

实用电工技能操作丛书

电工基本 操作工艺

刘光源 ■ 主编

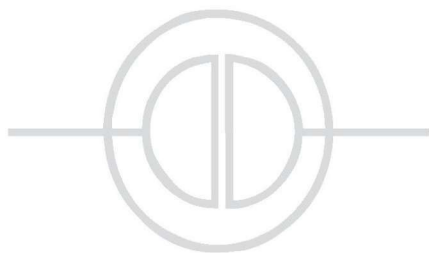


中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

实用电工技能操作丛书

电工基本操作工艺

刘光源 ■ 主编



中国电力出版社

CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书主要介绍电工的基本操作技能和维修知识,可操作性强,可使广大电气工人和农村电工在较短的时间内掌握电工工艺的基本操作技能。

本书共分七章,内容包括:电工基础;常用电工工具和电气测量仪表;电工基本操作技能;电气控制设备与家用电器的安装和检修;照明装置的安装和常见故障检修;单相异步电动机的拆装和检修;楼宇智能化系统。

本书内容简明实用,可供工矿企业电气安装工、乡镇企业电工使用,也可供电气工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电工基本操作工艺/刘光源主编. —北京:中国电力出版社, 2011.9

(实用电工技能操作丛书)

ISBN 978-7-5123-2154-0

I. ①电… II. ①刘… III. ①电工技术—基本知识
IV. ①TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 197472 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 http://www.cepp.sgcc.com.cn)

印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2012 年 月第一版 2012 年 月北京第一次印刷

850 毫米×1168 毫米 32 开本 13.25 印张 351 千字 1 插页

印数 0001—0000 册 定价 0.00 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

电工是一种复杂的、技术性很强的、脑力与体力并用的职业，为了满足广大电工迫切学习电工技能和技巧的需要，编者总结了大量实践经验而编写了本书。

本书主要介绍电工的基本操作技能和维修知识。本书的一个特点是可操作性强，对初学电工和在职电工工作具有直接的指导作用，可使广大上岗、转岗和在岗的电气工人和农村电工在较短的时间内掌握电工工艺的基本操作技能；另一个特点是技术标准、电气图形符号均为最新国家标准，实用性强。

书中详细介绍了电工工具的使用技巧和基本操作技能；电气控制设备与家用电器的安装和检修；照明装置的安装和常见故障检修；单相异步电动机的拆装和检修；楼宇智能化系统。

本书由刘光源主编，参加编写的还有张佩莲、周家宝和费文祥等人。

由于编者水平所限，加上本书内容涉及面广，书中难免有不足之处，恳请广大读者批评指正。

编者

2011 年 8 月



目 录

前言

第一章 电工基础	1
第一节 常用元件和电子线路	1
第二节 直流电路	28
第三节 交流电路	33
第二章 常用电工工具和电气测量仪表	41
第一节 常用电工工具	41
第二节 电气测量仪表	81
第三章 电工基本操作技能	98
第一节 导线的选择	98
第二节 导线线头绝缘层的剖削和连接	109
第三节 墙孔和棒孔的鑿打及棒的安装	128
第四节 登高工具、简易起重和搬运工具的使用	137
第四章 电气控制设备与家用电器的安装和检修	154
第一节 电气控制设备的安装和调试	154
第二节 机床电气控制设备的维护和检修	159
第三节 电冰箱的安置和检修	195
第四节 洗衣机的安置和检修	202
第五节 空调器的安装和检修	224
第六节 电风扇的安装和检修	233
第七节 电取暖器的安置和检修	243
第八节 电热水器的安装和检修	246
第九节 微波炉的使用和检修	250

第十节 电饭锅的使用和检修·····	254
第五章 照明装置的安装和常见故障检修·····	258
第一节 照明的计算和照度标准·····	258
第二节 照明装置的种类·····	261
第三节 照明器具和 RCD 的安装 ·····	305
第四节 进户装置和配电板的安装方法·····	334
第六章 单相异步电动机的拆装和检修·····	352
第一节 单相异步电动机的结构和类型·····	352
第二节 单相异步电动机的拆卸和装配·····	357
第三节 单相异步电动机的常见故障和处理方法·····	358
第七章 楼宇智能化系统·····	376
第一节 智能建筑·····	376
第二节 楼宇照明灯具的安装·····	379
第三节 火灾自动报警系统·····	389
第四节 防盗报警系统·····	409

电 工 基 础

第一节 常用元件和电子线路

一、电阻器

电阻器简称电阻，它是由电阻率不同的材料制成的。每一个电阻都有一定的电阻值。

1. 电阻的分类

按照制作材料不同，电阻可分为碳膜电阻、金属膜电阻、金属氧化膜电阻、玻璃釉膜电阻、合金碳膜电阻、绕线电阻等；按照用途不同，电阻可分为普通电阻、热敏电阻、光敏电阻等；按照结构特点，电阻可分为固定电阻、可变电阻、电位器等。电阻在电路中用字母“ R ”表示，常见电阻的外形及符号如图 1-1 所示。

2. 电阻的大小

实践证明，金属导体的电阻与导体的长度成正比，与导体的截面积成反比，而且还与金属导体材料有关。其计算公式为

$$R = \rho \frac{L}{S}$$

式中 R ——导体的电阻， Ω ；

L ——导体的长度， m ；

S ——导体的截面积， m^2 ；

ρ ——电阻率， $\Omega \cdot m$ 。

几种常用材料在 $20^{\circ}C$ 时的电阻率，见表 1-1。

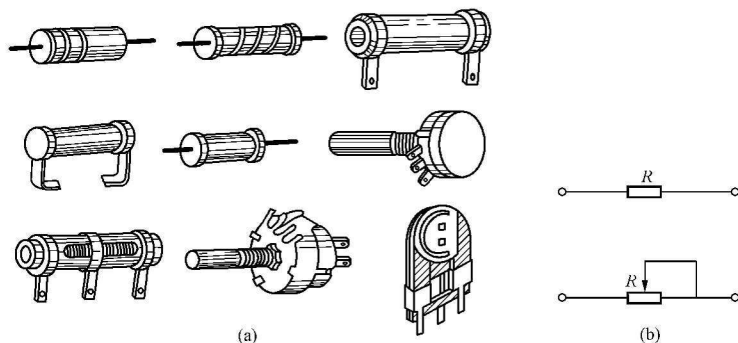


图 1-1 电阻
(a) 常用电阻外形；(b) 电阻符号

表 1-1 常用材料的电阻率

用途	材料名称	电阻率 $\rho(20^{\circ}\text{C})$ ($\Omega \cdot \text{m}$)
制作导线	银	0.016 5
	铜	0.017 5
	铝	0.028 3
制作电阻	锰铜	0.42
	康铜	0.42
	镍铬铜	1.0

3. 电阻的参数

(1) 电阻的标称阻值和误差。在电阻上标注的阻值叫做标称阻值，它的单位是欧姆，简称欧，用符号“ Ω ”表示。较大的电阻值可用千欧 ($\text{k}\Omega$)、兆欧 ($\text{M}\Omega$) 表示。它们之间的关系是

$$1\text{k}\Omega = 10^3\Omega$$

$$1\text{M}\Omega = 10^3\text{k}\Omega = 10^6\Omega$$

电阻的实际阻值与标称值之差称为误差。它表示某一电阻标称阻值的精度。一般电阻的误差分为三个等级：一级误差范围为标称阻值的 $\pm 5\%$ ；二级误差范围为 $\pm 10\%$ ；三级误差范围为 $\pm 20\%$ 。除此之外，精度较高的电阻其误差分别为 $\pm 0.5\%$ 、

$\pm 1\%$ 、 $\pm 2\%$ 等。

(2) 电阻的额定功率。电阻在正常工作时允许消耗的最大功率叫做电阻的额定功率。电阻的额定功率与它所用的材料和体积大小有关。一般来说,绕线电阻和体积大的电阻额定功率也较大。在使用过程中电阻实际消耗的功率超过其额定功率,会使电阻的温度升高而引起阻值的变化,严重时可能烧毁电阻。为了保证安全可靠,通常所用电阻的额定功率应比实际消耗的功率大 $100\% \sim 200\%$,电阻额定功率的标称值有 $1/8$ 、 $1/4$ 、 $1/2$ 、 1 、 2 、 5 、 10W 等。常用电阻额定功率的表示方法如图 1-2 所示。

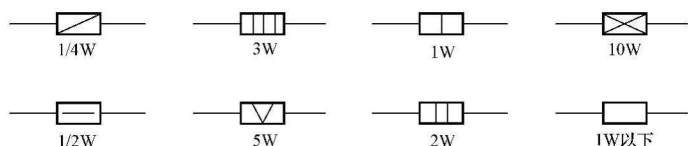


图 1-2 常用电阻额定功率的表示方法

4. 色环电阻标值识别法

较小的碳膜电阻阻值及误差,一般用色环来表示,即在电阻的一端上画有 3 道或 4 道色环,如图 1-3 所示。

紧靠电阻端的为第一色环,其余依次为第二、三、四色环。第一色环表示阻值的第一位数字,第二色环表示阻值的第二位数字,第三色环表示阻值末尾有几个零,第四色环表示阻值的误差。色环颜色表示的数字意义见表 1-2。

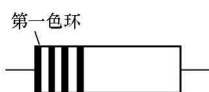


图 1-3 色环电阻
标值识别法

表 1-2 色环颜色表示的数字意义

色别	第一色环 第一位数	第二色环 第二位数	第三色环 应乘位数	第四色环 误差
棕	1	1	10	—
红	2	2	100	—
橙	3	3	1000	—

续表

色别	第一色环 第一位数	第二色环 第二位数	第三色环 应乘位数	第四色环 误差
黄	4	4	10 000	—
绿	5	5	100 000	—
蓝	6	6	1000 000	—
紫	7	7	10 000 000	—
灰	8	8	100 000 000	—
白	9	9	1 000 000 000	—
黑	0	0	1	—
金	—	—	0.1	$\pm 5\%$
银	—	—	0.01	$\pm 10\%$
无色	—	—	—	$\pm 20\%$

例如一个电阻有 4 个色环,其顺序为棕、绿、黄、银。这个电阻的阻值就是 $150\,000\Omega$,误差为 $\pm 10\%$ 。另一个电阻只有红、紫、黑 3 道色环,其阻值则为 27Ω ,误差为 $\pm 20\%$ 。

二、电感线圈

电感线圈是用绝缘导线(如漆包线或纱包线等),绕在支架或铁芯上制成的。常见的电感线圈有单层螺旋管线圈、蜂房式线圈、铁粉芯线圈或铁氧体芯线圈、空心线圈和阻流线圈等。常用电感线圈的外形和符号如图 1-4 所示。

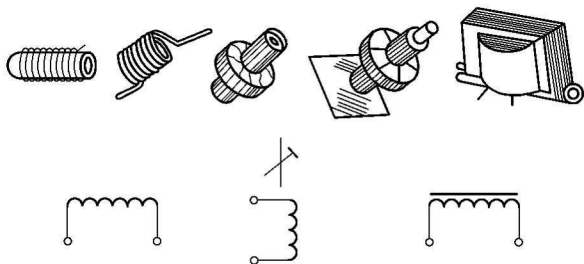


图 1-4 常用电感线圈的外形和符号

1. 电感线圈的自感

线圈中有电流通过，线圈周围就产生磁场。当电流发生变化时，磁场也随之变化，这个变化的磁场使线圈中产生了感应电动势。这种由于线圈本身所通过的电流变化而产生感应电动势的现象叫做自感现象。由自感现象所产生的感应电动势叫自感电动势。

自感电动势的大小与导体中电流变化速度、线圈形状、尺寸、线圈的圈数有关。

线圈的电感量简称电感，它表示在电流变化量一定的情况下，线圈产生感应电动势大小的能力。电感用字母“ L ”表示，单位是亨利，用字母“ H ”表示。实际应用中常采用 mH 和 μH ，它们之间的关系为

$$1H = 10^3 mH = 10^6 \mu H$$

2. 电感线圈的互感

两只互相靠近的线圈，由于一次侧线圈中变化的电流所产生的变化的磁通也穿过了二次侧线圈，于是在二次侧线圈中会产生感应电动势。这种当一个线圈内的电流发生变化，而在另一个线圈内产生感应电动势的现象叫做互感现象，由互感现象所产生的感应电动势叫互感电动势。

互感电动势的大小与一次侧线圈的电流变化速度及两个线圈的形状、圈数、线圈间的相对位置有关。

三、电容器

由两个彼此绝缘而又互相靠近的导体所构成的装置，称为电容器。组成电容器的两个导体叫做极板。电容器通过与极板相连的引线接到电路中去。极板中间的绝缘材料称为电介质，空气、纸、云母、油和塑料等都可以作为电容器的绝缘介质。

电容器最基本的特性是能够储存电荷。

电容器另一个特性是“通交隔直”。因为电容器两极板间是绝缘的，所以不能通过直流电。但在交流电路中，由于电容器两端的电压不断交变，当电压的绝对值不断增大时，电容器将电能

以静电荷的形式储存在极板上，称为充电；而当电压绝对值不断减小时，电容器又将储存的电能以流动电荷的形式还给电路的电源，称为放电。所以，电容器接在交流电路中，并不妨碍交流电流在电路中的流动。

1. 电容器的参数

电容器的参数有电容量、耐压、误差范围、介质损耗、绝缘电阻等。在一般情况下，电容器的主要参数是指电容量和耐压两个参数。

电容量是衡量电容器在一定电压下储存电荷能力大小的物理量，简称电容，用符号“C”表示。电容量的大小取决于电容器本身的形状、尺寸、极间距离和极间介质等。电容量的单位是法拉，简称法（F）。实际应用中常采用小的单位微法（ μF ）、皮法拉（pF），它们之间的关系为

$$1\mu\text{F} = 10^{-6}\text{F}$$

$$1\text{pF} = 10^{-6}\mu\text{F}$$

耐压也叫额定电压，是指电容器长期工作时所能承受的最大电压。电容器的耐压除与结构、介质性质有关外，还与工作环境有关，如环境温度升高时，电容器的耐压能力将下降。为保证电容器的安全使用，应使加在电容器两端的实际工作电压小于它的耐压。

通常，电容量、耐压和误差范围都标注在电容器的外壳上（体积小的电容器只标注电容量），以便使用者使用。

2. 电容器的种类和选用

电容器的种类繁多，按电介质的不同，可分为空气、云母、纸质、陶瓷、涤纶、玻璃釉、电解电容器等；按结构的不同，可分为固定电容器、可变电容器、半可变电容器等，分类如下：

（1）固定电容器。电容量固定不变的电容器称固定电容器。常用的有介质为云母、纸质、金属化纸质、油浸纸质、陶瓷或有机薄膜的电容器和铝电解电容器等。部分固定电容器的外形、名称及图形符号如图 1-5 所示。

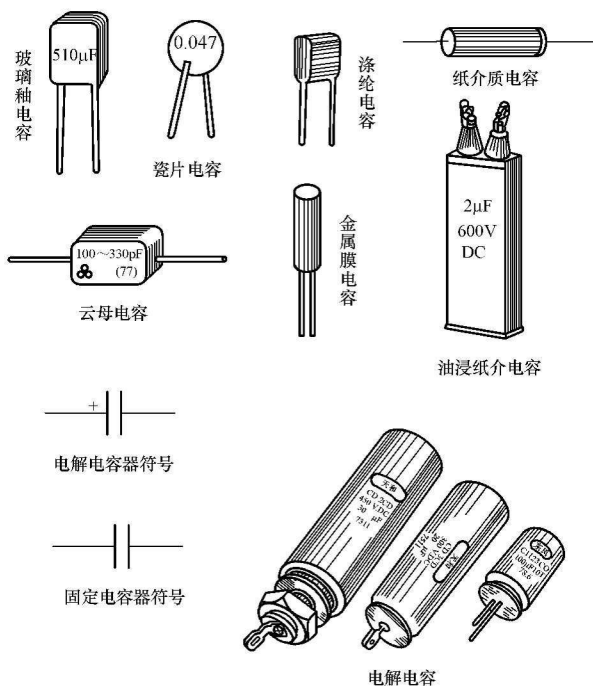


图 1-5 部分固定电容器的外形、名称及图形符号

不同的使用场合对电容器的要求是不同的，应正确选用。固定电容器中的云母、瓷介电容器的耐压较低，但损耗小且稳定性和绝缘性能较好，适用于高频电路；纸质和涤纶电容器的电容量可以做得较大，但耐压低、稳定性差，多用于要求不高的场合；油浸纸介质电容器的绝缘性能良好、耐压较高，电容量也较大，在电力系统及高压滤波中常选用它；电解电容的电容量可以做得很大（可达几千微法），但耐压低、损耗大，主要用于低频电路中。在使用电解电容时要特别注意其外壳上注明的正、负极，不可接错。

(2) 可变电容器。电容量可以改变的电容器称可变电容器。常用的可变电容器有空气、固体和真空介质三种，前两种的应用

较为广泛。

一般可变电容器由两组铝片组成，不动的一组叫定片，可以转动的一组叫动片。当结构一定时，电容量的大小取决于动片和定片间的相对面积。当动片旋入定片中，使两组极片的相对面积增大时，电容量增大，反之减小。在收音机的调谐回路中，就是使用可变电容器来达到选择电台的目的。

(3) 半可变电容器。电容量变化范围较小的可变电容器称为半可变电容器，又称为微调电容器。常用的半可变电容器有陶瓷、云母介质两种。半可变电容器常用于收音机和收录机中。

部分可变和半可变电容器的外形、名称及图形符号如图 1-6 所示。

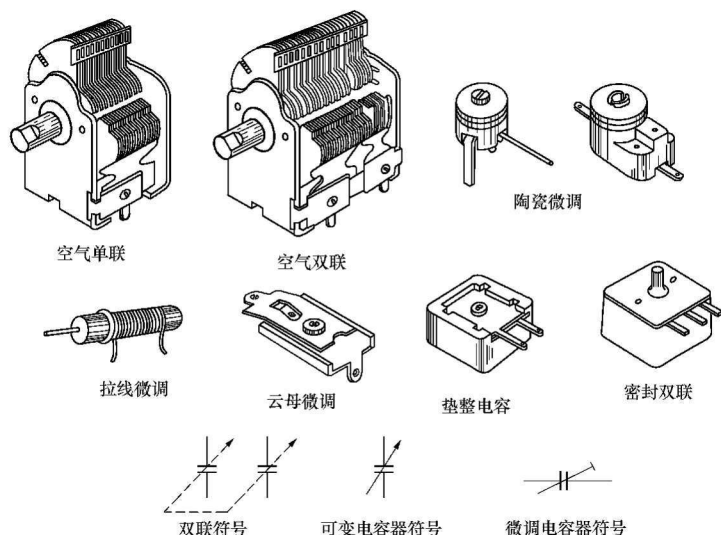


图 1-6 部分可变和半可变电容器的外形、名称及图形符号

3. 电容器好坏的判别

用万用表的电阻挡可以判别电容器的好坏。 $100\mu\text{F}$ 以上的电容器用 $R \times 100$ 挡， $1 \sim 100\mu\text{F}$ 的电容器用 $R \times 1\text{k}$ 挡， $1\mu\text{F}$ 以下的电容器用 $R \times 10\text{k}$ 挡。测试时，用万用表的表棒（不分正、

负)分别接触电容器两脚,刚接触瞬间,表针很快按顺时针(向电阻为零的方向)偏转一下,然后按逆时针方向又退回到 R 为无穷大处,如果回不到无穷大处,则表针所指的阻值就是电容的漏电阻。表针顺时针偏转越大,逆时针方向退回越慢,说明电容器的电容量越大。如果接通时表针不动,说明电容器内部断路;如果表针顺时针偏转到零位不退回,说明电容器已被击穿短路。

对 $0.01\sim 1\mu\text{F}$ 之间的电容,用 $R\times 10\text{k}$ 挡才能看出指针微小的摆动。容量过小的电容器,用这种方法就不好测量了。

对于正、负极标志模糊不清的电解电容器,可通过测量其正、反向绝缘电阻,判断出两引出脚的正、负极。具体的方法是:用万用表的 $1\times 1\text{k}$ 挡先测出电解电容器的一个绝缘电阻值,将红、黑表棒对调后测出第二个绝缘电阻值。两次测量中,电阻值较大的一次,黑表棒(与万用表中电池正极相连)所接的引出脚为电解电容器的正极,红表棒(与万用表中电池负极相连)所接的引出脚为电解电容器的负极。

四、晶体二极管及其整流电路

1. 晶体二极管

常用晶体二极管的外形及图形符号如图 1-7 所示。

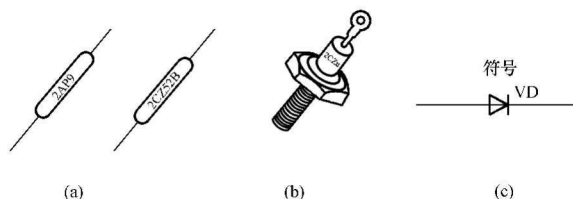


图 1-7 晶体二极管的外形及图形符号

(a) 点接触型; (b) 面接触型; (c) 图形符号

图形符号中的箭头表示正向电流的方向。一般二极管用“VD”表示。

(1) 晶体二极管的分类和用途。根据二极管的用途,可将二极管分为点接触型和面接触型两种。

点接触型二极管的外形如图 1-7 (a) 所示。它不能通过较大的电流,但在很高的频率下性能良好,主要用于检波和脉冲电路。

面接触型二极管的外形如图 1-7 (b) 所示。它能通过很大的电流,但它的工作频率较低,主要用于整流。

(2) 晶体二极管的测试。在选用二极管时,常需辨别二极管的极性和好坏。

将二极管接入电路时,其极性不能接错,否则电路不能正常工作,甚至会损坏管子和其他元件。有些管子管壳上标有  的记号,有的则可根据型号查手册辨认极性。如果管壳上无任何标记,或手边无手册可查时,可用万用表来判别二极管的正、负极性和好坏。

测量前,应将万用表欧姆挡拨到 $R \times 100\Omega$ 或 $R \times 1k\Omega$ 位置(使用欧姆挡时不要将欧姆挡的量程拨到 $R \times 1\Omega$ 或 $R \times 10k\Omega$ 挡位来测量,因为 $R \times 1\Omega$ 挡电流太大, $R \times 10k\Omega$ 挡电压太高,都易损坏二极管)。使用欧姆挡时必须注意,万用表正端的表棒(一般为红棒)接表内电池的负极;万用表负端的表棒(一般为黑棒)接表内电池的正极。

1) 正、负极性的判别。测量时,将万用表的两表棒分别接二极管的两极,如图 1-8 所示。如果电阻的读数较小,则黑表棒所接的一端是二极管的正极,红表棒所接的一端为负;反之,当测得的电阻值较大时,则与红表棒相接的一端为二极管的正极,与黑表棒相接的一端为二极管的负极。

2) 好坏判别。在图 1-8 (b) 中,黑表棒和万用表内电池的正极相接,故此时加在二极管上的是反向电压,因此测量出的是反向电阻,阻值较大,如小功率二极管的反向电阻值一般为 $100 \sim 200k\Omega$ 。在图 1-8 (a) 中,加在二极管上的是正向电压,测量出的是正向电阻,阻值较小,如锗材料小功率二极管正向电阻值约为几百欧姆,硅材料二极管正向电阻值为 $1.5k\Omega$ 左右。

若测出的正、反向电阻值均为无穷大,即指针不动,则说明

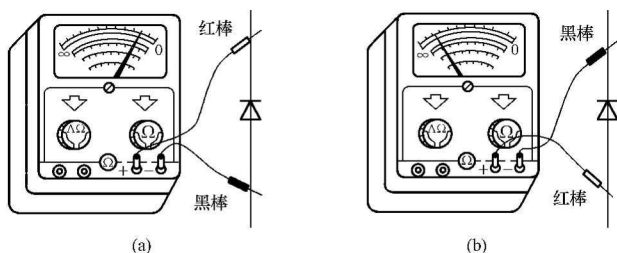


图 1-8 二极管极性判别
(a) 测正向电阻；(b) 测反向电阻

管子内部已断路；若测出的正、反向电阻值都很小或为零，则说明管子内部已短路；当测出的正、反向电阻值相接近，说明管子的性能不好，这三种情况的管子都不能使用。

2. 整流电路

将交流电变为直流电的过程叫整流。将交流电转化为直流电的设备叫整流器，它由整流变压器、整流电路和滤波电路等三部分组成。整流器能将电网中提供的交流电直接转化为电子电路和电气设备需要的直流电，如图 1-9 所示。

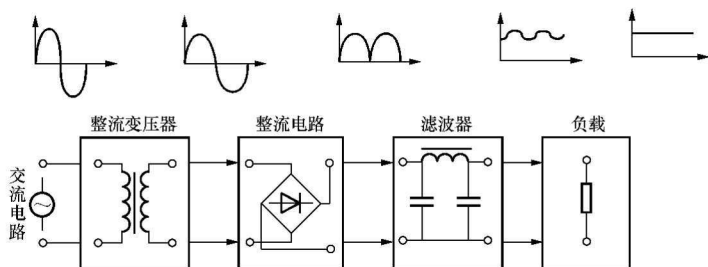


图 1-9 整流器

单向整流电路是指利用二极管的单向导电特性，把交流电变换成方向不变、大小随时间变化的脉动直流电的电路。

(1) 单相整流电路。单相整流电路有单相半波整流电路、单相全波整流电路和单相桥式整流电路三种常用的基本形式。几种常用整流电路的电路图及输出波形见表 1-3。