



现代工程教育丛书

电子产品制造工程训练 指导教程

Dianzi-chanpin zhizao
gongcheng xunlian
zhidao jiaocheng

马保吉 程 婕 张中林 编



西北工业大学出版社

现代工程教育丛书

电子产品制造工程训练 指导教程

马保吉 程 婕 张中林 编

西北工业大学出版社

【内容简介】 本书是为配合高等工科院校工程训练而编写的“现代工程教育丛书”之一,是为了响应教育部关于培养应用型人才和西安工业大学工程训练教学改革的需要而编写的。

全书共分八章。内容包括电子产品工程训练的目的、性质、内容、训练与管理方法,电子元器件的识别与检测,收音机和指针式万用表的原理分析、电路图绘制、电路参数计算、焊接、装配、测试、调试与故障排除,单、双面板的制作,集成稳压电源等小型电子产品电路板设计和电路实验。附录中以列表形式给出部分常用元器件的命名与参数。

本书是西安工业大学电子产品工程训练的操作指导教材,是目前电子产品工程训练实践经验的总结。本书能够使读者在理论指导下按部就班地进行电子产品制造工程实践技术训练,同时它也可以作为其他电子产品制造的实践与理论借鉴。

图书在版编目 (CIP) 数据

电子产品制造工程训练指导教程/马保吉,程婕,张中林编. —西安:西北工业大学出版社,2012.8

ISBN 978-7-5612-3417-4

I. ①电… II. ①马… ②程… ③张… III. ①电子产品—生产工艺—教材 IV. ①TN05

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012)第 189155 号

出版发行:西北工业大学出版社

通信地址:西安市友谊西路 127 号 邮编:710072

电 话:(029)88493844

网 址:www.nwpup.com

印 刷 者:陕西兴平报社印刷厂

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16

印 张:10.5

字 数:250 千字

版 次:2012 年 8 月第 1 版 2012 年 8 月第 1 次印刷

定 价:21.00 元

丛书编委会

主 任 刘江南

副主任 张君安

委 员 马保吉 范新会 宁生科 齐 华

李 蔚 王小翠 张中林 何博雄

祁立军 郭宝亿



本书是为配合高等工科院校工程训练而编写的“现代工程教育丛书”之一,是为了响应教育部关于培养应用型人才和西安工业大学工程训练教学改革的需要而编写的。

西安工业大学电子产品工程训练经历了由单纯采用手工焊接的装配技术训练演化为手工操作与共同使用回流焊机和波峰焊机等自动化设备的综合性装配技术训练,由单纯的装配技术训练演化为电子产品制造工程技术能力训练的过程。为适应这种教学内容的变化,结合西安工业大学学生和工程训练的实际情况,特编写了本书。

本书共分八章。内容包括电子产品工程训练的目的、性质、内容、训练与管理方法,电子元器件的识别与检测,收音机和指针式万用表的原理分析、电路图绘制、电路参数计算、焊接、装配、测试、调试与故障排除,单、双面板的制作,集成稳压电源等小型电子产品电路板设计和电路实验。附录中以列表形式给出了部分常用元器件的命名与参数。收音机的装配涉及手工焊接和回流焊接技术,指针式万用表的装配涉及手工焊接与波峰焊接技术。

本书按照具体实训项目编排分类,紧紧围绕当前工程实践,训练内容广泛。在叙述操作过程中,结合笔者从事电子产品工程训练的教学经验论述了技术技巧、注意事项和操作原理,使读者既能按部就班地操作,又能尽快掌握技术技巧,了解操作原理。本书按电子产品制造工程训练过程布局,循序渐进地展开,有利于读者逐步掌握电子产品制造的相关知识。书中采用图文混排,内容简洁容易理解,指导性强,适合进行实际操作。在附录部分还收录了常见电子元器件的命名方法及特别常用的部分晶体管参数,便于读者展开电子制作、电子维修活动时参考。

本书作为西安工业大学电子产品工程训练的操作指导教材,对规范电子产品工程训练教学过程,指导读者顺利地进行工程训练,提高其实际操作的能力,培养工程技术素质具有很大作用。

本书第1~3章由马保吉编写,第5~7章由程婕编写,第4,8章由张中林编写,程婕对本书中的图片进行了制作和处理。刘继勇负责审稿。

在本书编写过程中得到了有关领导及同事的大力支持,参考了有关书籍和现有的教学文献资料,在此,向给予我们支持、帮助的领导和同事及参考文献的作者表示感谢。

由于时间非常仓促,水平有限,书中难免有许多错误和不足,希望读者谅解和指正。

编 者
2012年5月

目录

第 1 章 电子产品制造工程训练	1
第 1 节 电子产品制造工程训练的性质、目的、要求和方法	1
第 2 节 电子产品制造工程训练的内容和时间安排	2
第 3 节 电子产品制造工程训练的学生管理	3
第 2 章 常用电子元器件的识别与检测	6
第 1 节 常用电子元器件概述	6
第 2 节 常用电子元器件识别	9
第 3 节 常用电子元器件的指针式万用表检测	12
第 3 章 手工焊接技术基础训练	20
第 1 节 手工焊接装配的材料和工具	20
第 2 节 手工焊接的操作	24
第 3 节 手工烙铁焊常见焊点缺陷及操作分析	27
第 4 章 S205 — 2T 收音机的实训	30
第 1 节 S205 — 2T 收音机的基本工作原理	30
第 2 节 S205 — 2T 收音机贴装元件的回流焊接	36
第 3 节 S205 — 2T 收音机插装元件的装配	46
第 4 节 S205 — 2T 收音机总装和静态参数测试	53
第 5 节 S205 — 2T 收音机的调试	57
第 6 节 S205 — 2T 收音机的常见故障排除	63
第 5 章 960 型指针式万用表的实训	69
第 1 节 960 型指针式万用表的电路原理	69
第 2 节 960 型指针式万用表的波峰焊接	74
第 3 节 960 型指针式万用表的手工焊接和装配	85
第 4 节 960 型指针式万用表的调试、测试与误差分析计算	92
第 6 章 印制电路板的制作	98
第 1 节 印制电路板的定义、组成和分类	98



第 2 节 小型印制电路板制作系统的工艺流程·····	100
第 3 节 小型印制板制作系统设备操作工艺·····	104
第 4 节 菲林底片的制作·····	112
第 5 节 印制板电路板的手工制作·····	118
第 7 章 小型电子产品实验·····	121
第 1 节 三端集成稳压电源电路原理分析·····	121
第 2 节 三端集成稳压电源电路板图的设计与绘制·····	122
第 3 节 三端集成稳压电源电路板的布焊、测试和故障排除 ·····	127
第 4 节 小型电子产品实验电路推荐·····	132
第 8 章 MF50 指针式万用表的使用 ·····	135
附录 ·····	140

第 1 章

电子产品制造工程训练

第 1 节 电子产品制造工程训练的性质、目的、要求和方法

电子产品制造工程训练课程是本着面向电子产品制造业培养应用型、实践型、技能型的人才的目标而开设的。它包含了电子产品制造工艺理论知识的普及和电子产品制造工程技术工作实践能力训练的内容。

一、电子产品制造工程训练教学的性质

“电子产品制造工程训练”为工科类学生的基础考查课。它为更好地学习后续课程,特别是相关的实验课程、课程设计、毕业设计等积累初步知识和技能,并为今后从事电子产品制造工程技术工作奠定良好的基础。

二、电子产品制造工程训练教学的目的

(1)通过熟悉具体产品,学生可以了解电子产品设计、制造和维护过程的相关知识和方法。

(2)电子产品制造工程训练分非电类一周训练和电类二周训练。

一周训练要求掌握电子产品装配工艺技术、测试和故障排除技术、电路流程图绘制技术。

二周训练另外还要求掌握电路原理图分析方法、印制电路板设计和制作技术、常用元器件的封装识别及万用表检测技术、小型电子产品实验技术。

(3)培养学生分析和解决电子产品设计制造技术问题的能力,培养学生专业、细致、科学和严谨的工作作风。

(4)适应社会发展,开拓思路,认识目前电子产品制造的先进技术和设备。

三、电子产品制造工程训练教学的基本要求

(1)了解相关的安全用电知识。

(2)初步了解印刷电路板设计布排工艺技术。

(3)了解电子产品分立元器件波峰焊接工艺流程。

(4)熟悉常用电子元器件的基本知识和检测方法。

(5)熟悉印制电路板整个加工制作工艺流程。

(6)熟悉电子产品的电路工作原理(收音机或指针式万用表、稳压电源)。

(7)掌握贴片元器件回流焊接工艺流程。

(8)掌握手工焊接及装配技术并能够独立完成训练的电子产品焊接装配、调试和测试整个过程。





四、电子产品制造工程训练教学的方法

训练过程要求学生仔细认真、勤于动脑、加强交流、注意观察,培养科学、严谨的工作作风。以具体的电子产品为主线,用理论知识指导实践训练过程,在实践训练过程中增强实践技能,再用实践技能和实践经验知识进一步促进理论知识的理解、学习和应用。动手与动脑兼用,多方知识整合,分阶段、分步骤、循序渐进地完成电子产品制造工程实践训练。

训练教学手段:讲授、示范和实践。

第2节 电子产品制造工程训练的内容和时间安排

一、非电类一周训练

周一:电路板、手工焊和回流焊元器件、焊接基础知识介绍;手工焊接技术训练、FM/AM收音机贴片元件的装配(回流焊接)。

周二:FM/AM收音机贴片元件装配(回流焊接)与返修、手工焊接技术训练及手工焊接考试与评分;FM/AM收音机电路原理及电路流程图绘制方法介绍。

周三:FM/AM收音机流程图的绘制;FM/AM收音机电子元器件知识介绍;电子装配工艺基础知识简介;FM/AM收音机的通孔插元器件的手工装配。

周四:FM/AM收音机装配及装配质量评定;FM/AM收音机总装、测试及故障排除技术介绍;FM/AM收音机总装、测试及故障排除。

周五:FM/AM收音机调试技术介绍;FM/AM收音机调试及故障排除。

二、电类二周训练

第一周的训练内容如下:

周一:电路板、元器件、焊接基础知识介绍;手工焊接技术训练和FM/AM收音机贴片元件装配(回流焊接)。

周二:手工焊接技术训练;FM/AM收音机贴片元件装配(回流焊接)及返修。

周三:手工焊接技术训练及手工焊接考试;FM/AM收音机电路原理介绍及电路流程图绘制方法介绍;FM/AM收音机电路原理分析及电路流程图绘制。

周四:FM/AM收音机电子元器件知识介绍;电子装配工艺基础知识介绍;FM/AM收音机的装配。

周五:FM/AM收音机装配及装配质量评定;FM/AM收音机测试、总装、故障排除技术及调试介绍;FM/AM收音机测试、总装及故障排除。

第二周的训练内容如下:

周一:FM/AM收音机调试及故障排除;FM/AM收音机调试抽查。

周二:电路板制作、电子元器件知识介绍;印制电路板制作和常用元器件的封装识别和万用表检测及抽查。

周三:直流稳压电源原理分析及电路板布线方法介绍;实训用仪器(万用表、示波器)操作方法、直流稳压电源布焊方法、测试及故障排除技术介绍;波峰焊接技术介绍;常用元器件的封



装识别及万用表检测的全部抽查;直流稳压电源印制电路板布线设计。

周四:通孔插装元器件的装配(波峰焊2学时)、直流稳压电源布焊、测试及故障排除。

周五:直流稳压电源布焊、测试及故障排除及验收。

第3节 电子产品制造工程训练的学生管理

一、电子产品制造工程训练的学生训练守则

(1)遵守训练有关的管理制度,听从指导教师和管理人员的安排,不迟到、不早退、不做与训练无关的事。如需请假则须提前办理请假手续。

(2)进入教室后,应保持安静,不要大声喧哗,按照指导教师的安排入座,并检查工具、材料、仪器是否齐全正常,如有异常情况,应立即报告指导老师并做好登记。

(3)保持训练场地的整洁,进入教室前要洗手,严禁在训练场地吃东西、打闹、闲聊、抽烟。每日训练完成后应清扫所在教室的卫生。

(4)上课时,应认真听讲,保持肃静,关闭手机等通信工具。

(5)未经许可,严禁私自带出工具、材料等,严禁搬动、拆装训练的任何设备;对违反规定者,要严肃处理;造成损失的,要进行赔偿。

(6)收到工具、元器件、仪器设备等应立即核对,有问题必须立即向老师反映。妥善保管和爱护训练工具、仪器设备等,保持其完好无损、清洁和整齐。

(7)训练中认真完成各个训练项目,严格按照操作规程进行操作。

(8)训练期间,注意安全,遵守电子产品制造工程训练安全操作规范和注意事项,防止事故发生。

(9)训练过程要听从指导教师管理和指导,要求仔细认真、按步骤进行、注意方法,多看、多听、多思考、多讨论、多动手。如果发现问题,应及时向指导老师反映,严禁自己随意动手处理,特别严禁随意操作训练设备,出现重大事故者,训练成绩按不及格处理并不予补修。

(10)电子产品制造工程训练结束后,应上交训练报告;各种用品及工具清点后应按要求摆放,如工具、仪器设备等有丢失或损坏,请主动赔偿。

二、电子产品制造工程训练的安全操作规范和注意事项

在电子产品制造工程训练中应本着安全第一的原则,严格遵守以上“电子产品制造工程训练的学生训练守则”,严格按照工艺要求和以下注意事项进行,避免事故发生,杜绝人员伤害,减少元器件、原材料、工具和仪器设备等的损伤与损坏。

1. 手工装焊

(1)不要惊吓正在操作的人员,不要在训练场所打闹。

(2)电烙铁在没有确定脱离电源并且在温度降至室温时,不能用手触摸。

(3)烙铁头上多余的锡不要乱甩,这样做很容易引起烫伤自己或者别人的事故。

(4)易燃品应远离电烙铁。

(5)按规格用途使用、维护工具,防止造成工具的损坏。

(6)拆焊有弹性的元件时,面部不要离焊点太近,并使可能弹出焊锡的方向向外。





(7) 插拔电烙铁等电器的电源插头时,要手拿插头,不要拉电源线。

(8) 用螺丝刀拧紧螺钉时,另一只手不要握在螺丝刀刀口方向。

(9) 用剪线钳剪断短小导线(例如印制板元件焊好后,去掉过长的引线)时要让导线飞出方向朝着工作台或空地,决不可飞向人或设备。

(10) 操作中间要讲究文明生产,工作区域内保持干净整洁,各种工具、设备摆放合理、整齐,不要乱摆、乱放,以免发生事故。

2. 回流焊接

(1) 贴装元件时,不要用真空吸笔触击焊膏,以防止真空吸笔笔头堵塞,手不要接触焊膏,小心损坏印刷好的焊膏形状。

(2) 运送贴好元件的印制板时,不要互相推挤,防止将印制板或印制板上的元件碰掉。

(3) 回流焊接时,要等温度降至室温,方可打开抽匣,并戴上手套取出托盘。

(4) 回流焊机在运行过程中,须有人值守。

(5) 回流焊机在运行过程中不允许其他非专业人员对温度曲线进行设置和修改。

(6) 回流焊机不要堵塞散热孔,不要再在机壳上堆放杂物。

(7) 发现故障首先应该首先切断电源。

3. 波峰焊接

(1) 非专业人员不得操作本设备。

(2) 了解波峰焊机的安全标志(波峰焊的安全标志有眼睛防护标志、防尘标志、手防护标志、高压防火标志、不能触摸标志)。

(3) 波峰焊机使用时,不可同时按下两个按钮,以免发生误动作。

(4) 助焊剂、洗爪液均为易燃物,使用中注意防火安全。

(5) 在焊炉正常工作中,当锡面降低,需要补充锡条时,应轻轻放入,以免锡液飞溅,引起烫伤。

(6) 注入高温液态焊料,须戴必要的防护用品,以防烫伤。

(7) 对助焊剂喷雾装置的喷嘴进行定位和清理锡炉氧化物时,应戴防护眼镜和防护口罩。

(8) 用切脚机对电路板进行切脚时,不能打开切脚机的防护罩。应该用推杆将电路板推入刀口,单块电路板切脚要借助别的电路板用推杆将电路板推入刀口,并自然推出。不可以用手在防护罩内接、送电路板,以免造成安全事故。

4. 印制电路板制作中的安全规则

(1) 印制电路板制作时要保持通风良好。

(2) 裁板时勿将手放入上下两个刀片之间。

(3) 使用刷光机前要先接通水源,应防止将印刷板以外的东西卷入刷光机内。

(4) 用热转印机时,热转印机应通风良好,周围不放置无关的易燃物品,以防止引起火灾,印制电路板上的胶带应贴平。

(5) 在印制电路板制作过程中,有许多化学药品,在接触这些化学药品时应使用橡胶手套,为防止溅入眼睛,可戴上眼镜。

(6) 腐蚀电路板时,应尽量远离腐蚀液,如必须靠近时可戴上口罩。应盖住防护罩,防止腐蚀液溅出。

(7) 印制电路板制作时应保证丝网印台丝网的通透性和曝光机的玻璃的整洁度,以保证制



板质量。

5. 用电安全操作规则

(1) 接通电源前的检查。任何新的或搬运过的以及自己不了解的用电设备和装调产品,不要盲目拿起插头就往电源上插,要记住“四查而后插”。四查为:一查电源线有无破损;二查插头有无外露金属或内部松动;三查电源线插头两极有无短路,与外壳(如果设备是金属外壳)有无短路;四查设备所需电压值是否与供电电压相符。

可用试电笔检查外壳和金属件及裸露的导线是否带电,用万用表测有关部分的对地电压,经过四查后才可以给设备通电。

(2) 尽量不要带电操作。不要以为断开电源开关就没有触电危险,只有拔下插头,并对电容器放电,才能认为是安全的。

(3) 如果必须带电测试,不要用出汗潮湿的手操作,尽可能用单手操作,另一只手放到背后或衣服的口袋中。

(4) 各种运行的电气设备、测量仪表、调压器等金属外壳必须采取保护接地。

(5) 在非安全电压情况下带电调试产品,应穿绝缘鞋,使用经耐压试验合格的绝缘工具。

(6) 遇到危险首先应切断电源。有问题要及时报告老师。

三、电子产品制造工程训练的学生成绩考核

训练成绩由三部分组成:实践部分、理论部分以及平时表现部分。实践部分主要由焊接技术考核、收音机的装配技术考核等组成,每个项目完成后由指导教师给出该项目的实践成绩。理论部分由指导教师出题,根据实训报告评定成绩;平时表现部分主要由出勤、纪律、管理、环境卫生以及调试、测试、故障排除的实训过程质量抽查、元器件检测和印制电路板制作质量检查等环节构成。三项综合后给出总成绩,一周训练实践部分占50%,理论部分占30%,平时表现占20%。二周训练实践部分占50%,理论部分占40%,平时表现占10%。

对超常表现好和表现差的极个别学生,将在综合评定后总成绩基础上加、减0~10分。训练任务未能按时完成,无故旷课者,训练成绩按不及格处理。出现重大事故者,训练成绩按不及格处理并不予补训。

训练结束后,交回训练工具、测试元器件、仪器设备等,然后由指导教师根据以上综合情况给出训练总成绩。



第2章

常用电子元器件的识别与检测

第1节 常用电子元器件概述

一、电子元器件的定义和分类

电子元器件是在电路中具有独立电气功能的基本单元。元器件在各类电子产品中占有重要地位,它和各种原材料是实现电路原理设计、结构设计和工艺设计的主要依据。

1. 按制造行业划分为元件与器件

元件与器件分类是按照元器件制造过程中是否改变材料分子组成与结构来区分的。元件是指加工中没有改变分子成分和结构的产品,如电阻、电容、电感器、电位器、变压器、连接器、开关、石英/陶瓷元件、继电器等。器件是指加工中改变了分子成分和结构的产品,主要是指各种半导体产品,如二极管、三极管、场效应管、各种光电器件、各种集成电路等,也包括电真空器件和液晶显示等。在元器件制造行业,器件由半导体企业制造,而元件则由电子零部件企业制造。随着电子技术的发展,元器件的品种越来越多、功能越来越强,涉及范围也在不断扩大,元件与器件的概念也在不断变化,逐渐模糊。例如有时说元件或器件时,实际指的是元器件。

2. 按电路功能划分为分立与集成

分立器件是指具有一定电压电流关系的独立器件,包括基本的电抗元件、机电元件、半导体分立器件(二极管、双极三极管、场效应管、晶闸管)等。

集成器件通常称为集成电路,指一个完整的功能电路或系统采用集成制造技术制作在一个封装内,组成具有特定电路功能和技术参数指标的器件。

分立器件与集成电路器件的本质区别是:分立器件只具有简单的电压电流转换或控制功能,不具备电路的系统功能;而集成电路器件则可以组成完全独立的电路或系统功能。实际上,具有系统功能的集成电路已经不是简单的“器件”和“电路”,而是一个完整的产品。例如,数字电视系统已经将全部电路集成在一个芯片内,习惯上仍然称其为集成电路。

3. 按工作机制划分为无源与有源

无源器件与有源器件是根据元器件的工作机制来划分的,一般用于电路原理讨论。

有源元器件在工作时,其输出不仅依靠输入信号,还要依靠电源或者说它在电路中起到能量转换的作用,例如晶体管、场效应管、集成电路等是以半导体为基本材料构成的元器件,也包括电真空器件。无源元器件在工作时,其输出仅依靠电源。无源元器件又分耗能元件、储能元件和结构元件。耗能元件如电阻器和电位器;储能元件如储存电能的电容器和储存磁能的电感器;结构元件例如各类插座、插头和开关等。



4. 按组装方式划分为插装与贴装

插装是指组装到印制电路板上时需要在印制电路板上打通孔,引脚在电路板另一面,实现焊接连接的元器件,通常有较长的引脚和体积。

贴装是指组装到印制电路板上时无须在印制电路板上打通孔,引线直接贴装在印制电路板铜箔上的元器件,通常是短引脚或无引脚片式结构。

5. 按使用环境划分为民用、工业和军用

电路元器件种类繁多,随着电子技术和工艺水平的不断提高,大量新的器件不断出现,对于不同的使用环境,同一器件也有不同的可靠性标准。相应不同的可靠性有不同的价格,例如同一器件军用品的价格可能是民用品的10倍,甚至更多,工业品介于两者之间。

民用品:适用于对可靠性要求一般,性价比要求高的家用、娱乐、办公等领域。

工业品:适用于对可靠性要求较高,性价比要求一般的工业控制、交通、仪器仪表等领域。

军用品:适用于对可靠性要求很高,价格不敏感的军工、航天航空、医疗等领域。

6. 按元器件的应用特点划分为常用元件、常用器件和特种元器件

电子工艺对元器件的分类是按元器件的应用特点来划分的。特种元器件有光、热、磁、湿、力等敏感元器件和磁性元件。

分类只是把元器件作为知识而做的归纳和总结,不同领域不同分类是不足为怪的,迄今也没有一种分类方式可以完美无缺。

二、电子元器件的主要参数

电子元器件的主要参数包括特性参数、规格参数(标称值、额定值、极限值、允许偏差值、外形尺寸)、质量参数(温度系数、噪声系数、高频特性、机械强度、可焊性、可靠性和失效率、电容器的绝缘电阻和损耗角正切、晶体管的反向饱和电流、穿透电流和饱和压降等)。这些参数从不同角度反映了一个电子元器件的电气性能及其完成功能的条件,取决于它们的制造材料、结构和生产条件等因素。常见元器件的参数见附录中的附表10至附表13。

三、电子元器件的命名方法

按照国家标准GB 2470—81,电子元器件的名称通常由以下四个部分组成。

第一个部分主称,代表种类。如:R表示电阻器,C表示电容器,2表示二极管,3表示三极管,W表示电位器。

第二个部分代表材料。

第三个部分类别,代表用途和特征。

第四个部分代表序号,表示元器件的规格和性能。

近年来我国许多大型电子元器件企业引进了国外的先进生产线,因此在电子市场上有很多半导体器件都是按国外的命名方法命名的,常见的是按照日本、欧洲及美国产品型号命名的半导体器件,因此了解国外半导体器件和集成电路的命名方法已成为从事电子产品技术工作的必需。国内外元器件的型号命名及含义见附录中的附表1至附表9。



四、电子元器件封装上的标注

在电子元器件的封装外形上所印刷的电子元器件的型号名称、参数和极性的信息称为电子元器件的标注。常用的标注方法有直标法、文字符号法、数标法和色标法。

(1)直标法。用数字和符号把元器件的主要参数直接印制在元器件的表面上即为直标法。这种方法主要用于体积较大的元器件,如图 2.1.1 所示。



图 2.1.1 直标法

(2)文字符号法。用数字和符号有规律地组合在一起表示元件的主要参数。例如,4K7J 表示 $4.7k\Omega$ 偏差 $\pm 5\%$ 的电阻,其中 J 依表 2.1.1 表示 $\pm 5\%$ 。

表 2.1.1 常用元件允许偏差符号表

偏差/(%)	± 0.1	± 0.25	± 0.5	± 1	± 2	± 5	± 10	± 20	+20 -10	+30 -20	+50 -20	+80 -20	+100 0
符号	B	C	D	F	G	J	K	M			S	E	H
曾用符号	—	—	—	—	—	I	II	III	IV	V	VI	—	—
分类	精密				一般				只适于电容				

(3)数字标注法(数标法)。用三位数字标注普通元器件,用四位数字标注精密元器件。数字标注法大多用于一些小型器件上,例如表面装贴器件中的电阻器、无极性电容器中的瓷片电容、涤纶电容等。无论是三位还是四位数字标注,它的最后一位数字都是表示前几位数字后面所含零的个数。电阻的单位是“ Ω ”,电容器的单位是“pF”,电感的单位是“ μH ”。例如,电容器上标注 105 表示其容量为 10×10^5 pF 即 $1\mu F$ 。

(4)色标法:用色环、色点、色带来表示电阻器、电容器、电感器等元件的主要参数。

四环标注法:普通电阻采用四个色环标注。第一、二环表示有效数字,第三环表示前两位有效数字的 10^n 倍率,与前三环距离较大的第四环表示允许偏差。如图 2.1.2(a)所示,从左至右色环标记为红、黄、红、银的四环电阻,阻值依表 2.1.2 所示数据为 $24 \times 10^2 = 2400\Omega = 2.4k\Omega$,允许偏差为 $\pm 10\%$ 。

五环标注法:精密电阻采用五个色环标注,前三环表示有效数字,第四环表示前两位有效数字的 10^n 倍率,与四环距离大的第五环表示允许偏差。如图 2.1.2(b)所示,从左至右色环标记为棕、黑、绿、棕、棕的五环电阻,表示阻值依表 2.1.2 所示数据为 105×10^1 即 1050Ω ,允许偏差为 $\pm 1\%$ 。

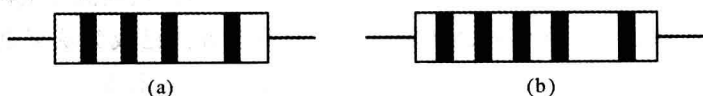


图 2.1.2 色环标注法

(a)四环标注法; (b)五环标注法



表 2.1.2 色环电阻的色环所代表的意义

颜色	有效数字	倍率	允许偏差/(%)
黑	0	10^0	—
棕	1	10^1	$\pm 1\%$
红	2	10^2	$\pm 2\%$
橙	3	10^3	—
黄	4	10^4	—
绿	5	10^5	$\pm 0.5\%$
蓝	6	10^6	$\pm 0.2\%$
紫	7	10^7	$\pm 0.1\%$
灰	8	10^8	—
白	9	10^9	—
金	—	10^{-1}	$\pm 5\%$
银	—	10^{-2}	$\pm 10\%$
无色	—	—	$\pm 20\%$

用背景颜色区别元器件的种类。用浅褐色表示碳膜电阻,用红色(淡绿色、淡蓝色或浅棕色)表示金属膜或金属氧化膜电阻,深绿色表示线绕电阻。

国产三极管在用色点标在三极管顶部,表示共发射极直流放大倍数或分挡,国产三极管色点标志的意义见表 2.1.3。

表 2.1.3 国产三极管色点标志的意义

色点	棕	红	橙	黄	绿	蓝	紫	灰	白	黑
β 分挡	0~15	15~25	25~40	40~55	55~80	80~120	120~180	180~270	270~400	400 以上

另外色环和色点还常用来表示元器件的极性。例如,电解电容或二极管标有白色色环的一端是负极。

第2节 常用电子元器件识别

遇到一个电子设备上的电子元器件,如何判断它是电阻器还是电容器,是电感器还是电位器,是半导体器件还是集成电路,有什么结构特征,有哪些主要参数等,这都将是从事电子产品工程技术人员首要了解的问题。下面简述电子元器件识别的方法和电子元器件工程训练的方法。

一、电子元器件识别的方法

一要看封装外形特征。一般来说,大多数电子元器件的外形封装都是特定的,因此通过观察元器件封装外形特征,可以确定元器件主称,甚至材料、结构等信息。但由于个别类型的电子元器件封装外形非常类似甚至相同,单从它的外形封装上来识别很容易产生混淆,因而判断这类元器件是什么类型,还要看元器件封装外形上的标注。





二要看元器件封装上的标注。元器件封装上的标注含有元器件的主称、标称值、额定值、极性等信息,元器件名称中含有材料、特征、用途等信息,因此通过识别元器件封装上的标注是最直观、简单的方法,但不能了解元器件的详细参数。

三要查找元器件资料。查找元器件资料可以查到外形、极性和参数等详细信息。查看厂家提供的元器件资料或通过网络查找元器件的资料都可以。

四要用万用表进行检测。在资料缺乏的情况下,可用万用表进行检测,根据元器件的参数特征来进行判断元器件是什么类型。

二、电子元器件识别的工程训练方法

电子元器件识别工程训练要求说出元器件的名称、封装上标注含义、封装名和封装特点及用途以及焊接操作和使用应注意的事项。工程训练方法设计如下:

(1)准备工程训练的常用元器件,任意拿出一个元器件,让学生进行判断。

(2)准备一个电子产品或设备,任意指出一个元器件,让学生进行判断。

(3)对特点突出的元器件进行解剖,了解其内部结构特点。如表 2.2.1 所列对几种元器件进行了解剖并进行结果分析,得到了一些收获。解剖元器件可使用工程训练中损坏的元器件。

(4)通过网络查找元器件的资料。网络查找元器件的资料是目前常用的方法和手段,如图 2.2.1 所示为维库网上 9014 三极管的参数,学生可以试着查找一些见过的元器件的资料。

表 2.2.1 元器件解剖结果分析

未解剖前	解剖后	分析
		这是一个金属膜电阻,解剖后见金属膜上有螺旋状刻槽。这种刻槽与电阻的阻值有关,如果金属膜有破损,则阻值可能会发生变化
		这是一个铝电解电容,解剖后见铝箔和带电解液的纸圈绕而成,因此有一定电感,不易用在高频电路上
		这是一个碳膜电位器,解剖后见电位器有一电刷在碳膜上运行。因此电位器的好坏与电刷和碳膜的接触的好坏有一定关系
		这是一个带开关的小型碳膜电位器,解剖后可观察到电刷在碳膜上运行的情况。因为它是一个塑料件,极易受热变形导致电刷与碳膜的接触不良而损坏
		这是一个喇叭,解剖后可见音圈线很细,易断裂,这是喇叭容易损坏的一个原因