

水利行业工人技术考核培训教材

电工基础知识

主编 雍家树

黄河水利出版社

水利行业工人技术考核培训教材

DIANGONG JICHUZHISHI

责任编辑:王梅枝 杜亚

封面设计:朱 鹏

ISBN 7-80621-098-9



9 787806 210987 >

新华书店

ISBN 7-80621-098-9

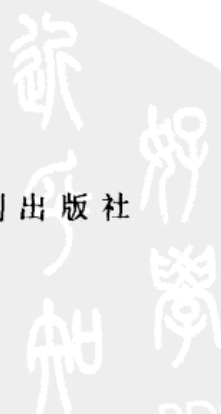
TV·47 定价:13.40 元

PDG

电工基础知识

主 编 雍家树

黄河水利出版社



(豫)新登字 010 号

电工基础知识 雍家树主编

责任编辑:王梅枝 杜亚娟

出 版:黄河水利出版社

(地址:河南省郑州市顺河路

黄委会综合楼 12 层)

邮编:450003

印 刷:黄河水利委员会印刷厂

发 行:黄河水利出版社

开 本:850mm×1168mm 1/32

版 别:1996 年 3 月 第 1 版

印 次:1996 年 3 月 郑州第 1 次印刷

印 张:5.875

印 数:1—21590

字 数:147 千

ISBN 7-80621-198-9/TV·47

定 价:13.40 元

PDG

水利行业工人考核培训教材

编 审 委 员 会

主 任	杜彦甫		
副主任	张渝生	宁志泉	彭建明
编 委	倪文进	谈炳忠	徐泽林
	郭国顺	吴中贻	陈东文
	季诗政	盛学品	



电工基础知识

主 编	雍家树		
副主编	陈开金		
咨 询	马成奎		
审 定	(以姓氏笔画为序)		
	宁志泉	吴中貽	张渝生
	陈东文	季诗政	倪文进
	徐泽林	谈炳忠	盛学品
	彭建明		



前 言

为了建立和完善水利行业工人考核培训工作体系,弥补新中国成立以来全国水利行业没有完整的、系统的工人培训教材的空白,我们组织水利行业一百多位专家学者编写了这套“水利行业工人考核培训教材”。本教材是依据劳动部、水利部联合颁发的《中华人民共和国工人技术等级标准(水利)》规定的32个行业工种要求编写的,编写的内容与技术考核规范和试题库相结合,并在每一章后设有思考题,能够满足水利行业技术工人考核前培训和职业技能鉴定的需要。

教材分为通用教材和专业教材两大类。通用教材共8本,分别为:《水利工程施工基础知识》、《工程力学与建筑结构设计基础知识》、《地质与土力学基础知识》、《水工建筑物基础知识》、《水力学与水文测验基础知识》、《水利工程制图基础知识》、《机械基础知识》、《电工基础知识》,其内容主要侧重于为30本专业教材配套使用的基础理论知识;专业教材共30本,分别为:《开挖钻工》、《水工爆破工》、《锻钎工》、《坝工模板工》、《坝工钢筋工》、《坝工混凝土工》、《钻探灌浆工》、《喷护工》、《防渗墙工》、《砌筑工》、《坝工土料实验工》、《坝工混凝土实验工》、《水工泥沙实验工》、《水工结构实验工》、《混凝土维修工》、《土石维修工》、《闸门运行工》、《水工防腐工》、《水工监测工》、《河道修防工与防治工》、《渠道维护工》、《灌区供水工》、《灌溉试验工》、《泵站机电设备维修工与泵站运行工》、《灌排工程工》、《水文勘测工》、《水文勘测船工》、《水土保持防治工》、

《水土保持测试工》、《水土保持勘测工》，其内容包括各工种的初、中、高级工的专业知识和技能知识。两类教材均突出了水利行业专业工种的特点，具有专业性、权威性、科学性、整体性、实用性和相对稳定性。它包括了本行业技术工人考核晋升技术等级时试题的范围和内容，是水利行业各工种职业技能鉴定的必备教材。

本次教材编写时参照的技术规范或规定、标准等是以1995年7月底尚在使用的标准，涉及的个别计量单位虽属非法定单位，但考虑到这些计量单位与有关规定、标准的一致性和实际使用的现状，本次出版时暂行保留，在今后修订时再予改正。

编写全国水利行业统一的工人培训教材，对于我们来说尚属首次，曾得到了各级领导、有关专家及广大水利职工的关怀和支持。经过大家一年来的辛勤耕耘和不断探索，现已出版面世了，但由于它是一项新的工作、新的尝试，不足之处在所难免，希望大家在使用中提出宝贵意见，使其日臻完善。

水利行业工人考核培训教材

编审委员会

一九九五年七月

目 录

第一章 直流电路	(1)
第一节 电路的基本概念	(1)
第二节 欧姆定律	(5)
第三节 电功率、电能和电流的热效应	(8)
第四节 基尔霍夫定律	(11)
第五节 电阻的串、并联及简单直流电路的计算	(15)
第二章 电磁与电磁感应	(24)
第一节 磁的基本概念	(24)
第二节 电流的磁效应	(26)
第三节 铁磁材料的磁化	(29)
第四节 电磁感应	(31)
第五节 自感与互感	(36)
第三章 交流电路	(40)
第一节 交流电的概念	(40)
第二节 交流电的产生及表达式	(41)
第三节 交流电路概述	(51)
第四节 三相交流电	(62)
第五节 三相负载的联接方法	(66)
第四章 变压器与三相异步电动机	(73)
第一节 变压器	(73)
第二节 三相变压器	(79)
第三节 三相异步电动机的结构	(81)
第四节 三相异步电动机的工作原理	(84)
第五节 异步电动机的起动与接线	(89)

第五章	常用高低压电器及电气图	(97)
第一节	高压断路器	(97)
第二节	常用低压电器	(103)
第三节	简单的电气识图	(105)
第六章	常用电工仪表及半导体电子技术	(120)
第一节	电工仪表的基本知识	(120)
第二节	常用仪表	(126)
第三节	常见半导体器件	(135)
第四节	常用电气设备的一般检测	(153)
第七章	安全用电常识	(160)
第一节	安全用电	(160)
第二节	电工安全用具	(165)



第一章 直流电路

在电工技术中,电路中的电流可以是恒定的,不随时间变化的,也可以是随时间变化的。凡是电流、电压、电动势的大小和方向不随时间变化的电路,称为直流电路。

直流电路比交流电路简单,电路的一般特性和一般原理体现在直流电路中,也就是说直流电路是基础。

第一节 电路的基本概念

一、电路及电路图

电流流通的路径叫做电路。它的作用一是进行电能的传输、分配和交换;二是产生、传递和变换电信号。一般电路可分为四个主要部分。

(1)电源:它是一种将非电能转换成电能的装置,是电路中能量的来源。常用的直流电源有干电池、蓄电池和直流发电机等。

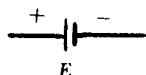


图 1-1 电源的图形符号

直流电源有正、负两个极,分别用“+”、“-”符号表示,如图 1-1 所示。

(2)负载:就是电路中的各种用电设备,它是将电能转换成人们所需要的能量装置。如电灯、电炉、电动机分别把电能转换成光能、热能和机械能。

(3)导线:它把电源和负载连接起来构成一个通路,其作用是传输和分配电能。常用的导线由铜或铝等制成。

(4)控制设备：它的作用是执行电路的操作任务。如开关等。

此外，有的电路还有附加装置，如检测、保护装置等。

实际上电路往往较复杂，实物电路图形尽管看图易懂，但画起来很麻烦。我们讨论电路主要是讨论它的电气性能，对于电路中的各种设备具体形状可以不考虑。为了讨论和计算上的方便，用一些简单的符号和代号来抽象地表示电路参数和各类具体设备。如把消耗电能的电阻器（电炉、白炽灯等）抽象为电阻，用 R 表示；把起存储磁场能作用的线圈抽象为电感，用 L 表示；把起存储电场能作用的电容器抽象为电容，用 C 表示等。如图 1-2 是一些电工书刊上常见的电工符号。采用了这些简化符号，就可以把任何一个实际电路用相应的符号表示于图形中，这样就一目了然。

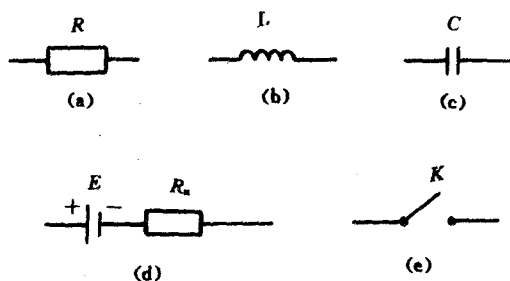


图 1-2 常见的电工符号

(a)电阻 (b)电感 (c)电容 (d)直流电源 (e)开关

由此可知，所谓电路图就是用简单电工符号表示的对应于实际电路的图形。图 1-3 即为一简单的电路图。

二、电流

自然界存在着许许多多的运动形式，电流只是物质运动的一种形式。在中学物理学中我们已经知道：自由电荷作定向运动便形

成电流。金属导体中的电流是自由电子在电场力作用下形成的；电解液中的电流是带正、负电荷的离子在电场力作用下向相反方向移动形成的。

习惯上，我们规定正电荷移动的方向为电流的方向。实际上，在金属导体中，电流的方向和自由电子移动的方向是相反的。

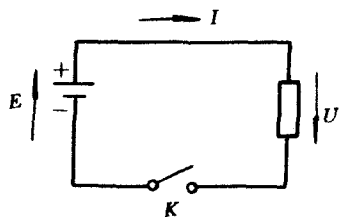


图 1-3 简单电路图

不同的电路或同一电路的各个分支电路中的电流大小往往是不相等的。为了衡量电流的大小引入了电流强度这个概念，即单位时间内通过导体截面积电荷量的代数和。简称为电流，用 I 表示。

在直流电路中，如果在 t 秒钟内通过某导线截面 S 电荷量的代数和为 q 库伦，则流过该导线的电流为

$$I = \frac{q}{t} \quad (1-1)$$

电流的单位是安培，简称为安(A)，有时也用千安(kA)、毫安(mA)或微安(μ A)表示，它们之间的换算关系是

$$1\text{kA} = 10^3\text{A}, \quad 1\text{A} = 10^3\text{mA}, \quad 1\text{mA} = 10^3\mu\text{A}$$

三、电压与电位

水要流动需要水位差，即要有水压。导体中要持续电流流过，其两端必须保持一定的电位差，即电压。它的定义是：电场力把单位正电荷从 A 点经负载移动到 B 点所做的功称为 AB 两点间的电压。如图 1-4 所示，电压用 U 表示，单位是伏特，简称伏(V)。常用的电压单位还有千伏(kV)、毫伏(mV)、微伏(μ V)，它们之间的换算关系是

$$1\text{kV} = 10^3\text{V}, \quad 1\text{V} = 10^3\text{mV}, \quad 1\text{mV} = 10^3\mu\text{V}$$

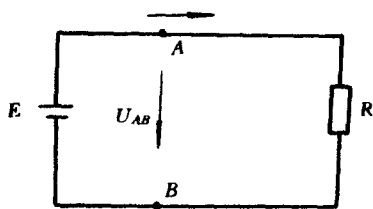


图 1-4 电压示意图

电压的方向一般有三种表示法:

(1) 用一个箭头表示, 如图 1-5(a) 所示。

(2) 用“+”表示高电位, 用“-”表示低电位, 如图 1-5(b) 所示。

(3) 用双下标法表示, 如图 1-5(c) 所示, 电压 U_{AB} 表示电路中 A 、 B 两点之间的电位差。



U

(a)



+ U -

(b)



U_{AB}

(c)

图 1-5 电压方向的表示法

电位实际上就是电压, 不过是与某一被选定参考点(公共点)之间的电压。如图 1-6 所示。若选定 o 点为参考点, 则可用计算或测量的办法求 a 、 b 两点与参考点 o 之间的电压 U_{ao} 、 U_{bo} 。我们把 U_{ao} 、 U_{bo} 分别叫做 a 、 b 点对参考点 o 的电位。参考点常用接地符号“ $\perp$ ”表示。

电路中的参考点可以任意选择, 但是只能选择一个参考点。当参考点改变时, 各点的电位也随之改变, 但各点间的电位差(电压)不变。

例如在图 1-6 中, 用电压表测得各点之间的电压分别为: $U_{ab} = 9V$, $U_{ao} = 24V$, $U_{bo} = 15V$ 。

若选择 o 点为参考点, 则各点的电位和之间的电位差为

$$\varphi_a = U_{ao} = 24V, \varphi_b = U_{bo} = 15V,$$

$$\varphi_a = U_{\infty} = 0V,$$

$$\varphi_a - \varphi_b = 24 - 15 = 9V = U_{ab}$$

$$\varphi_a - \varphi_b = 24 - 0 = 24V = U_{\infty}$$

$$\varphi_b - \varphi_b = 15 - 0 = 15V = U_{bo}$$

若选择 b 点为电位参考点, 则各点的电位和电位差为

$$\varphi_a = U_{ab} = 9V, \varphi_b = U_{bb} = 0V,$$

$$\varphi_b = U_{bb} = -U_{bo} = -15V,$$

$$\varphi_a - \varphi_b = 9 - 0 = 9V = U_{ab}$$

$$\varphi_b - \varphi_b = 0 - (-15) = 15(V) = U_{bo}$$

$$\varphi_a - \varphi_b = 9 - (-15) = 24(V) = U_{\infty}$$

由此可见, 电路中任意两点间的电压等于该两点的电位差, 所以电压又被称作电位差。

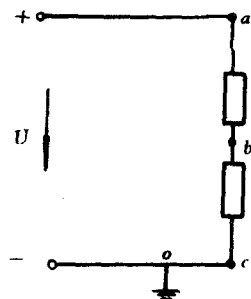


图 1-6 电位的含义

四、电动势

我们已知道电荷的存在是产生电流的内因, 电场的存在是产生电流的外因, 而仅有静电场是不能维持电流的, 非电场力(电源力)将正电荷从低电位点移动到高电位点要做功。衡量电源力做功能力的物理量称为电动势。它可以是热效应、光效应、化学效应(如电池)、电磁感应(如发电机)等。

电动势用“ E ”表示, 单位是伏(V)。由于它能使电位升高, 我们把电动势的实际方向定义为电位升高的方向, 即从电源负极指向正极。

第二节 欧姆定律

在分析和计算电路时, 常需要知道一段电路上的电压和电流关系, 欧姆定律就是描述这个关系的基本定律。

一、无源支路的欧姆定律

如图 1-7(a) 所示, 可把该电路分成两个部分, 即左边的有源支路和右边的无源支路。现分别加以讨论。

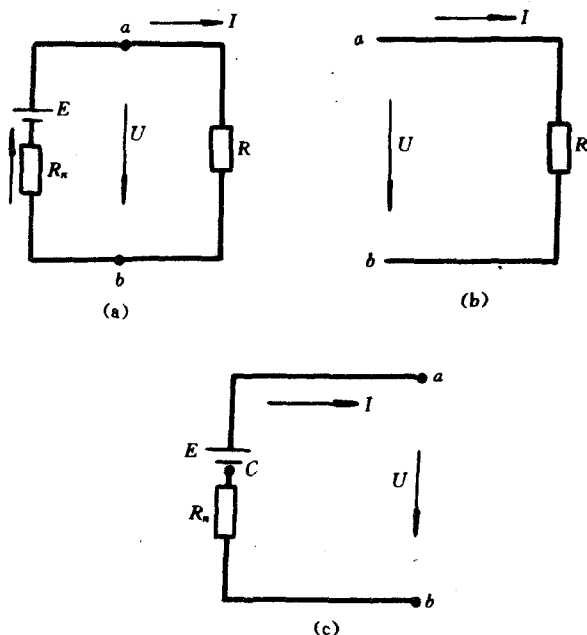


图 1-7

(a) 全电路 (b) 无源支路 (c) 有源支路

先讨论无源支路(图 1-7(b))。当在电阻 R 两端施加电压 U 时, 则有电流通过它。通过实验可以知道: 如果加在电阻 R 两端的电压 U 发生变化, 电路中的电流 I 也跟着变化, 并且这种变化是成正比例的, 即电压和电流的比值是一个常数。这个比例常数就是电路的电阻, 表达式如下

$$\frac{U}{I} = R \quad (1-2)$$

这个关系式就是欧姆定律的一种形式,它也可以写成下列两种形式,即

$$U = IR \quad (1-3)$$

$$I = \frac{U}{R} \quad (1-4)$$

欧姆定律在生产实践中经常要用到。在一段电阻电路上,电压、电流和电阻三个物理量只要知道其中两个就可以求出第三个。举例如下。

[例 1-1] 一只电炉接在 220V 电压线路上,电流为 4A,求电炉的电阻 R 。

解: 由欧姆定律得出电炉的电阻为

$$R = \frac{U}{I} = \frac{220}{4} = 55(\Omega)$$

[例 1-2] 已知一只白炽灯的电阻为 100Ω ,它接在 220V 线路上,求通过灯泡的电流 I 。

解: 由欧姆定律得出通过灯泡的电流为

$$I = \frac{U}{R} = \frac{220}{100} = 2.2(\text{A})$$

二、有源支路的欧姆定律

有源支路如图 1-7(c) 所示。当电源没有接通外电路时,电源两端的电压在数值上等于电源的电动势(方向相反)。但当接通外电路时,电源的端电压要小于电源的电动势。这是因为电源内部也有电阻,称为内电阻,用 R_0 表示。为了看起来方便,通常在电路图上把 R_0 单独画出。事实上,内电阻是在电源内部,与电动势是分不开的,所以有时也不单独画出,只在电源符号的旁边注明内电阻的大小。