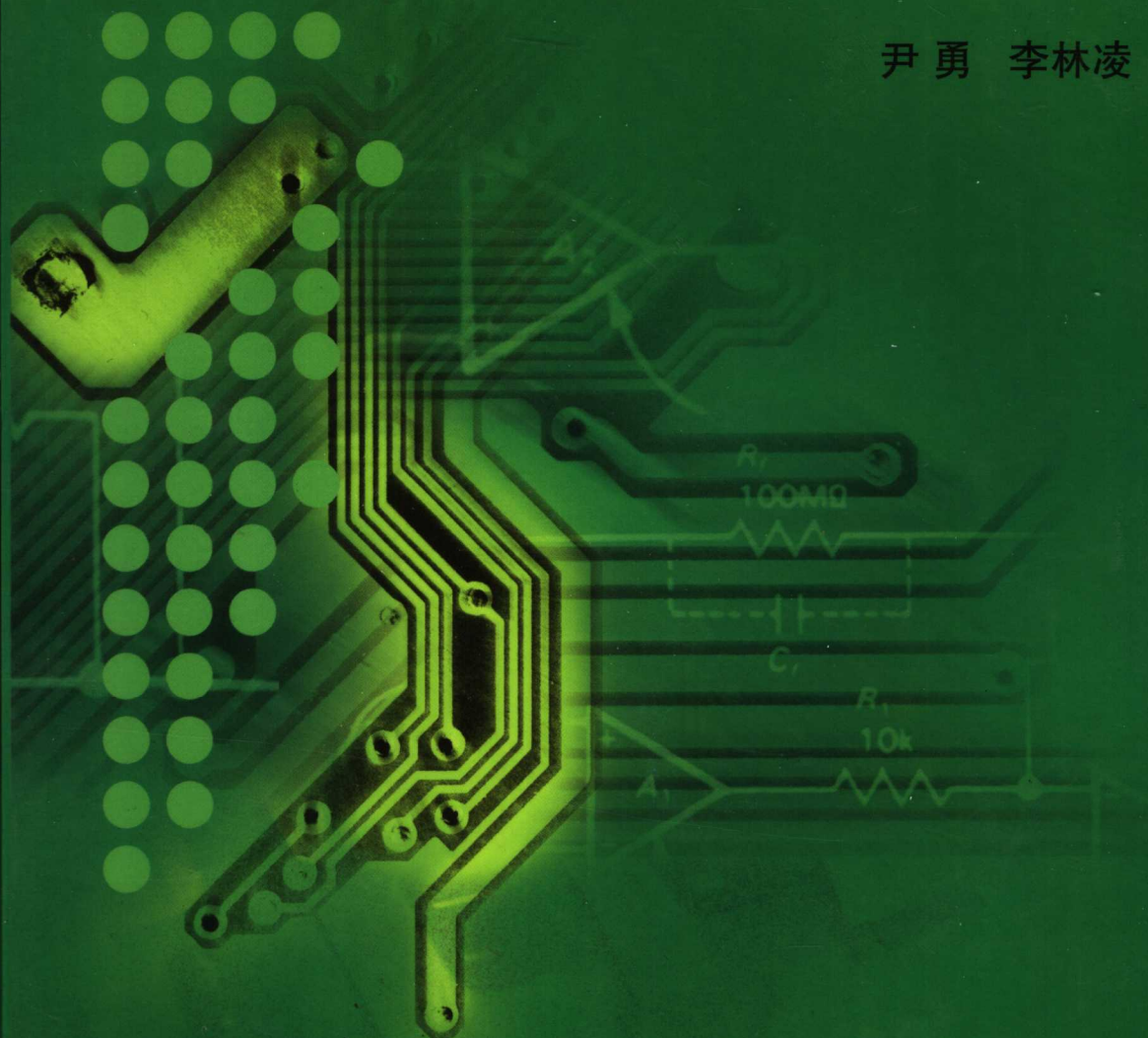


Multisim

电路仿真入门与进阶

尹勇 李林凌 编著



科学出版社
www.sciencep.com

Multisim 电路仿真入门与进阶

尹 勇 李林凌 编著

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书系统地介绍了 Multisim 的集成环境、虚拟仪器、元器件库的管理、仿真分析方法和仿真分析结果后处理,同时给出了大量的实际例子。本书注重实际应用,通过简捷明快的语言和通俗易懂的方法,使读者能够完整地掌握 Multisim 的各项操作。本书采用实例方式,循序渐进,简洁明了。读者只要按照实例步骤实践,就能在最短的时间内获得使用 Multisim 的中、高级能力。

本书可作为高等院校 EDA 教材,也可作为通信、控制、电子技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

Multisim 电路仿真入门与进阶 / 尹勇, 李林凌编著. —北京: 科学出版社, 2005

ISBN 7-03-014935-1

I. M… II. 尹… III. 电子电路-电路设计, 计算机辅助设计-应用软件, Multisim IV. TP702

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 006204 号

责任编辑: 吕建忠 陈砺川 / 责任校对: 都岚
责任印制: 吕春珉 / 封面设计: 东方人华平面设计部

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2005年2月第一版 开本: 787×1092 1/16

2005年2月第一次印刷 印张: 15 3/4

印数: 1-4 000 字数: 356 000

定价: 25.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换<路通>)

销售部电话 010-62136131 编辑部电话 010-62138978-8001

前 言

人类社会已进入高度发达的信息化社会，信息社会的发展离不开电子产品的进步。现代电子产品在性能提高、复杂度增大的同时，价格却一直呈下降趋势，而且产品更新换代的步伐也越来越快，这种进步应主要归功于生产制造技术和电子设计技术的发展。制造技术以微细加工技术为代表，目前已进展到深亚微米阶段，可以在几平方厘米的芯片上集成数千万个晶体管；设计技术的核心就是 EDA 技术。EDA 是指以计算机为工作平台，融合了应用电子技术、计算机技术和智能化技术最新成果而研制成的电子 CAD 通用软件包。它主要能辅助进行 3 方面的设计工作，即 IC 设计、电子电路设计以及 PCB 设计。

电子工程师仿真工作室 (Electronics Workbench, EWB) 是一种功能强大的模拟与数字电路混合仿真软件。该软件是加拿大交互图像技术有限公司 (Interactive Image Technologies Ltd.) 在 20 世纪 80 年代末推出的 EDA 软件。它的仿真功能十分强大，可近乎 100% 地仿真出真实电路的结果，而且它在桌面上提供了各种各样的电子工具，如万用表、示波器、信号发生器和逻辑分析仪等，对于电子设计工作者来说，它是个极好的 EDA 工具。

从 6.0 版本开始，EWB 进行了较大规模的改动，仿真设计的模块改名为 Multisim。2001 年 IIT 公司又推出了 Multisim 的最新版本 Multisim 2001。EWB 的 Layout 模块 (PCB 制版软件模块) 更名为 Ultiboard，这是以从荷兰收购来的 Ultimate 软件为核心开发的新的 PCB 软件。为了加强 Ultiboard 的布线能力，IIT 公司还开发了一个 Ultroute 布线引擎。最近 IIT 公司又推出了一个专门用于通信电路分析与设计的模块 Commsim。

Multisim、Ultiboard、Ultroute 及 Commsim 是现今 EWB 的基本组成部分，能完成从电路的仿真设计到电路版图生成的全过程。但它们彼此相互独立，可以分别使用。目前，这 4 个 EWB 模块中最具特色的首推 EWB 仿真模块——Multisim。Multisim 的仿真和电路分析功能比其他电路设计软件所不能比的。

Multisim 是一个专门用于电子线路仿真和设计的 EDA 工具软件，它以其界面形象直观、操作方便、分析功能强大、易学易用等突出优点，引起了广大电子设计工作者的关注，并迅速得到了推广使用。从 20 世纪 90 年代中期开始，Multisim 在我国也得到了快速推广，特别是在许多院校，已把它作为电子类专业课程教学和实验的辅助手段。目前，介绍 Multisim 的书比较少，这方面的中文资料也不容易索取。本书的出版，将极大地推动 Multisim 在国内高等院校和电子电信行业的应用。本书主要讲解 EWB 仿真模块 Multisim 的使用，关于 Ultiboard、Ultroute 及 Commsim 模块的使用，请读者参考其他相关书籍。

本书共分为 8 章。第 1 章介绍了 EDA 工具的使用、发展、Multisim 软件的功能特点以及安装过程；第 2 章通过一个完整的例子介绍了 Multisim 的应用入门；第 3 章介绍了

Multisim 的集成环境；第 4 章介绍了 Multisim 电路原理图设计的基本操作；第 5 章介绍了 Multisim 的元器件库的编辑操作和库管理；第 6 章介绍了 Multisim 中功能强大的虚拟分析仪器及使用实例；第 7 章介绍了 Multisim 的电路分析与仿真，并给出大量实例；第 8 章介绍了 Multisim 的仿真后处理，并介绍了 Multisim 与其他 EDA 软件的接口。本书语句通顺流畅，语言通俗易懂。书中所有例子都经过实际上机操作，保证操作无技术问题。

本书主要由尹勇和李林凌编写。参与本书编写工作的还有欧光军、尚会超、范良志、李洪杰、张超勇和朱传军等，在此特表感谢。由于时间有限，书中图表较多，难免出现错误和不妥之处，恳请广大读者批评指正。

目 录

第 1 章 EDA 工具简介	1
1.1 EDA 技术概述.....	1
1.1.1 EDA 的概念.....	1
1.1.2 EDA 常用软件.....	1
1.1.3 EDA 技术的应用.....	3
1.1.4 EDA 技术的发展.....	3
1.2 电路设计仿真简介.....	5
1.2.1 电路设计难以仿真的原因.....	5
1.2.2 电路仿真的发展动力.....	5
1.2.3 EDA 供应商的反应.....	5
1.2.4 电路仿真的现状.....	6
1.3 EWB 介绍.....	7
1.3.1 概述.....	7
1.3.2 EWB 的发展和特点.....	8
1.3.3 EWB 的功能.....	9
1.4 EWB 的仿真过程.....	11
1.5 EWB 的安装.....	12
1.5.1 EWB 5.0 的安装.....	12
1.5.2 Multisim 2001 的安装.....	12
第 2 章 Multisim 应用入门	21
2.1 绘制一个电路.....	21
2.1.1 绘制原理图.....	22
2.1.2 连接元器件.....	29
2.2 编辑电路图.....	30
2.3 电路的仿真分析.....	31
2.3.1 静态工作点分析.....	31
2.3.2 交流分析.....	32
2.3.3 瞬态分析.....	34
2.3.4 参数扫描分析.....	36
2.3.5 温度扫描分析.....	38
2.3.6 容差分析.....	41
2.4 运用示波器观察静态工作点.....	44
2.4.1 电路图的修改.....	44
2.4.2 设置示波器和电位器参数.....	44
2.4.3 波形的显示.....	46

第 3 章 Multisim 的集成环境	48
3.1 Multisim 的菜单和命令	49
3.1.1 File 菜单	49
3.1.2 Edit 菜单	50
3.1.3 View 菜单	50
3.1.4 Place 菜单	51
3.1.5 Simulate 菜单	51
3.1.6 Transfer 菜单	52
3.1.7 Tools 菜单	53
3.1.8 Options 菜单	53
3.1.9 Window 菜单	53
3.1.10 Help 菜单	53
3.2 Multisim 的工具栏	54
3.2.1 系统工具栏	54
3.2.2 设计工具栏	54
3.2.3 元器件库工具栏	55
3.2.4 仪表工具栏	58
3.3 其他界面元素	59
3.4 使用限制功能	59
3.5 Multisim 在线帮助	61
第 4 章 原理图的基本操作	64
4.1 用户界面的定制	64
4.2 元器件的操作	71
4.2.1 介绍元器件	71
4.2.2 取用真实元器件	71
4.2.3 取用虚拟元器件	75
4.2.4 元器件的其他操作	78
4.3 导线的操作	79
4.3.1 两元器件间的导线连接	79
4.3.2 元件与导线中间点的连接	80
4.3.3 导线颜色的改变	80
4.3.4 导线轨迹的调节	80
4.3.5 连线中插入元器件	80
4.3.6 导线与节点的删除	81
4.3.7 手动添加连接点	81
4.3.8 编辑导线	82
4.4 放置输入输出点	82
4.5 放置总线	83

4.6	放置文字和文字描述框	85
4.6.1	放置文字	85
4.6.2	放置文字描述框	86
4.7	子电路的绘制与应用	86
第 5 章	元器件的编辑与管理	89
5.1	元器件库的分类	89
5.2	元器件的信息种类	90
5.3	元器件的编辑	92
5.3.1	编辑存在的元器件	92
5.3.2	创建新的元器件	99
5.3.3	复制存在的元器件	111
5.3.4	删除存在的元器件	113
5.3.5	管理元器件库	114
5.4	元器件符号编辑器	117
5.4.1	符号编辑器的界面介绍	118
5.4.2	元器件符号的特点	120
5.4.3	元器件符号的绘制	121
第 6 章	Multisim 的虚拟仪表	125
6.1	虚拟仪表的操作	125
6.1.1	在电路中添加虚拟仪表	125
6.1.2	虚拟仪表的使用	126
6.2	数字万用表	127
6.2.1	数字万用表的参数设置	127
6.2.2	数字万用表的使用	129
6.3	信号发生器	129
6.3.1	信号发生器的参数设置	129
6.3.2	信号发生器的使用	131
6.4	功率计	133
6.4.1	功率计的参数设置	133
6.4.2	功率计的使用	133
6.5	示波器	134
6.5.1	示波器的参数设置	134
6.5.2	示波器的使用	137
6.6	波特图示仪	138
6.6.1	波特图示仪的参数设置	138
6.6.2	波特图示仪的使用	140
6.7	字信号发生器	141
6.7.1	字信号发生器的参数设置	141
6.7.2	字信号发生器的使用	144

6.8	逻辑分析仪	145
6.8.1	逻辑分析仪的参数设置	145
6.8.2	逻辑分析仪的使用	148
6.9	逻辑转换仪	149
6.9.1	逻辑转换仪的参数设置	149
6.9.2	逻辑转换仪的使用	150
6.10	失真分析仪	152
6.10.1	失真分析仪的参数设置	152
6.10.2	失真分析仪的使用	154
6.11	频谱分析仪	155
6.11.1	频谱分析仪的参数设置	155
6.11.2	频谱分析仪的使用	156
6.12	网络分析仪	157
6.12.1	网络分析仪的参数设置	157
6.12.2	网络分析仪的使用	161
第7章	Multisim 的仿真分析方法	164
7.1	Multisim 的仿真介绍	164
7.1.1	Multisim 的仿真特点	164
7.1.2	Multisim 的仿真分析过程	165
7.1.3	仿真参数设置	165
7.2	直流工作点分析	169
7.2.1	设置直流工作点分析	170
7.2.2	直流工作点分析实例	170
7.3	交流分析	171
7.3.1	设置交流分析	171
7.3.2	交流分析实例	172
7.4	瞬态分析	174
7.4.1	设置瞬态分析	174
7.4.2	瞬态分析实例	176
7.5	傅里叶分析	177
7.5.1	设置傅里叶分析	177
7.5.2	傅里叶分析实例	180
7.6	噪声分析	181
7.6.1	设置噪声分析	182
7.6.2	噪声分析实例	183
7.7	失真分析	185
7.7.1	设置失真分析	185
7.7.2	失真分析实例	186
7.8	直流扫描分析	187

7.8.1	设置直流扫描分析	187
7.8.2	直流扫描分析实例	188
7.9	灵敏度分析	190
7.9.1	设置灵敏度分析	190
7.9.2	灵敏度分析实例	191
7.10	参数扫描分析	193
7.10.1	设置参数扫描分析	193
7.10.2	参数扫描分析实例	194
7.11	温度扫描分析	196
7.12	零点、极点分析	198
7.12.1	设置零点、极点分析	198
7.12.2	零点、极点分析实例	199
7.13	传递函数分析	200
7.13.1	设置传递函数分析	200
7.13.2	传递函数分析实例	200
7.14	最坏情况分析	201
7.14.1	设置最坏情况分析	201
7.14.2	最坏情况分析实例	203
7.15	蒙特卡罗分析	205
7.15.1	设置蒙特卡罗分析	205
7.15.2	蒙特卡罗分析实例	206
7.16	批处理分析	208
7.17	用户自定义分析	209
第 8 章	Multisim 的仿真后处理	211
8.1	仿真结果的显示	211
8.1.1	Analysis Graphs 窗口	211
8.1.2	Analysis Graphs 窗口菜单栏	211
8.1.3	Analysis Graphs 窗口工具栏	214
8.1.4	曲线/图表显示区域	215
8.1.5	曲线/图表属性设置	216
8.2	Multisim 的后处理	220
8.2.1	Multisim 的后处理器	221
8.2.2	报告清单	223
8.2.3	信息传输	223
8.3	后处理实例	224
8.3.1	Postprocessor 的使用	224
8.3.2	报告清单的使用	227
8.3.3	信息的传输	228
附录	元器件图标及其对应的元器件	231

第 1 章 EDA 工具简介

人类社会已进入高度发达的信息化社会，信息社会的发展离不开电子产品的进步。现代电子产品在性能提高、复杂度增大的同时，价格却一直呈下降趋势，而且产品更新换代的步伐也越来越快，这种进步应主要归功于生产制造技术和电子设计技术的发展。前者以微细加工技术为代表，目前已进展到深亚微米阶段，可以在几平方厘米的芯片上集成数千万个晶体管；后者的核心就是 EDA 技术。EDA 是指以计算机为工作平台，融合了应用电子技术、计算机技术和智能化技术最新成果而研制成的电子 CAD 通用软件包，主要能辅助进行 IC 设计、电子电路设计以及电路板（PCB）设计。没有 EDA 技术的支持，想要完成超大规模集成电路的设计制造是不可想像的；反过来，生产制造技术的不断进步又必将对 EDA 技术提出新的要求。

1.1 EDA 技术概述

1.1.1 EDA 的概念

EDA 技术是在电子 CAD 技术基础上发展起来的计算机软件系统，是指以计算机为工作平台，融合应用电子技术、计算机技术、信息处理及智能化技术的最新成果，进行电子产品的自动设计。

利用 EDA 工具，电子设计师可以从概念、算法和协议等开始设计电子系统，大量工作可以通过计算机完成，并可以将电子产品从电路设计、性能分析到设计出 IC 版图或 PCB 版图的整个过程在计算机上自动处理完成。

EDA 技术的应用范围很广，包括机械、电子、通信、航空航天、化工、矿产、生物、医学和军事等各个领域。目前 EDA 技术已在各大公司、企事业单位和科研教学部门广泛使用。例如，在飞机制造过程中，从设计、性能测试及特性分析直到飞行模拟，都可能涉及到 EDA 技术。本文所指的 EDA 技术，主要针对电子电路设计、PCB 设计和 IC 设计。EDA 设计可分为系统级、电路级和物理实现级。

1.1.2 EDA 常用软件

EDA 工具层出不穷，目前进入我国并具有广泛影响的 EDA 软件有 EWB、PSPICE、OrCAD、PCAD、Protel、Viewlogic、Mentor、Graphics、Synopsys、LSILogic、Cadence 和 MicroSim 等。这些工具都有较强的功能，一般可用于几个方面的设计。例如，很多软件都可以进行电路设计与仿真，同时也可以进行 PCB 自动布局布线，可输出多种网表文件与第三方软件接口。

EDA 工具按主要功能或主要应用场合，分为电路设计与仿真工具、电路板设计软件、

IC 设计软件、PLD 设计工具及其他 EDA 软件，下面简单介绍其中几种。

1. 电路设计与仿真工具

电子电路设计与仿真工具包括 SPICE/PSPICE、EWB、MATLAB、SystemView 和 MMICAD 等。下面简单介绍前 3 种软件。

(1) SPICE (Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis) /PSPICE

SPICE 软件是由美国加州大学推出的电路分析仿真软件，是 20 世纪 80 年代世界上应用最广的电路设计软件，1998 年被定为美国国家标准。1984 年，美国 MicroSim 公司推出了基于 SPICE 的微机版 PSPICE (Personal-SPICE)。现在用得较多的是 PSPICE 6.2 (版本)，可以说在同类产品中，它是功能最为强大的模拟和数字电路混合仿真 EDA 软件，在国内也得到普遍使用。最新推出的 PSPICE 9.1 版本，可以进行各种各样的电路仿真、激励建立、温度与噪声分析、模拟控制、波形输出和数据输出，并在同一窗口内同时显示模拟与数字的仿真结果。无论对哪种器件、哪些电路进行仿真，都可以得到精确的仿真结果，并可以自行建立元器件及元器件库。

(2) EWB

EWB 软件是 Interactive Image Technologies Ltd. 在 20 世纪 90 年代初推出的电路仿真软件。目前普遍使用的是 EWB 5.0，相对于其他 EDA 软件，它是较小巧的软件（安装后只有 16MB）。但它对模数电路的混合仿真功能却十分强大，几乎能 100% 地仿真出真实电路的结果。它在桌面上提供了万用表、示波器、信号发生器、扫频仪、逻辑分析仪、数字信号发生器、逻辑转换器、电压表和电流表等仪器仪表，界面直观，易学易用。它的很多功能模仿了 SPICE 的设计，但分析功能比 PSPICE 稍少一些。

(3) MATLAB

MATLAB 软件用来对图像信号处理、控制系统设计、神经网络等特殊应用进行分析和设计。它具有数据采集、报告生成和 MATLAB 语言编程产生独立 C/C++ 代码等功能。MATLAB 产品族具有下列功能：数据分析、数值和符号计算、工程与科学绘图、控制系统设计、数字图像信号处理、财务工程的建模、仿真和原型开发；应用开发；图形用户界面设计等。MATLAB 产品族被广泛地应用于图像与信号处理、控制系统设计、通信系统仿真等诸多领域。开放式的结构使 MATLAB 产品族很容易针对特定的需求进行扩充，从而在不断深化对问题认识的同时，提高自身的竞争力。

2. 电路板设计软件

电路板设计软件种类很多，如 Protel、OrCAD、Viewlogic、PowerPCB、Cadence PSD、Mentor Graphics 中的 Expedition PCB、Zuken CadStart、Winboard/Windraft/Hex-SPICE、PCB Studio 和 TANGO 等。目前在我国用得最多的应属 Protel，下面仅对此软件作一介绍。

Protel 是 Protel 公司在 20 世纪 80 年代末推出的 CAD 工具，是 PCB 设计者的首选软件。它较早在国内使用，普及率最高，有些高校的电路专业还专门开设 Protel 课程。早期的 Protel 主要作为印刷板自动布线工具使用，现在普遍使用的是 Prote 199SE 或 Protel DXP，它是个完整的全方位电路设计系统，包含了电路原理图绘制、模拟电路与数字电

路混合信号仿真、多层印刷电路板设计（包含印刷电路板自动布局布线），可编程逻辑器件设计、图表生成、电路表格生成和支持宏操作等功能，并具有 Client/Server（客户/服务器）体系结构，同时还兼容一些其他设计软件的文件格式，如 OrCAD、PSPICE 等。使用多层印制线路板的自动布线，可实现高密度 PCB 的 100%布通率。Protel 软件功能强大、界面友好、使用方便，但它最具代表性的特点是电路 SCH 图形设计和 PCB 图形设计。

3. IC 设计软件

IC 设计工具很多，其中按市场所占份额排行为 Cadence、Mentor Graphics 和 Synopsys，这 3 家都是 ASIC 设计领域相当有名的软件供应商。其他公司的软件相对来说使用者较少。中国华大也提供 ASIC 设计软件（熊猫 2000）；另外近来出名的 Avanti 公司是原来在 Cadence 公司的几个华人工程师创立的，他们的设计工具可以和 Cadence 公司的工具相抗衡，非常适用于深亚微米的 IC 设计。

1.1.3 EDA 技术的应用

EDA 在教学、科研、产品设计与制造等各方面都发挥着巨大的作用。

在教学方面，几乎所有理工科（特别是电子信息、计算机和自控专业）类的高校都开设了 EDA 课程，主要是让学生了解 EDA 的基本概念和基本原理，掌握 HDL 语言的编写规范、掌握逻辑综合的理论和算法，使用 EDA 工具进行电子电路课程的实验，并且从事简单系统的设计。学生一般学习电路仿真工具（如 EWB、PSPICE）和 PLD 开发工具（如 Altera/Xilinx 的器件结构及开发系统），为今后工作打下基础。

在科研方面，主要利用电路仿真工具（EWB 或 PSPICE）进行电路设计与仿真，使用虚拟仪器进行产品测试，将 CPLD/FPGA 器件实际应用到仪器设备中、从事 PCB 设计和 ASIC 设计等。

在产品设计与制造方面，包括前期的计算机仿真、产品开发中的 EDA 工具应用、系统级模拟及测试环境的仿真，以及生产流水线的 EDA 技术应用、产品测试等各个环节，如 PCB 的制作、电子设备的研制与生产、电路板的焊接、ASIC 的流片过程等。

从应用领域来看，EDA 技术已经渗透到各行各业，在机械、电子、通信、航空航天、化工、矿产、生物、医学和军事等各个领域，都有 EDA 的应用。另外，EDA 软件的功能日益强大，原来功能比较单一的软件，现在增加了很多新用途。如 AutoCAD 软件可用于机械及建筑设计，也可扩展到建筑装潢及绘制各类效果图以及汽车和飞机模型的制作、电影特技应用等领域。

1.1.4 EDA 技术的发展

回顾近几十年的电子设计技术的发展历程，可将 EDA 技术分为 3 个阶段。

20 世纪 70 年代为 CAD 阶段。这一阶段人们开始用计算机辅助进行 SCH 原理图设计、PCB 布局布线和 IC 版图编辑，取代了手工操作，建立了计算机辅助设计的概念。

到了 80 年代为 CAE 阶段。与 CAD 相比，除了纯粹的图形绘制功能外，又增加了电路功能设计和结构设计，并且通过电气连接网络表将两者结合在一起，以实现工程设

计,这就是计算机辅助工程的概念。CAE的主要功能是原理图输入、逻辑仿真、电路分析、自动布局布线和PCB分析。

20世纪90年代为ESDA阶段。尽管CAD/CAE技术取得了巨大的成功,但并没有把人从繁重的设计工作中彻底解放出来。在整个设计过程中,自动化和智能化程度还不高,各种EDA软件界面千差万别,学习使用困难,并且互不兼容,直接影响到设计环节间的衔接。基于以上不足,人们开始追求贯彻整个设计过程的自动化,这就是ESDA,即电子系统设计自动化。

从目前的EDA技术来看,其发展趋势是行业重视、使用普及、应用广泛、工具多样以及软件功能强大。

中国的EDA市场已渐趋成熟,不过,大部分设计工程师面向的是PC主板和小型ASIC领域,仅有小部分(约11%)的设计人员开发复杂的片上系统器件。为了与台湾省和美国的设计工程师形成更有力的竞争,中国大陆的设计队伍有必要研究和发发展一些最新的EDA技术。

在信息通信领域,要优先发展高速宽带信息网、深亚微米集成电路、新型元器件、计算机及软件技术、第三代移动通信技术、信息管理及信息安全技术,积极开拓以数字技术、网络技术为基础的新一代信息产品,发展新兴产业,培育新的经济增长点。要大力推进制造业信息化,积极开展计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助工程(CAE)、计算机辅助工艺(CAPP)、计算机辅助制造(CAM)、产品数据管理(PDM)、制造资源计划(MRP II)及企业资源管理(ERP)等。有条件的企业可开展“网络制造”,便于合作设计、合作制造,参与国内和国际竞争。还可开展“数控化”工程和“数字化”工程。自动化仪表技术的发展趋势是将测试技术、控制技术与计算机技术、通信技术进一步融合,形成测量、控制、通信与计算机(M3C)结构。在ASIC和PLD设计方面,向超高速、高密度、低功耗和低电压方向发展。

外设技术与EDA工程相结合的市场前景看好,如组合超大屏幕的相关连接,多屏幕技术也会有所发展。

自1995年以来,中国加速开发半导体产业,先后建立了几所设计中心,推动系列设计活动以应对亚太地区其他EDA市场的竞争。在EDA软件开发方面,目前主要集中在美国,但各国也正在努力开发相应的工具。日本、韩国都有ASIC设计工具,但不对外开放。相信在不久的将来,会有更多更好的设计工具在各地开花并结果。据最新统计显示,中国和印度正在成为电子设计自动化领域发展最快的两个市场,年复合增长率分别达到了50%和30%。

EDA技术发展迅猛,完全可以用日新月异来描述。EDA技术的应用之广泛,现在已涉及到各行各业。EDA技术水平不断提高,设计工具日趋完美。EDA市场日渐成熟,目前正处于高速发展阶段,每年都有新的EDA工具问世。我国EDA技术的应用水平长期落后于发达国家,因此,广大电子工程人员应该尽早掌握这一先进技术,这不仅是提高设计效率的需要,更是我国电子工业在世界市场上生存、竞争与发展的需要。

1.2 电路设计仿真简介

电路仿真对于今天大多数的设计而言已不再是一种选择，而是必然之路。EDA 工业是促进全球电子工业快速发展的关键因素，其市场规模高达 1 万亿美元，大部分销售额由几个大公司垄断(用 EDA 市场的标准来衡量)，出售的工具主要集中在电路级仿真和集成电路芯片(ASIC 和 SOC 等)的设计上。

然而，大部分电子设计工程师只设计电路板，而不设计集成电路。用于 PCB 设计的 EDA 工具软件的销售量只占整个 EDA 销售额的很小一部分。造成这种反差的原因是许多电路板设计工程师不接受仿真工具，尽管 IC 工程师将仿真视为设计过程的一个基本步骤。本小节分析了造成这种差异的原因，并介绍了 EDA 工具发展迅速的原因及工程师应该予以关注的领域。

1.2.1 电路设计难以仿真的原因

电路设计中没有普及仿真的原因主要是，仿真软件使用复杂、缺乏仿真模型和成本太高。到目前为止，PCB 仿真软件的使用仍然相当复杂，因而在电路板设计工程师中形成了“仿真过于复杂”的观念。许多电路的仿真模型无法找到，因此要仿真完整的电路几乎没有可能。例如，如果电路上有 200 个元件，其中 193 个元件可以仿真，而剩下的 7 个关键元件却无法仿真，那么仿真还有什么意义呢？更重要一点是，仿真软件的价格通常很昂贵。

1.2.2 电路仿真的发展动力

从根本上讲，市场是电路仿真的强劲动力。在激烈竞争的电子行业，快速地将产品投入市场至关重要。而传统的电路设计方法要先设计原理图，然后放置元器件和走线，最后采用一系列原型机反复测试和验证。修改设计意味着时间上的延迟，这种延迟在产品快速面市的压力下是不能接受的。

至今为止，电路板设计工程师选择的工具还仅仅局限在电路图设计、PCB 布线和自动布线工具上。当仿真模型比较完整，设计工程师愿意利用仿真工具时，工程师偶尔也会采用仿真软件进行设计，但通常只局限在一部分电路。

“第一时间推出产品”的设计目标不只是一句广告词，事实上，这是生死攸关的竞争需要。在产品初期识别、预防和改正设计错误可以防止电路板出错，这种操作模式比以往任何时候都至关重要。显然，电路仿真就是最好的方法之一。

1.2.3 EDA 供应商的反应

EDA 供应商根据电路设计的发展和电路板设计工程师的需要，采取重大步骤消除妨碍 PCB 仿真软件应用的障碍，从而使设计工具操作更方便、模型更完备、成本更低廉。EDA 供应商正采取的措施如下：

- 1) 将原理图的建立和仿真软件融合。电路设计工程师需要掌握原理图设计软件及其使用，从技术上看，要求该软件必须能自动地生成网表。现在的软件能够使电路设计

工程师创建电路图并且自动输出仿真结果。通过电路图设计工具和仿真工具的融合，使工程师不必考虑低级编码过程，从而避免为学习仿真工具付出过长的时间。

2) 为仿真程序加入新的功能。为了提高操作的简便性，向仿真程序加入新的功能一直是大多数 EDA 供应商努力的目标。其实现方法是，在熟悉的虚拟仪器上显示仿真结果，将元器件按零件代码文件来组织并进行“无模型”操作，此时不需要了解器件的放置和连线模式，因为智能化的工具明白设计者的设计意图。例如，EWB 的仿真工具 Multisim 的功能包括示波器、频谱分析仪、信号发生器和逻辑分析仪等设备，其外观及特征与真实的电子测量仪器没有区别。这些功能有可能改变历来抵制仿真软件的工程师的观念。

3) 增加仿真模型的来源。除了 EDA 工具本身具备的器件库（优秀的仿真软件供应商提供其拥有的大部分或全部器件模型）之外，器件制造商的网站是设计模型的巨大来源，同时大量新兴的网络“元件信息公司”也能为电路设计者提供更多的仿真模型。设计工程师还可以从众多的厂商放在网上的器件数据库中下载数以百万的元器件模型并进行选择。将 EDA 公司的工具和元件信息公司提供的模型相结合，可以满足电子设计工程师的即时信息需求。工程师在选择设计工具时，要注意评估软件是否具备这些功能，有些软件甚至具备因特网设计共享的能力。

4) 混合信号设计的普遍性增强。比如 SPICE 这样的通用仿真技术适用于模拟电路和某些数字电路，这包括中规模集成电路（MSI）和大规模集成电路（LSI），但是，要用 SPICE 在晶体管和门级对相当复杂的数字芯片（微处理器、存储器、FPGA、CPLD 等）建模是不可能的，这些芯片的仿真模型通常要用硬件描述语言如 VHDL 或 Verilog 来编写，这些编程语言能完美地描述复杂器件的功能，相对于描述实际晶体管的行为来说，复杂性大为降低。事实上，许多可编程芯片都用 VHDL 或 Verilog 语言进行功能设计，其编码可用于功能仿真。

1.2.4 电路仿真的现状

目前，所有仿真技术已经可以集成在一起实现协同仿真，在单一集成环境下，设计工程师可以获得总的仿真结果。不同仿真引擎的接口和通信（SPICE、VHDL、Verilog、C 代码等）对工程师是不透明的，他们只需关心过去用传统仿真软件无法仿真的芯片模型。

现在，采用基于 SPICE、VHDL、Verilog 或 C 代码描述的模拟和数字器件协同模型，可以实现电路板上所有器件的仿真。有史以来，工程师第一次能够同时仿真电路板上所有的元器件，仿真过程与真实的测试过程相同。协同仿真为包含 FPGA 和 CPLD 的电路板提供了一种理想的测试工具。

仿真软件的高昂成本，妨碍了电路板设计工程师对工具的选择，但是目前性能卓越的原理图和 PLD 仿真软件价格已经低于 5000 美元。软件工具的变革，使 PC 硬件的数量按指数规律增加，但价格反而越来越低。软硬件成本的降低实际上已经消除了电路仿真的价格瓶颈。

电路设计软件的发展缩短了设计周期和电子产品推向市场的时间，现在许多电路板设计工程师已经不再抵制采用仿真工具，他们认为仿真与建立原理图及布线一样至关重要。竞争迫使 EDA 供应商不得不提供操作更简便、功能更多、成本更低的仿真软件。

电路设计领域下一个技术飞跃很可能是协同仿真软件的应用，协同仿真软件使得基于 HDL 模型的数字器件可以和模拟元件以及基于 SPICE 模型的小规模数字芯片同时仿真，这些器件都是同一块 PCB 上的部件。网上 EDA 元件信息的增多有助于从网络上及时下载包括仿真模型在内的元件数据，这是加速电路仿真发展的重要条件。

1.3 EWB 介绍

1.3.1 概述

从 20 世纪 80 年代开始，随着计算机技术的飞速发展，电子电路的分析与设计方法发生了重大变革，EWB 和 PSPICE 等一大批各具特色的优秀 EDA 软件的出现，改变了以定量估算和电路实验为基础的电路设计方法。熟练掌握一些电路仿真软件，已成为当今电子电路分析和设计人员所必须具备的基本技能之一。

从事电子产品设计和开发等工作的人员，经常需要对所设计的电路进行实物模拟和调试。其目的在于，一方面是为了验证所设计的电路是否能达到设计要求的技术指标，另一方面通过改变电路中元器件的参数，使整个电路性能达到最佳值。以往的电路设计模拟，常常是制作一些参数，直至达到设计提出的要求。但由于受工作场地、仪器设备和元器件品种、数量的限制，有些试验往往无法及时完成。这样既影响工作顺利进行，又束缚了设计人员的手脚。为了克服上述困难，加拿大的 Interactive Image Technologies (IIT) 公司于 20 世纪 80 年代末、90 年代初推出了专门用于电子线路仿真的“虚拟电子工作台” EWB 软件。

与其他的电路仿真软件相比较，EWB 具有界面直观和操作方便等优点，它改变了有些电路仿真软件输入电路采用文本方式的不便之处，特别在创建电路、选用元器件和测试方面，大大提高了电子设计工作的效率。

EWB 是一种非常优秀的电子技术实训工具。因为掌握电子技术，不仅需要理论知识，更重要的是通过实际操作加深对内容的理解。作为电子类相关课程式的辅助教学和实训手段，它不仅可以弥补实验仪器和元器件缺乏带来的不足，而且排除了原材料消耗和仪器损坏等因素，可以帮助学生更快、更好地掌握课堂讲述的内容，加深对概念、原理的理解，弥补课堂理论教学的不足。学生通过电路仿真，可以熟悉常用电子仪器的测量方法，这对进一步培养学生的综合分析能力、排除故障能力和开发、创新能力具有重要意义。

EWB 5.0 版本于 1996 年推出，占用硬盘空间很小，是模拟电路和数字电路混合仿真的 EDA 软件。它的仿真功能十分强大，其器件库中包含了许多大公司的晶体管元器件、集成电路和数字门电路；器件库中没有的元器件，还可以由外部模块导入。在设计电路时，设计者无需动用烙铁就可得知它的实际结果，而且若想更换元器件或改变元器件参数，只需点击鼠标即可，它可以将不同类型的电路组合成混合电路进行仿真。EWB 的工作界面非常直观，原理图和各种工具都在同一个窗口内，未接触过它的人稍加学习就可以很熟练地使用该软件，对于电子设计工作者来说，它是个极好的 EDA 工具。EWB 也可以作为电学知识的辅助教学软件使用，利用它可以直接从屏幕上看到各种电路的输出