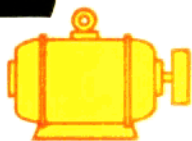


农村安全用电常识



戚国彬 编 · 中国工业出版社出版



目 录

一、电的基本知識.....	3
1. 电流 电压 电阻 导体 絕緣体.....	3
2. 电路和欧姆定律.....	5
3. 直流电和交流电 周期 頻率.....	5
4. 单相和三相 三相三綫制和三相四綫制 星形接法和 三角形接法.....	7
5. 瓦 瓩 千伏安 瓩小时 力率.....	9
6. 电流的效应——热效应 化学效应 磁效应.....	11
7. 損耗 效率.....	13
8. 发电 送电 用电.....	14
二、电在农业中的应用.....	15
1. 电力灌溉和排澇.....	15
2. 电动脫粒.....	16
3. 电力耕作.....	17
4. 农机修配 农副产品加工.....	17
5. 生活用电.....	18
6. 綜合利用.....	18
7. 申請用电 計算电费.....	19
8. 調整負荷 節約用电.....	20
三、农村电气事故的原因和預防.....	23
1. 触电的道理和触电种类.....	23

2. 农村触电的原因和防止办法	30
3. 电气火灾和雷电	51
四、触电急救和人工呼吸	54
1. 触电急救步骤	55
2. 人工呼吸	57
附录 1、敞露敷設的銅心橡皮絕緣綫或塑料絕緣綫的最大容許 持續負荷和熔絲額定電流的極限容許值	64
附录 2、各种軟綫的載流量表	65
附录 3、鉛錫合金熔絲的熔斷電流表	65
附录 4、銅絲的熔斷電流表	66

一、电的基本知識

很多地区的农村用上了电。为了能够安全、合理、节约用电，应当了解一些电的基本知識。

1. 电流 电压 电阻 导体 絕緣体

为了解釋便利，我們用水来比方电。水的流动叫做水流，用“秒公方”(每秒钟流过多少立方米水)来表示大小；电的流动叫**电流**，用**安培**(简称**安**)来表示大小。

水总是从水面高的地方流到低的地方，或者从低的地方用水泵把水抽到高的地方，水面高低的差或水泵的抽水的力推动了水的流动。电的流动，与水相仿，也有一种力在推动，这种力我們叫做**电位**。高低不同的两个电位的差，叫做**电压**。电压的单位用**伏特**(简称**伏**)来表示。电压有高低：高电压有11万、6万6千、3万5千、1万、6千、3千伏特等；低电压有380、220、110、36和12伏特等。电动机一般用380伏特的电压，电灯用220伏特的电压。

水沿着河流、渠道、水管流动，河堤、渠堤、管子可以使水不能乱流，把它約束在一定的方向和路徑內流动。电沿着**导綫**(电綫)流动，导綫外面包着橡皮等絕緣材料或被空气包围着，約束电流使它不能随便乱流，而沿一定的方向和路徑流到用电的地方去。如果不加約束，水总是自己找路流到海里去，因为海面的高度是零；电总是自己找路流到地里去，因为地里的电位是零。渠堤或水管破了，就会漏水；电綫上的橡皮或棉紗破了，就会漏电。不过水能通过空气漏到

低的地方，但是电不能通过空气漏，而要沿着一个导体才能漏走。容易通过电流的物质，叫做导体。铜、铝、铁等金属就是导体，用来制造通电的导线。金属之外，水、人的身体等等也是导体，电也容易通过。

橡皮、玻璃、瓷、空气、变压器油、云母、塑料、干燥的木材、竹材、纸张、丝绸等能阻止电流流通的物质，叫做**绝缘体**。绝缘体如果受了潮湿，沾到了水分，就能传导电流了；因为水是导电体。潮湿的木材、竹材等都能传导电流。

电流通过导体或绝缘体会遇到一些或小或大的阻力，这个阻止电流通过的阻力，叫做**电阻**，用**欧姆**（简称欧）来表示大小。导体有很小的电阻，绝缘体有很大的电阻，因此电流容易通过导体而难于通过绝缘体。

不同性质的材料有不同的电阻，同样的一种导体，如果长短和截面的大小不同、温度不同，它的电阻也不一样。如导体的长度相同，截面大的电阻小，截面小的电阻大；如导体的截面相同，长的电阻大，短的电阻小。一般说来，导体的温度变化是和导体的电阻增加减少成正比关系，就是说，温度上升时，电阻也增加。一种导体的电阻可用下面的公式表示：

$$\text{电阻(欧姆)} = \text{电阻系数} \times \frac{\text{导体长(米)}}{\text{导体截面(毫米}^2\text{)}}$$

最常用的导体的电阻系数(欧姆-平方毫米/米)如下：

铜.....	0.0172
铝.....	0.029
铁.....	0.1~0.2

由上可知，铜的导电性能比铝和铁优良。

2. 电路和欧姆定律

电流通过的道路，叫做**电路**。电路里面的电压、电流、电阻有下面公式所表示的关系：

$$\text{电流(安培)} = \text{电压(伏特)} \div \text{电阻(欧姆)}$$

还可以写成：

$$\text{电压(伏特)} = \text{电流(安培)} \times \text{电阻(欧姆)}$$

又可以写成：

$$\text{电阻(欧姆)} = \text{电压(伏特)} \div \text{电流(安培)}$$

这些公式所表示的是电工学上的一个重要规律，叫做**欧姆定律**。从这个定律可知，在一个电路内，电压愈高，电阻愈小，电流便愈大。应用这个定律我们可以计算，作用于一个电路的电压为100伏特而电路的电阻等于20欧姆时，那末电流就等于 $100 \div 20 = 5$ 安培(图1)。

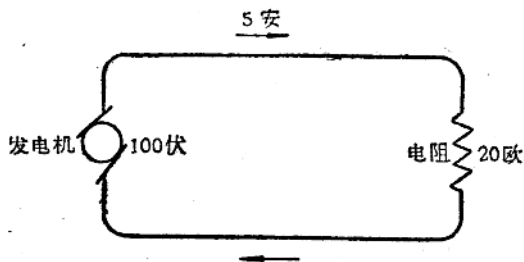


图1 电路图

3. 直流电和交流电 周期 频率

电流在电路里流动，如果方向不变，只往一个方向流动，这种电流叫做**直流电**；正象水从水泵出来，经过渠道，

流进田里，一直向前，不向回流。直流电用途很广，电车、电镀、电解等都用直流电。

电流在电路里流动，如果流动方向继续不断作周期性的有规则的正、反变动，这种电流叫做**交流电**。这种电流很像通海的河流，潮来时水向内流，潮落时水向外流，水流作周期性的有规则的变动。我们日常用的电灯和生产上用的电动机都是用的交流电。

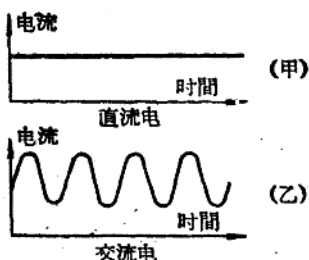


图2 直流电和交流电的示意图

交流电与直流电不同。图2(甲)表示直流电，图上的水平直线从左向右表示时间的秒数，垂直线从下向上表示电流大小。图2(乙)表示交流电，交流电从零逐渐增大到最大值后，逐渐减小到零，再向相反方向逐渐增加到最大值后，又逐渐减小到零，然后重复进行同样的变化。我们把向某一方向流动的电流叫**正电流**，把向相反方向流动的电流叫**负电流**。

交流电在一定的时间之内完成一次完整的变化，以后便重复同样的变化过程，这个时间间隔(以秒计算)称为交流电的**周期**。每一秒钟之内的周期数目叫做交流电的**频率**或**周率**，以每秒的周期数来表示。频率的单位是**周波**或**赫**。我们日常使用电灯、电力的电源都是50周波的交流电，这种交流电的周期为 $\frac{1}{50}$ 秒，就是电流在1秒钟之内完成50次完整的变化。

交流电的一个周期有时也用度数来表示，一个周期 360 度，半周期 180 度，三分之一周期 120 度，四分之一周期为 90 度。

4. 单相和三相 三相三线制和三相四线制 星形接法和三角形接法

交流电常用的有单相交流电和三相交流电。三相交流由三个同一频率的单相组成，它们在变化过程中通过零点和达到最大值的时刻不同，前后相差 $1/3$ 周期，即 120 度(图 3)。发电机和电动机里面都有三个线卷，送电线路有三根导线，每个线卷或每根导线就是一相，三相中的任何一相是单相。平常家庭用的电是单相交流电，而电力排灌站和工厂用的电是三相交流电。三相电源供给电站或工厂以后，电动机使用三相电源，电灯只用单相电源。无论高压送电或低压送电，用三相的多，用单相的少。

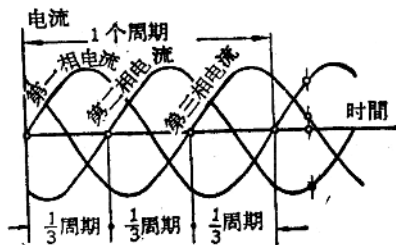


图 3 三相交流

送电线路都是用三根导线，就是三相三线制。但是用三相低压交流电供给一个用电户，总是用四根导线接进去的，这就是所谓三相四线制(图 4)。凡是每相用电量不同和需要

利用两种不同的电压(如380伏和220伏)时,都用这种三相四线制。四根线中三根线是相线(也叫火线),另一根线叫中性线(也叫零线)。

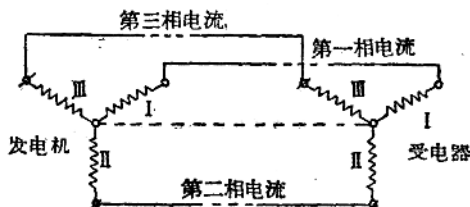


图4 三相四线制接线图(发电机和受电器用星形接法,虚线表示中性线或零线)

从图3可以看出,在任一时刻,三相电流相等时,正负电流的总和等于零。如果用三根电线把三相电流接到三个一样大小的用电器具,再用另外三根电线把电流引回去(图5),然后把三根回线合成一根电线,那么其中的三相电流总和便等于零,这根电线也就没有必要而可以省去;这样便接成三相三线的星形接法(图6)。图中的O点叫中性点或零点。

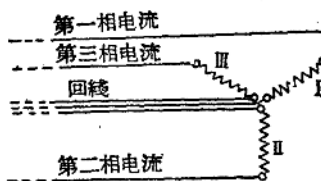


图5 分开连接的三相电路

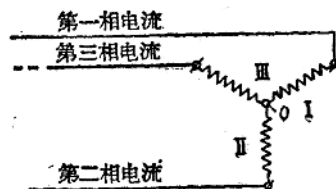


图6 三相三线星形接法

除星形接法之外,还有三角形接法(图7)。在这种接法中,第一相线卷的末端与第二相线卷的始端相接,第二相线

卷末端与第三相綫卷始端相接，第三相綫卷末端又和第一相綫卷始端相接，将三个綫卷接成一个三角形。

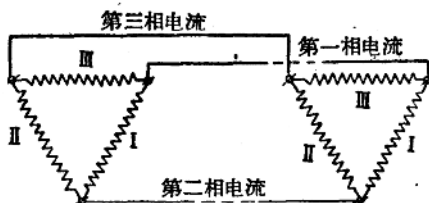


图7 三相三綫三角形-三角形接法

在三相四綫或三相三綫制星形接法中，**綫电压**等于**相电压**的1.73倍(1.73是 $\sqrt{3}$ 的約数)。所謂綫电压是每两根相綫之間的电压，相电压是相綫与中性綫之間的电压。例如电灯用相电压 220 伏，电动机用三相綫电压，各为 $220 \times 1.73 = 380$ 伏。在三角形接法中，沒有中性綫，相电压等于綫电压。

在星形接法中，**綫电流**与**相电流**是一样的；但在三角形接法中，綫电流(导綫中的电流)等于相电流(三角形每边中的电流)的1.73倍。

5. 瓦 瓩 千伏安 瓩小时 功率

上面曾經說过电流、电压、电阻，分別用安培、伏特、欧姆来表示它們的大小。

电为人类服务，有工作的本领，这个本领叫做**功率**，用电流(安)及电压(伏)的乘积来表示。 $1 \text{ 安} \times 1 \text{ 伏} = 1 \text{ 瓦}$ ，便是电功率的单位。一盏电灯，电压 220 伏，通过灯泡的电流 0.45 安，这个电灯的功率便是 $220 \times 0.45 = 100$ 瓦。

在实际应用中，用瓦做单位有时太小，改用**瓩**。1 瓩等于1000瓦。电力排灌、电动脱粒等用的电动机的大小，都是用瓩来表示的。較小的电动机有0.6、1.0、1.7、2.8、4.5瓩的，較大的电动机有10、20、28、40、55、75、100瓩的。大工厂里还用上千上万瓩的电动机来拖动机器。

过去，电动机的容量也有用馬力来表示的。同样一个馬力，在用公制計算单位的国家如苏联、欧洲大陆上的国家， $1 \text{ 馬力} = 0.736 \text{ 瓩}$ 或 $1 \text{ 瓩} = 1.36 \text{ 馬力}$ 。英美制造的电动机 $1 \text{ 馬力} = 0.746 \text{ 瓩}$ 或 $1 \text{ 瓩} = 1.34 \text{ 馬力}$ 。

一个公社或一个工厂装置了很多电动机，加起来的总数，以瓩来表示，叫做**设备容量**（也叫**装机容量**）。这些电动机在工厂里一般不可能同时都开动，也不可能都开足，因此公社或工厂要求电力网供給的电力总要比设备容量小，这个实际的电力需要量，叫做**負荷**，以瓩表示。这个負荷按照生产的特点，在一年四季，一天二十四小时中有所变动，最高的叫做**最高負荷**或**高峰負荷**，最低的叫**最低負荷**或**低谷負荷**。

以上說安培数和伏特数的乘积是瓦数，这个关系，只在直流电路或純电阻的交流电路里是正确的，在一般交流电路里就不一定正确了。

在交流电路中，电压(伏)×电流(安)=**伏安**，1000伏安等于1**千伏安**，变压器的大小就是用千伏安来表示的，較小的变压器有3、5、7½、10、20、50、100、180、320千伏安的，較大的变压器有1000、1800、3200千伏安的。

伏安或千伏安只是一种表面的功率，要得到真正有效的功率瓦或瓩，还必须乘上一个因数，这个因数便叫**力率**，也

叫**功率因数**，用 $\cos\varphi$ 这个符号来表示。这样，单相交流电路

的有效功率(瓩) = $\frac{1}{1000} \times \text{安培} \times \text{伏特} \times \text{力率}$ ；三相交流电

路的有效功率(瓩) = $\frac{1}{1000} \times 1.73 \times \text{綫电压(伏)} \times \text{綫电流}$

(安) $\times$ 力率。

瓩与小时数的乘积叫做**瓩小时**，也叫电度。一台 100 瓩的发电机滿載发电 10 小时，发出的电度是 $100 \times 10 = 1000$ 瓩小时或 1000 度电；一台 10 瓩电动机滿載用电 5 小时，用去 $10 \times 5 = 50$ 瓩小时或 50 度电；一只 40 瓦的电灯开用 100 小时用去 $40 \times 100 = 4000$ 瓦小时，即 4 瓩小时或 4 度电。設備大、用电時間短与設備小、用电時間長，用去的电度是相同的；例如，100 瓩的电动机用电 10 小时与 10 瓩的电动机用电 100 小时用去的电度是一样的。1 瓩的电动机做 1 小时的工作，其效果有时要相当于 1 个人 10 小时或 10 个人 1 小时的工作。所以，电气化可以解放劳动力，提高劳动生产率，加速社会主义建設的速度。

6. 电流的效应——热效应 化学效应 磁效应

現在許多农村和城市里到处都能看到电綫，电在电綫里不断地流动；从发电厂流到用电的地方。但是实际上我們既看不到电在电綫中流动，也听不見电在流动。我們知道有电，主要因为一开电灯，电灯就发光；一开电动机，电动机便轉起来拖动机器；在某些化学工厂里，通电以后可以使一些物体变样。电的存在要通过一些电的效应表現出来，用試电笔或电压表可以測知有电或无电。因为看不見又听不出有沒有

电，所以对野外或城市的电线和家庭中的电器，一般应当作有电看待，随便接触玩弄，往往使人触电，招致伤亡。

表达电的存在的效应基本上有三种，这就是热效应、化学效应和磁效应。

电流通过电线，电线要发热；电流通过电炉，电炉发热又发红；电流通过电灯，灯丝发热而发光；这些都是电流的**热效应**。电流的热效应可为我们服务，但若安装或使用不好，例如电线连接不好，接头发热，电流的热效应便要引起电气火灾等。电流的发热量与电流的平方与电阻一次方的乘积成正比，平常我们使用的裸铜线、裸铝线、橡皮绝缘铜线和铝线，按照容许的发热程度都有一定的容许电流量，不可以超过，超过了就要发热熔断（见附录 2、3、4）。

在电解厂、电镀厂、蓄电池充电车间里，电流通过某种物质的水溶液，改变了溶液的成分，使溶液的组成部分从溶液中分离出来，将一种物质镀到另一种物质上，或使蓄电池充电。从溶液中被电流分离出来的物质的量与电流的大小和时间的长短成正比关系，这便是电流的**化学效应**。只有直流电有这种效应，交流电没有。

有电流通过的导线附近，会发生磁的现象。如果把一只磁针（指南针）放在这导线附近，磁针在电流的作用下，不再指向南北而发生偏转，这种现象叫电流的**磁效应**（图 8 甲），这时电线附近产生了磁场（图 8 乙）。（图 8 丙）是通有电流的线圈附近的磁场情况。

电与磁有密切的关系。发电机是机中线圈（导线）在磁场的影响下，被机械力拖动后而发电的；电动机也是在磁场的影响下，将电流通进机中线圈（导线）而旋转的。

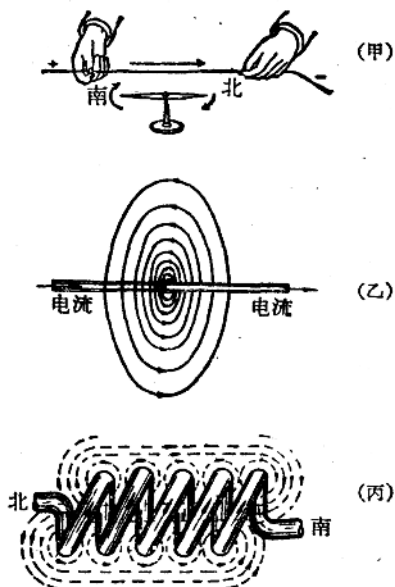


图 8 电流的磁效应

(甲) 电流附近的磁针发生偏转

(乙) 通有电流的直导线的磁场

(丙) 通有电流的线圈的磁场

以这三种效应为基础，电流可以发挥各式各样的作用，为人类服务。

7. 损耗 效率

电动机从供电线路接受的电力(瓦)，减去电动机在旋转时的各种机械损耗，象轴承摩擦损耗、风阻力损耗、电流

通过电动机线卷等电路时的电损耗，以及硅钢片或钢铁部分里的铁损耗等，便得到可以用来拖动机器的能力(瓩)，所以电动机的输出的能力比输入的电力要小。所谓效率就是输出与输入的比，可用下式表示：

$$\text{效率} = \frac{\text{输出}}{\text{输入}}$$

因为输出一定小于输入，所以效率总是小于1。

例如，某电动机，输入为12瓩，输出为10瓩，则效率=

$$\frac{10}{12} = 0.833 \text{ 或 } 83.3\%。$$

8. 发电 送电 用电

电为人类服务，在工业、交通运输、通讯、广播、公用事业、人民生活、文化娱乐、国防、科学、文教、卫生等各个方面已广泛应用。

为了满足各方面的电力需要，首先要建设生产电的工厂——发电厂。目前发电厂主要有两种：1)火力发电厂，用煤炭或柴油作燃料，把锅炉里的水烧成蒸汽，冲动汽轮机旋转，带动发电机旋转来发电。2)水力发电厂，它是依靠水力冲动水轮机旋转，带动发电机旋转来发电。这两种电厂里还装有配电装置、变压器等，把发出来的电经高压输电线路送到外面去。

从发电厂把电力送到用电中心，要根据距离的远近，采用不同的电压。目前我国距离远的用22万伏或更高的高压输电线路，距离较近则用11万、3万5千或1万伏的电压送电。把电送到农村用户处一般用380或220伏的低压。

远距离輸送电力都是用高压架空輸电綫路，就是把导綫架設在鉄塔、木杆、鋼筋水泥杆上。固定或悬挂导綫的地方用針式絕緣子(磁瓶)或悬垂式絕緣子。

輸送大量电力到远处时，电从发电机发出来，要先經变压器把电压升高，送到用戶附近后，再經变压器把电压降低。这是因为电压太低就送不远，而电压太高又不能使用，会把电动机打坏，而且高压对人更是危險。

二、电在农业中的应用

电在农业生产上有广泛的应用，主要的有：电力灌溉和排澇，农副产品加工，电动脫粒，电力耕作，畜牧用电，农机修配以及农村、城镇的生活用电，如电灯、收音机、电影放映机、幻灯机、电风扇、电视机等等。

1. 电力灌溉和排澇

电力排澇是建設电力排澇站，用电动机去拖动水泵，把水送到田地里，灌溉农作物，或把田地里多余的水排到江、河里去。

电力灌溉有三种方式，即地面灌溉、噴洒灌溉和地下灌溉。

我国目前地面灌溉已得到广泛的应用。就是用电动机拖动水泵把水从江、湖、井等水源抽到較高的地面，水經過渠道流到田地里。电动水泵固定装在一处并不搬动的，叫做**固定灌溉站**；电动水泵装在船上或装在車子上以及潛水泵，可以按需要移动位置的，叫做**流动灌溉站**。固定灌溉站一般机

器的功率較大，灌溉面積較多，渠道系統土方工程多，相應地可以少架設配電綫路；流動灌溉站不能安裝功率很大的機組，灌溉面積較少，渠道系統土方工程也較省，但要多架設一些綫路，多裝置些電氣開關、刀閘或插座。流動灌溉站多用于種植蔬菜的或灌溉範圍較小的地區，固定灌溉站多用于大片作物地區。

噴洒灌溉也是用電動機拖动一種裝置，把水直接噴洒在田地里。這種灌溉辦法目前在中國只有少數地區應用。

地下灌溉是把噴水管埋在地下，也用電力打水灌溉，我國目前還未採用。

在田地裡積水太多時，只要調節渠道的閘門，改變出水的去向，灌溉站同樣可以用于排澇，防止作物水淹受損。除了排灌合用的排灌站外，有些低洼地區，還建設了專用于排水的電力排澇站。

2. 電動脫粒

在農業生產中脫粒是一項繁重的工作，用電動脫粒比人力和機動脫粒有很大的優越性。電動脫粒要比人力脫粒快，大大提高勞動生產率、減輕勞動強度。電動脫粒屬於季節性的臨時性用電，需要架設臨時的電綫和電氣設備（變壓器、電動機），由于使用的時間集中，一般是白天夜里都使用。脫粒場地有很多人畜來往，所以虽然是臨時綫路，也一定要符合安全標準，才能防止觸電的不幸事故。脫粒工作完畢後，臨時綫路應立刻拆除。

按照電動機功率的大小，380伏低壓供電綫路從電源（發電廠或變電所）到用電地點的送電最大距離，大體如下：