

全国高等职业教育汽车类规划教材

汽车发动机 电控系统检修

QICHE FADONGJI DIANKONG XITONG JIANXIU

刘庆国 朱仁学 主 编
任献忠 主 审



全国高等职业教育汽车类规划教材

汽车发动机电控系统检修

刘庆国 朱仁学 主编

任献忠 主审

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书根据职业教育的特点,为突出学生动手能力的培养,采用项目式教学方法,对汽车发动机电控系统的教学内容进行了有机整合,以发动机电控系统检修任务为主线,全面介绍了汽油机空气供给系统检修、汽油机燃油供给系统检修、汽油机电控系统检修、汽油机电控点火系统检修、汽油机辅助控制系统检修、电控汽油机综合故障诊断与排除、柴油机电控系统检修等内容。本书在介绍汽车发动机电控系统原理、结构、检修方法与故障诊断的同时,加强对岗位综合能力的培养。

本书可作为高职高专院校汽车检测与维修技术、汽车制造与装配和汽车电子技术等专业的教材,也可供汽车维修企业人员学习参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

汽车发动机电控系统检修 / 刘庆国, 朱仁学主编. —北京: 电子工业出版社, 2012.7

全国高等职业教育汽车类规划教材

ISBN 978-7-121-17657-9

I. ①汽… II. ①刘… ②朱… III. ①汽车—发动机—电子系统—控制系统—检修—高等职业教育—教材
IV. ①U472.43

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 160037 号

策划编辑: 程超群

责任编辑: 郝黎明 文字编辑: 裴杰 特约编辑: 邢世凯

印 刷: 北京丰源印刷厂

装 订: 三河市鹏成印业有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1 092 1/16 印张: 21.75 字数: 557 千字

印 次: 2012 年 7 月第 1 次印刷

印 数: 3 000 册 定价: 38.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

反侵权盗版声明

电子工业出版社依法对本作品享有专有出版权。任何未经权利人书面许可，复制、销售或通过信息网络传播本作品的行为，歪曲、篡改、剽窃本作品的行为，均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人应承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。

为了维护市场秩序，保护权利人的合法权益，我社将依法查处和打击侵权盗版的单位和个人。欢迎社会各界人士积极举报侵权盗版行为，本社将奖励举报有功人员，并保证举报人的信息不被泄露。

举报电话：(010) 88254396；(010) 88258888

传 真：(010) 88254397

E-mail: dbqq@phei.com.cn

通信地址：北京市万寿路 173 信箱

电子工业出版社总编办公室

邮 编：100036

**“全国高等职业教育汽车类规划教材” 编审委员会
成员名单（按姓氏笔画排序）**

主任委员：

陈开考 陈文华

副主任委员：

范小青 刘 健 朱仁学 李天真 李增芳

倪 勇 龚永坚 楼晓春 廖 君

秘书处：

王 强 吴汶芪（秘书长） 陈 宁 孟晋霞

委员名单：

马林才	方 俊	王 强	甘 伟	石锦芸	任海雷
任献忠	刘 健	刘敬忠	孙全江	孙华宪	孙培峰
朱仁学	江 同	吴壮文	吴汶芪	张朝山	张琴友
张 翠	李天真	李学智	李泉胜	李增芳	杜里平
来丽芳	杨培娟	邱英杰	陆叶强	陈天训	陈开考
陈文华	陈 宁	周明安	周梅芳	孟晋霞	巫少龙
范小青	金加龙	姜吾梅	胡允达	赵志刚	赵金祥
骆美富	倪 勇	翁茂荣	谈黎虹	郭伟刚	高奇峰
高照亮	黄会明	龚永坚	散晓燕	程 越	韩春光
楼晓春	廖 君	熊永森	魏小华	魏俞湧	魏 超

前 言

“汽车发动机电控系统检修”是职业院校汽车类专业的一门核心课程。为了使汽车类专业的学生能够更好地胜任汽车生产制造、汽车维修、汽车检测等相关企业岗位的工作需求，同时便于教师能够更全面、系统地讲授这门课程，编者采用工学结合人才培养模式，强化高职办学特色，提高学生职业技能，提升教学质量，改革了现有课程体系和教学方法，探索理论与实践一体化模式，加大课堂建设和改革力度，融“教”、“学”、“做”为一体，特编写了与生产实际紧密结合的《汽车发动机电控系统检修》一书。

本书采用“理-实”一体的编写思路，紧紧围绕着高素质技能型人才的培养目标，根据高职汽车类专业毕业生主要就业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，以市场常见国产合资品牌中欧、美、日、韩四大车系中的典型车辆为例。

本书项目以工作过程为导向，每个学习任务包含任务实施（实践部分）、相关知识（理论部分）和考评（考核部分）三个部分。实践部分以检修工作任务流程为主线，围绕故障码和检测数据，通过三大车系的典型结构，让学生反复训练，以达到规范操作流程和正常故障诊断思路的目的；理论部分以实用为主，体现了现代汽车电控发动机的基础性和实用性，并通过知识和技能拓展板块巩固和加强学生的理论知识和技能；考核部分提出了实践技能考评建议，同时增加学生基本素质方面的考核，建议将教学过程设计为咨询、计划、实施、考核四个阶段进行。

本书共有 8 个项目（包括 27 个学习任务）：项目一发动机电控系统认知；项目二汽油机空气供给系统检修；项目三汽油机燃油供给系统检修；项目四电控汽油机电电子控制系统检修；项目五汽油机电控点火系统检修；项目六汽油机辅助控制系统检修；项目七电控汽油机综合故障诊断与排除；项目八柴油机电控系统检修。

本书由杭州万向职业技术学院刘庆国、朱仁学担任主编，浙江经济职业技术学院任献忠担任主审。项目一由杭州万向职业技术学院朱仁学编写；项目二、三、四、六由杭州万向职业技术学院刘庆国编写；项目五、七由杭州万向职业技术学院熊标和浙江汽车职业技术学院尹学飞编写；项目八由杭州万向职业技术学院张丛伟编写。在本书编写过程中得到了相关单位领导和技术人员的大力支持，在此向所有参考资料的作者及支持本书编写的同行和朋友们致以衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中不足之处，望广大读者批评指正！

编 者

目 录

项目一 发动机电控系统认知	(1)
学习任务 认知发动机电控系统结构	(2)
项目二 汽油机空气供给系统检修	(13)
学习任务 1 认知空气供给系统	(14)
学习任务 2 空气供给系统检修	(23)
子任务 1 检修空气流量传感器	(23)
子任务 2 检修进气歧管绝对压力传感器	(34)
子任务 3 检修节气门位置/油门踏板位置传感器	(42)
项目三 汽油机燃油供给系统检修	(60)
学习任务 1 认知燃油供给系统	(62)
学习任务 2 燃油供给系统检修	(72)
子任务 1 检修电动燃油泵及控制电路	(72)
子任务 2 检修喷油器及控制电路	(84)
子任务 3 检测诊断燃油系统压力	(97)
项目四 电控汽油机电控系统检修	(106)
学习任务 1 认知电子控制系统	(107)
学习任务 2 电子控制系统主要元件检修	(118)
子任务 1 检修温度传感器及控制电路	(118)
子任务 2 检修转速传感器及控制电路	(132)
子任务 3 检修氧传感器及控制电路	(148)
子任务 4 检修 ECU 及电源电路	(164)
项目五 汽油机电控点火系统检修	(177)
学习任务 1 认知点火系统	(178)
学习任务 2 电控点火系统检修	(188)
子任务 1 检修爆震传感器及控制电路	(188)
子任务 2 检修点火模块及控制电路	(197)
项目六 汽油机辅助控制系统检修	(211)
学习任务 1 怠速控制系统检修	(212)
子任务 1 检修步进电动机式怠速控制阀及控制电路	(212)
子任务 2 检修旋转电磁阀式怠速控制阀及控制电路	(220)
学习任务 2 进气增压系统检修	(227)
学习任务 3 检修可变配气相位控制系统	(234)
学习任务 4 排放控制系统检修	(245)
子任务 1 检修废气再循环 (EGR) 控制系统	(245)
子任务 2 检修二次空气喷射系统	(251)

项目七 电控汽油机综合故障诊断与排除	(259)
学习任务 1 认知故障自诊断系统	(260)
学习任务 2 发动机不能启动故障检修	(275)
学习任务 3 发动机怠速运行不良的故障检修	(284)
学习任务 4 发动机加速无力故障的检修	(291)
项目八 柴油机电控系统检修	(300)
学习任务 1 电控分配泵系统检修	(301)
学习任务 2 电控泵喷嘴、单体泵柴油喷射系统检修	(314)
学习任务 3 电控共轨式柴油喷射系统检修	(325)
子任务 1 高压供油泵压力的检测	(325)
子任务 2 喷油器检测与维修	(331)
参考文献	(339)

项目一 发动机电控系统认知



项目导入

现代汽车电控系统主要体现在汽车电子技术的应用,自汽车诞生以来,汽车电子技术的发展主要经历了三个阶段:

第一阶段从 20 世纪 60 年代中期到 70 年代中期,主要是硅二极管整流的交流发电机和电子调节器的应用。

第二阶段从 20 世纪 70 年代末期到 90 年代中期,主要是电控汽油喷射系统、防抱死制动系统和电控点火系统的应用。

第三阶段为 20 世纪 90 年代中期以后,又增加了主动悬架系统、自动巡航系统、自动空调系统、电控安全气囊系统、电控门窗系统等在汽车上的应用。

随着全球电子技术的日新月异,特别是集成电路、大规模集成电路和超大规模集成电路的发展,推动了计算机控制技术在汽车技术上的应用并快速发展。发动机电子控制技术从单一的点火时刻控制和单一的燃油喷射空燃比控制开始,逐步扩展到发动机怠速控制、废气再循环(EGR)控制、燃油蒸发控制(EVAP)、可变进气控制、涡轮增压控制等多项内容的发动机综合控制系统,称为发动机集中控制系统,简称发动机电控系统 EMS (Engine Management System)。

电控发动机与化油器式发动机相比提高了发动机的动力性和经济性,降低了排放污染,改善了加速和减速性能,改善了发动机的启动性能,被广泛应用到现代汽车上。



知识目标

1. 叙述汽车发动机电控系统的发展历程
2. 掌握发动机电控系统的组成
3. 能分析发动机电控系统的优缺点



能力目标

1. 识记发动机电控系统各元件的名称及作用
2. 认知发动机电控系统各元件的安装位置
3. 根据具体车型规范完成工作页填写



职业素养

1. 具备良好的身体素质和健康的心理,以及较强的环境适应能力
2. 具有安全、环保意识和责任感





3. 具有细心观察事物的能力
4. 能听从老师的安排，及时完成下达的任务



工作任务

认知汽油发动机电控系统



项目实施要求

发动机电控系统是汽车电控系统的一个主要构成系统,本项目主要介绍了发动机电控系统的主要传感器、执行器和电子控制单元(ECU)的安装位置,以及各个系统的结构特点和工作原理。本项目通过对发动机各电控系统及组成部分的介绍和功能演示,使学生了解汽油发动机的电控系统组成,掌握各元件的名称、作用和安装位置。

学习任务 认知发动机电控系统结构

一、任务要求

认知发动机电控系统结构是学习发动机电控系统的基础,通过本任务的学习,了解发动机电控系统的类型和优点,熟知市场常见车型汽油发动机的电控系统组成,并能对发动机电控系统主要传感器、执行器识别和区分。组织该任务实施的导向图如图 1-1 所示。

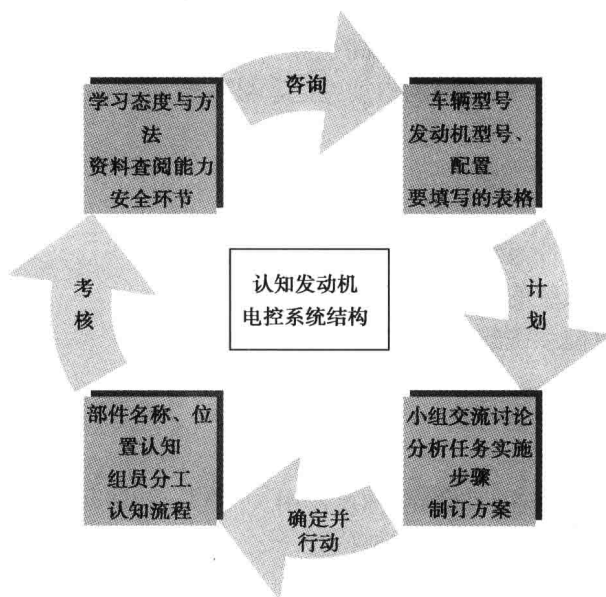


图 1-1 组织认知发动机电控系统结构任务实施的导向图

知识要求:

1. 叙述发动机电控系统的工作原理
2. 知道发动机电控系统的控制内容



能力要求:

1. 掌握发动机电控系统的功能
2. 能记住发动机电控系统各部件的安装位置
3. 具有分析各种发动机电控燃油喷射系统特点的能力

二、任务实施

1. 实施要求

需要具备电控汽车或电控发动机实训台和解剖教具等相关设备, 学生 10 人一组, 分成若干小组, 由组长协助老师维持纪律和任务的实施。

2. 实施步骤

丰田卡罗拉 GL 汽车或丰田 1ZR-FE 发动机实验台

1. 图 1-2 所示, 丰田 1ZR-FE 发动机电控系统结构图

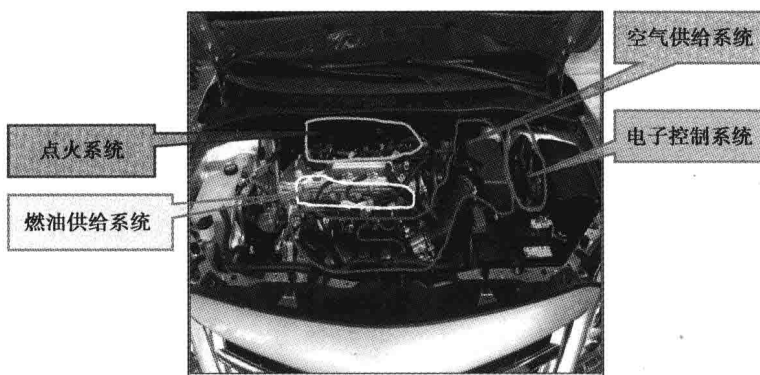


图 1-2 丰田 1ZR-FE 发动机电控系统

2. 认知 1ZR-FE 发动机电控系统部件

(1) 传感器认识的顺序: ①进气温度/空气流量传感器; ②节气门体 (节气门电动机和位置传感器); ③进气/排气凸轮轴位置传感器; ④冷却液温度传感器; ⑤曲轴位置传感器; ⑥爆震传感器; ⑦油门踏板位置传感器; ⑧氧传感器。

(2) 执行器认识的顺序: ①电动燃油泵; ②碳罐电磁阀; ③喷油器; ④进气/排气凸轮轴 VVT 电磁阀; ⑤带点火线圈的点火模块; ⑥辅助控制 (氧传感器加热器); ⑦节气门控制组件 (节气门电动机)。

(3) 找出电子控制单元 ECU, 记录其型号。

(4) 绘制电子控制单元 (ECU) 与各个传感器、执行器的连接框图, 注意信号线的指向。

别克凯越 LE 汽车或 F16D3 型发动机实验台

1. 图 1-3 所示, 凯越 F16D3 发动机电控系统结构图

2. 认知 F16D3 发动机电控系统部件

(1) 传感器认识的顺序: ①进气温度传感器; ②进气歧管绝对压力传感器; ③节气门位置传感器; ④霍尔式凸轮轴位置传感器; ⑤冷却液温度传感器; ⑥曲轴位置传感器; ⑦爆震传感器; ⑧辅助信号 (车速信号和空调器开关信号); ⑨氧传感器。



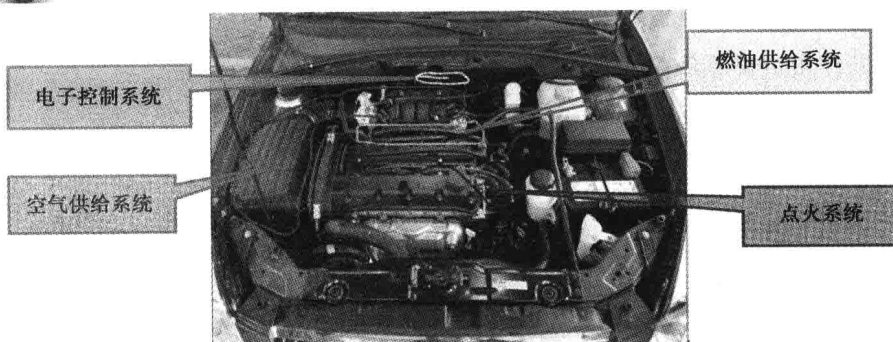


图 1-3 凯越 F16D3 发动机电控系统

(2) 执行器认识的顺序：①电动燃油泵（燃油泵继电器）；②碳罐电磁阀；③喷油器；④点火模块；⑤辅助控制（氧传感器加热器、进气歧管可变控制电磁阀、空调电磁离合器）；⑥怠速控制阀；⑦EGR 控制电磁阀。

(3) 找出电控单元 ECU，记录其型号。

(4) 绘制电控单元（ECU）与各个传感器、执行器的连接框图，注意信号线的指向。

大众 3000 轿车或桑塔纳 BKT 发动机实验台

1. 图 1-4 所示，桑塔纳 BKT 发动机电控系统结构图

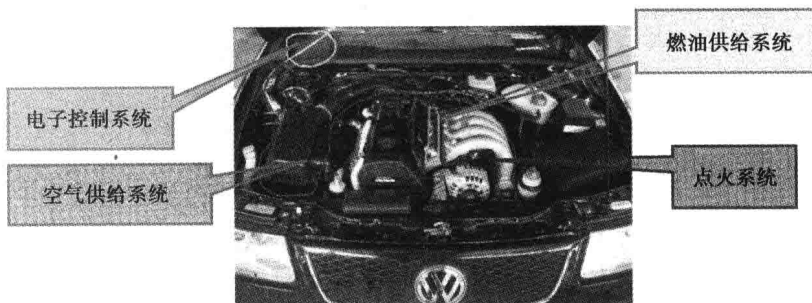


图 1-4 桑塔纳 BKT 发动机电控系统

2. 认知 BKT 发动机电控系统部件

(1) 传感器认识的顺序：①进气温度/空气流量传感器；②节气门定位计与节气门电位计；③霍尔式凸轮轴位置传感器；④冷却液温度传感器；⑤曲轴位置传感器；⑥爆震传感器；⑦辅助信号（车速信号和空调器开关信号）；⑧氧传感器；⑨油门踏板位置传感器。

(2) 执行器认识的顺序：①电动燃油泵；②碳罐电磁阀；③喷油器；④带输出驱动级的点火模块；⑤辅助控制（氧传感器加热器、空调电磁离合器）；⑥节气门控制组件（怠速阀）。

(3) 找出电子控制单元 ECU，记录其型号。

(4) 绘制电子控制单元（ECU）与各个传感器、执行器的连接框图，注意信号线的指向。

信息检索：通过网络或图书馆查阅这三款车发动机的控制系统有什么区别？

三、相关知识

1. 汽车发动机电控系统

汽车发动机电控系统（简称 EMS）通过电子控制手段对发动机点火、喷油、空气与燃油





的比率、排放废气等进行优化控制,使发动机工作在最佳工况,达到提高性能、安全、节能、降低废气排放的目的。如图 1-5 所示,汽车发动机电控系统主要包括:

- 燃油喷射控制;
- 点火系统控制;
- 怠速控制;
- 尾气排放控制;
- 进气控制;
- 增压控制;
- 失效保护;
- 后备系统;
- 诊断系统。

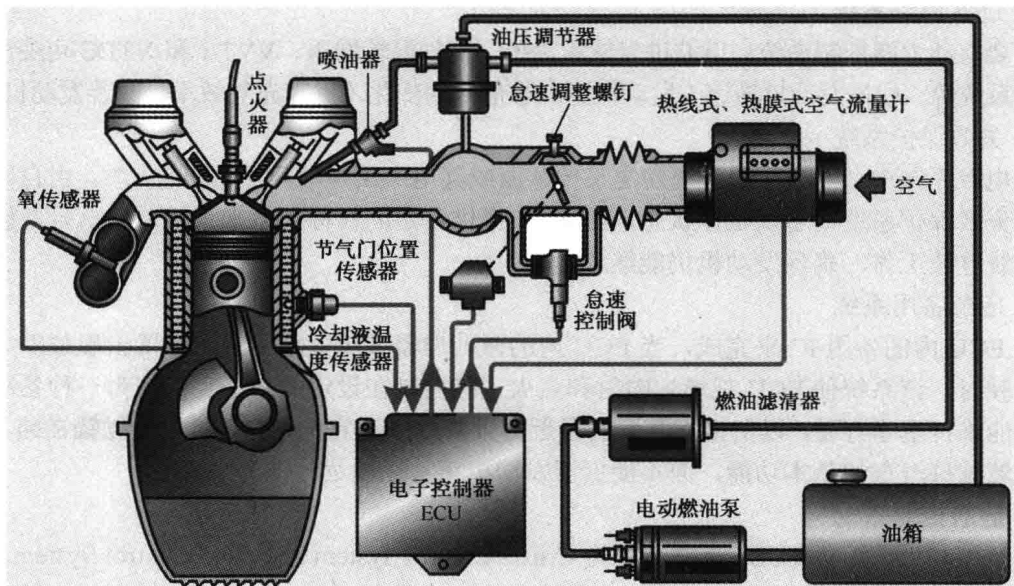


图 1-5 汽车发动机电子控制系统

另外,随着网络、集成控制技术在汽车上的广泛应用,作为汽车控制主要单元的 EMS 系统通过 CAN (Controllers Area Network) 总线与其他控制系统,例如,安全系统如制动防抱死系统 ABS (AUTO Brake System)、牵引力电子稳定装置 ESP (Electronic Stability Program),底盘系统如主动悬挂 ABC (Active Body Control)、巡航控制系统 CCS (Speed Control System 或 Cruise Control System),以及空调、防盗、音响等系统形成一个汽车局域网络,实现信息共享,并可以集成优化统一控制。

2. 发动机电控系统功能及组成

发动机电控系统是目前汽车发动机广泛应用的控制系统,主要的子控制系统包括电控燃油喷射系统、电控点火系统和其他辅助控制系统。

● 电控燃油喷射系统 (EFI)

ECU 主要根据进气量确定基本的喷油量,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,使发动机在各种运行工况下均能获得最佳浓度的混合气。电控燃油喷射主要包括喷油量、喷射正时、燃油停供和燃油泵的控制。



● 电控点火系统 (ESA)

ESA 的功能是点火提前角控制。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,从而改善发动机的燃烧过程,防止发动机爆震。

● 怠速控制系统 (ISC)

在发动机负荷变化的情况下,保持规定的怠速转速。在急减速时,保持进入进气歧管的空气流量,以防止失速和产生浓混合气,并降低尾气排放量。

● 排放控制系统

发动机电控系统的排放控制主要包括:曲轴箱通风(PCV, positive crankcase ventilation);燃油蒸发排放控制(EVAP, evaporative emission);废气再循环(EGR, exhaust gas recirculation);三元催化剂(TWC, three way catalyst);二次空气喷射(AIS, air injection system)等,主要作用是减少污染,提高汽车的环保性能。

● 进气控制系统

主要有动力阀控制系统、谐波进气增压系统、废气涡轮增压、VVT-i 和 VTEC 可变配气相位控制系统等,根据发动机转速、发动机温度等信号的变化,提高充气效率,改善发动机性能。

● 失效保护系统

在电控系统中,当自诊断系统判定某传感器或其电路出现故障(即失效)时,由自诊断系统启动失效保护系统而进入工作状态,给 ECU 提供设定的目标信号来代替故障信号,以保持控制系统继续工作,确保发动机仍能继续运转。

● 应急备用系统

由 ECU 内的备用 IC 来完成,当 ECU 内的微处理器或少数重要的传感器出现故障、车辆无法行驶时,该系统使 ECU 把燃油喷射和点火正时控制在设定的水平上,作为一种备用功能使汽车能维持基本行驶,以便把汽车开到最近的维修站或适宜的地方,不至于抛锚在路上。该系统只能维持汽车的基本功能,而不能保证发动机正常性能运行。

● 巡航控制系统

巡航控制系统简称 CCS,英文名称为 Crusie Control System 或 Speed Control System,这是一种减轻驾车员疲劳的装置。当汽车在长距离的高速公路行驶时,打开巡航控制系统就可以自动将汽车稳定在预定的速度上,避免了驾驶员长时间脚踏油门踏板之苦。同时,它还能在巡航状态下对预定的车速进行加速和减速的调节。

● 自诊断与警告提示

当检测到有故障时,仪表盘上的故障指示灯“CHECK ENGINE”点亮,以警告驾驶员或维修人员。在使用中,点火开关接通,发动机没有启动或启动后的短时间内,“故障指示灯”点亮是正常现象,当启动后几秒内或发动机达到一定转速(一般为 500r/min)后,“故障指示灯”应熄灭。

(1) 传感器

所谓的传感器,简单来说,就是能够感测到外在环境中物理状态变化的电子组件,而其中的物理变化,则包括速度、温度与电量等。最早的车用传感器是应用在感测发动机或是驱动系统的状态,包括:氧气、流体、温度、电压与电流等。主要包括温度传感器、压力传感器、空气流量传感器、转速传感器、曲轴位置传感器、爆震传感器、节气门位置传感器、氧传感器等。

① 温度传感器。汽车用温度传感器主要用于检测发动机温度、吸入气体温度、冷却液温度、燃油温度及催化温度等。温度传感器有热敏电阻式、线绕电阻式和热偶电阻式三种主要类





型。这三种类型传感器各有特点，其应用场合也略有区别。

② 压力传感器。压力传感器主要用于检测进气歧管负压、大气压、涡轮发动机的升压比、汽缸内压、油压等。吸气负压式传感器主要用于吸气压、负压、油压检测。汽车用压力传感器应用较多的有电容式、压阻式、差动变压器式（LVDT）、表面弹性波式（SAW）。

③ 流量传感器。流量传感器主要用于发动机空气流量和燃料流量的测量。进气量是燃油喷射量计算的基本参数之一，空气流量传感器的功能：感知空气流量的大小，并转换成电信号传输给发动机的电子控制单元。空气流量的测量用于发动机控制系统确定燃烧条件、控制空燃比、启动、点火等。

④ 转速传感器。用在发动机上的转速传感器有曲轴位置传感器和凸轮轴位置传感器两种类型，主要用于检测发动机曲轴位置、发动机转速，以及判断一缸压缩上止点等信号，输入电子控制单元（ECU），以便确定点火时刻和喷油时刻，目前常用的有磁电式、霍尔式和光电式三种类型。

⑤ 爆震传感器。爆震传感器用于检测发动机的振动，通过调整点火提前角控制来避免发动机发生爆震。为了最大限度地发挥发动机功率而不产生爆燃，点火提前角应控制在爆燃产生的临界值，当发动机产生爆燃时，传感器将爆燃引起的震动转变成电信号，并传给电子控制单元，电子控制单元以此信号来控制点火提前角的大小。检测爆震常用的方法有三种：一是检测汽缸压力；二是检测发动机机体振动；三是检测发动机燃烧噪声，其中目前应用最广的是检测发动机机体振动。

⑥ 节气门位置传感器。节气门位置传感器的功能是将发动机节气门的开度信号转变成电信号，并传递给电子控制单元，用以感知发动机的负荷大小和加减速工况。最常用的是可变电阻式节气门位置传感器，但该传感器存在机械磨损，使用久了信号会失准，现代一些中高档车型逐渐开始采用非接触霍尔式节气门位置传感器。

（2）执行器

执行器用来精确无误地执行 ECU 发出的命令信号。一般是由 ECU 控制执行器电磁阀线圈的搭铁回路，也有的是 ECU 控制某些电子控制电路，如电子点火控制器等。目前，汽车电控系统的执行器类型繁多，结构与功能不尽相同。在发动机电控系统中执行器主要包括：①电磁式喷油器；②点火控制模块；③怠速空气控制阀；④EGR 阀；⑤进气控制电磁阀；⑥EVAP 电磁阀；⑦燃油泵继电器；⑧冷却风扇继电器等。

3. 自动控制类型

所谓自动控制是采用控制装置使被控制对象（如机器设备的运行或生产过程的进行）自动地按照给定的规律运行，使被控制对象的一个或数个物理量（如电压、电流、速度、位置、温度、流量等）能够在一定的精度范围内按照给定的规律变化。

现代汽车电子控制系统通常采用电子设备（如计算机）作为自动控制系统的控制装置。根据工作原理有三种控制形式：开环控制、闭环控制和自适应控制。

（1）开环控制的组成与特点

① 开环控制的组成，如图 1-6 所示。

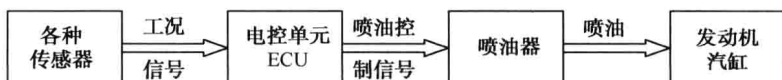


图 1-6 开环控制示意图



② 开环控制的特点。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,其电子控制单元(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。

(2) 闭环控制的组成与特点

① 闭环控制的组成,如图1-7所示。

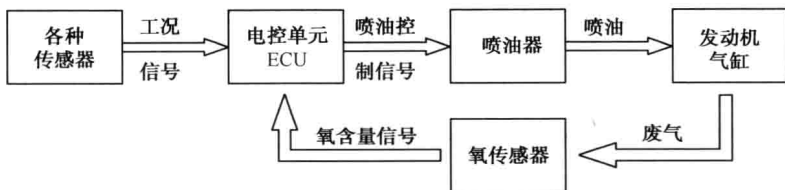


图 1-7 闭环控制示意图

② 闭环控制的特点。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。测量元件对被控对象的被控参数进行测量,将被测参数变成电压(或电流)信号,并反馈给控制器,控制器将反馈回来的信号与给定值进行比较,修正输出控制。如喷油量控制用氧传感器来检测排气管中尾气的含氧量以实现空燃比的闭环控制;点火时刻是通过爆震传感器检测是否爆震作为反馈信号来实现点火闭环控制的。

专 | 家 | 点 | 睛

开环和闭环控制各有特点,现代发动机电控系统大多同时采用开环和闭环控制两种模式。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两种模式相互转换协调工作,确保发动机正常工作。

③ 自适应控制。自适应控制系统就是随着环境条件或结构参数产生不可预计的变化时,系统本身能够自行调整或修改系统的参数值,使系统在任何环境条件下都保持有满意性能的控制。换句话说,自适应控制系统是一种“自身具有适应能力”的控制系统。在发动机控制系统中,自适应控制得到了广泛的应用,点火时刻、喷油时间及空燃比等的控制都采用了自适应控制方式。

四、知识和能力拓展

1. 发动机电控系统的优点

(1) 能提供发动机在各种运行工况下最合适的混合气浓度,使发动机在各种工况条件下保持最佳的动力性、经济性和排放性能。

(2) 电控燃油喷射系统配用排放物控制系统后,大大降低了HC、CO和NO_x三种有害气体的排放。

(3) 增大了燃油的喷射压力,因此雾化比较好;由于每个汽缸均安装一个喷油器(多点喷射系统),所以各缸的燃油分配比较均匀,有利于提高发动机运转的稳定性。



(4) 当汽车在不同地区行驶时, 对大气压力或外界环境温度变化引起的空气密度的变化, 发动机电子控制单元 (ECU) 能及时准确地作出补偿。

(5) 在汽车加减速行驶的过渡运转阶段, 燃油控制系统能够迅速地作出反应, 使汽车加速、减速性能更加良好。

(6) 具有减速断油功能, 既能降低排放, 也能节省燃油。减速时, 节气门关闭, 发动机仍以高速运转, 进入汽缸的空气量减少, 进气歧管内的真空度增大。在化油器系统中, 此时会使黏附于进气歧管壁面的燃油由于进气歧管内真空度骤升而蒸发后进入汽缸, 使混合气变浓, 燃烧不完全, 排气中 HC 和 CO 的含量增加。而在电控燃油喷射发动机中, 当节气门关闭而发动机转速超过预定转速时, 喷油就会减少或停止, 使排气中 HC 和 CO 的含量减少, 降低燃油消耗。

(7) 在进气系统中, 由于没有像化油器那样的喉管部位, 因而进气阻力减小。再加上进气管道的合理设计, 就能充分利用吸入空气惯性的增压作用, 增大充气量, 提高发动机的输出功率, 增加动力性。

(8) 在发动机启动时, 发动机电子控制单元 (ECU) 通过进气温度传感器、水温传感器等信号计算出启动时所需的供油量, 使发动机启动容易, 暖机更快, 暖机性能提高。

2. 现代汽车电子控制系统的发展趋势

(1) 单独控制

早期的汽车电控系统多采用一个 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。

(2) 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。现代汽车一般都采用集中控制系统。

(3) Can-Bus 总线技术

Can-Bus 总线技术是“控制器局域网总线技术 (Controller Area Network-BUS)”的简称, 它具有极强的抗干扰和纠错能力, 最早被用于飞机、坦克等武器电子系统的通信联络上。将这种技术用于民用汽车最早起源于欧洲, 在汽车上, 这种总线网络用于车上各种传感器数据的传递。

通过遍布车身的传感器, 汽车的各种行驶数据会被发送到“总线”上, 这些数据不会指定唯一的接收者, 凡是需要这些数据的接收端都可以从“总线”上读取需要的信息, 各种传感器的信息可以实现共享。Can 总线的传输数据非常快, 可以达到每秒传输 32bytes 有效数据, 这样可以有效保证数据的实效性和准确性。传统的轿车在机舱和车身内需要埋设大量线束以传递传感器采集的信号, 而 Can-Bus 技术在汽车上的应用, 减少了汽车车体内线束和控制器的接口数量, 避免了过多线束存在的互相干涉、磨损等隐患, 降低了汽车电气系统的故障发生率。另外, 在 Can-Bus 技术的帮助下, 汽车的防盗性、安全性都得到了较大幅度的提升。例如, 在启动车辆时, 确认钥匙合法性的信息会通过 Can-Bus 总线进行传递, 其校验的信息比以往的防盗系统更为丰富。车钥匙、发动机电子控制单元和防盗电子控制单元互相存储对方信息, 校验码中还掺杂了可变码, 从而大幅度提高了汽车的防盗能力。

