

汽油发动机 电控系统检修

● 主 编 刘新宇 曹彦杰 陈 强

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

“互联网+”教材



全书视频资源

面向“十三五”理实一体化系列规划教材·汽车类

汽油发动机电控系统检修

主 编	刘新宇	曹彦杰	陈 强
副主编	赵力宁	魏 丽	陈 猛
参 编	栾琪文	张绍文	胡福祥
主 审	王永浩		

内 容 简 介

本书通过对汽修企业典型工作任务的教学化处理,以项目引领、任务驱动方式组织教学内容,按照学生的认知规律,从易到难、从简单到复杂、从单一到综合组织各工作任务。

全书由8个项目组成,主要内容为发动机电控技术概述、电控汽油机空气供给系统故障检修、电控汽油机怠速控制系统故障检修、电控汽油机进气控制系统故障检修、电控汽油机燃油供给系统故障检修、电控汽油机点火系统故障检修、电控汽油机排放控制系统故障检修、电控汽油机常见故障诊断。在项目实施过程中,强调“理实一体化”“教、学、做一体化”,以提升学生的实际应用能力。

本书内容丰富,实用性强,既适合作为高职高专院校、高级技工院校和技师学院汽车专业的理实一体化教材,也可以作为汽车维修专业技术人员的培训教材和参考用书。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

汽油发动机电控系统检修 / 刘新宇, 曹彦杰, 陈强主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2017. 1 (2017. 2 重印)

ISBN 978 - 7 - 5682 - 3642 - 3

I. ①汽… II. ①刘…②曹…③陈… III. ①汽车 - 发动机 - 电气控制系统 - 车辆修理 IV. ①U472. 43

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 020381 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](http://www.bitpress.com.cn)

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 /

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 19.5

字 数 / 455 千字

版 次 / 2017 年 1 月第 1 版 2017 年 2 月第 2 次印刷

定 价 / 45.00 元

责任编辑 / 陈莉华

文案编辑 / 陈莉华

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 马振武

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

P R E F A C E

随着汽车电子技术的发展和日趋完善,汽车汽油发动机电控技术已达到较高水平,传统的维修理念和维修方法已经无法适应现代汽车汽油发动机电控系统检修的需求,这就要求汽车维修人员必须掌握先进的汽车汽油发动机电控系统的检修技术。

本教材的编写立足于高职教育层次,紧紧围绕着素质技能型人才的培养目标,根据汽车机电维修工岗位的职业能力与素质要求,以及国家职业资格标准对汽车维修高级工专业知识和能力的要求,以发动机电控系统典型故障检修的工作过程为导向,以学生为主体,以职业能力培养为中心,按照由简单到复杂、单一到综合的方式序化工作任务,符合学生认知规律,突出职业能力培养。

通过“汽油发动机电控系统检修”课程的学习,使学生具有对汽油发动机电控系统基本结构、基本原理的认知能力;具有利用现代诊断和检测设备进行发动机电控系统故障诊断、故障分析、零部件检测及维修更换等专业能力;具有环保意识、质量意识及与人沟通协作能力;具有查阅相关维修技术资料获取发动机电控系统检修基本信息的能力。能独立或与人合作完成汽油发动机电控系统检修的任务。

本教材具有以下特点:

- (1) 以汽车维修企业需求为依据,以学生就业为导向,合理安排教学内容;
- (2) 介绍了汽车电控发动机的新知识、新技术、新方法和新工艺,紧跟现代汽车维修行业发展的步伐;
- (3) 以培养学生实际操作能力为重点,培养学生掌握汽车汽油发动机电控系统的检修能力,突出实用性。

本教材内容丰富,实用性强,既适合作为高职高专类院校、高级技工院校和技师学院汽车专业的理实一体化教材,也可作为汽车维修专业技术人员的培训教材和参考书。

本教材共分8个项目,由烟台汽车工程职业学院刘新宇、曹彦杰、陈强主编。各部分的编写分工如下:项目二、项目三由烟台汽车工程职业学院刘新宇编写;项目一、项目五由烟台汽车工程职业学院曹彦杰编写;项目四由山东理工职业学院陈强编写;项目八由烟台汽车工程职业学院赵力宁编写;项目六由烟台汽车工程职业学院魏丽编写;项目七由山东服装职业学院陈猛编写。

在本教材编写过程中得到了相关单位领导和技术人员的大力支持,现任济南工程职业技术学院胡福祥老师,现任烟台市首席技师、烟台市机动车维修行业协会秘书长的烟台福利莱

汽修总经理栾琪文，烟台东岳汽车有限公司生产制造工程师张绍文等人多年从事汽车维修、制造工作，具有丰富的实践经验。他们积极参与教材的研讨、编写，强化了教材质量。在此向所有参考资料的作者及支持本书编写的同志们致以衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中难免有疏漏和不当之处，恳请使用本书的广大师生、业界专家批评指正。

编 者

目 录

CONTENTS

项目一 发动机电控技术概述	001
知识目标	001
能力目标	001
项目概述	001
任务一 认识发动机电控系统	002
任务二 认识发动机电控燃油喷射系统	005
任务三 发动机电控系统常用检测工具的使用	012
拓展知识	019
项目总结	020
练习题	020
项目二 电控汽油机空气供给系统故障检修	022
知识目标	022
能力目标	022
项目概述	022
任务一 空气流量传感器的检修	025
任务二 进气压力传感器的检修	042
任务三 冷却液/进气温度传感器的检修	050
任务四 节气门体组件的检修、清洗与匹配	062
拓展知识	074
项目总结	076
练习题	076
项目三 电控汽油机怠速控制系统故障检修	079
知识目标	079
能力目标	079
项目概述	079
任务 电控汽油机怠速控制系统的检修	080
项目总结	089
练习题	089

项目四 电控汽油机进气控制系统故障检修	092
知识目标	092
能力目标	092
项目概述	092
任务一 可变气门正时控制系统的检修	094
任务二 可变气门正时和气门升程控制系统的检修	101
任务三 进气增压控制系统的检修	111
拓展知识	117
项目总结	119
练习题	119
项目五 电控汽油机燃油供给系统故障检修	121
知识目标	121
能力目标	121
项目概述	121
任务一 电动燃油泵的检修	122
任务二 燃油系统压力的检测	129
任务三 喷油器的检修	132
拓展知识	135
项目总结	136
练习题	137
项目六 电控汽油机点火系统故障检修	139
知识目标	139
能力目标	139
项目概述	139
任务一 曲轴/凸轮轴位置传感器的检修	145
任务二 爆震传感器的检修	155
任务三 点火波形检测及点火正时的调整	161
任务四 微机控制点火系统的检修	177
拓展知识	184
项目总结	187
练习题	188
项目七 电控汽油机排放控制系统故障检修	190
知识目标	190
能力目标	190
项目概述	190
任务一 三元催化转换器的检修	192
任务二 废气再循环控制系统的检修	195
任务三 二次空气供给系统的检修	201
任务四 燃油蒸发排放控制系统的检修	206

拓展知识	207
项目总结	209
练习题	210
项目八 电控汽油机常见故障诊断	215
知识目标	215
能力目标	215
项目概述	215
任务一 故障自诊断系统	217
任务二 常见车型故障码的调取与清除	221
任务三 发动机常见故障诊断	232
项目总结	242
练习题	242
任务工单	243
实训任务 1.3 发动机电控系统常用检测工具的使用	243
实训任务 2.1 空气流量传感器的检修	245
实训任务 2.2 进气压力传感器的检修	248
实训任务 2.3 冷却液/进气温度传感器的检修	251
实训任务 2.4 节气门体组件的检修、清洗与匹配	254
实训任务 3 电控汽油机怠速控制系统的检修	258
实训任务 4.1 可变气门正时控制系统的检修	260
实训任务 4.2 可变气门正时和气门升程控制系统的检修	263
实训任务 4.3 进气增压控制系统的检修	266
实训任务 5.1 电动燃油泵的检修	269
实训任务 5.2 燃油系统压力的检测	271
实训任务 5.3 喷油器的检修	273
实训任务 6.1.1 曲轴位置传感器的检修	275
实训任务 6.1.2 凸轮轴位置传感器的检修	278
实训任务 6.2 爆震传感器的检修	281
实训任务 6.3 点火波形检测及点火正时的调整	284
实训任务 6.4 微机控制点火系统的检修	287
实训任务 7.1 三元催化转换器的检修	290
实训任务 7.2 废气再循环控制系统的检修	292
实训任务 7.3 二次空气供给系统的检修	294
实训任务 7.4 燃油蒸发排放控制系统的检修	296
实训任务 8.2 常见车型故障码的调取与清除	298
实训任务 8.3 发动机常见故障诊断	300
参考文献	302





汽油发动机电控系统检修

项目一

发动机电控技术概述

知识目标

- 了解汽车电子技术的发展过程。
- 掌握发动机电控系统的构成。
- 掌握发动机电控系统的控制内容。
- 掌握电控燃油喷射系统的组成。
- 了解电控燃油喷射系统的类型、特点。
- 熟悉常用汽车故障诊断检测工具及仪器。
- 掌握故障诊断的一般流程和排除方法。

能力目标

- 能够正确识别汽油发动机电控燃油喷射系统各主要部件。
- 能够正确使用汽车故障诊断检测工具及仪器。

项目概述

自第一辆汽车问世以来，汽车发展已经经历了 100 多年，随着汽车技术和电子技术的发展，汽车电子技术也得到了迅速的发展，它已经成为一个国家汽车工业发展水平的标志。随着科学技术的进步，人们对汽车使用的要求进一步提高，21 世纪的汽车控制技术将进入以电子控制技术为基础的智能化控制时代，智能化控制技术将把汽车的综合性能推上新的技术高度。本项目设置了 3 个学习任务，任务内容如下：



项目一

发动机电控技术概述



任务一 认识发动机电控系统

在本学习任务中要掌握以下知识：

- (1) 汽车电子技术的发展过程。
- (2) 发动机电控系统的构成。
- (3) 发动机电控系统的控制内容。

相关知识

(一) 汽车电子技术的发展过程

汽车电子技术的发展及其大规模地应用是从 20 世纪 70 年代末开始的，从 20 世纪 70 年代到 80 年代，大致经历了 3 个发展阶段。

第一个发展阶段为 1971 年以前，开始生产技术起点较低的交流发电机、电压调节器、电子闪光器、电子喇叭、间歇刮水装置、汽车收音机、电子点火装置和数字钟等。

第二个发展阶段为 1974—1982 年，以集成电路和 16 位以下的微处理器在汽车上的应用为标志。主要包括电子燃油喷射、自动门锁、声控驾驶、高速警告系统、自动灯光系统、自动除霜控制、防抱死系统、车辆导向、撞车预警传感器、电子正时、电子变速器、闭环排气控制、自动巡航控制、防盗系统、实车故障诊断等电子产品。这期间最具代表性的是电子汽油喷射技术的发展和防抱死（ABS）技术的成熟，使汽车的主要机械功能用电子技术来控制。但是，在此阶段机械与电器的连接并不十分理想。

第三个发展阶段为 1982—1990 年，微电脑在汽车上的应用日趋可靠和成熟，并向智能化方向发展。开发的技术或产品有胎压控制、数字式油压计、防睡器、牵引力控制、全轮转向控制、直视仪表板、声音合成与识别器、电子负荷调节器、电子道路监视器、蜂窝式电话、可热式挡风玻璃、倒车示警、高速限制器、自动后视镜系统、道路状况指示器、电子冷却控制和寄生功率控制等。

从 2005 年开始，可以说进入了汽车电子技术的第四个发展阶段。微波系统、多路传输系统、ASKS-32 位微处理器、数字信号处理方式的应用，使通信与导向协调系统、自动防撞系统、动力最优化系统、自动驾驶与电子地图技术进入智能化阶段。

汽车电子化是现代汽车发展的重要标志。从现代汽车上所使用的电子设备的价格比例看，欧美汽车上所用的电子设备的价格已占到整车价格的 15%~20%，而我国生产的汽车，目前所用的电子设备的价格只占到整车价格的 2.5%。从世界汽车电子市场的销售来看，1991 年，每辆汽车平均消耗电子产品的费用只占到整车的 10%，1998 年则接近 15%，而 2003 年已经提高到 20%，某些车型则更高。现代汽车电子技术的应用不仅提高了汽车的动力性、经济性和安全性，改善了汽车行驶的稳定性 and 舒适性，推动了汽车产业的发展，而且还为电子产品开拓了更加广阔的市场，从而推动了电子产业的发展。作为汽车产业和电子产业结合的产物，汽车电子产业的发展已经驶上了快车道。

(二) 发动机电控系统的构成

现代汽油发动机电控系统尽管种类繁多，但作为一个控制系统，它们具有与其他电子控制系统相同的三个基本组成部分：传感器、电控单元（Electronic Control Unit，ECU）和执



行器。汽油发动机电控系统的构成如图 1-1 所示。

传感器是电控系统获取外部信息的感受器。其作用是将反应发动机运行工况的机械动作、热状态等物理量，转换成相应的模拟或数字电信号，并输送给电控单元。每个传感器都是一个完整的测量装置，它们获取的各种信息，是电控系统做出各种控制决策的依据，如果没有这些传感器，电控单元就无法实现对发动机进行有效可靠的控制。一般而言，控制功能越多、控制内容越复杂、控制精度越高，所需传感器的数量就越多。

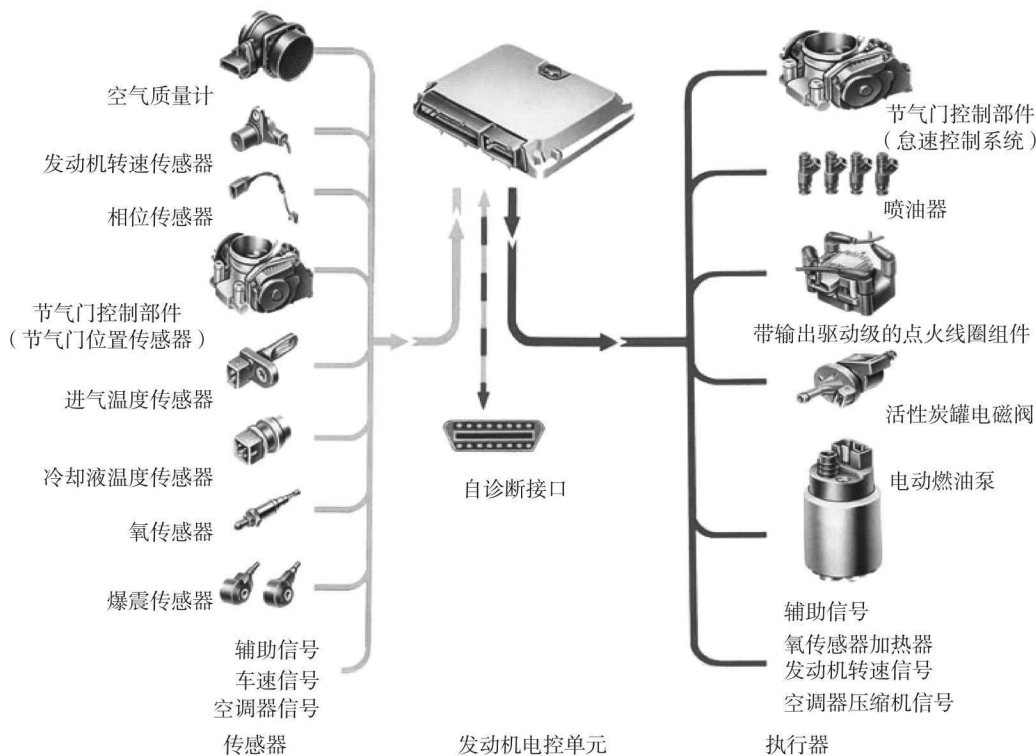


图 1-1 汽油发动机电控系统的构成

电控单元（ECU）是电控系统的核心，它的主要任务是：向各种传感器提供它们所需的基准电压；接受传感器或其他装置输入的信号；储存输入的信息，运用内部已有的程序对输入信息进行运算分析，输出执行命令；根据发动机性能的变化，对预置值进行自动修正；将输入信息与设定的阈值进行比较，如果发现数据异常，确定故障位置，并把故障信息储存在存储器中。

执行器是电控系统完成控制功能的电气装置。它们的作用是在电控单元控制下，完成特定控制内容。在汽油发动机电控系统中，ECU 一般通过对执行元件电磁线圈搭铁回路的控制，实现对执行元件机械动作或者事件的控制。

（三）发动机电控系统的控制内容

1. 汽油喷射控制

汽油喷射控制是汽油发动机电控系统最主要的控制功能，汽油喷射控制的主要内容包括喷油正时控制、喷油持续时间控制、停油控制和电动汽油泵控制等。

（1）喷油正时控制即喷油开始时刻控制，包括由曲轴转角位置触发的同步喷射控制和

由发动机运行过程特定事件触发的异步喷射控制两种方式。

(2) 喷油持续时间控制也就是喷油量的控制, 包括发动机起动时的喷油持续时间控制和发动机起动后的喷油持续时间控制。

(3) 停油控制包括减速停油控制、超速停油控制及停油后的恢复供油控制。

(4) 电动汽油泵控制包括发动机起动前电动汽油泵的预运转控制、发动机正常运转时和发动机停机时电动汽油泵运转控制。

2. 点火控制

点火控制是汽油发动机电控系统一个重要的控制功能。电控系统对点火的控制包括点火正时控制、闭合角控制和爆震反馈控制。

(1) 点火正时控制即最佳点火提前角控制, 包括基本点火提前角的确定、基本点火提前角的修正及点火控制。

(2) 闭合角控制即点火线圈一次侧通电时间控制, 包括一次侧线圈接通时间的确定和通过电流的控制。

(3) 爆震反馈控制是汽油发动机电控系统特有的控制功能, 包括爆震检测和点火正时反馈修正。

3. 怠速控制

怠速控制是发动机辅助控制系统, 其功能是在发动机怠速工况下, 根据发动机冷却液温度、空调压缩机是否工作、变速器是否挂入挡位等, 通过怠速控制阀对发动机的进气量进行控制, 使发动机以最佳怠速转速运转。

4. 排气净化控制

排气净化控制包括基于氧传感器的空燃比反馈控制、废气再循环控制、活性炭罐电磁阀控制、二次控制喷射控制等。

(1) 基于氧传感器的空燃比反馈控制: 当汽油发动机在空燃比闭环控制工况区域运行时, ECU 根据氧传感器的反馈信号, 对喷油持续时间进行修正, 把空燃比精确控制在 14.7:1 附近。

(2) 废气再循环控制: 在采用废气再循环控制的汽油发动机中, 电控系统根据发动机的运行工况, 通过真空电磁阀或比例电磁阀, 控制废气再循环阀的开闭及开度, 控制废气再循环过程, 调整再循环的废气量。

(3) 活性炭罐电磁阀控制: 电控系统通过控制活性炭罐电磁阀, 定时把新鲜空气引入活性炭罐, 对活性炭层进行清洗。

(4) 二次空气喷射控制: 在采用二次空气喷射装置的汽油发动机中, 电控系统根据发动机的运行工况及工作温度, 控制二次空气喷射装置, 把新鲜的空气喷入排气歧管或三元催化转换器。

5. 进气控制

进气控制是根据发动机转速和负荷的变化, 对发动机的进气进行控制, 以提高发动机的充气效率, 从而改善发动机动力性。包括进气谐振增压控制、配气正时控制、涡轮增压控制等。

6. 故障自诊断系统

故障自诊断系统是汽油发动机电控系统中一个相对独立的系统, 电控单元 ECU 都设有自诊断系统, 对传感器、中央处理器、执行器及重要装置工作状态进行检测。当 ECU 检测

到来自传感器或输送给执行元件的故障信号时,立即点亮仪表板上的故障指示灯,以提示驾驶人发动机有故障;同时,系统将故障信息以设定的故障码形式存储在存储器中,以便帮助维修人员确定故障类型和范围。对车辆进行维修时,维修人员可调取故障码。故障排除后,必须清除故障码,以免与新的故障信息混淆,给故障诊断带来困难。

7. 失效保护系统及应急备用系统

(1) 失效保护系统的功能主要是当传感器或传感器电路发生故障时,控制系统自动按电脑中预先设定的参考信号值工作,以便发动机能继续运转。如冷却液温度传感器电路有故障时,失效保护系统将自动按设定的标准冷却液温度信号(80℃)控制发动机工作。

(2) 应急备用系统的功能是当系统电脑发生故障时,自动启用备用系统,按设定的信号控制发动机转入强制运转状态,以防止车辆停驶在路途中,应急备用系统只能维持发动机运转的基本功能,不能保证发动机具有最佳性能。

任务二 认识发动机电控燃油喷射系统

在本学习任务中要掌握以下知识:

- (1) 电控燃油喷射系统的组成。
- (2) 电控燃油喷射系统的分类。
- (3) 电控燃油喷射系统的优点。

相关知识

(一) 电控燃油喷射系统的组成

汽车发动机电控燃油喷射系统由空气供给系统、燃油供给系统和电子控制系统三部分组成。

(1) 空气供给系统的主要功用是为发动机提供形成可燃混合气所必需的清洁空气并控制发动机正常工作时的进气量。主要包括空气滤清器、空气流量传感器(进气压力传感器)、节气门体、节气门位置传感器、怠速控制阀、进气总管、进气歧管等,如图1-2所示。

(2) 燃油供给系统的主要功用是向发动机提供燃烧时所需要的清洁汽油,主要由汽油箱、汽油泵、燃油滤清器、燃油压力调节器、燃油分配管、喷油器、活性炭罐、活性炭罐电

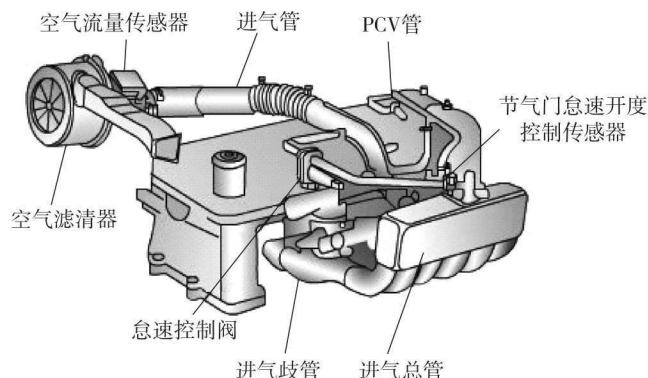


图1-2 空气供给系统

磁阀、冷起动喷油器、燃油脉动阻尼器等组成，如图 1-3 所示。

(3) 电子控制系统由传感器、电控单元 ECU (Electronic Control Unit)、执行器等组成。ECU 通过各种传感器 (包括温度传感器、进气压力传感器、空气流量传感器、曲轴位置传感器、氧传感器、爆震传感器等) 收集发动机的各部分工作状态信息，由负责传输的线路发送至 ECU。在 ECU 接收了这些信号之后，就会对各种信号进行分析，便会得知发动机各部件的工作状态、运作情况的信息，然后根据事先设定的程序自动运算，继而发送指令到执行元件，命令执行元件工作，包括燃油喷射控制、点火控制、废气再循环控制、怠速等。其电控单元 ECU 外观结构如图 1-4 所示。

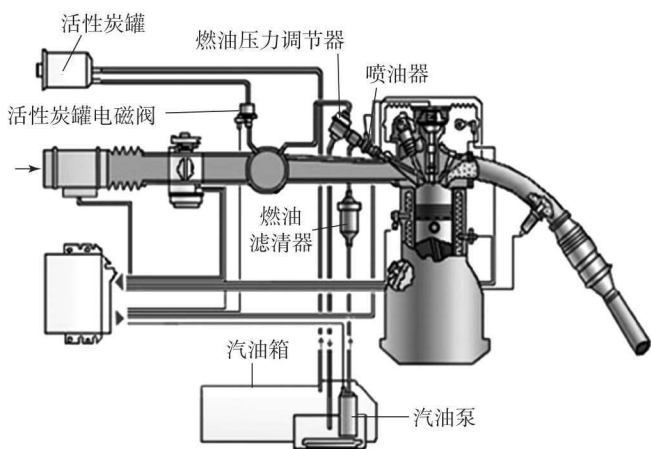


图 1-3 燃油供给系统的总体结构



图 1-4 ECU 外观

发动机工作状态是一个闭环控制，通过固定的程序 (不同工况下的空燃比以及点火正时) 设定好发动机的工作规律。利用氧传感器的信号判断发动机的工作状态，混合气是稀还是浓；利用气缸上的爆震传感器信号判断点火正时是提前还是延后；水温传感器，可以判断发动机燃烧室温度是否正常来修正供油量，保护发动机等。将这些反应发动机运行工况状态的信息发送到 ECU，ECU 就会根据这些传感器的反馈，不断地调整喷油量以及点火正时。

电控单元 ECU 的输入信号包括各传感器的信号输入、起动信号、空调信号、变速器挡位等信息，输出信号用于控制执行机构的动作，包括喷油器、点火模块、怠速控制等。电控系统组成部件如图 1-5 所示。



传感器介绍

(二) 电控燃油喷射系统的分类

1. 按喷射位置不同分类

按照喷射位置不同，电控燃油喷射系统可分为进气管喷射和缸内直接喷射两种类型。如图 1-6、图 1-7 所示。

普通多点喷射发动机的喷油器是装在进气歧管上的，油、气在歧管内开始混合，然后再进入到气缸中燃烧。缸内直喷是直接把燃油喷射到气缸内。

多点电喷就是汽油发动机在工作过程中，汽油燃料的喷射过程是在进气歧管内，并由控制程序按照特定时序发出控制指令，通过喷油器完成。多点电喷是相对于单点电喷来说的，传统的汽油发动机是在进气总管使用化油器将汽油与空气形成燃油混合气进入气缸内。

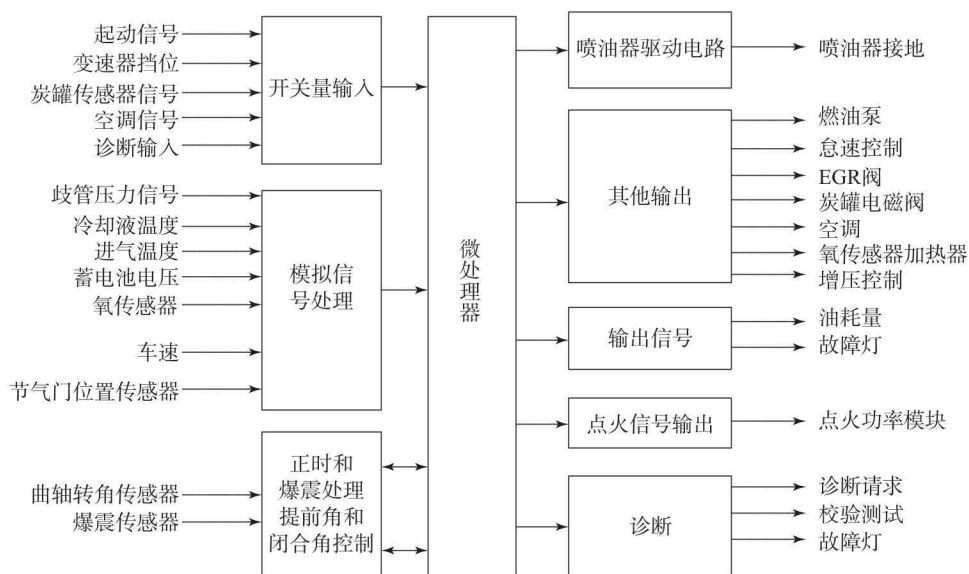


图 1-5 电控系统组成部件

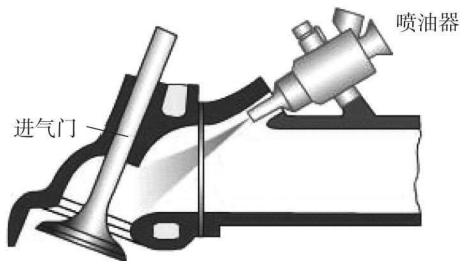


图 1-6 进气管喷射

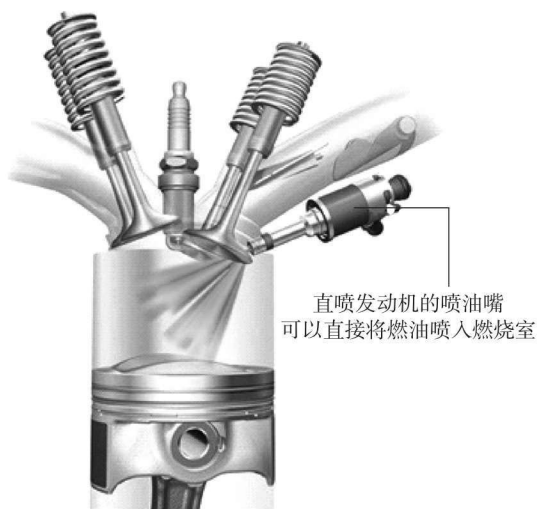


图 1-7 缸内直喷

缸内直喷的喷油器安装在气缸盖上，喷油器把汽油直接喷入发动机气缸内，在气缸内与已吸入的空气混合形成可燃混合气。

采用缸内直喷方式，并与一定的喷油规律相配合，能够实现分层稀薄燃烧，可以进一步降低汽油发动机有害物的生成量，提高汽油发动机的燃油经济性。

采用缸内直喷方式，气缸盖结构的复杂性增加，同时也增加了制造成本，需要能够耐高温和高压、动态响应速度快、可靠性高的喷油器。

虽然缸内直接喷射方式增加了汽油发动机结构和控制的复杂性，提高了电控汽油发动机的制造成本，但是它可以最大限度地降低汽油发动机有害物生成量，已成为未来超低排放电控汽油发动机的技术发展方向。

2. 按有无反馈信号进行分类

电控燃油喷射系统按有无反馈信号可分为开环控制系统和闭环控制系统。

(1) 开环控制系统的工作过程：电脑中存储着发动机各工况状态的最佳供油参数，在发动机工作时，电脑根据系统中各传感器的输入信号，判断自身所处的运行工况，并计算出最佳喷油量，通过对喷油器喷射时间的控制，来控制混合气的浓度，优化发动机工作状态。开环控制如图 1-8 所示。



图 1-8 开环控制

(2) 闭环控制系统。发动机闭环控制主要有两类：一是空燃比闭环控制，主要利用氧传感器对废气中的氧含量进行检测，感应空燃比，根据此信号，判断实际进入气缸的混合气空燃比，再通过电脑与设定的目标空燃比值进行比较，根据误差修正喷油量，使空燃比保持在设定的目标值附近，使发动机处于良好的工作状态。二是点火正时的闭环控制，主要是采用爆震传感器采集发动机爆震信号，来修正点火正时。

闭环控制如图 1-9 所示。

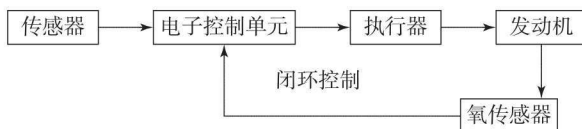


图 1-9 闭环控制

3. 按喷油器数量不同分类

按喷油器数量不同，电控燃油喷射系统可分为单点喷射系统和多点喷射系统。

(1) 单点喷射系统 (SPI)：是指在节气门上方安装一个或者两个喷油器，向进气管中喷油以形成燃油混合气，在进气行程中燃油混合气被吸入气缸内。

单点喷射系统结构简单，但是，由于单点喷射系统的燃油是喷在进气总管内，油气混合物从进气总管到被吸入气缸的运动过程中，由于燃油的运动惯性，使各缸混合气的浓度存在一定的差异。

(2) 多点喷射系统 (MPI)：是指在每个进气歧管上各装有一个喷油器。电脑 ECU 根据各个传感器传来的信号，向喷油器发出指令，使喷油器间歇将燃油喷射到进气歧管内。

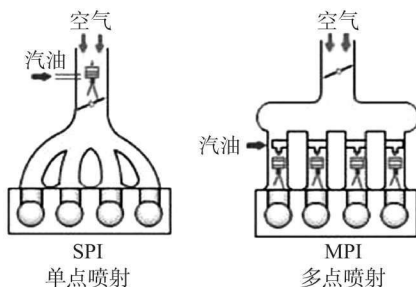


图 1-10 单点喷射与多点喷射示意图

单点喷射与多点喷射示意图如图 1-10 所示。

4. 按进气量测量方式分类

电控系统为了实现对空燃比的精确控制，必须对汽油发动机每个工作循环吸入的空气质量进行测量，才能根据预先设定的空燃比，计算出相应的循环基本喷油量。按照进气量测量方式分类，可分为采用直接测量方式的电控系统和采用间接测量方式的电控系统。

(1) 直接测量方式电控系统采用空气流量传感器，直接测出单位时间内汽油发动机吸



入空气的质量，然后根据发动机的转速，计算出发动机每一个工作循环吸入的空气量。典型电控系统是 Bosch（博世）公司研制的 L-Jetronic 系统和 LH-Jetronic 系统，如图 1-11、图 1-12 所示，现在已经全部升级为 LH-Motronic（将点火正时、怠速、废气再循环统一控制）集中控制的电控汽油喷射系统。

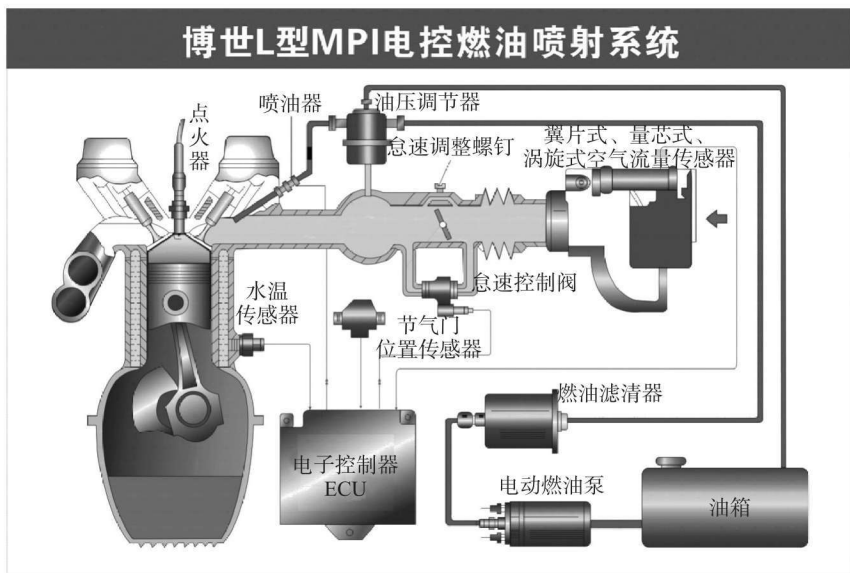


图 1-11 L 型电控系统

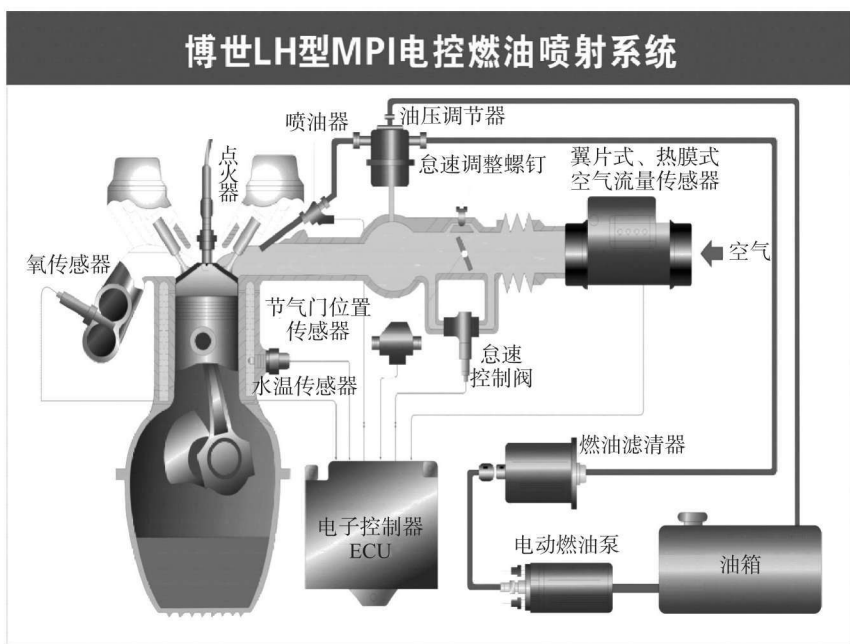


图 1-12 LH 型电控系统

(2) 间接测量方式电控系统采用进气压力传感器，空气在进气歧管内流动时产生压力变化，所以进气压力传感器是通过检测发动机进气歧管内空气绝对压力（真空度）的变化，并