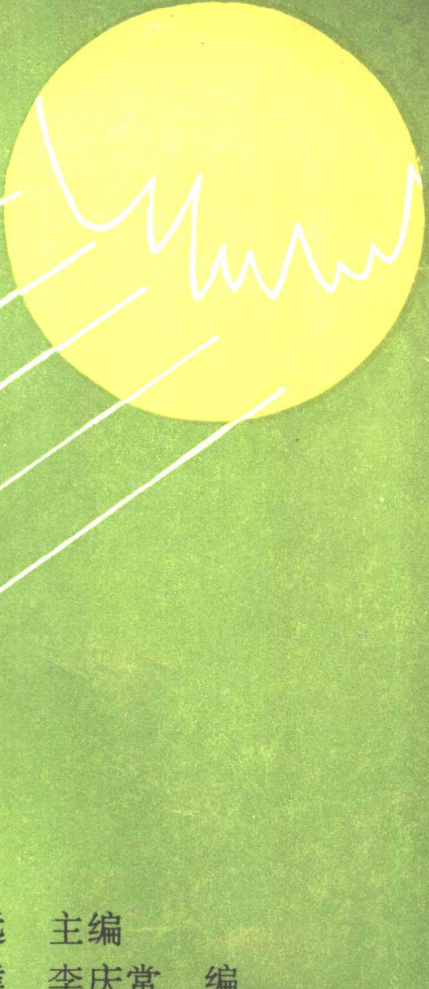
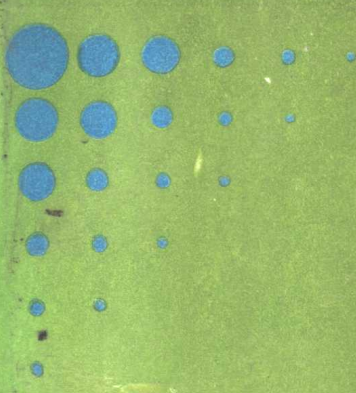
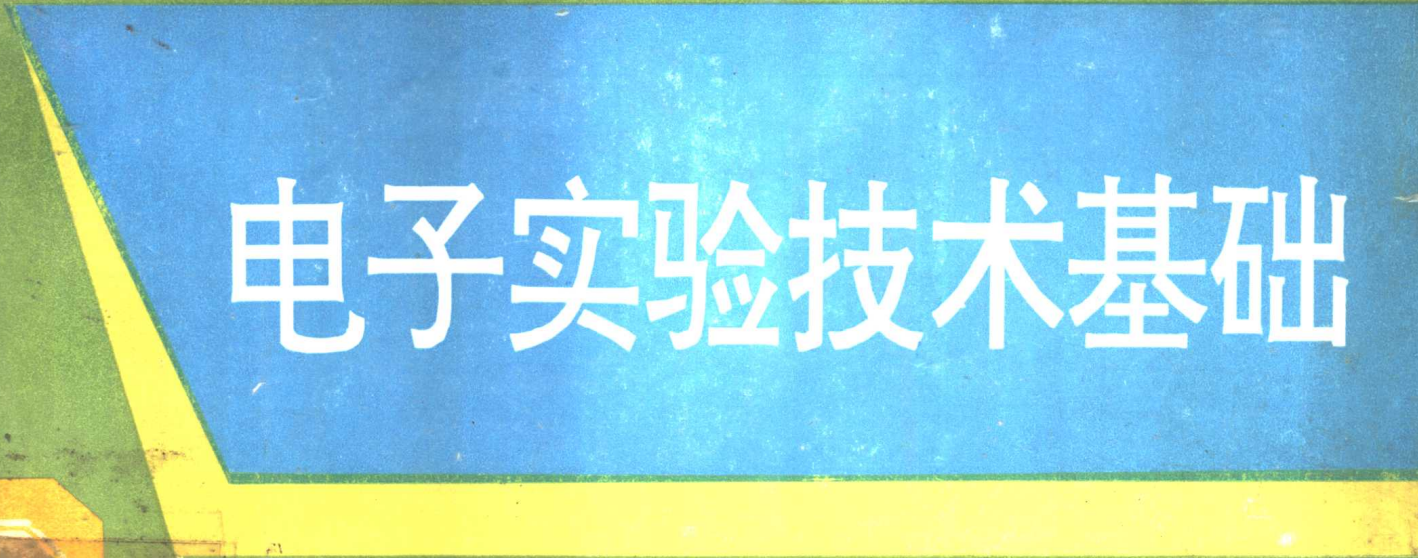




王 远 主编
张玉璞 李庆常 编

电子实验技术基础



北京理工大学出版社

电子实验技术基础

王远 主编

张玉璞 李庆常 编

北京理工大学出版社

(京)新登字149号

内 容 简 介

本书根据国家教委1987年批准并颁布试行的高等工业学校电子技术基础课程实验部分的教学基本要求,集中讲述电子实验技术的一些基础内容,如元器件的类型和规格、测量误差的分类和处理、常用电子仪器仪表的基本原理和使用方法等,并设计安排了有关模拟和数字电子技术的三十三三个实验。这些实验分为三个层次:基础性和验证性的、提高性和设计性的、综合性的。在使用本书时,可根据各高等学校的具体情况和实验教学时数,适当选择实验的数量和类型。为了便于使用,在提出每个实验任务之前,都简要叙述了有关的原理和分析计算方法。

本书可作为高等工业学校电气类、电子类、自动化类各专业和其他相近专业在电子技术方面的实验教材,也可供从事电子技术的有关工程技术人员自学和参考。

电子实验技术基础

王远 主编 张玉璞 李庆常 编

*

北京理工大学出版社出版发行

各地新华书店经售

北京顺义北方印刷厂印刷

*

787×1092毫米16开本16.5印张409千字

1992年12月第一版 1992年12月第一次印刷

ISBN 7-81013-613-5/TN·34

印数: 1-3000册

定价: 5.95元

前 言

“电子技术基础”是一门实践性很强的入门性的“技术”基础课。因此，除了搞好课堂讲授这一主要的教学环节之外，必须重视和加强本课程的实践性环节，使理论教学密切联系实际，在实践中着重培养学生的实验能力、实际操作能力、独立分析问题和解决问题的能力等。

在1978年重新恢复本课程的设置之后，我们立即以自动控制专业为试点，独立设置“实验课”。要求实验课既与课堂讲授相配合，又在实验内容的安排、测试仪器仪表的使用以及实验技术的培养等方面有独立的教学体系和要求。实验课曾单独进行考试，并在整个课程的成绩评定中占一定的比重。另外，我们很早就在电子技术基础课程中安排“课程实习”、“课程设计”等实践性教学环节。应该说，这门课实践性教学环节的设置是比较齐全的，分配的学时数是比较多的，多年来一直受到学校有关领导重视和学生的欢迎。学生们反映，在这些实践性环节上学习收获比较大。我们有一批教师和工作人员，包括本书编者张玉璞和李庆常副教授，长期在实验室工作，为提高实验课和其他实践性教学环节的质量作出了很大努力。

在长期的实践中，我们不断改革实验内容和实验手段。就实验内容说，已从最初比较单纯的验证性实验发展为三个层次，即一定数量的基础性验证性实验；比较复杂并要求学生独立思考和工作的提高性实验；少量大型综合性实验。就实验手段说，又从最初比较固定和功能单一的实验板发展为使用灵活的“面包板”。在测试仪器仪表的使用和实验技术的培养上，已做到比较有目的、有计划。例如，通过某几个实验使学生掌握某种仪器（如示波器）的某几种测试功能和使用方法等。

为了总结过去，开拓未来，进一步改革实验课内容和提高教学质量，也为了教学使用的实际需要，我们编写了这本《电子实验技术基础》。本书的主要内容包括：元器件的类型和规格、测量误差的知识及处理方法、几种常用仪器仪表的基本原理和使用方法、模拟电子技术和数字电子技术实验。为了使用上的方便，在提出实验任务之前，简要地复习有关的理论基础知识。为了循序渐进地培养学生和因材施教，有些实验内容稍稍超出了课堂讲授内容和教学基本要求。为了完成这些实验，学生必须事前自学一些新内容，并作好必要的准备。

本书共包含实验33个，其中模拟部分15个，数字部分18个。从数量上说，三个层次的实验所占比例为：基础性验证性实验30%，提高性设计性实验30%，综合性实验40%。在使用本书时，各专业可根据教学要求和实验学时，选择必做和选做的实验。根据课程教学基本要求，实验部分的参考学时数为45~60。我们建议把书中的实验一、三、四、六（不含设计）、九、十三、十七、二十、二十一、二十二、二十四、二十五作为基本的必做实验。对于单独设置实验课的专业，实验学时可达80，建议分配如下：基础性验证性实验20学时，提高性设计性实验22学时，综合性实验30学时。

参加本书编写的主要有北京理工大学自动控制系电子技术教研室的张玉璞（第一~五章）和李庆常（第六~九章）。王远担任本书的主编，参加了关于本书内容、结构和编写方法的讨论，负责全部书稿的修改定稿，并撰写前言。

本书由苏舫副教授主审。他认真负责地、逐字逐句地对书稿进行审查，提出了综合性评价和很多具体的有价值的意见。编者谨对他表示衷心感谢，并根据这些意见修改了书稿。

EA514111

由于各高等学校在实验室和仪器设备条件方面的差异，在本课程实验环节上强求一致是困难的，也是不必要的。我们只是希望本书的出版为同行教师们和学生们提供参考，并对电子技术基础课程实验环节的提高有所促进。由于水平和工作的限制，本书的错误和不足在所难免，我们诚恳地希望大家提出坦率的意见和建议。

编者

目 录

第一章 电路元器件的基本特性及使用规范

1.1 电阻器	1
1.1.1 电阻器及电位器型号的命名方法	1
1.1.2 电阻器的分类	2
1.1.3 电阻器的主要技术指标	2
1.1.4 电阻器的准确度与标称值	3
1.1.5 色环电阻器准确度和标称值的标注方法	3
1.1.6 电阻器的额定功率	4
1.1.7 电阻器制图标注规则	4
1.2 电容器	5
1.2.1 电容器的型号命名方法	5
1.2.2 电容器的种类和主要技术指标	5
1.2.3 电容器制图标注规则	7
1.2.4 几种常见电容器的基本特性	7
1.2.5 电容器使用注意事项	7
1.3 电感器	8
1.4 半导体二极管和晶体三极管	8
1.4.1 半导体器件型号的命名方法	8
1.4.2 半导体二极管、晶体三极管的分类	9
1.4.3 半导体二极管和晶体三极管的主要技术指标	10
1.4.4 判别半导体二极管、晶体三极管极性和质量的简易方法	10

第二章 常用电子仪器的基本原理和使用方法

2.1 SB-10 型阴极射线示波器	14
2.1.1 示波管的结构及显示原理	14
2.1.2 示波器的组成及方框图	16
2.1.3 SB-10 示波器的主要技术指标	17
2.1.4 SB-10 示波器的使用方法	17
2.2 XD-2 型正弦波信号发生器	20
2.2.1 XD-2 正弦波信号发生器的基本原理和方框图	20
2.2.2 XD-2 正弦波信号发生器的技术指标	20
2.2.3 XD-2 正弦波信号发生器的使用方法	21
2.3 GB-9 型真空管毫伏表	21
2.3.1 GB-9 型真空管毫伏表的基本原理和方框图	21
2.3.2 GB-9 型真空管毫伏表的主要技术指标	22
2.3.3 GB-9 型真空管毫伏表的使用方法	22
2.4 JT-1 型晶体管特性图示仪	22

2.4.1 JT-1 型晶体管特性图示仪的工作及显示原理	23
2.4.2 JT-1 型晶体管特性图示仪的方框图	24
2.4.3 JT-1 型晶体管特性图示仪的主要技术指标	25
2.4.4 JT-1 型晶体管特性图示仪的主要使用方法	25
实验一 常用电子仪器的使用	31
实验二 JT-1 型晶体管特性图示仪的使用	32

第三章 误差分析和数据处理

3.1 测量误差产生的原因及分类	36
3.1.1 系统误差	36
3.1.2 偶然误差	36
3.1.3 过失误差	36
3.2 误差的几种表示法	36
3.2.1 绝对误差	36
3.2.2 相对误差	37
3.2.3 容许误差	37
3.3 减小和消除系统误差的主要措施	38
3.3.1 产生系统误差的原因	38
3.3.2 减小系统误差的方法	38
3.4 一次测量时的误差估计	39
3.5 测量数据有效数字的处理	40
3.5.1 有效数字的概念	40
3.5.2 有效数字的正确表示法	40
3.5.3 有效数字的处理	41
3.5.4 有效数字的运算	41
3.6 测量数据的图解处理	42
3.6.1 作图的一般知识	42
3.6.2 曲线的拟合	43
3.6.3 直线的修匀	44

第四章 晶体管电路

4.1 单管放大电路	46
4.1.1 单管放大电路的工作原理	49
4.1.2 单管放大电路性能指标的测试	50
实验三 单管放大电路的研究	51
4.2 多级放大电路和负反馈放大电路	53
4.2.1 多级放大电路的工作原理	53
4.2.2 负反馈放大电路的工作原理	55
实验四 多级放大电路和负反馈放大电路的研究	60
4.3 多级负反馈放大电路的设计	61
4.3.1 负反馈放大电路的设计步骤	61
4.3.2 负反馈放大电路设计举例	61

实验五 负反馈放大电路的设计、安装与调试	66
4.4 功率放大电路	67
4.4.1 功率放大电路的基本原理	67
4.4.2 功率放大电路的设计	74
实验六 OCL 功率放大电路的设计、安装与调试	78
4.5 串联型直流稳压电源	79
4.5.1 串联型直流稳压电源的工作原理	79
4.5.2 串联型直流稳压电源的一般设计方法	80
4.5.3 串联型直流稳压电源的设计举例	85
实验七 串联型直流稳压电源的设计、安装与调试	89

第五章 模拟集成电路

5.1 集成运算放大器	90
5.1.1 运算放大器的分类和基本特性	90
5.1.2 运算放大器的使用注意事项	91
5.1.3 运算放大器参数测试的基本原理	92
实验八 运算放大器的参数测试	94
5.1.4 运算放大器在信号运算方面的应用	94
实验九 运算放大器的基本运算	97
5.1.5 运算放大器在信号处理方面的应用	98
实验十 有源滤波器的设计	102
5.1.6 运算放大器在波形产生与变换方面的应用	102
实验十一 波形发生器的设计	104
5.2 集成功率放大电路	105
5.2.1 集成功放电路的结构与组成原理	105
5.2.2 集成功放的应用和使用注意事项	107
5.2.3 BTL 电路的组成及工作原理	109
实验十二 1W BTL 集成功放电路的设计	110
5.3 集成稳压电路	110
5.3.1 串联型固定输出集成稳压电路的型号和主要技术指标	110
5.3.2 W 7800 系列三端正输出集成稳压电路的组成及工作原理	112
5.3.3 三端固定输出集成稳压电路的应用	113
实验十三 集成稳压电路的应用	115
5.4 综合设计性实验	116
实验十四 压控函数发生器的设计	116
实验十五 音乐彩灯控制器的设计	120

第六章 小规模数字集成电路及其应用

6.1 集成门电路及其应用	123
6.1.1 TTL 与非门	123
6.1.2 CMOS 或非门	129
6.1.3 OC 门与 TSL 门	131

6.1.4 CMOS 与 TTL 电路的接口问题	134
6.1.5 门电路应用举例	135
6.1.6 各种常用的门电路	141
实验十六 集成门电路参数测试	142
实验十七 集成门电路逻辑功能测试及逻辑变换	143
实验十八 集成门在脉冲电路中的应用	146
实验十九 OC 门、TSL 门的应用及接口电路	146
6.2 触发器及其应用	148
6.2.1 概述	148
6.2.2 TTL 触发器	150
6.2.3 CMOS 触发器	153
6.2.4 触发器的功能转换	155
6.2.5 触发器应用举例	159
实验二十 触发器功能测试	161
实验二十一 触发器的应用	162
6.3 数字电路实验的基本方法	162

第七章 数字逻辑电路的分析与设计

7.1 组合逻辑电路	165
7.1.1 组合逻辑电路的分析方法	165
7.1.2 组合逻辑电路的设计方法	166
7.1.3 组合逻辑电路中的竞争冒险	168
实验二十二 组合逻辑电路的设计	170
实验二十三 组合逻辑电路的分析以及竞争冒险现象的观察和消除	170
7.2 时序逻辑电路	171
7.2.1 同步时序电路的分析	172
7.2.2 同步时序电路的设计	174
7.2.3 异步时序电路的分析	178
7.2.4 异步时序电路的设计	179
实验二十四 时序逻辑电路的设计	181

第八章 常用中、大规模数字集成电路及其应用

8.1 计数器	183
8.1.1 计数器的分类	183
8.1.2 异步二—五—十进制计数器 T 1290	184
8.1.3 同步十进制加法计数器 CC 40160(同步预置)	185
8.1.4 四位二进制同步计数器 T 3163(同步清除和预置)	187
8.1.5 二—十进制可逆计数器 CC 40192(双时钟、异步清除和预置)	188
8.1.6 十进制计数/分配器 CC 4017	189
8.1.7 计数器应用举例	190
8.2 寄存器与移位寄存器	195
8.2.1 寄存器 T 3175	195

8.2.2 双向移位寄存器 CC 40194	195
8.2.3 应用举例	197
8.3 数据选择器	200
8.3.1 数据选择器的功能及原理	200
8.3.2 应用举例	201
8.3.3 多路模拟开关	204
8.4 译码器 (数据分配器)	206
8.4.1 译码器的功能及原理	206
8.4.2 应用举例	207
8.5 编码器	212
8.5.1 功能及原理	212
8.5.2 应用举例	213
8.6 运算器	214
8.6.1 双全加器 C 661	214
8.6.2 四位数值比较器 CC 14585	215
8.6.3 二进制比例乘法器 CC 4089	218
8.7 半导体存储器	220
8.7.1 随机存取存储器 RAM	221
8.7.2 只读存储器 ROM	225
8.7.3 存储器应用	229
8.8 数字系统的设计、安装与调试	230
8.8.1 数字系统的设计方法	231
8.8.2 设计举例	231
实验二十五 中规模数字集成电路典型应用	237
实验二十六 数字式秒表	237
实验二十七 数字转速表	238
实验二十八 发光二极管乒乓游戏电路	238
实验二十九 简易彩灯控制器	239
实验三十 通用彩灯控制器	239

第九章 数模和模数转换

9.1 数字模拟转换器	241
9.1.1 DAC 0830/2	242
9.1.2 AD 561	243
9.1.3 双极性 D/A 转换的方法	245
9.2 模拟数字转换器	246
9.2.1 ADC 0808/9	246
9.2.2 ADC 0801/5	248
9.2.3 AD 571	249
9.2.4 双极性模拟输入信号的 A/D 转换	250
实验三十一 D/A 和 A/D 变换	250
实验三十二 音乐门铃	251
实验三十三 数据采集器	252

第一章 电路元器件的基本特性及使用规范

电路元器件是组成电子电路最基本的单元，它们不同的组合可以组成实现不同功能的电子电路。因此，要想设计出完成特定任务的性质优良的电路，就必须清楚地了解电路元器件的特性及使用规范。电路元器件按能否通过供电电源向外界提供能量的观点可分为无源元件和有源元件两大类。无源元件包括：电阻，电容，电感；有源元件包括：半导体二极管、三极管等。下面将逐一介绍。

1.1 电 阻 器

1.1.1 电阻器及电位器型号的命名方法

在选择电阻器时，需要查手册，寻找符合自己要求的型号。电阻器的型号是由一组字母和数字排列而成的。因此，要想正确地运用电阻器和电位器，就必须对它们型号的命名方法有所了解。例如一个标有KJ71 0.125 5.1KI 的电阻器。其每部分的具体意义为

R	J	7	1	0.125	5.1K	I
第一部分	第二部分	第三部分	序号	功率	标称阻值	容许误差
名称	材料	分类		$\frac{1}{8}W$	5.1 kΩ	I 级 ±5%
电阻器	金属膜	精密				

表1.1-1 电阻器型号各部分意义

第 一 部 分		第 二 部 分		第 三 部 分		第 四 部 分
用字母表示主称		用字母表示材料		用数字或字母表示分类		用数字表示序号
符 号	意 义	符 号	意 义	符 号	意 义	
R	电阻器	T	碳 膜	1	普 通	
W	电位器	P	硼 碳 膜	2	普 通	
		U	硅 碳 膜	3	超 高 频	
		H	合 成 膜	4	高 阻	
		I	玻 璃 釉 膜	5	高 温	
		J	金 属 膜	6	精 密	
		Y	氧 化 膜	7	精 密	
		S	有 机 实 芯	8	高 压 或 特 殊 函 数	
		N	无 机 实 芯	9	特 殊	
		X	线 绕	G	高 功 率	
		R	热 敏	T	可 调	
		G	光 敏	X	小 型	
		M	压 敏	L	测 量 用	
				W	微 调	
				D	多 圈	

由上面的说明可以看出, RJ71 0.125 5.1K I 这种型号的电容器, 是金属膜、精密电阻, 其额定功率为 $\frac{1}{8}$ W, 阻值为 5.1 k Ω , 容许误差为一级 $\pm 5\%$ 。究竟由第一部分到第四部分的字母和数字代表什么意义, 由表1.1-1列出。

电阻器和电位器的型号中, 只有第一个字母不同, 其他部分都通用。

1.1.2 电阻器的分类

电阻器从结构上可分为两大类: 薄膜电阻和线绕电阻, 从使用功能上, 可分为固定、可调、半可调电阻。可调和半可调电阻有时归入电位器。

一、薄膜电阻

薄膜电阻是在一根陶瓷管或棒上镀一层碳膜或金属膜而成。为了保护镀膜和防止潮湿的影响, 往往在镀层上涂一层薄漆。当然, 碳或金属本是导体, 但是如果把镀层做得很薄, 还是有一定的电阻的。镀膜厚度不同, 就可形成不同阻值的电阻。

碳膜电阻是使用最广泛的一种电阻, 在一般电子线路中都能满足要求。价格便宜, 系列值齐全, 这是它的优点。但允许功率损耗小, 误差级别不高, 温度系数是负的, 这是它的不足, 在选择和使用时要加以注意。

相反, 金属膜电阻允许的功率损耗较大, 误差级别高, 温度系数有正有负, 但价格较高。一般在要求较高的电子线路或仪器仪表中使用。

二、线绕电阻

线绕电阻是在瓷管、瓷棒、或绝缘板上用电阻丝绕制而成。功率较大的, 还可以绕成空心的。为了保护阻丝, 往往在上面涂一层耐高温的绝缘层。

线绕电阻的特点是允许功率损耗大, 阻值可以做得很精确, 有时可根据特殊的阻值需要个别绕制。

三、可调和半可调电阻器

阻值需要经常变动的电阻器, 如收音机的音量调节电位器, 各种仪器仪表的衰减器等, 都用可调电阻器。可调电阻器又叫做电位器, 它是一种具有三个接线头的可变电阻器, 经常采用的有以下几种:

WTX型小型碳膜电位器, WTX型合成膜电位器, WHJ型精密合成膜电位器, WS型有机实芯电位器, WX型线绕电位器, WHD型多圈合成膜电位器。

根据不同用途, 薄膜电位器按轴旋转角度与实际阻值间的变化关系, 可分成直线式、指数式和对数式三种。电位器可带开关, 也可不带开关。

有时把阻值调到恰当处以后就要求固定不变, 这时就采用半可调电阻器, 如晶体管的偏流电阻、固定频率振荡器中振荡回路的电阻等。它的种类和型号也很多, 这里就不一一叙述了。

电位器和半可调电阻器的阻值和额定功率也都有系列值, 在选用时应加以注意。

1.1.3 电阻器的主要技术指标

一、准确度和标称值

二、额定功率

三、温度系数

四、噪声

在选用时主要考虑一、二、三项指标。

1.1.4 电阻器的准确度与标称值

电阻器的准确度用电阻的标称值（电阻器表面所标注的电阻值）与实际值的偏差来表示，实际上就是电阻值的容许误差，以百分数表示。容许误差分为五个等级（见表1.1-2），往往标注在电阻器标号的最后一位数字上。如果是色环电阻，则最后一道色环表示容许误差。不是任何阻值的电阻都能在市场上买到，因为电阻器的标称值都系列化了（如表1.1-3所示）。标称值必须符合表中所列的数值或所列数值乘以 10^n ，其中 n 为正整数或负整数。

表1.1-2 电阻器容许误差等级

容许误差	$\pm 0.5\%$	$\pm 1\%$	$\pm 5\%$	$\pm 10\%$	$\pm 20\%$
等 级	005	01	I	II	III

表1.1-3 电阻器的标称值系列

容许误差	系列代号	系 列 值																							
±20%	E6	10	15		22		33		47		68														
±10%	E12	10	12	15	18	22	27	33	39	47	56	68	82												
±5%	E24	10	11	12	13	15	16	18	20	22	24	27	30	33	36	39	43	47	51	56	62	68	75	82	91

1.1.5 色环电阻器准确度和标称值的标注方法

用色环标注电阻器的准确度和标称值，已成为国际上通用的一种方法。我国也开始采用，以后将成为一种统一的标注方法。因此，我们应该学会识别这种电阻。

色环电阻如图1.1-1所示。靠近电阻的一端画有四道色环，第1，2两道色环表示电阻值的前两位有效数字，第3道色环表示乘以10的幂次数，第4道色环表示容许误差。表1.1-4列出了色环所代表的数字大小。



图1 1-1 色环电阻

表1.1-4 色环数字对应表

色 别	黑	棕	红	橙	黄	绿	蓝	紫	灰	白	金	银	本色
对应数值	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
误 差											±5%	±10%	±20%

如果图 1.1-1 所示电阻的第 1 道色环为红色，第 2 道为绿色，第 3 道为黄色，第 4 道是本色，则立刻就能识别出此电阻的阻值为 $250\text{ k}\Omega$ ($25 \times 10^4 \Omega$)，容许误差是 $\pm 20\%$ 。

1.1.6 电阻器的额定功率

电阻器长期工作而不改变其性能的允许功率，称为额定功率。选择电阻器的额定功率时，必须使之等于或大于电阻实际消耗的功率，否则长期工作时就会改变电阻的性能或者烧毁。所以，设计电路时应事先计算出电阻实际消耗的功率，从而选取有适当额定功率的电阻。

电阻器的额定功率分为 $1/20$ ， $1/8$ ， $1/4$ ， $1/2$ ， 1 ， 2 ， 4 ， 5 ，…… 500 等 19 个等级(单位为 W)，常用的是 5W 以下的电阻。薄膜电阻一般额定功率都在 2W 以下，2W 以上的电阻大多为线绕电阻。额定功率往往以数字形式标注在电阻的本体上， $1/8\text{W}$ 以下的电阻，由于体积小，往往不标出。

1.1.7 电阻器制图标注规则

我国规定在画电气原理图时，电阻要画成长宽比例适中的长方形，电阻值标注在上或下(电阻横画时)和左或右(电阻竖画时)。为简便起见，电阻器的阻值按下列规则标注：

1 千欧以下不标注单位。如 5.1 和 680，就表示 5.1Ω 和 680Ω 。

1 千欧至 100 千欧，只标“k”，省去“ Ω ”。如 5.1k，680k，就表示 $5.1\text{k}\Omega$ 和 $680\text{k}\Omega$ 。

1 千欧至 1 兆欧，可标注“k”或“M”。如 360k 也可写成 0.36M。

1 兆欧以上的只标“M”，如 1.1M，2.7M 等。

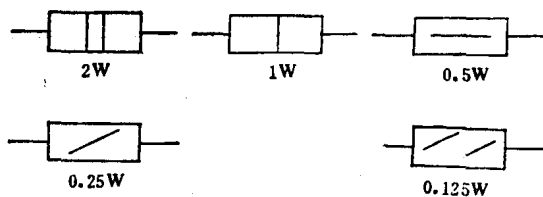


图 1.1-2 电阻器额定功率标注方法

电阻)，通常不在图上标注。

下表列出了一些常用电阻器的主要特性。

在工程实际中，最常用的是额定功率为 $1/8 \sim 2\text{W}$ 的电阻器，它们在原理图上的标注法如图 1.1-2 所示。

在晶体管电路中，由于所使用的电阻器的额定功率都很小(最常用的是 $1/8\text{W}$ 的

表1.1-5 常用电阻的主要特性

名称和符号	额定功率(W)	标称阻值范围(Ω)	温度系数(1/°C)	运用频率
RT型 碳膜电阻	0.05 0.125 0.25 0.5 1.2	$10 \sim 100 \times 10^3$ $5.1 \sim 510 \times 10^3$ $5.1 \sim 910 \times 10^3$ $5.1 \sim 2 \times 10^6$ $5.1 \sim 5.1 \times 10^6$	$-(6 \sim 20) \times 10^{-4}$	10MHz以下
RU型 硅碳膜电阻	0.125、0.5 0.5 1.2	$5.1 \sim 510 \times 10^3$ $10 \sim 2 \times 10^6$ $10 \sim 10 \times 10^6$	$\pm(7 \sim 12) \times 10^{-4}$	10MHz以下
RJ型 金属膜电阻	0.125 0.25 0.5 1.2	$30 \sim 510 \times 10^3$ $30 \sim 1 \times 10^6$ $30 \sim 5.1 \times 10^6$ $30 \sim 10 \times 10^6$	$\pm(6 \sim 10) \times 10^{-4}$	10MHz以下
RX型 线绕电阻	2.5~100	$1 \sim 5.6 \times 10^6$		低 频

1.2 电 容 器

1.2.1 电容器的型号命名方法

电容器的型号命名方法和电阻器一样,即由主称,材料,分类和序号等部分组成。如:

$\frac{C}{ }$	$\frac{C}{ }$	$\frac{G}{ }$	$\frac{1}{ }$	$\frac{-63V}{ }$	$\frac{-0.01MF}{ }$	$\frac{II}{ }$
主称	材料	分类	序号	耐压	标称容量	容许误差
电容器	高频瓷	高功率		63V	0.01 μ F	II级 $\pm 20\%$

上例所示,型号为CCG1-63V-0.01 μ F II的电容器,它是高功率,高频瓷介电容器,耐压63V,容量为0.01 μ F,容许误差等级为II、 $\pm 20\%$ 。

① 主称,材料部分的符号及意义如1.2-1表所示。

② 分类部分,除个别类型用字母表示外(如用G表示高功率, W表示微调),一般都用数字表示。其规定如表1.2-2所示。

1.2.2 电容器的种类和主要技术指标

一、电容器的分类

电容器的种类很多。按其电容量是否可以调节,分成固定电容器、可变电容器和半可变电容器;按介质材料上的不同,可分为纸介电容器、金属化纸介电容器,薄膜电容器、云母电容器、瓷介电容器、电解电容器等。电解电容器又可分为铝电解、钽电解、金属电解等。

一般来说,电解电容器电容量较大,有极性;纸介和金属化纸介电容器次之,其他型式的电容器的电容量都较小,无极性。

二、电容器的主要技术指标

表1.2-1 电容器型号各部分字母代表的意义

主 称		材 料	
符 号	意 义	符 号	意 义
C	电 容 器	C	高 频 瓷
		T	低 频 瓷
		I	玻 璃 釉
		O	玻 璃 膜
		Y	云 母
		V	云 母 纸
		Z	纸 介
		J	金属化纸
		B	聚苯乙烯等非极性有机薄膜
		L	涤纶等极性有机薄膜
		Q	漆 膜
		H	纸膜复合
		D	铝 电 解
		A	钽 电 解
		G	金属电解
		N	铌 电 解
		E	其它材料电解

表1.2-2 电容器型号数字部分代表的意义

类 别 电 容 名 称	数 字	1	2	3	4	5	6	7	8	9
瓷介电容器		圆 片	管 形	叠 片	独 石	穿 心	支 柱		高 压	
云母电容器		非密封	非密封	密 封	密 封				高 压	
有机电容器		非密封	非密封	密 封	密 封	穿 心			高 压	特 殊
电解电容器		箔 式	箔 式	烧结粉液体	烧结粉固体		无极性			特 殊

1. 电容器的耐压

常用固定式电容器的直流工作电压系列为(单位为V)。

6.3, 10, 16, 25, 32*, 40, 50*, 63, 100, 160, 250, 400, ...

有“*”者只限电解电容器用

2. 电容器的准确度和标称值

和电阻器一样, 准确度是指电容器的标称电容量与实际电容量之间的差值, 用容许误差表示。电容器的容许误差一般分为七个等级, 每个等级对应的容许误差如表 1.2-3 所示。

固定电容器的标称电容量系列如表 1.2-4 所示。

电容器的标称电容量是表中的数值或表中数值乘以 10^n , n 为正整数, 或负整数。

表1.2-3 电 容 器 的 误 差 级 别

容 许 误 差	$\pm 2\%$	$\pm 5\%$	$\pm 10\%$	$\pm 20\%$	$+20\%-30\%$	$+50\%-20\%$	$+100\%-10\%$
级 别	02	I	II	III	IV	V	VI

表1.2-4 电 容 量 标 称 值 系 列

名 称	容许误差	容量范围	标 称 电 容 量 系 列
纸介电容器	$\pm 5\%$	$100\text{pF} \sim 1\mu\text{F}$	1.0、1.5、2.2、3.3、4.7、6.8
金属化纸介电容器	$\pm 10\%$	$1\mu\text{F} \sim 100\mu\text{F}$	1、2、4、6、8、10、15、20、30、 50、60、80、100
纸膜复合介质电容器	$\pm 10\%$		
低频有机薄膜 介质电容器	$\pm 20\%$		
铝、钽、铌电解 电 容 器	$\pm 10\%$ $\pm 20\%$ $+50\%-20\%$ $+100\%-10\%$		1、1.5、2.2、3.3、4.7、6.8 (容量单位 μF)

1.2.3 电容器制图标注规则

在电路图中，为了区别不同类型的电容器，常采用不同的符号来标注，如图1.2-1所示。

电容器的容量单位常以 pF 或 μF 表示。当

容量小于 1000pF ($0.001\mu\text{F}$) 时，以 pF 为单位标注；大于 1000pF 时，常以 μF 为单位标注。标注时都可将“F”省略。对于容量在 1000pF 和 $1\mu\text{F}$ 之间的电容器，常不标注单位。无小数点者，是以 pF 为单位，有小数点者是以 μF 为单位。如 6800，表示 6800pF ；0.047，则表示 $0.047\mu\text{F}$ 。



图1.2-1 电容器的代表符号

1.2.4 几种常用电容器的基本特性(见表1.2-5)

1.2.5 电容器使用注意事项

电解电容器和一些金属壳密封的纸介或金属化纸介电容器都是有正、负极性的，这在电容器的壳体上面都有标志或用电容器引出脚的长短来表示正、负极性，使用时要特别注意。这些电容器一般在直流或脉动直流下使用，并且电容器的正端接在电路中电位高的一端，负端接到电位低的一端。极性不可接错，更不能把电解电容器接到交流电路中去，否则将会使电解电容器中的电解质迅速气化而产生爆炸，危及人身安全。