

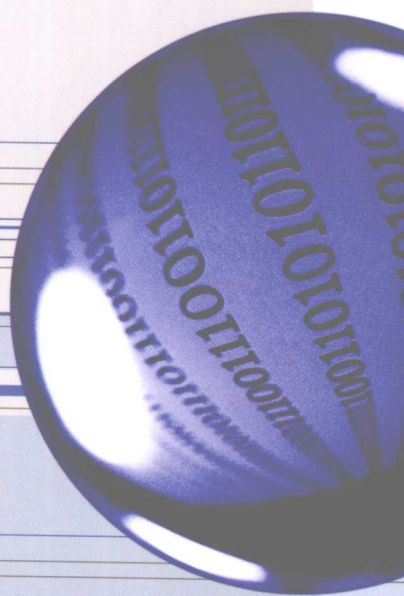


普通高等教育“十一五”国家级规划教材
新编21世纪高等职业教育电子信息类规划教材·应用电子技术专业



电子产品 生产工艺与管理 (第2版)

廖芳 主编 贾洪波 莫钊 副主编



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材·应用电子技术专业

电子产品生产工艺与管理

(第 2 版)

廖 芳 主 编

贾洪波 副主编
莫 钊

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本教材以培养电子行业的高级技能型人才为宗旨,注重理论与实际相结合,生产技能和管理方法相结合,讲授了电子产品生产工艺和电子产品生产管理两方面的知识,其内容包括:常用电子元器件及其检测、电子产品装配中的常用工具、专用设备和基本材料、准备工艺、焊接工艺、电子产品的设计和装配工艺、调试工艺、电子产品生产管理、电子实训等。每章前有内容提要,每章后有小结、习题,书末还有每章习题的参考答案。

本教材是国家级“十一五”规划教材。教材配备有配套的电子课件,可供教师在教学中使用,也可供学生复习或自学。

本教材适用于高职高专院校电子信息类专业的教学,也可供从事电子行业的工程技术人员参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

电子产品生产工艺与管理/廖芳主编. —2版. —北京:电子工业出版社,2007.7
新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材·应用电子技术专业

ISBN 978-7-121-04487-8

I. 电… II. 廖… III. ①电子产品—生产工艺—高等学校:技术学校—教材②电子产品—生产管理—高等学校:技术学校—教材 IV. TN05

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 073415 号

责任编辑:贺志洪

印 刷:北京市顺义兴华印刷厂

装 订:三河市双峰印刷装订有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:19.75 字数:506 千字

印 次:2007 年 7 月第 1 次印刷

印 数:3 000 册 定价:27.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材（第 2 版）

出版说明

2002 年 10 月,电子工业出版社组织 90 余所高职院校的优秀教师编写了“应用电子技术”、“机电一体化技术”、“电气自动化技术”和“通信技术”4 个专业的高职教材,从 2003 年 7 月第 1 本教材问世截至 2004 年 10 月,已经出版了 70 余种。时至今日已有 2 年多的教材使用时间,这批教材的大部分得到使用者的好评。随着教育的不断深入及社会用人单位对高职毕业生的更高要求,为使教材更好地适应高职毕业生的就业、使教材有益于培养高职毕业生的生产实践技能,2005 年 7 月,我们在杭州组织召开了教材研讨会,针对上述 4 个专业的大部分教材的内容的修订听取了到会老师的意见,明确了修订教材的编写思路和编写原则,确定了修订版教材的编写人员,计划在 2006 年年底~2007 年上半年基本出版齐全修订版教材。为便于读者区分,这批修订版教材均标明“(第 2 版)”。教材的丛书名仍沿用“新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材”。

第 2 版教材的主要特点如下:

1. 内容更加突出“实用性、技能性、应用性”。
2. 实训内容的选择以技能为要素。
3. 适当拓展了教材的广度,其目的是为方便不同学校、不同专业的学生选用。
4. 专业课以目前企业主要设备为主线进行讲解。
5. 习题尽量避免问答式、叙述式,而多为技能型、解决问题型。
6. 配备电子教案,以便于老师教学和学术交流。

我们的初衷是希望第 2 版教材的问世能够弥补第 1 版教材的不足,使其内容更加贴近企业用人的需求,更加有利于学生就业,让学生能够真正掌握一些实际的生产技能。同时,我们亦深知:高等职业教育的改革不能一蹴而就,编写出适合高职教育的教材也是一个渐进的过程。我们期待和全国高职院校的老师们一同努力,不断改进创新,为出版真正适合高职教育的好教材尽力。

在组织高职电子信息类教材的编写全过程近 4 年的时间内,我们结交了全国的许多优秀教师,他们的人品德行、人格魅力、学识水平均达到很高的水准。与他们的交往让我们受益匪浅,并且给我们以启迪:学校确是藏龙卧虎之地。我们愿意继续结交新的朋友,目的只有一个,那就是共同为高等职业教育的发展贡献我们大家的力量,在这个目标下达到学校、老师、出版社多赢。

我们亦衷心欢迎各高职院校有意愿、有能力的老师参加我们的教材编写。具体专业范围如下:

机电一体化技术,电气自动化技术,数控技术,模具技术,应用电子技术,通信技术。

电子工业出版社高等职业教育教材事业部

2006 年 3 月

参加“新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材”
编写的院校名单（排名不分先后）

桂林工学院南宁分院

江西信息应用职业技术学院

江西蓝天职业技术学院

吉林电子信息职业技术学院

保定职业技术学院

安徽职业技术学院

杭州中策职业学校

黄石高等专科学校

天津职业技术师范学院

福建工程学院

湖北汽车工业学院

广州铁路职业技术学院

台州职业技术学院

重庆工业高等专科学校

济宁职业技术学院

四川工商职业技术学院

吉林交通职业技术学院

连云港职业技术学院

天津滨海职业技术学院

杭州职业技术学院

重庆职业技术学院

重庆工业职业技术学院

广州大学科技贸易技术学院

湖北孝感职业技术学院

江西工业工程职业技术学院

四川工程职业技术学院

广东轻工职业技术学院

西安理工大学

辽宁大学高职学院

天津职业大学

天津大学机械电子学院

九江职业技术学院

包头职业技术学院

北京轻工职业技术学院

黄冈职业技术学院

郑州工业高等专科学校

泉州黎明职业大学

浙江财经学院信息学院

南京理工大学高等职业技术学院

南京金陵科技学院

无锡职业技术学院

西安科技学院

西安电子科技大学

河北化工医药职业技术学院

石家庄信息工程职业学院

三峡大学职业技术学院

桂林电子工业学院高职学院

桂林工学院

南京化工职业技术学院

湛江海洋大学海滨学院

江西工业职业技术学院

江西渝州科技职业学院

柳州职业技术学院

邢台职业技术学院

漯河职业技术学院

太原电力高等专科学校

苏州经贸职业技术学院

金华职业技术学院

河南职业技术师范学院

新乡师范高等专科学校

绵阳职业技术学院

成都电子机械高等专科学校

河北师范大学职业技术学院

常州轻工职业技术学院

常州机电职业技术学院

无锡商业职业技术学院

河北工业职业技术学院

天津中德职业技术学院

安徽电子信息职业技术学院

浙江工商职业技术学院

河南机电高等专科学校

深圳信息职业技术学院

河北工业职业技术学院

湖南信息职业技术学院

江西交通职业技术学院

沈阳电力高等专科学校

温州职业技术学院

温州大学

广东肇庆学院

湖南铁道职业技术学院

宁波高等专科学校

南京工业职业技术学院

浙江水利水电专科学校

成都航空职业技术学院

吉林工业职业技术学院

上海新侨职业技术学院

天津渤海职业技术学院

驻马店师范专科学校

郑州华信职业技术学院

浙江交通职业技术学院

前 言

当今电子技术的迅猛发展,使现代企业对电子行业的工程技术人员提出了越来越高的综合素质要求。优秀的电子技术人员不仅要懂技术,还要会管理;不仅要了解传统工艺技术,而且要学会新工艺技术;不仅要有积累,而且又要有创新。《电子产品生产工艺与管理》是培养电子行业工程技术人员的一门实践性很强的技能教材,是学生从课堂学习走向电子工程领域的桥梁和纽带。该教材主要阐述了电子产品生产过程中的基础工艺,整机产品的设计、制作和调试,以及电子产品生产中相关的一些管理知识,教材精选了 18 个相关的电子实训项目供学习者进行实操操作。通过本教材的学习训练,能有效地提高学生在电子工艺方面的实践和管理技能,为培养优秀的电子工程技术人员打下牢固的基础。

该教材在编写过程中,以培养实践能力、创新能力和创业能力为指导思想,贯彻高职高专培养目标,强调理论与实践的结合、教材与实际的结合、操作与管理结合,重视生产工艺与生产管理的关联与沟通,注意将电子新技术、新工艺、新的管理知识和理念引进教材,以典型的实训操作内容形象和具体地反映电子产品的生产与管理过程,保证教材的内容贴近现实,缩小了人才与市场要求的距离。在课时安排时,建议实训课时略多于理论课时。

电子工艺技术发展极快,一些新知识、新工艺、新技术和管理要求不断出现,为适合电子工艺技术的发展和高职高专教学改革的需要,本教材进行了第 2 版的修订编写,与第 1 版相比,本版教材进行了以下修改:

1. 对第 1 版教材的内容进行了适当的增减,增添了电子工艺与管理方面的新知识、新工艺、新技能等内容;合理调整了原教材的内容结构,使教材的内容更精练、更贴近电子产品生产的实际工艺过程,教材的结构更合理。

2. 随着电子技术的发展,电子产品中集成电路的使用范围越来越广,集成电路的集成度越来越高,集成电路的种类越来越多,因而教材中加强了集成电路芯片及其功能引脚的介绍。

3. 随着电子科学理论和电子工艺技术的高速发展,电子元器件从传统的元器件发展为表面安装元器件(贴片元件),并广泛应用于计算机、移动通信设备、电子测量仪器、彩色电视机、录像机、VCD、DVD、航空航天等大部分的电子产品中。因而教材中增加了贴片元件的介绍,表面安装技术及 SMT 焊接质量分析等内容的介绍。

4. 为了减少铅及其化合物对人类和环境造成的污染和伤害,中国信息产业部在《电子信息产品生产污染防治管理办法》中规定,自 2006 年 7 月 1 日起,投放市场的国家重点监管目录内的电子信息产品不能使用有铅焊料。因而教材中增加了无铅焊接材料和无铅焊接工艺和无铅焊接技术的内容。

5. 为提高学生的创新能力,在第 5 章中增加了电子产品整机结构形式和设计的内容。

6. 为提高学生的综合能力和现代管理水平,增加了电子新产品的开发、技术文件的计算机管理等内容。

7. 大幅度调整并增加了电子工艺实训的内容,提高了实训的要求。实训的内容从基本的工艺技能训练(即基础训练)到综合性的课题实训,共精选了 18 个实训项目。

基本的技能训练包括常用元器件的识别与检测、导线端头的处理、电路图的识读、印制电路板的设计制作、焊接与拆焊等内容。基础训练的目的,是为课程实训打好基础,也是电子产品安装、调试、维修的必要手段。课题实训项目是以整体电路为训练项目,从设计、安装到调试、维修的一个整体训练过程,课题实训的内容是结合电子大赛的要求和案例,选择的一些典型、适用的单元电路或整机电路。

通过电子实训,一方面培养了学生从电路的设计、制作到调试、维修等的完整的电子产品生产全过程的能力,另一方面又将基础课程如电工基础、电子技术、电子测量等课程的内容进行了综合,并转化为实践技能,提高了学生的电子综合素质及应用能力。各院校可根据本校的实际情况,自行选择课题实训内容。

8. 本教材配备了与教材配套的电子课件,可供教师在教学中使用,也可供学生复习或自学。

本教材第2版由江西信息应用职业技术学院廖芳老师担任主编,贾洪波、莫钊担任副主编,梁超担任主审,廖明、兰巧云、熊增举、张晓文参与了编写工作。其中,廖芳、贾洪波完成了第1、3、7章和前言、习题答案的编写,以及教材的统稿和审稿工作,莫钊完成第8章的编写,廖明完成第2章,兰巧云完成第4、5章的编写工作,熊增举、张晓文完成第6章的编写工作。本教材的第1版中的第2、5章由龚荣凡老师完成,第4、6章由杨安召老师完成,由于第2版是在第1版的基础上修订编写的,自然包含了龚荣凡、杨安召老师的辛勤劳动,编者在此向龚荣凡和杨安召老师表示诚挚的谢意。在教材编写过程中,得到了王天养、罗武华等人员的关心和帮助,在此表示衷心感谢。

由于编者水平和经验有限,书中难免有错误和不妥之处,敬请读者批评指正。

编 者

2007年4月

目 录

第 1 章 常用电子元器件及其检测	(1)
1.1 电阻	(1)
1.1.1 电阻的基本知识	(1)
1.1.2 固定电阻的主要性能参数	(4)
1.1.3 固定电阻的标注方法	(5)
1.1.4 微调电阻和电位器的主要性能指标	(7)
1.1.5 电阻的检测方法	(8)
1.2 电容	(9)
1.2.1 电容的基本知识	(9)
1.2.2 电容的主要性能参数	(11)
1.2.3 电容的标注方法	(12)
1.2.4 电容的检测方法	(13)
1.3 电感和变压器	(14)
1.3.1 电感和变压器的基本知识	(14)
1.3.2 电感及变压器的主要性能参数和标注方法	(16)
1.3.3 电感与变压器的检测方法	(17)
1.4 半导体分立器件	(17)
1.4.1 半导体分立器件的型号命名	(17)
1.4.2 二极管	(19)
1.4.3 桥堆	(21)
1.4.4 晶体三极管(双极性三极管)	(22)
1.4.5 场效应管(FET)	(25)
1.5 集成电路	(26)
1.5.1 集成电路的分类及命名方法	(26)
1.5.2 集成电路的引脚识别与使用注意事项	(27)
1.5.3 常用集成电路芯片介绍	(29)
1.5.4 集成电路的检测方法	(33)
1.6 开关件、接插件及熔断器	(33)
1.6.1 开关件的作用、分类及主要参数	(33)
1.6.2 开关件的检测	(34)
1.6.3 接插件及其检测	(35)
1.6.4 熔断器及其检测	(36)
1.7 电声器件	(36)
1.7.1 扬声器	(36)
1.7.2 耳机	(37)

1.7.3	传声器	(38)
1.8	表面安装元器件	(38)
1.8.1	表面安装元器件的特点及应用场合	(39)
1.8.2	表面安装元器件的种类与规格	(39)
1.8.3	使用表面安装元器件的注意事项	(40)
	本章小结	(40)
	习题 1	(42)
第 2 章	电子产品装配中的常用工具、专用设备 和基本材料	(43)
2.1	常用工具	(43)
2.1.1	普通工具	(43)
2.1.2	专用工具	(48)
2.1.3	焊接工具	(51)
*2.2	常用的专用设备	(56)
2.2.1	电子整机装配的专用设备	(56)
2.2.2	成套生产线设备	(63)
2.3	基本材料	(64)
2.3.1	电子产品中的绝缘材料	(64)
2.3.2	电子产品中的常用线料	(66)
2.3.3	覆铜板	(72)
2.3.4	焊接材料	(74)
2.3.5	其他常用材料	(77)
	本章小结	(79)
	习题 2	(80)
第 3 章	准备工艺	(81)
3.1	识图	(81)
3.1.1	识图的基本知识	(81)
3.1.2	常用图纸的功能及读图方法	(81)
3.2	导线的加工	(87)
3.2.1	普通导线的加工	(87)
3.2.2	屏蔽导线或同轴电缆的加工	(90)
3.2.3	扁平电缆的加工	(93)
3.2.4	线把的扎制	(93)
3.3	元器件引线的成形	(97)
3.3.1	元器件引线成形的技术要求	(97)
3.3.2	元器件引线成形的方法	(99)
3.4	印刷电路板的设计与制作	(100)
3.4.1	印制电路板的特点	(100)
3.4.2	印制电路板的设计	(100)
3.4.3	印制电路板的计算机辅助设计 CAD	(106)

3.4.4	印制板的制作过程	(108)
3.4.5	手工自制印制电路板	(112)
	本章小结	(114)
	习题 3	(115)
第 4 章	焊接工艺	(116)
4.1	焊接的基本知识	(116)
4.1.1	焊接的概念和种类	(116)
4.1.2	锡焊的基本过程	(116)
4.1.3	锡焊的基本条件	(117)
4.2	手工焊接技术及工艺要求	(118)
4.2.1	手工焊接技术	(118)
4.2.2	手工焊接的工艺要求	(120)
4.2.3	手工焊接的操作要领	(121)
4.2.4	拆焊	(122)
4.3	焊点的质量分析	(124)
4.3.1	焊点的质量要求	(124)
4.3.2	焊点的检查步骤	(124)
4.3.3	焊点的常见缺陷及原因分析	(125)
4.4	自动焊接技术	(127)
4.4.1	浸焊	(127)
4.4.2	波峰焊接技术	(128)
4.4.3	再流焊技术	(130)
4.5	表面安装技术 SMT	(131)
4.5.1	表面安装技术 SMT 的特点	(131)
4.5.2	SMT 技术的安装方式	(131)
4.5.3	表面安装技术 SMT 的工艺流程	(132)
4.5.4	SMT 的焊接质量分析	(133)
4.6	无铅焊接技术	(134)
4.6.1	无铅焊料和锡铅合金焊料的区别	(134)
4.6.2	元器件和印制板的无铅化	(134)
4.6.3	无铅焊接的工艺要求及其可靠性分析	(135)
4.6.4	无铅焊接的质量分析	(137)
4.6.5	无铅焊接对组装设备的要求	(138)
4.7	接触焊接	(140)
4.7.1	压接	(140)
4.7.2	绕接	(141)
4.7.3	穿刺	(142)
4.7.4	螺纹连接	(142)
	本章小结	(144)

习题 4	(145)
第 5 章 电子产品的整机设计和装配工艺	(146)
5.1 电子产品的整机结构形式与设计	(146)
5.1.1 整机结构形式	(146)
5.1.2 整机结构设计的基本要求	(146)
5.1.3 电子元器件的布局与排列	(147)
5.1.4 电子元器件选用的基本原则	(150)
5.1.5 电子产品的抗干扰措施	(150)
5.2 电子产品的装配工艺流程	(151)
5.2.1 电子产品装配的分级	(151)
5.2.2 装配工艺流程	(151)
5.2.3 产品加工生产流水线	(152)
5.3 印制电路板的组装	(153)
5.3.1 印制电路板组装的基本要求	(153)
5.3.2 印制电路板组装的工艺流程	(155)
5.4 电子产品的总装	(157)
5.4.1 总装的顺序和基本要求	(157)
5.4.2 总装的工艺过程	(158)
5.5 总装的质量检查	(159)
5.5.1 外观检查	(159)
5.5.2 装联的正确性检查	(159)
5.5.3 安全性检查	(159)
本章小结	(160)
习题 5	(161)
第 6 章 调试工艺、整机检验及防护	(162)
6.1 调试的目的、内容和步骤	(162)
6.1.1 调试的目的	(162)
6.1.2 调试的内容和步骤	(162)
6.2 整机调试的准备工作和工艺流程	(164)
6.2.1 调试前的准备工作	(164)
6.2.2 整机调试的工艺流程	(164)
6.3 静态的测试与调整	(166)
6.3.1 直流电流的测试	(166)
6.3.2 直流电压的测试	(168)
6.3.3 电路静态的调整方法	(168)
6.4 动态的测试与调整	(169)
6.4.1 波形的测试与调整	(169)
6.4.2 频率特性的测试与调整	(171)
6.5 调试举例	(173)

6.5.1	基板调试	(173)
6.5.2	整机调试	(179)
6.5.3	整机全性能测试	(183)
6.6	整机调试过程中的故障查找及处理	(185)
6.6.1	整机调试过程中的故障特点和故障现象	(185)
6.6.2	整机调试过程中的故障处理步骤	(186)
6.6.3	整机调试过程中的故障查找方法	(187)
6.7	调试的安全措施	(195)
6.7.1	供电安全	(195)
6.7.2	操作安全	(195)
6.7.3	仪器设备安全	(196)
6.8	故障检修举例	(197)
6.8.1	完全无声故障检修	(197)
6.8.2	电台声音时响时不响故障检修	(197)
6.8.3	本机振荡电路故障检修	(198)
6.8.4	其他各类型收音机中波段故障	(199)
6.9	整机检验	(199)
6.9.1	检验的概念和分类	(199)
6.9.2	外观检验	(200)
6.9.3	性能检验	(200)
6.10	整机产品的防护	(201)
6.10.1	防护的意义与技术要求	(201)
6.10.2	防护工艺	(202)
	本章小结	(205)
	习题 6	(205)
第 7 章	电子产品生产管理	(207)
7.1	电子产品生产的组织形式	(207)
7.1.1	电子产品的特点	(207)
7.1.2	电子产品生产的基本要求	(208)
7.1.3	电子产品生产的组织形式	(209)
7.1.4	电子产品生产中的标准化	(209)
7.2	电子新产品的开发	(211)
7.2.1	新产品的概念	(211)
7.2.2	开发新产品的意义和策略	(212)
7.2.3	开发新产品的原则	(212)
7.2.4	新产品的试制	(213)
7.3	电子产品生产工艺及其管理	(215)
7.3.1	生产工艺的制定	(215)
7.3.2	工艺管理	(216)

7.4	技术文件	(217)
7.4.1	技术文件的分类	(217)
7.4.2	技术文件的特点和作用	(217)
7.4.3	技术文件的计算机管理	(218)
7.5	设计文件	(218)
7.5.1	设计文件的分类和作用	(219)
7.5.2	设计文件的格式	(219)
7.6	工艺文件	(222)
7.6.1	工艺文件分类和作用	(222)
7.6.2	调试工艺文件	(223)
7.6.3	工艺调试方案	(223)
7.6.4	工艺文件的管理要求	(224)
7.6.5	工艺文件的编号及简号	(225)
7.7	电子产品的 ISO 9000 质量管理和质量标准	(227)
7.7.1	ISO 的含义及 ISO 的主要职责	(227)
7.7.2	ISO 9000 质量标准的组成	(227)
7.7.3	建立和实施质量管理体系的目的和意义	(228)
	本章小结	(229)
	习题 7	(230)
第 8 章	电子实训	(231)
8.1	基础训练	(231)
8.1.1	电阻、电容、电感和变压器的识别与检测	(231)
8.1.2	半导体器件的检测	(233)
8.1.3	开关件、接插件、熔断器及电声器件的检测	(235)
8.1.4	电线电缆的端头处理与加工	(237)
8.1.5	电原理图与印制电路板图的识读	(239)
8.1.6	印制板的设计与制作	(240)
8.1.7	手工焊接(锡焊)	(241)
8.1.8	拆焊(锡焊)	(243)
8.2	课题实训	(243)
8.2.1	晶体管可调式直流稳压电源的设计、制作与调试	(244)
8.2.2	集成可调式直流稳压电路的设计、制作与调试	(247)
8.2.3	直流充电电源的设计制作	(249)
8.2.4	定时开关电路的设计与制作	(251)
8.2.5	红外线光电开关电路	(253)
8.2.6	触摸式台灯电路的设计与制作	(254)
8.2.7	气体烟雾报警器	(257)
8.2.8	水位自动控制电路	(259)
8.2.9	万用表的安装与调试	(261)

8.2.10 超外差收音机的安装与调试	(271)
附录 A 常用集成电路引脚排列	(277)
附录 B 《电子产品生产工艺与管理 (第 2 版)》习题参考答案	(281)
参考文献	(299)

第 1 章 常用电子元器件及其检测

内容提要

本章介绍常用电子元器件的性能、特点、主要参数、标志方法，学习常用电子元器件的基本检测方法。

电子元器件是电子产品的基本组成单元，电子产品的发展水平主要取决于电子元器件的发展和换代。因而，学习电子元器件的主要性能、特点，正确识别、选用、检测电子元器件，是设计、制作、调试和维修电子产品必不可少的过程，是提高电子产品质量的基本要素。

电子元器件的种类很多，根据具体情况分类有：

(1) 按元器件的性质分，可分为电阻、电容、电感、变压器、半导体分立元件、集成电路、开关件、接插件、熔断器以及电声器件等。

(2) 按安装工艺分，可分为传统的通孔插件元器件和表面安装元器件。

(3) 按使用的性质、特点分，可分为有源元器件和无源元器件两大类；有源元器件的特点是：必须有电源才能支持其工作，且输出取决于输入信号的变化；如：三极管、场效应管、集成电路等均为有源元器件。无源元器件的特点是：无论电源、信号如何变化，它们都有各自独立、不变的性能特性；如：电阻、电容、电感、开关件、接插件、熔断器等均属于无源元器件。通常，把有源元器件称为器件，无源元器件称为元件。

1.1 电阻

1.1.1 电阻的基本知识

1. 电阻的定义

当电流通过导体时，导体对电流呈现的阻碍作用称为电阻。在电路中，起电阻作用的元件称为电阻，它由电阻的主体及其引线构成，用字母“R”表示，其基本单位是欧姆“Ω”，常用单位有“kΩ、MΩ、GΩ”等。

$$1\text{k}\Omega = 10^3\Omega, 1\text{M}\Omega = 10^6\Omega, 1\text{G}\Omega = 10^9\Omega$$

常用电阻的外形结构及电路符号如图 1.1 所示。



图 1.1 常用电阻器的外形结构及电路符号

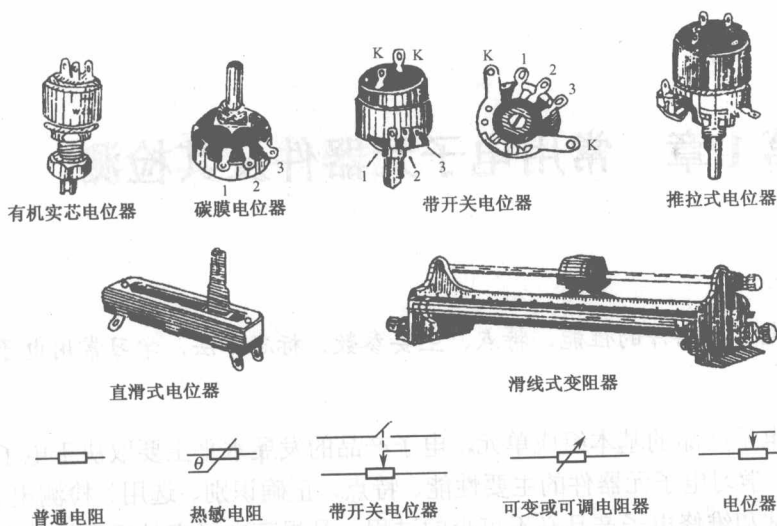


图 1.1 常用电阻器的外形结构及电路符号 (续)

2. 电阻的作用

电阻是耗能元件，它吸收电能并把电能转换成其他形式的能量。在电路中，电阻主要有分压、分流、负载（能量转换）等作用，用于稳定、调节、控制电压或电流的大小。

3. 电阻的分类

按电阻的制作材料来分，可分为：金属膜电阻、碳膜电阻、合成膜电阻等。

按电阻的数值能否变化来分，可分为：固定电阻、微调电阻（电阻值变化范围小）、电位器（电阻值变化范围大）等。

按电阻的用途来分，可分为：高频电阻、高温电阻、光敏电阻、热敏电阻等。

常用电阻的性能、特点如表 1.1 所示。

表 1.1 常用电阻的性能特点

电阻名称	电阻的性能、特点
碳膜电阻	稳定性高，噪声低，应用广泛，阻值范围： $1\Omega \sim 10M\Omega$
金属膜电阻	体积小，稳定性高，噪声低，温度系数小，耐高温，精度高，但脉冲负载稳定性差。 阻值范围： $1\Omega \sim 620M\Omega$
线绕电阻	稳定性高，噪声低，温度系数小，耐高温，精度很高，功率大（可达 $500W$ ），但高频性能差，体积大，成本高。阻值范围： $0.1\Omega \sim 5M\Omega$
金属氧化膜电阻	除具有金属膜电阻的特点外，它比金属膜电阻的抗氧化性和热稳定性高，功率大（可达 $50kW$ ），但阻值范围小，主要用来补充金属膜电阻器的低阻部分。阻值范围： $1\Omega \sim 200k\Omega$
合成实芯电阻	机械强度高，过负载能力较强，可靠性较高，体积小，但噪声较高大，分布参数（ L 、 C ）大，对电压和温度的稳定性差。阻值范围： $4.7\Omega \sim 22M\Omega$
合成碳膜电阻	电阻阻值变化范围宽，价廉，但噪声大，频率特性差，电压稳定性低，抗湿性差，主要用来制造高压高阻电阻器。阻值范围： $10 \sim 10^6 M\Omega$
线绕电位器	稳定性高，噪声低，温度系数小，耐高温，精度很高，功率较大（达 $25W$ ），但高频性能差，阻值范围小，耐磨性差，分辨力低，适用于高温大功率电路及作精密调节的场合。阻值范围： $4.7\Omega \sim 100k\Omega$
合成碳膜电位器	稳定性高，噪声低，分辨力高，阻值范围宽，寿命长，体积小，但抗湿性差，滑动噪声大，功率小，该电位器为通用电位器，广泛用于一般电路中。阻值范围： $100\Omega \sim 4.7M\Omega$