

现代轿车

电控技术与疑难杂症诊断

主编 刘建民

副主编 左健 秦鹏 刘扬

内 容 简 介

本书共五章,全面系统地介绍了现代轿车电子控制(ECU)、发动机、底盘、车身等系统的控制原理及疑难杂症故障的诊断方法。

本书适用于广大汽车维修人员、驾驶员、企业汽车技术管理人员和汽车工程专业的大、中专学生参考阅读。

图书在版编目(CIP)数据

现代轿车电控技术与疑难杂症诊断/刘建民主编.
北京:国防工业出版社,2005.8
ISBN 7-118-03941-1

I. 现... II. 刘... III. 轿车-电子系统-控制系统-基本知识 IV. U469.11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 051803 号

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 26 $\frac{3}{4}$ 620 千字

2005 年 8 月第 1 版 2005 年 8 月北京第 1 次印刷

印数 1—3000 册 定价 45.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

前 言

人食五谷生百病,汽车运行出杂症。诊排勿忘操作序,问津书籍觅捷径。

机械与电,人们的理解不一。机械感觉直观性强,而对电的理解就较为抽象,感到神秘莫测,其实电也是很实在的。现代汽车电子控制技术就是机械与电子的有机结合的典范。通电可以使机械动作(完成某一特定功能),动作又可使电流切断(如触点的打开)。汽车电子技术就是利用这一原理控制汽车的喷油、变速、转向、安全、环保、车门窗的开闭等功能,即谓之现代汽车电子控制系统。

由于汽车电子控制系统较为抽象,使用与维修又需要具备一定的专业知识,因而使许多维修人员对电控望而却步。其实,只要掌握现代汽车电子系统的一些基本结构、功用和原理、使用维修须知,就会觉得诊断排除一些疑难杂症故障的方法步骤是很简单便捷的,较维修机械故障更为容易。

本书较为系统全面地介绍了现代轿车电子控制(ECU)、发动机、底盘、车身等系统的控制原理及疑难杂症故障的诊断方法,是一本很适用于广大汽车维修、驾车者、企业汽车技术管理工作者和职业技术培训及汽车工程专业的大、中专学生阅读,可达到拓宽专业知识面、培养增强操作技能的目的。

本书编写针对众多读者需要,文字简练、图文并茂(图470幅)、重点突出、通俗易懂、内容丰富、资料翔实。选例针对国内外多种车型在使用维修中的疑难杂症阐述有序,可操作性强等特点,是一本难得的实用工具新书。

本书主编刘建民,参编者有刘扬、左健、秦鹏等同志。在编写过程中,曾参阅过汽车前辈及专家学者的著作,在此付梓之际,表示衷心的感谢!

由于汽车电子技术的突飞猛进,受编者水平和经验所限,书中恐有遗漏或疏误,恳请广大读者和专家不吝指正,致谢!

编 者

2004.12 于龙泉山庄

目 录

第一章 汽车电子控制.....	1
第一节 概述.....	1
一、汽车电子控制技术的内容	1
二、电子控制汽车的优点	8
第二节 汽车电子控制器.....	8
一、电子控制器	8
二、电子控制器的组成与工作	10
三、ECU 的电源电路	17
四、电控系统抗干扰控制	18
五、发动机 ECU 的更换	18
六、ECU 的使用与故障诊断须知	21
第二章 汽油发动机电子控制系统	23
第一节 概述	23
一、汽油发动机电子控制的内容	23
二、现代汽油喷射系统的类型	23
三、电子控制汽油喷射系统部件连接	31
第二节 电子控制点火系统	34
一、电子控制点火系统	34
二、电子控制点火系统电路	41
三、电子控制点火系统使用与故障诊断须知	52
第三节 电控汽油喷射系统特性及方式	68
一、喷油器的基本工况与特性	68
二、喷射方式	71
第四节 机电结合式系统	73
一、机电结合式系统组成与工作原理	73
二、各总成的结构与工作	74
三、混合气成分与工况适应	79
第五节 电子控制多点 L 型汽油喷射系统	83
一、系统特点及组成	83
二、丰田凌志 400 轿车电控 L 型 EFI 系统	97
第六节 电子控制多点 D 型 EFI 系统	103
一、电子控制波许 D 型 EFI 系统.....	103

二、丰田 2JZ—GE 型发动机 D 型汽油喷射系统	104
三、大宇轿车多点 D 型汽油喷射系统	106
第七节 单点电控汽油喷射系统	107
一、概述	107
二、波许单点 L 型汽油喷射系统	109
三、大宇轿车单点 D 型汽油喷射系统	113
第八节 ECU 的其他控制功能	116
一、怠速自动控制 (ISC)	116
二、电动汽油泵的控制	122
三、排气再循环 (EGR) 控制	125
四、二次空气喷射控制	127
五、汽油蒸气回收控制	128
六、可变进气控制	130
七、涡轮增压控制	132
八、三元催化控制	134
九、自动断电控制	140
第九节 发动机电子控制自诊断系统	140
一、自诊断概述	140
二、自诊断系统工作原理	144
三、发动机故障指示灯 (MIL)	147
四、诊断故障码 (DTC) 的读取	148
第三章 汽油发动机电子控制系统疑难杂症典例	155
第一节 概述	155
一、故障诊断的原则	155
二、电控汽油喷射系统使用与检诊杂症须知	155
三、电子控制系统器件故障的检测	157
第二节 部分国产轿车电子控制疑难杂症示例	164
一、奥迪轿车发动机电控系统故障诊断	164
二、红旗轿车发动机电控系统故障诊断	170
三、大众系列轿车发动机电控系统故障诊断	175
四、北京切诺基发动机电控系统故障诊断	204
五、威驰、奇瑞、富康轿车发动机电路检测与故障诊断	241
第三节 部分进口轿车电控系统疑难杂症示例	253
一、大宇汽车发动机电控系统故障诊断	253
二、日产轿车发动机电控系统故障诊断	267
三、奔驰、宝马轿车发动机电控系统故障诊断	274
第四章 汽车底盘电子控制系统	283
第一节 电子控制自动变速器	283
一、电子控制自动变速器的组成	283

二、自动变速器电子控制系统	285
三、自动变速器的检查与试验	292
四、自动变速器的使用与故障诊断须知	299
第二节 电子控制 ABS 制动系统	314
一、ABS 制动系统的组成及布置形式	314
二、ABS 制动系统的控制原理	320
三、ABS 制动系统的使用与维修须知	340
四、ABS 制动系统的故障诊断	344
第三节 电控悬架系统	361
一、电控空气悬架系统的特点	361
二、电控悬架系统的组成及工作原理	362
三、电控悬架系统故障的诊断	366
第四节 电控动力转向系统	372
一、电控动力转向系统的组成	372
二、电控动力转向系统的故障诊断	373
第五章 汽车车身电子控制系统	376
第一节 汽车空调系统	376
一、汽车空调系统的作用、组成与分类	376
二、几种车型空调控制电路	376
三、汽车空调的使用与故障检修须知	381
四、汽车空调故障的维修	383
第二节 汽车安全气囊系统	391
一、SRS 的组成与分类	391
二、SRS 的控制原理	393
三、SRS 的电路控制	394
四、SRS 的使用与故障诊断须知	394
五、安全带的保护作用	399
第三节 其他系统电子控制	400
一、现代汽车电动门锁	400
二、汽车电动车窗	405
三、电动座椅	407
四、防盗系统	410
五、汽车导航系统	414
附录 《现代轿车电控技术与疑难杂症诊断》常用英文缩写词	416
参考文献	421

第一章 汽车电子控制

汽车一诞生,它就是一种各类先进科学技术的综合结晶体,并与电子(气)技术紧密地相结合。近50年来,电子技术的长足发展在汽车领域得到广泛应用,可谓日新月异,层出不穷,令人眼花缭乱,并将继续深入下去,而当今汽车已进入电子控制(EC)的新时代。

第一节 概 述

一、汽车电子控制技术的内容

现代汽车产业的生存与发展,越来越离不开电子化产品的研制与开发,无论是哪一国家或哪一汽车制造公司要取得惊人效果,都必须在当今尖端的电子控制技术方面深入地研发与广泛运用并推出先进的车型。而尖端汽车电子技术的核心又是集成化、高精度的电控模块。当今,高档轿车广泛采用(7~8)块并带有网络功能的电控模块,它们的英文缩写是:PCM、EBCM、SDM、HVAC、Cluster、BCM、Badlo等。

目前较多见、较为成熟的汽车电子控制技术,主要是电子控制系统,由发动机电子控制、底盘电子控制、车身电子控制、信息传递电子控制等部分组成。

(一) PCM 电子控制

PCM模块是动力总成控制模块,或发动机及自动变速器控制的中心。它可以同时处理几十种信号,并直接指控发动机及自动变速器的所有工作过程。32位主机运算速率极高,使得发动机的加速、减速、自动换挡变速都在瞬间完成。更有意思的是PCM由相互独立的硬件与软件组成,而不同的软件配套上硬件就可适应不同款式发动机的PCM系列,为适应更严格的排放法规要求提供可能。

1. 发动机电子控制

发动机电子控制集中在混合气空燃比、点火时刻两个方面的控制。

(1) 最佳空燃比(A/F)控制

混合气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,空燃比都能达到最佳值,从而实现提高发动机的输出转矩(功率)、降低燃油消耗、减小排出污染物等功效。

该控制系统可分为开环和闭环两种控制。闭环控制是在开环控制的基础上,增加爆震传感器及信息反馈系统,在一定条件下,由ECU根据氧传感器输出的混合气空燃比的电压信号,修正汽油供给量,使混合气空燃比始终保持在理论空燃比(即14.7:1)附近,以实现发动机排气中的CO、HC、NO_x三种污染物能被同时高效净化的目的。同时可使油耗降低最多可达8%左右,新开发的高压缩比快速稀燃发动机能满足这一要求。

稀燃混合气一直是汽油发动机降低油耗的有效途径,只有实现电子控制,才能获得稀燃效

果。对于大排量的轿车发动机,要求降低 HC 的排放尤为重要。由于电控汽油喷射系统控制混合气空燃比十分精确,使电控汽油喷射发动机使用稀混合气也能正常工作,并能满足欧洲汽车排放法规的限值标准要求。

新一代稀燃汽油发动机,使用一种稀混合气空燃比的专用氧化锆固体电介质为载体的氧传感器,可使空燃比在较宽的稀区范围内得到控制,其输出的电流与氧的分压成正比,它可较精确地检测出发动机排气中氧的浓度,从而准确地控制发动机在较稀混合气空燃比的燃烧区域内工作。由于稀燃混合气排气中的 NO 成分并不多,可不经转化就能符合欧洲 ECE 排放法规要求。新型稀燃发动机在怠速、全负荷工况时,仍可供给化学当量比的混合气或稍微加浓的混合气而使发动机有效地运转。

(2) 最佳点火时刻(ESA)控制

点火时刻是用点火提前角来表示的。而点火提前角是指从火花塞电极间跳火开始,到活塞运行至上止点时的一段时间内曲轴所转过的角度。

新系统的电子控制,首先应按发动机汽缸的工作顺序进行点火;其次,必须在最佳的时刻进行点火。最佳的点火时刻,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,而油耗和排放污物降低到最低限度。电控都能较好地实现对闭合角及恒流进行控制,以保证发动机在各种转速下,都能产生足够高的次级电压,又能防止点火线圈过热和改善点火特性。

最佳的点火时刻,可使燃烧最大压力出现在上止点后 10° 左右,此时发动机产生的功率最大,燃烧也最完全。

在发动机汽缸内,从开始点火到完全燃烧需要一定的时间(约千分之几秒)。为使发动机发出最大功率,点火时刻不应在压缩行程終了,而应适当提前。

如果点火过迟,在活塞到达上止点时才点火,则活塞下行时混合气才燃烧,即燃烧是在容积增大情况下进行的,从而使汽缸压力降低,发动机功率下降。同时由于炽热的气体与汽缸壁的接触面积增大,热损失增多,导致发动机过热,油耗增加。

如果点火过早,则燃烧完全在压缩行程中进行。由于汽缸内压力急剧上升,必给活塞一个与其运动方向相反的阻止力,在活塞到达上止点前即达到最大压力,这不仅使发动机功率下降,油耗增加,还会引发爆燃。

不同发动机的最佳点火时刻各不相同,就是同一发动机在不同工况和使用条件下的最佳点火时刻也是不相同的,其主要影响因素有:发动机转速、负荷、空燃比、汽油辛烷值、进气压力及发动机冷却水温等。

(3) 怠速控制(ISC)

怠速控制是使发动机怠速总是处于最佳转速下运转,即保证发动机启动后的快速暖机过程和自动维持发动机怠速在目标转速下稳定运转。怠速控制与发动机冷却水温及其他参数,如空调开关信号、动力转向开关信号等有关。

ECU 对怠速的控制内容包括:启动后控制、暖机过程控制、负荷变化时的控制、减速时的控制等。怠速转速的控制实质是对怠速时充气量的控制。怠速充气量的控制对策、方式随车型而异,对电控汽油喷射发动机来讲,目前有两种控制类型,一是控制节气门旁的旁通空气道的空气流量;二是直接控制节气门关闭位置的节气门直动式。两种类型控制的实质都是调节空气通路截面的方法来实现控制的,目前以第一种控制方法采用最多。

(4) 二次空气控制

二次空气控制是为了解决从燃烧室排到排气管中未完全燃烧的 HC 和 CO 再次燃烧,根据发动机的工况和工作温度,适时地将一定量的新鲜空气引入排气管以燃烧剩余的燃料,或引入三元催化转换器中,以提高三元催化转换器的转化效率,达到进一步降低发动机排气中有害物质(主要是 HC、CO)的目的。为了区别发动机正常进气,故把这种向排气管中或三元催化转换器中供给空气的装置称为二次空气供给装置。

(5) 排气再循环控制(EGR)

排气再循环控制是根据发动机的工况,适时、适量地将一部分排放废气引入到进气侧的新鲜混合气中,以降低发动机燃烧温度,抑制发动机有害气体(NO_x)的生成,并对送入进气系统的排气进行最佳控制。

排气再循环控制指标大多采用 EGR 率表示,其表达式为:

$$\text{EGR 率} = \frac{\text{EGR 气体量}}{\text{吸入空气量} + \text{EGR 气体量}} \times 100\%$$

由于采用 EGR 系统,使混合气的着火性能和发动机输出转矩(功率)有所下降,因此应选择 NO_x 排放量多的发动机运转范围,进行适量的 EGR 控制。

(6) 汽油蒸气回收控制(EVAP)

该系统的作用是阻止汽油箱内的汽油蒸气(HC)泄漏到大气中,以免污染环境。首先将油箱内汽油蒸发产生的油气密封起来防止直接排入大气,同时将汽油蒸气导入活性炭罐中,由罐中的活性炭粒利用物理原理将 HC 吸附。当发动机运转时,由节气门处的负压源作用使油气清除阀打开,使炭罐与进气管之间产生通路,利用空气导管中空气高速流动而产生的吸力,将 HC 从炭粒上脱离,并与从罐底部流入的空气一起被吸入汽缸内燃烧。

(7) 谐波增压进气控制(ACIS)

该系统是利用发动机工作时进气管道的进气动态效应原理来提高充气效率,以达到在发动机转速范围内增大发动机的转矩和功率。其原理是利用进气流的惯性来增压,当气体高速流向进气门时,如果进气门突然关闭,因进气门附近的气流突然停止流动,使进气门附近的气体被压缩,压力上升。而当气体的惯性消失后,被压缩的气体开始膨胀,向着进气气流相反的方向流动,压力下降,膨胀气体的压力波传到进气管口时又被反射回来,形成压力波。如果能使这一脉动的压力波与进气门的开闭时刻相吻合,使反射的压力波能集中于要打开的进气门旁,则在进气门打开时就会产生增压效果。为此,在现代轿车发动机进气管的中部,加装一个大容量的气室和电控真空阀,用于改变发动机在不同工况下压力波传播路线的长短,使发动机在高速和低速都能获得理想的增压效果,日产丰田 2JZ-GE 型发动机就采用这一进气系统。

(8) 涡流增压控制

涡流增压的作用是提高进气密度,增加充气量,使发动机在各种转速下都能达到最佳充气效果,以增大发动机的功率和输出扭矩。

涡流增压是利用发动机所排放的废气来推动涡轮旋转,并利用涡轮扇叶对发动机进气侧进行“增压”,奥迪 A6 四缸 5 气门发动机的进气系统就是采用这种增压系统装置。另一种增压系统是利用发动机曲轴皮带驱动增压器,其优点是输出极为平顺,不会提高发动机仓的空气温度,但要消耗发动机部分功率。

除上述控制装置外,在发动机部分的电子控制内容还有:汽油喷射系统、冷却风扇、故障自诊控制等功能,将在后叙。

2. 电子控制自动变速器(ECT)

ECT 有多种形式,它可提高传动效率,降低油耗,改善换挡舒适性和平顺性,延长变速器的使

使用寿命。

根据发动机节气门开度和车速等行驶条件,由 ECT、ECU 按照换挡特性和换挡规律,精确地控制变速比,使汽车处于最佳挡位,达到最佳的汽车行驶扭矩,还通过控制发动机转速来减轻对变速器的冲击。

(二) 底盘的电子控制

汽车底盘的电控,主要用来提高驾驶的轻便性、行驶的舒适稳定性、安全性。汽车运行中控制的三个基本特征是:行驶、转弯和停车。

1. 悬架系统控制(ADS)

进入 20 世纪 90 年代,电子技术应用于悬架系统,产生了电控悬架,从而使汽车具有更好的行驶平顺性,操纵稳定性和安全性,也使轮胎和车身具有更小的冲击和振动,亦可延长其使用寿命。

汽车悬架的电控,目前主要是由 ECU 对弹性元件的刚度和减振器的阻尼力大小按车辆的行驶状态进行实时的智能控制。

2. 动力转向控制(EPS)

动力转向装置是现代汽车的重要装备之一。20 世纪 70 年代中后期研制成功多种电控动力转向系统,该系统能在低速时减轻转向盘操纵力,提高操纵稳定性。当汽车由低速挡换到高速挡时,电控系统能够保证提供最优传动比和稳定的转向手感,从而提高了高速行驶的稳定性。

电控动力转向系统目前主要有两类,即反力控制方式和阀灵敏度可变控制方式。阀灵敏度可变控制方式的电控转向系统,是利用车速操纵电磁阀,直接改变动力转向控制阀的油压增益(阀灵敏度)来控制油压的方法。这种转向装置结构简单、价廉,有选择操纵力较大的自由度,有良好的自然操纵感和操纵特性。目前,电控动力转向系统在高级轿车上采用居多。

3. 四轮转向控制(4WS)

四轮转向的汽车,驾驶员转动转向盘时,能对汽车的前后四个车轮同时进行转向操纵,可以提高汽车低速行驶时的转向灵活性、轻便性。也可改善汽车高速行驶的稳定性和控制性。

现代轿(汽)车发动机功率在不断增大,行驶速度也在不断提高,为保证高速行驶的安全性和车辆转弯的灵活性,20 世纪末,四轮转向汽车相继推出。1986 年,日本本田汽车公司宣布已研制出 4WS 汽车。转向盘转动的角度首先使前轮转向,同时经输出轴带动后轮转向机,使后轮与前轮同向或反向转动。由于电子技术在汽车上的推广应用,世界各大汽车公司已分别研制出多种四轮转向的汽车,并已批量生产。

电控四轮转向系统,是在前轮转向的同时,主动地控制后轮也进行适当转向(一般最大为 5°),后轮相对于前轮的方向,分为同向转向和逆向转向(后轮与前轮的转向方向相反)。采用电控四轮转向系统的汽车,ECU 根据多个传感器提供的数据信息,计算出后轮距目标转角的差值,再向步进电机发出指令使后轮偏转。当汽车低速行驶时,依据转向盘的转动角值使后轮逆向转向,以减小转弯半径;中速行驶时,可减小后轮转向,以减轻转向盘操纵的不自然感;而在高速行驶时,可使后轮实现同向转向,以减小甚至避免车身横摆,提高转向的稳定性。

4. 制动防抱死控制(ABS)

随着国内外汽车工业的发展,对汽车制动时的安全可靠、操纵稳定性、节能节胎提出了新的更高要求。因而,将液压、ECU 等高新技术引入制动系统,形成了 ABS 制动防抱死装置,国外汽车上把 ABS 多作为标准装备采用。ABS 的主要优点是:

① 能保证制动时车辆方向的稳定性,避免侧滑和甩尾,且使制动时操纵性及转向性能符合

要求；

② 能使制动过程更理想,保证安全,能获得制动减速度合理,可减少冲击惯性和机械磨损；

③ 避免轮胎拖滑磨损,延长轮胎使用寿命。

目前,电控制动模块(EBCM)已出现,其中包含了ABS与TCS(牵引力控制)系统。ABS为驾驶者提供极好的方向控制性能,而TCS的应用又使轿车在急加速起步时的性能更优越舒适。

5. 驱动防滑控制(ASR)

汽车在起步加速或超车加速时,驱动轮会出现滑动现象,使轮胎与路面之间的附着能力下降,同时也会降低汽车的抗侧滑能力,甚至导致转向能力(前置前驱动)丧失。

为防止驱动轮滑转,提高车辆的行驶安全性,国内外不少高级轿车不仅配置ABS系统也同时配置了驱动力控制装置。该系统可防止汽车在各种运动状态下驱动轮可能发生的滑转,使驱动轮在各种不同路面上均能获得最佳驱动力,既有良好的行驶稳定性又不丧失转向能力。例如奇瑞SQR2160系列轿车,将ABS功能扩展,增加电子驱动力控制装置,用于汽车加速打滑控制。

6. 轮胎压力监测

该系统在汽车行驶过程中,能连续不断地监测轮胎的压力和温度。当监测到轮胎压力或温度超过或低于正常值的一定范围时,便在仪表板上显示警告信息,告知驾驶员应控制适当的行车速度,或建议停车等。

7. 巡航控制(CCS)

巡航控制亦称定速控制、恒速控制或车速控制。当汽车在良好的道路或高速公路上长时间行驶时,驾驶员总是以一种固定姿势踏在加速踏板上,容易使人感到无味枯燥,产生疲劳。若汽车装有巡航控制系统,在汽车行驶中,驾驶员只需按一下设定开关(SET),锁定车速就能保持目标车速。此时电子控制器将根据行驶阻力的变化情况,自动增减节气门开度,使汽车按照目标车速(保持恒速)行驶,以减轻驾驶员长途驾驶之疲劳。

(三) 车身控制

车身电子控制主要是为司乘人员提供更安全、更方便和更舒适的环境。车身控制内容丰富,一般采用车身控制模块(BCM),它的功能有:遥控执行功能(为每位车主提供一把遥控器),提醒与警告功能,室内照明功能,车身门锁功能,特有个性化设置功能(车主可自行设定遥控门锁的各种功能),安全控制功能,独有的“Passkey”系统通过抑制发动机供油,可防止车辆被盗,数据总线控制功能,BCM的其他功能(遥控器程序化支持、光照模式识别、后雾灯控制、前照灯延迟照明、过电压保护、附件电源模式支持等)。

1. 安全气囊(SRS)

安全气囊的作用是在驾驶员与转向盘之间、乘员与仪表板、挡风玻璃等之间形成一个缓冲软垫,避免驾乘人员的头部与身体上部产生硬性撞击而受伤,但应与安全带配合使用才有良好效果。

国外汽车上常见的是被动安全装置,安置在转向盘的中央或仪表板与杂物箱之间以及其他部位。汽车在高速行驶中相撞时,ECU立即引爆气囊装置的气体发生器,此时“药剂”迅速燃烧产生氮气,瞬间充满气囊,所有动作在0.02s内完成。

现在高级轿车上采用安全气囊电控模块(SMD),即“黑匣子”。它集约化地将碰撞传感器及减速加速度计集中于拳头大的铁盒内。SMD更能将撞车瞬间的车速、安全带状态、制动状态等关键数据记录在模块内,为分析事故提供可靠数据。

2. 安全带控制

该控制在汽车发生撞击瞬间收紧座位上的安全带,并迅速产生气体,推动导管内的活塞运动,使安全带迅速收紧,缩短驾、乘人员向前移动的距离,以防止其面部、胸部与转向盘、挡风玻璃或仪表板发生碰撞。

有的汽车上,该装置只有 ECU 确认驾驶员及乘员安全带使用无误时,才准许发动机进入启动程序。

3. 防撞控制系统

该控制系统形式多样,通过汽车上安装的监测装置(如利用无线电波、超声波或光波技术),当汽车行驶中监测到两车间的距离小到某一距离时就自动报警,若再继续行驶,则会在即将相撞的瞬间,自动控制汽车的制动器将汽车停住;有的是在汽车倒车时,会显示车后障碍物的距离,可有效地防止倒车事故的发生;有的汽车上采用红外线夜视装置,能在夜间或大雾等能见度较低的情况下,看清汽车前方景物。

4. 门锁控制

主要作用是方便驾驶员锁门或开门。门锁控制形式多样。有的是在车速超过某一预设值时,会自动锁住车门,以提高行驶过程中乘员的安全性;有的汽车采用遥控门锁系统,通过一个便携式发射器(一般设在点火开关钥匙上),发射出无线电波或红外线密码识别信号,由车内的接收器接收并解码,驱动门锁锁住或开启。

5. 电控防盗系统(VAT)

该系统控制形式较多,电控防盗系统,能在车主或驾驶员锁上车门离开汽车后,如果他人采用非法手段进入车辆,进行车辆移动时,能自动进行检测并报警,同时阻止发动机启动和汽车行驶。目前,有的汽车还增设了验明驾驶者身份的功能。在驾驶者正常操作系统中,当验证身份(如特殊的点火开关)不相符时,会阻止发动机启动,以防止车辆被盗。

6. 灯光控制

灯光控制十分重要,其功能多少因车而异。现代汽车有的前照灯在一定照明范围内,能随着转向盘的转动而转动,并能在会车时自动启闭和防眩;有的能根据车外天气光线条件,自动地将前灯和尾灯接通或关断,以提高汽车使用方便性和安全性。

7. 自动座椅控制

该系统的作用是满足不同体型的人,使用同一座椅时都具有乘座的舒适性,它是人体工程学与电控技术相结合的产物。最舒适的座椅位置包括座椅全高、座椅前高度、座椅后高度、纵向调整、后背调整、头枕调整。而电子控制座椅,只要事先将几个不同体型的人,经过调整后感到最舒适的位置参数存储到电子控制器的存储器中,每个人保存一个位置。当更换驾驶者时,只要按一下相应的操纵键开关,即可实现对座椅位置的自动调整。

8. 自动空调控制

空调系统可以对车内的空气温度、湿度、清洁度、风速、风量等进行调节,使空气在车内以一定的速度和方向流动,给乘员提供良好的“小气候”,保证乘员在任何外界气候和条件下都处于最舒适的环境中。同时也能防止车窗上产生雾和霜,确保驾驶员视线清晰,保证安全行驶。

现代轿车多采用电子控制的自动空调系统,空调控制总成(HVAC)最能体现“以人为本”设计理念。HVAC 能独立控制驾驶员出风口、乘员前后排出风口的出风温度。操纵十分简便,只要驾驶员或乘员用温度设置开关设定车内所需的温度,电子控制器自动检测车内温度、太阳辐射量、车外温度、发动机冷却水温度等信息,并计算出吹入车内空气所需要的温度,选择所需要的空

气量,然后控制空气混合入口、水阀、进出气口转换板等,使车内温湿度保持最佳,其控制结果显示在仪表板上。

9. 音响、音像控制

在一些汽车上,大都装有高级音响或音像系统。如具有高级立体声收录机、影碟机、录像机或电视机等。放音系统可实现立体声补偿、自动选台和自动更换 CD 光盘等;电视机可实现数码选台。Radio - CD 及收放机控制总成,除其高品质的收放功能外,还有故障提示,如磁头清洗自动提示、绞带、断带自动提示等。还可将防盗码变为随意设定码。若经适当改装,可把扬声器用来接听移动电话。

(四) 信息与通信系统

该系统可使驾乘人员获得汽车运行信息,与车外通信实现社会连接,以获取各种信息。

1. 数字化仪表

汽车仪表是驾驶员与汽车进行信息交流的重要接口和界面,是驾驶员获取汽车有关信息的重要途径。随着人们对汽车的经济性、安全性、排放性、方便性、舒适性和智能化等方面的要求越来越高,汽车仪表正逐渐被以微处理器为核心的电控数字化仪表所取代,汽车仪表的功能正在迅速扩展,它将成为集感觉、识别、情况分析、信息库和控制等各种功能于一体的综合信息系统。

目前,汽车多采用组合仪表总成,它可以自动变化仪表亮度,为驾驶者提供舒适的视觉效果。所有仪表都采用新型数字式驱动指针指示表,其精度与可靠性极高,整个仪表的安装简单到不用一只螺钉。

数字化仪表广泛采用发光二极管(LED)、液晶显示器(LCD)、真空荧光显示器、阴极射线管(CRT)、平面发光和投影显示技术。数字化仪表可以是指针式显示,也可以是数字与字符显示,或线条显示、图像显示,同时还可配有声光报警功能。

数字化仪表显示名目繁多,除常见的发动机水温、机油压力、车速、发动机转速等内容外,还有如瞬时油耗量、平均油耗量、平均车速、行驶里程(km)、车外温度等。而且还可随时调出如:电子行车地图、维修、后视镜、显示电视、广播、电话等信息。

监视和报警方面有:发动机水温、油压、充电、燃油温度、尾灯、前照灯、排气温度、制动液量、驱动车制动、车门未关严等,当出现异常时或车载自诊断系统检测出故障时,都会出现灯光报警。为防止驾驶员疏忽观察仪表造成报警遗漏,有的车还配有语音报警,模拟人的声音向驾驶员发出:“请停车”、“水温异常”或“请加油”等。

2. 移动电话(GSM)

汽车移动电话也称为蜂窝电话,其特点是:使用无线电波通信,电话本身可以随汽车或使用者移动。为提高移动电话的服务质量,最近开发出一种免提电话,它在转向盘上安装一个微型电话接收器,驾驶员不需将手从转向盘上移去拿电话,有的可以通过声控拨打电话号码,奔驰轿车在接电话时,可以通过扬声器听到对方的声音,如果届时正在使用音响,静音功能会自动启动,防止音响干扰通话。

3. 汽车定位导航系统(GPS)

这个系统由卫星导航系统和地面无线电固定导航台系统组成。目前多通过全球定位系统确定汽车行驶中的确切位置,再通过汽车上的 ECU、地图适配器,显示在显示屏的电子地图上。在电子地图上,除精确地显示汽车当时的方位和位置外,还可以知道汽车已行驶的轨迹,可随时指示汽车行至目的地的行驶方向、距离和显示最佳行车路线。驾驶员可通过电脑与专用无线电导航台保持联系,取得交通信息,以选择通畅道路行驶。

一汽在中国生产的第一款威驰轿车,装备了众多的高科技设备,具有多目的地同时设定等多项先进功能的 DVD 语音电子导航系统。该系统采用 GPS 与自律航法(车速传感器+陀螺仪)相结合的方式,通过触摸显示屏在 5s 之内即可检索出 5 条备选路线方案,并用画面和语音引导车辆行驶。如果车辆在行驶中偏离引导路线,系统能够迅速自动重新检索。即使汽车行驶在电波无法达到的隧道或者高大建筑物的阴影中时,也可通过 GPS 和自律航法结合使用的方式,确保导航的精度,在显示屏上可以指定全程路线图、语音设定、显示切换、中止显示、路线变更等项目。

二、电子控制汽车的优点

汽车实现电子控制的优越性是十分显著的。近年来,电脑控制技术在汽油发动机上的应用,再增设涡轮增压、提高压缩比,采用中冷技术等,使汽油机的性能指标达到一个新的高度,例如法国标致 205 Turbo 16 轿车用 1.8L 级直到 4 缸中冷、增压电控汽油喷射发动机,缸径 $\phi 83\text{mm}$,行程 82mm,最大功率达 147kW(6750r/min),1 千功率达到 89kW/L。底盘车身等实现电子控制,使安全性、舒适性、方便性等大大提高,使现代汽车更具有智能人性化感。

① 提高发动机的充气效率,增加了发动机的功率,在油耗率相同的情况下,扭矩可增加 15%~20%。因为在进气管中,没有截面较小的喉管,使进气管截面变大,进气阻力减小,不要求气流在进气管中有较高的流速,进气温度较低,密度较大。

② 可对发动机混合气空燃比及点火时刻进行精确控制,使发动机无论在任何工况下都能在最佳状态下运转,特别是过渡工况下能进行瞬时控制,使混合比更精确,过渡工况更圆滑。

③ 由于电控汽油喷射系统的汽油是在一定的压力下喷入进气歧管或汽缸内,雾化质量好,各缸混合气分配均匀,允许有高的压缩比,同时可减少爆震现象,油耗可降低 5%~15% 左右。

④ 电控汽油喷射系统,可按汽缸内不同位置实现分层燃烧,如在火花塞附近用较浓的混合气以保证点火,火焰末端处用较稀混合气,可以防止爆震燃烧现象出现。

⑤ 电控汽油喷射系统能按发动机的不同使用条件和运行工况精确地供给发动机所需要的混合气,当发动机转速低时也能保证汽油雾化良好,能输出较大扭矩,提高了汽车的起步加速能力与爬坡能力。

⑥ 电控汽油喷射系统进气阻力小、反应灵敏、无滞后现象,提高了汽车的加速性和舒适性。

⑦ 电控空燃比精确度高,能保证发动机各种工况时有理想的空燃比、燃烧完全,可保证废气中的 CO 、 HC 、 NO_x 的含量控制在法规所规定的范围限度内。

⑧ 底盘车身采用电子控制,使汽车的操纵方便轻松、快捷,可减轻驾驶疲劳、确保安全行驶。

⑨ 对车厢内气候可进行调节,改善了驾乘人员环境,采用现代信息与通信,使汽车与社会联结大为方便。

第二节 汽车电子控制器

一、电子控制器

汽车电子控制器常称为 ECU(Electronic Control Unit),也叫做电子控制单元(或电脑)。时光进入 21 世纪,现代高级轿车的电控汽油喷射系统多采用发动机微机集中控制系统(ECCS),它

是发动机的一种综合电子控制装置。

发动机电子控制器的具体名称并不统一,不同国别的汽车制造厂家采用不同的名称,就是一个制造厂家,由于制造汽车的年代不同,制造内容的差异,其名称也有所不同。如美国通用汽车公司称发动机电子控制器为 ECM(电子控制组件),而福特汽车公司则称发动机电子控制器为 MCU(微处理机控制装置),尔后又称发动机电子控制装置为 EEC。

电子控制器硬件的作用是:根据电子控制器存储的程序和数据,对发动机(或汽车)传感器输入的各种信息(模拟/数字)进行运算、处理、判断,然后输出动作指令,控制各有关执行器进行工作,达到快速、准确、自动地控制发动机(或汽车)工作的目的。现代汽车发动机电子控制器的最基本组成如图 1 - 1 所示。

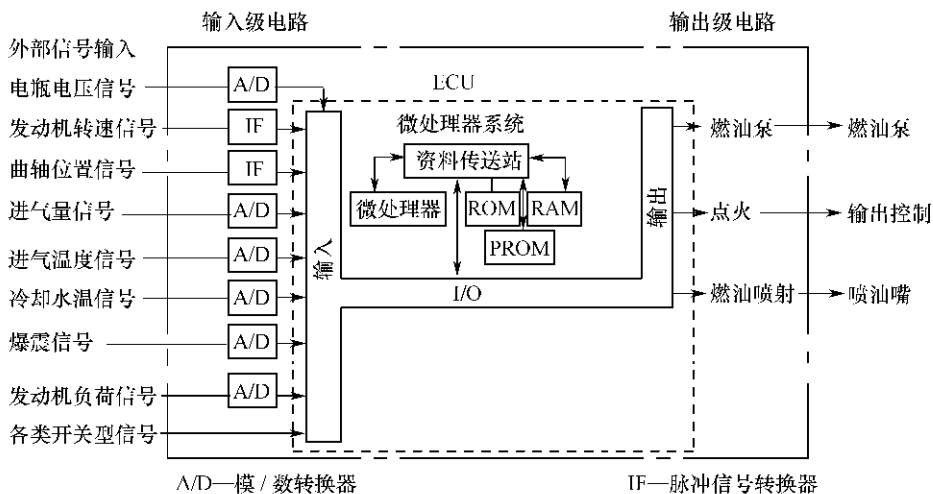


图 1 - 1 电子控制器组成方框图

发动机电子控制主要是对电磁式喷油器和点火时刻两个方面的控制。为达到预期的控制效果,适应发动机工况状态复杂的快速多变性特点,还要求电子控制器具有高灵敏度的响应速度,而实现响应性又是电子控制器的首要技术指标。

一般来讲,电子控制器包括硬件和软件两部分。若系统中采用硬件较多,则处理信息的速度加快,可改善控制系统的性能,但系统的结构复杂化;若系统中多采用软件替代一些硬件,则可减少电器元件数目,但系统的处理速度减慢,响应度也降低。因而电子控制器合理的选配硬件与软件两者的比例是至关重要的,应按控制系统的具体要求来确定。

电子控制器的硬件有专用控制微机、电路、输入与输出接口等,即主要是集成电路、电子元件与印制电路板。如叶特朗尼克控制系统有 4 块 CMOS 型大规模集成电路芯片,即中央微处理机、CPU 程序与只读存储器(ROM)、随机存储器(RAM)与输入和输出电路等。

电子控制器印制电路板由上、下两层组成:上层主要有输入级电路、微处理机、只读存储器 ROM、随机存储器可编程只读存储器 PROM 等集成块组成;下层主要有各种输出放大级电路,诸如电动汽油泵、点火控制系统、汽油喷射控制系统等放大电路组成。而上下两层电路则用数据线连接,一个 35 极插座联接蓄电池、各传感器和各执行驱动器,同时配备一个安全接头,以防止逆向电压或短路对电子控制器造成伤害。

二、电子控制器的组成与工作

ECU 的组成如图 1 - 2 所示。主要由输入电路、A/D 转换器(转换电路)、ECU 和输出回路等四部分组成。

1. 输入电路

输入电路的作用是将系统中各传感器检测到的信息(号)通过 I/O(输入/输出接口电路)接口送入 ECU 完成汽车发动机在运行过程中对其工况状态的实时检测任务。在检测过程中,需要检测与输入的信号有模拟信号和数字信号两种。从传感器送来的信号,首先进入输入回路。在输入回路中,对输入信号进行预处理。一般是去除杂波和将正弦波变为矩形方波后,再转换成输入电平,其大致过程如图 1 - 3 所示。

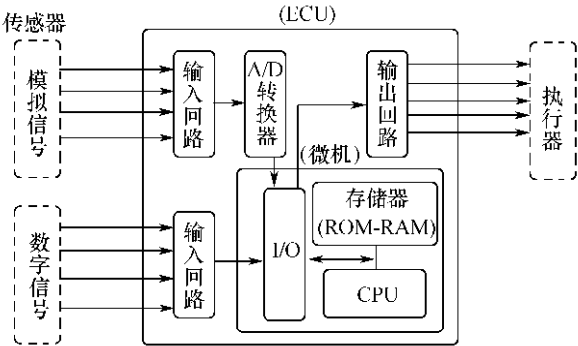


图 1 - 2 发动机电子控制器的组成

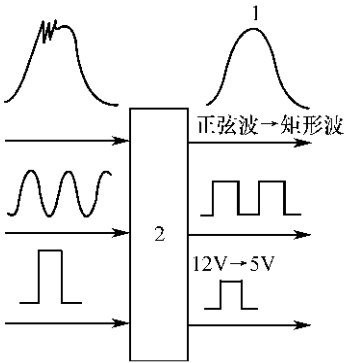


图 1 - 3 输入回路的作用

1—除去杂波；2—输入回路。

2. A/D 转换器

从传感器送出的信号有模拟信号和数字信号两种,其中的模拟信号 ECU 不能直接识别与处理,需经过相应的 A/D 转换电路将模拟信号转换成数字信号后才能输入 ECU。

(1) 模拟信号输入

输入的模拟信号有吸入空气流量、空气温度、发动机冷却水温度、发动机负荷(转速)、电源电压等多个信号。在闭环调节控制系统中,还有来自氧传感器(OX)的余氧电压信号输入。这几个信号分别经过相应的处理电路后,再经过模/数转换器转换之后,才以数字量的形式送入到中央处理器,其过程如图 1 - 4 所示。因为上述信号反映的是流量、压力、温度等物理量,在经过传感器与处理电路之后,已经都转换为相应的电压信号。它们通常都是变化缓慢的连续信号,这些信号必须事先转换为数字量后,才能输入 ECU 进行处理。例如空气流量计的输出为(0~5)V 的电压信号,若与 A/D 转换器已设定的量程相同时,就无需进行电平转换而直接进入 A/D 转换

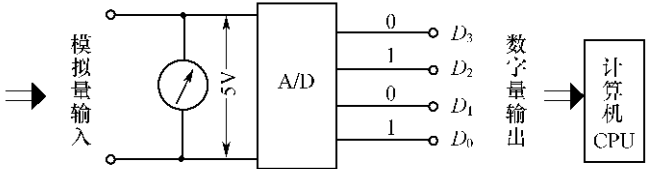


图 1 - 4 A/D 转换工作过程示意

器,电源的电压信号在发动机各种运行工况下变化的幅度较大,有时会超过 A/D 转换器的设定量程,因此在进入 A/D 之前也要先进行电平转化。在 A/D 转换器中将模拟量随时间线性变化的锯齿电压波转变为脉冲方波,其脉冲计数就是该物理量的数值。其转换的部件,大多数是采用 ADC - 0809 芯片,它具有 8 通道的多路开关及与微机兼容的控制逻辑功能。

(2) 数字信号的输入

控制系统采集的数字信号主要是来自转速传感器的转速信号与活塞上止点参考信号,它们都是脉冲信号。这两个信号经过处理电路之后,通过 I/D(输入/输出接口电路)接口就可直接送入 ECU。

由于控制系统所用的磁电式转速传感器或发动机曲轴转角位置传感器输出信号的幅值均是随转速变化的,当发动机转速升高(或降低)时,输出电压的幅值就增大(或减小)。这样在发动机低速时,电压信号就显得很微弱,必须将信号放大和将波形变成整齐的矩形波,为此在系统中要设有信号整形电路,将这些脉冲信号整形成有规则的脉冲,才能送入 ECU。

另外,曲轴转角传感器齿盘上的齿数一般只有几十个,如果仅用这几十个齿数产生的几十个脉冲信号来代表曲轴每一转的步长数,就显得很不精确,会引起较大的控制误差。所以在发动机上,为了保持一定的精度,转角的步长应定为 0.5° (或 1°)曲轴转角为宜。因此转角脉冲还需要输入一个转角脉冲发生器,把由齿盘中产生的几十个脉冲转变为曲轴一转产生 720 个脉冲(或 360 个脉冲),即转变为每 0.5° (或 1°)曲轴转角发生一个脉冲。而这里的上止点脉冲除了作为上止点销钉位置信号之外,同时也作为 0.5° 曲轴转角脉冲信号起始位置的同步信号。也就是以上止点脉冲定为计算曲轴转角的零点,然后按 0.5° 曲轴转角的间隔输出脉冲。

3. 微型计算机(ECU)

ECU 主要由 CPU、存储器和输入、输出接口、信息传送总线等组成,如图 1-5 所示。

ECU 能根据需要,把各种传感器送入的信号,用内存程序(ECU 进行处理顺序)和数据都事先编好存在存储器内,使用时通过传感器启动相应程序,即可实现自动控制。汽车用 ECU 系统只需用一定容量的半导体存储器便可满足内存要求,无须设置外存储器。

在 ECU 控制系统中,为了收集和检测各种参数,采用了许多检测元件(如传感器)和仪表。其主要作用是把被检测参数由非电量转变为电量,如热电偶把温度信号变成电压(mV)信号,压力传感器把压力信号变成电压信号等。这些信号被转变成统一的标准电平后再送入 ECU 进行比较和运算处理。因而检测元件的精度直接决定着整个控制系统的控制精度。为把 ECU 运算处理的结果(如喷油器的喷油信号、点火正时信号等)的命令、指令转

化为控制行为、动作并付诸实施,ECU 需要配有执行机构。常用的执行机构有电动的、液动的或气动的等形式,如步进电动机、电磁阀等。

(1) 中央处理器(CPU)

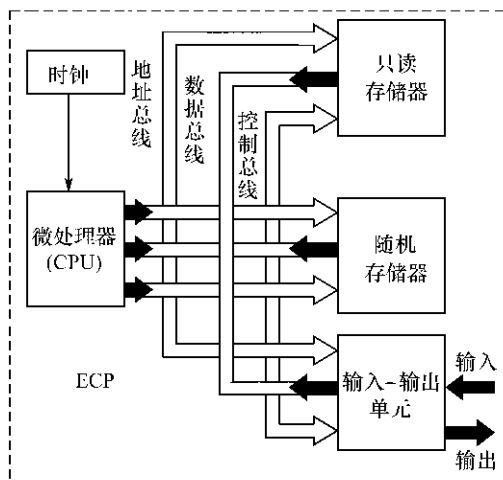


图 1-5 ECU 的基本组成