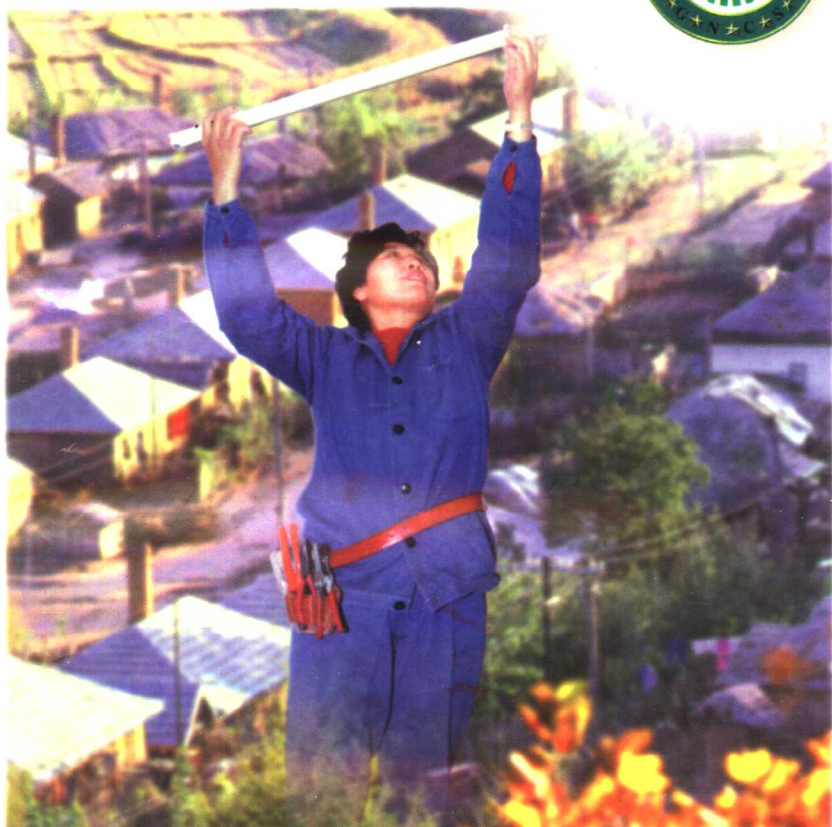


Zhongguo Nongcun Shuku

★ 刘桂恒 编著

★ 中国农业出版社



农村电工一月通



中国农



农村电工一月通

刘桂恒 编著

中国农业出版社

出版 说明

党的十一届三中全会以来，在邓小平建设有中国特色社会主义理论的指导下，我国在农村实行了一系列改革开放政策，使农村面貌发生了巨大变化。但是，我国农村发展的潜力还很大。为了实现农村经济快速增长、富国强民、振兴中华民族的宏伟蓝图，迫切需要依靠科学技术振兴农业和农村经济。为此，中国农业出版社组织编辑人员深入农村进行了大范围、多层次的实地调查，根据农民的需要，约请了全国数百位具有较高理论水平和丰富生产经验的专家，编写了这套《中国农村书库》大型丛书。希望通过这套丛书的出版，对我国农业生产、农村经济的发展和农民生活起到指导作用。

这套丛书共有 100 余种，内容涉及到与农民有关的方方面面，如农业政策、法律法规、思想道德、农村经济、种植业、养殖业、农产品储藏加工、农用机械和农村医疗保健等。考虑到目前我国农民的文化

水平，本套丛书使用了通俗易懂的语言文字，并多以问答的形式编写成书；注重理论联系实际，说理明白，使农民知道更多的道理；农业生产技术方面，着重介绍生产中的主要环节，关键性技术、方法和成功经验，其中不少是国内外研究成果和高产、优质、高效生产技术，可操作性强；力求科学性、实用性相结合，使农民学习之后，能解决生产中遇到的问题，并取得较好的效益。

衷心希望农村读者能从这套丛书中获益，通过辛勤劳动，早日脱贫致富，过上小康生活。

中国农业出版社

1997年7月

前言

为了加快农业科技成果和实用技术在农业生产中的普及和应用，并迅速转化为生产力，促进农村经济的繁荣和发展，提高农民科学文化水平，使农民朋友早日发家致富，走小康之路，特根据中国农业出版社的安排和要求，为《中国农村书库》而写此书《农村电工一月通》，奉献给农村广大读者。同时本书也可用作职高和技校的教材，亦可供科技人员参阅。

全书分两部分内容编写，第一部分讲述电工学基本知识，包括前三章；第二部分讲述农村实用电器、照明及其测量，同时介绍了农村常用节电方法，包括后四章。电工学基本知识包括：直流电路、电磁现象及应用、交流电路，含万用表和单相电度表的使用；实用部分包括：变压器、农村低压网络介绍及用电负荷计算，电气照明简单设计与计算及照明供电线路、农村常用电测方法，农村三相交流异步电动机、家庭常用电器及其继电—接触控制和使

用，节约用电和安全用电。

本书在编写中，注意了对基本概念和基本理论的阐述，有通俗易懂、易学、易掌握的特点，更注意了理论与实践的联系和结合，对基本电路的讲解和分析，采用循序渐进的方法，条理清晰、图文并茂、思路准确。对生产工作实际将有指导意义。

本书由辽宁省农业工程学校刘桂恒副教授编写，聘请该校农村电气化专业高级讲师杜玉增同志审稿，全书图稿由徐晓晔同志绘制。

本书在编写过程中，参阅了大量有关院校教材和科技资料，书中图形、文字符号均按国家标准局颁发的新标准绘制和标注，在此一并表示谢意。

由于编者水平有限，书中错误和不足之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编 者

1997年4月

目 录

出版说明

前言

第一章 直流电路	1
第一节 电的基本知识	1
一、电是什么	1
二、电路	2
三、电路中的基本物理量	3
四、电路的几种工作状态	14
第二节 欧姆定律	16
一、部分电路欧姆定律	16
二、全电路欧姆定律	17
第三节 电路的串联与并联	19
一、串联电路	19
二、并联电路	22
三、混联电路	24
第四节 电流热效应、导线和熔丝 的选择	27
一、电气设备的发热与温升	27
二、负载的额定值	27
三、导线截面选择	28
四、熔丝（保险丝）的选择	29

[附] 万用表及其使用	32
第二章 电磁现象及应用	37
第一节 电磁的基本知识	37
一、磁的基本现象	37
二、电流的磁场	39
三、磁场中的几个基本物理量	41
第二节 铁磁材料及应用	43
一、铁磁材料的特点及磁化曲线	43
二、铁磁材料的分类和应用	45
第三节 磁场对通电流(载流)导体的作用	46
第四节 电磁感应	47
第五节 自感、互感和涡流	51
第三章 交流电路	56
第一节 交流电路的基本概念	56
一、正弦交流电和它的优越性	56
二、正弦交流电的产生	59
三、交流电的有效值	63
四、正弦交流电的表示法和三要素	64
第二节 单相交流电路	67
一、电阻电路	67
二、电感电路	70
三、电容电路	75
四、实际线圈(具有电阻 R 和电感 L)电路	80
五、线圈(电阻、电感)与电容的并联电路	87
[附] 电度表及其使用	95
第三节 三相交流电路	98
一、三相电路概述	98
二、三相电源和三相负载的联接方法	100
三、三相电路的功率	111

第四章 变压器和输配电简介	116
第一节 概述	116
第二节 单相变压器的工作原理	118
第三节 三相变压器	124
一、接法	124
二、变压器铭牌	127
三、变压器的并联运行	130
第四节 特殊变压器	132
一、互感器	132
二、电焊变压器	134
三、自耦变压器和多绕组变压器	135
第五节 输配电简介	137
一、输配电概述	137
二、负荷计算	142
第六节 照明及照明供电线路	157
一、照明	158
二、照明计算	162
三、照明供电线路	169
[附] 常用电测仪表及测量	174
第五章 交流电动机	184
第一节 三相交流异步电动机的构造及转动原理	185
一、基本构造	185
二、转子转动原理	188
第二节 三相异步电动机的机械特性	194
第三节 三相异步电动机的起动、调速、	
反转与制动	197
一、三相异步电动机的起动	197
二、三相异步电动机的调速、反转与制动	205

第四节 三相异步电动机的铭牌和选用	209
一、三相异步电动机的铭牌	209
二、异步电动机的选用	215
第五节 电动机运行中的维护及常见故障分析	218
一、运行前的检查	218
二、起动时须注意的问题	219
三、电动机运行中的监视和维护	219
四、电动机的定期维护与保养	223
第六节 家庭旋转电器——单相异步电动机及 控制电机	223
一、单相异步电动机	223
二、控制电机简介	235
[附] 洗衣机线路	240
第六章 电力拖动	247
第一节 常用低压控制电器	247
一、手动电器	247
二、自动电器	254
第二节 生产机械电气控制的基本继电— 接触控制线路	274
一、电气控制线路	274
二、电动机双向（正、反）旋转的控制线路	277
三、时间控制线路	282
四、行程控制线路	289
五、顺序控制电路	292
六、速度控制线路	292
第七章 节约用电和安全用电	295
第一节 节约用电	296
一、农用电机的节约用电	296
二、电焊机的节约用电	297

三、农业电力排灌的节约用电	298
四、农副产品加工业和畜牧产品加工业的节约用电	299
五、照明节约用电	300
第二节 安全用电	302
一、人体触电原因和急救	302
二、保护接地与保护接零	306
三、安全用电常识	313
附录 电气线路图中部分常用图形符号和文字符号	315
主要参考文献	319

第一章 直流电路

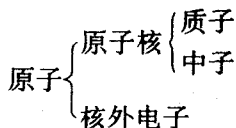
第一节 电的基本知识

在日常生活与生产中，几乎到处都在使用电。如电灯通电会发光，电动机通电会旋转。那么，电究竟是什么呢？输电线里有什么东西会跑到电灯、电动机里去？现说明如下。

一、电是什么

要了解物体带电的根本原因，必须先了解物体的内部结构。

物质的电结构：我们知道，自然界的一切物质都是由分子组成的，而分子是由更小的物质微粒——原子组成，原子由基本粒子——质子、中子和电子构成。



原子核中的质子数量总是与核外电子数量相等，而质子带正电荷，电子带负电荷，每一个质子所带的电量又与每一个电子所带电量相等，即 1.6×10^{-19} 库，且中子不带电，因此就整个原子而言，正、负电荷恰好完全抵消。所以自然界中任何一物体平时对外都不显示电性。这些电子分层绕原子核作高速旋转，且正电荷与负电荷间有同性相斥、异性相吸的

特性。又知，不同的物质有不同的原子，它们所具有的电子数目也不一样。例如铜原子有 29 个电子，铝原子有 13 个电子（图 1-1 为铝原子结构图）。

原子核吸引电子的吸力大小与距离平方成反比。当我们采取一定的措施，比如把两种不同的物质互相摩擦或将一带电体靠近另一金属物体时，将会使离原子核较远的外层电子摆脱原子核的束缚，从一个物体跑到另一

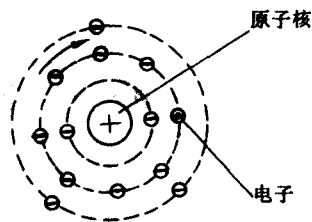


图 1-1 铝原子结构图

物体，这样就可使物体带电了。失去电子的物体带正电，获得电子的物体带负电。就是说，物体带电主要是由电子移动后对外界呈现的物理现象。当电荷积聚不动时，这种电荷称为静电；如电荷处在运动状态，就称为动电。

二、电路

电路就是电流所经过的路径，就如同人们要走的路一样。构成电路的 3 个基本部分：电源、负载、中间环节，如图 1-2 所示。

电源是电能的提供者，常见电源有发电机、电池等。它是将其它形式的能量转换为电能的装置。

负载（用电设备）是电能的消耗者，如电灯、电动

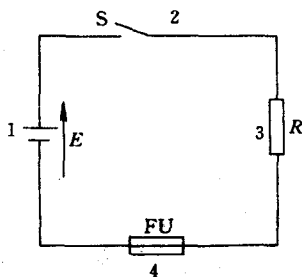


图 1-2 电路的组成

1. 电源 2. 开关 3. 负载 4. 熔断器

机等。它是将电能转换为其它形式能量的装置。

中间环节则是起着连接电源和负载的作用，并具有对电路进行保护和控制的性能，如导线、开关、熔断器、接触器、继电器等。

三、电路中的基本物理量

1. 电流 简单说：电荷有规则的定向运动称电流。

大家知道，金属导体中存在着大量的自由电子，它们在外电场作用下，作有规则的定向移动而产生电流。电流既可发生在固体中，也可发生在液体或气体中。

(1) 电流概念：电流的大小等于单位时间内通过导体横截面的电量。即

$$I = \frac{Q}{t}$$

式中：Q——电荷量，单位为库仑，简称库 (C)；

t——时间，单位为秒 (s)；

I——电流，基本单位为安培，简称安 (A)。

电流在实用中的较大单位：千安 (kA)；较小单位：毫安 (mA)；微安 (μ A)。

$$1 \text{ 千安 (kA)} = 10^3 \text{ 安 (A)}$$

$$1 \text{ 毫安 (mA)} = 10^{-3} \text{ 安 (A)}$$

$$1 \text{ 微安 } (\mu\text{A}) = 10^{-6} \text{ 安 (A)}$$

(2) 电流正方向的规定：习惯上，人们把正电荷移动的方向作为电流的正方向。

(3) 电流的测量：电路中电流的大小可用电流表测量，即将电流表串接在被测电路里，如图 1-3 所示。

(4) 直流电流与交流电流：如果电流的大小和方向都不随时间而变化，则称这种电流为直流电流，简称直流电。如

图 1-4 所示，它的图形呈一条与横坐标平行的直线，在任何时刻，电流数值恒等于常数 I 。如果电流的大小和方向随时间而变化，就称为交流电流，简称交流电，其符号为 i 。交流电的波形有多种，其中最为常见的是正弦交流电，图 1-5 为正弦交流电波形图。

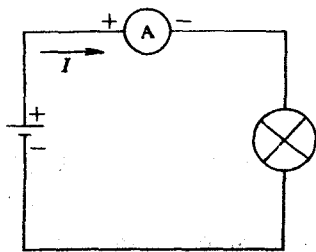


图 1-3 直流电流的测量

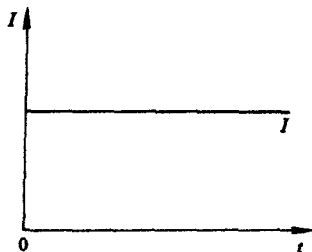


图 1-4 直流电波形

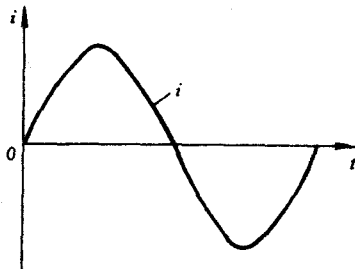


图 1-5 交流电波形

2. 电位、电压、电动势

(1) 电位：我们规定，电场力把单位正电荷从电场中的某点移到参考点所做的功，称为该点的电位，如图 1-6 所示。当以 o 点为参考点时， a 点的电位 φ_a 是：

$$\varphi_a = \frac{W_{ao}}{Q}$$

式中： φ_a ——电场中 a 点的电位（伏）；

W_{ao} ——电荷 Q 从 a 点移动 o 点所做的功（焦耳，简称焦）；

Q —— a 点的电荷量（库）；

同样，以 o 点为参考点时， b 点的电位 φ_b 是：

$$\varphi_b = \frac{W_{bo}}{Q}$$

很明显，由于 $W_{ao} > W_{bo}$ ，所以 a 点的电位比 b 点的电位高。如果不选择 o 点作参考点，而另选择一个参考点，那么 φ_a 、 φ_b 的值将和上面不同了。可见电场中某点电位的高或低与参考点选择有密切关系，

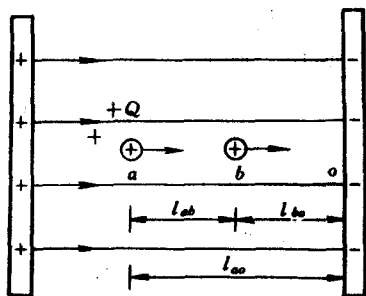


图 1-6 电场力做功

参考点变了，电位的值也变了，这一性质称为电位的相对性。因而，通常人们选大地作为参考点；在电子设备中常以金属底板为公共点，作为参考点。参考点的电位规定为零。因而低于参考点的电位是负电位；高于参考点的电位是正电位。

(2) 电位的单位：当功的单位是焦耳、电荷的单位是库仑，则电位的单位就是伏特，简称为伏，用 V 表示。

例 1-1 今有如图 1-7a 所示电路，试计算各点电位。

解：设以 b 点为参考点，如图 1-7b 所示，

则有： $\varphi_b = 0$ 伏， $\varphi_c = 1$ 伏， $\varphi_a = 3$ 伏。

如再设以 c 点为参考点，如图 1-7c 所示，

则有： $\varphi_c = 0$ 伏， $\varphi_b = 2$ 伏， $\varphi_a = -1$ 伏。

对比上述两组答案，可以清楚地看出电位具有相对性。

(3) 电压：电路中某两点的电压就是这两点间的电位差，即电场中两点间的电位差称为两点间电压。图 1-6 中， a 点与 b 点间的电位差 ($\varphi_a - \varphi_b$) 就等于电压 U_{ab} 。

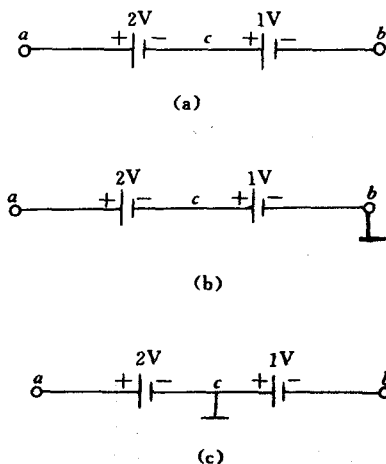


图 1-7 例 1-1 题图

$$\text{即 } \varphi_a - \varphi_b = U_{ab}$$

我们还可以这样说，电位就是电场中某点与参考点之间的电压。在图 1-6 中， a 点与参考点 o 之间的电压是：

$$U_{ao} = \varphi_a - \varphi_o$$

由于 $\varphi_o = 0$ ，所以： $U_{ao} = \varphi_a$

电压的单位与电位的单位相同，也是伏特。除伏特外，常用单位还有千伏 (kV)、毫伏 (mV)，它们之间的换算关系是：

$$1 \text{ 千伏 (kV)} = 10^3 \text{ 伏 (V)}$$

$$1 \text{ 毫伏 (mV)} = 10^{-3} \text{ 伏 (V)}$$

电压和电流一样，它不但有大小，而且有方向，即有正有负。电压正方向的规定是高电位指向低电位，即电压降的方向。电压常采用双下标记法，这表明电压方向是从第一个下标指向第二个下标。

(4) 电压的测量：电压的大小可用电压表来测量，测量