

# 汽车电控燃油喷射 系统结构与检修

QICHE DIANKONG RANYOU PENSHE XITONG JIEGOU YU JIANXIU



136

金盾出版社

# 汽车电控燃油喷射系统 结构与检修

张家玺 编著

金盾出版社

---

## 内 容 提 要

本书共分六章,以目前我国保有量最大的日本丰田公司生产的皇冠和德国大众汽车公司生产的奥迪等高级轿车为代表,系统地阐述了汽车发动机电控燃油喷射系统的结构特点和工作原理、使用和检修方法。

本书取材广泛、新颖,内容充实。可作为进口汽车使用、维修专业人员的培训教材,以及大专院校、中等技术学校汽车运用专业的选修教材,亦可供汽车运输企业工程技术人员和技工参阅。

## 图书在版编目(CIP)数据

汽车电控燃油喷射系统结构与检修/张家玺编著. —北京:金盾出版社,1996.8

ISBN 7-5082-0252-X

I. 汽… I. 张… III. ①汽车-供输油系统-喷油器-系统结构②汽车-供输油系统-喷油器-结构-维修 N. U464.136

## 金盾出版社出版、总发行

北京太平路5号(地铁万寿路站往南)

邮政编码:100036 电话:68214039 68218137

传真:68214032 电挂:0234

封面印刷:北京1202工厂

正文印刷:总参通信部印刷厂

各地新华书店经销

开本:787×1092 1/32 印张:8.5 字数:190千字

1996年8月第1版 1996年8月第1次印刷

印数:1—21000册 定价:8.40元

---

(凡购买金盾出版社的图书,如有缺页、  
倒页、脱页者,本社发行部负责调换)

## 前 言

60年代以来,由于一度出现过能源危机,尤其是为了保护环境,各发达国家对汽车的燃油消耗和废气排放,都先后提出了严格的要求。这就迫使世界各国汽车生产厂家在这两个方面作出努力,因而电控燃油喷射技术得到了迅速发展。与此同时,电子技术的微型化与普及,为电子控制燃油喷射系统的功能扩大、控制精密化及结构紧凑提供了十分有利的条件。80年代后,越来越多的汽车发动机装备了电子控制燃油喷射系统。燃油喷射与化油器式燃油供应方法相比,具有一系列的优点:可大大提高发动机的升功率;降低燃油消耗量;可大幅度地减少发动机废气中有害物质的排放;改善发动机的过渡特性;控制爆震燃烧等。

目前燃油喷射研究及应用较多,较成功的国家主要有日本、德国及美国等。从技术上看,电子控制燃油喷射技术已比较成熟,正朝着进一步增强性能、提高工作可靠性和降低制造成本的方向继续发展。

近年来,随着我国汽车工业的蓬勃发展,电控燃油喷射技术已逐步引入我国。尤其是自90年代以来,我国从日本、美国和西欧进口和组装了大量的带有电控燃油喷射系统的高级轿车,如日本丰田公司生产的皇冠、德国大众公司生产的奥迪等车型。目前国内汽车的使用和维修人员,迫切需要了解和掌握电控燃油喷射技术。为此,作者在大量参阅国内外有关技术资料的基础上,整理编写了此书。

由于作者水平所限,书中不当之处在所难免,敬请读者批评指正。

作 者

1996年3月

# 目 录

|                                   |      |
|-----------------------------------|------|
| <b>第一章 电控燃油喷射系统的结构和工作原理</b> ..... | (1)  |
| <b>第一节 概述</b> .....               | (1)  |
| 一、燃油喷射技术发展概况 .....                | (1)  |
| 二、电控燃油喷射系统的优越性 .....              | (3)  |
| <b>第二节 电喷系统的组成及功能</b> .....       | (3)  |
| 一、燃油系统的作用 .....                   | (4)  |
| 二、进气系统的作用 .....                   | (4)  |
| 三、电子控制系统的作用 .....                 | (4)  |
| <b>第三节 电喷系统的分类</b> .....          | (6)  |
| 一、按燃油供应方式分类 .....                 | (6)  |
| 二、按有无反馈信号分类 .....                 | (6)  |
| <b>第四节 电喷系统的结构和工作原理</b> .....     | (8)  |
| 一、燃油系统 .....                      | (8)  |
| 二、进气系统.....                       | (13) |
| 三、电子控制系统.....                     | (18) |
| <b>第二章 电喷系统的一般检修方法</b> .....      | (24) |
| <b>第一节 电喷系统检修注意事项</b> .....       | (24) |
| 一、一般注意事项.....                     | (24) |
| 二、进气系统检修前注意事项.....                | (25) |
| 三、电子控制系统检修注意事项.....               | (26) |
| <b>第二节 电喷系统的一般检修</b> .....        | (28) |
| 一、电子控制系统的一般检修.....                | (28) |

|                                           |      |
|-------------------------------------------|------|
| 二、燃油系统的一般检修·····                          | (34) |
| 第三节 电喷系统的故障检查程序和判断方法 ·····                | (38) |
| 一、电喷系统故障检修程序·····                         | (38) |
| 二、故障征兆的模拟方法·····                          | (39) |
| 三、基本检查·····                               | (42) |
| 四、故障征兆一览表·····                            | (43) |
| 五、发动机机械故障和其他故障·····                       | (52) |
| 六、如何使用故障诊断表和检查顺序·····                     | (52) |
| 七、常见故障的判断方法·····                          | (52) |
| 第三章 皇冠车电喷系统的检修 ·····                      | (63) |
| 第一节 皇冠车电喷系统简介 ·····                       | (63) |
| 一、燃油系统·····                               | (63) |
| 二、进气系统·····                               | (65) |
| 三、电子控制系统·····                             | (66) |
| 第二节 诊断代码的读取和使用 ·····                      | (67) |
| 一、电喷系统的故障自检系统·····                        | (67) |
| 二、故障代码的识别·····                            | (68) |
| 三、用普通方式读取诊断代码·····                        | (69) |
| 四、用试验方式读取诊断代码·····                        | (70) |
| 五、诊断代码的清除·····                            | (72) |
| 六、诊断代码情况·····                             | (73) |
| 七、故障代码表·····                              | (73) |
| 八、爆震传感器有无开路或短路(代码 52、53、55)<br>的检查方法····· | (76) |
| 九、对诊断线路的检查·····                           | (76) |
| 第三节 发动机(含电控自动变速器)ECU 十个<br>故障的检查 ·····    | (77) |

|                               |              |
|-------------------------------|--------------|
| 一、检查电源电压·····                 | (79)         |
| 二、检查节气门开度传感器电压·····           | (83)         |
| 三、检查进气管真空度传感器电压·····          | (86)         |
| 四、检查喷油器电路电压·····              | (88)         |
| 五、检查进气温度传感器电压·····            | (90)         |
| 六、检查水温传感器电压·····              | (92)         |
| 七、检查起动电路·····                 | (93)         |
| 八、检查点火电路·····                 | (95)         |
| 九、检查怠速控制阀(ISC)电压·····         | (97)         |
| 十、检查发动机故障指示灯电压·····           | (99)         |
| <b>第四节 燃油泵系统的检修·····</b>      | <b>(101)</b> |
| 一、在车上检查燃油泵系统·····             | (101)        |
| 二、燃油泵的拆卸·····                 | (105)        |
| 三、燃油泵的检查·····                 | (105)        |
| 四、燃油泵的分解和组装·····              | (106)        |
| 五、燃油泵的安装·····                 | (107)        |
| 六、燃油压力调节器的拆装·····             | (107)        |
| 七、喷油器的车上检查·····               | (109)        |
| <b>第五节 进气和喷油系统的检修·····</b>    | <b>(110)</b> |
| 一、喷油器的拆卸·····                 | (110)        |
| 二、喷油器的检查·····                 | (112)        |
| 三、喷油器的安装·····                 | (115)        |
| 四、燃油压力脉动衰减器的拆装·····           | (118)        |
| 五、节气门体的拆装·····                | (118)        |
| <b>第四章 凌志车电喷系统的检修·····</b>    | <b>(127)</b> |
| <b>第一节 凌志车发动机电喷系统的组成·····</b> | <b>(127)</b> |
| 一、电喷原理图·····                  | (127)        |

|                                   |       |
|-----------------------------------|-------|
| 二、电喷系统的三个子系统简介 .....              | (127) |
| 第二节 进气系统的检修 .....                 | (130) |
| 一、空气流量计的检修 .....                  | (130) |
| 二、节气门的检修 .....                    | (133) |
| 三、怠速控制阀(ISC)的检修 .....             | (139) |
| 第三节 电子控制系统的检查 .....               | (142) |
| 一、输油泵 ECU 的检查 .....               | (142) |
| 二、EFI 主继电器的检查 .....               | (143) |
| 三、开路继电器的检查 .....                  | (143) |
| 四、冷起动喷油器正时开关的检查 .....             | (145) |
| 五、水温传感器的检查 .....                  | (146) |
| 六、可变电阻器的检查 .....                  | (149) |
| 七、燃油泵继电器和电阻器(93 年前用)的<br>检查 ..... | (149) |
| 八、燃油压力控制阀(VSV)的检查 .....           | (150) |
| 第四节 诊断代码的读取和使用 .....              | (151) |
| 一、自诊断系统 .....                     | (151) |
| 二、故障诊断连接器(TDCL) .....             | (152) |
| 三、诊断代码的读取 .....                   | (154) |
| 四、清除诊断代码 .....                    | (155) |
| 五、诊断代码表 .....                     | (155) |
| 六、故障防护 .....                      | (161) |
| 第五章 丰田 PREVIA 旅行车电喷系统的检修 .....    | (162) |
| 第一节 电喷系统简介 .....                  | (162) |
| 一、电喷系统原理图 .....                   | (162) |
| 二、诊断代码的读取和使用 .....                | (162) |
| 三、在车上检查电喷系统 .....                 | (166) |

#### 四、发动机(含电控自动变速器)ECU 各连

|             |       |
|-------------|-------|
| 接端子名称 ..... | (166) |
|-------------|-------|

#### 第二节 发动机(含电控变速器)ECU 十一个

|                              |       |
|------------------------------|-------|
| 项目(故障)的检测 .....              | (168) |
| 一、检查 ECU 的电源电压 .....         | (170) |
| 二、检查节气门开度传感器 .....           | (170) |
| 三、VC-E2 和 VS-E2 端子间的电压 ..... | (170) |
| 四、喷油器处电压 .....               | (172) |
| 五、检查进气温度传感器 .....            | (173) |
| 六、检查水温传感器 .....              | (174) |
| 七、检查起动电路 .....               | (174) |
| 八、检查点火器电压 .....              | (177) |
| 九、检查发动机故障指示灯处的电压 .....       | (177) |
| 十、检查空调压缩机电源电压 .....          | (177) |
| 十一、检查怠速控制阀(ISC) .....        | (178) |
| 第三节 燃油系统的检修 .....            | (178) |
| 一、燃油系统的车上检查 .....            | (178) |
| 二、燃油泵的拆装 .....               | (181) |
| 三、冷起动喷油器 .....               | (183) |
| 四、燃油压力调节器 .....              | (184) |
| 五、喷油器 .....                  | (185) |
| 第四节 进气系统的检修 .....            | (190) |
| 一、空气流量计 .....                | (190) |
| 二、节气门体和节气门开度传感器 .....        | (192) |
| 三、怠速控制阀(ISC) .....           | (196) |
| 第五节 电子控制系统检查 .....           | (197) |
| 一、检查 EFI 主继电器 .....          | (198) |

|                                                 |       |
|-------------------------------------------------|-------|
| 二、检查电路开路继电器 .....                               | (198) |
| 三、冷起动喷油器(温度)正时开关 .....                          | (201) |
| 四、水温传感器 .....                                   | (203) |
| 五、燃油压力控制系统 .....                                | (203) |
| 六、检查燃油切断转速 .....                                | (205) |
| 七、ECU 的检查 .....                                 | (205) |
| <b>第六章 奥迪车电喷系统的检修</b> .....                     | (208) |
| <b>第一节 奥迪 V6 发动机电喷系统和点火系统</b><br>的组成及工作原理 ..... | (208) |
| 一、概述 .....                                      | (208) |
| 二、发动机电喷系统和点火系统的组成 .....                         | (210) |
| <b>第二节 发动机的自我诊断系统和电气设备</b> .....                | (211) |
| 一、发动机的自我诊断系统 .....                              | (211) |
| 二、汽车故障自我查询系统 .....                              | (220) |
| 三、奥迪车电器位置和名称 .....                              | (221) |
| 四、检测盒的使用 .....                                  | (229) |
| <b>第三节 电喷系统的检修</b> .....                        | (231) |
| 一、检修注意事项 .....                                  | (231) |
| 二、检查燃油系统压力和保持压力 .....                           | (232) |
| 三、检查燃油泵继电器 .....                                | (235) |
| 四、检查对燃油泵继电器的控制信号 .....                          | (237) |
| 五、检查喷油器 .....                                   | (237) |
| 六、检查喷油量和喷油器密封 .....                             | (240) |
| 七、检查怠速 .....                                    | (242) |
| 八、检查怠速控制阀 .....                                 | (242) |
| <b>第四节 燃油控制系统的其他检查</b> .....                    | (244) |
| 一、检查汽油蒸气活性炭罐电磁阀(ACF 阀) .....                    | (244) |

|                       |       |
|-----------------------|-------|
| 二、检查和调整怠速开关 .....     | (246) |
| 三、检查和调整节气门开度传感器 ..... | (248) |
| 四、调整自动变速器跳合开关 .....   | (249) |
| 五、检查空调压缩机的切断 .....    | (250) |
| 第五节 发动机点火系的检修 .....   | (251) |
| 一、概述 .....            | (251) |
| 二、点火系检修注意事项 .....     | (253) |
| 三、点火系各机件的检查 .....     | (253) |

# 第一章 电控燃油喷射系统的 结构和工作原理

## 第一节 概述

### 一、燃油喷射技术发展概况

所谓“燃油喷射”或“汽油喷射”是指在汽油发动机上,除化油器以外的另一种燃油供应及控制方法。汽油喷射技术,最早可以追溯到本世纪初期,德国 Wright 兄弟首先在他们研制的早期飞机发动机上,采用了向进气管内连续喷射汽油的混合气制备方法。1934 年德军研制成功第一架装有汽油喷射发动机的军用战斗机。第二次世界大战后期,美国开始采用机械式喷射泵向气缸内直接喷油技术。二战结束后,汽油喷射技术逐渐由军工转向民用,应用到汽车发动机上。

1952 年,德国戴姆勒-奔驰 300L 型赛车装上了 Bosch 公司生产的第一台机械控制式汽油喷射装置,它采用气动式混合气调节器控制空燃比,向缸内直接喷射。1958 年,德国成批生产的 Mercedes ZZOS 型轿车装备了 Bosch 公司和 Kugelfischer 公司联合研制和生产的带油量分配器的进气管汽油喷射装置。该装置采用了双柱塞喷油泵经两个油量分配器将燃油均匀地分配到 6 个喷油器,射入进气口,双联凸轮使喷油泵在发动机每转中向各缸喷油 1 次,而空燃比控制则是通过加速踏板与离心式混合气调节器及进气管节流阀调节器之间具有一定传动比的联动机构实现的。

60 年代以前,车用汽油喷射装置大多采用机械式柱塞喷

射泵,其结构和工作原理与柴油机喷油泵十分相似,控制功能也是借助于机械装置实现的,结构复杂,价格昂贵,因而其发展较缓慢,应用范围也仅仅局限于赛车和为数不多的豪华型轿车上。

60年代后期,随着汽车保有量的增加,世界上几个主要工业发达国家的汽车排放污染日益严重,从而使欧美及日本等国家相继制订了严格的汽车排放法规,限制废气中的 CO、HC 和 NO<sub>x</sub> 等有害物质的排放。加之,当时世界性能源危机,迫使各国纷纷制定汽车燃油经济性法规。这就使得传统的机械式化油器和点火分电器无能为力。于是,人们又把目光转向燃油喷射技术,一方面继续探讨和完善机械式柱塞喷射装置,如德国 Bosch 公司研制的机电组合式的 KE-Jetronic 汽油喷射系统。

另一方面,随着电子技术的飞速发展,尤其是电子计算机的问世,使汽车电子化就成为各国汽车工业的重要发展方向。从 60 年代后期,电控汽油喷射技术开始形成并历经晶体管、集成电路到微机处理控制三大发展进程,从而使世界汽车工业在解决节油与排气净化这两大难题上,实现了重大技术突破。

为了适应汽车排放法规要求,并实现最佳的燃油经济性指标,采用单项电子控制装置已远远不能满足要求。随着大规模集成电路和微型计算机的飞速发展,使车用发动机对多因素的综合控制成了现实。1979 年,德国 Bosch 公司开始生产集电子点火和电控汽油喷射于一体的 Motronic 数字式发动机综合控制系统。与此同时,美国和日本各大汽车公司也竞相研制了与各自车型配套的数字式电控汽油喷射系统。例如:美国 GM(通用)公司研制的 DEFI 系统、Ford(福特)公司的

EEC-Ⅱ系统、日本日产公司的 ECSS 系统、丰田公司的 TCCS 系统、五十铃公司的 I-TEC 系统等。这些系统能够对空燃比、点火时刻、怠速转速和废气再循环等多方面进行综合控制,控制精度和功能也日趋完善。

## 二、电控燃油喷射系统的优越性

借助于电子设备实现空燃比精度控制,使汽油喷射系统比化油器显得特别优越。因为电子控制的灵活性和计算机的强有力综合处理功能,使电控系统可以根据发动机的各种运行工况,如起动、暖机、怠速、加速、满负荷、部分负荷、滑行、环境湿度、海拔高度和燃油品质等工况下,实现最佳空燃比控制及最佳点火提前角控制,使发动机优化各种运行工况,从而取得良好的节油、排气净化效果。与传统的机械式化油器相比,电控燃油喷射系统有以下优点:

1. 可提高发动机的升功率 5%~10%。
  2. 能显著降低燃油消耗量,燃油消耗降低 5%~15%。
  3. 可大幅度减少发动机废气中有害物的排放量,废气排放量减少 20%左右。
  4. 可有效控制汽油机爆燃。
  5. 可大大提高汽车的加速性能。
  6. 能明显改善发动机的低温起动性能和热机运转性能。
- 由此可见,电控燃油喷射装置的优越性,是十分明显的。燃油喷射技术已引起世界各国汽车工业的高度重视。

## 第二节 电喷系统的组成及功能

电控燃油喷射系统(简称电喷系统,下同)由 3 个子系统组成,即:燃油系统、进气系统和电子控制系统。其系统组成简

图如图 1-1 所示。

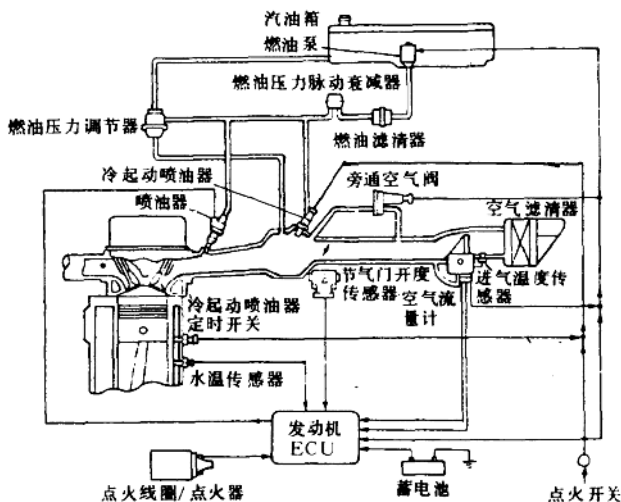


图 1-1 电喷系统的组成

### 一、燃油系统的作用

电动油泵向喷油器提供足够压力的汽油，喷油器依据来自电子控制单元（ECU）的控制信号，向进气歧管内、进气门上方喷射定量的汽油。燃油系统工作流程，如图 1-2 所示。

### 二、进气系统的作用

测量和控制汽油燃烧时所需要的空气量，以控制输出的功率。进气系统工作流程，如图 1-3 所示。

### 三、电子控制系统的作用

1. 根据各传感器输送来的信号，决定喷油量以获得最佳的空气-燃油比。

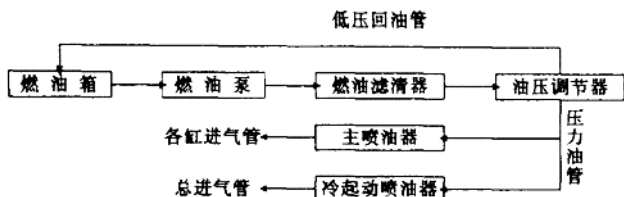


图1-2 燃油系统工作流程图

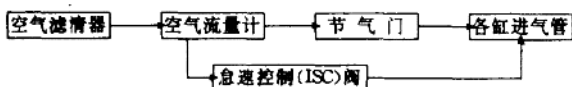


图1-3 进气系统工作流程图

2. 根据转速、进气管处绝对压力、水温等传感器输送来的信号,决定最佳点火提前角度。

3. 检测传感器的故障,并将故障内容贮存和输出,同时使仪表板上的故障指示灯发亮。

电子控制系统的作用情况,如图 1-4 所示。

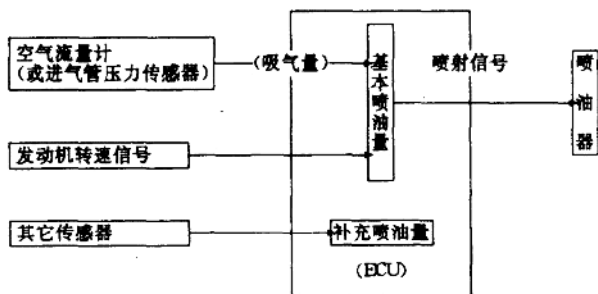


图1-4 电子控制系统的作用情况

### 第三节 电喷系统的分类

电喷系统种类较多,其分类大致可概括为两大类。

#### 一、按燃油供应方式分类

1. 多点喷射(MPI)系统——在每缸进气口处装有1只电磁喷油器,电子控制单元(ECU)控制并按顺序对分缸进行单独喷射或分组喷射,将汽油直接喷射到各缸进气门前方。因此,多点喷射又称为多气门喷射,或顺序燃油喷射(SFI),或单独燃油喷射(IFI)。

多点喷射系统的燃油分配均匀性好,进气管可按最大气量来设计。同时,由于它直接控制空燃比,因此,无论发动机处于冷态或热态,其过渡的响应及燃油经济性都是最佳的。但其缺点是,控制系统较复杂、成本较高。主要用在对汽车性能要求较高的豪华轿车上。

2. 单点喷射(SPI)系统——在进气管节流阀上方装1个中央喷射装置,用1~2只电磁喷油器集中喷射。汽油喷入进气气流中,形成的空燃混合气由进气歧管分配到各个气缸中。单点喷射又称为节流阀体喷射(TBI)或中央燃油喷射(CFI)。

单点喷射系统,在性能上要比多点喷射系统差一些,但其结构简单、故障点少,且对发动机本身的改动较小。特别是大量生产后,其成本较低,仅略高于传统式化油器的成本。目前,在国外普及型轿车上已广泛应用。

#### 二、按有无反馈信号分类

1. 开环控制系统——把实验确定的发动机各种运行工况的最佳供油参数,预先存入计算机内。在发动机运行时,计算机根据系统各个传感器的输入信号,判断自身所处的运行