

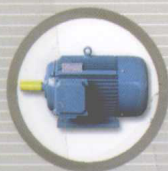
务工技能步步高

系列

农村电工

一本通

万英 陈星照 编著



海峡出版发行集团

THE STRAITS PUBLISHING & DISTRIBUTING GROUP

福建科学技术出版社

FUJIAN SCIENCE & TECHNOLOGY PUBLISHING HOUSE

务工技能步步高

系列

农村电工

一本通

万英 陈星照 编著



海峡出版发行集团 | 福建科学技术出版社

THE STRAITS PUBLISHING & DISTRIBUTING GROUP | FUJIAN SCIENCE & TECHNOLOGY PUBLISHING HOUSE

图书在版编目 (CIP) 数据

农村电工一本通/万英, 陈星照编著. —福州:
福建科学技术出版社, 2010. 7
(务工技能步步高系列)
ISBN 978-7-5335-3696-1

I. ①农… II. ①万…②陈… III. ①农村—电工—
基本知识 IV. ①TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 079874 号

书 名	农村电工一本通 务工技能步步高系列
编 著	万 英 陈星照
出版发行	海峡出版发行集团 福建科学技术出版社
社 址	福州市东水路 76 号 (邮编 350001)
网 址	www.fjstp.com
经 销	福建新华发行 (集团) 有限责任公司
排 版	福建科学技术出版社排版室
印 刷	福州晚报印刷厂
开 本	889 毫米×1194 毫米 1/32
印 张	6.625
字 数	153 千字
版 次	2010 年 7 月第 1 版
印 次	2010 年 7 月第 1 次印刷
书 号	ISBN 978-7-5335-3696-1
定 价	14.00 元

书中如有印装质量问题, 可直接向本社调换

出版者的话

伴随着经济全球化，我国的城市化进程日益加速，不论是在沿海地区，还是在中西部城市，新型的产业工人大量涌现。他们就业于各行各业，奔波于城市各个角落，日夜辛劳，为自己的生存与梦想而打拼，为城市的建设与繁荣而奉献。然而，突如其来的金融海啸却让他们中许多人失去了工作。如今，海啸虽已渐退，但就业形势依然严峻。

“打铁先得本身硬”，缺乏专业技能，没有过硬技术，是就业困难的根本所在。提高劳动者职业技能，完成产业升级，铸造“中国制造”品牌，也是当今政府制定的国策之一。响应国策，服务大众民生，出版人身负使命。为此我们组织了有职业技能培训经验的教师，以及工作在生产第一线的高级技师，紧扣各行业的实际需求，编写了本套丛书。

丛书涵盖了工矿、建筑、服务等行业的诸多工种，在写法上，力求图文并茂，通俗易懂，避开过深的理论阐述，深入浅出地介绍应知应会的知识，尤其注重实际上岗操作的技能，以便学习者能够快速领会和掌握。

本套丛书满足务工人员学习技能的需求，还可作为各地职业培训机构、职业学校的短期培训教材，也适用于读者自学。

前 言

当前，我国农村经济迅速发展，农村用电随着农业生产水平与农民生活水平不断提高而大幅度增加；国家农村电网改造的全面展开和逐步完成，使农村供用电系统的硬件水平得到显著的提高。培养与之相适应的拥有实际操作技能的农村电工，就显得更为迫切，为此，我们编写了《农村电工一本通》一书。

全书共八章，分别介绍了电工基础知识、常用电工工具和测量仪表、常用电工材料及器材、低压供配电线路、室内电气线路、电动机及农用水泵、柴油机发电机组、安全用电。

在内容上力求深入浅出、通俗易懂，突出基本操作技能，做到学得会、用得上。

由于水平有限，书中不妥乃至错漏之处在所难免，敬请读者批评指正。

作 者

目 录

第一章 电工基本知识	(1)
一、电流、电压和电阻	(1)
二、单相与三相交流电	(3)
三、电功率与电能	(5)
四、电工简易计算	(7)
第二章 常用电工工具和测量仪表	(15)
一、常用电工工具及其使用	(15)
(一) 试电笔	(15)
(二) 螺丝刀	(16)
(三) 电工钳	(18)
(四) 电工刀	(20)
(五) 活扳手	(20)
(六) 电烙铁	(21)
(七) 钳工工具	(22)
二、常用电工测量仪表及其使用	(24)
(一) 万用表	(24)
(二) 钳形表	(27)
(三) 兆欧表	(28)

第三章 常用电工材料及器材	(31)
一、导线	(31)
二、绝缘材料	(34)
三、常用低压电器设备	(37)
第四章 低压供配电线路	(41)
一、农村低压电网	(41)
二、低压架空线路	(42)
(一) 架空线路电杆	(42)
(二) 架空线路安装	(46)
(三) 接户线及进户线安装	(64)
三、配电室、配电屏和配电箱	(66)
第五章 室内电气线路	(70)
一、常用室内照明灯具及安装	(70)
(一) 白炽灯	(70)
(二) 日光灯	(72)
(三) 节能灯	(76)
二、室内布线的工艺要求	(77)
(一) 导线的选择	(77)
(二) 导线的连接	(81)
三、室内布线的基本操作	(90)
(一) 室内布线的基本规则	(90)
(二) 线夹(卡)配线	(92)
(三) 瓷夹板、塑料夹板配线和瓷瓶配线	(96)
(四) 槽板配线	(101)

(五) 管配线	(106)
(六) PVC 管配线与穿线	(114)
(七) 灰层布线	(119)
四、插座及开关的选用与安装	(120)
(一) 插座的选用	(120)
(二) 插座的布置与安装	(122)
(三) 电话机出线插座的安装	(124)
(四) 开关的选用与安装	(125)
五、室内配电箱	(127)
(一) 配电用自动空气开关	(127)
(二) 漏电保护器	(128)
(三) 配电箱的配制	(131)
第六章 电动机及农用水泵	(132)
一、电动机结构	(132)
(一) 三相异步电动机	(132)
(二) 单相异步电动机	(134)
二、电动机的选用	(135)
三、电动机的安装	(138)
四、电动机的检查与故障排除	(143)
(一) 使用中的检查	(143)
(二) 常见故障及排除	(146)
五、农用水泵	(153)
(一) 农用水泵的分类	(153)
(二) 农用水泵的选用	(155)
(三) 农用水泵常见故障及排除	(157)

第七章 柴油机发电机组	(166)
一、发电机组组成及主要技术参数	(166)
二、发电机组安装	(168)
三、发电机组的运行操作	(173)
四、发电机组常见故障及处理	(175)
第八章 安全用电	(183)
一、触电方式与伤害	(183)
(一) 电流对人体的伤害	(183)
(二) 触电方式	(184)
二、接地与接零	(185)
(一) 工作接地	(185)
(二) 保护接地	(185)
(三) 保护接零	(187)
(四) 重复接地	(188)
(五) 需要接地或接零的设备和装置	(190)
三、接地装置的安装与维修	(190)
(一) 接地体的安装	(190)
(二) 接地线的安装	(192)
(三) 接地电阻的检测	(195)
(四) 接地装置的验收与检修	(195)
四、防雷装置与防雷保护	(196)

第一章 电工基本知识

一、电流、电压和电阻

1. 电流

水往一定方向流动就形成水流，物体里的电荷朝一定方向运动就形成电流。我们虽然看不见电流，但是可以通过热效应、磁效应、光效应等来观察其存在：热效应，如电流通过电炉丝，电炉丝发热；磁效应，如电流通过导线绕成的线圈，线圈周围产生磁场；光效应，如电流通过灯泡，灯泡发光。

电流的产生必须具备两个条件：一是导体两端必须存在电位差，二是电路一定要闭合。

在一定时间内通过导体横截面的电量越多，电流就越大；通过的电量越少，电流就越小。单位时间内通过导体横截面的电量叫做电流强度，用 I 表示，电量用 Q 表示，时间用 t 表示，则：

$$I (\text{安培}) = \frac{Q (\text{库仑})}{t (\text{秒})}$$

在有些电路中，流过的电流很小，还常用毫安 (mA) 或微安 (μA) 计量，它们之间的关系是：

$$1 \text{ 安} = 1000 \text{ 毫安}, 1 \text{ 毫安} = 1000 \text{ 微安}$$

电流有直流和交流两种。电流强度的大小和方向都不随时间变化的电流叫做直流电，大小和方向随时间按一定的规律作周期性变化的电流叫做交流电。

2. 电压

物体带电后具有一定的电位，一般而论，物体所带正电荷越

多，电位越高；带负电荷越多，电位越低。如果把两个电位不同的带电体用导线连接起来，电位高的带电体中的正电荷便向电位低的那个带电体流去，于是导体中便产生了电流。在电路中，任意两点之间的电位差，称为该两点间的电压。

一般来讲，在电力工程中，规定以大地作为参考点，认为大地的电位等于零。如果没有特别说明，所谓某点的电压，就是指该点与大地之间的电压。

电压用 U 表示，其单位为伏特，用符号 V 表示。在实际应用中，有时用千伏 (kV)、毫伏 (mV)、微伏 (μV) 作单位，它们之间的关系为：

1 千伏 = 1000 伏，1 伏 = 1000 毫伏，1 毫伏 = 1000 微伏

我国规定标准电压有许多级，经常接触的有：安全电压 36 伏；民用单相电压 220 伏；低压三相电压 380 伏；城乡高压配电电压 10 千伏和 35 千伏；输电电压 110 千伏和 220 千伏；长距离超高压输电电压 330 千伏和 500 千伏。

3. 电阻

(1) 什么是电阻。水在水管里流动，会受到管壁和其他障碍物的阻力。同样，当电流通过金属导体时，也会遇到阻力，导体这种对电流起阻碍作用的能力叫做电阻。任何导体都有电阻，电阻用 R 表示，单位为欧姆，简称欧，用符号 Ω 表示。在实际应用中还常用到千欧 ($k\Omega$) 和兆欧 ($M\Omega$) 作单位，它们之间的关系为：

1 兆欧 = 1000 千欧，1 千欧 = 1000 欧

实验证明，导体的电阻决定于导体材料的物理性质、几何尺寸及导体的温度等。对于由一定材料制成的横截面均匀的导体，它的电阻 R 与长度 L 成正比，与横截面积 S 成反比，可用公式表示为：

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

其中, ρ 是导体的电阻率。由这个式子可知: 同一材料的导线, 在粗细相同的情况下, 导线越长, 电阻越大; 在长度相同的情况下, 导线越细, 电阻越大。

(2) 电阻率。电阻率是由导体材料决定的, 不同材料的电阻率各不相同。某种材料的电阻率数值上等于由这种材料制成的长度为 1 米、横截面积为 1 毫米² 的导体的电阻值。电阻率常用欧·毫米²/米 ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$) 作单位。

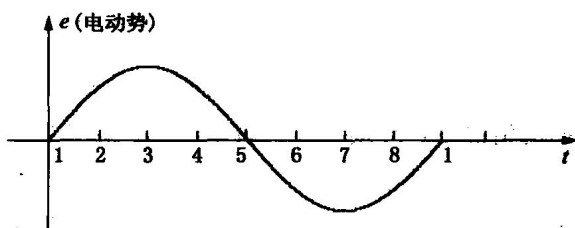
二、单相与三相交流电

1. 单相交流电

导体中电流的方向和大小随时间作有规律性的不断变化, 我们把这种电流称作交流电。单相交流电是交流电中的一种。交流电是通过交流发电机获得的, 其电动势 e 的大小和方向, 绘成曲线后如图 1-1 所示, 正好与正弦曲线一样, 所以有时也把交流电波形叫做正弦波。交流电从零起到正的最大值再回到零, 接着从零到负的最大值再回到零, 这样一个循环叫做一个周波。一个周波所需要的时间叫做一个周期, 用字母 T 表示。每秒钟内的周波数称为频率, 用符号 f 表示。频率的单位是赫兹, 简称赫, 用符号“Hz”表示。在我国供电系统中的交流电 (不论单相还是三相), 标准频率规定为 50 赫。

2. 三相交流电

由 3 个频率相同、电动势振幅 (即电动势 e 的最大值) 相等、相位互差 120° 电角度的交流电动势组成的交流电, 称为三相交流电。

图 1-1 电动势 e

工程上采用的交流电绝大多数都是三相交流电。

三相绕组由于连接方式不同，可以分为星形接法和三角形接法两种。星形接法用符号 Y 来表示，三角形接法用符号 Δ 表示。同样道理，负载也可分为两种接法。图 1-2 为负载的 Y 接法。

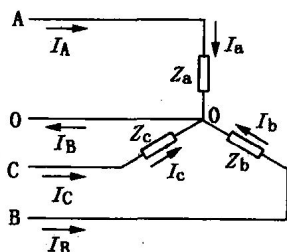


图 1-2 负载的 Y 接法

在星形接法内，3 个尾部连在一起的点叫做中性点，从中性点引

出的线叫中性线，习惯上也称零线。3 个头部引出的线叫做相线，习惯上又称火线。中性点一般用字母“O”来表示，又称零点。相线一般用 A、B、C 字母来表示，国际上规定用黄、绿、红 3 种颜色来表示 A、B、C 三相。 Z_a 、 Z_b 、 Z_c 表示各相电路中的负载。

相线与相线之间的电压，比如 A 与 B 之间的电压称为线电压；同理，各相线中的电流叫做线电流。相线与中性点引出线之间的电压称为相电压，各相负载中的电流叫做相电流。在星形接法中，线电压与相电压，线电流与相电流之间的关系如下：

$$\text{线电压 } (U_{\text{线}}) = \sqrt{3} \text{ 相电压 } (U_{\text{相}})$$

$$\text{线电流 } (I_{\text{线}}) = \text{相电流 } (I_{\text{相}})$$

在三角形接法内，三相负载头尾连接成一个三角形，如图 1-3 所示。

图中 Z_{AB} 、 Z_{BC} 、 Z_{CA} 表示电路中的负载， I_A 、 I_B 、 I_C 表示线电流； I_{AB} 、 I_{BC} 、 I_{CA} 表示相电流。在三角形接法中，线电压与相电压，线电流与相电流有如下关系：

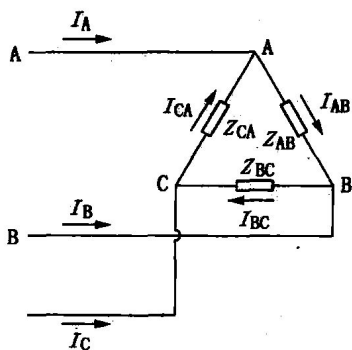


图 1-3 负载的 Δ 接法

线电压 ($U_{线}$) = 相电压 ($U_{相}$)

线电流 ($I_{线}$) = $\sqrt{3}$ 相电流 ($I_{相}$)

电气设备采用何种接线方式为宜，主要取决于电气设备的额定电压与电源的电压，星形接法和三角形接法可以根据不同的情况而分别采用。

三、电功率与电能

1. 电功率

电流通过电动机带动机器工作，电流通过电炉产生大量的热，电流通过电灯发光，这些都说明电流做了功。在 1 秒钟内电流所做的功叫电功率，用 P 表示，单位是瓦特，简称瓦，用符号 W 表示。电功率还常用千瓦 (kW) 作单位，它们之间的关系是：

1 千瓦 = 1000 瓦

在交流电路中，电流的流动不但要克服电阻，还要克服自感电动势的阻力而做功，电流所做的功消耗在电阻上的一部分称为“有功功率”，消耗在电感电容上的一部分称为“无功功率”，“有功功率”和“无功功率”的向量和即总功率，或称为“视在功

率”。“有功功率”用 P 表示，它是在电路中真正做的功，而“无功功率”是不断用来建立磁场和放出能量返回电源，它常用 Q 表示。“总功率”常用 S 表示。

为了反映电路中所做功率的利用率大小，我们常将有功功率与总功率之比用功率因数来表达（用 $\cos\varphi$ 表示），即

$$\cos\varphi = \frac{P}{S}$$

因此交流电有功功率的计算公式可写成：

$$P = U_{\text{相}} I_{\text{相}} \cos\varphi$$

式中， P 为交流电有功功率，瓦； $U_{\text{相}}$ 为交流电单相电压，伏； $I_{\text{相}}$ 为交流电单相电流，安； $\cos\varphi$ 为交流电的功率因数。

在三相交流电各相电流平衡的情况下，电路中各相功率相等，这时候三相功率为单相功率的 3 倍，即

$$\text{三相有功功率} = 3U_{\text{相}} I_{\text{相}} \cos\varphi$$

若将线电压、线电流代入上式，则得：

$$P = 3 \times \frac{U_{\text{线}}}{\sqrt{3}} I_{\text{线}} \times \cos\varphi = \sqrt{3} U_{\text{线}} I_{\text{线}} \cos\varphi$$

式中， $U_{\text{线}}$ 为交流电线电压，伏； $I_{\text{线}}$ 为交流电线电流，安； P 为三相有功功率，瓦； $\cos\varphi$ 为交流电的功率因数。

若要计算总功率，则可用公式：

$$S = \sqrt{3} UI$$

式中， U 为线电压，千伏； I 为线电流，安； S 为总功率，千伏安。

2. 电能

电能就是电流在一段时间内所做的功，用 A 表示，单位是焦耳，简称焦，用符号 J 表示。在实际应用中也用千焦（ kJ ）作单位。电能更常用的单位是千瓦时（ $kW \cdot h$ ），它们之间有如下

关系是：

$$1 \text{ 千瓦时} = 1000 \times 3600 = 3600000 \text{ 焦} = 3600 \text{ 千焦}$$

电能可用电表来测量。如果知道电功率，要计算一段时间里的电能，把电功率乘以时间就可以了，即 $A = Pt$ 。

四、电工简易计算

1. 欧姆定律

实践证明，一段电路上的电流强度 I 跟这段电路两端的电压 U 成正比，跟这段电路的电阻 R 成反比，这一结论叫做部分电路欧姆定律，用公式表示为：

$$I = \frac{U}{R}$$

由此可看出，电流强度、电压、电阻 3 个量中，只要知道了其中任意两个量，就可以算出第三个量。

〔例 1-1〕 已知电压为 220 伏，电流为 22 安，求电阻值。

解：由式 $I = \frac{U}{R}$ 得：

$$R = \frac{U}{I} = \frac{220}{22} = 10 \text{ 欧}$$

答：电阻为 10 欧。

〔例 1-2〕 已知电流为 5 安，电阻为 3 欧，求电压值。

解：由式 $I = \frac{U}{R}$ 得：

$$U = IR = 5 \times 3 = 15 \text{ 伏}$$

答：电压为 15 伏。

2. 单相交流电路中有功功率和电流、电压的关系

单相交流电路中的有功功率 (P) 和电流 (I)、电压 (U) 有如下的关系：

$$P=UI$$

该公式用于白炽灯照明，以电热计算时，可写成以下形式：

$$W=VA$$

式中， W 为有功功率 (P) 的计算单位，瓦； V 为电压 (U) 的计算单位，伏； A 为电流 (I) 的计算单位，安。

〔例 1-3〕 一个单相 3 安 220 伏的电度表，其最大负载可为多少瓦？

解：由式 $W=VA$ 得

$$W=VA=220 \times 3=660 \text{ 瓦}$$

答：其最大负荷可为 660 瓦。

〔例 1-4〕 有一 200 伏用户，装有 15 瓦灯泡 1 只，45 瓦电视机 1 台，1000 瓦电饭煲 1 只，假如同时使用，问该用户要安装多大的单相电度表才合适？

解：先求出用电总瓦数

$$W_{\text{总}}=15+45+1000=1060 \text{ 瓦}$$

由 $W=VA$ 式可得

$$A=\frac{W}{V}=\frac{1060}{220}=4.81 \text{ 安} \approx 5 \text{ 安}$$

答：可装 220 伏 5 安单相电度表。

当式 $P=UI$ 用于荧光灯、水银灯、电风扇、电焊机等单相用电负荷计算时，有功功率可写成下列形式：

$$P=UI\cos\varphi$$

式中， P 为有功功率，瓦； U 为电压，伏； I 为电流，安； $\cos\varphi$ 为功率因数。

〔例 1-5〕 40 瓦的荧光灯，由于装配了整流器，当电源电压为 220 伏时，测得电路中的电流是 0.41 安，功率因数是 0.56，问实际消耗多少有功功率？