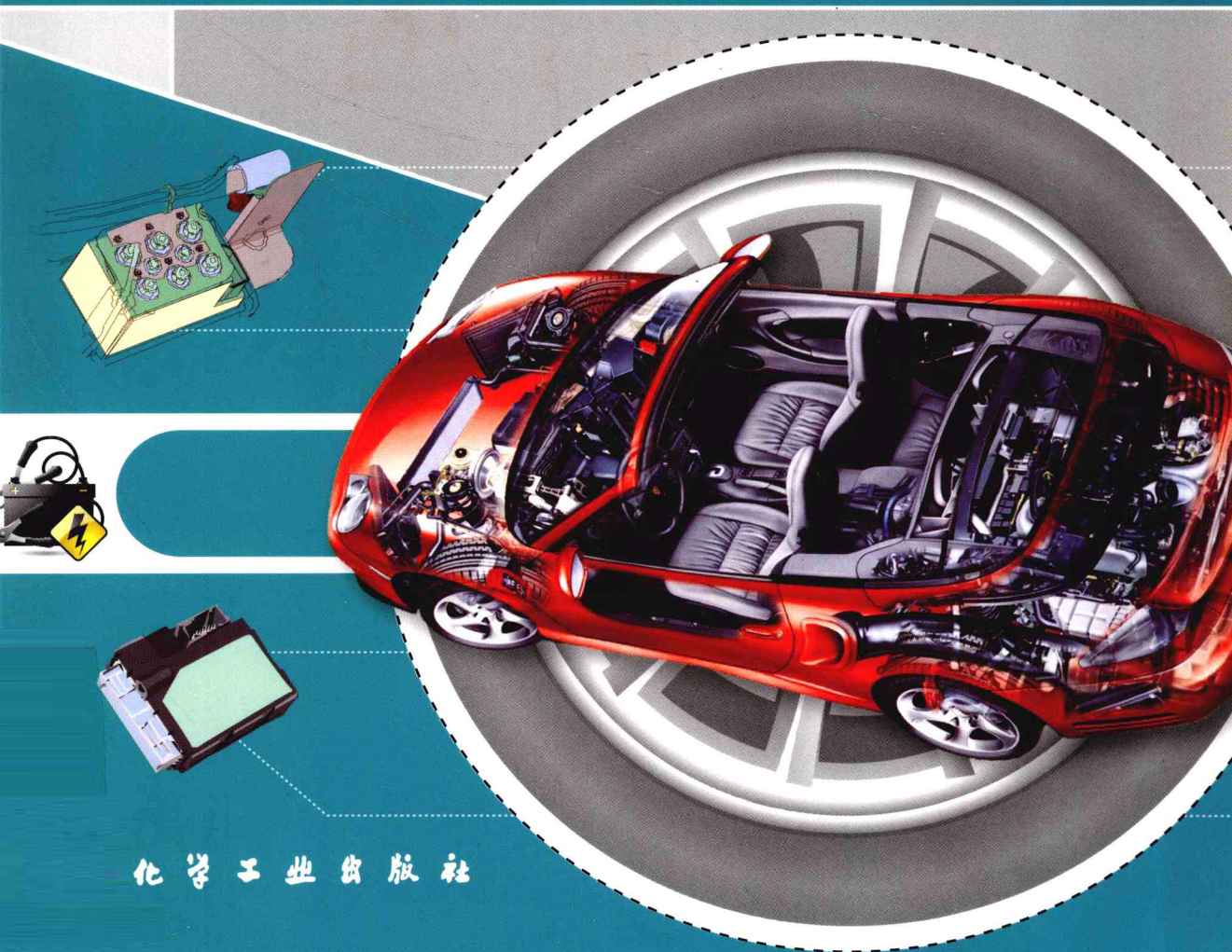


汽车电路 和电气系统检修

QICHE DIANLU HE DIANQI XITONG JIANXIU



宋广辉 主编



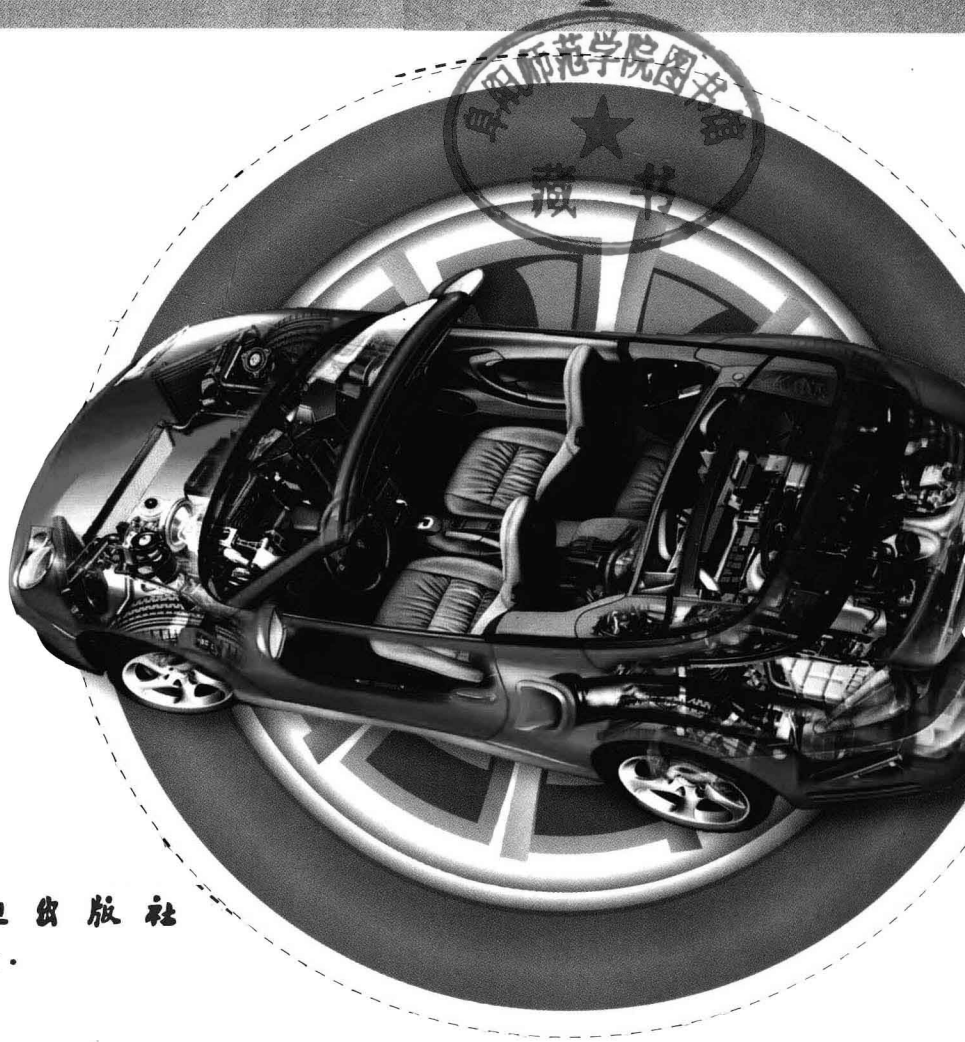
化学工业出版社

汽车电路 和电气系统检修

QICHE DIANLU HE DIANQI XITONG JIANXIU



宋广辉 主编



化学工业出版社

·北京·

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车电路和电气系统检修/宋广辉主编. —北京: 化学工业出版社, 2012.1

ISBN 978-7-122-12916-1

I. 汽… II. 宋… III. 汽车-电气设备-检修 IV. U472.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 249943 号

责任编辑: 卢小林

文字编辑: 冯国庆

责任校对: 边涛

装帧设计: 张辉

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 三河市延风印装厂

787mm×1092mm 1/16 印张 12 字数 300 千字 2012 年 2 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 32.00 元

版权所有 违者必究



前言

高等职业教育是我国高等教育体系的重要组成部分，也是我国职业教育体系的重要组成部分。近几年，高等职业教育呈现出前所未有的发展势头，高等职业院校数、在校生数和毕业生人数持续增长，其规模已占普通高等教育的一半左右。随着高等职业教育的发展，全面提高高等职业教育的办学质量和办学水平，已成为我国经济发展和现代化建设的迫切需要。课程建设与改革是提高教学质量的核心，教材建设是课程建设的重要内容。

随着我国汽车工业的迅速发展及汽车保有量的增加，以及汽车技术的不断更新，对汽车维修行业从业人员的数量和素质提出了更高的要求。教育部也将汽车运用与维修专业列为“制造业和现代服务业技能型紧缺人才培养培训工程”的四大专业之一。为提高汽车检测与维修专业的教学质量，为满足新教学模式对教材的需求，我们编写了本教材。本教材适合于高职高专汽车运用与维修、汽车检测与维修等相关专业教学使用，也可以作为成人高等教育相关课程使用，还可供汽车维修人员及汽车行业技术人员阅读参考。

本书将理论与实践相结合，把汽车电工电子技术和汽车常规电器知识融为一体，系统地讲述了汽车电工电子和汽车常规电器的基本结构、工作原理、使用特性、常见故障诊断及排除等内容。全书共包括汽车电路常用检测仪器与设备的使用、汽车电源系统检修、汽车启动系统检修、汽车点火系统检修、汽车照明及信号系统检修 5 个项目、13 个任务，适合于高职一学期的教学。本书实用性强，图文并茂，不仅适合高职学生的学习，同时也适合汽车维修行业的工程技术人员及汽车维修人员参考。

本书由黄冈职业技术学院宋广辉主编，其中绪论和项目四由国树文编写，项目一和项目三由胡晓和薛明芳编写，项目二和项目五由宋广辉编写。全书由宋广辉统稿和定稿。

由于编者水平有限，书中不妥之处在所难免，恳请读者批评指正。

编者



目 录

绪论	1
任务 1 汽车电气设备的发展概况	1
任务 2 汽车电气设备的组成	2
1. 电源系统	2
2. 启动系统	2
3. 点火系统	2
4. 照明系统	3
5. 信号系统	3
6. 仪表系统	3
7. 辅助电器系统	3
8. 电子控制系统	4
任务 3 汽车电器系统的特点	4
1. 双电源	5
2. 低电压	5
3. 直流	5
4. 单线制	5
5. 并联连接	5
6. 负极搭铁	5
7. 设有保护装置	5
8. 汽车电路有颜色和编号特征	6
9. 相对独立的分支系统组成	6
项目一 汽车电路常用检测仪器与设备的使用	7
任务 1 常用电气检修工具的使用	7

【任务导入】	7
【任务分析】	7
【相关知识】	7
1. 跨接线	7
2. 试灯	8
3. 兆欧表（摇表）	8
4. 汽车示波器	10
5. 钳表	12
6. 万用表	13
【任务实施】	22
1. 实施环境	22
2. 实施步骤	22
【知识拓展】 指针式万用表与数字式万用表的比较	25
【习题思考】	26
任务2 常用诊断设备的使用	26
【任务导入】	26
【任务分析】	26
【相关知识】	26
1. 车载自动诊断系统	27
2. 故障诊断仪	28
【任务实施】	30
1. 实施环境	30
2. 实施步骤	30
【知识拓展】 KTS 故障诊断仪的介绍	32
【习题思考】	33
项目二 汽车电源系统检修	34
任务1 蓄电池供电系统检修	34
【任务导入】	34
【任务分析】	34
【相关知识】	35
1. 电源系统	35
2. 直流电路	35
3. 电路的基本物理量	36
4. 电气设备的额定值	40
5. 电路元件	40
6. 基尔霍夫定律	42
7. 蓄电池	44
【任务实施】	49
1. 实施环境	49
2. 实施步骤	49

【知识拓展】 蓄电池	50
【习题思考】	52
任务2 发电机供电系统检修	53
【任务导入】	53
【任务分析】	53
【相关知识】	53
1. 电阻元件	53
2. 电容元件	58
3. 电感元件	60
4. 交流发电机	61
【任务实施】	66
1. 实施环境	66
2. 实施步骤	66
【知识拓展】 交流发电机	70
【习题思考】	70
任务3 智能电源管理系统的检修	70
【任务导入】	70
【任务分析】	71
【相关知识】	71
1. 蓄电池诊断	71
2. 休眠电流管理	71
3. 动态电源管理系统	71
【任务实施】	72
1. 实施环境	72
2. 实施步骤	72
【习题思考】	75
项目三 汽车启动系统检修	76
任务1 普通启动系统检修	76
【任务导入】	76
【任务分析】	76
【相关知识】	76
1. 启动系统的基本组成和作用	76
2. 启动机的调整	86
【任务实施】	87
1. 实施环境	87
2. 实施步骤	87
【知识拓展】 启动系的故障诊断与排除	92
【习题思考】	97
任务2 其他启动系统检修	97
【任务导入】	97
【任务分析】	97
【相关知识】	97

1. 无钥匙启动系统	97
2. 减速启动机的启动系统	99
【任务实施】	104
1. 实施环境	104
2. 实施步骤	104
【习题思考】	105
项目四 汽车点火系统检修	106
任务1 传统点火系统	106
【任务导入】	106
【任务分析】	106
【相关知识】	106
1. 点火系统的分类	106
2. 对点火系统的基本要求	106
3. 传统点火系统的结构组成	107
4. 传统点火系统的工作原理	108
5. 传统点火系统的工作特性与影响二次侧电压的因素	112
6. 传统点火系统的构造	113
【任务实施】	121
1. 实施环境	121
2. 实施步骤	121
【知识拓展】 传统点火系统常见故障分析	123
【习题思考】	124
任务2 电子点火系统检修	125
【任务导入】	125
【任务分析】	125
【相关知识】	125
1. 基本原理	125
2. 国产 BD-71F 型晶体管辅助触点电子点火装置	125
3. 无触点电子点火系统	126
4. 电容放电式电子点火系统	129
【任务实施】	132
1. 实施环境	132
2. 实施步骤	132
【知识拓展】 无触点电子点火系统的故障检查	133
【习题思考】	135
任务3 微机控制点火系统检修	136
【任务导入】	136
【任务分析】	136
【相关知识】	136
1. 微机控制点火系统的组成	137
2. 微机控制点火系统的基本工作原理	137
3. 有分电器微机控制点火系统	139

【任务实施】	144
1. 实施环境	144
2. 实施步骤	144
【知识拓展】	144
项目五 汽车照明及信号系统检修	149
任务 1 前照灯系统检修	149
【任务导入】	149
【任务分析】	150
【相关知识】	150
1. 汽车照明系统的分类	150
2. 前照灯	151
【任务实施】	156
1. 实施环境	156
2. 实施步骤	156
【知识拓展】	159
【习题思考】	163
任务 2 其他照明系统检修	163
【任务导入】	163
【任务分析】	163
【相关知识】	163
1. 雾灯	163
2. 牌照灯	164
3. 倒车灯	164
4. 转弯照明灯	164
5. 工作灯	164
6. 内部照明灯	164
【任务实施】	165
1. 实施环境	165
2. 实施步骤	165
【知识拓展】	169
【习题思考】	170
任务 3 信号系统检修	171
【任务导入】	171
【任务分析】	171
【相关知识】	171
1. 闪光继电器	171
2. 制动信号灯	174
3. 危险报警信号灯	175
4. 停车灯和尾灯	175
5. 示廓灯	175
6. 电喇叭	175
【任务实施】	176

1. 实施环境	176
2. 实施步骤	177
【知识拓展】 转向灯闪烁节奏的加快	177
【习题思考】	178
参考文献	179



绪 论

【学习目标】

- (1) 了解汽车电气设备及电子技术的发展状况。
- (2) 掌握汽车电气设备的组成。
- (3) 掌握汽车电气设备的特点。
- (4) 了解课程的性质、任务、重要性。
- (5) 掌握本课程的学习方法及考核方式。



任务1 汽车电气设备的发展概况

汽车电气设备是汽车的重要组成部分，随着汽车技术的进步，汽车电气设备的结构与性能也在不断进步，特别是电子技术在汽车上的广泛应用，在解决汽车能耗、行车安全、减少排放污染等方面起着越来越重要的作用。

汽车自问世以来，在很长一段时间内其技术发展主要表现在机械设备的更新换代上，电气设备在汽车上的应用相对较少，只是一些必备的电源和用电设备。在 20 世纪 50 年代以后，随着电子技术的发展、社会需求的增强，使汽车电子技术的运用得到了迅速发展。汽车电子技术的发展经历了四个阶段。

第一阶段：20 世纪 50 年代初到 20 世纪 70 年代初，主要是开发分立元件和集成电路组成的汽车电子产品，应用电子装置代替传统的机械部件，如汽车最初采用硅整流交流发电机，之后有电子式电压调节器、电子控制高能点火等。

第二阶段：20 世纪 70 年代中期到 20 世纪 80 年代中期，主要发展专用的独立系统，电子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 (EFI)、电子控制自动变速器 (ECT)、制动防抱死系统 (ABS) 等。

第三阶段：20 世纪 80 年代中期到 20 世纪 90 年代中期，主要是开发可以完成各种功能的综合系统及各种车辆整体系统的计算机控制，汽车上的电子装置不仅能承担基本控制任务，而且还能处理外部和内部的各种信息，如集发动机控制、自动变速器控制为一体的动力控制系统，制动防抱死/防滑转控制系统。

第四阶段：20 世纪 90 年代中期开始至今，主要是研究发展车辆的智能控制技术，模拟人的思维和行为对车辆进行控制，如汽车自动驾驶系统、汽车通信及导航系统等。



任务2 汽车电气设备的组成

1. 电源系统

电源系统包括蓄电池、发电机、调节器。其中发电机为主电源，发电机正常工作时，由发电机向全车用电设备供电，同时给蓄电池充电。调节器的作用是使发电机的输出电压保持恒定。

蓄电池为可逆的直流电源。在汽车上使用最广泛的是启动用铅蓄电池，它与发动机并联，向用电设备供电。蓄电池的作用是：当发动机启动时，向启动机和点火系统供电；在启动机不发电或电压较低的情况下向用电设备供电；当用电设备同时接入较多，发电机超载时，协助发电机供电；当蓄电池存电不足，而发电机负载又较少时，它可将发电机的电能转变为化学能储存起来，因此它在汽车上占有重要位置。如何正确使用和维护保养蓄电池，对延长蓄电池的使用寿命极为重要。所以，汽车修理厂要担负维护、修理及启用新蓄电池等作业项目。

发电机是汽车供电系统的主要电源，它在正常工作时，对除启动机以外的所有的用电设备供电，并向蓄电池充电，以补充蓄电池在使用中所消耗的电能。

汽车所用的发电机有直流发电机和交流发电机。直流发电机是利用机械换向器整流，交流发电机是利用硅二极管整流，故又称硅整流发电机。

汽车用电器都是按照一定的直流电压设计的，汽油机常用 12V，柴油机常用 24V。在汽车上，发电机既是用电器的电源，又是蓄电池的充电装置。为了满足用电器和蓄电池的要求对发电机的供电电压和电流变化范围也有一定的限制。

直流发电机所匹配的调节器一般都是由电压调节器、电流限制器和截断继电器三部分组成。而交流发电机调节器都可大大简化。由于硅二极管具有单向导电的特性，当发电机电压高于蓄电池电动势时，二极管有阻止反向电流的作用，所以交流发电机不再需要截流继电器。

由于交流发电机具有限制输出电流的能力，因此也不再需要限流器。但它的电压仍是随转速变化而变化的，所以为了得到恒定的直流电压，还必须装有电压调节器。

2. 启动系统

启动系统包括串励式直流电动机、传动机构、控制装置。启动机是用来启动发动机的，它主要由电机部分、传动机构（或称啮合机构）和启动开关三部分组成。

3. 点火系统

点火系统包括点火开关、点火线圈、分电器总成、火花塞等，其作用是产生高压电火花，点燃汽油机发动机汽缸内的混合气。

在现代汽油发动机中，汽缸内燃料和空气的混合气大多采用高压电火花点火。电火花点火具有火花形成迅速、点火时间准确、调节容易以及混合气点燃可靠等优点。

为了在汽缸中产生高压电火花,必须采用专门的点火装置。

点火装置按电能的来源不同,可分为蓄电池点火和磁电机点火两大类。

4. 照明系统

照明系统包括汽车内、外各种照明灯及其控制装置,用来保证夜间行车安全。主要有前照灯、雾灯、尾灯、制动灯、棚灯、电喇叭、转向灯、闪光器等。

5. 信号系统

信号系统包括喇叭、蜂鸣器、闪光器及各种行车信号标识灯,用来保证车辆运行时的人车安全。

6. 仪表系统

仪表系统包括各种电器仪表(电流表、充电指示灯或电压表、机油压力表、温度表、燃油表、车速及里程表、发动机转速表等),用来显示发动机和汽车行驶中有关装置的工作状况。

汽车仪表的作用是帮助驾驶员随时掌握汽车主要部分的工作情况,及时发现和排除可能出现的故障及不安全因素,以保证良好的行使状态。汽车常用仪表有电流表、水温表、发动机机油压力表、燃油油量表及车速里程表,有的汽车还有发动机转速表和制动系统储气筒气压表等。

(1) 电流表

电流表串联在充电电路中,是用来指示蓄电池充、放电状态的仪表,按结构形式可分为电磁式、动磁式和光电指示灯式。最常用的是电磁式电流表,它具有结构简单,耐振等特点。

(2) 机油压力表

机油压力表(油压表)可用来指示发动机机油压力的大小和发动机润滑系统工作是否正常。它由装在仪表板上的油压指示表和装在发动机主油道中或粗滤器上的传感器两部分组成。

(3) 水温表

水温表可用来指示发动机水泵中冷却水的工作温度是否正常。它由装在仪表板上的水温指示表和装在发动机汽缸盖水泵上的水温传感器(俗称感温室)两部分组成,两者用导线相通。常用水温指示表为双金属电磁式,传感器有双金属式和热敏电阻式两种。

(4) 燃油表

燃油表可用来指示燃油箱内储存燃油量的多少。它由装在仪表板上的燃油指示表和装在燃料箱内的传感器两部分组成。燃油指示表有电磁式和双金属式两种,传感器均为可变电阻式。

(5) 车速里程表

车速里程表是用来指示汽车行驶速度和累计汽车行驶里程数的仪表。它由车速表和里程表两部分组成。

7. 辅助电器系统

辅助电器系统包括电动刮水器、空调器、低温启动预热装置、收录机、点烟器、玻璃升

降器等。

随着汽车辅助工业的发展和现代化技术在汽车方面的应用,现代汽车装用的辅助电气设备很多,除了汽车用音响设备、通信器材和汽车电视等服务性装置外,都是一些与汽车本身使用性能有关的电气设备。如电动刮水器、电动洗窗器、电动玻璃升降器、暖风通风装置、电动座椅移动机构、发动机冷却系统的电动风扇、电动燃料泵、冷气压缩机用的电磁离合等。这些辅助电气设备大体可分为三类:电机类、电磁离合器类和电动泵类。

(1) 双速电动式刮水器

双速电动式刮水器一般是由一个直流并激(或复激)电动机和一套减速传动机构组成。

(2) 风窗玻璃防冰霜设备

冬季风窗玻璃上易结冰霜,用刮水器是无法清除的,有效的办法是将玻璃加热。在有空调设备的汽车上,将热风吹向风窗玻璃,就可以避免结冰。在无空调设备的汽车上,风窗玻璃可利用电阻丝来加热,在风窗玻璃的内面贴有三根镍铬丝,通过加热,就可防止冰霜,这种装置耗电量为30~50W,效果很好。国外有些高级轿车上采用电子加热器,通过三极管的控制,使电阻丝通电加热。

(3) 电热塞

冬季由于进入柴油机内的空气温度较低,压缩混合空气达不到着火温度,因此,启动比较困难。为了使柴油机冬季易启动,在柴油机燃烧室内安装了电热塞,用来提高汽缸内的空气温度。

(4) 晶体管电动汽油泵

汽车上一般安装膜片式汽油泵,虽然结构简单、效能可靠,但由于它安装在发动机的机体上,夏季常因为发动机温度高使供油系统产生“气阻”现象,导致汽油流通不畅。近年来由于半导体的发展和运用,汽车上已安装电动汽油泵,以代替膜片式汽油泵。

(5) 电磁离合器

电磁离合器是一种常见的自动控制元件,它具有工作可靠、容易实现远距离控制等特点。在汽车上,它常被用做冷气压缩机驱动离合器和发动机冷却系统的风扇离合器。当汽车空调系统中制冷量过剩时,通过它将传动皮带轮与压缩机主轴脱开;当汽车发动机散热器冷却能力过剩时,可通过它使风扇滑转以减少发动机的动力消耗,在气温较低的季节里,仅风扇离合器一项就可降低汽车的油耗率2%左右。

8. 电子控制系统

电子控制系统包括电控燃油喷射装置、电子点火装置、制动防抱死装置、自动变速器器等。



任务3 汽车电器系统的特点

汽车电气设备组成的系统称为汽车电气系统,与其他电气系统不同,汽车电气系统或称汽车电路具有以下特点。

1. 双电源

在汽车电气系统中,采用两个电源——蓄电池和交流发电机,两者互相配合,协调工作。即使是在极端条件下(如发电机损坏,即不发电),光靠蓄电池供电,汽车也能行驶一定里程。

2. 低电压

汽车电气系统的额定电压有6V、12V、24V三种。汽油发动机汽车普遍采用12V电源,柴油发动机汽车多采用24V电源(由两个12V蓄电池串联而成),摩托车采用6V电源。汽车运行中的电压,一般12V系统为14V左右,24V系统为28V左右。

3. 直流

现代汽车发动机是靠电力启动机启动的,启动机由蓄电池供电,而向蓄电池充电又必须用直流电源,所以汽车电气系统为直流系统。虽然交流发电机发出的是交流电,但经过整流器整流,变成直流电后才供给汽车用电。

4. 单线制

单线连接是汽车电路的特殊性,是指汽车上所有电气设备的正极均采用导线相互连接;而所有的负极则直接或间接通过导线与车架或车身金属部分相连,即搭铁(负极搭铁也称接地)。任何一个电路中的电流都是从电源的正极出发,经导线流入电气设备后,再由电气设备自身或负极搭铁,并通过车架或车身金属流到电源负极而形成回路。

单线制导线用量少,线路清晰,接线方便,因此广为现代汽车所采用。

5. 并联连接

各电气设备均采用并联,汽车上的两个电源(蓄电池与发电机)之间以及所有电气设备之间,都是正极接正极,负极接负极,并联连接。

因为采用并联连接,所以汽车在使用中,当某一支路电气设备损坏时,并不影响其他支路电气设备的正常工作。

6. 负极搭铁

采用单线制时蓄电池的负极接车架或车身金属称为负极搭铁(蓄电池的正极接车架或车身金属称为正极搭铁)。

如果单纯从构成电流回路来说,汽车既可以采用负极搭铁,也可以采用正极搭铁,而且在早期汽车上曾广泛采用正极搭铁。

但经研究表明,采用负极搭铁对车架或车身金属的化学腐蚀较轻,对无线电干扰小,且对点火系统的点火电压要求也低(更有利于火花塞跳火)。因此,目前包括我国在内的所有国家都已经规定汽车电路统一采用负极搭铁。

7. 设有保护装置

为了防止因电源短路[相线(俗称火线)搭铁]或线路过载而烧坏线束,电路中一般设有保护装置,如熔断器(短路保护)、易熔线(过载保护)等。

8. 汽车电路有颜色和编号特征

为了便于区别各线路的连接,汽车所有低压导线必须选用不同颜色的单色或双色线,并在每根导线上编号。编号由生产厂家统一编定。

9. 相对独立的分支系统组成

汽车电路由相对独立的系统组成,汽车电路一般包括以下几部分。

(1) 电源电路

电源电路由蓄电池、发电机、调节器及工作状态指示装置(电流表、充电指示灯)等组成。

(2) 启动电路

启动电路由启动机、启动继电器、启动开关及启动保护装置组成。

(3) 点火电路

点火电路由点火线圈、分电器、点火器、火花塞、点火开关等组成。

(4) 照明与信号电路

照明与信号电路由前照灯、雾灯、示宽灯、转向信号灯、制动信号灯、倒车灯、电喇叭等及其控制继电器和开关组成。

(5) 仪表与报警电路

仪表与报警电路由仪表、传感器、各种报警灯及控制器组成。

(6) 辅助装置电路

辅助装置电路由为提高车辆安全性、舒适性、经济性等各种功能的电气装置组成,因车型不同而有所差异。一般包括风窗刮水清洗装置、风窗除霜防雾装置、启动预热装置、音响装置、车窗电动升降装置、电动座椅调节装置及中央电控门锁等装置。



项目一

汽车电路常用检测仪器与设备的使用

【学习目标】

- (1) 了解汽车电气设备常用检修仪器设备的类型。
- (2) 了解万用表的类型和特点。
- (3) 了解汽车诊断仪的类型和特点。
- (4) 掌握万用表的使用方法。
- (5) 能对万用表的测量数据进行正确分析。
- (6) 能针对车型正确选择和使用诊断仪。
- (7) 掌握诊断仪的诊断流程。
- (8) 掌握其他检修仪器的使用方法。



任务1 常用电气检修工具的使用

【任务导入】

随着汽车工业的发展，人们对汽车的性能要求也越来越高，传统的汽车电气系统与机械系统已很难满足日趋严格的关于汽车节能、排放与安全法规的要求。作为汽车必不可少的蓄电池、发电机、启动机、照明、信号、仪表、报警等传统意义上的汽车电器正在发生着巨大的变化，特别是电子控制技术在汽车工业中的广泛应用，使得汽车电气系统越来越复杂，正朝着电子化、集成化、智能化的方向发展。

因此，在现代汽车运用与维修的实际工作中，也越来越多地运用到更先进的检修工具、仪器和电子诊断设备，掌握这些设备的运用，是一名合格汽修技师的基本要求。

【任务分析】

本任务以认知为主，主要掌握常用电气检修工具的使用方法和使用注意事项，为之后的维修工作铺垫基石。

【相关知识】

1. 跨接线

汽车电气系统故障无论发生在线路上，还是发生在电器设备上，一般都是由短路或断路