

现代汽车新技术

电子控制汽油

姚国忱 主编

喷射系统构造与维修



百通集团
辽宁科学技术出版社

1003786

· 现代汽车新技术丛书 ·

电子控制汽油喷射系统 构造与维修

姚国忱 主编

 百 通 集 团
辽宁科学技术出版社

· 沈阳 ·

内 容 简 介

本书叙述了汽车汽油喷射系统（包括机械控制式和电子控制式的各种类型）的构造、工作原理、故障分析判断和排除方法。并列举了各种汽油喷射系统的常用车型的故障排除实例。

本书具有理论结合实际的特点，具有可读性和实用性。是广大驾驶员、维修工人及技术人员难得的汽油喷射系统维修资料，是汽车维修人员培训教材，也可供大专院校有关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

电子控制汽油喷射系统构造与维修/姚国忱等编. —沈阳:
辽宁科学技术出版社, 1997. 11

(现代汽车新技术丛书)

ISBN 7-5381-2496-9

I. 电… II. 姚… III. ①汽车-电子控制-汽油机-喷油器
构造②汽车-电子控制-汽油机-喷油器-维修 IV. U464.171

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 21838 号

辽宁科学技术出版社出版

(沈阳市和平区北一马路 108 号 邮政编码 110001)

沈阳新华印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

开本: 787×1092 1/16 印张: 26 $\frac{3}{4}$ 字数: 667,000

1997 年 11 月第 1 版

1997 年 11 月第 1 次印刷

责任编辑: 宋纯智 马旭东

版式设计: 李 夏

封面设计: 曹太文

责任校对: 周 文

印数: 1—6 000

定价: 38.00 元

《现代汽车新技术丛书》编委会

主 编 姚国忱
常务副主编 麻友良 赵显新
副 主 编 牛卓民 游道华 杨志恒 杨志有
编 委 (以姓氏笔画为序)
牛卓民 江宗藩 包镒棣 宋建国
吴杰山 杨仁甫 杨志恒 杨志有
周家透 张应华 张炳焕 赵正飞
赵显新 姚国忱 聂玉峰 麻友良
游道华 曹 崢 崔长荣

《电子控制汽油喷射系统构造与维修》

作 者 (按编写顺序排列)
姚国忱 曹 崢 胡月华 包镒棣
张远程 牛卓民 游道华 江宗藩
张应华 张炳焕 周家透 聂玉峰
麻友良

《现代汽车新技术丛书》前言

当今汽车发展最显著的特点之一是机电一体化。1967年德国率先推出电子控制汽油喷射发动机,1976年美国通用汽车公司首次将微处理器应用于点火时刻控制,此后,微机在汽车上的应用迅速发展起来。这种以微机为核心的电子控制系统几乎已应用于汽车的各个系统。这在提高汽车的动力性、经济性、安全可靠性和灵活舒适性等方面发挥了不可替代的作用。现代汽车的新技术主要包括以下几方面。

1. 应用于发动机的电子控制技术

电控汽油喷射装置在美、日、德以及其他一些先进国家的高级轿车上基本上取代了化油器。目前汽油发动机上普遍采用的是缸外多点和单点喷射,但控制精度高、技术要求也高的缸内喷射系统也已有应用。柴油发动机供油系统也应用了电子控制技术。电子点火时刻控制系统替代了传统的真空、离心点火提前装置,而电子高压配电技术的应用使电子点火系统实现了无分电器和无高压线化。目前发动机上应用较为普遍的,其他控制系统还有稳定怠速控制系统、废气再循环控制系统、故障自诊断系统等。一些汽车上的风扇离合器也用电脑来进行控制。当今的发动机上的各个电子控制系统都是由一个电脑集中进行控制,并都具有故障自诊断功能。未来发动机上的电子控制技术还将有:压缩比可控电子控制、配气相位可变电子控制、断缸选择电子控制等。

2. 应用于底盘的新技术

制动防抱死电子控制(ABS)提供了最佳的制动效果。最新的防抱死系统是用多谱勒雷达测得实际车速,但目前应用还不多。车轮防滑转电子控制系统(ASR)是制动防抱死电子控制系统之后发展起来的车轮防滑技术。自动换挡于70年代在一些先进国家已普遍应用,80年代初期电子控制液力自动变速器和电子控制自动变速器也相继问世。目前一些汽车上的自动变速器与发动机电子控制系统共用一个电脑。汽车底盘其他电子控制系统有:电子控制悬挂系统、动力转向电子控制系统、四轮驱动电子控制系统、自动行驶系统等。

3. 汽车上的其他新技术

用于安全方面的有安全气囊、自动车距报警和防撞车自动控制系统、

安全皮带预紧器等;其他还有数字显示的智能化仪表和声光报警系统、前照灯自动变光和照射角度自动控制系统、后窗玻璃自动除霜、后视镜自动除霜和角度控制、空调温度自动调节控制、发动机预热自动控制、自动车门和防盗系统、车辆行使自动导航系统等等。随着现代科学技术的发展,现代汽车新技术还将层出不穷。

我国 80 年代以后进口的小汽车多采用了上述新技术。我国已宣布,今后国产汽车将采用电子控制系统。国内引进生产的汽车如新款桑塔纳、奥迪等也已装备了电控汽油喷射等电子控制装置。国内已有好几家工厂在生产防抱死装置及自动变速器等新装置。

我国当前汽车维修行业已经出现这样一个突出矛盾,即对汽车电子控制系统能够进行维修的人员甚少,绝大多数维修人员对汽车电子控制系统没有掌握。这不仅使正在运行的配装电子控制系统的汽车得不到及时而正确的维修,而且在一定程度上将影响配装电子控制系统的汽车销售量,制约我国汽车工业的发展。

为适应这一严峻形势,摆在广大汽车维修人员面前的紧迫而艰巨的任务就是学习汽车电子控制新技术,掌握装备了电子控制系统的汽车的维修方法。为此,我们编写了这套《现代汽车新技术丛书》。

这套丛书共分 5 册:《电子控制汽油喷射系统构造与维修》、《电子点火系统原理与检修》、《汽车底盘电子控制系统原理与检修》、《汽车电气系统新技术》、《自动变速器结构与维修》。

这套丛书的编写特点是,紧紧围绕“维修”这个中心介绍汽车电子控制系统的构造原理、故障排除方法和修理方法。为使读者对这套丛书好学易懂,我们采取深入浅出、图文并茂和理论联系实际的方法,使该丛书具有可读性和实用性。

编写此套丛书时,参考了国内外大量的资料,在此一并向有关作者表示谢意。

编写这套数百万字、数千幅图的丛书所及的内容广泛,编写人员众多,虽然编著者尽心尽力,但由于水平所限,时间仓促,书中疏漏甚至错误之处在所难免,望读者批评指正。

丛书编委会

1996 年 10 月

《电子控制汽油喷射系统构造与维修》前言

过去,汽油发动机一直采用化油器式燃油供给系统。随着电子计算机技术的飞速发展,世界一些先进国家,电子技术在汽车上得到了广泛的应用。1961年美国BENDIX公司首先研制出用电子控制(电脑控制器)的汽油喷射系统的技术,此项专利被德国买去并实用化后,于1967年推出电子控制汽油喷射发动机系统。从此欧洲各大汽车制造厂相继采用这一新技术。

采用汽油喷射系统,不仅减少了汽车排污量,而且还提高了汽车的动力性和经济性。

近些年来。尤其是80年代以后,我国进口了大量的装配汽油喷射系统的汽车。这些汽车有的已经或超过1个大修周期。我国生产的中、高级轿车有的(如奥迪、北京切诺基、三峰等)已经或正在准备装配电子控制汽油喷射系统。更令人鼓舞的是,为使我国支柱产业之一的汽车工业“高档”起步,我国已投资3.5亿元人民币开发了电子控制汽油喷射系统。国产电子控制汽油喷射系统不久将装配在国产汽车上。

然而,我国(尤其是内地和边远地区)的汽车维修人员,能正确维修汽油喷射系统的甚少。为此,我们编写了《电子控制系统构造与维修》一书,供广大汽车维修和使用、管理人员使用。

考虑到我国广大汽车维修人员的实际情况,我们编此书时,采取了深入浅出、图文并茂的方法,避开与维修关系不十分密切的理论,把着眼点放在“维修”上。使此书具有可读性和实用性。

参加编写人员有:姚国忱(第一章)、曹崢(第二章)、周家透(第三章)、包镒棣(第四章)、崔长荣(第五章)、胡月华(第六章)、牛卓民(第七章)、游道华(第八章)、江宗藩(第九章)、石胜金(第十章)、张炳焕(第十一章)、聂玉峰(第十二章)、麻友良(第十三章和第十四章)。

目 录

前 言

第一章 汽车汽油喷射系统概述	(1)
第一节 汽车汽油喷射系统发展概况	(1)
第二节 汽油喷射系统的分类	(2)
第三节 汽车发动机不同工况对可燃混合气成分的要求	(4)
第二章 机械控制汽油喷射系统	(5)
第一节 机械控制汽油喷射系统的组成及工作原理	(6)
第二节 机械控制汽油喷射系统主要组件的构造和作用原理	(8)
第三节 机械控制汽油喷射系统的辅助调节装置	(16)
第四节 新式 K 型机械控制汽油喷射系统的新型组件	(18)
第五节 机械控制汽油喷射系统主要组件的测试与调整	(23)
第六节 机械控制汽油喷射系统的故障分析及检测	(34)
第三章 四缸发动机机械控制汽油喷射系统的检修	(44)
第一节 概述	(44)
第二节 四缸发动机机械控制汽油喷射系统的空气系统	(45)
第三节 四缸发动机机械控制汽油喷射系统的燃油系统	(48)
第四节 四缸发动机机械控制汽油喷射系统的电路系统	(54)
第五节 四缸发动机机械控制汽油喷射系统的故障与检修	(57)
第四章 六缸发动机机械控制汽油喷射系统的检修	(79)
第一节 概述	(79)
第二节 六缸发动机采用的机械控制汽油喷射系统新型与旧型的异同	(81)
第三节 六缸发动机机械控制汽油喷射系统的故障	(86)
第四节 六缸发动机机械控制汽油喷射系统的检修	(92)
第五节 六缸发动机机械控制汽油喷射系统的检查与调整	(107)
第六节 六缸发动机机械控制汽油喷射系统的分解图	(118)
第七节 机械控制汽油喷射系统的其它车型的电路图	(120)

第五章	机械控制汽油喷射系统的变型	(124)
第一节	闭式调节四路系统	(124)
第二节	机电混合控制的汽油喷射系统	(140)
第六章	电子控制空气流量感应式汽油喷射系统	(146)
第一节	概述	(146)
第二节	电子控制空气流量感应式汽油喷射系统的组成与工作原理	(149)
第三节	电子控制空气流量感应式汽油喷射系统各组件的构造	(158)
第四节	电子控制空气流量感应式汽油喷射系统喷油量的控制过程	(171)
第五节	电子控制空气流量感应式汽油喷射系统的测试方法	(173)
第六节	电子控制空气流量感应式汽油喷射系统的故障及排除方法	(177)
第七章	电子控制空气流量感应式汽油喷射系统的检修实例	(182)
第一节	BMW (宝马) 528i 和 530i 汽车汽油喷射系统的检修	(182)
第二节	其他车型电子控制空气流量感应式汽油喷射系统简介	(205)
第八章	电子控制进气管压力感应式汽油喷射系统	(211)
第一节	概述	(211)
第二节	电子控制进气管压力感应式汽油喷射系统各组件构造及工作原理	(215)
第九章	电子控制进气管压力感应式汽油喷射系统的检修	(224)
第一节	电子控制进气管压力感应式汽油喷射系统各组件的测试	(224)
第二节	电子控制进气管压力感应式汽油喷射系统的故障与排除	(231)
第十章	电子控制进气管压力感应式汽油喷射系统的检修实例	(234)
第一节	奔驰 250CE 波许型喷射系统的检修	(234)
第二节	其他车型电子控制进气管压力感应式汽油喷射系统介绍	(243)
第十一章	L—叶特朗尼克电控汽油喷射系统的变型	(252)
第一节	LE—叶特朗尼克电控汽油喷射系统	(252)
第二节	LH—叶特朗尼克电控汽油喷射系统	(253)
第十二章	节气门体汽油喷射系统的构造和检修	(254)
第一节	节气门体汽油喷射系统的构造	(254)
第二节	节气门体汽油喷射系统的检修	(258)
第十三章	故障自诊断系统	(269)
第一节	故障自诊断系统的作用及原理	(269)

第二节	故障自诊断系统的使用操作举例·····	(275)
第十四章	发动机集中电子控制系统检修实例·····	(286)
第一节	概述·····	(286)
第二节	日产汽车发动机集中电子控制系统检修实例·····	(287)
第三节	丰田汽车发动机电子控制系统故障检修实例·····	(327)
第四节	波许公司的 Motronic 系统故障检修实例·····	(363)
第五节	国产小汽车发动机电子控制系统检修实例·····	(366)
第六节	电子控制发动机故障排除实例·····	(372)
第七节	电子控制系统使用维修注意事项·····	(374)
附录 1.	机械或电子控制汽油喷射系统应用车型·····	(380)
附录 2.	典型和常见发动机故障代码表·····	(388)
附录 3.	发动机电子控制系统常见英文缩写英汉对照表·····	(408)
附录 4.	压力、应力单位换算系数表 (一)·····	(413)
附录 5.	压力、应力单位换算系数表 (二)·····	(414)
主要参考文献	·····	(415)

第一章 汽车汽油喷射系统概述

第一节 汽车汽油喷射系统发展概况

一、国外汽油喷射系统发展概况

汽油喷射系统源于1930年,最初是用在飞机发动机上。1950年BENZ公司利用制造飞机发动机的经验将汽油喷射装置用在赛车上,1952年采用直接向汽缸内喷射式,与柴油机喷射系统相似。后因对喷油器的喷射压力要求很高等缺点,该公司于1958年将其改进为在气门口(吸入口)前方喷射。1961年美国BENDIX公司首先研制出用电子控制(电脑控制器)的汽油喷射系统。此项专利被德国BOSCH公司买去加以实用化后,于1967年推出电子控制汽车喷射发动机系统。从此,欧洲各大汽车制造厂相继采用。由于此系统采用进气管压力感应为主要控制喷油量因素,因此在发动机突然制动、下坡节气门关闭时以及其他因素影响使加速效果较差。后于1972年改用以吸入空气流量来控制喷油量,即L-jetronic汽油喷射系统(电脑控制间歇喷射系统)。为了降低成本又产生了机械控制连续喷射系统(K-jetronic)。1980年GM公司和FORD公司发展单点电脑控制喷射系统。

70年代,美国、日本、欧洲各类供油装置的使用情况大体如表1—1所列。

表 1—1 美国、日本、欧洲各类供油装置使用情况

供油装置	机械式化油器	电子控制化油器 (ECC)	电子控制汽油喷射 (EFI)	
			单点喷射 (SPI)	多点喷射 (MPI)
形成年代	本世纪初	70年代中期	70年代末	
美国	—	20%以上	80%以上	
			多用于六、八缸机	多用于六缸机
日本	10%	30%以下	10%	40%~50%
欧洲	60%~70%	—	—	20%~30%

80年代末,在技术先进的美国,在轿车上使用的最先进的供油装置已不是传统的机械式化油器,甚至也不是ECC,而是EFI了(见图1—1)。

进入90年代后,电子控制汽油喷射系统在美国、日本、西欧等发达国家生产的汽车中已占统治地位,在轿车中基本上取代了传统机械式化油器供油装置。世界汽车应用汽油喷射系统情况,参看附录1。

据有关资料表明,截止1993年底,日本各大汽车厂家所采用的电脑控制式汽油喷射系统如表1—2所列。

表 1—2 日本使用 EFI 情况

厂 牌	空气流量式		压力感应式	
	MPI	SPI	MPI	SPI
丰 田	EFI	—	EFI-D	—
日 产	EGI	Ei	—	—
松田(马自达)	EGI	EGI-S	EGI	—
本田技研	—	—	PGM-FI	—
三菱自工	ECI-MULTI	—	ECI-MULTI	—
富士重工	EGI	EGI	EMPi	—
五十 铃	ECGI	—	ECGI	—
铃 木	EPI	—	EPI	EPI
大 登	—	—	EFI	—

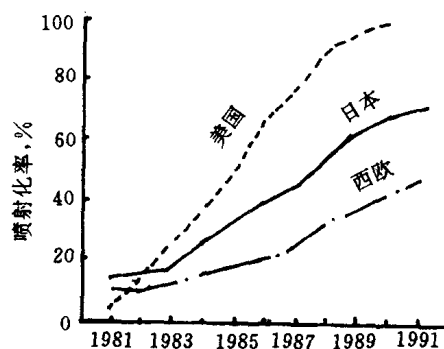


图 1—1

二、我国汽油喷射系统研制情况

我国对电子控制汽油喷射系统的研制工作，虽然在一些大学、科研院所等单位早已开始，但由于种种原因致使汽油喷射系统的研制工作进展不快。可喜的是 1994 年我国宣布：我国已将有关单位联合起来，投资数亿元人民币开发汽油喷射系统并将其列为“八五”期间重大攻关项目。可以预料，不久的将来国产汽油喷射系统将安装在国产汽车上。

第二节 汽油喷射系统的分类

汽油喷射系统与化油器式供给系统不同，如图 1—2 所示。汽油喷射式的汽油被加压后从喷油器直接喷入进气管，再与空气混合后进入汽缸（缸内喷射式是直接喷入汽缸中）。而化油器式，浮子室中的汽油是在喉管处的真空度作用下被吸出，再与空气混合后进入汽缸。

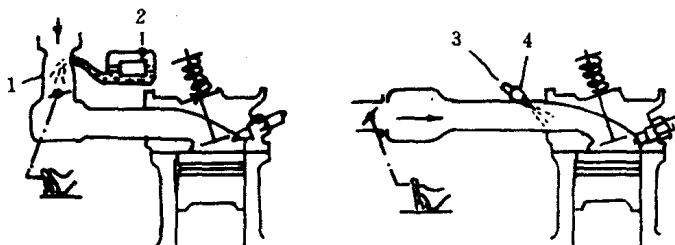


图 1—2 汽油喷射式与化油器式比较示意图

1—喉管；2—化油器；3—喷油器；4—控制装置

化油器式供给系统具有结构简单、容易制造、成本低、易于维护等优点，但其动力性和经济性远不如汽油喷射系统。尤其是由于汽车工业迅猛发展，汽车数量剧增，汽车排放尾气所造成的大气中流动污染源已被人们所重视，各国（包括我国）已颁布实施了汽车排放法规。采用汽油喷射系统则有利于满足排放法规的要求。

汽油喷射系统发展至今，已有许多类型。汽油喷射系统可从不同角度进行分类。

1. 按控制装置分类

按控制装置可分为：机械控制汽油喷射系统和电子控制汽油喷射系统。机械控制汽油喷射系统是根据发动机转速、进气速度、进气管真空度、发动机冷却水温度等的变化，通过机械装置来控制喷油量的工作系统。

电子控制喷射系统是利用各种传感器（感应器）所产生的信号，送入电脑控制器，电脑控制器进行综合处理，按照发动机工况的需要来控制喷油量的工作系统。电子控制喷射系统按检测进气量方式的不同又可分为压力感应式和空气流量式。压力感应式又称D型（波许D—叶特朗尼克系统），它是依照进气管内的压力（真空度）和发动机转速来控制主喷油量；空气流量式又称L型（波许L—叶特朗尼克系统），它是依据发动机吸入空气量大小和发动机转速高低来控制主喷油量。空气流量式又分为叶片式、旋流超声波式、热线式3种。

2. 按喷射部位分类

按喷射部位可分为进气管内喷射和缸内喷射两种。

进气管内喷射是将喷油器置于进气管道内，燃料在进气过程中被喷到进气门前附近并随气流进入汽缸。这种喷射装置压力不高，一般只有50~100kPa。喷射时刻一般在进气行程上止点后10°~100°的范围内。喷射方式可以是连续喷射或间接喷射。其优点是结构简单，成本较低，故目前应用较多。汽缸内喷射是将燃料直接喷入汽缸内，需要有较高的压力，约300~500kPa。因为成本较高，而且还要求喷出的燃油能随气流分布到整个燃烧室，缸内布置喷油器与组织气流方向比较复杂。因此这种喷射方式目前已经不用。

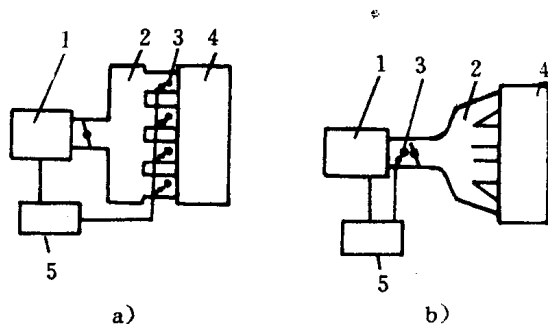


图 1—3 MPI 与 SPI 布置

a) MPI b) SPI

1—空气计量器；2—进气管；3—喷油器；
4—发动机；5—电脑（ECU）

3. 按喷射点数分类

按喷射点数可分为单点喷射（SPI）和多点喷射（MPI）两种（如图 1—3 所示）。

单点喷射是一台发动机只有一个喷油器，安装在进气歧管集合部，多用在四、八缸发动机上；多点喷射是发动机每个汽缸设置一个喷油器，即喷油器数与缸数相同，安装在各缸的进气歧管中，多用于六缸发动机上。从统计数字（附录 1）看，多点喷射比单点喷射应用得多些。

4. 按喷射连续性分类

按喷射连续性可分为间歇喷射式和连续喷射式。

间歇喷射或称脉冲喷射式是每缸的喷射都有一定限定的喷射持续时间。喷射是在进气过程中的一段时间内进行的，喷射持续时间的长短决定了喷油量的多少。电子喷射式都采用间歇喷射的方式。连续喷射或称稳定喷射是燃油喷射的时间占有全循环的时间，连续喷射都是喷在进气管内，而且大部分的燃油是在进气门关闭时喷射的，因此大部分燃油是在进气管内蒸发的。它用于机械控制式汽油喷射系统。

尽管目前一些发达国家，基本上已用电子控制汽油喷射系统取代了机械控制汽油喷射系统，但已生产出的装配有机械控制汽油喷射系统的汽车还在使用而且有的还会使用许多年。汽车维修单位仍将承修装配有机械控制汽油喷射系统的汽车。因此我们在这里仍将机械控制汽

油喷射系统加以介绍。

第三节 汽车发动机不同工况对可燃混合气成分的要求

一、可燃混合气成分的含义

世界各国对可燃混合气成分的表示方法有两种。欧美各国及日本用空燃比表示，空燃比是可燃混合气中空气质量与燃料质量之比。理论计算，1kg 汽油完全燃烧时需要 14.95kg 的空气，其理论空燃比为 15:1。

我国及原苏联等国用过量空气系数 α 表示。

$$\alpha = \frac{\text{燃烧 1kg 燃料实际供给的空气质量}}{\text{完全燃烧 1kg 燃料计算所需的理论空气量}}$$

由 α 的定义表达式可知，当燃烧 1kg 燃料实际供给的空气量等于理论上所需要的空气量时， $\alpha=1$ ，称标准混合气； $\alpha<1$ 的称浓混合气（实际供给的空气量比理论上所需要的空气量少，燃料相对地多了）； $\alpha>1$ 的称稀混合气（实际供给的空气量比理论上所需要的空气量多，燃料相对地少了）。

二、汽车发动机各种工况对可燃混合气成分的要求

（一）发动机“工况”和“负荷”的概念

发动机的“工况”是发动机的工作情况的简称，它包括发动机的转速和负荷情况。发动机“负荷”是汽车在行驶时施加给发动机的阻力矩。此阻力矩随汽车的装载质量、车速、道路状况、风速等变化而变化，发动机必须随时发出等量的扭矩与之平衡。而发动机的扭矩是随节气门的开度而变化的，所以，通常用节气门开度的大小表示发动机负荷的大小。负荷的大小用百分数表示，如节气门全关负荷为零，全开负荷为 100%，半开为中等负荷。

对于汽车汽油发动机，其工况有如下特点：

（1）工况变化范围很大（负荷可从 0 变到 100%，转速可从最低稳定转速变到最高转速），而且这种变化有时非常迅速；

（2）一般地说，在汽车行驶阻力不变的情况下，发动机转速随节气门开度的增大而增大，但有时（如汽车满载爬坡）节气门全开（全负荷）而转速并非最高；

（3）在汽车行驶的大部分时间内，发动机是在中等负荷下工作的。其中轿车发动机负荷经常是 40%~60%，货车则为 70%~80%。

（二）发动机不同工况对可燃混合气成分的要求

虽然车用发动机有无数种工况，但根据客观需要，车用发动机经常在怠速和小负荷、中等负荷、大负荷和全负荷、启动、加速等工况下运转。这些工况对可燃混合气成分的要求各不相同，现分述如下。

1. 怠速和小负荷

怠速是指发动机与底盘切断（变速器置于空挡或离合器分离），对外无功率输出的情况下以较低的稳定转速运转的工况。此时可燃混合气燃烧所产生的功仅用于克服发动机内部阻力和带动发动机附属装置。对于怠速转速，国内外要求不同，过去国产车要求在稳定运转的条

件下，怠速转速偏低些好，国外一些发达国家考虑到污染问题，不允许怠速转速过低。过去国产汽油机怠速转速一般为 $300\sim 700\text{r/min}$ 。怠速工况下，节气门处于接近关闭位置。提供的混合气必须较浓，即 $\alpha=0.6\sim 0.8$ 。这是因为供给汽缸的混合气不仅少，而且其中的汽油雾化蒸发也不良，加之上一循环残留的废气相对地增多，使工作混合气质量差，为使混合气能正常燃烧，必须供给较浓的混合气。

小负荷工况下，节气门开度比怠速时要大，工作混合气质量有所改善，所以，混合气浓度可减小至 $\alpha=0.7\sim 0.9$ 。

2. 中等负荷

如前所述，中等负荷是车用发动机经常运行的工况。此时，节气门开度要比小负荷时大，进入汽缸的混合气量也增多，废气量相对地减少，工作混合气质量提高了，燃烧速度加快，混合气可比小负荷时稀，一般 $\alpha=0.9\sim 1.1$ ，即供给较经济的混合气成分。这有利于提高汽车的经济性，同时也保证了足够的功率。

3. 大负荷和全负荷

当汽车需要克服较大阻力（例如载货车上坡或行驶在艰难的道路上）时，要求发动机发出较大的功率。为此，一方面司机将加速踏板缓慢地往下踩，甚至踩到底，使节气门开度进一步增加甚至全开，以增加混合气量；另一方面供给最大功率的浓混合气（ $\alpha=0.85\sim 0.95$ ）。

4. 加速

当汽车需要突然加速（如超车）时，需要发动机迅速发出较大的功率。为此，一方面要求司机迅速地将加速踏板踩下，使节气门迅速开大，额外增加混合气量。同时还要额外多供给汽油，以获得浓混合气。这是因为当节气门突然开大，由于大量的冷空气冲入进气管使进气管温度降低，混合气中的汽油难以蒸发，实际参加燃烧的汽油分子减少，不但达不到加速的目的，反而有可能熄火。为了完成汽车的加速过程，要求在节气门突然打开时，及时地额外供些汽油。

5. 启动

发动机启动时，要求节气门开度较小（比怠速时大），但需要供给极浓的混合气（ $\alpha=0.2\sim 0.6$ ）。这是因为启动时转速极低（约 100r/min 左右），空气流速小，汽油雾化条件差。对于冷发动机启动时，由于机温低，对于化油器式，约大部分汽油粘浮在进气管壁上，只有 10% 左右的汽油蒸发后进入汽缸。对于汽油喷射式也存在类似情况。为了保证进入汽缸中的混合气正常燃烧，必须供给极浓的混合气。

6. 暖机

暖机是指冷发动机启动后，其温度逐渐上升（暖机）至正常温度并稳定进行怠速运转的过程。在暖机过程中，要求供给的混合气的过量空气系数 α 值，应当从刚启动的极小值逐渐随着温度的升高而增加到怠速所要求的数值。

综上所述，车用汽油发动机在小负荷和中负荷工况下运转时，要求供给的混合气逐渐变稀而接近经济混合气的 α 值，当进入大负荷工况范围时，又要求混合气由稀逐渐变浓，直到全负荷工况时混合气浓到使发动机发出最大功率的程度（为功率混合气的 α 值）。

第二章 机械控制汽油喷射系统

第一节 机械控制汽油喷射系统的组成及工作原理

该系统是根据发动机实际工况需要，通过机械装置来控制喷油量的供给系统。与后面要讲述的电脑控制汽油喷射系统不同，其喷油量不用电脑控制，如同柴油机喷油器，只要送给喷油器的油压高于喷油器内的弹簧弹力时，油即推开喷油阀而向进气门前歧气管中连续喷油。当进气门一开启，燃油与空气的混合气便被吸入汽缸。

图 2—2 为德国波许公司研制的一种机械控制汽油喷射系统——K—叶特朗尼克系统（又称 K 型）示意图。此为感知板上推式，属于旧型。

· 该机械控制汽油喷射系统由燃油系统、空气系统和电路系统三部分组成。图 2—1 为该系统框图。

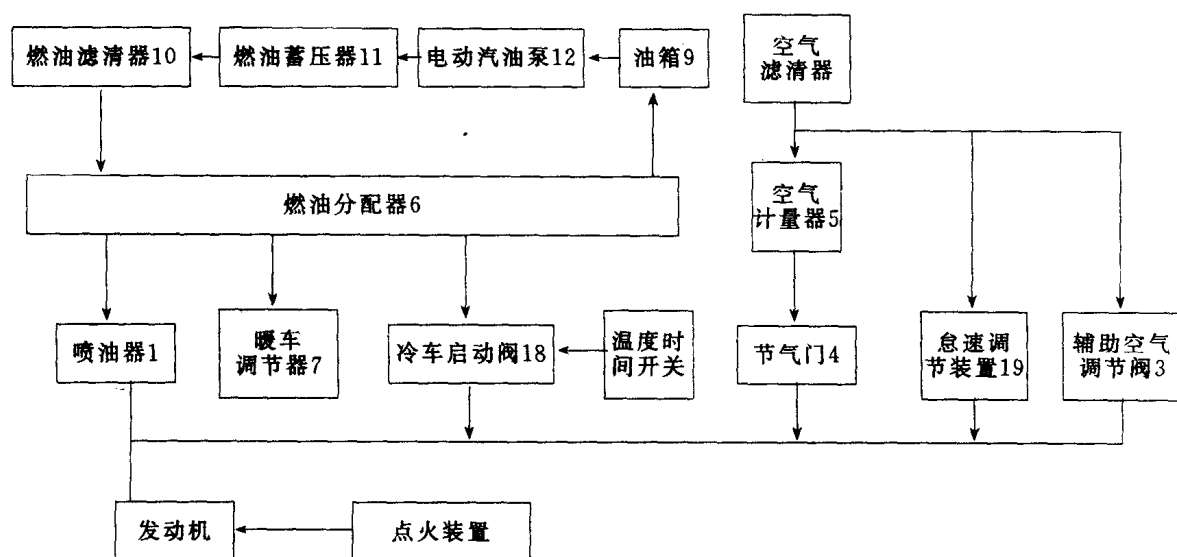


图 2—1 K—叶特朗尼克系统框图

1. 燃油供给系统

燃油箱内的燃油由电动汽油泵 12 以 353kPa (3.9kgf/cm^2) 以上的压力送至燃油稳压器（蓄压器）11，经稳压器消除脉动后的汽油送入汽油滤清器 10，被滤清了的汽油一部分流入燃油分配器（分油器）6，一部分与控制压力调节器（暖机调节器）7 相通，一部分与调压器 8 相通。

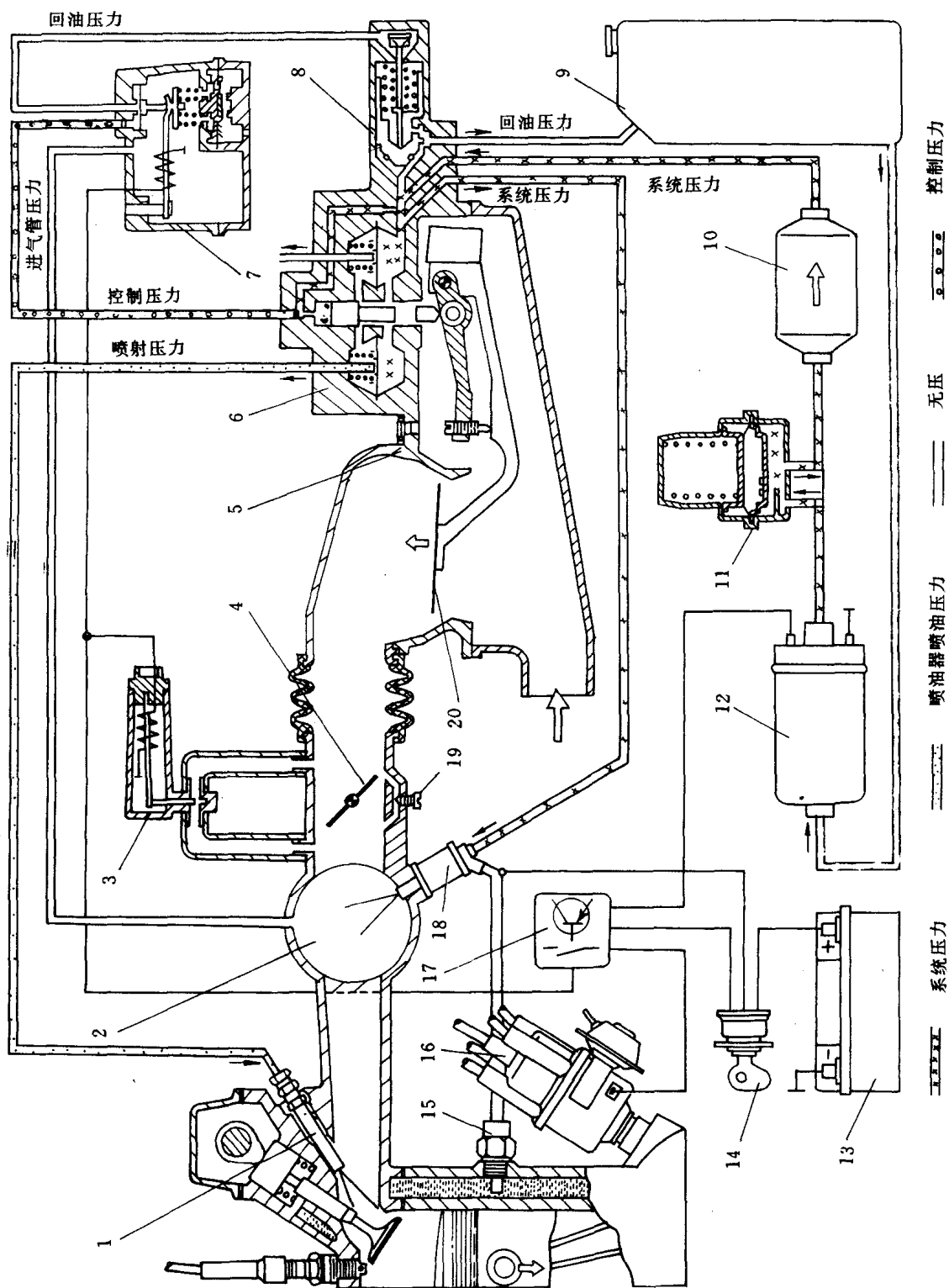


图 2—2 K-叶特朗尼克系统示意图

1—喷油器；2—进气管；3—辅助空气调节阀；4—节气门；5—空气计量器；6—燃油分配器（感知板上推式，旧型）；7—控制压力调节器（暖车调节器）；8—调压器；9—汽油箱；10—燃油滤清器；11—蓄压器；12—电动汽油泵；13—蓄电池；14—点火开关；15—温度时间开关；16—分电器；17—控制继电器；18—冷车启动阀（喷嘴）；19—怠速调节螺钉；20—感知板