

中高职衔接系列教材

电子线路板 设计与制作

主编 廖威



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

中高职衔接系列教材

电子线路板 设计与制作

主编 廖威



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本教材根据教育部新的教学改革要求和企业岗位技能需求,以技术技能型人才专业能力培养为目标,结合作者多年的教学经验与课程改革成果进行编写。全书以 Protel 新版设计软件 Altium Designer Summer 09 为平台,通过 7 个典型项目,着重介绍电路设计的方法与技巧,内容包括“认识 Altium Designer Summer 09 软件”“三极管放大电路原理图绘制”“51 单片机最小系统原理图绘制”“三极管放大电路印制电路板设计”“51 单片机最小系统印制电路板(PCB)设计”“交通灯模块电路印制电路板(PCB)设计”和“综合训练项目”。本教材以完成工作任务为主线,以“理实一体、项目化教学”模式进行内容编排,充分体现了课程改革的新理念,易教易学,效果良好。

本教材可作为高职高专院校电子、机电、电气、自动化等电类专业的教材,也可供从事相应工作的技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电子线路板设计与制作 / 廖威主编. — 北京: 中国水利水电出版社, 2016. 6
中高职衔接系列教材
ISBN 978-7-5170-3950-1

I. ①电… II. ①廖… III. ①印刷电路—计算机辅助设计—应用软件—高等职业教育—教材 IV. ①N410.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第316553号

书 名	中高职衔接系列教材 电子线路板设计与制作
作 者	主编 廖威
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路 1 号 D 座 100038) 网址: www. waterpub. com. cn E-mail: sales@waterpub. com. cn 电话: (010) 68367658 (发行部)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京嘉恒彩色印刷有限责任公司
规 格	184mm×260mm 16 开本 19.25 印张 456 千字
版 次	2016 年 6 月第 1 版 2016 年 6 月第 1 次印刷
印 数	0001—2000 册
定 价	38.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

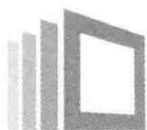
中高职衔接系列教材

编 委 会

主 任	张忠海		
副主任	潘念萍	陈静玲(中职)	
委 员	韦 弘	龙艳红	陆克芬
	宋玉峰(中职)	邓海鹰	陈炳森
	梁文兴(中职)	宁爱民	韦玖贤(中职)
	黄晓东	梁庆铭(中职)	陈光会
	容传章(中职)	方 崇	梁华江(中职)
	梁建和	梁小流	陈瑞强(中职)
秘 书	黄小娥		

本 书 编 写 人 员

主 编	廖 威		
副主编	龙祖连	倪 杰	林志欣
	秦德茂		
参 编	覃香和(中职)	韦玖贤(中职)	梁宝清(中职)
	梁耀光		
主 审	宁爱民		



Protel 是 Altium 公司在 20 世纪 80 年代末推出的 EDA 软件, 在电子行业的 CAD 软件中, 一直以易学易用成为电子设计者的首选软件, 它较早就在国内开始使用, 在国内的普及率也最高, 几乎所有的电子公司都要用到它。

Altium Designer Summer 09 作为 Protel 新版高端设计软件, 其一体化设计结构将硬件、软件和可编程硬件集合在一个单一的环境中, 更符合电子设计者的要求, 帮助用户更轻松地创建下一代电子设计。

本教材根据教育部新的教学改革要求和企业岗位技能需求, 以技术技能型人才培养为目标, 结合作者多年的教学经验与课程改革成果进行编写。

本教材以 Protel 新版设计软件 Altium Designer Summer 09 为平台, 通过 7 个典型项目任务, 着重介绍电路设计的方法与技巧, 内容包括“认识 Altium Designer Summer 09 软件”“三极管放大电路原理图绘制”“51 单片机最小系统原理图绘制”“三极管放大电路印制电路板设计”“51 单片机最小系统印制电路板 (PCB) 设计”“交通灯模块电路印制电路板 (PCB) 设计”和“综合训练项目”。以完成工作任务为主线, 以“理实一体、项目化教学”模式进行内容编排, 充分体现了课程改革的新理念, 易教易学, 效果良好。

本教材可作为高职高专院校电子、机电、电气、自动化等电类专业的教材, 也可供从事相应工作的技术人员参考。

本教材由广西水利电力职业技术学院廖威老师任主编, 由广西水利电力职业技术学院龙祖连老师、倪杰老师, 广州蓝斯顿电子有限公司林志欣总经理, 南宁市宇立汽车安全技术有限公司秦德茂工程师任副主编, 由广西水利电力职业技术学院宁爱民教授任主审。另外大化瑶族自治县职业技术学校覃香和老师, 梧州职业学院梁耀光老师, 广西宜州市职业教育中心韦玖贤老师、梁宝清老师等参加了编写。

由于时间仓促, 加上编者水平有限, 书中难免存在错误和疏漏, 不妥之处, 恳请读者批评指正, 编者将不胜感激。

编者

2016 年 5 月



前言

项目 1 认识 Altium Designer Summer 09 软件	1
任务 1.1 Altium Designer Summer 09 简介与安装	1
任务 1.2 Altium Designer Summer 09 软件界面设置	5
项目 2 三极管放大电路原理图绘制	14
任务 2.1 Altium Designer Summer 09 项目新建	14
任务 2.2 原理图编辑环境设置	17
任务 2.3 三极管放大电路原理图设计	31
项目 3 51 单片机最小系统原理图绘制	55
任务 3.1 层次化原理图的设计	55
任务 3.2 原理图的后续操作与处理	73
项目 4 三极管放大电路印制电路板设计	96
任务 4.1 印制电路板的基础知识	96
任务 4.2 创建一个新的 PCB 文件	105
任务 4.3 三极管放大电路印制电路板 (PCB) 设计	122
项目 5 51 单片机最小系统印制电路板 (PCB) 设计	196
任务 5.1 51 单片机最小系统印制电路板 (PCB) 设计	196
任务 5.2 PCB 板的后期处理	197
项目 6 交通灯模块电路印制电路板 (PCB) 设计	229
任务 6.1 创建新的原理图元件库	229
任务 6.2 创建原理图库	242
任务 6.3 创建 PCB 元件库及元件封装	264
任务 6.4 交通灯模块电路印制电路板 (PCB) 设计	288
项目 7 综合训练项目	290
任务 7.1 音频功率放大器电路的 PCB 设计	290
任务 7.2 八路抢答器电路的 PCB 设计	293
附录 Altium Designer Summer 09 电路仿真操作实例	295
参考文献	300

认识 Altium Designer Summer 09 软件

任务 1.1 Altium Designer Summer 09 简介与安装

【本任务内容简介】

- (1) Altium Designer Summer 09 软件特点。
- (2) Altium Designer Summer 09 软件安装。
- (3) Altium Designer Summer 09 电路板总体设计流程。

【任务描述】

- 掌握 Altium Designer Summer 09 软件的安装及破解方法，掌握电路板的总体设计流程。

【任务实施】

1.1.1 Altium Designer Summer 09 软件特点

Altium Designer Summer 09 是一套完整的极卡级设计系统，真正实现了在单个应用程序中的集成。Altium Designer Summer 09 PCB 电路图设计系统完全利用了 Windows XP、Windows 7 平台的优势，具有更好的稳定性、增强的图形功能和超强的用户界面，设计者可以选择最适当的设计途径以最优化的方式工作。

Altium Designer Summer 09 与之前 Altium Designer 6. X 相比，新增的技术特征如下：

- (1) 即插即用的软件平台搭建器。
- (2) 应用控制面板。
- (3) 新的交互式布线功能。
- (4) 设计发布管理功能。
- (5) 方便的供应商数据链接服务。
- (6) 实时制造规则检查。
- (7) 三维 PCB 可视引擎性能提高。

1.1.2 Altium Designer Summer 09 软件安装

1.1.2.1 硬件环境需求

达到最佳性能的推荐系统配置如下：

- (1) Windows XP SP2 专业版或以后的版本。
- (2) 英特尔 R 酷睿™ 2 双核/四核 2.66 GHz 或更快的处理器或同等速度的处理器。
- (3) 2GB 内存。

(4) 10G 硬盘空间（系统安装+用户文件）。

(5) 双显示器，至少 1680×1050 （宽屏）或 1600×1200 （4:3）分辨率。

(6) NVIDIA 公司的 GeForce R 80003 系列，使用 256 MB（或更高）的显卡或同等级别的显卡。

1.1.2.2 安装 Altium Designer Summer 09

安装 Altium Designer Summer 09 步骤如下：

(1) 进入 Altium Designer 文件夹，执行 autorun.exe 文件，只执行第 1 个选项，在显示器上出现如图 1.1 所示的安装界面。

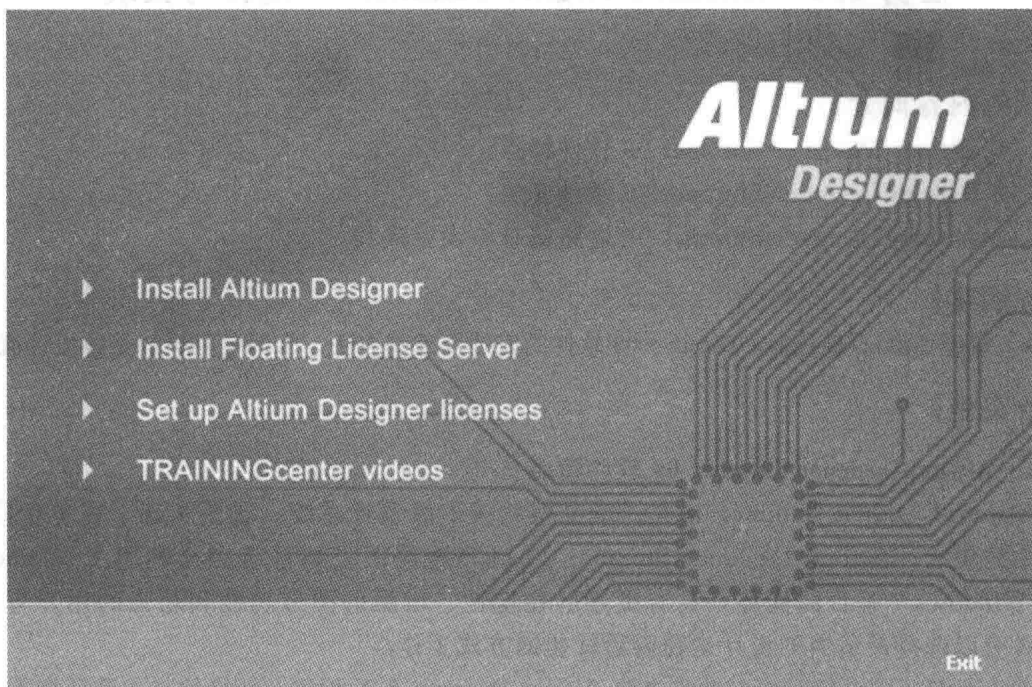


图 1.1 软件安装界面

(2) 单击“Install Altium Designer”，显示如图 1.2 所示的安装向导欢迎窗口。



图 1.2 安装向导欢迎窗口

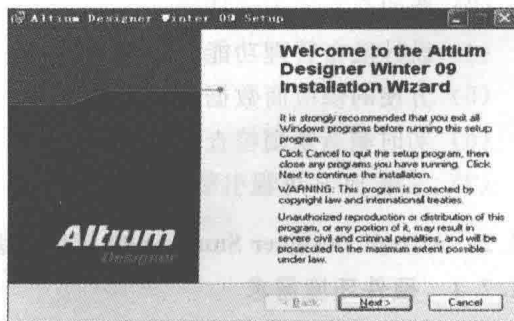


图 1.3 版本协议

(3) 单击安装向导欢迎窗口的“Next”按钮，显示如图 1.3 所示的这个对话框，就是版本协议，需要选择同意安装，即选中“I accept the licene agreement”即可。

(4) 单击“Next”按钮进入下一个画面，出现填写用户信息的对话框，在这个对话框中，简单的填写自己的信息，设置完毕后如图 1.4 所示。

(5) 单击“Next”按钮进入下一个画面，在这个对话框中，需要选择软件的安装目录，系统默认的安装路径是“C:\Program Files\Altium Designer Summer 09\”可以通过单击“Browse”按钮更改安装路径，如图 1.5 所示。

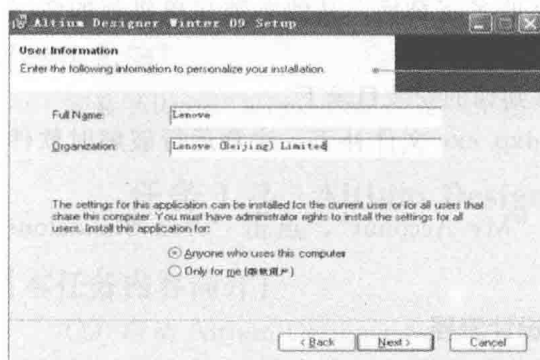


图 1.4 填写用户信息



图 1.5 设置安装目录

(6) 单击“Next”按钮进入下一个画面，如图 1.6 所示。

(7) 单击“Next”，系统开始复制文件，会有滚动条显示安装进度，如图 1.7 所示，由于系统复制大量的文件，所以安装可能会持续几分钟，几分钟后，系统会出现“Finish”对话框，单击“Finish”按钮结束安装，如图 1.8 所示。



图 1.6 确定安装

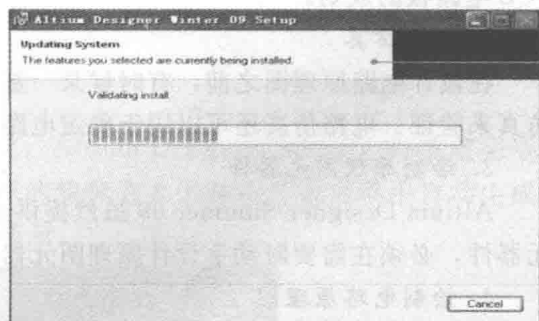


图 1.7 复制文件过程

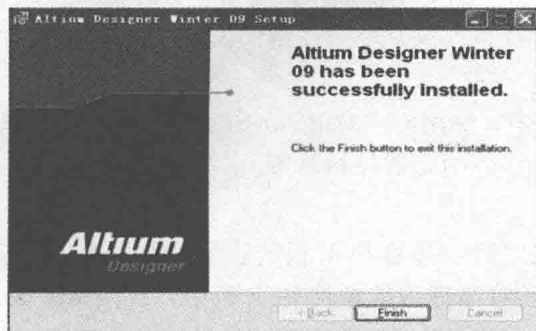


图 1.8 安装结束对话框

1.1.2.3 Altium Designer 软件激活

进入 Altium Designer Summer 09 破解文件夹，将 ad9.alf、dxp.exe 文件复制到安装目录下（如：D:\program Fiels\Altium Designer\）即可。

破解说明：

（1）运行“AD9KeyGen”，点击“打开模板”，加载 ad9.ini，如想修改注册名，只需修改：TransactorName=horose，horose 用自己的名字替换，其他参数在单机版的情况下无需修改。

（2）单击“生成协议”，保存生成的 alf 文件到你的安装目录下。

（3）运行“ads09crack”，对安装目录下的 dxp.exe 文件补丁，注意运行破解时软件没有运行。

（4）启动“DXP”，运行菜单“DXP”\“My Account”，点击“Add Standalone License file”，加载前面生成的 license 文件。

1.1.3 Altium Designer Summer 09 电路板总体设计流程

为了让用户对电路设计过程有一个整体的认识和理解，下面介绍 PCB 电路板设计的总体流程。通常情况下，从接到设计要求书到最终制作出 PCB 电路板，主要经历以下几个步骤来实现。

1. 案例分析

案例分析这个步骤严格来说并不是 PCB 电路板设计的内容，但对后面的 PCB 电路板设计又是必不可少的。案例分析的主要任务是来决定如何设计原理图电路，同时也影响 PCB 电路板的规划。

2. 电路仿真

在设计电路原理图之前，有时候某一部分电路设计并不十分确定，因此需要通过电路仿真来验证。电路仿真还可以用于确定电路中某些重要元器件的参数。

3. 绘制原理图元器件

Altium Designer Summer 09 虽然提供了丰富的原理图元器件库，但不可能包括所有元器件，必须在需要时动手设计原理图元器件，建立自己的元器件库。

4. 绘制电路原理图

找到所需要的原理图元器件后，就可以开始绘制原理图了。根据电路复杂程度决定是否需要使用层次原理图。完成原理图后，用 ERC（电器规则检测）工具查错，找出原因并修改原理图电路，重新查错到没有原则性错误为止。

5. 绘制元器件封装

与原理图元器件库一样，Altium Designer Summer 09 也不可能提供所有元器件的封装，需要时自行设计并建立新的元器件封装库。

6. 设计 PCB 电路板

确认原理图没有错误之后，开始 PCB 板的绘制。首先给出 PCB 板的轮廓，确定工艺要求（使用几层板）；然后将原理图传输到 PCB 板中，在网络报表、设计规则和原理图的引导下布局和布线；最后利用 DRC 工具检测。此过程是电路设计时另一个关键环节，它将决定该产品的实用性能，需要考虑的因素很多，不同的电路有不同要求。

7. 文档整理

对原理图、PCB 图及元器件清单等文件予以保存,以便以后维护、修改。

【任务小结】

- (1) Altium Designer Summer 09 软件特点。
- (2) Altium Designer Summer 09 软件安装。

【操作实例】

安装 Altium Designer Summer 09 软件。

任务 1.2 Altium Designer Summer 09 软件界面设置

【本任务内容简介】

- (1) 启动 Altium Designer Summer 09。
- (2) Altium Designer Summer 09 软件参数设置。

【任务描述】

- 了解 Altium Designer Summer 09 软件界面设置。
- 熟悉工作区面板 (Workspace Panel)。
- 了解 Altium Designer Summer 09 软件参数设置。
- 熟悉切换英文编辑环境到中文编辑环境。

【任务实施】

1.2.1 启动 Altium Designer Summer 09

启动 Altium Designer Summer 09 非常简单。Altium Designer Summer 09 安装完毕,系统会将 Altium Designer Summer 09 应用程序的快捷方式图标在开始菜单中自动生成。单击图标就可以看到它的启动画面,如图 1.9 所示。

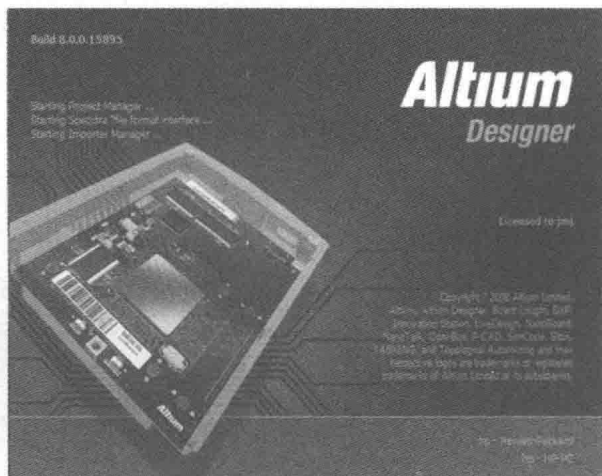


图 1.9 Altium Designer Summer 09 的启动画面

Altium Designer Summer 09 启动后，进入软件界面如图 1.10 所示，用户可以使用该页面进行项目文件的操作，如创建项目、打开文件、配置等。该系统界面由系统主菜单、浏览器工具栏、系统工具栏、工作区和工作区面板 5 大部分组成。



图 1.10 Altium Designer Summer 09 软件界面

1.2.1.1 工作区面板 (Workspace panel)

1. 面板的访问

软件初次启动后，一些面板已经打开，比如“File”控制面板和“Project”控制面板以面板组合的形式出现在应用窗口的左边，“Library”控制面板以弹出方式和按钮的方式出现在应用窗口的右侧边缘处。另外在应用窗口的右下端有 4 个按钮“System”“Design-Compiler”“Help”和“Instrument”。这 4 个按钮分别代表四大类型。点击每个按钮，弹出的菜单中显示各种面板的名称，从而选择访问各种面板。除了直接在应用窗口上选择相应的面板，也可以通过主菜单“View”\“workspace panels”\“sub menus”选择相应的面板。

2. 工作面板管理

工作面板在设计工程中十分有用，通过它可以方便地操作文件和查看信息，还可以提高编辑效率。单击屏幕右下角的面板工作标签，如图 1.11 所示。

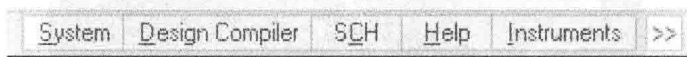


图 1.11 工作面板标签

单击面板中的标签可以选择每个标签中相应的工作面板窗口，如点击“System”标签，则会出现如图 1.12 所示的面板选项。可以从淡出的对话框选择自己所需要的工作面板，也可以通过选择“View”\“Workspace Panels”中的可选项，显示相应的工作面板。

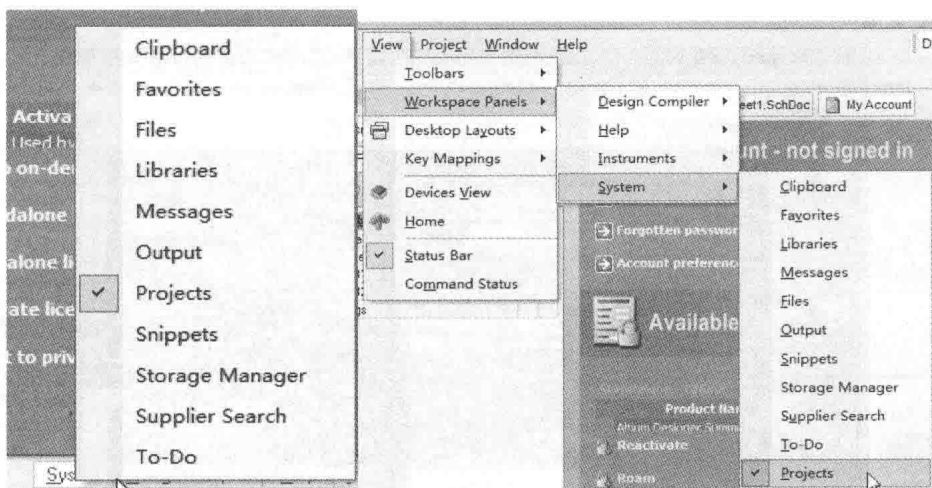


图 1.12 System 面板选项

3. 工作面板的窗口

Altium Designer Summer 09 中使用大量的工作窗口面板，可以通过工作窗口方便地打开文件、访问文件、游览每个设计文件和编辑对象等各种功能。工作窗口面板可以分为两类：一类是在任何编辑环境中都有的面板，如库文件（Libraries）面板和工程（Projects）面板；另一类是在特定的编辑环境下才会出现的面板，如 PCB 编辑环境中的导航器（Navigator）面板。

1.2.1.2 面板显示模式

面板显示模式有 3 种，分别是 Docked Mode（停靠模式）、Pop-out Mode（弹出模式）、Floating Mode（浮动模式）。Docked Mode 指的是面板以纵向或横向的方式停靠在设计窗口的一侧，如图 1.13 所示。Pop-out Mode 指的是面板以弹出隐藏的方式出现于设计窗口，当鼠标单击位于设计窗口边缘的按钮时，隐藏的面板弹出，当鼠标光标移开后，弹出的面板窗口又隐藏回去，如图 1.14 所示。这两种不同的面板显示模式可以通过面板上的两个按钮互相切换。图 1.15 为面板浮动模式。

1. 面板停靠模式和面板弹出模式

面板停靠模式和面板弹出模式如图 1.13、图 1.14 所示。

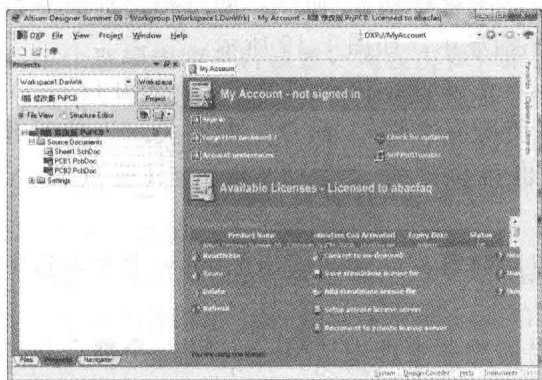


图 1.13 面板停靠模式

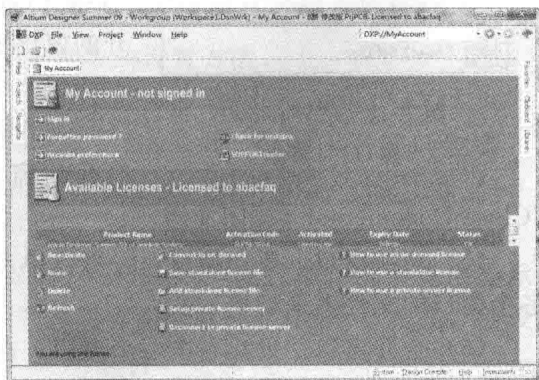


图 1.14 面板弹出模式

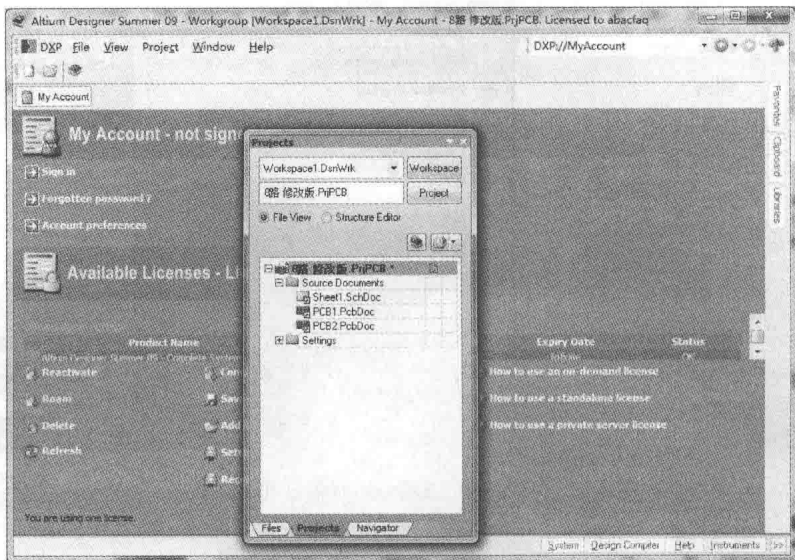


图 1.15 面板浮动模式

2. 窗口的管理

在 Altium Designer Summer 09 中同时打开多个窗口时，可以设置将这些窗口按照不同的方式显示，对窗口的管理可以通过“Window（窗口）”菜单进行选择，如图 1.16 所示。

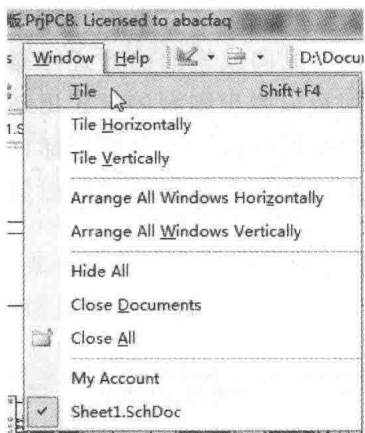


图 1.16 “Window（窗口）”菜单

对窗口中每项的操作如下：

(1) 平铺窗口。执行“Window（窗口）”\“Tile（排列）”命令，即可将当前所有打开的窗口平铺显示，如图 1.17 所示。

(2) 水平平铺窗口。执行“Window（窗口）”\“Tile Horizontally（水平排列）”命令，即可将当前所有打开的窗口水平平铺显示，如图 1.18 所示。

(3) 垂直平铺窗口。执行“Window（窗口）”\“Tile Vertically（垂直排列）”命令，即可将当前所有打开的窗口垂直平铺显示，如图 1.19 所示。

(4) 关闭所有窗口。执行“Window（窗口）”\“Close All（关闭所有文件）”命令，即可关闭当前所有打开的窗口，也可以选择命令“Window（窗口）”\

“Close Documentsl（关闭文档）”。

(5) 切换窗口。要切换窗口，可以单击窗口的标签，也可以在。Window 菜单中选中各个窗口的文件名来切换。

(6) 合并窗口。鼠标右击一个窗口，在弹出的菜单中选中“Merge All（全部合并）”命令，就可以合并所有窗口。

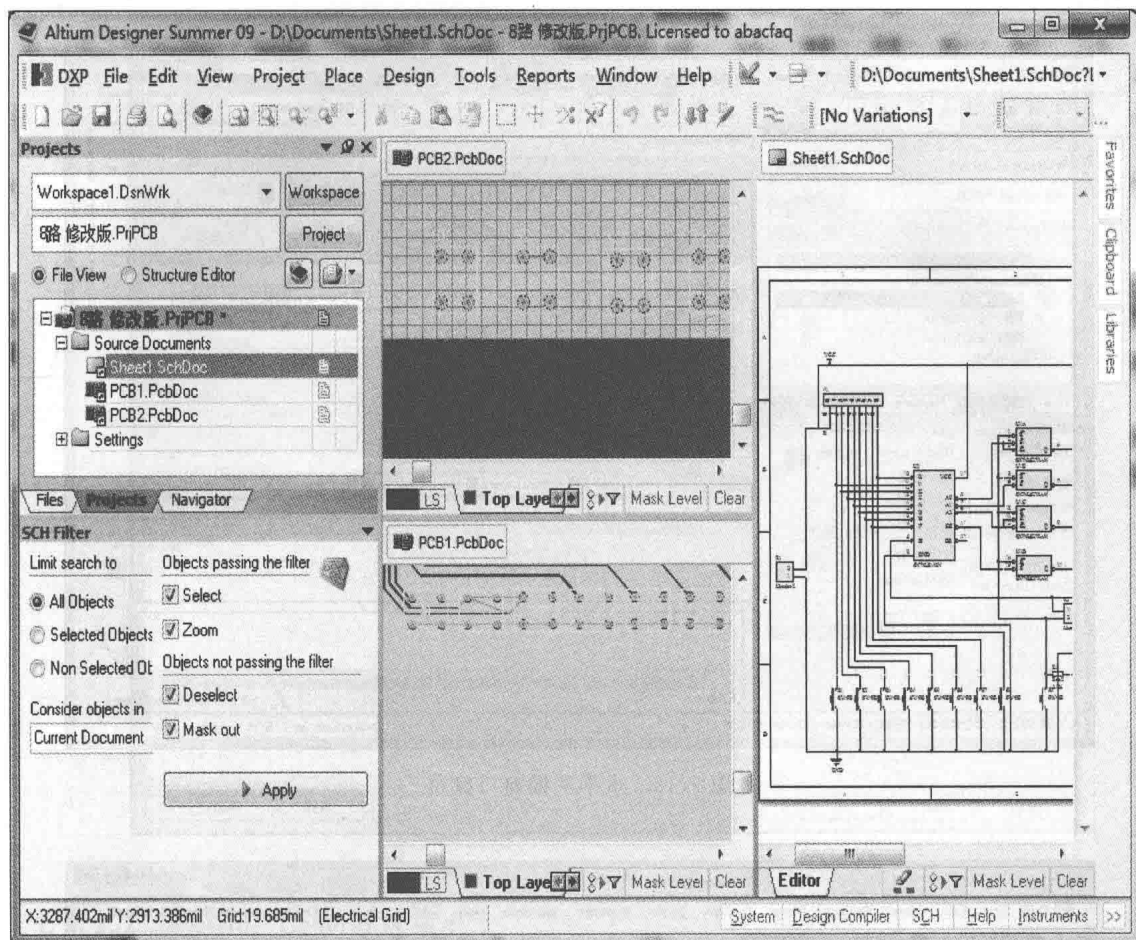


图 1.17 平铺窗口

(7) 在新的窗口打开文件。鼠标右击一个窗口的标签，在弹出的菜单中选择“Open In New Window (在新的窗口打开)”命令即可。

1.2.2 Altium Designer Summer 09 软件参数设置

使用软件前，对系统参数进行设置是重要的环节。用户单击“DXP” \ “Preferences”命令，系统将弹出如图 1.20 所示的系统参数设置对话框。对话框具有树状导航结构，可对 12 个选项内容进行设置，现在主要介绍系统相关参数的设置方法。

1.2.2.1 切换英文编辑环境到中文编辑环境

点击“Preferences”设置窗口中的“System” \ “General”命令，该窗口包含了 5 个设置区域，分别是“Startup”“Default Location”“System Font”“General”和“Localization”区域。

在“Localization”区域中，选中“Use Localized resources”复选框，统会弹出提示框，点击“OK”按钮，然后在“System-General”设置界面中单击“Apply”按钮，使设置生效，再单击“OK”按钮，退出设置界面，关闭软件，重新进入 Altium Designer Summer 09 系统，即可进入中文编辑环境。

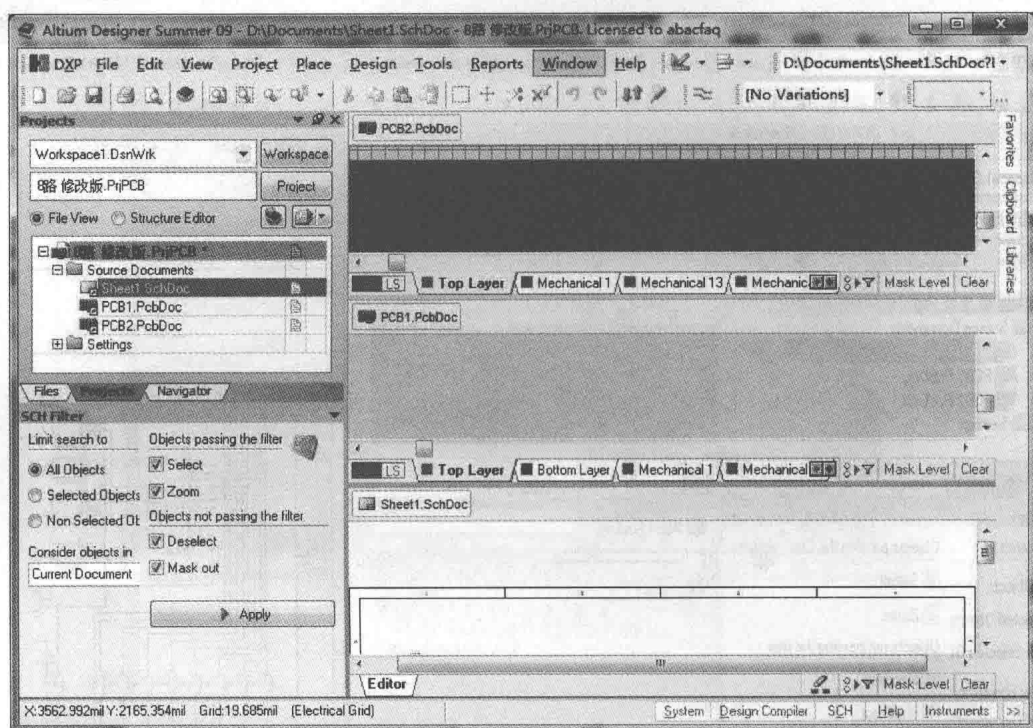


图 1.18 水平平铺窗口显示

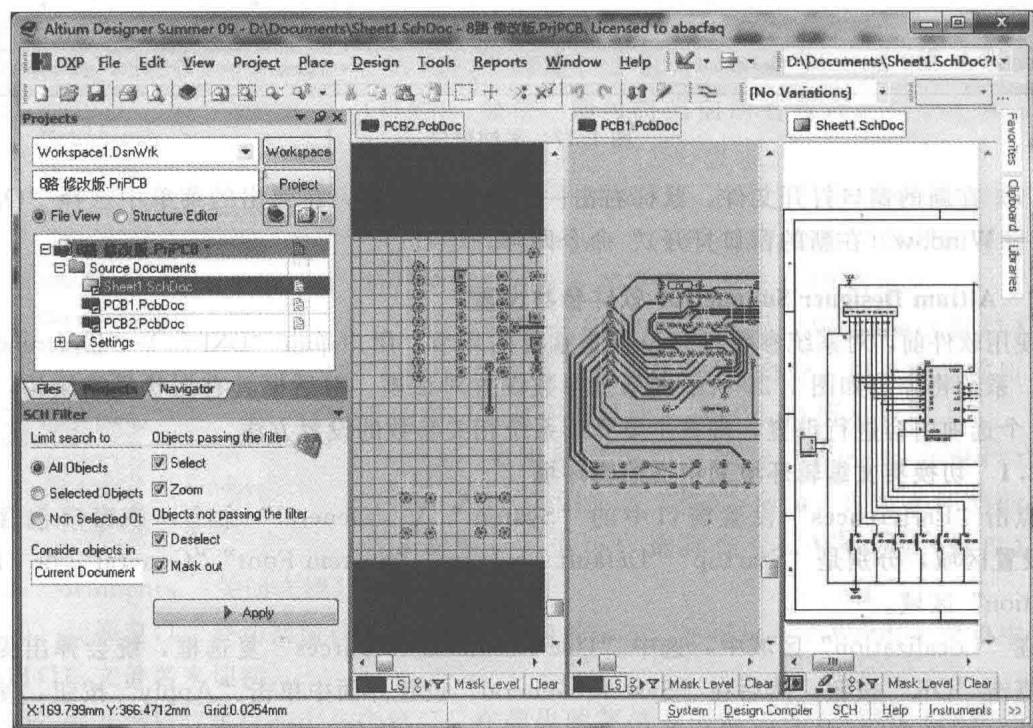


图 1.19 垂直平铺窗口显示

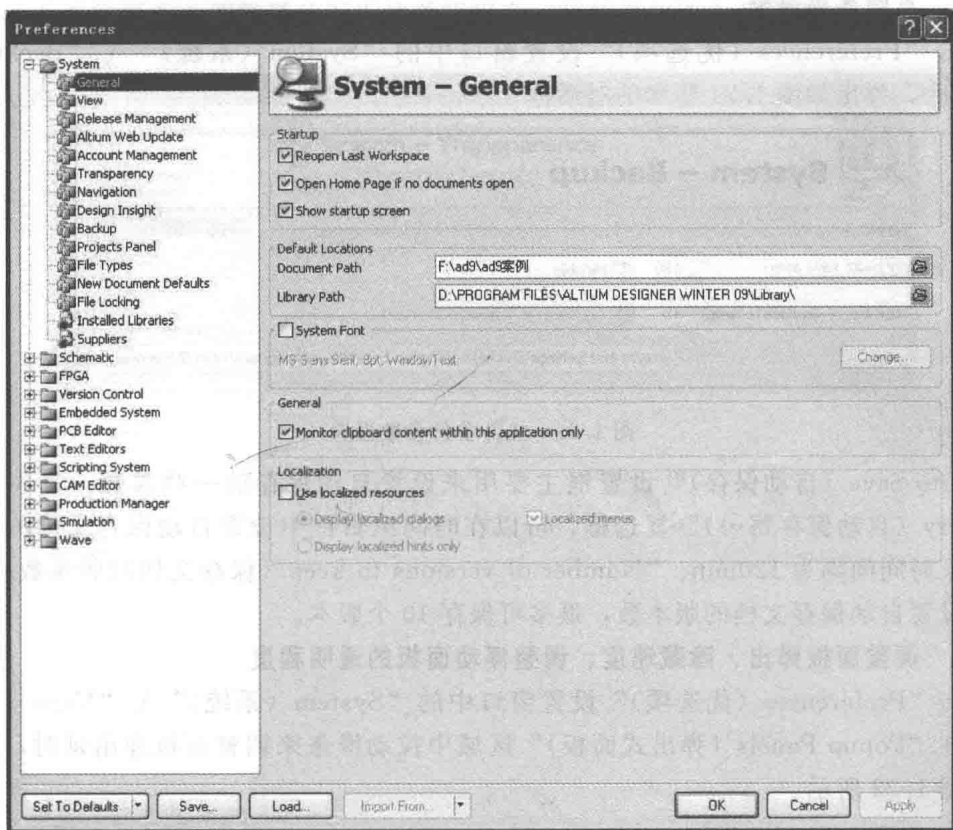


图 1.20 参数设置

1.2.2.2 System - General 选项卡

“Startup (启动)”区域：设置启动时状态。

“Reopen Last Workspace (重启最近的工作平台)”：重新启动时打开上一次关机时的屏幕。

“Open Home Page if no Documents open (如果没有文档打开自动开启主页)”：如果没有文档打开就打开主页。

“Show Startup screen (显示开始画面)”：显示开始屏幕。

“Default Locations (默认位置)”区域用来设置系统默认的文件路径。

“Document Path (文档路径)”：编辑框用于设置系统打开或保存文档、项目和项目组时的默认路径。用户直接在编辑框中输入需要设置的目录的路径，或者单击右侧的按钮，打开“浏览文件夹”对话框，在该对话框内指定一个已存在的文件夹，然后单击“确定”按钮即完成默认路径设置。

“Library Path (库路径)”：编辑框用于设置系统的元件库目录的路径。

“System font (系统字体)”：用于设置系统字体、字形和字体大小。

“General (通常)”：通常设置。

“Monitor Clipboard Content within this application only (剪贴板的内容在本次应用中有效)”：本应用程序中查看剪切板的内容。