

项目一 简单放大电路的制图与制板

随着电子技术的迅速发展,大规模、超大规模集成电路的应用使 PCB(printed-circuit board,印制电路板)的布线更加精密和复杂,因此,很多厂商都推出了自己的电子线路 CAD(computer aided design,计算机辅助设计)软件,其中 Protel 以其界面友好、功能完善、操作简单、易学易用等优点,在 EDA(electronic design automation,电子设计自动化)领域得到广泛使用,深受广大电子爱好者欢迎,并被作为首选软件。

Altium Designer 6.9 软件是 Altium 公司于 2008 年推出的一体化的电子产品开发系统,主要运行在 Windows XP 和 Windows 7 操作系统中。Altium Designer 6.9 软件是将设计流程、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,是一种同时进行 PCB 和 FPGA 设计及嵌入式设计的解决方案,具有将设计方案从概念转变为最终成品所需的全部功能。

任务一 认识 Altium Designer 6.9 软件

知识点

Altium Designer 6.9 软件的特点。

电子产品制图与制板的一般流程。

Altium Designer 6.9 软件的工作环境参数。

 技能点

安装 Altium Designer 6.9 软件。
设置 Altium Designer 6.9 软件的工作环境参数。
相关文档的建立与管理。



任务目标

首先安装 Altium Designer 6.9 软件;然后启动 Altium Designer 6.9 软件,进入设计管理器窗口,熟悉软件的工作环境,学会对相关系统参数进行设置;最后能够创建工程项目文件及进行相关文档的建立与管理。



任务分析

Altium Designer 6.9 软件作为电子电路方面的专业设计软件,是如今电路设计的优秀软件之一。安装软件时须先找到 Altium Designer 6.9 文件包中的 Setup.exe 文件,双击 Setup.exe 并按照“任务实施”中的相应步骤执行。Altium Designer 6.9 软件提供了 Windows 风格的浏览平台、友好的用户界面和稳定的系统运行环境,使其操作更方便,学习更简单,设计更高效。Altium Designer 6.9 软件具有强大的绘图功能,不仅可以进行原理图的绘制,还可以进行印制电路板图的绘制,已广泛应用于电子、机械、医疗及航空航天等领域。



知识链接

1. Altium Designer 6.9 软件的发展

Altium Designer 6.9 软件的发展历程如下。

(1)1988 年,Protel Technology 公司设计的 DOS 版电路设计软件以其“易学、实用”的特点受到广大电路设计人员的欢迎。

(2)进入 20 世纪 90 年代,Protel Technology 公司及时推出了基于 Windows 的 Protel 软件——Protel for Windows 1.0 版。

(3)1994 年和 1997 年分别推出了 Protel for Windows 2.0 版和 Protel for Windows 3.0 版。

(4)1998 年,Protel Technology 公司推出了 Protel 98,其出色的自动布线功能得到了用户的支持。

(5)1999 年和 2000 年分别推出了 Protel 99 和 Protel 99SE。

(6)2002 年 8 月推出了令人期待的最新产品 Protel DXP (2000 年 8 月,Protel

Technology 公司成功地整合了多家 EDA 软件公司并更名为 Altium 公司)。

(7)2004 年和 2005 年,Alitum 公司分别推出了 Protel DXP 2004 和 Protel DXP 2004 SP2 软件(可以选择中文操作界面)。

(8)2005 年年底,Altium 公司推出了 Protel 系列电子设计软件的最新高端产品 Altium Designer 6.0 软件。

(9)2008 年 3 月 12 日晚,Altium 公司推出了 Altium Designer 6.9 软件。

2. Altium Designer 6.9 软件的主要特点

Altium Designer 6.9 软件的主要特点如下。

(1)通过工程项目文档的方式,将原理图编辑、电路仿真、PCB 设计、FPGA 设计及打印等功能有机地结合在一起,提供了一个集成开发环境。

(2)提供了混合电路仿真功能,为验证设计实验原理图电路中某些功能模块的正确性提供了方便。

(3)提供了丰富的原理图组件库和 PCB 封装库,并为设计新的器件提供了封装向导程序,简化了封装设计过程。

(4)提供了层次原理图设计方法,支持“自上向下”的设计思想,使大型电路设计的工作组开发方式成为可能。

(5)提供了强大的查错功能。原理图中的 ERC(电气法则检查)工具和 PCB 的 DRC(设计规则检查)工具能帮助设计者更快地查出和改正错误。

(6)全面兼容 Protel 系列以前版本的设计文件,并提供了 OrCAD 格式文件的转换功能。

(7)提供了全新的 FPGA 设计功能,这是以前的版本所没有提供的功能。

3. 电子产品制图与制板的一般设计流程

电子产品制图与制板的一般设计流程如图 1-1 所示。

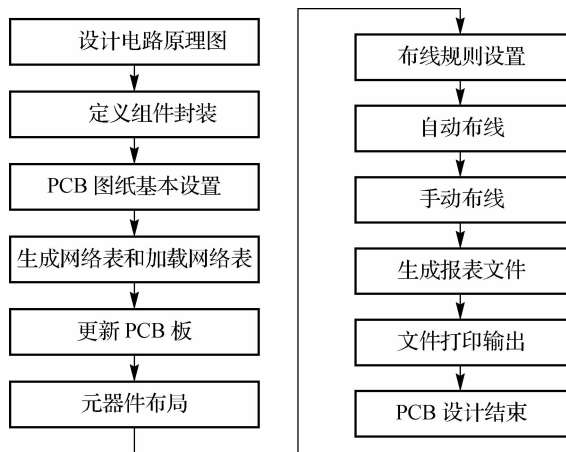


图 1-1 电子产品制图与制板的一般设计流程

1)设计电路原理图

电子产品制图与制板的第一步就是利用原理图设计工具绘制好原理图文件。如果电路图很简单,那么可以跳过这一步直接进入 PCB 电路设计步骤,进行手工布线或自动布线。

2)定义组件封装

电路原理图设计完成后,组件的封装有可能被遗漏或有错误。正确加入网络表后,系统会自动为大多数组件提供封装。但是对于用户自己设计的组件或某些特殊组件,则必须由用户自己定义或修改组件的封装。

3)PCB 图纸基本设置

PCB 图纸基本设置是用 PCB 图纸进行各种设计,主要有设定 PCB 电路板的结构及尺寸、板层数目、通孔的类型、网格的大小等,既可以用系统提供的 PCB 设计模板进行设计,也可以手动设计 PCB 板。

4)生成网络表和加载网络表

网络表是电路原理图和印制电路板设计的接口,只有将网络表引入 PCB 系统,才能进行电路板的自动布线。在设计好的 PCB 板上生成网络表和加载网络表,必须保证产生的网络表已没有任何错误,其所有组件能够很好地加载到 PCB 板中。加载网络表后,系统将产生一个内部的网络表,形成飞线。

组件布局是电路原理图根据网络表转换成 PCB 图,一般组件布局都不规则,甚至有的相互重叠,因此必须将组件进行重新布局。组件布局的合理性将影响布线的质量。在进行单面板设计时,如果组件布局不合理将无法完成布线操作。在进行双面板等的设计时,如果组件布局不合理,布线时将会放置很多过孔,使电路板走线变得复杂。

5)布线规则设置

飞线设置好后,在实际布线之前要进行布线规则的设置,这是 PCB 板设计所必需的一步。在这里用户要定义布线的各种规则,如安全距离、导线宽度等。

6)自动布线

Altium Designer 提供了强大的自动布线功能,在设置好布线规则后,可以用系统提供的自动布线功能进行自动布线。只要设置的布线规则正确、组件布局合理,一般都可以成功完成自动布线。

7)手动布线

在自动布线结束后,有可能因为组件布局或其他原因,自动布线无法完全解决问题或产生布线冲突,这时就需要进行手动布线加以设置或调整。如果自动布线完全成功,则不必手动布线。在组件很少且布线简单的情况下,也可以直接进行手动布线,当然这需要一定的熟练程度和实践经验。

8) 生成报表文件

印制电路板布线完成后,系统可以生成相应的各类报表文件,如组件清单、电路板信息报表等。这些报表可以帮助用户更好地了解所设计的印制板和管理所使用的组件。

9) 文件打印输出

生成了各类文件后,用户可以将各类文件打印输出并保存,包括 PCB 文件和其他报表文件。

任务实施

1. Altium Designer 6.9 软件的安装

Altium Designer 6.9 软件的安装步骤如下。

(1) 打开软件光盘,执行安装程序,出现图 1-2 所示的安装提示对话框(若读者是从网上自行下载的该软件,则可双击 Setup.exe 文件图标)。



图 1-2 安装提示对话框

(2) 单击安装提示对话框中的“Next”按钮,进入图 1-3 所示的接受协议对话框。

(3) 选中“I accept the license agreement”单选按钮,单击“Next”按钮,进入图 1-4 所示的对话框。

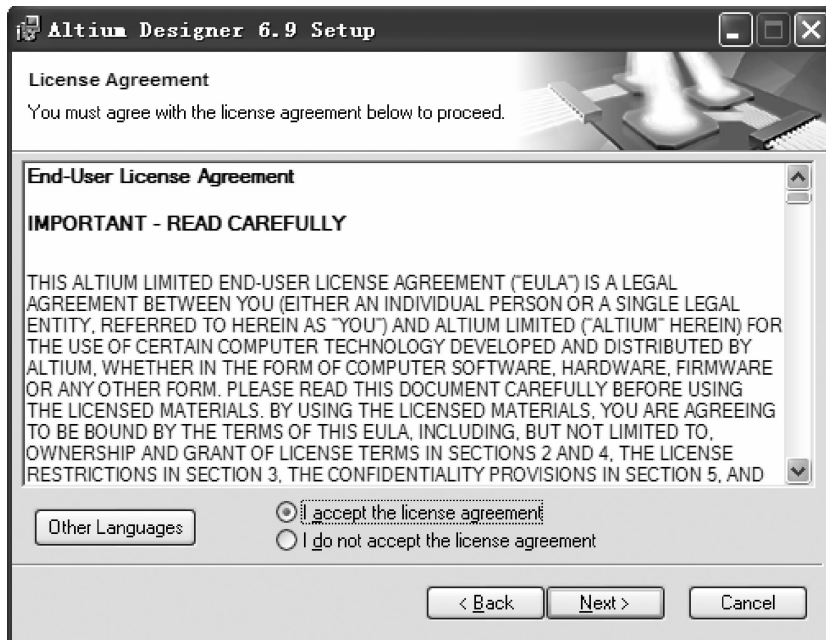


图 1-3 接受协议对话框

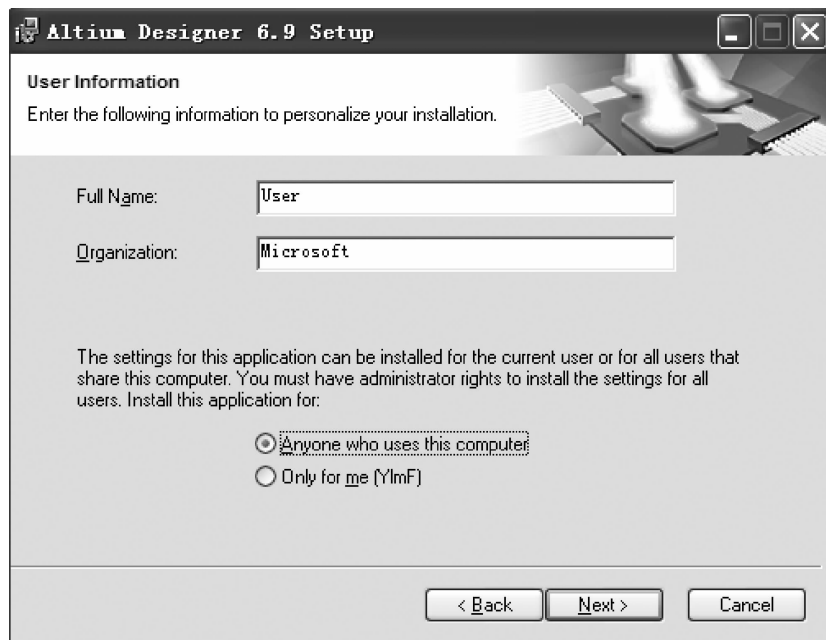


图 1-4 输入用户信息

(4)在对话框的文本框中输入用户信息,然后单击“Next”按钮,进入图 1-5 所示的安装位置选择对话框。

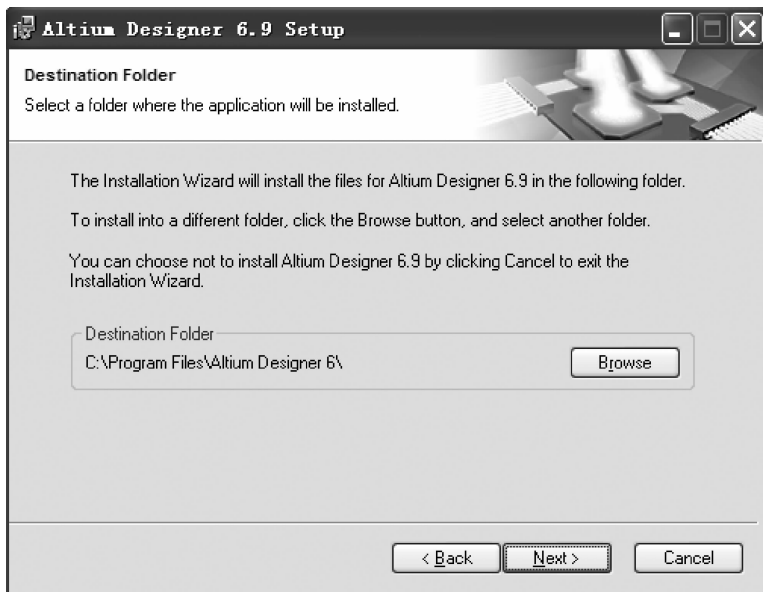


图 1-5 安装位置选择对话框

(5)单击“Browse”按钮,弹出图 1-6 所示的安装路径选择对话框,设置好安装路径后单击“OK”按钮,返回到图 1-5 所示的对话框。系统默认的安装路径为“C:\Program Files\Altium Designer 6\”。

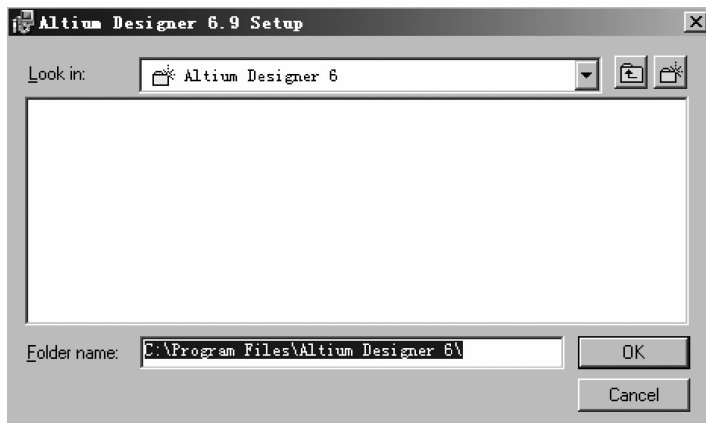


图 1-6 安装路径选择对话框

(6)单击“Next”按钮,进入图 1-7 所示的确认安装设置对话框。

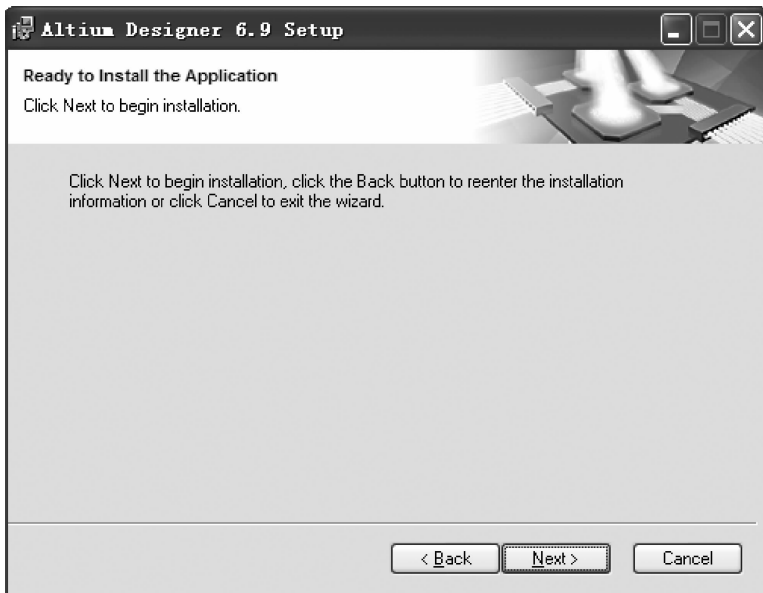


图 1-7 确认安装设置对话框

(7)单击“Next”按钮,进入安装 Altium Designer 6.9 软件的界面,如图 1-8 所示,耐心等待安装文件的复制,安装全部完成后,进入图 1-9 所示的安装成功对话框。该对话框提示安装已经成功完成,单击“Finish”按钮,完成 Altium Designer 6.9 软件的安装。

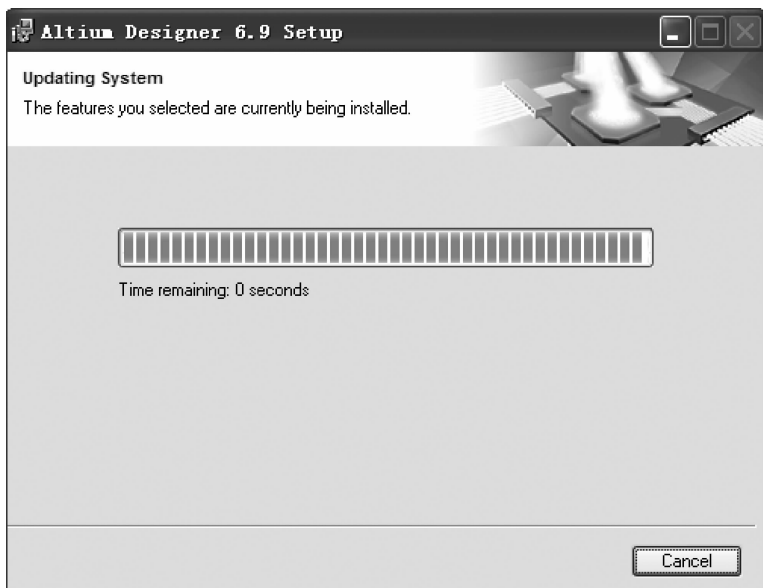


图 1-8 Altium Designer 6.9 软件安装界面



图 1-9 安装成功对话框

提示:应选择 Altium 公司开发的 Altium Designer 6.9 正版软件,网络中泛滥的各种破解版的 Altium Designer 6.9 软件(须在原文件 Altium Designer 6.9 下找到文件夹“AD_6.9_CR”,将“ALTIUM.alf”和“DXP.exe”文件复制到安装文件下进行替换)存在许多功能缺陷和安全隐患,务必抵制使用。

2. Altium Designer 6.9 软件的卸载

Altium Designer 6.9 软件的卸载步骤如下。

(1) Altium Designer 6.9 软件的卸载和大多数 Windows 应用软件的卸载相同。进入“控制面板”窗口,选择“添加/删除程序”图标,进入“添加/删除程序”窗口。该窗口中列出了所有的应用程序,其中包括安装好了的 Altium Designer 6.9 程序。

(2) 选择 Altium Designer 6.9 选项,单击“删除”按钮后,系统弹出一个确认对话框,该对话框用于确定是否要真的卸载 Altium Designer 6.9 程序。

(3) 单击“是”按钮,确认卸载 Altium Designer 6.9 程序。

(4) 几分钟后,Altium Designer 6.9 软件卸载完成,此时可以关闭“控制面板”窗口。

3. Altium Designer 6.9 软件的启动

双击桌面上的快捷方式图标或执行“开始”菜单中的“Altium Designer 6.9”命令,即可进入图 1-10 所示的程序环境。

图 1-10 中的程序界面中包括主菜单栏、工具栏、文件管理器、工作区和工作面板标签。



图 1-10 Altium Designer 6.9 的程序环境

Altium Designer 6.9 软件的初始界面菜单包括如下部分。

- (1)DXP(系统菜单)。进行资源用户化、系统参数设置、许可证管理等操作。
- (2)File(文件菜单)。创建各种设计文件、项目。
- (3)View(查看菜单)。控制界面中的工具栏、工作面板等。
- (4)Project(项目菜单)。进行项目管理、项目编辑、项目选项等操作。
- (5)Window(窗口菜单)。进行多个窗口的排列操作。
- (6)Help(帮助菜单)。查看相关操作的帮助、序列号等。

4. Altium Designer 6.9 软件的环境参数设置

进入 Altium Designer 6.9 软件环境后,执行 DXP→Preferences 命令或打开主页“Home/Pick a Task/Configure/setup system preferences”,打开图 1-11 所示的 Preferences 对话框,可以进行 Altium Designer 6.9 软件工作环境参数的设置。

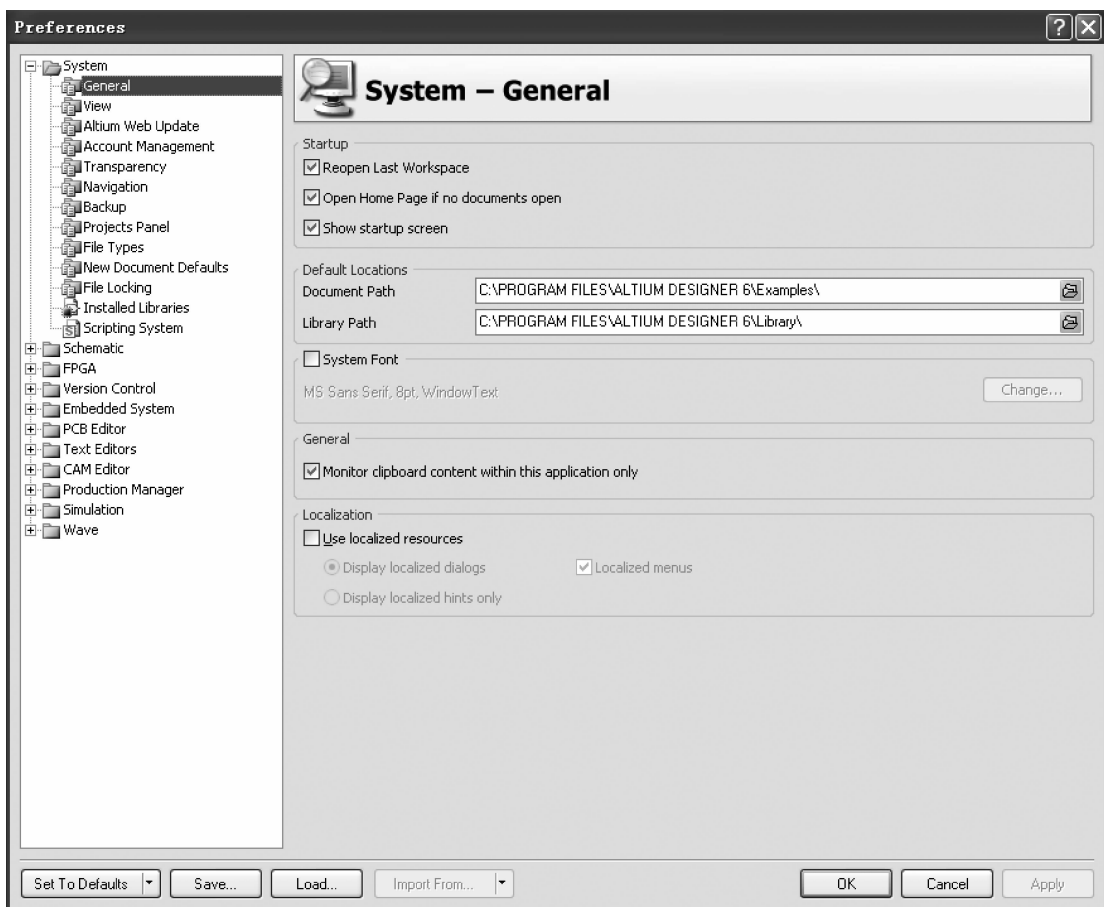


图 1-11 Preferences 对话框

在对话框中,选择 System→General 设置项,选中“Use localized resources”复选框,最后单击 OK 按钮。关闭 Altium Designer 6.9 软件后,重新进入 Altium Designer 6.9 环境时即可看到经过汉化处理的菜单界面。因软件本身的限制,Altium Designer 6.9 软件的汉化处理只能做到局部汉化,软件环境内部的许多对话框及多数参数设置选项仍然是英文界面,需要读者平时积累这些英语专业词汇,以避免影响软件的使用。

5. Altium Designer 6.9 软件的文档管理

Altium Designer 6.9 软件将所有的设计文档保存为独立的文件,可以使用 Windows 资源管理器找到它们。项目文件中包含指向它们的链接和必要的项目维护信息。因此,在以后的叙述中,文档和文件表示同一个意思,不再区分。

在 Altium Designer 6.9 软件中,设计文档的扩展名不再沿用以前的扩展名,但对以前版本的设计文件是向下兼容的,其常见的扩展名见表 1-1。

表 1-1 文档扩展名列表

设计文件	扩展名
电路原理图文件	*.SchDOC
PCB 印制电路板文件	*.PcbDOC
原理图元器件库文件	*.SchLib
PCB 元器件库文件	*.PcbLib
元器件集成库文件	*.IntLib
网络表文件	*.NET
CAM 文件	*.Cam
PCB 项目工程文件	*.PrjPCB
FPGA 项目工程文件	*.PrjFpg
内核工程文件	*.PrjCor
嵌入式工程文件	*.PrjEmb
脚本工程文件	*.PrjScr

1) 新建 PCB 工程项目文件

在 Altium Designer 6.9 环境中,执行“文件”→“新建”→“工程”→“PCB 工程”命令,则在左侧的 Projects 面板中会出现一个新建的 PCB 工程项目文件,默认的新建项目文件名为“PCB_Project1. PrjPCB”,保存工程文件。

2) 新建原理图文件

在工程项目文件“PCB_Project1. PrjPCB”中新建一个原理图文件,可以执行“文件”→“新建”→“原理图”命令,则在左边的 Projects 面板中出现“Sheet1. SchDoc”文件名,同时在右边打开一个原理图文件,保存文件。

3) 新建 PCB 文件

在工程项目文件“PCB_Project1. PrjPCB”中新建一个 PCB 文件,可以执行“文件”→“新建”→PCB 命令,则在左边的 Projects 面板中出现“PCB1. PcbDoc”文件名,同时在右边打开一个 PCB 文件,保存文件。

4) 新建原理图库文件

在工程项目文件“PCB_Project1. PrjPCB”中新建一个原理图库文件,可以执行“文件”→“新建”→“库”→“原理图库”命令,则在左边的 Projects 面板中出现“Schlib1. SchLib”文件名,同时在右边打开一个原理图库文件,保存文件。

5) 新建 PCB 元件库文件

在工程项目文件“PCB_Project1. PrjPCB”中新建一个 PCB 元件库文件,可以执行“文件”→“新建”→“库”→“PCB 元件库”命令,则在左边的 Projects 面板中出现“PcbLib1. PcbLib”文件名,同时在右边打开一个 PCB 元件库文件,保存文件。



实训练习

- 练习题 1** 上机练习 Altium Designer 6.9 软件的安装与卸载。
- 练习题 2** 上机练习 Altium Designer 6.9 软件的启动和中、英文工作界面的切换。
- 练习题 3** 设置文档自动备份的时间为 10 分钟,保存文档数为 3 份。
- 练习题 4** 新建一个 PCB 工程项目文件,保存在以自己的姓名命名的文件夹下,并在该文件夹下创建原理图文件 TU1.SchDoc 和 PCB 文件 BAN1.PcbDoc,保存所有文件。

任务二 绘制放大电路原理图



知识点

- 工程项目文件的建立及文件管理。
- 原理图中元器件的放置。
- 原理图中电源和接地符号的放置。



技能点

- 原理图工作环境的设置。
- 原理图中电气对象的设置。
- 原理图中导线的绘制。



任务目标

利用 Altium Designer 6.9 绘制图 1-12 所示的分压式共射放大电路原理图。



任务分析

放大电路是电子电路领域中的一种基本电路,它能够将一个微弱的交流小信号(叠加在直流工作点上),通过一个装置(核心为晶体管和场效应管),得到一个波形相似(不失真),但幅值却大很多的交流大信号的输出。实际的放大电路通常由信号源、晶体管构成的放大器及负载组成。放大电路种类繁多,在日常生活中应用广泛。图 1-12 所示为一种分压式共射放大电路,图中电路主要由 NPN 型晶体管、电阻、电容等基本电子元器件,及相应的导线、电源等电气对象组成。可以利用 Altium Designer 6.9 软件中的 SCH 电路原理图编辑器来完成本次任务。

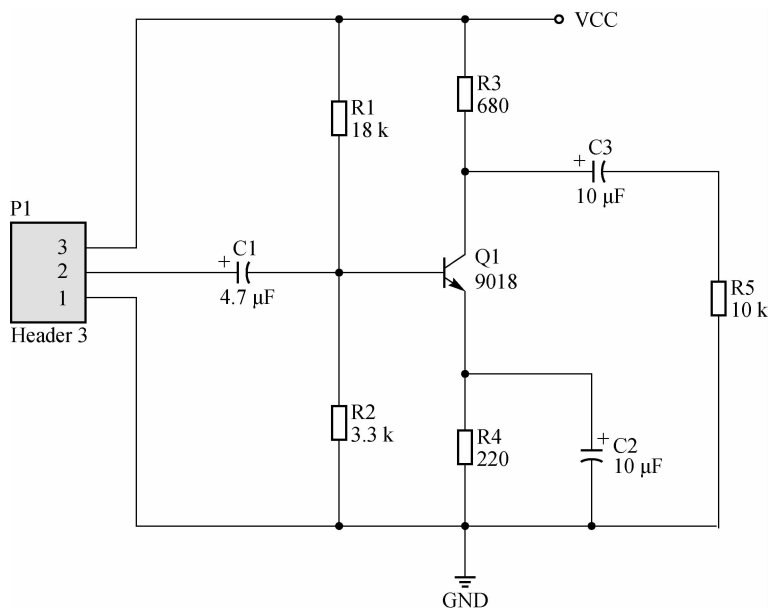


图 1-12 分压式共射放大电路原理图



知识链接

Altium Designer 6.9 软件改变了以往 Protel 软件的以设计数据库形式保存各种设计文件的方式,引入了工程项目的概念,因此首先要了解工程项目结构及工程项目中各种文件的管理。

1. 工程项目的分类

在 Altium Designer 6.9 软件中,工程项目有多种不同的类型,可以分为 PCB 工程(PCB Project)、FPGA 工程(FPGA Project)、内核工程(Core Project)、集成库(Integrated Library)、嵌入式工程(Embedded Project)、脚本工程(Script Project)等。

本书详细介绍 PCB 工程项目。

2. 工程项目的结构

在 Altium Designer 6.9 软件中,工程项目主要记录该工程项目中各种具体文件(如原理图文件、PCB 文件等)的相关链接信息,及各个文件之间的关系,并不是真正将这些文件包含在工程项目内。这些工程项目文件可以根据需要存放在任意位置,因此可以说工程项目是在逻辑上将这些文件集合在一起的,以便于管理。

注意:虽然工程项目中的各个文件可以存放在磁盘的任意位置,但是为了方便编辑,建议将文件存放在一个文件夹内。

3. 工程项目的创建

工程项目的创建方法有以下几种。

(1)在 Altium Designer 6.9 软件环境中,执行“文件”→“新建”→“工程”→“PCB 工程”命令,在左侧的 Projects 面板中会出现一个新建的 PCB 工程项目文件,默认的新建项目文件名为“PCB_Project1. PrjPCB”。

(2)在左侧的 Projects 面板中的“工程”按钮上右击,在弹出的快捷菜单中选择“添加新的工程”→“PCB 工程”命令,同样可以创建 PCB 工程项目文件。

(3)调出 Files 面板,单击 Files 面板的“新建”区域中的“Blank Project(PCB)”,即可完成 PCB 工程项目文件的创建。

4. 工程项目的打开、保存与关闭

执行“文件”→“打开”命令,即可打开工程项目文件。

执行“文件”→“保存工程”命令,系统弹出图 1-13 所示的对话框,选择好工程项目的保存路径和名称,单击“保存”按钮即可完成工程项目文件的保存。



图 1-13 保存工程项目文件

在左侧的 Projects 面板中右击项目名称,在弹出的快捷菜单中选择“Close Project”命令,关闭工程项目。

任务实施

绘制共射放大电路的详细操作步骤如下。

1. 建立工程项目文件

进入 Altium Designer 6.9 软件环境后,执行“文件”→“新建”→“工程”→“PCB 工程”命令,在左侧的 Projects 面板中会出现一个新建的 PCB 工程项目文件,默认的新建项目文件名为“PCB_Project1.PrjPCB”,然后执行“文件”→“保存工程”命令,系统弹出图 1-13 所示的对话框,选择好工程文件的保存路径,修改文件名为“项目 1.PrjPCB”,单击“保存”按钮,即建立好了“项目 1.PrjPCB”工程项目文件。

2. 新建一个原理图文件

在刚刚创建好的工程项目文件“项目 1.PrjPCB”中新建一个原理图文件,可以执行“文件”→“新建”→“原理图”命令,或在“项目 1.PrjPCB”文件名上右击,在弹出的快捷菜单中选择“给工程添加新的”→Schematic 命令,则在左侧的 Projects 面板中出现“Sheet1.SchDoc”的文件名,同时在右侧打开一个原理图文件,继续执行“文件”→“保存”命令,在系统弹出的对话框中选择工程项目文件“项目 1.PrjPCB”所在的文件夹,并将原理图文件命名为“Sheet1.SchDoc”,单击“保存”按钮。最后执行“文件”→“全部保存”命令,将新建的原理图文件“Sheet1.SchDoc”保存在工程项目文件“项目 1.PrjPCB”中。

注意:在新建一个原理图文件后,必须执行“文件”→“保存”命令,否则文件将不被保存。

3. 设置原理图环境

在 SCH 电路原理图编辑窗口中,执行“设计”→“文档选项”命令,系统将弹出“文档选项”对话框,如图 1-14 所示。



图 1-14 “文档选项”对话框

1) 设置图纸为 A4 类型

在“标准类型”区域中,在“标准类型”下拉列表框中选择 A4 选项。

在“定制类型”区域中可自定义图纸尺寸。选中“使用定制类型”复选框,则该区域设置有效。绘图人员可根据实际需要自行设置“定制宽度”和“定制高度”。

图纸采用英制单位密耳(mil)。1 英寸(in)=1 000 mil=25.4 mm,即 1 mil=1/1 000 in=0.025 4 mm。

2) 设置图纸为横放

在“选项”区域中,在“方位”下拉列表框中选择 Landscape 选项。

“方位”有两个选项:Landscape(横放)和 Portrait(竖放)。

3) 设置可见栅格为 10 mil

可见栅格的设置是通过“栅格”区域中的“可见的”选项实现的。首先选中“可见的”复选框,则在图纸中显示栅格,然后在“可见的”后的文本框中输入 10 即可。

4) 设置光标一次移动一个栅格

光标一次移动的距离可通过“栅格”区域的 Snap 选项来实现。将 Snap 的值设置为 10,则光标一次移动一个栅格。

5) 设置标题块为标准型

在“选项”区域中选中“标题块”复选框,表示显示标题栏,然后在“标题块”后的下拉列表框中选择 Standard 选项。

“标题块”有两个选项:Standard(标准型模式)和 ANSI(美国国家标准协会模式)。

6) 显示边界

边界是将图纸相互垂直的两边各自等分,竖边方向用大写英文字母编号,横边方向用数字编号,用这种方法对图幅进行分区,相当于在图纸上建立了一个坐标。

“边界颜色”和“方块电路颜色”可由绘图人员根据习惯自行设置。

7) 使能电栅格,栅格范围设为 4

在“电栅格”区域中选中“使能”复选框,将“栅格范围”的值设置为 4。电栅格在原理图的绘制导线过程中可有效地避免产生多余节点。

总之,绘图人员可根据绘图的需要和个人的习惯设置原理图环境,其中主要是设置图纸和栅格。设置图纸是指设置纸张大小、标题块、设计文件信息等,确定图纸档的有关参数。图纸上的栅格为放置组件、连接线路带来很多方便。

4. 放置元件

Altium Designer 6.9 软件对原理图元件符号定义了 4 个属性,分别为 Physical Component(物理元件)、Designator(指定者)、Comment(注释)、Footprint(封装)。在放置元

件前就应该确定这 4 个属性。但初学者往往不清楚符号的元件名,为方便学习,本例的原理图配有元件列表,见表 1-2。

表 1-2 共射放大电路原理图的元件列表

物理元件	指定者	注释	封装
Res2	R1	18 k	AXIAL-0.4
Res2	R2	3.3 k	AXIAL-0.4
Res2	R3	680	AXIAL-0.4
Res2	R4	220	AXIAL-0.4
Res2	R5	10 k	AXIAL-0.4
Cap Pol1	C1	4.7 μ F	A
Cap Pol1	C2,C3	10 μ F	A
NPN	Q1	9018	TO-226
Header 3	P1	Header 3	HDR1X3

注:P1 在 Miscellaneous Connectors. IntLib 中,其他元件在 Miscellaneous Devices. IntLib 中。

(1)执行“放置”→“器件”命令,系统弹出“放置端口”对话框,如图 1-15 所示,图中显示的是元件的 4 个属性。



图 1-15 “放置端口”对话框

(2)将表 1-2 中 R1 的属性参数分别输入各自的属性文本框中,然后单击“确定”按钮,光标变成十字形,且元件符号随光标移动。

(3)此时,可按空格键 90°旋转元件方向,按 X 键水平翻转,按 Y 键垂直翻转,确定好方向后,在适当位置单击就放置好一个元件。此时仍有一个电阻符号随光标移动,可继续放置。如果单击,则弹出“放置端口”对话框,重复上述步骤来放置其他元件,单击“取消”按钮退出放置操作。

(4)画面的管理。

①执行“察看”→“放大”命令或按 PgUp 键,可以实现画面的放大。

②执行“察看”→“缩小”命令或按 PgDn 键,可以实现画面的缩小。

③执行“察看”→“适合文件”命令,可以将图纸的全部内容都显示在工作窗口中间。

④执行“察看”→“适合所有对象”命令或按 Ctrl+PgDn 键,可以将图纸中所绘制的全部元件都显示在工作窗口中间。

5. 编辑已放置好的元件

已放置好的元件有以下几种编辑方式。

(1)移动元件。如果元件已放置在图纸上,但位置不合适,可在元件符号上按住鼠标左键并移动其位置。

(2)改变元件方向。在已放置好的元件符号上按住鼠标左键,再按空格键 90°旋转元件方向,或按 X 键水平翻转元件方向,按 Y 键垂直翻转元件方向。

(3)移动元件标号或标注。若放置好的元件的标号或标注位置不合适,可在元件标号或标注上按住鼠标左键并拖动。

(4)编辑元件属性。双击元件符号,系统将弹出“组件 道具”对话框,如图 1-16 所示。按照电路原理图要求在此对话框中修改元件参数。其中,表 1-2 中的“物理元件”对应为“组件道具”对话框中的“设定条款”。

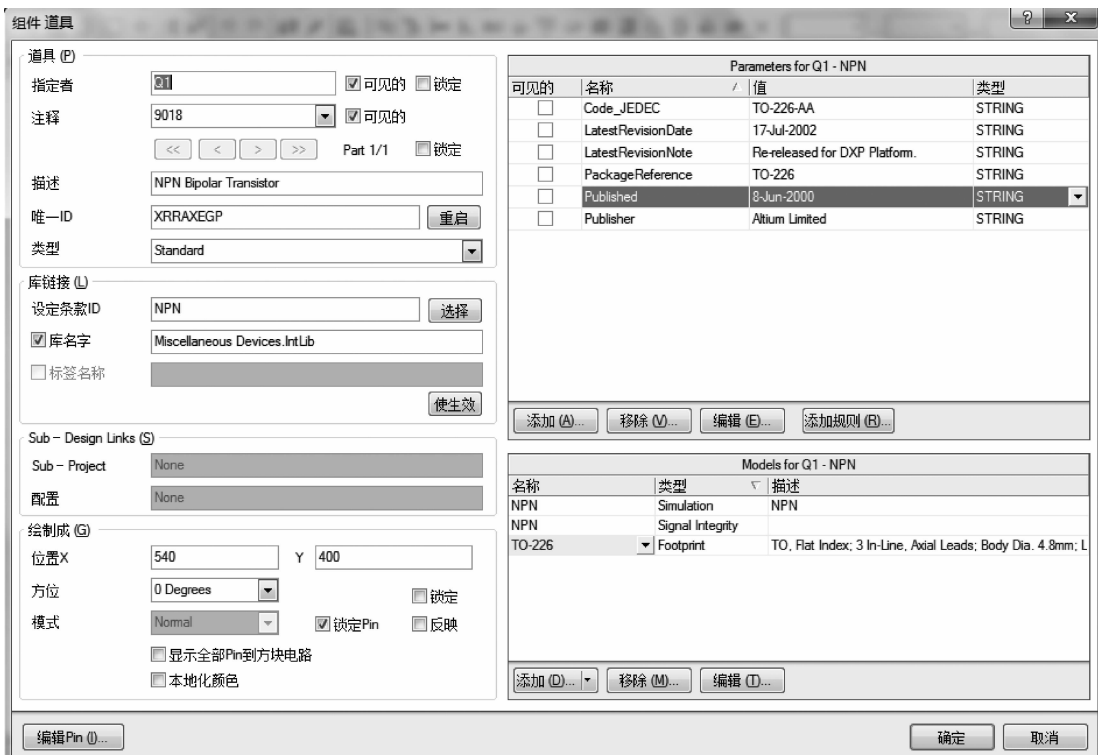


图 1-16 “组件 道具”对话框

在“组件 道具”对话框中,Parameters 区域是元件参数列表区域,一般情况下需要取消选中 Value 复选框。

在“组件 道具”对话框中,Models 区域给出元件模型列表,包括元器件仿真、信号完整性和元件封装等内容。其中,若要修改元件的封装类型,则可以单击 Models 区域中的 Footprint,再单击该区域的“编辑”按钮,系统弹出“PCB 模型”对话框,如图 1-17 所示。

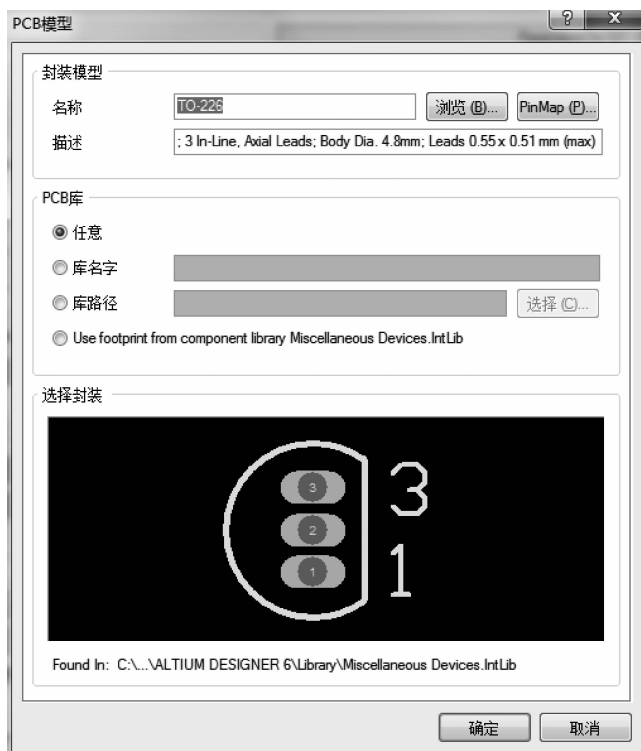


图 1-17 “PCB 模型”对话框

在“PCB 模型”对话框的“PCB 库”区域中选中“任意”单选按钮,这时可以在“封装模型”区域的“名称”文本框中修改元件的封装型号。修改完成后单击“确定”按钮,返回至“组件 道具”对话框来查看修改数据,单击“组件 道具”对话框中的“确定”按钮,完成封装任务并关闭“组件 道具”对话框。

放大电路中的所有元件必须按照任务要求进行编辑与修改,编辑好的元件属性效果如图 1-18 所示。

6. 绘制导线

执行“放置”→“线”命令,光标变为十字形,在光标中心有一个灰色的×形图案,将光标移动到元件引脚端点处,此时光标中心的×形变成红色且变大,单击确定导线的起点;拖动光标在需要的拐弯位置单击,继续拖动光标到连线的终点引脚再单击。最后右击退出画线状态。

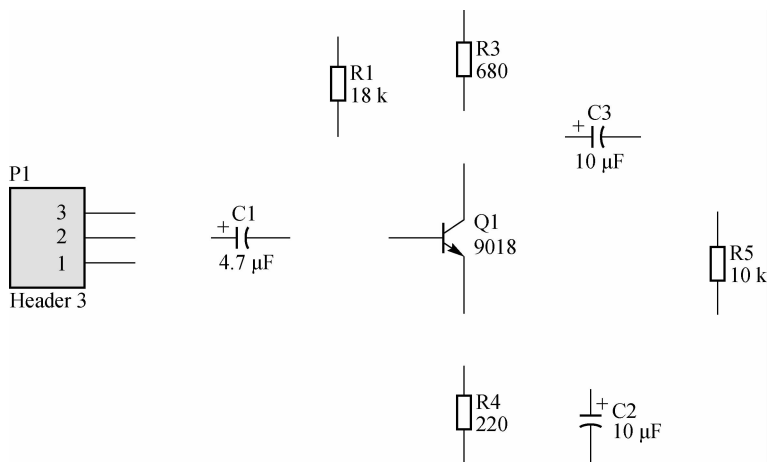


图 1-18 编辑好的元件属性效果

7. 放置电源和接地符号

执行“放置”→“电源端口”命令，则一个电源（接地）符号粘在光标上且随光标移动；再按 Tab 键，此时系统弹出“电源端口”对话框，如图 1-19 所示。可以在该对话框中合理设置符号形式、颜色及符号名称。

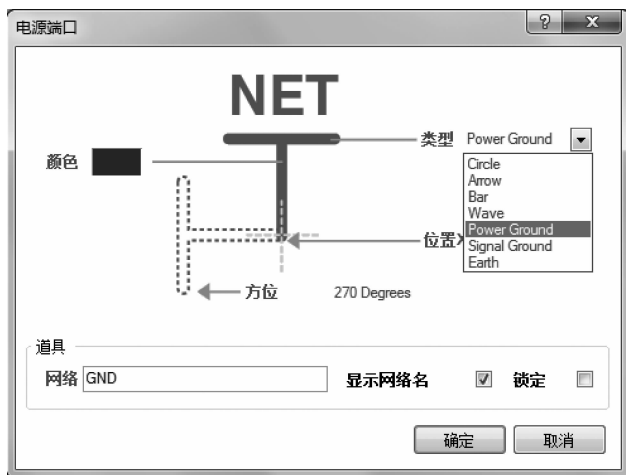


图 1-19 “电源端口”对话框

“电源端口”对话框中的内容说明如下。

(1)“网络”是电源、接地符号的网络标号，如电源符号中的 VCC、+12 V 等，这里需要注意接地符号无论是否显示，一定要输入 GND，避免发生网络名称错误。

(2)“类型”是电源、接地符号的各种显示形式，单击其右侧的下拉按钮，显示图 1-20 所示的显示形式。

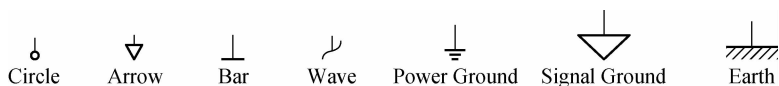


图 1-20 电源、接地符号的各种显示形式

8. 生成网络表文件

在 SCH 电路原理图编辑窗口中,执行“设计”→“工程的网络表”→Protel 命令,系统在“项目 1. PrjPCB”中的 Generated 文件夹中的“Netlist Files”下自动生成“项目 1. NET”文件。这是一个网络表文件,双击打开“项目 1. NET”文件,文件中显示网络表的详细内容。

系统生成网络表后,即可将网络表中的信息导入印制电路板,为电路板的组件布局和布线做准备。

9. 保存原理图文件和工程项目文件

保存原理图文件和工程项目文件的方法如下。

- (1) 执行“文件”→“保存”命令,将该电路原理图保存到指定位置。
- (2) 执行“文件”→“全部保存”命令,保存“项目 1. PrjPCB”工程项目文件。



实训练习

练习题 1 单管放大电路如图 1-21 所示,试画出它的原理图,图中所用元件见表 1-3。

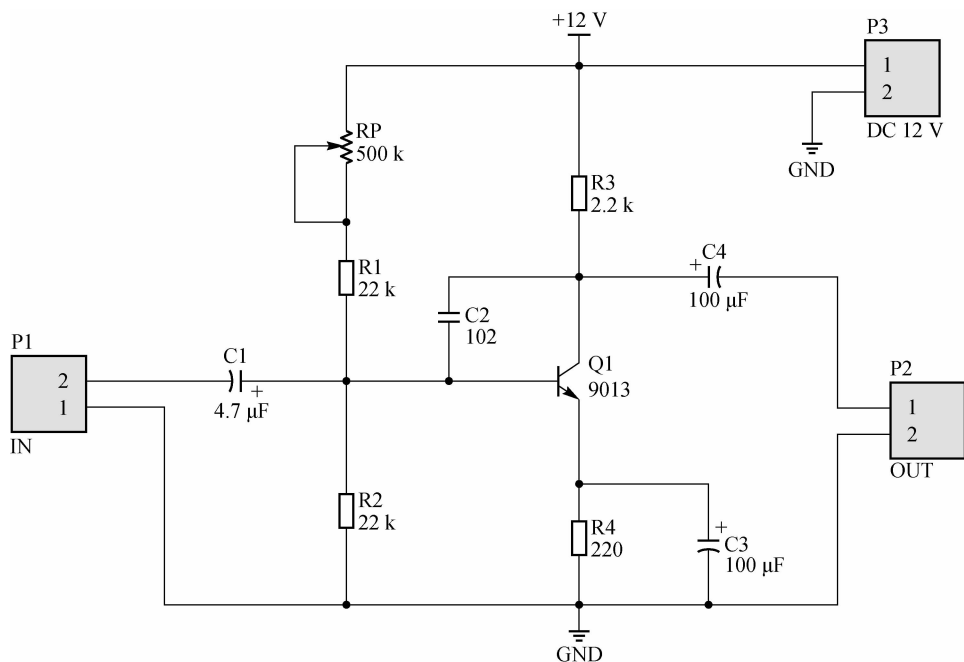


图 1-21 单管放大电路图

表 1-3 单管放大电路图的元件列表

物理元件	指定者	注释	封装
Res2	R1,R2	22 k	AXIAL-0.4
Res2	R3	2.2 k	AXIAL-0.4
Res2	R4	220	AXIAL-0.4
RPot	RP	500 k	VR5
Cap Pol1	C1	4.7 μ F	A
Cap	C2	102	RAD-0.1
Cap Pol1	C3,C4	100 μ F	A
NPN	Q1	9013	TO-226
Header 2	P1	IN	HDR1X2
Header 2	P2	OUT	HDR1X2
Header 2	P3	DC 12 V	HDR1X2

注:P1、P2、P3在Miscellaneous Connectors, IntLib中,其他元件在Miscellaneous Devices, IntLib中。

练习题 2 简单电源电路如图 1-22 所示,试画出它的原理图,图中所用元件见表 1-4。

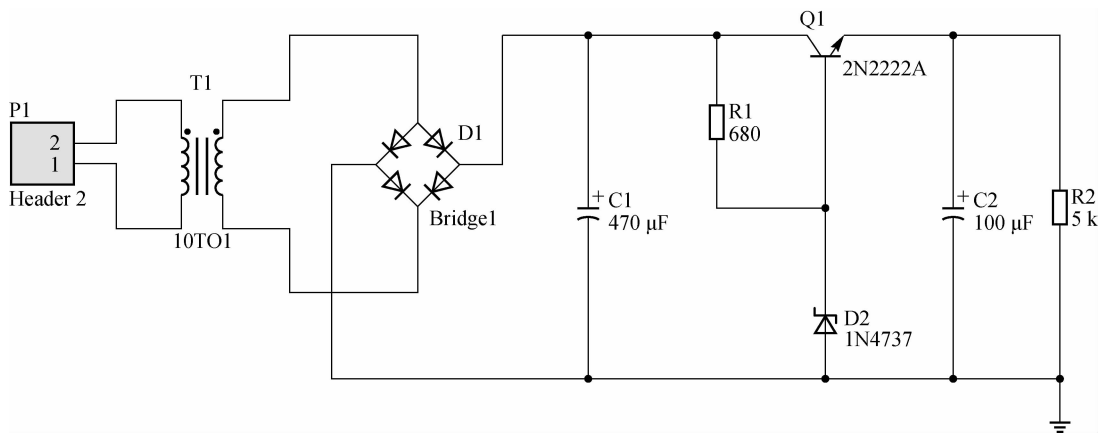


图 1-22 简单电源电路图

表 1-4 简单电源电路图的元件列表

物理元件	指定者	注释	封装
Res2	R1	680	AXIAL-0.4
Res2	R2	5 k	AXIAL-0.4
Cap Pol1	C1	470 μ F	A
Cap Pol1	C2	100 μ F	A
NPN	Q1	2N2222A	TO-226

续表

物理元件	指定者	注释	封装
Bridge1	D1	Bridge1	D-38
Diode 11DQ03	D2	1N4737	DO-204AL
Trans Ideal	T1	10TO1	TRF_4
Header 2	P1	Header2	HDR1X2

注: P1 在 Miscellaneous Connectors. IntLib 中, 其他元件在 Miscellaneous Devices. IntLib。

练习题 3 实用门铃电路如图 1-23 所示, 试画出它的原理图, 所用元件见表 1-5。

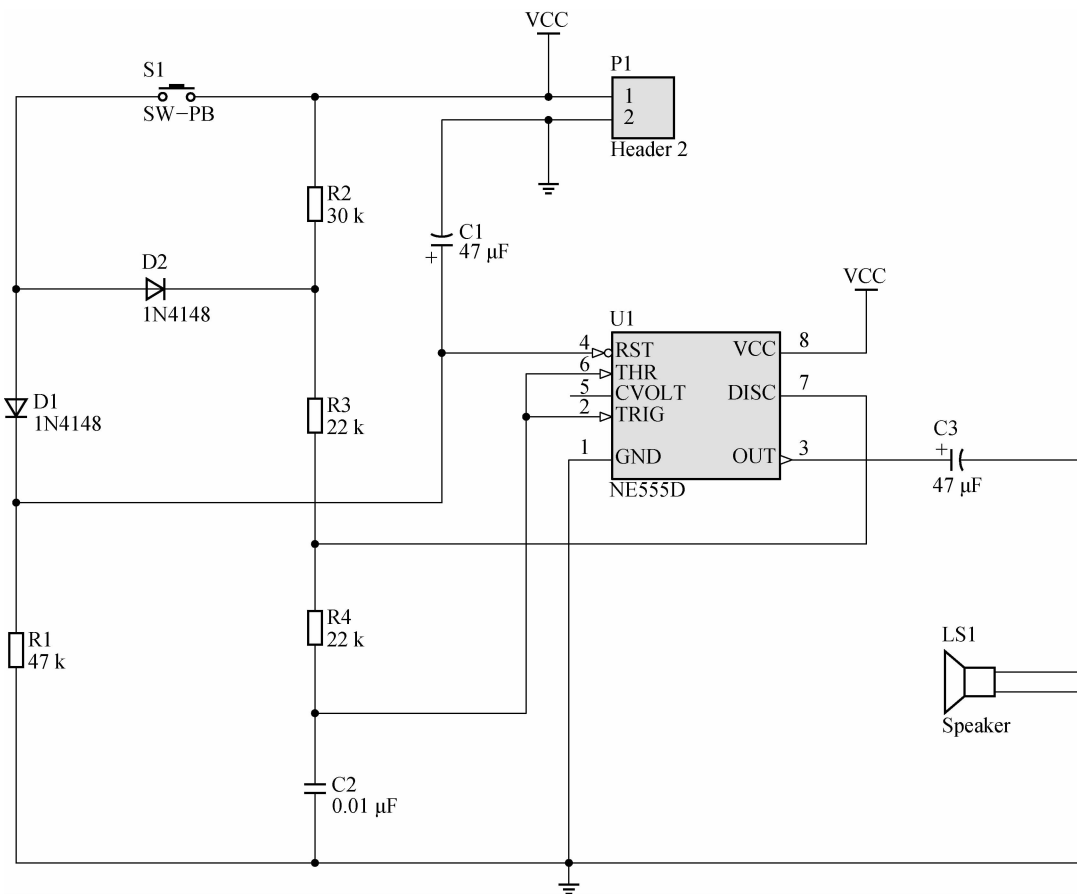


图 1-23 实用门铃电路图

表 1-5 实用门铃电路图的元件列表

物理元件	指定者	注释	封装
Res2	R1,R2,R3,R4	47 k,30 k,22 k,22 k	AXIAL-0.4
Cap Pol1	C1,C3	47 μ F	A
Cap	C2	0.01 μ F	RAD-0.3
Diode 1N4148	D1,D2	1N4148	DO-35
SW-PB	S1	SW-PB	SPST-2
Speaker	LS1	Speaker	PIN2
Header 2	P1	Header2	HDR1X2
NE555D	U1	NE555D	SO8_N

注:U1 在 ST Analog Timer Circuit. IntLib 中,其他元件在 Miscellaneous Devices. IntLib 中。

任务三 绘制放大电路的印制电路板图

知识点

印制电路板的基础知识。
印制电路板的规划。
网络表文件的使用。

技能点

手工布局。
手工布线。



任务目标

在完成放大电路原理图绘制的基础上运用 Altium Designer 6.9 软件的 PCB 编辑器,使用手工布局与布线的方法设计出放大电路的 PCB 图,如图 1-24 所示。

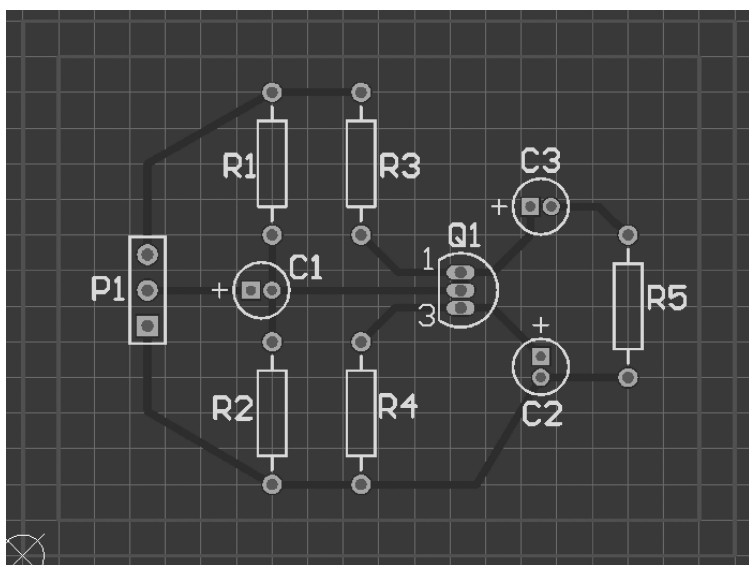


图 1-24 放大电路的 PCB 图

具体设计要求如下。

- (1) 创建 PCB 文件,合理设置 PCB 环境参数。
- (2) 设计单面 PCB 图,电路板尺寸为 2 000 mil×1 500 mil,其电气边界距离物理边界为 100 mil。
- (3) 创建和加载网络表文件。
- (4) 根据电气设计规则对所用电路元件进行合理的布局与布线。



任务分析

放大电路是电子电路中的典型电路,根据前面绘制好的电路原理图文件,进一步创建该图的网络表文件,在这两个文件的基础上设计 PCB 图。



知识链接

印制电路板是以一定尺寸的绝缘板为基材,以铜箔为导线,经特定工艺加工,用一层或若干层导电图形(铜箔的连接关系)及设计好的孔(如元件孔、机械安装孔、金属化过孔等)来实现元件间的电气连接关系,它就像在纸上印刷上去似的,故得名印制电路板或印刷线路板。

在电子设备中,印制电路板可以对各种元件提供必要的机械支撑,提供电路的电气连接,并用标记符号把板上所安装的各个元件标注出来,以便于插件、检查及调试。按照在一块板上导电图形的层数,印制电路板可分为以下三类。

1. 单面板

单面板指仅一面有导电图形的电路板,也称单层板。单面板的特点是成本低,但仅适用

于比较简单的电路设计,如收音机、电视机等。对于比较复杂的电路,采用单面板往往比双面板或多层板要困难。

2. 双面板

双面板指两面都有导电图形的电路板,也称双层板。其两面的导电图形之间的电气连接通过过孔来完成。因为两面均可以布线,对于比较复杂的电路,其布线比单面板布线的布通率高,所以它是目前采用最广泛的电路板结构。

3. 多层板

多层板是由交替的导电图形层及绝缘材料层叠压黏合而成的电路板。除电路板的两个表面有导电图形外,内部还有一层或多层相互绝缘的导电层,各层之间通过金属化过孔实现电气连接。它主要应用于复杂的电路设计,如在计算机中,主板和内存条的 PCB 采用 4~6 层电路板设计。

看一看:观察收音机、电视机或微型计算机等电子设备中的电路板,并比较有何不同。



任务实施

绘制印制电路板的详细操作步骤如下。

1. 新建一个 PCB 文件

打开已经创建好的工程项目文件“项目 1. PrjPCB”,新建一个 PCB 文件,可以执行“文件”→“新建”→PCB 命令,或在“项目 1. PrjPCB”名称上右击,在弹出的快捷菜单中选择“给工程添加新的”→PCB 命令,则在左侧的 Projects 面板中出现“PCB1. PcbDoc”文件名,同时在右侧打开一个 PCB 文件,保存文件到工程所在的同一个文件夹中。

2. 规划电路板

1) 确定电路板的信号层

在 PCB 编辑器环境下,执行“设计”→“层叠管理”命令,系统可弹出图 1-25 所示的“层堆栈管理器”对话框。系统已经提供了一些电路板实例样板供用户选择,单击“菜单”按钮,在弹出的菜单中选择“实例层堆栈”→“两层(Non-Plated)”命令,最后单击“确定”按钮,完成一块单面板的设定。

2) 选择电路板的工作层及颜色

执行“设计”→“板层颜色”命令,系统可弹出“视图配置”对话框,如图 1-26 所示。选择“板层和颜色”选项卡,在“信号层”中选择“Component Side”和“Solder Side”项,在“机械层”中选择 Mechanical 1 项,在“掩膜层”中选择“Bottom Solder”项,在“丝印层”中选择“Top Overlay”项,在“其余层”中选择“Keep-Out Layer”和“Multi-Layer”项。

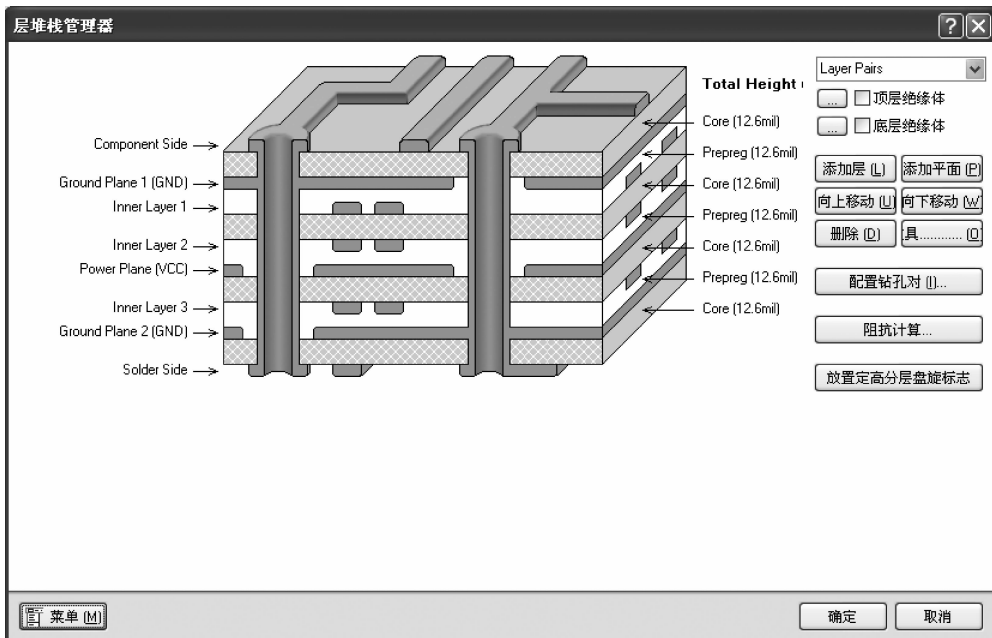


图 1-25 “层堆栈管理器”对话框



图 1-26 “视图配置”对话框

3) 设置电路板的参数

执行“设计”→“板参数选项”命令,可弹出图 1-27 所示的“板选项”对话框,选择合适的电路板参数。

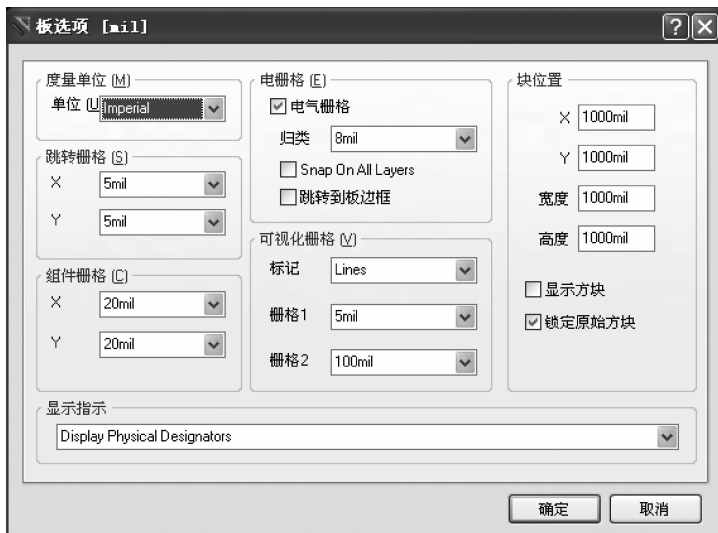


图 1-27 “板选项”对话框

(1) 单位设置。一般度量单位采用 Imperial(英制)。PCB 文件中共有两种单位,即 Imperial(英制)和 Metric(公制),可以在“单位”下拉列表框中进行选择。

(2) 栅格类型设置。栅格类型在“可视化栅格”区域的“标记”下拉列表框中进行设置。PCB 文件中共有两种栅格类型,即 Lines(线状)和 Dots(点状)。

(3) 显示栅格设置。显示栅格在“可视化栅格”区域的“栅格 1”和“栅格 2”下拉列表框中进行设置。

(4) 捕获栅格设置。捕获栅格在“电栅格”区域中进行设置。

4) 确定电路板的物理边界和电气边界

选择当前的工作层为机械层,在工作窗口下方单击工作层标签 Mechanical 1,即把当前层切换为 Mechanical 1。

执行“编辑”→“原点”→“设置”命令,此时光标变成十字形,选择合适的位置(一般在显示栅格左下角的整格处)单击,设置用户自定义的坐标系原点,这样可以方便规划电路板。

执行“放置”→“走线”命令,光标变成十字形,规划并绘制一个 2 000 mil×1 500 mil 的方形电路板。四个点的坐标分别是(0,0)、(2 000,0)、(2 000,1 500)和(0,1 500)。这时,绘制好的四边形即为电路板的物理边界。

把当前层切换为 Keep-Out Layer(禁止布线层),执行“放置”→“走线”命令,光标变成十字形,绘制出电路板的电气边界。Keep-Out Layer 是自动布局和自动布线非常有用的层,用

于限制布局布线的范围。为了防止元件的位置和布线过于靠近电路板的边框,电路板的电气边界要稍小于物理边界,如电气边界距离物理边界为 100 mil。

3. 生成网络表文件

打开绘制好的放大电路原理图,执行“设计”→“工程的网络表”→Protel 命令,系统在“项目 1. PrjPCB”中的 Generated 文件夹中的“Netlist Files”下自动生成“项目 1. NET”文件。双击“项目 1. NET”文件,将在右边的工作窗口中打开该文件。网络表有两部分内容:前面部分是电路中所用元件的说明,后面部分是元件之间的连接关系说明。

系统生成网络表后,即可将网络表里的信息导入印制电路板,为电路板的组件布局和布线做准备。

若在上次绘制放大电路原理图的任务中已经完成了生成网络表的操作,则可以忽略此步骤。

4. 加载网络表

进入 PCB 编辑器环境,执行“设计”→“Import Changes From 项目 1. PrjPCB”命令,系统将弹出图 1-28 所示的“工程上改变清单”对话框。此对话框中显示出了当前对电路进行的修改内容,单击“使更改生效”按钮,若“状况检查”栏中无红色错误标识,可单击“执行更改”按钮,最后单击“关闭”按钮,完成网络表的加载。

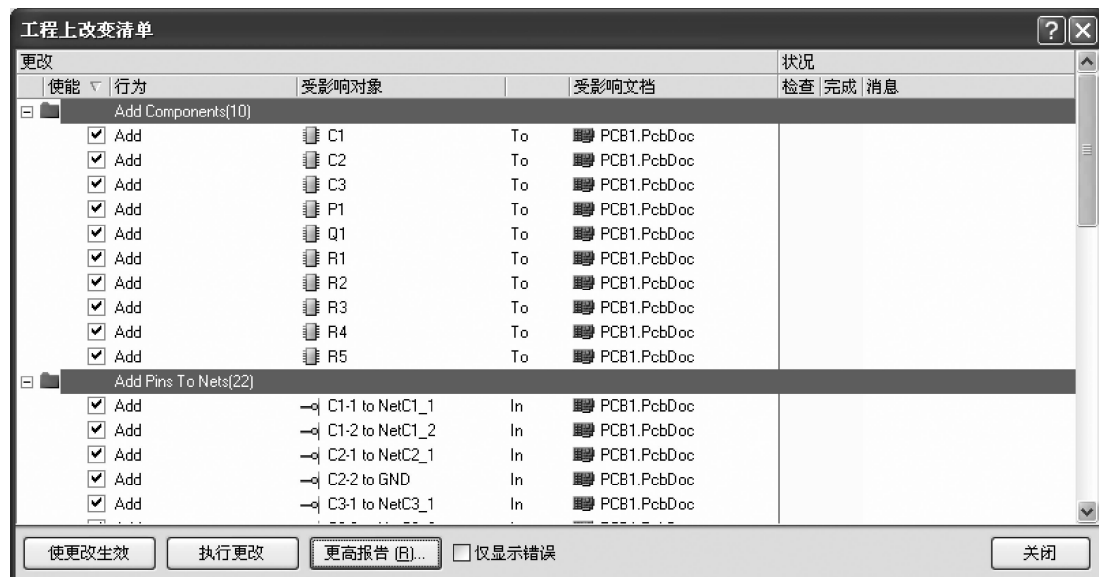


图 1-28 “工程上改变清单”对话框

注意:关闭“工程上改变清单”对话框后,可执行“察看”→“适合文件”命令,找到 PCB 文件中的所有电路元件。

5. 元件布局

选择当前的工作层为 Component Side,即在工作窗口下方单击工作层标签 Component Side,Component Side 工作层默认的颜色为红色。根据电路原理图,在电路板电气边界内合理调整元件的位置,可参考图 1-29 进行元件布局。

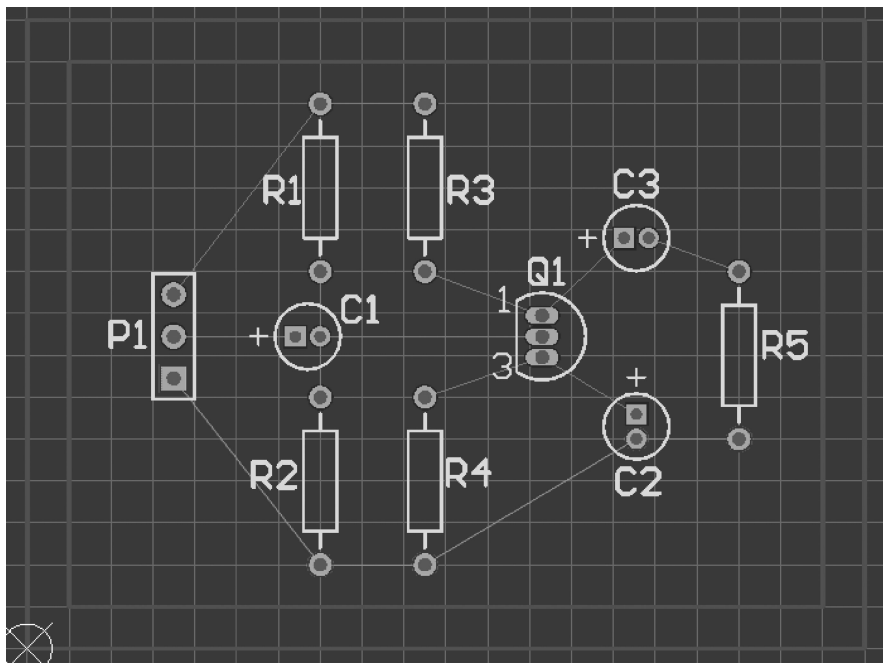


图 1-29 元件布局

6. 手工布线

将电路板的当前工作层切换为 Solder Side,即在工作窗口下方单击工作层标签 Solder Side,Solder Side 工作层默认的颜色为蓝色。执行“放置”→“交互式布线”命令,此时光标变成十字形,将光标移到导线的起点焊盘,出现一个空心八角形,说明会形成有效的电气连接,这时单击确定起点;然后将光标移到导线的终点焊盘,当出现空心八角形时再次单击,一条导线即被绘制出来。放置折线与放置直线不同的是,当导线出现 90°或 45°转折时,在终点处要双击。在布线过程中,当需要转角时,按下“Shift+空格”快捷键进行不同转角模式的切换;若要取消前一段导线,则按 Backspace 键。

7. 保存 PCB 文件

执行“文件”→“保存”命令,将该 PCB 文件保存到指定位置。



实训练习

- 练习题 1** 在单管放大电路图图 1-21 的基础上,创建网络表文件,设计 PCB 图。
- 练习题 2** 在简单电源电路图图 1-22 的基础上,创建网络表文件,设计 PCB 图。
- 练习题 3** 在实用门铃电路图图 1-23 的基础上,创建网络表文件,设计 PCB 图。