

第一章 基础知识

第一节 汽油喷射系统简介

目前，轿车用内燃机较多地采用汽油机。汽油机起动运转的基本条件是：曲轴到达一定的起动转速；气缸内要有一定压力和浓度的可燃混合气；在适当的时候气缸内要有一定的电火花。故只要发动机燃烧室内确保有一定压力的混合气、准时可靠的电火花和一定的曲轴转速，发动机就能正常起动运转。

一、可燃混合气

汽油机可燃混合气浓度常用“空燃比”和“过量空气系数”，来表示。

1. 空燃比

空气质量与燃油质量之比称空燃比，通常用 A/F 来表示空燃比的意义如图 1-1 所示，其中 A 指空气 (air)， F 指燃油 (fuel)。空燃比可用下列公式表示：

$$A/F = \frac{\text{空气质量}}{\text{燃油质量}}$$

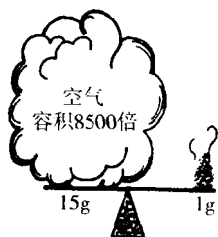


图 1-1 空燃比的意义

汽油完全燃烧并生成 CO_2 和 H_2O 时的空燃比称为理论空燃比。在实际的发动机燃烧过程中，燃烧 1kg 燃油所消耗的空气不一定就是理论所需求的空气量，它与发动机的结构及使用工况密切相关。

不同工况下，发动机对可燃混合气的浓度要求有所不同，各工况下混合气合适的空燃比如表 1-1 所示。

理论空燃比为： $A/F \approx 14.7$ ；稍浓成分的混合气燃烧速度最快，获得的功率最大，空燃比为： $A/F \approx 13.5 \sim 14.0$ ；稍稀成分的混合气，燃烧最完全，油耗最低，空燃比为： $A/F \approx 16.0$ 。低排放混合气的空燃比为： $A/F > 14.7$ 。

表 1-1 各工况下混合气合适的空燃比

工况	起动	暖机	开环控制	闭环控制	怠速	加速	减速
空燃比 (A/F)	2 ~ 12	2 ~ 15	2 ~ 15	14.7	浓或稀	加浓	变稀

2.过量空气系数

燃烧过程中，燃烧 1kg 汽油所实际供给的空气质量与燃烧 1kg 汽油所需的空气质量的比值称为过量空气系数。过量空气系数常用 λ 表示。即

$$\text{过量空气系数 } \lambda = \frac{\text{燃烧 1kg 汽油所实际供给的空气质量}}{\text{完全燃烧 1kg 汽油所需的空气质量}}$$

$\lambda > 1$ ，表示空气量过甚，这种混合气称为稀混合气； $\lambda < 1$ 表示空气量不足，这种混合气称为浓混合气。

二、混合气的配制方式

汽油机的混合气配制方式常见的有化油器式和汽油喷射式两种。

化油器像是一个喷雾器，如图 1-2 (a) 所示，它利用空气流动时在喉管处产生的真空度将适量的汽油连续吸出，雾化后进入进气管。因其结构比较简单，故长期以来被广泛使用。

汽油喷射装置则更像医用注射器，如图 1-2 (b) 所示，它预先将汽油用电动泵加压到专用喷油器上，在发动机需要时，开启喷油器内的阀门，让适量的汽油喷向发动机进气道或燃烧室内。

它们的不同之处如表 1-2 所列。

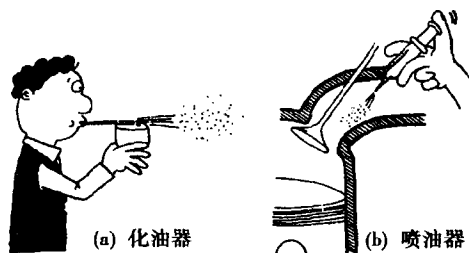


图 1-2 化油器和喷油器的基本原理

表 1-2 两种混合气配制方式（化油器与汽油喷射）的不同点

	化油器	汽油喷射
典型结构		
汽油配制方式	<p>利用空气流动时在喉管处产生的真空度，把汽油从孔道中吸出与新鲜空气混合</p>	<p>利用控制装置提供的信号，将喷油器阀门开启，使具有一定预压力的汽油喷出，与新鲜空气混合</p>

第二节 汽油喷射系统的分类

从 20 世纪 60 年代以来，汽油喷射技术得到了长足的发展和广泛的应用。各国著名的汽车公司都相继开发研制了许多类型、档次的汽油喷射系统。由于习惯不同，即使对于同一类型的汽油喷射系统，各汽车公司也用不同名称命名。

一、按喷油器安装位置分类

根据汽油的喷射位置，汽油喷射系统可分为缸内喷射和进气管喷射两大类。缸内喷射发动机可实现高空燃比、稀混合气燃烧，油耗低、动力性好，是当前轿车汽油喷射的前沿技术。进气管喷射式发动机按喷油器安装位置不同可分单点喷射式和多点喷射式两类。

1. 单点喷射式

将一只（或两只）喷油器安装在节气门体上的集中喷射系统称单点喷射系统（SPI），如图 1-3（a）所示。单点喷射系统又称节气门体喷射型（TBI）或中央喷射型（CFI）系统。单点喷射系统结构简单，故障较少，在普及型轿车上应用广泛。

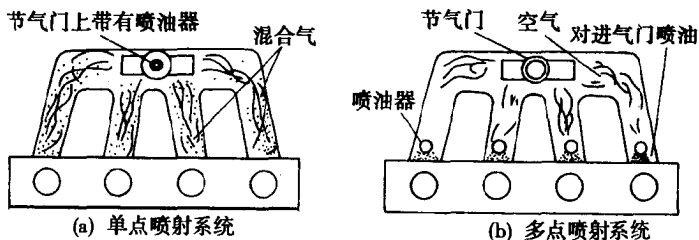


图 1-3 单点喷射系统与多点喷射系统

2. 多点喷射式

每只气缸均对应安装有一只喷油器的喷射系统称多点喷射系统 (MPI) ,如图 1-3(b)所示这种喷射系统能较好地确保进入各缸的混合气量均匀。多点喷射系统结构复杂、成本高,发生故障几率也较高。从发展趋势看,随着电子技术日益成熟,排放法规日益严格,多点喷射系统因其性能卓越而将占主导地位。目前,多点喷射系统不仅被高级轿车和赛车所采用,而且一些普通车辆也开始采用。

二、按喷油时刻分类

按喷油器喷油的时刻不同,汽油喷射系统可分为连续喷射式和间歇喷射式两类。

1. 连续喷射式

连续喷射式汽油喷射系统中的喷油器在发动机运转期间连续不断地喷油,且喷油量取决于机械(或机电)式燃油分配器。

2. 间歇喷射式

间歇喷射式汽油喷射系统中的喷油器在发动机运转期间间歇地喷油,其喷油量取决于喷油器电磁阀门开启的时间,而电磁阀的脉冲电流来自于汽车用电子计算机。间歇喷射式汽油喷射系统又分为:各缸独立喷射、所有缸同时喷射和分组喷射3种。

独立喷射系统喷油器驱动回路数目需和气缸数目相同,并且需要有一个判缸信号,控制电路比较复杂。同时喷射系统不需要判缸信号,而且喷油器驱动回路通用性好,结构较为简单,

因此得到了广泛的应用。分组喷射系统需判缸信号，但喷油器驱动回路数目只要等于分组数目即可

三、按喷射油量控制方式分类

汽油喷射系统按喷射油量控制方式分可分为机械式、机电式和电子控制式 3 类。

1.机械式（K 型）

机械式汽油喷射系统由柱塞计量槽根据进气量控制喷油量。

2.机电式（KE 型）

机电式是机械式的改进产品，它也由柱塞计量槽控制喷油量，但控制过程中有电子计算机参与，除进气量外还参考了水温、节气门的状态等因素。

3.电子控制式（E 型）

电子控制式由电子计算机控制喷油器电磁阀的开启时间长短，以控制喷油量。采用电子控制式汽油喷射系统（简称电控汽油喷射系统）的主要目的是为了更精确地控制可燃混合气的空燃比，减少发动机的排气污染。它装有电脑（车用微型电子计算机，亦称电子控制单元）、传感器、执行器，通过它们来控制发动机。其传感器采集瞬息变化的空气进气量、发动机负荷、水温、进气温度等信号输入电脑，由电脑计算出适时、适量的喷射量并输出控制信号给喷油器，使之喷油，同时也计算出点火最佳时刻，经点火模块适时地点火，并能控制发动机在怠速状态稳定运转。

四、按空气流量测量方法分类

按空气流量测量方法的不同，汽油喷射系统可分为质量—流量式、速度密度式、节流速度式 3种

1.质量—流量式

直接测量空气质量流量并由此计算出燃油喷射量的方式，称为质量—流量控制式汽油喷射系统（如 K 型、KE 型、L 型、LH 型等）。

2.速度密度式

根据进气管压力和发动机转速，推算出吸入的空气量，由此计算出燃油喷射量的方式，称为速度密度控制式汽油喷射系统（如 D 型）。

3.节流速度式

根据节气门开度和发动机转速，推算出吸入进气管的空气量并计算燃油喷射量的方式，称为节流速度控制方式（如有些单点喷射系统）。

五、按有无反馈信号分类

按有无反馈信号分，电控汽油喷射系统可分为开环控制和闭环控制两大类。

1.开环控制

开环控制系统只给发动机主系统发出指令，它不能检查或控制主系统的实际输出情况。这种系统的发动机只能根据传感器的信号确定喷油量，从而决定空燃比，使发动机良好运转，其工作情况如图 1-4 所示。这种发动机的控制是单向的，当控制系统的输入信号不变时，输出的驱动信号也是不变的。这样，

一个磨损了的喷油器的实际喷油量就有可能比计算机所控制的喷油量要多，而计算机却认为喷油量是理想的。这就使得该系统各部件的精度要求较高，只有这样才能与输入计算机的基准数据保持一致。它的优点是结构简单，易于实现。

2. 闭环控制

闭环控制是通过对输出信号的检测并利用反馈信号，对输入进行调整，使输出情况满足要求。如在排气管上加装氧传感器，根据排气管中含氧量来测定发动机内的燃烧情况，并把信号反馈与原来给定的信号进行比较，将喷油量与空燃比进行修正，如图 1-5 所示。因此，闭环控制可以达到较高的控制精度，可以消除产品差异和磨损等形成的性能变化。目前，绝大多数的新车都采用了闭环控制系统。

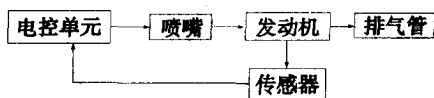


图 1-4 开环控制系统

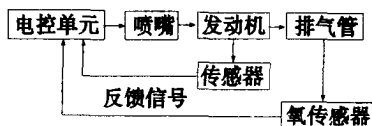


图 1-5 闭环控制系统

第三节 汽车用微型电子计算机

一、基本组成

微型电子计算机(简称微机,也称“微处理器”,俗称“电脑”)能够根据需要把各种传感器送来的信号用内存的程序和数据进行运算处理,并把处理结果送往输出回路。微机内部由中央处理器(CPU)、存储器及输入/输出装置 I/O 等构成,如图 1-6 所示。

微型电子计算机本身有一套计算的规则,每一条规则就是一条“指令”,所有的指令构成了计算机的指令系统。计算机不同的控制功能由不同的指令组合实现,这种不同的指令组合就是不同的“程序”。所有的程序构成了计算机的“软件”。程序在中央处理器(CPU)的“指挥”下完成计算和逻辑判断功能。中央处理器内的寄存器(俗称“内存”)可提供计算/逻辑运行、数据暂存和交换的空间。

存储器和输入/输出装置以 CPU 为中心,利用信息传送通道连接起来。信息传送通道有几种:一种是进行数据互换的数据信息传送通道;一种是指定存储器和输入/输出地址的信息传送通道;一种是控制系统工作的管理信息传送通道;还有一种是控制系统工作的管理信息传送通道。另外,为了使控制同步,可使用晶体振荡器的基准信号发生器实现微机总体同步控制。

1. 中央处理器

如图 1-7 所示,中央处理器 CPU 是由进行数据算术运算和逻辑运算的运算器、暂时存储数据的寄存器、按照程序进行各

装置之间信号传送及控制任务的控制器等构成。

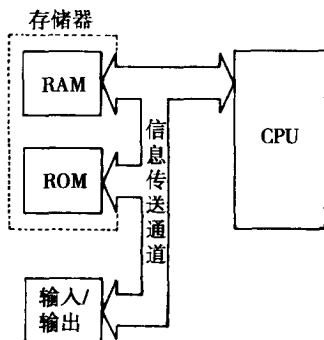


图 1-6 微型电子计算机的构成

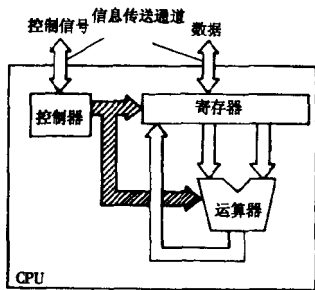


图 1-7 CPU 的构成

2. 存储器

存储器具有记忆程序和数据的功能，分只读存储器（ROM）和随机存储器（RAM）。

只读存储器 ROM 是读出专用存储器，内容一次写入后就

不能变更，只可以调出使用。另外，即使切断电源其记忆内容也不丢失，所以适用于对程序和数据的长期保留。还有一种遇紫外线其记忆内容便可消去，而且内容也能改写的存储器（ EPROM ）。

随机存储器 RAM 既能读出，也能写入记忆在任意地址上的数据。但是 如果切断电源 记忆的数据就失效 所以 RAM 适用于对中途处理数据的暂时保留，如用于汽车故障码的储存。

3. 输入 / 输出装置

输入 / 输出装置是根据 CPU 的命令 在外部传感器和执行元件之间执行数据传送任务的装置，一般称之为 I/O 接口。

二、分类

微型电子计算机可按数据的字长、芯片的构成进行分类。

1. 按字长及主频分类

字长是指计算机能直接处理的二进制数据的位数。若一台计算机的字长为 8 另一台计算机的字长为 16，以同样速度处理信息，在相同的时间内，16 位字长的计算机要比 8 位字长的计算机多做成倍的工作。计算机的速度主频指 CPU 工作时的时钟脉冲频率，单位为 MHz。主频反映计算机处理信息的速度。如上海桑塔纳 2000 型轿车用的微型电子计算机字长为 32 位，主频为 8MHz。

2. 按芯片构成分类

按芯片构成分类，有单板机和单片机。

（ 1 ）单板机。单板机又叫多片微型电子计算机，如图 1-8 所示。这种微型电子计算机由各自独立的中央处理器 CPU、输

入 / 输出装置 I/O、存储器 3 种大规模集成电路构成。由于这些集成电路同装在一块元件板上，所以叫单板机。

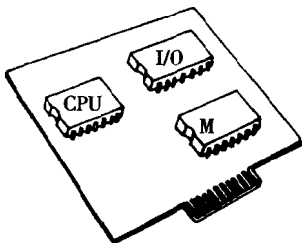


图 1-8 单板（多片）机

(2) 单片机。如图 1-9 所示，把中央处理器 CPU、输入 / 输出装置 I/O 和存储器全部集成在一块大规模集成电路芯片上的微型电子计算机称单片机。由于单片机的性能好，价格便宜，所以被较多地采用。

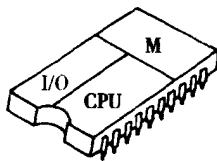


图 1-9 单片机

三、电子控制系统

电子计算机可用于汽车发动机、底盘、车身、信息及通讯等系统的控制 如图 1-10 所示。电子控制系统基本上都由传感器、电子控制单元 ECU、执行器 3 大部分组成。

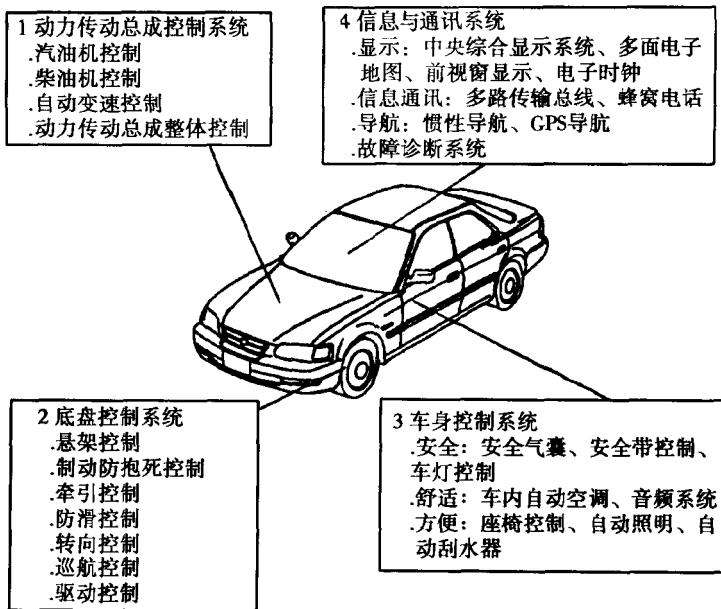


图 1-10 汽车微型电子计算机控制系统

1. 传感器

传感器是一种信号转换装置，安装在汽车的各个部位。其功能是检测汽车运行中各种工作状态下的物理参数，并把这些参数转换成计算机能识别的电量参数输入电子控制单元。

常见电子控制汽油喷射系统（简称“电喷”系统）配备的传感器有：进气压力传感器、进气流量传感器、曲轴位置传感器、氧传感器、发动机水温传感器、进气温度传感器、节气门位置传感器、车速传感器、爆燃传感器。北京切诺基电喷发动机传感器如图 1-11 所示

2. 电子控制单元

电子控制单元俗称“汽车电脑”，它能根据各种传感器送来的信号，确定满足汽车正常运转状态的物理量，并能根据该物理量去控制执行器的电学参数。电子控制单元通常简称 ECU（Electronic Control Unit），也称 MCU（处理机控制装置）。根据 ECU 控制对象的不同，可分发动机用、自动变速器用、安全气囊用、空调用、防盗用 ECU 等多种。发动机用 ECU 又称 EEC（发动机电子控制装置），亦称 ECM（发动机电子控制组件）。

发动机汽油控制系统能根据吸入发动机的空气量和发动机转速确定混合气的浓度，计算出喷油器的基本喷射时间，再依据各传感器传来的信号进行修正，得出总的喷射时间，最后向喷油器输出一定通电时间的脉冲电流，从而达到精确控制汽油喷射量的目的。在过去，发动机 ECU 仅仅控制燃油喷射。现在 ECU 引入了微型电子计算机，功能得以扩大，除了燃油喷射控制之外，还同时兼有点火时间控制、怠速控制等多种功能，这种系统称集中控制系统。随着微机速度和容量的一再提高、增大，有可能用一个控制单元完成整个动力系统（发动机和变速器）的集中控制，随之扩大到整车其他功能的集中控制。动力控制系统常称 PCM，整车控制系统常称 VCM。

集中控制系统要求其中的控制器功能强大，除了输入、输出线路复杂外，对微机的速度和容量亦要求很高。如 GM 公司的别克轿车用的 PCM 控制器，采用 32 位的 Motorola 68332 作为 CPU 芯片，仅用于发动机和变速器控制软件和标定用的内存就达 512KB。

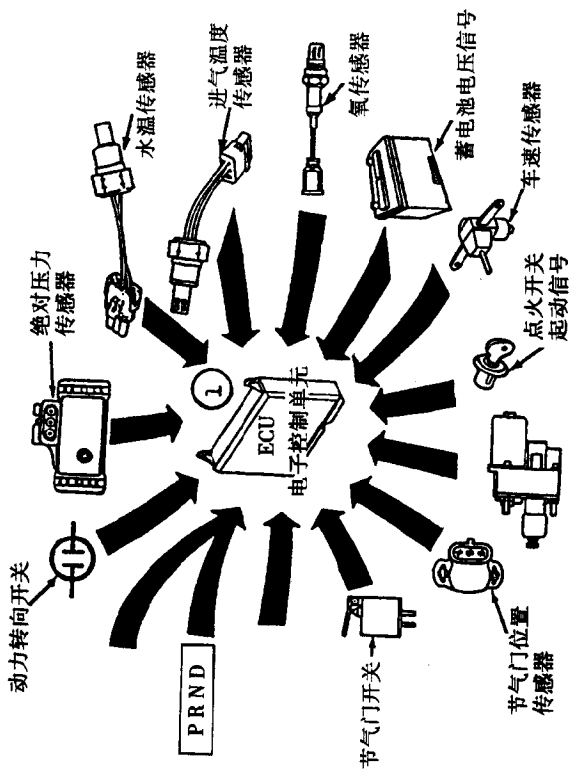


图 1-11 北京切诺基电喷发动机传感器

电子控制单元 ECU 由输入回路、数/模转换器、电子计算机、输出回路等组成，图 1-12 所示是 ECU 的外观和构成图。

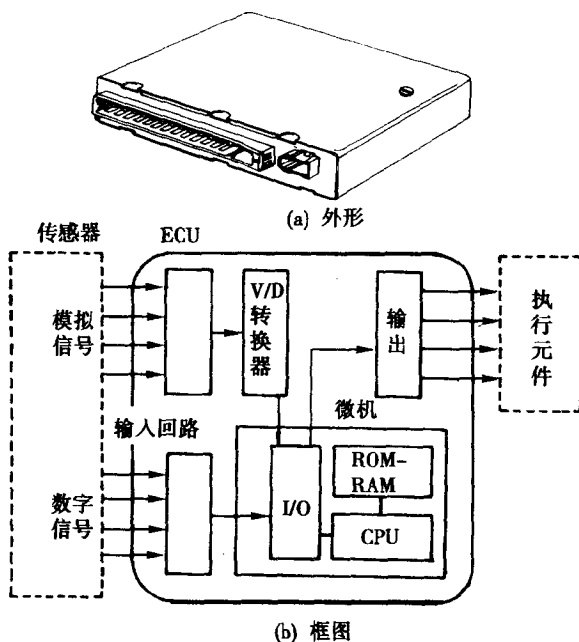


图 1-12 ECU 的外观和构成

输入 ECU 的传感器信号有两种：一种是模拟信号，如图 1-13 (a) 所示，例如翼板式空气流量计的输出信号和水温传感器的输出信号等；另一种为数字信号，如图 1-13 (b) 所示，例如节气门位置传感器的输出信号和转速传感器的输出信号等。

信号的形态不同 输入 ECU 后的处理方法也不一样。从传感器来的信号，在输入 ECU 时 首先通过输入回路 如图 1-14