

汽车保养与维修丛书

汽车新技术

(第二版)

李朝晖 杨新桦 主编



重庆大学出版社

<http://www.cqup.com.cn>

汽车新技术

(第2版)

李朝晖 杨新桦 主 编
张 勇 副主编

重庆大学出版社

内 容 提 要

本书是专门介绍现代汽车新技术的专业读物,该书以汽车电子控制技术为基础,从发动机、底盘、车身以及安全、环保、材料等方面,系统地介绍了现代汽车所采用的新技术。内容新颖、深入浅出、通俗易懂,适合作为大专院校及职业技术学院(校)学生的教材和专业人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

汽车新技术/李朝晖,杨新桦主编. —2 版. —重庆:重庆大学出版社,2012.8
(汽车保养与维修丛书)
ISBN 978-7-5624-2991-3

I. ①汽… II. ①李…②杨… III. ①汽车—新技术
IV. ①U46

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 204072 号

汽车新技术

(第 2 版)

李朝晖 杨新桦 主 编

张 勇 副主编

策划编辑 周 立

责任编辑:周 立 版式设计:周 立
责任校对:陈 力 责任印制:越 晟

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:邓晓益

社址:重庆市沙坪坝区大学城西路 21 号

邮编:401331

电话:(023) 88617183 88617185(中小学)

传真:(023) 88617186 88617166

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn(营销中心)

全国新华书店经销

重庆金润印务有限公司印刷

*

开本:787×960 1/16 印张:27.5 字数:539 千

2012 年 8 月第 2 版 2012 年 8 月第 10 次印刷

印数:23 001—26 000

ISBN 978-7-5624-2991-3 定价:48.00 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书
制作各类出版物及配套用书,违者必究

前 言

近年来,随着汽车工业的发展,汽车的动力性、经济性、安全性、舒适性以及排放性能有了极大的提高,大量的新技术、新材料、新工艺在汽车上得到了应用。而作为国内许多高等院校的重点学科的车辆工程,多年来所沿袭的教学方法和教学内容变化不大,学生所接触到的并不是该学科的最新最前沿的知识和技术。因此,在加强教学改革之际,我们编写了《汽车新技术》一书。本书包含了“传统”汽车构造所没有包含的,在教学中长期被忽视却在实际中已经被广泛应用的“新”技术。

本书系统地介绍了现代汽车所采用的的大多数比较新的技术。因为电子控制技术的广泛应用使汽车在总体结构、工作原理以及使用维修等方面都发生了根本性的变化,从发动机的燃油喷射、点火控制到底盘的传动系统、转向与制动系统以及车身、辅助装置等都普遍采用了电子控制技术,所以本书以汽车电子控制技术为基础,结合汽车新材料、汽车安全、环保技术进行了介绍。本书的重点是对汽车新技术的原理做一般性的介绍,而不是对每种技术比较深入的探讨。

本书由李朝晖、杨新桦主编。全书可以分为三个大的方向:发动机部分;底盘和车身部分;安全、环保、材料技术等方面的新技术。其中第1章、第5章部分内容由李朝晖编写,第2章、第3章、第6章部分内容由张勇编写,第4章、第6章部分内容由李



红松编写,第5章由杨英编写,第6章由李志立编写,第7章、第5章部分内容由邹喜红编写,第8、9章由杨新桦编写。在本书的编写过程中,我们得到了多位老师的帮助与支持,尤其是参与本书编写工作的几位同志的辛勤劳动和通力合作。在编写本书时,我们参阅和引用了大量的文献和资料,在此对这些文献和资料的作者表示谢意。

由于编者水平有限,书中难免有不妥或错漏之处,恳请读者批评指正。

编 者

2004年3月

第2版前言

随着中国汽车工业的飞速发展,大量新的技术、新的材料和新的工艺在汽车上得到了广泛应用;汽车的动力性、经济性、安全性、舒适性和排放得到了极大的提高,同时国内对车辆工程人才的需求也不断扩大。我们在多年来的教学过程中发现,由于技术的飞速发展,学生在课堂上所接触的知识和技术并非该学科最前沿、最新的知识和技术。重庆理工大学车辆工程专业作为国家级特色专业,不断探索对传统教学方法和教学内容的改革,以帮助学生尽可能接触本学科最新最前沿的技术领域。

正是秉承这个思想,在2004年我们出版了第一版《汽车新技术》。在前一版中,我们介绍了很多当时比较新颖的技术,得到了同学、读者的广泛好评。但是随着时间的推移和技术的发展,该书所包含内容不能满足读者对汽车工业最新技术的需求。因此我们对该书进行了重新规划,增加了GDI、HCCI、CVT、DSG、CAN总线、NVH等很多内容,希望本书所包含的内容能够对车辆工程专科、本科的同学,从事车辆工程技术领域的工程技术人员以及对汽车新技术比较感兴趣的读者有所帮助。

本书比较系统的介绍了现代汽车上所应用的新技术,主要包括了发动机上采用的新技术,底盘上采用的新技术,以及提高汽车安全和舒适性的新技术三个方面。本书主要对各种技术的原理进行了一般性的介绍,适合本、专科层次的读者和一般工程



技术人员。

本书由李朝晖、杨新桦主编,张勇副总编。其中第1章和第8章由李朝晖撰写;第2章和第9章由张勇撰写;第4章由李红松编写;第5章由杨英编写;第6章由邹喜红编写;第3章和第7章由杨新桦撰写。在本书的编写过程中我们得到了重庆理工大学很多老师与同学的帮助和支持,在这里向邓伟同学以及参与本书编写工作的几位老师表示感谢。在编写本书时,我们参阅和引用了大量的文献和资料,在此对这些文献和资料的作者表示诚挚的谢意。

由于编者水平有限,书中难免有不妥或错漏之处,恳请读者予以批评指正。

编 者

2012年6月

目 录

第 1 章 汽油机新技术	1
1.1 汽油机电控燃油喷射系统组成及原理	1
1.2 汽油机集中控制系统	34
1.3 汽油机稀薄燃烧与缸内直喷技术	40
1.4 缸内直喷(GDI)与 TSI 发动机	47
1.5 汽油机排放处理新技术	56
1.6 汽油机可变配气相位	68
1.7 发动机其他可变技术	75
第 2 章 柴油机电子控制技术	84
2.1 概述	84
2.2 柴油机电子控制燃油喷射技术	90
2.3 柴油机启动控制技术	116
2.4 柴油机怠速控制技术	119
2.5 柴油机进气电子控制技术	120
2.6 柴油机增压控制技术	125
2.7 柴油机排放控制技术	144
第 3 章 传动系统新技术	162
3.1 液力机械式自动变速器	162
3.2 电控机械式自动变速器	171
3.3 金属带式无级变速器	174
3.4 双离合器自动变速器	181
3.5 机电控制的摩擦片式自动离合器	183
第 4 章 转向系统新技术	185
4.1 机械液压助力转向系统	185
4.2 电控液压助力转向系统	187
4.3 电动助力转向系统	192
4.4 线控电动转向系统	196
4.5 主动转向系统	198
4.6 四轮转向系统	199



第 5 章 底盘新技术	206
5.1 悬架系统新技术	206
5.2 ABS/EBD/BA 系统	215
5.3 ASR 系统	227
5.4 ESP 系统	234
第 6 章 新能源动力汽车技术	246
6.1 概述	246
6.2 气体燃料发动机及其电子控制技术	247
6.3 其他替代燃料应用技术	281
6.4 纯电动汽车	291
6.5 燃料电池汽车	298
6.6 混合动力电动汽车	308
第 7 章 汽车安全新技术	316
7.1 汽车轮胎气压自动监测系统(TPMS)	316
7.2 被动防撞技术	320
7.3 主动防撞技术	328
7.4 现代汽车防盗装置	331
7.5 车身结构	332
第 8 章 汽车电子与电器新技术	335
8.1 自动空调系统	335
8.2 自适应前照灯系统	364
8.3 汽车多媒体系统	369
8.4 巡航控制系统	374
8.5 汽车 GPS 导航系统	381
8.6 CAN 总线技术	385
8.7 倒车雷达、自动泊车	392
8.8 42 V 电源系统	395
第 9 章 汽车的 NVH 特性与开发技术	409
9.1 概述	409
9.2 汽车的 NVH 特性	409
9.3 汽车 NVH 特性的研究与评价方法	411
9.4 整车设计中的 NVH 特性分析	417
9.5 汽车 NVH 特性的仿真分析	420
参考文献	429

第 1 章 汽油机新技术

1.1 汽油机电控燃油喷射系统组成及原理

1.1.1 电控燃油喷射系统简介

在以往的汽油发动机中,可燃混合气是由化油器提供的,即汽油由化油器喷管喷出即被流经喉管的高速空气流冲散,成为雾状颗粒,与空气混合,经过气管被分配到各个汽缸。在这里,空气流量取决于喉管的形状和尺寸;汽油流量,对于一定结构参数的化油器,则取决于喉管的真空度。

由于汽油发动机的工作特点是工况变化范围大,负荷从 0 ~ 100% ,转速从最低稳定转速到最高转速,而且有时工况变化很迅速。而各种工况对混合气的浓度要求不同,为了保证可燃混合气的浓度符合预定数值,就需要精确地控制空气流量和汽油流量。传统的化油器供给系统是通过主供油装置及一些辅助供油装置来实现控制,与电子燃油喷射系统相比,不仅结构复杂,而且对发动机运行状态的适应性、响应速度和控制精确性均显不足,尤其在加速、冷启动等过渡工况下,难于在满足车辆的动力性能的同时兼顾经济性和排放控制。

与传统的化油器供给系统相比,电子汽油喷射系统是以燃油喷射装置取代化油器。通过微电子技术对系统实行多参数控制,可使发动机的功率提高 10% ;在耗油量相同的情况下,扭矩可增大 20% ,从 0 ~ 100 km/h 加速时间减少 7% ;油耗降低 10% ;废气排污量可降低 34% ~ 50% ;系统采用闭环控制并加装三元催化器,排放量可下降 73% 。

自 1967 年德国波许公司成功地研制了 D 型电子控制汽油喷射装置以来,随着电子工业的进步,尤其是大规模集成电路和微机的开发成功,大大地推进了电子技术与汽车技术的结合。1980 年以来各大汽车公司相继开发出了具有各自特色的发动机电子控制系统,如美国福特汽车公司的 EEC 系统、日本丰田汽车公司的 TCCS 系统等。并且从单一的点火控制系统发展到集点火、燃油喷射、废气再循环、怠速等多种控制功能为一体的发动机集中控制系统。到目前为止,欧、美、日等主要汽车生产地的轿车燃油供给系统,95% 以上安装了燃油喷射装置。

1.1.2 电控燃油喷射系统原理

(1) 空燃比对发动机动力性和经济性的影响

空燃比:空气和燃油的混合比,即空气质量与燃油质量比称为空燃比,通常用 A/F 表示。汽油完全燃烧并生成 CO_2 , H_2O 时的空燃比称为理论空燃比,约为14.7。在实际的发动机燃烧过程中,燃烧1 kg 燃油所消耗的空气不一定是理论所要求的空气量,它与发动机的结构和使用工况密切相关,所供实际空气量可能大于或小于理论空气量。

空燃比与火焰温度、发动机输出功率、发动机的油耗率的关系如图1.1所示。从图中可知,燃烧火焰温度在空燃比13.5~14.0时出现最高值,这种空燃比称为功率空燃比。混合气的空燃比为16左右时,燃油燃烧完全,发动机的油耗率最低,这种空燃比称为经济空燃比。在功率空燃比与经济空燃比范围内的混合气成分是汽油发动机常用的混合气,它可使发动机获得较好的使用性能。

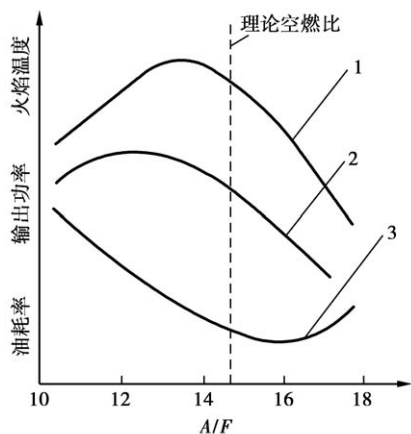


图 1.1 空燃比与发动机动力性和经济性关系

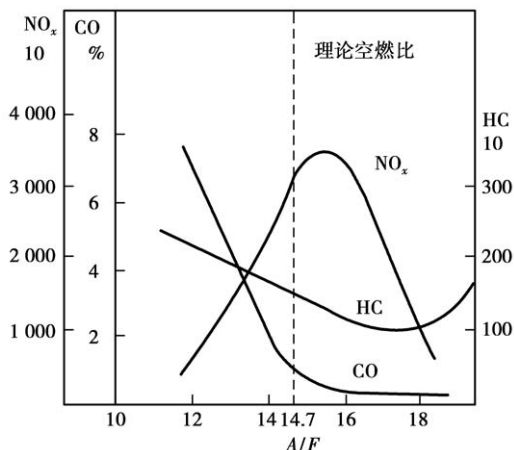


图 1.2 排气成分与空燃比的关系

(2) 空燃比对排气中有害气体的影响

从图1.2中可以看出空燃比对排气中有害气体浓度的影响关系。空燃比对CO的影响:从图中看出,当空燃比低于理论空燃比14.7时,排出的CO浓度便急剧上升;反之,空燃比从16附近起,便趋于稳定,并且数值很低。这说明混合气越浓时,由于燃烧所需要的氧气不足,混合气的不完全燃烧引起CO的急剧上升。同时还说明,要减小CO的排放,就必须采用稀的混合气。试验证明,发动机CO的排放基本上取决于空燃比,其他的影响因素都很小。

空燃比对HC的影响:HC与CO不同,空燃比自11起,随着空燃比的增大,HC便

下降;但继续增大,当空燃比大于 17 时,由于混合气过于稀薄,易于发生火焰不完全传播,甚至断火,使 HC 排放浓度迅速增大。

空燃比对 NO_x 的影响:当空燃比很小时,由于燃烧的高峰温度和可利用的氧的浓度都很低,使 NO_x 的生成量也较低。当空燃比为 15.5 ~ 16.0 的稍稀混合气时,由于燃烧的温度和可利用的氧的浓度都较高,排出的 NO_x 浓度最高。对于空燃比大于 16 的混合气,虽然氧的增加可以促成 NO^+ 的生成,但这种增加却因稀混合气燃烧温度和形成速度的降低而被抵消。因此对于很浓或很稀的混合气, NO_x 的排放浓度均不高。

从有害气体的生成机理研究中发现,降低 NO_x 和降低 HC, CO 所采取的措施往往是矛盾的,因而要求针对不同机型的主要矛盾,提出适当的治理措施。例如,利用二次空气供给装置、热反应器、三元催化反应器、排气再循环等措施,使排气净化达到满意的净化目的。

(3) 发动机不同工况对混合气的要求

1) 稳定工况对混合气的要求

稳定工况大致可分为怠速、小负荷、中负荷、大负荷和全负荷几种情况。

怠速工况是发动机无负荷运行,这时节气门处于全闭状态,因而进气管内的真空度很大。在进气门开启时,汽缸内的压力可能高于进气管压力,废气膨胀进入进气管内。在进气冲程中,把这些废气和新混合气同时吸入汽缸,结果汽缸内的混合气含有百分比较大的废气,为保证这种经废气稀释过的混合气能正常燃烧,就必须供给很浓的混合气。如图 1.3 中的 A 点,随着节气门开度增大,稀释将逐渐减弱,所以小负荷工况下要求混合气如图 1.3 中的 AB 段。

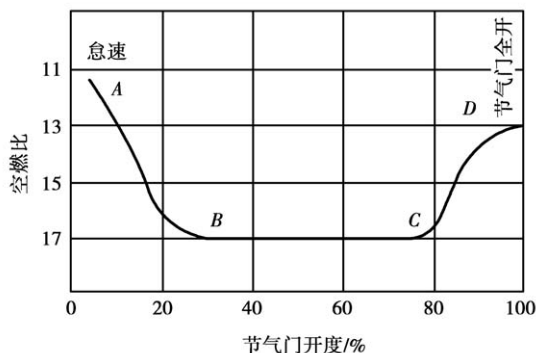


图 1.3 汽油机负荷变化时所需的空燃比

在中等负荷运行时,节气门已有足够的开度,废气稀释影响不大,因此要求供给发动机稀的混合气,以获得最佳的燃油经济性,这种工况如图 1.3 中的 BC 段。空燃比为 16 ~ 17。

在大负荷时,节气门开度已超过 3/4,这时要求节气门开度加大,逐渐加浓混合气



满足动力要求,如图 1.3 中的 CD 段。

2) 过渡工况要求的混合气

过渡工况主要有冷启动、暖车、加速等工况。

冷车启动时,由于发动机的转速和燃烧室壁面温度低、空气流速慢,导致汽油蒸发和雾化条件不好,因此要求发动机供给很浓的混合气。为保证冷启动顺利,要求供给的混合气空燃比达 2:1 才能在汽缸中产生可燃混合气。

暖车过程中,发动机随着转速的提升温度也在逐步上升。由于发动机温度仍然较低,汽缸内的废气相对在增多,混合气受到稀释,对燃烧不利,为保持发动机稳定的运行也要求浓的混合气。暖车的加浓程度,必须在暖车过程中逐渐减小,一直到发动机能以正常的混合气在稳定工况下运转为止。

汽车在加速时,节气门突然开大,进气管压力随之增加。由于液体燃料流动的惯性和进气管压力增大后燃料蒸发量减少,大量的汽油颗粒沉积在进气管壁上,形成厚油膜,这样会造成实际混合气成分瞬间被稀释,使发动机转速下降。为防止这种现象发生,要喷入进气管附加燃料,才能获得良好的加速性能。

汽车急减速时,驾驶员迅速松开加速踏板,节气门突然关闭,此时由于惯性作用,发动机仍保持很高的转速。因为进气管真空度急剧升高,进气管内压力降低,促使附着在进气管壁上燃油加速气化,造成混合气过浓。为避免这一情况发生,在发动机减速时,供给的燃料应减少。

(4) 电子控制燃油喷射 (EFI-Electronic Fuel Injection)

电子控制燃油喷射工作原理是:通过传感器检测发动机进气量、发动机转速及曲轴转角等信号,由电子控制单元根据发动机运行工况,计算出每循环的基本供油量;同时通过节气门位置、冷却水温、空气温度和氧含量等发动机运行工况,对供油量进行修正;修正后的供油量转换为喷油时间并放大输出,实现对喷油器的喷油量的控制,从而使发动机始终具有一个最佳的空燃比。

喷射到进气歧管的燃油量由喷嘴的横断面积、汽油的喷射压力、喷油持续时间等参数来决定。单喷嘴喷油量可根据伯努利方程求得

$$\Delta G = \mu A \sqrt{2\rho_f(p_f - p_o)} \times 10^{-3} \Delta t \quad (1.1)$$

式中 Δt ——喷油持续时间;

μ ——喷油孔的流通系数;

A ——喷油孔的流通截面;

ρ_f ——汽油密度;

p_f ——供油压力;

p_o ——进气管压力;

ΔG ——喷油量。

为便于控制,实际的喷油控制系统中,喷嘴的流通面积和供油压力都是恒定的,

燃油的喷射量只取决于喷射持续时间,即

$$\Delta G = C\Delta t \tag{1.2}$$

式中 C ——与喷油器结构、燃油密度、供油压力、进气管压力等有关的常数。

燃油喷射时刻及延续时间的长短是由发动机的各种参数确定。这些参数经电子控制单元(ECU)处理,再转化为长短不一的喷油脉冲信号,控制喷油嘴打开时刻及延续时间长短,使之准确地工作。

1.1.3 电控汽油喷射系统类型

电子控制燃油喷射技术从 20 世纪 60 年代以来,得到飞快的发展和广泛的应用。欧、美、日的一些著名汽车公司都相继开发研制并实际应用了许多不同类型、档次各异的汽油喷射系统。即使是同一类型的汽油喷射系统,应用于不同汽车公司生产的汽车上又有不同的名称。电控汽油喷射系统可按喷射位置、喷射装置、喷射方式、空气流量测量方式和有无反馈信号等方法进行分类。表 1.1 为国外主要公司发动机电电子控制系统的名称、开发年代和主要功能。

表 1.1

国别	公司名称	年代	系统名称	主要功能
德国	BOSCH	1967	D-Jetronic	燃油多点喷射
		1973	K-Jetronic	燃油多点喷射(机械控制)
		1973	L-Jetronle	燃油多点喷射
		1979	Motronic	燃油多点喷射、点火正时、怠速、废气再循环
		1981	LH-Jetronic	燃油多点喷射
		1982	KE-Jetronie	燃油多点喷射(机械电子控制)
		1986	Mono-Jetronic	燃油单点控制
美国	通用	1979	EFI	燃油多点喷射、点火正时、怠速
		1980	DEFI(TBI)	燃油多点喷射、点火正时、怠速、废气再循环
	福特	1979	EEC-III(CFI)	燃油多点喷射、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
	克莱斯勒	1980	EFI	燃油多点喷射、点火正时、怠速、废气再循环
日本	日产	1979	ECCS	燃油多点喷射、点火正时、怠速
	丰田	1980	TCCS	燃油多点喷射、点火正时、怠速、废气再循环
		1984	T-LCS	同上,用于稀薄燃烧系统
	三菱	1980	ECI	燃油多点喷射、点火正时、怠速、废气再循环



(1) 按喷射位置分类

根据汽油的喷射位置,汽油喷射系统可分为两大类:缸内喷射和进气管喷射,进气管喷射又进一步分为单点喷射和多点喷射。

1) 缸内喷射

缸内喷射是将喷油器安装于缸盖上直接向缸内喷油。因此,要求喷油器阀体能承受燃气产生的高温高压。另外发动机设计时需保留喷油器的安装位置。缸内喷射是近几年燃油喷射技术的发展趋势之一。

2) 进气管喷射

①单点喷射(SPI)。单点喷射系统是把喷油器安装在化油器所在的节气门段,它是用一个喷油器将燃油喷入进气流,形成混合气进入进气歧管,再分配到各缸中,如图1.4所示。

②多点喷射。多点喷射系统是在每缸进气口处装有一只喷油器,由电控单元(ECU)控制进行分缸单独喷射或分组喷射,汽油直接喷射到各缸的进气门前方,再与空气一起进入汽缸形成混合气。多点喷射系统是目前最普遍的喷射系统,如图1.5所示。

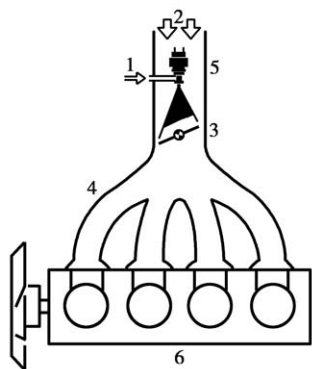


图 1.4 单点汽油喷射

1. 汽油;2. 空气;3. 节气门;
4. 进气歧管;5. 喷油器;6. 发动机

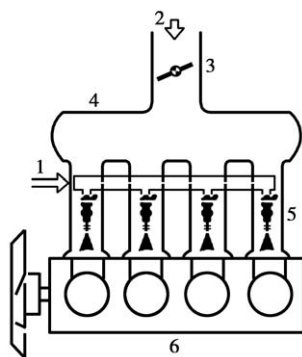


图 1.5 多点汽油喷射

1. 汽油;2. 空气;3. 节气门;
4. 进气歧管;5. 喷油器;6. 发动机

(2) 按喷射控制装置分类

按喷射控制装置的类型,汽油喷射系统分为机械式(机电式)和电控式两种。机械式燃油的计量是通过机械传动与液压传动实现的,电控式燃料的计量是由电控单元(ECU)与电磁喷油器实现的。

(3) 按喷射方式分类

按喷射方式,汽油喷射系统可分为间隙脉冲喷射和连续稳定喷射两种。间隙脉冲喷射每缸每次喷射都有一个限定的持续时间,用喷射持续时间来控制喷油量。电



控式喷油系统一般均采用这种喷射方式,连续稳定喷射是指发动机在工作期间,燃油一直在连续喷射,其流量正比于进入汽缸的空气量。连续喷射主要用在德国博世公司的机械式(K型)和机电式(KE型)喷射系统。

(4)按空气流量测量方法分类

按空气流量的测量方法,汽油喷射系统可分为3种:一种是直接测量空气质量流量的方式,称为质量流量控制的汽油喷射系统(如K型、KE型、L型、LH型等);第二种是根据进气管压力和发动机转速,推算吸入的空气量,并计算燃油流量的速度密度方式,称为速度密度控制的汽油喷射系统(D型);第三种是根据节气门开度和发动机转速,推算吸入的空气量并计算燃油流量的节流速度方式,称为节流速度控制的汽油喷射系统。

(5)按有无反馈信号分类

按有无反馈信号来分,电控汽油喷射系统可分为开环控制和闭环控制两大类。

1)开环控制

开环控制系统只给主系统发出指令,不能检查或控制主系统的实际输出情况。它是把根据实验确定的发动机各种工况的最佳供油参数输入微机,发动机运转时微机根据各传感器的输入信号,确定喷油量,从而决定空燃比,使发动机良好运行。这种控制系统是单向的。

2)闭环控制

闭环控制是通过对输出信号的检测并利用反馈信号对输入进行调整,使输出满足要求。如在排气管上加装氧传感器,根据排气中的含氧量来测定发动机燃烧室的工况,并把信号反馈到微机与原来给定的信号进行比较,将燃油量与空燃比进行修正。因此,闭环控制可达到较高的控制精度,可消除产品差异和磨损等形成的性能变化。

1.1.4 电控汽油喷射系统组成

(1)空气系统

空气系统的作用是根据发动机的工作状态提供适量的空气量,同时向ECU传递此信息,并根据ECU的指令完成空气量的调节。空气系统主要由空气流量计或进气歧管绝对压力传感器、进气温度传感器、节气门位置传感器、进气歧管、空气阀及空气滤清器等组成。

1)空气系统的组成

①质量流量式。质量流量方式是利用空气流量计直接测量吸入的空气量。通常是用测量的空气流量除以发动机转速以后的值作为计算喷油量的标准。空气流量是通过空气流量计测得的,空气流量计主要有叶片式、卡门涡旋式、热线式与热膜式等几种。其中叶片式与卡门涡旋式空气流量计测得的是吸入空气的体积,还需根据进



气温度与大气压力等信息计算出空气质量。而热线式与热膜式空气流量计则直接测量进气质量,因此,其精度更高。典型质量流量式的空气系统如图 1.6 所示。

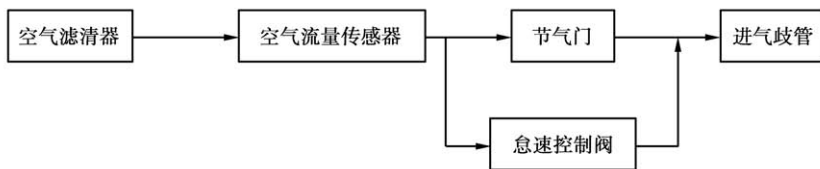


图 1.6 质量流量方式空气系统组成

②速度密度式。速度密度方式是利用绝对压力传感器测出进气歧管绝对压力,根据进气歧管绝对压力和发动机转速推算出每一循环吸入发动机的空气量,由此空气量计算汽油的喷射量。由于空气在进气歧管中的压力是变化的,因此,速度密度方式不容易精确检测吸入的空气量。如图 1.7 所示,速度密度方式与质量流量方式在结构上的差别主要是用压力传感器代替了空气流量计。

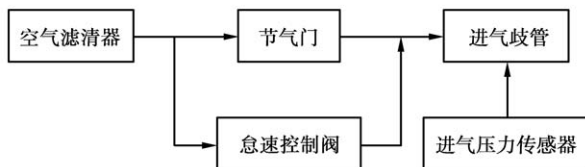


图 1.7 速度密度方式空气系统组成

2) 空气系统的主要元件

①空气流量传感器

真空度传感器。真空度传感器的结构如图 1.8 所示。真空度传感器实际上是一个由硅片组成的半导体应变片,硅片封装在真空室中,硅片的一面是真空室,另一面接入进气歧管压力。硅片上下面各有一层二氧化硅膜,在膜层中,沿硅片四周,有四个传感器电阻,这四个电阻连接成惠斯顿电桥,如图 1.9 所示。无变形时,电桥调至电平衡状态。当硅片中膜片受真空负压弯曲时,引起电阻值的变化,使电桥失去平衡,从而在 AB 两端形成电压差。由于输出信号较小,因此通过 IC 集成电路进行放大,作为 ECU 的输入信号。真空度传感器与 ECU 的接线如图 1.10 所示。

叶片式流量计。叶片式空气流量计是一种较为常用的空气流量计,如图 1.11、图 1.12 所示,它主要由测量板、补偿板、回位弹簧、电位器、旁通道与怠速调节螺钉等组成。

叶片式空气流量计是利用空气流动产生的压力差将叶片推开的原理进行工作的。叶片受到发动机进气管中空气流的作用,克服弹簧力而转动到一定的位置,空气流量越大,叶片的转角越大。为了使叶片在吸入空气量急剧变化和气流脉动时,仍可保证稳定转动,在流量计上设置了与叶片做成一体的补偿片和阻尼室。