

项目一

▶ 汽车电子技术概述

🔗 学习目标

- 了解汽车电子技术的发展概况、应用现状和发展趋势；
- 掌握汽车电子控制系统的基本组成结构；
- 熟悉几种常见的自动控制系统的的工作原理。

▶ 任务一 汽车电子技术概述

当代汽车技术是高科技迅猛发展的集中体现,它实际是集机械、电子、计算机、控制工程、材料工程、生物工程和信息技术等多学科技术于一体的产物。随着电子技术、计算机技术和控制技术的不断发展和人们对汽车要求的日益提高,现代汽车正向电子化和智能化方向发展。目前,电子控制部件在汽车上,特别是在轿车上的应用越来越多,基本上占汽车总成本的 1/3 甚至更多。现代汽车实际上已经成为以电子控制为核心的计算机控制系统。



理论学习

一、汽车电子技术发展简史

汽车电子技术发展开始于 20 世纪 50 年代,共分为以下三个阶段:

1. 第一阶段

20 世纪 50 年代中期到 70 年代中期,对汽车产品进行技术改造的主要目的是改善部分性能,如在车上安装晶体管收音机。第一阶段侧重于开发单独性的电子零部件(整流器、调节器、晶体管无触点式点火系统、电子时钟等),从而改善单个机械部件的工作性能。该阶段在设计上是局部的,没有形成系统的观念。

2. 第二阶段

20 世纪 70 年代末期到 90 年代中期,为解决污染、安全和节能三大方面的问题,研发出了电控汽油喷射系统、电子控制防滑制动装置和电控点火系统。第二阶段侧重于某些独立的控制系统,如发动机控制系统、防抱死控制系统、安全气囊、巡航控制系统



等。该阶段是汽车电子技术快速发展的一个时期,各个单独系统的控制技术也逐渐成熟。

3. 第三阶段

20世纪90年代中期以后,电子技术广泛应用在汽车底盘、车身和汽车柴油发动机等多个领域。第三阶段,汽车电子系统的设计更加从整体的角度来考虑,开始广泛应用计算机网络技术和信息技术,使汽车更加自动化和智能化,并逐步向汽车与社会环境的联结方向转移。

二、汽车电子技术的应用现状

现代汽车上采用的电子技术可分成五类:发动机控制系统、底盘控制系统、车身控制系统、信息与通信系统及附属装置。

1. 发动机控制系统

汽车发动机控制系统包括以下几个方面:

(1)电控点火系统。该系统可使发动机在不同转速、进气量等因素下,在最佳点火提前角工况下工作,使发动机输出最大的功率和转矩,且将油耗和排放控制到最低限度。该系统分为开环和闭环两种控制方式。电控点火闭环控制系统通过爆燃传感器进行反馈控制,其点火时刻的控制精度比开环高,但排气净化较差。

(2)电控汽油喷射系统。该系统根据各传感器输送来的信号,能有效控制混合气空燃比,使发动机在各种工况下的空燃比达到较佳值,从而实现提高功率、降低油耗、减少排气污染等功效。该系统也分为开环和闭环两种控制方式。闭环控制是在开环控制的基础上,在一定条件下,由计算机根据氧传感器输出的含氧浓度信号修正燃油供给量,使混合气空燃比保持在理想状态下。

(3)废气再循环控制系统。该系统是将排气中的废气适量引入进气侧的新鲜混合气中再次燃烧,以抑制发动机有害气体的生成。该系统根据发动机的工况适时地调节参与废气再循环的废气循环率,以减少排气中的有害气体。它是一种排气净化的有效手段。

(4)怠速控制系统。该系统根据发动机冷却液温度及其他有关参数,如空调开关信号、动力转向开关信号等,使发动机的怠速处于最佳状态。

除以上控制系统外,发动机部分的控制内容还有发动机输出、冷却风扇、发动机排量、气门正时、二次空气喷射、发动机增压、油气蒸发控制装置及自诊断系统等。

另外,随着汽车电子技术的进一步发展,汽车电子将会在现代汽车上承担更重要的任务,如控制压缩比,检测汽车零件逐渐增加的机械磨损等。

2. 底盘控制系统

汽车底盘控制系统包括以下几个方面:

(1)电控自动变速器。该装置有多种形式,它能根据发动机节气门开度和车速等行驶条件,按照换挡特性精确地控制变速比,使汽车处于最佳挡位。该装置具有提高传动效率、降低油耗、改善换挡舒适性、提高汽车行驶平稳性及延长变速器使用寿命等优点。

(2)防滑控制系统。防滑控制系统包括防抱死控制系统(ABS)、牵引控制系统、驱动防滑系统和车辆横向稳定性控制系统(VSC)。该系统可以提高制动效能,防止汽车在制动、起步、驱动和转弯时产生侧滑,是保证行车安全和防止事故发生的重要措施。

(3)电控动力转向系统。电控动力转向系统的形式较多,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和最优化的转向回正特性,具有改善行驶的稳定性。

性及节能和降低成本的作用;有的主要用来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,电控前轮动力转向系统较普及,通过控制转向力,保证汽车原地或低速行驶时转向轻便,而高速行驶时又确保安全。目前汽车动力转向的发展趋势为四轮转向。

(4)电控悬挂系统。该系统能根据不同的路面状况,控制车辆高度,调整悬挂的阻尼特性及弹性刚度,改善车辆行驶的稳定性和乘坐舒适性。

(5)巡航控制系统。该系统又称恒速行驶系统。汽车在高速公路上长时间行驶时,打开巡航控制系统自动操纵开关后,巡航控制系统将根据行驶阻力自动增减节气门开度,使汽车行驶速度保持一定。该装置可以减轻驾驶员长途驾驶疲劳。

3. 车身控制系统

车身控制系统包括以下几个方面:

(1)安全气囊。该装置是一种被动安全装置。在车辆相撞时,由电控元件用电流引爆安置在方向盘中央(有的在仪表盘杂物箱后边也安装)等处的气囊中的渗氮物,其迅速燃烧产生的氮气瞬间充满气囊,气囊在驾驶员与方向盘之间、前座乘员与仪表板之间形成一个缓冲软垫,避免硬性撞击而受伤。该装置一定要与安全带配合使用,否则效果将大为降低。

(2)雷达防撞系统。该系统有多种形式,有的是在汽车行驶中,当两车的距离小于安全距离时会自动报警,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住;有的是在汽车倒车时显示车后障碍物的距离,有效地防止倒车碰撞事故发生。

(3)驱动防滑控制系统。该系统是在制动防抱死系统的基础上开发的,这两种系统有许多共同组件。该系统利用驱动轮上的转速传感器,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。它实质上是一种速度调节器,可以在起步和弯道速度发生急剧变化时,改善车轮与地面间的附着力,提高汽车的行驶安全性。该系统在雪地或湿滑路面上较能发挥其特性。

(4)安全带控制系统。该系统在汽车发生撞击的情况下,瞬间束紧安全带。有的汽车,只有当计算机确认驾驶员和乘客安全带使用正确无误时,发动机才能被起动。

(5)前照灯控制系统。该系统可控制前照灯照明范围随着方向盘的转动而转动,并能在会车时自动关闭远光灯,以防止眩目。

除上述系统外,车身控制系统还有各种各样的安全装置,如自动门窗、车门自动闭锁控制系统、防盗系统、车钥匙忘拔报警系统和语音开门(无钥匙)系统等。

4. 信息与通信系统

随着电子化的发展,汽车信息与通信系统越来越完善,已不仅仅满足于反映车速、里程、冷却液温度、油压等,而是逐渐向全面反映车辆工况和行驶动态等方向发展。常见的信息系统包括信息显示与报警系统、语言信息系统、车用导航与定位系统和通信系统等。种类繁多的信息与通信系统正越来越多地应用于现代汽车。

(1)信息显示与报警系统。该系统可将发动机的工况信息等参数,通过微处理器处理后,输出对驾驶员更为有用的信息,并用数字显示、线条显示或声光报警等方式告知驾驶员。显示的信息除冷却液温度、油压、车速、发动机转速等常见的内容外,还有瞬时耗油量、平均耗油量、平均车速、行驶里程、车外温度等。驾驶员根据需要,可随时调出显示这些信息。显示与报警的信息主要有燃油温度、冷却液温度、油压、充电、尾灯、前照灯、排气温度、制动液



量、手制动、车门未关严等,当出现不正常现象或自诊断系统检测出有故障时,该系统立即进行声光报警。

(2)语言信息系统。过去一般信息显示都是靠驾驶员查看仪表,用视觉感知,这样容易造成遗漏。现在出现了语言信息系统,包括语音报警和语音控制两类。语音报警是在汽车出现不正常情况,如冷却液温度、水位、油位不正常,制动液不足和蓄电池充电值偏低等情况时,计算机经过逻辑判断,输出信息至扬声器,发出模拟人声向驾驶员报警,如“水位不正常”“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。

(3)车用导航与定位系统。该系统是近几年研究的新课题,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。其实质是汽车行驶向智能化发展,未来发展的目标是实现汽车无人驾驶。

(4)通信系统。通信系统真正使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,通信系统的水平在不断地提高,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连,实现行驶过程中的国际电话通信,实现网络信息交换、图像传输等。

5. 附属装置

汽车附属装置包括以下几个方面:

(1)全自动空调。该装置突破单一的空气温度调节功能,根据设计在车内的各种温度传感器输入的信号(车内温度、大气温度、日照强度、蒸发器温度、发动机冷却液温度等),由计算机进行平衡温度演算,对进气转换风门、混合风门、水阀、压缩机、鼓风机等进行控制;能根据乘客要求,保持车内的温度等小气候处于人体感觉最舒适的状态。

(2)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,满足乘客舒适性的要求。

(3)音响/音像。车内装有立体音响、CD等。放音系统可实现立体声补偿、立体声音响自动选台,显示器实现数码选台。

三、汽车电子技术的发展趋势

20世纪90年代中期,汽车电子技术进入其发展的第三个阶段,这是对汽车工业的发展最有贡献、最有价值的阶段,同时也是优化“人—汽车—环境”的整体关系最为重要的阶段。这个阶段,由于计算机技术、信息技术、控制技术、新材料和新工艺的不断进步,汽车电子技术的发展主要表现在以下几个方面:

1. 传感器智能化

由于汽车电子控制系统的多样化需求,其需要的传感器种类和数量不断增多。为此,研制新型、精度高、可靠性好和成本低的传感器是十分必要的。

未来的智能化集成传感器不仅要能提供用于模拟和处理的信号,而且还能对信号进行放大和处理,同时还应具备自动校正功能和较强的抵抗外部电磁干扰的能力,以确保传感器信号的质量不受影响,即使在更为严酷的使用条件下仍能保持较高的精度。

此外,它还具有安装方便、结构紧凑的优点,从而避免受机械特性的影响。

2. 车用微处理器技术迅速发展

自从 1976 年美国通用汽车公司成功地把微处理器应用于汽车发动机控制系统后,世界汽车工业的微处理器用量就激增,汽车微处理器实物图如图 1-1 所示。

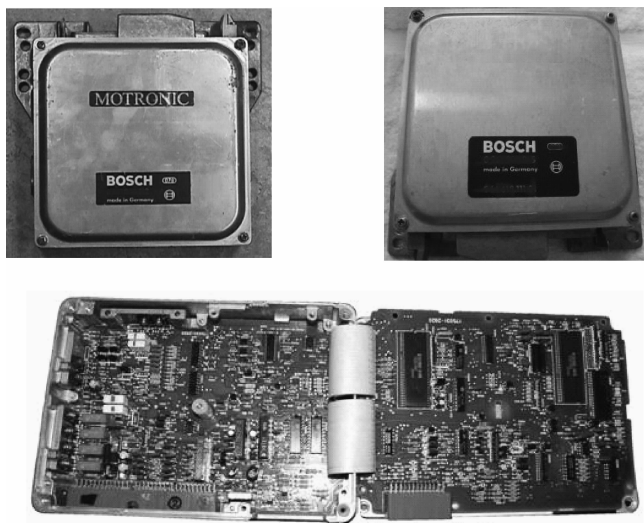


图 1-1 汽车微处理器

汽车微处理器已经广泛地应用于安全、环保、发动机、传动系、速度控制和故障诊断中。

3. 新的控制理论和方法将大量应用

随着控制技术的不断发展,除了传统的控制方法外,一些新的控制方法将更广泛地应用于汽车的控制系统中。例如,最优控制理论在汽车悬架系统中的应用,滑膜控制在防抱死控制系统中的应用,模糊控制在自动变速器中的应用及人工神经网络在四轮转向控制中的应用等。

这些控制方法在汽车上的成功应用,将极大地改善汽车控制系统的质量和精度,提高汽车的使用性能。

4. 汽车电气系统电压有可能升级

汽车技术高度发展,汽车电器的容量大幅度增加。车上自动控制所必需的微型电动机数目不断增加,汽车功能越多,用电量也越大。因此,一些人建议将目前汽车上采用的电源由 12 V 改为 42 V。

汽车电气系统电压升级可采用 14/42 V 双电压方案:将汽车电器与电控装置根据耗电量大小分为两组,中小功率为一组,用 14 V 电压供电,较大功率电器装置采用 42 V 电压供电,这些装置的功率为 400~1 000 W,峰值功率可高达 500~5 000 W。

14/42 V 双电压变换过程为:交流发动机输出 42 V 高电压,借助一个直流变换器,由 42 V 变换为 14 V。在这个系统中,直流变换器将供电系统分隔为两个具有不同电压等级的供电系统,除降压之外,还能对整个电气系统的电能分配管理起重要作用。

14/42 V 双电压供电系统也有缺点,如增加车辆附加承载、占用更大的空间及造价较高、产生电磁干扰等。



5. 数据总线技术的应用

所谓数据总线,就是指在一条数据线上传递的信息可以被多个系统共享,从而最大限度地提高整体系统的效率,充分利用有效的资源。数据总线将过去一线一用的专线制改为一线多用制,大大减少了车上线束的数目,同时也缩小了线束的直径。

汽车上已经开始越来越多地使用控制器局域网(controller area network,CAN)数据总线技术。在现代轿车的设计中,CAN 数据总线已成为必须采用的装置。

汽车上的网络连接方式主要采用两条 CAN 数据总线,一条是用于驱动系统的高速 CAN 总线,另一条则是用于车身系统的低速 CAN 总线。

驱动系统 CAN 总线和车身系统 CAN 总线两条数据总线是相互独立的关系。工程师将逐步克服技术障碍,进行“网关”设置,在各个 CAN 总线之间搭桥实现资源共享,将各个数据总线的信息直接反馈到仪表板上。驾驶员只要看着仪表板,便可以知道各个电控装置是否正常工作。

6. 光导纤维在汽车信号传输中的应用

汽车电子技术的进步已使各系统控制走向集成化,形成整车控制系统。这一系统除了中央处理器外,还包括多达 23 个微处理器及大量传感器和执行部件,它们组成了一个庞大而复杂的信息交换与控制系统。车用计算机的容量要求已与个人计算机不相上下,而且车用计算机的运算速度要求更高。由于车用计算机控制系统的数量日益增多,因而采用高速数据传输网络显得尤为必要。光导纤维可以为此传输网络提供传输介质,以解决电子控制系统电磁干扰导致数据传输慢的问题。随着光导纤维的成本不断降低,它的应用也将降低汽车各有关方面的成本。

7. 网络汽车即将出现

随着以计算机技术、卫星定位和网络技术为基础的汽车信息系统技术日益发展,网络汽车呼之欲出。

网络汽车不仅仅是一种交通工具,它集办公、通信、娱乐为一体。它综合现有的硬件技术与软件技术,包括卫星无线通信、全球定位、语音识别、网络访问、平面显示、夜视技术和人工神经网络技术。网络汽车的主要功能有远程诊断与控制车辆、移动办公和道路导航等。

随着信息技术的不断发展,计算机及通信技术与汽车的逐步结合,将给汽车业带来新一轮的技术革命。今天,这种技术革命已经开始一步步地展开。

8. 蓝牙技术在汽车上的应用

蓝牙技术是通过嵌入在电子装置上的写有程序的微电子芯片,使所有相关设备在有效范围内相互交换信息、传递数据的一门技术。它的应用省去了将移动电话、个人信息处理系统及其他一些电子设备进行连接的电缆装置。

基于蓝牙技术,一些公司开发出可以让驾乘人员用语音进行操控的车载蓝牙设备;还推出了一种蓝牙汽车工具包,用户操控手持蓝牙设备,就能够与汽车设备之间进行无线联系,如无线遥控打开车门,与车内车辆检测系统无线交换数据库。采用蓝牙设备的车载装置将使人们很容易在车内通过互联网下载音乐、视频和发送电子邮件。

蓝牙技术的广泛应用将彻底改变人们对互联网的认识。计算机不再是接入网络的唯一途径,信息网络将走向包括汽车在内的各个方面。一旦汽车各数据处理器实现与互联网的

无线连接,车上任何装置都可以实现数字化,包括汽车发动机、底盘、汽车电器、座椅、车厢等,从而使汽车真正实现网络化与智能化。

任务二 汽车电子控制基础知识



理论学习

一、汽车电子控制知识概述

汽车电子化被认为是汽车技术发展进程中的一次重大革命,汽车电子化的程度被作为衡量现代汽车发展水平的重要标志,是用来开发新车型、改进汽车性能的最重要的技术措施。汽车制造商普遍认为,增加汽车电子设备的数量,促进汽车电子化是夺取未来汽车市场的重要有效手段。在一些豪华车上,单片微型计算机的使用数量已经达到48个,电子设备成本占到整车成本的50%左右,电子技术的应用几乎已经深入汽车的各个系统之中。

按照对汽车行驶性能的影响,可把汽车电子产品分为汽车电子控制装置和车载汽车电子装置两大类。

1. 汽车电子控制装置

汽车电子控制装置要和车上的机械系统配合使用,即所谓“机电结合”的电子控制装置,包括发动机、底盘和车身电子控制系统。如电子燃油喷射系统、防抱死控制系统、驱动防滑控制系统、牵引力控制系统、电控悬架系统、电控自动变速器、电控动力转向系统等。

2. 车载汽车电子装置

车载汽车电子装置是在汽车环境下能够独立使用的电子装置,它与汽车本身的性能无直接关系。它包括汽车信息系统(行车计算机)、导航系统、汽车音响及电视娱乐系统、车载通信系统、上网设备等。

目前,电子技术正向集中综合控制发展,如将发动机管理系统和自动变速器控制系统集成为动力传动系统进行综合控制;将防抱死控制系统、牵引力控制系统和驱动防滑控制系统综合在一起进行制动控制;通过中央底盘控制器,将制动、悬架、转向、动力传动等控制系统通过总线进行连接,控制器通过复杂的控制运算,对各子系统进行协调,将车辆行驶性能控制到最佳水平,形成一体化底盘控制系统。

二、汽车电子控制系统的基本组成

汽车电子控制系统主要由三大部分组成,如图1-2所示。信号输入部分主要包括一些传感器、放大电路及开关器件等;信号处理部分即电子控制单元,用于对传感器的各种输入信号进行分析处理,向被控装置输出控制信号;信号输出部分包括输出驱动电路、各类继电器、电动机、电磁阀等执行元件,其根据电子控制单元的输出信号完成对被控对象的操作。

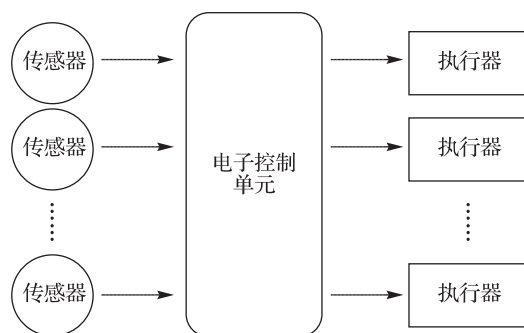


图 1-2 汽车电子控制系统的基本组成

1. 传感器

传感器是把绝大部分非电量信号转换成电量信号,或者将物理量、电量、化学量的信息转换成电子控制单元能够理解的信号的元件。常用的传感器如图 1-3 所示。在汽车上,传感器把汽车运行中各种工况信息,如车速、各种介质的温度、发动机运转工况等,转化成电信号输给电子控制单元,以便电子控制单元控制发动机处于最佳工作状态。汽车传感器可对温度、压力、位置、转速、加速度、流量、湿度、电磁、光电、气体、振动等信息进行实时、有效而准确的测量和控制。



图 1-3 常用的传感器

20 世纪 60 年代,汽车上仅有机油压力传感器、油量传感器和水温传感器,它们与仪表或指示灯连接。进入 70 年代后,为了治理尾气排放,汽车上又增加了一些传感器来帮助控制汽车的动力系统,因为同期出现的催化转换器、电子点火和燃油喷射装置需要这些传感器来维持一定的空燃比,以控制尾气排放。80 年代,制动防抱死装置和气囊的出现提高了汽车的安全性,相应又增加了一些传感器。而现在,一辆普通家用轿车上安装近百只传感器,而豪华轿车上传感器的数量可达 200 余只,它们主要分布于发动机控制系统、底盘控制系统、车身控制系统和导航系统中。

传感器产生的电信号类型有模拟信号和数字信号两种,模拟信号即与输入物理量有一定对应关系的连续电压或电流信号;数字信号即不连续的开关信号或脉冲信号。不同种类的信号进入电子控制单元时需要不同的处理。

2. 电子控制单元

电子控制单元(electronic control unit, ECU)是电子控制系统的核心,通常以单片机为控制主机,外加相应的控制电路,对输入信号进行运算、判断和处理,形成决策并发出相应的控制命令给执行器,实现自动控制功能。ECU 主要由输入电路、A/D(模/数)转换器、微型计算机和输出电路四部分组成。

(1)输入电路。输入电路的功用是对从传感器、开关来的信号进行预处理,一般是去除杂波和把正弦波变为矩形波,并转换成输入电平(符合 ECU 要求幅值的矩形波)。

(2)A/D(模/数)转换器。A/D 转换器的功用是将模拟信号转变为数字信号。从传感器、开关输入 ECU 的信号有模拟信号和数字信号两种。空气流量传感器、水温传感器、进气温度传感器、线性输出式节气门位置传感器等,向 ECU 输出的是模拟信号——变化缓慢的连续信号。它们经输入电路处理后,都已变成具有一定幅值的模拟电压信号,但 ECU 不能直接处理它,还必须用 A/D 转换器把这种信号转换成数字信号。

(3)微型计算机。微型计算机简称微机,它是电控系统的中枢。它的功用是把各种传感器、开关送来的信号进行运算处理,并把处理结果送至输出电路。微机内部结构主要由中央处理器(CPU)、存储器(RAM 和 ROM)、输入/输出(I/O)接口、时钟脉冲发生器和总线等组成。

(4)输出电路。输出电路是微型计算机与执行器之间建立联系的一个装置。它的功用是将微机发出的指令信号转变成控制信号,以驱动执行器工作。由于微机输出的指令信号是低电压、小电流的数字信号,不能直接驱动执行器工作,因而需要输出电路将该信号转换成可以驱动执行器工作的控制信号,如喷油控制信号、点火控制信号、电动汽油泵控制信号等。

3. 执行器

执行器是根据 ECU 输出的控制信号完成相应的机械动作,将电信号转换为机械运动的部件,如电磁线圈、电动机、压电元器件等。常用的执行器见表 1-1。

表 1-1 常用的执行器

名称		驱动能源	应用范畴(系统)
电动机	直流电动机	电能	刮水器
	伺服电动机	电能	节气门开度控制
	步进电动机	电能	节气门开度、电子悬架阻尼与刚度控制
控制阀	2/2 开关阀	液压/气动	ABS、ASR、EAT
	3/3 开关阀	液压/气动	ABS、ASR、EAT
	比例压力阀	液压/气动	离合器控制、金属带式 CVT 夹紧力控制
	比例流量阀	液压/气动	CVT 连续速比控制
继电器		电能	电磁阀驱动、电动机驱动
电磁铁	比例	电能	电磁离合器、比例液压阀
	开关	电能	开关电磁阀



三、自动控制基础知识

自动控制是指在没有人直接参与的情况下,利用外加的设备或装置(控制装置或控制器),使机器、设备或生产过程(统称被控对象)的某个工作状态或参数(被控量)自动地按照预定的规律变化。汽车电子控制系统就是自动控制系统。常见的控制方式有以下几种:

1. 开环控制与闭环控制

(1)开环控制。开环控制是最简单的一种控制方式,若系统的输出量对系统的控制作用没有影响,则称为开环控制,如图 1-4 所示。开环控制的特点是控制量与被控制量之间只有前向通道而没有反向通道,信息的传递路径不是闭合的,故称开环。ECU 不对控制系统的输出进行监测,即不考虑实际输出与期望输出之间的差异。

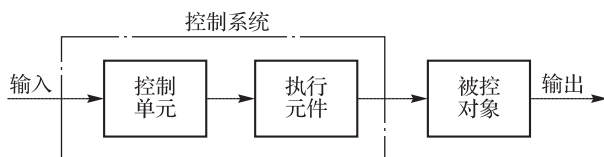


图 1-4 开环控制

(2)闭环控制。若系统的输出信号对控制作用有直接影响,则称为闭环控制,如图 1-5 所示。在控制系统中,控制装置对被控对象所施加的控制作用(控制器输出),若部分或全部取自被控量的反馈信息,这种控制原理称为反馈控制原理。正是由于引入了反馈信息,整个控制过程才成为闭合的。因此,按反馈原理建立起来的控制系统,称为闭环控制系统。在闭环控制系统中,其控制量是被控量与给定值之间的偏差。ECU 通过反馈传感器和反馈电路对控制系统的输出进行实时监测,并根据实际输出与期望输出之间的差异产生相应修正信号,使实际值接近期望值,控制精度高。

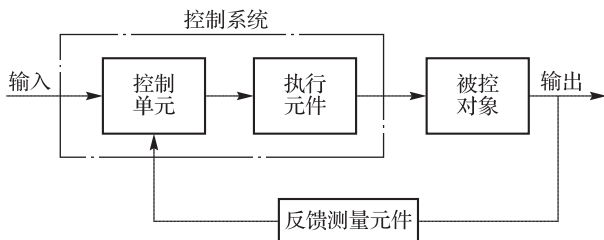


图 1-5 闭环控制

2. PID 控制

PID 控制即比例(proportion)-积分(integration)-微分(differentiation)控制的简称,是一种闭环控制,如图 1-6 所示。PID 控制器是控制系统中一种技术比较成熟,而且应用最广泛的控制器。它结构简单,参数容易调整,且不一定需要系统确切的数学模型,因此在工业的各个领域中都有应用。

在 PID 控制系统中,比例、积分和微分三个环节的作用各不相同。

(1)比例环节。该环节对偏差瞬间做出快速反应。偏差一旦产生,控制器立即产生控制

作用,使控制量向减少偏差的方向变化。比例控制作用的强弱取决于比例系数。

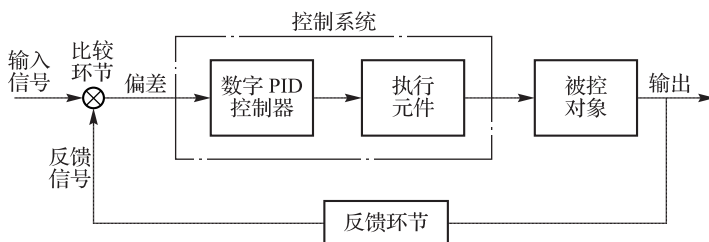


图 1-6 PID 控制

(2)积分环节。该环节把偏差的积累作为输出。在控制过程中,只要有偏差存在,积分环节的输出就会不断变化,直到偏差为 0,输出量才可能维持在某一常量,使系统在给定值不变的条件趋于稳态。

(3)微分环节。该环节的作用是阻止偏差的变化。它是根据偏差的变化趋势(变化速度)进行控制的。偏差变化得越快,微分环节的输出就越大,并能在偏差值变大之前进行修正。

PID 控制中的三个环节分别对偏差的三个时段(现在、过去和将来)进行控制。它通过以不同的比重将比例、积分和微分三个控制环节叠加起来对被控对象进行控制,以满足不同的性能要求。

用微机实现控制的 PID 控制器称为数字 PID 调节器,它广泛应用于汽车动力传动系统,如节气门开度控制、离合器接合行程控制等。

3. 最优控制

简单地讲,最优控制就是在满足一定的约束条件下,寻求最优控制策略,使得性能指标取极大值或极小值。它利用状态空间表达式确定系统的控制规律,使控制系统达到要求的性能指标。该控制方式既适用于单变量、定常系统和线性系统,也适用于多变量、时变系统和非线性系统。状态空间设计法有很多种,但在汽车电子系统中多采用二次型指标最优来确定控制规律的最优控制法。

4. 自适应控制

自适应控制是综合运用现代控制理论的一种新兴技术,其研究对象是具有不确定性的系统。在反馈控制系统中,微小变化对系统动态特性的影响可以被减弱,但当系统的参数和环境变化比较显著时,只有采用适应能力较强的系统才能满足要求。所谓适应能力,就是系统本身能够随着环境条件或结构的不可预计的变化自行调整或修改系统参数的能力,这种本身具有适应能力的控制系统称为自适应控制系统。



巩固提高

简答题

- (1) 汽车电子控制系统的基本组成有哪些？
- (2) 简述开环控制和闭环控制的区别。