



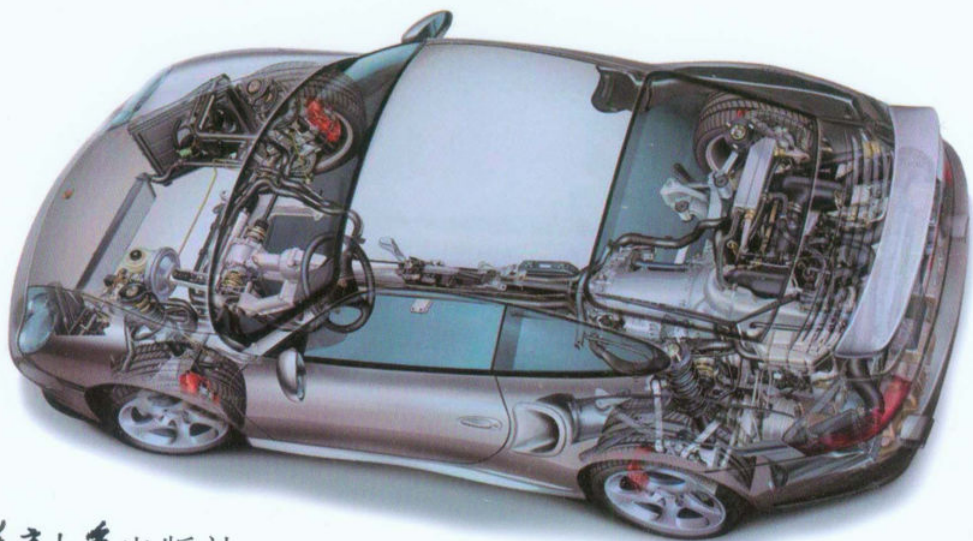
中等职业教育  
汽车类专业系列教材



# 汽车电气设备构造与维护

主 编 \ 唐舒和

副主编 \ 余 强 刘琦琪



重庆大学出版社

## 内容提要

本书以模块化教学方式,介绍了汽车电气设备的主要系统和部件的结构、原理及作用等。全书共分为6个项目,主要内容包括汽车电气设备的特点和发展(绪论)、汽车蓄电池、启动系统、充电系统、点火系统、照明仪表及辅助电气设备的工作原理、结构以及使用与维护。本书内容浅显易懂,图文并茂,理论与实践相结合,从中职学生的学习特点和岗位实际需求出发,在完整讲述汽车电气设备(原理、结构、作用)的情况下,尽可能地降低难度,以激发中职学生的学习兴趣。

本书可作为中等职业学校汽车制造与检修等相关专业的教学用书,也可作为相关行业岗位的培训教材和汽车维修人员的自学用书。

### 图书在版编目(CIP)数据

汽车电气设备构造与维护 / 唐舒和主编. -- 重庆 :  
重庆大学出版社, 2018. 12  
ISBN 978-7-5689-1276-1

I. ①汽… II. ①唐… III. ①汽车—电气设备—构造—中等专业学校—教材②汽车—电气设备—车辆修理—中等专业学校—教材 IV. ①U472.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 229737 号

## 汽车电气设备构造与维护

QICHE DIANQI SHEBEI GOUZAO YU WEIHU

主 编 唐舒和

副主编 余 强 刘琦琪

策划编辑:袁文华

责任编辑:姜 凤 版式设计:袁文华

责任校对:王 倩 责任印制:张 策

\*

重庆大学出版社出版发行

出版人:易树平

社址:重庆市沙坪坝区大学城西路 21 号

邮编:401331

电话:(023)88617190 88617185(中小学)

传真:(023)88617186 88617166

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn(营销中心)

全国新华书店经销

重庆市正前方彩色印刷有限公司印刷

\*

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:9.5 字数:203 千

2019 年 1 月第 1 版 2019 年 1 月第 1 次印刷

印数:1—3 000

ISBN 978-7-5689-1276-1 定价:24.00 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究

# 前 言

本书依据《教育部关于加快发展中等职业教育的意见》的文件精神,结合教育部《面向 21 世纪教育振兴行动计划》和中等职业学校《汽车运用与维修专业教学指导方案》,参照相关行业岗位标准,组织了多名具有丰富教学和实践经验的老师共同编写而成。

现在的汽车越来越智能化,汽车上的电气设备也越来越多。特别是近年来随着电子技术的发展,汽车上出现了大量的电子、电气控制系统,汽车电子化、自动化程度的高低已成为国际上衡量汽车水平先进与否的重要标志,电子装置的成本占整车成本的比例也越来越高。

本书以模块化教学方式,系统地阐述了汽车电气设备在现代汽车上的应用,包括汽车电气设备的主要系统和部件的结构、原理及作用等。全书共分为 6 个项目,主要内容包括汽车电气设备的特点和发展(绪论)、汽车蓄电池、启动系统、充电系统、点火系统、照明仪表及辅助电气设备的工作原理、结构以及使用与维护。

本书的主要特点如下:一是根据中职学生的需求和实际情况,结合专业职业能力,以项目为板块,系统性地讲述了汽车电气设备的各部分;二是内容简洁明了,图文并茂,任务明确;三是每个项目后都附有练习题,帮助学生巩固知识和测试练习,也便于阶段性复习;四是突出了实用性和可操作性,使理论与实践教学一体化。

本书参考学时为 92 学时,教学内容与学时分配表如下:

项 目	项目内容	学 时
项目一	绪论	10
项目二	汽车蓄电池	14
项目三	启动系统	16
项目四	充电系统	16
项目五	点火系统	18
项目六	照明仪表及辅助电气设备	18
课时总计		92

本书由大足职业教育中心教师唐舒和担任主编,余强、刘琦琪担任副主编,参与编写的人员还有王勇、李德尧、唐明碧、尹云聪等。项目一由余强和王勇编写,项目二由李德尧和唐明碧编写,项目三由余强和尹云聪编写,项目四和项目六由唐舒和编写,项目五由刘琦琪、肖志强和唐舒和编写。

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

2018 年 8 月

# 目 录

<b>项目一 绪 论</b> .....	1
任务一 认识汽车电气系统的特点、组成及作用 .....	2
任务二 了解汽车电气设备的发展历程和趋势 .....	6
【项目小结】 .....	13
【习题】 .....	14
<b>项目二 汽车蓄电池</b> .....	15
任务一 认识汽车蓄电池 .....	16
任务二 了解汽车蓄电池的工作原理 .....	23
任务三 了解蓄电池负载规格 .....	25
任务四 了解蓄电池的充电方式 .....	27
任务五 掌握蓄电池的储存、使用及维护 .....	28
任务六 掌握蓄电池的检测方法 .....	31
任务七 掌握蓄电池常见故障的处理方法 .....	34
【项目小结】 .....	37
【习题】 .....	37
<b>项目三 启动系统</b> .....	39
任务一 认识启动系统 .....	40
任务二 了解起动机的结构 .....	41
任务三 了解起动机的工作原理与工作过程 .....	51
任务四 掌握起动机的使用与检修方法 .....	54
【项目小结】 .....	56
【习题】 .....	56
<b>项目四 充电系统</b> .....	58
任务一 认识充电系统 .....	59

任务二	了解交流发电机的结构 .....	61
任务三	了解交流发电机的特性 .....	67
任务四	了解交流发电机的电压调节器 .....	68
任务五	掌握交流发电机与调节器的使用和维护方法 .....	71
【项目小结】	.....	73
【习题】	.....	73
<b>项目五</b>	<b>点火系统</b> .....	<b>75</b>
任务一	认识点火系统 .....	76
任务二	了解传统点火系统 .....	78
任务三	了解普通电子点火系统 .....	79
任务四	了解电控点火系统 .....	94
【项目小结】	.....	102
【习题】	.....	103
<b>项目六</b>	<b>照明仪表及辅助电气设备</b> .....	<b>104</b>
任务一	了解照明系统 .....	105
任务二	了解信号系统 .....	111
任务三	了解仪表 .....	116
任务四	了解报警信号装置 .....	131
任务五	了解辅助电器系统 .....	135
【项目小结】	.....	141
【习题】	.....	141
<b>参考文献</b>	.....	<b>143</b>

# 项目一 绪论

## 【项目描述】

电在人们生活中已成为必不可少的元素。在汽车上,电气设备的使用也越来越多。人们对汽车的安全性、可靠性、智能化和节能减排的要求也日益提高。汽车电气设备的组成、特点、作用和发展趋势,是每位汽车类专业学生必须学习的重要内容。本项目将从汽车电气设备的发展历程和趋势、汽车电气系统的特点及汽车电气设备的作用与组成 3 个方面进行阐述。

## 【学习目标】

- 掌握汽车电气设备的组成及各部分的作用;
- 理解各种汽车电气设备的特点;
- 了解汽车电气设备的发展历程和趋势。

## 【技能目标】

- 能正确识别各类电气设备,并了解其有何作用;
- 能拆装部分电气设备。

## 任务一 认识汽车电气系统的特点、组成及作用

### 一、汽车电气系统的特点

#### 1. 低压

使用汽油发动机的汽车多采用 12 V 电压供电,而使用柴油发动机的汽车多采用 24 V 电压供电。

#### 2. 直流

直流主要从蓄电池的充电来考虑,用电设备均为直流供电。

#### 3. 单线制

单线制即从电源到用电设备使用一根导线连接,而另一根导线则用汽车车体或发动机机体的金属部分代替(图 1.1)。单线制可节省导线,减小车身质量,使线路简化、清晰,便于安装与检修。

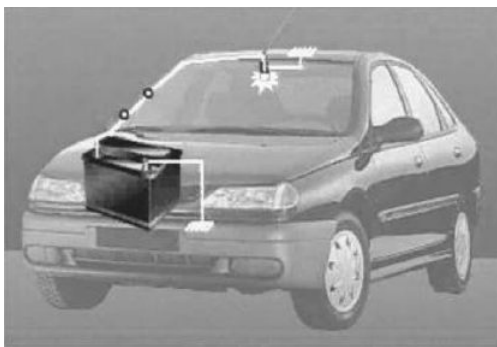


图 1.1 单线制



图 1.2 双线制

### 【知识扩展】

双线制是日常生活中常见的连接用电设备方式,用两根导线完整地连接用电设备,并对用电设备供电。

### 【想一想】

请对比图 1.1 和图 1.2,说出有何不同?

#### 4. 负极搭铁

采用单线制时,电源(蓄电池和发电机)的一个电极必须与充当公共导线的车架、车身、发动机机身等金属机体相连接,俗称“搭铁”。将蓄电池的负极与车体相连接,称为负极搭铁;反之,则称为“正极搭铁”。我国和大多数国家一样规定采用“负极搭铁”(图 1.3)。



图 1.3 负极搭铁

## 二、汽车电气设备的组成及作用

汽车电气设备主要由蓄电池、启动系统、充电系统、点火系统、照明系统、信号系统、仪表及辅助电气设备等组成。汽车电气设备会直接影响汽车的动力性、可靠性、经济性、安全性、舒适性等方面的性能。由此可见,汽车电气设备在汽车上有着不可或缺的地位。

### 1. 蓄电池

蓄电池是一种提供和储存电能的化学装置(图 1.4)。在汽车上使用较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。蓄电池的作用如下:

- ①当发动机启动时,向启动系统、点火系统、电子燃油喷射和其他电气设备供电。
- ②在发动机不运转或运转低的情况下向用电设备供电。
- ③当用电设备同时接入较多、发电机超载时,协助发电机供电。
- ④长期储存电能。
- ⑤蓄电池还可吸收电路中的瞬时过电压和稳定汽车电气系统电压。

### 【找一找】

在不同车型上查找蓄电池,看看它们有哪些区别?

## 2. 启动系统

启动系统由蓄电池、启动机和启动控制电路组成。启动控制电路由启动按钮或开关、启动继电器等组成；启动机由直流电动机、传动机构、控制机构组成(图 1.5)。启动系统的作用是启动发动机。



图 1.4 蓄电池



图 1.5 启动机

蓄电池带动启动机转动和向火花塞供电等,而启动机则带动发动机飞轮转动,飞轮带动活塞进行往复运动启动发动机。

## 3. 充电系统

充电系统由蓄电池、发电机、电压调节器、传动带、充电指示灯等部件构成。充电系统的作用是将发动机的机械能转换给蓄电池充电和电器附件工作的电能。

当启动发动机时,由蓄电池供给启动系统和点火系统所需的全部电流。随着发动机的正常运转,充电系统产生比蓄电池更高的电压。此时,充电设备除给电气设备供电外,还向蓄电池充电。当用电量大时,蓄电池和充电系统一起向用电设备供电。

## 4. 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(图 1.6)。

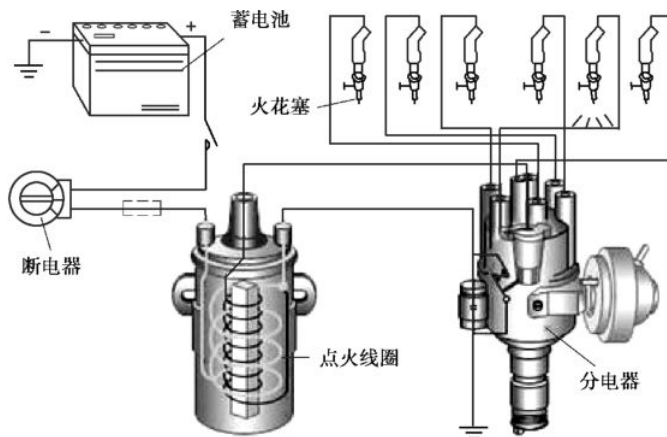


图 1.6 点火系统

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、调节容易以及点燃可燃混合气等优点。为了在汽缸中产生高压电火花,必须采用专门的点火装置。

## 5. 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,其作用是保证夜间行车安全以及提醒、警示、照明乘客。照明系统主要有前照灯、雾灯、尾灯、棚灯、电喇叭、转向灯、闪光器等(图 1.7)。

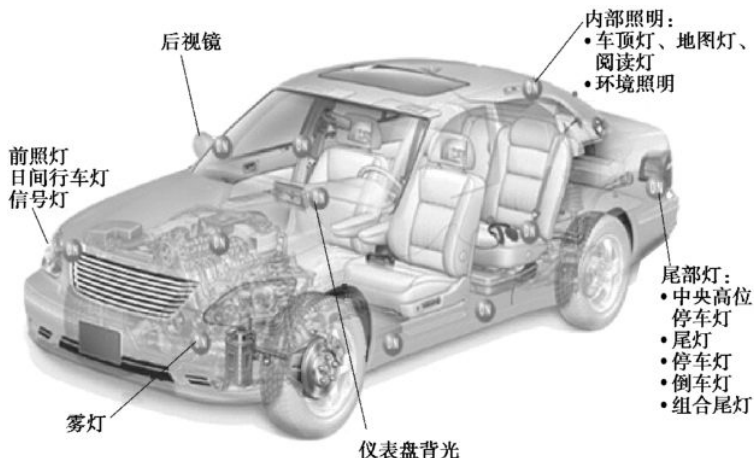


图 1.7 照明系统

## 6. 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。

## 7. 仪表及辅助电气设备

### (1) 仪表

仪表包括各种电器仪表(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。

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和不安全因素,以保证良好的行驶状态。汽车常用仪表有水温表、发动机转速表、发动机机油压力表、燃油油量表及车速里程表,有的汽车还有制动系统储气筒气压表等(图 1.8)。

### (2) 辅助电气设备

辅助电气设备包括电动刮水器、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,除了汽车音响设备、汽车通信器材和汽车电视等服务性装置外,

还有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、发动机冷却系统电动风扇、电动燃料泵、冷气压缩机用离合器等。



图 1.8 仪表及辅助电气设备

### 【找一找】

在汽车上查找常用的照明设备。

## 任务二 了解汽车电气设备的发展历程和趋势

### 一、汽车电气设备的发展历程

汽车被人们创造出来时,几乎没有电气设备。随着汽车技术的不断提高,其动力性、经济性、安全性、舒适性、操纵性和排放等性能越来越强,汽车上使用的电气设备也越来越多。汽车电气设备的发展与电子技术的发展及其在汽车上的应用是密切相关的。

纵观汽车 200 多年的发展历史,汽车的发展也伴随着汽车电气设备的发展。1769 年,第一辆蒸汽汽车问世(图 1.9)。1825 年,第一辆蒸汽公共汽车被戈尔沃斯·格尼公爵制造出来(图 1.10)。

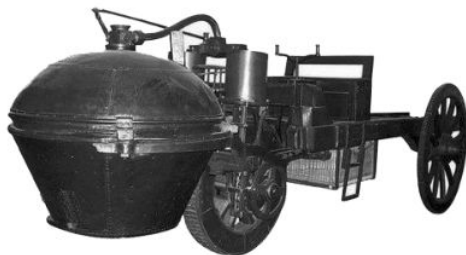


图 1.9 蒸汽汽车

之前制造的汽车几乎没有电气设备,直到 1886 年,第一辆三轮内燃机汽车(德国奔驰,图 1.11)被卡尔·本茨生产出来,才开始逐步发展汽车电气设备。

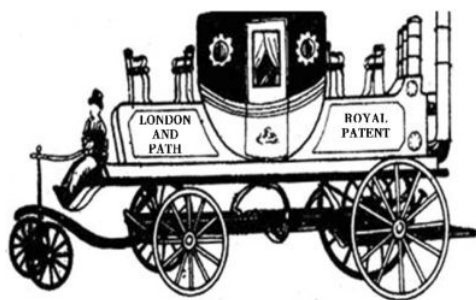


图 1.10 蒸汽公共汽车



图 1.11 三轮内燃机汽车

1894年,奔驰碧罗汽车采用了煤油灯照明(图1.12)。1902年,美国奥兹莫比乐汽车上采用了电气照明灯照明(图1.13)。



图 1.12 奔驰碧罗汽车

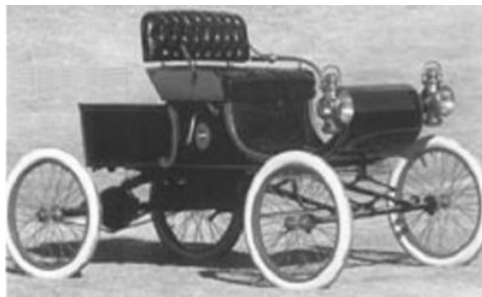


图 1.13 奥兹莫比乐汽车

现代房车内部设备,如图1.14所示。

现代房车座椅,如图1.15所示。

现代房车内部,如图 1.16 所示。



图 1.14 现代房车内部设备



图 1.15 现代房车座椅



图 1.16 现代房车内部

近百年来,汽车电气设备主要经历了 4 个发展阶段。

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子产品,应用电子装置代替传统的机械部件,如集成电路调节器、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

子装置被应用到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,主要是开发可完成各种功能的综合系统及各种汽车整体系统的微机控制,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、制动防抱死与防滑转控制系统等。

第四阶段,从20世纪90年代中期开始,主要是研究发展汽车的智能控制技术与网络控制技术,更好地实现控制的实时性、可靠性以及各控制系统之间的资源共享和协调控制。

汽车电气设备的发展主要表现在3个方面,即部分传统电气设备实现微机控制、发动机和底盘许多机械部分实现微机控制、微机控制新设备不断出现。

## 二、汽车电气设备的应用

随着汽车工业与电子工业的不断发展,电气设备在现代汽车上应用越来越广泛,汽车上原有的机械控制装置逐渐被电气设备所取代,使汽车在安全、节能、环保、舒适等方面都有长足的进步。纵观近几十年来汽车技术方面的重大成就,从最初的“自动驾驶仪”的构想到现在的“智能运输系统”的发展研究,几乎是依赖电气设备的不断完善和进步。汽车电气设备的应用对改进汽车性能、提高行驶安全、降低污染、节约能源有着非常重要的作用,未来汽车性能的提高和品种的创新在很大程度上取决于电气设备的应用程度。目前,汽车电气设备程度的高低已成为国际上衡量汽车先进水平的重要标志。电气设备整车成本占比不断上升,根据中投顾问产业研究中心的预计,2020年汽车电气设备的成本占整车的成本比重将达到50%。豪华车辆上的电气设备的成本所占整车的成本比例更高,设备也更复杂。目前电气设备的应用几乎已深入到汽车的所有系统(图1.17)。

汽车电子控制系统包括发动机电子控制系统(图1.18)、车身电子控制系统(图1.19)和底盘电子控制系统(图1.20)3个部分。

## 三、我国汽车电气设备的发展趋势

随着我国国民收入水平的不断提高,汽车购买群体已从城市延伸到农村,从东部扩展到西部,直接刺激了中国汽车工业发展,汽车保有量继续保持快速增长态势。根据公安部提供的数据,2017年全国汽车保有量达2.17亿辆,与2016年相比,全年增加2304万辆,增长11.85%。另据中国汽车工业协会统计,2017年我国汽车产销量分别为2901.5万辆和2887.9万辆,同比分别增长3.2%和3%。其中,乘用车产销量分别为2480.7万辆和2471.8万辆,同比分别增长1.6%和1.4%;商用车产销量分别为420.9万辆和416.1万辆,同比分别增长13.8%和14%。预计2020年中国汽车产量将达到3300万辆,这个规模超过了整个英国的汽车保有量。庞大的汽车规模将给汽车电子产业带来无限的发展空间。

近二三十年来,随着电子信息技术的快速发展和汽车制造业的不断变革,汽车电

气设备的应用和创新极大地推动了汽车工业的进步与发展,对提高汽车的动力性、经济性、安全性,改善汽车行驶的稳定性和舒适性,降低汽车排放污染、燃料消耗起到了非常重要的作用,同时也使汽车具备了娱乐、办公和通信等丰富的功能。近十年来,汽车产业 70% 的创新来源于汽车电气设备及其产品的开发应用,汽车电气设备的应用水平已成为衡量汽车档次水平的主要标志之一,其应用程度的提高是汽车生产企业提高市场竞争力的重要手段。现代汽车电子集电子技术、汽车技术、信息技术、计算机技术和网络技术等于一体。

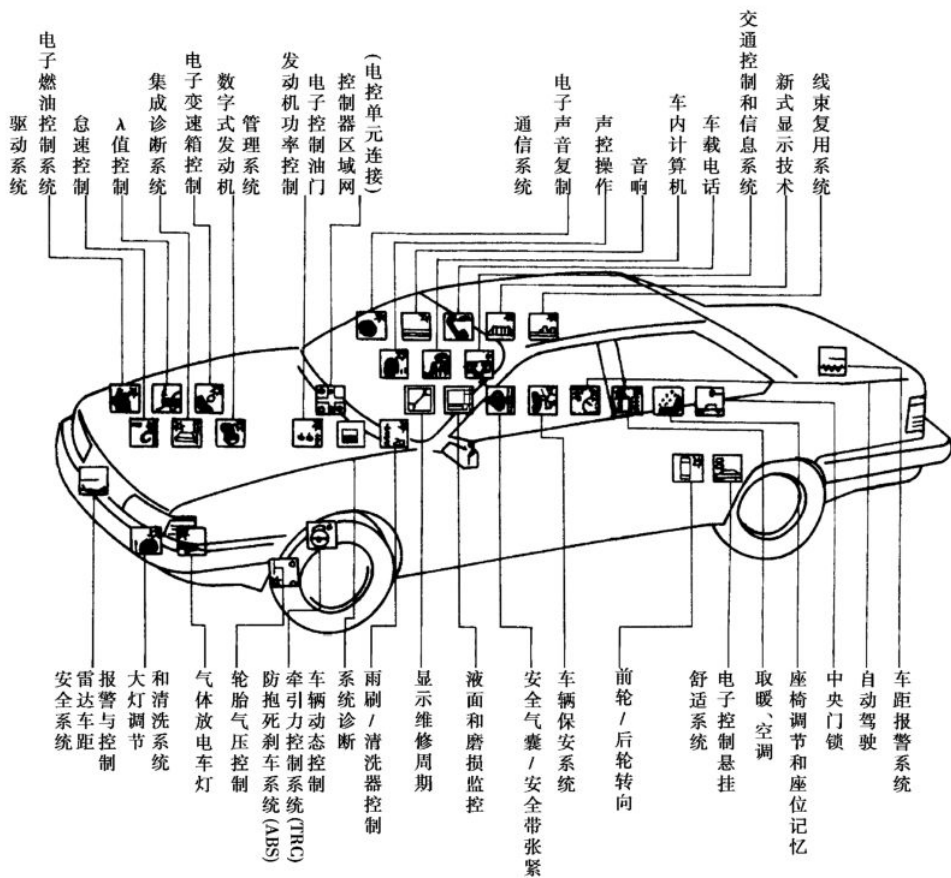


图 1.17 汽车电气设备位置



图 1.18 发动机电子控制系统

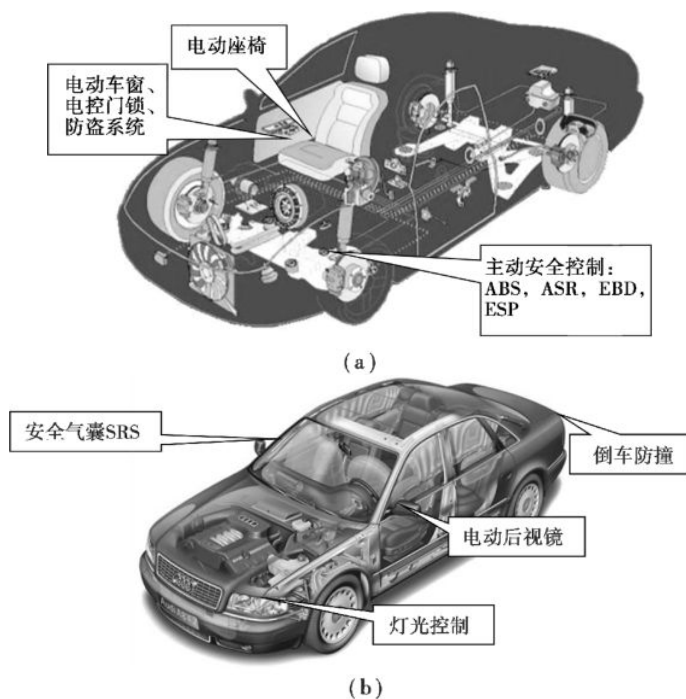


图 1.19 车身电子控制系统

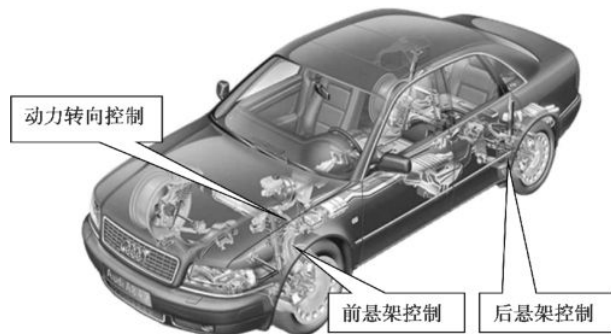


图 1.20 底盘电子控制系统

随着人们对汽车的安全、环保、舒适、娱乐等要求的不断提高,电气设备和汽车工业达到了空前的紧密结合,汽车电气设备趋于集中化、智能化。汽车电气设备是用来开发新车型、改进汽车性能最重要的技术措施。汽车制造商认为,增加汽车电气设备的数量,促进汽车智能化、便捷化是夺取未来汽车市场重要的有效措施。

汽车电气设备的发展主要包括车载多媒体系统、驾驶员信息系统、语音系统、智能交通系统(ITS)、车辆导航系统(如GPS/DGPS等)、计算机网络系统、状态监测与故障诊断系统等。

随着汽车电控技术的不断发展,汽车电气设备在整车中所占比例和相应的耗电量也在不断提高。使用现有的12V电源系统供电能力趋于饱和或不足,无法满足未来汽车设计中新增电气设备用电量的需求。例如,无凸轮轴电磁式电控配气相位机构、飞轮复合式启动—发电机系统、电加热三效催化转化器以及新型电力制动和电力转向