

高等工程专科学校电工 电子实习系列教材

电子实习(Ⅱ)

郭永贞 主编



中国电力出版社

177320

TN-45
0732

高等工程专科学校电工、电子实习系列教材

电 子 实 习 (I)

郭永贞 主编

中国电力出版社

内 容 提 要

本书为高等工程专科学校电工、电子实习系列教材之一。全书共六单元,包括:电子产品的安装与焊接,印刷电路板的设计与加工,电子电路图的计算机辅助设计,电子产品生产的基本过程和技术文件,电子产品整机装配与调试和电子产品的可靠性等。每个单元均围绕实习项目介绍应用知识和实际操作方法,并适当介绍必需的基本理论知识。每个单元后均附有思考题与习题。本书可作为高等工程专科学校电力、电子类专业电子实习教材,以及电子技术类课程实践训练的辅助教材,也可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电子实习(Ⅰ)/郭永贞主编. —北京:中国电力出版社, 1996

高等工程专科学校电工、电子实习系列教材

ISBN 7-80125-197-0

I. 电… II. 郭… III. 电子技术-实习-高等学校-教材 IV. TN-45

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (96) 第 10815 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 邮政编码 100044)

北京京东印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

1996 年 10 月第一版 1996 年 10 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 9.75 印张 218 千字

印数 0001—5070 册 定价 11.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

序 言

实践性教学在工程专科人才培养中有着特殊重要的地位。近年来,为落实国家教委[1993]3号文件《关于加强普通高等专科教育工作的意见》,各高等工程专科学校在实践教学环节、内容和方法诸方面的深化改革上,都做了大量工作。其中,建设具有综合性、工程性的校内实习基地一项,已逐渐形成工程专科办学的一些特点。

在总结各高等工程专科学校实践教学改革经验的基础上,国家教委的[1993]185号文决定建设电工、电子、建筑工艺等三个校内实习基地,制定了《教学基本要求》和实习基地评估指标体系,以便推动对电类、土建类专业学生进行基本工程能力和工程素质的培养和训练。经过二年多的实践,有关学校都投入大量资金和人力,积极进行基地建设,这对学生完成专业基本工作能力的培养有明显作用。

江苏省教委教学处在进行电工、电子实习基地检查评估的基础上,为进一步提高实习教学质量,规范实习内容,牵头组织编写了《电工实习》、《电子实习》系列教材。这是一套针对工程专科教学特点而编写的实习教材,以自学和实践训练为主进行教学,以使学生在训练和自学中提高工程素质、自学能力和综合分析、解决实际工程问题的能力,这个大方向是应予充分肯定的,是做了一项重要的贡献。

希望随着专科教学改革的深入,专科教学能更着眼于培养面向21世纪的工程技术应用型人才(综合性复合型人才),多编写适合需要的教材,从而形成工程专科特有的教材体系,办出工程专科的特色。

刘志鹏

1996年2月

前 言

江苏省教委根据国家教委[1994]99号和153号通知要求,于1995年2月底组织专家组对全省七所普通高等工程专科学校和职业大学电工、电子实习基地建设和教学情况进行了检查评估。评估表明,参检学校都积极进行了电工、电子校内实习基地建设,并已初具规模;电工、电子实习教学普遍受到教师重视和学生欢迎,一致认为这是进行工程师初步训练必不可少的环节。但由于基地建设时间不长,缺少经验,对教学基本要求、实习内容和项目选择等方面尚不统一,大家希望能编写一套教材,以确定统一的教学内容,保证教学水平,提高教学实习质量。为此,江苏省教育委员会经国家教育委员会高教司同意,决定成立以国家教委普通高等工程专科教学改革咨询评议委员会副主任、江苏省教委高校教学处处长邱坤荣教授为主任,南京电力高等专科学校副校长牛维扬副教授、南京动力高等专科学校副校长李顺汀副教授、南京机械高等专科学校副校长施复副教授为副主任,以王晓天、胡宴如、陈小虎、郭永贞为成员的编委会,组织编写电工、电子实习系列教材。

电工、电子实习是高等工程专科电类专业学生在校期间获得工程师素质培养的基本环节,是电类学生必须具备的基本能力。为此,这套教材的编写,是以国家教委教高司[1994]99号文,即《高等学校工程专科电工(电子)实习教学基本要求(试行)》(以下简称《基本要求》)以及试行的评估指标体系为根据,紧扣高等工程专科电类专业培养目标和毕业生的基本要求,努力体现工程专科的特色。经过大家努力,本教材在以下三方面具有自己的特点:

(1) 三个“注意到”。即注意到教材内容的先进性和必需够用的理论分析,以区别于技工培训教材;注意到作为实习教材,应以技能训练为主;注意到学生通过自学、实践、教学指导,应获得工程师的初步训练。

(2) 按“训练项目”组织教材内容,以使学生在综合性较强的工程环境中接受教育。为完成训练项目所必需的基本知识、基本技能和相关的工程知识,教材按其内在联系规律组成每单元的教学内容。各单元教学内容既按《基本要求》构成应用能力培养系统,但又相对独立,可供不同学校选用。

(3) 符号、图表使用国标,文理通顺,便于自学。

本系列教材分别分为Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ册,Ⅰ、Ⅱ是实习基本内容(不同专业可以选用),第Ⅲ册为实习知识和技能的测试题,将随后出版。

本系列教材在编写过程中得到国家教委高教司工科处、江苏省教委高校教学处的指导,也得到南京电力高等专科学校、南京动力高等专科学校、南京机械高等专科学校、扬州大学水利学院、盐城工业专科学校的支持和配合,《电子实习(Ⅱ)》由南京机械高等专科学校郭永贞任主编,并编写第7、8单元及附录B;第4、5单元由扬州大学水利学院陈虹编写;第6、9单元及附录A由南京机械高等专科学校殷埝生编写。在此一并表示衷心感谢。

实施《面向 21 世纪普通高等工程专科教学内容和课程结构体系改革计划》，是教学改革的重点和难点所在，其最后要落脚在改革方案和教材上。这次组织编写电工、电子教学实习系列教材是面向 21 世纪、面向实际的一次尝试，一定会有不少不足或不妥之处，恳请专家批评指正。

邱坤荣

1996 年 1 月 31 日于南京

目 录

序 言

前 言

第四单元 电子产品的安装与焊接..... 1

第一节 电子产品安装和焊接的基本知识..... 1

一、安装前的准备工作 二、电子产品中元器件的安装与导线处理 三、电子产品的焊接工艺

第二节 电子产品的安装与焊接实习 14

一、元器件的安装 二、手工焊接工艺 三、元器件的安装和焊接实习

思考题与习题 27

第五单元 印刷电路板的设计与加工 29

第一节 印刷电路板设计与加工的基本知识 29

一、印刷电路板的结构和种类 二、印刷电路板的设计

第二节 印刷电路板的底图绘制与制作实习 34

一、印刷电路板的底图绘制 二、印刷电路板的制作 三、印刷电路板底图绘制实习

思考题与习题 42

第六单元 电子电路图的计算机辅助设计 43

第一节 电子电路 CAD 基本知识 43

一、概述 二、PROTEL 绘图软件简介 三、PROTEL 绘图软件的基本操作 四、电路原理图

绘制与输出 五、印刷电路板图的设计与绘制

第二节 用计算机设计电子电路图的实习 65

一、原理图的绘制 二、印刷电路板图的设计

思考题与习题 77

第七单元 电子产品生产的基本过程和技术文件的编制 79

第一节 电子产品生产的基本过程和技术文件 79

一、电子产品生产的基本过程 二、电子产品的技术文件

第二节 技术文件的编制实习 88

一、设计文件的编制实习 二、工艺文件的编制实习

思考题与习题..... 104

第八单元 电子产品整机装配与调试..... 105

第一节 整机装配与调试基本知识..... 105

一、电子产品整机结构要求 二、整机装配技术 三、整机调试技术

第二节 整机装配与调试实习..... 112

一、简单电子产品的整机装配举例 二、简单电子产品的整机调试举例——超外差式收音机的

调试 三、整机装配与调试实习

思考题与习题..... 127

第九单元 电子产品的可靠性.....	128
第一节 基本知识.....	128
一、概述 二、环境条件对电子产品的影响 三、产品的例行试验 四、包装与可靠性	
第二节 实习课题.....	138
一、参观工厂电子产品的例行试验 二、高温试验 三、潮湿试验	
思考题与习题.....	138
附录 A 元器件图形符号	140
附录 B MF-47 型便携式万用电表使用说明书	143
参考文献.....	149

第四单元 电子产品的安装与焊接

基本要求：①熟悉电子产品的安装与焊接工艺；②初步掌握安装与手工焊接技术，能独立完成简单电子产品的装焊。

第一节 电子产品安装和焊接的基本知识

科学技术的进步，使电子技术渗透到工业的各个部门和生活的各个领域。电子计算机、电子仪表、电子自动化装置的核心部分均是由电子元器件装配构成的。装配使用了压合、焊接、铆接、胶接、绕接、螺接等技术，从而达到线路连通，形成具有一定功能的电子设备。下面就电子产品安装与焊接作一些介绍。

一、安装前的准备工作

电子产品在焊接前必须对要使用的所有元器件进行质量检查、引脚搪锡和插装。

（一）元器件的质量检查

虽然元器件在出厂时已检验了其各项参数是否符合要求，但经过出厂、装箱、仓库储存、运输等环节，在经历振动、受热、挤压和受湿之后，元件的质量可能受到影响。因此，元器件在使用前一定要进行质量检查。

1. 外观检查

首先要查对元器件的型号、规格、出厂日期等是否符合产品技术要求，没有合格证的元器件不得使用。外观检查步骤如下：①检查使用的元器件外观是否完整无损，标记是否清晰。②元器件引脚和接线端子应无锈蚀和明显氧化。③接插件插拨应自如，不松动，插拨力度符合要求。电位器、可变电容器和电感器等元器件调整时应旋转平稳，无卡死和跳变现象；开关元件应通断良好。

2. 元器件的筛选

详见电子实习（I）有关内容。

（二）搪锡技术

一般情况下出厂的元器件引脚均镀有一层薄的焊料，但时间一长，引脚表面会产生一层氧化膜，影响焊接。所以除少数有银或金镀层的引脚外，对要进行焊接的元器件引脚、导线和各类接线端子，应搪上一层薄而均匀的焊料，以便顺利地进行下一步的焊接操作，这个过程称为搪锡。如果搪锡不成功很可能造成假焊。

1. 搪锡的准备

导线端头的搪锡准备工作包括下料、脱头、捻头等工序。在下料前要先检查导线规格、型号是否符合要求。下料时要做到切割整齐，不损伤导线，下料长度准确。脱头时要注意绝缘层剥除整齐，不损伤芯线，不产生断股等。导线捻头用镊子或其它手工工具将多股芯

线按原绞合方向绞合。绞合的螺旋角为 $30^{\circ}\sim 45^{\circ}$ 。绞合应均匀顺直，松紧适宜，不产生卷曲或单股导线越出。

元器件的引脚要清除表面氧化层。在清除氧化层时，注意不要破坏引脚的表面镀层，不能将引脚折断或损伤，特别不可清除到引脚根部，防止损伤元器件。对于集成电路的引脚不允许用刮刀清除氧化层，只能用绘图橡皮轻擦。引脚成形在前，搪锡在后，这与其它元器件的工序正好相反。

印刷电路板不需要清除氧化层，但应用软布对长期不使用、表面有污迹的印刷电路板进行擦拭以除去灰尘及污垢。

2. 搪锡要点

(1) 搪锡面保持清洁。表面如有锈迹、油迹或其它污物时必须用酒精或丙酮擦洗。严重的腐蚀性污点可用细砂纸打磨，直到露出原金属表面为止。

(2) 提供有效的加热温度，使被焊金属表面温度接近熔化时的焊锡温度。

(3) 选择合理的焊剂。最常见的焊剂是松香焊剂。有条件的可使用 201—2 焊剂、202—3 焊剂或 HY—3 焊剂。

3. 搪锡方法

最常见的是使用电烙铁搪锡。电烙铁搪锡适用于少量元器件和导线，方法如图 4-1 所示。搪锡时，先用沾水海绵或湿布清洁烙铁头的工作面，再用烙铁头加热引脚或导线，并在接触处加入适量含焊剂芯的焊料丝，烙铁头来回移动，直至金属表面有一层光亮的锡层为止，时间最多为 2s。加锡层过厚，搪锡可能没有成功，只是在金属表面包了一层锡。

小批量元器件可采用锡锅搪锡，锡锅的温度约在 290°C 左右。先用铁片去除锡锅中锡表面的氧化层和杂质，将导线或引脚沾少许焊剂，垂直插入锡锅中并移动一段距离后垂直取出，表面再蘸一层松香水以备焊接时用，整个过程时间约为 1~2s。对温度敏感的元器件引脚搪锡时，应采用散热措施，以防止过热而损坏元器件。锡锅搪锡过程如图 4-2 所示。

搪锡操作过程中应注意：①严格掌握和控制搪锡的温度和时间；②在规定时间内搪锡不成功时，应待被搪锡的元器件冷却后再进行第二次搪锡；③剥去绝缘层（或刚清除氧化层后）的导线和元器件的引脚应立即搪锡，避免第二次氧化和玷污；④对部分元器件（如非密封继电器、波段开关、电连接器等）不宜放入锡锅搪锡，并且严格禁止将焊剂、焊料渗入到元器件内部；⑤经搪锡处理后的元器件和导线要及时使用，一般不得超过二天，并需要妥善保管以防污染。

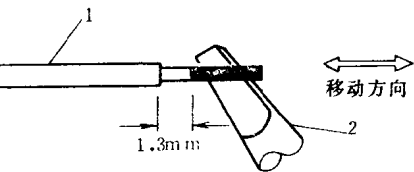


图 4-1 电烙铁搪锡
1—导线；2—烙铁头

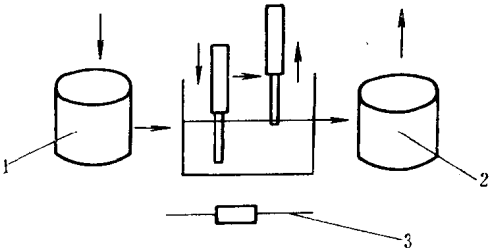


图 4-2 锡锅搪锡过程示意图
1—焊剂；2—松香水；3—加热器

(三) 元器件引脚成形技术

小型元器件的引脚在安装前,可根据安装位置和技术要求,预先弯曲成一定的形状。无论是水平安装还是垂直安装,都要将轴向双端向外引脚的元器件的引脚进行一定的弯曲,使成形后的元器件既便于安装,又提高了安装质量和效率,如图 4-3 所示。这种弯曲在浸锡时可以缓冲剧烈的热冲击,起到保护元器件和印刷电路板的作用。

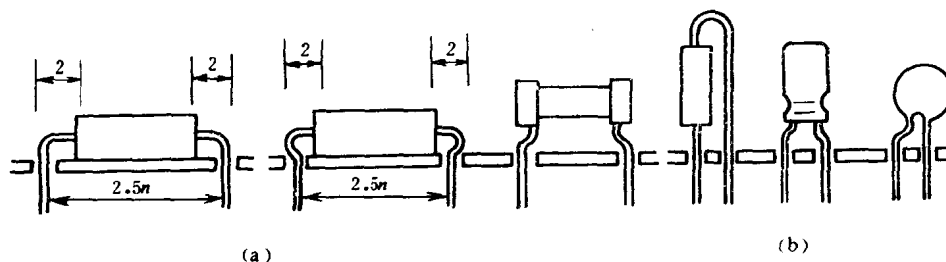


图 4-3 轴向元器件的安装示意图

(a) 水平安装法; (b) 垂直安装法

n —自然数

引脚成形的基本要求为:元器件引脚弯曲点到元器件端面的最小距离不应小于 2mm;对于卧式安装,弯曲半径应大于或等于二倍的引脚直径,对于立式安装,弯曲半径应大于元器件本体的外半径;弯曲了的两根引脚与元器件本体成直角(对于卧式安装),并且相互平行,和元器件本体的中心轴线在同一平面内;引脚两端弯曲的位置到元器件本体的距离应该相等(对卧式安装)[参见图 4-3 和图 4-4]。

当印刷电路板的安装孔距比标准的引脚弯曲尺寸小或大时,可参照图 4-3 (a) 的第二、三元器件那样成形。对需垂直安装元器件的成形(如电阻和二极管等在轴线的两端都有引脚的元件,以及具有单端引脚的元件),可以象图 4-3 (b) 那样成形。半导体三极管, Y 型封装的集成电路引脚成形要求如图 4-5 所示。图中倒装形式适用于安装高度有限的场合。

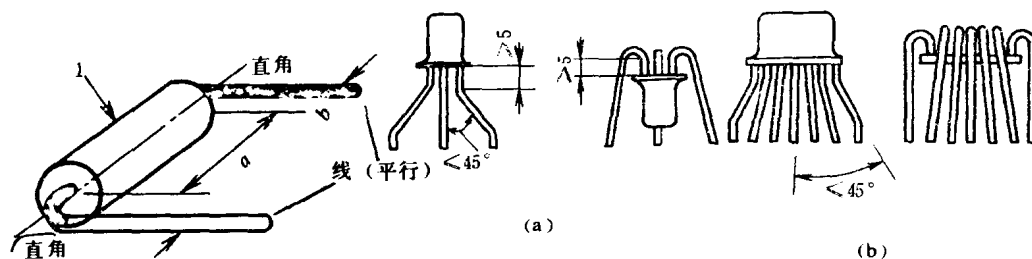


图 4-4 引脚成形要求示意图

1—元件本体

图 4-5 半导体三极管、Y 型封装

集成电路引脚成形要求

(a) 三极管; (b) Y 形封装集成电路

集成电路 IC 的引脚成形最好使用专用工具,扁平封装集成电路的引脚成形有三种,见图 4-6。

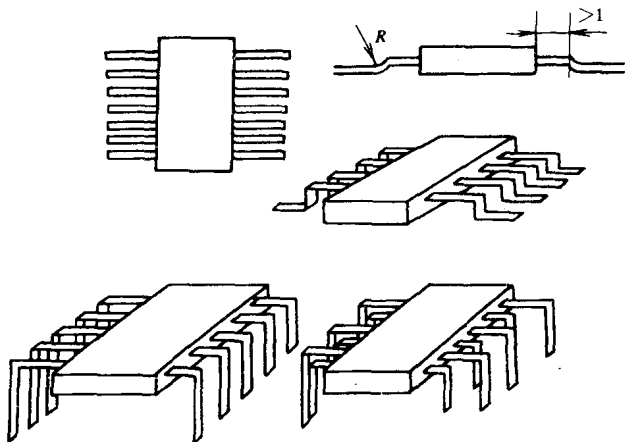


图 4-6 扁平封装集成电路的引脚成形

为了使元器件本体离开印刷电路板，可采用架空安装。对耐热性能差的元器件，除架空安装外，还可将引脚弯曲，以便加长热传导通路（见图 4-7）。

二、电子产品中元器件的安装与导线处理

电子产品的元器件绝大部分安装在印刷电路板上，在印刷电路板上安装元器件和布线可以节省空间，提高装配密度，减少接线错误。

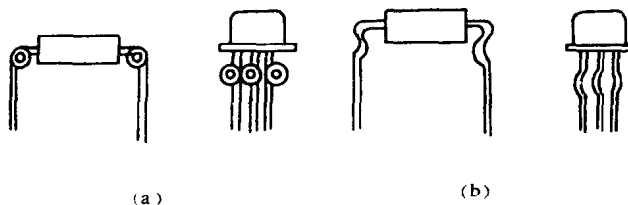


图 4-7 元件引脚弯曲的形状

(a) 卷绕成形；(b) 弯成“弓”型

（一）安装作业的技术要求

安装方法有手工和机械安装，前者简便易行，但效率低，误装率高；后者安装速度快，误装率低，但设备成本高，对引脚成形要求高。安装技术要求如下：①凡有文字表示名称和特性的元器件，在安装后应能方便地看到文字标志，标志方向要一致，文字、符号等均应与印刷电路板的夹角大于 45° ，如图 4-8 (a) 所示。没有显示标志的场合，可以以任何方位为基准，但是所有元器件的安装必须统一。如图 4-8 (b) 所示的印刷电路板，以插头侧放在眼前，作 X-Y 轴，显示安装元件的规格标志为从里向外 (Y 轴)、从左向右的方向 (X 轴)，并以此为顺序来安排元器件。有极性的电容、二极管等均要按极性来规定安装方向。②元器件在印刷电路板上的分布应尽量均匀，整齐，不允许斜排、立体交叉和重叠排列。③有安装高度的元器件要符合规定要求，同一规格的元器件尽量安装在同一高度上。④有极性的元器件，安装前在引脚上应套上相应的套管，安装时极性不得插错。⑤MOS 集成电路的安装应在等电位工作台上进行，以免静电损坏器件。⑥安装顺序一般为先低后高，先轻后重，先易后难，先一般器件后特殊器件。⑦元器件引脚直径与印刷电路板的焊盘孔径应有 $0.2 \sim 0.4\text{mm}$ 的合理间隙。⑧元器件一般都应布置在印刷电路板的同一面。元器件外壳及引脚不得相碰，要保证有 $0.5 \sim 1\text{mm}$ 的安全间隙，引脚间应保证有 2mm 以上的安全间

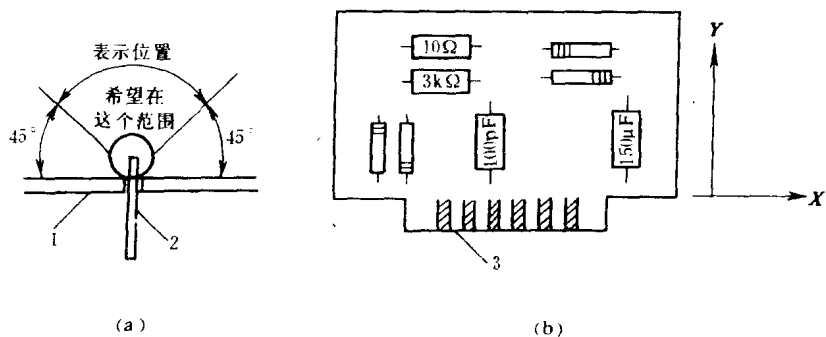


图 4-8 安装元器件文字显示方式

(a) 文字显示位置；(b) 图例

1—印刷电路板；2—元器件引线；3—插入插头部分

隙，无法避免接触时，应套绝缘套管。⑨安装较大元器件时，应注意质量超过 14g 时不得悬空安装，须用支架支撑；质量超过 28g 时应采用绑扎、粘结等措施，防止在运输或使用过程中受到外力震动时造成机械或电气故障。⑩安装发热元器件（功率超过 1W/h）时，要和印刷电路板保持一定的距离，不允许贴板安装。⑪热敏元器件要远离发热元器件安装。变压器等电感元件安装时，应注意尽量避免对邻近元器件的干扰。

(二) 轴向引脚元器件的安装

1. 贴板安装

安装时，使元器件贴紧印刷电路板面安装，安装间隙小于 1mm。当元器件为金属外壳，安装面又有印刷导线时，应加热绝缘衬垫或套绝缘套管（见图 4-9），它适用于防振要求高的产品。

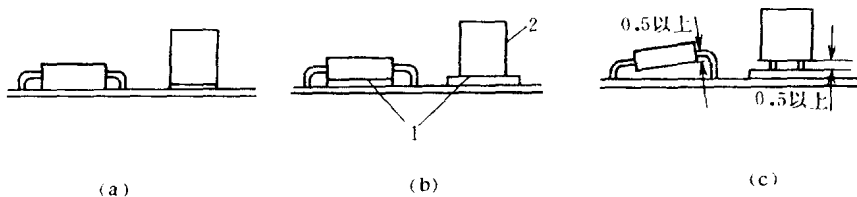


图 4-9 贴板安装示意图

(a) 紧密安装；(b) 加绝缘垫的紧密安装；(c) 不良的紧密安装

1—绝缘垫；2—金属壳

2. 悬空安装

发热元器件不能贴板安装，一般应与印刷电路板保持 3~5mm 的距离，如图 4-10 所示。热敏性元件（如半导体二极管或某些电阻）也适于悬空安装，应把它们的引脚留得长一些，以免在焊接加热时受到影响或损坏。

一般悬空安装的元器件分成下列几类：①图纸上标明的悬空安装元器件；②发热量较大的元器件（1W 以上的电阻、功率管等）；③电阻或二极管等在轴线上两端具有引脚的元器件需进行垂直安装；④印刷电路板的安装孔距和元器件引脚间的间隔不一致的时候，为

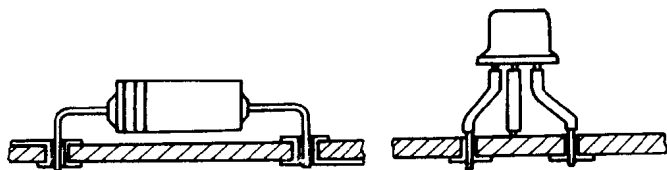


图 4-10 元器件悬空安装示意图

了靠紧，在引脚的根部有作用力过大的危险（如陶瓷电容、可变电阻、电位器等）；⑤由于焊接时的热量可能使特性变坏的元器件（集成电路 IC、晶体管等）；⑥由于构造上的原因，不可能贴板安装的元器件。悬空安装尺寸如图 4-11 所示（IC 架空尺寸一般取 3~7mm）。

3. 垂直安装

主要用在元器件安装密度较大的场合，要求元器件轴线相对于印刷电路板平面角度 $90^\circ \pm 10^\circ$ ，如图 4-12 所示。对大质量细引脚的元器件不应采用此种安装形式。

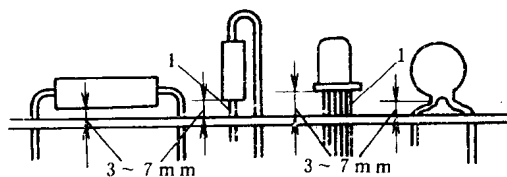


图 4-11 悬空安装尺寸示意图

1—绝缘管

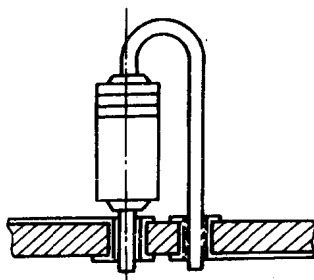


图 4-12 垂直安装

4. 支架安装

对于较大、较重的元器件，须采用支架安装。如电解电容器，就要采用塑料支架固定元件安装。首先将塑料支架安装到印刷电路板上，然后从反面加热，使支架固定在印刷电路板上，最后装上元件，如图 4-13 所示。

5. 粘结和绑扎安装

对防振要求高的元器件，贴板安装后可用粘合剂将元器件与印刷电路板粘结在一起，亦可用棉丝绑扎在印刷电路板上，如图 4-14 所示。

（三）导线的处理技术

电子产品的电气连接除了在印刷电路板上用印刷导线连接外，大部分依靠各种规格的导线连接来实现。因此，根据产品的结构和安装技术要求，可以将相同走向的导线绑扎成一定形状的导线束。

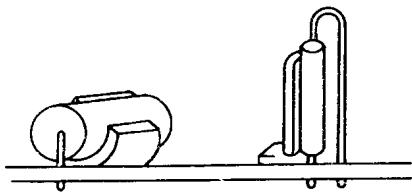


图 4-13 塑料支架安装

1. 导线束绑扎的技术要求

在设计导线束时应注意如下要求：①信号线与电源线尽可能分别绑扎成束，布线时也要分开，以减少

相互干扰。平行导线的间距应尽量大。②导线束沿接地导线布线,接地点应集中,这样可以减少磁、电的干扰,也便于导线束固定。③导线束一般不应形成环路,以防止磁力线通过环形导线产生感应电流。④导线应远离发热的元器件,不得在元器件的上面布线。⑤高频导线应尽可能使电流传输方向往返成对,以减少导线本身的电磁干扰。⑥同一元器件的输入、输出导线需排在一个导线束内时,输入级的导线应采用屏蔽导线。⑦一个焊点上焊接的导线不能超过二根,穿过金属板的导线必须用橡皮圈作保护。

2. 导线选择要求

导线选择要求如下:①导线一般选用聚氯乙烯绝缘软铜线,其电流密度按 $5\text{A}/\text{mm}^2$ 计算,可作为选择不同规格导线的依据。在固定的装配线路上可选用聚氯乙烯绝缘单芯硬铜线。②电源外接线应采用有护套的多芯铜软线,常用的有聚氯乙烯绝缘护套线;地线和高频电路中的连接导线,多采用 $\phi=1\text{mm}$ 左右的镀银裸铜线,小信号输入线应采用金属屏蔽线。③选择导线时要注意采用多种颜色导线,以便于装配和维护。

3. 导线绑扎时的技术要求

导线绑扎时的技术要求如下:①导线束的尺寸、形状应符合设计的工艺文件要求。②导线束的弯曲半径要比导线束直径大二倍以上。③导线束线匝之间的间距要均匀,截面呈圆形,主干应平直、紧密、整齐和美观。④导线束线匝落料要正确并要将导线头搪锡,套上编号套管。⑤导线束分束应从主干线的侧下方甩出,扎线结扣应置于导线束的下面,以保持整齐美观。⑥导线在导线束内的分布原则为屏蔽导线在下,粗导线在两侧,长导线在上,短导线在中间。⑦导线束内屏蔽导线的接地处理应符合有关技术要求。⑧导线较多的导线束,扎线时应有备份导线(约占总导线的 3% 左右)。备份导线的长度和截面与导线束中最长、线径最粗的导线相同。

4. 导线线扎法

导线束的制作有样板布线、读图线扎和机上线扎等方法。

(1) 样板布线法。又称配线板法,是将线扎图按 1:1 的比例绘制在木板上,并在样板上直接布线,适用于大型导线束的线扎,工艺方法如图 4-15 所示。

样板可选光滑木质板,大小以线束图样尺寸为准,把图样贴在板上并选用一定长度的去帽钢钉钉在样板的拐弯和分支处,再在钢钉上套上 3~5mm 的塑料管。线扎时根据前面的技术要求布置导线,然后把相互交叉的导线整理调顺,并在导线束的拐弯、分支、甩线处用细铜丝或其它材料扎成导线束样,从样板上取下用正式线扎,最后拆除初扎时的材料。

(2) 读图线扎法。这是根据工艺文件规定的扎线方向和续线、甩线顺序,再按图样线扎的工艺方法,适用于不带封闭路径的中小型导线束。线扎步骤为:①导线下料。下料的长度应按工艺排线表规定的长度再增加适当的裕量。②从导线比较集中的一端开始,按工艺排线表的顺序,将每根导线续入或甩出,因此要求工艺排线表正确无误,每根续入或甩

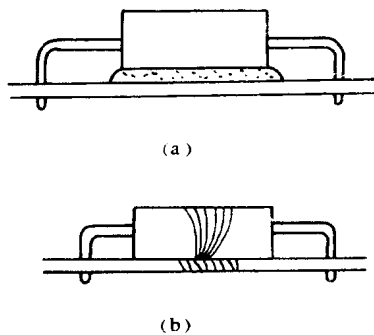


图 4-14 粘结和绑扎安装
(a) 粘结安装; (b) 绑扎安装

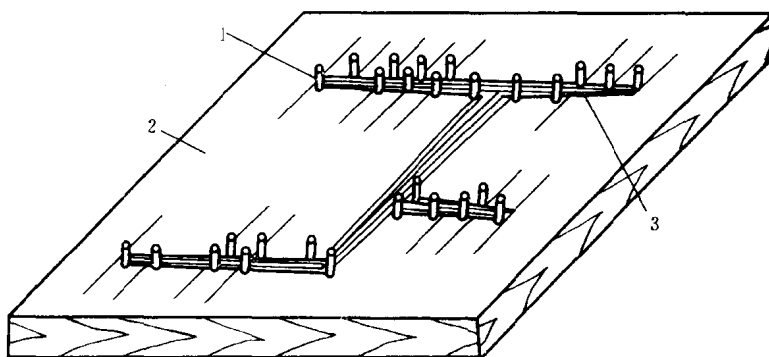


图 4-15 样板布线法

1—去帽钢钉；2—木板；3—导线束

出的导线位置要正确，不然会造成不必要的返工。

(3) 机上线扎法。这是直接在电子产品上线扎导线束的方法，主要用于生产少量设备。方法是先将导线按工艺要求的路径连接好，再进行线扎。

线扎器材有捆扎线、线卡子和扎线带等。捆扎线有棉线、尼龙线和亚麻线等，为防止打滑需用石腊浸渍处理。线卡子和扎线带一般用尼龙或塑料制成，作扎线和固定之用。

三、电子产品的焊接工艺

通常电子工业使用的接线方法有锡焊接线法（软钎焊）、卷缠接线法、压差接线法和熔焊接线法等。电子产品的连接方法主要为锡焊。锡焊作业虽然是一种简单的操作，但是一个电子产品常常有数百个焊点需要焊接，如果其中一个焊点达不到质量要求（出现错焊、漏焊、虚焊），就会导致这台电子产品不能正常工作。因此，有必要了解焊接方面的理论知识，并很好地掌握焊接的基本技能。在本单元中重点介绍锡焊的机理、工具和操作工艺。

（一）焊接机理与焊接条件

焊接是利用比被焊金属熔点低的焊料和被焊金属一同加热，在被焊金属不能熔化的条件下，熔融的焊料润湿金属表面，在接触界面上形成合金层，从而达到金属间的牢固连接。锡焊属于软钎焊（焊料的熔点小于 450°C ），它的焊料是铅锡合金，熔点比较低，共晶焊接的熔点只有 183°C 。

1. 锡焊机理

在焊点形成的短时间内，焊料和被焊金属之间都会经过三个变化阶段：①熔融焊料在被焊金属表面的润湿阶段；②熔融焊料在被焊金属表面的扩展阶段；③熔融焊料通过毛细管作用力渗入焊缝，在接触界面形成合金层的连接阶段。其中润湿是最主要的阶段，没有润湿，焊接就无法进行。

2. 锡焊与锡焊条件

(1) 锡焊。如图 4-16 所示，良好的锡焊可归结为如下四点：①焊锡在接合金属表面上很好地散布，并把焊锡的下部平滑拉长；②焊点光滑，有发亮的光泽；③焊锡厚度要薄，可以看出线筋的轮廓；④没有裂纹、气孔。

(2) 锡焊条件。金属表面被熔融焊料润湿的特性叫可焊性，锡焊必须具备的条件如下。

1) 焊件必须具有充分的可焊性，只有能被焊锡润湿的金属才具有可焊性。

2) 焊接表面必须保持清洁，否则难以保证焊接质量。

3) 使用合适的焊剂。

4) 加热到适当的温度。最合适的接合温度等于焊锡的熔点加 40~50℃，温度过高反而会产生不良影响。

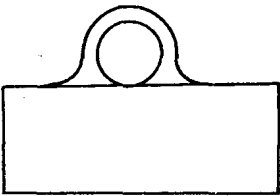


图 4-16 良好的锡焊示意图

(二) 焊接材料

焊接材料主要指连接被焊金属的焊料和清除金属表面氧化层的焊剂。

1. 焊料

焊料是易熔金属，熔点应低于被焊金属。焊料熔化时，在被焊金属表面形成合金而与焊金属连接到一起。焊料按成份分类有锡铅焊料、银焊料、铜焊料等。在一般电子产品装配中，主要采用锡铅合金焊料，俗称焊锡。

焊料可根据需要加工成扁带状、棒状、球状、饼状等，最常见的是手工焊接用的线状焊锡，即焊锡丝。它是将焊锡制成管状并充加助焊剂。焊剂一般是优质松香添加一定的活化剂。由于松香很脆，拉制时容易断裂，从而造成局部缺焊剂的现象，影响焊接质量，近年来出现的多芯焊锡丝解决了这个问题。多芯焊锡丝内的焊剂芯更接近焊锡丝表层，焊接时能迅速起作用。通常使用的焊锡丝直径有 0.5、0.9、1.0、1.2、1.5、2.0、2.3、2.5、3.0、4.0、5.0mm 等规格。表 4-1 是常用的铅锡焊料，表 4-2 是电子产品中几种常用的低温焊锡。

表 4-1 常用的铅锡焊料

名 称	牌 号	主要成份 (%)			杂质 (%)	熔点 (℃)	抗拉强度 (kg/mm)	用 途
		锡	锑	铅				
10 锡铅焊料	HLSnPb10	89~91	≤0.15	余 量	0.1	220	4.3	钎焊食品器皿及医药卫生方面物品
39 锡铅焊料	HL.SnPb30	59~61	≤0.8			183	4.7	焊电子、电器制品
50 锡铅焊料	HLSnPb50	49~51	≤0.8			210	3.8	钎焊散热器、计算机、黄铜制作
58-2 锡铅焊料	HLSnPb58-2	39~41	≤1.5~2			235	3.8	钎焊工业及物理仪表等
68-2 锡铅焊料	HLSnPb68-2	29~31	≤1.5~2			256	3.3	钎焊电缆护套、铅管等
80-2 锡铅焊料	HLSnPb80-2	17~19	≤1.5~2		0.6	277	2.8	钎焊油壶、容器、散热器
40-6 锡铅焊料	HLSnPb90-6	3~4	5~6			265	5.9	钎焊黄铜和铜
73-2 锡铅焊料	HLSnPb73-2	24~26	1.5~2			265	2.8	钎焊铅管
45 锡铅焊料	HLSnPb45	53~59				200		