

全国高等职业教育汽车类“十二五”规划教材



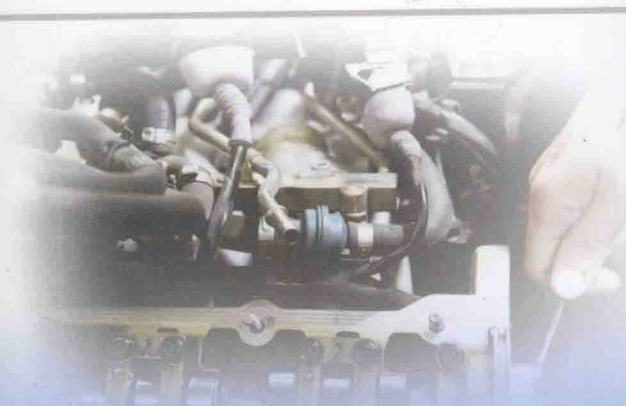
汽车电气

设备

(含实训工单)

主 编 张 俊

主 审 解福泉



黄河水利出版社

全国高等职业教育汽车类“十二五”规划教材

汽车电气设备

主 编 张 俊

副主编 张幸伟 张保欣 刘晓光 李明哲

主 审 解福泉

黄河水利出版社

· 郑 州 ·

内 容 提 要

本书按照汽车运用与维修专业领域高素质技能型人才培养目标要求编写,以职业能力培养为主线,系统地介绍了汽车电气设备的功用、组成、工作原理、维护与故障检修方法。主要内容有汽车电学基础知识、汽车电气检修设备、汽车电源系统、汽车启动系统、汽车点火系统、汽车仪表与报警系统、汽车灯光控制系统、汽车附属电气设备简介,以及汽车电路图的识读等内容。另外,本书还附汽车电气设备实训工单。

本书图文并茂,思路清晰,维修操作规范,可操作性高,是一套规范化、实用化的职业教育教材。本书既可作为汽车检测与维修、汽车运用技术、汽车运用与维修、汽车电子技术等汽车类专业的教材,也可作为汽车技术培训的教材。

图书在版编目(CIP)数据

汽车电气设备:附《汽车电气设备实训工单》/张俊
主编. —郑州:黄河水利出版社,2012.6
全国高等职业教育汽车类“十二五”规划教材
ISBN 978-7-5509-0252-7

I. ①汽… II. ①张… III. ①汽车-电气设备-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 093610 号

策划编辑:王文科 电话:0371-66025273 E-mail:wwk5273@163.com

出版社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼 14 层 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371-66026940,66020550,66028024,66022620(传真)

E-mail:hhsclbs@126.com

承印单位:郑州海华印务有限公司

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16

印张:20.25

字数:493 千字

版次:2012 年 6 月第 1 版

印数:1—4 000

印次:2012 年 6 月第 1 次印刷

定价:39.00 元

前 言

汽车电子化是现代汽车的特点,搞清汽车电子问题是每位汽车售后服务人员(尤其是维修人员)必修的功课。作为汽车运用与维修专业领域的核心课程——汽车电气设备不仅要求课程教学内容与生产一线相对接,而且尽可能采用以工作任务为导向的项目教学法,突出工学结合的高等职业教育特点。

本书按照汽车运用与维修专业领域高素质技能型人才培养目标要求编写,以职业能力培养为主线,通过整合电路图将全书各部分内容联系起来。全书共分九章:汽车电学基础知识、汽车电气检修设备、汽车电源系统、汽车启动系统、汽车点火系统、汽车仪表与报警系统、汽车灯光控制系统、汽车附属电气设备简介,以及汽车电路图的识读等内容。另外,本书还附汽车电气设备实训工单。

本书特色概括如下:

(1)适当降低教学难度,弱化理论分析与推导过程,强调核心本质内容,体现“做中学、做中教”的职业教育教学特色,便于学者举一反三。

(2)以就业为导向,以技能为核心,紧密结合生产生活实际,理实一体,配套有技能实训,培养学生实际动手能力。

(3)以应用为主线,体现与生产生活的实际联系和职业技能标准的要求,为学生获得相应职业资格证书打下基础。

(4)以国内主流轿车为平台,内容先进、新颖,贴近汽车技术的新发展,强化汽车产业升级带来的新知识、新技术、新材料、新器件、新工艺,删除过去教材陈旧的教学内容,使教学内容具有时代性和应用性。

本书编写分工如下:河南交通职业技术学院张俊编写绪论、第七章,商丘工学院刘晓光编写第一章,商丘职业技术学院李明哲编写第二章,河南中原高速公路股份有限公司张幸伟编写第三章,河南交通职业技术学院贾东明编写第四章,黄河水利出版社张保欣编写第五章,河南交通职业技术学院徐增勇、高飞编写第六章,河南交通职业技术学院何国红编写第八章,河南工业职业技术学院桂林编写第九章,全书实训工单由张俊编写。本书由张俊任主编,张幸伟、张保欣、刘晓光、李明哲任副主编。河南交通职业技术学院解福泉教授任主审。

限于编者经历及水平,教材内容难免有不当之处,恳请读者多提宝贵建议。

编 者

2012年2月

目 录

前 言	
绪 论	(1)
本章小结	(6)
思考练习题	(6)
第一章 汽车电学基础知识	(7)
第一节 电路与磁路的基本概念	(7)
第二节 汽车电路元器件	(14)
第三节 汽车计算机控制系统	(24)
第四节 汽车电气设备的配电器件	(31)
本章小结	(41)
思考练习题	(42)
第二章 汽车电气检修设备	(43)
第一节 万用表	(43)
第二节 解码器	(64)
第三节 示波器	(69)
本章小结	(72)
思考练习题	(73)
第三章 汽车电源系统	(74)
第一节 汽车蓄电池	(75)
第二节 交流发电机	(90)
第三节 发电机电压调节器	(104)
第四节 汽车电源系统电路	(110)
本章小结	(115)
思考练习题	(115)
第四章 汽车启动系统	(117)
第一节 概 述	(117)
第二节 常规起动机的结构与工作原理	(118)
第三节 启动系统控制电路	(124)
第四节 启动系统的故障诊断	(129)
第五节 减速起动机	(130)
本章小结	(134)
思考练习题	(135)
第五章 汽车点火系统	(136)
第一节 传统点火系统	(137)

第二节 电子点火系统	(146)
第三节 电控点火系	(154)
本章小结	(163)
思考练习题	(163)
第六章 汽车仪表与报警系统	(165)
第一节 汽车常规仪表	(166)
第二节 汽车电子组合仪表	(170)
第三节 警报指示灯	(175)
第四节 仪表与报警系统故障诊断	(180)
本章小结	(181)
思考练习题	(182)
第七章 汽车灯光控制系统	(183)
第一节 汽车灯光照明与灯光信号系统的组成	(183)
第二节 汽车灯光照明系统	(187)
第三节 汽车灯光信号系统	(204)
第四节 汽车灯光系统常见故障及检修	(212)
本章小结	(219)
思考练习题	(219)
第八章 汽车附属电气设备简介	(221)
本章小结	(230)
思考练习题	(230)
第九章 汽车电路图的识读	(231)
第一节 大众车系电路图的识图	(231)
第二节 丰田车系电路图的识读	(238)
本章小结	(247)
思考练习题	(247)
参考文献	(248)

绪 论

汽车由发动机、底盘、车身和电气设备四大部分组成。毫不夸张地说,现代汽车的发展是由汽车电气设备来推进的,即电气设备推动着汽车向更高层次发展。

经过 100 多年的发展,汽车已经成为现代物质文明的一种象征和人类生活中不可缺少的一部分。汽车在一个国家的普及程度,已经成为衡量其工业化进程的重要标志。自 20 世纪 70 年代以来,面对能源短缺和环境污染等一系列问题的挑战,为了适应越来越快的社会节奏和满足人类对安全、舒适、方便等性能越来越高的要求,在汽车产品中日益广泛地采用各种先进技术,特别是电子技术已经成为时代的潮流。这一潮流正在使现代汽车迅速成为多种高新技术综合集成的载体,同时导致“汽车”的概念和内在特征发生革命性的变化。当前,电子技术尤其是微处理器在汽车上的广泛应用,使许多传统机械控制系统被电子控制系统所取代。汽车“机、电、液、光一体化”已经成为现代汽车发展的主要趋势之一,而电子技术也将成为支撑现代汽车工程的一门基础技术。

一、汽车电气设备的发展概况

汽车电子技术的发展经历了以下四个阶段,如图 0-1 所示。

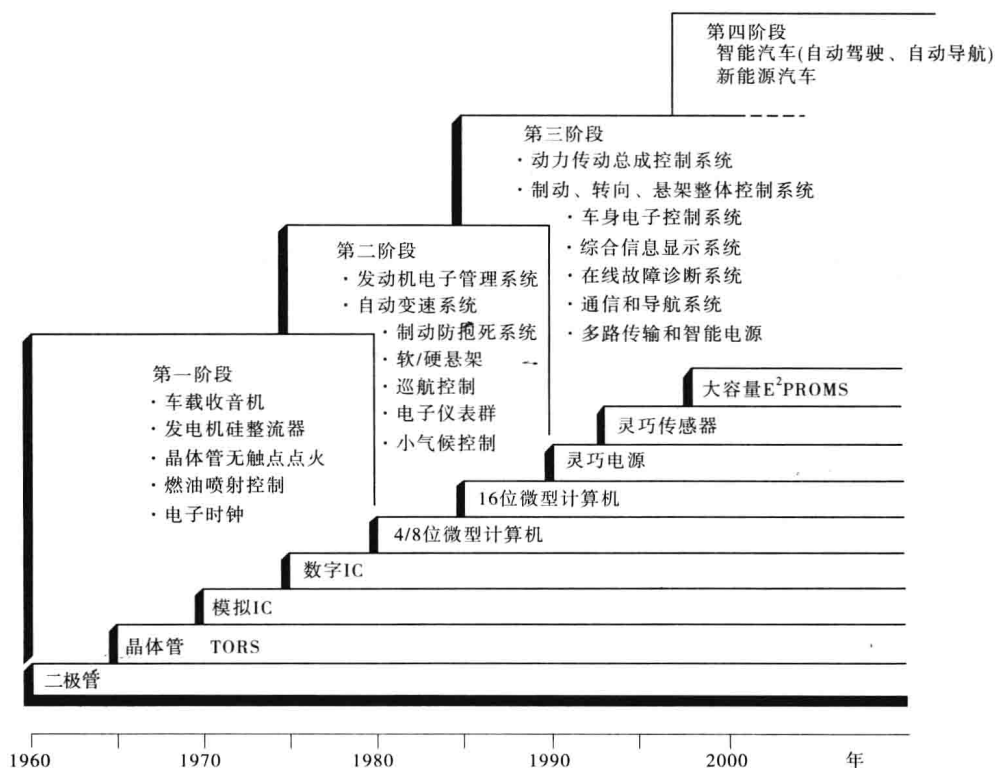


图 0-1 汽车电子技术的形成与发展

第一阶段:从20世纪50年代初到70年代初,主要是开发由分立元件和集成电路组成的汽车电气产品,应用电子装置代替传统的机械部件,如集成电压调节器、电子点火器等。

第二阶段:从20世纪70年代中期到80年代中期,主要是发展专用的独立系统,电气装置被应用在某些机械装置所无法解决的复杂控制功能方面,如电子控制汽油喷射系统、制动防抱死系统等。

第三阶段:从20世纪80年代中期到90年代中期,汽车电子技术的雏形开始形成。这一阶段的主要特征是在汽车大部件乃至总成的设计和生产中重视“机电一体化”的思想与技术,广泛采用机电一体化装置解决机械部件所无法解决的复杂自动控制问题,例如动力总成的电子控制等。主要是开发可完成各种功能的综合系统及各种车辆整体系统的微机控制,汽车上的电气装置不仅已能自动承担基本控制任务,而且还能处理外部和内部的各种信息,如集发动机控制与自动变速器控制为一体的动力传动系统控制、制动防抱死与防滑控制系统等。

第四阶段:从20世纪90年代中期开始至今。目前,“汽车电子”作为工程技术已经成熟,将积累形成汽车电子技术群,并导致“汽车电子学”这门机电液光一体、多学科综合、特色鲜明的新兴学科的诞生。



小贴士:汽车新技术发展的特点

(1)当代汽车技术的发展仍然围绕着节能、环境保护及安全方面的主要要求进行,当然还要考虑行驶稳定性、驾驶方便、舒适性、多种功能、个性化等方面的需要。

(2)向机电一体化、电子化及集中控制方面发展。在发动机方面不仅是供油系统实现了电子控制,而且进气、排气系统、冷却及增压系统等都在实现电子控制、集中管理。汽车的转向、驱动、悬架及制动等也都向集中控制方面发展。这样可以使各系统尽量共同利用所需的传感器、压力源、电源及控制器等,以降低汽车质量及制造成本,防止单独控制时可能产生的互相干扰,产生新的高效能的综合效果。

(3)充分利用现代理论、航空航天技术、国防科技成果等高新技术,进一步改善汽车外形,降低空气阻力。导航、光纤、微波、激光等高新技术愈来愈多地应用于汽车工业。

(4)进一步将计算机技术应用到新技术的开发,在计算分析过程中,孕育出一些新技术。在新技术开发过程中也会出现一些新兴学科,如生命-机械学、车祸学等。

(5)为了更好地解决新产品开发中互相制约的矛盾,需要运用多种学科的理论及知识,形成能综合地解决问题的新技术。

(6)为了节省资金、人力,加快新技术开发的速度,一些重大研究课题更以生产企业、研究单位及高等学校合作、大公司间合作及至国际合作的方式进行。某些产品及新技术的开发工作、工程工作由专业的汽车工程服务公司进行。

总之,汽车电子设备向功能集约化(组合化)、控制电子化、连接标准化等方向发展是大势所趋。



小贴士:汽车电气划时代发明史

1859年:法国著名物理学家普兰特发明了铅酸蓄电池,电有了“源泉”,被称为意义深远的发明。

1896年:德国首次使用汽车计程表。
1901年:奥兹莫比尔汽车首先使用转速表。
1904年:凯迪拉克汽车装用防盗点火系统。
1908年:电喇叭被美国人应用在汽车上。
1911年:电灯被美国人用于汽车照明。
1916年:美国人开始使用停车灯。
1920年:通用汽车公司在车内安装顶灯。
1921年:林肯汽车将转向信号装置列为标准配备。
1924年:博世公司开始生产电动刮水器,双丝前照灯问世。
1929年:汽车尾灯开始安装,美国将收音机作为汽车的选装件。
1938年:空调装置被美国人用于汽车。
1940年:封闭式汽车前照灯问世。
1946年:轿车首次装用无线电话。
1948年:奔驰轿车首次装用电动车窗。
1955年:电控门锁问世。
1956年:四大灯照明系统首次采用。
1960年:克莱斯勒公司制成实用型汽车交流发电机。
1962年:法国研制成功碘钨汽车前照灯(卤素灯的一种)。
1967年:通用汽车推出点火钥匙与报警器相配合的防盗装置。隐蔽式挡风玻璃刮水器开始流行。
1975年:美国汽车开始采用电控燃油喷射系统。
1976年至今:汽车向电子化发展,大量的汽车电子系统被采用,各种类型的车内局域网被采用,电子部件在汽车制造成本中的比例正迅速提高。

二、汽车电气设备的组成

汽车电气设备按功能不同分为电源、用电设备和配电装置(含全车电路);按照电气设备所属系统不同分为发动机电气设备、底盘电气设备、车身电气设备和信息通信系统。

汽车电源包括蓄电池、发电机及调节器。发动机不工作时由蓄电池供电,发动机启动后,转由发电机供电。在发电机向用电设备供电的同时,也给蓄电池充电。调节器的作用是在发电机工作时,保持其输出电压的稳定。

全车电路及配电装置包括中央接线盒、保险装置、继电器、电线束及插接件、电路开关等,使全车电路构成一个统一的整体。

汽车用电设备包括启动系、点火系、灯光照明系、信号装置、仪表与报警装置及汽车辅助电气设备。

(一)启动系

启动系用来启动发动机(使静止的发动机运转),主要由起动机及其控制电路组成。

(二)点火系

点火系用来产生电火花,点燃汽油机汽缸中的可燃混合气。经历了传统点火系、电子点火系和电控点火系三个阶段,目前汽车上主要使用电控点火系。点火系主要由点火开关、点

火线圈、火花塞,以及信号发生器、点火控制器、ECU 等组成。

(三) 灯光照明系

灯光系统包括灯光照明系统和灯光信号系统。

灯光照明系统用于车辆夜间安全行驶必要的照明,包括车外和车内的照明灯具;车外照明灯具包括前照灯、雾灯(前、后)、倒车灯、牌照灯等;车内照明灯具包括仪表灯、顶灯、阅读灯、开关灯等。

灯光信号系统用来向外界传送车辆的有关信息,用来提醒和警告。例如制动灯、转向灯(前、后)、示宽灯、尾灯(后灯)、倒车灯、报警信号灯等。

(四) 仪表与报警装置

仪表与报警装置用来监测发动机及汽车的工作情况,使驾驶员能够通过仪表及报警装置,及时发现发动机及汽车运行的各种参数及异常情况,确保汽车正常运行。包括车速里程表、发动机转速表、水温表、燃油表、电压(电流)表、机油压力表、气压表及各种报警灯等。

(五) 汽车辅助电气设备

辅助电气设备有日益增多的趋势,主要向舒适、娱乐、保障安全等方面发展。例如,电动风窗刮水器、风窗洗涤器、空调器、低温启动预热装置、汽车音响、点烟器、车窗玻璃电动升降器、座椅电动调节器、防盗装置等。车辆的豪华程度越高,辅助电气设备就越多。



特别提示

汽车技术与计算机技术、电子控制技术、人工智能技术、网络通信技术的相互融合,促使现代汽车电子控制系统日益成熟。即现代汽车电气设备以车载网络系统为纽带,将汽车上的所有机械产品电子化,由计算机组成的控制系统进行智能化控制。



小贴士:汽车电子控制系统简介

通过由传感器、执行器、控制单元组成的电子控制系统,可以使汽车上的各个系统均处于最佳工作状态,达到提高汽车动力性、经济性、安全性、舒适性,降低汽车排放污染的目的。

1. 动力传输总成的电子控制系统

(1) 电子控制燃油喷射系统(EFI):对喷油量、喷射时刻、燃油停供、燃油泵进行控制。

(2) 电子控制点火系统(ESA):对点火时刻、通电时间和爆震防止进行控制。

(3) 发动机怠速控制系统(ISC):对发动机怠速进行智能化控制。

(4) 发动机排放控制系统:通过废气再循环(EGR)、氧传感器反馈闭环控制、三元催化、CO 控制、二次空气喷射和活性炭罐电磁阀对发动机排放进行控制。

(5) 发动机进气控制系统:通过废气涡轮增压等控制发动机的进气量,以提高发动机的动力性。

(6) 警告提示系统:包括涡轮指示灯和催化剂过热警告等。

(7) 备用功能和失效保护系统:当传感器失效时进行失效保护,当控制单元失效时采用备用功用保护。

2. 汽车底盘电子控制系统

用于提高汽车的舒适性、安全性和动力性等。主要包括:电子控制悬架系统(TEMS)、防抱死制动系统(ABS)、防滑控制系统(ASR)、汽车动态控制系统(VDC)(或汽车电子稳定

系统 ESP)、电子控制动力转向系统(EPS)、四轮转向系统(4WS)、四轮驱动系统(4WD)、电子防撞控制系统、巡航控制系统(CCS)等。

3. 汽车车身电气控制系统

用于增强汽车的安全、舒适和方便性。主要包括:安全气囊、安全带、中央控制门锁、车灯控制系统、胎压监测控制系统、自动照明、自动刮水器、车内噪声控制、自动座椅、自动空调、音频系统、自动车窗、电动天窗、电动后视镜系统、电源管理系统。

4. 汽车信息通信及智能控制系统

信息通信系统用于和社会联系,以及协调整车各部分的电子控制功能。包括信息显示系统、汽车多路传输系统等。

信息显示系统。如中央综合显示系统、多画面电子地图、前视窗显示、电子时钟。

汽车多路传输系统(车载网络系统)。通过网关建立全车控制单元间的相互传递与共享,实现汽车的集中控制。

状态监视、导航及故障自诊断系统。

智能车辆高速公路管理系统。计算机网络系统中的智能车辆高速公路管理系统,以车辆和道路间的通信系统为基础,以有效而安全的管理遍布整个社会网络,完成如行驶和交通管理、调整交通流通、安全驾驶等功能。

三、汽车电气电路的特点

(1)低压。汽车电系的额定电压有 12 V、24 V 两种,汽油车普遍采用 12 V 电系,重型柴油车则多采用 24 V 电系。

(2)直流。尽管汽车采用交流发电机作为并联电源之一,但汽车的所有用电设备使用的都是直流电,即汽车电系为一直流电系。

(3)单线并联。单线制是指从电源到用电设备只有一根导线连接,而用汽车底盘、车架和发动机等金属机体作为另一公用导线。单线制节省导线、线路清晰,安装和检修方便,且电器也不需与车体绝缘,所以汽车均采用单线制。但是,由于汽车电脑(芯片)的引入,控制功能越来越多,已向数据总线控制过渡,现代汽车上电子控制单元(ECU)之间均采用了总线控制,即一条线(数据线)上传输多路信号。

思考:汽车上为什么能用单线制,而家用电器必须用双线制?查找资料或观察汽车上是否都用单线?为什么?

(4)负极搭铁。采用单线制时,蓄电池的负极接车架就称为“负极搭铁”;反之,则称为“正极搭铁”。按照国家标准,我国的汽车电系采用负极搭铁。

思考:汽车为什么要选用负极搭铁?正极搭铁是否可以?

(5)电路加装保护装置。原则上,汽车所用电器均为低压大电流器件,所以汽车电路保护器件必不可少。汽车电器保护器件主要有熔断器、断路器和易熔线等。

观察与思考:教室、家庭的电器加装保护装置了吗?工作原理是什么?家用电器与汽车用电器有何不同?

汽车电气设备是汽车运用技术(汽车运用与检测)专业的一门重要专业课,是一门实践性很强的专业课程,同时也是学好汽车运用技术专业其他相关专业课程的必要基础。通过本课程的学习,学生应掌握汽车电气设备的结构、基本工作原理、使用和维修、检测和调试、

故障判断与排除等基本知识和技能。在学习完本课程后,应能够读懂汽车电路图,学会用电路图分析汽车电路的基本工作情况;能根据具体电路进行故障判断和排除;对常用的电气设备能够独立地完成拆装和检修;能正确使用汽车电气设备维修中常用的工具、设备、仪器和仪表。

“用手工作”是技术工人的标志,也是对在校学生的要求。多动手,有益而无害。“理论精通”、“动手能力强”、“在理论指导下科学工作”是我们的培训目标。

本章小结

1. 汽车电气设备是汽车重要的组成部分,是汽车发展最具活力的一部分。

2. 汽车电气设备主要包括电源系、启动系、点火系、灯光照明系、仪表信号与报警系统,以及辅助电气设备等。

3. 汽车电气电路的特点是:低压、直流、单线并联、负极搭铁、电路有保护装置等。

思考练习题

1. 汽车电气设备分为哪几大系统?简述每个子系统的功能及主要机件。

2. 汽车电气电路有何特点?

3. 简述汽车电子技术的发展趋势。

4. 找一辆汽车,识别汽车电气设备,说出电器名称、功能及安装位置。

第一章 汽车电学基础知识

【学习目标】

- (1)掌握汽车电气基础元器件的功用、性能及在汽车上的应用;
- (2)掌握串联、并联、混联等汽车电路的特点;
- (3)能够熟练检修主要电子元器件。

第一节 电路与磁路的基本概念

一、电路的基本概念

(一)电路的基本组成

电路是指电流的通路。任何一个具有某特定功用的电路必须由电源、控制开关、负载和连接导线组成。同时,电路中还需配备相关的电路保护器件,如熔断器等。图 1-1 所示为电路的基本组成示意图。

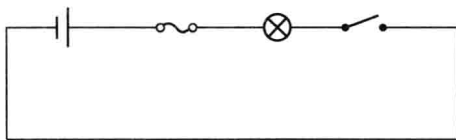


图 1-1 电路的基本组成

1. 电源

电源是向电路及其用电设备提供电能的装置,有交流电源和直流电源两种。

汽车上用蓄电池和发电机作为直流电源。其中,蓄电池是将储存的化学能转换成电能,并向汽车上的用电设备供电的电源;而发电机是将发动机的部分机械能转换成电能,向外输出电流,向用电设备供电的电源。

2. 负载

负载在电路中消耗电能,它将电能转换成光、声、热、机械等形式的能量,完成人们所需的功能。负载有电阻性、电容性和电感性三种类型。实际使用中的负载,可能是以电阻、电容及电感中的某种特性为主,兼有其他一种或两种负载特性。汽车上的电路负载是所有的各种用电设备(如灯光、喇叭、电动机等)。

3. 配电器件(导线、开关、连接器和电路保护器件)

连接导线在电路中连接电源和负载,起传输和分配电能的作用。连接导线通常由铜、铝、银等金属导体制成,并用绝缘材料包装。汽车电路的连接导线就是连接电源与各用电设备的配线。汽车电路还通过发动机的机体、车身及车架等金属部分作为电流的回路,即汽车上,金属车体也起到导体的作用。

熔断器、易熔线、电路断电器是电路的保护器件,能防止电路过载。

控制开关能够按照驾驶员的意愿,实现控制电路接通与断开,从而完成相应的功能。

电路连接器能够使线路的连接方便、安全、灵活、可靠。

(二) 电路的基本物理量

1. 电动势

在电源的内部,电源的正极和负极之间存在着电场,要保持电源有对外的供电能力,就必须用电源力来克服电源内部的电场力,将正电荷从电源的负极移动到电源的正极。电源力将单位正电荷从电源负极经电源内部移动到正极所做的功称为电动势。电动势反映了电源力对电荷做功的能力,方向与电压的方向相反,是由电源的负极指向正极的,即由低电位指向高电位。

2. 电压

电压就是静电场或电路中两点之间的电位差,它反映电场力对电荷做功的能力。规定电压的参考方向为高电位(“+”极性)端指向低电位(“-”极性)端,即电压的方向为电位降低的方向。在电路图中所标电压的方向一般都是参考方向,它们的真实值为正值还是负值,视选定的参考方向而定。

电压的单位为伏特(V),用万用表电压表挡并联在电路中测量电压(电压表有很高的内阻,因此只会有很低的电流)。



特别提示

(1) 火线对地电压高于 250 V 的称为高压电,对地电压低于 250 V 的称为低压电。

(2) 汽车蓄电池的额定电压有 12 V 和 24 V 两种,汽车一般电路系统中电压为 12 V。电控系统控制单元输出电压多为 5 V,发电机输出电压约为 14.4 V,点火线圈产生的次级电压约为 15 000 V。

3. 电流

电荷有规律的运动称为电流。电路形成闭合回路时,才有电流通过;电路断开时,即使存在电压,也没有电流流过。电流具有热效应、光效应、电磁效应、化学效应、生理效应。



特别提示

(1) 电流的热效应。电流经导体时会产生热量,即加热后窗元件、前照灯等,灯丝被有意加热到能够发光的程度。光的输出随灯丝温度的升高而增加,这就是使用钨等高熔点金属的原因。当然也有部分灯在发光时,它的温度并不比环境温度高,这种发光叫冷发光,我们把这类光源叫做冷光源。

(2) 电流的化学效应。当极板与电解液发生化学反应时,会产生电流,这就是蓄电池的工作原理。化学效应只能存在于液态导体中。电解液是能够传导电流的。当电流流过这些液体时,会发生一定的化学变化,这一过程称为电解。电解液是以溶解或溶化形式存在的酸液、盐类化合物和金属氧化物,其化学效应可用在车辆蓄电池中。此外,这一过程还能用来镀金属及萃取化合物和金属。

(3) 电流的电磁效应。当电流流经导线或线圈时,会在它的周围产生磁场。这个原理可以应用在各个方面,包括点火线圈、交流发电机、电磁阀、电动机等。

(4) 电流的生理效应。电流会对活的生物体产生效应。研究表明:50 mA 的电流就可

致命。流过人体的电流随电压的升高及过渡电阻的降低而增加。潮湿会使过渡电阻减小,导致电流增加,从而造成潜在的致命风险。接触超过 100 V 的电压就可以击穿皮肤。

电流分为直流和交流两种(电流的大小和方向都不随时间变化的叫做直流;电流的大小和方向随时间变化的叫做交流)。



特别提示

(1) 除安培(A)外,电流的单位还有毫安(mA)、微安(μA)。1 A = 1 000 mA, 1 mA = 1 000 μA 。

(2) 普通电流表额定容量较小,感应式卡钳电流表可提供更大的测量范围,且无须断开测试电路。

(3) 汽车上各部件工作电流差异巨大。例如,LED 上的工作电流只有 20 mA,传感器工作电流约 50 mA,继电器工作电流约 100 mA,前照灯工作电流约 4.5 A,点火系统初级电流约 7 A,起动机的工作电流 300 ~ 600 A(柴油机可高达 1 000 A)。

4. 电阻

在电路中能对电流起阻碍作用并且造成能量消耗的导体叫做电阻。影响电阻的主要因素是材质、温度,其次还有导线的横截面积和长度。

(1) 不同的材质电阻一般不同,材质可以分为三大类:导体、半导体、绝缘体。

导体是指电阻较低并能允许电子流过的一类材料。例如铜、铁等金属都是良好的导体。

半导体是导电性质介于导体和绝缘体之间的材料。例如锗、硅是常见的半导体。半导体的自由电子数介于导体和绝缘体之间,具有一定的导电性能。

电阻较高且能阻止电子流过的物质称为绝缘体。例如橡胶、玻璃、胶木等都是良好的绝缘体。绝缘体的电子被紧紧束缚在原子核周围,不会轻易从一个原子移动到另一个原子。但任何材料都不能完全绝缘,如果电位差(电压)足够大,也会使电子流动。

(2) 温度对电阻的影响。正温度系数(PTC)热敏电阻的电阻值会随着温度的升高而增加;负温度系数(NTC)热敏电阻的电阻值会随着温度升高电阻下降。负温度系数热敏电阻在温度传感器中得到了广泛的应用。

(3) 导体的横截面积、长度对电阻的影响。导线越长,电阻越大;横截面越大,电阻越小。电阻的缩写为 R,单位为欧姆(Ω)。待测量的部件必须从电路中断开,将万用表(电阻挡)直接与被测量部件相连即可测量电阻。



特别提示

电阻的单位是欧姆(Ω)、千欧(k Ω)或者兆欧(M Ω),电阻可以用万用表欧姆挡来测量。

汽车上不同部件的电阻值差异巨大。例如,加热元件的电阻只有 2 Ω ,水温传感器的电阻 1.5 k Ω ,一根点火高压线的电阻可以达到 5 k Ω 。

(三) 电路定律

1. 欧姆定律

流过电路中的电流 I 与加在电阻 R 两端的电压 U 成正比,与电阻的阻值成反比,这就是

欧姆定律,即: $R = U/I$ 。



特别提示

应用欧姆定律要注意电压、电流的参考方向,如果二者方向一致, $U = IR$;如果二者参考方向不一致, $U = -IR$ 。

2. 瓦特定律

当电子在电路中流动时,电能转换为热能(热量)、辐射能(光)、机械能(运动)。例如,当电压作用在风扇上时,风扇开始转动,即电能转换成了可以做功的机械能。

单位时间内电能做功的数量称为电功率,用 P 表示,单位为瓦特(W)或马力。

电路中的电功率、电压、电流之间存在一定的关系,这种关系称为瓦特定律。即: $P = UI = I^2 R = U^2 / R$ 。

(四) 电路的工作状态

1. 有载工作状态

电路形成闭合回路时就有电流流过(电路在开关接通时就处于有载工作状态)。电源和负载很多的复杂电路都可等效简化成如图 1-2 所示的简单电路。有载工作状态下最简单电路的电压、电流的关系如下:

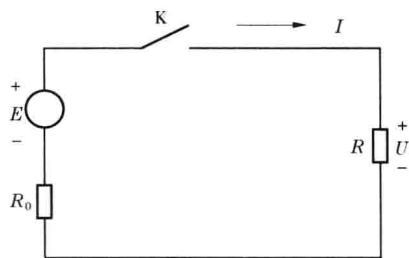
$$I = \frac{E}{R_0 + R}$$

$$U = IR$$

$$U = E - IR_0$$

R —负载电阻; R_0 —电源内阻; I —电源输出电流(负载电流);
 E —电动势; U —电源端电压(负载电压降); K —开关

图 1-2 简单电路



从电压、电流关系式可知:

- (1) 电源输出电流的大小与电动势的大小、负载与电源内阻的大小有关。
- (2) 加在负载上的电压降,其数值上就是电流和负载电阻的乘积。
- (3) 电源电动势减去电源内阻上的电压降,才是电源的输出端电压。比如,汽车蓄电池的电动势为 12 V,而在启动时,由于启动电流很大,蓄电池内电阻上的电压降可达 2 ~ 4 V,因此此时蓄电池输出的端电压就只有 8 ~ 10 V 了。

2. 电源断路

若电源开关断开,则不能形成闭合回路,电路中无电流流过,电源输出电流 $I = 0$,此时电源的端电压就等于电源电动势: $U = E$ 。

在汽车所有的用电设备均不通电(相当于电源开关断开)时,蓄电池对外不输出电流,这时测得的蓄电池正负极端之间的电压与蓄电池的电动势相同。

3. 电源短路

电源短路就是负载电阻为零的情况,此时电源的端电压 $U = 0$,其电流的大小为: $I = E/R_0$ 。由于电源的内阻一般都很小,故输出的短路电流很大,可将电源和线路烧毁。

(五) 串联、并联、混联电路

1. 串联电路

电路中有多个电阻,其中通过同一电流的电阻称为电阻串联。电路中电阻串联的等效电阻是各个串联电阻值之和,即: $R = R_1 + R_2$ 。电路中串联电阻上的电压与其电阻值成正

比,两个串联电阻上的电压分别为: $U_1 = R_1 U / (R_1 + R_2)$, $U_2 = R_2 U / (R_1 + R_2)$ 。



特别提示

如果 $R_1 \ll R_2$, 则 $U_1 \ll U_2$, 即当串联的电阻大小相差太大时, 小电阻的电压降可以忽略不计, 电压几乎都加在了大电阻上。另外, 汽车电路多为并联电路, 几乎不用串联电路。

2. 并联电路

电路中有两个或两个以上的电阻施加同一个电压的连接方式称为电阻的并联, 如图 1-3 所示。两个电阻并联的等效电阻为:

$$1/R = 1/R_1 + 1/R_2, \text{ 即 } R = R_1 R_2 / (R_1 + R_2)$$

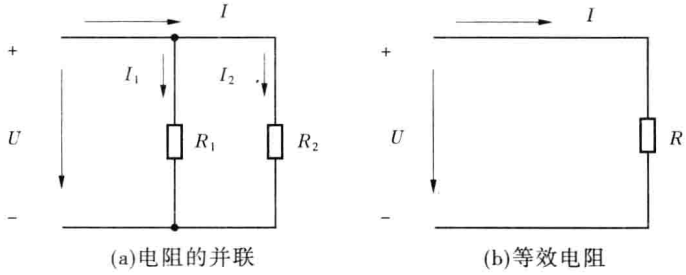


图 1-3 电阻的并联

多个并联电阻的等效电阻比并联电阻中最小的电阻还小。各并联电阻通过的电流为:

$$I_1 = U/R_1 = IR/R_1 = R_2 I / (R_1 + R_2)$$

$$I_2 = U/R_2 = IR/R_2 = R_1 I / (R_1 + R_2)$$



特别提示

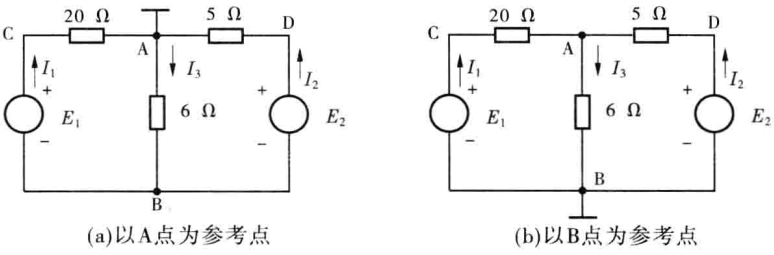
并联电阻上的电流分配与电阻值成反比, 如果 $R_1 \ll R_2$, 则 $I_1 \gg I_2$, 即电阻差值很大时, 电阻大的支路电流可以忽略不计。

3. 混联电路

混联电路是一种电路中既有串联电路, 又有并联电路的电路。计算混联电路的等效电阻应先判明电路串并联的关系, 再进行计算。

(六) 电路中的电位

电路中各点的电位实际上就是相对于参考点的电压。参考点不同, 电路各点的电位也不同。图 1-4 所示电路各段电位如下: $U_{AB} = 10 \times 6 = 60 \text{ V}$, $U_{CA} = 4 \times 20 = 80 \text{ V}$, $U_{DA} = 6 \times 5 =$



$$E_1 = 140 \text{ V}; E_2 = 90 \text{ V}; I_1 = 4 \text{ A}; I_2 = 6 \text{ A}; I_3 = 10 \text{ A}$$

图 1-4 电路中的电位