

新 大 纲

农村供电所农电工

岗位培训教材

◎ 主编 张银奎 徐玉峰



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn



农村供电所农电工

岗位培训教材

李 强 主编 王 强 副主编



中国农村电力协会
CHINA RURAL ELECTRIC POWER ASSOCIATION

新 大 纲

农村供电所农电工 岗位培训教材

主 编 张银奎 徐玉峰

编写人员 吴 琦 卢帮明

陶华春 欧阳昱

马振宇 席 俊



中国水利水电出版社

www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书依据国家电网公司 2006 年颁发的《农电工培训大纲》编写而成, 全书分四大部分, 共计十八章。其内容分别是: 电工基础, 识图与绘图, 电测仪表使用, 10kV 及以下配电线路安装, 电力电缆安装, 配电装置安装, 10kV 及以下线路、设备运行与维护, 电能计量, 抄表收费, 电力营销, 法律、法规, 安全用电与技术规程, 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”, 公司社会责任, 农村电工岗位知识及技能考核模拟试题及参考答案。

本书可以作为农电工岗位培训教材, 也可作为农网配电营业工培训鉴定的辅导用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

新大纲农村供电所农电工岗位培训教材/ 张银奎, 徐玉峰主编. —北京: 中国水利水电出版社, 2007

ISBN 978 - 7 - 5084 - 4758 - 2

I. 新… II. ①张…②徐… 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 (2007) 第 088795 号

书 名	新大纲农村供电所农电工岗位培训教材
作 者	主编 张银奎 徐玉峰
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	北京市地矿印刷厂
规 格	787mm×1092mm 16 开本 30.75 印张 729 千字
版 次	2007 年 9 月第 1 版 2007 年 9 月第 1 次印刷
印 数	0001—5000 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

本书依据国家电网公司 2006 年颁发的《农电工培训大纲》编写而成，教材章节紧扣新大纲，篇幅内容从农村供电所的生产实际出发，重在专业技能与基础知识掌握，强调综合素质和服务水平的提高，力求理论与实际相结合，专业技能与企业文化相结合。全书内容分四大部分，每个模块作为一个章节，共十八章，每章后附有复习思考题，可以作为学习的巩固练习。

参加本书编写的同志均是从事多年电力企业培训的专业人员，具有丰富的教学培训经验。全书由张银奎、徐玉峰同志担任主编，其中第一章、第五章、第六章、第十六章由张银奎、席俊编写；第七章、第八章、第十三章、第十五章由徐玉峰、陶华春编写；第二章、第四章、第九章、第十七章、第十八章由吴琦、马振宇编写；第十章、第十一章、第十二章、第十四章由卢帮明、欧阳昱编写。

由于编写者水平有限，书中难免有错误和疏漏，敬请专家、同仁和读者批评指正。

作 者

2007 年 7 月

目 录

前言

第一部分 基础理论知识

第一章 电工基础	1
第一节 电路基本概念	1
第二节 电路计算	8
第三节 交流电路的基本概念	12
第四节 单相交流电路	14
第五节 三相交流电路	22
第六节 磁的性质和电流的磁场	26
第七节 发电机和电动机工作原理	29
第八节 自感与自感电势	30
复习思考题	33
第二章 识图与绘图	35
第一节 电气图基本知识	35
第二节 电力系统及变配电所一次图	43
第三节 识读电动机控制电路图	50
第四节 供电系统的二次电气图	54
第五节 动力配电和照明施工图	57
复习思考题	60
第三章 计算机操作(略)	61
第四章 电测仪表及使用	62
第一节 仪表的基本知识	62
第二节 仪表的基本操作	70
复习思考题	87

第二部分 专业知识与技能

第五章 10kV 及以下配电线路安装	89
第一节 电杆基础、杆头组装和立杆	90

第二节	拉线安装	94
第三节	导线的连接	97
第四节	导线架设	98
第五节	接户线	101
第六节	线路故障及其防止措施	103
第七节	配电线路的过电压及防护	106
复习思考题		107
第六章	电力电缆安装	108
第一节	电力电缆线路的敷设要求及方法	108
第二节	电缆接头制作	111
第三节	电力电缆线路的运行维护和故障检测	122
复习思考题		124
第七章	配电装置安装	126
第一节	10kV 电气开关的选择与安装	126
第二节	低压电气设备的选择与安装	143
第三节	配电变压器选择原则和安装	153
第四节	跌落式熔断器、避雷器的选型和安装	161
第五节	低压配电屏的安装	166
第六节	10kV 箱变、多回路开关箱与用户配电箱的安装	169
第七节	无功补偿装置的选用和安装	174
第八节	三相异步电动机安装维护	183
复习思考题		191
第八章	10kV 及以下线路设备的运行与维护	194
第一节	架空配电线路的运行	194
第二节	电缆线路的运行	198
第三节	配电变压器巡视内容、运行维护和故障处理	202
第四节	配电设备巡视检查和运行维护及缺陷分类、处理	203
复习思考题		210
第九章	电能计量	211
第一节	计量装置的结构与原理	211
第二节	计量方式的确定与计量装置的选配	220
第三节	电能计量装置的安装	229
第四节	电能计量装置现场接线检查及故障处理方法	233
第五节	电能计量装置技术管理规程 (略)	237
第六节	防窃电方法	237
复习思考题		242
第十章	抄表收费	244
第一节	电价的基本概念	244

第二节	我国现行销售电价及实施范围	245
第三节	营业电费管理工作流程与任务	250
第四节	电费用户资料管理	251
第五节	抄表	253
第六节	电费核算	255
第七节	电费回收	264
第八节	电费统计分析	267
	复习思考题	268
第十一章	电力营销	269
第一节	营销管理信息系统	269
第二节	业务扩充	276
第三节	变更用电	298
第四节	电价	309
第五节	电力市场营销	323
第六节	追退电量的计算	331
第七节	低压线损分析	331
	复习思考题	336

第三部分 法律法规技术规程

第十二章	法律、法规	339
第一节	《中华人民共和国电力法》	339
第二节	《中华人民共和国合同法》与供用电合同	347
第三节	电力供应与使用条例	363
第四节	电力设施保护	372
第五节	居民用户家用电器损坏处理办法	379
第六节	用电检查管理办法	380
第七节	供电营业规则	384
	复习思考题	385
第十三章	安全用电与技术规程	387
	复习思考题	421

第四部分 企业文化职业道德

第十四章	优质服务标准及规范	425
第一节	农村供电营业规范化服务窗口标准	425
第二节	供电营业职工文明服务行为规范	427
第三节	国家电网公司供电服务规范	434
第四节	国网公司供电服务承诺	441
第五节	供电所优质服务工作	442

复习思考题	448
第十五章 “新农村、新电力、新服务”	449
第十六章 “爱心活动”与“平安工程”	452
第十七章 国家电网公司社会责任	454
第一节 国家电网公司社会责任的内涵	454
第二节 全面履行社会责任的公司价值观	456
第三节 实现公司和电网的科学发展	459
第四节 不断提高公司经营效率和效益	461
第五节 为经济社会发展提供坚强电力保障	462
第六节 全面促进能源资源优化配置	464
第七节 持续为客户创造价值	464
第八节 实现员工与公司共同发展	465
第九节 服务创新型国家建设	466
第十节 在合作共赢中推动电力工业可持续发展	468
第十一节 积极创造社会财富	468
第十二节 服务社会主义新农村建设	469
第十三节 服务资源节约型、环境友好型社会建设	470
第十四节 争当优秀企业公民	472
第十五节 未来工作目标	473
复习思考题	473
第十八章 农村电工岗位知识及技能考核模拟试题及参考答案	475
第一节 农村农电工岗位知识及技能考核模拟试验	475
第二节 农村电工岗位知识及技能考核模拟试题参考答案	479
参考文献	484

第一部分 基础理论知识

第一章 电 工 基 础

培训目的和任务：电工基础是农网配电营业工的技术基础课程之一，通过本课程的讲授、学习，使学生具有一定的分析和计算电路的能力，为后续专业课程的学习奠定一定的理论基础。

本模块所需学时：16 学时。

考核要求：考核内容由主讲教师根据具体要求确定。

培训的基本内容及要求：

培 训 目 标	培 训 内 容 提 要	培训学时	培训方式
(1) 掌握直流电路的基本知识和基本计算。 (2) 掌握电磁场的基本概念。 (3) 掌握单相交流电路、三相对称、交流电路的基本计算	一、电路基本知识 (1) 电路基本物理量、基本元件。 (2) 基尔霍夫定律 (KCL、KVL)。 (3) 电路分析方法 (电阻的串联、并联)。 二、磁路基本知识 (1) 磁场 (基本定律、铁心线圈中的电流、电压、磁通)。 (2) 电磁感应 (楞次定律、左右手定则)。 三、正弦交流电路 (1) 正弦量的基本概念及相量表示法。 (2) 单相交流电路分析计算。 (3) 正弦交流电路的功率计算。 (4) 对称三相交流电路的计算	16	讲授

第一节 电路基本概念

一、电流

1. 定义

导体中的自由电荷在电场力的作用下做有规则的定向运动，称为电流。

2. 方向

规定正电荷移动的方向为电流的方向。在金属导体中，电流的方向与自由电子的移动

方向相反。

3. 大小

电流的大小等于单位时间内通过导体截面的电荷量，如图 1-1 所示，通常用符号 I 表示，即

$$I = Q/t$$

式中 I ——电流，安 [培]、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。

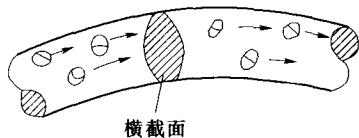


图 1-1 电流

4. 单位

电流的单位可用 kA (千安)、A (安)、mA (毫安) 表示，它们之间的换算关系是

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

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

二、电位和电压

1. 电位

电场中某点的电位是指在电场力的作用下使单位正电荷沿任意路径从该点移到参考点所做的功。电位的单位为 V (伏特)，简称伏。

电场中参考点的电位为零，电位高于零电位的点，电位为正，电位低于零电位的点，其电位为负。电场中某点的电位随参考点的选择而不同，通常以大地作为参考点。

2. 电压

(1) 概念。电场中任意两点间的电压等于这两点间的电位差，电压也称电位差。电压的单位可用 kV (千伏)、V (伏)、mV (毫伏) 表示，它们之间的换算关系是

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

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

(2) 电压的性质。

性质 1：两点间的电压具有惟一确定的数值。

性质 2：两点间的电压只与这两点的位置有关，与电荷移动的路径无关。

性质 3：沿电路中任一闭合回路行走一圈，各段电压的和恒为零。

性质 4：电压的正方向是从高电位点指向低电位点。

三、电势

电势是存在于电源内部的电源力，电源力将单位正电荷从电源负极移到正极时所做的功称为电势，如图 1-2 所示。电势可用下式表示

$$E = A/Q$$

式中 E ——电势，V；

A ——电源力所做的功，焦 [耳]、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。

四、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“ R ”表示。电阻常用的单位为欧 [姆] (Ω)、千欧 ($k\Omega$)、兆欧 ($M\Omega$), 它们之间的换算关系是

$$1M\Omega = 1000k\Omega$$

$$1k\Omega = 1000\Omega$$

在一定温度下, 导体的电阻与导体的长度成正比, 与导体的横截面积成反比。用公式表示为

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

式中 ρ ——电阻率, $\Omega \cdot m$ 。

ρ 的物理意义是: 在 $+20^\circ C$ 时, 长度为 $1m$, 横截面积为 $1mm^2$ 的导线的电阻值。 ρ 值越小, 材料的导电性能越好。

五、欧姆定律

1. 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。如图 1-3 所示, 用公式表示是

$$U = RI$$

式中 U ——电压, V ;

I ——电流, A ;

R ——电阻, Ω 。

2. 无分支电路欧姆定律

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。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, 如图 1-4 所示。用公式表示为

$$I = \frac{E_1 - E_2}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4}$$

式中 $E_i (i = 1, 2)$ ——电路中电源电势, V ;

I ——电流, A ;

$R_i (i = 1, 2, 3, 4)$ ——电路中电阻, Ω 。

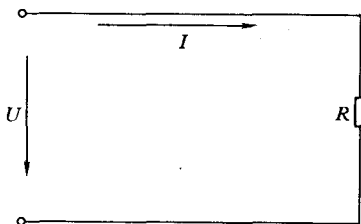


图 1-3 电路欧姆定律

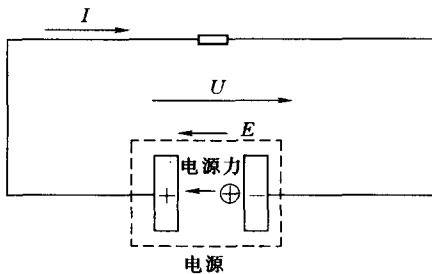


图 1-2 电势

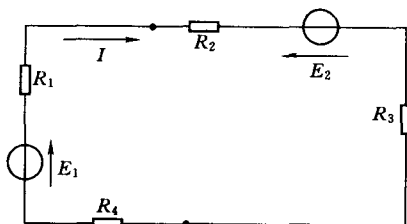


图 1-4 无分支电路

六、电功和电功率

1. 电功

由电压的定义可知,若一段电路两端的电压为 U ,当电量为 Q 的正电荷经过这段电路时,电流对这段电路所做的功,可由 $U = A/Q$ 求得,即 $A = UQ$ 而由 $I = Q/t$ 得到 $Q = It$ 因此,电流在这段电路所做的功为

$$A = UI t$$

通常电能以电量的形式表现,单位为千瓦时 ($\text{kW} \cdot \text{h}$),称为度。千瓦时与焦耳之间的换算关系为

$$1\text{kW} \cdot \text{h} = 3.6 \times 10^6 \text{J}$$

2. 电功率

单位时间内电流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,即

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

电功率的计算公式为

$$P = \frac{A}{t}$$

$$P = UI = I^2 R = \frac{U^2}{R}$$

式中 P ——电功率, W ;

t ——时间, s ;

A ——电能, J 。

七、电流的热效应

电阻是耗能元件,电流通过电阻,电阻要发热,这就是电流的热效应。

八、电阻串并联电路

1. 电阻串联及性质

图 1-5 所示的为两个电阻 R_1 、 R_2 的串联电路,电阻串联的性质如下:

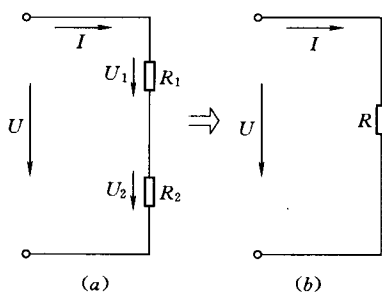


图 1-5 电阻串联

(a) 电路图; (b) 等效电路

(1) 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

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

(2) 电路总电压等于 R_1 、 R_2 上的分电压 U_1 、 U_2 之和,各电阻上的电压与其电阻值成正比,即

$$U = U_1 + U_2$$

$$U_1 : U_2 = R_1 : R_2$$

(3) 所有电阻流过相同的电流。

(4) 电路总功率等于各电阻功率之和,各电阻功率之比等于各电阻值之比,即

$$P = P_1 + P_2$$

$$P_1 : P_2 = R_1 : R_2$$

2. 电阻的并联及性质

几个电阻连接在一起，各电阻承受同一电压，这种连接方式称为电阻并联。图 1-6 (a) 所示为直流电压作用下的两个电阻并联。两电阻并联，用“ $R_1 // R_2$ ”表示。下面说明电阻并联的性质。

并联电路的性质是：

(1) 所有并联电阻两端电压相等。

(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；并联各电阻的电流与各电阻成反比。即

$$I = I_1 + I_2 + \dots + I_n$$

$$I_1 : I_2 : \dots : I_n = \frac{1}{R_1} : \frac{1}{R_2} : \dots : \frac{1}{R_n}$$

(3) 等效电阻的倒数（电导）等于各电阻倒数（电导）之和。即

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

(4) 并联电路总功率等于并联各电阻的功率之和，各电阻功率与其电阻成反比。即

$$P = P_1 + P_2 + \dots + P_n$$

$$P_1 : P_2 : \dots : P_n = \frac{1}{R_1} : \frac{1}{R_2} : \dots : \frac{1}{R_n}$$

3. 例题

【例 1-1】 已知在图 1-7 (a) 中， $U=180\text{V}$ ，各电阻的阻值标注在图中，求电路的总电流。

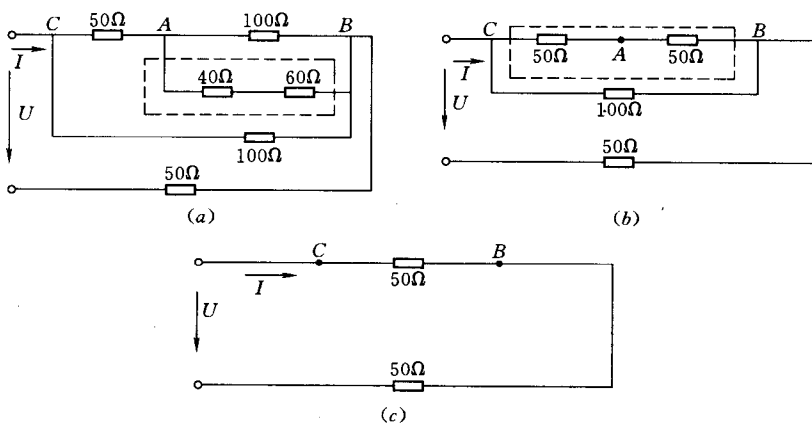


图 1-7 [例 1-1] 图

解：计算 A、B 两点间的电阻为

$$R_{AB} = \frac{100 \times (40 + 60)}{100 + (40 + 60)} = 50(\Omega)$$

计算 C、B 两点间的电阻为

$$R_{CB} = \frac{100 \times (50 + 50)}{100 + (50 + 50)} = 50(\Omega)$$

电路的总电阻为

$$R = 50 + 50 = 100(\Omega)$$

电路的总电流为

$$I = \frac{U}{R} = 180/100 = 1.8(\text{A})$$

【例 1-2】 在图 1-8 中, $R_1 = 50\Omega$, $R_2 = 20\Omega$, $R_3 = 30\Omega$, $R_4 = 15\Omega$, $R_5 = 40\Omega$, 开关 S 打开和闭合时的等效电阻为 R_{ab} 。

解: 当开关 S 打开时

$$R_{ab} = R_1 // (R_2 + R_4) // (R_3 + R_5) = \frac{1}{\frac{1}{50} + \frac{1}{20+15} + \frac{1}{30+40}} = 15.9(\Omega)$$

当开关 S 闭合时

$$R_{ab} = R_1 // (R_2 // R_3 + R_4 // R_5) = 50 // (20 // 30 + 15 // 40) = 15.7(\Omega)$$

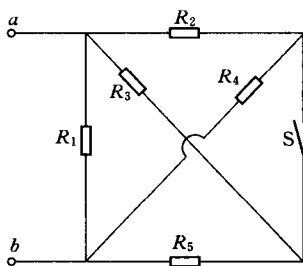


图 1-8 [例 1-2] 图

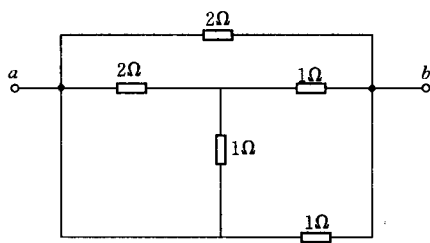


图 1-9 [例 1-3] 图

【例 1-3】 如图 1-9 所示, 求该电路的等效电阻 R_{ab} 。

解: R_{ab} 等效电阻为

$$R_{ab} = 2 // 1 // (2 // 1 + 1) = \frac{10}{21}(\Omega)$$

九、电容电路

1. 电容中的物理现象

将两块金属板用绝缘材料(如云母、陶瓷、空气等)隔开, 这种电路器件叫电容器, 简称电容。绝缘材料叫绝缘介质, 简称介质。两块金属板叫电容的极板, 极板上连有电极, 以便与外电路相连接, 如图 1-10 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。

电容的单位为法拉, 用符号 F 表示, 还有单位微法 (μF) 和皮法 (pF)。各单位间的换算关系为

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

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

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得越快, 表明极板上电荷积累得越快, 通过电容器的电流就越大; 若两端电压下降得越快, 表明电荷泄放得越快, 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。

电容器两端电压上升, 称为充电过程; 电容器两端电压下降, 称为放电过程。

2. 电容的串并联

(1) 电容的并联。有 n 个电容并联, 总电容等于各个电容相加, 即

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

电容器并联相当于电容器的极板面积扩大。

(2) 电容的串联。有 n 个电容串联, 总电容的倒数等于各个电容的倒数相加, 即

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

对于两个电容则有

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

电容器串联相当于电容器的极板间距离加大。

3. 例题

【例 1-4】 图 1-11 (a) 中, 电容器 $C_1 = 2\mu\text{F}$, $C_2 = 4\mu\text{F}$, $C_3 = 6\mu\text{F}$, $C_4 = 8\mu\text{F}$, $U = 200\text{V}$, 求各电容器电压。

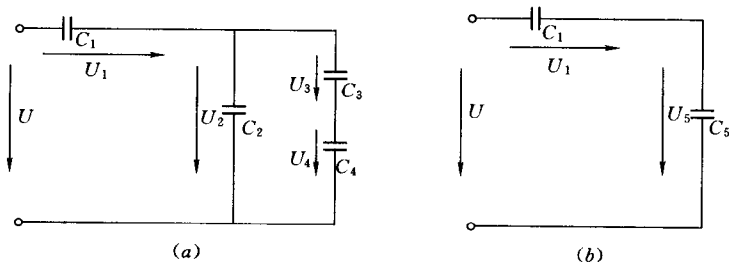


图 1-11 [例 1-4] 图

解: 等效电路图为图 1-11 (b)。

$$C_5 = C_2 + \frac{C_3 C_4}{C_3 + C_4} = 4 + \frac{6 \times 8}{6 + 8} = 7.4(\mu\text{F})$$

由

$$\begin{cases} U_1 + U_5 = 200\text{V} \\ U_1/U_5 = C_5/C_1 \end{cases}$$

联立解得

$$\begin{cases} U_1 = 157.5(\text{V}) \\ U_5 = 42.5(\text{V}) \end{cases}$$

由

$$\begin{cases} U_3/U_4 = C_4/C_3 \\ U_3 + U_4 = 42.5\text{V} \end{cases}$$

解得

$$\begin{cases} U_3 = 24.3(\text{V}) \\ U_4 = 18.2(\text{V}) \end{cases}$$

【例 1-5】 在图 1-12 中, $C_1=2\mu\text{F}$, $C_2=3\mu\text{F}$, $C_3=8\mu\text{F}$, $C_4=2\mu\text{F}$, 求开关 S 断开与闭合时, A、B 两点的等效电容 C_{AB} 。

解: (1) 开关 S 断开时

$$\begin{aligned} C_{AB} &= \frac{C_3 C_4}{C_3 + C_4} + \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} \\ &= \frac{2 \times 3}{2 + 3} + \frac{8 \times 2}{8 + 2} \\ &= 1.2 + 1.6 = 2.8(\mu\text{F}) \end{aligned}$$

(2) 开关 S 闭合时

$$C_{AB} = \frac{(C_3 + C_4)(C_1 + C_2)}{(C_3 + C_4) + (C_1 + C_2)} = \frac{5 \times 10}{5 + 10} = 3.3(\mu\text{F})$$

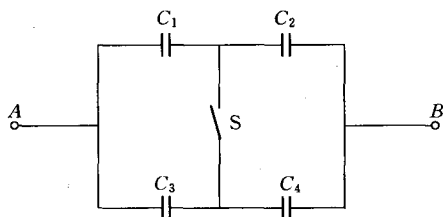


图 1-12 [例 1-5] 图

第二节 电路计算

一、基尔霍夫第一定律

1. 电路节点的定义

复杂电路是不能用串、并、混联简化的电路。在电路中 3 条及以上电路汇聚的一点, 叫做节点, 如图 1-13 中节点 A。

2. 支路的定义

在电路中两个节点之间的电路元件叫做支路。支路可以有源元件, 也可以是无源元件。图 1-14 中电阻 R_1 构成节点 ag 间的一条支路。

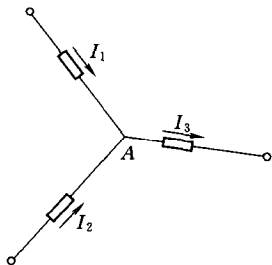


图 1-13 基尔霍夫电流定律

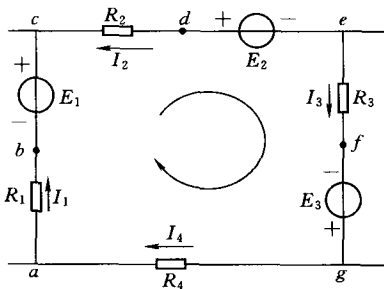


图 1-14 基尔霍夫电压定律