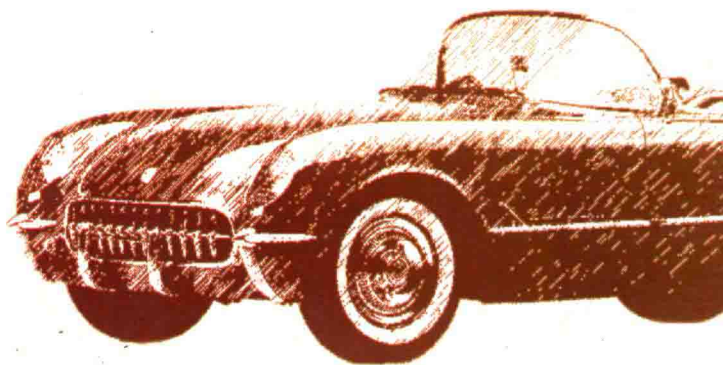


高等职业教育汽车类专业“十二五”规划课改教材

汽车电工与 电子学基础



主 编 陈昌建 王忠良



 西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

高等职业教育汽车类专业“十二五”规划课改教材

汽车电工与电子学基础

主 编 陈昌建 王忠良
副主编 沈 翊 玄友荣

西安电子科技大学出版社

内 容 简 介

“汽车电工电子学基础”是汽车类专业很重要的一门专业基础课程，本书从为后续汽车专业课服务和培养学生综合能力这两个方面出发构建全书内容。

本书分为理论部分和实验部分。理论部分共分七个模块，其中模块一至模块四主要介绍电工学知识和相关技能，模块五主要介绍汽车常用仪器仪表的使用，模块六主要介绍模拟电路的相关知识，模块七主要介绍数字电路的相关知识。实验部分由六个学生分组实验构成，旨在培养和提高学生电工和电路的基本测量能力、使用常用仪器仪表的能力、电器设备的检测能力。

全书内容紧密围绕汽车相关专业，强调任务驱动教学和汽车电路实例教学，尽量做到汽车电路和汽车的专业知识相互融合，使学生学而有用、学而能用，具有很强的针对性。

本书可作为高职高专汽车类专业及相关专业的电工电子技术课程教材，也可用作中等职业学校教学参考资料，还可用作汽车维修和技术人员学习参考和职业鉴定的辅导材料。

图书在版编目(CIP)数据

汽车电工与电子学基础/陈昌建,王忠良主编. —西安:西安电子科技大学出版社,2014.4

高等职业教育汽车类专业“十二五”规划课改教材

ISBN 978-7-5606-3295-7

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 055594 号

策 划 王 飞

责任编辑 阎 彬 董小兵

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路2号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

网 址 www.xduph.com 电子邮箱 xdupfxb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西天意印务有限责任公司

版 次 2014年4月第1版 2014年4月第1次印刷

开 本 787毫米×1092毫米 1/16 印 张 16

字 数 367千字

印 数 1~3000册

定 价 24.00元

ISBN 978-7-5606-3295-7/U

XDUP 3587001-1

*** 如有印装问题可调换 ***

前 言

当今的汽车技术正在朝着更加安全、环保和节能的方向发展，电工电子技术在汽车上的应用越来越广泛，电工电子装备在车辆中所占的比重也越来越大，这就要求现代汽车的使用、维护与检测人员也应当向着机电复合型人才的方向发展。“汽车电工与电子学基础”是高职高专院校汽车类专业的一门特别重要的基础课程。通过本课程的学习，可使学生掌握基本的汽车电工电子技术理论和技能。

本书从先进的职业教育理念出发，坚持“以就业为导向，以全面素质为基础，以能力为本位”的宗旨，一方面对传统学科型教材进行了整合，另一方面凭借作者长期从事“汽车电工与电子学基础”和“汽车电器设备与维修”等课程的教学经验，从专业课的角度出发，对本书框架重新进行构建。全书共分七个学习模块和六个实验。学习模块的主要内容包括：直流电路、正弦交流电路、磁路及电磁器件、电动机、汽车常用仪器仪表的使用、模拟电子技术基础和数字电路基础等。本书以电工、电子基础知识与汽车专业知识相结合作为出发点，力求有较宽的覆盖面，容纳较大的信息量，做到理论深度适中，强化实用技能。

本书的主要特色如下：

(1) 以专业课所需要的内容为依据，以“必需”、“够用”为度，注重基础，强调实用，合理选择教材内容，降低知识起点。书中避免了某些繁杂的理论推导、计算及与专业课不相关的内容，尽量避免内容间不必要的交叉和重叠，适当列举了一些汽车的电器设备电路实例进行讲解，使学生能将电工电子基础知识和汽车专业知识迅速结合起来，既可以提高学生的兴趣，也培养了学生分析问题和解决问题的能力。

(2) 强调技能和能力。在每个任务前均列出了“任务目标”，为了提高学生的动手能力，在本书最后还安排了相关的实验内容。

(3) 为了更好地促进教与学的活动，在任务中适时安排了“课堂互动”、“想一想”、“讨论”等环节。

(4) 为培养学生多元化的学习能力，每个模块最后都安排有“课外阅读”，可以促进学生运用多种媒体对所学知识进行复习，深入研究，激发学生主动学习的热情。

(5) 每个模块最后均有“小结”和“同步训练”，可以方便学生总结和复习所学知识，培养学生分析问题和解决问题的能力，达到巩固所学知识的目的。

本书图文并茂，内容深入浅出，语言通俗易懂，便于自学。作为高职高专院校汽车类专业的教材，本书适用于“汽车技术服务与营销”、“汽车检测与维修技术”、“汽车电子技术”、“汽车运用技术”等专业。书中带“*”的内容可作为选讲内容，教师在授课时可根据学校实训设备、专业的需要、学时的多少、学生的实际水平等，灵活掌握教学内容及实验内容。本书所用的标准均为最新的国家标准。

本书由河北工业职业技术学院陈昌建教授和河北师范大学王忠良教授担任主编，由河北工业职业技术学院沈翊教授和承德护理职业学院玄友荣担任副主编。在编写过程中，编者参阅了大量的文献，在此对文献作者表示衷心的感谢。

最后恳请使用本书的广大读者在使用过程中，对书中的错误和不足予以关注，并将意见和建议及时反馈给我们，以便修订时完善。

编 者

2013年7月

“汽车电工电子学基础”课程教学大纲

一、课程性质与作用

“汽车电工电子学基础”是高职高专汽车类专业必修的一门重要专业基础课程，作为一门考试课，一般开设在大一第2学期。课程总学时为60~74学时，其中理论64学时左右，实践8±2学时(每个学校可以根据实际实验设备和课程总学时要求安排理论学时和实验学时)。

“汽车电工电子学基础”的前导课程是“高等数学”、“计算机应用基础”，其后续专业课程是“汽车电器设备与维修”、“汽车电子控制技术”、“汽车电路分析”、“汽车空调”等。

通过对“汽车电工电子学基础”课程的学习，学生能够掌握必需的直流电路、正弦交流电路的理论和运算基础，掌握磁路和电磁理论的知识，熟悉并掌握汽车常用仪器仪表的使用，能掌握基本半导体元件的特点，了解三极管放大电路、开关电路的特点及在汽车上的应用，了解逻辑代数和运算，掌握数字电路的基础知识等。通过课程教学，要让学生树立理论联系实际的观点，培养学生的电路分析和计算能力、实践能力，为后续专业课程的学习打下必要的理论与实践基础。该课程教学质量与效果对后续专业课程的学习及培养学生良好的学风有着至关重要的作用和影响。

二、教学内容组织安排

学习模块	教 学 内 容	参考学时	
模块一 直流电路	任务 1.1 认识电路及基本物理量	2	12
	任务 1.2 认识电路的工作状态	2	
	任务 1.3 了解常用的电路元件	2	
	任务 1.4 用基尔霍夫定律对复杂电路进行计算	2	
	任务 1.5 了解惠斯通电桥电路及其在汽车上的应用	2	
	任务 1.6 认识特殊电阻在汽车上的应用	2	
	分组实验——基尔霍夫定律的验证	2	
模块二 正弦交流电路	任务 2.1 认识交流电	2	14
	任务 2.2 学会用相量表示正弦交流电	2	
	任务 2.3 学会单一参数的正弦交流电路的计算	2	
	任务 2.4 认识 RLC 串联电路及串联谐振	2	
	任务 2.5 了解三相交流电源	2	
	任务 2.6 掌握三相负载的连接及计算	2	
	分组实验——三相电路中电压、电流的测量	2	

续表

学习模块	教 学 内 容	参考学时	
模块三 磁路及电磁器件	* 任务 3.1 认识磁场与电磁感应	1	8
	任务 3.2 了解铁磁材料的磁性能	1	
	任务 3.3 认识磁路及磁路欧姆定律	1	
	任务 3.4 掌握变压器的计算	2	
	任务 3.5 了解几种特殊的变压器	1	
	任务 3.6 电磁铁及继电器在汽车上的应用	1	
	分组实验——汽车继电器的检测	1	
模块四 电动机	任务 4.1 认识直流电动机	2	5
	任务 4.2 了解直流电动机的起动、制动、反转和调速	2	
	任务 4.3 了解步进电机	1	
模块五 汽车常用仪器仪表的使用	任务 5.1 掌握兆欧表的使用(分组实验)	1	4
	任务 5.2 掌握汽车用数字万用表的使用	1	
	任务 5.3 掌握汽车专用示波器的使用(分组实验)	2	
模块六 模拟电子技术基础	任务 6.1 了解半导体	1	17
	任务 6.2 认识晶体二极管及其应用	2	
	任务 6.3 了解整流电路及滤波电路	2	
	任务 6.4 了解硅稳压管稳压电路	1	
	任务 6.5 了解晶体三极管及其应用	4	
	任务 6.6 了解特殊晶体管及其应用	1	
	* 任务 6.7 认识场效应管及其应用	2	
	任务 6.8 认识集成运算放大器	2	
	任务 6.9 了解常用电压比较器及其在汽车上的应用	2	
模块七 数字电路基础	任务 7.1 了解数字电路基本知识	1	12
	任务 7.2 学会逻辑代数的运算	1	
	任务 7.3 认识基本的逻辑门电路	2	
	任务 7.4 认识集成逻辑门电路	2	
	任务 7.5 了解触发器	2	
	任务 7.6 了解寄存器与计数器	2	
	* 任务 7.7 数字电路在汽车上的应用	2	
合计	理论 64 学时,实验 8-10 学时		72

三、课程目标

1. 知识目标

(1) 了解直流电路的组成,认识电路的几种工作状态及特点,熟悉电路基本元件的特点,掌握电路元件的检测;掌握基尔霍夫定律的内容和使用方法,能用基尔霍夫定律进行复杂电路(2个节点、2个网孔、3条支路)的计算;了解惠斯通电桥电路的平衡条件及测量电阻和温度的方法;了解几种特殊电阻的特点及其在汽车上的应用。

(2) 认识正弦交流电的基本概念,了解正弦交流电的表示方法,掌握单相交流电路的计算;了解 RLC 串联电路的串联谐振条件及谐振特征;了解三相四线制供电的特点,熟悉三相交流电源、三相负载的星形和三角形连接,掌握三相交流电路的简单计算。

(3) 了解磁场及磁路的知识,掌握变压器的变压、变流原理、阻抗变换原理及其应用;了解几种特殊变压器的特点及使用;掌握直流电磁铁及继电器的特点及其在汽车上的应用。

(4) 熟悉直流电动机的构造、工作原理、工作特性;知道如何进行直流电动机的起动、反转、调速;了解反应式步进电机的结构和工作原理。

(5) 了解并掌握兆欧表、汽车专用数字表、汽车专用示波器的使用。

(6) 了解半导体的基本知识,掌握二极管、三极管的结构、特点及应用、检测方法;掌握特殊二极管的结构和原理及在汽车上的应用;了解整流、滤波电路的原理,掌握三极管放大电路的特点及应用,了解三极管的开关作用及开关电路在汽车上的应用;了解集成运算放大器的作用、基本组成、电路特点;了解电压比较器的特点及应用。

(7) 了解数字电路的基本概念,熟悉逻辑代数和普通代数的区别,熟悉逻辑运算法则,掌握基本门电路的结构、功能及在汽车上的应用;了解 TTL 与非门电路、CMOS 门电路和 555 时基电路的结构及其在汽车上的应用。

2. 技能目标

学生学习完本课程后,应当具备以下能力:

(1) 能通过识读电路图,分析并解释直流电路、正弦交流电路;能进行复杂直流电路、单相交流电路、三相交流电路等电路的计算。

(2) 能判断电阻类、电感类、电容类部件的性能,能够正确识别电路基本元件的型号。

(3) 能分析、掌握直流电动机的工作原理,能够正确完成直流电动机的起动、反转、调速过程。

(4) 能够进行变压器的计算,熟悉几种特殊变压器的使用。

(5) 能够熟练地使用兆欧表、万用表、示波器,能正确使用这些仪器进行汽车电路和电器设备的检测。

(6) 能够对二极管进行好坏的判别、极性的判别。会绘制硅稳压管稳压电路,能分析其稳压过程。

(7) 学会分析集成运算放大器,熟悉集成运放在汽车上的具体应用。

(8) 能够正确区分三极管的几种状态,会分析三极管的放大电路和开关电路。

(9) 能使用电工电子手册、半导体手册等工具书,查找电气元件的参数,正确选择并

更换电气元件。

3. 情感目标

(1) 具备自主学习能力，具备有效获取所需信息以及制定和安排学习计划并有效实施工作任务的能力。

(2) 学会总结和评价；具有举一反三、建构自己的学习策略和方法的能力。

(3) 形成安全用电意识，能够严格执行安全用电操作规范。

(4) 在解决实际电路问题的过程中，善于科学思维，从战胜困难、实现目标、完善成果中体验喜悦。

(5) 具有团结协作、踏实、诚实、苦干的素质。

四、教材参考书

推荐参考书目：

(1) 《汽车电工与电子技术基础》：冯渊主编，机械工业出版社，2002。

(2) 《汽车电工电子基础》：刘皓宇主编，高等教育出版社，2005。

(3) 《汽车电工电子技术》：郑广军、高寒编著，北京大学教育出版社，2011年。

(4) 《汽车电工实用技术》：吴政清、吴广民编著，金盾出版社，2009年3月。

五、教学方法建议

本课程宜采用的教学方法有：自学法、讲授法、任务驱动法、示范教学法、四步教学法、小组讨论法等。

目 录

模块一 直流电路	1
任务 1.1 认识电路及基本物理量	1
1.1.1 电路的组成	1
1.1.2 电路模型	2
1.1.3 电路中的几个基本物理量	3
任务 1.2 认识电路的工作状态	7
1.2.1 电路的三种工作状态	7
1.2.2 电气设备的额定值	9
任务 1.3 了解常用的电路元件	10
1.3.1 电阻元件	10
1.3.2 电感元件	13
1.3.3 电容元件	16
任务 1.4 用基尔霍夫定律对复杂电路进行计算	20
1.4.1 基尔霍夫电流定律(KCL)	21
1.4.2 基尔霍夫电压定律(KVL)	22
任务 1.5 了解惠斯通电桥电路及其在汽车上的应用	25
1.5.1 惠斯通电桥	26
* 1.5.2 惠斯通电桥的应用	26
任务 1.6 认识特殊电阻在汽车上的应用	28
1.6.1 特殊电阻	29
1.6.2 霍尔元件	30
小结	32
同步训练一	33
模块二 正弦交流电路	35
任务 2.1 认识交流电	35
2.1.1 交流电的基本概念	35
2.1.2 表示交流电特征的几个物理量	36
2.1.3 正弦交流电的三要素	40
任务 2.2 学会用相量表示正弦交流电	41
2.2.1 正弦交流电的表示方法	41
2.2.2 正弦交流电的相量表示	41
任务 2.3 学会单一参数的正弦交流电路的计算	44
2.3.1 纯电阻 R 电路	44
2.3.2 纯电感 L 电路	45
2.3.3 纯电容 C 电路	48
任务 2.4 认识 RLC 串联电路及串联谐振	50

2.4.1	RLC 串联电路	51
2.4.2	串联谐振	54
任务 2.5	了解三相交流电源	55
2.5.1	交流发电机的结构和工作原理	55
2.5.2	三相电源的连接	56
任务 2.6	掌握三相负载的连接及计算	58
2.6.1	三相负载的星形连接	58
2.6.2	三相负载的三角形连接	60
2.6.3	三相电路的功率	61
小结		63
同步训练二		64
模块三	磁路及电磁器件	66
* 任务 3.1	认识磁场与电磁感应	66
3.1.1	磁场的基本物理量	66
3.1.2	电磁感应	68
任务 3.2	了解铁磁材料的磁性能	69
3.2.1	铁磁材料的磁性能	69
3.2.2	铁磁材料的分类	70
3.2.3	磁滞损耗和涡流损耗	71
任务 3.3	认识磁路及磁路欧姆定律	72
3.3.1	磁路、磁动势、磁阻	72
3.3.2	磁路欧姆定律	73
任务 3.4	掌握变压器的计算	74
3.4.1	单相变压器的结构	74
3.4.2	变压器的工作原理	75
3.4.3	变压器的额定值	79
任务 3.5	了解几种特殊的变压器	80
3.5.1	自耦变压器	80
3.5.2	电流互感器	81
3.5.3	汽车上使用的变压器	83
任务 3.6	电磁铁及继电器在汽车上的应用	84
3.6.1	电磁铁	84
3.6.2	继电器	87
小结		90
同步训练三		91
模块四	电动机	93
任务 4.1	认识直流电动机	93
4.1.1	直流电动机的结构	94
4.1.2	直流电动机的工作原理	95
4.1.3	给汽车上使用的直流电动机进行分类	97
4.1.4	分析串励式直流电动机的工作特性	98

任务 4.2	了解直流电动机的起动、制动、反转和调速	101
4.2.1	起动	102
4.2.2	制动	103
4.2.3	反转	103
4.2.4	直流电动机的调速	104
任务 4.3	了解步进电机	107
4.3.1	简单的反应式步进电动机的结构和原理	108
4.3.2	认识实际反应式步进电动机的结构	109
小结	.....	110
同步训练四	.....	111
模块五 汽车常用仪器仪表的使用	.....	112
任务 5.1	掌握兆欧表的使用	112
5.1.1	兆欧表的结构及测量原理	112
5.1.2	兆欧表的使用	114
任务 5.2	掌握汽车用数字万用表的使用	115
5.2.1	汽车用数字万用表的测量功能	115
5.2.2	汽车专用数字表测量注意事项	121
任务 5.3	掌握汽车专用示波器的使用	121
5.3.1	示波器	121
5.3.2	VANTAGE - MT2400 汽车示波器的使用.....	123
小结	.....	126
同步训练五	.....	127
模块六 模拟电子技术基础	.....	128
任务 6.1	了解半导体	128
6.1.1	半导体材料的导电特性	128
6.1.2	PN 结及其特性	130
任务 6.2	认识晶体二极管及其应用	132
6.2.1	二极管的结构与特性	132
6.2.2	二极管的主要参数	135
6.2.3	二极管的检测	135
6.2.4	特殊二极管及其在汽车上的应用	136
任务 6.3	了解整流电路及滤波电路	141
6.3.1	单相桥式全波整流电路	142
6.3.2	滤波电路	144
任务 6.4	了解硅稳压管稳压电路	147
6.4.1	稳压管稳压电路的原理	147
6.4.2	硅稳压管稳压电路限流电阻和稳压管的选择	148
任务 6.5	了解晶体三极管及其应用	149
6.5.1	晶体管的结构与分类	149
6.5.2	三极管的电流放大作用	150
6.5.3	三极管的基本参数	153

6.5.4	晶体三极管的开关电路及其在汽车上的应用	154
任务 6.6	了解特殊晶体管及其应用	159
6.6.1	晶闸管	160
6.6.2	光电三极管和光电耦合器	163
* 任务 6.7	认识场效应管及其应用	164
6.7.1	场效应管简介	164
6.7.2	场效应管放大电路及其应用	166
任务 6.8	认识集成运算放大器	167
6.8.1	集成运算放大器的组成	167
6.8.2	集成运算放大器的外形和电路符号	168
6.8.3	由集成运放组成的几种基本放大器电路	169
6.8.4	集成运放在汽车电子电路上的应用	173
任务 6.9	了解常用电压比较器及其在汽车上的应用	174
6.9.1	电压比较器	174
6.9.2	几种典型的电压比较器	176
小结		179
同步训练六		180
模块七 数字电路基础		183
任务 7.1	了解数字电路基本知识	183
7.1.1	数字信号和数字电路	183
7.1.2	数制和编码	184
任务 7.2	学会逻辑代数的运算	186
7.2.1	逻辑和逻辑代数	186
7.2.2	三种基本逻辑运算	187
7.2.3	逻辑代数的基本运算规则	188
任务 7.3	认识基本的逻辑门电路	190
7.3.1	二极管与门电路	190
7.3.2	二极管或门电路	191
7.3.3	三极管非门电路	191
7.3.4	与非门电路	192
7.3.5	或非门电路	193
* 7.3.6	异或门电路	194
* 7.3.7	与或非门	195
任务 7.4	认识集成逻辑门电路	195
7.4.1	TTL 门电路	196
7.4.2	CMOS 门电路	198
任务 7.5	了解触发器	200
7.5.1	RS 触发器	200
* 7.5.2	JK 触发器	202
* 7.5.3	D 触发器	203
任务 7.6	了解寄存器与计数器	204
7.6.1	寄存器	204

7.6.2	计数器	205
* 任务 7.7	数字电路在汽车上的应用	208
7.7.1	非门在汽车电子电路中的应用	209
7.7.2	门电路在汽车电子电路中的综合应用	209
7.7.3	汽车用音乐/语音芯片	211
7.7.4	555 时基电路及应用	212
	小结	215
	同步训练七	216
实验		218
实验一	基尔霍夫定律的验证	218
实验二	三相交流电路中电压、电流的测量	220
实验三	万用表的使用	222
实验四	汽车继电器的检测	224
实验五	LED 数码管显示实验	226
实验六	发电机的测量与拆解检修	228
附录		235
附录 A	同步训练答案(部分)	235
附录 B	半导体分立器件型号命名方法	238
附录 C	机动车操纵、指示、信号装置图形标志	239
附录 D	半导体集成电路型号命名法	240
参考文献		241

模块一 直流电路

任务 1.1 认识电路及基本物理量

【任务目标】

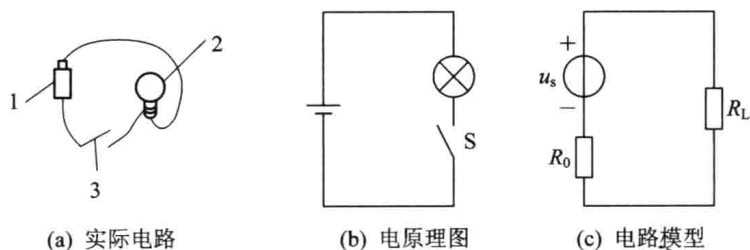
- 了解电路的组成，掌握电流、电位、电压、电动势的概念；
- 知道电流、电压、电动势的正负号与参考方向的关系；
- 能够区别电压和电位的概念，掌握电位和电压的关系；
- 学会计算负载消耗的电能和实际功率。

准备一个蓄电池、前照灯或其他灯具以及控制开关、导线和工具，由学生连接前照灯的电路，或给出一个汽车行李厢灯、制动灯电路图，启发学生一同讨论：上述汽车电路由几部分组成？

1.1.1 电路的组成

电路就是电流所通过的路径，它是为了某种需要由某些电路元件(或电器设备)按一定方式连接起来的整体(如图 1-1 所示)。电路有两个方面的作用：一是实现能量的转换、传输和分配(如电力系统电路等)，即电力电路；二是实现电信号的处理与传递(如广播电视系统)，即信号电路。电路也称为电网络。

不论电路的具体形式如何变化，不论电路有多么复杂，它都由三个基本部分组成：电源、负载、中间环节。这也是所有电路的共性(见图 1-1(a))。



1—干电池；2—灯泡；3—电路开关

图 1-1 手电筒电路

1. 电源

电源是将非电能转换成电能，并对外提供电能的装置。电源是电路中能量的来源，是推动电流流动的源泉。例如汽车上有两个电源：蓄电池、硅整流发电机。蓄电池进行化学

能和电能的相互转换，而硅整流发电机将机械能转换为电能。

2. 负载

用电设备是将电能转换成其他形式能量的装置，也称为负载。例如电炉将电能转换为热能，汽车上的电动机将电能转换为机械能等。所以在电路中负载是受电器，是取用电能的装置，在负载内部进行着由电能到非电能的转换。

3. 中间环节

中间环节主要是指把电源和负载连接起来，构成电流通路的部分，起着传递和控制电能的作用。它包括：连接导线、控制电路通断的开关电器，以及保障安全用电的保护电器（如熔断器等）。

1.1.2 电路模型

1. 电原理图

用规定的图形符号表示实际电路中的各器件连接关系的图称为电原理图(见图 1-1(b))。

2. 理想电路元件及电路模型

实际电路由电阻器、电容器、电磁线圈、电池、晶体管、运算放大器等电路元件组成，其工作时的电磁性质是非常复杂的，绝大多数元件都具有多种电磁效应。为了便于探讨电路的一般规律，简化电路的分析，通常将实际的电路元件用理想电路元件替代(或称电路模型化)，即在一定的条件下，突出实际元件主要的电磁性质，忽略其次要因素，把它近似地看做理想电路元件，用一个理想电路元件或由几个理想元件的组合来替代实际电路元件。几种常见的理想电路元件见图 1-2。

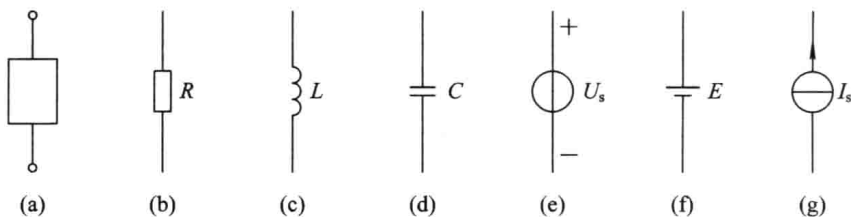


图 1-2 几种常见的理想电路元件

图 1-2(a)为没有说明具体性质的二端电路元件，用方框符号表示；图 1-2(b)为电阻元件；图 1-2(c)为电感元件；图 1-2(d)为电容元件；图 1-2(e)、(g)分别为理想电压源和理想电流源；图 1-2(f)为电池的符号。

在电路图中常用“电压源”来代替主要供给能量的实际元件(如蓄电池、干电池、硅整流发电机等)；用“电阻元件”来代替主要消耗电能并转换成其他形式能量的实际元件(如前照灯、各种照明灯、车用点烟器、起动机、汽车电喇叭等)；用“电感元件”来代替主要储存磁场能量的实际元件(如磁化线圈、变压器线圈、点火线圈等)；用“电容元件”来代替主要储存电场能量的实际元件(如电容器等)。

用理想电路元件及其组合来代替实际电路元件构成的电路称为电路模型，见图 1-1(c)。

电路模型中的理想元件用规定的电路符号来表示所得到的电路模型图，称为电路图。在进行电路分析时大都是对电路模型进行基本规律的研究和分析，并将得出的结论推广到

实际电路中去。

【想一想】你所知道的汽车电路图中常用到的图形符号有哪些？（可查阅“汽车电器设备”相关书籍。）

1.1.3 电路中的几个基本物理量

1. 电流

电流指带电粒子在电路中的定向移动。电流的大小用电流强度 I 来衡量。电流的单位是安培(A)，另外还有毫安(mA)、千安(kA)、微安(μA)等。例如：汽油发动机起动时的电流强度为 200~600 A，柴油机起动电流则高达 1000 A。

电流可分为两类：一类是大小和方向均不随时间改变的电流，称为恒定电流，简称直流电流，简写作 DC；另一类是大小和方向都随时间变化的电流，称为变动电流，其中随时间按正弦函数变化的(一个周期内电流的平均值为零)变动电流称为正弦交变电流，简称交流，简写作 AC。

对于直流电流，单位时间内通过导体横截面的电荷量是恒定不变的，电流的计算公式为

$$I = \frac{Q}{t}$$

对于交流电流，电流计算公式为

$$i = \frac{dq}{dt}$$

1) 电流的正方向

电流的实际方向是客观存在的，习惯上规定正电荷定向运动的方向为电路中电流的正方向。

2) 电流的参考方向

对于复杂电路，当某支路的电流实际方向难以判断时，可假定其电流的参考方向(可任选一个方向，如图 1-3 所示)，并以此进行分析和计算，再由计算出的电流正负号来确定电流的实际方向。

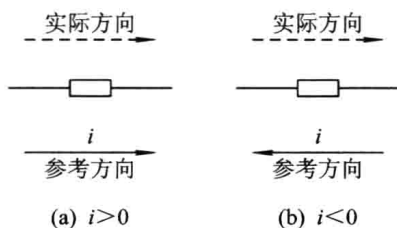


图 1-3 电流的参考方向与实际方向的关系

当电流为正值时，说明实际电流方向与选取的参考方向相同；当电流为负值时，说明实际电流方向与选取的参考方向相反。

值得说明的是，电流是具有大小和流动方向的代数量，是标量，不是矢量。电流流动方向与矢量中的方向不同，它并不决定电流这一物理量的作用效果。