

# 农村用电常识

武汉供电局《农村用电常识》编写组编



湖北人民出版社

# 农村用电常识

武汉供电局《农村用电常识》编写组编

湖北人民出版社出版

湖北省新华书店发行

湖北省新华印刷厂印刷

1972年6月第1版

1972年6月第1次印刷

书号15106·214 每册0.20元

## 编者的话

在毛主席无产阶级革命路线指引下，我国农村形势一派大好，农业生产连年丰收，集体经济日益巩固和发展。“农业的根本出路在于机械化”，广大贫下中农遵照毛主席的教导，正在农业集体化的基础上为实现农业机械化和电气化而努力奋斗。

随着农业机械化逐步的、普遍的发展，我国农村对电力的应用愈来愈广泛。贫下中农和社、队电工迫切需要出版通俗易懂的农村用电读物。为了适应这一需要，我们编写了这本《农村用电常识》。

由于我们的水平有限，书中一定会有缺点和错误，希望读者批评指正，以便进一步修改。同时，对在编写过程中，给予我们大力支持、帮助的贫下中农和社、队电工以及有关单位的同志，表示衷心感谢。

武汉供电局《农村用电常识》编写组

1972年5月

# 目 录

## 第一部分 电的基本知识

|                      |    |
|----------------------|----|
| 一、电是怎么来的             | 1  |
| 二、什么是电流、电压和电阻        | 1  |
| 三、怎样计算电阻             | 2  |
| 四、什么是导体和绝缘体          | 3  |
| 五、什么是欧姆定律            | 4  |
| 六、什么是电路，电路有几种基本联接方式  | 5  |
| 七、什么是短路              | 8  |
| 八、什么是直流电和交流电         | 9  |
| 九、什么是三相交流电           | 10 |
| 十、什么是电功率             | 12 |
| 十一、什么是功率因数           | 13 |
| 十二、怎样计算用电量           | 14 |
| 十三、什么是电磁现象           | 15 |
| 十四、什么是电磁感应定律         | 16 |
| 十五、三相电动机通上电流后，为什么会旋转 | 18 |
| 十六、为什么电动机接线互换两个接头会反转 | 19 |

## 第二部分 电动机

|                    |    |
|--------------------|----|
| 一、电动机有那些类型，如何选择电动机 | 23 |
|--------------------|----|

|                                         |    |
|-----------------------------------------|----|
| 二、怎样从铭牌认识电动机 .....                      | 24 |
| 三、电动机的构造如何 .....                        | 25 |
| 四、安装电动机时应注意什么 .....                     | 26 |
| 五、电动机如何正确接线 .....                       | 27 |
| 六、当电动机三相绕组引出线的标号不明时，如<br>何辨别首端和末端 ..... | 27 |
| 七、怎样选择鼠笼式电动机的起动方式 .....                 | 29 |
| 八、降压起动设备有几种，各适用于什么情况 .....              | 30 |
| 九、什么叫做空气隙 .....                         | 30 |
| 十、电动机极数与转速有什么关系 .....                   | 31 |
| 十一、如何选择电动机的保险丝 .....                    | 31 |
| 十二、测量电动机绝缘电阻有什么作用 .....                 | 32 |
| 十三、电动机的温升或绝缘等级有什么意义 .....               | 32 |
| 十四、电动机的允许负荷电流与气温有什么关系 .....             | 34 |
| 十五、如何监视电动机的发热情况 .....                   | 35 |
| 十六、电源电压对电动机有什么影响 .....                  | 35 |
| 十七、三相电压或三相电流不平衡对电动机运行有<br>什么影响 .....    | 36 |
| 十八、电动机一相保险丝熔断时有什么危害 .....               | 36 |
| 十九、电动机定子绕组断线如何检查 .....                  | 37 |
| 二十、电动机定子绕组发生短路如何检查 .....                | 39 |
| 二十一、电动机绕组碰壳如何检查 .....                   | 41 |
| 二十二、电动机部分线圈发生故障时如何处理 .....              | 42 |
| 二十三、鼠笼式转子的故障如何检查 .....                  | 43 |
| 二十四、绕线式电动机起动时转不快，声音很大是<br>什么原因 .....    | 44 |

|                     |    |
|---------------------|----|
| 二十五、电动机受潮后如何干燥      | 44 |
| 二十六、电动机传动皮带为什么有时会带电 | 46 |

### 第三部分 照明及仪表

|                     |    |
|---------------------|----|
| 一、安装电灯线路应注意什么       | 47 |
| 二、安装开关、灯头、插座有什么要求   | 48 |
| 三、白炽灯(电灯)和日光灯是怎样发光的 | 48 |
| 四、什么叫做导线的最高安全工作电流   | 50 |
| 五、电线起火是什么原因, 如何处理   | 50 |
| 六、保险丝有什么作用          | 50 |
| 七、电流表有什么作用          | 51 |
| 八、电压表有什么作用          | 52 |
| 九、什么是电流表和电压表的级别     | 53 |
| 十、钳形电流表为什么能测量交流电流   | 54 |
| 十一、如何选择单相电度表        | 55 |
| 十二、如何选择三相电度表        | 55 |
| 十三、电度表如何正确接线        | 56 |
| 十四、万用电表有什么用途        | 58 |
| 十五、怎样使用万用表          | 59 |

### 第四部分 变压器

|                  |    |
|------------------|----|
| 一、变压器有那些部件       | 60 |
| 二、变压器为什么能变压      | 60 |
| 三、怎样区别运行中变压器的声音  | 61 |
| 四、运行中的变压器应检查那些项目 | 62 |

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| 五、变压器合闸、拉闸和变换分头时应注意什么 .....          | 62 |
| 六、户外高压熔断器的构造如何, 怎样使用 .....           | 63 |
| 七、变压器并列运行有什么条件 .....                 | 64 |
| 八、怎样测量单相变压器的极性 .....                 | 64 |
| 九、什么叫三相变压器的组别, 怎样测量 .....            | 66 |
| 十、变压器可以过负荷吗 .....                    | 68 |
| 十一、怎样测量变压器的绝缘电阻和吸收比 .....            | 69 |
| 十二、怎样判断绝缘电阻和吸收比的测量结果 .....           | 70 |
| 十三、变压器绝缘电阻怎样换算到同一温度 .....            | 71 |
| 十四、怎样测量变压器直流电阻 .....                 | 73 |
| 十五、怎样判断直流电阻测量结果 .....                | 74 |
| 十六、怎样试验变压器油 .....                    | 74 |
| 十七、变压器吊芯为什么不能在空气中暴露时间<br>太长 .....    | 75 |
| 十八、变压器铁芯为什么要接地 .....                 | 75 |
| 十九、为什么要取变压器油样 .....                  | 76 |
| 二十、如何干燥变压器 .....                     | 76 |
| 二十一、电流互感器的构造如何, 为什么二次侧必<br>须短路 ..... | 77 |
| 二十二、如何使用电压互感器 .....                  | 78 |

## 第五部分 电力网

|                     |    |
|---------------------|----|
| 一、什么叫做电力网 .....     | 80 |
| 二、供电方式有那几种 .....    | 80 |
| 三、为什么要采用两线一地制 ..... | 81 |

|                                         |    |
|-----------------------------------------|----|
| 四、两线一地制中，如何避免因导线对地电压的增高而造成绝缘子损坏事故 ..... | 81 |
| 五、两线一地制中，对接地装置有那些要求 .....               | 81 |
| 六、两线一地制运行时，如何避免对通讯线的干扰 .....            | 82 |
| 七、裸导线型号如何识别 .....                       | 83 |
| 八、架空导线截面积怎样选择 .....                     | 83 |
| 九、电压下降太大时，采用什么方法改进 .....                | 85 |
| 十、架空线路由那些部分组成，有什么要求 .....               | 86 |
| 十一、什么叫做档距和弛度，它们之间有什么关系 .....            | 87 |
| 十二、架空线路对地面（或水面）的间隔距离要求为多少 .....         | 88 |

## 第六部分 安全用电

|                         |    |
|-------------------------|----|
| 一、使用电器用具时，应如何注意安全 ..... | 89 |
| 二、对于电力线路应如何注意安全 .....   | 90 |
| 三、电气设备的外壳为什么要接地 .....   | 92 |
| 四、什么叫“接零”，接零要注意什么 ..... | 92 |
| 五、接地装置有什么要求 .....       | 93 |
| 六、如何避免雷害 .....          | 93 |

## 第七部分 触电急救

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 一、人为什么会触电 .....           | 95  |
| 二、什么叫做单相触电和两相触电 .....     | 96  |
| 三、什么叫做跨步电压触电 .....        | 97  |
| 四、如何进行触电急救 .....          | 98  |
| 五、人工呼吸有那几种方法和应注意的事项 ..... | 100 |

|                                      |     |
|--------------------------------------|-----|
| 附表一：常用保险丝规格表 .....                   | 105 |
| 附表二：抽水机站常用电动机的额定电流和起<br>动电流倍数表 ..... | 106 |
| 附表三：绝缘导线规格选配表 .....                  | 107 |
| 附表四：各种绝缘导线的安全电流和允许接用<br>负荷 .....     | 108 |
| 附表五：铝绞线和钢芯铝绞线的规格表 .....              | 109 |

## 第一部分 电的基本知识

### 一、电是怎么来的

电是一种能量。常用的电能是发电厂通过其他能量转换来的。目前发电厂主要有水力发电厂和火力发电厂两种。

在水力发电厂，拦河筑坝，使水冲动水轮机转动，水轮机又带动发电机一起转，电就产生了。在火力发电厂，当煤在锅炉炉膛里燃烧时，锅炉里的水就变成温度很高、压力很大的蒸汽，这种蒸汽用以冲动汽轮机，汽轮机就带动联在一起的发电机同时转动，这样，电也就产生了。除此之外，风力、潮汐、沼气、地热、柴油机、锅驼机、太阳能、原子能也可以发电。

从发电机发出的电，电压一般为6千伏、10千伏，这种电压的电送不远，如果送上几十、几百公里，电能在线路上损失很大。因此，往往在发电机出口由升压变压器，将电压升高到35千伏、110千伏、220千伏，再由高压输电线送到降压变电所，通过降压变电所后，电压变成了10千伏或6千伏，就可分配给各个用户，最后用户的配电变压器把电压降到380/220伏，这时才可以用来照明，开电动机用。

### 二、什么是电流、电压和电阻

水在渠道中流动叫“水流”，电子在导体中流动就形成了电流。

电灯之所以能亮，电动机之所以能转，就是因为电灯里、电动机里有电流通过。

电流也有大小，同是 220 伏电压，40 瓦的灯泡为什么比 15 瓦灯泡亮？这就是因为通过 40 瓦灯泡的电流大一些。

通常用“安培”作为电流的单位，用“ $I$ ”作为电流的符号。

什么是电压呢？电子从高电位流向低电位，高电位与低电位之差就叫电压。电压的单位是“伏特”，电压的符号是“ $V$ ”。

一个灯泡上面标有 220 伏( $V$ )的字样，就是说灯泡接入 220 伏的电路中，在灯泡两个接线头之间有 220 伏( $V$ )的电压，正是这个电压才能使灯泡中有电流，使之发光(如图 1)。

根据不同的需要，电压有几种等级：超高压有 330 千伏、220 千伏；高压有 110 千伏、35 千伏、10 千伏、6 千伏；低压有 380 伏、220 伏等。

什么是电阻呢？水在管道中流动，管壁对水有阻力，电在导体中流动，导体对电也有一定的阻力，这个阻力就叫电阻，用“ $R$ ”表示，电阻的单位是“欧姆”。

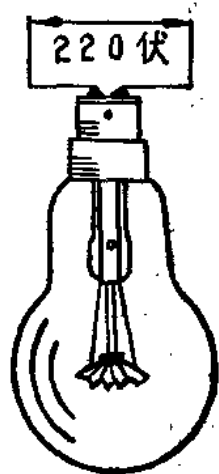


图 1 灯 泡

### 三、怎样计算电阻

电阻可以用专门的仪表测量出来(如万用表等)，也可以通过计算算出来。导线的电阻与导线长度、粗细、材料、温度有关：导线越长，电阻越大；导线越细(截面积越小)，电

阻越大，不同材料的导线，同样长、同样粗，电阻也不一样，如铁线电阻比铝线大。导线温度升高，促使导线电阻增大。

如果写成计算式就是：

$$\text{电阻} = \text{电阻系数} \times \frac{\text{导线长度(米)}}{\text{导线截面积(毫米}^2\text{)}}$$

电阻系数是长 1 米，截面积为 1 平方毫米的材料，在 20°C 时所具有的电阻。

几种常用材料的电阻系数如下：

常用材料的电阻系数

| 材 料 名 称 | 电 阻 系 数  |
|---------|----------|
| 银       | 0.0158   |
| 铜       | 0.0175   |
| 铝       | 0.029    |
| 钨       | 0.056    |
| 铁       | 0.10~0.3 |
| 铅       | 0.20     |

例：有一根铝线，其截面为 2.5 毫米<sup>2</sup>，长度为 2000 米，试求电阻。

解：由上表查出铝的电阻系数为 0.029

$$\begin{aligned} \text{电阻} &= \text{电阻系数} \times \frac{\text{导线长度}}{\text{导线截面}} \\ &= 0.029 \times \frac{2000}{2.5} = 23.2 \text{ (欧姆)} \end{aligned}$$

#### 四、什么是导体和绝缘体

容易导电的物体叫导体。例如银、铜、铝、铁……等，

除金属外，酸、碱、盐的溶液、人的身体、日常用的水、大地也是导体。

不容易传电，甚至能隔电的物体叫绝缘体。常见绝缘体有棉纱线、玻璃、橡胶、塑料、变压器油、青壳纸、陶瓷、干燥的木材和空气等。电杆上的瓷瓶，开关上的电木盒，包电动机绕组的黄腊布，也是绝缘体。

导体电阻系数很小，绝缘体的电阻系数很大，象塑料的电阻系数比金属的电阻系数高几十万亿倍。还有一种物体，它的电阻系数比导体大，比绝缘体小，就叫半导体。锗、硅、硒就是半导体。

导体和绝缘体对我们用电都是很需要的，而且往往联合使用，比如一根电线，里面是铝，外面是塑料。中间有铝线，电流就能按一定路径流动，为我们服务；外面有塑料，电就不会到处乱跑，保证安全用电。

绝缘体的绝缘性能也不是一成不变的。温度太高，绝缘性能就要损坏，因此在使用马达、变压器时要注意温度升高；绝缘体受潮也会失去绝缘性能，如下雨时，线路瓷瓶漏电使木电杆燃烧，马达受潮严重时会烧毁等等。另外象橡皮、塑料使用年限太长了，也会因“老化”而失去绝缘作用。

## 五、什么是欧姆定律

一切客观事物本来是互相联系和具有内部规律的。上面讲的电流、电压、电阻之间也存在着必然的联系和一定的规律，就是：通过导体的电流等于加在这个导体上的电压除以该导体的电阻。这个结论是德国科学家欧姆从大量实践中总结出来的，为纪念他，就把这个规律叫做欧姆定律。

写成公式就是：电流(I) =  $\frac{\text{电压(V)}}{\text{电阻(R)}}$

电压(V) = 电流(I) × 电阻(R)

我们在用电时会看到：当电压较高时，电灯很亮，即通过的电流较大。当电压低时，电灯很暗淡，即通过的电流较小。所以当电阻一定时，电流与电压成正比关系，电压大，电流也大；电压小，电流也小。

40 瓦灯泡比 15 瓦灯泡亮，这是因为通过 40 瓦灯泡的电流大，同是 220 伏电压，为什么通过 40 瓦灯泡的电流要大些呢？这就是因为 40 瓦灯泡的电阻小，也就是说，当电压相同时，电流与电阻成反比关系，这就是所谓“阻大流小”的关系。

掌握了欧姆定律，可以帮助我们对电工上碰到的问题作分析、解释，也能应用于实际计算。

例 1. 在两线一地制供电中，有一相是接地的，其接地电阻为 4 欧姆，从这根接地线流入地中的电流为 10 安培，试求接地电压。

解：

电压 = 电流 × 电阻 =  $10 \times 4 = 40$  (伏)

例 2. 一盏电灯，接在 220 伏电压上，电阻为 484 欧姆，问通过灯泡的电流有多大？

解：

电流 =  $\frac{\text{电压}}{\text{电阻}} = \frac{220}{484} \approx 0.4545$  (安)

六、什么是电路，电路有几种基本联接方式

一盏电灯，把开关合上，灯亮了，把开关断开，灯熄了，

灯亮表明电路通了,灯熄就表明电路断了。凡是用电设备(如灯泡、电动机)要能工作,一定要使电源(如变压器、发电机、电池)、用电设备(如灯泡、电风扇)、联接导线,三者组成一个通路,缺一不可。只有形成通路,用电设备才有电流通过,也才能工作(如图2),所以电路就是电流流过的通路。

联接电源与灯泡的导线一定得有两根,即是要有来有去。有来无去,电灯不亮;有去无来,电灯也不亮。

平常接电灯的两根线,一根叫地线,一根叫火线,地线是指和大地相接的线,也叫零线(如变压器出线的零线),火线是指变压器上没有接地的其他三根出线。

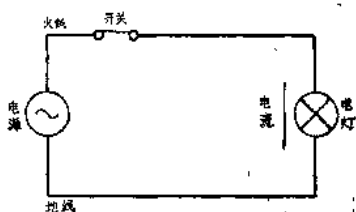


图2 简单的电路图

电路的基本联接方式有三种:

### (一) 串联。

把用电设备的首端和末端依次联接起来叫串联。

如某公社用电热温床育秧,电热丝由20欧姆的电炉丝和5欧姆的钢线串联而成(如图3)。根据串联电路的特点:

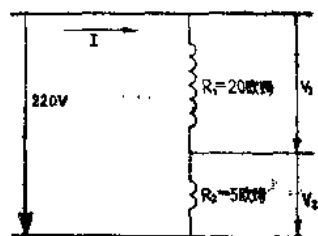


图3 串联电路

1. 总电阻为各分电阻之和

即:  $R = R_1 + R_2 = 20 + 5 = 25$  (欧)

2. 通过每个电阻的电流都相等

$$\text{即 电流} = \frac{\text{电 压}}{\text{总电阻}} = \frac{220}{25} = 8.8 (\text{安})$$

3. 分在每个电阻丝上的电压是按电阻大小分配的

$$\text{即 } V_1 = I \times R_1 = 8.8 \times 20 = 176 (\text{伏})$$

$$V_2 = I \times R_2 = 8.8 \times 5 = 44 (\text{伏})$$

(二) 并联。

把用电设备首端与首端、末端与末端相连组成的电路就叫并联电路。生活上的电灯一般都是并联的。

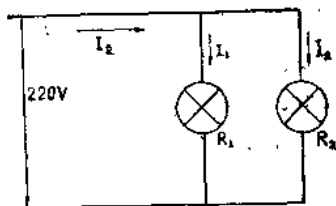


图 4 并联电路

如某生产队会议室装有一盏 100 瓦 (电阻  $R_1$  为 484 欧姆) 电灯和盏 60 瓦 (电阻  $R_2$  为 807 欧姆) 电灯, 组成并联电路 (如图 4)。在并联电路中也有下列特点:

1. 每个灯泡上的电压都相等, 为 220 伏
2. 总电流为各个分电流之和

$$I_1 = \frac{V}{R_1} = \frac{220}{484} \doteq 0.45 (\text{安})$$

$$I_2 = \frac{V}{R_2} = \frac{220}{807} \doteq 0.27 (\text{安})$$

$$I_{\text{总}} = I_1 + I_2 = 0.45 + 0.27 = 0.72 (\text{安})$$

3. 总电阻与分电阻有如下关系

$$\frac{1}{R_{\text{总}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

经计算该电路总电阻为:  $R_{\text{总}} \doteq 303$  欧姆

### (三) 混联。

还有一种电路，里面既有并联也有串联，叫混联电路。如某公社电热温床由3段电阻丝( $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ )组成如图5的电路，其中 $R_2$ 与 $R_3$ 并联， $R_1$ 与 $R_2$ 、 $R_1$ 与 $R_3$

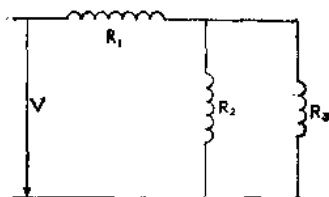


图5 混联电路

是串联，这种电路就兼有串联电路和并联电路的特点。先把并联总电阻计算出来，再将 $R_1$ 和并联总电阻加起来，就是整个电阻。

### 七、什么是短路

短路就是电流走近路(如图6)。在电工中短路有很大的危害性，因为短路，电压下降，使电路中的电器如电灯、电动机等无法工作，更主要的是短路会形成很大的短路电流，严重时烧坏或破坏变压器、发电机等供电设备，因此我们要尽量防止短路，即使出现短路情况，也要努力保护供电设备，例如装保险丝就是这个目的。

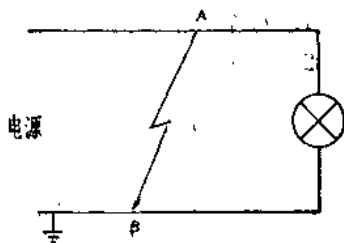


图6 短路示意图

根据短路情况不同，一般分下列两种形式：

(一) 对地短路。即三相中有一相与大地直接相接的短路(如马达绝缘损坏，与外壳相碰；线路中，一根线掉在地上等)。