

高等工科学学校教材

冯 渊 主编



汽车电子 控制技术

3.6
7

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



高等工科学学校教材

汽车电子控制技术

主编 冯 渊
参编 黄正萍 柳 琴
汪世文 阎淑莲
宋传增 朱 迅
主审 杨海光



机械工业出版社

为了适应各校“汽车电子控制技术”教学的需要而编写了《汽车电子控制技术》一书。该书从自动控制原理、汽车电子控制系统的组成及其分类、系统工作原理及故障的诊断与维修等几方面,介绍了电喷发动机、自动变速器、制动与驱动防滑装置、安全装置、电控悬架、巡航控制和转向控制等汽车电子控制技术的内容。书中还附有汽车电子控制技术常用缩略语英汉对照表。

本书取材新颖、图文并茂、实用性强,可供高等工科大学、高等职业学校、中等职业学校汽车专业的师生作教材使用,也可供汽车维修、检测技术人员使用和参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车电子控制技术/冯渊主编. —北京:机械工业出版社, 1999.8 (2001.8重印)
高等工科大学教材
ISBN 7-111-07028-3

I. 汽... II. 冯... III. 汽车-电子控制-技术-高等学校-教材 IV. U463.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2001)第044513号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)
责任编辑:赵爱宁 版式设计:张世琴 责任校对:孙志筠
封面设计:姚毅 责任印制:路琳

北京蓝海印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2003年7月第1版第4次印刷
787mm×1092mm $\frac{1}{16}$ ·13.5印张·329千字
定价:18.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

前 言

汽车电子技术的发展突飞猛进，各种高新技术的汽车电子产品给使用和维修带来了很大的困难。为了帮助汽车专业师生和专业技术人员熟悉现代汽车电子控制技术，我们组织编写了本教材。在编写过程中，力求做到以下几点：

(1) 先进性 尽可能多地反映目前汽车的各种电子控制技术。

(2) 通俗易懂 全书按汽车控制系统的控制原理、构造、工作原理和诊断维修组织编写，深入浅出并配有大量图表，以便于阅读和自学。

(3) 应用性 图例以典型系统分析为主，理论联系实际，有较强的实用性。

(4) 专业术语中文化 为了便于阅读，将专业术语中文化，并在附录中列出了常用术语缩略语中英文对照表。

本书内容新颖、图文并茂、通俗易懂，可作为高等工科大学、高等职业学校、中等职业学校等汽车专业的教材，也可供汽车行业工程技术人员和维修人员阅读。

本书由冯渊主编，参加编写的有：黄正萍（第一章）、柳琴（第二章第一节）、汪世文（第二章第二节、第三章第一节）、冯渊（第二章第三节、第四节、第三章、第四章、附录）、阎淑莲（第五章）、宋传增（第六章）、朱迅（第七章、第八章）。

本书主审杨海光对本书提出了许多宝贵意见，在此表示衷心地感谢。

由于编者水平有限，疏漏谬误之处在所难免，欢迎广大读者批评指正。

编 者

1998年12月

目 录

前 言

第一章 概述	1
第一节 汽车电子技术发展简介	1
第二节 汽车电子控制系统的组成及其分类	3
第二章 汽油喷射系统	10
第一节 汽油喷射系统概述	10
第二节 传感器	14
第三节 执行器	29
第四节 汽油喷射系统结构与工作原理	40
第三章 发动机点火及其它控制	53
第一节 发动机点火控制系统	53
第二节 怠速控制装置	61
第三节 排放控制	66
第四节 进气控制	68
第四章 发动机集中控制系统	72
第一节 丰田 TCCS 系统	72
第二节 福特 EEC-IV 系统	77
第三节 柴油机电子控制系统简介	79
第五章 自动变速器	84
第一节 自动变速器概述	84
第二节 液力耦合器和液力变矩器	86
第三节 辅助变速传动机构	90
第四节 液压操纵系统	96
第五节 电子控制系统	104

第六节 典型自动变速器结构与工作原理	111
第七节 无级变速电子控制系统简介	123
第六章 汽车防滑控制系统	129
第一节 汽车防滑控制系统概述	129
第二节 汽车制动防抱死系统的结构与工作原理	135
第三节 驱动防滑系统的组成与工作原理	147
第四节 典型汽车防滑控制系统	149
第七章 汽车行驶与安全控制系统	155
第一节 悬架系统控制	155
第二节 巡航控制	164
第三节 汽车转向系统的电子控制	172
第四节 安全气囊	184
第八章 汽车电控系统的维护与检修	191
第一节 汽车电控系统维护概述	191
第二节 汽车电控系统诊断设备	192
第三节 汽车电控系统的故障诊断原理与操作	193
第四节 汽车电控系统故障诊断与检修实例	197
附录 汽车电子控制技术常用缩略语英汉对照表	209
参考文献	211

第一章 概 述

第一节 汽车电子技术发展简介

一、汽车电子技术的发展过程

汽车电子技术是汽车技术与电子技术相结合的产物。随着汽车工业与电子工业的不断发展，电子技术在现代汽车上的应用越来越广泛，汽车电子化程度越来越高。

在 50 年代，汽车上最初采用的电子装置是收音机。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。1960 年美国克莱斯勒（CHRYSLER）汽车公司和日本日产（NISSAN）汽车公司开始采用二极管整流的交流发电机，此后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。

1973 年，美国通用（GM）汽车公司采用了集成电路（IC）点火装置。这种电路具有结构紧凑、可靠性高、成本低、耗电少、不需冷却、响应性好等优点。

1974 年，美国通用汽车公司开始装备加大火花塞电极间隙、增强点火能量的高能点火（HEI）系统。同时，在分电器内装上点火线圈和点火控制电路，力图将点火系统做成一体。

1976 年，美国克莱斯勒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控制系统。

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。该系统体积小，由中央处理器（CPU）、存储器（RAM/ROM）和模/数（A/D）转换器等组成。系统可根据输入的水温、转速和负荷等信号，计算出最佳点火时刻。

1967 年，由德国博世（BOSCH）公司研制成功了发动机汽油喷射系统。由于集成电路及计算机的发展，使控制系统的结构紧凑，可靠性进一步提高，从而使汽车电子技术得到快速发展。

汽车的电子控制是从发动机控制开始的，而发动机的电子控制技术，又是从控制点火时刻开始的。现代汽车电子控制已从单一项目的控制，发展到多项内容复合的集中控制。如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，即所谓发动机集中控制系统。

除汽车发动机以外的其它部件中，最先采用电子技术的是美国福特（FORD）汽车公司的电子控制防滑装置，接着在 70 年代日本各大汽车公司也开发了这种装置，日本的日产汽车公司和丰田（TOYOTA）汽车公司还各自研制了变速器的电子控制装置（电子变矩器）。近年来车用电子装置越来越多，如驾驶辅助装置、报警安全装置、提高舒适性的装置、通信装置、娱乐装置等等。

目前，国产汽车的电子技术应用多数还处于初级阶段，只有少数汽车厂家且主要集中在一些中外合资生产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、东汽富康、上海通用别克、广州本田，另外在三星、三峰等汽车上也开始程度不同地安装了电子控制装置。随着中外合资、合作项目的增加，国产汽车电子控制装置的应用水平有了较大的提高，其前景是可喜的。

二、汽车电子技术应用的优越性

由于电子技术、计算机技术和信息技术等新技术的发展和运用，汽车电子控制在控制的精度、范围、适应性和智能化等多方面有了较大发展，实现了汽车的全面优化运行。因此，在降低排放污染、减少燃油消耗、提高安全性和舒适性等方面，电子控制汽车有着明显的优势。

1. 减少汽车修复时间

汽车电气设备的故障约占汽车总故障的 $1/3$ 。由于汽车构造比较复杂，零部件比较多，工作环境不可控制（如道路条件，环境的温、湿度），加上人为的因素，所以汽车的可靠性差，无故障间隔时间短；随着电气设备在汽车零部件中比例的增加，电气设备的故障率还会提高。由于电子控制汽车均装有自诊断系统，提高了故障诊断的速度和准确性，从而缩短了汽车的修复时间，带来很好的社会效益和经济效益。

2. 节油

汽车发动机采用电子综合优化控制，与传统的化油器式发动机相比，可以节约燃油消耗 $10\% \sim 15\%$ 左右。汽车是一个较复杂的多参数控制的机械，而且行驶条件随机变化。对其采用优化控制后，计算机可以对控制对象的有关参数（如温度、气体压力、转速、排气成分）进行适当采样，然后进行数据处理，最终控制汽车的执行机构，这样便可使汽车在最佳工况下工作，以达到节油目的。发动机各部件的优化控制主要有：电子控制点火装置、电子控制汽油喷射和混合气浓度控制装置等，此外还有发动机闭缸控制节油装置、怠速控制、废气再循环控制和爆震控制等优化控制。

3. 减少空气污染

用传感器控制的发动机空燃比闭环控制系统，可以保证空燃比处于理论空燃比附近工作。若加装废气再循环和三元催化净化等装置，不但可以节约燃油，而且废气中碳氢化合物（HC）的体积分数可降低 40% ，氮氧化物（ NO_x ）的体积分数可降低 60% 左右。

4. 减少交通事故

电子技术在汽车安全方面得到应用后，使整车的安全性能提高。交通事故主要由人的主观因素和客观因素所造成，减少人的主观因素造成事故的电子装置有：防止酒后驾车和驾驶员瞌睡的电子装置、检查人的心理状态和反应时间的电子装置等；减少由于客观原因造成事故的电子装置有：电子控制制动防滑装置（缩短制动距离、防止制动跑偏、防止制动抱死）、汽车主要参数报警装置和安全气囊等。

5. 提高乘坐舒适性

汽车的舒适性包括平顺性、噪声控制、空气温度和湿度调节以及居住性等。通常所说的乘坐舒适性，主要是指乘客对振动的适应程度。振动主要由路面、轮胎、发动机和传动系通过不同途径传递到人体，其振动的幅度和频率对人体影响较大。采用电子技术后，可以根据汽车的运行情况和路况适时控制减振器的阻尼等参数，从而提高乘坐舒适性。车内温度、湿度、灯光等，可根据环境条件及人的要求自动控制合适的程度。

第二节 汽车电子控制系统的组成及其分类

一、自动控制系统的组成与分类

所谓自动控制就是应用控制装置自动地、有目的地控制、操作机器设备或过程，使之具有一定的状态和性能。

(一) 自动控制系统的一般组成

典型的工程控制系统如图 1-1 所示。

自动控制系统一般由检测反馈单元、指令及信号处理单元、转换放大单元、执行器和动力源等几部分组成。

1. 检测反馈单元

该单元的功用在于通过各种传感器检测受控参数或其它中间变量，经放大、转换后用显示或作为反馈信号。

2. 指令及信号处理单元

该单元接受人机对话随机指令或定值、程序指令，并接受反馈信号，一般具有信号比较、变换、运算、逻辑等处理功能。传统的指令及信号处理单元多采用模拟电路，随着微电子技术和计算机技术的发展，为工程控制系统提供了采用数字计算机指令和信号处理单元的可能性。汽车上所用的指令及信号处理单元多为微处理机。

3. 转换放大单元

该单元的作用是将指令信号按不同方式进行相互转换和线性放大，使放大后的功率足以控制执行器并驱动受控对象。

4. 执行器

执行器直接驱动受控对象的部件，可以是电磁元件，如电磁铁、电动机等；也可以是液压或气动元件，如液压或气压工作缸及马达。为了使驱动特性与受控对象的负荷特性相互匹配，还可附加变速机构，如液压马达和行星齿轮传动的组合。

5. 动力源

动力源为各单元提供能源，通常包括电气动力源和流体动力源两类。

(二) 自动控制系统的分类

工程自动控制系统的分类方式很多，一般有以下几种。

1. 按控制系统有无反馈环节分类

(1) 开环控制系统 若系统的输出量对系统的控制作用不产生影响（即无检测反馈单元），则称为开环控制系统。开环控制系统的控制精度完全取决于各单元的精度，因此，它主要使用在精度要求不高并且不存在内外干扰的场合。但开环控制系统结构简单，且一般不存在稳定性的问题。

(2) 闭环控制系统 系统的输出通过检测反馈单元返回来作用于控制部分，形成闭合回

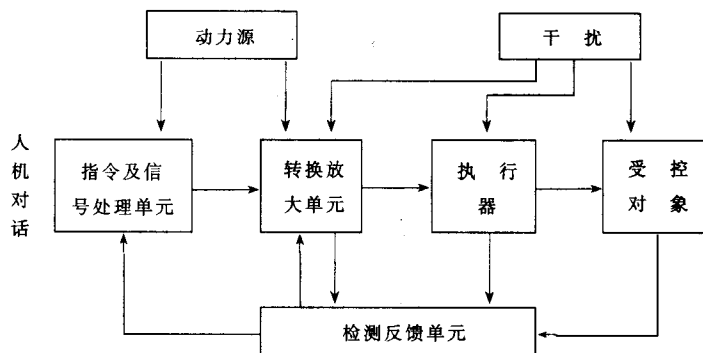


图 1-1 工程控制系统图

路，这种控制系统就称为闭环控制系统，又称为反馈控制系统。其优点是能够自动纠正外部干扰和系统内参数变化引起的偏差，这样就可以采用精度不太高而成本较低的元件，组成一个较为精确的控制系统。但是闭环控制系统也有它的缺点。由于闭环控制系统是以偏差消除偏差的，即系统要工作就必须有偏差存在，因此这类系统不会有很高的精度。同时，由于组成系统的元件有惯性、传动链的间隙等因素存在，如配合不当，将会引起反馈控制系统的振荡，从而系统不能稳定工作，精度和稳定性之间的矛盾始终是闭环控制系统存在的主要矛盾。

2. 按输入量变化的规律来分类

(1) 恒值控制系统 恒值控制系统的优点是，系统的输入量是恒值，并要求系统的输出量相应地保持恒定值。它是一种最常见的自动控制系统，如自动调速系统、恒温控制系统、恒张力控制系统等，都属于恒值控制系统。

(2) 随动控制系统 随动控制系统的优点是，输入量是变化的（有时是随机的），并且要求系统的输出量能跟随输入量的变化而作出相应的变化，故随动系统又称为伺服系统或跟踪系统。它广泛地应用于飞机、舰船、武器（火炮、导弹）和雷达等的运动控制。

(3) 过程控制系统 该系统的输出量是按给定的时间函数实现控制的。这类系统广泛地应用于化工、冶金、造纸、食品等工业的工业过程参数控制，如温度、压力、流量、液位、pH值等。过程控制系统也可称为程序控制系统，往往内含伺服控制系统。

以上三种控制系统都是闭环控制系统。

3. 按系统传输信号对时间的关系分类

(1) 连续控制系统 连续控制系统的优点是，控制作用的信号是连续量或模拟量。如随动系统就是连续控制系统，因为作用于系统的信号是模拟量。

(2) 离散控制系统 又称采样控制系统。它的特点是，作用于系统的控制信号是连续量、数字量或采样数据量。通常采样数值计算机控制的系统都是离散系统。

4. 按系统输出量和输入量的关系分类

(1) 线性系统 线性系统的特点是，系统的输出量和输入量的关系是线性的，它的各个环节或系统都可以用线性微分方程来描述，可以应用叠加原理和拉氏变换解决线性系统中的问题。

(2) 非线性系统 非线性系统的特点是，其中的一些环节具有非线性性质（例如出现饱和和死区、滞环等）。它们往往要采用非线性的微分方程来描述。此外，叠加原理对非线性系统是不适用的。

另外，按系统主要组成元件的物理性质，可将控制系统分为电气控制系统、液压控制系统和电-液控制系统。

二、汽车电子控制系统的组成与分类

随着世界汽车保有量的迅速增长，日趋严重的环境污染迫使人们对汽车的排放进行更严格的控制；每天世界各地频频发生的交通事故，给人们的生命和财产带来极大的威胁，因此对汽车行驶的安全性能提出了更高的要求。汽车电子化的发展为汽车技术的改善提供了条件。这里就目前较多见且较成熟的汽车电子控制装置简介如下。

（一）发动机控制部分

1. 电控点火装置（ESA）

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扭矩，而将油耗和排放降低到最低限度。该系统分为开环和闭环两种控制。电控点火装置闭环控制系统通过爆震传感器进行反馈控制，其点火时刻的控制精度比开环高，但排气净化差些。

2. 电控汽油喷射 (EFI)

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，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。该系统可分为开环和闭环两种控制。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。

目前电子控制的汽油供给系统有电子反馈式化油器系统和电控汽油喷射系统两种，其中电控汽油喷射系统的性能显得更为优越，电控化油器式已趋于淘汰。

3. 废气再循环控制 (EGR)

该系统是将一部分排气中的废气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氮氧化物的生成。该系统能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氮氧化物。它是一种排气净化的有效手段。

4. 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，使发动机的怠速处于最佳状态。

除以上控制装置外，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、油气蒸发控制及系统自诊断等功能，它们在不同类型的汽车上或多或少地被采用。

另外，随着计算机技术的进一步发展，计算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) 底盘控制部分

1. 电控自动变速器 (ECT)

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、提高汽车行驶平稳性以及延长变速器使用寿命等优点。

2. 制动防抱死系统 (ABS)

该系统能在各种路面上，防止汽车制动时车轮抱死。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，是保证行车安全和防止事故发生的重要措施。

3. 电子控制动力转向

电子控制动力转向的型式较多，目前汽车动力转向的发展趋势为四轮转向系统。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发挥节能和降低成本的作用；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，保证汽车原地或低速行驶时转向轻便，而高速行驶时又确保安全。轿车动力转向的发展特点是汽车在转向时只作轻微操作及缓慢转变，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一致，这样行车摆动小，稳定性好。在车轮出入车库、转弯行驶、大转弯

或做 U 形调头时，后轮与方向盘转动方向相反，可使汽车轻易转弯，具有较小的转弯直径。电子控制系统根据行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。

4. 电控悬挂 (TEMS)

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、操纵性和乘坐舒适性。

5. 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驶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驾驶之疲劳。

(三) 行驶安全系统

1. 安全气囊 (SRS)

该系统是国外汽车上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（有的在仪表盘板杂务箱后边也安装）等处气囊中的渗氮物，迅速燃烧产生氮气，瞬间充满气囊。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，否则效果大为降低。

2. 雷达防撞系统

该系统有多种形式。有的在汽车行驶中，当两车的距离小到安全距离时，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，有效地防止倒车事故发生。

3. 驱动防滑控制系统 (ASR)

该系统是在制动防抱死系统的基础上开发的，两系统有许多共同组件。该系统装置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，可以在起步和弯道中速度发生急剧变化时，改善车轮与地面间的附着力，提高其安全性。该系统装置在雪地或湿滑路面上，较能发挥其特性。

4. 安全带控制系统

该系统在汽车发生任何撞击的情况下，可瞬间束紧安全带。有的汽车上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。

除上述装置外，已经开发出各种各样的安全装置，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和语言开门（无钥匙）装置等。

(四) 信息系统

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

1. 信息显示与报警系统

该系统可将发动机的工况和其它信息参数，通过微处理机处理后，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，还有瞬时耗油量、平均耗油量、平均车速、行驶里程、车外温度等。根据驾驶员的需要，可随时调出显示这些信息。

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。

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，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时，计算机经过逻辑判断，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。目前，该装置一般都是为伤残人提供方便而设立的。

3. 车用导航系统

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。

4. 通信系统

这方面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联，实现行驶过程中的国际间电话通信。

(五) 附属装置

1. 全自动空调 (EA/C)

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（车内温度、大气温度、日照强度、蒸发器温度、发动机水温等）输入的信号，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、加热断电器、压缩机、鼓风机等进行控制；根据乘客要求，保持车内的温度等小气候处于最佳值（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，满足乘客的舒适性的要求。

3. 音响/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。

三、电子控制系统的控制功能

电子控制系统所具备的基本功能如下：

- 1) 接受传感器或其它装置输入的信息，给传感器提供参考（基准）电压：2、5、9、

12V，将输入的信息转变为计算机所能接受的信号。

2) 存储、计数、分析处理信息，计算出输出值所用的程序，存储该车型的特性参数，存储运算中的数据（随存随取）及故障信息。

3) 运算分析。根据信息参数求出执行命令数值，将输出的信号与标准值对比并查出故障。

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）。

四、电子控制单元（ECU）

ECU 是一种电子综合控制装置，发动机集中控制系统 ECU 的外观和构造如图 1-2 所示。

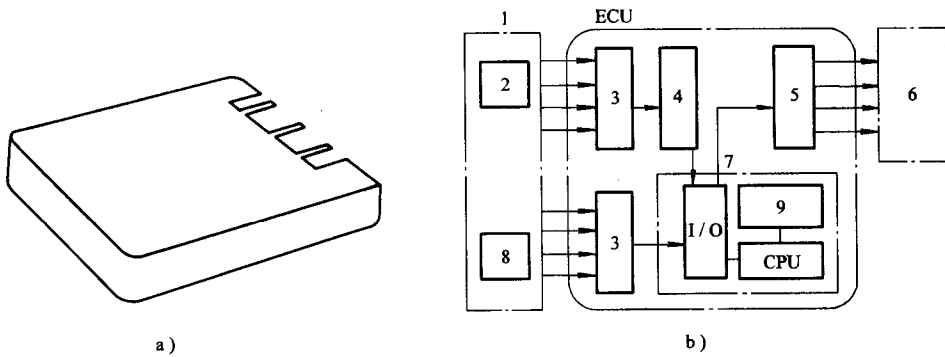


图 1-2 ECU 的外观和构造

a) 外观 b) 构造

1—传感器 2—模拟信号 3—输入回路 4—A/D 转换器 5—输出回路
6—执行器 7—计算机 8—数字信号 9—存储器（RAM/ROM）

ECU 主要由输入回路、A/D 转换器、计算机和输出回路四部分组成。

1. 输入回路

输入 ECU 的传感器信号有两种：一种是模拟信号（图 1-3a），如热线式空气流量计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（图 1-3b），如卡门涡流式空气流量计的输出信号和转速传感器的输出信号等。信号的类型不同，输入 ECU 后的处理方法也不一样。

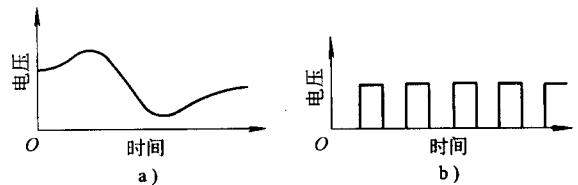


图 1-3 传感器输入信号的种类

a) 模拟信号 b) 数字信号

从传感器输出的信号输入 ECU 后，首先通过输入回路，其中数字信号直接输入计算机，模拟信号则由 A/D 转换器转换成数字信号之后再输入计算机。

输入回路的作用是将传感器输入的信号，在除去杂波和把正弦波转变为矩形波后，再转换成输入电平，如图 1-4 所示。

2. A/D 转换器

由传感器输入的模拟信号，计算机不能直接处理，故须用 A/D 转换器将模拟信号转换

成数字信号，再输入计算机。图 1-5 为空气流量计输出模拟信号由 A/D 转换器处理的示意图。

3. 计算机

计算机的功用是根据发动机工作的需要，把各种传感器送来的信号用内存的程序进行运算处理，并把处理结果（如汽油喷射控制信号、点火控制信号）送往输出回路。

计算机的内部结构如图 1-6 所示，是由中央处理器（CPU）、存储器（RAM/ROM）、输入/输出回路等组成。

4. 执行器

执行器是受 ECU 控制并具体执行某项控制功能的装置。当执行器是磁化线圈时，一般是由 ECU 控制磁化线圈的搭铁回路，也有的是由 ECU 控制的某些电子控制电路，如电子点火控制器等。

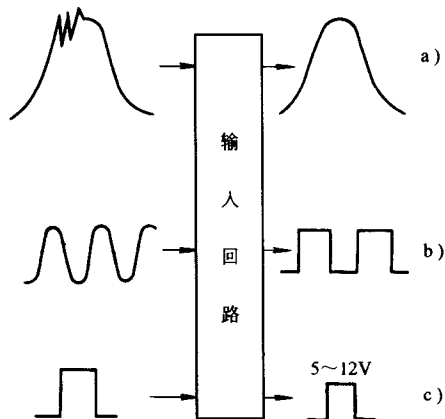


图 1-4 输入回路的作用
a) 除去杂波 b) 正弦波转变成矩形波
c) 转变成输入电平

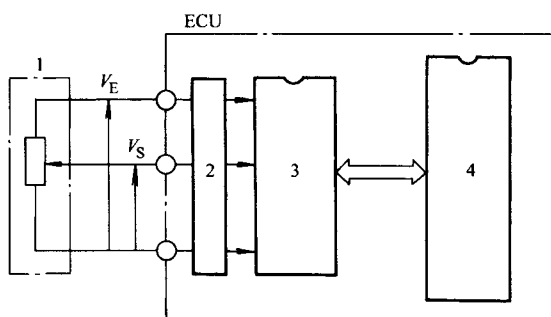


图 1-5 模拟信号转换处理
1—空气流量计 2—输入回路
3—A/D 转换器 4—计算机

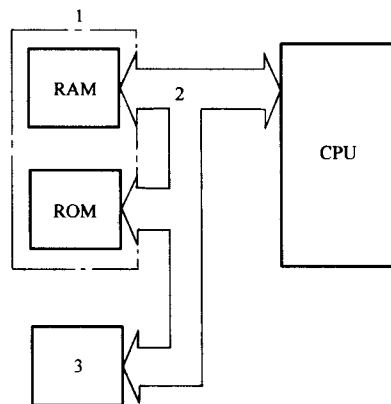


图 1-6 微型计算机的结构
1—存储器 2—信息转送通道
3—输入/输出 (I/O)

在控制系统中，执行器主要有以下几种：①电磁喷油器、②点火控制器（点火模块）、③怠速控制阀、④废气再循环阀、⑤进气控制阀、⑥二次空气喷射阀、⑦活性炭罐电磁阀、⑧车速控制电磁阀、⑨电动汽油泵与继电器、⑩冷却风扇继电器、⑪空调压缩机继电器、⑫自动变速器档位电磁阀、⑬增压器释压电磁阀。

第二章 汽油喷射系统

第一节 汽油喷射系统概述

一、汽油喷射系统的发展及应用

国外从 70 年代开始,就在汽车上大量采用汽油喷射系统。美国当前新生产的汽油机轿车,几乎全部采用汽油喷射系统;日本及西欧等国的使用也达到了 90%,而且在近三年内也将全部采用。当前,国产车也出现了汽油喷射系统逐步取代化油器的趋势,如东汽富康 AL 型轿车,一汽奥迪 2.2E、2.6E,上海大众桑塔纳 2000 轿车等部分车型都采用了汽油喷射系统。

自 1967 年博世公司研制开发成功 K 型机械式汽油喷射系统以来,汽油喷射系统就在不断地改进和完善中。随着电子技术的飞速发展,汽车电子控制成为各国汽车工业的重要发展方向。汽油喷射也由机械控制发展为电子控制。从 60 年代后期开始,电控汽油喷射经历了从晶体管、集成电路到计算机控制,从模拟控制到数字控制的发展过程。

采用电控汽油喷射系统是为了更好地满足当今社会对汽车工业技术在节省燃油、净化排气和减小噪声等方面的要求。由于电子控制的灵活性和精确性,以及计算机强有力的分析和处理功能,电控系统可以根据发动机的各种运行工况,如暖机、怠速、起动、加速、负荷、环境温度、海拔高度和燃油质量等的变化,实现最佳空燃比控制和最佳点火提前角控制,使混合气燃烧充分,发动机运行工况优化,从而取得良好的节油和排气净化效果。同时,由于发动机工作稳定性得到加强,从而降低了噪声。在世界环保意识逐渐加强和能源危机的冲击下,许多发达国家相继制定了严格的汽车排放法规和汽车燃油经济性法规,电子控制汽油喷射系统因其在汽车节油和减少排放污染方面的显著作用,得到突飞猛进的发展。

二、汽油喷射系统的优缺点

汽油喷射系统就其实质来讲,是一种新型的汽油供给系统。化油器是利用空气流动时在节气门上方的喉管处产生负压,将浮子室的汽油连续吸出,经过雾化送给发动机。汽油喷射系统则是通过采用大量的传感器感受各种工况,根据直接或间接检测的进气信号,经计算机判别与分析,计算出燃烧时所需的汽油量,然后将加有一定压力的汽油经喷油器喷出,以供发动机使用。

电控汽油喷射系统取消了化油器供油系中的喉管,喷油位置在节气门下方,直接在进气门附近或缸内,由计算机控制喷油器精确供油。与化油器式发动机相比,汽油喷射系统具有以下优点:

- 1) 提高了发动机的充气效率,从而增加了发动机的输出功率和扭矩。这是因为汽油喷射系统没有化油器的喉管,减少了进气压力损失;汽油喷射是在进气歧管附近,只有空气通过歧管,这样可增大进气歧管的直径,增加进气的惯性作用,提高充气效率。
- 2) 能根据发动机负荷的变化,精确控制混合气的空燃比,适应发动机的各种工况,使

汽油燃烧充分，降低油耗，减少排气污染，而且响应速度快。

3) 可实现各缸燃油的均匀分配，减少了爆震倾向，提高了发动机工作的稳定性。同时，也降低了废气排放和噪声污染。

4) 提高了汽车驾驶性能。在寒冷季节里，化油器主喷油管的附近易结冰，会造成发动机输出功率不足，而汽油喷射供油不经过节气门和进气歧管，所以无结冰现象，从而提高了冷起动性能；另外，汽油喷射是高压供油，喷出的汽油雾滴较小，汽油不经过进气歧管，所以，当突然加速时，雾滴较小的汽油能与空气同时进入燃烧室混合，因而比化油器供油的响应速度快，加速性能好。

与传统的机械化油器相比，电控汽油喷射系统可使汽车燃油消耗降低 5%~15%，废气排放量减少 20% 左右，发动机功率提高 5%~10%。电控汽油喷射系统无论从燃油经济性、发动机动力性，还是从排气和噪声污染等方面，都具有化油器式发动机无法比拟的优越性，但也存在价格偏高、维修要求高等缺点。

三、电控汽油喷射系统的组成

电控汽油喷射系统按其部件功用来看，主要由进气系统、燃油供给系统和电子控制系统三部分组成。

1. 进气系统

进气系统的工作流程简图如图 2-1 所示。

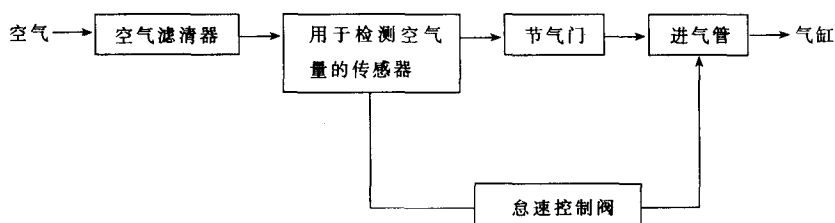


图 2-1 进气系统的工作流程简图

进气系统的功用是为发动机提供必需的空气，一般由空气滤清器、节气门体、节气门、空气阀、进气总管、进气歧管等部分组成。此外，为了随时调节进气量，以适应各种工况的需要，进气系统中还设有进气量的检测装置。在 D 型系统中，进气量由进气歧管压力传感器进行检测；在 L 型系统中，进气量由装在空气滤清器后的空气流量传感器进行检测。空气经空气滤清器、节气门体、节气门、进气总管、进气歧管、进气门进入气缸。空气阀只是在发动机温度低时用来调节进气量，控制发动机怠速转速。节气门总成包括控制进气量的节气门通道和怠速运行的空气旁通道。节气门位置传感器与节气门轴连接，用来检测节气门开度，有的节气门总成上装有节气门回位缓冲器和空气调节阀。为了避免冬季空气中的水分在节气门总成上结冰，有的还将发动机冷却水流经该总成。

2. 燃油供给系统

燃油供给系统工作流程简图如图 2-2 所示。

燃油供给系统通常由电动汽油泵、汽油滤清器、压力调节器、脉动阻尼器、喷油器和冷起动喷油器组成。在电控汽油喷射系统中，汽油由电动汽油泵从油箱中泵出，经汽油滤清器等输送到电磁喷油器和冷起动喷油器。压力调节器与喷油器并联，保证供给电磁喷油器内的汽油压力与喷射环境的压力之差（喷油压差）恒定不变。脉动阻尼器可以消除喷油时油压产

生的微小波动，进一步稳定油压。电磁喷油器按发动机控制的喷油脉冲信号把汽油喷入进气道。当冷却水温度低时，冷起动喷油器将汽油喷入进气总管，以改善发动机低温时的起动性能。

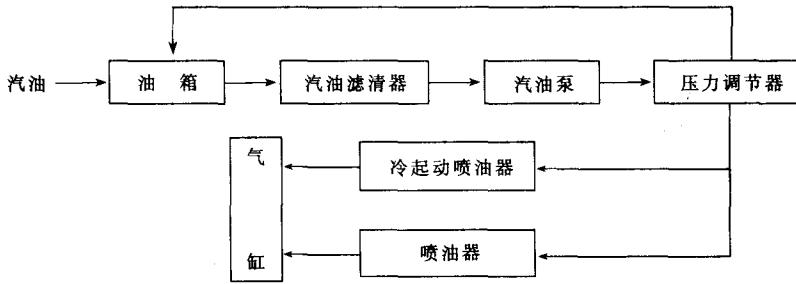


图 2-2 燃油供给系统工作流程简图

3. 电子控制系统

电子控制系统如图 2-3 所示。

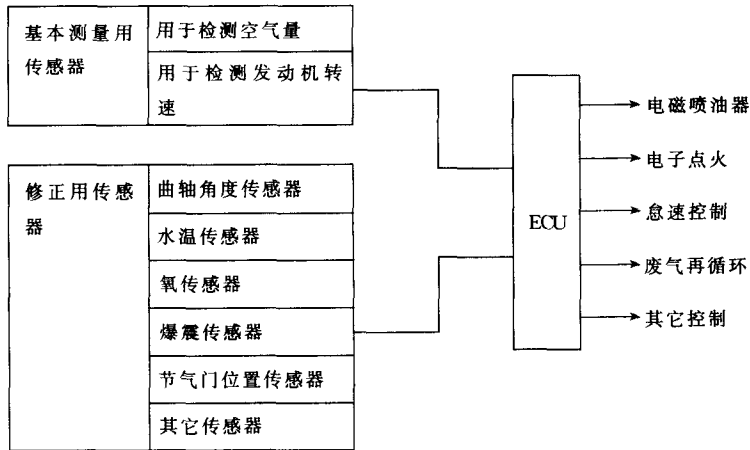


图 2-3 电子控制系统

电子控制系统的功用是根据各种传感器的信号，由计算机进行综合分析和处理，通过执行装置控制喷油量等，使发动机具有最佳性能。

ECU 根据空气流量计（L 型）或进气歧管压力传感器（D 型）和转速传感器的信号确定空气流量，再根据空燃比要求及进气量信号就可以确定每一个循环的基本供油量，然后根据各种传感器的信号进行点火提前角、温度、节气门开度、空燃比等各种工作参数的修正，最后确定某一工况下的最佳喷油量。

电控汽油喷射系统同化油器式发动机相比，具有供油精确、响应快、动力性好及分配均匀性好等优点，因而得到普遍应用。除用于电控汽油喷射和电子点火外，它还可用于怠速控制、废气再循环、二次空气喷射等的控制。

另外，从控制原理来看，电控汽油喷射系统由传感器、ECU 和执行器三大部分组成。传感器是感知信息的部件，功用是向 ECU 提供汽车的运行状况和发动机工况。ECU 接收来自传感器的信息，经信息处理后发出相应的控制指令给执行器。执行器即执行元件，其功用是执行 ECU 的专项指令，从而完成控制目的。