



高职高专电子类专业工学结合规划教材

电子CAD技术

主 编 秦 虹 万志平
参 编 刘友澈 沈泉涌
徐见炜 陈桂兰



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS

浙江大学出版社

电子 CAD 技术

主 编 秦 虹 万志平
参 编 刘友澈 沈泉涌
徐见炜 陈桂兰



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS

浙江大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

电子 CAD 技术 / 秦虹, 万志平主编. —杭州: 浙江大学出版社, 2012.5

ISBN 978-7-308-09824-3

I. ①电… II. ①秦… III. ①印刷电路—计算机辅助设计—高等学校—教材 IV. ①TN410.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 063933 号

电子 CAD 技术

主 编 秦 虹 万志平

责任编辑 王 波

封面设计 联合视务

出版发行 浙江大学出版社

(杭州市天目山路 148 号 邮政编码 310007)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

排 版 杭州好友排版工作室

印 刷 德清县第二印刷厂

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 19.25

字 数 468 千

版 次 2012 年 5 月第 1 版 2012 年 5 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-308-09824-3

定 价 36.00 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行部邮购电话 (0571) 88925591

前 言

随着自动化、信息技术的突飞猛进,印制电路板在工业控制、仪器仪表、计算机、家用电器等各个方面的应用越来越广泛。印制电路板,简称印制板,英文简称 PCB(printed circuit board),是以绝缘板为基材,切成一定尺寸,其上附有导电图形,并布有元件孔、紧固孔、金属化孔等,是电子元器件的安装底盘,通过印制导线实现电子元件的电气连接,它是重要的电子部件,是电子元器件的支撑体。

电子 CAD 技术是电子工程领域的一门重要技术,是应用计算机辅助设计技术来设计电子、电气产品的电路原理图和印制电路板,是从事现代电子与自动化类专业 layout 工程师(布局工程师)岗位必备的技能。电子 CAD 软件很多,国内大部分电子公司都在使用 Protel 软件,有的电子公司在招聘时就要求应聘者会使用 Protel。Protel 是 Altium 公司推出的 CAD 软件,最新版本是 Altium Designer。它是一体化电子产品开发系统的软件,将电路图绘制、PCB 设计、可编程器件(如 FPGA)设计、嵌入式开发等功能整合在一起的产品。

本书分四部分,每一部分完成一个完整电路图的绘制及 PCB 板的设计制作,使学习者通过完成四个具体案例掌握 Protel 软件操作。重点在于项目的完整性,由简单项目开始,通过一个简单项目电路原理图绘制及 PCB 板制作,使学习者掌握典型工作任务的工作流程。强调与实际相结合,通过实际制作 PCB 板使学生理解和掌握电子 CAD 技术课程的教学内容。

本书由浙江工业职业技术学院、湖南科瑞特科技股份有限公司、金华职业技术学院、杭州职业技术学院合作完成,由浙江工业职业技术学院秦虹、万志平任主编,浙江工业职业技术学院刘友澈、徐见炜、沈泉涌、金华职业技术学院陈桂兰、杭州职业技术学院郑蓓林参与编写。

由于编者水平有限,书中难免存在缺点和不足之处。敬请广大读者批评指正,如读者在使用本书过程中有意见或建议,恳请向编者(qinh_shaoxing@163.com)提出宝贵意见。

编 者

2012 年 3 月

目 录

第一部分 单面 PCB 板的设计	1
任务一 可调稳压电源电路的原理图设计.....	1
一、直流稳压电源的基本原理	1
二、Protel DXP 简介	2
三、Protel DXP 设计管理器	3
四、创建一个新项目	4
五、创建一个原理图 (Schematic .Schdoc)文件	8
六、将原理图文件添加到项目	8
七、设置原理图选项	9
八、设置原理图参数	14
九、绘制原理图	16
十、检查原理图的电气参数	49
十一、创建网络表	51
十二、Protel 网络表的格式	53
练习题	55
任务二 单面 PCB 电路板设计	57
一、PCB 电路板设计流程	57
二、进入 PCB 电路板的编辑器	57
三、电路板的规划和环境参数设置	62
四、电路板布线参数设置	67
五、载入网络表和元器件封装	67
六、元器件自动布局与手动调整	68
七、自动布线与手动调整	70
八、验证完成的 PCB 设计	73
练习题	75
第二部分 制作原理图器件与封装(单面板)	76
任务一 制作原理图器件	76
一、OTL 功率放大电路知识简介	76
二、启动元件库编辑器	79
三、分立元件的制作	82

四、创建带有子件的集成器件	91
五、元器件的检测	100
任务二 制作 PCB 的封装	103
一、元器件封装库编辑器	103
二、手工制作元器件的封装	110
三、利用向导创建元件封装库	116
四、创建集成元件库	120
任务三 电路图绘制及 PCB 板的制作	122
一、电路原理图的绘制	122
二、绘制 PCB 图	124
三、PCB 验证和错误检查	128
四、原理图报表的生成	129
第三部分 双面 PCB 板的设计	132
任务一 复杂原理图的设计	132
一、层次式电路设计	132
二、电子密码锁控制器的基本工作原理	133
三、自顶向下层次原理图的设计	133
四、自底向上层次原理图的设计	158
五、层次原理图的切换	164
练习题	165
任务二 双面 PCB 板的设计	166
一、PCB 板设计步骤	167
二、创建 PCB 文件	167
三、设置 PCB 设计环境	169
四、设置图纸参数	169
五、规划物理边界和电气边界	169
六、装入网络表和元件	171
七、元器件自动布局	172
八、元器件手动布局	173
九、布线规则设置	174
十、自动布线	178
十一、手动调整布线	179
十二、设计规则检查	180
十三、生成报表	181
第四部分 工程实践	186
任务一 IC 卡预付费电度表的 PCB 板设计	186
一、IC 卡预付费电度表的相关知识	186

二、电路原理图设计	187
三、PCB 电路板设计	220
任务二 PCB 制板技术	240
一、热转印制板	240
二、雕刻制板	243
三、小型工业制板	267
附录一 Protel DXP 快捷键	295
附录二 Protel DXP 常用元件库	298

第一部分 单面 PCB 板的设计

任务一 可调稳压电源电路的原理图设计

【任务描述】

直流稳压电源是电子设备的能源电路,关系到整个电路设计的稳定性和可靠性,是电路设计中非常关键的一个环节。本次任务重点介绍直流稳压电源的基本原理和如何应用 Protel DXP 进行可调稳压电源电路的原理图设计。

【任务要求】

1. 了解直流稳压电源的基本原理。
2. 认识 Protel DXP。
3. 熟悉掌握 Protel DXP 原理图设计步骤。

【相关知识】

一、直流稳压电源的基本原理

直流电源一般由电源变压器、整流滤波电路及稳压电路所组成。如图 1-1 所示。



图 1-1 直流稳压电源基本组成框图

电源变压器的作用是将电网 220V 的交流电压变成整流电路所需要的电压 U_1 。

整流电路的作用是将交流电压 U_1 变换成脉动的直流电压 U_2 ,它主要有半波整流、全波整流方式,可以由整流二极管构成整流桥堆来执行,常见的整流二极管有 1N4007,1N5148 等,桥堆有 RS210 等。

滤波电路的作用是将脉动的直流电压 U_2 滤除纹波,变成纹波小的 U_3 ,常见的电路有 RC 滤波、LC 滤波、II 型滤波等,常用的选 RC 滤波。它们的关系为:

$$U_i = nU_1$$

其中, n 为变压器的变比。

$$U_2 = (1.1 \sim 1.2) U_1$$

每只二极管或桥堆所承受的最大反向电压：

$$U_{RM} = \sqrt{2} U_1$$

对于桥式整流电路,每只二极管的平均电流：

$$I_{D(AV)} = \frac{1}{2} I_R = \frac{0.45 U_1}{R}$$

RC 滤波电路中, C 的选择应适应下式,即 RC 放电时间常数应满足：

$$RC = (3 \sim 5) T/2$$

式中, T 为输入交流信号周期, R 为整流滤波电路的等效负载电阻。

稳压的作用是将滤波电路输出电压经稳压后,输出较稳定的电压。常见的稳压电路有三端稳压器、串联式稳压电路等。

常见的整流滤波电路如图 1-2 所示,有全波整流滤波电路(图(a))、桥式整流滤波电路(图(b))、倍压整流滤波电路(图(c))。

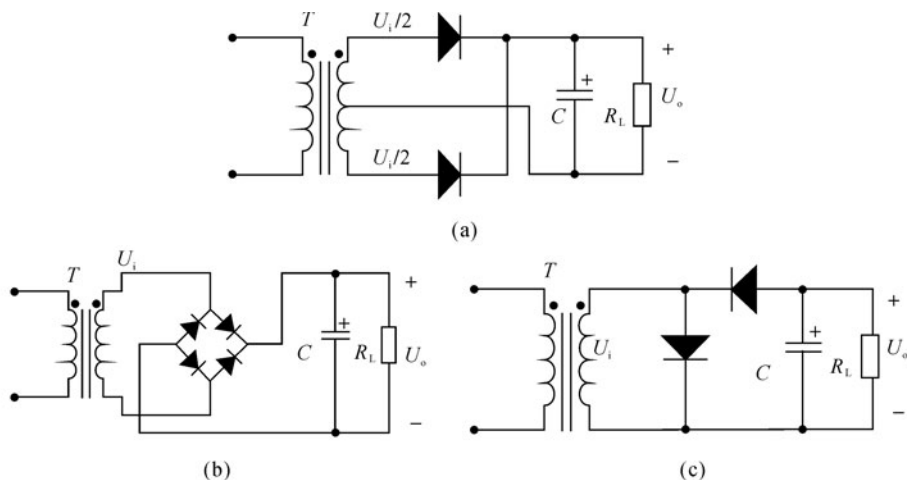


图 1-2 常见整流滤波电路

二、Protel DXP 简介

电路设计自动化(Electronic Design Automation, EDA)指的就是将电路设计中各种工作交由计算机来协助完成,如电路图(Schematic)的绘制、印刷电路板(PCB)文件的制作、执行电路仿真(Simulation)等设计工作。随着电子工业的发展,大规模、超大规模集成电路的使用使电路板走线愈加精密和复杂,电子线路 CAD 软件产生了。Protel 是突出的代表,它操作简单、易学易用、功能强大。

Protel 的产生及发展：

1985 年 诞生 DOS 版 Protel。

1991 年 Protel for Windows。

1998 年 Protel98 这个 32 位产品是第一个包含 5 个核心模块的 EDA 工具。

1999 年 Protel99 既有原理图的逻辑功能验证的混合信号仿真,又有了 PCB 信号完整

性分析的板级仿真,构成从电路设计到真实板分析的完整体系。

2000 年 Protel99se 性能进一步提高,可以对设计过程有更大控制力。

2002 年 Protel DXP 集成了更多工具,使用方便,功能更强大。

Protel DXP 主要特点:

(1)通过设计文件包的方式,将原理图编辑、电路仿真、PCB 设计及打印这些功能有机地结合在一起,提供了一个集成开发环境。

(2)提供了混合电路仿真功能,为检验设计实验原理图电路中某些功能模块的正确与否提供了方便。

(3)提供了丰富的原理图元件库和 PCB 封装库,并且为设计新的器件提供了封装向导程序,简化了封装设计过程。

(4)提供了层次原理图设计方法,支持“自上向下”的设计思想,使大型电路设计的工作组开发方式成为可能。

(5)提供了强大的查错功能。原理图中的 ERC (电气法则检查)工具和 PCB 的 DRC (设计规则检查)工具能帮助设计者更快地查出和改正错误。

(6)全面兼容 Protel 系列以前版本的设计文件,并提供了 OrCAD 格式文件的转换功能。

(7)提供了全新的 FPGA 设计的功能,这是以前的版本所没有提供的功能。

三、Protel DXP 设计管理器

设计管理器是设计者与其设计和设计工具的界面。要启动 Protel DXP 并打开设计管理器,从 Windows 开始菜单选择所有程序→Altium SP2→DXP 2004 SP2 或双击桌面图标 DXP 2004 SP2。当打开 Protel DXP 后,将显示最常用的初始任务以方便选择,如图 1-3 所示。



图 1-3 Protel DXP 设计管理器

四、创建一个新项目

1. 方法一

(1)在设计窗口的 Pick a Task 区域中点击【Printed Circuit Board Design】→【New Blank PCB Project】,如图 1-4、1-5 所示。

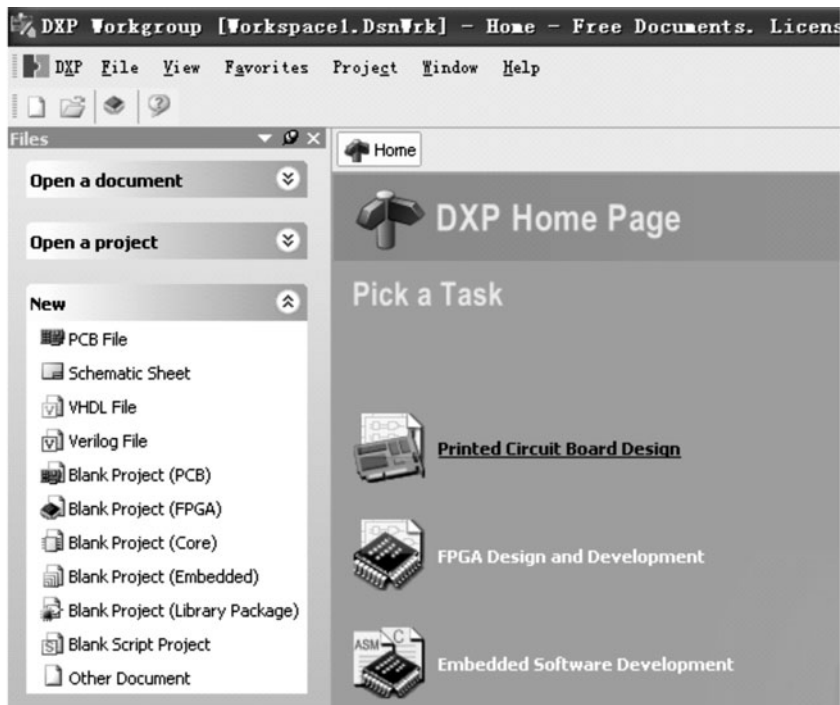


图 1-4 Protel DXP 设计管理器

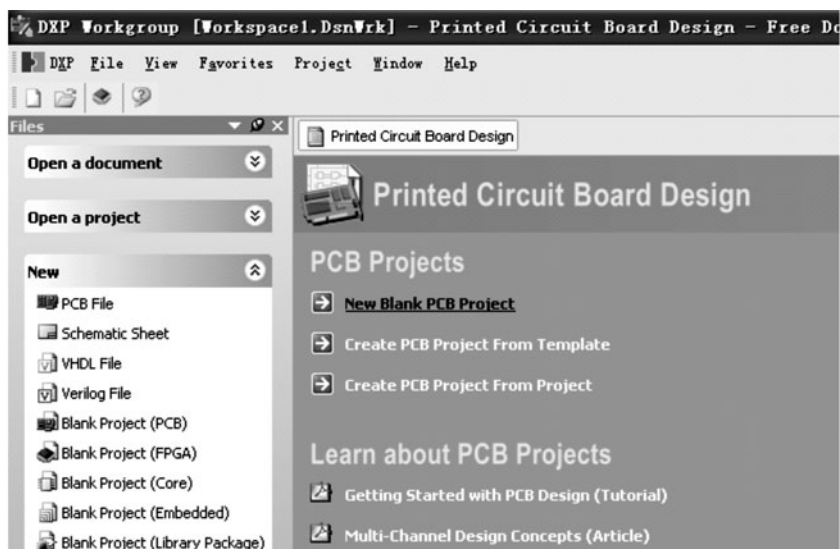


图 1-5 Protel DXP 设计管理器

(2) 在工作区面板 Projects 中,如图 1-6 所示,新的项目文件,“PCB _ Project1.PrjPCB”与“No Documents Added”文件夹一起列出。

(3) 选中“PCB _ Project1. PrjPCB”,单击菜单【File】→【Save Project As...】将新项目重命名(Power.PrjPCB)。指定存储路径,在文件名栏里键入文件名“Power. PrjPCB”并单击【保存】按钮,如图 1-7、1-8、1-9 所示。

2. 方法二

在工作区面板 Files 中的“New”区单击【Blank Project (PCB)】,如图 1-10 所示。如果工作区面板 Files 没有显示,则可以选择面板标签按钮【System】→【Files】,如图 1-11 所示。

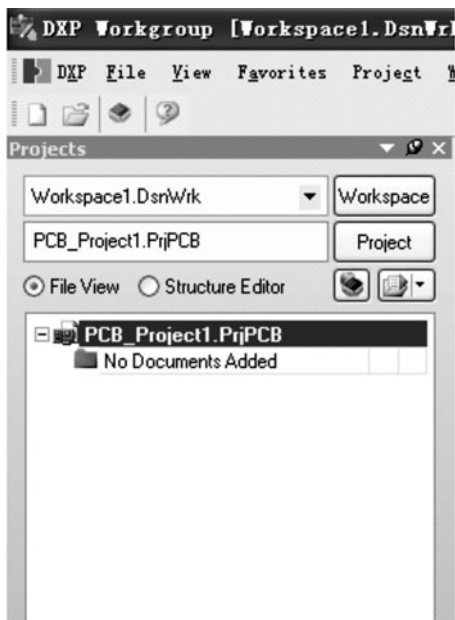


图 1-6 工作区面板 Projects

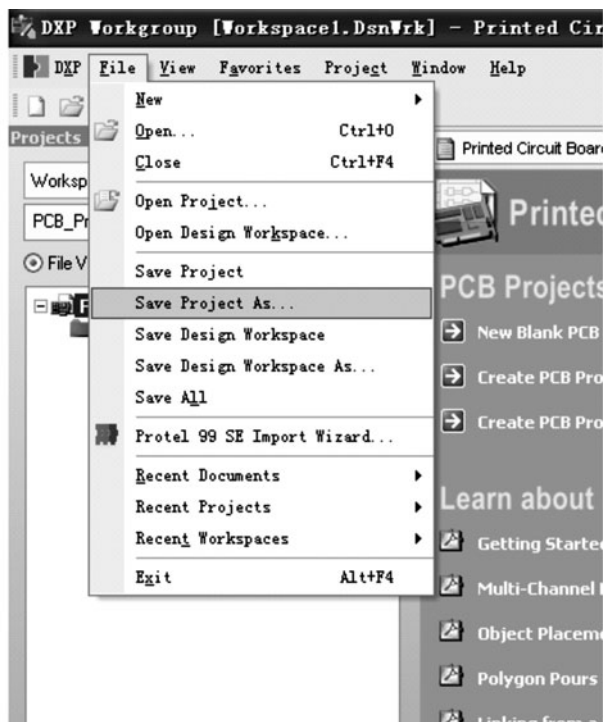


图 1-7 项目另存为菜单命令

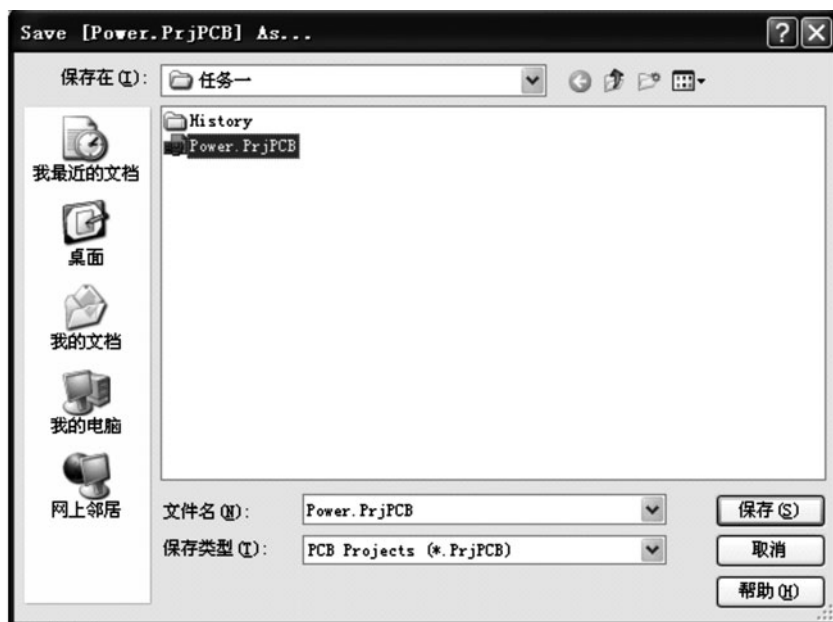


图 1-8 项目另存为对话框



图 1-9 工作区面板 Projects

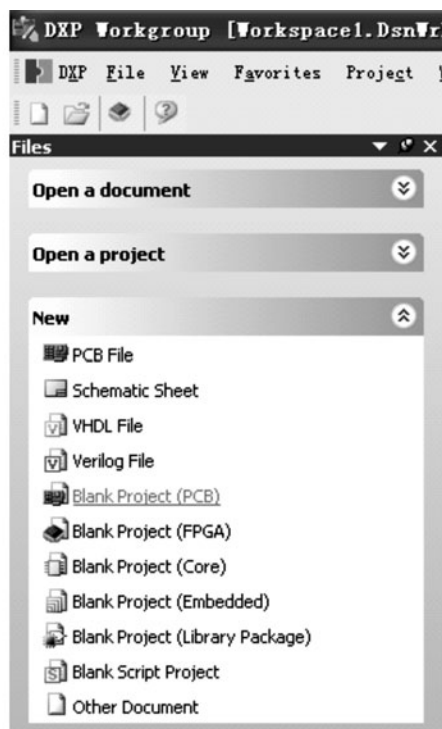


图 1-10 工作区面板 Files

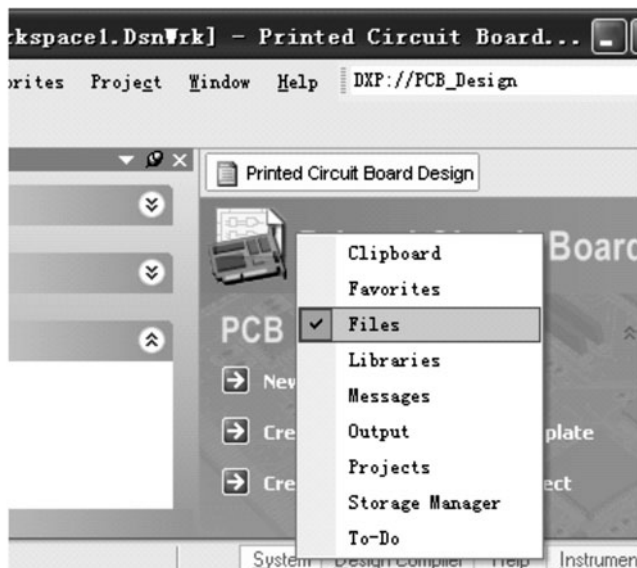


图 1-11 面板标签按钮 System

3. 方法三

单击菜单【File】→【New】→【Project】→【PCB Project】,如图 1-12 所示。

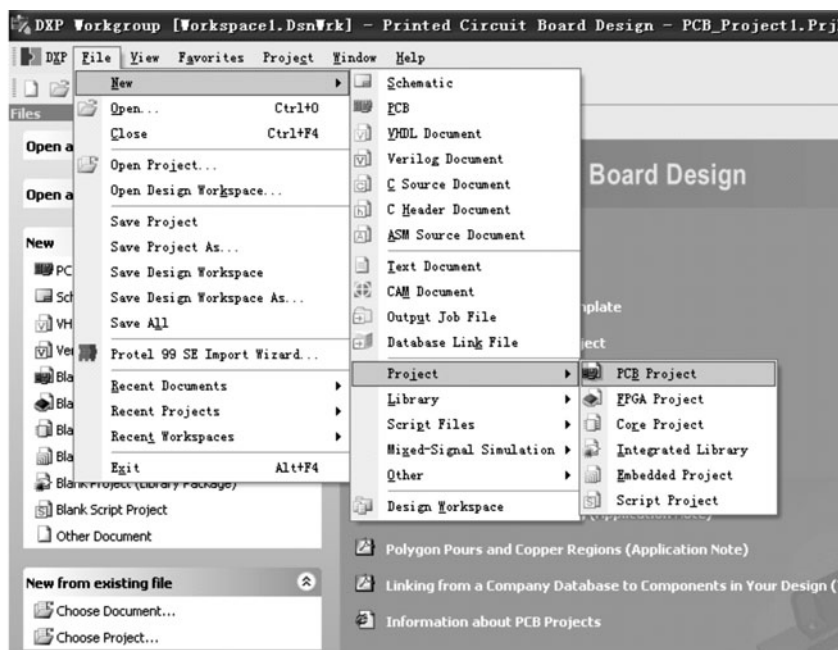


图 1-12 新建项目菜单命令

五、创建一个原理图(Schematic .Schdoc)文件

(1) 在工作区面板 Files 中的“New”区单击【Schematic .Sheet】,如图 1-13 所示。一个名为“Sheet1 .SchDoc”的原理图文件出现工作区面板 Projects 中,并且原理图文件夹自动地添加(连接)到项目“Power .PrjPCB”,如图 1-14 所示。



图 1-13 工作区面板 Files

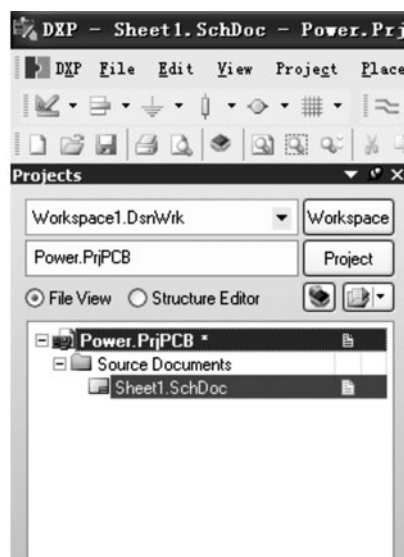


图 1-14 工作区面板 Projects

(2) 选中“Sheet1 .SchDoc”,单击菜单【File】→【Save As...】将新原理图文件重命名(Power .Schdoc)。指定存储路径,在文件名栏里键入文件名“Power .Schdoc”并单击【保存】按钮,如图 1-15、1-16、1-17 所示。

(3) 当空白原理图纸打开后,可以看到工作区发生了变化。主工具栏增加了一组新的按钮和新的工具栏,并且菜单栏增加了新的菜单项。此时操作就在原理图编辑器中了,如图 1-18 所示。

六、将原理图文件添加到项目

如果想添加到一个项目文件中的原理图文件已经作为自由文件夹被打开,如图 1-19 所示,那么选中工作区面板 Projects 内的“Power .PrjPCB”,单击右键,在弹出的菜单中左键单击【Add Existing to Project...】,如图 1-20 所示。

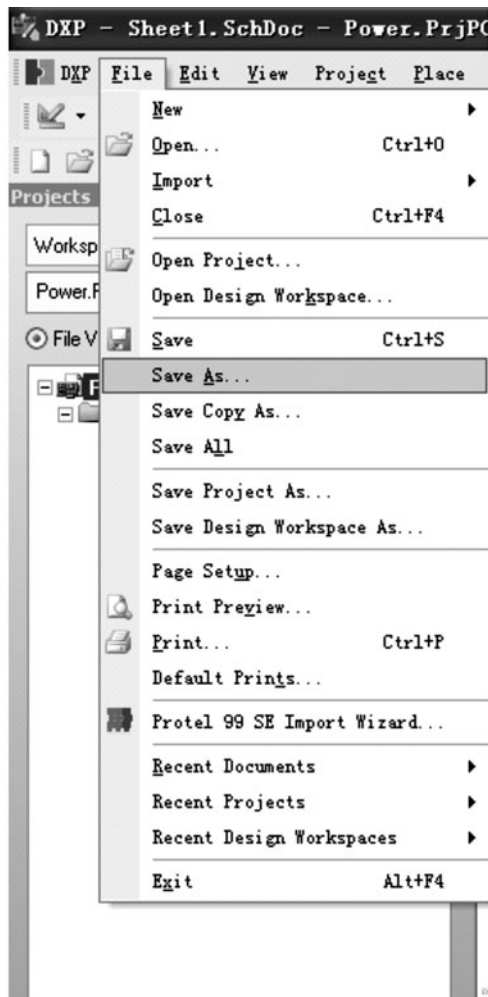


图 1-15 原理图文件另存为菜单命令

选择需要添加的原理图文件后单击【打开】按钮,如图 1-21 所示。

此时这个原理图文件就列表在工作区面板 Projects 中的紧挨着项目名的“Source Documents”文件夹下,并连接到“Power.PrjPCB”项目文件,如图 1-22 所示。

七、设置原理图选项

在开始绘制电路图之前首先要做的是设置正确的文件夹选项。

(1) 单击菜单【Design】→【Document Options】,如图 1-23 所示,文档选项(Document Options)对话框如图 1-24 所示。

在此我们只修改图纸大小(sheet size)并设置为标准 A4 格式。在“Sheet Options”标签中,找到“Standard styles”栏。点击输入框旁的箭头将看见一个图纸样式的列表,如图 1-25 所示。

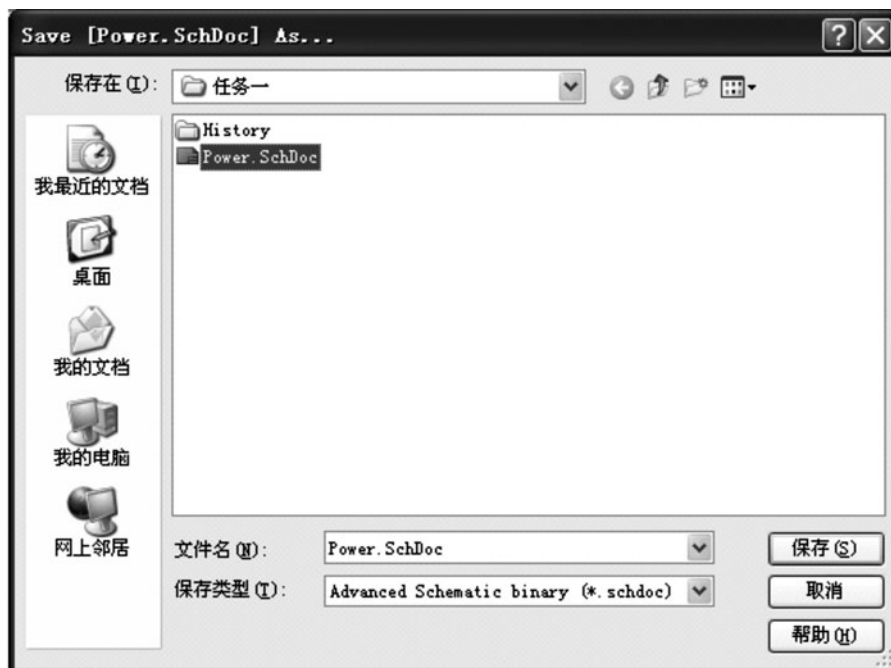


图 1-16 原理图文件另存为对话框

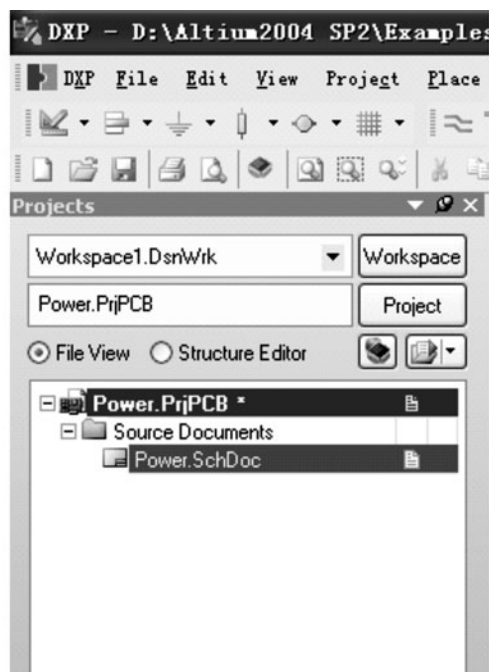


图 1-17 工作区面板 Projects