



EDA 应用技术

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



PADS2007

原理图与PCB设计

唐 赣 编著



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

内容简介

EDA 应用技术

本书是继《EDA 应用技术》(第 1 版)之后,由清华大学出版社出版的第二版。本书在保持原书内容的基础上,根据 EDA 技术的发展,对全书进行了全面的修订和补充。本书可作为高等院校电子信息类、计算机类、通信类、自动化类等专业的教材,也可供从事 EDA 技术工作的工程技术人员参考。

PADS 2007 原理图与 PCB 设计

唐 赣 编著

清华大学出版社

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书是依据 Mentor Graphics 最新推出的 PADS 2007 (SP3) 中的 Logic、Layout 和 Router 模块写作而成的。本书结合实例,配合大量的说明图片,以通俗易懂的方式介绍了利用 PADS 2007 实现原理图与 PCB 设计的方法和技巧。在随书所配光盘中有 Mentor Graphics 公司授权独家提供的 PADS 2007 (SP3) 评估版软件。

本书适合从事电路原理图与 PCB 设计的技术人员阅读,也可作为高等学校相关专业的教学用书。

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

PADS 2007 原理图与 PCB 设计 / 唐赣编著. —北京: 电子工业出版社, 2009.6
(EDA 应用技术)

ISBN 978-7-121-06950-5

I. P… II. 唐… III. ① 电子电路—电路设计: 计算机辅助设计—软件包, PADS 2007 ② 印刷电路—计算机辅助设计 IV. TN702 TN410.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 052923 号

责任编辑: 张 剑 (zhang@phei.com.cn)

印 刷: 北京京师印务有限公司
装 订:

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: 787×1092 1/16 印张: 27.5 字数: 704 千字

印 次: 2009 年 6 月第 1 次印刷

印 数: 4 000 册 定价: 58.00 元 (含光盘 1 张)

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, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

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

服务热线: (010) 88258888。

序 言

电子技术的飞速发展使得产品的 PCB 设计越来越复杂，布线层数增加、高密度互连及高速信号处理等问题已直接影响到产品的可靠性、研发成本及上市时间。

Mentor Graphics 公司的 PADS 产品作为业界主流的 PCB 设计平台，以其强大的交互式布局布线功能和易学易用等特点，在通信、半导体、消费电子、医疗电子等当前最活跃的领域得到了广泛的应用。PADS 产品支持完整的 PCB 设计流程，涵盖了从原理图网络表导入，规则驱动下的交互式布局布线，DRC/DFT/DFM 校验与分析，直到最后的生产文件 (Gerber)、装配文件及物料清单 (BOM) 输出等全方位的功能需求，确保 PCB 工程师高效率地完成设计任务。

作为业界著名的解决方案与技术服务提供商，Mentor Graphics 公司在 PCB、FPGA、ASIC 及整机系统设计领域都具备独到且优秀的技术、产品和服务，这一点已得到电子行业广大用户的高度认同，在无数高性能的产品研制中，Mentor Graphics 公司的技术和产品正发挥着不可替代的作用。

本书以具体电路为范例，详尽讲解了 Mentor Graphics 公司 PADS 产品从元器件建库、到原理图设计、PCB 布局布线、可靠性检验、CAM 文件输出等 PCB 设计的全过程，包括元器件库管理环境 (Library Manager)、原理图输入环境 (PADS Logic)、PCB 设计工具的使用 (PADS Layout/PADS Router)，内容完整，无论是对原理图开发 (前端) 设计，还是对 PCB 板级设计，以及 PCB 上的高速信号设计，都有全面的参考和学习价值。相信读者通过对本书的阅读和学习，会对掌握复杂的电子系统设计技能有所帮助，并充满信心地接受未来高速复杂设计的挑战。

Mentor Graphics 公司 杨波

前 言

PADS 软件在消费电子、医疗电子、IT 信息领域应用非常广泛，是业界最优秀的 EDA 软件之一，现已成为电路设计和 PCB 制造的风向标。本书是依据 Mentor Graphics 最新推出的 PADS 2007 (SP3) 中 Logic、Layout 和 Router 模块写作而成的。

将业界先进的 EDA 软件以通俗易懂的方式介绍给广大读者是本书写作的宗旨。本书特别对 PADS 特有的专用名词附上大量的说明图片及示例对比效果，避免了初学者出现“知其然，而不知其所以然”的情况。针对从未接触过 PADS 软件的初学用户，本书紧密围绕 PADS Logic、PADS Layout、PADS Router 三个模块顺序展开，对 PADS 软件的功能加以详细讲解，并配合翔实的图例效果，在初学者容易出现操作疑惑的部分也给出了提示。按照该方法学习 PADS 2007，读者能够条理清晰地掌握 PADS Logic、PADS Layout 及 PADS Router 的标准设计方法，保证了设计流程的严密性和正确性。本书配有 Mentor Graphics 公司授权独家提供的 PADS 2007 (SP3) 评估版本光盘，实用性强。

本书由唐赣 (eda_topic@qq.com) 编著。在写作过程中，得到了 Mentor Graphics 公司和比思电子有限公司的大力支持，在此对杨波先生、尤利夫先生、简健存先生和谢承敏先生，以及幕后工作人员表示衷心的感谢。读者若有任何与 PADS 产品的相关问题，均可访问 www.kgs.com.hk 或 support@kgs.com.hk 进行查询。

因水平有限，书中难免存在不妥之处，恳请读者批评、指正。欢迎读者就使用过程中出现的问题进行探讨，以及联系教学交流等事宜。

编 著 者

目 录



第 1 章 PADS Logic 2007 概述	1
1.1 PADS Logic 2007 简述	1
1.2 PADS Logic 2007 运行环境	1
1.3 安装 PADS 2007 软件	2
1.4 PADS Logic 2007 软件界面	2
第 2 章 PADS Logic 设计准备	12
2.1 设置【Options】对话框	12
2.2 工作区和栅格设置	14
2.3 设置显示配色	15
2.4 设置字体	15
2.5 字体重置管理	17
第 3 章 元件管理	19
3.1 管理库	19
3.2 元件编辑器 (Part Editor)	24
3.3 逻辑封装编辑器中的操作	26
3.4 【Part Information】对话框的操作	35
3.5 连接器、引脚封装、特殊符号的操作	41
第 4 章 设计与编辑	44
4.1 设计操作的基本模式	44
4.2 设置图表	49
4.3 设置元件	51
4.4 设置无电对象	56
4.5 设置群组	61
4.6 特征值、对象属性总览	63
4.7 设置连接	67
4.8 管理总线	73
4.9 层次电路设计	77

第 5 章 设置 Logic 的设计规则	81
5.1 设置层	81
5.2 设计规则层级和 3 大类设计规则	83
5.3 设置 3 大类规则	85
5.4 设置符合层级要求的规则	86
5.5 规则报告	89
5.6 从 PCB 导入规则	89
5.7 输出规则到 PCB	90
第 6 章 报告、绘图与打印	91
6.1 生成报告	91
6.2 设置绘图与打印输出选项	93
6.3 创建 PDF 文件	95
6.4 打印输出	95
6.5 打印后期脚本文件	95
第 7 章 网络表、注释与参照设置	97
7.1 创建网络表	97
7.2 向前注释与返回注释	97
7.3 PADS Logic 与 PCB Layout 之间的相互更新	98
7.4 PADS 产品间的参照	101
第 8 章 PADS Logic 的高级应用	104
8.1 Logic 中的 OLE 对象	104
8.2 SPICE 仿真	105
8.3 Basic Scripting	107
8.4 宏	110
8.5 宏文件 (.MCR) 定义及宏文件格式	134
8.6 管理授权选项	135
第 9 章 Layout 2007 用户界面及无模命令	137
9.1 PADS Layout 2007 用户界面	137
9.2 无模命令 (Modeless Command)	144
第 10 章 Layout 2007 基本设置	148
10.1 设置原点	148
10.2 设置工作区中的栅格	148
10.3 设置查看方式	149

10.4	设置查看模式	150
10.5	配置色彩方案	151
10.6	元件选定操作	152
10.7	基本绘图操作	154
10.8	查找对象	157
10.9	设置字体选项	158
10.10	快捷键	159
10.11	与 Layout 2007 文件、库操作相关的问题	160
第 11 章	设置【Options】对话框	165
11.1	设置全局标签页参数	165
11.2	设置设计标签页参数	165
11.3	设置布线标签页参数	167
11.4	热焊盘标签页参数的设置	168
11.5	尺寸标注参数的设置	169
11.6	泪滴焊盘的参数设置	170
11.7	绘图编辑标签页参数的设置	170
11.8	栅格标签页参数的设置	171
11.9	分割/混合平面层标签页参数的设置	171
11.10	裸片元件标签页参数的设置	171
11.11	过孔样式标签页参数的设置	172
第 12 章	制作 PCB 封装及设置焊盘堆栈	174
12.1	PCB Decal Editor 总览	174
12.2	使用向导工具创建封装实例	176
12.3	手动创建封装	181
12.4	设置焊盘堆栈	189
12.5	高级封装设计	193
第 13 章	设置 Layout 的设计规则	207
13.1	Layout 设计规则总览	207
13.2	设置基本的 5 大类规则	208
13.3	设置符合层级规则的设计规则	211
第 14 章	元件布局	215
14.1	元件布局处理的过程	215
14.2	长度最小化	215
14.3	布局过程中使用【Find】对话框	216
14.4	移动元件	216

14.5	设置极坐标栅格	217
14.6	顺序移动操作	217
14.7	变更元件所在的电路板面位置	218
14.8	元件阵列	218
14.9	对齐元件	219
14.10	旋转元件	220
14.11	交换元件	221
14.12	推挤元件	221
14.13	修改元件边框线宽	222
14.14	组合	224
14.15	簇布局	226
14.16	物理设计重用	234
14.17	优化元件标签放置	235
第 15 章	布线设计	236
15.1	布线之前的准备工作	236
15.2	交互式手动、动态布线	238
15.3	与网络关联的敷铜布线操作	244
15.4	过孔操作	245
15.5	转换导线为斜面敷铜拐角	247
15.6	导线长度监视器	248
15.7	使用泪滴焊盘	248
15.8	布线过程中的操作	251
15.9	选择对象之后的选择对象操作	254
15.10	布线后的操作	255
15.11	跳线	269
15.12	与修改属性相关的操作	272
15.13	使用 PADS Router Link 自动布线	275
15.14	灌铜及平面层的操作	278
第 16 章	工程设计更改	284
16.1	ECO 模式	284
16.2	保存 ECO 文件	284
16.3	ECO 操作	285
16.4	比较网络表	291
16.5	设置 ECO 的设计规则格式	296
16.6	在原理图和 PCB 设计间传送数据	301
16.7	ECO 文件示例	301

第 17 章	尺寸标注	306
17.1	尺寸标注简介	306
17.2	创建标注	306
17.3	选择尺寸测量样式	309
17.4	设置边缘参数	310
17.5	设置吸附标注点	310
17.6	移动标注和标注对象	311
17.7	添加标注后的一些操作	312
第 18 章	检查设计中的错误	315
18.1	与测试点相关的操作	315
18.2	验证设计	320
第 19 章	CAM 输出	331
19.1	定义 CAM 文件	331
19.2	在 CAM 文件中设置设计对象为可视	333
19.3	设置 CAM 文件绘图选项	334
19.4	设置钻孔层选项	336
19.5	装配变量	337
19.6	CAM 预览	339
19.7	打印和输出	340
19.8	设置钻孔绘图选项	341
19.9	设置 NC 钻孔装置的输出选项	342
19.10	设置光绘仪输出	343
19.11	使用 CAM Plus Assembly Machine 界面	346
19.12	IDF、DXF 接口文件	348
第 20 章	认识 Router 2007 及其基本参数设置	350
20.1	认识 PADS Router 2007	350
20.2	Router 设计流程图	356
20.3	文件基本操作	356
20.4	查看操作	357
20.5	设置常规选项	360
20.6	设置【Design Properties】对话框	364
20.7	设置对象属性	369
第 21 章	Router 中的布局、布线操作	377
21.1	元件布局	377

21.2	布线基本设置	381
21.3	设置自动布线	384
21.4	设置交互式布线	387
21.5	创建、结束、编辑布线	393
21.6	添加蛇形布线、拐角、圆弧、过孔、测试点	396
21.7	编辑导线	405
第 22 章	Router 中的错误检查、报告、打印、注释	414
22.1	检查设计中的错误	414
22.2	设置设计装配规则	414
22.3	查找错误	416
22.4	查看错误报告	416
22.5	忽略错误	417
22.6	检查 SMD 引脚上存在的过孔	417
22.7	使用填充边框线检查安全间距	418
22.8	创建一个设计验证配置方案	418
22.9	报告	419
22.10	打印操作	421
第 23 章	Router 的自动控制	422
23.1	对象层级	422
23.2	类型	422
23.3	运行代码示例	424
参考文献	425

第 1 章 PADS Logic 2007 概述

1.1 PADS Logic 2007 简述

PADS Logic 2007 是 Mentor 公司于 2007 年 3 月推出的原理图设计软件的最新版本, 该版本在 RF 设计领域有新的突破, 完善了 DxDesinger 与 PADS Layout 之间紧密集成, 并基于用户的需求加强了软件界面及整体的易用性, 此外还对以往版本的错误进行修正。

本书配套光盘中提供了 PADS 2007 试用版软件。我们也可以通过访问 Mentor 公司网站 http://www.mentor.com/products/pcb/pads/pads_eval.cfm 来获取 PADS 2007 试用版安装资源, 如图 1-1-1 所示。

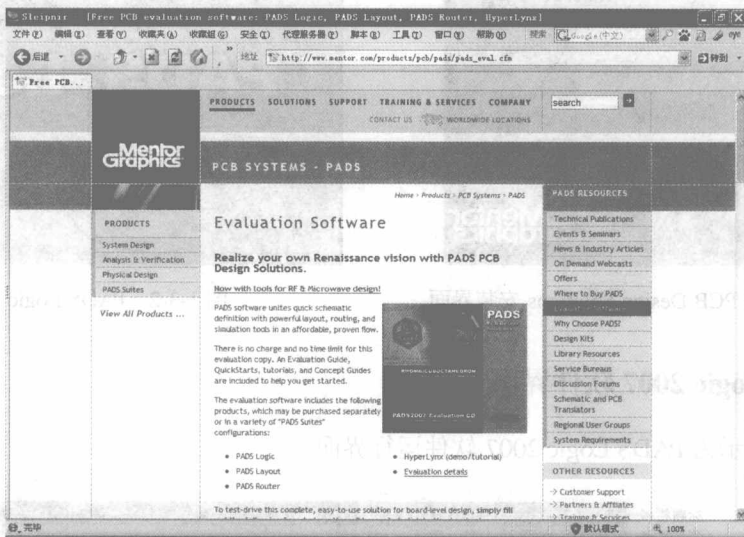


图 1-1-1 从 Mentor 网站获取 PADS 2007 软件试用版

根据网页上的提示, 填写相应的试用信息, 然后单击网页页面中的【SUBMIT INFORMATION】按钮。当提交的信息符合要求后, 即可在邮箱中查询 Mentor 公司发出的包含试用版下载及激活码信息的电子邮件。按邮件中提供的链接地址, 即可下载试用版软件到本地计算机硬盘中。

1.2 PADS Logic 2007 运行环境

表 1-1 列出了安装 PADS 2007 推荐配置及最低配置要求。

表 1-1 安装 PADS 2007 推荐配置及最低配置要求

项 目	推荐配置及最低配置要求
CPU	Pentium 4 2GHz 或更高, 最低为 PentiumIII 900MHz
操作系统	Windows XP SP2 或 Windows 2000 SP4
内存	1GB 或更高, 至少为 512MB

续表

项 目	推荐配置及最低配置要求
鼠标	3 键鼠标, 至少为两键鼠标
显示分辨率	最低为 1024×768、256 色
硬盘空间	完全安装需有 2.5GB 空间, 仅安装 PADS Logic、PADS Layout、PADS Router、HyperLynx 时需要 972MB 空间空闲
浏览器	IE 5.0 或更高版本

提示: PADS Logic 2007 不支持在 VMWare 模式的操作系统中运行。

1.3 安装 PADS 2007 软件

下载试用版软件后, 用鼠标左键双击 autorun.exe 文件图标, 弹出如图 1-3-1 所示的软件安装界面。安装完成后, 启动 PADS Logic 程序, 如图 1-3-2 所示。

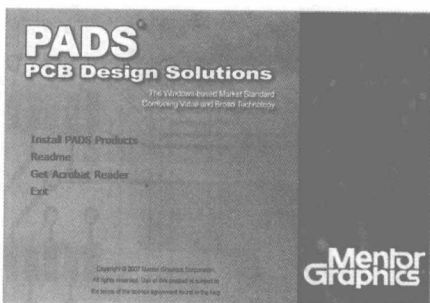


图 1-3-1 PADS PCB Design Solutions 安装界面

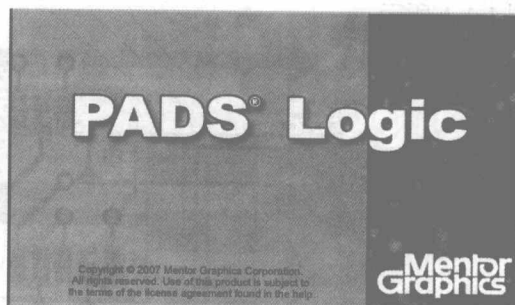


图 1-3-2 PADS Logic 启动界面

1.4 PADS Logic 2007 软件界面

图 1-4-1 所示为 PADS Logic 2007 软件运行界面。

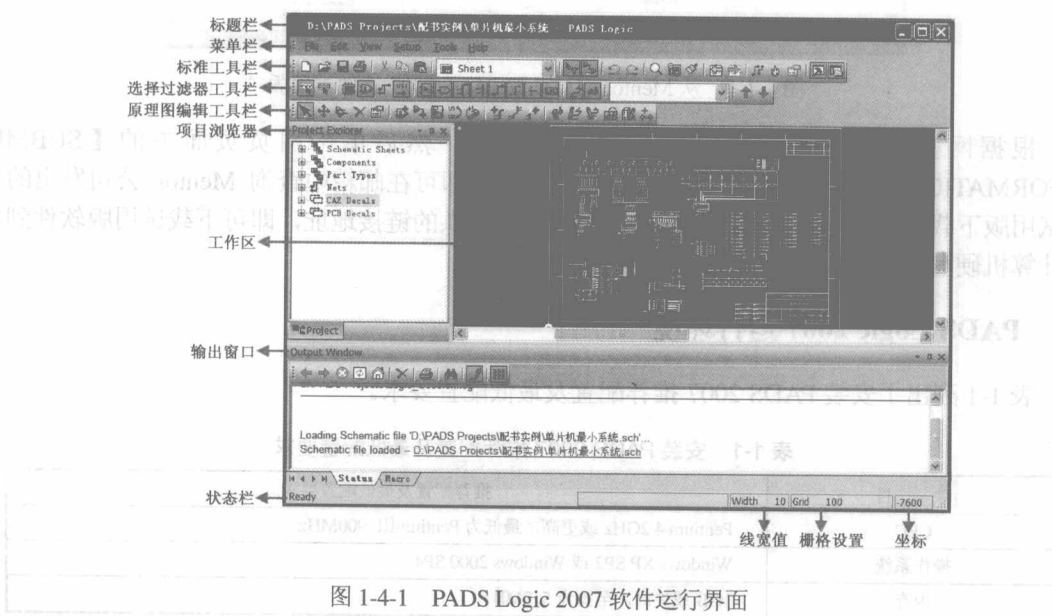


图 1-4-1 PADS Logic 2007 软件运行界面

- 【标题栏】：用于显示当前打开的设计文件名及路径
- 【菜单栏】：可用鼠标左键单击相应的菜单栏，或进入菜单栏中的子菜单选择执行相应的命令
- 【标准工具栏】：系统提供的标准按钮工具，由 New（新建）、Open（打开）、Save（保存）、Print（打印）、Cut（剪切）、Copy（复制）、Paste（粘贴）、Sheet（原理图列表框）、Selection Toolbar（选择工具）、Schematic Editing Toolbar（原理图编辑工具栏）、Undo（撤销）、Redo（重做）、Zoom Mode（缩放模式）、Sheet（图适合窗口缩放）、Refresh（刷新显示）、Previous View（上一视图）、Next View（下一视图）、PADS Layout、PADS Router、Layout Router 链接、Output Window（输出窗口）、Project Explorer（属性浏览）按钮或列表组成
- 【选择过滤器工具栏】：用于设置选取过滤操作的按钮
- 【原理图编辑工具栏】：用于编辑原理图操作的按钮，由 Select（选择）、Move（移动）、Duplicate（复制）、Delete（删除）、Properties（属性）、Add Part（添加元件）、Add Connection（添加连接）、New Hierarchical（新层次图）、Swap RefDES（交换参考注释值）、Swap Pins（交换引脚）、Add Bus（添加总线）、Split Bus（分割总线）、Extend Bus（扩展总线）、Create Text（创建文本）、Create 2D Line（创建 2D 直线）、Modify 2D Line（修改 2D 直线）、Combine/Uncombine（合并、取消合并）、Add 2D Line From Library（从库中添加 2D 直线）、Add Field（添加域）共 19 个按钮组成

1. 项目浏览器

项目浏览器用于显示设计项目中对象的层次结构，以及用于访问对象和规则。当更新设计内容时，项目浏览器也将自动完成相应的更新。在项目浏览器中的对象都放置在对象群组（Object Groups）中，共有两种对象群组类型，即主对象群组和次对象群组，如图 1-4-2 所示。主对象群组是不可移动和重命名的，次对象群组中的对象仅在 PADS Router 中可执行修改操作。表 1-2 列出了主对象群组和次群组的说明。



图 1-4-2 项目浏览器结构

表 1-2 主对象群组和次群组说明

主 群 组	可用 产 品	次 群 组	说 明
Schematic sheets (原理图表)	PADS Logic	Sheet Names (电路图表名)	显示电路图表中所有元件
Layers (层)	PADS Layout PADS Router	Electrical Layer (电气层)	显示所有电气层，包括平面层和布线层
		General Layer (普通层)	显示除电气层外的所有其他层
Components (元件)	PADS Logic PADS Layout PADS Router		显示所有元件及引脚对
Part Decals (元件封装)	PADS Router		显示设计中所有元件封装或显示所有所选封装的元件
Nets (网络)	PADS Logic PADS Layout		显示设计中的所有网络

续表

主 群 组	可 用 产 品	次 群 组	说 明
Net Objects (网络对象)	PADS Router	Net Classes (网络类)	显示所有属于网络类的网络
		Matched Length Net Groups (匹配长度网络群组)	显示所有匹配长度的网络群组
		Nets (网络)	显示设计中的所有网络
		Matched Length Pin Pair Groups (匹配长度引脚对群组)	显示所有匹配长度引脚对的群组
		Pin Pair Groups (引脚对群组)	显示所有属于引脚对群组的网络 (包括引脚对规则)
		Conditional Rules (条件规则)	显示所有带有条件规则的网络
		Differential Pairs (差分对)	显示所有差分对
Via types (过孔类型)	PADS Router		显示设计中使用的过孔类型
CAE Decals (CAD 封装)	PADS Logic		显示设计中使用的 CAD Decals
PCB Decals (PCB 封装)	PADS Logic PADS Layout		显示设计中使用的 PCB Decals

次对象群组用于显示对象更多的细节，可以创建、重命名或删除网络类，匹配长度网络群组、引脚对群组，匹配长度引脚对群组及差分对次群组（但不可重命名差分对）。当删除一个次群组时，对象并不会从设计中删除（仍然存在主对象群组中）。例如，在网络类群组中，可以移除一个网络，但该网络仍然存在于设计中并能在网络群组列表中找到。表 1-3 列出了可添加到次群组的对象说明。

表 1-3 可添加到次群组的对象说明

次 群 组	可添加的对象
Net Class (网络类)	Net
Pin Pair Group (引脚对群组)	Pin Pair
Conditional Rule (条件规则)	Net Class, Net, Pin Pair Group, Pin Pair, Layer
Matched Length Net Group (匹配长度网络群组)	Pin Pair Group, Pin Pair
Matched Length Pin Pair Group (匹配长度引脚对群组)	Pin Pair Group, Pin Pair
Differential Pair (差分对)	Net, Pin Pair (一个差分对包括两个引脚对或两个网络)

提示：只有当设计文档打开时，层次结构才可用；在 PADS Logic 或 PADS Layout 中打开元件编辑器 (Part Editor) 或封装编辑器 (Decal Editor) 时，项目浏览器不可用。在项目浏览器中选择的对象可以同时自动在工作区中选择。

1) 在项目浏览器中选择一个对象 在项目浏览器中选择一个对象的操作方法如图 1-4-3 所示。

2) 区域选择 可以在工作区中使用区域选择操作来选择所需的对象，其操作方法如图 1-4-4 所示。

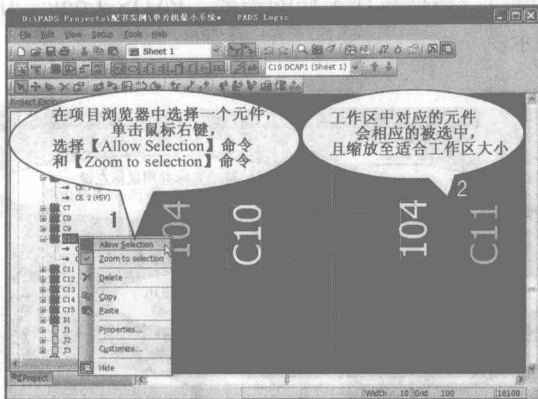


图 1-4-3 项目浏览器中选择对象

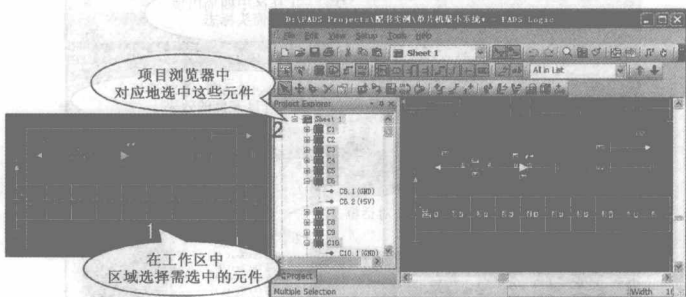


图 1-4-4 区域选择对象

提示：该功能在 PADS Router 中不可用。

3) 项目浏览器中复制、粘贴、删除、查看属性、自定义界面操作 不仅可通过项目浏览器查看整个设计中的原理图、元件、封装等情况, 还可在项目浏览器中实现复制、删除、粘贴对象的操作, 如图 1-4-5 所示。

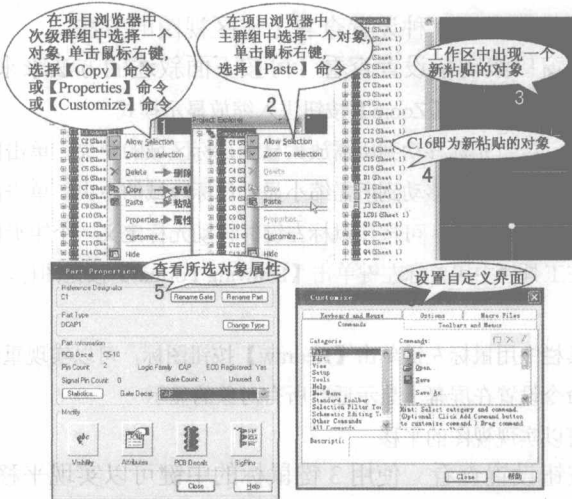


图 1-4-5 项目浏览器中的复制、粘贴、删除、查看属性、自定义界面操作

4) 移动项目浏览器窗口 根据设计工作的需要, PADS Logic 2007 允许灵活放置项目浏览器位置, 如图 1-4-6 所示。

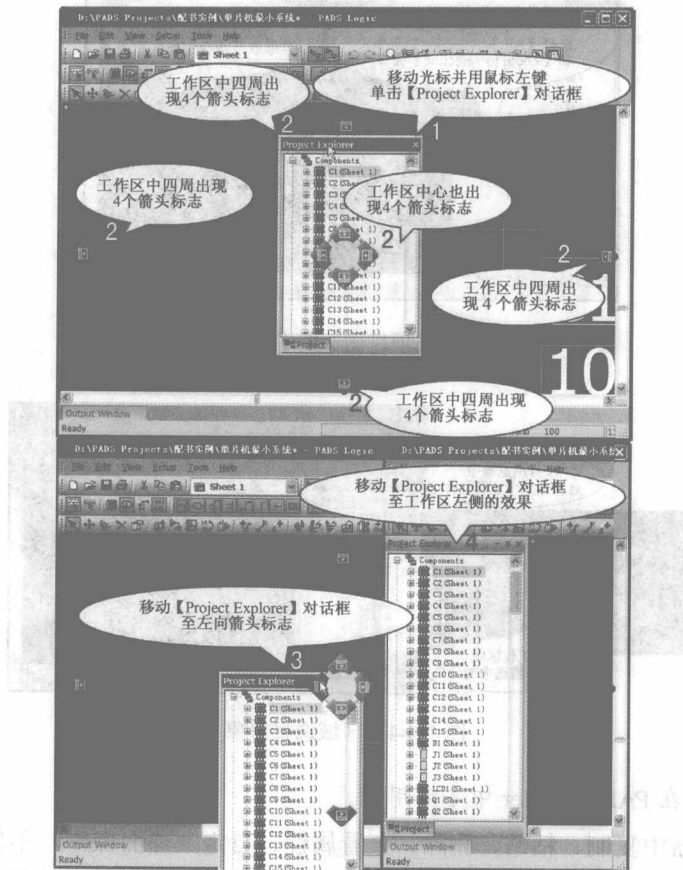


图 1-4-6 移动项目浏览器对话框

2. 设置查看方式

PADS Logic 2007 提供了以下 3 种设置查看工作区视图的方法。

1) 使用查看命令和窗口滚动条设置查看 可按下面叙述的方法来查看电路设计:

- 使用 Zoom 或单击工具栏中的【Zoom】按钮进入缩放显示模式
- 若要使用放大显示, 可将光标移动到所需放大显示目标区域的中央, 单击鼠标左键
- 若要使用缩小显示, 可将光标移动到所需缩小显示目标区域的中央, 单击鼠标右键
- 若要指定一个特定的显示区域, 可按住鼠标左键并移动光标定义一个矩形框, 再释放鼠标左键
- 使用电路图表或在工具栏中用鼠标左键单击【Drawing Format】按钮图标, 可以实现、重绘刷新当前视图
- 使用重绘或在工具栏中用鼠标左键单击【Redraw】按钮图标, 可以实现重绘、刷新当前视图
- 使用【Extents】命令设置在屏幕上显示适合所有对象的显示
- 使用窗口滚动条可以实现视图的平移

2) 使用鼠标中键按钮设置查看 使用 3 键鼠标的中键可以实现平移和缩放显示操作。

- 若要实现视图平移, 可单击鼠标中键, 此时视图将自动调整为以光标为中心
- 若要实现视图放大, 可按下鼠标中键, 由外向中心对角方向拖曳出一个矩形框, 然后释放鼠标中