

汽车电子控制技术

◎ 姚方方 主编

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

汽车电子控制技术

主 编 姚方方

主 审 介石磊

副主编 孙玉凤 朱镜瑾

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内容简介

本书以故障案例导入,讲解汽车各电子控制系统的组成、工作原理,再选取典型汽车的相关控制系统进行分析,加深读者对各个系统的认知和理解,最后引入一部分故障检修的思路。

本书共分 11 个项目,主要介绍了汽油机进气系统、汽油机燃油供给系统、汽油机点火系统、汽油机排放系统、自动变速器电子控制系统、制动系统、电子控制悬架系统、电子控制助力转向系统、安全气囊系统和巡航控制系统的组成、控制原理,以及汽车电控系统的故障诊断与检修等内容。

本书为高等院校汽车类专业(方向)的教材,也可供高等职业院校汽车类相关专业参考使用,同时还可供从事汽车电子控制技术应用与研究的工程技术人员、使用与维修人员借鉴参考。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

汽车电子控制技术 / 姚方方主编. —北京:北京理工大学出版社,2019.7

ISBN 978-7-5682-6745-8

I. ①汽… II. ①姚… III. ①汽车-电子控制-高等学校-教材 IV. ①U463.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 031771 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(总编室)

(010)82562903(教材售后服务热线)

(010)68948351(其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 唐山富达印务有限公司

开 本 / 787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张 / 10

字 数 / 236 千字

版 次 / 2019 年 7 月第 1 版 2019 年 7 月第 1 次印刷

定 价 / 45.00 元

责任编辑 / 李志敏

文案编辑 / 赵 轩

责任校对 / 杜 枝

责任印制 / 李志强

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换

前言

Preface

随着汽车电子控制技术的迅速发展,为提高汽车动力性、经济性、安全性、舒适性以及环保性,汽车各个系统广泛采用了电子控制技术。电子控制技术是现代汽车技术发展的重要趋势与方向,从汽油机的燃油喷射、点火控制、进气控制、排放控制、故障自诊断到底盘的传动系统、转向系统与制动系统,以及车身、安全装置、辅助装置等都普遍采用了电子控制技术。

为了帮助汽车相关专业的学生及汽车行业相关人员全面、系统地掌握现代汽车电子控制系统的结构、原理、故障诊断等方面的内容,适应现代汽车技术发展的需要,作者根据多年的教学实践、科学研究以及故障诊断的经验,并参阅了大量的文献、资料,编写了《汽车电子控制技术》一书,力求全面、整体、系统地介绍汽车电子控制系统的基本原理、组成、工作过程,以及相关部件的特征和故障排除的内容。本书以汽油发动机汽车为蓝本,内容新颖、实用性强、图文并茂、通俗易懂,具有知识的系统性、完整性和科学性。

本书由姚方方担任主编,介石磊担任主审,孙玉凤、朱镜瑾担任副主编。全书共分11个项目,项目1、项目6、项目10由姚方方编写;项目2、项目3由孙玉凤编写;项目4由刘广杰编写;项目5由张香莎编写;项目7由和柯编写;项目8、项目9由朱镜瑾编写;项目11由姚鹏飞编写。

由于编者水平有限,书中难免会出现疏漏或不当之处,诚望读者批评和指正。

编者
2019年3月

项目 1 汽车电子控制技术概要及新技术	(1)
1.1 汽车电子控制技术的发展史	(2)
1.2 电子控制技术在汽车上的应用	(2)
1.2.1 发动机电子控制系统	(2)
1.2.2 底盘电子控制系统	(2)
1.2.3 车身电子控制系统	(2)
1.2.4 信息与通信系统	(2)
1.3 汽车电子控制系统的基本组成与类型	(2)
1.3.1 基本组成	(2)
1.3.2 类 型	(3)
1.4 汽车电子控制系统常用检测设备	(3)
1.4.1 汽车专用万用表	(3)
1.4.2 解码器	(4)
1.5 汽车电子控制新技术	(5)
1.5.1 盲区监测系统	(5)
1.5.2 防撞控制系统	(5)
1.5.3 头颈保护系统	(6)
1.5.4 丰田 GOA 车身	(6)
1.5.5 轮胎气压自动监测系统	(6)
1.5.6 丰田汽车公司智能停车助手	(7)
项目 2 汽油机进气系统	(9)
2.1 汽油机进气系统的结构与原理	(9)
2.1.1 进气系统	(9)
2.1.2 电子节气门	(20)
2.1.3 电位计型加速踏板位置传感器	(23)
2.1.4 怠速控制	(24)
2.1.5 进气增压控制	(33)

2.2 典型汽油机进气系统分析(以皇冠3.0发动机为例)	(35)
2.2.1 皇冠3.0汽油机基本结构	(35)
2.2.2 皇冠3.0汽油机电控系统的检修	(36)
项目3 汽油机电控燃油喷射系统	(42)
3.1 汽油机控制燃油喷射系统的结构与原理	(42)
3.1.1 汽油机电控燃油喷射系统的组成	(42)
3.1.2 汽油机电控燃油喷射系统的工作原理	(43)
3.1.3 汽油机电控燃油喷射系统的主要元件	(44)
3.1.4 汽油机电控燃油喷射系统的控制	(47)
3.2 典型汽油机电控燃油喷射系统分析	(54)
3.2.1 捷达王轿车汽油机空气流量传感器的检测	(54)
3.2.2 捷达王轿车汽油机节流阀体的检测	(55)
3.2.3 捷达王轿车汽油机霍尔传感器的检测	(55)
3.2.4 捷达王轿车汽油机转速传感器的检测	(56)
3.2.5 捷达王轿车喷油器的检测	(56)
项目4 汽油机点火系统	(58)
4.1 汽油机点火系统的结构与原理	(58)
4.1.1 微机控制点火系统的结构	(59)
4.1.2 微机控制点火系统的工作原理	(62)
4.2 典型汽油机点火系统分析	(68)
4.2.1 次级电压波形分析	(68)
4.2.2 初级电压波形分析	(69)
项目5 汽油机排放系统	(71)
5.1 汽油机排放系统的结构与原理	(71)
5.1.1 曲轴箱强制通风系统	(72)
5.1.2 燃油蒸发控制系统的结构及工作原理	(72)
5.1.3 废气再循环系统	(74)
5.1.4 三元催化转换器与空燃比反馈控制系统	(75)
5.1.5 二次空气供给系统	(77)
5.1.6 热空气供给系统	(78)
5.2 典型汽油机排放系统分析	(79)
5.2.1 典型废气再循环系统的检测	(79)
5.2.2 氧传感器的检测	(80)
项目6 自动变速器电子控制系统	(85)
6.1 自动变速器电子控制系统的结构与原理	(85)
6.1.1 液力传动部分	(86)
6.1.2 机械传动部分	(87)

• 3 •

9.2.2	雷克萨斯 LS400 轿车电子控制助力转向系统的组成	(121)
9.2.3	雷克萨斯 LS400 轿车电子控制助力转向系统的工作原理	(121)
9.2.4	雷克萨斯 LS400 轿车电子控制助力转向系统电路	(122)
项目 10	安全气囊系统	(123)
10.1	汽车安全气囊系统概述	(123)
10.1.1	安全气囊系统的作用	(123)
10.1.2	安全气囊系统(SRS)的工作原理	(124)
10.1.3	安全气囊系统(SRS)的组成	(126)
10.2	安全气囊(SRS)系统分析	(130)
项目 11	巡航控制系统	(132)
11.1	巡航控制系统的结构与原理	(132)
11.1.1	巡航控制系统的功能及优点	(132)
11.1.2	巡航控制系统的发展	(133)
11.1.3	巡航控制系统的组成及各主要部件的功能	(133)
11.1.4	巡航控制系统执行器的结构原理	(135)
11.1.5	巡航控制系统的使用方法	(139)
11.1.6	巡航控制系统使用的注意事项	(140)
11.2	典型汽车巡航控制系统分析	(141)
11.2.1	读取数据流	(142)
11.2.2	巡航控制系统激活或取消	(143)
11.2.3	自适应巡航控制系统	(144)
参考文献		(145)

项目 1

汽车电子控制技术概要及 新技术



教学目标与要求

- 掌握汽车电子控制技术的发展历程;
- 掌握电子控制技术在汽车上的应用;
- 掌握汽车电子控制系统的基本组成;
- 掌握汽车电子控制系统常用检测设备;
- 了解汽车常见电子控制新技术。

教学重点

- 电子控制技术在汽车上的应用。

教学难点

- 汽车电子控制系统常用检测设备。

课程导入

电子控制技术在汽车上的应用越来越多,试问:电子控制系统由哪些结构组成?你所知道的汽车电子控制技术有哪些?

现代汽车技术是现代高科技迅速发展的集中体现,它实际是机械、电子、计算机、控制工程、材料工程、生物工程和信息技术等多学科技术交叉的产物。随着电子技术、计算机技术和控制技术的发展,人们对汽车的要求日益提高,现代汽车正在向电子化、智能化方向发展。目前,汽车上(特别是轿车上)的电子控制部件越来越多,这些部件的成本基本上占汽车总成本的 1/3 以上。现代汽车实际上已经成为以计算机为控制核心的计算机控制系统。

当前,汽车电子控制技术已经被广泛使用于汽车发动机控制、底盘控制、车身控制、故障诊断,以及音响、导航、通信等方面,显著提高了汽车的动力性、经济性、安全性、稳定性及舒适性。

1.1 汽车电子控制技术的发展史

汽车电子控制技术的发展始于 20 世纪 60 年代,分为三个阶段。

第一阶段,从 20 世纪 60 年代中期到 20 世纪 70 年代中期,人们为了改善汽车的部分性能而对汽车产品进行技术改造,如在车上安装晶体管收音机。

第二阶段,从 20 世纪 70 年代末期到 20 世纪 90 年代中期,为了解决安全、污染和节能三大问题,人们研制出电子控制汽油喷射系统、电子控制防滑制动装置和电子控制点火系统。

第三阶段,20 世纪 90 年代中期至今,电子控制技术广泛应用在底盘、车身和车用柴油发动机多个领域。

1.2 电子控制技术在汽车上的应用

汽车上采用的电子控制系统可分成四类:发动机电子控制系统、底盘电子控制系统、车身电子控制系统及信息与通信系统。

1.2.1 发动机电子控制系统

发动机上常见的电子控制装置主要有:电子控制点火系统、电子控制汽油喷射系统、电子控制怠速系统、电子控制进气系统、电子控制排放系统、其他电子控制系统。

1.2.2 底盘电子控制系统

汽车底盘电子控制系统主要有:电子自动控制变速系统、电子控制悬架系统、驱动防滑控制系统、巡航控制系统、四轮转向控制系统。

1.2.3 车身电子控制系统

车身电子控制系统主要有:安全气囊系统、自动防抱死系统、安全带控制系统、雷达防撞装置、防盗装置、自动空调系统、电动座椅、门窗、后视镜等。

1.2.4 信息与通信系统

信息与通信系统主要有:音响系统、电子仪表、全球定位系统、导航系统等。

1.3 汽车电子控制系统的基本组成与类型

1.3.1 基本组成

汽车电子控制系统由三部分组成,如图 1-1 所示。



图 1-1 电子控制系统组成示意

信号输入装置,指各种传感器,其采集控制系统的信号,并转换成电信号输送给电子控制单元(ECU)。

电子控制单元,给各传感器提供参考电压,接收传感器信号,进行存储、计算和分析处理后,向执行元件发出指令。

执行元件,由 ECU 控制,执行某项控制功能的装置。

1.3.2 类型

开环控制:ECU 根据传感器的信号对执行元件进行控制,而控制的结果是否达到预期目标对其控制过程没有影响。

闭环控制:也叫反馈控制,在开环控制的基础上,对控制结果进行检测,并反馈给 ECU 进行控制修正。

1.4 汽车电子控制系统常用检测设备

1.4.1 汽车专用万用表

汽车专用万用表是一种高阻抗($\geq 10\text{ M}\Omega$)数字多用表,其外形、结构和工作原理与数字式万用表相同。它承袭了数字式万用表的一切优点,并使其拓展应用至汽车检测领域。汽车专用万用表的种类很多,大多为进口仪表,虽然面板形式不同,但功能相近,对汽车相关各种参数均能进行检测。常用的有笛威 TWAY9206A、TWAY9406A,艾克强(Actron) MODEL 2882、MODEL3002、Sunpro Cp7678,萨美特(Summit) SDM586、SDM786,OTC 系列,以及 EDA 系列汽车万用表等。有的专用万用表还增加了示波器、运行记录器、发动机分析仪的功能,在外形尺寸不变的情况下,做到了专用数字电表的多功能、多用途。为实现某些功能,例如测量转速和温度,汽车专用万用表还配备了一些配件,如热电偶适配器、热电偶探头、电感式拾取器和感应式电流夹钳等。

不论是哪种型号的汽车专用万用表,一般均具有以下功能:

- ①常规的交(直)流电压、电流和电阻的检测;
- ②电路的断路、短路检测,声响指示;
- ③线路中电压降与阻抗的检测;
- ④线路中接点压降的检测;
- ⑤汽车交流发电机的检测;
- ⑥发动机转速检测;
- ⑦温度检测;

- ⑧电子控制系统传感器的测试;
- ⑨频率、时间的测试;
- ⑩电磁线圈占空比的检测;
- ⑪闭合角的检测;
- ⑫测量数据保持功能;
- ⑬最大值、最小值的检测功能。

1.4.2 解码器

1. 概述

汽车在行驶过程中,一旦电子控制系统出现故障,ECU 将利用自身的自诊断功能将故障检测出来,并以故障码的形式储存在 ECU 的存储器中。解码器的作用就是将故障代码从 ECU 中读出,为检修人员提供参考。由于车辆诊断系统的逐步统一,读取与清除故障码只能使用解码器。除此之外,解码器还具有其他一些特殊测试功能。

解码器可分通用型和专用型两种。专用解码器只能检测指定的车型,它是各汽车制造厂商为自己生产的各种车型设计的专用解码器。例如,德国大众公司的专用解码器 V·A·G1552、美国通用公司的 TECH-2、日本本田公司的 HHT、德国奔驰公司的 STAR-2000、德国宝马公司的 MODIS-3 等。专用解码器虽然适用车型单一,但就所测的车型来讲,其功能要强于通用解码器,所以各车型的特约维修站均配置该车型的专用解码器。

通用解码器的适用车型广,基本上涵盖了各个车系,其功能也与专用解码器相近,能够满足用户的基本需要。这类仪器的种类很多,国产代表产品有金德 K81、HY-222B 修车王、431ME 电眼睛等;进口的有美国 OTC 诊断仪和 Scanner 诊断仪(俗称红盒子)、德国 Bosch FS560 诊断仪、瑞典 Multi-Test Plus 诊断仪和 OB91 欧洲车辆解码器等。

2. 解码器的功能

解码器的功能可分为基本测试功能和特殊测试功能。基本测试功能包括读取和清除故障码;特殊测试功能包括动态数据流测试、执行元件测试、基本设定和控制单元编码等。

(1) 读取故障码

解码器可以读出存储在 ECU 中的故障码,并在显示屏上显示出来,故障码的含义也可通过按键的操作将其从解码器中调出。在未清除故障码之前,可以重复阅读故障码。

(2) 消除故障码

车辆的故障被排除后,必须清除掉存储在 ECU 中的故障码,使用解码器可以方便、快捷地实现这一功能。

(3) 动态数据流测试

车辆在运行中,使用解码器可以将 ECU 检测到的电子控制系统中的各项动态参数记录下来,以供检修人员查阅,如发动机转速、车速、水温、节气门位置、进气压力(或进气量)、氧传感器信号、点火提前角、喷油脉冲和占空比等。

(4) 静态数据流测试

在车辆停驶、发动机运转状态下,使用解码器同样可以将 ECU 检测到的电子控制系统中的各项参数记录下来,以供检修人员查阅,可以记录的参数类型与动态数据流测试时相同。

(5) 执行元件测试

通过解码器可以检查终端执行元件的工作状态,如可以检查燃油泵继电器、喷油器、废气再循环阀、怠速控制阀、空调离合器、A/T 电磁阀等执行元件是否正常工作。

(6) 基本设定

通过解码器可以对汽车电子控制系统进行基本设定。当电子控制系统的某些部件维修后,或更换 ECU,使电子控制系统中的初始值发生变化,必须进行重新设定,如点火正时的设定、节气门控制部件与 ECU 的匹配、发动机开/闭环的控制等。

(7) ECU 的编码

ECU 编码没有显示或更换了 ECU 之后,必须对 ECU 重新进行编码。如果发动机电脑编码错误,将导致油耗增大、变速箱寿命缩短,直至发动机无法起动。

(8) 音响解码功能

在汽车检测的主功能界面上,有音响解码功能,操作功能键便可进入。利用此项功能,可以方便快捷地查看常见车型的音响密码输入方法和汽车音响常用知识及应用技巧。

解码器的功能随车型、车系不同而异。而对同一车型、车系,不同型号解码器的测试功能也不尽相同。不同型号的解码器对同一车型的测试范围也各不相同,有的只能检测一个系统,有的则可检测多个系统。

对于特定车系来讲,专用解码器的功能要强于通用解码器,如许多通用解码器不能实现对车载电脑的程序进行重新编写、车载音响的解码等功能。

1.5 汽车电子控制新技术

随着汽车电子控制技术的发展,电子控制技术在汽车上的应用越来越多,电子控制系统的改进主要体现在汽车的安全性方面。

1.5.1 盲区监测系统

盲区监测系统是一种辅助驾驶员泊车及行车的产品。该系统采用超声波反射原理,在倒车过程中通过对车身正后方探测范围内进行回声探测,判断是否存在障碍物,并通过报警器来提醒驾驶员安全倒车,预防倒车发生碰撞;在车速大于 15km/h 前进时,盲区监测系统会启动侧视辅助功能,对车身后视镜盲区 3m 范围内进行车辆靠近报警,预防车辆变道发生碰撞风险。

1.5.2 防撞控制系统

防撞控制系统装有测距传感器,利用光线、激光或超声波测得汽车与障碍物之间的距

离,这个距离信号和车速传感器、车轮转角传感器信号一起被送入电子控制系统,通过计算求出行驶汽车与前方物体的实际距离以及相互接近的相对速度,并向驾驶员发出预告信号或显示前方物体的距离。当将要碰撞时,ECU 向制动装置和节气门控制电路发出控制指令,使汽车发动机降速并及时制动,从而有效避免碰撞。

1.5.3 头颈保护系统

头颈保护系统属于汽车被动安全装置,一般设置于前排座椅。当轿车受到后部撞击时,头颈保护系统会迅速充气膨胀起来,使靠背随乘员一起后倾,以最大限度地降低乘坐者头部向前甩的力量,乘坐者的整个背部和靠背安稳地贴在一起,座椅的椅背和头枕会向后水平移动,使乘坐者身体上部和头部得到轻柔、均衡的支撑与保护,以减轻脊椎和颈部所承受的冲击力,并防止头部向后甩所带来的伤害。

1.5.4 丰田 GOA 车身

GOA 是英文 Global Outstanding Assessment 的缩写,意思是世界上最高水准的安全。

GOA 车身技术包括三个方面:一是高强度的座舱;二是高效吸收动能的车身;三是合适的乘员约束系统(如凯美瑞的预紧三点式 ELR 安全带、WIL 概念座椅等)。当车辆发生碰撞时,车身的柔性结构吸收并分散碰撞能量,将其分散至车身各部位骨架,而高强度的座舱则使驾驶室的变形减到最小,确保乘员安全。乘员约束系统在碰撞中将乘员牢牢约束在座椅上,避免乘员因激烈碰撞脱离座椅而遭到伤害。

GOA 安全车身的特点:

- ① 车身整体一次冲压而成,无焊接结构;
- ② 采用大型保险杠加强板;
- ③ 前纵梁直线布置;
- ④ 采用横梁至前柱的加强梁;
- ⑤ 中柱部分强化;
- ⑥ 前柱穿入下门口;
- ⑦ 下门口加强肋与后轮罩直接相连;
- ⑧ 车门内采用防撞钢梁。

1.5.5 轮胎气压自动监测系统

汽车轮胎气压监测系统(Tire Pressure Monitoring System, TPMS)主要用于汽车行驶过程中对轮胎气压进行实时监测,对轮胎漏气和低压进行报警,以保障汽车行驶安全。

(1) 轮胎气压对汽车行驶安全性的影响

轮胎气压影响汽车的承载能力、制动性能、侧偏特性和高速性能。

(2) 汽车轮胎气压自动监测系统的发展

TPMS 主要分为两种类型:一种是间接式 TPMS,它通过汽车防抱死制动系统(ABS)的轮

速传感器来比较轮胎之间的转速差别,以达到监测胎压的目的,其缺点是无法对两个以上轮胎同时缺气的状况和速度超过 100 km/h 的情况进行判断。另一种是直接式 TPMS,它利用安装在每一个轮胎里采用锂离子电池为电源的压力传感器来直接测量轮胎的气压,并通过无线调制发射到安装在驾驶台的监视器上,监视器实时显示轮胎气压,驾驶者可以直观地了解各个轮胎的气压状况,当轮胎气压太低或有渗漏时,系统就会自动报警。

(3) 汽车轮胎气压自动监测系统示例

Tire Safe Guard 汽车轮胎压力监测系统的显示面板和报警状态如图 1-2、图 1-3 所示。

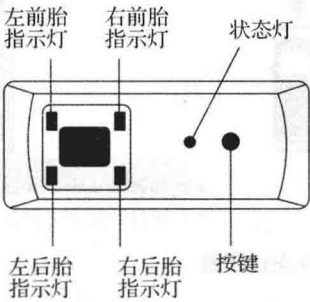


图 1-2 显示面板示意

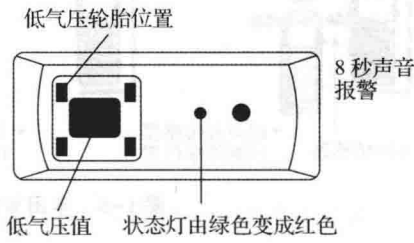


图 1-3 报警状态示意

1.5.6 丰田汽车公司智能停车助手

丰田汽车公司智能停车助手(Intelligent Parking Assist)必须依靠电子控制助力转向系统进行工作,在汽车倒车停车时,方向盘可以自动操作以完成停车入位。

当车辆行进在停车位附近时,会通过超声波传感器检测停车位置。成功识别后,车辆可通过图像识别停车线并标示出目标停车位置,此时驾驶员确认停车位置并按下“OK”开关,即可启动停车助手。切换到“R”倒车挡后,驾驶员仅需确认安全和调整速度,系统会自动控制方向盘,以使车辆顺利进入车位。

丰田智能停车助手倒车入库原理如图 1-4 所示。

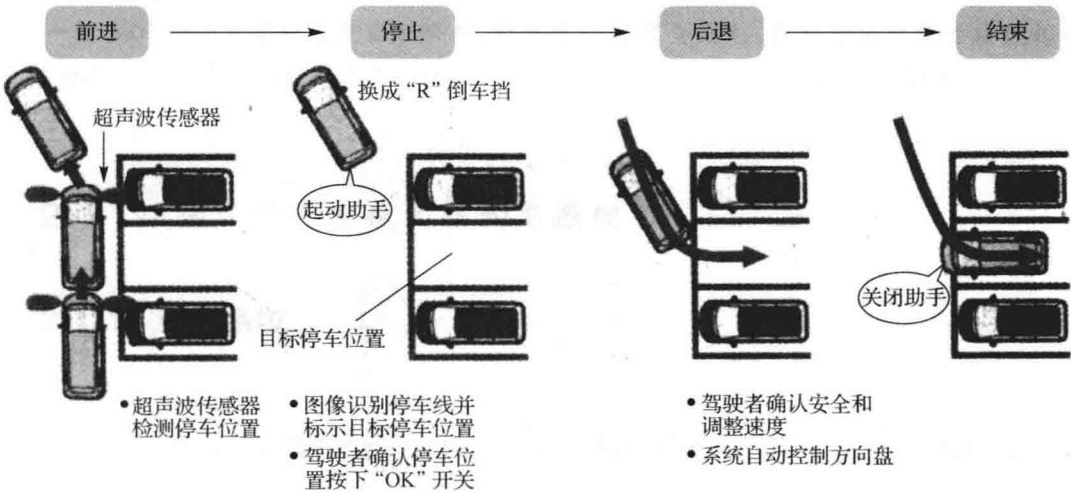


图 1-4 丰田智能停车助手倒车入库原理示意

丰田智能停车助手侧方停车原理如图 1-5 所示。

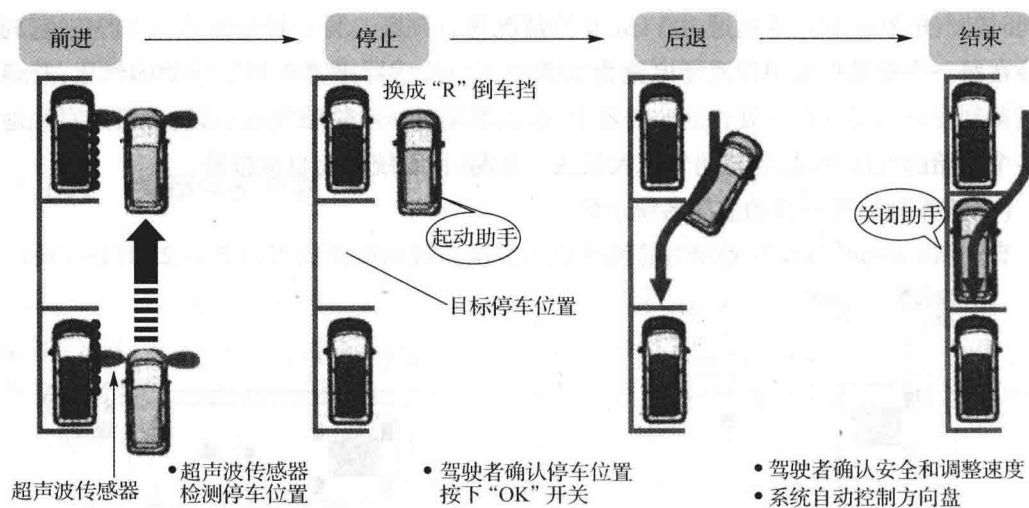


图 1-5 丰田智能停车助手侧方停车原理示意

项目 2

汽油机进气系统

教学目标与要求

- 了解进气系统的作用和组成;
- 掌握进气系统中各个传感器的结构、原理,如何进行性能检测、维修换件等操作;
- 能根据故障现象制订正确的维修计划;
- 能根据维修计划,选择正确的检测和诊断设备对进气系统进行故障诊断。

教学重点

- 进气系统中各个传感器的结构、原理,以及如何进行性能检测。

教学难点

- 进气系统故障诊断。

课程导入

一辆 2008 款东风铁龙爱丽舍轿车,车载蓄电池完全馈电,在用外接电瓶连接预起动机时,正负极接反,电线冒烟,再次正确连接后,汽油机无法起动,请分析并排除故障。

2.1 汽油机进气系统的结构与原理

2.1.1 进气系统

1. 进气系统的作用和组成

汽油机进气系统的好坏关系到汽油机动力性、经济性、寿命、进气噪声、烟度等性能的优劣。

(1) 进气系统的功用

① 滤除空气中的硬质灰尘颗粒,降低灰尘对汽油机的磨损,空气滤清器的滤清效率对汽