

新型汽车维修技术丛书

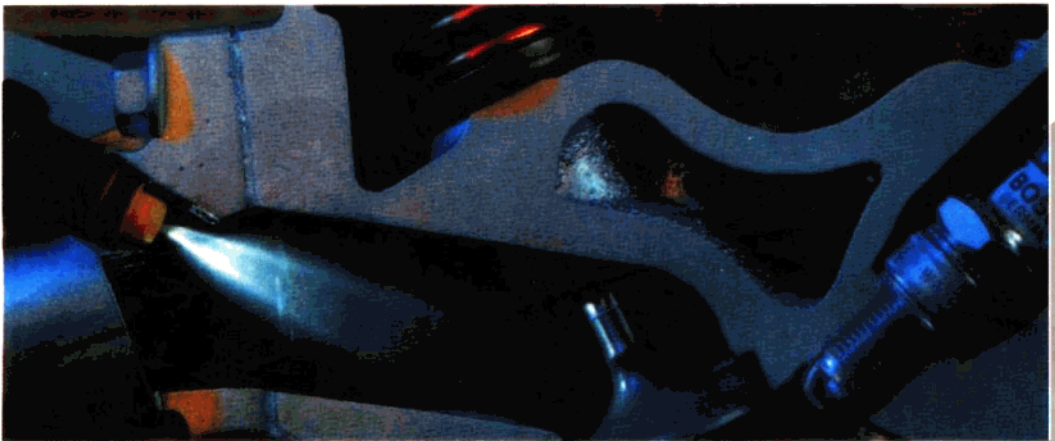


王忠良 刘志忠 陈昌建 编著

电控汽油喷射系统

河北科学技术出版社

维修技术



新型汽车维修技术丛书

电控汽油喷射系统维修技术

王忠良 刘志忠 陈昌建 编著

河 北 科 学 技 术 出 版 社

图书在版编目(CIP)数据

电控汽油喷射系统维修技术/王忠良等编著. —石家庄:
河北科学技术出版社, 1998
(新型汽车维修技术丛书)
ISBN 7-5375-1823-8

I. 电… II. 王… III. 汽车-活塞式发动机-电气控制-
喷油器-维修 IV. U472.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 33155 号

电控汽油喷射系统维修技术

王忠良 刘志忠 陈昌建 编著

河北科学技术出版社出版发行(石家庄市和平西路新文里 8 号)

河北新华印刷一厂印刷 新华书店经销

787×1092 1/16 20.5 印张 486,000 字 1999 年 3 月第 1 版
1999 年 3 月第 1 次印刷 印数:1--5,000 定价:23.00 元

前 言

随着汽车保有量的迅猛增加,汽车排气污染日益严重,为保护环境,各国相继制定了严格的排放法规。而使用传统的化油器式发动机很难达到法规所要求的标准,为此设计者设计了电控汽油喷射系统。使用电控汽油喷射系统不仅可以解决汽车排气污染问题,而且还可以提高汽车的动力性、燃料经济性。由于电子工业的发展,为汽车工业提供了性能卓越、价格低廉的电子产品,降低了电控汽油喷射发动机的成本,使其普及应用成为可能。到1994年,日本、美国、德国等汽车发达国家生产的2.0L以上排气量的汽车上都装用了电子控制汽油喷射发动机,完成了汽车工业上的一次重要革命。在我国,电子控制汽油喷射技术的应用虽然刚刚起步,但随着改革开放的不断深入,我国的汽车工业将会得到快速发展,电控汽油喷射系统完全取代化油器供油系统将会指日可待。而与其配套的汽车维修业也应进行相应的变革。

电子控制汽油喷射发动机与传统的发动机在结构上、工作原理上都有很大区别。其主要区别是:电子控制汽油喷射发动机的燃油供给系统能够根据进入气缸的空气量,按混合比要求喷射汽油,实现了定量控制。克服了化油器供油发动机供油量控制不准确(即定性控制)的缺点。这项功能的实现主要依靠发动机的电子控制系统。

电子技术在汽车上的应用使得汽车维修人员对新型汽车的维修感到十分困难,甚至无从下手,认为电控汽油喷射系统高深莫测。这就需要汽车维修工及时地补充新知识。其实,发动机的电子控制系统并不十分复杂,只要具备基本的电学知识,再经过系统的学习是完全可以掌握的。只要掌握了电控汽油喷射系统的结构、工作原理及基本的操作方法,再具备相应车型的技术资料,即可开始电控汽油喷射系统的维修工作。

本书从实用的角度出发,以常见的车型为例,对电控汽油喷射系统各组成部件的结构、原理、故障检测方法进行了详细的阐述,并给出了部分车型的检测数据,能够满足广大汽车维修工对电喷知识的要求,具有很强的针对性。

本书在编写过程中参考了大量的国内外资料,在此谨向资料的作者表示衷心的感谢。鉴于作者水平有限,文中错漏在所难免,敬请广大读者不吝赐教,予以指正。

本书可供汽车维修工及驾驶员使用,也可作为中等专业学校、技工学校的知识更新教材,同样也可作为“电控汽油喷射技术”培训教材。

编著者

1997年12月

目 录

第一章 概述	(1)
第一节 汽油喷射系统的发展过程及分类	(1)
第二节 典型汽油喷射系统	(6)
第二章 传感器及其检测	(17)
第一节 概述	(17)
第二节 进气压力传感器及其检测	(19)
第三节 节气门位置传感器及其检测	(23)
第四节 曲轴位置传感器及其检测	(27)
第五节 水温与进气温度传感器及其检测	(35)
第六节 氧浓度传感器及其检测	(38)
第七节 爆震传感器及其检测	(44)
第八节 翼板式空气流量计及其检测	(46)
第九节 卡尔曼涡流式空气流量计及其检测	(49)
第十节 热线式空气流量计及其检测	(52)
第十一节 开关信号及其检测	(56)
第十二节 可变电阻	(61)
第三章 执行器及其检测	(63)
第一节 油泵及其检测	(63)
第二节 燃油压力调节器及其检测	(76)
第三节 怠速控制阀及其检测	(78)
第四节 冷启动系统及其检测	(87)
第五节 喷油器及其检测	(90)
第六节 点火系及其检测	(98)
第七节 进气控制系统及其检测	(101)
第八节 排气污染控制系统及其检测	(104)
第九节 故障自诊断系统	(109)
第十节 安全保险与备用系统	(113)
第四章 电控汽油喷射系统实例	(115)
第一节 北京切诺基发动机电控汽油喷射系统	(115)
第二节 日产 VG30E 发动机微机集中控制汽油喷射系统	(137)
第三节 丰田 2JZ—GE 发动机电控汽油喷射系统	(145)
第四节 丰田 1UZ—FE 发动机电控汽油喷射系统	(148)
第五节 本田 ACCORD2.0 轿车发动机电控汽油喷射系统	(151)

第六节	沃尔沃轿车电控汽油喷射系统·····	(153)
第七节	上海桑塔纳 2000 轿车发动机电控汽油喷射系统 ·····	(153)
第八节	天津夏利轿车电控汽油喷射系统·····	(153)
第五章	电控汽油喷射系统故障诊断与排除·····	(156)
第一节	电控汽油喷射系统维修注意事项·····	(156)
第二节	电子控制系统的基本检测方法·····	(158)
第三节	电控汽油喷射系统故障诊断·····	(161)
第四节	故障表诊断法·····	(165)
第五节	逻辑分析诊断法·····	(175)
第六节	电路检测诊断法·····	(182)
第七节	故障征兆模拟法·····	(244)
第八节	自诊断法·····	(245)
第九节	其他故障诊断方法·····	(294)
第六章	机械式与机电结合式汽油喷射系统·····	(296)
第一节	机械式汽油喷射系统·····	(296)
第二节	机电结合式汽油喷射系统·····	(304)
第三节	机电结合式汽油喷射系统的检修·····	(310)
第七章	故障诊断实例·····	(318)

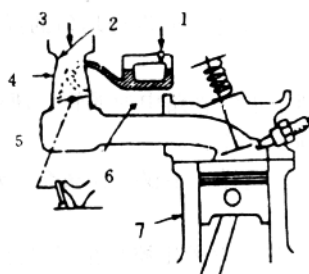
第一章 概述

作为现代科学技术在汽车上的应用,电子控制汽油喷射发动机已经得到迅速发展。自50年代汽车上首次装用汽油喷射发动机至今,短短的40年,汽油喷射系统已发展到相当完善的程度,得到了广泛的应用。可以相信,在不久的将来,汽油喷射供油方式将会取代化油器供油方式。

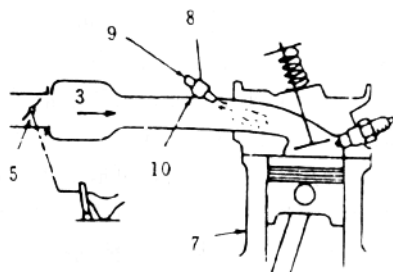
第一节 汽油喷射系统的发展过程及分类

一、汽油喷射系统的发展过程

传统汽油发动机的燃油供给方式是化油器供油。化油器供油方式是利用进气管中的真空度,通过各种量孔将汽油吸入进气管并雾化。如图1-1(a)所示。其供油量控制精度不高,雾化不好,造成汽车排气污染严重。随着环境污染日益严重和人们对汽车排放的要求越来越严格,化油器供油方式越来越显示出其难以克服的缺点:



(a) 化油器供油



(b) 汽油喷射

图1-1 汽油机燃油供给方式

1. 汽油 2. 喉管 3. 空气 4. 化油器 5. 节气门 6. 浮子室 7. 发动机 8. 控制装置 9. 压力汽油
10. 喷油器

(1) 充气效率低。化油器供油是依靠喉管处产生的真空度进行的。但在进气管中设置喉管会减小进气的流通截面积,增大进气阻力,造成充气效率(即充气量)的降低,使发动机的输出功率受到限制。另外,为了使燃油雾化良好,又必须利用排气管的排气热量对进气加热,这也会使进气的密度下降,使充气质量减少,造成充气效率的降低。

(2) 压缩比低。对进气的加热会使爆震的可能性增大。这就限制了压缩比的提高,降低了燃料燃烧能量的利用率,使发动机的经济性难以提高。

(3) 混合气分配不均。由于汽油雾化不良,会造成混合气分配不均,使发动机的动力性下降。

(4) 排气污染严重。汽车的排气污染物主要是指 CO (一氧化碳)、HC (碳氢化合物)、和 NO_x (氮氧化合物)。CO 的生成主要取决于空燃比,它是燃烧不完全的产物。HC 是由于气缸内壁面的激冷效应产生的,也属未燃物。CO 和 HC 只要在合适的高温下,有充足的氧气(空气),即可得到消除。而 NO_x 的生成主要取决于火焰温度和火焰前锋中是否有富氧(即除去正常燃烧所需氧以外的氧的富余量)和持续的高温。要想降低 NO_x 的排放量,则应降低最高燃烧温度(措施是降低压缩比和进气压力等)和富余氧的含量(使用浓混合气)。由此看来,降低 CO、HC 的排放量和降低 NO_x 的排放量所采用的方法有矛盾。即不可能采用一种措施来彻底消除汽车排出的有害气体。最理想的方法是严格控制空燃比,使进入气缸的可燃混合气始终保持在理想空燃比(空燃比=14.7)附近,让进入气缸的混合气都能获得良好反应,再配合使用其他措施,将汽车污染物排放量降低到最低限度。然而,若想使可燃混合气的空燃比保持在 14.7 附近,采用化油器式供油方式是不可能做到的。

(5) 冷启动性差。在低温下,燃油雾化差,得不到混合均匀的混合气,因而难以启动。

与此不同,汽油喷射系统是根据传感器检测到的进气质量,向喷油器发出喷油信号,使其直接向进气歧管喷入适量雾状汽油,与空气均匀混合形成可燃混合气,如图 1-1 (b) 所示。喷油器喷油量的大小主要取决于进气质量,使汽油喷射发动机可获得空燃比控制精确的、雾化均匀的可燃混合气。

与同排量的化油器式发动机相比,汽油喷射发动机可将功率提高 10% 左右,油耗降低 5% 左右,尤其是使汽车排气污染大幅度降低。它具备这些优点的主要原因是:

(1) 采用喷油器供油方式,可解决燃油雾化不良的现象,能得到混合均匀的混合气,并且解决了混合气分配不均的问题。

(2) 使用喷油器供油,由于取消了化油器,即取消了进气管路中的喉管,使得进气流通过截面积增大,减小了进气阻力,从而使充气效率得到了提高。

(3) 使用喷油器供油,可取消排气管对进气的预热。这样,不仅可提高充气效率,而且因混合气温度的降低,还可提高发动机的压缩比。

(4) 使用喷油器供油,能精确控制供油量,可将混合气的空燃比控制在理想范围内,通过采用一系列措施,可使汽车排气污染大大降低。这正是采用汽油喷射发动机的最初目的。

(5) 使用喷油器供油,可消除环境温度对燃油雾化的影响,使发动机在低温下同样易于启动。

(6) 更重要的是汽油喷射系统采用电子控制后,发动机供油系和点火系的故障率大幅度降低,所有这些都使汽油喷射系统取代化油器供油方式成为可能。

汽油喷射系统最早应用在航空发动机上。当初的目的是为了解决燃油结冰问题。当时,由于价格原因,人们并未考虑将其用在汽车上。后来,随着各国政府对汽车排放的要求越来越严格,汽车制造商开始考虑如何降低汽车排放,以满足日益严格的排放法规。而传统的化油器式发动机不能很好地解决排放问题,此时,汽车制造商才开始把注意力转向汽油喷射。而与此同时伴随着电子技术尤其是大规模集成电路在各个领域的广泛应用,电子控制汽油喷射系统也得到迅猛发展。

下面简要介绍汽油喷射系统的发展史。

30年代,航空发动机上开始采用汽油喷射系统。

1952年汽油喷射系统首次在汽车上应用。德国奔驰公司生产的戴姆勒-本茨300(Daimler-Benz 300L)型赛车首次采用了汽油喷射系统。该系统为德国波许(BOSCH)公司研究的机械控制式汽油喷射装置。当时采用的是与柴油机相同的机械柱塞式喷油泵,该系统需要的燃油压力大,不易实现柱塞的润滑,而且喷油系统的结构复杂、价格昂贵,这使汽油喷射技术的发展一度受阻。

60年代,以美国为代表的发达国家相继出台了排放法规,使汽车制造商重新考虑使用汽油喷射系统。1967年德国波许公司在美国Bendix公司研究的汽油喷射系统基础上,研制开发出了实用的波许D型汽油喷射系统(即D-Jetronic System)。该系统采用电磁喷油嘴喷油,所需喷油压力低。1968年大众汽车公司的VW-1600型汽车上首先装用了波许D型汽油喷射系统,获得了较低的排放,并出口到对汽车排放要求严格的美国。1975年美国的凯迪拉克(Cadillac)汽车也采用了波许D型汽油喷射系统。

1973年波许公司又研制出波许L型汽油喷射系统(即L-Jetronic System)。它与D型的主要区别是用翼板式空气流量计代替压力传感器来检测进气流量,对进气流量的检测更为准确。与此同时,波许公司还研制出了另一种型式的汽油喷射系统——波许K型机械式连续喷射系统(即K-Jetronic System)。该系统采用低压喷射,与其他汽油喷射系统相比具有结构简单、调整容易、使用维修方便、价格较低等特点,并且能获得较好的动力性、经济性及较低的排气污染,因而得到广泛的应用。当时被广泛应用在奔驰、奥迪、大众、沃尔沃等欧洲车型上。

随着电子技术的发展及大规模集成电路的出现,利用微机对发动机进行综合控制成为可能。1979年波许公司研制出集点火控制与喷油控制为一体的数字式发动机综合控制系统(即Motronic System)。该系统较好地实现了对发动机工作过程的全面控制,使发动机的各项性能指标都有较大地提高。现代轿车上大都采用MOTRONIC系统,如丰田公司的TCCS系统(即丰田微处理器控制系统的缩写),日产公司的ECCS系统,美国通用汽车公司的EFI系统,美国福特公司的EEC-III系统。此时,汽油喷射系统已发展到较完善的程度。

1981年波许公司研制出热线式空气流量计,并用它取代了波许L型汽油喷射系统中的翼板式空气流量计,克服了翼板式空气流量计进气阻力大等缺点。这就是波许LH型汽油喷射系统(即LH-Jetronic System)。

1982年波许公司将电子技术与机械技术相结合,把波许K型机械连续喷射系统发展成机电结合式的汽油喷射系统(即KE-Jetronic System)。该系统对喷油量的控制更为精确。

上述各种汽油喷射系统均为多点汽油喷射系统,即各缸进气管均设有一个喷油器。这种喷射系统虽然性能好,但系统结构复杂,价格昂贵。为此,汽车制造商着力于研究价格低廉的汽油喷射系统。1979年美国通用(GM)汽车公司首次推出了节气门体喷射系统(TBI系统),1983年波许公司也推出了同样型式的低压中央喷射系统(即Mono-Jetronic System),这就是所谓的单点汽油喷射系统。该系统把一个或两个喷油器安装在传统发动机的化油器位置,用它来取代化油器供油,发动机总体结构不作大的变动。该系统结构简单,价格略高于化油器式发动机,但发动机的动力性、经济性却有了明显提高,排气污染大大降低。因而使汽油喷射系统应用在普通车型上成为可能。单点汽油喷射系统广泛用在排气量

小于 2L 的普通轿车上。

从表 1-1 中可以看出汽油喷射技术的发展过程。

表 1-1 电控汽油喷射系统的发展史

年份	国别	公司名称	系统名称	主要控制功能
1967	德 国	BOSCH	D-Jetronic	汽油多点喷射
1973			K-Jetronic	汽油多点喷射（机械控制）
1973			L-Jetronic	汽油多点喷射
1979			Motronic	汽油多点喷射，点火正时，怠速，废气再循环
1981			LH-Jetronic	汽油多点喷射
1982			KE-Jetronic	汽油多点喷射（机械—电子式控制）
1986			Mono-Jetronic	汽油单点喷射
1979	美 国	GM	EFI	汽油多点喷射，点火正时，怠速，
1980			DEFI (TBI)	汽油单点喷射，点火正时，怠速，废气再循环
1979		Ford	EEC-Ⅲ (CFI)	汽油单点喷射，点火正时，怠速，废气再循环
1982			EEC-IV	同 EEC-Ⅲ，采用 16 位微机控制
1980		Chrysler	EFI	汽油多点喷射，点火正时
1979	日 本	日 产	ECCS	汽油多点喷射，怠速，废气再循环
1980		丰 田	TCCS	汽油多点喷射，怠速，废气再循环
1984			T-LCS	同 TCCS，用于稀薄燃烧系统
1980		三 菱	ECI	汽油多点喷射，点火正时，怠速，废气再循环
1981		五十铃	I-TE	汽油多点喷射，点火正时，怠速，废气再循环
1981		日 野	ET	汽油多点喷射
1982		Lucas	EMS	汽油多点喷射，点火正时，废气再循环

二、汽油喷射系统的分类

汽油喷射系统发展到现在已经出现许多种型式。为了便于比较、认识，可将其作如下分类：

1. 按照喷油点的数量分类

按照喷油点的数量可将汽油喷射系统分为单点汽油喷射系统和多点汽油喷射系统。如图 1-2 所示。

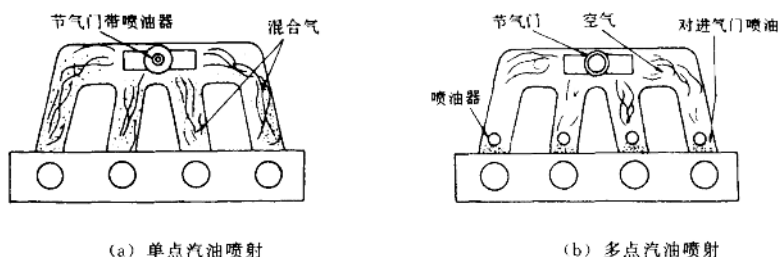


图 1-2 按喷油点的数量分类

单点汽油喷射系统是把一个或两个喷油器安装在节气门体上，由喷油器向进气总管中喷油，发动机上所需的汽油都在该点由喷油器供给，即实行集中喷射。因此，单点汽油喷射系统又叫集中喷射系统。

多点汽油喷射系统是指在每缸的进气门前都装有一个喷油器，各缸均设有单独的供油通路。这种喷射系统可解决各缸混合气分配不均的问题。

2. 按照喷油的方式分类

按照喷油器喷油的方式，汽油喷射系统可分为连续喷射系统和间歇喷射系统。

连续喷射系统是指在发动机运转期间，喷油器连续不断地喷油，其喷油量与进入汽缸的空气量成一定比例。机械式（波许 K 型）和机电结合式（波许 KE 型）汽油喷射系统均采用此种喷油方式。

间歇喷油系统是指在发动机运转期间，喷油器间歇地打开喷油。喷油器开启的时间由电脑输出的喷油脉冲信号的宽度决定。这种喷油方式广泛地应用在各种电子控制汽油喷射系统上。

间歇喷油方式按照各喷油器喷油的次序可分为同时喷射、分组喷射和独立喷射。如图 1-3 所示。

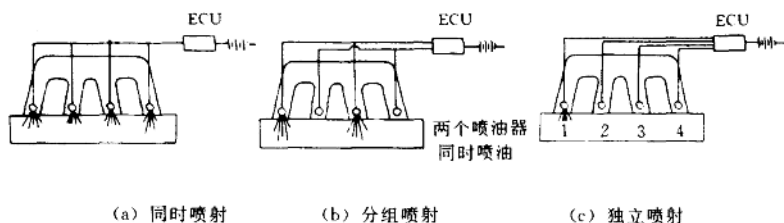


图 1-3 间歇喷油方式

同时喷射是指在发动机的每一工作循环中，各喷油器同时喷油。

分组喷射是指将喷油器分成两组，由电脑控制交替进行喷射。

独立喷射是各喷油器按照发动机各缸的工作顺序定时独立喷油。

3. 按照喷油器的控制方式分类

按照喷油器的控制方式，汽油喷射系统可分为机械控制式汽油喷射系统和电子控制式汽油喷射系统。

机械控制式汽油喷射系统的喷油是通过机械装置控制实现的。波许 K 型及波许 KE 型汽油喷射系统均属机械控制式汽油喷射系统。

电子控制汽油喷射系统的喷油是由电脑根据各传感器送来的信号向喷油器发出喷油指令（即电信号）控制实现的。现代轿车上所使用的波许 D 型、波许 L 型、波许 LH 型等汽油喷射系统均属电子控制式汽油喷射系统。

第二节 典型汽油喷射系统

汽油喷射系统有机械控制式汽油喷射系统和电子控制式汽油喷射系统两大类。本节将介绍几种典型的电子控制汽油喷射系统。机械式汽油喷射系统将在本书第六章作详细的阐述。

任何电子控制汽油喷射系统都是由三部分组成：空气供给系统、燃料供给系统、电子控制系统，如图 1-4 所示。

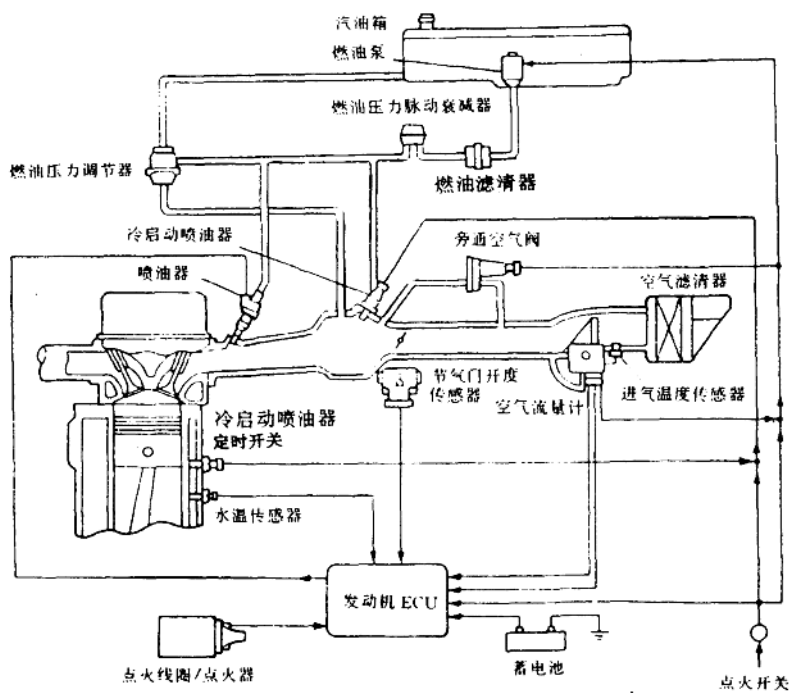


图 1-4 电控汽油喷射系统的组成

1. 空气供给系统

空气供给系统的作用是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。

发动机的空气供给系统主要由空气滤清器、空气流量计（进气管压力传感器）、节气门、进气歧管、附加空气阀、怠速控制阀等组成。如图 1-5 所示。

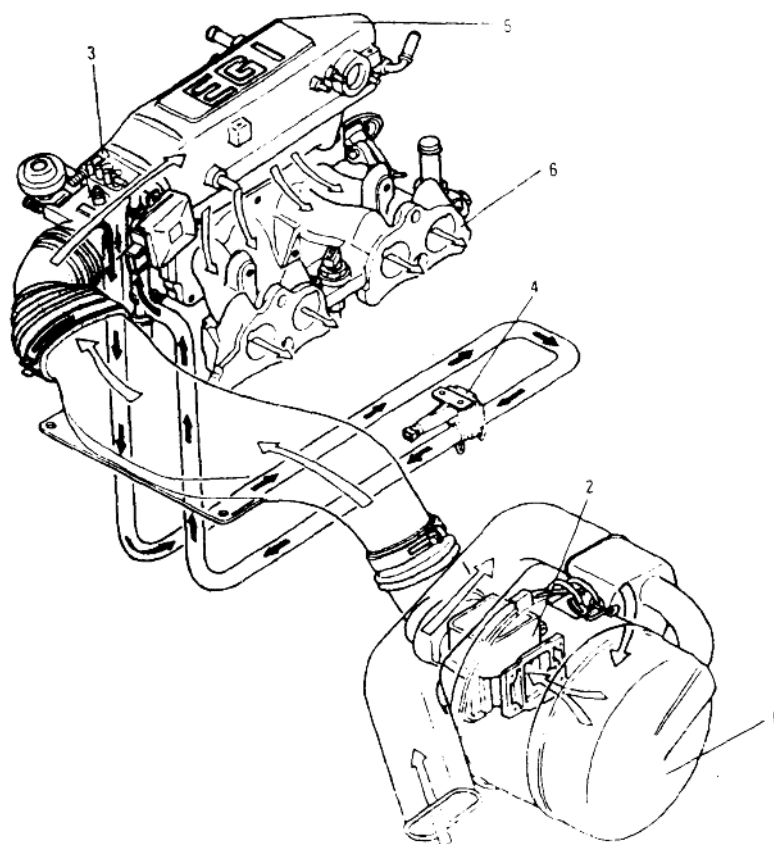


图 1-5 空气供给系统

1. 空气滤清器 2. 空气流量计 3. 节气门 4. 附加空气阀 5. 动力腔 6. 进气歧管

空气经空气滤清器过滤后，流过空气计量器（或进气管压力传感器）送入各进气歧管，与喷油器喷入的汽油混合，形成混合均匀的可燃混合气，被吸入各缸。在怠速时，由怠速控制阀控制怠速时所需的空气量。在部分车型上，发动机的冷车快怠速功能由附加空气阀完成。图 1-6 所示为空气供给系统工作过程。

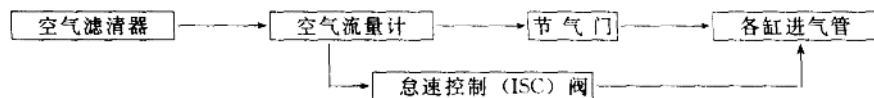


图 1-6 空气供给系统工作过程

2. 燃料供给系统

燃料供给系统的作用是由电动汽油泵向喷油器提供足够压力的汽油，这些喷油器根据来自电脑的控制信号向进气歧管内进气门上方喷射定量的汽油。

发动机的燃油供给系统主要由汽油箱、电动汽油泵、汽油滤清器、油压调节器、喷油器、油管等组成。如图 1-7 所示。

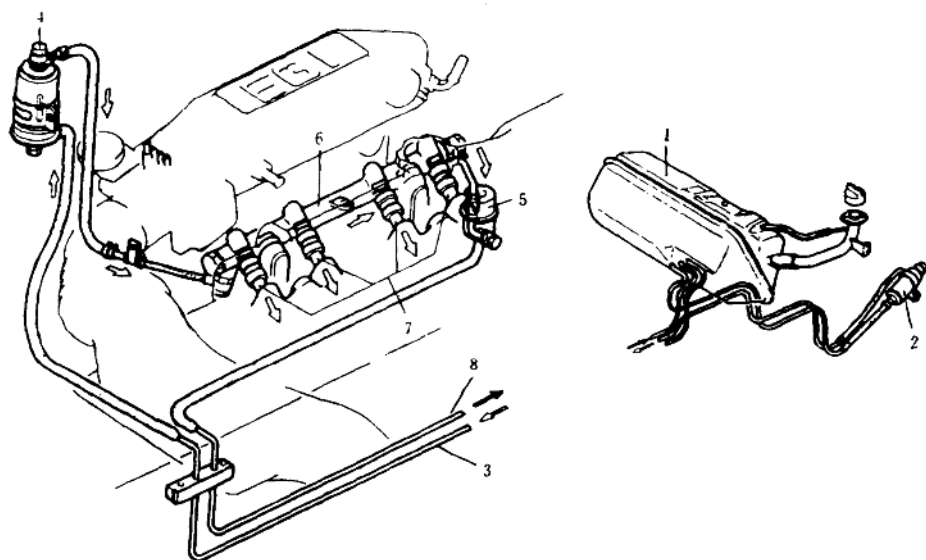


图 1-7 燃油供给系统

1. 汽油箱 2. 电动汽油泵 3. 输油管 4. 汽油滤清器 5. 油压调节器 6. 分配油管 7. 喷油器
8. 回油管

装在油箱内（或油箱附近）的电动汽油泵将汽油从汽油箱内吸出并加压后，经汽油滤清器输送到各喷油器，由电脑控制向进气管中喷油。为了保证喷油量的精确控制，在油路中设置了油压调节器，从而将喷油器前后的压力差调节在恒定值。图 1-8 所示为燃油供给系统工作过程。

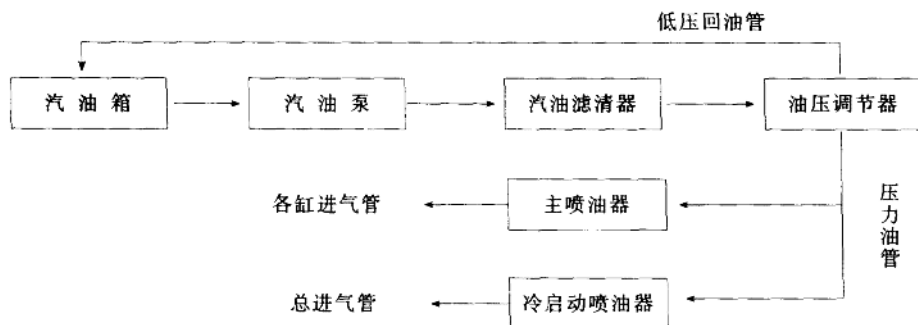


图 1-8 燃油供给系统工作过程

3. 电子控制系统

电子控制系统的作用是：

- (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料比。
- (2) 根据转速、空气流量或进气管处的绝对压力、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，并将故障内容储存和输出，同时使仪表板上的故障指示灯发亮。

电子控制系统主要由电脑、传感器和执行器等组成。

发动机工作时，安装在发动机上不同位置的传感器将检测到的表达发动机运行状态的参数输送至电脑，电脑根据内存的程序进行分析、运算，然后向各执行器（电动汽油泵、喷油器、怠速控制阀等）发出指令，使其按要求工作。

图 1-9 为电子控制系统工作示意图。

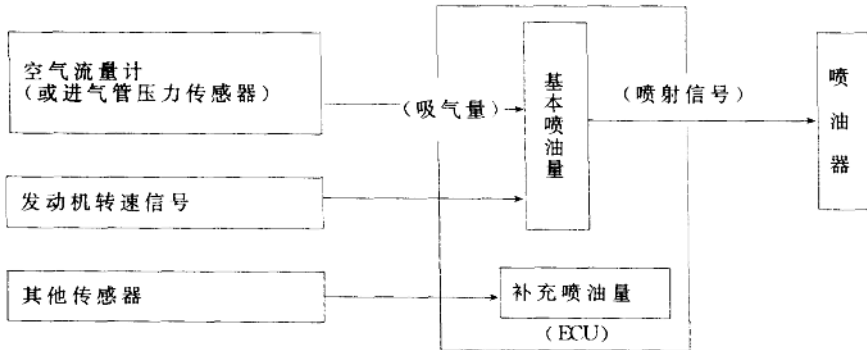


图 1-9 电子控制系统工作示意图

一、波许 D 型汽油喷射系统

所谓波许 D 型汽油喷射系统就是指利用进气管压力传感器来检测进气量的汽油喷射系统。虽然现在各车型上所使用的波许 D 型汽油喷射系统比原来的波许 D 型汽油喷射系统有很大的改进，但都是采用了进气管压力传感器。如丰田皇冠 3.0 汽车使用的 2JZ-GE 发动机（如图 4-58 所示）和上海桑塔纳 2000 汽车（如图 4-65 所示）均采用了改进的波许 D 型汽油喷射系统。这些汽车上的汽油喷射系统都采用了运算速度快、内存容量大的计算机，再结合发动机转速和节气门开度等传感信号，使喷油量的控制达到很高的精度，克服了最初的波许 D 型汽油喷射系统的缺点。

（一）波许 D 型汽油喷射系统的组成

图 1-10 所示为波许 D 型汽油喷射系统的基本组成。该系统是由若干个传感器，一个电脑，若干个喷油器等组成。

该系统所采用的传感器有：进气歧管绝对压力传感器、进气温度传感器、水温传感器、曲轴位置传感器、节气门位置传感器、氧传感器等。

进气歧管压力传感器用来测量节气门之后进气管中的真空度。在发动机工作时，节气门开度不同，进气管中的真空度不同。节气门开度大，进气管中的真空度小；节气门开度小，进气管中的真空度大。进气管中的真空度值在一定程度上反映了进气量。因而，根据进气管真空度可以确定发动机的进气量，从而实现对喷油量的控制。

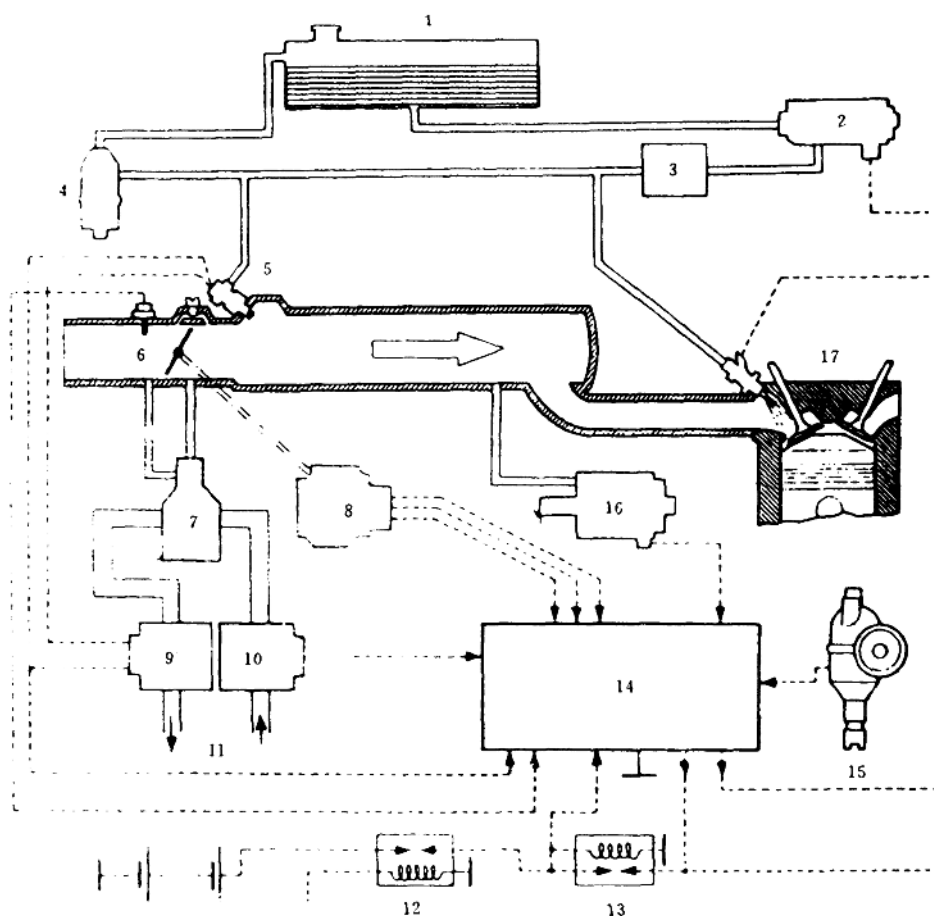


图 1-10 波许 D 型汽油喷射系统

1. 汽油箱 2. 电动汽油泵 3. 汽油滤清器 4. 油压调节器 5. 冷启动喷油器 6. 进气温度传感器 7. 附加空气阀 8. 节气门开关 9. 冷启动温度开关 10. 水温传感器 11. 冷却液 12. 主继电器 13. 电动汽油泵继电器 14. 电脑 15. 曲轴位置传感器 16. 进气管压力传感器 17. 喷油器

喷油量控制的具体过程是：电脑中预存入了发动机各种转速时理论上的进气质量，当电脑（ECU）接到转速信号后就知道了进气质量。同时用进气管绝对压力传感器（即真空度传感器）和进气温度传感器对电脑喷油量指令进行修正，再用从（废气中）氧传感器获得的反馈信息进一步修正，就可实现喷油量的精确控制。

进气歧管压力传感器对空气流动无阻力，且无运动部件，对进气质量的变化反响快，工作可靠。但进气压力传感器制造工艺复杂，对电脑的设计要求也高，因此也限制了它的发展与使用。

进气温度传感器和水温传感器用于测量进气温度和冷却水温度，作为点火控制和喷油控制的修正信号。

节气门位置传感器用来检测节气门的开启状态。该信号用于汽油喷射控制和点火控制。

曲轴位置传感器用来输出曲轴转动的信号。该信号用于点火时刻和喷油时刻的控制。

电脑（ECU—电子控制装置）的作用是将各传感器输送来的信号，根据内存的程序加以比较和修正后，向各执行器发出指令，使执行器动作，从而达到控制喷油量和点火提前角的目的。

喷油器作为汽油喷射系统最主要的执行器，它根据电脑的指令，向进气管中喷出雾状汽油。喷油器实际上是一个电磁阀。通电时阀门打开喷油，断电时阀门闭合停止喷油。喷油量的大小取决于电脑（ECU）输出的电脉冲信号的宽度。

当发动机需要的喷油量大时，电脑就输出长的电脉冲信号；反之，就输出短的电脉冲信号。

（二）发动机各工况下的供油控制

无论何种供油系统，其作用都是根据发动机不同工况的需求供给适量的燃油，以确保发动机的正常工作。

1. 怠速工况下供油方式

发动机在怠速时，节气门的开度很小，缸内的残余废气所占比例大，燃烧速度慢。为了保证发动机在怠速时的正常运转，必须供给较浓的混合气，即比正常的供油量要大一些。在汽油喷射系统中，电脑根据节气门位置传感器输送的怠速信号，控制喷油器增加喷油量，提供较浓的混合气。

2. 启动工况下的供油方式

发动机在启动时，尤其是在冷启动时，发动机本身温度低，再加上转速低，使汽油雾化不良，所以在启动时，需供给较浓的混合气。在汽油喷射系统中，当接通启动电路，启动发动机时，电脑就接到一个启动信号。根据此信号，电脑控制喷油器延长喷油时间或增加喷油次数，从而增加喷油量，使发动机易于启动。

当发动机启动，且环境温度很低（冷启动）时，部分汽油喷射系统设置的冷启动喷油器连续喷油，额外增加燃油量，增大了可燃混合气的浓度。冷启动喷油器的工作受装在冷却水道上的冷启动温度开关控制。冷启动温度开关其实就是由装有电热丝的双金属片控制的一对触点。当冷却水温低时，触点闭合，使冷启动喷油器通电工作；与此同时，电加热丝加热双金属片，一段时间后，触点打开，冷启动结束。当冷却水温高时，双金属片弯曲变形，触点打开，冷启动喷油器断电不工作，不进行冷启动加浓。

3. 暖机工况下的供油方式

在发动机冷启动后，为使发动机水温在尽可能短的时间内达到正常工作温度，应使发动机在高于正常的怠速转速下运转一段时间，这就是所谓的冷车快怠速（即暖机）。暖机时，由附加空气阀根据冷却水温度额外地供给一部分空气，由于该空气是经过空气计量器计算在内的，因而，喷油器也会向进气管多喷一些油，使发动机转速提高，发动机冷却水温能够在较短的时间内升到正常值，完成暖机过程。待发动机冷却水温达到正常值时，附加空