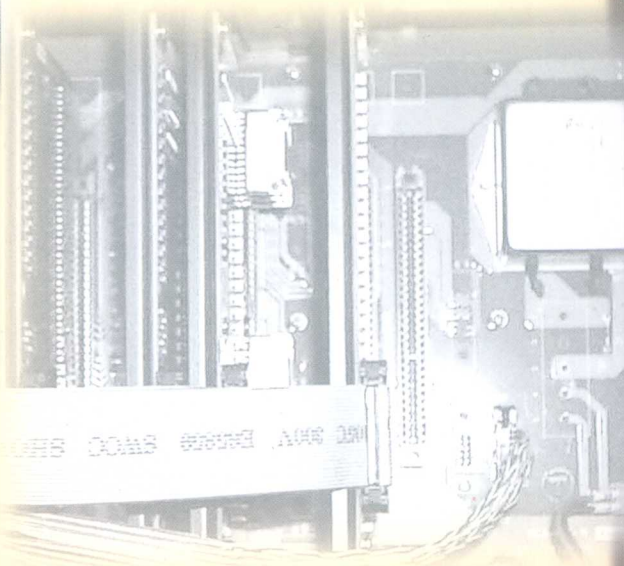
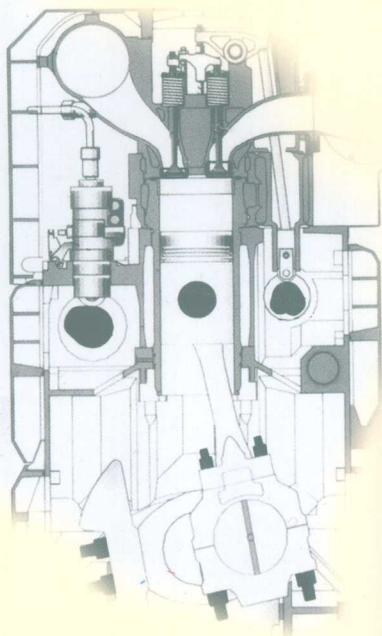


轮机专业

海船船员适任考试自学教材

船舶电气

张春来 赵殿礼 文元全 主编



大连海事大学出版社
Dalian Maritime University Press

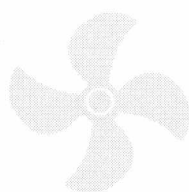


人民交通出版社
China Communications Press

海船船员适任考试自学教材

船舶电气

张春来 赵殿礼 文元全 主编



大连海事大学出版社

人民交通出版社

© 张春来,赵殿礼,文元全 2008

图书在版编目(CIP)数据

船舶电气 / 张春来,赵殿礼,文元全主编. —大连:大连海事大学出版社;北京:人民交通出版社,2008.11

海船船员适任考试自学教材

ISBN 978-7-5632-2243-8

I. 船… II. ①张…②赵…③文… III. 船用电气设备—资格考核—教材
IV. U665

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 160681 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

大连天正华延彩色印刷有限公司印装 大连海事大学出版社发行

2008年11月第1版

2008年11月第1次印刷

幅面尺寸:185 mm × 260 mm 印张:15.5

字数:390 千

附件:光盘1张

责任编辑:史洪源

版式设计:海 韵

封面设计:王 艳

责任校对:枫 叶

ISBN 978-7-5632-2243-8

定价:50.00 元(含光盘)

内容提要

本书是根据中华人民共和国海事局制定的《中华人民共和国海船船员适任证书考试和评估大纲》编写的。

本课程为海事局海船船员轮机员(二管轮/三管轮)适任证书考试科目之一,学员通过本课程的学习,获得有关电路、电子技术、电机及控制、电力拖动控制线路及系统、船舶电站及自动装置、船舶照明系统、报警系统、船舶安全用电和安全管理,以及船舶电气管理人员的安全职责方面的基本知识、基本理论和基本技能。培养学员具有一定的船舶电气设备的管理能力,并能顺利通过操作级轮机员(二管轮/三管轮)适任证书的考试。

本书共十一章,内容包括:直流电路、电与磁、正弦交流电路、半导体电路理论、船舶电机、电力拖动控制线路及系统、船舶电站、船舶照明系统、报警系统、船舶安全用电和安全管理、船舶电气管理人员的安全职责等内容。

本书是海事局海船船员轮机员(二管轮/三管轮)适任证书考试的专用培训教材,亦可作为轮机工程专业本(专)科“船舶电气设备及系统”课程的参考书,还可作为轮机员实船工作时处理电气设备系统故障的参考书。

前 言

随着航运业和造船业的迅速发展,船舶正朝着大型化、自动化方面发展,因此船舶电气自动化设备越来越多,也越来越先进、复杂。因此,要求轮机管理人员必须跟上时代的发展,不断提高对船舶电气设备的管理水平。本书是为了履行 STCW 78/95 公约的要求,根据中华人民共和国海事局颁布的《中华人民共和国海船船员适任证书考试和评估大纲》,使轮机员能够适应新形势下的需要,做到机电合一,全面胜任电气设备和自动化的管理、使用和维护工作而编写的。

全书共分十一章,主要涉及直流电路、电与磁、正弦交流电路、半导体电路理论、船舶电机、电力拖动控制线路及系统、船舶电站、报警系统、船舶安全用电和安全管理、船舶电气管理人员的安全职责。

本书作为海事局海船船员轮机员(二管轮/三管轮)适任证书考试的专用培训辅导教材,还可作为轮机员(二、三管轮)的船舶电气培训教材及轮机员实船工作时处理电气设备及系统故障的参考书。

本书由大连海事大学轮机工程学院张春来副教授、赵殿礼教授、文元全副教授主编;大连海事大学赵楠楠、马玉鑫、倪常宇、张立文、王浩亮,大连远洋运输公司吴立军、张跃年、马文华、郑保成参加了部分内容的编写。

由于编者水平有限,书中不足之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2008 年 8 月

目 录

第一章 直流电路	(1)
第一节 电路的组成与作用,电路基本物理量及单位,电路的带载通路、开路与短路	(1)
第二节 电路基本定律:欧姆定律和基尔霍夫定律	(10)
第三节 电阻串、并联的计算方法	(18)
第二章 电与磁	(22)
第一节 磁场的基本概念和基本物理量	(22)
第二节 电流的磁效应、电流在磁场中的力效应、电磁感应	(25)
第三节 铁磁材料	(29)
第三章 正弦交流电路	(32)
第一节 正弦交流电三要素、有效值和最大值的概念	(32)
第二节 交流电路中电阻、电感、电容元件	(35)
第三节 提高电路功率因数的意义和方法	(44)
第四节 三相交流电动势的产生、电源的连接	(46)
第五节 三相负载的连接(Y形和 Δ 形连接)	(47)
第四章 半导体理论	(52)
第一节 半导体的导电特性	(52)
第二节 PN结的单向导电性	(54)
第三节 二极管、稳压管的基本特性	(54)
第四节 单相整流电路	(57)
第五节 滤波与稳压电路	(59)
第六节 晶体管	(61)
第七节 基本放大电路及其特点	(65)
第八节 晶闸管	(67)
第九节 集成运算放大器及其应用	(69)
第十节 数字逻辑电路	(73)
第五章 船舶电机	(85)
第一节 直流电机的结构、励磁方式与运行特性	(86)
第二节 变压器	(92)
第三节 交流异步电动机	(99)
第四节 控制电机及其在船舶上的应用	(110)
第五节 三相交流同步发电机	(112)
第六章 电力拖动控制电路及系统	(120)
第一节 常用控制电器	(120)
第二节 电动机的基本保护环节	(128)
第三节 控制电路的控制环节	(130)

第四节	异步电机的典型控制电路	(138)
第五节	锚机、绞缆机电力拖动控制系统	(153)
第六节	起货机的运行特点和对电力拖动控制的要求	(156)
第七节	自动操舵控制系统	(157)
第七章	船舶电站	(163)
第一节	船舶电力系统	(164)
第二节	船舶主配电板的组成与功能	(168)
第三节	船舶应急电源系统	(171)
第四节	发电机主开关	(177)
第五节	同步发电机的并联运行	(179)
第六节	并联运行发电机组有功功率的分配与调节	(185)
第七节	同步发电机的自励恒压装置及其发电机组的无功功率分配	(190)
第八节	电站运行的安全保护	(195)
第九节	轴带发电系统	(200)
第十节	中压电系统的基本常识及应用	(203)
第八章	船舶照明系统	(205)
第一节	船舶照明系统的分类及特点	(205)
第二节	船舶常用灯具与电光源	(208)
第三节	船舶照明控制线路	(210)
第四节	船舶照明系统的维护保养	(212)
第五节	船舶照明系统的常见故障检查	(213)
第九章	报警系统	(215)
第一节	单元组合式报警系统的组成、分类和功能	(215)
第二节	主要传感器的类型和构造原理	(218)
第三节	火警报警系统的管理及注意事项	(219)
第十章	船舶安全用电和安全管理	(222)
第一节	船舶安全用电基本知识	(222)
第二节	船舶电气火灾的预防	(224)
第三节	船舶电气设备的船用条件及船检规定	(225)
第四节	电缆的安全使用与维护	(226)
第五节	船舶电气设备接地的意义和要求	(229)
第六节	船舶电气设备绝缘	(231)
第七节	油船电气设备的安全管理	(233)
第十一章	船舶电气管理人员的安全职责	(234)
第一节	船舶修理及建造时的职责	(234)
第二节	船舶航行期间的职责	(235)
第三节	电气管理人员交接班时的职责	(236)
参考文献		(238)



第一章 直流电路

【考试大纲】

适用范围

851:3 000 kW 及以上船舶二/三管轮

852:750 ~ 3 000 kW 船舶二/三管轮

考 试 大 纲	适用对象	
	851	852
1 直流电路		
1.1 电路的组成与作用,电路基本物理量及单位,电路的带载通路、开路与短路	√	√
1.2 电路基本定律:欧姆定律和基尔霍夫定律	√	√
1.3 电阻串、并联的计算方法	√	√

第一节 电路的组成与作用,电路基本物理量及单位,电路的带载通路、开路与短路

考点 1:电路的组成与作用(考试大纲 1.1)

在电路中,各部分的作用是不同的,组成电路的主要部分有:

电源——把其他形式的能量转换成电能,如发电机、蓄电池等;

负载——把电能转换成其他形式的能量,如电动机(把电能转换成机械能)、电炉(把电能转换成热能)等;

连接导线和控制元件(中间环节)——输送及分配电能。

为了便于分析与计算实际电路,在一定条件下常把实际电路中的电器元件看成理想电路元件即只考虑其中起主要作用的某些电磁现象。

本书配套软件有相关习题 1 道

1. 不论电路如何复杂,总可归纳为由电源、____、中间环节三部分组成。

A. 电阻

B. 电容

C. 电感

D. 负载

考点 2:电流(考试大纲 1.1)

电流是电荷有规则地移动形成的,电流的大小用电流强度(简称电流)来衡量。电流强度在数值上等于单位时间内通过导体横截面的电荷量。

在一根导线中的电流强度数值上等于单位时间内穿过导线任意截面 S 的电荷量的代数和。如图 1-1 所示,既然是电荷量的代数和,就必须规定电荷的正方向(参考方向),例如,规定正电荷从 a 到 b 为正,也就是说正电荷从 a 穿过 S 截面到 b 作为正,于是电流的正方向即从 a 到 b ,在图 1-1 中用箭头表示。



电流总是沿着导线流动,但有两个可能的流动方向,从 a 流到 b 或从 b 流到 a ,为了方便计算,可任选两个方向中的一个作为电流的正方向。在电路图中电流的正方向(参考方向)用实线箭头标出,正方向(参考方向)一经选定,在计算过程中不能更改。

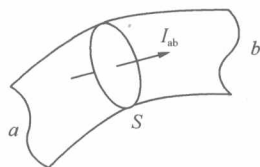


图 1-1

人们习惯把电流的实际方向规定为正电荷运动的方向或负电荷运动的相反方向。电流的实际方向不一定与电流的正方向(参考方向)一致。当电流的实际方向与电流的正方向(参考方向)一致时,则电流为正值;反之,当电流的实际方向与电流的正方向(参考方向)相反时,则电流为负值。在未规定参考方向的情况下,电流的正负是没有意义的。对同一个电流而言,选定的参考方向不同,则电流的大小不变,但符号相反。

如果电流不随时间变化,即 $\frac{dq}{dt}$ 常数,则这种电流称为恒定的电流,简称直流。当在 t 秒内有 q 库仑(C)的电荷量通过导体横截面,则直流电流可用下式计算,即

$$I = q/t \quad (\text{A}) \quad (1-1)$$

电流的规定方向(也称实际方向):是指正电荷移动的方向(即负电荷移动的反方向)。

我国法定计量单位是以国际单位制(SI)为基础的。在国际单位制中,电流(强度)的单位是安培(A)。1 安培 = 1 库仑/1 秒。常用的小电流单位有毫安(mA)和微安(μA)。1 mA = 1 000 μA = 10^{-3} A, 1 μA = 10^{-3} mA = 10^{-6} A。

本书配套软件有相关习题 6 道

2. 1 A = _____。

A. $\frac{1 \text{ s}}{1 \text{ C}}$

B. $\frac{1 \text{ W}}{1 \text{ V}}$

C. $\frac{1 \text{ J}}{1 \text{ V}}$

D. $\frac{1 \text{ V}}{1 \text{ W}}$

3. 电流的实际方向与产生这一电流的电子运动方向_____。

A. 相同

B. 相反

C. 超前 90°

D. 在直流电制中,相反;在交流电制中,相同

4. 请判断下列各说法,正确答案是_____。

(1)人们习惯以正电荷的运动方向作为电流的参考方向;(2)人们习惯以负电荷的运动方向作为电流的参考方向;(3)人们习惯以正电荷的运动方向作为电流的实际方向。

A. (1)错,(2)、(3)对

B. (1)、(2)错,(3)对

C. (1)对,(2)、(3)错

D. (1)、(2)对,(3)错

考点 3: 电位(考试大纲 1.1)

为了分析方便,在电路中常选取某一点作为参考点,通常认为参考点的电位为零。如在图 1-2 所示电路中选择 d 点作为参考点,即 $V_d = 0$,在直流电路中,库仑电场力移动单位正电荷从 a 点到参考点 d 所做的功的大小,定义为 a 点的电位值,以 V_a 表示。

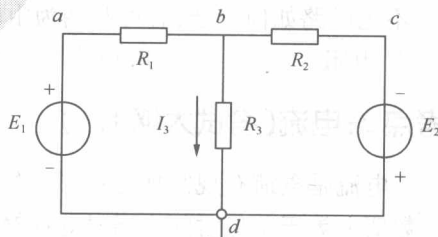


图 1-2 电路举例

参考点可任意选取,所选的参考点(零电位点)不同,则电路中各点的电位也随之改变。但是,电位参考点一经选定,电路中各点的电位就只能有一个数值。这就是所谓的“电位的单值性”,通常选取电路的公共点作为电位的参考点(零



电位点),并用符号“ $\perp$ ”表示。

电位的量度单位是伏特(V),常用的单位还有千伏(kV)、毫伏(mV)、微伏(μV)等。 $1\text{ V} = 10^3\text{ mV} = 10^6\text{ }\mu\text{V}$ 。

本书配套软件有相关习题6道

5. $1\text{ V} =$ _____。

A. $\frac{1\text{ C}}{1\text{ s}}$

B. $\frac{1\text{ }\Omega}{1\text{ A}}$

C. $\frac{1\text{ J}}{1\text{ C}}$

D. $\frac{1\text{ A}}{1\text{ }\Omega}$

6. 关于电位与参考电位的概念,下列说法正确的是_____。

A. 在一个电路中,可任选取一点,令其电位为零

B. 由于电位和电压的单位一致,故二者在概念上等同

C. 电路中任意点的电位不可能为负值

D. 在同一个电路或电气系统中,可视分析的方便,选电路中不直接导线相连的两点作为参考电位点

7. 关于电位的下列说法,错误的是_____。

A. 电位的单位与电压、电动势一样,都是伏特

B. 电场中某点电位大小等于电场力将单位正电荷从该点移到参考电位点所做的功

C. 无论参考电位点选在何处,电源的正极电位总为正值

D. 参考电位点的电位值永远为零

考点4:电压(考试大纲1.1)

在直流电路中,如图1-3所示电路,若a点的电位为 V_a ,b点的电位为 V_b ,则定义为 $U_{ab} = V_a - V_b$ 为a、b两点间的电压,或称做ab间的电位差、电位降、电压降。

电压的单位是伏[特],符号为V。常用的有千伏(kV)、毫伏(mV)、微伏(μV)等。

在分析电路中两点间的电压时,首先要假定电压的方向(参考方向或参考极性),电压的方向(参考方向或参考极性)为任意假定的方向,用一个箭头或在电路中的两点间标上正(+)、负(-)号来表示,如图1-3所示。

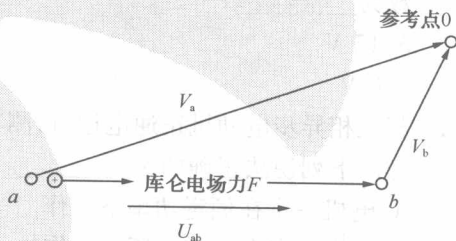


图1-3 U_{ab} 含义示意图

电压的实际方向是使正电荷电能减少的方向

(由高电位端指向低电位端),有了电压的参考方向和电压计算值的正、负,两点间电位的高低就确立了,在电路的分析中,离开了电压的参考方向,电压值的“正”“负”同样是没有意义的。

在直流电路中,库仑电场力移动单位正电荷从一点到另一点所做的功,只与两点的位置有关,而与移动电荷的路径无关。如在图1-4所示电路中,电场力移动单位正电荷从a点到0点(参考电位点)所做的功为

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

式中: U_{ab} 为库仑电场力移动单位正电荷从a点到b点所做的功;

V_b 为库仑电场力移动单位正电荷从b点到0点所做的功;

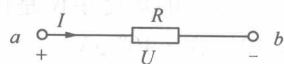
得到

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

(1-2)



式(1-2)表明库仑电场力移动单位正电荷从 a 点到 b 点所做的功的大小,就是 a 、 b 两点间的电压 U_{ab} 的值。不难看出,从电场力移动单位正电荷从 a 点到 0 点(参考电位点)所做的功就是 a 、0 两点间的电压 U_{a0} 的值,即 a 点的电位。

图 1-4 IU 关联参考方向

注意:电压、电流的参考方向可任意假定互不相关,但为了分析电路时方便,常常采用关联参考方向,即将电器元件上电压参考方向和电流的参考方向取为一致称为关联参考方向,如图 1-4 所示。量值和方向都不随时间变化的直流电压和电流,分别用大写字母 U 和 I 表示。量值和方向都随时间变化的交流电压和电流,分别用小写字母 u 和 i 表示。

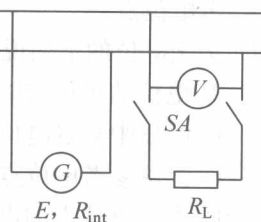
本书配套软件有相关习题 11 道

8. 电场力推动电荷移动而做功,衡量电场力做功能力大小的物理量是_____。

- A. 电压 B. 电容 C. 电流 D. 电动势

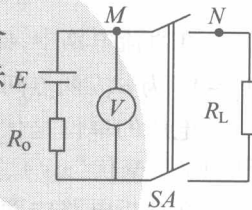
9. 由单台发电机构成的某直流供电网络简化如图,发电机空载电动势为 380 V,若发电机励磁和转速不变。在考虑发电机内阻前提下,负载开关 SA 打开及闭合两种情形时,电压表读数是_____。

- A. 0 V/230 V
B. 0 V/小于 380 V
C. 均为小于 230 V
D. 380 V/小于 380 V



10. 某具有内阻的直流电源与负载电阻构成的简单供电网络如图,当开关 SA 打开及闭合时,电压表的读数分别为 12 V、10 V;若在 SA 闭合时,由于 SA 接触不良形成电路中 M 、 N 两点间不通,则此时电压表示数为_____。

- A. 12 V B. 10 V
C. 0 V D. 视大小 R_0 确定

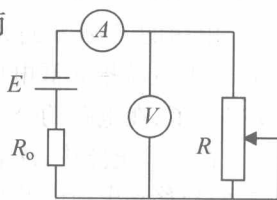


11. 某三相异步电动机正通电运行,测其端电压为 220 V。查看其铭牌,标有:220 V、60 W 字样。下列说法正确的是_____。

- A. 电机一定在额定功率下工作 B. 电机一定在额定电流下工作
C. 电机一定在额定电压下工作 D. 电机一定在额定电压、额定功率下工作

12. 如图,忽略电流表和电压表的内阻对电路的影响。当 R 增大时,两表的读数如何变化?_____。

- A. 电压表读数增大,电流表读数减小
B. 电压表读数减小,电流表读数增大
C. 电压表读数增大,电流表读数增大
D. 电压表读数减小,电流表读数减小





考点5:电动势(考试大纲1.1)

在直流电源内部,非电场力移动单位正电荷由电源的低电位端(负端)经电源内部到高电位端(正端)所做功的大小定义为该电源的电动势,即电动势是衡量非电场力对电荷做功的能力,也即单位正电荷所获得的电位能。因此电动势的量度单位与电压的相同,也是伏特。电动势的规定方向:是由低电位端指向高电位端,与电压的方向相反。通常电动势也要标出参考方向。

由于电源内存在电源力,正电荷不能通过电源内部由高电位端回到低电位端。但当电源与外部负载电路接通时,正电荷可在电场力的作用下通过外电路由高电位端向低电位端移动,从而在电路中形成电流。

注意:电压的方向是指在电源的外部,由高电位端指向低电位端的方向,而电动势的方向是指电源的内部,由低电位端指向高电位端的方向。

本书配套软件有相关习题 1 道

13. 非电场力把单位正电荷从低电位处经电源内部移到高电位处所做的功是_____。

- A. 电压 B. 电动势 C. 电位 D. 电场强度

考点6:直流电能量的计算(考试大纲1.1)

一段直流电路如图1-4所示,图中 U 、 I 有关联方向。正电荷 q 受库仑电场力 F 作用自 a 端移到 b 端,根据电压含义,库仑电场力所做功为 $W = qU$,在直流电路中有 $q = It$,由此得

$$W = UIt \quad (1-3)$$

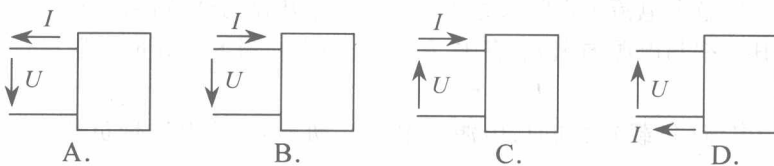
式中:时间 t 总是正的,但 U 、 I 可以是正值,也可以是负值,因为它们都是据参考方向计算出来的。这样算出的功就会出现两种情况,即 $W > 0$ 或 $W < 0$ 。在 $W > 0$ 时,表明库仑电场力做正功。库仑电场做正功使电场能量减少,这减少的能量被 ab 这段电路所吸收(或消耗);反之,在 $W < 0$ 时,表明库仑电场力做负功,实际上是非库仑电场力做正功,它使电场能量增加,即 ab 这段电路产生能量。综上所述,可得下述结论:一段电路的端电压为 U ,入端电流为 I ,在关联参考方向下,在时间 t 内,有

$$W = UIt \begin{cases} > 0 \text{ 该段电路吸收正电能(即产生负电能)} \\ < 0 \text{ 该段电路吸收负电能(即产生正电能)} \end{cases}$$

当 U 、 I 有非关联方向时,能量吸收、产生判断规则与上述相反。在能量的计算式中电压单位为伏特(V),电流单位为安培(A),时间单位为秒(s),做功,即电能单位为焦耳(Joule,简写为J)。工业上能量的单位是“度”。1度电=1千瓦小时(kW·h)。

本书配套软件有相关习题 1 道

14. 直流两端网络如下列四图所示。其中的 $U < 0$ (V), $I > 0$ (A),两端网络具有电源性质的是_____。





考点7:电功率(考试大纲1.1)

单位时间内吸收(或产生)的电能量,称为电功率,简称功率。直流功率以 P 表示,根据功率的定义则有

$$P = UI = I^2 R = U^2 / R \quad (1-4)$$

与上述电能量的计算相仿,可得下述结论:一段电路的端电压为 U ,通过的电流为 I ,在关联参考方向下,有

$$P = UI \begin{cases} > 0 \text{ 该段电路吸收正功率(即产生负功率)} \\ < 0 \text{ 该段电路吸收负功率(即产生正功率)} \end{cases}$$

在 U 、 I 有非关联方向时,功率吸收与产生的判断规则与上述相反。

在电功率的计算式中,电压单位为伏特(V),电流单位为安培(A),功率单位为瓦特(Watt,简写 W)。常用的单位还有毫瓦(mW)、千瓦(kW)与兆瓦($1 \text{ MW} = 10^6 \text{ W}$)。

本书配套软件有相关习题7道

15. 在下列各物理量中,不能用伏特衡量其大小的是_____。
- A. 电动势 B. 电位 C. 电位差 D. 电功率
16. 有两只功率为 60 W 的白炽灯泡,二者的光转换效率相同,都接在各自的额定电压(220 V、36 V)的电源上,试比较它们的亮度:_____。
- A. 难以确定 B. 电压为 220 V 的亮
C. 电压为 36 V 的亮 D. 一样亮
17. 一只电阻的额定值为 1 W、100 Ω ,在使用时电流不得超过_____ A,电压不得超过_____ V。
- A. 0.01/1 B. 0.1/1 C. 0.1/10 D. 10/0.1

考点8:电路的带载通路(考试大纲1.1)

电源与负载之间连接方式不同,电路可有三种状态:带载通路、开路、短路。下面以图 1-5 为例讨论带载通路状态下的电流、电压和功率的特征。

如图 1-5 所示电路,当开关合上时,负载电阻和电源接通,这种状态称为电源有载工作。

①电压与电流

对开关 S 左侧,根据电压和路径无关的特性,有 $U = U_1 + U_2$, 因为 $U_1 = E$, $U_2 = -R_0 I$, 所以有

$$U = E - R_0 I \quad (1-5)$$

由上式可见,电源端电压小于电动势,两者之差为电流通过电源内阻所产生的电压降 $R_0 I$ 。电流越大,则电源端电压下降越多。表示电源端电压 U 与输出电流 I 之间关系的曲线,称为电源的外特性曲线,如图 1-6 所示,其斜率与电源内阻 R_0 有关, R_0 一般很小。当 $R_0 \ll R$ 时,则

$$U \approx E$$

上式表明当电流(负载)变动时,电源端电压变动不大,即电源带负载能力强。

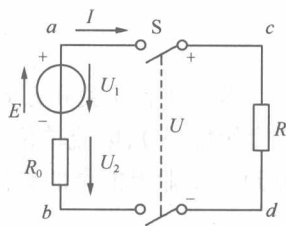


图 1-5

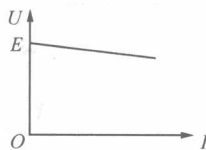


图 1-6



对于开关 S 右侧,电阻 R 两端的电压与电流的关系可根据欧姆定律得到

$$U = RI$$

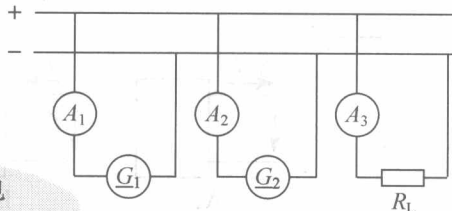
将式(1-5)代入则得

$$I = \frac{E - R_0 I}{R} = \frac{E}{R + R_0} \quad (1-6)$$

本书配套软件有相关习题 9 道

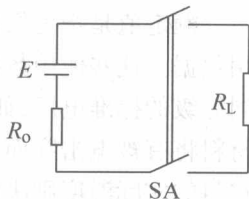
18. 由两台发电机构成的某直流供电网络简化如图,三块电流表读数关系一定是_____。

- A. $A_1 = A_2$
B. $A_1 > A_2$
C. $A_1 < A_2$
D. $A_1 + A_2 = A_3$



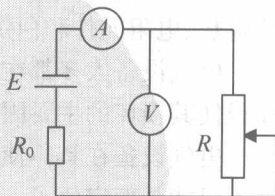
19. 某具有内阻的直流电源与负载电阻构成的简单供电网络如图, $E = 230 \text{ V}$, $R_0 = 0.1 \Omega$, $R_L = 2.2 \Omega$; 若在 SA 闭合时,电路中的工作电流为_____。

- A. 2 300 A
B. 100 A
C. 105 A
D. ∞



20. 如图,忽略电流表和电压表的内阻对电路的影响。当 R 增大时,两表的读数如何变化? _____。

- A. 电压表读数增大,电流表读数减小
B. 电压表读数减小,电流表读数增大
C. 电压表读数增大,电流表读数增大
D. 电压表读数减小,电流表读数减小

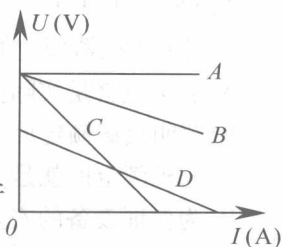


21. 已知发电机内阻为 1Ω , 仅给一电炉子供电。电炉子的阻值为 44Ω , 电炉子的端电压为 220 V , 则发电机的电动势为_____, 电炉子消耗的功率为_____。

- A. 225 V / 1 125 W B. 225 V / 1 100 W C. 220 V / 1 100 W D. 220 V / 1 125 W

22. 在图中四条电源外特性曲线中,电源内阻最小的是_____。

- A. 曲线 A B. 曲线 B
C. 曲线 C D. 曲线 D



② 电源与负载的判别

在分析电路时,还需要判别哪个电路元件是电源,哪个电路元件是负载(或起负载的作用)。

可以根据电压、电流的实际方向来确定某一电路元件是电源还是负载,

若某一电路元件上电压、电流的实际方向相反,即电流从“+”端流出,发出功率,则元件是电源。

若某一电路元件上电压、电流的实际方向相同,即电流从“+”端流入,取用功率,则元件是负载。

也可由 U 和 I 的参考方向来确定电源或负载。若某一电路元件上电压、电流的参考方向选得一致(有关联参考方向), $P = UI$ 为负值,是电源,发出功率; $P = UI$ 为正值,是负载,取用功



率或称消耗功率。

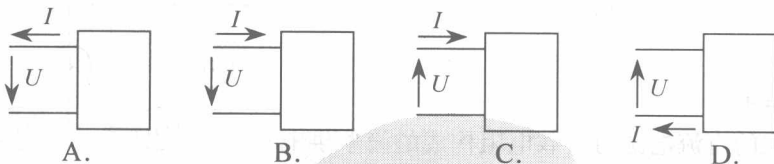
例如电阻消耗的电功率为

$$P = U_R I = RI^2$$

由该式可见 P 总是大于零,所以电阻元件总是消耗功率。在一个电路中,电源发出的功率和负载取用的功率以及内阻上损耗的功率是平衡的。

本书配套软件有相关习题 1 道

23. 直流两端网络如下列四图所示。其中的 $U < 0(V)$, $I > 0(A)$, 两端网络具有电源性质的是_____。



③额定值与实际值

额定值是指为保证电气设备或电器元件长期正常工作所规定的电压、电流和功率等的使用数据。这些使用数据是根据它们的绝缘材料的耐压强度和耐热温度规定的。额定电压有不同等级的标准电压,如果使用的电压等级超过电气设备或电器元件的额定电压等级值,其绝缘材料将有被电击穿而损坏的危险。额定电流是根据所用绝缘材料的允许温度决定的,而绝缘材料的实际温度则决定于电流。由于电流的热效应,长时间超额定电流工作,则实际温度将超过其允许温度,使绝缘材料过早的老化而减少使用寿命,甚至引起绝缘材料的焦灼而损坏。一些电热、电阻元件和白炽灯会因电流大温度过高而烧断。

电气设备大多都在标准额定电压下工作,故超过额定电流工作是降低电气设备的使用寿命或使其损坏的主要因素。

电气设备在具体使用时,如受外界影响,例如当电源电压波动时,则负载实际功率和电流就不可能是额定值了。

本书配套软件有相关习题 19 道

24. 下列四种规格的灯泡(额定值),灯丝阻值最小的是_____。

- A. 220 V, 100 W B. 220 V, 30 W C. 220 V, 250 W D. 220 V, 50 W

25. 下列关于电器额定值、实际值的说法正确的是_____。

- A. 额定值就是实际值
B. 照明负载额定值就是实际值
C. 电机额定值就是实际值
D. 为保证设备的安全和寿命,实际值应该等于或小于额定值

26. 某电路需要一电阻用来承载固定大小的电流 0.3 A,请在下列型号中选择最为恰当的电阻为_____。

- A. 100 Ω , 5 W B. 100 Ω , 7.5 W C. 100 Ω , 8 W D. 100 Ω , 10 W

27. 在使用电炉子时常常发现:如果阻丝烧断后,去掉烧断部分重新接入电路再使用,使用不长时间后又一次烧断;阻丝越短,使用时间越短。针对这一现象下列解释最为恰当的是_____。

- A. 阻丝截短后,阻值增大。据 $P = I^2 R$,势必超额定值工作,导致使用时间缩短



- B. 阻丝截短后,阻值减小。据 $P = U^2/R$,势必超额定值工作,导致使用时间缩短
 C. 阻丝截短后,阻值增大。据 $P = U^2/R$,势必低于额定值工作,导致使用时间缩短
 D. 阻丝截短后,阻值减小。据 $P = I^2 R$,势必低于额定值工作,导致使用时间缩短
28. 一台直流发电机正向直流电网供电。发电机铭牌:220 V,100 kW。若今将一 220 V,15 W 的灯泡直接跨接在两条正负直流母线上,下列说法正确的是_____。
- A. 因灯泡功率太小,发电机过电流跳闸
 B. 因发电机的功率远大于灯泡功率,灯泡烧坏
 C. 因灯泡直接跨接于母线上,将其他的直流负载短路
 D. 发电机、灯泡及其他直流负载均正常工作
29. 某电阻元件的电阻值 $R = 1 \text{ k}\Omega$, 额定功率 $P_N = 2.5 \text{ W}$, 正常使用时允许流过的最大电流为_____。
- A. 2.5 A B. 250 mA C. 50 mA D. 25 mA
30. 一台功率为 1 kW 的发电机,端电压为 220 V。现接上 220 V、100 W 的白炽灯时,灯将_____。
- A. 烧坏 B. 发光太亮 C. 不亮 D. 正常发光
31. 额定值为 1 W、100 Ω 的碳膜电阻,在使用时电流和电压不得超过_____。
- A. 1 A/100 V B. 0.1 A/10 V C. 0.01 A/1 V D. 0.01 A/10 V
32. 在电炉、电烙铁、白炽灯等电阻器具上,只标出两个额定值,它们是_____。
- A. 额定电压、额定电流 B. 额定功率、额定电阻
 C. 额定电压、额定功率 D. 额定电流、额定电阻

考点 9: 电路的开路和短路状态(考试大纲 1.1)

在图 1-5 所示电路中,当开关断开时,即负载电路与电源断开,则电路处于开路状态。无论是工作开路或故障断路,最主要的特征是:电路中电流 $I = 0$,各电阻上的电压均为零,电路的功率为零,电源处于空载状态。

电源的开路端电压 U_0 等于电源电动势 E ,即 $U_0 = E$ 。因此可通过测量实际电压源的开路电压 U_0 而得知其电动势 E 。

当电源输出端被电阻为零的导体(导线)连接,如图 1-7 所示电路,此时电源处于短路状态。其特征是:端电压 $U = 0$,而短路电流 I_s 很大。由电压平衡方程式可知,当 $U = 0$ 时,短路电流 $I_s = \frac{E}{R_0}$ 。一般电

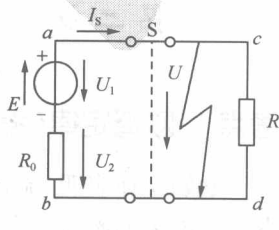


图 1-7

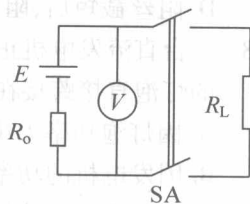
压源的内阻 R_0 都很小,故短路电流比额定电流大很多倍,内阻上的电流热效应足以将电源烧毁。短路时电源对外输出功率为零,电源此时产生的电功率全部消耗在内阻 R_0 上。

“短路”并非都指电源短路,有时因工作需要人为地将电路的部分元件短路,这种短路通常称为短接。



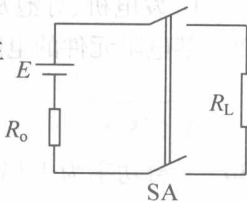
33. 某具有内阻的直流电源与负载电阻构成的简单供电网络如图, 当开关 SA 打开及闭合时, 电压表的读数分别为 24 V、20 V, 若 $R_L = 1 \Omega$, 则内阻 $R_0 =$ _____。

A. 2Ω
B. 0.4Ω
C. 0.2Ω
D. 0.33Ω



34. 某具有内阻的直流电源与负载电阻构成的简单供电网络如图, $E = 230 \text{ V}$, $R_0 = 0.1 \Omega$, $R_L = 2.2 \Omega$; 若在 SA 闭合时, 电路中负载 R_L 发生短路, 则该短路电流为 _____。

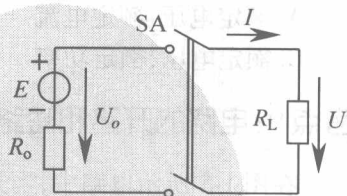
A. 2 300 A
B. 100 A
C. 105 A
D. ∞



35. 设一负载(例如电灯)两端不慎短路, 下列说法最恰当的是 _____。
- A. 负载因过流而烧坏
B. 负载过功率工作
C. 不会对负载造成寿命损伤
D. 不会对线路造成寿命损伤

36. 如图所示的直流电路中, 当开关 SA 断开时, 电路处于开路。描述开路时的电路特征的最为全面的选项为 _____。

A. $I = 0$
B. $U = U_0 = E$
C. $P_E = 0$
D. A + B + C



第二节 电路基本定律: 欧姆定律和基尔霍夫定律

考点 1: 欧姆定律(考试大纲 1.2)

欧姆定律表明, 流过电阻的电流与电阻两端的电压成正比。如图 1-8(a) 所示电路中, 当电压和电流的参考方向选得一致时(有关联参考方向), 其数学表达式可以写成

$$U = RI \quad (1-7)$$

如果电压和电流的参考方向的选择相反(有非关联参考方向), 如图 1-8(b) 图 1-8(c) 所示, 则数学表达式可以写成

$$U = -RI \quad (1-8)$$

式(1-7)和式(1-8)中的比例常数 R 称为“电阻”, 是连接电路中电流和电阻两端电压的电气参数。“电阻”这个术语以及它的符号 R , 既表明了它是一个消耗电能的理想电路元件, 又表明了这个理想电路元件的参数。

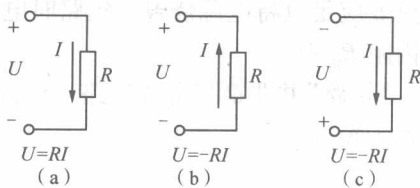


图 1-8