



Protel99SE

电路板设计及疑难问题详解

李 玮 主编



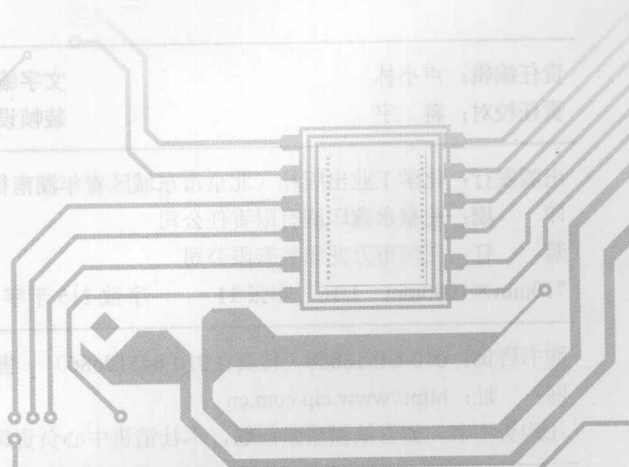
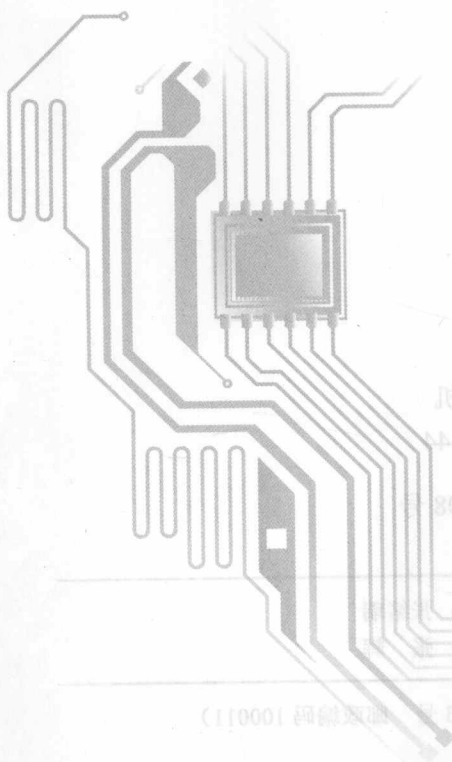
013061238

TN410.2
250

Protel 99SE

电路板设计及疑难问题详解

李 玮 主编



化学工业出版社

· 北京 ·



北航

C1666903

TN410
250

01308133

Protel 99 SE

Protel 99 SE 电路板设计及疑难问题详解/李玮主编

李玮 主编

图书在版编目 (CIP) 数据

Protel 99 SE 电路板设计及疑难问题详解/李玮主编.

北京: 化学工业出版社, 2013.7

ISBN 978-7-122-17402-4

I. ①P… II. ①李… III. ①印刷电路—计算机
辅助设计—应用软件—问题解答 IV. ①TN410.2-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 104708 号

责任编辑: 卢小林

文字编辑: 张绪瑞

责任校对: 蒋宇

装帧设计: 张辉

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装订: 三河市万龙印装有限公司

710mm×1000mm 1/16 印张 11 字数 215 千字 2013 年 8 月北京第 1 版第 1 次印刷

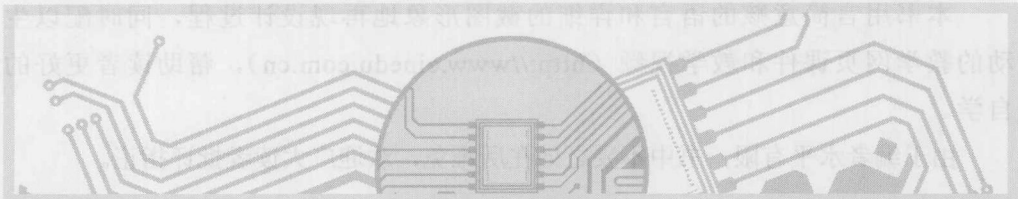
购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 36.00 元

版权所有 违者必究



前 言

印制电路板设计是目前在电子行业普遍应用的技术，各大高校及中专技校普遍开设印制电路设计方面的课程，用书种类繁多，围绕 Protel 的教材及参考书很多，但是这些书大多注重介绍运用软件的基本操作和基本的设计方法。本书以完整的案例贯穿设计工作全流程，详细分析各类易出现的问题，并说明如何解决，有较强的实用性。

本书按照实际设计流程，运用简单项目为主线，组织学习内容，以图文结合的方式介绍了 Protel 99SE 设计印制电路板的完整流程和技巧方法，设计过程中初学者容易出现的错误及修改方法。

本书弱化了软件菜单的讲解，而将重点放在各个设计阶段的疑难解答，以弥补众多设计类工具书的缺失。

第 1 章，简要介绍了计算机辅助设计的概念，也特别注重工程设计的流程介绍，给读者一个总体印象。

第 2 章至第 6 章，以项目设计流程为主线，采用设计过程分步，但前后内容紧密衔接地方式贯穿讲解了设计的必要方法。着重解决了各阶段的疑难问题，对学习电子 CAD 设计起到重要辅助作用。

第 7 章，配合一个短小精悍的实际案例，从一个 PCB 工程师的角度出发，展示了从接收设计任务到切入设计流程的全过程，最终顺利完成设计。

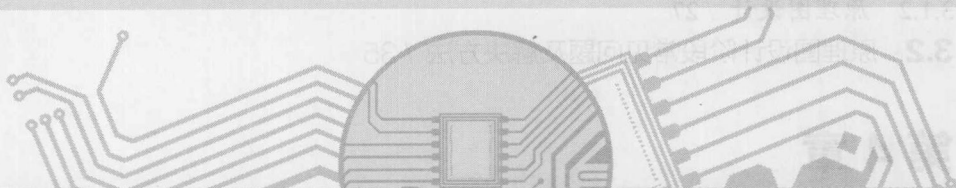
通过以上内容，读者可以对电子 CAD 这门技术有一个总体的认识，并能在本书的辅助下进行入门级的设计。本书既可以作为在校生学习的教材和工具书，也可以作为社会人员自学的参考书。

本书编者均从事教学及工程实践多年，本书由李玮主编，参加编写的人员还有裴忠贵、李琳、冯益斌、车金庆、孙菊妹、刘书凯、卞茹萍、王彩霞和邵姣。全书由龚益民主审。

本书用言简意赅的语言和详细的截图形象地再现设计过程，同时配以生动的教学网页课件和教学视频 (<http://www.cipedu.com.cn>)，帮助读者更好的自学。

由于编者水平有限，书中不妥之处在所难免，欢迎广大读者批评指正。

编者



目 录

第 1 章

计算机辅助设计简介

1

1.1 计算机辅助设计 / 1

1.2 Protel 99 SE 软件介绍 / 2

1.2.1 Protel 99 SE 设计软件包含的主要功能模块 / 2

1.2.2 Protel 99 SE 的组成 / 3

1.2.3 常用编辑器之间的关系 / 3

1.3 印制电路板 (PCB) 设计流程 / 4

第 2 章

元器件符号设计阶段疑难解析

6

2.1 元器件符号设计方法及技巧 / 7

2.1.1 原理图符号编辑器 / 7

2.1.2 原理图符号设计 / 11

2.2 元器件符号设计阶段常见问题及解决方法 / 13

第 3 章

原理图设计阶段疑难解析

22

3.1 原理图设计方法及技巧 / 22

3.1.1 原理图编辑器 / 22

3.1.2 原理图设计 / 27

3.2 原理图设计阶段常见问题及解决方法 / 35

第 4 章

元器件封装设计阶段疑难解析

58

4.1 元器件封装设计方法及技巧 / 58

4.1.1 元器件封装编辑器 / 58

4.1.2 认识 PCB 封装库 / 62

4.2 用向导来创建元件封装制作 / 66

4.2.1 设计任务 / 66

4.2.2 用向导制作插件式元器件封装 / 67

4.2.3 用向导制作 SO8 元件封装 / 74

4.2.4 手工制作按钮封装 / 82

4.3 元器件封装设计阶段常见问题及解决方法 / 89

第 5 章

网络表导入阶段疑难解析

94

5.1 网络表导入方法及技巧 / 94

5.1.1 元器件封装选型 / 94

5.1.2 创建网络表 / 101

5.1.3 导入网络表 / 103

5.2 网络表导入阶段常见问题及解决方法 / 107

第 6 章

印制电路板设计阶段疑难解析

120

6.1 印制电路板的规划 / 120

6.2 印制电路板的规则设置 / 124

6.2.1 设置布局设计规则 / 125

6.2.2 设置布线设计规则 / 126

- 6.3** 印制电路板的布局 / 131
 - 6.3.1 机械结构相关器件放置 / 132
 - 6.3.2 大器件或核心器件放置 / 133
 - 6.3.3 核心器件周围元器件的放置 / 134
- 6.4** 印制电路板的布线 / 134
 - 6.4.1 电源线预布线 / 135
 - 6.4.2 重要信号线 / 136
 - 6.4.3 一般信号线布线 / 136
 - 6.4.4 印制电路板的 DRC 检查 / 136
- 6.5** 印制电路板的铺铜 / 139
- 6.6** 印制电路板设计阶段常见问题及解决方法 / 142

第 7 章

综合案例

151

- 7.1** 与客户沟通 / 151
- 7.2** 原理图处理 / 151
- 7.3** 元器件封装设计 / 154
 - 7.3.1 客户分析 / 154
 - 7.3.2 关键器件封装设计 / 154
- 7.4** 导入网络表 / 160
 - 7.4.1 填写封装 / 160
 - 7.4.2 网络表导入 PCB / 161
- 7.5** PCB 规划 / 163
- 7.6** PCB 规则设置 / 164
- 7.7** PCB 布局 / 164
- 7.8** PCB 布线 / 166
- 7.9** PCB 铺铜 / 166
- 7.10** DRC 检查 / 166
- 7.11** 实例总结 / 167

参考文献

168

第 1 章

计算机辅助设计简介

1.1 计算机辅助设计

随着新技术和新材料的出现,计算机技术的飞速发展,电子工业迅速发展,各种大规模和超大规模集成电路被广泛应用,电路板变得越来越复杂,加之新型元件层出不穷,使得越来越多的电路板设计已经无法单纯依靠手工来完成,因此计算机辅助电路板设计已经成为电路板设计制作的必然趋势。

作为新一代的电子工程师,不懂使用 EDA (Electronic Design Automation, 电子设计自动化) 软件设计电子线路,是一件不可思议的事。20 世纪 80 年代,世界上许多公司相继推出用于微机系统的电子 CAD (Computer Aided Design, 计算机辅助设计) 软件。世界上许多公司为了自己的 CAD 软件能在激烈的市场竞争中占有一席之地,纷纷推出具有自己公司特色的 CAD 软件,经过多年的实践检验、不断修改和完善,或优胜劣汰,或收购兼并,或强强联合, CAD 技术已日臻成熟。CAD 是一种通用技术,除了在机械、建筑等其他许多行业得到广泛应用之外,借助美国加州大学伯克利分校的 SPICE3f5/XSPICE 作为仿真引擎,世界上许多公司还推出各种用于电子行业的优秀 EDA 软件;从另一个角度讲, CAD (计算机辅助设计) 是电子设计的物理级初级阶段; CAE (计算机辅助工程) 是电路级设计阶段; EDA (电子设计自动化) 是高级的电子系统设计阶段。衡量一个软件的优劣,其中一个很现实的标准就是看它的市场占有率,也就是它的普及和流行程度。美国 Cadence 公司的 ORCAD、加拿大 Interactive Image Technologies 公司的 EWB、澳大利亚 Altium 公司的 PROTEL、美国 Mentor Graphics 公司的 PADS 都是其中有代表性的佼佼者。

Protel 软件是由美国的 ACCEL Technologies 公司的 TANGO 软件包发展而来,最初它只能运行在计算机的 DOS 操作系统下,直到微软公司的 Windows 操作系统问世, 1991 年澳大利亚的 Protel Technology 公司最早推出 Protel for

Windows 1.0 版本，其后随着计算机技术的长足进步，Protel Technology 公司相继推出 Protel for Windows2.0、Protel for Windows3.0、Protel 98 版本，1999 年初，Protel 公司推出 Protel 99，Protel 99 是一个基于 Windows 平台的 32 位 EDA 设计系统，集电路原理图绘制、模拟电路与数字电路混合信号仿真、多层电路板设计、可编程逻辑器件设计、图表生成等功能于一身，具有丰富多样的编辑功能、强大便捷的自动化设计能力，具有丰富的原理图元件库、极其全面的设计工具、文档及设计项目的组织能力，Protel 软件的良好信誉以及它的卓越表现，很快成为了众多 EDA 用户的首选和喜爱软件，Protel 软件资源丰富，而且学习和入门比较容易，非常适合初学者设计一些相对简单的电路和制版。

Protel 公司后来又推出 Protel 99 SE (Second Edition)，是 Protel 99 的改良加强版，新版本主要是在 PCB 制版方面增加了一些更实用的功能。现在 Protel 公司已经改名为 Altium 公司，进入 21 世纪后，Altium 公司耗时两年，不断革新和优化功能，在 2002 年推出了它的基于 Windows XP 操作系统的得意巨作 Protel DXP。Protel DXP 是新一代的板级电路设计系统，与 Protel 99 SE 相比，除功能更加完备以外，其界面风格更加成熟、更加灵活，尤其在仿真和 PLD 电路设计方面进行了改进。由于它的功能强大、设计严谨、对操作系统有要求，给初学者入门带来了一定的难度，另外它占用计算机的系统资源比较多，目前使用 Protel DXP 的用户不如使用 Protel 99 SE 普及。

Protel 是国内低端设计的主流，简单易学，适合初学者，容易上手；占用系统资源较少，对电脑配置要求不高。在国内使用 Protel 的人还是有相当的市场的，毕竟中小公司硬件电路设计还是低端的居多，在熟练使用 Protel 以后，再接触学习别的功能更优秀的软件就能事半功倍。

1.2 Protel 99 SE 软件介绍

Protel 99 SE 是一个功能强大的电路板设计软件，它可以完成从电路原理图到印制电路板的一系列设计工作，它提供类似于 Windows 资源管理的界面，实现对文件的分层管理。它支持团队联机设计，多个设计者可以通过网络访问同一个设计数据库，并且支持对不同的用户赋予不同的权限，使设计工作的灵活性大大增加。Protel 99 SE 还有很多灵活多变的地方，例如菜单、工具栏、快捷键以及设计界面上的颜色管理等，都可以由用户自定义。用户可以根据自己的实际需要或者是喜好，对开发环境进行设置，从而使各项操作更加方便、快捷和舒适。

1.2.1 Protel 99 SE 设计软件包含的主要功能模块

(1) 电路原理图 (Schematic) 设计模块

该模块主要包括设计原理图的原理图编辑器，用于修改、生成元件符号的元件库编辑器以及各种报表的生成器。

(2) 印刷电路板 (PCB) 设计模块

该模块主要包括用于设计电路板的 PCB 编辑器, 用于 PCB 自动布线的 Route 模块。用于修改、生成元件封装的元件封装库编辑器以及各种报表的生成器。

(3) 可编程逻辑器件 (PLD) 设计模块

该模块主要包括具有语法意识的文本编辑器、用于编译和仿真设计结果的 PLD 模块。

(4) 电路仿真 (Simulate) 模块

该模块主要包括一个能力强大的数/模混合信号电路仿真器, 能提供连续的模拟信号和离散的数字信号仿真。

1.2.2 Protel 99 SE 的组成

在 Protel 99 SE 中, 所有的设计文件都集成在一个单一的设计数据库中, 管理这个设计数据库的工具就是 Design Explorer, 即设计管理器。设计管理器主要包括 Design Team 和 Document 两部分。

(1) Design Team (设计组) 管理器

Protel 99 SE 的设计是面向设计组的, 设计组的成员和特性都在 Design Team 管理器中进行管理。

可以在 Design Team 中定义设计组的成员和权限, 这样就使通过网络来进行设计变得更加方便。

(2) Document (文件) 管理器

Protel 99 SE 的所有设计文件都包含在这个管理器中, 包括电路原理图文件、印刷电路板文件、报表文件和仿真分析文件等。并且还可以输入任何类型的应用文件, 如 Word 文件、Excel 文件、AutoCAD 文件等, 设计者可以直接在设计管理器中打开和编辑这些文件。

在实际设计过程中, Protel 99 SE 中常用的编辑器主要有原理图编辑器、原理图库编辑器、PCB 编辑器、元器件封装库编辑器。

1.2.3 常用编辑器之间的关系

原理图编辑器、原理图库编辑器、PCB 编辑器、元器件封装库编辑器贯穿于电路板设计的全过程, 根据电路板设计不同阶段的要求, 用户可以激活相应的编辑器来完成特定的任务。

在电路板设计过程中, 四个常用编辑器之间需要相互协助以满足设计的需求。如图 1.1 所示, 原理图编辑器和 PCB 编辑器是进行电路板设计的两个基本工作平台, 并且原理图和 PCB 的更新是同步的。按照工作过程顺化的原则, 电路板设计的全过程包括原理图设计和 PCB 设计两阶段。

原理图库编辑器是根据原理图设计过程中的需求被激活的，并且修改完原理图符号后一定要存储修改结果并更新原理图中的原理图符号。同样，元器件封装库编辑器也是在需要制作或修改元器件封装的时候才被激活的，并且也需要存储修改结果并对 PCB 编辑器中的元器件封装进行更新。

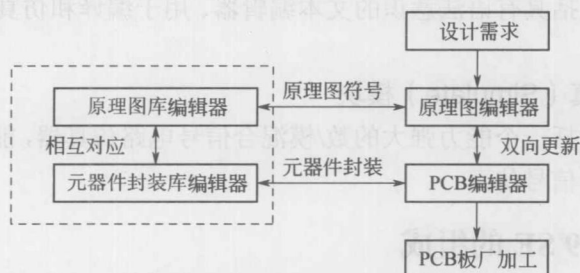


图 1.1 常用编辑器关系简图

从编辑器之间的关系看，原理图库编辑器是服务于原理图编辑器，主要用来制作原理图符号，以保证原理图设计的顺利完成。而元器件封装库编辑器服务于 PCB 编辑器，主要用来制作元器件封装，它服务于 PCB 编辑器，以保证所有的元器件都能有对应的元器件封装，使原理图设计能够顺利地转入到 PCB 的设计。原理图设计是设计思路的图纸化，是电路板设计过程中的准备阶段，而 PCB 设计是整个电路板设计过程中的实现阶段。在整个电路板设计过程中，元器件封装和网络表是原理图设计和 PCB 设计之间的桥梁和纽带。

1.3 印制电路板 (PCB) 设计流程

(1) 系统功能分析

硬件设计工程师与 PCB 设计工程师沟通，分析电路组成，确定信号分类。

(2) 原理图符号设计

- ① 常用的原理图符号在元件库中查找；
- ② 特殊的原理图符号在原理图库编辑器中自主设计；

(3) 原理图设计

- ① 摆放元器件；
- ② 元器件导线连接；
- ③ 修改元器件序号和参数；
- ④ 进行 ERC 检查，并修改，直至 ERC 检查 100%通过。

(4) 编制元器件封装表

- ① 查找元器件资料，确定元器件封装类型；
- ② 常用的元器件封装在封装库中查找；

③ 特殊的元器件封装在元器件封装编辑器中自主设计。

(5) 网络表设计

- ① 修改元器件的封装类型;
- ② 生成网络表;
- ③ 在 PCB 编辑器中导入网络表;
- ④ 修改网络表中的错误直至 100%导入。

(6) PCB 设计规划

- ① 在 PCB 编辑器中按照要求绘制 Keepout 边界;
- ② 信号类型区分;
- ③ 设置 Rule 各项属性。

(7) 布局设计

- ① 元器件布局;
- ② 布局优化。

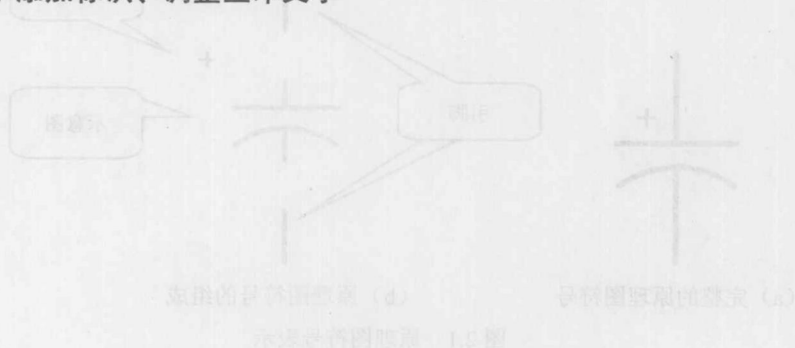
(8) 布线设计

- ① 布线;
- ② 布线优化;
- ③ DRC 检查并 100%通过。

(9) 覆铜设计

- ① 覆铜区域规划;
- ② 覆铜网络选择;
- ③ 覆铜;
- ④ DRC 检查并 100%通过。

(10) 添加标识、调整丝印文字



第 2 章

元器件符号设计阶段疑难解析

元器件符号是构成原理图的基本单元，是绘制原理图的基础，在设计前应尽可能准备好所有所需元器件的设计符号。途径有两种：一是在软件的原理图符号库中查找；二是用户自己创建原理图符号库，并自己设计所需原理图符号。

在此阶段要完成以下任务：

- ① 创建用户自己的元器件库；
- ② 查阅技术文档，分析所需元器件符号的技术参数；
- ③ 绘制项目所需原理图元器件符号。

一般原理图符号主要由三部分组成，如图 2.1 所示：

- ① 用来表示元器件功能的或外形的示意图；
- ② 用来表示元器件与外界进行电气连接的引脚；
- ③ 一些必要的注释。

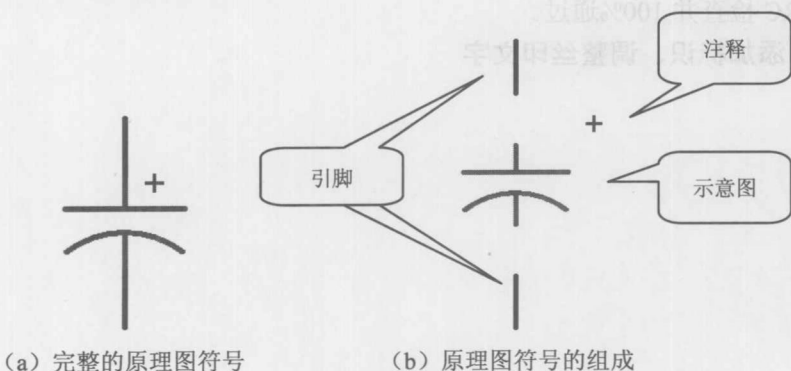


图 2.1 原理图符号表示

在原理图绘制之前，应该认真全面地分析设计所需的材料清单，进行分类，如果有软件系统中找不到的，就要自己动手制作一个原理图符号。

2.1 元器件符号设计方法及技巧

2.1.1 原理图符号编辑器

原理图符号编辑器是原理图的设计前重要的工具。用户在该系统中可以进行元器件符号的设计，特别是在使用新型元器件绘制原理图时，它的作用尤为重要，为后续的原理图设计做准备。

(1) 原理图符号编辑器的启动

进入原理图符号编辑器的步骤如下。

① 通过桌面图标或者是开始菜单选项进入 Protel 99 SE 软件系统，如图 2.2 所示。

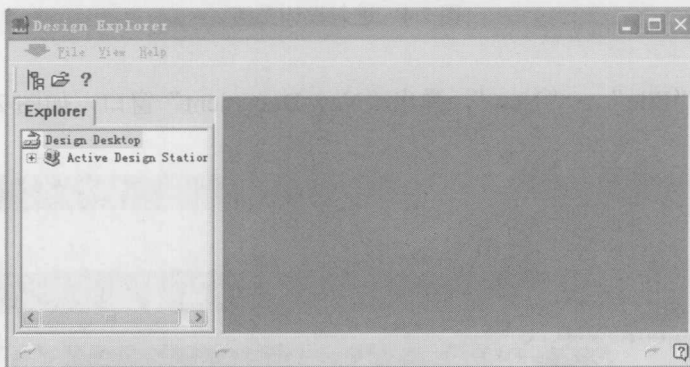


图 2.2 Protel 99 SE 启动界面

② 选择“File”→“New”新建工程文件；或者是“File”→“Open”打开已有的工程文件，如图 2.3 所示。

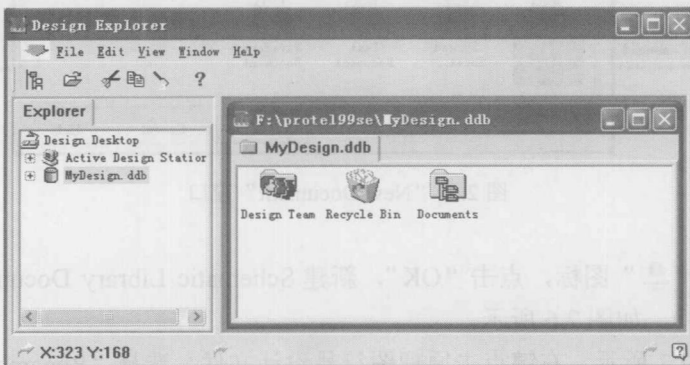



图 2.3 建立工程文件

③ 双击“”图标，进入 Documents（设计文档），如图 2.4 所示。

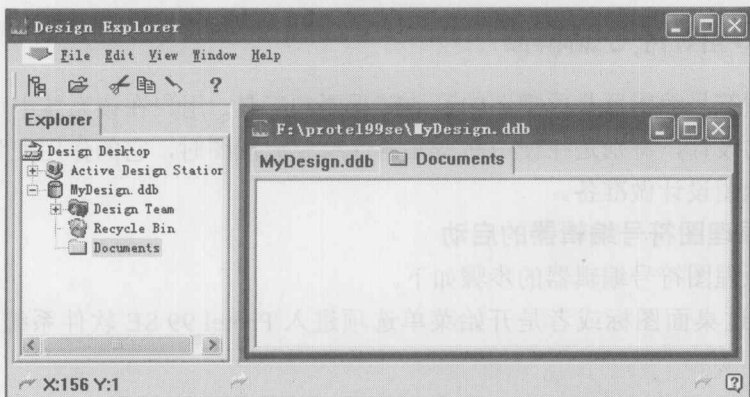


图 2.4 进入设计文档

④ 选择“File”→“New”，弹出“New Document”窗口，如图 2.5 所示。

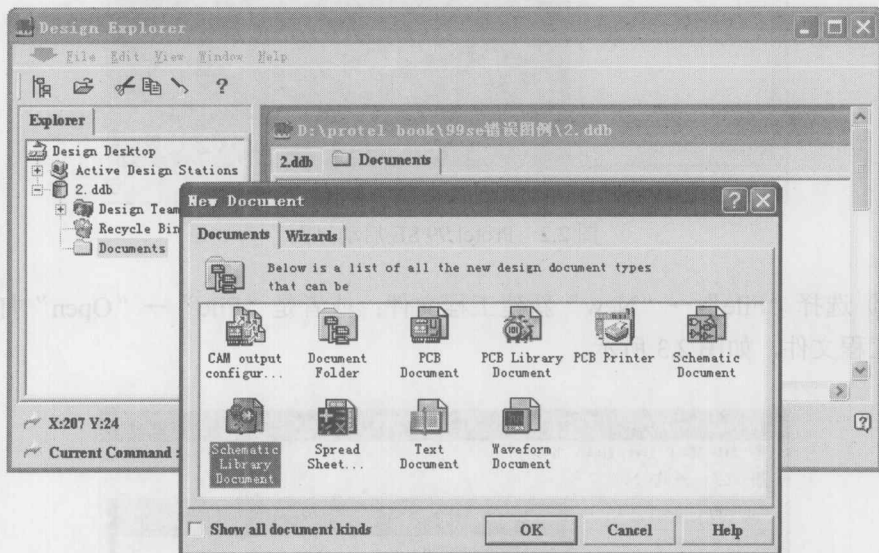



图 2.5 “New Document”窗口

⑤ 选择“”图标，点击“OK”，新建 Schematic Library Document（原理图符号设计文件），如图 2.6 所示。

⑥ 如图 2.7 所示，右键点击原理图符号设计文件，选择“Rename”，重命名设计文件，例如重命名为“study.Lib”，如图 2.8 所示为重命名文件。

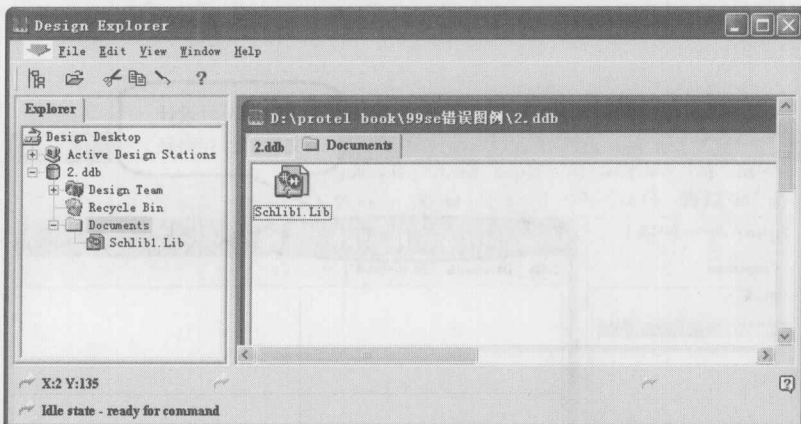


图 2.6 新建原理图符号设计文件

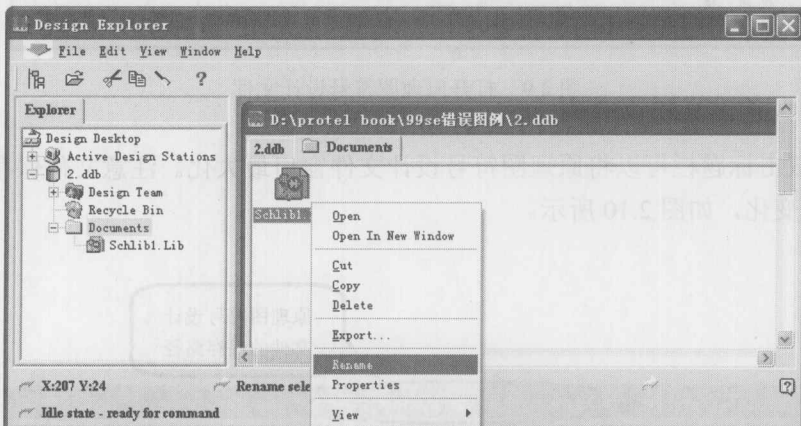


图 2.7 原理图符号设计文件重命名菜单

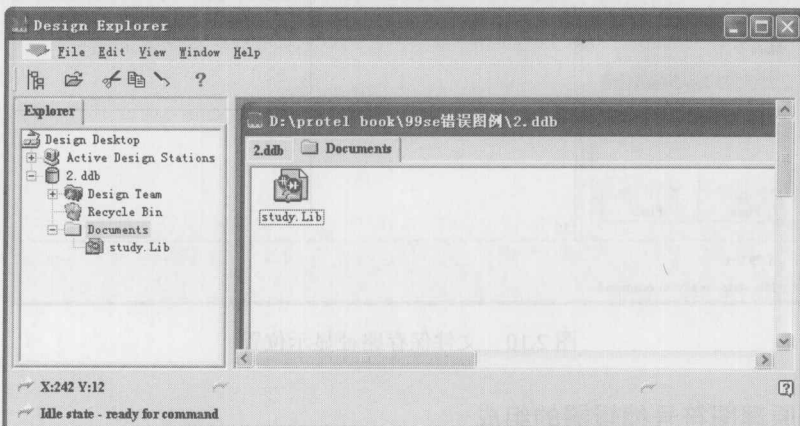


图 2.8 原理图符号设计文件重命名