

# 1 汽车电子控制技术概论

汽车工业是国家的支柱产业，也是一个国家工业化程度、经济发达程度以及科学技术进步的象征。近年来，随着汽车工业的不断发展和需求量的急剧增长，在汽车保有量不断增多的同时，全社会对汽车的性能提出了更高的要求，促使了汽车制造工业的革命。目前，电子技术迅猛发展，先进的电子技术广泛应用于汽车制造业，使汽车整体结构发生了巨大的变化。

## 1.1 汽车电子控制技术及其发展

汽车电子控制技术又称为汽车电子技术，是以现代电气和电子技术、新材料和新技术为基础，汽车机械总成、零部件为控制对象而结合的新技术，以提高汽车整车性能（包括动力性、经济性、排放性、安全性、舒适性、操纵性等），改善和解决能源紧缺、环境污染、交通安全等社会问题为目的汽车结构系统。

### 1.1.1 汽车电子控制技术的发展过程

汽车电子控制技术的发展起源于 20 世纪 60 年代。根据电子技术在汽车上的应用情况可大致分为 3 个阶段。第一阶段是从 20 世纪 60 年代中期到 70 年代，主要以改善组成零部件技术性能而对汽车产品实施的技术改造，表现为电子装置代替某些机械部件，如晶体管收音机、交流发电机、电子调节器等在车辆上的使用。第二阶段是从 20 世纪 70 年代末期到 90 年代中期，为解决安全、污染和节能三大问题，研发并应用电控汽油喷射系统、防抱死制动系统和

电控点火系统等。第三阶段是从 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、操控系统和车用柴油发动机等多个方面。随着汽车产品电子技术的不断发展，汽车电子化程度越来越高，汽车上的电子装置也越来越多。汽车上新的技术增长点几乎无一不与电子技术和信息技术相关，现在汽车上每一个总成几乎都是机械、电子和信息一体化装置，在系统中电子和信息部分所起的作用也越来越重要，以至于有人认为汽车正在由一个拥有大量的电子技术与装置的机械系统，转变为一个由一定机械装置支撑的电子电气系统。同时，现代汽车控制技术已从单变量控制发展到多变量控制，从局部的自动调节发展到全局的最优控制，即汽车电子控制系统局域网络化（控制单元通过网络进行数据交换）。

### 1.1.2 现代汽车电控系统的基本特点

汽车电控装置对汽车各个运行工况的参数分辨率高、运行精确。电控装置运行与机械运动相比，电子运行不存在磨损和使用因素影响，控制精度高、响应速度快，且易实现各机构远程和性能的最佳控制。同时，可执行更多项目的控制和采取闭环控制项目。除此之外，电控系统还具有工作可靠性高；具有良好的抗振性，能够在较宽温度范围稳定工作；具有抗强电磁波干扰能力，能在电压波动较大的情况下正常工作；具有较强的抗腐蚀性等特点。目前，电子控制技术在汽车结构方面主要反映在以下几个方面：

(1) 常规系统基本定型。现代汽车技术通过优胜劣汰，废旧换新，常规的结构已基本定型。如发动机技术向高转速、大功率、低油耗、低污染方向发展；底盘技术向良好的操纵性、稳定性和安全性方向发展；车身技术向安全性、稳定性、舒适性和居住性方向发展；动力源向新能源（双燃料、电动、核动力等）方向发展。

(2) 控制系统广泛应用电子模块。现代汽车向电子计算机化程度方向发展，包括发动机的点火、喷油和空燃比 (A/F) 的控制采用 ECU 由单一控制变为多元控制；自动变速器采用计算机 ECT 控制；定速巡航采用计算机 CCS 控制；防抱死制动系统采用 ABS ECU 控制；驱动防滑转控制系统采用 ASR ECU 控制；车身高度和悬架刚度的调节采用 ASC 控制；碰撞保护系统采用安全气囊 SRS 控制等。

(3) 故障诊断系统代码语言显示功能。故障诊断系统走向了代码化和语言化。由传感器测得各种信号，ECU 接收各种传感器的信号，监测和识别电子控制元件的故障，并通过故障指示灯以代码形式将这些诊断信息输出，或者通过故障诊断仪以语言形式输出。总体而言，未来汽车电子新技术概括为：功能多样化、技术一体化、系统集成化、通信网络化。

目前，受法规效力的强制排放标准和实施时间的颁布，未来汽车电控技术，仍将以达到排放标准作为主要的发展方向，主要从以下几个方面开展：

(1) 广泛采用集中管理模式，控制模式将从现在的被动控制转向主动控制模式，控制功能和内容不断增加，如发动机燃烧过程的优化控制、发动机和变速传动系统的最佳匹配、过渡工况最优控制等。

(2) 开发汽油机和柴油机二者有机结合的发动机。

(3) 为满足低油耗、低排放的要求，研发缸内直喷、可控分层稀薄燃烧技术是汽油发动机技术发展的重点方向。

### 1.1.3 汽车电子控制系统的分类

汽车电子控制系统的种类繁多，形式各异，分类方式也不尽相同。一般按控制系统的控

制对象和控制目标进行分类。

### 1. 按控制对象分

根据汽车的总体结构，汽车电子控制系统可分为发动机电子控制系统、变速器电子控制系统、底盘电子控制系统和车身电子控制系统四大部分。

### 2. 按控制功能目标分

根据控制功能及其目标不同可分为动力性、经济性、排放性、安全性、舒适性、操纵性和通过性控制。其中，经济性和排放性控制系统具有双重性，既节能又减排。

(1) 动力性控制系统包括：发动机燃油喷射系统、发动机电子点火控制系统、爆震控制系统、怠速控制系统、电子控制变速系统、发动机进气控制系统、涡轮增压控制系统、控制器局域网 (CAN)。

(2) 经济性与排放性控制系统包括：空燃比反馈控制系统、断油控制系统、废气再循环控制系统、燃油蒸气回收系统、二次空气供给系统。

(3) 安全性控制系统包括：防抱死制动系统 (ABS)、电子制动力分配系统 (EBD)、电子控制制动辅助系统 (EBA)、动态稳定控制系统 (DSC)、驱动轮防滑转调节系统 (ASR)、安全气囊控制系统 (SRS)、座椅安全带收紧系统 (SRTS)、雷达车距报警系统 (RPW)、前照灯光束控制系统 (HBAC)、安全驾驶监控系统、防盗报警系统 (GATA)、电子仪表系统、故障自诊断测试系统 (OBD)。

(4) 舒适性控制系统包括：电子调节悬架系统 (EMS)、座椅位置调节系统 (SAMS)、自动空调系统 (AHVC)、CD 音响、DVD 播放机、信息显示系统 (IDS)、车载电话 (CT)。

车载计算机 ( OBC )。

( 5 ) 操纵性控制系统包括：电子控制动力转向系统 ( EPS )、巡航控制系统 ( CCS )、中央门锁控制系统 ( CLCS )。

( 6 ) 通过性控制系统包括：驱动防滑控制系统 ( ASR )、轮胎中央充放气系统 ( CIDC )、自动驱动管理系统 ( ADM )、差速器锁止控制系统 ( VDLS )。

## 1.2 应用于汽车结构方面的电子控制技术

汽车电子控制系统是指由传感器、电器开关、电子控制器和执行器等组成，并具有提高汽车性能的有机整体，如发动机电子控制系统、底盘电子控制系统和车身电子控制系统等。当系统采用了微处理器 ( ECU ) 作为电子控制器时，该系统则称之为微机控制系统或 ECU 控制系统。

汽车电子控制系统的显著特征是以汽车发动机、底盘和车身为控制对象，主要功能是提高汽车的整体性能，包括动力性、经济性、排放性、安全性、舒适性、操纵性与通过性等。

电子控制系统在现代汽车上的应用如图 1.1 所示。



- ( 9 ) 燃油蒸汽回收系统 ( FECS );
- ( 10 ) 废气再循环控制系统 ( EGR );
- ( 11 ) 可变气门正时控制系统 ( VVT );
- ( 12 ) 汽车巡航控制系统 ( CCS );
- ( 13 ) 车载故障自诊断系统 ( OBD )。

## 1.2.2 汽车底盘电子控制系统

为了改善汽车的行驶稳定性、安全性以及乘坐舒适性，在汽车底盘结构方面采用的电子控制系统主要有以下几个方面：

- ( 1 ) 电子控制自动变速系统 ( ECT );
- ( 2 ) 防抱死制动系统 ( ABS );
- ( 3 ) 电子制动力分配系统 ( EBD );
- ( 4 ) 电子控制制动辅助系统 ( EBA );
- ( 5 ) 车身稳定性控制系统 ( VSC );
- ( 6 ) 驱动轮防滑转调节系统 ( ASR );
- ( 7 ) 电子调节悬架系统 ( EMS );
- ( 8 ) 电子控制动力转向系统 ( EPS );
- ( 9 ) 轮胎中央充放气系统 ( CIDC );
- ( 10 ) 自动驱动管理系统 ( ADM );
- ( 11 ) 差速器锁止控制系统 ( VDLS )。

### 1.2.3 车身电子控制装置

- ( 1 ) 辅助防护安全气囊系统 ( SRS );
- ( 2 ) 安全带紧急收缩触发系统 ( SRTS );
- ( 3 ) 座椅位置调节系统 ( SAMS );
- ( 4 ) 雷达车距报警系统 ( RPW );
- ( 5 ) 倒车报警系统 ( RVAS );
- ( 6 ) 防盗报警系统 ( GATA );
- ( 7 ) 中央门锁控制系统 ( CLCS );
- ( 8 ) 前照灯控制与清洗系统 ( HAW );
- ( 9 ) 挡风玻璃刮水与清洗系统 ( WWCS );
- ( 10 ) 自动采暖通风与空气调节系统 ( AHVC );
- ( 11 ) 车载局域网 ( LAN );
- ( 12 ) 车载计算机 ( OBC );
- ( 13 ) 车载电话 ( CT );
- ( 14 ) 交通控制与通信系统 ( TCIS );
- ( 15 ) 信息显示系统 ( IDS );
- ( 16 ) 声音复制系统 ( ESR );
- ( 17 ) 各种液体存储量与磨损监控系统 ( FWMS );
- ( 18 ) 维修保养周期显示及警示功能等。



## 1.3 汽车电子控制系统的基本组成与控制方式

汽车电子控制系统由若干个子系统组成，控制的理论基础就是现代控制理论。现代控制理论的发展使得电子控制系统更能适应复杂的多变量系统。目前，由于各汽车制造厂家开发的电子控制系统不尽相同，系统控制功能、控制内容、控制参数和控制精度各不相同，采用的控制部件的数量和类型也不尽相同。然而，无论控制系统有多复杂，子系统多与少，其控制逻辑都离不开共同的现代控制理论和电子控制技术。

### 1.3.1 电控系统的基本组成

任何一种电子控制系统，其主要组成可分为信号输入装置、电子控制单元（ECU）和执行元件三大部分，其基本组成如图 1.2 所示。



图 1.2 电控系统的基本组成

信号输入装置：各种传感器与开关信号，用来监测和采集汽车各总成的运行状态或参数信号，并转换成电信号输送给 ECU。现代汽车用的传感器有开关脉冲量和连续模拟量两种，应用时根据所需要的监控参数及要求选用。一般来说，汽车装备传感器越多，则车辆结构越复杂，控制的内容越多，车辆的档次就越高。

电子控制单元（ECU）：是以单片微型计算机为核心所组成的电子控制装置，具有强大的数学运算与逻辑判断、数据管理与数据处理功能，是电子控制系统的核心。

电控单元可以分为硬件和软件两部分，硬件部分是构成电控单元的物理元器件，软件部

分是实现电控单元控制功能的指令和数据系统。ECU 的功用是对各种传感器输送来的信息进行运算、处理和分析判断，然后发出各种控制指令，使执行器按指令动作。另外，ECU 还具有故障监测和警示的功能，能将系统中发生的故障存储记忆下来，为故障诊断提供依据。

执行元件：由 ECU 控制，执行某项控制功能的装置，是控制系统对控制对象实施调控的关键部件，其性能的好坏对控制效果影响极大。