



河南职业技术学院

国家示范性高职院校建设项目成果



发动机电控系统 检测与修复

◎ 韩建国 胡勇 编



Guojia shifanxing gaozhi yuanyuan



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



配电子课件

河南职业技术学院
国家示范性高职院校建设项目成果

发动机电控系统 检测与修复

韩建国 胡勇 编



机械工业出版社

本书共设置五个学习情境,分别是发动机电控系统的诊断基础、燃油喷射系统的检测与修复、点火系统的检测与修复、进气系统的检测与修复、排放控制系统的检测与修复。每个学习单元都有明确的学习目标和任务载体,在学习相关知识之后展开技能操作,同时增加了知识和能力的拓展部分。作者还精心收集了一些案例,通过案例分析来加强对知识的理解和技能的运用。本书还设计了任务工单,以引导学生独立地完成工作任务,帮助教师完成教学活动中的角色转换。

本教材配有电子教案,凡使用本书作为教材的教师可登录机械工业出版社教材服务网 www.cmpedu.com 注册后下载。咨询邮箱: cmpgaozhi@sina.com。咨询电话: 010-88379375。

本书图文并茂、通俗易懂、职业针对性强,可作为高职高专院校汽车检测与维修、汽车运用工程等专业的教材,亦可供汽车工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

发动机电控系统检测与修复/韩建国,胡勇编. —北京:
机械工业出版社, 2011.1

河南职业技术学院国家示范性高职院校建设项目成果

ISBN 978-7-111-33150-6

I. ①发… II. ①韩…②胡… III. ①汽车-发动机
-电子系统: 控制系统-车辆检修-高等学校: 技术学校
-教材 IV. ①U472.43

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 010862 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: 葛晓慧 责任编辑: 葛晓慧 黄红珍

版式设计: 霍永明 责任校对: 吴美英

封面设计: 赵颖喆 责任印制: 李妍

北京振兴源印务有限公司印刷

2011 年 3 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·13.25 印张·323 千字

0001—3000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-33150-6

定价: 25.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心: (010) 88361066

门户网: <http://www.cmpbook.com>

销售一部: (010) 68326294

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售二部: (010) 88379649

读者服务部: (010) 68993821

封面无防伪标均为盗版

序

三载寒暑，数易其稿，我院国家示范性高职院校建设成果之一——工学结合的系列教材终于付梓了，她就像一簇小花，将为我国高职教育园地增添一抹春色。我院入选国家示范性高职院校建设单位以来，以强化内涵建设为重点，以专业建设为龙头，以精品课程和教材建设为载体，与行业企业技术、管理专家共同组建专业团队，在课程改革的基础上，共同编著了30余部教材，涵盖了我院的机电一体化技术、电子信息工程技术、汽车检测与维修技术、烹饪工艺与营养四个专业的30余门专业课程。在保证知识体系完整性的同时，体现基于工作过程的基本思想，是本批教材探讨的重点。

本批教材是学院与行业企业共同开发的，适应区域、行业经济和社会发展的需要，体现行业新规范、新标准，反映行业企业的新技术、新工艺、新材料。教材内容紧密结合生产实际，融“教、学、做”为一体，力求体现能力本位的现代教育思想和理念，突出高职教育实践技能训练和动手能力的培养的特色，注重实用性、先进性、通用性和典型性，是适合高职院校使用的理论和实践一体化教材。

本批教材由我院国家示范性重点建设专业的专业带头人、骨干教师与相关行业企业的技术、管理专家合作编写。这些同志大都具有多年从事职业教育和生产管理一线的实践经验。合作团队中既有享受国务院政府特殊津贴的专家、河南省“教学名师”，又有河南省教育厅学术技术带头人、国家技能大赛优胜者等。学院教师长期工作在高职教育教学一线，熟悉教学方法和手段，理论方面有深厚功底，行业企业专家具有丰富的实践经验，能够把握教材的广度和深度，设定基于工作过程的教学任务，两者结合，优势互补，体现“校企合作、工学结合”的主要精髓。相信这批教材的出版，将会为我国高职教育的繁荣发展做出一定贡献。

河南职业技术学院院长 王爱群

前 言

在当前职业教育与培训领域，存在着两个比较突出的问题。一方面是技术的进步不断加快，对培训项目和内容的更新速度要求更高，以确保学有所用；另一方面是社会的发展促使教师的角色发生了一定的变化，教师已经从“知识的传授者”逐步变为“学生学习过程的组织和管理者”。如何更好地适应这种变化，提高职业教育教学质量，职业教育界对此进行了大量的研究和探索。

目前，国内更倾向于借鉴德国“以工作过程为导向”的课程开发和建设方法，即根据调研确定职业岗位的典型工作任务，并将其归纳成为若干个行动领域；再根据职业活动所需的知识和技能，将行动领域转换为学习领域，最终设计出“以工作过程为导向”的学习情境和学习单元，以充分体现课程的职业性。

本书共设计了5个学习情境，21个学习单元。学习情境的前后排序从简单到复杂，符合一般认知规律。每个学习单元都有明确的学习目标和任务载体，在学习相关知识之后展开技能操作，同时增加了知识和能力的拓展部分。作者还精心收集了一些案例，通过案例分析来加强对知识的理解和技能的运用。

本书强调的是对职业能力的培养，突出的是对知识和技能的有效学习和合理运用。因此，在内容上精简了部分理论知识，强化了检修操作技能训练。

本书的亮点之一是及时地将新标准、新技术融入到新项目和新方法中，内容更加先进实用；亮点之二是设计了任务工单，以引导学生独立地完成工作任务，帮助教师完成教学活动中的角色转换。

本书由河南职业技术学院韩建国、胡勇编写。在编写过程中，上海大众汽车河南豫港销售服务有限公司的陈俊礼技师和河南职业技术学院的罗富坤教授给予了大力支持，在此表示感谢。在编写的过程中参考了一些国内外的相关文献资料，在此一并表示感谢。

由于编者水平有限，书中存在的不妥与疏漏之处，恳请读者批评指正，以便修订时改进。

编 者

目 录

序

前言

学习情境 1 发动机电控系统的诊断基础	1
学习单元 1 发动机电控系统的认识	1
学习单元 2 车载诊断系统	11
学习单元 3 检测设备的使用	22
学习单元 4 故障诊断流程与测试方法	38
学习情境 2 燃油喷射系统的检测与修复	51
学习单元 1 燃油供给系统的检测与修复	51
学习单元 2 电动燃油泵及其控制电路的检测与修复	63
学习单元 3 喷油器及其控制电路的检测与修复	68
学习单元 4 空气流量计及其控制电路的检测与修复	74
学习单元 5 进气歧管绝对压力传感器及其控制电路的检测与修复	81
学习单元 6 曲轴位置与转速传感器及其控制电路的检测与修复	85
学习单元 7 节气门位置传感器及其控制电路的检测与修复	89
学习单元 8 氧传感器及其控制电路的检测与修复	94
学习单元 9 温度传感器及其控制电路的检测与修复	102
学习情境 3 点火系统的检测与修复	105
学习单元 1 点火系统的认识	105
学习单元 2 爆燃传感器及其控制电路的检测与修复	114
学习情境 4 进气系统的检测与修复	123
学习单元 1 怠速控制系统的检测与修复	123
学习单元 2 可变进气系统的检测与修复	135
学习单元 3 可变配气机构的检测与修复	140
学习单元 4 废气涡轮增压系统的检测与修复	150
学习情境 5 排放控制系统的检测与修复	161
学习单元 1 燃油蒸发排放控制系统的检测与修复	161
学习单元 2 废气再循环系统的检测与修复	170
任务工单	179
任务工单 1.1	179
任务工单 1.2	180
任务工单 1.3	182
任务工单 1.4	184
任务工单 2.1	186
任务工单 2.2	188
任务工单 2.3	189

任务工单 2.4	191
任务工单 2.5	193
任务工单 3.1	194
任务工单 3.2	196
任务工单 4.1	198
任务工单 4.2	200
任务工单 5.1	201
任务工单 5.2	202
参考文献	203

学习情境 1 发动机电控系统的诊断基础

学习单元 1 发动机电控系统的认识

【学习目标】

- 1) 认识电控发动机的总体结构及组成, 理解电控发动机的基本工作原理。
- 2) 了解发动机电控系统的类型。
- 3) 认识发动机电控系统的主要传感器和执行器, 了解其安装位置。

【任务载体】

装备完整的桑塔纳 2000 轿车 AJR 发动机。

【相关知识】

发动机电控系统用来管理发动机的运行, 在满足排放达标的前提条件下, 使发动机高效、稳定的工作, 以实现燃油经济性、动力性、运转稳定性和较长的使用寿命。

一、发动机电控系统的总体组成

桑塔纳 2000 轿车 AJR 发动机的电控系统主要由进气系统、燃油供给系统、点火系统、排放控制装置和电子控制系统等子系统组成, 如图 1-1 所示。

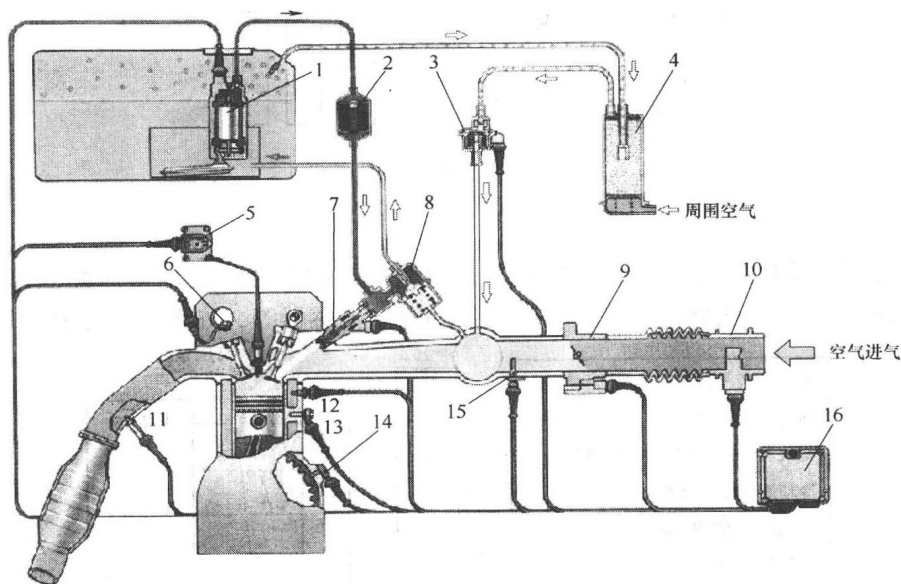


图 1-1 桑塔纳 2000 轿车 AJR 发动机的电控系统

1—电动燃油泵 2—燃油滤清器 3—炭罐清污电磁阀 4—活性炭罐 5—带输出驱动级的点火线圈组件 6—凸轮轴位置传感器 7—喷油器 8—油轨和压力调节器 9—节气门体 10—空气流量计 11—氧传感器 12—冷却液温度传感器 13—爆燃传感器 14—发动机转速传感器 15—进气温度传感器 16—ECM (发动机控制模块)

(一) 进气系统

根据汽车行驶的功率和转矩需求控制进气量，是当今汽油发动机的控制基础。在此基础上，再对喷油量和电火花进行控制，才能获得良好的燃油经济性和排放性能。

进气系统负责控制并测量发动机的进气量。最基本的进气系统包括以下几部分：空气滤清器、节气门体、发动机进气量传感器（L型进气系统使用空气流量计，D型进气系统使用进气歧管绝对压力传感器）、进气总管和进气歧管等，L型、D型进气系统模型如图1-2和1-3所示。技术含量较高的发动机则在此基础上结合了可变进气系统、可变配气机构和增压系统。

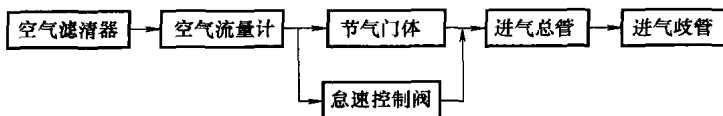


图 1-2 L 型进气系统模型

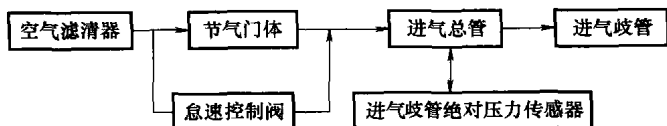


图 1-3 D 型进气系统模型

(二) 燃油供给系统

燃油供给系统的作用是提供清洁的压力燃油，并在发动机控制模块 ECM 的控制下适时适量地向各缸喷射燃油。它主要包括以下几部分：油箱、电动燃油泵、燃油滤清器、燃油分配管、压力调节器、喷油器等，如图1-4所示。

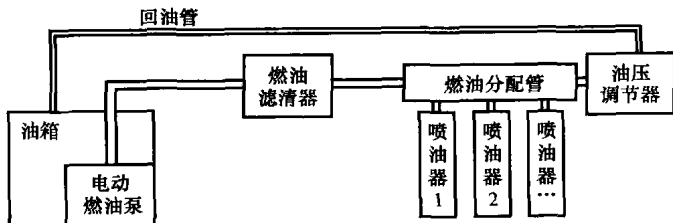


图 1-4 燃油供给系统模型

(三) 点火控制系统

点火控制系统的功能是控制点火能量并在适当的时刻点燃气缸内被压缩的可燃混合气。它主要包括火花塞、高压导线、点火线圈组件和爆燃传感器等，如图1-5所示。

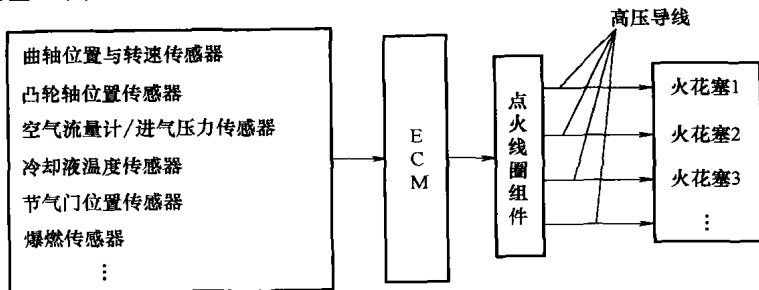


图 1-5 点火控制系统

（四）排放控制系统

现代汽车采用了由 ECM 控制的多种排气净化装置，如废气再循环系统、三元催化转化器、燃油蒸发控制系统、二次空气喷射系统等。

（五）电控系统

电控系统负责收集发动机的工况信息并确定最佳控制值。发动机电子控制系统由传感器、ECM 和执行器三部分组成。

ECM 是发动机管理系统的核心部件，其作用是根据各种传感器和控制开关输入的信号参数，对喷油时间、喷油时刻和点火时刻等进行实时控制。

传感器用来检测发动机的运行状态，并将这些状态参量转换成计算机能够识别的电信号输入电控单元。常见的传感器有：曲轴位置与转速传感器、凸轮轴位置传感器、进气歧管绝对压力传感器、空气流量计、冷却液温度传感器、氧传感器、节气门位置传感器、进气温度传感器、爆燃传感器以及一些开关信号等。

执行器是控制系统的执行元件，其作用是接收 ECM 的控制指令，执行控制动作，从而使发动机处于最佳的运行状态。

二、喷射系统的分类

在电子控制汽油喷射系统中，空气流量计（或进气歧管绝对压力传感器）将进气量的信息传送给 ECM，ECM 根据进气量和曲轴转速计算出基本喷油量，再根据各种传感器检测到的与发动机工况有关的参数（如冷却液温度、进气温度等），对基本喷油量进行修正，从而确定最佳喷油量和喷射时刻。

（一）按空气流量的检测方式进行划分

1. 质量流量法

质量流量法利用空气流量计直接测量单位时间内发动机吸入的空气量，再根据发动机的转速计算出每一工作循环进气量。L-Jetronic 就是利用这种检测方式工作的。

2. 速度密度法

速度密度法利用进气歧管绝对压力传感器测知进气管的压力，再结合曲轴转速来测定循环进气量。由于进气管压力与吸入的空气量之间并非成简单的函数关系，在检测过渡状态的吸入空气量时，需进行修正。并且当采用 EGR（废气再循环）时，由于排气脉动造成进气管压力的变化，也不易精确地测定吸入的空气量。D 型进气系统就是利用这种检测方式工作的。

3. 节流速度法

节流速度法利用节气门位置传感器检测节气门的开度，再根据节气门开度和曲轴转速测定每一周期的吸入空气量。由于这种控制方式直接检测节气门的角位移，发动机的过渡响应性能好。但是，吸入空气量与曲轴转速和节气门开度之间的函数关系极为复杂，所以很难准确测出空气量。这种空气流量的检测方式目前应用很少。

（二）按喷射部位进行划分

1. 缸内直接喷射

缸内直接喷射利用装在气缸体上的喷油器将汽油直接喷入燃烧室与空气混合，如图 1-6 所示。它实际上是第一台汽油喷射系统的理论基础，其最大优点在于消除了进气通道上燃油凝结的可能性。缸内喷射对喷油器要求非常高，由于缸内喷射在降低燃油消耗方面具有很大

潜力,正成为汽油喷射技术的发展趋势。

2. 进气管喷射

在采用单点喷射(SPI)的发动机上,所有气缸共同使用一个或两个电磁喷油器。喷油器将燃油喷在节气门附近与空气进行混合,如图1-7所示。由于喷油器距气缸较远,受到的加热少,油路中不容易产生气阻,因此可采用成本较低的低压喷射。但单点喷射仍存在类似于化油器混合气分配不理想的缺点,发动机性能较差。

在采用多点喷射的发动机上,每个气缸都单独使用一个喷油器。喷油器将燃油喷到进气门后方与空气混合,如图1-8所示。多点喷射系统中的喷油器数量多,控制复杂。为了避免燃油系统产生气阻,将喷射压力提高。因此多点喷射的成本较高,但发动机性能较好。

(三) 按喷射方式进行划分

电磁喷油器在接收到ECM的喷油指令时才开始喷油。各喷油器都有一定的喷油持续期,持续期越长,喷油量越大。根据喷油时同时工作的喷油器数目的不同,又分为以下三种:

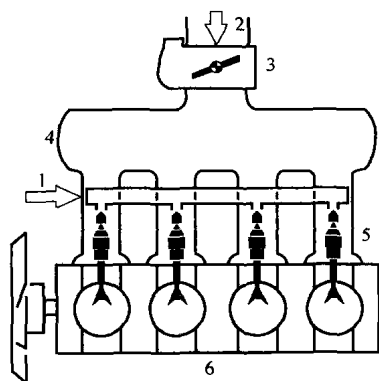


图 1-6 缸内直接喷射

1—燃油 2—空气 3—节气门
4—进气管 5—喷油器
6—发动机

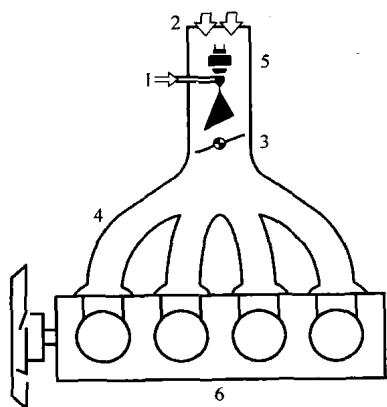


图 1-7 单点喷射

1—燃油 2—空气 3—节气门 4—进气管
5—喷油器 6—发动机

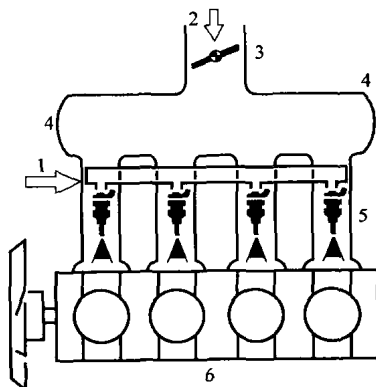


图 1-8 多点喷射

1—燃油 2—空气 3—节气门 4—进气管
5—喷油器 6—发动机

1. 同时喷射

同时喷射应用在早期的电控发动机中。采用同时喷射时,各缸喷油器由一个电路共同驱动,同时喷油。这种喷射方式控制简单,不需要气缸判别信号。每个工作循环中燃烧所需要的燃油量分两次喷出,也就是说,曲轴每转一周各喷油器同时喷一次油。同时喷射会造成各缸之间相对于曲轴转角的喷油时刻有先后,混合气的状况不同,因而发动机的性能难以达到最佳。

2. 分组喷射

分组喷射是将所有缸的喷油器分成若干组,分别由相应的电路驱动。一个组内的喷油器

同时喷射，组与组之间的喷油时刻不同，因此分组需要气缸判别信号。每个工作循环中，各组喷油器以 360° 的曲轴转角间隔分别喷一次油。每个工作循环的喷油量一次喷完，一个缸的汽油直接进入气缸，另一缸汽油在储存 180° 后进入气缸。

3. 顺序喷射

顺序喷射又称独立喷射。在采用顺序喷射方式的系统中，发动机各个气缸的喷油器分别由独立的电路驱动。在一个工作循环中，各喷油器按照发动机的工作次序喷油一次。顺序喷射的喷油器控制电路最为复杂且需要气缸判别信号。但由于喷油时刻和喷油量的控制精确，因而展宽了稀空燃比的界限，使燃油经济性提高。顺序喷射能按照各缸的状况对喷油进行最佳控制，因此最为先进，这是当今的主流方式。三种脉冲喷射方式的比较如图 1-9 所示。

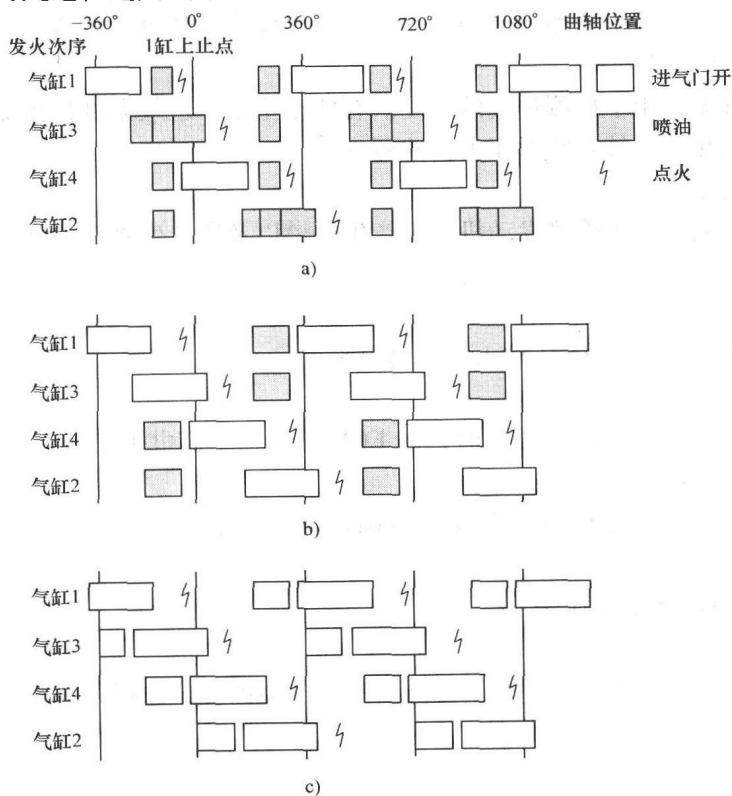


图 1-9 三种脉冲喷射方式的比较

a) 同时喷射 b) 分组喷射 c) 顺序喷射

【技能操作】

一、对传感器的认识

(一) 空气流量计

安装在空气滤清器之后的进气管道中，用于检测吸入发动机气缸的空气量。空气流量计可以直接检测发动机的进气量，并把进气量信息以电信号的形式输送至 ECM。

(二) 节气门位置传感器

安装在节气门轴的一端，用于检测节气门开度大小如节气门关闭、部分开启和全开等。

此外, ECM 通过计算节气门位置传感器信号的变化率, 可得到汽车加速或减速信号。

(三) 曲轴位置与转速传感器

安装在曲轴的端部, 用于检测发动机曲轴转角和转速, 以便控制喷油时刻和点火时刻。

(四) 凸轮轴位置传感器

安装在凸轮轴的一端, 用于检测活塞处于上止点的位置, 以便控制喷油时刻和点火时刻, 又称为气缸识别传感器。

(五) 冷却液温度传感器

安装在缸盖出水口处, 用于检测发动机冷却液温度。

(六) 氧传感器

安装在排气管上, 用于检测排气中的含氧量, 以此来反映可燃混合气的空燃比。

(七) 进气温度传感器

安装在进气管上, 用于检测进气的温度。有些车型上, 进气温度传感器集成在热膜式空气流量计内或集成在进气歧管绝对压力传感器内。

(八) 爆燃传感器

安装在气缸体上, 用于检测发动机是否产生爆燃以及所产生爆燃的强度。

(九) 辅助信号

1. 点火开关信号

当点火开关接通时, 向 ECM 输入一个高电平信号。

2. 起动开关信号

当点火开关转动到“起动”挡位时, 向 ECM 输入一个高电平信号。

3. 空调开关信号

当空调开关接通时, 向 ECM 提供接通空调系统的信号。

4. 电源电压信号

向 ECM 提供蓄电池端电压信号。

5. P/N 挡位开关信号

在配置自动变速器的车辆上, 用于检测自动变速器的挡位选择开关是否处于空挡或停车挡位置。

二、对执行器的认识

(一) 燃油泵继电器和电动燃油泵

燃油泵继电器用于向电动燃油泵、电磁喷油器、氧传感器加热器和空气流量计提供电源, 它由 ECM 控制。当 ECM 接收到点火开关接通的信号时, 将会接通燃油泵继电器的控制回路。

电动燃油泵安装在燃油箱内, 用于供给一定压力的燃油。

(二) 电磁喷油器

安装在进气歧管处, 在 ECM 的控制下向进气门后方的进气道处喷射燃油。当 ECM 发出喷油控制脉冲信号时, 喷油器开始喷油; 当 ECM 切断喷油信号时, 喷油器停止喷油。

(三) 点火线圈组件

点火线圈组件集成了点火器和点火线圈, 用来产生火花塞点火所需的高压电。点火器接收 ECM 发出的通/断控制指令, 适时接通或切断点火线圈初级电流, 在次级线圈中互感出最

高可达 30kV 的高压电。点火线圈产生的高压电由高压导线传送至火花塞。

（四）怠速控制阀

用于调节发动机的怠速转速。当发动机正常怠速运转时稳定怠速转速，达到减少排放污染和降低燃油消耗的目的；当发动机怠速负荷增加（如接通空调压缩机、动力转向器或液力变矩器等）时，自动提高怠速转速，防止发动机熄火。

（五）活性炭罐清污电磁阀

活性炭罐中收集有从油箱内逸出的汽油蒸气。这部分汽油蒸气要被回收利用。活性炭罐清污电磁阀受 ECM 的控制，可以用来连通或切断从活性炭罐到进气管的管路。当管路连通时，进行炭罐的通风，燃油蒸气被吸入进气管，从而减少了碳氢化合物的排放污染。

（六）故障指示灯

故障指示灯在仪表板上，是一个标有发动机形状的指示灯。当发动机的电控继电喷射系统发生故障而导致排放超标时，该故障指示灯将点亮；当发动机的电控继电喷射系统发生严重的故障时，该故障指示灯将闪烁。此外，在点火开关刚接通后，该故障指示灯将亮 2 ~ 3s，然后熄灭。

【知识与能力拓展】

早期的汽车发动机使用模拟电路实现功能控制，一个电路只具有单一的控制功能，被称为单项控制系统。如：汽油喷射系统只控制汽油喷射，点火系统由点火控制电路管理，怠速由怠速空气阀控制等。各单项控制系统之间不存在或只有极少量的信息交换，当它们之间有相互对立的需求时，只能由自身分别去协调，而不能以“系统交互”的方式解决。如果要为发动机增加一种控制功能，在增加相关部件的同时还要增加相应的逻辑控制电路，这使发动机的尺寸和成本的增加都较大，非常不利于发动机技术的发展。

随着电子技术尤其是微电脑技术的发展与广泛应用，汽车生产商把与发动机有关的系统如点火控制、怠速控制和排放控制系统等集中在一起，由一个电子控制模块统一管理，以满足对动力性、经济性、安全性、排放性和自诊断等诸多方面的要求。这种集中控制系统被称为发动机管理系统，简称 EMS（Engine Management System）。如果要在这种集中控制系统中增加控制功能，只需改变存储在 ECM 中的控制程序，同时增设相应的传感器和执行器即可，极大地方便了发动机控制系统的变型与改良。

当今车用汽油发动机的管理系统通常具有以下功能：

一、燃油喷射控制

汽车发动机的运行工况多种多样。相应于每一特定的工况，都有一个最佳喷油量，可以使发动机获得良好的经济性、排放性和运转性能。

发动机各种工况下的最佳喷油量都存储在 ECM 中。发动机运行时，ECM 根据空气流量传感器、曲轴转速传感器等提供的发动机工况信息，从内存中找出对应的最佳喷油量，并控制电磁喷油器在合适时刻将燃油喷出。有些发动机的喷油定时是不变的，而有些则由 ECM 控制随发动机工况而变化。

ECM 还对燃油系统中的电动燃油泵进行控制，以期降低功率消耗并延长电动燃油泵的使用寿命。

二、点火控制

不同发动机工况下的最佳点火提前角不同, 发动机各种运行工况下的最佳点火提前数据也存储在 ECM 中。ECM 根据各种传感器信号控制点火正时, 使点火时刻始终处于最佳值。

另外, 点火线圈的充电时间的长短, 影响着次级电压的高低和火花能量。为保证在不同的蓄电池电压和曲轴转速下都能够可靠地点火与燃烧, ECM 还对充电时间进行控制。

为保证火花能量, 现代发动机点火线圈的初级绕组阻值往往较小, 初级电路的饱和电流因此变得较大, 如果不加以限制, 将会损坏电子元件。ECM 进行恒流控制, 使初级电流不超过限定值, 从而可以改善点火特性和防止点火线圈过热。

在电控点火系统中还兼有爆燃控制。爆燃控制可以使汽油发动机始终工作在临界爆燃状态, 在获得最佳效率的基础上防止发动机受到损坏。

三、怠速控制

怠速是汽车发动机最常用的工况之一。较高的怠速转速意味着油耗的上升, 较低的怠速转速则会增加排放污染并造成发动机运转不稳而熄火。控制怠速转速的意义在于降低排放污染、提高燃油经济性和怠速时的运转稳定性。

ECM 能根据发动机怠速工况的不同要求, 控制怠速转速的高低。发动机工作时, ECM 根据曲轴转速、车速、冷却液温度、变速器挡位、空调请求和动力转向等信号, 计算出不同怠速工况下的目标转速, 通过调节怠速时的节气门开度或旁通空气量, 使怠速转速稳定在目标值附近。

四、排放控制

汽油发动机的排放污染物主要有 CO、HC 和 NO_x 三种。随着世人对环保的重视, 世界各地的排放法规日益严格, 有的甚至已经达到了非常苛刻的地步。为减少发动机的排放污染, 当今车辆上同时使用了多种排放控制装置。

(一) 废气再循环控制

把发动机的部分排气引入进气管来稀释进气, 废气不仅不能再次燃烧, 还会因吸热使气缸内的最高燃烧温度降低, 从而减少 NO_x 的排放。废气再循环系统就是基于上述原理工作的。

相对于特定的工况, 再循环气体量应控制在一定的范围内。多数情况下, 如果再循环气体量过多, 反而会导致不完全燃烧, 造成 HC 的排放量增加和燃油消耗率的上升。如果再循环气体量过少, 则会引起发动机过热与爆燃等不良现象。例如在冷起动、怠速和节气门全开等工况下, 就不应进行废气再循环。

在发动机管理系统中, ECM 根据发动机工况的不同, 控制废气再循环的时刻与数量。

(二) 汽油蒸发排放控制

由于外界的热辐射以及回油被加热等原因, 油箱中会产生大量的燃油蒸气。燃油蒸气中含有大量的污染物 HC, 因此燃油的蒸发排放必须加以限制。

蒸发排放控制系统中的活性炭罐通过软管与油箱相连, 因此能够吸附燃油蒸气, 阻止燃油蒸气向大气的排放。

活性炭罐和进气管之间也有软管连接, 炭罐同时还和大气相通。当发动机工作时, 进气管中形成一定的真空度, 将活性炭罐中的燃油蒸气和空气吸入进气管以供燃烧。

由于这股通风气流是成分难以确定的油气混合物, 为了使空燃比不受通风气流的干扰,

使用装在通风管路上的炭罐清污电磁阀来控制通风时刻和通风量。ECM 控制炭罐清污电磁阀的开启和关闭。如果炭罐清污电磁阀关闭,从活性炭罐到发动机进气管之间的通风管路切断。炭罐清污电磁阀的开度,受 ECM 输出信号占空比的影响,但它可以决定通风量的多少。

(三) 三元催化转化器与二次空气喷射系统

三元催化转化器(TWC)的作用是将排气中的主要污染物 CO、HC 和 NO_x 通过催化反应生成 H₂O、CO₂ 和 N₂ 等无害气体。三元催化转化器能高效工作的前提条件是:必须将混合气的空燃比控制在理论空燃比附近,同时其工作温度应在 400 ~ 800℃ 之间。因此,三元催化转化器应和空燃比的闭环控制结合使用。以前也有些车上单独使用三元催化转化器,它的转化效率虽然不是很高,却也能减少大约 50% 的排放污染物。

在一些发动机管理系统中,三元催化转化器上装有温度传感器,ECM 对三元催化转化器的温度进行监测。当三元催化转化器的温度过高时,ECM 控制一个旁通阀开启,使废气不经过三元催化转化器而直接排入大气。

当发动机在混合气较浓的情况下运行时,废气中的 CO 和 HC 含量增多。为减少排放污染,二次空气喷射系统将一定量的新鲜空气加压后喷射到排气门的后方,使废气中的 CO 和 HC 进一步氧化燃烧,生成 CO₂ 和无污染的水。

二次空气的引入使三元催化转化器在最短的时间内达到工作温度,提高了三元催化转化器的效能,但也可能会使三元催化转化器升温过高而损坏。所以,ECM 要根据三元催化转化器内的温度,控制二次空气泵与转化阀的工作情况,进而控制二次空气喷射量,以防止三元催化转化器中产生过度的反应和燃烧。

(四) 曲轴箱强制通风系统

发动机工作时,会有一部分未燃燃料与燃烧产物经过活塞环而流入曲轴箱,这就是曲轴箱窜气。由于含有未燃燃料,所以曲轴箱窜气不仅是发动机排污的主要来源之一,同时还会影响到润滑油的质量。因此,必须将曲轴箱窜气进行处理。

曲轴箱强制通风系统的作用是将窜气再次送入发动机并在燃烧过程中随新气一同燃烧掉,同时往曲轴箱中补充干净的空气。曲轴箱强制通风系统的关键部件是曲轴箱强制通风阀,它由进气管的真空度(发动机负荷)控制,调节进入进气管的曲轴箱窜气量。

五、气缸充量控制

(一) 可变进气控制

发动机工作时,进气管内存在着动力效应。如果能有效地利用这种动力效应,使之与气门正时和曲轴转速相匹配,就可以提高充气效率,增加发动机的输出转矩和功率。某些发动机上,进气管的等效几何形状(长度、直径以及充气室的容积)在 ECM 的控制下变化,以适应不同转速的要求。

(二) 可变配气控制

“进气门关闭”时刻对一定曲轴转速下的气缸充量有着很大的影响。进气门关闭时刻早,在低速时吸入气体量最大;进气持续期延长会使最大进气量移向发动机高速区。

气门重叠相位决定了内部残余气体再循环量。进气门提前打开会引起气门开启的持续期延长,由于增加了回流到进气管的废气量,从而提高了再循环废气的比例。这样在一定节气门开度下的新鲜充量会减少;因此在任意给定的工作负荷点,必须增加节气门开度来进行补偿。这种减少节流的效应,减少了回流和再吸入的废气量。

在换气过程中,固定的气门正时和升程只能使某个特定的发动机运行状态达到最优。相比之下,由ECM控制的可变配气机构可以与不同发动机工况相适应。

(三) 增压控制

所谓增压就是将空气预先压缩后再供入气缸,以提高进气密度、增加进气量。由于进气量增加,如相应地增加循环供油量,就可以提高发动机的功率。实践证明,增压还能改善燃油经济性。增压有废气涡轮增压、机械增压和气波增压三种类型。其中涡轮增压和机械增压应用的较多,气波增压目前多应用于柴油机上。

涡轮增压将发动机的排气引入涡轮机,利用高温废气的能量推动涡轮旋转,并带动与其同轴的压气机工作。压气机将新鲜空气压缩增压后,送入气缸。

机械增压器由发动机曲轴经齿形带或齿轮增速器加上电磁离合器驱动,它将空气压缩后送入气缸。

采用增压技术后,由于平均有效压力增加,发动机爆燃倾向增大,热负荷偏高。为了保证发动机在不同工况下都得到最佳的增压值,以限制热负荷和防止爆燃,EMS对发动机的增压压力进行控制。

六、车载诊断系统

发动机工作时,ECM不断地监测包括自身在内的整个电子控制系统。当它发现任一异常信号时,经判断确认为故障后,便点亮仪表板上的故障指示灯以提醒驾驶员系统出现故障,同时将故障以诊断代码的形式存入存储器。检修时,维修技师可以通过规定的程序或者使用专用仪器,从ECM的存储器中调出故障码,再根据故障码表查找故障内容进行维修。

当ECM检测到不正常信号时,将启用备用程序,按照其内存中的固定的喷油持续时间和固定的点火提前角控制发动机,使之能够继续工作。

当ECM本身出现故障时,备用电脑将对喷油和点火进行控制,使车辆能继续行驶。

七、发动机的其他控制

(一) 发电机输出电压的控制

为了保证汽车用电设备的正常使用和蓄电池的正常充电,交流发电机的输出电压应保持在13.5~15V。在以前的车辆上,发电机输出电压的调节有电压调节器来完成。而在发动机管理系统中,ECM根据发电机输出电压、曲轴转速、蓄电池温度等信息控制磁场电路的相对导通率,进而改变磁场电流,来调节发电机输出电压。

当发电机输出电压超过额定值时,ECM使磁场电路接通的相对时间变短,来减弱磁场电流,降低发电机输出电压。当发电机输出电压低于额定值时,ECM使磁场电路接通的相对时间变长,来增强磁场电流,提高发电机输出电压。

(二) 冷却风扇电子控制和电子节温器

(三) 防非法起动装置

【案例剖析】

案例:ECM型号错误导致排放超标。

故障症状:对捷达AT轿车进行稳态加速工况法检测,排放NO_x超标。

诊断:清洗喷油器、燃烧室积炭,更换火花塞,均未见效。查看该车ECM的零件号为106A906018EL,型号错误。