

电路设计自动化丛书

陈东 编著

OrCAD

电路设计

国防工业出版社

National Defence Industry Press

<http://www.ndip.cn>

TN702
39

OrCAD

电路设计

陈东 编著

电路设计自动化丛书

北方工业大学图书馆



00540883

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书介绍了国际上流行的电子设计自动化(EDA)软件 OrCAD 9.2 的基础部分:原理图输入、器件信息管理系统 Capture CIS 9.2、模拟/数字混合电路分析与设计 PSpice A/D9.2 和印制板电路图设计 Layout Plus 9.2 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。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。

本书可作为高等学校电类、非电类专业本科生、专科生的教科书,也可供相关专业的工程技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

OrCAD 电路设计/陈东编著. —北京:国防工业出版社,2004.1

(电路设计自动化丛书)

ISBN 7-118-03232-8

I. O... II. 陈... III. 电子电路—计算机辅助设计—应用软件, OrCAD 9.2 IV. TN702

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 074668 号

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

北京奥隆印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 20 $\frac{1}{4}$ 480 千字

2004 年 1 月第 1 版 2004 年 1 月北京第 1 次印刷

印数:1—4000 册 定价:28.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

前 言

随着电子计算机技术的发展，计算机辅助设计方法已经开始逐渐进驻电子设计的领域。模拟电路中的电路分析、数字电路中的逻辑模拟，甚至是印制电路板、集成电路版图等都开始采用计算机辅助工具来加快设计效率，提高设计成功率。而大规模集成电路的发展，使得原始的设计方法无论是从效率上还是从设计精度上已经无法适应当前电子工业的要求，所以采用计算机辅助设计来完成电路的设计已经势在必行。同时，微机以及适合于微机系统的电子设计自动化软件的迅速发展，使得计算机辅助设计技术逐渐成为提高电子线路设计的速度和质量的不可缺少的重要工具。

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少的有力工具。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 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。两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 4 部分内容：

原理图输入，器件信息管理系统 OrCAD Capture CIS 9.2；

模拟/数字混合电路分析与设计 OrCAD PSpice A/D 9.2；

印制板电路图设计 OrCAD Layout Plus 9.2；

可编程逻辑设计 OrCAD Express Product 9.2。

我们在本书中主要讲述了 OrCAD Capture CIS 9.2、OrCAD PSpice A/D 9.2 和 OrCAD Layout Plus 9.2 这 3 项内容，通过这些的学习，我们可以掌握 OrCAD 9.2 的主要精华。

本书限于作者水平和时间仓促，不完善之处在所难免，望读者予以指正。

编 者
2003.8

目 录

第一章 绪论	1
1.1 EDA 技术	1
1.2 第三阶段的特征	1
1.3 OrCAD 公司及其软件	2
1.4 EDA 系统示意图	3
第二章 Capture CIS 初步了解	4
2.1 打开新的电路图	4
2.2 电路绘制过程	7
2.2.1 绘图页规格的调整	7
2.2.2 电路元件的放置	11
2.2.3 电源元件的放置	17
2.2.4 改变元件序号与元件值	19
2.2.5 元件间连线	21
2.2.6 接点的放置	23
2.2.7 关于存档	23
2.2.8 打印	24
2.2.9 Print 对话框的选项说明	24
2.2.10 将绘图页电路存成图形文档	29
2.3 实例详解(1)	29
2.3.1 寻找元件	29
2.3.2 放置元件	34
2.3.3 进行连线	35
2.3.4 设置编号	36
2.4 实例详解(2)	37
2.4.1 选取元件	37
2.4.2 连线	39
2.4.3 设置元件属性	40
2.5 实例详解(3)	40
2.5.1 选取元件	40
2.5.2 连线	43
2.5.3 设置元件属性	43

第三章 Capture CIS 的基本技巧	46
3.1 元件属性	46
3.1.1 选取 User Properties... 按钮	47
3.1.2 选取 Attach Implementation... 选项	54
3.2 高级编辑技巧	57
3.2.1 自动排序	57
3.2.2 整体编辑	59
3.2.3 直接编辑	66
3.2.4 删除和移动元件	67
3.3 电源符号属性	67
3.3.1 编辑电源符号	67
3.3.2 编辑电源符号名称	68
3.4 导线编辑	69
3.4.1 移动导线	69
3.4.2 斜导线	70
3.5 网络名称	71
3.6 非电气性质	74
3.6.1 一般绘图工具栏	74
3.6.2 绘制直线	74
3.6.3 绘制折线	75
3.6.4 绘制直角矩形	77
3.6.5 绘制圆与椭圆	78
3.6.6 绘制圆弧线	79
3.6.7 放置说明性文字	80
3.7 实例详解(1)	81
3.7.1 选取元件	81
3.7.2 连线	83
3.7.3 加入网络别名	84
3.7.4 设置元件属性	85
3.7.5 插入文字说明	85
3.8 实例详解(2)	86
3.8.1 选取元件	87
3.8.2 连线	88
3.8.3 设置元件属性	89
3.9 实例详解(3)	90
3.9.1 选取文件	90
3.9.2 连线	91
3.9.3 设置元件属性	92
3.9.4 设置网络别名	93

第四章 层次式电路图的设计	95
4.1 项目管理器	95
4.1.1 File 页	97
4.1.2 Hierarchy 页	108
4.2 多张式电路	110
4.3 层次式电路图编辑	111
4.3.1 电路方框图	111
4.3.2 I/O 端点的编辑	114
4.3.3 电路图 I/O 端口的编辑	117
4.3.4 电路端点连接器	119
第五章 直流和交流的 PSpice 分析	121
5.1 直流扫描分析	121
5.1.1 绘制电路图	121
5.1.2 设置参数	123
5.1.3 保存	125
5.1.4 启动 PSpice 仿真	125
5.2 直流扫描分析并观察输出波形	132
5.2.1 直流分析	132
5.2.2 存档并执行仿真 PSpice	133
5.2.3 观察仿真波形	135
5.2.4 打印	139
5.2.5 将波形存成图形文件	144
5.3 用直流电源扫描分析并观察输出波形	145
5.4 实例详解(1)	149
5.4.1 绘制电路图	149
5.4.2 设定电路参数	150
5.4.3 设置仿真参数	151
5.4.4 存盘并打开 PSpice 程序	152
5.4.5 执行 PSpice 仿真程序	153
5.4.6 设置 Probe 探针	154
5.4.7 执行 PSpice 仿真	154
5.5 交流扫描分析	155
5.5.1 绘制电路图	155
5.5.2 设置	157
5.5.3 存档并执行仿真	159
5.5.4 使用 Probe	159
5.5.5 改变坐标值	161
5.5.6 显示相位频谱图	164
5.5.7 网格线的变更	168

5.5.8	去掉分线标记	170
5.5.9	添加说明文字	171
5.5.10	启动光标功能	174
5.5.11	保存	176
5.6	实例详解(2)	178
5.6.1	绘制电路图	178
5.6.2	设置仿真参数	182
5.6.3	存盘并执行 PSpice	183
5.6.4	执行 PSpice 程序	183
5.6.5	查看输出文本	185
第六章	PSpice 电路分析	188
6.1	晶体管特性测试	188
6.1.1	绘制电路图	188
6.1.2	设置元件参数	191
6.1.3	设置 PSpice 仿真参数	192
6.1.4	存档并运行 PSpice	194
6.1.5	执行 PSpice 程序	194
6.1.6	查看输出文本	195
6.1.7	交流设置	196
6.2	瞬态电路分析	202
6.2.1	绘制电路图	202
6.2.2	设置元件参数	205
6.2.3	设置 PSpice 仿真参数	207
6.2.4	存档并运行 PSpice	207
6.2.5	执行 PSpice 程序	208
6.2.6	查看输出文本	209
6.3	复杂 PSpice 设置	210
6.3.1	绘制电路图	210
6.3.2	设置元件参数	213
6.3.3	设置 PSpice 仿真参数	214
6.3.4	存档并运行 PSpice	215
6.3.5	执行 PSpice 程序	216
6.3.6	设置 Probe 探针	220
6.3.7	查看输出文本	222
6.4	带通滤波器电路	223
6.4.1	绘制电路图	223
6.4.2	设置元件参数	226
6.4.3	设置 PSpice 仿真参数	228
6.4.4	存档并运行 PSpice	228

6.4.5	执行 PSpice 程序	229
6.4.6	查看输出文本	234
6.5	差动放大器	235
6.5.1	绘制电路图	235
6.5.2	设置元件参数	238
6.5.3	设置 PSpice 仿真参数	240
6.5.4	存档并运行 PSpice	240
6.5.5	执行 PSpice 程序	241
6.5.6	巢式分析	243
6.5.7	交流分析与噪声分析	244
6.5.8	查看输出文本	246
6.6	参数分析	248
6.6.1	绘制电路图	249
6.6.2	设置元件参数	252
6.6.3	设置 PSpice 仿真参数	255
6.6.4	存档并运行 PSpice	257
6.6.5	执行 PSpice 程序	257
6.6.6	查看输出文本	265
第七章	Layout Plus 的使用	267
7.1	Layout Plus 的 ABC	267
7.2	基本命令及用法	290
7.2.1	重新布置零件	293
7.2.2	板层与线宽的设定	298
7.2.3	设定布线宽度和优先次序	299
7.3	基本操作技巧	305
7.3.1	预拉线编辑	305
7.3.2	文字编辑	308
7.3.3	快速查找	309
7.4	系统环境	311
7.4.1	环境设定	311
7.4.2	操控设定	313
附录	316

第一章 绪 论

1.1 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 3 个阶段：第一个阶段是 20 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。第二个阶段是 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，这是 EDA 发展的第三个阶段。

1.2 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以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。

1.3 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 年~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 20 世纪 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 2003 年 3 月 31 日的第一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的解决方案。

OrCAD 公司开发的微机级电路 CAD 软件有 SDT（Schematic Design Tools）、VST（Verification 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。与 MicroSim 公司强强合并之后, 迅速推出 OrCAD Release 7 和 8, 1998 年 10 月又推出 OrCAD Release 9。目前 OrCAD Release 9.2 已经上市, 本书就是基于 OrCAD Release 9.2 的教程。

综上所述, OrCAD 9.2 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, 是一个功能强大、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。

1.4 EDA 系统示意图

为了对 EDA 有一个概括性的看法, 可以参看如图 1-1 所示的 EDA 系统示意图。

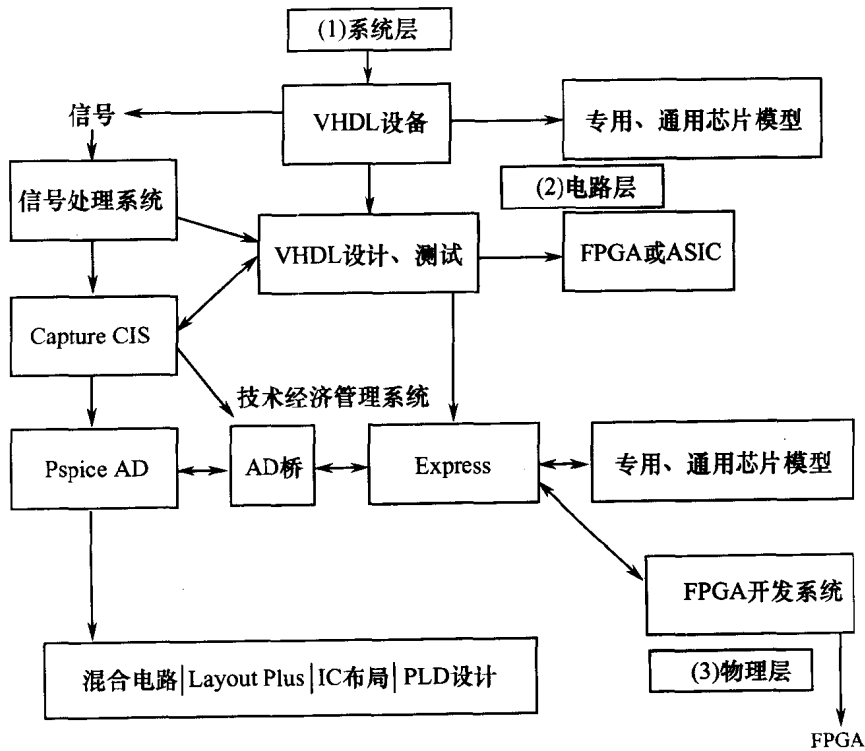



图 1-1 EDA 系统图

图中, 按照 Step UP to Top-Down 设计策略, 系统设计从顶端向下分为系统层、电路层和物理层 3 个部分。

第二章 Capture CIS 初步了解

2.1 打开新的电路图

首先启动 OrCAD 9.2 环境，如图 2-1 所示是 OrCAD 程序的欢迎界面。在 OrCAD 环境下，在创建一个全新的绘图页文件之前，必须先打开一个全新的项目，可由 OrCAD Capture CIS 环境的 File\NewProject...功能选项（如图 2-2 所示）或是工具栏的按钮调出 New Project 对话框，如图 2-3 所示。

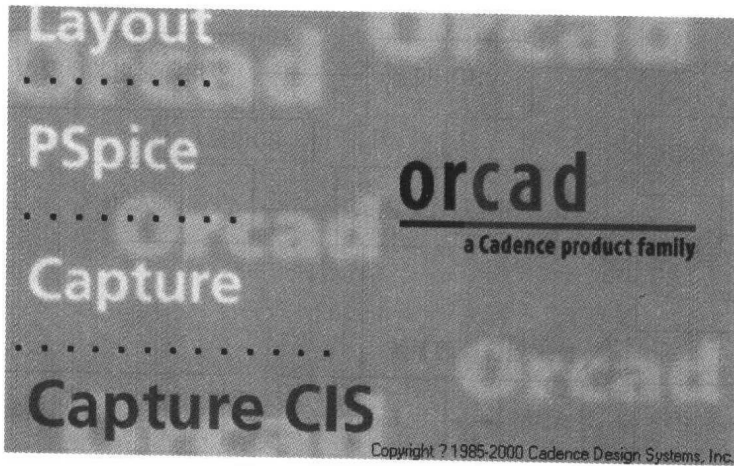


图 2-1 OrCAD 程序欢迎界面

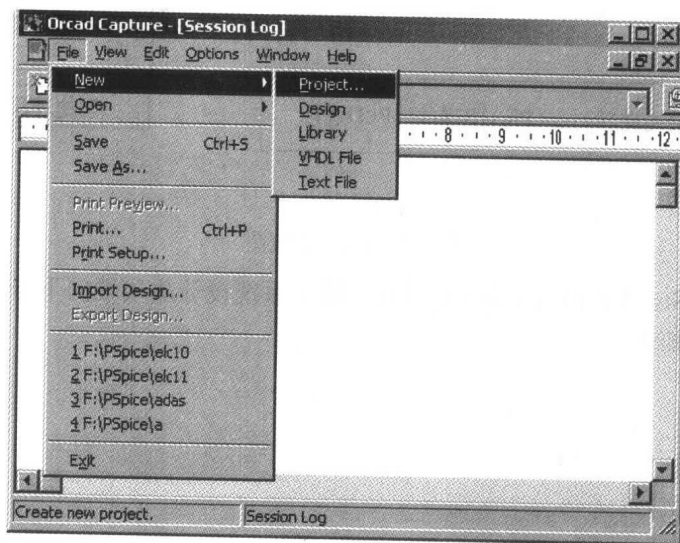


图 2-2 创建新工程

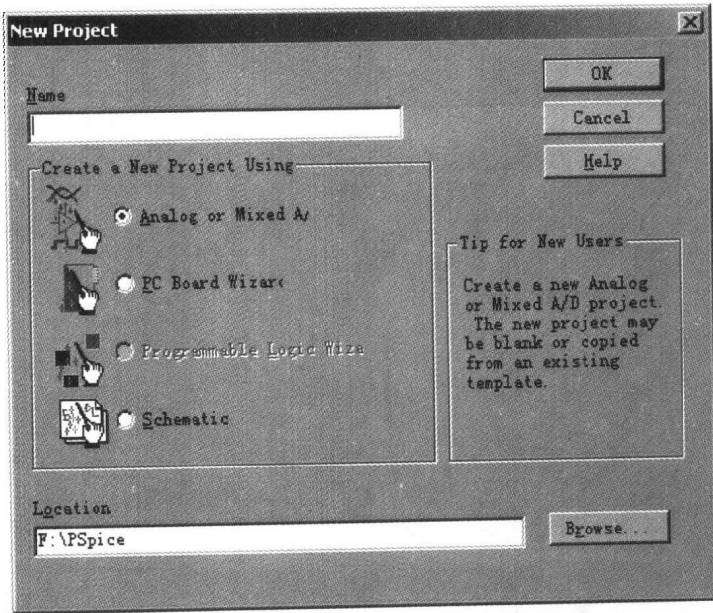



图 2-3 “New Project”对话框

在 Name 栏输入本章示范电路的项目名称 elc1，然后在 Location 栏内输入本项目要存储的磁盘文件夹路径。如果想改变文件夹的存盘路径的话，单击  按钮，将出现一个选择对话框，在此可以选择希望保存的文件夹路径，如图 2-4 所示。本例图中的保存路径为 E:\elc。结果如图 2-5 所示。

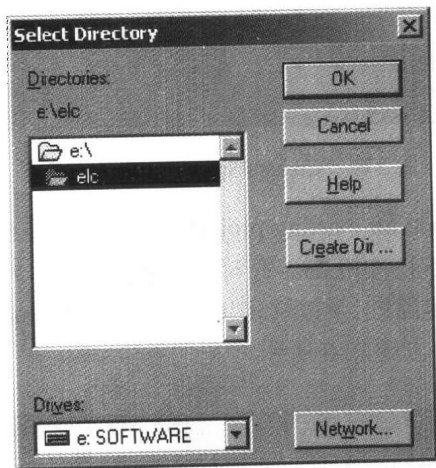



图 2-4 选择存盘路径

如果只是要绘制一张单纯的电路图，不需要做任何进一步处理的话，那么可以在 Create a New Project Using 栏内选择 Schematic 选项。不过本书以后所创建的基本上都是 PSpice A/D 的示范电路图，所以从现在开始就在 Create a New Project Using 栏内就选择 Analog or Mixed A/D 选项，在右边框内有对这个选项的概略说明。选定之后，单击  按钮。进入“Create PSpice Project”对话框。如图 2-6 所示。

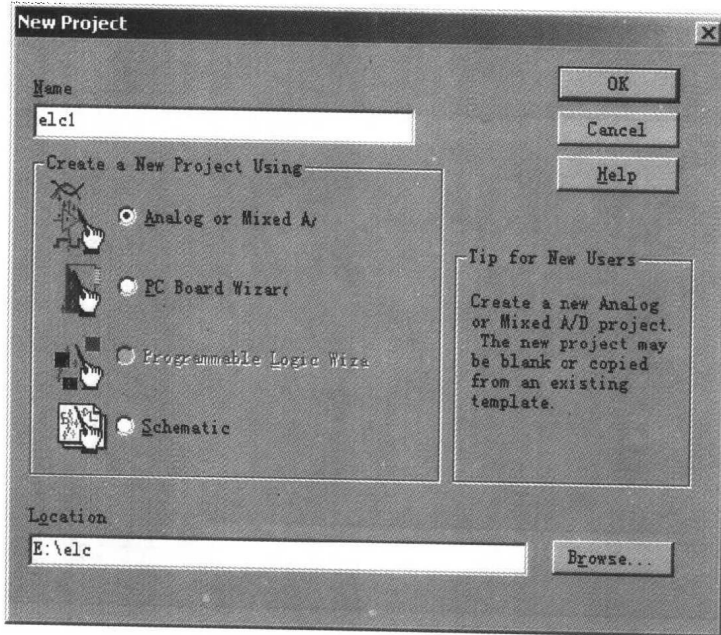


图 2-5 电路图存盘结果

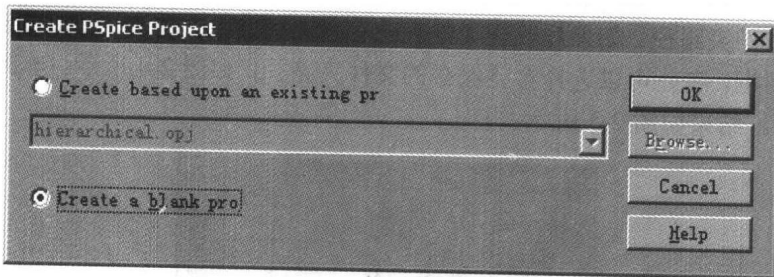




图 2-6 “Create PSpice Project” 对话框

图中“Create based upon an existing project”选项是指在已存在的电路图的基础上创建电路图，可以通过点击下拉按钮，看到可选项目如图 2-7 所示。

由于在之前没有建立电路图，所以选择“Create a blank project”选项，然后点击按钮，就可以进入绘图区，如图 2-8 所示。

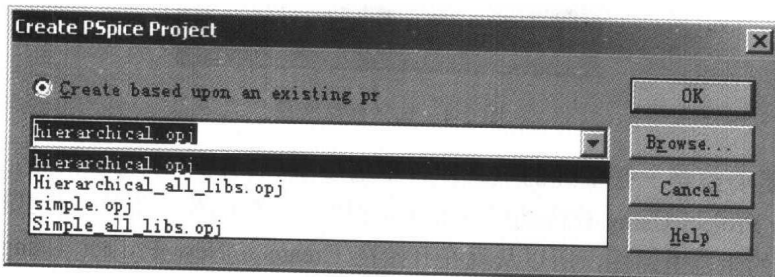


图 2-7 “Create PSpice Project” 可选项

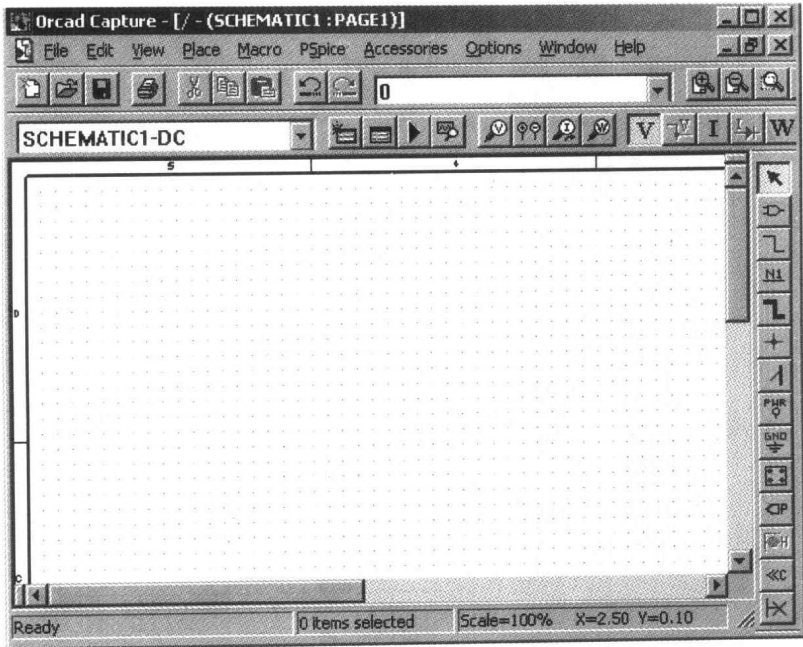




图 2-8 Capture CIS 绘图区

2.2 电路绘制过程

2.2.1 绘图页规格的调整

从开始到现在，这个新绘图页的尺寸、背景、边框、标题框均使用了 Capture CIS 的默认值。在必要的时候，可以在此时另行定义出自己满意的绘图页规格。要制定自己满意的绘图页的尺寸，就必须视绘制电路图的复杂程度而定。如果还没有确定绘图页的大小尺寸，就只好先使用 Capture CIS 给出的默认值（Size A），然后在电路绘图过程中或是在存档之前再将电路图的尺寸更改为大小合适的绘图页尺寸，不过这时就免不了要重新调整一番了。

由于本范例的电路比较小，所有 Capture 内建的绘图页尺寸相对的都太大了，因此可以决定自行定义绘图尺寸。选用  中的 Schematic Page Properties 功能选项调出 Schematic Page Properties 对话框，然后选取 Page Size 页，如图 2-9 所示。

首先选择 Units 栏内的 Inches 选项，设为英制单位。然后将 New Page Size 栏选为 Custom 选项（自定义绘图页尺寸），Width 栏（也就是绘图页的宽度）设为 8 英寸，Height 栏（也就是绘图页的高度）设为 6 英寸。最后单击  按钮退出对话框。

虽然 Capture CIS 的工具栏不是很多，但是它也占据了绘图页上的一行空间，如图 2-10 所示，相当可惜。可以将它拖拽到屏幕画面的任何地方，具体的做法就是用鼠标左键点击工具栏不放，等将其拖拽到所希望的地方后再松开鼠标左键。在此处的范例中将它放到头部工具栏处，如图 2-11 所示。

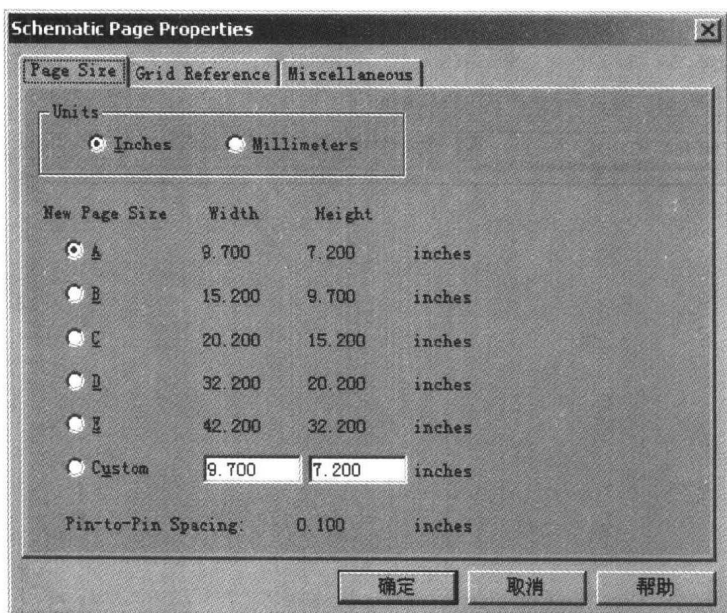


图 2-9 自定义绘图页尺寸

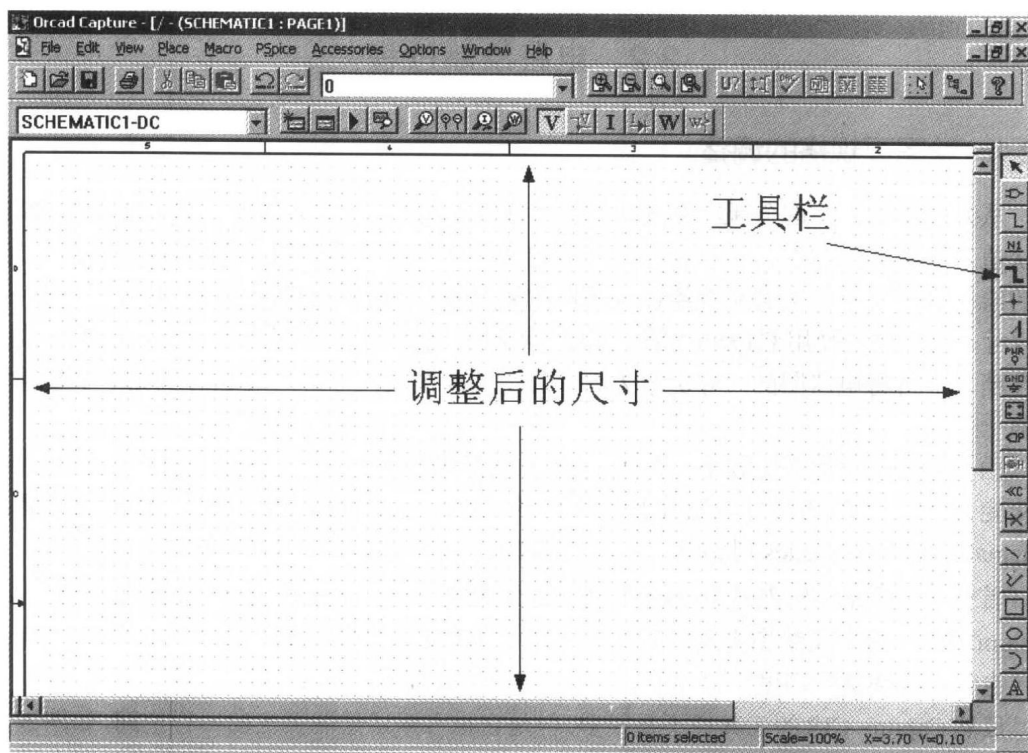


图 2-10 调整后的绘图页尺寸