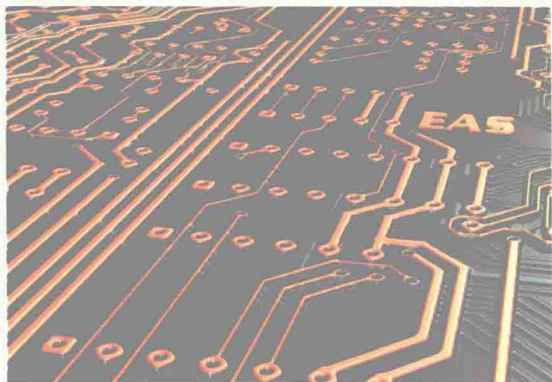




应用技术型本科院校机电类专业“十三五”系列规划教材



Altium Designer 电子线路CAD教程

Altium Designer DIANZI XIANLU CAD JIAOCHENG

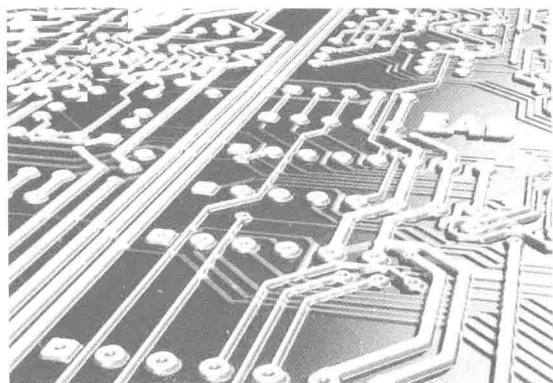
 主 编 徐陶祎



合肥工业大学出版社
HEFEI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS



应用技术型本科院校机电类专业“十三五”系列规划教材



Altium Designer 电子线路CAD教程

Altium Designer DIANZI XIANLU CAD JIAOCHENG

主 编 徐陶祎



合肥工业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

Altium Designer 电子线路 CAD 教程/徐陶祎主编. —合肥:合肥工业大学出版社, 2017. 1

ISBN 978-7-5650-3083-3

I. ①电… II. ①徐… III. ①电子电路—计算机辅助设计—高等学校—教材
IV. ①TN702

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 285215 号

Altium Designer 电子线路 CAD 教程

主 编 徐陶祎

责任编辑 马成勋

出 版	合肥工业大学出版社	版 次	2017 年 1 月第 1 版
地 址	合肥市屯溪路 193 号	印 次	2017 年 1 月第 1 次印刷
邮 编	230009	开 本	787 毫米×1092 毫米 1/16
电 话	理工图书编辑部:0551-62903200 市 场 营 销 部:0551-62903198	印 张	24.25
网 址	www.hfutpress.com.cn	字 数	728 千字
E-mail	hfutpress@163.com	印 刷	安徽昶颀包装印务有限责任公司
		发 行	全国新华书店

ISBN 978-7-5650-3083-3

定价: 45.00 元

如果有影响阅读的印装质量问题,请与出版社市场营销部联系调换

前 言

随着计算机技术与电子技术的迅速发展,计算机辅助设计(Computer Aided Design——CAD)技术已经渗透到现代电子工业中的各个领域。其中 Altium Designer 是应用非常广泛、功能强大的一款电路设计软件,它是 Altium 的最新产品,是由 Protel 发展而来的,与前期的 Protel 版本相比,Altium Designer 的功能得到了进一步增强。Altium Designer 的自动布线规则大大提高了布线的成功率和准确率。尽管目前有多种原理图与 PCB 设计软件,但 Altium Designer 系列软件仍然以其功能强大、人机界面友好、易学易用、可完整实现电子产品从电学概念设计到生成物理生产数据的全过程等优点为各企业广泛应用。

通过深入细致地调查发现,现在的大专院校大多采用 Altium Designer 09 或 Altium Designer 10 软件完成教学。针对独立院校和高职高专类学生的特点,为使广大电路设计初学者能尽快入门并掌握电路设计软件,特编写该书。

本书通过大量应用实例向读者介绍电路板设计工具 Altium Designer 的使用方法,重点培养学生的电路设计技能,提高学生解决实际问题的能力。书中通过创设情境激发学生的学习兴趣,使其主动参与到学习中来,并掌握 Altium Designer 软件的功能。在内容的安排上遵循学习者认知规律,通俗易懂,循序渐进,富有启发性,每章后配有课后练习,方便教学与学生自学。

本书共分 10 章,主要内容如下:

第 1 章为读者介绍 Altium Designer 软件文件结构与管理,并讲述软件基本操作。

第 2 章到第 3 章为电路原理图设计系统,包括原理图工具栏用法、原理图图纸的设置、简单原理图的绘制方法、元件库的加载与使用以及层次原理图的两种植绘方法。

第 4 章讲述如何制作原理图元件,讲解元件符号的绘制工具与绘制方法,并讲述简单元件及部分复杂元件的绘制方法。

第5章到第6章讲述PCB设计,讲解了PCB的组成结构以及设计流程,并讲述如何设计PCB,如何进行布局布线,此外还详细介绍了PCB编辑器参数的设置、电路板板框的设置、对象的编辑、添加泪滴及敷铜等操作。

第7章讲述如何进行PCB封装设计。本章详细讲解了如何进行封装库的创建、元件封装的设计、元件封装的管理以及元件封装报表的生成等操作。

第8章讲述电路仿真,并结合典型设计实例进行讲解,使读者可以轻松掌握Altium Designer仿真模块的应用。

第9章讲述PCB信号完整性分析。

第10章结合一个综合实例来讲解PCB制作的全过程,首先是文件系统的建立,然后详细介绍了PCB编辑器参数的设置、电路板板框的设置、对象的编辑、添加泪滴及敷铜等操作。

本书图文并茂,叙述简明清楚,在编写过程中的每个重要步骤都给出了提示,读者通过学习能够完全掌握PCB制作的最基本技巧,并能够灵活应用。全书以多个典型工程设计实例讲述在Altium Designer环境下,完成电路原理图设计和PCB的制作,以及电路仿真和信号完整性分析。

本书由武汉科技大学城市学院电气工程系主任徐陶祎老师编写,主要面向应用型本科院校或大中专院校相关专业师生以及广大电路设计初学者。

在本书的编写过程中,编者参阅了许多同行专家的文献资料,在此真诚致谢。由于编写时间仓促,作者水平有限,书中难免有不妥之处,恳请读者批评指正。

编 者

2016年12月

目 录

第 1 章 印制电路板与 Altium Designer 10	(001)
1.1 Altium Designer 10 概述.....	(001)
1.2 Altium Designer 10 设计环境.....	(002)
1.3 Altium Designer 10 文件管理.....	(006)
1.4 Altium Designer 10 基本操作.....	(006)
1.5 本章小结	(017)
思考与练习	(018)
第 2 章 原理图设计	(019)
2.1 原理图设计步骤	(019)
2.2 绘图工作环境的设置	(020)
2.3 原理图设计工具栏	(028)
2.4 元件库的管理	(050)
2.5 元件基本操作	(053)
2.6 元件的排列与对齐	(055)
2.7 更新元器件流水号	(061)
2.8 生成报表文件	(064)
2.9 原理图的输出	(068)
2.10 原理图绘制实例	(070)
2.11 本章小结	(076)
思考与练习	(077)
第 3 章 层次原理图设计	(081)
3.1 层次原理图的结构	(081)

3.2	自顶向下的层次原理图设计	(083)
3.3	自底向上的层次原理图设计	(092)
3.4	层次原理图的报表	(094)
3.5	游戏机电路设计综合实例	(095)
3.6	绘制层次原理图	(101)
3.7	本章小结	(121)
	思考与练习	(122)
第4章	创建元器件库与制作元器件	(128)
4.1	元件库概述	(128)
4.2	元件库的创建	(129)
4.3	元件库的管理	(129)
4.4	元件绘图工具	(134)
4.5	简单元件绘制实例	(139)
4.6	复合元件绘制实例	(150)
4.7	生成元件报表	(157)
4.8	本章小结	(159)
	思考与练习	(160)
第5章	PCB 设计基础	(163)
5.1	PCB 的板层结构	(163)
5.2	元器件常用封装	(167)
5.3	PCB 板设计流程与制作工艺	(174)
5.4	PCB 板设计原则	(177)
5.5	本章小结	(179)
	思考与练习	(180)
第6章	Altium Designer 10 的 PCB 设计	(181)
6.1	PCB 编辑器	(181)
6.2	PCB 参数设置	(186)
6.3	PCB 设计工具栏	(200)
6.4	利用自动布线方法绘制 PCB 图	(220)

6.5	PCB图的后处理	(239)
6.6	本章小结	(241)
	思考与练习	(242)
第7章	创建封装库与制作元器件封装	(246)
7.1	封装概述	(246)
7.2	元器件封装编辑器	(247)
7.3	手动创建新元器件封装	(250)
7.4	利用向导创建新元器件封装	(256)
7.5	元器件封装管理	(260)
7.6	PCB板报表	(263)
7.7	本章小结	(265)
	思考与练习	(266)
第8章	电路仿真基础	(272)
8.1	仿真概述与特点	(272)
8.2	Altium Designer 仿真库描述	(273)
8.3	初始状态的设置	(288)
8.4	仿真器的设置与示例	(289)
8.5	设计仿真原理图	(301)
8.6	电路仿真实例	(304)
8.7	本章小结	(312)
	思考与练习	(313)
第9章	信号完整性分析	(316)
9.1	文件系统的建立	(316)
9.2	设置信号完整性分析规则	(317)
9.3	PCB信号完整性分析模型	(324)
9.4	信号完整性分析器设置	(328)
9.5	电路板信号完整性分析实例	(332)
9.6	本章小结	(336)

第 10 章 数码管电路设计综合实例	(337)
10.1 文件系统的建立	(337)
10.2 装载元件库	(339)
10.3 绘制所需元件	(341)
10.4 为元件添加封装	(345)
10.5 完成原理图的绘制	(347)
10.6 制作 PCB 板	(348)
附录	(362)
附录 A Altium Designer 中的常用快捷键	(362)
附录 B Altium Designer 常用原理图符号与 PCB 封装符号	(364)
附录 C Altium Designer 相关设计规范	(376)
附录 D 参考教学日历	(377)
参考文献	(380)

第 1 章 印制电路板与 Altium Designer 10

本章导读

本章从 Altium 软件的发展历史出发,介绍了 Altium Designer 10 的设计环境界面、文件管理以及基本操作方式,使读者从总体上了解和熟悉软件的基本操作流程。

学习目标

- Altium Designer 10 的设计环境界面;
- Altium Designer 10 的文件管理;
- Altium Designer 10 的基本操作。

1.1 Altium Designer 10 概述

人们可以利用电子 CAD 软件完成电子线路的设计,包括电路的原理图设计、电路功能仿真、印制板设计与检测等。Altium Designer 软件是目前 EDA (Electronic Designer Automation) 领域中领先的,由 Altium 公司推出的一款使用方便、操作便捷、操作界面人性化的电路设计软件。

Altium 软件发展历史如下。

1985 年:Protel 国际有限公司成立,并发布 DOS 版 Protel PCB。

1991 年:Protel 公司发布 Windows 上的 Protel,其为业界首例基于 Windows 的 PCB 设计系统,以客户/服务器结构开发技术平台,集成 EDA 设计工具(后来作为 Design Explorer 技术集成平台的基础,用在 Altium 当前的产品中)。

1998 年:Protel 公司发布 Protel 98,其为首例集成所有 5 个核心板卡设计工具的产品。

1999 年:Protel 公司在设计开发平台上发布 Protel 99,获得 Accolade 设计自动化(开始销售 Peak FPGA 产品),进入 FPGA 设计和综合市场从 Green Mountain 获得 VHDL 仿真技术。

2001 年:发布 P-CAD 2001,Protel 国际有限公司与 Atmel 公司开展战略伙伴关系,并正式更名为 Altium 有限公司。

2004 年:发布 Protel 2004,可在 FPGA 上开发完全基于处理器的数字系统。发布 CircuitStudio,其为板级和可编程逻辑设计通用的前端工程系统。

2005 年:正式发布 Altium Designer 6.0,该产品现在是基于 DXP 2004 设计系统的许可

证选项,该系统具有整个电子产品开发流程所必需的所有功能。

2009年,正式发布 Altium Designer Summer 09,在全球范围内推出了 Altium 创新电子设计平台。

2011年,Altium 正式推出 Altium Designer 10,它的诞生延续了连续不断的新特性和新技术的应用过程。

1.2 Altium Designer 10 设计环境

1.2.1 Altium Designer 10 主界面

Altium Designer 10 启动后可进入软件主界面,如图 1-1 所示。用户可以通过该主界面进行项目文件的操作,如创建新项目、打开、保存文件等。

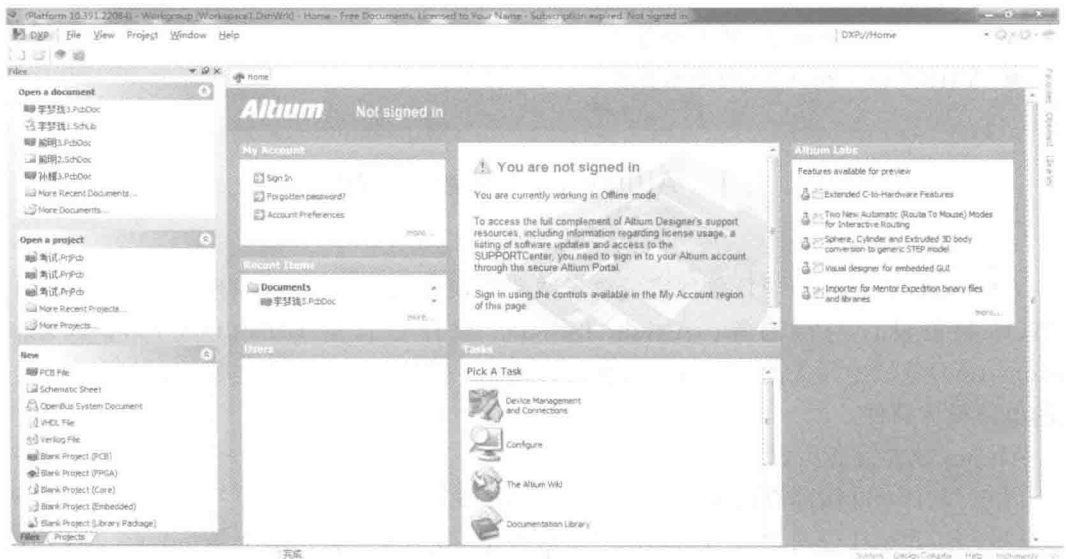


图 1-1 Altium Designer 10 主界面

Altium Designer 10 主界面类似于 Windows 的界面风格,主要包括菜单栏、工具栏、工作面板、状态栏和导航 5 个部分。

1.2.2 Altium Designer 10 菜单栏

菜单栏包括一个用户配置按钮 DXP、文件按钮 File、视图按钮 View、项目按钮 Project、窗口按钮 Windows 和帮助按钮 Help 共 5 个菜单,如图 1-2 所示。



图 1-2 Altium Designer 10 菜单栏

1. 用户配置按钮 DXP

单击该按钮会弹出如图 1-3 所示的配置菜单, 每项菜单的功能和组成在后续内容中将陆续学习。

2. 文件按钮 File

File 文件菜单主要用于文件的新建、打开、保存和退出等基本功能, 如图 1-4 所示。



图 1-3 DXP 配置菜单栏



图 1-4 File 文件菜单栏

3. 视图按钮 View

View 视图菜单主要用于工具栏、工作面板、命令行与状态栏的显示和隐藏, 如图 1-5 所示。

4. 项目按钮 Project

Project 项目菜单主要用于项目的管理, 包括项目文件的编译、添加、删除、显示项目文件的差异和版本控制等命令, 如图 1-6 所示。

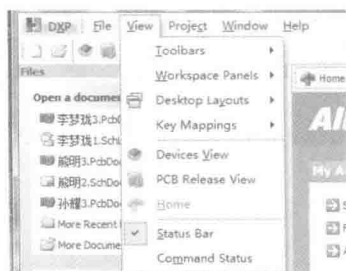


图 1-5 View 视图菜单栏

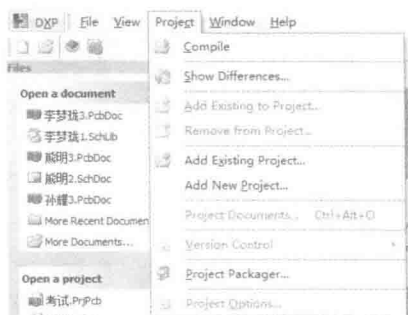


图 1-6 Project 项目菜单栏

5. 窗口按钮 Windows

Project 项目菜单主要用于对窗口的纵向排列、横向排列、打开、隐藏和关闭等操作, 如

图 1-7 所示。

6. 帮助按钮 Help

Help 帮助菜单主要用于提供各种帮助信息,如图 1-8 所示。



图 1-7 Windows 窗口菜单栏

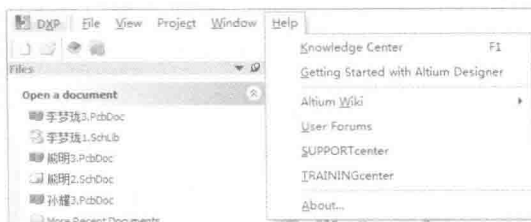


图 1-8 Help 帮助菜单栏

1.2.3 Altium Designer 10 工具栏

在主界面中,工具栏中只有 4 个按钮,分别用来新建文件、打开已存在的文件、打开设备视图和打开 PCB 发行视图页面,如图 1-9 所示。



图 1-9 工具栏

1.2.4 Altium Designer 10 工作窗口

打开 Altium Designer 10,工作窗口显示的是 Home 页面,如图 1-10 所示。

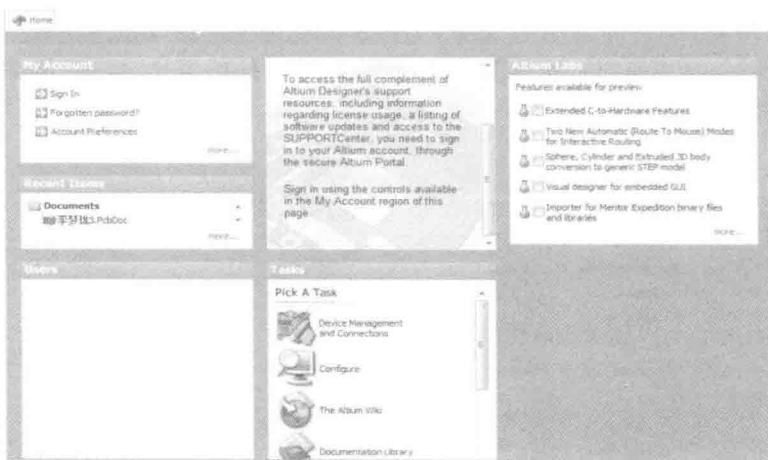


图 1-10 工作窗口的主页页面

Home 页面中包含一系列快速启动图标,包括列出最近打开的项目和文件、DXP 配置、查看升级信息、设计印制电路板等。

1.2.5 Altium Designer 10 工作面板

在 Altium Designer 10 中,可以使用系统型面板和编辑器面板两种类型的面板。系统型面板在任何时候都可以使用,而编辑器只有在相应的文件被打开时才可以。使用工作面板可以在设计过程中进行快捷操作。

Altium Designer 10 启动后,系统将自动激活“Files(文件)”面板、“Projects(项目)”面板和“Navigator(导航)”面板,可以通过单击面板底部的标签在各面板之间切换,如图 1-11 所示。

工作面板有自动隐藏显示、浮动显示和锁定显示 3 种显示方式。在每个面板的右上角都有 3 个按钮,▼ 按钮可以在各面板之间切换,🔒 按钮可以改变面板的显示方式,✕ 按钮用于关闭当前面板。

若操作者不慎将工作面板关闭,可通过软件界面的右下角部分的“System”菜单进行解决。打开“System”下拉菜单进行选择,若选择“Projects”选项将会让项目面板重新出现,如图 1-12 所示。



图 1-11 展开的“Files”工作面板

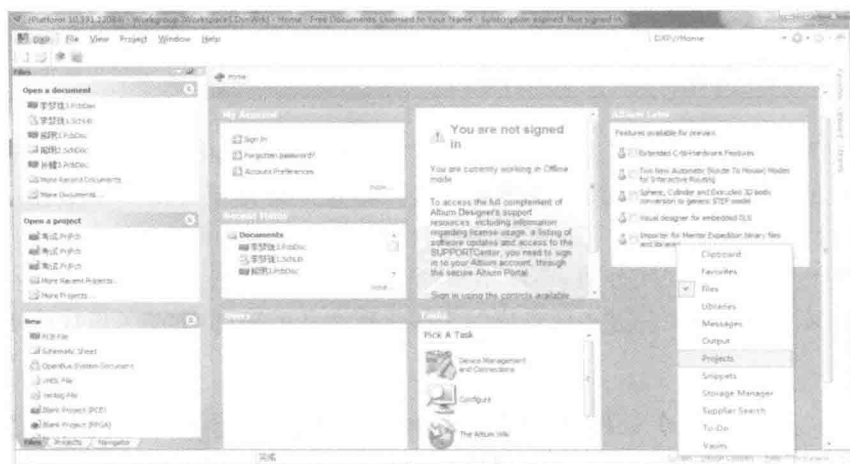


图 1-12 显示相应的工作面板

1.2.6 Altium Designer 10 标签栏、状态栏和命令行

- (1) 标签栏一般位于工作区的右下方,它的各个按钮用来启动相应的工作区面板。
- (2) 状态栏用于显示当前的设计状态。
- (3) 命令行用来显示当前正在使用的命令。

1.3 Altium Designer 10 文件管理

Altium Designer 引入了工程项目组(*.PrjGrp 为扩展名)的概念,其中包含一系列的工程文件,如*.PrjPCB(PCB 设计工程)、*.PrjFpg(FPGA 现场可编程门阵列设计工程)等。这些工程文件并不包含任何文件,只建立与各源文件之间的链接关系,因此所有电路的设计文件都接受项目工程组的组织和管理,用户可以通过打开项目组来查找电路的设计文件,同时也能单独打开各数据库中的源文件,如原理图文件、PCB 文件等,也就是说各个源文件既可以独立存在,也可以整合到一个项目工程文件中。这种自由的文件组织结构,显得更为人性化,为大型设计带来了极大方便。Altium Designer 中支持部分源文件所表示的含义如表 1-1 所示。

表 1-1 Altium Designer 支持的部分源文件所表示的含义

扩展名	文件类型	扩展名	文件类型
.PrjPCB	PCB 项目文件	.PrjFpg	FPGA 项目文件
.SchDoc	电路原理图文件	.NET	网络表文件
.PcbDoc	PCB 文件	.REP	网络表比较结果文件
.SchLib	电路原理图库文件	.XRF	零件交叉参考表文件
.PcbLib	PCB 库文件	.SDF	仿真输出波形文件
.IntLib	集成式零件库文件	.NSF	原理图 SPICE 模式表示文件

Altium Designer 文件的组织和管理方式层次比较鲜明,它由三级文件组织管理模式构成,即工程项目组级、工程项目级和设计文件级。将整个设计项目用一个工程项目组来定义,该工程项目组中可包含多个不同的工程项目,而每一个工程项目中包含几乎所有设计文件,这使得整个工程项目层次分明,环环相扣,既有效避免了将所有文件都存储在一个文件夹里的弊端,又克服了因文件过多而造成的文件管理混乱的缺点,提高了设计的效率。

1.4 Altium Designer 10 基本操作

文件的组织和管理主要包括新建、保存、切换、删除等操作,下面简单介绍一下这些文件的基本操作方法。

1.4.1 新建文件

1. 新建工程项目文件

(1)启动软件后,打开“File”菜单,选择“New”—“Project”—“PCB Project”命令,如图 1-13 所示。

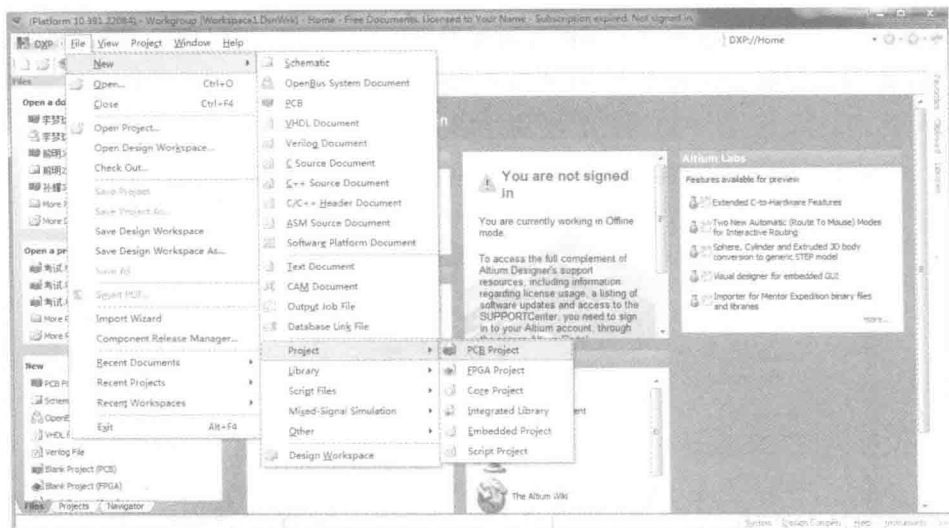


图 1-13 新建工程项目文件

(2)新建工程文件后,出现了如图 1-14 左侧所示的默认工程文件的面板,面板中有默认的工程文件为:PCB_Project1.PrjPCB。其中“PCB_Project1”是默认的工程文件名,后缀“.PrjPCB”为工程文件的扩展名。

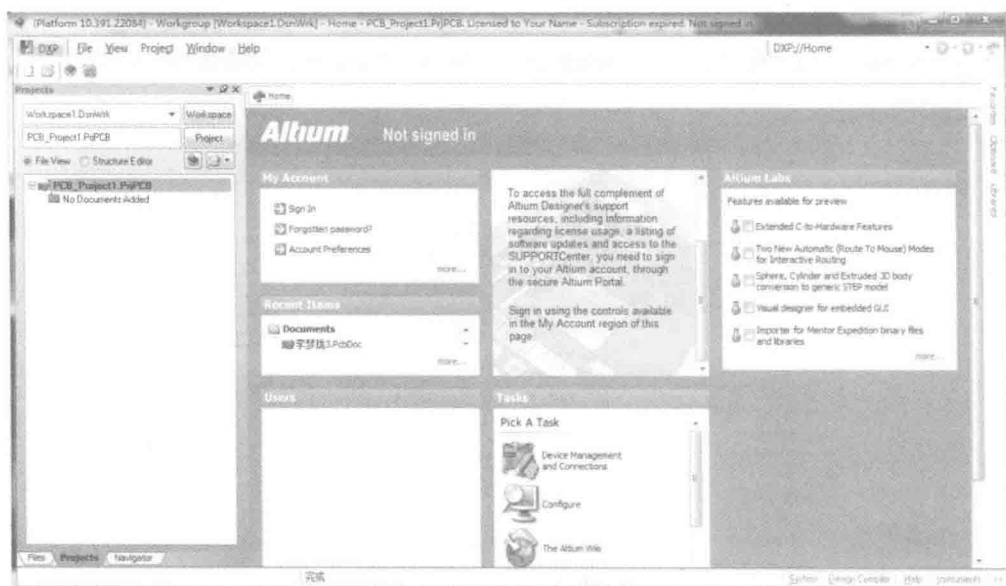


图 1-14 新建工程项目文件工作面板

需要注意的是,工程文件是管理性文件,在设计时必须先建立工程文件,才能顺利进行后续设计工作,其他所有单文件,都应在此工程文件中添加建立。

2. 新建电路原理图文件

向当前工程文件中添加建立原理图有两种方法。

(1)方法 1:在当前工程文件下,打开“File”菜单,选择“New”—“Schematic”命令,如图 1-15 所示。

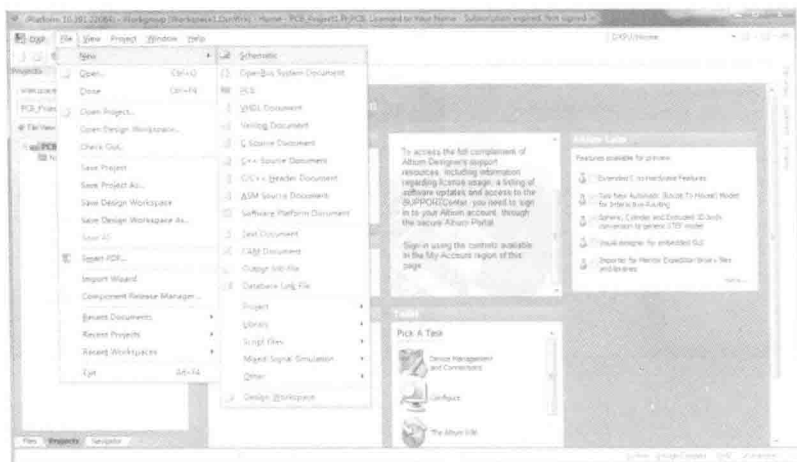


图 1-15 新建电路原理图文件方法 1

(2)方法 2:在已建立好的工程文件上单击右键选择“Add New to Project”菜单,选择“Schematic”命令,在当前工程文件中添加一个新的原理图文件,如图 1-16 所示。

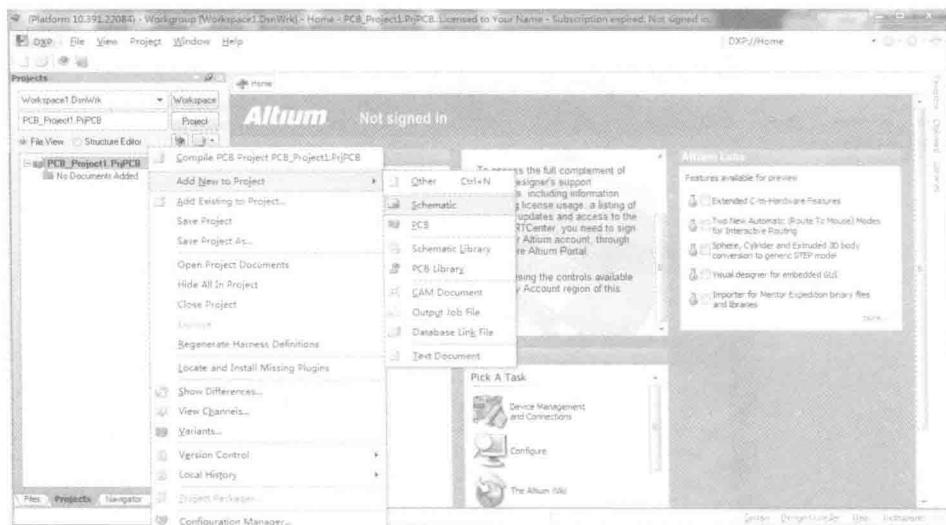


图 1-16 新建电路原理图文件方法 2

(3)两种方法添加原理图文件后,此时的工程文件面板中的工程文件中就会添加一个默认文件名为“Sheet1.SchDoc”的原理图文件,如图 1-17 所示。其中 Sheet1 是默认原理图文件名,用户可以自行修改,后缀“.SchDoc”是原理图文件的默认扩展名。