

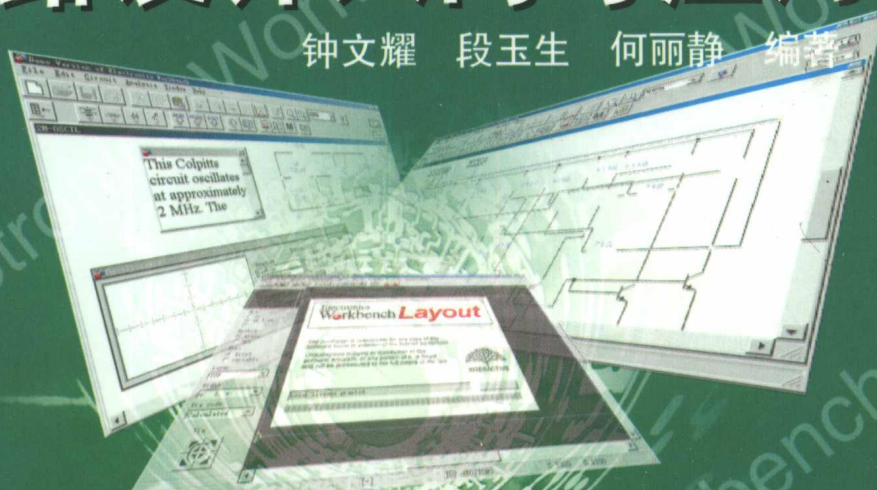
附光盘

Electronics Workbench

EWB

电路设计入门与应用

钟文耀 段玉生 何丽静 编著



02

清华大学出版社

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

目 录

第 1 章 EWB 基本概论	1
1.1 认识 Workbench 与 SPICE	2
1.2 EWB 在设计过程中的重要性.....	3
1.3 执行 EWB 所需的电脑环境	5
1.4 EWB 软件安装	6
第 2 章 使用者与窗口界面.....	7
2.1 窗口功能简介	8
2.2 元件的使用.....	13
2.3 子电路、模型与元件库的使用	19
2.4 仪表的使用.....	22
2.5 使用者应用窗口的设定.....	24
第 3 章 电路窗口各功能指引	26
3.1 主电路窗口.....	27
3.2 下拉式菜单.....	28
3.3 工具栏指引.....	28
3.4 工具栏菜单.....	29
第 4 章 模拟电路的建立与测试	37
4.1 单元电路的建立.....	38
4.2 单元电路的测试.....	43
4.3 其它功能电路的建立与测试.....	45
4.4 结束 EWB 窗口的操作	46
4.5 总结.....	47
第 5 章 模拟仪表的使用与分析	48

5.1	实例电路的选取	49
5.2	示波器的使用	50
5.3	波形发生器的使用	55
5.4	波特图产生器的使用	59
5.5	电路功能描述与打印	62
5.6	总结	63
第 6 章	数字仪表的使用与分析	64
6.1	数字字元产生器的使用	65
6.2	逻辑分析仪的使用	69
6.3	数字逻辑转换器	71
6.4	总结	74
第 7 章	EWB 分析功能概述	75
7.1	EWB 分析	76
7.2	静态工作点分析	77
7.3	交流频率分析	78
7.4	暂态分析	80
7.5	傅立叶分析	82
7.6	噪声分析	84
7.7	失真分析	87
7.8	参数扫描分析	89
7.9	温度扫描分析	91
7.10	极点-零点分析	93
7.11	转移函数分析	96
7.12	直流及交流灵敏度分析	97
7.13	蒙特卡罗分析	99
7.14	最坏状况分析	102
第 8 章	EWB 分析图形与显示处理	105
8.1	简介	106

8.2	打开及关闭窗口	107
8.3	检测各分析页	108
8.4	检测曲线图	109
8.5	检测图表	114
8.6	删除、复制及粘贴	115
8.7	新页删除、打开及存储	115
第 9 章	EWB 电路设计与实例分析	116
9.1	微分器电路	117
9.2	积分器及低通滤波器	120
9.3	全通滤波器	123
9.4	差动放大器	125
9.5	数字全加器	129
第 10 章	EWB 单元练习	132
10.1	电阻性电路及基本电路理论研究	133
10.2	戴维南及诺顿等效电路测量	143
10.3	二极管特性测量及其整流应用电路	148
10.4	基本稳压电路特性与应用	155
10.5	双极型晶体管特性及应用电路	158
10.6	运算放大器参数测量与研究	162
10.7	模拟及数字转换器电路	164
参考文献		166
附录:光盘说明		167

第 1 章

EWB 基本概论

- 1.1 认识 Workbench 与 SPICE
- 1.2 EWB 在设计过程中的重要性
- 1.3 执行 EWB 所需的电脑环境
- 1.4 EWB 软件安装



学习大纲:

本章主要介绍 Electronics Workbench 与 SPICE 的关系, EWB 在设计过程中的功能与重要性, 执行 EWB 模拟器所需的电脑软硬件环境以及 EWB 软硬件安装与注意事项。

1.1 认识 Workbench 与 SPICE

由于集成电路制造技术日新月异, 电子电路的设计亦日趋复杂。为了能在电路付诸实现之前, 完全掌握操作环境因素(如电源电压、温度及元件参数的变动等)对电路的影响, 利用电脑辅助设计进行电路模拟与分析, 并进行输入与输出信号响应的验证, 可有效地节省开发产品的成本与时间。

过去二十年来, 由于电脑科技的进步, SPICE 软件的开发与普及, 已使电子电路及系统在芯片层次(on-chip)设计与印刷电路层次(on-board)设计进入新的里程碑。加拿大 Interactive Image Technologies Ltd. 公司所开发的 Electronics Workbench(EWB)电路设计软件是以 SPICE3F5 为模拟软件的核心, 并增强了其在数字及混合信号模拟方面的功能。SPICE3F5 是 SPICE 的最新版本, 而 SPICE 是 Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis 的简称, 其原始的程序是加州柏克莱大学于 1972 年开发的, 近十几年来 SPICE 已成为集成电路模拟设计的标准软件。SPICE 的早期发展, 主要以 FORTRAN 语言来撰写模拟程序代码, 提供了批次型态(batch-mode)的执行方式, 使用者可以利用文本来描述电路元件与节点的连接, 加上控制叙述以完成电路模拟与分析, 于是发展到 SPICE2G6 版本。20 世纪 80 年代初期, 为了使 SPICE 码具可携性, 纠错方便, 同时为了能更新资料结构和增加功能, 开始使用 C 语言撰写模拟程序代码, 以 SPICE3 取代了

SPICE2,使模拟集成电路模拟软件的发展进入新纪元。80 年代随着个人电脑的普及,架构在 PC 平台上所开发的 SPICE 相关商用电路模拟软件愈来愈受欢迎。例如 Pspice (MicroSim/OrCAD)、IsSpice (IntuSoft)、MicroCap (Spectrum Analysis) 及 Electronics Workbench (Interactive Image Technologies Ltd.) 等软件。

EWB 是一种强大的设计软件,可为设计者提供所需的各种元件及仪表,进行电脑辅助设计、模拟及布局以产生印刷板层次的电路。一般的电脑辅助设计软件的优点是不需面包板、元件及仪表等实体设备即可进行设计,而 EWB 超越一般电脑辅助设计软件,尤其符合现今快速与高效能的电路与系统设计的需求。

EWB 主要特点说明如下:

- ★ EWB 提供交互式的 SPICE 电路模拟,这种方式既可增强 SPICE 的功能,也可发挥方便实用的人机图形界面。
- ★ EWB 具有完整的混合模拟与数字信号模拟的功能,可任意地在系统中集成数字及模拟元件。EWB 会自动地进行信号转换。在输出信号的观察上,EWB 具备即时波形显示的功能。
- ★ EWB 具有下拉式的电路编辑功能表,可使电路元件的输入更为简易快速。
- ★ EWB 具有虚拟的仪表设备,包含波形函数产生器、万用电表、示波器及逻辑分析仪等,可更具体地模拟实际的测量情况。

1.2 EWB 在设计过程中的重要性

EWB 在产品开发设计的各阶段很重要,如图 1-1 所示的设计

流程。在概念的形成阶段,利用 EWB 可启发你的想法及先期构思。其次,可进一步将所完成的概念性成果修正到完整的硬件布局。如果你所设计的电路需用到以前完成的设计,则可将原来所设计电路的 SPICE 文件输入到 EWB 新产生的电路中使用。当电路设计完成并准备批量生产时,可利用 EWB 输出文件到 PCB 布局软件,如 EWB 的 Layout 软件、OrCAD 及 Tango 等商用布线软件。

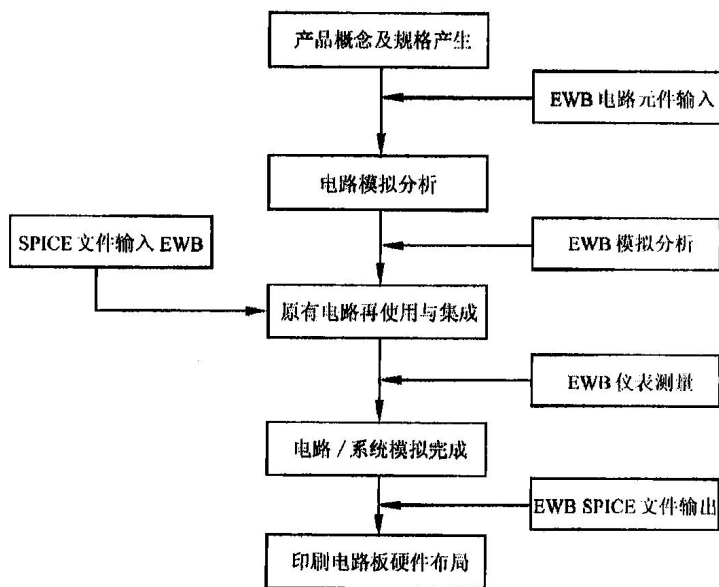


图 1-1 EWB 在流程设计中的角色

EWB 模拟软件,在电路模拟中主要经历四个阶段:输入、设定、分析及输出阶段。

- (1) 输入阶段 当你画完电路图、设定元件数值并选定适当的分析后,模拟器将会读入你所设计电路的相关资料。
- (2) 设定阶段 模拟器将会建立及检查一组包含电路描述的

资料结构。

- (3) 分析阶段 在输入阶段所指定的分析将被执行,此阶段几乎占去 CPU 所有时间。对所指定的分析,会产生电路方程式并求解,然后提供所有资料直接输出或做图形处理用。
- (4) 输出阶段 你可借助仪表(如示波器)来观察模拟结果,或者由 Analysis 功能所分析完成的图形来分析模拟结果。

由于 EWB 电路文件中包含有关设计的所有资料,如模型资料、仪表设定及各种分析的选择,因此电路文件具有高度的重复使用性,并可更新原有的设计电路元件及提供文件转出功能。

1.3 执行 EWB 所需的电脑环境

EWB 的最新版本适用于 Windows 环境,包含 Windows 95/98、Windows NT 及 Windows 3.1 等。具体要求如下:

- (1) Windows 95/98 Windows 95/98
Microsoft 相容的鼠标
486 以上的 PC,至少 8M RAM(建议使用 16M RAM)及 20M 硬盘空间
- (2) Windows NT Windows NT
Microsoft 相容的鼠标
486 以上的 PC,至少 12M RAM(建议使用 16M RAM)及 20M 硬盘空间
- (3) Windows 3.1 Windows 3.1(Win32s 软件)
Microsoft 相容的鼠标
486 以上的 PC,至少 8M RAM(建议使用 16M RAM)及 20M 硬盘空间

1.4 EWB 软件安装

当你利用 Windows 3.1 视窗安装 EWB 软件时,需先安装 Win32s 软件。而 EWB 软件本身即具备 Win32s 软件的安装设定,除非你指明不必安装,否则 Win32s 软件会被安装。

为成功地安装 EWB 至硬盘,请遵循下列指示,依序安装:

- ★ **STEP1** 详阅合约同意书,如你同意内容所述,请插入所附的光盘片或磁盘片。
- ★ **STEP2** 在下列两处粘贴附在产品盒装上的序号条码:
 - (1) 使用指引手册背面
 - (2) 产品注册卡上
- ★ **STEP3** 完成并寄回产品注册卡,确定你已注册并可获得免费的技术服务。
- ★ **STEP4** 打开你的电脑并启动 Windows。
- ★ **STEP5** 把所附的光盘片或磁盘片 1 插入到你的光驱或软驱中。
- ★ **STEP6** 在 Windows 视窗左下角,用鼠标左键按下“开始”图标,再单击执行(R)这一项。当出现执行的对话框时,在其空白处键入驱动器字母(D:或 E:)并键入 setup,单击“确定”按钮。
- ★ **STEP7** 遵循画面上的指示,并输入你的序列号码。
- ★ **STEP8** 除非你特别指定一目录,否则专业版 EWB 会被安装在子目录 C:\EWBPRO 中。

第 2 章

使用者与窗口界面

- 2.1 窗口功能简介
- 2.2 元件的使用
- 2.3 子电路、模型与元件库的使用
- 2.4 仪表的使用
- 2.5 使用者应用窗口的设定



学习大纲:

本章主要介绍 EWB 电路工作窗口功能的使用,包括元件使用、子电路、模型与元件库的使用以及仪表的连接与测量。借助于基本例子,读者将会熟悉电路图的绘制、编辑与模拟验证。

EWB 窗口版本,具有功能强大的使用者与窗口界面。设计人员在了解 EWB 窗口环境设计的功能后,即可进一步学习元件的使用,并可借助 EWB 特有的虚拟仪表测量分析功能完成电路设计。另外,使用者也可根据平常设计的习惯,设定使用者自己的应用窗口,以增加设计的效率与功能。

2.1 窗口功能简介

当使用者启动 EWB 后,将出现如图 2-1 所示的工作窗口,它可提供完整的设计功能。此窗口显示多个不同的使用区域,包括菜单(menus)、电路工具栏(circuit toolbar)、电路零组件工具栏(parts bin toolbar)、电路设计窗口(circuit window)、描述窗口(description window)、虚拟仪表(instrument)及测量状态栏(status line)等功能。EWB 的交互式人机界面考虑了执行速度、弹性及方便性。在 EWB 工作窗口中,使用者可进行电路图的编辑、模拟及波形分析。

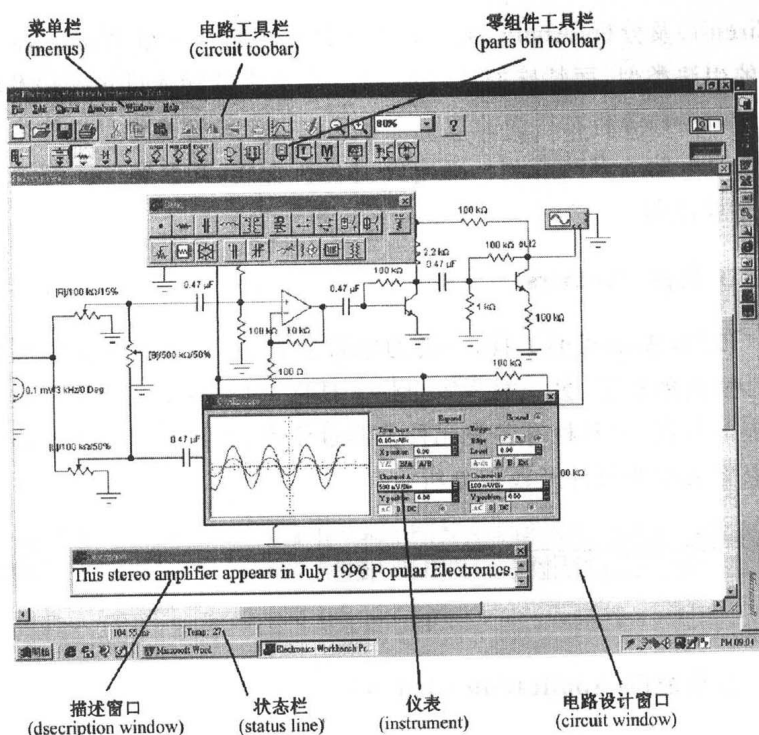


图 2-1 EWB 工作窗口

各项工作区的叙述如下：

菜单栏 (Menus)

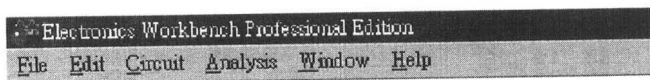


图 2-2

菜单位于 EWB 窗口最上方的区域, 它提供电路文件的存取、SPICE 文件的转入或转出、电路图的编辑、电路的模拟与分析、在线帮助等。主要的操作可归类为文件 (File)、编辑 (Edit)、电路

(Circuit)及分析(Analysis)。其中文件和编辑与一般 Windows 软件的法类似,而特殊的项目如 SPICE 文件的转入(Import)及转出(Export)等将在后面的章节中详述。电路设定及设计功能会在第 3 章~第 6 章中探讨。而电路的分析功能,则会在第 7 章~第 10 章中说明。

工具栏(Toolbars)

EWB 提供两类工具,一类为电路工具栏,包含用于编辑电路设计所需的按钮。另一类为零组件工具栏,包括显示其详细零组件列表的按钮。工具栏有各类元件及测量仪表,可将它们加入电路图中以完成电路设计及模拟分析。

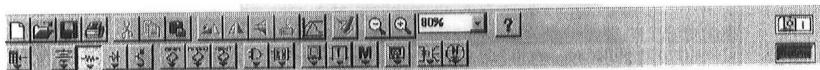


图 2-3

应用窗口(Application window)

EWB 所提供的应用窗口,可同时包括二项或多项。现将应用窗口说明如下:

★ 电路设计窗口(circuit window): 供使用者进行电路设计。

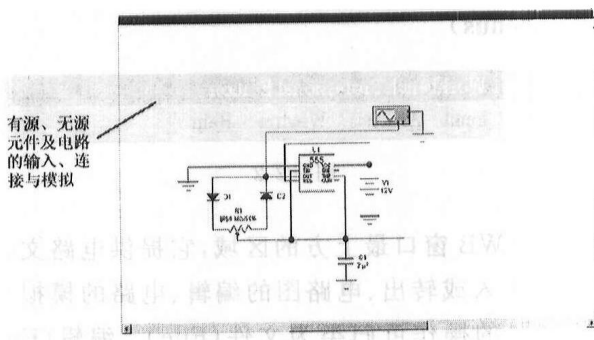


图 2-4

- ★ 子电路窗口(subcircuit window) : 供使用者检测子电路图的内容。

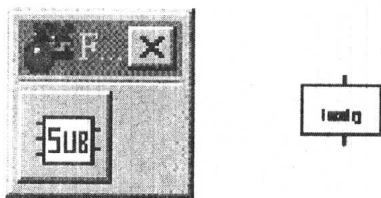


图 2-5

- ★ 描述窗口(description window) : 供使用者键入文本以描述电路。

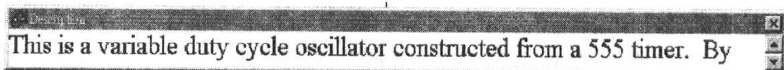


图 2-6

- ★ 仪表开启(open instrument) : 显示仪表的面板控制与功能选择。

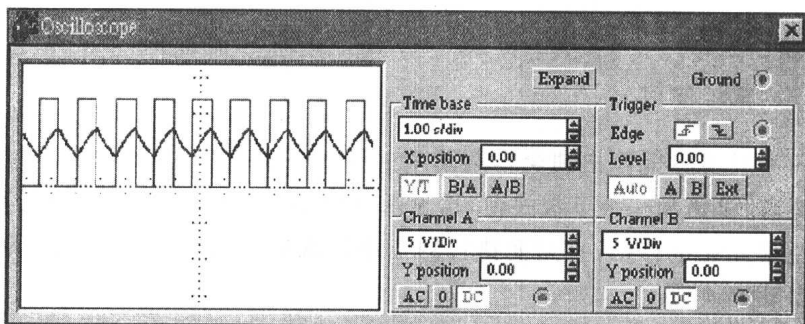


图 2-7

- ★ 图形窗口(graph window) : 显示分析的结果。

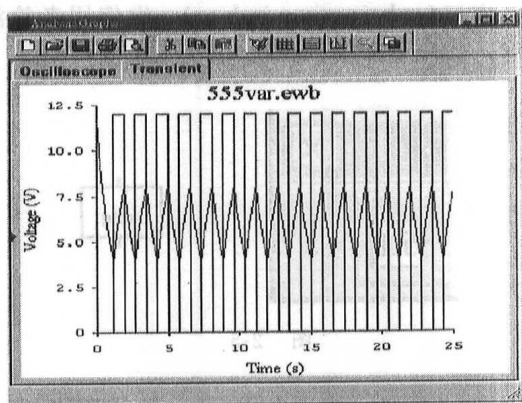


图 2-8

- ★ 状态栏(status line): 位于 EWB 窗口的最下方, 可显示鼠标所指处元件或仪表的名称。在模拟中, 也可显示模拟中的现状以及分析所需要的模拟时间, 此时间不是实际的 CPU 运行时间。



图 2-9

鼠标使用

只要将鼠标指到窗口菜单中的任何一类选项, 并按住鼠标左键, 即可出现一个下拉式窗口, 显示可操作的指令。如果按住鼠标左键并往下移动, 直到要执行的指令出现反白, 放开鼠标左键, 即启动该项动作。



图 2-10

本书所用的预设定鼠标为二键式鼠标。二键式鼠标通常有下列几种操作与功能：

- ★ 单击：鼠标指向目标，快速按下并释放鼠标左键。
- ★ 双击：鼠标指向目标，快速连续按下并释放鼠标左键两次。
- ★ 单击右键：单击右键可以打开快捷菜单。
- ★ 拖动：按住鼠标左键不放，并移动鼠标，可用来选择一群元件。按住鼠标键不放，移动鼠标下拉到要框住的元件群，当你拖动时，会有一长方形呈现，直到框住你要选择的区域即可释放鼠标键。

【注意】

- ★ 如需选择更多元件，按 CTRL+Click 即可；
- ★ 如需去除选择单一元件，再按 CTRL+Click 即可；
- ★ 如要消除已选择的所有元件，在窗口空白处单击一下即可。

元件移动(Moving)

若移动一个元件或一群元件，只要选择此元件或整个元件群，然后将选择的内容拖动到所需的位置即可。如 Windows 的 NUM LOCK 已关掉，若要将一元件每次移动一像素点，则单击选中元件后，按上、下、左、右方向键即可，此法可有效地将弯曲的线伸直。如要将元件对齐各格线，则选择 Circuit | Schematic 中的 Use grid 即可。

2.2 元件的使用

EWB 提供元件及仪表，以进行任一电路的设计、模拟与分析。而元件及仪表构成整个零组件工具栏(parts bin toolbar)。

如要将一元件或仪表放入窗口中，单击所需的零组件钮并拖