

EDA技术实用丛书

Protel 99SE

电路设计与制版

入门与提高

■ 郑一力 殷 晔 冯海峰 魏小康 编著 ■

书中实例的源文件可到人民邮电出版社网站下载

 **人民邮电出版社**
POSTS & TELECOM PRESS

EDA技术实用丛书

Protel 99SE

电路设计与制版

入门与提高



■ 郑一力 殷 晔 冯海峰 魏小康 编著 ■

人民邮电出版社
北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

Protel 99SE 电路设计与制版入门与提高 / 郑一力等编
著. —北京: 人民邮电出版社, 2008.1
(EDA 技术实用丛书)
ISBN 978-7-115-17081-1

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 167510 号

内 容 提 要

本书共分为基础知识、原理图设计、PCB 设计、工程提高、工程实践五部分。由浅入深, 结合实例, 全面介绍了使用 Protel 99SE 进行电路设计的整个过程, 以及电路设计的基本原则和方法, 可使初学电路设计的读者迅速入门。针对具有一定电路设计基础的读者, 书中详细介绍了层次原理图设计、多层 PCB 板设计、电磁兼容性设计、PCB 板信号完整性分析以及电路设计中的一些经验和技巧。最后通过基于 PIC 单片机的温度测量显示系统电路综合设计实例, 让读者能够对电路设计的整个过程有全面、直观的了解, 书中有大量具有实用意义的实例和习题供读者参考学习。

本书结构合理, 实例典型, 内容丰富, 图文并茂。本书可作为广大从事电路产品设计和开发的工程技术人员和高等院校相关专业本科生、研究生学习使用 Protel 99SE 的参考书。

EDA 技术实用丛书

Protel 99SE 电路设计与制版入门与提高

- ◆ 编 著 郑一力 殷 晔 冯海峰 魏小康
责任编辑 刘 洋
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京鸿佳印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销
- ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 20
字数: 482 千字 2008 年 1 月第 1 版
印数: 1—4 000 册 2008 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-17081-1/TN

定价: 36.00 元

读者服务热线: (010)67129258 印装质量热线: (010)67129223
反盗版热线: (010)67171154

前 言

Protel 99SE 是 Altium 公司推出的 EDA (Electronic Design Automation, 电子设计自动化) 软件, 是当今最流行的电子电路计算机辅助设计软件之一。它将电路原理图设计、PCB (Printed Circuit Board, 印制电路板) 设计、电路仿真和 PLD (Programmable Logic Device, 可编程逻辑器件) 设计等多个实用工具软件组合起来, 功能强大, 人机交互界面友好, 易学易用, 是业界人士首选的电路板设计工具, 也是高等院校学生学习电路设计的经典入门软件。

本书根据作者多年的工程项目经验, 配合电路实例, 由浅入深、循序渐进、有选择、成体系地向读者介绍了基于 Protel 99SE 的电路设计的概念、方法和原则, 书中各章内容均以电路实例为中心展开叙述。本书详细讲解了层次原理图设计、多层 PCB 板设计、电磁兼容性设计、PCB 信号完整性分析, 以及在使用 Protel 99SE 进行电路设计时经常遇到的问题、电路设计经验技巧等。本书最后重点介绍了基于 PIC 单片机的一个综合电路系统的整个开发过程。通过对本书的学习, 读者可以独立地完成一个电路系统的设计开发, 进行电路设计的时候也会得心应手, 减少很多实际的困难。

全书共 15 章, 分为五大部分。

一、基础知识篇 (第 1~2 章): 主要介绍了与电路设计和 Protel 99SE 相关的基础知识, 并详细讲解了 Protel 99SE 的部分基础操作、主要界面和管理方式。

二、原理图设计篇 (第 3~5 章): 主要介绍了电路原理图设计的方法, 包括元件原理图符号的制作及其库的管理、单原理图设计和报表生成等。

三、PCB 设计篇 (第 6~9 章): 主要讲解了 PCB 设计的基础知识和具体方法, 并介绍了如何生成各种 PCB 报表。

四、工程提高篇 (第 10~14 章): 主要介绍了层次原理图设计、多层 PCB 板设计、电磁兼容性设计、PCB 板信号完整性分析, 并着重介绍了电路设计中的一些经验和技巧。

五、工程实践篇 (第 15 章): 通过介绍 PIC 单片机的温度测量显示系统电路综合设计实例, 让读者对电路设计的整个过程有全面、直观的了解。

由于作者水平有限, 书中难免有疏漏和不足之处, 敬请广大读者批评指正。本书责任编辑的电子邮箱地址为 liuyang@ptpress.com.cn。

需要说明的是, 书中实例的源文件可到人民邮电出版社网站下载。

作 者
2007 年 11 月

目 录

第一部分 基础知识篇

第 1 章 绪论	3
1.1 电路设计基础知识	3
1.2 电路设计的原则及基本方法	4
1.3 电路设计基本方法和流程	5
1.3.1 电路原理图设计	5
1.3.2 生成网络表	6
1.3.3 设计印制电路板	6
1.4 Protel 99SE 简介	7
1.4.1 Protel 99SE 的特点	7
1.4.2 Protel 99SE 的功能模块	9
1.5 本章小结	9
第 2 章 Protel 99SE 的基础操作	10
2.1 Protel 99SE 的安装和启动	10
2.1.1 Protel 99SE 的安装	10
2.1.2 Protel 99SE 的启动	13
2.2 Protel 99SE 的主界面	13
2.2.1 菜单栏	14
2.2.2 工具栏	15
2.2.3 浏览器管理窗口和工作窗口	15
2.3 Protel 99SE 常用设置	15
2.3.1 字体设置	15
2.3.2 保存备份设置	16
2.4 Protel 99SE 的文件管理	17
2.4.1 文件的管理模式	17
2.4.2 常见的文件类型	17
2.4.3 Protel 99SE 系统文件的构成	17
2.4.4 文件编辑和管理操作	18
2.5 Protel 99SE 设计队列管理	23
2.5.1 添加和删除成员	24
2.5.2 成员权限设置	25
2.5.3 会议功能	25

2.6 本章小结	25
2.7 习题	25

第二部分 原理图设计篇

第3章 原理图元件符号及其库的制作	29
3.1 元件原理图符号制作的基本流程	29
3.2 元件符号库的创建	30
3.3 元件符号编辑环境简介	33
3.4 元件符号编辑器功能简介	34
3.4.1 原理图符号浏览窗口	35
3.4.2 原理图符号操作窗口	36
3.4.3 原理图符号引脚浏览窗口	37
3.5 元件符号库管理	37
3.5.1 查找元件原理图符号	37
3.5.2 不同符号库间元件的调配	39
3.5.3 生成项目专用元件原理图符号库	41
3.6 元件原理图符号制作	41
3.6.1 元件原理图符号绘制工具及命令	41
3.6.2 单体形式元件原理图符号制作实例	42
3.6.3 多体形式元件原理图符号制作实例	44
3.6.4 更新电路原理图中的元件符号	46
3.7 元件原理图符号报表生成	46
3.7.1 元件信息报表	46
3.7.2 元件原理图符号库信息报表	47
3.7.3 元件原理图符号库检查	48
3.8 本章小结	48
3.9 习题	48
第4章 单原理图设计	49
4.1 原理图设计基础知识	49
4.1.1 原理图功能概述	49
4.1.2 原理图设计基本原则	49
4.1.3 原理图设计基本流程	50
4.1.4 新建原理图设计文件	51
4.1.5 原理图设计编辑环境简介	52
4.2 绘图工作参数及图纸信息设置	53
4.2.1 定义图纸外观参数	53
4.2.2 定义栅格参数	55

4.2.3	定义绘图工作参数	55
4.3	元件原理图符号库的装载与卸载	58
4.3.1	载入所需的元件原理图符号库	58
4.3.2	卸载元件原理图符号库	58
4.4	放置元件原理图符号	59
4.4.1	利用原理图符号浏览器放置元件	59
4.4.2	利用快捷键和菜单命令放置元件	60
4.4.3	编辑元件属性	60
4.4.4	元件位置的调整	61
4.4.5	排列元件	63
4.5	放置电源和接地符号	65
4.6	原理图连线	67
4.6.1	绘制导线	67
4.6.2	放置电气节点	68
4.6.3	绘制总线	69
4.6.4	绘制总线分支线	69
4.6.5	放置网络标号	70
4.6.6	放置输入输出端口	72
4.7	绘制图形与文字	74
4.7.1	绘制直线	75
4.7.2	绘制多边形	75
4.7.3	绘制椭圆弧线	75
4.7.4	绘制贝塞尔曲线	76
4.7.5	放置文字	76
4.7.6	放置文本框	76
4.7.7	绘制矩形	77
4.7.8	绘制圆和椭圆	78
4.7.9	绘制饼图	78
4.7.10	插入图片	78
4.8	原理图后期处理	79
4.8.1	元件自动编号	79
4.8.2	检查遗漏的封装	81
4.8.3	全局编辑功能	82
4.9	绘制单原理图实例	84
4.10	本章小结	85
4.11	习题	86

第 5 章 原理图报表的生成和打印

5.1	网络表	87
-----	-----------	----

5.1.1 生成网络表	87
5.1.2 网络表结构	88
5.2 ERC 报表	89
5.2.1 电气规则设置	89
5.2.2 使用 No ERC 符号	91
5.3 元件清单	91
5.4 交叉参考表	92
5.5 网络比较表	93
5.6 元件引脚表	95
5.7 本章小结	95
5.8 习题	95

第三部分 PCB 设计篇

第 6 章 PCB (印制电路板) 基础

6.1 PCB 基础知识	99
6.1.1 印制电路板结构	99
6.1.2 元件封装	100
6.1.3 铜膜导线	101
6.1.4 助焊膜和阻焊膜	101
6.1.5 层	101
6.1.6 焊盘和过孔	101
6.1.7 丝印层	102
6.2 PCB 设计流程	102
6.3 PCB 设计基本原则	103
6.3.1 地与接地	103
6.3.2 布局	104
6.3.3 布线	105
6.4 本章小结	105

第 7 章 元器件封装及制作

7.1 元器件封装制作基本流程	106
7.2 元器件封装编辑器	106
7.2.1 启动封装库编辑器	106
7.2.2 元器件封装库编辑环境简介	107
7.2.3 元器件封装库管理和编辑环境设置	107
7.3 使用向导创建新元器件封装	108
7.4 手工创建新元器件封装	113
7.4.1 元器件封装环境参数设置	113

7.4.2	元器件封装坐标原点设置	114
7.4.3	元器件放置和轮廓线的绘制	114
7.5	修改现有元器件封装	116
7.6	本章小结	117
第 8 章	PCB (印制电路板) 设计	118
8.1	PCB 设计编辑器	118
8.1.1	新建 PCB 设计	118
8.1.2	PCB 设计编辑器简介	119
8.2	PCB 设计编辑器工作参数设置	120
8.2.1	电路板类型设置	120
8.2.2	电路板工作层设置	122
8.2.3	工作窗口系统参数设置	125
8.3	PCB 绘图工具	130
8.4	PCB 制作	131
8.4.1	准备电路原理图和网络表	132
8.4.2	电路板规划和电气边界定义	136
8.4.3	制作和加载元器件封装库	137
8.4.4	装入网络表和元器件	139
8.4.5	元器件自动布局	140
8.4.6	手动调整元器件布局	142
8.4.7	自动布线参数设置	148
8.4.8	自动布线	168
8.4.9	手动调整布线	171
8.5	PCB 布线后调整	172
8.5.1	放置泪滴	172
8.5.2	敷铜处理	173
8.5.3	更改和添加元器件封装	175
8.5.4	文字标注处理	179
8.6	PCB 设计规则检验 (DRC)	179
8.7	PCB 的 3D 效果图显示	180
8.8	本章小结	181
第 9 章	PCB 报表生成和打印	182
9.1	元器件引脚表	182
9.2	PCB 状态信息表	182
9.3	元件清单表	184
9.4	设计层次表	185
9.5	网络状态表	186

9.6 打印 PCB 图	186
9.7 本章小结	187

第四部分 工程提高篇

第 10 章 层次原理图设计	191
-----------------------------	------------

10.1 层次原理图概念	191
10.2 层次原理图的设计方法	193
10.2.1 自上向下的设计方法	194
10.2.2 自下向上的设计方法	198
10.3 在层次原理图中定义网络符号的有效范围	199
10.3.1 网络识别器设置	199
10.3.2 网络标识符有效范围的设置	199
10.3.3 复杂分层的层次原理图	200
10.4 不同层次原理图之间的切换	200
10.5 生成层次表	201
10.6 本章小结	201
10.7 习题	202

第 11 章 多层 PCB 板设计	203
--------------------------------	------------

11.1 多层 PCB 层叠结构	203
11.1.1 层数的选择和叠加原则	203
11.1.2 常用的层叠结构	204
11.2 多层 PCB 设计布局和布线原则	206
11.2.1 元器件布局的一般原则	206
11.2.2 元器件布线的一般原则	207
11.2.3 多层 PCB 板布局和布线的特殊要求	208
11.3 中间层创建与设置	209
11.3.1 中间层的创建	209
11.3.2 中间层的设置	212
11.4 内电层设计	213
11.4.1 内电层设计相关设置	213
11.4.2 内电层分割方法	215
11.4.3 内电层分割基本原则	220
11.5 多层板设计原则汇总	221
11.6 本章小结	222

第 12 章 PCB 板电磁兼容性设计	224
----------------------------------	------------

12.1 多层高速电路板的电磁兼容分析	224
---------------------------	-----

12.1.1	高速电路的干扰源	225
12.1.2	高速电路的耦合通道	227
12.2	多层电路板电磁兼容设计的一般原则	228
12.2.1	板层材料的选择	228
12.2.2	元器件选择的一般原则	228
12.2.3	多层电路板布局的一般原则	229
12.2.4	多层高速电路板布线的一般原则	229
12.2.5	多层高速电路板电源部分设计	230
12.3	Protel 中有关多层高速 PCB 的 EMC 设置	230
12.4	本章小结	235
第 13 章	信号完整性分析与设计	236
13.1	信号完整性问题及其产生机理	236
13.2	信号完整性问题的相关基本概念	237
13.3	影响信号完整性的因素和常用措施	238
13.4	Protel 中关于信号完整性的设置	239
13.5	启用 Protel 中信号完整性规则检查	249
13.6	设置电阻、电容、电感和芯片等元器件的类型映射	250
13.7	信号完整性分析模型的建立和导入	251
13.8	基于信号完整性的 PCB 设计	254
13.8.1	SI 分析	254
13.8.2	SI 反射仿真和优化	256
13.8.3	SI 串扰仿真和网络仿真	260
13.9	本章小结	261
第 14 章	电路设计经验和技巧	262
14.1	电路板设计常见的问题	262
14.2	电路板设计若干经验	270
14.2.1	设置元器件安全间距	270
14.2.2	焊盘间绘制导线	271
14.3	Protel 99SE 电路设计实用技巧	272
14.3.1	绘制宽度不一但光滑过渡的导线	272
14.3.2	绘制不同转弯角的导线	273
14.3.3	在 PCB 图中增加网络标号	273
14.3.4	绘制方孔及各种形状的焊盘	274
14.3.5	使用特殊粘贴功能	275
14.3.6	全局编辑功能	277
14.3.7	旋转元器件角度	279
14.3.8	在 PCB 板中调整元器件引脚的网络标号	280

14.4 本章小结	281
-----------------	-----

第五部分 工程实践篇

第 15 章 电路综合设计实例	285
-----------------------	-----

15.1 PIC 单片机简介	285
15.2 温度测量显示系统实现方案	286
15.3 创建工程数据库	287
15.4 元件原理图符号绘制	289
15.5 电路原理图绘制和查错	292
15.6 元器件封装制作	295
15.7 PCB 印制电路板绘制	295
15.8 电路检查和报表生成	302
15.9 本章小结	304

附录 Protel 99SE 常用快捷键	305
----------------------------	-----

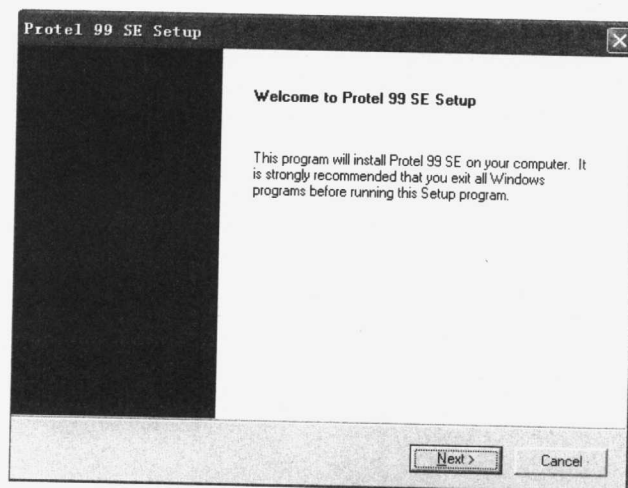
参考文献	308
------------	-----

第一部分

基础知识篇

第 1 章 绪论

第 2 章 Protel 99SE 的基础操作



第1章 绪 论

随着技术的进步和新材料的出现,电子工业得到了蓬勃发展,电路的规模和集成度不断提高,这些都使得电路板设计工作已经无法单纯依靠手工完成。计算机辅助电路设计的出现成为必然,Protel正是在这种环境下产生和迅速发展的。Protel 99SE是澳大利亚 Protel 公司(该公司于2002年更名为 Altium 公司)推出的电子电路设计和布线软件,其中集成了众多电路设计工具,如智能布局、自动布线、先进的文件管理方式、网络设计机制和电路仿真等。

在 Protel 的系列产品中,Protel 99SE 是目前电路板设计软件的主流产品,其主要特点是将电路原理图设计、印制电路板绘制、电路仿真测试和 PLD 设计融为一体,实现了电子电路设计的自动化。掌握 Protel 99SE 的使用,设计者可以方便快捷地实现从原理图设计到最终电路板输出的所有工作。

本章的概述部分将使读者对 Protel 99SE 有一个大致了解,然后向读者简要介绍 Protel 99SE 的基础知识、基本设计方法和流程以及 Protel 99SE 的功能模块。

1.1 电路设计基础知识

电路设计的目的,是把设计对象的功能和性能技术指标要求变成实际电路。

电路设计的内容包括电路选择与设计、参数分析计算、元件选择、绘制原理图、制作 PCB 板、调试方法以及工艺要求等,所以,电路设计必将牵涉到多种有关的基础理论与技术。因此,要顺利完成设计任务,设计队伍必须具备相应的理论基础。

1. 系统分析理论

系统分析理论的作用是,使设计者能够掌握所设计电路各部分之间的关系、各种器件之间以及参数与性能指标之间的关系。应用系统分析理论的直接结果是建立起正确的电路系统模型,获得清晰的系统概念,进而能完成系统分析和设计任务。

对于复杂的大型项目而言,系统分析方面的知识是不可或缺的。

2. 电路分析理论

电路分析理论用于电路参数的计算,也是电路调试方案和工艺设计的基本理论与方法。对于模拟电路设计,掌握电路分析方面的知识尤为重要。

3. 数字电路系统的基本理论

数字电路是现代电子电路的重要组成部分,其优点是抗干扰能力强、保密性好、可靠性高以及便于实现智能化系统。

数字系统的基本理论包括数字集成电路的基本特性、数字逻辑设计方法以及时序设计和分析方法。

4. 电磁兼容理论

电磁兼容的理论与方法是现代电路设计、调试的基本理论和方法之一,是保证电路正常运行的基础。

电路系统的电磁兼容特性是指确保系统正常工作时,对周围电磁环境和内部电路相互之间电磁作用的限制和要求。电路系统的电磁兼容特性与系统的抗干扰能力不能混淆,系统的抗电磁干扰特性仅是系统电磁兼容特性的一个方面。有很强的抗干扰能力不一定是可用的和安全的系统,因为抗干扰能力不能说明电路系统对其他设备及环境的影响。

与电磁兼容有关的概念有电磁噪声、干扰源、干扰路径、辐射、噪声容限、接地与屏蔽和隔离等。

5. 电源技术

电源是电路工作的基本保障,在电路系统设计中,对电源的设计应着重考虑以下参数。

(1) 功率:系统电源所能提供的功率,该电源输出功率一般应在系统实际需要功率的 1.5 倍以上;电源的输入功率应该是电源输出功率和电源消耗功率之和。

(2) 电压:包括输入电压和输出电压;电源必须保证在规定的最低输入电压时仍能有所需的输出电压。

(3) 接地:接地是指电路系统与电源的接地连接,必须安全可靠,高压与低压、直流与交流、数字电路与模拟电路不能混合接地;接地系统要保证不影响电子元件的正常工作。

(4) 电源种类:一个系统应该尽量避免使用多种电源;必须使用多种电源时,应当采用分布方式进行电源变换以提高电源的效率和系统的可靠性。

6. 微电子技术

微电子技术是指微电子学中的模拟电路技术、数字电路技术以及系统集成技术。电路设计中主要包括以下参数的选择与应用。

直流特性、交流特性、频率特性、动态特性、静态特性、阻抗匹配、功率、温度特性、线性度和失真度,以及系统集成等。

要合适地选择这些参数,除了具备必要的基础知识外,在设计过程中必须仔细阅读各种元件的数据文档。

1.2 电路设计的原则及基本方法

电路系统设计时应当遵循的基本原则包括以下几方面。

(1) 满足系统功能和性能指标。

(2) 电路最简化。在满足功能和性能要求的情况下,简单的电路不仅是经济的,也是可靠的。系统集成是简化大型电路的最好方法。

(3) 电磁兼容性好。

(4) 可靠性高。电路系统的可靠性要求与系统的实际用途、使用环境等因素密切相关。电路系统的可靠性只能是一种定性估计,其计算方法和结果与设计人员的实际经验有很大关系。

(5) 系统集成度高。最大限度提高集成度,是电路设计应遵循的重要原则。高集成度的系统,其电磁兼容性也更好,可靠性更高,制造工艺更简单,质量控制更容易。

(6) 调试方便。这要求设计者在电路设计的同时, 必须考虑电路调试的问题。系统不易调试或者调试点过多都会影响系统质量。

电路设计是对上述各种技术综合应用的过程, 通常设计过程包括以下几方面内容。

(1) 功能和性能指标分析

设计者必须对项目给出的系统功能要求和性能指标进行分析, 整理出系统和具体电路所需的更具体、更详细的功能要求和性能指标数据。这些数据才是进行电路设计的原始依据。

(2) 系统设计

系统设计包括初步设计、方案比较和实际设计三个部分。有了功能和性能指标分析的结果, 才可以进行初步的方案设计。方案设计内容包括选择实现系统的方法、拟采用的系统结构, 同时还应考虑实现系统各部分的基本方法。

(3) 原理图设计

原理图设计是进行各部分功能电路的具体设计。这时要注意局部电路对全系统的影响。

(4) 可靠性设计

电路系统的可靠性指标, 是根据电路系统的使用条件和功能要求提出的, 具有极强的针对性和目的性。任何一个电路系统的可靠性指标都只能针对一定的条件和目的。所以一味提高可靠性, 只能是设计出一个成本极高的电路系统。

系统的方案设计和电路设计必须考虑可靠性因素, 如元件的选择和电路连接方式等。

(5) 电磁兼容设计

电磁兼容设计实际也体现在系统和电路的设计过程中。系统设计的各种电磁特性指标是系统电磁兼容设计的基本依据。电磁兼容设计要解决两方面问题, 一是提出合理的系统电磁兼容条件, 二是如何使系统满足电磁兼容的要求。

要提高电路的电磁兼容特性, 在设计中应注意以下几点。

① 选择电磁兼容性好的集成元件。

② 关键电路宜数字化。

③ 提高系统集成度。

④ 电路布线合理, 做到高低频分开、功率电路与信号电路分开、数字电路与模拟电路分开, 以及远距离传输信号使用电隔离技术。

1.3 电路设计基本方法和流程

前两节向读者介绍了电路设计方面的基础知识、原则和方法, 本节将向读者简要介绍 Protel 99SE 在电路设计中的应用及其基本步骤。

传统的电路设计被分为绘制原理图和绘制印制电路板 (PCB) 两大部分。对于 Protel 99SE 而言, 每一块电路板的设计工作都是系统性的有机整体, 两者不能割裂。Protel 99SE 电路板设计要遵循一定步骤, 这样会给设计、仿真、测试和制造带来方便。

1.3.1 电路原理图设计

电路原理图设计是用 Protel 99SE 设计 PCB 的第一步, 主要是利用 Protel 99SE 的原理图