

# OrCAD

## 电路原理图设计与应用

魏雄 等编著



TN702/175

2008

电气信息工程丛书

# OrCAD 电路原理图设计与应用

魏 雄 王仁波 李跃忠 雷伯录 编著

机械工业出版社

本书首先介绍了用电子电路 CAD 软件 OrCAD 绘制电路原理图的基本知识,并用一个简单的例子把读者引入门,然后遵循“创建元件→绘制原理图→高级应用技巧→后续处理”这样一条思路,介绍了 OrCAD Capture 的窗口界面、基本操作、参数设置和应用技巧,最后讲解了 OrCAD 原理图与 PADS Layout 印制电路板的接口。书中的 47 个设计实例很典型,对读者有很高的参考价值。

本书既可以作为高等院校电子、电气、通信、计算机等专业的教学参考书,也可作为工程技术人员的参考资料。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

OrCAD 电路原理图设计与应用/魏雄等编著.—北京:机械工业出版社,2008.1

(电气信息工程丛书)

ISBN 978-7-111-22863-9

I. O… II. 魏… III. 电子电路—电路设计:计算机辅助设计—应用软件, OrCAD IV. TN702

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 178045 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策 划: 时 静

责任编辑: 李馨馨

责任印制: 李 妍

唐山丰电印务有限公司印刷

2008 年 1 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·11.5 印张·279 千字

0001—5000 册

定价: 21.00 元

凡购本图书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话: (010) 68326294

购书热线电话 (010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话 (010) 88379739

封面无防伪标均为盗版

# 前 言


随着计算机应用技术的普及和飞速发展,各种优秀的 CAD 软件极大地提高了电子电路的设计质量和效率,OrCAD 就是其中之一。


OrCAD 的窗口界面和基本操作跟 Microsoft Windows 操作系统兼容,易学好用。OrCAD 在设计电路原理图方面的一些功能其他 CAD 软件所不具备的,比如,用户可以在原理图中选取一个元件并对它进行现场编辑,可以只更新它,也可以更新与此相关的所有元件。结合 Microsoft 公司的办公软件 Excel、写字板、记事本等,OrCAD 具有强大的原理图后续处理功能(重新编号、生成材料清单、修改元件属性等),这也是其他 CAD 软件所不具备的功能。OrCAD 软件的兼容性非常好,它能生成 40 多种网络表文件,支持所有公用程序和 PCB Layout 工具,包括 Allegro、EPIF、INF、VHDL、Verilog、PSPICE、SPICE、PADS、PCAD、Protel、Tango 等。

OrCAD 在绘制电路原理图方面的功能出类拔萃,可是目前市场上绝大部分有关书籍都是介绍 OrCAD 仿真的。在 OrCAD 的应用中,用于仿真的原理图的设计方法与用于制作 PCB 的原理图的设计方法是完全不一样的,采用本书介绍的方法和技巧设计的电路原理图,只能用于制作 PCB,不能用于仿真。本书按照绘制原理图的特点循序渐进地安排各章节的内容。

本书的编写分工如下。魏雄撰写了第 1 章、第 4 章、第 6 章、第 7 章,王仁波撰写了第 5 章、第 8 章、第 9 章,李跃忠和雷伯录共同撰写了第 2 章、第 3 章和附录。在本书的编写过程中给予了支持和帮助的人员有:吴光文、周焕银、江伟、黄鑫、王怀平、胡开明、管小明、冯林、胡文龙、王进宏、葛远香等。

为了方便阅读,本书采用下面的图标:

 **专家提醒:** 用于介绍使用经验和心得,或者提醒读者应该注意的问题。

 **设计实例:** 用实例示范一组操作步骤。

由于软件的原因,本书的电路图形符号、文本符号与标准不一致,请读者注意。

本书介绍了 47 个非常典型的设计实例,对读者很有价值,它们都来源于作者的科研和教学工作。

在本书的撰写过程中,作者倾注了大量心血,同时也得到了东华理工大学各级领导和同事的帮助和支持,在此表示衷心感谢!

读者可在 [www.cmpbook.com](http://www.cmpbook.com) 上下载本书所附资料。

感谢您选用了本书,也请您把对本书的宝贵意见和建议告诉作者。

E\_mail: [weixiong2001@163.com](mailto:weixiong2001@163.com)

QQ: 263651038

魏雄 2007 年 9 月

# 目 录

前言	
第 1 章 设计电路原理图的基本常识 .....	1
1.1 电子电路 CAD 技术 .....	1
1.2 常用的 CAD 软件 .....	1
1.3 电路原理图的基本组成要素和设计的基本过程 .....	3
第 2 章 设计一个简单的电路原理图 .....	5
2.1 创建项目管理文件 .....	5
2.2 添加元件库到当前列表中 .....	6
2.3 放置元件、电源符号和地符号 .....	8
2.4 绘制电连线 .....	12
第 3 章 OrCAD Capture 的窗口界面和文件管理 .....	14
3.1 打开 OrCAD 设计文件 .....	14
3.2 OrCAD Capture 的窗口界面 .....	15
3.3 OrCAD Capture 的文件类型 .....	16
3.4 项目管理窗口及相关的操作 .....	17
3.5 常用的库文件和元件 .....	19
第 4 章 创建元件库、元件、中文标题栏和符号 .....	24
4.1 创建自己的元件库 .....	24
4.2 单一元件和复合元件 .....	25
4.3 进入元件设计窗口 .....	26
4.4 元件设计窗口的基本操作 .....	27
4.5 元件设计窗口的系统参数设置 .....	28
4.6 创建元件的基本操作 .....	29
4.6.1 绘制元件的形状 .....	30
4.6.2 放置元件的引脚 .....	32
4.6.3 隐藏和显示元件和引脚的相关属性 .....	36
4.6.4 更改元件名称和编号首字母 .....	37
4.7 创建一个单一元件 .....	38
4.8 创建一个复合元件 .....	41
4.9 创建中文标题栏 .....	47
4.10 创建自己的电源符号 .....	51
第 5 章 原理图设计窗口的界面和参数设置 .....	55
5.1 创建新的项目管理文件或设计文件 .....	55
5.2 进入原理图设计窗口 .....	56
5.3 绘图工具栏 .....	56

5.4	主工具栏 .....	57
5.5	菜单系统 .....	58
5.6	设置模板参数及调用中文标题栏 .....	65
<b>第6章</b>	<b>设计原理图的基本操作 .....</b>	<b>68</b>
6.1	视图控制 .....	68
6.1.1	视图的放大与缩小 .....	69
6.1.2	用户所选区域的放大 .....	69
6.1.3	在不改变视图大小的情况下移动视图 .....	70
6.1.4	显示整张电路图样和刷新画面 .....	70
6.1.5	窗口切换和工具栏的开关控制 .....	70
6.2	当前列表中元件库的添加与移走 .....	71
6.3	在元件库中查找元件 .....	72
6.4	放置元件、电源符号和地符号 .....	74
6.5	选中对象 .....	76
6.5.1	逐个选中对象 .....	76
6.5.2	用鼠标框选一组对象 .....	76
6.5.3	用 Selection Filter 选中对象 .....	77
6.6	移动、旋转与镜像翻转元件 .....	77
6.7	复制、剪切、删除和粘贴元件 .....	79
6.8	绘制电连线 .....	79
6.9	绘制总线和总线分支 .....	80
6.10	放置页连接符号 .....	81
6.11	放置网络标号 .....	82
6.12	放置不连接符号 .....	85
6.13	放置电路节点 .....	86
6.14	放置文字标注 .....	86
6.15	修改元件属性 .....	87
6.16	绘制无电气性能的图形 .....	89
6.16.1	绘制直线、折线 .....	89
6.16.2	绘制矩形 .....	90
6.16.3	绘制圆、椭圆和圆弧 .....	91
6.16.4	在 OrCAD 原理图中导入位图 .....	93
<b>第7章</b>	<b>设计原理图的高级应用技巧 .....</b>	<b>95</b>
7.1	栅格的控制 .....	95
7.2	创建阶层模块电路图 .....	97
7.2.1	有关阶层模块电路图的一些概念 .....	97
7.2.2	阶层模块电路图的设计 .....	99
7.2.3	阶层模块和与它对应的原理图之间的切换 .....	105
7.2.4	阶层模块和与它对应的原理图之间的自动更新 .....	105

7.3	现场修改元件的形式 .....	106
7.4	再次调用元件库里修改过的元件 .....	108
7.5	复合元件的调用 .....	114
7.6	把原理图中的所有元件存入其他的元件库中 .....	116
7.7	查找对象 .....	118
7.8	批量修改元件的属性 .....	120
7.8.1	使用 Property Editor 窗口修改元件属性 .....	120
7.8.2	使用 Browse 窗口修改元件属性 .....	126
7.8.3	使用导出再导入的方法修改元件属性 .....	129
7.9	电路图样的打印 .....	132
<b>第 8 章</b>	<b>设计原理图的后续处理 .....</b>	<b>136</b>
8.1	Annotating 操作 .....	136
8.1.1	Annotate 对话框 .....	137
8.1.2	给元件重新编号 .....	139
8.1.3	在页连接符号和阶层端口旁边标注页码 .....	142
8.2	设计规则检查 .....	144
8.2.1	设计规则检查的设置 .....	144
8.2.2	电气规则检查的设置 .....	146
8.2.3	设计规则检查的操作步骤 .....	147
8.2.4	根据 DRC 结果修正错误 .....	147
8.3	生成网络表 .....	148
8.4	生成元件参考报表 .....	151
8.5	生成材料清单 .....	153
8.5.1	Bill of Materials 对话框 .....	153
8.5.2	定制用户的材料清单 .....	155
<b>第 9 章</b>	<b>OrCAD 原理图与 PADS Layout 印制电路板的接口 .....</b>	<b>159</b>
9.1	OrCAD Capture 设计的电路原理图 .....	159
9.2	生成电路原理图的网络表 .....	163
9.3	在 PADS Layout 中导入网络表 .....	165
附录	.....	173
参考文献	.....	175

# 第1章 设计电路原理图的基本常识

主要内容:

★ 电子线路 CAD 技术   ★ 常用的 CAD 软件   ★ 电路原理图的基本组成和设计的基本过程

各种 CAD 软件设计电路原理图的基本过程都是一样的。了解各种 CAD 软件的特点,就能选择最好的 CAD 软件设计电路原理图,提高工作效率。

## 1.1 电子线路 CAD 技术

CAD 是 Computer Aided Design (计算机辅助设计)的简称。电子电路 CAD 也就是电子电路的计算机辅助设计,它的基本含义是利用计算机帮助工程设计人员完成电子电路的设计过程,包括电路原理图的设计、电子线路的仿真、印制电路板的设计等。

CAD 最早的含义是计算机辅助绘图,随着计算机技术的不断发展,CAD 的含义发展为计算机辅助设计。随着计算机在产品开发中的应用程度越来越高,目前的电子设计自动化 (Electronic Design Automation, EDA) 逐渐包含了电子线路 CAD 的含义。也有些书籍把电子电路 CAD 理解为计算机在电路原理图的设计、电子线路的仿真、印制电路板的设计等中的应用,把 EDA 理解为计算机在集成电路的设计、FPGA 和 CPLD 等中的应用,本书采纳这种含义。

## 1.2 常用的 CAD 软件

国内流行的电子线路 CAD 软件很多,各有其优缺点。

最初国内很多小企业和工程师使用 Protel 软件,我国高校也长期以 Protel 作为授课的主要内容,以至国外很多更优秀的电子线路 CAD 软件只在国内一些有实力的大型专业公司使用。实际上,由于设计上的瓶颈,Protel 没办法突破自身的局限性,比如不兼容 Microsoft Windows 基本操作、生成的设计文件庞大、用户界面不符合 Microsoft Windows 标准、设计原理图和布版功能比较差。Protel 99SE、Protel 2004 和 Protel DXP 都没有彻底改变这些缺陷。

相比之下,OrCAD 和 Pads 的操作和界面都符合 Microsoft Windows 标准,操作简单,功能强大,易学好用。

Pads 目前的最高版本是 Pads2007,主要功能组件包括:PADS Logic 用于设计电路原理图,与 PADS Layout 一起使用;PADS Layout 是设计印制电路板的专用工具;HyperLynx 提供信号完整性仿真和 EMI 分析;PADS Router 是设计印制电路板的自动布线工具;CAM350 可以用来输出生产文件。根据笔者和周围同事的使用情况看,Pads 在设计印制电路板方面功



能强大，也就是说 PADS Layout 是 Pads 系统最成功的模块。

Cadence 公司的 OrCAD 软件系统是 CAD 软件中的佼佼者，其软件系统结构如图 1-1 所示。无论是原理图设计工具、PSpice 仿真工具还是 PCB 设计工具，都采用国际工业标准，与国际接轨。非常方便快速的原理图设计工具 Capture 和信息管理系统 CIS，可以避免用户花费大量时间在器件的搜索及信息的统计上。

OrCAD 软件系统中的每一部分都是相对独立的模块，可以根据需要单独使用，相互之间又有内在联系，共同构成一个完整的 CAD 系统（见图 1-1），由设计项目实施统一管理。用户不必花过多的时间考虑各个软件间的调用、设计数据格式和交换方式，可以将主要精力放在电子线路设计上。

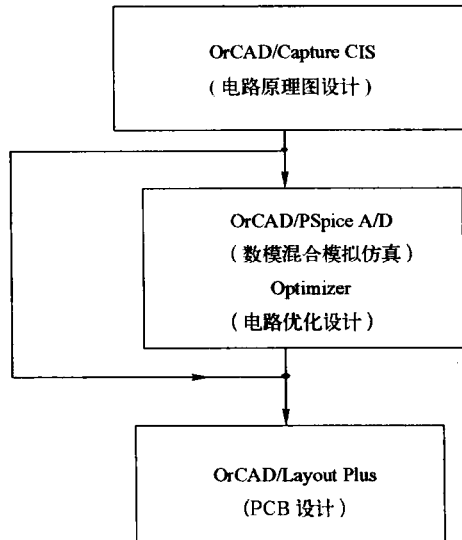


图 1-1 OrCAD 软件系统组成模块

OrCAD 在设计电路原理图方面，功能强大，界面友好。考虑到在工程实践中很少用到仿真，更多的是用于设计印制电路板，所以本书中各个电路原理图，只能用于设计印制电路板，不能用于仿真，这是本书区别于目前市场上有关 OrCAD 书籍的主要区别。目的不同，设计原理图的要求和方法就不相同。

Capture CIS 是 OrCAD 软件中设计电路原理图的模块，它具有如下功能和特点：

(1) 单一化的设计窗口

他可以利用 Capture 来连接 OrCAD Layout、Allegro PCB Layout、PADS Layout 或其他 PCB 设计软件，从而完成 PCB 的设计。该模块也整合了 PSpice 与 VHDL 的环境，提供模拟与数字(FPGA Design Flow)前端设计的平台。配合使用 SpectraQuest，可以进行高频电路设计。

(2) 兼容 Windows 标准的操作

OrCAD 可以更方便地设计电路原理图，也方便不同设计文档之间的交流。由于 OrCAD Capture 的界面和操作完全符合 Windows 标准，用户可以利用 Windows 标准的剪切、复制、粘贴等操作，也可以利用 Windows 的多重编辑方式来编辑两个以上的电路图，或是从另外

的设计文档将数据复制过来使用。

(3) 与众多 PCB 设计软件相兼容

Capture 可以支持 40 多种以上 PCB Layout 软件的网络表格式，包含 OrCAD Layout、Allegro、Pads 2000、Mentor Graphics BoardStation、PADS Layout 等。

(4) 整合了 Cadence 其他系统软件来处理不同的需求

Capture 是 PSpice、OrCAD Layout、Allegro 与 SPECCTRAQuest 的设计前台。利用 Capture，可以同时标示出彼此的关联处(cross-highlighting)，也可以直接提供测试的信号源(cross-probing)，而且还可以利用“Back Annotate”的功能，将 Layout 编号的变化回馈到 Capture 的电路图中。

OrCAD 各个版本的 Capture CIS 变化不大，本书采用的软件版本是 OrCAD 10.5。

### 1.3 电路原理图的基本组成要素和设计的基本过程

一个电子产品的电路原理图通常设计在一张或几张电路图纸上。电路原理图的基本组成要素有：元件、电连线（包括电连线的节点）、网络标号、电源和地符号、不连接符号、说明文字、标识图形，有些电路图还包括总线和总线分支、阶层模块和阶层端口、页连接符号等。

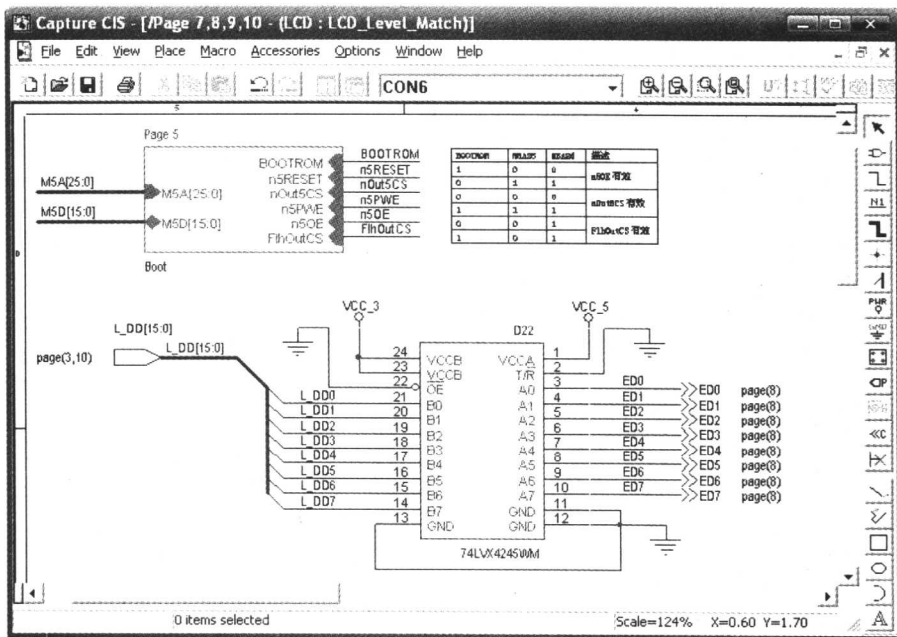


图 1-2 电路原理图的基本组成要素

在图 1-2 中，有一个元件 74LVX4245WM，它的编号是 D22；ED0~ED7 都是网络标号；有一个阶层模块 Page 5，它对应项目管理窗口文件夹 Boot 中所有的原理图；右上角的表格是以图像的形式放置在电路图上的，属于标识图形，没有任何电气性能；有 3 根总线，它们

分别是 L\_DD[15:0]、M5A[25:0]、M5D[15:0]； $\gg EDO$  是页连接符号， $\llcorner$  是阶层端口。

设计电路原理图的主要工作是创建元件。设计电路原理图的基本过程是，根据元件制造商提供的资料创建元件，将元件保存在元件库里，然后调用元件库里的元件设计电路原理图。本书基本上就是按照设计电路原理图的基本过程来安排各章节的内容，循序渐进，便于学习。

设计电路原理图就像组装一辆汽车，汽车的每一个零部件并不是在总装现场生产的，而是从库里面取出来的，我们设计电路原理图时需要的元件，也是事先创建好并存放在库里面，然后从库里调出来的。原理图设计窗口就像一个汽车总装厂，元件编辑窗口就像一个零部件加工厂，它们的关系如图 1-3 所示。

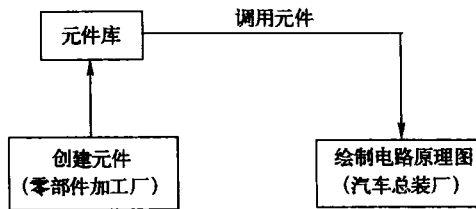


图 1-3 绘制电路原理图图示

实际上，不管是 Protel，还是 PADS Logic 和 OrCAD，它们设计电路原理图的基本过程都是一样的，都可以用图 1-3 表示。

## 第2章 设计一个简单的电路原理图


主要内容:

- ★创建项目管理文件
- ★添加元件库到当前列表中
- ★放置元件、电源符号和地符号
- ★绘制电连线

首先设计一个简单的电路原理图，让初学者入门。

本章各节之间的操作步骤都是连续的，请不要割裂开来阅读。

### 2.1 创建项目管理文件

1) 在 Windows XP 操作系统的桌面上，执行开始→“所有程序”→ OrCAD 10.5→Capture CIS 菜单命令，或者双击桌面上的  按钮，进入 OrCAD Capture 系统。

2) 在 OrCAD Capture 系统中执行 File→New→Project 菜单命令，调出图 2-1 所示的新建项目对话框。

3) 在新建项目对话框的 Name 编辑栏中输入 SimpleCircuit，选中 Schematic 单选按钮，单击 Browse 按钮，选择新建项目的存放位置（图 2-1 所示的存放位置是 D:\编写教材5\chap02），最后单击 OK 按钮关闭图 2-1 所示的对话框。

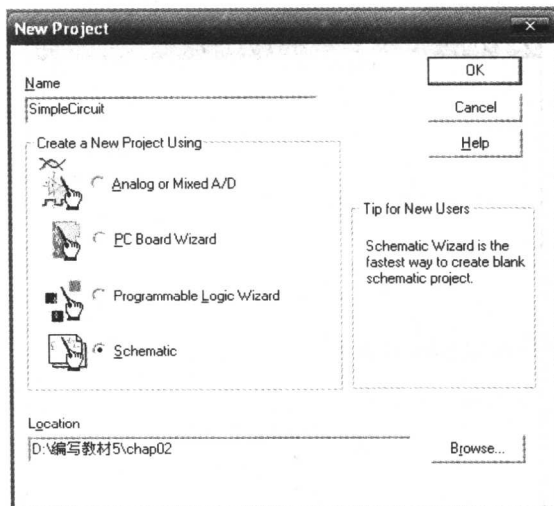


图 2-1 新建项目对话框

关闭图 2-1 所示的对话框后，立即在 OrCAD Capture 的系统窗口中显示 SimpleCircuit 的项目管理窗口和原理图设计窗口，并且原理图设计窗口是当前窗口，名称默认为 PAGE1，如图 2-2 所示。

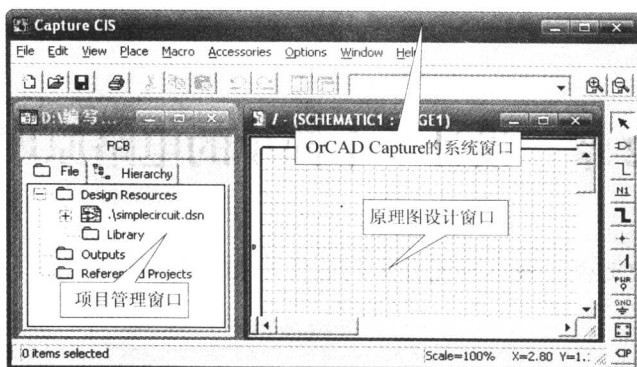


图 2-2 新建的项目

如果在 OrCAD Capture 的系统窗口中只显示原理图设计窗口，那么可以执行 Window→Tile Vertically 菜单命令，将原理图设计窗口和项目管理窗口都显示出来。

原理图设计窗口可以是图 2-2 所示的线状栅格，也可以是点状栅格，初学者开始可以不关注这些。

从图 2-2 所示的项目管理窗口中可以看出，设计项目的名称不区分大小写。

## 2.2 添加元件库到当前列表中

4) 在图 2-2 所示的原理图设计窗口中，单击鼠标左键，使原理图设计窗口为当前窗口。

5) 在输入法为英文输入的情况下，按 P 键，或者执行 Place→Part 菜单命令，或者点击图 2-2 所示窗口右边的  $\oplus$  按钮，都会调出图 2-3 所示的 Place Part 对话框。

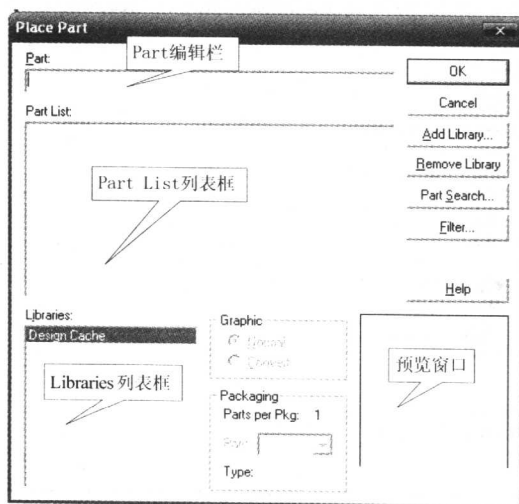


图 2-3 Place Part 对话框

如果是安装 OrCAD 之后第一次打开 OrCAD Capture，那么在图 2-3 所示的 Place Part 对话框中，Libraries 列表框中除了 Design Cache（设计缓存）外，没有显示任何库文件，所以用户需要添加系统自带的库文件或者用户自己设计的库文件。

6) 单击 Place Part 对话框的 Add Library...按钮, 调出 Browse File 对话框。

如果是安装 OrCAD 软件后首次添加元件库到当前列表中, Browse File 对话框就会如图 2-4 所示。



图 2-4 Browse File 对话框

图 2-4 所示对话框显示的是系统自带的库文件, 这些库文件一般存放在安装目录下, 比如 C:\OrCAD\OrCAD\_10.5\tools\capture\library。当然, 也可以将自己设计的库文件添加到当前列表中, 这里只演示如何添加系统自带的库文件到当前列表中。

7) 在图 2-4 所示对话框中选中 Discrete.olb, 然后单击“打开”按钮, 或者直接在图 2-4 所示对话框中双击 Discrete.olb 文件图标, 都会将 Discrete.olb 添加到 Place Part 对话框的 Libraries 列表框中。

重复上述第 6 步和第 7 步, 再把系统自带的 Regulator.olb 添加到 Place Part 对话框的 Libraries 列表框中, 如图 2-5 所示。

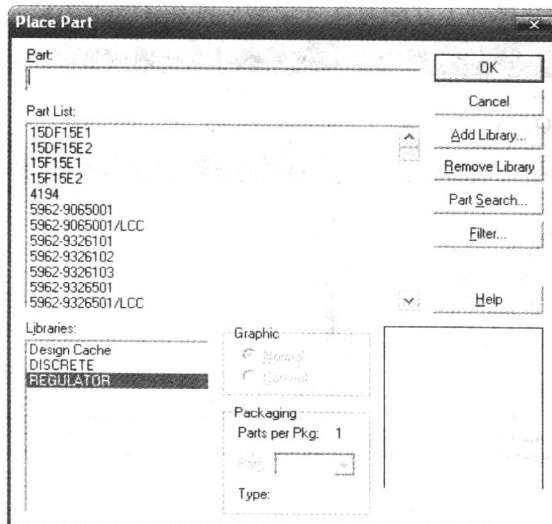


图 2-5 Place Part 对话框

## 2.3 放置元件、电源符号和地符号

如果已经关闭图 2-5 所示的 Place Part 对话框，则可以在原理图设计窗口为当前窗口的情况下，执行上述第 5 步，再次调出 Place Part 对话框。

8) 在图 2-5 所示的 Place Part 对话框中，选中 Libraries 列表框中的 REGULATOR 库文件，然后在 Part 编辑栏中输入 cs-5201-1/DD，这时 Place Part 对话框的右下方就会预览到元件 cs-5201-1/DD 形式，如图 2-6 所示。

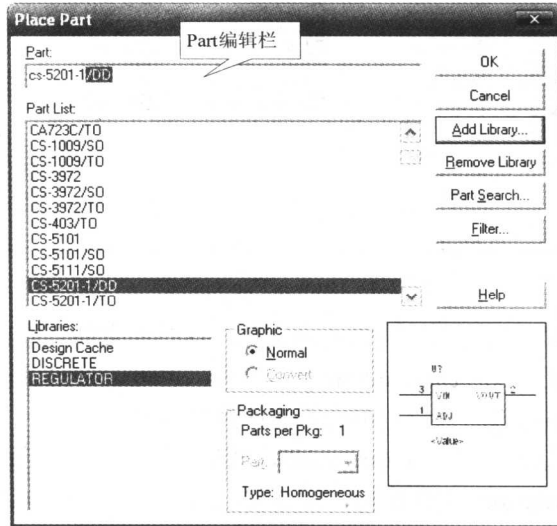


图 2-6 在元件库中选中元件

9) 单击 OK 按钮，关闭图 2-6 所示 Place Part 对话框。这时在原理图设计窗口，元件 cs-5201-1/DD 的虚框就会粘在鼠标上并随着鼠标移动，如图 2-7 所示。

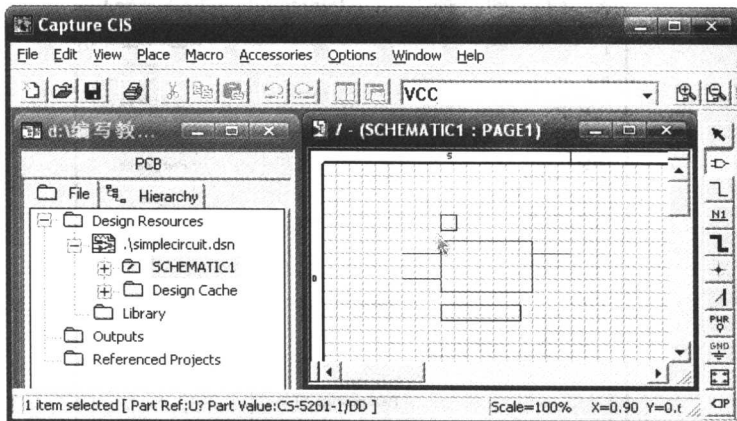


图 2-7 粘在鼠标上的元件虚框

10) 单击鼠标左键，就把元件 cs-5201-1/DD 放置在原理图设计窗口，但是鼠标上仍然

粘着元件 cs-5201-1/DD 的虚框，继续单击鼠标左键，还可以连续放置元件 cs-5201-1/DD，如不需要，可按键盘上的 Esc 键，使鼠标退出放置元件的状态。

这样，我们就调用了系统自带的元件库 Regulator.olb 中的元件 cs-5201-1/DD。

所有的元件和符号都不是在原理图设计窗口现场创建的，而是调用元件库里已经创建好的元件。

11) 双击原理图设计窗口的标题栏 **1 / (SCHEMATIC1 : PAGE1)**，使原理图设计窗口占据了整个 OrCAD Capture 的系统窗口，这时项目管理窗口自动隐藏起来。

采用与上述步骤 8~10 类似的操作，我们可以在原理图设计窗口放置元件库 Discrete.olb 中的元件 CAP NP 和元件 CAP POL，如图 2-8 所示。

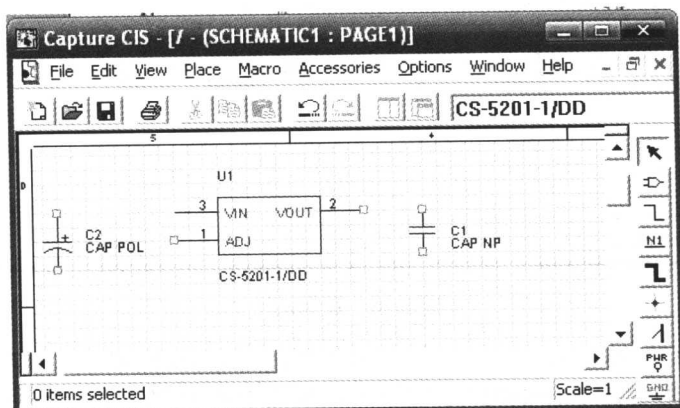


图 2-8 放置在原理图设计窗口的元件

12) 将鼠标放在原理图设计窗口中需要放大或缩小的地方，英文输入的情况下按 I 键（放大）或 O 键（缩小），就能以鼠标为中心放大或缩小视图，最终总能调整到图 2-8 所示的状态。

13) 从电容 C2 的左上角按住鼠标左键，向右下角拖动，在电容的右下角松开鼠标左键，这时电容 C2 周围出现紫红色的虚框，表示电容 C2 处于选中状态，如图 2-9 所示。

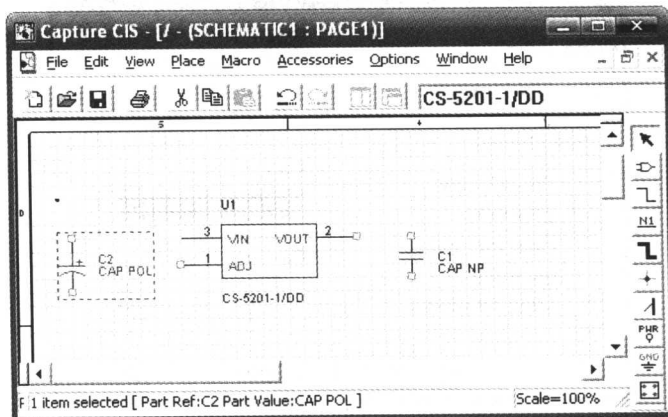


图 2-9 选中电容 C2



14) 按 Ctrl+C 键, 将电容 C2 复制到操作系统的粘贴板。

15) 按 Ctrl+V 键, 电容 C2 的复制品就会粘在鼠标上, 在原理图设计窗口的合适地方单击鼠标左键, 这样就将电容 C2 复制到原理图设计窗口, 系统自动编号为 C3, 如图 2-10 所示。

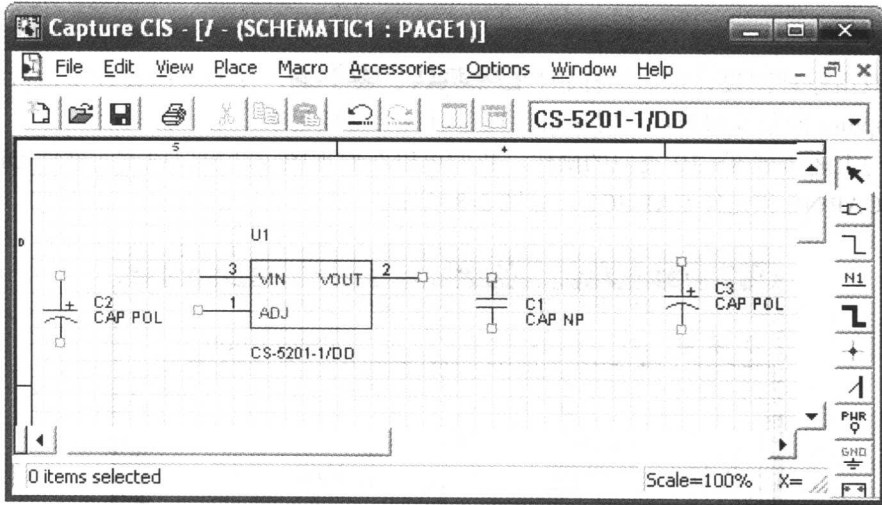


图 2-10 复制元件

我们采用 SPX1117M3-1.8 设计一个简单的低压差线性稳压电路 (SPX1117M3-1.8 的技术资料参见本书所附资料 chapter02 文件夹中), 所需要的元件符号已经从系统自带的元件库中调出来放置在原理图设计窗口。下面修改元件的名称 (OrCAD Capture 系统称为 Value, 可以是元件的名称、型号或元件值等)。

16) 将鼠标放在元件 U1 的 CS-5201-1/DD 上面, 双击鼠标, 调出图 2-11 所示的 Display Properties 对话框。将 CS-5201-1/DD 更改为 SPX1117M3-1.8, 然后单击 OK 按钮关闭该对话框。

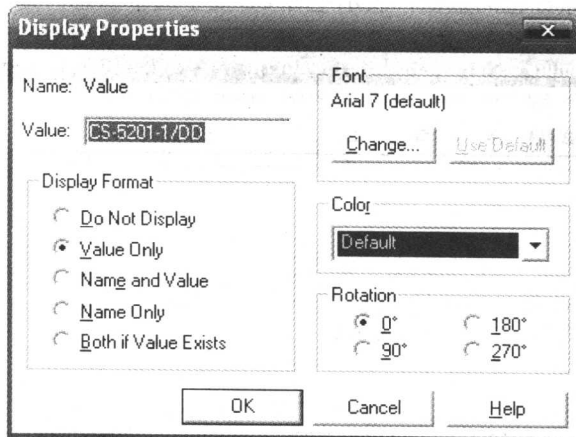


图 2-11 Display Properties 对话框