



普通高等教育“十二五”电子信息类规划教材

Protel 99SE 电路设计及应用

周润景 主编

免费
电子课件



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

普通高等教育“十二五”电子信息类规划教材

Protel 99SE 电路设计及应用

周润景 主 编
崔 栋 郝 娜 副主编



机械工业出版社

本书以音频电路原理图的设计与 PCB 设计为例,从 Protel 99SE 的应用角度详细讲解了软件的设置,原理图设计过程,元器件符号的创建;讲解了 PCB 的构成,元件封装创建方法,元件的布局、电路板的布线;重点介绍了约束规则的设定方法,加工文件的输出方法等内容;最后给出了基于 Multisim 10 的原理图仿真方法。

本书对于高校学生学习电路板设计,进行课程设计、毕业设计等有很大帮助,同时也可作为从事电路板设计的工程技术人员的参考书和职业培训教材。

本书配有免费电子课件,欢迎选用本书作教材的老师发邮件到 jinacmp@163.com 索取,或登录 www.cmpedu.com 注册下载。

图书在版编目 (CIP) 数据

Protel 99SE 电路设计及应用/周润景主编. —北京:机械工业出版社, 2012.1

普通高等教育“十二五”电子信息类规划教材
ISBN 978-7-111-36771-0

I. ①P… II. ①周… III. ①印刷电路—计算机辅助设计—应用软件, Protel 99SE—高等学校—教材 IV. ①TN410.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 258070 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:吉玲 责任编辑:吉玲 王寅生 任正一

版式设计:常天培 责任校对:张薇

封面设计:张静 责任印制:李妍

北京振兴源印务有限公司印刷

2012 年 2 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·16 印张·499 千字

标准书号:ISBN 978-7-111-36771-0

定价:33.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
电话服务 网络服务

社服务中心:(010) 88361066

销售一部:(010) 68326294

销售二部:(010) 88379649

读者购书热线:(010) 88379203

门户网:<http://www.cmpbook.com>

教材网:<http://www.cmpedu.com>

封面无防伪标均为盗版

前 言

随着现代科学技术的进步，电路设计进入了自动化设计阶段，即与电路设计相关的各项工作大多由计算机完成，如电路图的绘制、PCB文件的制作、文档的输出等。Protel设计系统是建立在PC环境下的EDA电路集成设计系统，Protel是功能强大、使用广泛的电子设计CAD软件。本书中的电路均采用Protel 99SE作为开发环境。

本书基于Protel 99SE SP6软件，通过实例讲解用Protel 99SE软件绘制电路的原理及设计PCB、输出报表和光绘文件等操作。本书共分8章，主要内容如下：

第1章：Protel 99SE概述，介绍Protel 99SE的基本结构及功能。

第2章：电路原理图的设计，以音频放大电路为例，从元件的选取、放置、创建新元件到元件的连线、编辑、调整，详尽地讲述了电路原理图的设计过程，并介绍了在原理图设计中用户可使用的相关技巧。

第3章：PCB设计预备知识，为使用Protel 99SE设计PCB提供基础。

第4章：PCB设计，以优化后的音频放大电路为例，从PCB文件的创建、元件库的装入、元件封装与元件的匹配、新的元件封装的制作，到电路板的规划、网络表的载入、规则的设置。

第5章：电路板的布局、布线。

第6章：设置测试点、补泪滴、覆铜及其他处理。

第7章：PCB报表及光绘文件输出。

第8章：基于Multisim的电路分析。

本书图文并茂，以实例贯穿全文，使读者在学习Protel 99SE的过程中，直接和实物对应，便于更好地理解原理图与PCB的设计过程。本书中的元器件符号采用的是软件库中的符号，与国标符号有一定差异，请读者注意。

全书由周润景统稿、定稿。此外丁莉、王志军、胡训智、李琳、解倩倩、苏良碧、李彦龙、李可洋、任冠中、赵建凯、朱晓丽、刘煜、于佳、米利国、田天、李双双、王海涛、郭佳、周计美等同志参与了本书的编写工作，在此表示感谢。

Protel软件功能非常丰富，作者虽然力求完美，但由于水平和时间有限，书中难免有不妥之处，还望读者指正。

作 者

目 录

前言	
第 1 章 Protel 99SE 概述	1
1.1 Protel 99SE 的 Client/Server 结构	1
1.2 Protel 电路原理图绘制概略	2
1.3 Protel 99SE PCB 设计概略	7
习题	12
第 2 章 电路原理图的设计	13
2.1 音频放大器电路设计	13
2.2 Protel 99SE 设计电路原理图——设计 流程	19
2.3 Protel 99SE 设计电路原理图——放置 元件	27
2.4 Protel 99SE 设计电路原理图——创建 元件	36
2.5 Protel 99SE 设计电路原理图——连线	50
2.6 Protel 99SE 设计电路原理图——编辑 与调整	62
2.7 规则检查与网络表生成	69
习题	72
第 3 章 PCB 设计预备知识	74
3.1 PCB 的构成及其基本功能	74
3.2 PCB 制造工艺流程	75
3.3 PCB 中的名称定义	76
3.4 PCB 板层	77
3.5 元件封装技术	82
3.6 PCB 形状及尺寸定义	90
3.7 PCB 布局	92
3.8 PCB 布线	95
3.9 PCB 测试	100
习题	100
第 4 章 PCB 设计	101
4.1 创建 PCB 文件	101
4.2 导入 PCB 元件库	102
4.3 元件匹配验证	106
4.4 制作元件封装	115
4.5 规划电路板及参数设置	130
4.6 载入网络表	143
习题	148
第 5 章 电路板的布局、布线	149
5.1 电路板的布局	149
5.2 布线前的规则设置	172
5.3 电路板的布线	182
习题	196
第 6 章 设置测试点、补泪滴、覆铜及 其他处理	197
6.1 设置测试点	197
6.2 补泪滴	201
6.3 覆铜	202
习题	209
第 7 章 PCB 报表及光绘文件输出	210
7.1 PCB 报表输出	210
7.2 创建 Gerber 文件	217
7.3 创建钻孔文件	224
7.4 用户向 PCB 加工厂商提交的光绘及钻孔 文件的导出	226
习题	227
第 8 章 基于 Multisim 的电路分析	228
8.1 直流工作点分析	228
8.2 交流分析	232
8.3 瞬态分析	234
8.4 傅里叶分析	236
8.5 噪声分析	240
8.6 失真分析	244
8.7 直流扫描分析	248
习题	249
参考文献	250

第 1 章 Protel 99SE 概述

内容提要: (建议 2 学时)

1. Protel 99SE 的 Client/Server 结构
2. Protel 电路原理图设计绘制概略
3. Protel 99SE PCB 设计概略

目的: 让学生对电路设计软件有个全面的了解

随着计算机的发展,从 20 世纪 80 年代中期开始,计算机应用进入各个领域。在这种背景下,1987 年、1988 年由美国 ACCEL Technologies Inc 推出了第一个应用于电子电路设计的软件包——TANGO,这个软件包开创了电子设计自动化(EDA)的先河。这个软件包现在看来比较简陋,但在当时给电子电路设计带来了设计方法和方式的革命,人们纷纷开始用计算机来设计电子电路,直到今天,国内许多科研单位还在使用这个软件包。

随着电子业的飞速发展,TANGO 日益显示出其不适应时代发展需要的弱点。为了适应科学技术的发展,Protel 公司以其强大的研发能力推出了 Protel For Dos 作为 TANGO 的升级版本,从此 Protel 这个名字在业内日益响亮。

20 世纪 80 年代末,Windows 系统开始日益流行,许多应用软件也纷纷开始支持 Windows 操作系统。Protel 也不例外,相继推出了 Protel For Windows 1.0、Protel For Windows 1.5 等版本。这些版本的可视化功能给用户设计电子电路带来了很大的方便,使设计者再也不用记一些烦琐的命令,也使用户体会到了资源共享的乐趣。

20 世纪 90 年代中,Windows 95 开始出现,Protel 也紧跟潮流,推出了基于 Windows 95 的 3.x 版本。3.x 版本的 Protel 加入了新颖的主从式结构,但在自动布线方面却没有什麼出众的表现。另外由于 3.x 版本的 Protel 是 16 位和 32 位的混合型软件,所以不太稳定。

1998 年,Protel 公司推出了给人全新感觉的 Protel 98。Protel 98 以其出众的自动布线能力获得了业内人士的一致好评。

1999 年,Protel 公司又推出了最新一代的电子线路设计系统——Protel 99。在 Protel 99 中加入了许多全新的特色。

Protel 99SE 是 Protel 公司 2000 年推出的最新版产品,它基于 Windows 平台,集强大的设计能力、复杂工艺的可生产性到生成物理生产数据的全过程以及这中间的所有分析、仿真和验证于一体,既满足了产品的高可靠性,又极大地缩短了设计周期,降低了设计成本。

1.1 Protel 99SE 的 Client/Server 结构

Protel 99SE 软件包含 5 大功能模块:原理图编辑器(Schematic 99SE)、PCB 编辑器(PCB 99SE)、无网格布线器(Route 99SE)、数、模混合仿真器(SIM 99SE)和可编程逻辑设计器(PLD 99SE)。以 Client/Server 结构组织各功能块,它的主程序是 Client 99SE.exe,如图 1-1 所示。

Client 99SE.exe 是 Protel 99SE 的用户接口,其功能块作为主程序的服务器来使用。服务器可以视做主程序的插件,Protel 99SE 的所有功能都是由这些服务器提供的,单击 Client 99SE.exe 应用程序即可进入 Protel 99SE 设计导航界面,如图 1-2 所示。

注: Protel 独特的设计导航(Design Explorer)提供了强大的工具整合环境、文件管理和团队分工合作的特性。Protel 99SE 的 Design Explorer 加快了用户设计文档开启及关闭的速度,并减少了网络拥塞与

过多的网络广播 (Broadcast) 与接收 (Receive) 动作, 并向用户提供了两种存储 DDB 设计文档选项, 使用户可将设计文档保存为简单的 Windows 系统格式或 Microsoft Access 资料库格式。

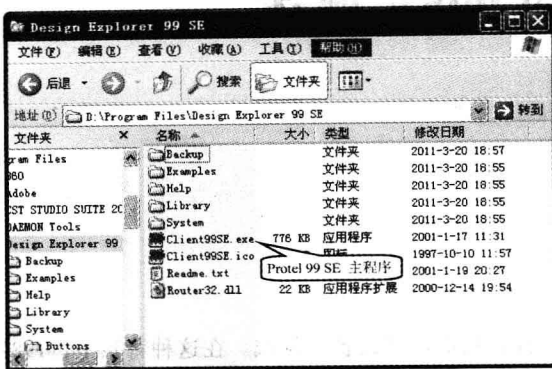


图 1-1 Protel 99SE 的主程序 Client 99SE.exe

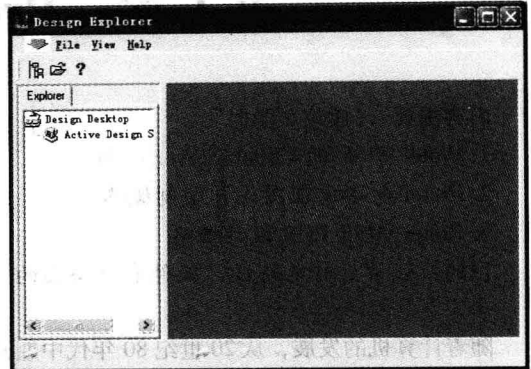


图 1-2 Protel 99SE 设计导航界面

在 Windows 环境中运行 Client 99SE.exe 时, 所有的 Protel 99SE 服务器都可以自动启动。Client/Server 结构使软件具有很好的功能扩展性。用户自己开发的服务器可以和 Protel 99SE 自带的服务器一样使用。

1.2 Protel 电路原理图绘制概略

1. 电路原理图绘制

Protel 电路原理图绘制是在 Protel 99SE 的原理图设计系统 Advanced Schematic 99 中完成的, 利用系统所提供的各种原理图绘图工具、在线库及强大的全局编辑功能完成电路原理图的绘制, 如图 1-3 所示。

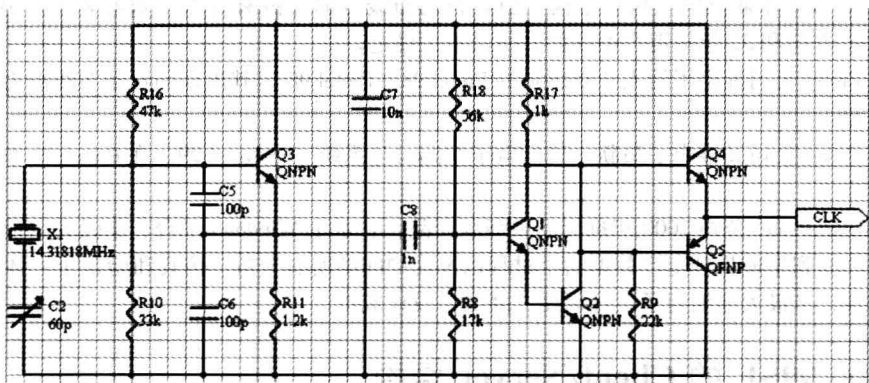


图 1-3 Protel 中绘制电路原理图

2. 项目管理

Protel 99SE 设计项目管理如图 1-4 所示。

Protel 99SE 将新项目的数据全部存储到项目数据库中, 并且系统还提供了相应的管理工具: Design Team (设计组) 管理器、Recycle Bin (回收站) 管理器及 Documents (文档) 管理器。其中各管理器的功能如下。

1) Design Team 管理器用于设定设计小组成员、设置成员的访问权限及数据管理, 如图 1-5 所示。

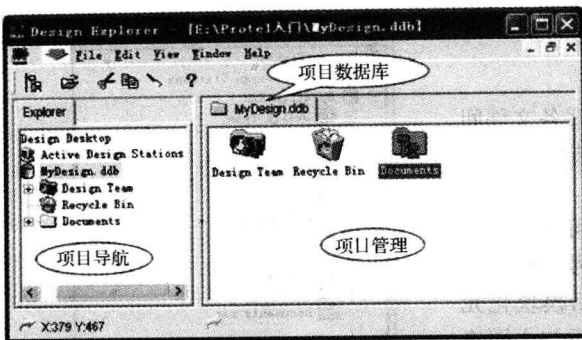


图 1-4 Protel 99SE 设计项目管理

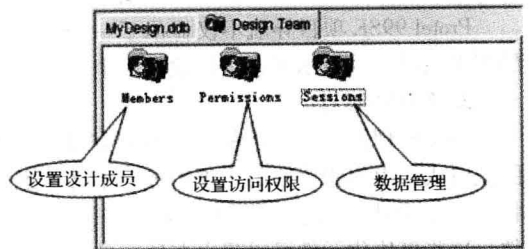


图 1-5 Design Team 管理器

Protel 99SE 可在一个设计组中进行协同设计，所有设计数据库和设计组特性都由设计组控制。定义组成员和设置它们的访问权限都在设计管理器中进行，确定其网络类型和网络专家独立性不要求助于网络管理员。

无限制数量的设计组成员能同时访问相同的设计数据库。每个组成员都能看到什么文件当前是打开的以及谁在编辑，并能锁定文件以防止意外重写。

访问设计数据库可以通过建立设计组成员和指定其权限来控制。设计组成员建立在成员文件夹中，在成员文件夹中单击鼠标右键就会弹出浮动菜单，选择新成员。

为保证设计安全，为管理组成员设置一个口令。这样如果没有注册名字和口令就不能打开设计数据库。

2) Recycle Bin 管理器用于回收设计数据库中删除的文件，可以为用户找回由于误操作而删除的文件，如图 1-6 所示。

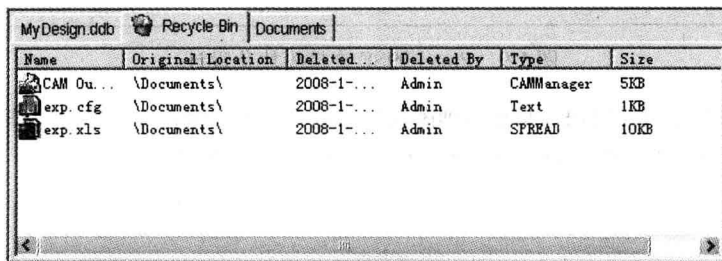


图 1-6 Recycle Bin 管理器

在 Recycle Bin 管理器中列出了被删除文件的文件名、原始地址、类型等信息。

3) Documents 管理器用于存储设计文件，如图 1-7 所示。

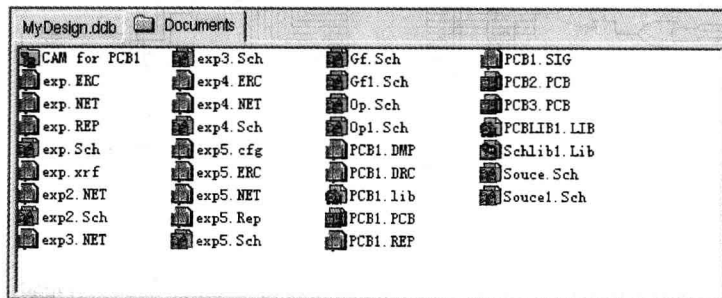


图 1-7 Documents 管理器

使用文件管理器，可以进行对设计文件的管理编辑、设置设计组的访问权限和监视对设计文件的访问。

项目导航以树状结构显示，如图 1-8 所示。

Protel 99SE 项目导航不仅显示了一个原理图方案各文件间的逻辑关系，也显示了在设计数据库中文件的物理结构。

3. 多图纸设计

一个原理图设计有多种组织图纸方案的方法。可以由单一图纸组成或由多张关联的图纸组成，不必考虑图纸号，SCH 99 将每一个设计当做一个独立的方案。设计可以包括模块化元件，这些模块化元件可以建立在独立的图纸上，然后与主图连接。作为独立的维护模块允许几个工程师同时在一方案中工作，模块也可被不同的方案重复使用，便于设计者利用小尺寸的打印设备（如激光打印机）。Protel 99SE 支持模块化设计，如图 1-9 所示。

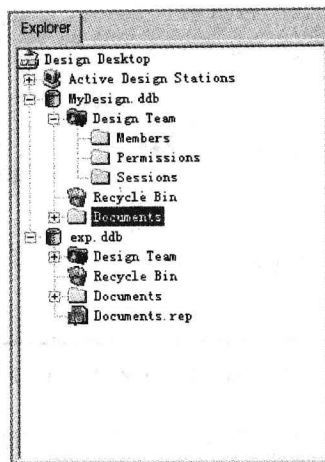


图 1-8 项目导航

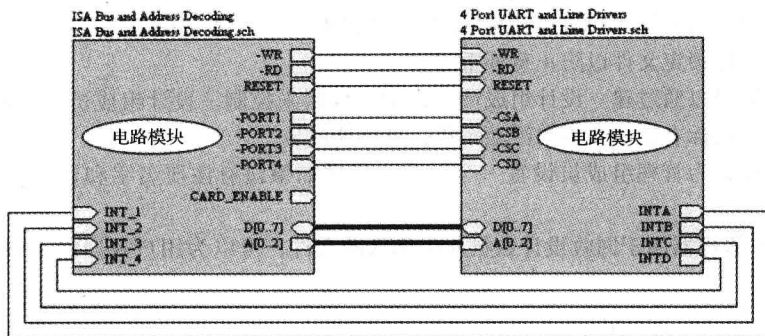


图 1-9 Protel 99SE 支持模块化设计

图中的矩形框称为原理图模块，每个原理图模块里包含一张图纸，一个总的原理图可以包含多个子原理图。如图 1-9 所示的 ISA Bus and Address Decoding.sch 的电路如图 1-10 所示。

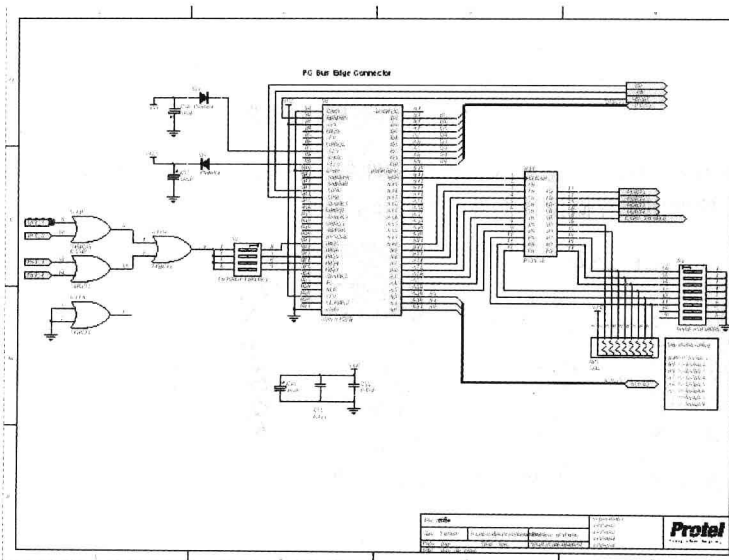


图 1-10 原理图模块的电路图

4. 原理图连线

确定起始点和终止点后，Protel 99 就会自动地在原理图上连线，如图 1-11 所示。

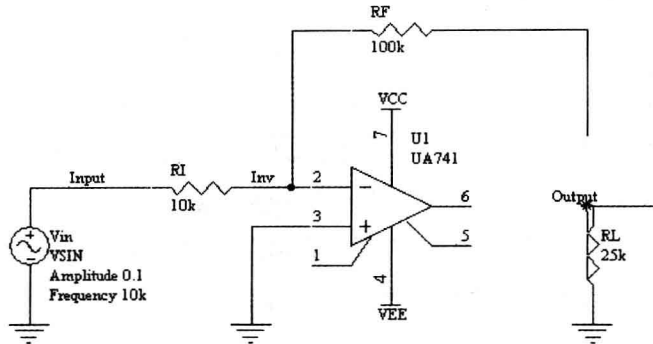


图 1-11 自动连线

在连线过程中，用户按空格键可切换连线方式，如自动连线、任意角度、45°连线、90°连线，而且自动连线可以从原理图的任何一点进行，不一定要从引脚到引脚，如图 1-12 所示。

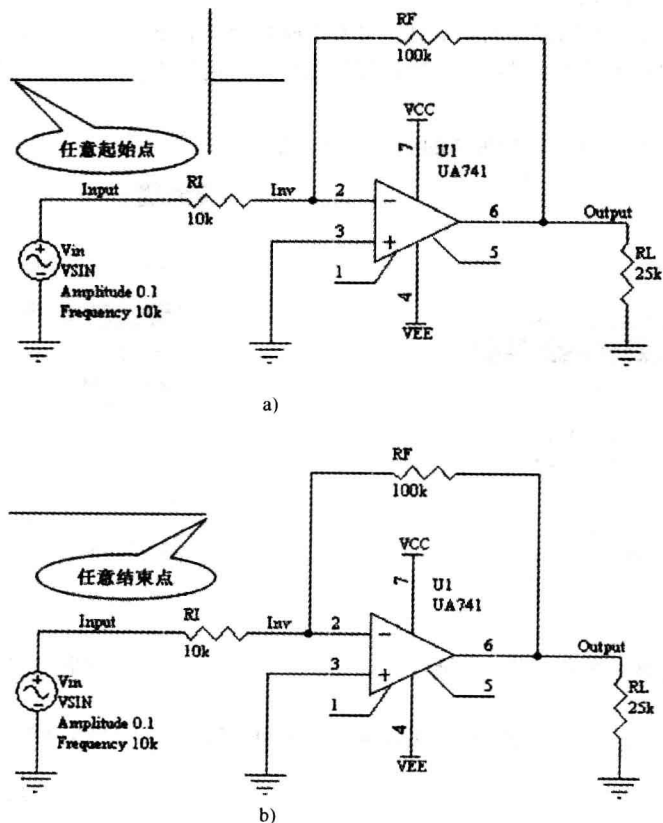


图 1-12 自动连线（从任意一点到任意的另一点）

a) 从任意一点起始 b) 到任意一点结束

5. 原理图电气性能检查

Protel 99SE 提供了电气规则检查功能，可对电路的电气性能进行检查，其结果如图 1-13 所示。电气性能检查提高了 PCB 的可靠性。

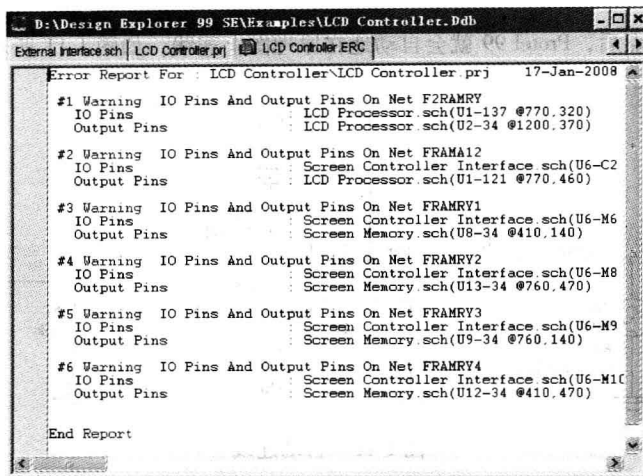


图 1-13 电气性能检查结果

6. 原理图与 PCB 同步设计

Protel 99SE 包含一个强大的设计同步工具，可实现原理图和 PCB 之间设计信息转移。同步设计是更新目标文件的过程，它基于参考文件中上一次的设计信息。当用户执行同步时，可实现从原理图到 PCB 的更新，如图 1-14 所示。

此外，系统还提供了从 PCB 到原理图的更新命令，如图 1-15 所示。

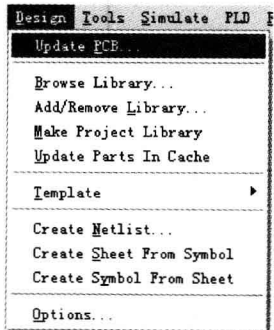


图 1-14 原理图到 PCB 的更新命令

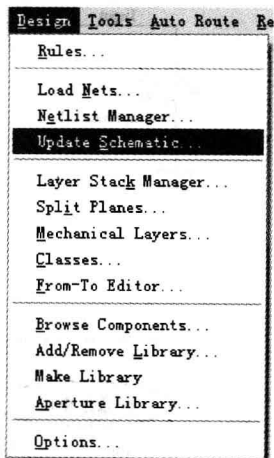


图 1-15 从 PCB 到原理图的更新命令

另外，同步设计执行设计信息的初始化转移，还有正向和反向标注处理、替换创建的网络表等功能。

7. 创建材料清单

Protel 99SE 提供了创建材料清单的功能，以使用户查看、统计电路设计中用到的材料，如图 1-16 所示。

8. 在原理图上标注汉字或使用国际标题栏

Protel 99SE 提供了在原理图中放置汉字的功能，如图 1-17 所示。

在原理图中放置汉字，可提高电路的可读性。

如果用户想要使用国标图纸做标题栏，Protel 99SE 也提供了国际标准的标题栏供用户使用，如

图 1-18 所示。

	A	B	C	D
1	Comment	Footprint	Designators	
2	0.1uF	RAD0.2	C1	
3	0.1uF	RAD0.2	C8	
4	0.1uF	RAD0.2	C11	
5	0.1uF	RAD0.2	C5	
6	0.1uF	RAD0.2	C4	
7	0.1uF	RAD0.2	C12	
8	0.1uF	RAD0.2	C3	
9	0.1uF	RAD0.2	C2	
10	0.1uF	RAD0.2	C10	
11	0.1uF	RAD0.2	C9	
12	1.8432Mhz	XTAL1	X1	
13	10K	SIP9	RP1	
14	10uF	TANT 2M/2M	C15	
15	10uF	TANT 2M/2M	C16	
16	10uF	TANT 2M/2M	C17	
17	1488	DIP14	U4	
18	1488	DIP14	U2	
19	1488	DIP14	U3	
20	1489	DIP14	U5	
21	1489	DIP14	U6	

图 1-16 材料清单

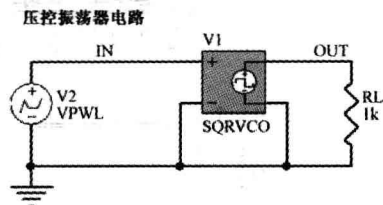


图 1-17 在原理图中放置汉字

数量	更改单号	签名	日期	数量	更改单号	签名	日期	数量	更改单号	签名	日期
拟制											
审核											
标准化								等级标记	第 张	共 张	
批准											
制图:				描图:				幅面:			

图 1-18 Protel 99SE 提供的国际标准的标题栏

1.3 Protel 99SE PCB 设计概略

1. PCB 板框向导

在制作 PCB 时，用户首先需要解决板框尺寸问题。在 Protel 99SE 中提供了板框向导工具，如图 1-19 所示。

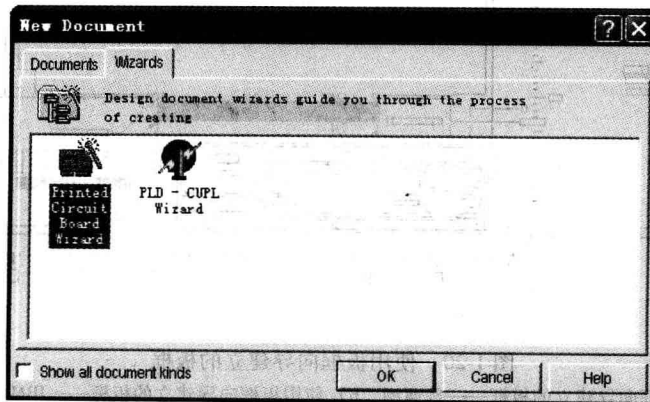


图 1-19 Protel 99SE 的板框向导工具

使用这一向导工具，用户可设计期望的板框，如图 1-20 所示。

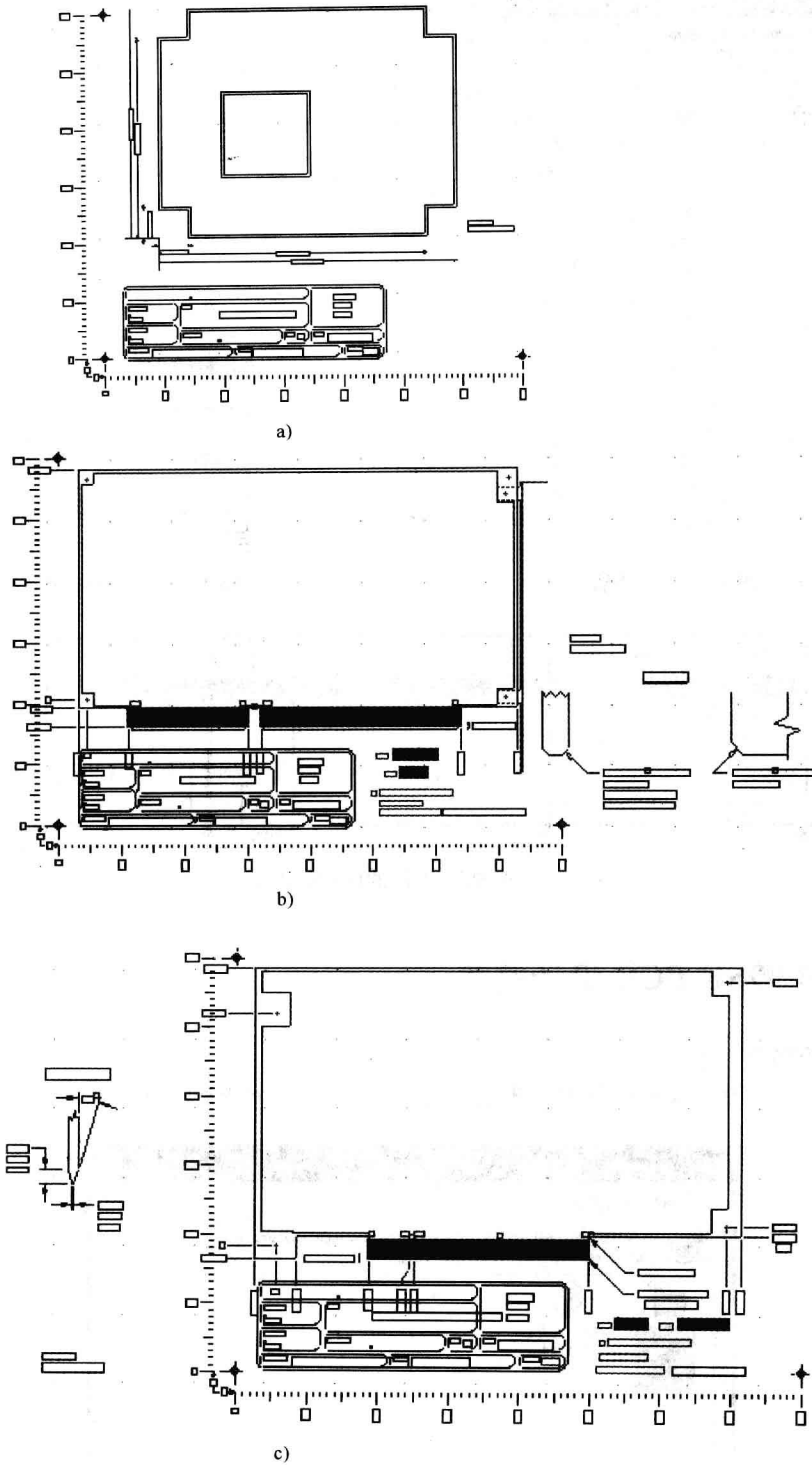


图 1-20 使用板框向导建立的板框

- a) 使用板框向导建立的板框——普通型
- b) 使用板框向导建立的板框——IBM AT 总线型
- c) 使用板框向导建立的板框——IBM&APPLE PIC 总线型

用户可根据实际电路设计选择相应的板框设计向导。

2. PCB 布局

Protel 99SE 提供了自动布局和手动布局两种电路元件布局方式。自动布局结果如图 1-21 所示。

由于自动布局时，系统需要一定的时间，因此用户需要有足够的耐心等待，并且自动布局对一些特殊元件，如发热元件的摆放一般不太合理，为此多数设计者采用手动布局的方式。手动布局结果如图 1-22 所示。

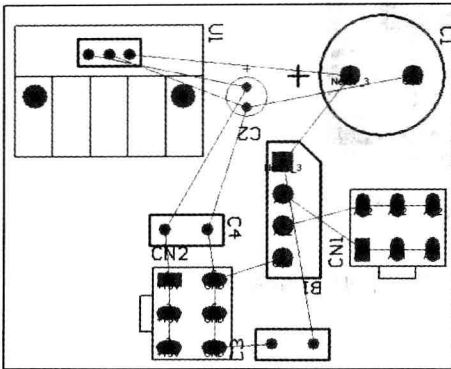


图 1-21 自动布局结果

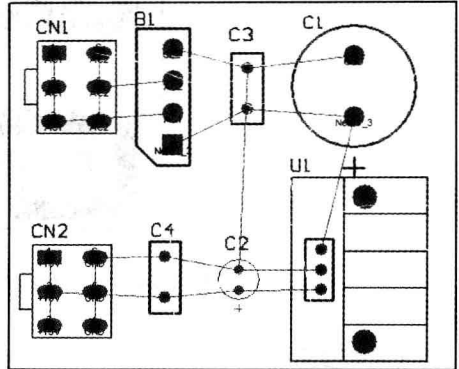


图 1-22 手动布局结果

手动布局可充分考虑特殊元件的特性，从而使 PCB 的设计更趋于合理。

3. PCB 布线

Protel 99SE 有 3 种布线方式：忽略障碍布线 (Ignore Obstacle)、避免障碍布线 (Avoid Obstacle)、推挤布线 (Push Obstacle)。用户可以根据需要选用不同的布线方式。各种布线方式的布线结果如图 1-23 所示。

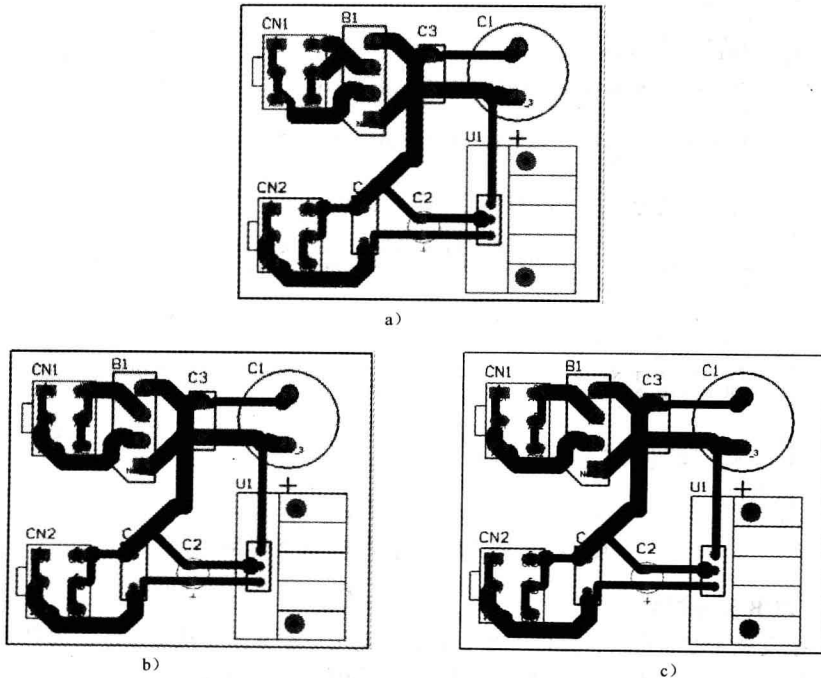


图 1-23 各种布线方式的布线结果

a) 忽略障碍布线方式的布线结果 b) 避免障碍布线方式的布线结果 c) 推挤布线方式的布线结果

Protel 99SE 提供了自动布线和手动布线两种方式。Protel 99SE 支持多种自动布线方式，可以对全板自动布线，也可以对某个网络、某个元件布线，也可手动布线。用户在布线时，可采用自动布线与手动布线相结合的方式布线。自动布线与手动布线相结合的布线结果如图 1-24 所示。

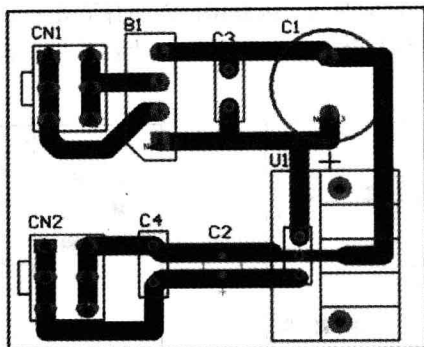


图 1-24 自动布线与手动布线相结合的布线结果

4. 电气规则检测

Protel 99SE 提供了 PCB 电气特性规则检测功能，其结果如图 1-25 所示。

用户可根据电气特性规则检测结果查看 PCB 中存在的规则错误，以使用户及时修正。

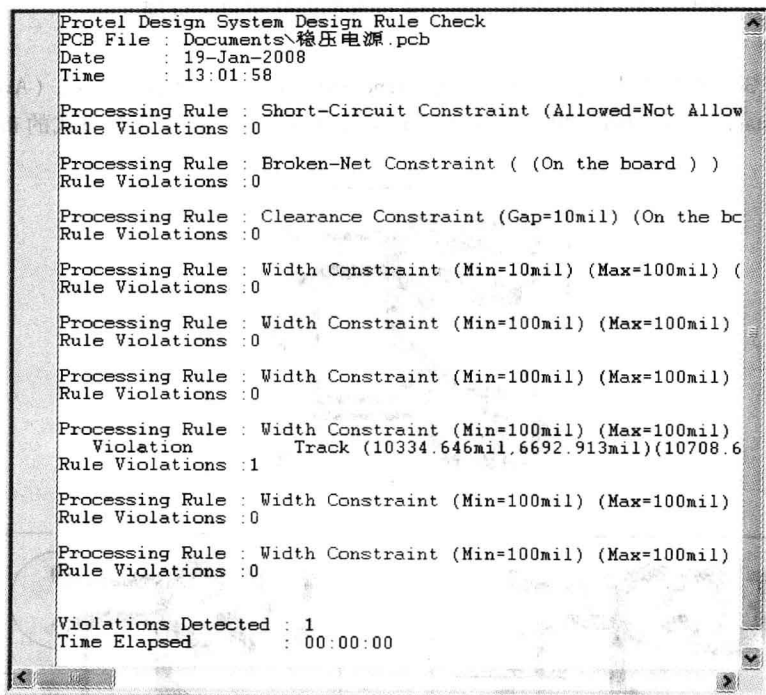


图 1-25 PCB 电气特性规则检测结果

5. 建立新的 PCB 元件封装

由于硬件厂家发展速度非常快，元件不断更新，因此用户经常需要从库里增加器件封装，或增加封装库。Protel 99SE 提供了导航器，可帮助用户完成元件的添加。图 1-26 所示为建立新的 PCB 元件封装向导。

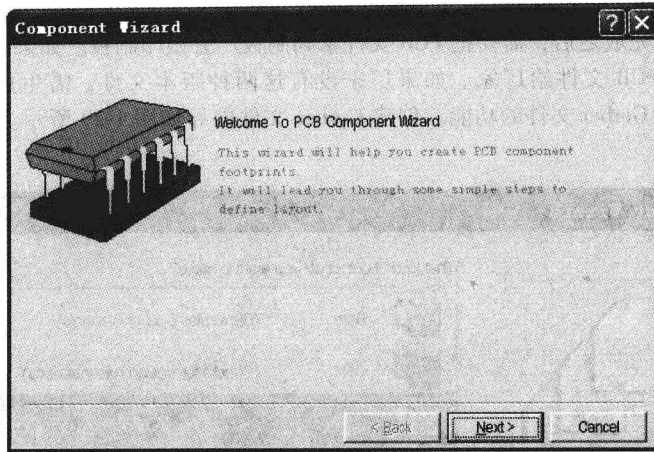


图 1-26 建立新的 PCB 元件封装向导

根据导航器，用户可制作期望的 PCB 元件，如图 1-27 所示。

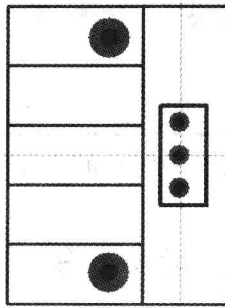


图 1-27 用户自制的 PCB 元件

6. 3D 预览

Protel 99SE 提供了 3D 预览功能，即用户在未完成电路板加工、元件焊接之前，即可直观地看到加工完成后元件焊接到电路上的影像，如图 1-28 所示。

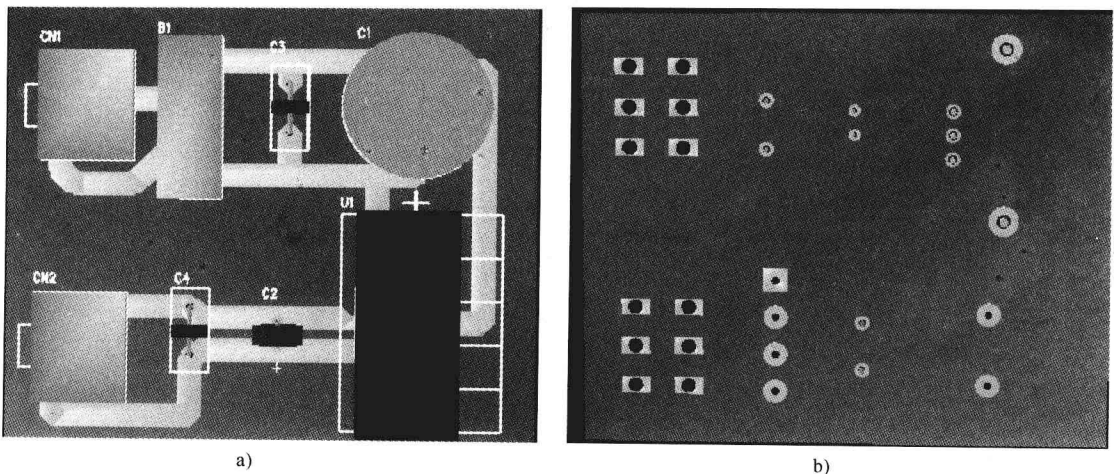


图 1-28 电路板 3D 预览
a) 电路板 3D 预览 (正面) b) 电路板 3D 预览 (背面)

7. 生成 Gerber 文件

当用户将所有设计完成之后，需要把 PCB 文件拿到制板厂去做印制板。如果厂家有 Protel 98 或 Protel 99，可以直接导出 PCB 文件给厂家。如果厂家没有这两种版本文件，需生成 Gerber 文件给厂家。Protel 99SE 提供了生成 Gerber 文件的功能。创建 Gerber 文件向导如图 1-29 所示。用户可使用这一向导创建 Gerber 文件。

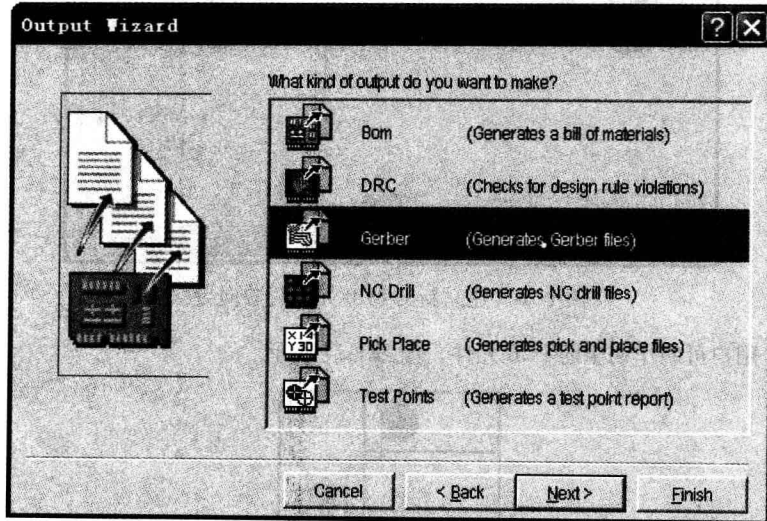


图 1-29 创建 Gerber 文件向导

习 题

- 1-1 简述 Protel 99SE 的 Client/Server 结构。
- 1-2 简述 Protel 99SE 绘制电路原理图的特点。
- 1-3 简述 Protel 99SE 制作 PCB 的流程。