

农民“黄金屋”丛书



农村简易电工

傅珏晶 黄绍琨 编



NONGMIN HUANGJINWU CONGSHU

NONGMIN HUANGJINWU CONGSHU NONGMIN HUANGJINWU CONGSHU

上海科学普及出版社

贵州科技出版社

农民“黄金屋”丛书

农村简易电工

傅珏晶 黄绍琨 编

上海科学普及出版社
贵州科技出版社

图书在版编目(CIP)数据

农村简易电工/傅珏晶,黄绍琨编. - 贵阳:贵州科技出版社,1999.8(2001.1 重印)

ISBN 7-80584-963-3

I.农… II.①傅… ②黄… III.农村-电工-基本知识 IV.TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 47458 号

丛书策划 科 贵
责任编辑 张建德
张相匀

农民“黄金屋”丛书

农村简易电工

傅珏晶 黄绍琨 编

上海科学普及出版社

(上海曹杨路 500 号 邮政编码 200063)

贵州科技出版社

(贵阳市中华北路 289 号 邮政编码 550004)

新华书店上海发行所发行 常熟高专印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 4.375 字数 85000

1999 年 9 月第 1 版 2001 年 1 月上海第 1 次印刷

印数 1-6000

ISBN 7-80584-963-3/TM·005 定价: 5.50 元

序 言

建设一个经济繁荣、社会稳定、文明富裕的社会主义新农村，要靠改革开放，靠党的方针政策。同时，要取决于科学技术的进步和科技成果的广泛运用，取决于劳动者素质的提高。多年的实践表明，农业兴则百业兴，农村稳则大局稳，农民富则全国富。要进一步发展农村经济，提高农业生产力水平，实现脱贫致富奔小康，必须走依靠科技进步之路，从传统农业开发、生产和经营模式向现代高科技农业开发、生产和经营模式转化，逐步实现农业科技革命。《农民“黄金屋”丛书》（贵州部分）是贵州科技出版社与上海科学普及出版社为贯彻国家开发西部、东西联动的发展战略，迎接中国加入 WTO 后给出版业带来的挑战而联合出版的。

《农民“黄金屋”丛书》（贵州部分）是从贵州科技出版社出版的原《千乡万村书库》精选并修订而成的，修订时注重立足于我国南方或云贵高原地区，面向全国，以适应广大读者的需求。在技术的推广上强调“新”，不是把过去的技术照搬过来，而是利用最新资料、最新成果，使广大农民尽快适应日新月异的农业科技水平。在项目选择上，立足于经济适用、发展前景好的项目，对不能适应市场经济发展需要的项目进行了淘

汰，有针对性地选择了适合农村经济发展、适应农民脱贫致富的一些项目，以及适应城市生活发展需要的原料生产等。在作者选择上，选取那些专业知识过硬，成果丰硕，信息灵敏，目光敏锐，在生产第一线实践经验丰富的现代农业专家。本着让农民买得起、看得懂、学得会、用得上的原则，定价低廉，薄本简装，简明实用，通俗易懂，可操作性强。必将使农民读者从中得到有价值的科学知识和具体的技术指导，尽快地走上致富之路，推动农村经济的发展。

古人云，“书中自有黄金屋”。我们希望贵州科技出版社与上海科学普及出版社合作的《农民“黄金屋”丛书》（贵州部分），能真正成为广大农民脱贫致富的好帮手，成为农民朋友提高文化素质、了解科技动态、掌握实用技术的好朋友。同时，希望这套书能成为我国科技类出版社“东西联动”的范例。

贵 州 科 技 出 版 社
上 海 科 学 普 及 出 版 社

2000 年 9 月

目 录

一、电工学基础知识	(1)
(一)电能的产生	(1)
(二)电流、电压和电阻及它们之间的关系	(3)
(三)电路的串联和并联	(6)
(四)电功率和电能	(8)
(五)电和磁的关系	(10)
(六)交流电路	(15)
(七)常用电工仪表	(20)
二、配电变压器	(30)
(一)变压器的构造	(30)
(二)变压器的工作原理	(34)
(三)变压器的选择	(35)
(四)变压器台	(36)
(五)变压器的保护装置	(39)
(六)配电盘	(47)
(七)变压器的运行	(50)
三、低压配电线路	(54)
(一)低压架空线路的基本结构	(54)
(二)低压架空线路的简单设计	(62)
(三)低压架空线路的施工	(68)

(四)低压架空线路的运行和检修	(79)
(五)低压地埋线简介	(83)
四、屋内、外布线	(86)
(一)接户线和进户线	(86)
(二)屋内外布线的简单设计	(90)
(三)屋内外布线的施工	(95)
(四)常用照明设备	(102)
(五)照明线路的常见故障	(104)
五、三相鼠笼式异步电动机	(106)
(一)电动机的构造和工作原理	(106)
(二)电动机和传动装置的选择	(109)
(三)电动机的启动设备	(112)
(四)电动机的安装	(120)
(五)电动机的运行和维护	(125)
(六)电动机的拆装	(128)

一、电工学基础知识

(一)电能的产生

要知道电是怎样产生的,首先要了解物体为什么会带电。自然界的物质很多,所有的物质都是由很小很小的分子构成,分子又是由更小的原子构成,而任何物质的原子又是由一定数量的电子和原子核所组成的,如图 1 所示。

电子很小又很活跃,并带有负电荷,用“-”符号来表示,而原子核比电子大得多,而且比较稳定,并带有正电荷,用“+”符号表示。所以说,电是客观存在的物质。原子核和电子都是带电的。实验证明,带正电的物体和带负电的物体互相吸引;两物

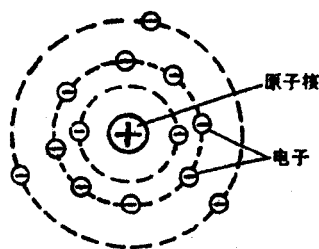


图 1 铝原子的电结构

体带同一种电时,互相排斥。在原子中,原子核带正电,电子带负电,所以电子受原子核吸引,并围绕着原子核旋转。

有些物质的原子最外层的电子和原子核拉得不紧,电子比较容易脱离原来的轨道,在物体的分子和原子之间自

由运动,这些电子叫做自由电子。含自由电子多的物体叫导体,即导电性能很好,如各种金属、碳以及盐类、酸类、碱类的溶液等。

有些物质的原子,其中的电子被牢固地吸引在原子核周围,不容易自由离开,这就是导电性能不良的物体,叫做非导体或绝缘体。在正常状态下的各种气体,很多种液体,以及除金属和碳以外的大部分固体都属不良导体(非导体),如橡胶、玻璃、塑料、云母、丝、瓷、变压器油、干木材、竹竿等都可以叫做绝缘体。这里要注意,绝缘体在高温、高压和受潮后都会失去绝缘作用。

物体在正常情况下,原子中各电子所带负电的总量和原子核所带正电的总量相等,这种状态叫做中和。物体在中和状态时,物体对外界不呈现电的性质。

原子由于受到外力的作用都可失去或得到电子,物体对外界就会呈现电的性质,也就是说产生电。两种物体相互摩擦可以产生电子的转移:失去电子的物体就带正电,得到电子的物体就带负电。磨擦产生的电,聚积在物体表面不动,叫做静电。因物体会产生静电,因此在新架设单独的电力线路时,在两端没有接通电源、导线也不接地的情况下,在干燥的有风天气,也有可能带电,而且电压可能很高。为防止触电,在登杆作业时应该先验电,如有电,应把导线接一下地,把静电放出去,然后再上杆作业。

我国农村使用的电,一般都是发电机产生的。在火力发电厂里,煤或石油在炉膛里燃烧发出热能,锅炉里的水受热后变成蒸气,蒸气推动蒸汽轮机的叶片使它转动并带动

发电机转子转动发出电能。在水力发电厂里,水流使水轮机转动,水轮机带动发电机转子转动发出电能。把许多发电厂(火电、水电、原子能发电等)相互连接起来向用电户供电,形成电力系统(电网)。

我国农业生产用电,大都为电网供电。由于我国水力资源丰富,不少地区、县都建了小型水电站,也是我国农村重要的供电电源。

目前,国家正在着手改造农村电网,因此,农村用电条件会大大改善。在电网里,先用升压变压器将发电厂发出的电压升高(35 千伏、110 千伏、220 千伏或更高,目的在于减少线路热损失和减小输电线的截面积),然后用输电线输送到各地的降压变压器,变为 380 伏或 220 伏分送到各个用电户,如图 2 所示。

(二)电流、电压和电阻及它们之间的关系

1. 电流 水在河道上流动,在渠道上流动和在管子里流动,叫做水流。同样,电子沿着金属导线移动,叫电流。这里要说明的是:当我们合上电源开关时,在几十千米或更远的地方马上就会有电流,电子不是从我们合上电源开关的地方跑到几十千米之外,而是因几十千米导线中,处处都有电子,当合上开关时,这些电子一群接一群朝前推挤,所以几十千米外马上就有电流。电流的大小叫做电流强度,用字母 I 表示,单位是安培,符号是 A。

2. 电压 水是从高的地方向低的地方流动,这是因高、低两地有水位差。同样,电流也是从高电位的物体流向低

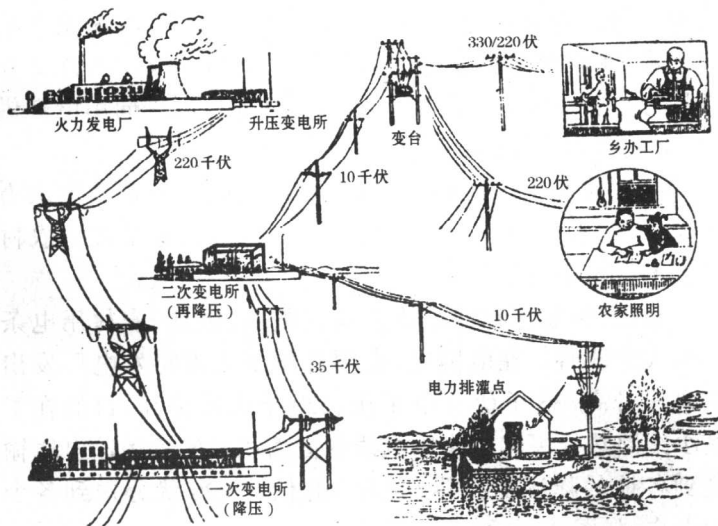


图2 电力系统部分示意图

电位的物体,两物体的电位之差称为电位差,通常我们把电位差叫做电压。要有水位差,水才能在水管里流动。同样,要有电位差,电流才能在导线里流动。电压用字母 U 表示,单位是伏特,符号是 V 。

3.电阻 水在水管内流动,会受到管壁、接头或其他障碍物的阻力。同样,电流在导线内流动,不能畅通无阻,也要受到阻力。电流在导线内流动所受的阻力,叫做电阻。产生电阻的主要原因是金属的原子对电子的控制不紧,有的电子离开了它,到处乱跑,形成自由电子,自由电子在运动过程中,有时被其他原子拉了进去,而别的电子可能又被推出来,这样拉来拉去,电子运动总要受到阻碍,不是通行

无阻的。电阻的大小用字母 R 表示,单位是欧姆,符号是 Ω 。

导体的电阻与下列四个因素有关:

(1)导体的材料。截面积相等、长度相同,但材料不同的导体,它们的电阻各不相同,例如铁的电阻大于铜的电阻。

(2)导体的长度。截面积相等、材料相同的导体,长度越长,电阻也越大。

(3)导体的截面积。材料相同、长短相等的导体,截面积越大,电阻越小。

(4)导体的温度。同一导体,在不同的温度下,就有不同的电阻。一般的导体,电阻随温度的升高而增加。

4. 电流、电压、电阻之间的关系 我们知道,一条河流在山区因河床坡度陡,它的水流急,水流量大。相反,当河流进入平坦的平原地区,水流很平静。这里讲的坡度越陡,就是“水位差”越高,也可以说是“水压力”越大,可以促使水流得急。同样,在电路中的电压越高,电流越大。因此,可以得出一条结论:电流的大小与电压的高低成正比例的关系。

同理,在水管里塞上一根木条后,水流的阻力增加,水流量减少,木条抽掉,水流量就增大。同样,电路中的电阻增大,电流减少,就是说电路中电流的大小与电阻的大小成反比。

根据上述结论,我们就可以得到电学中常用的一个基本公式:

$$\text{电流} = \frac{\text{电压}}{\text{电阻}} \quad \text{即} \quad I = \frac{U}{R}$$

这个基本公式，也就是常说的欧姆定律。了解公式的关系，只要我们知道其中两项就可方便地求出第三项。

(三) 电路的串联和并联

首先我们必须先知道，一个电路主要由电源、负载、导线三部分组成。除此之外，还有断开和接通电路的开关。要使电路中电流流通，需要具备两个条件：电源能正常供电和电路必须是一个闭合的通路。

电源：具有推动电流流动的原动力，是电路中电能的来源。干电池、蓄电池、直流发电机等是常用的直流电源；农村常用的交流电源主要有电网供电、区域小水电站供电等。

负载：负载也叫做负荷。是将电能转换成其他形式的能量的受电设备。如照明灯具、电炉、各种家用电器（收音机、录像机、洗衣机、电视机等）、各种农副产品加工机器等。

连接导线：导线也叫做电线，是把电源和负载连成一个通路，使电流通过导线流通，向各种用电设备供电。

电路一般有串联和并联两种：

1. 电路的串联 两个以上负荷，按第一个负荷的首端接电源，末端接第二个负荷的首端，第二个负荷的末端再接第三个负荷的首端……依此类推。通俗的说法，就是把两个以上负荷顺次连接起来，然后把它们接到电源上，叫做电路的串联，如图 3 所示。

串联电路有如下特点：

- ①各负荷中的电流都相等,即为总电流。
- ②总电压等于各个负荷上的分电压相加。
- ③总电阻等于各个负荷上的分电阻相加。

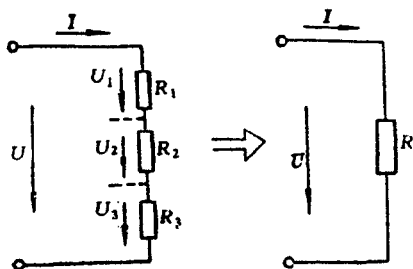


图3 电阻的串联电路

串联电路在实际中也得到应用,如现在农村中照明都采用 220 伏电压的电源,我们现在只有 110 伏和 36 伏的灯泡,怎么办呢? 此时可将 2 只 110 伏灯泡串联起来,也可将 6 只 36 伏的灯泡串联起来,这样灯泡可安全发光。但在串联电路中,若有 1 只灯泡坏了,其余的灯泡也会不亮,必须将坏的 1 只更换。

2. 电路的并联 把两个以上负荷的头和尾,分别接在电源的火线和零线上,叫做电路的并联,如图 4 所示。

并联电路的特点是:

- ①各支路两端之间

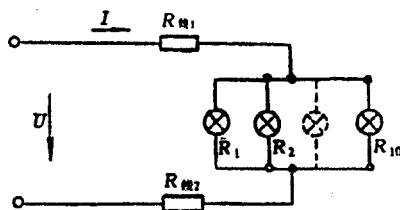


图4 10个灯泡的并联

的电压相同。

②总电流等于各支电路分电流相加。

③总电阻小于任何一个支路的分电阻。

并联电路在农村日常工作中得到广泛应用,从图 4 中我们可以看出,任何分支电路出现故障,都不会影响其他分支电路正常工作。

(四)电功率和电能

水从高水位向低水位的地方流动时,会做功。如我们在水流中安装一个水轮,水轮就会转动,带动水磨和水碾,可磨面和碾米,这就是做功。这里我们可以明白,水量越大,水流速越大(水压越高),水碾和水磨转动就越快,即所做的功就越大。因此,水流所做的功是:

水流所做的功 = 水流量 × 水位差(水压)

同样,电流从高电位向低电位的方向流动时,也会做功。如使电流通过电动机,电动机就会转动,通过皮带或齿轮带动其他机器(打米机、压面机、脱粒机等)而做功。计算电功的方法,和计算水流做功的方法相同,通过的电流越大,所做的功就越大;电位差越大(电压越高),所做的功越大。因此,电流所做的功是:

电流所做的功 = 电流 × 电压

1 秒钟(单位时间)内电流所做的功,就叫做电功率。

电功率的单位是瓦特,简称瓦,符号是 W。如,电灯泡常标明的功率(瓦数)有:15 瓦(W)、25 瓦、40 瓦、60 瓦、100 瓦等,实际工作中常用千瓦表示:

$$1 \text{ 千瓦} = 1000 \text{ 瓦}$$

电动机的功率就常用千瓦来表示。电功率的另一种单位是马力, 马力与千瓦的关系是:

$$1 \text{ 马力} = 0.736 \text{ 千瓦} = 736 \text{ 瓦}$$

平时所说的用电设备消耗了多少电能, 或说用了多少度电。那么, 什么叫电能, 怎样计算度数呢?

简单地说, 电流所做的功, 叫做电能。如果我们知道电功率后, 要计算电流在一定时间所做的功, 用电功率乘上时间, 即:

$$\text{功} = \text{功率} \times \text{时间}$$

用符号表示, 为:

$$W = Pt$$

式中: W 为电能(单位是千瓦时或度);

P 为功率, 单位是千瓦;

t 为时间, 单位是小时。

电能的单位是度。1 度电等于 1 千瓦时电, 就是说 1 千瓦功率的用电设备, 工作 1 小时, 所消耗的电能是 1 度。

例 1 光明村有 200 户人家, 若每户用 2 只 25 瓦灯泡照明, 平均每天用电 4 小时。问每户每月用多少度电? 全村一个月(30)天共用多少度电?

解: 每户灯泡的功率为:

$$P = 25 \times 2 = 50(\text{瓦}) = 0.05 \text{ 千瓦}$$

每户月用电时间为:

$$4 \times 30 = 120(\text{小时})$$

每户一个月的用电度数为:

$$W = Pt = 0.05 \times (4 \times 30) = 0.05 \times 120 = 6(\text{度})$$

全村一个月用电度数为:

$$6 \times 200 = 1200(\text{度})$$

1度电的作用不可小看,它可炼钢 1.6 千克、织布 11 米、抽水 15 吨。因此,应该注意节约用电。

(五)电和磁的关系

1.磁的性质 几千年前,我们的先辈就发现了磁石能吸铁,并根据磁铁的性质,发明了能指示南北方向的指南针。随着社会的发展,人们了解磁铁有以下特性:

①磁铁有吸引铁、钴、镍等铁磁物质的能力;②磁铁有两个极,即北极(N级)和南极(S级),两极的磁性最强;③同名磁极互相排斥,异名磁极互相吸引;④把铁磁物质(铁、钴、镍或它们的合金)放在磁铁附近,这种物质也能带上一些磁性,这种现象叫做磁化;磁铁拿走以后,这种物质还会保留一些磁性,这种现象叫做剩磁。

我们在一块玻璃板上均匀地撒一些铁粉,然后在玻璃板下放一块条形磁铁,然后轻轻震动玻璃板,铁粉就会自由移动,出现图 5(a)所示现象——铁粉就从 N 极到 S 极排列成许多有规则的、连续的、互不交叉的曲线;指南针的指向和这些曲线的走向一致。这个实验说明:磁铁对一定范围内的铁粉和指南针有磁力作用。磁力存在的场所叫做磁场。图 5 中(b)所示的虚线,叫做磁力线。这个实验也充分证明磁铁的上述特点。

2.电流的磁场 前面已经叙述了磁铁能吸引附近的铁