

普通高等院校“十三五”规划教材

电工技术 实验与实践

王彦军 李雨欣 万增利 主编

DIANGONG JISHU
SHIYAN YU SHIJIAN



辽宁科学技术出版社

普通高等院校“十三五”规划教材

电工技术实验与实践

王彦军 李雨欣 万增利 主 编

本书主要作为理工类本科相关专业的主修课程教学用书，也可作为物业管理、新工科培训、电工技能培训、工矿企业技术培训的教材。

全书共分五章。第一章、第二章、第三章、第四章、第五章由万增利编写。

常州大学图书馆
藏书章

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

电工技术实验与实践 / 王彦军, 李雨欣, 万增利主编.
—成都: 西南交通大学出版社, 2017.10
普通高等院校“十三五”规划教材
ISBN 978-7-5643-5818-1

I. ①电… II. ①王… ②李… ③万… III. ①电工技术—实验—高等学校—教材 IV. TM-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 247198 号

普通高等院校“十三五”规划教材

电工技术实验与实践

王彦军 李雨欣 万增利 主编

责任编辑 张华敏
特邀编辑 杨开春 唐建明
封面设计 墨创文化

出版发行 西南交通大学出版社
(四川省成都市二环路北一段 111 号
西南交通大学创新大厦 21 楼)

邮政编码 610031
发行部电话 028-87600564
官网 <http://www.xnjdcbs.com>
印刷 成都勤德印务有限公司

成品尺寸 185 mm × 260 mm
印张 15
字数 367 千
版次 2017 年 10 月第 1 版
印次 2017 年 10 月第 1 次
定价 32.00 元
书号 ISBN 978-7-5643-5818-1

课件咨询电话: 028-87600533

图书如有印装质量问题 本社负责退换

版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前言

为了加速培养一批适应现代化生产需要的技术型人才,全面落实教育部提出的“以就业为导向,以能力为本位”的教育指导思想,本教材以电工技术相关行业所需要的技术能力为依托,与理论教材相结合,力求突出实践,面向应用,意在提高读者的动手实践能力和创新思维能力。

本教材共包括五个部分:电工实验基本知识,电路基础实验,电子技术实验,电工基础实验,创新性设计实验。本教材的教学内容力求结合生产实际,强化实用环节。

本书主要作为理工类本科相关专业的实验教学指导教材,也可作为物业管理、路灯所培训、电工技能培训、工矿企业技术培训等的教材。

全书由李增生教授担任主审,第一章、第二章由王彦军编写,第三章由李雨欣编写,第四章、第五章由万增利编写。

由于编者水平有限,不足之处请读者提出宝贵意见。

编者

2017年5月

目 录

第一部分 电工实验基本知识	1
第二部分 电路基础实验	41
实验一 电阻元件伏安特性的测绘	43
实验二 电位、电压的测定及电路电位图的绘制	46
实验三 基尔霍夫定律的验证	49
实验四 线性电路叠加性和齐次性的研究	52
实验五 电压源、电流源及其电源等效变换的研究	55
实验六 戴维南定理——有源二端网络等效参数的测定	59
实验七 最大功率传输条件的研究	64
实验八 受控源研究	66
实验九 直流双口网络的研究	73
实验十 正弦稳态交流电路相量的研究	77
实验十一 一阶电路暂态过程的研究	81
实验十二 二阶电路暂态过程的研究	85
实验十三 交流串联电路的研究	89
实验十四 提高功率因数的研究	92
实验十五 交流电路频率特性的测定	95
实验十六 RC 网络频率特性和选频特性的研究	99
实验十七 RLC 串联谐振电路的研究	103
实验十八 三相电路电压、电流的测量	106
实验十九 三相电路功率的测量	110
实验二十 单相电度表的校验	114
实验二十一 功率因数表的使用及相序测量	118
实验二十二 负阻抗变换器	121
实验二十三 回转器特性测试	125
实验二十四 互感线圈电路的研究	129
实验二十五 单相铁芯变压器特性的测试	133
第三部分 电子技术实验	137
实验一 单管放大电路	139
实验二 晶体管两级放大电路	141
实验三 负反馈放大电路	143
实验四 射极跟随器	145

实验五	MOFEST 场效应管放大电路	147
实验六	比例求和运算电路	149
第四部分	电工基础实验	151
实验一	常用低压电器认知实验	153
实验二	常用电工工具实训实验	160
实验三	导线的连接与绝缘恢复实验	166
实验四	手工焊接工艺实训	177
实验五	测量三相异步电动机的绝缘电阻实验	185
实验六	三相鼠笼式异步电动机点动和自锁控制	188
实验七	三相鼠笼式异步电动机可逆控制	191
实验八	三相异步电动机 Y- Δ 换接启动及正反转控制	195
实验九	三相电机两地控制	198
实验十	双电机互为联锁、延时控制线路	200
实验十一	PLC 基本指令练习	203
实验十二	PLC 控制的电动机启/停实验	210
实验十三	PLC 控制的电动机正反转实验	212
实验十四	三相异步电动机的 Y- Δ 降压启动控制	215
第五部分	创新型设计实验	219
设计一	万能转换开关控制的电动机正反转电路	221
设计二	C6140 型普通车床的电气控制电路	223
设计三	C650 型车床的电气控制电路	227
设计四	物料运输系统的电气控制线路	230
参考文献		234

一、电 阻

电阻的英文名称为 resistance, 通常简称为 R, 它是导体的一种基本性质, 与导体的尺寸、材料、温度有关。

电阻器是电气、电子设备中用得最多的基本元件之一, 主要用于控制和调节电路中的电流和电压或用作消耗电能的负载。

1. 电阻的分类

电阻器有不同的分类方法, 按材料分, 有碳膜电阻、水泥电阻、金属膜电阻和线绕电阻等不同类型; 按功率分, 有 $\frac{1}{8}W$ 、 $\frac{1}{4}W$ 、 $\frac{1}{2}W$ 等额定功率的电阻。

按电阻值的精度分, 有普通精度电阻, 还有精度为 $\pm 1\%$ 、 $\pm 0.2\%$ 、 $\pm 0.5\%$ 、 $\pm 1\%$ 和 $\pm 2\%$ 的精密电阻。

按电阻器的用途分, 通常有三大类: 固定电阻, 可变电阻, 特种电阻。在电子产品中, 以固定电阻应用最多。而固定电阻以其制造材料又可分为好多种类, 但常用的有 RT 型碳膜电阻、RJ 型金属膜电阻、RX 型线绕电阻, 还有近年来开始广泛应用的片状电阻。电阻器命名很有规律, 第一个字母 R 代表电阻, 第二个字母的意义是: T—碳膜, J—金属, X—线绕, 这些符号是汉语拼音的第一个字母。在国产的老式电子产品中, 常可以见到外加玻璃膜的电阻, 这就是 RT 型电阻, 而红颜色的电阻是 RJ 型电阻。

2. 固定电阻

2.1 符 号

固定电阻符号如图 1-1-1 所示。



图 1-1-1 固定电阻的符号

2.2 电阻器型号命名方法

电阻器的型号命名方法可参见 GB2471-81, 见表 1-1-1。

2.3 电阻值的标识

按部颁标准规定, 电阻值的标称值应为表 1-1-2 所列数字的 10^n 倍, 其中, n 为正的或负的整数或零。

一、电 阻

电阻的英文名称为 resistance, 通常缩写为 R, 它是导体的一种基本性质, 与导体的尺寸、材料、温度有关。

电阻器是电气、电子设备中用得最多的基本元件之一, 主要用于控制和调节电路中的电流和电压或用作消耗电能的负载。

1. 电阻的分类

电阻器有不同的分类方法。按材料分, 有碳膜电阻、水泥电阻、金属膜电阻和线绕电阻等不同类型; 按功率分, 有 $\frac{1}{16}W$ 、 $\frac{1}{8}W$ 、 $\frac{1}{4}W$ 、 $\frac{1}{2}W$ 、 $1W$ 、 $2W$ 等额定功率的电阻。

按电阻值的精确度分, 有精确度为 $\pm 5\%$ 、 $\pm 10\%$ 、 $\pm 20\%$ 等的普通电阻, 还有精确度为 $\pm 0.1\%$ 、 $\pm 0.2\%$ 、 $\pm 0.5\%$ 、 $\pm 1\%$ 和 $\pm 2\%$ 等的精密电阻。

按电阻器的用途分, 通常有三大类: 固定电阻, 可变电阻, 特种电阻。在电子产品中, 以固定电阻应用最多。而固定电阻以其制造材料又可分为好多种类, 但常用的有 RT 型碳膜电阻、RJ 型金属膜电阻、RX 型线绕电阻, 还有近年来开始广泛应用的片状电阻。电阻型号命名很有规律, 第一个字母 R 代表电阻; 第二个字母的意义是: T—碳膜, J—金属, X—线绕, 这些符号是汉语拼音的第一个字母。在国产的老式电子产品中, 常可以看到外表涂覆绿漆的电阻, 这就是 RT 型电阻, 而红颜色的电阻是 RJ 型电阻。

2. 固定电阻

2.1 符 号

固定电阻符号如图 1-1-1 所示。

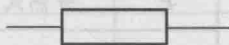


图 1-1-1 固定电阻的符号

2.2 电阻器型号命名方法

电阻器的型号命名方法可依据 GB2471—81, 见表 1-1-1。

2.3 电阻值的标识

按部颁标准规定, 电阻值的标称值应为表 1-1-2 所列数字的 10^n 倍, 其中, n 为正整数、负整数或零。

表 1-1-1 电阻器型号的命名方法

第一部分：主称		第二部分：材料		第三部分：特征			第四部分：序号
符号	意义	符号	意义	符号	电阻器	电位器	
R W	电阻器 电位器	T	碳膜	1	普通	普通	对主称、材料相同，仅性能指标和尺寸大小有区别，但基本不影响互换使用的产品，给同一序号；若性能指标、尺寸大小明显影响互换时，则在序号后面用大写字母作为区别代号
		H	合成膜	2	普通	普通	
		S	有机实芯	3	超高频	—	
		N	无机实芯	4	高阻	—	
		J	金属膜	5	高温	—	
		Y	氧化膜	6	—	—	
		C	沉积膜	7	精密	精密	
		I	玻璃釉膜	8	高压	特殊函数	
		P	硼酸膜	9	特殊	特殊	
		U	硅酸膜	G	高功率	—	
		X	线绕	T	可调	—	
		M	压敏	W	—	微调	
		G	光敏	D	—	多圈	
		R	热敏	B	温度补偿用	—	
				C	温度测量用	—	
				P	旁热式	—	
				W	稳压式	—	
				Z	正温度系数	—	

表 1-1-2 电阻器（电位器、电容器）的标称系列及误差

系列	允许误差	电 阻 器 的 标 称 值														
E24	I 级（±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
E12	II 级（±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			
E6	III 级（±20%）	1.0	1.5	2.2	3.3	4.7	6.8									

电阻的阻值和允许偏差的标注方法有直标法、色标法和文字符号法。

(1) 直标法

将电阻的阻值和误差直接用数字和字母印在电阻上（无误差标示为允许误差 $\pm 20\%$ ）。也有厂家采用习惯标记法，例如：

3Q3 表示电阻值为 $3.3\ \Omega$ 、允许误差为 $\pm 5\%$ 。

1K8 表示电阻值为 $1.8\ \text{k}\Omega$ 、允许误差为 $\pm 20\%$ 。

5M1 表示电阻值为 $5.1\ \text{M}\Omega$ 、允许误差为 $\pm 10\%$ 。

(2) 色标法

将不同颜色的色环涂在电阻器（或电容器）上来表示电阻（电容器）的标称值及允许误差，各种颜色所对应的数值见表 1-1-3。固定电阻器的色环标志读数识别规则如图 1-1-2 所示。

表 1-1-3 电阻器色标符号的意义

颜色	有效数字第一位数	有效数字第二位数	倍乘数	允许误差
棕	1	1	10^1	± 1
红	2	2	10^2	± 2
橙	3	3	10^3	—
黄	4	4	10^4	—
绿	5	5	10^5	± 0.5
蓝	6	6	10^6	± 0.2
紫	7	7	10^7	± 0.1
灰	8	8	10^8	—
白	9	9	10^9	—
黑	0	0	10^0	—
金	—	—	10^{-1}	± 5
银	—	—	10^{-2}	± 10
无色	—	—	—	± 20

例如：红红棕金，表示 $220\ \Omega \pm 5\%$ ；黄紫橙银，表示 $47\ \text{k}\Omega \pm 10\%$ ；棕紫绿金棕，表示 $17.5\ \Omega \pm 1\%$ 。

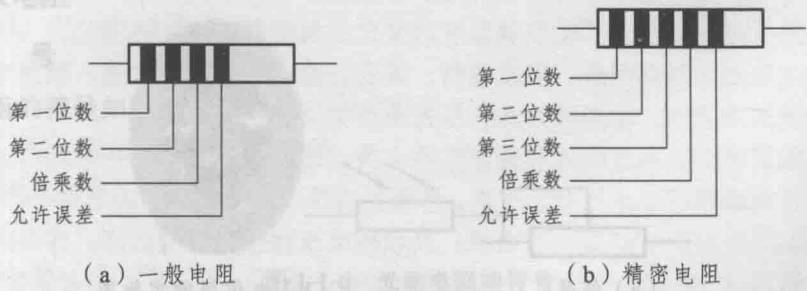


图 1-1-2 固定电阻器的色环标志读数识别规则

(3) 文字符号法

例如：3M3K、3M3 表示 $3.3\text{ M}\Omega$ ，K 表示允许偏差为 $\pm 10\%$ 。

允许偏差与字母的对应关系见表 1-1-4。

表 1-1-4 电阻器的阻值偏差标志符号

允许偏差	标志符号	允许偏差	标志符号	允许偏差	标志符号
± 0.001	E	± 0.1	B	± 10	K
± 0.002	Z	± 0.2	C	± 20	M
± 0.005	Y	± 0.5	D	± 30	N
± 0.01	H	± 1	F		
± 0.02	U	± 2	G		
± 0.05	W	± 5	J		

(4) 电阻器额定功率的识别

电阻器的额定功率是指电阻器在直流或交流电路中，长期连续工作所允许消耗的最大功率。有两种标志方法：2 W 以上的电阻，直接用数字印在电阻体上；2 W 以下的电阻，以自身体积大小来表示功率。在电路图上表示电阻功率时，采用图 1-1-3 所示的符号。

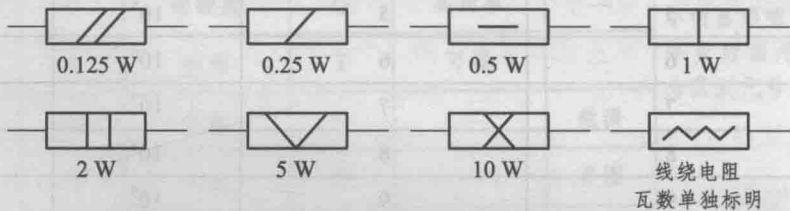


图 1-1-3 电阻额定功率的电路符号

(5) 电阻器的阻值偏差标志符号

电阻器的阻值偏差标志符号如表 1-1-4 所示。

3. 可变电阻器

3.1 符 号

可变电阻器的符号如图 1-1-4 (a) 所示。

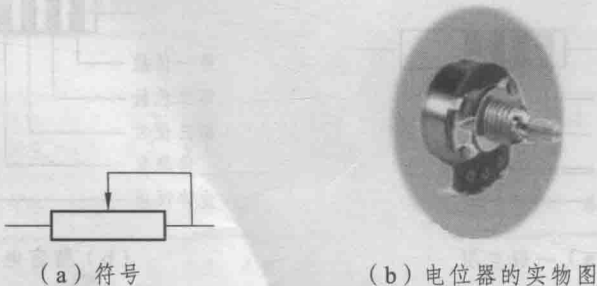


图 1-1-4 可变电阻器

3.2 功能简介

可变式电阻器一般称为电位器，从形状上分有圆柱形、长方体形等多种形状；从结构上分有直滑式、旋转式、带开关式、带紧锁装置式、多连式、多圈式、微调式和无接触式等多种形式；从材料上分有碳膜、合成膜、有机导电体、金属玻璃釉和合金电阻丝等多种电阻体材料。碳膜电位器是较常用的一种。电位器在旋转时，其相应的阻值依旋转角度的变化而变化，其变化规律有三种不同形式，参见图 1-1-5。

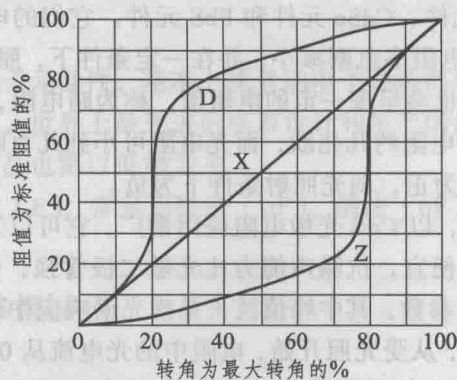


图 1-1-5 电位器旋转角与实际阻值的变化关系

X 型为直线型，其阻值按角度均匀变化。它适于作分压、调节电流等用，如在电视机中作场频调整。

Z 型为指数型，其阻值按旋转角度依指数关系变化（阻值变化开始缓慢，以后变快），它普遍使用在音量调节电路里。由于人耳对声音响度的听觉特性是接近于对数关系的，在音量从零开始逐渐变大的一段过程中，人耳对音量变化的听觉最灵敏，当音量大到一定程度后，人耳听觉逐渐变迟钝。所以音量调整一般采用指数式电位器，使声音变化听起来显得平稳、舒适。

D 型为对数型，其阻值按旋转角度依对数关系变化（即阻值变化开始快，以后缓慢），这种方式多用于仪器设备的特殊调节。在电视机中采用这种电位器调整黑白对比度，可使对比度更加适宜。

在电路中进行一般调节时，采用价格低廉的碳膜电位器；在进行精确调节时，宜采用多圈电位器或精密电位器。

4. 光敏电阻

4.1 符 号

光敏电阻的符号如图 1-1-6 所示。



图 1-1-6 光敏电阻的符号

光敏电阻是一种电阻值随外界光照强弱（明暗）变化而变化的元件，光越强阻值越小，

光越弱阻值越大。如果把光敏电阻的两个引脚接在万用表的表笔上，用万用表的 $R \times 1\text{ k}$ 挡测量在不同的光照下光敏电阻的阻值：将光敏电阻从较暗的抽屉里移到阳光下或灯光下，万用表读数将会发生变化；在完全黑暗处，光敏电阻的阻值可达几兆欧以上（万用表指示电阻为无穷大，即指针不动），而在较强光线下，阻值可降到几千欧甚至 $1\text{ k}\Omega$ 以下。

4.2 特性与参数

光敏电阻主要有 CdS 元件、CdSe 元件和 PbS 元件。它们的电阻率对某段波长的照度变化很敏感，当照度增加时，电阻率急剧减小，并在一定条件下，照度和电阻率可呈线性关系。在完全无光照时，光敏电阻也会呈现一定的电阻值，称为暗电阻，而光照时的电阻称为光电阻。对于 CdS 光敏电阻，暗电阻约几兆欧，而光电阻可小到几百欧。光敏电阻的温度系数和照度有关，强光照条件下为正，弱光照条件下为负。

在上述三种光敏电阻中，以 CdS 光敏电阻应用最广，它可以工作在交流状态，对可见光敏感，输出信号较大，价格便宜，抗噪声能力比光敏二极管强，但响应速度较慢。表 1-1-5 列出了几种 CdS 光敏电阻的参数，其中峰值波长是指光谱响应中最敏感的波长值；响应时间是指光敏电阻两端加电压后，从受光照开始，电阻中的光电流从 0 增加到正常电流值的 63% 所经历的时间 t ，遮光后，光电流从正常值衰减到 37% 时所经历的时间 t_f 。

当选用 CdS 作开关元件时，应注意它的允许功耗和响应速度能否满足要求。

表 1-1-5 几种 CdS 光敏电阻的参数

参数 型号	光谱响应 范围/m	峰值波 长/m	允许功 耗/mW	最高工 作电压 /V	响应时间		光电特性		电阻温度系数 %/°C (20~60 °C)
					t /ms	t_f /ms	暗电阻 /MΩ	光电阻 /kΩ(100lx)	
UR-74A	0.4~0.8	0.54	50	100	40	30	1	0.7~1.2	-0.2
UR-74B	0.4~0.8	0.54	30	50	20	15	10	1.2~4	-0.2
UR-74C	0.5~0.9	0.57	50	100	6	4	100	0.5~2	-0.5

5. 最灵敏的感温元件——热敏电阻

半导体热敏电阻是利用半导体材料的热敏特性工作的半导体电阻，它是用对温度变化极为敏感的半导体材料制成的，其阻值随温度的变化会发生极其明显的变化。

热敏电阻主要用在温度测量、温度控制、温度补偿、自动增益调整、微波功率测量、火灾报警、红外探测及稳压、稳幅等方面，是自动控制设备中的重要元件。

热敏电阻按其结构分为直热式和旁热式两大类。直热式热敏电阻一般是用锰、镁、钴、镍铁等金属氧化物粉料挤压成杆状、片状、垫圈状或珠状的电阻体，经 $1\,000 \sim 1\,500\text{ }^\circ\text{C}$ 高温烧结后，再烧制附银电极，焊接引线而成；其加热电流直接通过电阻体。旁热式热敏电阻由电阻体和加热器构成，电阻体旁装有金属丝绕制的加热器（加热线圈），二者紧紧耦合在一起，但又彼此绝缘；电阻体和加热器密封在内部抽成高真空的玻璃外壳中，引出电极；加热器通

过加热电流时,电阻体周围温度变化,导致阻值改变。

根据电阻的温度系数不同,热敏电阻又分为正温度系数热敏电阻和负温度系数热敏电阻。在工作温度范围内,正温度系数热敏电阻的阻值随温度升高而急剧增大,负温度系数电阻的阻值随温度升高而急剧减小。后者应用较为广泛。此外,热敏电阻由于具有热敏特性,其电压和电流之间不再保持线性关系,成为一种非线性元件。

二、电 容

电容是一种最基本的电子元器件,基本上所有的电子设备都要用到。小小一只电容能体现一个国家的工业技术能力,世界上最先进的电容设计和生产国是美国和日本,我国自主力量还很薄弱,并且生产的产品也都以低端为主。

电容的基本单位为法拉(F),常采用微法(μF)、纳法(nF)、皮法(pF)(皮法又称微微法)等。

1. 电容的分类和技术指标

1.1 电解电容

(1) 铝电解电容

电容量: $0.47 \sim 10\,000\ \mu\text{F}$ 。

额定电压: $6.3 \sim 450\ \text{V}$ 。

主要特点: 体积小,容量大,损耗大,漏电大。

应用: 电源滤波,低频耦合,去耦,旁路等。

(2) 钽电解电容(CA) 铌电解电容(CN)

电容量: $0.1 \sim 1\,000\ \mu\text{F}$ 。

额定电压: $6.3 \sim 125\ \text{V}$ 。

主要特点: 损耗、漏电小于铝电解电容。

应用: 在要求高的电路中代替铝电解电容。

1.2 无极电容

(1) 瓷片电容

① 低频瓷介电容(CT):

电容量: $10\ \text{pF} \sim 4.7\ \mu\text{F}$ 。

电压: $50 \sim 100\ \text{V}$ 。

特点: 体积小,价廉,损耗大,稳定性差。

应用: 用于要求不高的低频电路。

② 高频瓷介电容(CC):

电容量: $1 \sim 6\,800\ \text{pF}$ 。

额定电压: $63 \sim 500\ \text{V}$ 。

主要特点: 高频损耗小,稳定性好。

应用：高频电路。

(2) 独石电容

独石又叫多层瓷介电容，分两种类型，I型性能较好，但容量小，一般小于 $0.2\ \mu\text{F}$ ；另一种叫II型，容量大，但性能一般。

容量范围： $0.5\ \text{pF} \sim 1\ \mu\text{F}$ 。

耐压：二倍额定电压。

主要特点：电容量大、体积小、可靠性高、电容量稳定，耐高温、耐湿性好，温度系数很高。

应用：广泛应用于电子精密仪器，各种小型电子设备作谐振、耦合、滤波、旁路。

(3) CY-云母电容

电容量： $10\ \text{pF} \sim 0.1\ \mu\text{F}$ 。

额定电压： $100\ \text{V} \sim 7\ \text{kV}$ 。

主要特点：高稳定性，高可靠性，温度系数小。

应用：高频振荡、脉冲等要求较高的电路。

(4) CI-玻璃釉电容

电容量： $10\ \text{pF} \sim 0.1\ \mu\text{F}$ 。

额定电压： $63 \sim 400\ \text{V}$ 。

主要特点：稳定性较好，损耗小，耐高温（ $200\ ^\circ\text{C}$ ）。

应用：脉冲、耦合、旁路等电路。

(5) 空气介质可变电容器

可变电容量： $100 \sim 1\ 500\ \text{pF}$ 。

主要特点：损耗小，效率高；可根据要求制成直线式、直线波长式、直线频率式及对数式等。

应用：电子仪器，广播电视设备。

(6) 薄膜介质可变电容器

可变电容量： $15 \sim 550\ \text{pF}$ 。

主要特点：体积小，质量小；损耗比空气介质的。

应用：通信，广播接收机等。

(7) 薄膜介质微调电容器

可变电容量： $1 \sim 29\ \text{pF}$ 。

主要特点：损耗较大，体积小。

应用：收录机、电子仪器等电路作电路补偿。

(8) 陶瓷介质微调电容器

可变电容量： $0.3 \sim 22\ \text{pF}$ 。

主要特点：损耗较小，体积较小。

应用：精密调谐的高频振荡回路。

(9) CL-聚酯涤纶电容（常见绿皮封装 CL11）

电容量：40 pF ~ 4 μ F。

额定电压：63 ~ 630 V。

主要特点：小体积，大容量，耐热耐湿，稳定性差。

应用：对稳定性和损耗要求不高的低频电路。

CL21：金属化聚酯膜电容，红皮环氧树脂封装/或黄皮塑壳封装（外观类似 CBB 电容）。

CL21X/CL23/CL233X：超小型金属化聚酯膜电容，红皮、环氧树脂封装或多色塑壳封装。

(10) CB/PS-聚苯乙烯电容（常见水晶封装）

电容量：10 pF ~ 1 μ F。

额定电压：100 V ~ 30 kV。

主要特点：稳定，低损耗，体积较大。

应用：对稳定性和损耗要求较高的电路。

(11) CBB/PP-聚丙烯电容

电容量：1 000 pF ~ 10 μ F。

额定电压：63 ~ 2 000 V。

主要特点：性能与聚苯乙烯电容相似，但体积小、稳定性略差。

应用：代替大部分聚苯电容或云母电容，用于要求较高的电路。

CBB81：高压金属化/箔式聚丙烯膜电容器。

CBB13：聚丙烯膜电容器。

CBB21：金属化聚丙烯膜电容器。

CBB20：轴向金属化聚丙烯膜电容器。

CBB62：盒式金属化聚丙烯交流电容（安规认证：对应 MKP/MPX 电容）。

CBB65：金属化聚丙烯膜马达运转电容。

(12) MKP/MPP-金属化聚丙烯电容

特点：引出损耗小，内部温升小，负电容量温度系数，优异的阻燃性能。

应用：广泛应用于高压高频脉冲电路，电视机中的 S 校正和行逆程波形及显示器中，照明电路中的电子整流吸收和 SCR 整流电路。用于安规方面。有时也用于 RC 降压时。

(13) MKS-金属化聚苯乙烯电容

(14) MPX-金属化聚丙烯膜介质电容

用于安规用途。

(15) CBF-特富龙（聚四氟乙烯）电容

2. 各种电容的优缺点

各种电容的优缺点如表 1-2-1 所示。