

**ELECTRONIC
ENGINEER**

XIDIAN UNIVERSITY PRESS

**Multisim 2001 and its Application
in the Electronic Design**

Multisim 2001

及其在电子设计中的应用

蒋卓勤 邓玉元 主编



西安电子科技大学出版社

<http://www.xduph.com>

Multisim 2001 及其在电子设计中的应用

蒋卓勤 邓玉元 主编

西安电子科技大学出版社

2003

内 容 简 介

本书分上、下两篇,共9章。上篇介绍了仿真软件 Multisim 2001 的安装和使用,重点介绍了 Multisim 2001 中元(器)件库、仪器库和仿真分析方法的使用。下篇介绍了仿真软件 Multisim 2001 在电路分析、模拟电子线路、数字逻辑电路和高频电路中的应用,并给出了大量的仿真实例。Multisim 2001 为电类专业的专业基础课教学提供了一种先进的教学手段和方法。本书力图用大家较熟悉的例子帮助读者尽快掌握 Multisim 2001 的使用方法。

本书可作为高等学校电子信息类专业的仿真实验教材和参考书,对于从事电子工程设计等方面的工程技术人员,也可提供一定的帮助。

图书在版编目(CIP)数据

Multisim 2001 及其在电子设计中的应用 / 蒋卓勤等主编.

—西安:西安电子科技大学出版社,2003.10

ISBN 7-5606-1299-7

I. M… II. 蒋… III. 电子电路—电路设计:计算机辅助设计—应用软件, Multisim 2001
IV. TN702

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 085790 号

责任编辑 陈宇光 王素娟

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路2号)

电 话 (029)8242885 8201467 邮 编 710071

http: //www.xduph.com

E-mail: xdupfxb@pub.xaonline.com

经 销 新华书店

印刷单位 西安文化彩印厂

版 次 2003 年 10 月第 1 版 2003 年 10 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 12.75

字 数 297 千字

印 数 1~4 000 册

定 价 20.00 元

ISBN 7-5606-1299-7 / TN·0240

XDUP 1570001-1

*** 如有印装问题可调换 ***

本社图书封面为激光防伪覆膜,谨防盗版。

前 言

电子设计自动化(Electronic Design Automation, EDA)技术是现代电子技术和信息技术发展的重大成果。EDA 技术的发展和應用推动了电子工业的飞速发展,丰富了我们的日常生活。EDA 技术为电子工程师提供了理想的设计工具,它是电子工程师和电子工程类专业学生必须掌握的一项基本技术。

EDA 的工具软件种类繁多。本书介绍的 Multisim 2001 是一个用于电路设计和仿真的 EDA 工具软件,它是加拿大 Interactive Image Technologies(IIT)公司于 1988 年推出的电子线路仿真和设计 EDA 软件 Electronic WorkBench(简称 EWB)的升级版。EWB 以其强大的功能在我国得到广泛的推广应用,尤其是高等院校普遍将其作为电子线路的仿真实验平台和电子系统的仿真设计工具。Multisim 2001 与 EWB 相比在功能上有了较大的改进,提供了标准的实际元(器)件库、RF 库、功能强大品种齐全的仿真仪器和能满足各种需求的分析方法。Multisim 2001 的开放式元件库和仿真结果的输出可与多种 EDA 软件匹配。Multisim 2001 的仿真器本身是一个完整的系统设计工具,结合 Spice、VHDL、Verilog 可对模拟、数字和 RF 电路进行仿真。Multisim 2001 应用于开发电子系统或 IC 设计时,可以降低产品的成本,缩短开发周期,提高系统的可靠性;另外, Multisim 2001 也被广泛用作高等院校“电路分析”、“模拟电子线路”、“数字电路”和“通信电子线路”等课程的仿真设计平台。Multisim 2001 使得电子技术理论课的教学更加生动活泼,课堂的实验演示更加灵活方便。

基于科研和教学的需要,作者结合自己的实践编写了本书。本书编写的目的是帮助读者迅速掌握 Multisim 2001,并在教学和科研中发挥其作用,提高应用 EDA 软件的水平。

本书共分为两篇。上篇是 Multisim 2001 使用指南,包括第 1~5 章,主要介绍软件的安装和基本操作,并通过大量的示例引导初学者入门。下篇为 Multisim 在电子设计中的应用,包括 6~9 章。主要通过实例介绍 Multisim 2001 在电子系统设计和仿真中的应用,这些实例还可作为介绍“电路分析”、“模拟电子线路”、“数字逻辑电路”和“通信电路”等课程的电路仿真实验。

需要说明的是:在本书中,为了与 Multisim 2001 仿真软件一致,有些标识未采用国标,如电压 V1 在 Multisim 2001 中用 vv1 表示,电路中的电源 VCC 在仿真结果中用 vccvcc 表示,等等。

本书由蒋卓勤、邓玉元主编,蔡传波、黄天录、张莹和车战波也参加了编写。本书的第 1 章由蒋卓勤编写,第 2、6 章由车占波、蔡传波编写,第 3、9 章由张莹编写,第 4、8 章由黄天录编写,第 5、7 章由邓玉元、蒋卓勤编写。蒋卓勤、邓玉元负责全书统稿。本书在编写过程中得到了北京掌宇公司、西安通信学院电子技术教研室和教保科同仁的大力支持,作者在此深表谢意。

限于作者水平,加之时间仓促,书中不妥之处,恳请读者批评指正。

作者

2003 年 5 月

目 录

上篇 Multisim 2001 使用指南

第 1 章 概述	3
1.1 Multisim 2001 的特点	3
1.2 安装 Multisim 2001	4
1.2.1 安装环境要求	4
1.2.2 安装 Multisim 2001 程序	5
习题	10
第 2 章 Multisim 基本操作	11
2.1 Multisim 2001 窗口界面	11
2.1.1 菜单栏	11
2.1.2 工具栏	14
2.1.3 元件库	15
2.1.4 仪表工具栏	15
2.1.5 电路窗口	15
2.2 电路的连接	15
2.2.1 基本界面的定制	16
2.2.2 创建一个电路	20
习题	26
第 3 章 元(器)件库与元(器)件编辑	28
3.1 Multisim 元(器)件库	28
3.1.1 电源库	28
3.1.2 基本元件库	30
3.1.3 二极管库	32
3.1.4 晶体管库	32
3.1.5 模拟元件库	35
3.1.6 TTL 元件库	35
3.1.7 CMOS 元件库	37
3.1.8 其他数字元件库	37
3.1.9 混合器件库	37
3.1.10 指示器件库	38
3.1.11 其他器件库	38
3.1.12 控制器件库	38
3.1.13 射频器件库	39

3.1.14 机电类元件库	39
3.2 编辑元件	39
3.2.1 编辑仿真器件	39
3.2.2 创建仿真元件	43
3.2.3 复制、删除仿真元件	47
3.2.4 使用元件符号编辑器	48
习题	49
第4章 虚拟仿真仪器	50
4.1 虚拟仿真仪器简介	50
4.2 电路分析中常用的虚拟仿真仪器	50
4.2.1 数字万用表	50
4.2.2 示波器	52
4.2.3 函数信号发生器	55
4.2.4 瓦特表	57
4.3 模拟电路中常用的虚拟仿真仪器	58
4.3.1 波特图仪	58
4.3.2 失真分析仪	60
4.4 数字电路中常用的虚拟仿真仪器	62
4.4.1 字信号发生器	62
4.4.2 逻辑分析仪	64
4.4.3 逻辑转换仪	67
4.5 高频电路中常用的虚拟仿真仪器	71
4.5.1 频谱分析仪	71
4.5.2 网络分析仪	73
习题	78
第5章 仿真分析法	79
5.1 基本仿真分析法	79
5.1.1 直流工作点分析	79
5.1.2 瞬态分析	82
5.1.3 交流分析	84
5.2 扫描分析法	85
5.2.1 直流扫描分析	85
5.2.2 参数扫描分析	87
5.2.3 温度扫描分析	89
5.3 统计分析	90
5.3.1 最坏情况分析	90
5.3.2 蒙特卡罗分析	92
5.4 电路性能分析	94
5.4.1 噪声分析	94

5.4.2 失真分析.....	95
5.4.3 极-零点分析.....	96
5.4.4 传递函数分析.....	97
5.5 其他分析法.....	98
5.5.1 傅立叶分析.....	99
5.5.2 灵敏度分析.....	101
5.5.3 批处理分析.....	103
5.5.4 用户自定义分析.....	104
5.6 后处理器.....	104
5.6.1 后处理器功能介绍.....	105
5.6.2 后处理器的使用.....	107
习题.....	109

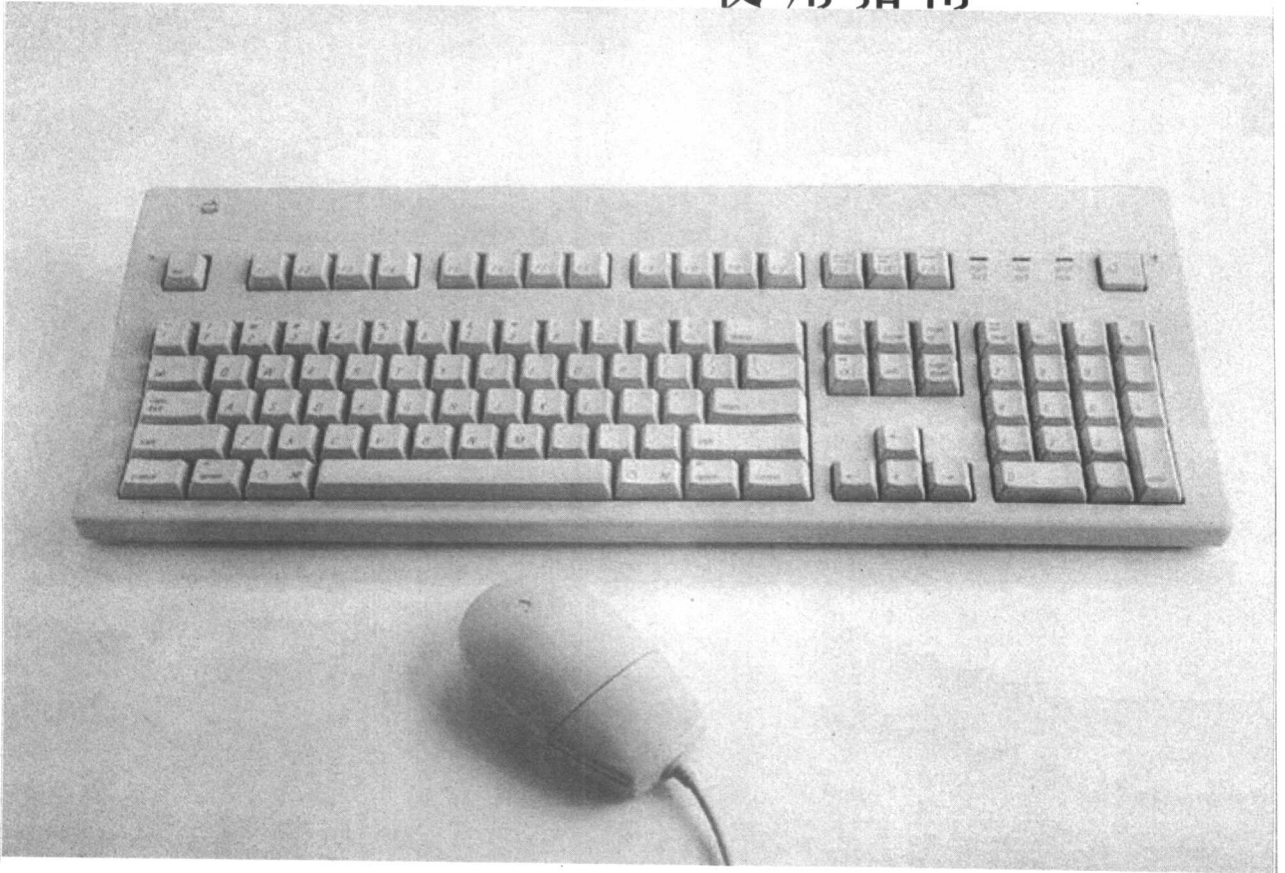
下篇 Multisim 在电子设计中的应用

第 6 章 Multisim 在电路分析中的应用.....	113
6.1 戴维南等效电路的计算.....	113
6.2 叠加定理.....	114
6.3 电容充放电.....	115
6.4 暂态响应.....	116
6.5 互易定理.....	117
6.6 串联谐振电路.....	118
6.7 微分和积分电路.....	118
习题.....	120
第 7 章 Multisim 在模拟电子线路中的应用.....	122
7.1 三极管输出特性曲线测试.....	122
7.2 单级共射放大电路.....	124
7.3 差动放大电路.....	127
7.4 共射放大电路频率特性.....	130
7.5 负反馈放大电路.....	134
7.6 非正弦波产生电路.....	137
7.7 整流与滤波.....	140
7.8 正弦波振荡电路.....	142
习题.....	145
第 8 章 Multisim 在数字逻辑电路中的应用.....	146
8.1 数字逻辑电路的创建.....	146
8.2 全加器及其应用.....	148
8.3 译码器及其应用.....	149
8.4 数据选择器及其应用.....	151

8.5 组合逻辑电路的冒险现象	152
8.6 触发器	154
8.7 同步时序电路分析及设计	157
8.8 集成异步计数器及其应用	159
8.9 集成同步计数器及其应用	161
8.10 移位寄存器及其应用	164
8.11 电阻网络 DAC 设计	165
8.12 555 定时器及其应用	166
8.13 数字电路综合设计——数字钟	169
8.14 数字电路综合设计——数字式抢答器	174
8.15 数字电路综合设计——数字频率计	176
习题	179
第 9 章 Multisim 在高频电路中的应用	180
9.1 三端式振荡器	180
9.2 乘法器 AM 调幅	181
9.3 二极管平衡调幅	183
9.4 DSB 信号的乘法器调制与解调	184
9.5 高频功率放大器	186
9.6 振幅鉴频器	187
9.7 双调谐放大器	188
9.8 混频电路	189
9.9 二极管包络检波电路	191
9.10 高频电路综合设计——高频宽带功率放大器	192
习题	194
参考文献	195

上 篇

Multisim 2001 使用指南



第1章 概述

计算机技术的发展以及对电子系统设计的新需求,推动电子线路的设计方法和手段取得了长足的进步。电子设计自动化(Electronic Design Automation, EDA)工具代表着现代电子系统设计的技术潮流。EDA 软件不仅为电子工程师提供了功能强大的设计工具,也为院校的课程教学提供了先进的教学手段和方法。利用 EDA 工具设计电子产品不仅缩短了产品的设计周期,同时也降低了产品成本。将 EDA 软件应用于教学,则对提高大专院校学生的综合素质和设计能力提供了很大的帮助。对于电子工程师、电子工程类专业的教师和学生来说,能够熟练应用 EDA 也是非常重要的。

本书介绍优秀 EDA 软件 Multisim 2001 的应用。Multisim 2001 是电子线路分析与设计的优秀仿真软件,它主要完成设计的电路原理图输入、电路仿真和 PLD 设计功能。



1.1 Multisim 2001 的特点

Multisim 2001 是 Electronics Workbench(简称 EWB)的升级版本。IIT 公司早在上个世纪 80 年代后期就推出了用于电路仿真与设计的 EDA 软件 EWB。随着技术的发展,EWB 也经过了多个版本的演变,目前国内常见的版本有 4.0d 和 5.0c。从 6.0 版本开始,IIT 公司对 EWB 进行了较大规模的改动,仿真设计模块被改名为 Multisim, Electronics Workbench Layout 模块经重新设计并被更名为 Ultiboard。新的 Ultiboard 模块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,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。这些模块彼此相互独立,可以单独使用。目前,这 4 个 EWB 模块中最具特色的首推 EWB 仿真模块 Multisim。

针对不同的用户需要, Multisim 2001 发行了多个版本,分为增强专业版(Power Professional)、专业版(Professional)、个人版(Personal)、教育版(Education)、学生版(Student)和演示版(Demo)等。各版本的功能和价格有着明显的差异。目前我国用户所使用的 Multisim 2001 以教育版为主。因此本书将对 Multisim 2001 教育版进行较全面的介绍。

Multisim 2001 与其他电路仿真软件相比,具有如下一些优点。

1. 系统高度集成,界面直观,操作方便

Multisim 2001 将原理图的创建、电路的测试分析和结果的图表显示等全部集成到同一个电路窗口中。整个操作界面就像一个实验工作台,有存放仿真元件的元件箱,有存放测试仪表的仪器库,还有进行仿真分析的各种操作命令。测试仪表和某些仿真元件的外形与实物非常接近,操作方法也基本相同,因而该软件易学易用。

2. 具有数字、模拟及数字/模拟混合电路的仿真能力

在电路窗口中既可以分别对数字或模拟电路进行仿真,也可以将数字元件和模拟元件连接在一起进行仿真分析。

3. 电路分析手段完备

Multisim 2001 除了提供 11 种常用的测试仪表用来对仿真电路进行测试之外,还提供了电路的直流工作点分析、瞬态分析、傅立叶分析、噪声和失真分析等 15 种常用的电路仿真分析方法。这些分析方法基本能满足一般电子电路的分析设计要求。

4. 提供多种输入输出接口

Multisim 2001 可以输入由 PSpice 等其他电路仿真软件所创建的 Spice 网表文件,并自动形成相应的电路原理图。也可以把 EWB 环境下创建的电路原理图文件输出给 Protel 等常见的 PCB 软件进行印刷电路设计。为了拓宽 EWB 软件的 PCB 功能, IIT 也推出了自己的 PCB 软件——Electronics Workbench Layout,可使 EWB 电路图文件更直接方便地转换成 PCB。正因为如此,EWB 一经推出即受到广大电路设计人员的喜爱,特别是在教育领域得到了更广泛的应用。

5. 提供射频电路仿真功能

Multisim 2001 具有射频电路仿真功能,这是目前众多通用电路仿真软件所不具备的。

6. 使用灵活方便

在 Multisim 2001 中,与现实元件对应的元件模型丰富,增强了仿真电路的实用性。元件编辑器给用户提供了自行创建或修改所需元件模型的工具。元件之间的连接方式灵活,允许连线任意走向,允许把子电路当作一个元器件使用,从而增大了电路的仿真规模。另外,根据电路图形的大小,程序能自动调整电路窗口尺寸,不再需要人为设置。

专业版的 Multisim 除了具有上面提到的优点和功能外,还支持 VHDL 和 Verilog 语言的电路仿真与设计。



1.2 安装 Multisim 2001

用户在使用 Multisim 2001 之前,必须首先将其安装到自己的计算机上。与一般应用软件的安装不同,初次安装 Multisim2001 时需 3 个阶段。为了帮助读者正确安装和使用 Multisim 2001,本节将详细介绍安装的全过程。

1.2.1 安装环境要求

Multisim 2001 的安装环境要求如下:

操作系统: Windows 95/98/2000/NT 4.0, Windows XP。

CPU: Pentium 166 或更高档次的 CPU。

内存: 至少 32 MB(推荐 64 MB 或更高,最好在 128 MB 以上)。

显示器分辨率: 至少 800 像素×600 像素。

光驱: 配备 CD-ROM 光驱(没有光驱时可通过网络安装)。

硬盘：可用空间至少 200 MB。

以下将以 Multisim 2001 教学网络版在 Windows 98 环境下的安装为例，逐步介绍安装过程。在不同版本的 Windows 操作系统下安装提示信息和过程略有不同，但只要按提示操作即可顺利安装。

1.2.2 安装 Multisim 2001 程序

安装 Multisim 2001 的第一个阶段为升级 Windows 系统文件，其操作步骤如下：

(1) 进入 Windows 系统，将 Multisim 2001 的系统光盘放入光驱内，系统将自动启动安装程序。安装程序的启动画面如图 1-1 所示。图中右下角显示的是安装程序检查机器的系统环境是否满足安装 Multisim 的要求。

(2) 检查完成后，屏幕出现简单的安装程序操作说明，如图 1-2 所示。阅读完后请点击 Next 按钮以继续安装过程。

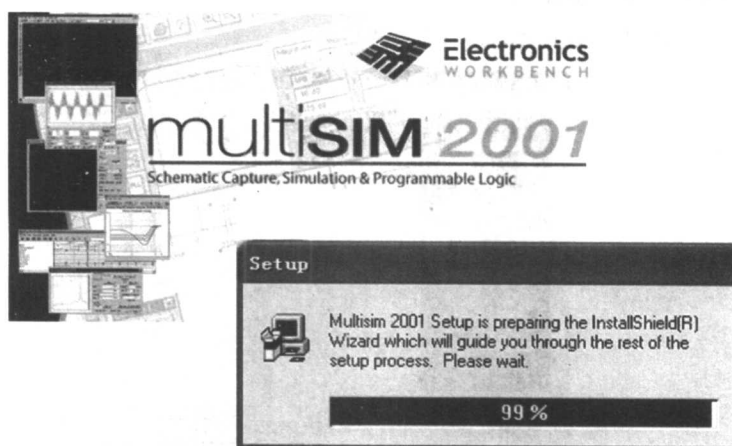


图 1-1 Multisim 2001 安装程序的启动画面

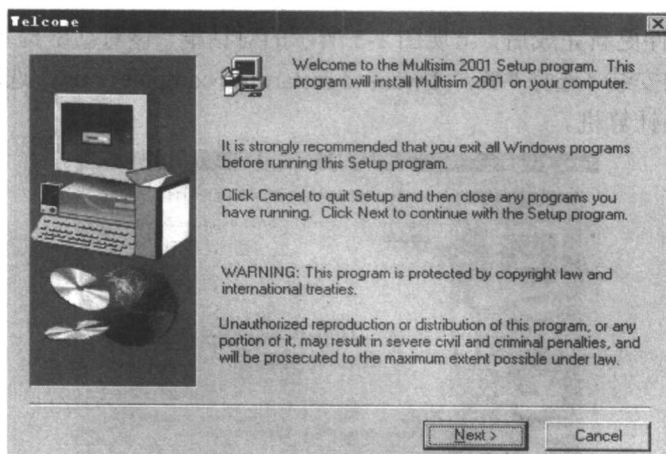


图 1-2 Multisim 2001 安装程序操作说明

(3) 点击 Next 按钮之后，将出现一个版权声明对话框，如果愿意遵守其声明，点击 Yes 按钮后即继续进行安装，如图 1-3 所示。

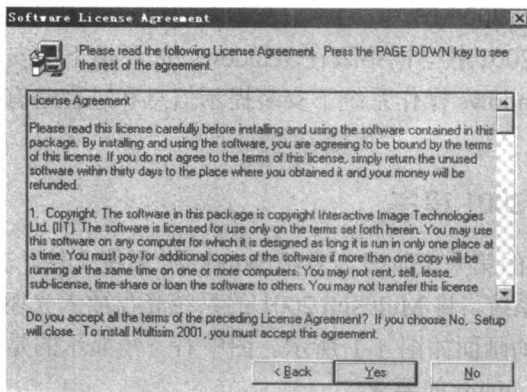


图 1-3 Multisim 2001 版权声明对话框

(4) 在继续安装 Multisim 之前需升级 Windows 系统文件，在图 1-4 所示的对话框中点击 Next 按钮，则自动更新系统文件。

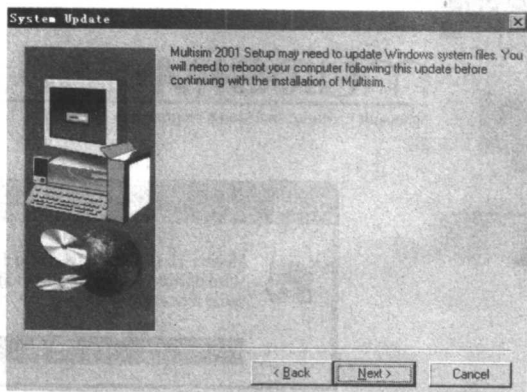


图 1-4 Multisim 2001 安装程序提示

(5) 当系统文件更新完成后，出现图 1-5 所示的对话框。该对话框提示需重新开机后才能进行下一阶段的安装，选择 “Yes, I want to restart my computer now” 选项，再点击 Finish 按钮即可重新启动计算机。

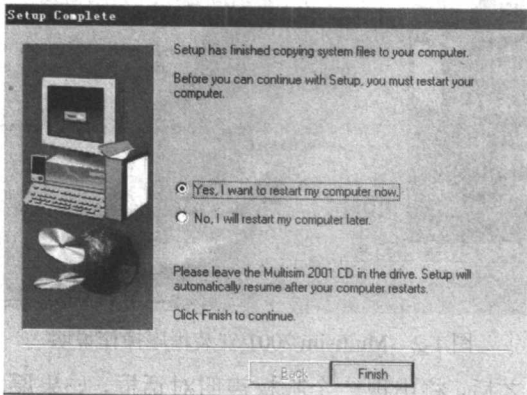


图 1-5 系统文件更新的对话框

如果选择 “No, I will restart my computer later” 选项, 再点击 Finish 按钮, 系统就不会重新启动计算机, 但同样可进行第二阶段安装。

与许多 Windows 应用软件的风格不同, 重新开机后, Multisim 的安装程序并不会自动继续执行安装过程, 必须重新启动安装程序。第二阶段安装的操作步骤如下:

(1) 执行 Windows 中的开始→程序→Startup→Continue Setup 命令, 如图 1-6 所示, 安装程序重新启动。

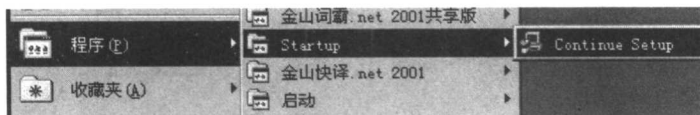


图 1-6 安装程序重新启动

安装程序启动后, 第一阶段安装过程中出现过的安装界面、简要安装说明及版权声明等界面或对话框还会依次出现, 安装者只要点击其中的 Next 或 Yes 按钮, 直到图 1-7 所示的 User Information 对话框出现。

(2) 在图 1-7 所示对话框的 Name 栏中输入用户姓名, Company 栏中输入所属公司或单位名称, Serial 栏中键入软件序列号, 该序列号可以在安装光盘包装盒上找到(包括 2 个开头字母及 18 个阿拉伯数字, 2 个字母反映所用软件的版本, 如 ed 表示教育版, en 表示教育网络版, pP 则表示增强专业版), 点击 Next 按钮。如果序列号正确, 将出现一个对话框, 告知序列号验证的正确性。点击 Next 按钮继续下一步。

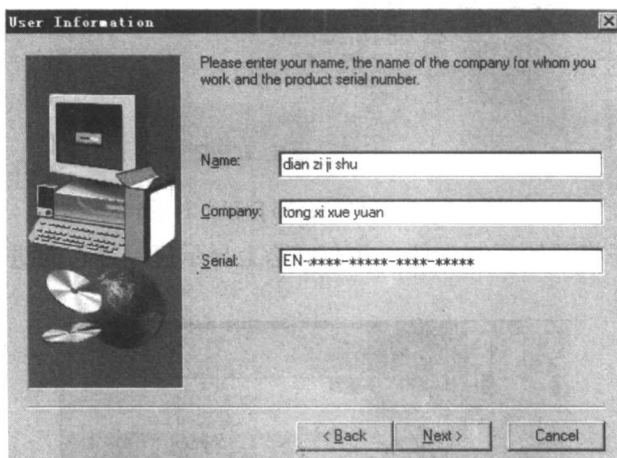


图 1-7 User Information 对话框

(3) 在 Enter Information 对话框中, 要求输入功能码(Feature Code)。并非所有版本的 Multisim 都有功能码, 如教育版就没有。用户可忽略此项, 直接点击 Next 跳过, 忽略功能码输入后, 系统的使用会受到一些限制。

(4) 在 Choose Destination Location 对话框(如图 1-8 所示)中, 选择安装的路径。默认路径为 C:\Multisim, 点击 Browse 按钮可进行改动(如 D:\Multisim), 改动完成后再点击 Next 按钮继续执行。

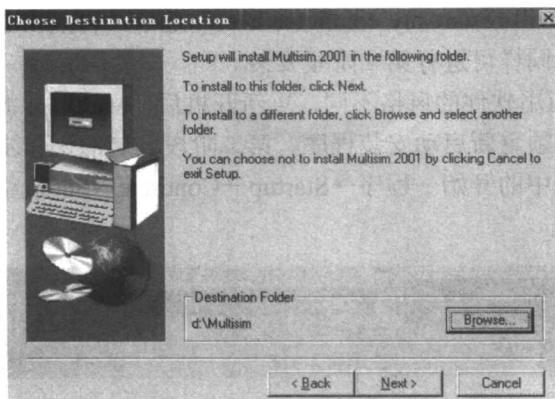


图 1-8 Choose Destination Location 对话框

(5) 在 Select Program Folder 对话框中指定程序文件夹的名称, 如图 1-9 所示。默认名称为 Multisim 2001, 一般情况下不需要改动, 点击 Next 按钮后, 安装程序继续执行。

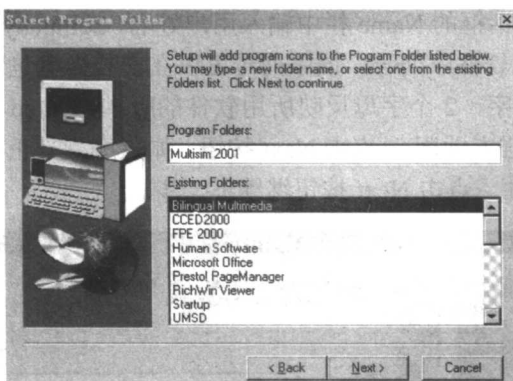


图 1-9 Select Program Folder 对话框

此时, 安装程序将开始复制文件, 并在屏幕上显示复制过程的进展情况, 如图 1-10 所示。



图 1-10 复制文件

(6) 文件复制完毕后, 点击“OK”按钮, 安装程序显示出 Setup Complete(安装完成)对话框(如图 1-11 所示), 点击其中的 Finish 按钮后, 第二阶段安装结束。

完成第二阶段的安装之后, Multisim 2001 就可打开使用了, 但有使用时间限制(只有 15 天), 时间一到就不能再使用, 即便重新安装也无济于事。要想不受时间限制一直使用下去, 还需要输入一个所谓的交付码(Release Code)来激活 Multisim 2001, 这一点类似于 Windows XP 的安装。这个交付码需要到 EWB 网站注册后, 由 IIT 公司用 E-mail 形式交付给用户使用, 也可由代理商提供。输入交付码的操作过程如下:

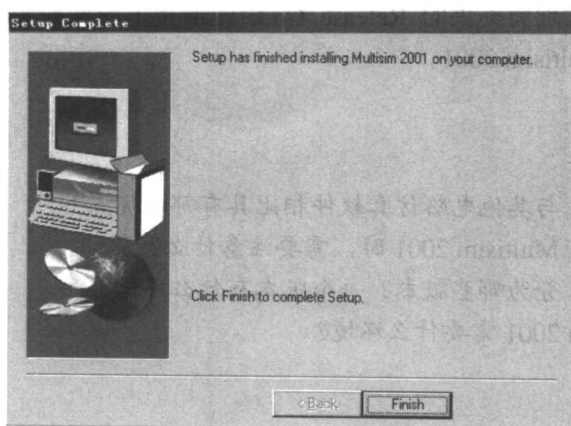


图 1-11 Setup Complete 对话框

(1) 回到 Windows 桌面, 点击开始→程序命令下 Multisim 2001 中的 Multisim 2001 项, 出现 Multisim 2001 的启动画面, 如图 1-12 所示。

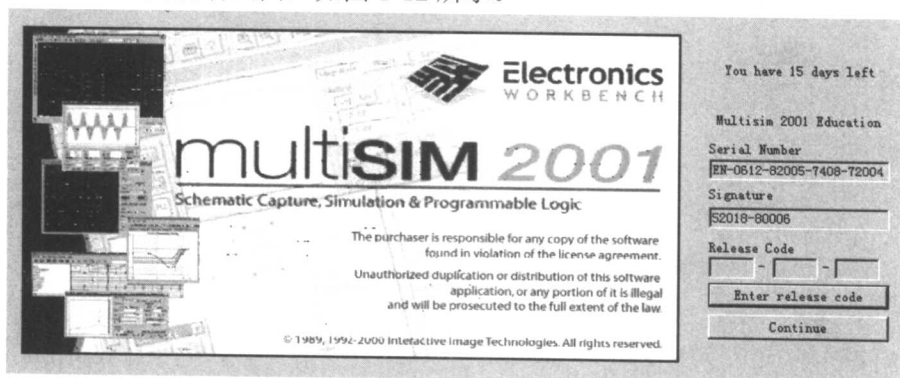


图 1-12 Multisim 2001 的启动画面

在该画面中, Serial Number(序列号)随软件提供, 并已在第一阶段安装时输入。而 Signature(特征号)由本软件与所安装的机器结合自行产生, 即便使用同一个序列号的 Multisim 在两个配置不完全相同的机上安装, 所产生的特征号也不一样。点击 Enter release code 按钮, 出现图 1-13 所示窗口。

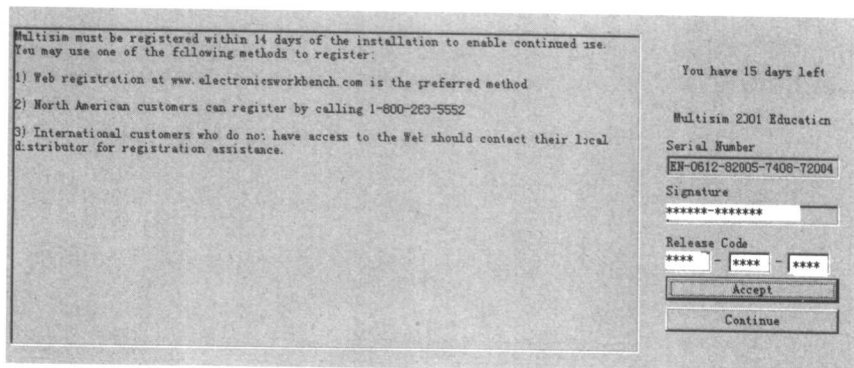


图 1-13 输入 Release Code