

Protel DXP

电路设计教程

李东生 张勇 晁冰 等编著



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

Protel DXP 电路设计教程

李东生 张 勇 晁 冰 等编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

01/01

内 容 提 要

Protel 是目前国内最流行的通用 EDA 软件, 它将电路原理图设计、PCB 板图设计、电路仿真和 PLD 设计等多个实用工具组合起来构成 EDA 工作平台, 是第 1 个将 EDA 软件设计成基于 Windows 的普及型产品。与 Protel 99SE 软件相比, 本书介绍的 Protel DXP 功能更加完备、风格更加成熟, 并且界面更加灵活, 尤其在仿真和 PLD 电路设计方面有了重大改进。摆脱了 Protel 前期版本基于 PCB 设计的产品定位, 显露出一个普及型全线 EDA 产品崭新的面貌。

本书通过一些实例重点介绍 Protel DXP 的使用方法和电路设计技巧, 与同类书籍不同点是, 本书篇幅不大, 但涉及面广。在重点介绍原理图设计、PCB 设计, 以及电路仿真设计基础上, 还较全面地介绍了 PLD 电路设计, 介绍了该软件与第三方 PLD 布局布线器的接口方法。为了照顾 Protel 老版本用户尽快熟悉新的 DXP 版本, 本书还简要介绍了 Protel 各个版本之间, 以及与其他几个相关软件之间的功能区别。

本书适用于大中专院校通信电子类专业的师生, 也适用于专业培训班和工程技术人员。

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 DXP 电路设计教程 / 李东生等编著. —北京: 电子工业出版社, 2003.9

ISBN 7-5053-9038-4

I. P... II. 李... III. 印刷电路—计算机辅助设计—应用软件, Protel DXP IV. TN410.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 072406 号

责任编辑: 寇国华

印 刷: 北京市天竺颖华印刷厂

出版发行: 电子工业出版社 <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编: 100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 25.5 字数: 605 千字

版 次: 2003 年 9 月第 1 版 2003 年 9 月第 1 次印刷

印 数: 6000 册 定价: 35.00 元

凡购买电子工业出版社的图书, 如有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系。联系电话: (010)68279077。质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

前 言

EDA(Electronic Design Automation, 电子设计自动化)技术是现代电子工程领域的一门新技术,它提供了基于计算机和信息技术的电路系统设计方法。EDA 技术的发展和推广极大地推动了电子工业的发展,而在教学和产业界的技术推广是当今业界的一个热点话题。EDA 技术是现代电子工业中不可缺少的一项技术,掌握这种技术是通信电子类高校学生就业的一个基本条件。

原理图设计、PCB 设计、电路仿真和 PLD 设计都是 EDA 技术的重要内容,Protel DXP 囊括这几大类 EDA 技术。作为一个普及型的基于电路级设计的 EDA 产品,它较以前版本功能有了很大提升。与 Protel 99SE 相比,其功能提高主要在以下几个方面。

(1) 完全集成化的可视化设计环境,增强了用户接口。3 种方式的工作面板和完全定制的工作环境,使得界面更加友好,使用更加方便。

(2) 新的项目管理和设计完整性分析,信号完整性参数包含过冲、下冲、阻抗和信号斜率等。

(3) 新的设计输入方式,原理图和 FPGA 应用设计入口,并且支持 Xilinx 和 Altera 的全系列的原形库和宏模型库,可直接从原理图中生成 EDIF 文件。

(4) 新的工程分析和验证功能,真正适应 Spice 3f5 模型的混合电路仿真器。数字 SimCode 描述语言扩展到 Xspice,允许数字器件传输延迟、输入和输出负载和受控源建模,以及全部的电子线路分析功能。

(5) 新的设计实现方式,SITUS 拓扑自动布线器执行实时布线规则,并且支持所有的元件封装技术、推挤的交互式布线功能和完全的规则驱动设计。

(6) 新的输出设置和生成方式和多功能的导入导出方式。

本书试图通过具体的使用指导和笔者科研工作的实例描述,简洁和全面地介绍 Protel DXP 软件的功能和使用方法。为了使读者对 Protel 早期版本以及相关的 EDA 软件有所了解,本书在附录中简单介绍了这些软件的基本功能和使用方法。因此,笔者相信本书的内容对于新老版本的 Protel 用户以及其他同类的 EDA 软件用户都会有一定的参考价值。

李东生教授主编本书并编写了第 1 章~第 2 章、第 10 章~第 12 章,张勇编写了第 6 章~第 9 章,晁冰编写了第 3 章~第 5 章,参加本书编写工作的还有王津、陈云利和雍爱霞等。书中参考和引用了多个学者和专家的著作及研究成果,并使用了科研项目组的一些电路设计资料,在此表示深深的敬意和感谢。

由于时间较紧,加之作者水平有限,错漏之处恳请读者给予批评指正。欢迎登录“EDA 教学与研究”网站(<http://www.EDAteach.com>)探讨相关问题,也可以直接发电子邮件与我们联系。电子邮件地址:lidsh@21cn.com。

作 者

2003 年 8 月于合肥

目 录

第 1 章 Protel 软件概述	1
1.1 从 Protel for Windows 到 Protel 99SE	2
1.1.1 Protel for Windows 工作环境和基本功能	3
1.1.2 Protel 98(EDA/Client 98)工作环境和基本功能	5
1.1.3 Protel 99 的工作环境和基本功能	8
1.1.4 Protel 99SE 的工作环境和基本功能	12
1.2 Protel DXP 的新增功能	14
1.2.1 新增功能	14
1.2.2 设计参数	17
1.3 小结	20
1.4 习题	20
第 2 章 Protel DXP 快速入门	21
2.1 运行环境、安装与卸载	22
2.1.1 运行环境	22
2.1.2 安装与卸载	22
2.2 操作环境	25
2.2.1 运行	25
2.2.2 工作面板	26
2.2.3 打开或关闭工作区域	27
2.2.4 PCB 编辑器	31
2.2.5 原理图编辑器	33
2.3 电子系统设计入门	33
2.3.1 电子系统设计流程	34
2.3.2 设计简单原理图	34
2.3.3 设计 PCB	39
2.4 小结	44
2.5 习题	44

第3章 原理图设计基础	47
3.1 设计步骤.....	48
3.2 基本操作.....	49
3.2.1 新建项目和原理图.....	49
3.2.2 设置原理图图纸参数.....	51
3.3 原理图绘制及其工具.....	55
3.3.1 设置环境参数.....	55
3.3.2 加载和卸载系统元件库.....	58
3.3.3 输入原理图.....	60
3.3.4 放置电气连接线和图形部件.....	68
3.4 修改和保存原理图.....	77
3.5 小结.....	81
3.6 习题.....	81
第4章 原理图的后处理	83
4.1 原理图设计规则检查.....	84
4.1.1 自动标注.....	84
4.1.2 编译项目及查错.....	86
4.2 生成原理图网表文件.....	89
4.3 生成和输出各种报表和文件.....	91
4.3.1 输出各种元器件报表.....	91
4.3.2 输出项目的结构组织文件.....	96
4.4 建立层次化原理图.....	97
4.4.1 层次原理图的设计方法.....	97
4.4.2 层次原理图设计.....	98
4.4.3 层次原理图间的切换.....	103
4.5 打印输出原理图.....	104
4.6 小结.....	106
4.7 习题.....	108
第5章 新建和添加原理图库元件	109
5.1 设置原理图库元件编辑器.....	110
5.1.1 启动.....	110
5.1.2 元件库编辑器.....	112
5.2 元件编辑范例.....	114
5.2.1 创建原理图元件.....	114

5.2.2	设置原理图元件的属性.....	117
5.2.3	为原理图元件添加模型.....	118
5.2.4	创建多功能原理图元件.....	122
5.3	添加原理图库元件.....	125
5.4	小结.....	127
5.5	习题.....	127
第 6 章	绘制 PCB	129
6.1	认识 PCB	130
6.1.1	结构.....	130
6.1.2	PCB 的基本元素	130
6.1.3	设计 PCB 的流程.....	132
6.1.4	设置电路板工作层.....	133
6.1.5	设置 PCB 电路参数.....	136
6.1.6	使用 Placement 工具栏.....	142
6.2	绘制 PCB	155
6.2.1	准备原理图和 SPICE Netlist	155
6.2.2	规划电路板.....	157
6.2.3	加载 SPICE Netlist 与元件	158
6.2.4	自动布局元件.....	162
6.2.5	手工调整元件布局.....	164
6.2.6	自动布线.....	168
6.2.7	手工调整布线.....	182
6.2.8	利用向导创建新的 PCB	186
6.3	PCB 的三维立体效果.....	191
6.4	小结.....	191
6.5	习题.....	192
第 7 章	PCB 的后处理	193
7.1	生成 PCB 报表文件.....	194
7.2	打印输出 PCB	204
7.3	小结.....	207
7.4	习题.....	207
第 8 章	添加与修改 PCB 封装元件	209
8.1	元件封装编辑器.....	210
8.1.1	创建 PCB 封装库文件	210

8.1.2	PCB 封装编辑器组成	210
8.2	添加新的元件封装	211
8.2.1	手工添加	211
8.2.2	利用向导	214
8.2.3	管理元件封装	218
8.3	创建项目元件封装库	221
8.4	小结	222
8.5	习题	222
第 9 章	PCB 信号完整性分析	223
9.1	设置信号完整性分析规则	224
9.2	信号完整性分析与仿真	232
9.3	小结	237
9.4	习题	238
第 10 章	电路仿真技术	239
10.1	仿真原理	240
10.2	仿真电路的设计与运行	256
10.2.1	设计仿真电路原理图	256
10.2.2	设置仿真环境后运行仿真	261
10.3	数模混合电路仿真	265
10.4	仿真电路设计实例	272
10.5	小结	277
10.6	习题	277
第 11 章	实现可编程数字电路	279
11.1	可编程逻辑器件及其设计工具	280
11.2	FPGA 设计	281
11.2.1	建立 FPGA 项目	282
11.2.2	创建原理图源文件	283
11.2.3	配置原理图并产生 EDIF-FPGA 网表	284
11.2.4	重新标注 FPGA 和 PCB 设计	288
11.3	VHDL 和原理图设计	289
11.3.1	创建新的 FPGA 项目	289
11.3.2	创建 VHDL 顶层原理图	290
11.3.3	添加 VHDL 测试文件	293
11.3.4	添加 VHDL 元件模型	294

11.3.5 设置仿真选项.....	297
11.3.6 编译和仿真.....	298
11.4 CUPL 语言.....	301
11.5 基于 CUPL 的 PLD 设计.....	320
11.5.1 CUPL 程序设计.....	320
11.5.2 编译 CUPL 程序.....	323
11.6 PLD 仿真实例.....	328
11.7 Protel DXP 与 PLD 布线器的接口.....	334
11.7.1 FPGA 器件属性.....	334
11.7.2 Protel DXP 与 Protel DXP 接口.....	338
11.8 小结.....	342
11.9 习题.....	342
第 12 章 综合工程设计项目实例.....	345
12.1 周期信号频谱测量仪设计.....	346
12.1.1 技术要求.....	346
12.1.2 设计周期信号频谱测量仪电路原理图.....	347
12.1.3 周期信号频谱测量仪印刷电路板设计.....	353
12.2 多用信号发生器单元设计.....	355
12.2.1 工作原理和技术要求.....	355
12.2.2 原理图设计.....	357
12.2.3 PCB 设计.....	357
12.3 交流电压表单元设计.....	359
12.3.1 工作原理和技术要求.....	359
12.3.2 原理图设计.....	359
12.3.3 PCB 设计.....	361
12.4 LC 测量仪单元设计.....	363
12.4.1 技术要求.....	363
12.4.2 原理图设计.....	363
12.4.3 PCB 设计.....	363
12.5 积木插件式实验操作台.....	367
12.6 整机非电气结构图设计.....	368
12.7 小结.....	368
12.8 习题.....	370
附录 A Protel DXP 快捷键.....	371
附录 B 原理图符号及 PCB 封装库.....	377

附录 C 几款相关 EDA 软件的功能比较	385
C1 Power PCB 系列 EDA 软件	386
C1.1 系统要求	386
C1.2 特点	386
C1.3 PowerLogic	388
C2 Orcad 系列 EDA 软件	389
C3 Multisim	394
C4 基于电路和 PCB 设计的 EDA 软件特点及发展趋势	397
参考文献	398

第 1 章 Protel 软件概述

以印刷电路板(PCB: Print Circuit Board)为设计目标的设计工具是最基本的 EDA 软件,具有很广泛的用户群。目前比较流行的 PC 级软件有 Protel、OrCAD 和 Zuken 等,其中 Protel 是国内业界最早使用和最为流行的。该软件发展很快,从第 1 个 Protel for Windows 版本开始,几次比较大的版本调整有 Protel 98、Protel 99 和 Protel 99SE,最近又推出了功能更为强大的 Protel DXP 版本(也称 Altium DXP)。由于版本更新较快,所以有些用户难以适从。为此本章在简述各种 Protel 软件版本的基本功能和工作环境的基础上,简单介绍 Protel DXP 的新功能。

1.1 从 Protel for Windows 到 Protel 99SE

随着集成电路向超大规模和高密度方向发展,EDA 软件已经成为人们进行电子设计不可缺少的工具。而随着计算机技术的进步,EDA 技术不断地适应并促进电子技术的发展。

Protel 以其卓越的功能和旺盛的生命力紧跟计算机操作系统和 EDA 技术的发展步伐,其发展过程反映了计算机技术和 EDA 技术的发展历史。1988 年美国 ACCEL Technologies 公司推出了 TANGO 电路设计软件包,随后 Protel Technologies 公司适时推出了 Protel for DOS 软件包作为 TANGO 的升级版本。该软件以其方便易学,操作简单的风格在很短的时间内迅速在我国流行起来。随着 Windows 操作系统的开发成功,Protel 公司于 1991 年推出了基于 Windows 平台的 PCB 软件包。次年又推出了相应的原理图设计软件,即 Protel for Windows 1.0。此后,Protel 一直是 PC 平台上最流行的 EDA 工具软件之一。1994 年,Protel 公司首创 EDA Client/Server 体系结构,使各种 EDA 工具方便地实现无缝连接,确定了当今桌面 EDA 系统的发展方向。1996 年 Protel 公司收购了美国 NeuroCAD 公司,成为世界上拥有无网格布线技术的少数几家公司之一。

Protel 公司自从 1996 年底推出 EDA/Client 的第三代版本 Protel 3 之后,1998 年推出了 EDA Client 98,成为第 1 个包含 5 个核心模块的真正 32 位 EDA 工具,它是将 Advanced SCH98(电路原理图设计)、PCB98(印刷电路板设计)、Route98(无网格布线器)、PLD98(可编程逻辑器件设计)和 SIM98(电路图模拟/仿真)集成于一体的一个无缝连接的设计平台。

1998 年,Protel 公司引进 MicroCode Engineering 公司的仿真技术和 IncaSEs Engineering GmbH 公司的信号完整性分析技术。然后于 1999 年正式推出 Protel 99,它具有 PDM 功能的强大 EDA 综合设计环境。2000 年,Protel 公司兼并了美国著名的 EDA 公司 ACCEL(PCAD)。随后推出了 Protel 99SE,进一步完善了 Protel 99 软件的高端功能,步入了与传统 UNIX 上大型 EDA 软件相抗衡的局面。此后 Protel 公司又进行了一系列战略性的兼并和调整,包括与 Atmel 的合并,并于 2001 年 Protel 更名为 Altium 公司,随后推出了 Protel DXP 软件。

基于 Windows 平台的 Protel 经过近 10 年的发展,其 Protel DXP 版本集强大的设计能力、复杂工艺的可生产性和设计过程管理(PDM)于一体,可完整地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,以及中间所有分析的仿真和验证。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。

1.1.1 Protel for Windows 工作环境和基本功能

Protel for Windows 软件是第1个基于PC Windows平台的EDA软件,该软件的问世宣告了DOS版电子设计软件历史使命的完成。从而使得EDA软件走向普及,走向大众,对于懒于在学习工具软件上花费太大精力的用户是一大福音。

最初的Protel for Windows V1.5包括两个模块,即Protel Advanced Schematic和Protel Advanced PCB。其中有3个工具,即Schematic Capture、Schematic Library Editor和PCB Design。其最低工作环境要求如下。

(1) 硬件: IBM PC或兼容机,386 CPU并带有数字协处理器,4 MB内存,5 MB以上可用硬盘空间。

(2) 软件: MS Windows 3.1或其中文版。

Protel Advanced Schematic Editor是原理图编辑工具,包括原理图编辑软件Schematic Editor和Schematic Capture,以及原理图库文件编辑器Schematic Library Editor,其工作界面如图1-1所示。

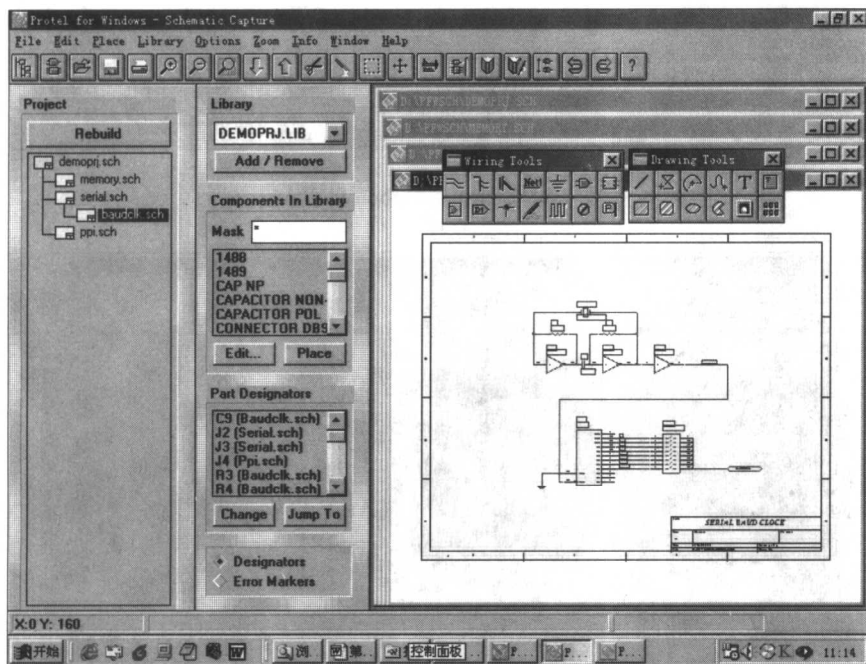


图 1-1 Advanced Schematic Editor 工作界面

主要工作区从左至右为:项目(Project)、库文件(Library)管理区及原理图编辑区。

单击工具按钮可打开如图1-2所示的Schematic Library Editor,用其可编辑原理图元件。

如图1-3所示的Protel Advanced PCB是PCB设计工具,用户可根据原理图SPICE Netlist文件自动或手动设计PCB电路板。

这个最初版本的Protel包含了迄今为止Protel的主要功能,后来升级到Protel for Windows V3.x版本。尽管这个版本在Windows 3.x环境下开发,但在Windows 9x/2000

环境下仍可使用。

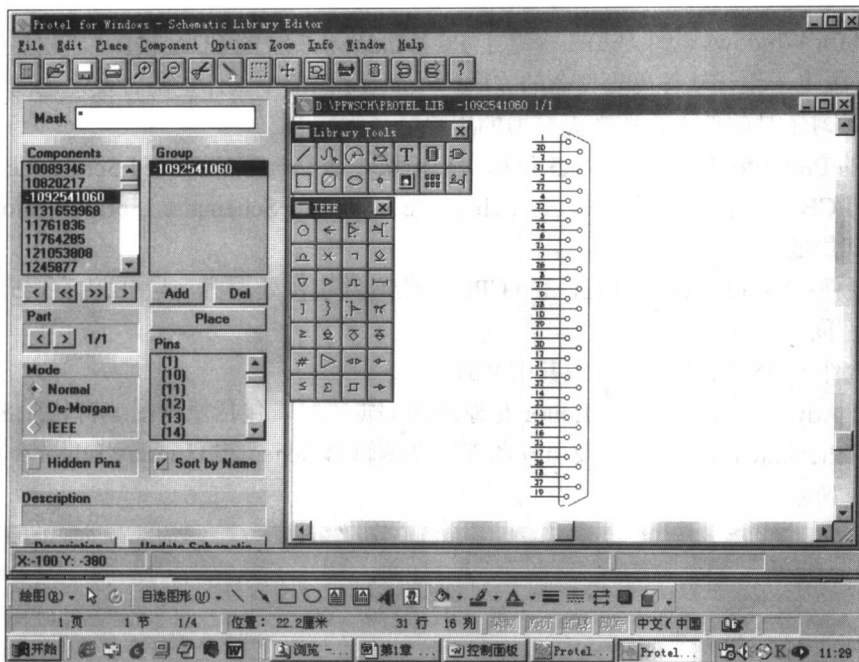


图 1-2 Schematic Library Editor

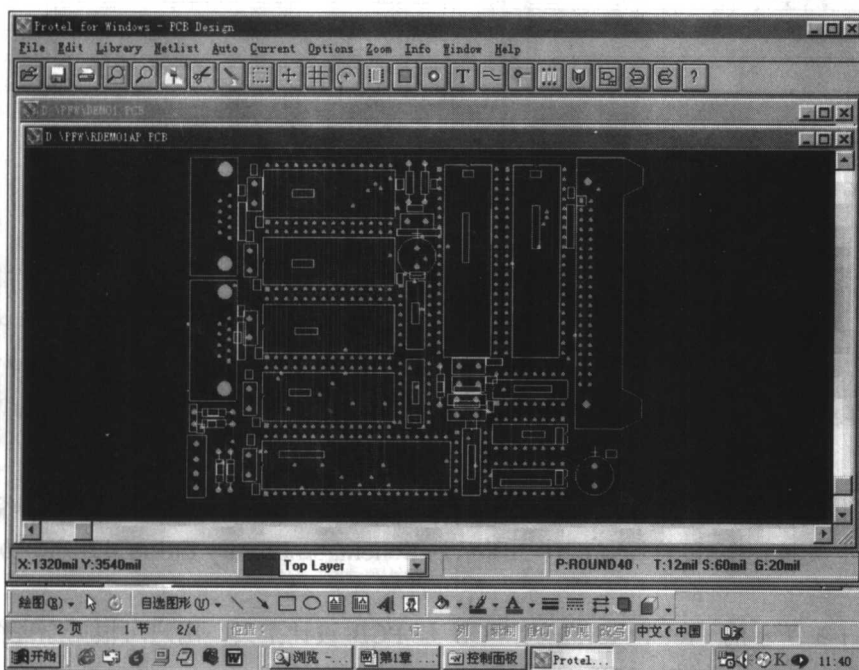


图 1-3 Protel Advanced PCB

1.1.2 Protel 98(EDA/Client 98)工作环境和基本功能

Protel 98 是专为 Windows 95/NT 设计的 32 位 EDA 系统, 比前期的 Protel for Windows V3.x 版本在功能和形式上有了较大的改进。其中增加了可编程电路(PLD)设计工具和数模仿真(Simulation)工具, 并又一次在同类软件中率先采用了统一的 EDA/Client 工作环境, 将 SCH、PCB、PLD、SIM 和 Route 等无缝连接在这个环境下, 并且引入了服务器和客户机的概念。从而改变了前期版本不同模块和不同界面的设计方法, 大大方便了操作。

除此之外, Protel 98 还有如下特点。

- (1) 直接模拟/数字混合仿真 SCH 设计的原理电路图。
 - (2) 可利用原理图输入和硬件描述语言实现 PLD 设计。
 - (3) 采用“规则驱动”和“在线 DRC”的 PCB 设计体系。
 - (4) 多项规则设置涉及到布线、高速电路和特定工艺等方面。
 - (5) 采用 Shape-Based 无网格布线算法, 可轻松实现高密度 PCB 的 100%布通率。
 - (6) 原理图、PCB 和库之间可动态地一致性修改, 并相互检索。
 - (7) 支持工作层分割、包络线技术, 线性或圆形阵列排列等。
 - (8) 正向或反向注释标号和公/英制自动尺寸标注。
 - (9) 利用智能化向导器可完成新建 PCB 及元件封装形式的参数化设计。
 - (10) 兼容多种文件格式, 具有丰富的输入和输出功能。
 - (11) 开放式 EDA/Client 平台提供配套开发工具, 支持标准化图形及多种设计文档的输出。
- 打开 EDA/Client 98, 显示如图 1-4 所示的工作界面。

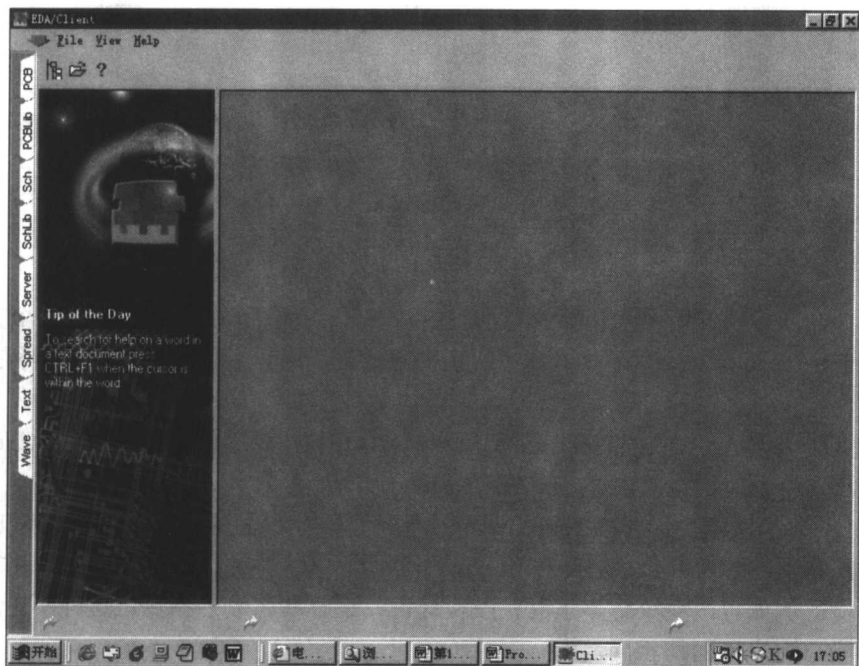


图 1-4 EDA/Client 98 工作界面

其中左边有一个包括 8 个按钮的工具栏，分别对应如下 8 个功能模块。

- (1) PCB: 印刷电路板编辑器。
- (2) PCBLib: 印刷电路图元器件编辑器。
- (3) Sch: 电路原理图编辑器。
- (4) SchLib: 电路原理图元件编辑器。
- (5) Server: 服务器设置窗口。
- (6) Spread: 表格处理器。
- (7) Text: 文本处理器。
- (8) Wave: 波形处理器。

单击其中的任何一个按钮进入相应的工作环境。在 8 个功能模块中, Sch、SchLib、PCB 和 PCBLib 是电路设计所必需的。选择 FileNew 选项, 显示如图 1-5 所示的 Select Document Type 对话框, 选择其中一个图标即可进入相应的工作环境。

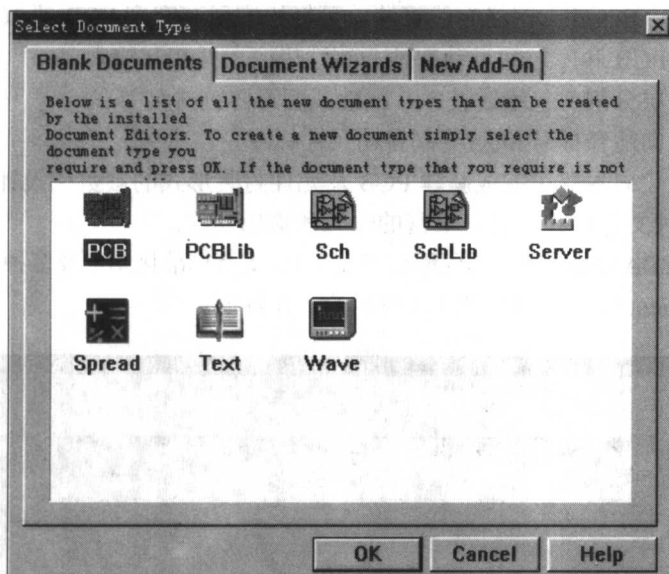


图 1-5 Select Document Type 对话框

单击 Sch 图标, 显示图 1-6 所示的原理图编辑器, 可在其中编辑或打开一个文件。

选择 FileOpen 选项, 显示如图 1-7 所示的对话框, 在其中可选择文件类型和打开的编辑器类型。

选中文件类型 All Files(*.PRJ), Editor 选择 All。单击“打开”按钮即可打开 Client98\Sch\example\demo3.prj 项目文件的全部文件, 如图 1-8 所示。

Protel 的每个版本及同一版本的不同模块保持了操作界面的一致性, 诸如 Sch、PLD、SIM、PCB 和 Route 等都采用一致的用户操作界面。在这样的标准化界面下, 用户可以定制工作环境。例如可改变菜单、工具栏及快捷键, 运行和定制宏指令。这样不论进入到哪个设计阶段, 用户界面均相同。

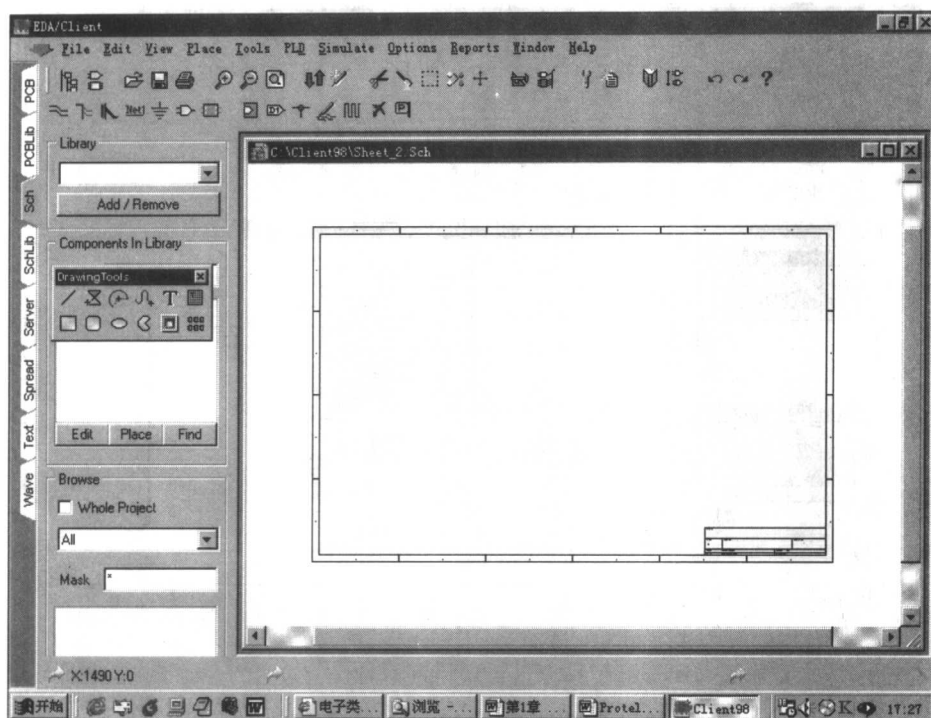


图 1-6 EDA/Client 98 Sch 的原理图编辑器

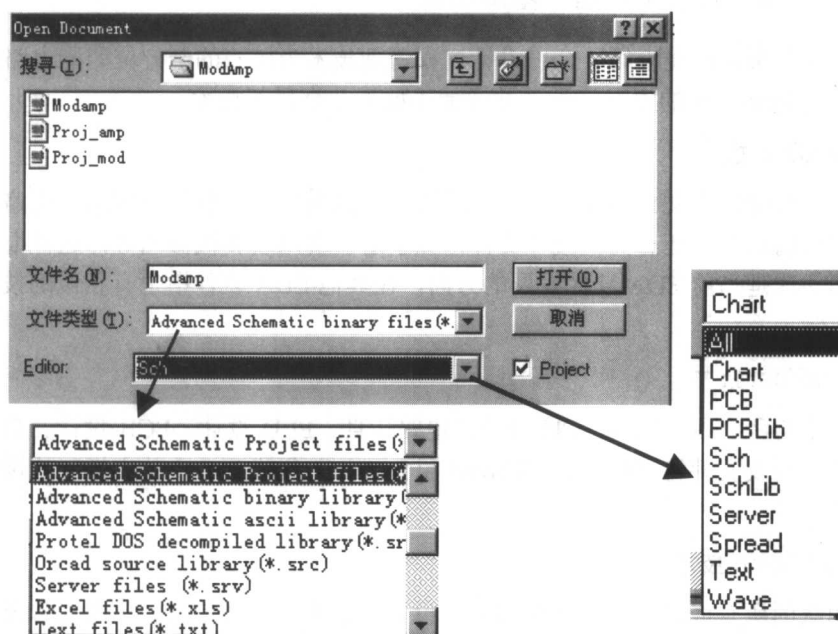


图 1-7 EDA/Client 98 Sch 编辑器