

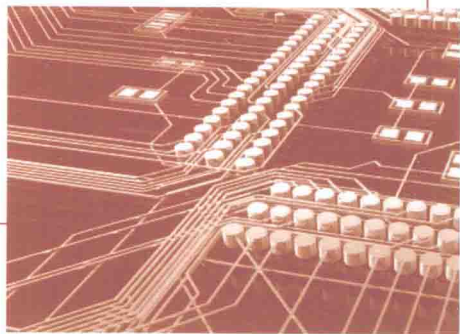


全国高职高专规划教材

电子线路CAD实用教程

Dianzi Xianlu CAD Shiyong Jiaocheng

刘新海 编著



知识产权出版社

全国百佳图书出版单位

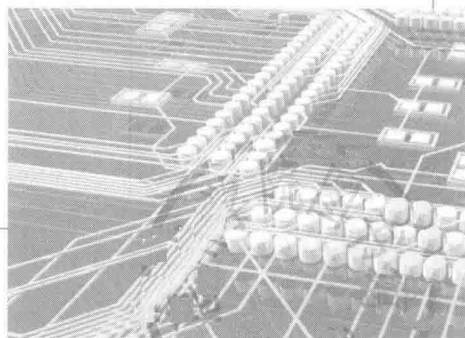


全国高职高专规划教材

电子线路CAD实用教程

Dianzi Xianlu CAD Shiyong Jiaocheng

刘新海 编著



知识产权出版社

全国百佳图书出版单位

图书在版编目 (CIP) 数据

电子线路 CAD 实用教程/刘新海编著. —北京: 知识产权出版社, 2015. 7

ISBN 978 - 7 - 5130 - 3597 - 2

I. ①电… II. ①刘… III. ①电子电路—计算机辅助设计—高等职业教育—教材 IV. ①TN702

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 145457 号

内容提要

本书依据目前高职高专院校对电类学生进行“计算机辅助设计中、高级绘图员技能鉴定”的要求和用人单位对职业类学生就业时需要掌握的电路板设计制作技能的要求而编写。全书采用任务驱动模式, 学生通过各个任务可直观地了解多种情况下原理图的绘制及印制电路板 (PCB) 的设计方法。

本书适用于高职高专院校电类的学生及相关工程技术人员使用。

责任编辑: 石隳辉

责任校对: 董志英

封面设计: 刘 伟

责任出版: 刘译文

全国高职高专规划教材

电子线路 CAD 实用教程

刘新海 编著

出版发行: 知识产权出版社 有限责任公司

网 址: <http://www.ipph.cn>

社 址: 北京市海淀区马甸南村 1 号

邮 编: 100088

责编电话: 010 - 82000860 转 8175

责编邮箱: shilonghui@cnipr.com

发行电话: 010 - 82000860 转 8101/8102

发行传真: 010 - 82000893/82005070/82000270

印 刷: 北京富生印刷厂

经 销: 各大网上书店、新华书店及相关专业书店

开 本: 787mm × 1092mm 1/16

印 张: 10.5

版 次: 2015 年 7 月第 1 版

印 次: 2015 年 7 月第 1 次印刷

字 数: 221 千字

定 价: 34.00 元

ISBN 978-7-5130-3597-2

出版权专有 侵权必究

如有印装质量问题, 本社负责调换。

前 言

Protel DXP 2004 SP2 作为基于电路设计的 EDA 软件,因其功能强大、使用简单,在目前企业实际设计、制作印制电路板(PCB)及计算机辅助设计领域都得到了广泛的应用。目前该软件也被应用于“计算机辅助设计中、高级绘图员技能鉴定”。

本书在顺德职业技术学院电子与信息工程学院应用电子技术、智能家电技术、电气自动化技术、通信技术等工科电类专业的多年教学改革经验的基础上,结合目前最新的职业教育教学改革要求,采用任务驱动模式,设计 6 个综合任务对原理图的绘制及 PCB 的设计等内容进行介绍。在设计任务时注重任务的相对完整性,从开始绘制原理图到最终 PCB 设计的完整流程贯穿于每一个任务,使学生能很快建立完整的设计概念,在内容上逐步完善中间环节。

第 1 章中,任务 1 练习从主库中选取元器件,同时掌握项目、原理图文件的建立方法及原理图中元器件的放置、连接、属性设置方法;掌握 PCB 文件的创建方法及 PCB 的设计过程;学会建立三维图形。随后的理论知识小节中补充元器件符号、封装、实际元件三者的关系及 PCB 的基础知识。

第 2 章中,任务 2 练习从主库之外的系统库中查找元器件的方法;练习网络标签的放置及网络表的生成方法。随后的理论知识小节中补充网络标签、端口、网络表的相关概念。

第 3 章中,任务 3 练习从主库之外的系统库中查找到的元器件不带封装的处理方法,即封装库的建立方法;练习元器件引脚的编辑方法,掌握元器件引脚标识符与封装焊盘标识符的对应关系;掌握元器件属性中添加封装的方法。随后的理论知识小节中补充手工及向导制作封装的方法。

第 4 章中,任务 4 练习所绘原理图中存在系统库中查找不到相应元器件的处理方法,即建立“元件库”的方法。随后的小节中补充不同类型元器件的绘制方法及菜单、工具的使用方法。

第 5 章中,任务 5 练习集成库的生成方法及布线规则和优先级的设定。

第 6 章中,任务 6 练习层次电路、自制标题栏及模板的应用。

第 7 章详细介绍抄画电路板及自制 PCB 的操作过程,以供少量手工制作印制电路板时参考。

附录 A 附有计算机辅助设计中高级绘图员技能鉴定参考题。附录 B 附有计算机辅助设计高级绘图员技能鉴定参考题。

为了保持与软件的一致性,本书使用了软件中的符号标准及文字描述,部分电路符

号与国标不相符。附录 C 给出了软件电路符号与国标的对照表。

本书在内容上兼顾了计算机辅助设计绘图员考级及自己动手抄板、制板的内容，以及用人单位对职业类毕业生相关技能的要求，可作为高等职业院校电子、电气、通信等电类专业学生的教材，也可供技术培训及从事电子产品设计与开发的工程人员参考。

编者

2015 年 4 月

目 录

第 1 章 印制电路板基础	1
1.1 认识 Protel DXP 2004 SP2	12
1.1.1 Protel 的发展	12
1.1.2 软件安装的系统配置要求	13
1.1.3 文档组织结构与文档管理	14
1.2 印制电路板制作基础	15
1.2.1 印制电路板介绍	15
1.2.2 印制电路板的布局原则	16
1.2.3 印制电路板的布线原则	17
1.2.4 PCB 的抗干扰措施	18
1.2.5 元器件实物、符号及其封装方式的识别	19
1.2.6 插孔式元器件和表面封装元器件的识别	21
1.3 习 题	22
第 2 章 模数转换电路的 PCB 设计	24
2.1 网络标签与端口	27
2.1.1 网络标签	27
2.1.2 端 口	29
2.2 总 线	30
2.3 习 题	31
第 3 章 8 位解码器电路的 PCB 设计	35
3.1 封装库的制作	39
3.1.1 手工制作元器件的封装方式	39
3.1.2 利用向导制作封装方式	43
3.1.3 封装方式库的常用操作	45
3.2 习 题	46
第 4 章 单片机控制电路的 PCB 设计	49
4.1 元件库的制作	61
4.1.1 打开成品库文件	61
4.1.2 新建原理图元器件库文件	64
4.1.3 分立元器件的制作	66
4.1.4 多单元元器件的制作	69

4.2 原理图元器件常用操作	73
4.2.1 菜 单	74
4.2.2 工具栏	77
4.3 习 题	80
第5章 交通灯电路的 PCB 设计	83
5.1 集成库的生成	93
5.1.1 集成库简介	93
5.1.2 集成库的加载与卸载	93
5.1.3 元器件搜索	94
5.1.4 生成集成库	94
5.2 习 题	95
第6章 层次电路的 PCB 设计	98
6.1 Protel DXP 2004 SP2 的原理图模板制作	103
6.1.1 设计原理图模板的一般步骤	103
6.1.2 原理图模板制作实例	104
6.1.3 原理图模板调用	109
6.2 原理图设计与提高绘制能力	110
6.2.1 层次原理图	111
6.2.2 层次原理图设计方法	111
6.3 自顶向下的层次原理图设计	111
6.3.1 自顶向下的层次原理图设计的基本结构	111
6.3.2 自顶向下的层次原理图设计的设计流程	112
6.4 自底向上的层次原理图设计	121
6.4.1 自底向上的层次原理图设计的基本结构	121
6.4.2 自底向上的层次原理图设计的设计流程	121
6.5 习 题	123
第7章 电路板制作	128
7.1 印制电路板技术术语	128
7.2 抄画 PCB 流程	128
7.3 实训项目报告	129
7.3.1 制作步骤	129
7.3.2 具体操作流程	130
7.4 习 题	151
附录 A 计算机辅助设计中级绘图员技能鉴定试题 (电路类)	153
附录 B 计算机辅助设计高级绘图员技能鉴定试题 (电路类)	156
附录 C 书中非标准符号与国标对照表	161
参考文献	162

第 1 章 印制电路板基础

任务 1 简单电路印制电路板设计

1. 任务目的

通过简单电路印制电路板（PCB）设计，了解原理图、PCB 的相关概念。学会绘制原理图、PCB 的相关操作。

2. 任务要求

绘制电路原理图，同步生成 PCB 文件，布局并完成布线；从 3D 图观察设计效果。

3. 电路及元器件

本任务使用的电路图如图 1-1 所示。

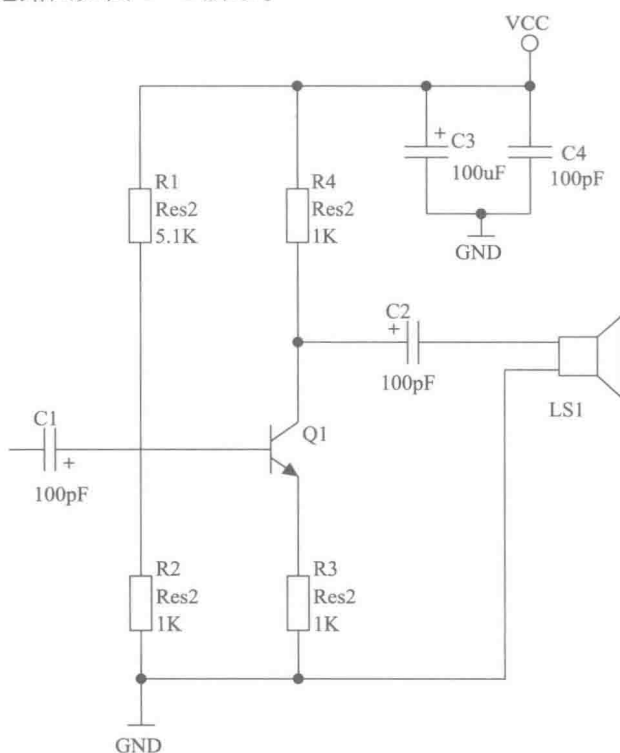


图 1-1 单管放大电路

本任务使用的元器件如表 1-1 所示。

表 1-1 任务 1 使用的元器件

元器件类型	元器件库中的名称	元器件的封装	所在元件库
电阻 R1 ~ R4	Res2	AXIAL-0.4	Miscellaneous Devices. IntLib
电解电容 C1 ~ C3	Cap pol1	Cappr7.5-16x35	Miscellaneous Devices. IntLib
无极性电容 C4	CAP	RAD-0.3	Miscellaneous Devices. IntLib
晶体管 (NPN)	NPN	BCY-W3	Miscellaneous Devices. IntLib
扬声器	Speaker	PIN2	Miscellaneous Devices. IntLib

4. 绘制步骤

(1) 新建项目。

依次单击“文件→创建→项目→PCB 项目”即可创建出 PCB 项目，如图 1-2 所示。

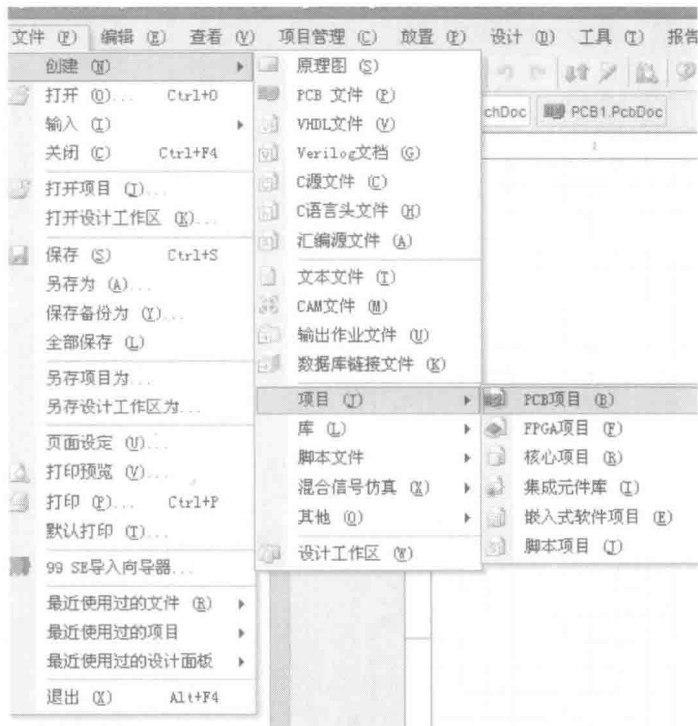


图 1-2 新建项目

(2) 新建原理图文件。

依次单击“文件→创建→原理图”，即可创建出原理图文件，如图 1-3 所示。



图 1-3 新建原理图

(3) 绘制原理图。

制作本任务所用到的元器件在 Protel DXP 2004 软件的成品库内都能找到，它们位于名为 Miscellaneous Devices. IntLib（混合元器件库）的集成库内。

绘制的详细步骤如下。

1) 将光标移动到图样右侧“元件库”的面板标签上，此时会弹出元件库面板，如图 1-4 所示。

2) 完成原理图。

① 将任务中所需要的元器件从元件库里拖出，如图 1-5 所示。可以在筛选框中输入所需元器件的名称（见表 1-1）。

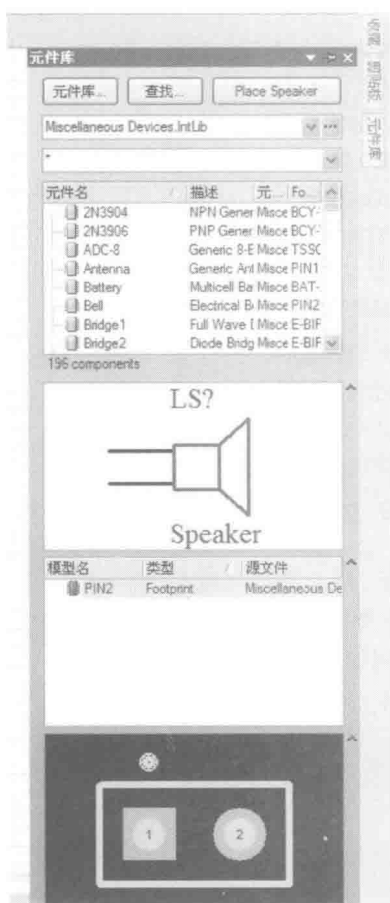


图 1-4 元件库

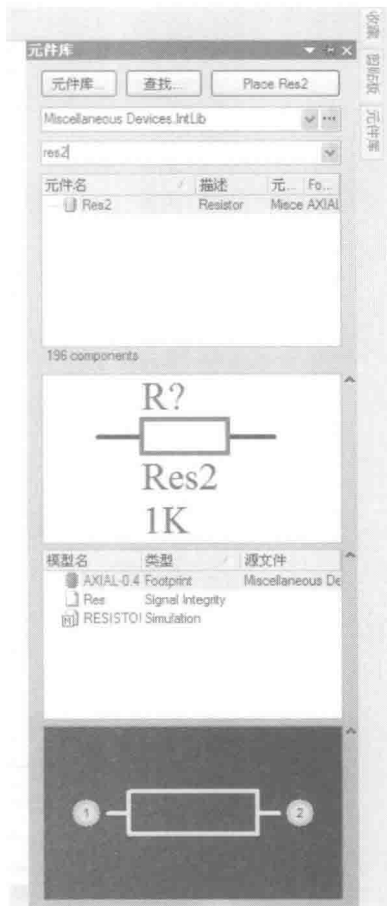


图 1-5 筛选元器件

② 筛选出所需的元器件后，可以双击元器件的图标，接着就可以把元器件拖动到原理图的工作界面了。而且双击后的元器件处于浮动状态，如图 1-6 所示。在浮动状态下按〈Tab〉键，会弹出元器件属性对话框，如图 1-7 所示。在属性对话框内，可以根据任务所给出的电路图上的要求修改出符合任务要求的元器件属性。

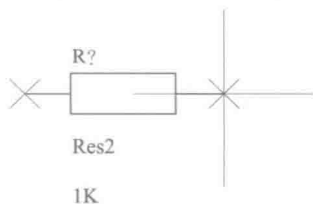


图 1-6 浮动状态的元器件

③ 在设置好元器件属性之后，元器件仍然处于浮动状态，按空格键元器件可以旋转，按〈X〉键元器件会左右翻转，按〈Y〉键元器件会上下翻转，当移动到合适的位置并调整到合适的状态时，按回车键或者单击鼠标左键，就可以把元器件放置到该位置上，此时称为固定状态。固定之前如果按键盘上的〈Esc〉键或者单击鼠标右键，则取消放置操作。固定之后还可以用鼠标左键按住元器件移动位置。电阻 R1 的放置效果如图 1-8 所示。



图 1-7 元器件属性对话框



图 1-8 电阻 R1 的放置效果

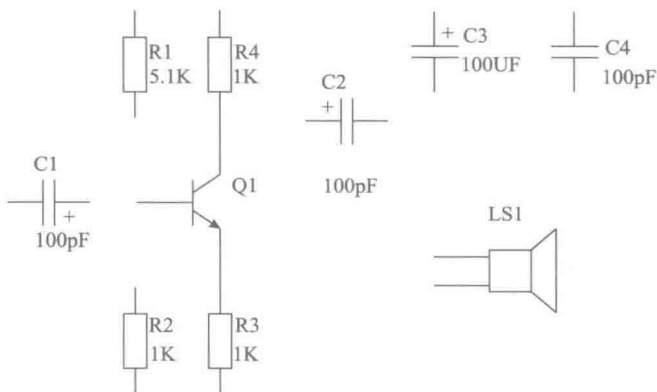


图 1-9 放置所有元器件

④ 用同样的方法放置其余的元器件，注意电解电容的正负极方向的放置。全部元器件放置后的效果如图 1-9 所示。

⑤ 当放置好所有的元器件之后，可以开始用导线将各个元器件连接起来。用鼠标单击快捷菜单栏的导线按钮或者单击菜单“放置→导线”，光标变成“*”状时，就可以连接各个元器件了。如果仔细观察的话，会发现光标捕捉到带有电连接性的点时，“*”字就变大且变成红色。按照“左键确定、右键取消”的原则操作鼠标连线，如图 1-10 所示。

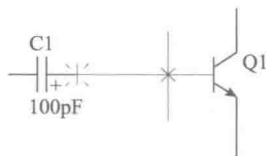


图 1-10 连接元器件

注意：

- a. 元器件只有引脚的顶端具有电连接性，引脚的其他部分是没有电连接性的。
- b. 对丁字连接线的节点，软件会自动加上，如果是十字的交叉线，就要看具体情况：若是交叉相连，则需要自己手工加上节点（在菜单栏点击“放置→手工放置节点”）。丁字连接与十字交叉连接如图 1-11 所示。



图 1-11 丁字连接与十字交叉连接

⑥ 将所有元器件连接起来后，便可以按照图 1-1 所示的位置放置电源（VCC）和地（GND）。电源和地可以在快捷菜单栏找到，如图 1-12 所示。或者单击菜单“放置→电源端口”找到。注意用此方法拉出电源和地需要按〈Tab〉键弹出电源端口属性窗口，修改出适合任务要求的属性和名称来放置。GND 属性一般用 Power Ground，VCC 一般用 Circle，如图 1-13 所示。选取出来的 GND 和 VCC 放置后的效果如图 1-14 所示。



图 1-12 从快捷菜单栏选取 GND 和 VCC

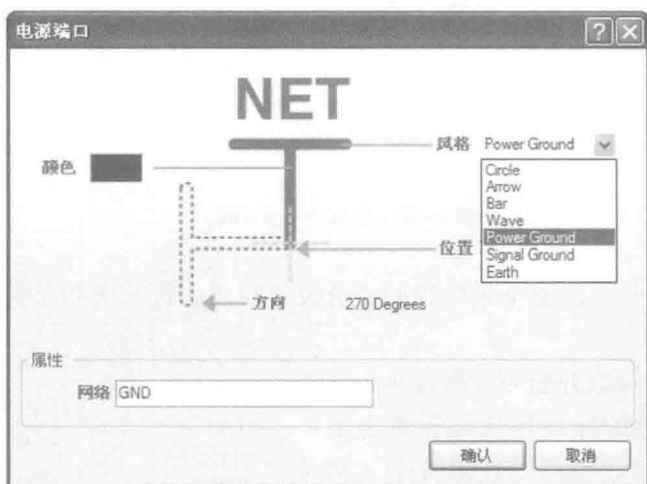


图 1-13 电源端口属性对话框



图 1-14 电源和地放置后的效果

⑦ 将 GND 和 VCC 放置到原理图上即完成原理图的制作。制作完成后的最终效果图如图 1-15 所示。

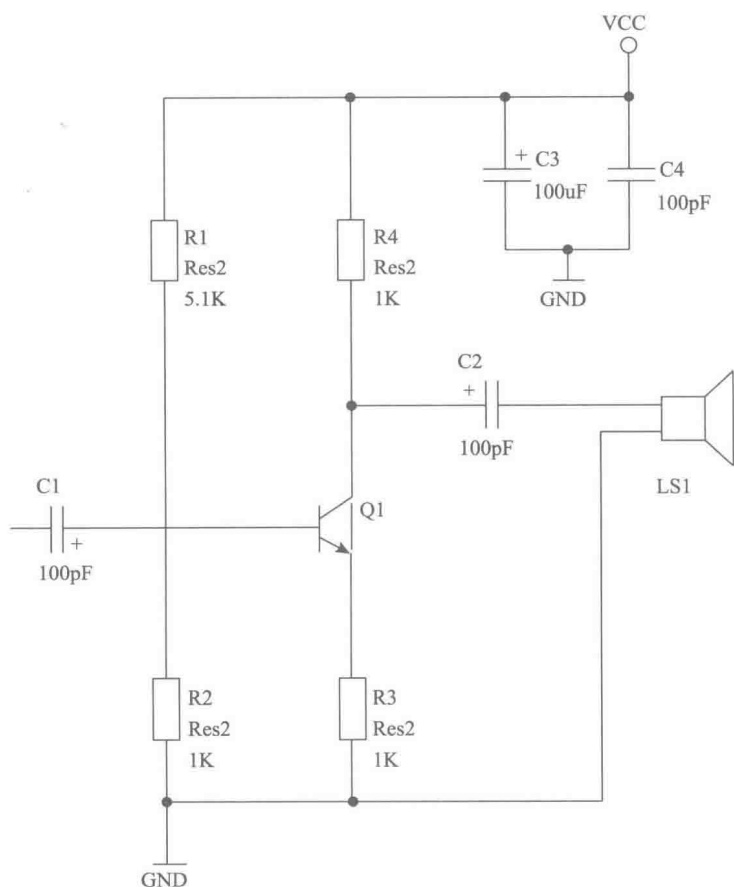


图 1-15 完成后的原理图

(4) 制作 PCB 文件。

完成原理图的制作之后，就可以制作 PCB 文件了。单击菜单“文件→创建→PCB 文件”即可以新建出一个 PCB 文件。

要制作 PCB 文件，首先需要将原理图的内容同步到 PCB 文件内。这时候需要用到菜单栏中“设计”菜单。

单击视图上方原理图，回到原理图界面，如图 1-16 所示。然后单击“设计→Update PCB Document”（如图 1-17 所示），会弹出“工程变化订单”的对话框，如图 1-18 所示。单击对话框左下角的“使变化生效”按钮，验证其原理图连接的有效性。如果有效的话会显示绿钩，错误的话会显示红叉。验证无错误之后，单击图 1-18 对话框左下角的“执行变化”按钮，即可将原理图内容同步到 PCB，此时软件会将界面自动切换到 PCB 文件，并显示元器件与网络飞线，如图 1-19 所示。



图 1-16 原理图与 PCB 的界面切换



图 1-17 同步原理图内容

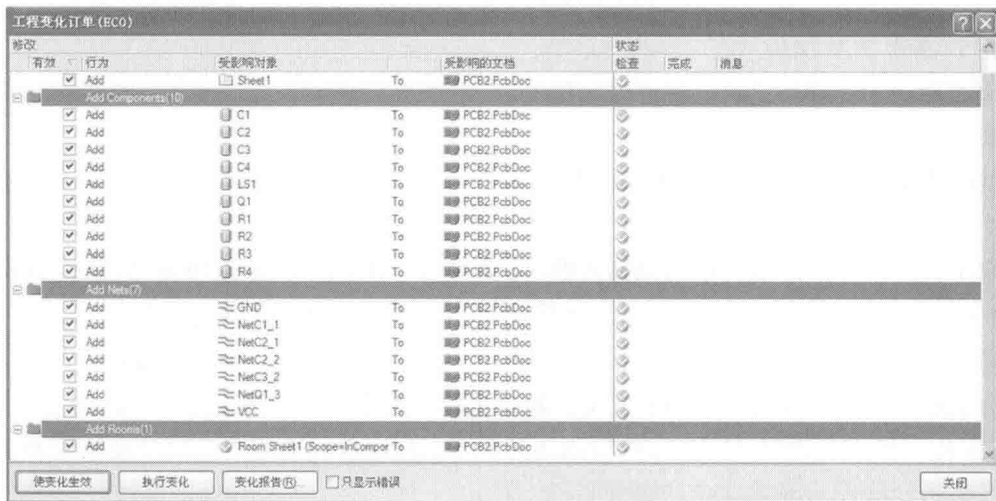


图 1-18 “工程变化订单”对话框

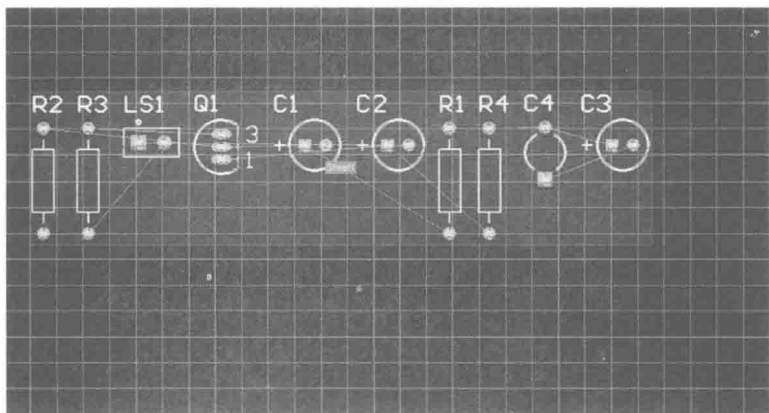


图 1-19 显示元器件及网络飞线

最后，用鼠标左键按住元器件盒的非元器件部分，将元器件盒拖放到电路板上，删除元器件盒后，用鼠标按住各元器件并拖动进行布局。元器件布局效果如图 1-20 所示。

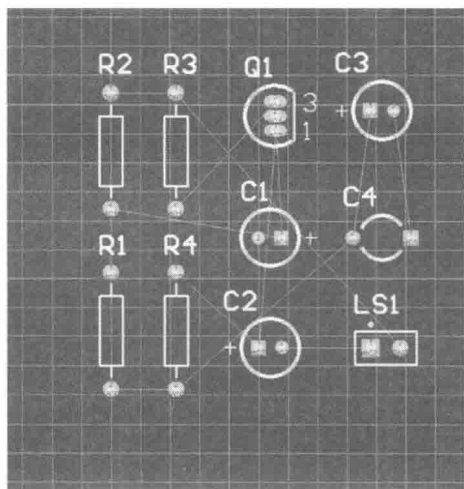


图 1-20 元器件布局效果

(5) PCB 的自动布线。

在完成元器件的布局之后，需要用布置导线将每一个元器件的端口按要求连接起来，这时候可以使用到“自动布线”的功能。单击菜单“自动布线→全部对象”，便会弹出布线策略的对话框，如图 1-21 所示。单击右下角“Route All”按钮，软件便会自动根据各个端口的连接快速进行布线。自动布线的结果如图 1-22 所示。

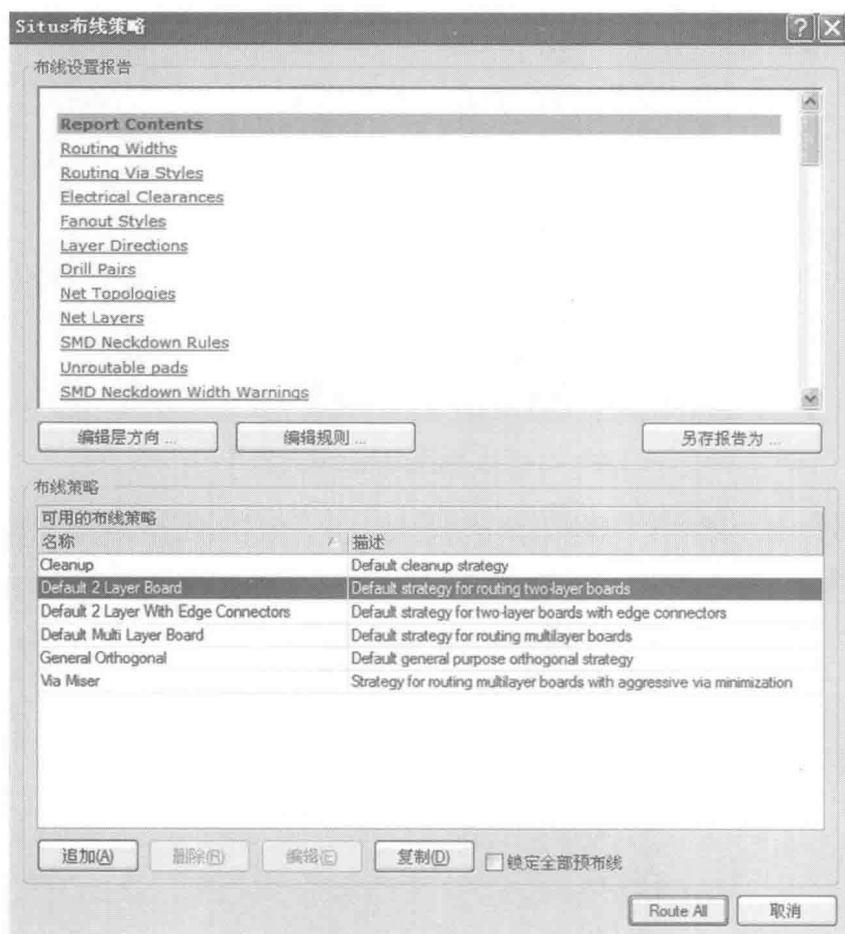


图 1-21 “布线策略”对话框

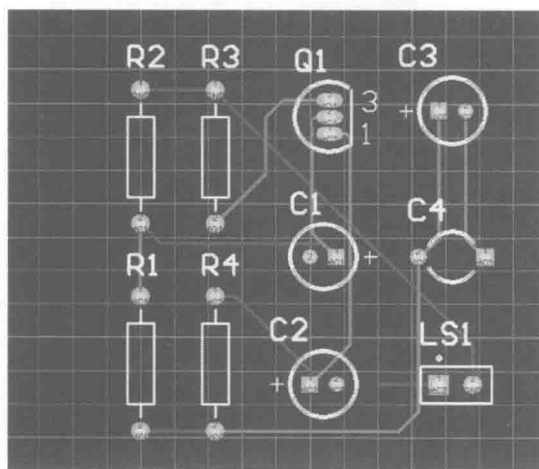


图 1-22 自动布线结果