



汽车维修专项技能

培 训 教 材

电 喷 发 动 机

◎ 王丰元 宋年秀 主编

◎ 王耀斌 苏 建 主审



QICHEWULIXIAOZHUANXIANXIANGJINENG
PEIXUNJIAOCAI

北科院



人民交通出版社

China Communications Press

汽车维修专项技能培训教材

Dianpen Fadongji

电 喷 发 动 机

王丰元 宋年秀 主编

王耀斌 苏 建 主审

人 民 交 通 出 版 社

内 容 提 要

本书系统地介绍了电喷发动机的基本知识和工作原理,在此基础上,对电喷发动机的维修设备、方法以及电喷发动机的故障诊断作了全面介绍。随后,分别针对日本、欧美以及我国国内生产的一些常见车型电喷发动机的维修展开详尽探讨。

本书内容翔实,通俗易懂,实用性强,适合一般电喷发动机汽车维修人员阅读,也可作为大专院校汽车相关专业的辅导教材使用。

图书在版编目(CIP)数据

电喷发动机/王丰元,宋年秀主编. —北京:人民交通出版社, 2005.1

ISBN 7-114-05353-3

I. 电... II. ①王...②宋... III. 汽车-电子控制-发动机-基本知识 IV. U464

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第115640号

汽车维修专项技能培训教材

书 名: 电喷发动机

著 作 者: 王丰元 宋年秀

责任编辑: 白 嵘 翁志新

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址: <http://www.ccpress.com.cn>

销售电话: (010) 85285656, 85285838, 85285995

总 经 销: 北京中交盛世书刊有限公司

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京宝莲鸿图科技有限公司

开 本: 787×960 1/16

印 张: 17

字 数: 366 千

版 次: 2005年1月 第1版

印 次: 2006年8月 第2次印刷

书 号: ISBN7-114-05353-3

印 数: 4001~7000册

定 价: 27.00元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

前 言

随着我国汽车工业的发展,汽车技术也随之日新月异,作为汽车动力核心的发动机,也从原来的化油器式发动机逐渐转变为电控燃油喷射式发动机。这一电子控制技术在汽车上的大量应用,使得汽车在动力性、经济性上都发生了巨大变化。随着电喷发动机的大量应用,其使用维修问题也日益突出。广大汽车维修人员迫切需要更新现有知识,掌握现代故障诊断方法,以期提高维修技能,本书正是针对于此而编写。

全书共分五章,系统地介绍了电喷发动机的基本知识和工作原理、电喷发动机维修的基本知识、日本轿车电喷发动机的维修、欧美轿车电喷发动机的维修以及国产轿车电喷发动机的维修知识。全书突出了理论性和实践性的结合,使得本书更具实用性。

本书由王丰元、宋年秀主编,刘玉梅、刘涛为副主编。另外,参加本书编写工作的还有王兵、路殿成、姜雪杰、陈熔、陈立辉、唐洪伟、朱永强、宋尚斌、张兆合、张平霞、刘桂丽。全书由吉林大学王耀斌教授和苏建教授主审。

由于编者水平有限,书中难免有错误之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2004年7月20日

目 录

第一章 电喷发动机的基本知识和工作原理	1
第一节 电喷发动机的基本知识	1
一、电喷发动机发展简介	1
二、电喷发动机的分类	2
三、电喷发动机的优点	7
第二节 电喷发动机的主要组成和工作原理	8
一、空气供给系统	8
二、燃油供给系统.....	17
三、点火系统.....	23
四、电子控制系统.....	26
第三节 电喷发动机的控制	34
一、电控汽油发动机的控制.....	34
二、辅助控制系统.....	43
第二章 电喷发动机维修的基本知识	55
第一节 电喷发动机故障检测程序和判断方法	55
一、电喷发动机故障诊断的基本原则.....	55
二、电喷发动机故障诊断的基本方法.....	56
三、电控发动机故障诊断的基本流程.....	57
四、故障征兆的模拟方法.....	58
五、基本检查.....	59
第二节 电喷发动机维修专用仪器及设备	60
一、汽车专用万用表.....	60
二、汽车专用示波器.....	63
三、故障阅读仪 V. A. G1552	73
四、SCANNER 诊断仪.....	82
五、OTC 诊断仪	87
六、元征 431ME 电眼睛诊断仪	91
七、金奔腾-IS 汽车电脑解码器	94
第三节 汽车自诊断系统概述	97

一、自诊断原理与故障码	97
二、自诊断故障信息显示	97
三、故障码的读取和清除	98
四、第二代随车诊断系统 OBD-II	98
五、备用系统	101
第四节 电喷发动机典型故障	102
一、发动机不能起动及起动困难	102
二、发动机怠速不良	106
三、发动机动力不足、加速不良	109
四、发动机减速或停车熄火	111
五、发动机油耗大	112
第三章 日本轿车电喷发动机的维修	113
第一节 丰田电喷发动机的检修	113
一、发动机基本检查与调整	113
二、发动机控制系统检测	115
第二节 本田电喷发动机的检修	135
一、发动机基本检查与调整	135
二、发动机电脑控制系统检测	137
第三节 日产电喷发动机的检修	147
一、发动机基本检查与调整	147
二、电控系统重要元件检测	151
第四章 欧美轿车电喷发动机的检修	158
第一节 宝马轿车电喷发动机的检修	158
一、宝马电脑控制系统概述	158
二、发动机电脑控制系统元件检测	160
第二节 奔驰轿车电喷发动机的检修	166
一、奔驰轿车电喷发动机概述	166
二、奔驰 KE、LH、HFM 发动机电脑控制系统元件检测	168
第三节 福特轿车电喷发动机的检修	176
一、福特轿车电喷发动机概述	176
二、福特轿车电喷发动机电控元件检测	177
第四节 克莱斯勒轿车电喷发动机的检修	186
一、克莱斯勒发动机电脑控制系统概述	186
二、克莱斯勒轿车电喷发动机电脑控制系统检测	188
第五节 通用轿车电喷发动机的检修	194

一、通用 GM 车辆识别码(VIN)	194
二、发动机基本检查与调整	195
三、发动机电脑控制系统检测	199
第五章 国产轿车电喷发动机的维修	212
第一节 上海桑塔纳轿车电喷发动机的维修	212
一、桑塔纳 2000GSi 型轿车 Motronic3.8.2 电控燃油喷射系统概述	212
二、电控燃油喷射系统的检测	213
三、电控燃油喷射系统的维修	227
第二节 一汽红旗轿车电喷发动机的维修	231
一、红旗 SIMOS 4S3 电控燃油喷射系统概述	231
二、电控燃油喷射系统的检修	232
第三节 一汽奥迪轿车电喷发动机的检修	244
一、奥迪六缸发动机燃油喷射系统概述	244
二、电控燃油喷射系统的检修	247
参考文献	261

第一章 电喷发动机的基本知识和工作原理

第一节 电喷发动机的基本知识

一、电喷发动机发展简介

随着电子技术的飞速发展,汽车电子化成为各国汽车工业的重要发展方向。从 20 世纪 60 年代开始,燃油喷射系统经历了从晶体管、集成电路到微处理机控制,从模拟计算机控制到数字计算机控制的发展过程。

最早研制汽车电子电控燃油喷射装置的是美国苯迪克斯(Bendix)公司。该公司于 1957 年开始试用真空管电控系统,根据进气压力,由设在各个节气门前的喷油器与进气行程同步喷油,但该专利并未付诸实用。

1967 年德国博世公司根据美国苯迪克斯公司的专利技术,开发出了 D-Jetronic 系统,它是利用进气歧管绝对压力传感器检测进气量,同时利用模拟计算机来控制发动机空燃比的 D 型燃油喷射系统,该系统是利用电子电路来控制喷油器阀门的开启时刻和开启时间。该系统被装备在德国大众(Volkswagen)汽车公司生产的 VW-1600 型和奔驰 280SE 型轿车上,率先达到了当时美国加利福尼亚州的排放法规要求,开创了汽油发动机电子控制燃油喷射技术的新时代。

由于排放法规的要求逐年提高,要求进一步提高控制精度,完善控制功能。1973 年,德国博世公司在 D-Jetronic 系统的基础上,改进发展成为 L 型燃油喷射系统 L-Jetronic。L 型燃油喷射系统利用了叶片式空气流量传感器直接测量进气管内进入发动机的空气的体积流量,与利用进气歧管绝对压力来间接测量进气量的 D 型喷射系统相比,检测精度和控制精度都大大的提高了。此后,利用其他原理制作的空气流量计也实用化了。1980 年,三菱电机公司开发出了卡门旋涡式空气流量计。1981 年,日立制作所和德国博世公司相继研制出热线式空气流量计,可直接测量出进气空气的质量流量,无需附加装置来补偿大气压力和温度变化的影响,并且进气阻力小,加速响应快,从而取代了叶片式空气流量传感器,该系统取名为 LH 型燃油喷射系统(LH-Jetronic)。

在满足排放法规的前提下来实现最佳的燃油经济性指标,而采用单向电子控制装置已远不能满足这项要求。1979 年,德国博世公司在 L 型燃油喷射系统的基础上,将点火控制和燃油喷射控制结合在一起,并采用数字式计算机进行控制,从而构成当今广泛采用的 Motronic 系统。与此同时,美国和日本各大汽车公司也相继研制成功与各自车型配套的数字式发动机集中控制系统。例如美国通用公司的 DEFI 系统,福特公司的 EECIII 系统,日

本田公司的 ECCS 系统,丰田公司的 TCCS 系统等,这些系统能够对空燃比、点火时刻、怠速转速和废气再循环等多方面进行控制,控制精度越来越高,控制功能也日趋完善。

20 世纪 80 年代以后,世界汽车产量激增,废气造成的公害日益严重,加上能源日益短缺,发达国家对废气排放标准和节能的要求更高,开始限制化油器式汽油机的生产。为了将电控燃油喷射系统进一步推广应用到普通轿车上,1980 年美国通用公司首先研制成功一种结构简单、价格低廉的节气门体喷射系统 TBI。1983 年德国博世公司又推出了燃油压力只有 0.1MPa 的 Mono-Jetronic 低压中央喷射系统,又称为单点电控燃油喷射系统。该系统在进气歧管原先安装化油器的部位,仅用一只电磁喷油器集中喷射,能迅速输送燃油通过节气门,在节气门上方没有或极少发生燃油附着管壁的现象,因而消除了由此而引起的混合气燃烧的延迟,缩短了供油和空燃比信息反馈之间的时间间隔,提高了控制精度,排放效果得以改善。同时,采用节气门转角和发动机转速来控制空燃比,省去了空气流量计。该系统结构和控制方式均较简单,兼顾发动机的性能和成本,对发动机结构的影响较小。目前,这种单点喷射系统在排量小于 2L 的普通轿车上得到迅速的推广应用。

进入 20 世纪 90 年代,美国三大汽车生产公司生产的轿车几乎 100% 应用电控燃油喷射系统,德国于 1993 年 10 月停止生产化油器发动机的轿车而全部采用电控燃油喷射系统。到 1992 年美、日、欧电控汽油喷射的车辆占当年轿车产量的 95%、80% 和 51%。

我国政府规定,6 人座以下化油器式发动机汽车自 2001 年 1 月 1 日起不准生产,9 月 1 日起不准销售,取而代之的是电子控制燃油喷射式发动机汽车。随着我国加入世界贸易组织,我国已经颁布了有关汽车排放方面的强制性法规,使得发动机电子控制技术的推广应用迫在眉睫。我国关于电控燃油喷射技术的研究工作虽然早在一些大学、科研单位展开,但是由于种种原因,还不能在短时间内自行设计开发,还没有初步形成自行生产电子控制燃油喷射系统的能力。

二、电喷发动机的分类

发动机电子控制燃油喷射系统是随着机械式控制系统、机电结合式控制系统和电子控制技术的发展而逐步发展起来的。在发动机电控系统中,核心的电控系统是电喷系统 EFI (Electronic Fuel Injection),如图 1-1 所示。电喷系统是通过传感器用直接或间接的方式检测吸入发动机的进气量,然后由微机根据空燃比确定所需要的汽油量并驱动喷油器向进气管或燃烧室喷射燃油。

汽车发动机按特点,可分为多种形式,主要有以下几种:

1. 按控制原理分类

按控制原理分类,发动机燃油喷射系统可分为机械控制式、机电结合式和电子控制式 3 种类型。

(1) 机械控制式燃油喷射系统

机械控制式燃油喷射系统是指利用机械机构实现燃油连续喷射的系统。此系统是德国博世公司于 1967 年研制成功的燃油喷射系统,其特点是:喷油器的工作由供油管路中的油

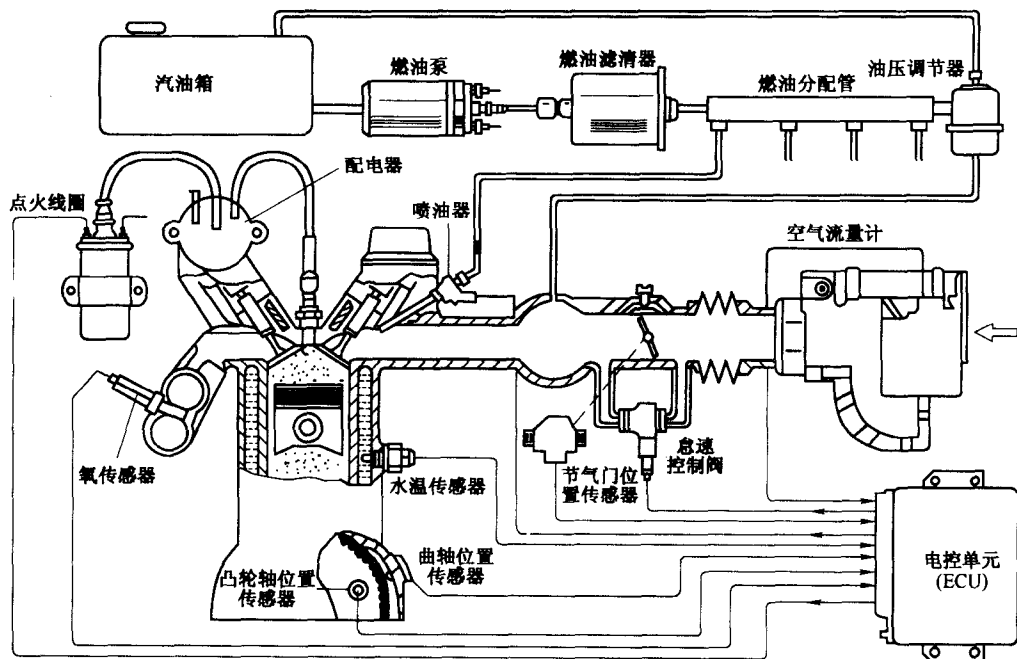


图 1-1 电子控制式燃油喷射系统

压来控制。装在进气道中的气流感知板通过机械机构的作用来控制供油管路中的压力,从而控制汽油喷射量的大小。因此,机械式汽油喷射系统又称为 K 型燃油喷射系统或连续喷射系统。

(2) 机电结合式燃油喷射系统

机电结合式燃油喷射系统是指由机械机构与电子控制系统结合实现的燃油喷射系统,在系统中增设一个电控单元,从而提高了控制系统的灵活性,又称为 KE 系统。该系统主要指 1993 年以前奥迪和奔驰轿车装备的在 K-Jetronic 系统的基础上改进而成的 KE-Jetronic 系统,如图 1-2 所示。

(3) 电子控制式燃油喷射系统

电子控制式燃油喷射系统 EFI(Electronic Control Fuel Injection System)是指由电控单元 ECU(Electronic Control Unite)直接控制燃油喷射系统,见图 1-1。此系统中喷油器由电磁线圈驱动,喷油量的大小和时机完全由电控单元控制。

电控燃油喷射系统根据其控制过程又可分为开环控制方式和闭环控制方式。

开环控制方式是把发动机各运行工况的最佳控制参数(包括点火提前角和喷油量等)事先存入计算机中,再根据发动机运行时各传感器采集的运行参数,由电控单元判断发动机实际运行工况,从事先存入的数据中查出最佳控制参数,并发出控制命令,由执行机构来控制喷油量。开环控制系统的精度主要取决于系统的校准精度、工作过程中保持校准值的程度以及系统组成元件性能参数的稳定程度。当使用条件发生变化时(如喷油器的精度因使用

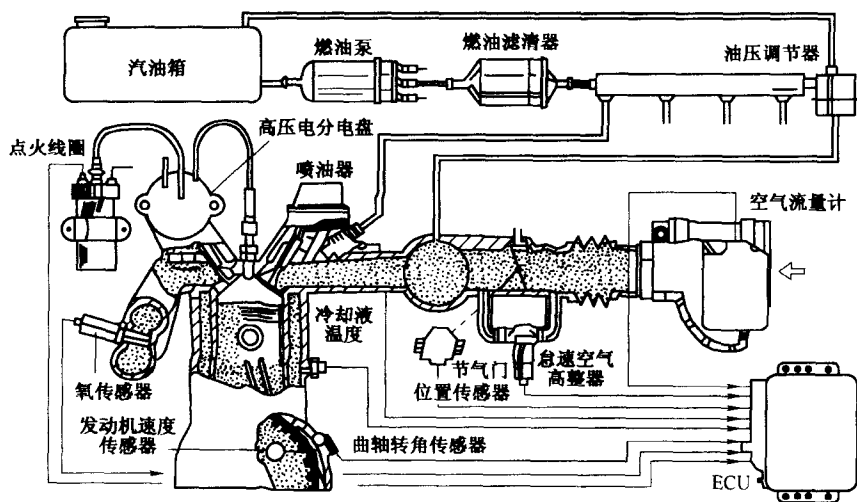


图 1-2 机电结合式燃油喷射系统

和其他原因发生变化),其控制精度就会有较大误差。在汽车电子控制系统中,燃油喷射发动机的起动工况和加速工况以及汽车前照灯束的控制就采用了开环控制方式。

闭环控制方式是在发动机排气管上加装氧传感器,根据废气中氧含量的变化,判断出混合气浓度状况,从而计算出燃烧过程中混合气的空燃比,并将其与电控单元中所设定的目标值进行比较,将差值按一定的控制规律进行计算和处理,做出适合运行工况的喷油量决定,由控制系统的执行机构进行调整,从而将空燃比控制在设定的目标值附近,如此不断在运行过程中循环控制,达到最佳控制效果。

2. 按燃油喷射部位分类

按喷油器喷射燃油的部位不同,发动机燃油喷射系统可分为缸内喷射系统和进气管喷射系统两种类型。其中,进气管喷射又分为单点喷射(SPI、TBI或CBI)和多点喷射(MPI)两种类型。

(1) 缸内喷射系统

缸内喷射系统又称为缸内直接喷射系统,将供油系统中的燃油通过喷油器直接喷射到气缸内的喷射方式称为缸内喷射,如图 1-3a)所示。缸内喷射系统均为多点喷射系统,它将喷油器安装在气缸盖上,并以较高的燃油压力(约 3~4MPa)将汽油直接喷入气缸。缸内喷射能够实现稀薄混合气燃烧,有利于降低燃油消耗和控制排放。

(2) 进气管喷射系统

进气管喷射系统又称为缸外喷射系统,将供油系统中的燃油通过喷油器喷射在气缸外面的节气门或进气门附近的喷射方式称为进气管喷射,如图 1-3b)所示。采用这种喷射方式,发动机本身的改动量小,并且喷油器不受燃烧高温、高压的直接影响。国产桑塔纳 2000GLi、2000GSi、捷达 AT、GTX、奥迪 Audi200、红旗 CA7180E、CA7200E、CA7220E、夏利 TJ7100E、TJ7130E 型轿车和切诺基吉普车等均采用进气管喷射。

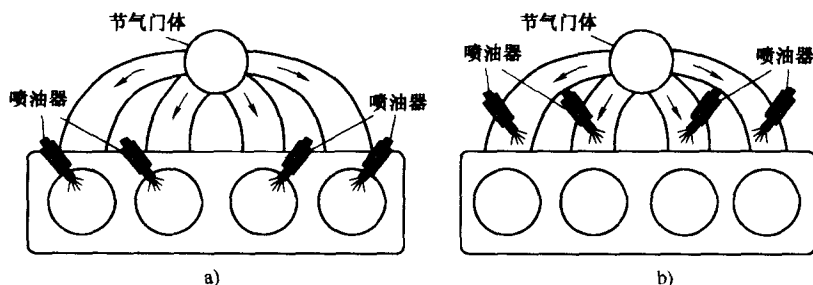


图 1-3 喷油器喷油位置示意图

a)缸内喷射;b)进气管喷射

1) 单点燃油喷射系统 SPFI (Single Point Fuel Injection), 是指在多缸发动机的节流阀体上的节气门的上方, 安装一只或并列安装两只喷油器的燃油喷射系统, 系统如图 1-4a) 所示。燃油喷入节气门前方的进气管中与进气气流混合形成燃油混合气, 通过进气歧管分配到各个气缸。因为喷油器安装在节流阀体中央集中喷射燃油, 所以单点喷射系统又称为节流阀体喷射系统 TBI (Throttle Body Injection System) 或中央喷射系统 CFI (Central Fuel Injection System)。

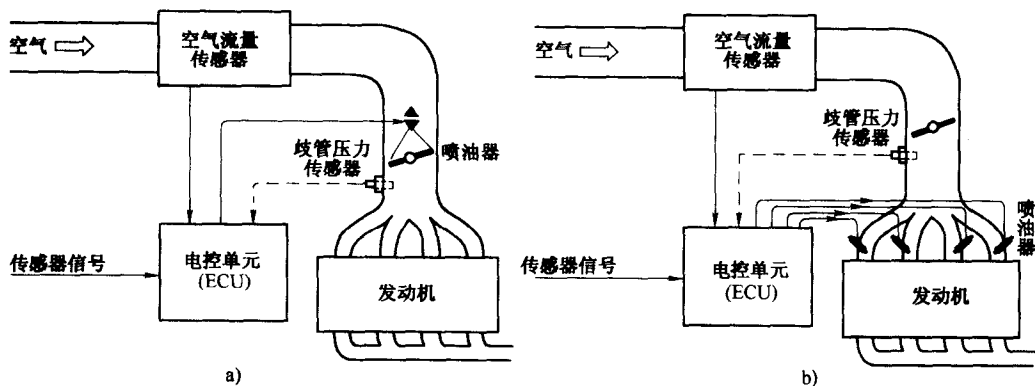


图 1-4 喷油器安装部位示意图

a)单点喷射;b)多点喷射

2) 多点燃油喷射系统 MPFI (Multi-Point Fuel Injection System), 是指在发动机每一个气缸进气门前方的进气歧管上均设置一只喷油器的燃油喷射系统, 如图 1-4b) 所示。发动机工作时, 燃油适时喷射在节气门附近的进气歧管内, 空气与燃油在节气门附近形成燃油混合气, 能够保证各缸得到混合均匀的混合气。

进气管多点燃油喷射系统在发展过程中出现过 D 型、L 型、LH 型和 M 型, 其中 D 型和 L 型分别来源于德文的 Druck (压力) 和 Luftmengen (空气流量)。LH 型和 M 型燃油喷射系统是在 L 型的基础上改进而成的燃油喷射系统。

3. 按喷油器喷油方式分类

按喷油方式不同,燃油喷射系统可分为连续喷射和间歇喷射两大类。

(1) 连续喷射系统

连续喷射系统是指在发动机运行期间,喷油器连续不断的喷射燃油的控制系统。连续喷射方式主要用于机械结合式和机电结合式燃油喷射系统,如博世公司的 K 型系统和 KE 型系统,其喷油量的大小取决于燃油分配器中燃油计量槽开度的大小和进出口之间燃油的压力差。

(2) 间歇喷射系统

间歇喷射系统是指在发动机运转期间,喷油器间歇喷射燃油的控制系统。目前绝大多数电控燃油喷射系统都属于间歇喷射系统,其喷油量的大小取决于喷油器阀门的开启时间(即由电控单元决定的喷油脉冲宽度)。间歇喷射系统根据喷射时序不同又可分为同时喷射、分组喷射和顺序喷射。

1) 同时喷射:是指在发动机运转期间,由电控单元的同一个指令控制各缸所有的喷油器同时开启或同时关闭,如图 1-5a) 所示。

2) 分组喷射:是将喷油器分组,由电控单元分别发出喷油指令控制各组喷油器喷射燃油,如图 1-5b) 所示,同一组喷油器同时喷油。

3) 顺序喷射:顺序喷射又称为次序喷射,是指在发动机运转期间,由电控单元控制喷油器按进气行程的顺序轮流喷射燃油,如图 1-5c) 所示。喷油正时由电控单元根据曲轴位置传感器提供的信号判别各缸的进气行程,并适时发出喷油脉冲信号,实现顺序控制。

4. 按进气量的检测方法分类

(1) 质量—流量方式

L 型电喷系统采用这种方式来测量进气量,它是利用空气流量计直接计测吸入的空气量,并通过进气温度进行修正。其检测精度高,目前被广为采用。

(2) 速度—密度方式

D 型电喷系统中没有设置空气流量计,它对气流量的检测采用间接测量法,其进气量是根据进气歧管真空度、进气温度和发动机转速等传感器测得的数据经电控单元计算而获得的,然后电控单元再向喷油器发出喷油指令。

5. 按空气流量计的类型分类

(1) 叶片式空气流量计

流量计内的叶片被固定在电位计转轴上,当叶片在气流的推动下转动时,带动转轴转动,使叶片的机械转动变成电位计的电信号,电控单元根据电信号的大小可以计算出进气量。

(2) 热线式和热膜式空气流量计

流量计内设有采样管、铂热丝和进气温度传感器,铂热丝由电控单元控制通过恒定的电流而发热,当进气流通过采样管时,会带走铂热丝的部分热量。进气流越大,铂热丝温度越低,因而其电阻减小,该电阻为惠斯登电桥的一个臂,此时电桥便产生电流信号输送给电控

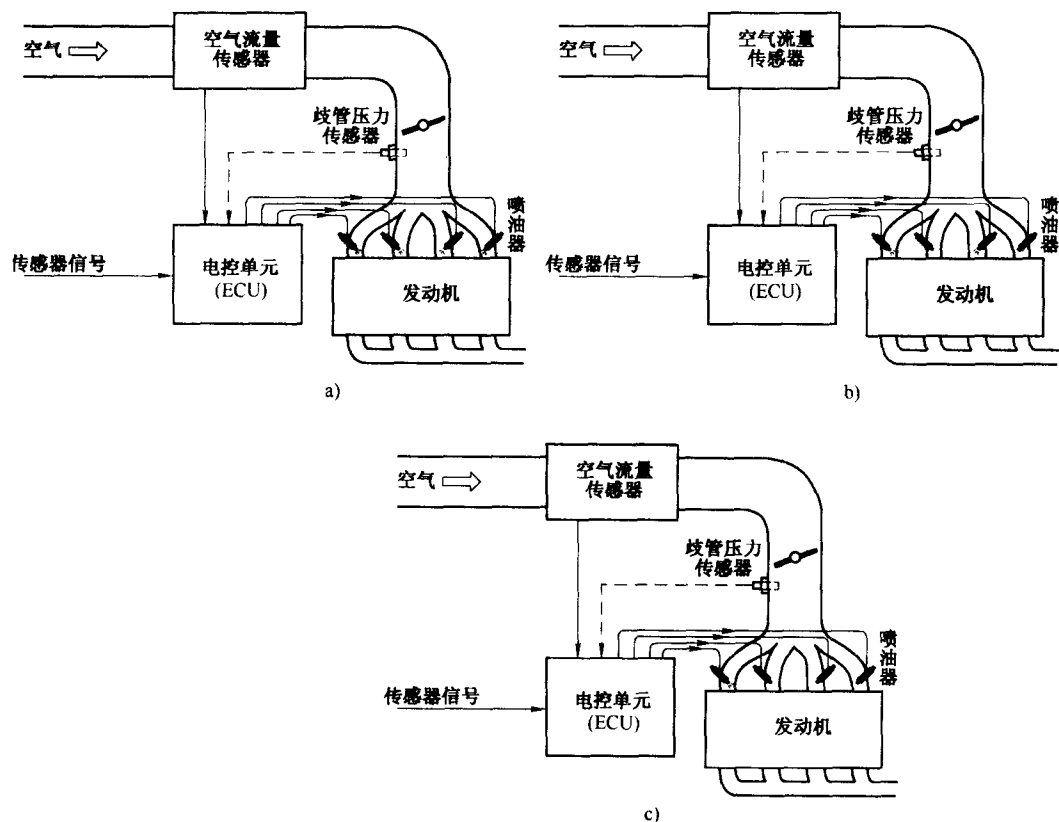


图 1-5 喷油器的喷射时序
a)同时喷射;b)分组喷射;c)顺序喷射

单元,电控单元即可计算出进气量的大小。

(3) 卡尔曼涡流式空气流量计

流量计内设有涡流发生器、反射镜、发光二极管和光敏晶体管等,进气流动时,通过涡流发生器而形成涡流,涡流在通过反射镜、发光二极管和光敏晶体管后便转换成电压信号,电控单元通过该信号即可判断出进气量大小。

6. 按发动机的燃料分类

在发动机燃油喷射系统中,按使用的燃料分,可分为汽油喷射系统和柴油喷射系统,大部分轿车发动机上使用汽油喷射系统。

三、电喷发动机的优点

传统的化油器式发动机是利用空气流经喉管时产生的负压,将汽油连续吸出、雾化、蒸发,与空气混合后形成可燃混合气,同时通过一些辅助装置,对混合气浓度进行校正,基本上满足现代汽车发动机工作要求。但随着汽车性能的提高,要求发动机转速高、功率大,同时

废气排放法规对废气的净化要求也越来越严格,从而暴露出化油器的一些缺陷。化油器式的供油方式无法使发动机在燃烧过程中得到最佳空燃比的混合气,不能保证各缸供油均匀,造成发动机冷起动性能差,不能根据进气量来精确计量和控制燃油喷射;达不到现代汽车的设计标准,严重影响了汽油机性能的进一步提高。

电喷系统与化油器相比较,有以下优点:

(1)进气管无需喉管进行节流,所以进气阻力小,提高了发动机的充气效率,增加了发动机的动力性,同时电喷燃油喷射系统可以采用较大的气门重叠角,有利于废气排出,同样也可以提高发动机的充气效率,依次提高了发动机的动力性;

(2)可以保证各缸获得均匀的混合气,提高了发动机的燃烧质量和稳定性,减少了碳氢化合物和氮氧化物的含量,有效地提高了发动机排气净化的程度;

(3)通过喷油器喷出的燃油的雾化质量好,提高了发动机的抗爆性;

(4)发动机可以在较稀薄的混合气的条件下运行,不仅减少了废气中有害气体的含量,还有利于节省汽油,提高了发动机的经济性;

(5)冷起动效果大大改善,由于利用电子控制方式,动态响应效果好,所以当汽车加速行驶时,消除了汽车变工况行驶时燃油供给的迟滞现象,提高了发动机的加速性能;

(6)电喷系统能直接或间接的测量发动机的进气量,进而精确计量出发动机燃烧所需要的供油量,并根据各种传感器信号的参数进行适时修正,可以精确计算出发动机在各种工况下所需混合气的空燃比,实现了发动机的最佳控制,有效地提高了发动机的经济性、动力性和排气净化程度。

总之,与化油器式发动机相比,电控燃油喷射系统能更好适应当今社会对汽车的要求,可以使发动机功率提高 $5\% \sim 10\%$,燃油消耗率降低 $5\% \sim 15\%$,废气排放量减少 20% ,因此电喷发动机将完全取代化油器式发动机,在各类型的汽车发动机上得到了广泛的应用。

第二节 电喷发动机的主要组成和工作原理

电控燃油喷射系统主要由空气供给系统、燃油供给系统、点火系统和电子控制系统组成。

一、空气供给系统

空气供给系统的作用是提供发动机气缸内燃烧所需的空气,并计量和控制汽油燃烧时的进气量。进气系统主要由空气滤清器、空气流量计或进气歧管压力传感器、节气门体、进气总管、进气歧管、怠速控制阀等组成,如图1-6所示。空气经过空气滤清器、流量计、节气门、进气总管、进气歧管后进入气缸。此外,有的生产厂家还设有气室、怠速空气调整器、谐波增压进气阀等辅助装置,以便进一步提高发动机性能。

图1-7为日本丰田车系进气系统的结构示意图。

气室为一大容量的空气罐,主要是为了减小进气的波动和防止各气缸之间的进气干扰,

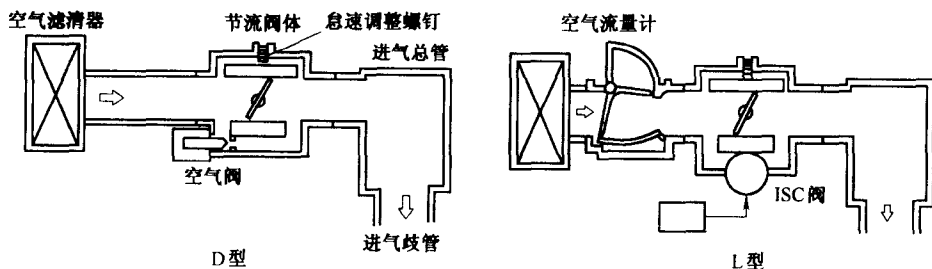


图 1-6 空气供给系统

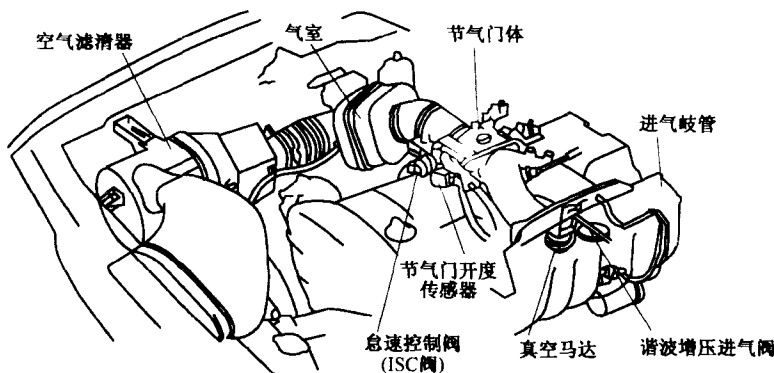


图 1-7 丰田车系进气系统结构示意图

使各缸进气分配更加均匀。有的电喷发动机无此装置。

(一) 空气流量计

电控单元根据发动机工况选取最佳的空燃比,只要准确的测定空气流量,就能确定即时的喷油量。电喷发动机的空气流量测定方法分为 D 型速度—密度控制法和 L 型质量—流量控制法。D 型是一种间接测定法,通过进气歧管压力传感器和发动机转速传感器来计算空气流量。L 型是一种直接测定法,设有空气流量计,常用的空气流量计有以下 3 类:

- (1) 叶片式空气流量计,系统示意图如图 1-8 所示;
- (2) 热线式和热膜式空气流量计,系统示意图如图 1-9 所示;
- (3) 卡尔曼涡流式空气流量计,系统示意图如图 1-10 所示。

空气流量计通常安装在空气滤清器和节气门体之间,其功用是检测发动机进气量大小,并将进气量信息转换成电信号输入电控单元 ECU,以供电控单元 ECU 确定喷油时间和点火时间。

1. 叶片式空气流量计

叶片式空气流量计又称为翼片式或风门式空气流量计,主要由翼片、电位计和接线插头等组成,是一种利用力矩平衡原理和电位器原理而开发研制的机械式传感器,已经持续生产使用多年。这种空气流量计具有结构简单、价格便宜、可靠性较高等优点,丰田皇冠

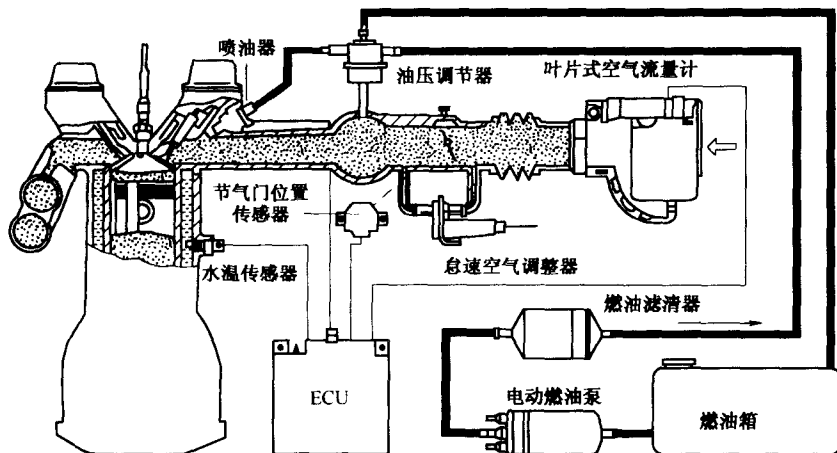


图 1-8 L型叶片式空气流量检测电控系统示意图

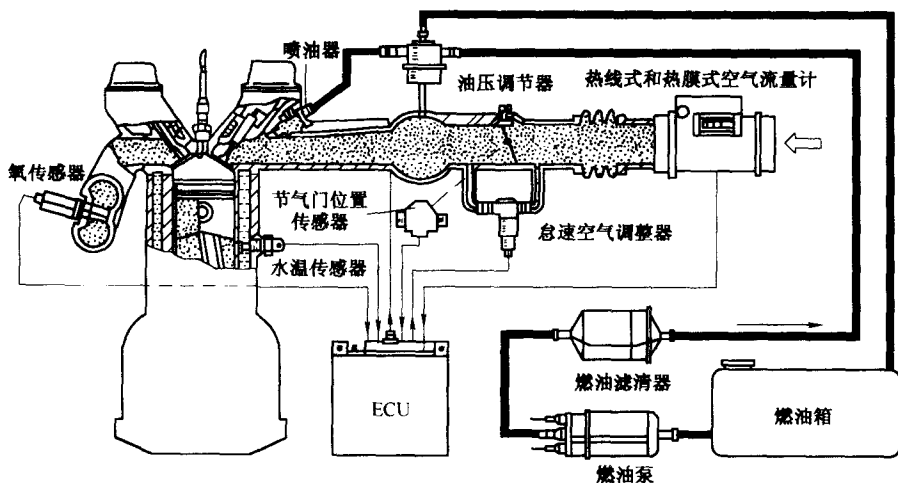


图 1-9 L型热线和热膜式空气流量检测电控系统示意图

(CROWN)2.8(5ME 发动机)、佳美(CAMRY)、子弹头(PREVIEW)、马自达(MAZDA)、多用途(MPV)汽车燃油喷射系统都采用了翼片式空气流量计。其结构如图 1-11 所示。

翼片部分结构如图 1-12 所示,翼片由测量叶片和缓冲叶片组成,叶片又称为翼片。两块叶片用热模浇铸成一体,翼片总成固定在电位计转轴上。测量叶片在空气流推动下转动,缓冲叶片在缓冲室内偏转。缓冲室起到阻尼作用,当进气空气流急剧变化时,使叶片转动平稳,减小叶片脉动。转轴安装在传感器壳体上,靠近电位计一端的转轴上装有片状螺旋形复位弹簧,其功用是测量叶片复位并平衡空气对测量叶片的推力。当弹簧的弹力与吸入空气气流对测量叶片的推力平衡时,叶片处于稳定位置。

空气流量计设有旁通空气道,用于怠速工况中,测量叶片接近关闭状态时,旁通空气道