

《 就业·创业·立业技能培训丛书 》

电工

快速入门

张 军 主编



就业指导 创业帮手 立业之本



国防工业出版社
National Defense Industry Press

就业·创业·立业技能培训丛书

电工快速入门

张 军 主编

国防工业出版社

·北京·

图书在版编目(CIP)数据

电工快速入门/张军主编. —北京:国防工业出版社,
2007.4

(就业·创业·立业技能培训丛书)

ISBN 978-7-118-05016-5

I.电... II.张... III.电工-技术培训-教材
IV.TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 021822 号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100044)

国防工业出版社印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 850×1168 1/32 印张 12¼ 字数 353 千字

2007 年 4 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—5000 册 定价 25.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店: (010)68428422

发行邮购: (010)68414474

发行传真: (010)68411535

发行业务: (010)68472764

《就业·创业·立业技能培训丛书》

编 委 会

编委会主任

长三角国家高技能人才培训中心主任

德国职业教育培训中国项目总监

马库斯·卡曼

编委会委员

长三角国家高技能人才培训中心

夏祖印

长三角国家高技能人才培训中心

刘春玲

长三角国家高技能人才培训中心

郝友军

长三角国家高技能人才培训中心

康志威

长三角国家高技能人才培训中心

宋智斌

上海涂料研究所

李群英

江南大学机械学院

张能武

江苏华富电子有限公司

张 军

复芯微电子技术咨询公司

王吉华

上海申宏制冷设备有限公司

王亚龙

上海旭菱电梯有限责任公司

徐 峰

序

随着我国工业化进程的加速、产业结构的调整和升级,经济发展对高质量技能人才的需求不断扩大。然而,技能人才短缺已是不争事实,并日益严重,这已引起中央领导和社会各界广泛关注。

面对技能人才短缺现象,政府及各职能部门快速做出反应,采取措施加大培养力度,鼓励各种社会力量倾力投入技能人才培养领域。同时,社会上掀起尊重技能人才的热潮,营造出一个有利于技能人才培养与成长的轻松、和谐的社会环境。

为认真贯彻党的十六届五中全会精神和《国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定》,适应全面建设小康社会对高素质劳动者和技能型人才的迫切要求,促进社会主义和谐社会建设,国防工业出版社特邀请长三角国家高技能人才培养中心组织有关专家编写了《就业·创业·立业技能培训丛书》。

该套丛书前期先出版《车工快速入门》、《钳工快速入门》、《焊工快速入门》、《铣工快速入门》、《钣金工快速入门》、《模具工快速入门》、《涂装工快速入门》、《电工快速入门》、《维修电工快速入门》、《电机维修快速入门》、《电梯维修快速入门》、《制冷工快速入门》等12本,后期将根据市场的需求陆续推出技术工人技能快速入门丛书,以飨读者。

本套丛书的编写以企业对人才需求为导向,以岗位职业技能要求为标准,以与企业无缝接轨为原则,以企业技术发展方向为依据,以知识单元体系为模块,结合职业教育和技能培训实际情况,注重学员职业能力的培养,体现内容的科学性和前瞻性。同时,在编写

过程中力求体现“定位准确、注重能力、内容创新、结构合理、叙述通俗”的特色,为此在编写中从实际出发,简明扼要,没有过于追求系统及理论的深度,突出“入门”的特点,使具有初中文化程度的读者就能读懂学会,稍加训练就可掌握基本操作技能,从而达到实用速成、快速上岗的目的。

本套丛书便于广大技术工人、初学者、爱好者自学,掌握基础理论知识和实际操作技能;同时,也可作为职业院校、培训中心、企业内部的技能培训教材。我们真诚地希望本套丛书的出版对我国高技能人才的培养起到积极的推动作用,能成为广大读者的“就业指导、创业帮手、立业之本”,同时衷心希望广大读者对这套丛书提出宝贵意见和建议。

丛书编写委员会

2007年1月于上海

前 言

随着国民经济和现代科学技术的迅猛发展,我国电工的设计、制造、运行和控制技术发生了深刻的变革,一大批新原理、新材料、新结构、新工艺、新技术、新性能的产品得到广泛开发和应用,新的应用和新的需求同时也推动着电工技术本身的迅速发展。面对新的形势,广大从事电气工程技术工作的人员迫切需要知识更新,特别是学习和掌握与新的应用领域有关的新技能。为了帮助广大技术工人,特别是中青年技术工人提高操作技能和技术水平,我们组织编写了《电工快速入门》。

《电工快速入门》一书是根据《电工国家职业标准》的初、中级技术工人等级标准及职业技能鉴定规范编写的。本书系统地介绍了直流电路、电磁原理、正弦交流电路、变压器、电动机、常用低压电器、现代照明、常用电工材料的基本知识、常用电工测量仪表及测量技术、安全用电及节约用电等内容。本书深入浅出、图文并茂、直观易懂、实用性强,既适合于广大电工技术爱好者自学,又可作为初、中级电工培训教材,还可供相关专业职业技术学校师生阅读与参考。本书在编写过程中参考了大量的图书出版物和企业培训资料,在此向上述作者和有关企业表示衷心的感谢和崇高敬意!

因编者水平有限,加上时间仓促,书中难免有错误和不妥之处,恳请读者批评指正。

编 者

2007 年 1 月

目 录

第一单元 电工学基本知识	1
课题一 电路基本知识	1
一、电流	1
二、电压和电动势	3
三、功和功率	4
四、电路的组成	5
五、电路的作用	6
六、电阻的串、并联及其应用	6
七、电路基本定律	12
课题二 磁场及其基本物理量	16
一、磁路的基本概念	16
二、磁感应强度	17
三、磁通	17
四、磁场强度	17
五、磁导率	18
六、磁性材料的基本特性	19
七、磁路的基本定律	22
课题三 正弦交流电路	25
一、正弦交流电的基本概念	25
二、正弦量的相量表示	29
课题四 三相交流电路	35
一、三相交流电源	35
二、对称负载的三相交流电路	38
三、不对称负载的三相交流电路	41
四、三相交流电路的功率	43

课题五 常用电子元器件	44
一、电阻器	44
二、电容器	54
三、电感器	60
四、半导体分立器件	63
五、集成电路	71
六、磁头	74
课题六 电气符号与识图	75
一、文字符号	76
二、图形符号	76
三、电气识图	78
四、电气识图的基本方法和步骤	82
第二单元 常用电工材料及电工用具	84
课题一 常用电工仪表	84
一、电工仪表基本知识	84
二、电流表及其使用方法	89
三、电压表及其使用方法	90
四、万用表及其使用方法	93
五、钳形表及其使用方法	101
六、兆欧表及其使用方法	104
七、功率表功能及其使用方法	108
八、示波器及其使用方法	113
九、信号发生器及其使用方法	119
课题二 常用电工工具	122
一、验电器	122
二、钢丝钳	124
三、尖嘴钳和斜口钳	125
四、螺钉旋具	125
五、剥线钳	126
六、活扳手	127
七、电工刀	127
八、电烙铁	128

九、专用工具	128
课题三 常用电工材料	133
一、导电材料	133
二、绝缘材料	141
三、磁性材料	152
第三单元 变压器	155
课题一 变压器基础知识	155
一、变压器的分类与铭牌	155
二、变压器的工作原理	157
三、变压器的基本结构	163
四、变压器的绕组联结	166
课题二 小型变压器	169
一、小型单相变压器的设计	169
二、小型变压器的绕制	179
课题三 特种变压器	188
一、电炉变压器	188
二、变流(整流、换流)变压器	190
三、试验变压器	196
四、矿用变压器	199
五、牵引变压器	201
六、其他特种变压器	202
第四单元 电动机	204
课题一 三相异步电动机	204
一、三相异步电动机的结构	204
二、三相异步电动机的工作原理	205
三、转差率和工作特性	210
四、异步电动机的启动和调速	211
五、异步电动机的铭牌	213
六、三相异步电动机的拆装和试验	214
七、三相异步电动机的选用	216
八、三相异步电动机的维护保养	217
九、三相异步电动机常见故障和处理方法	220

课题二 直流电动机	224
一、直流电动机的结构	224
二、直流电动机的工作原理	227
三、并励电动机的机械特性	229
四、并励电动机的启动与反转	231
五、并励电动机的调速	233
课题三 单相异步电动机	234
一、单相异步电动机的结构原理	234
二、单相异步电动机的型号	242
课题四 控制微电机	243
一、控制微电机的分类及应用	243
二、控制微电机的型号命名方法	244
三、伺服电动机	245
第五单元 常用低压电器	246
课题一 开关电器	246
一、刀开关	246
二、组合开关	249
三、断路器	250
四、漏电保护断路器	253
五、倒顺开关	254
课题二 熔断器(FU)	254
一、熔断器简介	254
二、常用熔断器技术数据	256
课题三 接触器	264
一、接触器简介	264
二、常用接触器技术数据	265
课题四 继电器	272
一、中间继电器	272
二、热继电器	273
三、时间继电器	275
课题五 主令电器	279
一、按钮	279

二、位置开关	281
三、凸轮控制器	283
第六单元 现代照明技术	286
课题一 照明灯具与电气装置	286
一、白炽灯	286
二、荧光灯	290
三、节能型荧光灯	293
四、荧光高压汞灯	296
五、高压钠灯	298
六、卤钨灯	299
七、灯座和开关	300
课题二 照明线路的安装	303
一、瓷夹板线路的安装	303
二、鼓形绝缘线路的安装	305
三、槽板线路的安装	309
四、塑料护套线路的安装	311
五、管内布线的安装	313
课题三 照明供电与配电	316
一、照明供电	316
二、照明配电	317
三、照明线路的保护	321
四、照明装置的接地和接零	321
五、照明负荷计算	324
第七单元 安全用电与节约用电	326
课题一 电工安全注意事项	326
课题二 触电方式及触电急救	338
一、触电方式	338
二、触电急救	339
课题三 接地装置与防雷保护	340
一、接地装置	340
二、防雷保护	347
课题四 防火和防爆	352

一、电气火灾和爆炸的原因	352
二、防火和防爆措施	353
课题五 静电、射频辐射的防护	354
一、静电的产生	355
二、静电的危害	355
三、静电的消除和防护	357
四、射频辐射及危害	359
五、射频辐射安全卫生标准	361
六、射频辐射的防护	362
课题六 计划用电和节约用电	363
一、计划用电	363
二、节约用电	364
电工初级工知识要求考核试卷样例	366
电工初级工知识要求考核试卷样例(答案)	369
电工中级工知识要求考核试卷样例	373
电工中级工知识要求考核试卷样例(答案)	377
参考文献	379

第一单元 电工学基本知识

本单元从电路的基本物理量及其单位出发,着重讨论电路的基本定律、基本知识、电路的工作状态、电位的计算以及电压和电流的正方向等。直流电路中介绍的这些内容都是分析与计算电路的基础,原则上也适用于正弦交流电路及其他各种线性电路。

课题一 电路基本知识

一、电流

电荷在电场作用下有规则的定向运动,称为电流。

在金属导体内的电流是由于导体的内部自由电子在电场力的作用下有规则地运动而形成的。电流在数值上等于单位时间内通过某一导体横截面的电荷量。如果电流用 I 表示,电荷量用 q 表示,时间用 t 表示,则得

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

式中, q 为时间 t 内通过导体横截面 S 的电荷量。如图 1-1 所示。

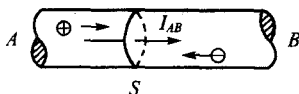


图 1-1 金属导体的电流方向

对于随时间变化的电流来说,则电流为

$$i = \frac{dq}{dt} \quad (1-2)$$

式(1-2)表示电流是随时间而变化的,是时间的函数,称为变化电流,用小写字母 i 表示。当电流的大小和方向都不随时间变化时,称为直流电流,用大写字母 I 表示。

在国际单位制(SI)中,电流的单位为安培(A)。当1秒(s)内通过导体横截面的电荷量为1库仑(C)时,则电流为1安培(A)。在电力系统中,遇到电流为几安、几十安甚至更大;而在电子技术中经常遇到较小的电流,是以毫安(mA)或微安(μ A)为单位来计算的。它们之间的关系是

$$1\text{kA} = 10^3\text{A}$$

$$1\text{mA} = 10^{-3}\text{A}$$

$$1\mu\text{A} = 10^{-3}\text{mA} = 10^{-6}\text{A}$$

通常规定正电荷运动的方向或负电荷运动的相反方向为电流的实际方向。但是在分析电路的时候,有时电流的实际方向难于事先确定,特别是在交流电路中,电流的实际方向随时间不断地改变,在电路图上也无法用一个箭头来表示它的实际方向。因此,为了分析电路方便,可任意选定某一方向作为电流的正方向,或称为参考方向。当电流的正方向与其实际方向一致时,则电流为正值,如图1-2(a)所示;当电流的正方向与其实际方向相反时,则电流为负值,如图1-2(b)所示。因此,在正方向选定之后,电流值的正与负,就决定了电流的实际方向。

本书中电路图上所标的电流方向都是正方向(参考方向)。

另外,电流的正方向除用带箭头的直线表示外,还可用双下标表示。如图1-1所示,图中 I_{AB} 即表示电流的正方向是由A指向B。若选定正方向为由B指向A,则为 I_{BA} , 两者相差一个负号,即 $I_{AB} = -I_{BA}$ 。

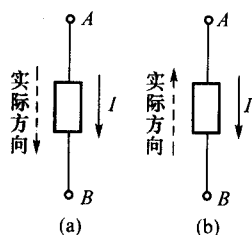


图1-2 电流的正方向
(a) $I > 0$; (b) $I < 0$ 。

综上所述,电流的正方向是电路中一非常重要的概念,在学习中注意以下几点:

(1) 电流的实际方向是客观存在的,而其正方向是根据计算的需要任意选取的,正方向一经选定后,在电路分析和计算过程中就必须以

此为依据,不能随意改动。

(2) 同一电流,若正方向选择不同,其数值相等而符号相反。因此,电流值的正负只有在选定正方向下才有意义。

(3) 电路中的基本公式和结论,都在一定的正方向下得出来的。应用时必须注意正方向的选择。

(4) 电流是具有大小和流动方向的代数量,是标量,不是矢量。电流流动方向与矢量中的方向不同,它并不决定电流这一物理量的作用效果。

二、电压和电动势

1. 电压

在导体内电荷的定向运动形成电流,它是在电场力作用下实现的。为了衡量电场力对电荷做功的能力,引入电压这一物理量。在图 1-3 所示电路中, A 、 B 两点间的电压 U_{AB} 在数值上等于电场力把单位正电荷从 A 点移到 B 点所做的功。在电场内两点间的电压也常称为两点间的电位差,即电压

$$U_{AB} = V_A - V_B \quad (1-3)$$

式中, V_A 为 A 点的电位; V_B 为 B 点的电位。物理学中电位称为电势,表示电场中某一点性质的物理量,它是相对参考点而言的。电场中某点 A 的电位,在数值上等于电场力把单位正电荷从该点沿任意路径移到参考点所做的功。可见,电场中某点的电位就是该点到参考点间的电压。

正电荷在电场力作用下,从高电位向低电位移动。则图 1-3 中 A 点称为高电位,用“+”号表示。而 B 点称为低电位,用“-”号表示。电压的方向是从高电位端指向低电位端,即为电位降低的方向。和电流一样,在电路图上所标的电压的方向也都是正方向,也用箭头或双下标表示,还可用“+”、“-”表示。在直流电路中,当电压的实际方向已知时,为了简便,

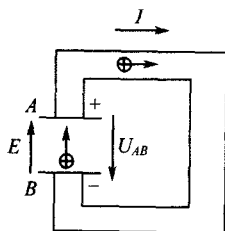


图 1-3 电荷的运动回路

常以电压的实际方向作为正方向。

在国际单位制(SI)中,电压的单位为伏特(简称为伏),用字母 V 表示。在测量中也可用千伏(kV)、毫伏(mV)和微伏(μV)表示,它们之间的关系是

$$1\text{kV} = 10^3\text{V}$$

$$1\text{mV} = 10^{-3}\text{V}$$

$$1\mu\text{V} = 10^{-3}\text{mV} = 10^{-6}\text{V}$$

2. 电动势

为了维持 AB 两点间的电压保持恒定,则必须使 B 端增加的正电荷经过另一路径流向 A 端,否则 AB 间电压将降低。但由于电场力的作用,电极 B 端上的正电荷不能逆电场而上到达 A 端。因此必须有一种力能克服电场力而使 B 端的正电荷移向 A 端。电源就能产生这种力,称为电源力。电源力将单位正电荷从电源负极端 B 经过电源内部移至正极端 A ,克服电场力所做的功称为电源的电动势,用字母 E 表示。

按照电动势的定义,其单位也是伏(V)。必须注意,电动势的实际方向由负极指向正极,如图 1-3 所示。因此,电动势的实际方向与电压的实际方向相反。

电动势与电压是两个不同的概念。它们既可以用正负极之间的电动势表示,也可以用其间的电压表示,但要注意两者之间的区别。在图 1-3 中,电动势 E 与电压 U_{AB} 表示同一电源;即 $E = U_{AB}$ 。在以后的叙述中,常常用一个与电源的电动势大小相等、方向相反的电压等效表示电动势对外电路的作用效果。

三、功和功率

如果在电场中某两点 A 和 B 之间的电压为 U ,当电荷 q 受到电场力的作用,在时间 t 内从 A 点移到 B 点,那么电场力做的功为

$$W = Uq \quad (1-4)$$

$$\text{即} \quad W = UIt \quad (1-5)$$

电场力做功的结果是消耗了电能。单位时间内消耗的电能称为电