

高职高专汽车类

“十二五”规划
精品课程建设

教材

汽车电工与电子技术

主编 / 黄 鹏 邱爱兵

主审 / 马云贵



中南大学出版社
www.csupress.com.cn

高职高专汽车类 “十二五”规划 教材
精品课程建设

汽车电工与电子技术

主 编 黄 鹏 邱爱兵

副主编 曾光辉 冉成科 邹龙军 陈晓辉

参 编 (按姓氏笔画排序)

邓妹纯 丑振江 方新祥 刘 敏 刘一兵 李禧旺

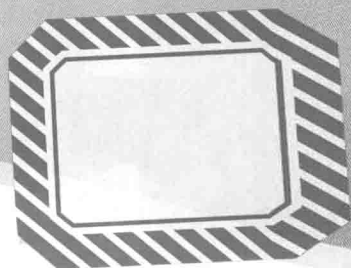
杨兴发 杨志红 段春艳 黄 威 梁先宇 程利辉

蒋瑞斌 廖向阳

主 审 马云贵



中南大学出版社
www.csupress.com.cn



图书在版编目(CIP)数据

汽车电工与电子技术/黄鹏,邱爱兵主编. —长沙:
中南大学出版社,2011.8
ISBN 978-7-5487-0258-0

I. 汽... II. ①黄...②邱... III. ①汽车-电工②汽车-
电子技术 IV. U463.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 082762 号

汽车电工与电子技术

主编 黄 鹏 邱爱兵

☐责任编辑 邓立荣

☐责任印制 文桂武

☐出版发行 中南大学出版社

社址:长沙市麓山南路

邮编:410083

发行科电话:0731-88876770

传真:0731-88710482

☐印 装 长沙市华中印刷厂

☐开 本 787×1092 1/16 ☐印张 15.75 ☐字数 386 千字

☐版 次 2011 年 8 月第 1 版 ☐2011 年 8 月第 1 次印刷

☐书 号 ISBN 978-7-5487-0258-0

☐定 价 30.00 元

图书出现印装问题,请与经销商调换

内 容 简 介

本书根据职业教育的特点，用项目任务训练职业岗位能力，对教学内容进行知识理论实践一体化的课程设计。

本书结合了大量的汽车实例，重点介绍了包括与现代汽车电工电子技术相关的汽车直流电路的认知与检测、汽车交流电路的认知与检测、汽车磁路及电磁元件的认知与检测、汽车直流电动机的认知与检测、汽车模拟电路的认知与检测、汽车数字电路的认知与检测、汽车单片机控制电路的认知与检测和汽车总线系统的认知与检测等内容。

本书可作为高等职业院校、高等专科院校、成人高校、民办高校及本科院校举办的二级职业技术学院汽车及相关专业的教学用书，也适用于五年制高职、中职相关专业，并可作为社会从业人士的业务参考书及培训用书。

前 言

为了适应汽车电工电子技术的飞速发展,更好地把现代汽车新技术与电工电子技术整合起来,结合高职汽车相关专业的教学,以够用为度,以项目为载体,按照汽车维修实际工作任务编写该教材。本书从项目入手,针对汽车直流电路的认知与检测、汽车交流电路的认知与检测、汽车磁路及电磁元件的认知与检测、汽车直流电动机的认知与检测、汽车模拟电路的认知与检测、汽车数字电路的认知与检测、汽车单片机控制电路的认知与检测和汽车总线的认知与检测作了详细的介绍,使初学者能尽快进入汽车电工与电子技术学习领域。然后在此基础上,为了加强实用性,还讲述了汽车大灯照明、汽车发电机、汽车传统点火系统、汽车起动机、汽车晶体管调压器、汽车转向闪光继电器、汽车小功率车灯单片机控制电路、凯美瑞轿车的多路通信系统的检测与维修等实践应用知识。

本书以电工、电子基础知识与专业实际相结合为出发点,同时按照汽车专业的特点,所涉及内容尽可能地与汽车电器及现代汽车电控方面的实例相结合,为汽车电器和汽车电控的学习打下一定的基础,并对从事现代汽车电工电子装置的使用与维修工作起到很好的帮助作用。

本书由湖南交通职业技术学院黄鹏,湖南信息职业技术学院邱爱兵担任主编;湖南益阳职业技术学院曾光辉,湖南机电职业技术学院冉成科,衡阳技师学院邹龙军,永州职业技术学院陈晓辉任副主编;参与编写的人员有湖南交通职业技术学院邓妹纯、段春艳、廖向阳、黄威、杨志红,湖北省创业技工学校李禧旺,长沙大学杨兴发,湖南电子科技职业学院梁先宇,邵阳职业技术学院刘一兵,方新祥汽车电子工作室方新祥,湖南生物机电职业技术学院蒋瑞斌,湖南现代物流职业技术学院丑振江,衡阳技师学院刘敏,汨罗市职业中专学校程利辉。全书由湖南交通职业技术学院黄鹏统稿,湖南交通职业技术学院马云贵主审。

由于编者水平有限,编写时间仓促,书中难免有不足和疏漏之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2011年7月

目 录

项目一 汽车直流电路的认知与检测	(1)
能力目标	(1)
第一部分 项目描述	(1)
第二部分 项目内容	(2)
第一节 汽车电路的基本物理量	(2)
一、电路和电路模型	(2)
二、电路的基本物理量	(4)
第二节 汽车电路基本元件	(8)
一、电阻元件	(8)
二、电压源	(11)
三、电流源	(12)
四、电感元件	(12)
五、电容元件	(12)
第三节 汽车电路的工作状态	(13)
一、额定工作状态	(13)
二、空载状态	(13)
三、短路状态	(14)
四、汽车电路的特点	(14)
五、汽车电路中的短路、断路与高电阻	(14)
第四节 汽车串、并联电路的分析	(16)
一、电阻的串联	(16)
二、电阻的并联	(17)
三、串、并联电路的应用	(17)
第五节 基尔霍夫定律	(19)
一、电路结构的基本名词	(19)
二、基尔霍夫电流定律(KCL)	(19)
三、基尔霍夫电压定律(KVL)	(20)
第六节 复杂电路的分析方法	(20)
一、支路电流法	(20)
二、戴维南定理	(21)
第七节 电路的暂态分析	(22)
一、电路暂态分析的基本概念与换路定律	(22)

二、RC 串联电路的过渡过程	(25)
第八节 汽车万用表的使用	(26)
第三部分 项目实施	(30)
第四部分 项目拓展 惠斯通电桥电路	(31)
第五部分 项目小结	(32)
习 题	(34)
项目二 汽车交流电路的认知与检测	(35)
能力目标	(35)
第一部分 项目描述	(35)
第二部分 项目内容	(36)
第一节 正弦交流电概述	(36)
一、正弦交流电的产生	(36)
二、正弦交流电的数学表达式	(37)
第二节 正弦交流电的三要素	(37)
一、正弦交流电的瞬时值、最大值与有效值	(38)
二、正弦交流电的周期、频率与角频率	(38)
三、正弦交流电的相位、初相位和相位差	(39)
四、正弦量的相量表示法	(39)
第三节 电阻、电感、电容在交流电路中的基本性质	(41)
一、电阻元件的交流电路	(41)
二、电容元件的交流电路	(43)
三、电感元件的交流电路	(45)
第四节 三相交流电	(47)
一、三相交流电源	(47)
二、三相负载的联接	(49)
第五节 认知汽车交流发电机	(50)
一、汽车交流发电机的构造	(51)
二、汽车交流发电机的工作原理	(52)
三、汽车交流发电机的型号	(52)
第三部分 项目实施	(53)
第四部分 项目拓展 生活用电	(56)
第五部分 项目小结	(58)
习 题	(59)
项目三 汽车磁路及电磁元件的认知与检测	(60)
能力目标	(60)
第一部分 项目描述	(60)
第二部分 项目内容	(61)

第一节 磁路的基本概念	(61)
第二节 磁路的基本定律	(62)
一、电流的磁场——安培定则	(62)
二、磁场对电流的作用——左手定则	(63)
三、电磁感应	(65)
四、磁路的欧姆定律	(68)
第三节 变压器及其在汽车上的应用	(69)
一、变压器的基本结构和工作原理	(69)
二、变压器在汽车上的应用	(71)
第四节 电磁铁在汽车上的应用	(74)
第五节 继电器在汽车上的应用	(75)
一、汽车继电器的类型	(75)
二、汽车继电器应用电路分析	(77)
第三部分 项目实施	(79)
第四部分 项目拓展 汽车发电机触点式电压调节器	(80)
第五部分 项目小结	(82)
习 题	(83)
项目四 汽车直流电动机的认知与检测	(85)
能力目标	(85)
第一部分 项目描述	(85)
第二部分 项目内容	(86)
第一节 直流电动机的工作原理和特性	(86)
一、直流电动机的工作原理	(86)
二、直流电动机的电磁转矩与反电动势	(87)
三、直流电动机转矩自动调节过程	(88)
第二节 直流电动机的结构	(88)
第三节 直流电动机的励磁方式	(91)
第四节 直流电动机的机械特性	(92)
一、他励或并励直流电动机的机械特性	(92)
二、串励直流电动机的机械特性	(93)
第五节 直流电动机的启动、制动、反转和调速控制	(94)
一、直流电动机的启动控制	(94)
二、直流电动机的制动控制	(95)
三、直流电动机的反转控制	(96)
四、直流电动机的调速控制	(96)
第六节 永磁电动机在汽车上的应用	(97)
一、汽车刮水电动机	(97)
二、汽车电动车窗电动机	(99)

第三部分 项目实施	(100)
第四部分 项目拓展 步进电动机	(104)
第五部分 项目小结	(108)
习 题	(109)
 项目五 汽车模拟电路的认知与检测	(111)
能力目标	(111)
第一部分 项目描述	(111)
第二部分 项目内容	(112)
第一节 晶体二极管	(112)
一、半导体知识	(112)
二、晶体二极管的结构	(114)
三、晶体二极管的检测	(114)
四、晶体二极管的伏安特性	(114)
五、晶体二极管的主要参数	(115)
第二节 单相整流电路及滤波电路	(115)
一、单相整流电路	(115)
二、电容滤波电路	(117)
第三节 汽车二极管控制电路	(119)
一、汽车二极管三相整流电路	(119)
二、汽车二极管续流电路	(120)
第四节 汽车稳压管控制电路	(120)
一、稳压管并联稳压电路	(120)
二、晶体管稳压电路	(121)
三、集成稳压电路	(122)
四、汽车稳压管基本控制电路	(123)
第五节 发光二极管和光电二极管	(123)
一、发光二极管	(123)
二、光电二极管	(124)
第六节 晶体三极管	(125)
一、晶体三极管的结构	(125)
二、晶体三极管的电流放大作用	(126)
三、晶体三极管的特性曲线	(126)
四、用数字式万用表测试三极管的方法	(128)
第七节 汽车晶体三极管控制电路	(128)
一、汽车晶体三极管放大电路	(128)
二、汽车晶体三极管开关电路	(130)
第三部分 项目实施	(133)
第四部分 项目拓展 集成运算放大器	(135)

第五部分 项目小结	(137)
习 题	(138)
项目六 汽车数字电路的认知与检测	(139)
能力目标	(139)
第一部分 项目描述	(139)
第二部分 项目内容	(140)
第一节 逻辑代数及基本逻辑门电路	(140)
一、逻辑代数	(140)
二、逻辑门电路	(143)
三、逻辑函数及其化简	(146)
四、集成门电路举例	(148)
第二节 基本组合逻辑电路	(149)
一、组合逻辑电路的分析与设计	(149)
二、常见组合逻辑电路	(151)
三、组合逻辑电路在汽车上的应用举例	(158)
第三节 基本时序逻辑电路	(159)
一、RS 触发器	(159)
二、JK 触发器	(162)
三、D 触发器	(163)
四、集成电路应用举例——555 定时器	(163)
第四节 模拟量与数字量的转换	(165)
一、数 - 模转换器	(165)
二、模 - 数转换器	(166)
第三部分 项目实施	(168)
第四部分 项目拓展 微机控制电子点火系统	(169)
第五部分 项目小结	(170)
习 题	(171)
项目七 汽车单片机控制电路的认知与检测	(172)
能力目标	(172)
第一部分 项目描述	(172)
第二部分 项目内容	(173)
第一节 单片机基本概念	(173)
一、ECU 的工作原理	(173)
二、微型计算机及微型计算机系统	(174)
三、单片微型计算机	(176)
第二节 MCS - 51 单片机的内部组成及信号引脚	(176)
一、8051 单片机的基本组成	(176)

二、MCS-51 的信号引脚	(178)
第三节 MCS-51 单片机的数据存储器	(178)
一、内部数据存储器低 128 单元	(179)
二、内部数据存储器高 128 单元	(181)
第四节 MCS-51 单片机的程序存储器	(183)
第五节 时钟电路与复位电路	(184)
一、时钟电路与时序	(185)
二、单片机的复位电路	(187)
第六节 8 位单片机 MC68HC11F1 在汽车控制技术中的应用	(188)
一、金杯单点玛瑞利逻辑电路系统组成	(189)
二、金杯单点玛瑞利逻辑电路工作原理	(191)
三、金杯单点玛瑞利电脑点火控制电路	(192)
四、金杯单点玛瑞利电脑喷油控制电路	(193)
第三部分 项目实施	(194)
第四部分 项目拓展 汽车电脑原理	(195)
第五部分 项目小结	(198)
习 题	(199)
 项目八 汽车总线系统的认知与检测	 (201)
能力目标	(201)
第一部分 项目描述	(201)
第二部分 项目内容	(202)
第一节 汽车车载网络系统的组成和基本原理	(202)
第二节 汽车单片机局域网的基本概念	(206)
第三节 汽车网络参考模型	(209)
一、OSI 参考模型	(209)
二、汽车网络参考模型	(210)
三、汽车网络参考模型各层的功能	(210)
第四节 CAN 总线的特点	(212)
一、CAN-BUS 概述	(212)
二、CAN 总线的特点	(214)
第五节 CAN 协议	(215)
一、CAN 的分层结构	(215)
二、报文传送和帧结构	(217)
三、CAN 协议的特点	(218)
四、CAN 控制器局域网	(218)
第六节 CAN 芯片	(220)
一、CAN 控制器 SJA1000	(220)
二、CAN 总线驱动器 TJA1050	(223)

第七节 新数据总线系统	(225)
一、LIN 总线	(225)
二、MOST 总线	(227)
第三部分 项目实施	(230)
第四部分 项目拓展 CAN 总线的维修与检测	(235)
第五部分 项目小结	(237)
习 题	(237)
参考文献	(238)

项目一

汽车直流电路的认知与检测

能力目标

通过本次项目的完成，你应能够：

1. 描述直流电路及电路中基本物理量的概念；
2. 知道直流电路的三种工作状态及电压、电流、功率关系；
3. 用电路的基本定律及基本分析方法求解直流电路；
4. 用万用表测量汽车电路中的电压、电流和电阻；
5. 能够对汽车照明系统大灯电路进行故障分析。

第一部分 项目描述

桑塔纳轿车照明电路如图 1-1 所示，请分析相关电气元件和电路的原理：

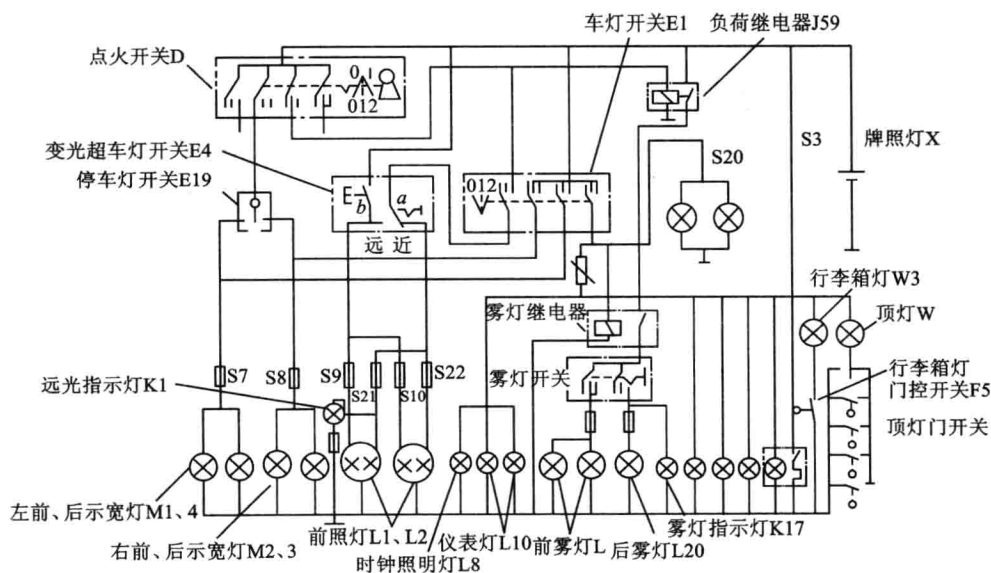


图 1-1 桑塔纳轿车照明电路

- (1) 分析远光控制回路；
- (2) 分析近光控制回路；

- (3)分析超车警示回路;
- (4)前照灯远近光不全(只有远光灯或只有近光灯亮)故障的分析。

第二部分 项目内容

第一节 汽车电路的基本物理量

一、电路和电路模型

电流流经的途径叫做电路。电路主要由电源、中间环节、负载等电气设备或元件组成,如图1-2所示。

电源是为电路提供电能的设备和器件,含有交流电源的电路叫交流电路,含有直流电源的电路叫直流电路。汽车常见的电源有蓄电池及交流发电机等,如图1-3所示。

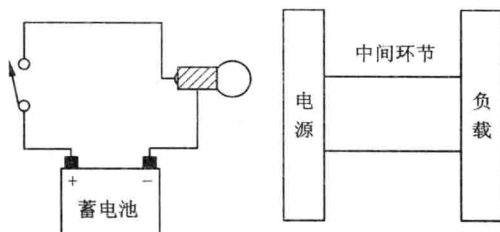
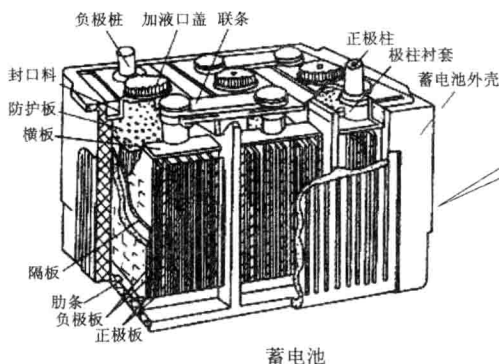


图 1-2 电路的组成



蓄电池

汽车交流发电机

图 1-3 汽车电路的电源

负载,也称用电器,是取用电能的装置。如小灯泡将电能转换成为光能,供人们照明用;电炉可以将电能转换为热能;电动机能将电能转换为机械能;电视机能将电磁波信号转换为视听信号等,如图1-4所示。

连接电源和负载的部分统称为中间环节,起传输和分配电能的作用。中间环节包括导线和电器控制器件等。导线是连接电源、负载和其他电器元件的金属线,常用的有铜导线和铝导线等;电器控制器件是对电路进行控制的电器元件,常用的有组合开关及熔断器等,如图1-5所示。

电路的主要作用是将电能进行传输、分配和转换,其次是能实现信号的传递和处理。

(1)进行电能的传输、分配与转换,图1-6(a)所示为电力系统输电电路示意图。其中,发电机是电源,家用电器和工业用电器等是负载,而变压器和输电线等则是中间环节。

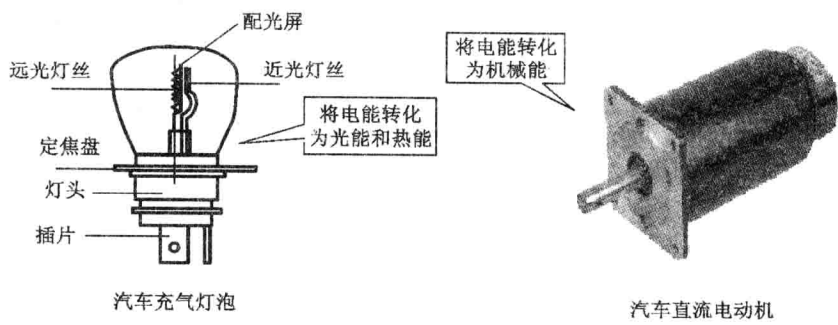


图 1-4 汽车电路的负载

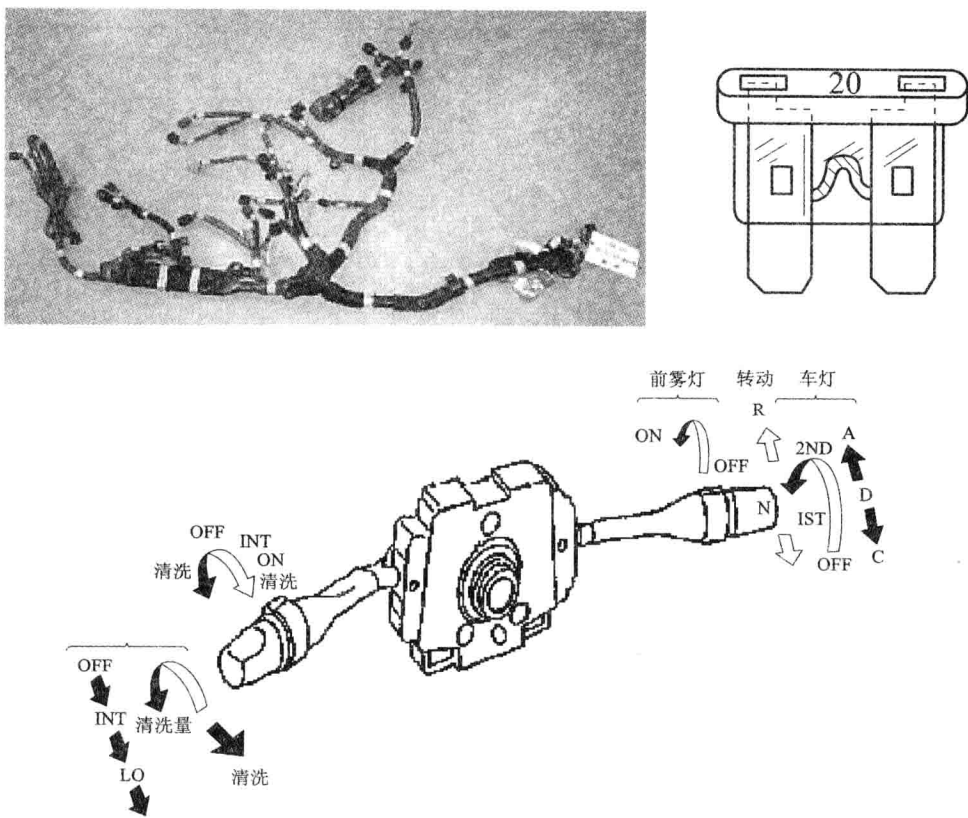


图 1-5 汽车电路的中间环节

(2)信号的传递与处理,图 1-6(b)所示为扩音机示意图。其中,话筒是发出信号的设
备,称为信号源,相当于电源。但与上述的发电机、电池等电源不同,信号源输出的电压或
电流信号取决于其所加的信息。扬声器是负载,放大器等则是中间环节。

建立电路模型的意义十分重要,运用电路模型可以大大简化电路的分析,电路模型图中
常用的元件符号如表 1-1 所示。

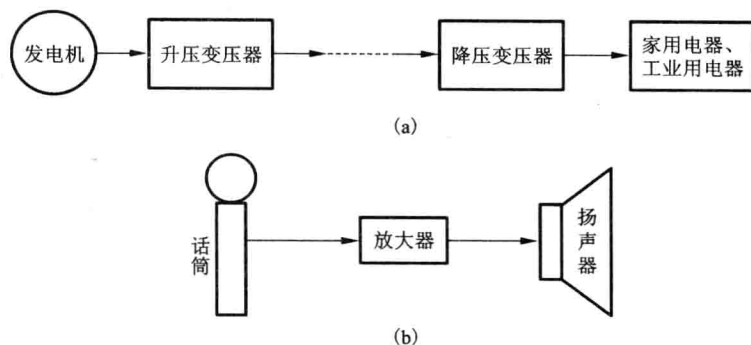


图 1-6 电路示意图

表 1-1 电路模型图常用的元件符号

名称	图形符号	文字符号	名称	图形符号	文字符号	名称	图形符号	文字符号
电池		E	电阻		R	电容器		C
电压源		U_s	可调电阻		R	可变电容		C
电流源		I_s	电位器		R_p	空心线图		L
发电机			开关		S	铁芯线圈		L
电流表			电灯		R	接地, 接机壳		GND
电压表			保险丝		FU	导线交叉点 { 连接 / 不连接		

电路模型反映了电路的主要性能, 忽略了它的次要性能, 因此电路模型只是实际电路的近似, 或者是实际电路的理想化模型。

二、电路的基本物理量

1. 电流及参考方向

(1) 定义: 电流是一种物理现象, 是带电粒子有规则的定向运动形成的, 通常将正电荷移动的方向规定为电流正方向。电流的大小用电流强度来衡量, 其数值等于单位时间内通过导体某一横截面的电荷量。根据定义有

$$i = \frac{dq}{dt} \quad (1-1)$$

式中: i 为电流, 其单位为安培 (A); dq 为通过导体截面的电荷量, 其单位为库仑 (C); dt 为时间 (s)。

式(1-1)表明,在一般情况下,电流是随时间变化的。如果电流不随时间而变化,即 $dq/dt = \text{常数}$,则这种电流就称为恒定电流(简称直流)。直流时,不随时间变化的物理量用大写字母表示,式(1-1)可写成

$$I = \frac{Q}{t} \quad (1-2)$$

(2)单位:1 千安(kA) = 1000 安(A)

1 安(A) = 1000 毫安(mA)

1 毫安(mA) = 1000 微安(μA)

一般用电设备的电流有多大?例如:

- 家里用的 60 W 灯泡通电时,其中流过的电流是 0.27 A;
- 汽车远光灯灯泡的功率一般是 60 W 左右,通过的电流是 5 A;
- 在汽车上,一个 12 W 的灯泡发光时,其中流过的电流是 1 A;
- 起动机运转时,电流可高达 100 A。

(3)实际方向:正电荷定向移动的方向规定为电流实际方向。

(4)参考方向:任意选定某一方向作为电压的正方向,称为参考方向。因为在电路分析中,一些较为复杂的电路,有时某段电流的实际方向难以判断,甚至有时电流的实际方向还在随时间不断改变,于是要在电路中标出电流的实际方向较为困难。为了解决这一问题,在电路分析时,常采用电流的“参考方向”这一概念。

(5)电流参考方向的表示方法。

如图 1-7 所示,电流的参考方向可以任意选定,在电路图中用箭头表示。当然,所选的参考方向不一定就是电流的实际方向。当参考方向与电流的实际方向一致时,电流为正值($I > 0$);当参考方向与电流的实际方向相反时,电流为负值($I < 0$)。这样,

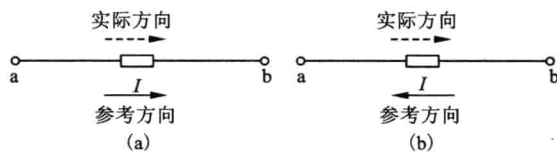


图 1-7 电流的参考方向与实际方向

(a) $I > 0$; (b) $I < 0$

在选定的参考方向下,根据电流的正负,就可以确定电流的实际方向。在分析电路时,先假定电流的参考方向,并以此去分析计算,最后用求得答案的正负值来确定电流的实际方向。

2. 电压及参考方向

(1)定义:单位正电荷在电场力作用下,由 a 点运动到 b 点电场力所做的功,称为电路中 a 点到 b 点间的电压,即

$$u_{ab} = \frac{dW_{ab}}{dq} \quad (1-3)$$

式中: u_{ab} 为 a 到 b 间的电压,单位为伏特(V); dW_{ab} 为 dq 的正电荷从 a 点运动到 b 点所做的功,功的单位为焦耳(J)。

在直流时,式(1-3)可写成

$$U_{ab} = \frac{W_{ab}}{Q} \quad (1-4)$$