

Mentor Graphics® 官方授权

最新中文版 PADS Evaluation 安装软件

海量视频教程

◎唐 贇 编著

PADS

 原理图与

PCB 设计

(第2版)

含光盘1张



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

Mentor Graphics® 官方授权

最新中文版 PADS Evaluation 安装软件

▶ 海量视频教程

PADS

 原理图与

PCB  设计

(第2版)

◎ 唐 赣 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

内 容 简 介

本书是依据 Mentor Graphics 最新推出的 PADS 9.5 中文版中的 Logic、Layout 和 Router 模块编写而成的。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 9.5 中文版实现原理图与 PCB 设计的方法和技巧。在随书所配光盘中有 Mentor Graphics 公司独家提供的 PADS 9.5 中文版评估版软件和教学视频文件。

本书适合从事电路原理图与 PCB 设计的工程技术人员阅读,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 原理图与 PCB 设计/唐赣编著. —2 版. —北京:电子工业出版社,2015.8
ISBN 978-7-121-26926-4

I. ①P… II. ①唐… III. ①印刷电路-计算机辅助设计-应用软件 IV. ①TN410.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 187313 号

策划编辑:张剑(zhang@phei.com.cn)

责任编辑:刘真平

印 刷:北京京科印刷有限公司

装 订:三河市华成印务有限公司

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:36 字数:921.6 千字

版 次:2009 年 6 月第 1 版

2015 年 8 月第 2 版

印 次:2015 年 8 月第 1 次印刷

印 数:3 000 册 定价:99.00 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 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。

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要求，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，详尽地讲解了 Mentor Graphics 公司的 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）等，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，并充满信心地迎接未来高速复杂设计的挑战。

Mentor Graphics 桂琼琪



前 言

PADS 是 Mentor Graphics 公司的电路原理图和 PCB 设计工具套件，其前身是著名的 Power PCB。该软件是国内从事电路设计的工程师喜欢使用的电路设计软件之一，是 PCB 设计领域的用户常用的工具软件。PADS 以其强大的交互式布局布线功能，操作便捷、易上手等特点，在消费电子、医疗电子、通信、半导体等活跃的工业领域得到了广泛的应用。PADS Logic、PADS Layout、PADS Router 支持完整的 PCB 设计流程，涵盖了从原理图设计、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，直到输出光绘文件（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。

时隔 5 年全新推出的《PADS 原理图与 PCB 设计（第 2 版）》，延续了第 1 版基于 PCB 设计流程、系统性学习、图文解说式以及丰富的课内动手练习的写作风格，规范了 PADS 术语的中文表达，广泛听取热心读者、媒体、渠道等方面人士的中肯建议。

全书共分 19 章，基于 PCB 设计的常规流程设置章节。首先（第 1~7 章）介绍原理图设计软件 PADS Logic 的使用，其次（第 8~16 章）介绍 PCB 设计软件 PADS Layout 的使用，最后（第 17~19 章）介绍 PADS 智能布线器软件 PADS Router 的使用。

本书适合初、中级 PADS 用户学习，对有系统性学习 PADS Logic/Layout/Router 全部功能的读者尤为适合。书后特别提供由 Mentor Graphics 独家提供的最新的 PADS 评估版光盘，并随后提供网络社区学习支持及视频资料支持。

全书由唐赣编著。另外，参加本书编写的还有廖晓苏、徐清瑶、万琪、王裕华、黎慧、刘远、孙昆、李昊、汤华松、杨森、黄敏雷、陈奎，他们为本书的绘图工作付出了辛勤的劳动。本书写作过程中，得到了 Mentor Graphics 公司、比思电子有限公司（KGS）的鼎力支持，在此对桂琼琪先生、简健存先生、唐辉女士、王铭豪先生、谢承敏先生、孙龙亭先生以及幕后工作人员表示衷心的感谢。KGS 技术支持和销售团队分布在香港、深圳、上海、北京，读者朋友若有任何与 PADS 产品相关的问题，可以访问 www.kgs.com.hk 获得技术支持。

因水平有限，书中难免存在不妥之处，恳请读者批评、指正，欢迎读者朋友就使用过程中出现的问题进行探讨。作者的 E-mail 邮箱为 eda_topic@qq.com。

编 著 者



目 录

第1章	PADS 概述	1
1.1	什么是 PADS	1
1.2	安装、启动 PADS	2
1.3	查看已安装的选项	4
1.4	检查 PADS 更新	4
1.5	PADS 设计流程简介	5
1.6	无模命令	7
1.7	快捷键操作	8
第2章	PADS Logic 设计准备	10
2.1	熟悉 PADS Logic 工作界面	10
2.2	文件操作	11
2.3	设置【选项】对话框	13
2.4	工作区与栅格设置	14
2.5	设置颜色显示	15
2.6	设置字体	16
2.7	设置层定义	17
第3章	PADS 元件库管理	18
3.1	PADS 库简介	18
3.2	转换早期版本的 PADS 库文件	19
3.3	库管理器操作	19
3.4	元件编辑器操作	23
3.5	元件类型	35
3.6	原理图的特殊符号	46
第4章	原理图设计与编辑	49
4.1	原理图设计基本操作	49
4.2	设置图页	56
4.3	设置元件	59
4.4	设置无电对象	65
4.5	设置群组	71
4.6	属性与特性	73
4.7	添加连线	78
4.8	管理总线	85
4.9	层次化电路设计	90

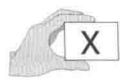


第 5 章	在 PADS Logic 中设置设计规则	94
5.1	层次化设计规则与设计规则分类	94
5.2	设置 3 大类规则	95
5.3	设置符合层次化要求的规则	97
5.4	规则报告	99
5.5	从 PCB 导入设计规则	100
5.6	输出设计规则到 PCB	100
第 6 章	与 PADS Layout、Router 协同工作	102
6.1	利用 PADS Logic 原理图设计创建新的 PCB 文件	102
6.2	PADS 产品间的交叉探查	103
6.3	正向注释与反向注释	106
6.4	差异报告	109
6.5	ECO 文件格式	110
第 7 章	报告、绘图与打印	113
7.1	生成报告	113
7.2	绘图与打印输出	116
第 8 章	PADS Layout 设计准备	120
8.1	启动 PADS Layout	120
8.2	管理库数据	138
8.3	文件操作	138
8.4	连同 PADS Logic 进行 PCB 设计	142
8.5	设置设计环境	143
8.6	文件的导入和导出	152
8.7	设计与编辑基础操作	156
8.8	设置 PADS Layout 默认启动条件	163
第 9 章	PCB 封装设计	173
9.1	设置封装编辑器	173
9.2	新建封装	174
9.3	设置封装的助焊层与阻焊层	193
9.4	从元件库中更新整个设计	196
9.5	元件类型	197
9.6	BGA 高级封装设计	203
第 10 章	设置 PCB 的层、过孔、关联网、颜色及属性	237
10.1	【层设置】对话框	237
10.2	使用过孔 (Vias)	242
10.3	关联网	247



10.4	设置显示颜色	253
10.5	检查必要选项	257
10.6	设置属性 (Attribute)	257
第 11 章	设置设计规则与使用禁止区	266
11.1	传输设计规则	266
11.2	层次化的设计规则	266
11.3	使用禁止区	293
第 12 章	元器件布局及其后处理	295
12.1	元器件布局概述	295
12.2	移动元器件	297
12.3	使用极坐标栅格	299
12.4	顺序放置元器件	301
12.5	修改元器件所在的面	302
12.6	使用/NTL 切换	303
12.7	元器件阵列	303
12.8	旋转对象	305
12.9	交换元器件	306
12.10	推挤堆叠的元器件	307
12.11	修改元器件边框线线宽	308
12.12	修改元器件特性	309
12.13	组合	310
12.14	簇布局	312
12.15	虚拟管脚	316
12.16	使用标签	319
12.17	复用模块	321
12.18	绘图操作	328
12.19	对象剪切、复制与粘贴	340
12.20	查看安全间距	342
第 13 章	铜箔、覆铜与平面层操作	344
13.1	铜箔操作 (Copper)	344
13.2	覆铜 (灌注) 操作 (Copper Pour)	348
13.3	平面层操作 (Plane)	353
第 14 章	布线设计及其后处理	363
14.1	PADS Layout 布线工具及其使用方法	363
14.2	选择布线对象	367
14.3	为网络分配颜色	367
14.4	为铜箔形状布线	369
14.5	设置过孔类型	369

14.6	使用层对	370
14.7	使用泪滴	370
14.8	管理标记	374
14.9	管理跳线	375
14.10	布线过程中的可用操作	378
14.11	在其他对象中选择对象	383
14.12	布线后可用的操作	385
14.13	导线与倒斜角路径	401
14.14	编辑布线对象的特性	402
14.15	布线过程中的限制问题	405
14.16	用边框线模式查看保护的布线	406
14.17	添加屏蔽孔	406
14.18	使用 PADS Router 链接自动布线	407
14.19	布线后的安全间距检查	409
14.20	填充铜箔、覆铜区域和平面区域	409
14.21	使用参考编号	414
第 15 章	PCB 设计后处理 (第二阶段)	417
15.1	使用 ECO (工程设计更改)	417
15.2	对比设计	419
15.3	生成报告	423
15.4	检查设计中的错误	424
15.5	尺寸标注	446
第 16 章	CAM 输出	456
16.1	为制造 PCB 创建 CAM 输出	456
16.2	装配变量	467
16.3	预览 CAM 文档及设置预览选项	471
16.4	打印	472
16.5	设置光绘图仪输出	473
16.6	分析 CAM 文件	474
16.7	使用 CAM Plus 装配机器接口	474
第 17 章	PADS Router 操作基础	476
17.1	启动 PADS Router	476
17.2	PADS Router 快速入门	485
17.3	文件操作	486
17.4	查看与编辑操作	488
17.5	设置常规选项	497
第 18 章	PADS Router 的布局与布线	511
18.1	元件布局	511



18.2	虚拟管脚	516
18.3	布线设计	516
18.4	交互式布线	529
18.5	关联的网络	551
18.6	使用电子表格窗口	551
第19	章 PADS Router 的设计检查、报告及打印	556
19.1	PADS Router 的设计检查与状态	556
19.2	报告与打印	561
19.3	打印操作	563

第1章 PADS 概述

1.1 什么是 PADS

PADS 是 Mentor Graphics 公司旗下的印制电路板 (PCB) 设计工具软件套装, 本书以 PADS 9.5 为蓝本写作, 目前最新版本为 PADS VX, 提供中文、英文、日文、巴西葡萄牙语 4 种语言版本。大名鼎鼎的 Power PCB 是 PADS 的前身。PADS 功能强大, 涵盖了电子产品从原理图设计、性能仿真, 直至印制电路板设计实现整个流程的各个环节。通俗地讲, 学会使用 PADS 就具备了使用计算机辅助设计电子产品的原理图和电路板的能力。

对于 PADS 初学者, 通常会把 PADS 的模块名称及其具体功能混淆。Mentor Graphics 为了满足电子行业中各类设计工作的需求, 将 PADS 的众多功能模块整合为 3 个套件, 即 PADS DS Suite、PADS LS Suite、PADS ES Suite, 为方便大家记忆, 表 1-1-1 列出了 PADS 套件及模块清单。

表 1-1-1 PADS 套件及模块清单

模块名称	套件名称	 DS Suite	 LS Suite	 ES Suite
Translators (原理图、PCB、Expedition 转换模块)		√	√	√
IPC - Compliant Libraries (IPC 兼容元件库模块)		√	√	√
Schematic Editing (原理图编辑模块)		√	√	√
CIS (元件信息管理系统模块)		√		√
Variant Management (变量管理器模块)		√		√
PCB Layout (印制电路板布局、布线模块)			√	√
Interactive Push & Shove (交互式推挤模块)			√	√
Physical Design Reuse (物理设计重复使用模块)				√
Autorouting (自动布线模块)			√	√
RF Design Tools (射频设计模块)			√	√
3D PCB Viewer (PCB 三维查看模块)			√	√
MCAD Outputs (IDF&DXF) CAD 输出模块			√	√
Analog Simulation (模拟仿真模块)				√
Thermal Analysis (热量分析模块)				√
Signal Integrity Analysis (信号完整性分析模块)				√
High - Speed Design Rules (高速电路设计规则模块)				√
High - Speed Interactive Routing (高速电路交互式布线模块)				√

由于本书篇幅有限,内容仅涉及 PADS Logic、Layout、Router 模块。

1.2 安装、启动 PADS

随书附送的 PADS 安装光盘(评估版)可以用于安装学习本书所需的 PADS 软件。在安装之前,需要准备一台符合表 1-2-1 所示配置的个人计算机。当然,更高配置的个人计算机有助于提高软件运行速度和提升设计效率。

表 1-2-1 运行 PADS 9.5 PC 硬件配置要求

项 目	推荐配置及最低要求
CPU	推荐: Pentium 4 2GHz 或更高 最低: Pentium III 900MHz
操作系统	Windows XP (SP3) Professional 版 Windows Vista (SP1) x86 32 位 Business 版、Ultimate 版 Windows 7 x86 32 位或 64 位 Enterprise 版、Professional 版、Ultimate 版
内存	推荐: 1GB 或更高 最低: 512MB
鼠标	推荐: 三键鼠标 最低: 两键鼠标
显示器分辨率	最低: 1024 × 768、256 色

将 PADS 安装光盘放入计算机的光驱后,按照如图 1-2-1 所示的 14 个步骤,即可完成 PADS 评估版软件的安装。

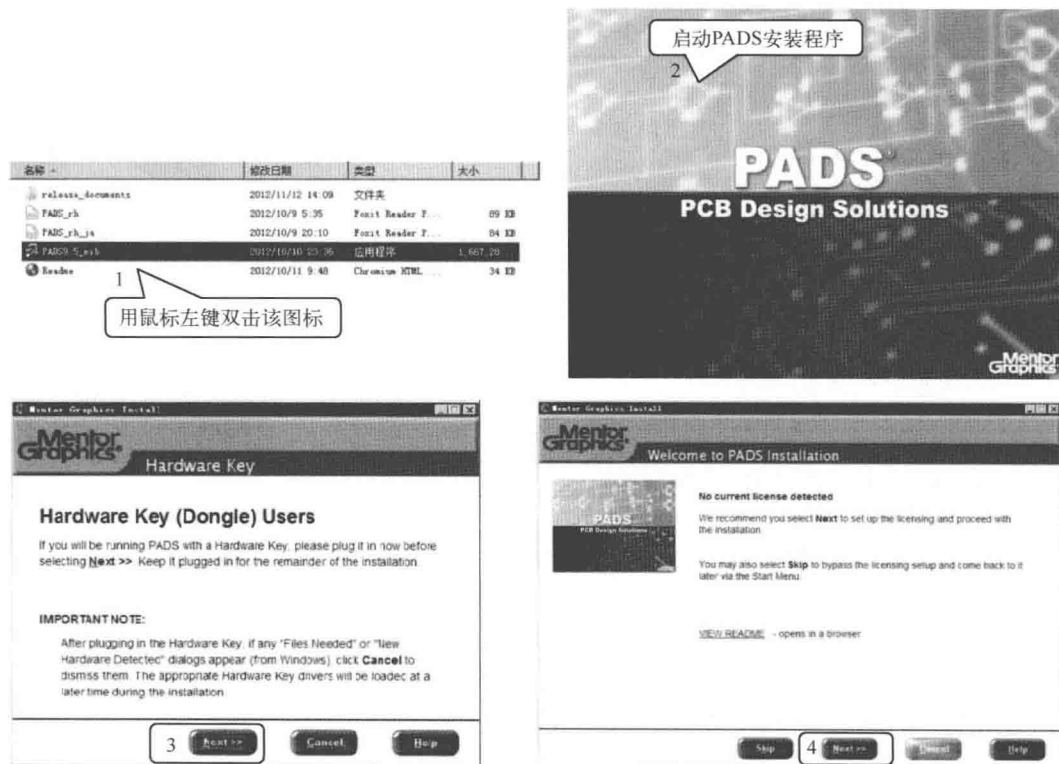


图 1-2-1 安装 PADS

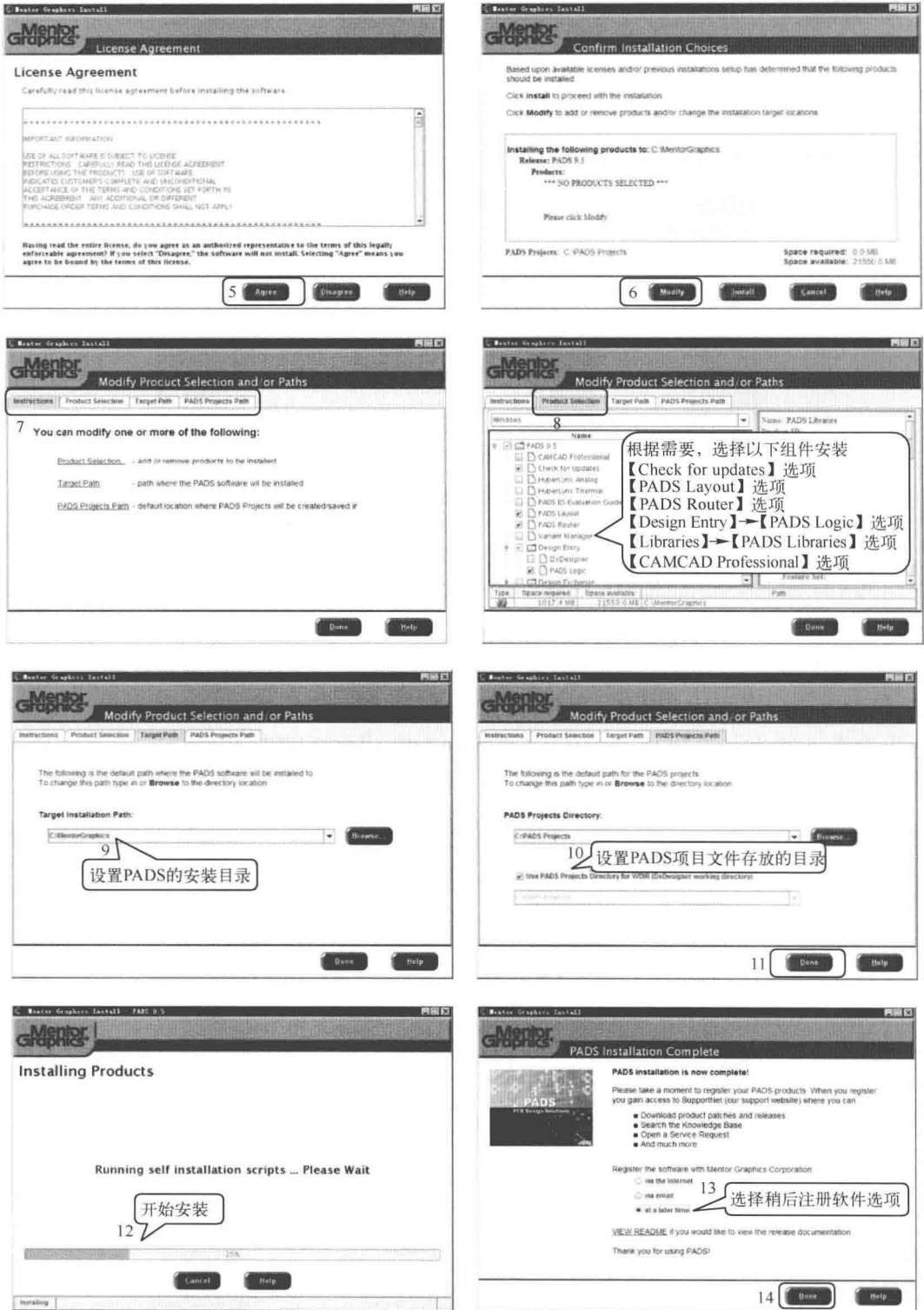


图 1-2-1 安装 PADS (续)

如同其他的应用软件一样,在 Windows 操作系统的程序菜单中可以找到如图 1-2-2 所示的程序菜单及快捷方式。

找到图 1-2-2 所示的 PADS Logic、Layout、Router 快捷命令后,就可以启动相应的程序。除了安装随书赠送的 PADS 光盘外,还可以通过访问 Mentor Graphics PADS 官方网站 www.pads.com 获得最新版本的 PADS 试用。

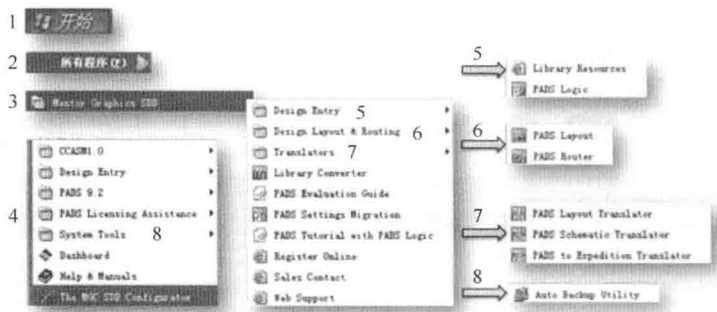


图 1-2-2 PADS Logic、Layout、Router 程序快捷方式所处位置

1.3 查看已安装的选项

根据表 1-1-1 所示, PADS 的套件配置配备的模块数量有所不同,用户可以根据自身的需求选择合适的组件。例如,在 PADS Logic 中执行菜单命令【工具】→【已安装的选项】,打开【Installed Options】对话框,可以通过图 1-3-1 查看已安装授权套件许可证的状态,并可以设置“签出”许可证。同样, PADS Layout、Router 也具有此功能,设置方法与图 1-3-1 描述类似。



图 1-3-1 查看已安装的选项

1.4 检查 PADS 更新

任何一个软件或多或少都存在 BUG, PADS 也不例外。对此 PADS 提供了检查更新操作,若 Mentor Graphics 推出了供合法授权用户下载的更新包,可通过图 1-4-1 所示的方法

获取并安装更新，用于解决软件 BUG。PADS Logic、Layout、Router 均提供此功能。

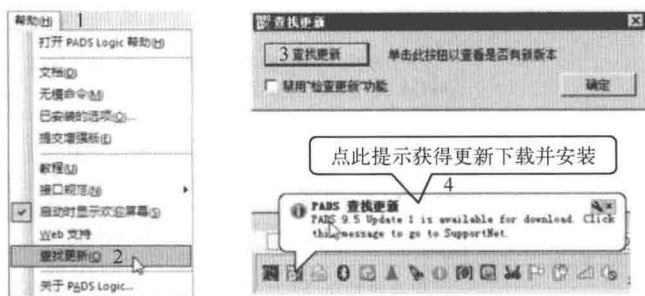


图 1-4-1 获取 PADS 更新

1.5 PADS 设计流程简介

如前所述，PADS 包含许多功能模块，这些模块各负其责、相互协调为 PCB 设计工作服务。图 1-5-1 中各模块之间通过箭头关联，清楚地标明系统中各个模块的主要功能以及各自工作的先后顺序。

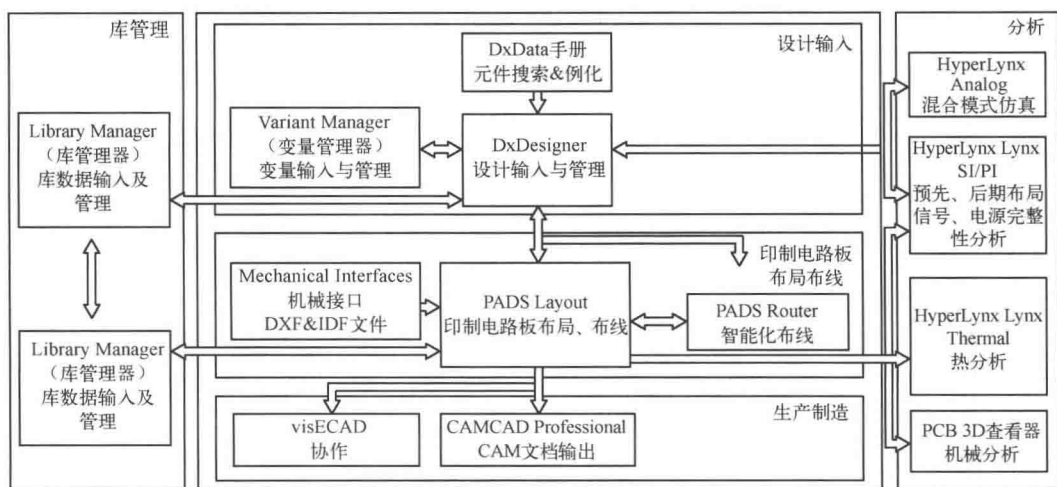


图 1-5-1 PADS 设计流程

图 1-5-1 对于初学者而言稍显复杂，难以短时间理解其间的关系。表 1-5-1 列出了 PADS 产品、模块用途说明。

表 1-5-1 PADS 产品、模块用途说明

产品、模块	用途分类	用途说明
DxDesigner	创建设计输入	一个完整的设计创建环境，它提供了高级的元件选择、层次式设计捕获、设计重复使用、约束条件输入和变量管理工具。所有这些功能都连同 DxDesigner 一起打包整合，同时也与 PADS Layout 紧密集成。通过访问设计创建流程中的方方面面并与 Layout 工具配合，DxDesigner 使得工程师能够很好地全面定义整个产品的开发流程

续表

产品、模块	用途分类	用途说明
L/O Designer	创建设计输入	一个族式工具, 跨越 FPGA、ASCI 设计领域。L/O Designer 提供了板上 FPGA 设计的解决方案
Variant Manager		原理图级别的创建变量组合的解决方案, 是一个可由前端 - 后端设计捕获时访问的附带工具。在 DxDesigner 中定义的变量, 可以输出至 PADS Layout, 因此 PADS Layout 中的组合变量工具可以生成基于来自 DxDesigner 中的每一个变量必要的组合
PADS Layout	布局、布线设计	包含单独布局布线环境、丰富的自动化布局布线设计功能的集成化布局、布线工具。它支持的设计技术很全面, 如射频; 盲孔和埋孔以及印制电路板的裸片设计; 交互式布线; 自定义的多路径自动化以及任意设计阶段的允许布线、电气信号评估综合约束环境
PADS Router		与 PADS Layout 紧密集成的智能化布线工具, 它能够提供高级的交互式布线以及自动化布线功能, 简单地单击一个切换按钮就可以在 PADS Layout 与 PADS Router 之间互相切换
HyperLynx Analog	分析、验证	模拟信号、数模混合信号的仿真环境, HyperLynx Analog 与 DxDesigner 的原理图捕获工具、EZ wave 波形查看器整合。该工具具备了为设计输入和仿真使用相同原理图的能力
HyperLynx SI HyperLynx PI		HyperLynx 套件允许硬件工程师、印制电路板设计工程师、信号完整性及电源完整性工程师快速辨别排除设计环节中的信号完整性、电源完整性以及电磁兼容问题
HyperLynx Thermal		电路板级的热分析工具, 可以分析电路板中放置的、个别的走线或整个布线的印制电路板存在的热量问题。该工具可以输出电路板的温度和梯度图、元件与节点的温度、超过各个项目温度限制的总和
3D PCB Viewer		通过三维查看的方式检查印制电路板, 该工具允许导入精确的元件 3D 模型以及 3D 辅助机械数据, 并通过机械系统的还原帮助工程师将印制电路板可视化还原
CAMCAD Professional	生产制造	提供了一个使用原生印制电路板和图像数据来执行 CAD/CAM 验证、生产制造设计、测试设计分析的一个数据预操作环境。还在印制电路板的制造过程中的设计、制造、测试环境、提交正确结果、完成智能化产品描述这几项之间提供了逻辑连接
visECAD		提供了节省时间的回顾电子设计数据的查看和协作功能。为生产制造级别的协作中允许制造工程师提供一个关于设计的建设性的反馈意见来改善影响可制造性以及可测试性。visECAD 为共享印制电路板或原理图信息, 提供了一个完整的、层次式设计的协作平台
Library Manager	设计与元件数据管理	提供了一个编辑、管理库对象 (如元件符号、封装以及焊盘堆栈) 的公共接口, 此外, 库管理工具还可用于创建、维护这些库对象之间的关系

图 1-5-2 简化了使用 PADS 作为设计印制电路板时所经历的主要流程环节, 其中省略了库管理、仿真、分析等环节。需要注意, 此处省略的环节对于印制电路板设计也非常重要, 尤其是对于高速电路设计。本书中着重介绍 PADS Logic (原理图设计)、Layout (印制电路板布局布线)、Router (印制电路板智能布线) 3 大软件模块, 图 1-5-2 所示为主要流程环节与 PADS 模块的对应关系。

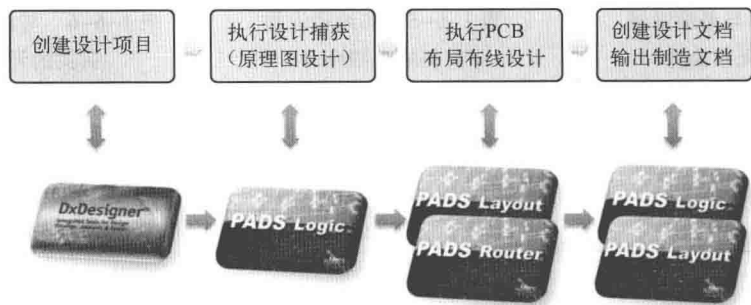


图 1-5-2 简化后的基于 PADS Logic、Layout、Router 的印制电路板设计流程

1.6 无模命令

为了提升使用 PADS 进行电路设计的效率，PADS 为 Logic、Layout、Router 提供了一种在任意时间通过输入代码字符方式设置、修改相关参数和功能的功能，该功能称为无模命令 (Router 称之为快捷方式)。例如，想要设置工作区的设计栅格为 50mil，直接在 PADS Logic 或 Layout 设计环境中，通过键盘输入代码命令 G50，即可实现快速设置设计栅格的目的。表 1-6-1~表 1-6-7 列出了 PADS Logic 支持的无模命令。

表 1-6-1 与栅格设置有关的无模命令

命 令	注 释
G <n>	设置设计栅格，如：G50
GD <n>	设置显示栅格，如：GD50

表 1-6-2 与设计、层级设置有关的无模命令

命 令	注 释
HI	进入原理图的下一层
HO	进入原理图的上一层
Q	调用快速测量
R <width>	设置路径线的最小真实显示线宽值
SH <sheet>	选择图页名称或编号
W <width>	设置当前的线宽值

表 1-6-3 与搜索有关的无模命令

命 令	注 释
S <string>	搜索名称项，如：SU1
S <n> <n>	搜索位于 <n> <n> 的绝对坐标，如：S1000 1000
SR <n> <n>	搜索相对坐标 X、Y，如：SR -200 100
SRX <n>	搜索相对坐标 X，如：SRX 300
SRY <n>	搜索相对坐标 Y，如：SRY 200
SX <n>	保持当前 Y 坐标不变，绝对移动 X 坐标至 <n>，如：SX200
SY <n>	保持当前 X 坐标不变，绝对移动 Y 坐标至 <n>，如：SY300