



◆ 林家让 编著

# 汽车构造

电 子 与 电 器 篇

含  
光  
盘



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

◆ 林家让 编著

# 汽车构造

## (电子与电器篇)



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

北京·BEIJING

## 内 容 简 介

本书围绕汽车发动机、底盘、汽车车身和汽车电器本身,介绍了汽车电子控制系统的构成及工作原理,即汽油机和柴油机电子控制供油系统、进气系统、汽油机电子点火系统、电控自动变速器、制动防抱死系统(ABS)、电控动力转向系统、电控悬架系统、安全气囊、轮胎压力监视系统、汽车电子防盗系统及其他电子系统等内容。

本书配套的多媒体光盘,用动画图形生动介绍了汽车电子电器结构及工作原理,为使用者更好地理解相关内容提供了更有效的帮助。

本书是《汽车构造》底盘篇和发动机篇的姊妹篇,与前两本书及光盘一起组成一个整体,是一套对汽车结构有较全面讲解的系列教材。

本书可作为高等院校汽车及内燃机专业的教材,同时可作为汽车制造、维修等从业人员以及汽车拥有者的参考资料。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

### 图书在版编目(CIP)数据

汽车构造. 电子与电器篇/林家让编著. —北京:电子工业出版社, 2006. 7

ISBN 7-121-02786-0

I. 汽… II. 林… III. ①汽车-构造②汽车-电子技术③汽车-电气设备 IV. U463

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 066270 号

责任编辑:李 洁

印 刷:北京市天竺颖华印刷厂

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销:各地新华书店

开 本:787×980 1/16 印张:15.25 字数:348 千字

印 次:2006 年 7 月第 1 次印刷

印 数:5000 册 定价:28.00 元(含光盘 1 张)

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。联系电话:(010) 68279077。质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

# 前 言

汽车技术的飞跃发展,为汽车电子电器技术的发展提供了一个有力的平台。作为汽车构造不可或缺的汽车电子电器部分,最近几十年也有了越来越多的技术突破,现代汽车已成为一种集先进机械制造工艺和电子电器技术为一体的技术密集型机电一体化产品。

先进的汽车电子电器控制,使汽车的动力性、经济性、环保性、舒适性、安全性、操作便利性、娱乐性等得到了进一步的提高,使汽车不仅是一种交通工具,而且成为一种令驾驶者愉悦的充满乐趣和刺激的得心应手的爱物,汽车的这种进步是汽车发明之初无法想象的。

在汽车底盘和发动机编著的基础上,本书试图在汽车电子电器方面给汽车学习者和感兴趣者提供一个尽量全面的介绍,并与已出版发行的汽车底盘和发动机一起,构成了一套较完整的汽车构造方面的教学和参考用书。为了便于汽车学习者和感兴趣者更好地理解书中内容,同前两本书的多媒体课件一样,本书也花费了很大的精力创作了多媒体课件,相信会对读者理解汽车电子电器提供很大的帮助。

汽车电子电器离不开汽车底盘、发动机和汽车车身,因此本书围绕汽车底盘的变速系统、悬架系统、转向系统、制动系统等来介绍汽车底盘电子电器的控制技术;围绕发动机的供油系统、进排气系统、汽油机点火系统等来介绍发动机电控系统结构;围绕车身的座椅调节、汽车防盗、汽车空调等来说明其电子电器系统的结构和工作原理。但由于汽车电子电器新技术的不断涌现,控制方法正在由模拟控制向全数字化控制、智能汽车方向发展,所以本书所介绍的内容难免出现遗漏和不全面。

本书及配套光盘适合作大学本科汽车专业教材或选修课教材,同样也可作其他级别学校的选用教材,还可作汽车制造、修理部门技术人员的参考用书,对汽车所有者也是一本有帮助的参考资料。希望本书同前两本书一样,也能受到读者的喜欢,作为编著者将会感到十分欣慰。

编著者

2005年9月

# 目 录

|                               |       |
|-------------------------------|-------|
| 绪论 .....                      | (1)   |
| 第1章 电控汽油喷射供油系统 .....          | (2)   |
| 1.1 单点电控汽油喷射供油系统 .....        | (2)   |
| 1.2 多点电控汽油喷射供油系统 .....        | (6)   |
| 1.3 电控汽油喷射供油系统的传感器 .....      | (8)   |
| 复习思考题 .....                   | (16)  |
| 第2章 柴油机电子控制供油系统 .....         | (17)  |
| 2.1 概述 .....                  | (17)  |
| 2.2 柱塞式喷油泵电控柴油喷射系统 .....      | (18)  |
| 2.3 单体泵和泵喷嘴电控柴油喷射系统 .....     | (25)  |
| 2.4 分配泵电控柴油喷射系统 .....         | (28)  |
| 2.5 共轨电控柴油喷射系统 .....          | (46)  |
| 复习思考题 .....                   | (51)  |
| 第3章 汽油机和柴油机的电控进气系统 .....      | (52)  |
| 3.1 发动机电控进气系统 .....           | (52)  |
| 3.2 发动机电控增压系统 .....           | (54)  |
| 复习思考题 .....                   | (59)  |
| 第4章 电子点火系统 .....              | (60)  |
| 4.1 有分电器的电子点火系统 .....         | (63)  |
| 4.2 无分电器点火系统 .....            | (68)  |
| 4.3 直接点火系统 .....              | (70)  |
| 4.4 点火系统零部件 .....             | (70)  |
| 复习思考题 .....                   | (83)  |
| 第5章 电控自动变速器 .....             | (84)  |
| 5.1 电控机械式有级自动变速器 .....        | (84)  |
| 5.2 电控机械式无级自动变速器 .....        | (86)  |
| 5.3 电控液力机械式有级自动变速器 .....      | (88)  |
| 5.4 电控自动变速器的零部件 .....         | (94)  |
| 5.5 6挡自动变速器 .....             | (102) |
| 复习思考题 .....                   | (102) |
| 第6章 防抱死制动系统 (ABS) .....       | (103) |
| 6.1 防抱死制动系统的控制通道和方式 .....     | (103) |
| 6.2 防抱死制动系统的零部件及功用 .....      | (104) |
| 6.3 防抱死制动系统 (ABS) 的工作原理 ..... | (114) |
| 6.4 其他轿车的防抱死制动系统 .....        | (119) |
| 6.5 其他电子控制制动系统 .....          | (126) |

|                              |       |
|------------------------------|-------|
| 复习思考题 .....                  | (131) |
| <b>第7章 电控动力转向系统</b> .....    | (132) |
| 7.1 电子控制前轮动力助力转向系统 .....     | (132) |
| 7.2 电控电动式4轮转向系统(4WS) .....   | (135) |
| 7.3 电子控制动力转向系统的零部件 .....     | (137) |
| 7.4 电子控制动力转向系统的故障 .....      | (142) |
| 7.5 其他电控动力转向系统 .....         | (142) |
| 复习思考题 .....                  | (143) |
| <b>第8章 电控悬架系统</b> .....      | (144) |
| 8.1 半主动悬架 .....              | (144) |
| 8.2 主动悬架 .....               | (145) |
| 8.3 电控空气悬挂系统 .....           | (145) |
| 复习思考题 .....                  | (154) |
| <b>第9章 轿车安全气囊系统</b> .....    | (155) |
| 9.1 安全气囊系统的组成 .....          | (155) |
| 9.2 安全气囊系统的工作原理 .....        | (155) |
| 9.3 安全气囊系统零部件 .....          | (158) |
| 9.4 电子汽车防撞系统 .....           | (168) |
| 9.5 安全带 .....                | (171) |
| 复习思考题 .....                  | (172) |
| <b>第10章 轮胎压力监视系统</b> .....   | (173) |
| 复习思考题 .....                  | (176) |
| <b>第11章 汽车电子防盗系统</b> .....   | (177) |
| 11.1 防盗点火锁系统 .....           | (177) |
| 11.2 电动车窗和中控电动门锁 .....       | (178) |
| 复习思考题 .....                  | (192) |
| <b>第12章 汽车上的其他电子系统</b> ..... | (193) |
| 12.1 汽车前照灯电子控制系统 .....       | (193) |
| 12.2 电控后视镜 .....             | (195) |
| 12.3 汽车空调 .....              | (198) |
| 12.4 汽车电子稳定系统(ESP) .....     | (202) |
| 12.5 电子汽车仪表 .....            | (207) |
| 12.6 汽车高电压直流电系统 .....        | (211) |
| 12.7 汽车黑匣子 .....             | (216) |
| 12.8 车载网络系统 .....            | (219) |
| 12.9 其他的电子系统 .....           | (228) |
| 12.10 汽车电子电器的发展 .....        | (230) |
| 复习思考题 .....                  | (235) |
| <b>参考文献</b> .....            | (236) |



## 绪 论

汽车除发动机、底盘和车身外，第4个大的部分就是汽车电子电器。最初的汽车上除点火器外，基本上没有更多的电器设备。随着汽车技术的不断发展，汽车上陆续增加了灯、喇叭、转向及制动信号灯等，其中主要得益于在汽车上装备了车载蓄电池。过去，将汽车用电器设备当做一种汽车的辅助装置，直到20世纪50年代，汽车电器才成为汽车构成的4大部分之一。即使如此，汽车电器仍然是低压大电流系统的用电设备，如铅酸蓄电池电源、传统分电器式汽油机点火系统、直流发电机系统、照明和信号系统、仪表系统等。

汽车从发明之初，就一直在追求高的动力性能和低油耗，随着环境保护意识、安全行驶意识的提高，以及电子技术的突破，汽车电子技术在汽车上迅速得到发展。20世纪60至70年代中期，由于半导体技术的进步，使汽车收音机、交流再整流的发电机系统、晶体管发电机调节器、晶体管电子点火系统和电控汽油喷射系统（主要是D型和L型机械电控汽油喷射系统）等在汽车上得到了较大发展。20世纪60年代末70年代初，还开发了电控防抱死制动系统（ABS），由此可见，汽车技术与电子技术相辅相成，相得益彰。

20世纪70至80年代中期，计算机尤其是微机的出现，使电控汽油喷射技术的发展更加完善，单点及多点电喷，使发动机在保持动力经济性的同时，有害物排放大大降低。同时，专门的发动机部件总成、底盘部件总成、车身部件和电器部件的微机控制也得以发展。

20世纪80年代以后，控制理论、大规模集成电路的发展，使汽车电子控制技术和功能有了更进一步的提高。全电子化的整车集成控制系统的出现，使汽车舒适性、驾驶安全性和便利性提高到了一个新的层次。车速控制系统、电子动力转向系统、驱动防滑系统、安全气囊、ABS、中控门锁、电动座椅调节及记忆、卫星导航、车载电话、电子地图、电子屏幕显示等都在汽车上得到了应用，汽车已经成为了一个技术密集、高科技突出的机电一体化产品。

图0-1是汽车上使用的部分电子电器零部件。

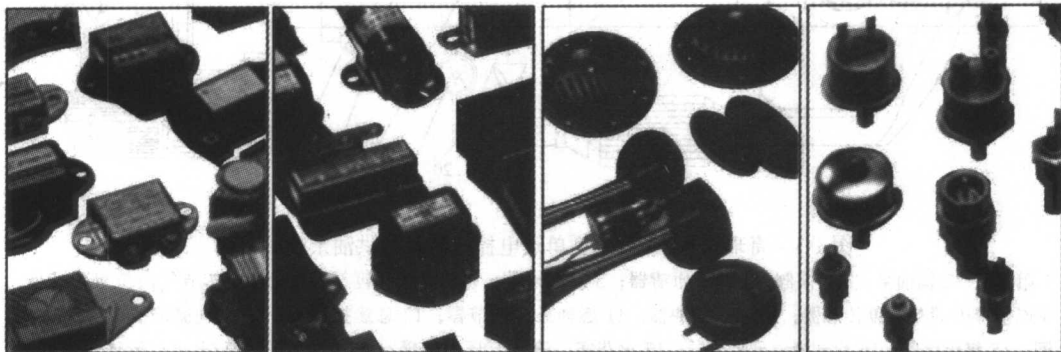


图0-1 汽车用各种电子电器零部件

# 第 1 章

## 电控汽油喷射供油系统

汽油喷射供油系统有许多类型,按控制方式有早期的机械控制、后来的电子机械控制和电子控制。按喷射方式有单点喷射和多点喷射,多点喷射又有几缸一喷油器和一缸一喷油器。按喷射位置有进气管喷射、气门前喷射和缸内喷射。按喷射原理有连续喷射和脉冲喷射等。汽油喷射供油系统在《汽车构造》(发动机篇)有较详细的介绍,这里只做一些补充介绍。

### 1.1 单点电控汽油喷射供油系统

奇瑞汽车公司生产的奇瑞轿车,使用 CAC480M 型汽油机,采用的是意大利玛瑞利(Mareli)公司生产的 IAW6F 型单点电控汽油喷射供油系统,图 1-1 是该系统的组成。在进气总管采用一个喷油器的单点电控汽油喷射供油系统,它由 5 个基本部分构成,即燃油系统、进

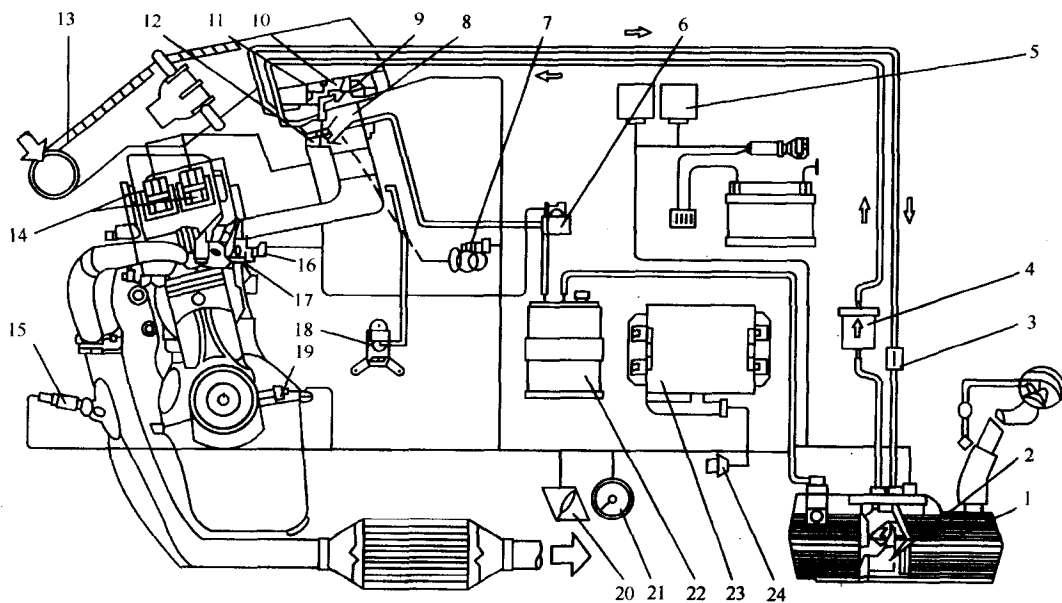


图 1-1 奇瑞轿车 IAW6F 型单点电控汽油喷射供油系统的组成

- 1-燃油箱;2-输油泵;3-单向阀;4-燃油滤清器;5-双继电器;6-燃油蒸气再循环电磁阀;7-节气门位置传感器;8-连接管;9-进气温度传感器;10-单点喷油器;11-燃油压力调节器;12-怠速控制阀;13-空气滤清器;14-点火线圈;15-氧传感器;16-冷却液温度传感器;17-火花塞;18-进气压力传感器;19-发动机转速/止点传感器;20-故障报警灯;21-发动机转速表;22-活性炭罐;23-发动机电子控制器(ECU);24-故障诊断插头



气系统和电子控制系统 3 个基本系统, 加燃油箱通风和三元催化转化器 2 个辅助系统。

### 1. 燃油系统

燃油系统由输油泵 2、燃油滤清器 4、单点喷油器 10、燃油压力调节器 11 和油管等组成。电动输油泵 2 从燃油箱 1 吸出汽油并加压后, 经燃油滤清器 4 过滤, 向单点喷油器 10 供给燃油。单点喷油器 10 的电磁线圈根据发动机电子控制器 ECU 的控制信号, 通电产生电磁吸力来打开喷油孔, 向进气总管内定时、定量地喷射燃油。单点喷油器 10、燃油压力调节器 11 及油管装在汽油机节气门的上方。燃油压力调节器 11 的作用是调节进入喷油器的燃油油压, 使它始终保持  $(100 \pm 10)$  kPa 的压力, 多余的燃油经回油管流回燃油箱 1。

### 2. 进气系统

进气系统由空气滤清器 13、节气阀体、怠速控制阀 12、进气压力传感器 18 和进气管等组成。进气系统提供并控制燃油燃烧所需的空气量, 使混合气保证一定的空燃比, 以满足不同发动机输出功率的需要。

### 3. 电子控制系统

电子控制系统由电子控制器 (ECU) 23、发动机转速/上止点传感器 19、节气门位置传感器 7、冷却液温度传感器 16、进气温度传感器 9、氧传感器 15 和点火线圈 14 等组成。电子控制系统通过传感器监控发动机运转工况和状态, 送入 ECU, ECU 据此确定汽油喷射系统的最佳喷油量、最佳喷油时刻和点火时刻。

### 4. 燃油蒸气循环系统

燃油蒸气循环系统由燃油蒸气再循环电磁阀 6、活性炭罐 22 和蒸气管等组成, 其功能是防止燃油箱 1 和燃油系统中产生的汽油蒸气排放到大气中, 避免燃油的浪费和避免汽油蒸气中的碳氧化合物污染大气环境。

### 5. 三元催化转化器

三元催化转化器的功能是通过催化反应, 将发动机排出的燃烧废气中的碳氢化合物 HC、一氧化碳 CO 和氮氧化物  $\text{NO}_x$  等 3 种有害排放物降低到最低程度, 以避免过多有害物排入大气, 造成大气污染。氧传感器监测燃烧进行情况, 形成电控系统闭环控制, 通过调整发动机进气量或燃油供给量来防止过氧燃烧或缺氧燃烧产生过量的有害物排放。

### 6. 怠速控制阀

怠速控制阀的功能是稳定发动机怠速运转转速或在发动机冷起动以快怠速缩短起动加热时间。怠速控制阀结构见图 1-2, 它由步进电动机和丝杠式减速机构组成, 减速机构把步进电动机的旋转运动转换为怠速控制阀的直线运动。当发动机起动后, ECU 根据发动机转速传感器等送来的信号, 控制步进电动机旋转, 带动怠速控制阀轴向移动, 调整旁通空气道的开度, 改变怠速时发动机的进气量, 使发动机根据冷却液的温度, 快怠速缩短预热时间或保持发动机怠速稳定运转。旁通空气道怠速控制阀的最大开启移动约为 8mm, 怠速控制阀工作电路见图 1-3。

另一种怠速控制阀是电磁阀门式, 见图 1-4。当电磁线圈通入可控制的电流时, 阀杆被吸引, 同时克服弹簧弹力将旁通空气道上的怠速阀门关闭一些, 从而控制经旁通空气道进入发动机的进气量, 达到控制快怠速转速或稳定发动机怠速转速的目的。

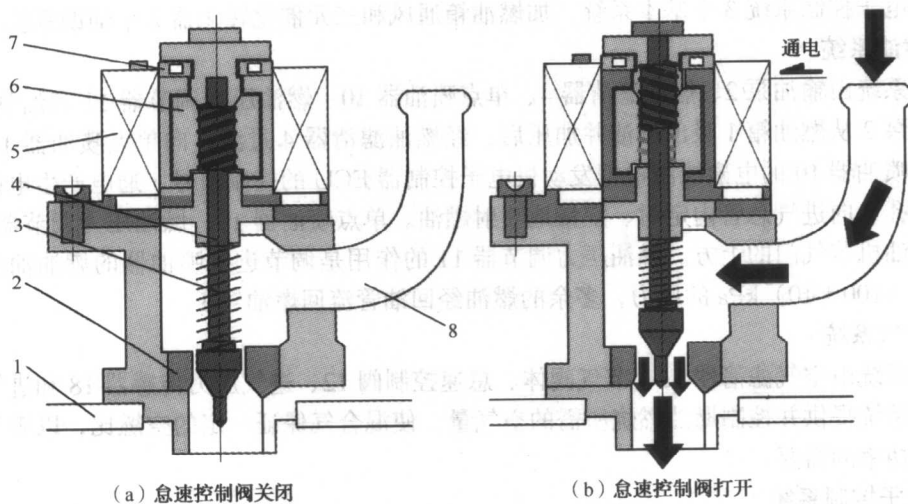


图 1-2 怠速控制阀结构

1-节流阀体; 2-阀座; 3-控制阀弹簧; 4-怠速控制阀; 5-步进电动机定子; 6-步进电动机转子; 7-轴承; 8-怠速进气管

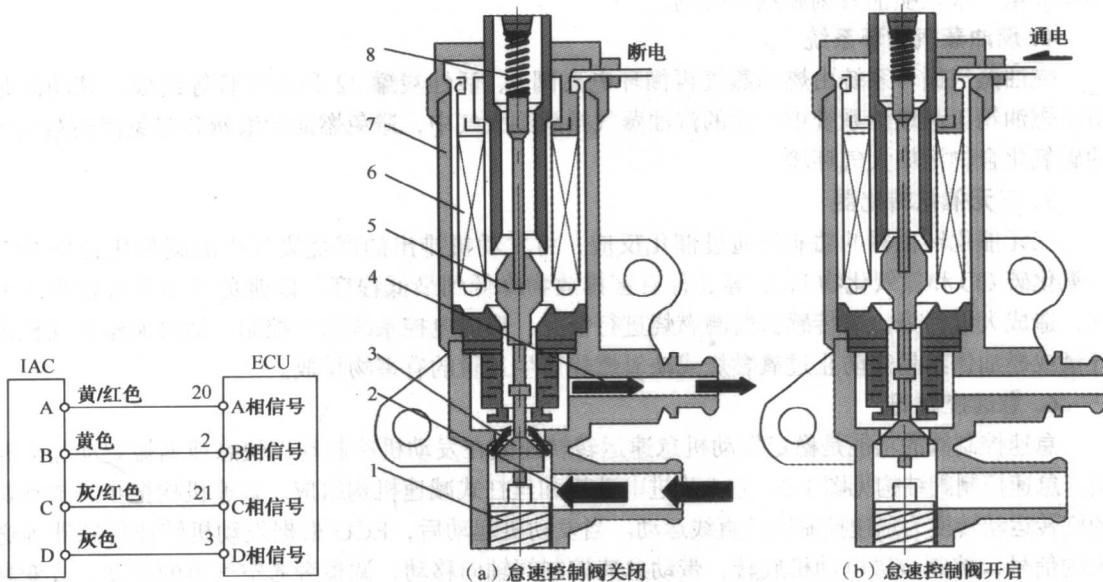


图 1-3 怠速控制阀工作电路

图 1-4 电磁阀门式怠速控制阀

1-调整螺钉; 2-怠速进气管; 3-怠速阀门; 4-怠速出口口; 5-阀杆; 6-电磁线圈; 7-怠速控制阀阀体; 8-阀门弹簧

冷车起动发动机，怠速运转稳定后，空调关闭时，发动机怠速转速应上升 150r/min。若发动机在冷车时，切断怠速控制阀的进气，发动机的转速应明显下降，否则说明怠速控制阀堵塞失效。若发动机预热后，再切断怠速控制阀的进气，发动机怠速转速的下降量不应超过 100r/min，否则说明怠速控制阀控制电路有故障；或者是怠速阀门关闭不严，应予更换。

步进电机式怠速控制阀在发动机熄火后一瞬间，会发出“嗡嗡”声，说明怠速阀门开到最大位置，利于发动机起动。否则，怠速阀门没回到开启最大的初始位置，应予检修。电磁线圈式的脉冲电磁怠速控制阀，在发动机怠速运转时拔下线束插头，发动机转速应该变化。否则，怠速控制阀或电控部分有故障，应予检查维修或更换。

### 7. 单点汽油喷射供油系统的故障自诊断

发动机在运行中若传感器或执行部件发生故障，系统将检测出故障并将故障代码存储在 ECU 中。采用故障诊断仪可在汽车上读出故障代码，查找故障发生部位和可能的原因，故障诊断插头就在 ECU 旁边。

### 8. 发动机的电子控制线路

发动机电子控制线路图见图 1-5（以奇瑞轿车为例）。

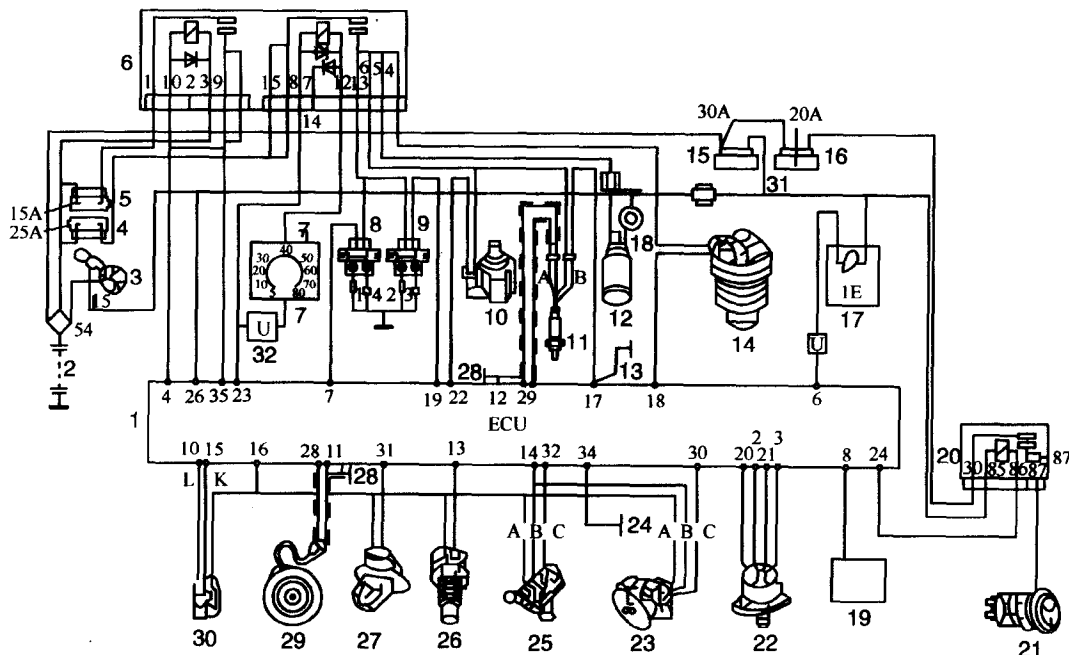


图 1-5 奇瑞轿车单点电控汽油喷射供油系统的电子控制线路

1-发动机电子控制器（ECU 中数字为接线脚号码）；2-蓄电池；3-点火开关；4-熔断器（25A）；5-熔断器（15A）；6-双继电器（部件中数字为接线脚号码）；7-发动机转速表；8、9-点火线圈；10-燃油蒸气再循环电磁阀；11-氧传感器；12-输油泵；13-24 搭铁线；14-单点喷油器；15-熔断器（30A）；16-熔断器（20A）；17-故障报警灯；18-燃油油路切断开关；19-空调控制器；20-空调继电器；21-空调压缩机；22-怠速控制阀；23-节气门位置传感器；25-进气压力传感器；26-冷却液温度传感器；27-进气温度传感器；28-ECU 盒屏蔽搭铁线；29-发动机转速/上止点传感器；30-故障诊断插头；31-空调风扇继电器；32-前部电缆接线盒

## 1.2 多点电控汽油喷射供油系统

### 1. 神龙富康轿车的多点电控汽油喷射系统

1997年开始生产的富康 DC 7160AL 型轿车的 TU5JP/K 型发动机, 采用了德国博世 (BOSCH) 公司的 MP 5.2 摩特尼克 (Motronic) 多点电子电控汽油喷射供油系统。该系统由电子控制部分、燃油供给部分和点火控制部分构成, 图 1-6 是其构成示意图。

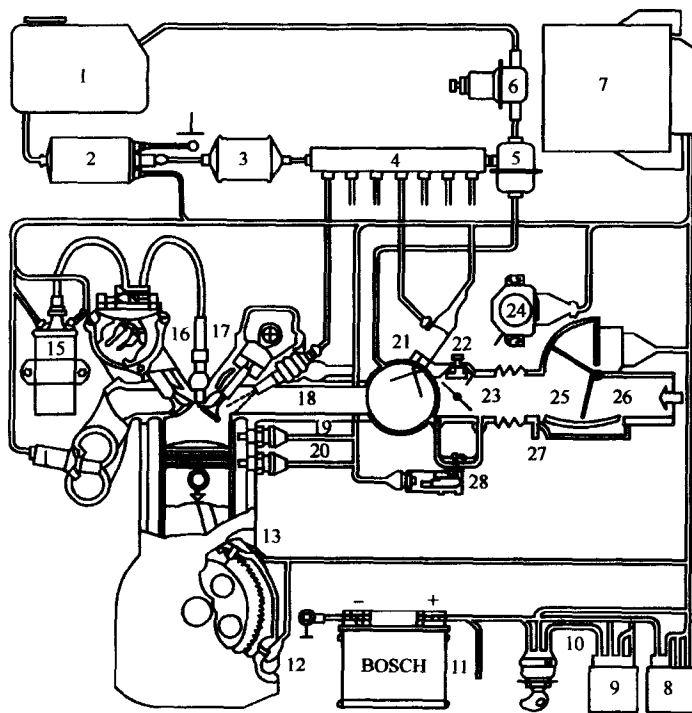


图 1-6 神龙富康轿车的多点电子电控汽油喷射供油系统

1-燃油箱; 2-输油泵; 3-燃油滤清器; 4-燃油分配器; 5-燃油压力调节器; 6-燃油减振器; 7-发动机电子控制器 (ECU); 8-输油泵继电器; 9-主继电器; 10-点火开关; 11-蓄电池; 12-发动机转速传感器; 13-曲轴转角传感器; 15-点火线圈; 16-分电器; 17-火花塞; 18-喷油器; 19-温度时间开关; 20-冷却液温度传感器; 21-冷启动阀; 22-怠速调整螺钉; 23-节气门; 24-节气门位置开关; 25-空气流量计; 26-进气温度传感器; 27-混合气调整螺钉; 28-辅助空气阀

富康系列轿车除 1.36L 的 TU3F2/K 发动机采用双腔化油器供油系统外, 其余两款 1.36L 的 TU3JP/K 型和 1.587L 的 TU5JP/K 型发动机, 采用的都是多点电控汽油喷射供油系统。

### 2. 广州本田雅阁轿车的多点电控汽油喷射系统

广州本田 2.3L 雅阁轿车发动机的电控汽油喷射供油系统又称为程式控制燃油喷射系统,

图 1-7 是其构成示意图。该系统由发动机电子控制微机 ECM (Electronic control manage)、进气系统、燃油喷射控制系统 PGM-FI、燃油供给系统、发动机排放控制系统、可变配气正时和气门升程电子控制系统 (VTEC)、发动机支座控制系统等部分构成。发动机运转时, ECM 根据发动机转速和进气压力传感器信号, 确定基本喷油时刻和基本点火时刻。再根据发动机冷却液温度传感器等发动机状态传感器的信号, 对基本喷油时刻和基本点火时刻进行修正, 使发动机在各种运转工况和运行状态下都具有最佳的喷油量和喷油时刻, 同时具有最佳的点火时刻。

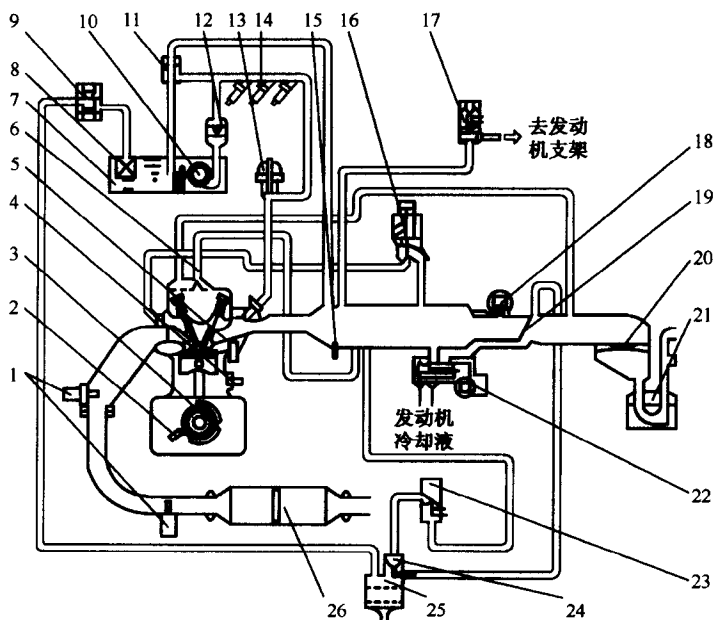


图 1-7 广州本田雅阁 2.3L 轿车电控汽油喷射供油系统结构

1-氧传感器; 2-上止点传感器; 3-曲轴转角传感器; 4-爆震传感器; 5-冷却液温度传感器; 6-EGR 阀及升程传感器; 7-燃油箱; 8-燃油蒸发排放控制阀; 9-燃油蒸发排放控制双通阀; 10-输油泵; 11-燃油压力调节器; 12-燃油滤清器; 13-燃油脉冲缓冲器; 14-喷油器; 15-进气温度传感器; 16-排气再循环 (EGR) 阀反升程传感器; 17-发动机支架控制电磁阀; 18-进气压力传感器; 19-节气门体; 20-空气滤清器; 21-共振腔; 22-怠速空气控制阀; 23-燃油蒸发排放控制电磁阀; 24-燃油蒸发排放控制膜片阀; 25-活性炭罐; 26-三元催化器

供油系统的自诊断系统在传感器或电路发生故障信号出现异常时, ECM 自动把出故障的传感器信号设定为一个预定值, 以保证发动机能继续正常运转。同时, 故障指示灯点亮, 出故障的传感器的故障码存入 ECM 的存储器中。如果发动机故障不及时排除, 将会导致发动机性能下降。

## 1.3 电控汽油喷射供油系统的传感器

### 1. 节气门位置传感器

#### (1) 节气门位置传感器的作用

节气门位置传感器的作用是监测节气门开度的大小，并将节气门开度状态信息送入电子控制器 ECU。ECU 根据节气门开度或节气门开闭的快慢程度，得到发动机负荷工况状态是怠速无负荷，还是小负荷或中、满负荷，或者汽车在加速还是在减速的信息。ECU 据此发动机工况，确定喷油量、喷油正时和最佳点火提前角。

节气门位置传感器安装在节气门体上，与节气门轴联动。当驾驶员踩加速踏板时，传感器触臂与节气门转动同样角度。节气门位置传感器是发动机集中电控系统中的一个非常重要的传感器，它提供汽车怠速控制、起步加速控制、急加速控制、急减速控制、断油控制、点火提前角控制、汽油蒸气回收控制和自动变速器换挡控制的主要信号。

#### (2) 节气门位置传感器结构和工作原理

节气门位置传感器有多种结构形式。

##### 1) 开关量输出型节气门位置传感器

开关量输出型节气门位置传感器是两极双触点电开关型传感器，它检测节气门动作的两个极点，即怠速位置的怠速触点 IDL 和满负荷位置的全开触点 PSW（或称功率触点）。两副触点的开或关状态由一个与节气门同轴的凸轮控制。开关量输出型节气门位置传感器的结构见图 1-8。传感器工作原理电路图见图 1-9。当节气门关闭时，发动机进气量最少，处于怠速运转工

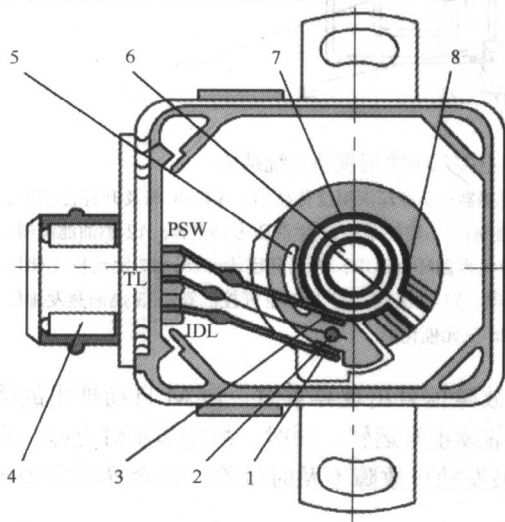


图 1-8 开关量输出型节气门位置传感器结构  
1-功率触点 PSW；2-活动触点；3-怠速触点 IDL；4-连接件；5-凸轮槽；6-节气门轴；7-转臂；8-杆

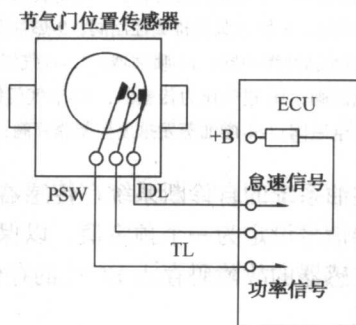


图 1-9 开关量输出型节气门位置传感器工作原理



况。此时传感器活动触点与怠速触点接通，ECU 获得节气门处于关闭的怠速触点 IDL 为接通的信号。于是 ECU 指令怠速控制阀通电打开怠速旁通空气道，或者指令发动机急减速处于最小供油状态。

当节气门稍微打开时，发动机进气量增加，处于小负荷运转工况。此时，传感器活动触点与怠速触点 IDL 和满负荷触点 PSW 都不接通，ECU 获得节气门处于部分开启状态的信息，于是指令供油系统提高一些供油量。

当节气门开度达 50% 以上时，发动机进气量增加，处于中负荷或满负荷运转工况。此时传感器活动触点与功率触点 PSW 接触，ECU 获得节气门处于较大开启或全部开启的功率触点 PSW 为接通的信号，于是 ECU 指令燃油系统进一步增大供油量至最大供油状态，将空燃比调小到功率混合气的浓度。

图 1-10 是节气门开度与传感器输出电压信号的关系。

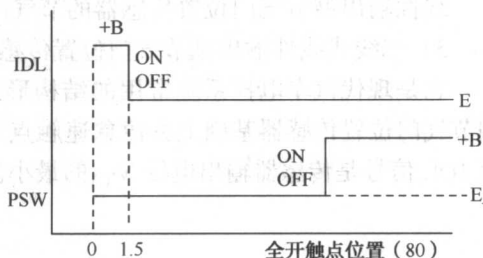


图 1-10 开关量输出型节气门位置传感器输出电压与节气门开度关系

开关量输出型节气门位置传感器不能检测节气门开启和关闭时的快慢程度，而翼片式空气流量传感器中的电位器具有检测“加速率”和“减速率”的功能，因此只能与翼片式空气流量传感器配合用于电控汽油喷射供油系统。

## 2) 线性输出型节气门位置传感器

线性输出型节气门位置传感器的结构见图 1-11，它由一个线性电位计和一个怠速开关组成。

电位计固定电阻片由炭精膜镀电阻与陶瓷薄膜电阻构成，滑动电刷触点有 2 个，一个是节气门开度用滑动触点，另一个是怠速信号用滑动触点。

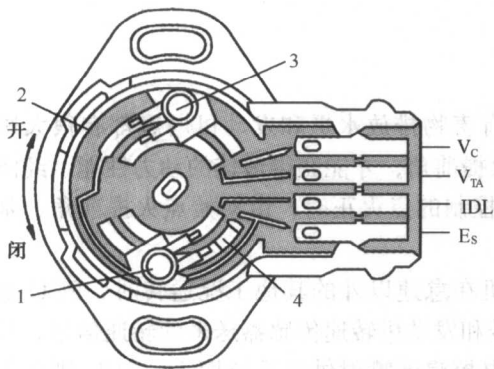


图 1-11 线性输出型节气门位置传感器的结构

1-怠速信号用滑动触点；2-固定电阻膜；3-节气门开度信号用滑动触点；4-绝缘体

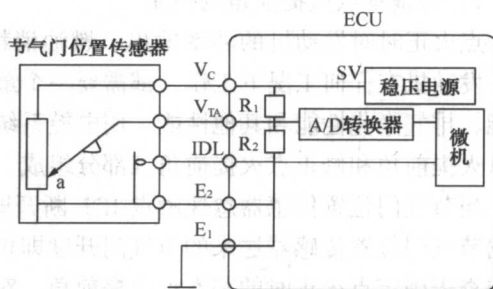


图 1-12 线性输出型节气门位置传感器的工作原理

线性输出型节气门位置传感器工作原理见图 1-12。当节气门转动时，与节气门轴同轴转动的滑动电刷触点在电位器的炭精膜镀电阻与陶瓷薄膜电阻上滑动，产生不同的电阻值而输出与节气门开度成正比的线性输出电压  $V_{TA}$  信号。电控系统 ECU 获得节气门开度或节气门开度变化率的信号后，判断发动机的运行工况，以提高对汽油喷射量和点火正时的控制精度。怠速信号用的滑动触点是常开触点，只有当节气门全关时才与怠速触点 IDL 接通，产生发动机怠速运转的 IDL 信号。该信号用于怠速和快怠速控制、断油控制和点火提前角的修正。

线性输出型节气门位置传感器的节气门开度与传感器输出电压信号的关系见图 1-13。

### 3) 三线式线性输出型节气门位置传感器

它是现代汽车电控系统常用的结构形式，其结构见图 1-14，它是在上述四线式线性输出型节气门位置传感器基础上去掉怠速触点 IDL 而成的，传感器输出的节气门全关闭信号即怠速 IDL 信号是传感器输出电压  $V_{TA}$  的最小值。

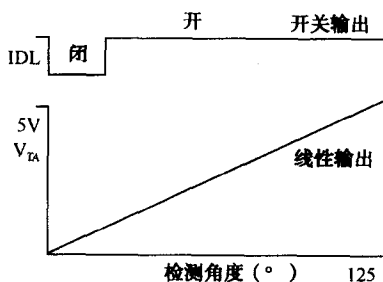


图 1-13 线性输出型节气门位置传感器节气门开度与输出电压关系

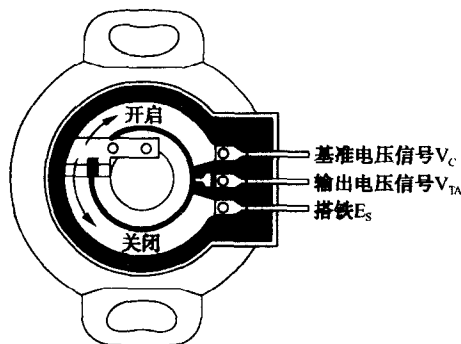


图 1-14 三线式线性输出型节气门位置传感器的结构

### (3) 节气门位置传感器的控制功能

#### 1) 对基本点火提前角的控制

点火正时对发动机的功率输出、燃油消耗量、有害物排放水平和发动机爆震都有很大影响，发动机在任何工况下工作，都需要一个最佳点火提前角，才能获得最佳的动力性能、经济性能、排气净化性能和其他性能。用电控系统 ECU 控制的点火正时，由初始点火提前角、基本点火提前角和修正点火提前角三部分组成。

当节气门位置传感器怠速触点 IDL 断开即发动机在怠速以外的其他工况运转时，ECU 要根据节气门位置传感器送来的节气门开度即负荷信号和发动机转速传感器送来的转速信号，计算或查表确定点火正时的基本点火提前角。对 D 型电控汽油喷射供油系统而言，ECU 则要根据进气管进气压力传感器送来的进气量信号和发动机转速传感器送来的转速信号，计算或查表确定点火正时的基本点火提前角。

当节气门位置传感器怠速触点 IDL 接通即发动机在怠速工况运转时，ECU 要进入怠速时

的点火正时控制模式。此时，ECU 根据发动机转速、空调开关和动力转向开关是否接通来确定基本点火提前角，从而保证发动机怠速运转平稳，或用快怠速运转以便尽快预热发动机，减少怠速排放污染。

## 2) 对怠速工况的控制

当节气门位置传感器怠速触点 IDL 接通即发动机在怠速工况运转时，ECU 根据传感器送来的怠速信号，指令怠速控制阀投入工作，接通怠速旁通空气道，实现快怠速暖机的转速控制或无负荷的怠速转速控制。若怠速触点 IDL 断开则传感器送来较高的  $V_{TA}$  电压信号，ECU 立即指令怠速控制阀关闭，发动机进入小负荷或中、满负荷运转工况。

## 3) 对汽车起步加速的控制

汽车起步加速时，节气门位置传感器检测到节气门从全关闭状态较快地变化为部分开启或全开启状态，即怠速触点 IDL 信号较快地由接通变为断开。起步加速时，发动机负荷要增加，电控系统 ECU 则根据节气门传感器有较快的变化信号，增加燃油喷射量即转入异步喷射，以获得较大浓度的混合气，满足汽车起步加速的功率要求。若不加浓混合气，则混合气会瞬时变稀，发动机会产生喘息现象，甚至停止运转。有时汽车会产生前后闯动行驶，使起步加速运行不平顺。

## 4) 对急加速的控制

汽车正常行驶过程中，若驾驶员快速踩下加速踏板，则节气门开度迅速增大，节气门位置传感器就会检测到瞬间上升的输出电压  $V_{TA}$  信号。这时电控系统 ECU 紧急指令混合气浓度控制单元，增加异步喷射燃油量来迅速增加燃油喷射量，使空燃比变小，以满足急加速时对较浓混合气浓度的需要。若不能及时迅速地增加燃油喷射量，则发动机会由于急加速时混合气浓度突然变稀而达不到需要的功率，即出现油量控制踏板反应灵敏度不高的现象，这种情况若在高速超车时出现会十分危险。

## 5) 对大负荷和满负荷的控制

发动机在大负荷和满负荷工况下运转时，需要发动机发出较大功率或额定功率，此时节气门位置传感器检测到节气门处于 50% 开度到 100% 开度的信号。电控系统 ECU 根据此节气门开度信号，指令混合气浓度逐渐向功率混合气的空燃比过渡，即过量空气系数在最大功率时要达到 0.8~0.9。事实上，当节气门开度大于 70% 时，ECU 就开始按功率空燃比计算喷油量，并开环控制汽油喷射。

## 6) 对急减速时的断油控制

汽车在高速工况运转时，突然松开加速踏板，则节气门迅速关闭到怠速位置。节气门位置传感器检测并输出电压  $V_{TA}$  快速降低的减速率较大的信号，以及怠速触点 IDL 突然由断开变为接通的信号，电控系统 ECU 据此判断发动机进入急减速运行状态。首先 ECU 指令进入停油状态，即立即断油迅速增大空燃比，以减少 CO 和 HC 的排放。停油后，发动机转速从高速降低至怠速转速。然后 ECU 又立即指令燃油系统恢复怠速供油状态并指令怠速空气控制阀开始工作，保证发动机不至于熄火转入稳定的怠速运转工况。如果驾驶员缓慢抬起加速踏板逐渐减速，节气门位置传感器送来的是减速率较小的信号，则 ECU 指令减小喷油器电磁线圈通电