

汽车发动机 电子控制系统

——结构、原理及故障检修

麻友良 编著



武汉测绘科技大学出版社

汽车发动机电电子控制系统

——结构、原理及故障检修

麻友良 编著

武汉测绘科技大学出版社

(鄂)新登字 14 号

内 容 提 要

系统介绍了现代汽车所使用的电控汽油喷射系统、电子点火系统、怠速控制系统、排放控制系统、故障自诊断与安全保障系统等发动机电子控制系统的结构原理及使用维修,并介绍了几种典型的发动机集中电子控制系统。

本书以新的电子控制系统为介绍对象,并在内容的编排上强调系统、全面,通俗、易懂。以便于读者既能从整体上了解发动机电子控制技术,又可以获得实际的使用维修指导。本书可作为大专院校学生的参考教材、汽车电子控制技术培训教材,也适用于汽车使用与维修技术人员和工人阅读使用。

图书在版编目(CIP)数据

汽车发动机电子控制系统——结构、原理及故障维修/麻友良编著. —武汉:
武汉测绘科技大学出版社,1995. 12

ISBN 7-81030-422-4/T·69

I. 汽…

II. 麻…

III. ①汽车-发动机-维修 ②电子控制系统-原理

IV. U464. 235

武汉测绘科技大学出版社出版发行

(武汉市珞喻路 39 号,邮编:430070)

武汉测绘科技大学出版社印刷厂印刷

开本:787×1092 1/16 印张:17.75 插页:4 字数:454 千字

1995 年 12 月第 1 版 1995 年 12 月第 1 次印刷

印数:1~3200 册 定价:21.50 元

前 言

微型计算机技术的发展,给汽车电子技术的应用开辟了广阔的天地。1976年,美国通用汽车公司首次将微处理器成功地应用于汽车发动机电子点火时刻控制系统以后,微机在汽车上的应用便迅速发展起来。微机的应用,不仅把原来已有的模拟电子控制系统(如汽油喷射、自动变速、防抱死等)转变为数字式控制,提高了控制精度和工作可靠性,并且使电子控制系统在汽车上的应用领域更加广泛,电子控制已进入了汽车的各个主要系统。这种以微机为控制核心的电子控制系统,可以把汽车上用于不同控制目的的各个电子控制子系统组合成一个综合的控制系统,扩充新的控制项目也十分方便。汽车电子控制系统的应用,在降低汽车的油耗和排放污染,提高汽车的动力性、安全可靠性和灵活舒适性等方面,发挥了不可替代的作用。正因为如此,电子产品在汽车上的应用比例大小已成为评价汽车质量、性能指标的重要依据。这种“机电一体化”的汽车是汽车应用技术发展的必然结果,并将继续发展。

我国80年代以后进口的汽车大都装备了电子控制装置,特别是进入90年代以来,进口的汽车中几乎找不到仍使用传统装置的汽车,电子控制系统也更为先进、复杂。我国生产的轿车有的也已经装备了先进的电子控制系统。因此,如何正确地使用和维修装备了电子控制系统的汽车,是汽车使用和维修人员必须要解决好的问题。编写本书正是想在这方面做点工作。

本书主要介绍发动机电子控制系统,内容包括发动机的燃油喷射、点火时刻、怠速、排放等电子控制系统和故障自诊系统的结构原理和使用维修。编写时,着眼于能有助于读者系统、全面地了解发动机电子控制系统和汽车电子控制技术应用知识水平的提高,故在内容和叙述上力求系统、全面。与此同时,为使本书具有实践指导作用,编入了部分最新车型的电子控制系统故障检修方法和检测参数。由于篇幅的限制,本书不可能像具体车型的维修手册那样详细地介绍某一车型的使用维修。但这并不影响本书的宗旨。

本书由武汉冶金科技大学汽车系果继辉副教授主审定稿。编写过程中得到了同事们的许多关心和帮助,在此一并致谢。由于本人水平和时间所限,书中肯定会有不妥和错误之处,恳望读者批评指正。

编著者

1995.9.30

目 录

第一章 电子控制汽油喷射系统	(1)
第一节 汽油喷射系概述	(1)
一、传统化油器的不足	(1)
二、汽油喷射发展概况	(2)
三、汽油喷射系统的分类	(2)
四、电子控制汽油喷射系统的优点	(6)
第二节 汽油喷射电子控制系统的基本组成和原理	(6)
一、电子控制系统的基本组成	(6)
二、汽油喷射电子控制基本原理	(9)
第三节 L 型电子控制汽油喷射系统	(10)
一、概述	(10)
二、构成部件的结构原理	(13)
三、控制电路	(37)
四、喷油量的确定	(43)
第四节 D 型电子控制汽油喷射系统	(49)
一、概述	(49)
二、构成部件的结构原理	(50)
三、喷油量的控制过程	(52)
第五节 单点喷射系统	(54)
一、概述	(54)
二、SPI 系统构成部件结构原理	(55)
三、喷油控制	(57)
第六节 汽油喷射系统部件的常见故障及检查方法	(58)
一、空气流量传感器的常见故障及检查	(58)
二、辅助空气阀的常见故障及检查	(61)
三、节气门体与节气门位置传感器的常见故障及检查	(62)
四、燃油泵的常见故障及检查	(62)
五、喷油器的常见故障及检查	(63)
六、冷起动喷油器与热时间开关的常见故障及检查	(63)
七、水温传感器的常见故障及检查	(64)
八、氧传感器的常见故障及检查	(64)
九、燃油泵控制电路的故障检查	(65)
十、喷油器驱动电路的故障检查	(65)
十一、冷起动喷油器控制电路的故障检查	(66)
十二、电子控制器的故障检查	(67)
第七节 电控汽油喷射式发动机常见故障及其检查	(67)
一、电控汽油喷射式发动机故障诊断的一般原则	(67)
二、电控汽油喷射式发动机常见故障原因分析	(68)

三、电控汽油喷射式发动机故障检查	(69)
第二章 电子点火系	(77)
第一节 概述	(77)
一、传统点火系的不足	(77)
二、点火系发展概况	(79)
三、电子点火系分类	(79)
第二节 电感贮能式电子点火系的基本组成和工作原理	(81)
一、电感贮能式电子点火系的基本组成	(81)
二、点火信号发生器	(81)
三、电子点火器	(85)
第三节 电容贮能式电子点火系的组成及原理	(92)
一、电容贮能式电子点火系的组成	(92)
二、电容贮能式点火系基本工作原理	(93)
三、电容贮能式点火系的特点	(93)
四、电容贮能式电子点火电路实例	(94)
第四节 电子控制点火时刻点火系统	(95)
一、真空、离心点火提前调节的不足	(95)
二、电子控制点火时刻点火系的基本组成和原理	(98)
三、发动机爆震点火时刻推迟控制	(100)
第五节 无分电器电子点火系	(104)
一、传统的高压配电方式之不足	(104)
二、无分电器点火系的组成原理	(104)
第六节 微机控制点火系应用举例	(109)
一、日产(NISSAN)微机控制电子点火系	(109)
二、丰田(TOYOTA)微机控制点火系	(110)
三、波许公司的 VZ 双点火线圈点火系	(111)
四、奥迪(AUDI)100 型轿车无分电器点火系	(112)
五、美国福特公司的无分电器点火系	(115)
六、美国通用公司的直接点火系	(116)
第七节 电子点火系故障的检修	(117)
一、电子点火系部件的常见故障及检查方法	(117)
二、电子点火系故障诊断	(122)
第三章 发动机怠速控制系统	(128)
第一节 概述	(128)
一、怠速控制系统的作用	(128)
二、怠速控制系统的基本组成和分类	(128)
第二节 怠速控制系统执行机构的结构原理	(129)
一、节气门直动控制方式	(129)
二、旁通空气控制方式	(130)
第三节 怠速的控制过程	(136)
一、概述	(136)
二、步进电动机型怠速控制	(136)
三、转动电磁阀型怠速控制	(138)

四、开关型(VSV)怠速控制	(139)
第四节 怠速控制系统的故障检查	(140)
一、步进电动机式怠速控制阀的检查	(140)
二、转动电磁阀式怠速控制阀的检查	(141)
三、真空开关型(VSV)怠速控制阀的检查	(141)
第四章 发动机排放控制系统	(142)
第一节 概述	(142)
一、汽车排放污染的形成和危害	(142)
二、发动机排放控制的作用及种类	(142)
第二节 进气温度自动控制系统	(143)
一、进气温度自动控制系统的组成原理	(143)
二、进气温度自动控制装置的故障检查	(145)
第三节 排气再循环控制系统(EGR)	(145)
一、概述	(145)
二、电子控制 EGR 系统的结构原理	(147)
三、电子控制 EGR 系统的故障检查	(149)
第四节 减速废气净化装置	(151)
一、概述	(151)
二、混合比加浓式减速废气净化装置	(151)
三、进气歧管真空控制阀	(152)
第五节 排气管废气处理装置	(152)
一、二次空气供给装置	(153)
二、三元催化反应器	(155)
第六节 非燃烧排放污染的控制	(158)
一、曲轴箱强制通风系统	(158)
二、汽油蒸发排放控制系统	(159)
第五章 故障自诊断系统	(162)
第一节 故障自诊断系统的作用原理	(162)
一、故障自诊断系统的作用	(162)
二、故障自诊断代码的存取形式	(162)
三、故障自诊断系统的工作原理	(166)
第二节 故障自诊断使用操作举例	(168)
一、日产 ECCS 故障自诊断系统	(168)
二、丰田汽车自诊断系统	(171)
三、通用汽车自诊断系统	(172)
四、福特汽车自诊断系统	(172)
五、电子燃油喷射(Motronic)控制系统自诊断	(173)
六、一汽奥迪 100 型(V6)发动机自诊断系统	(174)
第六章 发动机集中电子控制系统	(177)
第一节 概述	(177)
第二节 典型发动机集中电子控制系统	(178)
一、日产发动机集中电子控制(ECCS)系统	(178)

二、丰田皇冠 3.0 2JZ-GE 发动机电子控制系统	(197)
三、丰田凌志 300/400 1UZ-FE 发动机电子控制系统	(216)
四、丰田 PREVIA(子弹头)旅行汽车 2TZ-FE 发动机电子控制系统	(223)
五、波许(Bosch)公司的 Motronic 系统	(227)
六、奥迪 100 V6 发动机电子控制系统	(231)
七、北京 Jeep 切诺基汽车电控燃油喷射式发动机电控系统	(231)
第三节 电子控制式发动机故障及排除实例	(239)
第四节 电子控制系统使用维修注意事项	(243)
一、电子控制系统使用维修一般注意事项	(243)
二、电控汽油喷射系统使用维修注意事项	(244)
三、电子点火系统使用维修注意事项	(245)
四、装有三元催化反应器的发动机使用维修注意事项	(246)
第七章 其它汽车电子控制技术简介	(247)
第一节 发动机其它电子控制技术	(247)
一、冷却风扇电子控制	(247)
二、发动机电子控制新发展项目	(247)
第二节 汽车底盘电子控制技术	(248)
一、防抱死制动控制(ABS)系统	(248)
二、防滑转电子控制(ASR)系统	(248)
三、电子四轮驱动控制系统	(249)
四、自动变速器电子控制系统	(249)
五、撞车危险警告系统	(249)
六、自动行驶系统	(249)
七、电子控制动力转向系统	(250)
八、电子控制悬挂系统	(250)
第三节 汽车电器和其它电子控制技术	(250)
一、起动电子控制	(250)
二、充电系统及蓄电池电子监测系统	(250)
三、灯光照明电子自动控制	(250)
四、电子仪表系统	(250)
五、通讯及音响	(250)
六、空调自动控制	(251)
七、其它电子控制	(251)
附录一:典型和常见车型发动机故障代码表	(252)
附录二:发动机电子控制系统常见英语缩写英汉对照表	(271)
主要参考文献	(274)

第一章 电子控制汽油喷射系统

第一节 汽油喷射系概述

一、传统化油器的不足

传统化油器的主要供油方式是通过化油器喉管处的真空度将汽油吸出,主喷管喷出的汽油与通过喉管的气流混合,形成可燃混合气。为了使混合气的空燃比符合发动机工况的变化,现代化油器普遍采用了空气制动方案,即在主供油装置上设置了空气量孔。此外,还增设了若干辅助供油装置,以满足怠速、启动、加速等工况的需要。

传统化油器具有结构简单、无需动力、成本低等优点。但是,随着现代汽车对排气污染及油耗越来越严的要求,传统化油器已显得不能适应了。其不足及原因主要有如下几个方面:

1. 从结构原理本身来看,传统化油器由于喉管的存在,充气系数较小,此种混合气之形成方式由于受气流速度和喷射压力的限制,汽油的雾化较差,尤其是在小负荷、低转速时,汽油的雾化就更差。这些对发动机动力性、经济性造成了不良影响。此外,由于汽油的惯性作用,容易造成加速时因汽油供油滞后,使混合气过稀而加速性差;减速时又由于汽油供应不能及时减少或切断而混合气过浓,造成燃油的浪费和排气污染的增加。

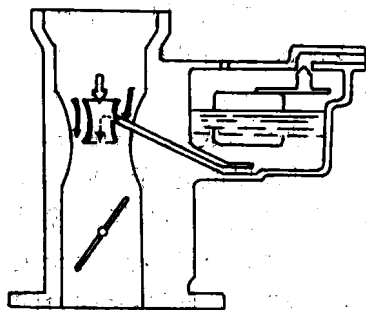


图 1-1 传统化油器结构原理简图

2. 从设计上看,传统化油器的供油特性只能部分接近于发动机工况变化对混合气空燃比的实际需要,而在大部分工况下,发动机只能在远不及最佳空燃比的供油状况下工作。由于进气管路结构布置的原因,分配到各缸实际的混合气浓度是不均匀的。为了使获得较稀混合气的缸也能可靠工作,往往对化油器作偏浓的校正。因此,化油器在大多数工况下的实际供油量是使混合气偏浓的。

3. 从产品制造来看,由于机械零件加工中的尺寸偏差是不可避免的。工厂在制造过程中,为了提高产品化油器的合格率、降低生产成本,在加工油量孔和空气量孔时,往往是宁偏浓而不偏稀,即加工油量孔时靠近尺寸偏差上限,加工空气量孔时则靠近偏差下限,以保证不出混合气偏稀的废品。加工精度越低,性能的波动就越大,化油器的偏浓量也就越大。

4. 从使用方面看,由于混合气偏稀易使发动机工作不稳定,且反应很敏感,而偏浓则会使产生发动机工作平稳有力的直观感觉,且反应不敏感,故在实际使用中,往往易作出偏浓的调整。

综上所述,使用传统化油器,使得发动机的动力性、经济性较差,其高油耗和高排气污染是不可避免的。因此,传统化油器已成为现代汽车发展的障碍。在常规的化油器上增设一些附加装置,可使发动机的排污得到一定的控制,但其结构变得复杂,成本增加,而其成效还远不及汽

油喷射。

二、汽油喷射发展概况

汽油喷射是通过喷射器将具有一定压力的燃油直接喷射到气缸或进气歧管,与进入的空气混合而形成可燃混合气。

汽油喷射技术早在 30 年代就应用于航空发动机。50 年代,汽油喷射技术开始应用于汽车,最初只是应用于赛车二行程发动机上。1954 年,德国奔驰(Benz)公司在其生产的 300BL 四行程发动机上使用了汽油喷射技术。以上都是机械控制缸内喷射式的,1958 年 Benz 公司推出进气管内喷射的 220SE 发动机。最初的机械控制汽油喷射实际上就是由发动机驱动的喷射泵,其最大的缺点是安装性差,需要改动发动机的结构,此外,其成本也较高,故在 50 代人们就已致力于电控汽油喷射的研究开发。1953 年,美国本迪克斯(Bendix)公司开始着手开发电子控制汽油喷射装置(Electrojector),在 4 年后的 1957 年,Bendix 公司公布了他们的成果。德国波许(Bosch)公司购买了此项专利并加以改进,于 1967 年推出了 D-Jetronic 电控汽油喷射装置。1968 年,西德大众汽车公司首次将波许公司研制的波许 D-Jetronic 电子控制汽油喷射装置应用于轿车上。此后,美国、日本等国的汽车公司也纷纷在自己生产的轿车上装用电子控制汽油喷射装置。1972 年,波许公司又推出了波许 L-Jetronic 电子控制汽油喷射装置和波许 K-Jetronic 机械控制汽油喷射装置。1980 年,美国通用(GM)和福特(Ford)公司又推出了单点喷射式电子控制汽油喷射装置(SPI)。

时至今日,汽油喷射装置在汽车上的应用已很普及,美国、日本、德国等国生产的排量在 2.0l 以上的发动机几乎全部采用了电子控制汽油喷射装置。传统的化油器将被淘汰是必然的趋势。

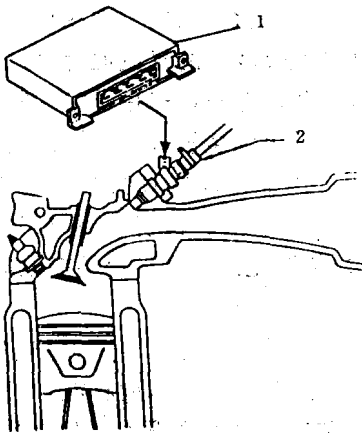


图 1-2: 汽油喷射简图
1—控制器; 2—喷油器

各国电控汽油喷射装置装车率(%)					表 1-1
地区 年份	美 国	日 本	德 国	西 欧	
1985	54	31	—	26	
1988	84	53	—	—	
1989	—	—	71	42	
1992	100	68	—	—	
1993	—	—	98	96	

在我国,汽油喷射系统的开发已列为重大攻关项目,国产汽车装备国产的汽油喷射装置,为期不会太远。

三、汽油喷射系统的分类

目前,在汽车上使用的汽油喷射装置有许多不同的结构型式,下面,以不同的分类方法加

以概括。

1. 按喷油和供油量的控制方式不同分

机械控制式:由油管的油压顶开喷油器针阀而实现喷油,喷油量的多少则是通过空气流量计的感知板使柱塞式比例阀联动来控制的。工作过程中喷油器连续喷油,单位时间出油量的多少即反应了供油量的大小。

机电混合式:现在使用的机电混合式汽油喷射系统是机械式的一种改进型,它增设了一个由电子控制器控制的电液流量调节器,使系统的适应性和功能提高了。

电子控制式:由电子控制器根据传感器送来的有关发动机工况、状态信息(电信号)进行综合处理,然后输出控制信号,控制电磁阀式喷油器喷油。电控喷射一般为间歇式喷油,喷油压力由油压调节器稳定在一固定值,喷油器阀的升程也是一定值,故供油量的多少由电子控制器控制电磁式喷油器的喷油时间来控制的。

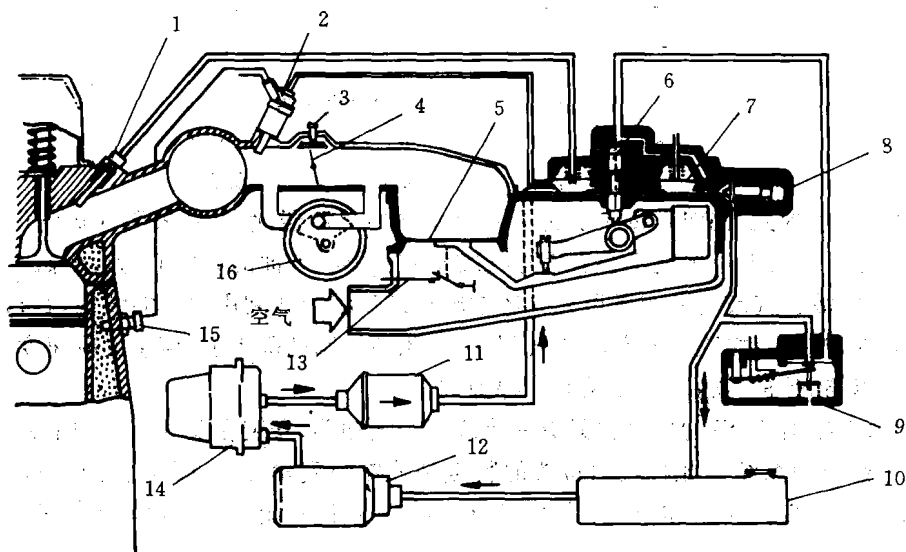


图 1-3 机械控制式汽油喷射系统(波许 K-Jetronic)

1—喷油器;2—冷启动喷油器;3—怠速调节螺钉;4—节气门;5—空气流量感应盘;6—控制柱塞;7—差动压力阀;8—主油路压力调节器;9—暖机调节器;10—燃油箱;11—燃油滤清器;12—电动燃油泵;13—空气流量计;14—燃油稳压器;15—热时间开关;16—辅助空气装置

2. 按进气量的检测方式不同分

流量型:以质量流量方式检测进气量,即用空气流量计直接检测出进气管的空气流量来确定进入气缸的空气量。此种方式检测精度较高,目前使用较为广泛。

压力型:以速度密度方式检测进气量,即通过压力传感器测出进气管的压力,再根据发动机的转速间接地推算出进入发动机气缸的空气量。由于进气管压力与吸入的空气量之间并不是简单的线性关系,所以这种空气量的检测精度不高。

3. 按喷射位置不同分

缸内喷射式:喷油器安装在缸盖上,汽油直接喷射到气缸内,这种喷射方式喷油压力高,喷射的时间要求很严,喷油器要受高温高压的影响,故其结构较为复杂。此种喷射方式在早期的机械控制汽油喷射系中应用,现在汽油喷射系一般已不采用,但最近又出现了缸内喷射式电控汽油喷射装置的应用实例,其目的是使发动机能满足更高的动力性、经济性和排放控制的要

求。

缸外喷射式:缸外喷射有多点喷射(MPI)和单点喷射(SPI)两种型式。喷射器的安装位置如图 1-4 所示。

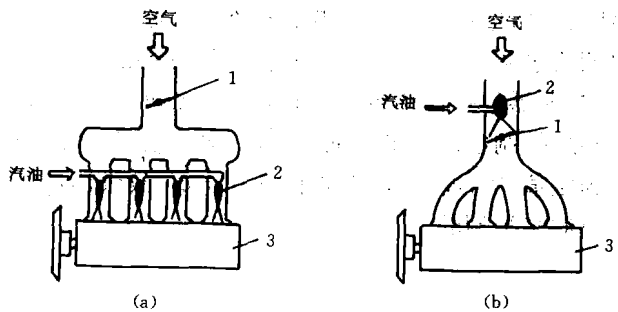


图 1-4 MPI、SPI 喷油器位置

a)MPI

b)SPI

1—节气门; 2—喷油器; 3—发动机

(1)多点喷射式(MPI):每个缸都有一个单独的喷油器,喷油器安装在进气门处的进气歧管上。这样一种喷射位置就不会有因进气歧管结构形状方面的原因而造成各缸之间混合气空燃比的差别,故进气歧管的布置可充分考虑减小进气阻力和利用空气的惯性增压,以提高充气系数。此外,汽油直接喷射至各缸进气门前方,燃油控制精确灵敏,信息反应速度快,发动机工况转换无迟滞,是进口轿车中多见的一种型式。

(2)单点喷射式(SPI)发动机只有一个或二个喷油器,安装在节气门体的上方,故也称节气门体式汽油喷射系统。此种喷射位置的特点是控制精度稍低于 MPI,但执行机构简单,成本低、工作可靠性高。因此,进入 80 年代,这种型式的喷射系统在一些汽车上开始应用。

4. 按喷射时间的不同分

连续喷油:发动机工作时,喷油器持续不断地喷油,这种喷油方式应用于机械控制的汽油喷射系中。空气流量计把空气流量转换成机械位移,通过比例阀柱塞移动时出油截面积的变化来控制供油量。

间歇喷油:间歇喷油通过每个工作循环的喷油时间来控制供油量,间歇喷油有几种不同的方式,如表 1-2 所示:

间歇喷射方式种类

表 1-2

间歇喷射	与发动机转动同步喷射	独立喷射
		每转同时喷射
		分组喷射
	与发动机转动不同步喷射	

与发动机转动同步独立喷射方式,各缸喷油器按照发动机各缸的工作顺序独立喷油,缸内喷射和缸外喷射均适用。由于相对于各缸的每一次燃烧所需要喷射的汽油量都可以设定一个最佳的喷射时刻,因此,可以展宽稀薄空燃比界限,降低燃油消耗。此种方式的缺点是需要判别向哪一缸喷射的气缸识别信号,控制较为复杂,需要与气缸数相同的喷油器驱动回路。

与发动机转动同步同时喷射方式,各缸喷油器在同一个时刻喷油。这种喷射方式无需气缸判别信号,喷油器驱动回路的通用性好,结构简单。但空燃比的控制精度相对较低。

与发动机转动同步分组喷射方式,将喷油器分成两组或三组交替同时喷油,其空燃比的控制性能介于独立喷射和同时喷射之间。虽也需要气缸判别信号,但要比独立喷射式简单,喷油器驱动回路也只需分组数目即可。

与发动机转动不同步的间歇喷射方式,此种方式的实例为日本三菱公司的 ECI 系统。这种系统的空气流量计为卡门涡旋式。由于空气流量和卡门涡旋产生的频率成比例,因此可以设定喷油器的开阀时间,并使其与涡旋的频率同步,故这种喷射方式也称之为与频率同步喷射。

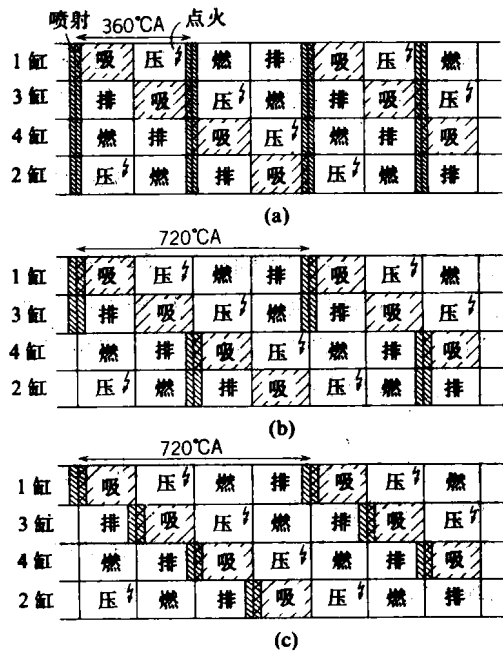


图 1-5 与发动机转动同步间歇喷射

a)每转同时喷射 b)分组喷射 c)独立喷射

5. 按波许公司的命名方式分

在众多的汽油喷射系统中,德国波许(Bosch)公司的汽油喷射系统最具代表性,应用也较为广泛,许多其它公司生产的汽油喷射装置也是由波许公司的产品演变而成的,故人们对目前汽车上使用的各类汽油喷射系统,习惯于按波许公司的命名方式称呼。

按波许公司的命名方式,汽油喷射系统主要分为三大系列,K 型、D 型和 L 型。

K 型:即波许公司的 K-Jetronic。为机械控制单点连续喷射式汽油喷射系统。

KE 型:实际上就是 K 型的改进型,为机电混合式汽油喷射系统。

D 型:即波许公司的 D-Jetronic,为压力型(速度密度)空气流量检测方式、间歇喷油的电控汽油喷射系统。丰田公司的 EFI-D、本田公司的 PGM-FI、大发的 EFI、通用公司的 MFI、福特和克莱斯勒公司的 PFI 等均属此种类型。

L 型:即波许公司的 L-Jetronic,为流量型(质量流量)空气流量检测方式、间歇喷油的电子控制汽油喷射系统。与之同类的如丰田的 EFI、马兹达的 EGI、铃木的 EPI、美国通用公司的 SFI、MFI、TPI、福特公司的 TPI 等。

四、电子控制汽油喷射系统的优点

汽油喷射系统与化油器相比具有如下优点：

1. 发动机动力性提高

汽油喷射发动机进气管路中无需设置喉管，并可采用进气截面较大的改进型进气歧管，使进气阻力减小。又由于喷射出的油滴较细，有良好的雾化，进气歧管无需通过预热来促进汽油粒的蒸发，所以发动机的充气效率高，从而使发动机的功率和扭矩得到了增大。

2. 发动机的低温起动性和汽车的爬坡性能好

这是因为汽油直接喷射方式供油可使发动机在低温、低转速时仍有良好的雾化。

3. 发动机的油耗和排气污染降低

由于各工况下均有良好的雾化，混合气的空燃比适当，且各缸的混合气较均匀，使发动机各缸均保持良好的燃烧，充分地发挥了燃油的效能，减小了有害废气的排放。

4. 加速性能好

由于在发动机工作中汽油随时都处于一定的压力下，且可直接喷射在进气门处，故对节气门的响应快。

相比于机械控制汽油喷射系统，电子控制汽油喷射系统还具有如下的优点：

1. 发动机工况变化时，基本供油量的控制可实现非线性化，即发动机在任何工况下都能实现最佳的空燃比控制，并且还可以根据发动机温度、废气中氧的含量等情况对混合气的空燃比作出适量的修正，因此，空燃比的控制精度高。

2. 可以很容易地实现减速断油控制，进一步减少了燃油的消耗和排气污染。

3. 可以与点火系及发动机的其它电子控制系统组成发动机综合控制系统，使发动机的动力性、经济性和排气污染等得到更佳的控制效果。

目前，大部分新产汽油喷射式发动机都采用了微机控制系统，本章只介绍已占主导地位的以微机为控制器的电控汽油喷射系。

第二节 汽油喷射电子控制系统的基本组成和原理

一、电子控制系统的基本组成

电子控制汽油喷射的基本原理如图 1-6 所示。

发动机空燃比的控制是通过控制喷油器的喷油量来实现的。喷油器喷油量与喷油的压力、喷油出口截面积和喷油持续时间有关。电子汽油泵输送给喷油器的汽油，在油压调节器的作用下，其压力是一定的，即喷油压力为一恒定值。喷油器的升程也是固定不变的，即在喷油时，喷油阀口截面积也为一定值，所以，喷油器喷油量只需控制喷油持续时间就可以了。控制喷油器喷油持续时间的电子控制系统由传感器、电子控制器及其执行机构组成。

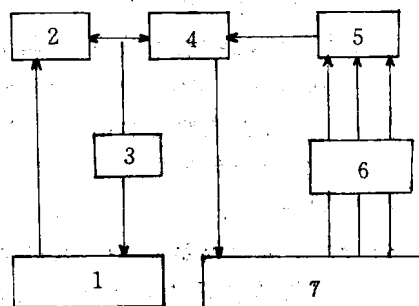


图 1-6 电子控制汽油喷射的基本原理

1—燃油箱；2—汽油泵；3—油压调节器；
4—喷油器；5—控制器；6—传感器；7—发动机

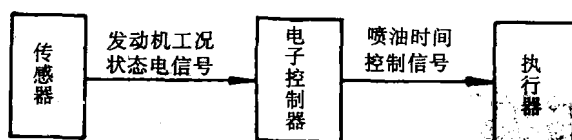


图 1-7 汽油喷射电子控制系统组成

1. 传感器

传感器的作用是把代表发动机工况、状态变化的物理参数转变为电信号,输送给控制器。传感器实际上是控制器“了解”控制对象的“眼睛和耳朵”。汽油喷射电控系统的传感器如表 1-3 所示。

汽油喷射电子控制系统传感器种类

表 1-3

传感器名称	机 能	说 明
空气流量传感器	检测吸入空气量	只 L 型喷射系统用
水温传感器	检测发动机冷却水温度	
发动机转速传感器	检测发动机转速	
曲轴位置传感器	检测曲轴转角	
节气门位置传感器	检测节气门开度及怠速状态	
大气压力传感器	检测大气压力	
进气歧管压力传感器	检测吸入空气量	只 D 型喷射系统用
氧传感器	检测排气中 O_2 含量	闭环控制系统用
进气温度传感器	检测进入的空气温度	

2. 电子控制器 (ECU)

电子控制器的作用是将传感器送来的电信号进行综合处理,然后输出最佳空燃比(喷油器喷油持续时间)控制信号。

最初实用化的电子控制器是用晶体管作为控制元件,尔后采用了集成电路。如今,由集成电路和其它电子元件组成的电子控制器在一些较老的电控汽油喷射装置上还有少量的应用。随着微电子技术的发展,以微机为控制核心的电子控制器得到了迅速的发展,特别是发动机要实现多系统的集中控制和故障自诊,都要依赖于综合处理信息能力强且具有记忆功能的计算机。故电子控制系统的微机化无疑是必然的趋势。

图 1-8 是以微机为核心的电子控制器的组成框图。

CPU——中央微处理器(Central Processing Unit),是控制器的核心,它包含有:

- 运算器:用于对数据的算术运算和逻辑运算。
- 控制器:按事先编排好的程序发出工作控制脉冲,控制 CPU 各部自动协调地工作。
- 寄存器:用于暂时存储运算器的瞬时中间运算数据。

ROM——只读存储器(Read Only Memory)用来储存一些固定的信息,工作时只供读取,电源切断信息不会消失。已有新开发的 EPROM(Erasable Programable ROM)部分代替 ROM 应用于汽车上的计算机。EPROM 的特点是存储的信息可用紫外线清除,并可存入新的信息。

RAM——随机存储器(Random Access Memory),工作时随时可存入或读取数据,电源切断后,信息随即消失。

I/O——输入/输出接口(Input/Output),它是 CPU 与外部(传感器、执行机构)进行数据传送的纽带,在 CPU 与外围设备之间起着数据的缓冲、电平匹配、时序匹配等多种作用。

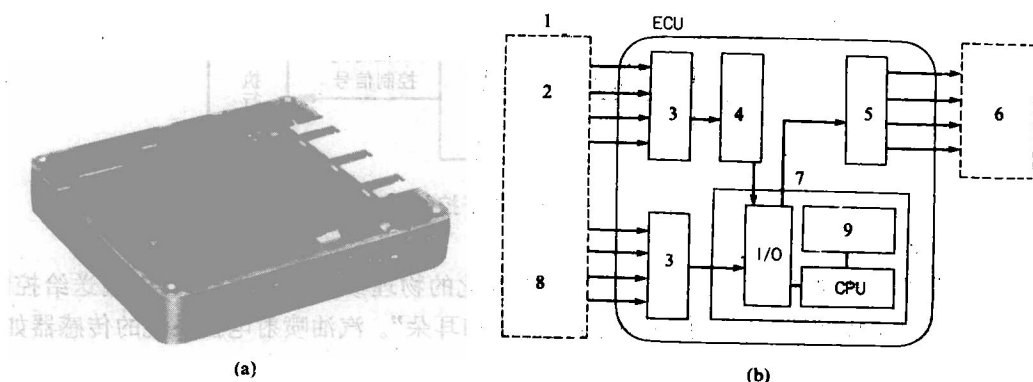


图 1-8 ECU 组成框图

a) 外观 b) 构成
 1—传感器； 2—模拟信号； 3—输入回路； 4—A/D 转换器； 5—输出回路； 6—执行机构； 7—微机； 8—数字信号； 9—RAM、ROM

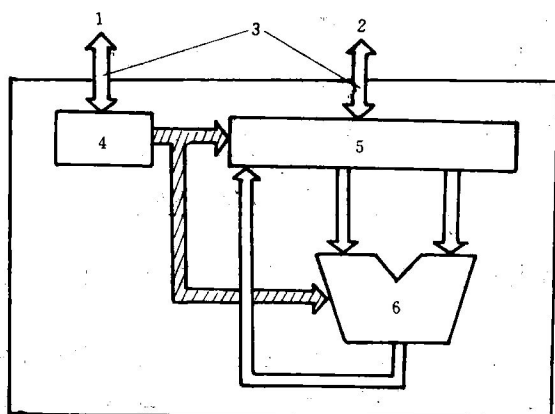


图 1-9 CPU 的构成

1—控制信号； 2—数据； 3—信息传送通道； 4—控制器； 5—寄存器； 6—运算器

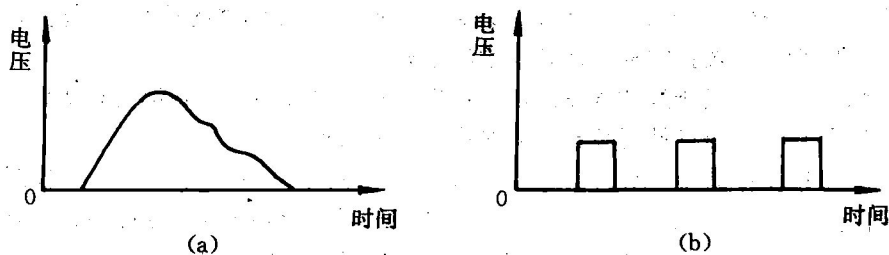


图 1-10 模拟信号与数字信号

a) 模拟信号 b) 数字信号

A/D——模数转换器(analogue/digital)将传感器的模拟信号转换成计算机可以接受的数字信号。

传感器的信号有模拟信号和数字信号。对于脉冲式的数字信号(如转速传感器的转速信号),通过输入接口就可以输送给 CPU,而电量连续变化的模拟信号(如温度、空气流量传感器发出的信号)则先要经 A/D 转化为相应的数字信息后才能通过输入接口送入 CPU。

如果执行机构是由模拟电信号来控制的,则 CPU 数字式控制信号需经数模转换器(D/A)转换为模拟电信号。

3. 执行机构

执行机构的作用是严格按照控制器输出的控制电信号而动作,将控制参量调整到设定值,使控制对象工作在最佳状态。汽油喷射电控系执行机构的组成如图 1-11 所示。

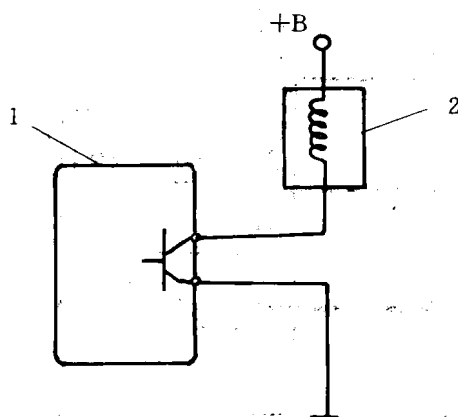


图 1-11 电控汽油喷射执行机构

1—驱动电路； 2—喷油器

喷油器驱动电路的作用是放大控制器的控制脉冲信号,使电磁式喷油器能够根据控制器的控制信号动作。喷油器的作用是按照控制器的控制脉冲宽度,及时开启和关闭喷油阀,将适量的汽油直接喷入进气歧管。

二、汽油喷射电子控制基本原理

控制器中的 ROM 中除了储存有计算机工作控制程序外,还储存了能根据发动机的转速、空气流量(或进气歧管压力)求得基本供油量的计算程序以及各种控制修正计算用的数据。工作时,CPU 根据 ROM 中的控制程序开展工作,接受传感器输入的转速和空气流量(或进气歧管压力)信号,计算出基本供油量,再根据传感器输入的水温、进气温度、节气门位置、废气氧含量等信号参数对基本供油量进行修正,最后得出一个最佳的供油量。这个最佳供油量信息经输出电路变成一脉宽与供油量相对应的电压脉冲,再经驱动电路放大后,控制电磁式喷油器的喷油时间。计算机在发动机的每一个工作循环都可计算得到一个最佳的供油量,因此,发动机始终可以得到最佳空燃比和能使发动机工作在最佳工作状态的混合气。