

上海市业余函授教材

# 农村电工

上册

上海人民出版社

M  
2  
3:1

上海市业余函授教材  
农村电工  
上册

《农村电工》函授教材编写组编

上海人民出版社出版  
(上海绍兴路5号)

新华书店上海发行所发行 上海市印十二厂印刷

开本787×1092 1/32 印张6 字数128,000  
1976年8月第1版 1976年8月第1次印刷

统一书号: 15171·261 定价: 0.36元

## 毛主席语录

列宁为什么说对资产阶级专政，这个问题要搞清楚。这个问题不搞清楚，就会变修正主义。要使全国知道。

农村是一个广阔的天地，在那里是可以大有作为的。

教育必须为无产阶级政治服务，必须同生产劳动相结合。

---

## 前 言

无产阶级文化大革命以来，广大知识青年热烈响应毛主席关于“知识青年到农村去，接受贫下中农的再教育，很有必要”的伟大号召，上山下乡干革命，走与工农相结合的道路，在农村这个广阔的天地里锻炼成长，成为一支生气勃勃的力量，为农业学大寨、建设社会主义新农村，为缩小三大差别、巩固无产阶级专政作出了巨大贡献。遵照毛主席关于“新中国要为青年们着想，要关怀青年一代的成长”的教导，为上山下乡知识青年试办的农村业余函授教育得到迅速发展，这一在伟大的批林批孔运动中出现的社会主义新生事物正在茁壮成长。

随着我国农业机械化的逐步发展，农村用电范围也日益广泛，用电量日益增长。为了适应形势发展的需要，农村业余函授教育开设了农村电工科目。编好函授教材是办好函授教育的一个重要环节。在初步的教学实践的基础上，由上海机械学院、同济大学、上海交通大学、上海科技大学、上海师范大学和上海纺织工学院等六所高等院校的部分教师组成《农村电工》函授教材编写组，在广泛征求意见的基础上，编写了这本《农村电工》函授教材，并经我们修订整理后予以出版。

《农村电工》函授教材是一本通俗的电工读物，可供具有初中文化水平的上山下乡知识青年和农村电工自学和参考。由于我们的政治思想和业务水平有限，加上实践经验少，调查

研究不够深入，本书经整理后可能还存在不少缺点和错误，热忱希望同志们在使用中提出批评和修改意见。

### 《农村电工》函授教材编写组

1975年12月

（以下文字因严重模糊无法准确转录，内容疑似为前言或出版说明）

# 目 录

<b>第一章 照明电路</b> .....	1
第一节 电流、电压和电阻 .....	1
第二节 一盏白炽灯的安装.....	13
第三节 两盏白炽灯的安装.....	24
第四节 电度表的安装与使用.....	34
第五节 照明电路的其他设备.....	41
第六节 日光灯的安装.....	58
第七节 其他电光源.....	66
第八节 照明电路的检修.....	74
第九节 安全用电.....	77
小结.....	87
第一章 习题解答.....	92
<b>第二章 三相同步发电机和交流电</b> .....	98
第一节 三相同步发电机的构造.....	100
第二节 三相同步发电机的工作原理.....	109
第三节 三相交流电路的基本知识.....	128
第四节 发电机的运行、维护和常见故障的排除.....	145
小结.....	172
第二章 习题解答.....	177
<b>附录 常用电工符号</b> .....	180

# 第一章 照明电路

工农业生产和日常生活处处需要照明。现代的照明大多采用电气照明技术。本章主要学习农村户内照明电路的安装、维修等技能，以及有关的电学基本知识和安全用电常识。通过学习达到以下要求：

(1) 通过实践，掌握照明电路安装和维修的基本操作技能。

(2) 初步掌握安全用电知识，做到安全用电，宣传安全用电，防止触电事故发生。

(3) 弄懂电流、电压、电阻、功率、电功和电能等概念，会使用欧姆定律、导体串并联等公式进行简单电路的计算和分析。

(4) 初步掌握照明电路的设计、器材选择及施工安装。

## 第一节 电流、电压和电阻

### 一、电 流

毛主席教导我们：“人的认识物质，就是认识物质的运动形式，……”，电流也是物质运动的一种形式。

事物发展的根本原因，在于事物内部的矛盾性。要了解电的本质，必须从物质的内部结构来说明。世界上的物质如金属、木材、一滴水等都是由分子组成。分子是由更小的原子组成。原子的直径约为一厘米的一亿分之几，在它的中心有

一个原子核，围绕着原子核的是高速运动的电子。原子核和电子都是带电的，原子核所带的电荷是正电荷，电子所带的电荷是负电荷。电荷具有同性相斥异性相吸的性质。由于原子核对电子的引力作用使电子围绕着原子核旋转。在通常的情况下，原子核所带的正电荷和电子所带负电荷的总和相等，原子呈中性，物体不显示带电的性质。

我们已经知道，电子在原子核外面是按层分布的，并围绕着原子核作高速运动。这样，在金属原子中，有一部分外层电子因受原子核的吸引力较弱，就有可能脱离原子核的吸引而在金属中自由运动，这些电子叫做自由电子。在一般情况下，自由电子在金属中的运动是无规律的，它们的作用互相抵销，总的看来没有电流。但当在某一金属物体的两端接上电源时，就能迫使自由电子向一个方向运动，这时在金属里就形成了电流。

某些溶液或气体内存在着正负离子，在一定的条件下也能产生电流。因此物质内部有自由电荷（包括自由电子、离子）存在是产生电流的内因。电流实质上就是电荷的定向运动。

电流的大小用电流强度来表示。电流强度常用的符号是  $I$ ，其单位是安培，简称安。1 安的电流强度表示在导体的某一截面上，每秒钟有 624 亿个电子流过。

一般常说的电流 1 安就是指电流强度为 1 安。有时采用比安大或小的单位：千安、毫安、微安。千安、安、毫安和微安通常分别用符号“kA”、“A”、“mA”、“ $\mu$ A”来表示，这些单位之间的关系如下：

$$1 \text{ 千安(kA)} = 1000 \text{ 安(A)}$$

$$1 \text{ 安(A)} = 1000 \text{ 毫安(mA)}$$



1 毫安(mA) = 1000 微安( $\mu$ A)

导体中的电流是有方向的。通常规定正电荷移动的方向作为电流的方向。这和实际上金属导体中自由电子运动的方向是相反的,因为电子是带负电的。

电流分为直流和交流两种。直流电流指电流方向不随时间变化的电流,如直流发电机、干电池、蓄电池所发出的电流。电流的大小和方向随时间变化的电流叫做交流电流。工农业生产所用的动力电和照明电大多数是交流电。

不论是直流电还是交流电,当电流通过导体时,导体就要发热。这种电能转化为热能而放出热量的现象,叫做电流的热效应。放出热量的多少和通过导体的电流强弱、导体本身电阻的大小以及电流通过的时间长短有关。电流的热效应是能量互相转换的一个很重要的现象,有着广泛的应用。如用电器来升温,用电炉来炼钢,以及在电路中接熔丝(又叫保险丝)以保护电路等,都是利用电流的热效应为生产斗争服务的实例。但是世界上的事物都是一分为二的,电流的热效应同样有它不利的一面。例如由于电流热效应的存在,会引起电机、变压器的发热,严重时要影响电机、变压器的性能和运行。

直流电流的大小可用直流电流表进行测量,交流电流的大小可用交流电流表来测量。

农村中常用的电流表是开关板电流表,如图 1-1 所示。

使用电流表必须注意以下几点:

(1) 选用电流表时,必须使电流表的量程大于被测电流。指针指示越接近量程,测量的准确度越高,指针在电流表的起始部分误差较大。

(2) 用电流表测量电流时,电流表必须和电路串联。如

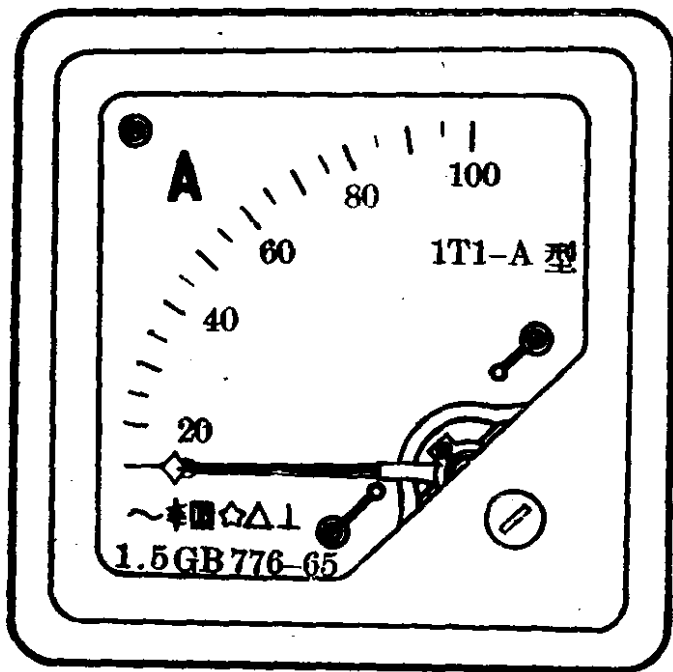


图 1-1 开关板电流表(用电流互感器100/5)

果错接成并联,会把电流表烧坏。

(3) 测量直流电流时,必须用直流电流表。直流电流表的表面上标有“—”符号,表示用于直流测量。接线柱旁标有“+”和“—”符号,要使电流从电流表的正接线柱“+”流入,负

接线柱“—”流出,如图 1-2 所示。

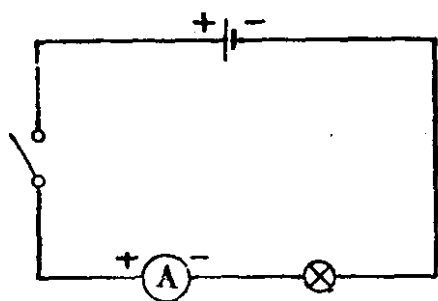


图 1-2 直流电流表的接法

农村中常用的直流电流表为 1C1-A 型或 1C2-A 型, 1C2-A 型直流电流表测量误差小于 1.5%。1C2-A 型电流表有下列各量程: 1、2、3、5、7.5、10、15、20、30、50 安。

(4) 农村大量使用的是交流电, 测量交流电流要用交流电流表。在交流电流表的表面上标有“~”符号, 表示用于交流测量。交流电流表接线柱不标“+”或“—”符号。不能用直

流电流表测量交流电流,如果用直流电流表测量交流电流,指针虽然停在零位或作轻微抖动,但电路中是有交流电流的,如果盲目加大电流就有可能把电流表以及用电设备烧毁。

国产 1T1-A 型交流电流表是一种常用的交流电流表。直接测量的 1T1-A 型交流电流表的量程为: 0.5、1、2、3、5、10、15、20、30、50、70、100、150、200 安。大于 200 安时要用电流互感器。

比较容易传导电流的物体叫做导体。它的特点为: 在它的内部有大量可以自由移动的自由电子或离子。常见的导体有金属和酸、碱、盐的水溶液,大地,潮湿土壤和炭等。

不容易传导电流的物体叫做绝缘体。这些物体内的电子受原子核的吸引比较强,自由电子或离子很少,在外加电源的作用下,这些物体内的电流极小,一般可以不考虑,通常认为它们是不导电的。气体、矿物油(如变压器油)、沥青、橡胶、塑料以及干燥的木柴等,都属于绝缘体。

绝缘材料在电气设备中用来隔开不同的导电部分,例如导线外面的塑料或橡胶部分是用来使电流只能在芯线中通过的。

导体和绝缘体的区分是相对的,有条件的。绝缘材料随着使用时间的增长会发生老化,使绝缘性能降低;环境温度过高,绝缘体污秽、受潮或在强电场的作用下也会使绝缘性能降低,当超过一定的限度时,绝缘体可能完全失去绝缘性能而导电。所以要防止电气设备受潮、污秽;要监视电气设备的温度不要过高;电源的电压不要超过电气设备的额定工作电压。

半导体是导电性能介于导体与绝缘体之间的一种材料,它的导电性能小于导体但大于绝缘体。最常见的半导体材料

是锗、硅和氧化铜等。

## 二、电动势和电压

“唯物辩证法认为外因是变化的条件，内因是变化的根据，外因通过内因而起作用。”物质内部自由电荷的存在是产生电流的内因。但是形成电流的外部条件又是什么呢？

我们知道，水在水塔下的水管里能继续地流动，是由于有水泵连续不断地把水升高到水塔里，这样就有一个水位差存在，使水从高水位经水管不断地流向低水位。与此相似，要使电荷不断地作有规律的移动，同样要有一个和水泵相当的设备，把电位升高。这种起升高电位作用的设备叫做电源。例如发电机、电池等都是普通常见的电源。在电源内部因其他形式的能量（如机械能、化学能等）转换为电能所引起的电位差叫做电源的电动势。电动势是维持电路中电流流动的原动力，用符号“ $E$ ”来表示，而在电路中，任意两点之间的电位差，通常叫做这两点间的电压，用符号“ $U$ ”来表示。

电动势使电路两端或电路中两点之间有电位差存在，就能迫使导体中的自由电子作有规律的移动而形成电流。可以看出，电动势或电压是促使电路中产生电流的外部条件。

电动势和电压的单位都是“伏特”，简称“伏”，用符号“ $V$ ”表示。此外还有千伏(kV)、毫伏(mV)等。

$$1 \text{ 千伏(kV)} = 1000 \text{ 伏(V)}$$

$$1 \text{ 伏(V)} = 1000 \text{ 毫伏(mV)}$$

任何一种用电设备，如白炽灯、日光灯、电动机等，都只能在一定的电源电压下工作，所以一般用电设备都标有一定的额定电压，使用时，电源电压与用电设备的额定电压必须相符。

电压大小可用电压表测量。用电压表测量电压时，要注意以下几点：

(1) 电压表的量程要大于被测电压。

(2) 电压表要并联在被测量的电路上。

(3) 测量直流电压要用直流电压表。直流电压表的表面上标有“-”符号。接线时，带有“+”符号的正接线柱要接在电位高的一端，带有“-”符号的负接线柱要接在电位低的一端。

常用的直流电压表为 1C1-V 型和 1C2-V 型。量程小于 600 伏的电压表有下列各量程：3、7.5、15、30、50、75、100、150、250、300、450、600 伏。被测电压大于 600 伏时，电压表要和附加电阻配合使用。

(4) 测量交流电压要选用交流电压表。交流电压表的表面上标有“~”的符号。常用的交流电压表为 1T1-V 型电压表。它的量程为 15、30、50、75、150、250、300、450、500、600 伏。被测电压大于 600 伏时，电压表要与电压互感器配合使用。交流电压表接线柱不分“+”、“-”。

### 三、电 阻

水在管道里流动，会受到管道四壁和管道中的其他障碍物(如杂草、石头等)所产生的阻力。同样，电流在导体内流动时也会受到阻力。导体对电流的阻碍作用叫做导体的电阻，常用符号“ $R$ ”表示。

导体的电阻是怎样产生的呢？前面讲过，金属的原子核对它外层电子的吸引力较弱，这些电子就有可能脱离原子核的吸引而在金属内自由运动。在外加电压的作用下，这些电子在导体内沿一定方向移动。在移动的过程中，自由电子之间会发生碰撞，有的自由电子也会被其他原子核重新吸引拉

住,使自由电子的移动受到阻力。这样,就使金属导体具有电阻。任何导体都有电阻。

电阻的单位是“欧姆”,简称“欧”,常用符号“ $\Omega$ ”表示。有时采用更大的单位千欧( $k\Omega$ )和兆欧( $M\Omega$ )。

$$1 \text{ 千欧}(k\Omega) = 1000 \text{ 欧}(\Omega)$$

$$1 \text{ 兆欧}(M\Omega) = 1000 \text{ 千欧}(k\Omega) = 1000000 \text{ 欧}(\Omega)$$

导体电阻的大小与导体长度成正比;与导体的横截面积成反比;导体电阻还与导体的材料有关,不同的材料电阻也不同。导体电阻与它的材料、长度、横截面积关系可由下式决定:

$$\text{导体电阻} = \text{电阻率} \times \frac{\text{导体长度}}{\text{导体截面积}}$$

用符号表示为:

$$R = \rho \frac{l}{S} \quad (1-1)$$

式中:  $R$  表示导体的电阻,单位是欧;  $l$  表示导体的长度,单位是米;  $S$  表示导体的横截面积,单位是平方毫米,  $\rho$  叫做导体材料的电阻率,它等于长为1米、横截面积为1平方毫米的导体的电阻,单位是  $\frac{\text{欧} \cdot \text{毫米}^2}{\text{米}}$ 。导体材料不同,电阻率  $\rho$  的大小也不同,表 1-1 列出几种常用材料在  $+20^\circ\text{C}$  时的电阻率。

表 1-1 几种常用材料的电阻率( $20^\circ\text{C}$ )

材 料 名 称	电阻率(欧·毫米 <sup>2</sup> /米)
电线铜	0.017
铝	0.029
钨	0.053
铁	0.098
铸铁	0.501
硬橡胶	$1 \times 10^{22}$

从表中可以看出,铜和铝的电阻率较低,在电气设备和输电线中得到广泛使用。铝比铜价格便宜,而且比重较小,现在多用铝代替铜作导电材料。

〔例题 1〕 某生产队打谷场需要拉临时照明线,打谷场到电源的距离为 100 米,若用截面积为 4 平方毫米的铝芯线,问这段照明线的电阻是多少?

〔解〕 查表 1-1 得铝的电阻率  $\rho = 0.029 \frac{\text{欧} \cdot \text{毫米}^2}{\text{米}}$

导线的总长度是距离的 2 倍,故  $l = 100 \times 2 = 200$  米

$$\therefore R = \rho \frac{l}{S} = 0.029 \times \frac{200}{4} = 1.45 \text{ 欧}$$

“事物都是一分为二的。”导体的电阻阻碍电流流动是不利的一面,但我们又可利用导体的电阻为生产和科研服务,例如白炽灯的钨丝,电热器中的电阻丝以及碳膜电阻、金属膜电阻等。电阻数值固定的电阻叫做固定电阻,固定电阻的图形符号如图 1-3 所示。电阻数值可在一定范围内调节的电阻叫做可变电阻,简称变阻器,通常是利用改变导体长度的办法制成。图 1-4 为变阻器外形及其图形符号。



图 1-3 固定电阻图形符号

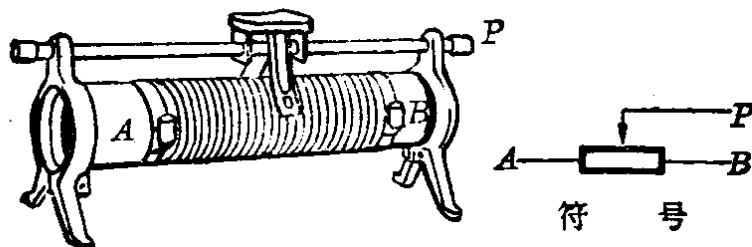


图 1-4 变阻器外形及其符号

电阻随着温度变化而变化。有的材料的电阻随温度升高而减小,如热敏电阻和绝缘材料的电阻。有的材料在温度升高时电阻增大,如铝、钨和铜等金属材料。

导体电阻可用万用电表来测量。万用电表是一种多用途的测量仪表,可用它测量直流电流、电压,交流电压和电阻。图 1-5 是 MF-30 型万用电表外形图。它的上部是表头,表面上有电阻、电流和电压的刻度。面板的下部是选择量程用的开关(四周刻着测量项目和量程)、零欧姆调整旋钮和测试棒的插口。

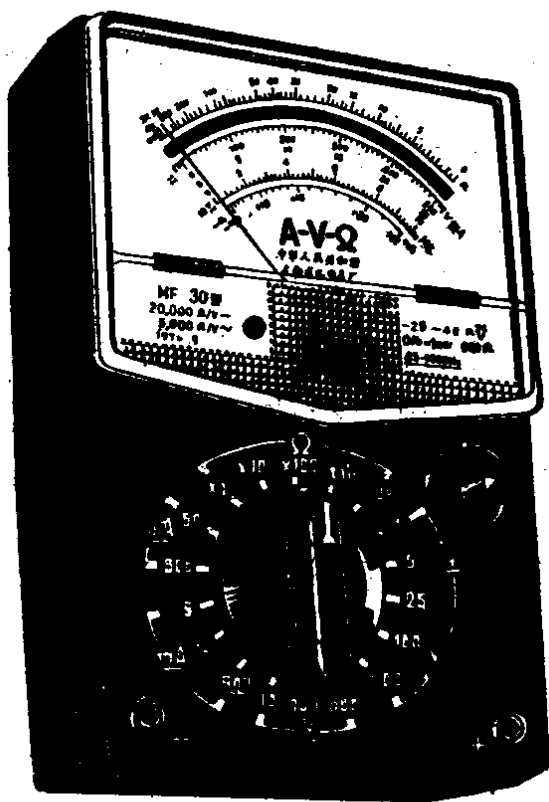


图 1-5 万用电表外形

使用万用电表测量电阻的方法和注意事项如下:

- (1) 使用万用电表时,应将表平放,注意不要受到振动。
- (2) 检查指针是否在机械零位(停在最左端“0”位置),如



果不在零位,用小螺丝刀旋动表盖下面中心的调零螺丝,如图1-6所示。

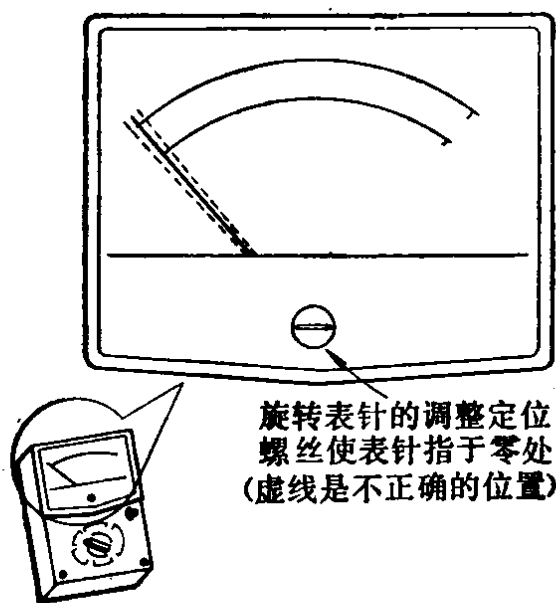


图 1-6 机械零点的校正

(3) 根据测量对象,将选择量程开关转到所需位置。例如测量电阻,将开关转到标有“ $\Omega$ ”符号的部分。

(4) 将测试棒插入插口中,红色测试棒插在有“+”符号的插口中,黑色测试棒插在有“-”符号的插口内。使两测试棒的触针互相接触,转动零欧姆调整旋钮,使指针指欧姆刻度的零位,每改换一次电阻量程时,都必须调零。如指针不能调到零位,表示电表中电池的电压不足,应换新电池。换电池要注意电池极性,并与电池夹保持良好接触。

(5) 用测试棒分别接触被测电阻的两端,从电阻刻度上读出数值,乘以相应的量程倍数,即得到被测电阻的阻值。

(6) 测量电阻时需注意选择量程开关的位置,必须使指针在刻度中心附近,这时测量误差较小。指针接近刻度的两端测量误差较大。

测量高阻值的电阻时,两手不能同时接触电阻两端,以免