

畅销书作者
力推新作

冯 英 主编

新编 电工

万事通



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

畅销书作者
力推新作

冯 英 主编

新编 电工万事通



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书以新颖的形式,图文并茂地展示了电工基本知识和多种实用技能,内容包括:1. 电工常用电子技术基础;2. 电工基础;3. 电工常用工具及量具;4. 电工操作基本技能;5. 照明电气设备的安装与维修;6. 低压电器的使用与检修;7. 三相异步电动机的应用与维修;8. 变压器;9. 变频器与软启动器;10. 电工经典线路荟萃;11. 安全用电;12. 供电职业道德与规范化服务。

本书适合广大城乡初中级电工人员、职业技术学院相关专业师生或就业前培训以及下岗职工再就业人员阅读,也可供工矿电工、物业电工、农村电工、建筑电工、后勤电工、生活电工和电工电子爱好者阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

新编电工万事通/冯英主编. —北京:中国电力出版社, 2009. 11

ISBN 978 - 7 - 5083 - 9529 - 6

I. 新… II. 冯… III. 电工—基本知识 IV. TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 181498 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2010 年 3 月第一版 2010 年 3 月北京第一次印刷

850 毫米×1168 毫米 32 开本 14 印张 366 千字

印数 0001—3000 册 定价 28.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

前 言

随着我国科学技术的不断发展,电气化程度日益提高,各行业、各部门从事电气工作的人员迅速增加。而在实际工作中,这些人员急需提高电工基础理论知识和实用操作技能,以便更好地为生产、生活服务,为此我们编写了《新编电工万事通》一书。

本书从实践出发,结合生产实际,突出实用性,力求使读者阅读后,能很快应用到实际工作当中,实现电工技术技能的活学活用,培养电工万事通的能力。

本书可操作性强,许多经验技能是从实践工作中的第一手资料总结出来的;可读性强,书中穿插有大量的图表,力求使读者在轻松阅读中迅速掌握电工技术,提高技能水平,使“电工”在就业方面成为万能工种、首选行业。

参加本书编写校对的人员还有黄海平、王文婷、黄鑫、王兰君、凌玉泉、刘彦爱、朱雷雷、刘守真、谭亚林、凌珍泉、贾贵超、凌万泉、张从知、高惠瑾、李燕、李渝陵、凌黎等,在此一并向他们表示感谢。

由于水平所限,书中难免存在错误和疏漏,敬请广大读者批评指正。

主 编 冯 英

目 录

前言

第 1 章 电工常用电子技术基础	1
1.1 电阻器	1
1.2 电容器	3
1.3 晶体二极管	5
1.4 整流电路	9
1.5 晶体三极管	11
1.6 集成电路块	15
第 2 章 电工基础	16
2.1 电流	16
2.2 电压	17
2.3 电阻	19
2.4 欧姆定律	20
2.5 阻抗	21
2.6 导体	21
2.7 绝缘体	22
2.8 短路	23
2.9 断路	23
2.10 简单的电路图	23
2.11 电功	24
2.12 电阻的串联	25
2.13 电阻的并联	26
2.14 电功与电功率	27

2.15	电容与电容器	28
2.16	交流电	31
2.17	右手定则	33
2.18	安培力的方向	33
第3章	电工常用工具及量具	34
3.1	电工常用的钳工工具	34
3.2	电工常用登高工具	41
3.3	电工常用架杆工具	45
3.4	电工常用一般维修工具	47
3.5	电工常用测量仪表工具	63
第4章	电工操作基本技能	84
4.1	导线绝缘层的剖削	84
4.2	铜芯导线的连接	87
4.3	铝芯导线的连接	91
4.4	铜(导线)、铝(导线)之间的连接	92
4.5	线头与接线端子(接线桩)的连接	93
4.6	导线的封端和绝缘层的恢复	97
4.7	导线的绑扎	102
第5章	照明电气设备的安装与维修	105
5.1	照明开关	105
5.2	常用插座	108
5.3	白炽灯	110
5.4	自镇流荧光高压汞灯应用	111
5.5	日光灯	112
5.6	单相照明闸刀开关	116
5.7	瓷插式熔断器	117
5.8	单相电能表选用	120
5.9	客厅照明的选择	124
5.10	装饰灯具在房间的应用	127
5.11	照明电器线路的明暗敷设安装选择	130

5.12	开关、插座面板及其安装	130
5.13	家庭装修电工施工中塑料护套线敷设方法	137
5.14	住宅装饰常见电器安装及接线	140
5.15	一室一厅配电线路	144
5.16	二室一厅居室电源布线分配线路	145
5.17	照明进户配电箱线路	147
5.18	两地控制一盏灯的安装应用举例	148
5.19	木制配电板整体的安装	150
5.20	塑料波纹管在穿线时的应用	151
5.21	白炽灯故障检修	151
5.22	日光灯故障检修	155
第 6 章	低压电器的使用与检修	161
6.1	胶盖刀开关	161
6.2	铁壳开关	163
6.3	组合开关	165
6.4	按钮开关	167
6.5	行程开关	169
6.6	低压熔断器	171
6.7	低压断路器	176
6.8	交流接触器	181
6.9	热继电器	186
6.10	时间继电器	189
6.11	凸轮控制器	192
6.12	自耦减压启动器	194
6.13	磁力启动器	197
6.14	Y- Δ 启动器	200
第 7 章	三相异步电动机的应用与维修	202
7.1	三相异步电动机的结构和工作原理	202
7.2	三相异步电动机的铭牌	205
7.3	三相异步电动机的选择和安装使用	209

7.4	三相异步电动机的电气控制	223
7.5	三相异步电动机的维护和检修	239
第8章	变压器	264
8.1	变压器的工作原理	264
8.2	变压器的结构和铭牌	267
8.3	变压器的选用与安装	273
8.4	变压器的维护和故障检修	277
8.5	小型变压器的设计与故障检修	279
8.6	特殊用途的变压器	284
第9章	变频器与软启动器	293
9.1	变频器的安装和使用	293
9.2	变频器的电气控制线路	295
9.3	变频器的实际应用线路	301
9.4	变频器检修实例	305
9.5	软启动器的特点	310
9.6	软启动器的电气控制线路	311
9.7	软启动器的实际应用线路	314
9.8	软启动器检修实例	316
第10章	电工经典线路荟萃	319
10.1	常用电动机控制线路	319
10.2	自动控制线路	336
10.3	巧用配电控制线路	345
10.4	应急控制线路	350
10.5	灯光和节电线路	362
10.6	电子线路	366
第11章	安全用电	373
11.1	触电的几种情况	373
11.2	安全用电常识	374
11.3	电气消防常识	376
11.4	灭火器的使用常识	376

11.5	火灾逃生	378
11.6	触电急救常识	379
11.7	触电急救方法	381
11.8	接地和接零	383
11.9	接地体的安装	388
11.10	接地线的安装	390
11.11	接地电阻的检测	394
11.12	接地装置的维修	396
11.13	漏电保护器的选用	397
11.14	漏电保护器的安装	398
11.15	防雷保护	399
第 12 章	供电职业道德与规范化服务	404
12.1	供电职业道德基本要求	404
12.2	供电职工道德规范	408
12.3	供电服务	411
12.4	规范化服务标准	420
12.5	农村供电所规范化管理标准	421
附录	常用的电气图形符号与文字符号表	433

电工常用电子技术基础

1.1 电 阻 器

电阻器在电子电路中应用非常广泛。电阻器种类非常多,有碳膜电阻器、金属膜电阻器、有机实芯电阻器、线绕电阻器、固定抽头电阻器和热敏电阻器,电阻器按其阻值是否可以调整又可以分为固定电阻器和可变电阻器两种。如图 1-1 (a) 为碳膜电阻,图 1-1 (b) 为几种电阻外形,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器。碳膜电阻器具有稳定性较高、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、耐热性能好等特点。

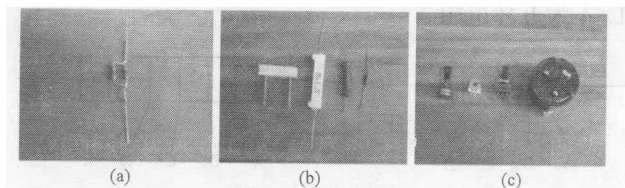


图 1-1 电阻器

(a) 碳膜电阻; (b) 几种电阻外形; (c) 电位器

1. 各种电阻器的符号

如图 1-2 为各种电阻器符号。

2. 色环电阻

色环电阻的辨认就是将阻值以色环的形式表示,分 10 种颜色,分别是棕、红、橙、黄、绿、蓝、紫、灰、白、黑、金、

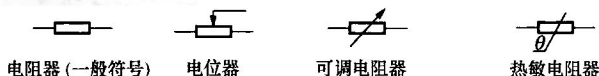


图 1-2 各种电阻器符号

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, 所以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 电阻色环的含义

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

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

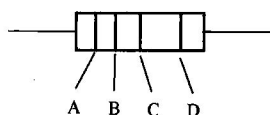


图 1-3 四环电阻

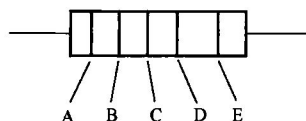


图 1-4 五环电阻

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 250Ω ，偏差是 $\pm 5\%$ 。

1.2 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 所示。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。

电容器具有隔直流、通交流的特性，其应用范围很广泛，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。

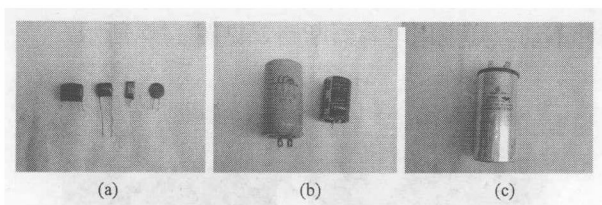


图 1-5 电容器

(a) 各种电容器；(b) 电解电容器；

(c) 大容量电容器（洗衣机空调启动电容）

1. 电容器的符号

电容器的文字符号为“C”，电容器的图形符号如图 1-6 所

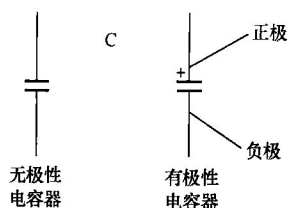


图 1-6 电容器符号

示。电容器的型号命名由四部分组成，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。电容器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（ μF ）、毫微法（nF）和微微法（pF）作为单位。

2. 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被击穿或电容漏电严重，造成了短路；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，见图 1-7 所示。

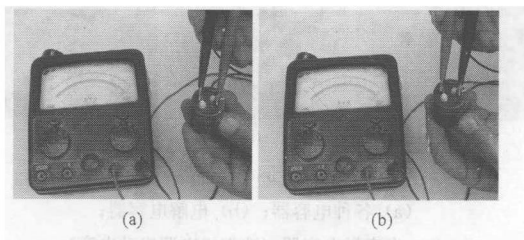


图 1-7 电解电容器

(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

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，则电容器容易击穿或爆裂。

3. 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 2kV ，最小的 63V ；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。

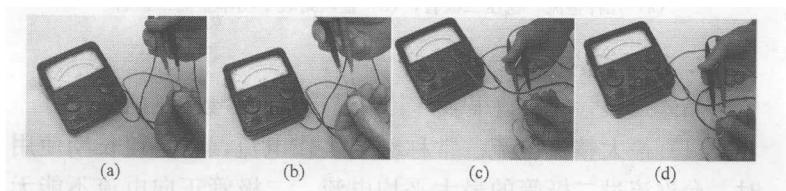


图 1-8 电容器及好坏判别

1.3 晶体二极管

1. 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)。

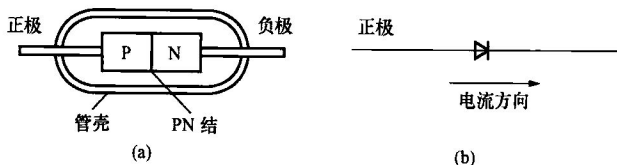


图 1-9 二极管结构与符号

(a) 结构；(b) 符号

二极管的符号见图 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 从左到右是从小功率到大功率的各种二极管封装形式。

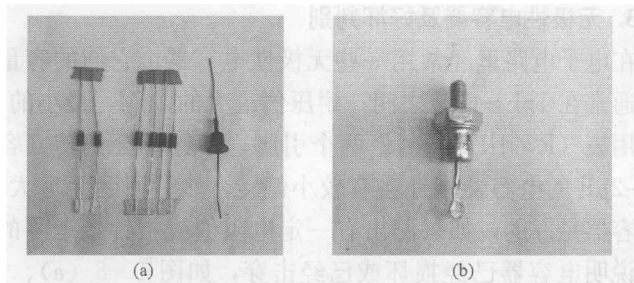


图 1-10 晶体二极管

(a) 几种整流、稳压二极管；(b) 金属封装中功率整流二极管

2. 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。

3. 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，主要用

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	A	高频大功率管 ($f_c \geq 3\text{MHz}$ $P_c \geq 1\text{W}$)			
		C	N型硅材料	W	稳压管	T	半导体闸流管 (可控整流器)			
		D	P型硅材料	C	参量管					
				Z	整流器					
				L	整流堆					
3	三极管			S	隧道管	Y	体效应器件			
		A	PNP型锗材料	N	阳尼管	B	雪崩管			
		B	PNP型锗材料	U	光电器件	J	阶跃恢复管			
		C	N型硅材料	K	开关管	BT	半导体特殊器件			
		D	NPN型硅材料	X	低频小功率管 ($f_c < 3\text{MHz}$ $P_c < 1\text{mW}$)	CS	场效应管			
		E	化合物材料	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			

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。

4. 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。

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 $R \times 100$ 或 $R \times 1k$ 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 $200k\Omega$ 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。

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