



EDA 应用技术

<http://www.phei.com.cn>

OrCAD & PADS

高速电路板设计与仿真

周润景 景晓松 赵俊奇 编著



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

EDA 应用技术

OrCAD&PADS 高速电路板设计与仿真

周润景 景晓松 赵俊奇 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书以 OrCAD10.5 与 Mentor 公司最新开发的 Mentor Pads 2005.2 版本为基础, 以具体的电路为范例, 讲解电路板设计的全过程。原理图设计采用 OrCAD10.5 软件, 讲解元器件原理图符号的创建、原理图设计; 电路板设计采用 PADS 软件, 详尽讲解元器件封装的建库, 电路板的布局、布线; 高速电路板设计采用 Hyperlynx 软件, 进行布线前、后的仿真; 输出采用 CAM350 软件, 进行导出与校验等。此外为了增加可操作性, 网上提供本书的全部范例, 使读者能尽快掌握该工具的使用并设计出高质量的电路板。

本书适合于对 PCB 设计有一定基础的中、高级读者, 也可作为电子及相关专业 PCB 设计学习用书。

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有, 侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

OrCAD&PADS 高速电路板设计与仿真 / 周润景, 景晓松, 赵俊奇编著. —北京: 电子工业出版社, 2007.1
(EDA 应用技术)

ISBN 7-121-03632-0

I. O… II. ①周…②景…③赵… III. 电子电路—电路设计: 计算机辅助设计—应用软件, OrCAD10.5
IV. TN702

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 151606 号

责任编辑: 张 剑

印 刷: 北京东光印刷厂

装 订: 三河市皇庄路通装订厂

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1 092 1/16 印张: 35 字数: 896 千字

印 次: 2007 年 1 月第 1 次印刷

印 数: 5 000 册 定价: 55.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系,
联系电话: (010) 68279077; 邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlt@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前 言

本书提供了一套价廉物美的中档 PCB 设计与仿真工具“套餐”，所选取的软件包括原理图设计 OrCAD10.5 (Capture CIS)，PCB 库元器件编辑、PCB 设计布局、PCB 设计布线工具 (Mentor Pads 2005.2)，高速电路仿真工具 (Hyperlynx 7.5)，以及报表生成工具 CAM350 9.01。

该书介绍的 PCB 设计工具所包含的各个模块具有如下特点。

原理图设计 (Capture CIS)：具有丰富的库元器件，方便快捷的原理图输入工具与原理图元器件符号编辑工具，与 PCB 设计工具的接口友好，图形美观，能兼容其他 PCB 工具设计的原理图资料，也能导出多种其他 PCB 工具格式的文件。

原理图仿真 (Pspice A/D)：具有种类齐全、数量丰富的库元器件模型，以及强大的分析功能。

PCB 库元器件编辑工具 (PADS)：具有简便、直观、快速、准确地编辑各种标准与非标准封装库元器件的功能。

PCB 设计布局、布线工具 (PADS)：手工布线与自动布线具有推挤布线，支线、总线布线，差分对、等长、均匀间隔布线等功能。自动布线具有很高的布线速度、布通率和布线质量，可以保证信号完整性和电磁兼容性。

具有准确的信号完整性、电磁兼容性分析工具 (Hyperlynx SI/EMI)：由于印制电路板中元器件的工作速度越来越高，密度越来越大，对 PCB 的设计不仅要绘制出印制电路板，还要保证设计电路的信号完整性和电磁兼容性，满足高速电路的设计要求。

报表生成工具 (CAM350 9.01)：可以生成完善齐全的报表，输出加工 PCB 所需的文档。

本书共 24 章，其中第 9 章和第 10 章由赵俊奇编写，第 20 章和第 21 章由景晓松编写，其余各章由周润景编写，全书由周润景统稿。

由于作者水平有限，不妥之处还望指正。

编 著 者

目 录

第1章	软件安装及 License 设置	1
1.1	概述	2
1.2	原理图绘制软件安装	3
1.3	PADS 系列软件的安装	17
第2章	Capture 原理图设计工作平台	25
2.1	OrCAD/Capture CIS 软件功能介绍	26
2.2	原理图工作环境	27
2.3	设置图纸参数	27
2.3.1	设置颜色 (Colors/Print)	28
2.3.2	设置格点属性 (Grid Display)	29
2.3.3	杂项的设置 (Miscellaneous)	30
2.3.4	设置其他参数	31
2.4	设置设计模板	31
2.4.1	字体设置	31
2.4.2	标题栏 (Title Block) 设置	32
2.4.3	页面尺寸 (Page Size) 设置	33
2.4.4	格点参数 (Grid Reference) 设置	34
2.4.5	层次图属性 (Hierarchy) 设置	35
2.4.6	SDT 兼容性 (SDT Compatibility) 设置	36
2.5	设置打印属性	36
第3章	制作元器件及创建元器件库	39
3.1	创建单个元器件	41
3.1.1	直接新建元器件	42
3.1.2	用电子表格新建元器件	53
3.2	创建复合封装元器件	56
3.2.1	创建 U? A	57
3.2.2	创建 U? B, U? C 和 U? D	58
3.3	大元器件的分割	60
3.4	创建其他元器件	62



习题	64
----------	----

第4章 创建新设计 65

4.1 原理图设计规范	66
4.2 Capture 基本名词术语	66
4.3 建立新项目	68
4.4 放置元器件	69
4.4.1 放置基本元器件	70
4.4.2 对元器件的基本操作	75
4.4.3 放置电源和接地符号	77
4.4.4 完成元器件放置	78
4.5 创建分级模块	80
4.5.1 创建简单层次式电路	80
4.5.2 创建复合层次式电路	89
4.6 修改元器件序号与元器件值	92
4.7 连接电路图	93
4.7.1 导线的连接	93
4.7.2 总线的连接	95
4.7.3 线路示意	98
4.8 标题栏的处理	101
4.9 添加文本和图像	102
4.10 建立压缩文档	104
4.11 平坦式和层次式电路图设计	105
4.11.1 平坦式设计 (Flat Design)	105
4.11.2 层次式设计 (Hierarchical Design)	105
4.12 电路图的连接	107
4.12.1 多张电路图连接	107
4.12.2 平坦式电路和层次式电路的适用范围	108
习题	109

第5章 PCB 层预处理 111

5.1 编辑元器件的属性	112
5.1.1 编辑元器件属性的两种方法	112
5.1.2 指定元器件封装	115
5.1.3 参数整体赋值	115
5.1.4 定义按页放置属性	117
5.2 建立差分对	121

5.2.1 为两个 Flat 网络建立差分对 (手动建立差分对)	121
5.2.2 为一个设计中多对 Flat 网络同时建立差分对 (自动建立差分对)	123
5.3 Capture 中总线 (Bus) 的应用	124
5.3.1 平坦式电路设计中总线的应用	124
5.3.2 层次式电路设计中总线的应用	129
5.4 原理图绘制的后续处理	134
5.4.1 设计规则检查	134
5.4.2 为元器件自动编号	140
5.4.3 回注 (Back Annotation)	142
5.4.4 自动更新元器件或网络的属性	143
5.4.5 生成网络表	144
5.4.6 生成元器件清单	146
5.4.7 属性参数的输出/输入	148
习题	151
第6章 PADS Layout 的属性设置	153
6.1 PADS Layout 界面介绍	154
6.2 Start-up File 功能简介	158
6.3 PADS Layout 的菜单	159
6.3.1 “File” 菜单	160
6.3.2 “Edit” 菜单	161
6.3.3 “View” 菜单	166
6.3.4 “Setup” 菜单	169
6.3.5 “Tools” 菜单	170
6.3.6 “Help” 菜单	173
6.4 PADS Layout 与其他软件的链接	174
第7章 定制 PADS Layout 环境	183
7.1 Options 参数设置	184
7.1.1 “Global” 选项卡设置	184
7.1.2 “Design” 选项卡设置	186
7.1.3 “Routing” 选项卡设置	189
7.1.4 “Thermals” 选项卡设置	195
7.1.5 “Dimensioning” 选项卡设置	196
7.1.6 “Teardrops” 选项卡设置	200
7.1.7 “Drafting” 选项卡设置	201
7.1.8 “Grids” 选项卡设置	204

7.1.9	“Split/Mixed Plane” 选项卡设置	206
7.1.10	“Die Component” 选项卡设置	208
7.2	设置 Setup 参数	209
7.2.1	设置 Pad Stacks 参数	209
7.2.2	设置 Drill Pairs 参数	211
7.2.3	设置 Jumpers (Single Layer Jumpers) 参数	213
7.2.4	设置 Design Rules 参数	214
7.2.5	设置 Layers 参数	229
7.2.6	设置 Display Colors (显示颜色) 及 Origin (原点)	232
第8章	PADS Layout 的基本操作	235
8.1	视图控制方法	236
8.2	PADS Layout 的 4 种视图模式	236
8.3	无模式命令和快捷键	238
8.4	循环选择 (Cycle Pick)	242
8.5	过滤器基本操作	242
8.5.1	鼠标右键菜单过滤器	242
8.5.2	“Selection Filter” 对话框	243
8.6	元器件基本操作	245
8.6.1	属性设置	245
8.6.2	添加新标签	246
8.7	绘图基本操作	247
8.7.1	绘制板框	247
8.7.2	绘制 2D 线和标注文本	248
8.7.3	绘图模式下的弹出式菜单	251
第9章	元器件类型及库管理	253
9.1	PADS Layout 的元器件类型	254
9.2	“Decal Editor” (封装编辑器) 界面简介	254
9.3	封装向导	256
9.3.1	DIP 封装向导	256
9.3.2	SOIC 封装向导	259
9.3.3	QUAD 封装向导	260
9.3.4	Polar 封装向导	261
9.3.5	Polar SMD 封装向导	262
9.3.6	BGA/PGA 封装向导	262
9.4	不常用元器件封装举例	264

9.5 建立元器件类型	270
9.6 库管理器	278
第10章 布局	285
10.1 布局前的准备	286
10.1.1 绘制电路板连框	286
10.1.2 组件隔离区的绘制	287
10.1.3 元器件的散布 (Disperse)	288
10.1.4 与布局相关的设置	290
10.2 布局应遵守的原则	292
10.3 手工布局	293
10.3.1 移动、旋转等操作	293
10.3.2 对齐操作	298
10.3.3 元器件的推挤	299
第11章 布线	301
11.1 布线前的准备	302
11.2 布线的基本原则	305
11.3 布线操作	306
11.3.1 增加布线 (Add Route)	306
11.3.2 动态布线 (Dynamic Route)	310
11.3.3 草图布线 (Sketch Route)	310
11.3.4 自动布线 (Auto Route)	311
11.3.5 总线布线 (Bus Route)	312
11.3.6 添加拐角 (Add Corner)	312
11.3.7 分割布线 (Split)	313
11.3.8 添加跳线 (Add Jumper)	314
11.3.9 添加测试点 (Add Test Point)	315
11.4 控制鼠线的显示和网络颜色的设置	321
11.5 自动布线器的使用	325
11.5.1 自动布线器的界面	325
11.5.2 自动布线器使用实例	325
第12章 覆铜及平面层分割	331
12.1 覆铜	332
12.1.1 铜箔 (Copper)	332
12.1.2 灌铜 (Copper Pour)	335

12.1.3 覆铜管理	338
12.2 平面层 (Plane)	339
第13章 自动标注尺寸	343
13.1 自动标注尺寸模式简介	344
13.1.1 两个端点的捕捉方式	344
13.1.2 两个端点引出的边界模式	345
13.1.3 标注基准线的模式	346
13.2 尺寸标注操作	348
13.2.1 自动标注方式	348
13.2.2 水平标注方式	348
13.2.3 垂直标注方式	349
13.2.4 对齐标注方式	350
13.2.5 旋转标注方式	350
13.2.6 角度标注方式	351
13.2.7 圆弧标注方式	352
13.2.8 引出线标注方式	353
第14章 工程修改模式操作	355
14.1 工程修改模式简介	356
14.2 ECO 工程修改模式操作	358
14.2.1 增加连接工具	358
14.2.2 删除连接工具	359
14.2.3 增加走线工具	360
14.2.4 增加元器件工具	360
14.2.5 删除元器件工具	362
14.2.6 更改元器件封装工具	363
14.2.7 元器件标号更改工具	364
14.2.8 网络名称更改工具	364
14.2.9 删除网络工具	365
14.2.10 交换引脚工具	365
14.2.11 交换门工具	365
14.2.12 自动重新编号工具	365
14.2.13 自动交换工具	368
14.2.14 自动终端分配工具	368
14.2.15 增加复用模块工具	368
14.3 比较和更新	370

第15章 设计验证	375
15.1 设计验证简介	376
15.2 设计验证的使用	376
15.2.1 间距验证	377
15.2.2 连接性验证	380
15.2.3 高速验证	382
15.2.4 验证平面层	385
15.2.5 测试点验证	385
15.2.6 制造方面错误的验证	387
第16章 定义 CAM 文件	391
16.1 CAM 文件简介	392
16.2 光绘输出文件的设置	394
16.2.1 “Routing/ Split Plane” 类型	396
16.2.2 “Plane” 类型	398
16.2.3 “Silkscreen” 类型	401
16.2.4 “Paste Mask” 类型	402
16.2.5 “Solder Mask” 类型	405
16.2.6 “Assembly” 类型	406
16.2.7 “Drill Drawing” 类型	407
16.2.8 “NC Drill” 类型	408
16.3 打印输出	410
16.4 绘图输出	410
第17章 CAM 输出和 CAM Plus	413
17.1 CAM350 用户界面介绍	414
17.1.1 CAM350 的菜单	416
17.1.2 CAM350 的工具栏	423
17.2 CAM350 的快捷键及 D 码	424
17.3 CAM350 中 Gerber 文件的导入	427
17.4 CAM 的排版输出	429
17.5 CAM Plus 的使用	437
第18章 新建信号完整性原理图	439
18.1 自由格式 (Free-Form) 原理图	440
18.1.1 新建自由格式原理图	440



18.1.2	添加传输线	441
18.1.3	指定 IC 模型	442
18.2	基于单元 (Cell-Based) 原理图	444
第19章	布线前仿真	447
19.1	对网络的 LineSim 仿真	448
19.1.1	叠层编辑	448
19.1.2	为网络增加负载	448
19.1.3	使用端接向导	453
19.2	对网络的 EMC 分析	457
19.2.1	EMC 分析的技术背景	457
19.2.2	设置 EMC 仿真参数	457
19.2.3	运行 EMC 分析	459
第20章	LineSim 的串扰及差分信号仿真	465
20.1	串扰及差分信号的技术背景	466
20.2	LineSim 的串扰分析	467
20.2.1	建立基本的传输线	467
20.2.2	指定 IC 模型	469
20.2.3	入侵网络 (Aggressor) 和受害网络 (Victim)	470
20.2.4	耦合区域	471
20.2.5	运行串扰仿真	472
20.2.6	减小串扰的途径	474
20.3	LineSim 的差分信号仿真	478
20.3.1	指定差分对驱动/接收模型	478
20.3.2	定义差分对属性	480
20.3.3	设置差分阻抗	481
20.3.4	差分信号仿真	482
第21章	HyperLynx 模型编辑器	485
21.1	集成电路的模型	486
21.1.1	关于 SI 仿真模型	486
21.1.2	IC 模型的格式	486
21.2	IBIS 模型编辑器	487
21.2.1	IBIS 模型简介	487
21.2.2	查看 IBIS 模型	488
21.2.3	IBIS 模型校验	494



21.2.4	编辑 IBIS 模型	496
21.3	“Databook”模型编辑器	498
21.3.1	输出模型的 Databook 参数	498
21.3.2	输入模型的 Databook 参数	499
第22章	布线后仿真 (BoardSim)	501
22.1	新建 BoardSim 电路板	502
22.2	快速分析整板的信号完整性和 EMC 问题	504
22.2.1	运行批处理仿真	504
22.2.2	查看报告文件	507
22.3	在 BoardSim 中运行交互式仿真	509
22.3.1	交互式批处理仿真	509
22.3.2	使用示波器进行交互式仿真	512
22.3.3	使用频谱分析仪进行 EMC 仿真	515
22.4	使用曼哈顿布线进行 BoardSim 仿真	517
第23章	BoardSim 的串扰及 GBit 信号仿真	521
23.1	快速分析整板的串扰强度	522
23.1.1	对整板运行批处理仿真	522
23.1.2	对指定网络运行批处理仿真	524
23.2	交互式串扰仿真	526
23.2.1	查找入侵网络	526
23.2.2	设置串扰仿真的 IC 模型	528
23.2.3	查看耦合区域	528
23.2.4	运行串扰仿真	529
23.3	GBit 信号仿真	533
23.3.1	有损传输线及过孔模型仿真	533
23.3.2	差分信号仿真	534
第24章	多板仿真	539
24.1	多板仿真概述	540
24.2	建立多板仿真项目	540
24.3	运行多板仿真	543

第1章

软件安装及 License 设置



概述



原理图绘制软件安装



PADS 系列软件的安装



1.1 概述

1. 本书的内容

本书的内容包括 4 部分:

第 1 部分介绍原理图输入工具的使用。原理图输入采用 OrCAD 公司的 Design Entry CIS。Design Entry CIS ——对应于以前版本的 Capture 和 Capture CIS, 是 Cadence 公司收购原 OrCAD 公司的产品, 是国际上通用的标准原理图输入工具, 设计快捷方便, 图形美观, 与 PADS 实现了无缝链接。

第 2 部分介绍 PCB 设计工具的使用。本书介绍的是 Monter 公司的 PADS Layout 工具, 包括 PowerLogic、PowerPCB、CAM350 和 HyperLynx 4 个部分。

第 3 部分介绍 PCB 的加工工具后处理 CAM350 的使用。

第 4 部分介绍 PCB 的高速仿真工具 HyperLynx 的使用。

2. 计算机配置要求

EDA 软件对计算机系统的硬件和软件的要求比较高。由于运行 EDA 软件时占用较大的内存空间, 若系统配置不足, 就有可能发生“死机”现象, 导致 EDA 运行失常, 因此建议使用者尽可能使用较高配置的计算机。

1) 硬件配置 计算机硬件的基本配置为:

- CPU Pentium II 300MHz
- 内存 64MB
- 硬盘 1GB
- 显示器 15in
- 显示器分辨率 1024 像素×768 像素
- 交换区 256MB
- 鼠标 2D
- 光驱 CD-ROM
- 网卡 任意

为了提高 EDA 的运行效率, 推荐使用以下配置:

- CPU Pentium4 1.7GHz 以上
- 内存 512MB 或更大
- 硬盘 至少 5GB
- 显示器 19in 或更大
- 显示器分辨率 1280 像素×1024 像素
- 鼠标 3D 光电鼠标
- 光驱 CD-ROM
- 网卡 10/100MB Ethernet Adapter
- 显卡 GForce4MX 64MB 以上显存

2) 操作系统

➤ Windows 2000 Professional 或 Windows XP Professional

1.2 原理图绘制软件安装

注意，在安装此软件时请关闭所有的杀毒软件。

1. 关于 License 文件

Allegro SPB15.5 软件包对安装方法进行了改进，安装软件前不再需要处理 License 文件。

2. 设置环境变量

(1) 在 D 盘下新建“LM_LICENSE”文件夹。

(2) 用鼠标右键单击“我的电脑”，从弹出菜单中选择“属性”，出现“系统属性”窗口，如图 1.2.1 所示。

(3) 单击“高级”选项卡，如图 1.2.2 所示。

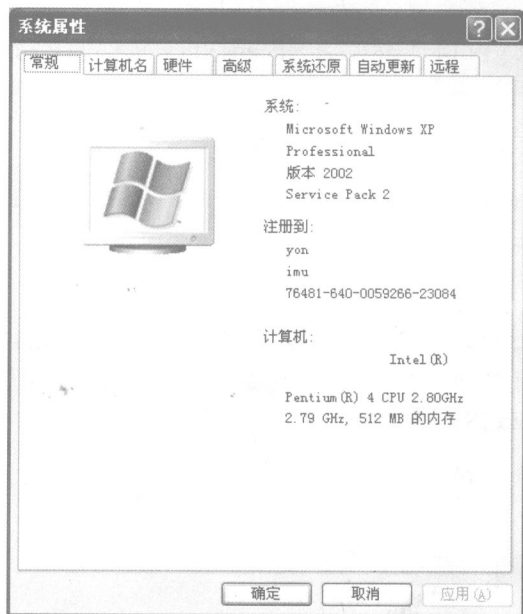


图 1.2.1 “系统属性”窗口

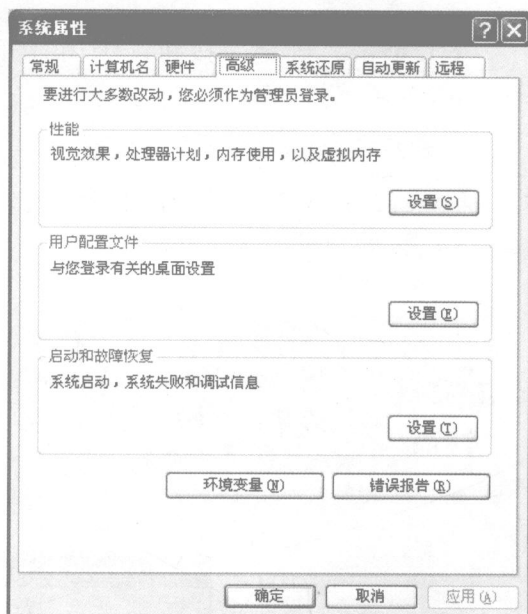


图 1.2.2 “高级”选项卡

(4) 单击“环境变量”按钮，出现“环境变量”窗口，如图 1.2.3 所示。

(5) 在“系统变量”栏单击“新建”按钮，出现“新建系统变量”窗口，输入系统变量，如图 1.2.4 所示。

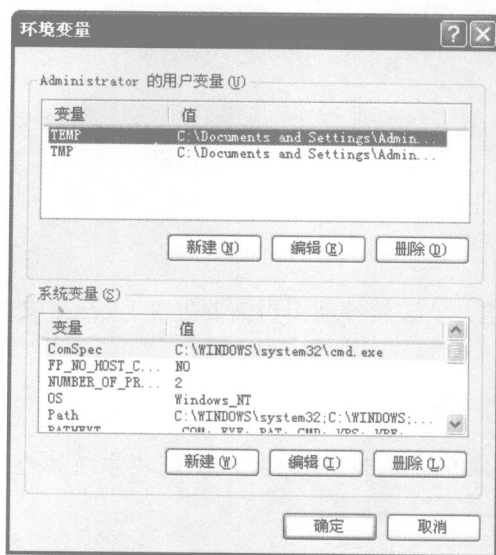


图 1.2.3 “环境变量”窗口

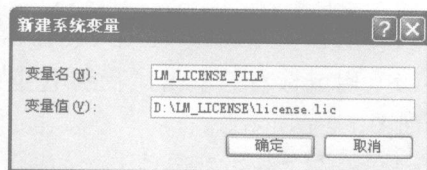


图 1.2.4 “新建系统变量”窗口

(6) 单击“确定”按钮，关闭打开的所有窗口，然后将 license.lic 文件复制到 LM_LICENSE 文件夹中。

3. 安装 Design Entry CIS 工具

插入 Cadence CD1 光盘到光驱中，安装 Design Entry CIS 工具。

(1) 系统会自动运行 Setup.exe。



如果在插入光盘后不能自动开始安装，浏览光盘→双击 Setup.exe 图标，或从开始菜单中选择运行对话框→选择光盘中的 Setup.exe，再单击“OK”按钮，弹出“InstallShield Wizard”（安装向导）窗口，如图 1.2.5 所示。

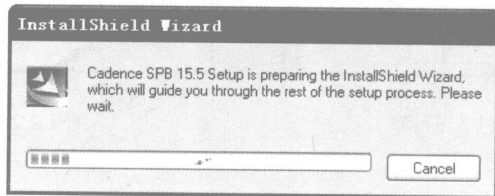


图 1.2.5 “InstallShield Wizard”（安装向导）窗口

(2) 当进度条达到 100%后，出现提示信息，如图 1.2.6 所示。在继续安装前，请仔细阅读这些条款，如果接受则单击“Yes”按钮，继续安装；否则单击“No”按钮，系统会自