

第二讲

第二章 汽油机燃油喷射系统(1/8)

【班 级】 10 汽电

【课 题】 § 2-1 汽油机燃油喷射系统概述

§ 2-2 汽油机燃油喷射系统的组成及工作原理

【课程性质】 理论课与实验相结合

【授课对象】 汽车检测与维修专业

【稳固上讲内容】 发动机电控系统的根本组成及工作原理

【教学目的与要求】 掌握现代汽油喷射系统的分类

掌握汽油发动机电子控制系统的组成及功能

了解汽油发动机电子控制系统的工作原理

【教学重点】 现代汽油喷射系统的分类

汽油发动机电子控制系统的组成及功能

【教学难点】 汽油发动机电子控制系统的工作原理

【授课方法】 讲授法、多媒体教学法

【课时分布】 稳固上讲内容 5 分钟

现代汽油喷射系统的分类 35 分钟

汽油发动机电子控制系统的组成、功能及工作原理 35 分钟

小结与答疑 5 分钟

【作 业】 简述汽油发动机电子控制系统的组成、功能及工作原理

【教学内容】

§ 2-1 现代汽油喷射系统的分类

一、电控燃油喷射系统的分类

1. 按喷射系统执行机构不同分类

①多点喷射系统 (MPI): 多点喷射系统是指在每一个气缸的进气门前均安装一只喷油器, 喷油器适时喷油。

②单点喷射系统 (SPI): 单点喷射系统是指在节流阀体上安装一只或两只喷油器, 向进气歧管中喷油形成燃油混合气, 进气行程时燃油混合气被吸入气缸内。

2. 按喷射控制装置的形式不同分类

①

机械式 空气计量器与燃油分配器组合在一起,空气计量器检测空气流量的大小后,靠连接杆传动操纵燃油分配器的柱塞动作,以燃油计量槽开度的大小控制喷油量,到达控制混合气空燃比的目的。

②电子控制式 根据各种传感器送至电脑的发动机运行状况的信号,由电脑运算后,发出控制喷油量和点火时刻等多种执行指令,实现多种机能的控制.即为发动机电子集中控制系统。

③机电一体混合式: 在燃油分配器上安装了一个由电脑控制的电液式压差调节器,电脑根据水温、节气门位置等传感器的输入信号控制电液式压差调节器动作,以调节燃油供应量。

3. 按喷射方式不同分类

①间歇喷射系统: 在发动机运转期间汽油间歇喷射是在进气过程中的某时间内进行的,喷油量大小取决于喷油器持续开启时间,即电脑指令的喷油脉冲宽度。

②连续喷射系: 燃油喷射的时间占有全部工作循环的时间,连续喷射都是喷在进气道内,大局部燃油是在进气门关闭后喷射。

4. 按喷射位置的不同分类

①进气道喷射式

②缸内直接喷射式

5. 按喷射时序分类

①同时喷射: 同时喷射是指发动机在运转期间,各缸喷油器同时开启且同时关闭,由电脑的同个喷油指令控制所有的喷油器同时动作。

②分组喷射: 分组喷射是指将喷油器分成两组交替喷射,电脑发出两路喷油指令,每路指令控制一组喷油器。

③顺序喷射: 顺序喷射是指喷油器按发动机各缸进气行程的顺序轮流喷射,它具有喷射正时,由电脑根据曲轴位置传感器提供的信号,区分各缸的进气行程,适时发出各缸的喷油脉冲信号,以实现次序喷射的功能。

a) 同时喷射

b) 分组喷射

c) 顺序喷射

6. 按空气流量的检测方式分类

汽油喷射系统: ①歧管压力计量式 (D 型 EFI 系统)

②翼片式或叶片式 (L 型 EFI 系统)

③卡门旋涡式 (L 型 EFI 系统)

④热线式 (LH 型 EFI 系统)

⑤热膜式（LH型EFI系统）

1)、歧管压力计量式 将歧管压力和转速信号输送到电脑,由电脑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燃油。

2)、翼片式和卡门旋涡式 其计量方式属于体积流量型,即通过计量气缸充气的体积,将物理量转变成电信号输送至电脑,电脑计算出与该体积的空气相适应的喷油量以控制混合气空燃比。

3)、热线式和热膜式 直接测量进入气缸内空气的质量,将该空气的质量转换成电信号,输送给电脑,由电脑根据空气的质量计算出与之相适应的喷油量,以控制空燃比在最正确值。

二、电控汽油喷射系统的优点

1. 能实现空燃比的高精度控制
2. 充气效率高
3. 瞬时响应快
4. 起动容易,暖机性能好
5. 节油和排放净化效果明显
6. 减速断油功能也能降低排放,节省燃油
7. 便于安装。

§ 2-2 汽油发动机电子控制系统的组成及功能

一、进气系统

1、组成:空气滤清器、空气流量计、节气门、进气总管、进气歧管、怠速控制装置。

2、功能:为发动机可燃混合气的形成提供必须的空气。

3、工作原理:行驶时,空气的流量由通道中的节气门来控制。怠速时,节气门关闭,空气由旁通道通过。怠速控制是由怠速调整螺钉和怠速空气调整器调整流经旁通道的空气量来实现的。如下图:

二、燃油系统

1、组成: 燃油泵、燃油滤清器、燃油脉动减振器、喷油器、燃油压力调节器及供油总管等组成。

2、功能: 提供洁净和压力稳定不变的燃油,并根据电脑指令喷射适量的燃油。

3、工作原理:具有一定压力的燃油送到各喷油器,喷油器根据电脑的喷油指令,开启喷油阀,将适量的燃油喷于进气门前,待进气时将燃油混合气吸入气缸。

三、点火系统

1、组成:点火电子组件、点火线圈、火花塞、及高压导线等。

2、功能:计算出点火时刻和通电时间。

3、工作原理:电脑根据曲轴位置传感器和转速、水温等工况传感器信号计算出点火时刻和通电时间,将计算结果送到点火电子组件,由点火电子组件控制点火线圈的初级电路接通和断开,使火花塞点火。

四、电子控制系统、

1、组成:传感器、ECU 和执行器三局部组成。

2、功能:根据发动机各种传感器送来的信号控制喷油时间、点火时刻等等。

3、工作原理:电脑根据空气流量计计算进气量,根据进气量和转速计算出根本喷油持续时间,然后进行温度、海拔高度、节气门开度等各种工作参数的修正,得到最正确喷油持续时间。

第三讲

第二章 汽油机燃油喷射系统(2/8)

【班 级】 10 汽电

【课 题】 § 2-2 汽油机燃油喷射系统的组成及工作原理

【课程性质】 理论课与实验课相结合

【授课对象】 汽车检测与维修专业

【稳固上讲内容】 发动机电控系统的根本组成

【教学目的与要求】 掌握汽油发动机电子控制系统的组成及功能

了解汽油发动机电子控制系统的工作原理

【教学重点与难点】 掌握 EFI 系统的工作原理

掌握汽油发动机电子控制系统的燃油喷射控制

【教学难点】 汽油发动机电子控制系统的工作原理

【授课方法】 讲授法、多媒体教学法、现场教学法

【课时分布】 稳固上讲内容

5 分钟

现代汽油喷射系统的工作原理

35 分钟

汽油发动机电子控制系统的燃油喷射控制

35 分钟

小结与答疑

5 分钟

【作 业】 简述同时喷射、分组喷射和顺序喷射的区别

【教学内容】

§ 2-2 E F I 系统的工作原理

一、EFI 系统的工作原理

(一) D型 E F I 系统

1、燃油压力的建立与燃油喷射方式

油箱内的燃油被燃油泵吸出并加压至 350KPa 左右,经燃油滤清器滤去杂质后,被送至发动机上方的燃油分配油管.分配油管与安装在各缸进气歧管上的喷油器相通.喷油器是一种电磁阀,由 ECU 控制.通电时电磁阀开启,压力燃油以雾状喷入进气歧管内,与空气混和,在进气行程中被吸进气缸.分配油管的末端装有燃油压力调节器,用来调整分配油管中汽油的压力,使油压保持某一定值(约 250-300KPa).多余的燃油从燃油压力调节器上的回油口经回油管返回油箱。

2、进气量的控制与测量

进气量由驾驶员通过加速踏板操纵节气门来控制.节气门开度不同,进气量也不同,同时进气歧管内的真空度也不同.在同一转速下,进气歧管真空度与进气量有一定关系.进气压力传感器可将进气歧管内真空度的变化转变成电信号的变化,并传送给 ECU,ECU 根据进气歧管真空度的大小计算出发动机进气量。

3、喷油量与喷油时刻确实定

喷油量由 ECU 控制.ECU 根据进气压力传感器测量得的信号计算出进气量,再根据分电器中的曲轴位置传感器测得信号计算出发动机转速,根据进气量和转速计算出相应的根本喷油量;ECU 控制各缸喷油器在每次进气行程开始之前喷油一次,并通过控制每次喷油的持续时间来控制喷油量.喷油持续时间愈长,喷油量就愈大.一般每次喷油的持续时间 2-10ms.各缸喷油器每次喷油的开始时刻那么由 ECU 根据曲轴位置传感器测得的 1 缸上止点的位置来控制.由于这种类型的燃油喷射系统的每个喷油器在发动机一个工作循环中只喷油一次,故属于间歇喷射方式。

4、不同工况下的控制模式

电控燃油喷射系统能根据各个传感器测得的发动机各种运转参数，判断发动机所处的工况，选择不同模式的程序控制发动机的运转，实现起动加浓、暖机加浓、加速加浓、全负荷加浓、减速调稀、强制怠速断油、自动怠速控制等功能。

D型EFI系统具有结构简单、工作可靠等优点，但由于采用压力作为控制喷油量的主要因素，因此，存在这样的缺点：在汽车突然制动或下坡行驶中节气门关闭时，加速反响效果不良；当大气状况较大变化时，会影响控制精度。现代汽车使用的D型EFI系统都是经过改良了的，即采用运算速度快、内存容量大的ECU，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轿车等。

(二)L型EFI系统

L型EFI系统是在D型EFI系统的根底上，经改良而形成的。它是目前汽车上应用最广泛的燃油喷射系统。L型EFI系统的构造和工作原理与D型EFI系统根本相同，但它以空气流量计代替D型EFI系统中的进气压力传感器，可直接测量发动机进气量，提高了控制精度。

(三)Mono系统

该系统是一种低压中央喷射系统，是单点喷射系统。在原来安装化油器的部位仅用一只电磁喷油器进行集中喷射，与化油器相比，能迅速地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现象，因而消除了由此而引起的混合与燃烧的延迟，缩短了供油和空燃比信息反响之间的时间间隔，提高了控制精度，改善了排放。

二、燃油喷射控制

(一)喷油正时控制

电控汽油喷射系统的控制功能包括喷油正时控制、喷油量控制、燃油停供控制和燃油泵控制。对于多点间歇喷射发动机，喷油正时分为同步喷油和异步喷油。

同步是指发动机各缸工作循环，在既定的曲轴转角进行喷油，同步喷油有规律性。

异步喷油与发动机的工作不同步，无规律性，是在同步喷油的根底上，为改善发动机的性能额外增加的喷油。

1. 同步喷油正时控制

(1) 同时喷射

原理：各缸喷油器都由 ECU 控制，同时喷油和停油。

喷油正时控制是以发动机最先进入作功行程的缸为基准，在该缸排气行程上止点前某一位置，ECU 输出指令信号，接通该组喷油器电磁线圈电路开始喷油。

同时喷射控制电路图

同时喷射特点，如下列图所示

每个工作循环同时喷油 2 次

各缸喷油时间不可能最正确，混合气质量不一致

电路结构与软件较简单，早期多采用

同时喷射正时图

(2) 分组喷射

原理：把所有喷油器分成 2~4 组，由 ECU 分组控制喷油器。

以各组最先进入作功的缸为基准，在该缸排气行程上止点前某一位置，ECU 输出指令信号，接通该组喷油器电磁线圈电路，开始喷油。

分组喷射控制电路图

特点：每个工作循环各组均喷射 1 次（或 2 次）

分组喷射正时图

(3) 顺序喷射

原理：喷油器驱动回路数与气缸数目相等。

ECU 根据凸轮轴位置传感器（G 信号）、曲轴位置传感器（Ne 信号）和发动机的作功顺序，确定各缸工作位置。当确定各缸活塞运行至排气行程上止点某一位置时，ECU 输出喷油控制信号，接通喷油器电磁线圈电路，该缸开始喷油。

顺序喷射控制电路图

顺序喷射特点：

能够设立最正确喷油时间，对混合气形成有利；喷油正时在排气上止点前 60-70°；

控制软件复杂。

顺序喷射正时图

(二) 喷油量控制

1. 起动喷油控制

在发动机转速低于规定值或点火开关接通位于 STA（起动）档时，ECU 根据冷却液传感器信号（THW 信号），由内存的水温——

喷油时间图，确定根本喷油时间，根据进气温度传感器（THA 信号）对喷油时间作修正（延长或缩短）。然后在根据蓄电池电压适当延长喷油时间，以实现喷油量的进一步的修正，即电压修正。

2. 起动后喷油量控制

喷油持续时间 = 根本喷油持续时间 × 喷油修正系数 + 电压修正值

（1）根本喷油时间：

D 型 EFI 系统的根本喷油时间是根据发动机转速信号和进气管绝对压力信号确定。

L 型 EFI 系统的根本喷油时间是由发动机转速信号和空气流量计信号确定。

（2）起动后各工况下喷油量的修正：

① 起动后加浓修正：根据冷却液温度确定喷油时间的初始修正值；

② 暖机加浓修正：在到达正常温度之前，根据冷却液温度信号进行喷油时间修正；

③ 进气温度修正：根据进气温度传感器提供的进气温度信号（THA 信号），对喷油时间进行修正；低于 20℃ 是空气密度大，ECU 适当的增加喷油时间，高于 20℃ 的适当的减少喷油时间。

④ 大负荷加浓：根据 PIM 信号和 V_s 信号以及节气门位置传感器输送的全负荷信号（PSW 信号）或 VTA 信号判断发动机负荷状况，大负荷时适当增加喷油时间。

⑤ 过渡工况空燃比控制：主要根据 PIM 信号或 V_s 信号、 N_e 信号、SPD 信号、VTA 信号、NSW 信号判断过渡工况，对喷油时间进行修正。

⑥ 怠速稳定性修正：ECU 根据 PIM 信号和 N_e 信号对喷油量进行修正，随着进气管绝对压力增大或怠速降低，适当增加喷油时间；反之，减少喷油时间。

3. 断油控制

— 减速断油控制 — 当汽车减速时，ECU 将会切断燃油喷射控制电路，停止喷油，以降低碳氢化合物及一氧化碳的排放量。

— 超速行驶断油 —

加速时，发动机超过平安转速或汽车车速超过设定的最高车速时，ECU 将切断燃油喷射控制电路，停止喷油，防止超速。

4. 异步喷油量控制

发动机起动和加速时的异步喷油量是固定，各缸喷油器以一个固定的喷油持续时间，同时向各缸增加一次喷油。

第四讲

第二章 汽油机燃油喷射系统(3/8)

【班 级】 10 汽电

【课 题】 § 2-3 汽油机燃油供应系统的结构及工作原理

【课程性质】 理论课与实验课相结合

【授课对象】 汽车检测与维修专业

【稳固上讲内容】 EFI 系统的工作原理

【教学目的与要求】 掌握电动燃油的结构及工作原理
掌握电动燃油泵控制电路的检修

【教学重点】 电动燃油泵的结构和工作原理

【教学难点】 电动燃油泵控制电路的检修

【授课方法】 讲授法、现场教学法（配备实物模型及发动机实验台）

【课时分布】 稳固上讲内容	5 分钟
电动燃油的结构及工作原理	35 分钟
电动燃油泵控制电路的检修	35 分钟
小结与答疑	5 分钟

【作 业】 如何检查燃油系统的油压？

【教学内容】

§ 2-3 汽油机燃油供应系统的工作原理

燃油供应系统由电动燃油泵、燃油滤清器、燃油压力调节器、脉动阻尼器及油管组成。

一、电动燃油泵

1. 作用：给电控燃油喷射系统提供具有一定压力的燃油。
2. 类型：

（1）按安装位置不同分为：

内置式——

安装在油箱中，具有噪声小、不易产生气阻、不易泄漏、管路安装简单。

外置式——串接在油箱外部的输油管路中，易布置、安装自由大，单噪声大，易产生气阻。

(2) 按电动燃油泵的结构不同分为：涡轮式、滚柱式、转子式和侧槽式。

3. 电动燃油泵的结构

1) 涡轮式电动燃油泵

(1) 结构：主要由燃油泵电动机、涡轮泵、出油阀、卸压阀组成。

(2) 原理

油泵电动机通电时，电动机驱动涡轮泵叶片旋转，由于离心力的作用，使叶轮周围小槽内的叶片贴紧泵壳，将燃油从进油室带往出油室。由于进油室的燃油不断增多，形成一定的真空度，将燃油从进油口吸入；而出油室燃油不断增多，燃油压力升高，当到达一定值时，顶开出油阀出油口输出。出油阀在油泵不工作时阻止燃油流回油箱，保持油路中有一定的压力，便于下次起动。如图

涡轮式电动燃油泵结构示意图

1—前轴承 2—电动机定子 3—后轴承 4—出油阀 5—出油口 6—卸压阀
7—电动机转子 8—叶轮 9—进油口 10—泵壳体 11—叶片

(3) 优点

泵油量大、泵油压力较高、供油压力稳定、运转噪声小、使用寿命长等优点。此外，由于不需要消声器所以可以小型化，因此广泛的应用在轿车上。如捷达、本田雅阁。

2) 滚柱式电动燃油泵

(1) 结构

主要由燃油泵电动机、滚柱式燃油泵、出油阀、卸压阀等组成。

(2) 原理

当转子旋转时，位于转子槽内的滚柱在离心力的作用下，紧压在泵体内外表上，对周围起密封作用，在相邻两个滚柱之间形成工作腔。在燃油泵运转过程中，工作腔转过出油口后，其容积不断增大，形成一定的真空度，

当转到与进油口连通时，将燃油吸入；而吸满燃油的工作腔转过进油口后，容积不断减小，使燃油压力提高，受压燃油流过电动机，从出油口输出。

二、燃油泵控制

(1) ECU 控制的燃油泵控制电路

燃油泵 ECU 控制电路

工作原理：

起动或重负荷时：发动机 ECU 通过 FPC 端子向燃油泵 ECU 发出高电平信号，燃油泵 ECU 向燃油泵输出高电压(约 12V)，燃油泵高速运转。

怠速或轻负荷时：发动机 ECU 通过 FPC 端子向燃油泵 ECU 发出低电平信号，燃油泵 ECU 向燃油泵输出低电压(约 9V)，燃油泵低速运转。

(2) 燃油泵开关控制的燃油泵控制

主要用于装用叶片式空气流量计的 L 型 EFI 系统中。如下图：

开关控制的燃油泵电路

控制原理：

起动时：起动机继电器闭合，开路继电器线圈 L1 通电，开路继电器触点闭合，燃油泵运转。

起动后正常运转：翼片式空气流量计中的翼片因进气气流转动，使燃油泵开关闭合，开路继电器线圈 L2 通电，开路继电器触点闭合，燃油泵运转

发动机停转时：L1 和 L2 线圈不通电，燃油泵停止工作。

(3) 采用转速控制的燃油泵控制电路

如下图，此控制电路根据发动机转速和负荷的变化，通过燃油泵继电器改变油泵的供电线路，从而控制油泵的工作转速。

转速控制的燃油泵控制电路

工作原理：

点火开关 STA：起动机继电器闭合，同时 ECU 有 STA 信号，起动机起动。

STA 信号和 NE 信号输入 ECU：Tr1 接通，开路继电器闭合，燃油泵运转。

起动或重负荷时：ECU 中的 Tr2 断开，燃油泵继电器闭合，燃油泵高速运转；怠速或轻负荷时：ECU 中的 Tr2 接通，燃油泵继电器断开，电流流过燃油泵电阻器，燃油泵低速运转

三、燃油泵及控制电路的检修

1. 燃油系统油压的检查

- (1) 检查油箱中的燃油，释放燃油系统压力。
- (2) 检查蓄电池，拆下负极电缆。
- (3) 将专用压力表接在脉动阻尼器位置（对于韩国大宇或通用）或进油管接头处（对于丰田）。
- (4) 接上负极电缆，起动发动机使其维持怠速运转。
- (5) 拆下燃油压力调节器上真空软管，用手堵住进气管一侧，检查油压表指示的压力，多点喷射系统应为 0.25 ~0.35MPa，单点喷射系统为 0.07~0.10MPa。假设过低，说明燃油压力调节器有故障，更换后仍过低，应检查是否有堵塞或泄露，如没有，应更换燃油泵；假设过高，应检查回油管是否堵塞，假设正常，说明燃油压力调节器有故障。
- (6) 接上燃油压力调节器的真空软管，检查燃油压力表的指示应有所下降（约为 0.05 MPa），否那么检查真空管是否有堵塞和漏气，假设正常，说明燃油压力调节器有故障。
- (7) 将发动机熄火，等待 10min 后观察压力表的压力，多点喷射系统不低于 0.20 MPa，单点喷射系统不低于 0.05 MPa。
- (8) 检查完毕后，应释放系统压力拆下油压表，装复燃油系统。

2. 燃油泵控制电路的检查

- (1) 用专用导线将诊断座上的燃油泵测试端子跨接到 12V 电源上。
- (2) 将点火开关转至“ON”位置，但不要起动发动机。
- (3) 旋开油箱盖能听到燃油泵工作的声音，或用手捏进油软管应感觉有压力。
- (4) 假设听不到燃油泵的工作声音或进油管无压力，应检修或更换燃油泵。
- (5) 假设有燃油泵不工作故障，且上述检查正常，应检查燃油泵电路导线、继电器、易熔线和熔丝有无断路。

3. 燃油泵的拆装与检测

拆装燃油泵时注意：应释放燃油系统压力，并关闭用电设备。拆下燃油泵后，测量燃油泵两端子之间电阻，应为 2~3Ω。用蓄电池直接给燃油泵通电，应能听到油泵电机高速旋转的声音。

注意：通电时间不能太长。**第五讲**

第二章 汽油机燃油喷射系统(4/8)

【课 题】 § 2-3 汽油机燃油供应系统的结构及工作原理

【课程性质】 理论课与实验课相结合

【授课对象】 汽车检测与维修专业

【稳固上讲内容】 电动燃油泵的结构及工作原理；燃油系统油压的检查

【教学目的与要求】 掌握油压调节器、喷油器、冷启动喷油器等元件的结构及工作原理

掌握压调节器、喷油器、冷启动喷油器等元件的检修

【教学重点】 压调节器、喷油器、冷启动喷油器等元件的结构和工作原理

【教学难点】 压调节器、喷油器、冷启动喷油器等元件控制电路的检修

【授课方法】 讲授法、多媒体教学法、现场教学法

【课时分布】 稳固上讲内容 5 分

钟

压调节器、喷油器、冷启动喷油器等元件的结构和工作原理 35 分
钟

压调节器、喷油器、冷启动喷油器等元件控制电路的检修 35
分钟

小结与答疑 5 分

钟

【作 业】 如何检修喷油器？

【教学内容】

§ 2-3 汽油机燃油供应系统的工作原理

三、燃油滤清器

功用：滤清燃油中的杂质和水分，防止燃油系统堵塞，减小机件磨损，保证发动机正常工作。

一般采用纸质滤心，每行驶 20000~40000km 或 1 到 2 年应更换，安装时应注意燃油流动方向的箭头，不能装反。

四、脉动阻尼器

功用：减小在喷油器喷油时，油路中的油压可能会产生微小的波动，使系统压力保持稳定。

组成：由膜片、回位弹簧、阀片和外壳组成。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/508134021134006070>