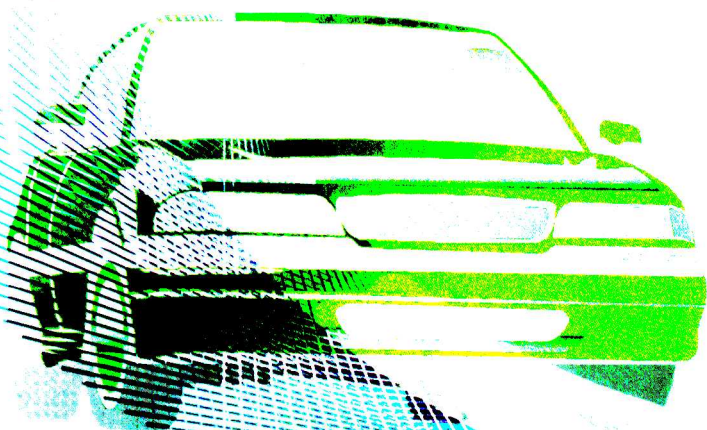


轿车新技术检修培训丛书

轿车电控发动机检修 培训教程

丁卫东 果继辉 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



轿车新技术检修培训丛书

轿车电控发动机检修培训教程

主 编 丁卫东 果继辉
副主编 杜胜品 钟炳迪 果 青
主 审 许远利 麻有良



机械工业出版社

本书概述了电控发动机的基本结构和工作原理,为了普及电控发动机的维护知识和技能,重点介绍了国内、国外典型电控发动机的维修诊断要点。

本书由浅入深,通俗易懂,结合大量插图,理论与实际操作相结合,机械故障和电控故障协调考虑,以各型电控发动机具体特点进行叙述。适合于对传统式发动机已有一般了解的汽车驾驶员、维修人员和管理人员以及各类院校汽车运用专业广大师生阅读参考,也适用于作电控发动机维修培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

轿车电控发动机检修培训教程/丁卫东,果继辉主编. —北京:机械工业出版社,2003. 6

(轿车新技术检修培训丛书)

ISBN 7-111-11770-0

I. 轿... II. ①丁... ②果... III. 轿车-电子控制-发动机-检修-技术培训-教材 IV. U469.110.7

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第029382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:杨民强 责任编辑:钱既佳 版式设计:张世琴

责任校对:韩晶 封面设计:姚毅 责任印制:付方敏

北京中加印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2003年5月第1版·第1次印刷

1000mm×1400mm B5·11.375印张·440千字

0 001—4 000册

定价:32.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

丛 书 序

在世界汽车工业不断发展的过程中,计算机和电子技术越来越多地应用于轿车产品之中,轿车构造日趋复杂,技术装备更为先进,电控发动机、自动变速器、ABS/ASR 系统、汽车空调、电控辅助系统(电控悬架、电动门窗、防盗系统、巡航系统、安全气囊)及车身维修和涂装技术等新设备、新技术,已经普及应用在保有量越来越多的进口和国产轿车上。由此引发的问题是,轿车的维修越来越具有一定的难度。因此,汽车修理市场对汽车维修人员的技能及素质要求越来越高,原先的汽车维修人员需要继续充电,大量的将要进入汽车修理业的学生(高校学生、中职学生)和社会人员则迫切希望能够从一个较高的起点起步,系统全面地学习国内常见的进口和国产轿车新技术的构造、原理及维修知识,短期快速地掌握轿车维修的新技术、新技能,已成为正在从事或将要走上岗位的汽车维修人员的迫切需要。

鉴于此,我们组织编写了这套《轿车新技术检修培训》丛书,包括《轿车检修基本技能培训教程》、《轿车电控发动机检修培训教程》、《轿车自动变速器检修培训教程》、《轿车 ABS/ASR 系统检修培训教程》、《轿车空调系统检修培训教程》、《轿车电控辅助系统检修培训教程》和《轿车车身修理与涂装技术培训教程》等 7 种。本套丛书的编写作者,都是具有丰富的汽车修理实践经验及轿车新技术检修培训经验的专家。每种书分别针对轿车检修中的必备知识以及每一个新技术难点,以典型轿车为实例深入展开,针对性强,实用价值高,而且基本做到以图解的形式展开,图文对照,通俗易懂,以达到初学者短期之内快速上手的目的。

本套丛书不仅适用于轿车新技术检修培训班学员,而且可供需要继续充电的初中级汽车修理工,大、中专院校汽车运用工程、汽车检测与维修等相关专业的在校学生,以及准备进入汽车修理业的社会人员等自学参考。

前 言

随着国内外汽车工业的发展和人民生活质量的提高,对汽车的动力性、经济性、安全性、舒适性和绿色环保性都提出了更高的要求,所以汽车电子控制技术必将飞速发展,电控发动机的广泛应用已成现实。我国的主要轿车,上海桑塔纳、武汉神龙富康、长春奥迪、捷达、广州本田雅阁、上海别克、天津夏利都已大量生产电控轿车投入市场。随着我国加入 WTO,国际著名品牌汽车也会不断进入我国,用好、管好、维护好电控轿车是大家共同的愿望。

电控汽车是机械和电子控制相结合的高科技新产品,由于对机械、电子都了解的维修人员较少,电控发动机的有关资料又不普及,使广大驾驶人员和维修人员在使用、维护和检修时感到困难。为此我们收集了几种常见国内电控发动机和部分进口电控发动机的主要检修资料,从介绍电控发动机基本结构和简单工作原理入手,由浅入深、通俗易懂,结合大量插图,理论与实际操作相结合,机械故障和电控故障协调考虑,以各型电控发动机具体特点进行叙述。这样使初学者读完本书后,可在短时间内了解电控发动机的基本结构、原理和常见故障的检修过程,而对有一定基础的汽车专业人员,则可深入掌握、拓宽知识面,有利于技术技能的提高。

本书由丁卫东、果继辉主编,杜胜品、钟炳迪、果青为副主编,张明、鲁彦明、张炳焕、牛倬民、张永红、盛斌、果文力、邵冬明、游道华等参加编写。对武汉神龙汽车有限公司、广州本田汽车有限公司、武汉军事经济学院、武汉宝丰特约维修中心提供的大量帮助表示感谢。

由于编者水平有限,书中难免不当之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

丛书序

前言

第一章 概述	1
第一节 电控发动机简介	1
一、化油器式发动机的缺点	1
二、电控发动机的优点	1
三、电控发动机发展简史	2
四、电控发动机的展望	3
第二节 汽油喷射发动机类型	4
一、按喷油控制方式分	4
二、按进气量的控制方法分	4
三、按喷射位置分	5
四、按燃油喷射方式分	6
五、按喷油器数目分	6
六、按喷射压力分	6
第二章 电控发动机电控系统的结构和工作原理	7
第一节 空气供给系统的结构工作原理	8
一、空气滤清器	8
二、空气流量计	9
三、节气门（油门）	10
四、空气阀（怠速控制阀）（ISC 阀）	11
第二节 燃油供给系统与喷射机构	12
一、燃油箱	12
二、燃油泵	13
三、燃油滤清器	14
四、压力调节器	14
五、喷油器	15
六、冷起动喷油器	15
七、防回流阀	17
第三节 点火系统	17
一、无触点式分电器电子点火系统	17
二、无分电器式电子点火系统	18

第四节 控制系统	20
一、控制系统的组成	20
二、传感器	21
三、计算机	29
四、执行器	32
五、控制功能	32
第五节 汽油蒸气收集系统	46
一、汽油蒸气收集系统的作用	46
二、汽油蒸气收集系统的组成	46
三、排放阀	46
第六节 三元催化装置	48
一、汽车排放污染物的成分及形成机理	48
二、三元催化装置的工作原理	49
三、三元催化剂的工作特点	49
四、三元催化装置的结构	50
五、三元催化装置的故障及其原因	51
六、三元催化装置过热的原因分析	51
七、驾驶带有三元催化装置的汽车特别注意事项	52
第三章 电控发动机检修的基本知识	53
第一节 检修时注意事项	53
一、注意事项	53
二、检修原则及应处理好的几个问题	55
第二节 故障诊断程序	57
一、人工直观诊断法	57
二、电控自诊断系统检测	58
三、综合诊断	59
第三节 模拟方法在故障诊断中的合理应用	59
一、环境模拟法	59
二、增减模拟法	60
三、状态模拟法	60
四、输入模拟法	61
第四节 电控发动机常见故障	61
第四章 国产电控发动机的检修	65
第一节 上海桑塔纳 2000 电控发动机的检修	65
一、桑塔纳 2000 电控发动机的特点	65
二、桑塔纳 2000 电控发动机的检测	68
第二节 二汽神龙富康 988 系列电控发动机的检测	85
一、富康 988 系列电控发动机的特点	85

二、富康 988 系列电控发动机的故障检测	87
三、富康 988 系列电控发动机的故障实例分析	105
第三节 一汽奥迪电控汽油喷射系统的检测	108
一、奥迪电控发动机简介	108
二、电控发动机的故障自诊断系统	109
三、电控发动机控制系统的检测	118
第四节 广州本田雅阁轿车电控发动机的检修	127
一、广州本田雅阁电控发动机的主要特点	127
二、广州本田雅阁电控发动机电控系统的组成	131
三、电控发动机的故障自诊断系统	137
四、电子系统模块 ECM 的维修	141
五、燃油喷射控制系统的检修	149
六、怠速控制系统的检修	166
七、点火系统的检修	171
八、进、排气系统的检测	178
第五节 天津夏利电控轿车电控发动机的检修	187
一、TJ376Q-E 型电控燃油喷射发动机的检修	187
二、8A-FE 型电控燃油喷射发动机的检修	197
第六节 上海别克轿车电控发动机的检测	206
一、上海别克轿车电控系统的结构	207
二、上海别克轿车电控发动机的故障自诊断系统	217
三、上海别克轿车电控发动机的检测	222
第五章 日本进口轿车电控发动机控制系统的检测	232
第一节 丰田凌志 LS400 轿车电控发动机电控系统的检测	232
一、凌志 LS400 轿车电控发动机的组成	232
二、凌志 LS400 轿车电控发动机的检测	243
第二节 日产尼桑、蓝鸟电控发动机的检测	254
一、日产电控发动机的自诊断系统	254
二、日产公司尼桑轿车 VG30E 电控发动机的检修	258
三、日产公司蓝鸟轿车 18ET 电控发动机的检修	270
第三节 日本三菱戈蓝、蓝瑟轿车电控发动机的检修	280
一、三菱戈蓝、蓝瑟轿车电控发动机的电子控制系统	280
二、日本三菱轿车的自诊断装置	288
三、日本三菱轿车电控发动机的故障检测与诊断	291
第六章 美国进口轿车电控发动机控制系统的检修	299
第一节 福特天霸 (Tempo) 电控发动机电控系统的检测	299
一、福特天霸 (Tempo) 电控发动机电控系统的组成	299
二、福特天霸 (Tempo) 电控发动机电控系统的故障诊断	301

第二节 美国通用车系电控发动机的检修	314
一、美国通用车系的自诊断系统	314
二、通用 (GM) 车系电控发动机故障的检测	317
第七章 德国进口轿车电控发动机电控系统的检修	331
第一节 奔驰轿车电控发动机电控系统的检修	331
一、奔驰 600SEL 电控系统的作用和组成	331
二、奔驰轿车电控发动机电控系统的故障诊断	334
第二节 宝马轿车电控发动机电控系统的检修	339
一、宝马轿车电控发动机电控系统的结构	339
二、宝马轿车电控发动机电控系统的故障诊断	342
参考文献	353

第一章 概 述

第一节 电控发动机简介

随着汽车工业的快速发展,其能源危机、排气污染日趋严重,这不但引起世界各国的高度重视,也迫使有些国家通过“汽车排气零污染”的决议,他们也知道这是非常苛刻甚至是很难实现的,但因汽车保有量的剧增,不这样办人们将无法在地球上继续生存。这也就使汽车在现有基础上必须从结构上大革命,生产出无污染的绿色汽车。所以燃油喷射电子控制汽车以极快的速度发展起来,并将会与双燃料汽车、太阳能汽车、电动汽车等一起取代传统的化油器式发动机汽车。

一、化油器式发动机的缺点

1. 混合气浓度调整精度不高,而且滞后发动机的需要

在化油器中对浓度的调整是当工况变化时,由人工进行机械式的控制调整,因此调整精高不高,且滞后于实际需要,随着高速汽油机的广泛应用,这一缺点更显突出。

2. 混合气混合质量不理想

由于混合气形成时间极短,化油器内真空度与进气量、喷口出油量之间关系复杂,化油器本身结构很难满足发动机各种不同工况对混合气浓度与数量的要求。

3. 排气污染严重

由于上述两个原因,使怠速以及工况变化时燃烧不完全,排气中 CO 含量高,这是化油器最致命的缺点和限止它使用的重要原因。

4. 振动大,易熄火

工作时振动大,操作时稍不熟练,配合不好在工况变化时易熄火。

5. 工作状况受发动机姿势及气候影响

汽车在上坡、下坡、振动、颠簸时都将对化油器的正常工作产生不良影响,同时气候变化、冬天、夏天也严重影响混合气浓度和均匀度。

二、电控发动机的优点

1. 计量准确,混合均匀

各缸均匀点喷且随机修正,使空燃比一直保持在所要求的最佳状况。

2. “三无”带来“三好”

无喉管阻力和进气预热的影响，因而充气效率好。

无流动损失和调头换向及换气的影响，因而燃烧条件好。

无雾化不良、分配不均的影响，因而热效率好。

3. 获得了动力性、经济性、排气净化三丰收。

据理论计算及实验测试都得出这样的结果，电控发动机较化油器式发动机功率可提高 15%~20%，油耗降低 1%~5%，排气污染明显减少， $HC < 10 \times 10^{-6}$ （体积分数），CO 只有 0.02%（体积分数），最大扭矩提高 5%~7%，加速时间缩短 20%。

4. 改善了使用性能

对冷起动性能、热起动性能、过渡性能、急加速性能、负荷自调性能、防止不熄火性能等都有明显的改善。

5. 扩大了控制功能，增加了自诊断系统

因采用了计算机（ECU）控制，可以覆盖点火、喷油、自动变速器、防抱死制动系统（ABS）、巡航系统、空调系统、车身高度自调系统、防盗报警系统等，由于有了存储、记忆能力，具备了自诊断功能。

6. 降低了油路、电路故障率

因为关键部件是“电脑”，所以 10 万 km 的故障率仅为 1/1000，又因为控制件多，运动件少，因而磨损小，故障率明显减少。

7. 适合采用高压压缩比

因为从喷油器喷出的燃油雾滴较细，雾化质量很好，因此不需要进气预热，同时细小的雾滴迅速雾化时会吸收大量的气化潜热，从而使进气温度降低，有利于采用较高的压缩比。

8. 便于实现稀薄燃烧

汽油喷射可以通过控制喷油器的喷油时刻，实现气缸内的分层燃烧，便于实现稀薄燃烧，大大降低 HC、CO 的排放量，也使燃油经济性提高。

9. 有利于采用增压技术

化油器式发动机采用增压后，混合气调节困难，变工况适应性差，故障率也高。电控发动机类似柴油机，对增压后的爆燃问题，可以通过计算机控制调整喷油量和点火提前角来解决，采用增压后发动机的综合性能大大提高。

三、电控发动机发展简史

汽油喷射发动机于 1930 年问世，首先用于军用飞机发动机上，当时主要目的是为了避免高空及冷天时化油器结冰以及飞行位置改变时影响化油器功能的正常发挥。

1950 年，德国本茨公司首先将汽油喷射发动机装用在赛车上。

1952年,德国本茨公司推出本茨300BL型汽油喷射式发动机,它采用了与柴油机喷射系统相似的“博世公司生产的燃烧室内直接喷射系统。”

1958年,德国本茨公司又推出了本茨220SE汽油喷射式发动机,它把燃烧室内喷射改为进气管内喷射,大大增长了汽油与空气的混合时间。

1961年,美国本迪克斯(BENDIX)公司首先发明了用计算机控制汽油喷射系统(将汽油喷射的机械控制,改为电子控制,使之更加精确、节能、污染少),这项专利一发表,就被德国“波许”公司买去并加以不断改进发展。

1967年推出D型汽油喷射系统,即进气歧管压力计量式汽油喷射系统,这是将进气歧管绝对压力和发动机转速等信号输送到计算机,计算机汇总计算出进气量,然后发出相对应的喷油脉冲指令,控制喷油器喷出精确的燃油量。

随后又不断改进和发展,推出了L型汽油喷射系统,这是由空气流量计直接测量进入进气歧管的空气量,并将该量变成电信号输送到计算机,计算机计算出与该空气量相适应的喷油量,以控制混合气空燃比的最佳值。

进入20世纪80~90年代后,欧、美、日等世界汽车王国均开始投入大量资金、人力,全面开发研制单点喷射技术、多点喷射技术、数位式喷射技术、汽车智能化,汽车的电子控制化已成为今后汽车发展的必然趋势,不久将会有重大技术突破和飞跃。

四、电控发动机的展望

随着电子计算机技术在发动机燃料供给系统和点火系统成功的应用,大大激发了对电控发动机的研究投入,似乎又引起发动机的一场革命。过去一直被认为在发动机中难以解决的关卡,在计算机的帮助下都出现了可喜的曙光。如提高汽油机的压缩比,缸内汽油直接喷射和稀燃混合的正常燃烧,发动机配气相位随转速和负荷的自动调整,汽油机增压、中冷技术的应用等都将会在近期出厂的轿车发动机中大显身手。同时电子控制的可变进气管系统、可变进气涡流系统、可变配气定时装置、可变压缩比装置的应用,促使发动机结构设计取得了突破性的进展,大大提高燃料经济性、动力性等综合性能,减少了排放污染,有利于环保,所以“绿色汽车”将逐渐会变成现实。与此同时,每个传感器都可为多个电控系统提供电信号,提高了精度,多个电控系统可综合应用集成电路,提高了系统设计的灵活性,也进一步使系统结构简化,元器件的减少,故障也就减少,可靠性增加。

随着电控发动机控制功能从控制点火正时、空燃比,扩展到控制怠速、爆燃、增压压力、废气再循环、自诊断系统、后备系统、保护装置。计算机智能化程度将越来越高,其控制单元已从普通8位机向16位机、32位机过渡,并使用64k字节EPROM的大容量存储器,同时计算机时钟节拍频率进一步高速化,已由6MHz发展到12MHz、18MHz。

第二节 汽油喷射发动机类型

通常汽油喷射式发动机，按其特点分为以下类型：

一、按喷油控制方式分

(一) 机械控制式

1. K 型

用机械、液压传动控制喷油。

2. KE 型

在 K 型基础上，增设了一个电控单元、若干个传感器和电、液压力执行器，以提高控制系统的灵活性和精确性。

(二) 计算机控制式

通过各种传感器，将所需发动机的各种运行状态参数（进气量、发动机转速、进气温度、冷却水温度、节气门开度、排气中氧的含量等）输入计算机内，计算机计算后通过控制喷油器的喷油时间，准确地控制喷油量。通常电控发动机按其控制系统是否封闭，可分为开环式和闭环式。

1. 开环控制

把通过实验确定的发动机各种运行工况的最佳供油参数事先存入计算机，发动机运行时，计算机根据系统中各传感器的输入信号，判断发动机的运行工况，计算出最佳供油量，从而控制喷油器的喷油持续时间。

2. 闭环控制

在排气管上加装氧传感器，根据废气中含氧量的变化，测定出进入燃烧室内混合气的浓度，并将其输入计算机与设定值进行比较，将误差信号经放大器放大后更精确的控制喷油器的喷油量，使混合气浓度保持在理想的设定值附近。

二、按进气量的控制方法分

(一) 密度、温度式（也称 D 型式）（如图 1-1 所示）

通过测量进气歧管中的真空度及温度来得到进气量数值，进而确定喷油时间。这种型式结构简单，但由于空气在进气歧管内真空度变化较大，控制精度不高。

(二) 质量、流量式（也称 L 型式）（如图 1-2 所示）

用空气流量计直接测量吸入进气歧管内的空气量，因此精度高，可以准确地得到各种运行工况下理想混合气浓度，应用越来越广。

(三) 开度、转速式

利用节气门开度和发动机转速来推算吸入发动机内的空气量，和化油器式发动机类似，虽然响应性好，但进气量精度值不高。

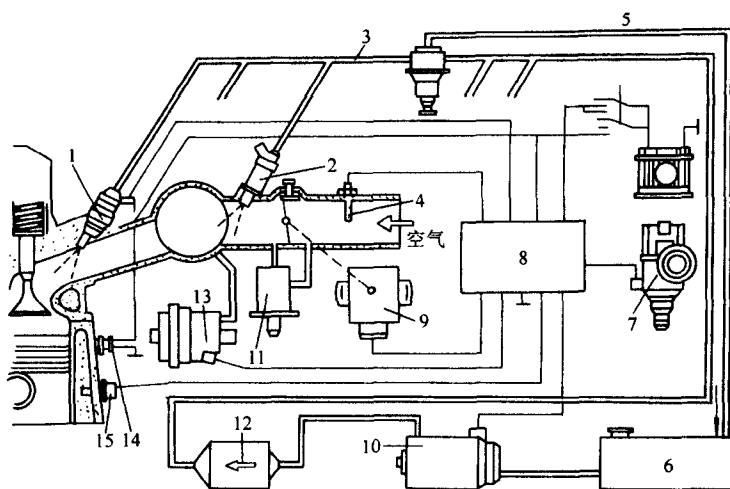


图 1-1 D 型电控汽油喷射系统结构图

- 1—喷油器 2—冷起动喷油器 3—燃油压力调节器 4—温度传感器 5—回油管 6—油箱
7—带触发器触头的点火分电器 8—电子控制装置 9—节气门开关 10—电动燃油泵
11—怠速稳定阀 12—燃油滤清器 13—压力传感器 14—热定时开关 15—水温传感器

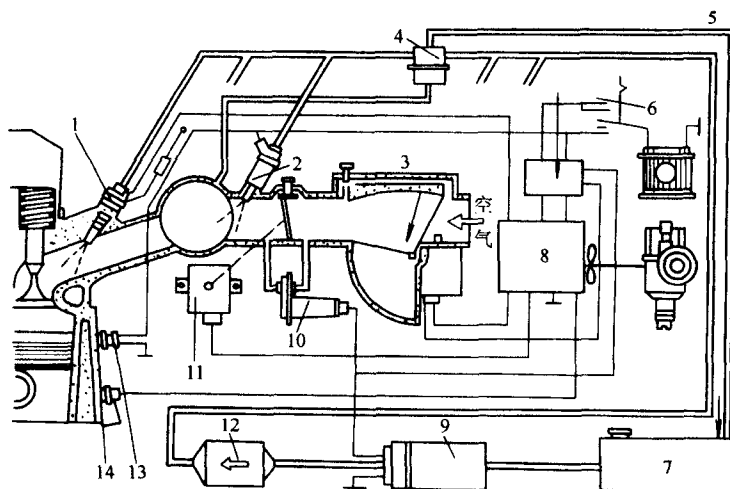


图 1-2 L 型电控汽油喷射系统结构图

- 1—喷油器 2—冷起动喷油器 3—空气流量传感器 4—燃油压力调节器 5—回油管
6—继电器组 7—油箱 8—电子控制装置 9—电动燃油泵 10—怠速稳定阀
11—节气门开关 12—燃油滤清器 13—热定时开关 14—冷却液温度传感器

三、按喷射位置分

(一) 缸内喷射

将燃油直接喷入气缸内，和柴油机相似，通常需要较高的喷油压力。

(二) 缸外喷射

将燃油喷射在气缸外，通常都直接喷在节气门上方或进气门之前的进气歧管内，这种喷射方式对喷油压力要求不高。大部分都采用这种喷射。

四、按燃油喷射方式分

(一) 连续喷射

将燃油以连续方式喷射，此种方法只适用缸外喷射。

(二) 间歇喷射

燃油在计算机控制下准时脉冲喷射，这可以是每个气缸的喷油器以独立的方式按特定顺序喷射，也可以各缸喷油器始终同时脉冲喷射。

五、按喷油器数目分

(一) 单点喷射

将一只喷油器设置在节气门体上向进气歧管内喷射，供所有气缸使用。

(二) 多点喷射

原则上每个喷油器喷油量只供一个气缸使用。

六、按喷射压力分

(一) 高压喷射

一般喷射压力在 200kPa 以上的称为高压喷射，多用于缸内喷射。

(二) 低压喷射

一般喷射压力在 200kPa 以下的称为低压喷射，多用于缸外喷射。

第二章 电控发动机电控系统的结构和工作原理

目前在用的电控发动机型号、种类、生产厂家很多，就其电控系统的结构，如图 2-1 所示都可归纳为以下几部分：

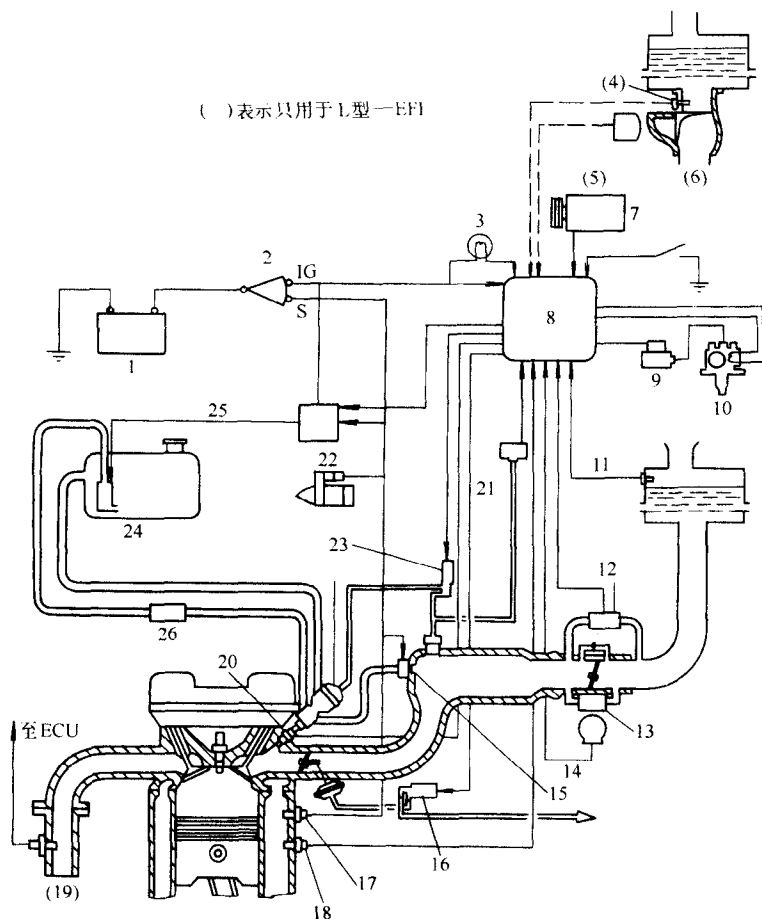


图 2-1 电控喷射系统的结构示意图

- 1—蓄电池 2—点火开关 3—“CHECK-ENGINE”报警灯 (4)—进气温度传感器
 (5)—电位计 (6)—空气流量计 7—A/C 压缩机检查插头 8—ECU 9—点火器
 10—分电器 11—进气温度传感器 12—VSV 高怠速 13—空气阀 14—节气门位置传感器
 15—冷起动喷油器 16—VSV (对 T VLS) 17—冷起动喷油器定时开关 18—冷却液温度传感器
 (19)—氧传感器 20—喷油器 21—歧管压力传感器 (D 型 EFI) 22—起动机
 23—VSV (用于高油压压力调节器) 24—油泵 25—电路断开继电器 26—汽油滤清器

1) 空气供给系统：供给发动机在不同工况下燃烧时所需要的计量精确的清洁空气。

2) 燃油供给系统：根据发动机各工况的需要，将一定压力和计量准确的形成符合质和量要求的混合气送入气缸。

3) 点火系统：根据发动机各工况和负荷的需要，随时都保证以充足的点火能量及在最佳点火时刻点燃混合气，以利于膨胀做功。

4) 计算机控制系统：它是电控发动机的指挥调度中心，也称为汽车电脑和控制单元，根据发动机各个传感器输入的信号，经分析计算后，发出指令，控制各执行器的动作，以满足发动机在不同工况下都能处于正常工作状况。

5) 故障自诊断系统：当电控系统出现故障后，立即发出报警信号，提示司机，同时将故障按部位编码，自动存储，便于查找排除。

6) 其他控制系统：

① 空调电控系统：保证空调在不同工况下能有效工作。

② 燃油蒸气回收控制系统：将燃油箱内汽油蒸气适时有效回收，既提高了经济性，又减少了大气污染。

电控发动机和化油器式发动机最本质的区别就是将计算机引入和巧妙的应用，使发动机的混合气浓度、燃油量供应、点火性能、怠速工况燃烧过程及废气成分的控制，全部由计算机进行，这不但快速敏捷而且精度准确，即使在发动机工况瞬息万变的情况下，也都能保证发动机在最佳状况下工作。尤其是对转速越来越高的汽油机更显示出了它的优越性，不但工作可靠，经济性、动力性提高，更可取的是使其排放污染大大降低，为当前保护大气环境找出了新路。

第一节 空气供给系统的结构工作原理

空气供给系统是为发动机在不同工况下正常燃烧提供所必需的空气，并对空气的进气量进行准确计量，一般包括有空气滤清器、空气流量计、节气门、进气总管等，如图 2-2 所示。

一、空气滤清器

空气滤清器的作用是将进入气缸内空气中灰尘、杂质和水滤除，使清洁干燥的

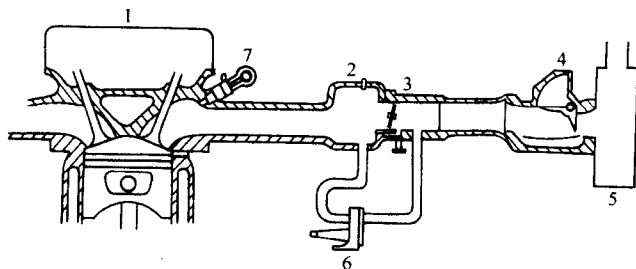


图 2-2 电控汽油喷射系统空气系统组成示意图

1—发动机 2—进气总管 3—节气门 4—空气流量计
5—空气滤清器 6—空气阀 7—喷嘴