

21

21 SHIJI GAOZHIGAOZHUAN DIANZI JISHU GUIHUA JIAOCAI
世纪高职高专电子技术规划教材

Protel 99SE

印制电路板设计与仿真

邱寄帆 主编

- 引入工程实践
- 突出基本概念
- 注重技能训练

免费提供
电子教案
习题解答



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

21 世纪高职高专电子技术规划教材

Protel 99SE 印制电路板 设计与仿真

邱寄帆 主编

人民邮电出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

Protel 99SE 印制电路板设计与仿真 / 邱寄帆主编. —北京: 人民邮电出版社, 2006.12
21 世纪高职高专电子技术规划教材
ISBN 7-115-15338-8

I. P... II. 邱... III. ①印刷电路—计算机辅助设计—应用软件, Protel 99SE
—高等学校: 技术学校—教材②印刷电路—计算机仿真—高等学校: 技术学校
—教材 IV. TN410.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 117728 号

内 容 提 要

本书从实用角度出发, 介绍广泛应用的 EDA 设计系统 Protel 99SE 的各项功能及使用方法。全书内容分 Protel 99SE 基础、电路原理图设计、印制电路板设计、电路仿真与信号分析四个部分。书中各章均有习题, 并对上机实训内容提出了具体要求。

本书结构清晰、注重实用、图文并茂、通俗易懂。可作为高职高专院校电子、电气、自动化、机电一体化等专业的教材, 也可供相关专业工程技术人员参考。

21 世纪高职高专电子技术规划教材

Protel 99SE 印制电路板设计与仿真

-
- ◆ 主 编 邱寄帆
责任编辑 赵慧君
 - ◆ 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>
北京隆昌伟业印刷有限公司印刷
新华书店总店北京发行所经销
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 16.25
字数: 387 千字
印数: 1—3 000 册
 - 2006 年 12 月第 1 版
2006 年 12 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-15338-8/TN · 2871

定价: 24.00 元

读者服务热线: (010) 67170985 印装质量热线: (010) 67129223

21 世纪高职高专电子技术规划教材

编 委 会

主 任 王俊鵬

副 主 任 张惠敏 向 伟

编 委 (以姓氏笔画为序)

朱乃立 阮友德 许恒玉 苏本庆 余本海

李存永 肖 琰 邱寄帆 张新成 林训超

胡修池 胡起宙 赵慧君 曾令琴 韩 丽

程 勇 潘春燕

丛书出版前言

遵照教育部提出的以就业为导向,高职高专教育从专业本位向职业岗位和就业为本转变的指导思想,人民邮电出版社协同一些高职高专院校和相关企业共同开发了 21 世纪高职高专电子技术规划教材。

随着职业教育在我国不断深化,各高职高专院校越来越关注人才培养的模式与专业课程设置,越来越关心学生将来的就业岗位,并开始注重培养学生的职业能力。但是我们看到,高职高专院校所培养的人才与市场需要的技术应用型人才仍存在差距。那么如何在保证知识体系完整性的同时,能在教材中体现正在应用的技术、正在发展的技术和前沿的技术成了本套教材探讨的重点,为此我们在如下几个方面做了努力和尝试。

1. 针对电子类专业基础课程较经典,及知识点又相对统一、固定的特点,采取本科老师与高职高专老师合作编写的方式,借助本科老师在理论方面深厚的功底,在写作质量上进行把关,高职高专老师则发挥其熟悉职业教育教学需求的优势把握教材的广度与深度,力图解决专业基础课程理论与应用相结合的目的。

2. 高职高专教育培养的人才面向生产、管理第一线的技术型人才,基础课程的教学应以必需、够用为原则,以掌握概念、强化应用为教学重点,注重岗位能力的培养。本套教材在保证基本知识点讲解的同时,掌握“突出基本概念,注重技能训练,强调理论联系实际,加强实践性教学环节”的原则,在内容安排上避免复杂的数学推导和计算。

3. 专业课程引入工程实例,强化培养职业能力。让学生了解在实际工作中利用单片机和 PLC 做项目的流程,并通过一系列小的实例逐步让学生产生学习兴趣,并了解开发过程,最后通过一个大的完整案例对学生进行综合培训,从而达到对职业能力的培养。

以上这些仅是高职高专教材出版的初步。如何配合学校做好为国家培养人才的工作,出版高质量的教材将是我们不断追求和奋斗的目标。

我们衷心希望,关注高等职业教育的广大读者能对本套教材的不当之处给予批评指正,提出修改意见,同时也热切盼望从事高等职业教育的老师、企业专家和我们联系,共同探讨相关专业的教学方案和教材编写等问题。来信请发至 zhaohuijun@ptpress.com.cn。

21 世纪高职高专电子技术规划教材编委会

2005 年 8 月

编者的话

Protel 99 SE 是基于 Windows 平台的 32 位 EDA 开发工具,是建立在 PC 环境下的 EDA 电路集成设计系统,由电路原理图设计、印制电路板设计、电路仿真与信号分析、可编程逻辑器件设计等功能模块组成,它具有强大的编辑功能、有效的检测手段、完善灵活的设计管理方式,是电子工程师进行电子产品设计首选的计算机辅助设计软件。

本书具有鲜明的实用性特色,以一个完整典型的应用案例贯穿全书,全面系统地介绍了 Protel 99 SE 的各种基本功能和应用技巧,使读者能够快速轻松地掌握该系统。此外,书中还精心设计了几个综合设计实训电路,在每章后面提出了具体的实训要求。不论是书中的应用案例还是章后的实训项目,都有机地溶入到各章节内容之中,并前后关联,鲜明地突出了以培养技能型、应用型人才为目标的高职教育特色。

全书共 9 章,第 1 章为 Protel 99 SE 基础知识,包括运行环境、功能模块、文件管理、窗口界面等内容;第 2 章到第 4 章为 Protel 99 SE 原理图设计系统,包括原理图编辑器的基本设置、原理图的绘制、网络表及各种报表的生成、电气规则检查、原理图的输出、原理图元件库的编辑管理等内容;第 5 章到第 8 章详细介绍了 Protel 99 SE 印制电路板设计系统,内容包括印制电路板编辑器的基本设置、印制电路板的设计制作、印制电路板图所生成的各种文件、印制电路板图的输出、印制电路板元件库的编辑管理、印制电路板的设计规则及高级应用技巧等内容;第 9 章介绍了 Protel 99 SE 的电路仿真功能。书后附录列出了常用的原理图元件库、印制电路板封装图库及综合设计电路图。

本书由邱寄帆任主编,第 1 章、第 2 章、第 3 章、第 4 章、附录由邱寄帆编写,第 5 章、第 6 章、第 7 章由王灼编写,第 8 章由周玉鸿编写,第 9 章由邱寄帆、王洵共同编写,全书由邱寄帆统稿。在本书的编写过程中,作者参阅了多位同行专家的著作和文献,在此向他们表示谢意。

由于编者水平有限,时间比较仓促,书中的错误和不妥之处在所难免,殷切希望使用本书的师生及其他读者给予批评指正。

编者
2006 年 9 月



丛书前言

高等职业教育近年来得到了蓬勃的发展。在发展过程中既有机遇，也有挑战。目前，职业教育的教学改革可以说是百家争鸣，各种思想异常活跃，有从整体教学方案思考的，也有从单门课程思考的。单门课程的教学改革涉及的面更广一些，对此也研究得更深入些。目前高职院校主要流行两种教学方法，一种是传统的教学方法，另一种是案例教学方法。而当前市场上的大部分高职教材是遵循于传统教学方法的教材，偏案例教学并不多，基于此，我们考虑以课程改革为核心，结合同一门课程的不同教法，在教材的编写方法上做一些突破，即紧跟职业教育的课程教学改革，运用比较成熟的案例教学方法，出版一批反映目前高等职业教育特点和课程教学改革的案例教材。

案例教学方法作为目前高职课程教学改革的一种方法，受到了老师和学生的普遍欢迎。首先，案例教学方法顾名思义是用案例贯穿整个教学过程，能够提高学生的学习兴趣和学习的主动性。其次，案例教学注重的是学生动手能力和实际操作能力的培养，不过分追求知识的完整性和系统性，特别适合高职层次的人才培养目标。然而通过对案例教学方法的研讨，我们发现其具有如下二性。一是适应性，并不是对每门课程都适用，因此也不是每门课程都可以编写出案例教材；二是规律性，案例教学方法对应的案例教材的编写方法可以有多种，而且不同的课程因为其内容的关系，所对应的案例教材编写方法也有一定的规律。

在本套案例教材的编写过程中，除把握好适应性以外，主要运用了以下两种主流的编写形式。

(1) 知识带案例型。知识点与案例相结合，将知识点分解成许多单元，一个单元为一章或一节，配合知识点的学习，每章或每节有项目实现和项目拓展，将知识点和案例放在同一章或一节中。本套教材中这种写法的教材我们称之为“基础教程”。

(2) 项目带知识型。以培养学生能力为目的，以完成项目为中心，将知识点与项目相结合，用项目带动知识点的学习，在完成项目的同时学习知识。所选择的项目可以带动不同的知识点，相关知识和案例拓展与项目相结合。全书为一个或两、三个大项目，将大项目分解成若干个小项目，每个小项目相当于一个单元（一章或一节）。本套教材中这种写法的教材我们称之为“案例教程”。

为了方便教学，我们免费为选用本套教材的老师提供相关的教学资料，包括：

- *所有教材的电子教案

- *所有教材的相关源程序代码、素材

- *部分教材的习题答案

最后，恳请广大读者将本套教材的使用情况及好的意见和建议及时反馈给我们，也热切期盼各位老师和专家与我们共同探讨案例教学方法和教材编写等相关问题。来信请发至 panchunyan@ptpress.com.cn。

目 录

第 1 章 Protel 99 SE 基础	1
1.1 Protel 99 SE 简介	1
1.1.1 Protel 99 SE 的组成	1
1.1.2 Protel 99 SE 的运行环境	2
1.2 Protel 99 SE 的操作环境及特点	2
1.2.1 专题数据库管理环境	2
1.2.2 原理图设计环境	2
1.2.3 印制电路板设计环境	4
1.3 Protel 99 SE 的设计组管理	5
1.4 Protel 99 SE 的基本操作	8
1.4.1 Protel 99 SE 的启动和关闭	8
1.4.2 进入 Protel 99 SE 设计环境	10
1.4.3 Protel 99 SE 文件管理	12
习题	16
上机实训	16
第 2 章 原理图设计环境的设置	17
2.1 窗口设置	17
2.1.1 “View” 菜单中的环境组件切换命令	18
2.1.2 设计管理器的切换	18
2.1.3 零件管理器的切换	18
2.1.4 状态栏的切换	18
2.1.5 命令栏的切换	18
2.1.6 工具栏的切换	18
2.2 图纸设置	19
2.2.1 图纸尺寸	19
2.2.2 图纸方向	20
2.2.3 图纸颜色	21
2.3 网格和光标设置	22
2.3.1 网格设置	22
2.3.2 光标设置	23
2.4 其他设置	24
2.4.1 “Document Options” 中的系统字体设置	24
2.4.2 文档组织	24

2.4.3 屏幕分辨率设置	25
习题	25
上机实训	25
第3章 原理图设计	27
3.1 原理图设计工具	27
3.2 原理图元件、元件库及元件库的使用	27
3.2.1 切换元件管理器	28
3.2.2 元件管理器界面	28
3.2.3 管理元件库	29
3.3 实体放置与编辑	31
3.3.1 导线 (Wire)	31
3.3.2 总线 (Bus)	32
3.3.3 元件 (Part)	33
3.3.4 网络标号 (Net Label)	35
3.3.5 电源与地线 (Power Port)	36
3.3.6 节点 (Junction)	37
3.3.7 文字与图形	38
3.3.8 忽略 ERC 测试点	44
3.4 层次电路设计	44
3.4.1 放置方块电路	44
3.4.2 方块电路的进出点	46
3.4.3 电路的输入输出点	46
3.4.4 层次电路设计方法	47
3.5 一个完整的电路实例	53
3.6 报表	55
3.6.1 网络表	55
3.6.2 元件列表	57
3.6.3 交叉参考表	58
3.6.4 网络比较表	59
3.6.5 ERC 表	60
3.7 原理图输出	62
3.7.1 输出到打印机	62
3.7.2 输出到绘图仪	64
习题	64
上机实训	65
第4章 原理图元件库编辑	66
4.1 元件库编辑器概述	66
4.1.1 加载元件库编辑器	66
4.1.2 元件库编辑器界面简介	67

4.2 新建库及添加新元件	67
4.3 元件库管理	69
4.3.1 元件管理器	70
4.3.2 查找元件	71
习题	72
上机实训	72
第5章 印制电路板图的设计环境及设置	74
5.1 印制电路板概述	74
5.1.1 印制电路板的制作材料与结构	74
5.1.2 有关电路板的几个基本概念	75
5.2 PCB 文件管理	76
5.2.1 新建 PCB 文件	76
5.2.2 保存 PCB 文件	77
5.2.3 打开已有的 PCB 文件	77
5.2.4 关闭 PCB 文件	77
5.3 装载元件库	78
5.3.1 元件封装	78
5.3.2 装载元件库	78
5.4 设置电路板工作层面	79
5.4.1 工作层面的类型	79
5.4.2 设置工作层面	81
5.5 规划电路板	83
习题	85
上机实训	85
第6章 印制电路板图的设计	87
6.1 印制电路板设计流程	87
6.2 PCB 绘图工具的使用	88
6.2.1 绘制导线	89
6.2.2 放置焊盘及其属性编辑	89
6.2.3 放置过孔及其属性编辑	90
6.2.4 放置字符串	91
6.2.5 放置位置坐标	92
6.2.6 放置尺寸标注	93
6.2.7 设定坐标原点	94
6.2.8 放置元件	94
6.2.9 边缘法绘制圆弧	95
6.2.10 中心法绘制圆弧	95
6.2.11 绘制任意角度的圆弧	96
6.2.12 绘制整圆	97

6.2.13	放置矩形填充	98
6.2.14	放置多边形填充	99
6.2.15	其他工具	100
6.3	元件封装的放置	100
6.3.1	放置元件封装	100
6.3.2	元件的选取与取消选取	102
6.3.3	元件属性的编辑	105
6.4	手工布局	106
6.4.1	元件的移动、删除与剪切粘贴	106
6.4.2	元件的布置	108
6.5	手工布线	110
6.5.1	导线的布线技巧	110
6.5.2	导线的操作	111
6.6	自动布局	112
6.6.1	装入网络表与元件	112
6.6.2	元件布局	116
6.7	自动布线	120
6.7.1	网络的分类	121
6.7.2	设置布线规则	122
6.7.3	自动布线	127
6.7.4	设计规则的检测	129
6.7.5	电路板的手工修整	130
6.8	给电路板添加标注	132
6.8.1	标注文字	132
6.8.2	标注尺寸	134
6.8.3	放置定位孔	135
6.9	三维视图	135
6.10	PCB 图的报表生成	137
6.10.1	引脚信息报表	137
6.10.2	电路板信息报表	138
6.10.3	设计层次报表	140
6.10.4	网络状态报表	141
6.11	PCB 图的打印输出	141
6.11.1	设置打印预览	141
6.11.2	打印输出的概念	142
6.11.3	改变打印输出设置	142
6.11.4	在打印输出中指明层面	142
6.11.5	设置打印机	144
6.11.6	改变纸的方向、比例和其他的打印设置	144

6.11.7 打印输出	145
习题	145
上机实训	146
第7章 制作元件封装	147
7.1 启动 PCB 元件库编辑器	147
7.2 PCB 元件封装编辑器概述	149
7.3 创建新的元件封装	152
7.3.1 元件封装参数设置	152
7.3.2 手工创建新的元件封装	153
7.3.3 利用向导创建元件封装	157
7.4 PCB 元件封装管理	160
7.4.1 浏览元件封装	160
7.4.2 添加元件封装	161
7.4.3 删除元件封装	162
7.4.4 放置元件封装	162
7.4.5 编辑元件封装引脚焊盘	162
7.4.6 设置信号层的颜色	163
7.5 创建项目元件封装库	163
习题	164
上机实训	164
第8章 PCB 设计规则及应用技巧	166
8.1 PCB 设计规则	166
8.1.1 概述	166
8.1.2 PCB 设计规则	167
8.1.3 设计规则检查应用	188
8.2 PCB 设计的高级技巧	189
8.2.1 PCB 的类及应用	189
8.2.2 From-To 编辑器	190
8.2.3 网络表管理器	191
8.2.4 更改元件封装和引脚连接关系	193
8.2.5 布线	194
8.2.6 敷铜、包地、补泪滴	196
8.2.7 设计规则的应用范围	202
习题	207
上机实训	207
第9章 电路仿真	209
9.1 概述	209
9.2 SIM 99 仿真库中的主要元件	209
9.2.1 电阻	209

9.2.2	电容	210
9.2.3	电感	210
9.2.4	二极管	211
9.2.5	三极管	211
9.2.6	MOS 场效应晶体管	211
9.2.7	JFET 结型场效应晶体管	212
9.2.8	熔丝	212
9.2.9	电压/电流控制开关	212
9.2.10	继电器	213
9.2.11	晶体振荡器元件	213
9.2.12	互感 (电感耦合器)	213
9.2.13	TTL 和 CMOS 数字电路元器件	214
9.2.14	模块电路	214
9.3	SIM 99 仿真库中的激励源	215
9.3.1	直流源	215
9.3.2	正弦仿真源	215
9.3.3	周期脉冲源	216
9.3.4	指数激励源	216
9.3.5	单频调频源	217
9.3.6	线性受控源	217
9.3.7	非线性受控源	218
9.3.8	压控振荡 (VCO) 仿真源	218
9.4	仿真器设置	219
9.4.1	设置仿真初始状态	219
9.4.2	仿真器设置	220
9.5	运行电路仿真	225
9.5.1	仿真流程图	225
9.5.2	仿真原理图设计	226
9.5.3	模拟电路仿真实例	227
	习题	230
	上机实训	231
附录 1	原理图常用元件一览表	232
附录 2	常用元件封装图形一览表	236
附录 3	综合设计实训电路图	243

第 1 章

Protel 99 SE 基础

Protel 99 SE 是一种电子设计自动化 (Electronic Design Automation, EDA) 设计软件, 主要用于电路原理图设计、印制电路板 (PCB) 设计、可编程逻辑器件 (PLD) 设计和电路信号仿真。该系统集强大的设计功能、复杂工艺的可生产性和设计过程管理于一体, 可完整实现电子产品从电学概念设计到生成物理生产数据的全过程。熟练掌握和充分运用这套计算机辅助电路设计软件, 可大大提高电路设计的工作效率。

1.1 Protel 99 SE 简介

1.1.1 Protel 99 SE 的组成

Protel 99 SE 是 Protel 公司推出的运行于 Windows 9X/2000/XP 等操作系统之上的电路设计系统, 它建立在 Protel 独特的设计管理器 (Design Explorer) 基础之上。Protel 99 SE 由原理图设计系统、印制电路板设计系统、电路信号仿真和可编程逻辑器件设计系统组成, 其中, 原理图设计系统和印制电路板设计系统是 Protel 99 SE 的两大主要组成部分。

1. 原理图设计系统

电路原理图是表示电气产品或电路工作原理的技术文件, 它由代表各种电子器件的图形符号、线路、节点等元素组成。Protel 99 SE 的原理图设计系统是一个易于使用的具有大量元件库的原理图编辑器, 主要用于原理图的设计, 它可为印制电路板设计提供网络表。该编辑器具有强大的原理图编辑功能、层次化设计功能、设计同步器、丰富的电气设计检验功能及强大而完善的打印输出功能, 使用户可以轻松完成所需的设计任务。

2. 印制电路板设计系统

它是一个功能强大的印制电路板设计编辑器, 具有非常专业的交互式元件布局及布线功能, 用于印制电路板 (PCB) 的设计并最终产生 PCB 文件, 直接关系到印制电路板的生产和 Protel 99 SE 的印制电路板设计系统可以进行多达 32 层信号层、16 层内部电源/接地层的布线设计, 交互式的元件布置工具的使用大大地减少了印制板设计的时间。同时它还包含具有专业水准的 PCB 信号完整性分析工具、功能强大的打印管理系统和先进的 PCB 三维视图预览工具。

3. 电路信号仿真系统

Protel 99 SE 包含一个功能强大的模/数混合信号仿真器, 设计者可以方便地在设计中对

一组混合信号进行仿真分析。它运行在 Protel 的 EDA/Client 集成环境下, 与原理图编辑程序协同工作, 为用户提供了一个完整的从设计到验证仿真设计的环境。在 Protel 99 SE 中进行仿真, 只需从仿真用元器件库中选择所需元器件, 连接好原理图, 加上信号源, 然后下达仿真命令即可自动开始仿真。

4. 可编程逻辑器件设计工具

Protel 99 SE 提供了一个高效、通用的可编程逻辑器件设计工具。该设计工具支持两种可编程逻辑器件的设计方法: 一种是使用 CUPL 来直接描述 PLD 设计的逻辑功能的源文件; 另一种是使用 PLC 元件库来绘制 PLD 器件内部的逻辑功能原理图, 然后再编译生成熔丝文件。

1.1.2 Protel 99 SE 的运行环境

1. 运行 Protel 99 SE 的系统需求

- CPU: Pentium II 400MHz 及以上 PC。
- 内存: 64MB 以上。
- 硬盘: 400MB 以上空闲空间。
- 显卡: 支持 $800 \times 600 \times 16$ 位色以上显示。
- 显示器: 15 英寸以上, 显示分辨率在 800×600 像素以上。
- 光驱: 24 倍速以上。

2. 运行环境

Windows 9X/2000/NT/XP 等操作系统。

需要指出的是, 以上配置为运行 Protel 99 SE 的最低配置, 由于系统在运行过程中要进行大量的运算和存储, 所以对机器的性能要求也比较高, 配置越高越能充分发挥它的优点。

1.2 Protel 99 SE 的操作环境及特点

1.2.1 专题数据库管理环境

Protel 99 SE 具有专题数据库管理环境, 不同于以前的 Protel for DOS 及 Protel for Windows 版本, 这些版本的 Protel 对设计文档没有统一的管理机制。例如原理图文件的编辑管理与印制板图的编辑管理相互独立, 各自用相应的应用软件来进行处理, 这使得用户常常不得不在几个应用程序之间频繁地切换, 给用户带来极大的不便。Protel 99 SE 采用专题数据库管理方式, 使某一设计项目中的所有设计文档都放在单一数据库中, 给设计与管理带来了许多方便。并具有强大的打印管理系统、先进的三维 PCB 视图功能以及高级的 CAM 管理功能。

1.2.2 原理图设计环境

Protel 99 SE 的原理图编辑器为用户提供了高效、便捷的原理图编辑环境, 它能产生

高质量的原理图输出结果并为印制电路板设计提供网络表。该编辑器除了提供强大的原理图编辑功能以外,还内含了数量巨大的原理图元件、自动化程度极高的画线工具、设计同步器、具有丰富的电气设计检验功能、层次电路设计功能及强大而完善的打印输出功能,使用户的设计工作变得非常方便快捷。归纳起来,Protel 99 SE 的原理图设计环境有以下特点。

1. 方便灵活的元件及元件库组织、编辑功能

Protel 99 SE 提供了丰富的原理图元件库,元件库所包含的元件覆盖了众多电子元件厂家生产的庞杂的元件类型。同时它又为设计者提供了功能强大的元件编辑器,设计者即使不能从元件库中找到自己所需要的元件,也可以通过元件编辑器创建自己的元件库。Protel 99 SE 允许设计者自由地在各库之间移动并且复制元件,以便按照自己的要求合理地组织库的结构,方便设计者对元件库的利用。

另外,Protel 99 SE 提供的强大的元件库查询功能使设计者可以通过元件的名称或属性查找元件。在查询过程中,可以把查询的范围设定在某一目录的所有元件库中,或是某一特定的路径,或是整个硬盘,甚至是用户所在的整个网络。利用这一功能可使设计者迅速找到所需元件。

2. 功能强大的原理图编辑功能

Protel 99 SE 的原理图编辑器具有强大的编辑功能。它采用标准的 Windows 图形化操作方式进行编辑操作,使得整个编辑过程直观、方便且快捷。设计者既可以实现拖动、剪切、复制、粘贴等普通的编辑功能,也可以在设计对象上双击鼠标左键,在弹出的属性对话框中进行相关属性的编辑修改工作。

3. 使用方便的连线工具

Protel 99 SE 的电气栅格具有自动连接特性,使原理图的连线工作变得非常容易。当设计者为原理图连线时,被激活的电气“热点”将引导鼠标光标至以电气栅格为单位的最近的有效连接点上,实现元件间的自动连接。这样设计者就可以在一个较大的范围内完成连线,使得手工绘图变得更加方便。

4. 层次电路设计功能

Protel 99 SE 提供层次电路设计方法,即将整个电路系统分为多个模块,并依照层次关系将模块组织起来,最终完成系统电路的设计。这是一种非常有效的设计方法,对于比较复杂的系统,常采用此方法。具体实现有两种方式,即自上而下和自下而上。所谓自上而下指用户将设计的系统划分为若干子系统,子系统再划分若干功能模块,功能模块再划分成基本模块,然后分层逐级实现。这种方法可使系统设计条理清晰、简单可靠。所谓自下而上指用户从最基本的模块开始逐级向上完成设计。具体选择哪种方法要根据实际情况和用户的喜好来定。按照层次原理图的设计方法,在一个设计项目中可以包含多张原理图,其原理图数目没有限制,对设计层次的深度也没有限制,设计者可同时编辑多张原理图,各原理图(总图与子图、子图与总图)之间的切换也非常的方便。

5. 电气规则检查功能

Protel 99 SE 的电气规则检查(ERC)功能可以对原理图设计进行快速的检查。原理图可以为印制电路板的制作提供网络表,因此在开始印制电路板布线之前确保原理图设计的准确无误是一件非常重要的事。电气规则检查可以按用户指定的物理/逻辑特性对原理图进行检