



高等职业教育汽车运用技术专业规划教材

(第二版)

汽车电工与电子基础

交通职业教育教学指导委员会 组织编写

任成尧 主编



配课件



人民交通出版社
China Communications Press

高等职业教育汽车运用技术专业规划教材

Qiche Diangong yu Dianzi Jichu
汽车电工与电子基础
(第二版)

交通职业教育教学指导委员会 组织编写
任成尧 主编



人民交通出版社

China Communications Press

内 容 提 要

本书是高等职业教育汽车运用技术专业规划教材,主要包括直流电路、正弦交流电路、三相交流电路、磁路与变压器、交流电动机及控制、直流电动机、半导体器件及应用、三极管及放大电路、数字电路基础、电工电子测量仪表、汽车微机控制系统介绍,共 11 个单元。

本书可供高等职业院校汽车运用技术专业教学使用,也可作为相关行业岗位培训或自学用书,同时可供汽车维修人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车电工与电子基础 / 任成尧主编. —2 版. —北京:人民交通出版社,2010. 12

ISBN 978-7-114-08773-8

I. ①汽… II. ①任… III. ①汽车 - 电工 - 高等学校:技术学校 - 教材②汽车 - 电子技术 - 高等学校:技术学校 - 教材 IV. ①U463.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 222161 号

高等职业教育汽车运用技术专业规划教材

书 名:汽车电工与电子基础(第二版)

著 作 者:任成尧

责任编辑:翁志新

出版发行:人民交通出版社

地 址:(100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址:<http://www.ccpres.com.cn>

销售电话:(010)59757969, 59757973

总 经 销:人民交通出版社发行部

经 销:各地新华书店

印 刷:北京交通印务实业公司

开 本:787×1092 1/16

印 张:17.75

字 数:407千

版 次:2005年9月 第1版

2011年1月 第2版

印 次:2011年1月 第2版 第1次印刷 累计第9次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-08773-8

印 数:36001-40000册

定 价:38.00元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

**交通职业教育教学指导委员会
汽车运用与维修学科委员会**

主任委员：魏庆曜

副主任委员：张尔利 汤定国

委 员：唐 好 刘 锐 周建平 颜培钦 李富仓

解福泉 杨维和 屠卫星 黄晓敏 刘振楼

彭运钧 陈文华 崔选盟 崔振民 金朝勇

秘 书：吴玉基 秦兴顺

第二版前言

DIERBANQIANYAN

《汽车电工与电子基础》自2005年9月出版发行后,受到广大师生的好评,被全国多所高等院校选为汽车专业教学用书,该书至今已累计印刷8次。

本书第一版出版后,出版社和编者陆续收到了一些院校教师的信息反馈,他们对书中的内容提出了宝贵的意见和建议,并指出了一些错误。

2009年11月,人民交通出版社组织十几所院校的汽车系教师代表,在上海交通职业技术学院召开了高等职业教育汽车运用技术专业规划教材修订研讨会,对汽车运用技术专业规划教材进行了修订研讨,并确定了每本教材的修订方案。

本书的修订工作,就是在该书第一版的基础上,吸收了教材使用院校教师的意见和建议,在高等职业教育汽车运用技术专业规划教材修订研讨会确定的修订工作方案指导下完成的,教材的修订主要体现在以下几个方面:

- (1) 修订了第一版中的错误和不当之处。
- (2) 增加了知识链接、知识扩展、实例分析、单元小结、技能训练等项目,使各章内容更加丰富,并对体例作了较大调整。
- (3) 删除了“单元七 工业企业供电及安全用电知识”,将安全用电知识置于“单元三 三相交流电路”中。
- (4) 鉴于高压直流输电的诸多优点,单元三还增加了高压直流输电的内容。
- (5) 将二极管知识和整流、稳压方面的内容整合为一个单元,将三极管及其放大电路置于一个单元中。
- (6) 在“单元十 电工电子测量仪表”中增加了汽车示波器的内容。
- (7) 各章最后的“思考练习”作了适当修改,并在书后附上了参考答案。
- (8) 提供了配套的教学课件,上传至人民交通出版社网站,供教材使用单位下载。



参加本书修订工作的有:山西交通职业技术学院乔金平(单元一、二、三)、季喜军(单元四)、郭亚山(单元五)、靳炜(单元六)、任佳丽(单元七、八、九)、任成尧(单元十)及中北大学尉庆国(单元十一),全书由任成尧担任主编,乔金平、任佳丽任副主编。

限于编者水平,书中难免有疏漏和错误之处,恳请广大读者提出宝贵建议,以便进一步修改和完善。

编 者

2010 年 9 月

第一版前言

DIYIBANQIANYAN

为贯彻《国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定》以及教育部等六部委《关于实施职业院校制造业和现代服务业技能型紧缺人才培养培训工程的通知》精神,全面实施《2003—2007 年教育振兴行动计划》中提出的“职业教育与培训创新工程”,积极推进课程改革和教材建设,为职业教育教学和培训提供更加丰富、多样和实用的教材,更好地满足职业教育改革与发展的需要,交通职业教育教学指导委员会汽车运用与维修学科委员会组织全国交通职业技术学院的专业教师,按照教育部颁布的《汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养培训指导方案》的要求,紧密结合目前汽车维修行业实际需求,编写了高等职业教育规划教材,供高等职业院校汽车运用技术专业教学使用。

本系列教材符合国家对技能型紧缺人才培养培训工作的要求,注重以就业为导向,以能力为本位,面向市场、面向社会,为经济结构调整和科技进步服务的原则,体现了职业教育的特色,满足了汽车运用技术领域高素质专业实用人才培养的需要。

本系列教材在组织编写过程中,认真总结了全国交通职业院校多年来的专业教学经验,注意吸收发达国家先进的职教理念和方法,形成了以下特色:

1. 专业培养目标设计基本指导思想是以行业关键技术操作岗位和技术管理岗位的岗位能力要求为核心,确定专业知识和能力培养目标,对实际现场操作能力要求达到中级技术工人水平,在系统专业知识方面要求达到高级技师水平,并为毕业生在其职业生涯中能顺利进入汽车运用工程师行业奠定良好发展基础。

2. 全套教材以《汽车文化》、《汽车专业英语》、《汽车电工与电子基础》、《汽车机械基础》、《汽车发动机构造与维修》、《汽车底盘构造与维修》、《汽车电气设备构造与维修》、《汽车维修质量检验》八门课程搭建专业基本能力平台,以若干专门化适应各地各校的实际需求。

3. 打破了教材传统的章节体例,以专项能力培养为单元确定知识目标和能力目标,使培养过程实现“知行合一”。

4. 在内容的选择上,注重汽车后市场职业岗位对人才的知识、能力要求,力求与相应的职业资格标准衔接,并较多地反映了新知识、新技术、新工艺、新方法、新材料的内容。

5. 本套教材将力图形成开放体系,一方面除本次推出清单所列教材之外,还将根据市场实际需求,陆续推出不同车系专门化教材;另一方面,还将随行业实际变化及时更新或改编部分专业教材。

《汽车电工与电子基础》是汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养培训核心课程之一,内容包括:直流电路、正弦交流电路、三相交流电路、磁路与变压器、交流电动机及控制、直流电动机、工业企业供电及用电知识、常用半导体器件及应用、数字电路基础、整流电路和稳压电路、电工测量仪表、汽车微机控制系统介绍,共12个单元。

参加本书编写工作的有:山西交通职业技术学院的王安新(编写单元一、二、三、八)、郭亚山(编写单元四、十二)、叶美桃(编写单元五、六)、乔金平(编写单元七、十)、张润锁(编写单元九、十一)。全书由山西交通职业技术学院任成尧担任主编,四川交通职业技术学院罗斌担任主审。

限于编者的经历和水平,教材内容难以覆盖全国各地的实际情况,希望各教学单位在积极选用和推广本系列教材的同时,注重总结经验,及时提出修改意见和建议,以便再版修订时改正。

交通职业教育教学指导委员会
汽车运用与维修学科委员会
2005年5月

目 录

MULU

单元一 直流电路	1
1 电路的基本概念	1
2 电源及等效电路	3
3 电路基本定律	7
4 复杂电路计算	8
5 电路中电位的计算	11
【知识扩展】	12
【实例分析】	18
【单元小结】	19
【思考练习】	20
【技能训练】	22
单元二 正弦交流电路	26
1 正弦交流电的三要素	27
2 正弦交流电的表示法	29
3 单一参数的正弦交流电路	31
4 电阻、电感、电容器的串联电路	37
5 线圈与电容器的并联电路	40
【知识扩展】	42
【实例分析】	43
【单元小结】	45
【思考练习】	46
【技能训练】	48
单元三 三相交流电路	50
1 三相交流电源	50
2 三相负载的星形连接	53
3 负载的三角形连接	56
4 三相电路的功率	57

5 安全用电	59
【知识扩展】	61
【实例分析】	63
【单元小结】	64
【思考练习】	64
【技能训练】	66
单元四 磁路与变压器	68
1 磁路	68
2 变压器	75
【知识扩展】	81
【实例分析】	83
【单元小结】	86
【思考练习】	87
【技能训练】	89
单元五 交流电动机及控制	91
1 三相异步电动机的结构	91
2 三相异步电动机的工作原理	93
3 三相异步电动机的铭牌和技术数据	96
4 三相异步电动机的启动、调速和制动	98
5 控制、保护器件	103
6 基本控制电路	108
【知识扩展】	111
【实例分析】	115
【单元小结】	116
【思考练习】	117
【技能训练】	118
单元六 直流电动机	121

1 结构	121
2 工作原理	124
3 分类	125
【知识扩展】	126
【实例分析】	131
【单元小结】	133
【思考练习】	134
【技能训练】	135
单元七 半导体器件及应用	137
1 PN 结	137
2 晶体二极管	141
3 晶闸管	144
4 单相整流电路	146
5 滤波电路	150
6 稳压电路	153
7 三相桥式整流电路	156
【知识扩展】	156
【实例分析】	158
【单元小结】	159
【思考练习】	159
【技能训练】	161
单元八 三极管及放大电路	164
1 晶体三极管	164
2 基本放大电路	169
3 集成运算放大电路	174
4 反馈在放大电路中的应用	176
【知识扩展】	180

【实例分析】	185
【单元小结】	186
【思考练习】	187
【技能训练】	189
单元九 数字电路基础	191
1 概述	191
2 逻辑代数	194
3 基本逻辑门电路	196
4 集成门电路	200
5 集成触发器	204
6 基本数字部件	209
【知识扩展】	210
【实例分析】	213
【单元小结】	215
【思考练习】	216
【技能训练】	218
单元十 电工电子测量仪表	222
1 万用表	222
2 示波器	229
【知识扩展】	233
【实例分析】	233
【单元小结】	234
【思考练习】	235
【技能训练】	236
单元十一 汽车微机控制系统介绍	238
1 汽车微机控制概述	238
2 汽车微机控制系统的基本组成	239

【知识扩展】	256
【实例分析】	256
【单元小结】	258
【思考练习】	259
【技能训练】	260
思考练习参考答案	262
参考文献	268

单元一 直流电路

学习目标



知识目标

1. 简述电路组成及各部分的作用。
2. 正确描述基尔霍夫定律和叠加原理。



能力目标

1. 会用万用表测量直流电路中的电阻、电压及电流值。
2. 会分析较复杂的电路。

1 电路的基本概念

1.1 电路的组成

电路是电流所经过的路径,一般由电源、用电器、导线和开关四部分组成。日常生活中的手电筒就是一个简单的直流电路。汽车上的照明系统也是直流电路的典型应用。

电源是把其他形式的能转换成电能的装置。常见的电源有干电池、蓄电池、发电机和各种整流电源等,汽车电路采用的电源是蓄电池和发电机。

电器是把电能转变成其他形式能的元件或设备,也常被称为电源的负载。常见的负载有电灯、电炉、电烙铁、扬声器和电动机等。汽车电路中的负载很多,例如照明与信号用灯、汽车起动机、电动设备及汽车音响等。

开关是控制电路接通或断开的器件,例如手电筒的按钮、汽车上的点火开关及转向灯开关等。

导线是连接电源与用电器的金属线,它把电源产生的电能输送到用电器。常用导线材料有铜、铝等。

知识链接

汽车上的导线使用情况:

常见的汽车导线由多股细铜丝绞制而成,外层为绝缘层。绝缘层一般采用聚氯乙烯绝缘层或聚氯乙烯-丁腈复合绝缘层。

启动电缆用于连接蓄电池与起动机开关的主接线柱,导线截面大,蓄电池的搭铁电缆通常采用由铜丝织成的扁形软铜线,应搭铁可靠,以满足大电流启动的要求。



知识链接

点火系统的高压导线绝缘包层厚、耐压性能好、线芯截面积较小。线芯具有一定阻值,具有低电磁辐射的特点,可减小点火系统的电磁波公害。

为使线路排列整齐,便于安装、拆卸和绝缘保护,避免振动和牵拉而引起导线损坏,一般都将汽车各电器之间的导线按最短路径排列,并用绝缘带把同一路径的若干导线包扎成线束。

为了便于用数学方法分析电路,一般要将实际电路模型化,用足以反映其电磁性质的理想电路元件或其组合来模拟实际电路中的器件,从而构成与实际电路相对应的电路模型。今后分析的电路都是指电路模型,简称电路。

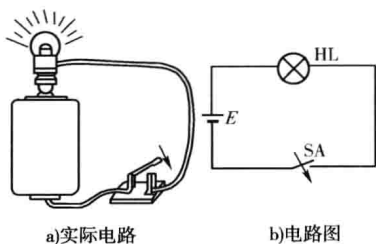


图 1-1 实际电路和电路图

用国家统一规定的电器元件或设备的符号来表示电路连接情况的图叫做电路图。如图 1-1b) 就是图 1-1a) 表示的实际电路的电路图。电路图能帮助人们了解整个电路的工作原理和电器安装顺序等。

识图就是看懂电路图,包括三个方面:认识电路图上的符号,看懂电路的结构,了解各部分的作用和工作原理。

1.2 电路中的物理量

1.2.1 电流

电荷的定向运动称为电流。在金属导体中,电流是电子在外电场力作用下的定向运动而形成的。

规定正电荷定向运动的方向为电路中电流的实际方向,用带箭头的虚线表示。

在分析电路时,电流的实际方向往往难以判断,此时可以先假定一个方向作为电流的参考方向,用带箭头的实线表示。若参考方向与实际方向一致,电流值为正值;若参考方向与实际方向相反,电流值为负值。如图 1-2 所示,电流的参考方向与实际方向相反。

1.2.2 电压

电压是衡量电场做功本领大小的物理量。规定电压的方向为“+”极性指向“-”极性。

在分析电路时,电压的实际方向不能确定时,也可以先假定一个方向作为电压的参考方向,用带箭头的实线表示,或者用双下标字母表示。若参考方向与实际方向一致,电压值为正值;若参考方向与实际方向相反,电压值为负值。如图 1-3 所示,电压 U_{ab} 的参考方向与实际方向相同。

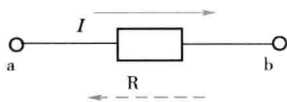


图 1-2 电流的参考方向

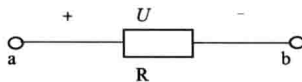


图 1-3 电压的参考方向

1.3 负载的额定值

负载是把电能转换为其他形式能量的装置。实际的负载可能是一个元件,也可能是一个

网络。

任何用电设备在工作时都会发热。为保证用电设备能长期安全工作,都规定有一个最高工作温度。很显然,工作温度取决于发热量,发热量又取决于电流、电压或电功率。我们把用电设备长期安全工作时允许的最大电流、电压和电功率分别叫做该用电设备的额定电流(I_N)、额定电压(U_N)、额定功率(P_N),统称为额定值。对于电阻性负载,其额定电流和额定电压的乘积就等于它的额定功率,即 $P_N = I_N U_N$ 。

一般用电设备的额定值都标在设备的明显位置(设备铭牌)上,也可以在产品目录中查寻。我们把用电设备在额定功率下的工作状态叫做额定工作状态,也叫满载;低于额定功率的工作状态叫做轻载;超过额定功率的工作状态叫做过载或超载。由于过载很容易烧坏用电设备,一般都不允许出现过载。防止过载的常用方法是在电路中安装熔断器。

2 电源及等效电路

2.1 电源的工作状态

2.1.1 电源力

在电场力的作用下,正电荷总是由高电位经过负载移动到低电位,如图 1-4 所示。当正电荷由极板 A 经外电路移动到极板 B 时,与极板 B 上的负电荷中和,使 A、B 极板上聚集的正负电荷数减少,两极板间电位差随之减小,电流随之减小,直至正负电荷完全中和,电流中断。要保证电路中有持续不断的电流, A、B 极板之间必须有一个与电场力 F_2 的方向相反的非静电力 F_1 存在,它能把正电荷从 B 极板源源不断地移到 A 极板,保证 A、B 两极板间电压不变,电路中存在持续不断的电流。存在于电源内部的非静电性质的力 F_1 叫做电源力。在干电池和蓄电池中,非静电力来自化学作用。在发电机中,非静电力来自电磁作用。

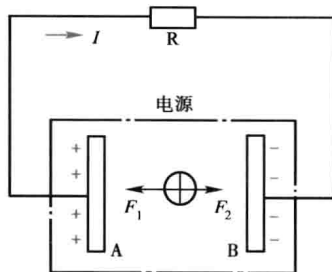


图 1-4 含有电源的电路

2.1.2 电动势

电动势是衡量电源将非电能转化为电能本领的物理量。电动势的定义为:在电源内部,电源力把单位正电荷从电源负极移到电源正极所做的功,用字母 E 表示。

如果电源力把电荷量为 q 的电荷从电源的负极经电源内部移到电源正极所做的功为 W , 则电动势可表示为

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

电源内部电源力的方向由负极指向正极,因此电源电动势的方向规定为由电源负极经电源内部指向电源正极。电动势的单位是伏特,简称伏(V)。

2.1.3 电源的工作状态

电源的工作状态有三种:空载、负载和短路,如图 1-5 所示。

通常,一个实际电源都可用一个电动势和电阻串联来表示。在图 1-5 中,电动势 E 与电阻



r 串联表示一个实际电源, r 为电源的内电阻。

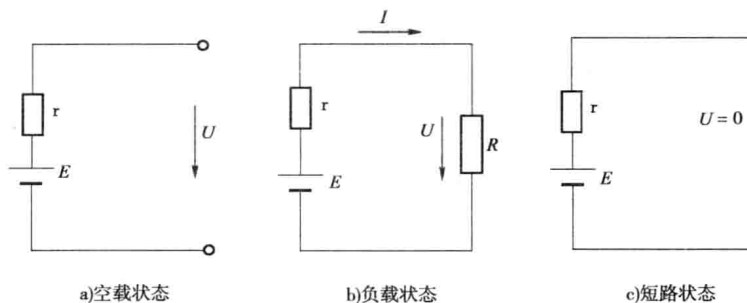


图 1-5 电源的三种状态

空载状态:外电路处于断路状态称为空载,如图 1-5a) 所示。此时,相当于负载电阻 $R \rightarrow \infty$, 电路电流 $I=0$, 电源的输出电压等于电源的电动势,即 $U=E$, 该电压叫开路电压。

负载状态:电源与负载电阻 R 形成回路, 电源向负载供给能量的状态称为负载状态, 如图 1-5b) 所示。负载时电路中的电流为

$$I = \frac{E}{R + r} \quad (1-2)$$

电源的输出端电压为

$$U = E - rI \quad (1-3)$$

由式(1-3)可知此时电源的输出电压小于电动势,即

$$U < E$$

短路状态:电源外电路电阻为零称为短路,如图 1-5c) ,此时电路中的电流叫短路电流,且

$$I_s = \frac{E}{r} \quad (1-4)$$

由于 r 一般很小,所以 I 很大,可能损坏设备和线路,这是不允许的。短路时, $U=0$ 。

通常可用万用表的电压挡测量电源的端电压来判断电源处于何种状态。电源的三种状态如表 1-1 所示。

电源的三种状态

表 1-1

电源状态	负载电阻	电源电流	电源端电压
空载	$R \rightarrow \infty$	$I=0$	$U=E$
负载	$R = \text{常数}$	$I = \frac{E}{R + r}$	$U = E - Ir$ $= IR < E$
短路	$R \rightarrow 0$	$I_s = \frac{E}{r}$	$U=0$

2.2 电源的等效电路

实际使用的电源,按其外特性的特征,可分为电压源和电流源两种。

2.2.1 电压源

实际电源可以用恒定电动势 E 和内阻 r 串联起来表示,它以输出电压的形式向负载供电,输出电压(端电压)的大小为