

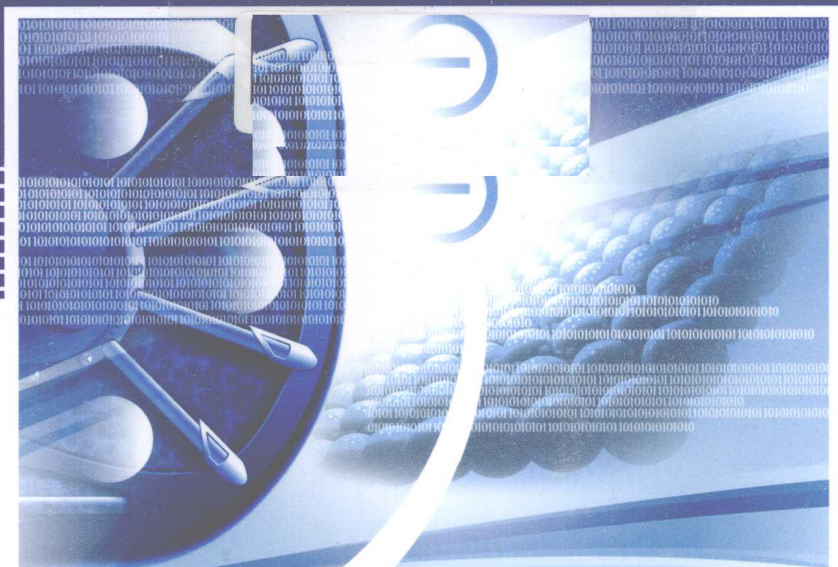


面向“十二五”高等教育课程改革项目研究成果

汽车发动机电控技术

QICHE FADONGJI DIANKONG JISHU

■ 主 编 王加升
■ 副主编 王凤忠 范继春 李香桂



 北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

面向“十二五”高等教育课程改革项目研究成果

汽车发动机电控技术

主 编 王加升

副主编 王凤忠 范继春 李香桂

参 编 杜文锁 张维军 刘小斌

 **北京理工大学出版社**

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

出版说明

21 世纪是科技全面创新和社会高速发展的时代，面临这个难得的机遇和挑战，本着“科教兴国”的基本战略，我国已着力对高等学校进行了教学改革。为顺应国家对于培养应用型人才的要求，满足社会对高校毕业生的技能需要，北京理工大学出版社特邀一批知名专家、学者进行了本系列规划教材的编写，以期能为广大读者提供良好的学习平台。

本系列规划教材面向汽车类相关专业。作者在编写之际，广泛考察了各校应用型学生的学习实际，本着“实用、适用、先进”的编写原则和“通俗、精炼、可操作”的编写风格，以学生就业所需的专业知识和操作技能为着眼点，力求提高学生的实际运用能力，使学生更好地适应社会需求。

一、教材定位

- ※ 以就业为导向，培养学生的实际运用能力，以达到学以致用目的。
- ※ 以科学性、实用性、通用性为原则，以使教材符合汽车类课程体系设置。
- ※ 以提高学生综合素质为基础，充分考虑对学生个人能力的提高。
- ※ 以内容为核心，注重形式的灵活性，以便学生易于接受。

二、编写原则

- ※ 定位明确。本系列教材所列案例均贴合工作实际，以满足广大企业对于汽车类专业应用型人才实际操作能力的需求，增强学生在就业过程中的竞争力。
- ※ 注重培养学生职业能力。根据汽车类专业实践性要求，在完成基础课的前提下，使学生掌握先进的汽车类相关操作软件，培养学生的实际动手能力。

三、丛书特色

- ※ 系统性强。丛书各教材之间联系密切，符合各个学校的课程体系设置，为学生构建牢固的知识体系。
- ※ 层次性强。各教材的编写严格按照由浅及深，循序渐进的原则，重点、难点突出，以提高学生的学习效率。

- ※ 先进性强。吸收最新的研究成果和企业的实际案例，使学生对当前专业发展方向有明确的了解，并提高创新能力。
- ※ 操作性强。教材重点培养学生的实际操作能力，以使理论来源于实践，并最大限度运用于实践。

北京理工大学出版社

前 言

随着我国汽车工业的高速发展，电子控制技术越来越广泛的应用在汽车上，给汽车的使用和维修带来了根本改变。为了使汽车专业的学生及有关技术人员能更全面地、系统地掌握有关汽车发动机电控技术的知识，特编写了这本教材。此外，为了使学生和读者了解未来汽车电子技术的新知识，还对被称为“绿色汽车”的动力装置燃气发动机电控技术及汽车车载网络技术作了介绍。

在编写内容上进行了选择取舍，立足于汽车运用工程，突出了汽车维修专项技能方面的知识，密切结合维修市场，服务于专业。在教材编写过程中，进一步注意了内容的编排、文字的表述，进行了删繁就简、突出重点、兼顾全面的调整，以利于学习。

本书包括7章内容，主要针对当代汽车发动机电控技术方面的专业培训，讲解了发动机电控系统及其元器件的结构、原理以及检测维修。从内容方面看，本教材能够满足汽车检测与维修、汽车电子等专业学生的教学要求，同时也可作为汽车维修中、高级技工的培训提高的参考读本。

本书由王加升担任主编，王凤忠、范继春及李香桂担任副主编，参加本教材编写工作的同志还有杜文锁、张维军、刘小斌，在此，对支持本书编写工作的全体同仁表示感谢，同时对本书参考文献的作者表示诚挚的谢意。

由于编者水平所限，加之时间仓促，书中难免有疏漏和不当之处，欢迎使用本教材的师生和读者批评指正。

编 者

目 录

第1章 发动机电控系统概述	1
1.1 发动机电控系统发展历史、现状及发展趋势	1
1.2 应用在汽车发动机上的电子控制系统	3
1.3 汽车发动机电控系统的基本组成	4
1.4 汽车车载网络系统 (CAN-BUS) 简介	5
第2章 汽油机电控燃油喷射系统	8
2.1 电控燃油喷射系统概述	8
2.2 电控燃油喷射系统的功能	11
2.3 电控燃油喷射系统的组成与基本原理	14
2.4 空气供给系统主要元件的构造与检修	15
2.5 燃油供给系统主要元件的构造与检修	17
2.6 电控系统主要元件的构造与检修	25
第3章 汽油机电控点火系统	62
3.1 汽油机电控点火系统的组成与控制原理	63
3.2 汽油机电控点火系统主要部件的结构与工作原理	69
3.3 无分电器电控点火系统	73
3.4 电控点火系统的故障诊断与维修	76
第4章 汽油机辅助控制系统	83
4.1 怠速控制系统及其故障诊断	83
4.2 排放控制系统及其故障检修	91
4.3 进气控制系统及其故障检测	100
4.4 故障自诊断与失效保护、备用系统	115
第5章 汽车发动机电控系统的使用维护与故障检测	123
5.1 电控发动机的使用维护与故障检测方法	123
5.2 电控系统检测诊断仪器与数据分析	137
5.3 电控发动机常见故障分析与排除	160
5.4 第二代随车电脑诊断系统 OBD—II 简介	186
第6章 柴油机电控系统	194
6.1 概述	194
6.2 柴油机电子控制系统的组成及工作原理	196
6.3 柴油机电子控制系统的类型、结构及工作原理	200

第7章 燃气发动机电控技术简介	241
7.1 概述	241
7.2 两用燃料发动机	245
7.3 两用燃料发动机混合器供气电控系统	252
7.4 电控 CNG 喷射系统	257
7.5 用户使用注意事项	270
参考文献	272

第 1 章 发动机电控系统概述

1.1 发动机电控系统发展历史、现状及发展趋势

1952 年, 德国戴姆勒奔驰 300L 型赛车装用了博世公司 (Bosch) 生产的第一台机械式汽油喷射装置, 它采用气动式混合气调节器控制空燃比, 向气缸内直接喷射。1958 年, 德国 Mercedes—Bens 220S 型轿车装备了博世公司和 Kugerfischer 公司共同研制和生产的带油量分配器的进气管汽油喷射装置。20 世纪 60 年代以前, 车用汽油喷射装置大多数采用机械式柱塞喷射泵, 其结构和工作原理与柴油机喷油泵十分相似, 控制功能也是借助于机械装置实现的, 结构复杂, 价格昂贵, 发展缓慢, 技术上无重大突破, 应用范围也仅仅局限于赛车和为数不多的追求高速和大功率的豪华型轿车。在车用汽油发动机领域内化油器仍占有绝对优势。1967 年, 博世公司研制成功 K—Jetronic 机械式汽油喷射系统, 由电动汽油泵提供 0.36 MPa 低压汽油, 经汽油分配器输往各缸进气管上的机械式喷油器, 向进气口连续喷射, 用挡流板式空气流量计操纵油量分配器中的计量槽来控制空燃比。后来, 该喷射系统经改进, 发展成为机电结合式的 KE—Jetronic 汽油喷射系统 (在 K—Jetronic 系统的油量分配器上增设一只电液式压差调节器)。1967 年, 博世公司开始批量生产用进气管绝对压力控制空燃比的 D—Jetronic 模拟式电子控制汽油喷射系统。1973 年经改进发展成为 L—Jetronic 电控汽油喷射系统, 用叶片式空气流量计直接测进气空气体积流量来控制空燃比, 比用进气管绝对压力间接控制的方式精度高, 稳定性好。1981 年, L—Jetronic 系统又进一步改进发展成为 LH—Jetronic 系统, 用新颖的热线式空气流量计代替机械式空气流量计, 可直接测出进气空气的质量流量, 无须附加专门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。1979 年, 博世公司开始生产集电子点火和电控汽油喷射于一体的 Motronic 数字式发动机集中控制系统。与此同时, 美国和日本各大汽车公司也竞相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, 美国通用汽车公司 (General Motors Corporation, GM) DEFI 系统、福特汽车公司 (Ford) EEC—III 系统, 以及日本日产汽车公司 ECCS 系统、丰田汽车公司 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综合控制, 控制精度愈来愈高, 控制功能也日趋完善。

由于汽油机的燃油经济性比柴油机差, 所以降低汽油机的能耗已经成为汽车界当前必须要解决的一个问题。具有理论空燃比的均质混合气的燃烧理论在火花点火发动机上被广泛使用, 它的最大优点是可以使用三效催化器来降低 CO、HC

和 NO_x 等废气的排放。不足之处是不能获得较高的燃油经济性，为了提高发动机的热效率和降低废气排放，燃烧技术在不断地发展。汽油机经历了由完全机械控制的化油器供油为主到采用电控喷射、缸内直喷、电辅助增压和电动气门、可变压缩比、停缸等技术的变化，汽油机发展的最终方案将采用综合汽油机和柴油机优点的燃烧控制技术。

目前最有代表性的三大汽油机技术是：

1. 汽油直喷技术

开发车用具有汽油机优点，同时具有柴油机部分负荷高燃油经济性优点的发动机是主要的研究目标。汽油缸内直喷是提高汽油机燃油经济性的重要手段，近些年来，以缸内直喷汽油机（Gasoline Direct Injection, GDI）为代表的新型混合气形成模式的研究和应用，极大地提高了汽油机的燃油经济性。以日本为代表的非均质直喷技术面临燃烧稳定性和后处理等问题，同时以欧洲为代表的均质直喷技术正在兴起。

2. 发动机可变气门正时技术

发动机可变气门正时技术（Variable Valve Timing, VVT）是针对在常规车用发动机中，因气门定时固定不变而导致发动机某些重要性能在整个运行范围内不能很好的满足需要而提出的。VVT 技术在发动机运行工况范围内提供最佳的配气正时，较好地解决了高转速与低转速、大负荷与小负荷下动力性与经济性的矛盾，同时在一定程度上改善了排放性能。随着环境保护和人类可持续发展的要求提高，低能耗和低污染已成为汽车发动机的发展目标。VVT 技术由于自身的优点，日益受到人们重视，尤其是当今电子技术的飞速发展，促进了 VVT 技术从研究阶段向实用阶段的发展。电动气门具有与电控喷射同等重要的意义，它将给发动机空气系统控制和循环过程管理带来一系列技术变革，如取消节气门、可变压缩比、部分停缸等。

3. 燃烧方式的混合

传统的火花点火发动机的燃烧过程在火焰传播中，火焰前锋的温度比未燃混合气高很多。所以这种燃烧过程虽然混合气是均匀的，但是温度分布仍不均匀，局部的高温会导致在火焰经过的区域形成 NO_x 。柴油机的燃烧过程是扩散型的，燃烧过程中燃烧速率由混合速率决定，点火在许多点发生，这种类型的燃烧过程混合和燃烧都是不均匀的， NO_x 在燃烧较稀的高温区产生，固体微粒在燃料较浓的高温区产生。在均质充量压缩点燃（Homogeneous Charge Compression Ignition, HCCI）过程中，理论上是均匀的混合气和残余气体，在整个混合气体中由压缩点燃，燃烧是自发的、均匀的，并且没有火焰传播，这样可以阻止 NO_x 和微粒的

形成。这种汽油机均质与柴油机压燃混合的燃烧方式，以燃料技术和控制技术为基础，综合汽油机和柴油机两种燃烧方式优点的均质压燃 HCCI 内燃机技术正在兴起。

1.2 应用在汽车发动机上的电子控制系统

1.2.1 电控燃油喷射系统 (EFI)

电控燃油喷射系统根据进气量确定基本喷油量，再根据其他传感器（如冷却液温度传感器、节气门位置传感器等）信号等对喷油量进行修正，使发动机在各种运行工况下均能获得最佳浓度的混合气，从而提高发动机的动力性、经济性和排放性。

1.2.2 电控点火系统 (ESA)

电控点火系统可进行点火提前角的控制。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，以实现提高发动机动力性、经济性和降低排放污染的目的。

1.2.3 怠速控制系统 (ISC)

怠速控制系统的功用是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。

1.2.4 排放控制系统

排放控制系统主要是对发动机排放控制装置的工作实行电子控制。排放控制的项目主要包括：废气再循环 (EGR) 控制，活性炭罐电磁阀控制，氧传感器和空燃比闭环控制，二次空气喷射控制等。

1.2.5 进气控制系统

进气控制系统主要是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。

1.2.6 增压控制系统

增压控制系统是对发动机进气增压装置的工作进行控制。在装有废气涡轮增压装置的汽车上，电子控制单元 (ECU) 根据检测到的进气管压力，对增压装置进行控制，从而控制增压装置对进气增压的强度。

1.2.7 巡航控制系统

巡航控制系统设定巡航控制模式后, ECU 根据汽车运行工况和运行环境信息, 自动控制发动机工作, 使汽车自动维持一定车速行驶。

1.2.8 警告提示

由 ECU 控制各种指示和报警装置, 一旦控制系统出现故障, 该系统能及时发出信号以警告提示。

1.2.9 自诊断与报警系统

自诊断与报警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数码(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。

1.2.10 失效保护系统

失效保护系统主要是当传感器或传感器线路发生故障时, 控制系统自动按电脑中预先设定的参考信号值工作, 以便发动机能继续运转。

1.2.11 应急备用系统

应急备用系统是当控制系统电脑发生故障时, 自动启用备用系统(备用集成电路), 按设定的信号控制发动机进入强制运转状态, 以防车辆停驶在路途中。

1.3 汽车发动机电控系统的基本组成

任何一种电子控制系统, 其主要组成都可分为信号输入装置、电子控制单元(ECU)和执行元件三部分。

1.3.1 信号输入装置

各种传感器, 用于采集控制系统所需的信息, 并将其转换成电信号通过线路输送给 ECU。

常用传感器类型及功用如下:

空气流量计 MAFS: 测量发动机的进气量, 将信号输入 ECU。

进气管绝对压力传感器 MAPS: 测量进气管内气体的绝对压力, 将信号输入 ECU。

节气门位置传感器 TPS: 检测节气门的开度及开度变化, 将信号输入 ECU。

凸轮轴位置传感器 CMPS：提供曲轴转角基准位置信号。

曲轴位置传感器 CKPS：检测曲轴转角位移，给 ECU 提供发动机转速信号和曲轴转角信号。

进气温度传感器 IATS：检测进气温度信号。

冷却液温度传感器 ECTS：给 ECU 提供冷却液温度信号。

车速传感器 VSS：检测汽车的行驶速度，给 ECU 提供车速信号（SPD 信号）。

氧传感器 O₂S：检测排气中的氧含量。

爆燃传感器 KS：检测汽油机是否爆燃及爆燃强度。

空调开关 A/C：当空调开关打开，空调压缩机工作，发动机负荷加大时，由空调开关向 ECU 输入信号。

挡位开关：自动变速器由空挡挂入其他挡时，向 ECU 输入信号。

起动开关 STA：发动机起动时，给 ECU 提供一个起动信号。

制动灯开关：制动时，向 ECU 提供制动信号。

动力转向开关：当方向盘由中间位置向左右转动时，由于动力转向油泵工作而使发动机负荷加大，此时向 ECU 输入信号。

巡航控制开关：当进入巡航控制状态时，向 ECU 输入巡航控制状态信号。

1.3.2 电子控制单元（ECU）

给传感器提供参考电压，接受传感器或其他装置输入的电信号，并对所接受的信号进行存储、计算和分析处理，根据计算和分析的结果向执行元件发出指令。

1.3.3 执行元件

受 ECU 控制，具体执行某项控制功能的装置。

常用的执行元件有：喷油器、点火器、怠速控制阀、EGR 阀、炭罐电磁阀、油泵继电器、节气门控制电机、二次空气喷射阀、仪表显示器等。

1.4 汽车车载网络系统（CAN-BUS）简介

CAN 总线又称作汽车总线，其全称为“控制器局域网（CAN—Controller Area Network）”。CAN 总线是一种现场总线（区别于办公室总线），是德国 Bosch 公司为解决现代汽车中众多的电控模块（ECU）之间的数据交换问题而开发的一种串行通信协议。CAN 总线的设计充分考虑了汽车上恶劣的工作环境，比如点火线圈点火时产生的强大反冲电压，汽车发动机室 100℃左右的高温。正是由于 CAN 总线的出色表现，使其在诸多现场总线中独占鳌头，成为汽车总线的代名词。

随着车用电气设备越来越多,从发动机控制到传动系统控制,从行驶、制动、转向系统控制到安全保证系统及仪表报警系统,从电源管理到为提高舒适性而作的各种努力,使汽车电气系统形成一个复杂的大系统,并且都集中在驾驶室控制。另外,随着近年来 ITS 的发展,以 3G (GPS、GIS 和 GSM) 为代表的新型电子通信产品的出现,对汽车的综合布线和信息的共享交互提出了更高的要求。从布线角度分析,传统的电气系统大多采用点对点的单一通信方式,相互之间少有联系,这样必然造成庞大的布线系统。据统计,一辆采用传统布线方法的高档汽车中,其导线长度可达 2 000 米,电气节点达 1 500 个,而且,根据统计,该数字大约每十年增长 1 倍,从而加剧了粗大的线束与汽车有限的可用空间之间的矛盾。无论从材料成本还是工作效率看,传统布线方法都将不能适应汽车的发展。从信息共享角度分析,现代典型的控制单元有电控燃油喷射系统、电控传动系统、防抱死制动系统 (ABS)、防滑控制系统 (ASR)、废气再循环控制、巡航系统和空调系统。为了满足各子系统的实时性要求,有必要对汽车公共数据实行共享,如发动机转速、车轮转速、油门踏板位置等。但每个控制单元对实时性的要求是因数据的更新速率和控制周期不同而不同的。这就要求其数据交换网是基于优先竞争的模式,且本身具有较高的通信速率,CAN 总线正是为满足这些要求而设计的。

早在 20 世纪 80 年代,众多国际知名的汽车公司就积极致力于汽车总线技术的研究及应用,如博世的 CAN、SAE 的 J1850、马自达的 PALMNET、德国大众的 ABUS、美国商用机器的 AUTOCAN、ISO 的 VAN 等。目前,国外的汽车总线技术已经成熟,采用总线系统的车辆中,完全引进技术生产的奥迪 A6 车型已于 2000 年起采用总线替代原有线束,帕萨特 B5、BORA、POLO、FIAT PALIO 和 SIENA 等车型也都不同程度地使用了总线技术。此外,部分高档客车、工程机械也都开始应用总线技术。

CAN 总线技术优点如下:

(1) 数据共享减少了数据的重复处理。比如,对于具有 CAN 总线接口的电喷发动机,可省去额外的水温、油压、油温传感器。空气悬架、门控制及巡航定速控制都用到车速数据,这些电器都有一套车速处理电路。而采用 CAN 技术后,人们从总线上即可获得车速数据。

(2) 减少车身布线。由于采用总线技术,模块之间的信号传递仅需要两条信号线。布线局部化,车上除掉总线外,其他所有横贯车身的线都不需要了。另外,数据共享也节省了线路,还拿车速信号来说,在没有总线的情况下,车速信号要接到空气悬架、门控制及电喷发动机上。有了总线后只要接到一处,其他电器可通过总线共享。

(3) 具有错误诊断能力和自动恢复能力,节省了生产维护成本。比如通过配合 CAM 1.0 (CAN 分析模块) 对总线系统进行错误诊断,如传感器的故障诊

断、车灯的故障诊断、各个模块的错误诊断以及线路连接间的错误诊断等。对于总线内部错误，总线系统可以通过自身软件进行自动恢复。而非总线车辆，一旦出现故障，第一，要依赖人工；第二，往往需要对复杂线束依次测量；第三，需要对相关电器依次测定，整个过程非常费工时。

(4) 扩充性强，产品升级快，节省了新产品开发设计成本。CAN 节点几乎可以在不改动原有线束的情况下增加新的组件。

(5) 数据稳定可靠，CAN 总线具有线间干扰小、抗干扰能力强的特点。由于 VITI-CAN 系统采用的是模块化设计，各模块按其功能分散的摆放在车内，简化了布线并缩短了线束的长度，从而降低了耦合电流的产生，减小了线间干扰。同时在软件上，CAN 总线采用短帧传输，这样使总线数据报文在传输过程中有较强的抗干扰能力。

(6) CAN 总线专为汽车量身定做，可靠性有保障。

(7) 配置参数十分灵活，可以通过 CAN 总线分析软件进行设置。如开关量可以根据厂家需求设置其门限及控制极性（正负控），模拟量可根据厂家提供的传感器阻值曲线，通过软件灵活配置。

CAN 总线的通信介质可采用双绞线，同轴电缆和光导纤维。通信距离与波特率有关，最大通信距离可达 10 km，最大通信波特率可达 1 mb/s。CAN 总线仲裁采用 11 位标识和非破坏性位仲裁总线结构机制，可以确定数据块的优先级，保证在网络节点冲突时最高优先级节点不需要冲突等待。CAN 总线采用了多主竞争式总线结构，具有多主站运行和分散仲裁的串行总线以及广播通信的特点。CAN 总线上任意节点可在任意时刻主动向网络上其他节点发送信息而不分主次，因此可在各节点之间实现自由通信。CAN 总线协议已被国际标准化组织认证，技术比较成熟，控制的芯片已经商品化，性价比高，特别适用于分布式测控系统之间的数据通信。

目前 CAN-BUS 总线在车上的应用越来越普及，不仅仅局限于高档车，像波罗、宝来、帕萨特等中低档车也越来越多的配备了 CAN-BUS 总线。汽车上的 CAN-BUS 总线一般有三种，高速的动力驱动系统（速率可达到 500 bit/s 以上）主要连接对象包括发动机 ECU、ABSECU、SRSECU、组合仪表等，低速的 CAN 总线则用于车身舒适系统（速率 100 bit/s），连接对象有集控锁、电动门窗、后视镜、厢内照明灯等，另外可能还会有用于卫星导航的智能通信系统。

复习思考题

1. 发动机电控系统由哪几部分组成？各有什么作用？
2. 发动机电控系统有哪些控制项目？
3. CAN-BUS 的含义。

第 2 章 汽油机电控燃油喷射系统

2.1 电控燃油喷射系统概述

2.1.1 汽油喷射系统的发展过程

汽油喷射系统于 20 世纪 30 年代首次用于军用飞机发动机上, 1954 年德国奔驰公司首次在奔驰 300SL 汽车上装用了机械式汽油喷射系统。简称 K 型汽油喷射系统。

20 世纪 60 年代末期, 在 K 型的基础上出现机电组合式汽油喷射系统, 简称 KE 型。如德国奔驰 380SE、500SL 轿车。

20 世纪 60 年代后期, 德国 BOSCH 公司研制成功电控燃油喷射系统 EFI, 并历经晶体管、集成电路到微机处理三大发展进程。目前各国汽车上应用电控燃油喷射系统都是以 BOSCH 公司产品为原型发展而来的。目前 K 型和 KE 型汽油喷射系统已基本淘汰, EFI 系统成为汽油机燃料供给系统的主流。

BOSCH 公司燃油喷射系统的发展过程

1967 年, BOSCH 公司推出 D 型 Jetronic 模拟式汽油喷射系统。

1973 年, BOSCH 公司推出 L 型 Jetronic 的汽油喷射系统。由于采用了测量空气流量的方法控制喷油量, 提高了控制精度, 同时还开发出机械式汽油喷射系统。

1979 年, BOSCH 公司推出了集点火与喷油于一体的 Motronic 数字式发动机综合电子控制系统。在这期间, 美国 GM 公司的 DEF1、FORD 公司的 EEC、丰田公司的 TCCS 等纷纷出场。这些都是综合控制的电子系统。

1995 年, 美国在轿车上全部采用了电控汽油喷射系统, 欧洲的轿车采用汽油喷射系统的占 90% 以上。

目前汽车工业发达的国家在汽油车上均采用汽油喷射系统, 以满足日益严格的排放要求。

2.1.2 电控燃油喷射系统的优点

电控燃油喷射系统有以下优点。

- (1) 能提供发动机在各种工况下最合适的混合气浓度;
- (2) 用排放控制系统后, 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;
- (4) 在不同地区行驶时, 发动机控制 ECU 能及时准确地做出补偿;

- (5) 在汽车加减速行驶的过渡运转阶段, 燃油控制系统能迅速的做出反应;
- (6) 具有减速断油功能, 既能降低排放, 也能节省燃油;
- (7) 在进气系统中, 由于没有像化油器那样的喉管部位, 因而进气阻力小;
- (8) 发动机起动容易, 暖机性能提高。

2.1.3 电控喷射系统的类型

汽油喷射技术从 20 世纪六七十年代以来, 得到了长足的发展和广泛的应用。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类型不同、档次各异的汽油喷射系统, 即使是同一类型的汽油喷射系统, 应用于不同汽车公司生产的汽车上又有不同的名称。因此, 对于使用和维修人员来说, 总觉得其品种繁多, 有应接不暇的感觉。为此, 我们不妨将现代汽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。

1. 按喷射方式分类

同时喷射: 将各气缸的喷油器并联, 所有喷油器由电脑的同一个指令控制, 同时喷油, 同时断油。如图 2.1 所示。

分组喷射: 将各气缸的喷油器分成几组, 同一组喷油器同时喷油或断油。如图 2.2 所示。

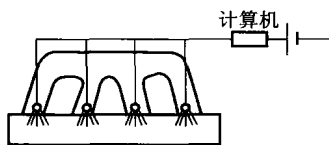


图 2.1 同时喷射示意图

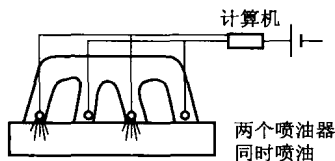


图 2.2 分组喷射示意图

顺序喷射: 喷油器由电脑分别控制, 按发动机各气缸的工作顺序喷油。如图 2.3 所示。

2. 按空气量的计量方式分类

D 型电控燃油喷射系统: 是将歧管绝对压力信号和转速信号输送到 ECU, 由 ECU 根据该信号计算出充气量, 再产生与之相对应的喷油脉冲, 控制喷油器喷射适量的汽油。如图 2.4 所示。

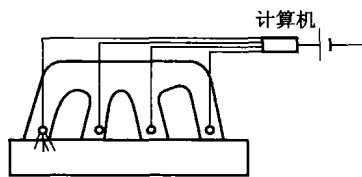


图 2.3 顺序喷射示意图

L 型电控燃油喷射系统: 利用空气流量计直接测量发动机的进气量, 电脑不必进行推算, 可根据空气流量计信号和转速信号计算与该进气量相应的喷油量。

如图 2.5 所示。

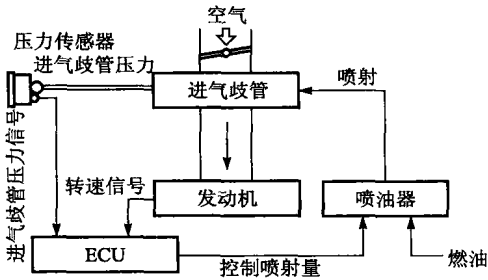


图 2.4 D 型电控燃油喷射系统

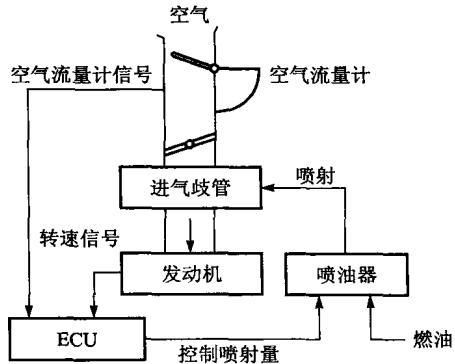


图 2.5 L 型电控燃油喷射系统

3. 按喷射位置分类

多点喷射系统：每缸进气门处装有一个喷射装置，由 ECU 控制喷射。其燃油分配均匀性好，但控制系统复杂，成本高。主要用于中、高级轿车。如图 2.6 所示。

单点喷射系统：在节气门上方装一个中央喷射装置，由 1~2 个喷油器集中喷油。其结构简单，故障少、维修调整方便。广泛地应用于普通轿车和货车。如图 2.7 所示。

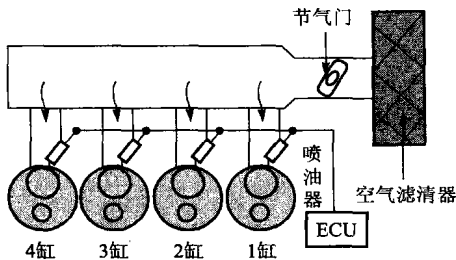


图 2.6 多点喷射系统示意图

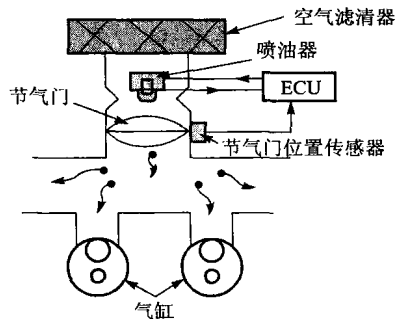


图 2.7 单点喷射系统示意图

4. 按有无反馈信号分类

开环控制系统：（未设置氧传感器）通过实验室确定的发动机各工况的最佳供油参数预先存入电脑，在发动机工作时，电脑根据系统中各传感器的输入信号，判断自身所处的运行工况，并计算出最佳喷油量。其精度直接依赖于所设定