



21世纪 高等职业教育通用教材

电子设计自动化

● 张永生 主编
● 林春方 主审

上海交通大学出版社

21 世纪高等职业教育通用教材

电子设计自动化

张永生 主编
林春方 主审

内 容 简 介

Protel 99 和“虚拟电子工作台”EWB(Electronics Workbench)是电子设计自动化(EDA)技术的优秀软件,具有功能强大、界面友好和使用方便等特点,目前已在电子工程设计领域得到了广泛应用。

本书以 Protel 99 和 EWB 软件为基础,结合电子电路设计的要求,系统介绍了电路原理图设计、印刷电路板设计、电路分析功能和实际仿真过程等相关知识。全书内容翔实、层次分明、步骤详尽、实例丰富、图文并茂、通俗易懂,既适合作为高职院校电子类专业的教材,又适合从事电路设计人员和电路制作爱好者参考。

图书在版编目(CIP)数据

电子设计自动化 / 张永生主编. —上海: 上海交通大学出版社, 2004(2005 重印)
21 世纪高等职业教育通用教材
ISBN 7-313-03779-1

I. 电... II. 张... III. 电子电路—电路设计: 计算机辅助设计—高等学校: 技术学校—教材
IV. TN702

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第060148号

电子设计自动化

张永生 主编

上海交通大学出版社出版发行

(上海市番禺路877号 邮政编码200030)

电话: 64071208 出版人: 张天蔚

常熟市文化印刷有限公司印刷 全国新华书店经销

开本: 787mm × 1092mm 1/16 印张: 21.5 字数: 528 千字

2004 年 8 月第 1 版 2005 年 1 月第 2 次印刷

印数: 2 051—4 100

ISBN 7-313-03779-1/TN · 104 定价: 35.00 元

版权所有 侵权必究

21 世纪高等职业教育通用教材

编 审 委 员 会

主 任 名 单

(以姓氏笔划为序)

编审委员会顾问

叶春生 詹平华

编审委员会名誉主任

李 进 李宗尧

编审委员会主任

闵光太 潘立本

编审委员会常务副主任

东鲁红

编审委员会副主任

孔宪思	王俊堂	王继东	白玉江
冯拾松	匡亦珍	朱懿心	吴惠荣
李 光	李坚利	陈 礼	赵祥大
洪申我	饶文涛	秦士嘉	黄 斌
董 刚	薛志信		

序

发展高等职业教育,是实施科教兴国战略、贯彻《高等教育法》与《职业教育法》、实现《中国教育改革与发展纲要》及其《实施意见》所确定的目标和任务的重要环节;也是建立健全职业教育体系、调整高等教育结构的重要举措。

近年来,年轻的高等职业教育以自己鲜明的特色,独树一帜,打破了高等教育界传统大学一统天下的局面,在适应现代社会人才的多样化需求、实施高等教育大众化等方面,做出了重大贡献。从而在世界范围内日益受到重视,得到迅速发展。

我国改革开放不久,从1980年开始,在一些经济发展较快的中心城市就先后开办了一批职业大学。1985年,中共中央、国务院在关于教育体制改革的决定中提出,要建立从初级到高级的职业教育体系,并与普通教育相沟通。1996年《中华人民共和国职业教育法》的颁布,从法律上规定了高等职业教育的地位和作用。目前,我国高等职业教育的发展与改革正面临着很好的形势和机遇:职业大学、高等专科学校和成人高校正在积极发展专科层次的高等职业教育;部分民办高校也在试办高等职业教育;一些本科院校也建立了高等职业技术学院,为发展本科层次的高等职业教育进行探索。国家学位委员会1997年会议决定,设立工程硕士、医疗专业硕士、教育专业硕士等学位,并指出,上述学位与工程学硕士、医学科学硕士、教育学硕士等学位是不同类型的同一层次。这就为培养更高层次的一线岗位人才开了先河。

高等职业教育本身具有鲜明的职业特征,这就要求我们在改革课程体系的基础上,认真研究和改革课程教学内容及教学方法,努力加强教材建设。但迄今为止,符合职业特点和需求的教材却还不多。由泰州职业技术学院、上海第二工业大学、金陵职业大学、扬州职业大学、彭城职业大学、沙洲职业工学院、上海交通高等职业技术学院、上海交通大学技术学院、上海汽车工业总公司职工大学、立信会计高等专科学校、江阴职工大学、江南学院、常州技术师范学院、苏州职业大学、锡山职业教育中心、上海商业职业技术学院、潍坊学院、上海工程技术大学等百余所院校长期从事高等职业教育、有丰富教学经验的资深教师共同编写的《21世纪高等职业教育通用教材》,将由上海交通大学出版社等陆续向读者朋友推出,这是一件值得庆贺的大好事,在此,我们表示衷心的祝贺。并向参加编写的全体教师表示敬意。

高职教育的教材面广量大,花色品种甚多,是一项浩繁而艰巨的工程,除了高职院校和出版社的继续努力外,还要靠国家教育部和省(市)教委加强领导,并设立高等职业教育教材基金,以资助教材编写工作,促进高职教育的发展和改革。高职教育以培养一线人才岗位与岗位群能力为中心,理论教学与实践训练并重,二者密切结合。我们在这方面的改革实践还不充分。在肯定现已编写的高职教材所取得的成绩的同时,有关学校和教师要结合各校的实际情况和实训计划,加以灵活运用,并随着教学改革的深入,进行必要的充实、修改,使之日臻完善。

阳春三月,莺歌燕舞,百花齐放,愿我国高等职业教育及其教材建设如春天里的花园,群芳争妍,为我国的经济建设和社会发展作出应有的贡献!

叶春生

前 言

从 20 世纪 50 年代晶体管电路逐步取代电子管电路以来,半导体电路已经历了从小规模集成电路(SSI)到甚大规模集成电路(ULSI)的四个阶段。人们早在 60 年代,就开始认识到,要设计庞大的集成电路和系统,必须采用计算机辅助设计(Computer Aided Design),即 CAD 技术。因此,CAD 技术已成为设计集成电路与系统的关键技术之一,分析与设计它们的软件也应运而生。Protel Technology 公司推出的 Protel 99 和 Interactive Image Technologies 公司推出的“电子工作台”(Electronics Workbench,简记为 EWB),就是能运行于 Windows 操作系统平台上,由 CAD 技术上升到电子设计自动化(EDA),智能化程度和功能都十分强大的此类软件。这两类软件不仅继承了以往电路与系统设计软件版本的全部优点和功能,而且又增强了 SmartTool,SmartDoc,SmartTeam 信号完整性分析及界面形象仿真等功能,为电路设计提供了一个高新起点,从而一经推出便受到广大电路设计工程技术人员的欢迎。目前,Protel 99 和 EWB 电路设计软件被公认为是电子设计自动化的新潮流中最新一代的电子线路设计系统,具有广阔的应用前景。所以,作为高等职业院校开设相应课程,使学生熟练掌握和运用此项技术非常必要。为此,我们编写了这本教材。为了适应高职教育的需要,我们在本书编写中力求体现以下特点:

(1) 层次清晰严谨 从全书结构上讲,本书主要包括两个部分:第一部分先介绍 Protel 99 的新特性、基本应用方法、电路原理图编辑器和环境设置、元器件载入与编辑以及电气图形和非电气图形,然后比较详细地介绍电路原理图、印制板设计方法;第二部分主要介绍 EWB 的软件安装、工作界面和使用方法,还有电路创建、仪器仪表使用、仿真操作过程、子电路生成、网表文件生成与印刷电路板设计。结合具体电路实例,系统介绍 EWB 的主要分析功能,并结合电工理论、模拟电子技术和数字电子技术的教学基本要求,精选一定数量的 EWB 仿真实例,对设计的每一步,我们都给出了经过详细讲解的操作命令、命令的含义和具体的使用方法。掌握这些操作命令,不仅使初学者能方便地进行电路设计,而且无疑会大大提高设计效率。

(2) 实例丰富实用 在各章知识的讲解过程中,我们都尽量给出相应实例。每个实例不仅专业性强,而且侧重方法和技巧,在详细步骤的辅助下,非常有利于学习。

(3) 注重知识的融会贯通 本书往往将多个命令结合在一起讲述,并举一个或多个贴切的例子。在给出 Protel 99 和 EWB 各种操作命令的详细步骤基础上,同时通过一些实例,来讲述它们的综合运用,使之做到知识的融会贯通。

(4) 理论与实践紧密结合 本书在编写过程中,按照“淡化理论,够用为度,培养技术,重在应用”的原则,以专业技能训练和掌握为中心,于每一章的后面都安排了相应的实训练习,以达到理论与实践紧密结合,学以致用效果。

全书内容翔实、层次分明、步骤详尽、图文并茂、通俗易懂,既适合作为高职院校电子类专业的教材,又适合从事电路设计人员和电路制作爱好者参考。

本书由安徽电子信息职业技术学院张永生担任主编,上海师范大学机电学院汪春梅和江苏泰州职业技术学院陈震担任副主编。其中张永生编写第 1 章,安徽电子信息职业技术学院

陈昕、李倩分别编写第 2 章、第 6 章和第 9 章,陈震编写第 3 章,汪春梅编写第 5 章,烟台职业学院张海丹编写第 4 章,安徽理工大学职业技术学院高昕编写第 7 章和第 8 章。全书由张永生统稿。

本书在编写过程中得到了安徽电子信息职业技术学院林春方副教授及上海交通大学出版社陈克俭副编审的指导和帮助,并由林春方副教授主审了全书。编者在此一并向他们表示衷心的感谢。

由于编者学识水平有限,书中缺点和疏漏在所难免,恳请广大读者批评指正。

编者

2004 年 4 月

目 录

第 1 章 Protel 应用基础	1
1.1 Protel 99 简述	1
1.1.1 Protel 99 新技术介绍	2
1.1.2 Protel 99 特性	3
1.1.3 Protel 99 组成	6
1.1.4 系统配置要求	7
1.1.5 安装启动运行	8
1.2 Design Explorer 界面	13
1.2.1 管理面板	14
1.2.2 菜单栏	14
1.2.3 工具栏	16
1.2.4 工作区窗口	16
1.2.5 状态栏	17
1.3 Protel 99 基本应用	18
1.3.1 设计数据库	18
1.3.2 在数据库中建立和导入文档	19
1.3.3 在数据库中导出和链接文档	21
本章小结	23
实训练习	23
本章习题	26
第 2 章 电路原理图编辑器和环境设置	27
2.1 ADV SCH 99 运行步骤	27
2.2 电路原理图编辑器的管理	29
2.2.1 工具栏打开与关闭	29
2.2.2 画面的放大、缩小及移动	31
2.2.3 移动、更新画面	32
2.3 电路原理图环境设置	33
2.3.1 原理图标签项设置	33
2.3.2 图形编辑标签项设置	34
2.3.3 缺省对象标签项	36
2.3.4 图幅设置步骤	37
2.3.5 自定义图纸格式	41

2.3.6	模板文件的制作	42
2.3.7	模板文件的调用	44
2.3.8	模板文件的取消	45
2.3.9	缺省的弹出菜单快捷键	46
2.3.10	缺省的原理图操作命令快捷键	46
2.3.11	常用键盘快捷键	48
本章小结		49
实训练习		49
本章习题		49
第3章 元器件载入与编辑		50
3.1	元器件管理器	50
3.1.1	库管理器介绍	50
3.1.2	元件库的增删	56
3.2	元件放置	57
3.2.1	用元件库管理器放置	57
3.2.2	用菜单命令放置	58
3.3	元件属性编辑	60
3.3.1	整个属性编辑	60
3.3.2	部分属性编辑	66
3.4	元件的移动、复制和删除	67
3.4.1	元件的选中	67
3.4.2	元件的移动	68
3.4.3	元件的旋转	70
3.4.4	元件的复制	70
3.4.5	元件的删除	71
本章小结		72
实训练习		72
本章习题		72
第4章 电气图形和非电气图形		74
4.1	电气图形符号库的运行步骤	74
4.2	电气图形符号库的绘图工具	77
4.3	电气图形符号的制作	79
4.3.1	新元件命名	79
4.3.2	工作区设置	80
4.3.3	图形符号绘制	81
4.3.4	引脚制作	83
4.3.5	多部件电气符号的制作	84

4.4	几何绘图工具	86
4.5	几何图形绘制	87
4.5.1	直线绘制	87
4.5.2	多边形绘制	87
4.5.3	椭圆弧形绘制	88
4.5.4	贝塞尔曲线绘制	89
4.6	文字或文本框制作	90
4.6.1	原理图上添加文字	90
4.6.2	原理图上制作文本框	91
4.7	图件的排列和对齐	92
4.7.1	图件左对齐	92
4.7.2	图件右对齐	94
4.7.3	图件顶端对齐	94
4.7.4	图件底端对齐	95
4.7.5	图件按水平中心对齐	95
4.7.6	图件按垂直居中对齐	95
4.7.7	图件水平均布	96
4.7.8	图件垂直均布	96
4.7.9	图件同时作两种排列或均布	97
	本章小结	98
	实训练习	98
	本章习题	99
第5章	电路原理图设计	100
5.1	电路原理图设计流程	100
5.2	电路原理图布线	101
5.2.1	电路设计工具	101
5.2.2	导线绘制	105
5.2.3	总线绘制	107
5.2.4	节点放置	109
5.2.5	电源与接地符号放置	110
5.2.6	I/O 端口制作	111
5.2.7	网络标号制作	113
5.3	电气规则检查	114
5.3.1	电气规则检查步骤	114
5.3.2	No ERC 符号的使用	118
5.3.3	重新分配元件标号	118
5.3.4	封装遗漏的检查	120
5.4	各种报表生成	122

5.4.1	网络表文件生成	122
5.4.2	元件列表生成	125
5.4.3	层次项目组织列表生成	128
5.4.4	引脚列表生成	129
5.5	电路原理图输出	130
5.5.1	打印机设置	130
5.5.2	打印机输出	131
5.5.3	绘图仪输出	132
5.6	层次原理图设计	132
5.6.1	方块电路绘制	133
5.6.2	方块电路端口放置	134
5.6.3	由方块电路符号产生新原理图	135
5.6.4	由原理图产生方块电路符号	135
5.6.5	不同层电路文件之间的切换	136
	本章小结	136
	实训练习	137
	本章习题	137
第 6 章	印制电路板设计	139
6.1	电路板设计入门	139
6.1.1	印制电路板基础	139
6.1.2	电路板的各层	141
6.1.3	电路板的图件	143
6.1.4	ADVPCB 的进入	159
6.1.5	电路板设计流程	160
6.2	电路板设计环境	161
6.2.1	视窗画面管理	161
6.2.2	坐标原点设置	164
6.2.3	文档选项设置	164
6.2.4	系统参数设置	166
6.3	电路板规划和网络表载入	170
6.3.1	电路板规划	170
6.3.2	网络表和元件载入	172
6.3.3	网络宏错误处理	177
6.4	元件布置与布线	178
6.4.1	元件布置	178
6.4.2	自动布线	187
6.4.3	手工布线	196
6.4.4	特殊操作	198

6.5 各种报表生成	205
6.5.1 选取管脚的报表生成	205
6.5.2 电路板信息报表生成	206
6.5.3 元件报表生成	210
6.5.4 项目层次报表生成	212
6.5.5 网络状态报表生成	213
6.6 电路板图输出	214
6.6.1 分层打印	214
6.6.2 组合打印	216
本章小结	217
实训练习	217
本章习题	220
第7章 EWB 应用基础	222
7.1 EWB 简述	222
7.1.1 EWB 新技术介绍	222
7.1.2 EWB 5.12 的安装要求	223
7.1.3 EWB 特点与功能	223
7.2 EWB 基本界面的操作	229
7.2.1 电路的创建	229
7.2.2 仪器的操作与使用	232
7.2.3 电路仿真操作	239
7.2.4 子电路的生成与使用	242
7.2.5 帮助功能的使用	243
7.2.6 网络表文件转换和印制电路板设计	244
本章小结	245
实训练习	245
本章习题	250
第8章 EWB 在电路分析中的应用	251
8.1 直流工作点分析	251
8.2 交流频率分析	252
8.3 瞬态分析	253
8.4 傅里叶分析	254
8.5 噪声分析	255
8.6 失真分析	257
8.7 参数扫描分析	258
8.8 温度扫描分析	260
8.9 传递函数分析	262

8.10 零-极点分析	263
8.11 直流和交流灵敏度分析	264
8.12 蒙特卡罗分析	266
8.13 最坏情况分析	267
本章小结	269
实训练习	269
本章习题	272
第9章 常用电路仿真	273
9.1 电工基础电路仿真	273
9.1.1 直流电路	273
9.1.2 单相交流电路	276
9.1.3 三相交流电路	277
9.2 模拟电路仿真	279
9.2.1 晶体管基本放大电路	279
9.2.2 场效应管基本放大电路	282
9.2.3 差动放大电路	284
9.2.4 集成运算放大器	289
9.2.5 功率放大电路	291
9.2.6 负反馈放大电路	295
9.2.7 正弦波振荡器	297
9.2.8 模拟乘法器及应用电路	299
9.2.9 直流稳压电源	302
9.3 数字电路仿真	307
9.3.1 组合逻辑电路分析	307
9.3.2 组合逻辑电路设计	308
9.3.3 递增集成计数器应用	310
9.3.4 555 定时器应用	313
9.3.5 JK 触发器应用	318
9.3.6 数模 D/A 转换器	319
9.3.7 数模 A/D 转换器	321
9.3.8 锁相环	322
本章小结	325
实训练习	325
本章习题	327
参考文献	329

第 1 章 Protel 应用基础

新的世纪,新的千年,新的时代,新的挑战! 当时代的脚步跨入 21 世纪的时候,知识经济的发展不仅预示着人类社会经济生活将发生新的巨大变化,更预示着信息化社会已经来临。以计算机为主的信息技术,在给人们的生活和工作带来极大便捷的同时,也推动着各个领域的科学技术不断向前发展。基于计算机技术的设计手段及设计方法的革命,就是这方面的杰出代表。众所周知,没有计算机技术的日新月异,也不可能有电子设计自动化(EDA)技术的今天。到目前为止,印刷电路板 PCB 的设计方法,已经经历了从早期的手工画图、照相制板的 PCB 制作,发展到今天的计算机辅助半自动化、自动化设计(CAD)历程。在这一发展历程中,尽管 SMARTWORKER, PSPICE, TANGO, ORCAD, REDBOARD, PCAD, PROTEL 等计算机辅助电子线路设计软件,均给广大电子科技工作者留下深刻的印象,但自 20 世纪 90 年代以后,能在电子设计自动化领域产生极大影响的,还应首推功能强大且兼容性好的 Protel For Windows 电子电路 CAD 软件。

1.1 Protel 99 简述

随着计算机技术的发展,20 世纪 80 年代中期,计算机应用开始进入各个领域。在这种背景下,1987~1988 年由美国 ACCEL Technologies Inc. 推出了第一个应用于电子线路设计的软件包——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,直到今天在国内许多科研单位还在使用这个软件包。随着电子工业的飞速发展,TANGO 日益显示出其不适应时代发展需要的弱点。为了适应电子工业产品设计和生产的需求,澳大利亚的 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 这个名字在电子设计自动化领域闻名遐迩。

20 世纪 80 年代末,Windows 系统开始日益流行,Windows 以其丰富多彩的图形和漂亮、统一的用户界面取代了 MS-DOS 以字符为基础的单一形态。特别是 20 世纪 90 年代 Windows 3. X 和 Windows 95 的推出,更使计算机的普及应用跨上了一个新的台阶。各种应用软件也纷纷开始支持 Windows 操作系统,竞相推出了其 Windows 版本,Protel Technology 也不示弱,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,设计者再也不用记忆一些繁琐的命令,真正使用户体会到了资源共享的乐趣。

20 世纪 90 年代中期,Windows 95 开始出现,Protel 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出表现。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,因此,1998 年 Protel Technology 公司推出了给人全新感觉的 Protel 98。它是一个可以在 Windows 98 和 Windows NT 平台上运行的集成式软件包,整个安装占用 260 多兆空间,建议设置为 586 级芯片,16 兆内存。它包括 Client/Server 98(客户机/服务器环境)、schematic 98-Advanced pcb 98-Advanced pld 98(原理图设计、制版和 PLD 器件设计)、Advanced route 98-Advanced sim 98(自动布线器和信号模拟器)、digital-analog-discrete simulation models(数字、模拟、离散信号库),它还提供自动布线器 spectra 的接口和 Macro libraries 代码库。特别是 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 Technology 公司继续领先电子设计自动化的新潮流,又推出了最新一代的电子线路设计系统——Protel 99。

1.1.1 Protel 99 新技术介绍

Protel 99 是 Protel 98 的改进版本,它是 Protel Technology 公司 1999 年 4 月推出的印制电路板设计软件,是一个全面、集成、全 32 位的应用于 Windows 95/98/NT 全新 EDA 应用软件,也是目前 Protel 电路绘图软件的最新版本。它不仅是以往版本的升级,更主要的是 Protel 99 在继承了 Protel 98 的所有优点基础上,于 Protel 99 之中又融入了目前许多先进的新技术和新成果,而使其功能和品质有了质的飞跃。真正实现了新增的全新特色功能,使整个电路设计更加快捷、方便。科技人员在电路设计时,从概念到成品过程中所需要的一切——输入原理图设计、建立可编程逻辑器件、直接进行电路混合信号仿真、PCB 设计和布线、保持电气连接和布线规则、检查信号完整性及生成一整套加工文件等,Protel 99 均给予了理想的提供。Protel 99 和 Protel 98 除了文件管理方式不同以外,其菜单、功能对话框基本相同。对于熟悉 Protel 98 的读者,只要掌握 Protel 99 的文件管理方式,就可在很短的时间内学会使用 Protel 99。

Protel 99 的新特性,根本点在于采用了三项新技术:SmartTool,SmartDoc,SmartTeam。这些技术把产品开发的三个方面有机地结合到一起,即设计人员、由设计人员建立的文件和建立文件的工具三者合为一体。

A SmartTool 技术

SmartTool(智能工具)技术的基础是 Client/Server(客户/服务器)结构,它将所有设计工具(原理图设计、电路仿真、PLD 设计、PCB 设计、自动布线、信号完整性分析以及文件管理器,如 MSWord,MSExcel 等)都集成到一个独立、直观的设计管理器界面环境下,设计者可以通过设计管理器访问所有的 Protel 工具。除了 Protel 工具外,SmartTool 技术也允许设计者在设计管理器中编辑非 Protel 文件。设计者可以在设计管理器中直接编辑 ActiveDoc 服务器建立的文件。

B SmartDoc 技术

SmartDoc(智能文档)技术重新定义了文档集成和文档管理,它将设计者在 Protel 99 中设计的所有文件,全部都存储在唯一的一个独立、集成的综合设计数据库中,以. ddb 为后缀方

式。它不仅能够包含 Protel 编辑器生成的从原理图、PCB、输出文件到材料清单等文件,还能容纳任何 Windows 应用程序所建立的如手册、费用表、机械图等文件,这样就很容易对它们进行统一有效的管理。

C SmartTeam 技术

SmartTeam(智能工作组)技术允许设计组一起联合设计。通过使用该技术,多个设计者可以在互联网上进行同一个电路板的单独设计,且同时访问同一个设计数据库的信息,然后再通过工作组管理功能将各个部分集成到设计管理器中。这些任务的实现,均得益于 Design Explorer 中内置的组管理功能。为了便于管理设计组,可以定义组成员的权限,每个成员能够浏览当前打开的文件。必要时也可以更改通告或进行文件锁定保护,以确保整个设计组的工作协调。

1.1.2 Protel 99 特性

A 浮动的网络

通过使用这项功能,用户可以在网络上购买和安装 Protel 99 软件。浮动网络 license 的意思就是 Protel 99 可以安装在任意多台 PC 上,Protel 99 会自动检查,以确认合法的使用数量。

B 良好的兼容性

Protel 99 可兼容多种文件格式,如 TANGO,其他版本的 Protel,OrCAD,P-CAD,PADS,EDIF,Mentor 等,并且输入/输出形式丰富,它包括 Gerber,NC Drill,DXF,Hyperlynx,Pick & Place,ECO 等。另外,可支持中文 Windows 平台以及 Windows 上的所有输出设备。

C 方便灵活的模板

Protel 99 提供了大量标准模板供用户任意使用,用户既可以选择超过 60 个工业标准计算机电路板布线模板创建原理图,也可以自定义自己生成一个电路板模板,并且可以自定义标题栏格式,以适应不同国家的标准。

D 原理图快速连线

点到点的连线,在原理图编辑器的自动连线方式下变得异常容易。从菜单上选择 Place/Wire 后,按空格键切换自动连线方式,观察状态栏就可看到 Auto Wire 方式。只要简单地定义起始点和终结点,Protel 就会自动在原理图上连线。

E PCB 自动布线

PCB 自动布线规则条件的复合选项能极大地方便布线规则的设计,主要在于 PCB 自动布线系统使用了最新人工智能技术,如人工神经网络、模糊专家系统、模糊理论和模糊神经网络等技术。即使对于很复杂的电路板,其布线结果也能达到专家级的水平。同时用在线规则检查功能,支持集成的规则驱动 PCB 布线。

F 极好的手动推挤布线方式

Protel 99 有一些极好的诸如 slam-and-jam 方式(绕障碍法)的手动布线特性,它会像自己布线一样,自动地弯折线,并与设计规则完全一致。在拖拉线时,再结合自动抓住实体的电气网格特性和预测放线特性,就能在很理想的网络上有效地布出带有混合元件技术的复杂电路板。

Protel 99 的手动布线非常容易,新的推挤(push-and-shove)方式可智能地移动已存在的线,让出新线通道,从而能快速准确地布线或预布线。用推障碍方式布线时,对能被推动的线的数量没有限制,每个与设计规则完全一致。

G 易用的布线倒角功能

Protel 99 有两种新的带弧放线方式,可以使用 Shift+空格键的快捷键在五种放线方式之间循环切换。新的方式是 45°带弧和 90°带弧。在这些方式中,弧放在拐角上,按空格键在起点和终结点之间切换。

H 完整的原理图元件库和 PCB 封装库

在 Protel 99 中,原理图符号库和 PCB 封装库都储存在综合数据库中。原理图符号库是在\Design Explorer 99\Library\Sch 文件夹中,PCB 封装库中在\Design Explorer 99\Library\Pcb 文件夹中。当在原理图和 PCB 中工作时,只要从菜单中选择 Design/Add/Remove Library,所需的图形符号和封装通过添加元件库即可到当前库列表中。Protel 99 提供了超过 60 000 个库元件符号,可以通过 Protel Library Development Center 升级广泛的器件库,以及跨零件库搜索零件和零件封装浏览工具功能,从而使选择、取用零件封装变得更为方便。

I 增强的印刷板元件布局工具

在帮助元件布局方面,Protel 99 除保留了原版本中基于统计方式(Statistical Placer)的布局外,又新增了一个新的交互式布局方式和一个组群式(Cluster Placer)的布线器。基于组的自动布局器,以连接为基础创建元件组,然后按最短连接长度和交叉的方式放置这些元件组。这个组放置器服从设计规则对话框中布置表的许多新规则。在设计规则对话框中,Manufacturing Tab 中定义的限制除外。

新的交互式布局选项包含自动选择和自动对齐。使用自动选择方式可以很快地收集相似封装的元件,然后旋转、展开,整理成组,就可以移动到板上所需的位置上了。当基本布局完成后,再使用自动对齐方式,可以整齐地展开或缩紧一组封装相似的元件。

J 增强的 PCB 设计复合规则

在 Protel 99 新的复合设计规则中,很容易实现在布一个网络时,如在顶层设定一个宽度,而在底层又可设不同的宽度;或者关闭顶层过孔的阻焊,而不关闭底层。复合规则允许对不同的规则领域采用逻辑与。

K 灵活的快捷特性

Protel 99 包含灵活的快捷特性——游标手,以帮助更改观察 PCB 工作区域。如使用游标