



目录

第1章	电子元件的选用及测试	/1
1.1	电阻和电容的选用及测试	2
1.1.1	电阻的选用及测试	2
1.1.2	常用大容量电阻元件和变阻器的技术数据	9
1.1.3	热敏电阻及自恢复熔断器	16
1.1.4	湿敏电阻	21
1.1.5	压敏电阻	24
1.1.6	电容的选用及测试	26
1.2	半导体器件型号命名及分类	38
1.2.1	半导体器件的命名	38
1.2.2	国产电子元器件分类、型号及用途	42
1.3	二极管、稳压管和单结晶体管的基本参数及测试	44
1.3.1	二极管基本参数及测试	44
1.3.2	稳压管基本参数及测试	51
1.3.3	单结晶体管基本参数及测试	59
1.3.4	双向触发二极管基本参数及测试	63
1.4	三极管和场效应管的基本参数及测试	64
1.4.1	三极管基本参数及测试	64
1.4.2	场效应管基本参数及测试	78
1.4.3	达林顿管基本参数及测试	87
1.5	光电元件的基本参数及测试	89
1.5.1	光电元件的特点及主要参数	89
1.5.2	光敏二极管基本参数及测试	91
1.5.3	光敏三极管基本参数及测试	94

1.5.4	光电池基本参数及测试	95
1.5.5	光敏电阻基本参数及测试	97
1.5.6	发光二极管基本参数及测试	99
1.5.7	光电耦合器基本参数及测试	105

第2章 整流电路和滤波电路的计算 /109

2.1	整流电路及其计算	110
2.1.1	三种二极管基本整流电路及其计算	110
2.1.2	三相半波整流和三相桥式整流电路及其计算	117
2.1.3	电容降压整流电路的计算	121
2.1.4	多级倍压整流电路的计算	123
2.1.5	各种整流电路参数及比较	125
2.1.6	整流元件串、并联计算	128
2.1.7	整流元件保护计算	130
2.2	滤波电路及其计算	130
2.2.1	常用滤波电路及适用场合	130
2.2.2	各种滤波电路的计算	132
2.2.3	整流电路中滤波电抗器电感量的估算	141
2.2.4	交流电源滤波器的设计	143

第3章 三极管及稳压电源的计算 /146

3.1	有关三极管的计算	147
3.1.1	三极管三种工作状态的比较	147
3.1.2	三极管三种基本接法的比较及参数选择	149
3.1.3	温度对三极管特性参数影响的计算	151
3.2	稳压电源计算	153
3.2.1	采用稳压管的稳压电源计算	153

3.2.2	稳压电源的温度补偿电路	157
3.2.3	基准电压源	158
3.2.4	串联型三极管稳压电源计算	160
3.2.5	稳压电源的调试	165
3.2.6	由运算放大器构成的稳压电源计算	166
3.2.7	集成稳压电源	170
3.2.8	三端固定集成稳压电源	175
3.2.9	三端可调集成稳压电源	183
3.2.10	多端可调稳压电源	187
3.2.11	稳压电源常用的过电压、过电流保护电路及 计算	188

第4章 交流放大器、直流放大器、运算 放大器和功率放大器的计算 /199

4.1	交流放大器的计算	200
4.1.1	交流放大电路静态工作点的选择和直流负载线 的确定	200
4.1.2	放大器的输入电阻、输出电阻、负载电阻及 放大倍数的计算	202
4.1.3	单管交流放大器的设计	205
4.1.4	工作点稳定的典型交流放大器的设计	207
4.1.5	交流放大器的调试	208
4.1.6	阻容耦合放大器的计算	210
4.1.7	射极输出器的计算	212
4.1.8	共基极放大电路的计算	215
4.1.9	负反馈电路的计算	217
4.1.10	各类交流放大器的特点及比较	219
4.1.11	交流放大器偏置电路的计算	219

4.1.12	场效应管放大电路的计算	224
4.2	交流放大器等电子设备的干扰、噪声、自激及消除方法	227
4.2.1	干扰的来源及消除方法	227
4.2.2	噪声的来源及减小方法	229
4.2.3	自激振荡及消除方法	230
4.2.4	电子元件的老化处理	232
4.3	直流放大器和运算放大器的计算	233
4.3.1	三极管直流放大器的计算	233
4.3.2	差动直流放大器的计算	235
4.3.3	直流放大器的零点漂移及抑制方法	243
4.3.4	运算放大器的计算	245
4.3.5	运算放大器的测试	258
4.3.6	运算放大电路的抗干扰措施	260
4.3.7	运算放大器的输入、输出保护电路	262
4.4	功率放大器等计算	264
4.4.1	功率放大器的计算	264
4.4.2	晶体管电子继电器元件参数的选择	274
4.4.3	功率放大器保护元件的选择	277
4.4.4	功率开关集成电路	278
4.4.5	发光二极管限流电阻和降压电容的计算	280
4.4.6	功率三极管连接白炽灯的限流电阻的计算	284

第5章 触发器、振荡器、变换器和延时电路的计算

/288

5.1	触发器的计算	289
5.1.1	单稳态触发器的计算	289
5.1.2	射极耦合单稳态触发器的计算	299

5.1.3	双稳态触发器的计算	302
5.1.4	无稳态触发器的计算	310
5.2	振荡器的计算	321
5.2.1	RC 振荡器的计算	321
5.2.2	LC 振荡器的计算	326
5.2.3	石英晶体振荡器的计算	326
5.2.4	陶瓷滤波控频振荡器的选用	330
5.2.5	常用非正弦振荡器、发生器及计算	336
5.2.6	接近开关的选用	336
5.3	晶体管变换器的计算	342
5.3.1	晶体管直流变换器的计算	342
5.3.2	晶体管逆变器及元件选择	346
5.3.3	变换器或逆变器的变压器设计	350
5.4	延时电路的计算	352
5.4.1	几种脱扣器上使用的延时电路及计算	352
5.4.2	单结晶体管延时电路及计算	356
5.4.3	555 时基集成电路组成的延时电路及计算	359
5.4.4	几种时间继电器的选用	361
5.4.5	将普通继电器改为延时吸合或延时释放继电器	364

第6章

自动控制理论基础

/369

6.1	逻辑门电路	370
6.1.1	逻辑代数定律	370
6.1.2	基本逻辑门	370
6.1.3	TTL 和 CMOS 集成门电路	372
6.2	触发器、寄存器和计数器	383
6.2.1	触发器	383
6.2.2	编码器和译码器	386

6.2.3	移位寄存器和计数器	388
6.2.4	数字显示电路	392
6.3	拉氏变换及传递函数	398
6.3.1	常用函数的拉氏变换	398
6.3.2	电路的传递函数	401
6.3.3	自动控制系统的传递函数和阶跃响应	404
6.4	自动控制系统的校正装置和调节器	406
6.4.1	自动控制系统的校正装置	406
6.4.2	自动控制系统的调节器	409

第7章 晶闸管及其基本电路和触发电路的计算

/411

7.1	晶闸管的选用及测试	412
7.1.1	晶闸管的型号与主要参数	412
7.1.2	整流二极管和晶闸管的选用	425
7.1.3	整流管和晶闸管模块的选用	428
7.1.4	晶闸管的测试	435
7.1.5	使用晶闸管的注意事项	440
7.2	晶闸管变流电路及基本电量关系	442
7.2.1	晶闸管整流电路的电参数及整流电路比较	442
7.2.2	各种晶闸管整流电路的波形及电流、电压的关系	450
7.2.3	各种整流电路的整流变压器的计算	450
7.3	晶闸管交流开关电路	461
7.3.1	单相晶闸管交流开关电路	461
7.3.2	三相晶闸管交流开关电路	462
7.3.3	双向晶闸管开关电路	464
7.4	晶闸管保护计算	465

7.4.1	晶闸管串、并联计算	465
7.4.2	晶闸管换相保护计算	469
7.4.3	限制电流上升率 di/dt 的保护计算	470
7.4.4	晶闸管交流侧过电压保护计算	471
7.4.5	晶闸管直流侧过电压保护计算	483
7.4.6	晶闸管过电流保护计算	484
7.4.7	晶闸管变流装置风机的选择	489
7.4.8	晶闸管元件的常见故障及防止措施	493
7.5	晶闸管触发电路的计算	497
7.5.1	晶闸管对触发电路的要求	497
7.5.2	带变压器的阻容移相桥触发电路的计算	500
7.5.3	简单的阻容移相触发电路的计算	503
7.5.4	阻容移相晶闸管调压电路抗干扰元件的选择	506
7.5.5	单结晶体管触发电路的计算	508
7.5.6	三极管脉冲触发电路的分析	512
7.5.7	小晶闸管触发电路的分析	515
7.5.8	触发电路的输出环节元件的选择	517
7.5.9	光电耦合器触发电路	519
7.5.10	运算放大器、555 时基集成电路及开关集成 电路的触发电路	521
7.6	集成触发器	522
7.6.1	YCB 型、DJCB 型、DZCB 型和 SXZL 型集成 触发器	523
7.6.2	KC 系列集成触发器	527
7.6.3	KJ 系列集成触发器	527
7.6.4	几种集成触发器的应用电路	538
7.6.5	零触发型集成触发器	542
7.6.6	GY03 型专用集成触发器	548
7.7	双闭环直流调速模块	552
7.7.1	双闭环直流调速模块的型号及技术参数	552

7.7.2	双闭环直流调速模块的选用	556
7.7.3	双闭环直流调速模块保护元件的选择	559

第8章 晶闸管变换装置的调试与检修 /560

8.1	晶闸管变换装置的一般调试与维护	561
8.1.1	晶闸管变换装置的日常维护与检修	561
8.1.2	晶闸管变换装置的一般调试	565
8.1.3	晶闸管变换装置的常见故障及处理	570
8.1.4	放置已久的晶闸管变换装置的检查与调试	573
8.2	晶闸管整流装置的调试与检修	575
8.2.1	单相晶闸管整流装置	575
8.2.2	电磁调速电动机控制器	581
8.2.3	多单元电磁调速电动机同步运行调速系统的 调试	591
8.2.4	三相半控桥整流装置	595
8.2.5	三相全控桥整流装置	604
8.2.6	用万用表调试晶闸管整流装置的快速应急 方法	617
8.2.7	晶闸管整流装置的常见故障及处理	620
8.3	晶闸管励磁装置的调试与检修	625
8.3.1	TLG1-4型晶闸管励磁装置	625
8.3.2	TWL-II型无刷励磁装置	630
8.3.3	JZLF-11F型晶闸管励磁装置	639
8.3.4	JZLF-31F型晶闸管励磁装置	645
8.3.5	小型水轮发电机组的试机	652
8.3.6	同步电动机晶闸管励磁装置	655
8.4	晶闸管交流调速系统的调试与检修	661
8.4.1	晶闸管单相交流功率调节器	661

8.4.2	DZZT-I 型晶闸管-力矩电机式电弧炉电极自动 调节器	662
8.4.3	晶闸管-电磁调速电动机式电弧炉电极自动调 节器	671
8.4.4	晶闸管交流调压电路的比较	676
8.4.5	晶闸管变频调速装置及变频器的选用	678
8.4.6	三相逆变器实用电路及元件选择	703
8.4.7	晶闸管斩波器和逆变器电路的比较	707

第9章 电子设备的抗干扰措施和接地 防雷要求

/709

9.1	电子设备抗干扰的基本措施	710
9.1.1	电子设备受干扰的原因	710
9.1.2	基本的抗干扰措施	711
9.2	晶闸管变换装置的抗干扰措施	719
9.2.1	干扰源及抗干扰措施	720
9.2.2	防止晶闸管失控的措施	722
9.3	微机和 PLC 的抗干扰措施	723
9.3.1	单片机和微机的抗干扰措施	723
9.3.2	PLC 抗干扰措施	727
9.3.3	PLC 输出方式比较	732
9.3.4	计算机控制系统的防雷措施	733

参考文献

/735

普通电阻常标以下标志:



电阻及电容的容差标识

1.1

第 1 章

电子元件的选用及测试



1.1

电阻和电容的选用及测试

1.1.1 电阻的选用及测试

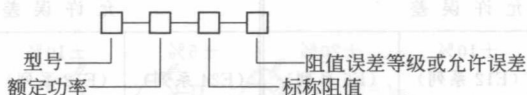
(1) 电阻的识别

① 电阻型号命名方法见表 1-1。

■ 表 1-1 电阻型号命名方法

第一部分		第二部分		第三部分		第四部分
字母表示主称		字母表示材料		数字或字母表示特征		数字表示序号
符 号	意 义	符 号	意 义	符 号	意 义	意 义
R	电阻器	T	碳膜	1,2	普通	包括： 额定功率 阻值 允许误差 精度等级等
W	电位器	H	合成膜	3	超高频	
		P	硼碳膜	4	高阻	
		U	硅碳膜	5	高温	
		C	沉积膜	7	精密	
		I	玻璃釉膜	8	电阻器—高压	
		J	金属膜		电位器—特种函数	
		Y	氧化膜	9	特殊	
		S	有机实心	G	高功率	
		N	无机实心	T	可调	
		X	线绕	X	小型	
		G	光敏	W	微调	
		M	压敏	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	

普通电阻常按以下标志：



② 电位器的标志符号见表 1-2。

■ 表 1-2 电位器标志符号

代 号	种 类	代 号	种 类	代 号	种 类
WT	碳膜电位器	WH	合成碳膜电位器	WS	有机实心电位器
WN	无机实心电位器	WX	线绕电位器	WI	玻璃釉电位器

③ 电阻阻值单位文字符号见表 1-3。

■ 表 1-3 电阻阻值单位文字符号表示法

符 号	阻值单位	符 号	阻值单位	符 号	阻值单位
Ω	欧	M Ω	兆欧	T Ω	太〔拉〕欧
k Ω	千欧	G Ω	吉〔咖〕欧		

④ 电阻额定功率 (W) 系列见表 1-4。

■ 表 1-4 电阻额定功率 (W) 系列表

0.025	0.05	0.125	0.25	0.5	1	2	5	10	25	50	100	250
-------	------	-------	------	-----	---	---	---	----	----	----	-----	-----

⑤ 电阻标称阻值系列见表 1-5。

■ 表 1-5 电阻标称阻值系列 (或表中所列数值乘以 10^n , n 为正整数或负整数)

允 许 误 差			允 许 误 差		
$\pm 5\%$ (E24 系列)	$\pm 10\%$ (E12 系列)	$\pm 20\%$ (E6 系列)	$\pm 5\%$ (E24 系列)	$\pm 10\%$ (E12 系列)	$\pm 20\%$ (E6 系列)
1	1	1	2		
1.1			2.2	2.2	2.2
1.2	1.2		2.4		
1.3			2.7	2.7	
1.5	1.5	1.5	3		
1.6			3.3	3.3	3.3
1.8	1.8		3.6		

续表

允许误差			允许误差		
±5% (E24 系列)	±10% (E12 系列)	±20% (E6 系列)	±5% (E24 系列)	±10% (E12 系列)	±20% (E6 系列)
3.9	3.9		6.2	6.8	6.8
4.3			6.8		
4.7	4.7	4.7	7.5	8.2	
5.1			8.2		
5.6			9.1		

⑥ 电阻最高工作温度见表 1-6。

■ 表 1-6 电阻最高工作温度 单位:℃

类 型	最高工作温度	最高环境温度 (允许负载为额定功率)
碳膜电阻	+100	+40
金属膜电阻	+125	+70
氧化膜电阻	+125	+70
沉积膜电阻	+100	+70
合成膜电阻	+70~+85	+40
线绕电阻	+70~+100	+40

⑦ 电阻的文字标志如图 1-1 所示。

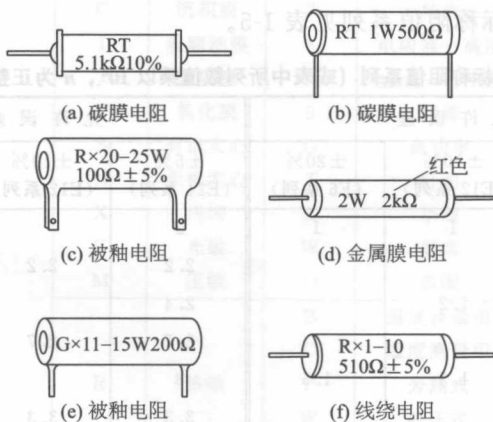


图 1-1 电阻的文字标志

⑧ 电阻色标的表示方法如图 1-2 所示。

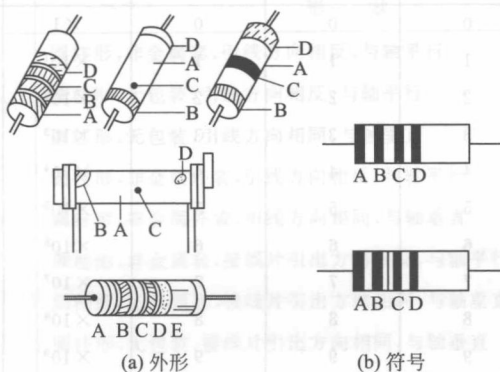


图 1-2 电阻色环表示

电阻的四环色标见表 1-7；精密电阻的色环标志用五个色环表示，其色标见表 1-8。

■ 表 1-7 电阻的四环色标

颜色	A 第 1 位数	B 第 2 位数	C 倍乘数	D 允许误差
黑	0	0	$\times 1$	—
棕	1	1	$\times 10^1$	—
红	2	2	$\times 10^2$	—
橙	3	3	$\times 10^3$	—
黄	4	4	$\times 10^4$	—
绿	5	5	$\times 10^5$	—
蓝	6	6	$\times 10^6$	—
紫	7	7	$\times 10^7$	—
灰	8	8	$\times 10^8$	—
白	9	9	$\times 10^9$	—
金	—	—	$\times 0.1$	$\pm 5\%$
银	—	—	$\times 0.01$	$\pm 10\%$
无色(体色)	—	—	—	$\pm 20\%$

■ 表 1-8 电阻的五环色标

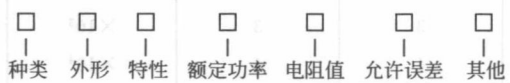
颜色	A 第 1 位数	B 第 2 位数	C 倍率	D 倍乘数	E 允许误差
黑	0	0	0	$\times 1$	—
棕	1	1	1	$\times 10^1$	$\pm 1\%$
红	2	2	2	$\times 10^2$	$\pm 2\%$
橙	3	3	3	$\times 10^3$	—
黄	4	4	4	$\times 10^4$	—
绿	5	5	5	$\times 10^5$	$\pm 0.5\%$
蓝	6	6	6	$\times 10^6$	$\pm 0.2\%$
紫	7	7	7	$\times 10^7$	$\pm 0.1\%$
灰	8	8	8	$\times 10^8$	—
白	9	9	9	$\times 10^9$	$+50\% \sim -20\%$
金	—	—	—	$\times 0.1$	$\pm 5\%$
银	—	—	—	$\times 0.01$	$\pm 10\%$

例：ABCD 分别为红红棕金，则电阻为 $220\Omega \pm 5\%$ ；分别为黄紫橙银，则电阻为 $47k\Omega \pm 10\%$ ；若 ABC 分别为黄紫红，则电阻为 $4.7k\Omega \pm 20\%$ 。

又如：ABCDE 分别为橙棕红银红，则电阻为 3.12Ω ，允许误差为 $\pm 2\%$ 。

(2) 国外电阻的识别

① 国外电阻的标志代号含义如下：



② 国外电阻种类与代号见表 1-9。

■ 表 1-9 国外电阻种类与代号

代 号	种 类	代 号	种 类
RD	碳膜电阻	RK	金属化电阻
RC	碳质电阻	RB	精密线绕电阻
RS	金属氧化膜电阻	RN	金属膜电阻
RW	线绕电阻		

③ 国外电阻形状代号见表 1-10。

■ 表 1-10 国外电阻形状代号

代 号	形 状
05	圆柱形,非金属套,引线方向相反,与轴平行
08	圆柱形,无包装,引线方向相反,与轴平行
13	圆柱形,无包装,引线方向相同,与轴垂直
14	圆柱形,非金属外装,引线方向相反,与轴平行
16	圆柱形,非金属外装,引线方向相同,与轴垂直
21	圆柱形,非金属套,接线片引出方向相反,与轴平行
23	圆柱形,非金属套,接线片引出方向相同,与轴垂直
24	圆柱形,无包装,接线片引出方向相同,与轴垂直
26	圆柱形,非金属外装,接线片引出方向相同,与轴垂直

④ 国外电阻特性代号见表 1-11。

■ 表 1-11 国外电阻特性代号

代号	特性	备 注	代号	特性	备 注
Y	一般型	适用于 RD、RS、RK 三种	H	高频率型	
GF	一般型	适用于 RC	P	耐脉冲型	
J	一般型	适用于 RW	N	防温型	
S	绝缘型		NL	低噪声型	

⑤ 国外电阻额定功率代号见表 1-12。

■ 表 1-12 国外电阻额定功率代号

代 号	2B	2E	2H	3A	3D
额定功率/W	0.125	0.25	0.5	1	2

⑥ 国外电阻值允许误差代号见表 1-13。

■ 表 1-13 国外电阻值允许误差代号

代 号	B	C	D	F	G	J	K	M
允许误差/%	±0.1	±0.25	±0.5	±1	±2	±5	±10	±20

⑦ 电阻值的数字表示如下：第一、二位数为有效数，第三位数为“0”的个数，R表示小数点，单位为 Ω 。

例：2R4 (2.4Ω)，390 (39Ω)，511 (510Ω)，113 ($11k\Omega$)，364 ($360k\Omega$)。

⑧ 国外电阻的色标，其色环的颜色意义与我国的完全相同。

(3) 电阻的测试

电阻的阻值可用万用表电阻挡进行测量，精密的电阻或阻值极小的电阻，可以用电桥测量。测量时应注意以下事项。

1) 固定电阻的测量

① 测量前，先调整机械调零，使指针指在电阻无穷大（“ ∞ ”）的位置上，然后将测试表笔短接，调节零点调整电位器，使指针偏转到零。如果无法调节指针到零点，说明表内电池不足或内部接触不良。

② 测量时两手手指不可同时触及两表笔的金属部分，也不可同时触及被测电阻的引线上，否则人体电阻并联在被测电阻上，将造成测量结果错误。

③ 测试前需先清洁电阻的引线，除去上面的油污或氧化层。测试时表笔要紧靠引线，使两者接触良好。否则会因接触电阻原因影响测量结果。

④ 如果电阻是焊在电路板上，测试前需看清有无其他元件与它构成回路。若有，应将电阻的一个引线从电路板上焊下来再测量。

⑤ 对于允许偏差要求小于 $\pm 5\%$ 的电阻，应使用电桥来测量。所选用电桥的准确度要求比被测电阻的允许偏差高3~5倍。如QJ23、QJ24型直流单臂电桥，准确度较低，在 $\pm 0.1\% \sim \pm 1\%$ 之内，适合测量准确度要求不高的中值电阻；QJ19、QJ36型直流单双臂电桥，准确度在 $\pm 0.05\%$ 以上，适合测量高准确度的及阻值较低的电阻；QJ27型是直流高阻电桥，专门用于测量高阻值、高准确度的电阻。

例如标称阻值 500Ω 的RJ精密金属膜电阻，其允许偏差为 $\pm 1\%$ ，选用QJ23型单臂电桥，在 $100 \sim 9999\Omega$ 范围内其测量准确度为