

《汽车发动机电控系统检修》电子教材

项目描述

一辆车由于燃油供给系统工作不良导致发动机性能故障,需对燃油供给系统各元件及控制电路进行检查,确定故障部位,并维修或更换。

任务 3.3 喷油器的故障诊断与检修

学习目标

1. 能准确讲述喷油器的作用,并在发动机上指明部件所在位置。
2. 能准确讲述喷油器的类型。
3. 结合原理图能准确叙述两种驱动方式喷油器的控制原理。
4. 能准确规范地完成喷油器的诊断与检修。

任务描述

一辆 2013 款 1.6 自动挡科鲁兹轿车,发动机指示灯点亮并闪烁,发动机抖动强烈,对故障车进行检测,发现喷油器故障,经维修处理后,车辆运行正常。

知识储备

一、喷油器的作用

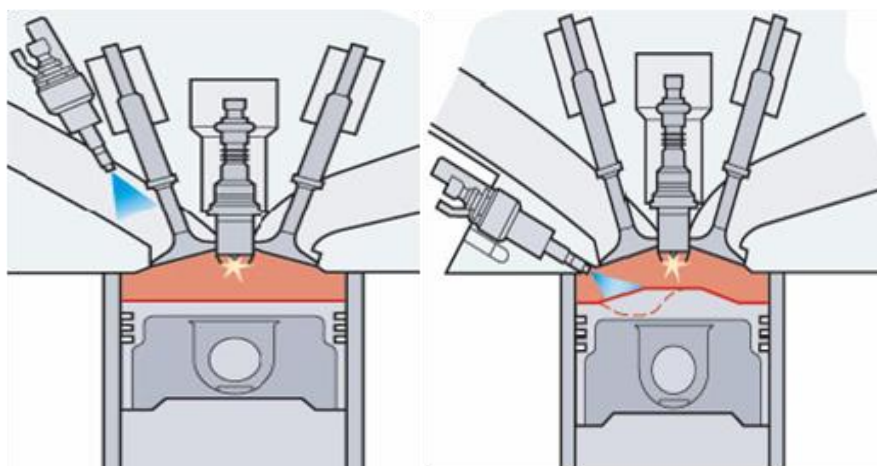
喷油器是电控燃油喷射系统中的重要执行器,如图 4-1 所示,主要功用是根据 ECU 的指令,控制燃油喷射量。喷油器是一种加工精度非常高的精密器件,要求其动态流量范围大,雾化性能好,抗堵塞抗污染能力强。电控燃油喷射系统一般都采用电磁式喷油器。单点喷射系统的喷油器安装在节气门体空气入口处,多点喷射系统的喷油器安装在各缸进气歧管或气缸盖上的各缸进气道处。



图 4-1 喷油器实物图

二、喷油器的类型

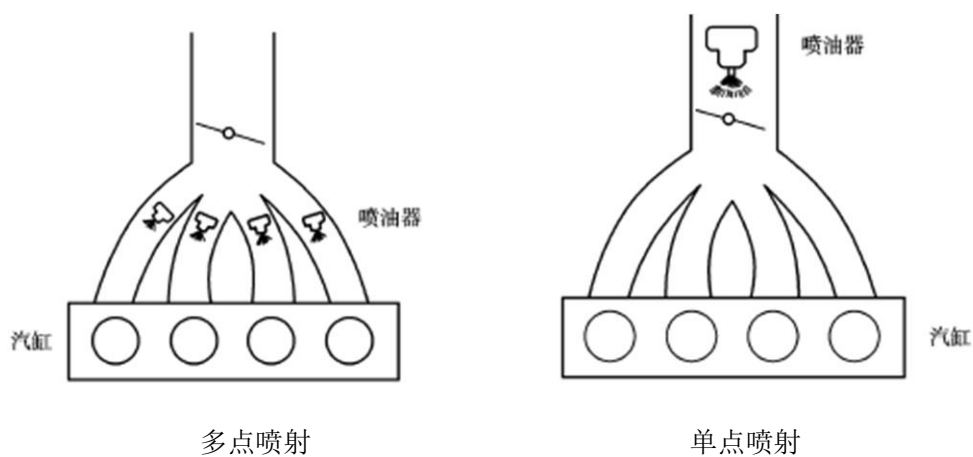
根据喷油器在发动机上的安装位置不同可分为进气管喷射和缸内喷射两大类，如图 4-2 所示，进气管喷射又分为多点喷射和单点喷射，如图 4-3 所示。



进气管喷射

缸内喷射

图 4-2 喷射的类型



多点喷射

单点喷射

图 4-3 进气管喷射

多点燃油喷射的喷油器按喷油孔的形状可分为轴针式和孔式。孔式喷油器又分为单孔式喷油器和多孔式喷油器，如图 4-4 所示。



轴针式喷油器

单孔式喷油器

多孔式喷油器

图 4-4 孔式喷油器

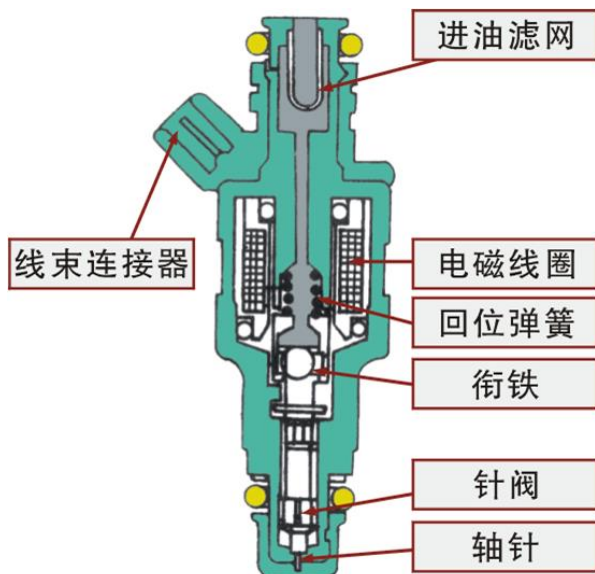


图 4-5 轴针式喷油器

如图 4-5 所示为轴针式喷油器的结构图，它主要由喷油器壳体、喷油针阀、套在针阀上的衔铁以及根据喷油脉冲信号产生电磁吸力的电磁线圈等组成。电磁线圈无电流时，喷油器内的针阀被回位弹簧压在喷油器出口处的密封锥形阀座上。电磁线圈通电时，产生磁场吸动衔铁上移，衔铁带动针阀从其座面上上升约 0.1mm，燃油从精密环形间隙中流出。为使燃油充分雾化，针阀前端磨出一段喷油轴针，喷油器吸动及下降时间约为 1ms—5ms。

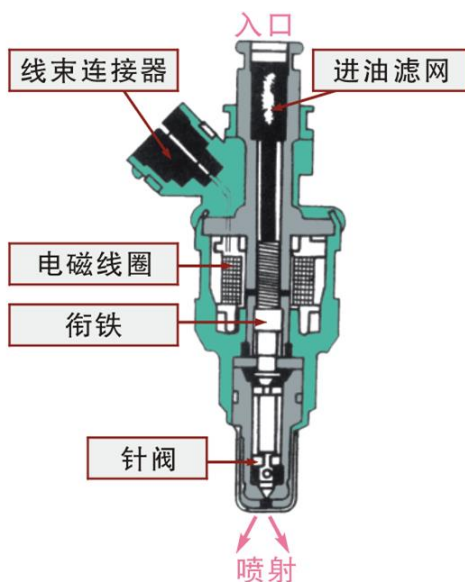


图 4-6 孔式喷油器

如图 4-6 所示为孔式喷油器的结构图，孔式喷油器内没有轴针，用一块很薄的喷孔板取代，喷孔板上有经过校准的小孔。单孔喷出的油束呈线状，多孔喷出的油束与轴针式喷油器差不多，但雾化质量中等，如图 4-7 所示。孔式喷油器在现代车中应用得比较多，它减少了

喷油器内的沉积物。

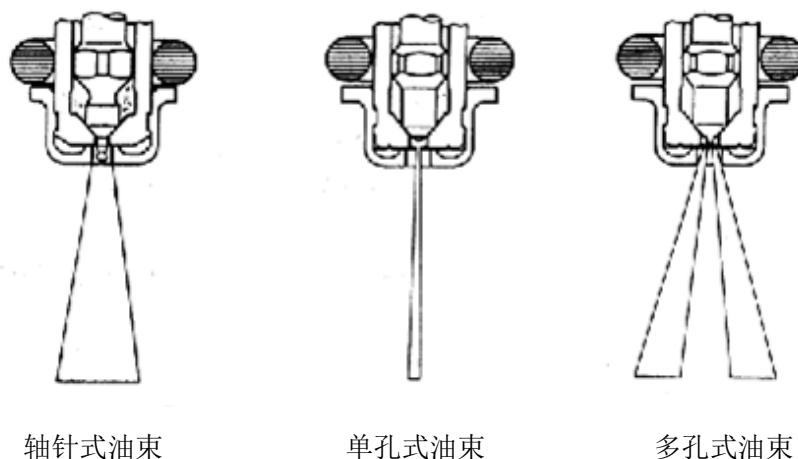


图 4-7 喷油器油束

孔式喷油器的工作过程：当喷油脉冲信号输入电磁线圈时，产生电磁吸力，固定在针阀上的衔铁被向上吸起，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，针阀在弹簧力作用下返回阀座，喷油结束。因此，每次脉冲的喷油量取决于输入电磁线圈的工作脉冲的宽度。

三、喷油器的控制原理

发动机控制模块可通过控制喷油器的电源或搭铁来实现对喷油器的控制，如图 4-8 所示为电控燃油喷射系统控制原理图，图中发动机控制模块是通过控制喷油器的搭铁信号实现对喷油器的控制。

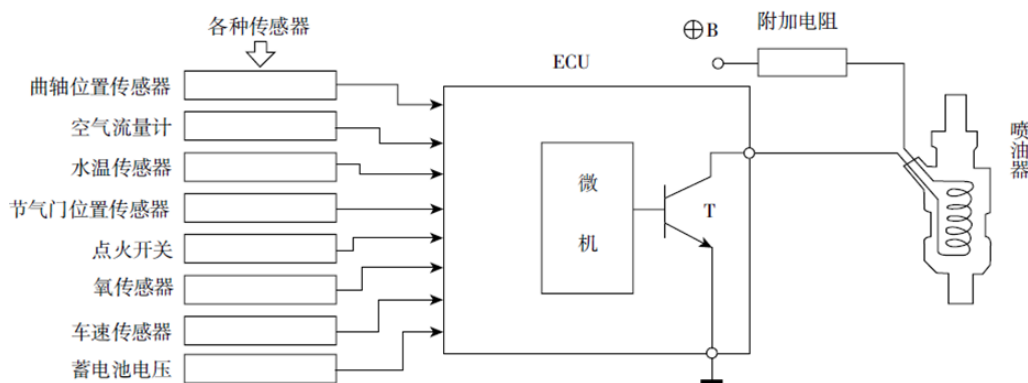


图 4-8 喷油器的控制电路

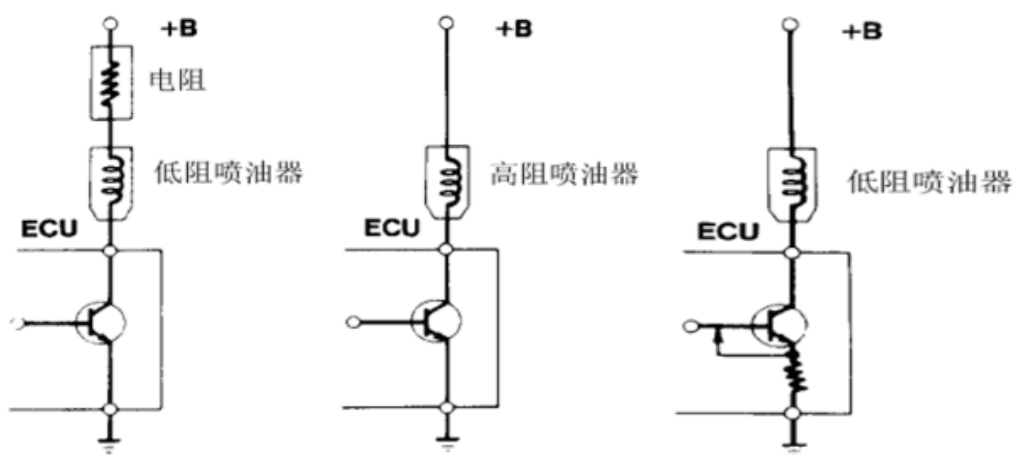
在发动机运行过程中，发动机控制模块（ECU）根据各种传感器输入的信号，确定合适的喷油时刻和喷油脉冲宽度，并向喷油器提供搭铁信号使喷油器开始喷油，切断搭铁信号使喷油器停止喷油。

喷油器喷油量的大小，取决于针阀的升程、喷孔的截面积、燃油系统和进气歧管气体之

间的压差等因素，当这些因素确定后，则喷油量就由针阀的开启时间，即电磁线圈的通电时间的长短来决定。

四、喷油器的驱动方式

喷油器的驱动方式可分为电流驱动和电压驱动两种方式，如图 4-9 所示，电流驱动方式只适用于低电阻的喷油器（喷油器电磁线圈的电阻值为 $0.6\ \Omega$ — $3\ \Omega$ 的喷油器），一般应用在单点喷射（节气门体喷射）系统中。电压驱动方式既可适用于低电阻的喷油器，又可适用于高电阻的喷油器（喷油器电磁线圈的电阻值为 $13\ \Omega$ — $17\ \Omega$ 的喷油器），一般应用在多点喷射系统中。



电压驱动（低阻）

电压驱动（高阻）

电流驱动（低阻）

图 4-9 喷油器驱动方式

1. 电压驱动方式

如图 4-10 所示为电压驱动方式（低阻）喷油器的控制回路，在打开点火开关或发动机工作时，EFI 继电器闭合，向喷油器电磁线圈提供正极电源（+B），而喷油器是否通电喷油则取决于发动机控制模块（ECU）是否提供搭铁信号。

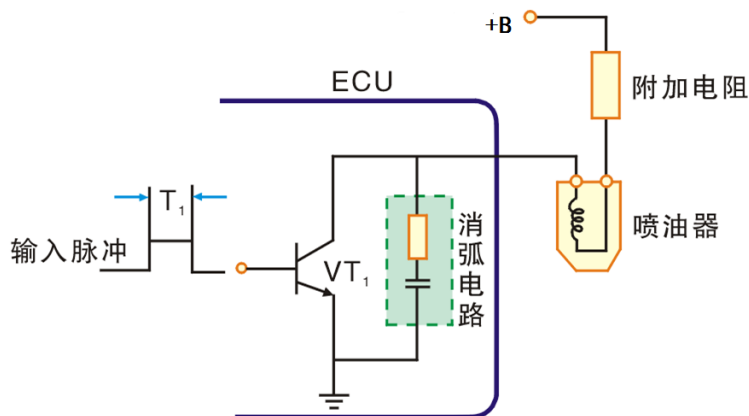


图 4-10 电压驱动方式（低阻）喷油器的控制回路

电压驱动方式与低电阻喷油器配合使用时，应在驱动回路中加入附加电阻，如图 4-2-10 所示。附加电阻与喷油器的连接方式，如图 4-11 所示。低电阻喷油器中电磁线圈的匝数较少，电感效应应较小，因此喷油器的响应特性比较好，但由于电磁线圈电阻的减少会使电流增加，容易造成喷油器电磁线圈因温度过高而烧损，为此在喷油器以外的控制回路中加入了附加电阻，但附加电阻的加入不但增加了故障点，还会使流过喷油器的电流减小，喷油器产生的电磁力也随之降低，喷油器开启的滞后时间较长。

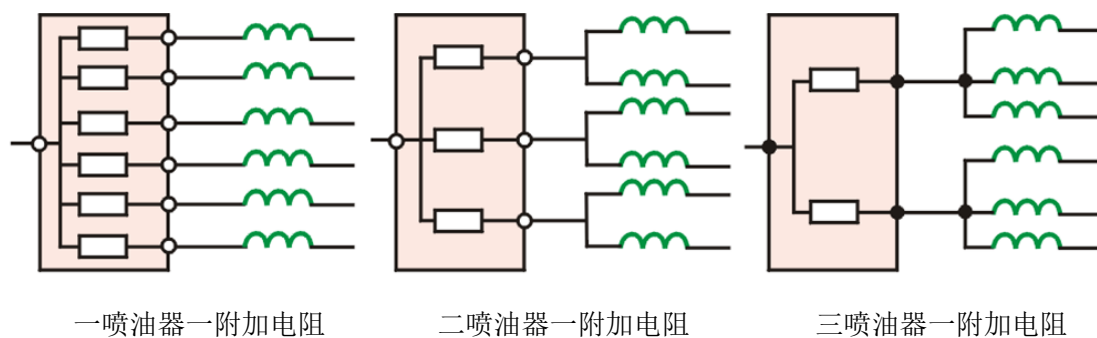


图 4-11 附加电阻与喷油器的连接方式

电压驱动方式与高电阻喷油器配合使用，回路更为简单，从成本和安装方面考虑都更加有利。

在发动机工作中，当发动机控制模块（ECU）根据传感器信号确认该喷油时，便会向喷油器的电磁线圈提供搭铁信号，接通喷油器电磁线圈的驱动电路。发动机控制模块每输出一脉冲信号，喷油器便喷油一次。

由于在发动机控制模块（ECU）切断喷油器的搭铁回路时，喷油器电磁线圈两端会产生很高的感应电动势，此反向电压与电源电压一起加在发动机控制模块（ECU）的功率三极管上，可能会将其击穿而损坏。因此，为了保护发动机控制模块，通常在喷油器的驱动回路中设有消弧电路。

2. 电流驱动方式

电流驱动方式喷油器的控制回路中没有附加电阻，如图 4-12 所示。低电阻喷油器直接与蓄电池连接，因而回路阻抗小，当发动机控制模块（ECU）向喷油器提供搭铁信号后，喷油器电磁线圈内的电流很快上升，针阀便快速打开。如果喷油器长时间大电流通电，就有可能烧损喷油器的电磁线圈，因而在电流驱动方式的回路中，增加了电流控制回路，当发动机控制模块以一个较大的电流使电磁线圈打开后，它能控制回路中的工作电流，用一个较小的电流使喷油器针阀保持在完全打开的位置，或用脉冲电流保持喷油器针阀的有效开度。

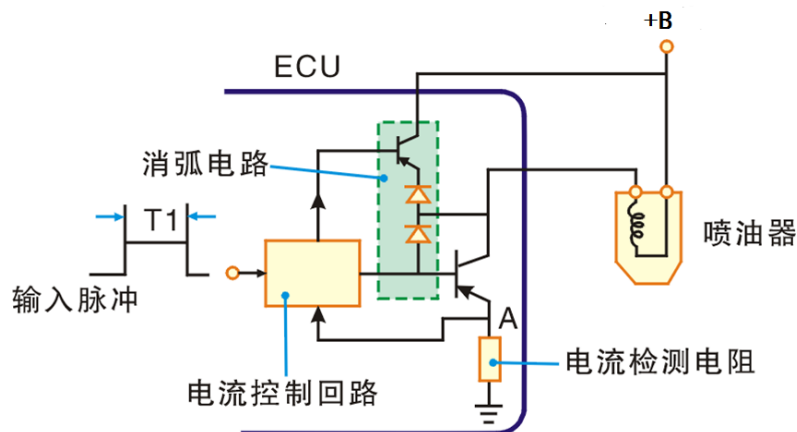


图 4-12 电流驱动方式喷油器的控制回路

电压驱动方式中的喷油器驱动电路较简单，但因其回路中的阻抗大，喷油器的喷油滞后时间长。其中，电压驱动高阻喷油器的喷油滞后时间最长，电压驱动低阻喷油器次之，电流驱动的喷油器最短。

五、喷油正时的控制

喷油正时就是指喷油器在什么时刻（相对于发动机曲轴转角位置）开始喷油。

对于采用多点间歇燃油喷射方式的发动机来说，按照喷油时刻和曲轴转角的关系可分为同步喷射和异步喷射两类。同步喷射是指与发动机曲轴转动同步，在固定的曲轴转角位置时进行喷射，异步喷射与曲轴旋转角度无关，如发动机冷起动和急加速时的临时性喷射。

在同步喷射发动机中，又分为同时喷射、分组喷射和顺序喷射三种基本类型。他们对喷油正时的要求各不相同。

1. 同时喷射

采用同时喷射方式的喷油器的控制电路和控制程序都比较简单，其控制电路如图 4-13 所示，从图中可以看出，所有的喷油是并联的。发动机控制模块（ECU）根据曲轴位置传感器（CKP）产生的基准信号，发出脉冲控制信号，控制功率三极管的导通和截止，从而控制各喷油器电磁线圈电路同时接通和切断，使各缸喷油器同时喷油。通常曲轴每转一转，各缸喷油器同时喷射一次，其喷油正时如图 4-14 所示。

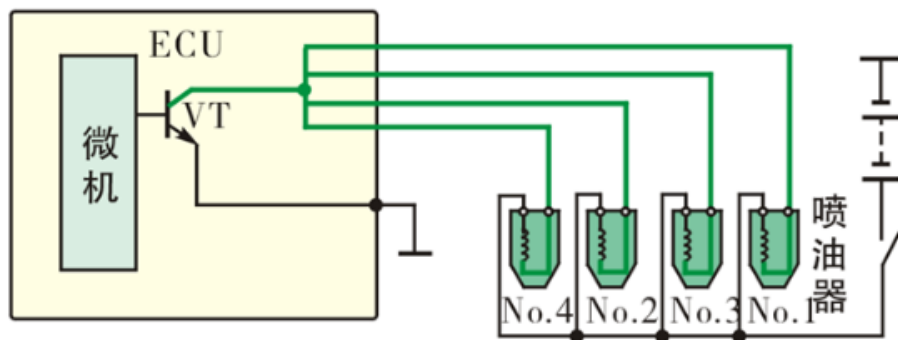


图 4-13 同时喷射控制电路



图 4-14 同时喷射正时图

由于这种喷射方式是所有气缸的喷油器同时喷油，所以喷油正时与发动机进气、压缩、做功、排气等工作循环没有关系，早期生产的燃油喷射发动机大多采用同时喷射方式。其缺点是由于各缸对应的喷射时间不可能最佳，造成各缸的混合气形成不均匀。

2. 分组喷射

分组喷射一般是把所有气缸的喷油器分成 2—4 组。发动机控制模块（ECU）控制各组喷油器轮流交替进行燃油喷射。四缸发动机一般将喷油器分成两组，其控制电路如图 4-15 所示，每一工作循环中，各喷油器均喷射一次或两次，如图 4-16 为分组喷射的正时图。

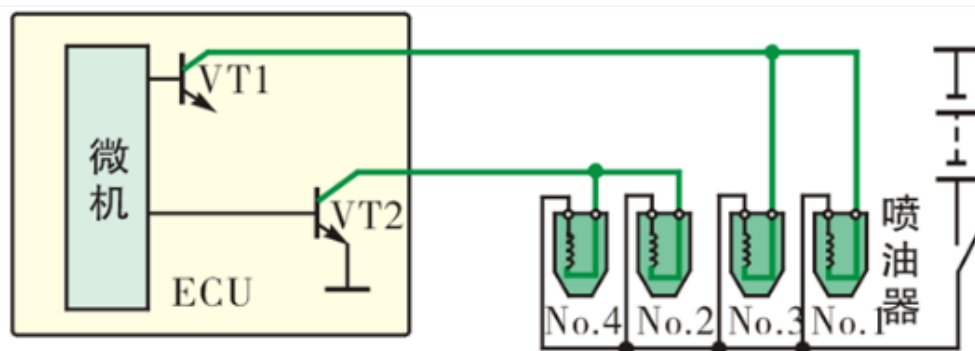


图 4-15 分组喷射控制电路



图 4-16 分组喷射正时图

相对同时喷射的发动机而言,采用分组喷射的发动机在性能方面有所提高,主要体现在能有更多的气缸在合适的时候喷射燃油,改善了混合气的均匀性。

3. 顺序喷射

顺序喷射也叫独立喷射,曲轴每转两圈,各缸的喷油器按照发动机的点火顺序,依次在最合适的曲轴转角位置进行燃油喷射,这种喷射方式应用最为广泛。顺序燃油喷射系统的控制电路如图 4-17 所示,各缸喷油器分别由发动机控制模块(ECU)的一个功率放大电路控制,功率放大器回路的数量与喷油器的数目相等。

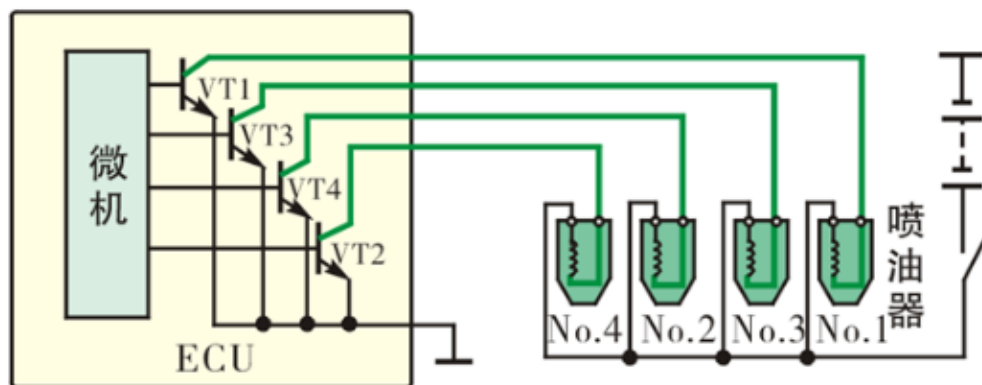


图 4-17 顺序喷射控制电路

采用顺序燃油喷射方式的发动机控制模块需要知道在哪一时刻该向哪一缸喷射燃油,因此必须具备气缸识别信号,通常叫做判缸信号,该信号多来自曲轴位置传感器(CKP)和凸轮轴位置传感器(CMP)。采用顺序燃油喷射控制时,应具有正时和缸序两个控制功能。发动机控制模块工作时,通过曲轴位置传感器(CKP)输入的信号(NE 信号),就可以知道活塞在上止点前的具体位置,再与凸轮轴位置传感器(CMP)的判缸信号(G1 和 G2 信号)相配合,可以确定是哪一缸在上止点,同时还可以判定是处于压缩行程还是排气行程。因此,当发动机控制模块根据判缸信号,曲轴位置信号,确认该缸处于排气行程且活塞运动至上止点前某一位置时,便输出喷油控制指令,接通喷油器电磁线圈的搭铁电路,该缸喷油器即开始进行燃油喷射,如图 4-18 为顺序喷射正时图

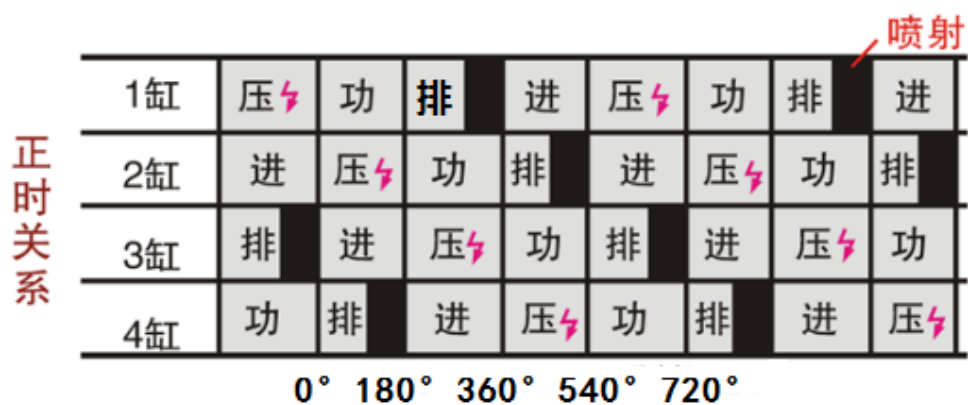


图 4-18 顺序喷射正时图

任务实施

解析 1 科鲁兹轿车喷油器

以雪佛兰 2013 款科鲁兹发动机采用的喷油器的检测为例，加以说明，图 4-19 为其实物图。

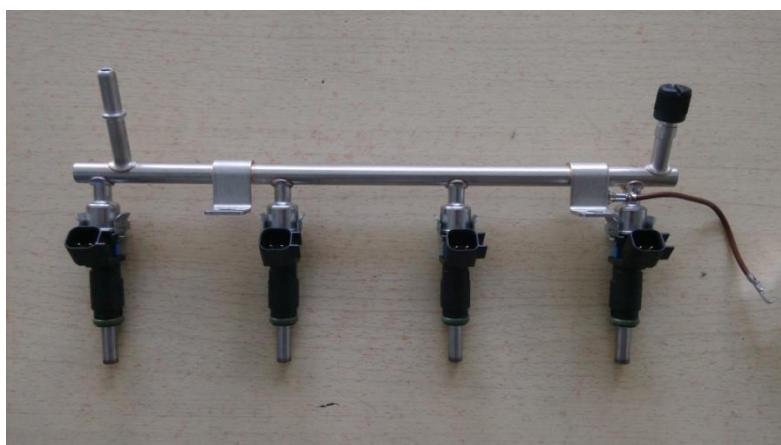


图 4-19 喷油器实物图

解析 2 科鲁兹轿车喷油器电路图解读

图 4-20 为喷油器系统电路图。

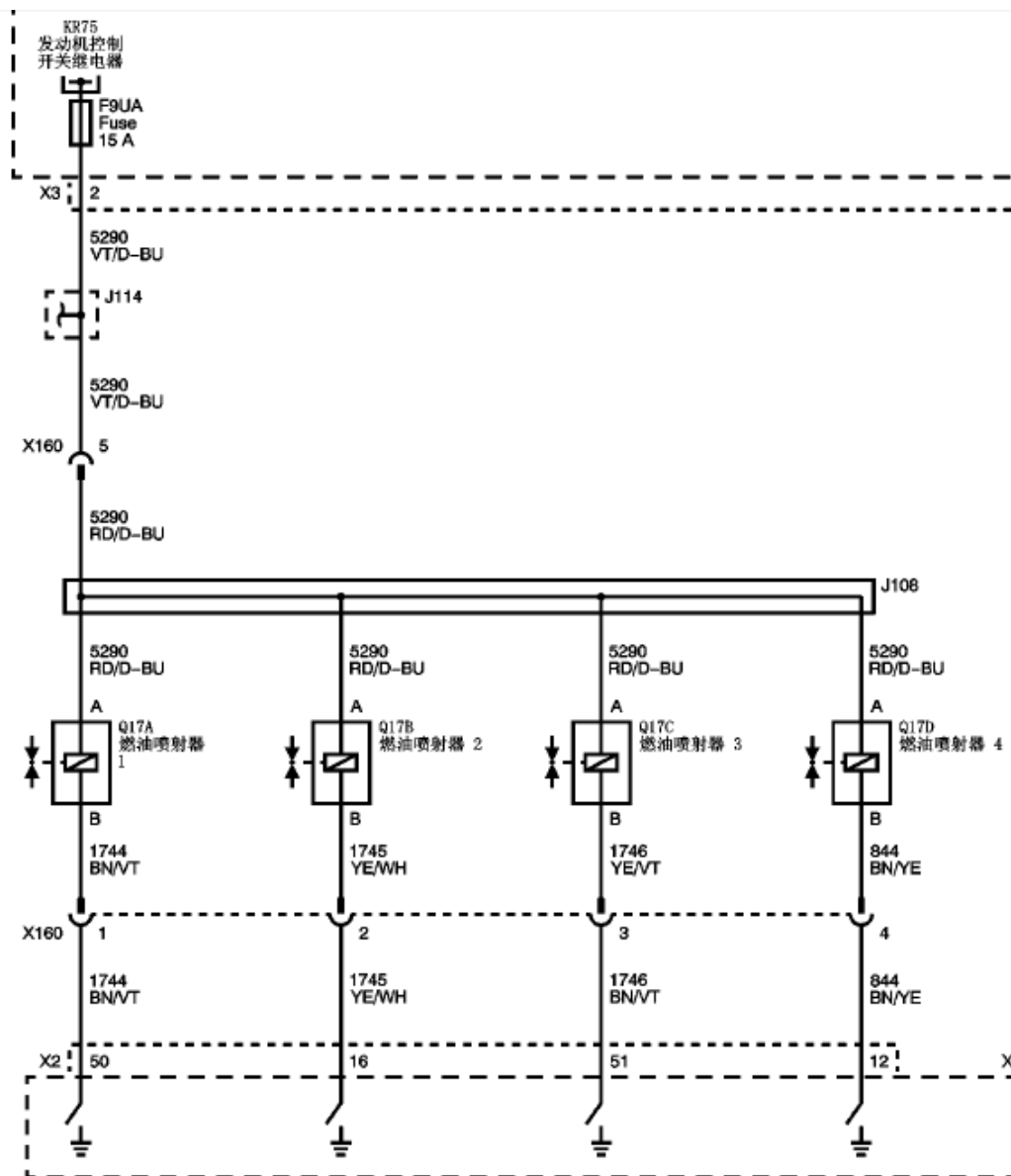


图 4-20 喷油器系统电路图

ECU 控制模块使每个气缸获得合适的喷油器脉冲。向喷油器提供点火电压。控制模块通过用一个被称为驱动器的固态装置使控制电路搭铁，从而控制各喷油器。控制模块监视每个驱动器的状态。如果控制模块检测到驱动器指令状态的电压不正确，将设置一个喷油器控制电路故障诊断码。

A 号线：点火电压电路

B 号线：低电平控制电路

科鲁兹轿车喷油器维修过程

- 1) 读取静态故障码、冻结帧和数据流。
- 2) 检查 Q17A 燃油喷射器 1 的安装状态。
- 3) 确认故障症状。起动发动机前，确认车辆周围环境是否安全。起动发动机时，观察

起动状况，确认故障症状并记录症状现象。

4) 动态下再次读取故障码、冻结帧和数据流。

5) 将点火开关置于“OFF（关闭）”位置，断开相应的 Q17A 燃油喷射器 1 处的线束连接器，再将点火开关置于“ON（打开）”位置。确认点火电路端子 1（LDE/LLU）或电路端子 A(2H0) 和搭铁之间的测试灯点亮。

如果测试灯未点亮，则电路保险丝状态良好，如图 4-21 所示（图中显示测试灯不亮，数值为 $0.4\ \Omega$ ），将点火开关置于“OFF（关闭）”位置。测试点火电路端对端的电阻是否小于 2 欧。如果为 2 欧或更大，则修理电路中的开路/电阻过大故障（断路故障）。如果小于 2 欧，如图 4-22 所示（图中数值为 $0.9\ \Omega$ ），则确认保险丝未熔断且保险丝处有电压。



图 4-21 点火电压电路及保险丝检查



图 4-22 线路断路检查

如果测试灯未点亮，则电路保险丝熔断，如图 4-23 所示（图中数值为无穷大），将点火开关置于“OFF（关闭）”位置，测试点火电路和搭铁之间的电阻是否为无穷大。如果电阻不为无穷大，如图 4-24 所示（图中数值为 $0.3\ \Omega$ ），则修理电路上的对搭铁短路故障。如果电阻为无穷大，则更换 Q17A 燃油喷射器 1。



图 4-23 保险丝检查

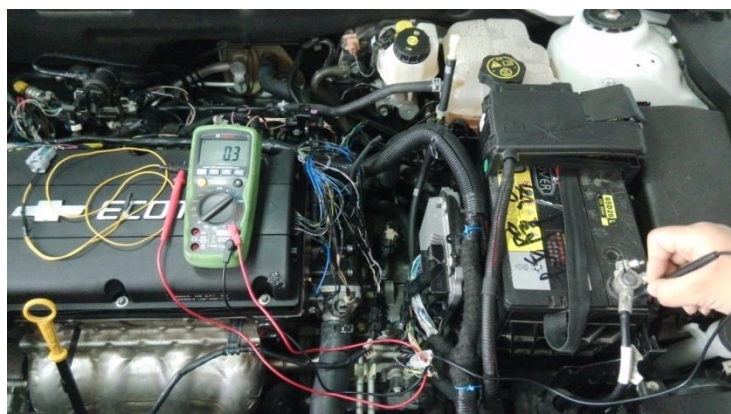


图 4-24 线路短路检查

6) 如果测试灯点亮, 将点火开关置于“OFF (关闭)”位置, 将测试灯两端分别连接至 Q17A 燃油喷射器 1 线束连接器端子 A 和端子 B, 发动机在起动或运行时, 确认测试灯是否闪烁, 如图 4-25 所示。

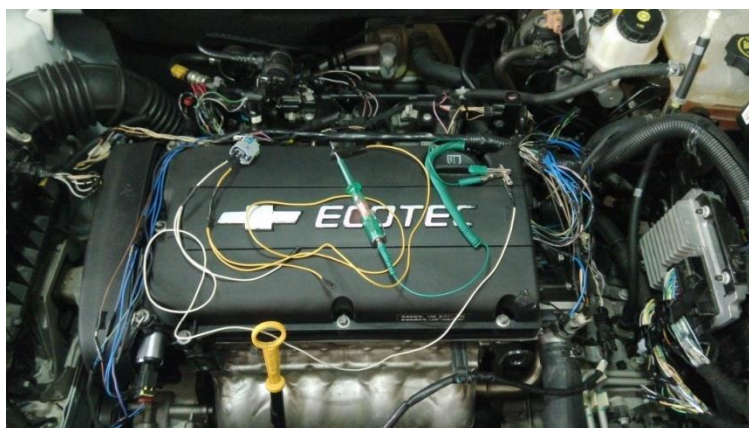


图 4-25 低电平控制电路检查

如果测试灯探针组件未闪烁, 将点火开关置于“OFF (关闭)”位置, 断开蓄电池负极接线柱, 断开 K20 发动机控制模块的线束连接器 X2, 测试低电平控制电路端子 2 (LDE/LLU) 或电路端子 B(2H0) 和搭铁之间的电阻是否为无穷大。如果电阻不为无穷大, 如图 4-26 所示

(图中数值为 0.2Ω)，则修理电路上的对搭铁短路故障。如果电阻为无穷大，测试低电平控制电路端对端的电阻是否小于 2 欧，如果为 2 欧或更大，则修理电路中的开路/电阻过大故障(断路故障)。如果小于 2 欧，如图 4-27 所示(图中数值为 0.7Ω)，将点火开关置于“ON(打开)”位置。测试低电平控制电路端子 2 (LDE/LLU) 或电路端子 B(2H0) 和搭铁之间的电压是否低于 1V。如果是 1V 或更高，则修理电路上的对电压短路故障。如果低于 1V，则更换 K20 发动机控制模块。

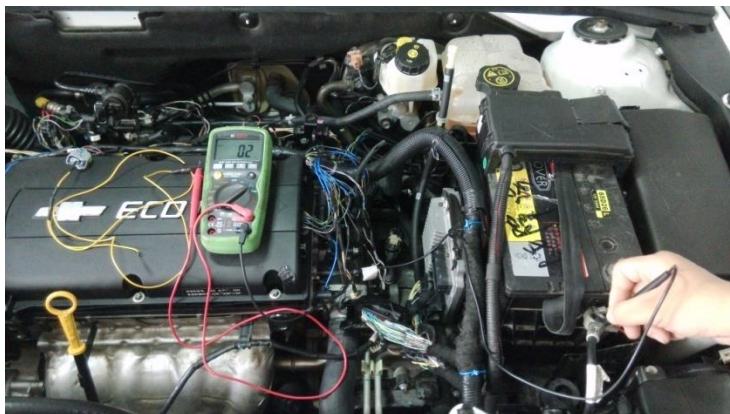


图 4-26 线路短路检查



图 4-27 线路断路检查

7) 如果测试灯探针组件闪烁，测试 Q17A 燃油喷射器 1，如图 4-28 所示(图中数值为 13.0Ω)，如不在规定范围内(一般为 $13-18\Omega$)，更换 Q17A 燃油喷射器 1。



图 4-28 燃油喷射器检查

8) 修复后再次检查故障码和数据流。

任务评价

表 4-1 任务评价表

任务名称	燃油器的故障诊断与检修	姓名		日期	
序号	评价内容	要求	分值	自评	互评
1	讲述喷油器的作用，并在发动机上指明部件所在位置	表达清楚准确	20		
2	讲述喷油器的类型	表达清楚准确	20		
3	结合原理图叙述两种驱动方式喷油器的控制原理	原理图解析要清楚，思路要清晰	20		
4	操作完成喷油器的诊断与检修	思路清晰，操作规范	20		
5	操作过程 5S	工具摆放，场地整理按 5S 要求	20		
6	总分				
教师评语					

知识补充

一、电动燃油泵的作用

电动燃油泵是燃油喷射系统中的一个重要部件，其功用是为喷油器提供高于进气歧管压力的燃油。一般喷油压力可达 250—300kPa 的燃油。为防止发动机供油不足和气阻情况，燃油泵的最高输出油压可达到 450—600kPa，多余的燃油经过油压调节器流回油箱。

二、燃油泵的安装位置

燃油泵安装位置通常有装在油箱内的内置式燃油泵和安装在供油管路中的内置式燃油泵。由于内置泵不易发生气阻和漏油现象，对泵的自吸性能要求低，且噪声小，故被现代轿车广泛使用，如图 4-29 所示。

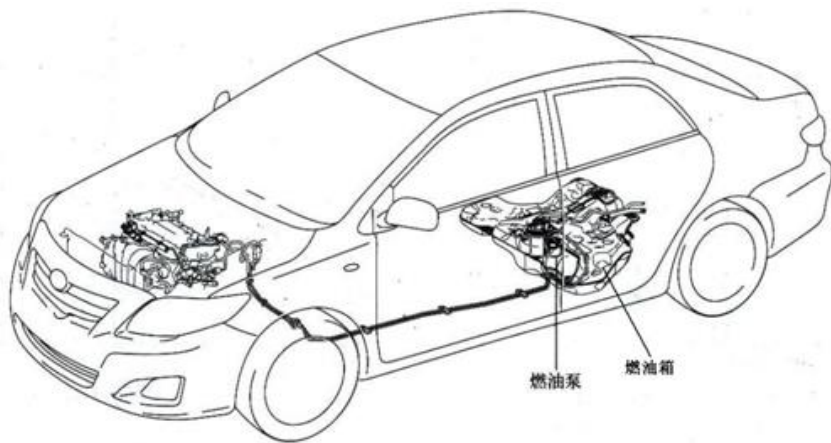


图 4-29 当代轿车燃油泵安装在邮箱内

内置式燃油泵须安装在燃油箱内的专门支架上。同时，支架上装有燃油滤清器、压力调节器、燃油位置传感器等，电路、油路通过连接件接到邮箱外，所以也叫做燃油泵总成，如图 4-30 所示。



图 4-30 燃油泵总成

三、燃油泵的结构

燃油泵主要是由泵体、永磁电动机和外壳等组成，如图 4-31 所示。

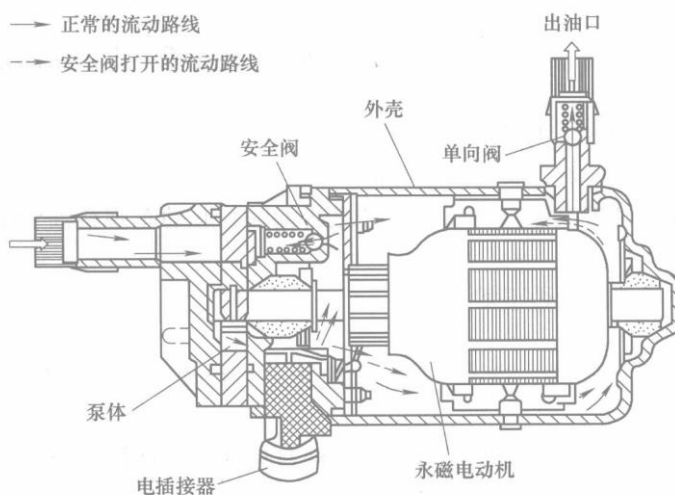


图 4-31 燃油泵结构

1. 泵体

泵体即泵油的部件，根据结构的不同可分为：滚柱式电动燃油泵、转子式电动燃油泵、涡轮式电动燃油泵和叶片式电动燃油泵。而常用的电动燃油泵为安装在油箱内的滚柱式电动燃油泵和转子式电动燃油泵，如图 4-32。

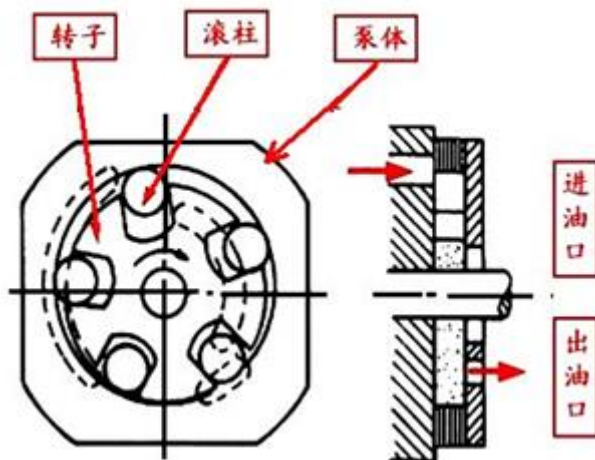


图 4-32 滚柱式燃油泵

2. 永磁电机

无论是何种汽油泵，它们的工作原理都是相同的，就是一个小电动机带动里面的不同形式的油泵运转，从而为燃油系统提供一定的油压，如图 4-33 所示。



图 4-33 电动机

3. 壳体

电器连接件、油路连接件、单向阀、安全阀均安装在外壳上。其内部组成包括限压阀和单向阀。限压阀的作用是当油泵中的燃油压力超过规定值（一般为 320kPa）时，油压克服泵体上卸压阀弹簧的压力，将卸压阀顶开，部分汽油返回到进油口一侧，使油压不致过高而损坏油泵。单向阀的作用是当油泵停止工作时，在油泵出口单向阀处弹簧压力作用下，阻止汽油回流，使供油系统保持一定的残余压力，以便于发动机起动。

任务评价

任务名称	喷油器检修	姓名		日期	
序号	评价内容	要求	分值	自评	互评
1	讲述喷油器的作用	表达清楚准确	20		
2	讲述喷油器组成和各部件的作用	表达清楚准确	20		
3	在实车上指出喷油器安装位置	原理图解析要表达清楚准确，思路要清晰	20		
4	操作完成喷油器的检测	思路清晰，操作规范	20		
5	操作过程 5S	工具摆放，场地整理按 5S 要求	20		
6	总分				
教师评语					

课后测评

一、填空题

1. 电控燃油喷射系统一般都采用_____。单点喷射系统的喷油器安装在_____
_____, 多点喷射系统的喷油器安装在_____或_____。
2. 根据喷油器在发动机上的安装位置不同可分为进气管喷射和_____两大类, 进气管喷射又分为_____和_____。
3. 多点燃油喷射的喷油器按喷油孔的形状可分为_____式和孔式。孔式喷油器又分为_____式喷油器和_____式喷油器。
4. 发动机控制模块可通过控制喷油器的_____或_____来实现对喷油器的控制。
5. 喷油器的驱动方式可分为_____驱动和_____驱动两种方式, _____驱动方式只适用于低电阻的喷油器, 一般应用在单点喷射系统中。_____驱动方式既可适用于低电阻的喷油器, 又可适用于高电阻的喷油器, 一般应用在多点喷射系统中。
6. 在同步喷射发动机中, 又分为_____喷射、_____喷射和_____喷射三种基本类型。

二、简答题

1. 喷油器的作用?

2. 简述孔式喷油器的工作过程?

3. 简述电流驱动方式喷油器的控制原理?

