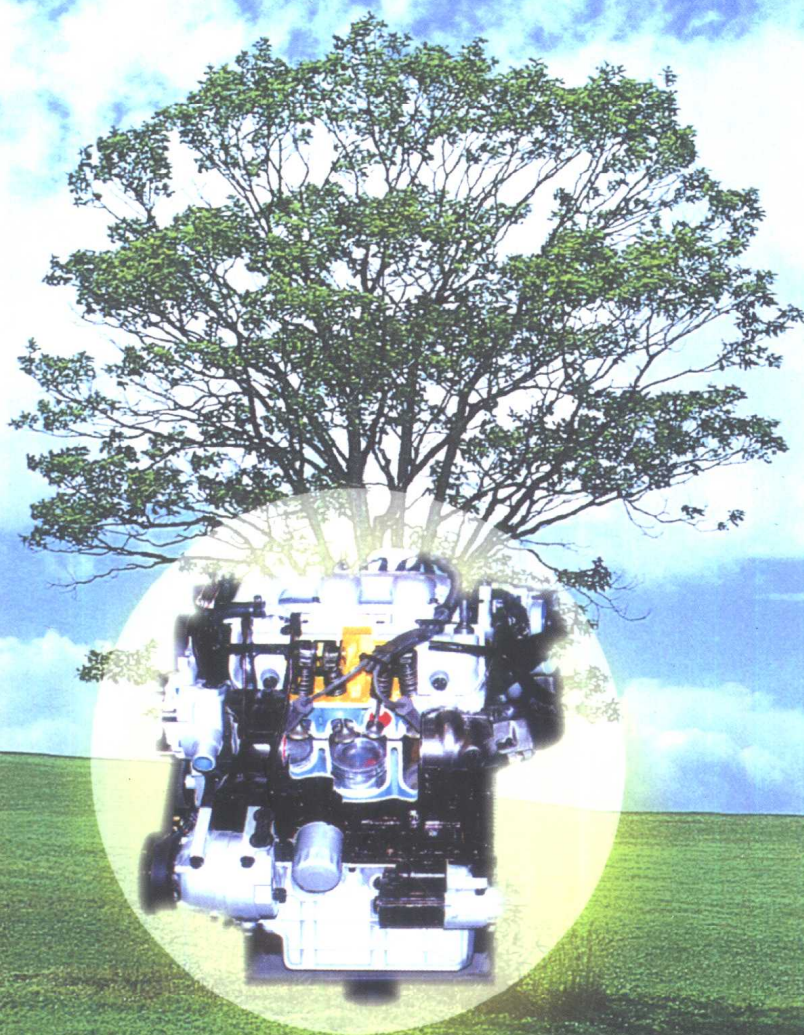


汽车发动机 与 环境保护

杨妙梁

编著



中国物资出版社

汽车发动机与环境保护

杨妙梁 编著

中国物资出版社

图书在版编目(CIP)数据

汽车发动机与环境保护/杨妙梁编著.-北京:中国物资出版社,2000.10
ISBN7-5047-1426-7

I. 汽… I. 杨… III. 汽车-发动机排气-废气治理-研究 IV.X701

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 78616 号

中国物资出版社出版发行

(北京市西城区月坛北街 25 号 邮编 100834)

新华书店经销

河北香河新华印刷有限责任公司印刷

开本:787×1092mm 1/16 印张:33.75 字数:800 千字

2001 年 1 月第 1 版 2001 年 1 月第 1 次印刷

书号:ISBN7-5047-1426-7/U·0028

印数:0001—3000 册

定价:58.00 元

前 言

城市的大气环境保护已成为举世瞩目的问题。世界各国对石油能源的依赖又涉及到各国能源的保障安全,对石油类能源枯竭的日感不安。全球 CO₂ 排放不断增加,导致地球温室效应的加剧。为此,发达工业国和地区不断制定更加严格的大气质量保护法规,特别是强化汽车排放法规。跨国汽车公司为开发新一代汽车动力装置的竞争日趋激化。其中正在不断开发新一代直喷式汽油机、直喷式轿车柴油机,并不惜进行巨额投资以便在开发新一代代用燃料汽车、混合动力汽车与燃料电池电动车方面抢占战略制高点。

在美国,汽车的安全性、废气排放和燃油经济性从 20 世纪 60 年代、70 年代以来一直作为美国运输部、能源部的政策课题。从 1993 年开始的新一代汽车开发计划(PNGV 计划)成为白宫的重要事项,并由副总统直接指挥执行。美国几乎是屈指可数的把汽车的新技术、新能源的研究、开发和应用列入国家最高政策内容而施行的国家。PNGV 计划就是从 1993 年开始的,10 年中把汽车燃油经济性提高 2 倍,以此为目标,加速既有的综合性研究开发计划。10 年后燃油经济性与 1994 年车型年性能比较($26.5\text{mpg}=11\text{km/L}$)最终提高 2 倍($80\text{mpg}=34\text{km/L}$)。计划规定:采用高效动力传动系到 1998 年提高 1 倍(第一阶段:Phase I);再采取车身轻量化成果,燃油经济性预计目标是到 2004 年提高 2 倍(第二阶段:Phase II)。

在欧洲,欧共体委员会为加快以提高“欧洲的生活质量”和“产业竞争力”为目标的新产业技术基础开发,提出了六大领域的战略发展计划,其中第三个计划是交通领域:“明日的汽车”、“将来的列车”和“新型汽车—火车—船舶的联合运输”。“明日的汽车”计划是以 2003~2005 年为目标,开发低排放与零排放车辆,涉及到广泛的产业领域和技术领域,包括电子技术、轻量化材料、燃料电池在内的先进动力系统,由整车公司、汽车零部件公司与能源、化工企业联合开发,共同推进计划实施。显然,这是针对美国的 PNGV 计划而提出的极富竞争性的计划。

1997 年 12 月召开的第三届世界气候变动框架条约签约国京都会议(COP3),要求各工业发达国家平均降低 5% 的温室效应气体的排放量。日本到 2010 年比 1995 年汽车燃油耗平均降低 22.8%;而欧洲到 2008 年比 1990 年平均降低燃油耗 25%,为此,欧洲正在大力开发百公里油耗为 3 升(3L/100km)的汽车。

针对美欧出台的新一代汽车开发计划,日本从 1997 年开始制定“ACE”计划,决定开发旨在显著提高燃油经济性的混合动力机构与清洁能源相组合的新一代汽车。根据该计划到 2004 年将开发出燃油经济性比标准车型提高 1 倍的超低排放车。

以这些国家规划为背景,甚至有可能根本改变汽车世界现状的燃料电池汽车

的开发已经在世界各大汽车公司之间展开了激烈的竞争。可以说,围绕解决地球温室效应和大气污染控制的环境技术开发以及能源资源保障已经成为世界规模的汽车工业购并浪潮的起爆剂。因此,本书所包含的改进汽车发动机性能和结构的实例与排放控制技术的介绍,旨在为我国汽车产业界和相关产业及时提供有价值的信息,以便掌握世界汽车工业的发展动向。“上兵伐谋”,只有不断跟踪世界汽车工业和相关工业的发展动向,制定符合国情的发展方针和可持续发展的战略,才有可能提出切实可行的汽车工业发展规划,并指导企业的经营活动,这也符合国际汽车工业发展的大趋势。

在我国加入世界贸易组织(WTO)以后,预计我国汽车工业不仅面临着降低汽车关税带来的市场多元化形势,而且也面临着“贸易与环境”的问题。我国汽车工业必须向国内外二大市场进军,只有改变我国汽车能耗和废气排放现状,进一步开发新一代发动机和各种代用燃料汽车,我们才有可能推进汽车工业不断向高水平方向发展。

本书吸取了国外近年来的新技术成果,涉及的内容比较广泛。全书共分十二章重点介绍各种高性能、低排放的车用汽油机和柴油机的开发实例,并对关键系统总成作了专门分析。本书第十一章对现代发动机排放测试技术与自诊断系统(OBD-Ⅰ)作了专门介绍,以便为从事汽车测试和维修的技术人员参考。本书第十二章概要介绍了国外汽车新动力装置的发展动向,其中有较多篇幅介绍了属于环保型的混合动力汽车和最新燃料电池汽车的研制、开发、进展和市场前景。显然,对于有兴趣的读者,这一章将作为一个引论,有关燃料电池及燃料电池汽车研制进展和市场前景请读者参考编著者续本书之后《燃料电池发展历史、现状和市场前景》一书。

本书在写作过程中,得到了上海汽车工业(集团)总公司原副总裁、现为上海市汽车工程学会理事长陈廷越教授级高工、上海汽车工业(集团)总公司原副总裁、上海市汽车工程学会副理事长叶平教授级高工、上海市汽车工程学会秘书长郭震华高工、上海汽车工业技术中心王仕达副所长、史重九高工、朱盛镭高工、《上海汽车》宋德良主编、上海大众汽车有限公司邵振麒教授、上海通用汽车有限公司章一舫高工、泛亚汽车设计有限公司张振华、陈寿昌高工、中国汽车技术研究中心张正智教授级高工、商国华总编、上海《东方杂志社》罗锦陵总编、公安部上海消防研究所李炳泉教授级高工、原上海汽车研究所阙荣德所长、副所长马骥、林冠杰教授级高工等领导和同仁的指导和鼓励,在此表示衷心感谢。

最后,对上海工业科学技术咨询委员会副主任、上海电动车产业发展中心主任巫廷满教授级高工、上海汽车工业培训中心薛志红高工、上海汽车工业(集团)总公司领导、上海汽车工业技术中心领导和上海发展汽车工业教育基金会领导给予编著者的指导和大力支持深表感谢。

由于本书写作时间较短,编著者水平有限,敬望广大读者不吝指正。

编著者

2000年12月8日

目 录

前言	(1)
第一章 总论	(1)
第一节 国内外车用发动机发展概况	(1)
一、1998 年日美欧车用汽油机的发展	(1)
二、1998 年日美欧车用柴油机的发展	(9)
第二节 国外汽车技术与燃油经济性、排放法规的现状与今后发展趋向	(13)
一、汽车燃油消耗的法规情况	(13)
二、汽车排放气体的法规情况	(15)
三、未来汽车发展动向	(15)
第三节 我国汽车排放控制的现状、排放标准与法规	(16)
一、我国汽车排放控制的现状	(16)
1. 我国汽车排放对大气环境污染的问题	(16)
2. 汽车尾气对大气污染的危害性	(17)
3. 我国汽车排放控制现状概况	(17)
二、我国汽车排放标准与法规情况	(18)
三、我国对汽车二氧化碳排放(汽车燃油耗)控制现状	(19)
第二章 汽油机篇(直喷式 排放 稀薄燃烧发动机)	(20)
第一节 直喷式汽油机发展动向	(20)
一、混合气的形成	(20)
(1)“Wide Spacing”(宽空间混合气形成技术)	(20)
(2)混合的自由度	(21)
二、喷射技术	(21)
(1)涡流喷射器	(21)
(2)空气辅助喷射器	(22)
三、燃烧控制	(22)
四、排气后处理技术	(22)
(1)燃烧控制	(22)
(2)稀薄排气再循环用 NO _x 催化器	(23)
五、控制自由度	(24)
第二节 三菱直喷式汽油机的开发	(24)
一、概述	(24)
二、缸内直接喷射(GDI)的基本技术	(25)
三、气缸内流动过程分析	(28)
四、喷雾性能	(29)
(1)喷油器性能要求	(29)
(2)喷油压力	(30)
(3)喷雾运动	(30)

五、燃烧性能	(32)
六、燃油供给系统	(33)
七、其他新技术	(33)
(1)空气旁通阀	(33)
(2)电子控制废气再循环阀	(34)
(3)高能量点火系统	(34)
八、发动机输出功率性能与实车行驶燃油经济性	(35)
(1)输出功率性能	(35)
(2)实车行驶燃油经济性	(35)
第三节 三菱直喷式汽油机的应用实例(1)	(36)
一、概述	(36)
二、排放气体净化装置	(37)
三、GDI 直喷式汽油机油耗显示灯	(37)
四、三菱直喷式汽油机故障诊断用自诊断代码	(37)
第四节 三菱直喷式汽油机的应用实例(2)	(39)
一、装有直喷式汽油机的挺柯轿车	(39)
二、装有直喷式汽油机的 RVR、RVR Sports Gear 运动型休闲车	(39)
第五节 丰田 D-4 型直喷式汽油机的开发和应用	(40)
一、概述	(40)
二、D-4 发动机系统概况	(40)
(1)深腔活塞	(41)
(2)高压涡流喷油器	(41)
(3)装有涡流控制阀的螺旋气道	(42)
三、D-4 型汽油机的燃烧概念	(42)
(1)轻负荷时(强分层燃烧)	(43)
(2)中负荷时(弱分层燃烧)	(43)
(3)高负荷时(均质燃烧)	(44)
四、D-4 汽油机的控制系统	(44)
(1)基本喷油量控制	(44)
(2)单阀式电子节气门控制	(44)
(3)稀薄空燃比及废气再循环极限控制	(46)
(4)高压燃油泵控制	(46)
(5)性能	(47)
第六节 NEO Di 直喷式汽油机的开发	(47)
一、概述	(47)
二、新技术简介	(48)
(1)NE _x T 燃烧	(49)
(2)高压燃油系统的应用	(49)
(3)电子涡流控制阀的应用	(49)
(4)连续可变气阀正时控制(CVTC)的应用	(50)
(5)扭矩控制(NTD)的应用	(50)

(6)降低机械摩擦的技术	(51)
三、NEO Di(QG18DD)+HYPER CVT(直喷式汽油机+无级变速器)	(51)
(1)顶级的燃烧	(51)
(2)1 级以上强劲驱动力的行驶性能	(52)
(3)低油耗行驶时信息显示	(52)
第七节 本田低排放汽油机 D16A 型的开发	(53)
一、开发目标	(53)
二、系统的构成	(54)
(1)高精度空燃比控制系统	(55)
(2)垂直型催化转化器与整体式薄壁排气歧管	(56)
(3)400 芯孔的催化转化器	(57)
第八节 本田 F20B 型低排放(LEV)汽油机(雅阁牌轿车与托尔耐尔轿车用)	(58)
一、开发目标与系统概况	(58)
二、发动机主要控制系统与构件	(58)
(1)高精度空燃比控制	(58)
(2)低速时单进气阀停止机构	(61)
(3)电动式废气再循环(EGR)装置	(62)
(4)低热容量、冲压加工的排气歧管	(62)
三、性能评价	(63)
(1)排气升温效果与排放气体的净化功能	(63)
(2)输出功率特性	(63)
(3)降低排气噪声	(63)
(4)采用 600 孔催化器	(64)
(5)排放气体净化效果	(64)
第九节 丰田 3S-GE 型汽油机开发[装有新型双可变气阀正时控制机构 (Dual VVT-i)和电子节气门(ETCS-i)的 4 缸、双顶置凸轮轴、 16 气门的发动机]	(66)
一、概述	(66)
二、发动机特征	(68)
(1)新型双可变气阀正时机构(Dual VVT-i)	(68)
(2)进气系统	(68)
(3)排气系统	(68)
(4)电子点火系统(S-TDI)	(68)
(5)燃油输送系统	(68)
(6)电子节气门系统(ETCS-i)	(68)
(7)维修方便性(新型自诊断系统)	(68)
(8)车身多路通信系统	(70)
三、发动机构造	(70)
(1)构造与工作过程	(70)
(2)凸轮轴	(74)
(3)正时齿轮皮带	(75)

(4)气门与气门弹簧	(76)
(5)气门顶杆和气门调节接口	(77)
(6)气缸体	(77)
(7)曲轴	(77)
四、进排气系统	(77)
(1)进排气系统的装置	(77)
(2)空气滤清器	(78)
(3)双系统进气系统的构造与工作	(78)
(4)热线式空气流量计	(79)
五、单阀式电子控制节气门(ETCS-i)	(80)
(1)故障紧急调节杆	(80)
(2)加速踏板位置传感器	(80)
(3)节气门用电机	(80)
(4)电磁离合器	(80)
(5)节气门位置传感器	(81)
(6)温水控制阀	(81)
六、燃油系统	(81)
(1)燃油循环系统	(81)
(2)喷油器	(81)
七、点火系统	(81)
(1)气缸独立点火系统	(81)
(2)点火线圈的构造	(81)
(3)点火时刻的计算	(81)
八、发动机集中控制系统	(82)
(1)电子控制汽油喷射系统(EFI)	(87)
(2)点火时间控制(ESA)	(88)
(3)电子控制节气门(ETCS-i)的控制项目	(89)
(4)双 VVT-i 控制	(90)
(5)发动机不发火的检测(转速变动法)	(92)
第十节 丰田新型 1ZZ-FE 型汽油机的开发	(93)
一、概述	(93)
二、VVT-i(连续可变配气机构)	(96)
(1)系统概要	(96)
(2)VVT-i 的构造与工作过程	(97)
(3)进气歧管	(100)
(4)排气歧管	(100)
(5)排气管	(101)
三、排放控制系统的检查	(102)
(1)空燃比修正补偿装置	(102)
(2)减速时控制装置(燃油切断装置)	(102)
(3)燃油蒸发限制装置	(102)

(4) 单体检查	(103)
第十一节 汽油机预混合压缩点火汽油机的试验开发	(104)
一、概述	(104)
二、预混合进气压缩点火式(PCCI)汽油机的构成	(104)
三、试验装置及方法	(105)
(1) PCCI 发动机的燃烧观察	(105)
(2) PCCI 发动机的性能测定	(105)
四、PCCI 发动机的燃烧原理	(105)
(1) 燃烧观察结果	(105)
(2) 压力变化过程	(106)
(3) 热发生过程	(106)
五、PCCI 发动机性能	(106)
(1) 燃油耗与排放气体性能	(106)
(2) 对 PCCI 发动机低 NO _x 排放的若干原因分析	(107)
六、PCCI 发动机燃烧控制	(107)
(1) 进气加热	(107)
(2) 增压	(107)
(3) 柴油预喷射	(108)
(4) 冷态排气再循环	(108)
七、总体试验评价	(108)
第十二节 新型微型轿车用稀薄燃烧发动机(三菱汽车公司)	(109)
一、概述	(109)
二、新型稀薄燃烧发动机的控制方法	(109)
(1) 新型状纵涡流进气道	(109)
(2) 直接安装在曲轴上的曲轴转角传感器	(110)
(3) 采用大流量线性电磁阀	(110)
(4) 交流发电机的电流控制	(111)
(5) 散热器风扇负载控制	(111)
三、稀薄燃烧运转区域	(113)
四、实车行驶的燃油耗	(113)
第十三节 微型轿车用稀薄燃烧发动机(铃木汽车公司)	(113)
一、概述	(113)
二、发动机开发的概念	(113)
三、应用技术与发动机性能参数	(114)
四、稀薄燃烧技术	(116)
(1) 稀薄燃烧发动机概况	(116)
(2) 涡流控制阀独立进气道	(116)
(3) 火花塞	(116)
(4) 空燃比传感器	(116)
(5) 空气辅助喷油器	(116)
五、降低摩擦技术	(116)

(1)低粘度发动机润滑油	(116)
(2)发动机各部分的摩擦降低	(117)
六、电子控制节气门系统	(117)
第十四节 三菱 6A1—MIVEC 发动机的开发	(118)
一、开发目标	(118)
二、发动机主要参数与性能	(118)
三、基本构造与可变气阀机构、可变排量机构	(120)
(1)基本构造	(120)
(2)MIVEC 机构	(120)
(3)MIVEC 效果	(122)
四、电子控制可变进气系统	(123)
(1)可变进气机构的构造	(123)
(2)可变进气系统的效果	(123)
五、MIVEC 与电子控制可变进气系统的匹配	(124)
六、提高燃油经济性的措施	(125)
(1)停缸机构	(125)
(2)停缸控制	(125)
(3)可变排量工况的效果	(125)
七、超级工况控制方式	(126)
八、低振动、低噪声	(126)
(1)可变排量工况模式的振动	(126)
(2)双工况消声器	(127)
(3)柔性飞轮	(129)
第三章 柴油机篇(直喷式与低排放柴油机)	(131)
第一节 轿车用直喷式柴油机的技术与发展动向	(131)
一、概述	(131)
二、环境保护面临的问题	(131)
(1)减少 CO ₂ 排放量	(131)
(2)化学燃料渐趋枯竭	(132)
(3)大气污染	(132)
三、轿车用直喷式柴油机技术	(133)
(1)直喷式柴油机的优缺点	(133)
(2)MK 燃烧概念的应用	(133)
(3)降低噪声与振动的措施	(133)
(4)排放净化	(134)
四、轿车用直喷式柴油机技术发展动向	(134)
(1)进一步扩大 MK 燃烧的应用	(134)
(2)排放气体后处理技术	(135)
第二节 丰田直喷式柴油机的开发	(135)
一、概述	(135)
二、发动机主要性能参数	(135)

三、排气净化与提高动力性技术	(137)
(1) 喷油泵	(137)
(2) 喷油嘴	(137)
(3) 电子控制系统	(137)
(4) 燃烧室形状	(138)
(5) EGR 阀	(138)
(6) 涡轮增压器	(138)
(7) 中冷器	(138)
四、降低噪声与振动措施	(139)
(1) 降低燃烧噪声	(139)
(2) 分离型喷油	(139)
(3) 提高发动机各部件的刚度	(139)
(4) 采用高精度齿轮	(139)
(5) 采用隔音盖	(139)
五、高可靠性	(139)
(1) 气缸盖	(139)
(2) 活塞	(139)
(3) 提高机油使用寿命	(139)
第三节 NEO Di 直喷式柴油机的开发	(140)
一、概述	(140)
二、车用柴油机亟需解决的课题	(140)
(1) 开发目标	(140)
(2) 发动机主要性能、规格与参数	(140)
三、新技术概况	(142)
(1) 降低排放气体的新燃烧方式—“M—Fire 燃烧”	(142)
(2) 高涡流发生的机理及可变涡流进气道	(143)
(3) 大量排气再循环及其控制	(144)
(4) 降低燃油消耗率措施	(146)
(5) 改善噪声与振动性能	(146)
(6) 主动式发动机底座	(146)
(7) 改善加热器性能	(146)
四、整车性能评价	(147)
第四节 NEO Di 直喷式柴油机的维护调整、故障排除与自诊断系统	(148)
一、发动机怠速转速调整	(148)
(1) 怠速基准值(暖机后)	(148)
(2) 检查与调整	(148)
二、柴油机炭烟浓度检查	(149)
三、故障诊断方法	(149)
(1) 基本思路	(149)
(2) 发动机集中电子控制系统(ECCS)概况及故障诊断	(151)
(3) 自诊断功能	(154)

(4) 发动机报警灯的显示	(154)
(5) 自诊断结果的消去方法	(156)
第五节 五十铃共轨式直喷柴油机的开发	(156)
一、开发目标	(157)
二、主要性能参数	(158)
三、发动机特点	(158)
(1) 具有优异的低油耗性能	(158)
(2) 低排放性能	(158)
(3) 低振动、低噪声	(158)
(4) 优异的功率输出性能	(158)
(5) 轻量化与紧凑小型化	(158)
(6) 确保耐久性与可靠性	(158)
四、发动机主要部件的构造与特征	(158)
(1) 气缸体	(158)
(2) 气缸盖	(158)
(3) 曲轴与连杆	(159)
(4) 活塞	(160)
五、进排气系统的特点	(160)
(1) 气门机构	(160)
(2) 进排气道	(160)
(3) 涡轮增压器	(160)
六、喷油系统的改进	(160)
(1) 喷油系统的构成	(160)
(2) 高压机油液压系统	(160)
(3) 燃油系统	(161)
(4) 电子控制系统	(161)
七、喷油系统的工作	(161)
(1) 喷油器	(161)
(2) 高压泵	(162)
(3) 轨道压力控制阀(RPCV)	(162)
(4) 电子控制喷油特性的最优化	(164)
八、燃烧过程的改进	(164)
九、发动机控制系统	(165)
(1) 系统概要	(165)
(2) 动力性与炭烟降低	(165)
第六节 五十铃共轨式直喷柴油机用传感器	(166)
一、概述	(166)
二、进气温度传感器	(167)
三、发动机冷却液温度传感器	(167)
四、进气压力传感器	(168)
五、大气压与排气再循环负压传感器	(168)

六、加速踏板位置传感器	(169)
七、进气节气门位置传感器	(169)
八、曲轴位置传感器	(169)
九、凸轮位置传感器	(170)
十、燃油温度传感器	(170)
十一、油压传感器	(170)
十二、油温传感器	(170)
十三、车速传感器	(170)
第七节 设有共轨供油系统的柴油机的开发	(171)
一、概述	(171)
二、开发目标	(171)
三、发动机主要性能与参数	(171)
四、共轨式供油系统	(172)
五、共轨式系统与发动机性能的提高	(173)
(1)降低燃油耗、排放气体和黑烟	(173)
(2)利用“导向喷射”降低排放气体和燃油耗	(173)
(3)降低振动和噪声	(174)
(4)车辆起步性能	(176)
六、效果分析	(177)
第八节 应用 MK 燃烧概念开发小型低排放直喷式柴油机(YD25DDT 型)	(177)
一、概述	(177)
二、开发目标	(178)
三、发动机主要参数与性能	(178)
四、新技术应用	(179)
(1)降低排放:MK 燃烧原理的应用	(179)
(2)可变涡流进气道	(181)
(3)模型规范型式 EGR 控制	(182)
(4)低燃油耗技术	(183)
(5)低噪声技术	(183)
第九节 中型柴油机的开发——具有低排放性能的 6HKITC 型柴油机	(184)
一、概述	(184)
二、6HKITC 型柴油机的开发	(185)
(1)开发目标	(185)
(2)性能和燃油耗	(185)
(3)可靠性和耐久性	(186)
(4)零部件通用化	(187)
三、发动机的构造与特征	(187)
(1)构造分析	(187)
(2)喷油泵	(187)
(3)配气机构	(189)
(4)进排气系统	(189)

(5) 发动机活塞和活塞环改进	(189)
(6) 振动和噪声的降低措施	(190)
四、自诊断系统与故障排除	(190)
第十节 马自达 RF 型 DI—TD 柴油机开发	(190)
一、概述	(190)
二、RF 型 DI—TD 柴油机主要新技术	(191)
(1) 低排放与高性能方面的技术	(191)
(2) 紧凑型设计型	(191)
(3) 防噪声设计	(191)
(4) 高可靠性技术	(191)
三、采用直喷化, 进一步提高燃烧效率	(191)
(1) 4 气门高升程、双切向进气道+中心喷油	(191)
(2) 高压喷油系统	(192)
(3) 双层流动型燃烧室与压缩比	(193)
(4) 全负荷输出性能的提高	(193)
(5) 具有线性响应性的增压器及燃油喷射系	(194)
(6) 发动机控制系统	(195)
四、紧凑性设计	(195)
(1) 机油箱内的机油泵+正时齿形带驱动系统	(195)
(2) 气门摇臂机构	(195)
(3) 后置式辅机驱动系统	(195)
五、确保低噪声、低振动和平顺性(NVH)确保启动性能和可靠性	(195)
(1) 确保 NVH 性能	(195)
(2) 启动性	(197)
(3) 可靠性	(197)
第十一节 超高压喷射大型柴油机的开发(日产柴油机公司)	(198)
一、概述	(198)
二、开发目标	(198)
三、发动机主要性能及特点	(199)
(1) 采用整体式喷油器	(199)
(2) 高刚度气缸盖	(200)
(3) 高效进排气系统	(200)
(4) 降低摩擦技术	(200)
四、发动机的构造	(201)
(1) 发动机本体构造	(201)
(2) 配气机构	(201)
(3) 喷油喷射系统	(201)
(4) 发动机电子控制系统	(201)
第四章 车用发动机控制系统要素技术	(203)
第一节 DBW 技术与电子节气门技术	(203)
一、什么是 DBW 技术	(203)

二、DBW 技术控制项目	(203)
(1)驱动力控制	(203)
(2)操舵量控制	(203)
(3)制动力控制	(203)
三、节气门体电子控制技术(TBW)	(203)
四、TBW 系统实用化的条件	(204)
(1)系统的安全性设计	(204)
(2)控制功能的实现	(204)
(3)小型、轻量、低成本化	(204)
(4)多重化系统(多路系统、复式系统)的构成分析	(204)
(5)系统的比较	(206)
第二节 节气门体的具体设计实例	(207)
一、节气门体的功能设计	(207)
(1)怠速转速控制	(207)
(2)快怠速功能	(207)
(3)怠速升高功能	(207)
(4)空气阻尼调节功能	(207)
(5)加速功控制功能	(207)
二、节气门体的构成与功能分配	(208)
(1)节气门体构成部分的功能分担	(208)
(2)电气驱动控制系的设计	(209)
(3)节气门驱动系的控制性能	(211)
第三节 电子控制节气门 Robust 自适应控制系统的开发	(212)
一、概述	(212)
二、电子控制节气门(ETC)开发背景	(212)
三、开发方法	(212)
四、系统建立的方法	(214)
五、执行器设计	(214)
六、控制系设计	(215)
(1)控制系构成	(215)
(2)数字控制器的设计	(215)
(3)传感器信号的放大处理	(216)
(4)传感器信号的超量抽样	(216)
(5)电压修正	(216)
七、试验结果	(216)
(1)响应性	(216)
(2)分解率	(217)
(3)抗外部干扰性	(217)
第四节 电子控制节气门系统的可靠性和失效保险功能	(218)
一、概述	(218)
二、电子控制节气门系统的可靠性设计	(218)

(1)电子控制节气门的构成及其安全性	(218)
(2)电子控制节气门系统的简介	(219)
三、电子控制节气门系统的效果	(219)
(1)高 μ 路面及低 μ 路面的非线性控制的内容	(219)
(2)驱动轮滑移限制控制的内容	(220)
(3)非线性控制及驱动轮打滑限制控制的效果	(221)
四、电子控制节气门系统的失效保险功能	(222)
第五节 可变气阀机构的技术发展	(223)
一、概论	(223)
二、可变气阀机构的开发历史	(223)
(1)停阀方式	(223)
(2)凸轮型线切换方式	(225)
(3)凸轮相位切换方式	(225)
(4)多工况切换方式	(225)
三、可变气阀机构的发展动向	(225)
(1)凸轮相位连续切换方式	(227)
(2)液压驱动阀方式	(228)
第六节 MIVEC 可变气阀正时机构	(229)
一、MIVEC 机构与工作过程	(229)
(1)MIVEC 的构造	(230)
(2)MIVEC 的工作过程	(231)
二、MIVEC—MD 的机构分析	(231)
三、MIVEC—MD 的效果分析	(234)
第七节 NEO VVL 可变气阀机构与工作原理	(234)
一、概述	(234)
二、VVL 可变气阀机构的分析	(235)
(1)低速凸轮驱动	(235)
(2)高速凸轮驱动	(235)
三、VVL 的气阀正时	(236)
第八节 VVT—i 连续可变气阀正时机构	(237)
一、基本概念	(237)
二、VVT—i 系统的构成	(238)
(1)VVT—i 棘轮	(239)
(2)机油控制阀(OCV)	(239)
(3)控制方法	(239)
第九节 铃木 VC 发动机可变气阀机构	(240)
第五章 发动机燃烧技术	(244)
第一节 发动机燃烧技术的进展	(244)
一、发动机燃烧技术的四大发展动向	(244)
二、支持发动机燃烧的关键技术	(245)
(1)燃料喷射与空气流动	(245)