

新型 二

汽车发动机电喷系统

原理与维修

孙余凯 吴永平 项绮明 编著



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

新型汽车发动机电喷系统 原理与维修

孙余凯 吴永平 项绮明 编著

人民邮电出版社
北 京

图书在版编目(CIP)数据

新型汽车发动机电喷系统原理与维修/孙余凯, 吴永平, 项绮明编著.

—北京: 人民邮电出版社, 2007. 8

ISBN 978-7-115-16101-7

I 新… II ①孙…②吴…③项… III. ①汽车—发动机—电子控制—喷油器—理论②汽车—发动机—电子控制—喷油器—车辆修理 IV. U472.43

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 053615 号

内 容 提 要

本书共分 6 章。书中全面、系统地介绍了新型汽车发动机电子控制燃油喷射系统的类型、特点、组成及原理, 主要部件的检测方法, 电控燃油喷射系统的故障检修程序, 各单元电路的故障诊断与排除方法。每章均有练习题, 书后附有习题答案。本书内容通俗、易懂, 实用性、指导性强, 很适合读者自学, 也适合私家车车主、汽车维修工、汽车电工, 以及汽车培训学校的师生阅读。

新型汽车发动机电喷系统原理与维修

- ◆ 编 著 孙余凯 吴永平 项绮明
责任编辑 于晓川
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
三河市海波印务有限公司印刷
新华书店总店北京发行所经销
- ◆ 开本 787×1092 1/16
印张 16 25
字数: 402 千字
印数: 1—3 000 册

2007 年 8 月第 1 版
2007 年 8 月河北第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-16101-7/TN

定价·36.00 元

读者服务热线: (010)67133910 印装质量热线: (010)67129223

前 言

发动机电子燃油喷射系统是汽车的核心，它的工作状态如何直接影响整车的性能，对汽车的运行状况、用油量、废气排放等方面有着直接的影响，也是易出现故障的部位之一。

现代汽车发动机电喷系统在汽车上的地位举足轻重，对它的维修也有别于过去的普通发动机维修。要想成为一名熟练的汽车发动机电喷系统的维修人员，不仅要吃透该系统的工作原理，同时在检修故障时还要理清检修思路，并且有一定的检测和诊断的技巧。只有思路清晰、检测方法得当、判断准确，才能迅速地查出故障部位。而编写本书的目的，就是要指导汽车用户和初学维修者学习这些维修技巧。

本书最大的特点是便于自学。在无条件参加学习班学习的情况下，读者如能认真学习钻研本书，再通过自己的检修实践逐渐提高认识，就能成为一名熟练的汽车发动机电喷系统的维修人员。对于已有一定基础的读者，通过阅读本书，可以举一反三、触类旁通地去解决更多、更深层次汽车发动机电喷系统的问题。

本书在编写过程中得到了全国8个汽车生产厂家、众多汽车零部件生产厂家、商家以及维修部门有关人员的大力支持，同时也参考了国内外有关资料及相关的书刊杂志，并引用了其中的一些资料，在此一并向有关人员、作者表示衷心感谢！

本书由孙余凯、吴永平、项绮明统稿主编，参加编写的人员还有吴鸣山、项天任、王华君、孙余明、刘志德、吕晨、项宏宇、刘忠梅、刘普玉、陈帆、许风生、周志平、孙余平、金宜全、吕颖生、王艳玉、王五春等。

由于汽车发动机电喷系统技术水平发展迅速，加上我们的水平有限，书中难免有不妥之处，真诚希望专家和读者批评指正。

编 者

目 录

第1章 概述	1
1.1 汽车发动机电子化的发展历程	1
1.2 汽车发动机方面的新技术	1
1.2.1 汽车电子点火系统	2
1.2.2 电子燃油供给系统	3
1.2.3 控制爆燃和增压的点火调节系统	4
1.2.4 控制排气污染的废气再循环系统	4
1.2.5 控制怠速转速的电子系统	4
1.2.6 电子控制的排气消声系统	5
1.2.7 发动机综合控制系统	5
1.3 汽车发动机电喷系统的特点与类型	6
1.3.1 汽车发动机电喷系统的特点	6
1.3.2 汽车发动机电喷系统的类型	7
1.4 汽车发动机电喷系统的组成	10
1.4.1 D型电子式燃油喷射系统	10
1.4.2 L型电子控制式燃油喷射系统	12
1.4.3 Mono型电子控制式燃油喷射系统	14
习题1	15
第2章 汽车发动机电控燃油喷射子系统的组成与机理	17
2.1 汽车发动机电控燃油喷射子系统之间的关系	17
2.1.1 电喷3个子系统之间的工作联系	17
2.1.2 电喷控制系统3个子系统之间的控制关系	17
2.2 汽车发动机电喷机构中空气供给系统	19
2.2.1 空气供给系统工作流程	19
2.2.2 怠速控制装置所需空气量	20
2.3 汽车发动机电喷机构中燃油供给系统	21
2.3.1 燃油供给系统工作流程	21
2.3.2 另一种结构的燃油供给系统	22
2.4 汽车发动机电喷机构中电子控制系统	22
2.4.1 输入信号的形式	23
2.4.2 基本单元电路	23
2.4.3 控制系统工作流程	24
2.4.4 控制系统的自诊断功能	24
2.5 电喷系统传感器	24

2.5.1	进气温度传感器	25
2.5.2	进气流量传感器	26
2.5.3	冷却液温度传感器	32
2.5.4	进气压力传感器	33
2.5.5	节气门位置传感器	36
2.5.6	氧传感器	38
2.5.7	爆燃传感器	41
2.5.8	点火基准传感器	43
2.5.9	霍尔式曲轴位置传感器	43
2.5.10	电磁式曲轴位置传感器	46
2.5.11	光电式曲轴位置传感器	50
2.5.12	霍尔式同步信号传感器	52
2.5.13	发动机转速传感器	54
2.6	电喷系统电动燃油泵	54
2.6.1	电动燃油泵特点与类型	54
2.6.2	滚柱式电动燃油泵	55
2.6.3	平板叶片式电动燃油泵	55
2.6.4	使用中应注意的问题	56
2.6.5	燃油泵控制电路	56
2.7	电喷系统喷油器	57
2.7.1	喷油器的类型	57
2.7.2	多点电磁式喷油器	58
2.7.3	单点电磁式喷油器	59
2.7.4	喷油器的驱动方式	60
2.8	电喷系统冷启动喷油器	63
2.8.1	冷启动喷油器的结构特点	63
2.8.2	冷启动喷油器的控制电路	64
2.9	怠速控制系统	66
2.9.1	日产汽车集中控制系统的怠速控制	67
2.9.2	丰田汽车控制系统的怠速控制	68
2.10	功率阀控制系统	69
2.10.1	功率阀的组成	69
2.10.2	功率阀控制系统原理	69
2.11	燃油蒸气排放控制系统	70
2.11.1	燃油蒸气排放控制系统结构及原理	71
2.11.2	丰田系列车用燃油蒸气排放控制系统	71
2.12	废气再循环控制系统	72
2.13	点火控制系统	73
2.13.1	电控单元控制点火系统的类型	74
2.13.2	电控单元控制点火系统的组成	75

2.13.3 有分电器的电控单元点火系统	76
2.13.4 无分电器电控单元点火系统	79
习题2	85
第3章 品牌汽车发动机电喷系统原理	88
3.1 桑塔纳2000型(时代超人)轿车发动机电喷系统	88
3.1.1 桑塔纳2000型轿车AJR发动机电控系统电路组成	88
3.1.2 桑塔纳2000型轿车AJR发动机电控系统原理	88
3.2 桑塔纳2000型轿车发动机电喷系统	92
3.2.1 桑塔纳2000型轿车发动机电控系统电路组成	92
3.2.2 桑塔纳2000型轿车发动机电控系统电路原理	92
3.3 神龙·富康系列轿车发动机电喷系统	94
3.3.1 神龙·富康系列轿车发动机电喷系统结构	95
3.3.2 神龙·富康系列轿车发动机电喷系统原理	96
3.4 捷达王轿车电喷发动机控制系统	97
3.4.1 捷达王轿车电喷发动机控制系统组成	97
3.4.2 捷达王轿车电喷发动机控制系统原理	97
3.5 吉利(美日)系列轿车电喷发动机控制系统	100
3.5.1 吉利(美日)系列轿车电喷发动机控制系统电路组成	100
3.5.2 吉利(美日)系列轿车电喷发动机控制系统电路原理	100
3.6 红旗CA7220E型轿车电喷发动机控制系统	103
3.6.1 红旗CA7220E型轿车电喷发动机控制系统组成	103
3.6.2 红旗CA7220E型轿车电喷发动机控制系统原理	103
3.7 本田轿车电喷发动机控制系统	105
3.7.1 本田轿车电喷发动机控制系统电路组成	106
3.7.2 本田轿车电喷发动机控制系统电路原理	106
习题3	111
第4章 汽车发动机电喷系统主要元器件检测方法	114
4.1 传感器的检测方法	114
4.1.1 进气温度传感器	114
4.1.2 翼板式空气流量传感器	118
4.1.3 热线式空气流量传感器	120
4.1.4 卡门涡旋式空气流量传感器	121
4.1.5 冷却液温度传感器	122
4.1.6 进气压力传感器	126
4.1.7 线性输出型节气门位置传感器	126
4.1.8 开关量输出型节气门位置传感器	128
4.1.9 氧传感器	135
4.1.10 爆燃传感器	136

4.1.11	点火基准传感器	136
4.1.12	霍尔曲轴位置传感器	137
4.1.13	电磁式曲轴位置传感器	137
4.1.14	光电式曲轴位置传感器	137
4.1.15	各种品牌汽车发动机常用传感器检测数据	138
4.2	喷油器的检测方法	142
4.2.1	喷油器本身的检查	142
4.2.2	喷油器控制电路的检测	144
4.2.3	喷油器的拆卸方法	145
4.2.4	喷油器的检修方法	147
4.2.5	喷油器的正确安装方法	149
4.2.6	检测喷油器中应注意的问题	150
4.3	冷启动喷油器的检测方法	151
4.3.1	直观判断冷启动喷油器是否正常	151
4.3.2	测量判断冷启动系统好坏的方法	151
4.4	电动燃油泵检测方法	152
4.4.1	在路检测电动燃油泵	152
4.4.2	开路检测电动燃油泵	154
4.4.3	油泵控制电路检测方法	155
4.5	电控单元(ECU)的检测方法	157
4.5.1	常用测 ECU 的方法	157
4.5.2	检测电控单元(ECU)的一般步骤	158
4.5.3	检测电控单元(ECU)应注意的问题	158
4.6	点火线圈检测方法	160
4.6.1	点火线圈的类型	161
4.6.2	点火线圈检测方法	162
习题 4		168

第 5 章 汽车发动机电喷系统故障检修方法

5.1	发动机电喷系统主要元器件故障分析	170
5.2	发动机电喷系统故障检修顺序	171
5.2.1	一般检修顺序	171
5.2.2	排除与电控系统无关的故障	172
5.3	发动机电喷系统故障检修一般方法	173
5.3.1	了解故障情况	173
5.3.2	直观检查	174
5.3.3	清洁检查	176
5.3.4	对号查表检查方法	176
5.3.5	人工经验检查方法	177
5.3.6	万用表测电阻、测电压检查方法	180

5.3.7 软性故障常用检查方法	181
5.4 利用故障代码查询检修电喷发动机故障的方法	183
5.4.1 自诊断系统的构成及原理	183
5.4.2 故障代码的测试模式	184
5.4.3 故障指示灯状态说明	184
5.4.4 故障代码表示方法和显示方式	184
5.4.5 故障代码调出方法	187
5.4.6 故障代码清除方法	194
5.5 发动机电喷系统燃油压力检测方法	194
5.5.1 燃油系统油压释放方法	195
5.5.2 燃油系统修复后油压预置方法	195
5.5.3 检修后燃油系统油压的检测方法	195
5.5.4 品牌汽车电控燃油压力数据	198
5.6 电喷发动机运行熄火故障检修方法	200
5.6.1 电喷发动机运行熄火故障检修程序	200
5.6.2 电喷发动机运行熄火故障检修说明	200
5.7 电喷发动机空气供给系统故障检修方法	201
5.7.1 电喷发动机空气供给系统故障检修程序	201
5.7.2 电喷发动机空气供给系统故障检修说明	201
5.8 电喷发动机怠速不稳故障检修方法	205
5.8.1 电喷发动机怠速不稳故障检修程序	205
5.8.2 电喷发动机怠速不稳故障检修说明	205
5.9 电喷发动机其他故障检修方法	208
5.10 检修发动机电喷系统应注意的问题	210
5.10.1 供电方面	210
5.10.2 进气系统方面	211
5.10.3 燃油系统方面	211
5.10.4 电控系统方面	212
5.10.5 其他方面	212
习题 5	213
第 6 章 品牌汽车发动机电喷系统故障检修方法	216
6.1 桑塔纳 2000 型时代超人轿车	216
6.1.1 蓄电池电压、启动机工作正常, 发动机不能启动	216
6.1.2 蓄电池电压、启动机工作正常, 但发动机不能启动(稍踩油门能启动) 或冷启动困难	218
6.1.3 发动机怠速时抖动	218
6.1.4 怠速过高	219
6.1.5 发动机排放不良	219
6.1.6 发动机中、高速动力不足	219

6.1.7 发动机油耗大	220
6.2 神龙·富康系列型轿车	220
6.2.1 燃油供给系统的检修方法	220
6.2.2 传感器的检修方法	224
6.2.3 发动机电控单元(ECU)组件的检修方法	229
6.2.4 点火系统检修方法	230
6.2.5 怠速控制阀的检修方法	232
6.2.6 故障报警方式	232
6.2.7 故障自诊断信息调取方法	233
6.3 红旗 CA7220 系列轿车	234
6.3.1 发动机启动异常故障	234
6.3.2 发动机运行异常故障	237
6.3.3 其他方面的故障	240
6.3.4 故障代码读取方法	243
习题6	246
附录 习题答案	249
参考文献	250

第 1 章 概 述

汽车电子化被认为是汽车技术发展进程中的一次革命。电子技术在汽车上的应用已成为汽车设计研究部门用来改进汽车性能、开发新车型最重要的技术手段。尤其是在发动机控制方面,电子技术是应用最多、最早的。

1.1 汽车发动机电子化的发展历程

汽车与电结合始于 1860 年,是将电能用于点火。电子技术与汽车结合,始于 20 世纪 60 年代,是将硅二极管和集成电路用在发电机的充电系统上,制成硅整流发电机和集成电路电压调节器。计算机技术与汽车结合始于 1976 年,是将计算机(本书中又称微型计算机)用在发动机的供油系统上,即模拟计算机控制的稀混合气燃烧控制系统。

1977 年数学计算机用于点火自动控制系统,它是一种简单的现代计算机控制系统。与此同时又研究出了同时控制点火时刻、排气再循环和二次补气的发动机电子控制系统。

1978 年,在发动机电子控制系统中,又增加了化油器的空燃比反馈控制和怠速转速控制功能。后来又发展成同时适用于化油器和燃油直接喷射式发动机的自动控制系统。

1979 年,该系统发展成了除可综合控制发动机点火时刻、排气循环、空燃比和怠速转速外,还具有自诊断功能的集中控制系统。

进入 20 世纪 80 年代,由于汽车保有量的不断增多,导致能源消耗急剧增加,汽车排出的废气造成的大气污染日趋严重,加之人们对汽车舒适、便捷、豪华的追求,这些对汽车发动机的性能提出了更高的要求。近年来,微电子技术的飞速发展,特别是微型计算机技术的巨大进步,将电子技术和传统的机械相结合,使得汽车发动机的环保、节能、安全、舒适与便捷等方面的问题均得到了很好的解决。

现在的汽油发动机用电控燃油喷射系统取代了传统的化油器,使汽车的有害排放物降低了 98% 以上,而燃油效率却较 20 年前提高了近两倍。同时还将发动机管理系统和自动变速器控制系统,集成为动力传动系统的综合控制(PCM)系统。

1.2 汽车发动机方面的新技术

发动机是汽车的心脏,对发动机进行电子控制的目的是:降低油耗、减少污染,提高发动机的基本性能(主要是动力方面)。通过对发动机各个工作系统的电子化控制,这些目标均已达到。目前欧美各国对几乎所有的发动机均实施了电子控制。日本生产的排量在

2L 以上的高级轿车所用的发动机均采用了微型计算机集中控制, 2L 以下的发动机也逐步普及微型计算机集中控制方式。

电子技术在发动机控制系统中的应用主要包括: 电子点火系统、电子燃油喷射系统、发动机综合控制系统等。

1.2.1 汽车电子点火系统

国外汽车电子点火的成功应用始于 20 世纪 60 年代末, 产品从采用晶体管分立元件构成的电子点火装置发展成为采用 LSI(大规模集成电路)、MPU(微处理器)构成的多参数综合检查控制和自适应的数字式点火系统。电子点火控制系统可实现对点火正时的最优化控制。

汽油发动机的点火提前角与其转数和负荷的关系是一个由二维函数确定的多曲面, 将这种函数关系预先输送到系统的微型计算机(以下简称电控单元)里, 传感器采集到的各点火参数点的信息也进入电控单元, 两者经过运算处理以后, 可得到最佳点火提前角, 然后由电控单元向执行机构发出点火指令, 从而使发动机处于最佳点火状态, 产生出最大的功率和扭矩, 使油耗与排放降到最低限度。

1. 电子点火系统按控制方式分类

电子点火系统的分类从其控制方式来看, 分为开环控制、闭环控制以及开环与闭环结合控制的 3 种方式。

(1) 开环系统

开环系统的点火正时接近最佳值, 但其精度稍差, 对机械执行机构性能的要求较高。

(2) 闭环系统

闭环系统是在开环系统上增加一个爆燃限制器, 提供一个爆燃反馈信号给电子控制系统而形成闭环。这种方式点火时刻的精度高, 对机械执行机构性能的要求较低, 但其排气净化的能力却较差。

(3) 开、闭环结合方式

开、闭环结合控制方式是在点火提前角的控制条件中, 加入了其他的相关控制参数, 使汽油发动机在各种条件下均能获得最佳点火提前角。

2. 电子点火系统按结构分类

电子点火系统从其结构形式来分, 又可分为电容式或电感式电子点火系统, 多脉冲、多火花高能电子点火系统, 以及电子点火提前装置系统。

(1) 电容或电感式电子点火系统

电容或电感式电子点火系统最大的特点是可以提高电子点火电压。这种结构较传统的有触点控制的电感式蓄电池点火系统有所改进, 但由于受电感或电容类元件的限制, 故不能满足高速和高压缩比发动机的更高要求。

(2) 多脉冲、多火花高能电子点火系统

多脉冲、多火花高能电子点火系统的最大特点是可以提高点火能量。它是一种无触点电子点火系统, 该系统具有增强火花能量、促进火花形成的优点, 对火花塞上的分路电阻的灵敏度要求也较低。

俄罗斯所有的轿车自 1987 年以来都装用了这种电子点火系统。该系统由电子换向器、点火线圈和分电传感器等构成。采用印制电路的电子换向器,可保证点火线圈内断开电流的调节规律。用作发动机曲轴转速传感器的分电器是一种装有霍尔效应传感器而无触点的微型开关。分电器中有参数为 $1\text{k}\Omega/2\text{W}$ 的抗干扰电阻,有代替断电器触点的专用可拆式接线柱。

美国通用公司 1974 年开发的高能点火系统,是将电子控制电路和点火线圈一同装在分电器内,通过加大火花塞电极的间隙来增强点火的能量。

日本将这种无触点点火系统主要应用在微型汽车上。

(3) 电子点火提前装置系统

美国三大汽车公司在电子点火系统开发上做了大量的工作。

福特公司先后使用高强火花的 I、II、III、IV 型电子点火系统。该系统主要由转速传感器、电子放大器、气温开关及真空控制阀等组成。

通用公司用有 7 个引出脚的高能点火分电器,它们没有用机械式点火提前装置。

克莱斯勒公司采用的电子点火控制 ESC 系统对点火进行控制后,可在正确的时刻提供出足够强度和持续不断的电压脉冲,以使燃烧后造成的排放污染最少。

1.2.2 电子燃油供给系统

电子燃油供给系统由传感器、供油器和电子控制单元等组成。该系统可以对燃料的供给提供最佳控制,即对发动机各种工况下的供油量、可燃混合气的浓度、燃烧速度进行有效的控制。

1. 电子反馈式化油器

电子反馈式化油器用以控制混合气体的空燃比,使之在各种工况下都能达到最佳值。它可以提高排气净化水平,可节油,但控制速度较慢。

2. 低压电子燃油喷射系统

低压电子燃油喷射系统则用于控制供油量,使之在各种工况下均能达到最佳值,可以节省用油量,反应速度也快,但其结构却较复杂,成本也较高。

3. 低压电子柴油喷射系统

由于节能及排放法规的要求,汽车柴油发动机采用电子控制喷油装置也日渐增多。

日本丰田公司率先采用先进的电控单元和高新电子技术相结合,对轿车用柴油发动机实行燃油供给控制。它通过对发动机供油量、喷射时间、怠速、电热塞电流和进气管空气流量等进行优化控制,有效地提高了发动机的输出功率和燃料的经济性。

英国皮卡尔公司研制的控制燃油供给及燃油提前角的电子装置,可以有效地降低没有不可分隔燃烧室、增压器和增压空气冷却系统的载重汽车柴油发动机的废气毒性。瑞典沃尔沃 TD122 型汽车装用了此装置后,其排放的有毒物质没有超过 1994 年美国制定的排放标准(该标准要求相当严格)。

美国克莱斯勒公司为了更进一步完善电子控制燃油喷射系统,在该系统中还引入了微波信号,该信号经微波接收机处理后,会使电子控制燃油喷射系统准时喷射燃料,其准确度比

原有的喷射调整机构高 6 倍。

俄罗斯于 1988 年在玛斯、卡马斯牌汽车柴油发动机上也安装了电子控制燃油喷射系统，从而实现了柴油发动机的电子控制。

1.2.3 控制爆燃和增压的点火调节系统

近年来，由于汽车发动机增压技术的逐渐应用和推广，爆燃问题变得更为突出。爆燃是一种不正常的燃烧，发生爆燃后发动机易受损，动力性和经济性都会下降。然而，在即将发生爆燃之前，燃烧的速度最快，发动机的动力性能最好。因此，控制爆燃十分必要，这也使得电控单元控制爆燃的点火调节系统得到了迅速的发展。

由于控制爆燃是和控制增压相联系的，故目前的这类点火系统主要有以下两种类型。

1. 爆燃控制器

爆燃控制器在爆燃即将发生前可以迅速推迟点火时间，阻止爆燃的发生。而当燃烧过程远离爆燃状态时，它又可以使点火时间缓慢地逼近最佳点火提前角调整位置，从而使点火正时始终保持在即将发生爆燃的边缘。

由于电控单元控制技术的有效作用，使该系统对爆燃的反应相当迅速，以使发动机在几个缸的点火范围内将爆燃消除。德国戴姆勒—奔驰公司最早为 S 等级汽车的 8 缸发动机研制的电子点火系统中就配置有爆燃控制系统，该系统的程序电控单元根据两个爆燃传感器送来的信号，可将指令变换为最佳点火提前角，以使系统处于最佳状态。

2. 增压控制系统

增压控制系统不延迟点火，而是通过打开增压发动机的旁通阀，使得一部分废气不经过增压蜗轮而直接排走，从而使增压的压力下降，一直到消除爆燃为止。这种控制器对汽油机和柴油机均有效。德国大众公司生产的奥迪 80 型燃油喷射柴油机在每个汽缸上都装备了爆燃传感器，由增压控制器来控制爆燃的发生，从而能适应不同牌号的柴油。

1.2.4 控制排气污染的废气再循环系统

为了降低汽车排污，减小汽油机排放的一氧化碳及氮氧化物对大气的污染，使汽车的排放符合规定，早期有些汽车生产厂家研制了“排气再循环系统”，即采用从排气管引出一部分排气再进入汽缸中燃烧的方法来控制排放污染问题。

近年研制的由电控单元控制的废气再循环控制系统，可根据废气的成分、含量来调节循环废气的环流量，从而可以有效地减少排气中的有害气体。1978 年美国福特公司生产的 EEC-1 系统就包括废气再循环系统。

1.2.5 控制怠速转速的电子系统

控制怠速转速的电子系统可根据发动机的水温及其他参数，经电子控制系统调节后，就会使发动机的怠速转换置于最佳状态，以降低废气排放污染。

1.2.6 电子控制的排气消声系统

日本卡鲁索尼株式会社研制的电子控制排气消声器系列产品,增加了双重式消声器的消音系统,从而提高了输出的功能,使排气消声器发展成为能够制造出所喜爱的音色的“造音”消声器。

双重式消声器上装有控制阀,消声器可根据控制阀来改变排气通路,而控制阀又由电控单元进行控制。它主要是通过控制干涉、扩张共鸣等消声的因素,从而进一步提高了排气及消声两方面的性能。

1.2.7 发动机综合控制系统

采用 MPU(微处理器)的发动机控制系统已成为发动机控制的主流产品。从技术角度来看,大致可分为两个方向。

一是模拟原有系统,通过微电子技术和数字技术,使用专用 LSI(大规模集成电路)和专用 MPU,减少元器件数量,提高系统可靠性和技术性能。

二是根据新的控制理论、设想、研究成果,利用 MPU 对发动机进行多参数复合控制。

1. 客观条件的成熟

20 世纪 70 年代初,由于世界性的能源危机和各国相继制定出了强制性排放净化法规。许多汽车公司将主要精力投入到发动机电子控制装置的研究上。由于微电子技术的迅速发展和各种新的研究成果的不断涌现,客观上为发动机综合控制提供了大规模数字集成电路和电控单元等先进的手段,从而使这种电子控制系统能实现对发动机的综合控制,使发动机的燃烧过程、排放状况和使用特性均在电子控制下达到最优化状态。

2. 各国发动机综合控制的特点

(1) 美国方面

美国克莱斯勒公司 1976 年首先使用了一种由 200 个控制因素组成的模拟计算机,开发出了电子式稀燃混合燃烧系统。该系统可根据输入的大气温度、发动机进气温度、水温、转速与负荷,计算出最佳点火时刻,进而可控制混合气体达到最佳的稀薄成分,从而实现了最佳燃烧。

美国的其他主要汽车公司相继开发出了各自的发动机综合控制系统,现分述如下。

① 美国福特公司的 EEC(Engine Electronic Center)系统。

② 美国通用公司的 C-4(Computer Controlled Catalytic Converter)系统。

其中,尤以福特公司的成绩最为显著。自 1978 年以来,该公司先后研究开发出了四代产品:

EEC-1——主要控制点火系统及废气再循环;

EEC-2——增加了化油器空燃比反馈控制系统和怠速转速控制、废气控制系统;

EEC-3——可同时适用于化油器式和汽油喷射式的汽油机,并具备有自行诊断装置;

EEC-4——用于辅助控制空转及工作汽缸数的变化,可实现对燃料消耗、点火正时

和排放废气的较大程度的控制，并可以用自动诊断方式检测该系统的某些关键部件正常与否。

通用公司的 C-4 系统是 1978 年研制成功的。该装置对化油器的空燃比可进行反馈控制，能综合控制点火时刻、空燃比、排气再循环和怠速转速等，同时还具有后备电路和故障自诊断功能。

通用公司近年来研制成功了用于轻型汽车的 MC68332 型多功能电子装置。该装置可根据发动机的工况参数、油门踏板状况、汽车行驶速度、传动接合状态等进行如下各项的最佳选择。如喷射的起始时刻，每个喷油嘴喷射的持续时间，燃油空气混合比例，按照起始爆燃确定的点火提前角，废气再循环状况，冷却风扇系统的速度状况，风扇开关时间等。该装置还可以在紧急情况下切断油泵的供电而使发动机迅速停转。

(2) 日本方面

日本各主要汽车公司相继开发出各自的发动机综合控制系统，如丰田公司的 TCCS(Toyota Computer Controlled System) 系统，日产公司的 ECCS(Electronic Concentrated Engine Control System) 系统。

上述发动机的综合控制系统已获得了明显的经济效益，也促进了其他国家对这种系统的开发工作。如俄罗斯和保加利亚近年在合办的汽车电子仪器厂研制出了为拉达、吉尔、塔夫里亚等车型配套用的电控单元控制汽车发动机系统。

1.3 汽车发动机电喷系统的特点与类型

汽车电子燃油喷射(Electronic Fuel Injection)简称为 EFI，又称为电控燃油喷射或电控汽油喷射。汽油喷射是用喷油器将一定压力和数量的汽油喷入进气道或汽缸内，以提高汽油雾化质量，改善汽车发动机燃油性能，降低燃油消耗，使排放污染物减少。

1.3.1 汽车发动机电喷系统的特点

电控燃油喷射系统是以电控单元(ECU)为基础，来实现对汽油发动机空燃比进行控制的一种装置。电子控制单元根据发动机运行工况和使用条件将适量的汽油喷入进气道或汽缸内，实现对发动机供油量的精确控制。

正常工作时，电控单元 ECU 利用进气管压力传感器或空气流量计送来的信号计量空气的流量，并根据发动机的进气量和转速(这些信号是由相应的传感器提供的)，计算出基本的喷油持续时间，再根据传感器检测到的与发动机有关的参数，如进气温度、冷却水温等对基本喷油持续时间进行修正；以此来最终确定最佳喷油持续时间(实际上就是喷油量)。

电控燃油喷射的最大优点是能实现对发动机空燃比的高精度控制，不仅可精确控制各缸空燃比，而且还可针对不同运行工况进行修正。因此，装用电控燃油喷射系统的汽车，不仅能使发动机功率提高、油耗降低、废气排放量减少，而且还可大大改善汽车的加速性，并使冷车启动更容易，暖机启动更迅速。

1.3.2 汽车发动机电喷系统的类型

汽车燃油喷射技术从研制到广泛应用大约经历了 20 年的时间。经历过程可分为 4 个阶段并所述如下。

机械控制燃油喷射系统→真空管电子控制燃油喷射系统→晶体管分立元件电子控制燃油喷射系统→电控单元控制燃油喷射系统。

燃油喷射技术是随着汽车工业和电子技术的进步而发展起来的，其种类由于形成时期的不同而存在较大的差异，综观各国的燃油喷射系统，按照不同的分类方式归纳起来可分为以下各种类型。

1. 根据控制原理分类

根据控制原理的不同，燃油喷射系统通常可分为机械控制式燃油喷射系统和电子控制式燃油喷射系统。

(1) 机械控制式燃油喷射系统

机械控制式燃油喷射系统简称为机械式燃油喷射系统。该系统喷油器的工作由供油管路中的油压来控制。装在进气道中的气流感知板通过机械机构的作用来控制供油管路中的压力，从而控制汽油喷射量的大小。在这种系统中，燃油的喷射是连续进行的。因此，机械式燃油喷射系统又称 K 系统，或叫连续喷射系统。

由于机械式汽油喷射系统在喷油量的控制上精确度较差，后经过改造，又在该系统的基础上增设了一个电控单元，从而提高了控制系统的灵活性，成为机电混合控制系统，简称为 KE 系统。该系统在工作时，信号传感器将测得的表征发动机工况的信号输入到电控单元，经电控单元处理后再输送给混合气调节器，来实现对喷油量的控制。

(2) 电子控制式燃油喷射系统

对于不同的国家和地区，电子控制式燃油喷射系统的名称有所不同，但其工作原理大体一致。它们的共同点是：喷油器为电磁控制方式，喷油量的大小和时间完全由电控单元控制。

2. 根据控制过程不同分类

电子控制式燃油喷射系统根据其控制过程的不同又可分为开环控制方式和闭环控制方式两种。

(1) 开环控制方式

开环控制方式是将发动机各运行工况的最佳控制参数(包括喷油量和点火提前角等)事先存入计算机内。运行时，根据由各个传感器所采集的发动机运行参数，由电控单元系统计算出发动机的实际运行工况，从事先存入的数据中查出最佳控制参数并发出控制指令，由执行机构控制喷油量。

开环控制的电子控制式燃油喷射系统的控制方式简单，电控单元控制系统的运行工作量小。但是，当使用条件发生变化时(例如电磁喷油器精度因使用和其他原因发生变化)，其控制精度就会有较大的误差。因此，开环控制方式对发动机和控制系统的精度要求较高。否则就不能实现最佳控制。