

汽车维修 / 职业 / 技术 / 基础 / 教材

汽车发动机电控系统 结构原理与故障诊断

QICHE FADONGJI DIANKONG KITONG JIEGOU YUANLI YU GUZHANG ZHENDUAN



○ 曹红兵 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

汽车维修职业技术基础教材

汽车发动机电控系统 结构原理与故障诊断

曹红兵 主编



机械工业出版社

本书系统阐述了发动机电子控制系统的结构原理、故障诊断与检修方法,全书共分六章,主要包括:发动机电子控制系统的组成与工作原理、电子控制燃油喷射系统、电子控制点火系统、辅助控制系统、典型发动机电子控制系统、发动机电子控制系统的故障诊断与排除。为突出实践技能的培养,本书加强了对具体车型的分析,同时在介绍常见故障的诊断与检修方法时附有这些具体车型的相应典型故障案例分析。另外,为了便于组织教学、进一步提高教学效果,在每章内容后均有复习思考题。

本书既可作为高等职业教育汽车运用与维修专业的教学用书,又可作为其他相关专业的辅助教材,还可供汽车维修技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

汽车发动机电控系统结构原理与故障诊断/曹红兵主
编. —北京:机械工业出版社,2007.4
汽车维修职业技术基础教材
ISBN 978-7-111-21183-9

I. 汽... II. 曹... III. ①汽车—发动机—电子系统:控
制系统—理论—技术培训—教材②汽车—发动机—电子系统:
控制系统—故障诊断—技术培训—教材 IV U472.43

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第037004号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)
策划编辑:徐 巍 责任编辑:刘 焯 版式设计:冉晓华
责任校对:张晓蕊 封面设计:王伟光 责任印制:李 妍
北京铭成印刷有限公司印刷

2007年5月第1版第1次印刷

184mm×260mm·16.75印张·413千字

0001—4000册

标准书号:ISBN 978-7-111-21183-9

定价:29.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010)68326294

购书热线电话:(010)88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010)88379771

封面无防伪标均为盗版

丛 书 序

随着我国经济发展不断融入全球化的进程和国民收入的提高,国内汽车市场得到迅速发展,汽车的数量和普及率迅速提高,汽车在国民经济和家庭生活中的作用越来越大,与之配套的汽车后市场需要更多的从事汽车维护和修理、汽车市场营销、汽车配件采购及销售的专业人才。

根据统计,我国现有汽车维修企业 30 多万家,并逐步形成了门类齐全、品种多样、分布广泛、服务方便、能够满及不同消费层次需求的汽车维修市场体系。汽车维修行业现有从业人员近 300 万人,并以每年 10% 左右的速度增长。但是与市场需求相比,从业人员的素质并不令人满意。在汽车维修从业人员中,接受过中等职业教育的不多,接受过高等教育的就更少。汽车维修行业从业人员专业技术素质偏低,已成为制约汽车维修业健康、持续发展的主要“瓶颈”。

为了适应汽车行业对人才培养的需求,努力提高高职院校培养汽车维修行业人员的理论水平,根据教育部新世纪教改工程汽车专业试点实施计划及教育部“精品专业”建设工程的要求,我们组织编写了这套内容实用、使用方便的教学用书。参加本套丛书编写的作者既有在企业从事汽车维修工体的实践经验,又有在高等职业院校从事教学工作的经历,编写人员对汽车运用技术专业课程的改革都有一个共同的认识,即要以实用、精练为出发点,集科学性、先进性、系统性于一身,要紧密联系工体实际。遵照这个原则,全体编写人员在编写过程中,既总结了自己的教学经验,又结合实际工作,并吸收先进校术,希望将过一套书编成实用、系统、科学的教学用书,能为高等职业院校师生、广大工程技术人员所欢迎,并对业内经营管理人员系统地了解当前汽车维护、维修知识及其发展方向有所帮助。

湖南交通职业技术学院党委书记

教授
博士



前 言

2003年,国家开始实施“职业院校制造业和现代服务业技能型紧缺人才培养培训工程”,汽车运用与维修专业被教育部、交通部等六部委列为优先确定的四个专业领域之一。需要指出的是,我国汽车维修行业紧缺的不是一般的技术工人,而是能够正确而快速地诊断排除日趋电子化、智能化的电控汽车故障的高技能人才。

随着世界范围内汽车技术、特别是汽车电子控制技术的迅猛发展,随着我国汽车工业的进步和进口汽车的增多,以电喷发动机为代表的电控装备的维修已成为汽车维修行业的重点和难点。发动机是汽车的“心脏”部分,其故障约占汽车全部故障的40%以上。电喷发动机涉及较复杂的机械技术、电子技术、计算机控制技术,相关的知识多、技术要求高、实用性强,是汽车维修市场新的技能增长点,掌握电喷发动机的维修技能已成为汽车运用与维修专业(或相近专业)专业教学的一项重要内容,是培养学生汽车维修专业技能的核心。为此,我们编写了《汽车发动机电控系统结构原理与故障诊断》一书。

在编写过程中,我们充分考虑到目前高等职业教育的教学特点和维修企业对人才的需求,注重理论知识与实践技能的有机结合,在结构和内容的安排上力求体现以下三个特点:

1. 突出针对性。由于汽车电控发动机的结构类型繁多,在讲述一般结构的基础上,突出对目前国内保有量较大的国产及进口轿车发动机的讲解,以日本丰田系列、德国大众桑塔纳系列这两个主流车型为主。这样,可使学生能在有限的教学时间内学精、学透。因主流车型具有代表性,学习过程中融会贯通、举一反三,掌握别款车型也就比较容易。

2. 突出实践性。在编写体系上,将电控发动机各组成部分作为一个整体,按结构、原理、检测、故障诊断的顺序编写,深入浅出、循序渐进。这样,使学生能够深刻理解和掌握相关理论知识,并能利用理论知识解决实际问题。对每一个传感器、执行器的检测,都增加了波形检测与分析的内容,以增强学生利用现代化的仪器设备进行故障分析的能力。对于每一个常见故障,书中都给出了详细、具体的诊断方法和步骤。为了更好地理论联系实际、扩展思维,还安排有典型故障案例及精彩分析点评。

3. 突出先进性。在介绍基本原理的基础上,力求反映出近年来汽车发动机电控技术的最新成果。如对可变气门正时系统、电子控制节气门系统、第二代故障自诊断系统(OBD-II)等新技术都做了全面而详细的介绍,知识新、信息量大。



本书由曹红兵任主编，参加编写的有吴定宜、齐飞宁、斜军武、黄元杰、赵鑫学、邱庆标等。

在本书的编写过程中，编者参考了大量的书籍、论文等文献资料，在此，谨向原作者表示感谢。

由于编者水平有限，书中难免存在错误或疏漏之处，欢迎广大读者批评指正。

编 者

2007 年 1 月

目 录

丛书序

前言

第1章 发动机电子控制系统的组成与

工作原理 1

1.1 发动机电子控制系统的控制内 容及功能 2

1.2 发动机电子控制系统的基本组 成与控制原理 3

本章小结 7

复习思考题 7

第2章 电子控制燃油喷射系统 9

2.1 电子控制燃油喷射系统的 分类 10

2.2 电子控制燃油喷射系统的基本 组成及功能 14

2.3 空气供给系统 16

2.4 燃油供给系统 45

2.5 燃油喷射控制过程 65

本章小结 70

复习思考题 71

第3章 电子控制点火系统 73

3.1 电子控制点火系统的组成及工 作原理 74

3.2 曲轴位置传感器与凸轮轴位置 传感器 77

3.3 点火电路 91

3.4 点火提前角与闭合角的控制 98

3.5 爆燃传感器与爆燃控制 100

本章小结 104

复习思考题 105

第4章 辅助控制系统 107

4.1 进气控制系统 108

4.2 怠速控制系统 123

4.3 排放控制系统 131

4.4 故障自诊断系统 151

本章小结 161

复习思考题 163

第5章 典型发动机电子控制系统 165

5.1 丰田皇冠 3.0 轿车 2JZ-GE 型发 动机电子控制系统 166

5.2 丰田 LS400 轿车 1UZ-FE 型发动 机电子控制系统 177

5.3 桑塔纳 2000GLi 型轿车 AFE 型 发动机电子控制系统 185

5.4 桑塔纳 2000GSi 轿车 AJR 型发 动机电子控制系统 190

本章小结 193

复习思考题 194

第6章 发动机电子控制系统的故障诊 断与排除 195

6.1 故障诊断的基本原则与方法 196

6.2 故障诊断的一般程序与注意 事项 209

6.3 发动机故障自诊断系统的 应用 213

6.4 常见故障的诊断与排除 227

本章小结 258

复习思考题 260

参考文献 261

第

1

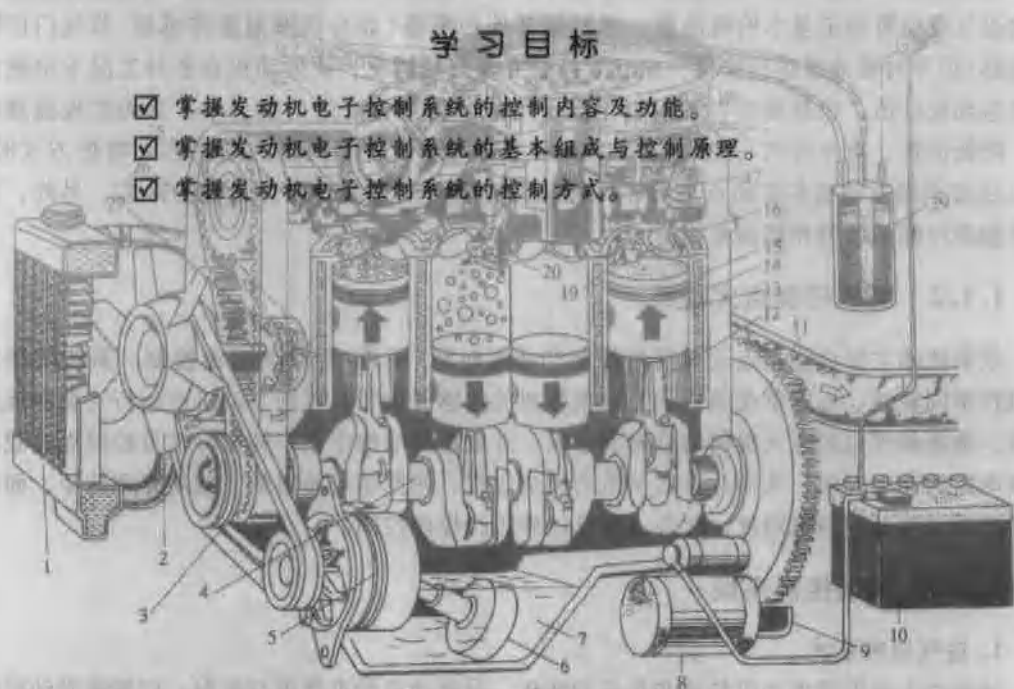
章

发动机电子控制系统组成与工作原理

发动机电子控制系统的组成与工作原理

学习目标

- ☑ 掌握发动机电子控制系统的控制内容及功能。
- ☑ 掌握发动机电子控制系统的组成与控制原理。
- ☑ 掌握发动机电子控制系统的控制方式。



安全、环保和节能是当今汽车技术发展的主要方向,采用电子技术是解决诸多技术难题的最佳方案,只有采用电子控制燃油喷射系统,以及电子控制点火系统等易于应用的电子控制新技术,才能有所突破。

1.1 发动机电子控制系统的控制内容及功能

重点掌握

- 电子控制燃油喷射系统的控制内容及功能
- 电子控制点火系统的控制内容及功能
- 辅助控制系统的控制内容

目前,汽车发动机上主要的电子控制系统有:电子控制燃油喷射系统、电子控制点火系统、进气控制系统、怠速控制系统、排放控制系统、自诊断系统等,通常将电子控制燃油喷射系统、电子控制点火系统以外的其他控制系统统称为辅助控制系统。发动机电子控制系统主要控制功能是燃油控制(控制喷油量和喷油正时)和点火控制(控制点火提前角、闭合角和爆燃控制)。早期的电控系统多采用一个电子控制单元(ECU)控制汽车的某一个

系统,如果有多个系统就要采用多个 ECU 控制。现代汽车都采用集中控制系统,利用微处理器使控制功能集中化,将多种控制功能集中到一个 ECU 上,就可以不必设置多个传感器和 ECU。

1.1.1 电子控制燃油喷射系统

该系统主要包括喷油量控制、喷射正时控制。系统中 ECU 主要根据空气流量传感器提供的进气量信号确定基本的喷油量,再根据其他传感器(如冷却液温度传感器、节气门位置传感器)信号对喷油量进行修正,能有效控制混合气空燃比,使发动机在各种工况下空燃比均能达到较佳值,也就是在各种运行工况下均能获得最佳浓度的混合气,从而实现提高功率、降低油耗、减少排气污染等功效。当采用与发动机转动同步的顺序独立喷射方式时,ECU 还要根据发动机各缸的点火顺序,将燃油喷射时间控制在一个最佳的时刻。另外,系统还能进行断油控制和燃油泵控制。

1.1.2 电子控制点火系统

该系统的主要功能是点火提前角控制和通电时间(闭合角)控制与恒流控制。系统可使发动机在不同转速、不同负荷条件下,根据各相关传感器信号,判断发动机的运行工况和运行条件,选择最理想的点火提前角点燃混合气,并根据蓄电池电压及转速等信号控制点火线圈初级电路的通电时间,从而改善发动机的燃烧过程,使发动机输出最大的功率和转矩,而将油耗和排放降低到最低限度。此外,系统还能进行爆燃控制。

1.1.3 辅助控制系统

1. 进气控制系统

该系统主要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。主要包括谐波进气增压系统(ACIS)、废气涡轮增压系统、可变气门正时系统、电子控制节气门系统(ETCS)等。



2. 怠速控制系统

怠速控制(ISC)系统能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,使发动机随时以最佳怠速转速运转。

3. 排放控制系统

该系统主要对发动机排放控制装置的工作实行电子控制。排放控制主要包括燃油蒸发排放(EVAP)控制系统、废气再循环(EGR)控制系统、氧传感器及三元催化转化器(TWC)控制系统、二次空气喷射控制系统等。

EGR 废气再循环控制系统是一种排气净化的有效手段。EGR 系统将一部分排气中的废气引入进气侧的新鲜混合气中,并能根据发动机的工况适时地调节参与废气再循环的废气循环率,以抑制有害气体氮氧化合物的生成。

4. 自诊断系统

该系统用来提示驾驶员发动机有故障;同时,系统将故障信息以设定的代码(故障码)形式储存在存储器中,以便帮助维修人员确定故障类型和范围。当传感器或传感器线路发生故障时,控制系统自动按 ECU 中预先设定的参考信号值工作,使发动机能继续运转,以便能尽快送到维修站检修,但发动机的性能有所下降。

1.2 发动机电子控制系统的基本组成与控制原理

重点掌握

- 发动机电子控制系统的三大组成部分
- 传感器的种类与功能
- 执行器的种类与功能
- 发动机电子控制系统的两种控制方式

1.2.1 发动机电子控制系统的基本组成

从控制原理来看,发动机电子控制系统可以简化为传感器、电子控制单元(ECU)和执行器三大组成部分。传感器是感知信息的部件,功用是采集控制系统的信号并转换成电信号输送给 ECU,以提供汽车运行状况和发动机工况等相关信息。ECU 接收来自传感器的信息,进行存储、计算和分析处理后发出相应的控制指令给执行器。执行器即执行元件,其功用是执行 ECU 的专项指令,从而完成控制目的。传感器、ECU 和执行器三部分相互间的工作关系如图 1-1 所示。

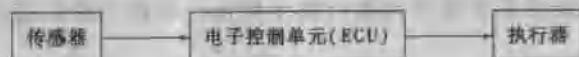


图 1-1 传感器、ECU 和执行器之间的工作关系

1. 传感器

传感器是一种信号转换装置,安装在发动机的各个部位,其功用是检测发动机运行状态的各种电量参数、物理量参数和化学量参数等,并将这些参量转换成计算机能够识别的电量信号输入电控单元(ECU)。发动机电子控制系统常用的传感器有以下几种:

(1) 空气流量传感器 测量发动机的进气量,并将信号输入 ECU,作为燃油喷射和点火控制的主控制信号。

(2) 进气(歧管绝对)压力传感器 通过测量进气歧管压力,间接检测进气量,并将信



号输入 ECU, 作为燃油喷射和点火控制的主控制信号。

(3) 节气门位置传感器 检测节气门的开度(如节气门全开、全闭和部分开启等)及开度变化情况, 并将信号输入 ECU, ECU 以此对燃油喷射及废气再循环(EGR)等其他系统进行控制。

(4) 曲轴位置传感器和凸轮轴位置传感器 曲轴位置传感器的功用是检测曲轴位置信号和曲轴转角信号, 凸轮轴位置传感器功用是检测活塞上止点位置信号(又称为气缸识别传感器), 是点火控制的主控制信号。在相当一部分汽车上, 曲轴位置传感器与凸轮轴位置传感器是制作为一体的, 统称为曲轴位置传感器。

(5) 冷却液温度传感器 给 ECU 提供冷却液温度信号, 作为燃油喷射和点火控制的修正信号。

(6) 进气温度传感器 检测供给发动机的空气温度信号, 作为燃油喷射和点火控制的修正信号。

(7) 氧传感器 检测废气中氧分子的含量, 向 ECU 输入反馈信号, 进行喷油量(空燃比)的闭环控制。

(8) 爆燃传感器 检测汽油机是否爆燃及爆燃强度, 向 ECU 输入反馈信号, 用于对电子控制点火系统进行闭环控制。

(9) 大气压力传感器 检测大气压力, 修正喷油和点火控制。

(10) 车速传感器 检测车速, 向 ECU 输入车速信号, 控制发动机转速, 实现超速断油控制。在发动机和自动变速器共同控制时, 也是自动变速器的主控制信号。

除以上传感器向 ECU 输入控制信号之外, 还有点火开关信号、发电机负荷信号、空调开关信号(A/C)、档位开关信号和空档位置开关信号、蓄电池电压信号、离合器开关信号、制动开关信号、动力转向开关信号、巡航(定速)控制开关信号等输入 ECU, 以更好地对喷油量、点火提前角等进行控制, 适应汽车的不同运行工况。

2. 电子控制单元(ECU)

(1) 电子控制单元的功能

① 给传感器提供参考(基准)电压(2V、5V、9V、12V); 接收传感器或其他装置输入的信息, 将输入的信息转变为微机所能接受的信号。

② 存储、计算、分析处理信息; 计算输出值所用的程序; 存储该车型的特点参数; 存储运算中的微据, 存储故障信息。

③ 运算分析。根据信息参数求出执行命令数值; 将输出的信息与标准值对比, 查出故障。

④ 输出执行命令。把弱信号变成强的执行命令信号; 输出故障信息。

⑤ 自我修正功能(自适应功能)。

在发动机控制系统中, ECU 不仅用来控制燃油喷射系统, 同时还具有点火提前角控制、怠速控制、进气控制、排放控制、自诊断、失效保护和备用控制系统等多项控制功用。

在发动机控制系统中, 由于使用微型计算机, 与以往的模拟电路控制相比, 信号处理的速度和容量大大提高, 因此, 就可以实现多功能的高精度集中控制。

(2) 电子控制单元的硬件 如图 1-2 所示, ECU 主要由输入回路、模/数(A/D)转换器、微机和输出回路四部分组成。

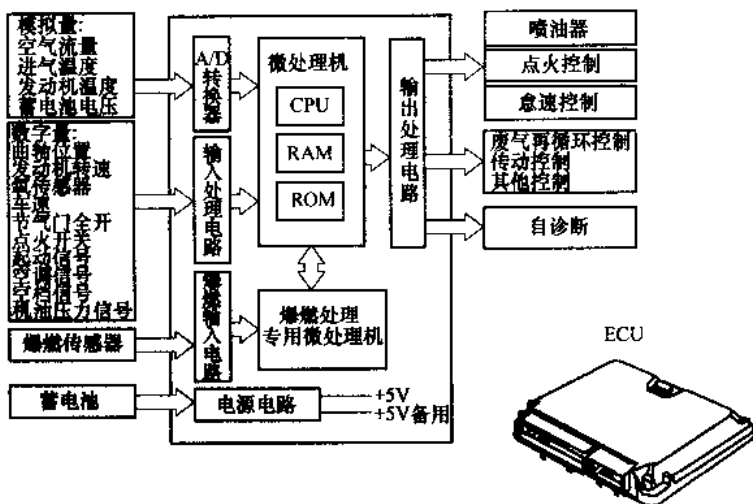


图 1-2 发动机电子控制系统电子控制单元 (ECU)

① 输入回路。从传感器来的信号，首先进入输入回路。在输入回路里，对输入信号进行预处理，一般是在去除杂波和把正弦波变为矩形波后，在转换成输入电平。

② 模/数 (A/D) 转换器。微机不能直接处理模拟信号，A/D 转换器是将模拟信号转换为数字信号后再输入微机。如果传感器输出的是脉冲 (数字) 信号，经过输入回路处理后可以直接进入微机。

③ 微型计算机。微型计算机是发动机电控系统的核心。它能根据需要，把各种传感器送来的信号，按内存的程序对数据进行运算处理，并把处理结果送往输出回路。微型计算机由中央处理器 CPU、存储器、输入/输出接口和总线等部分组成。

为实现发动机各种工况及运行条件下最佳的综合性能，电子控制系统必须以最佳的相应控制参数 (如最佳喷油脉宽和最佳点火提前角) 控制发动机在最佳运行状况下运转，这些控制参数的最佳数据全部预先存储在只读存储器中 (ROM)。

④ 输出回路。将微机发出的指令，转变成控制信号来驱动执行器工作。输出回路一般起着控制信号的生成和放大等功能。

(3) 电子控制单元的软件 ECU 中的软件起着控制决策的作用，还可完成部分硬件的功能，它是控制系统中必不可少的部分。

软件包括控制程序和数据两部分。控制软件大多采用模块化结构，将整个控制系统的程序分成若干个功能相对独立的程序模块，每个模块分别进行设计、编程和调试，最后将调试好的程序模块连接起来。这种结构方式可使程序设计和调试容易，修改变动方便和可按需要进行取舍。

软件中最主要的是主控程序。主控程序可根据使用和控制要求设定内容。主控程序的主要任务是整个系统初始化、实现系统的工作时序、控制模式的设定、控制常用工况及其他各工况模式下喷油信号和点火信号输出顺序。软件中还有转速和负荷的处理程序、中断处理程序、查表及插值程序等。

为了能对发动机进行最优控制，应在发动机台架、排放测功试验台和道路上进行匹配试验，得到基本喷油量和基本点火提前角的三维图，以及其他为匹配各种运行工况而确



定的修正系数、修正函数和常数等,都以离散数据的形式存在存储器中,作为控制的依据。

(4) 工作过程 发动机启动时,ECU 进入工作状态,某些程序从 ROM 中取出进入 CPU。这些程序可以用来控制点火时刻、燃油喷射、怠速等。通过 CPU 的控制,一个个指令逐个地进行循环执行。执行程序中所需要的发动机信息,来自各个传感器。从传感器来的信号,首先进入输入回路进行处理。如果是数字信号直接经输入/输出(I/O)接口进入微机;如果是模拟信号经 A/D 转换器转换成数字信号后才经 I/O 接口进入微机。大多数信息暂时存储在 RAM 内,根据指令再从 RAM 送到 CPU。有时需将存储在 ROM 中的参考数据引入 CPU,使输入传感器的信息与之进行对比。对来自有关传感器的每一个信息依次取样,并与参考数据进行比较。CPU 对这些数据进行比较运算后,做出决定并发出输出指令信号,经 I/O 接口,必要的信号还要经数/模(D/A)转换器变成模拟信号,最后经输出回路去控制执行器动作。

3. 执行器

执行器是接受电子控制单元 ECU 的控制指令完成具体的控制动作、具体执行某项控制功能的装置。在发动机控制系统中主要的执行器及其功能如下:

(1) 电动燃油泵 其功用是供给燃油喷射系统规定压力的燃油。

(2) 电磁喷油器 其功用是根据 ECU 的喷油脉冲信号,精确计量燃油喷射量。

(3) 冷起动喷油器及热限时开关 根据 ECU 的喷油脉冲信号和冷却液温度信号,控制起动时的喷油量和喷油持续时间。

(4) 点火控制器 点火控制器又称为点火模块,是微机控制点火系统的功率输出级;它接受 ECU 输出的点火控制信号并进行功率放大,以便驱动点火线圈工作。

(5) 怠速控制阀 其功用是根据发动机的负荷情况,控制发动机的怠速转速。

(6) 活性炭罐及其电磁阀 根据电控单元的控制指令信号,吸附和清污发动机内部蒸发出的燃油蒸气,以便减少排气污染。

其他的执行器还有进气控制阀、EGR 阀、二次空气喷射阀、燃油泵继电器、冷却风扇继电器、空调压缩机继电器、自诊断显示与报警装置等。随着控制功能的增加,执行器也将相应增加。

1.2.2 发动机电子控制系统的工作原理

在发动机运转过程中,ECU 根据发动机控制系统的各传感器送来的信号,判断发动机当前所处的运行工况和运行条件,并从 ROM 中查取相应的控制参数数据,经中央处理器(CPU)的计算和必要的修正后,输出相应的控制信号,控制发动机运转。

1.2.3 发动机电子控制系统的控制方式

发动机电子控制系统的控制方式主要有两种:开环控制和闭环控制。

1. 开环控制

发动机工作时,ECU 根据传感器的信号对执行器进行控制,而控制的结果(如燃烧是否完全、怠速是否稳定、是否有爆燃发生等)是否达到预期目标无法做出分析,控制的结果对控制过程没有影响,这种控制方式称为开环控制。开环控制的特点是在控制器与被控对象之间



只有正向控制作用而没有反馈控制作用。

这种开环控制方式要达到精确控制,其控制系统 ECU 的 ROM 中必须预先存储发动机可能遇到的各种工况及运行条件所需控制参数的精确调整数据,这样才能保证输出的控制信号能产生预期的发动机响应。而控制数据一旦存入 ROM 中,就不再变动。

2. 闭环控制

由上述可知,开环控制系统调整空燃比和点火提前角的准确程度受到发动机技术状况和控制程序及数据的限制。另外,开环控制系统无法将影响空燃比和点火提前角的其他控制参数一一兼顾,因此很难达到精确的控制。

闭环控制实质上就是反馈控制。在开环控制的基础上,控制系统根据实际检测到的开环控制结果的反馈信号,来决定增减输出控制量的大小,而此时不再根据其他输入信号进行控制。闭环控制的特点是在控制器与被控对象之间,不仅存在着正向作用,而且存在着反馈作用,即系统的输出量对控制量有直接影响。

如图 1-3 所示,喷油量控制由计算机根据氧传感器输出的氧浓度信号来判断进入气缸中的可燃混合气的浓度(空燃比)是否合适,从而修正燃油供给量,使混合气空燃比保持在理想状态下。

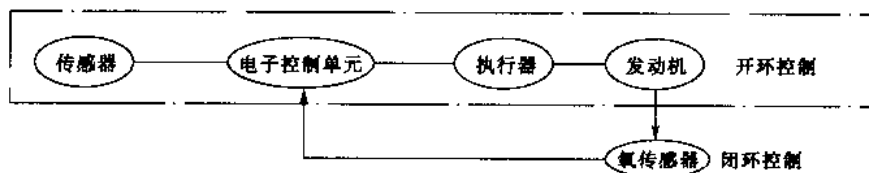


图 1-3 开环控制与闭环控制示意图

点火时刻的闭环控制是采用爆燃传感器检测发动机是否产生爆燃作为反馈信号,从而决定点火时刻是应提前还是推迟,使实际点火时刻能贴近爆燃界限曲线变化。

由于开环和闭环控制各有其特点,现代发动机电控系统大多同时采用开环和闭环两种控制方式。开环控制作为基本控制手段,而闭环控制作为精确控制手段,根据发动机工作需要,相互转换,协调工作。

本章小结

- 发动机电子控制系统有:电子控制燃油喷射系统、电子控制点火系统、进气控制系统、怠速控制系统、排放控制系统、自诊断系统等。
- 发动机电子控制系统可以简化为传感器、电子控制单元(ECU)和执行器三大组成部分。
- 发动机电子控制系统的控制方式主要有两种:开环控制和闭环控制。

复习思考题

1. 发动机上有哪些主要的电子控制系统?各有何功能?



2. 发动机电电子控制系统由哪几个部分组成？各个部分的作用是什么？
3. 简述发动机电电子控制系统各传感器的作用。
4. 电子控制单元的作用是什么？它是如何工作的？
5. 发动机电电子控制系统主要的执行器有哪些？各自的作用是什么？
6. 什么叫开环系统？什么叫闭环系统？各有什么特点？

第

2

章

电子控制燃油喷射系统

学习目标

- ☑ 了解电子控制燃油喷射系统的分类、基本组成及功能。
- ☑ 掌握空气流量传感器的结构原理与检修方法。
- ☑ 掌握进气歧管压力传感器的结构原理与检修方法。
- ☑ 掌握节气门位置传感器的结构原理与检修方法。
- ☑ 掌握温度传感器的结构原理与检修方法。
- ☑ 了解燃油供给系统的组成。
- ☑ 掌握电动燃油泵的结构原理、控制电路及检修方法。
- ☑ 掌握喷油器的结构原理与检修方法。
- ☑ 掌握燃油供给系统压力的检测方法。
- ☑ 了解喷油正时控制、喷油量控制过程。





燃油喷射是利用喷油器在低压下(250~350kPa)将燃油以雾状喷入进气总管、进气道或气缸内,然后和空气混合形成可燃混合气。电子控制燃油喷射系统(简称EFI)则利用系统中的各传感器,将监测到的发动机运行状态参数(如空气流量、发动机车速、进气压力、进气温度、冷却液温度、排气中氧的含量等)转换成电信号,输入到发动机电子控制单元(ECU)中,ECU根据这些信号,计算出喷油器的通电时间,并接通喷油器电路,使喷油器喷油,实现对喷油器的喷油时刻、喷油量进行精确的控制。

电控燃油喷射系统能实现混合气空燃比的高精度控制,使发动机在各种工况下空燃比达到较佳值、在各种运行工况下均能获得最佳浓度的混合气,从而实现提高功率、降低油耗、减少排气污染等功效。

2.1 电子控制燃油喷射系统的分类

重点掌握

- 速度密度控制型(D型)和质量流量控制型(L型)的特点
- 同时喷射、分组喷射和顺序喷射的特点

从20世纪60、70年代以来,欧、美、日的一些著名汽车公司都相继开发研制并实际应用了许多电子控制燃油喷射系统,它们类型不同、档次各异。现将现代汽车电子控制燃油喷射系统按一定的方式分类归纳,以便有一个较全面的了解和认识。

2.1.1 按燃油喷射部位分类

1. 缸内喷射

该喷射方式是通过喷油器将燃油直接喷射到气缸内(图2-1a)。因喷油器直接安装在发动机缸盖上,并以较高的燃油压力(3~4MPa)将燃油喷出,其本身必须能够承受燃气产生的高温、高压且受到发动机结构制约,目前这种形式的应用尚较少。如丰田D-4和三菱4G缸内喷射系统,目前还处于完善和提高阶段。

2. 进气管喷射

进气管喷射又称为缸外喷射(图2-1b),该喷射方式是通过安装在进气歧管内或进气门附近的喷油器,将燃油喷射后与空气混合形成可燃混合气后再进入气缸。与缸内喷射比较,喷油器不受缸内的高温、高压的直接影响,喷油压力不高(0.2~0.3MPa),结构简单,成本较低,是目前普遍采用的喷射方式。

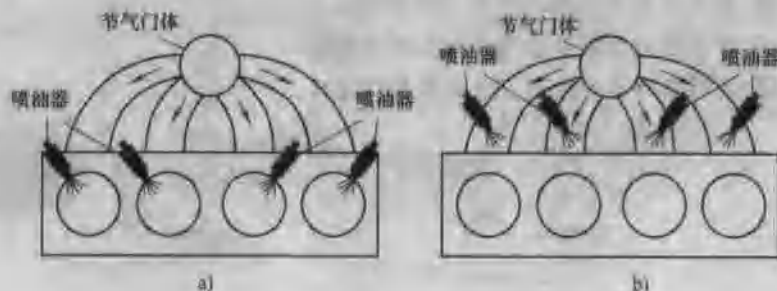


图2-1 喷油器喷油位置示意图

a) 缸内喷射 b) 进气管喷射