

轿车汽油喷射系统 维修技术手册

秦川 主编



机械工业出版社

轿车汽油喷射系统维修技术手册

秦 川 主编



机械工业出版社

本手册选编了日、韩及欧美等国 90 年代生产的 100 余种轿车上所装备的近 50 种汽油喷射装置的维修资料。

本手册简明扼要地介绍了各类汽油喷射系统的结构特点和工作原理；详细地介绍了各类汽油喷射系统的检查、调整及故障诊断方法，同时给出了有关自诊断代码和相关技术数据。

本手册图文并茂，实用性强，适合广大汽车使用和维修企业的工程师、技术员、维修技工及驾驶员阅读，也可供大专院校、中专、中技汽车运用专业的师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

轿车汽油喷射系统维修技术手册 / 秦川主编. — 北京：
机械工业出版社，1997
ISBN 7-111-05654-X

I. 轿… I. 秦… I. 轿车-发动机-供输油系统-维修
-技术手册 N. U472.462

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 09420 号

出版人：马九畴（北京市百万庄南街 1 号 邮政编码 100037）
责任编辑：蔡耀辉 版式设计：张世琴 责任校对：刘志文
封面设计：姚学峰 责任印制：卢子祥
北京市密云县印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行
1997 年 9 月第 1 版第 1 次印刷
787mm×1092mm^{1/16}·28.25 印张·691 千字
0 001—5 000 册
定价：42.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

前 言

自 80 年代末开始,我国陆续进口了装有各类汽油喷射装置的轿车,目前,此类轿车的保有量已达 20 万辆左右。近年来国内一些厂家也引进了汽油喷射技术,生产出了装有汽油喷射发动机的轿车和旅游车。传统的化油器式汽车的地位开始动摇。

我们编写这本手册的目的,就是为了向从事轿车汽油喷射系统的使用、维修企业(或公司)和个人提供维修技术和维修资料,以适应汽车喷射电子化的需要。

鉴于我国目前的汽油喷射维修技术尚处于起步阶段,为了满足初学者的要求,本手册介绍了各种燃油喷射系统的分类、结构特点与工作原理,在此基础上,详细介绍了燃油喷射装置的基本操作技术及其检查、调整工艺,故障的自诊断操作程序。

本手册适合从事汽车使用和维修的工程技术人员、技工、驾驶员以及大专院校汽车运用专业的师生参考。

本书由西安公路交通大学秦川主编。第一篇第一章、第三章由刘瑞孖编写,第一篇第二章由秦新宇编写,第二篇、第三篇由秦川编写。

由于作者水平有限,书中不妥和错误之处难于避免,恳请读者批评指正。

作 者

1996 年 9 月

目 录

前言

第一篇 基础知识

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 8

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 18

第一节 燃油供给装置的主要部件 18

第二节 空气量测量装置 24

第三节 传感器 27

第四节 怠速调节装置 30

第五节 阀类 32

第六节 电子控制器 33

第三章 汽油喷射系统维修操作

技术 37

第一节 维修操作安全技术 37

第二节 一般维修操作技术 39

第三节 燃油喷射系统故障的检查程序 47

第四节 常用维修工具及检测仪器 51

第二篇 日、韩轿车汽油喷射系统的维修

第一章 丰田(TOYOTA)轿车汽油

喷射系统的维修 54

第一节 丰田卡莉娜(carina)11 2.0i

丰田佳美(camry)GLI 2.0

丰田舒帕拉(supra)3.0i 54

第二节 丰田佳美(camry)GLXi V6 68

第三节 丰田赛利卡(celica)2.0 GTi-16

丰田 MR2 2.0 GT/GT T-Bar 76

第四节 丰田赛利卡(Celica)GT-Four 84

第二章 马自达(MAZDA)轿车电子控

制汽油喷射系统的维修 92

第一节 马自达(MAZDA)626 2.2 12V

马自达(MAZDA)929 2.2 12V 92

第二节 马自达(MAZDA)929 3.0 V6 101

第三节 马自达(MAZDA)MX-3 1.6 108

第四节 马自达(MAZDA)MX-3 1.8 120

第五节 马自达(MAZDA)MX-5/Miata ... 129

第三章 日产、本田、三菱、五十铃汽车

电控汽油喷射系统的维修 138

第一节 日产(NISSAN)帕利摩拉(Primera)

2.0 LS/GS/GSX 138

第二节 日产(NISSAN)帕利摩拉(Primera)

2.0 ZX 146

第三节 本田(HONDA)协奏曲(Concerto)

1.5i/1.6i/1.6i-16 152

第四节 本田(HONDA)序曲(Prelude)

4WS 2.0i-16 164

第五节 三菱 雄驹(Colt)1600 GTi 16V

三菱 枪骑兵(Lancer)1600 GTi 16V

三菱 华丽(Galant)

2000 GTi 16V 173

第六节 五十铃(ISUZU) 骑兵(Trooper)

2.6i 181

第七节 现代(HYUNDAI) 奏鸣曲(Sonata)

1.8i/2.0iGL 及 GLS/2.4iGLS ... 187

第三篇 欧、美轿车汽油喷射系统的维修

第一章 奔驰(BENZ)、宝马(B、M、W)轿车

汽油喷射系统的维修 198

第一节 奔驰 190E/E2.3-16V

奔驰 230E 198

第二节 奔驰 190E2.6(201)

奔驰 260E/300E/CE/TE(124)

奔驰 260SE/300SE(126)

奔驰 300SL(107) 211

第三节 奔驰 300SE/SEL(140)

奔驰 400SE/SEL(140)

	奔驰 500SE/SEL(140)	218		第五节 萨伯 900i 16/900SE	329
第四节	宝马 316i		第四章	标致、雪铁龙轿车电控汽油喷射系统的维修	338
	宝马 318i			第一节 雪铁龙 ZX1.6/XM2.0	
	宝马 518i	222		标致 405 1.6/405 2.0	338
第五节	宝马 316i(E36)		第二节	雪铁龙 ZX1.9/BX 1.9	
	宝马 318i(E36)	226		标致 205 1.9/309 1.9/	
第六节	宝马 320i(E36)			405 1.9	345
	宝马 325i(E36)	232	第三节	雪铁龙 BX 1.9 16V	
第七节	宝马 520i 宝马 525i			标致 309 1.9 16V/	
	宝马 530i 宝马 535i			405 1.9 16V	352
	宝马 730i 宝马 735i	237	第四节	雪铁龙 ZX1.9/BX 1.9 GTI/XM 2.0	
第二章	奥迪(AUDI)、大众(VW)轿车汽油喷射系统的维修	242		标致 405 1.9/605 2.0	359
第一节	奥迪 100 2.0	242	第五节	雪铁龙 XM 2.0	
第二节	奥迪 80/90 2.0 16V			标致 605 2.0	368
	奥迪 80/90 2.0 8V	252	第六节	雪铁龙 XM V6 3.0	
第三节	奥迪 V8 3.6	262		标致 605 SV V6 3.0	376
第四节	大众 高尔夫/捷达 1.8		第五章	雷诺(RENAULT)、阿尔法·罗米欧(ALFA ROMEO)轿车电控汽油喷射系统的维修	384
	大众 帕萨特 1.8 GT	271		第一节 雷诺 克利奥 1.2/1.4	
第五节	大众 高尔夫 GTI 16V			雷诺 R19 1.4	384
	大众 捷 达 GTI 16V		第二节	雷诺 克利奥 1.8RT	
	大众 帕萨特 16V	278		雷诺 R19 1.8 16V	389
第六节	大众 高尔夫 GTI 1.8 G60		第三节	雷诺 R21 TXI 12V	
	大众 高尔夫 Rallye G60			雷诺 R25 TXI 12V	398
	大众 帕萨特 GT 1.8 G60	290	第四节	阿尔法·罗米欧 164 2.0	404
第三章	沃尔沃(VOLVO)、萨伯(SAAB)轿车电控汽油喷射系统的维修 ...	297	第五节	阿尔法·罗米欧 164 3.0 V6	410
第一节	沃尔沃 440 1.7		第六章	福特(Ford)轿车电控汽油喷射系统的维修	417
	沃尔沃 460 1.7			第一节 福特 菲斯塔 1.4	
	沃尔沃 480 1.7	297		福特 护卫者 1.4	417
第二节	沃尔沃 440 1.7 Turbo		第二节	福特 山岭 2.0	
	沃尔沃 460 1.7 Turbo			福特 斯克利奥 2.0	426
	沃尔沃 480 1.7 Turbo	306	第三节	福特 斯克利奥 2.9 24V	433
第三节	沃尔沃 740 2.0 16V		附录 中-英缩略语对照表	443	
	沃尔沃 740 2.3 8V				
	沃尔沃 740 2.3 16V	313			
第四节	沃尔沃 960 3.0 24V	321			

第一篇 基础知识

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。50 年代初期汽油喷射技术率先在赛车发动机上得到应用。1950~1953 年,在轿车用发动机中两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,且向气缸内喷射。这种装置结构复杂,价格昂贵,再加之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,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它的必然性和可能性。这就是从 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 型替代产品电控断续喷射系统 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控制的 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 1-1-1。

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-Ⅱ系统和 C-4 系统。

1980 年及以后出台的有三菱公司装有卡尔曼涡流空气流量计的 ECI 系统;丰田公司的 TCCS 系统;通用公司的 TBI 节气门体喷射系统;福特公司的 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,其它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、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。我们相信在不久的将来,中国人也会开发出自己的电控汽油喷射装置。

表 1-1-1 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	Ci
日 产	ECCS	Ei	—	—
马自达	EGI	—	—	—
本 田	—	—	PGM-FI	DPI
三 菱	ECI-MULTI	ECI	—	—
五十铃	I-TEC	—	—	—
铃 木	EPI	—	EPI	—
大 发	—	—	EFI	—
现 代	EC-MULTI	—	—	—
大 众	VAG-Digifant	—	—	—
卢卡斯 (Lucas)	CU15	—	—	—
	14CUX-EFI	—	—	P-Digital
波 许 (Bosch)	K-jetronic	—	—	—
	KE-jetronic	—	—	—
	KE-Motronic	—	—	—
	Motronic	—	Motronic-MP3.1	—
	L-jetronic	—	—	—
	LH-jetronic	—	—	—
	—	—	D-jetronic	—
	—	MONO-jetronic	—	—
	—	MONO-Motronic	—	—

二、汽油喷射的特点

装用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量系数。

3. 燃油消耗率低,有害排放物少

燃油消耗率可降低5%~15%,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辆惯性行驶时,电控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,电控喷射系统的微机完成一次喷油计量程序计算的速度极快,仅需0.02ms。因此随节气门开度的增加,能及时向气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不会出现化油器主喷管喷出的燃油汽化吸热,使周围温度下降,造成含过量水份的水蒸气结冰。

8. 减少爆震

由于各气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1-1-2。

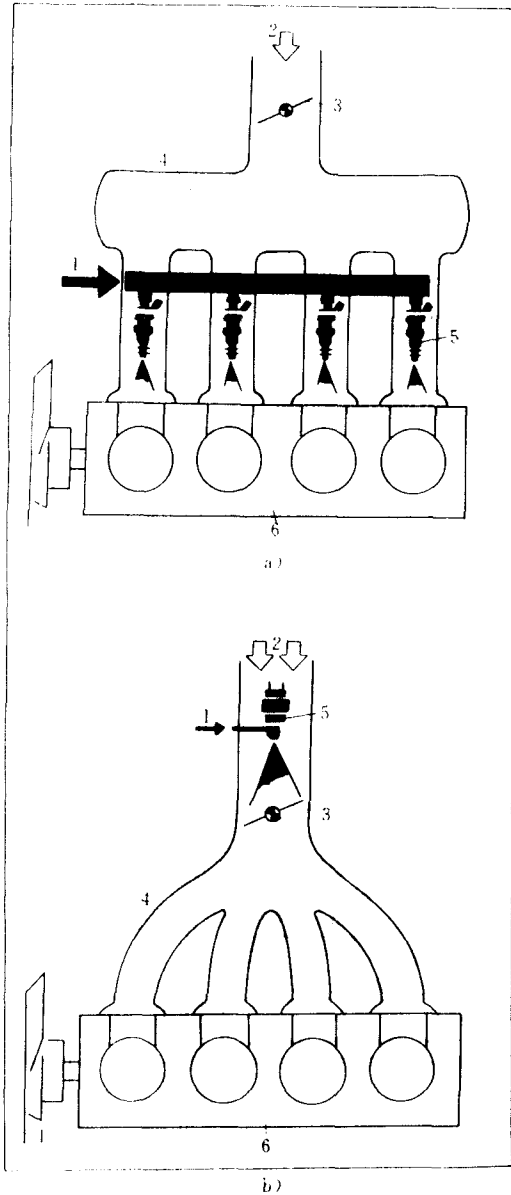


图 1.1.1-1 多点喷射与单点喷射

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

1.1.1-2a。

② 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 1.1.1-2b。

③ 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 1.1.1-2c。

4. 按控制方式

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

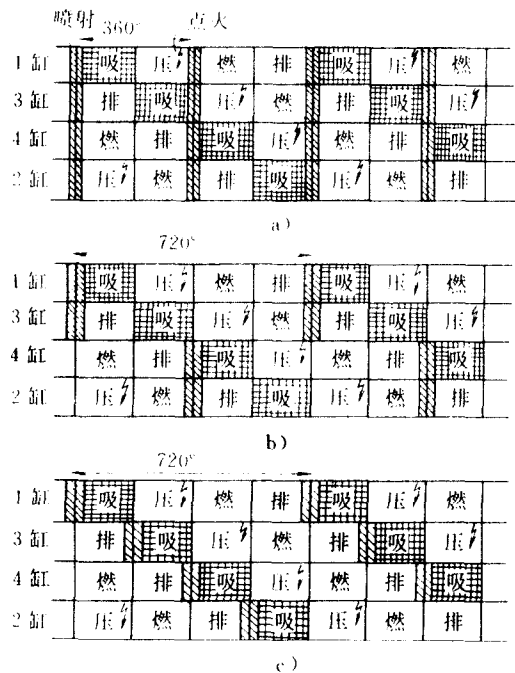


图 1.1.1-2 同步间断喷射示意图

(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（ECU）控制。

(2) 喷油-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

2. 工作原理

- 直接测量空气流量
- 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 1.1.2-1 所示，吸入的空气流经空气滤清器、浮盘式空气流量计并经节气门流入进气歧管，然后进入各气缸。燃油由电动燃油泵从油箱吸出，经蓄压器及燃油滤清器供给燃油分配器。燃油分配器中的压力调节器可使系统压力恒定在 0.47MPa，当系统压力超过规定值时，过量燃油就流回燃油箱。

空气流量计使燃油量分配器的控制柱塞动作，分配器就给发动机每个气缸分配所需的燃油量。精确计量的燃油连续地输送给由弹簧加载的喷油器。喷油器再将燃油呈细雾状喷射到发动机进气门前的进气道中。当进气门打开时，燃油与被吸入的空气一起进入气缸。油量分配器上作用着由暖机调节器调节的控制压力。以实现暖机过程中混合气加浓与混合气由浓变稀的调节过程。控制压力随发动机温度的升高在 0.05~0.37MPa 之间变化。

喷油器无计量功能，是弹簧加载的，当压力为 0.33MPa 时就开启。发动机停机时，系统压力降至喷油器开启压力以下时，喷油器关闭。

为了使发动机在冷启动时获得足够的燃油，可用电磁冷启动阀把燃油喷射到总进气管道中。

暖机调节器是经燃油量分配器与系统压力回路联接的。在暖机过程中，由于冷凝而产生的燃油损耗可通过加浓可燃混合气来补偿。暖机时，为了使怠速稳定，可利用并联在节气门旁通风道上的补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启动。

二、带电脑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电脑（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 型装有电脑的机械式喷射装置的总体结构布置如图 1.1.2-2 所示。

2. 工作原理

- 连续喷射燃油（每秒钟可自动喷射 2000 次）。
- 直接测量空气量。
- 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打开截面的大小。

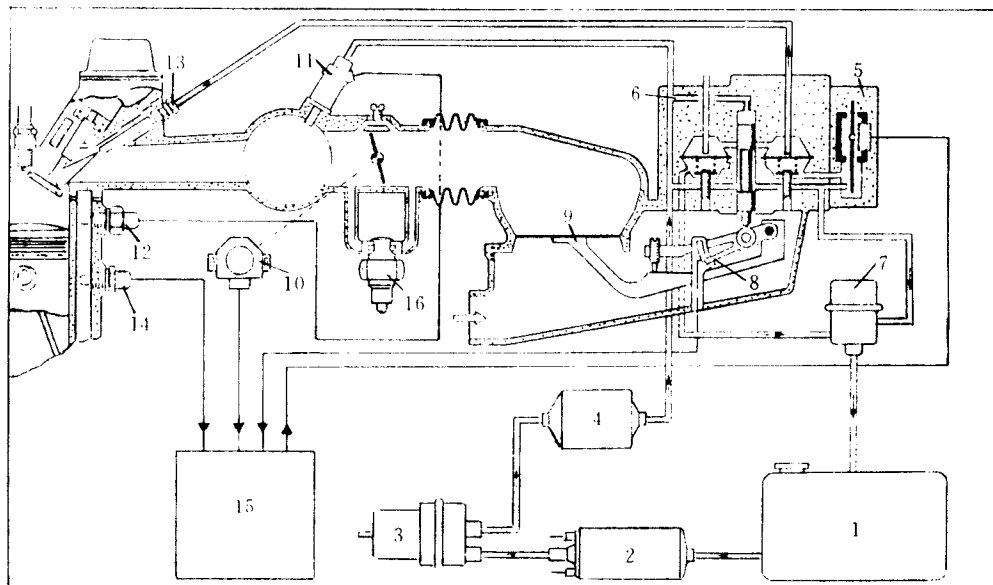


图 1.1.2-2 机械式汽油喷射系统结构示意图

- 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（电脑） 16—补充空气滑阀

燃油量分配器差压阀下室的油压由电-液压力调节器进行调节。电-液压力调节器由电脑控制。电脑根据接收到的水温传感器、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），以便控制喷油器的喷油量，满足发动机在冷起动、暖机时对油量的需要，以及迅速加速到最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中出现任何断路时，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，凡采用 MPA-传感器（进气管压力传感器）通过测量进气管压力来确定进气量的系统称为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）。

1. 总体结构

图 1.1.3-1 所示为其主要部件及其功能。

2. 工作原理

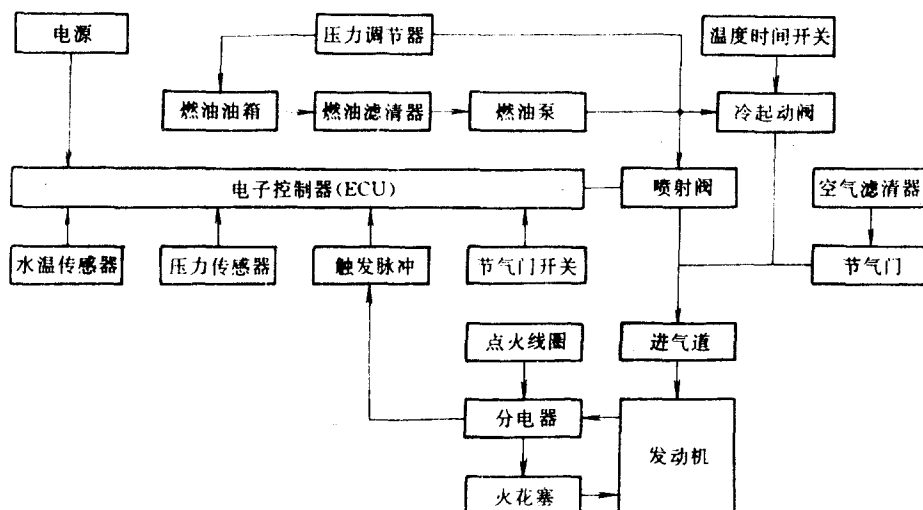


图 1.1.3-1 多点压力感应式汽油喷射系统总体结构框图

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

3. 工作方式

燃油泵直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，多余的汽油又流回燃油箱。电磁喷油器将燃油喷入进气门之前的进气歧管。每个气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循环。全部喷油器承受一个大约为0.2MPa的恒定压力。每工作冲程供给气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、发动机转速及其它修正变量确定。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。

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

二、多点喷射流量感应式电控喷射系统

1. 波许 L-jetronic

1) 总体结构

L型电控喷射系统的总体结构示于图 1.1.3-2

2) 工作原理

- 空气量测量
- 主要控制变量：空气量与发动机转速
- 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。

控制排气污染的辅助净化装置如废气再循环、排气净化后处理系统、氧传感器等均可用

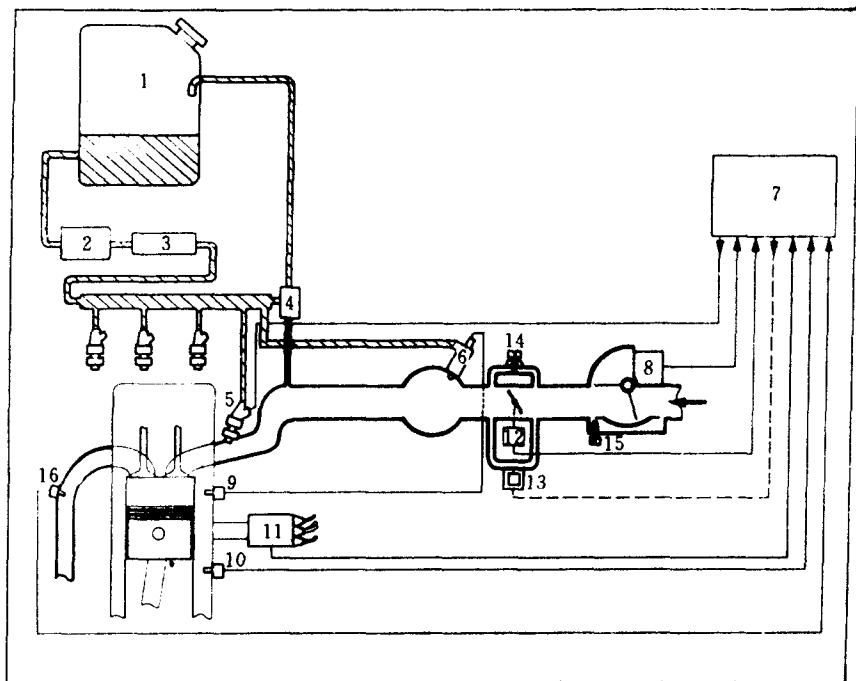


图 1.1.3-2 L-jetronic 总体结构

- 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—冷起动阀 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

于L型扩展功能控制。

3) 工作方式

与D型喷射系统的分组喷射不同，L型采用同时喷射方式，即喷油器在凸轮轴每转一周（曲轴转2圈）喷油两次，每次喷射量为所需燃油量的一半。第一次喷射燃油时进气门还是关闭的，第二次（吸气行程）时才开启。并且全部电气并联以减少损耗。为此，喷射脉冲可直接由分电器的断电触点触发，而省去D型中的专用触发触点。

为了输送燃油和产生喷射压力，使用了电动油泵。进入发动机的空气量由节气门的开度控制。为了得到正确的空燃比（1:14），用电位计测知摆板式空气流量计的开度并输送给控制器。为了在任何工况下获得最佳的空燃比，还要给控制器输入发动机温度、进气温度和节气门的怠速开度与满负荷开度。补充空气滑阀（在冷态时开启）在冷启动和暖机过程中用来增加进入的空气量。空气流量计中的可调旁通气道（并联）能改变进气道截面，因此也能改变空燃比。在发动机暖机过程中，冷起动阀是开启的，补充的燃油可到达进气歧管中。冷起动阀由温度时间开关来控制，与控制器无关。喷油器将燃油喷射到进气门前。

喷射量根据喷射阀的开启持续时间而定，此时间可由控制器决定。

2. 波许 LE-jetronic

波许 LE-jetronic 是 L-jetronic 的改进型，能使发动机以最佳的方式工作。LE 汽油喷射系统型与 L 型汽油喷射系统有以下几点不同：

- 喷射装置优化、价格低廉、控制器工作可靠、能耗降低。
- 喷油器内设置了高阻值线圈,其电阻值为 16.2Ω ,从而取消了喷油器外电路中的串联降压电阻。
- 在空气流量计中增设了一进气温度传感器,对吸入的空气进行温度校正。
- 插接件(电插头)数目减少。
- 通过电子继电器来驱动燃油泵。电子继电器取代了与空气流量计内油泵开关连接的组合继电器。

LE 型与 L 型汽油喷射系统的结构、工作原理和工作方式基本相同。

图 1.1.3-3 所示为 LE 型汽油喷射系统的总体布置图。

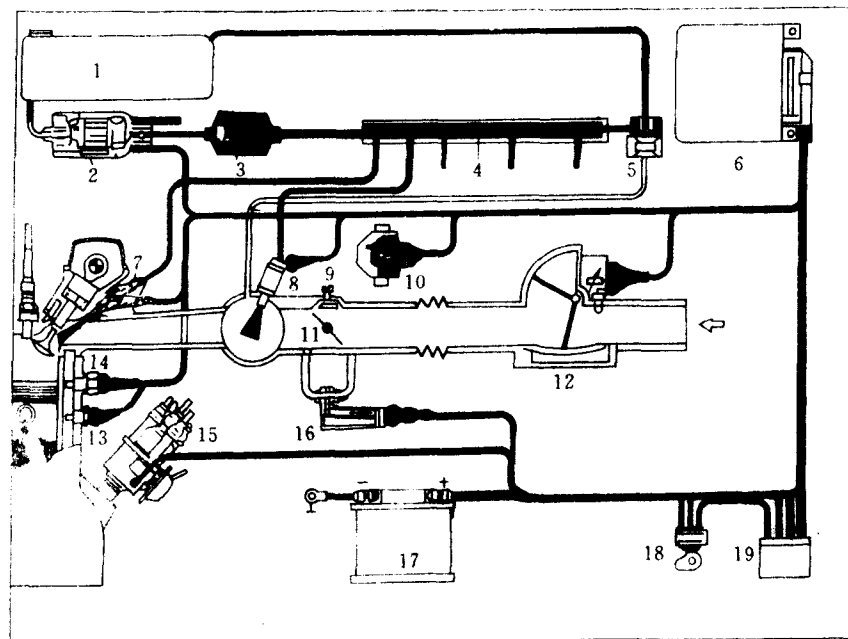


图 1.1.3-3 LE 型汽油喷射系统总体结构

1—燃油箱 2—电动燃油泵 3—燃油滤清器 4—燃油分配管 5—压力调节器 6—控制器 7—喷油器
8—冷启动阀 9—怠速调节螺钉 10—节气门开关 11—节气门 12—空气流量计 13—冷却液温度传感器
14—温度时间开关 15—分电器 16—补充空气滑阀 17—蓄电池 18—点火开关 19—继电器

3. 波许 LH 型汽油喷射系统

1) 结构

LH 型汽油喷射系统的总体结构示于图 1.1.3-4。

2) 工作内容

- 空气量测量。
- 主要控制变量：空气量与发动机转速。
- 间断喷射

LH 型汽油喷射系统的基础是 L 型汽油喷射系统,但以热线式空气流量计替代了机械-检测的摆板式空气流量计。热线位于进气管中,可以用电加热到 100°C 且可以控制在这一恒定温度上。根据吸入空气量的多少,热线或多或少要受到冷却。为了保持 100°C 的温度不变,加热