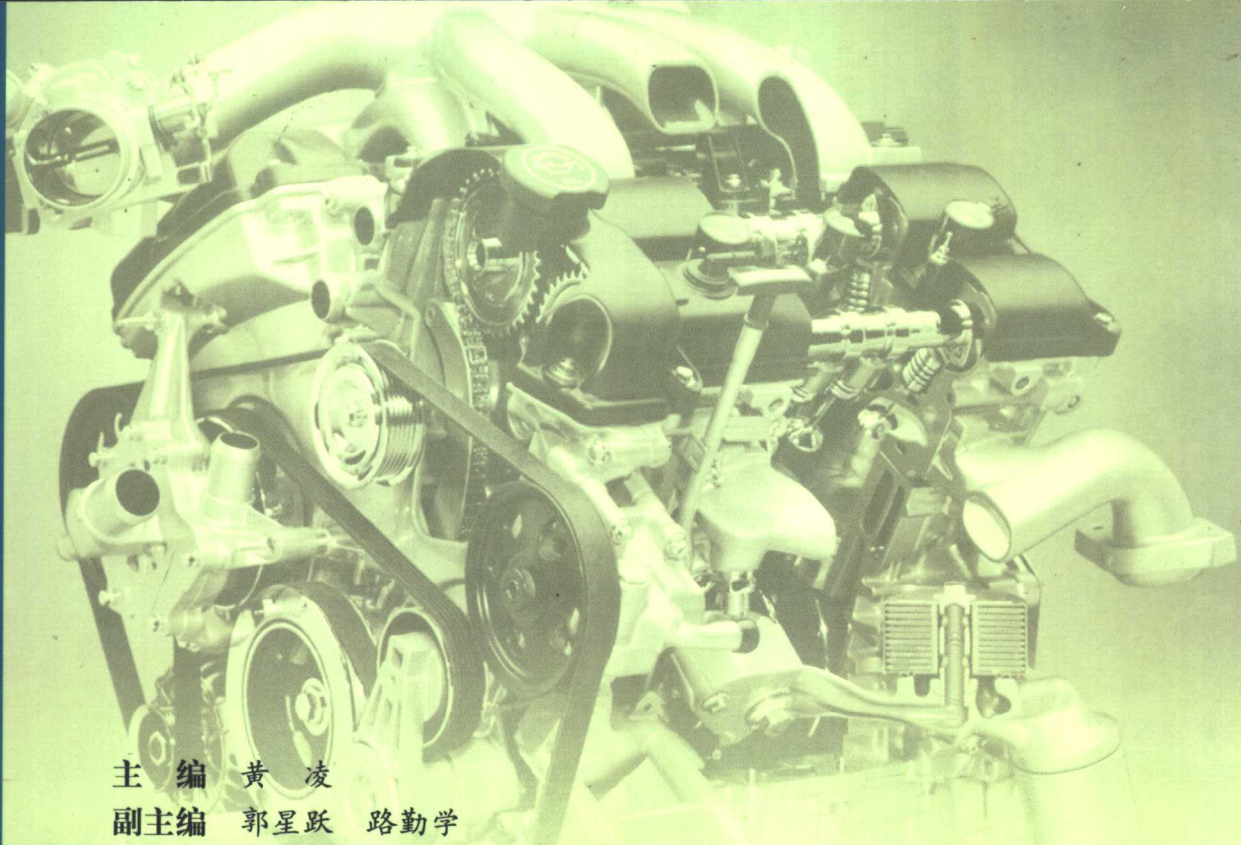


零点起飞 · 轿车新技术新结构维修技能实训系列



主 编 黄 凌
副主编 郭星跃 路勤学

轿车电控发动机 维修技能实训

常见故障的**症状**是什么？

可能发生故障的**部位**在哪里？

这些故障**如何**解决？

揭开汽车神秘面纱，从这里**零点起飞**！

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

零点起飞·轿车新技术新结构维修技能实训系列

轿车电控发动机维修技能实训

主 编 黄 凌

副主编 程星跃 路勤学



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书详细介绍了轿车电控发动机的基础理论知识和基本维修技能,介绍了最近生产的国产轿车及部分进口轿车电控发动机的典型结构特点、故障诊断方法及维修技术,并精选大量典型维修案例加以分析,既有针对性,又有实用性,为广大汽车维修人员快速掌握电控发动机的维修技能提供了一条捷径。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

轿车电控发动机维修技能实训/黄凌主编. —北京:北京理工大学出版社,2005.6

(零点起飞·轿车新技术新结构维修技能实训系列)

ISBN 7-5640-0428-2

I. 轿… II. 黄… III. 轿车-电子控制-发动机-车辆维修
IV. U469.110.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 135728 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(发行部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

电子邮箱 / chiefedit@bitpress.com.cn

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京圣瑞伦印刷厂

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 20.5

字 数 / 491 千字

版 次 / 2005 年 6 月第 1 版 2005 年 6 月第 1 次印刷

印 数 / 1 ~ 4000 册

定 价 / 32.00 元

责任校对 / 陈玉梅

责任印制 / 李绍英

图书出现印装质量问题,本社负责调换

前 言

随着我国国民经济的迅速发展,汽车工业已成为我国的支柱产业。近年来,我国汽车(尤其是轿车)的数量迅速增加,特别是加入 WTO 以后,中国将有可能成为世界上最大的汽车市场。在此背景下,从事汽车运用、检测和维修等工作的各类职业人员日益增多,而作为培养汽车专业人才的职业技术教育正处于初期发展阶段。近几年随着各地职业技术学院和职业技能培训及鉴定机构的大量涌现,职业教育呈现出良好的发展势头。然而,适合汽车维修专业职业技能培训的教材少之又少。由于众多新技术、新结构在汽车上的应用,现代汽车无论从结构与原理上,还是汽车的使用与维修上均与传统汽车有着根本的区别。传统的汽车维修技术和工艺已远远不能适应现代汽车工业的发展。

为满足各职业技术学院、职业技能培训部门以及广大汽车维修人员的迫切需要,我们结合职业教育注重实践的教学特点,精心策划编写了“零点起飞·轿车新技术新结构维修技能实训系列丛书”。此套教材包括:

- (1)《轿车电控发动机维修技能实训》;
- (2)《轿车自动变速器维修技能实训》;
- (3)《轿车 ABS/ASR 维修技能实训》;
- (4)《轿车安全气囊 SRS 维修技能实训》;
- (5)《轿车电控防盗系统维修技能实训》;
- (6)《轿车全自动空调系统维修技能实训》。

《轿车电控发动机维修技能实训》较详细地介绍了电控发动机的基础理论知识和基本维修技能,它以最近生产的国产轿车及部分进口轿车电控发动机为例,简要地介绍了典型结构特点、故障诊断方法及其维修技术,并精选大量典型维修案例加以分析。本书实用性强,内容丰富,涉及车型广,所选实例具有广泛的代表性,通俗易懂,图文并茂,既有针对性,又有实用性,为广大汽车维修人员快速掌握电控发动机的维修技能提供了一条捷径。本书适用于高职高专、培训学校、职业技能培训及鉴定机构作为汽车维修工的技能培训教材,同时也可供广大汽车维修检测人员及汽车教学人员阅读参考。

在本书编写过程中,我们参阅了大量的文献资料,并得到了许多汽车维修同行,特别是朱军、王凯明、李东江等知名专家的大力支持和帮助,在此特向他们表示诚挚的谢意!

由于编者水平有限,时间仓促,书中难免有错误和不妥之处,恳请读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 概述	(1)
第二章 电控发动机基本结构原理	(6)
第一节 电控发动机基本结构原理	(6)
第二节 典型电控系统简介	(10)
第三章 电控发动机维修基础知识	(28)
第一节 维修安全及注意事项	(28)
第二节 常用工具及诊断设备	(29)
第三节 电控发动机维修要领及误区	(37)
第四章 电控发动机常见故障诊断	(47)
第一节 故障诊断基本原则和方法	(47)
第二节 故障代码分析与运用	(53)
第三节 数据流分析与运用	(68)
第四节 发动机电控系统常见故障的诊断	(112)
第五章 燃油供给系统的检修	(143)
第一节 基本结构及特点	(143)
第二节 燃油供给系统的检修	(150)
第三节 典型实例维修及分析	(161)
第六章 空气供给系统的检修	(172)
第一节 基本结构及特点	(172)
第二节 空气供给系统的检修	(183)
第三节 典型实例维修及分析	(200)
第七章 排放控制系统的检修	(216)
第一节 基本结构与原理	(216)
第二节 排放控制系统的检修	(223)
第三节 典型实例维修及分析	(233)
第八章 点火控制系统的检修	(244)
第一节 基本结构组成及原理	(244)
第二节 点火控制系统的检修	(253)

第三节 典型实例维修及分析·····	(262)
第九章 发动机控制系统的检修·····	(270)
第一节 基本结构组成及特点·····	(270)
第二节 电子控制系统的检修·····	(273)
第三节 典型实例维修及分析·····	(282)
第十章 发动机疑难故障会诊·····	(290)
第一节 疑难故障排除的方法·····	(290)
第二节 典型实例维修及分析·····	(300)
参考文献·····	(321)

第一章 概述



本章导读

随着汽车技术的飞速发展和人们对安全、舒适、节油及环保要求的提高,电控发动机在汽车上的应用已经普及。作为汽车维修和检测人员,为适应现代汽车新技术发展的需要,必须主动去了解、认识电控发动机,为下一步的学习作好铺垫。



重点提示

电子技术的迅猛发展为汽车技术的改进提供了条件,在人们对提高汽车综合性能的渴望中,各种车用电控系统应运而生。日趋严重的环境污染和接连不断的石油危机,迫使人们对汽车的排放控制和节能提出更高的要求;频频发生的交通事故给人们的生命和财产带来极大的威胁,这不但要求人们提高自身的安全意识,而且对汽车行驶的安全性能提出了更高的要求。

一、汽车电子控制发动机系统的发展概况

早在 20 世纪 60 年代,由于工业发达国家汽车拥有量的增加,汽车的排放对大气的污染已相当严重。为此,美国、德国和日本等工业发达国家先后制定了严格的汽车排放法规,用以限制汽车尾气排放中 CO 、 HC 、 NO_x 等有害物质的排放量。到了 70 年代中期,工业发达国家又受到两次能源短缺危机,这些国家又相继制定油耗法规。由于这两个法规的要求,迫使机械点火系统必须进行技术改进,以减少有害物质的排放量和节约燃油。

在 60 年代后期,电子工业的发展带动了汽车工业的发展。单片微型计算机的产生推动了汽车电控化的发展。1967 年,德国博世公司研制成功 K-Jetronic 机械式汽油喷射系统。1982 年,博世公司又推出 KE-Jetronic 机电结合式汽油喷射系统。在 1993 年以前生产的奔驰和奥迪轿车上,大多数采用的是 KE-Jetronic 系统。

1967 年,博世公司所研制的 D 型 EFI 系统,就是利用进气支管的绝对压力信号和计算机来控制 A/F 空燃比,并装备在奔驰 280SE 轿车上,使汽车的排放首先达到了美国加州的排放标准。

1973 年,博世公司又改进发展成 L 型 EFI 系统,L 型系统是利用叶片式空气流量计直接测量进气管内的进气量,使进气量的检测精度大大提高。同年,美国通用汽车公司改进了发动机点火技术,使用了集成电路 IC 式点火控制器。

1976 年,美国克莱斯勒公司生产的汽车开始使用微机控制点火系统。

1977 年,美国通用汽车公司也开始采用微机控制点火系统。

同年,美国福特公司和日本东芝公司开发出同时控制点火时刻、废气再循环、二次空气喷射的 EEC 系统,并在汽车上使用。1978 年,福特公司在 EEC 系统的基础上又改进成 EEC-II 系统,随后又改进成 EEC-III 系统,80 年代又改进成 EEC-IV 系统。

而在 1979 年,博世公司又在 L 型 EFI 的基础上,研制出将点火控制和燃油喷射控制组合在一起的数字式燃油喷射系统,成为广泛采用的 Motronic-Jetronic 系统。

在 1979 年和 1980 年,日本日产汽车公司和丰田汽车公司又研制成 ECCS 和 TCCS 系统,这

两大系统都是综合控制点火、空燃比、怠速、爆震、废气再循环。

1981年,博世公司又在L型的基础上,改进而成LH-EFI系统。该系统用热线式空气流量计取代了叶片式空气流量计,取名为LH-Jetronic系统,使进气量的测量更为精确。

进入20世纪90年代,国产轿车开始使用电子汽油喷射技术。特别是2002年后生产的汽油机已全部装备了电子汽油喷射系统。

二、汽车电子技术在发动机上的应用



重点提示

汽车电子技术的应用是从某些电子装置代替机械部件开始的。

汽车电子技术的应用可分为三个阶段:第一阶段,电子装置代替某些机械部件;第二阶段,电子技术完成了某些机械装置无法完成的复杂控制任务;第三阶段,电子装置成为汽车设计中必不可少的装置,它能自动承担汽车的基本控制任务,并能处理外部和内部的各种信息。

1. 电子点火系统

电子点火系统是指利用半导体器件(如三极管、可控硅)替代传统点火系的机械开关,接通或断开初级电流的点火系统。电子点火系统由微机、传感器及其接口、执行机构等几部分组成。该系统可对传感器送来的发动机各种参数进行运算、判断,进行点火时刻的调节,这样可以节约燃料、减少空气污染。根据储能方式不同,电子点火系统可以分为电感点火系统和电容点火系统两大类。

2. 电控燃油喷射系统

电子控制燃油喷射系统(简称EFI)是用计算机控制燃油供给量的装置,因其性能优越而日益得到普及。它能在各种工况下精确地控制混合气空燃比,使各缸混合气的分配在质与量两个方面都较为均匀,从而使各缸都能获得良好的混合气,保证燃烧完全、及时,保证发动机始终工作在最佳状态,并能够使发动机在输出一定功率的条件下最大限度地节油和净化空气。与传统的化油器装置相比,它具有易于启动发动机,且启动时间短,省油、排放污染少、加速性能好以及动力性强等优点。到20世纪70年代后期,电子控制化油器及电子控制燃油喷射系统快速发展。电控喷油技术比电子点火系统要复杂得多,它使精确及灵活的控制成为可能,使直喷式汽油机的梦想得以实现,并达到稀薄燃烧,可大大改善燃烧效率,提高燃油经济性(约15%),并改善发动机排放以及冷启动、瞬时加速、过渡状态的平稳性等性能。国外20世纪80年代以后的小型汽车普遍采用这种装置,我国近年来也大力普及这种装置,逐渐淘汰了化油器。

空气/燃油混合电子控制喷射系统,即通过空气流量传感器与电子控制器监控发动机状况,利用电磁式喷油器开启时间的变化来增减供油量、调整混合比。计算机是根据空气流量、发动机温度、发动机转速、进气温度、节流阀位置、进气压力及氧传感器的信息进行控制的。

电控燃油喷射系统用于汽车已20多年。在这期间,电控技术有了很多改进,特别是直喷式汽油机的推广,推动了发动机电子控制系统的发展。该系统将原来各自独立的电子控制燃油喷射系统与电子控制点火系统组合在一起,共用一套传感器,共用一个控制单元,使喷油与点火正时达到精确的优化匹配,使发动机能更好地适应各种工况及外部环境。其工作机理主要是根据发动机转矩的需求来控制发动机的各种工况及负荷。转矩需求的输入信号主要是根

据驾驶员操纵加速踏板的状态,同时也考虑其他系统,如防抱死制动及驱动防滑电子控制系统的输入信号。发动机的外部负荷及内部控制功能,如发动机的启动、怠速速度控制、三元催化转换器的加热等,也都组合在一起。所有这些输入数据皆由电子控制单元加权处理并转换成简单的转矩要求,以此确定每一个特定工况的节气门位置、点火提前角及喷油量。用这种优化匹配的结果,既可降低油耗,又可降低排放。

3. 直喷柴油机

欧洲对直喷柴油机有很大兴趣,它比现有柴油机有更高的燃烧效率,因而有更低的油耗及排放,人们称之为第三代直喷式柴油机。这种柴油机比预燃室柴油机的燃油效率高 10% ~ 15%。美国过去在轻型车上采用柴油机很少,轿车低于 1%,轻型载货汽车也只有 5% 左右。但现在美国三大汽车公司也都很关注这种柴油机,这种机型对燃油喷射系统有更高的要求,不仅喷射压力高,而且在主喷油过程中要改变燃油喷射量,或将很短的喷油过程分为几个阶段进行。因此,更加促进了电子控制燃油喷射技术的发展。

4. 连续可变气门正时及升程

发动机采用电子控制的另一个新领域就是连续可变气门正时及升程。通用汽车公司将此结构用于雪佛兰车型上。福特汽车公司已在其 1.7 L 发动机上应用。丰田汽车公司则在其 3 L 的直列 6 缸发动机(用于丰田 1998 年的 Supra 及 GS300、SC300 车型),以及 4 L 的 V8 发动机(用于 LS400 及 GS400 车型)上作为标准装置投放于美国市场。除了可以降低排放及降低油耗外,还可加大输出功率。本田及福特首先将这种结构用于低档车,他们正在开发一种液力驱动式气门机构,可取消凸轮轴、推杆、摇臂等气门驱动机构,用到 6.4 L 的 V8 机(轻卡)上。西门子公司也在研究电磁式气门,这都将为电子控制开辟新的应用领域。

5. 电子控制节气门

电子控制节气门是一种发展较快的电子技术。通用、丰田、西门子以及菲亚特公司均已开始生产并装于汽车上。此装置可替代行驶车速控制系统。在欧洲这一技术发展较快,现已从豪华高档车发展到普通国民车(大众汽车公司的新型甲壳虫车的涡轮柴油机上)。

6. 发动机其他电子控制装置

除上述之外,在发动机上利用电子技术的还有废气再循环系统、怠速控制系统、电动汽油泵系统、发动机输出系统、冷却系统、发动机排量控制系统、节气门正时控制系统、二次空气喷射系统、发动机增压系统、油气蒸发系统、系统自我诊断系统等。

由于排放的要求越来越严格,对降低油耗的压力也越来越大,降低 CO 对汽车来说也就是降低油耗,这都要求对发动机的燃烧过程有更好的控制。而目前的传感器及微处理器的运算能力、存储能力都还不理想,这将是今后的一项重要课题。

三、电子控制模块的发展



重点提示

20 世纪 70 年代,电子控制单元承受不了发动机舱内恶劣的工作环境,都装在客舱内的前围下方,因此,就有大量的线束穿过前围板进入发动机舱。到了 80 年代,一些新材料开发出来,使控制单元可以进入发动机舱,但仍远离发动机。新一代电子模块已可以做得非常紧凑,不仅可装在发动机舱内,而且可以装在发动机上,

因而大大简化了布线。这种模块采用了不同的技术,有很强的功能,其尺寸小,具有更强的计算能力。同时能耐高温环境,并能承受强烈的振动,将更多的控制功能集成于一体。

克莱斯勒汽车公司开发的动力传动系统控制模块 SBEC III A,是一种第三代的单板电子控制器。它具有先进的爆震控制系统响应,能从爆震传感器输出信号和发动机转速区分出噪声与爆震。它能提供很低的怠速转速,即保持 500 r/min 的稳定转速。而当蓄电池电压过低需提高充电率时,或在停放车辆过程中需加大动力转向助力时,或需要使用空调降低车内温度时,可将怠速转速提高到 650 r/min。这种控制器的软件可在任何时候进行更新,如需要改变性能或改变排放控制,在装配厂或经销商处就可以很快地更改,比更换整个控制器便宜得多。由此可以看出在发动机电子控制方面的技术进步及集成化、模块化的趋势。今后,将会把电子控制节气门、电子控制变速器、行驶速度控制器等都集成为一个动力传动系统电子控制模块。利用控制功能集中化,就可以不必按功能不同设置传感器和 ECU,而是将多种控制功能集中到一个 ECU 上,不同控制功能可使用一个共同的传感器,按这种控制方式组成的控制系统称为集中控制系统(Integrated Control)。

四、现代汽车维修人员必须具备的基本知识和技能



重点提示

由于现代汽车已发展成为一个复杂的综合性电控系统,是一个典型的机电一体化产品,因此,仅靠传统的汽车机械知识,已远远不能满足正确使用与维修的需要,例如如何正确利用车辆上的警示灯(SRS 警示灯和 ABS 警示灯等)、维修指示灯(MIL)来判断车辆技术状况;如何在使用与维修中防止安全气囊误爆,以及安全气囊触爆后应如何解决;如何正确设置和解除汽车及音响防盗系统;如何正确使用电子调节空气悬架的模式选择开关;以及电控系统一旦出现故障时,如何正确的进行检查和维修等,要回答上述问题,现代汽车的驾驶员与维修工必须掌握以下基本知识和技能,仅靠传统的经验是无法正确使用与维修现代汽车的。

- (1) 具备汽车微机系统的基本知识;
- (2) 掌握现代汽车电子仪表、开关、按钮、音响和安全装置的正确方法;
- (3) 掌握现代汽车电控系统的结构和工作原理;
- (4) 了解各型电控汽车的自诊断系统和各电控系统故障码的提取与清除方法;
- (5) 了解现代电控汽车各类电控系统的使用特点和使用方法;
- (6) 掌握现代电控汽车各类电控系统故障的检查、诊断和维修方法;
- (7) 掌握现代电控汽车专用和通用维修及检查工具的使用方法;
- (8) 典型电控汽车维修必需的数据和电路图。

五、汽车电子控制系统电路中常用的英文缩写名词

汽车微机控制系统电路中常用的英文缩写名词列于表 1-1 中。

表 1-1 常用英文缩写名词

英文缩写	含 义	英文缩写	含 义
ABS	防抱死制动系统	EI	电子点火
A/C	空调	ELC	电子水平控制
ACC	加速	EMS	发动机集中电控系统
A/F	空燃比	EPROM	电可编程序只读存储器
AT	自动变速器(自动变速驱动桥)	ESB	扩张弹簧止动器
ATDC	上止点后	ESD	静电放电
B+	蓄电池正极	EST	电控点火正时
BARO	大气压力传感器	EVAP	燃油蒸气排放控制系统
BCM	车身控制模块	FWD	前轮驱动
BP	背压	GND	接地
BTDC	上止点前	P	驻车挡
CCS	巡航控制系统	PAIR	脉动二次空气喷射系统
CMP	凸轮轴位置	PCM	传动系统控制模块
CKP	曲轴位置	PCV	曲轴箱强制通风
CKT	电路回路	PS	动力转向
CRT	阴极射线管	PSDL	动力滑动门锁
D	自动变速器驱动挡	P/W	电动窗
DEF	除霜加热器	PWM	脉冲宽度调制
DI	分电器点火	PWR	电源、功率
DLC	数据通信连接器	PRC	程序控制平顺性
DTC	故障编码	PROM	可编程序只读存储器
DVM	数字式电压表	QDM	四联驱动器
EBCM	电子制动控制模块	RAM	随机存储器
ECC	电子气候控制	RES	重调
ECM	发动机控制模块	RH	右前
ECT	发动机冷却液温度	RR	右后
ECU	电子控制单元	SEC	汽车和音响防盗加密
EEC	发动机电子控制装置	SES	立即维修发动机
EEPROM	电可擦可编程只读存储器	SFI	顺序式多点燃油喷射
EFC	发动机电子燃油控制装置	SRS	安全气囊系统
EFI	电子燃油喷射	STDATA	扫描诊断仪数据
EGO	排气氧传感器	TACH	转速计
EGR	废气再循环	TBI	节流阀体式燃油喷射

第二章 电控发动机基本结构原理



本章导读

要想成为一名出色的维修专家,就必须掌握电控发动机的基本结构组成及其工作原理,为维修打好扎实的理论基础。为此,本章简要地介绍了电控发动机基本结构与工作原理维修,并列举了多种类型的电控发动机,为电控发动机的故障检修提供必要的理论基础。

第一节 电控发动机基本结构原理

一、电子控制系统的组成



重点提示

随着汽车电子化的发展,发达国家在汽车各个系统上竞相采用电子控制装置,其中发动机电子控制技术开发应用得最早,发动机可燃混合气的空燃比和点火时刻是影响发动机动力性、经济性和排气净化性能的两个主要因素。因此,精确地控制空燃比和点火时刻是发动机电子控制的主要内容,同时它还辅助控制怠速、排气再循环、发电机、电动燃油泵及冷却风扇等工作。

20世纪60年代末、70年代初在发动机上使用的是模拟电路控制装置,用来进行多种功能的控制。在模拟电路中,如果要追加控制功能,就需要追加与实现这种功能相应的控制逻辑电路。如果组合两种以上的功能,电子控制装置的尺寸就会变大,这对安装空间受限制的汽车来说不够现实。因此,那个时代的发动机电子控制系统一般是由具备各自控制功能的多个单独控制装置构成。直到70年代末期,在汽车电子控制领域开始应用微机技术,使得追加控制功能变得非常容易。这样,可以使以控制空燃比和点火时刻为主的多种控制功能集中在一个电子控制单元上。发动机的这种多功能控制系统被称作为集中控制系统。若发动机的空燃比和点火时刻等功能分别由各自独立的电子控制单元控制,则称作为单独控制系统。发动机电子控制系统是从单独控制系统发展到集中控制系统的。1979年是发动机电子控制技术硕果累累的一年,世界主要汽车公司在这一年都相继推出了集中控制系统。表2-1列出了世界主要汽车公司发动机电子控制系统的应用情况。

典型电控系统的基本组成如图2-1所示(以桑塔纳2000型发动机为例),系统主要由控制器(包括ECU)、传感器、点火线圈、分电器、油压调节器及喷油嘴等部件组成。电控发动机系统从结构上可分为以下几大部分:

1. 燃油供给系统

燃油供给系统的作用是向各缸喷射燃烧用油。它主要包括以下几部分:汽油管、汽油泵(电动)、汽油滤清器、压力调节器(与喷油器相连,用以控制燃油供给系统的压力,使喷油器中的油压与进气管负压之差始终保持在0.24 MPa,可使喷油器中的喷油量只受通电时间长短的

控制)及喷油器(根据 ECU 指令将汽油以雾状喷入进气管)等。汽油泵将汽油从油箱泵出,经汽油滤清器过滤及压力调节器的稳压,输送给各缸喷油器,喷油器再适时喷入进气管中。

表 2-1 世界主要汽车公司发动机电子控制系统

控制类型	公 司	系 统 名 称	应用年份	主要控制功能
单独控制系统	克莱斯勒	ELBS	1976	点火时刻
	通 用	MISAR	1977	点火时刻
	福 特	EEC	1977	点火时刻,废气再循环
	博 世	D - Jetronic	1967	燃油喷射
	博 世	L - Jetronic	1973	燃油喷射
	博 世	KE - Jetronic	1982	燃油喷射
集中控制系统	日 产	ECCS	1979	点火正时,燃油喷射
	福 特	EEC - IV	1979	点火正时,燃油喷射
	通 用	DEFI	1979	点火正时,燃油喷射
	博 世	Motronic	1979	点火正时,燃油喷射
	丰 田	TCCS	1980	点火正时,燃油喷射
	三 菱	ECl	1980	点火正时,燃油喷射
	五 十 铃	I - TEC	1981	点火正时,燃油喷射
	卢 卡 斯	EMS	1982	点火正时,燃油喷射

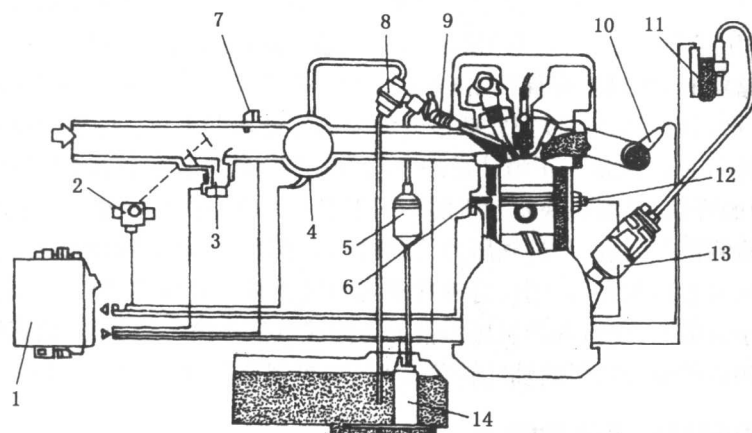


图 2-1 桑塔纳 2000 型电控燃油喷射系统基本组成

1—ECU;2—节气门位置传感器;3—怠速旁通阀;4—空气压力传感器;5—汽油滤清器;6—爆震传感器;
7—空气温度传感器;8—油压调节器;9—喷油器;10—氧传感器;11—点火线圈;12—水温传感器;13—分
电器;14—电动燃油泵

2. 空气供给系统

空气供给系统负责控制汽油燃烧所需的空气量。它主要包括以下几部分:空气滤清器,节气门体(位于空气滤清器和稳压箱之间,与加速踏板联动,用以控制进气通路截面积的变化,从而实现发动机转速和负荷的控制)、空气压力传感器(与稳压箱相连,它的作用是把进气管内的压力变化转换成信号输给 ECU)、稳压箱和空气阀等。

由空气滤清器过滤后的空气,经节气门体流入稳压箱并分配给各缸进气管,空气与喷油器喷出的汽油混合后形成可燃混合气体进入气缸。

吸入发动机的空气量是由 ECU 根据压力传感器测出的进气压力和转速传感器测出的曲轴转速计算得知。

3. 排气控制系统

现代汽车采用了由 ECU 控制的多种排气净化装置,如废气再循环(EGR)装置、三元催化转换器、燃油蒸发控制装置及二次空气喷射控制系统等。

4. 点火控制系统

点火控制系统的功能是在适当的时刻点燃被压缩的可燃混合气,使之燃烧。在点燃式发动机中这项功能是由火花塞两极间产生一个短暂的放电形成的电火花来实现的。它主要包括以下几部分:火花塞(安装于气缸内)、霍尔传感器(安装在分电器内,用以测量发动机曲轴的转角,为 ECU 控制点火时刻提供信号)、点火线圈(点火线圈的初级线圈的接通和断开受到 ECU 的控制,断开时刻即对应点火时刻)、高压分电器(点火线圈的高压电脉冲通过分电器分配到四个气缸的火花塞)和爆震传感器等。

5. 发动机控制系统

控制系统负责收集发动机的工况信息并确定最佳喷油量、最佳喷油时刻及最佳点火时刻,它主要包括以下几部分:ECU(一种电子综合控制装置,电控喷射装置的控制中枢,由模拟数字转换器、只读存储器 ROM、随机存储器 RAM、逻辑运算装置和一些数据寄存器等模块的单片机系统组成)、水温传感器(用以把发动机的温度信号输入 ECU)、氧传感器(用以检测发动机的燃烧状况,随时向 ECU 提供修正喷油量的电信号)、节气门位置传感器(安装在节气门体上,用来检测节气门的开度,进而反映发动机的不同工况)、空气温度传感器(安装于节气门之后的进气管上,用以检测进气温度,与进气压力传感器联合作用,可以准确地反映气缸的进气量)、空气压力传感器(与稳压器相连,用以将进气管内的压力变化转换成电信号,输送给 ECU)、爆震传感器(安装于缸体上,能将发动机爆震情况转换成电信号输入给 ECU,供其修正点火时刻)及霍尔传感器(用以控制发动机曲轴的转角,为 ECU 控制点火时刻提供信号)等。

二、发动机电控系统的功能



重点提示

现代汽车发动机电子控制燃油喷射系统 EFI(Electronic Fuel Injection)简称电控燃油喷射系统,它的主要功能是控制汽油喷射、电子点火、怠速、排放、进气增压、发电机负荷、巡航、警告指示、自我诊断与报警、安全保险及备用功能。

1. 电子汽油喷射(EFI)控制

(1) 喷油量控制。电子控制单元(ECU)把发动机的转速和负荷信号作为主要控制信号,

以确定喷油脉冲宽度(即基本喷油量),并根据其他信号加以修正,如冷却液温度信号等,最后确定总喷油量。

(2) 喷油正时控制。当发动机采用多点顺序燃油喷射系统时,ECU 除了控制喷油量以外,还要根据发动机的各缸点火顺序,将喷油时间控制在最佳时刻,以使汽油充分燃烧。

(3) 断油控制。减速断油控制:汽车在正常行驶中,驾驶员突然放松加速踏板时,ECU 将自动切断燃油喷射控制电路,使燃油喷射中断,目的是降低减速时 HC 和 CO 的排放量,而当发动机转速下降至临界转速时,又能自动恢复供油。超速断油控制:发动机加速时,当转速超过安全转速或汽车车速超过设定的最高车速时,ECU 将会在临界转速时切断燃油喷射控制电路,停止燃油喷射,防止超速。

(4) 燃油泵控制。当打开点火开关后,ECU 将使燃油泵工作 $2 \sim 3$ s,用于建立必需的油压。若此时发动机不启动,ECU 将会切断电动燃油泵控制电路,使燃油泵停止工作。在发动机启动和运转过程中,ECU 控制燃油泵保持正常运转。

2. 电子点火(ESA)控制

(1) 点火提前角的控制。在 ECU 的存储器中存储着发动机在各种工况下最理想的点火提前角。发动机运转时,ECU 根据发动机的转速和负荷信号确定基本点火提前角,并根据其他信号进行修正,最后确定点火提前角。然后,向电子点火控制器输出点火信号,以控制点火系统的工作。

(2) 通电时间(闭合角)与恒流控制。点火线圈初级电路在断开时需要保证足够大的断开电流,以使次级线圈产生足够高的次级电压。与此同时,为防止通电时间过长而使点火线圈过热损坏,ECU 根据蓄电池电压及发动机转速信号等,控制点火线圈初级电路的通电时间。

在现代汽车高能点火系统电路中,还增加了恒流控制电路,使初级电流在极短时间内迅速增长到额定值,减少转速对次级电压的影响,改善点火特性。

(3) 爆震控制。当 ECU 接收到爆震传感器输入的电信号后,ECU 对该信号进行处理并判断是否即将产生爆震,当检测到爆震信号后,ECU 立即推迟发动机点火提前角,采用反馈控制方式避免爆震产生。

3. 怠速控制(ISC)

发动机在汽车制动、空调压缩机工作、变速器挂入挡位,或发动机负荷加大等不同的怠速工况下,由 ECU 控制怠速控制阀,使发动机处在最佳怠速稳定转速下运转。

4. 排放控制

(1) 废气再循环(EGR)控制。当发动机的废气排放温度达到一定值时,ECU 根据发动机的转速和负荷,控制 EGR 阀的开启动作,使一定数量的废气进行再循环燃烧,以降低排气中 NO_x 的排放量。

(2) 开环与闭环控制。在装有氧传感器及三元催化转化器的发动机中,ECU 根据发动机的工况及氧传感器反馈的空燃比信号,确定开环控制或闭环控制。

(3) 二次空气喷射控制。ECU 根据发动机的工作温度,控制新鲜空气喷入排气支管或三元催化转化器,用以减少排气造成的污染。

(4) 活性炭罐清污电磁阀控制。ECU 根据发动机的工作温度、转速和负荷等信号,控制活性炭罐清污电磁阀的开启工作,将活性炭吸附的汽油蒸气吸入进气管,进入发动机燃烧,降低

蒸发排放。

5. 进气增压控制

(1) 进气谐波增压控制。ECU 根据转速传感器检测到的发动机转速信号,控制进气增压控制阀的开闭,改变进气管的有效长度,实现中低转速区和高转速区的进气谐波增压,提高发动机的充气效率。

(2) 涡轮增压控制。ECU 根据进气压力传感器检测到的进气压力信号控制废气涡轮增压器的废气放气阀或可变喷嘴阀,以获得增压压力。

6. 发电机控制

ECU 根据发电机输出电压的变化,调节发电机的励磁电流,使发电机输出的电压保持稳定。

7. 巡航控制

汽车在正常行驶时,ECU 可以通过巡航控制系统根据行驶阻力的变化,自动增减节气门开度,不需要驾驶员操纵加速踏板,就能使汽车处于定速巡航行驶状态,车速保持一定。

8. 警告指示

ECU 控制各种指示仪表和警告装置,显示有关控制装置的工作状态,当控制装置出现异常情况时会及时发出警告信号,如氧传感器失效、催化转化器过热等。

9. 自诊断与报警

当电子控制系统出现故障时,ECU 会点亮仪表盘上的“发动机检查(CHECK ENGINE SOON)”指示灯,提醒驾驶员,发动机已出现故障,应立即停车检查修理。ECU 将故障以代码的形式存储在 ECU 的存储器中,维修人员通过故障诊断插座,使用专用故障诊断仪或以跨接导线的方法调出故障信息,供维修人员进行分析。

10. 安全保险与备用功能

当 ECU 检测到电控系统出现故障时,会自动按照 ECU 预先设定的数值,使发动机保持运转,但发动机的性能有所下降,以便尽快送到维修站检修。

当 ECU 本身发生故障时,会自动启用备用系统,使发动机进入跛行(Limp-home)状态,以便能将车辆开到维修站检修。

第二节 典型电控系统简介



重点提示

1979 年博世公司推出的集电控汽油喷射和电控点火为一体的 Motronic 系统可以算作是现代汽车发动机管理系统中最简单的一种形式。此后,美、日等发达国家著名的汽车公司相继推出的各种形式的发动机管理系统,从某种角度讲,不过是 Motronic 系统的变型或在其基础上的进一步扩展、丰富而已。进入 20 世纪 90 年代后,由于电控技术在汽车上各部分的广泛应用,发动机管理系统实质上已成为整个汽车电控系统(或称汽车管理系统)的一个子系统了。但不管怎样,发动机是整个汽车的“心脏”,发动机管理系统仍然是其中最重要的部分。

下面就当前国产轿车和进口轿车中最常见的几种发动机管理系统作简要的介绍。

1. BOSCH-D 型汽油喷射系统

BOSCH-D 型汽油喷射系统,是一种通过测量进气管压力来测定进气流量的系统,如图 2-2 所示。这是 1967 年由德国博世公司根据美国本迪克斯(Bendix)公司的专利技术研制出来的,用在当时的大众 1600 轿车及奔驰 280SE 汽车上。

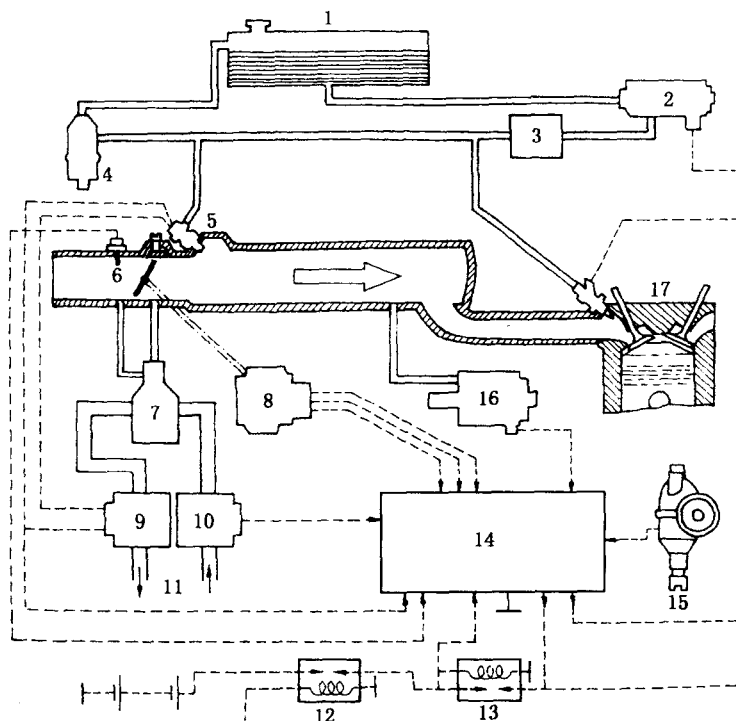


图 2-2 BOSCH-D 型汽油喷射系统

- 1—汽油箱;2—电动汽油泵;3—汽油滤清器;4—油压调节器;5—冷启动喷油器;6—进气温度传感器;
7—附加空气阀;8—节气门开关;9—冷启动温度开关;10—水温传感器;11—冷却液;12—主继电器;
13—电动汽油泵继电器;14—电子控制单元;15—曲轴位置传感器;16—进气管压力传感器;17—喷油器

BOSCH-D 型汽油喷射系统由于采用进气管压力作为控制喷油量的主要因素,因此,在汽车突然制动或下坡行驶中节气门关闭时,加速反应效果不良;当大气状态有较大变化时,会影响控制精度。现代汽车发动机上所使用的 BOSCH-D 型汽油喷射系统都是经过改进了的,即采用运算速度很快、内存容量大的单片机,大大提高了控制精度,控制的功能也更加完善。这种系统通常用于中档车型上,如丰田 HIACE 小客车、丰田 CROWN 小轿车等。

2. BOSCH-L型汽油喷射系统

BOSCH-L 型汽油喷射系统是 1973 年由 BOSCH 公司在 BOSCH-D 型汽油喷射系统的基础上,经改进而形成的。BOSCH-L 型汽油喷射系统的结构和工作原理与 BOSCH-D 型汽油喷射系统基本相同,但它以翼板式空气流量计代替 BOSCH-D 型汽油喷射系统中的进气管压力传感器,可直接测量发动机的进气量,提高了喷油量的控制精度。典型的 BOSCH-L 型汽油喷射系统的结构如图 2-3 所示。

随着技术的进步, BOSCH-L 型汽油喷射系统也得到不断的改进, 零部件的结构和性能不