

汽车维修技术培训丛书

汽车电控系统维修技术 培训教程



王玉东 主编

国防工业出版社

<http://www.ndip.cn>

汽车维修技术培训丛书

汽车电控系统维修技术 培 训 教 程

王玉东 主编

国防工业出版社

·北京·

图书在版编目(CIP)数据

汽车电控系统维修技术培训教程 / 王玉东主编. — 北京: 国防工业出版社, 2005.5

(汽车维修技术培训丛书)

ISBN 7-118-03838-5

I. 汽... II. 王... III. 汽车-电子系统:控制系统-车辆修理-技术培训-教材 IV. U472.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 028205 号

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 16 $\frac{3}{4}$ 384 千字

2005 年 5 月第 1 版 2005 年 5 月北京第 1 次印刷

印数: 1—4000 册 定价: 23.00 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

国防书店: (010)68428422

发行邮购: (010)68414474

发行传真: (010)68411535

发行业务: (010)68472764

丛书编委会名单

主 编 王玉东

副主编 张慧茹 周秀凤

编 委 (按姓氏笔划排列)

王永然 王玉东 张慧茹 周亚平

周秀凤 侯庆鑫 夏飞华 聂增巧

前 言

汽车维修技术是近二三十年来发展变化最快的领域,随着计算机技术、控制技术的发展,各种新技术在汽车中得到了广泛的应用。面对如此众多的具有现代技术的汽车,无论是汽车使用者,还是汽车维修人员都希望能更系统、更具体地了解这方面的知识,尤其是近几年维修人员要想在汽车维修行业占有一席之地,都要通过有关的等级考试。《汽车维修技术培训丛书》正是在这种形势下编著的。

作者在广泛调查研究的基础上,收集了大量资料,并根据当前的需要进行了严格筛选,使本丛书既能满足汽车维修初学者的需要,又能满足汽车使用人员、汽车维修人员对汽车具体构造与故障检修的进一步了解。

本丛书共分七册:《汽车发动机维修技术培训教程》、《汽车底盘维修技术培训教程》、《汽车电气系统维修技术培训教程》、《汽车电控系统维修技术培训教程》、《汽车钣金维修技术培训教程》、《汽车喷漆技术培训教程》和《汽车安全装置维修技术培训教程》。

在编写过程中,本丛书力求语言通俗、简捷,内容翔实、实用性强,以便读者学以致用。我们深信,经过一段时间的学习,您定会有所收获。

由于时间仓促和水平的限制,再加上新技术、新知识层出不穷,书中定有许多待探讨之处,望各界人士批评指正。

编委会

目 录

第一章 汽油喷射系统的结构和工作原理	1
第一节 概述	1
第二节 机械控制式汽油喷射系统	6
第三节 多点式电子控制汽油喷射系统	9
第四节 单点式电子控制汽油喷射系统	13
第五节 喷油量的控制过程	15
第二章 汽油喷射系统主要部件的结构特点	19
第一节 燃油供给装置的主要部件	19
第二节 空气量测量装置	26
第三节 传感器	29
第四节 怠速调节装置	32
第五节 阀类	34
第六节 电子控制器	37
第三章 汽油喷射系统维修操作技术	41
第一节 维修操作安全技术	41
第二节 一般维修操作技术	43
第三节 燃油喷射系统故障的检查程序	52
第四节 常用维修工具及检测仪器	55
第四章 汽车发动机电脑控制系统	59
第一节 皇冠 3.0 轿车用 2JZ - GE 发动机电脑集中控制系统	59
第二节 凌志 400 轿车用 1UZ - FE 发动机电脑集中控制系统	82
第三节 其他发动机电脑集中控制系统	94
第四节 电脑自诊断功能	102
第五节 电脑自诊断故障代码人工读取法	106
第五章 电子控制自动变速器	108
第一节 概述	108
第二节 电子控制自动变速器组成与原理	111
第三节 电子控制自动变速器的使用	137

第四节 电子控制自动变速器的检修	141
第六章 制动防抱死系统	165
第一节 概述	165
第二节 ABS 的结构	168
第三节 ABS 的使用与检修	176
第七章 日本丰田 ABS 的检修实例	181
第一节 丰田皇冠 3.0 汽车 ABS 的检修	181
第二节 凌志 ES300 汽车 ABS 的检修	191
第三节 丰田子弹头汽车 ABS 的检修	203
第四节 丰田凌志 LS400 汽车 ABS 的检修	212
第八章 汽车电脑控制安全气囊	225
第九章 汽车电脑控制全球卫星定位导航系统	234
第十章 汽车电脑控制防盗装置系统	238
第一节 音响电脑防盗	238
第二节 整车电脑防盗	242
第十一章 汽车电脑控制自动空调	248
参考文献	258

第一章 汽油喷射系统的结构和工作原理

第一节 概 述

一、车用汽油喷射技术的应用概况

汽油喷射技术在汽车上的应用已有 40 多年的历史。20 世纪 50 年代初期汽油喷射技术率先在赛车发动机上得到应用。1950 年—1953 年,在轿车用发动机中 2 缸二行程发动机上最先采用汽油喷射技术。汽油喷射装置尚需外驱动机械,要借助柱塞式喷油泵向喷油器供油,且向汽缸内喷射。这种装置结构复杂,价格昂贵,再加上汽油本身无润滑作用,柱塞使用寿命短,没有得到推广。

电子汽油喷射的最初设想,是从 1953 年本迪克斯(Bendix)公司着手开发的电子汽油喷射装置开始的。这种装置综合考虑了 50 年代汽油喷射装置的优缺点,开发了用真空管装配的计算机,并于 1957 年公布了开发成果。尽管该装置没有付诸实用,但仍可称得上是电子控制汽油喷射系统发展的起点。

电控汽油喷射技术的发展和应用有其必然的可能性。这就是从 20 世纪 60 年代初开始的越来越严格的汽车废气排放标准,从 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快速发展,大规模集成电路和微型计算机相继涌现,使得电子控制汽油喷射技术得到迅猛发展和推广应用。

1967 年,波许公司开发出 D-jetronic 空燃比控制精度高的电控汽油喷射系统,大量装在 VW—1600 型轿车上。

此后,波许公司于 1972 年推出机械式连续喷射系统 K-jetronic 和 D 型替代产品电控连续喷射系统 L-jetronic。L 型采用空气流量计直接测量空气量,以代替 D 型速度密度方式中空气量的间接测量。波许公司 1979 年又开发出燃油喷射和点火正时综合 Motronic 电控喷射系统。1983 年推出 MONO-jetronic 单点喷射系统。

与此同时,美国和日本各大汽车公司也大力研制电控汽油喷射系统,开发出本公司的产品,冠以自己的名称,见表 1-1。

1979 年日产汽车公司开发出了能综合控制点火、废气再循环、空燃比和怠速转速,并具有自诊断功能的 ECCS 系统,装在公爵等轿车上。同年,福特和通用两家汽车公司也分别推出了 EEC-III 系统和 C-4 系统。

1980 年,三菱公司研制出装有卡尔曼涡流空气流量计的 ECI 系统,丰田公司研制出 TCCS 系统,通用公司研制出 TBI 节气门体喷射系统以及福特公司研制出的 CFI 型单点喷射系统等。

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尚安装化油器外,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、研制和应用曾列入“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、上海桑塔纳和北京切诺基等轿车上,已开始装用电控汽油喷射发动机。相信在不久的将来,中国人也会开发出自己的电控汽油喷射装置。

表 1-1 汽油喷射应用状况

公司名称	流量感应式		压力感应式	
	多点喷射	单点喷射	多点喷射	单点喷射
通用(G.M)	SFI MFI TPI	—	MFI	TBI DFI EFI
福特(Ford)	PFI	—	EEC IV EFI	CFI
克莱斯勒 (Chrysler)	—	EFI	PFI	—
丰 田	TCCS	—	EFI-D	Gi
日 产	ECCS	Ei	—	—
马自达	EGI	—	—	—
本 田	—	—	PGM-FI	DPI
三 菱	GCI - MULTI	ECI	—	—
五十铃	I-TEC	—	—	—
铃 木	FPI	—	EPI	—
大 发	—	—	EPI	—
现 代	EC-MULTI	—	—	—
大 众	VTG-Digital	—	—	—
卢卡斯 (Lucas)	CU15	—	—	—
	14UX-EFI	—	—	P-Digital
波许 (Bosch)	K-jetronic	—	—	—
	Ke-jetronic	—	—	—
	Ke-motronic	—	—	—
	Motronic	—	—	—
	L-jetronic	—	—	—
	LH-jetronic	—	—	—
	—	—	D-jetronic	—
	—	MONO-jetronic	—	—
	—	MONO-Motronic	—	—

二、汽油喷射的特点

装有电控汽油喷射系统的发动机,与化油器式发动机相比,主要有下列优点。

1. 空燃比的控制精度高

这是因为喷油器独立向各缸喷射燃油,因此能够减小各缸间的空燃比差。再加上点火、怠速和海拔高度等的辅助控制,使得发动机无论在什么环境、什么工况下,都可以得到最佳空燃比。保证汽车的正常行驶。

2. 发动机的充气效率高

因充气效率高,功率可提高 5% ~ 10%,转矩可提高 8% 以上。这是由于在进气系统中,没有像化油器那样的喉管,进气管的截面积较大,故进气压力损失小。此外,没有化油器后,可以适当加长进气管,充分利用吸入空气的惯性增压作用;汽油喷射系统也不像化油器那样,要求对进气管预热来促进汽油蒸发,进气温度较低,这些因素都有利于提高发动机的充气系数。

3. 燃油消耗率低,有害排放物少

燃油消耗率可降低 5% ~ 10%,有害气体的排放量可减少 20% 左右。原因首先在于电控喷射系统是根据发动机的运转条件来控制最佳空燃比的,不会向发动机供给多余的汽油。其次,当汽车急减速时,特别是汽车在紧急制动或当汽车下坡,驾驶员松开加速踏板使车汽油喷射系统中的控制器会向喷油器发出停止喷油信号。电控汽油喷射系统的中断燃油供给的功能,还可在不同转速范围时起作用。

4. 加速性能好

这是因为喷油器的安装位置在进气管“下游”,直接对着进气门前方,电控喷射系统的计算机完成一次喷油计量程序计算的速度极快,仅需 0.02ms。因此随气门开度的增加,能及时向汽缸提供最佳空燃比的混合气。

5. 冷起动性能良好

因为冷起动时,除主喷油器喷入起动补充喷油量外,冷起动喷油器也提供冷起动补充喷油量。又因燃油的雾化质量是由喷油压力及喷油器特性决定的,与发动机转速无关,因此冷起动时燃油仍能保持良好的雾化,使发动机冷起动性能良好。

6. 加速或减速时过渡响应好

因为控制系统能根据过渡工况的变化,适时地调节喷油量,使工况转换迅速、平顺。

7. 节气门附近不会结冰

因为节气门及其周围腔壁上还需出现化油器主喷管喷出的燃油汽化吸热,使周围温度下降,造成含过量水分的水蒸气结冰。

8. 减少爆震

由于各汽缸混合气在质与量两方面的均匀分配,汽油喷射发动机就可使用辛烷值低的汽油(约三个单位),允许有高的压缩比,同时也可以使爆震的倾向减少。

9. 故障的诊断与检修快速准确

由于电控汽油喷射系统可以设置自诊断子系统,随着自诊断功能的扩展与日趋完善,对含电控汽油喷射系统的发动机故障诊断与检修,将会进入一个全新的时代——快速、准确。

综上所述,电控汽油喷射系统的最大特点是空燃比控制精度极高,并由此使它可以达

到当前所制定的最苛刻的排放法规和最严格的燃油消耗标准的要求,同时也使发动机的动力性大幅度提高。满足了汽车在不同的工况和复杂的使用条件下的要求。

三、汽油喷射系统的分类

汽油喷射系统具有多种型式,通常可按空燃比的控制方式、喷射方式、喷射压力和结构特点来进行分类。其分类情况列于表 1-2。

表 1-2 汽油喷射系统分类一览表

汽油喷射分类	按空气量的检测方式	- 流量感应式(质量流量) - 压力感应式(速度密度)	
	按喷油器数目	- 多点喷射(MPI) - 单点喷射(SPI)	
	按喷射方式	- 连续喷射 - 间断喷射 - 非同步喷射 - 同时喷射 - 同步喷射 - 分组喷射 - 独立喷射	
	按控制方式	- 机械控制 - 喷油单项控制 - 电子控制 - 喷油一点火两项控制 - 多项控制(集中控制)	
	按喷油器喷射位置	- 缸内喷射(直接喷射) - 进气管内喷射(间接喷射)	
	按喷射压力	- 低压喷射 - 高压喷射	

1. 按空气量的检测方式分

(1) 流量感应式(质量流量式)。它是用空气流量计直接测量吸入的空气量,并根据空气量和发动机转速来确定喷油量。

(2) 压力感应式(速度密度式)。是利用测量到的进气管压力和发动机转速,间接测量空气量,再由空气量计算出汽油喷射量。

2. 按喷油器数目分(图 1-1)

(1) 多点喷射(MPI)。喷油器的数目与汽缸数相同,而且每个喷油器都装在各缸的进气管上,朝进气门前方喷油。

(2) 单点喷射(SPI)。在进气管的集合部(相当于安装化油器的位置)安装 1 个喷油器。

3. 按喷射方式分

(1) 连续喷射。燃油喷射的时间占有全循环的时间。连续喷射只适用于进气管喷射,其喷射条件是油路压力大于喷油器的开启压力。

(2) 间断喷射也称脉冲喷射,每一次喷射都有一个限定的喷射持续期。喷油持续期的长短控制着喷油量。

① 非同步喷射指与发动机转动不同步的间断喷射。如有些发动机在起动的加速等

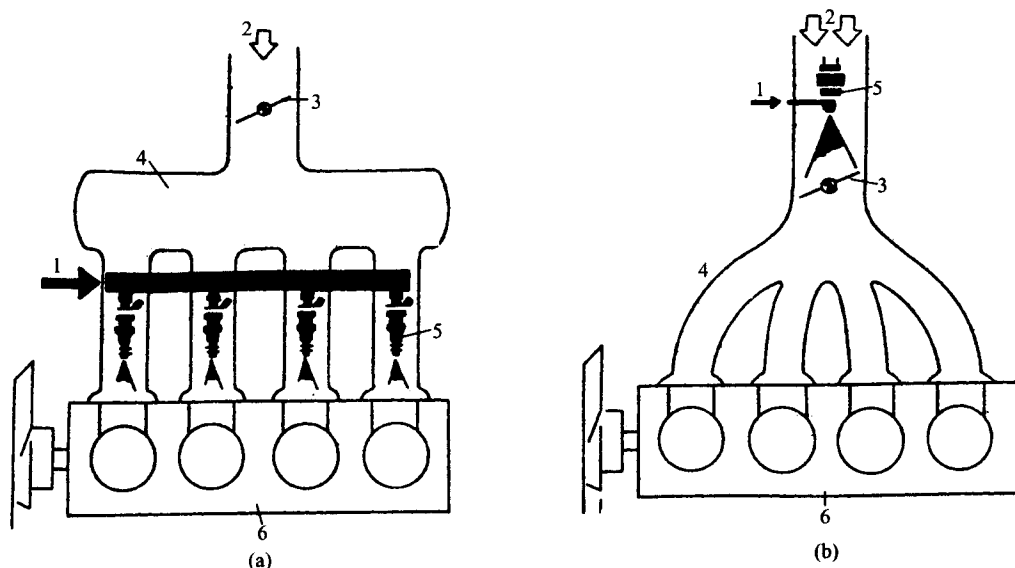


图 1-1 多点喷射与单点喷射

(a) 多点喷射; (b) 单点喷射。

1—燃油进口; 2—空气进口; 3—节气门; 4—进气歧管; 5—喷油器; 6—发动机。

过渡工况时, 喷油系统采用非同步喷射。

② 同步喷射指与发动机转动同步的间断喷射, 同步喷射又分下面三种(见图 1-2)。

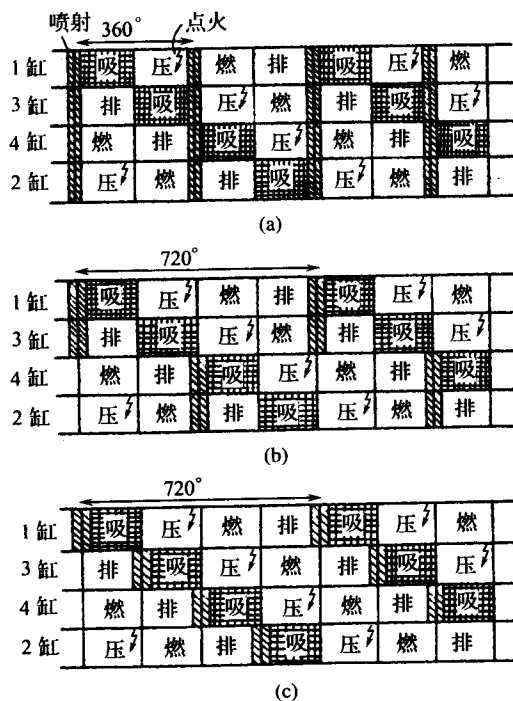


图 1-2 同步间断喷射示意图

a. 同时喷射。由轴每转一转每个气缸的喷油器同时喷射一次,每循环喷射两次,见图 1-2(a)。

b. 分组喷射。所有气缸分成两组,发动机每转一转只一组(半数喷油器)喷射,两组轮流交替(6缸可分为2组或3组),见图 1-2(b)。

c. 独立喷射。各缸喷油器按喷油定时依次单独进行喷射,发动机每转两转每个喷油器完成一次喷油,见图 1-2(c)。

4. 按控制方式分

1) 机械控制式

燃料的计量及喷油控制是通过机械传动与液压传动实现的。

2) 电子控制式

(1) 喷油单项控制。燃料的计量和喷油器的开启由电子控制器(9ECU)控制。

(2) 喷油一点火两项控制。燃油喷射与点火正时均由电子控制器控制。

(3) 多项控制。指发动机的电子控制器除了进行汽油喷射控制外,还能同时进行点火控制和怠速控制等多种控制形式。

5. 按喷油器的喷射位置分

(1) 缸内喷射是将燃油直接喷入气缸内,需要有较高压力(约 3.0MPa ~ 4.0MPa)的喷射方式。

(2) 进气管内喷射是将燃油喷入进气管的下端,进气门前方部位,喷射压力较缸内喷射低,约 0.25MPa ~ 0.3MPa。

6. 按喷射压力分

间接喷射式,按资料喷射压力的大小,可分为高压喷射和低压喷射两种。

(1) 高压喷射。高于进气管压力 0.2MPa 以上的喷射称为高压喷射。广泛用于多点喷射系统中。

(2) 低压喷射。指低于进气管压力 0.2MPa 以下的燃油喷射。广泛用于单点喷射系统中。

第二节 机械控制式汽油喷射系统

一、机械控制式汽油喷射系统(K-jetronic)

1. 结构

机械式(波许 K 型)汽油喷射系统结构如图 1-3 所示。

2. 工作原理

(1) 直接测量空气流量。

(2) 连续喷射燃油。

K 型喷射是一无外驱动的机械式汽油喷射系统,其燃油连续地与发动机吸入的空气量成比例地计量。可使用需要精确计量吸入空气量的排气控制装置。

3. 工作方式

如图 1-3 所示,吸入的空气流经空气滤清器、浮盘式空气流量计先经节气门流入进

节气门旁通通道上站充空气滑阀给发动机输入一个额外空气量。

发动机停机后,蓄压器还长时间地保持有压力,这样就可以防止燃油路形成气阻和确保顺利热起动。

二、带计算机的机械式汽油喷油系统(KE-jetronic)

KE-jetronic 与 K-jetronic 的区别是因安装了微型计算机(控制器),淘汰了暖机调节器,由电-液压力调节器(执行元件)取而代之。由膜片式燃油压力调节器代替 K 型中的活塞式压力调节器等。

1. 结构

KE 型装有计算机的机械式喷射装置的总体结构布置如图 1-4 所示。

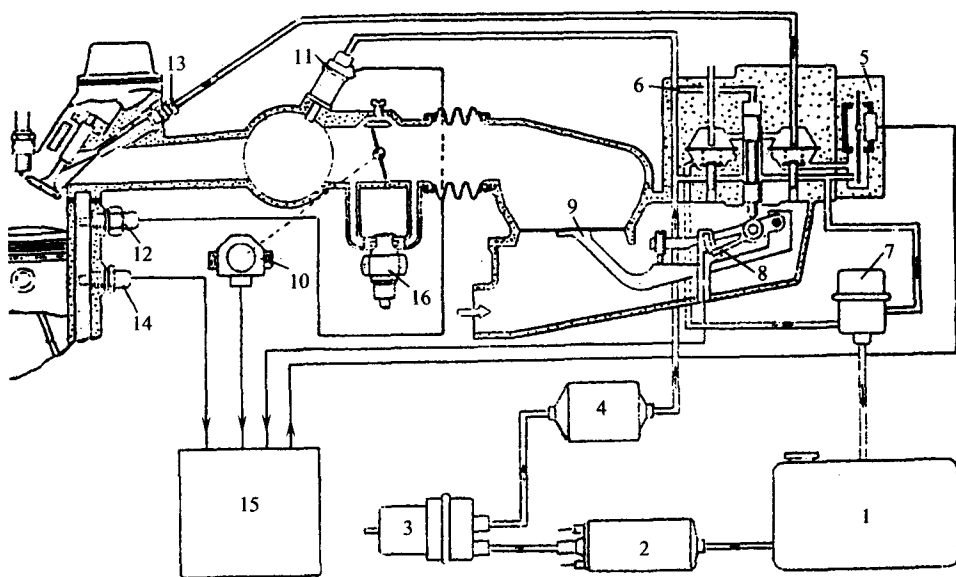


图 1-4 机械式汽油喷射装置的总体结构布置示意图

1—燃油箱; 2—燃油泵; 3—蓄压器; 4—燃油滤清器; 5—电-液压力调节器; 6—燃油量分配器;
7—燃油压力调节器; 8—电位计; 9—空气流量计; 10—节气门开关; 11—冷起动阀; 12—温度时间开关;
13—喷油器; 14—水温传感器; 15—控制器; 16—补充空气滑阀。

2. 工作原理

- (1) 连续喷射燃油(可自动喷射 2000 次/s)。
- (2) 直接测量空气量。
- (3) 喷油器的喷油量取决于燃油分配器控制柱塞的升程与其差压阀下室压力的大小。

3. 工作方式

空气流量计与燃油分配器也是机械式汽油喷射系统的两个完整的基础组件。它们平行地完成工作,其中一个组件不工作时,另一个也不能工作。发动机工作时,空气流量计的计量盘上、下浮动,通过杠杆使燃油量分配器的控制柱塞动作,从而改变了控制柱塞套筒上的计量槽口找开截面的大小。

燃油量分配器差压阀下室的油压电-液压力调节器进行调节。电-液压力调节器由计算机控制。计算机根据接收的水温传感器、节气门开关、空气流量计的电位计等发出的信号,经处理后向电-液压力调节器输送控制电流信号(0~120mA),以便控制喷油器的载油量,满足发动机在冷起动、暖机时对油量的需要,以及迅速加速到电高转速和怠速工况时对混合气的要求。

当电子装置出现故障或电路出现任何断路时,整个喷射装置仍能工作。

第三节 多点式电子控制汽油喷射系统

多点式电控汽油喷射系统中,凡采MPA-传感器(进气管压力传感器)通过测量进气管压力感应式电控汽油喷射系统,凡采用摆板式空气流量计、热线式或热膜式空气流量计和卡尔曼旋涡式空气流量计来测量空气量的系统,称为流量感应式汽油喷射系统。

一、多点压力感应式汽油喷射系统(D-jetronic)

D-jetronic 是最早的、典型的多点压力感应式喷射系统。美国通用、福特、克莱斯勒,日本的丰田、本田、铃木和大发等公司也有类似产品(见表1-1)。

1. 总体结构

图1-5所示为其总体结构框图。

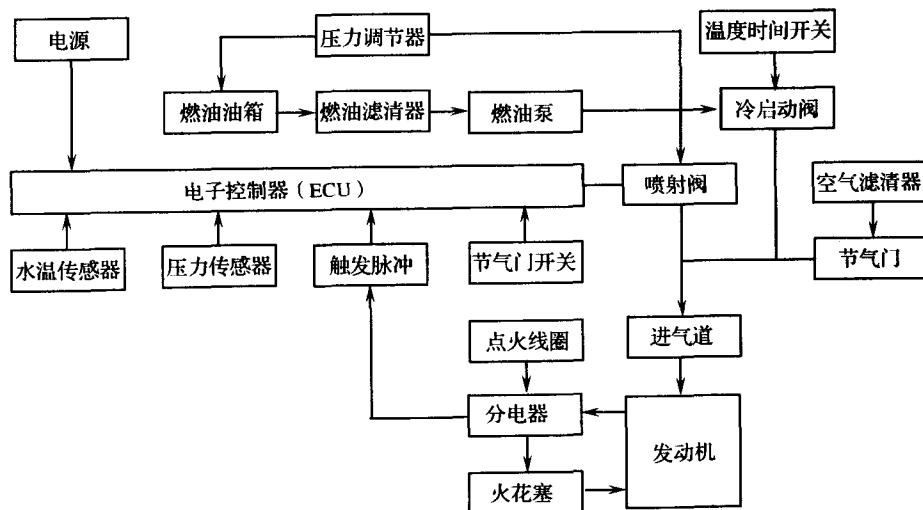


图1-5 多点压力感应式汽油喷射系统总体结构框图

2. 工作原理

- (1) 进气歧管压力测量。
- (2) 主要控制变量:进气歧管压力及发动机转速。
- (3) 间断喷射。

3. 工作方式

燃油泵下接将燃油输送到电磁喷油器,燃油压力调节器保证喷射压力恒定。压力过高时,多余的汽油回燃油箱。电磁喷油器将燃油喷入进气门之前的进气歧管。每个汽缸

有一个电磁喷油器。为了减少损耗,4缸发动机以两个喷油器为一组将其电路并联,6缸发动机以三个喷油器为一组并联。凸轮轴转一周完成一次分组喷油,一部喷油器承受一个大约为0.2MPa的恒定压力。每工作冲程供给汽缸的燃油量用控制电磁喷油器的开启持续时间来计量。由电子控制器(ECU)供给控制脉冲,其持续时间由进气歧管压力、发动机转速及其他修正变量确定。这些修正变量由机电传感器(压力传感器、温度传感器、节气门开关和分电器中确定喷射开始时间的触发器触点)在发动机上进行检测,并作为电量信号输入ECU。

在冷启动和暖机阶段(约35℃以下),冷启动阀开启,吸入的空气由此处补充油量加浓。

二、多点喷射流量感应式电控制喷射系统

1. 波许 L-jetronic

1) 总体结构

L型电控喷射系统的总体结构如图1-6所示。

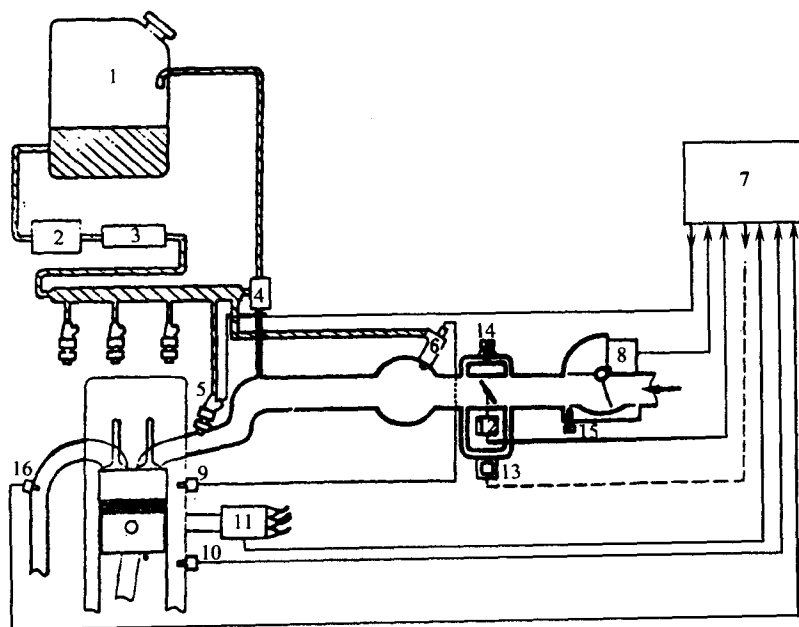


图 1-6 L-jetronic 总体结构

- 1—燃油箱; 2—燃油泵; 3—燃油滤清器; 4—燃油压力调节器; 5—喷油器; 6—冷启动阀;
7—电子控制器; 8—空气流量计; 9—温度时间开关; 10—冷却液温度传感器; 11—发动机转速信号(分电器);
12—节气门开关; 13—补充空气滑阀; 14—怠速调节螺钉; 15—混合气调节螺钉; 16—氧传感器。

2) 工作原理

(1) 空气量测量。

(2) 主要控制变量: 空气量与发动机转速。

(3) 间断喷射。

L型流量感应式电控汽油喷射系统是在D型喷射的基础上结合直接空气量测定的优点开发的。