

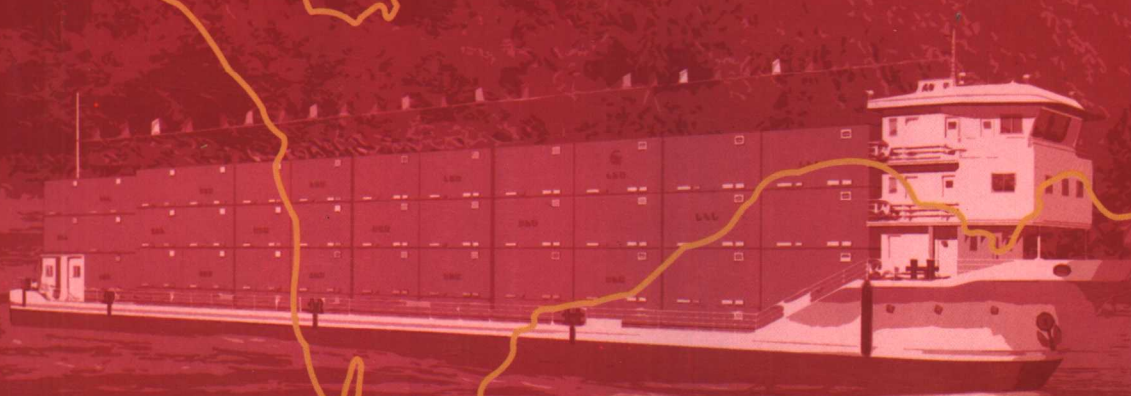


中华人民共和国
内河船舶船员适任考试培训教材

船舶电气

 中国海事服务中心组织编审

主 编 封晓黎
副主编 沈咏梅
主 审 李鹤鸣



 大连海事大学出版社

中华人民共和国
内河船舶船员适任考试培训教材
(轮机专业)

船舶电气

 中国海事服务中心组织编审

主 编 封晓黎
副主编 沈咏梅
主 审 李鹤鸣

大连海事大学出版社

内容提要

本书按照《中华人民共和国内河船舶船员适任考试大纲》(2005年)的要求编写,作为内河一、二等船舶轮机人员适任考试培训教材。

全书共五篇十三章,内容包括直流电、磁的知识、交流电、电子技术、电工仪表、交流异步电动机、同步发电机、直流电机、常用控制电器和典型控制线路、船舶电站、电气安全与安全用电、自动控制的基本概念、控制系统。

本书在考试大纲基础上补充了部分选修内容,用“*”表示,可供读者参考。

图书在版编目(CIP)数据

船舶电气 / 封晓黎主编. —大连:大连海事大学出版社, 2005.11
(中华人民共和国内河船舶船员适任考试培训教材)
ISBN 7-5632-1917-X

I. 船… II. 封… III. 船用电气设备—技术培训—教材 IV. U665

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 136129 号

大连海事大学出版社出版

地址:大连市凌海路1号 邮编:116026 电话:0411-84728394 传真:0411-84727996

http://www.dmupress.com E-mail:cbs@dmupress.com

武汉中远印务有限公司印装 大连海事大学出版社发行

2006年2月第1版 2006年2月第1次印刷

幅面尺寸:185 mm×260 mm 字数:276千字 印张:11.25

责任编辑:李雪芳 封面设计:王艳

定价:26.00元

序

随着我国现代化建设的深入发展,内河航运已由干支贯通,走向江海直达,多形式、多层次、多渠道的航运网络已经形成,在国民经济发展中起到越来越大的作用。党的十六届五中全会站在历史的新高度,提出发展水运事业,以适应建设和和谐社会之需要,这充分体现了党中央对水运事业发展的高度重视。经过持续发展,我国目前已经建立了一个较为庞大的水路运输系统,内河航道通航里程超过12万公里,运输船舶达到近20万艘,净载重量达3800万吨,持证船员达一百余万人。

交通部为了发展内河船舶运输业,确保水上交通安全和畅通,建设一支思想道德素质高、业务技术能力强的船员队伍,根据《中华人民共和国内河交通安全管理条例》等法律法规,制定了《中华人民共和国内河船舶船员适任考试发证规则》。部海事局狠抓规则的实施工作,组织专家在充分调查研究的基础上,制定了我国《内河船舶船员适任考试大纲》。参照大纲,中国海事服务中心组织编写出版了此套《内河船舶船员适任考试培训教材》,以保障“十一五”期间全国内河船员统一考试的有效实施。

《内河船舶船员适任考试培训教材》的出版是全国内河船员管理工作的一件大事,为统一组织全国内河船员考试提供了一个有利条件,满足了广大船员备考之需,对提高教学、培训质量和内河船员整体素质有积极作用,同时也对船舶的安全管理、操作和维护提供了很好的指导。

在本套教材出版之际,我衷心希望广大船员刻苦学习,认真实践,立足船舶岗位,不断提高自己的文化和业务素质,为水上交通运输安全和防止内河水域污染作出更大贡献。



中华人民共和国海事局常务副局长

2005年12月

前 言

为提高内河船员培训质量,根据交通部颁布的《中华人民共和国内河船舶船员适任考试发证规则》和海事局组织制定的《中华人民共和国内河船舶船员适任考试大纲》的要求,中国海事服务中心组织在内河船舶运输领域有着丰富教学和培训经验的专家、教授、高级讲师编写了此套《内河船舶船员适任考试培训教材》,并组织实践经验丰富的海事管理机构专家和船公司的指导船长、指导轮机长对教材进行了审定。

在编写教材前,对内河船舶运输现状进行了调研。在准确把握内河船员应具备的思想和业务素质的前提下,以应知应会知识技能训练为基础、理论与实际相结合为原则,并强调了船员对相关法律、法规的学习掌握。

本教材作为内河船员适任考试培训教材,能够满足内河船员考试培训的需要,为船员的业务学习提供帮助,提高内河船员整体业务素质。本教材还可供海事管理机构和船员培训机构人员学习参考,促进考前培训质量的提高。

本系列教材分驾驶专业和轮机专业两部分,驾驶专业包括《船舶操纵》、《船舶避碰与信号》、《职务与法规》、《航道与引航》、《船艺》、《造船轮机大意》、《船舶驾驶》、《船舶管理》八种教材,轮机专业包括《船舶动力装置》、《船舶辅机》、《机舱管理》、《船舶电气》、《轮机基础理论》、《造船大意》、《轮机管理》、《轮机基础》八种教材,另外还有一本适用于五等船舶船员培训用书《驾驶、轮机常识》。

《船舶电气》由重庆交通学院封晓黎任主编,重庆交通学院沈咏梅任副主编,武汉理工大学李鹤鸣任主审。

教材在编写过程中得到了交通部海事局领导和专家的关心和指导,相关海事部门和船公司对教材编写也提供了热情的帮助和支持,在此一并表示感谢!由于编者水平有限,加上时间仓促,书中难免存在错误和疏漏,欢迎广大读者和专家批评指正。

中国海事服务中心

2005年12月

目 录

第一篇 电工技术

第一章 直流电	(1)
第一节 直流电基本物理量.....	(1)
第二节 欧姆定律及基尔霍夫定律.....	(3)
第三节 电阻、电容、电感元件.....	(5)
第四节 电阻串联、并联.....	(6)
* 第五节 电气设备的额定值及电路的状态.....	(8)
复习题.....	(9)
第二章 磁的知硕	(12)
第一节 磁场和磁力线.....	(12)
第二节 电流的磁效应与右手定则.....	(13)
第三节 电流的力效应与左手定则.....	(13)
第四节 电磁感应及右手定则.....	(14)
第五节 铁磁材料.....	(15)
复习题.....	(16)
第三章 交流电	(20)
第一节 正弦交流电的三要素.....	(20)
第二节 交流电的有效值.....	(22)
第三节 无功功率、有功功率、视在功率、功率因数.....	(22)
第四节 三相交流电.....	(23)
复习题.....	(25)
第四章 电子技术	(29)
第一节 半导体二极管.....	(29)
第二节 整流、滤波、稳压电路.....	(30)
第三节 半导体三极管及交流放大电路.....	(33)
第四节 晶闸管(可控硅).....	(36)
第五节 集成运算放大器简介.....	(36)
第六节 集成运算放大器的基本电路.....	(38)
复习题.....	(40)

第二篇 电工仪表

第五章 电工仪表	(43)
第一节 概述	(43)
第二节 磁电式仪表	(44)
第三节 电磁式仪表	(45)
第四节 电动式仪表	(46)
第五节 电流及电压的测量	(46)
第六节 功率的测量	(47)
第七节 万用表及其使用方法	(48)
第八节 兆欧表	(50)
复习题	(52)

第三篇 船舶电机

第六章 交流异步电动机	(55)
第一节 交流异步电动机的构造	(55)
第二节 交流异步电动机的工作原理	(55)
第三节 异步电动机的同步转速及转差率	(57)
第四节 异步电动机的起动、调速及反转	(58)
第五节 单相异步电动机	(59)
第六节 三相异步电动机的维护	(61)
复习题	(63)
第七章 同步发电机	(67)
第一节 交流同步发电机的构造	(67)
第二节 同步发电机的工作原理	(68)
第三节 交流同步发电机的空载特性、外特性、调节特性	(69)
第四节 发电机和调压器常见故障及处理	(71)
复习题	(72)
第八章 直流电机	(75)
第一节 直流电机的构造及励磁方式	(75)
第二节 直流电机的基本工作原理	(76)
第三节 直流电动机	(78)
第四节 直流电动机的故障	(80)
复习题	(82)

第四篇 船舶电气设备

第九章 常用控制电器和典型控制线路	(84)
第一节 常用控制电器	(84)
第二节 控制线路图示法	(89)
第三节 点动、连续控制和多地点控制	(90)
第四节 正反转互锁控制	(91)
第五节 连锁控制	(92)
第六节 典型控制电路的基本故障及其处理	(93)
复习题	(93)
第十章 船舶电站	(96)
第一节 船舶电力系统	(96)
第二节 发电机的并联运行条件及方法	(97)
第三节 同步发电机励磁调节装置的分类及调节规律	(101)
第四节 配电板的组成及作用	(103)
第五节 配电板主要仪表和主要操作开关的功用及操作方法	(107)
第六节 同步发电机负载转移、卸载及停车的操作方法	(111)
第七节 自动分级卸载及重要负载的供电方式	(111)
第八节 船舶电网	(113)
第九节 船舶蓄电池装置	(119)
第十节 船舶接用岸电装置	(123)
第十一节 主开关跳闸的应急处理	(123)
复习题	(124)
第十一章 电气安全与安全用电	(129)
第一节 安全用电常识	(129)
第二节 触电安全防护措施	(130)
第三节 电器防火、防爆常识	(131)
第四节 航行灯、信号灯常识	(133)
复习题	(136)

第五篇 自动控制

第十二章 自动控制的基本概念	(138)
第一节 开环控制和闭环控制	(138)
第二节 反馈控制系统	(140)
第三节 交、直流测速发电机	(142)
第四节 自整角机	(142)
第五节 电动调节器	(143)

第六节 常用的传感器·····	(145)
复习题·····	(147)
第十三章 控制系统·····	(149)
第一节 主机遥控·····	(149)
第二节 驾机通讯设备的基本知识·····	(154)
第三节 机舱巡回检测系统·····	(155)
第四节 计算机控制的基本常识·····	(156)
第五节 火警报警系统·····	(159)
复习题·····	(161)
附录一 电工系统常用电器、电机符号·····	(164)
附录二 内河自航船舶船员适任考试科目表·····	(167)
参考文献·····	(169)

第一篇 电工技术

第一章 直流电

第一节 直流电基本物理量

一、电路

电路是电流所流经的路径,其作用有以下两个方面:一是应用电路进行电能的传输和分配,以实现与其他形式的能量的相互转换,例如从发电、输电、配电到用电的过程;二是应用电路进行信号的传输、交换和处理,例如生产过程的自动控制,电视、广播的发射和接收,各种信号、数据的储存和处理等。图 1-1 所示的是两种典型的电路框图。

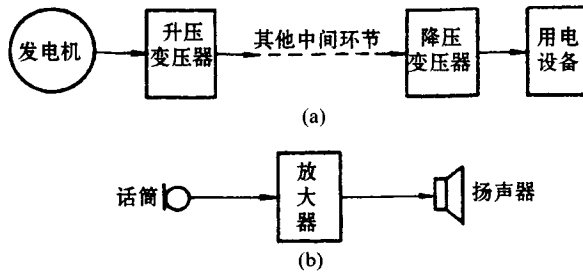


图 1-1 两种典型的电路框图

二、电路模型

在研究电路的工作原理时,通常是用一些规定的图形符号来代表实际的设备和器件,并用连线表示出这些设备和器件之间的连接关系,构成电路模型来进行分析。图 1-2 是几种常用的理想电路元件。

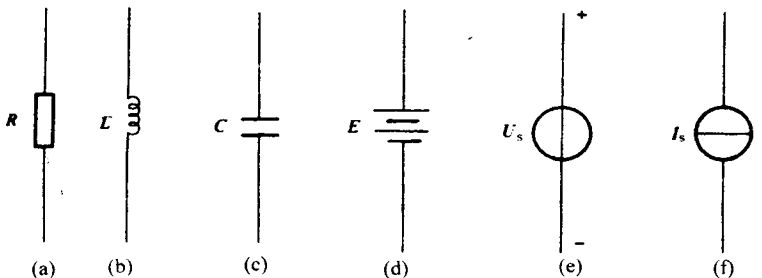


图 1-2 几种常见的电路元件符号

(a)电阻;(b)电感;(c)电容;(d)电池;(e)恒压源;(f)恒流源

每个电路不论其作用如何、结构多么复杂,都是由电源、中间环节、负载基本部分组成的。

图 1-3 是一个最简单的电路模型,电源电动势 E 和其内阻 R_0 、负载 R_L 、中间环节导线和开关 S 。

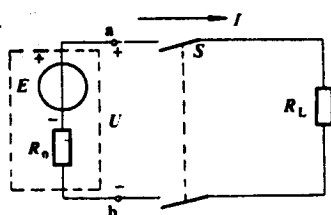


图 1-3 最简单的电路模型

三、电路中的基本物理量

1. 电流强度

电流的强弱用电流强度来表示。如果电流的大小和方向均不随时间变化而变化,这种电流称为直流电流。其电流强度用单位时间内通过导体横截面的电流来度量,即

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

电流的方向:习惯上把正电荷的运动方向规定为电流的实际方向,电流用 I 来表示。

电流的单位:电流的标准单位是安培(A),计量微小电流时,可采用毫安(mA)或微安(μA)来表示。其换算关系为:

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

2. 电位

电位是正电荷在电路的某一点上具有一定的电位能。要确定电位能的大小,必须在电路上选择一参考点作为基准点,该点称为零参考点。

电位的单位是焦耳/库仑(J/C),称为伏特,简称伏(V)。电位的高低是相对的,与所设零参考点有关。

3. 电压

电路中任意两点间的电位差称为这两点间的电压,用字母 U 来表示。例如 a、b 两点间的电压为:

$$U_{ab} = V_a - V_b$$

电压的单位:用伏特(V)表示,计量较大的电压时用千伏(kV),计量较小的电压时用毫伏(mV)。其换算关系如下:

$$1\text{kV} = 10^3\text{V} = 10^6\text{mV}$$

电压的方向:电压的方向规定为由高电位指向低电位。

4. 电动势

电动势是衡量外力作功能力的物理量。外力克服电场力所作的功,使正电荷的电位能升高,正电荷获得能量,把非电能转换为电能。

电动势的实际方向规定是从电路的低电位指向高电位,即与电压的方向是相反的。

电动势的单位与电压相同,也用伏特(V)来表示。

5. 电功与电功率

当一段导体中有电流通过时,正电荷从高电位端移向低电位端,电场力对它作了功,这个功通常叫做电流的功,用 W 来表示,简称电功,其单位是焦耳(J)。公式如下:

$$W = IUt$$

式中: W ——电功, J;

I ——电流强度, A;

U ——电压, V;

t ——时间, s。

单位时间内所作的电功称为电功率, 用 P 来表示。

电源产生的电功率为:

$$P_E = IE$$

负载取用的电功率为:

$$P_L = IU$$

电功率的单位是瓦特, 简称瓦(W)。计量较大时用千瓦(kW)。

$$1 \text{ kW} = 1\,000 \text{ W}$$

第二节 欧姆定律及基尔霍夫定律

一、欧姆定律

欧姆定律是电路分析中最基本、最重要的定律之一。欧姆定律有两种形式。

1. 一段电阻电路的欧姆定律

图 1-4 所示电路是闭合电路中的一部分, 在这一段上不含电动势, 仅有电阻, 因此称为一段电阻电路。在电路中, 流经导体的电流大小, 与这段导体两端的电压成正比, 与导体的电阻成反比。这个规律称为一段电阻电路的欧姆定律, 用公式表达如下:

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

式中: I ——电流强度, A;

U ——电压, V;

R ——电阻, Ω 。

根据欧姆定律可得: $U = IR$ 或 $R = U/I$ 。

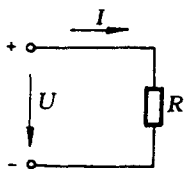


图 1-4 一段电阻电路的欧姆定律

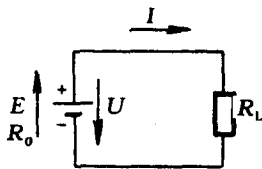


图 1-5 最简单的闭合电路

2. 全电路的欧姆定律

图 1-5 是简单的闭合电路, R 是负载电阻, R_0 是电源内电阻, 则全电路的欧姆定律可表示为:

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

上式说明, 在闭合回路中, 电流的大小与电源的电动势成正比, 与整个电路的总电阻(即内外电路电阻的和)成反比。

【例 1】 有一电阻炉, 其电阻 R_L 为 88Ω , 接在电压 U 为 220 V 的电路中, 求电阻炉中通过的电流及取用的电功率。

解:本题为一段电阻电路,电阻炉中通过的电流为:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{220}{88} = 2.5(\text{A})$$

电阻炉取用的电功率为:

$$P = UI = 220 \text{ V} \times 2.5 \text{ A} = 550 \text{ W}$$

【例 2】图 1-6 表示闭合电路中的一部分电路,电压、电流的正方向如图中所示,若已知 $R = 2 \Omega$, $U_{AC} = -8 \text{ V}$, $E = 5 \text{ V}$,求 I 、 U_{AB} 、 U_{BC} 。

解:设以 C 点为参考点,则:

$$V_C = 0, V_A = -8 \text{ V}, V_B = -5 \text{ V}$$

于是:

$$U_{AB} = V_A - V_B = -8 - (-5) = -3 \text{ (V)}$$

$$U_{BC} = V_B - V_C = -5 \text{ (V)}$$

根据所设定的电流正方向,得:

$$I = \frac{U_{AB}}{R} = \frac{-3}{2} = -1.5 \text{ (A)}$$

负号表示电流的实际方向是由 B 指向 A。

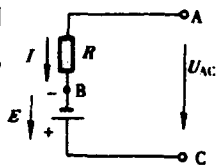


图 1-6 例 2 图

二、基尔霍夫定律

1. 基本概念

除欧姆定律外,基尔霍夫定律也是分析计算电路的基本定律。基尔霍夫定律不仅适合分析求解简单电路,而且也适合于分析复杂电路。

基尔霍夫定律共有两个:电流定律和电压定律。下面介绍几个基本概念。

(1) 支路:电路中通过同一电流的每个分支称为支路。

(2) 节点:三条或三条以上支路的连接点称为节点。

(3) 回路:电路中任一闭合的路径称为回路。

2. 基尔霍夫电流定律(KCL)

因为电流具有连续性,在电路中任意节点上均不可能发生电荷持续堆积的现象。所以流入节点的电流之和必定等于流出节点的电流之和,即:

$$\sum I_i = \sum I_o$$

这一关系称为基尔霍夫电流定律,通常又称为第一定律。

3. 基尔霍夫电压定律(KVL)

当直流电路中各个电动势、电阻一定时,沿任一回路绕行一周,电路中各电位升之和必定等于各电位降之和。即:

$$\sum U_r = \sum U_l$$

基尔霍夫电压定律的另一种表达方式为:

$$\sum E = \sum IR$$

其意义是:沿任一回路绕行一周,回路中所有电动势的代数和等于所有电阻上的电压降的代数和。

应用基尔霍夫定律解题步骤：

① 确定支路数 m 和节点数 n 。

② 假定各支路电流的正方向,如假定电流方向与电流实际方向不同,则计算结果电流为负值。

③ 应用基尔霍夫电流定律,列出 $(n - 1)$ 个节点方程式。

④ 选定回路方向,应用基尔霍夫电压定律列出 $[m - (n - 1)]$ 个回路方程式。为了列出独立的方程式,所选回路至少含有一个新的支路,而且为了计算方便,最好选最简单的回路。

⑤ 联立方程组求解。

⑥ 验算。把求得的电流代入未写过的回路电压方程式中,以验算结果是否正确。

【例 3】 电路如图 1-7 所示,已知 $E_1 = 6 \text{ V}$, $E_2 = 16 \text{ V}$, $I_s = 2 \text{ A}$, $R_1 = 2 \Omega$, $R_2 = 2 \Omega$, $R_3 = 2 \Omega$,试求各支路电流 I_1 、 I_2 、 I_3 、 I_4 、 I_5 。

解:任意设出各支路电流的正方向如图 1-7 所示,该电路共有 5 条支路 4 个节点,根据基尔霍夫电流定律列出 $(n - 1)$ 个节点方程式,即 3 个节点方程式:

$$I_s + I_1 + I_3 = 0$$

$$I_2 = I_3 + I_4$$

$$I_4 + I_5 = I_s$$

根据基尔霍夫电压列出方程式 $[m - (n - 1)]$ 个回路方程式,即 2 个回路方程式:

$$E_1 = I_3 R_2 + I_2 R_1$$

$$E_2 = I_5 R_3 - I_2 R_1$$

将已知数据代入,求解方程组,得各支路电流为:

$$I_1 = -6 \text{ A} \quad I_2 = -1 \text{ A} \quad I_3 = -4 \text{ A} \quad I_4 = -5 \text{ A} \quad I_5 = 7 \text{ A}$$

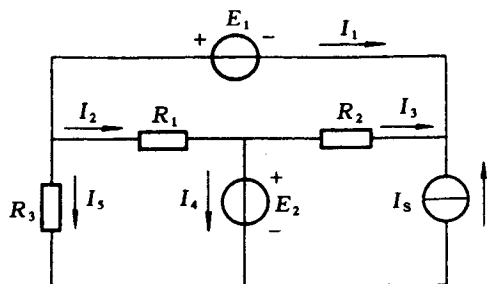


图 1-7 例 3 图

第三节 电阻、电容、电感元件

一、电阻元件

电流通过导体时会受到一种阻碍作用,这种阻碍作用最明显的特征是导体要消耗电能而发热。我们把物体对电流的阻碍作用称为电阻。

导体的电阻与长度成正比,与横截面积成反比,并与材料、温度(金属导体的电阻值随着温度的升高而增加,而半导体的电阻值却随着温度的升高而显著减小)有关,这种关系叫做电阻

定律。

电阻用字母 R 表示,其常用的单位是欧姆(Ω),在实际使用中,有时还会用到千欧($k\Omega$)和兆欧($M\Omega$) 等较大的单位。它们之间的换算关系如下:

$$1 M\Omega = 10^3 k\Omega \quad 1 k\Omega = 10^3 \Omega$$

电导即电阻的倒数,它表示导体通过电流的能力。电导用 G 表示,单位西门子(S),简称西。

二、电容元件

在电气设备中,广泛用到一种叫电容器的元件。电容器由一对相互靠近中间隔以绝缘介质(如空气、纸、云母、陶瓷等)的导体构成。电容器是一种能够储存电荷(或电场能量)的电路元件。

电容 C 是元件本身的一个固有参数,其大小取决于极板间的相对面积、距离以及中间的介质材料。电容 C 是一个表示电容元件储存电荷能力大小的物理量。

电容的国际单位为法拉(F),实用中多用更小的单位微法(μF)和皮法(pF)。它们之间的换算关系为:

$$1 F = 10^6 \mu F \quad 1 \mu F = 10^6 pF$$

“电容”一词既可以指一种元件,也可以指一种元件的参数。

三、电感元件

在实际电路中,经常用到一种由导线绕制而成的称为“电感线圈”或者“电感器”的元件,简称电感。电感是一种能够储存磁场(或磁场能量)的电路元件。

电感 L 是元件本身的一个固有参数,其大小取决于线圈的几何形状、匝数及其中间的磁介质。电感 L 是一个表示元件产生磁场(亦即磁能)能力大小的物理量。

电感的国际单位是亨利(H),实用中还有更小的单位毫亨(mH)和微亨(μH)。它们的换算关系为:

$$1 H = 10^3 mH \quad 1 mH = 10^3 \mu H$$

电感元件可简称为电感,“电感”一词既可以指一种元件,也可以指一种元件的参数。

第四节 电阻串联、并联

一、电阻的串联

如果电路中有两个或更多个电阻一个接一个地依次相联,并且这些电阻中通过的是同一电流,则这样的连接方法就称为电阻的串联,如图 1-8(a) 所示。

两个串联电阻可用一个等效电阻来代替,如图 1-8(b) 所示,等效的条件是在同一电压 U 作用下电流 I 保持不变。等效电阻等于各个串联电阻之和,即:

$$R = R_1 + R_2$$

而且,总电压等于分电压之和,即:

$$U = U_1 + U_2$$

电阻的串联可以实现分压,各个电阻上的分压分别为:

$$U_1 = IR_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} U$$

$$U_2 = IR_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} U$$

电阻串联的应用很多,例如在负载的额定电压低于电源电压的情况下,通常需要与负载串联一个电阻,以降低一部分电压。有时为了限制负载中通过的电流,也可以与负载串联一个限流电阻。在需要调节电路中的电流时,一般也可以串接一个变阻器来进行调节。

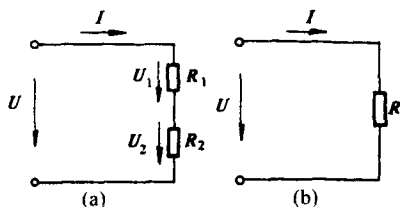


图 1-8 电阻的串联

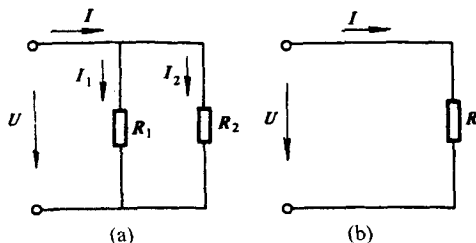


图 1-9 电阻的并联

二、电阻的并联

如果电路中有两个或更多个电阻连接在两个公共的点之间,则称为电阻的并联,如图 1-9(a),各个并联电阻上承受同一电压。两个并联电阻也可用一个等效电阻来代替,如图 1-9(b)。

等效电阻的倒数等于各个并联电阻的倒数之和,即:

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

两个并联电阻上的电流分别为:

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

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

上式称为分流公式。

一般负载都是并联的。负载并联时,它们处于同一电压下,任何一个负载的工作情况基本上不受其他负载的影响。并联的负载电阻越多(负载增加),则总电阻越小,电路中总电流和总功率也就越大。

有时为了某种需要,可将电路中的某一段与电阻或变阻器并联,以起分流或调节电流的作用。

在实际电路中,往往既有电阻的串联,又有电阻的并联,即称之为混联电路。分析时要利用电阻串、并联的特点。

【例 4】 如图 1-10 所示,若 $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 300 \Omega$, $R_5 = 600 \Omega$, 当 S 闭合时,求 a、b 之间的电阻。

解: R_1 和 R_2 并联后再与 R_3 和 R_4 并联后的电阻相串联,然后与 R_5 并联,即:

$$R_{12} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 150 \Omega$$

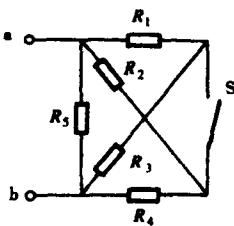


图 1-10 例 4 图

$$R_{34} = \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4} = 150 \Omega$$

$$R_{ab} = \frac{(R_{12} + R_{34}) \cdot R_5}{(R_{12} + R_{34}) + R_5} = 200 \Omega$$

* 第五节 电气设备的额定值及电路的状态

一、电气设备的额定值

1. 额定电流

我们知道电流具有热效应,所以,任何电气设备和元件在工作时都会发热。为了保证电气设备和元件的安全运行,在工作时都规定有一个最高的工作温度,很显然,工作温度取决于工作电流。所以为了不使电气设备或元件的工作温度过高,对通过它的电流值有一个限制,通常把这个限定的电流值叫做额定电流,用 I_N 表示。

2. 额定电压

通常除了额定电流以外,对允许加在电气设备或元件上的电压也有一个限定值,把这个限定的电压值叫做该电气设备和元件的额定电压,用 U_N 表示。

任何电气设备和元件都有各自的额定电流和额定电压,对电阻性负载而言,其额定电流和额定电压的乘积就等于它的额定功率,即 $P_N = I_N U_N$ 。如标有 220 V、100 W 的灯泡,这个值即为额定值。

【例 5】一只标有“220 V、40 W”的灯泡,试求它在正常工作条件下的电阻和通过灯泡的电流。若每天使用 4 小时(h),问一个月(30 天)消耗多少度电能?(1 kW·h 即为俗称的 1 度电)

解:

$$I = \frac{P}{U} = \frac{40}{220} = 0.182 \text{ (A)}$$

$$R = \frac{U}{I} = \frac{220}{0.182} = 1\,210 \text{ (}\Omega\text{)}$$

$$W = Pt = 40 \times 4 \times 30 = 4\,800 \text{ (W} \cdot \text{h)} = 4.8 \text{ (kW} \cdot \text{h)}$$

答:流过灯泡的电流是 0.182 A,灯泡的电阻是 1 210 Ω ,一个月耗电 4.8 度。

二、电路的状态

1. 额定工作状态

要使电气设备工作正常,就应当使电气设备在额定电压下工作,而且当用电器中通过的电流达到额定电流时,这种工作状态称为额定工作状态。电气设备工作在额定状态时,是最经济合理、安全可靠的,能够保证电气设备有一定的使用寿命。如标有 220 V、100 W 的灯泡,在使用时不能接在 380 V 的电源上,应尽可能使其在额定状态下工作,否则就可能被烧坏。如图 1-3 所示,开关 S 合上以后,若负载 R_L 两端的电压为额定电压,流过的电流为额定电流,则电路处在额定工作状态。由于电源电压经常波动,电气设备在实际使用时电压、电流和功率不一定等于它们的额定值。

2. 断路工作状态

如图 1-3 所示,当开关 S 打开时,电源与负载之间未构成闭合回路,即电路处在断路(开