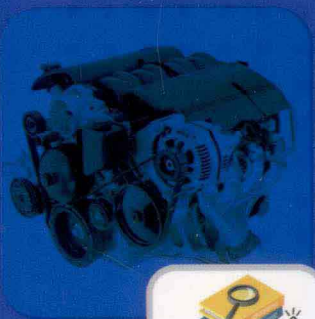
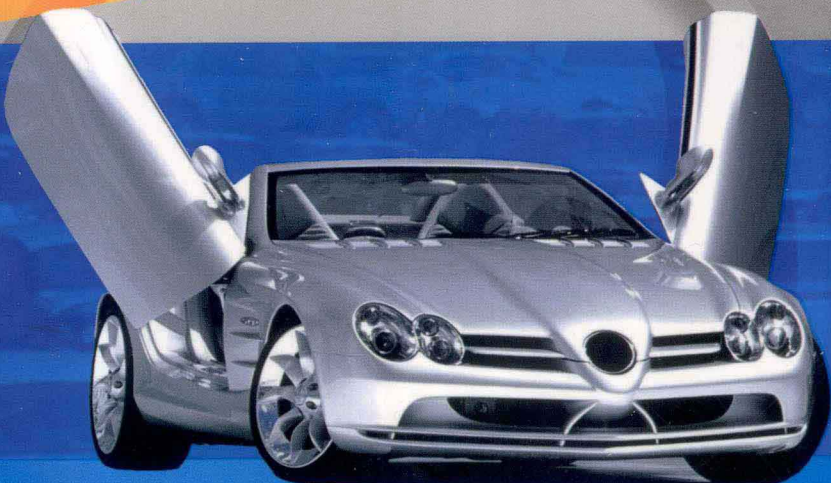


高等职业教育模块式教学改革规划教材

汽车电工电子技术

QICHE DIANGONG DIANZI YINGYONG JISHU

黄鹏 主编



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS


www.cmpedu.com

赠 电 子 课 件

高等职业教育模块式教学改革规划教材

汽车文化	阳小良	主编
汽车电工电子应用技术	黄鹏	主编
汽车电路与电气系统检修	马云贵	主编
汽车专业英语	甘辉	主编
车载网络系统检修	廖向阳	主编
汽车传动系统检修	刘海雄	主编
汽车零部件识图	唐利平	主编
汽车舒适与安全系统检修	李治国	主编
汽车机械基础	徐晓昂	主编
汽车维修	王虎成	主编
汽车发动机电控系统检修	阳文辉	主编
汽车发动机机械系统检修	蒋瑞斌	主编
汽车转向、行驶与制动系统检修	杨培刚	主编
汽车整车性能检测	文有华	主编

上架指导：高职高专 / 汽车类

ISBN 978-7-111-37034-5



9 787111 370345 >

◎ 策划编辑：葛晓慧 / 封面设计：陈沛

地址：北京市百万庄大街22号

电话服务

社服务中心：(010)88361066

销售一部：(010)68326294

销售二部：(010)88379649

读者购书热线：(010)88379203

邮政编码：100037

网络服务

门户网：<http://www.cmpbook.com>

教材网：<http://www.cmpedu.com>

封面无防伪标均为盗版

ISBN 978-7-111-37034-5

定价：22.00元

高等职业教育模块式教学改革规划教材

汽车电工电子技术

主 编	黄 鹏		
副主编	张森林	廖向阳	
参 编	邓妹纯	段春艳	黄 威
	杨志红	谢丽君	程利辉
主 审	阳文辉		

机 械 工 业 出 版 社

本书根据职业教育的特点编写,以学习情境为载体,用项目任务训练职业岗位能力,根据理论实践一体化的课程设计组织教学内容。

本书结合了大量的汽车电路,重点介绍了包括与汽车电工电子应用技术相关的检修汽车直流电路、检修汽车交流电路、检修汽车磁路及电磁元件、检修汽车直流电动机、检修汽车模拟电路和检修汽车数字电路等内容。

本书可作为高等职业院校、高等专科院校等汽车及相关专业的教学用书,并可作为社会从业人士的业务参考书及培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

汽车电工电子应用技术/黄鹏主编. —北京:机械工业出版社,2012.1
高等职业教育模块式教学改革规划教材
ISBN 978-7-111-37034-5

I. ①汽… II. ①黄… III. ①汽车—电工技术—高等职业教育—教材
②汽车—电子技术—高等职业教育—教材 IV. ①U463.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第001539号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:葛晓慧 责任编辑:葛晓慧 张利萍

版式设计:霍永明 责任校对:纪敬

封面设计:陈沛 责任印制:李妍

北京振兴源印务有限公司印刷

2012年3月第1版第1次印刷

184mm×260mm·11印张·267千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-37034-5

定价:22.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010) 88379649

读者购书热线:(010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

高等职业教育模块式教学改革规划教材 编写委员会

顾 问	刘 晓				
主 任	王 键				
副主任	张大伟	周芳友	朱日红	杨里平	
编 委	杨栋梁	刘建湘	王章华	邓志革	谢 赤
	刘国华	楚琼湘	杨文明	方建超	陈焕文
	胡让良	张新民	张红专	杜祥培	成立平
	冯立兵	周 勇			

出版说明

由湖南中华职业教育社组织湖南交通职业技术学院、长沙民政职业技术学院等 10 余所全国示范性高职院校的一线骨干教师精心组织编写的高等职业教育模块式教学改革规划教材终于正式出版。这套教材是我国高等职业教育教材改革领域一次新的尝试，也是我国高等职业教育课程改革的一次重大突破。

这套全新的教材完全是根据行业对人才的要求，本着以职业岗位能力为导向的理念开发出来的。可以说，对传统课程进行了一次颠覆性的全面解构，再按照“必需、够用”的原则，从中选取最有价值的知识点、技能点和学生应具有的职业态度的要求重组课程内容；最终把这些知识点划分为一个个模块建构课程结构，每个模块又被分为若干项目，使课程模块成为实践知识、理论知识与实际运用情景有机结合的一个个项目化的独立学习单元和任务组合。这样的编排，既明确了学习目标，又明确了教学目标。

相比于传统教材，本套教材具有五个明显的特点：①所有知识内容是根据职业岗位能力要求选取的，更贴近工作岗位，学生更易接受，有利于提高学习效果；②每个知识点都穿插有相应形象生动的案例，实现了学生在学习过程中从记忆知识到运用知识的转变，也利于培养学生完成工作任务的职业能力；③充分体现了“教、学、做”合一的总体原则，真正实现了职业教育“做中学、做中教”的特点，在这样的教学过程中，师生间、同学间都可以通过课堂教学以及教学空间互动，学生由被动接受者变为了主动参与者，显然，学习兴趣会随之增强；④以工作任务为中心，要求教学活动必须在真实或者仿真的工作场景及先进的生产设施设备环境中进行，学生可以现学现用，更易于培养把基本知识点应用于实践的应用能力和操作技能；⑤每种教材都配有教学资源，其多媒体课件使教学变得直观形象，同时也使资源共享成为了现实。实践证明，运用模块化教材进行教学，是高等职业院校教学改革的重要特色和一大亮点。

“对接产业、工学结合，深入推进职业教育集团化办学，深化人才培养模式改革”的职业教育发展思路已越来越成为我国职教工作者的共识。在此，衷心地希望学生在这套新教材的帮助下，掌握基本知识点，熟练操作技能，养成良好的职业素养，努力使自己真正成为紧跟经济社会发展步伐，符合市场需求的生产、建设、管理和服务一线的高素质技术应用型人才。

前 言

新世纪汽车电子技术进入了成熟阶段，这是对汽车工业的发展最有价值、最有贡献的阶段，也是优化“人—汽车—环境”的整体关系最为重要的阶段。当代汽车技术的发展紧紧围绕着安全、环保、节能、舒适这四个主题，电子信息化也正是从这四个方面逐步提升汽车性能的。电子信息系统产品在轿车采购成本中所占的比例将会达到30%~50%。

为了适应汽车电子技术的发展，更好地把现代汽车新技术与电工电子技术整合起来，结合本专业的教学，以任务来驱动，并以项目为载体，按照汽车维修实际工作任务编写本书。本书从学习情境入手，针对检修汽车直流电路、检修汽车交流电路、检修汽车磁路及电磁元件、检修汽车直流电动机、检修汽车模拟电路和检修汽车数字电路作了详细介绍，使初学者能尽快进入汽车电工电子应用技术学习领域。然后在此基础上，讲述了汽车前照灯照明、汽车发电机、汽车传统点火系统、汽车起动机、汽车晶体管调压器和汽车转向闪光继电器的检测与维修。本书以电工电子基础知识与专业实际相结合为出发点，同时结合汽车专业的特点，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通，对汽车电器和汽车电控的学习打下一定的基础和对从事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的黄鹏任主编，常德职业技术学院的张森林和湖南交通职业技术学院的廖向阳任副主编，参与编写的人员有湖南交通职业技术学院的邓妹纯、段春艳、黄威、杨志红以及长沙职业技术学院的谢丽君和汨罗市职业中专学校的程利辉，全书由湖南交通职业技术学院的黄鹏统稿，长沙职业技术学院的阳文辉主审。

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

目 录

出版说明

前言

学习情境1 检修汽车直流电路	1
【学习目标】	1
【项目描述】	1
任务1.1 认知汽车电路及其基本物理量	2
任务1.2 认知汽车电路基本元件及其伏安特性	8
任务1.3 检修汽车短路、断路与高电阻故障	12
任务1.4 检测汽车串、并联电路	15
任务1.5 认知直流电路的基本定律	19
任务1.6 分析复杂直流电路	20
任务1.7 使用汽车电工电子常用维修仪器	22
【项目实施】	29
【小结】	30
思考与练习	32
学习情境2 检修汽车交流电路	34
【学习目标】	34
【项目描述】	34
任务2.1 认知单相正弦交流电	35
任务2.2 认知三相交流电路	45
任务2.3 拆装汽车交流发电机	50
任务2.4 了解生活用电	53
【项目实施】	55
【小结】	59
思考与练习	60
学习情境3 检修汽车磁路及电磁元件	61
【学习目标】	61
【项目描述】	61

任务3.1 认知磁场的基本物理量	61
任务3.2 认知磁路的基本定律	63
任务3.3 检测汽车传统点火系统电路 ...	69
任务3.4 检测汽车电磁铁	74
任务3.5 检测汽车继电器	75
【项目实施】	80
【小结】	82
思考与练习	84
学习情境4 检修汽车直流电动机	85
【学习目标】	85
【项目描述】	85
任务4.1 认知直流电动机的工作原理 ...	85
任务4.2 认知汽车起动机用直流电动机	88
任务4.3 认知直流电动机的励磁方式 ...	90
任务4.4 认知直流电动机的机械特性	92
任务4.5 直流电动机的起动、制动、反转和调速	94
任务4.6 检测汽车永磁电动机	96
任务4.7 检测汽车步进电动机	99
【项目实施】	103
【小结】	107
思考与练习	108
学习情境5 检修汽车模拟电路	109
【学习目标】	109
【项目描述】	109
任务5.1 认知二极管	109
任务5.2 检测汽车三相整流电路	113
任务5.3 检测汽车稳压电路	117
任务5.4 检测汽车特殊二极管	120
任务5.5 认知晶体管	122
任务5.6 检测汽车晶体管控制电路	125

任务 5.7 检测汽车集成运算 放大器控制电路	129	任务 6.2 认知汽车组合逻辑电路	145
【项目实施】	132	任务 6.3 认知汽车时序逻辑电路	155
【小结】	134	任务 6.4 认知汽车模拟量与数字量的 转换	160
思考与练习	135	【项目实施】	163
学习情境 6 检修汽车数字电路	136	【小结】	164
【学习目标】	136	思考与练习	165
【项目描述】	136	参考文献	166
任务 6.1 认知逻辑代数及逻辑门	137		

学习情境1 检修汽车直流电路

【学习目标】

知识目标

1. 掌握汽车直流电路及其基本物理量的概念。
2. 理解汽车直流电路的三种工作状态及电压、电流、功率之间的关系。
3. 了解直流电路的基本定律及基本分析方法。

技能目标

1. 能用万用表测量汽车直流电路中的电压、电流和电阻。
2. 会对汽车照明系统前照灯电路进行故障分析。

【项目描述】

桑塔纳轿车照明电路如图 1-1 所示，请分析相关电气元器件和电路的原理。

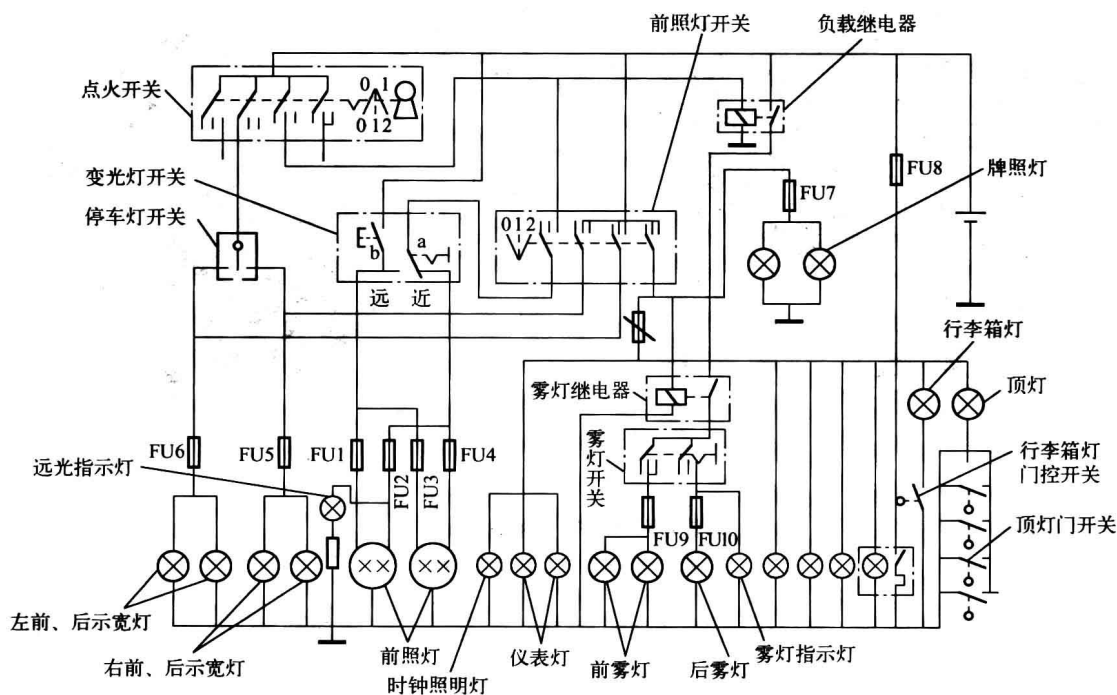


图 1-1 桑塔纳轿车照明电路

- 1) 分析远光指示控制电路。
- 2) 分析近光指示控制电路。

- 3) 分析超车警告灯电路。
- 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。

任务 1.1 认知汽车电路及其基本物理量

一、电路和电路模型

电流所流经的路径叫做电路。电路主要由电源、中间环节、负载等电气设备或元器件组成，如图 1-2 所示。

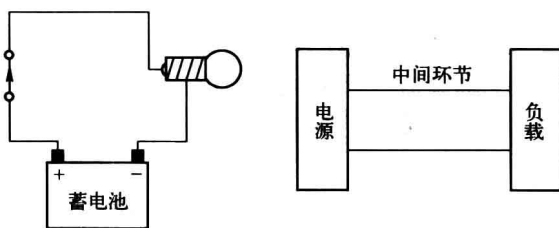


图 1-2 电路的组成

电源是为电路提供电能的设备和元器件，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汽车交流发电机等，如图 1-3 所示。

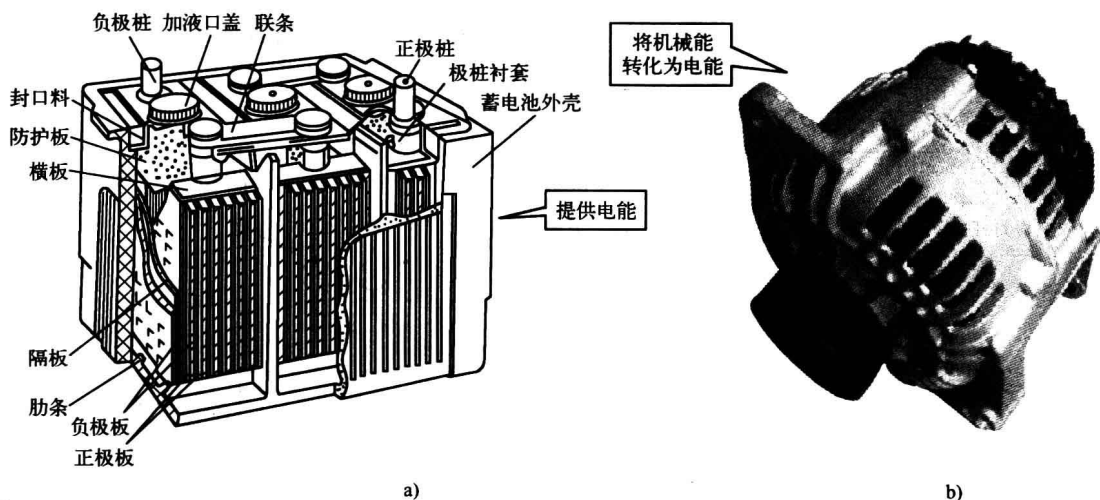


图 1-3 汽车电路的电源

a) 蓄电池 b) 汽车交流发电机

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成为热能；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。汽车电路的负载如图 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气控制元器件等。导线是连接电源、负载和其他电气元器件的金属线，常用的有铜导线和铝导线等；电气控制元器件是对电路进行控制的电气元器件，常用的有组合开关及熔断器

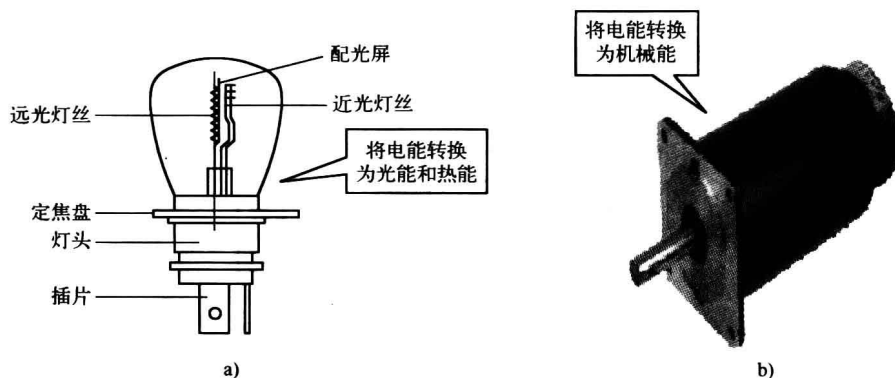


图 1-4 汽车电路的负载

a) 汽车充气灯泡 b) 汽车直流电动机

等。汽车电气控制元器件如图 1-5 所示。

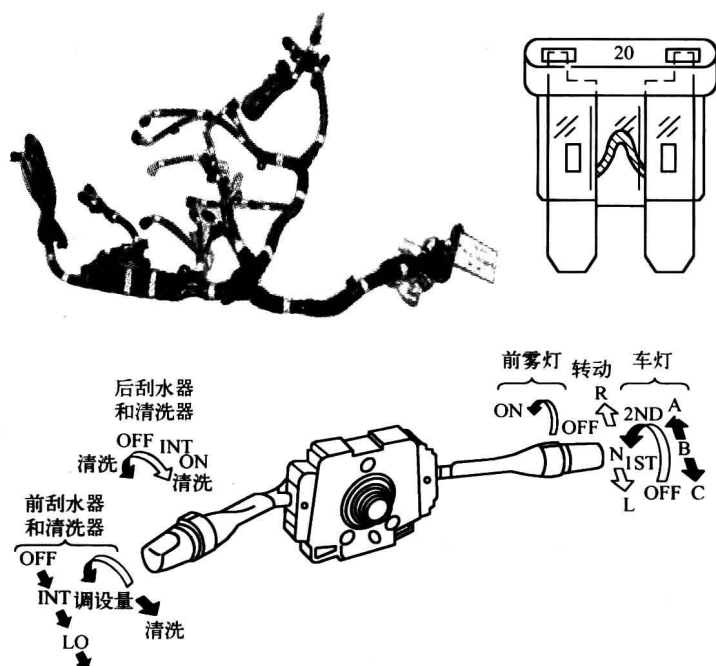


图 1-5 汽车电气控制元器件

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，如图 1-6a 所示的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。

2) 信号的传递与处理，如图 1-6b 所示的扩音机示意图。其中，送话器是发出信号的设备，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。

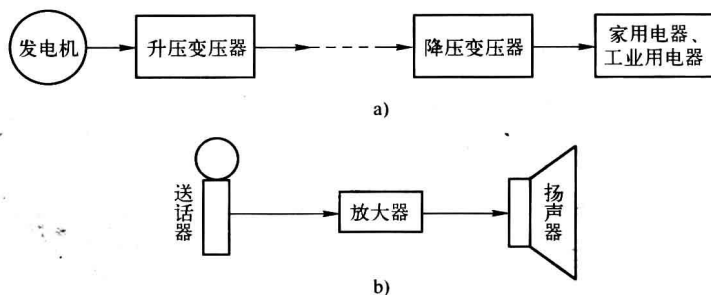


图 1-6 电路示意图

a) 电力系统输电电路示意图 b) 扩音机示意图

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见表 1-1。

表 1-1 电路模型图中常用的元件符号

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	空心线圈		L
发电机			开关		S	铁心线圈		L
电流表			电灯		EL	接地接机壳 (搭铁)		GND
电压表			熔断器		FU	导线 { 连接 交叉点 { 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电路，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。电流的数值等于单位时间内通过导体某一横截面积的电荷量。根据定义有

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

式中 i ——电流，单位为 A；

q ——通过导体截面积的电荷量, 单位为 C;

t ——时间, 单位为 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 $1\text{kA} = 1000\text{A}$

$1\text{A} = 1000\text{mA}$

$1\text{mA} = 1000\mu\text{A}$

一般用电设备的电流举例如下:

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

(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 电流的方向是客观存在的, 但在电路分析中, 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。任意选定某一方向作为电流的正方向, 也称为参考方向。

(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, 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。

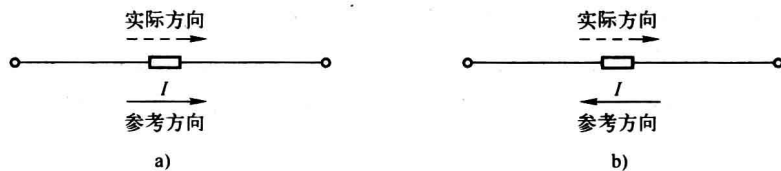


图 1-7 电流的参考方向与实际方向

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

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} ——a 点到 b 点间的电压, 单位为 V;

w_{ab} ——电量为 q 的正电荷从 a 点运动到 b 点所做的功，单位为 J。

在直流时，式 (1-3) 可写成

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

(2) 单位 $1\text{kV} = 1000\text{V}$

$1\text{V} = 1000\text{mV}$

$1\text{mV} = 1000\mu\text{V}$

汽车电气系统的额定电压有 12V 和 24V 两种。

(3) 实际方向 电压的实际方向为高电位指向低电位。

(4) 参考方向 任意选定某一方向作为电压的正方向，也称为参考方向。

(5) 电压参考方向的表示方法 在电路分析时，也需选取电压的参考方向。如图 1-8 所示，当电压的参考方向与实际方向一致时，电压为正 ($U > 0$)；当电压的参考方向与实际方向相反时，电压为负 ($U < 0$)。电压的参考方向可用箭头表示，也可用正 (+)、负 (-) 极性表示。

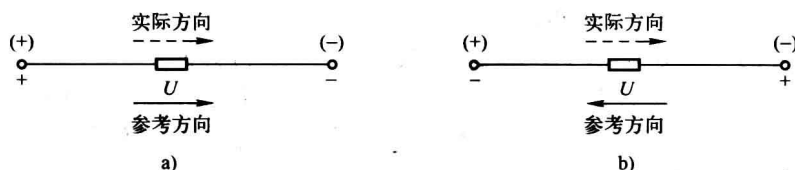


图 1-8 电压的参考方向与实际方向

a) $U > 0$ b) $U < 0$

3. 电位

在电路中任选参考点 0，该电路中某点 a 到参考点 0 的电压就称为 a 点的电位。电位的单位为伏特 (V)，用 V 表示。电路参考点本身的电位 $V_0 = 0$ ，参考点也称为零电位点。根据定义，电位实际上就是电压，即

$$V_a = U_{a0} \quad (1-5)$$

可见，电位也可为正或负值，某点的电位高于参考点，则为正，反之则为负。任选参考点 0，则 a 、 b 两点的电位分别为 $V_a = U_{a0}$ 、 $V_b = U_{b0}$ 。按照做功的定义，电场力把单位正电荷从 a 点移到 b 点所做的功，等于把单位正电荷从 a 点移到 0 点，再移到 b 点所做的功的和，即

$$U_{ab} = U_{a0} + U_{0b} = U_{a0} - U_{b0} = V_a - V_b$$

或

$$U_{ab} = V_a - V_b \quad (1-6)$$

式 (1-6) 表明，电路中 a 、 b 两点间的电压等于 a 、 b 两点的电位差，因而电压也称为电位差。

注意：同一点的电位值是随着参考点的不同而变化的，而任意两点之间的电压却与参考点的选取无关。

在汽车电路中，通常用汽车底盘、车架和发动机等金属部件作为公用导线，也就是常说的“搭铁”，并视其为电路中的参考零点。

4. 电动势

电动势是衡量电源将非电能转换成电能本领大小的物理量。电动势的定义为：在电源内部，外力将单位正电荷从电源的负极移到电源的正极所做的功。电动势用符号 E 表示，其数学表达式为

$$E = \frac{W}{Q} \quad (1-7)$$

式中 W ——外力对电荷所做的功，单位为 J；

Q ——被移动电荷的电荷量，单位为 C；

E ——电源的电动势，单位为 V。

电动势的大小只取决于电源本身的性质，对于给定的电源， W/Q 为一定值，与外电路无关。

电动势的方向规定是：在电源内部由负极指向正极。图 1-9 所示为直流电动势的两种图形符号。

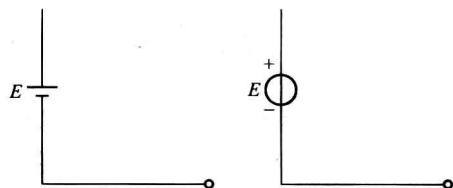


图 1-9 直流电动势的两种图形符号

对于一个电源来说，它既有电动势，又有端电压。电动势只存在于电源的内部；而端电压则是电源加在外电路两端的电压，其方向由正极指向负极。一般情况下，电源的端电压总是低于电源内部的电动势，只有当电源开路时，电源的端电压才与电源的电动势相等。

能够稳定提供电能的装置叫电源。生活中有很多种电源，这些电源提供的电压是不一样的。举例如下：

- 干电池的电压是 1.5V。
- 在汽车上，铅蓄电池的标准电压是 12V。
- 汽车计算机提供给传感器的电压是 5V。
- 车间里用的安全照明电压是 36V。
- 照明电的电压是 220V。
- 动力电的电压是 380V。
- 火花塞跳火时的击穿电压可高达 30000V。

5. 电能和电功率

设直流电路中，A、B 两点的电压为 U ，在时间 t 内电荷 Q 受电场力作用从 A 点经负载移动到 B 点，电场力所做的功为

$$W = UQ = UIt \quad (1-8)$$

单位时间内消耗的电能称为电功率（简称功率），直流电路中用字母 P 表示，即

$$P = \frac{W}{t} = UI \quad (1-9)$$

若在电压、电流非关联方向下，则

$$P = -UI \quad (1-10)$$

在我国法定计量单位中，电能的单位为 J；功率的单位为 W。在实际应用中，有时电能的单位用 $\text{kW} \cdot \text{h}$ 表示， $1\text{kW} \cdot \text{h}$ 俗称一度电。如 100W 的灯泡工作 10h，其消耗的电能就是 $1\text{kW} \cdot \text{h}$ 。

一般用电设备的功率举例如下：