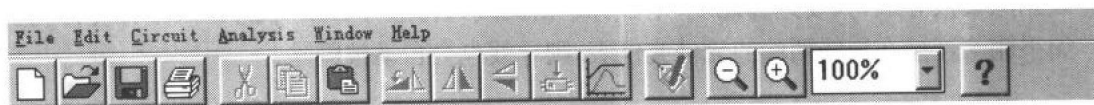


图 2-3 主菜单

欲执行菜单命令,只需用鼠标单击某项菜单,使之下拉出菜单命令,然后再单击其中的菜单命令。也可以按 Alt 键,再按菜单项名中带下划线的字母即可打开相应的菜单(如先按 Alt 键,再按 F 键即可打开文件菜单 File);然后再按已打开菜单的命令中带下划线的字母,即可执行该项命令(详细命令使用请查阅本章第四节)。

若打开菜单项中的某些命令呈现灰色,说明该命令在当前状态下是不能使用的。

## 第三节 搭建和测试电路

前面粗略地介绍了提供给我们工作的平台概貌,后面会较详细地介绍其功能和使用。若能很快熟悉这个工作环境,搭建和测试电路将可驾轻就熟。下面简要介绍如何搭建电路,仿真并测试电路。

搭建和测试电路需要以下 7 个步骤:

- (1) 根据电路需要从相应的部件箱中拖动元件到工作区。
- (2) 将拖到工作区中的元器件按电路布局摆放好。
- (3) 按电路拓扑结构将元器件用导线连接起来。
- (4) 按要求设置元器件参数和模型。
- (5) 从测试仪表区中将所需测试仪表拖放到工作区并连接到电路上。
- (6) 根据测试情况设定仪器状态。
- (7) 选择分析选项,打开电源开关,仿真电路。

### 一、搭建电路

若完成上面前两项步骤以后,就能整洁快捷地将它们连接起来。就像在实验室里将元器件插到了面包板上,然后用导线连接一样。

#### 1. 连线

- 连接两个元件

用鼠标指向一个元件的一个连接端点,就会出现一个黑点,此时按下鼠标的左键向另一个元件的连接端点拖动,使连线出现,当该连线接好后,放开鼠标左键,则在两元件间就接上了一根导线,且此线会自动地以垂直角度连接。

- 连接两条导线

先在一条导线上欲接线的地方插入一个连接点“·”(无源元件箱中的第一个元件),然后用鼠标指向该连接点,再按下鼠标左键向另一条导线拖动,当连接到另一条导线处出现小黑点时放开鼠标左键,则两导线之间就接上了一根导线。

值得说明的一点是,电路中连线有时会拐弯,影响电路美观,这可能是元件排列不整齐或方向不对,可重新排列或旋转元件再拉直导线。

#### 2. 删除导线

欲删除某根导线,只要选择此线(用鼠标单击此线),再选择 Edit 中的 Delete 命令即可。

如果删除连接在导线两端的元件或仪表,则导线也会自动被删除。

### 二、测试电路

#### 1. 设置测试点

使用仪表测试电路,需先将相应的测试仪表图标连接到电路中去。在这之前要先设置测试点,首先可以从无源部件箱中拖放一个连接点“·”放在要连仪表的导线上,然后再接测试仪表;也可以从测试仪表的测试端引出一根导线到待测试的端点,方法如连线。

#### 2. 使用测试仪表

- 先从仪表区中将要用的测试仪表图标拖放到工作区合适的位置。



- 将仪表连接到电路中测试点上。
- 双击仪表图标使之放大显示,以便更清楚地观察测试信号。
- 根据测量要求调整仪器量程。
- 单击电源开关,电路激活开始仿真。
- 再调整仪表量程旋钮,使被测信号显示大小合适。

### 3. 如何调整仪表量程

各类仪表量程旋钮的调整方法各不相同,这里仅仅是调整控制旋钮的一般方法:

- 单击欲调量程的旋钮。
- 单击数值或单位边上的上、下箭头,改变数值和单位到合适的位置。

### 4. 仿真电路

当电路被激活后,EWB 即开始仿真电路。仿真电路的途径取决于电路所接信号源、测试仪表以及在 Analysis 中 Analysis Options(分析选项)对话框中的选择。仿真结束后,所需结果显示在接入电路仪表的显示屏或工作区中。

仿真结束,电源开关自动断开。若改变仪表所接位置,必须重新激活电路,再次仿真。欲在中途中断仿真,可单击电源开关,即可关闭。若要暂停仿真,可单击位于电源开关下方的 Pause/Resume 按钮,仿真可暂停或继续。

## 三、编辑

### 1. 滚动工作区

使用整个视窗最右上角的“放大”、“缩小”符号,可以将工作区放至最大或缩小。若要观察多于一屏的信息,可使用鼠标指向工作区右边和底部的滚动块并拖动即可实现。

### 2. 调整电路图或元件的大小

单击菜单 Circuit 中的 Zoom In 和 Zoom Out 按钮即可增大或缩小电路图或元件。

### 3. 添加文本

当需要给元件设置标号、参数或模型和描述电路时,需要输入文本内容。一般情况下,文本插入电路的位置是自动设定的,若认为不合适,可用方向键或用鼠标单击相应的文本拖放至合适的位置。

### 4. 编辑键

输入文本时使用的编辑键,与其他软件编辑文件时使用的编辑键类似。

- Backspace:向左删除一个字母。
- Del:向右删除一个字母。
- Home:将光标移至一行的开始。
- End:将光标移至一行的末尾。

### 5. 快捷键

- 某菜单命令有快捷键,它将显示在该命令的右侧。一般是某键与 Ctrl 键同按。
- 方向键可移动选择的元件或图标。
- Del 键可删除选择的元件或文本。
- Esc 键取消当前对话框。
- Alt 键可锁定元件或图标的端子,使选择更容易。
- 带有黑边的按钮为缺省选择,按 Enter 键可选择该按钮。