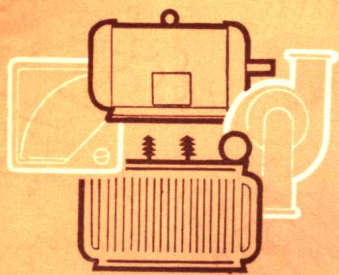


农村电工手册

第一分册 电工基本知识与常用资料



水利电力出版社

农村电工手册

第一分册 电工基本知识与常用资料

〈农村电工手册〉编写组

水利电力出版社

农村电工手册
第一分册 电工基本知识与常用资料
《农村电工手册》编写组

水利电力出版社出版

(北京德胜门外六铺炕)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售
北京印刷六厂印刷

1973年9月北京第一版

1973年9月北京第一次印刷

印数 00001—480,300册 每册 0.16元

书号 15143·3027

毛主席语录

以农业为基础、工业为主导

农业的根本出路在于机械化。

备战、备荒、为人民

要把一个落后的农业的中国改变成为一个先进的工业化的中国，我们面前的工作是很艰苦的，我们的经验是很不够的。因此，必须善于学习。

出版者的话

在伟大领袖毛主席的革命路线指引下，随着全国各项建设事业的迅速发展，近年来农村电力事业突飞猛进。

为了适应农村电力事业发展的新形势，满足广大工农兵的需要，我们请山西省电业局、北京供电局、北京市建筑设计院、江苏农学院机电排灌系、西北农学院水利系、浙江省台州地区水电局、浙江省仙居县水电局等单位及有关同志编写了《农村电工手册》一书。在编写过程中，我们又分别请浙江省水电局、一机部机械院农机所、北京供电局通县供电所、河北省石家庄地区、浙江省嘉兴地区、上海市郊区、北京电力学校、江苏省扬州电力学校等有关单位进行了座谈、讨论、审核，并作了补充修改。对这些单位和有关同志的大力支持，我们表示衷心的感谢。

本手册主要是为广大从事农村机电工作人员参考而编写的，为便于查阅，力求内容简明扼要、文字通俗易懂，并尽可能多地编入些图表和例题。但是由于时间仓促，可能存在一些缺点和错误，欢迎广大读者批评指正，以便再版时修订。

目 录

出版者的话

第一节 几种常用字母及其读音	1
第二节 电工学基本知识	3
一、常用电工名词和基本公式	3
二、常用电工系统图图形符号	27
第三节 数学基本知识	44
一、数的平方、立方、平方根、立方根、圆周长、 圆面积及倒数表	44
二、常用数学计算公式	47
三、三角函数	50
第四节 常用度量衡单位及其换算	56
一、公制、市制和英制单位的换算	56
二、国产线规与近似英规对照表	60
三、马力和千瓦换算表	62

第一节 几种常用字母及其读音

农村电业工作人员在查阅有关资料时，首先会遇到一些外文字母或符号，而这些字母或符号究竟是哪国文字，读什么音，代表什么？最好能有个基本概念，以后查阅资料时就方便得多。所以在这一节里介绍几种常见的字母及读音，但其读音是用汉字标注的，不可能十分准确，仅供参考。

表 1-1 汉语拼音字母及读音

字 母		读 音	字 母		读 音	字 母		读 音
大写	小写		大写	小写		大写	小写	
A	a	啊	J	j	基	S	s	思
B	b	玻	K	k	科	T	t	特
C	c	雌	L	l	勒	U	u	乌
D	d	得	M	m	摸	V	v	万世
E	e	鹅	N	n	讷	W	w	蛙
F	f	佛	O	o	喔	X	x	希
G	g	哥	P	p	坡	Y	y	呀
H	h	喝	Q	q	欺	Z	z	资
I	i	衣	R	r	日			

表 1-2 拉丁字母及读音

字 母		读 音	字 母		读 音	字 母		读 音
大写	小写		大写	小写		大写	小写	
A	a	爱	J	j	街	S	s	爱斯
B	b	比	K	k	克	T	t	提
C	c	西	L	l	爱耳	U	u	由
D	d	低	M	m	爱姆	V	v	维衣
E	e	衣	N	n	恩	W	w	打不留
F	f	爱福	O	o	喔	X	x	爱克思
G	g	基	P	p	皮	Y	y	歪
H	h	爱曲	Q	q	克由	Z	z	挤
I	i	哀	R	r	啊耳			

注：拉丁字母与英文字母在字形上完全相同，但读音多不相同。为照顾一般习惯，仍注英文字母的读音。

表 1-3 希腊字母及读音

字 母		读 音	字 母		读 音	字 母		读 音
大写	小写		大写	小写		大写	小写	
A	α	阿尔发	I	ι	约塔	P	ρ	罗
B	β	贝塔	K	κ	卡帕	Σ	σ	西格马
Γ	γ	嘎马	Λ	λ	兰姆达	T	τ	套
Δ	δ	得尔塔	M	μ	谬	Υ	υ	字普西龙
E	ε	衣普西龙	N	ν	纽	φ	φ, ϕ	费衣
Z	ζ	仄塔	Ξ	ξ	克西	X	χ	喜
H	η	衣塔	O	ο	奥米克戎	Ψ	ψ	普西
Θ	θ	西塔	Π	π	派	Ω	ω	欧米嘎

第二节 电工学基本知识

一、常用电工名词和基本公式

1. 电荷 根据电子学说，不论哪一种物质都是由电子和质子组成的。电子带负电荷，质子带正电荷。如果物质所具有的电子多于质子，这种物质就带负电荷，用“-”号表示；如果质子多于电子时，这种物质就带正电荷，用“+”号表示；如果所具有的电子和质子相等，则正负电荷恰好“中和”了。因此，这种物质也就不带电荷。电荷的单位是库伦（简称库）。

2. 电流 为了解释方便，可用水来比方电。水在水渠里流动，叫做水流。电子沿导体移动，叫做电流。电流分直流和交流两种：方向始终不变的电流叫直流；方向和大小按一定周期变化的电流叫交流。电流的方向，习惯上解释为由正极流向负极，但实际上电子流动的方向是由负极流向正极。电流符号为 I 或 i ，单位是安培（简称安，或写作 A ）。 1 安培 (A) = 1000 毫安 (mA)， 1 毫安 (mA) = 1000 微安 (μA)。

3. 电位 电位也可叫做电势。当一种物体带着正电荷时，这个物体就具有一定的电位。我们常以大地的电位当作零电位，所以任何带正电荷的物体，都具有比大地高的电位。带负电荷的物体，其电位都比大地低。电位的单位是伏特（简称伏，或写作 V ）。

4. 电动势 电动势简称电势。要使电子沿着导体移动，就必须维持导体两端的电位差（即电压）。造成和维持这种电位差，来推动电子移动的势力，叫做电动势。电动势的符号为 E 或 e ，单位也是伏特（ V ）。

5. 电压 电压又叫做电位差，就是导体两点之间的电位差别。它在电路中的作用是促使电荷运动而形成电流，同时放出能量而作功。同一电路上两点之间的电位差越大，电流就越大；电位差越小，电流也就越小。电压的符号为 U 或 u ，单位也是伏特（ V ）。1 伏特（ V ）=1000 毫伏（ mV ）。

6. 电阻 电流在导体内流动时所受的阻力叫做电阻。电阻的符号为 R 或 r ，单位是欧姆（简称欧，或写作 Ω ）。1 兆欧（ $M\Omega$ ）=1000 千欧（ $K\Omega$ ）。电阻的大小和导体的材料、温度、长短和粗细有关。

一般来讲，材料相同的导线越长，电阻越大；导线越细，电阻越大；导线越热，电阻越大。反之就小。它们的关系可用 1-1 式表示：

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

式中 ρ —— 导体材料的电阻系数，欧·毫米²/米，一般为 20°C、导线长 1 米、截面积 1 毫米² 时的电阻值。不同的材料，电阻系数也不同，见表 1-4；

l —— 导线长度，米；

s —— 导线截面积，毫米²。

导线的电阻大小常与温度有关，一般的是温度升高，导线电阻变大，反之变小。当温度由 t_1 变化到 t_2 时，其电阻值可用 1-2 式表示：

表 1-4 几种常用材料的电阻系数(20°C时)

材 料 名 称	电 阻 系 数 (ρ)
銀	0.0162
銅	0.0172
鋁	0.0283
鉄	0.0978
錫	0.0548
鉛	0.2220

[例]有一根鋁线，截面积为2.5毫米²，长度为2000米，求它的电阻值。

解：由表1-4查出鋁的电阻系数 $\rho=0.0283$ ，按式1-1計算，得：

$$R = \frac{0.0283 \times 2000}{2.5} = 22.6 \text{ 欧}$$

$$R_{t_2} = R_{t_1} + R_{t_1} \alpha (t_2 - t_1)$$

$$= R_{t_1} [1 + \alpha (t_2 - t_1)] \quad (1-2)$$

式中 R_{t_1} 、 R_{t_2} ——当温度分别为 t_1 和 t_2 时的电阻值，欧；

α ——温度系数，单位为 $\frac{1}{\text{度}}$ 。用它说明温度

变化1°C时导线电阻的变化情况。不同的材料有不同的数值（见表1-5）。

表 1-5 几种常用材料的电阻温度系数

材 料 名 称	电 阻 温 度 系 数 (α)
銀	0.0036
銅	0.0040
鋁	0.0042
鉄	0.0057
錫	0.0052
鉛	0.0041

在干燥变压器和电动机等设备的过程中，当测出线圈电阻值的变化时，就可用式1-2求出线圈的温度。

〔例〕干燥一台定子线圈为铜线的电动机，在 20°C 时线圈电阻为100欧，干燥一段时间后，测得电阻为124欧，这时线圈温度是多少？

解： $R_{t_1} = 100$ 欧， $R_{t_2} = 124$ 欧，由表1-5查出铜电阻的温度系数 $\alpha = 0.004$

代入式1-2： $124 = 100 \times [1 + 0.004 \times (t_2 - 20)]$

最后求得： $t_2 = 80^{\circ}\text{C}$

即这时线圈温度已升到 80°C 。

(1) 电阻的串联 (如图1-1)

总电阻等于各个电阻的和：

$$R_{\Sigma} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots \quad (1-3)$$

总电压等于各段电压的和：

$$U_{\Sigma} = U_1 + U_2 + U_3 + \dots \quad (1-4)$$

串联电路中电流相同：

$$I = I_1 = I_2 = I_3 = \dots \quad (1-5)$$

(2) 电阻的并联 (如图1-2)

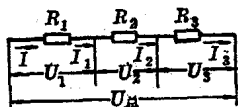


图 1-1 电阻的串联

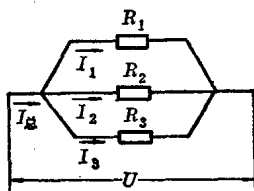


图 1-2 电阻的并联

总电阻的倒数，等于各并联电阻倒数的和：

$$\frac{1}{R_{\Sigma}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots \quad (1-6)$$

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots} \quad (1-7)$$

各并联支路两端的电压都相等：

$$U = I_1 R_1 = I_2 R_2 = I_3 R_3 \dots \dots \quad (1-8)$$

并联电路中的总电流，等于各并联支路上电流的和：

$$I_{\text{总}} = I_1 + I_2 + I_3 + \dots \dots \quad (1-9)$$

7. 欧姆定律 在电阻一定的电路中，所通过的电流 I 与所施加的电压 U 成正比，即：

$$\frac{U}{I} = R \quad (1-10)$$

式中 R ——比例常数，称为电路中的电阻。它与该电路中的电压、电流的大小无关。

公式 $\frac{U}{I} = R$ ，可以写为 $I = \frac{U}{R}$ 。因此，习惯上对欧

姆定律也有一种通俗的讲法，就是：电路中的电流与电压成正比，而与电阻成反比。

8. 克希荷夫定律 在实际电工技术中，经常遇到比较复杂的电路问题需要解决。如电路往往由几个分支路组成。因此，要计算电路中的电流、电压及其相互的关系就比较复杂。克希荷夫定律是具体说明它们之间的各种关系的。它有两个定律，现简述如下：

(1) 克希荷夫第一定律 它是说明电路中各部分电流间的相互关系。电路中对任意结点（三条或三条以上支路的汇结点叫做结点），流入（或流出）此结点的电流的代数和等于零。也就是说，在电路中流进结点的总电流，一定等于流出结点的总电流，如图 1-3 所示，其数学表达式为：

$$I_1 + I_2 - I_3 - I_4 = 0$$

$$\text{即 } I_1 + I_2 = I_3 + I_4 \quad (1-11)$$

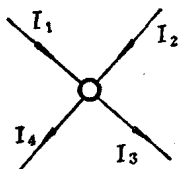


图 1-3 克希荷夫第一定律

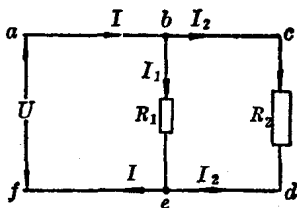


图 1-4 电路图

〔例〕 有一电路(见图1-4), $R_1=11$ 欧, $R_2=22$ 欧, $U=220$ 伏, 求各部分的电流。

解: 已知: $R_1=11$ 欧, $R_2=22$ 欧, $U=220$ 伏, 按欧姆定律式 1-10 求通过电阻 R_1 , R_2 的电流:

$$I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{220}{11} = 20 \text{ 安}$$

$$I_2 = \frac{U}{R_2} = \frac{220}{22} = 10 \text{ 安}$$

通过 ab 导线上的电流, 可根据克希荷夫第一定律来求, 流进结点 b 处的电流, 等于从结点 b 流出的电流。所以 $I = I_1 + I_2$ 。将上边求得的电流 I_1 、 I_2 的值代入,

$$\text{则得 } I = I_1 + I_2 = 20 + 10 = 30 \text{ 安。}$$

(2) 克希荷夫第二定律 它是说明电路各部分电压间的相互关系。电路回路中各段电压的代数和等于零。也就是说, 在任何一个闭合的回路中, 总的电源电压, 必等于各个电压降的和。如图1-4中, 在 R_1 的电压降 $U_1 = I_1 R_1 = 20 \times 11 = 220$ 伏, 在 $abef$ 闭合电路上, R_1 的电压降 (220 伏) 正好等于这一闭合回路上电源电压 (220 伏)。同样, 在 acd 闭合回路上, 电源电压 220 伏也正好等于 R_2 的电压降 ($I_2 R_2 = 10 \times 22 = 220$ 伏)。

9. 电容 在单位电压下, 电容器容纳的电荷量叫做该电容器的电容。电力电容器可用来与感性负载相并联, 以提高电网的功率因数。电容的符号是 C , 单位是法拉 (简称法,

或写作 F)。法拉的百万分之一, 称微法拉 (μF), 微法拉的百万分之一称微微法拉 (PF)。电容可用 1-12 式表示:

$$C = \frac{Q}{U} \quad (1-12)$$

式中 C —— 电容器的电容, 法拉;
 Q —— 电容器上的电荷量, 库伦;
 U —— 电容器上所加的电压, 伏。

(1) 电容的串联 (如图 1-5)

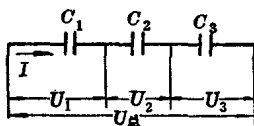


图 1-5 电容的串联

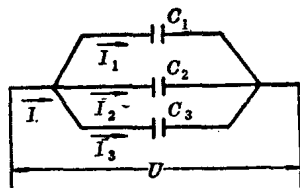


图 1-6 电容的并联

串联电容两端的电压, 等于各个电容上电压的和:

$$U_{\text{总}} = U_1 + U_2 + U_3 + \dots \quad (1-13)$$

总电容的倒数, 等于各个电容倒数的和:

$$\frac{1}{C_{\text{总}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots \quad (1-14)$$

$$\text{即 } C_{\text{总}} = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots} \quad (1-15)$$

(2) 电容的并联 (如图 1-6)

各并联电容的两端电压都相等。

并联的总电容等于各并联电容的和:

$$C_{\text{总}} = C_1 + C_2 + C_3 + \dots \quad (1-16)$$

10. 磁场和磁力线 磁铁 (又叫吸铁石) 的周围有磁场, 平常用磁力线来表示磁场的作用范围、磁力的方向、强弱等

特性，如图1-7所示。

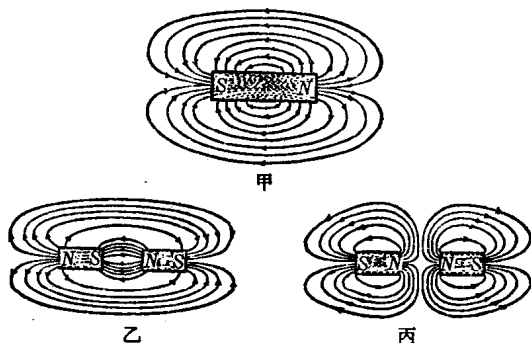


图 1-7 磁力线的特性

甲——一根磁铁的磁力线方向；乙——两根磁铁南、北极接近的磁力线方向；丙——两根磁铁的北极接近的磁力线方向

磁力线总是由北极（ N 极）出发到南极（ S 极），再通过磁铁本身而闭合。

磁力线所经过的路径叫磁路。磁力线在磁路中受到的阻力叫磁阻。物质的磁导系数用 μ 表示，是磁阻的倒数，它表示物体导磁的能力，单位是亨利/厘米。

通过某一面积的磁力线数（这一面积是与磁力线相垂直的）叫做磁通。磁通的符号为 Φ ，单位为“韦伯”或是“马克斯威”（ MX ），简称“韦”或“马”。1马就是代表我们平常所说的一根磁力线，而1韦 $=10^8$ 马。

通过单位面积的磁力线数（这一面积与磁通相垂直），叫做磁通密度。磁通密度一般用 B 表示，单位是高斯（ GS 或马/厘米 2 ），1韦/米 $^2=10^4$ 高斯。磁通密度的公式为：

$$B = \frac{\Phi}{S} \quad (1-17)$$

式中 Φ ——磁通，马；

S ——与磁通相垂直的面积，厘米²。

11. 电流的磁效应 电流通过导线时，在导线的周围就会产生磁场，这种现象就叫做电流的磁效应。通电导线产生的磁场如图1-8所示。

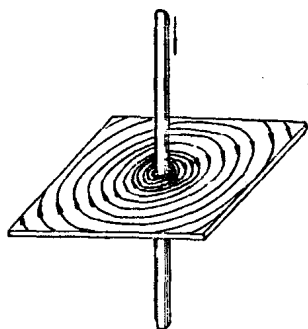


图 1-8 通电导线周围的磁场

12. 磁动势 要使电子沿着导体移动，必须有一定的电动势。磁动势和电动势相似。要使一物体产生磁力线，也必须有一定的原动力，这种原动力叫做磁动势（简称磁势）。磁动势的大小用线圈的匝数 W 和通过线圈的电流 I 的乘积来表示，单位是安匝，符号为 F ，即：

$$F = IW \quad (1-18)$$

13. 磁场强度 在均匀磁场中，作用于单位长度磁路上的磁势，叫做磁场强度或磁化力。它是表示磁场强弱的一个量。它的符号是 H ，单位是安匝/厘米，可用1-19式表示：

$$H = \frac{F}{l} = \frac{IW}{l} \quad (1-19)$$

式中 l ——磁路长度，厘米。

磁通密度 B 和磁场强度 H 的关系：

$$B = \mu H \quad (1-20)$$

式中 μ ——磁导系数或磁导率，亨利/厘米。

14. 电动机左手定则 左手伸平，四指并拢并与大拇指垂直，让磁力线垂直通过手心，用四指指着导体中电流的方向，那末大拇指所指的方向，就是导线受力的方向，也就是导