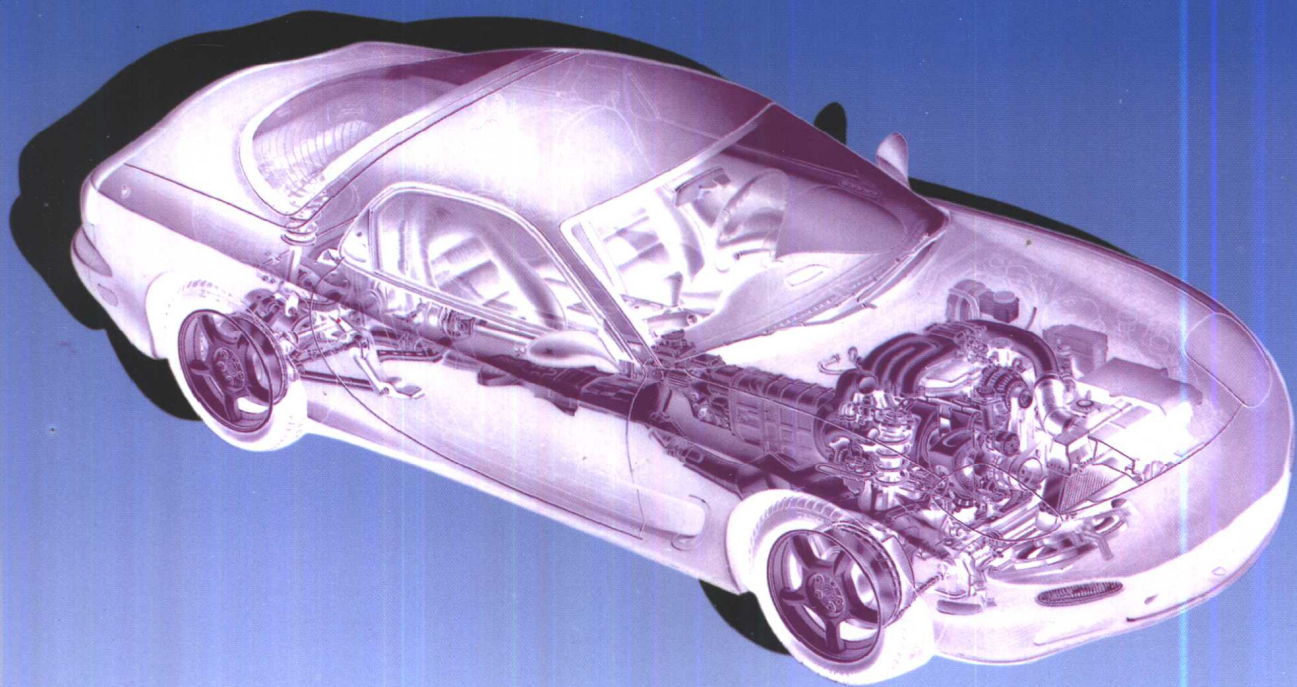


现代汽车

维修技术系列丛书

现代汽车 电子控制汽油喷射系统 原理与检修

徐 淼 汪立亮 张仕奇 编著
高群钦 主审



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

现代汽车维修技术系列丛书

现代汽车电子控制汽油喷射系统原理与检修

徐 森 汪立亮 张仕奇 编著
高群钦 主审

電子工業出版社·

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书较系统地介绍了现代汽车电子控制汽油喷射系统的结构、工作原理和维修技术。其中以维修为侧重点,较详细地介绍了国产一汽奥迪、小红旗,上海大众桑塔纳轿车以及丰田皇冠、日产和通用车系列等进口轿车的电控汽油喷射系统的维修技术。

本书内容翔实,由浅入深、通俗易懂,适合汽车维修技术人员、汽车生产和科研人员及各大、专院校汽车专业的广大师生阅读和参考;同时,也可作为现代汽车最新技术电控汽油喷射系统学习的培训教材和参考书。

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,翻版必究。

图书在版编目(CIP)数据

现代汽车电子控制汽油喷射系统原理与检修/徐森等编著. - 北京:电子工业出版社,2000.1

(现代汽车维修技术系列丛书/高群钦主审)

ISBN 7-5053-5519-8

I. 现… II. 徐… III. ①汽车-喷油器,电子控制-基本知识 ②汽车-喷油器,电子控制-维修
IV. U464.136

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 46020 号

丛 书 名: 现代汽车维修技术系列丛书

书 名: 现代汽车电子控制汽油喷射系统原理与检修

编 著 者: 徐 森 汪立亮 张仕奇

主 审 者: 高群钦

责任编辑: 魏永昌

特约编辑: 周 力

排版制作: 电子工业出版社计算机排版室

印 刷 者: 北京东光印刷厂

出版发行: 电子工业出版社 URL: <http://www.phei.com.cn>

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: 787×1092 1/16 印张: 15.5 字数: 480 千字

版 次: 2000 年 1 月第 1 版 2001 年 8 月第 3 次印刷

书 号: ISBN 7-5053-5519-8
TN·1307

印 数: 3 000 册 定价: 22.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页、所附磁盘或光盘有问题者,请向购买书店调换;
若书店售缺,请与本社发行部联系调换。电话 68279077

“现代汽车维修技术系列丛书”编审委员会

主 任 高群钦

副主任 汪立亮 贾继德 徐寅生 赵学鹏

委 员 徐 森 周玉茹 满维龙 付应和 徐国富 王 银
张仕奇 刘言强 严 华 高光明 王元龙 彭生辉
庞新磊 杨生超 汪时武

序 言

随着汽车工业和科学技术的发展,汽车技术日新月异,特别是电子技术的应用,使汽车的结构性能发生了根本性变化。新的结构原理和装置相继涌现,使用和维修问题也接踵而来,对汽车的使用、维修人员提出了新的更高的要求。因此,急需一套科学性、实用性、实践性较强、内容详尽的介绍现代汽车新结构、新技术原理及维修的资料。为此,我们组织汽车管理学院从事汽车教学、科研、应用与维修专业的专家、教授、和工程技术人员编写了这套《现代汽车维修技术系列丛书》。首先推出的是一批有关“现代汽车电子控制系统原理与检修”的套书。包括:

- 《现代汽车电子控制汽油喷射系统原理与检修》
- 《现代汽车自动变速器原理与检修》
- 《现代汽车自动防抱死系统(ABS)原理与检修》
- 《现代汽车自动空调系统原理与检修》
- 《现代汽车中央门锁及防盗系统原理与检修》
- 《现代汽车安全气囊系统(SRS)原理与检修》
- 《现代汽车音响原理与检修》
- 《现代汽车电子巡航控制系统(CCS)原理与检修》
- 《现代汽车电器设备原理与检修》

与已出版的同类汽车图书相比较,这套书具有以下特点:

1. 针对性强。一个系统或装置一本书,每册篇幅不大,便于读者根据自己的需要进行选购。
2. 实用性强。这套丛书从实用出发,在简单介绍结构原理的基础上,以车型为主,较详细地讲解了其维修技术。
3. 内容可靠。每本书都由长期从事汽车教学、科研、应用与维修工作的有丰富实践经验的专家、教授和工程技术人员执笔,务求数据可靠,内容翔实,图文并茂。

今后还将陆续出版本丛书的相关技术书籍,望广大读者喜爱并提出宝贵意见。

《现代汽车维修技术系列丛书》编审委员会

1999.6

前 言

进入 90 年代,随着汽车工业及电子技术的高速发展,为提高燃油的经济性和降低排气污染,传统的化油器被电子控制汽油喷射系统所取代已成定局。

汽油喷射技术在汽车上的应用已有 40 多年的历史。50 年代初期,汽油喷射技术率先在赛车发动机上得到应用。从 60 年代初开始的越来越严格的汽车废气排放标准,以及 70 年代初开始的降低油耗的法规,再加之电子领域微电子技术的惊人发展,大规模集成电路和微型电脑相继涌现,使得电子控制汽油喷射技术得到了迅猛发展和广泛地应用。

到目前为止,美国通用、福特和克莱斯勒三大汽车公司生产的轿车已全部采用电控汽油喷射系统,日本和欧洲除向发展中国家出口的轿车仍安装化油器外,其他均为电控汽油喷射系统的轿车。

我国的汽车工业已列为国家重要的支柱产业,发动机电控汽油喷射系统的开发、研制和应用已列入“八五”汽车工业的重点研究课题。在我国引进生产的一汽奥迪、红旗、捷达、上海的桑塔纳、二汽神龙富康以及北京的切诺基等轿车上都已安装电控汽油喷射发动机。相信不久的将来,我国也会开发出自己的电控汽油喷射装置。

由于电控汽油喷射系统越来越普及,故其使用、维修问题也接踵而来。为使维修人员及早掌握该技术,编写了此书。

本书较系统地介绍了现代汽车电子控制汽油喷射系统的结构、工作原理和维修技术。其中以维修为侧重点,较详细地介绍了国产一汽奥迪、小红旗、桑塔纳轿车以及丰田皇冠、日产和通用车系等进口轿车电控汽油喷射系统的维修技术。

参加本书编写工作的还有满维龙、严华、赵学鹏、刘言强、高光明、庞新磊等同志。

本书在编写过程中得到汽车管理学院汽车检测中心和发动机教研室的大力支持和帮助;借鉴与参阅了国内外汽车厂家的技术资料 and 有关出版物,在此致以诚挚的谢意!

由于水平有限,此书在编写过程中,难免出现错误,敬请批评指正。

徐 森

1998.11

目 录

第一章 电控汽油喷射系统及其原理简介	(1)
第一节 汽油喷射基础知识	(1)
一、汽油机的特点	(1)
二、汽油喷射的基本概念	(2)
三、汽油喷射的种类	(3)
四、电控燃油喷射系统的发展历程与展望	(6)
五、汽油喷射的特征	(9)
第二节 电控汽油喷射系统的基本组成和工作原理	(10)
一、电控汽油喷射系统的基本组成和功能	(10)
二、电控汽油喷射系统的工作原理	(12)
第三节 典型汽油喷射系统简介	(16)
一、机械控制式汽油喷射系统	(16)
二、多点式电子控制汽油喷射系统	(18)
三、单点式电子控制汽油喷射系统	(21)
第二章 电控汽油喷射系统结构与工作原理	(24)
第一节 燃油供给系统结构与工作原理	(24)
一、电动汽油泵	(25)
二、汽油滤清器	(25)
三、汽油压力调节器	(27)
四、汽油压力缓冲器	(28)
五、喷油器	(28)
六、冷启动喷油器	(30)
第二节 空气供给系统结构与工作原理	(30)
一、空气滤清器	(31)
二、空气流量计	(31)
三、进气歧管压力传感器	(34)
四、节气门体	(36)
五、怠速空气阀	(38)
六、怠速电控阀	(40)
七、惯性增压进气系统	(40)
第三节 排放净化系统结构与工作原理	(42)
一、电控汽油蒸气回收系统	(43)
二、电控废气再循环	(44)
第四节 电控系统结构与工作原理	(45)

一、电控单元	(45)
二、传感器	(46)
三、开关工作原理	(48)
四、执行器	(49)
第三章 电控汽油喷射系统的故障诊断与检修	(53)
第一节 常用维修工具及设备	(53)
一、跨接线	(53)
二、测试灯	(53)
三、万用表	(54)
四、手持式真空泵	(54)
五、压力表	(54)
六、喷油器清洗器	(54)
七、专用测试仪	(55)
第二节 电控汽油喷射系统维修注意事项	(55)
第三节 诊断与检查方法	(56)
一、基本检查	(56)
二、自诊断测试概述	(58)
三、疑难故障诊断	(60)
第四节 主要系统及零部件的检修	(67)
一、燃油供给系统	(67)
二、空气供给系统	(69)
三、排放净化系统	(72)
四、电控系统	(73)
第五节 常见故障的诊断与排除	(81)
一、发动机难以启动或不能启动	(81)
二、发动机经常失速(转速忽高忽低)	(81)
三、发动机有时失速	(83)
四、怠速不良或熄火	(83)
五、发动机怠速过高	(85)
六、发动机回火(混合气过稀)	(86)
七、消声器“放炮”	(87)
八、发动机喘气或加速不良	(88)
第四章 桑塔纳 2000 轿车电控燃油喷射系统的检修	(89)
第一节 桑塔纳轿车电控燃油喷射系统	(89)
一、系统的基本组成	(89)
二、系统控制原理分析	(90)
第二节 桑塔纳 2000 轿车电控燃油喷射系统的检修	(93)
一、故障诊断	(93)
二、燃油喷射系统的检修	(95)
三、检测点火系	(110)

第五章 奥迪轿车电子控制燃油喷射系统	(114)
第一节 电子控制燃油喷射系统的工作原理及组成	(114)
一、汽油供给系统	(114)
二、进气系统	(115)
三、电子控制系统	(117)
四、冷启动时的补偿	(118)
五、怠速调整	(118)
第二节 奥迪轿车电控燃油喷射系统的检修	(119)
一、系统技术参数	(119)
二、怠速状态调整	(120)
三、空气系统的检修	(120)
四、燃油分配器性能的检查	(121)
五、电控发动机常见故障的诊断	(122)
第六章 一汽红旗轿车电控燃油喷射系统的检修	(132)
第一节 一汽红旗轿车电控燃油喷射系统的组成原理	(132)
一、概述	(132)
二、电控燃油喷射系统的组成及功用	(133)
第二节 一汽红旗轿车电控燃油喷射系统的检修	(139)
一、ECU 供电故障	(139)
二、空气质量流量传感器	(140)
三、节流阀控制器	(141)
四、冷却液温度传感器	(144)
五、进气温度传感器	(145)
六、曲轴位置传感器	(145)
七、凸轮轴位置传感器	(146)
八、车速信号	(147)
九、怠速 CO 调节电位计	(148)
十、点火线圈及点火线圈驱动器	(149)
十一、喷射阀	(150)
十二、燃油压力调节器与燃油泵	(152)
十三、ECU 控制空调系统	(152)
十四、发动机故障警报灯	(153)
十五、爆震传感器	(153)
第七章 丰田皇冠轿车电控燃油喷射系统的检修	(154)
第一节 概述	(154)
一、供油系统	(154)
二、进气系统	(154)
三、电子控制系统	(155)
第二节 丰田皇冠轿车电控燃油喷射系统的检修	(156)
一、故障自诊断系统	(156)

二、主要系统及零部件的检修	(163)
三、丰田车系其他主要零部件的检修	(176)
第八章 日产轿车电控燃油喷射系统的检修	(181)
第一节 日产轿车电控燃油喷射系统	(181)
一、概述	(181)
二、ECCS 系统的主要组成	(181)
三、ECCS 系统的工作情况	(186)
第二节 ECCS 系统的故障诊断	(189)
一、注意事项	(189)
二、诊断程序	(189)
三、检查发动机及电控系统的密封情况	(190)
四、微机控制系统的自诊断	(190)
五、怠速转速及点火正时的调整	(197)
六、怠速混合比的检查	(198)
七、空气流量计自洁电路的检查	(200)
八、燃油供给系统的检查	(200)
第九章 通用车系电子控制燃油喷射系统的检修	(202)
第一节 通用车系电子控制燃油喷射系统概述	(202)
一、节气门体喷射系统	(202)
二、进气门燃油喷射系统	(205)
三、调谐进气门燃油喷射系统	(208)
四、带有车身计算机模块和串行数据电路的通用汽车(GM)计算机系统	(208)
五、带有图示控制中心的通用汽车(GM)计算机系统	(214)
第二节 通用车系电子控制燃油喷射系统的检修	(215)
一、通用车系电子燃油喷射系统诊断和调整	(215)
二、通用车系主要传感器和执行器的测试规范	(219)
三、通用车系电子燃油喷射系统故障码	(224)

第一章 电控汽油喷射系统及其原理简介

第一节 汽油喷射基础知识

一、汽油机的特点

汽油机是把空气与汽油的混合气燃烧产生的热能转变成机械功输出的装置。而汽油喷射则是通过测定吸入发动机的空气流量,供给发动机适量的汽油,以控制空气与汽油的混合比(空燃比)的一种技术。

1. 4 冲程汽油机

图 1-1 表示 4 冲程发动机的工作过程。

(1)在进气冲程中,通过活塞的向下运动,利用气缸中形成的负压吸入混合气。

(2)在压缩冲程中活塞上升,混合气被压缩。

(3)在爆发冲程中,压缩的混合气点火,进行爆发燃烧,爆发压力把活塞下推,于是产生输出功率。

(4)在排气冲程中,活塞上升,燃烧后的气体从汽缸排出,发动机完成进气、压缩、爆发和排气 4 个冲程,曲轴每旋转 2 次,完成一个工作循环。

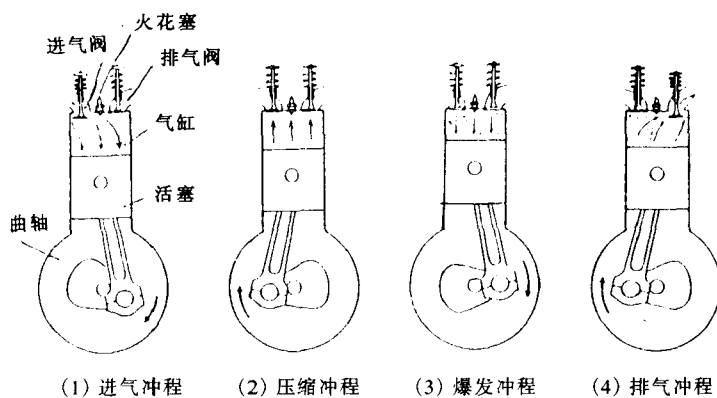


图 1-1 4 冲程发动机的工作

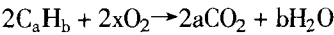
2. 发动机输出功率控制法

发动机输出功率由操作者利用手油门进行控制,在汽油机中则控制节流阀的开度使之变化,以调节混合气流量。根据规定的空燃比要求控制空气流量与汽油,以获得所要的输出功率。控制汽油机燃油供给数量及质量的方法可分为化油器与汽油喷射两种。以下讲述这两种方法不同之处。

3. 空气与汽油的混合比(空燃比)

空气与汽油的混合气,在气缸内进行爆发燃烧。由于混合比不同,输出扭矩和排气浓度会

发生变化。在阐明这一关系之前先讲述混合比概念。作为碳氢化合物的汽油与空气中的氧，其反应如下式表示：



空气与汽油的混合比，也就是空气与汽油的质量之比称之为空燃比，通常用 A/F 表达。能满足上式的空燃比称之为理论空燃比，理论空燃比约为 14.7。下式定义为过量空气系数 λ ：

$$\lambda = \frac{\text{实际的空燃比}}{\text{理论空燃比}}$$

当 $\lambda = 1$ ，则实际的空燃比等于理论空燃比。

相对而言，混合气中汽油浓度大，称为稠密；反之称之为稀薄。

4. 空燃比与扭矩、排放气体(废气)

空燃比与扭矩、排放气体的成份之间的关系如图 1-2 所示。

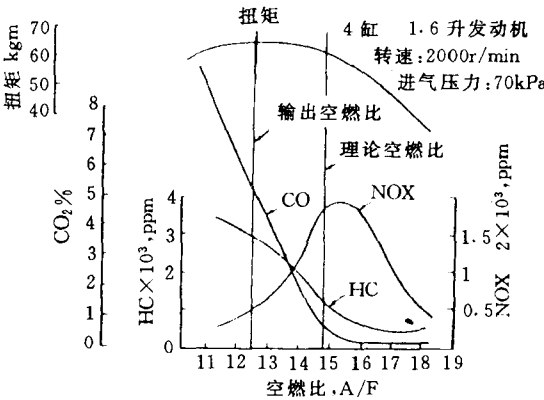


图 1-2 空燃比与扭矩、排放的关系

在空燃比为 12.5 时扭矩达到最大值，这种空燃比称之为功率空燃比。

燃烧以后，排气成份为 CO₂ 与 H₂O。此外，还有 N₂、O₂、汽油中的碳氢化合物 HC，在不完全燃烧时产生的 CO 及由于高温燃烧产生的氮氧化合物。氮氧化合物中，大部分是 NO 与 NO₂，统称 NO_x。排放中 CO、HC、NO_x 三种成份对大气产生污染。

上述三种成份的浓度特性与空燃比之间的关系如下：

CO 与 HC，以理论空燃比为分界点，随着汽油浓度的增加，作线性增加，而在稀薄、低浓度的工况中保持一定值。NO_x 则在理论空燃比稍小一侧达到最大值。发动机的性能与空燃比具有密切关系，因此，有效控制空燃比精度就成为主要的课题。

二、汽油喷射的基本概念

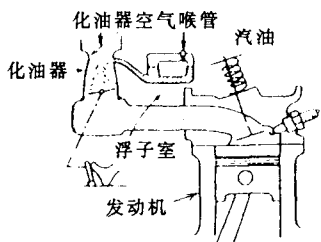
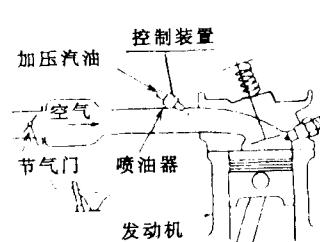
对发动机吸入空气量进行直接或间接的检测，直至检测出符合要求的规定空燃比的汽油量，称为燃油调节量。汽油机的汽油调节量分为化油器与汽油喷射两种，如表 1-1 所示。

使用化油器时，在节流阀前部设有文丘里管(喉管)，由于空气流动，在文丘里管中产生负压，从浮子室把汽油连续吸出，送入发动机，并进行雾化。汽油喷射时，情况有所不同。汽油喷射由空气系统、燃料系统、控制系统组成。以直接与间接测出的空气量信号为基础，计算出发动机燃烧所必需的汽油量，对喷油阀提供开阀信号，通过喷油阀的开启给发动机提供适量的燃

料。

汽油喷射系统空燃比控制方式,即检测进入发动机的空气量而计算汽油量的方式可以分为三种。而且,喷射方式(亦即利用喷油器向发动机供应汽油的方式)、喷射位置、喷射时间不同,燃油喷射的构成也有所不同。所以,当用喷油器喷射汽油时的燃油喷射压力与喷射方式具有密切关系。汽油喷射的上述分类,其目的都是控制空燃比。

表 1-1 化油器与汽油喷射的不同点

	化油器	汽油喷射
构成		
燃油供给方法	利用喉管部空气流所产生的负压,把汽油吸入节流管上端的进气管道中	从控制装置提供喷油器开阀信号,向进气管道喷射适量的汽油

三、汽油喷射的种类

本节介绍汽油喷射的空燃比控制方式,亦即空气流量检测方式、喷射方式与燃料喷射压力。

1. 空气流量检测方式

进入发动机的空气量根据节流阀的开度、进气管的压力、发动机转速进行基本值测定。吸入空气量的检测,可分为直接与间接两大类。

直接检测方式称之为质量流量计检测方式。所谓间接检测方式分为两种,一种是指利用进气管压力和发动机转速,测定吸入空气量,计算燃油的方式,称之为速度-密度方式;另一种是以节流阀开度和发动机转速测定吸入空气量,并计算燃油量,称之为节流阀开度速度方式。

图 1-3 表示排量 2 升的发动机的吸入空气量,随发动机转速与吸气管压力、发动机转速与节流阀开度变化而变化的两组曲线。

上述三种方式的空燃比控制系统见图 1-4。

(1)质量流量计方式

质量流量计方式是利用空气流量计直接计测吸入的空气流量。目前占有主流地位的非连续喷射方式所必需的信号是每一燃烧周期的吸入空气量。也就是,每一计测单位时间吸入空气量与燃烧周期数之比。一般而言,使用计测流量与发动机转速之比作为使用值,以这一数值为基础计算汽油喷射量。

(2)速度-密度方式

速度-密度方式是利用发动机转速与进气管压力测定每一周期中吸入发动机的空气量。再以这一空气量为基础,测定汽油喷射量。

如果以燃料调节量来讲,因为发动机的汽油流量的变化范围约 80 倍,转速变化范围约 10 倍,所以燃料调节范围约 8 倍,因此具有燃料调节量精度高这一优点。但是,其缺点是进气管

压力与吸入空气量并不是简单的函数关系(参照图 1-3),需要修正检测过渡状态的吸入空气流量。其次,作为降低废气排放的排气再循环(EGR)时,由于吸气管压力的变化,也不易测定吸入空气量。

(3)节流 - 速度方式

节流 - 速度方式是按照节流阀开度与发动机转速测定每一周期吸入发动机的空气量。以这一空气量为基础,测定汽油喷射量。由于直接检测节流阀的开度,因此过渡响应良好,可以从赛车中看到使用的例子。但是,如图 1-3 所示,由于空气量与发动机转速,节流阀开度具有极其复杂的函数关系,因此不易测出空气量。目前应用这一方式的汽车几乎已经停产。

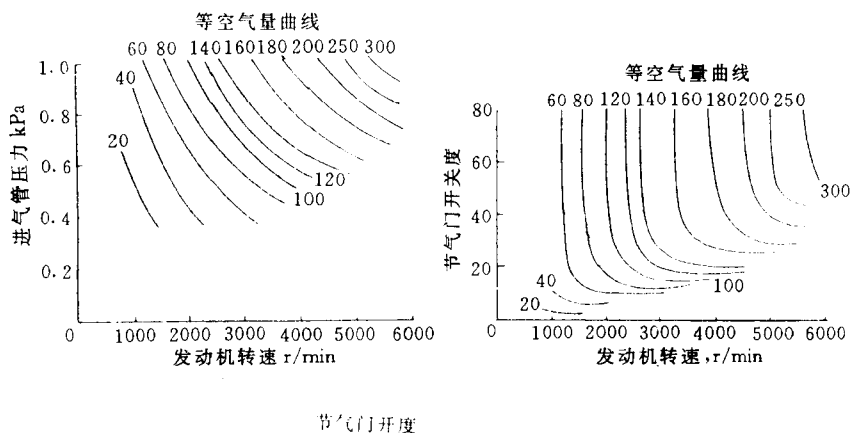


图 1-3 发动机的等空气量曲线图

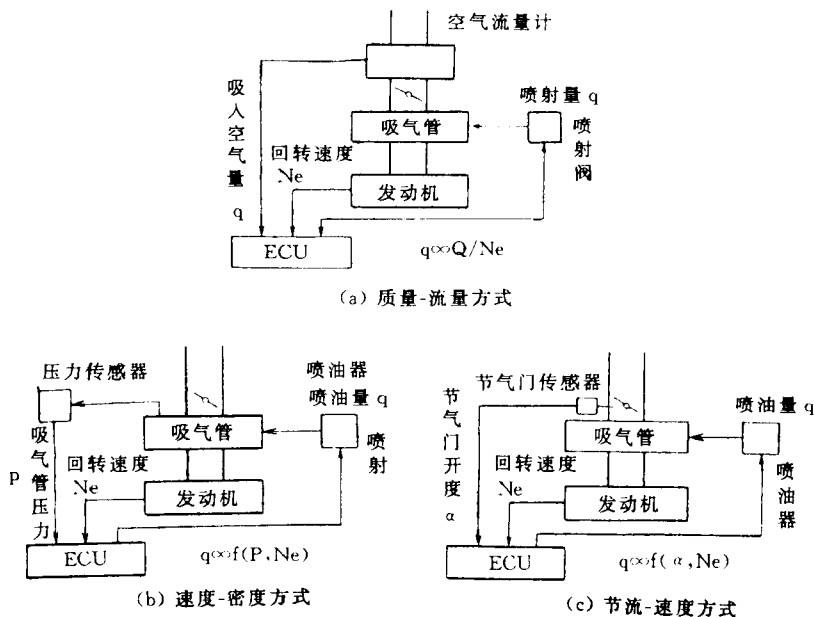


图 1-4 空燃比控制系统

2. 喷射方式

(1)按喷射的位置分类

按喷射的位置分类可分为直接向气缸内喷射的缸内喷射与向吸气管进行喷射的吸气管喷射方式。在缸内喷射时,以喷油嘴为主,安装在气缸盖上,因此,喷油嘴必须是耐高温高压,在发动机设计时要考虑安装喷嘴的位置。过去,采用机械式汽油喷射时也采用缸内喷射方式。但是,由于受到发动机的限制,目前已不再采用。现在采用吸气喷射方式,按照喷嘴的安装位置,又可分为二种:即一种是称为多点喷射(MPI),所谓多点喷射是指在每缸的进气歧管上分别安装一个喷油嘴;另一种是称为单点喷射(SPI),即在进气歧管的集合部安装一个喷油嘴。这二种方式都比缸内喷射具有发动机缸体不作大改动的优点。此外,喷油嘴不直接受燃烧反应引起的高温高压的影响,因此对喷油嘴的设计要求可放宽些。

MPI 由于在各气缸分别装置喷油嘴,不会影响气缸间空燃比标准的偏差,因此可以设计出利用空气惯性增压效应的高功率发动机。SPI 则必须设计出能保证向各气缸均匀供应燃油的吸气管。

(2)按照喷射时间分类

按照喷射的连续与非连续方式分为连续喷射和间断喷射。间断喷射又可分为与发动机同步与不同步二种。

①连续喷射

从原理上讲,只限于进气管喷射场合。目前应用的是波许公司的 K-Jetronic。

②间断喷射

作为与发动机同步,分为各气缸的喷油器进行独立喷射、同时喷射、按照燃烧的次序进行的分组喷射三种。

独立喷射应用于缸内喷射和吸气管喷射。能够设定向每缸喷射每次燃烧所必需的汽油量的最佳喷油时间。延长稀薄空燃比的界限,能够提高燃油的经济性。图 1-5 是丰田稀薄燃烧系统的实例,选择喷射终止时间,能够把空燃比扩大到 25。

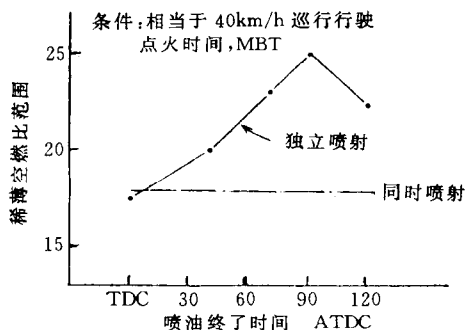


图 1-5 喷油时间与稀薄空燃比范围

为了向各气缸独立喷射,就需要判别向哪一气缸进行喷射的气缸判别信号,此外也要有喷油器驱动电路。

每转同时喷射是把每次燃烧所必需的汽油分 2 次进行喷射,且限于吸气管喷射。每转同时喷射与独立喷射有所不同,不需要气缸判别信号,喷油器驱动电路通用,形成单一结构,成为当今的主流。

分组喷射只应用于吸气管喷射。

过渡的空燃比控制性,处于独立喷射和同时喷射之间。允许喷射期间与独立喷射场合相

同,尽管需要气缸判别信号,但是,喷油器驱动电路,以有分组数为好。

作为与发动机不同步、有依据频率的喷射以三菱汽车公司的 ECI 系统为例。在该系统中,应用卡尔曼涡流式空气流量计。由于空气流量与卡尔曼涡流发生频率成正比,固定喷油器的开阀时间与涡流频率同步,进行汽油喷射。介于连续喷射与发动机转速同步的间断喷射之间。

3. 燃油喷射压力

在间断式汽油喷射中,按照喷油器的开阀时间进行燃油量调节,在一般情况下,燃油喷射压力对于作为喷射位置的吸气管内的压力,通常规定一定的压力差。

间断喷射式汽油喷射,按照燃油压力分为高压燃油喷射与低压燃油喷射。在吸气管喷射式汽油喷射时,没有明确的区分标准。但是,通常对于吸气管压力可区分为大于 200kPa 的高压燃油喷射和小于 200kPa 的低压燃油喷射。

高压燃油喷射不易发生燃油蒸气,但要求耐高压性的燃油管和燃油系统零部件,而且为了提供高压汽油,燃油泵消耗电能大,体积也大。所以,这种高压燃油喷射喷油器,安装在吸气阀附近,应用于无效吸气时喷油器及燃油管温度高的多点喷射。此外,为了防止高温时运转性能恶化,也部分应用于单点喷射。

低压燃油喷射比高压时易发生蒸气,由于燃油管和燃油系统零部件受到较低的汽油压力,可使用耐压强度低的材料,这样可简化结构,使材料薄壁化。所以,这种低压燃油喷油器装于离开发动机的节气门体上。在无效吸气时,喷油器在温度低于多点喷射的单点喷射中得到广泛应用。这时,使用燃油管内部不容纳蒸气的结构。

目前,技术发展动向是:车辆的前置驱动化,减小风阻系数和扩大车厢容积,发动机室小型化,发动机功率增大,在无效吸进时发动机室内温度、汽油温度提高,而且,以美国为中心试售的汽油雷氏蒸气压具有上升的趋势,所以,高压燃油喷射已得到广泛应用。

四、电控燃油喷射系统的发展历程与展望

1. 电子控制燃油喷射系统的发展历程

汽车电子控制燃油喷射技术从研制到广泛应用大约经历 20 年的时间,其发展史可参见表 1-2。经历过程可分为四个阶段,即机械控制燃油喷射系统、真空管电子控制燃油喷射系统、晶体管分立件电子控制燃油喷射系统和微机控制燃油喷射系统。

(1)机械控制燃油喷射系统

燃油喷射是在 1930 年针对航空发动机的需要而开始研制的,第二次世界大战后期,燃油喷射装置被应用于军用航空发动机上。当时之所以在飞机发动机上装用汽油喷射装置,主要是因浮子式化油器的冰点过低而使发动机停机,为解决这个要害问题而研制燃油喷射装置。

由于当时成本很高,汽车使用燃油喷射装置只能装用在性能要求很高的赛车上,直到 1950 年大多数赛车才装用燃油喷射装置。1950 年至 1953 年高尔和福特两家公司在 2 缸 2 冲程车用发动机上采用了机械汽油喷射装置。1957 年,德国奔驰公司在四冲程发动机上首先采用了机械燃油喷射装置;1958 年在奔驰 200SE 型汽车上采用机械式进气管喷射系统,它采用的是分组喷射方式。启动时由启动阀和温度时间开关控制,装有根据冷启动、暖机时燃油与空气流量、进气温度和大气压力来调整混合气空燃比的补偿装置。由此,确立了现代汽车燃油喷射技术的应用基础。

表 1-2 汽油喷射发展史

机械式 控制汽 油喷射	1950 年 哥利阿特·哥特勒罗特车型 2 冲程缸内喷射发动机,直列泵 1954 年 德国奔驰 300SL 车型 1958 年 德国奔驰 220SE 车型,进气管喷射发动机,直列泵 1962 年 法国标致 404 车型,进气管喷射发动机,直列泵
电子控制	1958 年 美国克莱斯勒使用机械式电控喷油器 Electrojector 进气管喷射 1957 年 美国通用汽车公司雪佛兰轿车使用进气管机械式连续喷射 1967 年 德国大众汽车公司使用 D-Jetronic 1968 年 丰田 2000GT 使用进气管喷射发动机,速度密度型,喷射直列泵 1971 年 日产汽车公司、丰田汽车公司使用速度密度型 D-EFI 电控汽油喷射 1972 年 应用质量流量型的 L-Jetronic 1973 年 德国波尔舍研制成 K-Jetronic(质量流量型) 1975 年 应用 L-EFI 1977 年 应用质量流量型 L-EFI(采用氧传感器反馈) 1981 年 丰田应用质量流量型 L-EFI(氧传感器反馈) 1983 年 丰田应用 T-LCS(氧传感器反馈加学习控制)
机械式 汽油喷射	1953-1957 1953 年美国奔第克斯着手开发,1957 年研制成 Electrojector 1957 年美国通用公司研制连续喷射 1962-1967 1962 年德国波许公司开始开发 D-Jetronic
速度密度型	1967 年 D-Jetronic 研制成功
质量流量型	1997 年 研制成 L-Jetronic, K-Jetronic 1977 年 研制氧传感器反馈 1997 年 研制成 PSI 1980 年 卡尔曼涡流型空气流量计 1981 年 学习控制和热式空气流量计 1982~1984 年 通用和丰田 T-LCS 独立喷射

(2)真空管电子控制燃油喷射系统

1957 年 BENDIX 公司研制电子控制汽油喷射系统,1957 年向世界公布了研制成果,并引起世界主要汽车生产厂家的高度重视。

采用机械控制喷油系统后有效地提高了发动机的输出功率和发动机的扭力,但是,机械燃油喷射装置需要在原发动机上加装一个喷油泵,因此,不得不对发动机进行改造,给实际应用带来许多麻烦,同时,对空燃比的控制精度也比较低。

1957 年以前,由于晶体管刚发明不久,因此在汽车上应用存在可靠性低的问题。BENDIX 公司研制电子燃油喷射系统的初期只能采用真空管,由此带来体积大和笨重的缺陷,也限制了电子燃油喷射系统的大量普及推广和进一步商品化。当时电子燃油喷射装置仍然只能在赛车上使用。

(3)晶体管分立件模拟电子控制燃油喷射系统

1950 年汽车排放造成的大气污染开始引起人们的关注。特别是在 1957 年至 1960 年上半年,美国加州政府有关汽车排放污染的调查报告公布后,制定了排放法规,并决定从 1965 年 7