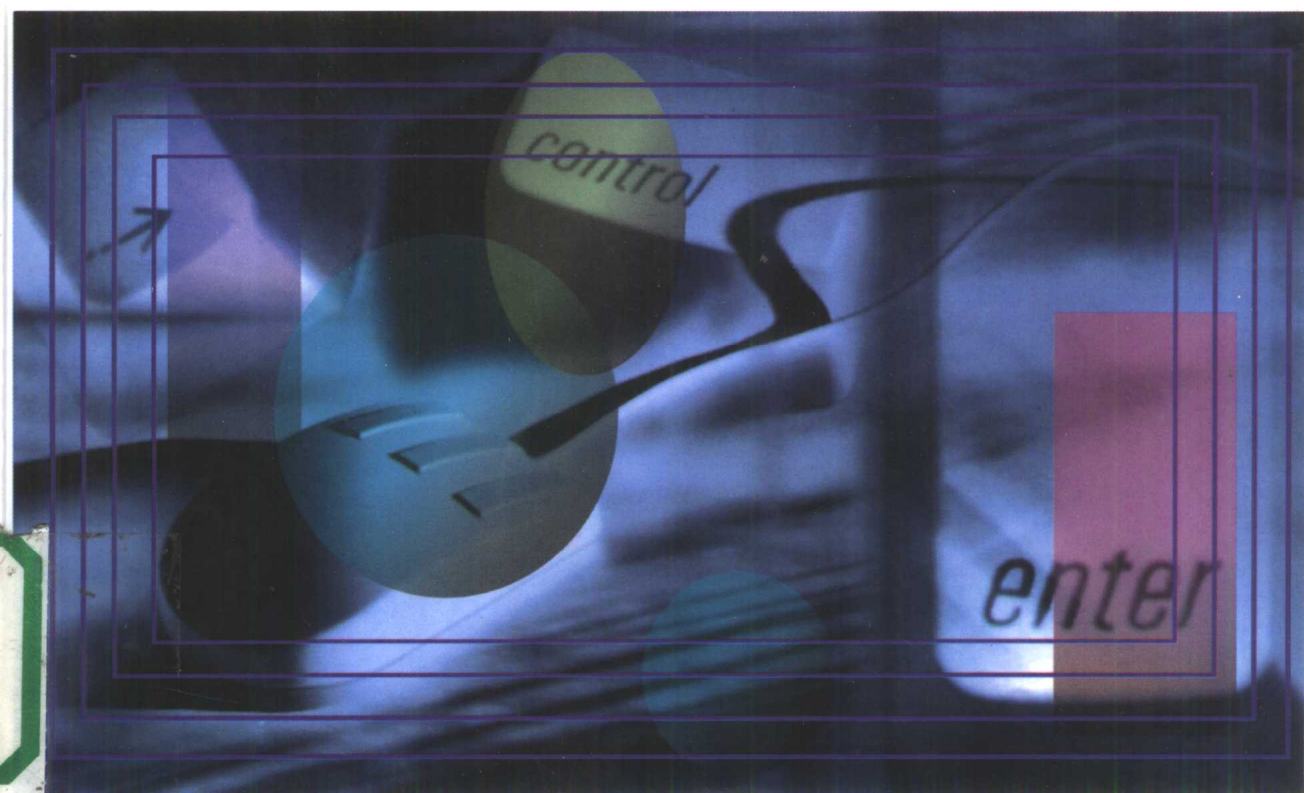


高等职业技术教育机电类专业规划教材

电子线路 CAD Protel 99 使用指南

高等职业技术教育机电类专业教材编委会 组编

王廷才 主编



TN702

12

高等职业技术教育机电类专业规划教材

电子线路 CAD

Protel 99 使用指南

高等职业技术教育机电类专业教材编委会 组编

主 编 王廷才

参 编 胡应占 倪卫东 叶轻舟

余丙荣 王崇文

主 审 袁祥辉



机械工业出版社

Protel 99 是运行在 Windows 环境下的 EDA 设计系统,其强大的功能使电子线路的设计质量和设计效率大为提高,已成为众多电子线路设计人员首选的计算机辅助设计软件。

本书以“学以致用”为指导思想,结合典型实例详细介绍了 Protel 99 的使用方法,全书分为四个部分:Protel 99 的新功能及文档管理方式;电路原理图的设计绘制;印制电路板图的设计制作;电路仿真。

本书的编者都是多年从事教学和科技工作的教师,具有坚实的理论基础和丰富的实践经验。本书内容翔实、实例丰富、图文并茂、通俗易懂,可作为大专及高职院校电子类、电气类及相关专业的教材,也可供电子线路设计人员和自学人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

电子线路 CAD Protel99 使用指南/王廷才主编. —北京:
机械工业出版社, 2001.5
高等职业技术教育机电类专业规划教材
ISBN 7-111-08544-2

I. 电… II. 王… III. 电路设计: 计算机辅助设计-应用软件, Protel99-高等学校: 技术学校-教材
IV. TN702

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 14680 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)
责任编辑: 贡克勤 版式设计: 霍永明 责任校对: 韩 晶
封面设计: 方 芬 责任印制: 路 琳
中国建筑工业出版社密云印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2001 年 5 月第 1 版·第 1 次印刷
1000mm×1400mmB5·11.125 印张·431 千字
0 001-4 000 册
定价: 25.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
本社购书热线电话 (010) 68993821、68326677-2527

高等职业技术教育机电类专业教材编委会

名誉主任委员	严雪怡 刘际远		
主任委员	上海机电技术高等专科学校	孙兴旺	副校长
副主任委员	福建高级工业专门学校	黄森彬	副校长
	南京机械高等专科学校	左健民	副校长
	陕西工业职业技术学院	翟 轰	校 长
	湘潭机电高等专科学校	曾家驹	副校长
	包头职业技术学院	李俊梅	副校长
	无锡职业技术学院	韩亚平	调研员
	浙江机电职工大学	管 平	副校长
	机械工业出版社教材编辑室	林 松	主 任
	(排名不分先后)		
委员单位	邢台职业技术学院		
	湖南工业职业技术学院		
	(等 26 所院校)		

序

职业教育指受教育者获得某种职业或生产劳动的职业道德、知识和技能的教育。机电行业的职业技术教育是培养在生产一线的技术、管理和运行人员，他们主要从事成熟的技术和管理规范的应用与运作。随着社会经济的发展和科学技术的进步，生产领域的技术含量在不断提高。用人单位要求生产一线的技术、管理和运行人员的知识与能力结构与之适应。行业发展的要求促使职业技术教育的高层次——高等职业教育蓬勃成长。

高职教育与高等工程专科、中专教育培养的人才属同一类型，都是技术型人才，毕业生将就业于技术含量不同的用人单位。高等职业教育的专业设置必须适应地区经济与行业的需求。高等职业教育是能力本位教育，应以职业分析入手，按岗位群职业能力来确定课程设置与各种活动。

机械工业出版社出版了大量的本科、高工专、中专教材，其中有相当一批教材符合高等职业教育的需求，具有很强的职业教育特色，在此基础上这次又推出了机械类、电气类、数控类三个高职专业的高职教材。

专门课程的开发应遵循适当综合化与适当实施化。综合化有利于破除原来各种课程的学科化倾向，删除与岗位群职业能力关系不大的内容，有利于删除一些陈旧的内容，增添与岗位群能力所需要的新技术、新知识，如微电子技术、计算机技术等。实施化是课程内容要按培养工艺实施与运行人员的职业能力来阐述，将必要的知识支撑点溶于能力培养的过程中，注重实践性教学，注重探索教学模式以达到满意的教学效果。

本教材倾注了众多编写人员的心血，他们为探索我国机电行业高职教育作出可贵的尝试。今后还要依靠广大教师在实践中不断改进，不断完善，为创建我国的职业技术教育体系而奋斗。

赵克松

前 言

本书是机电类高职高专规划教材，可作为相关学校电子类、电气类专业教科书，亦可供从事电子线路设计的科技人员和大中专学生参考。

Protel 99 是基于 Windows 平台的 32 位 EDA 设计系统，它具有强大便捷的编辑功能、卓有成效的检测手段和完善灵活的设计管理方式，已成为众多电子线路设计人员首选的计算机辅助设计软件。

本书以“学以致用”为指导思想，结合典型实例系统地介绍了 Protel 99 的各种基本功能和应用技巧，使读者能够方便快捷地掌握 Protel 99。

本书共八章，第一章为 Protel 99 基础知识；第二章至第四章介绍了 Protel 99 原理图设计系统，包括原理图编辑器的基本功能、原理图的绘制、网络表及各种报表的生成、电气规则检查、原理图的输出和原理图元件库的编辑管理等内容；第五章至第七章详细介绍了 Protel 99 印制电路板设计系统，内容包括 PCB 编辑器的基本功能、印制电路板的设计制作、PCB 图生成各种报表文件、PCB 图的输出以及 PCB 元件库的编辑管理等；第八章详细介绍了 Protel 99 电路仿真功能。每章后附有思考题与习题，以利教学使用。Protel 99 因是国外软件，故其电工图形符号与我国标准会有差异，请读者阅读时注意。全书结构合理、条理清晰、内容翔实、通俗易懂、图文并茂，方便电路设计专业人员参考和初学者自学。

本书由王廷才主编，第一、二章由王廷才编写，第三章由王崇文编写，第四、七章由余丙荣编写，第五章由胡应占、倪卫东共同编写，第六章由倪卫东编写，第八章由叶轻舟编写，全书由王廷才统稿。重庆大学光电工程学院博士生导师袁祥辉教授在百忙中仔细认真地审阅了全书，提出了许多宝贵的意见。在编写过程中，作者参阅了多位同行专家的编著文献，在此一并真诚致谢。

由于编者水平有限，时间仓促，不足之处请广大读者批评指正。

编 者

2001 年 1 月

目 录

序

前 言

第一章 Protel 99 基础	1
第一节 Protel 99 概述	1
第二节 认识 Protel 99	6
第三节 设计管理器的使用	17
第四节 文档文件的管理	24
思考题与习题	30
第二章 原理图编辑入门	31
第一节 原理图编辑器	31
第二节 简单电路原理图编辑实例	35
思考题与习题	45
第三章 原理图设计	46
第一节 原理图设计工具栏及画面调整	46
第二节 图样参数设置	53
第三节 在工作平面上放置元件	60
第四节 连接线路	72
第五节 画图工具	83
第六节 图形元件的排列	91
第七节 层次原理图设计	98
第八节 原理图电气测试	110
第九节 报表文件生成	115
第十节 原理图输出	125
思考题与习题	128
第四章 元件库编辑器	130
第一节 元件库编辑器概述	130
第二节 创建新元件	136
第三节 元件库的管理	141
思考题与习题	146
第五章 印制电路板图的编辑	147
第一节 PCB 图设计流程及文档管理	147
第二节 PCB 图的视图管理及工具栏	156

第三节 参数设置	160
第四节 规划电路板	171
第五节 元件封装及封装库	178
第六节 元件封装的放置	183
第七节 实体放置和属性设置	189
第八节 手工布局	204
第九节 手工布线	219
第十节 自动布局	232
第十一节 自动布线	245
第十二节 设计规则检查	259
第十三节 生成各种 PCB 报表	264
第十四节 输出 PCB 电路板图	274
思考题与习题	284
第六章 PCB 浏览管理器	286
第一节 PCB 浏览管理器简介	286
第二节 PCB 浏览管理器的使用	288
思考题与习题	300
第七章 PCB 元件库编辑器	301
第一节 PCB 元件库编辑器概述	301
第二节 创建新元件封装	307
第三节 PCB 元件库管理	316
思考题与习题	319
第八章 电路仿真	320
第一节 SIM 99 仿真库中的主要元件	320
第二节 SIM 99 中的激励源	326
第三节 仿真器设置	332
第四节 运行电路仿真	340
思考题与习题	346
参考文献	347

第一章 Protel 99 基础

Protel 99 是 Protel 公司于 1999 年推出的电子电路设计软件，与 Protel 98 比较增加了不少新功能，2000 年该公司又推出改进版 Protel 99 SE。Protel 99 集强大的设计能力、复杂工艺的可生产性、设计过程管理（PDM）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。既满足了产品的高可靠性，又极大缩短了设计周期，降低了设计成本。

本章介绍 Protel 99 的基础知识，主要内容有：Protel 99 的新功能、运行环境、体系结构、窗口界面及文档文件的管理等。

第一节 Protel 99 概述

Protel 99 功能强大，为我们进行电子电路原理图和印制板图的设计提供了良好的操作环境。Protel 99 除了具备以前版本所具备的功能之外，还新增了许多功能，其体系结构和运行环境也有一些新变化。

一、Protel 99 的新功能

Protel 99 新增的功能主要有：

1. 使用设计管理器

Protel 99 使用了设计管理器窗口界面，设计管理器可方便地联系设计工具和设计窗口。设计管理器的文档管理与 Windows 的资源管理器功能相似，它图示了设计项目内部各文件之间的关系，并对当前的设计项目实施有效的管理。

在设计管理器中智能工具技术使得用户可以编辑由其他支持 OLE 的活动文档服务器所创建的文档。例如 Microsoft Word、Microsoft Excel 和 Visio 等等。

2. 文档统一管理

Protel 99 采用设计数据库文件来存放所有的文档文件。它相当于以前的项目文件，但是功能要强大得多，不但可以包含 Protel 99 本身的编辑器所创建的文档，甚至可以包含其他 Windows 应用程序所创建的文档。这样对文档就可以方便地进行统一管理。

3. 设置访问权限

Protel 99 可使用户创建一个新的设计数据库文件时，为该文件设置权限管理

组，以防止权限管理组以外的人进行非法操作。权限组成员可以完全访问该设计数据库文件的所有文档，也可以定义成员的访问权限。

4. 方便调用设计工具

Protel 99 为方便用户使用，提供了多种设计工具。例如，在编辑原理图时，可以调出相关的连线、画图、电源等工具栏；在编辑印制电路板（Printed Circuit Board，以后简称 PCB）图时，可以调出放置元件封装等工具栏。用户也可以进行多窗口编辑，例如打开原理图和 PCB 图两个编辑窗口，可同时对两图进行编辑；还可以打开编辑原理图窗口进行仿真，而另开一个窗口来查看仿真结果。

5. 同步设计

Protel 99 智能同步设计使得保持原理图和 PCB 图之间的一致性变得更加容易。通过 Protel 99，用户不经过网络表就可以直接从原理图传递修正信息到 PCB 图。同样，也可以从 PCB 图传递修正信息到原理图中。

6. 电路仿真及信号分析

Protel 99 包含了一个全新的与 SPICE 3f5 兼容的模拟/数字仿真器，这使得模拟和数字信号电路仿真成为可能。通过仿真可以了解网络阻抗、传播延迟、信号质量、信号反射、串音以及电磁兼容性问题以及它们带来的影响。Protel 99 所带的完全信号分析工具能够精确地模拟和分析电路板的性能，从而使得用户可以修正不合理的地方。

二、Protel 99 的体系结构及设计组件

Protel 99 采用的是客户/服务器体系结构，其主应用程序 Client 99. exe 提供了一个基本框架窗口和 Protel 99 组件之间的用户接口。例如当要编辑一个原理图文档或者 PCB 文档时，原理图编辑器或者 PCB 编辑器这些内嵌的服务器程序就会被调用。而运行主框架窗口时，各服务器程序只有在需要时才被调用，从而加快了主程序的启动速度。

对于用户来说，使用 Protel 99 并不需要了解 Protel 99 的客户/服务器体系是如何工作的，但是对服务器有一个基本的了解对于学习 Protel 99 是有帮助的。Protel 99 虽然包含众多的服务器程序，但是基本上可以分为 5 个组件，分别为原理图设计组件、PCB 设计组件、自动布线组件、可编程逻辑设计组件和仿真组件。实际上，后三个组件都是为前两个组件服务的，电路设计的最终目的是为了获得原理图和 PCB 图，而原理图又是为 PCB 图服务的。下面简单介绍各组件。

1. 多功能高效率的原理图设计组件 Schematic 99

基于 Windows 平台的 Prote 1 99 中的 Schematic 99 模块是一个功能完备的多图样层次化的原理图编辑器，包含快速设计录入、自动连线、多接口输入输出等

高级工具。提供了 6 万多个原理图符号。可以高效实现电子产品从设计构思到电学设计的完整过程。

原理图设计组件支持模块化设计方法,用户可以将整个系统划分为几个子系统,子系统再划分为几个功能模块,功能模块又划分为一些基本模块。对基本模块分别进行电路设计,最后按照各个基本模块之间的关系将它们再组织起来形成一个整体,从而完成系统的整个设计过程。

原理图设计组件的编辑器具有丰富而又强大的编辑功能。电气栅格特性提供了所有电器件的自动连接功能,这使得手工布线工作变得更为方便。在编辑器中完全是交互式的全局编辑,用户只要在一个设计对象上双击鼠标右键,就可以调出该对象的属性对话框,直接进行修改,不但直观而且方便。运行于 Windows 的环境下,原理图编辑器中也可以实现如复制、剪切、粘贴等普通的编辑功能,同时可由用户自己设置多次撤消/重复功能。为了方便 Protel for DOS 版本的用户,在 Protel 99 中仍旧保持了大多数的功能热键。

原理图设计组件还具有强大的电气检查功能,能够快速地对大型的复杂电路进行检查,并可检查结果直接标记在原理图中,从而大大方便了原理图的修正。和大多数 Windows 应用程序一样,Protel 99 也提供了向导功能,用户可以使用向导设计功能电路模块,例如放大器、滤波器、电源电路等等。用户还可以利用组件内嵌的 API 函数或者宏语言来建立自己的向导程序。

原理图设计组件具备完善的库元件编辑和管理功能。其中原理图设计器提供了多达数万个元件的元件库,如果用户从这些库中没有找到符合自己要求的元件,还可以自行创建原理图元件。

原理图和 PCB 图之间可以交叉查找元件、网络。元件标号可以双向注释,既可以从原理图将修正信息传递到 PCB 图中,也可以由 PCB 图将修正信息传递到原理图中,从而保证原理图和 PCB 图之间的高度一致性。Protel 99 中原理图和 PCB 图之间的同步设计变得更为容易了。

2. 功能强大的 PCB 设计系统 PCB 99

Protel 99 中的 PCB 99 模块为您提供了一个交互友好和高效强大的 PCB 设计环境。在 PCB 99 中,PCB 的物理规则定义和工艺特性要求都由设计参数来全面控制。参数化设计代表了当今 CAD 发展的潮流。

PCB 设计组件作为 32 位的 EDA 设计系统,能够管理的元件、网络以及连接等的数目仅受限于实际的物理内存。该组件提供各种形状的焊盘。

和原理图编辑器一样,PCB 编辑器也具备了丰富而又灵活的编辑功能,提供交互式的全局编辑,对象属性的修改操作和原理图中完全一样。支持飞线编辑和网络编辑。此外,集成的操作记录系统会记录下用户的每一步操作,并保存到文件中,用户可以据此来修正原理图。

PCB 设计组件借助于自动布线组件, 能够实现设计的自动化, 同时具备在线式的设计规则检查 (DRC), 以修正违反设计规则的错误。

PCB 设计组件具备了完善的库元件管理功能, 用户可以方便快速地创建一个新的 PCB 元件。通过网络还可以访问多用户库, 使得用户元件库的共享更为方便。

PCB 设计组件还具有良好的开放性。其编辑器可以调入众多 EDA 设计系统的设计文件, 例如 PADS2000、PADS PCB、ORCAD PCB、Protel For DOS 以及 TANGO 等版本的设计文件。

3. 自动布线组件 Route 99

Protel 99 中的 Route 99 模块是一个完全集成的基于形状 (Shape-based) 的无网格自动布线器。布线效率高, 使用方便, 布线质量能达到专业设计者的水平。其综合布线能力完全可与传统工作站上的大型 EDA 软件媲美。

该组件主要是为 PCB 设计组件服务, 用以实现设计的自动化功能。在 Protel 99 中, 该组件没有独立的用户接口界面, 而纯粹作为一个内在的服务器程序, 通过 PCB 编辑器实现与用户的交互。

自动布线组件采用了基于人工智能的布局方法, 可以对 PCB 板面进行优化。其布线器采用了拆线重试的多层迷宫布线算法, 可以同时处理全部信号层的自动布线, 并进行优化。还支持基于形状的布线算法, 可以实现高难度、高精度的 PCB 自动布线。

4. 通用的可编程逻辑器件设计 PLD 99

Protel 99 中的 PLD 99 模块是一个集成的 PLD 开发环境。可使用原理图或 CUPL 硬件描述语言作为设计前端, 全面支持各大厂家器件, 集成有 PLD 功能仿真和工业标准 JEDEC 输出, 为所有 PLD 和 CPLD 设计者提供了通用、便捷的解决方案。

该组件用于设计可编程逻辑器件, 经 PLD 编译器进行编译, 以生成熔丝图文件, 用来制作具有相应功能的器件。

5. 高级数模混合电路信号仿真组件 SIM 99

Protel 99 中的 SIM 99 模块是一个基于最新 SPICE 3f5/XSPICE 标准的仿真器, 并与 Protel 99 的原理图设计环境完全集成, 为您的设计前端提供了完整、直观的解决方案。

该组件根据原理图文件对相应的实际电路进行模拟, 可以进行模拟信号和数字信号的仿真, 同时给出输出信号的波形。由于具备了该组件, 给用户的电路设计工作带来了很大的方便。在最后制作电路板之前, 用户可以利用该组件先进行电路模拟, 了解理想情况下电路的工作情况, 判断是否符合要求, 从而进行针对性的修正。

三、Protel 99 的运行环境

Protel 99 的运行环境包括软件环境和硬件环境。

1. 软件环境

软件环境主要是指对操作系统的要求。Protel 99 要求运行在 Windows95/98、Windows NT 4.0 或者更高版本操作系统。

2. 硬件环境

为了充分发挥 Protel 99 的强大功能,机器的性能越高越好。至少具备如下的硬件配置:

- CPU: Pentium 166 以上,或者其他公司的同等级的 CPU;
- 内存 RAM: 32MB 以上;
- 硬盘: 剩余空间 400MB 以上;
- 显示卡: 显示卡内存在 1MB 以上;
- 显示器: 15" 以上,显示分辨率为 800*600 以上。显示分辨率 1024×768 为 Protel 99 设计窗口的标准显示方式,显示分辨率为 800*600 时,浏览管理器窗口下半部分将被截去,不过在设计器窗口进行的设计还可以进行。

四、Protel 99 的安装及文件组成

1. Protel 99 的安装

用户最好使用 Protel 99 正版软件,正版软件功能完善、运行稳定、安全性好。在购买正版软件以前,也可以通过[http://www. Protel. com](http://www.Protel.com)网站免费下载 Protel 99 最新的试用版,不过它只有 30 天的试用期。Protel 99 的安装很简单,用户只需要根据安装过程中的提示一步一步操作,即可完成安装工作,安装过程这里从略。

2. Protel 99 的文件组成

Protel 99 安装完成后,系统将在用户指定的安装目录下创建几个子文件夹,其中主应用程序文件 client99. exe 放在安装目录下。安装目录下其他文件夹情况请参见表 1-1。

表 1-1 Protel 99 的文件夹结构

文件夹名称	存放文件说明
Backup	存放被修改的文档的备份
Examples	存放 Protel 99 附带的例子
Help	存放 Protel 99 的帮助文件
Library	该文件夹下有 5 个子文件夹: PCB、PLB、SCH、SignalIntegrity 和 SIM,分别存放 PCB 库文件、PLD 库文件、原理图库文件、信号完整性库文件和仿真库文件
System	存放 Protel 各服务器程序文件

由于引进了设计数据库文件，所有的原理图文档、PCB 图文档等设计文件都包含进了设计数据库文件中，设计数据库中的这些文档仍然是一个个独立的文件，文件类型往往通过文件扩展名加以区分，Protel 99 的文件类型请参见表 1-2 的说明。

表 1-2 Protel 99 的文件类型及其说明

文件扩展名	文件类型说明
.abk	自动备份文件
.ddb	设计数据库文件
.pcb	印制版图文件
.sch	原理图文件
.lib	元件库文件
.net	网络表文件
.prj	项目文件
.pld	pld 描述文件
.txt	文本文件
.rep	生成的报告文件
.ERC	电气法则测试报告文件
.XLS	元件列表文件
.XRF	交叉参考元件列表文件

Protel 99 生成的各种报表都属于文本文件，各种报表常具有不同的扩展名。

第二节 认识 Protel 99

使用 Protel 99 软件，一定要首先了解 Protel 99 的窗口界面、文档组织方式及基本的操作方法。

一、Protel 99 的文档组织方式

Protel 99 采用 Microsoft Access 数据库的存取技术，将各种文档都存在一个设计数据库文件中，进行统一管理。要创建一个原理图或者 PCB 图文档，必须先建立一个设计数据库文件，然后再往数据库中添加各种文档。Protel 99 除了维护各种文档的备份之外，还同时在设计数据库文件所在的目录维护该设计数据库文件的备份。

在 Protel 99 中, 设计数据库相当于一个文件夹, 文件夹下可以创建文件, 也可以创建子文件夹, 如图 1-1 所示。

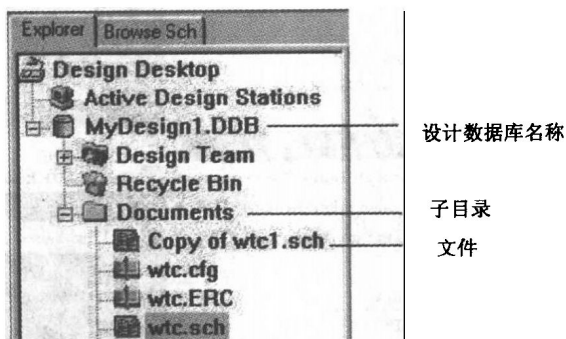


图 1-1 设计数据库的目录树结构

设计管理器的“Explorer”文档管理器是以目录树的形式对设计数据库进行管理的, 这和 Windows 资源管理器中的左窗口类似。用户可以根据要设计的电路, 在设计数据库中建立一些子文件夹, 分别存放各个功能模块对应的文档。子文件夹的名称可以根据所划分的功能模块来决定, 以能够在一定程度反映存放的文档所代表的电路的功能。这种分门别类的管理方法有益于大型复杂电路的设计。

二、Protel 99 的启动和关闭

1. Protel 99 的启动

安装 Protel 99 之后, 系统会在“开始”菜单和桌面上放置 Protel 99 主应用程序的快捷方式, 因此启动 Protel 99 的操作很简单。操作步骤如下:

1) 单击任务栏上的“开始”按钮。

2) 在调出的“开始”菜单组中单击“Protel 99”菜单项, 如图 1-2 所示。系统即可进入设计主窗口。

按下面的方法操作也可以进行启动。

在调出的“开始”菜单中将鼠标指针移到“程序(P)”菜单项, 停留片刻在调出的“Protel 99”菜单组中单击“Protel 99”菜单项进行启动, 如图 1-3 所示。

启动 Protel 99 的另一方法是直接在桌面上双击 Protel 99 程序图标, 如图 1-4 所示。

启动主应用程序之后会出现如图 1-5 所示的

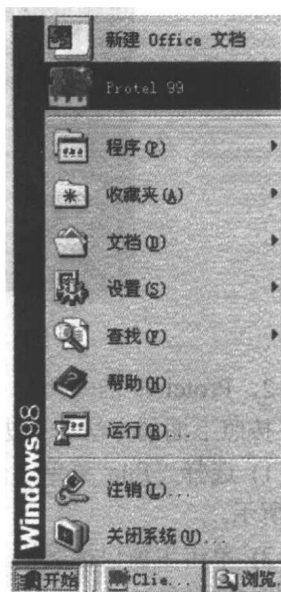


图 1-2 单击“开始”菜单组的“Protel 99”菜单项进行启动

界面。

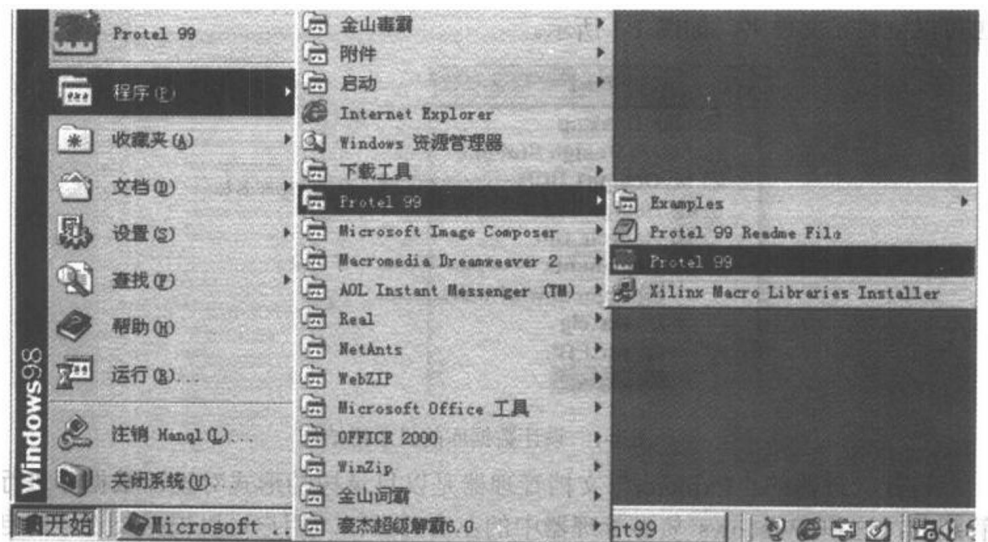


图 1-3 单击“Protel 99”菜单组中“Protel 99”菜单项进行启动

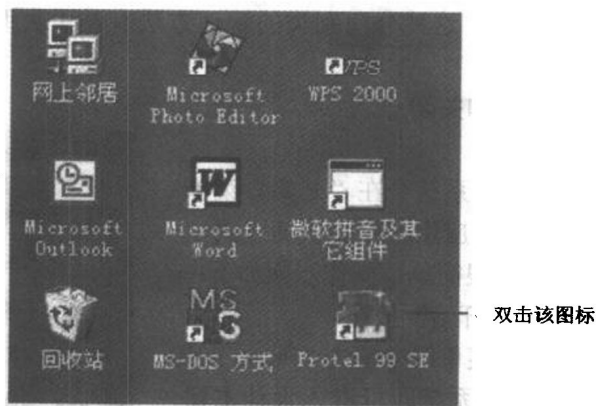


图 1-4 双击桌面的“Protel 99”图标进行启动

2. Protel 99 的关闭

按照下面的方法之一进行操作可以关闭 Protel 99 主程序：

1) 选择“File”菜单，然后在弹出的下拉菜单组中选择“Exit”菜单项，如图 1-6 所示。

2) 单击主窗口标题栏上的“退出”按钮，或者直接双击“系统菜单”按钮，如图 1-7 所示。

3) 按下 **Alt+F4** 组合键。



图 1-5 启动后的 Protel 99 主窗口

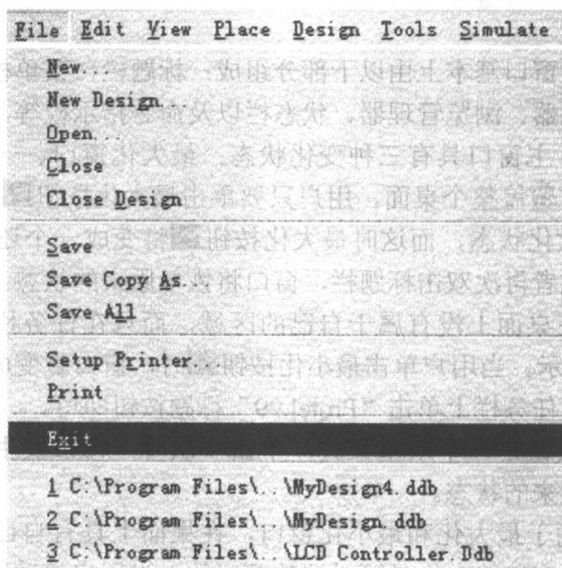


图 1-6 执行菜单命令退出 Protel 99