

高等职业教育电子技术技能培养规划教材
Gaodeng Zhiye Jiaoyu Dianzi Jishu Jineng Peiyang Guihua Jiaocai

电子产品 制作

孙余凯 郭大民 主编



Electronic Product Manufacture

降低理论难度，内容通俗易懂
引入任务教学，激发学习兴趣
提供设计项目，培养工作技能

 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

高等职业教育电子技术技能培养规划教材
Gaodeng Zhiye Jiaoyu Dianzi Jishu Jineng Peiyang Guihua Jiaocai

电子产品 制作

孙余凯 郭大民 主编



Electronic Product
Manufacture

人民邮电出版社

北京

图书在版编目 (C I P) 数据

电子产品制作 / 孙余凯, 郭大民主编. -- 北京 :
人民邮电出版社, 2010. 10
高等职业教育电子技术技能培养规划教材
ISBN 978-7-115-23595-4

I. ①电… II. ①孙… ②郭… III. ①电子产品—生
产工艺—高等学校: 技术学校—教材 IV. ①TN05

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第177548号

内 容 提 要

本书采用单元模块的方式安排全书内容, 每个单元包括任务导入、相关知识及相关技能。全书注重引导学生在实践中培养动手能力, 在操作中理解相关理论知识, 使学生由表及里、由浅入深、循序渐进地学会电子产品制作必备的基本知识。

本书以介绍电子产品制作的基础知识为切入点, 详细介绍常用电子产品制作的基础知识, 重点讲解电子产品制作常用工具和仪表的使用、电子产品印制电路板的制作、电子产品制作的焊接技能、电子产品的组装与调试、电子产品质量和可靠性控制。

本书可作为高职高专院校相关专业电子类课程的教材, 还可供电子产品开发及生产技术人员和广大电子产品制作爱好者学习参考。

高等职业教育电子技术技能培养规划教材

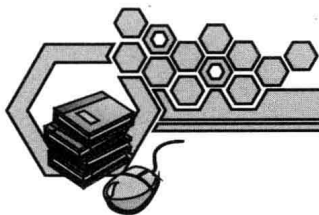
电子产品制作

-
- ◆ 主 编 孙余凯 郭大民
责任编辑 赵慧君
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京鑫正大印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 14.5 2010 年 10 月第 1 版
字数: 372 千字 2010 年 10 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-23595-4

定价: 29.00 元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223
反盗版热线: (010)67171154



本书是参照高等职业技术教育电子信息类专业的实际要求编写而成的。在编写过程中,力图把内容的重点放在培养分析问题和解决问题的能力上,其目的就是要使读者具有会看、会分析、会检测、会动手组装调试的技能。

1. 会看

所谓会看,就是能看懂典型电子产品制作的电路原理图,了解各部分的组成及其工作原理。因此,本书加强了基本概念和各种类型的基本单元电路的介绍,并在相关技能环节中每一种电子产品制作电路原理图专门进行了识图指导,通过对各种电子产品制作电路图的识读,引导读者逐渐学会识读电子产品制作电路图的技能,为看懂更加复杂的电子产品制作电路图打下良好的基础。

2. 会分析

所谓会分析,就是对基本电子产品制作单元电路的工作性能会进行定性的分析或定量的分析和估算。为此,本书加强了基本原理和基本分析方法的介绍。

3. 会检测与会动手组装调试

这是本书的重点,其目的是使读者会选用有关的元器件,会制作安装最简单的电子装置。为此,在每一单元专设了一节进行专门的介绍,并对安装方面的问题进行了指导,以培养实际动手能力,使读者对电子产品制作的组装和调试方法有一个初步的较全面的了解,为今后安装调试更加复杂的电子产品打下良好的基础。

4. 培养实际动手能力

本书最大的特点是基本理论与实际动手能力相结合,按照企业对复合型高技能人才需要的特点编写而成。书中将电子产品制作的课程内容与电子技术行业技能培训大纲相结合,其目的就是为了培养既有学历,又有专业技能的复合型人才,对提高读者岗位技能及就业竞争力都具有重要意义。

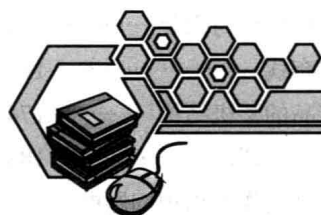
本书由孙余凯、辽宁交通高等专科学校郭大民任主编。孙余凯、项绮明、吴鸣山统稿。参加本书编写的人员还有项宏宇、常乃英、孙余平、刘忠梅、金宜全、项天任、王华君、王燕芳、周志平、孙余正等。

本书在编写过程中,除参考了大量的国外的现行期刊外,还参考了国内有关电子产品制作技术方面的期刊、书籍及资料,在这里谨向有关单位和作者一并致谢。同时对给予我们支持和帮助的有关专家和部门深表谢意!

现代电子产品制作技术发展十分迅速,应用极其广泛。本书作为一本基础性教材,不可能包括电子产品制作技术的各个方面。电子应用技术发展极为迅速,由于编者水平有限,书中存在不足之处,恳请专家和读者批评指正。

编者

2010年8月



目 录

第1单元 电子产品制作的基本

知识.....1

第一部分 任务导入.....1

第二部分 相关知识.....3

- 1.1 电子产品制作的内容.....3
- 1.2 初学者怎样进行电子产品制作.....3
- 1.3 生产厂家电子产品制作程序.....7
- 1.4 电子产品电路图的识图要领.....9
- 1.5 电子产品制作常用电子元器件参数.....12

第三部分 相关技能.....25

- 1.6 读识集成电路调幅收音机电路.....26
- 1.7 读识直流分立件稳压电源电路.....27
- 1.8 读识光控、声控延时照明楼道灯电路.....29
- 1.9 读识光控电子开关电路.....33

习题.....33

第2单元 电子产品制作常用工具和

仪表的使用.....35

第一部分 任务导入.....35

第二部分 相关知识.....36

- 2.1 常用电子产品制作的基本工具及其使用方法.....36
- 2.2 电子产品制作常用模拟式万用表.....46
- 2.3 电子产品制作常用数字式万用表.....50
- 2.4 电子产品制作常用示波器.....56

- 2.5 电子产品制作常用的其他仪器、仪表.....72
- 2.6 电子元器件的检验和筛选.....72

第三部分 相关技能.....76

- 2.7 集成电路AM收音机主要元器件的选用与检测.....76
- 2.8 用数字式万用表测量常用元器件的方法.....81
- 2.9 示波器测量方法.....82
- 2.10 直流分立元器件稳压电源电路元器件的选择与检测.....84

习题.....86

第3单元 电子产品印制电路板的制作

.....88

第一部分 任务导入.....88

第二部分 相关知识.....90

- 3.1 印制电路板的组成及类型.....90
- 3.2 印制电路板的制版方法.....91
- 3.3 印制电路板的腐蚀方法.....111
- 3.4 特殊类型印制电路板的制作方法.....115

第三部分 相关技能.....118

- 3.5 分立元器件直流稳压电源电路印制电路板图识图与制作.....118
- 3.6 光控、声控延时照明灯印制电路板图识图与制作.....119
- 3.7 集成电路收音机印制电路板的制作.....120
- 3.8 光控电子开关电路印制电路板的制作.....120

习题.....120



第4单元 电子产品制作的焊接

技能.....122

第一部分 任务导入.....122

第二部分 相关知识.....123

4.1 焊料的选用.....123

4.2 焊剂的选用.....124

4.3 焊点质量要求.....125

4.4 手工焊接正确的焊接步骤.....126

4.5 热风枪焊接方法.....128

4.6 浸焊方法.....129

4.7 波峰焊接方法.....130

4.8 回流焊接方法.....131

4.9 片状元器件焊接方法.....132

4.10 元器件焊接应注意的问题.....139

4.11 工厂印制电路板焊接工艺.....140

4.12 焊点质量的检查及缺陷的

处理.....142

第三部分 相关技能.....147

4.13 焊接技能的初次训练.....147

4.14 焊接技能的中期训练.....148

4.15 焊接技能的实用训练.....148

4.16 写实训报告.....149

习题.....149

第5单元 电子产品的组装与

调试.....151

第一部分 任务导入.....151

第二部分 相关知识.....152

5.1 产品方案试验性组装与调试.....152

5.2 定型产品的装配与调试.....157

5.3 元器件的整形与插装.....159

5.4 整机的布线.....164

5.5 电子产品的整机结构.....174

5.6 电子产品的调试.....183

5.7 电子产品制作中出现问题的 处理方法.....190

第三部分 相关技能.....191

5.8 集成电路中波收音机的安装与 调试.....191

5.9 分立元器件稳压电源的安装与 调试.....193

5.10 光控、声控延迟照明灯电路的 安装与调试.....195

习题.....197

第6单元 电子产品质量和可靠性

控制.....199

第一部分 任务导入.....199

第二部分 相关知识.....200

6.1 电子产品质量的基本知识.....200

6.2 电子产品的可靠性基本知识.....201

6.3 电子产品的可靠性设计方法.....205

6.4 电子产品工艺文件简介.....214

第三部分 相关技能.....216

6.5 集成电路可调直流稳压电源的 制作.....216

6.6 延时电子门铃电路的制作.....220

6.7 光控电子开关电路的制作.....223

习题.....224

参考文献.....226

第1单元

电子产品制作的基本知识

第一部分 任务导入

电子产品通常是指由电子元器件经过相应的连接,可用来完成一种或一种以上功能的成品组件。电子产品的含义十分广泛,既包含工农业生产上应用的电子产品设备,又包含我们日常生活中使用的各种小家电等,如图 1-1 所示的电路,就是我们日常用来收听新闻、音乐等节目的调幅收音机。

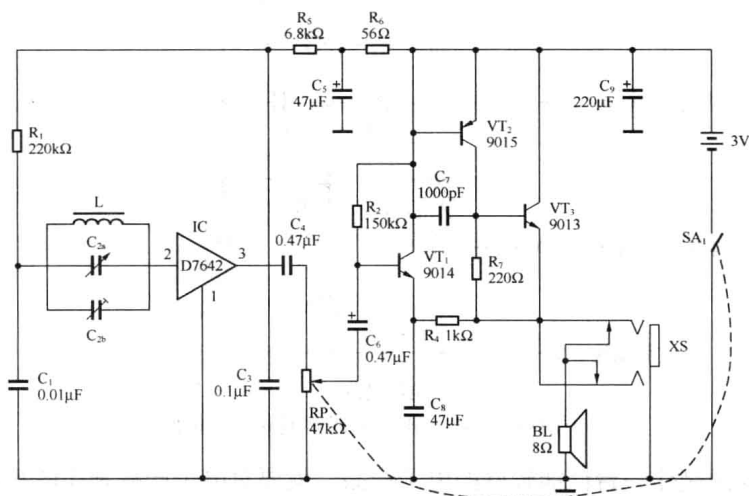


图 1-1 集成电路调幅收音机电路



图 1-2 所示的电路,就是一种在工农业生产、日用电器等方面广泛应用的稳压电源电路。

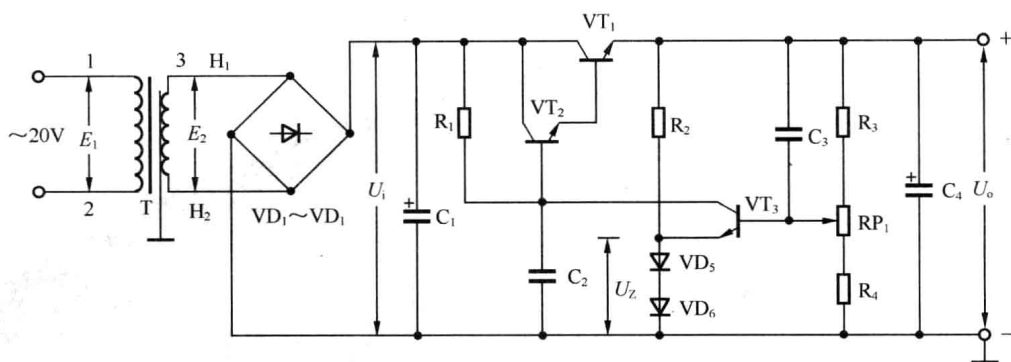
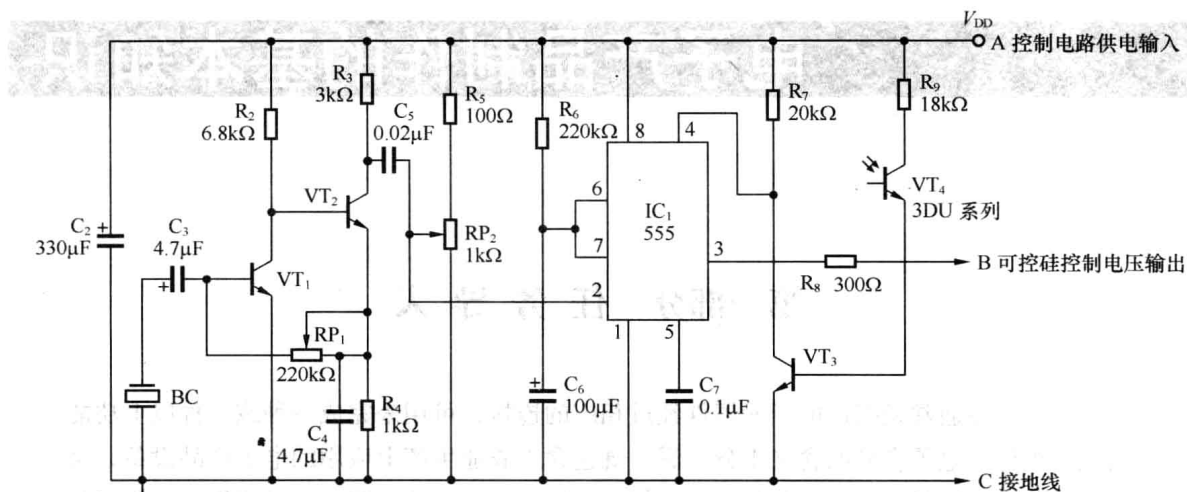
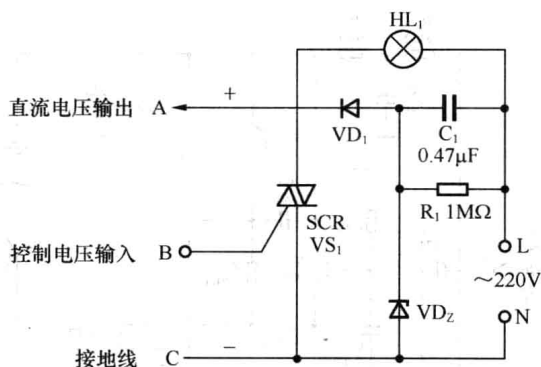


图 1-2 典型串联型稳压电源电路原理图

图 1-3 所示的电路,就是一种用途较广的光控、声控延时照明楼道灯电路。



(a) 控制电路



(b) 电源电路

图 1-3 光控、声控延时照明楼道灯电路

由此可见,要想制作一台性能较好的电子产品,就要对电子产品制作的基本知识有所了解。

电子产品制作,实际上就是把各种电子元器件通过一定的方式进行连接,这种连接方式就是电路。故进行电子产品制作必须要学会看懂电路图,这也是电子产品制作技术人员必须要掌握的重要基础知识之一。



在了解了电子产品制作的含义、内容和读懂电路图的基础上,下一步就是选用元器件。要正确选用元器件,就必须要对常用的电子元器件特性参数有一定的了解。

对于本单元的学习有如下要求。

① 了解电子产品制作的含义和内容以及厂家在进行电子产品制作时所采用的常用程序,以便对电子产品制作过程有一个初步的了解,为以后工作做好必要的理论知识准备。

② 了解和熟悉电子电路图、印制电路板图的识图要领,会读懂简单的电子产品制作用电路图,会进行简单的估算。

③ 了解和熟悉电子产品制作常用电子元器件的电路图形符号、类型、特点以及主要参数,只有了解和熟悉各种电子元器件的功能和特性,才能在实际电子产品电路中正确选择和合理使用它们,才可能设计出实用、可靠、功能完善和经济指标好的电子产品;对于已经设计出来的电子产品图,只有对各种元器件的电路图形符号、作用、特点有比较熟悉的了解,才能读懂它。

本单元的学习中,对各种电子元器件的内部结构并不需要去记忆,重点要放在理解这些元器件的功能原理、性能特点,掌握这些电子元器件电路图形符号。

第二部分 相关知识

1.1 电子产品制作的内容

电子产品的制作包括电路设计、工艺设计、外观设计、电子元器件的选配、安装、调试,以及文档、说明书的编写等几个方面。首先是根据实际需求和环境、设备、工具、器材等条件,提出电路参数,进行电路设计。所设计的电路经过焊接、安装、测试、调整、修改,可以满足所要求的指标后,再进行印制电路板设计和工艺设计。这时要考虑元器件排列、布线等内容。与此同时还要进行产品的外观设计,这涉及产品的人机界面、易用性、安全性和美观等因素。对于大批量投放市场的产品,外观设计也是一个重要环节。最后还要考虑产品的使用、操作、升级换代等因素,要写好产品的设计说明、使用说明等文档资料。以上所有工作都要考虑到产品制作、检测、维修、储运、安装和使用的全过程中对产品的种种需求。

以上介绍的是电子产品生产厂家在进行电子产品制作过程中所包含的内容。对于初学者来说,则不必要考虑那么多,通常只要挑选出需要的电路进行安装调试就可以了。由于本书主要以初学者为对象,故主要是针对初学者来介绍电子产品的制作,介绍电子产品生产厂家进行电子产品制作的生产工艺,以使初学者掌握电子产品制作知识和技能,为以后工作打下良好基础。

思考与问题

- (1) 电子产品制作主要包括哪几个方面?
- (2) 简述电子产品制作的大致内容。

1.2 初学者怎样进行电子产品制作

对于初学者来说,通过电子产品制作,不仅可以提高电子学理论水平和实际动手能力,还可



以更深刻地理解电子学原理,熟悉各种类型的单元电路,掌握各种电子元器件的特点,深入了解电路在不同工作状态下的特性,逐步学习更多、更新的知识,掌握更高的技术,制作更复杂、更有意义的电子产品,逐步成为名副其实的电子产品制作工程师。

1.2.1 确定电子产品制作电路

根据需要设计所要制作的电子电路或从报刊上挑选电子产品制作电路。前者对于初学者来说难度较大,必须要有一定的电子技术基础。现在各种电子书刊上经常发表有很多有趣的电路,如带闪光的、有声响的、有动作的等。初学者可先浏览一下书刊的目录,找出感兴趣的制作对象,再结合自己的实际情况(主要是所能找到的元器件)以及自己的能力来确定电子产品制作所使用的电路。

对于第一次接触电的初学者来说,挑选制作的电子产品应以先易后难、循序渐进为原则,可以先挑选一些结构单一、元器件数量比较少的简单电路,如“音乐门铃”、“无线调频话筒”等电路。这样可以逐步积累电子制作的经验和知识,待经验较丰富时,就可以进行像“收音机”、“数字控制”等电路方面的制作了。

1.2.2 读懂电子产品制作的电路图

一旦挑选好制作的具体电路以后,需要进一步仔细阅读电路图中文字和图形的内容,认真研究电路,看懂有关电路图,尤其是对每一个元器件的作用要有所了解。

1. 图形符号的含义

在电路图中,每一个元器件都有其特定的图形符号或文字代号,对于这些图形符号和文字代号的含义一定要搞清楚,尤其是一些有极性的元器件,要反复端详,记住它的极性记号及外形特征。

2. 元器件的引脚识别

对于引脚功能不同的电子元器件,如发光二极管、三极管、电解电容器、集成电路等,要掌握它们的引脚功能的识别方法。例如,发光二极管有正、负极性,装反了就不会亮。通过观察其内芯两个电极的不同形状,来识别它的极性:形状小的相似三角形一端是正极,大的相似三角形的一端为负极。又如,电解电容器有的用引脚长短不同来表示正负极;还有根据集成电路的引脚排列规律加以识别等。

3. 导线连接方法

掌握制作电路中导线的连接方法,如哪些导线应该连接在一起,哪些导线是不应该连接在一起的跨越线。一般在导线连接点上有一个黑圆点的导线是应该连接在一起的,而在导线交叉点上没有黑圆点或用小弧线连接的为跨越线。

4. 电源线和接地线

电路中的电源多以 V_{CC} 或直接用数字表示电源,接地线多以符号“ $\perp$ ”表示。

1.2.3 选用合适的电路连接方法

电子产品的制作,实际上就是把各种元器件按电路的要求正确地连接起来,形成电流通路。在制作过程中,只要有一点连接错误,都会导致制作失败,甚至导致元器件的损坏,故要认真对待。



当选好了电路,了解了电路的来龙去脉和元器件的功能,准备好了所需的元器件后,在动手之前还必须知道一些电路的连接方法。

1. 导线绞接法

导线绞接法适用于那些电路比较简单、元器件不多,而且元器件引脚又比较长的电子产品的制作。这种方法是通过对元器件引脚之间或元器件引脚与导线之间相互直接绞接连接来保证电路的沟通。

在采用这种方法连接之前,先应对塑料管的导线的端头剥去1cm左右塑管,用小刀刮净接线头,对元器件引脚也要采用这种方法进行处理。然后把接线头根据电路要求相互绞接数圈,以保证其连接可靠,并用绝缘胶布包上2~3层,以防止连接头与其他部位相碰,导致电路短路而造成故障,甚至使元器件损坏。每一个连接点均应如此进行处理。

采用导线绞接法进行电路的连接虽然操作简单,但由于连接点的强度较差,在实际使用中要引起注意。

2. 锡丝电焊法

锡丝电焊法就是采用电烙铁和焊锡丝进行焊接,待电烙铁的发热温度达到一定值后,用其将焊锡丝熔化于元器件引脚与导线之间,使两者牢固地连接在一起,从而使电路连通。这种方法通常适用于印制电路板制作的各种电路中。

采用锡丝电焊法之前,应先对元器件引脚、导线及印制电路板的表面进行去氧化物处理,也就是用小刀刮光后搪上锡,在印制电路板的铜箔表面上还要涂上助焊剂(酒精与松香按一定比例配制而成)。

焊接时,先用电烙铁让锡丝熔化,然后将元器件引脚与电路板均匀加热,使焊锡固化在连接点上。焊接时要求焊点大小适中、光洁美观、连接可靠,防止虚焊、假焊。

锡丝电焊法是电子产品制作中经常采用的一种方法,也是电子产品制作中最基本的技术,初学者一定要熟练掌握此种焊接方法。锡丝电焊法的焊接材料与焊接方法及相应要求,在本书后续单元中还将详细介绍。

3. 螺钉固定法

螺钉固定法的最大的特点是:仅使用简单的工具——自攻螺丝钉加垫圈,在木板上制作电路。该方法由于制作方便,电路直观,取材容易,故特别适合初学者采用。

① 取一块厚为0.1~1cm,长、宽根据实际情况选取的木板,将画有电路图的纸贴在木板上。

② 按照电路图上元器件的位置,用自攻螺丝加垫圈来固定元器件的引脚或导线。接线头裸线部分至少要有10mm以上,并安放在垫圈与自攻螺丝之间。最后用螺丝刀慢慢将自攻螺丝旋紧使导线与元器件引脚之间保持良好的接触即可。

螺钉固定法由于用螺丝加垫圈将元器件的引脚及与之连接的导线等牢固地紧固于木板上,故强度较好。

4. 插座连接法

插座连接法就是利用插头、插座连接来使电路连通。“电子魔块”、“电子百拼”等电子积木游戏器均采用这种方法。

采用插座连接时,是将元器件放置在插头与插座中,然后按电路图实际要求进行连接。这种方法尤其适用于初学者进行简单的电子产品制作和实验。

另一种专用插座俗称“面包板”,它最大的缺点是使用时间一长,电路元器件容易出现接触不良现象。



插座连接法虽然简单,但由于插头、插座与引脚之间的距离很近,故在焊接或连接电路时应仔细小心。

1.2.4 对制作的产品进行检查

初学者在进行电子产品制作时,不一定一次就会成功,总是有个反复的过程,这也是正常现象。因此,当制作完成的产品不能正常工作时,一定要冷静,应该集中精力对电路进行检查。

1. 连接的检查

先对电子产品连接好的电路进行检查。电路越复杂,连线出现错误的机会也就越多。故应按照电路图的连接关系,反复检查每一根连线以及连接点。每检查一根连线和一个连接点,均在电路图上做一个记号。尤其要注意检查接触不良、错焊等情况。

2. 元器件极性的检查

对元器件极性的检查,应注意极性方向。对二极管、三极管、电解电容器、集成电路等元件要给予特别的关注,重点检查它们的引脚连接正确与否。

(1) 电解电容器

低于 $1\mu\text{F}$ 的低值电容器大多数是无极性之分的,但是 $1\mu\text{F}$ 或更大容量值的电容器几乎都是有正、负极之分的。

安装在印制电路板上或连接在电路中的电解电容器,在其外壳上接近引线之处以符号“+”和“-”标出其极性。实际上,大多数新型电解电容器只有“-”。

对于采用正、负引脚长短来标志极性的电解电容器,在引线未剪断的情况下,可采用对比引线长短来识别引脚的极性,通常引线较长的那只引脚即为正极引脚。这种识别方法也适用于对新购电解电容器极性的识别。

电解电容器的极性被接错可能会导致其损坏。必须说明的是,即使较小的反向电压和电流,都有可能损坏某些有极性的电容器。这样的有极性电容器并没有任何外部损坏的迹象,但如果把它们用在电路中,就会表现出低于标准的性能。电解电容器和一些高级电解电容器在反向电压下损坏率较高。

(2) 二极管

二极管是一种双引线线性元器件,它只容许电流沿一个方向流过。如果将二极管方向接错了,那么本来应该让电流流过的,它却会阻挡电流流过;应该挡住电流的,它却让电流流过。

如果二极管用于小信号电路,通常接错后不会造成其他元器件损坏;如果是功率二极管(如整流二极管)接错极性,那么,将会导致一些元器件损坏。

有些二极管负极的引出线一端有色带指出其极性。早期有些二极管有几条色带,这样就必须仔细检查元器件以便找出负极引出线。多条色带是根据电阻色码的颜色编码系统标出二极管的型号的。这种方法采用三条或四条色带而不是一条。

目前,二极管多采用一条色带来表示极性,而利用文字符号来标明型号。由于新型二极管体积小,需要用放大镜才可看出型号。颜色编码系统虽容易使人读出型号,但却容易使其极性接错。

近年来,多条色带的二极管在最接近负极引线的那条色带会比其他两条或三条色带粗一些,以此来表示极性。但宽度的差别往往不明显,所以必须仔细观察这些二极管的极性在电路上安装是否正确。



(3) 发光二极管

发光二极管是产生问题最多的一种二极管,由于这类元器件刚面世时没有进行标准化,通常以负极引线旁边的外壳稍为扁平一些来表示负极。除了外壳扁平之外,还伴随着负极引线较短的特点。不过,这并不是世界通用的标准,而仅是部分厂家的标志而已。

如果发光二极管的外壳没有扁平处,两根引线又是长度相同或者已经把它们截短为相同的长度,怎样确定这类发光二极管的极性呢?一般采用的方法是观察外壳内的两个电极。它们通常具有不同的尺寸和形状,面积较大的电极通常连接负极(K)引线。

上述判断极性的方法对于多数发光二极管非常有效,但对于比较特殊的发光二极管并非100%的有效。唯一可靠的方法是进行实际测量,此时注意电压不要超过反向击穿电压。如果连接一次发光二极管不能发光,只需将连接的表笔对调,它的极性就很容易测出来了。

3. 保证供电正常

有的初学者在电子产品制作中使用新电池,认为电能一定很充足,但却不知在此之前,由于电路连线错误或不小心,电池的电能已漏光或减少了。电量不足必然会导致电路无法正常工作。常有这样的情况:有些初学者买了质量不是很好的元器件,或者通电后不小心造成元器件的损坏。对此,必须重换新的元器件后再试。当经过此番努力后电路仍然不能工作,最后找到电路不工作的原因很可能是电池电量不足。

思考与问题

- (1) 电子产品制作的初学者怎样确定电子产品制作的电路?
- (2) 什么是电子产品制作中的导线绞接法?它有什么特点?
- (3) 什么是电子产品制作中的锡丝电焊法?它有什么特点?
- (4) 什么是电子产品制作中的螺钉紧固法?它有什么特点?

1.3 生产厂家电子产品制作程序

对于生产厂家来说,为了保证电子产品的质量及可靠性,对电子产品的制作有一整套较完善的程序。这一套程序通常是指研制、生产过程中的工作内容及其先后顺序的一种规定。它包括电子产品设计、生产过程中工作阶段的划分,以及各阶段的主要任务与工作步骤。电子产品的设计由工厂的研发部门来完成,由他们设计出性能优良、市场需求、适销对路的电子产品,以下讲述电子产品生产过程中的制作程序。

1.3.1 电子产品制作确定阶段

1. 主要任务

电子产品制作确定阶段的主要任务是广泛调查研究,初步确定任务要求以及可靠性的要求。

2. 工作步骤

① 电子产品制作确定阶段的工作步骤。进行电子产品用途、工作模式与工作环境的调查,了解电子产品制作要求和可靠性要求。根据获得的国内、外有关资料和可靠性信息,进行产品市场、产品可靠性的预测与分析。

② 初步确定电子产品制作要求和可靠性的要求。



1.3.2 电子产品制作方案论证与审定阶段

1. 主要任务

电子产品制作方案认证与审定阶段的主要任务如下。

- ① 对总体电子产品制作的设计方案进行分析、论证和评价分析。
- ② 关键技术课题的预研和突破。
- ③ 总体设计方案的择优选定。

2. 工作步骤

电子产品制作方案认证与审定阶段的工作步骤如下。

- ① 电子产品制作方案的可靠性论证。
- ② 电子产品制作方案中分系统的可靠性指标分配与认证,并确定分系统的设计方案。
- ③ 对制作方案中的关键技术进行预研的突破,拟定可靠性增长计划。
- ④ 对电子产品制作方案中的系统及分系统总体设计方案可靠性进行审定与会签。
- ⑤ 根据方案论证与审定阶段的结果,拟定可靠性技术文件。

1.3.3 电子产品设计阶段

1. 主要任务

电子产品设计阶段的主要任务是:设计单元电路,对产品的结构和关键工艺可靠性进行设计。

2. 工作步骤

- ① 电子产品的设计阶段可靠性分析和分配。
- ② 对电子产品的电路、结构和关键工艺的可靠性进行设计。
- ③ 对电子产品制作的电路可靠性进行分析,对故障模式的影响与危害性进行分析,容差分析,修改设计或可靠性再分配。
- ④ 对电子产品制作中关键部件、电路、结构和工艺的可靠性进行改进与验证。
- ⑤ 对电子产品设计阶段可靠性的设计进行设计与会签。

1.3.4 电子产品制作的样机研制阶段

1. 主要任务

电子产品制作的样机研制阶段主要任务如下。

- ① 电子产品制作的样机研制、试验、评价和改进,使可靠性增长达到预期的要求。
- ② 对样机进行可靠性技术措施和关键工艺的适用性进行验证。

2. 工作步骤

电子产品制作的样机研制阶段工作步骤如下。

- ① 对电子产品制作样机的关键元器件、部件和设备单元的可靠性进行筛选试验。
- ② 对制作的样机进行试验,以及环境和可靠性增长进行试验。
- ③ 对设计定型的样机进行可靠性鉴定试验,以及系统联试和现场试用。
- ④ 对设计定型的样机进行可靠性设计评审,对设计定型样机的综合评定,修改完善设计和对



关键工艺文件进行可靠性会签。

1.3.5 电子产品的试生产阶段

1. 主要任务

电子产品试生产阶段的主要任务如下。

- ① 对电子产品进行验证,以验证设计、工艺的可生产性,形成和完善成套工艺文件。
- ② 对生产线采取质量保证措施,使样机可靠性指标达到预定的设计要求。

2. 工作步骤

电子产品试生产阶段的工作步骤如下。

- ① 对试生产的电子产品编制关键明细表,设立产品质量控制点,明确工序操作规程和质量检验要求。
- ② 对试生产的电子产品所需用的元器件,落实定点供应和质量认定,完善元器件老练筛选规范。
- ③ 对试生产的电子产品部件、设备单元和设备的组装与可靠性进行筛选试验。
- ④ 对试生产的电子产品进行环境试验、可靠性增长试验和可靠性筛选试验。
- ⑤ 对试生产的电子产品可靠性技术文件进行补充和完善。
- ⑥ 对试生产的定型电子产品可靠性进行评审和技术文件可靠性会签。

1.3.6 电子产品的正式生产阶段

1. 主要任务

电子产品正式生产阶段的主要任务是对电子产品建立稳定的生产线,加强生产线上的工序质量控制,严格执行批准的技术文件,保证产品可靠性指标的实现。

2. 工作步骤

电子产品正式生产阶段的工作步骤如下。

- ① 对电子产品正式生产的生产线进行检查与监督。
- ② 对电子产品正式生产线上关键工序和关键件进行重点检测和控制,以确保加工质量。
- ③ 对生产线上下线产品进行出厂前的产品老练筛选、环境试验和可靠性验收试验。
- ④ 对生产线上关键工序及关键件的质量建立档案。
- ⑤ 建立质量信息反馈网,充分利用质量数据,提高产品的可靠性。

在以上6个阶段中,前两个阶段属产品制作的确定阶段,中间两个阶段是产品设计和样机试制阶段,最后两个阶段是产品的生产阶段。

思考与问题

- (1) 生产厂家电子产品制作程序分为哪几个阶段?
- (2) 生产厂家电子产品制作各个阶段的主要任务是什么?是怎样进行工作的?

1.4 电子产品电路图的识图要领

初学电子产品制作的人员,必须要会分析电路或了解电子产品的工作原理,看懂、读懂电子



产品的电路图是一项基本功。快速看懂、读通电子产品电路图和印制电路板图主要有以下要领。

1.4.1 识读电子产品电路图要领

对初学者来说,对电路原理图的读识可以从以下几个方面入手。

1. 掌握常用电子元器件的基本知识

要学习并熟练掌握电子产品中常用的电子元器件的基本知识,如电阻器、电容器、电感器、二极管、三极管、可控硅、场效应管、变压器、开关、继电器、接插件等,并充分了解它们的种类、性能、特征、特性,以及在电路中的符号,在电路中的作用和功能等,根据这些元器件在电路中的作用,懂得哪些参数会对电路性能及功能产生影响,产生什么样的影响。

掌握这些电子元器件的基本知识,是读懂电路图的必备条件。

2. 掌握基本单元电子电路知识

为了便于快捷地读懂所制作产品的电路图,还要掌握一些由常用元器件组成的单元电子电路的知识,如整流电路、滤波电路、稳压电路、放大电路、振荡电路等。因为各种复杂的电子产品电路都是由这些单元电路组合及扩展而成的,掌握这些单元电路的知识,不仅可以深化对电子元器件的认识,而且通过这样的基本训练,能为进一步看懂、读通较复杂的电路打下良好的基础。

3. 理解电路图中有关基本概念

应多了解、熟悉、理解电路图中的有关基本概念,如关键点的电位,各点电位如何变化,如何互相关联,如何形成回路和通路,哪些构成了直流回路,哪些形成信号通道,哪些属于控制回路等。

4. 对电子产品应有基本了解

要看懂、读通制作产品的电路图,还需要对该电子产品有一个大致的了解,如电子产品的主要功能,它可能由哪些电路单元组成。

5. 画出整机方框图

对于复杂的电路,应首先将整个电路进行分解,按照功能不同和信号处理顺序划分为多个单元电路,以方框图的形式去分析电路工作原理,熟悉整个电路的基本结构,明确原理图中各单元电路的功能及主要元器件的作用。

6. 先找熟悉的元器件或电路

可先在图中寻找自己熟悉的元器件和单元电路,看它们在电路中起什么作用,然后与它们周围的电路联系,分析这些外部电路怎样与这些元器件和单元电路互相配合工作,逐步扩展,直到对全图能理解为止。

7. 理解交流信号流程 and 变化

通过理清信号的流程和变化,可弄清各单元电路间的联系及各单元电路主要元器件的作用。

8. 熟悉直流供电通路

各单元电路只有在得到正常的直流供电情况下,才能完成其功能。直流供电电路是否正常工作,是判断整机电路故障的重要依据和线索,因此,熟悉直流供电关系,是处理电子产品制作过程中遇到问题后进行检查的重要依据。

9. 化特殊为一般

不同的电路具有不同的结构与原理,但万变不离其宗,只要与掌握的最基本电路相对比,就能发现它们的基本形式差别并不大。所以,只要在掌握基本(熟悉的)电路的基础上,重点研究



特殊（不熟悉）电路，就能正确地快速读懂、读通整个电路图。

10. 多读图、多请教

要多看、多读、多分析、多理解各种电路图，可以由简单电路到复杂电路，遇到一些难以搞清的问题，除自己反复独立思考外，也可以向内行、专家请教，还可以多阅读这方面的书籍与报刊，从中汲取营养。只要坚持不懈地努力，快速读懂、读通电路图并非难事。

11. 识读的规律与方法

识读电路原理图有以下规律和方法。

（1）一般规律

从左到右、从上到下，从整体结构到局部结构，从核心器件到外围电路。

（2）一般方法

先找出单元电路的输入端和输出端，再分析各单元电路之间的连接情况；先看单元电路的类型，再分析各元器件的作用；先看直流供电电路，再分析交流信号流程。

1.4.2 识读电子产品印制电路板图要领

① 印制电路板图的作用：印制电路板图是用来表示电路原理图中各元器件在实际电路板上的位置的电路图。读识印制电路板图的目的是寻找元器件在实际电路板上的具体位置，为安装、调试和维修作准备。因为元器件在电路板上的实际位置与原理图排列的位置有较大出入，所以正确识读印制电路板图是对电路原理图识读的深化，是识图的最后一关。

② 印制电路板的特点：由于印制电路板在设计中要注意前后级干扰、接地位置、元器件的大小、开关与插接件的安排，以及整机配套安装的合理布局等一系列工艺问题，因此印制电路不一定像原理图那样按信号流程排列，元器件的分布比较杂乱，会使初学者感到读图困难。实际上，只要掌握一定的方法，正确地识读印制电路板图并不困难。

识读印制电路板图通常有以下识图要领。

1. 接地面积大

在印制电路板中，大面积的铜箔电路多是电路的地线（公共端）。一般情况下，整个电路板上地线是相通的，某些组件的外壳是接地线的，如开关与中周、变压器等，可依据这一特点去识别印制电路板上的接地线，以方便电压的测量。必须注意的是，有些大功率器件的散热片不一定都是接地的。

2. 抓住主要元器件

电子产品电路中主要元器件如晶体管、集成电路、开关、变压器等标志醒目，很容易在杂乱无章的印制电路板上找到，可以此为核心，与其他外围元器件构成具有一定功能的单元电路。对于起放大作用的单元电路，其输入、输出耦合电容器是重要的标志，可以由此判断交流信号的传输路径及其前后电路之间的连接关系。

3. 根据元器件的分布规律去寻找

虽然印制电路板上的元器件分布不按电路原理图上的排列分布，但是某一级电路中的元器件基本上是集中在一起的，如集成电路引脚上的元器件基本上分布在集成电路附近。

4. 根据外接引线的功能读图

印制电路板与其他外部器件（如电源开关、电位器、扬声器、继电器、电动机、交流接触器等）