

新编电工知识问答

翟世隆 编著

兵器工业出版社

新编电工知识问答

翟世隆 编著

兵器工业出版社

(京)新登字049号

内容提要

本书共分十一章,包括电工基础知识、供电系统、电机、变压器、家用电器、电工仪表、用电管理、电气安全、无功电压、降损节能、企业管理等内容,一千四百余道题。

本书以问答的形式,基本原理和实际应用相结合,内容五花八门,深入浅出地回答人们在生产和生活中遇到的各种电工及其管理问题,针对性强、实用、通俗易懂,与其他《电工问答》相比,具有鲜明的电力行业系统专业管理特色,并兼有供用电、线损、三电管理内容。

除适用于发、供、用电各部门和广大用电企事业单位的技术干部、管理干部、电工以及城乡居民学习、工作参考外,对中专技工学校有关专业师生亦有参考价值。本书也可作为培训电工、供用电管理、线损管理、三电管理的基本教材之一及技术比赛试题库。

新编电工知识问答

翟世隆 编著

责任编辑 张裕庆

兵器工业出版社 出版发行

(北京市海淀区车道沟10号)

各地新华书店经销

中国科学技术情报研究所重庆分所印刷厂印装

开本: 787×1092 1/32 印张: 19.375 字数: 430千字

1993年1月第一版 1993年1月第一次印刷

印数: 0001—5000 定价: 11.00元

ISBN 7-80038-540-X/TM·28

前 言

为了适应国民经济迅速发展和祖国电气化的需要,更好地掌握和应用供用电系统知识,确保安全和最大限度地发挥电能的效果,使有限的电力更好地为四化建设和改善人民生活服务,作者在总结了从事电业工作〔发电(值长)、供电(调度、输变配电、计划、线损、节能)、用电(抄收、业务、三电)〕,积40余年实践经验,已编著了《线损知识问答》,于1990年4月由水利电力出版社出版发行。在此基础上又编著了《新编电工知识问答》。

本书以实用问题为主。深入浅出、通俗易懂、内容涉及到大千世界的方方面面,对电力行业工作和人们日常生活都有一定的实用价值。本书共十一章,以一问一答的形式解答了电工基础知识、供电系统、电机、变压器、家用电器、电工仪表、用电管理、电气安全、无功电压、降损节能、企业管理等方面的基本常识,以电工问题为主,兼有电力行业管理内容。本书紧密结合实际,重点突出,与其他《电工问答》相比,具有鲜明的电力行业系统专业管理特色,所列选题具有广泛性、通俗性、实用性的特点。第一章是电工基础知识,对广大电工都是必要的。其余各章不要求顺序阅读,可根据自己的需要选读。现将这本书作为科普读物奉献给广大读者。

本书在编写过程中参考了许多书籍、报刊、杂志和规章、制度等,引用了不少有用的资料,谨在此对其作者深致谢意。

本书在发行过程中得到了新疆石河子供电公司邵连玉、乐亭电力局王迎祥等同志的大力支持和帮助。本稿承《电工技术》杂志主编张裕庆同志审阅，并对其提出了许多宝贵意见，在此一并表示感谢。

由于本人水平有限，思路差异，加之工作经历的局限性等原因，书中错误和不妥之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编著者

1992年3月于唐山

目 录

第一章 电工基础知识

第一节 电路基础	(1)
第二节 电力工业概况	(26)
第三节 供电设备	(42)
第四节 电力工业生产能力、产品产量及其技术经济指标	(44)
第五节 电力工业负荷及其技术经济指标	(52)
第六节 其他	(68)
习题	(69)

第二章 供电系统

第一节 概述	(74)
第二节 供电质量	(80)
第三节 电力系统运行、继电保护及调度	(88)
第四节 其他	(109)
习题	(128)

第三章 电机

第一节 概述	(135)
第二节 电动机	(144)
第三节 其他	(165)
习题	(165)

第四章 变压器

第一节 概述	(167)
第二节 变压器	(175)
第三节 其他	(196)
习题	(198)

第五章 家用电器

第一节 概述	(201)
第二节 照明	(219)
第三节 电视机	(232)
第四节 录像机	(279)
第五节 收音机、音响、录音机	(282)
第六节 电风扇、电吹风、空调器	(289)
第七节 电冰箱	(297)
第八节 微波炉、电炊具、电热水器	(311)
第九节 洗衣机	(317)
第十节 吸尘器	(321)
第十一节 电熨斗	(323)
第十二节 电热毯	(327)
第十三节 其他	(329)
习题	(335)

第六章 电工仪表

第一节 概述	(337)
第二节 电能表	(339)
第三节 互感器	(357)
第四节 电流表、电压表	(365)
第五节 其他	(370)
习题	(373)

第七章 用电管理

第一节 概述	(375)
第二节 营业管理	(378)
第三节 电价、电费	(397)
第四节 用电监察	(416)
第五节 三电	(425)
第六节 其他	(439)

习题	(440)
第八章 电气安全	
第一节 概述	(442)
第二节 触电急救	(456)
第三节 接地、接零	(463)
第四节 防雷保护	(474)
第五节 其他	(477)
习题	(482)
第九章 无功电压	
第一节 概述	(484)
第二节 功率因数	(492)
第三节 无功补偿	(500)
第四节 电力电容器	(505)
第五节 电压质量	(536)
习题	(545)
第十章 降损节能	
第一节 能源管理	(548)
第二节 线损率	(559)
第三节 其他	(561)
第十一章 企业管理	
第一节 概述	(564)
第二节 质量管理	(576)
第三节 技术管理	(577)
第四节 经营管理	(582)
第五节 计划管理	(585)
第六节 目标管理	(590)
第七节 供电管理	(593)
第八节 其他	(597)

习题	(604)
后记	

第一章 电工基础知识

第一节 电路基础

1-1 什么叫电？

在日常生活和生产中，几乎到处都要用到电。象电灯通电会发光，电动机通电会旋转。电究竟是怎么一回事呢？在电线里有什么东西通到电灯、电动机里去？要了解物体带电的根本原因，首先必须了解物体的内部结构。

自然界的一切物质都是由分子组成的，而分子又是由原子组成。每一原子，都是由一个带正电荷的原子核和一定数量带负电荷的电子所组成。这些电子，分层围绕原子核作高速旋转。正电荷与负电荷有同性相斥、异性相吸的特性。不同的物质有不同的原子，它们所具有的电子数目也是不一样的，例如铝原子有13个电子。图 1-1 是铝原子结构图。

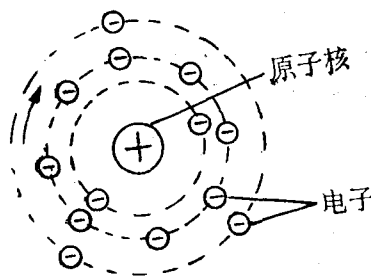


图1-1 铝原子结构图

在通常情况下，原子核所带的正电荷和电子所带的负电

荷在数量相等，所以物体就不显示带电现象。

原子核吸引电子的吸力大小与距离平方成反比。如果由于某种外力的作用，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个物体，这样就使物体带电，失去电子的物体带正电，获得电子的物体带负电。

一个带电体所带电荷的多少可以用电子数目来表示，不过在实用上这个单位太小，我们常以库伦作为电量的单位。

1库伦 = 6.24×10^{18} 个电子电荷

电量的符号用Q表示。当电荷积聚不动时，这种电荷称为静电，如果电荷处在运动状态，就叫动电。

1-2 物体怎样带电？

由于物体的原子受到外力的影响以致失去或得到电子时，物体对外界就呈现出电的性质。

1-3 什么叫电荷？

电的量度，习惯上也把带电体本身简称电荷，电子是其最小单元。任何物体都含有大量的极微小带正电和带负电质点，在正常条件下，这些带正电和带负电质点在数量上是相等的。由于某种原因，使负电荷多于（或少于）正电荷，因而这个物体便带负电或带正电。电荷以字母Q表示，单位为库伦。一个电子的电荷是 1.6×10^{-19} 库伦。

1-4 什么叫自由电子？

由于某种物质的原子核对电子束缚力小，电子较易离开原来的轨道，在物质的分子或原子间自由运动，这些电子叫做自由电子。

1-5 什么叫电流？

通常我们把电荷的有规律的运动叫做电流。

电流是从电力多的一边流向少的一边，电势高的一边流向电势低的一边。好比两个水槽，因两水槽位置高低不同，高水槽的水要经水管流向低水槽。

电流又分为直流电流和交流电流。直流电流在导体中流动的方向是不变的，交流电流在导体中流动的方向和大小是随时间而交替变化的。

电流的代表符号 I ，度量单位是安培 (A)，表示每秒内通过导体截面电荷的多少。1安培即1秒钟内通过1库仑的电量，即 6.24×10^{18} 个电子。

1毫安 (mA) = 1000微安 (μ A)

1安培 (A) = 1000毫安 (mA)

1千安 (kA) = 1000安培 (A)

在交流电中分单相交流电和三相交流电。电灯、电视机、收录机、电冰箱、洗衣机、电风扇等家用电器是用单相交流电。三相交流电是由三个相位互差 120° 的单相交流电组成，分别叫A相、B相、C相。它们之间相位差 120° ，即差三分之一周期。三相电功率平衡时，三根相线互相构成平衡的回路。零线就没有电流。而且三相电机比单相电机具有比较好的经济效果和运行性能，三相电力线路及电气设备还具有结构简单、节省材料的优点，因此，绝大部分都是采用三相电流。

1-6 什么叫相电流？

三相输电线每相负载中流过的电流叫做相电流。

1-7 什么叫线电流？

三相输电线各线中流过的电流叫线电流。

1-8 什么叫均方根电流？

任何用电负荷都不是恒定不变的，而是如潮水一样起伏

变化的。对具有代表性的代表日的均方根电流可按下列式子进行计算。

$$I_{II} = \sqrt{\frac{I_1^2 + I_2^2 + \dots + I_{24}^2}{24}} \quad (\text{安})$$

式中 I_{II} —代表日均方根电流，安；

$I_1, I_2, \dots, I_{24}$ —每小时抄表电流值，安。

1-9 什么叫电流强度？

电流强度是表示电流大小的一个量，指每单位时间穿过导体截面积的电荷，习惯上往往把电流强度简称电流。

1-10 什么叫电流密度？

通过单位面积的电流的大小叫做电流密度，以字母 j 表示，单位为安/毫米²。

1-11 什么叫电压？

静电场或电路中两点间的电位差，其数值等于单位正电荷在电场力的作用下，从一点移动到另一点所作的功，以字母 U 表示，单位为伏特，简称伏 (V) 或千伏 (kV)。

1 伏特就是 1 安培电流通过 1 欧姆电阻时，电阻两端的电压。

1-12 什么叫相电压？

三相输电线（火线）与中性线间的电压叫做相电压。

1-13 什么叫线电压？

三相输电线各线（火线）间的电压叫线电压。线电压的大小为相电压的大小的 1.73 倍 ($\sqrt{3}$ 倍)。

1-14 什么叫电阻？

导体一方面具有导电的能力；另一方面又有阻碍电流通

过的作用，这种阻碍作用，叫做导体的电阻。换句话说：电流在导体中流动时所受到的阻力叫做电阻。电阻的大小与导线的长度、截面大小、材料、温度等因素有关。通常情况电阻

$$R_{20} = \rho \frac{L}{S} = r_0 L \quad (\text{欧})$$

式中 ρ —导体材料的电阻系数，欧·毫米²/米；一般为20℃时，导体长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如表1-1。

表1-1 几种常用材料的电阻系数 (20℃)

材料名称	银	铜	铝	铁	钨	铅
电阻系数 (ρ)	0.0162	0.0172	0.0283	0.0978	0.0548	0.222

L —导线长度，米；

S —导体截面积，毫米²；

r_0 —单位长度的电阻值，欧/公里。

导体的电阻大小与温度有关，一般是温度升高，导体电阻变大。当温度由 t_1 变到 t_2 时，其电阻值可由下式求出：

$$\begin{aligned} R_{t_2} &= R_{t_1} + R_{t_1} \alpha (t_2 - t_1) \\ &= R_{t_1} [1 + \alpha (t_2 - t_1)] \quad (\text{欧}) \end{aligned}$$

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

α —电阻温度系数。见表1-2 (一般温度每变化1℃电阻值可变化千分之四)

表1-2 几种常用材料的电阻温度系数

材料名称	银	铜	铝	铁
电阻温度系数 (α)	0.0036	0.0040	0.0042	0.0057

上式求得的电阻是指导体的直流电阻，而我们目前应用的称交流电阻，其值比直流电阻大。

另外铜导线的电阻随电流大小而变化，它没有恒定的电阻率，不能用公式求得。一般是通过试验测出来的。

为了使用方便，在综合考虑上述诸因素和大量的计算基础上，将各种导线每公里长的交流电阻制成常用数据表（本书略），使用时只需查表取得所需导线的每公里电阻乘以总长度即得。

电阻以字母 R 表示，单位为欧姆，简称欧（ Ω ），大电阻的计量单位百万欧姆（兆欧）写作（ $M\Omega$ ）。

1欧姆就是长度为106.3厘米，面积为1平方毫米的水银柱在 0°C 时的电阻量。

1兆欧（ $M\Omega$ ）=1000000欧（ Ω ）。

1-15 同一根导线的交流电阻和直流电阻是否一样大？

当交流电通过导线时，导线截面内的电流分布密度是不相同的，越接近导体中心电流密度愈小，在导体表面附近电流密度则较大，这种现象叫做趋肤效应，频率愈高，这种现象表现得愈突出，由于这种趋肤效应的结果，使导线有效截面减小，而电阻增大。当直流电流流过导线时，却没有这种现象，所以，同一根导线的交流电阻大于直流电阻。

1-16 电阻的基本联接方式有哪些？其特点和规律如何？

电阻的基本联接方式有两种，即电阻的串联与并联。

（1）电阻的串联：两个或两个以上的电阻，一个接一个地联接一串，使电流只有一条通路，如图 1-2 所示。电阻串联电路的特点和规律是，各串联电阻中流过的电流是相同

的；电路中各电阻上分电压之和等于电路两端总电压，电阻串联时的总电阻等于各电阻之和，即

$$R = R_1 + R_2 + \cdots + R_n$$

串联电阻的总电阻 R 大于任何一个分电阻（电阻增大）。

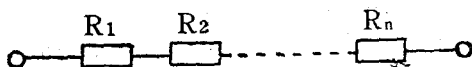


图1-2 电阻的串联电路

(2) 电阻的并联：

将两个以上的电阻的两端分别接在一起，然后在两端加上电压，这种电路称为电阻并联电路，如图1-3所示。电阻并联电路的特点和规律是，各电阻两端的电压全相等，并等于外加电压，电路的总电流等于各电阻支路电流之和；电路总电阻的倒数等于各分支电路电阻倒数之和，即

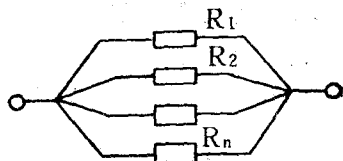


图1-3 电阻的并联电路

电阻并联电路的特点和规律是，各电阻两端的电压全相等，并等于外加电压，电路的总电流等于各电阻支路电流之和；电路总电阻的倒数等于各分支电路电阻倒数之和，即

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \cdots + \frac{1}{R_n}$$

并联电阻的总电阻 R 小于任何一个分电阻（电阻减小）。

1-17 串联电阻在电路中的物理意义是什么？

当电路中的电压高于某一负载所需的电压时，就可以串联适当电阻，使多余的电压恰好落在其电阻上。

1-18 什么叫电阻率？

电阻率又叫电阻系数或比电阻。它是衡量物质导电性能

好坏的一个物理量，以字母 ρ 表示，单位为欧姆·毫米²/米。

电阻率在数值上等于那种物质做的长1米，截面积为1平方毫米的导线，在温度为20℃时的电阻值。电阻率愈大，则物质的电阻愈大，导电性能愈低。

1-19 什么叫电阻温度系数？

电阻温度系数表示物质的电阻率随温度而变化的物理量，其数值等于温度每升高1℃时，电阻率的增加量与原来的电阻率的比值，以字母 α 表示，单位为1/℃。

1-20 什么叫电导？

物体传导电流的本领叫做电导。在直流电路里，电导的数值就是电阻值的倒数，以字母 g 表示，单位为西门。

1-21 什么叫电导率？

电导率又叫电导系数，它也是衡量物质导电性能好坏的一个物理量。其大小在数值上是电阻率的倒数，以字母 r 表示，单位为米/欧姆·毫米²。

1-22 什么叫电源和电源力？

把其它形式的能量转变成电能的设备叫做电源。

把电源内部这种能推动电荷移动的作用力统称为电源力。

1-23 什么叫电动势？

电路中因其他形式的能量转换为电能所引起的电位差，叫做电动势或简称电势，其数值等于单位正电荷在回路中绕行一周时电力所作的功，以字母 E 表示，单位为伏特。

1-24 电动势与电压有什么区别？

电压是电场力把单位正电荷从电源的正极移动到负极