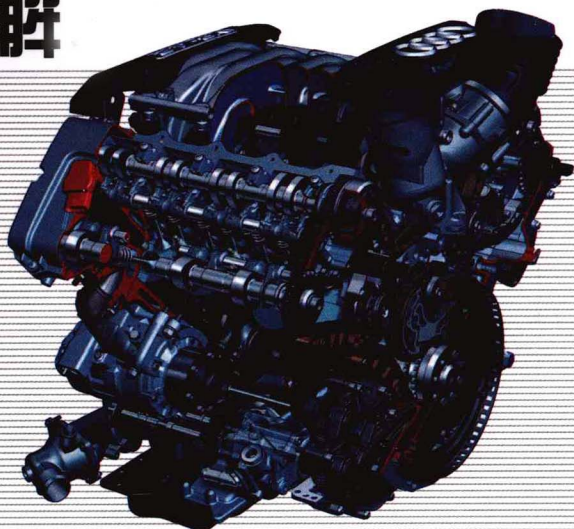


零点起步

技术工人维修技能速成丛书

毕少远 主编

新编汽车电控发动机维修 速成图解



凤凰出版传媒集团
江苏科学技术出版社

零点起步——技术工人维修技能速成丛书

新编电控发动机维修速成图解

毕少远 主编

凤凰出版传媒集团
江苏科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

新编电控发动机维修速成图解/毕少远主编. —南京:
江苏科学技术出版社, 2008. 10

(零点起步: 技术工人维修技能速成丛书)

ISBN 978-7-5345-6203-7

I. 电... II. 毕... III. 汽车—电子控制—发动机—
车辆修理—图解 IV. U472.43-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 150870 号

新编电控发动机维修速成图解

主 编 毕少远

责任编辑 汪立亮

特约编辑 杨昌明

责任校对 郝慧华

责任监制 曹叶平

出版发行 江苏科学技术出版社(南京市湖南路 47 号, 邮编: 210009)

网 址 <http://www.pspress.cn>

集团地址 凤凰出版传媒集团(南京市中央路 165 号, 邮编: 210009)

集团网址 凤凰出版传媒网 <http://www.ppm.cn>

经 销 江苏省新华发行集团有限公司

照 排 南京展望文化发展有限公司

印 刷 通州市印刷总厂有限公司

开 本 787 mm×1092 mm 1/32

印 张 10.625

字 数 308 000

版 次 2008 年 10 月第 1 版

印 次 2008 年 10 月第 1 次印刷

标准书号 ISBN 978-7-5345-6203-7

定 价 22.00 元

图书如有印装质量问题, 可随时向我社出版科调换。

内 容 提 要

本书立足于电控发动机的精华部分,既侧重于现代汽车电控发动机通用技术的结构组成、故障诊断、检测维修,也不偏废现代电控发动机新技术、新构架在新型高档轿车上的应用,全书文释、图解并重。主要包括:电控发动机结构原理、电控发动机检测仪器及设备、电控发动机故障诊断方法与运用、电控发动机维修技术、电控发动机故障分析与排除。

该书适合于汽车维修人员、初学者、业余爱好者阅读,也可供汽车驾驶员、维修工程技术人员参考,还可作为各类相关职业院校的辅助培训教材。

21 世纪是科技创新的时代,汽车作为推动人类文明向前跃进的现代社会大工业的产物,早已成为现代人工作、出行、旅游、访友的首选代步工具,并且正向多功能化方向发展,必然成为传承人类文明进步、科技创新的直接客体,也是来自于多知识、多领域科技成果而带来的诸多新技术、新工艺、新结构的综合载体,特别是现代汽车发动机电控技术发展及应用、新型检测设备的开发与运用,给广大汽车维修人员的检测维修、故障诊断带来了极大的难度与困惑。鉴于此,编者倾注心血编撰了《新编电控发动机维修速成图解》一书,旨在缓解上述矛盾稍尽绵薄。

本书主要内容包括:电控发动机结构原理、电控发动机检测仪器及设备、电控发动机故障诊断方法与运用、电控发动机维修技术、电控发动机故障分析与排除。适合于汽车维修人员、初学者、业余爱好者阅读,也可供汽车驾驶员、维修工程技术人员参考,还可作为各类相关职业院校的辅助培训教材。

编写过程中,在注意自身特点的同时,博采众家之长,体现“定位准确、注重能力、内容创新、结构合理、通俗易懂”的特色,坚持“文释、图解”并重的原则,突出“入门、速



成”的特点,力求达到“简明、实用”的目的。

本书由广东省军区供应处毕少远主编,参加编写的有张志刚、王新华、王元龙、李春亮、陈一永、徐寅生、李畅、赵学鹏、张金迎、陆克久、汪时武、高光明、戴胡斌等同志。鉴于本书在编写过程中,曾参考了大量著作、刊物及资料,难以枚举,在此一并向有关作者表示致谢。

由于编者水平有限,时间仓促,书中难免有不妥、疏漏之处,恳请读者提出批评指正为感。

编 者

目 录

第一章 电控发动机结构原理	1
第一节 概述	1
一、汽车发动机电控系统发展概况	1
二、汽车电子技术在发动机上的应用	2
三、电子控制模块的发展	4
第二节 电控发动机基本结构原理	5
一、发动机电子控制系统的组成及功用	5
二、电控系统的工作过程	8
三、发动机电控系统的功能	10
四、典型电控系统简介	13
第二章 电控发动机检测仪器及设备	34
第一节 常用检测仪器及设备	34
一、诊断跨接线	34
二、测试灯	34
三、万用表	34
四、汽缸压力表	38
五、发动机燃油系统免拆清洗机	38
六、喷油器自动检测清洗分析仪	38
七、电脑检测仪	39
八、汽车专用示波器	43
九、尾气分析仪	44
第二节 专用检测仪器及设备	45
一、汽车专用万用表 TWAY9406A	45
二、汽车示波器 FULKE98	49

三、大众专用解码器 V·A·G1552	71
第三章 电控发动机故障诊断方法与运用	88
第一节 故障诊断基本原则和方法	88
一、故障诊断的基本原则	88
二、故障诊断的方法	90
三、电控系统基本检查	95
第二节 故障代码分析与运用	95
一、故障自诊断原理	95
二、故障代码的存储及读取	105
三、故障代码的清除方法	109
四、常见车型故障代码的读取与清除	109
五、第二代随车电脑自诊断系统 OBD-II	129
第三节 数据流分析与运用	131
一、数据流分析在故障分析中的作用	131
二、发动机控制器编码	131
三、控制器基本设定	133
四、利用数据流进行故障分析	134
第四节 波形分析诊断及应用	159
一、电控元件波形分析	159
二、典型车型波形分析	192
三、电控发动机波形分析法的应用	206
第五节 废气分析诊断及应用	210
一、废气分析原理	210
二、废气诊断分析	218
三、EGR 阀分类与测试	219
四、排气背压检测要点	223
第四章 电控发动机维修技术	225
第一节 电控发动机维修基础知识	225
一、现代汽车维修人员必备知识和技能	225
二、电控发动机特点	226
三、电控发动机性能检查	227

四、维修安全及注意事项	231
第二节 燃油系统的检修	233
一、电动燃油泵及油压调节器的检修	234
二、喷油器及冷启动喷油器检修	240
三、燃油脉动阻尼器检修	249
第三节 空气供给系统的检修	249
一、节气门位置传感器的检修	249
二、空气流量传感器检修	253
三、压力传感器检修	262
四、怠速控制部分的检修	267
第四节 排放控制系统的检修	272
一、废气再循环系统的检修	272
二、蒸发(EVAP)排放控制系统的检修	275
三、二次空气喷射系统的检修	278
四、曲轴箱强制通风系统的检修	278
五、催化转化器的检修	278
六、氧传感器的检修	281
第五节 点火系统的检修	283
一、电子点火系统的检修	283
二、微机控制点火系统的检修	287
三、曲轴位置传感器的检修	291
四、爆震传感器的检修	296
第六节 电子控制系统的检测	297
一、电子控制器 ECU 与主继电器的检修	297
二、进气温度传感器的检修	302
三、冷却液温度传感器的检修	305
四、车速传感器的检修	308
第五章 电控发动机故障分析与排除	310
第一节 电控发动机常见故障排除	310
一、电控发动机常见故障及其表现	310
二、发动机电控系统主要元件故障现象	311



三、电控发动机故障诊断基本流程	315
第二节 电控发动机疑难故障排除	317
一、疑难故障定义和特点	317
二、排除疑难故障的基本思路	318
三、电控发动机疑难故障维修实用方法	320
四、电控发动机疑难故障综合分析方法	325
五、电控发动机的维修误区	327

电控发动机结构原理

第一节 概 述

一、汽车发动机电控系统发展概况

早在 20 世纪 60 年代,由于工业发达国家汽车拥有量的增加,汽车排放对大气的污染已相当严重。为此,美国、德国和日本等工业发达国家先后制定了严格的汽车排放法规,用以限制汽车尾气排放中 CO、HC、NO 等有害物质的排放量。到了 20 世纪 70 年代中期,工业发达国家又受到两次能源短缺危机,这些国家又相继制定油耗法规。由于这两个法规的要求,迫使化油器式、机械点火系统必须进行技术改进,以便减少有害物质的排放量和节约燃油,否则,发动机将难以达到法规要求。

在 20 世纪 60 年代后期,电子工业的发展带动了汽车工业的发展。单片微型计算机产生后,应用在汽车上。1967 年,德国波许公司研制成功 K-Jetronic 机械式汽油喷射系统。1982 年,波许公司又推出 KE-Jetronic 机电结合式汽油喷射系统(1993 年以前生产的奔驰和奥迪轿车大多数采用的是 KE-Jetronic 系统)。

1967 年,波许公司研制 D 型 EFI 系统,就是利用进气歧管绝对压力信号和模拟计算机来控制 A/P 空燃比,并装备在奔驰 280SE 轿车上,使汽车的排放首先达到了美国加州的排放标准。

1973 年,波许公司又改进发展成 L 型 EFI 系统,L 型系统是利用叶片式空气流量计直接测量进气管内的进气量,使进气量检测精度大大提高。



在 1973 年,美国通用汽车公司又开始改进了发动机点火技术,使用了集成电路 IC 式点火控制器。而在 1976 年,美国克莱斯勒公司生产的汽车开始使用微机控制点火系统。1977 年,美国通用汽车公司也开始采用微机控制点火系统。

1977 年,美国福特公司和日本东芝公司开发出同时控制点火时刻、废气再循环、二次空气喷射的 EEC 系统,并安装在汽车上使用。1978 年,福特公司在 EEC 系统的基础上又改进成 EEC-II 系统,1979 年又改进成 EEC-III 系统,20 世纪 80 年代又改进成 EEC-IV 系统。

而在 1979 年,波许公司又在 L 型 EFI 的基础上,研制出将点火控制和燃油喷射控制组合在一起的数字式燃油喷射系统,成为广泛采用的 Motronic-Jetronic 系统。

在 1979 年和 1980 年,日本日产汽车公司和丰田汽车公司又研制成 ECCS 和 TCCS 系统,这两大系统都是综合控制点火、空燃比、怠速、爆震、废气再循环。

1981 年,波许公司又在 L 型的基础上,改进而成 LH-EFI 系统。该系统用热线式空气流量计取代了叶片式空气流量计,取名为 LH-Jetronic 系统,使进气量的测量更为精确。

进入 20 世纪 80 年代后期,我国开始合资生产轿车。进入 20 世纪 90 年代开始使用电子汽油喷射技术。特别是 2002 年后生产的汽油机已全部装备了电子汽油喷射式发动机。这些轿车技术性能和使用性能大大优于传统化油器汽车。

二、汽车电子技术在发动机上的应用

汽车电子应用技术可分为三个阶段:第一阶段,电子装置代替某些机械部件;第二阶段,电子技术用于某些机械装置无法解决的复杂控制系统;第三阶段,电子装置成为汽车设计中必不可少的装置,它能自动承担汽车的基本控制任务,并能处理外部和内部的各种信息。

1. 电子点火系统

电子点火系统是指利用半导体器件替代传统点火系的机械开关,接通或断开初级电流的点火系统。电子点火系统由微机、传感器及其接口、执行机构等几部分构成。该系统可根据传感器送来的发动机各种参数进行运算、判断,然后进行点火时刻的调节,这样可以节约燃料、减少空气污染。

根据储能方式不同,电子点火系统可以分为电感和电容点火系统两大类。

2. 电控燃油喷射

电子控制燃油喷射系统(简称 EFI)是用计算机控制燃油供给量的装置,因其性能优越而日益得到普及。它能在各种工况下,精确控制混合气空燃比,各缸混合气分配在质与量两个方面都较为均匀,从而使各缸都能获得良好的混合气,保证燃烧完全与及时,保证发动机始终工作在最佳状态,使其在输出一定功率的条件下最大限度地节油和净化空气。与传统的化油器装置相比,它具有易于启动发动机,且启动时间短,省油、排放污染少,加速性能好以及动力性强等优点。

燃油喷射有单点喷射及多点喷射两种形式。定喷射系统是通过设在空气流量传感器与分油盘之间的连杆,使活塞往上或往下移,以调整空气/燃油混合比。气流控制喷射系统,即通过空气流量传感器与电子控制器监控发动机状况,利用电磁式喷射器开启时间的变化来增减供油量、调整混合比。其控制是根据空气流量、发动机温度、发动机转速、进气温度、节流阀位置、进气压力及氧传感器的信息通过计算机来进行的。

电控燃油喷射系统用于汽车已 20 多年。特别是直喷式汽油机的推广,推动了发动机电子控制系统的发展。该系统将原来各自独立的电子控制燃油喷射系统与电子控制点火系统组合在一起,共用一套传感器,共用一个控制单元,使喷油与点火正时能达到精确的优化匹配,使发动机能更好地适应各种工况及外部环境。其工作机理主要是靠电子监测对发动机扭矩的需求来控制发动机的各种功能及负荷。扭矩需求的输入信号主要是根据驾驶信号操纵加速踏板的情况,同时也考虑其他系统,如防抱制动及驱动防滑电子控制系统的输入信号。发动机的外部负荷及内部控制功能,如发动机启动、怠速速度控制、三元催化转换器的加热等,也都一并组合在一起。所有这些输入数据皆由电控单元加权处理并转换成一简单的扭矩要求,以此对每一个特定的工况确定节气门位置、点火提前角及喷油量,既可降低油耗,同时还降低了排放。

3. 直喷柴油机

直喷柴油机比现有柴油机有更高的燃烧效率,因而有更低的油耗及排放,人们称之为第三代直喷式柴油机。这种柴油机比预燃室柴油机的燃油效率可高 10%~15%。美国过去在轻型车上采用柴油机很少,轿车

低于1%，轻型载货汽车也只有5%左右。但现在美国三大汽车公司也都很关注这种柴油机，这种机型对燃油喷射系统有更高的要求，不仅喷射压力高，而且在主喷油过程中要改变燃油喷射量，或将很短的喷油过程分为几个阶段进行。因此，更加促进了电控燃油喷射技术的发展。

4. 连续可变气门正时及升程

发动机采用电子控制的另一个新领域就是连续可变气门正时及升程。通用汽车公司将此结构用于雪佛兰车型上。福特汽车公司亦已在其1.7 L发动机上应用。丰田汽车公司则在其3 L直列6缸发动机(用于丰田1998年的Supra及GS300、SC300车型)、4 L的V8发动机(用于LS400及GS400车型)上作为标准装置投放于美国市场。除了可以降低排放及降低油耗外，还可加大输出功率。本田及福特公司正在开发一种液力驱动式气门机构，取消凸轮轴、推杆、摇臂等气门驱动机构，用到6.4 L的V8机(轻卡)上。西门子公司也在研究电磁式气门，这都将为电子控制开辟新的应用领域。

5. 电子控制节气门

电子控制节气门是一个发展较快的电子技术。通用、丰田、西门子以及菲亚特公司均已开始生产并装于汽车上。在欧洲这一结构发展较快，现已从豪华高档车发展到普通国民车。

6. 发动机其他电子控制装置

除上述之外，在发动机上利用电子技术的内容还有废气再循环、怠速控制、电动油泵、发动机输出、冷却风扇、发动机排量、节气门正时、二次空气喷射、发动机增压、油气蒸发、系统自诊断功能等。

三、电子控制模块的发展

控制模块的安装位置也是一个重要的趋势。20世纪70年代，电子控制单元承受不了发动机舱内的严酷环境，都装在客舱内的前围下方，因此，就有大量的线束穿过前围板进入发动机舱。到了80年代，一些新材料开发出来，使控制单元可以进入发动机舱，但仍远离发动机。新一代电子模块已可以做得非常严实，不仅可装在发动机舱内，而且，可以装在发动机上，因而大大简化了布线。这种模块完全采用了不同的技术，有很高的功能，其尺寸小，具有更强的计算能力。同时能耐高温环境，并能承受强烈振动，将集成更多的控制功能于一体。

克莱斯勒汽车公司开发的动力传动系统控制模块 SBECⅢA,是一种第三代单板电子控制器。它具有先进的爆震控制系统响应,能从爆震传感器输出信号中,根据发动机转速区分出噪声与爆震。它能提供很低的怠速转速,即保持 500 r/min 的稳定转速。而当蓄电池电压过低需提高充电率时,或在停放车辆过程中需加大动力转向助力时,以及使用空调降低车内温度时,可将怠速转速提高到 650 r/min。这种控制器软件可在任何时候进行更新,如需要改变性能或排放控制,在装配厂或经销商处就可以很快地更改,比更换整个控制器便宜得多。由此可以看出在发动机电子控制方面的技术进步及集成化、模块化的趋势,今后,将会把电子控制节气门、电子控制变速器、行驶速度控制器等都集成为一个动力传动系统电子控制模块。利用控制功能集中化,就可以不必按功能不同设置传感器和 ECU,而是将多种控制功能集中到一个 ECU 上,不同控制功能可使用一个共同所需的传感器,按这种控制方式组成的控制系统称为集中控制系统(Integrated Control)。

第二节 电控发动机基本结构原理

一、发动机电子控制系统的组成及功用

随着汽车电子化的发展,发达国家在汽车各个系统上竞相采用电子控制装置,其中发动机电控技术开发应用得最早,发动机可燃混合气的空燃比和点火时刻是影响发动机动力性、经济性和排气净化性能的两个主要因素。因此,精确控制空燃比和点火时刻自然是发动机电子控制的主要内容,其辅助控制内容还有:怠速、排气再循环、发电机、电动燃油泵、冷却风扇、二次空气喷射、进气增压、极限转速、闭缸工作及系统自诊断等功能,它们在不同类型的汽车上,或多或少的被应用。但是,20 世纪 60 年代末 70 年代初发动机上使用的是模拟电路控制装置,在模拟电路中,如果要追加控制功能,就需要追加与实现这种功能相应的控制逻辑电路。如果组合两种以上的功能,电子控制装置的尺寸就变得过大,这对安装空间受限制的汽车来说不够现实。因此,那个时代的发动机电控系统一般是由具备各自控制机能的多个单独控制装置构成。直到 20 世纪 70 年代



末期,在汽车电子控制领域开始应用微机技术,使得追加控制功能变得非常容易。这样,可以使以控制空燃比和点火时刻为主的多种控制功能集中在一个电控单元上,发动机的这种多功能控制系统被称作为集中控制系统;若发动机的空燃比和点火时刻等功能分别由各自独立的电控单元控制,则称作为单独控制系统。发动机电控系统是从单独控制系统发展到集中控制系统的,1979年世界主要汽车公司都相继推出了集中控制系统。表1-1列出了世界主要汽车公司发动机电控系统的应用情况。

表1-1 世界主要汽车公司发动机电子控制系统

控制类型	公 司	系统名称	应用年份	主要控制功能
单独控制系统	克莱斯勒	ELBS	1976	点火时刻
	通 用	MISAR	1977	点火时刻
	福 特	EEC	1977	点火时刻,废气再循环
	波 许	D-Jetronic	1967	燃油喷射
	波 许	L-Jetronic	1973	燃油喷射
	波 许	KE-Jetronic	1982	燃油喷射
集中控制系统	日 产	ECCS	1979	点火正时,燃油喷射
	福 特	EEC-IV	1979	点火正时,燃油喷射
	通 用	DEFI	1979	点火正时,燃油喷射
	波 许	Motronic	1979	点火正时,燃油喷射
	丰 田	TCCS	1980	点火正时,燃油喷射
	三 菱	ECl	1980	点火正时,燃油喷射
	五 十 铃	I-TEC	1981	点火正时,燃油喷射
	卢 卡 斯	EMS	1982	点火正时,燃油喷射

典型电控系统的基本组成如图1-1所示,系统主要由下列部件组成:控制器(包括ECU)、传感器、点火线圈、分电器、油压调节器、喷油嘴

等。电控发动机系统结构可分为以下几大部分：

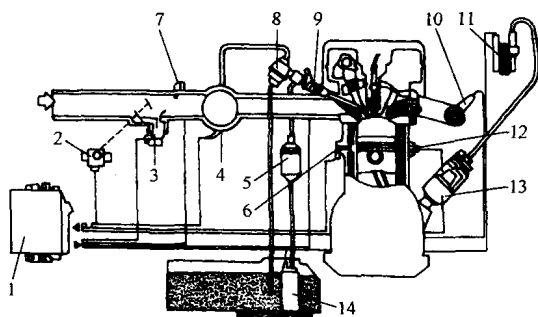


图 1-1 桑塔纳 2000 型电控燃油喷射系统基本组成

- 1—ECU; 2—节气门位置传感器; 3—怠速旁通阀;
4—空气压力传感器; 5—汽油滤清器; 6—爆震传感器;
7—空气温度传感器; 8—油压调节器; 9—喷油器; 10—氧传感器;
11—点火线圈; 12—水温传感器; 13—分电器; 14—电动燃油泵

1. 燃油供给系统

燃油供给系统的作用是向各缸喷射燃烧用油。它主要包括以下几部分：汽油管、汽油泵（电动）、汽油滤清器、压力调节器（与喷油器相连，用以控制燃油供给系统的压力，使喷油器油压与进气管负压之差始终保持在 0.24 MPa，可使喷油器喷油量只受通电时间长短的控制）、喷油器（根据 ECU 指令将汽油以雾状喷入进气管）等。汽油泵将汽油从汽油箱泵出，经汽油滤清器过滤及压力调节器的稳压，输送给各缸喷油器，喷油器再适时喷入进气管中。

2. 空气供给系统

空气供给系统负责测量控制汽油燃烧所需的空气量。它主要包括以下几部分：空气滤清器，节气门体（位于空气滤清器和稳压箱之间，与加速踏板联动，用以控制进气通路截面积的变化，从而实现发动机转速和负荷控制）、空气压力传感器（与稳压箱相连，作用是把进气管内的压力变化转换成信号输给 ECU）、稳压箱和空气阀等组成。

由空气滤清器过滤后的空气，经节气门体流入稳压箱并分配给各缸