

电子设计自动化 (EDA) 软件



附赠光盘

OrCAD9.0

简明教程

王辅春 主编

普及版

capture cis

express

pspice

layout

OrCAD®



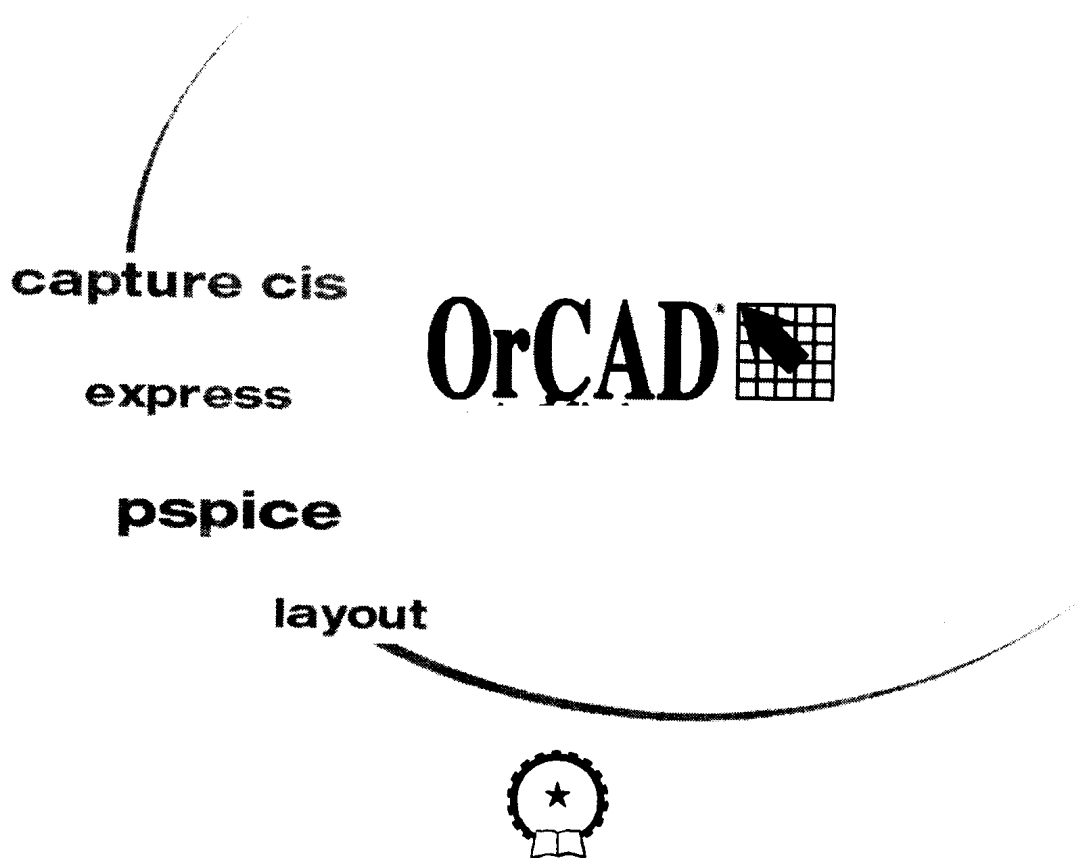
机械工业出版社
China Machine Press

电子设计自动化 (EDA) 软件

OrCAD9.0 简明教程

(普及版)

王辅春 主编



机械工业出版社

本书介绍了国际上流行的电子设计自动化(EDA)软件OrCAD9.0的基础部分:原理图输入、器件信息管理系统Capture CIS9.0、模拟/数字混合电路分析与设计PSpice A/D9.0和印制板电路图设计Layout Pluse 9.0b等软件的使用方法。全书皆以实例为前导,逐步介绍各种操作命令,再结合书后所附OrCAD公司提供的OrCAD9.0试用版光盘进行上机练习。电类、非电类工科大专院校学生和工程技术人员,只要具备电工学基础知识,都可以快捷地理解和掌握这个软件的使用。

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:吉 玲

封面设计:姚 毅 责任印制:路 琳

中国建筑工业出版社密云印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2000年9月第1版第2次印刷

787mm×1092mm $\frac{1}{16}$ ·11.75 印张·270千字

4001-7000册

定价:29.00元(含光盘)

ISBN7-900043-19-5/TP·19

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
本社购书热线电话(010) 68993821、68326677-2527

授 权 书

深圳光映计算机软件有限公司代理美国 OrCAD INC. 软件产品，并负责中国大陆地区相关软件之中文参考书之授权事宜。

兹同意由吉林工业大学编著，机械工业出版社出版 OrCAD 公司 OrCAD 软件系列产品之中文参考书。书中可引用 OrCAD 软件系列各个功能模块中的荧屏画面、专有名词、指令功能、使用方法及程序叙述，并随书附本公司所提供之试用版软件光盘。

有关 OrCAD 公司所规定的注册商标及专有名词，必须叙述于所出版的中文书内，为保障消费者权益，OrCAD 公司产品若有重大版本更新，本公司须通知吉林工业大学或作者，以更新此书的中文版。

本授权同意书依据规定须装订于上述中文参考书内，授权才得以生效。

授权人：深圳光映计算机软件公司
代表人：徐文杰

公元一九九九年九月九日

DJS23/01

前 言

随着计算机技术的飞速发展和大规模集成电路的广泛应用, 电子电路的计算机辅助设计 (Computer Aided Design, 简称 CAD) 技术, 已经成为电子电路分析设计中不可缺的有力工具。以集成电路 CAD 为基础的电子设计自动化 (Electronic Design Automation, 简称 EDA) 已经成为电子学领域中的重要学科, 并形成了一个独立的产业部门。当前有近 50% 以上的集成电路是靠 CAD 和 EDA 工具完成的, 而且这个比例还在不断增长。

目前, 在国内 EDA 系统应用较为广泛的有 Xilinx、AT&T、Altera、Lattice 和本书介绍的 OrCAD 公司的产品。OrCAD 公司 (原有产品为 OrCAD/SDT、VST、PCB 等) 于 1998 年 1 月与 MicroSim 公司 (产品有 PSpice 等) 合并, 仍称 OrCAD 公司。上述软件已在 1998 年出版的《电子电路 CAD 软件使用指南》予以介绍。二公司实行强强合并之后连续推出 OrCAD Release 7、8、9 EDA 系统。

OrCAD Release 9 包括以下四部分内容:

原理图输入、器件信息管理系统 OrCAD Capture CIS™ 9.0;

模拟/数字混合电路分析与设计 OrCAD PSpice® A/D 9.0;

印制板电路图设计 OrCAD Layout® Pluse 9.0b;

可编程逻辑设计 OrCAD Express® Product 9.0。

经与 OrCAD 公司商洽, 公司欢迎中国学生使用其软件, 并同意授权吉林工业大学和机械工业出版社, 在中国出版 OrCAD 中文参考书和试用版光盘。为指导电类、非电类专业工科学生学习 EDA 知识, 提高模拟实验能力; 帮助广大工程技术人员尽快掌握这门先进技术, 特编写《OrCAD9.0 简明教程 (普及版)》。

本书内容是: Capture CIS 9.0、PSpice A/D 9.0 和 Layout Pluse 9.0b 的使用方法。

全书皆以实例为前导, 逐步介绍各种操作命令的使用方法, 以期达到快捷地理解和掌握该 EDA 系统的目的。为便于学习, 书后附有 OrCAD 公司中国总代理光映 (集团) 计算机软件有限公司提供的 OrCAD Release 9 试用版光盘。这种结合上机操作从实例中学习的方法, 已被我们和国内外同行多次验证是行之有效的。

可通过因特网 (网址: www.jut.edu.cn 下, 信息学院栏目) 浏览本书和咨询有关事宜。

有关可编程逻辑设计 OrCAD Express® Product 9.0 的使用方法将另行介绍。

本书由王辅春主编。参加编著的还有刘明山、王长工和于枫等, 孙韶甫、雷聆音等在实验测试上、张玉春、侯彦利在网上查找和下载元器件上做了工作, 本书的网络版由张鸣、戴洪亮制作并负责网上维护, 穆洪伟、李选庆和王宝刚等同学也参加部分编写工作。本教材得到吉林工业大学教材建设基金的资助, OrCAD 公司中国总代理光映 (集团) 计算机软件有限公司和胡杰闽先生为本书提供了资料和光盘, 对于他们的鼎力支持, 在此谨致以诚挚的谢意。

本书初稿虽曾在校内外试用过, 定稿时又进行修改, 限于水平和时间仓促, 不完善之处在所难免, 望读者予以指正。

本书在做出版前的文字校正时，传来 OrCAD 公司又与 Cadence 公司合并的消息，并更名为 OrCAD a Cadence product family 公司，书中不做变动，特此说明。

编者

2000 年 1 月

绪 论

—— EDA—90 年代电子设计的革命

1. EDA 技术

电子 CAD 技术是电子信息技术发展的杰出成果,它的发展与应用引发了一场工业设计和制造领域的革命,给企业带来了巨大经济效益。当今, CAD 技术及其应用水平已成为衡量一个国家科技现代化和工业现代化水平的重要标志之一。

电子 CAD 技术是以计算机硬件和系统软件为基本工作平台,继承和借鉴前人在电路和系统、图论与拓扑逻辑和优化理论等多学科的最新科技的成果而研制成的电子 CAD 通用支撑软件和应用软件包。它旨在帮助电子设计工程师开发新的电子系统与电路、IC 以及印制电路板 (PCB) 产品,实现在计算机上调用元器件库、连线画图、编制激励信号文件、确定跟踪点、调用参数库以及模拟程序等手段去设计电路。

电子设计自动化 (EDA) 技术,可看作 CAD 的高级阶段; CAD 可看作 EDA 的初期和基础。于是, EDA 的发展大致可分为三个阶段:

本世纪 70 年代到 80 年代初期,电子 CAD 理论研究发展迅速,成为电子领域的新兴学科。电子 CAD 技术还没有形成系统,仅是一些孤立的软件程序。它们取代了靠手工进行繁琐计算、绘图和检验的方式,已显示出其强大的活力。

80 年代后期,随着计算机与集成电路高速发展, CAD 技术真正实现了自动化。出现了 EDA (Electronic Design Automation, 电子设计自动化) 产业。这一阶段能够实现电路仿真、布局布线、IC 参数提取与检验等,并集成为一个有机的 EDA 系统,其设计规模已达 10 万门以上。

进入 90 年代以后,微电子技术飞速发展,一个芯片可以集成百万甚至千万个晶体管,工作速度可达到每秒几个吉字节 (GB/s)。电子系统的特点是,电路的高度复杂化;微型化、保密化;设计周期性短和成本低;设计要综合应用最新成果,具有先进性、竞争性和较长的生命周期;设计要独立于工艺等。这种需求促使电子系统朝着多功能、高速度、智能化的趋势发展。所以有人说, EDA 是 90 年代电子设计的革命。

2. 第三阶段的特征

(1) 全程自动化 EDA 的发展是从底向上 (Bottom-up) 发展的,即由物理层到电路层再到系统层。而 EDA 的应用主要是由顶向下 (Top-Down) 应用,只有有了系统层的软件才能实现全程自动化。Top-Down 是一种崭新的设计策略。与传统的 Bottom-up 不同,它是采用可完全独立于芯片厂商及其产品结构的描述语言,在功能级对设计产品进行定义,并结合功能仿真技术以确保设计的正确性。在功能定义完成之后,利用逻辑综合技术,把功能描述转换成某一具体结构芯片的网表文件输出给厂商的布局布线器进行布局布线。布局布线结果还可返回同一仿真器进行包括功能和时序的后验证,以保证布局布线所带来的门延时和线延时不会影响设计的性能。

(2) 工具集成化 具有开放式的设计环境,这种环境也称为框架结构 (Framework)。

它在 EDA 系统中负责协调设计过程和管理设计数据,实现数据与工具的双向流动。它的优点是可以将不同公司的软件工具集成到一个统一的计算机平台上,使之成为一个完整的 EDA 系统。

(3) 操作智能化 使设计人员不必学习许多深入的专业知识,也可免除许多推导运算即可获得优化的设计成果。

(4) 执行并行化 由于多种工具采用了统一的数据库,使得一个软件的执行结果马上可被另一个软件所使用,使得原来要串行的设计步骤变成了同时并行过程,也称为“同时工程 (Concurrent Engineering)”。

(5) 成果规范化 都采用 VHDL (VHSIC hardware description language, 超高速集成电路硬件描述语言), 它是 EDA 系统的一种输入模式,支持从数字系统级到门级的多层次的硬件描述。

3. OrCAD 公司及其软件

集成电路的集成度越来越高,电子系统的复杂程度也日益增大,而电子产品在市场上所面临的竞争却日益激烈,产品在社会上的效益寿命越来越短,甚至只有 1~2 年的时间。处于如此高速发展和激烈竞争的电子世界,我们必须拥有强有力的 EDA 工具才能面临各种挑战,不断地创造出新的产品。当前学会用 FPGA 和 CPLD, 就像 60 年代要学会做 PCB 一样重要。

同时, 还要注意到, 任何技术工作都有经济性的要求,一个工程师不仅要精通技术,同时还必须具有经济头脑,才能在工作中处理好技术与经济的关系,使自己设计、研制生产的产品实现使用价值和价格的统一,获得经济效益; 才能正确制定经营决策,做好管理工作,使企业产品具有强大的竞争力,使企业在竞争中处于不败之地。

在众多的著名 EDA 公司 (Mentor Graphics、Cadence、Synopsys、Vingogic、OrCAD 等公司) 中, OrCAD 公司攻占 EDA 盟主宝座的企图是很明显的,他们不但并购一流的 PCB 布线软件厂, 大大提升其 PCB 的能力, 1998 年 1 月还并购 MicroSim 公司, 使其拥有绝佳的电路模拟能力。

OrCAD 公司是全球主要为电子公司提供 Windows EDA 软件和服务的供应商。截止 1998 年 9 月 30 日的第三季财务的收益增长反映了市场对 OrCAD 产品和服务的需求。

公司在 FPGA、CPLD、模拟和混合电路、PCB 等领域为电子公司提供了全方位解决方案。

OrCAD 公司开发的微机级电路 CAD 软件有 SDT (Schematic Design Tools)、VST (Verfication and Simulation Tools)、PCB (PC Board Layout Tools), 1991 年推出的版本 IV, 采用了集成化的运行环境 OrCAD/ESP 实现数据的内部自动传递, 增加了 OrCAD/PLD。与 MicroSim 公司强强合并之后, 迅速推出 OrCAD Release7 和 8, 1998 年 10 月又推出最新的 OrCAD Release 9。

OrCAD Release 9 包括:

- . Capture CIS 9.0。
- . Express 9.0。
- . PSpice A/D 9.0。
- . Layout Plus 9.0b。

综上所述, OrCAD 9.0 采用新的 Top-Down 设计策略, 增加大量的可编程阵列 FPGA、CPLD 设计和 PSpice 的优化设计, 采用最新的人工智能布线, 加强了技术经济的内容, 绘

图准确、美观和清晰,是个功能强、操作简便的 EDA 系统,在国外,被广泛应用,受到好评;在国内,也被同行所看好,使用者日益增多。

4. EDA 系统示意图

为了对 EDA 有个概括性看法,特归纳 EDA 系统示意图如图 0-1 所示。

图中,按 *Step UP to Top-Down* 设计策略,系统设计从顶向下大致可分为 3 个层次:

(1) 系统层 用概念、数学和框图进行推理和论证,形成总体方案。
 (2) 电路层 进行电路的分析、设计、仿真和优化,把框图与实际的约束条件与可测性条件结合起来,实行测试和模拟(仿真)相结合的科学实验研究方法,产生直到门级的电路图。

(3) 物理层 真正实现电路的工具。同一电路可以有多种不同的方法实现它,PCB、IC、PLD 或 FPGA 和混合电路集成以及微组装电路的设计等等。它的软件也因之有多种。由于物理层的设计工具与工艺条件密切联系,对于不同的公司和工艺库要求不一,软件包也因之有很多或很大。

此外,技术经济管理系统与之相辅相成更是顺理成章了。

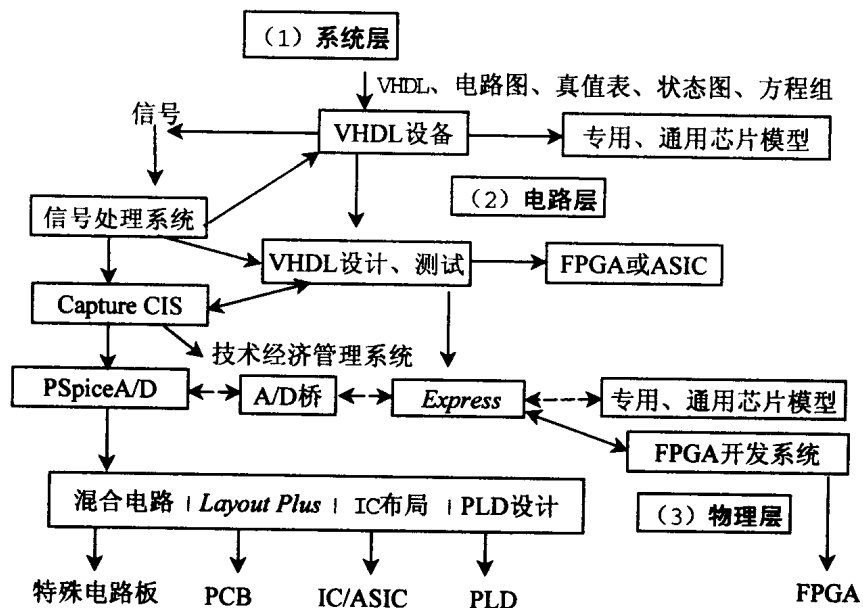


图 0-1 绪论附图 EDA 系统示意图

目 录

授权书

前言

绪论

第 1 章	安装	1
第 2 章	Capture 的使用	8
2.1	布置电路图	9
2.1.1	开启电路图	9
2.1.2	放取元器件与布图	11
2.1.3	放置偏置电源与接地符号	15
2.1.4	连接线路与放置接点	15
2.1.5	元器件属性编辑	16
2.2	“专案经理”与层电路设计	18
2.2.1	“专案经理”的应用	18
2.2.2	层电路的定义	21
2.2.3	层电路的编辑	22
2.3	零件制作与管理	25
2.3.1	认识零件	25
2.3.2	进入零件编辑状态	26
2.3.3	线上零件编辑	30
2.3.4	制作零件报表	31
2.3.5	制作交互参考表	32
2.3.6	建立网路表	33
2.3.7	DRC 检查	34
2.3.8	修订零件序号、逻辑闸与接脚	37
第 3 章	PSpice 的使用	39
3.1	直流分析	40
3.1.1	电路图的绘制	40
3.1.2	元件符号的呼叫与属性的设置	41
3.1.3	器件模型内的模型参数	44
3.1.4	执行 PSpice 程序	48
3.1.5	ZOOM 功能	49
3.1.6	查看文字输出档	50
3.2	交流分析	51
3.2.1	电路图的绘制	52

3.2.2	分析参数的设定	52
3.2.3	执行 PSpice 程序	53
3.2.4	启动游标的功能	53
3.3	瞬态分析	56
3.3.1	电路图的绘制	56
3.3.2	瞬态源的类型	56
3.3.3	分析参数的设定	59
3.3.4	执行 PSpice 程序	60
3.4	综合分析	61
3.4.1	电路图的绘制	61
3.4.2	直流分析与巢式分析	62
3.4.3	交流分析与噪声分析	63
3.4.4	瞬态分析与傅里叶分析	64
3.5	参数分析	66
3.5.1	电路图的绘制	66
3.5.2	分析参数的设定	67
3.5.3	执行 PSpice 程序	68
3.5.4	搜寻指令与带宽的求法	68
3.6	温度分析	71
3.6.1	电路图的绘制	71
3.6.2	分析参数的设定	71
3.6.3	执行 PSpice 程序	72
3.6.4	查看文字输出档	73
3.7	最坏情况分析	74
3.7.1	电路图的绘制	74
3.7.2	分析参数的设定	74
3.7.3	执行 PSpice 程序	76
3.7.4	查看文字输出档	77
3.8	蒙特卡洛分析	79
3.8.1	电路图的绘制	79
3.8.2	分析参数的设定	79
3.8.3	执行 PSpice 程序	80
3.8.4	条状分析图的使用方法	81
3.9	数字电路分析	82
3.9.1	数字电路的基本分析方法	82
3.9.2	数字信号源	84
3.9.3	数字信号(激励)发生器	89
3.9.4	数字电路模型	90

3.10	优化设计 (Optimizer)	91
3.10.1	基本原理	91
3.10.2	单变量函数优化	92
3.10.3	多变量函数优化	93
3.10.4	优化设计 (Optimizer) 的使用	93
第 4 章	Layout Plus 的使用	97
4.1	Layout Plus 的 ABC	97
4.2	基本命令及用法	107
4.3	基本的操作技巧	115
4.3.1	预拉线编辑 (网络编辑)	115
4.3.2	导线编辑	116
4.3.3	文字编辑 (按  按钮)	118
4.3.4	快速查找 (按  按钮)	119
4.4	系统环境的设定	120
4.4.1	环境设定	120
4.4.2	操控设定	120
4.4.3	颜色设定	122
4.4.4	自动备份设定	122
4.4.5	安全间距设定	123
4.4.6	零件布置设定	123
4.4.7	布线的设定	125
4.5	零件库	129
4.5.1	关于零件库编辑环境	129
4.5.2	关于零件外形 (Footprint)	130
4.5.3	关于焊点 (Padstack)	130
4.5.4	图案与外框的定义	131
4.5.5	文字定义	131
第 5 章	应用例题	132
附录 A	OrCAD 9.0(试用版)说明	155
附录 B	元器件的模型参数和常用电路、电子电路元器件	157
B1	元器件的模型参数	157
B1.1	电阻器的模型参数	157
B1.2	电容器的模型参数	157
B1.3	电感器的模型参数	158
B1.4	非线性磁心的模型参数	158
B1.5	电压控制开关的模型参数	159
B1.6	电流控制开关的模型参数	159
B1.7	二级管的模型参数	159

B1.8	双极性结型晶体管的模型参数	160
B1.9	结型场效应管的模型参数	161
B1.10	MOS 场效应管的模型参数	162
B2	常用电路、电子电路元器件	163
B2.1	电阻 电容	163
B2.2	二极管	165
B2.3	双极型晶体管	165
B2.4	结型场效应管	166
B2.5	功率 MOS 管	166
B2.6	运算放大器	166
B2.7	单向晶闸管, 双向晶闸管	167
B2.8	恒流二极管	167
B3	数字电路	167
B3.1	74 系列数字电路	168
B3.2	4000 系列元件	171
参考文献		173

第 1 章 安装

OrCAD Release 9（试用版）软件拥有正式版的全部功能,它仅是在存盘时对设计的尺寸有所局限, 详见附录 A 或参看光盘 *ReadMe Files*。安装教育版推荐的最小系统如下:

- 具有 32MB 内存的 Pentium 90MHz 微机;
- 安装每个软件需要硬盘空间为 50~75MB,共计 260MB;
- 显示器需要 256 色的 VGA;
- 有 CD-ROM 驱动器;
- 16-bit 声卡（推荐使用）。

此软件的全部产品都要求在 Windows 95/98 或者 Windows NT 4.0 的环境下运行。本书以 Windows 95 环境为例,说明它的安装步骤。

(1) 把 OrCAD Release 9 (Demo) 光盘插入光驱中, 并把显示器设置成为 256 色、800 × 600 的模式, 否则看不见全景。

(2) 如果你的光驱支持自动播放功能的话, 机器可自动启动其安装程序, 一段优美的影像过后, 就会出现如图 1-1 所示的主菜单; 或者直接进入光驱目录, 运行 Orcad Demo\main.exe, 也可进入到主菜单中。

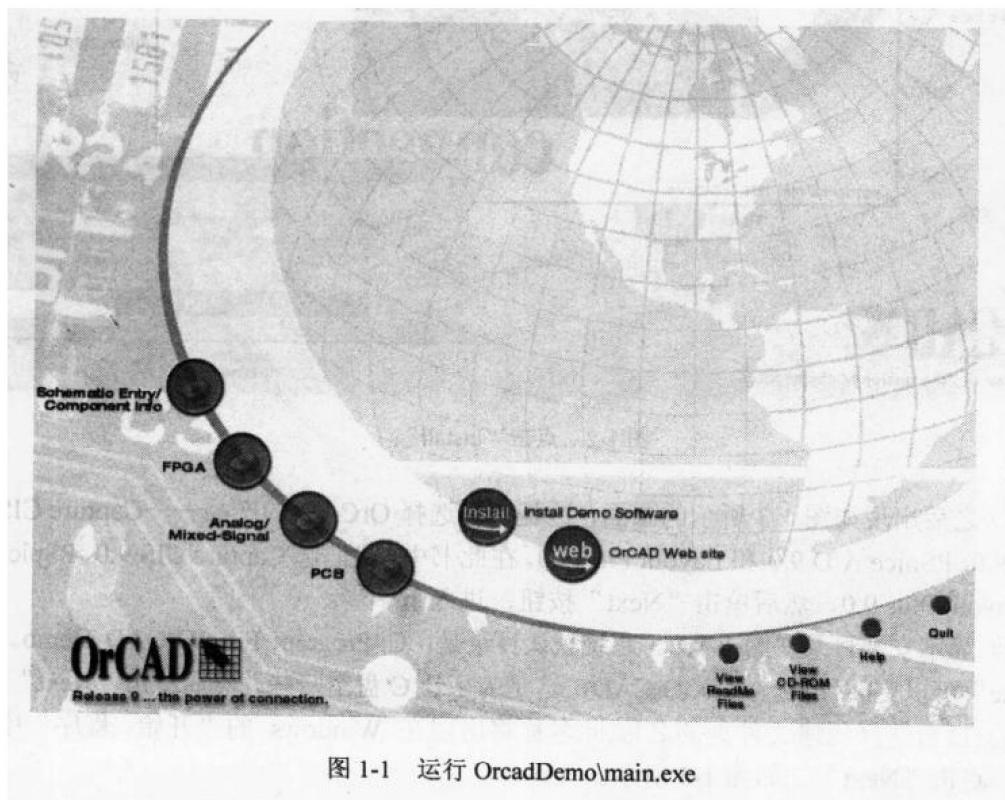


图 1-1 运行 OrcadDemo\main.exe

先让我们看一下主菜单中都包含什么。

- 软件的新功能介绍；
- 浏览 Readme 文件（View Readme Fils）；
- 浏览帮助文件（Help）；
- 公司的网页信息（OrCAD Web site）；
- 安装软件产品（Install Demo Software）。

（3）继续安装，点击“Install”按钮，进入如图 1-2 所示画面，开始检查系统并载入安装向导，以后由向导引导安装。

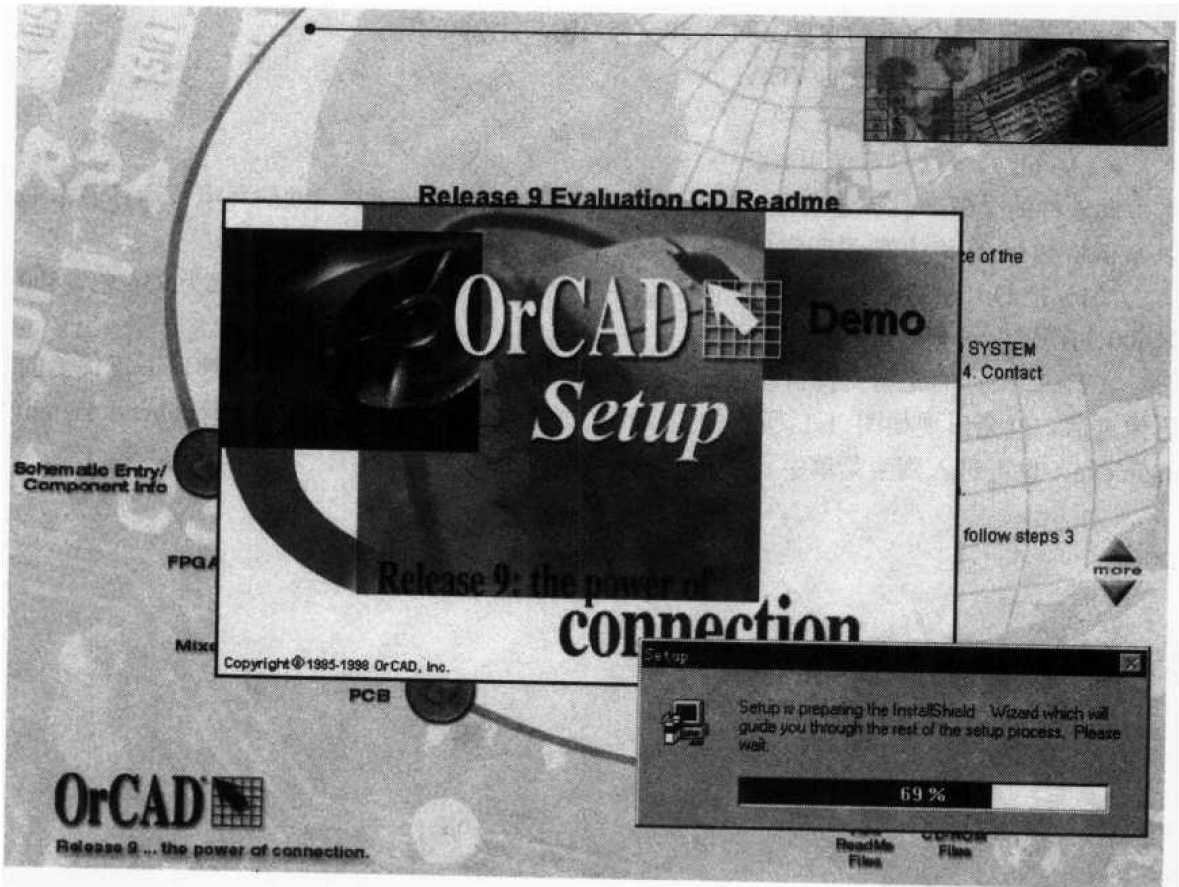


图 1-2 点击“Install”

（4）之后出现如图 1-3 所示的画面，这是让你选择 OrCAD 的产品——Capture CIS 9.0、Express 9.0、PSpice A/D 9.0 和 Layout Plus 9.0。在此书中，我们选 Capture CIS 9.0、PSpice A/D 9.0 和 Layout Plus 9.0。然后单击“Next”按钮，进入下一步。

（5）显示安装目录（图 1-4）。系统默认目录是：C:\Program Files\OrCAD Demo。单击“Browse”可以更改目录，如 D:\OrCAD，这是为了让 C 盘空一些。然后单击“Next”按钮。

（6）接着选择程序文件夹的名称，此名称将出现在 Windows 的“开始\程序”中。选默认值，点击“Next”，如图 1-5 所示。

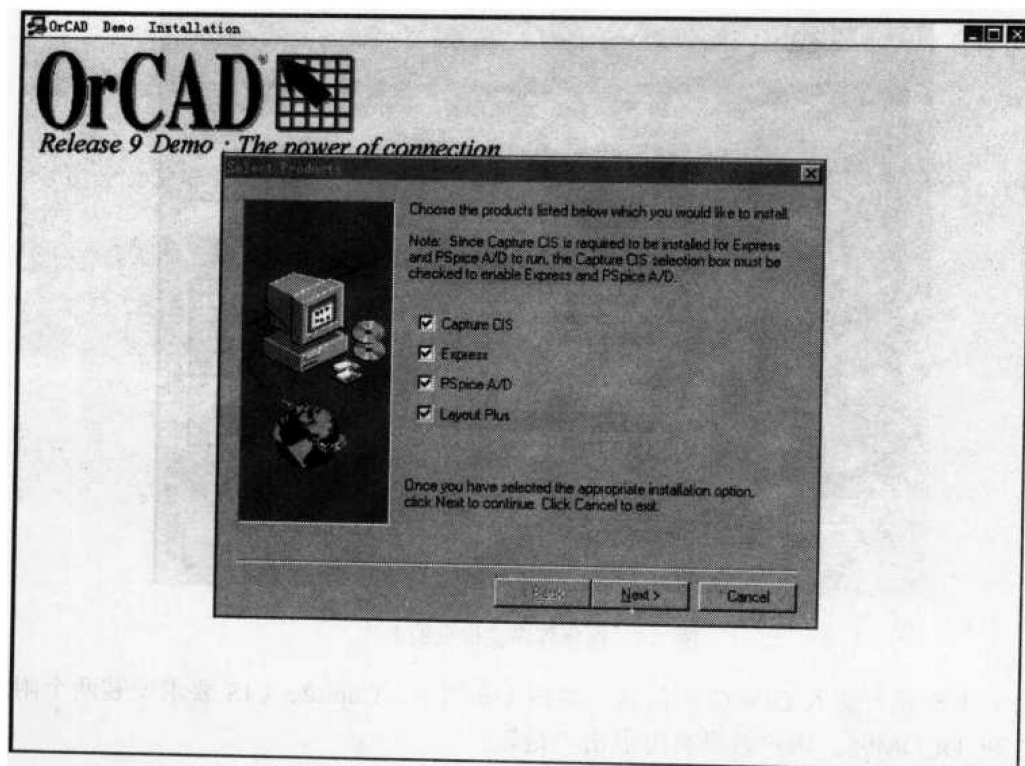


图 1-3 选择 OrCAD 的产品

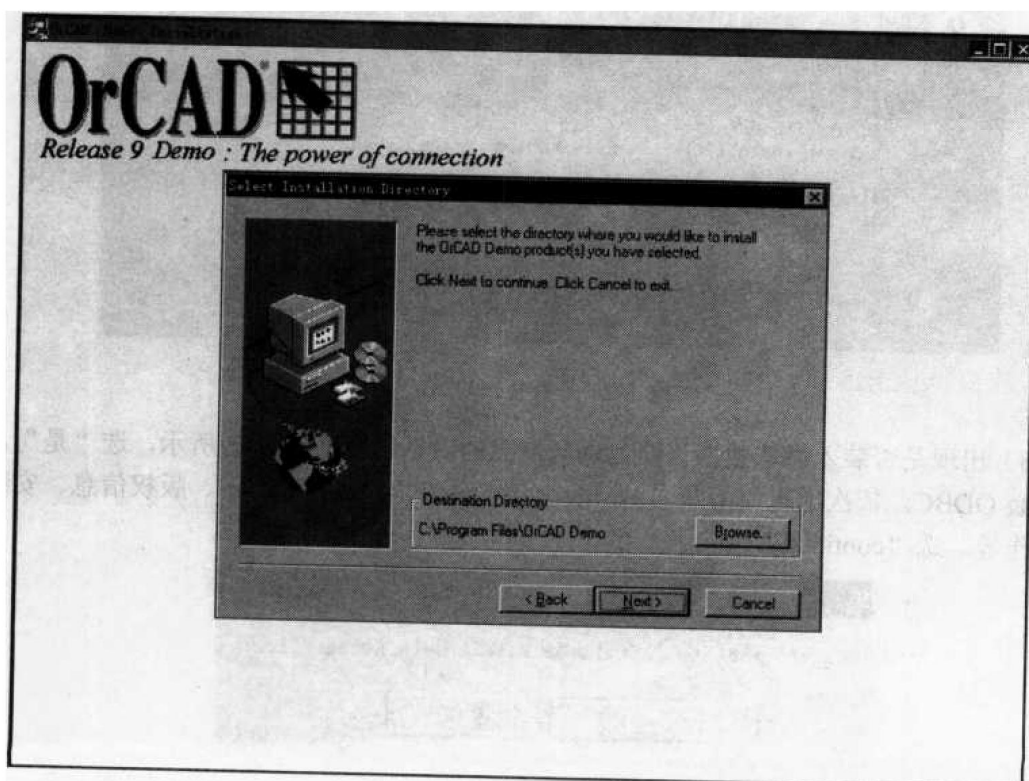


图 1-4 安装目录

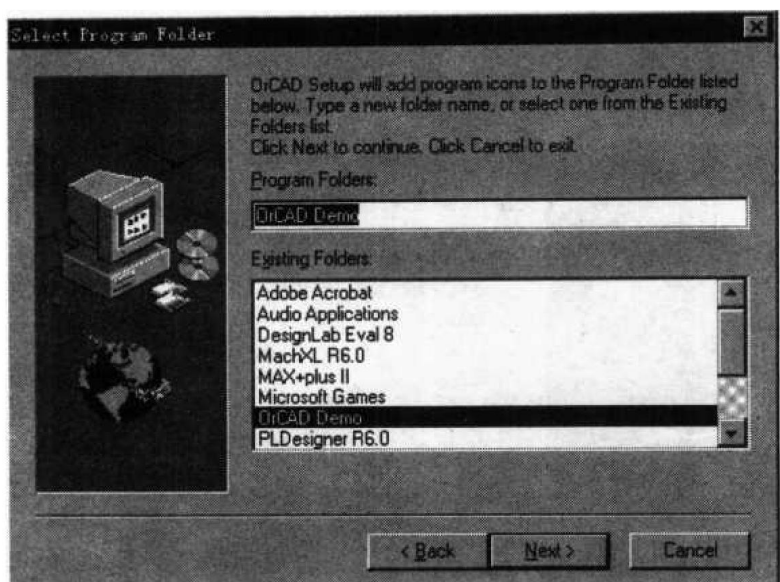


图 1-5 选择程序文件夹的名称

(7) 出现是否装入 ODBC 的信息, 如图 1-6 所示。Capture CIS 要求安装两个附加块: _ODBC 和 _DCOM95。用户若没有可点击“是”。

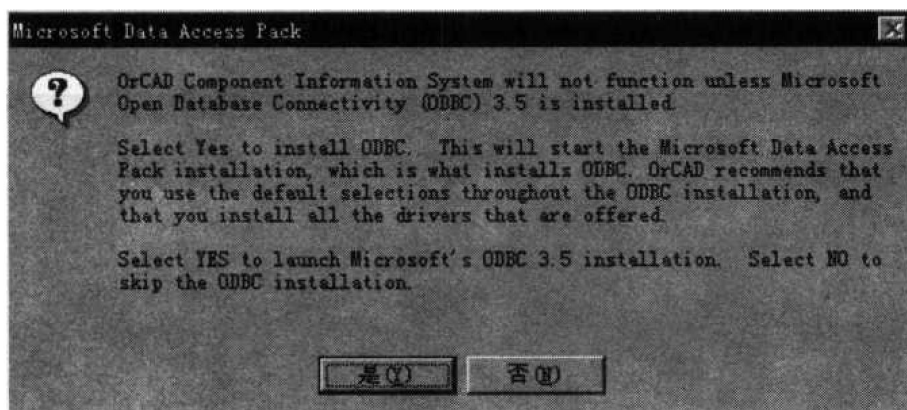


图 1-6 是否装入 ODBC

(8) 出现是否装入微软数据访问包询问信息的对话框, 如图 1-7 所示, 选“是”, 便开始安装 ODBC。依次出现如下画面: Microsoft Data Pack 的安装准备、版权信息、安装的设置工作等。选“continue”进入下一步。

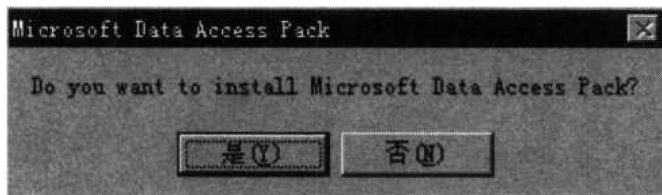


图 1-7 是否装入微软数据访问包