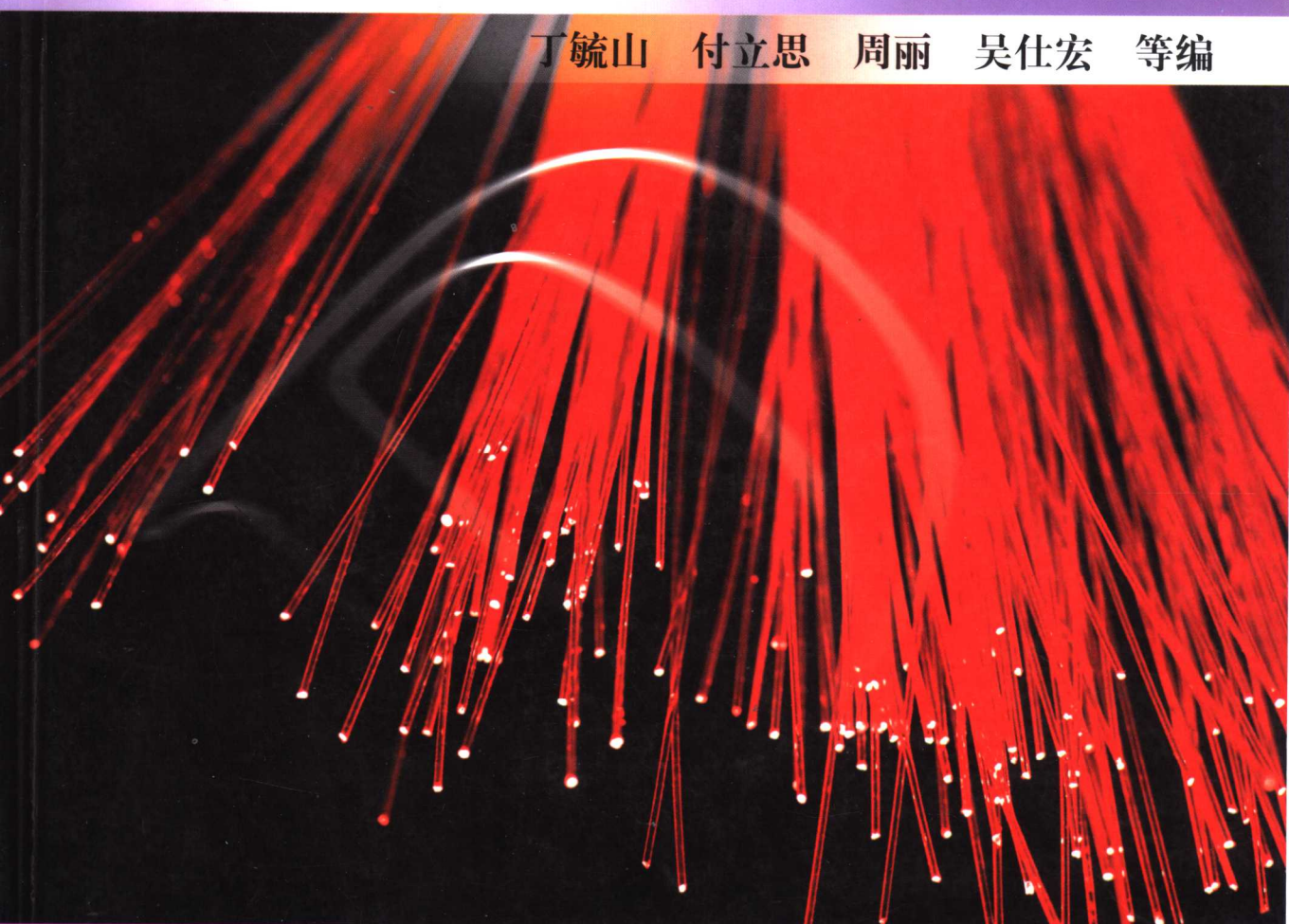


丁毓山 金开宇 主编

营业用电管理员

职业技能鉴定培训教材

丁毓山 付立思 周丽 吴仕宏 等编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

丁毓山 金开宇 主编

营业用电管理员 职业技能鉴定培训教材

丁毓山 付立思 周丽 吴仕宏 等编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书根据《中华人民共和国职业技能鉴定规范·营业用电管理员》编写,是营业用电管理员职业技能鉴定的培训教材。全书共分八篇:电工基础知识、电气设备、电力网的无功补偿、电工计量仪表、营业管理、继电保护装置、计算机原理与应用、营业人员的内部监督机制。在附录中还给出了营业用电管理员初级工、高级工职业技能鉴定的试题。

本书可供营业用电管理员阅读和职业技能鉴定的培训之用。也可供计量管理人员、装表接电人员、用电监察人员等相关专业技术人员及管理人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

营业用电管理员职业技能鉴定培训教材/丁毓山,金开宇主编. —北京:中国水利水电出版社,2004

ISBN 7-5084-1868-9

I.营… II.①丁…②金… III.用电管理-职业技能鉴定-教材 IV.TM92

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第111602号

书 名	营业用电管理员职业技能鉴定培训教材
作 者	丁毓山 金开宇 主编
出版 发行	丁毓山 付立思 周丽 吴仕宏 等编 中国水利水电出版社(北京市三里河路6号 100044) 网址:www.waterpub.com.cn E-mail:sales@waterpub.com.cn 电话:(010) 63202266(总机)、68331835(营销中心)
经 售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京密云红光印刷厂
印 刷	北京市兴怀印刷厂
规 格	787mm×1092mm 16开本 35.5印张 842千字
版 次	2004年2月第1版 2004年2月第1次印刷
印 数	0001—5100册
定 价	54.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

根据《中华人民共和国职业技能鉴定规范·营业用电管理员》的要求，考虑到营业用电人员的工作特点，本书共分八篇：电工基础知识、电气设备、电力网的无功补偿、电工计量仪表、营业管理、继电保护装置、计算机原理与应用、营业人员的内部监督机制。在附录中还给出了营业用电管理员初级工、高级工职业技能鉴定的试题。该书适用于营业用电管理员阅读，也可供计量管理人员、装表接电人员、用电监察人员等有关人员阅读和参考。

参加本书编写的人员有：沈阳于洪农电局周丽、王天策、侯庭阳、程云峰、李奎生、李伟、刘宁，沈阳农业大学农工学院付立思、吴仕宏、经贸学院张锦梅、张立富，本溪电业局姜新民，铁岭电业局的朱显富，丹东电业局的徐义斌、张福华、邢焱、唐燕，灯塔农电局高宏，辽宁电力公司刘佳。全书由丁毓山、金开宇统稿。

尽管在编写过程中，经过集体讨论，调查研究，但限于时间短促，书中定有不足之处，编者恳切希望使用本书的广大教师和读者多提宝贵意见。

作 者

2003 年 11 月于沈阳

目 录

前 言

第一篇 电 工 基 础 知 识

第一章 直流电路	1
第一节 直流电路基本概念和简单直流电路	1
第二节 复杂电路计算	7
复习思考题	12
第二章 磁场基本知识	19
第一节 磁的性质和电流的磁场	19
第二节 感应电势和载流导体受力	22
复习思考题	26
第三章 单相交流电路	28
第一节 交流电路基本概念	28
第二节 单参数单相交流电路	33
第三节 多参数单相交流电路	35
第四章 三相交流电路	43
第一节 三相电势的产生和三相电路的连接	43
第二节 不对称三相电路的概念和三相电路的功率	46
第三节 三相电路的计算	48

第二篇 电 气 设 备

第一章 变压器	53
第一节 变压器的分类及工作原理	53
第二节 变压器的额定技术数据	55
第三节 变压器的构造	58
第四节 分接开关与调压变压器	63
第五节 温度计	65
复习思考题	66
第二章 仪用互感器	69
第一节 电压互感器的用途、原理和参数	69
第二节 电压互感器与绝缘监察	76
第三节 电流互感器	77

复习思考题	81
第三章 断路器	84
第一节 真空断路器	84
第二节 SF ₆ 断路器	88
第三节 少油断路器	90
复习思考题	96
第四章 隔离开关和负荷开关	100
第一节 隔离开关	100
第二节 负荷开关	102
复习思考题	103
第五章 防雷与接地	105
第一节 雷电对人身及设备安全的危害	105
第二节 金属氧化物避雷器	106
第三节 接地	110
复习思考题	113
第六章 低压供电系统	116
第一节 低压供电系统的三种形式	116
第二节 低压网布局与电压偏移的计算	119
第三节 低压配电装置	123
复习思考题	143
第七章 低压电器	145
第一节 漏电保护器的类型和工作原理	145
第二节 漏电保护器的保护方式	147
第三节 漏电保护器的动作电流和动作时间的选择	151
第四节 剩余电流动作保护器的正确应用	153
第五节 漏电保护器的质量监督管理	156
第六节 交流接触器的应用	158
第七节 住宅小区配变容量的合理选择	160
复习思考题	163

第三篇 电力网的无功补偿

第一章 电力网的负荷与无功补偿规划	166
第一节 负荷曲线及负荷特性	166
第二节 无功补偿规划的一般问题	169
第三节 提高功率因数的意义	173
第四节 电力网供电区无功优化	175
第五节 就地和跟踪补偿	178
第六节 功率因数的测算	181

复习思考题	184
第二章 补偿容量的确定	187
第一节 从提高功率因数的观点确定补偿容量	187
第二节 按无功补偿经济当量确定补偿容量	188
第三节 电力电容器的接线	191
复习思考题	197
第三章 最佳无功补偿容量和安装位置的确定法	199
第一节 按网损和年运行费最小确定补偿容量	199
第二节 按年支出费用最小和等网损微增率确定补偿容量	202
第三节 考虑负荷分布时配电线路补偿容量和补偿位置的确定	204
复习思考题	206
第四章 电容器的控制与保护	208
第一节 电容器组的接线方式与保护的关系	208
第二节 电容器自动投切的方式	212
第三节 微型计算机与集成电路控制的补偿装置	214
第四节 电容器的过流、过压与横差保护	217
复习思考题	220
第五章 动态补偿器在电网中的应用	222
第一节 晶闸管整流电路	222
第二节 动态补偿器的工作原理	228
第三节 低压无功动态补偿装置的应用	230
复习思考题	234

第四篇 电工计量仪表

第一章 磁电式计量仪表	236
第一节 电工仪表的基本知识	236
第二节 磁电式系测量机构	238
第三节 兆欧表	241
第四节 万用表	242
复习思考题	246
第二章 电磁、电动式仪表	249
第一节 电磁式测量机构	249
第二节 交流电流、电压和功率的测量	252
复习思考题	256
第三章 电能计量仪表	259
第一节 电能表的结构和工作原理	259
第二节 电能表的接线	265
第三节 电能表错误接线分析	273

复习思考题	278
第四章 计量装置管理	283
第一节 计量装置的误差	283
第二节 电流互感器的负载分析	287
第三节 电能表的潜动分析	290
第四节 电能表误接线更正电量的计算	293
复习思考题	301
第五章 数字式仪表	304
第一节 数字式仪表的基本结构和特点	304
第二节 模数转换电路的基本知识	305
第三节 模数转换电路 (A/D)	308
第四节 运算放大器简介	310
第五节 数字电压表	312
第六节 数字功率表和数字电能表	314
第七节 自动抄表系统	316
第八节 电子电能表与机械电能表的性能分析	319
第九节 电子式电能表的选购	321
第十节 农网改造更换电子式电能表的必要性	323
第十一节 国产电子式电能表常见故障	325
复习思考题	326

第五篇 营 业 管 理

第一章 电力营销管理的一般问题	328
第一节 营业管理工作的作用	328
第二节 营业管理工作的特点	330
第三节 营业管理工作的内容	332
第四节 营业管理工作的基本职责	334
复习思考题	339
第二章 市场营销基础知识	342
第一节 市场营销学的概念、研究对象与方法	342
第二节 我国的电力市场	348
复习思考题	354
第三章 电力市场营销	357
第一节 电力市场的定义、分类和特点	357
第二节 电力企业的体制改革	359
第三节 电力市场营销机会分析	363
第四节 电力市场营销策略分析	367
第五节 价格政策及电力企业的电价管理	371

第六节 开拓农电市场的策略	381
复习思考题	382
第四章 营业管理工作的生产流程	385
第一节 抄表流程	385
第二节 报装流程及管理方法	395
第三节 营业发行工作流程及管理方法	410
第四节 收费流程及管理方法	414
第五节 日常营业	418
复习思考题	425
第五章 电价管理	430
第一节 概述	430
第二节 制定电价的原则和电价种类	434
第三节 两部电价的收费原则	437
第四节 功率因数调整电费的管理办法	438
第五节 丰枯季节电价和峰谷分时电价	441
复习思考题	442

第六篇 继电保护装置

第一章 变压器保护	444
第一节 变压器保护的一般概念	444
第二节 变压器过流保护	447
第三节 变压器差动保护	448
第四节 变压器保护接线举例	454
第二章 送、配电线路保护装置	457
第一节 三段过流保护装置	457
第二节 电流电压联锁速断保护	461
第三节 电流方向保护	461
第三章 断路器的控制	470
第一节 断路器控制要求和原则	470
第二节 具有防跳装置的灯光监视控制回路	471
第三节 SF ₆ 断路器控制回路分析	473
第四节 音响监视和液压操动机构的断路器控制回路	475
复习思考题	476

第七篇 计算机原理与应用

第一章 计算机组成原理	481
第一节 计算机的分类和其在电力系统中的应用	481
第二节 计算机的组成	482

复习思考题	488
第二章 Windows98 操作系统	490
第一节 操作系统的基本知识	490
第二节 中文 Windows98 基础	491
第三节 利用资源管理器管理文件	494
复习思考题	496
第三章 计算机局域网	498
第一节 计算机网络的优点和分类	498
第二节 局域网拓扑结构	499
复习思考题	502
第四章 供电企业用电营业管理信息系统	504
第一节 用电营业管理信息系统的模式	504
第二节 子系统及模块说明	508
复习思考题	515
第五章 供电企业生产管理信息系统的配置	517
复习思考题	527

第八篇 营业人员的内部监督机制

第一章 营业工作责任事故的有关规定	528
第二章 用电登记工、抄表工工作标准	532
第三章 收费工、营业发行员工作标准	535
第四章 营业会计、营业出纳工作标准	538
第五章 信息审核员、系统管理员岗位工作标准	541
第六章 用电检查员、用电稽查工工作标准	543
第七章 用电检查专责、营业专责、营业主任工作标准	547

附 录

附录 1 营业用电管理员职业技能鉴定初级工试题	552
附录 2 营业用电管理员职业技能鉴定高级工试题	554

第一篇 电工基础知识

第一章 直流电路

第一节 直流电路基本概念和简单直流电路

一、电流

导体中的自由电子在电场力的作用下，作有规则的定向运动，称为电流。习惯上规定正电荷移动的方向为电流的方向。因此，在金属导体中，电流的方向是与自由电子的实际移动方向是相反的。

电流的大小用电流强度来表示，其数值等于单位时间内通过导体截面的电量，通常用符号 I 表示，即

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

式中 I ——电流强度 (A)；

Q ——通过导体截面的电荷量 (C)；

t ——通过电荷量 Q 所用的时间 (s)。

电流强度的单位用 kA (千安)、A (安)、mA (毫安)、 μ A (微安) 表示，这几个单位之间的换算关系是

$$1\text{kA} = 1000\text{A}$$

$$1\text{A} = 1000\text{mA}$$

$$1\text{mA} = 1000\mu\text{A}$$

二、电位和电压

1. 电位

电场中某点的电位，在数值上等于单位正电荷沿任意路径从该点移至无限远处电场力所做的功。其单位为 V (伏特)，简称伏。

在电场中电位等于零的点叫做参考点，凡电位高于零电位的点，电位为正，凡电位低于零电位的点，其电位为负。通常往往以大地作为参考点。

2. 电压

为了使电流通过电阻，在导体两端必须加一定的电压。电场中任意两点间的电压，等于这两点电位差，因此，电压也称电位差。电压的单位可用 kV (千伏)、V (伏)、mV (毫伏)、 μ V (微伏) 表示，它们之间的换算关系是

$$1\text{kV} = 1000\text{V}$$

$$1\text{V} = 1000\text{mV}$$

$$1\text{mV} = 1000\mu\text{V}$$

电场中各点的电位，随着参考点的改变而不同，但是无论参考点如何改变，任意两点间的电位差是不变的。电压的正方向是从高电位点指向低电位点。

三、电阻和电阻率

1. 电阻和电阻的单位

在电场力的作用下，电流在导体中流动时，所受到的阻力，称为电阻，用“ R ”或“ r ”表示。电阻常用的单位为： $\text{M}\Omega$ （兆欧）、 $\text{k}\Omega$ （千欧）、 Ω （欧），这几个单位之间的换算关系是

$$1\text{M}\Omega = 1000000\Omega$$

$$1\text{k}\Omega = 1000\Omega$$

$$1\Omega = 1000\text{m}\Omega = 1000000\mu\Omega$$

当导体两端的电压是 1V ，导体中的电流是 1A 时，这段导体的电阻为 1Ω 。即

$$1\Omega = \frac{1\text{V}}{1\text{A}}$$

同一种材料对电流的阻力，主要决定于导体的长度和横截面面积。如截面积相同时，则导体越长，电阻越大；如长度相同时，则截面积越大，电阻越小。所以电阻与导线长度 L 成正比；而与导线截面积 S 成反比。即

$$R = \rho \frac{L}{S} \quad (1-1-2)$$

2. 电阻率

ρ 为电阻率。 ρ 的物理意义是：在 20°C 时，长度为 1m ，横截面积为 1mm^2 的导线的电阻值。与材料性质有关， ρ 值越小，导电性能越好。 ρ 的单位是 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ 。

电流通过导体时，其温度增高；导体的环境温度增高时，其温度也增高。温度升高，导体中分子运动加快，电子与分子碰撞机会增多，致使导体的电阻增大。表 1-1-1 中所列的 R 值为 20°C 时的数值，温度增高， R 值增大。

表 1-1-1 温度为 20°C 时的 ρ 和 α 值

材 料	ρ ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)	α ($1/^\circ\text{C}$)	材 料	ρ ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)	α ($1/^\circ\text{C}$)
铜	0.0175	0.004	锡	0.114	0.00438
铝	0.0283	0.004	铅	0.222	0.00387
铁	0.1	0.0057	康铜	0.44	0.00004

3. 电阻温度系数以及电阻与温度的关系

为了考虑温度对导体电阻的影响，引入了温度系数 α ，其物理意义是：温度每升高 1°C 时， 1Ω 电阻的变化量。

设温度为 $t^\circ\text{C}$ 时电阻的数值为 R_t ，若温度由 $t^\circ\text{C}$ 增加到 $T^\circ\text{C}$ ，则电阻的变化量为

$$\Delta R = R_t \alpha (T - t)$$

由此，在 $T^\circ\text{C}$ 时电阻的总值应为电阻的原值 R_t 加上变化值 ΔR ，即

$$R_T = R_t + \Delta R = R_t + R_t \alpha (T - t) = R_t [1 + \alpha (T - t)] \quad (1-1-3)$$

式中 R_T ——温度为 $T^\circ\text{C}$ 时的电阻 (Ω);

R_t ——温度为 20°C 时的电阻 (Ω)。

4. 算例

已知电阻为 R ，在温度 20°C 时，其阻值为 7Ω ，当温度升高到 75°C 时，其阻值为多少欧？导线为铜制。

解：铜导线的电阻温度系数 $\alpha = 0.04$ ，当温度升高到 75°C 时，电阻值为

$$\begin{aligned} R_T &= R_t + \Delta R = R_t + R_t \alpha (T - t) = R_t [1 + \alpha (T - t)] \\ &= 7 [1 + 0.004(75 - 20)] = 8.54 (\Omega) \end{aligned}$$

四、电源的电势

电势是电源内部的电源力，常称局外力，将单位正电荷从电源负极移到正极时所做的功。因此电源电势是衡量电源力做功能力的物理量，可用下式表示

$$E = \frac{A}{Q} \quad (1-1-4)$$

式中 E ——电势 (V);

A ——电源力所做的功 (J);

Q ——正电荷的电荷量 (C)。

电势的方向规定为电源力推动正电荷运动的方向，即从负极指向正极的方向，也就是电位升高的方向。

五、欧姆定律

1. 简单直流电路的意义

简单直流电路是指能用欧姆定律和电阻串、并、混联求解的电路。

2. 电路欧姆定律

外电路欧姆定律指出：在一段电路中，流过电阻 R 的电流 I 与电阻两端的电压 U 成正比，而与这段电路的电阻成反比。用公式表示是

$$I = \frac{U}{R}$$

或写成

$$U = IR; R = \frac{U}{I} \quad (1-1-5)$$

式中 U ——电压 (V);

I ——电流 (A);

R ——电阻 (Ω)。

3. 全电路欧姆定律

全电路欧姆定律是用来说明在一个闭合电路中，电势、电压、电流、电阻之间基本关系的定律。即，在一个闭合电路中，电流与电源的电势 E 成正比，与电路中电源的内阻 r 和外电阻 R 之和成反比。用公式表示为

$$I = \frac{E}{R + r} \quad (1-1-6)$$

式中 E ——电路中电源电势 (V);

I ——电流 (A);

R ——外电阻, 即负载电阻 (Ω);

r ——电源内阻 (Ω)。

4. 算例

已知 $E = 110\text{V}$, $R = 109\Omega$, $r = 1\Omega$, 求: (1) 电路中电流为多少安? (2) 外电路端电压为多少伏? (3) 内阻压降为多少伏? (4) 外电阻、内电阻、全电路消耗的功率为多少瓦?

解:

(1) 电路中电流
$$I = \frac{E}{R + r} = \frac{110}{109 + 1} = 1 \text{ (A)}$$

(2) 外电路端电压
$$U = IR = 1 \times 109 \text{ (V)}$$

(3) 内阻压降
$$U_r = Ir = 1 \times 1 = 1 \text{ (V)}$$

(4) 外电阻消耗的功率
$$P_2 = UI = 109 \times 1 = 109 \text{ (W)}$$

(5) 内电阻 r 消耗的功率
$$P_3 = U_r I = 1 \times 1 = 1 \text{ (W)}$$

(6) 全电路消耗的功率为

$$P_1 = EI = 110 \times 1 = 110 \text{ (W)}$$

$$P_1 = P_2 + P_3 = 109 + 1 = 110 \text{ (W)}$$

六、功和功率

在一段时间内, 电源力 (电场力) 所做的功称为电功或电能, 电能用符号 A 表示。其总值是焦耳 (J)。通常电能也以电量的形式表现, 以 $\text{kW} \cdot \text{h}$ (千瓦时) 为单位。二者之间的换算关系为

$$1\text{kW} \cdot \text{h} = 3.6 \times 10^6 \text{ (J)}$$

单位时间内电源力所做的功称为电功率。电功率用符号 P 表示, 常用的单位为 kW (千瓦)、 W (瓦) 等, 即

$$1\text{kW} = 1000\text{W}$$

$$1\text{W} = 1000\text{mW}$$

电功率的计算公式为

$$P = \frac{A}{t} = \frac{UIt \times 10^{-3}}{t} = UI \times 10^{-3} = I^2 R \times 10^{-3} = \frac{U^2}{R} \times 10^{-3} \quad (1-1-7)$$

式中 P ——电功率 (kW);

t ——时间 (h);

A ——电能 ($\text{kW} \cdot \text{h}$)。

$$1\text{kW} = 1.36 \text{ 马力}$$

七、电流的热效应

当电流流过导体时, 由于导体具有一定的电阻, 因此, 就要消耗一定的电能。这些电能不断地转变为热能, 使导体温度升高, 这种现象就叫做电流的热效应。根据能量守恒原理, 电路中消耗的电功率将全部转换为热功率, 由式 (1-1-7) 知

$$Q = 0.24 I^2 R \text{ (cal/s)} \quad (1-1-8)$$

式中 0.24——热功当量。

电流的热效应在电气设备的正常运行中，以及在电气设备事故状态下，皆有重要意义。

八、短路和断路

如果电源通向负载的两根导线不经过负载而相互直接接通，就发生了电源被短路的情况。短路是电路、电气设备、电力系统的事故状态。在短路状态下，电路中的电流可能增大到远远超过导线所允许的电流限度，致使电路中电气设备烧毁。

断路，一般是指电路中某一部分断开，例如导线、电气设备的线圈等断线，使电流不能导通的现象。在电气设备正常运行时发生断路，也是电路、电气设备的事故状态。因为在这种状态下，将要终断对电力用户的供电。

短路会造成电气设备的过热，甚至烧毁电气设备、引起火灾。同时，短路电流还会产生很大的电动力，造成电气设备损坏，严重的短路事故甚至还会破坏系统稳定，所以对运行中的电气设备须采取一定的保护措施，例如安装自动开关、熔断器等，当发生短路故障时，这些装置可将短路点及时切除，以防止短路造成电气设备的损坏。

九、电阻的串并联

1. 电阻串联

如图 1-1-1 所示的为两个电阻 R_1 、 R_2 的串联电路，其特点是：

- (1) 两个电阻 R_1 、 R_2 首尾相接，没有分支。
- (2) 电路总电压等于 R_1 、 R_2 上的分电压 U_1 、 U_2 之和。
- (3) 所有电阻流过相同的电流。

串联电路的总电阻等于参与串联的所有电阻之和，即

$$R = R_1 + R_2$$

对于 n 个电阻的串联电路的总电阻等于

$$R = R_1 + R_2 + \cdots + R_n \quad (1-1-9)$$

2. 电阻的并联

并联电路的特点是：

- (1) 所有参加并联电阻的首端并接在一起，末端并接在一起，所有电阻受相同电压的作用，如图 1-1-2 所示。

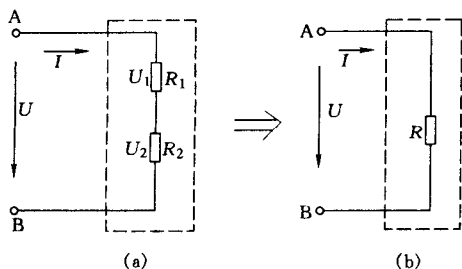


图 1-1-1 串联电路

(a) 实际电路；(b) 等效电路

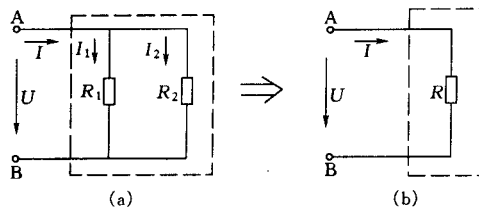


图 1-1-2 并联电路

(2) 并联电路总电流 I 等于各个并联电阻的电流 I_1 、 I_2 、 $\cdots$ 、 I_n 之和。如果用图 1-1-2 (b) 的等效图 1-1-2 (a)，就是用 R 来代替 R_1 、 R_2 的作用。对图 1-1-2 (a) 的总电流，应等于所有电阻的各个分电流之和，即

$$I = \frac{U}{R} = I_1 + I_2 = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} = U \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

故

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

$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \quad (1-1-10)$$

对于 n 个电阻并联则有

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \cdots + \frac{1}{R_n} \quad (1-1-11)$$

十、电容

1. 电容中的物理现象

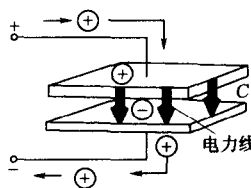


图 1-1-3 电容器

能够储存电荷的容器称为电容器，例如，两块金属板便可构成一个电容器，如图 1-1-3 所示。在极板面积一定的条件下，电容器的正、负极板上积累的电荷 Q 越多，其极板间的电位差越高。

电容器电容的大小是按着下述方法定义的：两极板间的电压升高 1V 所需要的电荷量，称为电容器的电容，单位为 F（法拉，简称法）。若将两极板间电压提高 100V，所需的电荷量为 50C，

则该电容器的电容 C 为

$$C = \frac{Q}{U} = \frac{50C}{100V} = 0.5F \quad (1-1-12)$$

$$1F = 10^6 \mu F = 10^{12} pF$$

在这里有一个很重要的概念是：电容器两端电压与电荷量成正比例，即 $Q = CU$ 。由于极板上电荷量 Q 必须逐步积累，不能突变，所以电容器两端电压不能突变。

此外，若电容器两端电压上升的快，表明极板上电荷积累的快，通过电容器的电流就越大；若两端电压下降的快，表明电荷泄放的快，其放电电流就越大。可见电容器中的电流由端电压随时间的变化率确定。因此，通过电容器的电流只能是暂态电流和交流。

2. 电容的串并联计算公式

(1) 电容的并联计算公式。电容的并联公式如同电阻的串联计算公式一样，如若有 n 个电容并联，则总电容为

$$C = C_1 + C_2 + \cdots + C_n \quad (1-1-13)$$

因为电容并联相当于电容器的极板扩大一样。

(2) 电容的串联计算公式。电容的串联公式如同电阻的并联计算公式一样，如若有 n 个电容串联，则总电容得倒数为

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \cdots + \frac{1}{C_n} \quad (1-1-14)$$

对于两个电容则有

$$C = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} \quad (1-1-15)$$

因为电容串联是把电荷量按电容器的容量分布在各个极板上,相当电容器的极板缩小一样。

第二节 复杂电路计算

一、基尔霍夫定律

1. 电路的节点

复杂电路是不能用串、并、混联简化的电路。在电路中三条及以上电路汇聚的一点,叫做节点。

2. 支路

在电路中两个节点之间的电路元件叫做支路。即支路可以有源元件,也可以是无源元件。

3. 回路

由数条支路所构成的闭合电路,叫做回路。

4. 基尔霍夫第一定律

基尔霍夫第一定律的内容是:在网络中,汇聚于电路节点所有电流的代数和等于零。例如,对于图 1-1-4 的节点 A 有

$$I_1 + I_2 - I_3 = 0 \quad (1-1-16)$$

或者写成

$$\sum_A I = 0$$

式中 $\sum_A$ 号下的字母 A 表示节点 A。

基尔霍夫第一定律又称为节点电流定律。节点电流的方向如果假定流入为正,则流出为负,或者相反。第一定律说明流入节点的电流等于流出节点的电流,它实质上是电荷不灭定律,即在节点处电荷既不能消失,也不能再生,更不能储存,流出的电荷等于流入的电荷。

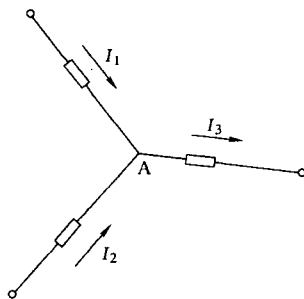


图 1-1-4 基尔霍夫第一定律图形

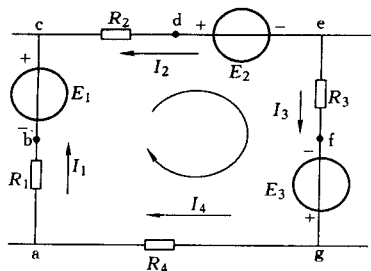


图 1-1-5 基尔霍夫第二定律图形

5. 基尔霍夫第二定律

基尔霍夫第二定律的内容是:在闭合回路中,所有电势的代数和等于回路中所有电阻压降的代数和。现利用图 1-1-5 来证明这个结论。

今假定点 a (图 1-1-5) 为参考点,即 $\varphi_a = 0$, 则

$$b \text{ 点的电位} \quad \varphi_b = \varphi_a - I_1 R_1$$

$$c \text{ 点的电位} \quad \varphi_c = \varphi_b + E_1$$

$$d \text{ 点的电位} \quad \varphi_d = \varphi_c + I_2 R_2$$