

# 汽车电子技术

# 与传感器

董辉 编



北京理工大学出版社

# 汽车电子技术与传感器

董 辉 编

北京理工大学出版社

## 内 容 简 介

本书是作者参阅大量中外最新技术资料，针对国内汽车技术发展现状编写而成。它详细地介绍了汽车电控系统及汽车用传感器的结构与原理。内容涉及到汽油机、柴油机的电控及电子控制自动变速器、制动防抱死控制系统及有关的传感器等。内容丰富，注重实用，图文并茂，通俗易懂。

本书是汽车技术人员、汽车技工学校、汽车驾驶学校、汽车驾驶员和修理工技术等级培训班师生的重要参考书，是汽车工程技术人员的必备资料。

### 图书在版编目(CIP)数据

汽车电子技术与传感器/董辉编著. -北京:理工大学出版社,1995 ISBN 7-81045-057-3

I. 汽… II. 董… III. ①汽车-电子控制系统-电子技术②汽车-传感器 IV. U463.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (95) 第 13863 号

北京理工大学出版社出版发行

(北京市海淀区白石桥路 7 号)

(邮政编码 100081)

各地新华书店经售

通县向阳印刷厂印刷

\*

787×1092 毫米 32 开本 12.75 印张 279 千字

1995 年 11 月第一版 1996 年 9 月第二次印刷

印数 6001—12000 册 定价:16.00 元

---

※图书印装有误,可随时与我社退换※

# 目 录

## 第一篇 汽车电控系统的结构与原理

<b>第一章 电控燃油喷射系统</b> .....	( 7 )
第一节 电控燃油喷射概述 .....	( 8 )
第二节 燃油喷射装置的种类 .....	( 11 )
第三节 测量片式燃油喷射装置 .....	( 18 )
第四节 燃油泵电路 .....	( 27 )
第五节 冷起动阀和温度—时间开关 .....	( 35 )
第六节 喷油嘴与燃油喷射的控制方式 .....	( 38 )
<b>第二章 点火时间的控制</b> .....	( 49 )
第一节 点火系统基础知识 .....	( 49 )
第二节 无触点点火装置 .....	( 55 )
第三节 爆震控制 .....	( 67 )
<b>第三章 发动机的怠速转速控制</b> .....	( 72 )
第一节 早期的怠速转速控制系统 .....	( 72 )
第二节 各种新型怠速转速控制系统 .....	( 89 )
<b>第四章 柴油发动机的电子控制系统</b> .....	( 106 )
第一节 五十铃公司 4FBI 发动机的电子控制系统 .....	( 107 )
第二节 丰田公司的 2L - TE 型电子控制系统 .....	( 110 )
第三节 丰田公司的 2L - THE 型电子控制系统 .....	( 113 )
<b>第五章 电子控制自动变速器</b> .....	( 116 )
第一节 概论 .....	( 116 )

第二节	丰田汽车公司的 A340E 型电子控制自动 变速器(AT) .....	(121)
第三节	日产汽车公司的电子控制自动变速器(AT) .....	(127)
<b>第六章</b>	<b>电子控制悬架系统 .....</b>	<b>(135)</b>
<b>第七章</b>	<b>电子控制动力转向系统 .....</b>	<b>(149)</b>
<b>第八章</b>	<b>防抱死控制系统(ABS)和牵引力控制系统 .....</b>	<b>(168)</b>
第一节	ABS 的基本知识 .....	(168)
第二节	ABS 的工作原理 .....	(177)
第三节	牵引力控制系统 .....	(187)

## 第二篇 汽车用传感器的结构与原理

<b>第九章</b>	<b>空气流量传感器与温度传感器 .....</b>	<b>(211)</b>
第一节	动片式空气流量传感器 .....	(211)
第二节	卡门涡旋式空气流量传感器 .....	(220)
第三节	热丝式空气流量传感器 .....	(227)
第四节	温度传感器 .....	(233)
<b>第十章</b>	<b>压力传感器与转速传感器 .....</b>	<b>(259)</b>
第一节	压力传感器 .....	(259)
第二节	转速传感器 .....	(269)
<b>第十一章</b>	<b>液位传感器、位置与角度传感器 .....</b>	<b>(285)</b>
第一节	液位传感器 .....	(285)
第二节	位置与角度传感器 .....	(297)
<b>第十二章</b>	<b>光电式车高传感器、光电式转向传感器、     流量传感器 .....</b>	<b>(311)</b>
第一节	光电式车高传感器 .....	(311)
第二节	光电式转向传感器 .....	(322)
第三节	流量传感器 .....	(327)
<b>第十三章</b>	<b>气体浓度传感器、爆震传感器、光量传感器 .....</b>	<b>(334)</b>
第一节	气体浓度传感器 .....	(334)

第二节	爆震传感器 .....	(352)
第三节	光量传感器 .....	(358)
<b>第十四章</b>	<b>磨损检测传感器、位置传感器、湿度传感器、</b>	
	<b>电流传感器、距离传感器、方位传感器 .....</b>	<b>(367)</b>
第一节	磨损检测传感器 .....	(367)
第二节	位置传感器 .....	(368)
第三节	湿度传感器 .....	(371)
第四节	电流传感器 .....	(373)
第五节	距离传感器 .....	(380)
第六节	方位传感器 .....	(382)
<b>参考文献</b>	.....	<b>(387)</b>

# 第一篇 汽车电控系统的 结构与原理

很早以来,汽车与电就存在着密切的关系。1885年,发动机开始采用电点火。随后在1912年汽车上装用了蓄电池、车灯、发电机和起动机等,这时汽车上大体已形成了电系。而汽车上采用电子设备可从1930年装用电子管式汽车收音机算起,但收音机是与汽车自身功能没有密切关系的娱乐用设备。这种状态持续到1950年左右,这时的汽车电子设备不过是指在部分的高级轿车上装用的汽车收音机和前照灯的自动变光装置。1947年发明了晶体管,此后汽车电子技术随着半导体技术的发展而发展。1960年克莱斯勒公司和摩托罗拉公司共同开发出交流发电机用二极管,推动了交流发电机的普遍采用。与直流发电机相比,交流发电机的低速充电性能好,消除了直流发电机用换向器可能产生的各种故障,使汽车的充电装置取得了划时代的进步。至今,已过去30多年,这种交流发电机还将继续采用下去。

包括交流发电机用二极管在内,半导体的各种技术都在汽车电子领域得到了广泛的应用。按照汽车结构的各系统:电源、发动机控制、行驶、仪表、报警与安全、旅居性、娱乐与通讯类的应用状况划分,已在汽车上应用的电子设备如表01-1所示。从其应用的理由来看,大致可分为下列4点:

(1)技术的必然性;

(2)设备特点及用户的爱好、追求时髦;

(3)旅居性,操纵性;

(4)法规的规定。

其中,尤以第(2)种目的为多,例如:装用汽车收音机,汽车立体声及民用频段电台等。下面再来说明一下汽车电子设备的应用过程。

1964年美国通用公司汽车和福特汽车装用晶体管式点火放大器,1967年美国通用汽车公司开始装用混合IC式点火放大器。丰田公司在“世纪”牌小客车上装用有触点式晶体管装置、电子式恒速控制装置、场致发光式仪表板、自动门锁、照明自动控制装置。大众公司和波许公司共同开发的晶体管式燃油喷射装置实际装车。1968年福特公司研制出防抱死控制装置、并装于“马克Ⅱ型”小客车上。1971年日产公司也研制出防抱死控制装置,装于“总统牌”小客车上。

为了节省汽车用电线,1968年艾塞库斯公司发表了利用单线多路传输信号的构想。1971年美国通用汽车公司(GM)推出了采用微处理机的组合系统;丰田公司也开发出类似的装置,并装设于1973年型安全试验车(EVS)上。

1969年本迪克斯公司与福特公司研制出利用雷达控制车辆之间距离及防止撞车的控制系统。

在1970年的汽车展览会上,日产公司推出了电子控制概念车,显示出汽车电子发展的前景;此年开始装用IC电压调节器。GM研制成功安全气囊装置,该装置配有专用的传感器和大规模集成电路(LSI)。丰田公司研制成功了点火提前控制装置(TCS),并装于花冠牌小客车上。

70年代是汽车电子迅速普及的时代。1971年,美国GM公司装用了IC点火组件;克莱斯勒公司装用了与本迪克斯公

司共同开发的电子式防抱死控制装置。1971年可以说是燃油喷射系统年,日产公司在“蓝鸟Ⅱ型”车上装用了电子汽油喷射系统(EGI),丰田公司在“花冠、马克Ⅱ型”车上装用了电子

表 01-1 汽车电子设备

设 备		
电 源	交流发电机用二极管 IC 电压调节器 多路传输线束	仪表盘照度自动控制 安全带自动报警 速度报警
发 动 机 控 制	无触点式点火装置(点火组件) 全晶体管式 高能点火式 无分电器式 发动机电子控制装置 反馈化油器式(FBC) 燃油喷射控制方式(EFI) · 模拟式 · 数字式	报 警 与 安 全 装 置 车灯断线监测器 门半开报警器 散热器液面报警 燃油量指示 制动液位指示 蓄电池液位指示 风扇皮带未张紧报警 排气温度报警 车灯未关报警 钥匙未拔报警 制动蹄片磨损报警 集中报警 车速感应门闭锁 熔断器断线报警 车胎压力监测器 安全气囊 防撞车雷达装置 余光式车内灯控制装置 音频合成式报警装置
行 驶 装 置	自动变速控制装置 车速自动控制 防抱死控制 间歇刮水 车门自动锁紧 自动停车控制 变光控制器 电子闪光器 电子喇叭 车高自动控制 道路交通信息显示 自动记录 自动除雾装置	旅 居 性 空调控制 动力窗控制

续表

	设 备		
仪 表	里程表	娱 乐 通 讯	AM 收音机(单声道、立体声)
	数字式速度表		AM/FM 立体声(数字式调谐)
	电子式温度计		汽车立体声
	出租车用仪表		CB 电台
	石英钟(模拟式,数字式)		业余电台 汽车电话

燃油喷射系统。

1972 年相继推出了许多报警系统,日产公司开发了轮胎异常报警、防止饮酒开车等 10 种报警装置;丰田公司和日本电装联合开发了 OK 监测器。

1973 年可以说是安全带、联锁装置年,美国几家公司在汽车电子设备上开始采用双极型及 C-MOS 型集成电路,日本东洋工业和丰田公司在对美国的出口车上也采用这两种集成电路。就在这一年,大众公司和德国波许公司共同开发了混合集成电路式 EGI,本迪克斯公司研制成功了闭环控制的 EGI 装置;克莱斯勒公司对所有车型均采用电子式点火装置。

1974 年,美国 GM 公司实车装用高能点火装置 (HEI)。各公司也纷纷采用全晶体管式放大器,丰田公司在“世纪牌”小客车上装用了全晶体管点火装置,在向美国出口的汽车上装用了包括变换器、废气再循环装置、阻风门等在内的电子式排气控制装置。丰田公司在“皇冠牌”小客车上装用了速度感应型动力转向装置。

1975 年克莱斯勒公司开发并装用排放气体的改进系统,这种系统利用微机,形成最佳点火时间,实现稀薄混合燃烧。

丰田公司靠自身开发的集成电路 (IC), 在“皇冠”车和“花冠、马克Ⅱ型”车上装用了 L 型电子汽油喷射系统 (EFI)。

1976 年, 美国 GM 公司实车装用了利用数字系统实现点火时间最佳化的 MISAR 系统 (Microprocessed Sensing and Automatic Regulation), 三菱公司在“德鲍尼亚”车上装用了防抱死装置, 丰田公司在“皇冠”车上装用了 IC 化的全晶体管点火装置和 IC 调节器。

1977 年福特公司和东芝公司共同研制成功了专用微机控制的发动机综合控制系统 EEC - I, 并实际装车使用, 这项研究历时 6 年之久。在 1977 年的汽车展览会上, 日产公司推出了“微机车”和“雷达车”。丰田公司在“花冠”牌车上采用了转鼓显示、OK 监测器, 在“皇冠”牌车上装用了 78 年型排放措施用 L 型 EFI。

1978 年, 福特公司把 EEC - I 型发展成 EEC - II 型, EEC - II 型增加了功能, 对化油器的空燃比也可以进行控制。美国通用汽车公司 (GM) 在 MISAR 的基础上开发了 C - 4 系统 (Computer Controlled Catalytic Converter System)。日产公司开始采用电子化油器控制 (ECC) 及 IC 点火组件。

1979 年时, 福特公司研制了 EEC - III 系统。美国 GM 公司也研制成功了数字式 EFI, 并已在车上装用。日产公司在“总统牌”小客车和“荣光牌”小客车上装用了采用微机的发动机集中控制系统 (ECCS), 该公司还开发成功了驱动用微机, 装用于“西尔维亚”牌小客车上。丰田公司也开发出了闭环式微机、数字显示电子调谐收音机, 并用于“皇冠”牌小客车上。

自 80 年代以来, 汽车电子技术获得更加惊人的发展。这一方面是因汽车排放法规、油耗法规的逐步加严, 只能采用

汽车电子技术才能使汽车符合最新法规的要求，而另一方面是以微机为代表的半导体的制造技术、可靠性及成本等能够充分满足汽车的要求。

在本书的第一篇里分 8 章说明汽车电子控制技术的原理。

# 第一章 电控燃油喷射系统

汽车发动机采用电子控制的目的是为了为了满足社会对汽车的要求：净化废气、节省燃油。汽车电控技术的发展与半导体技术，特别是微机技术的发展密切相关。可以举出多种理由来解释汽车采用电子控制的必要性，但概括起来，有下列三点：控制的自由度大、可实现高精度控制、功能特性长期不变等等。

目前，许多汽车上采用的是集中控制方式，即用一个控制组件完成多项控制。例如，发动机的集中控制包括：燃油喷射控制与燃油泵控制；点火时间控制；怠速转速控制等。有些车型还可以进行其它项目的控制，但基本上是这三项。发动机集中控制的基本概念如图 1-1 所示。从图中可以看出，

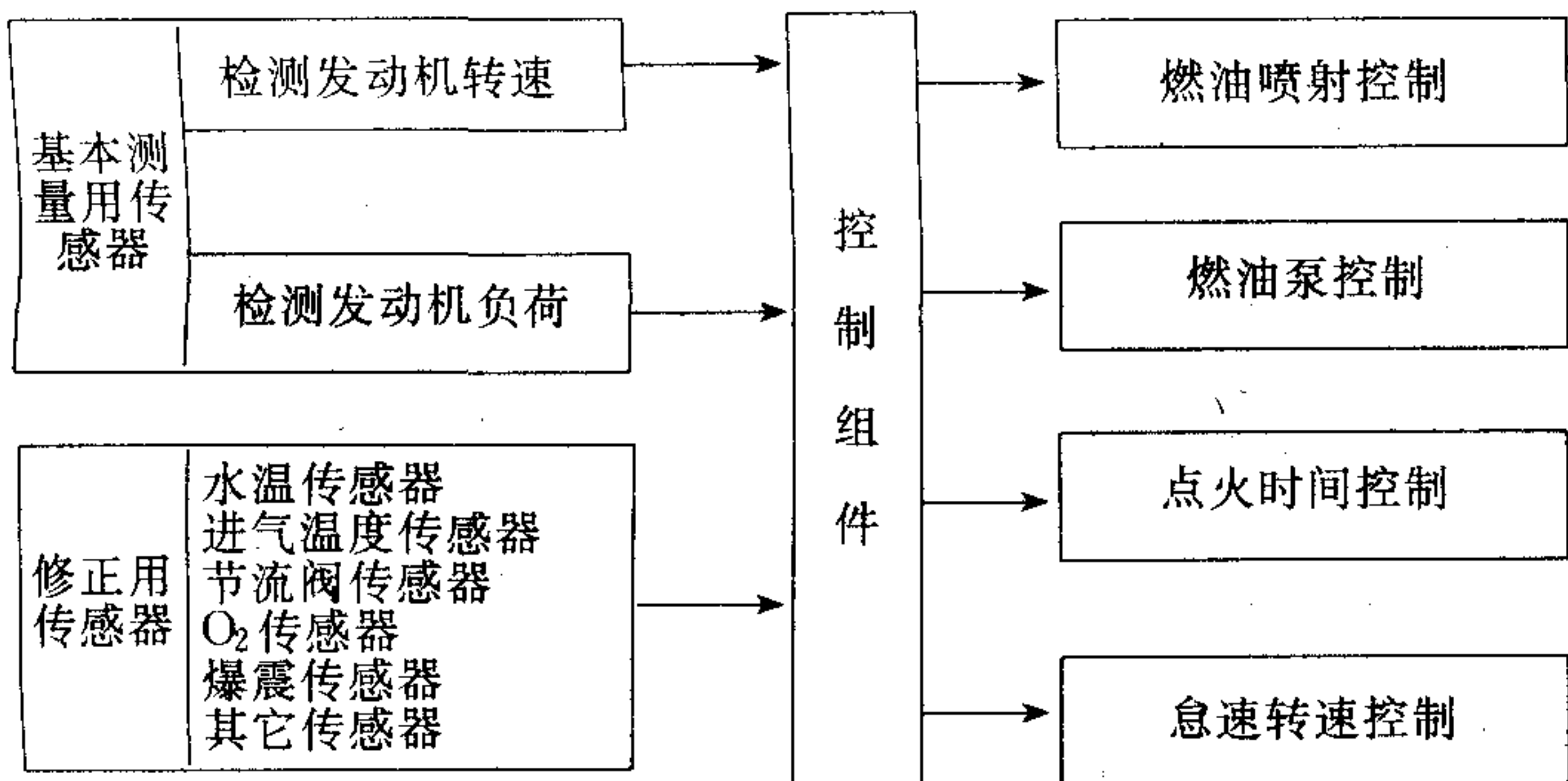


图1-1

将信号输入到控制组件的部件就是传感器。为了加深对传感器的理解，本书先对车用电子控制系统的原理与结构加以说明。本篇说明汽油发动机的电子控制系统，并对柴油机的电子控制略加说明。

## 第一节 电控燃油喷射概述

提起燃油喷射，很多人就会联想到柴油机上的喷射装置。汽油发动机是不是可以利用柴油机的喷射系统呢？过去有人曾设想把柴油机的喷射系统用在汽油机上。柴油具有较高的粘度和润滑作用，它可以防止喷油嘴的烧蚀，而且可利用喷油泵在高压下喷射。但汽油的性能参数与柴油大不相同，所以人们另辟蹊径，开发出在低压下喷射汽油的燃油喷射装置。当然人们也研制过类似柴油喷油泵的汽油低压喷油泵，但从各方面来看，都显示不出比化油器供油方式的优越性，所以已被放弃。

### 一、燃油喷射的优点

#### (一) 可做到燃油的均匀分配

汽车发动机是多缸的，要想实现各缸燃油均匀分配，只要各缸均配置 1 个喷油嘴就可以了。与装用化油器的发动机相比，装设喷油嘴简单而又方便。这对防止环境污染来说是一个很大的优点，由此可以准确地控制燃油与空气的比例，即空燃比，更体现出燃油喷射的优点。

#### (二) 进气效率高

化油器式发动机是利用活塞下降的进气负压，提高通过喉管的进气速度来吸出汽油的。无论如何，化油器必然存在

一定的阻力，而且吸出的汽油粒子和空气同时在进气歧管内流动，在只有 1 个化油器的多缸发动机上，进气歧管的形状很复杂，其形状对进气效率也有很大影响。采用燃油喷射时，因为是在进气歧管附近喷射燃油，只有空气通过进气歧管，所以可增大进气歧管的直径，增强进气的惯性作用，提高进气效率。

考虑到成本的关系，有些喷射装置只设 1 个或 2 个喷油嘴，在这种场合下，喷油嘴与化油器喷射燃油的位置相同，也就是说，是在节流阀的上游喷射燃油，这种喷射方式难以提高进气效率和实现燃油的均匀分配，从这点来看，采用 1~2 个喷油嘴的燃油喷射属于一种不完整的喷射方式。

### (三) 可提高响应性

与化油器式供油相比，燃油喷射的上升特性好。

对采用化油器供油的发动机来说，在高输出功率状态下行车时，节流阀打开，进气歧管内的空气流依靠壁流可以顺利地把燃油输送到汽缸内，但当急剧关闭节流阀时，壁流立即被截断，然后再想加速，即使突然打开节流阀，因为不会立刻产生进气负压，待化油器吸上燃油，无论如何总要滞后一定的时间。

采用燃油喷射装置时，是在吸气管附近喷射燃油，它比化油器供油的响应速度快，也就是说，可以实现即时响应。

### (四) 其它优点

有人认为：带自动变速器(AT)的车之所以迅速普及，是多亏有了燃油喷射装置。这种说法并不过份。在发动机刚启动之后，燃油喷射对怠速的控制要比化油器的好，尤其是暖机特性好。老式的装化油器的 AT 车，快怠速旋转的时间长，而且转速也高，刚启动后很难起步，即化油器不太适用于 AT

车。而对燃油喷射来说，这是一个很容易解决的问题。

此外，在寒冷季节，化油器主喷油管的附近结冰时，就会造成发动机的输出功率不足，但对燃油喷射来说，由于结构上的原因，不存在这一问题。

燃油喷射对涡轮增压及机械增压的普及也作出了一定的贡献。在化油器供油的发动机上，安装涡轮增压机或机械增压机时，化油器本身也要改动，而采用燃油喷射时，就容易安装增压机。

随着微机技术的发展，对喷油嘴的控制精度会更加提高，可以做到自由控制，即根据发动机的运转状态自由地控制燃油浓度。

## 二、燃油喷射装置的缺点

从价格方面看，与最初开发燃油喷射时相比是便宜了，但价格还是较高。

从维修角度看，化油器很容易取下并可进行大修，但燃油喷射装置还难以达到这种程度。

从设计上看，喷油嘴的喷油孔直径的选定还存在一定问题，喷油孔的直径应能保证最高输出功率时所需要的燃油。喷油孔的直径是根据所需要的燃油及喷油嘴处的燃油压力来决定的，这样，怠速时的燃油就会过浓；如果减小喷油孔直径，在最高输出功率时就会出现供油不足的现象。可以看出，用1个喷油嘴的燃油喷射装置，其适用范围是有限的，为了弥补这一缺点，在目前的燃油喷射发动机上，一般都提高了怠速转速。

顺便指出，在计算喷油嘴的喷油孔直径时，有这样一个计算公式

$$\frac{\text{最高转速}}{\text{怠速转速}} \approx 7.5$$

也就是说，当提高最高转速时，相应地也要提高怠速转速。

最后还要注意到，驱动喷油嘴是要消耗电能的。

## 第二节 燃油喷射装置的种类

燃油喷射装置大致可分为机械控制式和电子控制式两种。日本汽车大多采用电子控制式。电子控制式又可分为 D 型燃油喷射装置和 L 型燃油喷射装置。同一类电子控制燃油喷射装置各厂家的称呼方法不同。丰田公司和大发公司取电子燃油喷射三个词的英文头一个字母称为 EFI，日产、马自达、富士重工取电子汽油喷射三个词的英文头一个字母称为 EGI，三菱取电子控制喷射三个词的英文头一个字母称为 ECI，五十铃等公司取电子、控制、汽油、喷射四个词的英文头一个字母称为 ECGI。但无论哪一种，基本的结构都是西德的罗伯特·波许公司开发的。

### 一、D 型燃油喷射装置

D 型燃油喷射装置可称作进气负压检测式喷射装置，按控制方式也可称作速度/密度控制式。其结构如图 1-2 所示。这种控制方式所基于的工作原理是：进气歧管内的负压与每 1 周期的进气量大致成正比。当测定进气歧管内负压的真空传感器的信息和分电器输出的发动机转速的信息输入到微机后，微机根据这两个信息计算出基本喷射时间，并决定喷油嘴的通电时间，再与发动机的转速同步，利用喷油嘴喷射燃油。