



普通高等教育“十三五”规划教材
电子电气基础课程规划教材

电路实验

■ 姜艳红 王开宇 主 编

■ 邸 新 孙 鹏 副主编

非外借



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

电子电气基础课程规划教材

电路实验

姜艳红 王开宇 主 编

邸 新 孙 鹏 副主编

陈 景 崔承毅 马 驰 参 编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书以培养学生工程素质、加强学生分析问题和解决问题的能力为目标,依据教育部关于工程教育的新要求编写而成。全书共分4部分:第一部分为基础知识,包括电工电子元器件、常用电气测量仪表和仪器、测量技术和安全用电常识等内容;第二部分为实验,包括实验目的、要求、原理、操作方法及注意事项等内容;第三部分为计算机辅助设计,包括软件介绍、电路设计及仿真方法等内容;第四部分为实验设备介绍,包括实验平台、信号发生器、双踪示波器等仪器设备的介绍和操作说明。

本书既可作为高等院校电类、电气信息类及相近专业电路课程配套的实验教材,也可供电子科学爱好者和相关领域的人员参考。

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

电路实验/姜艳红,王开宇主编. —北京:电子工业出版社,2017.9

ISBN 978-7-121-31876-4

I. ①电… II. ①姜… ②王… III. ①电路—实验—高等学校—教材 IV. ①TM13-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第133557号

策划编辑:竺南直

责任编辑:张京

印刷:三河市良远印务有限公司

装订:三河市良远印务有限公司

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:13 字数:333千字

版次:2017年9月第1版

印次:2017年9月第1次印刷

定价:29.80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)88254888,88258888。

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

本书咨询联系方式: davidzhu@phei.com.cn。

前 言

电路实验是电类的专业基础性实践教学课程之一,是工科电子、通信、自动化、计算机、电气及生物医学类的主要专业基础课程,是电类专业学生、电子科学爱好者学习和掌握电路相关知识、电路实验技能的重要途径。

本书在内容安排方面侧重基本知识、基本理论和基本实验方法的介绍,使读者在掌握电路分析理论的基础上,通过本书的学习,进一步加深对电路理论知识的理解和巩固,把抽象的知识转化为与实际相结合的知识,为进一步学习打下有利的基础;同时,通过本书中的一些实验项目的锻炼,能够掌握一些电工测量仪器、仪表的正确使用方法和使用技巧,以及对实验数据进行后处理的正确方法,具备分析问题、解决问题和排除电路故障的能力,具备电路综合设计的能力。

目前,我国教育部门在高等院校中大力强调工程教育,培养具有创新能力、适应社会需求的工程技术人才,这对电路实验课程提出了更高的要求。本书的实验教学内容既与理论课程内容紧密配合,又与工程实际、知识综合运用相结合,力求启迪思维、开阔视野,培养创新能力。

本书以教育部提出的“卓越工程师教育培养计划”为指导思想,在体系结构的设计上注重加深对理论知识的理解和运用,注重加大学生动脑思考设计实验内容的比例,注重加强学生动手能力的培养,理论联系实际,循序渐进地培养学生的实践能力。实验内容多为综合型实验,是设计型实验内容和基础理论验证型实验内容的紧密结合。

基础理论验证型实验部分中,通过实验进一步加深对基本电路理论中的概念、原理的理解及应用,掌握实验的操作规程和各类仪器设备的正确使用方法。设计型实验是在基础理论验证型实验内容上的提升,要求自主设计实验方案,确定实验步骤和方法,独立进行数据分析、电路设计、实验研究等环节,培养发现、分析和解决问题等实践创新能力,培养综合运用各类知识进行系统分析和设计的能力。

本书作为高等学校实验教材使用时,各校可以根据实验学时的具体情况,在一个实验时间段内安排不同的实验内容供学生选择,这样每个学生可以根据自己的实际情况选择完成何种实验内容,充分做到既能保证学生学习知识点的完整性,又能保证每次实验内容的多样性,有利于实施分层教学。因材施教的实验教学培养模式也可以帮助学生在有限的实验时间内完成更多的实验内容,学习并掌握更多的电路设计和调试方法,提高学生综合实践技能,完成实验教学培养目标。

本书对仿真软件 Multisim 14.0 进行了初步介绍。这是一款当前极为流行的电路教学和电子系统设计软件,可以提供虚拟实验环境,让学生和广大电子爱好者进行电子系统设计的练习。这种练习不拘泥于实验场所和时间,虚拟环境中的所有硬件条件甚至比实际实验室更完善,非常方便有效。

本书共分 4 部分:第一部分为基础知识,包括电工电子元器件、常用电气测量仪表和仪器、测量技术和安全用电常识等内容;第二部分为实验,包括实验目的、要求、原理、操作方法及注意事项等内容;第三部分为计算机辅助设计,包括软件介绍、电路设计及仿真方法等内容;

第四部分为实验设备介绍，包括实验平台、信号发生器、双踪示波器等仪器设备的介绍和操作方法说明。

本书由大连理工大学姜艳红、王开宇主编，第一部分由姜艳红、王开宇、孙鹏参与编写，第二部分由姜艳红、邸新、孙鹏、陈景参与编写，第三部分由姜艳红、崔承毅、马驰参与编写，第四部分由姜艳红、王开宇、邸新参与编写，全书由姜艳红统稿。

金明录、董维杰、陈希有三位教授对本书的编写给予了多方面帮助与指导，编者在此表示衷心的感谢！本书编写过程中参考了诸多国内外著作和文献，编者一并表示感谢！再一次衷心感谢所有在本书出版过程中关心、支持和帮助过编者的朋友们！

本书的主编及全部参编人员在“电路实验 A”和“电路实验 B”课程中任教多年并承担相关教学、科研项目多年，积累了丰富的课程素材，希望通过此项工作，为我国电类专业本科教育的相关教材建设做出应有的贡献。本书不仅可以作为高等院校电类、电气信息类及相近专业电路课程配套的实验教材，也可以供电子科学爱好者和相关领域的人员参考。

关于本书的编写，我们全部参编人员都倾注了极大的精力，力求将多年积累的先进教学理念和经验奉献给读者，但是难免有疏漏不当之处，恳请广大同行和读者不吝赐教。

编 者
2017 年 4 月于大连

目 录

第一部分 基础知识	(1)
第1章 电工电子元器件	(2)
1.1 电阻器	(2)
1.2 电容器	(5)
1.3 电感器	(8)
1.4 二极管	(10)
第2章 常用电气测量仪表和仪器	(14)
2.1 电气测量指示仪表	(14)
2.1.1 概述	(14)
2.1.2 磁电系仪表	(19)
2.1.3 万用表	(26)
2.1.4 电磁系仪表	(39)
2.1.5 电动系仪表	(41)
2.1.6 交流毫伏表	(45)
2.2 电气测量仪器	(46)
2.2.1 直流电源	(46)
2.2.2 信号发生器	(48)
2.2.3 示波器	(49)
第3章 测量技术	(52)
3.1 测量概述	(52)
3.2 误差分析	(53)
第4章 安全用电常识	(59)
4.1 触电	(59)
4.2 安全措施	(60)
第二部分 实验	(63)
第5章 实验概述	(64)
5.1 目的和要求	(64)
5.2 预习和总结	(65)
5.3 实验操作	(66)
5.3.1 操作方法	(66)
5.3.2 实验室规则	(67)
5.3.3 安全操作规程	(68)
5.4 故障分析与处理	(69)

第6章 实验项目	(70)
6.1 元件参数测量——直流	(70)
6.2 独立电源外特性及其等效变换	(74)
6.3 受控源	(78)
6.4 直流线性网络	(85)
6.5 万用表设计	(90)
6.6 移相网络	(95)
6.7 谐振电路	(99)
6.8 一阶电路	(105)
6.9 元件参数测量——交流	(110)
6.10 元件参数测量——阻抗的串联、并联和混联	(114)
6.11 交流电路	(117)
6.12 三相电路	(121)
6.13 二端口网络	(126)
6.14 二阶电路	(138)
6.15 单相变压器	(141)
第三部分 计算机辅助设计	(147)
第7章 计算机辅助设计软件	(148)
7.1 软件介绍	(148)
7.2 虚拟仪器设备	(149)
7.3 电路图绘制	(164)
7.4 仿真分析	(166)
第四部分 实验设备	(169)
第8章 SBL-1 型电路实验平台	(170)
8.1 主要性能指标	(170)
8.2 面板介绍	(170)
8.3 使用方法	(171)
8.4 注意事项	(173)
第9章 SX2172 型交流毫伏表	(174)
9.1 主要性能指标	(174)
9.2 面板介绍	(174)
9.3 使用方法	(176)
9.4 注意事项	(176)
第10章 SG1005P 型数字合成信号发生器	(177)
10.1 主要性能指标	(177)
10.2 面板介绍	(179)
10.3 使用方法	(180)
10.4 注意事项	(185)

第 11 章 YB43206 型双踪示波器 (186)

11.1 主要性能指标 (186)

11.2 面板介绍 (186)

11.3 使用方法 (191)

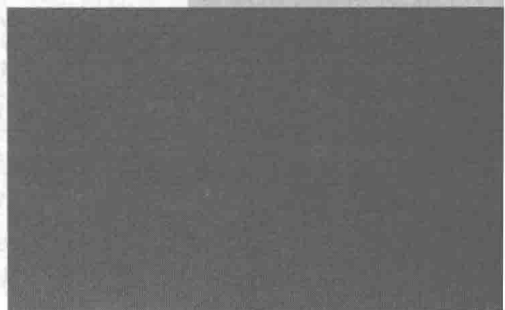
11.4 注意事项 (198)

参考文献 (200)

第一部分



基础知识



第 1 章 电工电子元器件

1.1 电阻器

1. 定义

电阻器是在电路中限制电流或将电能转变为热能等其他能量的电器，一般简称为电阻，用 R 表示，它是说明器件在电路中阻碍电流通过能力的电路参数。

2. 种类

一般电阻有两种分类方式，按照制造材料或电阻值是否可以改变进行分类。

按照制造材料可分为：线绕电阻、碳膜电阻、金属膜电阻、金属氧化膜电阻、敏感电阻（热敏电阻、压敏电阻、光敏电阻）等。一般金属膜电阻比碳膜电阻精度高、稳定性好，在仪器、仪表及通信设备中很常见。

按照电阻值是否可以改变可分为：固定电阻和可变电阻。

根据国标 GB 2471—1981，电阻器和电位器的型号命名方法见表 1-1。

表 1-1 电阻器和电位器的型号命名法

第一部分		第二部分		第三部分		第四部分
主 称		材 料		特 征		序 号
符 号	意 义	符 号	意 义	符 号	意 义	
R W	电阻器 电位器	T	碳膜	1, 2	普通	后缀包括： 额定功率 阻值 允许误差 精度等级
		P	硼碳膜	3	超高频	
		U	硅碳膜	4	高阻	
		C	沉积膜	5	高温	
		H	合成膜	7	精密	
		I	玻璃釉膜	8	电阻器—高压	
		J	金属膜（箔）	9	电位器—特殊函数	
		Y	氧化膜	G	特殊	
		S	有机实心	T	高功率	
		N	无机实心	X	可调	
		F	熔断保护	L	小型	
		X	线绕	W	测量用	
		R	热敏	D	微调	
		G	光敏		多圈	
		M	压敏			

3. 主要参数

电阻器的参数很多，常见的有如下四种。

(1) 标称阻值：电阻工作在额定温度（通常为 20℃）时的设计阻值，它由国家标准规定，生产者不能制造任意阻值的电阻，如表 1-2 所示，固定电阻器的阻值是这些数值与 10ⁿ 的乘积（n 为整数）。

表 1-2 电阻的标称值

电 阻 级 别	允 许 误 差	标称阻值系列															
I	±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	3.3	3.6	3.9	4.3
		4.7	5.1	5.6	6.2	6.8	7.5	8.2	9.1								
II	±10%	1.0	1.2	1.5	1.8	2.2	2.7	3.3	3.9	4.7	5.6	6.8	8.2				
III	±20%	1.0	1.5	2.2	2.3	4.7	6.8										

(2) 允许误差：由于制造材料及制造工艺的原因，电阻的实际阻值与标称阻值之间不完全相等而可能存在的最大偏差。我国的国家标准规定，常用电阻的允许误差通常有±5%、±10%和±20%三种，精密电阻的允许误差小于±1%、高精密电阻的允许误差最高可达±0.001%。制作材料不同，允许误差一般也不相同，碳膜电阻多为±5%和±10%、金属膜电阻多在±2%以下。

(3) 额定功率：电阻在标准大气压和额定环境温度下连续工作所允许耗散的最大功率数值。如果电阻的实际消耗功率超过它的额定功率，就会因为过热而损坏。通常选择电阻器时，会选择额定功率为实际消耗功率的两倍或以上。我国固定电阻器的额定功率系列如下：线绕电阻器有 0.05、0.125、0.25、0.5、1、2、4、8、10、16、25、40、50、75、100、150、250 和 500 系列；非线绕电阻有 0.05、0.125、0.25、0.5、1、2、5、10、25、50 和 100 系列。

(4) 温度系数：电阻在规定的环境温度下工作时，温度改变 1℃时电阻值的平均相对变化，是一个百分数，它取决于电阻的制造材料。例如，铂的温度系数是 0.00374/℃，在 20℃时，一个 1000Ω的铂电阻，当温度升高到 21℃时，它的电阻将变为 1003.74Ω。

厂家在标注电阻器参数时通常采用直标法、文字符号法或色标法。直标法一般用于额定功率在 0.5W 以上、体积较大的电阻器上，如 4.7kΩ±5%。文字符号法是用数字和文字符号的组合来表示标称阻值和允许误差。标称阻值有 R、K、M、G、T 五种表示法，分别表示欧姆（Ω）、千欧（kΩ）、兆欧（MΩ）、吉欧（GΩ）和太欧（TΩ）。允许误差的文字符号如表 1-3 所示。色标法则使用不同颜色的色带在电阻器表面标出标称值和允许误差，如图 1-1 所示。普通电阻器有四条色带，第三条表示倍率，第四条表示允许误差。精密电阻有五条色带，第四条表示倍率，第五条表示允许误差。

表 1-3 允许误差对应的文字符号

对称允许误差/%	±0.001	±0.002		±0.005		±0.01		±0.02		±0.05		±0.1		
文字符号	Y	X		E		L		P		W		B		
对称允许误差/%	±0.2	±0.5		±1		±2		±5		±10		±20		±30
文字符号	C	D		F		G		J		K		M		N

续表

不对称允许误差/%	+100 -0	+100 -10	+50 -10	+30 -10	+50 -20	+80 -20	+不规定 -20
文字符号	H	R	T	Q	S	Z	不标记

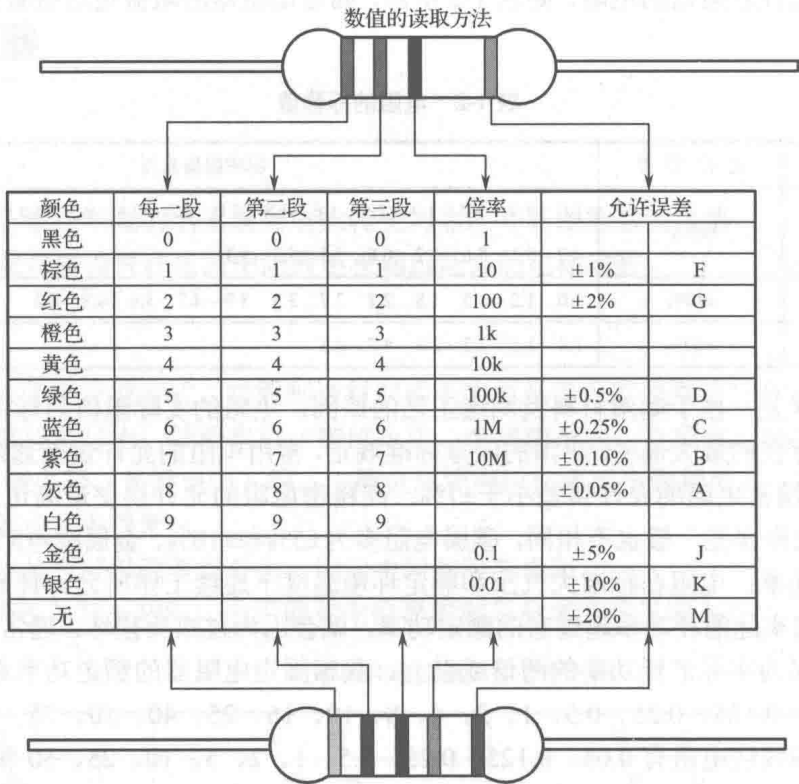


图 1-1 色标法

4. 外观

常见的实际电阻器有四种，色环电阻器、绕线电阻器、电位器和滑动变阻器，如图 1-2 所示。

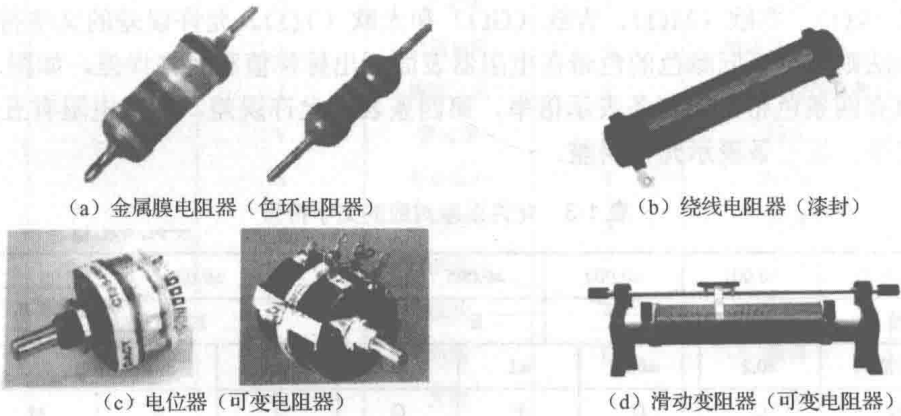


图 1-2 实际电阻器外观



5. 图形符号

根据 GB/T 4728.4—2008 电气简图用图形符号的规定, 在电路图中一般使用图 1-3 所示的符号表示各类电阻器。



图 1-3 电阻器的图形符号

1.2 电容器

1. 定义

由两片接近并相互绝缘的导体制成电极组成的存储电荷和电能的元件称为电容器, 一般简称为电容。

2. 种类

电容器的分类方式很多, 常见的四种分类方式如下。

(1) 按照结构分类, 可以分为固定电容器、可变电容器和微调电容器等。

(2) 按照电解质分类, 可以分为有机介质电容器、无机介质电容器、电解电容器和空气介质电容器等。

(3) 按照绝缘材料分类, 可以分为纸介电容器、云母电容器、瓷介电容器、涤纶电容器、电解电容器、钽电容器和聚乙烯电容器等。

(4) 按照用途分类, 可以分为高频旁路电容器、低频旁路电容器、滤波电容器、调谐电容器、高频耦合电容器、低频耦合电容器和储能电容器等。

根据国标 GB 2471—1981, 电容器的型号命名法见表 1-4。

3. 主要参数

大多数情况下, 选择电容器主要参考标称电容值和额定电压即可, 但是电容器的参数并不仅有这两项, 一般还有允许误差、绝缘电阻、温度系数和频率特性等。

电容器的标称值由国家标准制定, 生产者不能制造任意电容值的电容器。在单位电压作用下, 电容器所存储的电荷量即为电容值, 它表征了电容器存储电荷的能力。电容器的标称值分为 E24、E12、E6 三个系列。E6 系列为最常用的, E12 系列次之, E24 系列又次之。

E24 系列的取值为 1.0、1.1、1.2、1.3、1.5、1.6、1.8、2.0、2.2、2.4、2.7、3.0、3.3、3.6、3.9、4.3、4.7、5.1、5.6、6.2、6.8、7.5、8.2、9.1 乘以 10^n (n 为整数);

E12 系列的取值为 1.0、1.2、1.5、1.8、2.2、2.7、3.3、3.9、4.7、5.6、6.8、8.2 乘以 10^n (n 为整数);

E6 系列的取值为 1.0、1.5、2.2、3.3、4.7、6.8 乘以 10^n (n 为整数)。

表 1-4 电容器的型号命名法

第一部分		第二部分				第三部分		第四部分
主 称		材 料				特 征		序 号
符 号	意 义	符 号	意 义	符 号	意 义	符 号	意 义	
C	电容器	C	高频瓷介	LS	聚碳酸酯	T	铁介	包括：品 种、尺寸代 号、温度特 征、直流工 作电压、标 称值、允许 误差、标准 代号
		I	玻璃釉	Q	漆膜	W	微调	
		O	玻璃膜	H	纸膜复合	J	金属化	
		Y	云母	D	铝电解	X	小型	
		V	云母纸	A	钽电解	S	独石	
		Z	纸介	G	合金电解	D	低压	
		J	金属化纸介	N	铌电解	M	密封	
		B	聚苯乙烯	T	低频瓷介	Y	高压	
		BB	聚丙烯	M	压敏	C	穿心式	
		BF	聚四氟乙烯	E	其他材料	G	高功率	
		L	涤纶（聚酯）					

常见的电容器容量的标示方法有直标法、文字符号法、色标法和数学计数法。前三种方法与电阻器的标示方法类似。文字符号法的符号不仅表示单位还表示小数点位置。例如，1p0表示 1pF，2μ2 表示 2.2μF，4n7 表示 4.7nF，p、n、μ、m 或 F 既表示小数点位置又表示电容值的单位为 pF、nF、μF、mF 或 F。色标法使用颜色标记与电阻器相同，单位为 pF，从上到下有三条色带，上面两条表示有效数字，第三条色带表示倍率，即乘以 10 的几次幂，如图 1-4 所示。数字计数法是直接用数字表示电容值的方法，单位也是 pF，数字由三位组成，前两位表示有效数字，最后一位表示倍率。例如 332 表示 $33\times10^2\text{pF}$ ，即 3300pF。

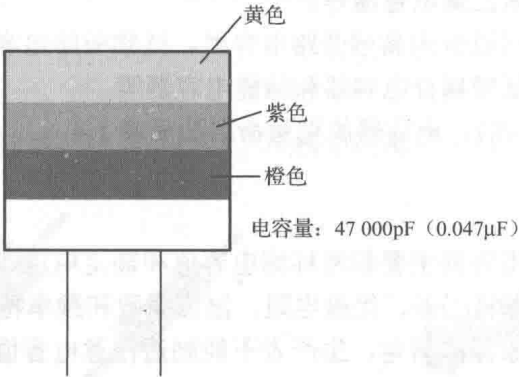


图 1-4 色标法电容器

电容器的额定电压是指在额定环境温度下，允许连续加在电容器上的最高电压。电容器使用中，如果电压超过额定电压，会因为介质击穿造成不可修复的永久损坏，还可能发生危险。例如电解电容器，它被击穿后漏电流增大，内部发热量剧增，电容器内部的电解液因为高温变成气体，使铝外壳内部的压力剧增，一旦压力冲破铝外壳，就会发生爆裂，危及使用者安全。

电容器额定电压的标注有两种常见方法：一种是把数值直接印在电容器上；另一种是采

用一个数字和一个字母组合而成，不同字母代表不同的数值，如表 1-5 所示，数字表示乘以 10 的几次幂，字母表示数值，单位是 V。例如 2E 表示额定电压为 $2.5\times10^2\text{V}$ ，查看表 1-5 也可得到额定电压为 250V。

表 1-5 电容器的额定电压系列

	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	Z
0	1.0	1.25	1.6	2.0	2.5	3.15	4.0	5.0	6.3	8.0	9.0
1	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	90
2	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	900
3	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	9000
4	10 000	12 500	16 000	20 000	25 000	31 500	40 000	50 000	63 000	80 000	90 000

电容器的允许误差表示电容器的实际电容值相对标称值最大允许偏差的范围。一般用符号 F、G、J、K、L 和 M 来表示，代表允许误差为 $\pm 1\%$ 、 $\pm 2\%$ 、 $\pm 5\%$ 、 $\pm 10\%$ 、 $\pm 15\%$ 和 $\pm 20\%$ 。

电容器的绝缘电阻是施加在其两端的直流电压和产生的漏电流之比。该电压必须与正常工作电压相当或略高，接近于电容器的额定电压。电容器的绝缘电阻越小，漏电流越大，使用中电容器的损耗越大，甚至影响电路正常工作，漏电流过大会损坏电容器。

电容器的温度系数是指在给定的温度间隔内，温度每变化 1°C 时，电容的变化数值与该温度下的标称电容的比值，主要与电容器介质材料的温度特性及电容器的结构有关。一般电容器的温度系数越大，电容量随温度的变化也越大。为使电子电路能稳定地工作，应尽量选用温度系数小的电容器。根据国家标准，电容器的温度系数可用颜色或字母符号标识。

电容器的频率特性是指电容器对不同工作频率所表现出的不同性能，主要是电容量等参数随电路工作频率变化而变化的特性，如大容量的电解电容器只能使用在低频电路中，而小容量的云母电容器、高频瓷介电容器则可以使用在高频电路中。

4. 外观

常见的电容器有电解电容器、涤纶电容器、瓷介电容器和无极电容器等，它们的外观如图 1-5 所示。

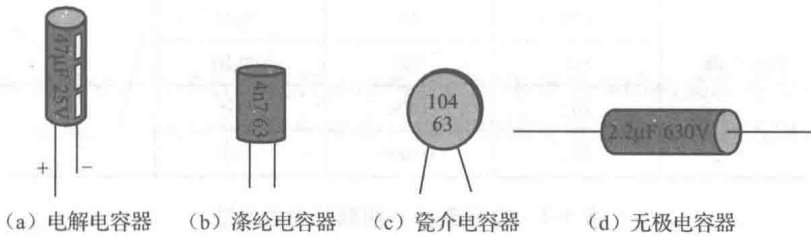


图 1-5 实际电容器的外观

5. 图形符号

根据 GB/T 4728.4—2008 电气简图用图形符号的规定，在电路图中一般使用图 1-6 所示的符号表示各类电容器。

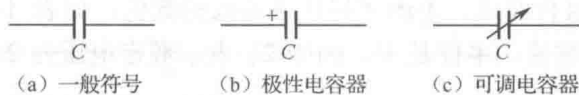


图 1-6 电容器的图形符号

1.3 电感器

1. 定义

电感器是由绝缘导线绕制而成的各种线圈，因此也称为电感线圈。它是提供电感、把电能转化为磁能存储起来的元件，又称为扼流器、电抗器、动态电抗器，一般简称为电感。

2. 种类

电感器按照导磁体性质分类，可以分为空心电感线圈、铁氧体电感线圈、铁芯电感线圈和铜芯电感线圈等。

电感器按照绕线结构分类，可以分为单层电感线圈、多层电感线圈和蜂房式电感线圈等。

电感器按照电感值是否可变分类，可以分为固定电感线圈和可变电感线圈。

电感器按照用途分类，可以分为天线电感线圈、振荡电感线圈、扼流电感线圈、陷波电感线圈和偏转电感线圈等。

电感器按照工作频率和电流分类，可以分为高频电感线圈和功率电感线圈等。

目前电感器的型号命名方法并不统一，各生产厂家有所不同，常见的两种方式如表 1-6 和表 1-7 所示。

表 1-6 电感器型号三部分命名方法

第一部分：主称		第二部分：电感量			第三部分：误差范围	
字 母	含 义	数字与字母	数 字	含 义	字 母	含 义
L 或 PL	电感线圈	2R2	2.2	2.2 μ H	J	$\pm 5\%$
		100	10	10 μ H	K	$\pm 10\%$
		101	100	100 μ H		
		102	1000	1mH	M	$\pm 20\%$
		103	10 000	10mH		

表 1-7 电感器型号四部分命名方法

第一部分		第二部分		第三部分		第四部分
主 称		特 征		型 式		区别代号
符 号	意 义	符 号	意 义	符 号	意 义	
L	电感线圈	G	高频	X	小型	数字或字母组合
ZL	阻流线圈			A	超小型	



3. 主要参数

电感器的主要参数一般有标称电感量、允许误差、品质因数、额定电流、分布电容、使用频率等。

电感器的标称电感量也称自感系数，是表示电感器产生自感应能力的一个物理量，其大小主要取决于线圈匝数、绕制方式、有无磁芯及磁芯的材料等。通常，线圈匝数越多、绕制的线圈越密集，电感量就越大；有磁芯的线圈比无磁芯的线圈电感量大；磁芯磁导率越大的线圈，电感量也越大。

电感器的允许误差是指电感器上标称的电感量与实际电感量之差相对于标称电感量的百分比。常用的允许误差等级为 $\pm 1\%$ 、 $\pm 5\%$ 、 $\pm 10\%$ 和 $\pm 20\%$ ，用于耦合、高频阻流等；也有高精度的电感器，一般用于振荡或滤波等电路中，允许误差为 $\pm 0.2\%$ 、 $\pm 0.5\%$ 。

电感器的品质因数也称 Q 值或优值，是指电感器在某一频率的交流电压下工作时所呈现的感抗与其等效损耗电阻之比。电感器的品质因数越大，其损耗越小，效率越高，选频作用越强，也就是品质越好。电感器的品质因数高低与线圈导线的直流电阻、线圈骨架的介质损耗及铁芯、屏蔽罩等引起的损耗等因素都有关系，一般为 50~300。

电感器的额定电流是指电感器在允许的工作环境下能承受的最大电流值。若工作电流超过额定电流，则电感器就会因发热而使性能参数发生改变，甚至还会因过流而烧毁，而且其热量较高，甚至影响相邻的元器件。

电感器的分布电容是指线圈的匝与匝之间、线圈与磁芯之间、线圈与地之间、线圈与金属之间都存在的电容。分布电容会使等效耗能电阻变大、品质因数变大，电感器的分布电容越小，其稳定性越好。

电感器的使用频率是指电感器能够正常工作的频率数值。如果超过规定的使用频率，会增加电感器的损耗，使其性能下降，频率过低也会使感抗下降，品质因数下降。

电感器的参数标注一般有直标法和色标法。直标法是在电感线圈的外壳上直接用数字和文字标出电感线圈的电感量、允许误差及最大工作电流等主要参数。色标法与电阻器类似，颜色代表的数值也相同，用不同颜色的色带表示电感量，单位为 mH ，有四环电感器和五环电感器两种，如图 1-7 所示。

4. 外观

电感器的种类繁多，大多数是根据其电感量、使用要求和结构要求等专门设计制作的，如果没有特殊结构要求，只需满足电气参数，则可在固定电感器系列中选用。常见电感器的外观如图 1-8 所示。

5. 图形符号

根据 GB/T 4728.4—2008 电气简图用图形符号的规定，在电路图中一般使用图 1-9 所示的符号表示各类电感器。