

伍 宏 刘显芳 聂健飞 ◆编著



电工基础与安全用电



广东省出版集团
广东科技出版社



图并存在献目 (CIP) 编著

电工基础与安全用电

(2004.11) (2007.8) 重印

电工基础与安全用电

及相关物理量、直流

伍宏 刘显芳 聂健飞 编著

本书介绍了常用电气元件, 介绍了常用

电工测量仪表、电容

号 2004.11 (2007.8) 重印

介绍了电气安全技术和安全

触电急救知识及心肺复苏

Diangong jichu yu anquan yongdian

全书简明扼要, 内容实用, 并

广州市城市供水局

E-mail: gkgjzpb@21.cn.com

http://www.gkgjzpb.com.cn

广州市城市供水局

广州市城市供水局

(南海区狮山镇科技工业园A区 邮编: 528222)

787mm x 1092mm 1/32 印张 3 字数 60 千

2004年11月第1版

2007年8月第2次印刷

10 001-12 000 册

4.20 元

广东省出版集团

广东科技出版社

Yuecheng Books

图书在版编目 (CIP) 数据

电工基础与安全用电/伍宏等编著. —广州: 广东科技出版社, 2004. 11 (2007.8 重印)

(全面建设小康社会“三农”书系·民居工程编)

ISBN 978 - 7 - 5359 - 3615 - 8

I. 电… II. 伍… III. ①电工学②用电管理—安全技术 IV. ①TM1②TM92

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 038802 号

Diangong Jichu yu Anquan yongdian

出版发行: 广东科技出版社

(广州市环市东路水荫路 11 号 邮码: 510075)

E - mail: gdkjzbb@21cn.com

http: // www. gdstp. com. cn

经 销: 广东新华发行集团

印 刷: 佛山市浩文彩色印刷有限公司

(南海区狮山科技工业园A区 邮码: 528225)

规 格: 787mm × 1 092mm 1/32 印张 3 字数 60 千

版 次: 2004 年 11 月第 1 版

2007 年 8 月第 2 次印刷

印 数: 10 001~15 000 册

定 价: 4.20 元

如发现因印装质量问题影响阅读, 请与承印厂联系调换。

内容简介

本书共分三部分，第一部分电的基础知识，简要介绍了电的产生、电路及相关物理量、直流电与交流电等。第二部分电工常用工具与电气元件，介绍了常用电工工具、电工测量仪表、电容器等的使用。第三部分安全用电，介绍了电气安全技术和安全作业，触电急救知识及心肺复苏法。全书简明扼要，内容实用，并配有大量插图，很适合农村小电工及电工爱好者阅读。

《全面建设小康社会“三农”书系》编委会

组织单位名单

中共广东省委宣传部
广东省精神文明建设委员会办公室
广东省新闻出版局
广东省农业厅
广东省科学技术厅
广东省海洋与渔业局
广东省出版集团

编委会成员名单

顾问：蔡东士
主任：胡中梅
副主任：陈俊年 谢悦新 谢明权 李珠江 朱仲南
黄尚立 王桂科
编委：李夏铭 李和平 刘 曦 郭仁东 姚国成
黄建民 黄达全 刘 蔚

出版策划成员

总策划：李夏铭
策划：黄达全 陈锐军 崔坚志 冯常虎

序

——朱小丹

高度重视并认真解决“三农”问题，是我们党一以贯之的战略思想。党的十六大提出，要把建设现代农业、发展农村经济、增加农民收入，作为全面建设小康社会的重大任务。

改革开放以来，广东依靠党的政策指引和优越的地理位置，大胆探索，开拓进取，改革不断深化，经济发展迅猛，社会全面进步。广东农业产业化水平也不断提高，农村面貌发生了巨大的变化，农民收入大幅度增加。但是，我们也看到，农村经济与整个经济社会发展不尽协调，科学文化发展相对滞后，城乡居民收入差距较大等问题仍然比较突出，制约着广东城乡协调发展的水平和全面建设小康社会的进程。广东真正解决“三农”问题，任重道远。

党的十六大以来，在“三个代表”重要思想的指引下，广东省委、省政府认真贯彻以人为本、全面协调可持续发展的科学发展观，为进一步解决“三农”问题，作出一系列重大决策，统筹城乡产业发展，着力提升农村工业化、农业产业化水平；统筹城乡规划建设，加快推进城镇化，努力形成以城带乡、城乡联动的发展格局；统筹城乡体制改革，维护好农民的合法权益，建立有利于城乡一体化发展的新体制；统筹城乡居民就业，促进农村劳动力战略性转移；统筹城乡社会



事业发展，加快建立健全农村社保体系，促进农村社会的全面进步，等等，全省广大农村经济社会发展呈现新的面貌。

为了更好地促进广大农民思想道德和文化科技素质的提高，向广大农民提供智力和信息服务，中共广东省委宣传部、广东省文明办、广东省新闻出版局、广东省农业厅、广东省科技厅、广东省海洋与渔业局和广东省出版集团等单位，组织专家学者编写了这套《全面建设小康社会“三农”书系》。这是贯彻落实中央和省委关于解决“三农”问题精神的一个实际行动，为广大农民做了一件实事和好事。

贴近实际、贴近生活、贴近群众，是书系的重要特点。书系包括政策法规、文明生活、医疗保健、民居工程、创业、农民工、蔬菜、果树、植保土肥、畜牧、兽医、水产、食用菌、加工、培训教材等15编，共130个品种。既有农业种养生产技术知识，又有农村精神文明建设的内容；既注意满足在农村务农者的需要，也考虑到外出务工者的需求，是一套比较完整、全面、实用的知识性、大众化、普及型读物。而且，书系深入浅出，通俗易懂，图文并茂，价格低廉，可谓“‘三农’书系，情系‘三农’”。

“知识就是力量”。愿书系能使广大农民得益，能为我省建设经济强省、文化大省、法治社会、和谐广东和实现富裕安康提供智力支持。

是为序。

一、电的基础知识 1

(一) 电的产生与输送 1

(二) 电路及相关物理量 2

(三) 简单直流电路 6

(四) 交流电基本知识 10

(五) 磁与电磁 15

二、电工常用工具与电气元件 25

(一) 常用电工工具 25

(二) 常用电工测量仪表及其使用 30

(三) 电容器及应用 35

(四) 半导体二极管及应用 40

三、安全用电 53

(一) 安全用电的意义 53

(二) 电气安全技术 54

(三) 电气安全作业 64

(四) 触电急救知识 70

(五) 心肺复苏法 76

目 录

一、电的基础知识



(一) 电的产生与输送

电是一种能量，是由其他形式的能量通过一些专用的装置或设备转换而来的。一般将其他形式的能量转换为电能的场所称为发电厂（站）。发电厂根据发电动力的不同分为多种，如风力、水力、火力和核能发电厂（站）等。我国目前主要以火力和水力发电厂供电。

火力发电厂主要由锅炉、汽轮机和发电机组成。用燃煤锅炉产生的蒸汽通过喷管冲动汽轮机的转子；使汽轮机转子以 3 000 转/分钟的转速带动发电机发电。

水力发电厂（站）一般由拦水坝、引水系统（引水渠、压力管道等）、水轮机和发电机组成。用拦水坝建立水位差形成一定的水头，蓄积势能，并通过引水系统冲动水轮机，使水轮机带动发电机发电。

发电厂发出来的电，需通过电力输送设备送到用户所在地后再分配给各用户。用输电线、变压器组成的输出、



分配电能的网络称为电力网。通常用变压器把发电机发出的电能升高（220 千伏、110 千伏、35 千伏等），远距离输送到用户所在地后，再用变压器把电压降下来（10 千伏、6.3 千伏、0.38 千伏等）分配给各用户，以适应用电设备的电压需要。具有这种降压、分配电能功能的场所称为变电所或供电所。

电力网加上发电厂的发电机统称为电力系统。电能本身是不能储存的。即：发电和用电几乎是在同一时间进行的。因此，在建立发电厂（站）时，一定要考虑用户的用电状况。

(二) 电路及相关物理量

① 电流

电荷有规则地移动就形成了电流。按规定：导体中正电荷运动的方向为电流的方向。并定义：在单位时间内通过导体任意截面的电荷量为电流强度，简称电流。电流又可分为直流和交流两大类。凡方向不随时间变化的称为直流电流，大小和方向都不随时间变化的称为稳恒直流，简称直流电；凡大小和方向都随时间作周期性变化的电流则称为交变电流或交流电流。

当电流通过导体时，导体要发热，称为电流的热效应。在电流的周围存在着磁场，称为电流的磁效应。当电流流过某些导体（如电解液）时，要产生化学反应（如

电解、电镀)，称为电流的化学效应。电流用“ I ”表示，电流的基本单位为安(A)。

② 电阻与电阻器

导体对电流的阻碍作用称为电阻。在电力传输过程中导线的电阻现象，给电能的输送带来了不利的影响，但电阻现象的存在也可被利用。如可利用电阻来调控、限制供给某一些电气元件（或电气设备）的电流；用电阻来调整电路某一环节的电压或用来吸收电感性负载的瞬时感应电能，以保护用电设备。根据这些实际的需要，便出现了专门利用电阻特性进行工作的电阻器，电阻器是电路的基本元件之一。

实际使用的电阻器根据其制成材料或结构来进行分类，常用的有碳膜电阻、金属膜电阻、金属氧化膜电阻及绕线电阻等。电力设备中由于功率较大，大多使用合金丝绕线电阻。图1为几种常见的电阻器外观。电阻用“ R ”表示，电阻的基本单位为欧(Ω)。

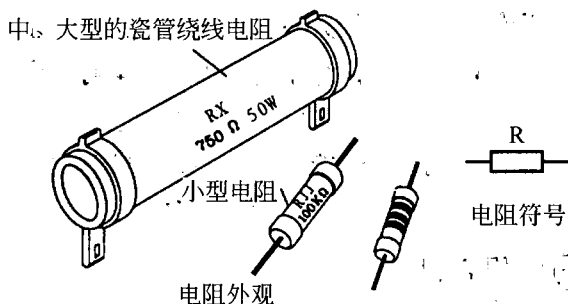


图1 常见电阻器外观及电阻符号



③ 电压

带电体周围存在着一种称为电场的特殊物质，它具有电场力和电场能这两个基本性质。电荷在电场中要受电场力的作用而发生运动，故可认为电荷在电场中具有电位能。单位正电荷在电场中某点所具有的电位能称为这一点的电位，单位是伏(V)。电场中任意两点间的电位之差称为电位差，也称为电压，电压用“ U ”表示，单位为伏(V)。

④ 电路

电流流过的路径称为电路。最基本的电路由电源、负载和连接导线组成。

电源是把其他形式的能量转换为电能的设备。在电源内部存在着一种非静电力，它可将正电荷从负极移动到正极，使电源两极之间形成一个电位差。衡量电源移动电荷做功本领大小的物理量称为电源的电动势，用“ E ”表示，单位为伏。电动势的方向规定为由负极指向正极，由低电位指向高电位，且仅存于电源内部。电灯、电炉、电磁铁和电动机等均是电路中常见的负载，它们将电能分别转化为光能、热能、电磁能和机械能，为特定的生产需要服务。

⑤ 欧姆定律

(1) 部分电路欧姆定律。不含电源的电路称为无源

电路。在电阻 R 两端加上电压 U 时，电阻中就有电流 I 流过，三者之间的关系为：

$$I = U/R$$

欧姆定律公式成立的条件是电压和电流的标定方向一致，否则公式中就会出现负号。

(2) 全电路欧姆定律。含有电源的闭合电路称为全电路，如图 2 所示。图中虚线内代表一个电源，除了具有电动势 E 外，一般都还具有电阻，这个电阻称为内电阻，用“ r_0 ”表示。当开关 K 闭合时，负载 R 中有电流 I 流过，电动势 E 、内电阻 r_0 、负载电阻 R 和电流 I 之间的关系用公式表示即为：

$$I = E / (R + r_0)$$

或 $E = I \cdot R + I \cdot r_0 = U + U_0$

式中： $U = IR$ 称为电源的端电压； $U_0 = Ir_0$ 称为电源的内压降。

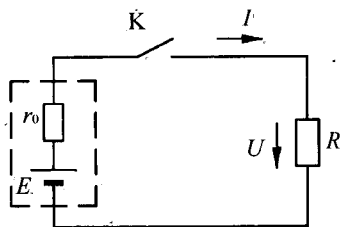


图 2 全电路

6 电功与电功率

电流所做的功称为电功，用符号“ A ”表示。数学表



达式为:

$$A = I \cdot U \cdot t = I^2 \cdot R \cdot t = U^2 \cdot t / R$$

若电压单位为伏, 电流单位为安, 电阻单位为欧, 时间单位为秒(s), 则电功的单位为焦(J)。

单位时间内电流所做的功称为电功率, 用符号 P 表示。即:

$$P = A/t = I \cdot U$$

若电功的单位为焦, 时间单位为秒, 则电功率的单位为焦/秒, 称为瓦(W)。

⑦ 电源的外部特性与电路的3种状态

(1) 电源的外部特性。由 $U = E - U_0 = E - Ir_0$ 知: 在电动势 E 不变的情况下, 电源的端电压与电路中电流的大小及电压的大小有关。一般情况下, 电流越大, 电源的端电压就越低。

(2) 电路的3种状态。当电路接通, 负载中有电流流过时, 电路处于导通状态; 若外电路与电阻值近似为零的导体接通时, 电路处于短路状态; 若电路中有断开处, 电路中没有电流流过时, 电路处于开路(断路)状态, 电路在开路状态时, 电源的端电压与电动势相等。



(三) 简单直流电路

① 电阻串联电路

将电阻依次首尾连接组成无分支的电路, 称为电阻的

串联电路。图 3 为 2 个电阻的串联电路。

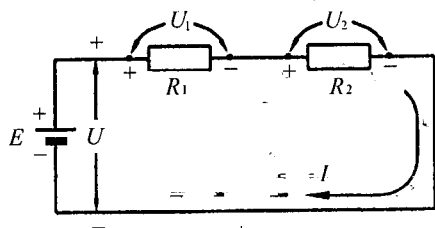


图 3 电阻串联电路

电阻串联电路具有以下特点：

- ①流过每一阻的电流都相等。
- ②电路的总电压等于各个电阻上电压的代数和。
- ③电路的等效电阻值等于各串联电阻之和。
- ④各电阻上分配的电压与各自电阻的阻值成正比。
- ⑤各电阻上消耗的功率之和等于电路所消耗的总功率。

实际生产中有一种可变电阻（也称电位器），即用电阻串联电路特点进行工作。通过接触点（图 4 中以箭头表示）的滑动，它能得到一个可改变的电压输出值。

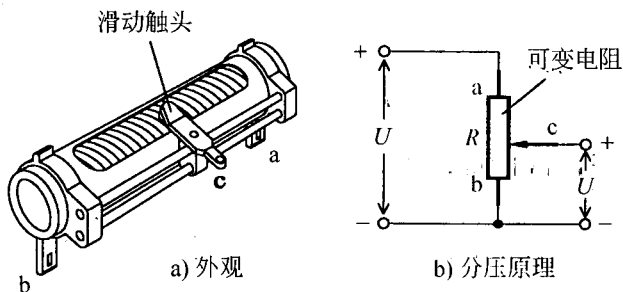


图 4 可变电阻（电位器）外观与分压原理



② 电阻并联电路

将电阻两端分别连接在一起的方式称为电阻的并联。

图 5 为 2 个电阻的并联电路。

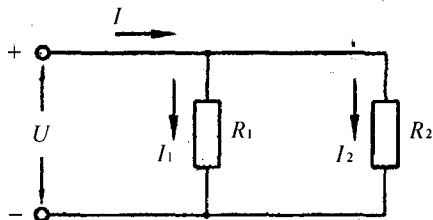


图 5 电阻并联电路

并联电路具有以下特点：

① 并联电路中各电阻两端电压相等。

② 电路的总电流等于各支路电流之和。

③ 并联电路等效电阻值的倒数等于各并联之路的电阻值倒数之和，即：

$$1/R = 1/R_1 + 1/R_2$$

④ 各并联电阻中的电流及电阻所消耗的功率均与各电阻的阻值成反比，即：

$$I_1 : I_2 = P_1 : P_2 = 1/R_1 : 1/R_2$$

③ 电阻混联电路

既有电阻串联，又有电阻并联的电路称为混联电路。混联电路的化简方法是：先按串、并联等效简化的原则，将混联电路逐步化简，最终得到一个无分支电路，如图 6

所示，化简按图 b)→c)→d)→e) 的步骤进行。

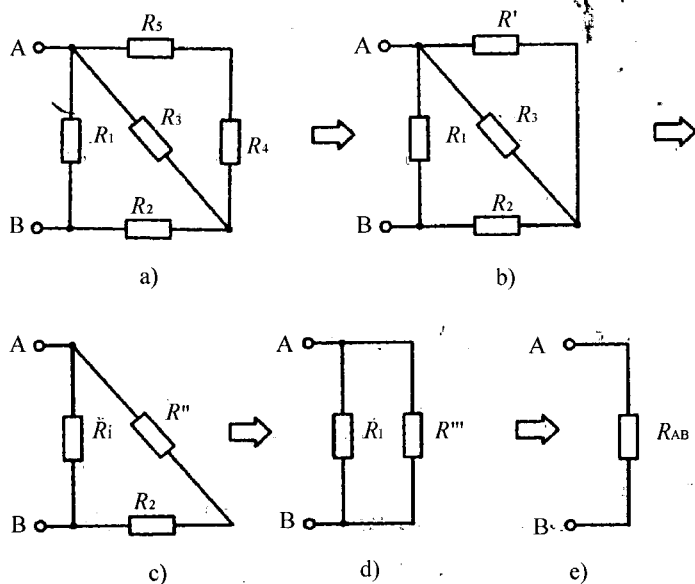


图6 混联电路的简化

④ 电路中电位、电压的计算

(1) 零电位。要确定电路中各点的电位高低，就必须在电路中确定一个电位参考点，这个参考点的电位为零，即为零电位。通常选大地为参考点，大地的电位就是零电位。

(2) 电位的计算。要计算电路中各点的电位，必须首先确定零电位点，再选择路径，即要计算某点的电位，可从这点出发，经过一定的路径绕到零电位。该点的电位