



高等教育立体化精品教材



# 汽车发动机电控技术

主 编 谢鹏飞  
副主编 杨 龙 吴智敏 甘星星

西北工业大学出版社

西 安

**【内容简介】** 本书为典型的集理论与实践为一体的教材，理论部分简明扼要，实操部分以 4S 店的维修手册为依据。语言简练，内容丰富，图文并茂。

全书共有五个项目，主要内容包括电控燃油喷射系统、燃油供给系统、进气系统、点火系统和排气控制系统。本书注重知识的系统性和联系性，紧扣能力培养这一主线。书中编入了多种具有代表性的车型和较先进的电控系统，内容覆盖面广，知识联系性强。

本书可作为普通高等院校汽车类专业的教材，也可作为汽车培训用书，同时可供汽车技术人员、汽车从业人员和汽车爱好者参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

汽车发动机电控技术/谢鹏飞主编. —西安: 西北工业大学出版社, 2019. 12

ISBN 978-7-5612-6894-0

I. ①汽… II. ①谢… III. ①汽车-发动机-电子系  
统-控制系统-高等职业教育-教材 IV. ①U464

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 288795 号

QICHE FADONGJI DIANKONG JISHU

汽车发动机电控技术

责任编辑: 朱辰浩

策划编辑: 肖 莎

责任校对: 李阿盟

装帧设计: 易 帅

出版发行: 西北工业大学出版社

通信地址: 西安市友谊西路 127 号

邮编: 710072

电 话: (029)88491757, 88493844

网 址: www.nwpup.com

印 刷 者: 天津市蓟县宏图印务有限公司

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张: 6.5

字 数: 154 千字

版 次: 2019 年 12 月第 1 版

2019 年 12 月第 1 次印刷

定 价: 20.00 元

如有印装问题请与出版社联系调换

随着汽车技术的发展，电控系统在车上的配装比例越来越高，从发动机、底盘、行驶安全系统到信息系统、车身、附属装置等各个方面，汽车技术均趋向电子化。针对目前汽车从业人员电控技术仍普遍薄弱的现状，进一步加大汽车电控技术培训力度已迫在眉睫。高等院校承担着培养培训汽车业技能型紧缺人才的主要任务，汽车发动机电控技术理应成为一门重要的专业主课。

为了贯彻教育部技能型紧缺人才培养培训指导方案和全国职业教育大会会议精神，笔者特编写了本教材。全书共有五个项目，主要包括电控燃油喷射系统、燃油供给系统、进气系统、点火系统和排气控制系统。本书注重知识的系统性和联系性，紧扣能力培养这一主线。每个项目都包括理论部分和实操部分，理论部分简明扼要，实操部分以4S店的维修手册为依据。全书始终贯穿理论够用为度，注意知识点，侧重能力点，保持先进性，强化理论和实践相结合的原则。

由于时间仓促，加上水平有限，书中难免存在疏漏和不足之处，恳请各位读者和业内专家批评指正。

编者



# CONTENTS

# 目 录

## 项目一 电控燃油喷射系统 ..... 1

任务一 电控燃油喷射系统的特点 ..... 1

任务二 电控燃油喷射系统的分类 ..... 2

## 项目二 燃油供给系统 ..... 7

任务一 燃油供给系统的组成与工作原理 ..... 7

任务二 电动燃油泵 ..... 8

任务三 燃油压力调节器 ..... 17

任务四 喷油器 ..... 18

## 项目三 进气系统 ..... 25

任务一 进气系统的组成 ..... 25

任务二 空气流量传感器 ..... 26

任务三 进气压力传感器 ..... 35

任务四 节气门位置传感器 ..... 37

任务五 进气温度传感器 ..... 42

任务六 怠速控制 ..... 43

任务七 增压控制 ..... 53

**项目四 点火系统** ..... 55

任务一 电控点火系统的控制原理 ..... 55

任务二 曲轴位置传感器、凸轮轴位置传感器 ..... 57

任务三 爆燃传感器与爆燃控制 ..... 68

任务四 点火控制电路 ..... 72

**项目五 排气控制系统** ..... 79

任务一 曲轴箱强制通风系统 ..... 79

任务二 燃油蒸气回收系统 ..... 82

任务三 废气再循环控制系统 ..... 84

任务四 三元催化转化器 ..... 87

任务五 氧传感器 ..... 89

任务六 二次空气喷射系统 ..... 95

**参考文献** ..... 97

# 项目一

## 电控燃油喷射系统

### 项目目标

- ◆了解电控燃油喷射系统的特点
- ◆了解电控燃油喷射系统的分类
- ◆掌握电控燃油喷射系统的控制内容及分类

### 任务一 电控燃油喷射系统的特点

在汽车上无论是提高其功率，还是控制其排放，主要都是通过控制混合气的空燃比来实现的。

#### 一、空燃比

在电控燃油喷射系统中，系统比(1:14.7)的控制是由 ECU(发动机电子控制单元)接收各种传感器的输入信号进行精密计算，然后输出控制信号，由喷油器喷出最佳的喷油量，其控制方式比较精确。

#### 二、电控发动机和化油器发动机各工况的性能比较

##### 1. 发动机加速时的问题

- (1)化油器安装了一套加速系统和加浓装置，增大混合气的浓度。
- (2)电喷发动机总是根据转速和负荷信号连续及精确供应可燃混合气。

##### 2. 发动机减速时的问题

- (1)化油器发动机减速时，有时出现混合气太浓的情况，造成 HC(碳氢化合物)量

的增加。

(2)在电控燃油喷射发动机中,节气门关闭,燃油喷射就停止,废气中的 HC 含量减少。

### 3. 发动机冷车启动时的问题

(1)化油器安装了阻风门,目的是增加混合气的浓度。

(2)电喷发动机 ECU 根据冷却液等传感器的输入信号判断发动机热状态,采用延长喷油时间增大喷油脉宽,改善低温启动性能,保证顺利地启动。

## 任务二 电控燃油喷射系统的分类

### 一、按检测发动机进气量的方式分类

按检测发动机进气量的方式分为 L 型和 D 型两类。

#### 1. L 型进气压力传感器(见图 1-1)

L 型进气压力传感器是空气流量检测型,包括叶片式、热线式、热膜式、卡门旋涡式空气流量计。

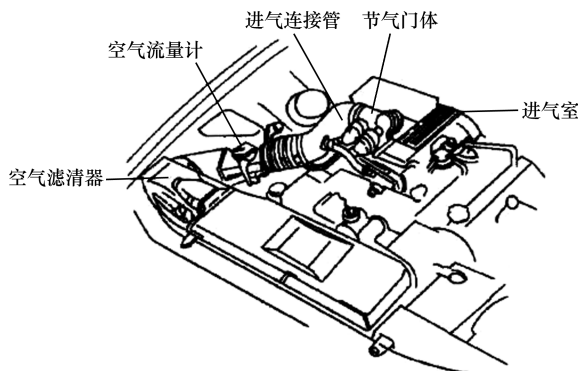


图 1-1 L 型进气压力传感器

#### 2. D 型进气压力传感器(见图 1-2)

D 型进气压力传感器为间接检测发动机进气量型。

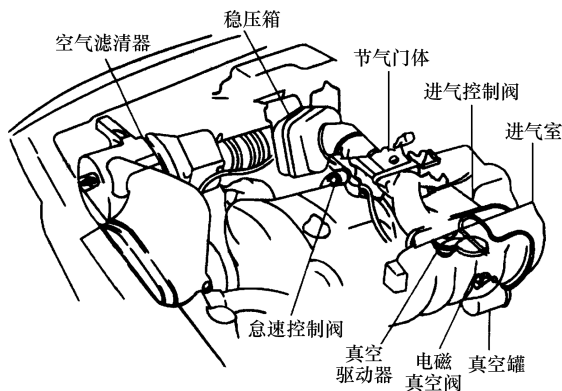


图 1-2 D 型进气压力传感器





## 二、按照喷油器的安装位置分类

按照喷油器的安装位置分为单点式(SPI)和多点式(MPI),如图 1-3 所示。

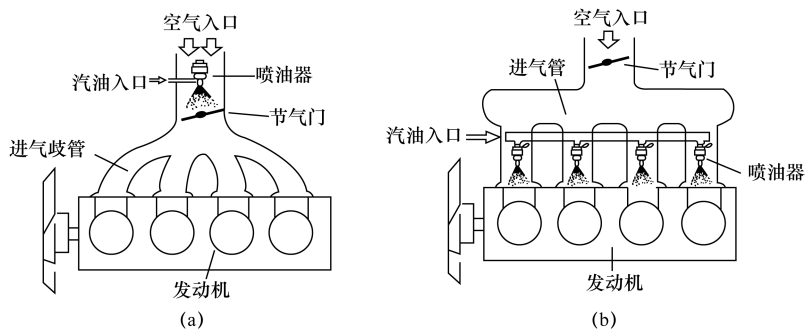


图 1-3 按照喷油器的安装位置分类

(a)单点式(SPI)喷油系统示意图; (b)多点式(MPI)喷油系统示意图

### 1. 单点式喷油系统

特点: 喷油器安装在节气门体上, 单点喷射又称为节气门体喷射。

缺点: 耗油量, 混合气分配不均。

适用车型: 第一代南京英格尔、奇瑞、金杯、海狮等。

### 2. 多点式喷油系统

特点: 在各个进气门的前方都安装一个喷油器。

优点: 喷油控制精确, 混合气分配均匀。

适用车型: 现代各大公司大部分车。



## 三、按照喷油方式分类

按照喷油方式分为连续喷射和间歇喷射。间歇喷射又分为同时喷射、分组喷射和顺序喷射。

### 1. 同时喷射(见图 1-4)

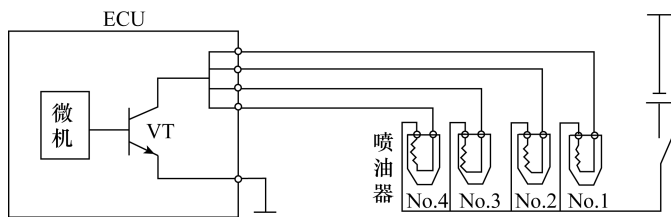


图 1-4 同时喷射

特点: 根据 CKPS(曲轴位置传感器)信号输出喷油控制信号, 控制大功率管的导通和截止。曲轴每旋转一周喷油器喷油一次, 每喷一次油量占各缸燃烧所需的一半。

缺点: 耗油量。

## 2 分组喷射(见图 1-5)

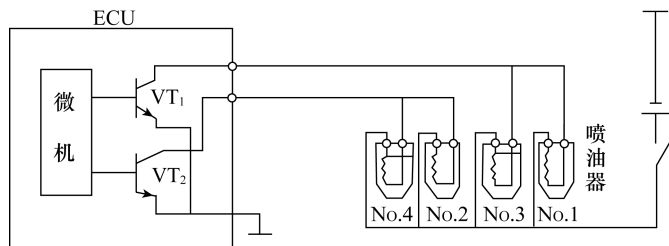


图 1-5 分组喷射

特点：把所有气缸内的喷油器分为两组或三组，ECU 分别控制两组喷油器交替喷射，每喷一次油量是各缸一次燃烧所需的油量。

缺点：耗油量大。

## 3 顺序喷射(见图 1-6)

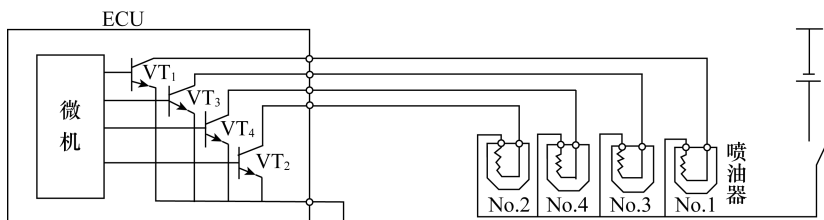


图 1-6 顺序喷射

特点：发动机运转期间由 ECU 控制喷油器，在进气行程中顺序轮流喷射。ECU 根据 CKPS 信号判别各缸进气行程，并适时输出喷油脉冲信号进行顺序喷射，控制精确，运用广泛。

## 四、按燃油喷入位置分类

按燃油喷入位置分为缸内喷射和缸外喷射。

### (1) 缸内喷射。

缸内喷射是通过喷油器直接把燃油喷入气缸内，如图 1-7(a)所示。

特点：因为喷油器把燃油直接喷入气缸内，燃油喷射压力高(3~4 MPa)，所以要求燃油系统承压高。喷油器本身不仅要承压高，而且要耐高温、抗污染能力强。因为制造工艺高、成本高，故应用较少。但是缸内喷射的发动机经济性好，排放污染低，是发动机的发展方向。

### (2) 缸外喷射。

缸外喷射又称为进气歧管喷射，该喷射方式是通过喷油器把燃油喷入进气歧管内、进气门前，如图 1-7(b)所示。

特点：因为喷油器把燃油喷入进气歧管内，所以燃油系统承压要求不高。喷油器本身不需要耐压高(0.2~0.3 MPa)、耐高温。因为制造工艺简单、成本低，故应用广泛。

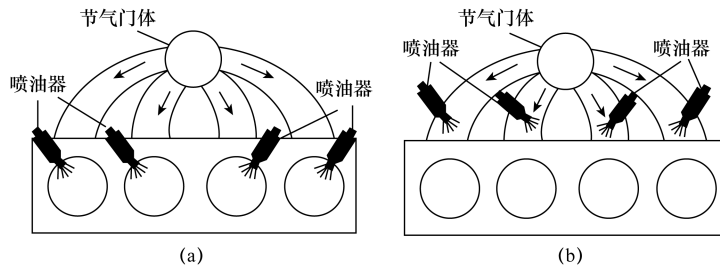


图 1-7 喷油器喷油位置示意图

(a)缸内喷射；(b)缸外喷射

Chapter  
01

Chapter  
02

Chapter  
03

Chapter  
04

Chapter  
05



# 项目二

## 燃油供给系统

### 项目目标

- ◆掌握燃油供给系统的组成及作用
- ◆掌握燃油供给系统各部件的工作原理及检测方法

### 任务一 燃油供给系统的组成与工作原理

#### 一、燃油供给系统的作用

燃油供给系统的作用是为发动机提供各种工况的燃油，ECU 根据各传感器输入信号控制喷油器开启，将燃油以一定的数量和压力喷入气缸内燃烧。

#### 二、燃油供给系统的组成

燃油供给系统由燃油泵、燃油滤清器、燃油分配管、燃油脉冲衰减器(应用较少)、喷油器、燃油压力调节器、冷启动喷油器(应用较少)、供油管和回油管等组成，如图 2-1 所示。

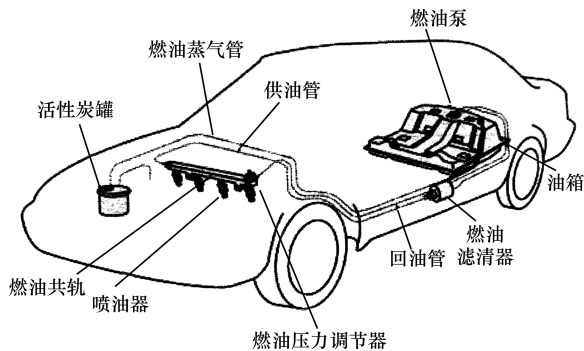
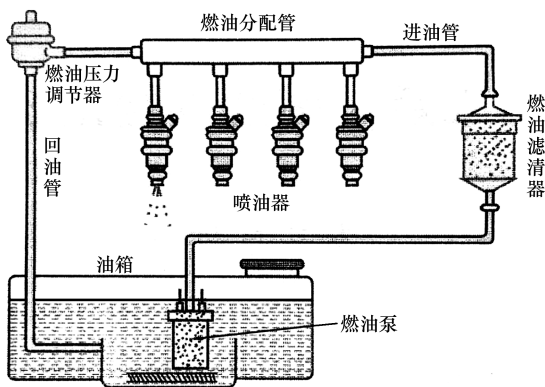


图 2-1 燃油供给系统的组成



续图 2-1 燃油供给系统的组成

### 三、燃油供给系统的工作原理

当打开点火开关，燃油泵转动，产生一定的油压，将燃油泵入燃油滤清器中除去水分和杂质，然后将带有脉动的汽油送入供油架，分配到各缸的喷油器上。同时供油系统中的燃油流到燃油压力调节器中，燃油压力调节器使油压始终高于进气歧管中的气压 250~300 kPa，并将多余的油经回油管流回油箱，为了消除燃油泵运转和喷油器开闭所产生的油压脉动，有些汽车发动机在燃油系统中加入燃油脉冲衰减器来吸收燃油脉动，提高系统喷射精度。现在的发动机多用增大燃油分配管容量的方法来吸收燃油脉动。

## 任务二 电动燃油泵

### 一、电动燃油系统的作用及安装位置

电动燃油泵的作用是从油箱中吸入燃油，加压到规定值后经供给系统送至喷油器。

电动燃油泵一般安装在燃油箱内，少数安装在燃油箱外。安装在燃油箱内的好处是不易产生气阻，燃油能很好地给燃油泵降温。

### 二、电动燃油泵的常见类型

电动燃油泵的常见类型有涡轮式、滚柱式和双级泵。

#### 1. 涡轮式电动燃油泵

(1) 安装位置。

涡轮式电动燃油泵只用于内装泵，安装在燃油箱内。

(2) 结构。

涡轮式电动燃油泵主要由驱动电动机、涡轮泵、单向止回阀和安全阀等组成，如图 2-2 所示。

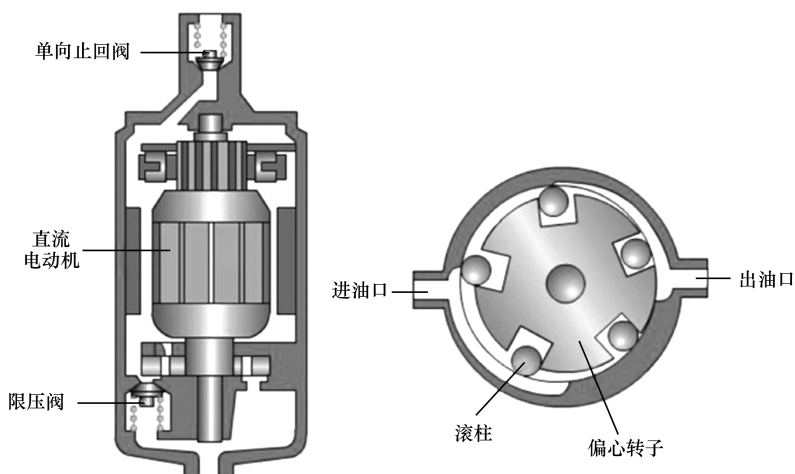


图 2-2 涡轮式电动燃油泵

进油口：有滤网过滤汽油杂质。

单向止回阀：能出不能回，保证管道中有一定的残压，有利于下一次启动。

安全阀：当系统中油压过高，一般为 343~441 kPa，将会顶开安全阀，把油压释放掉，使燃油在油箱中循环。

(3)工作原理。

涡轮式电动燃油泵主要由直流电动机和一个或两个叶轮、外壳和泵盖组成。当叶轮旋转时，叶轮边缘的叶片利用离心力把燃油从进油口吸入并加压至规定值，顶开出油阀从出油口排出。

(4)特点。

供油压力的脉动小，供油系统中不需要设置减振器，因而易于实现小型化，适合装在燃油箱内，简化供油系统管路，减小噪声。由于它输送率低，故主要用于低且输送量大的场合。

## 2 滚柱式电动燃油泵

(1)结构。

滚柱式电动燃油泵的构造如图 2-3(a)所示，由直流电动机、滚柱式油泵、单向阀、限压阀等组成。

滚柱泵结构如图 2-3(b)所示，由滚柱、泵转子、泵壳体等组成。装有滚柱的泵转子偏心安装在电动机的电枢轴上，随电动机一起旋转。滚柱安装在泵转子的凹槽内，可以自由移动，泵壳体侧面制有进油口和出油口。

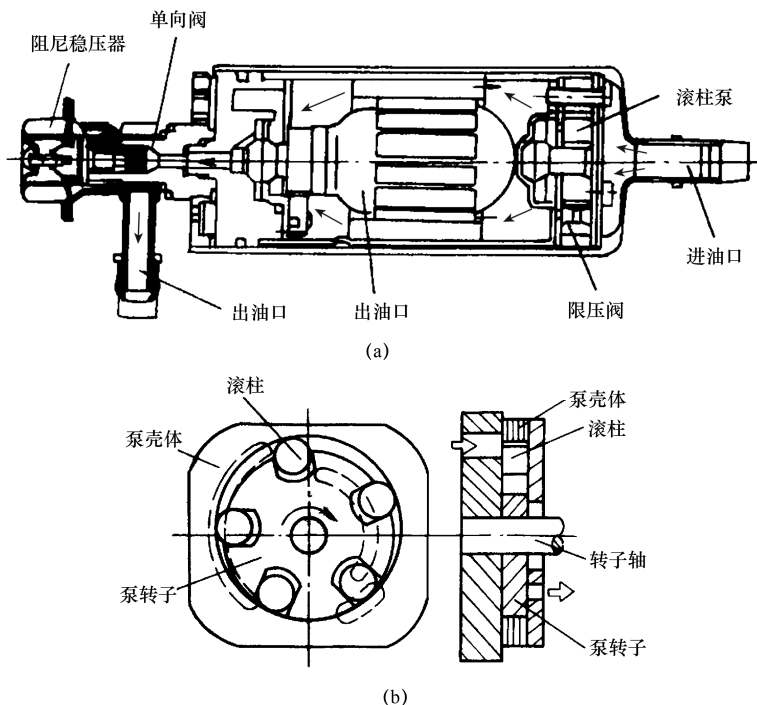


图 2-3 滚柱式电动燃油泵的构造

(2) 工作原理。

转子旋转时，位于转子凹槽内的滚柱在离心力的作用下，压靠在泵壳体的内表面上，两个相邻的滚柱之间形成一个封闭的空腔。由于转子被偏心安装，腔室的容积在转动过程中不断变化，在腔室容积增大的一侧设有进油口，而在腔室容积变小的一侧设有出油口。当腔室容积变大时，其内部形成低压，将燃油吸入；当腔室容积变小时，其内部压力增大，将燃油压出，这样就可以将燃油从油箱吸出并加压后供到供油管路中。

(3) 特点。

滚柱泵是利用容积变化对汽油压缩来提升油压的，油泵出口端输油压力脉动较大，在出口端必须安装阻尼减振器，以减轻油泵后方燃油管内的压力脉动，这使得燃油泵体积增大，故一般都安装在油箱外面，属外置式。由于外置安装，安装自由度大，容易布置。滚柱泵依靠滚柱与泵壳体内壁的紧密贴合构成泵油室，故滚柱和泵壳体易磨损，运转中噪声较大，使用寿命不长。

### 3. 双级泵

由于燃油极易挥发，加上燃油泵工作时温度升高和吸油时产生局部真空，更助长了燃油的汽化，特别是燃油泵吸油腔内存在的气泡，将使泵油量明显减少，从而导致输油压力的波动。为此，在现代汽车上，电动燃油泵采用双级泵的结构类型并将其安装在燃油箱内的趋势日益明显。



(1) 结构。

双级泵由初级泵和主输油泵两者合成一个组件，由一只电动机驱动，如图 2-4 所示。

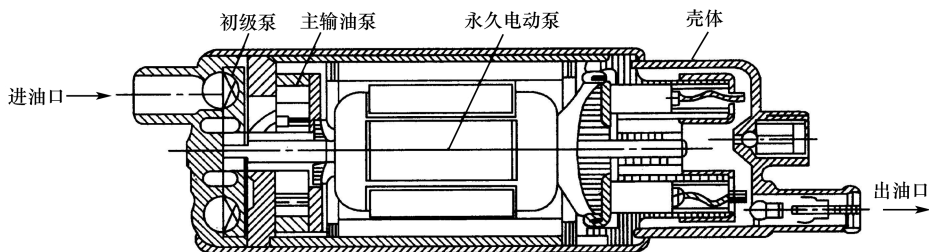


图 2-4 双级电动燃油泵

(2) 工作原理。

初级泵采用侧槽泵，它能分离吸油端产生的蒸气，并以较低的压力将燃油送到主输油泵内。主输油泵一般采用齿轮泵或涡轮泵，用以提高泵压力。它们相互独立并向串联，由同一根电枢轴驱动。

(3) 特点。

双级电动燃油泵具有良好的热启动能力，其主输油泵起着主导作用，初级泵起改善热燃油输送性能的作用。

### 三、燃油泵控制电路分析

当点火开关打开后，ECU 将控制燃油泵工作 2~5 s，以建立必要的油压。此时若不启动发动机，ECU 将切断燃油泵的控制电路，燃油泵停止工作。在发动机启动过程中，ECU 控制燃油泵保持正常运转。

燃油泵的转速由外加电压决定。通常燃油泵总是在一定的转速下运行，因而输出油量不变。但在发动机高速、大负荷工况下需油量大，有必要提高燃油泵转速，以增加泵油量。当发动机工作在低速、中小负荷工况时，应使燃油泵低速运转，以减少泵的磨损及不必要的电能消耗，故在一些发动机中对燃油泵设置了转速控制机构，对电动燃油泵的运转进行控制。

### 1. 燃油泵开关控制的燃油泵电路(AT式)(见图 2-5)

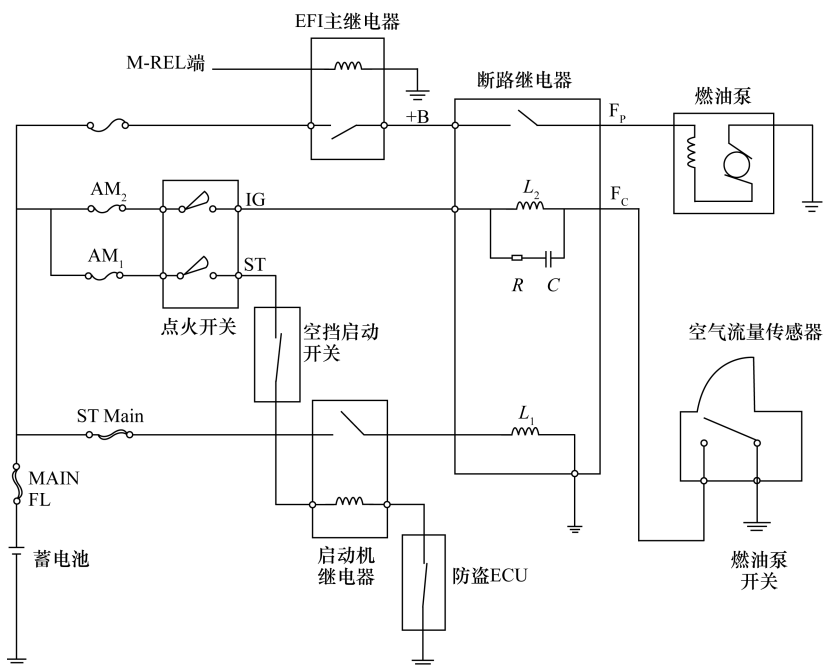


图 2-5 燃油泵开关控制的燃油泵电路

启动时：点火开关转到启动挡，ST 接通，变速杆打到 P 或 N 挡，空挡开关接通。启动机继电器闭合，断路继电器线圈  $L_1$  通电，断路继电器触点闭合，燃油泵运转。

启动后正常运转：翼片式空气流量传感器中的翼片因进气气流转动，使燃油泵开关关闭合，断路继电器线圈  $L_2$  通电，断路继电器触点闭合，燃油泵运转。

### 2 继电器控制(电阻)式燃油泵电路(见图 2-6)

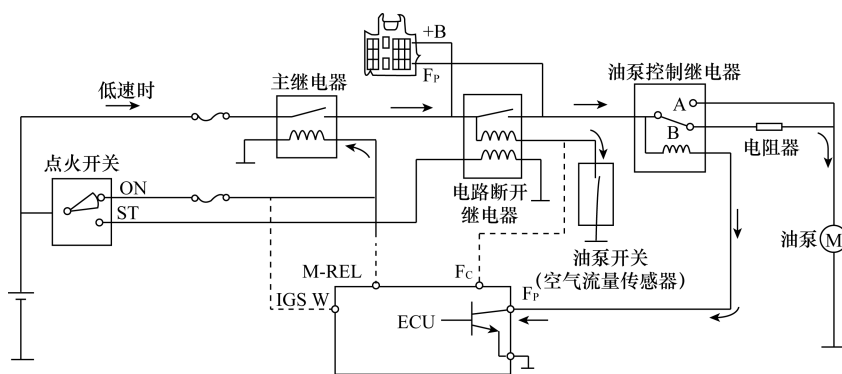


图 2-6 继电器控制(电阻)式燃油泵电路

适用车型有雷克萨斯 LS300、LS430、ES300 及丰田皇冠 3.0 等。它是在燃油泵控制电路中，在燃油泵控制继电器(或称电阻器旁路继电器)后的并联电路增设一个电阻(降低电阻)。发动机工作时，ECU 根据发动机转速和负荷的变化，对燃油泵控制继电器

器进行控制，燃油泵控制继电器则控制电阻是否加入燃油泵控制电路中，以此控制燃油泵电动机上的不同电压，进而实现燃油泵的转速变化。

发动机在低速或中小负荷下工作时，燃油泵控制继电器触点 B 闭合，电阻加入燃油泵电路中，燃油泵低速运转。当发动机处于高速、大负荷下工作时，ECU 输出信号，切断燃油泵控制继电器线圈电路，使继电器触点 A 闭合，此时电阻被旁路，燃油泵电动机直接与电源接通，燃油泵处于高速运转。

### 3. 独立 ECU 控制的燃油泵控制电路 (见图 2-7)

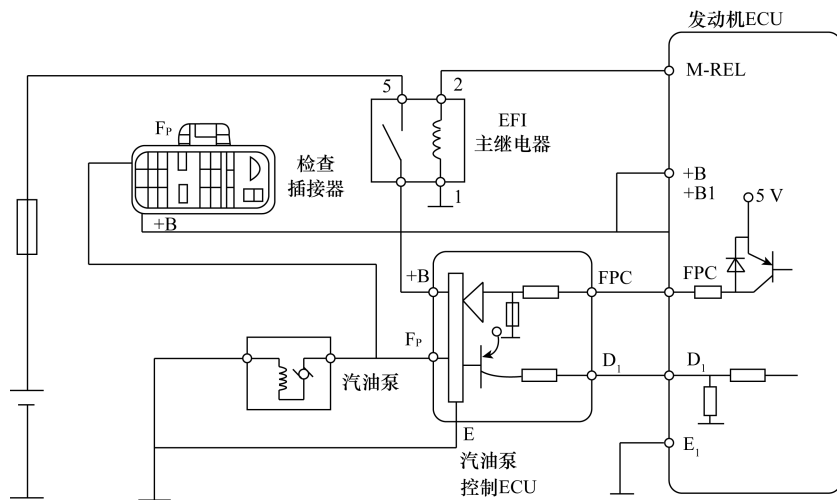


图 2-7 独立 ECU 控制的燃油泵控制电路

接通点火开关：主继电器触点闭合，电源向燃油喷射系统(EFI)供电。当发动机启动时，由点火开关向 ECU 输入启动信号，ECU 控制油泵继电器线圈通电，接通油泵电路，油泵工作。发动机着火后，由发动机转速传感器向 ECU 输入转动信号，ECU 继续控制油泵继电器线圈通电，油泵继续工作。当发动机熄火后，ECU 继电器停止工作，转速传感器无信号输入，ECU 停止控制油泵继电器工作，油泵也停止工作。该种控制电路在现代汽车上被广泛应用。

启动或重负荷时：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 通过 FPC 向燃油泵输出高电压(约为 12 V)，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 通过 FPC 向燃油泵输出低电压(约为 9 V)，燃油泵低速运转。

Chapter  
01Chapter  
02Chapter  
03Chapter  
04Chapter  
05

#### 4. ECU 直接控制式燃油泵控制电路(见图 2-8)

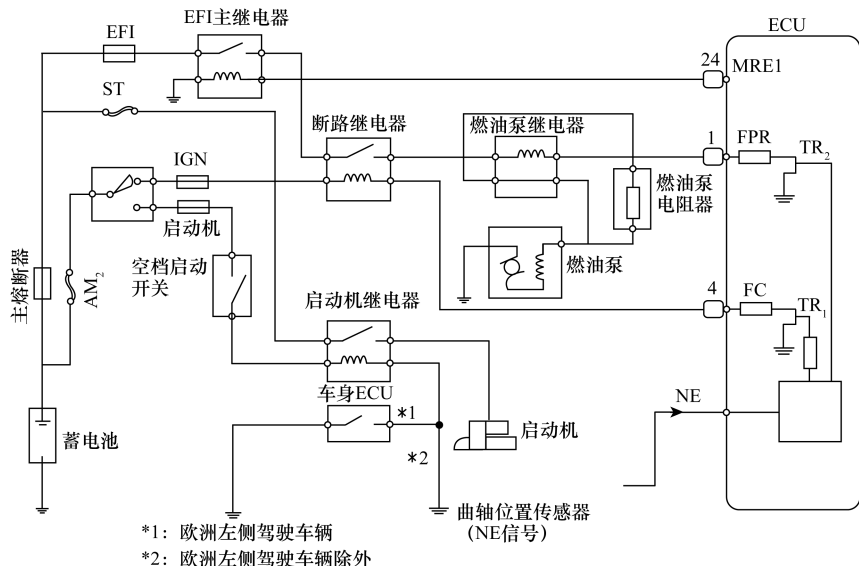


图 2-8 ECU 直接控制式燃油泵控制电路

点火开关 STA: 启动机继电器闭合, 同时 ECU 有 STA 信号, 启动机启动。STA 信号和 NE 信号输入 ECU, TR<sub>1</sub> 接通, 断路继电器闭合, 燃油泵低速运转。

高速或重负荷时: ECU 中的 TR<sub>2</sub> 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 TR<sub>2</sub> 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。

### 四、电动燃油泵及控制电路的检测

#### 1. 电动燃油泵的检测(见图 2-9)

(1) 电动汽油泵为不可拆式, 只能一次性使用。工作电压为 12 V, 一次绕组和电刷的电阻值为 2~3 Ω, 油压为 200~350 kPa, 流量为 80~120 L/N, 这是检验油泵好坏的依据。

(2) 在分配管的测压孔上接油压表, 静态油压应略高于动态油压。夹住调压器上的回油管, 油压应升高 100 kPa, 发动机转速应上升 100 r/min 以上, 如转速不上升, 说明油泵失效。

(3) 夹住调压器上的回油管后, 熄火发动机分配管内的油压应保持 5~10 min 不下降, 否则应更换燃油泵。

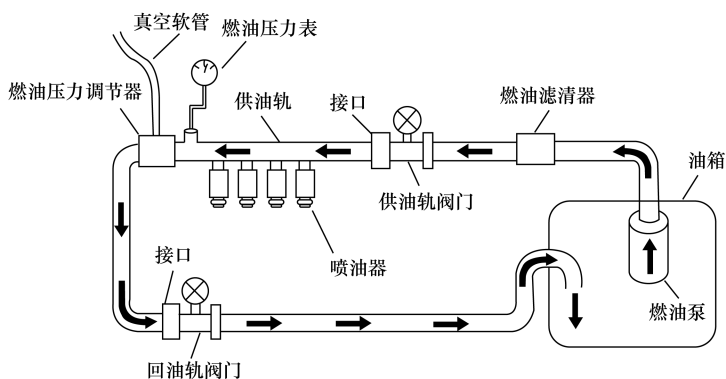


图 2-9 电动燃油泵的检测

## 2 ECU 控制的电动燃油泵控制系统的检查

### (1) 判断故障。

在检查这种控制系统时，首先应判断是 ECU 内部故障还是 ECU 外部的控制电路故障，其方法如下：

1) 关闭车门窗，打开燃油箱盖，将点火开关置于 ON 位置(但不要启动发动机)，在燃油箱口处倾听有无电动燃油泵运转的声音。如果在打开点火开关后，能听到电动燃油泵运转 3~5 s 后又停止，说明控制系统各部分工作正常。

2) 若打开点火开关后听不到运转的声音，说明电动燃油泵的插孔短接(如丰田汽车故障插孔内的 F<sub>p</sub> 和 +B 两插孔短接)。此时，打开点火开关，如果能听到电动燃油泵运转的声音，说明 ECU 外部的电动燃油泵控制电路工作正常，故障在 ECU 内部，应更换 ECU；若仍听不到电动燃油泵运转的声音，则为 ECU 外部的控制电路故障，应检查熔丝和继电器有无损坏，各电路有无断路或接触不良。

### (2) 电动燃油泵继电器的检测。

常用的电动燃油泵继电器有 4 端子及 5 端子两种。

1) 4 端子电动燃油泵继电器中有 2 端子是接继电器的电磁线圈，另外 2 端子是连接继电器的常开触点，如图 2-10 所示。

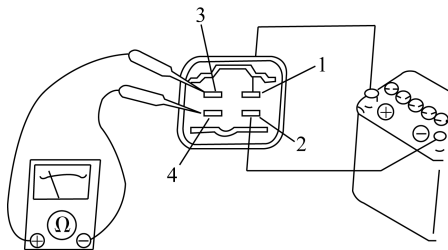


图 2-10 4 端子电动燃油泵继电器的检测

用万用表电阻挡测量，继电器的电磁线圈 2 端子之间应能导通；常开触点 2 端子之间应不导通；在电磁线圈 2 端子上施加 12 V 电压，同时用万用表电阻挡测量常开触点 2 端子之间应能导通。若测量结果不符合标准，应更换电动燃油泵继电器。

2) 5 端子电动燃油泵继电器有两种。

一种内有两组电磁线圈，其中一组由启动开关控制，另一组由 ECU 或空气流量传感器内的燃油泵开关触点控制，如图 2-11 所示。用万用表电阻挡测量这两组线圈，均应导通；测量常开触点两端(+B 和  $F_p$ )，应不导通；分别在两组线圈两端施加 12 V 电压，同时测量常开触点两端，应导通。否则，应更换电动燃油泵继电器。

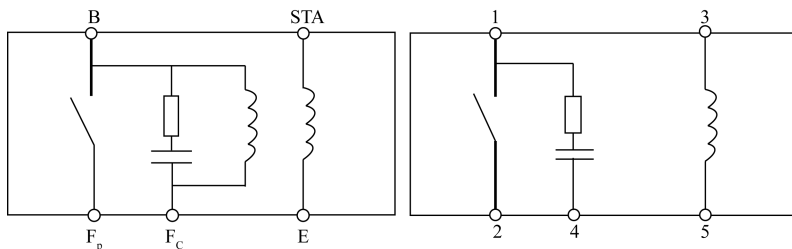


图 2-11 5 端子电动燃油泵继电器内部电路

另一种与 4 端子继电器工作原理相似，其中 1 和 2 为工作电路两个端子，3 和 5 为控制信号端子，4 端子为保护端子。用万用表电阻挡测量 3 和 5，应导通；测量常开触点两端(1 和 2)，应不导通；在线圈两端 3 和 5 施加 12 V 电压，同时测量常开触点 1 和 2 两端，应导通。否则，应更换电动燃油泵继电器。

(3) 电动燃油泵 ECU 的检测(皇冠 3.0 轿车)。

电动燃油泵 ECU 装在行李舱内衬板下面。

拆下蓄电池上的负极搭铁线，拔下 ECU 的插头，用万用表电阻挡测量导线插头上 E 和  $D_1$  端子的搭铁电阻时应导通。如不导通，检查其连接电路。

装上蓄电池负极搭铁线，插好电动燃油泵 ECU 的导线连接器，在各种条件下用万用表电压挡测量电动燃油泵 ECU 上 +B、 $F_p$ 、 $F_{PC}$  端子的搭铁电压，应符合表 2-1 的电压值，如不符合，则检查线束和 ECU。

表 2-1 电动燃油泵 ECU 上各端子电压的检测

检测项目	端子	条件	标准值
导通性	E-搭铁	—	导通
导通性	$D_1$ -搭铁	—	导通
电压值	$F_p$ -搭铁	突然加速	12~14 V
电压值	$F_p$ -搭铁	怠速	8~10 V
电压值	+B-搭铁	点火开关置于 ON 位置	9~14 V
电压值	$F_{PC}$ -搭铁	突然加速到 6 000 r/min 或更高	4~6 V
电压值	$F_{PC}$ -搭铁	怠速	2.5 V

## 任务三 燃油压力调节器

### 一、作用

根据进气歧管进气压力的变化来同步调节进入喷油器的燃油压力。保持燃油分配管压力始终高于进气歧管进气压力 250~300 kPa。

### 二、安装位置

燃油压力调节器安装在燃油分配管上，在回油管侧。

### 三、结构

燃油压力调节器由弹簧、燃油室、真空室、膜片和回油阀等组成。其中弹簧室内有一根通气管与进气歧管相连；燃油室内有一根燃油管与燃油分配管相连，油压高时推动回油阀，另一根燃油管与回油管相连，过压的燃油通过回油管流回油箱，如图 2-12 所示。

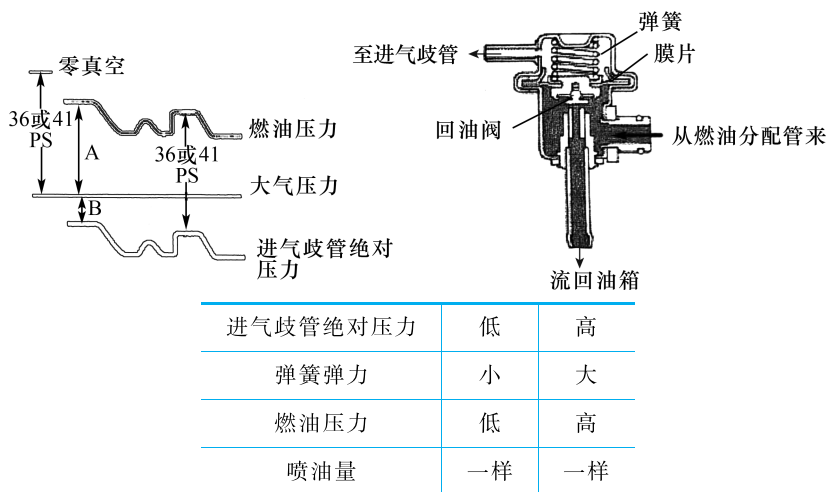


图 2-12 燃油压力调节器的结构和工作图

### 四、工作原理

当输入的燃油压力低于弹簧预紧力与进气歧管压力之和时，回油阀关闭。

当输入的燃油压力高于弹簧的预紧力与进气歧管压力之和(250~300 kPa)时，燃油压力克服弹簧的预紧力与进气歧管压力，打开回油阀，使部分燃油流回燃油箱。

Chapter  
01Chapter  
02Chapter  
03Chapter  
04Chapter  
05

## 五、检测

燃油压力调节器是一次性使用的部件，它使用的寿命较长。

(1)真空室或真空管漏气：会造成油压过高，燃油压力不会随节气门开关变化而变化，低速时排气管冒黑烟；高速时情况好转，堵住回油管时油压不升高。

(2)膜片弹簧软：回油多，油压过低，喷油量和雾化质量差，发动机加速无力。这时卡住回油管，压力升高恢复正常，说明汽油泵和滤清器无问题，应更换燃油压力调节器。

(3)膜片破漏：汽油进入进气管中，造成空燃比极浓，严重时发动机窒息。

(4)阀结胶发卡：情况和真空室或真空管漏气相似，可清洗真空室，如情况消失则是阀结胶发卡，否则是真空室或真空管漏气。

## 任务四 喷油器

### 一、喷油器的安装位置

喷油器用专门的支座安装，支座为橡胶成形件。从而形成隔热作用，防止喷油器中的燃油产生气泡，有助于提高发动机的高温启动性能。另外，橡胶成形件可保护喷油器不受过高振动力的作用。视发动机结构形式的不同，喷油器或经燃油管，或经带保险夹头的连接插座与燃油分配管连接，如图 2-13 所示。

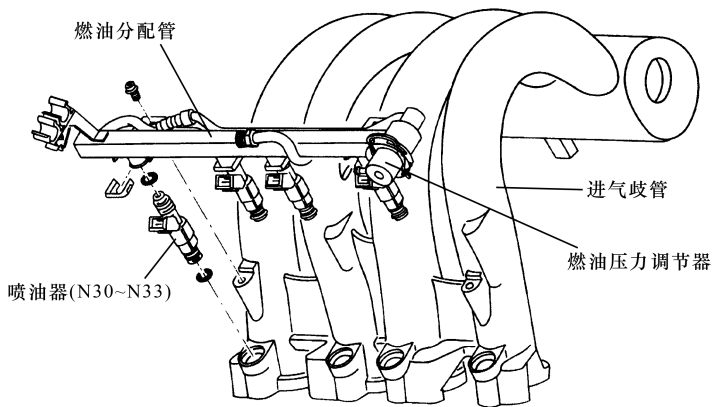


图 2-13 喷油器的安装位置

### 二、喷油器的作用

喷油器是电控燃油喷射系统的一个重要执行器，它是一个电磁阀，由针阀与衔铁制成一对偶件，要求动态流量范围大、抗堵塞、抗污染能力强和雾化性能好。当 ECU 发出脉冲信号时，衔铁与针阀一起被吸起，一定压力的燃油从喷口喷出，ECU 输出的脉冲时间长，阀口打开时间长，喷油器喷油量大，反之喷油量小，如图 2-14 所示。



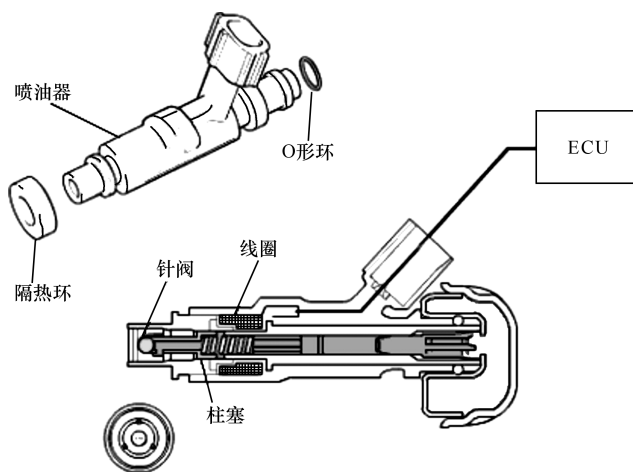


图 2-14 喷油器



### 三、喷油器的分类及结构

喷油器按阀体可分为轴针式喷油器、孔式喷油器、球阀式喷油器和片阀式喷油器；按电磁阀绕组线圈电阻可分为高阻值(13~17 Ω)喷油器和低阻值(2~3 Ω)喷油器。

#### 1. 轴针式喷油器

(1) 结构。

轴针式喷油器主要由进油滤网、线束连接器、电磁线圈、衔铁、针阀和轴针等组成，如图 2-15 所示。

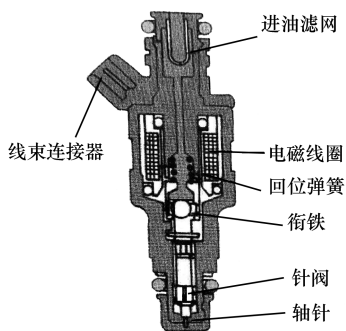


图 2-15 轴针式喷油器

(2) 工作过程。

当喷油器的电磁线圈无电流通过时，针阀在弹簧的作用下将喷油器的阀口关闭，喷油器不喷油。当电磁线圈的阀口被打开时，燃油从精密的环形喷口以雾状喷出。

#### 2. 孔式喷油器

孔式喷油器按喷孔多少可分为单孔和多孔，它们的内部结构和工作原理非常相似，孔式喷油器的喷孔如图 2-16 所示。

Chapter  
01Chapter  
02Chapter  
03Chapter  
04Chapter  
05

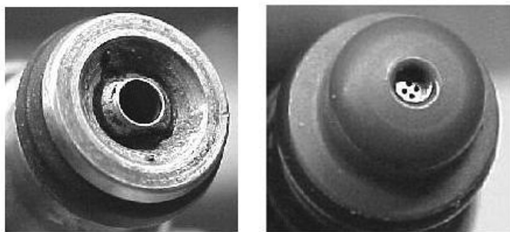


图 2-16 孔式喷油器的喷孔

### 3. 球阀式喷油器

现代发动机要求具有较低的燃油消耗及较高的功率，因而设计者都想方设法使发动机的进气流量加大，这同时要求喷油时的动态流量范围也增大。减小针阀质量并提高弹簧预紧力，对获得更大的动态流量范围也十分有效。同时，用球阀简化计量部位结构，有助于提高喷油量的精度。

#### (1) 结构。

球阀式喷油器与轴针式喷油器的主要区别在于针阀的结构。球阀式的针阀是由钢球、空心导杆和衔铁用激光束焊接制成的。为了保证燃油密封，轴针式的针阀必须有较长的导向杆，而球阀具有自动定心作用，无须较长的导向杆，因此，球阀式的针阀质量小，且具有较高的燃油密封能力，明显优于轴针式，如图 2-17 所示。

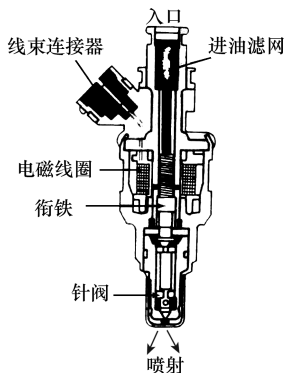


图 2-17 球阀式喷油器

#### (2) 工作原理。

当喷油脉冲输入电磁线圈时，产生电磁吸力，固定在针阀上的衔铁向上吸起，针阀抬离阀座，燃油开始通过计量孔喷出。当喷油脉冲终止时，吸力消失，针阀在弹簧的作用下返回阀座，于是喷油结束。因此，每次喷油量取决于输入电磁线圈的电流脉冲宽度。

### 4. 片阀式喷油器

#### (1) 优点。

片阀式喷油器的内部结构主要是质量小的阀片和孔式阀座，它们与磁性优化的喷油器总成结合起来，使喷油器不仅具有较大的动态流量范围，而且抗堵塞能力较强。

电磁线圈可按任何特性值绕制，典型的两种分别是低电阻型喷油器，阻值为  $2\sim 3\ \Omega$ ，用于电流驱动型系统；以及高电阻型喷油器，阻值为  $13\sim 17\ \Omega$ ，用于电压驱动型系统，燃油器顶部注入，如图 2-18 所示。

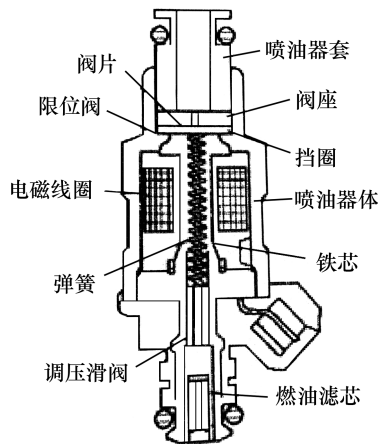


图 2-18 片阀式喷油器

## (2) 工作原理。

当喷油器处于未通电状态(阀关闭)时，阀片被螺旋弹簧力和液压力压紧在阀座上。来自 ECU 的喷油脉冲通过喷油器线圈时，即产生磁场，在电磁力足以克服弹簧力和液压力的合力之前，阀片仍压紧在阀座上，一旦电磁力超过两者的合力，阀片即开始脱离阀座上的密封环，被铁芯吸住，于是具有压力的燃油进入阀座密封环中的计量孔。反之，一旦来自 ECU 的喷油脉冲结束，电磁力开始衰弱，但是阀片仍短时保持阀开启状态，直到喷油器弹簧力克服衰弱的电磁力为止。当弹簧力大于衰弱的电磁力时，阀片将脱离挡圈返回到阀座上，切断燃油喷射。

喷油器按电磁线圈的电阻值高低，可分为高阻值( $13\sim 17\ \Omega$ )喷油器和低阻值( $2\sim 3\ \Omega$ )喷油器两种。有些厂家为了便于区分不同的喷油器，往往将喷油器的插头做成不同的形状，有的还用插头的不同颜色表示喷油量的大小。

喷油器按电磁线圈的驱动方式分为电压驱动式和电流驱动式两种，如图 2-19 所示。

电压驱动是指 ECU 利用恒定的脉冲电压驱动喷油器喷油。这种驱动方式的喷油器又可分为低电阻喷油器和高电阻喷油器两种：低电阻喷油器是以  $5\sim 6\ \text{V}$  电压驱动的，其电磁线圈电阻较小，不能直接和  $12\ \text{V}$  电源连接，否则会烧坏电磁线圈。低电阻喷油器的优点是机械延迟小，灵敏度高。但由于电流很大，线圈会因为过热而缩短喷油器的使用寿命。因此，低电阻喷油器电路中要安装几个串联的减压电阻，防止喷油器过热，并稳定喷油器的工作。高电阻喷油器是用  $12\ \text{V}$  电压驱动的，其电磁线圈电阻较大，在检修时可直接用  $12\ \text{V}$  电源连接。高电阻喷油器由于电流小，对 ECU 要求低，使用可靠，目前被广泛应用。电流驱动式喷油器的驱动脉冲信号开始时用一个较大的电流，使电磁线圈产生较大的吸力，以迅速打开喷口。随后用较小的电流保持喷口的开启状态，从而防止电磁线圈过热，因此其驱动效果较好。电流驱动方式只适用于低

阻值的喷油器，因其对 ECU 设计要求高，故很少采用。

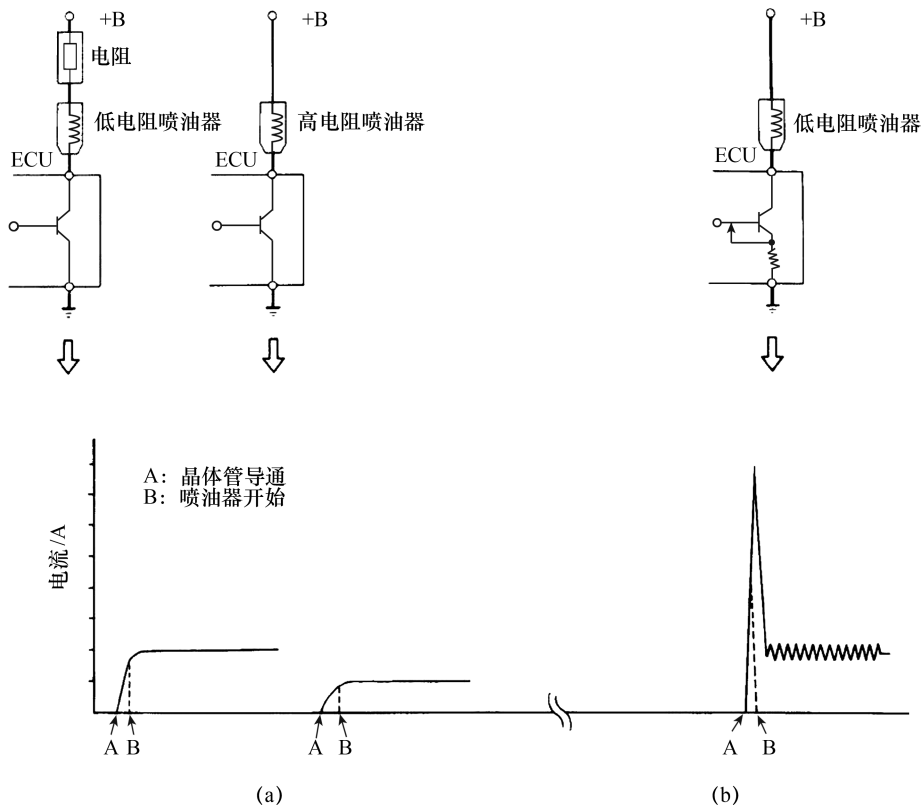


图 2-19 喷油器两种不同驱动方式

(a)电压驱动式；(b)电流驱动式



#### 四、喷油器的检测

##### 1. 测量喷油器的供电电压

打开点火开关时，端子搭铁电压应是 12 V，如图 2-20 所示。如果不符合要求，则应检查端子 1 到附加熔丝 S 间的电路有无断路或接触不良。

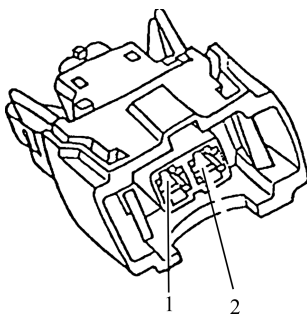


图 2-20 喷油器的端子

1、2—插头端子

## 2. 检查喷油器的电阻值

应先关闭点火开关，拔下1~4缸喷油器插座，电阻为13~182 Ω，喷油器拆下后，通12 V电压时，应可听到接通和断开的声音。此项试验，通电时间应不多于4 s，再次试验应间隔30 s，以防喷油器发热损坏。发动机运转时，用手指接触喷油器，应可察觉到喷油脉动。

## 3. 喷油器的滴漏检查

拔下汽油压力调节器上的真空管和喷油器的插头及霍尔传感器的插头，从进气歧管上拆下汽油分配管连带四个喷油器，将四个喷油器头部放入V. A. G1602喷油器喷射速率测试仪的四个量杯内，把喷油器的一个触点与V. A. G1594测试线连接，测试线的另一端夹住发动机的搭铁点，把喷油器的另一个触点与V. A. G1348/A遥控开关、V. A. G1348-2相配的导线连接，导线另一端夹住蓄电池的正极。用V. A. G1552进入03功能“电子控制诊断”，汽油泵运转，目测每个喷油器的滴漏。油泵运转时，每个喷油器在1 min内允许滴油1~2滴，否则应更换喷油器。

## 4. 测量喷油速率和雾化诊断

必须关闭点火开关2 s后再打开。按下VA. G1348/3A遥控开关的按钮30 s，用同样的方法测量喷油器在测量杯内的喷油速率，规定值为70~80 mL。如果不符合要求，检查汽油压力或喷油器。测试喷射速率的同时，可检查喷射形状，所有喷射形状应相同，且雾化均匀良好，如图2-21所示。

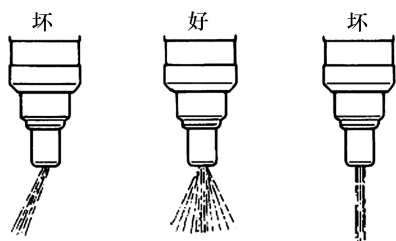


图 2-21 喷油器的喷射状态

Chapter  
01Chapter  
02Chapter  
03Chapter  
04Chapter  
05