

第一章 现代汽车电子控制技术概述

汽车业与电子业是世界工业的两大金字塔，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。汽车电子技术是汽车技术与电子技术相结合的产物。70年代中期，微机（俗称电脑）在汽车上应用后，给汽车工业带来了划时代的变革。可以说，今天的汽车已进入了电脑控制（简称电控）的时代，且日趋成熟和可靠。

第一节 汽车电子技术发展简介

汽车上最初采用的电子仪器是收音机，在50年代汽车上开始装有电子管收音机，1955年晶体管收音机问世后，采用晶体管收音机的汽车迅速增加。在汽车零部件中，最初采用的电子装置是交流发电机的整流器。60年代初期，由于开发了交流发电机用整流器，通过使用硅二极管，车用发电机改直流为交流，交流发电机结构紧凑、故障少、成本低，故从此开始在汽车上采用交流发电机。1960年，美国克莱斯勒汽车公司和日本的日产汽车公司便开始采用硅二极管整流的交流发电机。此后不久，发电机的交流化迅速推广到全世界。我国始用于70年代，现已全部取代了直流发电机。

60年代中期，汽车上开始采用晶体管电压调节器和晶体管点火装置，接着又逐步实现其集成化。这一阶段，还有其它电子装置不断出现，但这一阶段的电子装置主要是代替机械部件的作用。1960年，美国通用汽车公司采用了IC调节器。所谓IC，即我们现在所说的集成电路，是在硅半导体的表面和内部，把晶体管、电阻和电容封装在一起，即把固体电路集聚在半导体硅切片上制成。这种电路结构紧凑、可靠性高、成本低、耗电少、不需冷却、响应敏捷。1973年，美国通用汽车公司开始采用IC点火装置，此后逐渐普及。随着排放标准的日趋严格，强烈要求增大点火能量，提高点火时刻的调整精度。IC点火装置能很好地满足这些要求，并使维护更简便。1974年，美国通用汽车公司开始装备加大火花塞电极间隙、增强点火能量的HEI高能点火系统。同时，在分电器内装上点火线圈和电子控制电路，力图将点火系统做成一体。

随着汽车工业的发展，由于一些发达国家汽车数量成直线增长，致使环境污染日趋严重。在美国的加利福尼亚州，首先颁布了世界上第一个汽车排放法规，接着日本、欧共体等国家，相继效仿制订出类似法规。随着70年代能源危机的出现，又先后颁布了油耗法规，以限制汽车的耗油量。接着，又先后制定了防止汽车事故的安全法规。随着时间的推移，这些法规经不断修改，其标准越来越严格。由于这些法规的出现，使各国汽车制造厂家无不感到压力，既要保证发动机的动力要求，又要降低发动机的油耗，还要满足排污法规的规定，为此在汽车行业展开了激烈的竞争与角逐。此时，他们感到采用传统的常规方法已无能为力，必须采用更先进的手段，庆幸的是进入70年代后期，电子工业有了长足的进步，特别是集成电路，大规模集成电路和超大规模集成电路的发展，使电子元件过渡到功能块，电

脑出现后，使用功能强、响应敏捷、可靠性高、价格便宜的电子技术成为解决上述矛盾的有效手段。因而迅速推动电子控制技术在汽车上的应用并快速发展。

1976年，美国克莱斯勒汽车公司首先创立了由模拟计算机对发动机点火时刻进行控制的电子控制点火系统。系统中使用了模拟计算机，根据输入的空气温度、进气温度、水温、转速和负荷，计算出最佳点火时刻。

1977年，美国通用汽车公司开始采用数字式点火时刻控制系统，称为迈塞（MISAR）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。同年，美国福特汽车公司将这种发动机上的电子控制系统扩展到能同时控制点火时刻、废气再循环和二次空气喷射的发动机电子控制系统。继之，日本、欧洲一些国家也相继开发了自己的汽车电子控制系统。以后他们又经过多次改进，其控制功能不断增多，其性能更加先进。此后，化油器空燃比反馈、后备电路、自诊断功能也相继被开发出来。

在电子控制汽油喷射方面，1953年 Bendix 公司着手开发汽油电喷射装置（Electrojector），这种装置综合考虑了 50 年代机械式汽油喷射装置的优缺点，可以说是电子控制汽油喷射系统发展的起点。当时关于电子控制汽油喷射技术的优点，（即空燃比控制精度高）未引起注意。那时，优先考虑的是如何提高发动机的输出功率。虽然为了确保全负荷时的扭矩，对所需的空燃比控制自由度有所要求，但是对控制精度方面的要求还很少提到。当时认为，从汽油喷射控制电子化中能够得到的好处，只不过是在发动机上的安装性好而已。而从电子技术方面来讲，当时已经发明了锗晶体管，但是因为价格昂贵而且可靠性差，所以还不能在汽车上实际应用。Bendix 公司在开发阶段，用真空管开发计算机，在 1957 年公布开发成果时（如图 1-1 所示），还是刚刚开始实现晶体管化的艰难年代。当时无论从汽油喷射控制电子化得到的好处来看，还是从电子部件制作技术的方面来看，都认为广泛采用电子控制汽油喷射技术为时尚早。为此，汽油电喷装置停止随意出售和在汽车上随意安装。

Bendix 公司公布汽油电喷射装置 5 年后的 1962 年，原联邦德国波许公司着手开发电子

控制汽油喷射技术，1967 年公布了 D-Jetronic 系统（速度密度方式），并被各个公司所采用，于是电子控制汽油喷射技术得到了发展。图 1-2 所示为 D-Jetronic 电子控制汽油喷射系统的构成图。D-Jetronic 为采用电脑控制电磁式喷油器的开启时刻和开启持续时间。该系统装配于 VW1600 型轿车进入美国市场。

波许公司在 D-Jetronic 公布 5 年后的 1972 年，又公布了两种质量流量式的汽油喷射系统：一种是机械式的连续喷射系统即 K-Jetronic（如图 1-3）；另一种是电子控制式的间歇喷射系统即 L-Jetronic（如图 1-4）。为了提高空燃比控制精度，采用空气流量计（Air Flow Meter）直接检测进入发动机的空气量，以代替速度密度方式

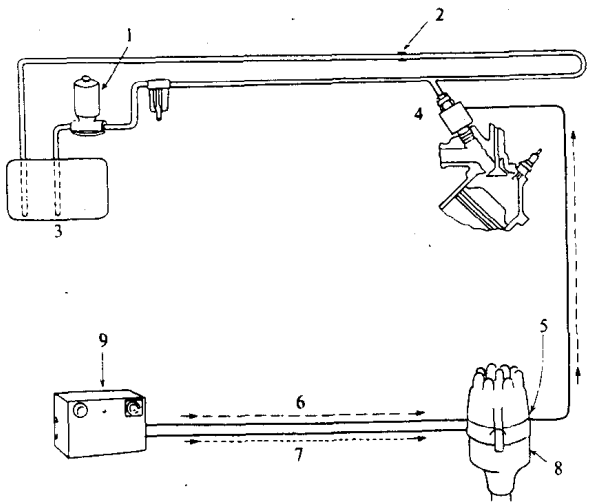


图 1-1 Electrojector Bendix

- 1—汽油泵 2—卡子 3—燃油箱 4—喷油器
- 5—触发电路选择器 6—脉冲电流 7—点火信号
- 8—分电器 9—控制装置

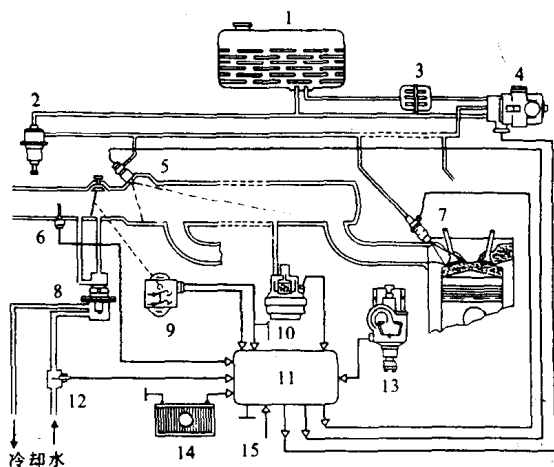


图 1-2 D-Jetronic (波许)

- 1—燃油箱 2—燃油压力调节器 3—燃油滤清器 4—电动汽油泵 5—冷起动喷油器 6—进气温度传感器 7—喷油器 8—辅助空气阀 9—节气门开度传感器 10—进气歧管压力传感器 11—电控单元 12—水温传感器 13—分电器触发电路 14—蓄电池 15—起动开关

(D-Jetronic) 中的空气量间接测量方法。

1973 年, 波许公司机械式汽油喷射系统 (K-Jetronic) 投产, 1974 年开始大批量生产, 装于欧洲的 20 多种车型上, 至今仍有应用。

1975 年, 波许公司开发的 L-Jetronic 汽油喷射系统投产, 装在 VW 轿车上。同年, 在日本汽车上也装了这种系统。

1979 年, 除波许公司继续推出 LH 等新系统外, 美国的通用 (GM) 公司推出 C-4 系统, 美国福特 (Ford) 汽车公司推出 EEC-III 系统。到 1979 年, 发动机电子控制技术已达到相当高的程度。

1980 年, 日本丰田 (TOYOTA) 公司开发了能综合控制喷油、点火时刻和怠速转速并具有自诊断功能的 TCCS 系统。日本三菱 (MITSUBISHI) 汽车公司则开发了使用卡尔曼涡旋式空气流量计, 也具有自诊断功能和后备电路的 ECI 系统。

90 年代, 美国三大汽车公司〔通用 (GM)、福特 (Ford) 和克莱斯勒 (Chrysler)〕1990 年以后生产的车辆, 全部为电控汽油喷射方式供油, 欧洲和日本除出口东南亚地区的汽车尚有化油器供油外, 其它车辆亦均采用汽油喷射供油。

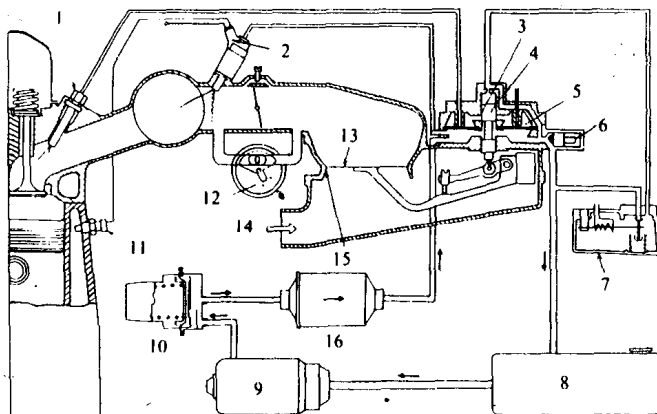


图 1-3 K-Jetronic (波许)

- 1—喷油器 2—冷起动喷油器 3—燃油计量槽 4—控制柱塞 5—差压阀 6—燃油压力调节器 7—暖机控制装置 (调节器) 8—燃油箱 9—电动汽油泵 10—蓄压器 11—温度时间开关 12—辅助空气阀 13—空气流量计感知板 14—空气 15—空气流量计 16—燃油滤清器

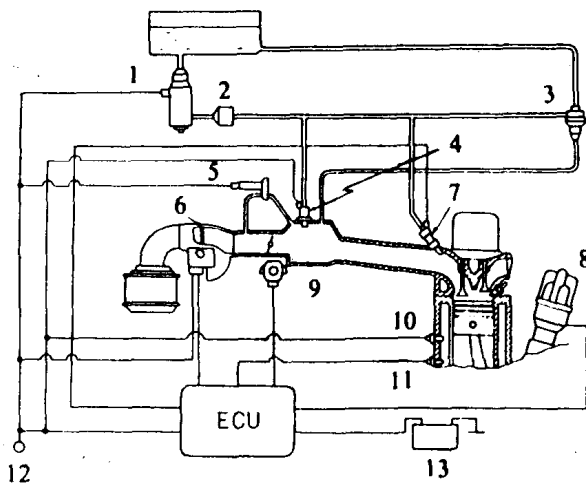
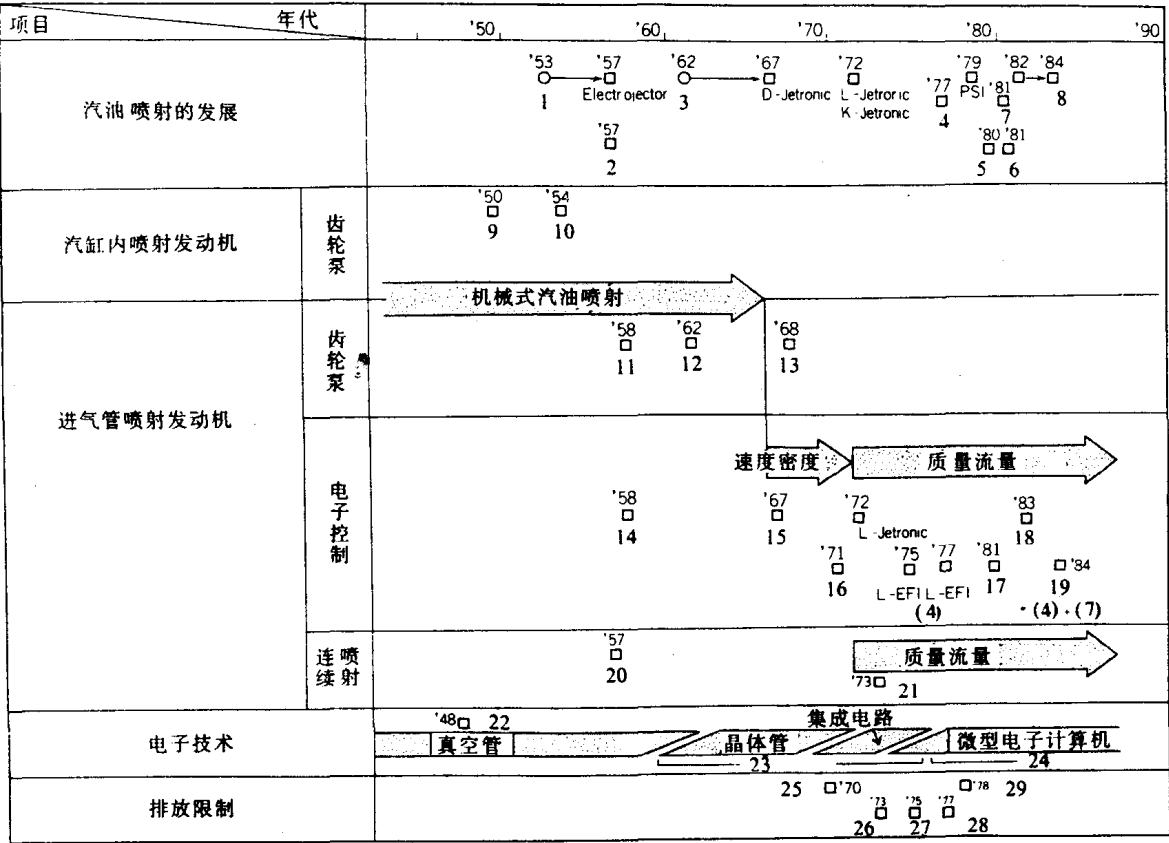


图 1-4 L-Jetronic (波许)

- 1—电动汽油泵 2—燃油滤清器 3—燃油压力调节器 4—冷起动喷油器 5—辅助空气阀 6—空气流量计 7—喷油器 8—分电器 9—节气门开度传感器 10—温度时间开关 11—冷却水温度传感器 12—起动开关 13—蓄电池

表 1-1 所示为汽油喷射技术发展的历史。图 1-5 所示为各国轿车汽油喷射化发展趋势。

表 1-1 汽油喷射技术的发展历史



1— Bendix 着手开发 2— GM 连续喷射 3—波许 (Bosch) 着手开发 4—氧 (O₂) 传感器反馈
5—卡尔曼涡旋式空气流量计 6—热线式空气流量计 7—学习控制 8—GM、丰田 T-LCS 独立喷射
9—Goliath、Gutbrod (二行程) 10—奔驰 300SL 11—奔驰 200SE 12—布逊 404 13—丰田 2000GT
14—库拉依斯拉 Electrojector 15—大众 D-Jetronic 16—日产、丰田 D-EFI 17—丰田 L-EFI 18—
丰田 D-EFI 19—丰田 T-LCS 20—GM 西布莱 21—布鲁谢 K-Jetronic 22—发明晶体管 23—模
拟控制 24—数字控制 25—美国马斯克法案 26—昭和 48 年限制 27—昭和 51 年限制 28—昭和 53
年限制 29—加利福尼亚州排放限制

关于发动机控制微机化的优点，小野先生列举了以下四点：(1) 由于实现复杂控制的随意性好，因此可使发动机工作性能提高。(2) 由于燃油、点火等辅助系统可共同使用运转参数进行集中控制，因此可使发动机工作性能提高。(3) 由于控制特性的数字化，可使发动机经常处于稳定运转状态。(4) 对于各种类型的发动机，微机硬件可以通用。

在此之后，汇集汽油喷射控制、点火控制和怠速控制的集中控制，也发展起来了。

在除发动机以外的其它汽车零部件上，最先采用电子技术的是美国福特汽车公司。1970 年，福特汽车公司开始应用电子控制防滑 (防抱死) 装置。随后有了电控变速器。

汽车电子控制装置开发最早、最主要的部分是从发动机控制开始的。而发动机的电子控制技术又首先是从控制点火时刻开始的。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开始，逐步扩展到控制废气再循环、空燃比、怠速转速等多项内容的发动机综合控制系统，后称为发动机集中控制系统。由于电子技术在发动机控制中取得了成功

经验,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系统、自动变速系统、信息显示系统等。这些装置的采用,对环保、节能、提高运行安全性和汽车综合性能具有十分重要的意义。据有关资料介绍,美国福特汽车公司出产的一部汽车上,最多的装有7个微处理器,日本丰田汽车公司新式“滑翔机”牌汽车上已使用24个微处理器。如果我们注意观察,最近几年从美国、日本、欧洲以及韩国等国进口的汽车上,都或多或少、程度不同地装有各种微机控制装置。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、减少排污性,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。有关资料表明,在1990年世界生产的轿车上,已有90%左右采用了电子控制装置。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,在汽车工业发达国家,汽车已进入了电子控制时代。

目前,国产汽车的电子技术应用多数还处于初级阶段,只有少数厂家,主要集中在一些中外合资的汽车上,开始采用电子控制装置,如北京切诺基、一汽奥迪、上海桑塔纳,另外在三星、三峰牌等汽车上也开始程度不同地安装电子控制装置。国产汽车采用电子控制装置的前景是可喜的,从我国机电部“八五”规划中可以看出,国家对汽车电子技术的开发、引进和应用是十分重视的,对发展汽车电子产品的指导思想、发展战略、基本任务以及发展重点都提出了明确目标和要求。在“九五”规划中又将我国的汽车工业提到了较高的位置。可以预料,随着我国轿车工业的发展,汽车电控新技术必然会得到愈来愈广泛的应用,国产汽车积极采用电子控制装置也指日可待,这就为我国汽车设计、制造、驾驶与维修人员提出了新的要求。知识更新,势在必行。

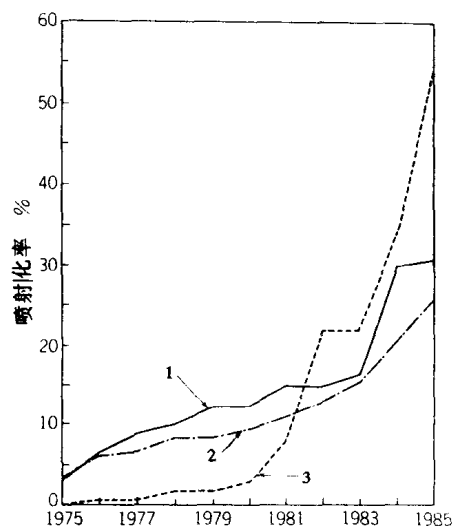


图 1-5 各国轿车汽油喷射化发展趋势

1—日本 2—欧洲 3—美国

第二节 现代汽车电控技术应用现状及发展趋势

随着世界汽车保有量的迅猛增长,日趋严重的环境污染和接连不断的石油危机,迫使人们对越造越多的汽车进行严格的排放控制和提出更高的节能要求;每天都在世界各地频繁发生的交通事故,给人们的生命和财产带来极大的威胁,这不但要求人们提高自身的安全意识,更对汽车行驶的安全性能提出了更高的要求。计算机技术的迅速发展为汽车技术的改进提供了条件。在人们对提高汽车综合性能的渴望中,各种车用电控系统应运而生,并逐步发展成为微机集中控制系统。

一、由单独控制系统到集中控制系统

(一) 单独控制系统

在 60 年代后期到 70 年代, 汽车电控系统多采用模拟电路的 ECU (电子控制单元), 单独对汽车某一系统, 如汽油喷射系统、点火系统等进行控制。由于在采用模拟电路的 ECU 控制系统中, 如果要增加控制功能, 就必须增加与实现该项功能控制逻辑相应的电路, 这样必然会使 ECU 的尺寸增加很大, 对于安装空间有限的汽车来讲很不适用。所以这一时期的汽车电控系统多采用一个 ECU 控制汽车的一个系统的单独控制方式。把这样的系统称为单独控制系统 (Stand-alone System)。

采用单独控制系统很难实现汽车全面的综合控制, 并且结构线路复杂、成本高。多个系统用多个 ECU, 而同一种信号几个控制系统 ECU 都需要时, 则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, 成本高, 维修困难、控制效果差。

图 1-6 所示是单独控制系统示例。图中所示, 在装有增压器发动机的高性能摩托车上, 采用了电子控制汽油喷射系统和电子控制点火系统, 两者都是单独控制系统。汽油喷射系统除编入点火信号之外, 用于检测发动机工况的传感器及 ECU(电子控制单元)都是完全独立的, 并各具特点。

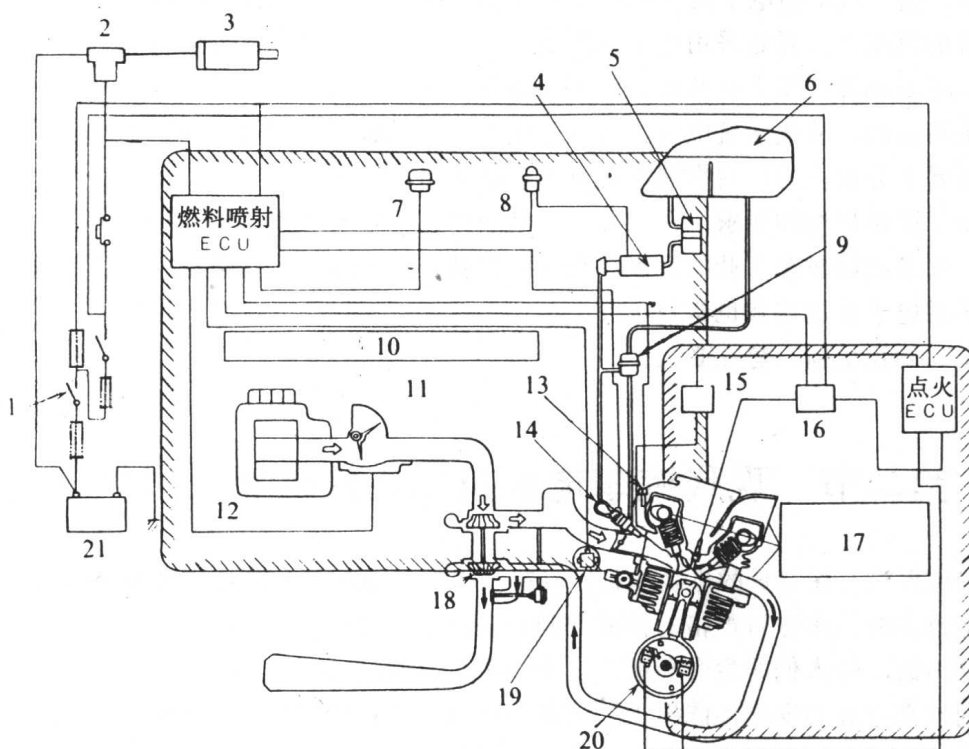


图 1-6 单独控制系统示例

- 1—主开关 2—起动装置继电器 3—起动装置 4—电动汽油泵 5—燃油滤清器 6—燃油箱
7—大气压力传感器 8—电动汽油泵继电器 9—燃油压力传感器 10—电子控制汽油喷射系统
11—空气流量计 12—空气滤清器 13—温度传感器 14—喷油器 15—压力传感器 16—点火线圈
17—电子控制点火系统 18—增压器 19—节气门开度传感器 20—发动机转速传感器 21—蓄电池

(二) 集中控制系统

随着电子技术的飞速发展,从70年代后半期开始,在汽车电子领域开始应用微机技术,用于汽车电控系统中的ECU由于采用了数字电路及大规模集成电路,其集成度愈来愈高,微处理机速度的不断提高和存储容量的增加使其控制功能大大增加,并且具有各种后备功能。图1-7所示是使用微机的ECU构成图。在这种ECU中,记忆在存储器中的程序将决定控制内容。编制实现控制机能的程序,把程序翻译成机器语言并记忆在存储器中。如果需要追加机能,可以增设1个输出转换装置,以便实现控制所需的执行元件工作,追加机能就能变得非常容易,这样就能使ECU小型化。

另外,与汽油喷射控制、点火控制等发动机控制相关的各种控制,由于所用的传感器很多都可通用,如冷却水温度传感器,进气温度传感器,负荷、车速(转速)传感器等,因此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,不同控制功能所共同需要的传感器也就只设置1个。这种控制方式就叫做集中控制系统(Integrated Control),也就是汽车微机控制系统。

表1-2所示为以汽油喷射为基础的发动机集中控制系统的发展过程。图1-8所示是具有代表性的发动机集中控制系统的实例。

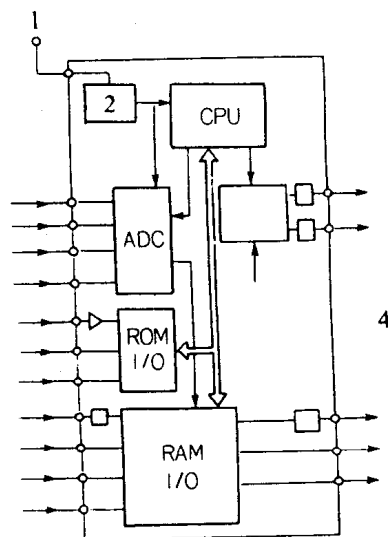


图 1-7 ECU 的构成

1—蓄电池正极 2—电源 3—传感器
4—执行元件 CPU—中央处理器 ADC—
模拟/数字转换器 ROM—读出专用存储器
RAM—随机存取存储器 I/O—输入/输出
处理回路

表 1-2 以汽油喷射为基础的发动机集中控制系统的发展过程

		化油器系统											EFI系统	
		1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985		
发动机集中控制系统	福特	EEC-I	EEC-II	EEC-III	EEC-IV	EEC-V	EEC-VI	EEC-VII	EEC-VIII	EEC-IX	EEC-X	EEC-XI		
	GM	C4	C4	C4	DFI	DFI	DFI	DFI	DFI	DFI	DFI	DFI		
	日产	ECES	ECES	ECES	ECES	ECES	ECES	ECES	ECES	ECES	ECES	ECES		
	丰田	TCCS	TCCS	TCCS	TCCS	TCCS	TCCS	TCCS	TCCS	TCCS	TCCS	TCCS		
	五十铃	I-TEC	I-TEC	I-TEC	I-TEC	I-TEC	I-TEC	I-TEC	I-TEC	I-TEC	I-TEC	I-TEC		
	本田	PGM-FI	PGM-FI	PGM-FI	PGM-FI	PGM-FI	PGM-FI	PGM-FI	PGM-FI	PGM-FI	PGM-FI	PGM-FI		
机能的增加	汽油喷射控制													
	EGR控制													
	点火控制													
	故障自我诊断													
													怠速控制	
													爆震控制	
													变速箱控制	

EEC—Electronic Engine Control C4—Computer Controlled Catalytic Converter DFI—Digital Fuel Injection ECCS—Electronic Concentrated Engine Control System TCCS—Toyota Computer Controlled System I-TEC—Isuzu Total Electronic Control PGM-FI—Programmed Fuel Injection

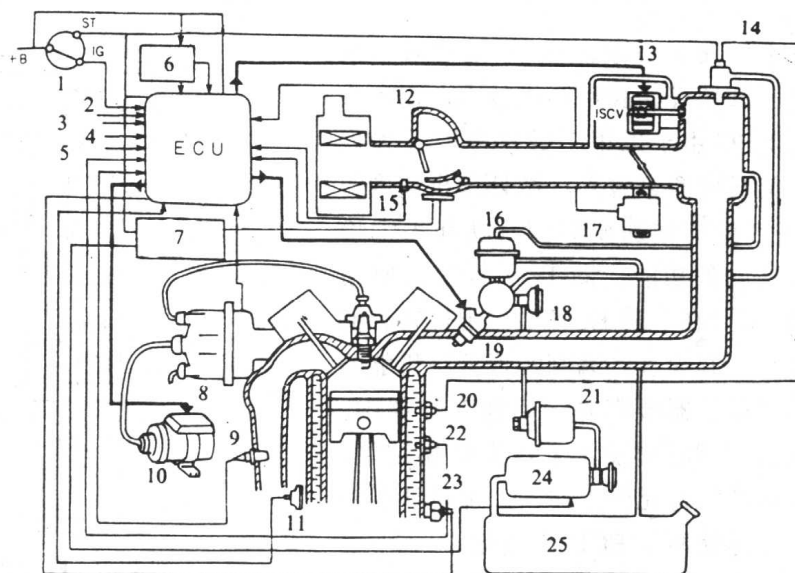


图 1-8 汽油发动机集中控制示例 (丰田汽车)

1—点火开关 2—试验端子 3—中间信号 4—空调器信号 5—车速信号 6—主继电器 7—断路继电器 8—分电器 9—氧 (O₂) 传感器 10—点火器 11—油压开关 12—空气流量计 13—步进电机式怠速控制执行机构 14—冷起动喷油器 15—进气温度传感器 16—燃油压力调节器 17—节气门开度传感器 18—燃油脉动减震器 19—喷油器 20—温度时间开关 21—燃油滤清器 22—冷却水温度传感器 23—爆震传感器 24—电动汽油泵 25—油箱

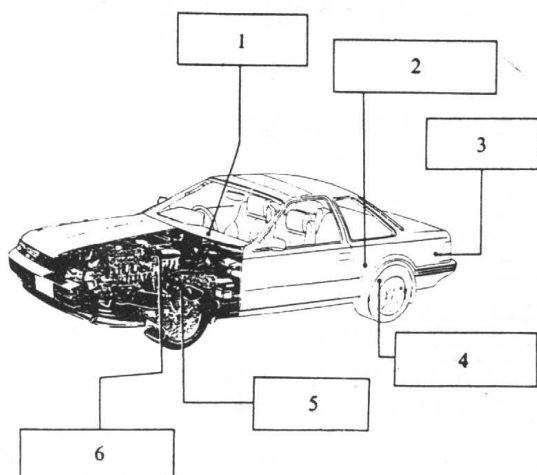


图 1-9 汽车电子集中控制的范围

1—电子控制车用空调器 2—悬架控制装置 3—雷达防止冲撞装置 4—防抱死控制装置 5—自动变速机构控制装置 6—发动机集中控制装置 (EFI、ESA)

二、集中控制系统在现代汽车中的应用

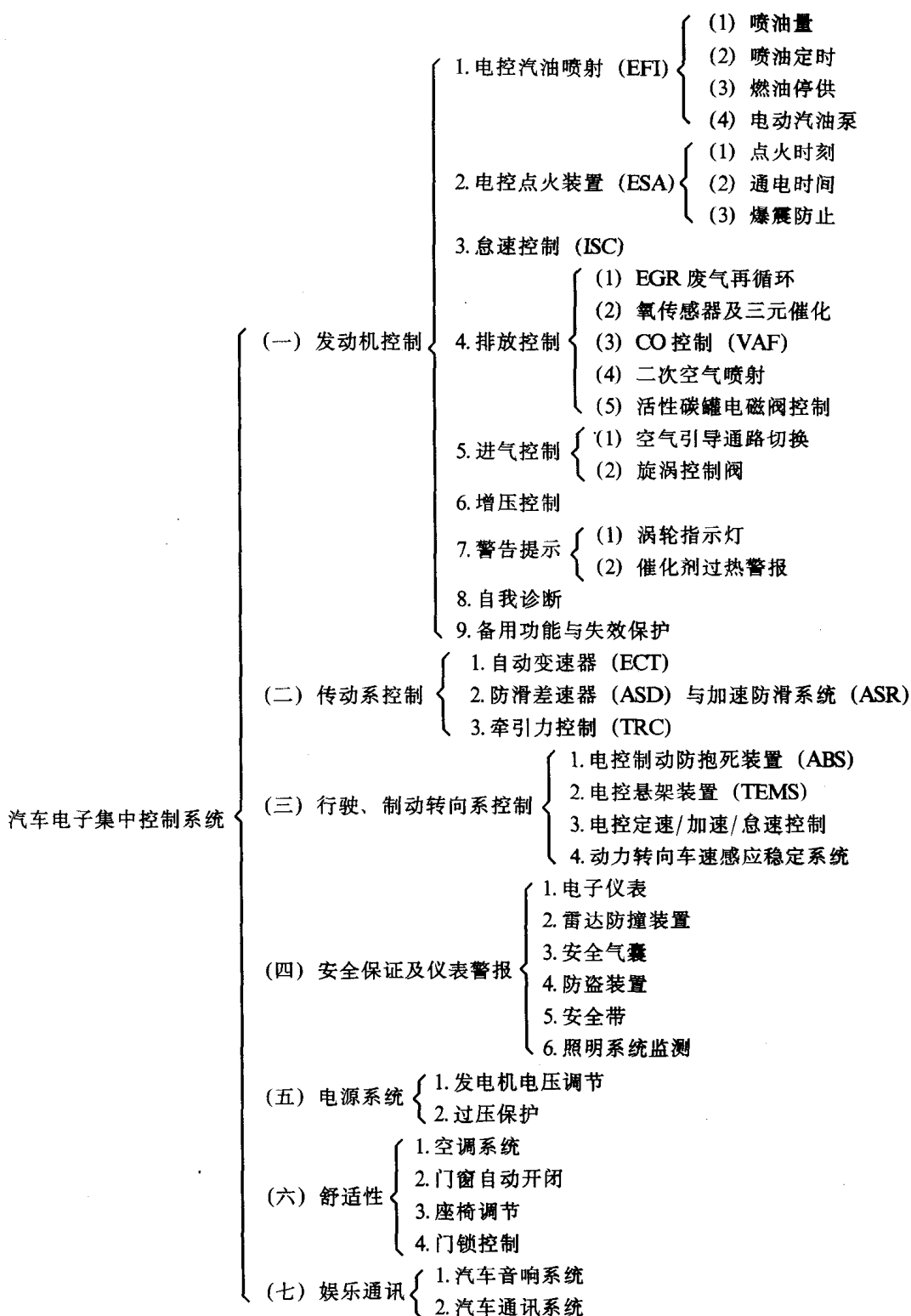
在现代汽车中，集中控制系统得到了广泛的应用。汽车集中控制系统大致可分为七大部分，如图 1-9 和表 1-3 所示。其中发动机及传动系统集中控制，多数情况是以汽油喷射控制为基础再追加若干个辅助控制机能而构成的形式。

表 1-3 中所示的各控制系统，在不同的车型上，其组合形式和控制项目各有异同。如有的车型将发动机控制系统与自动变速控制系统共用 1 个 ECU 控制，有的车型则各自用一个 ECU 控制；大多数车型点火控制均由发动机 ECU 控制，但有的车型则单独由点火 ECU 控制。

大多数车型怠速控制是由发动机 ECU 控制，但有的车型则将定速/怠速/加速控制共同由 1 个 ECU 控制；控制项目不同车型也各有取舍。

在汽车电子集中控制系统中，发动机 ECU 往往集中了较多的控制功能，故又将其称为

表 1-3 汽车电子集中控制系统的分类



主 ECU。

上述各控制系统，既独立地执行相应的控制功能，相互间又必须在极短时间内交换大量信息资料，如转速、负荷、车速等。所以现代汽车电子集中控制系统是一个十分复杂的综合控制系统，其配线也极其复杂。近年来有的厂家已开发出一种总线系统，它仅用一根导线就

可以使信息交换迅速进行，其传递速度相当高，信息量也极大，并可同时提供与所有系统有关的许多信息，配线大大简化。

第三节 国外汽车电子控制技术应用概况

随着汽车电子化的发展，发达国家在汽车的各个系统上竞相采用电子控制装置，可以说是日新月异，层出不穷，令人眼花缭乱。但是它们的发展也是不平衡的，各有特点，而且就某一厂家的某一车型来说，过去和现在也有较大差别，即使是同时期生产的某一车型，销售地区不同，采用的电子控制装置的数量也可能不一样。这里就目前较多见、较成熟的汽车电子控制装置的情况简单介绍如下（后文将详述）。

一、发动机部分

（一）最佳点火提前角（ESA）控制

该系统可使发动机在不同转速、进气量等因素下，实现最佳点火提前角，使发动机能发出最大的功率或转矩，而油耗和排放降低到最低限度。

该系统分开环和闭环两种控制方式。闭环是在开环的基础上，增加1个爆震传感器进行反馈控制，其点火时刻的精确度比开环高，但排气净化稍差些。

（二）最佳空燃比

空燃比的控制是电控汽油喷射发动机的一项重要内容。它能有效地控制可燃混合气空燃比，使发动机在各种工况下及有关因素的影响下，空燃比达到最佳值，从而实现提高功率、降低油耗、减少排气污染等功效。

该系统可分为开环与闭环两种控制。闭环控制是在开环控制的基础上，在一定条件下，由ECU根据氧传感器输出的混合气（空燃比）信号，修正燃油供应量，使混合气空燃比保持在理想状态。

该系统可分电子反馈式化油器系统和电子控制汽油喷射两种，其中电子控制汽油喷射系统的性能显得更优越，化油器式已趋于淘汰。

（三）废气再循环（EGR）

◆ 该系统是将一部分排气废气引入到进气侧的新鲜混合气中，以抑制发动机有害气体（氮的氧化物 NO_x ）生成。该系统能根据发动机的工况，适时地调节排气再循环的流量，以减少排气中的有害气体 NO_x 。它是一种排气净化的有效手段。

（四）怠速控制（ISC）

该系统能根据发动机冷却水温度及其它有关参数（如：空调开关信号、动力转向开关信号等），使发动机的怠速转速处于最佳状态。

除上述控制装置外，在发动机部分进行电子控制的内容还有：电动汽油泵、发电机输

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、油气蒸发及系统自我诊断等功能，它们在不同类型的汽车上，或多或少地被采用。

另外，随着微机技术的进一步发展，微机将会在现代汽车上承担更重要的任务。如控制燃烧室的容积和形状、控制压缩比、检测汽车零件逐渐增加的机械磨损等。

二、底盘部分

(一) 制动防抱系统 (ABS)

该系统能在各种路面上，防止汽车制动导致的车轮抱死。该系统可以提高制动效能，防止汽车在制动和转弯时产生侧滑。它是保证行车安全、防止事故发生的重要措施。国外汽车上多作为标准装备采用。

(二) 电控自动变速器

该装置有多种型式。它能根据发动机节气门开度和车速等行驶条件，按照换档特性，精确地控制变速比，使汽车处于最佳档位。该装置具有提高传动效率，降低油耗，改善换档舒适性，汽车行驶的平稳性以及延长变速器使用寿命等优点。

(三) 电控动力转向

电子控制动力转向的型式较多，目前有电子控制前轮、后轮及前后四轮转向系统。它们分别显示出不同的优越性，如有的可获得最优化的转向作用力特性，最优化的转向回正特性，改善行驶的稳定性以及节能降低成本；有的主要是为了提高转向能力和转向响应性；有的主要用来改善高速行驶时的稳定性。目前电控前轮动力转向较普及，通过控制转向力，保证汽车停驶或低速行驶时转向较轻便，而高速行驶时又确保安全。小轿车的动力转向发展动向是四轮转向系统，其特点是汽车在转向上只作轻微操作及缓慢转变时，或在改变行驶路线而又高速行驶时，后轮与方向盘转动方向基本一致，这样行车摆动小，稳定性好。在车轮出入车库、左右转弯行驶及大转弯或做“U”型调头时，后轮与方向盘转动方向相反，可使汽车轻易转弯，具有较小的转弯半径，电子控制在这里多是根据驾驶工况，调整后轮转向角的大小，达到提高转向特性和转向响应性，以及改善高速行驶的稳定性等目的。

(四) 电控悬挂 (电子控制车身自动调平系统)

该系统能根据不同路面状况和驾驶工况，控制车辆高度，调整悬架的阻尼特性及弹性刚度，改善车辆行驶的稳定性、操纵性和乘坐的舒适性。

(五) 巡航控制系统 (CCS)

该系统一般叫恒速行驶系统。汽车在高速公路上长时间行驶时，打开该系统的自动操纵开关后，恒速行驶装置将根据行车阻力自动增减节气门开度，使汽车行驶速度保持一定。该系统可以减轻驾驶员长途行驶之疲劳。

三、行驶安全方面

(一) 安全气囊系统 (SRS)

该系统是国外汽车上的一种常见的被动安全装置。在车辆相撞时，由电控元件用电流引爆安置在方向盘中央（有的在仪表板杂物箱后边也安装）气囊中的氮化合物，像“火药”似地迅速燃烧产生氮气，瞬间充满气囊，所有动作在 0.02s 内完成。安全气囊的作用是在驾驶员与方向盘之间、前座乘员与仪表板间形成一个缓冲软垫，避免硬性撞击而受伤。此装置一定要与安全带配合使用，否则其安全效果将大为减小。

(二) 防撞系统

该系统有多种型式。有的在汽车行驶中，当两车间的距离小到某一距离时，即自动报警，若继续行驶，则会在即将相撞的瞬间，自动控制汽车制动器将汽车停止；有的是在汽车倒车时，会显示车后障碍物的距离，有效地防止倒车事故发生。

(三) 驱动防滑系统

该装置是在制动防抱系统的基础上开发的。两系统有许多共用组件。该装置利用驱动轮上的轮速传感器，当感受到驱动轮打滑时，控制元件便通过制动或通过油门降低转速，使之不再打滑，实质上只是一种速度调节器。它可以在起步和弯道中速度发生急剧变化时，改善汽车车轮与路面之间的附着力，提高其安全性。该装置在雪地上或湿滑路面上，较能发挥其特性。

(四) 安全带控制

该装置在汽车发生任何撞击情况下，可瞬间束紧安全带。有的汽车上则装有当 ECU 确认驾驶员和乘客安全带使用正确无误时，发动机才能被发动。

(五) 前照灯控制

该照明系统，可在前照灯照明范围内，随着方向盘的转动而转动，并能在会车时自动启闭和防眩。

在行驶安全方面，除上述装置外，还开发出五花八门的安全装置，如自动门窗装置、车门自动闭锁装置、防盗装置、车钥匙忘拔报警装置、语言开门（无钥匙）装置等，分别在不同的汽车上采用。

四、信息方面

随着汽车电子化的发展，汽车信息系统越来越庞大，远远超出如车速、里程、水温、油压等项范围，逐渐向全面反映车辆工况和行驶动态等功能发展，名目繁多的信息装置正在源源不断地进入汽车领域。

(一) 信息显示与报警

该系统可将发动机的工况和其它信息参数,通过 ECU 的微处理机处理后,输出对驾驶员更有用的信息,并用数字显示、线条显示或声光报警。

显示的信息除水温、油压、车速、发动机转速等常见的内容外,还有像瞬时耗油量、平均耗油量、平均车速、行驶里程、续驶里程、车外温度等,根据驾驶员的需要,可随时调出显示。

监视和报警的信息主要有:燃油温度、水温、油压、充电、尾灯、前照灯、排气温度、制动器液量、手制动、车门未关严等,当出现不正常现象或自诊断系统测出有故障时,立即由声光报警。

(二) 语音信息

过去一般信息显示都是靠驾驶员察看仪表,用视觉感知,容易造成遗漏,现在出现了语音信息。

语音信息包括语音警告和语音控制两类。

语音警告是在汽车出现不正常情况时,包括水温、水位、油位不正常,制动液不足和蓄电池充电值偏低等情况出现时,微机经过逻辑判断,输出信息至扬声器,发出模拟人的声音向驾驶员报警。如“请停车,水温不正常”、“请加油”等,多数还同时用灯光报警。

语音控制是用驾驶员的声音来指挥和控制汽车的某个部件、设备进行动作。目前,该装置一般都是为伤残人提供方便而设立的。

(三) 车用导航

该系统是近几年发展起来的新课题,它可在城市或公路网范围内,定向选择最佳行驶路线,并能在屏幕上显示地图,表示汽车行驶中的位置,以及到达目的地的方向和距离。这实质是汽车行驶向智能化发展的方向,再进一步就可成为无人驾驶汽车。

(四) 通讯

这方面真正实用且采用最多的是汽车电话。在美国、日本、欧洲等发达国家较普及。目前的水平在不断提高,除车与路之间、车与车之间、车与飞机等交通工具之间的通话外,还可通过卫星与国际电话网相联,实现行驶过程中的国际间电话通讯。

五、舒适性方面

(一) 全自动空调

该装置突破单一的空气温度调节功能,它根据设置在车内外的各种温度传感器(如车内温度、大气温度、日照强度、蒸发器温度、发动机冷却水温度)输入的信号,由 ECU 进行平衡温度演算,对进气转换风门、送气转换风门、混合风门、水阀、加热继电器、压缩机、鼓风机等进行控制,根据乘客要求,保持车内的温度、湿度等小气候处于最佳值(人体感觉最舒适的状态)。

(二) 自动座椅

该装置是人体工程技术与电子控制技术相结合的产物，它能使座椅适应乘客的不同体型，满足乘客乘坐的舒适性。

(三) 音响与音像

车内装有立体音响，激光唱机。放音系统可实现立体声补偿，立体声音响自动选台，电视机实现数码选台。

由以上可以看出，汽车电子控制化的发展已是大势所趋，在世界范围内已形成热潮，更新、更先进、更实用的电子控制装置将会不断涌现，汽车电子控制技术将呈现出一片辉煌的局面。

第二章 汽车微机控制系统

随着科学技术的发展,微型计算机的应用范围越来越广泛,可以说已达到无孔不入的程度。现代汽车已广泛地应用了计算机技术,这使得汽车的技术性能和自动控制程度越来越高,驾驶员的劳动强度也相对降低。

第一节 汽车微机系统基础知识

一、数 制

汽车微机系统采用的是八位二进制码的形式,八位数为一个字节,数制所使用的个数称为基;数值每一位所具有的值称为权,二进制的基为“二”,即使用的数码为0、1,共2个,二进制各位的权是以2为底的幂。

计算机采用二进制是因为电路通常只有两种状态:导通与阻塞,饱和与截止,高电位与低电位等,具有两个稳态的电路称为二值电路。因此,用二值电路来计数时,只能代表两个数码:0和1。如以1代表高电位,则0代表低电位,所以采用二进制,就可以利用电路进行计算机工作。而用电路来组成计算机,则有运算迅速、电路简便、存储方便等优点。

通常,微机所控制的各装置不同工作状态就用0到255范围内的数字来代表,128代表0到255之间的中点,通常用以代表正常工作状态,如果显示的数值和128差距较大,就应查阅有关手册,了解该代码所代表的故障原因和处理方法。

二、数制的转换方法

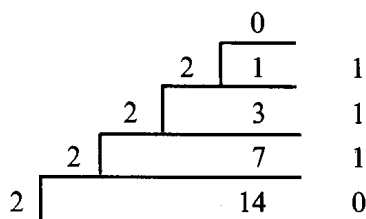
由于我们习惯用十进制计数,在研究问题的过程中,总是用十进制来考虑和书写。当考虑成熟后,要把问题变成计算机能够“看得懂”的形式,就得把问题中的所有十进制数转换成二进制代码。这就需要掌握相互转换的方法。

(一) 十进制数转换成二进制数的方法

一般用下述方法求一个十进制数的二进制代码:

用2除该十进制数可得商数及余数,则此余数为二进制代码的最小有效位之值,再用2除该商数,又可得商数和余数,则此余数为左邻的二进制数代码。以此类推下去,就可得到十进制数的二进制代码。

例:求14的二进制代码。过程如下:



结果为：1110。

(二) 二进制数转换成十进制数的方法

这可以由二进制数各位的权乘以各位的数（0 或 1），再加起来就得到十进制数。

例：求 101011 的十进制数。过程如下：

权： $2^5 2^4 2^3 2^2 2^1 2^0$

乘积：3208021

累加：43

结果：43 (10)

第二节 汽车微机系统的控制功能

汽车微机系统的控制功能主要有以下几个方面。

一、电子仪表板显示

汽车微机除显示日期和时间外，还能计算以下项目，并通过仪表显示给驾驶员：车速；油耗（瞬时耗油量、平均耗油率）；剩余燃油还能行驶的里程；储存语音以在紧急情况下向驾驶员发出警告；检测电子仪表板的工作状况等。

二、车辆监测

现代汽车都装有车辆监测系统，这种系统可向驾驶员提供部件磨损、各种油耗消耗和影响行车安全的各种故障等。这种系统已不是过去那种简单电路所能满足需要的，必须装上一个微机系统才能满足上述功能的要求，它负责处理输入的各种数据，并在必要时发出电子信号以驱动有关警告装置，如在制动监测系统中，制造微机时就已经将工作正常信号输入存储器中，当车辆行驶一定里程后，微机即检测这一电信号，并与存储器中的数据相对照，如与数据相近，微机则不采取什么动作；如果数据不符，微机即向仪表板发出指令，也可能通过语音合成器，向驾驶员告之制动器已出现故障。

三、发动机控制

为提高汽车的动力性和经济性，降低排放污染，现代汽车都装有发动机微机控制系统。该系统对发动机的空燃比和点火时间进行正确控制，装有微机控制系统的发动机比没有装微

机控制系统的发动机,无论在排放标准,还是在动力性和经济性方面都先进和优越了许多,但为保证微机系统的正常工作,发动机要装有多种传感器,以向发动机电控单元提供温度、进气管真空和排气中的氧含量等工作情况的信息。

四、车身控制

汽车微机系统还可以用来控制发动机以外的车辆多种功能装置。如对暖风、通风、电气系统、动力转向和空调系统的控制等。用于这些功能控制的微机控制系统称为车身微机控制系统。

车身微机控制系统也和发动机微机控制系统一样,需要通过其它来源获得蓄电池电压、机油压力、燃料液位和动力转向开关位置的信息,然后通过微机处理,使功能装置和某几个机构工作相配合,或者是使功能装置处于最佳的工况,如微机对电气系统的控制,它通过控制交流发电机的磁场电流,以便在蓄电池电压的有效控制和保证发动机平顺运转这两项要求之间,保持最佳平衡。怠速时启动鼓风电动机时,会使电气系统负载增加,此时车身微机就使发电机逐渐增加充电率,以减少对发动机转速的影响。

第三节 汽车微机系统的组成和工作

一、汽车微机系统的功能

汽车微机系统也称为电子控制单元 (Electronic Control Unit, ECU)。ECU 是一种电子综合控制装置,它所具备的基本功能如下:

- (1) 接受传感器或其他装置输入的信息,给传感器提供参考(基准)电压: 2V、5V、9V、12V;将输入的信息转变为微机所能接受的信号。
- (2) 存储、计算、分析处理信息;计算出输出值所用的程序;存储该车型的特点参数;存储运算中的数据(随存随取)、存储故障信息。
- (3) 运算分析。根据信息参数求出执行命令数值;将输出的信息与标准值对比,查出故障。
- (4) 输出执行命令。把弱信号变为强的执行命令;输出故障信息。
- (5) 自我修正功能(自适应功能)。

二、汽车微机系统的组成

图 2-1 所示是 ECU 的外观和构成图,ECU 主要由输入回路、A/D 转换器(模/数转换器)、微型计算机和输出回路四部分组成。

(一) 输入回路

输入回路的作用是将系统中各传感器检测到的信号经过 I/O(输入/输出)接口送入微型