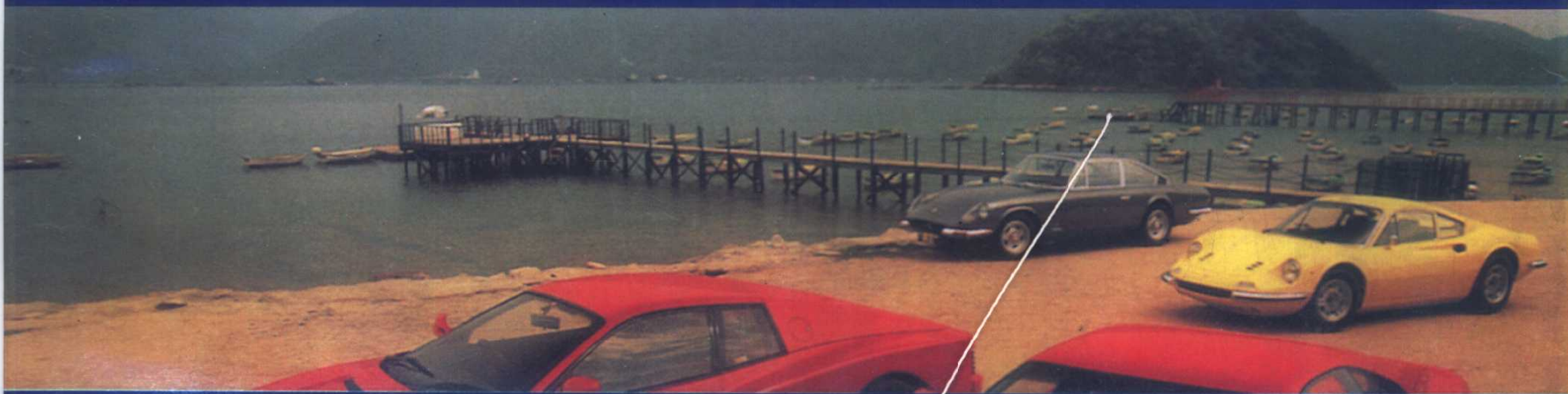


欧美日韩高级轿车汽油喷射系统 构造·原理·维修

主编：居荫诚

主审：王兴华



北京理工大学出版社

欧美日韩高级轿车 汽油喷射系统构造、原理、维修

主编：居荫诚

主审：王兴华

编写：居荫诚 汤子兴 刘增勇
姚广涛 顾 新 赵景成
叶连九

北京理工大学出版社

内 容 摘 要

本书分为两篇,第一篇系统地介绍了世界各国汽车汽油喷射及排放控制系统主要部件的构造、工作原理、控制方式和分类方法;第二篇介绍了欧、美、日、韩各国典型汽油喷射和排放控制系统的具体构造和维修操作,其中包括德国大众汽车公司奥迪牌轿车的五种车型,奔驰牌轿车的十三种车型,瑞典沃尔沃轿车公司的四种车型(含天津三峰牌 TJ6481AQ4),美国福特汽车公司的五种车型,通用汽车公司的六种车型,克莱斯勒汽车公司的两种北京吉普切诺基,日本丰田公司的两种车型,尼桑公司的一种车型,韩国现代汽车公司的四种车型,共计 42 种进口轿车。该书集构造、原理、使用、维修于一体,基本概念清楚、介绍具体、操作性好、适用范围广。

本书的主要对象是汽车使用、维修技术人员,同时也可作为汽车专业科技干部和大专院校师生的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

欧美日韩高级轿车汽油喷射系统构造、原理、维修/居荫诚主编. -北京:北京理工大学出版社, 1996. 11

ISBN 7-81045-170-7

I. 欧… II. 居… III. 轿车-供输油系统-构造 IV. 0464.136

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (96) 第 15144 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 电话 (010) 68422683

各地新华书店经售
北京房山先锋印刷厂印刷

*

787×1092 毫米 16 开本 37.75 印张 插图 2 928 千字

1996 年 11 月第一版 1996 年 11 月第一次印刷

印数: 1—8000 册 定价: 48.00 元

※图书印装有误,可随时与我社退换※

前 言

随着汽车排放污染限制日益严格的要求和对汽车经济性要求的不断提高,汽油喷射技术迅速发展,从六七十年代机械式汽油喷射系统到80年代的电控汽油喷射及排放控制系统已成为现代高级轿车的典型装备。我国从80年代末期到90年代初不长的几年间陆续进口了相当数量各个国家的这类车辆,到1994年底,据初步估计在我国大陆上此类车辆的保有量已达16万辆左右。面对如此众多装用汽油喷射系统的高级轿车,无论是汽车使用者、汽车维修人员还是汽车管理干部以至汽车或内燃机专业的师生,都希望能更系统、更深入、更具体的了解这方面的知识,本书就是在这个形势下编著的。

本书作者在广泛调查研究的基础上,收集了大量的国内外80年代后期以来的最新技术资料,根据实际维修工作的经验,从各种不同层次读者的需要出发经严格筛选,既满足了一般初涉者对汽油喷射系统概念性了解的要求,又满足了汽车使用、维修技术人员对具体构造、维修操作、故障检查和排除方法的操作性要求,也对具有一定水平的汽车专业科技干部、大专院校的师生起到拓宽知识范围、了解世界轿车发展的参考作用,是一本集构造、原理、使用、维修于一体、基本概念清楚、介绍具体、操作性好、适用范围宽的书藉。

全书分为两篇,第一篇系统全面地介绍了世界各国汽油喷射及排放控制系统主要部件的构造、工作原理、控制方式和分类方法;第二篇介绍了欧、美、日、韩各国典型汽油喷射和排放控制系统的具体构造和维修操作,其中包括德国大众汽车公司奥迪牌轿车的五种车型,奔驰牌轿车的十三种车型,瑞典沃尔沃轿车公司的四种车型(含天津三峰牌TJ6481AQ4)、美国福特汽车公司的五种车型、通用汽车公司的六种车型、克莱斯勒汽车公司的两种北京吉普切诺基、日本丰田公司的两种车型、尼桑公司的一种车型、韩国现代汽车公司的四种车型,共计42种进口轿车。各章所包括的车型见下表。

章	发动机	适用的轿车型号
六	德国奥迪汽车发动机 (K 系统)	AUDI 100、100SE、200、200SE、200Turbo
七	德国奔驰汽车发动机 (K 和 KE 系统)	BENZ 230E/TE/CE、230E/TE/CE S 及 CH、280E/TE/CE、280E/TE/CE S 及 CH、280E/SEL、280 SE/SELS、280SE/SEL S 及 CH、280SL/SLC、280SL/SLC S 及 CH
八	瑞典沃尔沃 B230F 发动机	VOLVO 740、740Kat、240 系列天津三峰 TJ6481AQ4
九	美国通用汽车公司 3.1L 发动机	LUMINA APV、TRANSPORT、SILHOUETTE、REGAL、CUTLASS、GRAND PRIX
十	美国福特汽车公司 X 型和 U 型发动机	TEMPO、TOPAZ、PROBE、TAURUS、SABLE
十一	北京切诺基 2.5L 和 4.0L 发动机	BJ2021A6、BJ2021M6
十二	日本丰田汽车公司 2JZ—GE 发动机	丰田皇冠 CROWN. 3.0
十三	日本丰田汽车公司 2TZ—FE 发动机	丰田 PREVIA
十四	日本日产 VG30E	日产公爵 CEDRIC SEL
十五	韩国现代汽车公司 1.5L—3.0L 发动机	ELANTRA、EXCEL、SCOUPE、SONATA

为使本书具有良好的操作性,使读者识别清晰,操作正确,采用图文并茂的形式,全书共有图形 756 处。本书由居荫诚任主编。全书共十五章,其中第一、二、六、七、十四章由汤子兴编写,第三、四、五章由居荫诚编写,第八、九章由刘增勇编写,第十章由姚广涛编写,第十一章由赵景成编写,第十二、十三章由顾新编写,第十五章由叶连九编写。全书由王兴华担任主审。

由于编者水平有限,实践经验不足,参考资料尚不够完善,时间仓促,故书中缺点和错误在所难免,恳请读者批评指正。

编 者
1996 年 5 月

本书缩写字含义

AT——自动变速器	EMI——电磁干扰
A/C——空调、空调开关	EMR——排放系统维修提示灯
ACT——空气进气温度	ESC——电子点火控制
A/D——模拟/数字	EST——电子点火正时
ALCL——组合线路通信插接件	EVP——蒸气排放系统
ALDL——组合线路诊断插接件	EVR——EGR 真空调节器
AFS——空气流量计（空气流量传感器）	EVRV——电子真空调节阀
ASD——自动切断继电器	FBC——反馈控制化油器
BOO——制动开关	FMEM——故障模式响应管理
BTDS——上止点前	FED——联邦确认
CAL——加利福尼亚（美国）	FR——加注限制器
CANP——碳罐排气阀	GND——接地
CCC——计算机命令控制	HC——碳氢化合物
C ⁻⁴ ——计算机控制的催化转化器	HEGO——加热型废气氧传感器
CCO——计算机控制装置	IC——集成电路
C ³ I——计算机控制线圈点火系统	IACV——怠速空气控制阀
CES——离合器接合开关	IDI——集成点火系统
CID——缸数鉴别	IDM——点火诊断监视器
CO——一氧化碳	IDL——（节气门）怠速触点信号
CPS——曲轴位置传感器	IGdA, IGdB——气缸鉴别信号
CPU——中央处理器	IGF——点火确认信号
CTS——冷却液温度传感器	IGT——点火正时信号
DIS——直接点火系统	INJ——燃油喷射系统
DLI——无分电器点火系统	I/O——输入/输出
DOHC——双顶置凸轮轴	ISC——怠速转速控制
ECA——电子控制机构	ISCV——怠速转速控制阀
ECT——发动机冷却液温度	KNK——爆震信号
ECU——电子控制单元	KOEO——点火开关开，发动机停机
ECM——电控模块	KOER——点火开关开，发动机运转
EDF——电控风扇	MAF——空气质量流量
EEC——电子发动机控制	MAP——进气管绝对压力；脉谱（图）
EFC——电子燃油控制	MAT——进气温度
EFI——电子燃油喷射	MBT——发出最大扭矩点火提前角
EGR——排气再循环	MIL——故障指示灯

MPI——多点（燃油）喷射	SAS——转速调整螺钉
MPS——马达位置传感器	SEFI——顺序电子燃油喷射
MT——手动变速器	SIG——信号
NDS——空档驱动开关	SPK——点火控制装置
Ne——发动机转速信号； 发动机有效功率	SPD——车速信号
NO _x ——氮氧化物	SPI——单点喷射
NSW——空档启动开关	SPOUT——点火输出
N——空档	STA——启动信号
OCTADJ——辛烷值调节	STI——自检测输入
OHC——顶置凸轮轴	STO——自检测输出
OHV——顶置气门	STP——停车开关
P——停车	TCC——液力偶合器
P/N——停车/空档	TCU——变速器电控单元
PCV——强制曲轴箱通风	TiO ₂ ——二氧化钛
PFE——压力反馈电子控制	THA——进气温度
PM——永久磁铁	THW——冷却液温度
PIP——点火拾波	TP——节气门位置
PIM——进气歧管压力	TBI——节气门体喷射
PSPS——动力转向压力开关	TWC——三元催化转化器
PSW——节气门全开位置	TPS——节气门位置传感器
PWR——电源	VIN——车辆识别代码
QDM——四重驱动器	VPWR——电源电压
RAM——随机存储器	VREF——参考电压
RIN——回路	VSS——车速传感器
ROM——只读存储器	WOT——节气门全开
	ZrO ₂ ——氧化锆

目 录

第一篇 电控汽油喷射系统的构造和工作原理

第一章 车用汽油机的发展方向——电控汽油喷射系统

- 第一节 社会发展对车用发动机的要求 (3)
- 第二节 车用汽油机采用电控汽油喷射系统的必要性 (8)

第二章 机械式汽油喷射系统

- 第一节 K 型机械式汽油喷射系统 (12)
- 第二节 KE 型机械式汽油喷射系统 (19)

第三章 电子控制式汽油喷射系统的组成、分类及基本工作原理

- 第一节 系统组成 (26)
- 第二节 电控汽油喷射系统的分类 (29)
- 第三节 各工况混合气浓度(喷油量)的控制工作原理 (37)
- 第四节 点火提前角控制 (53)

第四章 电子控制式汽油喷射系统各部件的构造和工作原理

- 第一节 进气系统 (63)
- 第二节 供油系统 (88)
- 第三节 电子点火系统 (110)
- 第四节 电子控制系统 (118)
- 第五节 电子控制系统的扩展功能 (143)

第五章 自故障诊断

- 第一节 概述 (147)
- 第二节 自故障诊断的显示方法和故障代码意义 (147)
- 第三节 故障诊断原理及故障运行 (152)

第二篇 典型汽车汽油喷射系统的维修

第六章 奥迪汽车发动机所装用的 K 型汽油喷射系统

- 第一节 奥迪 100 型汽车发动机 K 型汽油喷射系统的组成 (157)
- 第二节 奥迪 100 型汽车发动机 K 型汽油喷射系统的调整与维修 (159)

第七章 奔驰汽车发动机所装用的 K 型、KE 型汽油喷射系统

- 第一节 K 型汽油喷射系统 (167)
- 第二节 KE 型汽油喷射系统 (178)

第八章 瑞典沃尔沃 B230F 发动机

- 第一节 代码识别、基本参数和保养周期 (186)
- 第二节 喷油控制系统的构造和工作原理 (189)
- 第三节 点火系统 (195)
- 第四节 排气污染与控制系统 (198)
- 第五节 自诊断系统及系统部件检查 (203)

第九章 美国通用汽车公司 3.1L 发动机	
第一节 发动机控制系统及其工作模式	(211)
第二节 燃油供给系统及其主要部件的结构特点、故障现象、拆装步骤和调整检测	(214)
第三节 电控模块 (ECM) 的组成、功能、拆装和检查	(226)
第四节 电子点火系统的组成和工作	(229)
第五节 传感器的工作原理、拆装和检测	(232)
第六节 排放控制系统的组成、构造、工作和检查	(237)
第七节 自诊断系统的工作方式和故障代码的提取	(243)
第八节 发动机运行诊断及特殊保养作业	(245)
第九节 自诊断电路和不能启动的检查程序	(250)
第十节 燃油系统诊断	(259)
第十一节 多点喷射系统 (MPI) 故障代码的诊断程序	(262)
第十二节 节气门体喷射系统 (TBI) 故障代码的诊断程序	(290)
第十章 美国福特汽车公司轿车 X 型和 U 型发动机	
第一节 概述及发动机编号规则	(310)
第二节 X 型、U 型发动机控制系统的结构特点与工作原理	(315)
第三节 发动机故障自诊断系统	(326)
第四节 福特轿车发动机控制系统的故障诊断与故障排除	(330)
第十一章 克莱斯勒汽车公司的北京切诺基 2.5L 和 4.0L 发动机	
第一节 概述及车辆识别代码	(365)
第二节 发动机控制系统	(368)
第三节 空气供给系统	(380)
第四节 燃油供给系统	(381)
第五节 曲轴箱通风系统 (CCV)	(382)
第六节 控制系统零件拆卸、安装和调整	(383)
第七节 主要部件测试	(390)
第八节 故障诊断	(397)
第十二章 日本丰田汽车公司 2JZ—GE 型发动机	
第一节 电喷系统的结构及工作原理	(408)
第二节 故障自诊断系统	(410)
第三节 用万能表查找故障的方法	(417)
第四节 燃油泵系统的检修	(441)
第五节 进气和喷油系统的检修	(445)
第六节 电子控制系统的检修	(458)
第七节 电喷系统主要检测数据及故障征兆	(469)
第十三章 日本丰田汽车公司 2TZ—FE 发动机	
第一节 电喷系统的工作原理及故障自诊断系统	(475)
第二节 用万能表查找故障	(479)
第三节 燃油系统的检修	(487)
第四节 进气系统的检修	(493)
第五节 电子控制系统的检修	(498)
第六节 常见故障的判断程序	(502)
第十四章 日产公司 VG30E 发动机 (ECCS 系统)	

第一节	ECCS 系统的主要组成	(512)
第二节	ECCS 系统的工作情况	(519)
第三节	ECCS 系统的故障诊断	(523)
第十五章 韩国现代汽车公司 1.5L~3.0L 轿车发动机		
第一节	概述	(544)
第二节	电控汽油喷射系统的构造、检测和调整	(550)
第三节	点火系统	(571)
第四节	排放控制系统	(573)
第五节	故障自诊断系统	(577)
第六节	MPI 系统检测与故障判断	(579)
第七节	燃油喷射系统电路图	(591)

第一篇

电控汽油喷射系统的 构造和工作原理

第一章 车用汽油机的发展方向 ——电控汽油喷射系统

第一节 社会发展对车用发动机的要求

一、日益严格的排放法规、经济性法规

随着人类社会的发展，人们对能源的需求量越来越大。目前，主要的能源取自于煤炭和石油。在消耗煤炭及石油产品时，伴随产生的烟尘、有害气体也被排放到大气中，造成对大气的污染。而且，随着工业、交通运输的发展，大气被污染的程度越来越大。至 40 年代，美国加利福尼亚州的洛杉矶市出现了一次严重的大气污染，发生所谓“光化学烟雾”事件。当时，当地的气象条件使大气中的污染物不能及时在大气中扩散稀释，使污染物的浓度达到了危害人体的程度，引起人们咳嗽、打喷嚏、头痛、喉痛、红眼和胸闷等症状，使人体健康受到损害。同时，这种大气污染还使植物枯萎、橡胶制品开裂、大气的可见度降低等等。这种情况引起了美国社会公众的高度关注，后来根据在那里的研究与测量，才认识到汽车排放物中的有害气体是造成这类光化学烟雾的主要来源。

在一些发达国家中，汽车拥有量与日俱增，汽车排气对大气的污染日趋严重。为保护环境，防止大气遭受污染，维护人类的健康，从 60 年代起，这些国家相继制定了严格的汽车排放法规，限制汽车排气中的有害物 CO、HC 和 NO_x 等的排放量。70 年代，由于中东战争的影响，在西方世界出现了能源危机，使人们认识到能源作为一种自然资源并非是取之不尽、用之不竭的，节约能源对促进社会的发展有着巨大的意义。因此，各国又制定了汽车燃油经济性法规。在表 1-1 中仅列出美国汽车排放和燃油经济性法规。从表 1-1 中可以看出，随着汽车拥有量的增加，这两种法规的规定越来越严格。其他西方发达国家的情况也是如此。

表 1-1 美国小客车（定员 12 人以下）排放法规和经济性法规

年度	排放气体限制值/g · mile ⁻¹			平均燃油经济性/mile · gal ⁻¹
	HC	CO	NO _x	
1972	3.4	39	3	
1975	1.5	15	3.1	
1978	1.5	15	2.0	18
1980	0.41	7.0	2.0	20
1982	0.41	3.4	1.0	24
1985	0.41	3.4	1.0	27.5

注：1. 测定排放的试验方法 1972 年为 LA-4C 法，而 1975 年以后为 LA-4CH 法。

2. 1g/mile 相当于 0.621g/km；

1mile/gal 相当于 0.425km/L。

二、影响汽油机的排放特性及燃油经济性的主要因素

在汽车排出的气体中,对大气造成污染的有害气体主要是 HC、CO、NO_x,因此各种排放法规都是限制它们的排出量;燃油经济性一般用发动机的有效燃油消耗率 g_e 表示。影响有害物的排放量及有效燃油消耗率 g_e 的主要因素之一,是发动机所使用的混合气浓度以及发动机的点火系统。

1. 混合气浓度

发动机的混合气浓度可用混合气的空燃比 A/F (即混合气中空气质量与燃油质量之比值)来表示。当空燃比为 14.7 时称为理论空燃比,而空燃比大于理论空燃比时为稀混合气,小于理论空燃比时为浓混合气。

混合气的空燃比对有害排放物的浓度及燃油经济性的影响如图 1-1 所示。下面仅对图 1-1 所显示的情况作一简单分析。

(1) 对 CO 的影响

废气中的 CO 是由于燃油所含的 C 在气缸中缺氧而不完全燃烧产生的,故氧越充分,即混合气越稀,燃烧所产生的 CO 就越少。因此图 1-1 中的 CO 曲线随空燃比的增加而下降。从理论上说,当空燃比为理论值时,燃油中所含的 C 就能完全燃烧,不应再有 CO 排出。但实际上由于气缸内混合气燃烧时不可能绝对均匀,总存在局部混合气过浓,因此在混合气空燃比大于理论值以后,排气中总会有 CO。

(2) 对 NO_x 的影响

NO_x 是 N₂ 与 O₂ 在高温下的化合物,生成的条件是高温,且 O₂ 应具有一定的浓度。在混合气空燃比较小的情况下,燃烧后 O₂ 的浓度很低,故 NO_x 不易生成;而在混合气的空燃比略大于理论值时,燃烧温度高,且又有一定的 O₂,所以 NO_x 的排放量达到峰值;而在混合气的空燃比较大时,燃烧时尽管有充足的 O₂,但燃烧温度较低,故 NO_x 的排放量也相应下降。

(3) 对 HC 的影响

从本质上说,废气中的 HC 是混合气中的燃油分子在缸内未燃烧而随废气排出缸外的物质。对于常规发动机,随混合气空燃比的增加,燃料在缸内的燃烧随之变得更加充分,所以出现 HC 的排出量随空燃比加大而下降的情况(图 1-1 中的实线)。但空燃比超过一定值 ($A/F > 18$) 后,由于混合气过稀,燃烧速度过于缓慢,甚至不易被电火花所点燃而造成失火率上升,使混合气来不及在缸内烧完或不能燃烧,出现 HC 的排量反而上升的情况。

(4) 对有效燃油消耗率 g_e 的影响

有效燃油消耗率 g_e 的大小,取决于燃油在缸内燃烧的充分程度,故变化规律与原因都与 HC 的排放量问题相同,不再赘述。

2. 点火系统

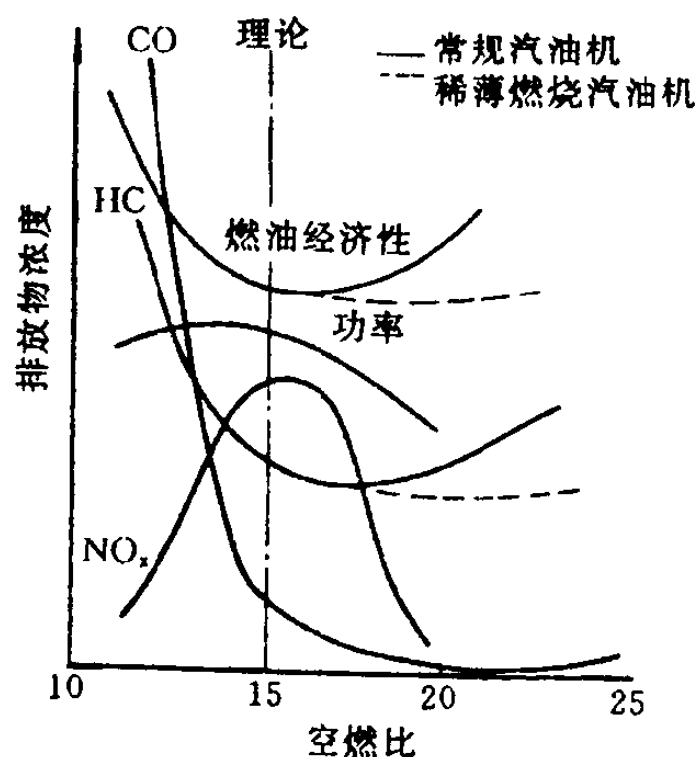


图 1-1 发动机有害排放物浓度及燃油经济性与混合气空燃比的关系

点火系统对发动机有害排放物的影响，主要是点火能量和点火提前角的影响。

(1) 点火能量

由前述可知，在混合气空燃比较大时，排出的 HC 较多，有效燃油消耗率 g_e 较大的主要原因是混合气的失火率较高，若能加大点火能量（加大火花塞电极间隙，提高次级电路电压），就能减少燃用稀薄混合气的失火率，这样发动机的排放特性及燃油经济性均会得到改善（见图 1-1 中的虚线部分）。目前高能点火已普遍在高级轿车发动机的点火系中采用，有的高能点火的次级电压已达 40 000V，电火花能量达 120mJ，发动机相应燃用稀薄混合气。

(2) 点火提前角

从提高发动机的动力性和经济性考虑，有一最佳点火提前角。它已接近发动机产生爆燃时的点火提前角。在此点火提前角下，燃烧过程的最高温度较高，这就使得 NO_x 的排放量增大。在燃烧最高温度升高时，膨胀过程中缸内的温度相对较低，这不利于 HC 在膨胀过程中的后氧化，故 HC 的排量也比较多。而推迟点火提前角则可减少 NO_x 和 HC 的排放量。所以，现代发动机全面考虑到其性能，即不仅要有较好的动力性、经济性，而且排放特性也要有所改善，其最佳点火提前角，比仅考虑提高动力性、经济性的最佳点火提前角要小一些，特别是在小负荷下，点火提前角推迟得更多。

这一综合考虑的最佳点火提前角是随发动机工况的变化而变化的，变化关系如图 1-2 所示，其三维图像如同“丘陵”。

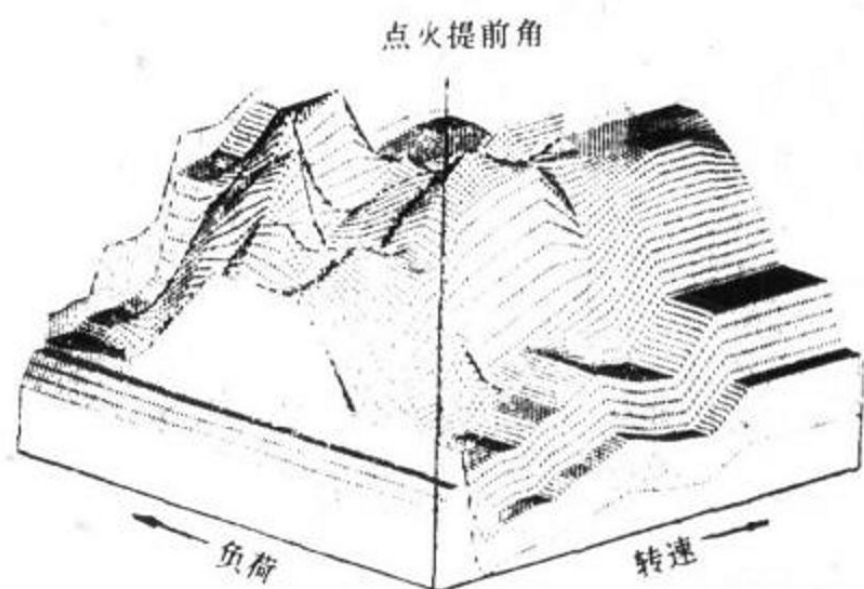


图 1-2 最佳点火提前角随发动机工况的变化关系

其最佳点火提前角，比仅考虑提高动力性、经济性的最佳点火提前角要小一些，特别是在小负荷下，点火提前角推迟得更多。

三、传统发动机的不足

传统发动机是指安装化油器及机械点火装置的发动机，从提高其经济性、改善排放特性，使发动机达到上述排放、经济性法规的要求来看，尚存在许多不足之处。

1. 化油器式汽油机的不足

自从 1883 年汽油发动机作为商品问世以来，化油器即作为供油系中的重要附件随汽油发动机的发展而发展。1900 年左右，法国人 Zenith 首先创制了在进气道中带有喉管的单腔化油器，随后在化油器上相继又出现了量孔和节气门。喉管、量孔、节气门成了化油器的基本组成部分，具有这三要素的化油器一直沿用至今。

下面就一个具备喉管、量孔、节气门三要素的基本化油器来看混合气的制备情况（图 1-3）。尽管这一基本化油器结构简单，然而现代化油器是以它作为基础再加以变化的供油系统和辅助装置，其性能比它完善得多，所配制的混合气数量和浓度，基本上能满足发动机各工况的需要，但仅就混合气的制备而言它们的原理都是相同的。

当发动机处于进气行程时，活塞向下运动，排气门关闭，进气门打开。由于活塞向下运动，气缸中出现局部真空，在压差的作用下，空气透过滤芯 21，从化油器进气口 2 处，以一定的流速流入化油器。当空气流经截面较小的小喉管 5 时，流速更高，于是在小喉管 5 处产

生一定的真空度，此真空度将浮子室 13 中的汽油经主量孔 12 沿主喷管 15 吸出，进而从主喷口 4 喷出。喷出的汽油在高速空气流的冲击下被粉碎、雾化并蒸发，形成可燃混合气。混合气中的汽油颗粒进一步在进气管 8 中蒸发、混合，最终沿进气管分配到各缸中去。进入各缸混合气的多少，则由节气门 11 控制，节气门 11 开度越大，进入各缸的混合气数量就越多，发动机发出的功率相应也就越大。

现代化油器的结构是在以上基本结构的基础上增加了诸如加速油系、加浓装置、怠速油系等油系以及快怠速装置、自动阻风门装置、防不熄火装置、节气门缓冲装置等辅助装置而发展起来的，其性能日臻完善，但仍存在以下不足：

(1) 各缸混合气浓度分配不均匀

在发动机工作时，人们希望在进气管中的混合气品质要好（汽油蒸发的数量多、未蒸发的液态油粒小而均匀），并且进入各缸的混合气浓度要均匀。但实际情况并非如此，混合气中仍有一部分汽油不能蒸发汽化而保持液态颗粒，其中细微的油粒随混合气在进气管中边流动边蒸发，而少数较大的油粒则落在进气管壁上，并且不能及时得到热量而蒸发，从而在管壁聚结成油膜。油膜沿管壁流动，并逐渐蒸发，同时又有油粒不断地落入油膜，故油膜能长时间稳定存在。正因为进气管壁上有油膜存在，从而造成各缸混合气浓度分配不均匀。对于常见的四缸机，进气管布置通常采用图 1-4 所示的形式（即第 1、2 缸和第 3、4 缸各共用一进气管），若点火顺序为 1-3-4-2，实测的各缸混合气浓度分配情况在图 1-4 中示出。由图 1-4 可以看出，对于共用一进气管的第 3、4 缸而言，第 3 缸的混合气浓度比第 4 缸的要高些。其原因在于第 4 缸进气后，要间隔两个缸的进气（第 2、1 缸）之后，第 3 缸才进气，这样第 3、4 缸虽共用一进气管，但进气间隔时间不同，第 3 缸的进气间隔时间要长些。由上述可知，在进气过程中，进气管壁上的油膜要不断蒸发，显然，进气间隔时间长，进气管中的油膜蒸发量就大，混合气相应也就浓一些，所以第 3 缸的混合气浓度比第 4 缸的要大些。第 1、2 缸的情况也是如此，第 2 缸的混合气浓度比第 1 缸的要大些。就发动机所有各缸而言，各缸的混合气浓度各不相同，浓度分布总有一定的范围，形成混合气浓度分配不均匀。而且，发动机各缸混合气浓度分布范围是随发动机工况的变化而变化的。当发动机负荷增大

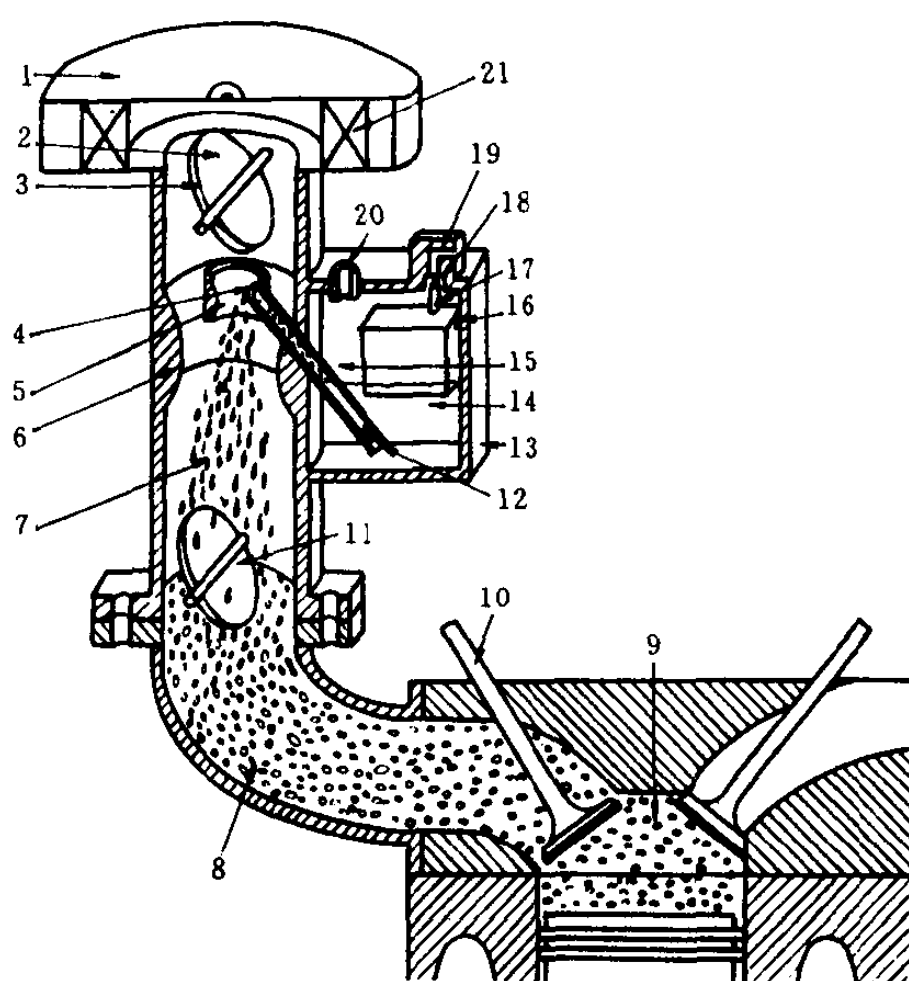


图 1-3 化油器式汽油机混合气的制备

1—空气滤清器；2—化油器进气口；3—阻风门；4—主喷口；5—小喉管；6—大喉管；7—混合室；8—进气管；9—燃烧室；10—进气门；11—节气门；12—主量孔；13—浮子室；14—汽油；15—主喷管；16—浮子；17—针阀；18—针阀座；19—进油口；20—通气孔；21—空气滤清器滤芯

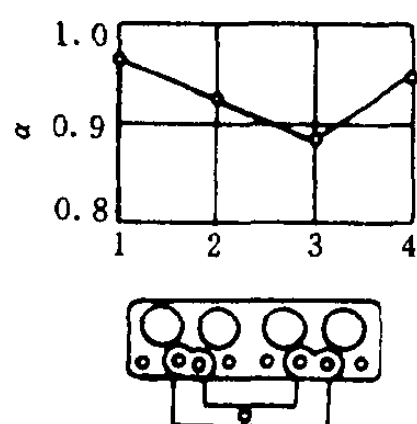


图 1-4 四缸发动机各缸混合气浓度分配情况

其原因在于第 4 缸进气后，要间隔两个缸的进气（第 2、1 缸）之后，第 3 缸才进气，这样第 3、4 缸虽共用一进气管，但进气间隔时间不同，第 3 缸的进气间隔时间要长些。由上述可知，在进气过程中，进气管壁上的油膜要不断蒸发，显然，进气间隔时间长，进气管中的油膜蒸发量就大，混合气相应也就浓一些，所以第 3 缸的混合气浓度比第 4 缸的要大些。第 1、2 缸的情况也是如此，第 2 缸的混合气浓度比第 1 缸的要大些。就发动机所有各缸而言，各缸的混合气浓度各不相同，浓度分布总有一定的范围，形成混合气浓度分配不均匀。而且，发动机各缸混合气浓度分布范围是随发动机工况的变化而变化的。当发动机负荷增大

(节气门开度增大)时,进气管内压力较大,汽油不易蒸发,油膜较厚,混合气浓度分布不均匀的现象就越严重,气缸混合气浓度分配范围变宽。图1-5示出某化油器式汽油机混合气的过量空气系数 α 值分布范围随负荷变化的情况。当发动机全负荷(节气门全开)、进气压力接近100kPa时,各缸混合气的 α 值分布范围最宽,从0.75至1.15之间,差值达0.4左右。

调整化油器量孔的直径可以控制供油量的多少,用这一方法仅能控制发动机混合气整体上的浓度,或各缸混合气的平均浓度,却不能改变各缸混合气浓度分配的不均匀,也就是可以通过改变量孔直径的方法,使混合气从整体上达到比较理想的浓度。实际上,各个缸中有的混合气偏浓而有的则偏稀。由此可见,通过化油器的机械作用,对各缸混合气浓度不能实现精确控制。混合气偏浓或偏稀,都会使发动机排放特性及经济性恶化。

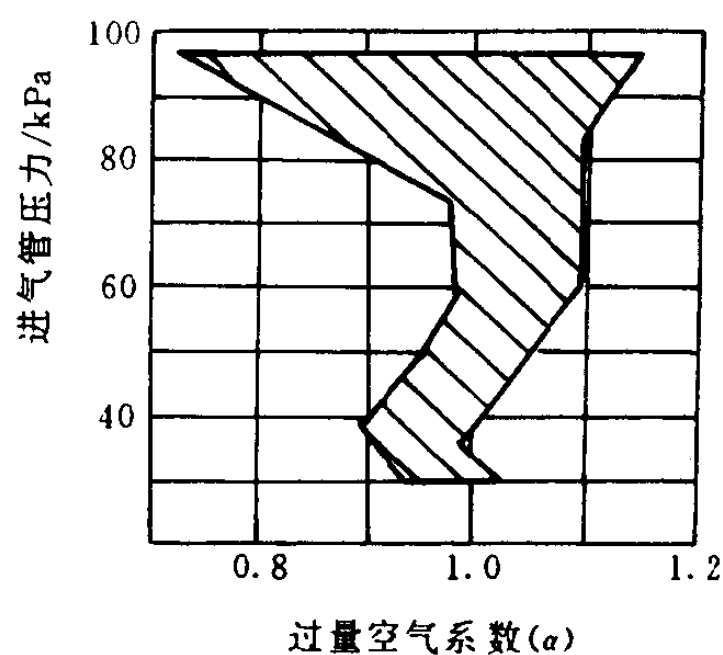


图1-5 各缸混合气浓度分布范围随发动机负荷而变化的情况

为了促进进气管壁上的油膜蒸发,一般在化油器式发动机中采取如下措施:一是进气管截面不能过大,使气流在其中保持较高的流速,以利于汽油液粒和油膜的蒸发;二是利用高温的排气管或循环的冷却液对进气管加热;三是为保证进气管吸热效果,进气管截面采用方形截面。这些措施虽然加快了进气管内的油膜蒸发,使油膜变薄,各缸混合气浓度分配得较为均匀,但却使进气终了温度升高,进气阻力增加,导致发动机进气量下降,对其动力性不利。

(2) 不能随工况、环境的变化而对混合气浓度进行瞬时控制

在汽车行驶中,发动机的工况随外界条件的变化而经常在大范围内的变化,过渡工况(加速、减速、怠速等工况)的时间在整个发动机工作时间中占有一定的比例,城市行驶所占的比例更高,达60%以上。

在过渡工况时,化油器不能根据工况变化的情况及时调整供油量,使混合气的浓度始终保持比较合适的浓度,即不能对混合气浓度进行瞬时控制。如在加速工况时,在加速踏板突然急速踏下、节气门突然急速开大时,空气流量随之很快加大,而汽油的流动惯性比空气大,汽油流量的增加总比空气流量的增加要滞后一些,从而导致混合气瞬时过稀,发动机转速不但增加不上去,反而瞬时下降。为解决这一问题,化油器增设加速油系,额外供油,然而这又会造成混合气过浓。又例如在减速工况时,发动机转速较高而节气门开度却接近全关,进气管内真空度非常高,从怠速喷口中喷出的油格外多,也使混合气过浓。

在环境变化时,化油器也不能自动调整供油量,使混合气保持合适的浓度。例如在大气压力下降(汽车在高海拔地区行驶时)或大气温度升高(汽车在热带或夏季行驶时)时,空气密度下降,化油器所配制的混合气都偏浓。

(3) 不能与三元催化反应器很好地匹配

现代汽车为改善排放特性,在排气系统中,普遍采用三元催化反应器作为机外净化的措施。这种三元催化反应器采用沉积在面容比很大的载体表面上的催化剂(催化剂采用铂、钯、铑等贵金属)作为触媒介质,当发动机排出的气体在它表面通过时,其中的 NO_x 被还原成 N_2 和 O_2 ,HC和CO则被氧化燃烧而生成无害的 H_2O 和 CO_2 。然而这种三元催化反应器的净化