

送电线路

职业技能鉴定培训教材

丁毓山 金开宇 主编

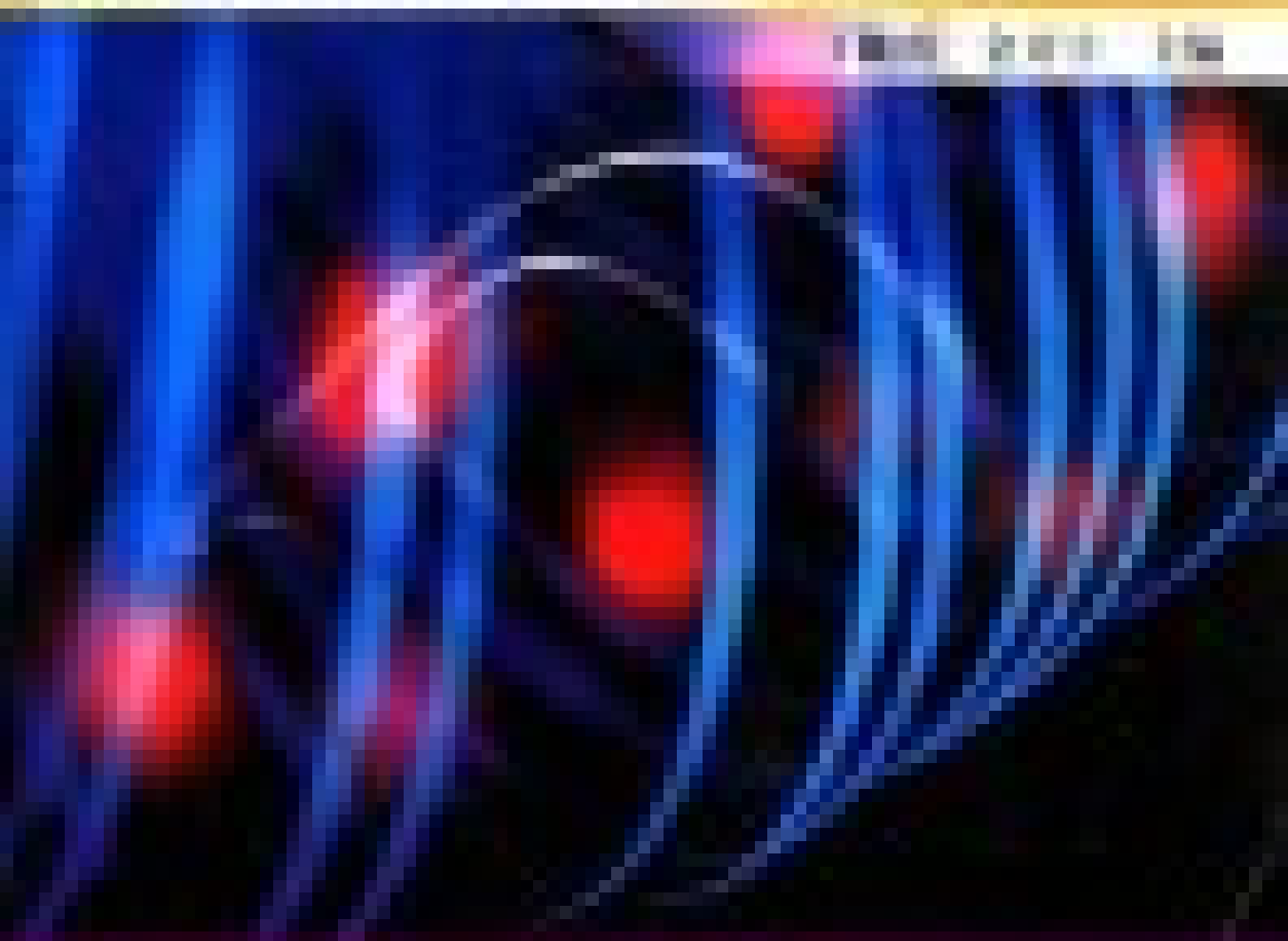


中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

送电线路

职业技能鉴定培训教材

中国劳动社会保障出版社



中国劳动社会保障出版社

送电线路

职业技能鉴定培训教材

丁毓山 金开宇 主编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书是根据《中华人民共和国职业技能鉴定规范·送电线路》和职业技能鉴定指导书编写的,是送电线路技术工人职业技能鉴定的培训教材。全书共分六篇:基础知识、电气设备、电力网的杆塔与导线、杆塔的基础施工、送电线路的运行和继电保护、实际操作部分等。在附录中还给出了送电线路初级工和高级工职业技能鉴定的试题。

本书可供送电线路技术工人阅读和职业技能鉴定的培训之用,也可供相关专业技术人员及管理人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

送电线路职业技能鉴定培训教材/丁毓山,金开宇主编.-北京:中国水利水电出版社,2003

ISBN 7-5084-1510-8

I. 送… II. ①丁…②金… III. 输电线路-电工-职业技能鉴定-教材 IV. TM726

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 037017 号

书 名	送电线路职业技能鉴定培训教材
作 者	丁毓山 金开宇 主编
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	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 24.5 印张 581 千字
版 次	2003 年 7 月第 1 版 2003 年 7 月第 1 次印刷
印 数	0001—5100 册
定 价	39.00 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

根据《中华人民共和国职业技能鉴定规范·送电线路》的要求，考虑到送电线路技术工人的工作特点，本书共分六篇：第一篇为基础知识，包括电路、绘图、力学基础知识；第二篇为电气设备，包括变压器、互感器、避雷器等设备；第三篇为电力网的杆塔与导线，主要阐述杆塔和导线的形式，以及导线的电气和机械计算；第四篇为杆塔的基础施工，主要阐述水泥塔和铁塔的施工以及导地线的架设；第五篇为送电线路的运行和继电保护，还包括送电线路的带电作业；第六篇为实际操作部分，本部分取材于电力行业职业技能鉴定指导中心编写的《送电线路》。在附录中还给出了送电线路初级工、高级工职业技能鉴定的试题。

参加本书的编写人员有沈阳于洪农电局侯庭阳、裴陆国、程云峰、王天策、周丽、冯勃、李奎生、李伟、刘宁，辽阳市电业局窦文雷、关文鹏，辽阳市农电局吴军，灯塔市农电局高宏，沈阳新城子农电局刘杰，丹东市电业局吕志恒、张福华、唐燕，东港市农电局邹晓彤，沈阳农业大学吴仕宏、丁毓山。全书由丁毓山、金开宇同志统稿。尽管在编写过程中，经过集体讨论，调查研究，但限于时间短促，书中定有不足之处，深望使用本书的广大教师和读者多提宝贵意见。

作 者

2003年3月于沈阳

目 录

前 言

第一篇 基 础 知 识

第一章 直流电路与磁路	1
第一节 直流电路的基本概念和简单直流电路	1
复习思考题	12
第二节 电流的磁场	14
复习思考题	19
第二章 交流电路	21
第一节 单参数单相交流电路	21
第二节 多参数单相交流电路	22
第三节 三相电路的计算	28
第三章 识绘图知识	32
第一节 识图的一般概念	32
第二节 制图的基本原理	35
第三节 机件的表达方法	41
第四章 工程力学基础	46
第一节 向量	46
第二节 正弦量的向量表示	49
第三节 力的基本概念	51
第四节 平面汇交力系的合成与分解	56
第五节 力矩与力偶	58
第六节 弯曲的概念	63
第七节 力学在送电线路中的应用	64

第二篇 电 气 设 备

第一章 变压器	72
第一节 变压器的工作原理	72
第二节 变压器的额定技术数据	73
第二章 仪用互感器知识问答	77
第一节 电压互感器工作原理	77
第二节 电流互感器	81

第三章 防雷与接地设备·····	86
第一节 大气过电压·····	86
第二节 防雷保护设备·····	87
第三节 接地·····	90
复习思考题·····	93

第三篇 电力网的杆塔与导线

第一章 电力网·····	95
第一节 电力系统与电力网·····	95
第二节 送电线路的杆塔·····	99
第三节 导线和避雷线·····	106
第二章 高压绝缘子和线路金具·····	110
第一节 高压绝缘子·····	110
第二节 线路金具·····	112
第三章 导线和避雷线的机械计算·····	114
第一节 导线和避雷线的机械荷载·····	114
第二节 架空线各种档距的计算·····	117
第三节 线长、弧垂的计算·····	121
第四节 架空线弧垂的观测计算·····	122
第五节 导线的振动与防振·····	126
第六节 附件安装·····	132
复习思考题·····	133

第四篇 杆塔的施工

第一章 线路的测量与分坑·····	142
第一节 送电线路施工图·····	142
第二节 施工工艺过程·····	145
第三节 线路的测量·····	146
第四节 杆塔的定位与分坑·····	157
第二章 杆塔的基础施工·····	167
第一节 杆塔的基础·····	167
第二节 挖坑与底盘吊装与校正·····	169
第三节 铁塔基础施工·····	172
第四节 混凝土施工·····	175
第五节 拉线的安装·····	178
第三章 起重工具·····	183
第一节 绳索的选择和安全使用·····	183
第二节 桩锚的应用计算·····	189

第三节	滑车的应用计算	193
第四节	抱杆承载力验算及使用中的安全技术	198
第五节	绞磨的强度验算和安全使用	203
复习思考题		205
第四章	杆塔组立	208
第一节	组塔的准备和地面组装	208
第二节	整体立杆	212
第三节	杆塔的分解组立	221
第五章	导、地线的架设	231
第一节	放线工艺	231
第二节	导、地线的连接处理	235
第三节	紧线工艺	242
第四节	送电线路的安全距离	244
第五节	导线相对跨越物垂距的测量	249
第六节	高空作业的安全要求	251
复习思考题		252

第五篇 线路的运行、保护和检修

第一章	送电线路的继电保护	254
第一节	送电线路的任务和保护的配置	254
第二节	三段过流保护装置	256
第三节	电压速断和电流方向保护	262
第四节	差动保护	266
第五节	零序电流保护	267
第六节	距离和高频保护	269
复习思考题		274
第二章	送电线路的事故预防	277
第一节	防污	277
第二节	防冻与防洪	279
第三节	防暑、防腐和防鸟害	283
第四节	送电线路的防风及防止导线舞动	286
第五节	防外力破坏和金具断裂	287
第六节	送电线路检修	288
第七节	检修作业	293
第八节	检修实例	298
复习思考题		299
第三章	带电作业	301
第一节	带电作业的安全距离和绝缘工具的长度	301

第二节 带电作业方法	303
第三节 带电作业工具	309
第四节 带电作业的安全要求	315
第五节 触电急救措施	318
复习思考题	321

第六篇 送电线路的操作实践

第一章 单项操作.....	323
第一节 导、地线单项操作	323
第二节 杆塔及杆塔施工的单项操作	330
第三节 绝缘子单项操作	336
第四节 测量与起重单项操作	339
第二章 多项操作.....	343
第一节 杆塔施工的多项操作	343
第二节 导线施工的多项操作	347
第三节 绝缘子施工的多项操作	356
第三章 综合操作.....	359
附录一 职业技能鉴定要求及考评人员标准.....	370
附录二 职业技能鉴定培训大纲.....	371
附录三 职业技能鉴定《送电线路》初级工理论知识试题.....	379
附录四 职业技能鉴定《送电线路》高级工理论知识试题.....	381

第一篇 基础知识

第一章 直流电路与磁路

第一节 直流电路的基本概念和简单直流电路

一、电流

导体中的自由电子在电场力的作用下，作有规则的定向运动，称为电流。工程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，电流的方向是与自由电子的实际移动方向相反的。

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

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

式中 I ——电流强度，A；

Q ——通过导体截面的电荷量，C；

t ——通过电荷量 Q 所用的时间，s；

电流强度的单位可用千安 (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，简称伏 (V)。

在电场中电位等于零的点叫做参考点，凡电位高于零电位的点，电位为正，凡电位低于零电位的点，其电位为负。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 (μ V) 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、电势

电势是电源内部的电源力，常称局外力，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

$$E = \frac{A}{Q} \quad (1-1-2)$$

式中 E ——电势，V；

A ——电源力所做的功，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、电阻和电阻率

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（ $M\Omega$ ）、千欧（ $k\Omega$ ）、欧（ Ω ），即

$$1M\Omega = 1000000 \Omega$$

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

$$1\Omega = 1000m\Omega = 1000000 \mu\Omega$$

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1 Ω 。即

$$1\Omega = \frac{1V}{1A}$$

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

$$R = \rho \frac{L}{S} \quad (1-1-3)$$

式中， ρ 为电阻率。 ρ 的物理意义是：在20℃时，长度为1m，横截面积为1mm²的导线的电阻值，它与材料性质有关。 ρ 值越小，导电性能越好。 ρ 的单位是 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ 。

五、导体的电阻与温度

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1-1-1中所列的 R 值为20℃时的数值，温度增高， R 值增大。

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℃时，1 Ω 电阻的变化量。

设温度为 t ℃时电阻的数值为 R_t ，若温度由 t ℃增加到 T ℃，则电阻的变化量为

$$\Delta R = R_t \alpha (T - t)$$

由此，在 T ℃时电阻的总值应为电阻的原值 R_t 加上变化值 ΔR ，即

$$R_T = R_t + \Delta R = R_t + R_t \alpha (T - t) = R_t [1 + \alpha (T - t)] \quad (1-1-4)$$

式中 R_T ——温度为 $T\text{ }^\circ\text{C}$ 时的电阻, Ω ;
 R_t ——温度为 $20\text{ }^\circ\text{C}$ 时的电阻, Ω 。

表 1-1-1 温度为 $20\text{ }^\circ\text{C}$ 时的 ρ 和 α 值

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

六、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做电阻串、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。用公式表示是

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

或写成
$$U = IR, \quad R = \frac{U}{I} \tag{1-1-5}$$

式中 U ——电压, V;
 I ——电流, A;
 R ——电阻, Ω 。

七、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

$$I = \frac{E}{R + r} \tag{1-1-6}$$

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 。

八、电功和电功率

在一段时间内，电源力（电场力）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，以千瓦小时（kW·h）为单位，称为度。两者之间的换算关系为

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

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

$$P = \frac{A}{t} = \frac{UIt \times 10^{-3}}{t} = UI \times 10^{-3} = I^2 R \times 10^{-3} = \frac{U^2}{R} \times 10^{-3} \quad (1-1-7)$$

式中 P ——电功率, kW;

t ——时间, h;

A ——电能, kW·h, 1kW=1.36 马力。

九、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, 这种现象就叫做电流的热效应。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 (1-1-7) 知

$$Q = 0.24 I^2 R \quad (1-1-8)$$

式中, 0.24 称为热功当量。

十、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。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。

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。

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。

十一、电阻的串并联电路

1. 串联电路

图 1-1-1 所示的为两个电阻 R_1 、 R_2 的串联电路, 其特点是:

- (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

$$R = R_1 + R_2 + \cdots + R_n \quad (1-1-9)$$

2. 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 1-1-2 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 、 $\cdots$ 、 I_n 之和。如果用图 1-

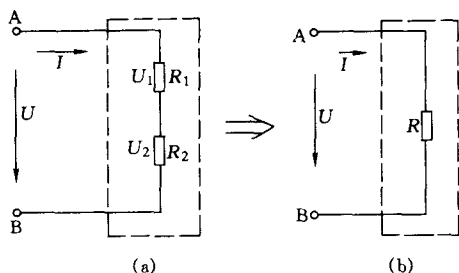


图 1-1-1 串联电路
(a) 实际电路; (b) 等效电路

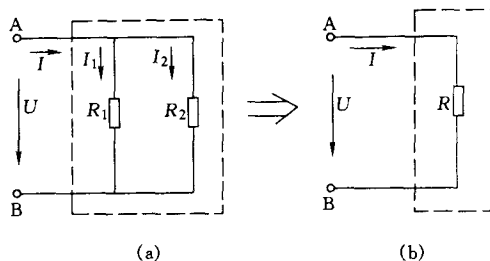


图 1-1-2 并联电路
(a) 实际电路; (b) 等效电路

1-2 (b) 来等效图 1-1-2 (a), 就是用 R 来代替 R_1 、 R_2 的作用。对图 1-1-2 (a) 的总电流, 应等于所有电阻的各个分电流之和, 即

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

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

3. 算例

(1) 已知: 在图 1-1-3 中, $U = 220V$, 各电阻的阻值标注在图中, 求电路的总电流。

计算 A、B 两点间的电阻

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

计算 C、B 两点间的电阻

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

电路的总电流

$$I = \frac{U}{50 + 50} = \frac{220}{100} = 2.2 (A)$$

(2) 在图 1-1-4 中, $R_1 = 900$, $R_2 = 300$, $R_3 = 300$, $R_4 = 150$, $R_5 = 600$, 求开关 S 打开和闭合时的等效电阻 R_{ab} 。

当开关 S 打开时

$$R_{ab} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2 + R_4} + \frac{1}{R_3 + R_5}}$$

$$= \frac{1}{\frac{1}{900} + \frac{1}{300 + 150} + \frac{1}{300 + 600}} = 225 (\Omega)$$

当开关 S 闭合时

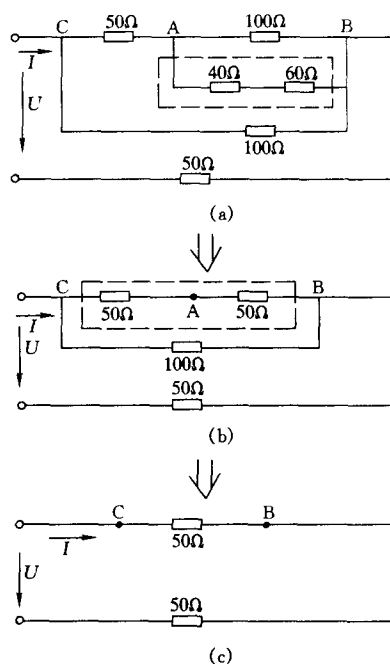


图 1-1-3

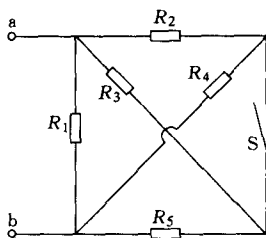


图 1-1-4

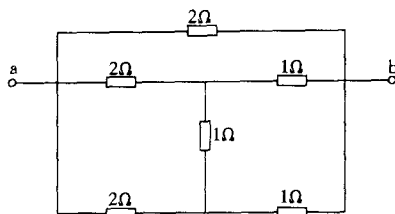


图 1-1-5

$$R_{23} = \frac{300 \times 300}{300 + 300} = 150 (\Omega)$$

$$R_{45} = \frac{150 \times 600}{150 + 600} = 120 (\Omega)$$

$$R_{ab} = \frac{270 \times 900}{270 + 900} \approx 207.69 (\Omega)$$

(3) 一个电路如图 1-1-5 所示, 求它的等效电阻 R_{ab} 。

从图中可以看到其中一个点桥存在, 由于电桥的对角电阻乘积相等, 所以这个电桥是平衡的, R_{ab} 等效电阻为

$$R_{ab} = \frac{\frac{2+1}{2} \times 2}{\frac{2+1}{2} + 2} = \frac{6}{7} \approx 0.857 (\Omega)$$

十二、电容

1. 电容电路中的物理现象

能够贮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 1-1-6 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着下述方法定义的: 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: 法拉, 简称法, 用符号 F 表示。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

$$C = \frac{Q}{U} = \frac{50C}{100V} = 0.5 F \quad (1-1-10)$$

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

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。

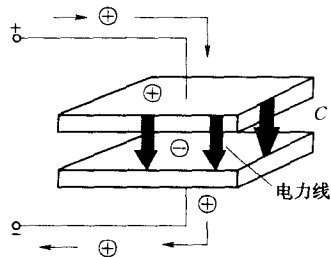


图 1-1-6 电容器

2. 电容的串并联计算公式

(1) 电容的并联计算公式。电容的并联公式如同电阻的串联计算公式一样，如若有 n 个电容并联，则总电容为

$$C = C_1 + C_2 + \cdots + C_n \quad (1-1-11)$$

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。电容的串联公式如同电阻的并联计算公式一样，如若有 n 个电容串联，则总电容得倒数为

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \cdots + \frac{1}{C_n} \quad (1-1-12)$$

对于两个电容则有

$$C = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} \quad (1-1-13)$$

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，相当电容器的极板缩小一样。

3. 算例

(1) 图 1-1-7 中，电容器 $C_1 = 1\mu\text{f}$ ， $C_2 = 3\mu\text{F}$ ， $C_3 = 6\mu\text{F}$ ， $C_4 = 2\mu\text{F}$ ， $U = 100\text{V}$ ，求各电容器电压。

解：

$$C_5 = \frac{C_3 \times C_4}{C_3 + C_4} + C_2 = \frac{6 \times 2}{6 + 2} + 3 = \frac{9}{2} (\mu\text{F})$$

因为

$$\frac{C_1}{C_5} = \frac{U_5}{U_1}$$

$$U_1 + U_5 = 100 (\text{V})$$

则

$$U_1 = 81.8 (\text{V})$$

$$U_5 = U_2 = 18.2 (\text{V})$$

$$\frac{C_3}{C_4} = \frac{U_4}{U_3}$$

$$U_3 + U_4 = 18.2 (\text{V})$$

$$U_3 = 4.55 (\text{V})$$

$$U_4 = 13.6 (\text{V})$$

(2) 在图 1-1-8 中， $C_1 = 0.2\mu\text{F}$ ， $C_2 = 0.3\mu\text{F}$ ， $C_3 = 0.8\mu\text{F}$ ， $C_4 = 0.2\text{MF}$ ，求开关 S 断开与闭合时，A、B 两点的等效电容 C_{AB} 。

解：开关断开时

$$C_{AB} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} + \frac{C_3 C_4}{C_3 + C_4} = \frac{0.2 \times 0.3}{0.2 + 0.3} + \frac{0.8 \times 0.2}{0.8 + 0.2} = 0.28 (\mu\text{F})$$

开关闭合时

$$C_{AB} = \frac{(C_1 + C_3)(C_2 + C_4)}{C_1 + C_2 + C_3 + C_4} = \frac{(0.2 + 0.8)(0.3 + 0.2)}{1.5} = 0.33 (\mu\text{F})$$

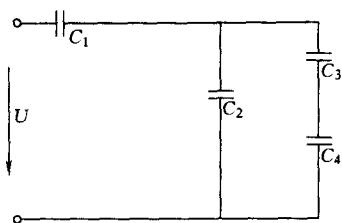


图 1-1-7

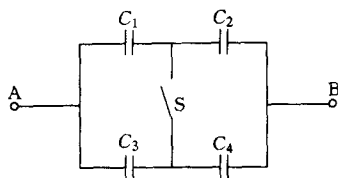


图 1-1-8

十三、基尔霍夫定律

1. 电路的节点

复杂电路是不能用串、并、混联简化的电路。在电路中三条及以上电路汇聚的一点，叫做节点。

2. 支路

在电路中两个节点之间的电路元件叫做支路。即支路可以有源元件，也可以是无源元件。

3. 回路

由数条支路所构成的闭合电路，叫做回路。

4. 基尔霍夫第一定律

基尔霍夫第一定律的内容是：在网络中，汇聚于电路节点所有电流的代数和等于零。

例如，对于图 1-1-9 的节点 A 有

$$I_1 + I_2 - I_3 = 0 \quad (1-1-14)$$

或者写成

$$\sum_A I = 0$$

式中 $\sum_A$ 号下的字母 A 表示节点 A。

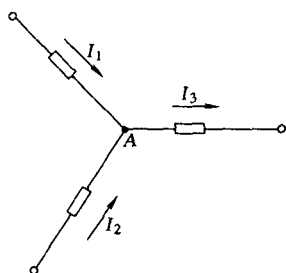


图 1-1-9 基尔霍夫
第一定律图形

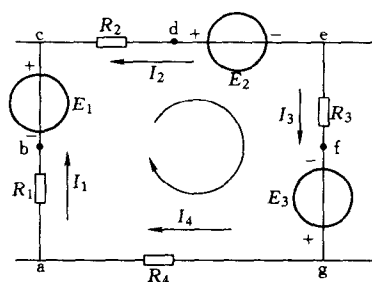


图 1-1-10 基尔霍夫
第二定律图形

基尔霍夫第一定律又称为节点电流定律。节点电流的方向如果假定流入为正，则流出为负，或者相反。第一定律说明流入节点的电流等于流出节点的电流，它实质上是电荷不灭定律，即在节点处电荷既不能消失，也不能再生，更不能贮存，流出的电荷等于流入的电荷。