



转速在 760 ~ 850r/min 之间不断变化, 明显有转速不稳的症状。经过系统分析, 故障原因应在“点火”和“进气”这两个系统上。首先检查点火系统, 各缸火花塞和点火线圈都基本正常, 但第 1、4 两缸的高压线有漏电痕迹, 决定更换。再检查进气系统, 进气管没有漏气的地方, 各真空管连接良好, 检查节气门无卡滞现象。检查怠速电动机, 拆下电动机, 不拔插接器。打开点火开关, 电动机打开一定角度, 关闭点火开关, 电动机又关闭了。反复几次, 发现怠速电动机有时打不开或有时不关闭, 出现了卡滞现象, 而且随温度的升高, 怠速电动机卡滞的频率也升高。更换一只新的怠速电动机, 试车, 所有的故障都排除了。

(3) 故障分析 该车怠速电动机卡死后, 发动机进气很少, 几乎不进气, 造成混合气过浓。由于混合气浓度与起动时所需的空燃比差距大, 所以发动机不容易起动。但当踩下加速踏板时, 节气门打开一定角度, 使空气进入, 空燃比发生变化, 混合气可点燃, 发动机就能起动。

案例三 宝来动力不足

(1) 故障现象 宝来 1.8T 自动档轿车行驶中出现动力不足, 继续行驶后发现驻车制动手柄和变速杆下面烫手, EPC 警告灯亮。

(2) 故障排除 用 V. A. G1552 查询发动机控制单元, 发现故障很多, 其中有: G79 信号太大/超差、G185 信号太大/超差、空气流量计故障、活性炭罐电磁阀故障、2/3/4 缸偶见失火现象等。由于驻车制动手柄和变速杆下面烫手, 可能是由于失火后个别缸不工作, 燃油未经点火直接排到排气管内, 产生后燃, 导致排气管处温度过高造成的。空气流量计、活性炭罐等故障同时出现, 可能是熔丝 S243 被烧掉。

那么熔丝被烧掉是如何引起的呢? 电子节气门的故障是如何引起的呢? 检查发现 2/3/4 缸火花塞异常, 三元催化转化器后的氧传感器 G130 线束被烤焦, 4 根导线相互缠绕在一起, 导致短路现象, S243 被烧掉。

更换 2/3/4 缸异常的火花塞、三元催化转化器、氧传感器 G130、线束和熔丝 S243 后试车。怠速转速平稳, 但有时出现不踏加速踏板发动机转速自动升高到 4000 ~ 5000r/min 的现象, 并伴随着 EPC 警告灯亮。

更换加速踏板总成, 进行基本设定, 故障没有排除。更换发动机控制单元, 故障排除。

(3) 故障分析 由于个别缸失火, 造成排气管温度异常升高, 导致 G130 线束短路, 不仅 S243 被烧掉, 同时使发动机控制单元内部有些处理器被烧掉, 导致怠速转速偶尔会升高到 4000 ~ 5000r/min, 控制单元误诊断为加速踏板位置传感器故障, 并用 EPC 警告灯报警。

2.3 燃油供给系统的故障诊断与检测

燃油供给系统出现故障, 发动机的表现现象主要有以下几种情况:

- ①发动机无法起动。
- ②发动机起动困难。
- ③发动机动力不足。
- ④发动机运转不良。



- ⑤发动机冒烟和排气管“放炮”。
- ⑥发动机进气管回火。
- ⑦发动机怠速不稳。
- ⑧发动机加速熄火。
- ⑨发动机油耗过高。
- ⑩发动机抖动。
- ⑪发动机噪声很大。

2.3.1 燃油供给系统的主要组成部件

各种发动机的燃油供给系统基本相同，都是由电动燃油泵、燃油滤清器、燃油压力调节器、脉动阻尼器及油管等组成，如图 2-60 所示。电动燃油泵将燃油从油箱中泵出来经燃油滤清器、燃油分配管向喷油器提供足够压力的燃油，喷油器根据来自电控单元（ECU）的控制信号向节气门上方或进气歧管内喷射定量的燃油，燃油压力调节器根据进气歧管的真空度调节回油管的回油量，把多余的燃油经回油管流回油箱。

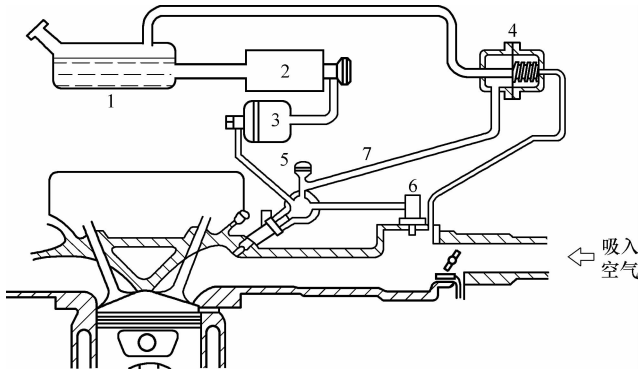


图 2-60 燃油供给系统的组成

- 1—油箱 2—燃油泵 3—燃油滤清器 4—燃油压力调节器
5—喷油器 6—冷起动喷油器 7—燃油分配管

2.3.2 燃油系统压力及燃油压力调节器的检测

1. 燃油系统压力的释放

汽油喷射发动机为便于再次起动，在发动机熄火后，燃油系统内仍保持有较高的残余压力。在拆卸燃油系统内任何元器件时，必须先释放燃油系统压力，以免系统内的压力油喷出，造成人身伤害或火灾。燃油系统压力释放方法如下：

- 1) 起动发动机，维持怠速运转。
- 2) 在发动机运转时，拔下油泵继电器或燃油泵电源接线，使发动机自行熄火。
- 3) 再次起动发动机 2~3 次，即可完全释放燃油系统压力。
- 4) 关闭点火开关，装上油泵继电器或燃油泵电源接线。

2. 燃油系统压力测试

通过测试燃油系统压力，可诊断燃油系统是否有故障。测试时需使用专用油压表和管接头，测试方法如下：

- 1) 释放燃油系统压力。
- 2) 检查蓄电池电压应在 12V 左右（电压高低直接影响燃油泵的供油压力），拆下蓄电池负极电缆。



3) 将专用油压表连接到燃油系统中。不同车型燃油压力表连接方式有所不同,主要有3种连接方式:第一种是把油压表接到油压测试头上;第二种是用专用接头将油压表连接在输油管的进油管接头处,如图2-61所示;第三种方式是用专用接头将油压表连接在燃油滤清器与输油管之间安装脉动阻尼器的位置(进行压力测试时拆下脉动阻尼器),如图2-62所示。

4) 擦干溅出的汽油,重新接好蓄电池负极电缆,起动发动机并维持怠速运转。

5) 打开燃油泵压力开关,标准油压应为300kPa左右(上海桑塔纳2000GSi时代超人轿车发动机燃油压力为280~300kPa之间)。若:

①油压过高,应检查燃油压力调节器。

②油压过低,应检查油管有无堵塞或折弯,燃油泵、燃油压力调节器工作是否正常,燃油滤清器是否堵塞。

6) 燃油泵停止运转10min后,燃油保持压力不低于150kPa。

3. 燃油压力调节器的检测

燃油喷射系统燃油压力调节器的检测主要包括以下两个方面。

(1) 燃油压力调节器工作情况检查 将燃油压力表串接在进油管中,起动发动机并怠速运转,燃油压力应在250kPa左右;当突然加大节气门开度时,燃油压力应迅速增大到320kPa左右。

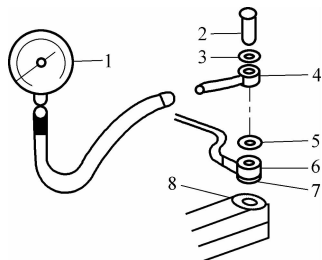


图2-61 燃油系统压力表的连接(1)

1—压力表 2—接头螺栓
3、5、7—垫片 4—油压表接头
6—油管 8—燃油分配管

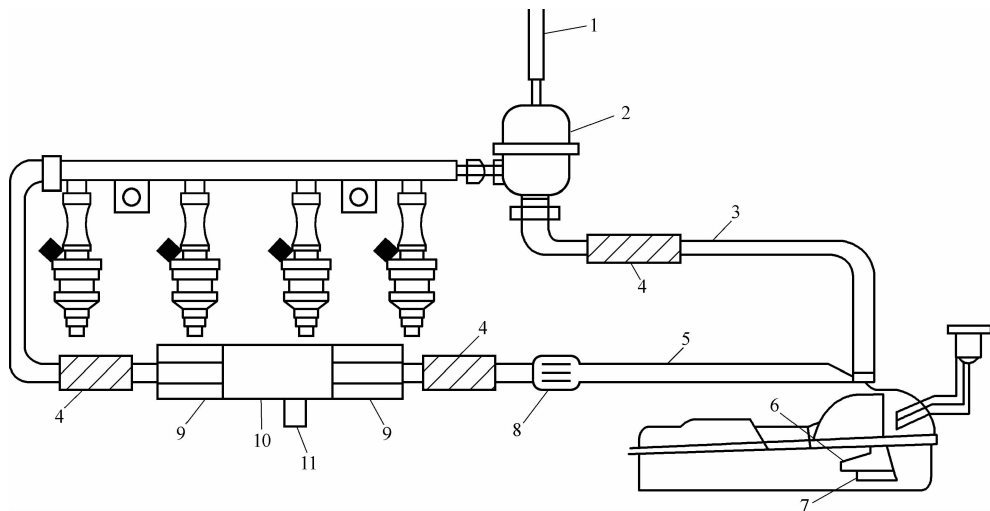


图2-62 燃油系统压力表的连接(2)

1—真空软管 2—燃油压力调节器 3—回油管 4—软管 5—压力油管 6—燃油泵
7—油泵滤网 8—燃油滤清器 9—管接头 10—三通管接头 11—油压表接头

拆下燃油压力调节器上的真空软管时,油压应比怠速运转时燃油压力高50kPa左右。若油压过低,可夹住回油软管以切断回油管路,再检查燃油压力表指示压力,若压力恢复正常,说明燃油压力调节器有故障,应更换;若压力仍过低,应检查燃油系统有无泄漏,燃油



泵滤网、燃油滤清器和油管路是否堵塞,若无泄漏和堵塞故障,应更换燃油泵。若燃油压力表指示压力过高,应检查回油管是否堵塞,若回油管路正常,说明燃油压力调节器有故障,应更换。如果燃油压力符合标准,使发动机运转至正常工作温度后,重新接上燃油压力调节器上的真空软管,燃油压力表指示压力应略有下降(约 50kPa),否则应检查真空管路是否堵塞或漏气。

(2) 燃油压力调节器保持压力的检查 起动发动机并怠速运行,燃油压力表压力达到上述规定值后使发动机熄火,燃油泵停止工作,等待 10min 后,观察燃油压力表(即燃油系统残余压力),油压应不低于 200kPa。若压力过低,应检查燃油系统是否泄漏,若无泄漏,说明燃油泵出油阀、燃油压力调节器回油阀或喷油器密封不良。

2.3.3 燃油泵及其控制电路的检测

1. 燃油泵的检测

(1) 燃油泵的就车检查

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,如:丰田车系跨接诊断座上的“+B”和“FP”端子即可。也可拆开燃油泵的插接器,直接用蓄电池给燃油泵通电。

2) 点火开关置 ON,但不起动发动机。

3) 旋开油箱盖应能听到燃油泵工作的声音,或用手捏进油软管感觉应有压力。

4) 若听不到燃油泵工作声音或进油管无压力,应检修或更换燃油泵。

5) 若燃油泵存在不工作故障,按上述方法检查正常,则应检查燃油泵控制电路。

(2) 燃油泵的拆装与检修

1) 多数轿车的燃油泵,可在打开汽车行李箱或翻开后坐垫后,从油箱上直接拆出。也有些轿车必须将油箱从车上拆下,才能拆卸燃油泵。

拆卸燃油泵时注意:应释放燃油系统压力,并关闭用电设备。

2) 拆卸燃油泵后,测量燃油泵两端子间的电阻,应为 $2 \sim 3\Omega$ 。用蓄电池直接给燃油泵通电,应能听到燃油泵电动机高速旋转的声音,注意:通电时间不能太长。

2. 燃油泵控制电路的检测

(1) 油泵开关控制的燃油泵控制电路的检测 图 2-63 所示为日本丰田雷克萨斯 ES300 轿车燃油泵控制电路。检测方法如下:

1) 卸除燃油系统油压,拆下燃油分配管上的进油管管头,将油管插入容器内。

2) 将点火开关转至起动档,在起动发动机的同时应有燃油从进油管内喷出,否则说明电路有故障,应进一步检查熔丝、继电器、空气流量计内的燃油泵开关、点火开关和线路。

3) 用跨接线跨接诊断座的 +B 与 FP 端子,打开点火开关(但不起动发动机),打开油箱盖,并倾听有无燃油泵运转的声音。若有运转声,说明控制电路正常;若无运转声,说明控制电路有故障,则应检查电路中的熔丝、继电器有无损坏,线路有无短路或断路。

4) 若上述检查中电动燃油泵控制电路正常,但起动发动机燃油泵不工作,则检查叶片式空气流量计内的燃油泵开关触点。拆下空气滤清器,打开点火开关,用手指或螺钉旋具推动叶片式空气流量计的测量叶片,此时,在油箱口应能听到燃油泵运转的声音,否则说明空



气流量计内的油泵开关损坏,应更换空气流量计。也可用万用表检测叶片不同位置燃油泵开关两端子的导通性进行判断。

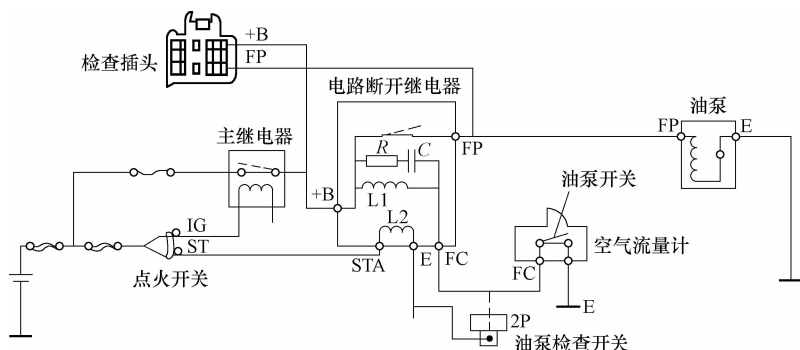


图 2-63 油泵开关控制的燃油泵控制电路

(2) 油泵继电器控制的燃油泵控制电路的检测 日本丰田雷克萨斯 LS400 轿车的燃油泵控制电路如图 2-64 所示。油泵继电器控制的燃油泵控制电路的检修要领是检测电阻器的电阻值,标准值应为 0.7Ω ;用万用表的电压档测量 ECU 的 FPR 端电压,当发动机由怠速工况急加速时,电压应由 12V 降为 0。

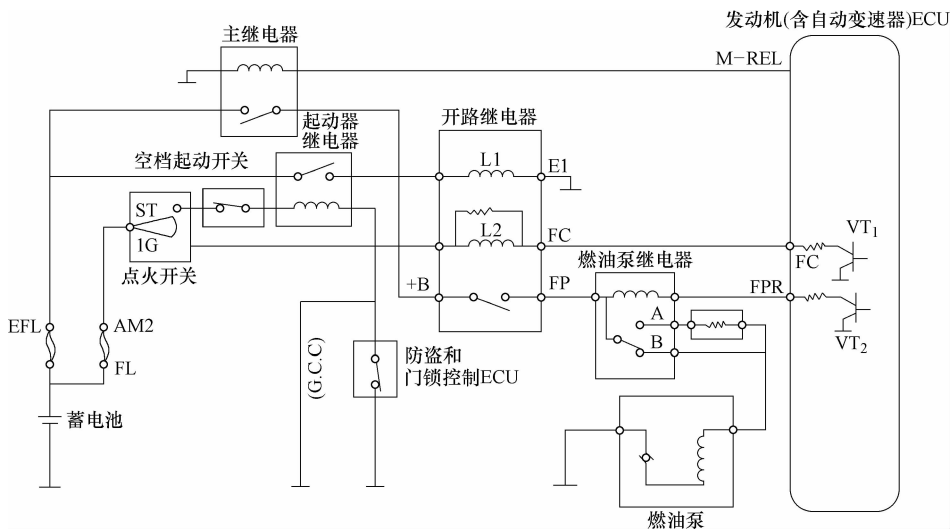


图 2-64 油泵继电器控制的燃油泵控制电路

(3) 油泵 ECU 控制的燃油泵控制电路的检测 图 2-65 所示为日本丰田皇冠 3.0 轿车的燃油泵控制电路。其检修要领是用万用表检测 FP 与搭铁间的电压,怠速时为 $8\sim 10\text{V}$,加速时为 $12\sim 14\text{V}$;点火开关在 ON 位置时, +B 与搭铁端电压为 $8\sim 16\text{V}$,FPC 端与搭铁间电压,怠速时为 2.5V ,加速时为 $4\sim 6\text{V}$ 。

(4) 桑塔纳 2000GSi AJR 发动机电动燃油泵控制电路的检测 桑塔纳 2000GSi AJR 发动机电动燃油泵控制电路如图 2-66 所示。其检测方法如下:

- 1) 打开点火开关,燃油泵应运转约 2s 。

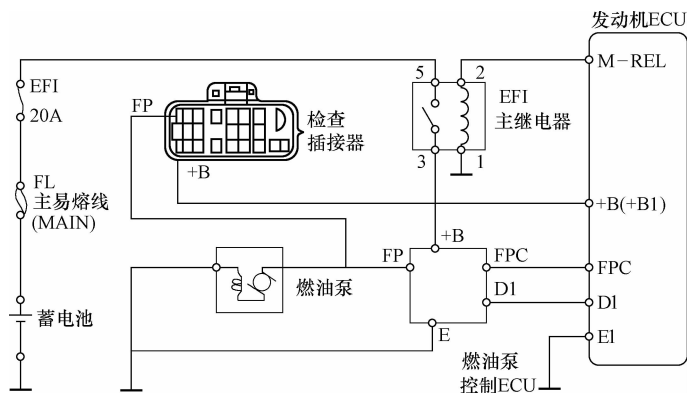


图 2-65 油泵 ECU 控制的燃油泵控制电路

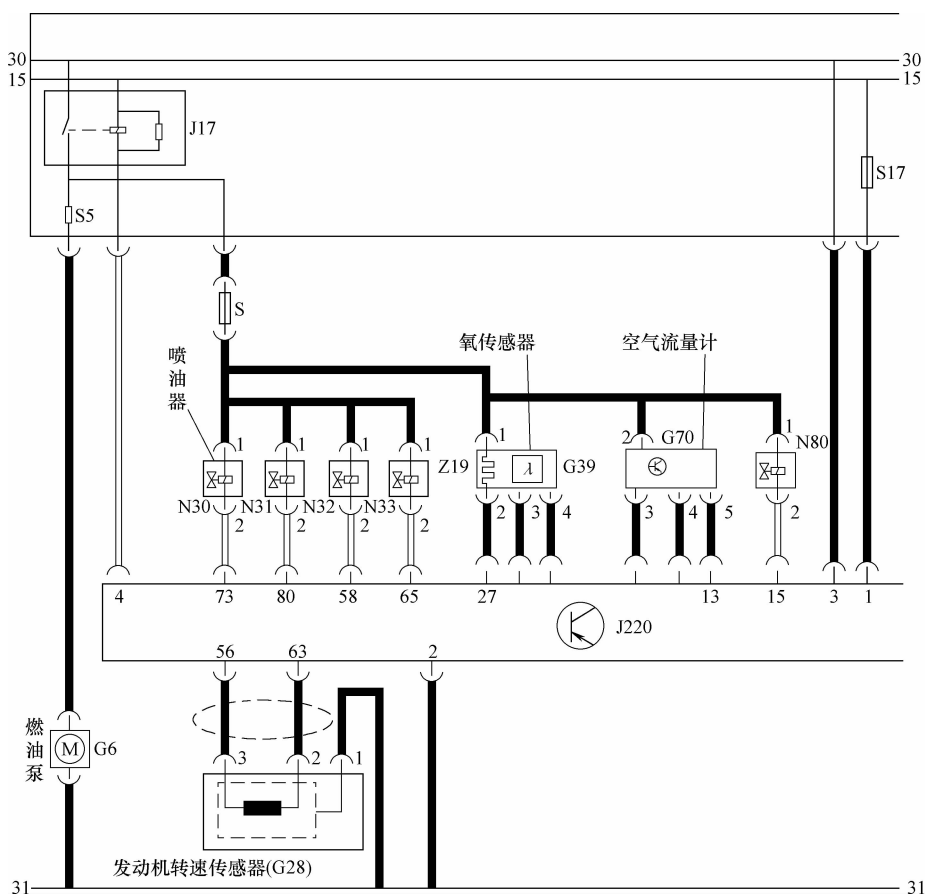


图 2-66 桑塔纳 2000GSi AJR 发动机燃油泵控制电路

2) 若燃油泵不运转, 关闭点火开关, 拔下中央控制盒上 2 号位的燃油泵继电器。如图 2-66 所示, 检测继电器供电情况, 插座第 2 脚、第 4 脚与搭铁之间的电压应为蓄电池电压。

3) 用导线将燃油泵继电器插座 30、87 脚短接, 燃油泵应连续运转。若燃油泵仍不运转, 则检查熔断器盒 5 号位熔丝。若熔丝未断, 则打开行李箱饰板, 从密封凸缘拆下 3 端子



的燃油泵插接器,检测插接器1、3脚之间的电压,应为蓄电池电压。若无电压,检查连接线是否有断路故障。若正常,则拆检燃油泵或更换燃油泵。

4) 若燃油泵运转正常,拔下连接燃油泵继电器插座30、87脚座的短接导线,插回燃油泵继电器,起动发动机,检查燃油泵是否运转。若不运转,则:

- ①检测燃油泵继电器是否正常,若正常进行下一步。
- ②起动发动机,检测ECU(J220)4脚是否搭铁,若不搭铁进行下一步。
- ③用示波器检测发动机转速传感器信号是否正常,若正常则更换ECU。

2.3.4 喷油器及其控制电路的检测

1. 喷油器的检测

(1) 简单检查方法 在发动机工作时触试或用听诊器(图2-67)检查喷油器针阀关闭时的振动或声响,若感觉无振动或听不到有节奏的“嗒嗒”声,说明喷油器或其控制电路有故障。

(2) 喷油器电阻的检测 关闭点火开关,拆开喷油器插接器,用万用表电阻档测量喷油器两端子间的电阻,如图2-68所示。高阻值喷油器电阻应为 $13 \sim 16\Omega$,低阻值喷油器应为 $2 \sim 3\Omega$,否则应更换喷油器。

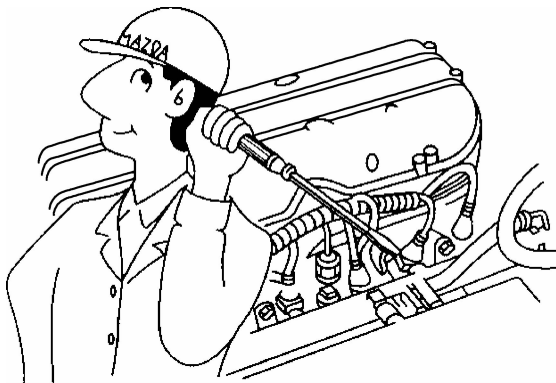


图 2-67 喷油器的听诊

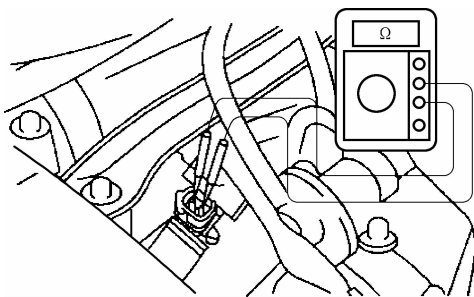


图 2-68 喷油器电阻的检测

(3) 喷油器滴漏的检查 喷油器滴漏可在喷油器清洗仪上进行检查,也可将喷油器和进油管拆下,再将燃油系统连接好,用专用导线将故障诊断座上的燃油泵测试端子(丰田轿车可将诊断座+B与FP端子短接;上海桑塔纳轿车2000GSI时代超人可拔下装在中央控制盒上2号位的燃油泵继电器,并用导线将燃油泵继电器插座30、87脚短接)接到12V电源上,或直接用蓄电池给燃油泵通电。燃油泵运转后,观察喷油器有无滴漏现象,允许每个喷油器在1min内滴漏不超过1滴,否则应更换喷油器。

(4) 喷油器喷油量的检查 喷油器喷油量的检查也可在喷油器上进行,也可按滴漏检查做好准备工作。燃油泵运转后,用蓄电池和导线直接给喷油器通电,并用量杯检查喷油器的喷油量,如图2-69所示。每个喷油器应检查2~3次,同时检查喷油器喷油雾化情况。各缸喷油器喷油量和均匀度应符合标准,否则应清洗或更换喷油器。



注意：低阻喷油器不可直接与蓄电池相连，应串联一个 $8 \sim 10\Omega$ 的附加电阻。此外，不同车型喷油器的喷油量各不相同，一般为 $50 \sim 70\text{mL}/15\text{s}$ ，各缸喷油器的喷油量相差不超过 10% 。

2. 喷油器控制电路的检测

各车型喷油器控制电路基本相同，一般是通过点火开关和主继电器（或熔丝）给喷油器供电，ECU 控制喷油器搭铁。只是不同发动机喷油器数量、控制方式、分组方式不同，ECU 控制端子的数量不同，喷油器控制电路如图 2-70 所示。

使用中，若喷油器不工作，拆开喷油器插接器，点火开关置 ON，但不启动发动机。用万用表电压档测量其电源端子与搭铁间的电压，应为蓄电池电压。否则应检查供电线路、点火开关、主继电器或熔丝是否有故障。若电压正常，则说明喷油器、喷油器搭铁线路（与 ECU 连接线路）或 ECU 有故障。

当喷油器供电电压正常，阻值也正常时，拔下喷油器插接器，在插接器两端串联一个 330Ω 电阻值的 LED（发光二极管）灯，启动发动机，试灯应闪烁，否则应检修喷油器搭铁线路或 ECU。

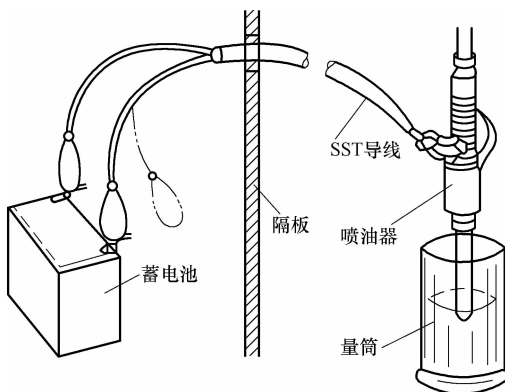


图 2-69 喷油器喷油量的检测

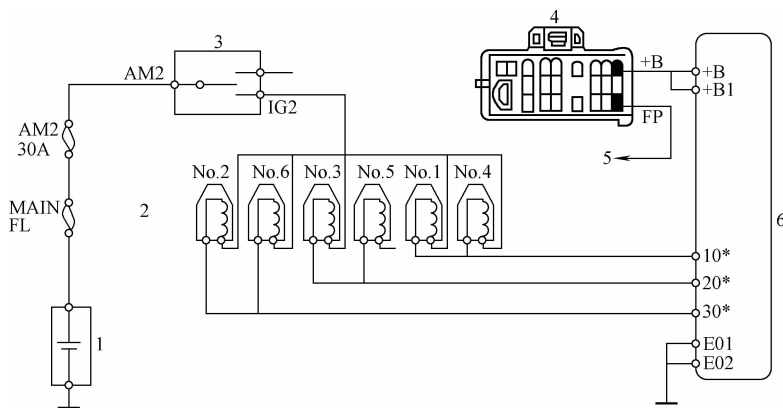


图 2-70 喷油器控制电路

1—蓄电池 2—喷油器 3—点火开关 4—检查插接器 5—接电动燃油泵 6—发动机 ECU

3. 喷油器喷油波形分析

用示波器可以观测喷油器的喷油波形，其标准波形如图 2-71 所示。图 a 为饱和开关型喷油器标准喷油波形，这种喷油器多用于多点燃油喷射系统；图 b 为峰值保持型喷油器标准喷油波形，这种喷油器多用于单点喷射系统，但有少数几种多点喷射（MFI）系统，像通用的 2.3LQUAD—4 发动机系列、土星 1.9L 和五十铃 1.6L 也采用峰值保持型喷油器。

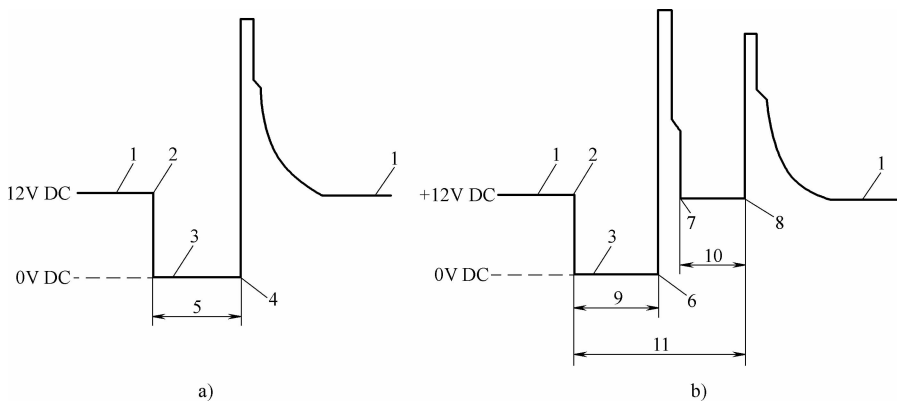


图 2-71 喷油器的标准喷油波形

a) 饱和开关型喷油器标准喷油波形 b) 峰值保持型喷油器标准喷油波形

(1) 喷油器波形上各段的含义

1——ECU 控制喷油器断路时，有 12V 电压，但电路中无电流通过，喷油器不工作。

2——ECU 控制喷油器控制回路搭铁，喷油器开始喷油。

3——喷油器喷油。由于喷油器控制回路搭铁（电压降至 0V），喷油器约有 4A 电流通过。该段波形成为喷油波形上的喷油区，对应的时间为喷油时间。图 2-71b 中该段为基本喷油量，对应的时间为基本喷油时间，大约为 0.8 ~ 1.1ms。

4——ECU 停止喷油信号到达，喷油器控制回路电流切断，喷油结束。喷油器线圈产生自感电压，峰值电压约为 35V。

5——喷油时间。当燃油喷射系统能正确控制混合气浓度时，喷油时间将根据发动机工况和氧传感器的输出电压发生变化。通常情况下，怠速时喷油一般为 1 ~ 6ms；起动或大负荷时喷油时间一般为 6 ~ 35ms。

6——峰值保持型喷油器基本喷油时间结束，喷油器控制回路的电流由 4A 立即转换到一个带限流电阻的电路，使电流减小到 1A 但仍维持喷油器针阀开启，以便转入加浓补偿喷油。由于电流减小，也引起喷油器线圈产生自感电压，峰值约为 35V。

7——峰值保持型喷油器在加速、大负荷和大气修正等工况时开始加浓补偿量喷油。

8——ECU 停止喷油信号到达，加浓补偿量喷油结束，喷油器线圈产生自感电压，峰值约为 30V。

9——基本喷油时间。

10——加浓补偿量喷油时间。

11——峰值保持型喷油器总喷油时间。

(2) 喷油器的喷油波形测试步骤

喷油器的喷油波形测试步骤如下：

1) 示波器 COM 测针在发动机上搭铁或连接蓄电池负极，CH1 测针连接在喷油器插座控制信号线上。

2) 起动发动机，以 2500r/min 转速运转 2 ~ 3min，直至发动机达到正常工作温度，并使燃油反馈系统进入闭环，通过观察示波器上氧传感器的信号确定这一点。



3) 关掉空调和所有附属电气设备, 变速杆置于 P 位或 N 位, 缓慢加速并观察, 在加速时喷油器喷油时间应相应增加。

4) 从进气管中加入丙烷, 使混合气变浓, 如果系统工作正常, 喷油器喷油时间将缩短, 它试图对浓的混合气进行修正 (高的氧传感器电压)。

5) 让真空泄漏, 使混合气变稀, 如果系统工作正常, 喷油器喷油时间将延长, 它试图对稀的混合气进行补偿 (低的氧传感器电压)。

6) 提高发动机转速至 2500r/min, 并保持稳定, 可以看到许多被测波形上喷油器喷油时间在稍宽与稍窄之间来回变换, 变换时间在 0.25 ~ 0.5ms 之间, 说明燃油喷射系统能控制混合气在正常浓、稀之间转换。

2.3.5 故障案例分析

案例一 丰田皇冠 3.0 轿车故障排除

(1) 故障现象 起动发动机数秒后自行熄火, 熄火后再起动, 数秒后仍自行熄火, 发动机起动过程中故障指示灯没有点亮。

(2) 故障诊断与排除 调取故障码为正常码, 由此排除电控系统的故障, 测量燃油压力也正常。然而在发动机起动后测量燃油压力, 数秒后逐渐减小到 0, 发动机熄火。将诊断座 +B 与 FP 端子短接, 起动发动机后则一切正常, 遂用试灯检查燃油泵插接器电压, 发现在熄火前几秒灯泡熄灭, 为发现问题再检查燃油泵 ECU 插接件。测量由 ECU 送来的燃油泵控制信号, 起动时为 5V, 怠速时为 2V, 信号电压正常, 而且 2V 信号在发动机熄火后才消失, 由此而知燃油泵控制信号正常, 故障原因可能在燃油泵 ECU。于是更换另外一辆正在行驶的同型号轿车燃油泵 ECU, 装好后试车, 故障依旧。再次检查线路, 发现燃油泵 ECU 上 12V 电源线在起动后几秒后降至 0V, 顺线路检查, 发现熔丝盒下方有一插座松动, 将其插牢后起动发动机, 起动后不再自行熄火, 故障排除。

(3) 故障分析 在检查、维修电喷发动机时, 维修人员往往容易忽略电源及搭铁线的检查, ECU 在正常工作时必须提供充足的电压及良好的搭铁, 其他电子控制器也应满足同样的条件, 有时搭铁线利用本身壳体, 并未有专线搭铁, 对此在检修时必须重视。而另外一些情况是电源供电不良, 问题多出现在供电线路上, 对此在检测时用数字万用表检查蓄电池电压与电线, 也许就能发现故障的真正原因。

案例二 嘉年华怠速不良

(1) 故障现象 1996 款福特嘉年华转速波动严重, 怠速时发生振动, 并在热车后, 怠速运转期间, 发动机剧烈振动。

(2) 故障诊断排除 测量怠速电动机电阻值在 7.7 ~ 9.31 Ω 之间, 自行控制搭铁以检查怠速电动机有无动作。测燃油压力正常 (260 ~ 320kPa)。将发动机起动, 夹住燃油回油管时, 油压有迅速上升的正常现象。拆下油压调节器真空软管, 接手动真空泵, 摇动真空泵, 发现油压变化正常。

发动机熄火, 观察油压表, 在 20min 之内, 应不得在 150kPa 以下。此时发现油压下降快速, 且低于 150kPa。将喷油器拆下, 发现喷油器漏油。将喷油器清洗, 确认不漏油。安装后试车, 故障排除。