



国家职业教育
汽车检测与维修专业教学资源库



国家职业教育专业教学资源库配套教材



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

汽车电工 电子技术基础

张 军 主编

高等教育出版社

国家职业教育
汽车类与机电类专业教学资源库



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

国家职业教育专业教学资源库配套教材

汽车电工电子技术基础

Qiche Diangong Dianzi Jishu Jichu

张 军 主编

高等教育出版社·北京

内容提要

本书是“十二五”职业教育国家规划教材;同时也是国家职业教育汽车检测与维修专业教学资源库配套教材。

本书根据高职高专的培养目标和教学特点,本着理论知识够用,面向应用、面向实践的原则,以培养学生在实践中观察问题和独立分析、解决问题的能力为目的编写而成的。

本书共分为九个项目,主要包括直流电路、正弦交流电路、电磁学的应用、发电机与电动机的检测、安全用电、半导体元器件及其应用、集成运算放大器及其应用、数字电路应用、汽车维修电工实训等,其中汽车维修电工实训包括仪表的使用和电工工具的使用。

本书可作为高职高专院校汽车相关专业的教材,也可供相关工程技术人员参考。

本书提供配套的数字资源,包括教学设计、教学课件、试题库及实训指导等。欢迎读者登录 <http://www.cchve.com.cn> 或 <http://hve.hep.com.cn> 获取相关资源。具体登录使用方法见书后郑重声明。

图书在版编目(CIP)数据

汽车电工电子技术基础/张军主编. --北京:高等教育出版社,2014.2 (2015.2重印)

ISBN 978-7-04-038909-8

I. ①汽… II. ①张… 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. ①U463.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 277827 号

策划编辑 徐 进
插图绘制 尹 莉

责任编辑 张玉海
责任校对 杨雪莲

封面设计 张 志
责任印制 毛斯璐

版式设计 杜微言

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
印 刷 北京鑫丰华彩印有限公司
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 15.25
字 数 360 千字
购书热线 010-58581118

咨询电话 400-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
版 次 2014 年 2 月第 1 版
印 次 2015 年 2 月第 3 次印刷
定 价 25.50 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换

版权所有 侵权必究
物 料 号 38909-A0



出版说明

教材是教学过程的重要载体,加强教材建设是深化职业教育教学改革的有效途径,推进人才培养模式改革的重要条件,也是推动中高职协调发展的基础性工程,对促进现代职业教育体系建设,切实提高职业教育人才培养质量具有十分重要的作用。

为了认真贯彻《教育部关于“十二五”职业教育教材建设的若干意见》(教职成〔2012〕9号),2012年12月,教育部职业教育与成人教育司启动了“十二五”职业教育国家规划教材(高等职业教育部分)的选题立项工作。作为全国最大的职业教育教材出版基地,我社按照“统筹规划,优化结构,锤炼精品,鼓励创新”的原则,完成了立项选题的论证遴选与申报工作。在教育部职业教育与成人教育司随后组织的选题评审中,由我社申报的1338种选题被确定为“十二五”职业教育国家规划教材立项选题。现在,这批选题相继完成了编写工作,并由全国职业教育教材审定委员会审定通过后,陆续出版。

这批规划教材中,部分为修订版,其前身多为普通高等教育“十一五”国家级规划教材(高职高专)或普通高等教育“十五”国家级规划教材(高职高专),在高等职业教育教学改革进程中不断吐故纳新,在长期的教学实践中接受检验并修改完善,是“锤炼精品”的基础与传承创新的硕果;部分为新编教材,反映了近年来高职院校教学内容与课程体系改革的成果,并对接新的职业标准和新的产业需求,反映新知识、新技术、新工艺和新方法,具有鲜明的时代特色和职教特色。无论是修订版,还是新编版,我社都将发挥自身在数字化教学资源建设方面的优势,为规划教材开发配备数字化教学资源,实现教材的一体化服务。

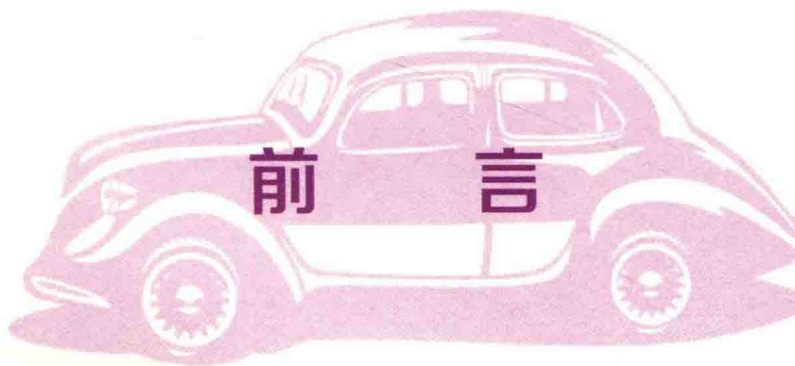
这批规划教材立项之时,也是国家职业教育专业教学资源库建设项目及国家精品资源共享课建设项目深入开展之际,而专业、课程、教材之间的紧密联系,无疑为融通教改项目、整合优质资源、打造精品力作奠定了基础。我社作为国家专业教学资源库平台建设和资源运营机构及国家精品开放课程项目组织实施单位,将建设成果以系列教材的形式成功申报立项,并在审定通过后陆续推出。这两个系列的规划教材,具有作者队伍强大、教改基础深厚、示范效应显著、配套资源丰富、纸质教材与在线资源一体化设计的鲜明特点,将是职业教育信息化条件下,扩展教学手段和范围,推动教学方式方法变革的重要媒介与典型代表。

教学改革无止境,精品教材永追求。我社将在今后一到两年内,集中优势

力量,全力以赴,出版好、推广好这批规划教材,力促优质教材进校园、精品资源进课堂,从而更好地服务于高等职业教育教学改革,更好地服务于现代职教体系建设,更好地服务于青年成才。

高等教育出版社

2014年7月



前言

从汽车类人才培养出发,掌握必需的电工电子技术成为现代汽车维修人才的必备条件之一。作为一门专业技术基础课程,原来汽车类学生采用的教材已经不能满足教学的需要,教学内容需要调整,教学方式需要改革,要在讲述理论的同时,进行必要的实践技能训练。在这种形势下,编写一本适合汽车类专业学生使用、理论和实训相结合的教材成为亟须解决的问题。本教材就是从教学实际出发,在总结了多年教学经验的基础上编写而成的,十分适合汽车类专业学生使用。

“汽车电工电子技术基础”是一门汽车类专业的专业技术基础课,我们经过多年的教学研究和课程整合,以“必需”、“够用”为度,对原来经典的“电工电子技术”课程内容进行了整合,并融进实践技能训练内容。在课程中体现了汽车专业特点,列举了大量汽车电路实例,与汽车专业紧密结合。

本书主要特色如下:

(1) 本书对传统学科型教材进行了整合,在教学内容选取上,保证了汽车类专业所需的最基本、最主要的电工电子基础的内容。

(2) 基本知识点的选取以“必需”、“够用”为度,没有过多的理论推导,但也要保证基础知识的系统性,增加了一些公式、例题,并附有简单的参考答案。为体现汽车类专业特色,本书列举了许多汽车电子电路实例,使学生将电工电子基础知识与汽车类专业知识迅速结合起来,以培养学生分析专业问题和解决实际问题的能力,使技能系统化,为学生未来的发展奠定基础。

(3) 本书在叙述上通俗易懂,深入浅出,对于各种基本概念与基本原理的阐述力求简明扼要。采用大量插图,对知识的应用进行详尽说明,力求使学生尽快掌握基本技能,将理论知识迅速转变为技术应用能力。

(4) 本书理论与实践相结合。采用项目教学法,对每一个项目按照项目要求→必备知识→项目实施→小结→练习题的思路编写。每个项目中,均附带相应的操作类内容,将理论知识与实践应用紧密结合在一起。

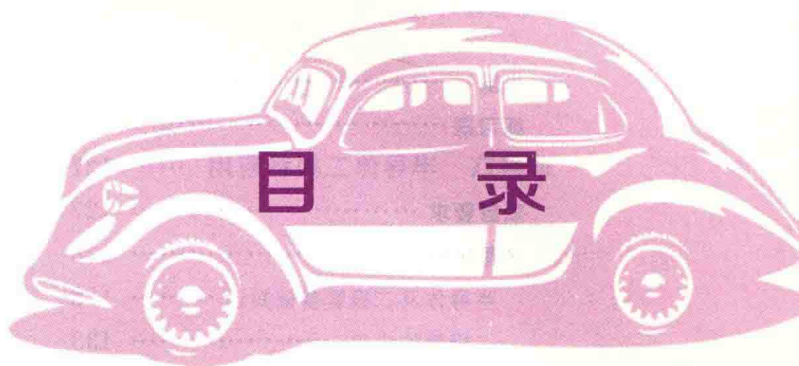
(5) 本书提供了配套的数字资源,包括教学设计、教学课件、试题库及实训指导书等用于教学各环节。

本书由长春汽车工业高等专科学校汽车工程学院张军主编,参与编写的人员还有杨金玉、侯丽春、郝俊、郭其涛、汪月英。

限于编者水平,书中难免有不妥之处,敬请广大读者批评指正。

编者

2014年1月



项目一 认识直流电路	1	项目三 电磁学的应用	67
项目要求	1	项目要求	67
必备知识	2	必备知识	68
电路的组成及其基本物理量	2	电磁学基础知识	68
导线	5	电磁感应	70
电阻	9	变压器	72
电容	14	电磁铁	74
电感	17	继电器	77
电路分析与计算	19	项目实施	82
电路暂态分析	22	任务 继电器电路认识	82
项目实施	23	小结	86
任务一 认识万用表	24	练习题	87
任务二 电路设计与检测	29	项目四 发电机与电动机的	
任务三 电工工具的使用	33	检测	90
小结	39	项目要求	90
练习题	40	必备知识	91
项目二 正弦交流电路应用	45	交流发电机	91
项目要求	45	三相异步电动机	95
必备知识	46	直流电动机	99
正弦交流电	46	项目实施	112
交流电中的电阻、电感、电容		任务 起动机拆解与检测	112
的特性	49	小结	116
三相交流电动势的产生	53	练习题	117
三相电源的星形(Y形)接法	54	项目五 安全用电	118
三相负载的连接	56	项目要求	118
项目实施	57	必备知识	119
任务 正弦交流电的检测	57	电流对人体的伤害和触电方式	119
小结	64	电气设备的接地与接零	120
练习题	65	安全用电常识	123



小结	126	练习题	181
练习题	126	项目八 集成运算放大器及其	
项目六 半导体二极管应用	127	应用	184
项目要求	127	项目要求	184
必备知识	128	必备知识	185
半导体及二极管基础知识	128	概述	185
二极管的应用	133	反馈在放大电路中应用	188
项目实施	143	项目实施	195
任务 二极管的检测	143	任务 集成运放的认识	195
小结	145	小结	199
练习题	146	练习题	200
项目七 晶体管的应用	149	项目九 数字电路应用	201
项目要求	149	项目要求	201
必备知识	150	必备知识	202
三极管的结构	150	概述	202
共发射极放大电路	155	门电路	205
共集电极放大电路（射极输出器）	168	触发器	207
多级放大电路	169	项目实施	211
晶体管在汽车电子电路的应用	171	任务 认知在汽车电子电路中的	
特殊晶体管	175	数字电路	211
项目实施	179	小结	219
任务 三极管的检测	179	练习题	220
小结	180	参考答案	223
		参考文献	233

资源链接



ppt



教学设计



试题库



实训指导



项目一

认识直流电路



项目要求



掌握电路的组成及各部分的作用。



能使用基尔霍夫定律进行复杂电路的计算。



能用万用表测量直流电路中的电阻、电压及电流值。



能解决直流电路中的连接问题。



必备知识



电路的组成及其基本物理量

1. 电路的组成

电路是电流的通路,它是为了实现某种功能,由各种电气设备和元件按一定方式互相连接而成。把一些电气设备或元件,按其所要完成的功能,用一定方式连接而成的电流通路称为电路。

一个完整的电路是由电源、负载和中间环节(包括开关和导线等)三部分组成。电源、中间环节和负载是电路的基本组成部分。如图 1-1 所示,按手电筒实物画出的电路示意图,这是最简单的实际电路。它由干电池(电源)、小电珠(负载)和开关(中间环节)三部分组成。

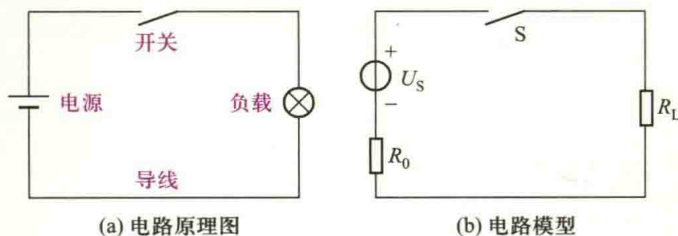


图 1-1 手电筒电路

2. 电流

单位时间内通过导体某一横截面的电荷量称为电流。设在 dt 时间(单位:秒,s)内通过导体某一横截面的电荷量为 dq (单位:库[仑],C),则通过该截面的电流为

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

若 $\frac{dq}{dt}$ = 常数,则这种电流就称为**恒定电流**,简称**直流**。在直流电路中,式(1-1)可写成

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

在国际单位制(SI)中,规定电流的单位为安[培](A)。

习惯上规定正电荷移动的方向或负电荷移动的反方向为**电流的方向(实际方向)**。电流的方向是客观存在的,在简单电路中,可以很容易判断出电流的实际方向,如图 1-2a 所示的 I_1 、 I_2 。倘若在图中 A、B 两点间再接入一个电阻,如图 1-2b 所示,那么该电阻中的电流方向就很难直观判断了。另外,在交流电路中,电流是随时间变化的,在图上也无法表示其实际方向,为了解决这一问题,必须引入电流的参考方向这一概念。

参考方向是假定的方向。电流的参考方向可以任意选定,在电路中一般用箭头表示。当然,所选的电流参考方向不一定就是电流的实际方向,当电流的参考方向与实际方向一致时,电流为正值($I > 0$);当电流的参考方向与实际方向相反时,电流为负值($I < 0$)。这样,在选定的参考方向下,根据电流的正、负值,就可以确定电流的实际方向,如图 1-3 所示。

在分析电路时,首先要假定电流的参考方向,并据此分析计算,然后再从计算结果的正、负值来确定电流的实际方向。如不作说明,电路图上标出的电流方向一般都是指参考方向。

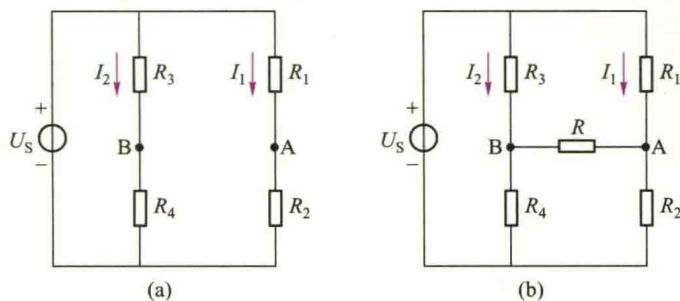


图 1-2 电流方向的判断

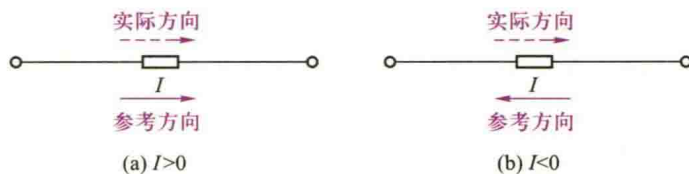


图 1-3 电流的参考方向与实际方向

3. 电压

在电路中,如果设正电荷 dq 由 A 点移到 B 点时电场力所作的功为 dW ,则 A、B 两点间的电压为

$$U_{AB} = \frac{dW}{dq} \quad (1-3a)$$

也就是说,电场力把单位正电荷由 A 点移到 B 点所作的功在数值上等于 A、B 两点的电压。在直流电路中,上式可写成

$$U = \frac{W}{Q} \quad (1-3b)$$

在国际单位制中,电压的单位是伏[特](V)。当电场力把 1 C 的电荷从一点移到另一点所作的功为 1 J(焦[耳])时,该两点间的电压为 1 V。

习惯上规定从高电位点指向低电位点为电压方向(实际方向),即电压降的方向。在分析电路时,也应该选取电压的参考方向。当电压的参考方向与实际方向一致时,电压为正($U > 0$)时,不一致时,电压为负($U < 0$),如图 1-4 所示。

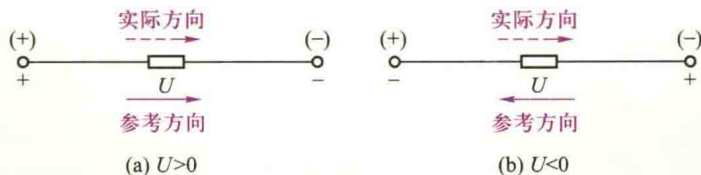


图 1-4 电压的参考方向与实际方向

电压参考方向在电路中用极性“+”、“-”表示,也可用箭头表示。“+”表示高电位,“-”表示低电位。符号可用 U 表示。



在分析和计算电路时,电压和电流参考方向的假定,原则上是任意的。但为了方便元件上的电压和电流常取一致的参考方向,称为关联参考方向。

图 1-4a 所示的 U 与 I 参考方向一致,则其电压与电流的关系是 $U=RI$;而图 1-4b 中的 U 与 I 参考方向不一致,则电压与电流的关系是 $U=-RI$ 。可见,在写电压与电流的关系式时,式中的正、负号由它们的参考方向是否一致来决定。

4. 电能和电动势

在图 1-5 中电源的两个极板 a 和 b 上分别带有正、负电荷,这两个极板间就存在一个电场,其方向是由 a 指向 b。当用导线和负载将电源的正负极连接成为一个闭合电路时,正电荷将在电场力的作用下由正极 a 经导线和负载流向负极 b(实际上是自由电子由负极经负载流向正极),从而形成电流。电压是衡量电场力作功能力的物理量。定义:a 点至 b 点间的电压 U_{ab} 在数值上等于电场力把单位正电荷由 a 点经外电路移到 b 点所作的功。

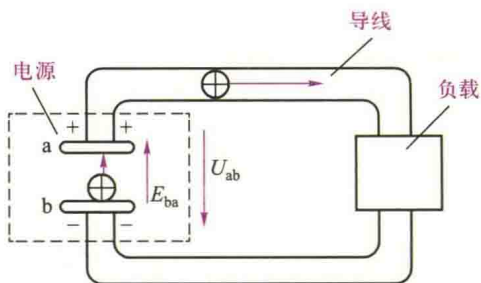


图 1-5 电压与电动势

当电荷的单位为 C,功的单位为 J 时,电压的单位为伏[特](V),即 $1\text{ V}=1\text{ J}/1\text{ C}$ 。为了分析电路方便,常指定电路中任意一点为参考点。定义:电场力把单位正电荷从电路中某点移到参考点所作的功,称为该点的电位,用大写字母 V 表示。电路中某点的电位,即该点与参考点之间的电压,也可理解为单位正电荷在该点(相对于参考点)所具有的位能。电位的单位也是 V。

根据上述电压、电位的定义,可以证明:电路中任意两点之间的电压就等于这两点间的电位差,即

$$U_{ab}=V_a-V_b \quad (1-4)$$

这表明:电压的实际方向是从高电位点指向低电位点,是电位降的方向。

电动势是衡量电源力作功能力的物理量,恒定(直流)电动势用字母 E 表示,其单位也是 V。在图 1-5 中,电源的电动势在数值上等于电源力把单位正电荷从低电位的 b 端经电源内部移到高电位 a 端所作的功,因此电动势的实际作用方向是在电源内部由低电位指向高电位端,是电位升高的方向。如果不考虑电源内部可能存在的其他形式的能量转换,则电源力对单位正电荷所作的功,应等于单位正电荷位能的增加,即

$$E_{ba}=V_a-V_b \quad (1-5)$$

对于图 1-5 中的电源部分可用图 1-6 所示电动势的图形符号来表示。

和电流一样,电压和电动势也应引入参考方向(或参考极性)的概念。在电路图中,其参考方向可用箭标或双下标如 U_{ab} 、 E_{ab} 来表示。如参考方向与其实际方向一致,其数值为正,否则是负值。

5. 电路的三种状态

电路有空载、短路、有载工作三种状态,现以图 1-7 所示简单直流电路为例来分析电路的各种状态。图中电动势 E 和内阻 R_0 串联,组成电压源, U_1 是电源端电压;开关 S 和连接导线是中间环节; U_2 是负载端电压, R_L 是负载等效电阻。

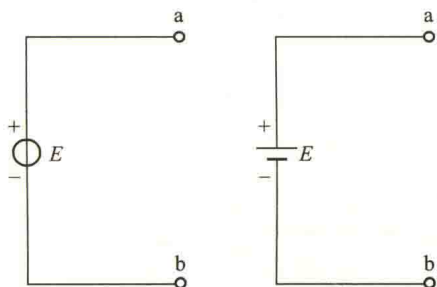


图 1-6 电动势的图形符号

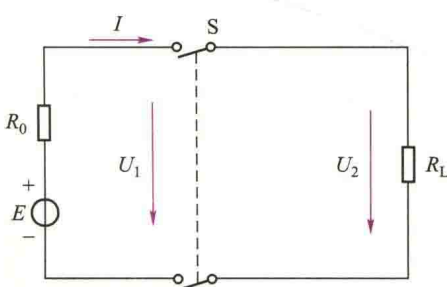


图 1-7 简单直流电路

① **有载工作状态**。当开关 S 闭合时,电路中有电流流过,电源输出电功率,负载取用电功率,这称为有载工作状态。

为了保证电气设备和器件能安全、可靠和经济地工作,制造厂规定了每种设备和器件在工作时所允许的最大电流、最高电压和最大功率,这称为电气设备和器件的额定值,常用下标符号 N 表示,如额定电流 I_N 、额定电压 U_N 和额定功率 P_N 。这些额定值常标记在设备的铭牌上,故又称为铭牌值。

电气设备和器件应尽量工作在额定状态,这种状态又称为满载。电流和功率低于额定值的工作状态叫**轻载**;高于额定值的工作状态叫**过载**。有些用电设备如电灯、电炉等,只要在额定电压的条件下使用,其电流和功率就会符合额定值,故只标明 U_N 和 P_N 。另一类电气设备如变压器、电动机等,再加上额定电压后,其电流和功率取决于它所负载的大小。例如电动机所带机械负载过大,将会因电流过大而严重发热,甚至烧毁。故在一般情况下,设备不应过载运行。在电路中常装设自动开关、热继电器,用来在过载时自动断开电源,确保设备安全。

② **空载**。在图 1-7 所示电路中,当开关 S 断开,电路电流为零,这称为空载,也称为开路。

③ **短路**。在图 1-7 所示电路中,当电源两端的导线由于某种事故而直接相连,这时电源输出电流不经过负载,只经过连接导线直接流回电源。这种状态称为短路状态,简称短路。短路时的电流称为短路电流,用 I_s 表示。因为电源内阻 R_0 很小,故 I_s 很大。短路时外电路的电阻为零,故电源和负载的端电压均为零。这时,电源所产生的电能全部被电源内电阻消耗转变为热能,故电源的输出功率和负载取用的功率均为零。

因为 I_s 很大,短路时电源本身及 I_s 所流过的导线温度剧增,将会损坏绝缘,烧毁设备,甚至引起火灾。因此电路短路是一种严重的事故,应尽力避免。为防止短路所产生的严重后果,通常在电路中接入熔断器或自动开关,以能在发生短路时迅速切除故障电路,而确保电源和其他电气设备的安全运行。

导线

1. 导线的选择

(1) 常用导线的分类

按材料不同分为**铜线**和**铝线**。铜线具有电阻率小、机械强度大等优点。铝线有质量小、价格便宜的优点,但机械强度小、较脆。汽车电路和移动电器接线一般用铜线。固定电器接线尽量采用铝线。

按所加电压不同分为**低压导线**和**高压导线**。高压导线用于传送高电压,如点火系统的高压线。

按有无绝缘分为**裸线**和**绝缘线**。裸线外面没有保护层,绝缘线外面有绝缘保护层。



按绝缘材料不同分为聚氯乙烯(塑料)绝缘线和橡皮绝缘线。

(2) 导线的选择

① 导线型号选择及用途。对于低压交直流配电线路,根据导线敷设的方法,其型号可参见表 1-1 进行选择。

表 1-1 常用导线的型号及主要用途

导线型号		额定电压/V	导线名称	主要用途	最小截面/mm ²
铝线	铜线				
LJ	TJ	—	裸绞线	室外架空线	25
LGJ	—	—	钢心铝绞线	室外大跨度架空线	—
BLV	BV	500	聚氯乙烯绝缘线	室内架空线或穿管敷设	2.5
BLX	BX	500	橡皮绝缘线	室内架空线或穿管敷设	2.5
BLXF	BXF	500	氯丁橡皮绝缘线	室内外敷设	—
BLVV	BVV	500	塑料护套线	室内固定敷设	—
—	RV	250	聚氯乙烯绝缘软线	250 V 以下各种移动电器接线	0.5
—	RVS	250	聚氯乙烯绝缘绞型软线	250 V 以下各种移动电器接线	0.5
—	RVV	500	聚氯乙烯绝缘护套软线	250 V 以下各种移动电器接线	—

② 导线截面选择。我国的导线规格是以其截面积作为标称值,导线标称截面是经过换算的线心截面积,而不是实际几何面积。

一般根据电路的额定电压、工作电流和绝缘要求等选取导线截面、绝缘层的类型。

对于短距离配电线路(200 m 以内),常用发热条件选择导线截面。一般家庭、修理厂和汽车上的导线均按此方法选线。具体方法如下:由公式 $I = \frac{P}{U}$ 计算出该负载的工作电流,然后根据导线的允许电流等于或略大于计算电流,直接从表 1-2 中选择。

表 1-2 部分 500 V 橡皮与塑料绝缘电力电缆载流量表

导线截面 /mm ²	成品外截面 /mm ²	铜心橡皮或塑料绝缘电力电缆载流量/A				铝心橡皮或塑料绝缘电力电缆载流量/A			
		明敷(25℃)		穿塑料管(25℃)		明敷(25℃)		穿塑料管(25℃)	
		橡皮	塑料	2 根(橡皮)	2 根(塑料)	橡皮	塑料	2 根(橡皮)	2 根(塑料)
1.5	4.6	27	24	17	16	—	—	—	—
2.5	5.0	35	32	25	24	27	25	19	18
4	5.5	45	42	33	31	35	32	25	24
6	6.2	58	55	43	41	45	42	33	31
10	7.8	85	75	59	56	65	59	44	42
16	8.8	110	105	76	72	85	80	58	55
25	10.6	145	138	100	95	110	105	77	73

【例 1-1】某修理厂的照明负载为额定电压 220 V,额定功率 5 kW,电源总线采用双心塑料绝缘电线、穿塑料管,采用铝心和铜心时,分别应选择多大的导线截面?

解:电源总线上实际流过的最大电流为

$$I = P/U = 5\,000\text{ W}/220\text{ V} = 22.73\text{ A}$$

直接查表 1-2 铝心橡皮或塑料绝缘电力电缆—穿塑料管(25℃)—2 根(塑料)一栏,其中 24 A>22.73 A 符合要求,对应导线的截面为 4 mm²。

直接查表 1-2 铜心橡皮或塑料绝缘力电缆—穿塑料管(25℃)—2 根(塑料)一栏,其中 24 A>22.73 A 符合要求,对应导线的截面为 2.5 mm²。

2. 汽车常用的导线

汽车用导线有高压导线和低压导线两种,二种均采用铜质多心软线,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。

(1) 低压导线

① 导线的截面积。导线截面积主要根据其工作电流选择,但是对于一些工作电流较小的电器,为保证应具有一定的机械强度,汽车电器中导线截面不得小于 0.5 mm²。各种低压导线标称截面积所允许的负载电流见表 1-3。

表 1-3 低压导线标称截面积允许负载电流值

导线标称截面积/mm ²	1.0	1.5	2.5	3.0	4.0	6.0	10	13
允许电流值/A	11	14	20	22	25	35	50	60

所谓标称截面积是经过换算而统一规定的线心截面积,不是实际线心的几何面积,也不是各股线心几何面积之和。

汽车 12 V 电系主要线路导线标称截面积推荐值见表 1-4。

表 1-4 汽车 12 V 电系主要线路导线标称截面积推荐值

标称截面积/mm ²	用 途
0.5	尾灯、顶灯、指示灯、仪表灯、牌照灯、刮水器、时钟、燃油表、水温表、油压表等电路
0.8	转向灯、制动灯、停车灯、断电器等电路
1.0	前照灯、电喇叭(3 A 以下)电路
1.5	前照灯、电喇叭(3 A 以上)电路
1.5~4.0	其他 5 A 以上电路
4~6	柴油车电热塞电路
6~25	电源电路
16~95	启动电路

② 导线颜色。各国汽车厂商在电路图上多以字母(主要是英文字母)来表示导线外皮的颜色及其条纹的颜色。日本汽车厂商常用单个字母表示,个别用双字母,其中后一位是小写字母;中国标准大体上与此相同。美国汽车厂商常用 2~3 个字母表示一种颜色,如果导线上有条纹,则要书写较多字母。德国汽车导线颜色代号,各厂商甚至各牌号不尽一致。也有的厂商如斯坎

尼亚汽车导线采用数字代号表示颜色。汽车用导线颜色代号见表 1-5。

表 1-5 汽车用导线颜色代号

	中	英	美	日	本田	现代	德	奥迪 4、5、6 缸	帕萨特	奔驰	宝马	奥地利	法	波兰	奥托山	大客	俄罗斯	罗马尼亚	波罗乃兹	斯坎尼亚
黑	B	Black	BLK	B	BLK	SW	sw	BK	BK	SW	B	BL	N	B	ч	N	NERO			01
白	W	White	WHT	W	WHT	WS	ws	WT	WT	WS	C	W	B	w	б, в	A	BIANCO			05
红	R	Red	RED	R	RED	RT	ro	RD	RD	RT	A	R	R	r	лк	R	ROSSO			02
绿	G	Green	GRN	G	GRN	GN	gn	GN	GN	GN	F	GN	V	g	э	V	VERDE			03
深绿		Dark Green	DK GRN																	
淡绿		Light Green	LT GRN	Lg	LT GRN															
黄	Y	Yellow	YEL	Y	YEL		ge	YL	YL	GE	D	Y	G	y	ж	G	GIALLO			04
蓝	Bl	Blue	BLU	L	BLU	BL	bl	BU	BU	BL	I	BU	A	b	г	B	BLU			08
淡蓝		Light Blue	LT BLU	Sb	LT BLU			LTBU			K		T	a			AZZURRO			
深蓝		Dark Blue	DK BLU					DKBU												
粉红	P	Pink	PNK	P	PNK			PK	PK	RS	N		S	p	р		ROSA			
紫	V	Violet	PPL	PU	PUR	VI	li	PL(YI)	VI	VI	Ġ	VI	Z	v	ф, φ	Vi	VIOLA			09
橙	O	Orange	ORN	Or	ORN			OG		OR			C	o	о		ARANCIO			
灰	Gr	Grey	GRY	Gr	GRY		gr	GY	GY	GR		G	H	gr	с	C	GRIGIO			07
棕	Br	Brown	BRN	Br	BRN	BK	br	BN	BR	BR	L		M	br	кор ки		MARRONE			
棕褐		Tan	TAN					TN				Br								
无色		Clear	CLR					CR												

另外，导线颜色要容易区别。如常用黑、白、红、绿、黄、蓝、灰、棕、紫；其次用粉红、橙、棕褐；再次为深蓝、浅蓝、深绿、浅绿。在导线上采用条纹标志要对比强烈，如黑白、白红……双色线的主色所占比例大些，辅助色所占比例小些。辅助色条纹与主色条纹沿圆周表面的比例为 1：3 至 1：5。双色线的标注第一色为主色，第二色为辅助色。我国规定汽车导线颜色的选用程序见表 1-6。

表 1-6 导线颜色选用程序

选用程序	1	2	3	4	5	6
导线颜色	B	BW	BY	BR		
	W	WR	WB	WB	WY	WG
	R	RW	RB	RY	RG	RBl
	G	GW	GR	GY	GB	GBl
	Y	YR	YB	YG	YB	YW
	Br	BrW	BrR	BrY	BrB	
	Bl	BlW	BlR	BlY	BlB	BIO
	Gr	GR	GrY	GrBl	GrB	GrO

③ **线束**。汽车用低压导线除蓄电池导线外,都用绝缘材料如薄聚氯乙烯带缠绕包扎成束,避免水、油的侵蚀及磨损。在线束布线过程中不许拉得太紧,线束穿过洞口或绕过锐角处都应有套管保护。线束位置确定后,应用卡簧或绊钉固定,以免松动损坏。

(2) 高压导线

在汽车点火线圈至火花塞之间的电路使用高压点火线,简称高压线。它分为普通铜心高压线及高压阻尼点火线,带阻尼的高压线可抑制和衰减点火系产生的高频电磁波,降低对无线电设备及电控装置的干扰。

点火系统的高压线,由于工作电压一般为 15 kV 以上,电流小,因此高压导线绝缘包层厚、耐压性能好、线心截面较小。国产汽车用高压导线有**铜心线**和**阻尼线**两种。高压阻尼线的线心采用聚氯乙烯树脂、癸二酸二辛酯等有机材料配制而成,又称半导体塑心高压线。线心具有一定阻值,具有低电磁辐射的特点,可减小点火系统的电磁波公害。

电阻

1. 电阻元件及其特性

电阻元件是从实际电阻器中抽象出来的,如灯、电炉等。图形符号如图 1-8 所示,用字母 R 表示。当电阻上的电压与电流取关联参考方向时,如图 1-8 所示,根据欧姆定律有

$$u = Ri \quad (1-6)$$

在关联参考方向下,当 $R = \frac{u}{i}$ 是常数时,也称其为**线性电阻**,其**伏安特性曲线**为通过原点的一条直线,如图 1-9 所示。

由式(1-6)可得电阻元件的功率为



图 1-8 电阻关联参考方向

图 1-9 电阻元件伏安特性曲线

$$p = ui = Ri^2 = \frac{u^2}{R} \geq 0$$

由上式可知:电阻总是消耗能量的。

在国际单位制中,电阻的单位为欧[姆](Ω)。

2. 电阻的分类与标记

电阻是汽车电气电子设备中用得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**,或用作**消耗电能的负载**。

电阻有不同的分类方法。按阻值分,电阻有固定电阻和可变电阻(可变电阻常称为电位器)之分;按材料分,有碳膜电阻、金属膜电阻和线绕电阻等不同类型;按功率分,有 $\frac{1}{16}$ W、 $\frac{1}{8}$ W、 $\frac{1}{4}$ W、