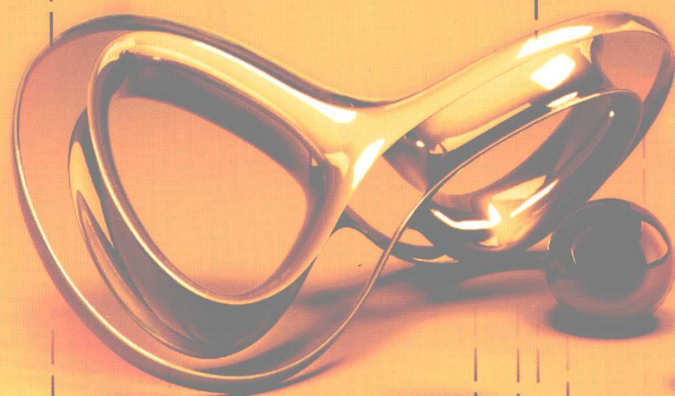


EDA 应用技术

<http://www.phei.com.cn>

Protel 99 SE 原理图 与印制电路板设计

周润景 张丽娜 编著



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

Protel 99 SE 原理图

与印制电路板设计

第二版 王 明 编著



清华大学出版社

EDA 应用技术

Protel 99 SE 原理图与印制电路板设计

周润景 张丽娜 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书以音频信号放大电路原理图与 PCB 设计为例,按照实际的设计步骤讲解 Protel 99 SE 的使用方法,包括 Protel 99 SE 结构及环境设置,原理图设计,原理图优化方法,PCB 的构成,元件封装技术,布局、布线规则,报表文件及光绘文件的输出等内容。

全书突出的特点是,为了使原理图清晰易读而提出了优化原理图设计的概念;图文并茂地讲解了元件封装设计技术,使读者很容易理解掌握;设立了 PCB 设计的规则,在规则的约束下驱动布局及布线,使 Protel 99 SE 的应用更加深化;使读者在操作的过程中体会设计思路,在设计的过程中理解操作,在边学边用中掌握 Protel 99 SE。

本书适合从事 PCB 设计的工程技术人员阅读,也可作为高等院校相关专业和职业培训的教学用书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

Protel 99 SE 原理图与印制电路板设计 / 周润景, 张丽娜编著. —北京: 电子工业出版社, 2008.8
(EDA 应用技术)

ISBN 978-7-121-07130-0

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 107840 号

责任编辑: 张 剑

特约编辑: 张荣琴

印 刷: 北京市顺义兴华印刷厂

装 订: 三河市双峰印刷装订有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1 092 1/16 印张: 25.75 字数: 659 千字

印 次: 2008 年 8 月第 1 次印刷

印 数: 5 000 册 定价: 48.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前 言

随着现代科学技术的进步,电路设计进入了自动化阶段,即与电路设计相关的各种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,是功能强大、使用广泛的电子设计 CAD 软件。

本书基于 Protel 99 SE SP6 软件,通过实例讲解利用 Protel 99 SE 软件绘制电路原理图、设计 PCB、输出报表及光绘文件等操作,其主要内容如下。

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

第 2 章: 绘制电路原理图前的准备,详细讲解了进入 Protel 99 SE、进行电路设计的方法及系统设置。

第 3 章: 和“我”一起学习绘制电路原理图,以音频放大电路为例,从元件的选取、放置、制作新元件到元件的连线、编辑、调整,详尽地叙述了电路原理图的绘制过程,并给出了原理图绘制中用户可使用的相关技巧。

第 4 章: 电路原理图绘制的优化方法,以第 3 章绘制的音频放大电路为蓝本,引入了 Protel 99 SE 绘制电路原理图中优化电路绘制的方式。

第 5 章: PCB 设计预备知识,为 Protel 99 SE 制作 PCB 提供了理论基础。

第 6 章至第 8 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 PCB 的规划、网络表的载入、规则设置、元件的布局布线,直至添加测试点、补泪滴、规则检测,按照实际制作过程介绍了 Protel 99 SE 设计 PCB 的过程。

第 9 章: PCB 报表及光绘文件输出,介绍了 Protel 99 SE 文件向 PCB 实物转化的方法。

本书图文并茂,以实例贯穿全文,便于读者在学习 Protel 99 SE 的过程中,直接和实物对应,更好地理解原理图与 PCB 的设计过程。

本书共 9 章,其中第 1 章由张丽娜负责编写,其余由周润景负责编写。全书由周润景统稿、定稿。此外,袁伟亭、景晓松、张斐、郝晓霞、图雅等同志参与了本书例子的验证与录入工作,在此表示感谢。同时,在本书的编写过程中,得到许多网站及众多网友的帮助,在此一并表示诚挚的感谢!

由于水平和时间有限,书中不妥之处还望读者指正。

编著者

目 录

第1章	Protel 99 SE 概述	1
1.1	Protel 99 SE 的 Client/Server 结构	2
1.2	Protel 电路原理图绘制概略	3
1.3	Protel 99 SE PCB 设计概略	10
	习题	15
第2章	绘制电路原理图前的准备	17
2.1	安装 Protel 99 SE 软件	18
2.2	进入 Protel 99 SE	24
2.3	“它”的地盘哪些“我”作主?	26
2.4	创建“我”的项目数据库	31
2.5	Protel 99 SE 电路原理图绘制预备知识	42
	习题	45
第3章	和“我”一起学习绘制电路原理图	47
3.1	音频放大器电路设计	48
3.2	Protel 99 SE 绘制电路原理图——绘制流程	54
3.3	Protel 99 SE 绘制电路原理图——放置元件	63
3.4	Protel 99 SE 绘制电路原理图——制作元件	77
3.5	Protel 99 SE 绘制电路原理图——连线	92
3.6	Protel 99 SE 绘制电路原理图——编辑与调整	104
3.7	规则检查与网络表生成	114
3.8	其他报表的输出	119
3.9	原理图输出	122
3.10	电路原理图绘制相关技巧	123
	习题	128
第4章	电路原理图绘制的优化方法	131
4.1	使用网络标号进行电路原理图绘制的优化	132
4.2	使用端口进行电路原理图绘制的优化	142
4.3	使用自上而下的层次电路设计方法优化绘制	147

4.4 使用自下而上的层次电路设计方法优化绘制	155
4.5 在电路中标注元件其他相关参数优化绘制	161
4.6 使用画图工具栏在电路中标注输入/输出信号	163
习题	174

第5章 PCB 设计预备知识	175
5.1 PCB 的构成及其基本功能	176
5.2 PCB 制造工艺流程	177
5.3 PCB 中的名称定义	178
5.4 PCB 板层	179
5.5 元件封装技术	186
5.6 PCB 形状及尺寸定义	196
5.7 PCB 布局	198
5.8 PCB 布线	203
5.9 PCB 测试	208
习题	208

第6章 PCB 设计	209
6.1 创建 PCB 文件	211
6.2 装入 PCB 元件库	212
6.3 元件匹配验证	217
6.4 制作元件封装	227
6.5 规划电路板及参数设置	244
6.6 载入网络表	260
习题	266

第7章 元件布局、布线	267
7.1 元件布局	268
7.2 布线前的规则设置	299
7.3 元件布线	312
习题	333

第8章 设置测试点、补泪滴、覆铜及其他处理	335
8.1 设置测试点	336
8.2 补泪滴	341
8.3 覆铜	342
8.4 PCB 设计其他	350

习题	368
第9章 PCB 报表及光绘文件输出	369
9.1 PCB 报表输出	370
9.2 创建 Gerber 文件	377
9.3 创建钻孔文件	386
9.4 用户向 PCB 加工厂商提交的光绘及钻孔文件的导出	388
9.5 创建测试点报表	389
习题	393
附录 A 原理图绘制键盘键	395
附录 B Protel 文件后缀含义	398
附录 C Protel 99 SE 中元件库、元件及元件属性对话框中英文对照表	399
参考文献	403

第1章

Protel 99 SE 概述



Protel 99 SE 的 Client/Server 结构



Protel 电路原理图绘制概略



Protel 99 SE PCB 设计概略

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线路设计软件包——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,但在当时给电子线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线路,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 Technology 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线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,不太稳定。

1998 年,Prote 公司推出了给人全新感觉的 Proel 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 中加入了許多全新的特色。

Protel 99 SE 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 99 SE 的 Client/Server 结构

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

Client 99.exe 是 Protel 99 SE 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 99 SE 的所有功能都是由这些服务器提供的,单击 Client 99.exe 应用程序即可进入 Protel 99 SE 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 99 SE 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。

在 Windows 环境中运行 Client 99.exe 时,所有的 Protel 99 SE 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 99 SE 自带的服务器一样使用。

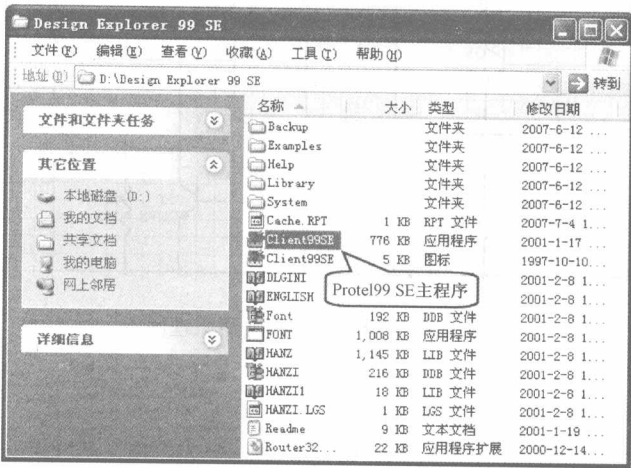


图 1-1 Protel 99 SE 的主程序 Client 99.exe

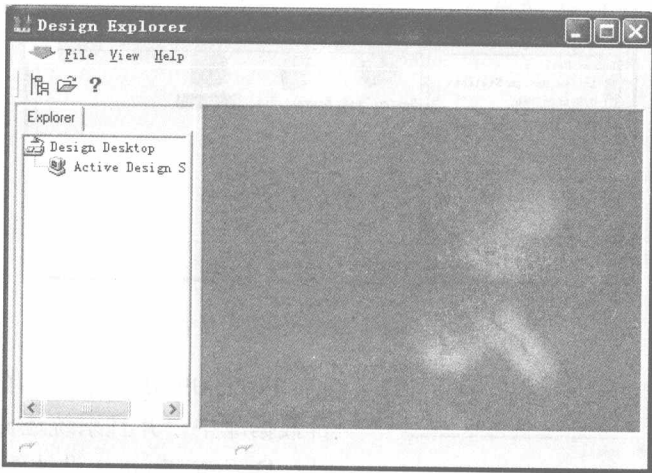


图 1-2 Protel 99 SE 设计导航界面

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 99 SE 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。

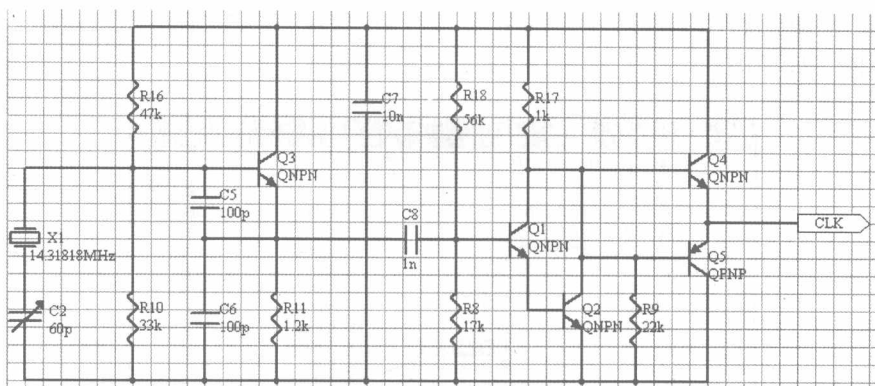


图 1-3 Protel 中绘制电路原理图

2. 项目管理

Protel 99 SE 设计项目管理如图 1-4 所示。

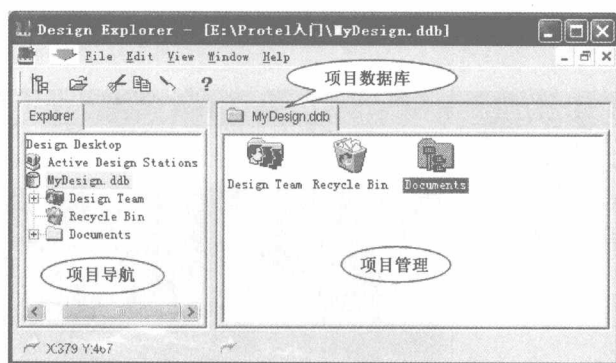


图 1-4 Protel 99 SE 设计项目管理

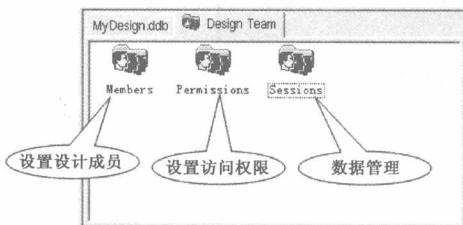


图 1-5 Design Team 管理器

Protel 99 SE 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。

Protel 99 SE 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。定义组成员和设置他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: 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。

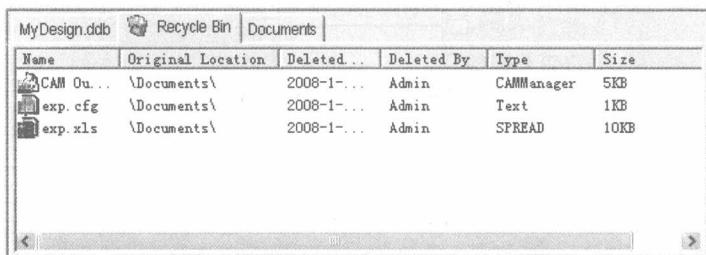


图 1-6 Recycle Bin 管理器

在 Recycle Bin 管理器中列出了被删除的文件的文件名、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。

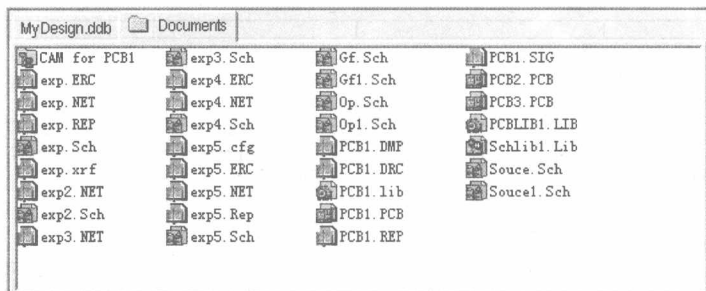


图 1-7 Document 管理器

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 99 SE 项目导航树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

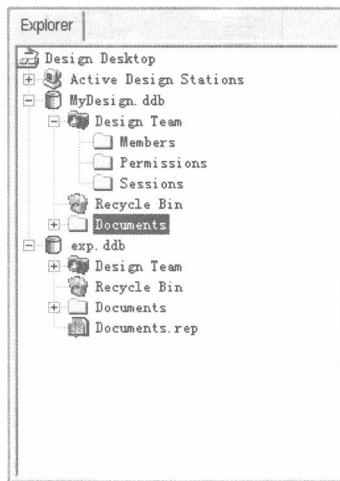


图 1-8 项目导航

同一方案中工作，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 99 SE 支持模块化设计，如图 1-9 所示。

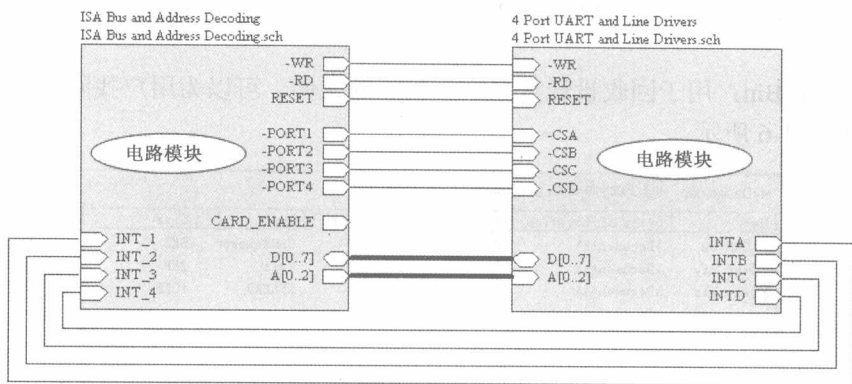


图 1-9 Protel 99 SE 支持模块化设计

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。

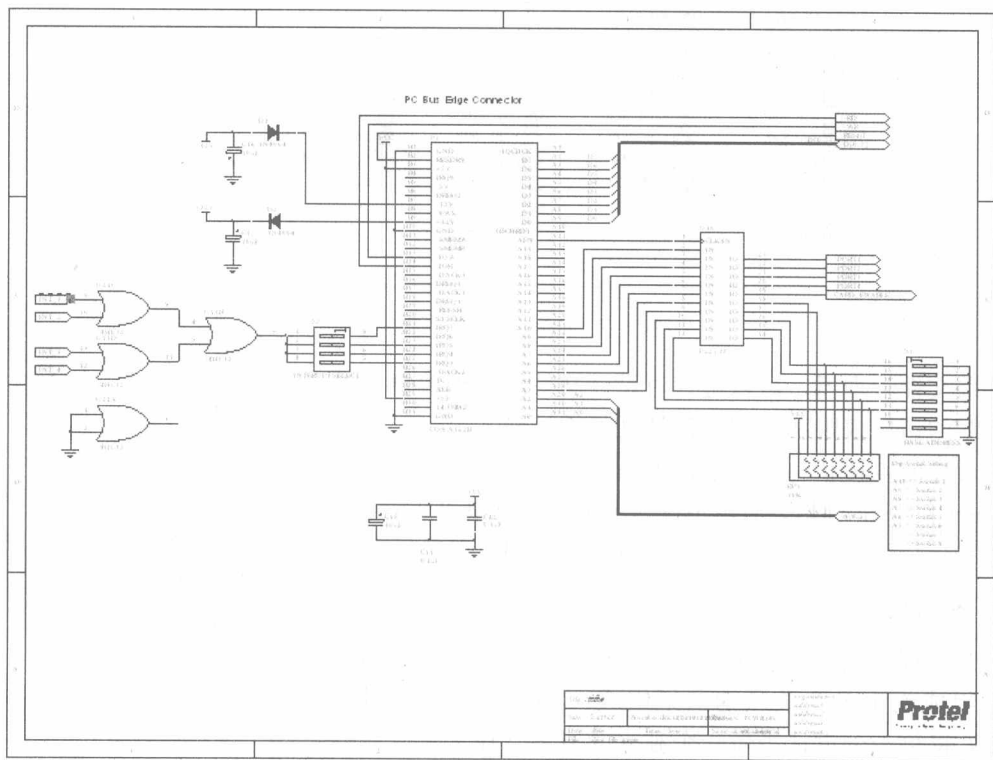


图 1-10 原理图模块的电路图

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。

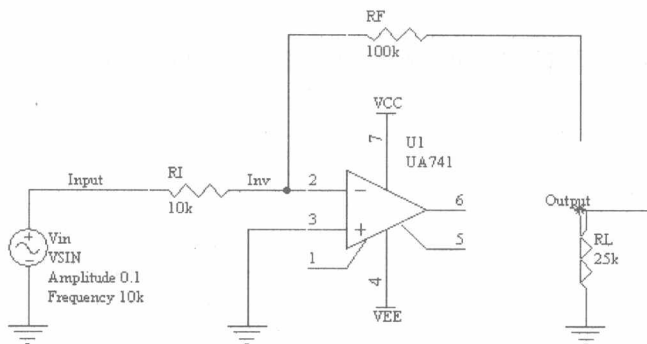
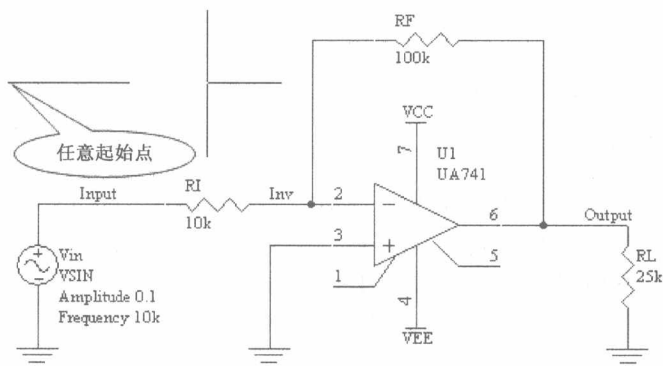
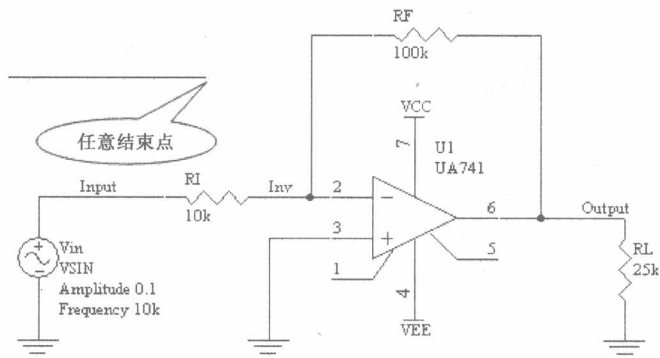


图 1-11 自动连线

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。



(a) 从任意一点起始



(b) 到任意一点结束

图 1-12 自动连线（从任意一点到任意的另一点）

5. 原理图电性能检查

Protel 99 SE 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。

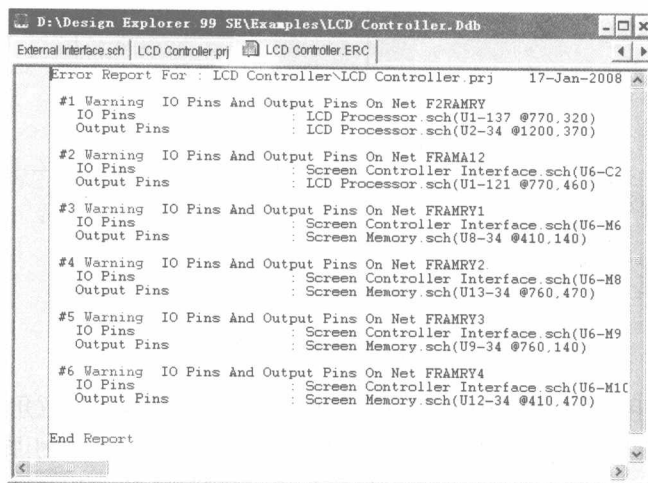


图 1-13 电气性能检查结果

电气性能检查提高了 PCB 的可靠性。

6. 原理图与 PCB 同步设计

Protel 99 SE 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

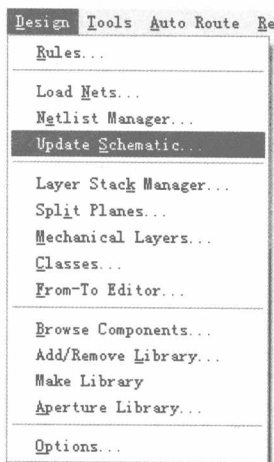


图 1-15 从 PCB 到原理图的更新命令

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 99 SE 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。

A1 Comment			
	A	B	C
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

8. 在原理图上标注汉字或使用国际标题栏

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

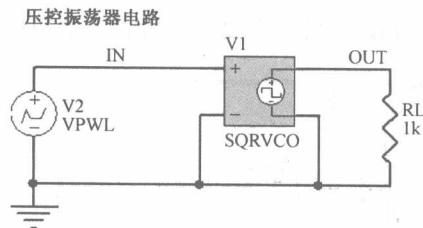


图 1-17 在原理图中放置汉字

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 99 SE 也提供了国际标准的标题栏供用户使用, 如图 1-18 所示。