

常用电路

的

分析方法与技巧

CHANGYONG DIANLU DE FENXI FANGFA YU JIQIAO

王俊峰 李素敏◎等编著



 **机械工业出版社**
CHINA MACHINE PRESS

常用电路的分析方法与技巧

王俊峰 李素敏 等编著

机械工业出版社

全书共 8 章, 内容包括: 概述、电路元器件、电路图的分类、电路的识图方法与技巧、单元电路的分析方法与技巧、实用电路的分析方法与技巧、电路参数计算的方法与技巧、电路设计的方法与技巧等。

本书理论与实践相结合, 具有新颖性、可读性、实用性和可操作性。

本书适用于广大电子产品设计人员、生产维修人员和广大电子爱好者, 也可作为大、中专院校电子工程、电子技术、自动化、电力系统自动化、通信技术、机电一体化等专业师生的教学参考用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

常用电路的分析方法与技巧/王俊峰等编著. —北京: 机械工业出版社, 2010. 8

ISBN 978-7-111-31467-7

I. ①常… II. ①王… III. ①电路分析 IV. ①TM133

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 150211 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 张俊红 责任编辑: 张俊红 王 琪 责任校对: 纪 敬

封面设计: 王伟光 责任印制: 杨 曦

北京市朝阳区展望 印刷厂印刷

2011 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·14.5 印张·357 千字

0001-3000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-31467-7

定价: 36.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心: (010) 88361066

门户网: <http://www.cmpbook.com>

销售一部: (010) 68326294

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售二部: (010) 88379649

读者服务部: (010) 68993821

封面无防伪标均为盗版

前 言

《学习电路图的方法与技巧》一书，自出版以来受到了广大读者的欢迎，曾热销于图书市场，作者在此向广大读者表示谢意。

本书是对《学习电路图的方法与技巧》一书的改进，根据广大读者的要求，从形式到内容都做了大幅度调整，删除了可有可无的内容，增加了“电路元器件”、“电路设计的方法与技巧”等新内容，使本书内容更加系统完整。

多年以来，电路以其抽象和神秘困扰着许多读者，特别突出的是在原理分析、参数计算两个方面，使许多读者望而生畏。

多年的工作实践经验告诉我们，不少读者反映在日常学习、工作中，对复杂一点的实用电路看不懂，无法正确圆满地分析叙述其工作原理；对电路的参数计算，也表现出无限的困惑，束手无策，甚至说“不会算，没法计算……”。难道真的如此吗？

“师者，传道授业解惑也”。本书采用与众不同的编写思路，面对广大读者普遍存在的现实问题，经过大量的调查研究，总结分析存在问题的根源，从实践论到认识论，为读者指点迷津，破解“两大难题”。期望他们在理论学习的基础上，联系实际，强化实践环节，循序渐进，化难为易，以不断提高电路原理分析和参数计算的能力。

全书共八章，内容包括：概述、电路元器件、电路图的分类、电路识图方法与技巧、单元电路的分析方法与技巧、实用电路的分析方法与技巧、电路参数计算的方法与技巧、电路设计的方法与技巧等。

本书可供广大电子产品开发、设计、生产人员和广大电子爱好者使用，也可作为大、中专院校电子工程、电子技术、自动化、电力系统自动化、通信技术、机电一体化等专业师生的教学参考用书。

本书由郑州大学王俊峰编写第六章、中央民族大学李素敏编写第七、八章。其他各章由王娟、薛素云、李传光、薛鸿德、吴慎山、吴东芳、薛迪强、薛迪胜、薛迪庆、薛斌共同编写。本书的编写是作者的一次尝试，问题和不足之处在所难免，恳请广大读者批评指正，提出宝贵意见。

编著者

目 录

前言

第一章 概述..... 1

第一节 电路图分析计算中的两大难题..... 1

第二节 各章内容导读..... 2

第二章 电路元器件..... 4

第一节 元器件的选用..... 4

第二节 电阻器..... 5

第三节 电容器..... 9

第四节 电感器..... 10

第五节 二极管..... 12

第六节 晶体管..... 14

第七节 集成电路..... 17

第八节 开关和插接件..... 19

第九节 变压器..... 20

第十节 磁性天线..... 23

第十一节 熔断器..... 24

第十二节 单相交流电动机..... 25

第十三节 直流电动机..... 26

第十四节 元器件的选购方法..... 27

第三章 电路图的分类..... 28

第一节 框图..... 28

第二节 原理图..... 29

第三节 接线图..... 30

第四节 逻辑图..... 33

第五节 实物布局图..... 34

第六节 印制板图..... 35

第七节 电子元器件布局图..... 37

第八节 机械加工图..... 37

第九节 面板图..... 38

第十节 电路单线图..... 39

第十一节 电路简化图..... 39

第十二节 照明平面图..... 40

第十三节 动力用电平面图..... 42

第四章 电路的识图方法与技巧..... 43

第一节 识图的方法与技巧..... 43

第二节 电路中元器件的标注方法..... 46

第三节 电气控制电路识图..... 47

第四节 模拟电路的识图方法..... 49

第五节 数字电路的识图方法..... 51

第六节 建筑电气工程图的识图方法..... 52

第七节 从原理图到印制板图的转换..... 54

第八节 从印制板图到电路原理图的转换..... 55

第五章 单元电路的分析方法与技巧..... 57

第一节 电路原理分析基础..... 57

第二节 电路分析的方法与技巧..... 59

第三节 直流电路原理分析..... 61

第四节 正弦交流电路原理分析..... 66

第五节 放大电路原理分析..... 71

第六节 反馈放大电路原理分析..... 77

第七节 正弦振荡电路原理分析..... 81

第八节 场效应晶体管放大电路原理分析..... 84

第九节 集成运算放大电路原理分析..... 84

第十节 功率放大电路原理分析..... 86

第十一节 整流滤波电路原理分析..... 88

第十二节 数字逻辑电路原理分析..... 92

第十三节 接口电路原理分析..... 98

第十四节 信号发生器电路原理 分析.....	101	第十九节 故障电路分析.....	173
第十五节 特殊电路原理分析.....	103	第七章 电路参数计算的方法与 技巧.....	177
第十六节 保护电路原理分析.....	107	第一节 概述.....	177
第六章 实用电路的分析方法与 技巧.....	111	第二节 直流电路的参数计算.....	179
第一节 电气控制电路原理分析.....	111	第三节 交流电路的参数计算.....	181
第二节 直流稳压电源电路原理 分析.....	116	第四节 放大电路的参数计算.....	182
第三节 仪表测量电路原理分析.....	121	第五节 多级放大电路的参数 计算.....	186
第四节 实用信号源电路原理 分析.....	127	第六节 直流稳压电源的参数 计算.....	189
第五节 机床控制电路原理分析.....	129	第七节 反馈放大电路的参数 计算.....	194
第六节 家庭照明、动力电路原理 分析.....	133	第八节 功率放大电路的参数 计算.....	195
第七节 电力系统电路原理分析.....	135	第九节 电气控制电路的参数 计算.....	196
第八节 调速控制电路原理分析.....	138	第十节 现代照明的参数计算.....	200
第九节 定时电路原理分析.....	141	第十一节 动力用电负荷的参数 计算.....	204
第十节 PLC 可编程电路原理 分析.....	143	第十二节 信号源的参数计算.....	206
第十一节 遥控电路原理分析.....	145	第十三节 机床电路的参数计算.....	209
第十二节 检测电路原理分析.....	149	第十四节 家用电器的参数计算.....	211
第十三节 无线电收音机电路原理 分析.....	152	第十五节 电力供电电路的参数 计算.....	215
第十四节 节电电路原理分析.....	158	第八章 电路设计的方法与技巧.....	218
第十五节 报警电路原理分析.....	161	第一节 设计的基本概念与程序.....	218
第十六节 计算机接口电路原理 分析.....	163	第二节 单元电路的设计.....	220
第十七节 机器人控制电路原理 分析.....	168	第三节 总体电路的设计.....	221
第十八节 生产线监视电路原理 分析.....	171	参考文献.....	224

第一章 概 述

本章详尽叙述了电路原理分析和参数计算中遇到的两大难题，难题产生的原因及破解方法。为了让读者先睹为快，本章第二节介绍了各章内容导读。

第一节 电路图分析计算中的两大难题

一、两大难题是什么？

不少读者反映在电路原理分析、参数计算中遇到两大难题：

第一，对复杂一点的实用电路、综合性电路看不懂，无法正确地分析其工作原理。

第二，对电路的参数不会计算，甚至感到束手无策。

二、难题产生的原因

面对广大读者普遍存在的现实问题，经过大量的调查研究、分析，两大难题产生的原因如下：

1. 学与用脱节，理论与实践脱节

电工电子技术具有理论性和实践性非常强的特点，仅靠看书是远远不够的。理论教材上的电路大多都由元器件符号组成，这些元器件无参数、无型号、无实际的负载，与实际应用脱节，而且电路简单，所以读者不会分析实际应用电路是预料之中的。

2. 缺乏实践环节

常言说得好“百闻不如一见，多见不如去干”。学习电路分析时应在理论指导下实践，实践又反过来检验理论，促进理论的发展，实践才能出真知。

实践环节少，是造成难题的又一主要原因。笔者认为，学好一门专业技术需要5大环节：理论学习环节、实验环节、实习环节、电路设计环节及产品制作环节。这几个环节使理论与实践相结合，学得会、学得活，记得牢、用得上，也培养了读者的创新意识。以日本某高校汽车专业为例，该校理论课学时很少，主要是实践教学，要求学生自己进行设计计算、绘制图样、加工零部件，最后组装成品汽车开出去，才算合格。这是值得我们深思的。

3. 缺乏实验条件

对于一些自学爱好者来说，他们缺乏元器件和实验仪器，无法测量元器件参数和调试电路，影响了实践环节的学习；对于在校学生来说，据问卷调查所知，有的学校没有实验设备，不做实验，有的实验很少。这样致使有的学生不认识元器件，不会使用仪器仪表，个别学生到毕业设计时，连万用表都不会用，甚至分不清晶体管的E、B、C 3个电极，分不清普通电容和电解电容的区别等。

4. 缺乏综合应用知识的能力

有的人过分强调专业的单一性,致使知识面狭窄,只知其一,不知其二。甚至有些搞电子技术的人不认识熔断器的符号,不知道电动机还有交流电动机和直流电动机之分,缺乏利用知识综合解决问题和分析问题的能力,不能适应当前科学技术发展新形势的需要。

三、破解难题有方

本书以电路图原理分析和参数计算为中心,以方法与技巧为手段,以从实践论到认识论为思路,突出重点、分析要点、找出特点、解析难点,达到破解两大难题的目的。

1. 学与用结合是一种行之有效的方法

学习的目的在于应用,学而用则进,学而不用则废。学用结合,可有的放矢,有兴趣、有压力、有目标,只有这样,才能学得会、学的快、记得牢。

2. 实践是提高电路分析计算能力的关键

不论是社会科学还是自然科学,实践都是检验真理的唯一标准。在理论指导下去实践,在实践中反过来验证理论,从中发现新问题,又促进理论的发展。

3. 拓宽知识面是提高分析计算能力的基础

读万卷书,行万里路。本书从电路的基本概念入手,以电路中元器件的结构、原理、特性及选用方法为切入点,介绍了20多种不同的工程技术应用图例,大多数都是在课堂上没有见过的,让读者大开眼界。

4. 综合应用是破解两大难题的金钥匙

综合应用各科知识是非常重要的,因为用于生产实践中的电路是复杂的,不是哪一门课所能解决的,往往需要综合电路、电子技术、电动机、传感器、测量显示、计算机技术、机电一体化技术等多门知识进行有机的组合,用新的构思方法,设计出满足要求的电路或产品。

本书通过分析20多个单元电路和60多个实用电路的原理,打破专业过细划分,突出新颖性、实用性、综合性,贴近生活、贴近生产、贴近实际。让读者掌握电路的分析方法、技巧和规律,为读者提供电路定性分析的基础,破解第一大难题。

在原理分析的基础上,本书还介绍了几十种不同电路的参数计算方法与技巧,为读者设计电路、技术改进、电子制作等提供量化计算的基础,破解第二大难题。

第二节 各章内容导读

本书共八章,各章主要内容如下:

第一章是概述,主要介绍两大难题和各章内容导读。

第二章是电路元器件。元器件是构成电路的基本元素,又是电路原理分析的最终结果。本章介绍了几十种元器件的结构、特性、参数、选用和代用方法以及元器件在电路中所起的作用,对整个电路产生的影响。书中配有实物图,实现图物对照,增强读者对元器件的识别、选择和应用能力。

正确选择元器件是实现电路功能的关键,选择的方法与技巧是非常重要的。在电路参数计算中,每个元器件参数又是电路计算的最终结果,便于合理选择元器件规格、型号。

第三章是电路图的分类。本章从专业需要、生产实际和科技人员必备的基本知识要求出发,列举了 20 多种不同形式的电路图例,大多数都是课堂上没有见过的。这些电路图取材于生产、科研、设计、应用部门,科学、规范、实用,是电路原理分析和参数计算的基础。

第四章是电路的识读方法与技巧。电路图是电气技术工程中交流信息的载体,也是设计与施工、用户之间进行沟通交流的共同语言。各种类型的电路图除了遵循电路图的一般规则外,各有各的特点。

本章在电路图例的基础上,介绍了电气控制电路、模拟电子电路、数字电子电路的读图方法、技巧,讲解识图的规律,为电路原理分析和参数计算奠定基础。

第五章是单元电路的分析方法与技巧。电路的形式多种多样,其分析方法也是多种多样的。在前几章的基础上,本章除了介绍已为人知的电路分析方法外,还介绍了鲜为人知的分析方法与技巧。这些方法与技巧都是从长期实践中总结的宝贵经验,对典型电路,从不同侧面,从实践论到认识论,进行原理分析。

电路分析就是分析电路的工作原理、特性、功能和每个元器件在电路中的作用。由于理论课中电路举例是简单的,仅是实用电路的雏形,只有理论分析价值,而无实际应用价值,致使许多人面对复杂的实用电路,举步无措,成了不会分析电路的主要原因。

本章通过 20 多种单元电路的分析,建立分析思路、研究分析方法、总结分析规律。

这些典型电路是构成生产实际中应用电路的基础模型,本章以基本概念为切入点,从应用角度出发,对这些电路的概念、组成、原理进行分析。通过分析这些电路,加深理解,温故而知新,为第六章实用电路分析奠定基础。

第六章是实用电路的分析方法与技巧。本章打破过细的专业划分,列举实用电路 60 多个,电路图 80 多个。这些电路具有新颖性、实用性和可操作性,对拓宽知识结构,提高综合能力,适应当前就业多样化、多变化的要求,具有一定的意义。在选材举例上,从电力系统(强电)到无线电(弱电),从照明到动力用电,从电气控制、机床控制到遥控技术,从仪表测量到检测技术,从直流稳压电源、定时电路到调速电路,从可编程电路到报警电路,从计算机控制到机器人控制技术,从节电电路到故障电路分析。通过各种各样的实用电路原理分析举例,让读者了解这些电路的不同特点、结构和应用,学会电路原理分析的方法与技巧。

本章和第五章的内容将为读者破解第一大难题。

第七章是电路参数计算的方法与技巧。本章通过 20 多种电路的参数计算举例,为读者提供思路、方法与规律。内容包括电路参数计算的基本方法、直流电路的参数计算、交流电路的参数计算、放大电路的参数计算、多级放大电路的参数计算、直流稳压电源的参数计算、反馈放大电路的参数计算、功率放大电路的参数计算、电气控制电路的参数计算、现代照明的参数计算、动力用电负载的参数计算、信号源电路的参数计算、机床电路的参数计算、家用电器的参数计算、供电电路的参数计算等。

本章电路贴近生活、贴近生产、贴近实际,对于电路的设计和应用都有一定的参考价值。

本章的内容将为读者破解第二大难题。

第八章是电路设计的方法与技巧。本章主要介绍电路设计的基本方法、单元电路设计、总体电路设计和设计举例等内容。帮助读者学以致用,解决实际中遇到的问题。

第二章 电路元器件

元器件是构成电路的基本元素，又是电路原理分析计算的最终结果。在电路原理分析中，要知道每个元器件的结构、特性、参数，在电路中所起的作用，以及对整个电路产生的影响；在电路参数计算中，每个元器件参数又是电路计算的最终结果，便于合理选择元器件的规格、型号。

正确选择元器件是实现电路功能的关键，选择方法与技巧是非常重要的。

第一节 元器件的选用

本节的主要问题是元器件的选择和使用。元器件选择的依据是标准化、通用化和国产化，选择符合电路参数需要的合格元器件；使用则是用科学的方法把选择的元器件应用到电路中去，实现设计电路的各项技术指标。

一、元器件选用的重要性

电子元器件是执行预定功能而不可拆卸分解的电路基本单元，如电阻器、电容器、半导体分立器件、半导体集成电路、微波元器件、继电器、磁性元器件、开关、电连接器、滤波器、传感器、纤维光学器件等。实践证明，在电子设备中，由元器件选用不当引起的失效占总失效数的44%~67%，而元器件本身质量引起的失效只占33%~46%，见表2-1。因此，元器件选用在电路设计中占有重要地位，设计人员必须高度重视，精心设计。

表 2-1 元器件失效原因统计

报告日期	选用不当引起失效所占的比例(%)	本身质量引起失效所占的比例(%)	资料来源
1982年7月	66.6%	33%	某厂元器件总结报告
1989年11月	54%	46%	原信息产业部五所
1990年1月	64%	33%	原航天部(信息管理简报)
1998年6月	44.4%	—	航天质量局

电路图上标明的各元器件的规格、型号、参数，是电子元器件选用的依据。已经定型的产品，其原理图上各元器件是经过设计、研制、试制后投入生产的，各项参数是根据“定性分析、定量估算、试验调整”的方法确定下来的，一般情况下是不允许更换或变更的。但对于电子产品的研制者、业余爱好者、维修人员来说，由于客观条件等诸多因素的影响，在符合技术要求规范的前提下，若用量少，可机动灵活地选用元器件。在某些特定情况下，即使有了原理图，但由于有些元器件标注参数不全，如电解电容只标电容量不标耐压，在电

源电路中就要重新考虑；产品使用现场条件与技术资料不符，可调整部分元器件以适应实际；个别元器件当地买不到，可选用符合要求的元器件代用；在维修过程中发现个别元器件有不尽合理之处，就需要换上合适的元器件。

二、元器件的选用原则

1) 选择有发展前途并有良好信誉的厂家生产的，并且经实践证明质量稳定、可靠性高的标准元器件，不能选用淘汰的或劣质的元器件。

2) 元器件的技术性能、质量等级、使用条件等应满足电路设计的要求。

3) 在满足性能参数的情况下，应选用低功耗、低热阻、低损耗角、高功率增益、高效益的元器件。

4) 国产元器件的优选。选择经过认证鉴定的符合国标的元器件，经过使用考验的、符合要求的、能够稳定供货的元器件，以及有成功应用经验的，符合要求的其他元器件。

5) 进口元器件的优选。选用国外权威机构的 PPL（优先选用产品清单）、QPL（合格零部件清单）中的元器件；生产过程中经过严格筛选的高可靠性元器件；使用经过国内考核，符合要求的高质量的元器件。

6) 选择应按照标准化、通用化的原则。

三、元器件的选用

元器件是优选的，符合型号的优选手册或国外权威机构公布的 PPL。设计人员应制定准明确了的采购元器件的技术规范，为保证可靠性要求，规范应明确筛选（含二次筛选）和质量一致性检验的措施和方法。同时应按型号规定制定合格的元器件采购清单。对于影响元器件可靠性和质量的因素必须在采购清单中明确，如质量等级、环境条件、失效率、技术标准、封装形式、特殊要求（抗静电特性、芯片保护工艺等）、生产厂家等。

采购规范应按规定经审批后方可实施。元器件在产品中的应用确定后，应预计其可靠性，并考虑是否满足电路对元器件可靠性的要求。

第二节 电 阻 器

一、固定电阻器

固定电阻器种类很多，常用的有碳膜电阻器、金属膜电阻器、线绕电阻器、模压电阻器等，如图 2-1 所示。下面就常用的电阻器分别加以介绍。

(1) 碳膜电阻器 碳膜电阻器的阻值范围为 $0.75\Omega \sim 10M\Omega$ ，额定功率有 0.1W、0.125W、0.25W、1W、2W、5W、10W 等，少数做成 25W、50W、100W。

碳膜电阻的温度系数小、稳定性好、价格便宜，广泛用于直流、交流和脉冲电路中。

(2) 金属膜电阻器 金属膜电阻的耐热性和稳定性较好，温度系数小、潮湿系数小、噪声小，可于 120°C 的温度条件下工作，而且体积小。它的阻值范围为 $1\Omega \sim 600M\Omega$ ，精度可达 0.5%，额定功率不超过 2W。

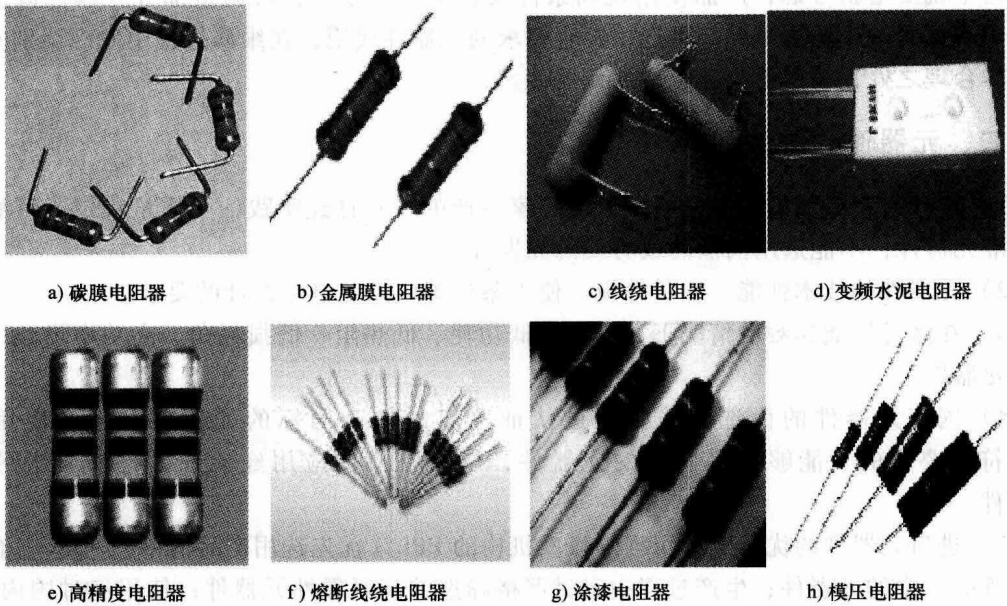


图 2-1 固定电阻器

二、可调电阻器

可调电阻器分为滑动式和旋转式两种，如图 2-2 所示。



图 2-2 可调电阻器

三、光敏电阻器

光敏电阻器是用光能产生光电效应的半导体材料制成的电阻器。

(1) 光敏电阻器的外形与图形符号 光敏电阻器的种类很多，可根据其光敏特性分为可见光光敏电阻器、红外光光敏电阻器及紫外光光敏电阻器。

可见光光敏电阻器有硫化镉光敏电阻器，硫化镉光敏电阻器，砷化镓光敏电阻器，硅、锗、硫化锌光敏电阻器等；红外光光敏电阻器有硫化铅光敏电阻器、碲化铅光敏电阻器、锗掺汞光敏电阻器等；紫外光光敏电阻器有硒化镉光敏电阻器、硫化镉光敏电阻器等。

根据光敏层所用半导体材料的不同，光敏电阻器又可分为单晶光敏电阻器与多晶光敏电阻器。

光敏电阻器的外形如图 2-3a 所示，它是由玻璃基片、光敏层、电极、外封装等组成的。

光敏电阻器在电路中的图形符号如图 2-3b 所示。

(2) 光敏电阻器的特点 光敏电阻器的最大特点是对光线非常敏感。无光线照射时，光敏电阻器的阻值很高；有光线照射时，阻值会很快下降，即光敏电阻器的阻值是随着光线的强弱而发生变化的。

(3) 光敏电阻器的应用 光敏电阻器的应用比较广泛，主要用于各种光电自动控制系统，如自动报警系统、照相机的曝光电路，还可以用于非接触条件下的自动控制系统等。

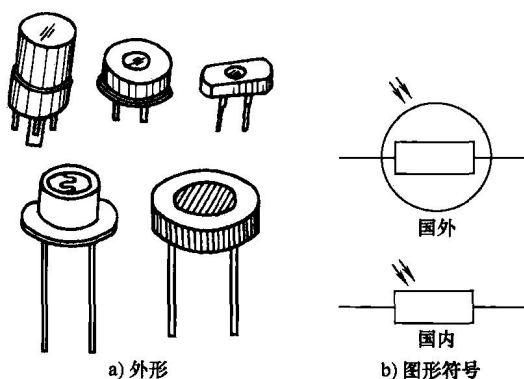


图 2-3 光敏电阻器的外形与图形符号

四、电位器

电位器的外形与图形符号 电位器分为旋转式开关电位器、推拉式开关电位器等，可根据电路不同的技术要求及各种电位器的特点进行选择。

金属膜电位器耐热性能好、分辨力强，但阻值变化范围较窄。

实心电位器体积小、耐热耐磨、分辨力强。

合成碳膜电位器分辨力强、阻值范围宽，但阻值的稳定性及耐热、耐湿性差。

金属玻璃釉电位器分辨力强、阻值范围宽、可靠性高、高频特性好，有耐热、耐湿、耐磨通用型、精密型和微调型等。

线绕电位器接触电阻低、允许偏差小、电阻温度系数小，缺点是分辨力、可靠性差，不宜应用于高频电路。标称阻值一般不低于 100Ω ，既有小功率型也有大功率型。

电位器的外形与图形符号如图 2-4 所示。

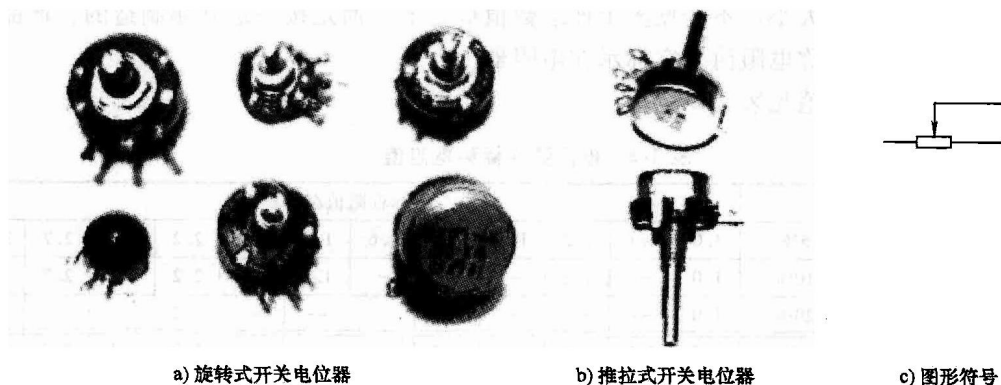


图 2-4 电位器外形与图形符号

五、电阻器及电位器的文字及图形符号

常用电阻器的图形符号如图 2-5 所示。在电路图中，电阻器文字符号用字母 R 来表示，

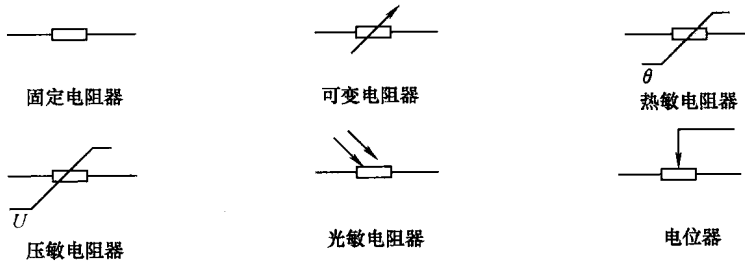


图 2-5 常用电阻器的图形符号

电位器文字符号用字母 RP 表示。

六、电阻器额定功率的表示法

电阻器的额定功率，是指在长期连续负载而不损坏或基本不改变性能的情况下，在电阻器上允许消耗的最大功率。当超过额定功率时，电阻器的阻值会发生改变，严重时还会烧坏。一般电阻器的额定功率随电阻尺寸的增大而增大。额定功率为 0.05 ~ 2W 的一般不标出，而大功率电阻器的额定功率往往直接标在电阻器上面，如图 2-6 所示。

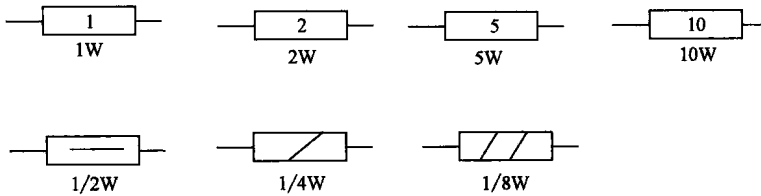


图 2-6 电阻器功率表示法

七、电阻器的标称电阻值

固定电阻器阻值的大小，不是按多个连续数值标定的，而是按一定规律制造的，产品出厂时给定的值，称为标称电阻值，它标示在电阻器上。

电阻器的标称电阻值见表 2-2。

表 2-2 电阻器的标称电阻值

标称电阻值系列		标称阻值/ Ω											
E24 (I 级)	允许偏差 $\pm 5\%$	1.0	1.1	1.2	1.3	1.5	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.7	3.0
E12 (II 级)	允许偏差 $\pm 10\%$	1.0	—	1.2	—	1.5	—	1.8	—	2.2	—	2.7	—
E6 (III 级)	允许偏差 $\pm 20\%$	1.0	—	—	—	1.5	—	—	—	2.2	—	—	—
E24 (I 级)	允许偏差 $\pm 5\%$	3.3	3.6	3.9	4.3	4.7	5.1	5.6	6.2	6.8	7.5	8.2	9.1
E12 (II 级)	允许偏差 $\pm 10\%$	3.3	—	3.9	—	4.7	—	5.6	—	6.8	—	8.2	—
E6 (III 级)	允许偏差 $\pm 20\%$	3.3	—	—	—	4.7	—	—	—	6.8	—	—	—

表 2-2 列出的是普通型 (含 I、II、III 级) 固定电阻器的标称阻值系列。将表中的标称阻值乘以 10、100、1000、...、 10^n (n 取正整数)，就可扩大阻值范围。

例如，表中的 3.3 这一标称阻值系列可包括 3.3Ω 、 33Ω 、 330Ω 、 $3.3k\Omega$ 、 $33k\Omega$ 、

330kΩ 和 3.3MΩ 等。

八、电阻器的色环表示法

一般电阻器的色环表示法是在电阻器上涂有 4 个色环，偏向电阻器的一端称为四色环表示法。如果电阻器体积较小，则色环均匀分布，由允许偏差色环来区分首尾。4 个色环在电阻器上的位置如图 2-7a 所示，第 1 圈色环 A 表示阻值的最高位数字；第 2 圈色环 B 表示阻值的第 2 位数字；第 3 圈色环 C 表示乘以 10^C ；第 4 圈色环 D 表示阻值的允许偏差。

对精密电阻器采用五色环表示法，即电阻器上面有 5 个色环，如图 2-7b 所示，第 1 圈色环 A 表示阻值的最高位数字；第 2 圈色环 B 表示阻值的第 2 位有效数字；第 3 圈色环 C 表示阻值的第 3 位有效数字；第 4 圈色环 D 表示乘以 10^D ；第 5 圈 E 表示阻值的允许偏差。阻值的单位为欧 (Ω)。

色环颜色的含义见表 2-3。

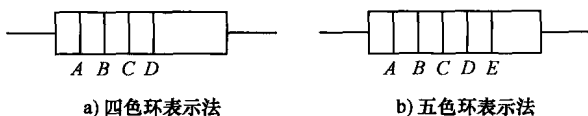


图 2-7 电阻器的色环表示法

表 2-3 色环颜色的含义

颜色	有效数字	乘数	允许偏差 (%)	颜色	有效数字	乘数	允许偏差 (%)
银色	—	10^{-2}	± 10	绿色	5	10^5	± 0.5
金色	—	10^{-1}	± 5	蓝色	6	10^6	± 0.25
黑色	0	10^0	—	紫色	7	10^7	± 0.1
棕色	1	10^1	± 1	灰色	8	10^8	—
红色	2	10^2	± 2	白色	9	10^9	—
橙色	3	10^3	—	无色	—	—	± 20
黄色	4	10^4	—				

例如，某电阻器的 4 个色环分别为红（第 1 位数）、紫（第 2 位数）、橙（乘数）、金（允许偏差）则阻值 $R = (2 \times 10 + 7) \times 10^3 \times (1 \pm 5\%) \Omega$ 。

某精密电阻器的 5 个色环分别为橙（第 1 位数）、橙（第 2 位数）、红（第 3 位数）、棕（乘数）、蓝（允许偏差），则阻值 $R = (3 \times 100 + 3 \times 10 + 2) \times 10^1 \times (1 \pm 0.25\%) = 3320 \times (1 \pm 0.25\%) \Omega$

为了帮助读者记忆色环电阻的阻值，口诀如下：

棕 1 红 2 橙是 3，4、5 黄绿 6 是蓝，7 紫 8 灰白是 9，黑色圆圆大鸭蛋。金银代表偏差数，颜色数码记周全。常用电阻四个环，环靠那头那头算，一环二环有效环，三环倍乘是关键，四环代表偏差数，一般运用不要管。精密电阻有五环，三位数字是特点，倍乘偏差四、五环，运用自如真方便。

第三节 电 容 器

一、电容器的分类

电容器可分为固定式和可变式两大类。固定式电容器是指电容量固定不能调节的电容器，而可变式电容器的电容量是可调整变化的。根据电容器是否有极性，又可分为无极性电容器和有极性电容器。

常见的无极性电容器按其介质的不同,有纸介电容器、油浸纸介电容器、金属化纸介电容器、有机薄膜电容器、云母电容器、玻璃釉电容器和陶瓷电容器等,其外形如图 2-8a 所示。有极性电容器按其正极材料不同,有铝电解电容器、钽电解电容器和铌电解电容器,其外形如图 2-8a 所示。在电路中,电容器用字母 C 表示,常见图形符号如图 2-8b 所示。

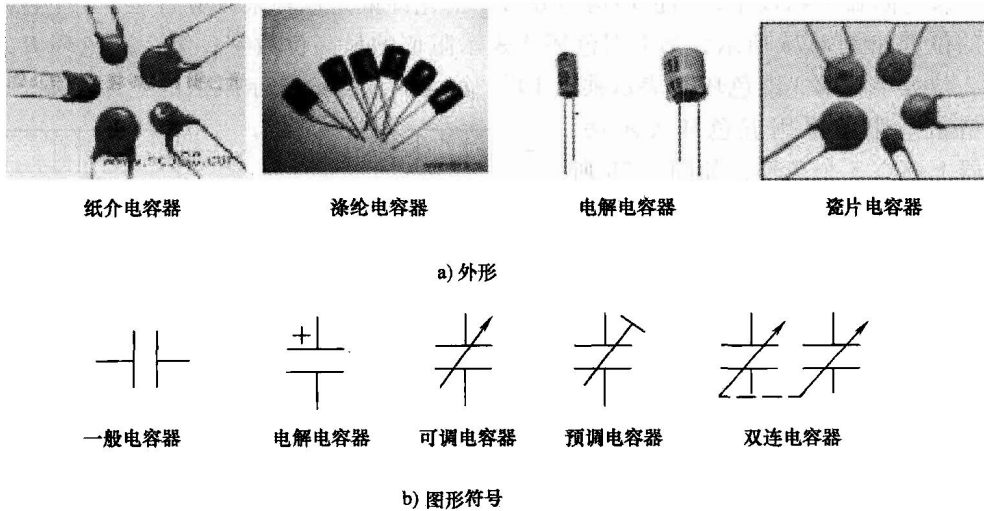


图 2-8 电容器的外形及图形符号

二、电容器的标称值

电容器的标称电压有 6.3V、10V、16V、25V、32V、40V、50V、63V、100V、160V、250V、400V 等;

标称电容量如下所示:

1) 高频纸介质、云母介质、玻璃釉介质、有机薄膜介质标称电容量系列: 1.0 μ F、1.1 μ F、1.2 μ F、1.3 μ F、1.5 μ F、1.6 μ F、1.8 μ F、2.0 μ F、2.2 μ F、2.4 μ F、2.7 μ F、3.0 μ F、3.3 μ F、3.6 μ F、3.9 μ F、4.3 μ F、4.7 μ F、5.1 μ F、5.6 μ F、6.2 μ F、6.8 μ F、7.5 μ F、8.2 μ F、9.1 μ F

2) 纸介质、金属化纸介质、复合介质、低频有机薄膜介质标称电容量系列: 1.0 μ F、1.5 μ F、2.0 μ F、2.2 μ F、3.3 μ F、4.0 μ F、4.7 μ F、5.0 μ F、6.0 μ F、6.8 μ F、8.0 μ F

3) 电解电容器标准电容量如下:

① 钽、铌电解电容器: 1.0 μ F、1.5 μ F、2.2 μ F、3.3 μ F、4.7 μ F、6.8 μ F

② 铝电解电容器: 1 μ F、2.5 μ F、10 μ F、20 μ F、50 μ F、100 μ F、200 μ F、500 μ F、1000 μ F、2000 μ F、5000 μ F

第四节 电感器

一、电感器的外形及图形符号

常见电感器的外形及图形符号如图 2-9 所示。在电路中,电感器文字符号用字母 L 表

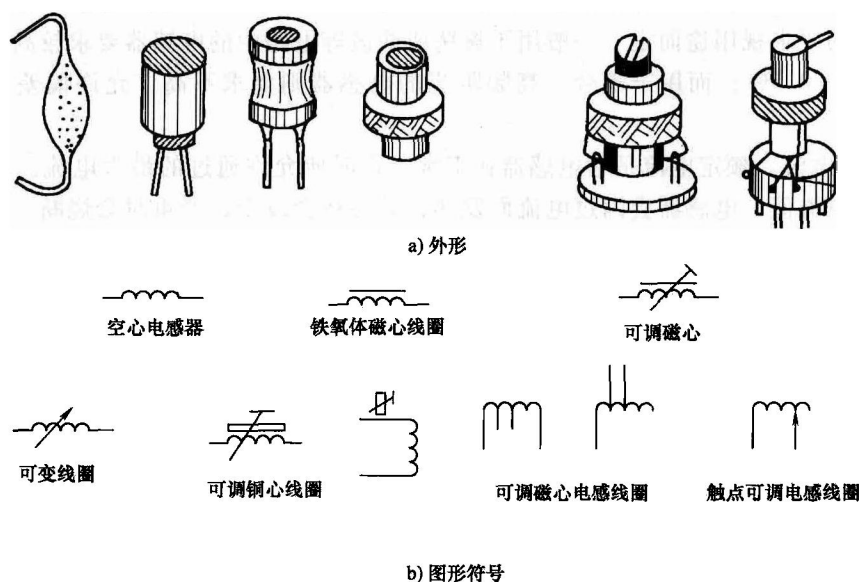


图 2-9 常见电感器的外形及图形符号

示。电感器的种类很多，结构和外形各异。按其外形可分为固定电感器、可变电感器和预调电感器 3 类；按其线圈内有无磁心或磁心所用材料，又分为空心电感器、磁心电感器及铁心电感器等。

二、电感器的主要参数

电感器和电容器一样，是一种无源元件，也是一种储能元件。电感器的主要技术参数如下：

1) 电感量。电感量的大小与线圈的匝数、直径、绕制方式、内部是否有磁心及磁心材料等因素有关。匝数越多，电感量就越大。线圈内装有磁心或铁心，可以增大电感量。一般磁心用于高频场合，铁心用于低频场合。线圈中装有铜心，则会使电感量减小。

2) 品质因数。品质因数反映了电感器中线圈质量的优劣，通常称为 Q 值。若线圈的损耗较小， Q 值就较高；反之，若线圈的损耗较大，则 Q 值就较低。

线圈的 Q 值与构成线圈的导线的粗细，线圈的绕制方式以及所用导线是多股线、单股线还是裸导线等因素有关。

通常，线圈的 Q 值越大越好。实际上， Q 值一般在几十至几百之间。在实际应用中，用于振荡电路或选频电路的线圈要求具有高 Q 值，这样的线圈损耗小，可提高振荡幅度和选频能力；用于耦合的线圈，其 Q 值可低一些。

3) 分布电容。线圈的匝与匝之间以及线圈与屏蔽罩或地之间，不可避免地存在着分布电容。这些电容是一个成型电感器所固有的，故也称固有电容。固有电容的存在往往会降低电感器的稳定性，也降低了线圈的品质因数。

一般要求电感器中线圈的分布电容尽可能小。采用蜂房式绕法或线圈分段间绕的方法，可有效地减小固有电容。