

丁毓山 金开宇 主编

抄表核算收费员

职业技能鉴定培训教材

丁毓山 周丽 刘宁 编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

丁毓山 金开宇 主编

抄表核算收费员 职业技能鉴定培训教材

丁毓山 周丽 刘宁 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·抄表核算收费员》的要求编写,是抄表核算收费员职业技能鉴定的培训教材。全书共分六篇:电工基础知识、计算机原理与应用、电气设备、营业管理、计量仪表、安全用电和节约用电。在附录中还给出了抄表核算收费员初级工、高级工职业技能鉴定的试题。

本书可供抄表核算收费人员、安全用电人员、用电监察人员阅读和职业技能培训之用,也可供相关专业技术人员及管理人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

抄表核算收费员职业技能鉴定培训教材/丁毓山等编.
北京:中国水利水电出版社,2004

ISBN 7-5084-1826-3

I.抄… II.丁… III.电能-电量测量-职业技能鉴定-教材 IV.TM933.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第109051号

书 名	抄表核算收费员职业技能鉴定培训教材
作 者	丁毓山 金开宇 主编 丁毓山 周丽 刘宁 编
出版 发行	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 30印张 711千字
版 次	2004年1月第1版 2004年1月第1次印刷
印 数	0001—5100册
定 价	46.00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·抄表核算收费员》的要求，考虑到抄表核算收费人员的工作特点，本书共分六篇：第一篇为电工基础知识；第二篇为计算机原理与应用；第三篇为电气设备；第四篇为营业管理；第五篇为计量仪表；第六篇是安全用电和节约用电。在附录中给出了抄表核算收费员初级工和高级工职业技能鉴定的试题。

参加本书编写人员有：沈阳于洪区农电局李伟、金开宇、程云峰、侯庭阳、裴陆国、王天策、周丽、冯勃、李奎生、刘宁，盖州市农电局张德松、吴晓本、董月波、孙晓光、孙守波，辽阳市农电局吴军，灯塔市农电局高宏，丹东市电业局吕志恒、张福华、唐燕，东港市农电林敏、邹晓彤，葫芦岛市农电局刘继芹、曲小宇、建昌农电局徐忠新，两锦供电公司滕国情、万雨亭，沈阳市铁西电业局高振忠，沈阳农业大学丁毓山。全书由丁毓山、金开宇同志统稿。

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	16
第二章 电场与磁场基本知识	26
第一节 电场基本知识	26
第二节 磁的性质和电流的磁场	27
第三节 感应电势和载流导体受力	31
复习思考题	35
第三章 单相交流电路	37
第一节 交流电路基本概念	37
第二节 单参数单相交流电路	42
第三节 多参数单相交流电路	43
复习思考题	50
第四章 三相交流电路	56
第一节 三相电势的产生和三相电路的连接	56
第二节 不对称三相电路的概念和三相电路的功率	59
复习思考题	61
第五章 半导体基础知识	68
第一节 半导体二极管和稳压管及其特性	68
第二节 整流电路	69
第三节 三极管放大电路	73
第四节 运算放大器	77
复习思考题	80

第二篇 计算机原理与应用

第一章 计算机组成原理	84
第一节 计算机的分类和其在电力系统中的应用	84
第二节 计算机的组成	85

复习思考题	91
第二章 Windows 98 操作系统	93
第一节 操作系统的基本知识	93
第二节 中文 Windows 98	94
第三节 利用资源管理器管理文件	97
复习思考题	99
第三章 计算机局域网	101
第一节 计算机网络的优点和分类	101
第二节 局域网拓扑结构	102
复习思考题	105
第四章 供电企业用电营业管理信息系统	107
第一节 用电营业管理信息系统的模式	107
第二节 子系统及模块说明	111
复习思考题	118

第三篇 电 气 设 备

第一章 变压器	120
第一节 变压器的分类及工作原理	120
第二节 变压器的额定技术数据	122
第三节 变压器的结构	125
第四节 分接开关与调压变压器	130
第五节 温度计	132
复习思考题	133
第二章 仪用互感器	137
第一节 电压互感器的用途、原理和参数	137
第二节 电压互感器与绝缘监察	148
第三节 电流互感器	150
复习思考题	154
第三章 断路器和隔离开关	157
第一节 六氟化硫断路器	157
第二节 真空断路器	163
第三节 少油断路器	167
第四节 隔离开关和负荷开关	173
复习思考题	176
第四章 低压系统与间接接触保护	185
第一节 间接接触保护的基本原则	185
第二节 快速切断电源法	188
第三节 电气设备的直接接触保护要求	192

第四节 间接接触保护对各种电气设备的要求	193
复习思考题	194
第五章 雷电及防雷保护	197
第一节 雷电的形成、参数及活动规律	197
第二节 避雷针与避雷器	201
第三节 配电变压器及配电设备的防雷保护	206
复习思考题	207
第六章 接地和接零	210
第一节 工作接地与保护接地	210
第二节 保护接零	215
第三节 接地装置	217
复习思考题	220

第四篇 营 业 管 理

第一章 电力营销管理的一般问题	223
第一节 营业管理工作的作用	223
第二节 营业管理工作的特点	225
第三节 营业管理工作的内容	227
第四节 营业管理工作的基本职责	229
第五节 抄表工、收费工、营业发行员工作标准	234
复习思考题	237
第二章 电力市场营销	241
第一节 电力市场的定义分类和特点	241
第二节 电力企业的体制改革	243
第三节 电力市场营销机会分析	247
第四节 电力市场营销策略分析	251
第五节 价格政策及电力企业的电价管理	255
第六节 开拓农电市场的策略	265
复习思考题	266
第三章 电价管理	269
第一节 电价的重要作用 and 电价的制定	269
第二节 制定电价的原则和电价种类	276
第三节 两部电价的收费原则	278
第四节 功率因数调整电费的管理办法	279
第五节 丰枯季节电价和峰谷分时电价	282
复习思考题	283
第四章 营业管理工作的生产流程	285
第一节 抄表流程	285

第二节 报装流程及管理方法	296
复习思考题	310
第五章 抄表工作	314
第一节 工作范围	314
第二节 抄表例日	315
第三节 抄表卡片与登记书	318
第四节 抄表有关计算	320
第五节 抄表	334
第六节 抄表审核工作	338
复习思考题	339
第六章 核算工作	343
第一节 工作范围	343
第二节 电费账与登记书	344
第三节 电费核算与发行	346
第四节 电费收据的审核与应收电费发行表	350
复习思考题	350

第五篇 计 量 仪 表

第一章 磁电式计量仪表	355
第一节 电工仪表的基本知识	355
第二节 磁电式测量机构	356
第三节 兆欧表	360
第四节 万用表	361
复习思考题	365
第二章 电磁、电动式仪表	367
第一节 电磁式测量机构	367
第二节 交流电流、电压和功率的测量	370
复习思考题	375
第三章 电能计量仪表	377
第一节 电能表的结构和工作原理	377
第二节 电能表的接线	383
第三节 电能表错误接线分线	390
复习思考题	395
第四章 计量装置管理	400
第一节 计量装置的误差	400
第二节 电流互感器的负载分析	404
第三节 电能表的潜动分析	407
复习思考题	410

第五章 数字式仪表..... 412

第一节 数字式仪表的基本结构和特点 412

第二节 电子式电能表的选购 414

第三节 农网改造更换电子式电能表的必要性 416

第四节 国产电子式电能表常见故障 418

第五节 自动抄表系统 419

复习思考题 422

第六篇 安全用电和节约用电

第一章 安全用电..... 424

第一节 安全措施..... 424

第二节 安全用具..... 426

第三节 安全距离..... 428

复习思考题 438

第二章 节约用电..... 441

第一节 节约用电的方针 441

第二节 负荷调整和网络经济运行..... 445

第三节 变压器节约用电 449

第四节 电动机节约用电 453

第五节 节约用电的管理工作 457

复习思考题 461

附 录

附录 1 抄表核算收费员职业技能鉴定初级工试题 464

附录 2 抄表核算收费员职业技能鉴定高级工试题 466

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

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，这几个单位的换算关系是

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

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

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

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积。如果截面积相同，则导体越长，电阻越大；如果长度相同，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 $+20^\circ\text{C}$ 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 在 20°C 时电阻率 ρ 和温度系数 α 的数值

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

【例 1-1-1】 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 $\alpha = 0.004$ ，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

【例 1-1-2】 已知 $E = 110\text{V}$, $R = 109\Omega$, $r = 1\Omega$, 求:

- (1) 电路中电流为多少?
- (2) 外电路端电压为多少?
- (3) 内阻压降为多少?
- (4) 外电阻、内电阻、全电路消耗的功率为多少?

解:

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

(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

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

或

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

【例 1-1-3】 根据全电路欧姆定律对电路工作状态进行判断。

(1) 电力网供电电压保持恒定, 对变压器内阻的要求, 下述答案哪个正确?

(A) 越大越好; (B) 越小越好。

分析: 根据全电路欧姆定律, 变压器的电势 E 与外加电压 U 的关系是

$$U = E - Ir$$

r 越小, U 越易保持恒定, 当 $r = 0$ 时, $U = E$, 故 (B) 是正确的。

(2) 变压器供电电压夜间上升, 下述答案哪个是对的?

(A) 变压器内阻 r 变小; (B) 负载电流下降。

分析: 变压器业已固定, 其内阻是不可能变化的。而电压 $U = E - Ir$, 故只能是负荷电流 I 减小, Ir 减小, U 值上升, 故答案 (B) 是正确的。

(3) 要使变压器供电线路发生短路, 短路电流小些, 下述措施哪个是对的?

(A) 增加变压器的电势; (B) 加大外电阻 R ; (C) 增加内阻 r ; (D) 减小内阻 r 。

分析: 当发生短路时, $U = 0$, 即

$$U = E - Ir = 0$$

$$E = Ir$$

故增加电势, 短路电流将增加; 短路时, $U = 0$, 与外电阻大小无关; 减小内阻短路电流亦将增加。惟有增加 r , 可使短路电流减小, 故 (D) 是正确的。

(4) 变电所负荷增加, 下述各点哪一个是引起负荷增加的原因?

(A) 变压器内阻变小; (B) 负载电阻 R 增大了; (C) 负载电阻 R 减小了。

分析: 因电流 $I = \frac{E}{R + r}$, 当变压器业已固定, r 不能变化; 外电阻增加, 只能使电流减小; 惟有减小外电阻 R , 才能导致负荷电流增加。故 (C) 是引起负荷增加的原因。

(5) 当变电所发生下列情况时, 仪表盘上电压表的读数应怎样变化?

(A) 变电所输出电流增加; (B) 变电所外电阻 R 增加; (C) 变电所发生单相金属性接地; (D) 变电所输出电流减小。

分析: (A) 当变电所输出电流增加时, 内阻压降 I_r 增加, 端电压 $U = E - I_r$ 将要下降。故电压表读数降低。

(B) 当变电所外电阻 R 增加时, 负载电流减少, 端电压 U 增加, 故电压表读数增加。

(C) 当变电所发生单相金属性接地时, $U = 0$, 故电压表读数近似为零。

(D) 当变电所输出电流减小时, 内阻压降 I_r 减小, 端电压 U 升高, 故电压表读数增加。

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。其单位是 J (焦耳)。通常电能也以电量的形式表现, 以 kW·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, 且

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

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

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 (kW·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

$$Q = 0.24 I^2 R \quad (1-1-8)$$

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。

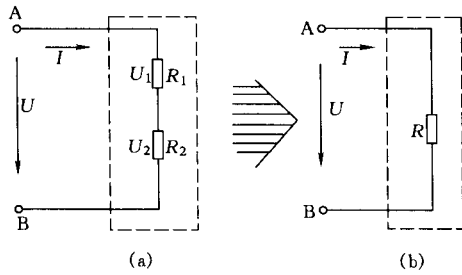


图 1-1-1 串联电路
(a) 实际电路；(b) 等效电路

九、电阻的串并联

1. 电阻串联

如图 1-1-1 所示，为两个电阻 R_1 、 R_2 的串联电路，其特点如下：

(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。

(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) 来等效图 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

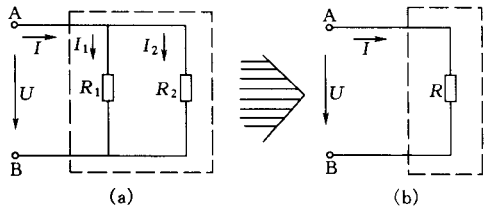


图 1-1-2 并联电路

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

故

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

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

$$(1-1-10)$$

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

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。

电容器电容大小的定义：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，单位为法拉，简称法，用符号 F 表示。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

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

$$1F = 10^6\mu F = 10^6pF$$

在这里有一个很重要的概念：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；若两端电压下降得快，表明电荷泄放得快，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

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。

电容的串联公式如同电阻的并联计算公式一样，如若有 n 个电容并联，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。

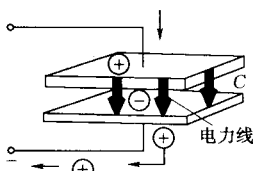


图 1-1-3 电容器

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。

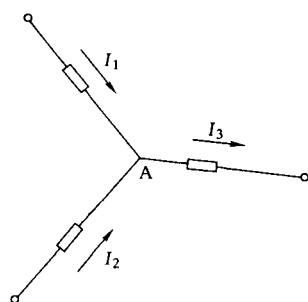


图 1-1-4 基尔霍夫第一定律图形

基尔霍夫第一定律也称为节点电流定律。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，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。

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。

今假设点图 1-1-5 中 a 点为参考点，即 $\varphi_a = 0$ ，则

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

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

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

$$\text{e 点的电位} \quad \varphi_e = \varphi_d - E_2$$

$$\text{f 点的电位} \quad \varphi_f = \varphi_e - I_3 R_3$$

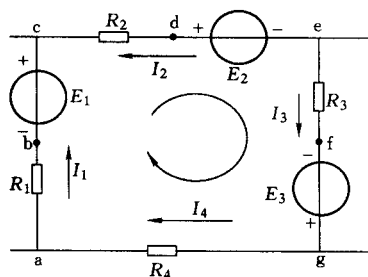


图 1-1-5 基尔霍夫第二定律图形

将上述所有方程式左边相加，右边也相加，将所有电位都消去，再将剩余部分经过移项后，得

$$E_1 + E_3 - E_2 = R_1 I_1 - R_2 I_2 + R_3 I_3 + R_4 I_4 \quad (1-1-17)$$

$$\sum E = \sum IR$$

式 (1-1-17) 就是第二定律的内容，式中符号的选取应遵循下述原则：凡与循行方向一致的电势、电流取正号，相反的取负号。所谓循行方向就是沿回路求出各点电位时的绕行方向，这个绕行方向也是任意选取的。