

面向21世纪普通高等教育规划教材

汽车电子 控制技术



第2版

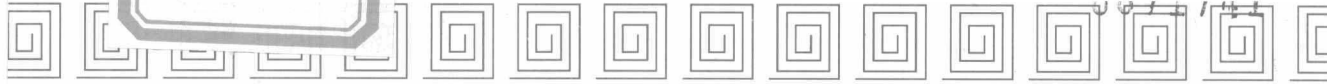
冯渊 编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



U463
84



面向 21 世纪
普通高等教育规划教材

汽车电子控制技术

第 2 版

冯 渊 编
葛如海 审

责任编辑：王 明



机械工业出版社

本书主要介绍轿车电子控制系统的控制原理、控制系统组成与结构、控制系统工作原理,以及故障的诊断与维修等方面的内容。主要内容涉及车用传感器、电控发动机、自动变速器、制动与驱动防滑装置、安全气囊、电控悬架、巡航控制、转向控制、电控车辆的诊断维护与故障分析等。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、高等职业院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/冯渊编. —2版. —北京:机械工业出版社, 2005.7

面向21世纪普通高等教育规划教材

ISBN 7-111-07028-3

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

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第048699号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:赵爱宁 责任编辑:倪少秋 版式设计:霍永明

责任校对:陈延翔 封面设计:王伟光 责任印制:陶湛

北京铭成印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2005年8月第2版第1次印刷

787mm×1092mm¹/₁₆·21.75印张·538千字

定价:30.00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)68326294

封面无防伪标均为盗版

第 2 版前言

自 20 世纪末至今，中国的汽车市场发生了巨大的变化。世界各大汽车公司纷纷在中国投资，兴办以轿车生产为主的跨国公司，中国汽车工业融入了国际汽车大市场，而且日益显露出巨大的潜在的汽车消费市场。随着经济全球化和国际合作与分工进程的推进，合作、合资生产汽车的步伐日益加快，从而加速了汽车技术特别是汽车电子控制技术在我国的移植与推广。中国汽车市场由于国际资本、技术等涌入，生产、技术和管理模式都随之改变，轿车的车型与新技术应用水平逐步与国际接轨，汽车高新技术特别是电子控制技术不胜枚举；汽车营销与维修服务也紧跟国际潮流，各大品牌的“4S”企业应运而生。新的汽车产业政策、汽车贷款、汽车召回制度、道路交通安全法等制度法规更是我国汽车业发展的助燃剂，2003 年全国内地汽车总产量首次突破了 400 万辆大关，汽车成为我国的支柱产业已是一个不争的事实。

众所周知，汽车已经成为集机械、电子、信息与控制技术于一体的机电一体化产品，同时又是具有智能信息管理系统的机器人。随着 IT 业的进一步发展，汽车的智能化与网络化程度将越来越高。为了适应现代汽车技术的迅猛发展，满足汽车技术服务、汽车应用维修类专业人才的教学需要，在近几年教学实践的基础上，特此修订本教材。

第 2 版基本保留了原书的结构与框架，主要在以下几方面进行了修改：

1) 由于传感器在电控技术中的重要性和维修服务工作的关键地位，将其单列一章。

2) 适当增加了控制系统的基础理论等教学内容，便于学生理清思路，为分析、诊断电控车辆故障和拓展专业知识面或深入研究打下基础，并保证教材内容的相对系统与独立。

3) 充实了典型控制系统和新型控制系统等内容。

4) 删去了已不多见的 K、KE 型发动机燃油喷射系统的介绍。

全书分为十一章。在保持原教材内容简洁、精选的特点基础上，力求体现控制理论基础、控制原理、控制系统和典型控制系统分析的教材编写主线，做到理论与实践应用相结合，符合应用型本科人才培养的教学要求。

本次修订工作由冯渊一人完成。江苏大学葛如海教授担任主审，并提出了许多修改意见。原教材自 1999 年出版以来，得到了许多院校的欢迎，老师们也提出了一些宝贵意见，在此表示感谢。本教材也得到了机械职业教育汽车专业教学指导委员会全体委员的指导和帮助，一并表示谢意。

编者

2005 年 3 月

第1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、第三章第二节和第三节、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,在此表示衷心的感谢。

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

| | |
|--|-----|
| 第 2 版前言 | |
| 第 1 版前言 | |
| 第一章 概述 | 1 |
| 第一节 汽车电子技术的发展背景 | 1 |
| 第二节 汽车电子控制系统的一般组成 | 5 |
| 第三节 汽车电子控制技术基础知识 | 13 |
| 第二章 传感器 | 25 |
| 第一节 传感器概述 | 25 |
| 第二节 空气流量计 | 32 |
| 第三节 压力传感器 | 37 |
| 第四节 节气门位置传感器 | 40 |
| 第五节 氧传感器 | 42 |
| 第六节 温度传感器 | 44 |
| 第七节 爆燃传感器 | 46 |
| 第八节 曲轴位置传感器 | 47 |
| 第九节 转速传感器 | 50 |
| 第三章 电控汽油喷射系统 | 52 |
| 第一节 汽油喷射系统概述 | 52 |
| 第二节 空气供给系统 | 63 |
| 第三节 汽油供给系统 | 68 |
| 第四节 电控汽油喷射系统 | 82 |
| 第四章 汽油机点火控制 | 91 |
| 第一节 电控点火系统的组成和分类 | 91 |
| 第二节 点火提前角与闭合角的控制 | 94 |
| 第三节 发动机爆燃的控制 | 101 |
| 第四节 典型电控点火系 | 103 |
| 第五章 发动机辅助电控系统 | 110 |
| 第一节 怠速控制 | 110 |
| 第二节 排放控制 | 121 |
| 第三节 进气控制 | 126 |
| 第四节 其他辅助控制装置 | 130 |
| 第六章 典型发动机集中控制系统 | 134 |
| 第一节 丰田 TCCS 系统 | 134 |
| 第二节 福特 EEC—IV 系统 | 139 |
| 第三节 上海—通用别克轿车电控系统 | 144 |
| 第四节 一汽—大众捷达 Motronio M3. 8. 2 电控系统 | 149 |
| 第五节 柴油机电控喷射系统简介 | 153 |
| 第七章 自动变速器 | 161 |
| 第一节 自动变速器概述 | 161 |
| 第二节 液力变矩器 | 166 |
| 第三节 变速齿轮机构 | 172 |
| 第四节 自动变速器供油系统 | 178 |
| 第五节 自动变速器操纵机构 | 182 |
| 第六节 典型自动变速器 | 191 |
| 第七节 无级变速电子控制系统简介 | 207 |
| 第八章 汽车防滑控制系统 | 213 |
| 第一节 汽车防滑控制系统概述 | 213 |
| 第二节 汽车防抱死制动系统的结构与工作原理 | 219 |
| 第三节 驱动防滑系统的组成与工作原理 | 229 |
| 第四节 典型汽车防滑控制系统 | 231 |
| 第九章 汽车行驶与安全控制系统 | 237 |
| 第一节 悬架系统控制 | 237 |
| 第二节 巡航控制 | 247 |
| 第三节 汽车动力转向与电控四轮转向 | 254 |
| 第四节 横向稳定控制系统 | 266 |
| 第五节 安全气囊 | 269 |
| 第十章 汽车电子控制系统的检测 | 277 |
| 第一节 发动机电子控制系统的检测 | 277 |
| 第二节 底盘电子控制系统的检测 | 299 |
| 第十一章 汽车电控系统的维护与检修 | 318 |
| 第一节 汽车电控系统维护概述 | 318 |
| 第二节 汽车电控系统诊断设备 | 319 |

| | | | | | |
|-----|----------------------------|-----|------|------------------------------|-----|
| 第三节 | 汽车电控系统的故障诊断原理 与操作 | 320 | 附录 | 汽车电子控制技术常用缩略语 英汉对照表 | 336 |
| 第四节 | 汽车电控系统故障诊断与 检修实例 | 324 | 思考题 | | 338 |
| | | | 参考文献 | | 341 |



第一章

概 述

第一节 汽车电子技术的发展背景

汽车既可作为生产运输的生产用品,又可作为代步、休闲、旅游等消费用品,汽车技术的发展是人类文明史的见证。随着社会、经济的发展,汽车成为人类密不可分的伙伴。当然,汽车的发展也带来了一些负面的影响,如随着汽车保有量的增加,交通条件、安全、环境污染也成了日益严重的问题。汽车的安全、环保和节能是当今汽车技术发展的主要方向。

一、安全、环保和节能推动了汽车技术的发展

汽车的安全性是人类社会的一大祸害,车辆的制动安全性、驱动安全性与行驶安全性是道路交通事故的三大主要根源。全世界每年由于交通事故死亡约 50 万人,排在人类死亡原因的第 10 位;我国目前每年因交通事故死亡占全国总死亡人数的 1.5%,约每年 10 万人。为此,科技人员从汽车的主动安全性和被动安全性两个方面着手,设计了防滑控制系统、车辆姿态控制系统、智能防撞预警与应急保护系统、碰撞后的保护系统等一系列电子控制装置。

HC 和 NO_x 混合在一起,在强烈的阳光照射下,会发生一系列光化学反应,产生臭氧和各种化合物。臭氧(O_3)具有很强的氧化性和毒性。1963 年美国洛杉矶地区发生了光化学烟雾事件,促使各国对大气污染的重视研究。据统计,城市大气污染物一氧化碳(CO)、碳氢化合物(HC)和氮氧化物(NO_x)的主要污染源是汽车排气。于是,现代轿车普遍装有喷油与点火控制、废气再循环及三元催化等发动机尾气控制装置。同时,世界各国都相继制订了日益严格的汽车排放物限制法规。此外,随着汽车保有量的增加,汽车噪声也是环境保护的重点治理对象。人们还在降低机械噪声、隔振、隔音等方面进行了大量的实验与改进工作。

进入 20 世纪 70 年代,全球的石油危机,使汽车节能问题受到世界各国高度重视,汽车耗油量被相应的法规限制,并成为汽车报废的一个主要标志。到 20 世纪末,美国政府提出了耗油为 3L/100km 的“3 升车”计划。传统的化油器等发动机部件虽然有了很大的改进,

仍然满足不了排放和油耗两大法规的要求。可见,传统技术已无能为力,只有采用汽油喷射及电子点火等易于应用的电子控制新技术,才能有所突破。

二、电子信息技术的发展,推进了汽车技术向集成与智能迈进

汽车技术特别是汽车电子控制技术在世界较发达国家发展迅猛,其先决条件是电子技术和计算机技术的迅猛发展。20世纪物理学的革命,促使半导体技术的迅速发展,尤其是集成电路(IC)和大规模集成电路(LSI)及超大规模集成电路(VLSI)的发展,使电子元件过渡到了功能块和微型计算机,不仅功能极强,而且价格便宜,可靠性好,结构紧凑,响应敏捷,迅速推动了汽车电控技术的发展。

由于电子信息技术的发展,以及近年来嵌入式系统、局域网(Controller Area Network, CAN)和数据总线(Data Bus, DB)技术的成熟,汽车电子控制系统的集成成为汽车技术发展的必然趋势。原先单一项目控制的燃油喷射控制、点火控制、排放控制、自动变速控制等,发展成为多功能的集成控制系统。如:发动机的电子控制技术是从控制点火时刻开始的,20世纪90年代初发展到汽油喷射、点火控制、排放控制等多项内容复合的发动机集中控制系统;20世纪末又将发动机控制、驱动防滑控制系统等复合,成为动力控制系统或牵引控制系统(Traction Control System, TCS)。又如:戴姆勒-克莱斯勒公司(Daimler-Chrysler)的测控一体化制动系统(Sensotronic Brake Control, SBC),把制动踏板行程、转向角度、轮速、车速等信号集合,通过防抱死制动(Anti-Lock Brake System 或 Antilock Braking System, ABS)或电子稳定控制程序(Electronic Stability Program, ESP)系统控制制动过程。

传感技术和计算机技术的发展,加快了汽车的智能化进程。日本丰田公司(Toyota)和德国德科电子公司(Delco)联合开发的智能车速控制系统,驾驶员可以选择滞后前车一定的时间(1.8s、2.0s、2.4s),通过前保险杠的雷达传感器测距来控制,并与前车保持一定的距离。德国德尔福电子系统公司(Delphi)的热管理系统,把信号送入系统中央控制器后,可以根据乘员的衣着和心理反应进行自动调节气流温度、流量、流动方向等,满足各个乘员的舒适性。智能汽车导航系统集合了嵌入式计算机、彩色显示器和卫星定位系统(GPS)等技术,由于“蓝牙技术”(Bluetooth)的应用,预计卫星定位这项技术将在我国得到迅速推广。

网络化是未来车辆的必然选择,集发动机控制、底盘控制、车身控制,以及安全、通信、娱乐等于一体的网络汽车的出现也是指日可待。图1-1、图1-2为近期构建的车辆网络系统。

三、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应用,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,环境的温度、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。

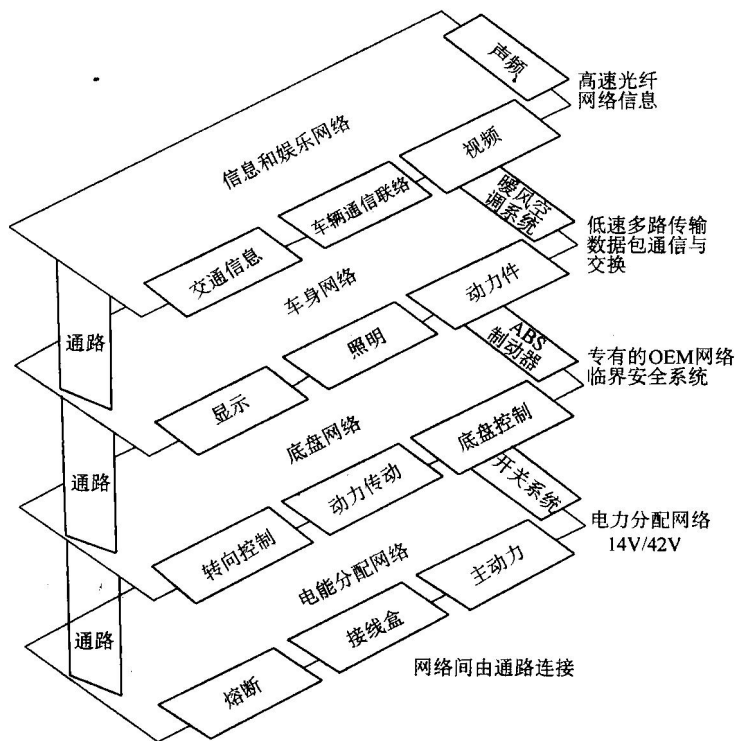


图 1-1 四层网络结构

| | 1975年以前 | 1975~1985年 | 1985~1995年 | 1995~2005年 | 2005年及以后 |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------------|----------------------|------------|--------------------------|
| 第4层 信息与娱乐网络 | | | | | 高数据传输率 音频与视频 子系统集成 |
| 第3层 车身控制多路 传输网络 | | 开关集成模 拟电阻水平 | | 电子模块 | 无线RF数据 传输“蓝牙” |
| 第2层 底盘与临界 安全网络 | | 发动机与传动系 电子控制燃料 经济性与排放 | 防抱死制动器 与空气囊 | | 防撞预警 与自适应 定速控制 |
| 第1层 电源分配 网络 | “被动”电源管理 屏蔽电力与信号线路 | | 中央电力分配接线盒 与电子控制模块 | | “主动” 电源管理 |

图 1-2 网络层次的发展

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% ~ 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燃控制等优化控制。

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, 可以保证发动机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%, 氮氧化合物(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: 电子控制防滑装置、智能驾驶信息系统、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 and 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在合适的程度。

目前, 发达国家的轿车电子产品应用已占车价的25%以上, 随着量子力学的重大发现和纳米技术的推广应用, 还将进一步推进汽车技术的发展。预计高级轿车在近10年内电子器件将达到轿车总成本的40%, 电子器件消耗的顶峰功率也将由目前的2~3kW增长到8~10kW。由于汽车电器设备的广泛应用, 按8kW计算, 14V的汽油车电器系统(蓄电池12V)电流将达570A。因此, 美、欧等汽车制造商和零部件供应商已在讨论电压由12/14V向36/42V汽车电器系统转化, 预计42V汽车电器系统的应用已为时不远了。表1-1列出了现代汽车上应用较多的汽车电子控制系统。

表 1-1 现代汽车电子控制系统

| | | |
|-----------------------|-------------|--|
| 发 动 机 控 制 | 电控汽油喷射(EFI) | 喷油量 喷射定时 汽油停供 汽油泵 |
| | 电控点火装置(ESA) | 点火时刻 通电时间 爆燃防止 |
| | 怠速控制(ISC) | |
| | 排放控制 | 废气再循环(EGR) 氧传感器及三元催化 二次空气喷射 活性炭罐电磁阀控制 |

(续)

| | | |
|-----------------------|------------|--|
| 发 动 机 控 制 | 进气控制 | 空气引导通路切断 旋涡控制阀 |
| | 增压控制 | |
| | 警告提示 | 涡轮指示灯 催化剂过热报警 |
| | 自我诊断 | |
| | 备用功能与失效保护 | |
| 底 盘 部 分 | 传动系控制 | 自动变速器 防滑差速器(ASD)与加速防滑系统(ASR)、牵引力控制系统(TCS) |
| | 行驶、制动转向系控制 | 电控防抱死制动装置(ABS) 电控悬架装置(TEMS) 电控定速/加速/怠速控制 动力转向车速感应稳定系统 |
| 其 他 装 置 | 安全保证及仪表报警 | 电子仪表 雷达防撞装置 安全气囊 防盗装置 |
| | 电源系统 | 发电机电压调节 过电压保护 |
| | 舒适性 | 空调系统 门窗自动开闭 座椅调节 门锁控制 |
| | 娱乐通信 | 汽车音响系统 汽车通信系统 |

第二节 汽车电子控制系统的一般组成

一、电子控制系统的一般组成

电子控制系统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,使之有一定的状态和性能。典型的工程控制系统如图 1-3 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他中间变量,经放大、转换后用以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

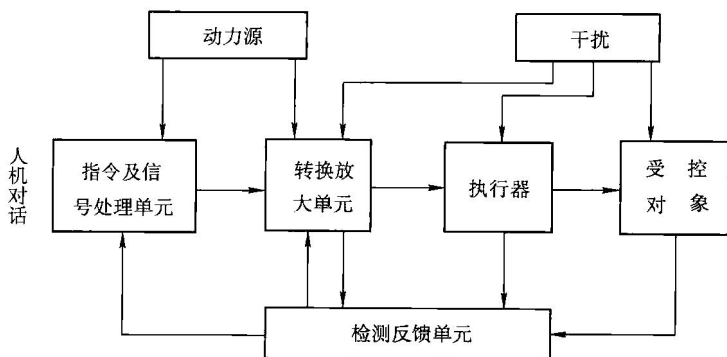


图 1-3 电子控制系统的一般组成

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 恒值控制系统的特点是,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。这类系统广泛应用于化工、冶金、造纸、食品等工业的工艺过程参数控制，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。

5. 简化的汽车电子控制系统模型

从控制原理来看，汽车电控系统可以简化为传感器、ECU 和执行器三大组成部分。传感器是感知信息的部件，功用是向 ECU 提供汽车运行状况和发动机工况等。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。传感器、ECU 和执行器三部分相互间的工作关系如图 1-4 所示。

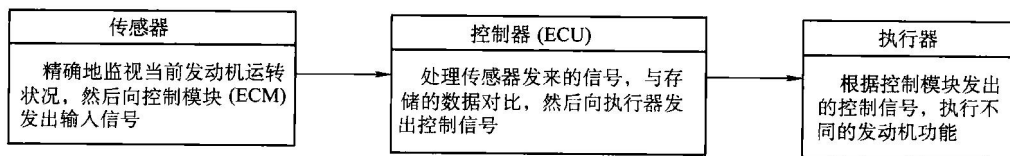


图 1-4 传感器、ECU 和执行器之间的工作关系

三、汽车电子控制系统简介

汽车电子控制系统可以分为以下四个部分：

1) 发动机和动力传动集中控制系统。包括发动机集中控制系统、自动变速控制系统、

防抱死制动和牵引力控制系统等。

2) 底盘综合控制和安全系统。包括车辆稳定控制系统、主动式车身姿态控制系统、巡航控制系统、防撞预警系统、驾驶员智能支持系统等。

3) 智能车身电子系统。自动调节座椅系统、智能前灯系统、汽车夜视系统、电子门锁与防盗系统等。

4) 通信与信息/娱乐系统。包括智能汽车导航系统、语音识别系统、“ON STAR”系统(具有自动呼救与查询等功能)、汽车维修数据传输系统、汽车音响系统、实时交通信息咨询系统、动态车辆跟踪与管理信息系统、信息化服务系统(含网络等)等。

下面简单介绍一下目前较多见且较成熟的部分地区汽车电子控制装置。

(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转矩,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。

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。

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,按照换挡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、改善换挡舒适性、提高汽车行驶平稳性以及延长变速器使用寿命等优点。

2. 防滑控制系统

防滑控制包括防抱死制动(ABS)、牵引控制(TCS)、驱动防滑(ASR)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. 电子控制动力转向

电子控制动力转向的形式较多,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,起到改善行驶的稳定性以及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。

4. 电控悬架(TEMS)

该系统能根据不同的路面状况,控制车辆高度,调整悬架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)

该系统又称恒速行驶系统。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转向盘中央(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转向盘之间、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)

该系统是在防抱死制动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,随着转向盘的转动而转动,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、冷却液温度、

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他信息参数,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。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、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,发出模拟人的声音向驾驶员报警,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. 车用导航系统与定位系统

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,实现网络信息交换、图像传输等。

(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、发动机冷却液温度等)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、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。