

新世纪
高等职业教育规划教材

收录音原理与技术实训

程亚惟 康实 主编

收录音原理与技术实训

程亚惟 康实 主编



新世纪高等职业教育规划教材

收录音原理与技术实训

主	编	程亚惟	康	实	
参	编	许焕明	肖耀南	李洪岩	
主	审	何秉虔			



机械工业出版社

本书为新世纪高等职业教育规划教材，主要包括电子工艺基础、收录音技术实训、收音机装配三方面内容。电子工艺基础主要介绍了常用元器件的识别、测量、焊接工艺及印制电路板的制作方法；收录音技术实训主要是常用收音、录音设备的使用与测试，特别加入了现代录音技术中常用录放音集成电路和录放音编辑软件的使用；收音机装配部分主要介绍了收音机的装配工艺与调试方法。

本教材是为高等职业技术学院应用电子类专业编写的，也可作为其他大专院校电气及电子类专业使用，同时可供实践指导教师和从事电气、电子技术工作的工程技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

收录音原理与技术实训/程亚惟，康实主编. —北京：机械工业出版社，2002.8

新世纪高等职业教育规划教材

ISBN 7 - 111 - 10610 - 5

I. 收… II. ①程…②康… III. ①接收技术 - 高等学校：技术学校 - 教材②录音 - 技术 - 高等学校：技术学校 - 教材 IV. ①TN85②TN912.12

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 050305 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：王保家 版式设计：冉晓华 责任校对：陈延翔

封面设计：姚 毅 责任印制：闫 焱

中国农业出版社印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2002 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

787mm × 1092mm¹/₁₆ · 4 印张 · 1 插页 · 95 千字

0 001—4 000 册

定价：6.50 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

封面无防伪标均为盗版

新世纪高等职业教育规划教材编审委员会

主任委员	李维东	广东白云职业技术学院	常务副院长
副主任委员	陈周钦	广东交通职业技术学院	院长
	石令明	广西柳州职业技术学院	院长
	蔡昌荣	广州民航职业技术学院	副院长
	覃洪斌	广西职业技术学院	副院长
	姚和芳	湖南铁道职业技术学院	副院长
	韩雪清	机械工业出版社教材编辑室	副主任
委 员	沈耀泉	深圳职业技术学院	副院长
	郑伟光	广东机电职业技术学院	副院长
	张尔利	广西交通职业技术学院	院长
	谈向群	无锡职业技术学院	副院长
	刘国生	番禺职业技术学院	副院长
	陈大路	温州职业技术学院理工学区	主任
	邹 宁	广西机电职业技术学院	副院长
	成王中	济源职业技术学院	副院长
	管 平	浙江机电职业技术学院	副院长
	韦荣敏	广西柳州市交通学校	校长
	田玉柯	遵义航天工业学校	校长
	黄秀猛	厦门市工业学校	校长
	张毓琴	广东白云职业技术学院	兼委员会秘书

编写说明

20 世纪 90 年代以来,我国高等职业教育为社会主义现代化建设事业培养了大批急需的各类专门人才,提高了劳动者的素质,对建设社会主义精神文明、促进社会进步和经济发展起到了重要作用。中共中央、国务院《关于深化教育改革,全面推进素质教育的决定》指出:“要大力发展高等职业教育”。教育部在《关于加强高职高专教育人才培养工作的意见》中明确指出:“高职高专教育是我国高等教育的重要组成部分,培养拥护党的基本路线,适应生产、建设、服务第一线需要的,德、智、体、美等方面全面发展的高等技术应用性专门人才;学生应在具有必备的基础理论知识和专门知识的基础上,重点掌握从事本专业领域实际工作的基本能力和基本技能。”加入 WTO 以后,我国将面临人才资源的全球竞争,其中包括研究开发型人才的竞争,也包括专业技能型优秀人才的竞争。高等职业教育要适应我国现代化建设的需要,适应世界市场和国际竞争的需要,尽快为国家培养出大批符合市场需求的、有熟练技能的高等技术应用性人才。

教材建设工作是整个高等职业教育工作中的重要内容,在贯彻国家教改精神、保证培养人才质量等方面起着重要作用。根据目前高等职业教育发展的趋势,机械工业出版社组织全国多所在高等职业教育办学有特色、在社会上有影响的高职院校成立了“新世纪高等职业教育规划教材编审委员会”,诚请教学经验丰富、实践能力强的专业骨干教师,组织、规划、编写了此套“新世纪高等职业教育规划教材”,首批教材含三个专业系列共 21 本书(书目附后)。系列教材凝聚了全体编审人员、编委会委员的大量心血,同时得到了各委员院校的大力支持,在此表示衷心感谢。

参加本套教材编写的作者均来自教学一线,他们对高职教育的专业设置、教学大纲、教改形势都有深刻的认识和体会。这为编写出具有创新性、适用性的高职教材奠定了良好基础。

本套教材的编写以保证基础、加强应用、体现先进、突出以能力为本位的职教特色为指导思想,在内容上遵循“宽、新、浅、用”的原则。所谓“宽”,即知识面宽,适用面广;所谓“新”,就是要体现新知识、新技术、新工艺、新方法;所谓“浅”,是指够用为度、通俗易懂;所谓“用”,就是要注重应用、面向实践。

本套教材的出版,将促进高等职业教育的教材建设,对我国高等职业教育的发展产生积极的影响。同时,我们也希望在今后的使用中不断改进、完善此套教材,更好地为高等职业教育服务,为经济建设服务。

新世纪高等职业教育规划教材编审委员会

前 言

本书是集收录音技术基础实训、实验指导书于一体的高等职业技术教育实训教材。其中第一章主要介绍常用元器件选用、焊接工艺、常用电子仪器使用、印制电路板设计制作等基础知识。第二章提供了有关收录音技术的各类型实验课题，供教学选用。第三章为专门的收音机装配实验指导书。

全书以职业能力培养为主线，以收录音技术的应用为主，保留了适量收音机、录音机的安装、调整与测试外，还增添了许多数字收录音技术和语音集成电路的应用，使之更加适应现代科学技术的发展方向，内容通俗易懂，便于自学。

本教材适用于高等职业技术教育电子类专业。亦可供电气类专业和其他大专院校电气及电子类专业使用，同时可供实践指导教师和从事电气、电子技术工作的工程技术人员参考。

多年来，参加本教材编写的各学校对电子技术实训教学十分重视，工作扎实，积累了丰富的经验，编印成讲义，并在教学中多次使用。在此基础上，根据高职电子类专业毕业生的岗位要求，博采各校之长，编写成这本《收录音原理与技术实训》教材，使之更具先进性、实用性、广泛性，填补了电子技术实训中长期缺乏此类教材的空白。

本教材由程亚惟、康实担任主编；程亚惟编写了第一章第二节，第二章实训六、七；康实编写了第二章实训三、四、五；许焕明编写了第一章第一、三、四节，第三章；肖耀南编写了第二章实训一；李洪岩编写了第二章实训二。

何秉虔教授对书稿进行了认真、负责、全面的审阅，提出了许多宝贵意见。编者在此表示衷心感谢。

电子技术飞速发展，教学内容不断更新，由于编者水平有限，书中错误与不妥之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

目 录

编写说明

前言

第一章 电子设备制作工艺基础	1
第一节 读图技能	1
第二节 印制电路板的制作	2
第三节 电子设备的焊接技术	5
第四节 常用元器件的测量方法	9
第二章 收录音技术实训	13
实训一 调频收音机的调整与测试	13
实训二 录音技术	17
实训三 录音机机芯结构和驱动机构 的认识	23
实训四 录音机机芯的调整	24
实训五 录放音电路的调整	27
实训六 ISD1400 系列语音集成电路 的使用	29
实训七 常用录音软件的使用	31
第三章 741B 型调幅收音机组装	38

实训一 741B 型调幅收音机功放级、低放 级的组装与调试	38
实训二 741B 型调幅收音机中放检波级的 组装与调试	40
实训三 741B 型调幅收音机变频级的组装 与调试	42
实训四 741B 型调幅收音机电路的调试	44
实训五 741B 型调幅收音机的统调	46
附录	49
附录 A 741B 型调幅收音机原理图	49
附录 B 741B 型调幅收音机装配图	50
附录 C 色环电阻标称阻值的识别	51
附录 D 常用元器件外形和图例	52
附录 E 常用元器件的装置方法	55
附录 F 接点的连接方法	56
附录 G PR2105A 收录机电原 理图	见书后插页
参考文献	57

第一章 电子设备制作工艺基础

第一节 读图技能

电路原理图和印制板电路图是电子技术的语言，掌握识别电路原理图的技能是理解电路工作原理的关键，而读懂印制电路板图是电子装配的基础。

一、读电路原理图的方法

电路原理图是依据电路原理，用各种图形符号及线条将电阻、电容、开关、二极管、晶体管、变压器、扬声器等实物连接起来的图。

晶体管多级放大器的原理图如图 1-1 所示。

1. 基本准则

分离输入、输出——如哪是天线的输入端，哪是音频信号的输出端，哪是中放输入，哪是中放输出等。

找出电源——即要搞清楚哪些是电源供给线。

化整为块——即要把整机电路分解成各功能块，如混频、中放、检波、推动和低频放大等。

逐个突破——即对各功能块进行仔细分析，搞清楚交直流信号传输路径及电路中各元器件的作用。

2. 基本方法

- (1) 框图分析 弄清楚框图内各单元电路之间连接、信号传输关系。
- (2) 信号传输路径分析 收音机电路原理图的信号流向一般是从左至右的。
- (3) 直流电压分析 要求看懂电路原理中直流电压供给线路。

二、识别印制电路板图的方法

印制电路板图是反映元器件实际布局和线路走向的图，是元器件实物与电路原理图之间的联络图。印制电路板电路图示例如图 1-2 所示。

印制电路板图上元器件的排列一般是按布线规则和装配工艺的要求确定的，因此不太容易读懂，可以从以下几个方面入手：

- 1) 以晶体管为中心，按编号开始查找。
- 2) 一般说来较宽的铜箔是地线。滤波电容和退耦电容的一端接地，中周、开关的金属外壳与地

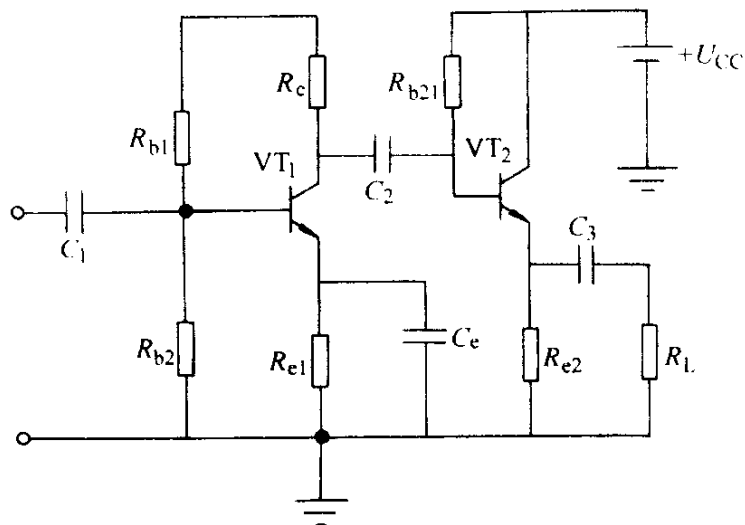


图 1-1 晶体管多级放大器原理图

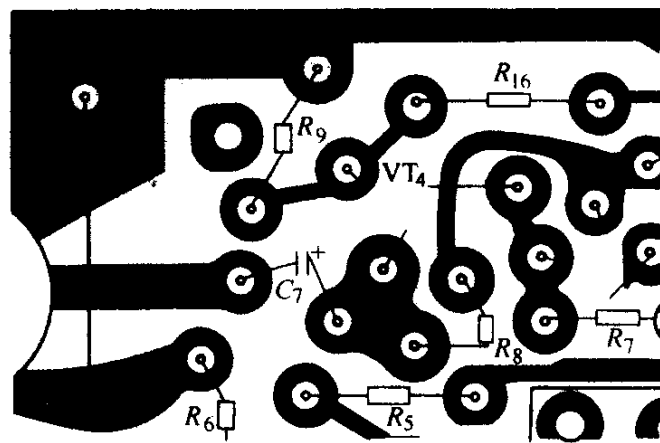


图 1-2 印制电路板图示例

相通，且线路板上的所有地线是相通的。

3) 根据单元电路中的元器件特征来查找元器件。例如，扬声器的输入端是功放，中周附近是中放电路等。

第二节 印制电路板的制作

一、印制电路板的制作步骤

对于电子产品开发人员、学生以及广大电子爱好者来说，除了掌握常用电路的原理、设计、使用等技能外，还常常要进行各种电子实验，以完善自己的设计，巩固所学的知识。以上这些都离不开线路板的制作，而印制电路板的制作常分为以下几个步骤：

- 1) 原理图的设计。
- 2) 印制电路板的设计。
- 3) 制成抗腐蚀保护层。
- 4) 蚀刻。

二、原理图的设计

随着计算机技术的发展，计算机软件在工程设计领域中的应用越来越广。在机械、电子、建筑等行业，应用计算机软件进行产品设计的 CAD 软件也非常丰富，使产品设计人员能够高效率地进行各自领域的产品分析、设计等工作。这些应用于工程设计领域中的 CAD 软件有 AutoCAD、Protel、EWB (Electronic WorkBench)、MATLAB 等。这些软件极大地提高了机械、电子等行业的产品设计质量与效率。Protel 是目前电子 CAD 领域中应用最为广泛的软件，也是工程设计领域中最优秀的辅助设计软件之一。电路设计自动化 EDA (Electronic Design Automation) 如今已成为不可逆转的时代潮流，在各相关大专院校及中小型企业中都得到了广泛的应用。Protel 设计系统具有极其强大的功能，可以进行电子原理图的设计、电路板的设计和绘制，以及电子逻辑分析和仿真等。

有关 Protel 软件的使用在许多相关书籍上都有介绍，在这里就不再赘述。

三、印制电路板的设计

Protel 99 为用户提供了一个完整的电路板设计环境，方便高效。既可以用它进行单纯的手工设计，又可以和任何电气原理设计软件包一起构成全自动的、集成化的、从构思到产品的设计系统。同时在 PCB 设计中，人工设计和自动设计有机地结合在一个交互式设计环境中，它既支持新用户，又可以让有经验的设计师尽情发挥。

电路设计最终目的是为了设计出电子产品，而电子产品的物理结构是通过印制电路板来实现的。因此，印制电路板设计是电路图设计中最重要、最关键的一步。通常情况下，需要设计电路板的大小、外形和各种环境参数等。根据实际的经验，印制电路板设计的流程包括以下步骤。

1. 规划电路板

在绘制印制电路板之前，用户要对电路板有一个初步的规划，比如说电路板采用多大的物理尺寸，采用几层电路板，是单面板还是双面板，各元件采用何种封装形式及其安装位置等。这是一项极其重要的工作，是确定电路板设计的框架。

2. 设置参数

参数的设置是电路板设计的非常重要的步骤。设置参数主要是设置元件的布置参数、板层参数、布线参数等等。一般说来,有些参数用其默认值即可,有些参数在使用过 Protel 99 以后,即第一次设置后,以后几乎无需修改。

3. 装入网络表及元件封装

网络表是由前面原理图设计过程中产生的,是电路板自动布线的基础,也是电路原理图设计系统与印制电路板设计系统的接口。将网络表装入之后,才可能完成对电路板的自动布线。元件的封装就是元件的外形,对于每个装入的元件必须有相应的外形封装,才能保证电路板布线的顺利进行。

4. 元件的布局

元件的布局可以让 Protel 99 自动布局。规划好电路板并装入网络表后,用户可以让程序自动装入元件,并自动将元件布置在电路板边框内。Protel 99 也可以让用户手工布局。元件的布局合理,才能进行下一步的布线工作。

5. 自动布线

Protel 99 采用世界最先进的无网格、基于形状的对角线自动布线技术,印制电路板设计中只要将有关的参数设置得当,元件的布局合理,自动布线的成功率几乎是 100%。

6. 手工调整

到目前为止,还没有一种自动布线软件能够完美到不需要手工调整的地步。自动布线结束后,往往存在令人不满意的地方,需要手工调整。

7. 打印输出

Protel 99 制成的布线图可用各种图形输出设备,如打印机或绘图仪输出,也可以用光刻设备直接刻成线路板。

四、制成抗腐蚀保护层

印制电路板是一种在绝缘片基上覆以金属铜箔而制成的。常见的绝缘片基有两种:纸质层压板和环氧纤维板。前者从表面看为黑黄色或淡黄色;后者为青绿并有透明感。环氧纤维板的机械强度、耐高温性能、绝缘性能及高频特性等者优于纸基压板,但纸基压板较便宜。基板厚度通常有 1.0mm、1.5mm、2.0mm 等几种,使用时可根据需要来选用。

1. 覆铜板表面处理

由于铜板表面有氧化层,会影响抗腐蚀保护层的制作,因此在复印底图前应将覆铜板表面清洗干净。

- 1) 用水砂纸蘸水打磨。
- 2) 用酒精或去污粉擦洗,直至将板面擦亮为止。
- 3) 用水冲洗,用干布擦净,即可使用。

2. 抗腐蚀保护层的制作

制作抗腐蚀保护层的方法有许多种,在这里我们只介绍感光法。

(1) 感光法制作电路板的优点 过去我们常常采用万能板或油漆描绘的方法,而这种方法往往费工费时、制作质量差,而且还不可避免的出現各种各样的错误。针对以上问题,现在比较流行的制作印制线路板的方法是使用感光电路板来进行印制电路板的制作。其主要优点如下:

- 1) 制版精度高。理论上能达到激光打印机分辨率的制版精度,除能制作精细的电路图

形和高分辨率的图像外，还可以制作出精细的印制电路板，甚至可以制作出精美的金属工艺画、金属标牌等。

2) 制版成本低廉：制作一块电路板的制版费成本很低，与工厂制版相比，其成本仅为几十分之一。

3) 制版速度快。能够将打印机打印的印制电路图形迅速转移到电路板上，形成抗腐蚀层，制作一块印制电路板的全过程，所需时间一般不超过 60 分钟。

4) 单、双面板均可制作。可同时一次制作出带阻焊的双面板，或者带字符和阻焊的单面板，也可分两次制作出带字符和阻焊的双面板。

5) 操作极简单、一学就会。

(2) 感光电路板制版系统的原理及操作

1) 用 Protel 软件由电路原理图制作出印制电路板图，然后由激光打印机以透明、半透明或一般白纸打印出来（喷墨打印机亦可，但品质较差）。也可以将印制电路板图手工绘制到透明纸上。

2) 电路图部分如有透光破洞，可以用黑笔修补。

3) 稿面需保持清洁无污物，若有污物，则可用刀片轻轻刮去。

4) 按所需尺寸裁切好感光板。

5) 揭开感光板的保护膜，将印制电路板的打印面与感光膜面紧密相贴，以获得最高解析度，否则可能会影响电路板的精度。

6) 在打印纸上面用一块玻璃压紧，就可以放在日光或灯光下开始曝光了。曝光时间如表 1-1 所示。

表 1-1 感光板曝光时间表

光源	曝光距离/cm	稿件 ^①	曝光时间
20W	5	透明胶片	(8 ± 2) min
专用曝光机		透明胶片	60 ~ 70s
强日光		透明胶片	1.5min
弱日光		透明胶片	3min

① 若稿件采用半透明的硫酸纸，曝光量增加 20%，普通白纸则增加约 10 倍。

7) 将专用显像剂与水按 1:20 的比例配置好，即 1 包 50g 的显像剂配 1000mL 水，用塑料盆盛装（不能用金属盆）。再膜面朝上放入感光板（双面板须悬空），每隔数秒摇晃容器或感光板，直到铜箔清晰且不再有绿色雾状冒起时即显像完成。此时需再静待一会儿确认显像百分百完成，即可放在清水中进行水洗。

五、蚀刻与钻孔

显影完成后，将电路板放入蚀刻液中进行蚀刻。常用的蚀刻液有三氯化铁、盐酸、盐酸和双氧水的混合液等。

1) 把经过防腐处理后的电路板浸没在三氯化铁腐蚀溶液中。

三氯化铁蚀刻液的配比为：

块状三氯化铁：水为 1:2

液状三氯化铁：水为 1:0.5

蚀刻时间约为 20 ~ 60min。

2) 当废铜箔被腐蚀完后，立即将电路板取出，用清水冲洗干净。

3) 钻孔。

普通电容、电阻、晶体管的安装孔一般取 $1 \sim 1.3\text{mm}$ ，固定螺孔取 3mm 等。至此印制电路板制作完成。

第三节 电子设备的焊接技术

在电子设备的制作与维修过程中，焊接是一种主要的连接方法。所谓焊接，就是利用加热或其他方法，使两种金属间原子的壳层互相作用（相互扩散），依靠原子间的内聚力使二种金属永久地牢固地结合起来。

一、焊接的分类

焊接可以分成熔焊、钎焊和接触焊三类。

钎焊是通过加热熔化成液态的金属，把固体金属连接在一起的方法。钎焊中起连接作用的金属材料称为钎料，即焊料。作为焊料的金属，其熔点要低于被焊接的金属材料。使用锡铅焊料进行焊接的称为锡焊。除了含有大量铬和铝等合金材料不易采用锡焊方法外，其他金属材料大都可以采用锡焊方法。这种方法比较简便，整修焊点、拆换元器件、重新焊接都不困难，使用电烙铁就可完成。锡焊还有成本低、易实现自动化等特点。

二、焊接的基本知识

焊接就是把导线、印制导线或接点与各种元器件通过锡焊的方法牢固地连接在一起的过程。所以焊接是电子设备制作过程中的一个重要环节。在掌握焊接技术之前，应先了解有关的基本知识。常用元器件的装置方法参见附录五，引线连接点的连接方法参见附录六。

1. 焊接的重要性

电子设备中焊接点的质量直接关系到电子设备使用的可靠性，因此每个焊接点都应具有一定机械强度和良好的电气性能。为了达到这一目的，大家必须学会熟练地进行焊接操作，正确地掌握焊接技术要领。

2. 焊接点的形成过程及必要条件

将加热熔化成液态的锡铅焊料，借助于焊剂的作用，溶入被焊接金属材料的缝隙，在焊接物面处，形成金属合金，并使其连接在一起，就得到牢固可靠的焊接点。

熔化的焊锡和被焊接的金属材料相互接触时，如果在结合面上不存在任何杂质，那么焊锡中锡和铅的任何一种原子会进入被焊接的金属材料的晶体而生成合金。被焊接的金属材料与焊锡生成合金的条件取决于以下几点：

(1) 被焊接的金属材料应具有良好的可焊性 可焊性是指被焊接的金属材料与焊锡在适当的温度和助焊剂的作用下，形成良好结合的性能。

(2) 被焊金属材料表面要清洁 为使焊接良好，被焊接的金属材料和焊锡应保持清洁接触。金属与空气相接触时就要生成氧化膜，轻度氧化膜可通过焊剂来清除。氧化程度严重时，单凭焊剂是无法消除的，需采用化学（如酸洗）或机械方法消除。

(3) 助焊剂的使用要适当 助焊剂是一种略带酸性的易溶物质，它在加热熔化时可以溶解被焊接金属表面上的氧化物和污垢，使焊接界面清洁，并帮助熔化的焊锡流动，从而使焊料与被焊接的金属物牢固地结合。适当使用助焊剂能保证焊接质量。

(4) 焊接要具有一定温度 热能是进行焊接不可缺少的条件。在锡焊时，热能的作用是

使焊锡向被焊接金属材料上升到焊接温度，以便与焊锡生成金属合金。

(5) 焊接时间 焊接时间是指在焊接的全过程中，进行物理和化学变化所需要的时间。它包括被焊金属材料达到焊接温度时间、助焊剂发挥作用及金属生成金属合金时间几个部分。焊接时间要掌握适当，时间过长易损坏焊接部位及元器件，时间过短则达不到焊接要求。

3. 合格焊接点的基本要求

合格的焊接点应具有良好的导电性，具有一定的强度，焊接点上焊料要适当，焊接点表面应有良好光泽，焊接点不应有毛刺和空隙，以及焊接点表面要清洁。

合格的焊接点与焊料、焊剂及焊接工具的选用、焊接操作技术、焊点的清洗都有直接的关系。

三、焊料与焊剂的选用

正确地选用焊料与焊剂，是保证焊接质量和做好焊接工作的重要环节。

1. 焊料的选用

焊料按成分不同可分为锡铅焊料、银焊料和铜焊料三种。

在收音机的装配与维修中，我们所使用的焊料一般为锡铅焊料，也叫焊锡。焊锡是由锡、铅等元素组成的低熔点合金，熔点一般在 250℃ 以下。由于熔化的锡有良好的浸润性，而熔化的铅具有良好的热流动性，所以它们按一定比例组成合金，就可作为焊料，使焊接面与被焊接金属材料紧密结合成一体。

2. 焊剂的选用

金属在自然条件下，特别是在加热的情况下，其表面会生成一层薄薄的氧化膜。焊接时这层氧化膜会阻碍焊锡的浸润，影响焊接点合金的形成。在没有去掉金属表面的氧化膜时，如果勉强焊接，是很容易出现虚焊、假焊现象的。

焊剂具有净化焊料、并有破坏金属氧化膜使氧化物漂浮在焊锡表面的作用；并有增强焊料与金属表面的活性、增强浸润能力；另外能覆盖在焊料表面，有效地抑制焊料和被焊金属继续被氧化。所以在焊接过程中，一定要使用焊剂，它是保证焊接过程顺利进行和获得良好导电性、具有足够的机械强度、清洁美观的高质量焊点必不可少的辅助材料。

上面已经叙述了焊剂的性能和使用必要性，所以在焊接过程中我们要正确选用它，常用的焊剂有焊油和松香两种。焊油的主要成分是松香，其中掺有氯化锌和其他化学药品，有一定腐蚀作用。松香的最大优点是没有腐蚀作用，且绝缘性能较好。所以在选用焊剂时，不仅要考虑被焊金属的性能及氧化、污染等情况，而且应从焊剂对元器件损坏的可能性等方面加以全面考虑。

为方便大家配制焊剂，现将几种常用的焊剂的配方提供给大家，如表 1-2。

表 1-2 几种焊剂配方

名 称	配 方
松香酒精焊剂	无水酒精 70g，松香 15~25g，溴化水杨酸 10~15g
中性焊剂	三乙醇胺 10g，凡士林（医用）100g，无水酒精 40g，水杨酸 10g
无机焊剂	氯化铵 5g，氯化锌 40g，盐酸 5g，水 50g

四、焊接前元器件的处理

在焊接前要对被焊物件的管脚、各焊接点等进行清洁处理和按要求正规地安装，如果盲

目焊接，势必会造成虚焊、假焊和不正确的安装，给焊接工作带来麻烦。所以在焊接前还要做如下事情。

清洁和搪锡。为保证焊接质量，要做好被焊物件管脚的清洁和搪锡工作。在对元器件表面处理时，一般是用砂纸擦去引线上的氧化层，也可用小刀轻轻刮去引线上的氧化层、油污或绝缘漆等，直到露出紫铜表面，并不留一点脏物为止。之后涂上少量焊剂，用已通电的热烙铁在引线上镀一层很薄的锡层，避免其表面重新氧化。被焊物件清洁和搪锡工作，是防止虚、假焊的重要工艺步骤，切不可马虎。

对于有些镀金、镀银的合金引出线，不能把镀层刮掉，可用橡皮擦去表面的脏物。而对于集成电路的引线，焊前一般不作清洁处理，但要求使用前要妥善保存，不要弄脏引线。

五、手工焊接的要求及过程

1. 对焊接点质量的要求

焊接的工艺质量要求是在焊接处应达到电接触性能良好、机械强度牢固和清洁美观。其中最关键的一点是要避免虚焊、假焊。假焊会使电路完全不通；而虚焊易使焊点成为有接触电阻的连接状态，从而使电路在工作时噪声增加，产生不稳定状态；其中有些虚焊点在电路开始工作的一段较长时间内，保持接触良好，电路工作正常，但在温度、湿度和振动等环境条件下工作一段时间后，接触表面逐步被氧化，接触电阻渐渐变大，最后导致电路工作不正常。我们要对这种问题进行检查是十分困难的，往往要花费许多时间，降低工作效率。所以大家在进行手工焊接时，一定要按操作步骤及规定进行，不可随意行事。

2. 焊接的要点

(1) 焊接前的准备 在进行手工焊接之前，应根据被焊物的不同正确地选用好电烙铁（考虑功率、烙铁头的形状、有无防静电功能等）、焊料和焊剂，同时还要对被焊物进行清洁和镀锡，并按要求装置。另外还要准备一些辅助工具，如镊子、偏口钳、尖嘴钳、小刀等，并摆放整齐。

(2) 焊接时的姿势和手法 焊接时，要把桌椅的高度调整合适，使操作者的鼻尖距离焊接处应为 20cm 以上，一般应坐着焊接。焊接时应选用恰当的握烙铁的方法，一般有两种：握笔式和拳握式。对于烙铁头是直型的，应采用前一种握法，它比较适合焊接小型电子设备和印制电路板。对于烙铁头是弯型的，且功率比较大的，要采用后一种握法，它适合于大型电子设备的焊接。

(3) 烙铁温度和焊接时间要适当 烙铁头的温度是否合适，也关系到焊接的质量。而且不同的焊接对象，也需要不同的温度。焊接导线接头时，工作温度以 $360 \sim 480^{\circ}\text{C}$ 为宜；焊接印制线路板上的元器件时，一般以 $430 \sim 450^{\circ}\text{C}$ 为宜，因为太高的热量会降低铜箔的粘接力，甚至使铜箔脱落；焊接电路板或极细导线时，烙铁头的工作温度应在 $290 \sim 370^{\circ}\text{C}$ 为宜；而在焊接热敏元器件时，其温度至少要在 480°C ，这样才能保证烙铁头与被焊物的接触时间尽可能短些。当电源电压为 220V 左右，20W 烙铁头的工作温度为 $290 \sim 400^{\circ}\text{C}$ ，而 40W 烙铁头的工作温度约为 $400 \sim 510^{\circ}\text{C}$ 左右。烙铁头的温度是否合适，可采用一种简便的方法来鉴别；可用烙铁头去碰触松香，当发出“啞”的声音，说明温度合适；若没有声音，仅能使松香勉强熔化，说明温度较低；若烙铁头一碰到松香，就冒出许多白烟，说明温度太高了。大家可根据焊接对象，利用这种办法来选择合适的焊接温度。

焊接时间大约为 2 ~ 5s，既不能过长也不能过短。最终应能保证焊点的质量和被焊物件

的安全。这一点初学者往往掌握不好，要么担心焊接不牢，时间过长；要么怕烫坏被焊物件，像蜻蜓点水一样，烙铁头点几下，看到焊点上有了点锡就认为焊上了，实际上这样做很容易造成虚焊和假焊。所以初学者要反复练习，逐步掌握好焊接时间。

(4) 焊料与焊剂使用要适量 焊料的多少以包着引线灌满焊盘为宜，如图 1-3 所示。



图 1-3 焊锡量适量与否示意图

(5) 掌握好焊点形成的火候 焊点的形成过程是：将烙铁头的搪锡面紧贴焊点，焊锡全

部熔化并因表面张力紧缩而使表面光滑后，轻轻转动烙铁头带去多余的焊锡，从斜上方 45° 角的方向迅速脱开，便留下了一个光亮、圆滑的焊点。焊点形成后，焊盘的焊锡不会立即凝固，所以此时要注意不能移动焊件，否则焊锡会凝成砂粒状，使被焊物件附着不牢，造成虚焊。另外也不能向焊锡吹气散热，应让它自然冷却凝固。若烙铁脱开后，焊点带上锡峰，说明焊接时间过长，焊剂气化引起的，这时应重新焊接。

(6) 焊接后的清洁 焊点形成之后，在其周围会有些残留的焊剂。因焊剂多少都有一些腐蚀性，若不清理掉，会把元器件或电路板腐蚀坏，或破坏电路的绝缘性能，使各电路间增加了一些无形电阻，给设备带来一些古怪的毛病，所以必须要用工业酒精把残留焊剂清洗干净。

六、焊接的方法及步骤

焊接的方法主要有两种：一种是带锡焊接法，即用加热的烙铁头，沾上适量的焊锡，去进行焊接；另一种是点锡焊接法，这种方法是将烙铁头放在焊接位置上，另一只手捏着焊锡丝，用它的一端去接触焊接处的烙铁头，来进行焊接工作。这种方法必须是两手相互配合，才能保证焊接的质量。

下面就分别介绍一下各种被焊物件的焊接步骤：

1. 一般结构的焊接

这种被焊物件的焊接大多采取点锡焊接的方法。

- 1) 加温焊接点。
- 2) 熔化焊料。
- 3) 移动烙铁头，拿开焊锡。
- 4) 拿开电烙铁。

2. 印制电路板上各元器件的焊接步骤

把元器件的引脚插入通孔，用镊子夹住引脚根部，以免焊接时热量太多传入元器件内部。然后用烙铁去接触引脚和焊盘，此时焊锡也去接触电烙铁。一旦焊锡流满焊盘，立即移开电烙铁。随后待焊锡凝固后再松开镊子。印制电路板上的焊接步骤一般两种方法都可采用。

3. 集成电路块的焊接

集成块的接线多而密，一般应采用带锡焊接法，此时烙铁头上应粘少量的焊锡，轻轻在接点处点上即可。

另外在焊接 MOS 集成电路时，由于它极易被静电击穿损坏，所以焊接时应将电烙铁的外壳妥善接地，或者拔掉电烙铁的插头趁热焊接。

七、印制电路板上元器件的拆焊方法

由于种种原因，有时需要将已焊过的焊接点拆除，如需更换有故障或电气参数不符合要求的元器件等。在实际操作上，拆焊要比焊接更困难。拆焊如果不得法，很容易将元器件损坏，并破坏原焊接点。因此在拆焊过程中要遵守这样的原则：应该尽量避免损坏被拆焊的元器件、导线和焊点，实在无法避免时，要权衡利弊，决定取舍，最终要保证整机质量不受影响。

为了遵循这个原则，在拆焊过程中要使用一些专用的拆焊工具，如吸锡器、排锡管、插针等。其中吸锡器是用来吸除焊接点上存锡的一种工具；排锡管是使印制电路板上的元器件引线与焊盘分离的工具；插针可用6~9号注射针头改制，其作用是拆焊后，焊盘上焊孔若被焊锡堵住，需要烙铁重新加热焊盘，再利用插针清理焊孔，以便重新插入所要换的元器件。其他拆焊工具还有常用的镊子、吸锡电烙铁等。

对分立元器件的拆焊，可不必使用吸锡器。拆焊时，直接用烙铁头接触印制电路板上要拆的焊点，注意不要碰到其他部分。与此同时，用镊子夹住印制电路板另一面被拆物的引脚，以防过多的热量传到元器件的内部。当发现焊锡开始熔化时，可用镊子慢慢把引脚拉出焊孔。如果拉出引脚的过程不顺利，应使用电烙铁暂时离开焊点，防止接触时间过长，使印制电路板上的铜箔烫焦或脱落。一般烙铁头与焊接点的一次接触时间不得超过10s。等焊点冷却一下再重新做一次。

对于集成电路的拆焊一般需使用吸锡器。当使用吸锡电烙铁时，可直接用烙铁头把焊点熔化，将焊锡吸下来，直到集成块各引脚的焊锡都被吸走之后，整个集成块才能拆卸下来。若采用吸锡器，应必须先用电烙铁把焊点上的焊锡熔化，再用吸锡器将熔化的焊锡吸下来。如果没有吸锡器，可采用吸锡带（可用废屏蔽线内的铜网来代替）来进行拆焊。其方法是应把印制电路板斜放起来，有焊点的那一面朝下。随后用烙铁头接触被拆的焊点，同时用吸锡带去接触这个焊点，当焊锡熔化时，会顺着吸锡带流下来，这样会把焊点上的焊锡带走。当然吸锡带不会象吸锡器干得利落，但在没有专用工具时，它还是一个很好的办法。使用吸锡带时应注意，吸过焊锡的那部分应剪掉。

当取下元器件之后，如果发现焊孔里存锡太多，可用电烙铁再烫一下，用插针清理焊孔。拆卸完毕，还要检查一下印制板是否有损坏和短路等现象，如果有，要及时修补。最后用酒精将拆过的焊点清洗一下即可。

第四节 常用元器件的测量方法

一、电阻的测试

通常采用万用表测量电阻的阻值。测量时，应根据不同的电阻值，选用合适的量程，先将表笔短路调零后再进行测量，才能保证测量的精度。测出的阻值应在允许的误差范围之内，超出允许误差范围的电阻视为不合格产品。如果所测电阻为 0Ω ，则电阻内部发生了短路；如果所测电阻为无穷大，则表明电阻内部已断路。

在调试检修时，如果怀疑某电阻变质失效，则不能直接在电路板上测量电阻值，因被测电阻两端存在其他电路的等效电阻。正确的方法是，先将电阻从电路板上拆下，再选择合适的欧姆挡测量，才能保证测量的准确性。

电阻器的外形图请参阅附录四中电阻器的外形图部分，色环电阻标称值的识别请参阅附录三。

二、电容的测试

用万用表的电阻挡测量电容，只能定性判断电容漏电大小、容量是否衰退、是否变值，而不能测出电容的标称静电容量。要测量标称静电容量，必须使用专用的电容表。

将万用表的电阻挡调到 $R \times 1k$ 挡，或 $R \times 10k$ 挡，用表笔接触电解电容器的两个端子，表针先向 0Ω 方向摆动，当达到一个很小的电阻读数后便开始反向摆动，最后慢慢停留在某一个大阻值读数上，静电容量越大，表针偏转的角度应当越大，指针返回的也应当越慢。如果指针不摆动，则说明电容内部已开路。如果指针摆向 0Ω 或靠近 0Ω 的数值，并且不向无穷大的方向回摆，则表明电容内部已击穿短路。如果表针指向 0Ω 后能慢慢返回，但不能回摆到接近无穷大的读数，则表明电容存在较大的漏电，且回摆指示的电阻值越小，漏电就越大。由于电解电容本身就存在漏电，所以表针不能完全指向无穷大，而是接近无穷大的读数，这是正常的。

指针式万用表打在电阻挡时，黑表笔连接内部电池的正极，红表笔连接内部电池的负极。而电解电容都是有极性的电容，所以用万用表测量耐压低的电解电容时，应当将黑表笔连接到电容的正极，红表笔连接到电容的负极，以防止电容被反向击穿。再次测量之前，应先将电容短路放电，否则将看不到电容的充放电现象，从而导致测量结果不正确。正常的电容都应当有充放电现象，最终表针指向的电阻值大多在数百千欧以上，如果没有充放电现象，或最终值电阻很小，或表针的偏转角度很小，则都表明电容已不能正常工作。用此法检查电解电容时，表针的偏转角度随着电容容量的不同有差异，电容的容量越大，表针偏转的角度也越大；容量越小，表针偏转的角度也越小。

对于容量很小的一般电容器，用万用表只能判断是否发生短路。因为太小，所以表针还没来得及反应，充放电的过程就已经结束了。由于表针不摆动，无法判断电容是否断路，所以故障维修时，如果怀疑某电容有问题，最好的方法还是用一个新电容进行替换，若故障现象消失，则可确定原电容有问题。

电容器的外形图请参阅附录四中常见电容器的外形部分。

三、电感的测试

用万用表无法直接测量电感器的电感量和品质因数 Q ，只能定性判断电感线圈的好坏。因大多数电感线圈的直流电阻不会超过 1Ω ，所以用万用表的 $R \times 1$ 挡测量电感线圈的两端的电阻应近似为零，如指针不动或指向较大的电阻读数，则表明电感线圈已断路或损坏。大多数电感发生故障均是断路，而电感线圈内部发生短路的情况极少见，所以在实际检修中主要测量它们是否开路就行了，或者用一个新电感进行替换后，再做出判断。

中频变压器及可调线圈引出端与屏蔽罩之间的绝缘电阻应不小于 $100M\Omega$ ，一次与二次绕组之间的绝缘电阻应不小于 $10M\Omega$ 。若用万用表电阻挡测量以上绝缘电阻，表头指针不应当摆动。如果指针读数较小或指向零，则表明中频变压器及可调线圈引出端与屏蔽罩之间，或一次与二次绕组间已发生短路故障。

四、普通二极管的测试

二极管的电参数必须使用专用仪表才能测量出来，但二极管的好坏可用万用表来判断。测量时将万用表拨到 $R \times 1k$ 或 $R \times 100$ 挡，不能使用 $R \times 1$ 或 $R \times 10k$ 挡，因为使用 $R \times 1$ 挡