



完全  
图解

# 电工技能 从入门到精通

凌玉泉 黄海平 主编



化学工业出版社

·北京·

随着社会经济的不断发展，电气技术正在日渐普及，各个行业从事电气工作的人员也将越来越多。为了帮助广大从事电气工作的技术人员掌握更多电气方面的知识 & 技能，特编写了本书，目的是给电工人员、初学电工技术人员或想从事电气维修的人员以及下岗再就业人员一本更实用、更具有操作性的技能实练图书，使读者能活学活用，在较短的时间学习中，将技能应用到工作中去。

本书内容新颖、丰富，技术更加实用，内容包括电工常用电子技术基础、电工基础、电工常用工具及量具、电工操作基本技能、照明电气设备的安装、电工常用低压电器、电动机应用、电力变压器应用、电工常用配电线路及电子线路应用、安装维修电工实用技能、PLC 控制技术入门与应用、变频设备及软启动设备应用、电工安全用电知识等。本书内容联系实际，使读者能掌握电工操作最基本的技能，努力提高自身技术，适应当今社会快节奏现代化建设的要求，并在实践中得到完善，从而成为社会急需的高技能人才。

本书由凌玉泉、黄海平主编，参加本书编写的人员还有：黄鑫、谭亚林、李燕、高惠谨、刘彦爱、凌万泉、李渝陵、张扬、朱雷雷、王兰君、刘守真、凌珍泉、贾贵超等。

由于编者水平有限，书中难免有不当之处，敬请广大读者批评指正，不胜感激。

编者

<b>第1章 电工常用电子技术基础 .....</b>	<b>1</b>
1.1 电工常用的电阻器 .....	1
1.2 各种电阻的符号 .....	1
1.3 色环电阻 .....	1
1.4 电工常用的电容器 .....	2
1.5 电容的符号 .....	3
1.6 电解电容器及好坏判别 .....	3
1.7 无极性电容器及好坏判别 .....	4
1.8 晶体二极管的结构与符号 .....	4
1.9 二极管的主要参数 .....	5
1.10 二极管的型号命名方法 .....	5
1.11 判断二极管的好坏与管脚极性 .....	6
1.12 单相半波整流电路 .....	7
1.13 单相桥式整流电路 .....	8
1.14 三相桥式整流电路 .....	8
1.15 晶体三极管外形、结构与符号 .....	8
1.16 三极管的放大作用 .....	9
1.17 晶体三极管的极性及好坏判别 .....	10
<b>第2章 电工基础 .....</b>	<b>12</b>
2.1 电流 .....	12
2.2 电压 .....	13
2.3 电阻 .....	13
2.4 欧姆定律 .....	14
2.5 阻抗 .....	15
2.6 导体 .....	15
2.7 绝缘体 .....	15
2.8 短路 .....	16
2.9 断路 .....	16
2.10 简单的电路图 .....	16
2.11 电功 .....	16
2.12 电阻的串联 .....	17
2.13 电阻的并联 .....	17
2.14 电功与电功率 .....	18
2.15 电容与电容器 .....	19

<b>第3章 电工常用工具及量具</b>	21
3.1 电工常用电钳工工具	21
3.2 电工常用登高工具	25
3.3 电工常用架杆工具	27
3.4 电工常用一般维修工具	28
3.5 电工常用测量仪表工具	36
<b>第4章 电工操作基本技能</b>	46
4.1 导线绝缘层的剖削	46
4.2 铜芯导线的连接	48
4.3 铝芯导线的连接	50
4.4 铜(导线)、铝(导线)之间的连接	51
4.5 线头与接线端子(接线桩)的连接	51
4.6 导线的封端和绝缘层的恢复	53
4.7 导线的绑扎	56
<b>第5章 照明电气设备的安装</b>	58
5.1 照明开关	58
5.2 常用插座	60
5.3 白炽灯	61
5.4 自镇流荧光高压汞灯应用	61
5.5 日光灯	62
5.6 单相照明闸刀开关	64
5.7 瓷插式熔断器	65
5.8 单相电度表选用	66
5.9 客厅照明的选择	68
5.10 装饰灯具在房间的应用	70
5.11 照明电器线路的明暗敷设安装选择	72
5.12 开关、插座面板及其安装	72
5.13 家庭装修电工施工中塑料护套线敷设方法	76
5.14 住宅装饰常见电器安装及接线	78
5.15 一室一厅配电线路	80
5.16 二室一厅居室电源布线分配线路	80
5.17 照明进户配电箱线路	81
5.18 两地控制一盏灯的安装应用举例	82
5.19 木制配电板整体的安装	83
5.20 塑料波纹管在穿线时的应用	83
5.21 白炽灯故障检修	84
5.22 日光灯故障检修	86
<b>第6章 电工常用低压电器</b>	90
6.1 胶盖刀开关	90

6.2	铁壳开关 .....	91
6.3	熔断器式刀开关 .....	93
6.4	组合开关 .....	94
6.5	低压熔断器 .....	96
6.6	低压断路器 .....	100
6.7	交流接触器 .....	105
6.8	热继电器 .....	110
6.9	时间继电器 .....	112
6.10	中间继电器 .....	115
6.11	过电流继电器 .....	115
6.12	速度继电器 .....	116
6.13	预置数数显计数继电器 .....	117
6.14	控制按钮 .....	118
6.15	行程开关 .....	119
6.16	凸轮控制器 .....	121
6.17	电压换相开关和电流换相开关 .....	122
6.18	星—三角启动器 .....	123
6.19	自耦减压启动器 .....	125
6.20	磁力启动器 .....	127
6.21	电磁调速控制器 .....	128
6.22	断火限位器和频敏变阻器 .....	133
<b>第7章 电动机应用 .....</b>		<b>135</b>
7.1	三相异步电动机的构造 .....	135
7.2	三相异步电动机的铭牌 .....	136
7.3	三相异步电动机的运行与维护 .....	137
7.4	电动机的故障检查方法 .....	139
7.5	电动机不同形式绕组的展开图 .....	141
7.6	电动机绕组的重绕 .....	144
7.7	电动机转子的修理 .....	147
7.8	电动机维修经验与技巧 .....	150
<b>第8章 电力变压器应用 .....</b>		<b>156</b>
8.1	变压器的工作原理 .....	156
8.2	电力变压器的结构和铭牌 .....	157
8.3	变压器的选用与安装 .....	161
8.4	变压器的维护和故障检修 .....	163
8.5	小型变压器的设计与故障检修 .....	164
8.6	特殊用途的变压器 .....	167
<b>第9章 电工常用配电线路及电子线路应用 .....</b>		<b>173</b>
9.1	利用铁壳开关手动正转控制线路 .....	173

9.2	用倒顺开关的正反转控制线路	173
9.3	具有过载保护的正转控制线路	173
9.4	点动与连续运行控制线路	174
9.5	避免误操作的两地控制线路	174
9.6	三地(多地点)控制线路	175
9.7	按钮联锁正反转控制线路	176
9.8	接触器联锁的正反转控制线路	176
9.9	按钮、接触器复合联锁的正反转控制线路	177
9.10	用按钮点动控制电动机启停线路	177
9.11	接触器联锁的点动和长动正反转控制线路	178
9.12	单线远程正反转控制线路	178
9.13	用转换开关预选的正反转启停控制线路	179
9.14	自动往返控制线路	180
9.15	单线远程控制电动机启停线路	180
9.16	能发出启停信号的控制线路	181
9.17	两台电动机按顺序启动同时停止的控制线路	182
9.18	两台电动机按顺序启动分开停止的控制线路	183
9.19	两条运输原料皮带的电气控制线路	183
9.20	多台电动机可同时启动又可有选择启动的控制线路	184
9.21	HZ5 系列组合开关应用线路	185
9.22	电动葫芦的电气控制线路	186
9.23	用八挡按钮操作的行车控制	187
9.24	10t 桥式起重机的电气控制线路	187
9.25	自耦减压启动器线路	189
9.26	QX <sub>1</sub> 型手动控制 Y- $\Delta$ 减压启动线路	190
9.27	XJ01 型自动补偿减压启动控制柜线路	191
9.28	75kW 电动机启动配电柜线路	191
9.29	电磁抱闸制动控制线路	192
9.30	单向运转全波整流能耗制动线路	193
9.31	单相照明双路互备自投供电线路	194
9.32	双路三相电源自投线路	194
9.33	自动接水线路	195
9.34	电力变压器自动风冷线路	195
9.35	用电接点压力表做水位控制	196
9.36	UQK-2 型浮球液位变送器接线线路	197
9.37	全自动水位控制水箱放水线路	198
9.38	一种高位停低位开的自动控制线路	198
9.39	电流型漏电保护器	199
9.40	电度表的防雷接线线路	200
9.41	DD17 型单相跳入式电度表的接线	200
9.42	单相电度表测有功功率顺入接线	201
9.43	三种 DT8 型三相四线制电度表接线方法	202

9.44	DS8 型系列电度表三种接线线路	203
9.45	两种 DX8 型三相三线无功电度表接线线路	204
9.46	两例单相电度表可测三相用电器的有功功率	205
9.47	三相有功功率电度表接线方法	206
9.48	两种三相无功电度正弦表接线线路	207
9.49	用一只单相电度表测量三相无功电能	207
9.50	直流电度表三种接线方法	208
9.51	直流电流表、直流电压表常用的接线方法	208
9.52	交流电流表的接线方法	209
9.53	两种三只电流表接入三相电源接法	209
9.54	三端固定稳压电源电路	210
9.55	简易低压安全点烟器	211
9.56	一只单连开关控制三盏灯	211
9.57	简易音乐控制彩灯线路	212
9.58	保险断路监视器	212
9.59	重要场所停电应急照明灯自投电路	213
9.60	墙内导线探测电路	213
9.61	光电遥控开关电路	214
9.62	汽车电子节油电路	214
9.63	双向晶闸管单相控制电路	215
9.64	病人呼叫报警电路	216
9.65	自动接水器电路	217
9.66	光耦合器常开电路	217
9.67	“你好, 请开门”电路	218
9.68	家用留言机的制作电路	219
9.69	人体感应音乐喷泉电路	219
<b>第 10 章 安装维修电工实用技能</b>		<b>221</b>
10.1	安装维修电工安全规则	221
10.2	临时安全用电	221
10.3	瓷夹板配线	223
10.4	钢索配线	223
10.5	护管配线	224
10.6	架空线路的安全操作规程	225
10.7	架空线路的安装	225
10.8	电线杆的安装	228
10.9	拉线的安装	228
10.10	横担的安装	229
10.11	登杆操作方法	229
<b>第 11 章 PLC 控制技术入门与应用</b>		<b>231</b>
11.1	PLC 的组成结构	231



11.2	可编程序控制器的功能 .....	232
11.3	PLC 可编程序控制器应用范围 .....	233
11.4	可编程序控制器的特点 .....	233
11.5	可编程序控制器各个部分的工作原理 .....	234
11.6	可编程序控制器的基本原理 .....	235
11.7	PLC 的主要性能指标 .....	236
11.8	可编程序控制器的编程原则 .....	237
11.9	编程语言的种类 .....	238
11.10	可编程序控制器的编程方法 .....	240
11.11	可编程序控制器的指令系统常用指令 .....	241
11.12	采用 PLC 对电动机进行正/反转控制 .....	241
11.13	用 PLC 对喷漆机械手进行定位控制实例 .....	242
<b>第 12 章</b>	<b>电工变频设备及软启动设备应用 .....</b>	<b>245</b>
12.1	变频器的安装 .....	245
12.2	变频器的使用 .....	246
12.3	变频器的电气控制线路 .....	247
12.4	艾默生 TD3000 系列变频器的常见故障及检修方法 .....	250
12.5	康沃 CVF-G2 系列变频器的常见故障及检修方法 .....	252
12.6	软启动器的电气控制线路 .....	253
12.7	ABB PST/PSTB 软启动器常见故障及检修方法 .....	256
12.8	WJR 节能型软启动器常见故障及检修方法 .....	256
12.9	摩普 XLD 系列软启动器常见故障及检修方法 .....	257
<b>第 13 章</b>	<b>电工安全用电知识 .....</b>	<b>259</b>
13.1	漏电保护器 .....	259
13.2	预防雷电伤害 .....	260
13.3	电流对人体的危害 .....	260
13.4	电工应采取的安全措施 .....	260
13.5	电工安全用电常识 .....	261
13.6	发生触电的几种情况 .....	261
13.7	触电急救措施 .....	262
13.8	电工消防常识 .....	264
13.9	电工对灭火器的使用常识 .....	264
13.10	电工怎样在火灾中逃生 .....	265
13.11	接地和接零 .....	266
13.12	电工触电急救方法 .....	267
<b>附录 A</b>	<b>电工常用安全标示牌 .....</b>	<b>270</b>
<b>附录 B</b>	<b>电工常用图形符号 .....</b>	<b>273</b>
<b>参考文献</b>	<b>.....</b>	<b>277</b>

## 1.1 电工常用的电阻器

电阻器在电工、电子电路中应用非常广泛，电阻种类也非常多，有碳膜电阻、金属膜电阻、有机实芯电阻、线绕电阻、固定抽头电阻、可变电阻、滑线式电阻和片状电阻等，如图 1-1(a) 为碳膜电阻，图 1-1(b) 为水泥电阻，图 1-1(c) 为电位器。在电子制作中一般常用碳膜或金属膜电阻。按其阻值是否可以调整又可以分为固定电阻和可变电阻两种。碳膜电阻具有稳定性较高、高频特性好、负温度系数小、脉冲负荷稳定及成本低廉等特点，应用广泛。金属膜电阻器具有稳定性高、温度系数小、耐热性能好。

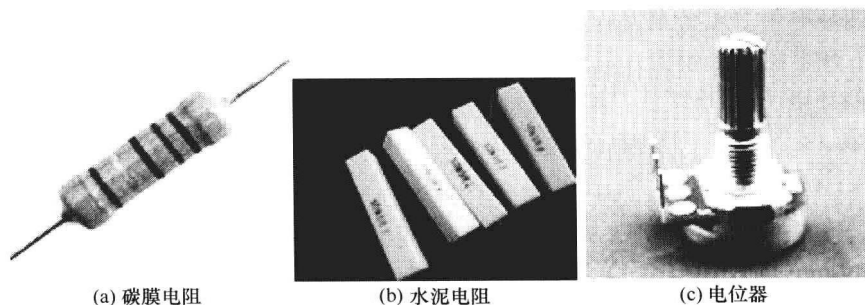


图 1-1 电阻器种类

## 1.2 各种电阻的符号

如图 1-2 所示为各种电阻符号供参考。

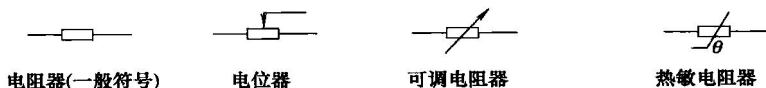


图 1-2 各种电阻器符号

## 1.3 色环电阻

色环电阻的辨认色环电阻就是将阻值以色环的形式表示，分数种颜色，分别是棕、红、橙、黄、绿、蓝、紫、灰、白、黑、金、银，其中金、银两色表示误差值。一般我国生产的电阻都是用数字直接标注电阻值，读取电阻值非常方便，但为了与国际接轨，现在很多的电阻是以色环标注电阻值。各颜色所代表的数字如表 1-1 所示。

表 1-1 颜色代表的数字

颜色	棕	红	橙	黄	绿	蓝	紫	灰	白	黑	金	银
有效数字	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	0.1	0.01
乘积	$10^1$	$10^2$	$10^3$	$10^4$	$10^5$	$10^6$	$10^7$	$10^8$	$10^9$	$10^0$	$10^{-2}$	$10^{-1}$
公偏差	$\pm 1\%$	$\pm 2\%$			$\pm 0.5\%$	$\pm 0.25\%$	$\pm 1\%$		$\pm 5\%$ $\sim 20\%$		$\pm 5\%$	$\pm 10\%$

电阻有四个色环和五个色环两种，如图 1-3 所示为四环电阻，如图 1-4 所示为五环电阻。

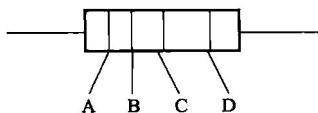


图 1-3 四环电阻

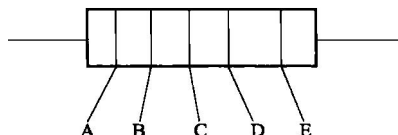


图 1-4 五环电阻

A 表示第一位有效数字；

B 表示第二位有效数字；

C 对于四环电阻表示有效数字后边零的个数（即乘数环），对于五环电阻表示第三位有效数字；

D 对于四环电阻表示公偏差，对于五环电阻表示有效数字后边零的个数（即乘数环）；

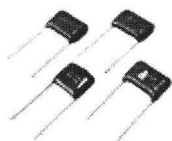
E 表示五环电阻的公偏差。

例如：四环电阻 A 是红色，B 是绿色，C 是棕色，D 是金色，那么，这个电阻的阻值是  $250\Omega$ ，偏差是  $\pm 5\%$ 。

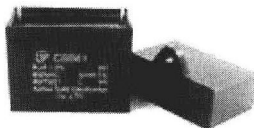
## 1.4 电工常用的电容器

电容器通常简称为电容，也是一种最基本、最常用的电子元件，见图 1-5(a) 小容量电容器，图 1-5(b) 大容量电容器，图 1-5(c) 电解电容器（空调启动电容器）。电容器的种类很多，按电容量是否可调，电容器分为固定电容器和可变电容器两大类；固定电容器按介质材料不同，又有许多种类，其中无极性固定电容器有纸介电容器、涤纶电容器、云母电容器、聚苯乙烯电容器、聚酯电容器、玻璃釉电容器及瓷介电容器等；有极性固定电容器有铝电解电容器、钽电解电容器、铌电解电容器等。使用有极性电容器时应注意其引线有正、负极之分，在电路中，其正极引线应接在电位高的一端，负极引线应接在电位低的一端。如果极性接反了，会使漏电流增大并易损坏电容器。

电容器应用范围很广泛，在电子技术中应用较多，如在滤波、调谐、耦合、振荡、匹配、延迟、补偿等电路中，是必不可少的电子元件。它具有隔直流、通交流的特性。



(a) 小容量电容器



(b) 大容量电容器



(c) 电解电容器（空调启动电容器）

图 1-5 电容器类型

## 1.5 电容的符号

电容的文字符号为“C”，电容的图形符号及型号命名由四部分组成，如图 1-6 所示。第一部分用字母“C”表示电容器的主称，第二部分用字母表示电容器的介质材料，第三部分用数字或字母表示电容器的类别，第四部分用数字表示序号。电容储存电荷的能力叫做电容量，简称容量，基本单位是法拉，简称法（F）。由于法拉作单位在实际运用中往往显得太大，所以常用微法（ $\mu\text{F}$ ）、毫微法（ $\text{nF}$ ）和微微法（ $\text{pF}$ ）作为单位。

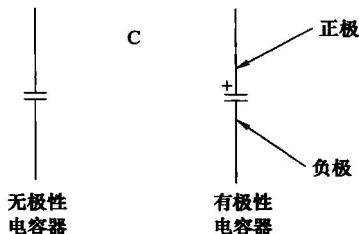
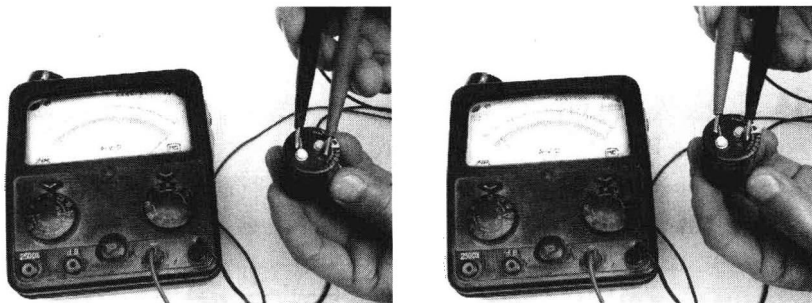


图 1-6 电容符号

## 1.6 电解电容器及好坏判别

电解电容器是有“+”、“-”极性的，用万用表只能粗略判别电解电容器的好坏，将万用表置于欧姆挡（ $R \times 10$ ）挡位，用两个表笔瞬间接通两个引脚，指针会偏转一个很大的角度（电容量愈大，偏转的角度愈大，对于容量小的电容器，若偏转角度太小，可以将欧姆挡位往大调，以使指针偏转能看得清楚），然后慢慢回到无穷大，说明电容器是好的；当指针没有回到“无穷大”位就停止时，说明电容器漏电；当指针一直指在刚接通时的位置或指示到接近零的位置不动说明电容器已失去充放电作用被击穿或电容漏电严重短路；当用万用表测的正反向均使万用表针不动，则说明电容器断路，如图 1-7 所示。



(a) 电解电容器好，从零慢慢回到无穷大

(b) 电容漏电表笔不能回到零示意

图 1-7 电解电容器好坏判别

选用：电解电容器的选用主要是耐压，使用中的实际耐压不能超过所标的额定值，一般要留有 1.5~2 倍的余量，使用中注意“+”、“-”极，若极性接错，则电容器容易被击穿或爆裂。

## 1.7 无极性电容器及好坏判别

在电子电路里经常用一些无极性电容器，它们的容量都较小，通常在  $1\text{pF}\sim 2\mu\text{F}$  之间；耐压值最大的  $2\text{kV}$ ，最小的  $63\text{V}$ ；用万用表 ( $R\times 1\text{k}$ ) 挡测量两个引脚，指针不会偏转（容量在  $0.1\sim 2\mu\text{F}$  的电容器指针会有较小偏转，然后回到无穷大），说明电容器是好的，如果测出有一定电阻值或指针接近零的位置不动说明电容器已经损坏或已经击穿，如图 1-8(a)、(b)、(c)、(d) 所示。

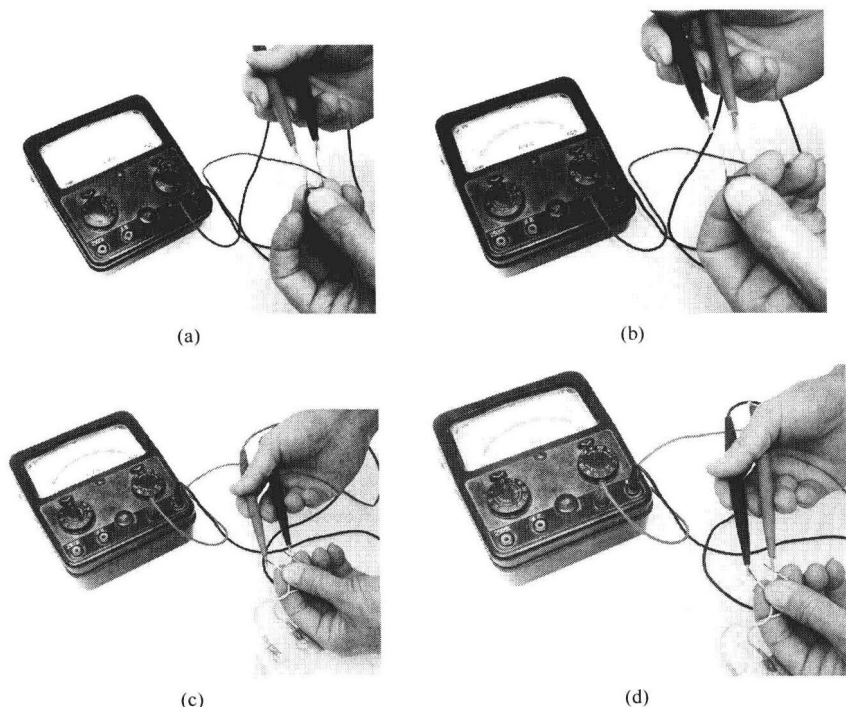


图 1-8 电容器及好坏判别

## 1.8 晶体二极管的结构与符号

把 PN 结的 P 区和 N 区各接出一条引线，再封装在管壳里，就构成一只二极管。P 区引出端叫正极，N 区引出端叫负极，见图 1-9(a)。

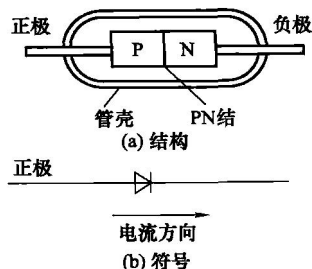


图 1-9 二极管结构与符号

二极管的符号如图 1-9(b)，它表示二极管具有单向导电性，箭头表示正向电流的方向。二极管外壳上一般都印有符号表示极性。图 1-10 中 (a) 为小型二极管，(b) 为金属封装中功率整流二极管，(c) 为大功率二极管，(d) 为发光二极管。

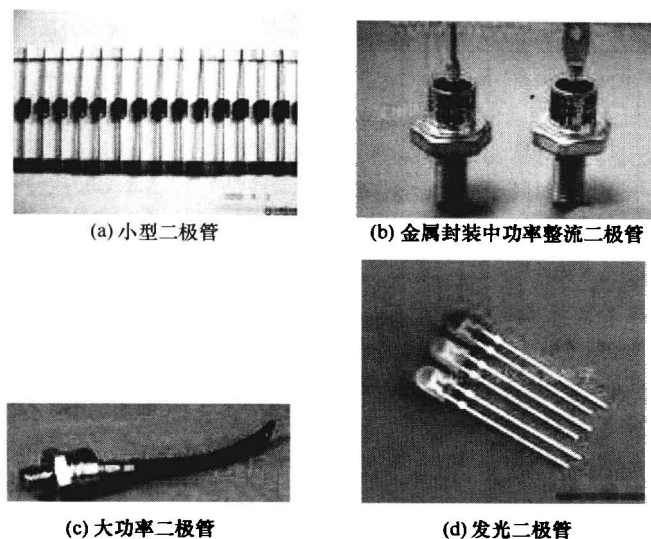


图 1-10 二极管种类

## 1.9 二极管的主要参数

晶体二极管的参数很多，其中最重要的参数有两个。

### (1) 最大整流电流

常称额定工作电流，它是使长期使用时，允许流过二极管的最大平均电流，二极管正向电流不能无限制增加，如果电流过大，PN 结会过热击穿。应用时，二极管的实际工作电流要低于额定最大整流电流值，大电流工作的大型二极管，还要注意使散热条件符合规定要求。

### (2) 最高反向工作电压

常称额定工作电压。二极管两端反向电压过高，二极管会被击穿而损坏，它是指为保证二极管不致反向击穿而规定的最高反向电压。实际应用时选定的二极管最高反向工作电压通常为反向击穿电压的二分之一以下。

## 1.10 二极管的型号命名方法

国产二极管的型号由五个部分组成，见表 1-2。

如 2CP12 是 PNP 型硅普通二极管；2CZ14 是 PNP 型硅整流二极管；2CZ14F 是 2CZ14 型硅整流管系列中的 F 挡。

依据制作材料分类，二极管主要有锗二极管与硅二极管两大类。锗二极管采用金属锗 (Ge) 制作，它的正向电阻小，导通电压低，约 0.3V，一般制成点接触的小功率二极管，主

表 1-2 半导体二极管、三极管的型号命名方法

第一部分 (数字)		第二部分 (拼音字母)		第三部分(拼音字母)				第四部 分(数字)	第五部分 (拼音字母)
有效电极数目		材料和极性		类型				器件的序号	规格差别
符号	意义	符号	意义	符号	意义	符号	意义		
2	二极管	A	N型锗材料	P	普通管	D	低频大功率管 ( $f_c < 3\text{MHz}$ $P_c \geq 1\text{W}$ )		
		B	P型锗材料	V	微波管				
		C	N型硅材料	W	稳压管	A	高频大功率管 ( $f_c \geq 3\text{MHz}$ $P_c \geq 1\text{W}$ )		
		D	P型硅材料	C	参量管				
				Z	整流器	T	半导体闸流管 (可控整流器)		
				L	整流堆				
3	三极管	A	PNP型锗材料	S	隧道管	Y	体效应器件		
		B	NPN型锗材料	N	阻尼管				
		C	N型硅材料	U	光电器件	J	阶跃恢复管		
		D	NPN型硅材料	K	开关管	BT	半导体特殊器件		
		E	化合物材料	X	低频小功率管 ( $f_c < 3\text{MHz}$ $P_c < 1\text{mW}$ )	CS	场效应管		
				G	高频小功率管 ( $f_c \geq 3\text{MHz}$ $P_c \leq 1\text{W}$ )	FH	复合管		
						PIN	PIN型管		
						JG	激光器件		

要用于信号检测。硅二极管采用材料来源充足的半导体单晶硅(Si)制作。它在反向电压下的漏电流比锗管小得多,但是导通电压较高,约0.7V。一般用在信号较强的电路中,可以制成各种不同用途的二极管,主要用于整流。

依据用途分类,电工设备中常用的二极管有四类。

- ① 普通二极管 如2AP1~2AP10、2CP1~2CP20等,用于信号检测、取样、小电流整流等。
- ② 整流二极管 如ZP、2CZ等系列,广泛使用在各种电源设备中做不同功率的整流。
- ③ 开关二极管 如2AK1~2AK4,用于控制、开关电路中。
- ④ 稳压二极管如2CW、2DW等系列,用在各种稳压电源和晶闸管电路中。

## 1.11 判断二极管的好坏与管脚极性

在使用二极管时,必须注意极性不能接错,否则电路不仅不能正常工作,甚至可能烧毁二极管和其他元件。

现介绍二极管的极性及其好坏判别。一般在二极管的管壳上都标有管子的极性,大部分用圆圈或圆点表示,有标志的一端为负;若无标记可用万用表测试,方法如下:将表置于R×100或R×1k的挡位,两个表笔分别接二极管的两端测试一次,然后交换表笔再测一次,两次测得的电阻值相差越大越好,说明管子的单向导电性好,当测得的电阻值呈高阻时,红表笔所接的一端为二极管的正极(这里用指针表测,若是数字表正好相反);用万用表测二极管的正反向电阻,如果正向电阻为几十到几百欧,反向电阻200kΩ以上,可以认为二极管

是好的；如果正反向电阻无穷大，是管子内部断路；如果反向电阻很小，是管子内部短路；如果反向电阻比正向电阻大得不多，则是管子质量不佳，测量示意图 1-11 所示。

要注意的是：实际使用万用表各挡测二极管时，获得的阻值是不同的。这是因为 PN 结的阻值是随外加电压变化的，而万用表测电阻时，各挡的表笔端电压不一样，所以万用表不同电阻挡从同一管子测得的阻值读数就不一样。例如用  $R \times 100$  挡测某一只 2CP22，读数为正向电阻  $500\Omega$  反向  $300k\Omega$ ，而改用  $R \times 1k$  挡；则为正向  $4k\Omega$ ，反向  $550k\Omega$  以上。若管子正反向的电阻差别都大，就可以认为管子是好的。

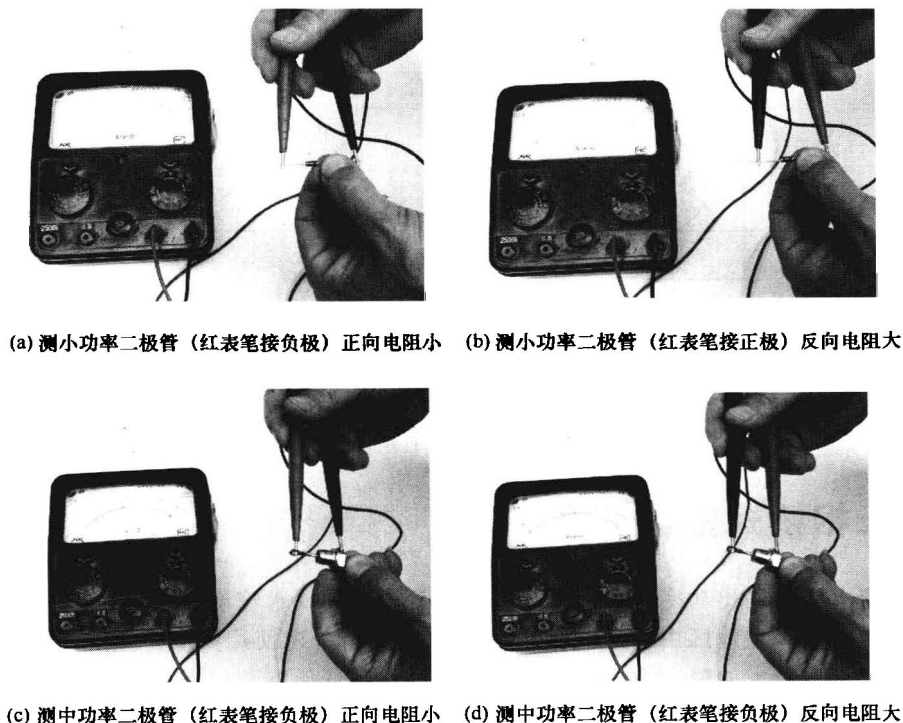


图 1-11 测量二极管示意

## 1.12 单相半波整流电路

常用设备的供电，有交流和直流两种方式，电灯、电动机要用交流电，而电子电路和通信设备都需要直流供电。交流电可以从供电电网直接得到，而得到直流供电最经济简便的措施是将电网供给的交流电变换为直流电。

将交流电变换为直流电的过程叫做整流，进行整流的设备叫做整流器，整流器利用半导体二极管的单向导电性来将交流变换为直流，常用的整流形式有半波、全波、桥式与倍压等几种。

图 1-12 是单相半波整流电路，图中 T 为整流变压器，它把交流电压  $U_1$  变为适当数值的电压  $U_2$ 。VD 为晶体整流二极管。

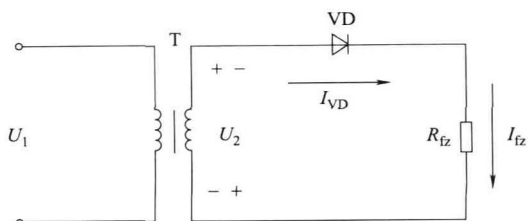


图 1-12 单相半波整流电路



## 1.13 单相桥式整流电路

单相桥式整流电路如图 1-13(a) 所示。电路中四只二极管接成电桥形式。所以称为桥式整流电路。这种电路有时画成图 1-13(b) 的形式。在输入交流电压正半周，即 A 端正，B 端负时，二极管  $VD_2$ 、 $VD_4$  正向导通， $VD_3$ 、 $VD_1$  反向截止，流过负载  $R_{Lz}$  的电流方向为由上至下。在交流电压负半周，A 为负、B 为正时，二极管  $VD_3$ 、 $VD_1$  正向导通， $VD_2$ 、 $VD_4$  反向截止，流过负载  $R_{Lz}$  的电流方向仍为由上至下。这样，在交流输入电压  $U_2$  的正负半周，都有同一方向上正下负的电流流过  $R_{Lz}$  在负载上得到全波脉动直流电压。

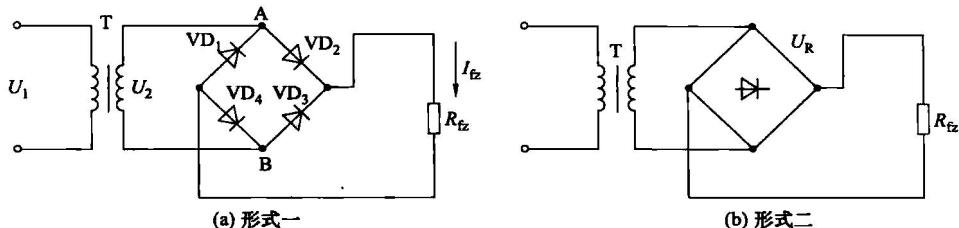


图 1-13 单相桥式整流电路

与单相全波整流电路相比较，单相桥式整流电路的优点是变压器无需中心抽头，变压器利用率较高，而且整流二极管的反向电压降低一半，因此它获得广泛应用。

## 1.14 三相桥式整流电路

单相整流电路的输出功率一般不超过几个千瓦，如果要求输出功率较大，就需要用到三相整流电路。目前有些地区由于经常停电，应急电源被普遍使用。图 1-14 所示的三相桥式整流电路由于具有较大的输出功率，输出电压脉动小、变压器利用率高等优点，在电气设备中被广泛采用。

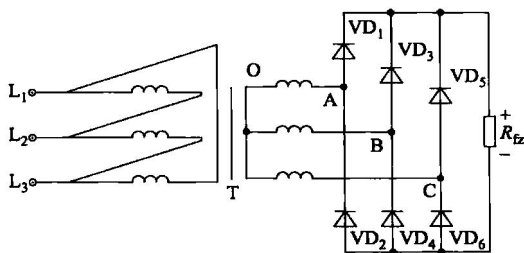


图 1-14 三相桥式整流电路

三相桥式整流电路用的变压器初级接成三角形，次级接成星形。次级的相电压按正弦规律变化，互相间相位相差  $120^\circ$ 。由于二极管在正向电压偏置下导通，而且连接在一起的几个二极管中，导通前 PN 结上承受正向电压较大的二极管总是优先导通，也就是说，在某一时间内，只有正极电压最高或负极电压最低的管子才导通。依据这一原则， $VD_1$  与  $VD_4$ 、 $VD_1$  与  $VD_6$ 、 $VD_3$  与  $VD_6$ 、

$VD_3$  与  $VD_2$ 、 $VD_5$  与  $VD_2$ 、 $VD_5$  与  $VD_4$  相继串联导通，在负载上获得脉动直流电压  $U_{Lz}$ 。其波形在同一个周期内出现六个波头，电压波形较平滑，脉动较小。

## 1.15 晶体三极管外形、结构与符号

三极管有三个极，分别称为发射极（用 e 表示）、基极（用 b 表示）及集电极（用 c 表