



职业教育电子类专业“新课标”规划教材

电子CAD

Electronic CAD

主 编 戴金文

副主编 林干祥 张知明

主 审 谭立新

工学结合

新理念

考核评价

新模式

技能抽查

新指导



中南大学出版社
www.csupress.com.cn

give as a present

赠送电子教案

电子 CAD

主 编 戴金文



中南大学出版社
www.csupress.com.cn

内容提要

本书根据“中等职业学校电子技术应用专业教学标准”编写，是中等职业学校电子技术应用、电子电器维修专业课程改革成果教材。

全书采用项目教学的方法，贯彻“做中学，做中教”的理念，介绍如何使用 Protel DXP 2004 软件进行原理图设计和 PCB 设计，如何利用热转印制板、感光板曝光制板、小型工业制板三种化学腐蚀制板方法进行 PCB 板制作。全书共分 12 个项目，将 Protel DXP 2004 基础知识、原理图设计、PCB 设计、原理图库设计、PCB 封装库设计、PCB 板制作等内容分解后有机地融入到相应的项目中。本书内容浅显易懂，配合详细的操作步骤和图片，特别适于边操作边学习软件的初学者。

本书适合作为中等职业学校电子技术应用、电子电器维修、电子与信息技术等相关专业教学用书，也可作为岗位培训用书和自学用书。

图书在版编目(CIP)数据

电子 CAD/戴金文主编. —长沙:中南大学出版社,2014.5
ISBN 978-7-5487-1074-5

I. 电... II. 戴... III. 印刷电路-计算机辅助设计-应用软件-职业教育-教材 IV. TN410.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 078410 号

电子 CAD

戴金文 主编

责任编辑 谢贵良

责任印制 易建国

出版发行 中南大学出版社

社址:长沙市麓山南路

邮编:410083

发行科电话:0731-88876770

传真:0731-88710482

印 装 国防科技大学印刷厂

开 本 787×1092 1/16 印张 14.75 字数 368 千字 插页 2

版 次 2014 年 7 月第 1 版 2014 年 7 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5487-1047-5

定 价 30.00 元

图书出现印装问题,请与经销商调换

职业教育电子类专业“新课标”规划教材编委会

主任: 李正祥

副主任: 张希胜 游百春

委员:(按姓名首字母音序排列)

陈文华	范国学	奉天生	高兴	黄建国
贺建辉	李波	李春	雷春国	卢次之
李俊新	罗凯	刘梦龙	李茂之	刘鹏
罗伟光	刘益华	乔立新	彭新明	唐卫民
王昌波	肖启梁	杨军	严建国	颜学勤
易瑜	喻义东	钟端阳	周孝军	曾雄兵
周维官				

出版说明

根据《国务院关于大力发展职业教育的决定》、国务院印发的《关于加快发展现代职业教育的决定》等文件提出的教材建设要求,和《中等职业学校专业教学标准(试行)》(2014)要求职业教育科学化、标准化、规范化等要求,以及习近平总书记专门对职业教育工作作出的重要指示,中南大学出版社组织全国近30余所学校的骨干教师及行业(企业)专家编写了这套《职业教育电子类专业“新课标”规划教材》。

本套教材的编写紧紧围绕目标,以项目模块重新构建知识体系结构,书中内容都以典型产品为载体设计活动来进行的,围绕工作任务、工作现场来组织教学内容,在任务的引领下学习理论,实现理论教学与实践教学融通合一、能力培养与工作岗位对接合一、实习实训与顶岗工作学做合一。

本套教材力求以任务项目为引领,以就业为导向,以标准为尺度,以技能为核心,达到使学校教师、学生在使用本套教材时,感到实用、够用、好用。归纳起来,本套教材具有以下特色:

(1) 以任务为驱动,对接真实工作场景性强,教学目的性强,实用性强,教、学、做合一体性。

(2) 各项目及内容按照循序渐进、由易到难,所选案例、任务、项目贴近学生,注重知识的趣味性、实用性和可操作性。

(3) 把培养学生学习能力贯穿于整个教材中,尽量避免各套教材的实训项目内容重复,注意主次协调、合理搭配,提高教学效果。

(4) 考虑到各个学校实训条件,教材中许多项目还设计了仿真教学,兼顾各中等职业学校的实际教学要求,让学生能轻松学习知识和技能。

(5) 注重立体化教材建设。通过主教材、电子教案、实训指导、习题及解答等教学资源的有机结合,提高教学服务水平,为高素质技能型人才的培养创造良好的条件。

由于职业教育改革和发展的速度很快,加之我们的水平和经验有限,因此在教材的编写和出版过程中难免出现问题和错误。我们恳请使用这套教材的师生及时向我们反馈质量信息,以利于我们今后不断提高教材的出版质量,为广大师生提供更多、更实用的教材。意见反馈及教学资源联系方式: 451899305@qq.com

编委会主任 李正祥
2014年6月

前 言

本书是中等职业教育电子技术应用专业课程改革成果教材。本书的编写是根据湖南省“中等职业学校电子技术应用专业教学标准”，同时参考教育部最新颁布的教学大纲和有关行业的职业技能鉴定规范及中级技术工人等级考核标准。本书主要提供中等职业学校电类相关专业教学使用，也可作为岗位培训教材及自学用书。

Portel DXP 2004 是一款功能强大、国内应用广泛的电子电路设计软件。本书主要介绍如何使用 Protel DXP 2004 软件进行原理图设计和 PCB 设计，如何利用热转印制板、感光板曝光制板、小型工业制板三种化学腐蚀制板方法进行 PCB 板制作。全书共分 12 个项目，将 Portel DXP 2004 基础知识、原理图设计、PCB 设计、原理图库设计、PCB 封装库设计、PCB 板制作等内容分解后有机地融入到相应的项目中。

本书在编写过程中对内容进行了如下处理：

1. 项目内容由浅入深、由点到面，每个项目着重介绍所涉及内容的操作方法，同时涉及一定的新知识。项目一至项目四主要为原理图设计，项目五为原理图元件的制作，项目六为层次原理图设计，项目七为原理图各种报表的生成，项目八至项目九为 PCB 设计，项目十 PCB 板元件封装制作，有条件的学校可完成项目十一至项目十二化学腐蚀制板。

2. 为强化学习效果，加强学生复习，部分项目内容与前面的项目有所重复，但操作步骤的叙述有所简化。

3. 在本软件的使用中尽管有很多不同的操作界面，但大多数的操作方法、步骤（例如对元件的操作有拖动、旋转、翻转、复制、粘贴、属性修改等）相同，所以对重复的操作步骤，后面的项目中不再说明（或简单说明），学习过程中需要学生举一反三。

4. 全书通过项目教学的方式编写，在选择项目电路时尽可能考虑学习内容的需要，未尽内容通过“知识准备”、“提示”等栏目进行表述。

5. 考虑到工程实际的需要及中职学生的学习目标，本书以完成一般电路的 PCB 设计为目的，对 Portel DXP 2004 中比较复杂的相关内容进行了删减。

6. 较好地完成工程实际应用中的 PCB 设计。需要大量工程设计经验的实训，本书只能提出一些设计原则及软件使用的方法，用于指导实践，实际应用中还需要学生加强练习。

本书由戴金文任主编，林干祥、张志明任副主编，参加本书编写的还有段伶俐、甘元智、张照发、汪娇梅、周学阶、彭俊敏、余扬忠等。本书由谭立新审稿。审者认真地审阅了全书，提出了许多宝贵的建议和意见，在此表示衷心的感谢！

由于编者水平有限，教材中难免存在错误和不足之处，敬请广大读者批评指正。

编者

2014 年 7 月

目 录

项目一 认识 Protel DXP 2004	(1)
1.1 Protel DXP 2004 简介	(1)
1.2 Protel 的发展历史	(1)
1.3 Protel DXP 2004 的特点	(2)
任务一 Protel DXP 2004 安装	(2)
任务二 Protel DXP 2004 应用初步	(3)
1.4 Protel 文件管理	(3)
1.5 电路设计简介	(6)
项目二 模拟放大器电路图的绘制	(8)
2.1 Protel DXP 2004 启动	(8)
2.2 原理图编辑器	(8)
2.3 元件库操作	(10)
2.4 元件的连接	(15)
2.5 电源/接地组件的放置	(17)
任务 绘制分压偏置放大电路原理绘制	(18)
项目三 实用门铃电路的绘制、LED 驱动电路图的设计	(26)
3.1 原理图设计流程	(26)
3.2 原理图图纸参数设置	(26)
3.3 元件库及元件的操作	(27)
3.4 原理图绘制工具箱的基本操作	(29)
任务一 实用门铃电路图绘制	(31)
任务二 LED 驱动电路图的设计	(36)
项目四 模/数转换电路的绘制	(43)
4.1 绘制总线	(43)
4.2 绘制总线分支	(44)
4.3 放置网络标签	(44)
4.4 放置端口	(45)
4.5 放置忽略 ERC 检查指示符	(45)
4.6 放置文本字符串	(46)

4.7	放置文本框	(46)
4.8	插入图形	(47)
任务	模/数转换电路的绘制	(47)
项目五	74LS 系列、74LS00 元件的创建	(56)
5.1	新建原理图库文件	(56)
5.2	元件库的管理	(58)
5.3	创建一个新元件	(62)
5.4	创建多组件元件	(69)
5.5	建立元件库	(72)
任务一	74LS47 系列一个元件的创建	(75)
任务二	74LS00 多组件元件创建	(80)
任务三	新创建的元件及元件库的管理	(82)
项目六	红外遥控信号转发器电路的设计	(84)
6.1	层次原理图概述	(84)
6.2	自上而下层次原理图设计	(84)
6.3	自下而上层次原理图设计	(87)
6.4	各层电路图间的切换	(87)
任务一	自上而下设计红外遥控信号转发器电路图	(88)
任务二	自下而上设计红外遥控信号转发器电路图	(92)
项目七	实用门铃电路的编译及报表的生成	(94)
7.1	电气规则检查	(94)
7.2	网络表	(98)
7.3	生成/输出各种报表和文件	(100)
7.4	原理图输出	(105)
任务一	实用门铃电路图电气规则检查及修改	(106)
任务二	实用门铃电路图网络表的生成	(108)
任务三	实用门铃电路图元件清单报表、工程结构图	(109)
任务四	实用门铃电路图打印输出	(110)
项目八	串联稳压电源 PCB 板设计	(113)
8.1	PCB 设计系统的操作与管理	(113)
8.2	PCB 编辑器的工具栏和视图管理	(120)
8.3	PCB 图纸电路参数的设置	(122)
8.4	PCB 工作层参数的设置	(123)
8.5	规划电路板	(123)
8.6	加载和浏览元件封装库	(126)

8.7 元件封装的放置和元件封装属性的设置	(127)
8.8 PCB 绘图工具	(128)
8.9 手工布局和布线	(129)
任务 串联稳压电源 PCB 板设计	(130)
项目九 音频功率放大电路 PCB 板设计	(137)
9.1 自动布局	(137)
9.2 自动布线	(140)
9.3 布线规则检查	(145)
9.4 电路板调整	(147)
9.5 电路板编辑和修改	(150)
9.6 报表生成和打印	(156)
9.7 电路仿真	(159)
任务 音频功率放大电路 PCB 板的制作	(160)
项目十 8 脚集成电路 PCB 元件封装设计	(169)
10.1 创建元件封装的步骤	(169)
10.2 启动 PCB 元件库编辑器	(169)
10.3 PCB 元件库绘制工具及命令介绍	(170)
10.4 PCB 元件库管理命令介绍	(171)
10.5 手动创建新的元件封装	(172)
10.6 利用向导创建元件封装	(177)
10.7 创建集成元件库	(179)
10.8 元件的管理	(182)
任务一 手动创建 8 脚集成电路 PCB 元件封装	(183)
任务二 向导创建 8 脚集成电路 PCB 元件封装	(187)
项目十一 线路板制作	(194)
11.1 热转印制板	(194)
11.2 单面感光板曝光制板	(196)
任务一 警笛信号发生器热转印制板演示	(197)
任务二 单片机小系统光板曝光制板演示	(201)
项目十二 六位电子时钟 PCB 板制作	(208)
小型工业制板的特点及设备	(208)
任务一 前期准备	(213)
任务二 线路板裁板	(214)
任务三 线路板钻孔	(215)
任务四 板材抛光	(216)

任务五 金属化过孔	(217)
任务六 线路制作	(219)
任务七 阻焊丝印、字符丝印.....	(224)
参考文献	(226)

项目一 认识 Protel DXP 2004

项目描述

电子 CAD 的基本含义是使用计算机完成电子电路的设计,包括电原理图的编辑、电路功能仿真、工作环境模拟、印制电路板(PCB——Printed Circuit Board)设计(自动布局、自动布线)与检测等。电子 CAD 软件还能迅速形成各种各样的报表文件,如元件清单报表,为元器件的采购及工程预决算等提供了方便。它能够使人们从日常的繁重和重复性的工作中解脱出来,有更多的机会充分发挥自己的聪明才智,进行创造性的设计工作。Protel DXP 2004 是澳大利亚 Altium 公司于 2002 年推出的一款电子设计自动化软件。它的主要功能包括:原理图编辑、印制电路板设计、电路仿真分析、可编程逻辑器件的设计。用户使用最多的是该款软件的原理图编辑和印制电路板设计功能。

通过此项目来达到如下目标:

- (1) 学会如何安装 Protel DXP 2004 软件;
- (2) 学会新建和保存原理图文件;
- (3) 掌握设计项目和文件的关系;
- (3) 熟悉 Protel 文件管理。

任务实现

1.1 Protel DXP 2004 简介

Protel DXP 2004 是 Protel 99SE 的升级版本。Protel DXP 2004 与以前的 Protel 99SE 相比,在操作界面和操作步骤上有了很大的改进,用户界面更加友好、直观,用户操作更加便利。

Protel DXP 2004 的主要组成如下:

- (1) 原理图设计系统。主要用于电路原理图的设计,为印制电路板图的设计做准备工作。
- (2) 印制电路板图设计系统。主要用于印制电路板图的设计,由它生成的 PCB 文件可直接应用到印制电路板的生产中。
- (3) FPGA 系统。主要用于可编程逻辑器件的设计。
- (4) VHDL 系统。硬件描述语言编译系统。

1.2 Protel 的发展历史

Protel 公司于 1985 年在澳大利亚的悉尼成立,同年推出第一代 DOS 版 PCB 设计软件,如

TANGO、Protel Schematic 和 Autotrax 等。1988 年, Protel 公司在美国硅谷设立研发中心。升级版的 Protel for DOS 由美国引入中国大陆, 因其方便、易学、实用得到了广泛的应用。进入 20 世纪 90 年代以后, 随着个人计算机硬件性能的提高和 Windows 操作系统的推出, Protel 公司于 1991 年发布了世界上第一个基于 Windows 环境的 EDA 工具, 奠定了其在桌面 EDA 系统的领先地位。

1998 年, Protel 公司推出了 Protel 98, 将原理图设计、PCB 设计、无网格布线器、可编程逻辑器件设计和混合电路模拟仿真集成于一体化设计环境中。随后又推出了 Protel 99 及 Protel 99SE 等产品。2002 年, 该公司更名为 Altium 公司, 接着推出了 Protel DXP。Protel DXP 是 Altium 公司 2002 年推出的最新一代 EDA 设计软件, 是 Protel 99SE 的升级版本。Protel DXP 与以前的 Protel 99SE 相比, 在操作界面和操作步骤上有了很大的改进, 用户界面更加友好、直观, 用户操作更加方便。

本教材以 Protel DXP 2004 中文破解版为基础进行介绍。

1.3 Protel DXP 2004 的特点

1. 通过设计档包的方式, 将原理图编辑、电路仿真、PCB 设计及打印有机地结合在一起, 提供了一个集成开发环境。
2. 提供了混合电路仿真功能, 为正确设计实验原理图电路中某些功能模块提供了方便。
3. 提供了丰富的原理图组件库和 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 设计功能, 这是以前版本所没有提供的功能。

任务一 Protel DXP 2004 安装

Protel DXP 2004 中文破解版的安装与大多数的 Windows 应用程序安装类似, 按照安装向导的提示, 分别执行安装程序步骤即可。具体的安装步骤如下。

1. 如果是在网上下载的 Protel DXP 2004 中文破解版, 先解压, 再运行 setup\Setup.exe 文件, 安装 Protel DXP 2004。
2. 接着分别运行 DXP2004SP2 补丁.exe 和 DXP2004SP2_IntegratedLibraries.exe 文件。
3. 使用 DXP2004crack.rar 文件中的 Protel2004_sp2_Genkey.exe, 将它放在 Protel_DXP_2004 的安装目录里面双击注册。
4. 左键点击 Protel 左上角 DXP, 选择 Preference 菜单项并单击, 在出现的对话框中, 选中 Use localized resources, 然后关闭 Protel_DXP_2004, 重新打开软件变为简体中文版本, 这样就安装完成了!

任务二 Protel DXP 2004 应用初步

1.4 Protel 文件管理

1. 熟悉文件组织结构

Protel DXP 2004 引入了设计项目的概念, 在印制电路板的设计过程中, 一般先建立一个项目文件, 项目文件扩展名为“.Prj***”(其中“***”是由所建项目的类型决定)。该文件只是定义项目中的各个文件之间的关系, 并不将各个文件包含于内。在设计过程中, 建立的原理图、PCB 等文件都以分立文件的形式保存在计算机中。有了项目文件这个联系的纽带, 同一项目中不同文件可以不必保存在同一文件夹中。在查看文件时, 可以通过打开项目文件的方式看见与项目相关的所有文件, 也可以将项目中的单个文件以自由文件的形式单独打开。总的说来, Protel DXP 2004 软件的文件组织结构可以表述成如图 1-1 所示结构。

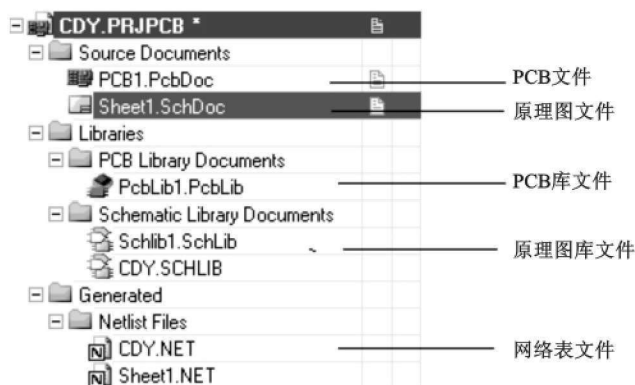


图 1-1 文件组织结构

在 Protel DXP 2004 软件中, 设计文件的扩展名, 如表 1-1-1 和表 1-1-2 所示。

表 1-1-1 常用项目类型

文件扩展名	文件类型	图标
.PrjPCB	PCB 项目	
.LibPkg	集成元件库项目	

表 1-1-2 常用文件类型

文件扩展名	文件类型	图标
.SchDoc	原理图文件	
.SchLib	元件原理图库文件	
.PcbDoc	印制电路板图文件	
.PcbLib	元件封装库文件	
.IntLib	集成元件库文件	

2. PCB 工程及相关文件的创建

(1) PCB 工程的创建与保存

步骤 1: 运行 Protel DXP 2004 软件, 进入到工作窗口界面, 执行【文件】—【创建】—【项目】—【PCB 项目】菜单命令, 如图 1-2 所示。

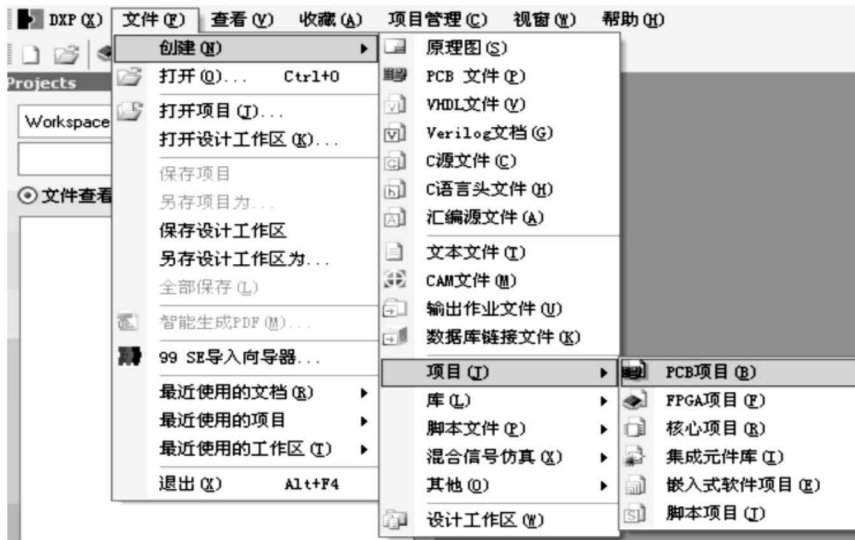


图 1-2 创建工程项目菜单

执行命令之后, Protel DXP 2004 软件就会创建一个空的 PCB 工程, 并使用默认文件名为 PCB_Project1.PrjPCB。从 Projects 工作面板中, 可以看到这个空工程, 如图 1-3 所示。



图 1-3 新建的空 PCB 工程

步骤 2: 执行【文件】—【保存项目】菜单命令, 弹出保存工程项目文件路径和文件名如图 1-4 所示对话框。



图 1-4 保存工程项目文件对话框

(2) 文件的创建与保存

在创建了空工程后，可以添加很多类型的源文件，如原理图文件、PCB 文件、原理图库文件、PCB 封装库文件等。其步骤与 PCB 工程的创建与保存类似。如图 1-5 所示。



图 1-5

3. 从工程中删除与添加文件

(1) 删除文件

步骤 1: 在如图 1-5 所示的 Projects 工作面板中，右击要删除的文件，然后在弹出的菜单中选择从项目中删除命令，弹出确认删除对话框，如图 1-6 所示。

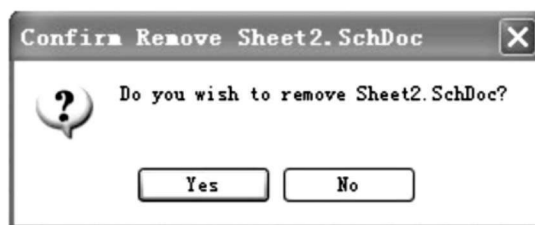


图 1-6 确认删除对话框

步骤 2: 单击 Yes 按钮, 即可将此文件从当前工程项目中删除。从工程项目中删除的文件称为自由文件。如果需要从磁盘中将其彻底删除, 则需要相应的磁盘文件。

(2) 添加文件

添加新文件: 执行【项目管理】—【追加新文件到项目中】菜单命令, 将需要新设计的文件添加到当前工程项目中。

添加已有文件: 执行【项目管理】—【追加已有文件到项目中】菜单命令, 从弹出的对话框中选择一个需要文件, 添加到当前工程项目中。

另外, Projects 工程面板中所显示的自由文件, 可通过鼠标拖动或单击右键从弹出的菜单中选择【Add to Project】命令, 将其加入到工程项目中。

1.5 电路设计简介

电路设计首先要了解电路设计与制作的总体流程, 以便从整体上掌握实际 PCB 设计与制作的操作步骤, 理解原理图在电路板设计中的作用。电路设计与制作流程如下:

1. 方案分析

它决定电路原理图如何设计, 同时也影响到 PCB 板如何规划。根据设计要求进行方案比较、元器件的选择等, 是开发项目中最重要的一环。

2. 电路仿真

在设计电路原理图之前, 有时候对某一部分电路设计并不十分确定, 因此需要通过电路仿真来验证。还可以用于确定电路中某些重要器件参数。

3. 设计原理图组件

Protel DXP 提供了丰富的原理图组件库, 但不可能包括所有组件, 必要时需动手设计原理图组件, 建立自己的组件库。

4. 绘制原理图

找到所有需要的原理组件后, 开始原理图绘制。根据电路复杂程度决定是否需要使用层次原理图。完成原理图后, 用 ERC(电气法则检查) 工具查错。找到出错原因并修改原理图电路, 重新查错到没有原则性错误为止。

5. 设计组件封装

和原理图组件库一样, Protel DXP 也不可能提供所有组件的封装。需要时自行设计并建立新的组件封装库。

6. 设计 PCB 板

确认原理图没有错误之后, 开始 PCB 板的绘制。首先绘出 PCB 板的轮廓, 确定工艺要求(使用几层板等)。然后将原理图传输到 PCB 板中来, 在网络表、设计规则和原理图的引导下布局 and 布线。(设计规则检查) 工具查错是电路设计时另一个关键环节, 它将决定该产品的实用性能, 需要考虑的因素很多, 不同的电路有不同要求。

7. 文档整理

对原理图、PCB 图及器件清单等文件予以保存, 以便以后维护、修改。

考核评价

使用给定计算机上 Protel DXP 2004 的安装文件，在自己的电脑上安装 Protel DXP 2004 软件，要求在我的电脑的 D 盘中新建一个文件名为 DXP 的文件，并将软件安装在其中，并对软件进行破解与汉化操作。

拓展提高

将在 Protel 99 SE 格式文件导入 Protel DXP 2004 中。