



国家电网公司
STATE GRID
CORPORATION OF CHINA



农村供电所人员

岗位技能培训教材

(上册)

山东电力集团公司农电工作部 编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn



国家电网公司
STATE GRID
CORPORATION OF CHINA

农村供电所人员 岗位技能培训教材 (上册)

山东电力集团公司农电工作部 编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书包括电磁学基础、电气识图、国际单位制、电工仪表以及计算机应用技术等基础理论,供配电系统及电气设备、电能计量与电费电价等专业基本知识,全面地介绍了常用电工器具与基本操作技能、电力线路、变配电装置、用电装置、农电安全技术、接地与电气防火及防爆等方面的专业技能知识,重点讲解了电力营销知识的实践与应用,同时对法律知识、职业道德、优质服务和供电企业社会责任等进行了简要讲解。本书既可以是农村供电所人员的岗位技能培训教材,也可作为工、矿、建筑等企业电工的培训教材,还可作为有关技术及管理人员的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

农村供电所人员岗位技能培训教材.上册/山东电力集团公司农电工作部编.—北京:中国电力出版社,2007.1

ISBN 978-7-5083-4792-9

I. 农... II. 山... III. 农村配电-技术培训-教材
IV. TM727.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 141032 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 http://www.cepp.com.cn)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2007 年 1 月第一版 2007 年 1 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 37.5 印张 930 千字

印数 00001—28000 册 上、下册定价 59.80 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)

农村供电所人员岗位技能培训教材

编辑委员会名单

编委会主任 李作锋

副主任 赵宝光 卢 刚

成 员 赵庶英 李明燕 赵 军 张 健 郑西乾
寇存信 姜良民 周秀梅 官 皓 王 熠
李 民 王海涛 徐 民 涂圣辉 李 东
陈维军 王孟杰 吴绍军 宋士瞻 田道凯

主 编 宋文军

副 主 编 刘丰俭 张 驰

主 审 赵宝光

编写人员 张 涛 赵云乾 郁胜利 韩 峰 段健鹏
黄 涛 侯风华 梅盛旺 崔沂水 陈 键
郭继海 殷乔民



序

为适应社会主义新农村建设，进一步强化农电管理，国家电网公司适时提出“新农村、新电力、新服务”的农电发展战略，要将农电事业作为公司事业的重要组成部分，将农电工作作为公司工作的重要内容，将农电队伍作为推动农电事业发展的重要力量。为推动农电事业快速发展，加强农电队伍建设，最近，国家电网公司又决定在“十一五”期间组织开展“农电队伍素质工程”活动，并印发了《“十一五”农电队伍素质工程实施纲要》（以下简称纲要），对实施农电培训工作提出了具体要求。

为全面落实纲要精神，加强农电管理，提高培训质量，我们组织了部分具有丰富实践经验和理论知识的专业人员编写了《农村供电所人员岗位技能培训教材》一书。本教材结合农村供电所人员的实际状况，用简单清晰的语言，深入浅出地阐述了农村供电所人员常用基础理论知识和技能操作方法，阐释了常用操作规范、质量标准和制度规程，穿插了大量图片及详尽的文字说明，适合农村供电所人员培训与自学使用。

希望广大农村供电所人员结合实际工作需要，理论联系实际，加强业务知识学习，不断提高自身业务能力和技术水平，为社会主义新农村建设贡献力量。

吕春泉

2006年12月5日



目 录

序

上 册

第1章 电磁学基础	1
1.1 恒流电路	1
1.2 磁与电磁感应	10
1.3 单相交流电路	14
1.4 三相交流电	24
第1章 复习题	33
第2章 电气识图与国际单位制	34
2.1 电气识图	34
2.2 国际单位制与SI词头	69
第2章 复习题	71
第3章 电工仪表	72
3.1 概述	72
3.2 电流和电压的测量	78
3.3 功率和功率因数的测量	83
3.4 携带式仪表	87
第3章 复习题	98
第4章 供配电系统	99
4.1 供配电系统基本知识	99
4.2 电力系统的电能质量	101
4.3 电力系统中性点运行方式	104
4.4 用电负荷与配电系统的接线方式	109
第4章 复习题	112
第5章 供配电系统的电气设备	113

5.1 概述	113
5.2 变压器	115
5.3 电动机	123
5.4 高压电器设备	130
5.5 低压电器	141
5.6 防雷设备	155
5.7 电力电容器	159
5.8 低压成套配电装置	163
第5章 复习题	166

【第6章 电能计量与电费电价

6.1 电能表	167
6.2 互感器	171
6.3 电能计量二次回路与电能计量柜	174
6.4 电能计量装置的倍率计算	176
6.5 电能计量装置的接线方式	176
6.6 电费电价	179
第6章 复习题	184

【第7章 常用电工器具与基本操作技能

7.1 常用电工器具	185
7.2 电工基本操作技能	192
第7章 复习题	212

【第8章 电力线路

8.1 电力线路基本知识	214
8.2 架空配电线路	220
8.3 电力电缆线路	245
8.4 低压地埋电力线路	257
8.5 接户线和进户线	263
8.6 室内外配线	266
8.7 电力线路运行维护	277
第8章 复习题	287

下 册

【第9章 变配电装置

9.1 配电变压器	289
9.2 高压电器	302

9.3 低压电器	316
9.4 配电屏(盘、箱)	335
9.5 无功补偿装置	340
第9章 复习题	345
【第10章 用电装置	346
10.1 动力装置	346
10.2 照明装置	367
第10章 复习题	381
【第11章 防雷、接地与电气防火、防爆	382
11.1 过电压及防雷	382
11.2 防雷装置的检查与维护	388
11.3 电气接地装置	389
11.4 电气防火和防爆	398
第11章 复习题	401
【第12章 电力营销	402
12.1 业务扩充	402
12.2 装表接电	410
12.3 抄表与收费	443
12.4 低压线损管理	450
第12章 复习题	460
【第13章 农电安全技术	462
13.1 防电击技术	462
13.2 农电安全工作措施	471
13.3 农电工保证安全的常见措施	484
13.4 劳动防护	489
13.5 常用电工安全用具	490
第13章 复习题	494
【第14章 计算机实用技术简介	495
14.1 计算机及其发展情况	495
14.2 文字处理系统 Word 2000	498
14.3 电子表格 Excel 2000 应用	503
14.4 计算机网络(Internet)应用知识简介	510
第14章 复习题	519
【第15章 电力法律法规	520

15.1 法律基础知识	520
15.2 电力法规体系	522
15.3 供用电合同	524
15.4 常见法律问题及处理	534
15.5 安全生产法	546
第15章 复习题	547
【第16章 职业道德与优质服务.....	548
16.1 职业道德	548
16.2 优质服务	551
16.3 供电服务的“三个十条”	560
第16章 复习题	561
【第17章 强化社会责任，积极投入“爱心”、“平安”活动，服务新农村建设	562
17.1 企业的社会责任	562
17.2 开展“爱心活动”，实施“平安工程”	563
17.3 服务社会主义新农村建设	565
第17章 复习题	567
附录.....	568
参考文献.....	576
后记.....	577

第1章

电磁学基础



农村供电所人员岗位技能培训教材

1.1 恒 流 电 路

1.1.1 电路的基本概念

一、电场与电场力

电场是带电体周围存在的一种特殊物质, 电场对于该电场中的电荷产生作用力, 称为电场力。电场力的大小与电场的强弱有关。电场的强弱与带电体所带的电荷量多少有关。电场中某点电场强度的大小等于单位正电荷在电场这一点所受到的力的大小。

电场的方向是正电荷在电场中该点所受电场力的方向, 即该点电场强度的方向。物体带正电与带负电产生的电场方向相反, 且同性电荷相斥, 异性电荷相吸。

二、电流与电阻

导体中的自由电子在电场力的作用下做有规则的定向运动就形成了电流。电流强度是单位时间内通过某一截面的电荷量, 简称电流, 用符号 I 表示。电流的单位是安培 (A), $1\text{A}=1\text{C/s}$ 。电流的方向规定为正电荷运动的方向。

电阻是电流通过导体时所受到的阻力。导体的电阻 R 与其长度 L 成正比, 与其截面面积 S 成反比, 可用式 (1-1) 表示

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

式中 ρ ——电阻率, Ωm ;

R ——电阻, Ω ;

L ——导线的长度, m ;

S ——导线的截面积, m^2 ;

导体的电阻还与导体的温度有关, 金属材料的电阻随温度的增高而增大, 为了考虑温度对导体电阻的影响, 引入了温度系数 α 的概念, 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_1 时电阻的数值为 R_1 , 若温度由 t_1 增加到 t_2 , 则电阻的变化量为

$$\Delta R = R_1 \alpha (t_2 - t_1) \quad (1-2)$$

由此, 在温度 t_2 时电阻的总值应为电阻的原值 R_1 加上变化量 ΔR , 即

$$R_2 = R_1 + \Delta R = R_1 [1 + \alpha (t_2 - t_1)] \quad (1-3)$$

表 1-1 给出了常用导体材料的电阻率及温度系数。

表 1-1

常用导体材料的电阻率及温度系数

材料名称	银	铜	铝	铁	锰铜	镍铬合金
电阻率 $[20^\circ\text{C}]$ ($10^{-8}\Omega\text{m}$)	1.6	1.7	2.9	10	44	100
电阻温度系数 ($10^{-3}/^\circ\text{C}$)	3.6	4.1	4.2	5.0	0.005	0.013

【例 1-1】 有一条电力线路，长 500m，采用 25mm^2 的铝绞线，计算在 75°C 时每根导线的电阻。

解：先求当温度为 20°C 时的阻值

查表 1-1 铝的电阻率 $\rho = 2.9 \times 10^{-8} \Omega\text{m}$ ，

导线截面积为 $25\text{mm}^2 = 25 \times 10^{-6} \text{m}^2$ ，代入公式 (1-1)，得

$$R = \rho \frac{L}{S} = 2.9 \times 10^{-8} \times \frac{500}{25 \times 10^{-6}} = 0.58(\Omega)$$

当温度为 75°C 时，其阻值为

$$R_2 = R_1 [1 + \alpha (t_2 - t_1)] = 0.58 [1 + 4.2 \times 10^{-3} (75 - 20)] = 0.714(\Omega)$$

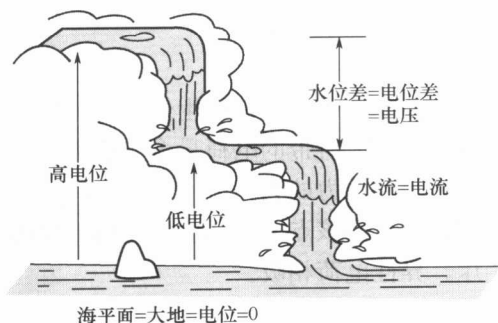


图 1-1 电位和电压示意图

三、电位与电压

如图 1-1 所示，水的流动是由于水位差的缘故，与其相似，电流的产生是因为存在电位差。带电体所带电荷的“正”或“负”及多少，决定了其电位，规定大地的电位为零，凡高于零电位的是正电位；低于零电位的是负电位。电位的单位为伏特 (V)，简称伏。

电压如水流的道理相同，导体的两端存在电位差，导体中就会有电流，这两点间的电位差就称为**电压**，用符号 U 来表示。电压的正方向规定为由高电位点指向低电位点，即电位降

低的方向。电压的单位与电位的单位相同，也为伏。

四、电源与电动势

电源是电路中产生并维持电位差的能源，如同水泵克服水的重力将水从低处送到高处，不同的电源，产生电位差的作用原理也不同，有化学效应的，也有热效应的、电磁感应的等等。各类电源都有一个共同点：能把电源内部导体中的正、负电荷分别向两极推动，使两极分别带正、负电荷，从而在两极之间形成电场，产生一定的电位差。

电动势是电源力将单位正电荷从电源低端移到高端所做的功，即电源两极间的电位差，它表明了电源移动电子能力的大小，用符号 E 来表示，单位为伏 (V)。

电动势的方向由负极指向正极，即电位升高的方向，与电压方向相反。

五、导体、绝缘体、半导体和超导体

导体是电能够流过的物体。导体内部拥有大量的自由电子或离子。在电场力的作用下，自由电子 (或离子) 能做有规则的定向运动，如铜、铁等。

绝缘体是电不能够流过的物体。绝缘体的原子核对其外层电子的束缚力很强，自由电子极少，如聚乙烯、玻璃等。

半导体是指导电能力介于导体和绝缘体之间、电阻随温度增加而减小的物质。在大部分半导体材料中，由于其内部的原子排列成有规律的晶体结构，所以又称为**晶体**，如硅、锗等。

超导体是指当温度降低到某一绝对温度值时电阻率突然变为零的一些物质。材料由正常状态转变为超导状态的温度，叫做超导材料的**转变温度** T_c ，例如铅的转变温度 $T_c = 7.0\text{K}$ ，

水银的转变温度 $T_c=4.2\text{K}$ 。

1.1.2 电路的基本定律

一、电路与欧姆定律

电路就是电流所流过的路径。电路由电源、负荷、开关及连接这些电路元件的导线等组成，图 1-2 所示为手电筒的电路。

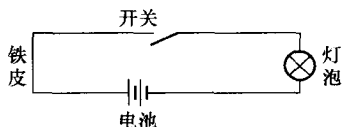


图 1-2 手电筒电路

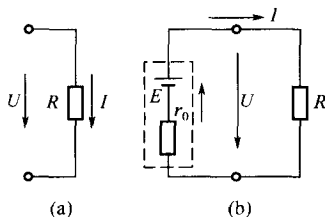


图 1-3 欧姆定律图例

(a) 部分电路；(b) 全电路

在图 1-3 (a) 所示的部分电路中，欧姆定律表述为：通过电阻的电流与电阻两端的电压成正比，与其电阻值成反比。

欧姆定律是反映电压、电流、电阻三者之间关系的基本定律，是电工学中最重要定律。其数学表达式为

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

可变换为 $U = IR$ 和 $R = \frac{U}{I}$ (1-5)

欧姆定律同样适用于在图 1-3 (b) 所示的全电路中，全电路欧姆定律的表述为：闭合电路中的电流与电源的电动势成正比，与电路的负载电阻及电源的内阻之和成反比。其数学表达式为

$$I = \frac{E}{R + r_0} \quad (1-6)$$

式中 E —— 电源电动势，V；

R, r_0 —— 分别为负载电阻及电源的内阻， Ω ；

I —— 电路中流过的电流，A。

式 (1-6) 又可变换成

$$\begin{aligned} E &= I(R + r_0) = IR + Ir_0 = U + Ir_0 \\ U &= E - Ir_0 \end{aligned} \quad (1-7)$$

式中， U 为外电阻 R 两端的电压，即电源端电压。

【例 1-2】 在图 1-3 (b) 中，若 $E=12\text{V}$ ， $r_0=0.1\Omega$ ， $R=3.9\Omega$ ，求电路中的电流 I ，电源内阻 r_0 上的电压降 U_0 及电源端电压 U 。

解：根据公式 (1-6) 得

$$I = \frac{E}{R + r_0} = \frac{12}{3.9 + 0.1} = 3(\text{A})$$

$$U_0 = Ir_0 = 3 \times 0.1 = 0.3(\text{V})$$

$$U = E - U_0 = 12 - 0.3 = 11.7(\text{V})$$

在应用欧姆定律时，应注意电压与电流方向一致。

当电阻中有电流通过时，两端必有电压。导线是有电阻的，当用导线输电时线路电阻将产生电压降，因此输电线路末端的电压总比始端的电压低（只计电阻的影响时），其降低的数值叫做电压损失。在线路较长、线路电流较大时，线路的电压损失也较大。特别在电源电压等级较低时，供电电压会明显下降。

二、基尔霍夫定律

欧姆定律只反映电阻元件的电压与电流的关系。对复杂电路（如多源电路）的分析，必须采用电路的另一个基本定律——基尔霍夫定律。基尔霍夫定律包括以下两方面的内容。

基尔霍夫第一定律，又称基尔霍夫电流定律，简称为 KCL（Kirchhoff's Current Law）。

该定律指出：电路中的任一节点，流入节点的电流之和等于流出该节点的电流之和。电路中三个或三个以上的支路相汇集的点称为节点，如图 1-4 中的 A、C 两点。

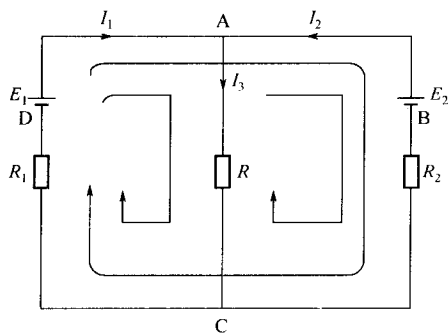


图 1-4 基尔霍夫定律图例

基尔霍夫第一定律可用公式表示为

$$\sum I_i = \sum I_o \quad (1-8)$$

在图 1-4 中，对于节点 A 来说，有 $I_1 + I_2 = I_3$ ，或者 $I_1 + I_2 - I_3 = 0$ ，即

$$\sum I = 0 \quad (1-9)$$

式 (1-9) 是基尔霍夫第一定律的另一表述方式：电路中流入节点的电流代数和为零。

基尔霍夫电流定律的依据是电流的连续性原理，体现了电路中电荷守恒的规律。应用该定律分析计算电路时，应先在电路中标出电流的正方向（通常称为参考方向），如果计算结果出现负值，则说明实际方向与参考方向相反。

基尔霍夫第二定律，又称基尔霍夫电压定律，简称为 KVL（Kirchhoff's Voltage Law）。该定律指出：对于任一回路，沿任一方向绕行一周，各电源电动势的代数和等于各电阻电压降的代数和，即

$$\sum E = \sum IR \quad (1-10)$$

在图 1-4 中，对于回路 ABCDA，若按图示选定顺时针方向绕行一周，可列出回路电压方程

$$E_1 - E_2 = I_1 R_1 - I_2 R_2$$

上式也可改写成

$$E_1 - E_2 - I_1 R_1 + I_2 R_2 = 0$$

即

$$\sum U = 0 \quad (1-11)$$

式 (1-11) 是基尔霍夫第二定律的另一表述方式：闭合电路回路中各部分电压的代数和为零。

这一定律体现了能量守恒的基本定律，即单位正电荷在电场作用下沿着回路绕行一周时，各电动势的电源力对电荷做功使其获得的能量的代数和（即电位升的代数和），与电场

力对电荷做功使其失去能量的代数和（即电位降的代数和）相等。应用上式时应注意以下几点：

(1) 绕行方向可任意选定（顺时针或逆时针）。

(2) 绕行方向选定后，顺绕行方向从“-”极到“+”极的电源电动势取正号，反之则为负号。

(3) 当电阻元件中电流正方向与绕行方向一致，电阻上的电压取正号，反之取负号。

【例 1-3】 在图 1-4 所示的电路中，已知 $R_1 = 1\Omega$, $E_1 = 130\text{V}$, $E_2 = 117\text{V}$, $R_2 = 0.6\Omega$, $R_3 = 24\Omega$ ，求 I_1 , I_2 和 I_3 。

解：先标出各电流的正方向和回路的绕行方向，如图 1-4 所示。

本题的节点数 n 有两个，可列出独立节点电流方程式 $n-1 = 2-1 = 1$ (个)；回路数 m 为 3，可列出独立回路电压方程为 $[m - (n-1)] = 3 - (2-1) = 2$ (个)，故可得方程组

$$\begin{cases} I_3 = I_1 + I_2 \\ E_1 - E_2 = I_1 R_1 - I_2 R_2 \\ E_1 = I_1 R_1 + I_3 R_3 \end{cases}$$

将已知数据代入上述方程组，解得

$$I_1 = 10\text{A}$$

$$I_2 = -5\text{A} \text{ (“-”号说明 } I_2 \text{ 的实际方向与选定正方向相反)}$$

$$I_3 = 5\text{A}$$

在电路计算中，除上述两个基本定律外，电流源、电压源的概念及其等效变换、叠加原理、戴维南定理等在解决实际问题中都很有用处，有兴趣的读者可以参阅有关电工学的书籍进一步学习。

三、电阻的串并联

(1) **串联电路**是指多个电阻依次首尾连接，中间没有分支，各电阻流过同一电流的电路，如图 1-5 所示。实验表明，串联电路的特点如下：

1) 流过各电阻的电流相同。

2) 电路总电压等于各电阻上的电压降之和，即

$$U = U_1 + U_2 + \dots$$

3) 电路总电阻（等效电阻）等于各电阻阻值之和，即 $R = R_1 + R_2 + \dots$ 。

4) 各电阻上的电压与各电阻的阻值成正比。

5) 电路中消耗的功率等于各电阻上消耗的功率之和。

6) 各电阻上消耗的功率与各电阻的阻值成正比。

(2) **并联电路**是指多个电阻的头和尾分别接在一起，各电阻在电路中承受同样电压的电路，如图 1-6 (a) 所示。

实验表明，并联电路的特点如下：

1) 电路中各电阻上所承受的电压相同。

2) 电路中的总电流等于各电阻中的电流之和，即 $I = I_1 + I_2 + \dots$ 。

3) 电路中的总电阻（等效电阻）的倒数等于各电阻的倒数之和，即

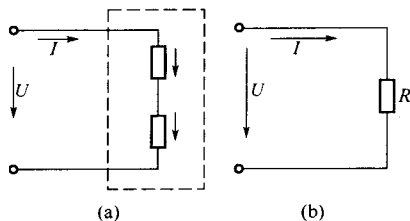


图 1-5 串联电路图

(a) 电路图；(b) 用等效电阻代替串联电阻

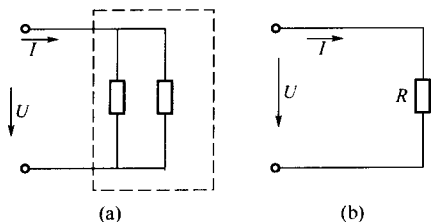


图 1-6 并联电路图

(a) 电路图；(b) 用等效电阻代替并联电阻

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

(3) **混联(复联)电路**是指既有相互串联电阻又有相互并联电阻的电路。在分析与计算混联电路时,应先分别合并串联或并联部分,逐步对电路进行等值简化,求出总的等效电阻。然后根据欧姆定律,由总电阻、总电压(或总电流),求出电路中的总电流(或总电压)。最后再逐步推算出各部分的电压和电流。

【例 1-4】 已知电路端电压 U 和电阻 R_1 、 R_2 、 R_3 , 电路的连接如图 1-7 (a) 所示, 求电路中的总电流和电阻 R_2 、 R_3 两端的电压 U_{ab} 。

解: 首先计算 R_2 、 R_3 的并联电阻 R_{ab} 。根据并联电路的特点可得

$$1/R_{ab} = 1/R_2 + 1/R_3 = (R_2 + R_3)/R_2 R_3$$

$$\text{则 } R_{ab} = R_2 R_3 / (R_2 + R_3)$$

再按 R_1 与 R_{ab} 串联连接关系, 得

$$R_{\Sigma} = R_1 + R_{ab}$$

根据欧姆定律求出电路的总电流为

$$I = U/R_{\Sigma} = U/(R_1 + R_{ab})$$

电阻 R_2 、 R_3 两段的电压为

$$U_{ab} = IR_{ab} = UR_{ab}/(R_1 + R_{ab})$$

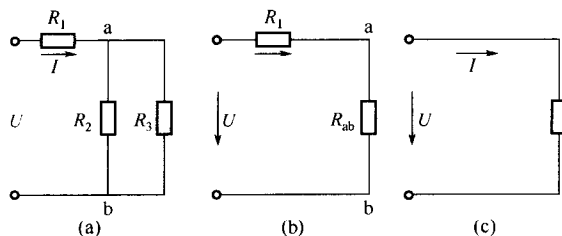


图 1-7 混联(复联)电路图

(a) 电路图；(b) 用等效电阻代替并联电阻；

(c) 用等效电阻代替串联电阻

四、电容的串并联

(1) **电容器与电容量。**电容器是电工和电子技术中的基本元件, 它的用途广泛。在电力系统中, 利用它可以提高系统的功率因数; 在电子技术中, 利用它可以起到耦合、滤波、调谐、旁路和选频等作用; 在机械加工工艺中, 利用它可以进行电火花加工等。

1) **电容器就是储存电荷的容器。**两金属导体中间以绝缘介质相隔, 并引出两个电极, 就构成了一个电容器, 其结构如图 1-8 (a) 所示。被介质隔开的金属板叫极板, 极板通过电极与电路连接。极板间的介质常用空气、云母、纸、陶瓷和塑料薄膜等物质。电容器可以储存电荷, 成为储存电能的容器, 所以称为电容器。虽然各种电容器的结构和大小不同, 但其原理基本相同。图 1-8 (b) 是电容器的一般表示符号。

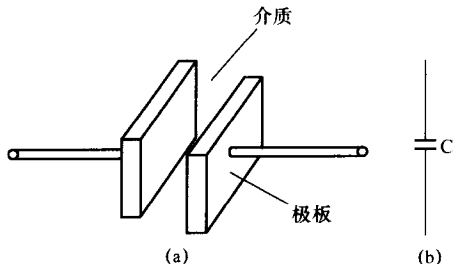


图 1-8 电容器及电容器的一般符号

(a) 示意图；(b) 符号

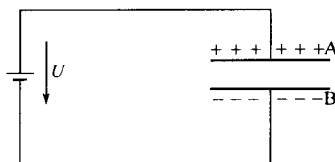


图 1-9 电容器接入电源

2) 电容量。如图 1-9 所示, 如果将电容器的两个极板分别接到直流电源的正、负极上, 两极板间就有电压 U , 这时, 在电场力的作用下, 自由电子作定向运动, 使与电源正极相连的 A 极板带正电荷, 与电源负极相连的 B 极板带负电荷。实验证明, 当电容器的介质、几何尺寸确定之后, 加在电容器两块极板上的电压越高, 极板上储存的电荷就越多。可以证明, 电容器任一极板上的带电量与加到两极板间的电压的比值是常数, 这一比值称为**电容量**, 简称**电容**, 用 C 表示, 单位为法拉 (F), 简称法, 即

$$C = \frac{Q}{U} \text{ 或 } Q = CU \quad (1-12)$$

式中 Q ——任一极板上的电荷量, C;

U ——两极板间的电压, V;

C ——电容量, F。

C 代表电容器容纳电荷的能力。它只跟电容器极板面积、相互之间的距离和介质有关。

电容量反映了电容器在一定电压作用下储存电荷能力的大小。电容量越大储存的电荷量就越多, 反之就越少。

虽然电容器和电容量通常都被称为电容, 并且都用同一字母表示, 但两者的意义不同。前者表示元件的名称, 后者表示物理量的名称。同时还应认识到, 并不只是成品电容器中才有电容, 实际上任何两个相邻的导体间都存在着电容。如输电线之间、输电线与大地之间、晶体管各电极之间都存在电容。这种电容叫分布电容或寄生电容, 其电容的数值往往比较小, 有时也会对线路和电气设备造成不好的影响。

(2) 电容的特点。

1) 电容器是一种储能元件。充电过程就是极板上电荷不断累积的过程, 电容器充满电荷时, 相当于一个等效电源。随着放电的进行, 原来储存的电场能量又全部释放出来。

2) 电容器能够隔直流, 通交流。电容器接通直流电源时, 仅仅在刚接通的短暂时间内发生充电过程, 即只有短暂电流。充电结束后, 电路电流为零, 电路处于开路状态, 相当于电容器把直流隔开, 这就是说电容器具有隔直流的作用, 常常把这一作用称为隔直。当电容器接到交流电源时, 由于交流电源的大小和方向不断交替变化, 使电容器反复进行充、放电, 其结果是电路中出现持续的交流电流, 说明电容器具有通交流电流的作用, 通常把这种作用称为通交。但必须指出, 这里所指的交流电流是电容器反复充、放电而形成的, 并非电荷能够直接通过电容器的介质。

3) 电容器中的电流。如果把电容器接到交流电路中, 电容器将在交流电压的作用下, 不断充、放电。在电容器充、放电过程中, 电容器极板上的电荷也随之变化, 因而在电路中就出现了持续的电流, 如果在 Δt 时间内电容极板上的电荷增加了 ΔQ , 则电路中的电流为

$$i = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = C \frac{\Delta U}{\Delta t} \quad (1-13)$$

4) 电容器的电场能量。在电容器充电过程中, 两个极板上的电荷不断积累, 就在介质中建立了电场。电场具有能量, 此能量是从电源中获取而储存在电容器中的, 即直流电源通过移动电荷而做功, 把电源能量转换成电场能量储存在电容器中。理论分析和实验证明, 充电电容器中储存的电场能量可以表示为

$$W_C = \frac{1}{2} CU_C^2 \quad (1-14)$$

式(1-14)说明,当电容电压一定时,电容器中储存的电场能量和电容器的电容量成正比,所以电容也反映了电容器储存电场能量的能力。从此式还可知,电容器两极板之间电压的变化,反映了电容器中电场能量的变化。电容器中电场能量的积累和释放都是一个逐渐变化的过程,它只能从一种状态逐渐变化到另一种状态,因此电容器两极板之间的电压不能发生突变,也只能是一个逐渐变化的过程。

在实际使用中,常常会遇到单只电容器的电容量不合适,或者耐压不符合要求的情况,这时,可将若干个电容作适当连接,以满足实际电路的需要。

(3) 电容器的并联。如图 1-10 所示,将几只电容器接在电压相同两点之间的连接方式,称为电容器的并联。

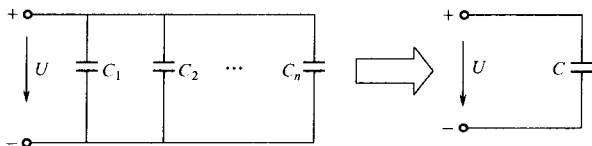


图 1-10 电容器的并联

其特点是:

- 1) 并联后的总电荷量等于各个电容器的电荷量之和,即

$$Q = Q_1 + Q_2 + \cdots + Q_n \quad (1-15)$$

- 2) 容量(总容量) C 等于各个电容器的电容之和,即

$$C = C_1 + C_2 + \cdots + C_n \quad (1-16)$$

- 3) 电容器两端承受的电压相等,即

$$U = U_1 = U_2 = \cdots = U_n \quad (1-17)$$

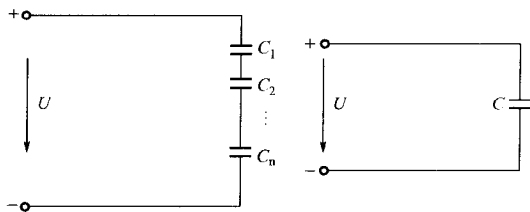


图 1-11 电容器的串联

(4) 电容器的串联。如图 1-11 所示,将几只电容器依次连接、中间无分支的连接方式,叫做电容器的串联。

其特点是:

- 1) 每个电容所带的电荷量相等,即

$$Q = Q_1 = Q_2 = \cdots = Q_n \quad (1-18)$$

- 2) 串联电容电路的等效电容(总电容) C 的倒数等于电容量倒数之和,即

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \cdots + \frac{1}{C_n} \quad (1-19)$$

当两个电容串联时,其等效电容为

$$C = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$$

若 n 个相同容量的电容串联,且容量都为 C_0 ,则等效电容为

$$C = \frac{C_0}{n}$$

- 3) 总电压 U 等于每个电容器上的电压之和,即

$$U = U_1 + U_2 + \cdots + U_n \quad (1-20)$$