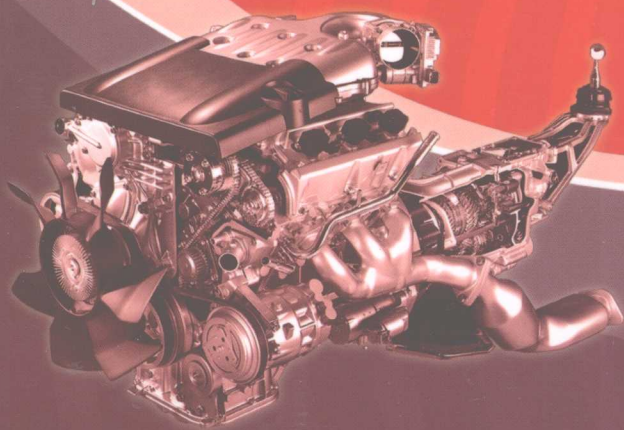




普通高等教育“十一五”国家级规划教材
高等职业教育汽车类专业规划教材

电控发动机原理 与检测技术

张葵葵 主编



DIANKONG FADONGJI YUANLI YU
JIANCE JISHU



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



参考文献

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

高等职业教育汽车类专业规划教材

电控发动机原理与检测技术

主编 张葵葵

参编 邢忠义 陈建平 何 军

主审 彭运均

图目次

北京：机械工业出版社，2007.5

ISBN 978-7-111-20936-3

ISBN 978-7-111-20936-3

ISBN 978-7-111-20936-3

ISBN 978-7-111-20936-3

ISBN 978-7-111-20936-3

ISBN 978-7-111-20936-3

ISBN 978-7-111-20936-3

ISBN 978-7-111-20936-3

ISBN 978-7-111-20936-3

ISBN 978-7-111-20936-3

ISBN 978-7-111-20936-3

ISBN 978-7-111-20936-3

ISBN 978-7-111-20936-3

ISBN 978-7-111-20936-3

ISBN 978-7-111-20936-3

ISBN 978-7-111-20936-3

ISBN 978-7-111-20936-3

ISBN 978-7-111-20936-3

ISBN 978-7-111-20936-3

ISBN 978-7-111-20936-3

ISBN 978-7-111-20936-3

ISBN 978-7-111-20936-3



本教材为普通高等教育“十一五”国家级规划教材,适合高职高专汽车运用技术专业、汽车电子技术专业的教学,也可作为电控发动机修理人员的入门参考书。本教材系统概述了电控发动机的发展历程和发展趋势,详细讲述了电控发动机的进气系统、燃油供给系统、点火系统、排放控制系统的结构、随车诊断系统的工作原理和检测方法。本教材是编者多年实践教学经验的总结,通俗易懂、内容新颖,技术含量高、适用面广,所阐述原理涵盖满足欧Ⅳ排放标准的车辆。

张葵葵 主编
平重瀚 参编
义忠 参编
史云 参编

图书在版编目(CIP)数据

电控发动机原理与检测技术/张葵葵主编. —北京:机械工业出版社, 2007. 2

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

高等职业教育汽车类专业规划教材

ISBN 978-7-111-20936-2

I. 电... II. 张... III. ①汽车—电子控制—发动机—理论—高等学校: 技术学校—教材②汽车—电子控制—发动机—检测—高等学校: 技术学校—教材 IV. U464

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 025324 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 徐 巍 责任编辑: 赵海青 版式设计: 霍永明

责任校对: 樊钟英 封面设计: 王伟光 责任印制: 李 妍

北京铭成印刷有限公司印刷

2007 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 15.75 印张 · 374 千字

0001—4000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-20936-2

定价: 28.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
销售服务热线电话: (010)68326294

购书热线电话: (010)88379639 88379641 88379643

编辑热线电话: (010)88379771

封面无防伪标均为盗版

前言

随着计算机技术和自动控制技术的发展,各种先进的电控系统在现代轿车发动机中得到了广泛的应用,这使得电控发动机的教学难度加大。在新的教学环境下,必须寻求新的教学策略和学习方法。本教材除了在教学内容上进行了更新,还在编排上采取有利于开展活动导向教学模式的独特形式。教材内每个知识点都设有工单,通过将某一项完整的电控系统检测维修工作过程以详细的引导文列出,让学生在设定的工作环境下主动参与实际操作过程,使教师的“授”转变为“导”,有利于帮助学生分析电控发动机的工作系统,从而把理论知识、实践技能与实际应用环境紧密结合在一起。学生通过完成每个工作项目的工单,还能评价自己的最终学习效果。

在本教材的编写过程中,编者参加了交通职业院校汽车运用技术专业青年骨干教师培训班,深受教育部职业技术教育中心研究所姜大源研究员、北京师范大学技术与职业教育研究所赵志群博士的启迪,将项目教学的方法引入到教材中,改进了本教材的编写思路。希望这样一本教材能对汽车运用及相关专业的教师教学和学生学学习都有所促进,对汽车运用技术技能型紧缺人才的培训质量的提高有所贡献。

本书由湖南交通职业技术学院张葵葵担任主编,参加编写工作的人员还有云南交通职业技术学院邢忠义和湖南交通职业技术学院的陈建平、何军。全书由湖南交通职业技术学院彭运均担任主审。

本教材在编写过程中得到湖南长沙力天丰田汽车销售服务有限公司廖光华、通用汽车(中国)投资有限公司的张建民、湖南仁孚海润梅塞德斯—奔驰特许服务公司张忠强等多位朋友的帮助,在此一并表示感谢。

由于作者水平和经验有限,不妥之处敬请广大读者批评指正。

编者

为方便教学,本教材专门配备了 PowerPoint(PPT)形式的配套教学课件,可供广大教师选用。在<http://www.cmpbook.com> 和<http://www.golden-book.com/download/index.asp> 任一网址,直接输入本书书名即可下载;或与机械工业出版社联系,编辑热线:010-88379771、010-88379735。

目 录

前言	1
第1章 电控发动机控制系统概述	1
1.1 发动机电控技术的发展历程	2
1.2 发动机电控技术的现状与发展趋势	5
1.3 电控汽油发动机的电子控制系统	8
本章小结	10
复习题	11
第2章 电控汽油发动机的进气系统	12
2.1 进气系统的组成	13
2.2 空气流量传感器	14
2.3 压力传感器	23
2.4 节气门位置传感器	28
2.5 温度传感器	35
2.6 电控节气门系统	39
2.7 怠速控制系统的组成与工作原理	46
工单1 热线式空气流量传感器的检测	57
工单2 进气歧管绝对压力传感器的检测	59
工单3 节气门位置传感器的检测	61
工单4 温度传感器的检测	63
工单5 电控节气门控制系统的检测	65
工单6 怠速控制系统的检测	67
本章小结	69
复习题	69
第3章 电控汽油发动机的燃油供给系统	72
3.1 电控燃油喷射系统概述	73
3.2 电控燃油供给系统主要元件的构造与检测	76
3.3 电控燃油喷射系统的功能	90
3.4 喷油器	96
工单7 燃油供给系统的检测	103
工单8 喷油器的检测	105
本章小结	107
复习题	107



第4章 电控汽油发动机的点火系统	110
4.1 点火系统的功能	111
4.2 电控点火系统的组成与工作原理	118
4.3 电控点火系统主要元件的原理与检测	123
4.4 点火系统故障诊断	137
工单9 凸轮轴/曲轴位置传感器的检测	147
工单10 爆燃传感器的检测	149
工单11 点火系统故障诊断	151
本章小结	153
复习题	153
第5章 电控汽油发动机的排放控制	156
5.1 三元催化转化器与闭环控制系统	157
5.2 氧传感器和空燃比传感器	161
5.3 燃油蒸气排放控制系统	169
5.4 废气再循环控制	174
5.5 二次空气喷射系统	179
工单12 氧传感器的检测	183
工单13 空燃比传感器的检测	185
工单14 催化转化器的检测	187
工单15 燃油蒸发排放控制系统的检测	189
工单16 真空控制的 EGR 系统的检测	193
本章小结	195
复习题	195
第6章 电控汽油发动机的辅助控制	198
6.1 可变配气相位控制系统	199
6.2 可变进气系统	204
6.3 废气涡轮增压系统	208
6.4 巡航控制系统	211
本章小结	216
复习题	217
第7章 随车诊断系统	218
7.1 汽车计算机控制系统	219
7.2 第二代随车诊断系统(OBD II)简介	220
7.3 OBD II 解码器的诊断测试模式	224
7.4 基于 OBD II 系统监测信息的故障分析方法	230
工单17 学会使用手持解码器	235
本章小结	239
复习题	239
附录 部分专业词汇英汉对照	242
参考文献	245

1.1 电控发动机的燃油喷射系统

第1章

1

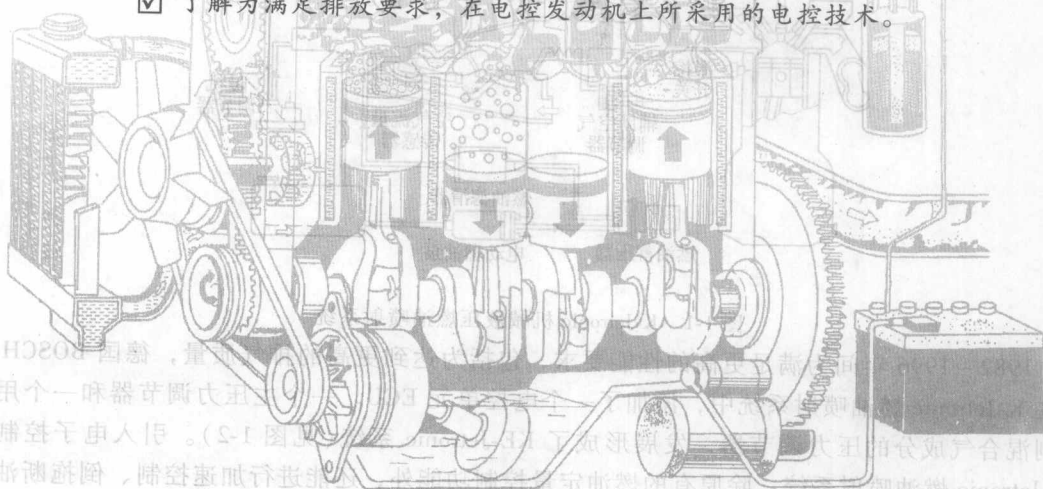
章

电控发动机控制系统概述

1.1.1 汽油喷射系统

学习目标

- ✓ 了解电控发动机发展历程及发展趋势。
- ✓ 了解电控发动机的系统组成。
- ✓ 了解为满足排放要求，在电控发动机上所采用的电控技术。



BOSCH 公司 1973 年开发出 L-Jetronic 电子控制燃油喷射系统（见图 1-3），采用阻流板及



1.1 发动机电控技术的发展历程

重点掌握

- 电控发动机的燃油喷射系统大致经历了哪几个阶段？点火系统大致经历了哪几个阶段？
- 电控发动机管理系统最终发展趋势是什么？

发动机的电子技术最早是应用在汽油机上，现以德国 BOSCH 公司汽油机燃油喷射系统及点火系统发展历程为例，说明发动机电控技术的发展历程。

汽油机的燃油喷射和点火使发动机得以运转。

起先，汽油喷射系统和点火系统是两个独立的系统，它们分别由各自的参数，如喷油量、点火时刻进行单独的控制。这两个系统要么不交换信息，要么只有极少量的信息交换。BOSCH 公司将汽油喷射和电子点火集成为一个单元，即联合控制的 Motronic 发动机管理系统，它能够根据燃烧过程中的各种工况要求，对喷射和点火的控制参数进行优化。

1.1.1 汽油喷射系统

汽油喷射系统根据发动机的运转速度、负荷水平、环境影响等因素，精确地计量供给发动机的燃油量，从而控制混合气的空燃比，使发动机废气排放中的有害物质含量保持在较低的水平。

1. 运用连续喷射原理的多点喷射系统

1973 ~ 1995 年，德国 BOSCH 公司开发了 K-Jetronic 机械液压燃油喷射系统(见图 1-1)，可依据进气量，连续地控制燃油喷射量。K-Jetronic 系统由电动燃油泵提供 0.36MPa 低压燃油，经燃油分配器输往各缸进气管上的机械式喷油泵，向进气口连续喷射，用承压板式空气流量传感器操纵燃油分配器中的计量柱塞来控制空燃比。

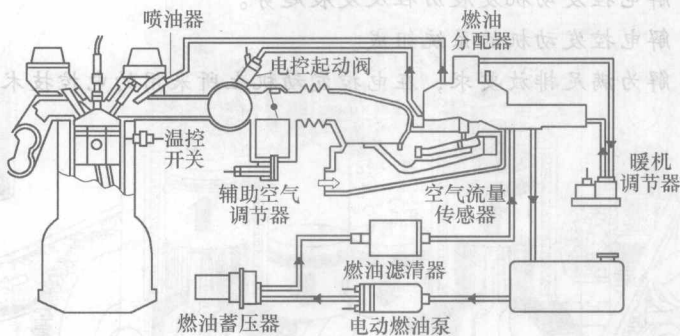


图 1-1 K-Jetronic 机械液压燃油喷射系统

1982 ~ 1996 年间为满足更高的性能要求，包括为达到更高的排气质量，德国 BOSCH 公司在 K-Jetronic 燃油喷射系统中，添加了一个电控单元 ECU、一个主压力调节器和一个用于控制混合气成分的压力调节器，发展形成了 KE-Jetronic 系统(见图 1-2)。引入电子控制的 KE-Jetronic 燃油喷射系统，除原有的燃油定量控制功能外，还能进行加速控制、倒拖断油控制、限速控制和氧传感器闭环控制等。

2. 间歇式多点燃油喷射系统

BOSCH 公司 1973 年开发出 L-Jetronic 电子控制燃油喷射系统(见图 1-3)，采用阻流板式

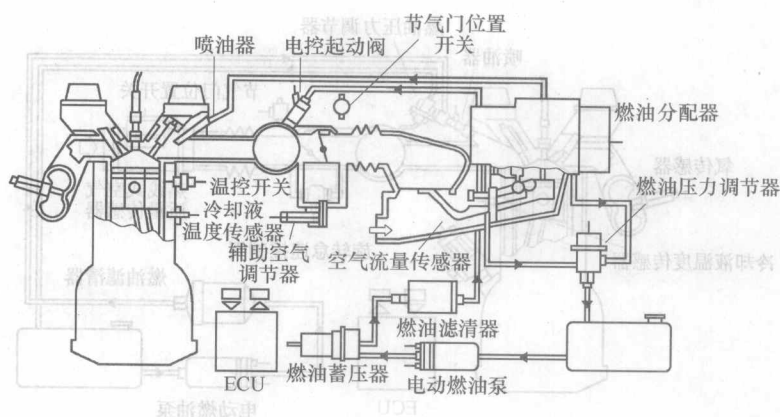


图 1-2 KE-Jetronic 燃油喷射系统

空气流量计代替 D-Jetronic 的进气歧管压力传感器提供负荷信息。该系统 1974 年首次用于 Opel(欧宝)公司成批生产的轿车,它根据进入发动机的空气量、发动机转速及其他一些运行参数间歇喷射燃油,先后共开发了四代 L-Jetronic 系统。1976 年开始生产氧传感器之后,又开发出了配备三元催化转化器的 LU-Jetronic 系统,以满足排放法规的要求。后来开发出热线/热膜式空气流量计,使空气燃油混合气的计量不受环境状况的影响,从 1981 年开始用来代替阻流板式空气流量计,构成 LH-Jetronic 系统(见图 1-4)。

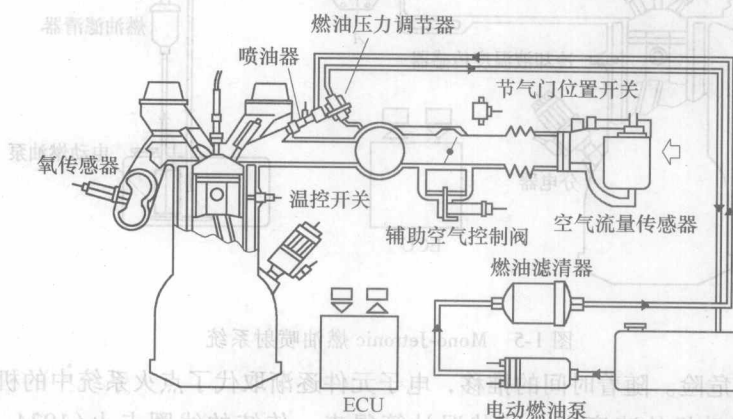


图 1-3 L-Jetronic 电子控制燃油喷射系统

3. 单点间歇式燃油喷射系统

Mono-Jetronic 燃油喷射系统(1987—1997)应用于中小型乘用车,单点喷油器直接装在节气门上部阀体的中心部位,见图 1-5。这种系统也称作节气门喷射系统(TBI),发动机转速和节气门的位置是计量燃油喷射量的控制参数。

1.1.2 点火系统

点火系统的功能是在正确的点火时刻点燃已压缩的混合气,引发混合气燃烧。在火花点火发动机(SI)中,点火是由穿透火花塞电极间的、瞬时放电产生的电火花来完成的。要使催化转化器有效发挥作用,需要绝对正确的点火时刻。混合气燃烧滞后会使燃烧不完全,从而使催

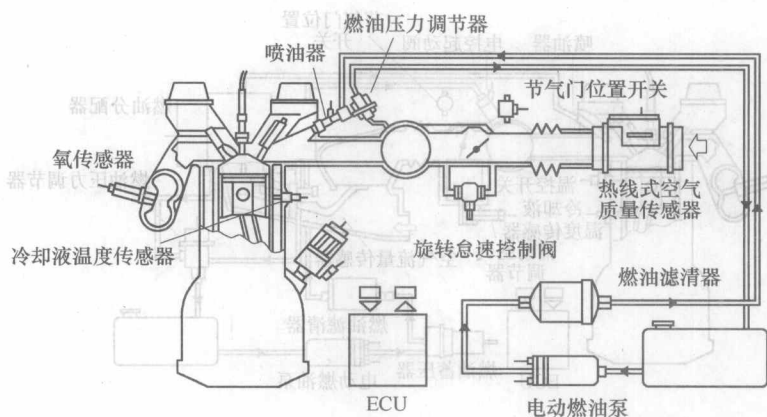


图 1-4 LH-Jetronic 燃油喷射系统

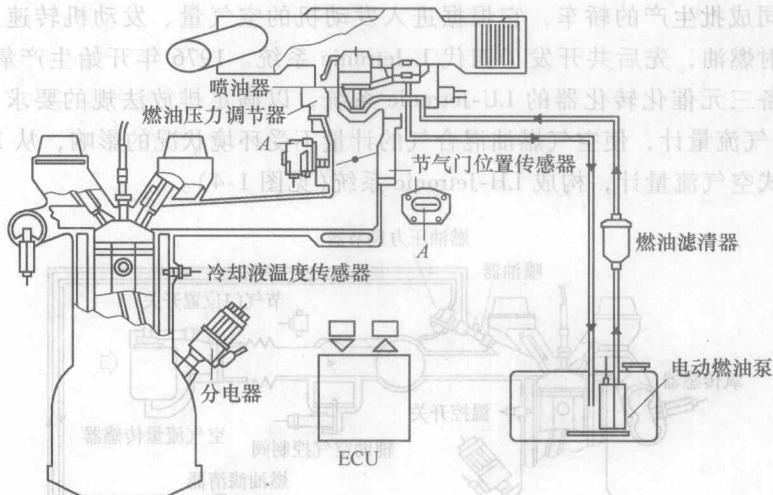


图 1-5 Mono-Jetronic 燃油喷射系统

化剂有中毒损坏的危险。随着时间的推移，电子元件逐渐取代了点火系统中的机械部件。

点火时刻由发动机的速度和负荷状况计算得来。传统的线圈点火(1934—1986)和晶体管式线圈点火(1965—1993)运用机械控制点火时刻，半导体点火系统和半导体无分电器电子点火系统(1988—1998)运用点火特性脉谱图确定点火时刻。

1.1.3 Motronic 发动机管理系统

为了在满足排放法规的前提下实现最佳的燃油经济性指标，单项电子控制装置已远远不能满足要求。随着大规模集成电路和微机的迅速发展，使车用发动机对多因素的综合控制成为可能。1979年BOSCH公司开始生产集电子点火和电控汽油喷射于一体的Motronic数字式发动机综合管理系统。同时，美、日各大汽车公司也相继研制成功与各自车型配套的数字式电控汽油喷射系统，如美国GM(通用)公司DEFI系统、Ford(福特)公司EEC-IV系统，以及日本日产公司ECCS系统、丰田公司TCCS系统、五十铃公司I-TEC系统等。这些系统能够



对空燃比、点火时刻、怠速转速和废气再循环等多方面进行综合控制,其控制精度愈来愈高,功能更趋完善。

上述汽油喷射系统和点火系统的组合并非一成不变,不同形式的点火系统可以与各种喷射系统组合。一个基本的燃油喷射系统和一个电子点火系统一起构成了 Motronic 点火和燃油喷射系统的基础。

(1) KE-Motronic 系统 它是以连续喷射 KE-Jetronic 系统为基础的。

(2) Mono-Motronic 系统 它是以间歇喷射 Mono-Jetronic 系统为基础的。

(3) M-Motronic 系统 它是以间歇式进气管燃油喷射 L-Jetronic 系统为基础的。

(4) ME-Motronic 系统 它是 M-Motronic 系统加入电子节气门控制(ETC)形成的。

(5) MED-Jetronic 系统 它是把汽油直接喷射、电子点火和电控节气门(ETC)结合成一个单独的系统。

1.2 发动机电控技术的现状与发展趋势

重点掌握

- 我国现阶段的电控发动机能满足欧洲第几号排放标准?
- 为达到排放标准,电控发动机需采用哪些电控技术?

1.2.1 发动机电控技术与排放标准

1. 我国汽车尾气排放标准的发展

(1) 1983 年我国颁布了第一批机动车尾气污染排放标准。

(2) 1989 ~ 1993 年我国相继颁布了《轻型汽车排气污染物排放标准》、《车用汽油机排气污染物排放标准》两个限值标准和《轻型汽车排气污染物测量方法》、《车用汽油机排气污染物测量方法》两个测量方法标准。

(3) 1999 年我国开始实施欧 I 排放标准,同年停止了含铅汽油的生产和使用,并不再生产化油器汽车。

(4) 2004 年 7 月 1 日我国轻型汽车全面实施国家第 2 阶段排放标准(相当于欧 II 标准),重型车辆(最大总质量 $> 3.5\text{t}$)自 2004 年 9 月 1 日实施欧 II 标准。自 2005 年 7 月 1 日起,我国所有机动车全面实施欧 II 标准。

(5) 2005 年 7 月 1 日北京率先实施轻型汽车尾气排放欧 III 标准,并将在 2008 年提前达到实施欧 IV 标准。上海与全国其他各地方分别于 2006 年和 2007 年实施欧 III 标准。2010 年 7 月 1 日起全国实施欧 IV 标准。

2. 国际汽车尾气排放标准现状与未来趋势

在 1992 年前,汽车排放的欧洲法规标准已实施若干个阶段。欧洲从 1992 年起开始实施欧 I、1996 年起开始实施欧 II、2000 年起开始实施欧 III、2005 年起开始实施欧 IV,并将于 2008 年实施更加严格的欧 V 标准。美国是世界上最早执行排放法规的国家,也是排放控制指标种类最多、排放法规最严格的国家。美国的汽车排放法规分为联邦排放法规,即环境保护局(EPA)排放法规和加利福尼亚州(简称加州)空气资源局(CARB)排放法规。后者一般领先前者 1 ~ 2 年。因为美国的汽车排放标准是按地区的汽车密度来分级的。美国汽车密度最高的州是加州,所以加州的排放



标准最严,其次是纽约州,所以纽约州排放标准次之,再其次是其余各州。CARB 规定,从 1998 年起销售到加州的轻型汽车执行极其严格的低污染排放法规(LEV),这一标准在 1999~2003 年期间实施,进一步强化的 LEV II 标准在 2004~2010 间实施。

3. 发动机电控技术与排放标准的配合

为满足欧洲 I 号排放法规需要采用三元催化转化器,为使三元催化转化器的转化效率维持在较高的水平,需要严格控制空燃比,这要求使用汽油喷射技术。目前我国新上市的小客车都已采用多点燃油喷射技术。单从排放控制角度来说,单点喷射技术也可以满足欧洲 I 号排放法规。

大排量轿车由于有害气体排放绝对质量较大,要满足欧洲 II 号法规应采用 EGR,以进一步降低 NO_x 的排放量。

为实现欧 III 标准,降低发动机的原始排放,要求电控发动机系统具有以下功能。

(1) 精确控制发动机起动暖机过程中的空燃比 在保证正常起动的前提下,应使空燃比尽快达到 14.7:1,从而减少起动、起动后、暖机过程中的原始排放。主要采用以下技术来控制空燃比。

1) 采用顺序喷射技术,并且采取分缸空燃比控制策略,确保每个气缸内能进行充分的燃烧,从而降低发动机的原始排放。

2) 通过空燃比闭环控制,使三元催化转化器对 HC、CO、 NO_x 有害物质的转化效率最高,并保证三者排放值的均衡。

3) 通过点火提前角控制,在起动过程中提高排气温度,使三元催化转化器尽快起燃。

(2) 排气后处理技术

(1) 尽快提升三元催化转化器的温度。三元催化转化器在达到一定的温度时,化学反应才可以顺利的进行。欧 III 测试是在起动后立即采样,而此时三元催化转化器还未达到可进行化学反应的温度,所以可以采取一些措施提升此时转化器的温度。

通常转化器的能量来源于发动机废气,所以通过发动机电子控制系统有目的地控制发动机运行过程中的点火提前角或者转速,增加废气的能量,可以加快三元催化转化器内温度上升的速度,从而改善发动机的排放。

也有的方法是通过纯粹的电能或者在起动过程中形成较浓的混合气,通过二次空气喷射系统在排气管内喷入空气,形成化学反应,释放热能来加热三元催化转化器。这两种方法成本较高,目前在国内运用得不是十分广泛。

(2) 提升三元催化转化器的转化效率。发动机的废气转化,归根结底还是通过三元催化转化器来实现的,所以提高其转化效率是改善发动机排放的有效途径。

① 降低催化剂的起燃温度,废气提前进行化学反应转化为无害物质,能大大改善发动机起动过程中的排放。这依赖于催化剂供应商技术的提高。

② 两级三元催化转化器,其中一个转化器紧接着排气歧管,另一个由车底盘安装空间决定其安装位置,一般离排气歧管较远。前级三元催化转化器由于离排气歧管很近,其温度比较容易上升并达到起燃温度,所以可以用来净化起动时排放的废气。后级三元催化转化器体积一般较大,可以处理高速段发动机废气的排放。

这种方法只需增加较少的成本,就可以实现欧 III 排放,因此比较适合中国的市场。目前在我国得到了比较广泛的使用。



3) 废气再循环技术(EGR)。废气再循环技术通过循环一部分废气进入气缸再次参与燃烧,降低了燃烧的峰值温度,从而降低了 NO_x 的排放。通常废气循环量的多少是通过EGR阀来控制的,EGR阀的开度可以通过电控系统来控制。

4) 碳氢化合物吸收系统。在催化剂上涂附特殊的材料——沸泡石,在催化剂活化前吸附HC。当尾气排放温度太低使催化剂不能有效发挥作用时,它可将碳氢化合物收集起来,即采用燃油蒸发排放系统(EVAP)。在较高的温度下催化剂能发挥作用时,它可以随着温度的升高而自动脱离,释放HC,通过催化剂来转化HC。

1.2.2 发动机电控技术的发展趋势

尽管电子控制技术在现代汽车发动机上的应用已相当广泛,但也存在空白,而且有些已应用的电子控制技术也存在缺陷。完善现有的发动机电子控制技术,开发电子控制在发动机上应用的新领域,通过汽车内部网络的信息通信完成系统之间的各种必要的信息传送与接收,实现高度集中控制及集中故障诊断的“整车控制技术”,这些将是汽车发动机电控技术发展的必然趋势。

此外,除电子技术以外的新技术在发动机上的应用也有待开发。为解决日益严重的能源和污染两大问题,新燃料发动机和汽车新动力也必然是汽车发动机技术未来的发展方向。具有开发潜力的发动机新技术有如下几项。

1. 发动机新燃料

发动机的燃料最初采用的是煤气,随着石油的发现和应用,才使汽车发动机真正成为人类的得力工具。目前汽车发动机的主要燃料仍然是汽油和柴油,但石油资源总会有枯竭的一天,为解决石油燃料的供需矛盾,发动机新燃料一直是发动机技术研究的重要课题。目前人们研究的发动机新燃料主要有醇类燃料、二甲基醚、天然气、植物油、人造汽油和柴油等。

发动机新燃料的研究已取得较大进展,如乙醇汽油在我国已开始推广使用,燃气/汽油双燃料发动机也已在汽车(尤其是公共汽车)上投入使用。随着新燃料发动机的应用,新燃料发动机电控技术的开发具有很大的潜力。

2. 混合动力装置

为彻底解决汽车排放污染问题,20世纪90年代以来,各种各样的电动汽车脱颖而出。尽管人们普遍认为未来是电动汽车的天下,但由于目前电池技术问题,电动汽车还无法取代燃料发动机汽车。

将电动机与燃料发动机有机结合在一起的混合动力装置,既能发挥燃料发动机持续工作时间长,动力性好的优点,又可以发挥电动机无污染、低噪声的好处,在电动汽车时代到来之前,混合动力装置作为一种过渡产品,应用前景不可忽视。

3. 柴油机电控技术

在燃料发动机仍占汽车动力装置主流的时代,柴油机经济性好、排放污染低的优势是汽油机无法比拟的,尤其是近年来电控柴油机的出现,性能得到了进一步的改善。可以预测,未来几年电控柴油机的应用必将更加广泛,柴油机电控技术也将进入一个新的发展阶段。

4. 汽油机负荷控制技术

现代汽油发动机的负荷控制都是利用节气门控制进气量来实现的,尽管在汽油机上已采



用了节气门电控技术,但节气门的存在必然会增加汽油机部分负荷时的进气阻力,降低其机械效率,从而影响汽油机的燃料经济性。因此取消汽油机的节气门,利用电控技术通过控制喷油量来实现汽油负荷的“质调节”,已成为汽油机技术研究的一个方向。当然,该技术的关键是解决部分负荷时稀混合气燃烧的问题。

5. 进、排气控制技术

众所周知,发动机气门的开启升程、开启和关闭时刻,对发动机性能有重要影响。为改善发动机的进、排气过程,提高发动机性能,近年来在日本本田、德国大众等公司生产的发动机上,相继采用了气门升程和配气相位控制技术,但这些技术仍未实现全电子控制,而且通常仅对进气门的升程和开闭时刻进行控制,所以发动机的进、排气控制技术仍有较大的开发潜力。目前,部分汽车公司已开始研究用电磁阀取代气门的发动机进、排气控制新技术。它不仅可以更准确地控制进、排气时刻,还能通过控制进气门的开度和开启时间来控制进气量,为取消汽油机的节气门提供了可能。制约这项技术的关键问题有两个:一是电磁阀取代气门后消耗电量过大,二是电控系统的响应速度必须满足发动机高转速的需要。

6. 激光点火技术

与现代汽油机各类点火系统相比,激光点火能更有效地控制点火时间和点火强度,因此能准确地控制点火时刻,并且容易实现电控。此外,激光点火还能实现缸外点火,减少火花塞温度和积炭对点火的影响;而且采用缸外点火也有利于更合理地设计燃烧室形状、布置气门和喷油器。可见,激光点火技术在汽油发动机上有着较好的应用前景。

7. 水泵及节温器电控技术

发动机的冷却系统是影响发动机性能的重要因素,利用电动水泵和采用电控节温器,能更好地控制冷却液的循环量和循环路线,对发动机起动后迅速升温 and 保持正常工作温度非常有利,而且容易实现。

8. 电源系统改进技术

随着汽车电子控制技术的发展,汽车上的用电设备越来越多,发电机的输出功率必然随之提高。以普通的中级轿车为例,发电机的输出功率已从20年前的500W,提高到目前的1000W。现在汽车上采用的发电机都是风冷式,利用风扇将空气吹入机壳进行冷却,随着发电机输出功率的提高,其冷却强度也必须增大;由于风冷发电机结构的限制,功率的增加必然会导致发电机体积增大,若加大风扇尺寸来提高冷却强度,又会使噪声增大。为此,对电源系统的改进也必将成为未来发动机的新技术之一,有资料显示,水冷式交流发电机将是未来汽车发电机的发展方向。

综上所述,随着技术的进步和人们对汽车发动机性能要求的不断提高,未来几年的汽车发动机将出现多样化的趋势,其技术含量更高,性能更好。

1.3 电控汽油发动机的电子控制系统

目前,汽车上广泛应用的是集中控制系统,应用在发动机上的子控制系统主要包括电控燃油喷射系统、电控点火系统和其他辅助控制系统。

**重点掌握**

- 电控发动机主要包括哪些系统?
- 各电子控制系统的功能?

1.3.1 电控燃油喷射系统

在电控燃油喷射(EFI)系统中,喷油量控制是最基本的也是最重要的控制内容,电子控制单元(ECU)主要根据进气量确定基本的喷油量,再根据其他传感器(如冷却液温度传感器、节气门位置传感器等)信号对燃油量进行修正,使发动机在各种运行工况下均能获得最佳浓度的混合气,从而提高发动机的动力性、经济性和排放性。除喷油量控制外,电控燃油喷射系统还包括喷油正时控制、断油控制和燃油泵控制。

1.3.2 电控点火系统

电控点火系统(ESA)最基本的功能是点火提前角控制。该系统根据各相关传感器信号,判断发动机的运行工况和运行条件,选择最理想的点火提前角点燃混合气,从而改善发动机的燃烧过程,以实现提高发动机动力性、经济性和降低排放污染的目的。此外,电控点火系统还具有通电时间控制和爆燃控制功能。

1.3.3 怠速控制系统

怠速控制(ISC)系统是发动机辅助控制系统,其功能是在发动机怠速工况下,根据发动机冷却液温度、空调压缩机是否工作、变速器是否挂入档位等,通过怠速控制阀对发动机的进气量进行控制,使发动机随时以最佳怠速转速运转。

1.3.4 排放控制系统

排放控制系统的功能主要是对发动机排放控制装置的工作实行电子控制。排放控制的项目主要包括废气再循环(EGR)控制、燃油蒸发控制、氧传感器和空燃比闭环控制、二次空气喷射控制等。

1.3.5 进气控制系统

进气控制系统的功能主要是根据发动机转速和负荷的变化,对发动机的进气进行控制,以提高发动机的充气效率,从而改善发动机动力性。

1.3.6 增压控制系统

增压控制系统的功能是对发动机进气增压装置的工作进行控制。在装有废气涡轮增压装置的汽车上,ECU根据检测到的进气管压力,对增压装置进行控制,从而控制增压装置对进气增压的强度。

1.3.7 巡航控制系统

驾驶员设定巡航控制模式后,ECU根据汽车运行工况和运行环境信息,自动控制发动机工作,使汽车自动维持一定车速行驶。



1.3.8 警告提示

本系统由 ECU 控制各种指示和报警装置,一旦控制系统出现故障,该系统能及时发出信号以警告提示,如氧传感器失效、油箱油温过高等。

1.3.9 自诊断与报警系统

在发动机控制系统中,电子控制单元(ECU)都设有自诊断系统,对控制系统各部分的工作情况进行监测。当 ECU 检测到来自传感器或输送给执行元件的故障信号时,立即点亮仪表盘上的“CHECK ENGINE”灯(俗称故障指示灯),以提示驾驶员发动机有故障;同时,系统将故障信息以设定的数码(故障码)形式储存在存储器中,以便帮助维修人员确定故障类型和范围。对车辆进行维修时,维修人员可通过特定的操作程序(有些需借助专用设备)调取故障码;故障排除后,必须通过特定的操作程序清除故障码,以免与新的故障信息混杂,给故障诊断带来困难。

1.3.10 失效保护系统

失效保护系统的功能主要是当传感器或传感器线路发生故障时,控制系统自动按电脑中预先设定的参考信号值工作,以便发动机能继续运转。比如冷却液温度传感器电路有故障时,可能会向 ECU 输入低于 -50°C 或高于 139°C 的冷却液温度信号,失效保护系统将自动按预先设定的标准冷却液温度信号(80°C)控制发动机工作,否则会使混合气过浓或过稀,导致发动机不能工作。

此外,当对发动机工作影响较大的传感器或电路发生故障时,失效保护系统则会自动停止发动机工作,如 ECU 收不到点火控制器返回的点火确认信号时,失效保护系统则立即停止燃油喷射,以防大量燃油进入气缸而不能点火工作。

1.3.11 应急备用系统

应急备用系统功能是当控制系统电脑发生故障时,自动启用备用系统(备用集成电路)按设定的信号控制发动机转入强制运转状态,以防车辆停驶在路途中。应急备用系统只能维持发动机运转的基本功能,但不能保证发动机性能。

除上述控制系统外,应用在发动机上的电控系统还有冷却风扇控制、配气正时控制、发电机控制等。应当说明的是,上述各控制系统在不同的汽车发动机上只是或多或少地被采用。此外,随着汽车技术和电子技术的发展,发动机控制系统的功能必将日益增加。

为了达到排放法规的要求,许多国家要求 1996 年以后生产的车辆必须配置 OBD II 系统,也就必须安装三元催化转化器(TWC)。

本章小结

德国 BOSCH 公司的燃油喷射系统经历了纯机械控制的多点连续喷射 K-Jetronic 型燃油喷射系统,到引入电子控制的机电液 KE-Jetronic 连续燃油喷射系统,后发展到间歇式多点喷射的 L-Jetronic 型燃油喷射系统。现今的 LH-Jetronic 型电控燃油喷射系统采用热膜式空



气流量计,使空气燃油混合气的计量不受环境状况的影响,燃油控制更加精确。

2. 为满足排放法规并实现最佳的燃油经济性指标,生产了集电子点火和电控汽油喷射于一体的 Motronic 数字式发动机综合管理系统,能够对空燃比、点火时刻、怠速转速和废气再循环等多方面进行综合控制,控制精度愈来愈高,功能更趋完善。

3. 我国从2005年7月1日起,所有机动车全面实施欧Ⅱ标准,2005年7月1日北京率先实施轻型汽车尾气排放欧Ⅲ标准,并将在2008年提前达到实施欧Ⅳ标准。上海与全国其他各地方分别于2006年和2007年实施欧Ⅲ标准。2010年7月1日起全国实施欧Ⅳ标准。

4. 为达到排放标准,电控发动机采用顺序喷射、空燃比闭环控制、点火提前角控制、二次空气喷射、加热三元催化转化器、废气再循环、燃油蒸发控制等技术。两级三元催化转化加发动机电子控制系统是一个低成本的实现欧Ⅲ排放的有效方法。

5. 电控发动机上的电子控制系统主要包括:电控燃油喷射系统(EFI)、电控点火系统(ESA)、怠速控制系统(ISC)、排放控制系统、进气控制、自诊断与报警系统。

6. 为了达到排放法规的要求,国外1996年以后生产的车辆必须配置 OBD Ⅱ 系统。

复 习 题

1. 为实现欧Ⅲ标准,降低发动机的原始排放,电控发动机应采用什么控制技术?
2. 发动机电控技术主要有哪些?与排放控制有关的是哪些?
3. 发动机综合管理系统主要针对什么进行集中控制?
4. 电控发动机主要包括哪些系统?
5. 连续喷射和间歇喷射式发动机有什么区别?

习 题

1. 电控燃油喷射系统按喷射方式分,有哪几种? ☒
2. 电控燃油喷射系统按喷射压力分,有哪几种? ☒
3. 电控燃油喷射系统按喷射次数分,有哪几种? ☒
4. 电控燃油喷射系统按喷射位置分,有哪几种? ☒
5. 电控燃油喷射系统按喷射时间分,有哪几种? ☒
6. 电控燃油喷射系统按喷射方式、喷射压力、喷射次数、喷射位置、喷射时间分,有哪几种? ☒
7. 电控燃油喷射系统按喷射方式、喷射压力、喷射次数、喷射位置、喷射时间分,有哪几种? ☒
8. 电控燃油喷射系统按喷射方式、喷射压力、喷射次数、喷射位置、喷射时间分,有哪几种? ☒
9. 电控燃油喷射系统按喷射方式、喷射压力、喷射次数、喷射位置、喷射时间分,有哪几种? ☒
10. 电控燃油喷射系统按喷射方式、喷射压力、喷射次数、喷射位置、喷射时间分,有哪几种? ☒