



农村供电所农电工 岗位轮训教材

■ 《农村供电所农电工岗位轮训教材》编写组 编

◎ 知 识

◎ 技 能

◎ 题 库



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

农村供电所农电工 岗位轮训教材

第一章

第二章

第三章

第四章

农村供电所农电工 岗位轮训教材

■ 《农村供电所农电工岗位轮训教材》编写组 编



中国水利水电出版社

www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书根据国家电网公司文件国家电网人资〔2006〕384号《关于加强农村供电所人员轮训并开展持证上岗工作的通知》的精神,完全按照《国家电网公司农电工培训大纲》的要求编写。全书分四部分(基础理论知识、专业知识与技能、法律法规与技术规程、企业文化和职业道德),共十四章。主要内容包括:电工基础;识图与绘图,计算机操作基本知识,电测仪表及使用;配电线路,电缆线路,配电装置及相关电气设备,配电线路防护,电能计量仪表,营业工作,法律、法规,安全用电与技术规程;优质服务标准及规范,“爱心活动”、“平安工程”与“三新”战略等。每章内容包括必备知识、技能,及考核题库和解答,非常便于培训和考核。

本书为供电所农电工岗位轮训教材,也可作为农电工及相关管理人员日常工作、学习的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

农村供电所农电工岗位轮训教材 / 《农村供电所农电工岗位轮训教材》编写组编. —北京:中国水利水电出版社, 2007

ISBN 978-7-5084-4340-9

I. 农… II. 农… 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 158467 号

书 名	农村供电所农电工岗位轮训教材
作 者	《农村供电所农电工岗位轮训教材》编写组 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	北京科水图书销售中心 (零售) 电话: (010) 88383994、63202643 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市兴怀印刷厂
规 格	787mm×1092mm 16 开本 31 印张 735 千字
版 次	2007 年 3 月第 1 版 2007 年 3 月第 1 次印刷
印 数	0001—4000 册
定 价	49.00 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

本书为国家电网农电工上岗轮训教材，根据国家电网公司的要求，全书共192个学时，内分17个模块，分别是：电工基础，识图与绘图，计算机操作，电测仪表使用，10kV及以下配电线路的安装，电力电缆安装，配电装置安装，10kV及以下配电线路、设备运行与维护，电能计量，抄表收费，电力营销，法律与法规，安全用电与技术标准，优质服务标准及规范，“新农村、新电力、新服务”，“爱心活动”与“平安工程”，电网公司社会责任。作者严格遵照国家电网公司的模块要求，又照顾全书的篇幅，将全书规划为十四章：第一章电工基础，第二章识图与绘图，第三章计算机操作基本知识，第四章电测仪表及使用，第五章配电线路，第六章电缆线路，第七章配电装置及相关电气设备，第八章配电线路的防护，第九章电能计量仪表，第十章营业工作，第十一章法律、法规、技术标准，第十二章安全用电与技术规程，第十三章优质服务标准及规范，第十四章“爱心活动”、“平安工程”与“三新”战略。在每章后附有相应的考核题，并附有答案，供广大读者在培训和考核中使用。

在本书编写过程中，丹东供电公司、抚顺供电公司、沈阳苏家屯供电公司、盖州农电公司、清原农电公司等，在资料的提供和组织编写人员方面给予了很大的支持，在此表示诚挚的谢意。

参加本书编写的人员有：丹东供电公司陈晓东、邢焱、张福华，抚顺供电公司张运山、王庆旭、张小辉、韦晓东、胡亚青、李文波、尚丽霞、亢文奇、金锋、刘志勇、孙岩，沈阳苏家屯供电公司金开宇、潘明武、杨春礼，沈阳于洪农电公司程云峰、周丽，沈阳新城子农电公司刘杰，清原农电供电公司张立国，吉林省农安农电公司邢树学、张方遒，盖州农电公司董月波、吴晓本，沈阳市东陵农电公司刘元彤等。全书由沈阳农业大学丁毓山、丹东供电公司陈晓东同志联合统稿。

尽管作者在收集资料、讨论提纲、材料取舍、文章编写方面皆付出很大的努力，但是限于专业水平，又兼时间仓促，文中疏漏之处在所难免，作者真诚地希望使用本书的读者以及有关专家不吝批评指正。

作者

2007年3月

本书编写组名单

主 编 丁毓山 陈晓东 吴晓本

副 主 编 张运山 张立国 董月波 刘 杰 林青云

编写人员	马振华	曹一萍	张福华	金开宇	潘明武	杨春礼
	程云峰	周 丽	王庆旭	张小辉	韦晓东	胡亚青
	李文波	尚丽霞	亢文奇	金 锋	刘志勇	孙 岩
	邢树学	张方道	董月波	吴晓本	刘元彤	陈晓东
	邢 焱	张运山	张立国	刘 杰	丁毓山	谈文华

参与部分编写人员

赵忠启	孙学代	刘春荣	曲晓宇	熊才清	钟树海
苏津磷	刘 志	刘继芹	董月波	林 敏	吴秀华
徐忠新	邹德清	王好升	杜智忠	毕 超	陈伍传
张德松	钟 岚	王 军	于大勇	江 波	李 忠
李素媛	万玉亭	张健元	吕志恒	鞠英俊	李晓军
姜新明	李海霞	施 勇	李希武	李春林	刘夕玲
裴良鉴	张 沂	谢明辉	陈小虎	桑菊娣	黄柳蓉
张 瑶	谭仲勤	裘绍成	孙宪平	陈大公	承申尧
蒋乃建	韩胜修	齐道恩	谈笑君	尹春燕	沈 勇
王国明	尹 力				

目 录

前 言

第一部分 基础理论知识	1
第一章 (模块一) 电工基础	1
第一节 直流电路基本概念和简单直流电路	1
第二节 电场与磁场基本知识	11
第三节 正弦交流电路	20
考核题及解答	35
第二章 (模块二) 识图与绘图	45
第一节 电气原理图与安装接线图	45
第二节 电气图形符号与施工平面图	49
第三节 配电系统图	54
考核题及解答	61
第三章 (模块三) 计算机操作基本知识	64
第一节 Windows XP 的启动和关闭	64
第二节 输入中文汉字	66
第三节 窗口	67
第四节 文件管理	69
第五节 Excel 窗口	74
考核题及解答	78
第四章 (模块四) 电测仪表及使用	81
第一节 电工仪表的基本知识	81
第二节 磁电式测量机构	82
第三节 兆欧表	85
第四节 万用表	87
第五节 万用表和兆欧表的使用	91
第六节 交流电流、电压和功率的测量	95
第七节 直流单臂电桥和接地电阻测量仪	100
考核题及解答	105

第二部分 专业知识与技能	110
第五章 (模块五) 配电线路	110
第一节 架空配电线路的杆塔	110
第二节 导线	112
第三节 绝缘子和金具	117
第四节 杆高、埋深、挖坑和立杆	120
第五节 杆头组装操作	124
第六节 拉线及其安装	127
第七节 架空配电线路的设计规程	132
第八节 拉线制作操作和更换耐张杆的操作	138
第九节 杆塔基础	139
第十节 导线的连接	143
第十一节 登高工具的使用	157
第十二节 照明设备	160
考核题及解答	165
第六章 (模块六) 电缆线路	174
第一节 电缆敷设的一般要求	174
第二节 敷设方法	175
第三节 1kV 及以下电缆头的制作与安装	176
第四节 电缆线路的运行	179
第五节 配电电缆截面的优化选择	188
考核题及解答	191
第七章 (模块七) 配电装置及相关电气设备	194
第一节 柱上真空断路器	194
第二节 柱上 SF ₆ 断路器、重合器、分段器	196
第三节 跌落式熔断器	200
第四节 隔离开关和负荷开关	202
第五节 低压电气设备	205
第六节 电动机的工作原理	209
第七节 异步电动机的起动	211
第八节 漏电保护器的安全技术	215
第九节 配电变压器的应用	222
第十节 配电变压器的安装	234
第十一节 低压配电装置和智能型箱式变电站	248
第十二节 配电网的无功补偿	255
考核题及解答	260

第八章 (模块八) 配电线路的防护	280
第一节 配电线路的防雷	280
第二节 防污	281
第三节 导线的故障及其防止措施	283
第四节 倒杆、断杆和断横担故障及其防止措施	285
考核题及解答	285
第九章 (模块九) 电能计量仪表	287
第一节 电能表的结构和工作原理	287
第二节 计量方式	291
第三节 仪用互感器	294
第四节 计量装置的误差	299
第五节 计量仪表及互感器的安装要求	302
第六节 单相电子式电能表	306
第七节 用电检查	310
第八节 反窃电和电能表的现场校验	314
第九节 DL/T 448—2000《电能计量装置技术管理规程》节选	318
考核题及解答	319
第十章 (模块十、模块十一) 营业工作	326
第一节 业务扩充	326
第二节 抄表	329
第三节 报装流程及管理方法	334
第四节 变更用电业务	336
第五节 电价	340
第六节 核算	344
第七节 营业发行工作流程及管理方法	347
第八节 电力市场营销	351
第九节 低压线损计算	355
考核题及解答	359
第三部分 法律法规与技术规程	367
第十一章 (模块十二) 法律、法规	367
第一节 中华人民共和国电力法	367
第二节 供电营业规则	374
第三节 新农村电气化村标准(试行)	390
第四节 新农村电气化乡(镇)标准(试行)	391
第五节 新农村电气化县标准(试行)	391
考核题及解答	392

第十二章 (模块十三) 安全用电与技术规程	395
第一节 安全用电的意义与电气防火	395
第二节 电流对人体的作用	395
第三节 接地与接零	397
第四节 现场心肺复苏技术	400
第五节 DL/T 499—2001《农村低压电力技术规程》简介	401
第六节 DL 493—2001《农村安全用电规程》和 DL 477—2001《农村低压电气安全工作规程》简介	403
考核题及解答	405
第四部分 企业文化和职业道德	407
第十三章 (模块十四) 优质服务标准及规范	407
第一节 营业场所服务规范	407
第二节 供电营业职工文明服务规范	412
第三节 电业员工道德规范	415
第四节 供电所规范化服务考核办法	417
第五节 供电质量预控措施	418
第六节 强化服务窗口建设,提升规范化服务水平	421
考核题及解答	423
第十四章 (模块十五、十六、十七)“爱心活动”、“平安工程”与“三新”战略	425
第一节 “爱心活动”与“平安工程”	425
第二节 服务新农村建设,强化农电安全管理	430
第三节 开展“三新”农电发展战略的意义	433
第四节 实施“三新”农电发展战略的措施	434
第五节 电网公司社会责任	439
考核题及解答	442
附录 1 电气常用新旧图形符号对照表	444
附录 2 电气常用新旧文字符号对照表	455
附录 3 供电所标准化管理工作流程	459
附录 4 考核题集锦	473



第一部分 基础理论知识

为了提高农电工人的技术水平,使农电工人具有一定的操作、分析、计算电路的能力,为后续专业课程的学习打好一定的基础,因此在整个教材的编写中,力求体现工人技术培训的特点。本书严格按照农电工培训大纲的要求,遵照理论联系实际的原则,努力做到内容准确、文字精练、插图简明、通俗易懂。

第一章 (模块一) 电工基础

第一节 直流电路基本概念和简单直流电路

一、电路基本物理量

(一) 电流

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,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

$$I = \frac{Q}{t}$$

式中 I ——电流强度,安(A);

Q ——通过导体截面的电荷量,库仑(C);

t ——通过电荷量 Q 所用的时间,秒(s)。

电流强度的单位用千安(kA)、安(A)、毫安(mA)、微安(μ A)表示,且

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

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

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

(二) 电位和电压

1. 电位

所谓电场中某点的电位,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。其单位为伏特(V),简称伏。

在电场中电位等于零的点称为参考点,凡电位高于零电位的点,电位为正;凡电位低于零电位的点,电位为负。通常以大地作为参考点。



2. 电压

电场中任意两点间的电压，等于这两点的电位差，因此，电压也称电位差。电压的单位可用千伏 (kV)、伏 (V)、毫伏 (mV)、微伏 (μV) 表示，即

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

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

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

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。电阻常用的单位为兆欧 ($\text{M}\Omega$)、千欧 ($\text{k}\Omega$)、欧 (Ω)、毫欧 ($\text{m}\Omega$)、微欧 ($\mu\Omega$)，即

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

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

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

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

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

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。 ρ 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 中所列的 R 值为 20°C 时的数值，温度增高， R 值增大。

表 1-1 在 20°C 时电阻率 ρ 和温度系数 α 的数值

材料	$\rho (\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m})$	$\alpha (1/^\circ\text{C})$	材料	$\rho (\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m})$	$\alpha (1/^\circ\text{C})$
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

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

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 , 在温度为 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

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

(四) 电源的电势

电势是电源内部的电源力, 常称为局外力, 指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:

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

式中 E ——电势, V ;

A ——电源力所做的功, J (焦耳);

Q ——正电荷的电荷量, C (库仑)。

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

所谓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。用公式表示为

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

或写成

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

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

$$I = \frac{E}{R+r}$$

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

(1) 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

$$U = IR = 1 \times 109 = 109 (\text{V})$$

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

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

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

(2) 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, 要求变压器内阻 r ()。

(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, 试问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 $U = E - Ir$, 只能是负荷电流 I 减小, Ir 减小, U 值上升, 因此答案 (B) 是正确的。

3) 要使变压器供电的线路发生短路时, 短路电流小些, 下述措施哪个是对的?

(A) 增加变压器电势 (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

$$U = E - Ir = 0$$



$$E = Ir$$

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。唯有增加 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; 唯有减小外电阻 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, 试判断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 Ir 增加, 端电压 $U = E - Ir$ 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 Ir 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。其总值是焦耳 (J)。通常电能也以电量的形式表现, 以千瓦时 ($\text{kW} \cdot \text{h}$) 为单位。两者之间的换算关系为

$$1 \text{ 千瓦时 } (\text{kW} \cdot \text{h}) = 3.6 \times 10^6 \text{ 焦 (J)}$$

$$1 \text{ kW} = 1.36 \text{ 马力}$$

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, 常用的单位为千瓦 (kW)、瓦 (W) 等, 即

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

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

电功率的计算公式为

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

式中 P ——电功率, kW ;

t ——时间, h ;

A ——电能, $\text{kW} \cdot \text{h}$ 。

(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, 这种现象称为电流的热效应。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) 知

$$Q = 0.24 I^2 R$$



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、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、电气设备事故状态。因为在这种状态下,将要中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,以防止短路造成电气设备的破坏。

二、电路分析方法 (电阻的串、并联电路分析)

(一) 电阻串联

图 1-1 所示为两个电阻 R_1 、 R_2 的串联电路,其特点是:

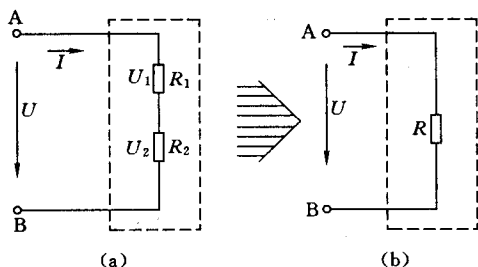


图 1-1 串联电路

(a) 实际电路; (b) 等效电路

(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

$$R = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

(二) 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 1-2 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 、 $\dots$ 、 I_n 之和。如果用图 1-2 (b) 来等效图 1-2 (a),就是用 R 来代替 R_1 、 R_2 的作用。对于图 1-2 (a) 的总电流,应等于所有电阻的各个分电流之和,即

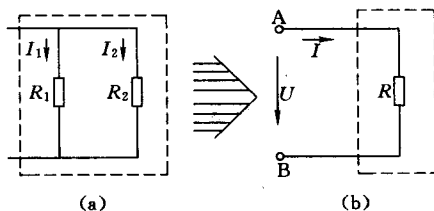


图 1-2 并联电路



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

故

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

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

对于 n 个电阻并联则有

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

(三) 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 1-3 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, 单位为法拉 (F), 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

$$C = \frac{Q}{U} = \frac{50\text{C}}{100\text{V}} = 0.5\text{F}$$

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

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。

1. 电容的并联计算公式

电容的并联计算公式如同电阻的串联计算公式一样, 如有 n 个电容并联, 则总电容为

$$C = C_1 + C_2 + \cdots + C_n$$

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

电容的串联计算公式如同电阻的并联计算公式一样, 如有 n 个电容并联, 则总电容得倒数为

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

对于两个电容则有

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

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, 相当于电容器的极板缩小一样。

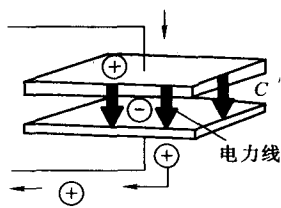


图 1-3 电容器