

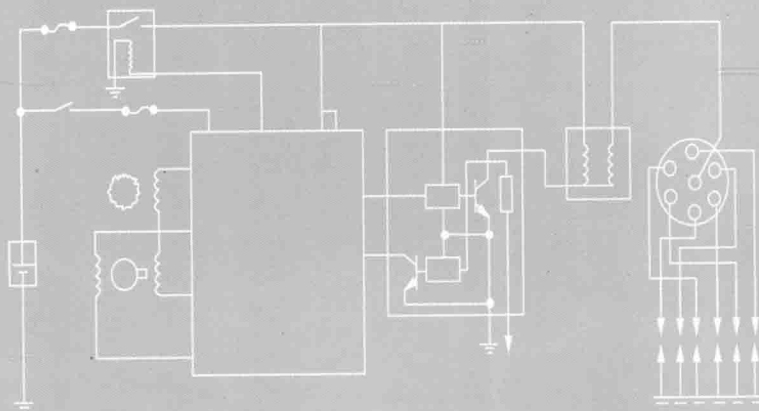


教育部高等学校高职高专汽车类专业教学指导委员会规划教材
总主编 仪垂杰

汽油发动机电控系统 原理与维修

QIYOU FADONGJI DIANKONG XITONG
YUANLI YU WEIXIU

主编 肖健



教育部高等学校高职高专汽车类专业教学指导委员会规划教材

总主编 仪垂杰

汽油发动机电控系统 原理与维修

主 编 肖 健

副主编 林 平 蒋卫东

参 编 闫忠孝 曾令全 郑善亮

主 审 尹万建

山东大学出版社

内容简介

本书系统地阐述了汽油发动机各电控系统的功用、结构原理和故障诊断与检修方法。全书共分八章,主要内容包括:汽油机电子控制技术基础、汽车传感器、电控燃油喷射系统、进气控制系统、电控点火系统、排放控制系统、自诊断系统、汽油机电控系统常见故障诊断与排除。

为便于教学,本书每章附有学习目标、考核标准、教学建议、拓展阅读和复习思考。本书主要作为高职汽车类专业教材,也可供中职汽车类专业学生和企事业单位从事汽车检测与维修相关专业技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽油发动机电控系统原理与维修/肖健主编. — 济南:山东大学出版社,2011.8
教育部高等学校高职高专汽车类专业教学指导委员会规划教材/仪垂杰总主编
ISBN 978-7-5607-3742-3

I. ①汽…

II. ①肖…

III. ①汽车—发动机—电子系统:控制系统—理论—高等职业教育—教材

②汽车—发动机—电子系统:控制系统—车辆修理—高等职业教育—教材

IV. ①U472.43

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 159186 号

山东大学出版社出版发行

(山东省济南市山大南路 20 号 邮政编码:250100)

山东省新华书店经销

曲阜师范大学印刷厂印刷

787×1092 毫米 1/16 14.75 印张 334 千字

2011 年 8 月第 1 版 2011 年 8 月第 1 次印刷

定价:24.00 元

版权所有,盗印必究!

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部负责调换

教育部高等学校高职高专汽车类 专业教学指导委员会规划教材 编审委员会

总 主 编	仪垂杰				
主任委员	尹万建				
副主任委员	祁翠琴				
委 员	王世震	贺 萍	尹万建	李春明	汤定国
	么居标	魏庆耀	冯 渊	杨维和	卢 明
	傅高升	石晓辉	颜培钦	祁翠琴	胡定军
	周翼翔	程言昌	陈 明	林在犁	吴宗保
	高创宽	孙志春	康国初	李佩禹	范小青
	阳小良	牛宝林	陈文均	王永仁	邹小明
	胡 勇	朱成庆	高俊文	王勇军	陈永革
	崔振民	李纪聪	游文明	孟繁营	张西振
	朱秀英	王 军	韩学军	王 宇	陈文华
	宋继红	戚晓霞	牟盛勇	张红英	张松青
	韩翠英	周梅芳	刘继明	王斌修	王优强

总序

进入新世纪以来,我国加快了转变经济发展方式的步伐,从而有力地推动着各领域的科学发展。随着科技创新能力的不断提高,科学技术的产业化进程日益加快,制造业不断优化结构,改善品种质量,并淘汰落后产能,汽车制造业尤其如此。《中华人民共和国国民经济和社会发展规划纲要》提出的培育发展新能源汽车等新兴产业的战略目标就充分体现了这一点。

2010年,中国汽车产销量已超过1800万辆,居全球首位,市场潜力巨大。中国汽车与装备制造业已进入了一个新的发展阶段。汽车工业的飞速发展带动了汽车与制造相关产业链的发展,为汽车和机械制造类相关专业毕业生提供了广阔的就业空间和很好的发展前景。然而,老版本的汽车类教材已经远远不能满足汽车专业的教学需求,为广大汽车专业的师生提供一套新版教材成为当务之急。同时,为贯彻《教育部财政部关于实施国家示范性高等职业院校建设计划加快高等职业教育改革与发展的意见》(教高[2006]14号)和《教育部关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》(教高[2006]16号)的精神,进一步推动职业教育由“重视规模发展”向“注重提高质量”的工作重心转变,适应我国现代汽车工业和职业教育发展的需要,教育部高等学校高职高专汽车类专业教学指导委员会决定在工学结合课程开发和教材建设方面进行探索,组织高校富有经验的教师和企业专家共同编写一套理论性和实践性相结合的汽车类专业教材。

教学质量是学校的生命线。提高教学质量,专业建设是龙头,课程建设是关键。高职教育的课程改革是一项长期的工作,它不是片面的课程内容的解构与重构,必须以人才培养模式创新为核心,以双师素质教师团队建设、实训条件建设、实训项目开发、教学方法改革、教学实施创新等一系列条件为支撑。多年来,在教育部高等学校高职高专汽车类专业教学指导委员会指导下,各高职高专院校进行了广泛的调研,以课程建设为抓手,以校企合作、工学结合为突破口,狠抓课程实施,在教材建设方面做出了高等职业教育的特色。本套教



材既注重技能的提高,又兼顾理论的提升,力求满足广大高职高专汽车类专业学生学习的需要,为学生的就业和继续深造打下坚实的基础,充分体现了工学结合的职业教育特色。

经过各分册编写者和主审们的辛勤劳动,本套教材即将陆续面世。希望教育部高等学校高职高专汽车类专业教学指导委员会的工作可以为各高职院校提供一些借鉴,并通过这套教材进一步推动各地的高职高专教学与课程改革。同时,也希望业内专家和同仁对本套教材提出指导性和建设性意见,以便在教学实践中共同完善和提高。

在本套教材编写过程中,得到了教育部领导、行业专家、各高职高专院校和企业专家的支持,山东大学出版社对教材的出版给予了大力支持和帮助,在此一并致谢。

教育部高等学校高职高专汽车类专业
教学指导委员会主任委员 仪垂杰

2010年12月于青岛

前 言

《汽油发动机电控系统原理与维修》是高职汽车检测与维修专业的主干专业课。在编写过程中,参照《汽车修理工国家职业标准》,根据汽车机电维修工岗位任职要求,按照高职“1221”办学和人才培养模式的指导思想,以“系统学习理论知识,系统培养操作技能,用理论知识指导实际操作,在操作中加深对理论的理解、巩固理论知识”的思路编写本教材。

本书对各系统的介绍以功能为主线、以检测诊断为目的,系统讲述各系统的结构、原理,系统介绍检测诊断方法和步骤,思路清晰,操作性强。本书内容以国内主流车型先进技术为主,对于已经淘汰的技术不再赘述,作为技术的延续,仅点到为止。

全书共分8章,其中第1章由蒋卫东编写,第2章由曾令全编写,第3章由肖健编写,第4章、第8章由林平编写,第5章由蒋卫东、郑善亮编写,第6章、第7章由闫忠孝编写。本书由肖健担任主编、尹万建担任主审。

在本书编写过程中,编者参考了大量的书籍、论文等文献资料,在此,谨向原作者和关心、支持本书写作的同行表示感谢。

由于编者水平有限,书中难免存在错误或疏漏之处,欢迎广大读者批评指正。

编者

2010年12月

目 录

第 1 章 汽油机电子控制技术概述	(1)
1.1 汽车电子控制技术的发展简介	(1)
1.2 汽车电子控制系统的基本组成及工作原理	(3)
1.3 汽油机电子控制系统控制的项目	(9)
第 2 章 汽车传感器	(11)
2.1 温度传感器	(11)
2.2 曲轴位置传感器	(16)
2.3 节气门位置传感器	(26)
2.4 空气流量传感器	(30)
2.5 压力传感器	(37)
2.6 氧传感器	(42)
2.7 爆震传感器	(49)
第 3 章 电控燃油喷射系统的原理与检修	(56)
3.1 电控燃油喷射系统概述	(57)
3.2 汽油供给系统的构造	(65)
3.3 电控燃油喷射系统喷油量的控制	(76)
3.4 汽油供给系统油压的检测与诊断	(81)
3.5 电动汽油泵及其控制电路的检修	(85)
3.6 喷油器及其控制电路的检修	(88)
第 4 章 汽油机进气控制系统的原理与检修	(92)
4.1 汽油机进气控制系统概述	(93)
4.2 怠速控制系统的原理与检修	(94)
4.3 电子节气门控制系统的原理与检修	(110)



4.4	可变气门控制系统的原理与检修	(119)
4.5	可变进气管控制系统	(122)
第5章 汽油机电控点火系统的原理与检修		(128)
5.1	点火系统概述	(129)
5.2	电控点火系统的控制	(131)
5.3	有分电器电控点火系统	(137)
5.4	无分电器电控点火系统	(140)
5.5	电控点火系统的故障诊断	(142)
第6章 汽油机排放控制系统的原理与检修		(154)
6.1	汽油机排放控制系统概述	(155)
6.2	三元催化转化器、氧传感器与闭环控制系统的原理与检修	(156)
6.3	废气再循环系统的原理与检修	(160)
6.4	燃油蒸发控制系统的原理与检修	(167)
6.5	曲轴箱通风装置的原理与检修	(169)
6.6	二次空气喷射系统的原理与检修	(173)
第7章 自诊断系统		(177)
7.1	自诊断系统概述	(177)
7.2	第二代车载诊断系统(OBD-Ⅱ)	(179)
7.3	故障指示灯	(183)
7.4	故障码的读取与清除	(185)
7.5	故障码的运用	(195)
第8章 汽油机电控系统常见故障诊断与排除		(206)
8.1	汽油机电控系统使用和检修注意事项	(207)
8.2	汽油机电控系统故障诊断的原则和方法	(208)
8.3	汽油机电控系统常见故障的诊断与排除	(212)
主要参考文献		(223)

第 1 章 汽油机电子控制技术概述

学习目标

1. 了解汽车电子控制技术的发展过程。
2. 了解发动机电子控制系统的主要控制项目。
3. 理解汽车电子控制单元及其各组成部分的功用。
4. 掌握汽车电子控制系统的组成及简单工作原理。

考核标准

知识要求：

1. 掌握车用电控单元的基本知识。
2. 开环、闭环控制的基础知识及在汽车上的应用。

技能要求：对发动机电子控制系统有一个总体认识。

教学建议

教具：带有发动机、底盘电控系统的整车。

建议：4 学时，安排 1 学时汽车电子控制系统的感性认识。

1.1 汽车电子控制技术的发展简介

1.1.1 汽车电子控制技术简介

汽车作为重要的交通工具，已成为人们生活的必需品。随着汽车在全球的普及，汽车数量急剧增加，汽车在造福人类的同时，也带来了能源紧缺、排气和噪声污染、交通堵塞和交通事故等一系列社会问题。因此，人们对汽车动力性、燃油经济性、排放性、安全性、操纵稳定性和乘坐舒适性等方面提出了更高的要求，传统的汽车技术已经不能满足需要。

汽车电子控制技术又称汽车电子技术，是汽车技术与电子技术相结合的产物。它以电子技术、计算机技术、新材料、新工艺、新技术为基础，以解决汽车能源、环境保护和交通安全等社会问题为主要目的，旨在提高汽车动力性、经济性、安全性、操纵性、舒适性、通过



性和排放性等使用性能。

随着汽车工业与电子工业的不断发展,在现代汽车上,电子技术的应用越来越广泛,汽车电子化的程度越来越高。汽车电子化程度的高低,已经成为当今世界衡量汽车先进水平的重要标准。对汽车制造厂而言,增加汽车电子装置的数量,促进汽车电子化是夺取未来汽车市场的有效手段;对汽车设计人员而言,电子技术在汽车上的运用,已经成为汽车设计研究部门考虑汽车技术更新的主要手段。现在,在普通汽车上,每辆车上电子装置的平均成本已经达到整车成本的30%以上;在一些豪华轿车上,电子装置的平均成本甚至超过整车成本的50%。例如,在宝马公司(BMW AG)2004年推出的BMW7系列轿车上,装备了70多个电控单元(电脑),利用了8种车载局域网将这些电脑按照不同的控制要求连接起来。可以说,今天的汽车已进入了电子控制的时代,且日趋成熟和可靠,并向自动化、智能化和网络化方向发展。

1.1.2 汽车电子技术的发展过程

20世纪50年代,汽车上最初采用的电子装置只是晶体管收音机。20世纪60年代初期,开发了起点较低的交流发电机用的整流器,从此开始在汽车上采用交流发电机。20世纪60年代中期,开始采用晶体管电压调节器和晶体管点火等装置,接着又逐步实现其集成化。这一阶段的电子装置主要是代替单个机械部件的作用。这些革新往往是局部的,且电子装置多是由分立元件构成,体积大,可靠性也不太高。

20世纪60年代到70年代初期,开始采用模拟电路的电子控制单元,单独对汽车的某一系统,如电子控制燃油喷射系统、电子控制点火系统等进行控制,在降低燃料消耗、减少排气污染、提高动力等方面具有明显的优越性。因为采用的是模拟电路,这时的电子控制系统多采用单独控制系统,即一个ECU控制汽车的一个系统,就是只能控制燃油喷射或只能控制点火,两个系统是完全独立的。多个系统采用多个ECU,当几个系统都需要同一种信号时,必须同时配备几个相同的传感器,这必然造成结构、线路复杂,控制效果差,成本高,维修困难。如果一个ECU要同时控制两种以上项目,就要追加实现相应功能的逻辑电路,电子控制单元的尺寸就变得非常大,对安装空间受限制的汽车来说是不现实的。

20世纪70年代后期,随着电子技术的发展,特别是数字电路、集成电路、大规模集成电路和超大规模集成电路的发展,微型计算机的出现,功能强、响应敏捷、可靠性高、价格便宜的电子产品在汽车上广泛应用,汽车电子控制技术得到了快速发展。1977年,美国通用汽车公司开始采用数字点火控制系统,称为迈塞(MISAN)系统,该系统体积较小,由中央处理器(CPU)、存储器(RAM、ROM)和模/数(A/D)转换器等组成,是一种真正的计算机控制系统。由于微机的应用,电子控制单元的体积显著减小,可靠性明显提高,使增加控制功能变得相当容易,所以同年,美国福特汽车公司开发了能同时控制点火时刻、废气再循环和二次空气供给的发动机电子控制系统。随后,日本、欧洲一些国家也相继开发了自己的汽车发动机电子控制系统。

20世纪80年代,汽车电子控制技术在汽车上得到了广泛的应用。汽车电子控制装置开发最早、最主要部分是从发动机控制开始的。它从单一项目的控制,发展到多功能的



控制,即从单一的控制点火时刻或控制燃油喷射开始,逐步扩展到控制发动机怠速、废气再循环、二次空气供给、涡轮增压等多项内容的发动机综合控制系统,称为发动机集中控制系统。由于电子控制技术在发动机控制中取得了成功经验,随着消费者对汽车多种多样的需求,汽车厂家越来越自觉地在汽车上展开全面应用。现在电子控制技术已渗透到汽车的各个组成部分,如我们熟悉的制动防抱死系统、自动变速系统、安全气囊、电子控制悬架系统、电子控制动力转向系统、信息显示系统等。据有关资料介绍,有的高级的轿车上,已使用多达30个微处理器。由于汽车上越来越多地采用这些电子控制装置,因而在提高汽车的动力性、经济性、降低排放,以及提高安全性、操纵性、可靠性、舒适性等方面,都显示出它的优越性。由于微机在汽车上的应用发展迅速,且日益普及和完善,可以说,在发达国家,汽车已进入电子控制时代。

20世纪90年代后期,由于汽车电子技术作为工程技术已经成熟,能大批生产更先进的传感器和执行器、具有大容量的内存、16位或32位字长的微机系统等;由于汽车上电子控制系统越来越多,许多发达国家开始研发整车控制技术,采用了汽车内部网络来解决分散控制问题,被称为汽车局域网通信网络。整车控制技术以大规模集成电路和微机控制网络为特征,车内各电子控制系统之间,能够进行信息交换,可以做到信息共享,各电子控制系统能做到全面协同,保持系统之间的一致性,达到优化控制,实现了汽车高度集中控制,并具有集中诊断故障的能力。另外,就是解决汽车与社会连接问题,使汽车本身能与外界信息发生源之间进行通信,把汽车与外面道路、交通及有关信息源之间联系起来,能从外界获得尽可能多的信息,汽车可以与道路及有关信息源之间保持双向通信,构成汽车交通与通信网络系统,从而使汽车更加智能化。

国产汽车电子控制技术的开发和应用相对较晚,20世纪90年代初期,只有少数汽车厂家,如一汽的奥迪、北汽的切诺基汽车上开始采用电子控制燃油喷射发动机,而且基本上是对外国生产的部件进行组装。在汽车电子控制技术上,与国外的先进汽车生产厂差距较大。随着形势的发展,如城市汽车数量的增多,汽车尾气造成的污染日趋严重等;国家有关新的安全、油耗、排放法规的公布和国产汽车的排放、安全法规同国际标准接轨;又迫于国际汽车行业的激烈竞争,都大大加快了我国汽车采用电子控制技术的前进步伐。国产汽车电子控制技术的发展速度是非常可喜的,在2000年新生产的轿车上,基本上都采用电子控制燃油喷射发动机和三元催化净化装置。另外,其他电子控制装置,如防抱死制动系统、安全气囊、电控自动变速器等,也都陆续安装在国产轿车上。

1.2 汽车电子控制系统的基本组成及工作原理

1.2.1 电子控制系统的组成

电子控制系统由传感器(含各种开关信号)、电子控制单元和执行器三部分组成,如图1-1所示。

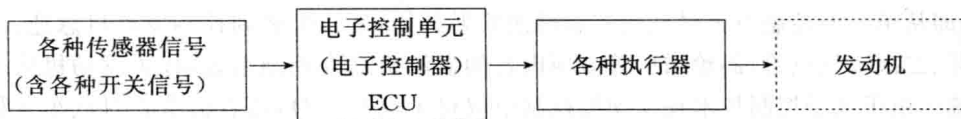


图 1-1 发动机电子控制系统框图

传感器的功能是将发动机运行时的各种状态信息,由非电量转变为电信号输入电子控制单元。它包括各种传感器及一些开关信号,如:空气流量传感器、进气压力传感器、节气门位置传感器、曲轴位置和凸轮轴位置传感器、冷却液温度传感器、进气温度传感器、氧传感器、爆震传感器等,以及起动开关、制动开关、动力转向开关等开关信号。

电子控制单元(ECU)的功能是接收来自各种传感器的信息,经过快速地处理、运算、分析和判断后,适时地输出控制指令,控制执行器动作,以控制发动机。

执行器的功能是接受 ECU 发出的指令,具体执行某项控制任务。执行器一般采用电磁阀或其他电动装置,如:电磁喷油器、电动燃油泵、点火控制器、各种继电器、各种电磁阀等。

1.2.2 电子控制单元的功能与组成

1. 电子控制单元的功能

(1)接受传感器或其他装置输入的信息,将输入的信息转变为微处理器所能接受的信号。

(2)给传感器提供参考(基准)电压:2V、5V、9V、12V(个别为 8V)。

(3)存储信息资料:存储处理程序、该车型的特性参数、运算中的数据(随存随取)及故障信息。

(4)分析处理信息:根据信息参数,经过运算分析,求出执行命令数值。

(5)输出执行命令:把低电压的数字信号转换成可以驱动执行器工作的控制信号。

(6)故障自诊断:将接受到的信号与标准值对比,查出故障并输出故障信息。

(7)自我学习功能(自适应功能)。

2. 电子控制单元的组成

电子控制单元(ECU)又称电脑,它包括硬件和软件两大部分。

(1)电子控制单元的硬件

电子控制单元(ECU)硬件部分的组成如图 1-2 所示,主要由输入回路、A/D(模拟/数字)转换器、微处理器和输出回路四部分组成。

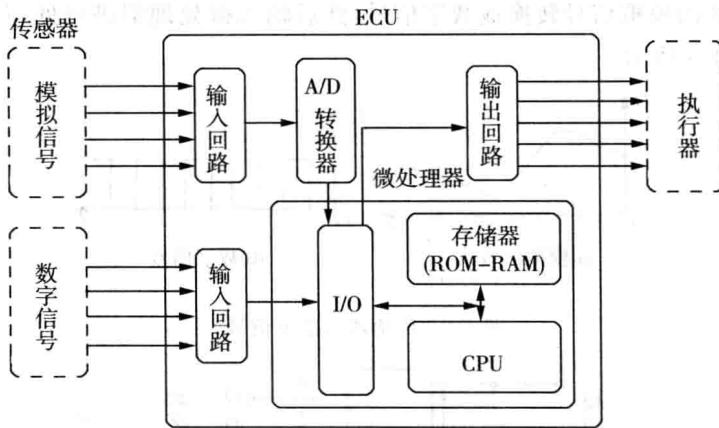


图 1-2 电子控制单元的组成图

1) 输入回路

微处理器只能识别 0~5 V 的方波状数字信号。输入回路的作用就是将信号波形的杂波滤去和把其他波(如正弦波)变为矩形波后,再转换成输入电平(0~5 V 的方波状数字信号),如图 1-3 所示。

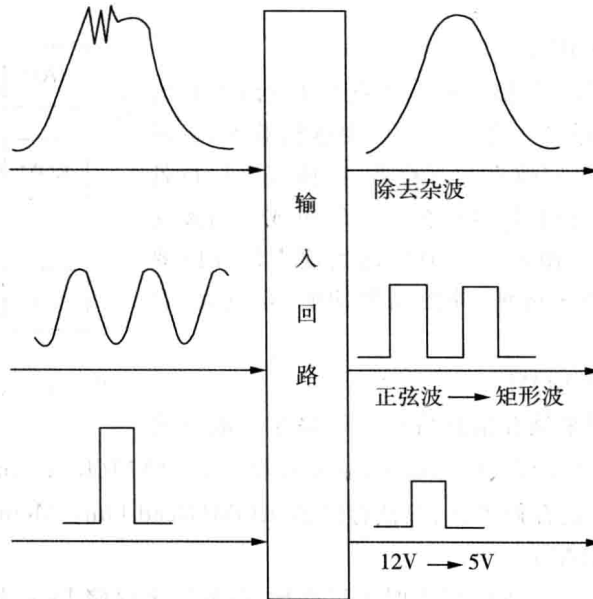


图 1-3 输入回路的作用

2) A/D(模拟/数字)转换器

输入 ECU 的传感器信号有两种(见图 1-4):一种是模拟信号,如节气门位置传感器的输出信号和水温传感器的输出信号等;另一种是数字信号,如霍尔式和光电式传感器输出信号、各种开关信号等。微处理器不能直接处理模拟信号,A/D 转换器的作用就是将



从输入回路得到的模拟信号转换成数字信号,然后输入微处理器进行处理。A/D转换器工作过程如图 1-5 所示。

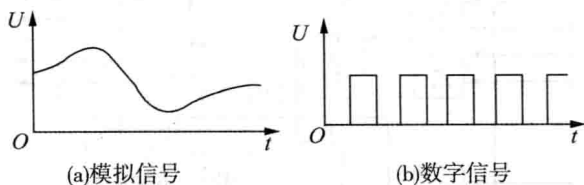


图 1-4 传感器的输出信号

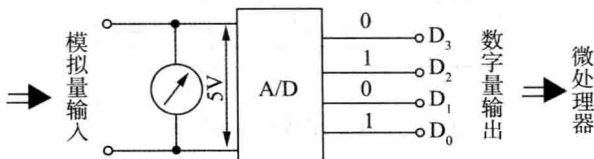


图 1-5 A/D转换器工作过程示意图

3) 微处理器

微处理器主要由中央处理器(CPU)、数据存储单元(RAM、ROM)和输入输出(I/O)接口三部分组成,如图 1-6 所示。

① 中央处理器(CPU)

中央处理器(CPU)是整个控制系统的核心,所有的数据都要在 CPU 内进行运算。它主要由进行算术、逻辑运算的运算器、暂时存储数据的寄存器、按照程序执行各装置之间信号传送及控制任务的控制器等组成。当接受到各传感器的信号后,微处理器根据达到预先设计的要求进行算术运算和逻辑运算,并控制燃油喷射、点火、怠速以及排放等系统。

② 存储器(RAM、ROM)

存储器主要是用来储存信息资料。存储器一般分为两种:一种是能读出也能写入的存储器,叫随机存储器 RAM(Random Access Memory);另外一种是不能写入的存储器,叫只读存储器 ROM(Read Only Memory)。

• 随机存储器(RAM)

RAM 主要用来存储 ECU 操作时的可变数据,如用来存储 ECU 输入、输出数据和计算过程中产生的中间数据等,根据需要,存储的数据可随时调出或更新。RAM 在 ECU 中起暂时存储信息的作用,当电源切断时,所有存入 RAM 的数据会完全丢失。在发动机运行过程中,为了长期保存存入 RAM 的某些数据,如故障代码、空燃比学习修正值等,防止点火开关关闭时这些数据的丢失,RAM 一般都通过专用的电源后备电路与蓄电池直接连接,使它不受点火开关的控制。但如果专用电源后备电路断开或蓄电池上的电源线拔掉时,存入 RAM 的数据也会丢失。

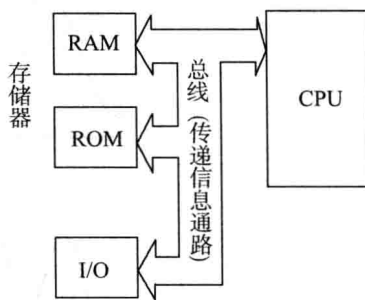


图 1-6 微处理器基本构成图



· 只读存储器(ROM)

ROM用来存储固定数据,即存放各种永久性的程序和永久性、半永久性的数据。如电子控制燃油喷射发动机系统中的一系列控制程序软件、喷油特性脉谱、点火控制特性脉谱以及其他特性数据等。这些信息资料一般都是在制造时由厂家一次性写入,运用中无法改变其中的内容,即ECU工作时,新的数据不能写入,需要时能读出写入的原始数据资料。当电源切断时,写入ROM的信息不会丢失,通电后又可以立即使用。为了方便使用,又相继开发了几种新的不同类型的只读存储器,如PROM、EPROM、EEPROM等。PROM(Programmable ROM)为可编程只读存储器,这种存储器可由用户根据需要自行编写程序,但只能编写一次且使用时其信息不能改变。EPROM(Erasable Programmable ROM)为可擦除可编程只读存储器,其内部存储的程序可用紫外线照射的方法予以擦除(消除),然后再用专用编程器存入新的程序。EEPROM为电力擦除可编程只读存储器,这种存储器在通电的情况下,就可进行擦除和重新编程。以上四种只读存储器,不管哪一种,当切断电源时,写入存储器的信息资料都不会丢失。

③输入/输出(I/O)接口

输入/输出接口是CPU与输入装置(传感器)、输出装置(执行器)间进行信息交流的控制电路,输入/输出装置一般都通过I/O接口才能与电脑连接。根据CPU的命令,I/O接口以所需要的频率接收输入信号,并按发出控制信号的形式和要求,以最佳的速度将输出信号送出(或送入中间存储器)。此外,输入/输出接口还起着数据缓冲、蓄电池匹配、时序匹配等多个作用。

4)输出回路

电脑输出的是电压很低的数字信号,用这种信号一般不能直接驱动执行器工作。输出回路的作用就是将这种低电压的数字信号转换成可以驱动执行器工作的控制信号。输出回路一般采用大功率的电子元件(如三极管、场效应管、达林顿管等),由微处理器输出的信号控制其导通和截止,从而控制执行器的供电或搭铁回路来控制执行器的动作。

发动机控制单元除上述基本装置外,还增设了电源装置、电磁干扰保护装置、自检装置、后备系统等,将它们紧凑地组装在一起,既节省空间又使其工作更加可靠。

(2)电子控制单元的软件

电子控制单元中的软件起着控制决策的作用,还可完成部分硬件的功能,它是控制系统中必不可少的部分。软件包括控制程序和数据两部分。控制软件大多数采用模块化结构,将整个控制系统的程序分成若干个功能相对独立的程序模块,每个模块分别进行设计、编程和调试,最后将调试好的程序模块连接起来。这种结构方式可使程序设计和调试容易,修改变动方便且可按需要进行取舍。

软件中最主要的是主控程序。主控程序可根据使用和控制要求设定内容。主控程序的主要任务是整个系统初始化,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。软件中还有转速和负荷的处理程序、中断处理程序及插值程序等。

为了能对发动机进行最优控制,应在发动机台架、排放转鼓试验台和道路上进行匹配试验,得到基本喷油量和基本点火提前角的控制模型,以及其他为匹配各种运行工况而确



定的修正系数、修正函数和常数等,都以离散数据的形式存在存储器中,作为控制的依据。

1.2.3 电子控制系统的工作原理和控制方式

1. 电子控制系统的工作原理

从图 1-1 可以看出,各种传感器将发动机的各种信息传给 ECU,ECU 对这些数据信息进行处理,然后发出指令给各执行器,控制燃油喷射量、点火时刻等,使发动机得到最佳控制。例如,进行燃油喷射量控制时,ECU 会根据空气流量传感器检测的空气流量、转速传感器检测的发动机转速,计算出基本喷油时间,然后再根据有关传感器送入的信息,如发动机温度的高低、负荷的大小、加速或减速及蓄电池电压等有关工作参数,对基本喷油时间进行修正,最后得出这一工况运行时的最佳喷油时间,通过控制喷油器精确控制喷油量。

2. 电子控制系统的控制方式

发动机电子控制系统的控制方式主要有两种:开环控制和闭环控制。

(1)开环控制

发动机工作时,ECU 根据传感器的信号对执行器进行控制,而控制的结果(如燃烧是否完全、怠速是否稳定、是否有爆燃发生等)是否达到预期目标无法做出分析,控制的结果对控制过程没有影响,这种控制方式称为开环控制。开环控制的特点是在控制器与被控对象之间只有正向控制作用而没有反馈控制作用。

这种开环控制方式要达到精确控制,其控制系统 ROM 中必须预先存储发动机可能遇到的各种工况及运行条件所需控制参数的精确调整数据,这样才能保证输出的控制信号能产生预期的发动机响应。而控制数据一旦存入 ECU 的 ROM 中,就不再变动。

(2)闭环控制

由上述可知,开环控制系统调整空燃比和点火提前角的准确程度受到发动机技术状况和控制程序及数据的限制。另外,开环控制系统无法将影响空燃比和点火提前角的其他控制参数一一兼顾,因此很难达到精确的控制。

闭环控制实质上就是反馈控制。控制系统根据实际检测到的控制结果的反馈信号来修正输出控制量的大小。闭环控制的特点是在控制器与被控对象之间,不仅存在着正向作用,而且存在着反馈作用,即系统的输出量对控制量有直接影响。

如图 1-7 所示,喷油量控制由 ECU 根据氧传感器输出的排气中的氧浓度信号来判断进入气缸中的可燃混合气的浓度(空燃比)是否合适,从而修正燃油供给量,使混合气空燃比保持在最佳状态下。点火时间的闭环控制是采用爆震传感器检测发动机是否产生爆燃作为反馈信号,从而决定点火时刻是应提前还是推迟,使实际点火时刻能贴近爆燃界限曲线变化。

由于开环和闭环控制各有其特点,现代发动机电控系统大多同时采用开环和闭环两种控制方式。开环控制作为基本控制手段,而闭环控制作为精确控制手段,根据发动机工作需要,相互转换,协调工作。