

高等院校规划教材

电子技能训练教程

(第2版)

主 编 滕国仁

煤炭工业出版社

高等院校规划教材

电子技能训练教程

(第 2 版)

主 编 滕国仁

副主编 李桂莲 郭海文 梁秀荣

煤炭工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

电子技能训练教程 (第2版) 滕国仁主编. —北京:
煤炭工业出版社, 2005
高等院校规划教材
ISBN 7-5020-2785-8

I. 电… II. 滕… III. 电子技术—高等学校—教材 IV. TN01

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 118018 号

煤炭工业出版社 出版
(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)
网址: www.cciph.com.cn
煤炭工业出版社印刷厂 印刷
新华书店北京发行所 发行

*

开本 $787\text{mm} \times 1092\text{mm}^{1/16}$ 印张 $15\frac{1}{2}$ 插页 1
字数 367 千字 印数 1—2,700
2005 年 11 月第 1 版 2005 年 11 月第 1 次印刷
社内编号 5566 定价 25.00 元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 本社负责调换

内 容 提 要

全书共分四篇。第一篇, 电子技能训练基本知识, 主要介绍电子电路的安装、焊接, 印刷电路板的制作, 电路调试方法, 以及 PROTEL 软件、计算机绘图, 计算机制作印刷电路板的方法; 第二篇, 简单电子电路的安装调试, 介绍一些日常生活实用的模拟电子电路、数字电子电路的安装与调试; 第三篇, 高频电子电路的安装与调试, 以收音机为例, 介绍高频电子电路的安装调试及其技术指标测量方法; 第四篇, 录音机和彩色电视机的故障诊断及其维修, 详细介绍收录机和彩色电视机各部分电路故障诊断及其检修方法。

本书是大学本科、职业教育电子信息专业和相关专业的实践技能训练教材, 还可供工程技术人员参考。

前 言

本书是电子信息专业实践教学体系的改革系列教材之一。本教材在编写中力求贯彻全教会“素质”教育的思想原则,按实践教学体系选择内容,适用于应用型人才培养。

本课程的特点,立足学生工程实际的培养,所选的电路是生活中常见且学生感兴趣的电路,具有可实践性。本教材是一本培养学生电子技能的系统教材。

全书共分四篇,第一篇为电子技能训练的基本知识,主要介绍电子电路的安装、焊接、印刷电路板的制作,以及调试方法,还介绍了PROTEL软件及计算机绘图和用计算机制作印刷电路板的方法;第二篇为简单电子电路的安装调试,其中介绍一些日常生活实用的模拟电子电路和数字电子电路的安装与调试;第三篇为高频电子电路的安装与调试,以收音机为典型例子介绍其安装调试及技术指标的测量;第四篇以收录机和彩色电视机为例介绍故障诊断及处理方法。整个训练过程实质是让学生上三个台阶,第一个台阶是掌握电子训练的基本知识和简易电子电路的安装调试、焊接、印刷电路板的制作,第二个台阶是掌握高频电子电路(收音机)的安装调试技术,第三个台阶是学会对故障进行诊断及处理(收录机、彩色电视机)。这三个台阶是电子专业学生电子技能的标志。

本教材按7周(280学时)编写,可根据专业要求选择有关内容,有的内容可以自学。

本书由华北科技学院电子信息工程系编写。滕国仁编写第一章、第二章、第三章;郭海文编写第四章;李桂莲编写第六章;梁育龙编写第七章;席振元编写第一章第二节;梁秀荣编写第五章;刘林生对第七章进行了修订。全书由滕国仁任主编,负责提出编写提纲;李桂莲、郭海文、梁秀荣任副主编;薛鹏骞教授担任主审。

在编写过程中得到了华北科技学院院长、教务处和电子信息工程系的支持,在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限,错误和不妥之处敬请读者批评指正。

编 者

2005年8月

目 录

第一篇 电子技能训练的基本知识

第一章 电子线路的安装与焊接技术	1
第一节 电子装置的布局原则	1
第二节 印刷电路板的制作	5
第三节 安装与焊接	31
第二章 电子电路的调试与诊断	41
第一节 电子电路的调试	41
第二节 电子电路的干扰与噪声	43

第二篇 简易电子电路的安装与调试

第三章 模拟电子电路的安装与调试	47
第一节 耳聋助听器	47
第二节 双音报警器	50
第三节 触摸式延迟照明灯	53
第四节 全自动电冰箱保护器	56
第五节 六功能彩灯控制器	59
第六节 电缆断点寻迹器	62
第七节 礼貌迎客电子门铃	64
第四章 数字电子电路的安装与调试	67
第一节 BP 机呼叫电路	67
第二节 多功能在线测试器	68
第三节 脉搏声光显示器	71
第四节 数字钟电路	74
第五节 巡回检测电路	77
第六节 数字毫伏表	79
第七节 语音报数万用表	81

第三篇 高频电子电路的安装与调试

第五章 收音机的原理与安装调试	86
第一节 收音机的工作原理	86

第二节	收音机的调试方法·····	109
第三节	收音机的故障分析与维修·····	121
第四节	调频收音机简介·····	125
第五节	收音机的组装与调试·····	129

第四篇 录音机和彩色电视机的故障诊断及维修

第六章	录音机的故障及维修·····	135
第一节	录音机的基本原理·····	135
第二节	录放部分的放大电路·····	144
第三节	录音部分主要性能的调整·····	156
第四节	录放音电路故障检修·····	159
第五节	机械类故障检修·····	164
第七章	彩色电视机常见故障及维修·····	170
第一节	概述·····	170
第二节	各部分电路对应的主要故障现象及其原因·····	173
第三节	开关电源电路检修·····	176
第四节	行扫描电路检修·····	181
第五节	场扫描电路检修·····	189
第六节	高频头电路检修·····	195
第七节	中放电路检修·····	200
第八节	亮度通道电路检修·····	207
第九节	伴音电路检修·····	215
第十节	彩色解码电路检修·····	223
第十一节	遥控电路检修·····	232
第十二节	大屏幕多制式彩色电视机概述·····	238

第一篇 电子技能训练的基本知识

第一章 电子线路的安装与焊接技术

设计好一个电子电路后,需要安装焊接成实际电路,有的还要做成实用电子装置。从设计电子线路图纸到做成实际电路装置要经过十分重要的装接工艺。即使设计的电路十分合理,由于焊接安装不当也会严重地影响电子设备的性能,乃至使其不能正常工作。因此,整机的结构布局、元器件的安排布置及安装焊接等工作,是保证电子设备质量的重要环节。本章简要介绍有关装接工艺方面的知识。

第一节 电子装置的布局原则

一、整机结构布局

把已经按设计选取好的元器件装接成实用电路,不仅要考虑便于调整、检修和使用,而且要防止器件之间的相互影响和干扰,以保证电路能正常工作。在设计整机结构时,应从电学、热学、力学性质和使用方便等方面考虑布局问题。电子装置布局的一般原则如下。

(1) 相互有影响或干扰的器件应尽可能分开或屏蔽 如强电(220 V)和弱电(直流电源),输出级和输入级之间,要安排得远一些,干扰源(如频率较高的振荡器、电源变压器等)要注意屏蔽。电路走线应尽量短些,避免交杂混放在一起。放大器,特别是前置放大器的输入信号线应当选用屏蔽线,并注意屏蔽线外层一端接地。直流电源引线较长时,应加接滤波电路,防止50 Hz交流干扰。

(2) 要注意发热部件的安置 发热部件应当安置在靠近外壳或装置的后部,并在外壳上开凿通风孔以利于散热,必要时需加散热片、仪表风扇等装置,使元器件的温升不超过允许值,保证电路正常工作。晶体管、热敏器件、电解电容等不宜放置在发热部件附近和装置的上方,因为电路长时间工作时,这较高的温度会影响上述器件的性能。大功率管及散热片可直接固定在外壳的外部,如果装在电路板上,要同其他电路元件保持一定距离。

(3) 元器件的布置还应考虑整个装置的重心平衡和稳定 变压器和大电容等较重的器件,宜安装在整机的下部,使装置的重心靠下,容易稳定。另外,安排器件和箱体结构时,要考虑前后左右质量均匀,并使装置的长、宽、高比例恰当,一般高度比例要小一些,这样可提高装置的稳定度,也比较美观。

(4) 电路板的装接方法和元器件的位置要便于调试、测量和检修 一个较复杂的装置

通常由多块印刷电路板组成，并通过印刷电路板插座同整机相连。要充分利用每块印刷板的使用面积，又要减少电路板间的连线。最好按电路功能的不同分配印刷电路板。显示器件以及需要调节的旋钮、操作开关等，应装配在面板上。电源插座、保险丝以及不常调整的可调器件，一般安装在后盖上。

二、抑制电磁干扰的措施

一般电子装置都有电源变压器和整流滤波电路，而变压器和整流滤波电路往往是对电路影响最大的干扰源，必须设法减小其干扰。

1. 电源变压器的选择和安装

电源变压器是带铁心的电感元件，其主磁通通过铁心构成闭合磁路，还有很少漏磁通穿过周围空气形成闭路，因此漏磁通在周围空间形成干扰源。变压器漏磁通分布情况如图1-1所示，X方向漏磁通最大，Y方向次之，Z方向最小。变压器体积越大，漏磁越多。所以选择变压器不合理，电路元器件安排不当，电路都会受到干扰，甚至使电路无法正常工作。为了避免电源变压器干扰电路工作，应注意以下4点。

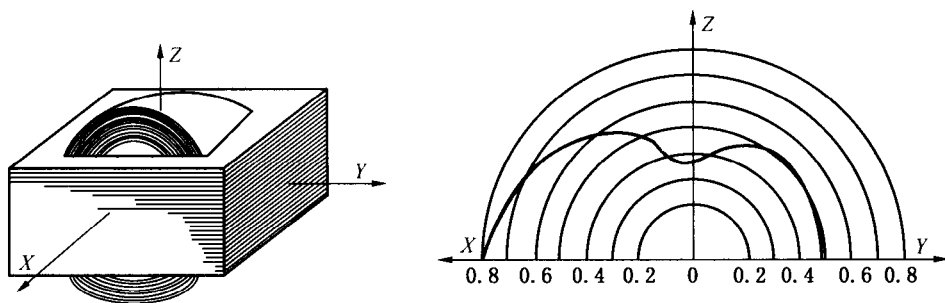


图1-1 变压器漏磁分布情况

(1) 电源变压器功率储备不宜过大 选择或设计电源变压器时，功率储备不宜过大，在保证电路需要的前提下，适当提高每伏匝数值，尽可能降低变压器的磁通；同时要尽量减小变压器的体积，以减小漏磁。在制作电源变压器时，必须加入静电屏蔽。

(2) 电源变压器应尽可能远离低频电路的输入级 变压器线圈的轴线方向应同印刷电路板平面平行，并使其铁心和金属底板垂直为好；但不要让硅钢片紧贴金属底板，以免变压器铁心的磁力线伸展到底板中，影响电路。为此，安装时应该用绝缘垫片将变压器固定在底板上。

(3) 将变压器屏蔽 为了防止变压器漏磁通的影响，还可以将变压器屏蔽起来。一种方法是在变压器的侧面（垂直X，Y的平面）包上几层带状铁皮，另一种方法是在变压器磁轭上（垂直Z，Y的平面）包上一层铜皮短路环。

(4) 整流滤波电路和电源变压器的连线要尽可能短 这样，可以降低滤波电路的阻抗，减小电源的波纹电压，还可以减小整流电路引线产生的电磁场对放大电路的干扰。

2. 低频放大器输入级的安装

低频放大电路的输入级工作电平较低，容易受外界电磁场的干扰。因此，输入信号连

线除需采用屏蔽之外, 还应注意以下几点。

(1) 输入引线越短越好 尤其在连接电阻等元器件时, 接交流高电位端的引线应尽量短, 接交流地电位端的引线可稍长一些。

(2) 输入端电位器外壳和轴柄应当良好接地 如音调控制电路的高、低音调节和音量调节电位器, 一般工作电平都较低, 容易受空间电磁场的干扰。所以, 既要电位器的外壳接地, 又要把轴柄也接地, 保证良好的屏蔽, 免受外界干扰。

(3) 正确安装指示灯 一般指示灯与电源变压器的灯丝绕组距离较远, 所以引线很长, 很容易成为交流声干扰源。为此, 指示灯要远离输入电路, 并且采用双线对地绝缘的指示灯座, 最好把灯丝引线的双线绞合起来。

抑制干扰除采用上述电源处理和屏蔽方法之外, 还可通过整机布线和接地、采取隔离措施、去耦和补偿等实现。

三、整机布线与接地

正确地布线和合理地接地, 是确保电路性能的重要因素之一, 电路产生交流声或自激振荡, 往往是由于布线不合理所致。

1. 合理布置接地线

在电路中有 3 种不同的接地: 一是在强电电路中, 把电气设备的外壳接大地以防触电; 二是在电子电路中作为电位参考点, 称之为“接地”; 三是为了抑制干扰而采取的技术措施, 抑制干扰的“接地”有 4 种, 分别是“信号地”、“模拟地”、“数字地”和“仪器地”。作为电位参考点的“接地”, 其位置如果选择不合理, 就会给电路带来危害。图 1-2 所示的是一种不合理接地。机壳 A 与 B 之间由于地电流和杂散电磁场感应形成干扰信号 u_{s2} , 输出级高电平电流 i 由 C 经 B 流入电源, 因为 CB 间电阻形成电压降 u_{s3} 。 u_{s2} 和 u_{s3} 两个电压同信号源 u_{s1} 串接在一起, 加到输入回路之中形成干扰。尽管这类干扰电压数值很小, 但经放大电路放大之后, 就可能成为严重的干扰信号。有时在不加 u_{s1} 的情况下, 由于 u_{s2} 的存在会产生交流声; 加入 u_{s1} 后, 如果干扰信号与信号源同相位, 还可能引起寄生振荡。可见, 接地问题非常讲究。

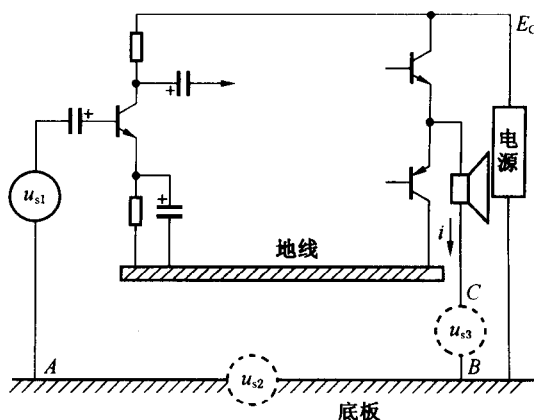


图 1-2 不合理接地电路图

多级放大电路正确的接地方法有两种, 如图 1-3 所示。图 1-3a 所示为串联接地方式, 电路连线比较简单, 但因存在地线电阻, 容易在地线上形成干扰电压, 所以它抑制地电流干扰能力较差。图 1-3b 所示为并联接地, 它比前一种接地法更为合理, 只是引线太长, 电感效应较强, 容易影响高频特性。这两种接地方法, 输入回路都没有串任何干扰信号, 这是它们的共同优点。接地一般应注意以下几点。

(1) 电路尽量一点接地, 如图 1-3b 所示。这样可以避免地电流干扰和寄生反馈。

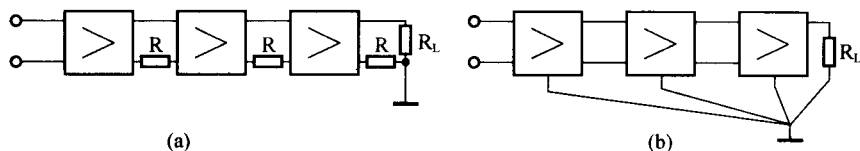


图 1-3 正确的接地方法

a—串联接地；b—并联接地

(2) 输出级和输入级不允许共用一条地线。

(3) 输入信号和“地”应就近接在输入放大器的地端，不要和其他地方的地线相连。

(4) 各种高频和低频去耦电容的地端应尽量远离输入级的接地点，可靠近高电平的地端。

2. 整流滤波电路的布线

整流滤波电路中的滤波电容主要是为减小脉动电流、滤除交流成分而设置的。但是，如果布线不合理，即使用大容量电容滤波，也不会收到良好的效果。因为整流二极管多是焊在电路板上，而大电容则常固定在底板上，所以图 1-4 所示是常用的一种滤波电路连接方法。但是，这种连接方法是不合理的。图 1-5 所示是该电路的等效电路，因为引线有电阻 R ，它同电容串联，增大了电容支路的等效阻抗，使实际的滤波效果变差，尤其当引线较长时，影响会更加明显。图 1-6 所示的连接方法是较为合理的，虽然增加了引线的长度，但因电路的直流电压直接从大电容两端取出，清除了整流滤波电路引线电阻的影响，改善了电源的波纹系数。

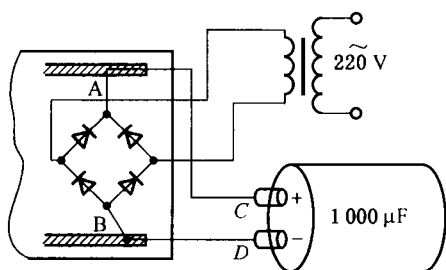


图 1-4 滤波电容的接线图

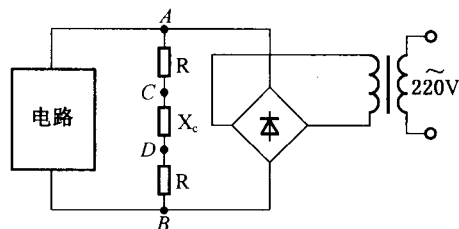


图 1-5 等效电路

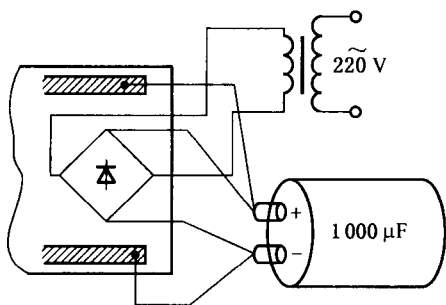


图 1-6 滤波电容正确接线图

3. 印刷电路板的布线

通常，原因不明而且难以排除的干扰大多是印刷电路板布局过密、过乱而造成的。合理的印刷电路板布局有利于降低和消除各种因素造成的干扰。印刷电路板的布线原则如下。

(1) 按电路图的走向顺序排列各级电路，尽量缩短接线，以减小分布参数对电路的影响。不允许有交叉电路，对于印刷电路

板中可能交叉的线条,可用“钻”、“绕”等办法解决。排线应尽量减少形成闭合回路,避免由于空间磁场通过此环形成涡流,而产生干扰信号。

(2) 为了减小公共地线长度,实现一点接地,常从一点总地线分成若干个接地分支,使各部分电路地线分开;但直接耦合或电容耦合弱信号部位的两部分电路的接地不能分开。后级交直流回路的电流应绝对避免流经前级输入回路的地线。采用串联接地方式时,输出级和输入级的地线点不能公用,在插座引线上要分别给出输入和输出接地端。总地线必须严格按高频→中频→低频一级一级地从弱电到强电的顺序排列,切不可随便翻来覆去地乱接,级与级间宁可接线长些。高频电路常采用大面积包围式地线,以保证有良好的屏蔽效果。

(3) 输入级的输入阻抗和灵敏度都比较高时,为了减小输入端静电感应的影响,可以使输入端的接地面积尽量大一些,或者用地线包围输入端。另外,输入信号和输出信号的引线应尽可能分开一些,它们的插座上的引线端的距离也尽量远些,或者用中间设置地线引出端的方法,减小相互的耦合作用。

(4) 强电流引线(公共地线、功放电流引线等)应尽量宽些。

(5) 阻抗高的走线尽量短,阻抗低的走线可长一些。这是因为阻抗高的走线容易发射和吸收信号,引起电路不稳定。电源线、地线、无反馈元器件的基极走线、发射极引线等均属低阻抗走线。射极跟随器的基极走线、放大器集电极走线(如中频变压器)均属于高阻抗走线。要根据通过引线的电流和电压选择导线的粗细和绝缘性。不同功能的引线要有颜色区别。

(6) 立体声扩音机、收录机、电视机等的两个声道的地线必须分开,各自成一路。一直到功放末端再合起来;否则,两路地线连来连去,极易产生串音,使分离度下降。

思 考 题

- (1) 电子装置的整机结构布局一般原则是什么?
- (2) 说明抑制电磁干扰的措施。
- (3) 整机布线和接地如何才算正确合理?

第二节 印刷电路板的制作

一、印刷电路板

1. 印刷电路板的组成

印刷电路板(Print Current Board 缩写PCB),是指具有一定尺寸和形状的、以绝缘有机材料为基材、其上至少有一个由铜箔构成的导电图形和若干孔的电路板。一块完整的印刷电路板主要由5部分组成。

- (1) 绝缘基材 一般由酚醛纸基、环氧纸基或环氧玻璃布制成。
- (2) 铜箔面 由裸露的焊盘和被绿油覆盖着的铜箔线路所组成,为电路板的主体。焊

盘用于焊接电子元器件。

(3) 绿油面 保护铜线路的助焊面, 由耐高温的助焊剂制成。

(4) 白油面 主要用于标注元器件的编号和符号, 便于印刷电路板加工时的电路识别。一般用白色油漆制成。

(5) 孔 包括元件孔、工艺孔、机械安装孔及金属化孔等, 用于基板加工、元件安装, 产品装配及不同层面的铜箔线路之间的连接。

2. 印刷电路板的作用

PCB 已被广泛应用于几乎所有的电子产品, 其主要作用有 2 种。

(1) 作为电路中元器件安装的支撑体。

(2) 通过铜箔线路和焊盘连接电路中的元器件。

3. 印刷电路板类型

根据产品的使用要求, PCB 通常被分为 3 种。

(1) 单面板 仅一面有导电图形的印刷电路板, 主要用于民品, 如一般的小家电产品。

(2) 双面板 两面都有导电图形的印刷电路板, 主要用于性能要求较高的通信电子设备、高级仪器仪表及计算机等。

(3) 多层板 由交替的导电图形层和绝缘材料层层压粘合而成的印刷电路板, 层间电路通过金属化孔互连, 主要用于性能要求较高且体积受限的复杂电子产品。

PCB 的应用始于 20 世纪 50 年代。采用 PCB 有利于流水作业和自动化生产, 不仅大大提高了劳动生产率, 而且使电路安装变得简单、快捷和可靠。美国是目前 PCB 制作技术最先进的国家, 已能生产厚度和普通单面不相上下的 16 层以上 PCB, 铜箔宽度可以细到千分之一英寸以下。随着对集成电路的应用日益广泛, 以及对电子产品体积、自动化加工程度、可靠性、寿命及对环境的适应能力的要求越来越高, PCB 的制作技术将不断发展。

二、PCB 设计与 Protel 软件

1. PCB 设计软件

计算机技术的发展, 为 PCB 的设计提供了现代化手段。目前用于 PCB 设计的 CAD 软件有: Protel, TANGO, OrCAD, PCAD 以及 SMARTWORK, Easystem 等, 其中 Protel 和 TANGO 应用最为广泛。由于篇幅所限, 这里只介绍 Protel 软件。

Protel 是在 TANGO 基础上改进的电子线路 CAD 设计软件, 由澳大利亚 PROTEL TECHNOLOGY 公司出品。进入 20 世纪 90 年代以来, 计算机行业发生了翻天覆地的变化。自从微软公司推出 Windows 以来, Windows 操作系统占领了整个计算机行业。尤其是在 Windows 95 推出以后, DOS 操作系统逐渐退到幕后, 各种 DOS 下的软件无不想更改其版本, 以便能在 Windows 环境下运行, 并能够分享其超强功能。Protel 98 也正是在这种背景下推出的。从 Protel For Windows 1.0 发展到 Version 2.0, Version 3.0, 一直到今天的 Protel 98, 由于其强大的功能和方便的操作, Protel 98 很快成为众多 EDA 用户的首选电路 CAD 软件。其内容包括原理图编辑、输出, 印刷电路板设计、输出, 原理图器件库编辑以及其他应用程序。其主要特点如下。

- (1) 32 位的 EDA 设计系统。
- (2) 丰富而灵活的编辑功能。
- (3) 强大的设计自动化功能。
- (4) 完善的在线库编辑和库管理功能。
- (5) 良好的开放性, 可接受多种格式的设计文件。
- (6) 支持 Windows 平台上所有的输出外设, 提供高分辨率的光绘文件。

2. Protel 98 软件

1) 系统概述

Protel 98 主要分为原理图设计系统 (Advanced Schematic) 和印刷电路板设计系统 (Advanced PCB) 两大部分, 前者主要用于电路原理图的设计, 后者主要用于印刷电路板的设计。

(1) 软件功能 原理图设计系统的元器件库存有超过 16 000 种零件, 并具有 ANSI, DeMorgan 及 IEEE 的显示格式可供选择, 可产生单张式电路图、多重式电路图及层次式电路图。图纸尺寸可为 A0~A4, 也可自定义, 最大可到 165 cm。

印刷电路板设计系统可设计 32 层板, PCB 尺寸可达 100 英寸×100 英寸, 分辨率可达 1/1 000 000 英寸。它具有自动元器件布局与自动布线功能, 并可直接输出制作 PCB 所需的全套图纸, 包括焊锡面、元件面中间信号层、绿油面、白油面的菲林图以及孔位图等。

(2) 运行环境 运行 Protel 98 的推荐配置如下。

CPU Pentium 100

RAM 16 MB

硬盘 1 GB

操作系统 Windows 95

显示器 800×600 (1024×768)

2) 原理图编辑

(1) 准备

①启动 Protel Schematic 首先启动 Windows 95 操作系统, 然后单击桌面底部的任务栏, 接着单击弹出菜单中的程序/Protel 98/EDA Client 98 命令, 即可启动 Protel 98 软件。启动过程如图 1-7 所示。

启动 Protel 98 后会出现图 1-8 所示的界面。

接着执行菜单命令 File/new, 弹出图 1-9 所示的对话框, 单击 Sch 图标, 然后单击 OK 按钮, 即可进入 Protel Schematic 主窗口, 如图 1-10 所示。

②安装元器件库文件 启动电路图编辑主程序后, 还需将元器件库装入 Current File List 选框中, 便于以后使用。安装方法如下所述。

A. 在电路图编辑主程序窗口中, 单击位于器件库分区选择窗口之下的 Add/Remove 按钮, 进入图 1-11 所示对话框。

B. 从上面文件列表中选择所需的元器件文件, 单击右下角的 Add 按钮, 即可将该元器件库文件装入 Selected Files 选框中。

C. 若供选择的库文件不够, 可在搜索框中搜索 C: \ Client 98 \ Sch 98 \ Library 目录, File 中会出现更多的库文件, 可按照前述方法逐一加入到 Selected Files 选框中。

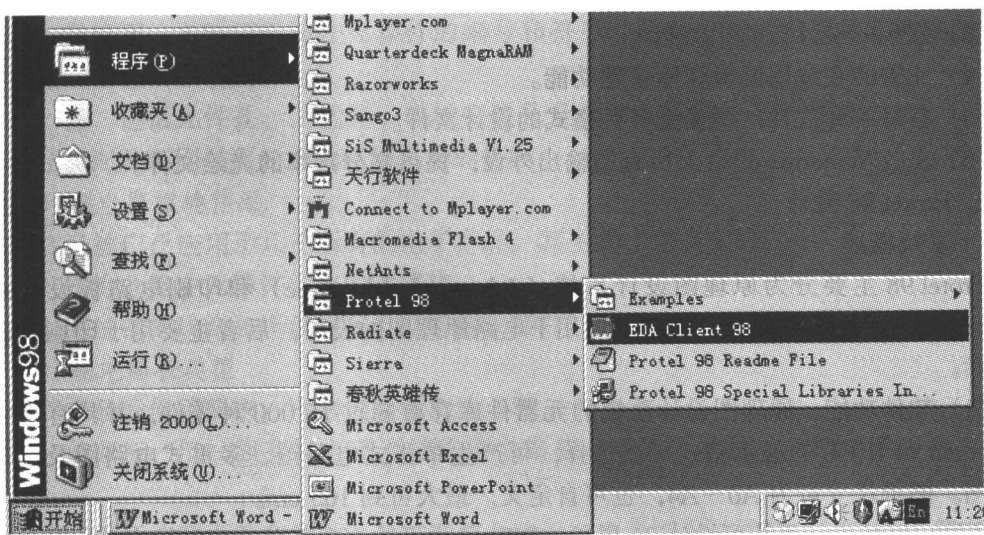


图 1-7 Protel 98 启动过程

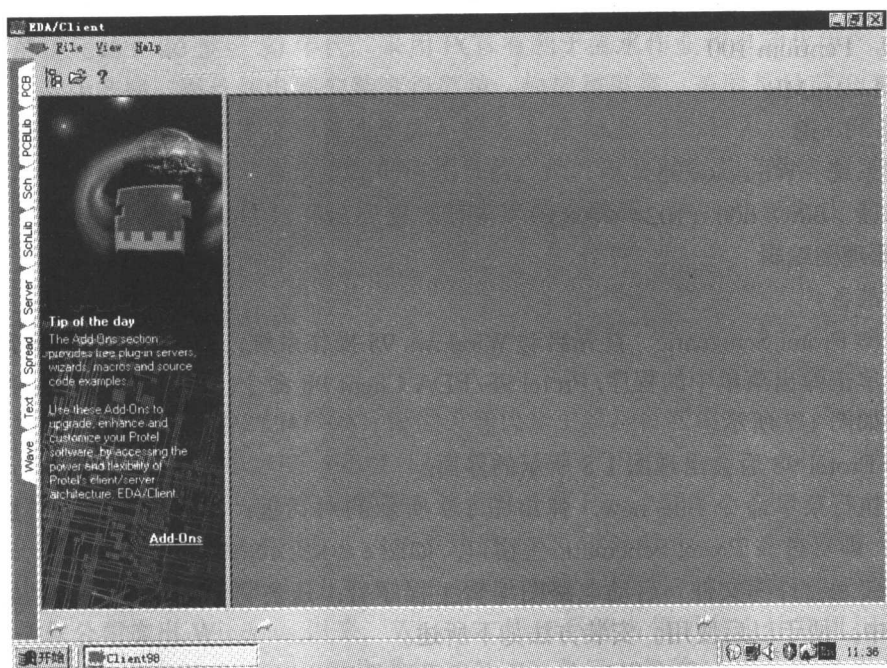


图 1-8 Protel 98 主窗口

完成安装后，单击 OK 按钮，退回主程序窗口。这时，在器件库分区选择窗口之中，可看到已装入的库文件。

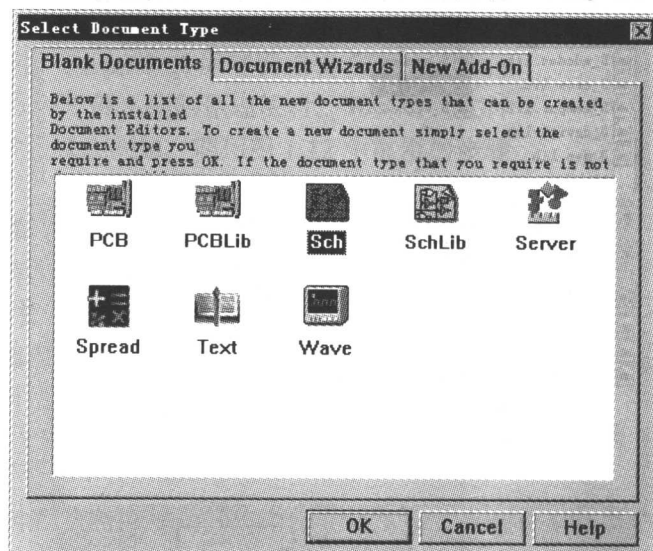


图 1-9 类型选择对话框

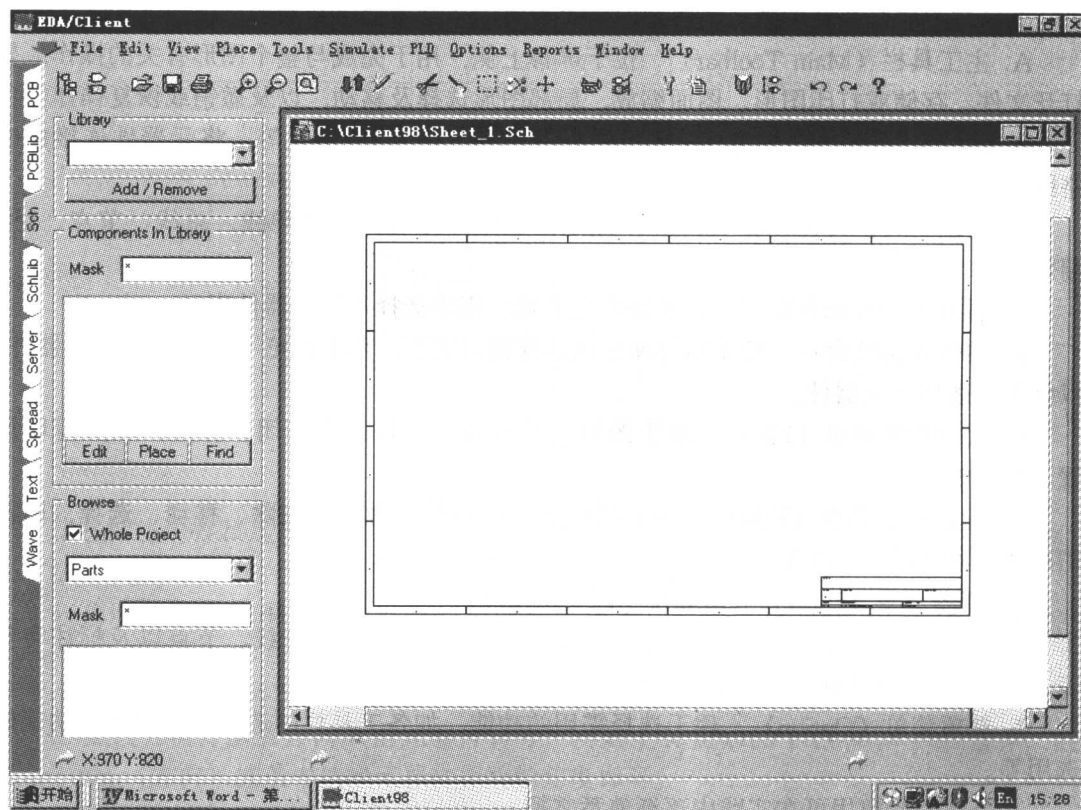


图 1-10 原理图编辑器界面

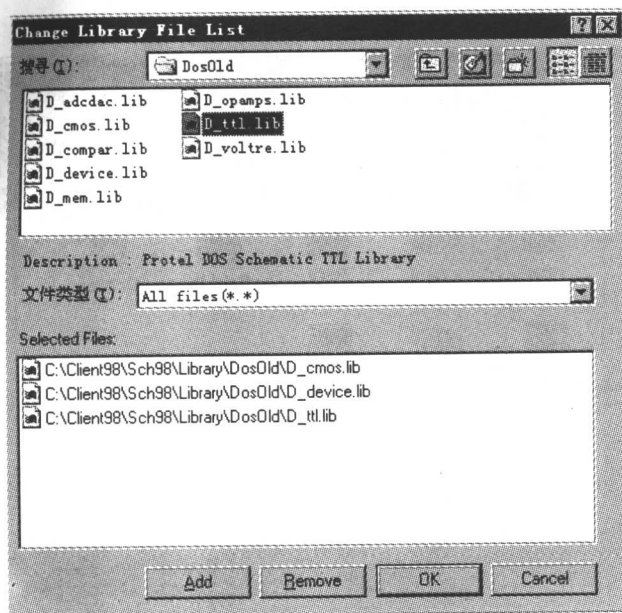


图 1-11 元器件库安装对话框

③了解主要命令及功能 电路图编辑主程序中各主要命令及功能介绍如下。

A. 主工具栏 (Main Toolbar) 位于屏幕上侧, 用于完成与整个图形有关的操作, 如打开文件、存储或打印图形、图面缩放、局部图形选择及移动, 以及撤销或恢复操作等。

B. 绘图工具栏 (Drawing Tools) 用于绘制直线、圆、曲线等, 将元器件连接成电路图。

C. 导线工具栏 (Wiring Tools) 用于绘制电路原理图中的导线、总线、节点、I/O 端口等。

D. 器件库分区选择窗口 位于屏幕左上角, 用于选择不同的器件库区。

E. 器件库浏览窗口 位于器件库分区选择窗口之下, 用于浏览不同分区中的元器件, 以便选择适用的元器件。

F. 文件管理菜单 (File) 用于图形文件的建立、打开及关闭、存储, 以及打印设置、打印输出等。

G. 图形编辑菜单 (Edit) 用于图形文件的剪贴、拷贝、删除、移动、选择, 以及图形或元器件属性更改等。

H. 视图菜单 (View) 图面按不同要求缩放。

I. 放置菜单 (Place) 用于在图纸上放置元器件、导线、总线、节点以及标注字符等, 并可在下拉菜单中选择绘图工具。

J. 选项菜单 (Option) 用于选择需用的功能, 如各工具栏的选用、栅格捕捉功能的选用等。

其余命令的使用可在实践中逐渐熟悉掌握。

(2) 开始绘图 以下从绘制图 1-12 所示的简单电路原理入手, 介绍电路绘制方法。

①铺开图纸 用鼠标单击 File, 在下拉菜单中单击 New, 即可出现新建工作窗口。