

袁鹏平 何志刚 罗开玉 编著

快速精通

Altium Designer6 电路图 和

PCB设计



化学工业出版社

快速精通

Altium Designer6 电路图 和 PCB 设计

袁鹏平 何志刚 罗开玉 编著



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目(CIP)数据

快速精通 Altium Designer 6 电路图和 PCB 设计 / 袁鹏
平, 何志刚, 罗开玉编著. —北京: 化学工业出版社, 2008.12
ISBN 978-7-122-03962-0

I. 快… II. ①袁…②何…③罗… III. 印刷电路-计
算机辅助设计-应用软件, Altium Designer 6
IV. TN410.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 164399 号

责任编辑: 宋 辉
责任校对: 李 林

装帧设计: 王晓宇

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 化学工业出版社印刷厂

787mm×1092mm 1/16 印张 21½ 字数 519 千字 2009 年 2 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 49.00 元

版权所有 违者必究



前言

电子设计自动化 (Electronic Design Automation, 简称 EDA) 技术是在电子 CAD 技术基础上发展起来的计算机软件系统, 是指以计算机为工作平台, 融合了应用电子技术、计算机技术、信息处理及智能化技术的成果, 进行的电子产品的自动设计。本书所指的 EDA 技术, 主要针对电子电路设计、PCB 设计和 IC 设计。

利用 EDA 工具, 电子设计师可以从概念、算法、协议等开始设计电子系统, 大量工作可以通过计算机完成, 并可以将电子产品从电路设计、性能分析到设计出 IC 版图或 PCB 版图的整个过程在计算机上自动处理完成。

Protel 系列软件是当前国内应用最为广泛的 EDA 设计工具之一, 深受电子设计工程师的喜爱, Altium Designer 6 是 Altium 公司推出的 Protel 系列的最新版本。它作为完全一体化电子产品开发系统的一个新版本, 是业界第一款也是唯一一种完整的板级设计解决方案。

Altium Designer 6 具有完美的向下兼容特性, 完全兼容了以前各种版本的 Protel 软件, 如 Protel 98、Protel 99、Protel 99SE 及 Protel DXP2004 等, 以前 Protel 的所有版本的设计文件和资源都可以拿过来继续使用, 而且 Altium Designer 6 的设计文件和资源也可以保存为以前的各种 Protel 版本的格式。在充分继承了先前版本优点的基础上, Altium Designer 6 拓宽了板级设计的传统界限, 是业界首例将设计流程、集成化 PCB 设计、可编程器件 (如 FPGA) 设计和基于处理器设计的嵌入式软件开发功能整合在一起的产品, 具有将设计方案从概念转变为最终成品所需的全部功能。

另外, Altium Designer 6 支持多种语言 (包括中文、英文、德文、法文、日文), 极大地方便了不同语言环境中的用户, 最近的更新版本 Altium Designer 6.7, 则进一步增强了数据转换的功能, 能够准确、高效、低成本地将其他系统, 如 orCAD 和 PADS 等转换为 Altium Designer, 确保电子设计师们可以充分利用最新的电子技术和统一的开发环境所带来的新的设计可能性。本书就是以 Altium Designer 6.7 为版本, 具体介绍 Altium Designer 6 的各种中文设计应用环境。

本书从易学、易教的角度出发, 突出实用性, 以精心选择的基础实用电路的设计实例为主线, 全面介绍了以 Altium Designer 6 软件工具为核心的印刷电路板设计技术, 包括 Altium Designer 6 的基本操作、电路原理图和 PCB 板的设计过程、各种报表的生成和阅读等内容, 还介绍了编者在实际工作中积累的经验, 以及有关 Altium Designer 6 的应用技巧。对于目前 Altium Designer 6 还不完善的环节, 编者也给出了有效的解决方法, 以方便读者进一步学习和实践。

书中“一步一步跟我学”部分精心安排了三个综合实训项目, 这些实训项目都是编者从长期电子设计实践中精选的工程实例, 涵盖了 Altium Designer 6 的主要功能。通过这些项目的学习, 读者可以体会到理论与实践的一些细微差别, 而这些差别往往是一个电子设计师从书本走向实践的关键因素。

本书适合从事电子设计的技术人员参阅，也可作为各大、中专院校及各培训班的教材。
从本书起步，走向一个优秀的电子工程师的生涯！

本书得到了广州顺德美的电器股份有限公司袁汉平工程师的指导，鲁金钟、林伟、纪翔、林璐、田鑫做了资料的收集与整理工作，在此予以致谢。

编著者



目 录

第 1 章 Altium Designer 6 概述..... 1

- 1.1 Altium Designer 6 简介..... 1
- 1.2 Altium Designer 6 的开发环境..... 4
- 1.3 Altium Designer 6 的操作界面..... 7
- 1.4 Altium Designer 6 的管理类型..... 11
- 1.5 工作面板和窗口的管理..... 17
- 1.6 Altium Designer 6 的主要文件操作..... 22
- 1.7 Altium Designer 6 的基本参数设置..... 25

第 2 章 电路原理图设计基础..... 34

- 2.1 电路设计流程..... 34
- 2.2 进入原理图的设计环境..... 35
- 2.3 原理图环境设置..... 40
- 2.4 原理图系统参数设置..... 45
- 2.5 放置电路元器件..... 52
- 2.6 原理图菜单..... 58
- 2.7 原理图设计工具栏..... 66
- 2.8 原理图的布线..... 67
- 2.9 绘制图形工具栏..... 82
- 2.10 添加文字对象..... 90
- 2.11 原理图的打印输出..... 93

第 3 章 元器件库的管理与创建..... 95

- 3.1 新建一个集成库项目..... 95
- 3.2 管理原理图元器件库..... 96
- 3.3 创建原理图元器件库..... 99
- 3.4 原理图库文件操作..... 108
- 3.5 管理元器件封装库..... 111
- 3.6 创建元器件封装库..... 114
- 3.7 生成元件集成库..... 122
- 3.8 分解集成库..... 127

第4章 一步一步跟我学集成库制作..... 129

第一步 新建一个集成库	129
第二步 制作原理图库元件	130
第三步 制作元件封装	134
第四步 编译生成集成库	138

第5章 原理图设计提高..... 143

5.1 原理图编辑	143
5.2 元件的整体操作	152
5.3 层次原理图的设计	155

第6章 原理图编译与输出..... 165

6.1 编译项目及查错	165
6.2 生成各种报表	178
6.3 打印输出	186

第7章 一步一步跟我学原理图绘制..... 187

第一步 新建项目文件	187
第二步 创建原理图纸模板	188
第三步 套用模板	192
第四步 放置元件	194
第五步 设置标题栏	201
第六步 电气检查	202
第七步 报表输出	203

第8章 设计印刷电路板基础..... 206

8.1 电路板设计基本常识	206
8.2 电路板设计的基本原则	211
8.3 PCB 电路板设计步骤	217
8.4 PCB 文件管理和层堆管理	218
8.5 优先选项	229
8.6 PCB 菜单与工具栏	235
8.7 PCB 的设计规则	240

第 9 章 PCB 设计提高..... 258

9.1 规划电路板.....	259
9.2 PCB 对象的放置和属性设置.....	263
9.3 元件布局.....	276
9.4 PCB 的布线.....	281
9.5 PCB 的高级编辑技巧.....	290
9.6 PCB 验证和错误检查.....	298
9.7 PCB 与原理图的相互更新.....	301
9.8 报表输出.....	302

第 10 章 一步一步跟我学 PCB 板设计..... 305

第一步 新建 PCB 项目.....	305
第二步 设置 PCB 文档.....	307
第三步 规划 PCB 板界.....	309
第四步 加载网络表.....	311
第五步 元件布局.....	314
第六步 添加元件.....	319
第七步 布线.....	322
第八步 添加其他对象.....	326
第九步 DRC 校验.....	329
第十步 PCB 的三维显示.....	329

参考文献..... 331

第1章

Altium Designer 6 概述



1.1 Altium Designer 6 简介

1.1.1 Altium Designer 6 的发展历史

Protel 产品家族的渊源最早可以追溯到 1985 年, 由 ACCEL Technologies Inc 推出了第一个应用于电子线路设计的软件包——TANGO, 这个软件包开创了电子设计自动化(EDA)的先河, 这就是 Protel 的前身。

随着大规模和超大规模集成电路的使用和计算机辅助设计技术的发展, 1988 年, ACCEL Technologies Inc 公司更名为 Protel Technology 公司, 推出了 Protel for DOS 软件作为 TANGO 的升级版本, Protel for DOS 在欧美市场得到了广泛推广。

20 世纪 80 年代末, Windows 系统开始日益流行, Protel Technology 公司于 1991 年推出了世界上第一个基于 Windows 操作系统的高级 PCB 系统——Protel For Windows 1.0。1992 年, 发布了基于 Windows 操作系统的高级原理图系统以及升级产品, 以后又相继推出了 Protel For Windows 1.5、Protel For Windows 2.0 等版本。这些版本的可视化功能给用户设计电子线路带来了很大的方便, 设计者再也不用记一些烦琐的命令, 他们体会到资源共享的乐趣。

20 世纪 90 年代中, Win95 开始出现, Protel 也紧跟潮流推出了基于 Win95 的 3.X 版本。1996 年, 收购了 Neuro CAD 公司并且开发他们的 Auto route 工具, 从著名的 CUPL 公司获得了 CPLD 技术。1997 年, Protel 取得与 Dolphin Technologies 的 OEM 协议, 全面支持混合电路的模拟仿真。1998 年, Protel 公司推出了给人全新感觉的 Protel 98, 这个 32 位产品以其出众的自动布线能力获得了业内人士的一直好评。1999 年, Protel 公司又推出了 Protel 99, Micro Code Engineering (微码仿真技术) 和 EMC/EMI 公司 INCASES Engineering GmbH 技术包含在 Protel 99 中。至此, Protel 软件既有原理图的逻辑功能验证的混合信号仿真, 又有 PCB 信号完整性分析的板级仿真, 构成从电路构思设计到真实板分析的完整体系。

2000 年 1 月, Protel Technology 公司收购著名 EDA 公司——ACCEL (PCAD) 公司, 推出 Protel 99se, 为桌面 EDA 系统完整集成了各类工具 (包括 3D, CAM 等)、设计组管理等高性能产品, 使设计师对设计过程具有更大的控制力。2001 年 8 月 6 日更名为 Altium 公司, 2002 年下半年推出了 Protel DXP, 该版本主要在仿真与布线方面有了较大的提高。2004 年推出了 Protel 2004, 提供 PCB 与 FPGA 双向协同设计功能。

2006 年初, Altium 公司推出了 Protel 系列的最新高端版本 Altium Designer 6。这款版本除了全面继承包括 Protel 99se、Protel 2004 在内的之前一系列版本的功能和优点以外, 还增加了许多改进和高端功能, 可以使工程师的工作更加便捷、有效和轻松, 解决工程师在项目开发中遇到的各种挑战, 推动 Protel 软件向更高端 EDA 工具的迈进, Altium



Designer 6, 也就是本书即将为大家介绍的版本。

1.1.2 Altium Designer 6 的主要功能

(1) 电路原理图设计

Altium Designer 6 的电路原理图设计系统由电路图编辑器 (SCH 编辑器)、电路图零件库编辑器 (SCHLib 编辑器) 和各种文本编辑器组成, 该系统的主要功能如下。

- ① 绘制、修改和编辑电路原理图。
- ② 更新和修改电路图零件库。
- ③ 查看和编辑电路图与零件库相关的各种报表。

(2) 印刷电路板设计

印刷电路板 (Printed Circuit Board, 简称 PCB) 是一种重要的电子部件, 它是所有电子元器件的支撑体, 也是电子元器件电气连接的提供者。由于它是采用电子印刷术制作的, 因此被称为“印刷”电路板。Altium Designer 6 的印刷电路板设计系统由印刷电路板编辑器 (PCB 编辑器)、零件封装编辑器 (PCBLib 编辑器) 和电路板组件管理器组成。

(3) 电路模拟仿真

Altium Designer 6 的电路模拟仿真系统包含一个数字/模拟信号仿真器, 可提供连续的数字信号和模拟信号, 以便对电路原理图进行信号模拟仿真, 从而验证其正确性和可行性。

(4) FPGA 及逻辑器件设计

Altium Designer 6 的编程逻辑设计系统包含了一个有语法功能的文本编辑器和一个波形编辑器, 可以对逻辑电路进行分析和综合, 观察信号的波形。利用 PLD 系统可以最大限度地精简逻辑部件, 使数字电路设计达到最简化。

(5) 高级信号完整性分析

Altium Designer 6 的信号完整性分析系统提供了一个精确的信号完整性模拟器, 可用于分析 PCB 设计、检查电路设计参数、实验超调量、实现阻抗和信号谐波要求等。

此外, 使用 Altium Designer 6 还可以进行设计规则检查、生成元件清单、生成数控钻床用的钻孔定位文件、生成阻焊层文件、生成印刷字符层文件等。

1.1.3 Altium Designer 6 的特点

Altium Designer 6 除继承包括 Protel 99SE、Protel DXP 和 Protel DXP2004 在内的先前一系列版本的功能和优点外, 还集成了 FPGA 设计功能和 SOPC 设计实现功能, 从而允许工程师将系统设计中的 FPGA 与 PCB 设计以及嵌入式设计集成在一起。

其主要特点如下。

- ① 支持多国语言, 完全兼容 Protel 98/Protel 99/Protel 99SE/Protel DXP/ Protel DXP2004, 并提供了对 Protel99 SE 下创建的 DDB 文件的导入功能。
- ② 支持 PCB 与 FPGA 引脚的双向同步, 能进行 PCB 与 FPGA 设计的系统集成。
- ③ 提供完善的混合信号仿真、布线前后的信号完整性分析功能。
- ④ 提供了对高密度封装的交互布线功能。
- ⑤ 提供了开发板, 并和板上的逻辑可编程芯片一起组成了可重新配置的系统设计验证平台。
- ⑥ 可以与用户的 PC 进行连接, 能进行硬件设计的下载和与用户 PC 之间的通信。

⑦ 允许用户交互式地执行并调试验证基于逻辑可编程芯片的系统设计。

⑧ 可以配合 Altium 公司 Altium Designer 的设计方案验证。

Altium Designer 6 的更新主要有以下三个方面。

(1) 在 PCB 部分

Altium Designer 6 着重在差分对布线、FPGA 器件差分对引脚的动态分配、PCB 和 FPGA 之间的全面集成,从而实现了自动引脚优化和非凡的布线效果。还有 PCB 文件切片,PCB 多个器件集体操作,在 PCB 文件中支持多国语言(中文、英文、德文、法文、日文),任意字体和大小的汉字字符输入,光标跟随在线信息显示功能,复杂 BOA 器件的多层自动扇出,提供了对高密度封装(如 BOA)的交互布线功能、总线布线功能、器件精确移动、快速敷铜等功能。

具有交互式编辑、出错查询、布线和可视化功能,从而能更快地实现电路板布局,支持高速电路设计,具有成熟的布线后信号完整性分析工具。Altium Designer 6 对差分信号提供系统范围内的支持,可对高速内连的差分信号对进行充分定义、管理和交互式布线。支持对在 FPGA 项目内部定义的 LVDS 信号(低压微分信号)的物理设计进行自动映像。

(2) 原理图部分

新增加“灵巧粘贴”,可以将一些不同的对象拷贝到原理图当中。强大的前端功能包括多层次、多信道的原理图输入,VHDL 开发和功能仿真以及布线前后的信号完整性分析功能。

在信号仿真部分,提供完善的混合信号仿真,除支持 XSPICE 标准外,还支持对 Pspice 模型和电路的仿真。对 FPGA 设计提供了丰富的 IP 内核,包括各种处理器、内存、外设、接口以及虚拟仪器。

(3) 嵌入式设计部分

增强了 JTAG 器件的实时显示功能,有基于 FPGA 的逻辑分析仪,可以支持 32 位或 64 位的信号输入。除了现有的多种处理器内核外,还增强了对更多 32 位微处理器的支持,方便嵌入式软件设计在软处理器、FPGA 内部嵌入的硬处理器和分立处理器之间无缝的迁移。使用了 Wishbone 开放总线连接器,允许在 FPGA 上实现的逻辑模块透明地连接到各种处理器上。

Altium Designer 6 支持 Xilinx MicroBlaze、TSK3000 等 32 位软处理器,PowerPC 硬核,并且支持 AMCC405 和 Sharp Blue Streak ARM7 系列分立的处理器。对每一种处理器都提供完备的开发调试工具。

引入了以 FPGA 为目标的虚拟仪器,当其与 Live Design-enabled 硬件平台 NanoBoard 结合时,用户可以快速、交互地实现和调试基于 FPGA 的设计,可以更换各种 FPGA 子板,支持更多的 FPGA 器件。

在器件库方面支持基于 ODBC(开放数据库互连)和 ADO(基于标准的程序设计模型,用于创建分布式的、数据共享的应用程序)的数据库,可以使用 orCAD 的器件库。完全兼容 Protel 98/Protel 99/Protel 99se/Protel DXP,并提供对 Protel 99se 下创建的 DDB 文件导入功能,还增加了 P-CAD、OrCAD、PADS 等 PCB 软件的设计文件和库的导入,OrCAD、PADS、AutoCAD 和其他软件的文件导入和导出功能。完整的 ODB++/Gerber CAM(两种设计数据格式)系统使用户可以重新设计原有的设计,弥补设计和制造之间的差异。

Altium Designer 6 中的 Board Insight 系统把设计师的鼠标变成了交互式的数据挖掘工具。Board Insight 集成了“警示”显示功能，可以毫不费力地浏览和编辑设计中叠放的对象。

Altium Designer 6 引入了强大的“逃逸布线”引擎，尝试将每个定义的焊盘通过布线刚好引到 BGA 边界，这使对密集 BGA 类型封装的布线变得非常简单。显著地节省了设计时间，设计师无需手动就可以在一大堆焊盘间将导线连接到这些器件的内部引脚上。

Altium Designer 6 极大地减少了带有大量引脚的器件封装在高密度板卡上设计的时间，简化了复杂板卡的设计导航功能，设计师可以有效地处理高速差分信号。

1.2 Altium Designer 6 的开发环境

Altium Designer 6 的集成开发环境（Design Explorer）就是进行设计工作的环境，从集成开发环境中启动原理图编辑器、PCB 印刷电路板编辑等。在集成开发环境中切换不同文档时，Altium Designer 6 会根据打开不同类型的文档而提供不同类型的编辑环境，面板上的标签、菜单、工具栏也会发生相应的变化。

Altium Designer 6 的工作环境，主要包括文件管理环境的类型，以及环境与资源的设置。

1.2.1 Altium Designer 6 的工作环境

启动 Altium Designer 6 的方法很简单，与启动其他的 Windows 程序没有太大的区别。在 Altium Designer 6 操作系统中，执行[开始]/[所有程序]/[Altium Designer 6]命令，就会弹出如图 1-1 所示的工作窗口。

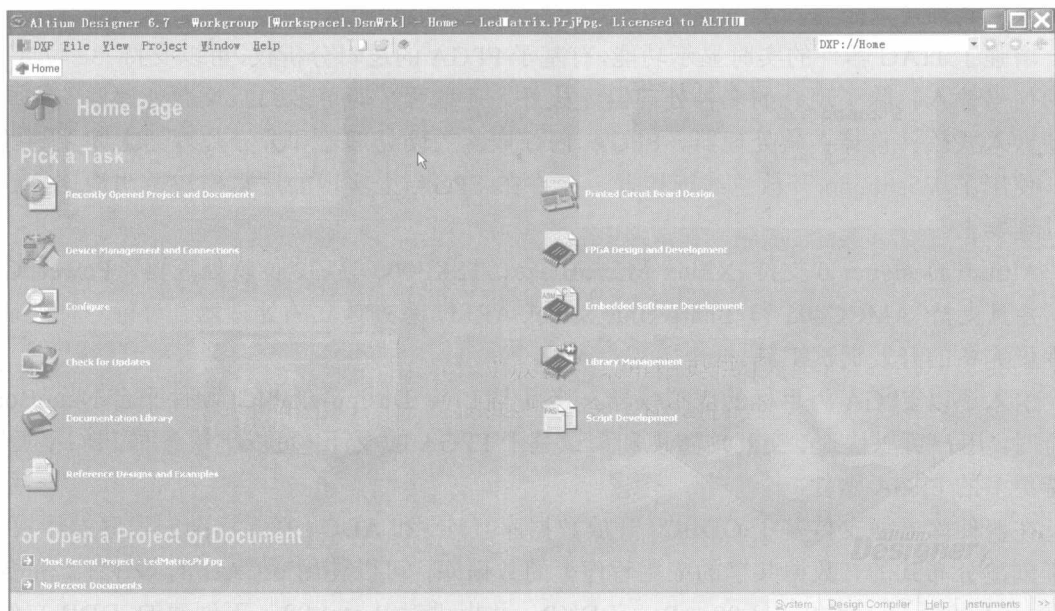


图 1-1 Altium Designer 6 工作窗口

在 Altium Designer 6 的 Pick a task（选择任务栏）、or Open a Project or document（打开工程或文件栏）中，提供了多种常用的操作命令。下面介绍每项操作命令的功能。



最近打开的文件或工程。



元件管理与连接。



系统配置。



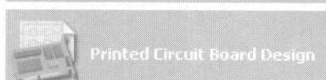
资源更新。



文件库。



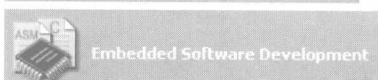
系统参考设计与实例。



印刷电路板设计。



现场可编程门阵列设计与开发。



嵌入式软件开发。



元件库管理。



脚本语言开发。

1.2.2 Altium Designer 6 中文环境设置

Altium Designer 6 支持包括中文在内的多国语言（中文、英文、德文、法文、日文），下面进入中文环境。

① 单击系统窗口左上角的“DXP”按钮，在弹出的下拉菜单中单击[Preferences...]命令，如图 1-2 所示。

② 弹出参数配置（Preferences）（也称为优先设定）对话框，如图 1-3 所示。

选择页面左下部 ☒ Use localized resources （使用本地化资源）项，此时会弹出一个警告（Warning）窗口，如图 1-4 所示，提示系统在重启后将使用一个新的工作接口配置表，单击“OK”按钮，退回参数配置对话框，单击参数配置对话框按钮“OK”。

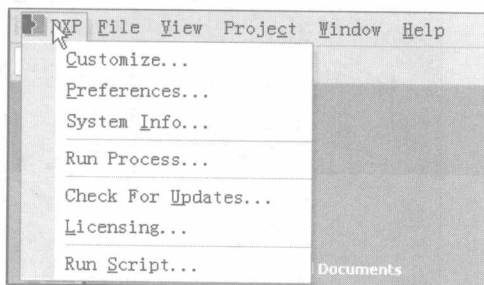


图 1-2 DXP 菜单

③ 单击系统窗口右上角的 按钮，退出 Altium Designer 6 系统，然后重新启动 Altium Designer 6 系统，即变为中文界面，如图 1-5 所示。

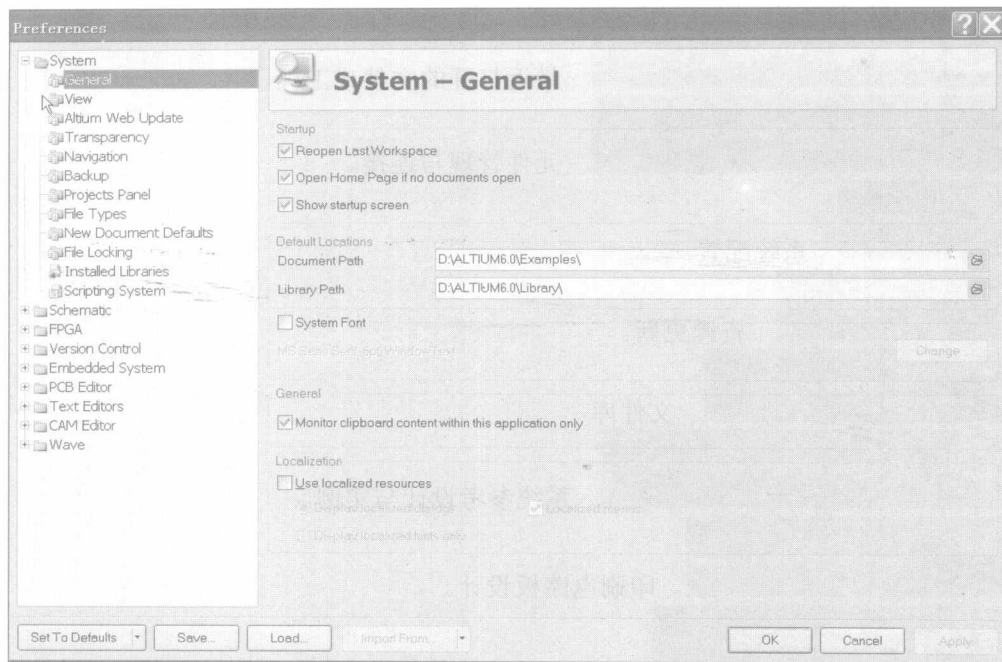


图 1-3 参数配置对话框

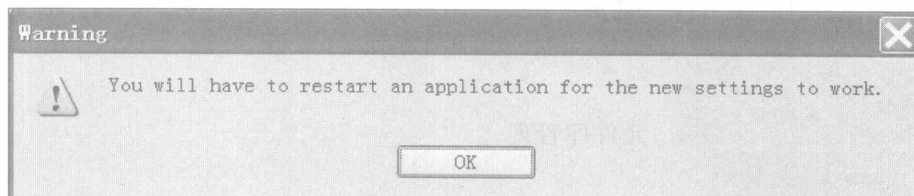


图 1-4 警告窗口

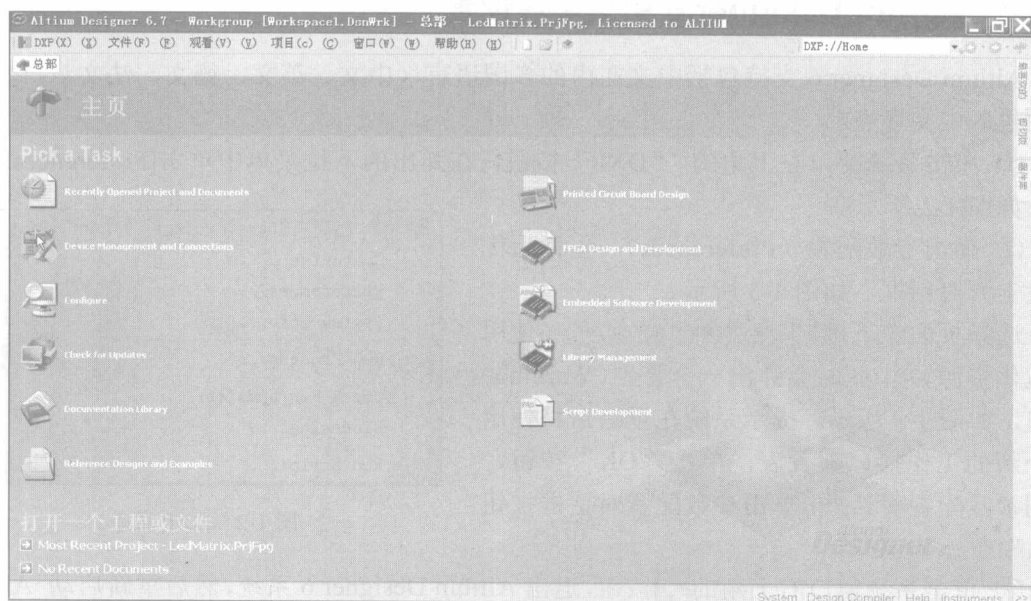


图 1-5 Altium Designer 6 中文界面

很显然,所谓的中文界面并不是完全的中文,后面的学习就将以此界面为基础,请读者把软件界面也调到中文界面。

1.3 Altium Designer 6 的操作界面

启动 Altium Designer 6 后,将出现如图 1-5 所示的主界面。主界面提供了一个管理接口,可以进行项目文件、设计文档的创建和管理。该界面主要由系统菜单栏、工具栏、工作面板、文档标签栏、导航栏、面板标签、工作区、状态区、工作区面板标签等部分组成。

1.3.1 系统菜单栏

系统所提供的菜单与当前打开的服务程序和设计文档有关。比如,在没有打开任何文档的情况下,只有如图 1-6 所示的 6 个菜单项;打开原理图设计文档后的菜单项如图 1-7 所示;打开 PCB 设计文档后的菜单项如图 1-8 所示。

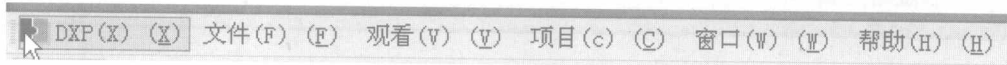


图 1-6 未打开文档时的菜单项

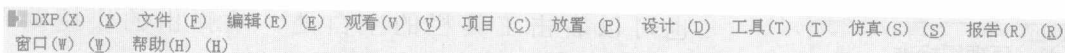


图 1-7 原理图设计状态下的菜单项

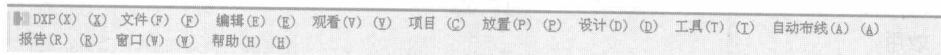


图 1-8 PCB 设计状态下的菜单项

关于各个菜单项具体的功能和应用,将在后续章节中陆续介绍。

1.3.2 工具栏

工具栏中提供了最常用的菜单命令的快捷操作图标,工具栏也因当前打开的服务程序和设计文档而异。如图 1-9 所示为未打开文档时的文档工具栏;如图 1-10 所示为原理图设计状态下的几个工具栏;如图 1-11 所示为 PCB 设计状态下的几个工具栏。



图 1-9 未打开文档时的文档工具栏



图 1-10 原理图设计状态下的几个工具栏



图 1-11 PCB 设计状态下的几个工具栏

任何工具栏都可以使用鼠标将其拖动到屏幕上的任意位置,以浮动的形式出现,如图 1-12 所示。

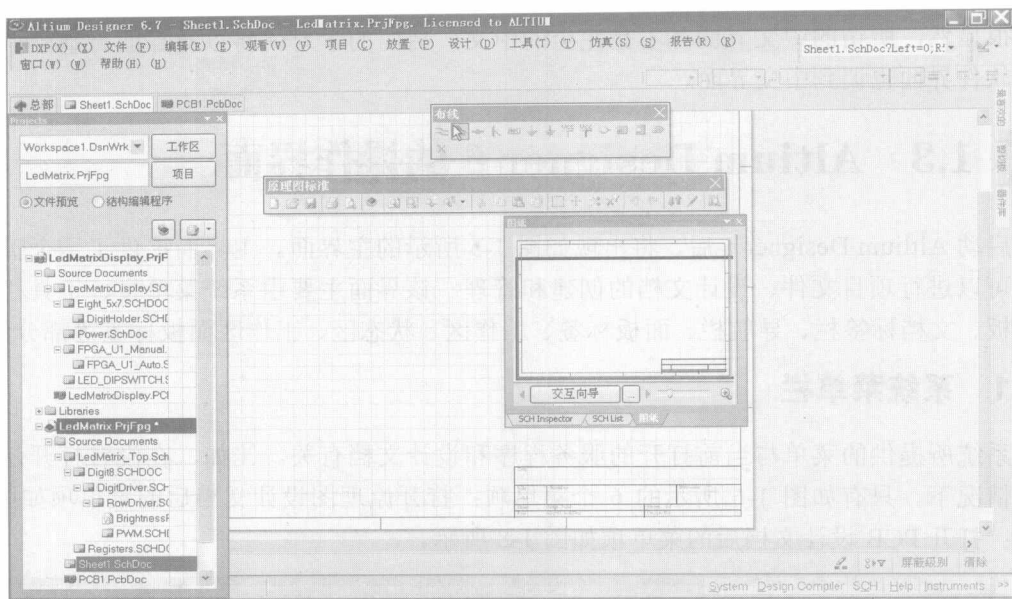


图 1-12 以浮动的形式显示工具栏



图 1-13 快捷菜单

也可以右击工具栏的空白处，从弹出的快捷菜单（图 1-13）中选择显示或隐藏某些工具栏。

1.3.3 工作区

在主界面的工作区中，主要提供了一些常用的文件操作的快捷图标，如图 1-14 所示。其中主要的是新建 PCB 项目文件和 FPGA 项目文件的按钮以及打开已经存在的项目文件的按钮。此外，在工作区内还提供了获得帮助信息的链接按钮。

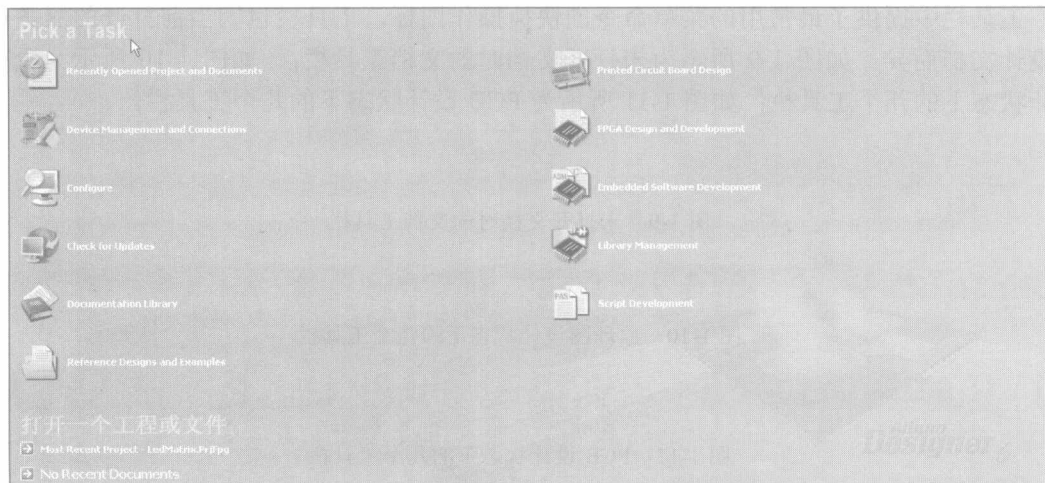


图 1-14 主界面工作区的部分快捷图标

1.3.4 工作区面板标签

为方便电路设计, Altium Designer 6 提供了大量工作区面板。在图 1-15 中, 便在工作区中显示了“器件库”面板和“Files”面板。

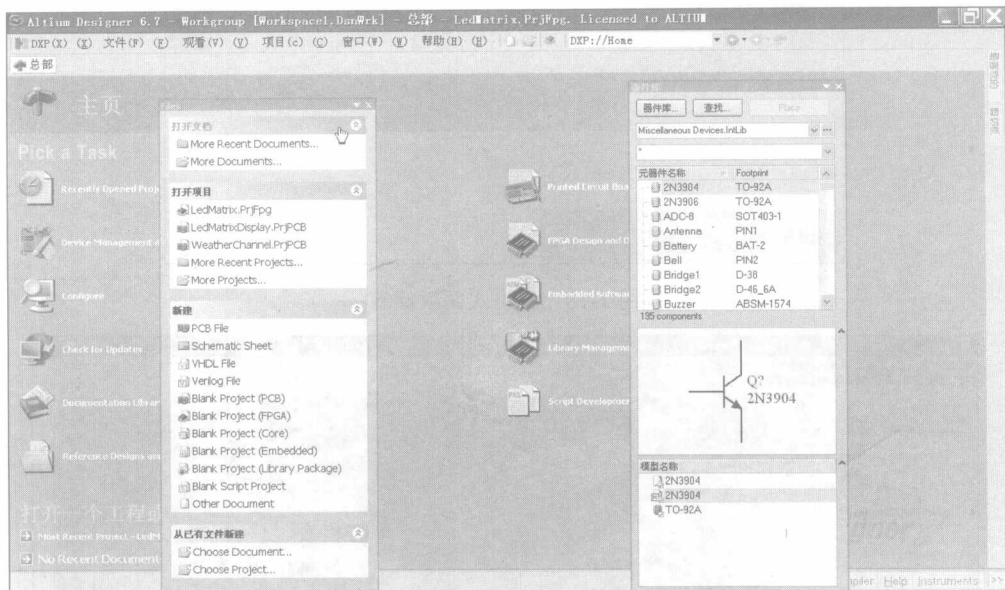


图 1-15 显示了“器件库”面板和“Files”面板的主界面

由于面板数量众多, Altium Designer 6 将它们分为 4 种类型, 在右下角以如图 1-16 所示的面板标签形式出现。只需单击相应的面板标签, 就可以从出现的面板菜单中选择需要显示的面板。



图 1-16 面板标签

例如, 要显示“Files”面板, 可以单击“System”面板标签, 从弹出的菜单中选择[Files]选项即可, 如图 1-17 所示。

不同工作环境下, 其工作面板也不尽相同。除上述方法外, 还可以通过选择主菜单中的[观看]/[工作区面板]命令, 从弹出的子菜单中选择需要打开或者关闭的面板名, 打开或关闭指定面板。

1.3.5 弹出式面板标签

在主界面的左下方和右上方, 还有如图 1-18 所示的两个面板标签。利用这些标签, 可以快速弹出最常用的面板。

例如, 单击“Projects”标签, 就可以在主界面的左侧弹出用于进行文件管理的“Projects”面板, 如图 1-19 所示。



图 1-17 显示“Files”面板