

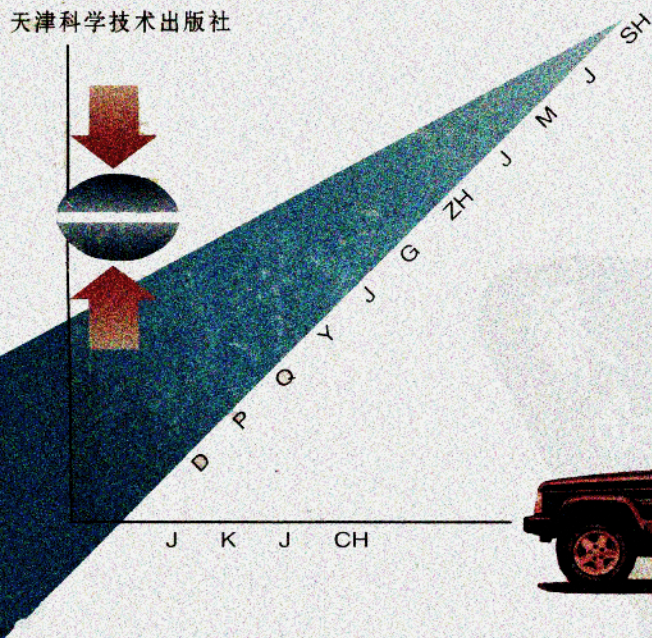


# 进口轿车

## 电喷汽油机故障解码技术

吴振声 董锡强 编著

天津科学技术出版社



JKJCHDPQYJGZHMJSH

## 内 容 提 要

本书主要介绍了电子控制汽油喷射装置的组成及各组成部件的结构原理;电子控制汽油喷射装置的检修;丰田、尼桑、本田、马自达、三菱、大众等车型的故障代码、故障检修程序和传感器参数;还介绍了利用“电脑解码器”解码的方法和步骤。

# 前 言

电子控制汽油喷射轿车具有高动力性、经济性和高标准排放性，是当今汽车发展的趋向。由于电喷装置结构的复杂和部件的精密，在维修过程中要求修理人员除了具备熟练的机械维修技能，还必须懂得传感器和控制技术、初级电脑基本知识。但在目前维修企业中这方面是比较薄弱的，反映在电喷汽油机维修过程中，最大的难点是准确确定故障部位。

为了解决上述问题，我们编著了《进口轿车电喷汽油机故障解码技术》一书，主要介绍利用汽车的电子控制装置(电脑)所具有的自我诊断功能，根据故障指示灯闪亮次数来读取故障代码的方法来确定出故障的部位，并提供出各种传感器参数。同时也介绍了利用“电脑解码器”解码的方法。

在编著这本实用性较强的《进口轿车电喷汽油机故障解码技术》一书中，由于编者的水平所限，一定存在着诸多的缺点或错误，敬请读者批评指正。

本书在编著过程中，得到多方在资料、内容审定方面所给予的支持和帮助，在此一并表示感谢。

编 者

1996.8

# 目 录

|                              |              |
|------------------------------|--------------|
| <b>第一章 电子控制汽油喷射</b>          | <b>(1)</b>   |
| 第一节 汽油喷射装置的喷射方式              | (1)          |
| 第二节 电子控制汽油喷射装置               | (7)          |
| 第三节 进气系统部件                   | (9)          |
| 第四节 燃油系统部件                   | (13)         |
| 第五节 控制系统部件                   | (17)         |
| <b>第二章 电子控制汽油喷射装置的检修</b>     | <b>(23)</b>  |
| 第一节 故障代码的读取                  | (23)         |
| 第二节 故障代码表                    | (23)         |
| 第三节 利用高阻万用表检测端子电压和电阻值来进行故障检修 | (26)         |
| 第四节 电喷汽油机故障现象与故障部位的判断方法      | (31)         |
| 第五节 电喷汽油机用故障速查表              | (35)         |
| <b>第三章 丰田汽车电控汽油喷射系统的检修</b>   | <b>(36)</b>  |
| 第一节 1G-GZEU 型汽油机             | (36)         |
| 第二节 7M-GTEU 型(增压)汽油机         | (45)         |
| 第三节 4Y-E 型汽油机                | (49)         |
| 第四节 丰田 S 系列汽油机               | (53)         |
| 第五节 3S-GTE 型(增压)汽油机          | (58)         |
| 第六节 4A-GE 型汽油机               | (62)         |
| 第七节 丰田 4A-GZE 型汽油机           | (69)         |
| 第八节 1JZ-GE 型汽油机              | (72)         |
| 第九节 1JZ-GTE 型汽油机             | (81)         |
| 第十节 2JZ-GE 型汽油机              | (87)         |
| 第十一节 3VZ-FE 型汽油机             | (97)         |
| 第十二节 2TZ-FE 型汽油机             | (107)        |
| 第十三节 4A-FE 型汽油机              | (118)        |
| 第十四节 1UZ-FE 型汽油机             | (126)        |
| <b>第四章 日产尼桑汽车电控汽油喷射系统的检修</b> | <b>(145)</b> |
| 第一节 CA18DET 型汽油机             | (145)        |
| 第二节 VG30DE 型汽油机              | (152)        |
| 第三节 尼桑 VG20ET 型汽油机           | (167)        |
| 第四节 SR18DE、SR20DE 型汽油机       | (172)        |
| 第五节 RB20DE、RB25DE 型汽油机       | (175)        |
| <b>第五章 本田(HONDA)电喷汽油机的检修</b> | <b>(180)</b> |

|                                       |                                   |              |
|---------------------------------------|-----------------------------------|--------------|
| 第一节                                   | 本田 G20A、G25A 型汽油机 .....           | (180)        |
| 第二节                                   | 本田 B20A 型汽油机 .....                | (185)        |
| 第三节                                   | 本田 E07A 型 3 缸脉冲增压汽油机 .....        | (191)        |
| 第四节                                   | 本田 C30A 型汽油机 .....                | (200)        |
| 第五节                                   | 本田 C32A 型汽油机 .....                | (205)        |
| 第六节                                   | 本田 B16A 型汽油机 .....                | (211)        |
| 第七节                                   | 本田汽车故障检修程序 .....                  | (214)        |
| <b>第六章 松田汽车电喷汽油机的检修 .....</b>         |                                   | <b>(227)</b> |
| 第一节                                   | 马自达 B <sub>3</sub> 型汽油机 .....     | (227)        |
| 第二节                                   | 马自达 JF 型汽油机 .....                 | (233)        |
| 第三节                                   | 马自达 JE 型汽油机 .....                 | (238)        |
| 第四节                                   | 马自达 F <sub>2</sub> 型汽油机 .....     | (246)        |
| 第五节                                   | 马自达 K <sub>1</sub> -ZE 型汽油机 ..... | (251)        |
| 第六节                                   | 马自达 KJ-ZEM 型汽油机 .....             | (257)        |
| <b>第七章 三菱汽车电控汽油喷射系统的检修 .....</b>      |                                   | <b>(270)</b> |
| <b>第八章 德国奥迪(Audi)汽车电喷汽油机的检修 .....</b> |                                   | <b>(279)</b> |
| 第一节                                   | 奥迪 90、100(2.3E、2.2E)型车用汽油机 .....  | (279)        |
| 第二节                                   | 奥迪 80(2.0E)型车用电喷汽油机 .....         | (287)        |
| 第三节                                   | 奥迪-一汽 100(2.2E)型车用电喷汽油机 .....     | (294)        |
| <b>第九章 电脑解码器 .....</b>                |                                   | <b>(305)</b> |
| 第一节                                   | CP9025 型电脑解码器在丰田汽车上的应用 .....      | (305)        |
| 第二节                                   | CP9025 型电脑解码器在本田汽车上的应用 .....      | (312)        |
| 第三节                                   | CP9025 型电脑解码器在尼桑汽车上的应用 .....      | (314)        |
| 第四节                                   | CP9001 型电脑解码器 .....               | (321)        |
| 第五节                                   | CP9015 型电脑解码器 .....               | (325)        |

# 第一章 电子控制汽油喷射

汽油喷射技术起始于 80 年代,当时用于军用航空发动机,到 50 年代引入大部分赛车使用。由于汽油喷射的各种优点,尤其在控制排放方面的优越性,近年来逐步应用到民用轿车上,汽油喷射装置与化油器供给装置相比较有如下优点:

1. 汽油在压力下喷射,有利于汽油雾化质量的提高。在每个气缸进气歧管上安装一个喷油器,使混合气均匀分配到各缸,从而提高了燃料的经济性。
2. 升功率高,低转速时的扭矩可得到很大的提高。
3. 电子控制汽油喷射可以精确地控制空燃比,使混合气不会过浓,燃烧完全,大幅度减少有害排放物。

但汽油喷射装置复杂,零部件精度要求高,制造工艺复杂,由于有良好的经济性、排放性,在工业发达国家中为了满足日益严格的排放法规的要求而广泛应用于轿车上。

## 第一节 汽油喷射装置的喷射方式

### 一、柱塞泵式喷射装置

柱塞泵是汽油的加压装置,将汽油直接喷入气缸内,每一个循环向气缸内喷一次,属于间断式喷射。由于汽油直接向缸内喷射,要求喷射压力高。因为汽油粘度低,为防止其渗漏,要求柱塞精度非常高(这种装置在 60 年代德国本茨 220SE 采用过,1994 年在日本又开始使用)。

### 二、连续喷射式汽油喷射装置

将汽油连续(或断续)喷入各气缸进气歧管进气阀的背后,当进气阀启开后,空气将汽油带进气缸内形成混合气,因此要求喷射压力不高,为了将汽油喷射的微细便于雾化和混合,要求喷油器喷孔精密、细小。

自 1979 年以后,在控制方面各国均采用了集中控制系统,即用一个电子控制装置(电脑或 ECU)除进行汽油喷射控制外,还能进行点火控制、怠速控制、排气再循环(EGR)、自动变速器等多项控制。

表 1-1 示出国外主要公司开发的电控汽油喷射系统。

### 三、国外主要公司开发电控汽油喷射系统(见表 1-1)

表 1-1 国外主要公司开发的电控汽油喷射系统

| 开发年份 | 公 司       | 系统名称       | 控制功能              |
|------|-----------|------------|-------------------|
| 1987 | Bosch(博世) | D-Jetronic | 多点喷射              |
| 1973 | Bosch     | K-Jetronic | 多点喷射(机械控制)        |
| 1973 | Bosch     | L-Jetronic | 多点喷射              |
| 1979 | Bosch     | Motronic   | 多点喷射(点火正时、怠速、EGR) |
| 1979 | GM(通用)    | EPI        | 多点喷射(点火正时、怠速)     |

| 开发年份 | 公 司      | 系统名称          | 控制功能              |
|------|----------|---------------|-------------------|
| 1979 | GM       | TPI           | 单点喷射(点火正时、怠速、EGR) |
| 1979 | Ford(福特) | EEC- II       | 单点喷射(点火正时、怠速、EGR) |
| 1979 | 日产       | ECCT          | 多点喷射(点火正时、怠速、EGR) |
| 1980 | 丰田       | TCCS          | 多点喷射(点火正时、怠速、EGR) |
| 1980 | 三菱       | ECI           | 多点喷射(点火正时、怠速、EGR) |
| 1981 | Boech    | LH-Jetronic   | 多点喷射              |
| 1982 | Boech    | KE-Jetronic   | 多点喷射(机械-电子混合控制式)  |
| 1982 | Ford     | EEC- N        | 单点喷射(点火正时、怠速、EGR) |
| 1986 | Boech    | Mono-Jetronic | 单点喷射              |

1. D-Jetronic 系统 Jetronic 译为“空气管理”的意思。

D-Jetronic 系统进入的空气方式属于速度密度方式。

图 1-1 示出该系统的示意图。

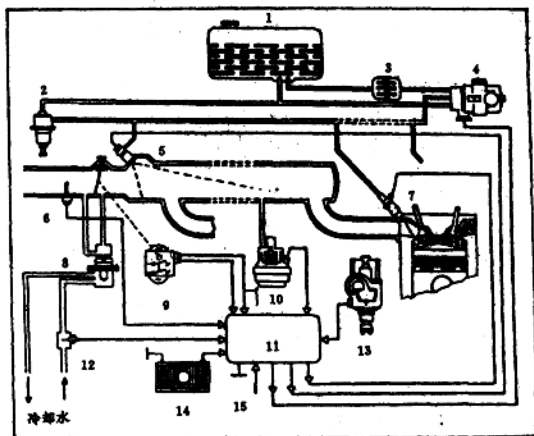


图 1-1 D-Jetronic 结构示意图

1. 燃料箱;2. 压力调节器;3. 燃油滤清器;4. 燃油泵;5. 低温启动喷油器;6. 进气温度传感器;7. 喷油器;8. 空气阀;9. 节流阀开关;10. 压力传感器;11. 控制单元;12. 水温传感器;13. 分电器触发电路;14. 蓄电池;15. 启动开关

2. L-Jetronic 系统 L-Jetronic 系统进入空气方式属于质量流量方式。

图 1-2 示出该系统的示意图。

3. Motronic 系统 Motronic 系统是全电子控制的间断喷射系统,是 L-Jetronic 系统的改进型,Motronic 系统在信号处理采用数字式的。

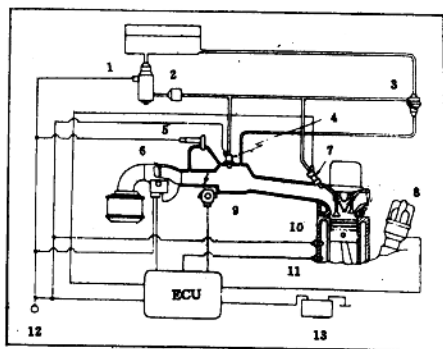


图 1-2 L-Jetronic 结构示意图

1. 燃油泵; 2. 燃油滤清器; 3. 压力调节器; 4. 低温启动喷油器; 5. 空气阀; 6. 空气流量计; 7. 喷油器; 8. 分电器; 9. 节流阀开关; 10. 启动喷油器定时开关; 11. 水温传感器; 12. 启动开关; 13. 蓄电池

图 1-3 示出该系统示意图。

4. K-Jetronic 系统 K-Jetronic 系统进入空气方式属于质量流量方式, 机械连续喷射系统。

图 1-4 示出该系统示意图。

5. KE-Jetronic 系统 KE-Jetronic 系统是机电混合控制型的汽油喷射系统, 是 K 型的改进型。

图 1-5 示出该系统的示意图。

6. LH-Jetronic 系统

(1) LH-Jetronic 系统采用电子控制, 应用热线式空气流量计能测出空气质量 (即空气容积和空气密度的乘积)。

(2) 由三块集成电路组成的微处理机与 L-Jetronic 系统的喷油器、压力调节器、电动燃油泵、滤清器、附加空气阀和热定时开关所组成。

(3) 带有  $\lambda$  闭环控制的多点喷射系统

本茨 300SEL、400SEL、500SEL、600SEL 及瑞典 VOLVO740 型轿车采用该系统。

图 1-6 示出该系统的示意图。

7. Mono-Jetronic 系统

Mono-Jetronic 系统是低压中央汽油喷射系统 (采用电子控制单元是数字式, 燃油系统以  $10^5 \text{Pa}$  的燃油压力工作)。

图 1-7 示出 Mono-Jetronic 系统示意图。



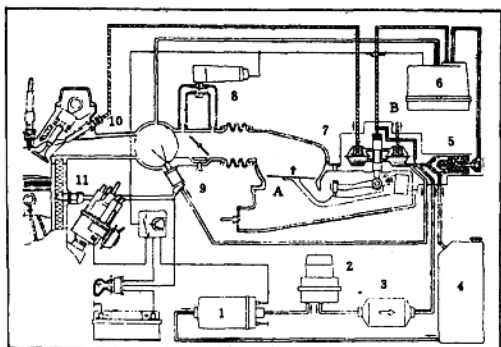


图 1-4 K-Jetronic 结构示意图

1. 电动燃油泵; 2. 燃油泵压器; 3. 燃油滤清器; 4. 燃油箱; 5. 压力调节器; 6. 暖车调节器; 7. 混合气调节器; 8. 怠速调节器; 9. 冷起动阀; 10. 喷油器; 11. 温度开关 A——空气流量计 B——燃油量分配器

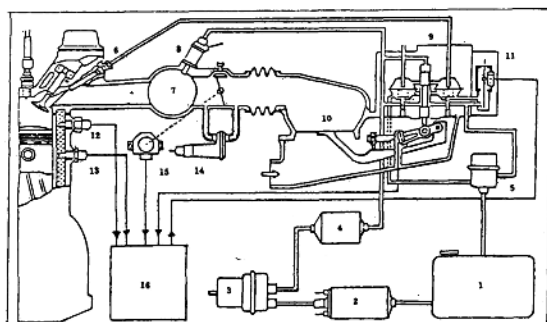


图 1-5 KE 型机电混合控制的汽油喷射系统

1. 燃油箱; 2. 电动燃油泵; 3. 冷贮油器; 4. 燃油滤清器; 5. 系统压力调节器; 6. 喷油器; 7. 进气总管; 8. 冷起动阀; 9. 燃油量分配器; 10. 空气计量器; 11. 电控混合气成分调节器; 12.  $\lambda$  传感器; 13. 温度-时间开关; 14. 发动机温度传感器; 15. 分电器; 16. 补充空气阀; 17. 节气门开关; 18. 电控单元

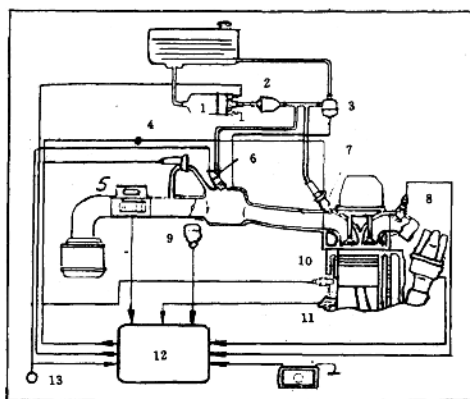


图 1-6 LH-Jetronic 示意图

1. 电动燃油泵; 2. 燃油滤清器; 3. 压力调节器; 4. 附加空气阀; 5. 空气质量流量计; 6. 冷启动喷嘴; 7. 喷油器; 8. 传感器; 9. 节流阀开关; 10. 热定时开关; 11. 温度传感器; 12. 电控单元; 13. 启动开关

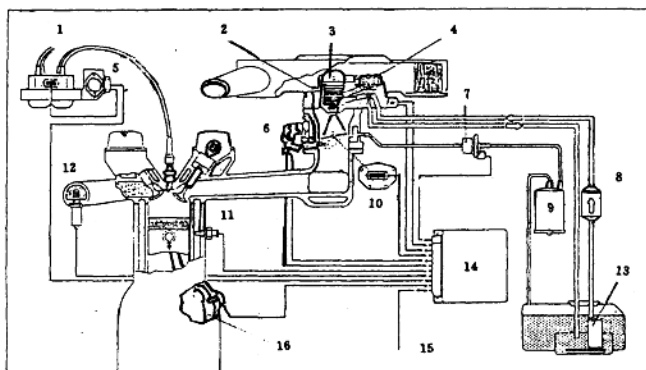


图 1-7 Mono-Motronic 电控汽油喷射系统示意图

1. 双点火线圈; 2. 进气温度传感器; 3. 喷油器; 4. 燃油压力调节器; 5. 点火线圈; 6. 节气门调节器; 7. EGR; 8. 燃油滤清器; 9. 活性炭缸; 10. 节气门位置调节器; 11. 水温传感器; 12. 传感器; 13. 电动燃油泵; 14. 电控单元; 15. 检测; 16. 转速传感器

## 第二节 电子控制汽油喷射装置

自1976年德国波许-伏克斯瓦根公司率先研究的电子控制(计算机或ECU)的汽油喷射装置,使得发动机功率、扭矩得到很大的提高,燃油消耗率和排气中有害气体降低。近年来由于计算机技术的飞速发展,使得电子控制汽油喷射技术得到广泛的应用。目前,电子控制汽油喷射方式已成为工业发达国家的主要排气净化的措施之一。

### 一、控制原理

汽油喷射装置控制原理是把汽油机的负荷、转速、冷却水温度、进气温度、大气压力等参数通过各自的传感器变换为电信号输给计算机,然后,计算机根据这些输入的信息参数与原程序进行计算、对比的综合判断,计算出喷油器开启的持续时间,将对应汽油机运转条件的最佳喷油量指令变换成电信号,送到喷油器的电磁线圈,由喷油器喷出最合适的供油量。图1-8是波许-伏克斯瓦根公司的电子控制汽油喷射装置的示意图。

### 二、电子控制汽油喷射的组成

目前我国进口较为常见的电子控制汽油喷射装置的汽车多为日本、德国、美国出产的,在结构和组成上与波许-伏克斯瓦根相差不多,仅是空气流量的测量方法和所使用流量传感器的不同。

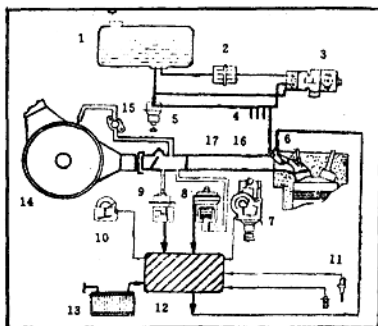


图1-8 波许-伏克斯瓦根公司的燃油喷射装置

1. 燃油箱; 2. 燃油滤清器; 3. 电动汽油泵; 4. 燃油管; 5. 压力调节器; 6. 喷油器; 7. 触发接触器; 8. 压力传感器; 9. 压力开关; 10. 节气门位置传感器; 11. 温度传感器; 12. 控制单元(电子计算机); 13. 蓄电池; 14. 空气滤清器; 15. 辅助调节器; 16. 空气分配器; 17. 空气分配管

表1-2 示出电子控制汽油喷射装置分别由进气系统、燃油系统、控制系统所组成。

表1-2 电子控制汽油喷射装置的组成

| 系 统  | 组 成                                                                          |
|------|------------------------------------------------------------------------------|
| 进气系统 | 空气流量计、节气门位置传感器、节气门本体、大气压力传感器、空气阀                                             |
| 燃油系统 | 燃油泵、燃油滤清器、压力调节器、喷油器、冷启动喷油器、油管                                                |
| 控制系统 | 电子控制装置(ECU、微电脑或计算机)、水温传感器、进气温度传感器、曲轴转角传感器、节气门位置传感器、大气压力传感器、车速传感器、氧传感器、爆震传感器等 |

1. 进气系统 进气系统的作用是利用空气流量计计量并控制汽油机燃烧所需的空气量。在冷态启动后,因冷却水温度低时,为加快发动机暖机由空气阀进行必要的调节,为急速稳定运转供给必要的空气量。

被吸入的空气经过空气滤清器、空气流量计、节气门本体,从稳压箱分往各缸的进气歧管(图1-9)。进气系统流程图见图1-10。

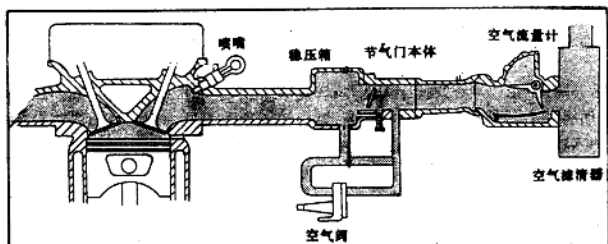


图 1-9 空气系统组成图

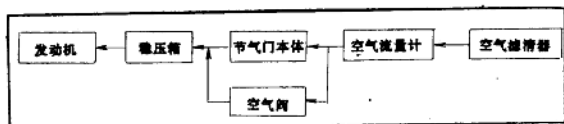


图 1-10 进气系统流程图

2. 燃油系统 供给气缸内燃烧所需的汽油。燃油泵从油箱中泵上来的汽油经燃油滤清器滤清后，在压力调节器中调节到  $250\text{kPa}$  ( $2.5\text{kg/cm}^2$ ) 的压力，由输油管分送给各缸的喷油器及冷启动喷油器。

喷油器按电子控制装置(ECU)发出的喷射信号将汽油计量好并喷到进气歧管中(图 1-11)，燃油系统流程图见图 1-12。

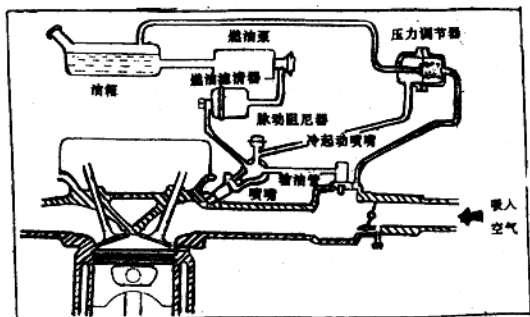


图 1-11 燃料系统组成图

3. 控制系统 控制系统指计算机或微电脑统称为 ECU。检测发动机状态的传感器有水温传感器、进气温度传感器、曲轴转角传感器、节气门位置传感器和氧传感器等。检测车辆状态的有车速传感器、空调开关等。

控制系统的其他部件还有电源开关继电器, 确定冷启动喷油器喷射时间的冷启动时间开关和燃油泵用的开关继电器(图 1-13)。

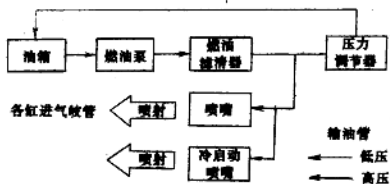


图 1-12 燃料系统流程图

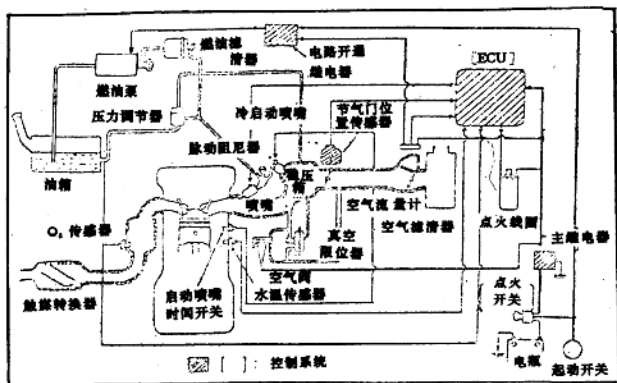


图 1-13 控制系统组成图

### 第三节 进气系统部件

#### 一、空气流量计

空气流量计是测量发动机吸入空气量的装置, 根据测量原理的不同可分为叶片式、卡门涡式和热线式或热膜式空气流量计。

1. 叶片式空气流量计 叶片又称测量板, 空气流量计是根据测量板的偏转角度的大小来测量空气的质量流量。叶片的偏转角度通过与其连动的电位计转变为电信号。

当叶片受空气流动冲击偏转时, 使厚膜电位计的滑动接点移动, 产生电压信号, 叶片开度

增大电压随之增高。为减少温度的影响而使用薄膜电位计。叶片安装在空气通道内,使用一个回位弹簧来平衡气流的冲力。靠近叶片有一个阻尼室 5 和补偿叶片 4 (图 1-14)能对由于气流运动造成叶片的脉动起到阻尼作用。

在空气流量计中设置有旁通气道 2,当怠速运转时由于叶片 1 关闭,空气只能从旁通气道 2 流入,在旁通气道内设有怠速调整螺钉 3,用来调整怠速时进入的空气量。这种流量计能在发动机所使用的空气流量范围内,进行精密的空气流量测量,而且结构简单工作可靠。

2. 卡门涡式空气流量计 是利用超声波检测方式,空气流通过设在管道内的一个柱体(涡源体)时,在涡源体后产生叫卡门涡的旋涡,通过检测出卡门涡发生的周波数,则可计算出气体流速,再乘以空气流量计空气通道的有效断面面积即可知道吸入空气的体积流量。

超声波检测方式是利用因旋涡引起空气密度的变化,即在接收向进气管道中连续发出的超声波时,接收到的信号由于涡的干扰而发生与涡数相对应的疏密波,即可将涡数和空气流量检测出来(图 1-15)。

3. 热线式空气流量计 在主空气道中放一根白金丝(又称热线),通电时电流流过白金丝时,白金丝发热,当有空气流过发热的白金丝时热量散失而温度下降。利用电桥保持白金丝温度恒定。在空气流量改变时,流过热线的电流也随之变化。检测出电流的变化即可测出流过空气的质量流量,由于输出的电压直接与质量流量成函数关系,因而不需进行空气密度的修正。

热线式流量计的前、后端都是金属网,前端网是将空气整流,后端的金属网是防止发动机

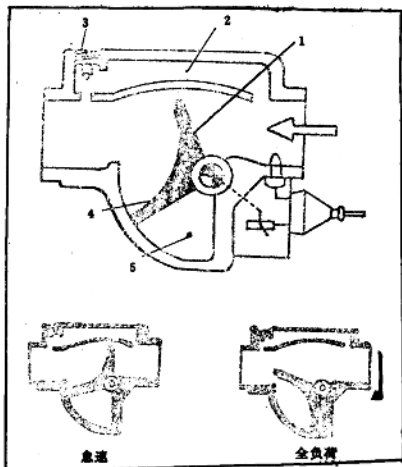


图 1-14 叶片式空气流量计原理图

1. 叶片; 2. 旁通气道; 3. 怠速调整螺钉; 4. 补偿叶片; 5. 阻尼气室

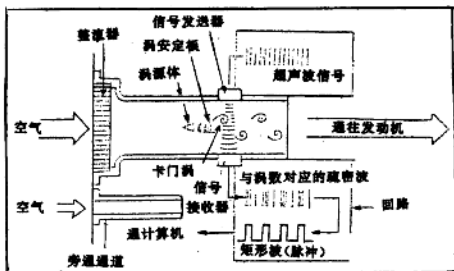


图 1-15 卡门涡式空气流量计(超声波检测方式)

回火时将热线烧坏。

目前实际使用的热线式空气流量计有三种,一种是将热线放置在进气通道内,温度传感器也放在通道内(图 1-16),另一种是白金线绕在陶瓷线圈架上,放置在旁通通路内进行检测的。以上两种方式都装有使热线温度和进气温度保持一定温差的控制电路。这电路具有当白金热线被吸入的空气冷却时,通过热线电流就增加,使热线恢复原来温度状态的功能。

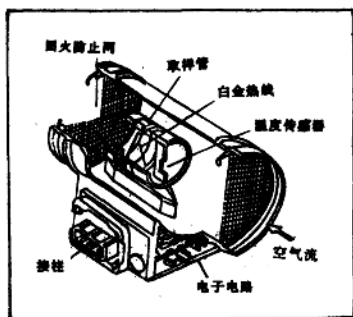
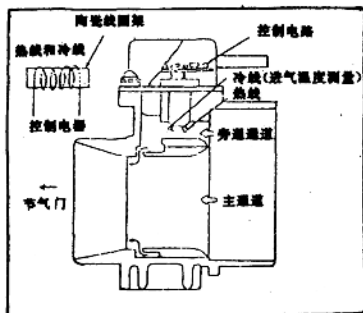


图 1-16 热线式空气流量计(主流测量方式)



热线式空气流量计(旁通测量方式)

图 1-17 所示的是热膜式空气流量计的发热部分不是热线而是金属薄片固定在很薄的树脂膜上(称热膜)。这种结构可使发热体不像热线那样直接承受空气流的直接冲击,工作更可靠。

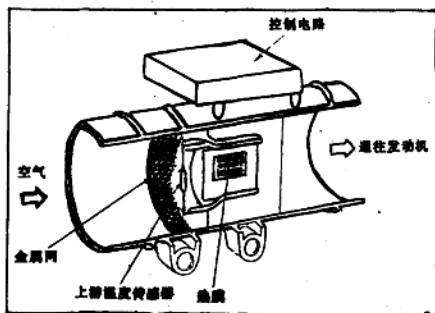


图 1-17 热膜式空气流量计(热膜)

## 二、节气门本体

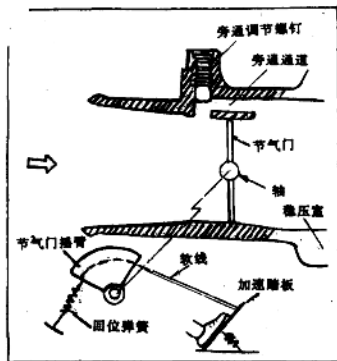


图 1-18 节气门本体构造示意图

安装在空气流量计和发动机进气管上,节气门本体可随驾驶员操纵加速踏板位置来改变进气通道截面积,达到改变发动机工况的目的(图 1-18)。

当踩下加速踏板时,通过拉线使节气门摇臂转动并带动节气门一起转动,检测节气门开度的节气门位置传感器就安装在节气门轴的一端,节气门位置传感器的输出信号输给 ECU,经 ECU 判断发动机的运转状态并进行各种控制。

### 三、空气阀

空气阀是在发动机冷态启动后、暖机运转时,供给为了克服发动机运转时的摩擦阻力以及暖机时所需空气量的装置。

发动机在冷态启动后为了加快暖机,空气阀开启,使空气经过空气阀供给发动机。因为进入空气阀的空气流经空气流量计,所以空气阀一启开,这部分空气即被空气流量计检测出来,其作用相当略微打开节气门一样,使发动机怠速转速升高。当发动机经过暖机后,流过空气阀的空气即被切断,转速也恢复到由节气门本体旁通通道供给空气,按照调整好的怠速转速运转。

空气阀有两种,一种是利用加热线圈加热引起双金属片位移使阀门动作的双金属片式空气阀;另一种是将发动机冷却水引进空气阀,利用水的温度引起蜡的膨胀或收缩,使阀门开关的蜡式空气阀。

1. 双金属片式空气阀 图 1-19 所示为双金属片、加热线圈和闸式阀门的结构图。

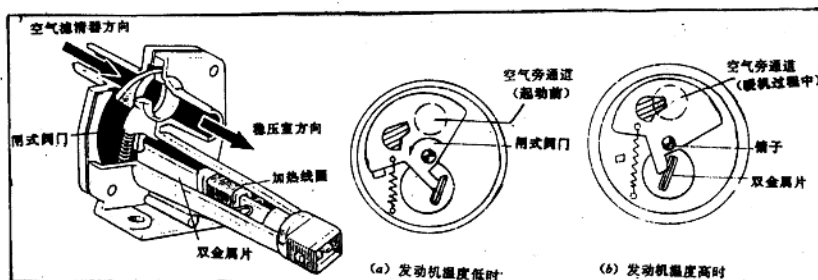


图 1-19 双金属片式空气阀的结构

其工作原理是在启动发动机的同时,电流流经加热线圈,随着发动机温度升高,双金属片受热后就慢慢向箭头方向产生位移,逐渐将闸式阀门关小,使发动机转速逐渐降低直到正常的怠速转速。

启动时环境温度越低,闸式阀门通道面积越大,启动后发动机转速也就越高。

闸式阀门的构造如图 1-19 所示。阀门装在内腔中心的销子上,可以自由转动,阀门的一端由于回位弹簧力的作用总保持与双金属片相接触,所以双金属片的位移就转换成阀门的转动。阀门的开口面积按照发动机暖机特性的需要,通过阀门相应位置所确定。

2. 蜡式空气阀 是按照发动机冷却水温度来控制通路面积大小的。为了得到阀门的推动力,使用了相应于周围温度而膨胀、收缩的热敏蜡。

蜡式空气阀的使用条件是要通入发动机冷却水,为了简化冷却水路管道布置,多采用和节