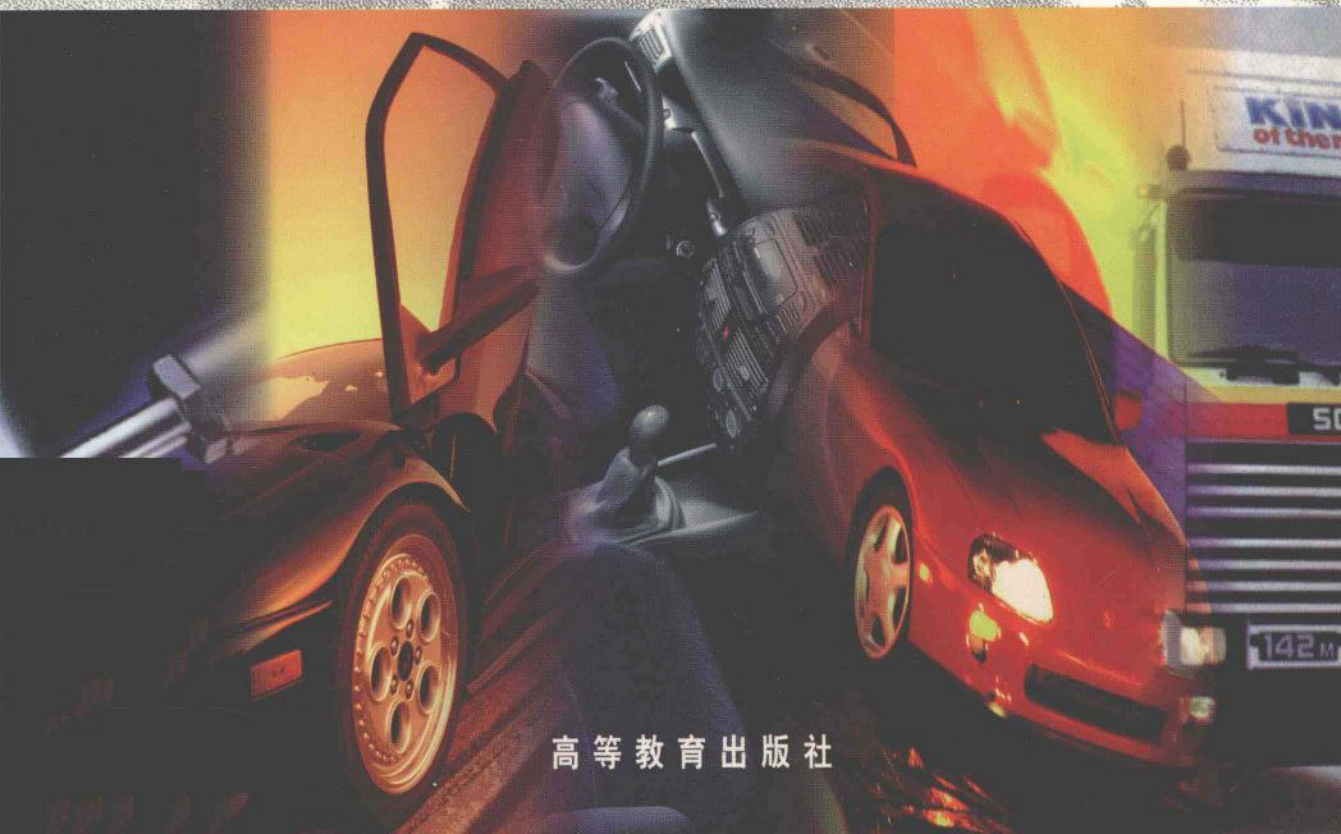


教育部规划
职业技术教育教材

现代汽车电子装置结构原理与维修

汽车运用与维修专业

乔维高 苏楚奇 编 乔维高 主编



高等教育出版社

教育部规划
职业技术教育教材

现代汽车电子装置结构原理与维修

汽车运用与维修专业

乔维高 苏楚奇 编
乔维高 主编

高等教育出版社

内容简介

本书是教育部职业教育规划教材中的一种教材。

全书从新型轿车燃油系统、点火系统、制动系统、汽车空调、动力转向、变速器、电控悬架、安全保护、电子仪表和故障诊断等方面对现代汽车电子装置的结构原理及维护检修进行了全面介绍和讲解。以国内流行汽车为例,注重维修技术。

本书理论与实践并重,可作为职业学校汽车运用与维修专业教材,也可作为汽车修理人员岗位培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

现代汽车电子装置结构原理与维修/乔维高,苏楚奇编. —北京:高等教育出版社,2000.6

ISBN 7-04-008180-6

I. 现… II. ①乔…②苏… III. ①汽车-电子设备-结构-技术教育-教材②汽车-电子设备-维修-技术教育-教材 IV. U463.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 20070 号

现代汽车电子装置结构原理与维修

乔维高 主编

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号

电 话 010-64054588

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

邮政编码 100009

传 真 010-64014048

经 销 新华书店北京发行所

印 刷 中国科学院印刷厂

开 本 787×1092 1/16

印 张 16.5

字 数 400 000

版 次 2000 年 6 月第 1 版

印 次 2000 年 6 月第 1 次印刷

定 价 19.30 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,
请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

出版说明

随着国民经济的迅速发展和改革开放的不断深入,对交通运输的需求也在急剧增长,汽车作为一种重要的交通运输工具逐步进入了千家万户,随之而来,汽车修理业也遍布全国城乡。近几年来,全国很多职业学校也相继开设了汽车修理专业,为满足职业学校教学的需要,培养具有修理基本理论和一定修理技能的汽车维修人员,我社组织专业老师和有关工程技术人员编写了《汽车修理基础知识》、《汽车发动机构造与修理》、《汽车底盘车身构造与修理》、《汽车驾驶与维护》、《现代汽车电子装置结构原理与维修》、《轿车车身结构与维修》、《捷达轿车构造与维修》、《富康轿车构造与维修》、《桑塔纳轿车构造与维修》、《汽车电气设备原理与维修》等职业学校汽车修理专业系列教材。

本系列教材以职业学校学生为主要读者对象,坚持学用结合,突出技能训练,使学生通过理论学习和技能培训,逐步具有独立维修汽车的能力。

本系列教材以“解放”、“东风”、“夏利”、“奥迪”、“桑塔纳”、“捷达”、“富康”等国产汽车车型为主,兼顾进口汽车车型,把汽车的构造与修理有机地结合起来,排除了教学中不必要的重复,使知识更加系统化、科学化。教材的编写力求简明实用、重点突出、通俗易懂,具有职业教育的特色。

参加本系列教材编写的有北京市职业技术教育中心、武汉汽车工业大学、北京吉普车有限公司、辽宁教育学院、威海市交通学校、潍坊交通学校等单位的教学研究人员、工程技术人员及老师。这些同志有的多年从事教学工作,具有较丰富的教学经验;有的在汽车修理厂从事技术工作,具有较丰富的实践经验。

本系列教材已陆续出版发行,欢迎广大读者选用,并恳请提出宝贵意见。

高等教育出版社

1999年8月

前 言

现代汽车广泛采用了电子技术,以适应日趋严格的汽车节能、排放和安全等的法规要求,并满足人们对于汽车的舒适、便利的追求。目前,在汽车的发动机控制、底盘的传动、转向、制动、悬架等控制,乘员的保护,以及汽车导航、故障诊断等系统中越来越多地应用了电子装置及控制技术。因此,汽车的电子化程度已成为反映一个国家汽车技术发展水平的重要标志。

近年来,我国进口的大多数中高级轿车及目前国内引进的部分中高级轿车中都带有很多各式各样的电子控制装置,今后将会在更多的汽车中采用先进的电子控制装置。因此,为了普及汽车电子及控制的知识,帮助广大汽车专业师生、汽车爱好者和使用人员系统地了解 and 掌握汽车上已经采用的各种电子控制装置,以适应技术培训、使用维修、科研教学等方面的需求,我们收集了国内外有关汽车电子及控制装置的最新资料,查阅了大量专利文献,精心编写了此书,以飨读者。

本书具有内容新、系统、翔实、通俗易懂、图文并茂、实用性强等特点,适合汽车专业学生学习及广大汽车爱好者、汽车使用维修人员参考。

本书由乔维高(第一、二、三、四、五、六、十一、十二章)、苏楚奇(第七、八、九、十章)编写,武汉汽车工业大学邓亚东副教授审阅,并得到了该校汽车学院其他专家和教授的关心和支持,在此一并致谢。

由于编者水平有限,书中难免存在不当之处,恳请读者批评指正。

编 者

1999年10月

目 录

前言	(1)	第五节 汽车电子防抱制动系统的 检修	(145)
第一章 绪论	(1)	第六章 汽车电子控制转向系统	(153)
第一节 汽车电子装置的发展过程	(1)	第一节 概述	(153)
第二节 汽车电子装置的应用概况	(2)	第二节 电子控制动力转向系统的 结构及原理	(153)
第三节 汽车电子装置的发展前景	(5)	第三节 动力转向系统的安全控制 功能	(160)
第四节 汽车电子系统的基本组成及 控制方式	(6)	第四节 汽车四轮转向的电子控制	(161)
第二章 电子燃油喷射装置	(12)	第七章 电子控制悬架系统	(167)
第一节 概述	(12)	第一节 半主动悬架控制系统	(167)
第二节 电子燃油喷射装置的特点与 型式	(13)	第二节 主动悬架控制系统	(169)
第三节 电子燃油喷射装置的组成与 结构	(19)	第三节 电控悬架系统的应用	(176)
第四节 电子燃油喷射的控制原理	(49)	第八章 安全保护装置	(187)
第五节 电子燃油喷射装置的故障 检修	(56)	第一节 座椅安全带	(187)
第三章 电子点火及控制装置	(61)	第二节 安全气囊的组成与工作原理	(190)
第一节 汽车电子点火装置简介	(61)	第三节 安全气囊系统的维修与故障 诊断	(198)
第二节 有触点式电子点火装置	(61)	第九章 汽车电子仪表	(209)
第三节 无触点式电子点火装置	(70)	第一节 数字仪表系统组成	(209)
第四节 微机控制电子点火装置	(81)	第二节 显示装置	(209)
第五节 无分电器电子点火装置	(86)	第三节 常见汽车电子仪表	(215)
第六节 电子点火装置的使用与 检修	(95)	第十章 汽车空调系统	(222)
第四章 汽车电子自动变速器	(99)	第一节 空调原理及制冷剂	(222)
第一节 概述	(99)	第二节 汽车空调设备的主要部件	(227)
第二节 汽车电子自动变速器的结构 及原理	(102)	第三节 汽车空调系统的控制系统	(231)
第三节 汽车电子自动变速器的检修	(118)	第四节 汽车空调系统的维护	(235)
第五章 汽车防抱制动系统	(127)	第十一章 故障自诊断系统	(239)
第一节 概述	(127)	第一节 故障自诊断系统的工作原理	(239)
第二节 汽车防抱制动理论分析	(129)	第二节 故障自诊断的结果显示	(240)
第三节 汽车防抱制动系统的结构及 原理	(130)	第三节 故障自诊断测试	(244)
第四节 汽车防抱制动系统的应用 实例	(139)	第十二章 汽车导航系统	(247)
		第一节 几种典型的导航系统	(247)
		第二节 自动导航系统的传感器	(249)
		第三节 自动导航系统的通信	(251)
		参考文献	(253)

第一章 绪 论

第一节 汽车电子装置的发展过程

电子技术的飞速发展和汽车相关法规的建立是汽车电子装置应用与发展的两大主要因素。汽车电子装置的发展过程可分为三个阶段。

第一阶段,电子装置代替某些机械部件;

第二阶段,电子装置被应用于某些机械装置无法解决的复杂控制系统;

第三阶段,电子装置成为汽车设计中必不可少的装置,它能自动承担汽车的基本控制任务,并能处理外部和内部的各种信息。

1948年晶体管问世,到20世纪60年代,硅二极管应用于交流发电机中,继而出现在点火系统和调节器上。1960年,美国通用汽车公司(GM)开始采用集成电路(IC)电子调节器,并于1967年以后在所有车中都换用集成电路电子调节器。1973年,美国通用汽车公司开始采用集成电路电子点火装置,并逐渐普及使用。1974年起,通用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系统,并力图将分电器、点火线圈和电子控制电路制成一体。

真正的电子控制点火装置是由美国克莱斯勒汽车公司首创于1976年,称为电子式稀混合燃烧系统(ELBS),它根据进气温度、冷却水温、转速、负荷等由控制器(微型计算机)计算出最佳点火时刻,指令点火。1977年,美国通用汽车公司推出最早的数字控制点火系统,称为迈塞(MIS-AR)微机点火和自动调节系统。福特汽车公司则首先开发了同时控制点火时刻、废气再循环和二次空气的发动机电子控制系统。

1970年,日本丰田汽车公司研制了世界上第一台电子控制变速系统,并装于丰田CCTONA牌轿车上。1979年日立公司开始系统地研制和生产汽车电子装置,如电子点火微机发动机控制、电控制动防抱、电子显示、微机空调控制等。1983年日立公司研制成功微机控制四速自动变速装置。

电子燃油喷射的最初设想是在波许(Bosch)公司于1952年成功地将汽油机实现了直接喷射之后,1957年由本迪克斯(Bendix)公司始创,而真正批量生产是1967年波许公司的D型燃油喷射装置,它根据进气歧管压力控制燃油喷射。为解决D型喷射装置存在的系统精度较低、排放难以控制的问题,1972年波许公司便推出了L型燃油喷射装置,它直接测量进气量以控制燃油喷射。20世纪80年代初,根据节气门开度和曲轴转速确定喷射的M型燃油喷射装置问世。之后,电子燃油喷射装置在全世界逐步推广和发展。1987年生产的轿车中,日本约有42%、西欧约25%的产品装备了电子燃油喷射装置。1988年美国生产的轿车中实际装备燃油喷射装置的约占90%。

据英国BIS国际咨询公司统计,1987年美、日、西欧三大市场汽车电子装置的销售总额为

110 亿美元,至 1995 年已达 440 亿美元。美国的 DELCD 公司统计,1998 年世界汽车电子装置的总销售额达到 300 亿美元,而克利兰市场研究相信 2000 年可突破 600 亿美元。根据生产单个车所需的电子装置来看,汽车电子技术的发展也是相当可观的。德国大众汽车公司公布,到 1998 年生产单车费用中电子装置费用占 8%,个别高级轿车已达到 10%,到 2005 年将增加到 14%。瑞士 AG 咨询公司的专家指出,在近 10~15 年中电子产品的费用将从占汽车费用的 15% 提高到 25%。美国汽车工业协会预测,到 20 世纪末,50% 以上的汽车发动机将实现全电子化控制。

汽车相关法规的建立也是影响电子技术在汽车上广泛应用的一个重要因素。目前,世界各个汽车生产和使用国家都建立了有关的汽车法规。其重大法规主要包括四大方面:第一,车辆安全法规;第二,排气污染法规;第三,噪声控制法规;第四,燃油经济性法规。所有这些法规的形成,迫使各个汽车生产部门采用先进的电子技术,改进和提高汽车的使用性能,降低汽车对环境的污染。

因此,汽车电子装置的发展及其应用可大致归纳为以下四大阶段:

第一阶段为 1974 年以前,生产技术起点较低的交流发电机、电压调节器、电子闪光器、电子喇叭、间歇刮水器、汽车收音机、电子点火装置、数字钟等。

第二阶段为 1974 年~1982 年,以集成电路和 16 位以下的微处理器在汽车上的应用为标志。其产品主要有电子燃油喷射装置、自动门锁、程控驾驶、高速警告系统、自动灯光系统、自动除霜控制、防抱制动装置、车辆导向、撞车预警传感器、电子正时、电子变速器、闭环排气控制、自动巡航控制、防盗系统、故障自诊断系统、车高自动控制、无线频率显示、数字车速计、数字转速计、电子自动计程仪、数字式油量表、数字式换档器等。这期间最主要的是电子燃油喷射装置的发展和防抱制动装置技术的成熟。

第三阶段为 1982 年~1990 年,微电脑在汽车上的应用日趋可靠和成熟,并向智能化方向发展。开发的产品有:胎压控制、数字式油压计、牵引力控制、全轮转向控制、直视仪表盘、电子负荷调节器、蜂窝式电话、电子道路监视器、自动后视镜系统、高速限制器等。

第四阶段为 1990 年至今,微波系统、多路传输系统、ASICS-32 位微处理器、数字信号处理方式等逐步在汽车上的应用,使汽车通讯与导向协调系统、自动防撞系统、自动驾驶与电子地图技术得到发展,从而加速汽车智能化进程。

第二节 汽车电子装置的应用概况

一、汽车发动机电子装置

1. 电子点火系统

电子点火系统包括有触点电子点火系统和无触点电子点火系统。有触点电子点火系统分电感式晶体管点火系和电容式晶体管点火系两种。无触点电子点火系统根据其脉冲信号发生的原理不同分为磁电式、霍尔式、光电式、电磁振荡式、磁敏电阻式等,其中使用较广泛的是磁电式和霍尔式。

真正的电子控制点火系,是由美国克莱斯勒汽车公司首创于 1976 年,它利用专用微机或大规模集成芯片实行对点火时刻的实时控制,它的关键部件是高精度曲轴转角传感(当前最好的水平是转速在 $0 \text{ r/min} \sim 7\,000 \text{ r/min}$ 范围内,曲轴转角误差小于 1°)、负荷传感器(节气门开度或进气管真空度)、排气含氧量传感器、燃爆传感器、进排气温度传感器、冷却水温度传感器等。

2. 电子控制燃油供给系统

目前使用最普遍的是电子汽油喷射系统,其次是电子化油器和柴油机的电子控制等。它们的关键部件除与电子点火正时系统相同外,还包括进气量传感器、燃油泵与喷油器。

采用电子控制汽油喷射系统,可以实现燃料的最佳调节。采用该系统后可节油 $8\% \sim 15\%$,并且能减少排放污染,增大低速转矩,提高起动性能。

对化油器的电子控制起步较晚,它主要针对汽油喷射系统结构复杂、成本高的缺点而发展的。一般工况下,性能已接近汽油喷射系统。

对柴油机的电子控制,主要集中在改善其冷起动性能、提高比功率、改善调节灵敏度、减小烟度等,所有这些都是以控制油量和喷油正时为首要目标的。

3. 汽油机的电子控制

汽油机电子控制装置除能完成一般的电子控制汽油喷射装置的起动喷油量控制、伺服喷油量控制、暖车工况控制外,还能实现空燃比反馈控制、点火时刻控制、排气再循环和二次空气供给控制、怠速控制等。

此外,新型汽油机电子控制装置还装有自适应控制、智能控制及自诊断操作等。

4. 柴油机的电子控制

实施柴油机电子控制系统的目的在于使发动机在各种工况下都能得到最佳的喷油量。新发展的电子—液压喷射调节装置来调节与发动机载荷和转速有关的喷射时刻,由此不仅明显地改善了柴油机的燃油经济性,并使排气排放和噪声得到进一步的改善。一般认为,发动机电子控制装置的节能效果在 15% 以上,特别是在环境保护方面,通常没有装发动机电子控制装置的汽车,一定不能满足现行的发达工业国家的环境保护标准要求。

二、汽车底盘电子装置

1. 自动变速器

电子控制的自动变速器,可以根据发动机的负荷、转速、车速、制动器工作状态及驾驶员所控制的各种参数,实现变速器换档的最佳控制,即可得到最佳档次和最佳换档时间。

电子自动换档,是利用电子装置来取代机械换档杆及其变速机构间的连接,并通过电磁阀及气动伺服气缸来执行。它不仅能明显地简化汽车操纵,而且能实现最佳的换档时机,得到最好的行驶动力性、经济性和安全性。

电子倒车控制装置,是一种简化货车挂车倒车操作的电子控制系统,可使带挂车的货车倒车过程自动操作,驾驶员在倒车之前只要选择倒车半径即可,而不再需要操作方向盘。

2. 电子变矩器

电子变矩器将理论上最佳的操作规范带入传动系统,已获得最有效的动力和最佳油耗。现在已有的电子变矩器有 4 种:

(1) 对传统的液力变矩器实施电子控制,以提高其效率;

(2) 电子操纵行星轮系,如法国的 CHATELE - MI CHEL - LECT 牌自动变速器;

(3) 电子操作电磁离合器耦合方式,如法国雷诺公司装用的杰克自动变速器和日本富士重工的同类产品;

(4) 电子操纵带传动无级变矩方式,当前有待解决传动带的寿命问题。

3. 传动系统的其他电子控制装置

电子分动箱装于四轮驱动汽车上,它可根据道路和前后轮的附着情况,自动地调整前后驱动桥的扭矩分配。如日产公司的 ETS(电子扭矩分配系统)。

电子差速器则在传统差速器中,增设了电子操纵的湿式离合器。它根据左右两驱动轮的附着情况自动地修正左右车轮的功率分配,从而达到最佳驱动。如日产 LSD 系统(电子控制滑移差速器系统)。

4. 防抱制动系统(ABS)与驱动防滑系统(ASR)

它有减速控制和速度差控制两种基本控制方式,关键部件是微电脑或专用的 IC 芯片、转速传感器、高速电磁阀等。世界各大汽车公司均采用这一系统,西欧各国主要采用减速控制方式。ASR 是 ABS 的完善和补充,它可以防止起动和加速时驱动轮打滑,有助于提高汽车加速时的牵引性能,还能改善其操纵稳定性。ASR 已成为高级轿车的选择标准装备,一般要与自动变速器配合使用。由于 ASR 的控制参数与 ABS 基本相同,通常将 ASR 和 ABS 制成一体。

5. 半主动悬架系统

以法国雪铁龙公司的半主动油气悬架最为知名,具有根据行车状况自动调节悬架的刚度和阻尼的功能,部分车型兼有车高自动调整功能。其他公司也有类似的技术。半主动悬架的关键部件,除与前述相同外,还包括车身位移与加速度传感器、转向和加速度传感器、制动压力传感器、高性能液压组件等。液压主动悬架能同时大幅度提高操纵稳定性和乘坐舒适性。

6. 电动转向器

电动转向器有多种控制方法,其中计算机辅助转向主要由电子装置操纵步进电机驱动转向桥,它有灵活、可靠的特点。电子控制的转向系统能够根据汽车自身的外部条件来调节转向助力,从而得到理想的转向特性。

三、通信、娱乐、乘坐舒适、导向等方面电子装置

当前最主要的应用是车载蜂窝电话、自动空调和大型客车的影视音响设备。在两次参加国际汽车博览会的法国雪铁龙公司生产的“主动者”轿车样车上,装备的通信计算机能够随时进法国公众情报系统,德国某些样车上还提供有电子地图,以便驾驶员随时掌握路线信息。

电子控制的高性能导航系统可以根据驾驶员提供的目标资料,向驾驶员提供距离最短且能绕开车辆密度相对集中处的最佳行驶路线,它装有电子地图,可以显示前方道路,并采用卫星导航。

四、汽车仪表及行车信号电子装置

20 世纪 70 年代以后,由集成电路组成的电子仪表开始进入实用化阶段,有液晶显示、真空荧光数码管显示以及发光二极管显示等。一些公司正在研制由微处理机控制的屏幕集显示型仪表以及人机对话的语言合成器等。

汽车行车信号的电子装置发展得比较快,而且其普及程度高,如汽车前大灯自动变光系统、电子转向闪光信号灯、制动信号电子监视等。

五、保证安全性的辅助装置

1. 安全气囊

安全性是近二十年来汽车最重要的研究课题之一。如果说防抱制动系统(ABS)是汽车最重要的主动安全性部件,那么安全气囊就是最重要的被动安全性部件。同时,安全气囊的使用也是近五年来汽车产品技术发展的最大成就。

安全气囊系统由触发装置、气体发生器和气囊三部分组成。触发装置包括传感器、电子控制系统、储备电源和监控装置。由电子控制系统接收加速系统传感器发来的信号,并进行分析,以判定是否发生碰撞事故。若发生了碰撞则对气体发生器发出指令,迅速吹胀气囊,整个过程约需0.03 s。触发装置中的监控装置可连续自我监控,确保整个气囊系统在任何时刻都处于准备工作状态。

2. 行驶动力学调节系统(FDR 或 VDC)

这是一种新型的主动行驶安全系统,命名为行驶动力学调节系统,用以取代现代汽车装用的ABS和ABS/ASR。一般认为,这是近三十年来世界汽车产品技术发展的第四个里程碑。行驶动力学调节系统的基本特点在于,它保持并改进了ABS和ABS/ASR的基本作用,即在制动和驱动加速过程中的纵向动力学调节作用,还增加了横向动力学的调节作用。从而在汽车的所有行驶工况下,即全部或部分制动、自由滚动、驱动、各向滑移、载荷变换等工况下,可避免故障发生,实现汽车的安全操纵。

六、自诊断系统

1. 仪表板诊断系统的柔性保养系统

电子技术的发展,使电子装置对汽车数据的处理与存储的优越性得以充分发挥,因此有可能在汽车上组装比机械系统有显著智能性的系统,这就是装在仪表板上的诊断系统的柔性保养系统。在此系统中,除特有功能和对故障的防护外,有关故障识别、容错范围以及重要的计算机规范均须包括在设计中。每个电子装置都具有其特定的诊断结构,即一种不会丢失信息的故障存储和诊断接口,能适时记录故障信息和重要的测定数据。用接口设备能够读出保养信息,并能按项目予以描绘。利用数据处理系统可优化保养间隔,并降低保养费用。

2. 发动机电子控制系统的故障自诊断

这种控制系统的功能有:一是当发动机控制系统感受到某些意外情况时,它可向驾驶员提出警告;二是将信息存入存储器中,以帮助维修人员准确无误地找出故障部位,便于修理。

第三节 汽车电子装置的发展前景

汽车诞生一百多年来,在汽车设计、制造、试验等方面已基本上达到相当完善的程度。因此,今后汽车性能完美性的追求将更多地依赖于汽车电子化水平的提高。可以说,未来汽车的发展将在很大程度上是汽车电子技术的发展。

20 世纪 90 年代,汽车电子技术进入发展的第四阶段,这是对汽车工业的发展最有价值、最有贡献的阶段,也是优化人—汽车—环境的整体性能最为重要的阶段。超微体磁体、超高效电机以及集成电路的微型化,为汽车的集中控制提供了基础。例如,制动、转向和悬架的集中控制,以及发动机和变速器的集中控制。同时,智能化集成传感器和智能执行机构将付诸实用,数字式信号处理方式将应用于声音识别、安全碰撞、适时诊断、导航系统等。

一、传感器

由于汽车电子控制系统的多样化,使其所需要的传感器种类和数量不断增加。为此,研制新型、高精度、高可靠和低成本的传感器已成为十分重要的工作。

未来的智能化集成传感器,不仅能提供用于模拟和处理的信号,而且本身就能对信号作放大和处理。同时,它还能自动进行时漂、温漂和非线性的自校正,使外部电磁干扰不能影响传感器信号的质量,即使在特别严酷的使用条件下仍保持高精度和可再生的信号。它还具有结构紧凑、安装方便的优点,从而免受机械特性的影响。

二、微处理器

自从 1976 年美国通用汽车公司成功地将微处理器应用于汽车发动机系统之后,世界汽车工业的微处理器用量激增。1985 年微处理器用量为 200 万台,1989 年为 6 000 万台,1993 年为 2 亿台。微处理器已广泛地应用于安全、环保、发动机、传动系、速度控制和故障诊断中。

目前,美国生产的汽车中,八位微处理器居于多数,约占总量的 65%。但是十六位和三十二位微处理器正在迅速地扩大市场。近两年来,十六位微处理器的用量增加约 50%,而八位微处理器用量只增加 11%。

三、执行机构和配用系统

1. 智能执行机构

它包括目前使用的微型电动机、电磁阀等。此外,还有新的执行机构如电控可变阀定时系统(发动机控制用)等。

2. 固态智能动力装置

通过对电子控制装置用动力装置的连续改进,使其具有载荷自动转换功能,并使其功率消耗到 1 W 以下。为进一步满足电子控制装置的要求,应采用数字式通/断控制,并带有超载保护装置。

第四节 汽车电子系统的基本组成及控制方式

一、汽车电子系统的基本构成

汽车的电子系统包括硬件和软件两个组成部分,硬件是基础,软件是灵魂。由汽车的使用环境所决定,一般的车用电子系统都是将软件固化,与硬件(电脑芯片)做成一体构成系统的控制单

元。汽车的电子系统主要分三部分:测量物理量并将其转换为电信号的传感器;接受这些电信号并用预先设定好的程序对这些信号进行处理计算,然后将其结果转化为输出所需要的电信号的电子控制器;将电子控制器输出的电信号再转换成物理量输出的作动器。

电子控制器以微型计算机为中心,既有由输入、输出缓存器和内存组成的大规模集成电路控制器(ECU),也有简单的模拟电路、数字电路控制器。这些各种各样的控制器可以根据不同对象的需要进行适当的选择和搭配。传感器和作动器是电控单元的“手”和“脚”,其性能的优劣是决定整个控制系统性能好坏的重要因素。

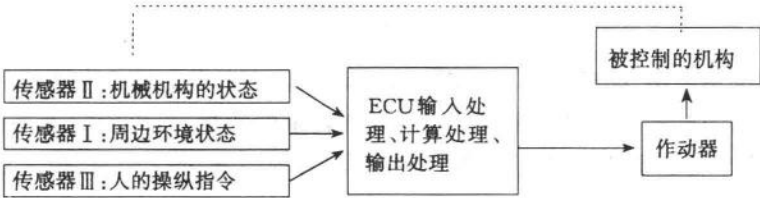


图 1-1 汽车的电子系统简图

图 1-1 为汽车电子系统简图。电子控制器(ECU)可进行输入信号的处理(将传感器采集到的信号进行计算处理并变换成必要的电信号的形式)、计算处理和输出处理(把计算的结果变成能驱动作动器的信号输出)。作动器的作用是将电信号变成力和热等物理量。传感器Ⅰ一般安放于产生温度和压力的装置附近,用以监视这些装置周围的环境状态,起到修正控制量的作用。传感器Ⅱ用来检测被控制对象的机械装置,然后根据检测到的信号,决定控制反馈量的大小。传感器Ⅲ把人的操作指令和判断变成开关等种类的信号并传给 ECU。这三种传感器的输入,既可由独立的系统分别处理,也可由一个复合系统同时处理。

二、汽车电子系统的控制方式

1. 开环控制

在控制系统中,若系统的输出量对系统的控制作用没有影响,则叫开环控制系统。在开环系统中,既不需要对输出量进行测量,也不需要将输出量反馈到系统输入端与输入量进行比较。如图 1-2 所示。



图 1-2 开环控制系统

在任何开环控制系统中,系统的输出量都不被用来与参考输入量进行比较。因此,对应于每一个参考输入量,便有一个相应的固定工作状态与之对应。这样,系统控制的精度便决定于校准的精度。为了满足实际应用的需要,开环控制系统必须精确校准,并且在工作过程中设法保持该校准值不发生变化。当出现扰动时,开环控制系统就不能完成既定的控制任务了。如果输入量与输出量之间的关系已知,并且不存在内部干扰与外界干扰,则可以采用开环控制。

2. 闭环控制

如果我们考虑到人的操作对控制过程的影响,就会发现很难找到完全意义上的开环控制,而

闭环控制系统正是一种利用系统本身的调节功能,使系统输出信号对控制产生直接影响的系统。

因此,闭环控制系统也就是反馈控制系统。输入信号和反馈信号之差称为误差信号。误差信号加到控制器上,通过控制调节以减小系统的误差,使系统的输出量趋于所希望的值,亦即通过反馈作用来减小系统的误差。图 1-3 为闭环控制系统。



图 1-3 闭环控制系统

在汽车的控制系统中,闭环控制的应用非常广泛。如在对发动机的燃油喷射量进行控制时,通过设置在排气管中的氧传感器对废气中残留氧气含量的测量,可以确定上一循环中所喷入的燃油量是否适当,控制系统参考氧传感器的输入值,对喷射量进行调整,使之达到理想的控制要求。

闭环控制系统的优点是采用了反馈控制,因而使系统响应对外界干扰和内部系统参数变化很不敏感。这样,对于给定的控制系统,就有可能采用不太精密的成本低的元件,组成精确的控制系统,相反,在开环控制系统的情况下,则不可能做到这一点。

3. 自适应控制

由于各种原因的影响,大多数控制系统的动态特性不是恒定不变的。如系统元件随着使用时间的增加而老化,参数和环境的变化都会造成控制系统的动态特性变化。

虽然在反馈控制系统中,系统的微小变化对动态特性的影响可以被减弱,但是当系统的参数和环境变化比较显著时,只有采用具有一定适应能力的系统,才能够满足要求。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。这种本身具有适应能力的控制系统,叫做自适应式控制系统。按照自调节方式的不同,自适应控制系统可以分为两种基本形式。

(1) 前馈自适应控制

如果通过可测信号能够观测到过程特性的改变,并且预先知道如何根据这些信号来调整控制器,那么就可以应用如图 1-4 所示的前馈自适应系统。这种系统也叫开环自适应,因为它没有从闭环内部引出信号反馈到控制器中。

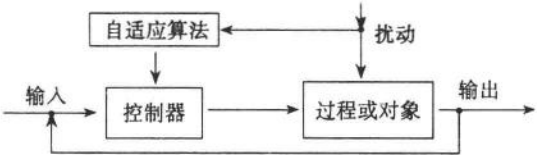


图 1-4 前馈自适应控制系统

在汽车的电子控制系统中,为适应海拔高度、工作温度等参数的变化,控制系统通常采用这种前馈自适应,因为利用气压表或温度计等即可测出这些参数的变化量,并且可在控制器中预先设定好系统随之所作的改变。

(2) 反馈自适应控制

如果过程特性的变化不能直接观测到,则必须采用反馈自适应。如图 1-5 所示,根据系统的输入、输出信号等参数,能够计算出输入控制器的参数,使之适应过程。

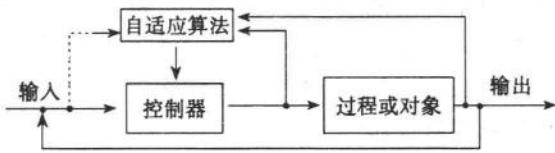


图 1-5 反馈自适应控制系统

反馈自适应控制系统又可分为两大类。一类为自寻最优自适应控制系统,如图 1-6 所示。该系统总是试图达到最优的控制性能。它遵循这个准则,并按所测到的过程信息不断修正参数。

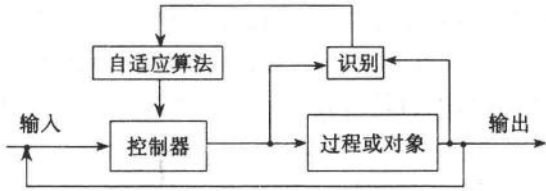


图 1-6 自寻最优自适应控制系统

另一类为模型参考自适应控制系统,如图 1-7 所示。对于给定的输入信号,系统总是试图使闭环响应接近于参考模型的响应。这种自适应系统的优点是对于一种确定的输入,它们能适应得很快。

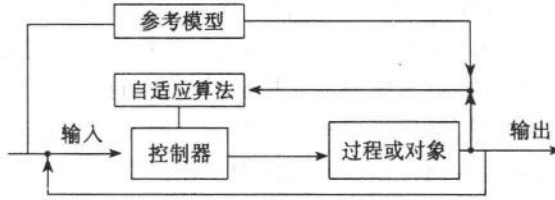


图 1-7 模型参考自适应控制系统

自适应系统目前在汽车的电控中得到了广泛的应用。如在发动机控制系统中,氧传感器设置在排气管中,它的工作温度较高,而且废气中的颗粒物质很容易将其污染堵塞,因此氧传感器的老化会引起空燃比的测量误差。采用自适应控制可以将氧传感器的输出电压与预先储存在控制单元中的过量空气系数表相比较,以确定氧传感器是否老化和老化的程度,通过选用适当的修正系数对氧传感器的输出值进行校准,使其输出值接近器件老化前的正常情况,从而增加了控制系统的工作可靠性。

4. 学习控制

在控制系统中,如果把操作人员作为控制器,他们对输入量与输出量作出比较,并且根据它们的差值(即误差)进行修正控制,那么许多开环系统都可以转化成闭环控制系统。

如果我们对该人工控制的闭环控制系统进行分析,就会碰到一个要求列出描述人的控制动作的微分方程式的困难问题。在这种情况下,操作人员的学习能力是许多复杂的因素之一。当操作者积累了丰富的经验后,他就会起一个较好的控制器的作用。如果设计的控制系统其自身

便具有这种在控制过程中不断完善的学习能力,便称之为学习控制系统。

如在发动机的电子控制系统中,为了改善爆震或空燃比控制时的响应特性,从 20 世纪 80 年代中期开始,研究人员便尝试将学习控制用于控制系统中,将某一反馈值(如氧传感器的输出电压)与一个参考值的偏差数据存入一个存储变换表的一个特定区域中,该区域与执行反馈时的发动机工作条件相对应。当发动机进入了与上述工作条件相同的工况时,则使用已存储的数据去修正控制值,从而很快将被控制参数控制到一个最佳值。

5. 模糊控制

模糊控制是近 20 年才开始发展起来的一门新学科,它与以前的控制方法有着本质的区别。无论是在开环、闭环、适应或学习控制系统中,往往需要建立精确的数学模型(传递函数和状态方程),但在对如汽车等复杂的对象进行控制时,有些按照建立的数学模型进行控制所取得的效果却不如由人来控制做得更好。这就导致模糊控制理论的产生。模糊控制实际上是吸取了人脑识别和判断的特点,使之运用于计算机,让部分自然语言能够作为算法语言直接进入程序,多次重复这个程序,就可能趋近预期的控制目标,完成较过去更为复杂的控制任务。其过程如图 1-8 所示。

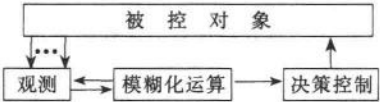


图 1-8 模糊控制系统

在汽车的某些控制中,有些情况(如油气混合过程、缸内燃烧过程等)的过程很难找到其精确的模型,即使能找出模型,但通常会因模型过于复杂也很难被用于实时控制。而利用模糊控制方法,则不需要预先知道过程精确的数学模型。在控制过程中,首先要由各种传感器测出的精确量转化为适于模糊运算的模糊量,然后将这些量在模糊控制器中加以运算,最后再将运算结果中的模糊量转化为精确量,以便对各执行器进行具体的操作控制。

如上所述,在模糊控制中,存在着一个模糊量和精确量之间相互转化的问题。如控制车速的快慢时,车速客观上是一个精确量,但人脑对车速的判别却带有模糊特征,因此,我们要用模糊语言确定模糊控制规则:“如果”当“车速很高”、或“车速比较高”、或“车速略高”、或“车速适当”、或“车速略低”、或“车速比较低”、或“车速很低”等等,“那么”应怎样控制,这样的模糊控制问题,常常要分成几级来处理,将模糊量转化为分成若干级的精确量的范围来处理。

对于车速是“高”还是“低”虽然是一个模糊量,但可以根据各种人的体会、经验和测试结果,运用模糊统计的方法得出车速对“高”或“低”的隶属程度,进而求出其隶属函数和隶属函数曲线。利用隶属函数建立模糊数学模型,实现模糊控制。

在控制过程中,条件语句常成组出现,如果用 A 、 B 代表两个传感器信号,而 Y 代表某控制变量,则:

- 条件 1:若 A 小且 B 大,则 Y 大。
- 条件 2:若 A 小且 B 小,则 Y 小。
- 条件 3:若 A 大且 B 大,则 Y 略微减小,
- 条件 4:若 A 大且 B 很大,则转入语句 N (N 为另一控制过程)。

这些条件语句组成了多套控制策略。如图 1-9 所示,如果第一次决策落在目标集合 G 上,第二次观测后的决策输出落在子集 S 上,而 S 在 G 内,并且更接近目标值,则称效果比前一次更精细,重复此过程就可以使控制自动达到优化的目的。模糊控制器的实际控制结果甚至比常用的一般控制器的控制质量更好。

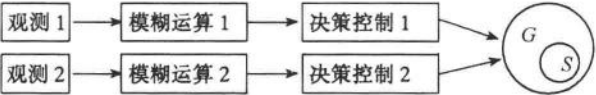


图 1-9 模糊控制的决策过程