

JINWANGZUOYEDIANGONGPEIXUNJIAOCAI

进网作业电工 培训教材

《进网作业电工培训教材》编委会 编著



煤炭工业出版社

进网作业电工培训教材

《进网作业电工培训教材》编委会 编著

煤炭工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

进网作业电工培训教材/《进网作业电工培训教材》
编委会编著. —北京: 煤炭工业出版社, 2003
ISBN 7-5020-2383-6

I. 进… II. 进… III. 电工-技术培训-教材
IV. TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 107183 号

煤炭工业出版社 出版
(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)
网址: www.cciph.com.cn
北京房山宏伟印刷厂 印刷
新华书店北京发行所 发行

*

开本 787mm×1092mm¹/₁₆ 印张 50¹/₂
字数 1202 千字 印数 5,001—15,000
2003 年 12 月第 1 版 2004 年 7 月第 2 次印刷
社内编号 5154 定价 80.00 元
(共两册)

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 本社负责调换

《进网作业电工培训教材》编委会

主 任：李海涛 姜 魁

副主任：赵海华 刘树凯 曲 宏

委 员：王修福 刘晨光 许传辉 姜宝山 赫修一 高玉樵
杜 毅 羿宗胤 孙研来 刘国辉 曹树国 王德一
张 杰 李志发 依春生 刘伯刚 王 佐 王永利
杜文权 刘天佐 刘国刚 史殿强

主 编：刘树凯

副主编：李学东 王文喜

编写人：徐 恩 程显林 李 俊 刘欣凯 齐忠玉 王 博
齐云秋 余晓春 金文本 刘大禹 郑俊良

序

新世纪电力技术不断向前发展，电力得到了更加广泛的应用，并改变着人类社会的生产和生活面貌，同时也极其深刻地影响着人们的生活方式。电力工业作为国民经济和社会发展的基础行业，在新世纪、新时代中必将任重而道远。

近几年来，随着城乡电网改造工作的深入开展，供电能力有了显著的提高。同时由于社会对电力供应能力的需求和依赖程度越来越大，对我们的供用电管理也相应提出了更高的要求。这就要求我们必须着力建设一个高素质的进网作业电工群体。但是在实际工作中，我们对于工作在第一线的进网作业电工在管理、培训、使用等方面仍然存在很多的问题，特别是新设备、新技术的广泛应用，反映出进网作业电工的技术素质亟待提高。这些问题的存在，制约着供电水平的进一步提高，危及用电安全甚至可能酿成严重的人身及设备事故。因此，对进网作业电工进行必要的、规范的、系统的培训，尽快提高进网作业人员的技术及业务素质已刻不容缓，对此我们应有清醒的认识。

由于以上原因，黑龙江省的电力行业协会和其他省份一样，积极开展了进网作业电工的培训、考核与管理的工作。黑龙江省经济贸易委员会和黑龙江省电力公司组织有关方面的专家、教授和工程技术人员编写了《进网作业电工培训教材》。本教材根据有关的国家标准、行业及部门标准以及《进网作业电工考核大纲》的要求，结合最新的电力标准、规程规范和《国家技能鉴定规范》及实践经验编写，培训教材以进网作业电工必备的知识和技能为核心，强调应知应会的专业内容，作为学习与考核的主要内容。参加编写的工程技术人员与专家经过多次调研和协商，在时间紧、任务重的情况下，充分考虑了培训内容的科学性、实用性、全面性和知识与技能的衔接。本教材包括高压和低压、安装与检修、运行与维护、调试与试验、用电安全与管理等内容。作为实用性教材内容丰富、技术全面。对提高进网作业电工的技术素质，必将起到推动作用。

2003 年 12 月

前 言

随着电力工业的迅速发展,电网容量的不断增大,新设备与新技术的不断应用,为保证对电力用户供电可靠性的要求,保障进网电工的人身和供电设备的安全,维护电力系统稳定、经济运行,急需提高进网作业电工的技术与业务素质。黑龙江省经济贸易委员会和黑龙江省电力公司组织有关方面的专家、教授和工程技术人员,根据国家标准、行业标准及进网作业电工培训与考核大纲的要求,结合现行电力标准、规程、规定及有关职业技能鉴定的技术与考核要求,在经过大量查找专业文献、资料,在深入基层进行考察的基础上编写出此书。该书力求突出知识面宽、通俗易懂、针对性与实用性强等特点,保证学员在实践中能够学有所用。

本书适于高低压进网作业电工与安装、维修电工等相关工种人员学习、培训与考核使用,也适于电力系统及相关专业的工程技术人员以及职业技术学院的师生作为参考教材。

全书共分上、下两册,上册内容包括电工基本知识、供配电系统、电力线路、变压器与互感器、电动机、高压电器、低压电器、继电保护与二次回路、电工仪表与计量、过电压保护与接地、电气安装、电气设备运行、电气设备电气预防性试验、电工安全技术及相关法律、法规等。下册为习题集,以帮助学员更好地掌握相关内容和参加考试。

本书第一章由哈尔滨电力职工大学齐忠玉编写,第二章、第三章、第六章、习题集由长春工程学院王博编写,第四章、第十章、第十一章、第十二章由哈尔滨电力学校李俊编写,第五章由哈尔滨电力学校齐云秋编写,第七章由大庆石油化工设计院电气高级工程师郑俊良编写,第八章、第九章、第十三章由哈尔滨电力科学院刘欣凯编写,第十四章、第十五章由黑龙江省电力公司程显林、金文本编写。

由于本书涉及面广,参考和收录了部分书刊中的文献资料,恕不能一一列举,再此,谨向这些书籍和刊物的作者致谢。由于编写时间仓促,水平有限,难免有疏漏与不妥之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2003 年 12 月

目 录

第一章 电工基本知识	1
第一节 直流电路	1
第二节 磁场与磁路	10
第三节 单相正弦交流电路	18
第四节 三相交流电路	36
第五节 电子技术基础	45
第六节 计算机基础知识	60
第二章 供配电系统	76
第一节 基本知识	76
第二节 电力系统的电能质量标准	80
第三节 电力系统的接线方式与电压等级	83
第四节 电力系统的负荷	86
第五节 供配电系统中性点的运行方式	89
第六节 供配电系统的电气主接线	95
第七节 供配电系统的电压调整与无功补偿	104
第八节 电气工程识图	114
第三章 电力线路	122
第一节 电工材料基本知识与常用电工工具	122
第二节 输配电线路的作用与分类	125
第三节 架空线路	126
第四节 电力电缆线路	138
第五节 室内线路与照明	140
第四章 变压器与互感器	147
第一节 变压器的作用与结构	147
第二节 变压器的工作原理与技术参数	158
第三节 互感器	169
第五章 电动机	175
第一节 三相异步电动机	175
第二节 单相异步电动机	186

第三节	直流电动机	191
第四节	同步电动机	198
第六章	高压电器	201
第一节	高压电器的基础知识	201
第二节	高压断路器及操动机构	205
第三节	高压隔离开关与负荷开关	216
第四节	高压熔断器	220
第五节	重合器与分段器	222
第六节	母线与绝缘子	226
第七节	高压成套配电装置	231
第七章	低压电器	235
第一节	低压电器概述	235
第二节	刀开关	238
第三节	熔断器	240
第四节	接触器	243
第五节	启动器	247
第六节	低压断路器	248
第七节	低压成套装置	260
第八章	继电保护与二次回路	264
第一节	二次回路的基本知识	264
第二节	继电保护基本知识	268
第三节	几种常用的继电器及其表示符号	271
第四节	电力变压器的继电保护	285
第五节	输电线路的继电保护及自动装置	295
第六节	电动机保护	307
第七节	电力电容器保护	313
第九章	电工仪表与计量	316
第一节	电工仪表的基本知识	316
第二节	常用指示仪表	323
第三节	电能计量仪表	330
第四节	试验仪表	335
第十章	过电压保护与接地	344
第一节	供配电系统的过电压	344
第二节	供配电系统的过电压保护	346

第三节 工作接地与保护接地·····	353
第四节 接地电阻的要求与测量·····	358
第十一章 电气安装·····	366
第一节 架空线路的安装·····	366
第二节 电缆线路的安装·····	379
第三节 配电变压器安装·····	389
第四节 高压电气设备安装·····	399
第五节 避雷器与接地装置的安装·····	409
第六节 成套配电装置的安装·····	413
第七节 户内外布线·····	421
第十二章 电气设备运行·····	426
第一节 电气设备巡视检查的规定·····	426
第二节 变压器与互感器运行·····	427
第三节 断路器与隔离开关的运行·····	437
第四节 电力线路运行·····	444
第五节 防雷与接地装置的运行·····	451
第六节 电气设备的倒闸操作·····	453
第十三章 电力设备电气预防性试验·····	463
第一节 概述·····	463
第二节 预防性试验的基本方法·····	465
第三节 电力设备的预防性试验·····	476
第十四章 电工安全技术·····	499
第一节 电气防火与防爆·····	499
第二节 触电预防与急救·····	509
第三节 防静电及防电磁场·····	516
第四节 工作票与操作票·····	520
第十五章 电力法律、法规、规程及标准·····	529
第一节 《中华人民共和国电力法》摘引·····	529
第二节 《电力法》的配套法规·····	532
第三节 电力技术规程·····	542
第四节 电力技术标准·····	546

第一章 电工基本知识

第一节 直流电路

一、电路和电路图

电流的通路称为电路，直流电源构成的电路称为直流电路，图 1—1 所示为一个简单电路。电路是由电源、负载、开关以及连接导线四个基本部分组成。

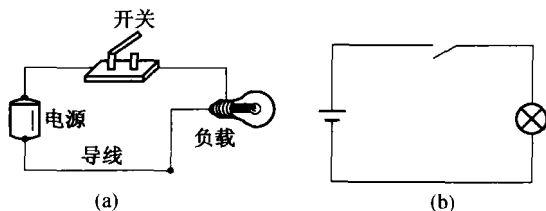


图 1—1 简单电路
(a) 实物图；(b) 电路图

电路分为外电路和内电路。从电源一端经过负载再回到电源另一端的电路称为外电路，电源内部的电路称为内电路，电池两极之间的电路就是内电路。

二、基本物理量

(一) 电流

电荷的定向运动形成电流。在不同的导电物质中，形成电流的运动电荷可以是正电荷，也可以是负电荷，甚至两者都有。为统一起见，规定以正电荷移动的方向为电流的方向。在金属导体中电子运动所形成的实际方向，与电流方向相反。

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

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

式中： I ——电流强度，单位：安培 (A)；

Q ——电荷量，单位：库仑 (C)；

t ——通过导体横截面电荷量为 Q 所用的时间，单位：秒 (s)。

电流的单位除安培 (A) 外，还有千安 (kA)、毫安 (mA) 等，它们的换算关系为

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

直流电流的大小和方向都不随时间变化。

(二) 电位与电压

1. 电位

电场力把单位正电荷从电场中的 a 点移动到参考点所做的功, 称为 a 点的电位 (物理学中称为电势)。参考点的电位规定为零, 工程上常选电气设备的外壳, 或大地作为参考点。电位的单位是伏特 (V)。电位用符号 φ 表示, 上述 a 点的电位用 φ_a 表示。

2. 电压

a、b 两点间的电位差就是 a、b 两点间的电压, 用字母 U 来表示。即

$$U_{ab} = \varphi_a - \varphi_b \quad (1-2)$$

电压的单位为伏特 (V)。除此之外, 还有千伏 (kV)、毫伏 (mV) 等, 它们的换算关系为

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

电压和电流一样, 不但有大小, 而且有方向, 即有正有负。电压的规定方向是由高电位指向低电位。当电压采用双下标标记法时, 表明电压方向从第一个下标指向第二个下标。

(三) 电动势

在电场中, 将单位正电荷由低电位移向高电位时外力所做的功称为电动势, 其表达为

$$E = \frac{A}{Q} \quad (1-3)$$

式中: A ——外力所做的功, 单位: 焦耳 (J);

Q ——电荷量, 单位: 库仑 (C);

E ——电动势, 单位: 伏特 (V)。

电动势的正方向规定为由低电位指向高电位, 即电位升高的方向。

(四) 电阻与电导

电工材料包括导体、半导体和绝缘材料。有良好导电性能的物体叫导体。几乎不导电的物体叫绝缘体。导电能力介于导体和绝缘体之间的物质称为半导体。

导体——金、银、铜、铝、铁等金属; 食盐水, 稀硫酸, 氢氧化钠的水溶液等电解液;

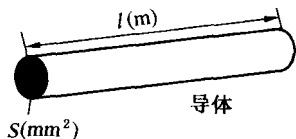
半导体——硅、锗、硒等;

绝缘体——胶、树脂、棉布、大理石、玻璃、云母、空气等。

1. 电阻

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, 用字母 R 或 r 表示。常用的电阻单位有兆欧 ($\text{M}\Omega$)、千欧 ($\text{k}\Omega$)、欧姆 (Ω), 它们之间的换算关系是:

$$1\text{M}\Omega = 10^3\text{k}\Omega \quad 1\text{k}\Omega = 10^3\Omega$$



导体的电阻是客观存在的, 如图 1—2 所示在一定温度下, 导体的电阻 R (Ω) 与长度 l (m) 成正比, 与截面积 S (mm^2) 反比, 且与电阻率 ρ ($\Omega\text{mm}^2/\text{m}$) 有关, 即

$$R = \rho \frac{l}{S} \quad (1-4)$$

电阻率是指长 1m, 截面积为 1mm^2 的导体, 在 20°C 温度下的电阻值。常用材料的电阻参数见表 1—1。

图 1—2 导体的电阻

表 1—1 常用材料的电阻率和电阻温度系数

用 途	材 料 名 称	电 阻 率 (20℃, Ωmm ² /m)	平均电阻温度系数 (0~100℃, 1/℃)
导电材料	碳	10.0	-0.0005
	银	0.0165	0.0036
	铜	0.0175	0.004
	铝	0.0283	0.004
	低碳钢	0.13	0.006
电阻材料	锰钢	0.42	0.000005
	康铜	0.44	0.000005
	镍铬铁	1.0	0.000005
	铝铬铁	1.2	0.00008
	铂	0.106	0.00389

注：(1) 表中给出的是近似值。这些数值随着材料纯度和成分的不同而有所变化；
(2) 表中碳的电阻温度系数前有负号，表示碳的电阻值随着温度的升高而降低。

2. 电阻与温度的关系

实验发现，金属的电阻值随温度上升而增加，而半导体、电解液、绝缘体等的电阻值随温度上升而减少。图 1—3 表示电阻的阻值随温度变化的情况。

实验表明，若在温度 t_1 (℃) 时电阻为 R_1 (Ω)，在温度 t_2 (℃) 时，电阻为 R_2 (Ω)，则有

$$R_2 = R_1 [1 + \alpha (t_2 - t_1)] \tag{1—5}$$

其中 α 称为电阻温度系数，它表示以 t_1 为基准温度，每增加 1℃ 时电阻值变化的比率。单位为 1/℃。表 1—1 列出了常用材料的电阻温度系数。

3. 电导

电阻的倒数叫做电导。电导用符号 G 表示，即：

$$G = \frac{1}{R} \tag{1—6}$$

电导的单位是西门子，用字母 S 表示。

电阻和电导是同一事物的两种表示方法，并不是导体在本质上有了一切变化。电导能直接反映导体的导电能力，电导越大，导电能力越强。

在并联电路计算时，有时采用电导要比电阻更为方便。

三、欧姆定律

欧姆定律反映了在有恒稳电流通过的电路中电阻上电压、电流和电阻三者之间的关系。

1. 部分电路欧姆定律

图 1—4 为不含电源的部分电路，电路里电流的大小与该段电路两端所施加的电压成

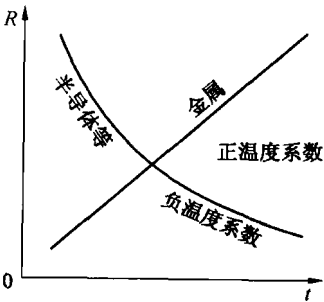


图 1—3 电阻随温度的变化

正比, 与电阻成反比。即

$$I = \frac{U}{R} \quad (1-7)$$

2. 全电路欧姆定律

全电路是指含有电源的闭合电路, 如图 1—5 所示。电源本身含有内阻 R_0 , 图中虚框部分表示一个电源。在这样的电路中, 电路里电流的大小与电源电动势成正比, 与全电路的总电阻成反比。即

$$I = \frac{E}{R + R_0} \quad (1-8)$$

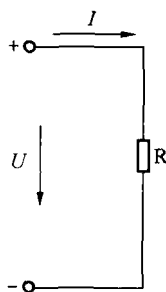


图 1—4 部分电路欧姆定律

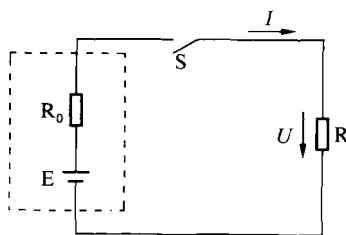


图 1—5 全电路欧姆定律

四、电阻的连接

1. 电阻的串联

将电阻首尾依次相连, 使电流只有一条通路的连接方式叫做电阻的串联, 如图 1—6 所示。其中图 (b) 为图 (a) 的等效图。

电阻串联电路具有以下特点:

- (1) 串联电路中各电阻流过的电流都相等, 即:

$$I = I_1 = I_2 \quad (1-9)$$

- (2) 电路两端的总电压等于各电阻两端电压之和, 即:

$$U = U_1 + U_2 \quad (1-10)$$

- (3) 串联电路的等效电阻 (即总电阻) 等于各串联电阻之和, 即:

$$R = R_1 + R_2 \quad (1-11)$$

- (4) 各电阻上分配的电压与各电阻值成正比, 即:

$$U_1 = \frac{R_1}{R} U, \quad U_2 = \frac{R_2}{R} U \quad (1-12)$$

式 (1—12) 常称为分压公式。

2. 电阻的并联

两个或两个以上电阻一端连在一起, 另一端也连在一起, 使每一电阻两端都承受同一电压的作用, 电阻的这种连接方式叫做电阻的并联, 如图 1—7 所示。其中图 (b) 为图 (a) 的等效图。

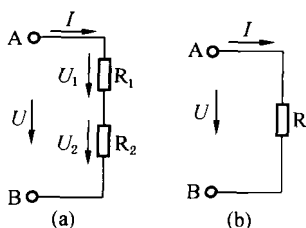


图 1—6 两个电阻的串联

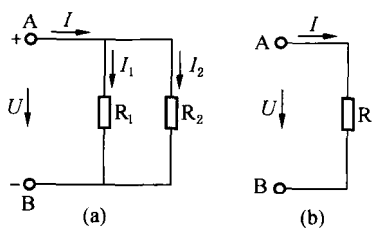


图 1—7 两个电阻的并联

电阻并联电路具有以下特点：

- (1) 并联电路中各电阻两端的电压相等，且等于电路两端的电压，即：

$$U = U_1 = U_2 \quad (1-13)$$

- (2) 并联电路中的总电流等于各电阻中的电流之和，即：

$$I = I_1 + I_2 \quad (1-14)$$

- (3) 并联电路中的等效电阻（即总电阻）的倒数，等于各并联电阻的倒数之和，即：

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad (1-15)$$

- (4) 并联电路中，各支路分配的电流与各支路电阻值成反比，即：

$$I_1 = \frac{R}{R_1} I, \quad I_2 = \frac{R}{R_2} I \quad (1-16)$$

式 (1—16) 常称为分流公式。

3. 电阻的混联

在一个电路中，既有电阻的串联，又有电阻的并联，这种连接方式称为电阻的混联。

对于混联电路的计算，要根据电路的具体情况，应用有关串联和并联电路的特点来进行计算。一般步骤为：

- (1) 求出各元件串联和并联的等效电阻值，逐步化简，求出总的等效电阻；
- (2) 由电路的总电阻值和电路的端电压，根据欧姆定律计算出电路的总电流；
- (3) 根据元件串联的分压关系和元件并联的分流关系，求出各部分的电压、电流和功率等。

五、基尔霍夫定律

对于较复杂的电路，仅用欧姆定律难以计算，还要应用基尔霍夫定律。

1. 基尔霍夫电流定律

定义为在节点上流入电流之和，等于流出电流之和。如图 1—8 所示。

$$\sum I_{\text{入}} = \sum I_{\text{出}} \quad (1-17)$$

2. 基尔霍夫电压定律

定义为在任何闭合回路中的电源电压及各分电压的代数和等于零。如图 1—9 所示。

$$\sum U = \sum E \quad (1-18)$$

在实际计算中，通常写成如下形式：

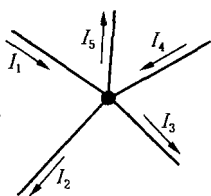


图 1—8 节点电流

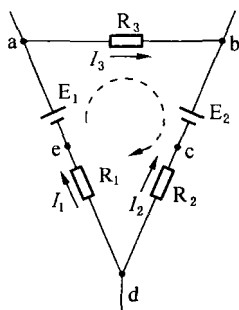


图 1—9 回路电压

$$\sum IR = \sum E \quad (1-19)$$

该定律的使用方法如下：

- (1) 设定各支路电流的正方向；
- (2) 任意选定回路的绕行方向；
- (3) 各电压方向与回路绕行方向一致的取“+”号，反之取“-”；
- (4) 电源电压方向是从(+)极指向(-)极。

以上两定律可以结合起来使用，对较复杂的电路列方程，联立求解。

六、电功、电功率与电能

1. 电功

电流所做的功叫做电功，用符号 A 表示。

电功的大小与电路中的电流、电压以及通电时间成正比，用公式表示为：

$$A = UI t = I^2 R t = \frac{U^2}{R} t \quad (1-20)$$

式中： A ——电功，单位：焦耳 (J)；

U ——电压，单位：伏特 (V)；

I ——电流，单位：安培 (A)；

t ——时间，单位：秒 (s)；

R ——电阻，单位：欧姆 (Ω)。

电功的单位除了焦耳 (J) 之外，另一常用单位是千瓦时，用符号 kWh 表示。

2. 电功率

电流在单位时间内所做的功叫做电功率，用符号 P 表示。用公式表示为：

$$P = \frac{A}{t} \quad (1-21)$$

式中： P ——电功率，单位：瓦特 (W)；

A ——电功，单位：焦耳 (J)；

t ——时间，单位：秒 (s)。

实际工作中，电功率的常用单位除了瓦特外，还有千瓦 (kW)、兆瓦 (MW)。其换算关系为：

$$1\text{kW} = 10^3\text{W} \quad 1\text{MW} = 10^3\text{kW}$$

3. 电能

一段时间 t 内, 电路消耗 (或电源提供) 的电功率 P 称为该电路的电能。符号用 W 表示, 单位是瓦特秒 (Ws) 或焦耳 (J), 电能可用下式表示

$$W = Pt \quad (1-22)$$

由于电能通常大量使用, 故以 1kW 的电功率使用 1 小时 (h) 的电能为常用单位, 常称为 1 度电, 即 1 度电 = 1kWh , 新标准规定, 电能单位为千瓦时。

七、电流的热效应、短路

1. 电流的热效应

电流通过电阻时, 由于自由电子的碰撞, 电能就不断的转化为热能, 这种电流通过导体产生热的现象, 称为电流的热效应。

焦耳 - 楞次定律描述的电与热的转化关系为:

$$Q = I^2 R t \quad (1-23)$$

式中: Q ——电流流过电阻产生的热量, 单位: 焦耳 (J);

I ——电流, 单位: 安培 (A);

t ——时间, 单位: 秒 (s);

R ——电阻, 单位: 欧姆 (Ω)。

2. 短路

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。这时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。

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应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, 以限制短路造成的破坏。

八、电容

(一) 电容器的基本概念

两块金属导体, 中间隔以绝缘介质, 并引出电极, 就形成了一个电容器。其结构如图 1-10 (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、塑料薄膜和陶瓷等物质。电容器可以存储电荷, 称为存储电荷的容器, 所以叫做电容器。电容器尽管种类繁多、大小不一, 但其构成原理基本相同。图 1-10 (b) 是电容器的一般代表符号。

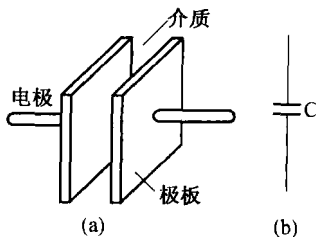


图 1-10 平板电容器及符号

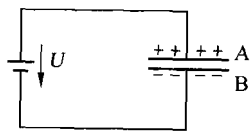


图 1-11 电容接入电源

实验证明, 对某一电容器来说, 当它的结构和几何尺寸确定之后, 其中任一极板所存储的电荷量与两极板间的电压的比值是一个常数。采用这一比值能表示电容器存储电荷的本领, 称之为电容量, 用字母 C 表示, 见图 1—11, 即:

$$C = \frac{Q}{U} \quad (1-24)$$

式中: C ——电容器的电容量, 单位: 法拉 (F), 简称: 法;

U ——两极板间的电压, 单位: 伏特 (V);

Q ——任一极板上的电荷量, 单位: 库仑 (C)。

实际应用中, 法拉 (F) 这一单位太大, 常用较小的单位皮法 (pF) 和微法 (μF)。

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

(二) 电容器的充、放电

电容器在电路和电器中应用的根本原理是电容器具有充电或放电的功能。

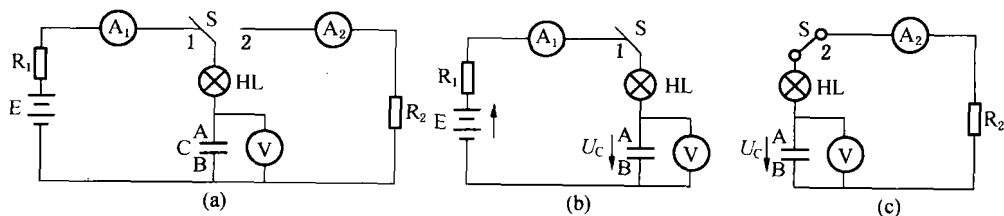


图 1—12 容器充、放电实验电路

图 1—12 (a) 为电容器充电或放电实验电路。图中 E 为直流电源, A_1 和 A_2 为直流电流表, V 是直流电压表, S 为单刀双掷开关, HL 为灯泡。

1. 电容器的充电过程

当 S 开关合向接点 1 时, 构成充电电路, 如图 1—12 (b) 所示。当开关合上瞬间, 电源正极与电容 A 极板间存在着较大的电位差, 所以开始充电电流较大, 灯泡较亮。随着充电的进行, 电容器上的电压逐渐上升, 两者电位差随之缩小, 充电电流也就越来越小。当两者电位差等于零时, 充电电流为零, 充电即告结束, 此时, $U_C \approx E$ 。

2. 电容器的放电过程

当电容器充电结束时, 电容器上建立了电压 U_C , 并且等于 E 。此时, 将 S 开关由 1 点合向 2 点, 就构成电容器放电电路, 如图 1—12 (c) 所示。放电时, 在电容器两极板间电场力作用下, B 极板的负电荷不断移出并与 A 极板的正电荷不断中和, 因而电路中有电流产生。而且, 电容器上的电压随着放电而下降, 直至两极电荷完全中和, U_C 为零, 电流也为零。这时, 电容器中充电时存储的电场能量全部释放出来, 并由电阻 R_2 转换为热能。

3. 电容器充、放电特点

(1) 电容器是一种储能元件, 充电的过程就是极板上电荷不断积累的过程, 当电容器充满电时, 相当于一个等效电源。但这一等效电源随着放电的进行, 原来积累的电荷不断