

铁路技师、高级技师职业技能鉴定辅导系列教材

FADIANCHECHENGWUYUAN

发电车乘务员

主编 姚士泽



西南交通大学出版社
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

铁路技师、高级技师职业技能鉴定辅导系列教材

内 容 提 要

发电车乘务员

主 编 姚士泽

副 主 编 王 强 王 强 王 强

编 者 姚士泽 王 强 王 强 王 强
姚士泽 王 强 王 强 王 强
姚士泽 王 强 王 强 王 强
姚士泽 王 强 王 强 王 强

主 编 姚士泽
副 主 编 王 强
编 者 姚士泽
姚士泽 王 强 王 强 王 强

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

内 容 简 介

本教材分为八章,其中第一章、第八章为电工基础知识及客车车辆基础知识;第二至五章为客车发电车结构及原理等技术知识,包括总体结构、柴油发电机组、配电系统;第六章、第七章为客车空调系统的一般知识及 TCDS 客车运行安全监测系统等目前客车运用的新技术。

本教材可作为技师、高级技师技能鉴定辅导教材,也可作为客车检车员、客车检修人员日常业务学习和晋升、定职、定级等辅导教材,也可供客车行车管理人员和工程技术人员、铁路院校相关专业师生使用。

图书在版编目(CIP)数据

发电车乘务员 / 姚士泽主编. — 成都: 西南交通大学出版社, 2010.9
(铁路技师、高级技师职业技能鉴定辅导系列教材)
ISBN 978-7-5643-0670-0

I. ①发… II. ①姚… III. ①铁路车辆—发电车—乘务人员—职业技术鉴定—教材 IV. ①U273.95

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 086173 号

铁路技师、高级技师职业技能鉴定辅导系列教材

发电车乘务员

主编 姚士泽

*

责任编辑 张宝华

特邀编辑 向阳

封面设计 本格设计

西南交通大学出版社出版发行

(成都二环路北一段 111 号 邮政编码: 610031 发行部电话: 028-87600564)

<http://press.swjtu.edu.cn>

四川森林印务有限责任公司印刷

*

成品尺寸: 185 mm × 260 mm 印张: 19

字数: 475 千字

2010 年 9 月第 1 版 2010 年 9 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5643-0670-0

定价: 46.00 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

教材编审委员会

主任 阎平

副主任 米志刚 彭飞

委员 (按姓氏笔画排序)

于治学	王军现	王秉春	王津生
王闰南	邓恩书	刘平平	刘志翔
刘宝春	刘景明	孙颖	孙翠玲
安伟玲	朱殿萍	许秀杰	许绍兴
宋金璞	张宇	张小霜	张宏博
李冬	李捷	李占武	李石岩
李健全	李盛春	周伟	姚东
姚士泽	赵风云	赵寅辉	郝志义
钟彤	钟庆捷	夏耀宗	贾文震
班大华	顾杰	崔永侠	戴新来

前 言

在现代企业中，高技能人才是提高企业核心竞争力、推动企业技术创新和科技成果转化の中坚力量。2003年全国人才工作会议以来，高技能人才成长的宏观环境有了显著改善，“四个不唯”（不唯学历、不唯职称、不唯资历、不唯身份）的新人才观和重工作业绩及实践能力的选人用人标准得以确立，从而为高技能人才的成长疏通了道路。

目前，中国铁路建设迎来了发展的大好时机，按照铁道部和谐铁路建设的总体部署，加快推进铁路现代化建设，铁路企业更是迫切需要培养一支高水平、高技能的人才队伍。由此，铁道部制定了《铁路高技能人才工作实施办法》，为铁路高技能人才的培养、使用、培训指出了明确的方向。

为了加快铁路高技能人才的培养，认真落实铁道部《关于进一步加强铁路高技能人才工作实施意见》的精神，在北京铁路局的大力支持下，由北京铁路工人技师协会牵头，会同北京局各业务部门，组织了机、车、工、电、辆等方面的技术人员、技师、高级技师，针对生产现场的需要，根据人力资源和社会保障部颁布的国家职业标准，编纂了《铁路技师、高级技师职业技能鉴定辅导系列教材》。该系列教材涉及54个铁路特有工种及相关通用工种，全套教材共计55册。这是一套汇集了铁路运输各系统、各工种培训工作精华，集理论研讨、工作实践和事例分析于一体的系列工作丛书，该丛书必将对构建学习型企业、加强高技能人才队伍建设起到积极的推动作用。

由北京铁路局和北京铁路工人技师协会组织策划、西南交通大学出版社出版的这套丛书，与《铁路职业技能鉴定参考丛书》相辅相成，适用于铁路行业技师、高级技师考评和职业技能鉴定的培训，也能满足广大职工进一步学习铁路职业技能知识、提高职业技能水平的需要。衷心希望广大职工能够学好、用好这套教材，为铁路现代化建设做出新的更大贡献。

《发电车乘务员》是该套丛书中的一册，主要介绍了发电车乘务员所必须掌握的相关知识。

本书由姚士泽主编，宋金瑛、钟庆捷、贾文震主审。

本书难免存在疏漏与不足，敬请广大读者批评指正。

北京铁路工人技师协会

2010年2月

目 录

第一章 电工基础知识	1
第一节 直流电路	1
第二节 电磁基础知识	9
第三节 正弦交流电路	10
第四节 常用电气设备	18
第五节 半导体器件及其电路	21
第六节 电工识图基础	28
第二章 发电车总体概述	36
第一节 发电车的总体布置	36
第二节 发电车的主要技术参数	37
第三章 发电车柴油机	42
第一节 柴油机基本原理	42
第二节 柴油机基本构造	46
第三节 康明斯 KTA19-G2 型柴油机	97
第四节 MTU 柴油机	109
第五节 柴油机辅助系统	111
第六节 柴油机使用、保养及常见故障分析	115
第四章 青藏发电车专用设备	126
第一节 青藏发电车空调系统	126
第二节 青藏发电车电气系统	129
第三节 青藏发电车柴油发电机组	139
第五章 客车空调系统	153
第一节 客车空调装置的组成和类型	153
第二节 客车空调机组 (KLD-29 型、KLD-40 型)	155
第三节 25 型客车空调通风系统	167
第四节 客车空调采暖系统	171
第五节 单元式空调装置电气控制系统	178
第六节 空调机组的日常维护检查	186
第七节 铁路客车电气综合控制柜	190
第八节 单元式空调机组故障分析与处理	194

第六章 铁路客车运行安全监控系统 (TCDS)	200
第一节 客车运行安全监控系统总体结构	200
第二节 TCDS 系统网络拓扑及网络平台	208
第三节 TCDS 监测设备概述	213
第四节 联网应用总体简介	234
第五节 TCDS 系统的日常检查与维护	237
第七章 客车车辆基础知识	241
第一节 客车车辆的一般知识	241
第二节 轮 对	254
第三节 轴箱油润装置	260
第四节 制动的基本概念	266
第五节 客车转向架	273
第六节 车钩缓冲装置	286
第七节 客车给水装置	292

第一章 电工基础知识

第一节 直流电路

一、电路的组成及作用

1. 电路的组成

电流所流过的路径称为电路。图 1.1 中干电池、灯泡、开关和连接导线就构成了一个简单的电路。

一般来说，电路由电源、负载及中间环节组成。

常用的电源有干电池、蓄电池和发电机等。此外，还有将某种形式的电能转换成另一种形式电能的装置，通常也称为电源。例如，常见的直流稳压电源就是将交流电转换成直流电，并在一定范围内保持输出电压稳定的一种装置。

负载是一种将电能转换成非电能的用电设备，通常也称为用电器。中间环节是连接电源和负载的部分，具有传输、分配和控制电能的作用，它除必不可少的导线外，还包括开关和熔断器等控制和保护电器。

用理想元件的图形符号表示实际电器设备的电路称为电路图。如图 1.2 所示，用理想电源与电阻表示实际电源，用电阻表示灯泡。

在全电路（含有电源和负载的闭合电路为全电路）中，负载和中间环节称为外电路，电源内部电路称为内电路。

2. 电路的作用

就其输送、转换和控制能量的规模大小和使用目的的不同，电路的作用大致可以分为下述两个方面：

(1) 进行能量的转换、传输和分配。解决这方面的问题就是人们通常说的电力工程，它包括发电、输电、配电、电力拖动、电热、电气照明以及交直流电之间的整流和逆变等。

(2) 实现信号的传递、存储和处理。例如，扩音机的输入是由声音转换而来的电信号，通过晶体管组成的放大电路，输出的便是放大的电信号，从而实现了放大功能。电视机可将接收到的信号经过处理，转换成图像和声音。

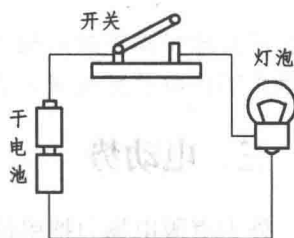


图 1.1 电路组成示意图

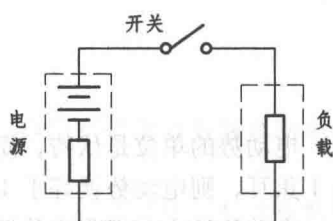


图 1.2 电路图

二、电 流

电荷的定向移动形成电流。

衡量电流强弱的物理量是电流强度，简称电流，用 I 表示。

电流的国际制单位是安培，简称安 (A)。若 1 秒内通过导体横截面的电荷量为 1 库仑，则电流为 1 安 (A)。常用的电流单位还有毫安 (mA)、微安 (μA) 等。

$$1 \text{ A} = 10^3 \text{ mA} = 10^6 \mu\text{A}$$

电流不但有大小，还有方向。规定电流的实际方向为正电荷移动的方向。电流方向在外电路中从高电位通过负载流向低电位，在电源内部则是从低电位流向高电位。

电流的方向用一个箭头表示。任意假设的电流方向称为电流的参考方向。如图 1.3 所示，如果求出的电流值为正，说明参考方向与实际方向一致，否则说明参考方向与实际方向相反。

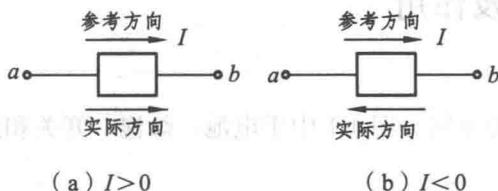


图 1.3 电流的方向

三、电动势

外力克服电场力把单位正电荷从电源的负极搬运到正极所做的功，称为电源的电动势。它是反映将其它形式能转换成电能本领的物理量。

外力克服电场力把单位正电荷由低电位 B 端移到高电位 A 端，所做的功称为电动势，用 E 表示：

$$E = \frac{W}{Q}$$

电动势的单位是伏特，简称伏 (V)。如果外力把 1 库仑的电量从点 B 移到点 A 所做的功是 1 焦耳，则电动势就等于 1 伏。

电动势的方向规定为从低电位指向高电位，即由电源负极指向正极。

四、电压和电位

1. 电压

电路中 a 、 b 两点间的电压定义为单位正电荷由 a 点移至 b 点电场力所做的功。

$$U_{ab} = \frac{W_{ab}}{Q}$$

电压的国际制单位是伏特，简称伏 (V)。若电场力将 1 库仑的电荷从一点移到另一点所做的功为 1 焦耳，则两点间的电压值为 1 伏。常用的电压单位还有千伏 (kV)、毫伏 (mV) 和微伏 (μV)。

$$1 \text{ kV} = 1\,000 \text{ V}, \quad 1 \text{ V} = 10^3 \text{ mV} = 10^6 \text{ } \mu\text{V}$$

电动势反映电源做功的能力。

规定电压的实际方向为由高电位端指向低电位端。在电路中用箭头，“+”、“-”号或双下标表示。

电压的参考方向也可任意选定。但在外电路中常选与电压电流的参考方向相同，称为关联参考方向，在电路图中只需标明一个参考方向（电压或电流）。如图 1.4 所示，电路计算结果若为正，实际方向与参考方向相同；计算结果若为负，则实际方向与参考方向相反。

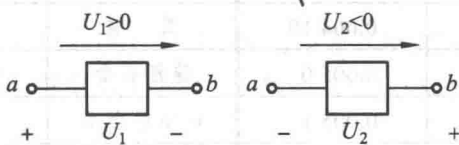


图 1.4 电压的方向

2. 电位

电位又称为电势。在电场或电路中任选一点为零参考点，则电路中某点电位定义为该点与零参考点之间的电压。很显然，参考点电位为零电位。通常选择大地或某公共点作为零电位点。电位用字母 U 加单下标表示，如 U_b 表示 b 点的电位。

由电位定义可以看出，电压与电位这两个物理量有以下区别与联系：

- (1) 电压即电位差，例如 $U_{ab} = U_a - U_b$ 。
- (2) 电压方向即高电位点（+）指向低电位点（-）方向。
- (3) 电位与参考点选择有关，而电压与参考点选择无关。值得注意的是在一个电路或一个电系统中，只能选择一个参考电位点，否则会引起错误的结论。

五、电阻器

电流通过导体时，不断和原子或分子碰撞而受到阻碍作用。电阻就是表示某导体对电流阻碍作用大小的物理量。

任何导电物体都存在电阻。一定温度下，金属导体的电阻与其长度成正比，与其横截面积成反比，即

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

式中， l ——沿电流流过的导体长度， m ；

S ——与电流方向垂直的导体截面积， m^2 ；

ρ ——导体的电阻率， $\Omega \cdot \text{m}$ 。

电阻单位是欧姆（ Ω ）。常用的电阻单位还有千欧（ $\text{k}\Omega$ ）、兆欧（ $\text{M}\Omega$ ）。

$$1 \text{ k}\Omega = 10^3 \Omega, \quad 1 \text{ M}\Omega = 10^6 \Omega$$

不同的材料有不同的电阻率。表 1.1 给出了常用电工材料在 20°C 时的电阻率。可以看出，银的电阻率最小，是最好的导电材料，铜次之，再次是铝。但银的价格高，只在特殊地方（例

如触头)使用,最普遍使用的是铜。在需要大电阻的场合,则采用电阻率大的合金,如电炉丝是用镍铬合金制造的。

表 1.1 几种常用材料的电阻率与温度系数

材 料	电阻率 $\rho(20^\circ\text{C})$ $/\times 10^{-6}\ \Omega\cdot\text{m}$	电阻率的温度系 数 $\alpha(20^\circ\text{C})$	材 料	电阻率 $\rho(20^\circ\text{C})$ $/\times 10^{-6}\ \Omega\cdot\text{m}$	电阻率的温度系 数 $\alpha(20^\circ\text{C})$
银	0.015 9	0.003 80	康 铜	0.48	0.000 008
铜	0.017 5	0.003 93	锰 铜	0.47	—
铝	0.028 3	0.004 10	黄 铜	0.07	0.002
铁	0.097 8	0.005 0	镍铬合金	1.09	0.000 16
钨	0.057 8	0.005 1	铁铬铝合金	1.26	0.000 28
钢	0.13~0.25	—			

导体电阻还与温度有关。一般金属导体电阻随温度升高而增大,而碳和半导体电阻随温度升高而降低。

【例 1】 一台变压器的线圈由直径 1.13 mm 的漆包铜线绕成,测得在 20°C 时电阻为 $1.64\ \Omega$,求共用了多长的导线。

解 因为

$$S = \frac{\pi}{4}d^2 = \frac{\pi}{4} \times 1.13^2 = 1.003\ (\text{mm}^2)$$

所以

$$l = R \frac{S}{\rho} = 1.64 \times \frac{1.003}{0.0175} = 94\ (\text{m})$$

电阻的倒数称为电导,用 G 表示:

$$G = \frac{1}{R}$$

电导是反映导体导电能力的物理量。电导的单位是西门子,简称为西 (S)。

电阻率的倒数称为电导率,即

$$\gamma = \frac{1}{\rho}$$

若用电导率表示,导体电阻的计算公式为

$$R = \frac{l}{\gamma S}$$

六、欧姆定律

1. 一段均匀电路欧姆定律

一段不含电源的电阻电路,又叫一段均匀电路。若电阻元件的阻值不随外加电压或电流而变化,这类电阻称为线性电阻。当电流、电压参考方向一致时,如图 1.5 所示,实验证明:

试读结束: 需要全本请在线购买: www.ertongbook.com

通过该段电路的电流 I 与加在电路两端的电压 U 成正比, 与该段电路的电阻 R 成反比, 即

$$U = IR \quad \text{或} \quad I = \frac{U}{R}$$

上式称为一段均匀电路欧姆定律, 简称欧姆定律。

若 U 与 I 方向相反, 则欧姆定律可表示为

$$U = -IR$$

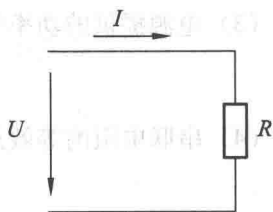


图 1.5 一段均匀电路

在温度一定的条件下, 把加在电阻两端的电压与通过电阻的电流之间的关系称为电阻的伏安特性。若电阻元件的阻值随电压或电流的变化而改变, 称为非线性电阻。

2. 全电路欧姆定律

图 1.6 是简单的闭合电路, R_L 为负载电阻, R_0 为电源内阻, 若略去导线电阻不计, 则此段电路用欧姆定律表示为

$$I = \frac{E}{R_L + R_0}$$

上式的意义是: 电路中流过的电流大小与电动势成正比, 与电路的全部电阻成反比。电源的电动势和内电阻一般认为是不变的, 所以, 改变外电路电阻, 就可以改变回路中的电流大小。

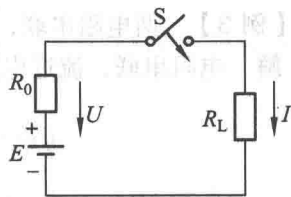


图 1.6 闭合电路

【例 2】 有一电池的电动势为 6 V , 内阻 R_0 为 $0.4\ \Omega$, 外接负载电阻 R_L 为 $9.6\ \Omega$, 求电源两端的电压和内压降。

解 因为

$$I = \frac{E}{R_L + R_0} = \frac{6}{9.6 + 0.4} = 0.6\ (\text{A})$$

所以内压降为

$$U_{\text{内}} = IR_0 = 0.6 \times 0.4 = 0.24\ (\text{V})$$

外压降为

$$U_{\text{外}} = IR_L = 0.6 \times 9.6 = 5.76\ (\text{V})$$

七、电阻的连接

由于工作的需要, 常将许多电阻按不同的方式连接起来, 组成一个电路网络。

1. 电阻的串联

几个电阻首尾相连, 中间没有分支, 这种连接方式, 叫做电阻的串联, 如图 1.7 所示。

电阻串联有以下几个特点:

- (1) 各电阻上流过电流为同一电流。
- (2) 外加电压等于各电阻上电压之和, 即

$$U = U_1 + U_2 = IR_1 + IR_2$$

(3) 电源提供的功率等于各个电阻上消耗的功率之和, 即

$$P = UI = U_1I + U_2I$$

(4) 串联电阻的等效总电阻 (总电阻) 等于各串联电阻之和, 即

$$R = R_1 + R_2$$

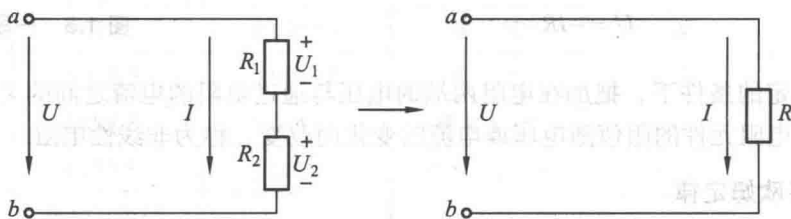


图 1.7 电阻的串联

【例 3】 两电阻串联, $R_1 = 2R_2$, 已知 R_2 功率为 1 W, 求 R_1 功率为多少?

解 电阻串联, 流过电流相同, 设为 I , 所以

$$P_2 = I^2 R_2 = 1 \text{ W}$$

$$P_1 = I^2 R_1 = I^2 2R_2 = 2 \text{ W}$$

2. 电阻的并联

将几个电阻首与首相连, 尾与尾相连, 这种连接方式叫做电阻的并联, 如图 1.8 所示。

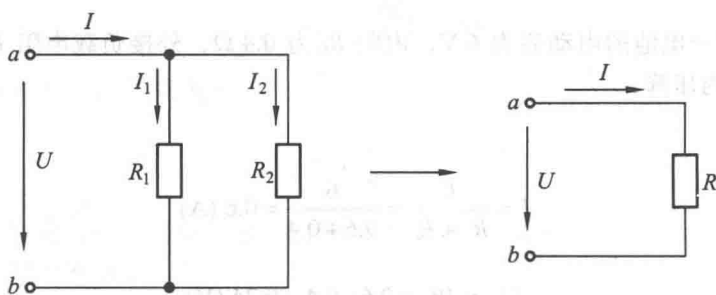


图 1.8 电阻的并联

电阻并联电路有以下特点:

- (1) 各电阻两端的电压为同一电压。
- (2) 总电流等于各支路电流之和, 即

$$I = I_1 + I_2 = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2}$$

(3) 电源供给的功率等于各电阻上消耗的功率之和, 即

$$P = UI = UI_1 + UI_2$$

(4) 总电阻 (等效电阻) 的倒数等于各并联电阻倒数之和, 即

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

【例 4】两电阻并联， $R_1 = 2R_2$ ，已知 R_2 功率为 1 W，求 R_1 功率为多少？

解 因电阻并联，两电阻两端的电压相等，设为 U ，所以

$$P_2 = \frac{U^2}{R_2} = 1W$$

$$P_1 = \frac{U^2}{R_1} = \frac{U^2}{2R_2} = \frac{1}{2}W$$

八、电功和电功率

电流通过导体时电场力做的功称为电功。单位时间内的电功称为电功率，用 P 表示。

$$P = UI$$

电功率的单位是瓦特，简称为瓦 (W)。大功率用千瓦 (kW) 或兆瓦 (MW) 作单位，小功率用毫瓦 (mW) 或微瓦 (μ W) 作单位。

$$1 \text{ kW} = 10^3 \text{ W}, 1 \text{ mW} = 10^{-3} \text{ W}, 1 \text{ W} = 10^{-6} \text{ MW}$$

当电压、电流方向一致时， $P = UI$ ；当电压、电流方向相反时， $P = -UI$ 。若 $P > 0$ ，则该元件是耗能元件；若 $P < 0$ ，则该元件是供能元件。

电功的单位是焦 (J)，工程上常用千瓦时 (kW·h) 作单位，1 kW·h 也称为一度电。

【例 5】如图 1.9 所示，求各元件的电功率，并说明是产生功率还是消耗功率。

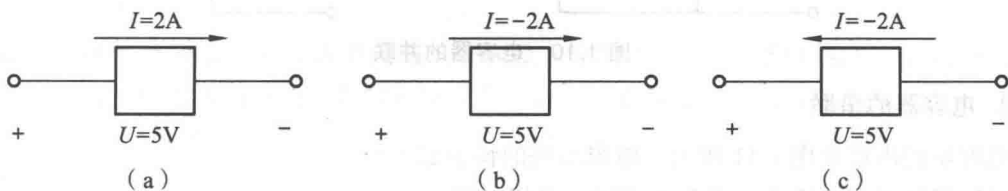


图 1.9

解 (a) 电压电流方向一致：

$$P = UI = 5 \times 2 = 10 \text{ (W)}$$

因为 $P > 0$ ，所以消耗 10 W 功率。

(b) 电压电流方向一致：

$$P = UI = 5 \times (-2) = -10 \text{ (W)}$$

因为 $P < 0$ ，所以产生 10 W 功率。

(c) 电压电流方向不一致：

$$P = -UI = -5 \times (-2) = 10 \text{ (W)}$$

因此 $P > 0$ ，所以消耗 10 W 功率。

九、电容器

两个互相靠近而又彼此绝缘的导体就是一个电容器。

衡量电容器容纳电荷的“能力”称为电容器的电容量，简称为电容，用符号 C 表示：

$$C = \frac{q}{U}$$

在国际单位制中，电容的单位是法拉 (F)，一般用微法 (μF) 或皮法 (pF)。

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

根据电路对电容量和耐压的要求，可对电容器进行串联或并联。

1. 电容器的并联

电容器的并联如图 1.10 所示。电容并联的特点如下：

- (1) 各并联电容两端电压相等。
- (2) 等效电容为并联电容之和，即

$$C = C_1 + C_2$$

电容器并联时，其工作电压不得超过其中的最低额定电压。

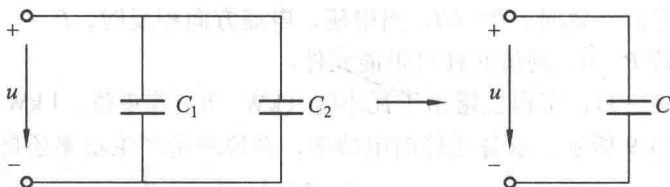


图 1.10 电容器的并联

2. 电容器的串联

电容器的串联如图 1.11 所示。电容串联的特点如下：

- (1) 串联电容总电压等于各电容电压之和，即

$$u = u_1 + u_2 = \frac{q}{C_1} + \frac{q}{C_2}$$

- (2) 等效电容的倒数等于串联电容倒数之和，即

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

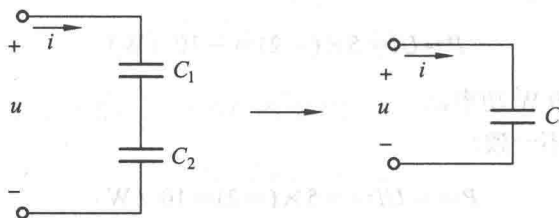


图 1.11 电容器的串联

【例6】 已知 $C_1=200\ \mu\text{F}$, $C_2=50\ \mu\text{F}$, 求:

- (1) 两电容器并联时等效电容;
 (2) 两电容器串联时等效电容。

解 (1) 两电容器并联时等效电容为

$$C = C_1 + C_2 = 200 + 50 = 250\ (\mu\text{F})$$

- (2) 两电容器串联时等效电容为

$$C = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = \frac{200 \times 50}{200 + 50} = 40\ (\mu\text{F})$$

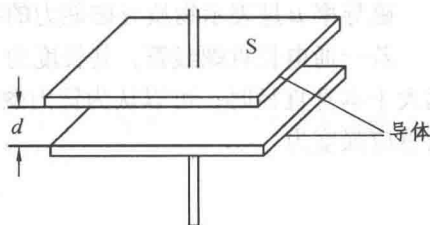


图 1.12

十、简单电路的计算

运用欧姆定律及电阻串、并联关系就能对电路进行化简和计算的直流电路, 叫做简单直流电路。

【例7】 求图 1.13 所示电路中的 I 及 U 。

$$\text{解 } I = \frac{E}{R_1 + R_2} = \frac{12}{3 + 3} = 2\ (\text{A}).$$

$$U = IR_2 = 2 \times 3 = 6\ (\text{A}).$$

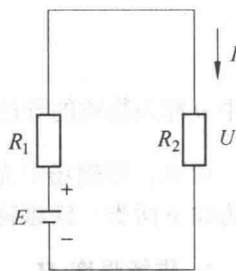


图 1.13

第二节 电磁基础知识

1. 磁感应强度 B

磁感应强度 B 是表示磁场内某点磁场强弱及方向的物理量。 B 的大小等于通过垂直于磁场方向单位面积的磁力线数目, B 的方向用右手螺旋定则确定。单位是特斯拉 (T)。工程上采用高斯 (G) 作单位, 且

$$1\ \text{T} = 10^4\ \text{G}$$

2. 磁通 Φ

均匀磁场中磁通 Φ 等于磁感应强度 B 与垂直于磁场方向的面积 S 的乘积, 即

$$\Phi = BS$$

磁通的单位是韦伯 (Wb), 即

$$1\ \text{Wb} = 1\ \text{T} \times 1\ \text{m}^2$$

若 B 的单位为 G, S 的单位为 cm^2 , 则 Φ 的单位为 Mx (麦克斯韦), 即

$$1\ \text{Mx} = 1\ \text{G} \times 1\ \text{cm}^2$$

所以 $1\ \text{Wb} = 10^4\ \text{G} \times 10^4\ \text{cm}^2 = 10^8\ \text{Mx}$

由于 $B = \Phi/S$, 所以磁感应强度又称为磁通密度。

3. 磁导率 μ

磁导率 μ 是表示物质导磁能力的物理量，单位是亨/米 (H/m)。

若一通电长直螺线管，其长度为 L ，上面密绕有 N 匝线圈，并通有电流 I 。当直螺线管长度远大于本身直径时，可以认为管内磁场为匀强磁场。若螺线管内为真空时，可以证明其内部磁感应强度为

$$B_0 = \mu_0 \frac{NI}{L}$$

式中 μ_0 称为真空的磁导率。经实验测定， $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ H/m。

若管内有某介质时，则管内磁感应强度为

$$B = \mu \frac{NI}{L}$$

式中 μ 称为物质的导磁率。而比值 $\mu_r = \frac{B}{B_0} = \frac{\mu}{\mu_0}$ 成为该介质的相对导磁率。

可见，当磁场中充有不同物质时，磁场的强弱也不相同。按导磁性质可将磁场中的物质分为如下两类：铁磁物质、非铁磁物质。

4. 磁场强度 H

磁场强度是描述磁场性质的一个辅助物理量。

磁场强度只与产生磁场的电流以及这些电流分布有关，而与磁介质的磁导率无关。在各向同性均匀磁介质中，磁场强度大小为

$$H = \frac{B}{\mu} \quad \text{或} \quad B = \mu H$$

磁场强度单位是安/米 (A/m)。

第三节 正弦交流电路

一、正弦交流电的基本概念

随时间按正弦规律变化的电压、电流称为正弦电压和正弦电流，表达式为

$$u = U_m \sin(\omega t + \varphi_u)$$

$$i = I_m \sin(\omega t + \varphi_i)$$

下面以正弦电流为例：

$$i = I_m \sin(\omega t + \varphi_i)$$

振幅、角频率和初相称为正弦量的三要素。波形如图 1.14 所示。

1. 周期与频率

周期 T ：正弦量完整变化一周所需要的时间。



图 1.14 正弦电流的波形图