

职业教育汽车类专业课程改革新规划教材

DIANKONG FADONGJI YUANLI YUWEIXIU

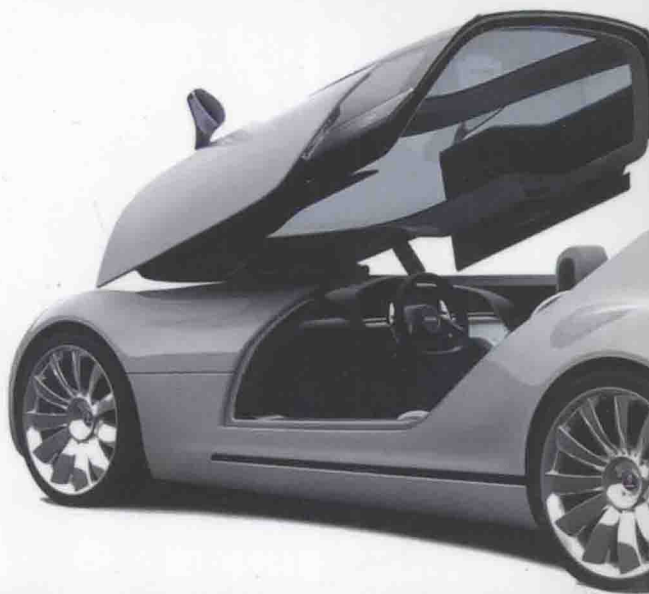
电控发动机 原理与维修

黎亚洲 主编

赠电子课件



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



职业教育汽车类专业课程改革新规划教材

电控发动机原理与维修

主编 黎亚洲

主审 黄志



机械工业出版社

本书是典型的集理论与实践一体化的教材,理论内容简明扼要,实际操作以4S店和维修手册的规范为基础,重在难点和关键。本书经过精心选材和编排,内容翔实,力求涵盖日韩车型、美国车型和欧洲车型,主要内容包括:电控发动机电子控制系统综述、电控发动机空气供给系统、电控发动机燃油供给系统、电控发动机点火控制系统、电控发动机排放净化控制系统、电控发动机的辅助控制系统、电控发动机集中控制系统、电控发动机的检测与维修。本书语言精练,采用大量彩色图片,图文并茂,浅显易懂、知识性强,信息量大,覆盖面广,便于老师组织教学和广大读者自学。

本书可作为职业院校或培训学校汽车专业教材,也可作为广大维修人员、专业技术人员的参考书。

为方便教学,本书配有电子课件(内含丰富的教学参考资料),凡选用本书作为授课教材的老师均可登录 www.cmpedu.com 以教师身份免费注册下载。编辑咨询电话:010-88379865。

图书在版编目(CIP)数据

电控发动机原理与维修/黎亚洲主编. —北京:机械工业出版社,2012.8
职业教育汽车类专业课程改革新规划教材
ISBN 978-7-111-38915-6

I. ①电… II. ①黎… III. ①汽车-电子控制-发动机-车辆修理-职业教育-教材 IV. ①U472.43

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第182169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:曹新宇 责任编辑:曹新宇 宋学敏

版式设计:霍永明 责任校对:肖琳

封面设计:路恩中 责任印刷:乔宇

三河市宏达印刷有限公司印刷

2012年10月第1版第1次印刷

184mm×260mm·18.75印张·462千字

0001—2000册

标准书号:ISBN 978-7-111-38915-6

定价:39.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010) 68326294

机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010) 88379649

机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

前 言

近年来，我国汽车行业快速发展，截至2011年底，全国机动车保有量为2.25亿辆，其中汽车1.06亿辆；全国机动车驾驶人达2.36亿人。汽车保有量在2011年10月底首次超过摩托车保有量，标志着中国机动车结构由摩托车为主体向汽车为主体转变。以个人名义注册登记的私家汽车保有量达到7748万辆，占汽车总量的74.17%，成为汽车构成的主体。

据悉，从大中城市汽车保有量情况看，达到100万以上的城市数量达14个，其中北京汽车保有量已突破500万。与2010年底相比，合肥、乌鲁木齐、银川、呼和浩特、南宁、西宁、福州、长沙、兰州、西安等10个城市的汽车增长比率超过20%。根据国际通用16%的标准，也就是每百户家庭拥有16辆小轿车的比例，中国有许多城市已进入汽车社会。工信部预计2020年中国汽车保有量将超过两亿辆。

根据汽车发展的水平和需要，汽车后服务人才供求矛盾激增，人才供求的结构性矛盾突出，汽车后服务人才的培养尤为重要。为了适应当前汽车后服务人才培养的需要，充分体现职业教育特点，本书在编写过程中以就业为导向，以培养汽车后服务人才为目标，以技术应用能力为主线，注重理论联系实际，注重实用，突出反映新知识、新技术、新设备和新方法的应用。同时，本书涵盖了日韩车型、美国车型和欧洲车型；采用了大量彩色图片，浅显易懂，说理清楚；既注重必要的理论，又注重实际操作，便于初学者入门。本书主要内容包括：电控发动机电子控制系统综述、电控发动机空气供给系统、电控发动机燃油供给系统、电控发动机点火控制系统、电控发动机排放净化控制系统、电控发动机的辅助控制系统、电控发动机集中控制系统、电控发动机的检测与维修。

本书由黎亚洲主编。其他参与编写的还有杨光、张森、林月明、豆红波、郑志忠、罗雷鸣、谭善茂、王忠明、阳文辉、雷志亮、何琛、付彬、王福、刘孝恩，并由黄志同志审阅后定稿，在此表示衷心感谢。

编者

目 录

前言	1	第五节 无分电器电控点火系统	115
第一章 电控发动机电子控制系统		第五章 电控发动机排放净化控制系统	126
第一节 发动机电子控制系统发展历程	1	第一节 发动机排放的污染物及净化方法	126
第二节 电控发动机的电子控制系统	5	第二节 氧传感器	130
第二章 电控发动机空气供给系统	13	第三节 排气管废气污染物控制	145
第一节 空气流量传感器	13	第四节 汽油蒸发物控制	154
第二节 进气压力传感器	23	第六章 电控发动机的辅助控制系统	160
第三节 温度传感器	27	第一节 可变配气机构	160
第四节 节气门位置传感器	29	第二节 进气谐振增压系统	179
第五节 电控节气门系统	34	第三节 进气系统增压系统	182
第六节 怠速控制装置	43	第四节 巡航系统	192
第三章 电控发动机燃油供给系统	52	第七章 电控发动机集中控制系统	216
第一节 电动汽油泵	52	第一节 汽车 ECU	216
第二节 汽油滤清器与分配油管总成	59	第二节 发动机 ECU 各端子的检测数据	219
第三节 喷油器	62	第三节 典型 ECU 主板元件	222
第四节 燃油供给系统的检修	66	第四节 车载网络系统	230
第五节 燃油喷射控制	77	第八章 电控发动机的检测与维修	240
第四章 电控发动机点火控制系统	88	第一节 电控发动机维修工具和设备的使用	240
第一节 点火控制系统综述	88	第二节 电控发动机的故障诊断系统	263
第二节 电控点火系统的工作原理	95	第三节 电控发动机综合故障诊断	272
第三节 电控点火系统传感器	99	参考文献	294
第四节 有分电器电控点火系统	109		

第一章 电控发动机电子控制系统综述

第一节 发动机电子控制系统发展历程

一、发动机电子控制系统发展

汽车发动机电子控制系统的正式发展始于 20 世纪 60 年代，主要经历了三个阶段。

1. 第一阶段（从 20 世纪 60 年代中期到 70 年代中期）

1967 年，德国博世公司研制成功 K-Jetronic 机械式汽油喷射系统。早期奔驰和奥迪轿车上此种汽油喷射系统，如图 1-1 所示，发动机稳定运行时，空气流冲开空气计量板，经空气计量器、进气总管、进气歧管进入气缸。空气计量器的位移，反映进气量的大小，通过杠杆机构使油量调节柱塞产生位移，改变燃油计量槽开度大小，控制喷油量，达到控制混合气空燃比的目的。

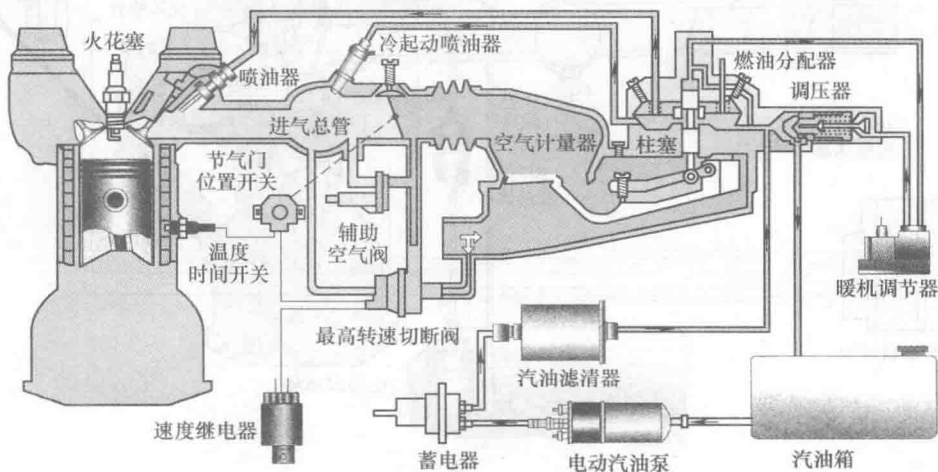


图 1-1 机械式汽油喷射系统 (K 型)

进而，德国博世公司成功开发增加了电子控制系统的 KE-Jetronic 机电结合式汽油喷射系统（图 1-2），KE 型是在燃油分配器上安装了电液式压差调节器，ECU 根据冷却液温度、节气门位置传感器输入的信号控制电液式压差调节器动作，通过改变燃油分配器燃油计量槽进出口压差，调节燃油供给量，达到对发动机不同工况混合气空燃比修正的目的。

同年，德国博世（Bosch）公司根据美国本迪克斯公司的专利技术，率先开发出一套 D 型全电子燃油喷射系统（D-Jetronic）（图 1-3）并应用于汽车上，D 型燃油喷射系统是利用进气歧管绝对压力信号和模拟式计算机来控制发动机空燃比 A/F 的，于 20 世纪 70 年代开始批量生产，在当时率先达到了美国加利福尼亚州废气排放法规的要求，开创了汽油喷射系统的电子控制的新时代。

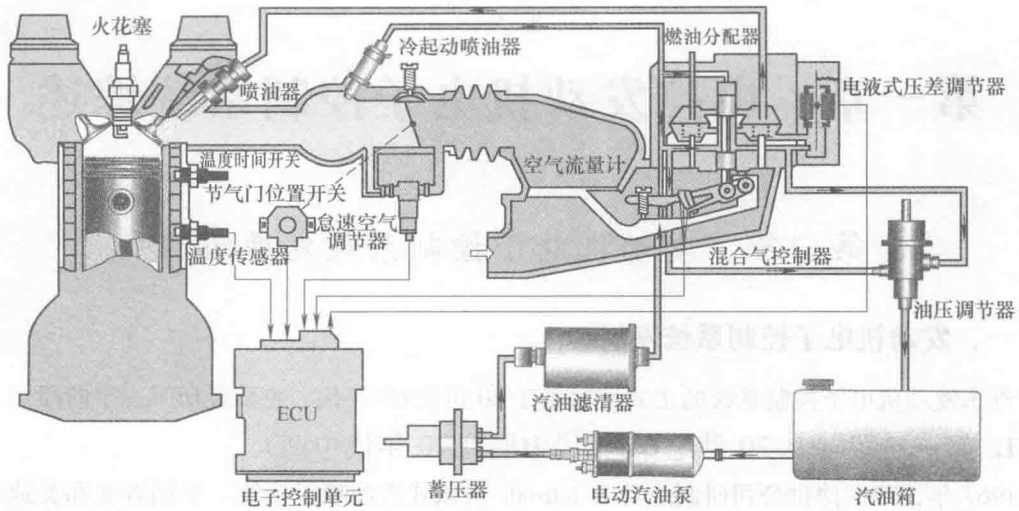


图 1-2 机电混合式汽油喷射系统 (KE 型)

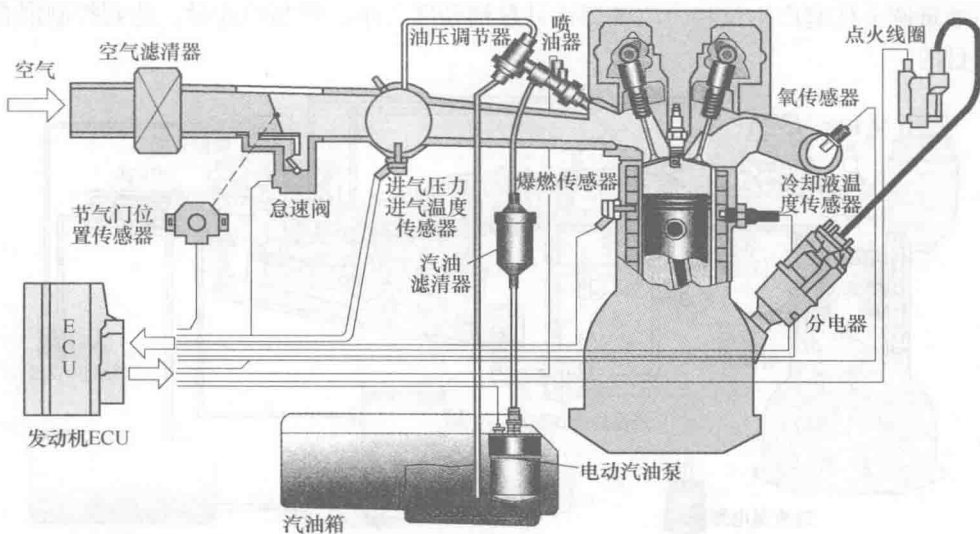


图 1-3 电子燃油喷射系统 (D 型)

1973 年,德国 Bosch 公司在 D 型燃油喷射系统 (D-Jetronic) 的基础上,采用空气流量计直接测量吸入的空气量,改进发展成为 L 型燃油喷射系统 (L-Jetronic) (图 1-4),提高了控油精度,同时还开发出机械式汽油喷射系统。此阶段,汽车电控系统多采用模拟电路的电子控制单元 (ECU),单独对汽车某一系统,如燃油喷射系统、点火系统等进行控制。

2. 第二阶段 (从 20 世纪 70 年代末期到 90 年代中期)

电控汽油喷射系统、电子控制防滑制动装置和电控点火系统的开发,提高了汽车的安全性能和污染物的排放控制性能。1977 年,美国通用汽车公司研制成功了数字式点火控制系统。1979 年,德国 Bosch 公司开发出了 M-Motronic 系统,即发动机集中管理系统;1979 年,日本日产 (Nissan) 汽车公司研制成功了集点火时刻控制、空燃比控制、废气再循环控制和

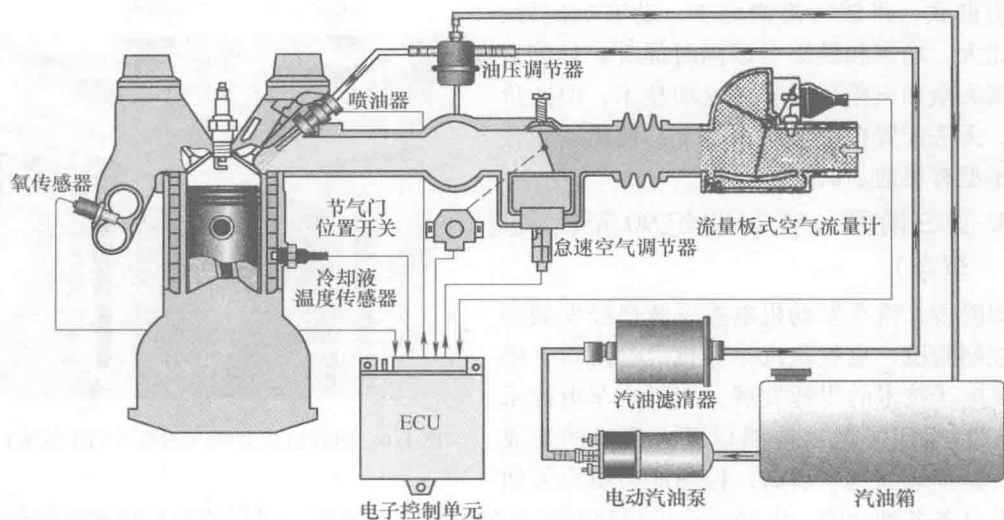


图 1-4 电子汽油喷射系统 (L 型)

怠速转速控制与一体的发动机集中控制系统 ECCS。1980 年,日本丰田 (TOYOTA) 公司开发出了具有汽油喷射控制、点火控制、怠速转速和故障自诊断功能的丰田计算机控制系统 TCCS。

1987~1989 年, Bosch 公司开发出电控单点汽油喷射系统 (图 1-5)。单点喷射又称节气门体喷射系统 (简称 TBI) 或中央喷射系统 (简称 CFI), 其英文为 single point injection, 简称为 SPI。在结构布置上与化油器式发动机有些相似, 采用一个或并列的两个喷油器, 直接将汽油喷入节气门前方的进气管中, 与进气气流混合, 形成的混合气通过进气歧管分配至各气缸。

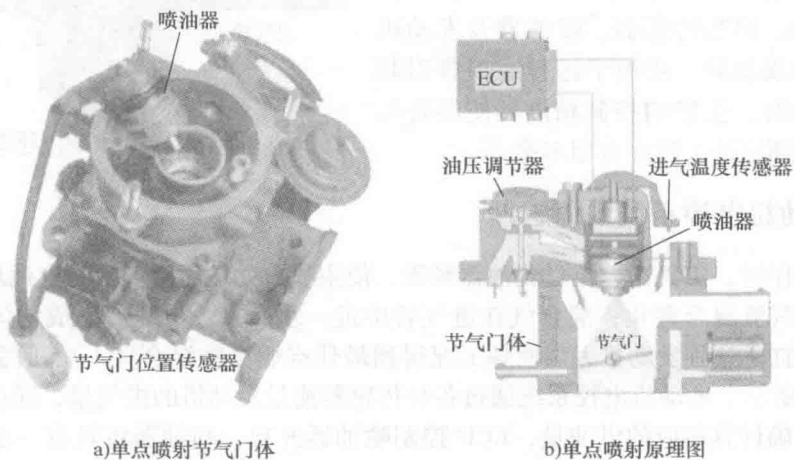


图 1-5 单点喷射

1995 年,日本三菱 (MITSUBISHI) 汽车公司公布了电控缸内直喷汽油机 (即 GDI 系统) (图 1-6)。汽油机缸内喷射 (GDI) 与进气道喷射相比, GDI 喷射压力更高、油耗低、

燃烧更彻底、排放污染物更少、动态响应好、压缩比大,功率和转矩可以同时提升。目前只有德国大众和三菱公司掌握这项技术,但造价较高,无法配置在中低端车型上,使用这项技术的车型有奥迪、辉腾。

3. 第三阶段(从20世纪90年代末期至今)

现阶段,汽车发动机电控系统已经发展到集中控制阶段,也就是汽车微机控制阶段,随着汽车电子技术的飞速发展,用于汽车电控系统的ECU采用了数字电路以及大规模的集成电路,其集成度越来越高,控制能力也大大加强,并具备各种功能。电动发动机控制方式也多采用闭环控制。闭环控制是指在排气管内加装氧传感器,根据排气中含氧量的变化,对进入气缸内的可燃混合气的空燃比进行测量,并不断与设定值进行比较,根据比较结果修正喷油量,最终将空燃比控制在设定值的附近,如图1-7所示。

相对闭环控制来讲,还有开环控制,开环控制是根据实验确定发动机各种运行工况的最佳供油参数,事先存入计算机,形成所谓的控制MAP图。发动机运行时,计算机根据各个传感器的输入信号,判断发动机所处的运行工况,计算出最佳供油量,控制喷油器的喷射时间,从而精确控制混合气的空燃比。开环控制结构简单,响应快。但当传感器、喷油器及发动机的产品性能出现差异,或由于运行磨损等引起性能参数变化时,会影响控制精度,使混合气的空燃比偏离预定值,因此应用不多。

二、发动机电控系统的优越性

发动机工作时,空气高速流过化油器喉管,使主喷口处压力降低,将汽油从浮子室内吸出,与高速空气流混合雾化,混合气在进气管中进一步蒸发、汽化,形成均匀的可燃混合气,被吸入气缸。这种发动机无法使各工况得到最佳空燃比的混合气,油耗高,污染较大,如图1-8a、b所示。发动机电控系统通过各种传感器测量发动机的进气量,通过发动机计算机(ECU)精确计算相应的供油量,ECU控制喷油器开启,喷油器将具有一定压力的燃油以雾状喷出。汽油被喷射在进气门外侧的进气道中,与空气迅速混合形成可燃混合气,再经打开的进气门被吸入气缸燃烧,如图1-8c所示。大众车型,则将汽油直接喷射到气缸内,如图1-8d所示。这样可实现发动机的最优控制。

(1) 保持汽车最佳的动力性 在各种工况下,发动机电控系统都能使发动机获得最合适浓度的混合气,并使发动机保持最佳的动力性。

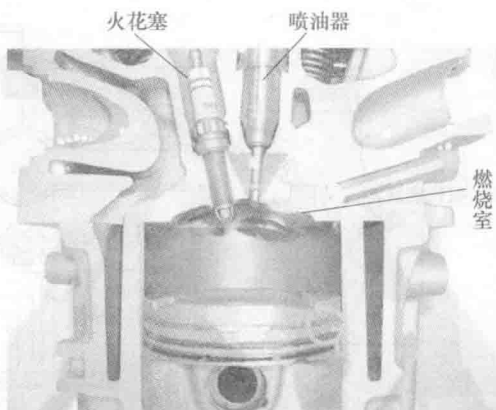


图1-6 电控缸内直喷汽油机(GDI系统)

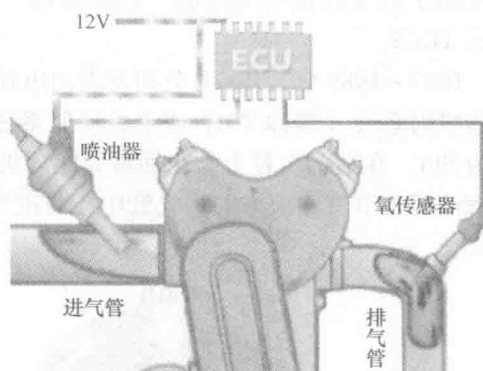


图1-7 氧传感器闭环控制

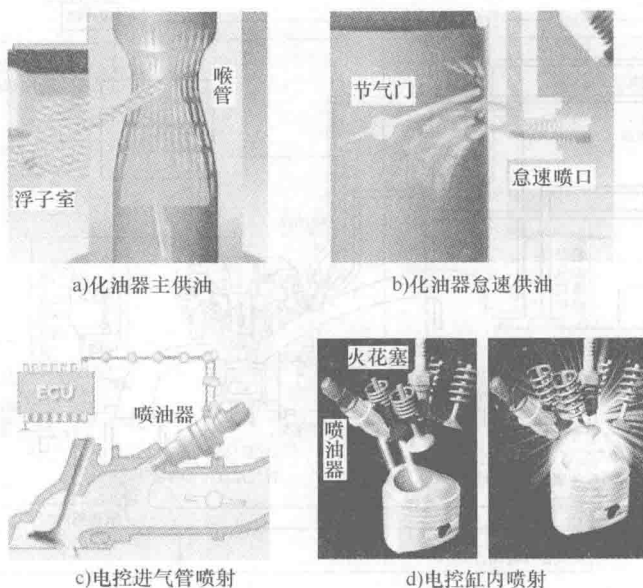


图 1-8 两种燃油供给系统的比较

(2) **提高发动机运转稳定性** 发动机电控系统能提供较大燃油压力，喷射时雾化比较好；各缸都有喷油器，燃油喷射比较均匀，使发动机运转稳定性较好。

(3) **提高经济性** 不同海拔高度，大气压力、空气密度及氧气含量差别较大（海平面大气压力为 101.3kPa）。电控发动机 ECU 能根据外界环境压力和温度变化，准确地作相应调整，使吸进发动机气缸内的混合气保持最佳空燃比，提高经济性。

(4) **提高汽车加速和减速行驶性能** 电控发动机燃油和点火控制反应迅速，使汽车在各种行驶工况，如汽车加减速行驶性能更好。

(5) **降低排气污染** 电控发动机在急减速时，能迅速切断断油供应，降低排气污染，节省了燃料。

(6) **提高发动机起动性能** 由于发动机 ECU 能准确计算出起动时所需供油量，使发动机起动容易，并能使发动机温度迅速升高，实现暖机运转。

第二节 电控发动机的电子控制系统

一、电控发动机电子控制系统的组成

以图 1-9 所示风神蓝鸟电控汽油喷射系统为例，发动机电子控制系统由空气供给系统、污染物排放净化控制系统、燃油供给系统、点火控制系统和计算机控制系统 5 个子系统组成。每个子系统的组成如图 1-10 所示。

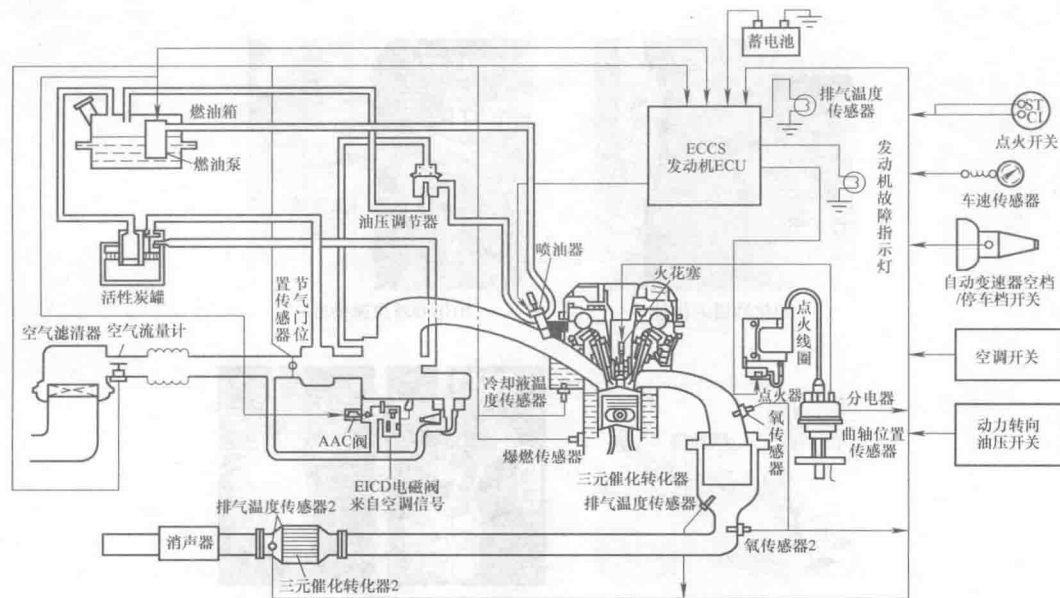


图 1-9 风神蓝鸟电控汽油喷射系统

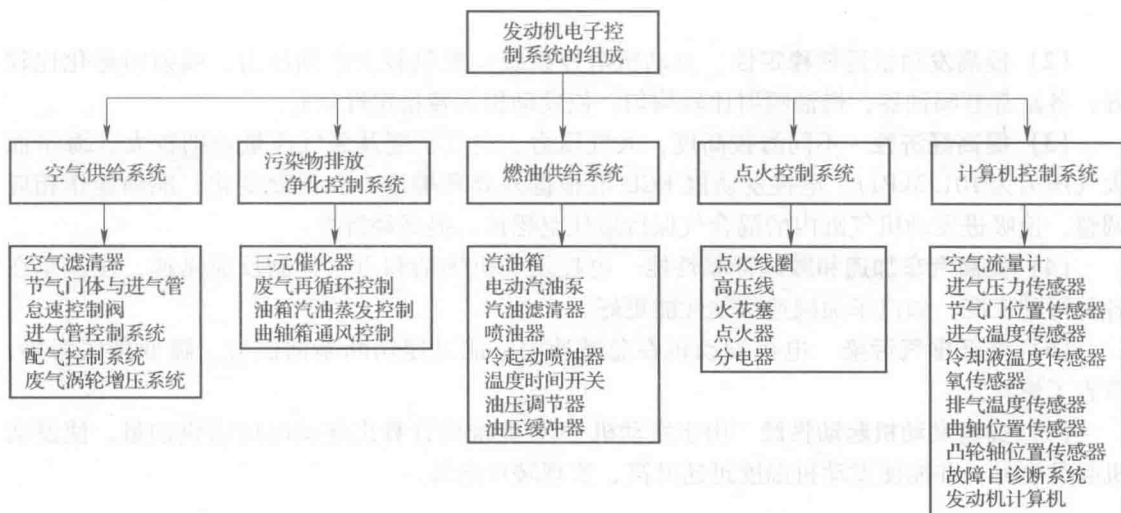


图 1-10 发动机电子控制系统的组成

二、电控发动机电子控制系统及功能

一般来说，发动机电控系统包括电控汽油喷射系统、燃油控制系统、点火控制系统、怠速控制系统、进气控制系统、排气控制系统和自诊断控制系统等。

1. 电控汽油喷射系统

电控汽油喷射系统 (Electronic Fuel Injection System, 简称为EFI), 是利用各种传感器检测发动机的各种参数, 经发动机 ECU 的计算和判断, 并发出控制指令, 使发动机在各种

工况下, 均能获得合适空燃比和最佳点火时间。

2. 点火控制系统

发动机 ECU 根据曲轴位置传感器和凸轮轴位置传感器, 确定点火时刻基准。再根据发动机运行工况, 确定最佳点火时刻(点火提前角)及控制点火线圈电流大小(导通角)。

3. 怠速控制系统

ECU 根据冷却液温度传感器信号, 在发动机冷起动时, 控制怠速阀门全开, 以便于起动。发动机起动后, ECU 控制发动机以 1200 ~ 1600r/min 快怠速运转, 并提前点火, 便于暖车; 当冷却液温度升高到一定温度后, 发动机以 800r/min 正常怠速运转。当转向和开空调时, ECU 根据动力转向开关和空调开关信号, 提高发动机转速, 保证转向机油泵和空调系统正常运转。

4. 进气控制系统

(1) 谐振控制 随着进气门的开闭, 使气流的频率与进气管的频率相等, 利用进气流的惯性和谐振效应, 提高进气量。

(2) 进气管长度控制 一般而言, 进气管长, 压力波长, 可使发动机中低转速区功率增大。进气管长度短时, 压力波波长短, 进气能量大, 利用了共振原理可使发动机高速区功率增大。

(3) 气门升程控制 发动机低速时, 进气门开度小, 有利于提高进气流的惯性和进气量。

(4) 配气相位控制 控制进排气门的关闭时刻和重叠角, 可大幅提高充气效率, 减少废气污染。

(5) 废气涡轮增压 用增压器是将空气先压缩, 增加其密度, 使进入气缸的实际进气量比自然进气量多, 从而达到增加发动机功率、改善燃料经济性和排放性能。

5. 排气控制系统

(1) 三元催化转化器 当 CO、HC 和 NO_x 通过三元催化转化器孔道时, 转化为无毒的水(H₂O)、氧气(O₂)和氮气(N₂)。

(2) 废气再循环控制 在发动机中高速时, ECU 控制 EGR 阀, 使部分废气进入气缸中再循环, 降低气缸中的温度, 从而减少 NO_x 的排放。

(3) 油箱汽油蒸发控制 油箱和化油器内的汽油受热蒸发后, 利用炭罐吸附, 防止挥发到大气中。发动机工作时, 节气门打开, 负压通过真空管吸开控制阀, 将汽油蒸气吸入进气管, 进入气缸燃烧。

(4) 曲轴箱通风控制 发动机做功时, 燃气从活塞与气缸间窜入曲轴箱。窜气需要导入气缸燃烧, 以免造成空气污染, 新鲜空气补充进入曲轴箱。

6. 自诊断控制系统

出现故障时, ECU 检测有问题的传感器, 在 ECU 中贮存故障码, 并点亮故障灯。采用人工或用解码器, 从 ECU 中可读取故障码。

三、电控发动机电子控制系统的元件

发动机电控系统的元件主要有电子控制单元、信号输入装置和执行器三部分组成。

1. 电子控制单元

ECU 在电控汽油喷射系统中,是核心元件。ECU 接收来自各种传感器的信号,并处理接收到的信息,同时发出相应的控制指令,来控制各种执行器完成正确的动作,如图 1-11 所示。

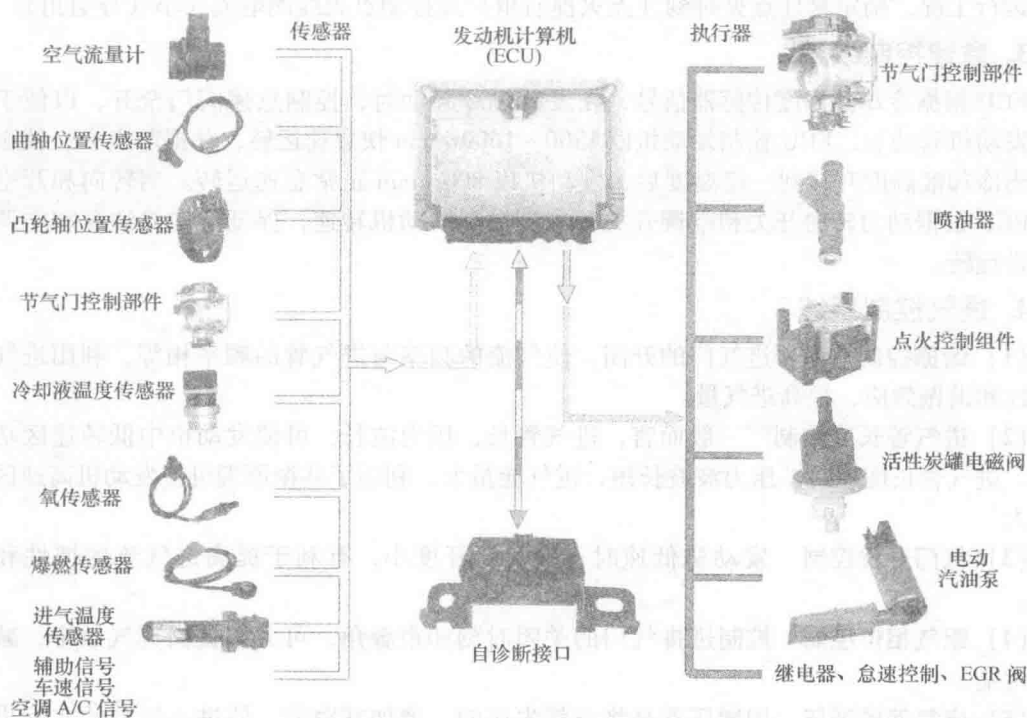


图 1-11 ECU 与传感器控制执行器的连接

2. 信号输入装置

传感器是电控汽油喷射系统的“触角”,是感知信息的部件,它负责向电控单元提供汽车的运行状况和发动机的工况。传感器主要有空气流量传感器(空气流量计 MAF)、进气歧管绝对压力传感器(MAP)、曲轴位置传感器(CKP)、凸轮轴位置传感器(CMP)、冷却液温度传感器(ECT)、进气温度传感器(IAT)、节气门位置传感器(TPS)、氧传感器(O_2S)和爆燃传感器(KS)等。

3. 执行器

执行器负责执行 ECU 发出的各项指令,执行器主要有喷油器、怠速步进电动机、电动汽油泵、继电器、点火器和点火线圈、EGR 阀、VVT 等。

以天津丰田威驰发动机电控系统为例介绍发动机电控系统元件的位置,如图 1-12 所示。节气门位置传感器用来检测发动机的工况,怠速阀用来控制发动机的怠速,都安装在节气门体上,是进气管路的一部分。

空气流量传感器或进气歧管绝对压力传感器是用来检测进气量的,是进气管路的一部分。

氧传感器安装在排气管上,用来检测废气中含氧量的,ECU 据此计算空燃比是否合适,实现空燃比的闭环控制。

发动机冷却液温度传感器一般安装在节温器盖上。进气温度传感器一般安装空气滤清器

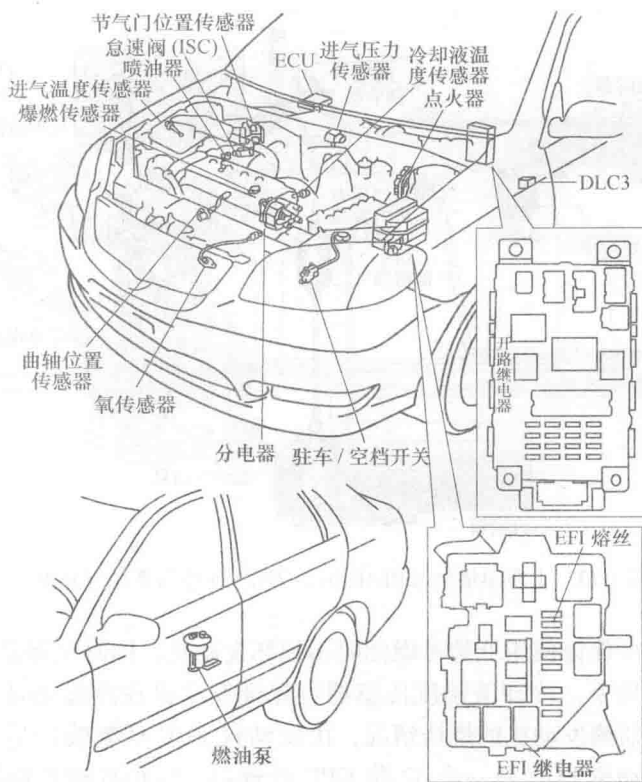


图 1-12 天津丰田威驰发动机电控系统元件位置图

或空气流量传感器内。ECU 利用该信号修正空燃比和点火时间。

曲轴位置传感器用来检测曲轴转动位置的。凸轮轴位置传感器是判断 1 缸和其同步缸的位置，作为点火时间和喷油时间的基准。曲轴位置传感器有的装在曲轴前端，有的装在曲轴后端。凸轮轴位置传感器有的安装在凸轮轴时规带轮旁边，有的安装在分电器内。

爆燃传感器一般装在气缸体侧面，用来检测做功时是否产生爆燃，以实现点火时刻的闭环控制。

四、典型电控发动机电子控制系统

1. 上海桑塔纳 Motronic M1.5.4 电子控制系统

如图 1-13 所示，Motronic M1.5.4 电子控制汽油喷射系统系统由燃油供给系统、空气供给系统和计算机控制系统三大部分组成。

驾驶员通过节气门控制进气量，发动机工作时，驾驶员控制节气门的开度，由节气门位置传感器检测，进气压力传感器检测进入气缸的空气量，这两个信号作为燃油喷射的主要信号输入发动机 ECU，由发动机 ECU 计算出喷油量。发动机 ECU 再根据冷却液温度传感器、进气温度传感器、氧传感器、爆燃传感器等 4 个传感器输入的信息，对主喷油量进行必要的修正，确定出实际喷油量。最后发动机 ECU 再根据霍尔传感器检测到的曲轴位置转角信号，确定最佳喷油和点火时刻，并指令喷油器喷油、火花塞跳火。

当发动机产生爆燃时，爆燃传感器将此信号送给发动机 ECU，适当推迟点火而减轻爆

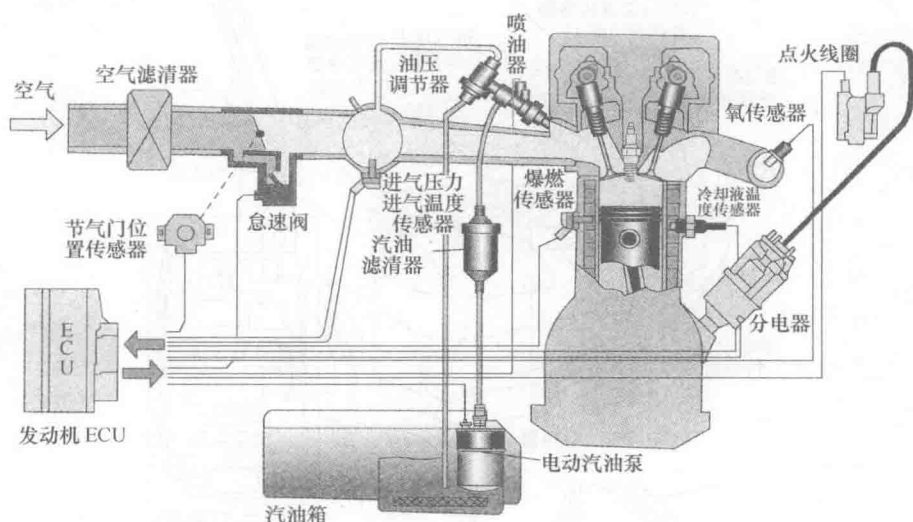


图 1-13 上海桑塔纳采用 Motronic M1.5.4 电控系统 (D 型)

燃。爆燃传感器不仅可保证使用低牌号燃油时不损坏发动机，同时也保证发动机在使用高质量燃油时能发出最大功率。冷却液温度传感器可保证发动机在冷起动时，能适当加浓混合气。氧传感器则随时监测发动机的燃烧情况，由发动机 ECU 调整喷油量，从而将排气污染减小到最低程度；发动机 ECU 是一个 32 位 CPU 处理器，它可处理及控制发动机的喷油时刻、喷油持续时间和点火提前角等指令，使喷油器和火花塞工作在最佳状态下。

上海桑塔纳 2000GSi 时代超人、俊杰等轿车均装配 AJR 发动机，此发动机采用的是 Motronic3.8.2 电子控制系统，它是在 AFE 发动机 Motronic1.5.4 电子控制系统的基础上发展起来的，点火系中无分电器，采用两套点火系统，如图 1-14 所示。

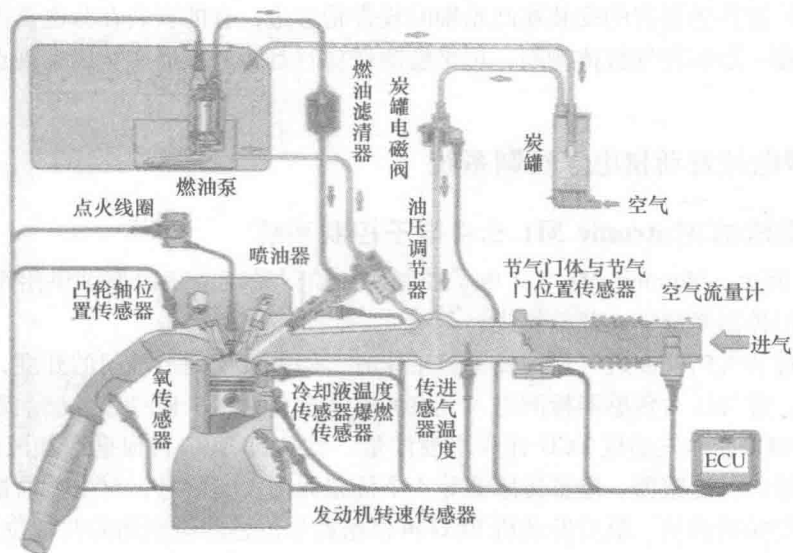


图 1-14 Motronic 3.8.2 电控汽油喷射系统

2. 一汽花冠 2NZ-FE 发动机电控汽油喷射系统

如图 1-15 所示, 一汽花冠 2NZ-FE 发动机电控系统由空气供给系统、燃油供给系统、排放控制系统和计算机控制系统四大部分组成。

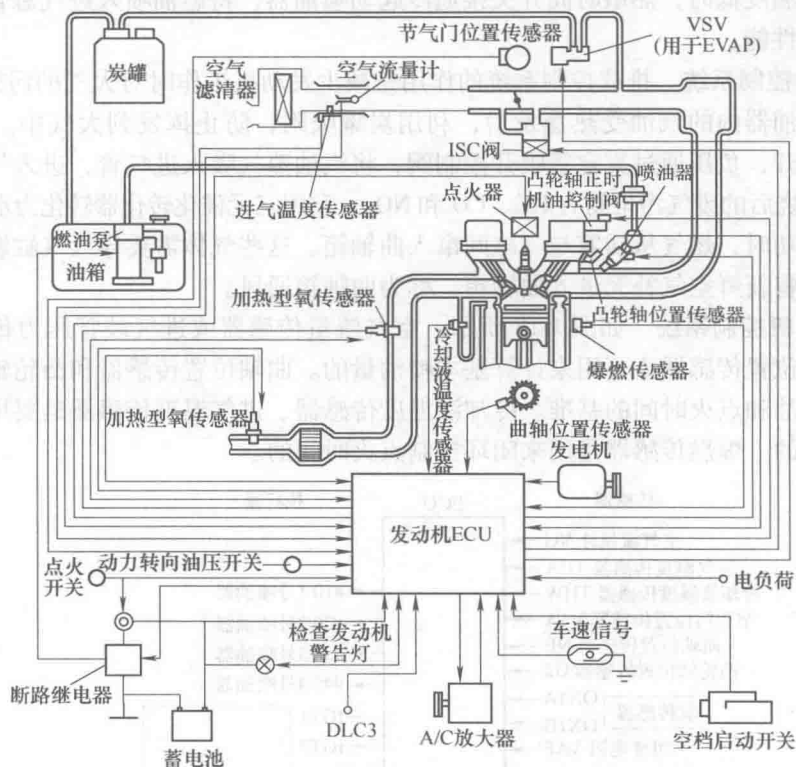


图 1-15 一汽花冠 2NZ-FE 发动机电控系统

(1) 空气供给系统 如图 1-16 所示。各部分的作用是: 空气滤清器过滤空气; 空气流量计是计量发动机进气量, 其内的进气温度传感器用来检测进气温度, 使进气量计量更准确; 节气门控制发动机进气量和发动机怠速。



图 1-16 空气供给系统

(2) 燃油供给系统 燃油供给系统如图 1-17 所示。油箱内汽油由电动汽油泵泵出, 燃

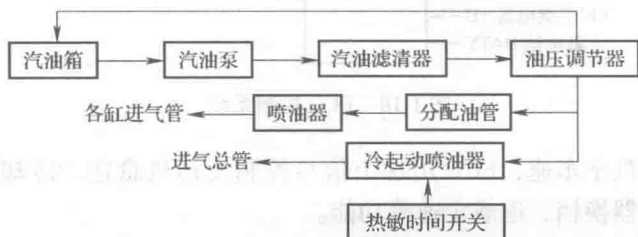


图 1-17 燃油供给系统

油滤清器过滤后，油压调节器将压力调整为比进气管压力高出约 250kPa。当油路压力超过规定值时，一部分回到油箱，大部分经分配油管配送给各个喷油器和冷起动喷油器。当 ECU 发出信号给喷油器通电时，与进气量相适应的汽油被喷射到进气歧管中。

当冷却液温度低时，热敏时间开关接通冷起动喷油器，将燃油喷入进气总管，以改善发动机低温起动性能。

(3) 排放控制系统 排放控制系统的作用是减少发动机工作时对大气的污染。

油箱和化油器内的汽油受热蒸发后，利用炭罐吸附，防止挥发到大气中。发动机工作时，节气门打开，负压通过真空管吸开控制阀，将汽油蒸气吸入进气管，进入气缸燃烧。

发动机燃烧后的废气污染物有 HC、CO 和 NO_x。利用三元催化转化器转化为水和二氧化碳。

发动机做功时，燃气从活塞与气缸间窜入曲轴箱。这些气体需要导入气缸燃烧，以免造成空气污染，将新鲜空气补充进入曲轴箱，称为曲轴箱通风。

(4) 计算机控制系统 如图 1-18 所示，空气流量传感器或进气歧管压力传感器、氧传感器、节气门位置传感器主要用来计算基本喷油量的。曲轴位置传感器和凸轮轴位置传感器是用来计算喷油和点火时间的基准。冷却液温度传感器、进气温度传感器是要用来修正喷油量和点火时间的。爆燃传感器是用来闭环控制点火时间的。



图 1-18 ECU 控制系统

车速传感器检测汽车车速，ECU 用这个信号控制发动机怠速、冷却风扇开闭、液力变矩器锁止、自动变速器换档、巡航定速等功能。