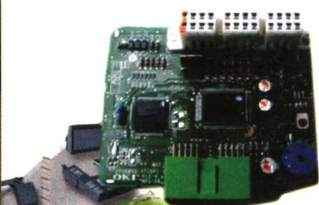


21 世 纪 高 等 教 育 规 划 教 材

QICHE DIANGONG DIANZI JICHU

汽车电工电子基础



巩恩环
李中平 主 编
徐春华
吴亚丽
牛媛媛 副主编
王忠利



21 世纪高等教育规划教材

汽车电工电子基础

主 编 巩恩环 李中平 徐春华
副主编 吴亚丽 牛媛媛 王忠利

黄河水利出版社

内 容 提 要

本书是在总结我国近些年来高等职业教育教学改革经验的基础上编写的,着眼于岗位需求,以培养综合能力为主线,实际应用为原则,适当降低理论深度,减少烦琐理论推导,围绕需求精选内容,便于教学。主要内容有:直流电路,交流电路,磁路及电磁器件,电动机,常用半导体器件,基本放大电路,集成运算放大器,数字电路基础。

本书可作为高职高专院校汽车类专业电工电子基础课程的教材,也可供相关工程技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车电工电子基础/巩恩环,李中平,徐春华主编.
郑州:黄河水利出版社,2007.8

21 世纪高等教育规划教材

ISBN 978-7-80734-248-9

I. 汽…II. ①巩…②李…③徐…III. ①汽车-电工-
高等学校-教材②汽车-电子技术-高等学校-教材
IV. U463. 6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 126130 号

出 版 社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市金水路 11 号

邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371-66026940

传真:0371-66022620

E-mail:hhsclbs@126.com

承印单位:黄河水利委员会印刷厂

开本:787 mm×1 092 mm 1/16

印张:11

字数:254 千字

印数:1—3 100

版次:2007 年 8 月第 1 版

印次:2007 年 8 月第 1 次印刷

书号:ISBN 978-7-80734-248-9/U·21

定价:18.00 元

郑州交通职业学院 教材编纂委员会

顾 问 蒋正华 张殿业 李文成

主 任 李顺兴

副主任 李国法 潘洪亮

编 委 (按姓氏音序排列)

郭 建 李子健 李洪涛

路志宏 王全升 徐春华

于 福 杨世英 张昶琳

前 言

本教材是根据高等职业技术教育的培养目标和当前高职生源实际情况而编写的。本教材在编写时,考虑到高等职业教育的特点,遵循理论必须密切联系汽车运用的实际情况,做到“必需、够用、实用、能用”,着重讲述基本概念、基本规律、基本应用;以实用为主,理论以够用为度,减少数据理论,做到深入浅出、通俗易懂。注重理论联系实际,重视培养学生分析、解决问题及动手的能力。

本书由郑州交通职业学院巩恩环、李中平、徐春华任主编,吴亚丽、牛媛媛、王忠利任副主编。王忠利编写第一章,田令编写第二章,张梦洁编写第三章,陈海生编写第四章,牛媛媛编写第五章,徐春华编写第六章,巩恩环编写第七章,吴亚丽和宋芳编写第八章。巩恩环负责全书的统稿。

本教材在编写时,参阅了许多同类教材和资料,得到了不少启发和教益,在此向编著者致以诚挚的谢意。

本教材适用于汽车运用工程、汽车运用技术、汽车检测与维修等相关专业使用和参考。

由于编者水平有限,编写时间仓促,书中难免有错误和不当之处,殷切希望广大读者批评指正。

编 者

2007年07月

目 录

前 言

第一章 直流电流	(1)
第一节 电路及其基本物理量.....	(1)
第二节 欧姆定律.....	(5)
第三节 电路的工作状态.....	(6)
第四节 电源及其等效变换.....	(7)
第五节 基尔霍夫定律	(10)
第六节 电路的基本分析方法	(12)
习题	(16)
第二章 交流电路	(18)
第一节 正弦交流电	(18)
第二节 单一参数的交流电路	(23)
第三节 三相电路	(29)
第四节 安全用电常识	(34)
习题	(37)
第三章 磁路及电磁器件	(38)
第一节 磁场及磁路	(38)
第二节 铁磁材料的磁性能	(41)
第三节 变压器	(42)
第四节 点火线圈	(48)
第五节 电磁铁	(50)
第六节 继电器	(55)
习题	(60)
第四章 电动机	(61)
第一节 电动机的种类	(61)
第二节 直流电动机	(63)
第三节 交流电动机	(69)
第四节 交、直流通用电动机.....	(78)
第五节 电动机的调速与反转	(80)
第五章 常用半导体器件	(87)
第一节 半导体的基本知识	(87)
第二节 半导体二极管	(90)
第三节 特殊二极管	(94)

第四节 晶体三极管	(98)
第五节 场效应晶体管	(106)
习题	(109)
第六章 基本放大电路	(111)
第一节 共射组态基本放大电路的组成	(111)
第二节 放大电路的静态分析	(112)
第三节 放大电路的动态分析	(113)
第四节 三极管放大电路在汽车电子电路中的应用	(116)
习题	(120)
第七章 集成运算放大器	(122)
第一节 差动放大电路	(122)
第二节 运算放大器的基本放大电路	(127)
第三节 运算放大器的线性应用	(130)
第四节 电压比较器	(133)
第五节 集成运算放大器在汽车电子电路中的应用	(135)
习题	(139)
第八章 数字电路基础	(140)
第一节 数字电路概述	(140)
第二节 逻辑门电路	(142)
第三节 组合逻辑电路	(146)
第四节 触发器	(154)
第五节 时序逻辑电路	(158)
第六节 脉冲波形的产生	(161)
习题	(166)
参考文献	(168)

第一章 直流电路

电路是电工、电子技术的主要研究对象,内容非常丰富。本章首先对什么是电路、描绘电路的基本物理量及电路的基本定律、定理进行介绍,再进一步介绍直流电路的分析方法。学习直流电路不但为交流电路的分析打下理论基础,而且也后续专业课提供电路理论基础。

第一节 电路及其基本物理量

一、电路

电路是电流通过的路径,它是各种电气器件(电气器件包括发电机、电池、电动机、电灯、集成电路、控制电气等)为了完成某一功能而按一定方式连接起来组成的总体。电路功能不同,电路模型就不同。电路通常由电源(信号源)、中间环节和负载三部分组成,如图 1-1 所示。

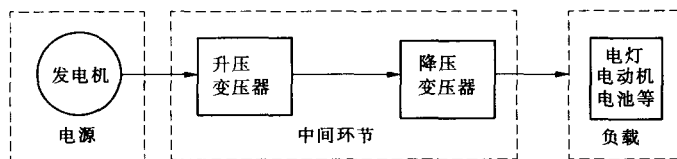


图 1-1 电力系统电路图

电源是提供电能的装置,它将其其他形式的能量转换为电能,如发电机把机械能转换为电能,电池把化学能转换为电能。

负载又叫用电器,它是取用电能的装置,能将电能转换为其他形式的能,如汽车启动机把电能转换为机械能,电灯把电能转换为光能和热能,电喇叭把电能转化为声能。

中间环节包括连接导线和控制装置。连接导线在电路中起着传输和分配电能的作用,控制装置用来控制电路的通断并保护电源与负载不受损坏,如铜线、铝线、变压器、开关和熔断器等。汽车的车身与车架都是金属机件,可以作为各种电器设备的公用导线,蓄电池的电流就是经车身或车架回负极的,这种连接方式俗称搭铁。

一个完整的电路中电源(信号源)、中间环节和负载三部分是缺一不可的。按工作任务划分,电路的功能有两类:第一类是进行能量的转换、传输和分配,如电力系统(见图 1-1);第二类是信号的传递和处理,如扩音系统(见图 1-2)。

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,并用连接导线把这些元件连接起来,这样的图形叫电路图,如图 1-3 所示。电路图中常用的图形符号见表 1-1。

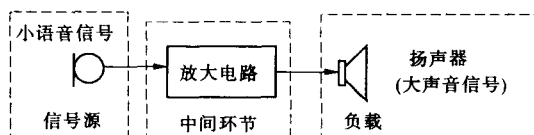


图 1-2 扩音系统

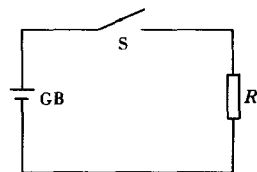


图 1-3 电路图

表 1-1 电路图中常用的图形符号

图形符号	名称	图形符号	名称	图形符号	名称
	开关		电阻器		接机壳
	电池		电位器		接地
	发电机		电容器		端子
	线圈		电流表		连接导线 不连接导线
	铁芯线圈		电压表		熔断器
	抽头线圈		二极管		灯

二、电路的基本物理量

(一) 电流

大量电荷的定向移动形成电流。为了衡量电流的强弱,规定了电流强度这一物理量。单位时间内通过导体横截面的电量,称为电流强度,简称电流,用字母 I 表示。若在 t 秒钟内通过导体横截面的电量是 Q [单位为库仑(C)],那么电流的计算公式为:

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

在国际单位制中,电流的单位是安培(A),简称安。计算小电流时用毫安(mA)和微安(μ A)作为单位。它们之间的换算关系是:

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

电流不但有强弱而且还有方向,通常规定电流的方向为正电荷运动的方向。电子的运动方向与电流的方向相反。

电流可分为直流电流和交流电流两大类,凡是大小和方向随着时间变化的电流,称为交流电流;凡是大小和方向不随时间变化的电流,称为直流电流。

由于在分析复杂电路时难以事先判断支路中电流的实际方向,因此引入参考方向的概念。所谓参考方向,就是在分析电路时先假定一个支路电流方向。当电流的实际方向与参考方向一致时,电流为正值;反之,电流为负值。

(二) 电位

在分析电路时,有时需要研究电路中各点电位的高低。为了求出电路中各点的电位值,必须在电路中选择一个参考点,参考点的电位规定为零。在汽车电路中,通常用汽车底盘、车架和发动机等金属作为公用导线,并视其为电路中的公共参考点。即以其作为零电位,零电位的符号用“⊥”表示。

规定:电路中某点与参考点之间的电压称为该点的电位, a 点的电位用 V_a 来表示。电位的单位是伏特,简称伏(V)。由于零参考点是任意规定的,所以电位是个相对量,与参考点的选择有关,随参考点的改变而改变。

(三) 电压

电压就是电路中两点间的电位差。例如 a 、 b 两点间的电压用 U_{ab} 来表示。即

$$U_{ab} = V_a - V_b \quad (1-2)$$

电压的单位是伏特(V),常用的单位还有千伏(kV)和毫伏(mV)。它们之间的换算关系是:

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

电压是个绝对量,与参考点的选择无关。为了便于分析,给电压规定了方向,在外电路中,电压的方向规定为由高电位指向低电位,即电压降低的方向。但在复杂电路分析时,电压的实际方向也是难以事先判断的,因此仍要假定某段电路上的电压方向(正方向)。若计算结果为正,则电压的正方向与实际方向相同;若计算结果为负,则电压的正方向与实际方向相反。

(四) 电动势

电动势是衡量电源将其他形式的能转换成电能本领的物理量。它的方向规定为在电源内部由低电位(负极)指向高电位(正极),即电位升高的方向,与电压的方向相反。

理想电源其电动势与其两端的输出电压之间的关系是:

$$E_{ab} = -U_{ab} \quad (1-3)$$

【例 1-1】 图 1-4 中各元件上电压均为已知,(1)取 $V_a=0$,求各点的电位;(2)取 $V_d=0$,求各点的电位。

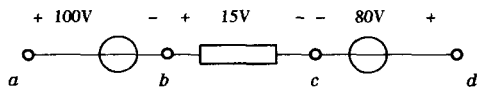


图 1-4 例题 1-1 图

解:(1)取 $V_a=0$,由图可知:

$$U_{ab} = V_a - V_b \quad V_b = V_a - U_{ab} = 0\text{V} - 100\text{V} = -100\text{V}$$

$$U_{bc} = V_b - V_c \quad V_c = V_b - U_{bc} = -100\text{V} - 15\text{V} = -115\text{V}$$

$$U_{cd} = V_c - V_d \quad V_d = V_c - U_{cd} = -115\text{V} - (-80\text{V}) = -35\text{V}$$

(2)取 $V_d=0$,由图可知:

$$U_{cd} = V_c - V_d \quad V_c = U_{cd} + V_d = -80V + 0V = -80V$$

$$U_{bc} = V_b - V_c \quad V_b = U_{bc} + V_c = 15V + (-80V) = -65V$$

$$U_{ab} = V_a - V_b \quad V_a = U_{ab} + V_b = 100V + (-65V) = 35V$$

从以上分析可知,参考点不同,各点电位不同,但两点之间的电压不变。

(五)电阻

电阻指物体对电流的阻碍作用,用 R 表示,单位是欧姆(Ω),常用的单位还有千欧($k\Omega$)和兆欧($M\Omega$)。它们之间的换算关系是:

$$1M\Omega = 10^3k\Omega = 10^6\Omega$$

导体的电阻是客观存在的,与电压无关。实验证明,在一定温度下导体的电阻 R 与它的长度 L 成正比,与它的横截面积 S 成反比,且与导体的材料有关,即:

$$R = \rho \frac{L}{S} \quad (1-4)$$

式中: ρ ——导体的电阻率, $\Omega \cdot m$ 。

电阻是在汽车电器、电子设备中应用最多的基本元件之一,主要用于控制和调节电路中的电流和电压,或用做消耗电能的负载。

(六)电功

电流能使电灯发光、电动机转动、电炉发热等,这些都是电流做功的表现。在电场力作用下,电荷定向运动形成的电流所做的功称为电功。如果导体两端的电压为 U ,通过导体横截面的电量为 Q ,电功 $W = QU$,由于 $Q = It$,所以

$$W = UIt \quad (1-5)$$

上式表明,电流在一段电路上所做的功,跟这段电路两端的电压、电路中的电流和通电时间成正比。

实用中电功的单位是千瓦·时($kW \cdot h$), $1kW \cdot h$ 也就是我们常说的1度。

$$1 \text{ 度} = 1kW \cdot h = 1000W \times 3600s = 3.6 \times 10^6 J$$

(七)功率

在工程上,我们习惯用电功率来衡量能量的交换。所谓电功率是指单位时间内电路各部分产生或消耗的能量,简称为功率,用大写字母 P 表示。根据定义,电源产生的功率为:

$$P_{\text{电源}} = IE \quad (1-6)$$

负载消耗的功率为:

$$P_{\text{负载}} = IU \quad (1-7)$$

同理电源内阻消耗的功率为:

$$P_{\text{损耗}} = I^2 R_0 \quad (1-8)$$

这三者之间的关系是:

$$P_{\text{电源}} = P_{\text{负载}} + P_{\text{损耗}} \quad (1-9)$$

在国际单位制中,功率的单位是瓦特(W),另外也常用千瓦(kW)表示。二者之间的关系为:

$$1\text{kW} = 10^3\text{W}$$

【例 1-2】 有一 220V 60W 的电灯,接在 220V 电源上,试求电灯的电阻和电灯在 220V 电压下工作时的电流。如果每晚用 3h,问一个月消耗电能多少?

解:流过电灯的电流:

$$I = P/U = 60\text{W}/220\text{V} = 0.273\text{A}$$

电灯的电阻:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{220\text{V}}{0.273\text{A}} = 806\Omega$$

一个月用电: $W = Pt = 0.06\text{kW} \times 3\text{h} \times 30\text{d} = 5.4\text{kW} \cdot \text{h}$

第二节 欧姆定律

欧姆定律是用来确定电路中各部分电流与电压之间关系的,是分析电路的基本定律之一。

一、部分电路欧姆定律

如图 1-5 所示不含电源的一段电路两端所加电压为 U ,通过电阻的电流为 I ,若电压与电流的参考方向一致,如图 1-5(a)所示,则:

$$I = \frac{U}{R} \quad (1-10)$$

若电压与电流的参考方向如图 1-5(b)所示,则:

$$U = -IR \quad (1-11)$$

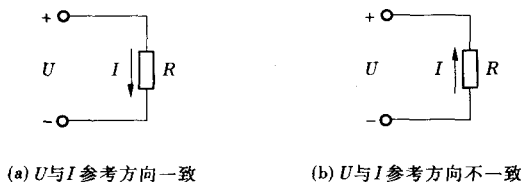


图 1-5 部分电路欧姆定律

二、全电路欧姆定律

如图 1-6 所示含有电源的闭合电路, R_L 是负载电阻, R_0 是电源内阻。则全电路欧姆定律可表示为:

$$I = \frac{E}{R_L + R_0} \quad (1-12)$$

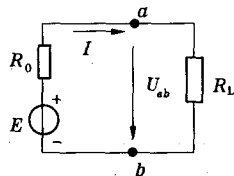


图 1-6 全电路欧姆定律

式(1-12)表明:全电路中的电流跟电源的电动势成正比,跟内、外电阻之和成反比。

第三节 电路的工作状态

电路可能出现的工作状态有三种,即通路状态、断路状态和短路状态。

一、通路状态

将图 1-7(a)中的开关 S 闭合,电路中有电流通过,电源就向负载供电,这时电路就处在通路状态。通路状态时电路具有以下特点:

$$U = IR_L \quad U = E - IR_0 \quad P = UI \quad (1-13)$$

二、断路状态

在图 1-7(b)中,将开关打开或电路中某处断开,电路中没有电流通过,电源不向负载供电,这时电路就处在断路状态,断路状态时电路具有以下特点:

$$I = 0 \quad U = E \quad P = 0 \quad (1-14)$$

三、短路状态

由于某种原因,使电源两端被电阻接近零的导线短接时,电路就处于短路工作状态,如图 1-7(c)所示。当电源两端被短路时,外电路的电阻接近为零,电源的内阻 R_0 又很小,因此电路中将通过极大的电流,此时的电流被称为短路电流,用 I_s 表示。短路工作时具有以下特点:

$$U = 0 \quad I = I_s = \frac{E}{R_0} \quad P = P_0 = I^2 R_0 \quad (1-15)$$

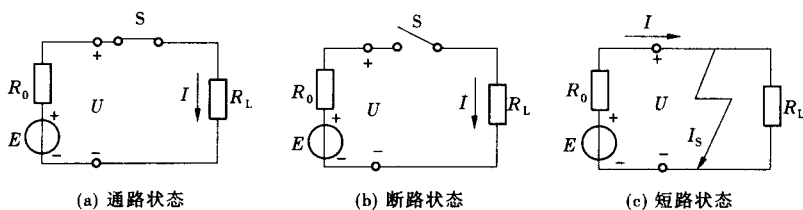


图 1-7 电路的工作状态

短路时,其短路电流将大大超过额定电流,以致电源和短路电流所经过的线路烧坏,这是十分危险的。造成短路的主要原因是绝缘损坏或接线不当。为防止短路事故的发生,通常在电源的输出端接上熔断器,当电路短路时,熔断器中的熔丝(又称为保险丝)可快速切断电源,避免出现大的事故。

电路短路,这是不允许的。但在实际工作中,有时需要短路电路中电位差别不大的两点。为了和电源短路相区别,我们把这种短路称为短接。如图 1-8 所示,用开关 S_2 把安培表的两端短接起来,以免电动机启动时的大电流通过安培表,从而保护安培表不致损坏。启动完毕后,再将开关 S_2 断开,让安培表指示电动机运转时所取用的电流。这种短接不但没有危险,反而有利。

【例 1-3】某电池组的电动势 $E = 24\text{V}$, 内阻 $R_0 = 0.1\Omega$, 正常使用时的负载电阻为 $R = 1.9\Omega$, 求额定工作电流 I 及负载电阻被短路时的电流 I_s 。

解:

$$I = \frac{E}{R + R_0} = \frac{24\text{V}}{1.9\Omega + 0.1\Omega} = 12\text{A}$$

$$I_s = \frac{E}{R_0} = \frac{24\text{V}}{0.1\Omega} = 240\text{A} \gg 12\text{A}$$

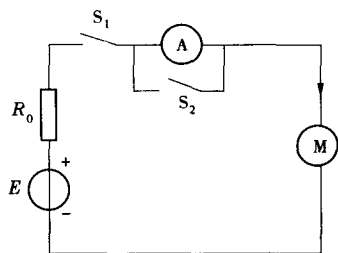


图 1-8 电动机启动时安培表的短接

四、电气设备的额定值

电气设备一般由导体、绝缘材料等组成,当电气设备通过电流时,导体就要发热,于是电气设备的温度升高。如果所加电压太高或通过的电流太大,就有可能使绝缘材料老化并击穿从而导致电气设备的损坏。反之,如果所加电压或通过的电流比额定值小很多,则不仅不能达到合理的工作状态(如电压太低、电灯亮度不够、电动机转速不高等),也不能充分利用电气设备的工作能力。

因此,对于实际的电气设备,为了达到最好的技术经济效能,制造厂家对它的性能、使用条件等都有一些技术数据加以规定,这些技术数据称为电气设备的额定值。额定值主要包括额定电压、额定电流、额定功率等,分别用 U_N 、 I_N 、 P_N 表示。这些额定值一般都被标注在设备的铭牌上或产品说明书中。例如,一盏白炽灯的规格有 $220\text{V } 40\text{W}$ 或 $220\text{V } 60\text{W}$ 等;一台电动机为 $380\text{V } 7\text{kW}$ 等。电气设备均应在额定状态或接近额定状态下运行,以确保正确使用。

【例 1-4】有一阻值为 $2\text{k}\Omega$ 额定功率为 $1/8\text{W}$ 的电阻,试求其额定电流。

解:因为

$$P_N = I_N U_N = I_N^2 R$$

所以
$$I_N = \sqrt{\frac{P_N}{R}} = \sqrt{\frac{0.125\text{W}}{2000\Omega}} = 7.9 \times 10^{-3}\text{A} = 7.9\text{mA}$$

第四节 电源及其等效变换

一、电源的实际模型

电源是一个供能的二端元件,一个实际电源可以有两种表示模型:一种是用电压的形式来表示,称为电压源;另一种是用电流的形式来表示,称为电流源。

(一) 电压源

任何一个电源,例如发电机、电池或各种信号源,都含有电动势 E 和内阻 R_0 。在分析与计算电路时,常常把它们分开,组成由 E 和 R_0 串联的电源模型,即实际电压源,如图 1-9 所示。根据图 1-9(b)所示的电路,可得出电源的端电压为:

$$U = E - IR_0 \quad (1-16)$$

式(1-16)说明,实际电压源的端电压 U 不等于电动势 E ,而与负载电流有关,电流愈

大,内阻上的电压降愈大,端电压愈低,其伏安特性是一条下降的直线,如图 1-10 所示。

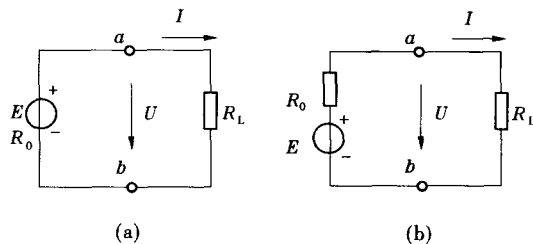


图 1-9 电压源电路

如果电流流过实际电压源内部几乎没有损耗,即 $R_0 = 0$,那么该电压源称为理想电压源(或恒压源)。理想电压源的端电压始终等于电源电动势,与电流的大小无关。其外特性曲线与电路图如图 1-10、图 1-11 所示。

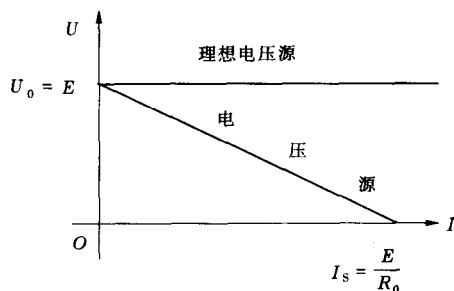


图 1-10 电压源与理想电压源的外特性曲线

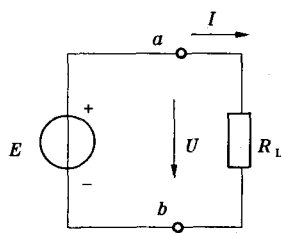


图 1-11 理想电压源电路

(二) 电流源

电源除了用电压源来表示外,还可以用电流源来表示,将式(1-16)两端同除以 R_0 ,则得:

$$\frac{U}{R_0} = \frac{E}{R_0} - I = I_s - I$$

即

$$I_s = \frac{U}{R_0} + I \quad (1-17)$$

式中 I_s 为电源的短路电流, I 是负载电流,建立的电路模型如图 1-12 所示,该电路即为实际电流源。其外特性性能曲线如图 1-13 所示。如果 $R_0 \gg R_L$ (R_0 支路相当于开路),如

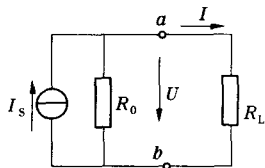


图 1-12 电流源

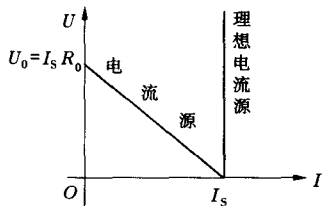


图 1-13 电流源和理想电流源

图所示的电流 I 恒等于 I_s , 输出电压 U 由负载电阻 R_L 值的大小及 I_s 的大小确定, 这样的电流源称为理想电流源或恒流源, 其电路模型和外特性曲线如图 1-13、图 1-14 所示。

由以上分析可知,实际电压源是理想电压源与内阻 R_0 串联,实际电流源是理想电流源与内阻 R_0 的并联。

二、电压源与电流源的等效变换

为了分析和计算电路的方便,有时要将实际电源进行等效变换,而实际电压源与实际电流源进行等效变换的条件是它们具有相同的外特性。电源等效变换时应注意以下几点:

(1)电压源与电流源等效变换关系只对外电路而言,内电路(电源内部)是不等效的。

(2)电源变换时,两种电源的极性必须保持一致。

(3)理想电压源与理想电流源间不能等效变换。

在分析多个电源的复杂电路时常用电源的等效变换来简化电路。

【例 1-5】有一直流发电机, $E = 230\text{V}$, $R_0 = 1\Omega$, 当负载电阻 $R_L = 22\Omega$ 时,用电源的两种电路模型分别求电压 U 和电流 I , 并计算电源内部的损耗功率和内阻压降,看是否相等(见图 1-15)。

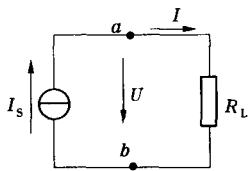


图 1-14 理想电流源

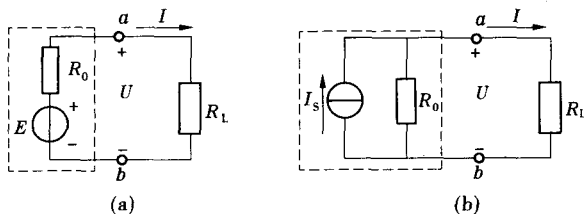


图 1-15 例题 1-5 图

解:图 1-15 所示的电压源电路和电流源电路中,

(1)计算电压 U 和电流 I :

在图 1-15(a)中

$$I = \frac{E}{R_L + R_0} = \frac{230\text{V}}{22\Omega + 1\Omega} = 10\text{A}$$

$$U = IR_L = 10\text{A} \times 22\Omega = 220\text{V}$$

在图 1-15(b)中

$$I = \frac{R_0}{R_L + R_0} I_s = \frac{1}{22\Omega + 1\Omega} \times \frac{230\text{V}}{1\Omega} = 10\text{A}$$

$$U = IR_L = 10\text{A} \times 22\Omega = 220\text{V}$$

(2)计算内阻压降和电源内部的损耗功率:

在图 1-15(a)中

$$IR_0 = 10\text{A} \times 1\Omega = 10\text{V}$$

$$\Delta P_0 = I^2 R_0 = (10\text{A})^2 \times 1\Omega = 100\text{W}$$

在图 1-15(b)中

$$\frac{U}{R_0} R_0 = U = 220\text{V}$$

$$\Delta P_0 = \left(\frac{U}{R_0}\right)^2 R_0 = \frac{U^2}{R_0} = \frac{(220\text{V})^2}{1\Omega} = 48\,400\text{W} = 48.4\text{kW}$$

可见,电压源和电流源对外电路,相互间是等效的;但对电源内部讲,是不等效的。即实际电压源与实际电流源之间可以进行等效变换,但是,理想电压源和理想电流源之间却不能进行等效变换。

【例 1-6】 试用电压源和电流源等效变换的方法计算图 1-16(a)中 1Ω 电阻上的电流 I 。

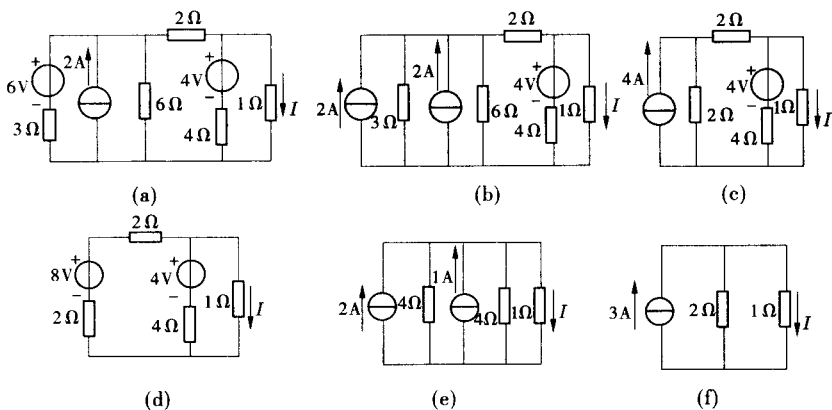


图 1-16 例题 1-6 电路图

解: 根据图 1-16 的变换次序,最后化简为图 1-16(f)的电路,由此可得

$$I = \frac{2\Omega}{2\Omega + 1\Omega} \times 3\text{A} = 2\text{A}$$

等效变换时应注意电流源的方向和电压源电压的极性。

第五节 基尔霍夫定律

分析与计算电路的基本定律,除了欧姆定律外,还有基尔霍夫电流定律和电压定律。基尔霍夫电流定律适用于节点,电压定律应用于回路。

在介绍基尔霍夫定律之前,结合图 1-17 介绍几个术语。

支路: 电路中通过同一电流的每个分支。图 1-17 中共有 3 条支路。

节点: 3 条或 3 条以上支路相连接的点。图 1-17 中共有 2 个节点,节点 a 和 b 。

回路: 电路中任意一个闭合路径。图 1-17 中共有 3 个回路,分别是 $adbca$ 、 $abca$ 和 $abda$ 。

网孔: 内部不含有支路的回路,即“空心”回路。图 1-17 中共有 2 个网孔,分别是 $abca$ 和 $abda$ 。