

高等职业教育“十三五”示范建设规划教材·汽车类

汽车发动机电控系统原理与故障诊断

主 编 许冀阳
副主编 吴 晨
参 编 朱 辉 郭炎伟

内 容 简 介

本教材以发动机电子控制系统为中心,以培养学生岗位能力为目标,共设置汽车发动机电控管理系统总体认知、发动机进气控制系统、发动机燃油供给系统、微机控制点火系统、发动机排放控制系统、发动机电控系统的故障诊断6个学习模块。教材采取“教学目标—教学重点—教学说明—自我评价—内容实施—实操训练”的体例,采取理实一体的授课方式,使学生能够在理论与实践交叉教学中掌握发动机电子控制系统的相关知识。本教材理论与实践相融合,注重实践考核,每章节均设置有实践考核,突出应用性。

本书可作为高等职业技术学院汽车检测与维修技术、汽车电子技术等相关专业的教学用书,也可供有关技术人员参考。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

汽车发动机电控系统原理与故障诊断/许冀阳主编. —北京:北京理工大学出版社, 2017.7 (2017.8重印)

ISBN 978-7-5682-4407-7

I. ①汽… II. ①许… III. ①汽车-发动机-电子系统-控制系统-理论-高等教育-教材②汽车-发动机-电子系统-控制系统-故障诊断-高等教育-教材 IV. ①U472.43

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第175539号

出版发行/北京理工大学出版社有限责任公司

社 址/北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编/100081

电 话/(010) 68914775 (总编室)

(010) 82562903 (教材售后服务热线)

(010) 68948351 (其他图书服务热线)

网 址/<http://www.bitpress.com.cn>

经 销/全国各地新华书店

印 刷/

开 本/787毫米×1092毫米 1/16

印 张/13

字 数/306千字

版 次/2017年7月第1版 2017年8月第2次印刷

定 价/32.00元

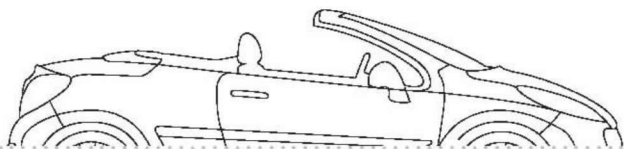
责任编辑/梁铜华

文案编辑/党选丽

责任校对/周瑞红

责任印制/李志强

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换



前言

P R E F A C E

随着我国经济的迅猛发展,我国汽车产业也得到了跨越式发展,连续七年全球产销第一,汽车保有量大幅增加,这也推动了我国汽车售后服务市场的不断繁荣,对汽车售后服务人员的需求也不断增加。而各种新技术和新工艺在汽车上的应用,对售后服务从业人员的要求越来越高。

电子技术的快速发展和排放法规的不断严格推动汽车发动机升级换代,各种电控新技术不断应用在汽车发动机上,使其动力性、经济性、排放性得到了极大的提高。汽车售后服务维修相关行业需要熟练掌握汽车发动机电控技术的应用型人才,为了使汽车专业的学生和维修人员更好地掌握汽车发动机电控系统和发动机新技术,本书采用“项目导向、任务驱动”的理实一体授课方式,将理论知识与实际操作进行了有机结合,更加注重学生的实操性和实践性,并贯穿于每一节课程。本教材有以下主要特点:

(1) 教材注重理实一体化,使教材与职业工作过程密切联系,既注重够用的理论知识,又具有实用性和可操作性。每一个工作任务设计有实践操作和考核内容,使学生边学边练边考核。

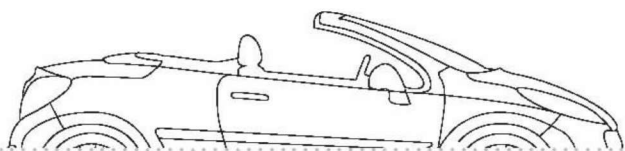
(2) 教材在内容选择方面,注重结合岗位技能和岗位要求,突出职业性、实践性和新颖性;删除了冷起动喷油器、普通无触点电子点火等陈旧内容,使学生基本能够适应现代汽车维修技术的要求。

(3) 教材强调学生知识、实践能力考核,每项任务制定了考核内容,包括知识和实践两个方面,使教学真正实现理实一体化。

本教材由陕西工业职业技术学院许冀阳担任主编,并负责总体策划、编写大纲、统稿和定稿,陕西工业职业技术学院吴晨担任副主编。本教材编写分工如下:模块一和模块二由许冀阳编写,模块三和模块五由吴晨编写,模块四由陕西工业职业技术学院朱辉编写,模块六由陕西工业职业技术学院郭炎伟编写。

教材在编写过程中,参考了大量书籍、文献、论文等,在此对相关作者表示衷心感谢!由于编者水平有限,教材难免有不足之处,敬请广大读者批评指正。

编者



目 录

C O N T E N T S

模块一 汽车发动机电控管理系统总体认知	001
任务 1.1 汽车发动机电控管理系统基本组成	001
1.1.1 传感器	002
1.1.2 电子控制单元	005
1.1.3 执行器	007
1.1.4 实操训练	008
任务 1.2 汽车发动机电控管理系统的控制功能及方式	009
1.2.1 控制功能	010
1.2.2 控制方式	011
1.2.3 实操训练	012
任务 1.3 汽车发动机电控新技术	012
1.3.1 汽车发动机电控新技术	012
1.3.2 未来发展趋势	014
1.3.3 实操训练	014
模块二 发动机进气控制系统	017
任务 2.1 空气供给系统	017
2.1.1 空气供给系统的组成	017
2.1.2 空气流量传感器	018
2.1.3 进气歧管压力传感器	027
2.1.4 进气温度传感器	031
2.1.5 实操训练	034
任务 2.2 电控节气门系统	035
2.2.1 节气门位置传感器	035
2.2.2 电控节气门系统功能	038
2.2.3 电控节气门系统的结构与工作原理	039
2.2.4 电控节气门系统的检修	040
2.2.5 实操训练	041
任务 2.3 怠速控制系统	042



2.3.1	怠速控制系统的组成	042
2.3.2	怠速控制系统的工作原理	043
2.3.3	怠速控制系统的控制方式	044
2.3.4	怠速控制系统的检修	050
2.3.5	实操训练	052
任务 2.4	可变进气控制系统	053
2.4.1	可变进气控制系统的作用	053
2.4.2	进气谐波增压控制系统	054
2.4.3	动力阀可变进气控制系统	057
2.4.4	实操训练	058
任务 2.5	可变配气相位控制系统	059
2.5.1	可变配气相位控制系统的功能和作用	059
2.5.2	可变配气相位控制系统的分类	060
2.5.3	可变配气相位控制系统的检修	065
2.5.4	实操训练	067
任务 2.6	废气涡轮增压控制系统	067
2.6.1	废气涡轮增压系统的分类	068
2.6.2	废气涡轮增压系统的结构与工作原理	070
2.6.3	废气涡轮增压系统的控制原理	071
2.6.4	废气涡轮增压系统工作不良的原因及检修	073
2.6.5	实操训练	075
模块三	发动机燃油供给系统	080
任务 3.1	燃油供给系统的组成	080
3.1.1	电动燃油泵	081
3.1.2	燃油压力调节器	088
3.1.3	喷油器	091
3.1.4	实操训练	095
任务 3.2	燃油喷射控制	096
3.2.1	喷油正时控制	096
3.2.2	喷油量的控制	099
3.2.3	断油控制	103
3.2.4	实操训练	105
模块四	微机控制点火系统	109
任务 4.1	微机控制点火系统概述	109
4.1.1	微机控制点火系统的基本组成	110
4.1.2	相关重要传感器	112
4.1.3	微机控制点火系统的控制过程及原理	119
4.1.4	实操训练	120
任务 4.2	微机控制点火系统重要参数的控制	121

4.2.1	点火提前角	121
4.2.2	闭合角	122
任务4.3	微机控制点火系统的闭环控制	123
4.3.1	爆燃原因	123
4.3.2	爆燃传感器	124
4.3.3	爆燃控制	128
4.3.4	实操训练	129
模块五	发动机排放控制系统	133
任务5.1	空燃比闭环控制系统	133
5.1.1	空燃比闭环控制系统的原理及组成	134
5.1.2	空燃比闭环控制系统的检修	141
5.1.3	实操训练	143
任务5.2	废气再循环控制系统	144
5.2.1	废气再循环控制系统的组成及原理	144
5.2.2	废气再循环控制系统的检修	148
5.2.3	实操训练	149
任务5.3	燃油蒸发排放控制系统	150
5.3.1	燃油蒸发排放控制系统的组成及原理	151
5.3.2	燃油蒸发排放控制系统的检修	152
5.3.3	实操训练	153
任务5.4	二次空气供给系统	154
5.4.1	二次空气供给系统的组成及原理	154
5.4.2	二次空气供给系统的检修	155
5.4.3	实操训练	156
模块六	发动机电控系统的故障诊断	160
任务6.1	故障自诊断系统	160
6.1.1	故障自诊断系统的功能	160
6.1.2	故障自诊断系统设置故障的原理	161
6.1.3	实操训练	161
任务6.2	故障诊断的基本方法	162
6.2.1	人工直接诊断法	162
6.2.2	仪器设备诊断法	164
6.2.3	元件替换法	164
6.2.4	实操训练	165
任务6.3	电控发动机诊断常用仪器	166
6.3.1	发动机故障诊断仪	166
6.3.2	万用表	170
6.3.3	示波器	172
6.3.4	发动机综合分析仪	175



6.3.5	汽车尾气分析仪	177
6.3.6	实操训练	179
任务 6.4	电控发动机常见故障	180
6.4.1	电控发动机无法起动故障检修	181
6.4.2	怠速异常	183
6.4.3	电控发动机加速不良故障检修	187
6.4.4	电控发动机油耗偏高故障检修	189
6.4.5	实操训练	191
参考文献		196

模块一

汽车发动机电控管理系统总体认知

任务 1.1 汽车发动机电控管理系统基本组成

任务名称	汽车发动机电控管理系统基本组成
教学目标	了解各部分的安装位置； 掌握汽车发动机电控管理系统的基本组成； 理解各部分的功能和作用
教学重点	发动机电控管理系统传感器、ECU、执行器的功能和作用
教学说明	本任务采用1节理论+1节实践进行教学，也可理论、实践穿插同时进行。利用发动机总成具体实物，通过查找认知传感器、ECU、执行器的安装位置，逐步掌握本任务的内容
自我评价	优秀 良好 中等 及格 不及格

随着电子控制技术的不断发展，排放法规的日益严格，发动机电控管理系统已成为提高发动机动力性、经济性、排放性等相关性能指标的最主要手段。发动机电子控制系统由信号输入装置（传感器）、电子控制单元（ECU）及执行机构三个部分组成，如图 1.1 所示。它是以计算机为中心的集智能化、自动化为一体的机电控制管理系统，并随着发动机的换代升级而日益完善和复杂化。

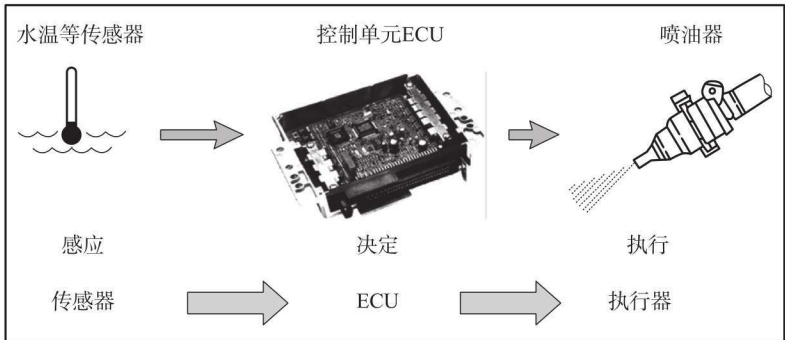


图 1.1 发动机电控管理系统的组成

传感器是一种信号转化装置，不断采集发动机在不同运行状态下的工作参数，并将其转化为电子控制单元能够识别的电信号，然后输送给 ECU，为其提供发动机运转工况和汽车运行状况等相关信息。电子控制单元接收各个传感器输送的相关参数信息，经过储存、计



算、分析和处理后，向执行机构发送控制指令信号。执行机构按照 ECU 发送的控制信号，完成相关执行动作，实现各种控制功能。

1.1.1 传感器

传感器是将需要被测的各种非电量信息，通过一定的算法或者规律转换成便于利用、输出和处理的信号的装置或者器件。传感器就像人的各种感触器官，将我们感触的各种状态和信息转换成神经信号发送给大脑。而在汽车电子控制系统中，传感器将汽车各部分运行的工况状态参数（发动机节气门位置、进气量、各种压力、转速等非电量信息）转化成可以识别的电信号，通过信号处理电路处理后送到 ECU，得到发动机的各部分运行情况和环境条件。

1. 主要传感器

发动机电控管理系统中的主要传感器如图 1.2 所示。

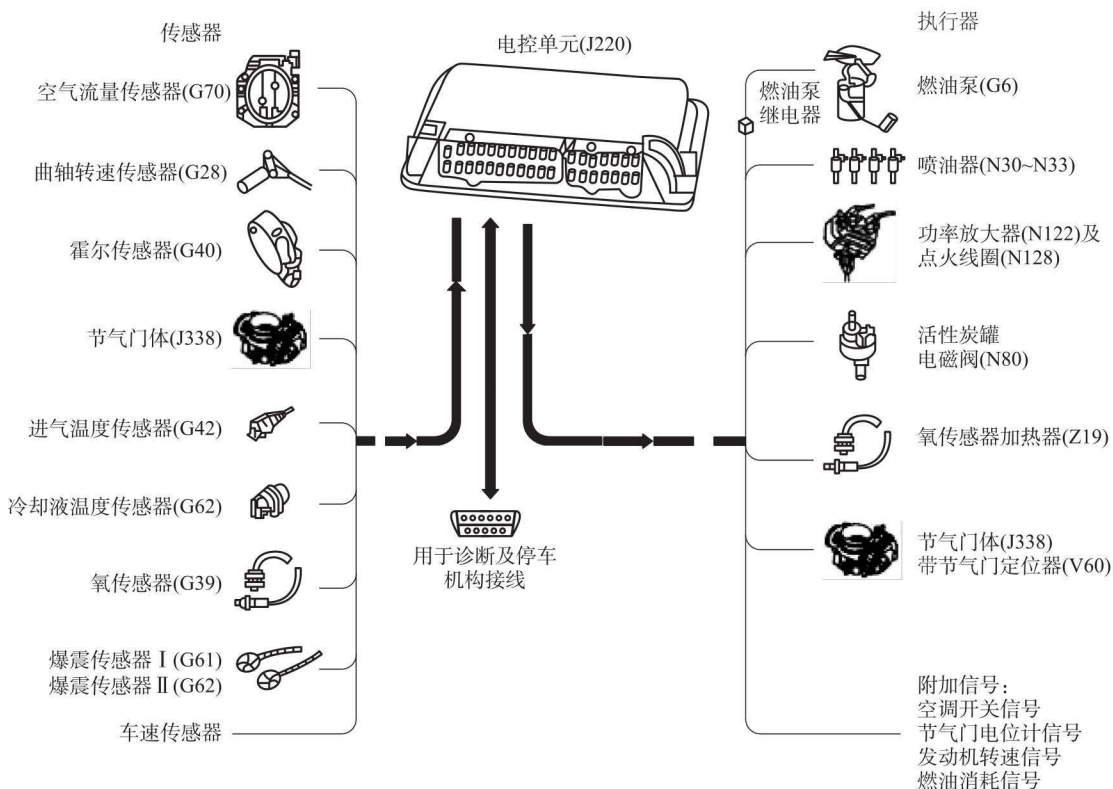


图 1.2 发动机电控管理系统中的主要传感器

(1) 进气歧管压力传感器

进气歧管压力传感器用于检测进气管绝对压力，再根据其他相关量推算出进气缸中的空气量，是一种间接测量发动机进气量的传感器。该传感器输送给电子控制单元的电信号是微机控制点火和喷油的主控参数。

(2) 空气流量传感器

空气流量传感器（又称空气流量计）安装在空气滤清器和节气门体之间的进气管上，

用于检测进入气缸中的空气流量，并将其转化为电信号再送入电子控制单元计算进气量，从而确定喷油量。该传感器信号是微机控制点火和喷油的主控参数。

(3) 曲轴转速传感器

曲轴转速传感器又称曲轴位置传感器、曲轴转角传感器。该传感器用于检测发动机转速、曲轴转角、曲轴位置信号，并将其转化为电信号输送给电子控制单元，从而控制点火时刻和喷油时刻，是微机控制点火和喷油的主要参数。

(4) 进气温度传感器

进气温度传感器用于检测进气空气温度信号，提供给电子控制单元，主要用于对喷油时间和点火时刻进行修正，是微机控制点火和喷油的修正参数。

(5) 节气门位置传感器

节气门位置传感器安装在节气门体上，与节气门轴同轴相连，用于检测节气门开度位置大小以及转角变化率，并送入电子控制单元，从而判断发动机的运行工况。节气门位置传感器信号是发动机控制的重要参数。

(6) 凸轮轴位置传感器

凸轮轴位置传感器也称气缸识别传感器，用于检测气缸活塞到达上止点或运行到某一特定位置的信号，是发动机点火的主控参数。

(7) 冷却液温度传感器

冷却液温度传感器用于检测发动机冷却液温度信号，向电子控制单元发送信号，用于点火时刻和喷油量的修正；同时向发动机冷却液温度表提供信号，向驾驶员显示冷却液温度信息。

(8) 爆震传感器

爆震传感器用于检测和判定燃油发动机是否发生爆震现象，以及爆震发生的剧烈程度，并将其转化为电信号输送给电子控制单元，从而对点火提前角实现闭环反馈控制，将点火时刻控制在最佳状态。

(9) 氧传感器

氧传感器安装在排气管或排气歧管上，用来检测排气中氧气的含量，并将该信号输送给电子控制单元，对混合气空燃比实现闭环控制，修正燃油喷油量。

(10) 加速踏板位置传感器

加速踏板位置传感器安装在油门踏板上，将油门踏板的位置变化和转角速率变化转化为电信号，并送至电子控制单元，从而控制喷入气缸中的燃油量。

(11) 空挡安全开关信号

用于检测自动变速箱的挡位选择开关是否处于空挡位置，并向电子控制单元发送信号。

(12) 空调开关 A/C

空调开关 A/C 用于检测空调是否处于工作状态，并向电子控制单元发送信号。

发动机不断升级换代，电控管理系统的功能也不断增加，各种信号检测装置和信号开关将被越来越多地应用在发动机电控管理系统中。

2. 传感器的电子信号类型

发动机上传感器的电子信号可分为四种：直流信号、交流信号、频率调制信号和脉宽调

制信号。

(1) 直流信号

在任何周期内，电压和电流的方向不随时间变化而变化的信号称为直流信号（DC）。直流信号可以分为恒压直流信号和非恒压直流信号两种。图 1.3 所示为非恒压直流波形。汽车上产生直流信号的传感器元件有进气压力传感器、冷却液温度传感器、进气温度传感器和节气门位置传感器等。

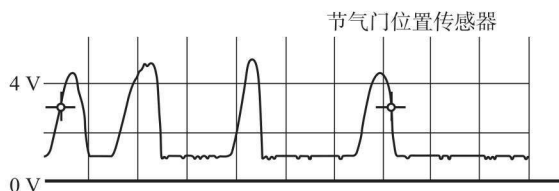


图 1.3 非恒压直流波形

(2) 交流信号

在任何周期内，电压和电流的方向、大小随时间变化而变化的信号称为交流信号（AC）。图 1.4 所示为交流信号波形。汽车上产生交流信号的传感器元件有磁电式传感器、爆震传感器等。

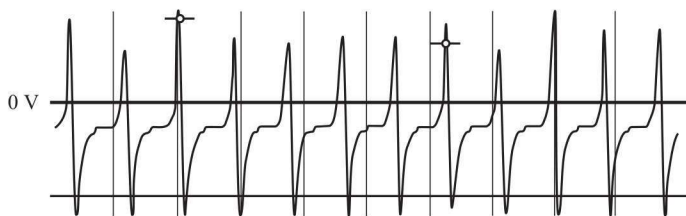


图 1.4 交流信号波形

(3) 频率调制信号

频率调制信号指波形幅度恒定而频率改变的信号（FM），如图 1.6 所示。汽车上产生频率调制信号的传感器元件有数字式空气流量传感器、数字式进气压力传感器、光电式和霍尔式车速传感器、光电式和霍尔式曲轴位置传感器等。

(4) 脉宽调制信号

脉宽调制信号又称脉冲宽度调制信号，指经过脉冲宽度调制的信号（PWM），即脉冲宽度在一个周期内元件所持续的工作时间，如图 1.5 所示。

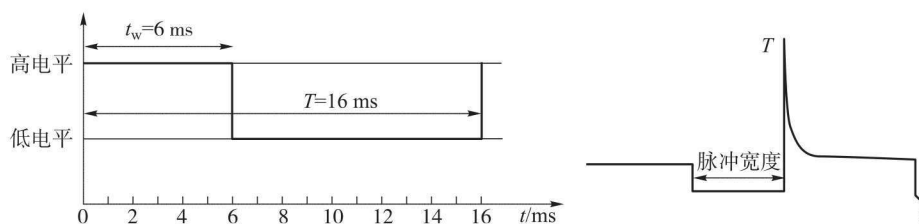


图 1.5 脉宽信号波形

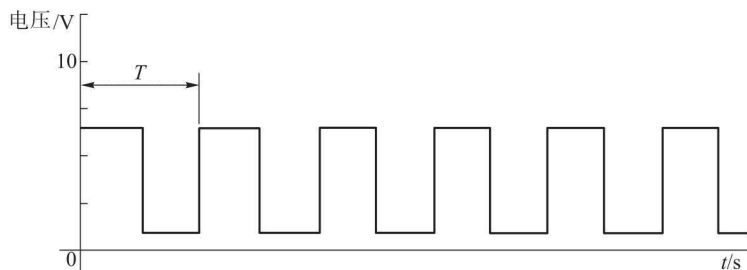


图 1.6 频率调制信号

1.1.2 电子控制单元

电子控制单元（ECU）就像整个控制系统的指挥中心，同时将各种运行状态和运行环境下的控制参数和信息储存在其中。当传感器将汽车当前的瞬时状态信息发送给 ECU 时，经过对照已存入的控制规律信息并进一步分析判断，向执行器发出最精确的执行指令。

1. ECU 的主要功用

①将传感器检测送至的输入信号进行相关转换，成为 ECU 能够识别、分析、处理、判断的电信号。

②进行各种程序、数据信息、参数的储存。

③根据控制要求进行逻辑运算和数字计算。

④将运算结果转换成驱动执行器动作的信号。

⑤产生 2 V、5 V、9 V、12 V 等参考电压。

⑥能够进行故障自诊断并将故障信息输出。

2. ECU 的安装位置

ECU 是发动机电控管理系统的控制核心，为防止外界各种电磁干扰和静电影响，其外面通常安装有金属壳用来保护，如图 1.7 所示。发动机 ECU 通常安装在驾驶室内或发动机舱中。



图 1.7 ECU 实物

3. ECU 的结构组成

ECU 是以单片微型计算机为主处理数据核心，加上各种管理芯片及执行部件为辅助的电子控制装置，在其内部存储着预先编制好的各种运行程序，以及相关运行参数，它具有强大的信息参数处理、系统参数管理、精确的程序运算和自诊断功能，故 ECU 由硬件和软件

两部分构成。硬件主要包括微型计算机、输入极、输出极等，其中微型计算机又包括中央处理器（CPU）、存储器（ROM、RAM）、输入输出接口（I/O）及总线等，如图 1.8 所示。

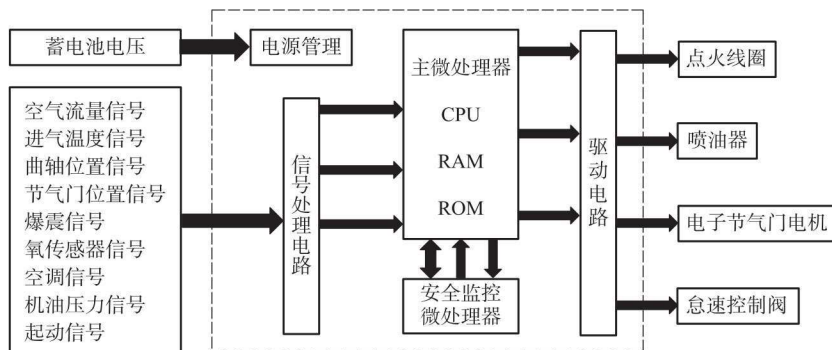


图 1.8 ECU 的结构组成

（1）存储器

存储器包括只读存储器（ROM）和随机存储器（RAM）。只读存储器一次写入内容后不能变更，但可以调出使用，用来存放固定信息。存储的内容即使电源被切断也不会消失，通电以后又可以立即调出使用。只读存储器存储控制程序软件、点火脉谱、喷油脉谱的特性曲线以及特性数据等预定的控制参数。例如喷油和点火等的控制程序、喷油和点火参数等。随机存储器，又称为读写存储器，既能从存储器读出已存入的数据，也能向存储器写入新的数据。如果切断电源，储存在随机存储器中的数据就会丢失，所以仅适宜储存暂时保留的控制过程中的处理数据。在燃油机电控系统中，随机存储器用来储存各种传感器输入的数据、有关维护周期或车辆监测系统检测发现的故障信息等。

（2）输入极

输入极将传感器信号经 A/D 转换、放大、整形后再经过 I/O 接口送给微计算机，完成发动机工况的实时检测。输入极有 A/D 转换器、信号放大电路、信号整形滤波电路等。

（3）输出极

输出极将微计算机的指令转变为控制信号并放大，驱动执行器工作，主要起控制信号的生成和放大的作用。微机输出的是数字信号，且输出电压较低，用这种输出信号一般不能驱动执行元件进行工作。因此采用输出通路，将其转换成可以驱动执行元件的输出信号。输出极输出信号主要有喷油器控制信号、点火控制信号、怠速控制信号、电子节气门控制信号、废气再循环（EGR）阀控制信号等。

（4）ECU 软件

电子控制单元的软件有控制程序和数据信息两部分，最主要的是主控程序。主控程序包括整个系统初始化、实现系统的工作时序、控制模式的设定、常用工况及其他各工况模式下喷油信号和点火信号输出程序。为实现发动机各种工况及运行条件下最佳的综合性能，电子控制系统必须以最佳的相应控制参数（如最佳喷油脉宽和最佳点火提前角）控制发动机在最佳运行状况下运转，这些控制参数的最佳数据预先全部存储在微型计算机只读存储器（ROM）中。

4. 工作过程

汽车电子控制系统的控制过程一般归纳为：实时数据采集，即对传感器的瞬时值实时采集、转换并输入 ECU；实施决策，即 ECU 对采集到的表征被控参数的状态量进行分析，并

按已确定的控制规律计算决定进一步的控制过程策略；实时控制，即根据决策，ECU 实时对执行器发出控制信号。

此外，汽车电子控制系统还应该能对被控参数和设备本身可能出现的异常状态进行及时监督和处理。

5. 发动机 ECU 工作异常的原因

(1) ECU 内部电源电路故障

该故障会导致 ECU 不工作、大部分传感器因无法供电而失去检测功能、发动机不能启动或直接熄火。

(2) 传感器搭铁电路断路、短路或虚接

该故障会导致传感器搭铁不良或不搭铁、传感器信号失效或误差偏大、发动机工作不良、无法启动或熄火。

(3) 常火线断路、短路或接触不良

由于 ECU 供电不足或不供电，该故障会导致 ECU 无法工作、发动机不启动或熄火，同时会丢失部分储存的数据和信息。

(4) 执行器搭铁电路断路、短路或接触不良

该故障会导致执行器搭铁不良、执行器工作异常、发动机无法启动或熄火。

(5) 发动机 ECU 损坏

该故障会导致发动机无法启动或熄火、怠速不稳、排气管冒黑烟。

1.1.3 执行器

执行器是 ECU 的执行部件，根据 ECU 发出的控制信息准确、稳定地执行各种指令。在发动机控制系统中，由于控制功能不同，所以执行器相应也有所不同。主要的执行器及功能如下：

1. 喷油器

喷油器是将燃油以一定压力喷出并雾化，其外形和内部结构如图 1.9 所示。

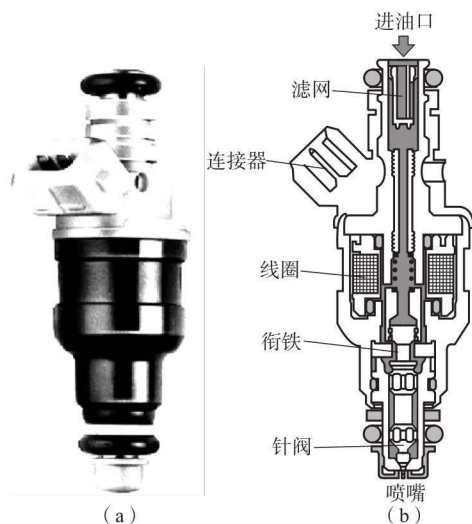


图 1.9 喷油器的外形和内部结构

(a) 外形；(b) 内部结构

2. 点火控制器

点火控制器又称点火控制单元、点火模块，连接于 ECU 和点火线圈之间，接收电子控制单元的点火控制信号来控制点火线圈初级绕组接地端的通断，并进行功率放大，驱动高压点火线圈。

3. 怠速控制阀

根据发动机负荷的变化，怠速控制阀改变怠速空气进气量，维持发动机在目标转速下稳定运行，如图 1.10 所示。怠速控制阀一方面在发动机正常怠速运转时稳定怠速转速，防止发动机熄火和降低燃油消耗；另一方面在发动机怠速运转状态下，当接入空调、助力转向等负载增加时，要增加进气量、提高怠速转速以防止发动机熄火。

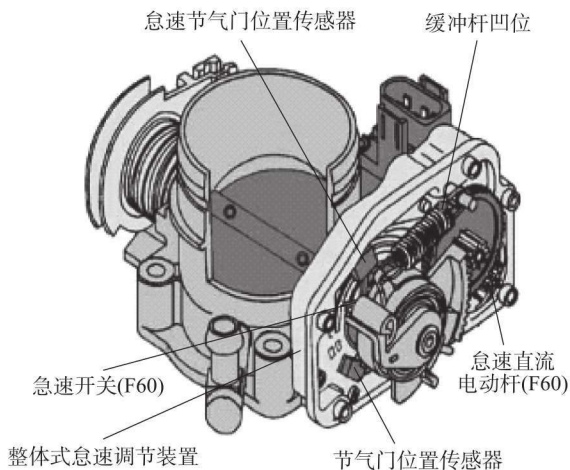


图 1.10 怠速控制阀

4. 废气再循环 (EGR) 阀

EGR 阀是废气再循环系统中一个关键部件，如图 1.11 所示。EGR 阀根据发动机实际工况的变化，调节参与再循环废气的量。

还有二次空气喷射阀、燃油泵继电器、冷却风扇继电器、进气控制阀等其他执行器。随着发动机电控管理系统的不断升级，控制范围和功能不断加强，执行器的种类和数量也在持续增加。

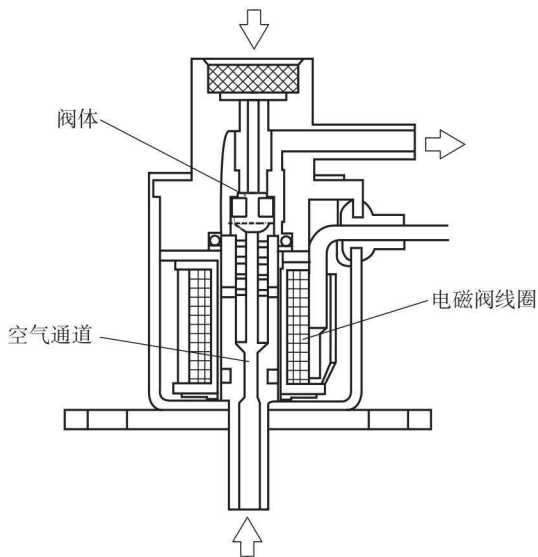


图 1.11 EGR 阀

1.1.4 实操训练

1. 训练内容

利用发动机总成实物，明确发动机电控管理系统的传感器、执行器、ECU 的具体名称，并指出各部件的具体安装位置。

2. 设备、工具

万用表、故障诊断仪、维修工具等，以及电喷发动机电控故障诊断台架若干台、动态解剖发动机试验台一台、丰田卡罗拉轿车一辆。（根据学生数量，分组进行讲解和熟悉）

3. 考核

①实操报告：基本知识点和基本内容，包括传感器、执行器的安装位置、具体功能和作用。

②考核标准（可采取教师考核或者学生互评的原则）：

序号	考核内容	分数	评分标准	得分	具体原因
1	正确使用万用表、维修工具等	10	工具使用不规范每次扣2分		
2	传感器的安装位置、功用	30	传感器安装位置、功用错误各扣3分		
3	执行器的安装位置、功用	30	执行器安装位置、功用错误各扣3分		
4	安全用电，规范操作	10	违规操作扣10分		
5	团队合作，讨论交流	10	依据现场情况而定		
6	场地打扫，工件摆放	10	依据现场情况而定		
	总分	100			
	教师签字			年 月 日	



任务 1.2 汽车发动机电控管理系统的控制功能及方式

任务名称	汽车发动机电控管理系统的控制功能及方式
教学目标	掌握发动机电控管理系统的控制功能； 熟悉发动机电控管理系统的控制方式
教学重点	发动机电控管理系统的控制功能和作用
教学说明	本任务采用1节理论+1节实践+1节理论进行教学。1节理论讲解发动机电控管理系统的控制功能和作用；1节实践在具体发动机电控实训室进行，通过发动机运行和具体现象变化，较深入地掌握该内容；1节理论巩固总结，同时利用电控系统控制方式引入开环控制和闭环控制，最后掌握本任务的内容
自我评价	优秀 良好 中等 及格 不及格

目前，汽车发动机上主要的电子控制系统有：电子控制燃油喷射系统、电子控制点火系统、进气控制系统、排放控制系统、失效保护系统、应急备用系统和故障自诊断系统。燃油控制（喷油量控制和喷油正时控制）和点火控制（控制点火提前角控制、闭合角和爆震控制）是发动机电子控制系统主要控制功能，怠速控制、进气控制、排放控制和增压控制等



均为辅助控制系统。

1.2.1 控制功能

1. 燃油喷射控制

燃油喷射控制包括喷油量控制、喷射正时控制、断油控制和燃油泵控制。

喷油量控制是最基本也是最重要的控制内容。ECU 主要根据空气流量传感器提供的进气量信号确定基本的喷油量，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）信号对喷油量进行修正，以有效地控制混合气空燃比，使发动机在各种工况下的空燃比达到较佳值并能获得最佳浓度的混合气，从而实现提高功率、降低油耗和减少排气污染等功效。

2. 点火控制

点火控制主要包括点火提前角控制、通电时间（闭角）控制以及爆燃控制。

发动机在不同转速、不同负荷条件下，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，并根据蓄电池电压及转速等信号控制点火线圈初级电路的通电时间，从而改善发动机的燃烧过程，使发动机输出最大的功率和转矩，将油耗和排放降到最低限度。此外，系统还能进行爆震控制。

3. 进气控制

进气控制主要包括怠速控制、节气门控制、巡航控制、可变进气道控制、可变配相位控制和废气涡轮增压控制等。它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，从而改善发动机的动力性。

4. 排放控制

排放控制主要包括燃油蒸气排放控制系统、废气再循环（EGR）控制系统、氧传感器及三元催化转换（TWC）控制系统、二次空气喷射控制系统。

5. 应急备用控制

当控制系统的控制单元出现故障时，应急备用系统将自动起动，并按设定的信号（固定的点火时刻和喷油脉宽）控制发动机进入强制运行工况，以维持发动机运转的基本功能。

6. 失效保护控制

当控制系统的传感器或者信号传输电路出现故障，ECU 检测到信号超出正常范围或失效时，ECU 便不再采用其信号，而是根据预先设定并保存在 ECU 内部的参数进行控制，使发动机能够继续运行；当涉及关键传感器信号失效时，ECU 会停止喷油和点火，使发动机停止工作。

7. 自诊断系统控制

发动机工作时，故障自诊断系统对电子控制系统各部分的工作情况进行监测。当传感器或传感器线路发生故障时，它会立即点亮仪表板上的故障指示灯，并将故障信息以设定的故障码形式存储在 RAM 中，以帮助维修人员确定故障类型和范围，快速诊断故障部位。