

高等职业教育汽车运用与维修专业教材



汽车电控系统 结构与维修

舒 华 姚国平 主编
虞 明 帅 克 主审



 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

高等职业教育汽车运用与维修专业教材

汽车电控系统结构与维修

舒 华	姚国平	主编
虞 明	帅 克	主审

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书以现代汽车电子技术为核心,详细介绍了汽车电子控制技术的应用与发展,包括了全部汽车电子控制技术方面的内容。本书编写过程中参考了国内外近年来出版的汽车电子技术书籍,并对许多技术数据和维修方法进行了实际测量和试验验证。

本书适合高等院校汽车运用与维修专业师生阅读;也可供相关专业的工程技术人员阅读。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

汽车电控系统结构与维修 / 舒华, 姚国平主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2005.5

高等职业教育汽车运用与维修专业教材

ISBN 7-5640-0457-6

I. 汽… II. ①舒…②姚… III. ①汽车-电子系统: 控制系统-构造-高等学校: 技术学校-教材②汽车-电子系统: 控制系统-车辆修理-高等学校: 技术学校-教材 IV. U472.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 020332 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(发行部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

电子邮箱 / chiefedit@bitpress.com.cn

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京地质印刷厂

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 22

字 数 / 522 千字

版 次 / 2005 年 5 月第 1 版 2005 年 5 月第 1 次印刷

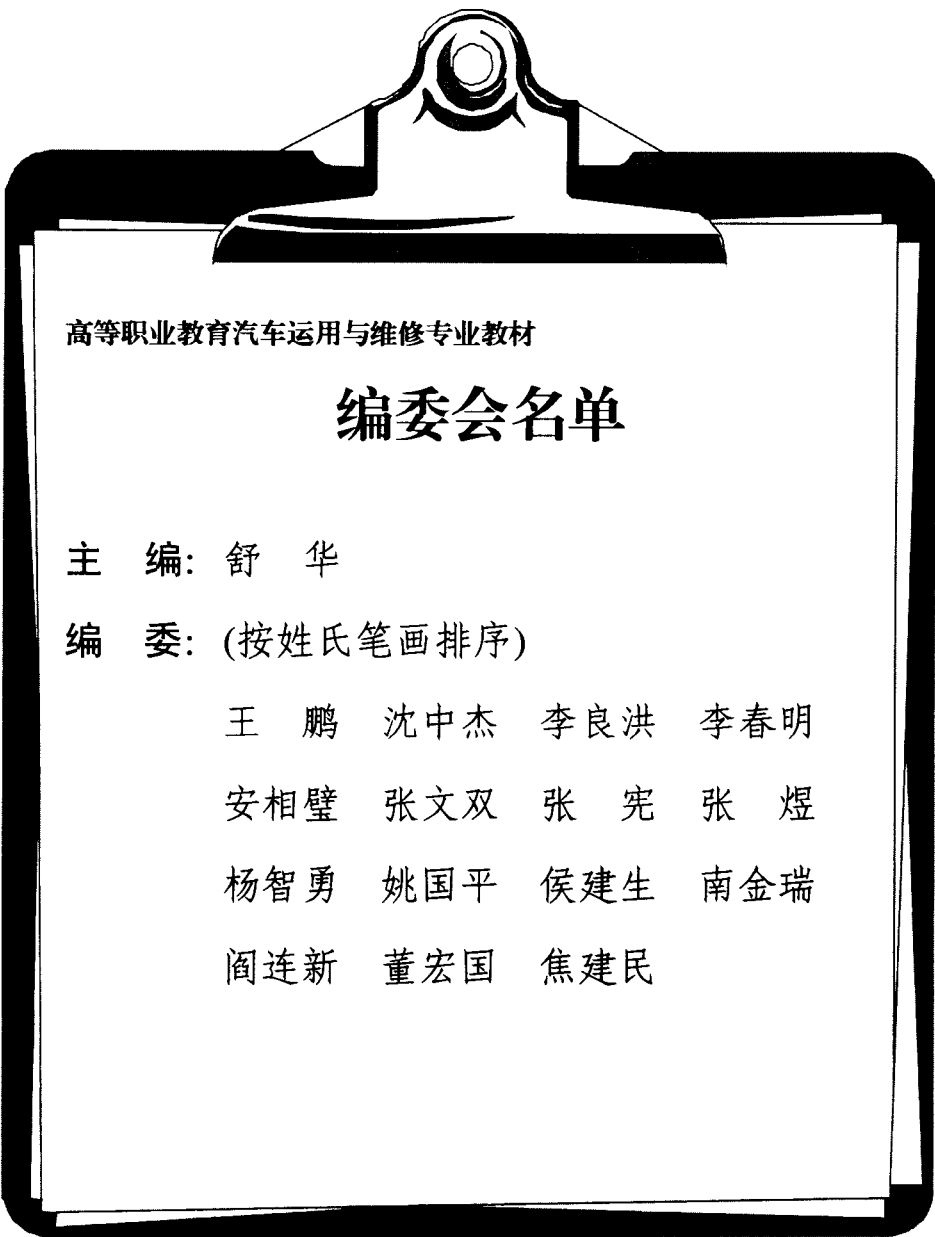
印 数 / 1~4000 册

定 价 / 32.00 元

责任校对 / 张 宏

责任印制 / 李绍英

图书出现印装质量问题,本社负责调换



高等职业教育汽车运用与维修专业教材

编委会名单

主 编：舒 华

编 委：(按姓氏笔画排序)

王 鹏	沈中杰	李良洪	李春明
安相璧	张文双	张 宪	张 煜
杨智勇	姚国平	侯建生	南金瑞
阎连新	董宏国	焦建民	

编写说明

汽车作为人类文明发展的标志,从 1886 年发明至今,已有 100 多年的历史。近几年,我国的汽车生产量和销售量都迅速增大,全国汽车拥有量大幅度上升。世界知名汽车企业进入国内汽车市场,促进国内汽车技术的进步。汽车保有量的急剧增加,汽车技术又不断更新,使得汽车运用与维修行业的车源、车种、服务对象以及维修作业形式都已发生了新的变化,使得技能型、应用型人才非常紧缺。

根据“职业院校开展汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养培训工程”的通知精神,并配合高等职业院校实施紧缺人才培养计划,北京理工大学出版社组织了一批多年工作在教学一线的优秀教师,根据他们多年的教学经验和实践经验,再结合高等职业院校汽车运用与维修专业的教学大纲要求,编写了本套教材。

本套教材既有专业基础课,又有专业技术课。在专业技术课中又分几个专门化方向组织编写,分别是:汽车电工专门化方向,检测技术专门化方向,汽车机修专门化方向,大型运输车维修技术专门化方向,车身修复技术专门化方向,技术服务与贸易专门化方向,汽车保险与理赔专门化方向。

本套教材是按照“高等职业教育汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养指导方案”的要求而编写。编写过程中强调应符合汽车专业教育教学改革的要求,注重职业教育的特点,按技能型、应用型人才培养的模式进行设计构思。本套教材编写中,坚持以就业为导向,以服务市场为基础,以能力为本位,培养学生的职业技能和就业能力;合理控制理论知识,丰富实例,注重实用性,突出新技术、新工艺、新知识和新方法。

本套教材适用于培养汽车维修、检测、管理、评估、保险、销售等方面的高技术应用型人才的院校使用。

本套教材经中国汽车工程学会汽车工程图书出版专家委员会评审,做了适量的修改,内容更具体,更实用,推荐出版。

汽车工程图书出版专家委员会



前言

近半个世纪以来,汽车技术的发展主要是汽车电器与电子技术的发展,汽车电子化是汽车发展的必由之路。

本书以现代汽车电子技术为核心,详细介绍了汽车电子控制技术的应用与发展、汽车电子控制系统的组成与分类、汽车发动机燃油喷射技术、微机控制点火技术、电子控制自动变速技术、电子控制防抱死制动技术、电子控制制动力分配技术、驱动轮防滑转控制技术、安全气囊技术、巡航控制技术、电子控制悬架技术以及汽车电子控制系统故障诊断与排除方法。本书编写过程中不仅参考了国内出版的同类教材和图书,而且参考了国外近几年出版的汽车电子技术书籍,并对许多技术数据和维修方法进行了实际测量和试验验证,内容新颖、图文并茂,采用插图350余幅、表格50余张。

本书由军事交通学院舒华教授、军事交通运输研究所高级工程师姚国平主编,军交运输研究所《军用汽车》杂志副总编曹海泉和国防交通保障研究室副主任陈韬(工程师)副主编。第一章至第三章由舒华教授、姚国平高工和白雪峰讲师编写;第四章由李文杰、曹彬讲师和门君助教编写;第五章由马洪文、许玉新讲师和范卫新讲师编写;第六至第八章由俞经满高级工程师、张煜、钱善太、徐新强讲师和舒华教授编写。全书由舒华教授统稿。

在编写过程中,得到了南京军区空军汽车修理厂、沈阳军区汽车检测维修中心、中国交通物资华北公司、天津汽车工业交通出租车销售有限公司、天津市森龙汽车贸易有限公司、总后军事交通学院图书馆、军事交通运输研究所以及中国汽车技术研究中心等单位的大力支持,在此一并表示感谢!

由于编者水平有限,书中不妥之处在所难免,恳请读者批评指正。

作者

2005年1月于天津



目 录

第一章 汽车电子控制技术概论	1
第一节 汽车发展面临的问题与对策	1
第二节 汽车电子控制技术的应用与发展	3
第三节 汽车电子控制系统的组成	8
第四节 汽车电子控制系统的分类	13
思考题.....	15
第二章 汽车发动机燃油喷射系统	16
第一节 发动机燃油喷射系统的组成	16
第二节 发动机燃油喷射系统的分类	20
第三节 发动机燃油喷射系统传感器的结构原理	30
第四节 发动机燃油喷射系统执行器的结构原理	75
第五节 汽车电子控制单元的结构原理	86
第六节 发动机燃油喷射的控制过程	92
第七节 发动机空燃比反馈控制过程	105
第八节 发动机断油控制过程	108
第九节 发动机怠速控制过程	110
第十节 发动机燃油喷射系统传感器的检修	114
第十一节 发动机燃油喷射系统执行器的检修	124
第十二节 发动机燃油喷射系统电控单元的检修	132
第十三节 燃油喷射式发动机供油系统的检修	138
第十四节 发动机电子控制系统故障自诊断测试	141
第十五节 发动机电子控制系统故障诊断与排除	164
思考题.....	174
第三章 汽车微机控制点火系统	177
第一节 微机控制点火系统的结构组成	177
第二节 微机控制点火系统的控制过程	182
第三节 微机控制点火系统高压电的分配方式	187
第四节 发动机爆震的控制过程	190

第五节 微机控制点火系统的使用与检修	192
思考题	198
第四章 汽车电子控制自动变速系统	199
第一节 电子控制自动变速系统的组成	199
第二节 自动变速器的分类	200
第三节 齿轮变速系统的结构原理	203
第四节 液压控制系统的结构原理	213
第五节 电子控制系统的结构原理	226
第六节 电子控制自动变速系统的控制过程	232
第七节 自动变速系统故障诊断与排除	238
第八节 自动变速系统控制部件的检修	247
思考题	249
第五章 汽车电子控制主动安全系统	251
第一节 防抱死制动的基本原理	251
第二节 防抱死制动系统的组成	253
第三节 防抱死制动系统的分类	255
第四节 防抱死制动电子控制系统	257
第五节 防抱死制动液压控制系统	262
第六节 防抱死制动系统控制过程	267
第七节 电子控制制动力分配技术	275
第八节 驱动轮防滑转的控制原理	278
第九节 防滑转控制系统控制过程	282
第十节 防抱死制动系统故障诊断与排除	284
思考题	290
第六章 汽车电子控制被动安全系统	292
第一节 安全气囊系统组成与分类	292
第二节 安全气囊系统的控制过程	294
第三节 安全气囊系统的结构特点	296
第四节 安全气囊系统的保险装置	302
第五节 座椅安全带控制系统	306
思考题	308
第七章 汽车巡航控制系统	309
第一节 汽车巡航控制系统的组成	309
第二节 汽车巡航控制系统的控制原理	310
第三节 汽车巡航控制系统的结构特点	312

第四节	汽车巡航控制系统的控制过程	319
第五节	汽车巡航控制系统故障自诊断测试	322
思考题		324
第八章	汽车电子控制悬架系统	326
第一节	电子控制悬架系统的组成	326
第二节	电子控制变高度悬架系统	328
第三节	电子控制变刚度悬架系统	330
第四节	电子控制变阻尼悬架系统	331
第五节	变高度变刚度变阻尼悬架系统	335
思考题		339
参考文献		340

第一章 汽车电子控制技术概论

汽车电子控制技术又称为汽车电子技术,是以微电子技术、电器技术、新材料和新工艺技术为基础,以解决汽车能源、环境保护和交通安全等社会问题为目的,旨在提高汽车动力性、经济性、安全性、舒适性、操纵性、通过性与排放等性能的新技术。

近半个世纪以来,汽车技术的发展主要是汽车电器与电子技术的发展。

第一节 汽车发展面临的问题与对策

汽车是一种重要的交通运输工具,已为人类做出了不可磨灭的贡献。毋庸置疑,汽车在造福人类的同时,也带来了能源短缺、排气污染与噪声污染、交通堵塞与交通事故等一系列社会问题。因此,汽车工业必须与时俱进,不断开发研制技术先进、性能优良的汽车产品,用以满足环境保护、交通管理等政策和法规越来越严格限制的要求。

汽车能源、环境保护和交通安全依然是 21 世纪全世界关注的三大课题。内燃机汽车经过近 120 年的发展,逐步实现了机电一体化和电子化,名副其实的达到了技术先进、性能优良、物美价廉的境界,在节能、环保、安全等方面也取得了重大进步。目前,内燃机汽车的发展正面临着严峻的挑战。

一、汽车发展面临的问题

1. 能源问题

21 世纪是高科技、高技术时代,随着汽车工业、国防工业、化学工业、冶金工业和机械工业的高速发展,人类将面临十分严峻的能源短缺挑战。图 1-1 所示为全球可用能源与能源消耗情况示意图。由图可见,全球石油和煤炭等主要能源在逐年减少,最终必将耗尽。因此,能源问题已经成为国家发展战略计划的关键问题,同时也是当今世界政治环境、经济环境极不稳定的重要因素之一。

自 1973 年出现石油危机以来,世界上一些权威机构与专家对世界石油资源进行了较多的统计、分析与预测。大多数能源机构与权威人士认为:现已查明的易开采石油可维持 50 年左右,一部分液体燃料的需求到 2030 年要从煤提炼出的合成燃料来满足。统计分析认为,世界石油储存量为 1 350 亿吨,每年消耗约 30 亿吨(其中,汽车的石油消耗量占世界石油产量的一半以上),只够开采 40 年左右。据我国能源专家委员会预测,我国石油生产将在 2020—2030 年达到高峰,而后逐年下降。天然气产量在 2030 年以后将高速增长,到 2050 年达到高峰。虽然准确预测世界或中国石油储存量与可开采年代是困难的,但是世界石油的储存量在逐年减少既是客观存在的事实,也是人类发展的必然结果。

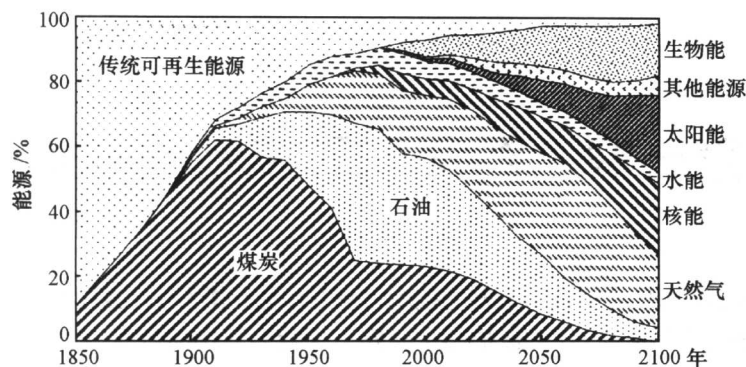


图 1-1 全球可用能源与能源消耗情况示意图

2. 环境保护问题

目前,环境保护已经成为人类社会可持续发展战略的核心问题。环境保护问题既是影响世界各国能源决策和科技导向的关键因素,同时也是促进能源科技发展的巨大动力。20 世纪建立起来的庞大能源体系已无法适应未来社会对高效、清洁、经济、安全的能源体系的要求,能源发展正面临着巨大的挑战。

地球上的“温室效应”与能源的生产、消费密切相关。导致温室效应的原因一半以上是来自全球目前的能源体系,即含碳化石燃料燃烧后所释放的二氧化碳。这类燃料所提供的能量约占世界能源总量的 4/5,而且目前每年仍以 3% 的幅度持续增长。因此,二氧化碳的排放量也以同样的速度递增,预计到 2020 年会增加近 2 倍,2025 年增加将达到 3 倍。由此可见,提高能源的利用率和发展替代能源必将成为 21 世纪的主要课题。

地球是人类赖以生存和发展的地方。然而,地球环境长期以来一直遭受着多种产业和交通工具污染的威胁。其中,汽车工业与汽车对环境的污染是一个重要方面。

各种燃料通过燃烧产生能量时,必然会产生各种各样的燃烧废气,石油和石油制品、人工合成燃料、液化天然气、煤炭等在燃烧后,除了产生大量的水蒸气(H_2O)和二氧化碳(CO_2)之外,还会产生一氧化碳(CO)、氮氧化物(NO_x)、碳氢化合物、二氧化硫(SO_2)、光化学烟雾、铅微粒、碳微粒和噪声等各种各样的有害排放物。

众所周知,城市空气污染物大部分来自汽车的排放物。例如,墨西哥城每年向空气中排放 350 万吨 CO 、45 万吨 SO_2 、35 万吨碳氢化合物、27 万吨 NO_x 、43 万吨铅微粒、碳微粒和尘埃等,市中心不得不设立街头氧巴供行人使用。20 世纪上半叶发生的几起空气污染事件,使人们深刻地认识到了空气污染的危害性。

1930 年 12 月,比利时美尤斯峡谷的重工业区被一层厚厚的污浊云雾覆盖,造成 63 人死亡,6 000 人咽喉疼痛、声音嘶哑、咳嗽、呼吸不畅等。1943 年 9 月 8 日,美国洛杉矶被光化学烟雾整整笼罩一天,导致 1 000 多人受伤、400 多人死亡、市郊的农作物枯萎落叶,此后该城市还不断发生类似事件。1948 年 10 月,美国宾夕法尼亚州的多那拉城也出现了类似事件。1952 年 12 月,英国伦敦经历了一场历时四天的浓雾,随后 7 天内该城死亡人数比平时多 1 600 人,各种呼吸道疾病患者显著增多,伦敦人称之为“1952 浓雾杀手”。1971 年,日本受光化学烟雾中毒人数达 4 800 人。1988 年夏天,烟雾和热浪夺去了雅典 800 人的生命。

目前,世界城市人口约有一半是生活在 CO_2 、 CO 、 NO_x 、 SO_2 、碳氢化合物、铅微粒、碳微粒

以及噪声等污染超过标准的大气环境中,肺癌患者比例逐年增大,全球每天约有 800 人因呼吸污染空气而早亡。我国城市人口肺癌死亡率逐年增加,大城市交通民警的平均寿命比其他人明显要短,平均只有 47 岁。这些大气被污染的征兆,无不与汽车有关。

内燃机汽车的噪声主要是燃烧噪声、进气和排气过程中气体的空气动力性噪声。这些噪声随汽车行驶飘逸在车辆驶过的环境中,影响范围很广。即使采取了降噪措施,但是,由于汽车数量太大,噪声对周围环境的污染仍然十分严重。

汽车产生的噪声对人类生活影响很大,特别是在大城市中,汽车产生的噪声几乎 24 小时都不停息,给城市居民的生活、休息和睡眠带来极大影响。长期遭受噪声污染会引起神经系统和心血管系统功能紊乱。

3. 交通安全问题

据世界卫生组织统计,全世界一年中死于车祸的人数约 100 万人,其中超过 1 万人的有 11 个国家。例如,1994 年美国死于车祸约 4 万人,我国 4.6 万人,位居世界第二位。

我国 2002 年发生道路交通事故 773 137 次,死亡 109 381 人,受伤 562 074 人,经济损失超过 33 亿人民币,每万辆汽车死亡人数约为 53 人。然而,2002 年汽车年产量排名第一、第二的美国(12 274 917 辆)、日本(10 257 690 辆),其每万辆汽车死亡人数仅为 2~3 人。

交通事故造成了巨大的生命财产和经济损失,已经发展成为社会公害。汽车交通安全与车辆、人员、环境(道路、设施等)及法制(交通规则、制度及法律等)有关。正因如此,早在 1966 年美国就制定和颁布了有关交通安全标准与安全法规。欧洲与日本于 1970 年联合实施了汽车安全试验计划 ESV(Experimental Safety Vehicle)。20 世纪 90 年代以来,随着各国汽车拥有量的迅速增加,对安全问题也更加重视,开展了多方面的研究开发工作,并取得了不少成果。例如,日本日产汽车公司在 1996 年的东京汽车展览会上,就展出了一辆高级安全汽车 ASV(Advanced Safety Vehicle),该车采用了 12 项有关安全的科技成果。世界各国开展的交通安全工作,大大减少了交通事故与伤亡人数。

二、汽车发展对策

综上所述,地球环境遭受的污染愈来愈严重。如不严加防治,就会给人类特别是子孙后代造成灾难。正因如此,如今世界各地“救救地球,救救人类”,“既要使现代人生活得好,又要使后代生活幸福”的呼声日益高涨。内燃机汽车的发展正面临着能源、环保和安全的严峻挑战。就目前技术水平而言,解决上述问题的有效途径主要有:

- (1) 采用电子控制技术,提高汽车整体性能;
- (2) 不断实施严格的油耗、排放和安全法规;
- (3) 开发利用新能源,使用替代燃料;
- (4) 开发电动汽车和混合动力汽车。

第二节 汽车电子控制技术的应用与发展

汽车电子化是汽车技术发展进程中的一次革命。汽车电子技术已广泛应用于汽车发动机控制、底盘控制、车身控制、故障诊断以及音响、通信、导航等方面。

汽车电子化程度高低,已经成为当今世界衡量汽车先进水平的重要标志。目前,在工业发

达国家生产的汽车上,每辆车上电子装置的平均成本已占整车成本的 30% ~ 35%;在一些豪华轿车上,电子产品的成本已占整车成本的 50% 以上。例如,在 BMW AG(宝马公司)2004 年新推出的 BMW 7 系列轿车上,就装备了 70 多个微处理器(电控单元),利用了 8 种车载局域网分别按这些电控单元的作用连接起来。

汽车制造商普遍认为:增加汽车电子装置的数量,促进汽车电子化是夺取未来汽车市场的有效手段。

汽车设计人员普遍认为:电子技术在汽车上的应用,已经成为汽车设计研究部门考虑汽车结构革新的重要手段。汽油发动机装备电控汽油喷射系统,能够精确地控制空燃比和实现闭环控制,如果再加装三元催化转化器,就可使汽油发动机的有害排放物降低 95% 以上。汽车安装防抱死制动系统 ABS,可使汽车在湿滑或冰雪路面上的事故发生率降低 24% ~ 28%。汽车采用电子控制技术,不仅能够节约燃油、减少排放,而且还能提高安全等性能。现代汽车电子化、智能化和网络化,使汽车已不仅仅是一个代步工具,而且具有交通、娱乐、办公和通讯的多种功能。

一、汽车电子控制技术的应用概况

众所周知,汽车是由发动机、底盘、车身和电气设备四部分组成。20 世纪 80 年代以来,汽车技术的发展主要是电气技术和车身技术的发展,汽车电子化是 21 世纪汽车发展的必由之路。

20 世纪 60 年代以来,随着汽车结构与性能的不断改进和提高,汽车装备的传统电器设备面临着巨大的冲击与挑战。随着电子工业的发展,电子控制技术在汽车上的应用越来越广泛,新型车用电子装置犹如雨后春笋般的涌现,特别是大规模集成电路和微机控制技术的应用,给汽车控制装置带来了划时代的变革。在解决汽车油耗、安全、排放等问题方面,汽车电子控制技术正起着举足轻重的作用。例如:采用电子控制燃油喷射系统和微机控制点火系统,不仅可以节油 5% ~ 10%,而且还能大大提高排气净化性能;采用电子控制防抱死制动系统,不仅可使汽车在泥泞路面上安全行驶,而且可以在紧急制动时防止车轮抱死滑移,保证汽车安全制动;采用安全气囊系统,每年可以挽救成千上万人的生命;在实现操纵自动化和提高舒适性等方面,汽车电子控制技术也扮演着重要角色。90 年代以来,汽车采用电子控制系统的概况如图 1-2 所示。

在提高动力性、经济性和排放性能方面,现代汽车采用的电子控制系统主要包括:电子控制发动机燃油喷射系统 EFI、微机控制点火系统 MCI、发动机爆震控制系统 EDCS、怠速控制系统 ISC、空燃比反馈控制系统 AFC、加速踏板控制系统 EAP、第二代车载故障诊断系统 OBD-II、电子控制自动变速系统 ECT、控制器区域网络 CAN 通讯系统等等。

在提高乘坐舒适性方面,现代汽车采用的电子控制系统主要包括:电子控制悬架系统 ECS、自动空调系统 ACS、座椅调节系统 SAMS、车距报警系统 PWS 等等。

在提高信息技术、保障娱乐信息和通讯能力方面,现代汽车采用的电子控制系统主要包括:车载计算机 OBC、车载电话 CT、交通控制与通讯系统 TCIS、信息显示系统 IDS、声音复制系统 ESR、线束复用系统 CHM 等等。

在提高安全性、操纵方便性方面,现代汽车采用的电子控制系统主要包括:防抱死制动系统 ABS、驱动防滑控制系统 ASR 或牵引力控制系统 TCS 或 TRC、电子控制制动力分配系统

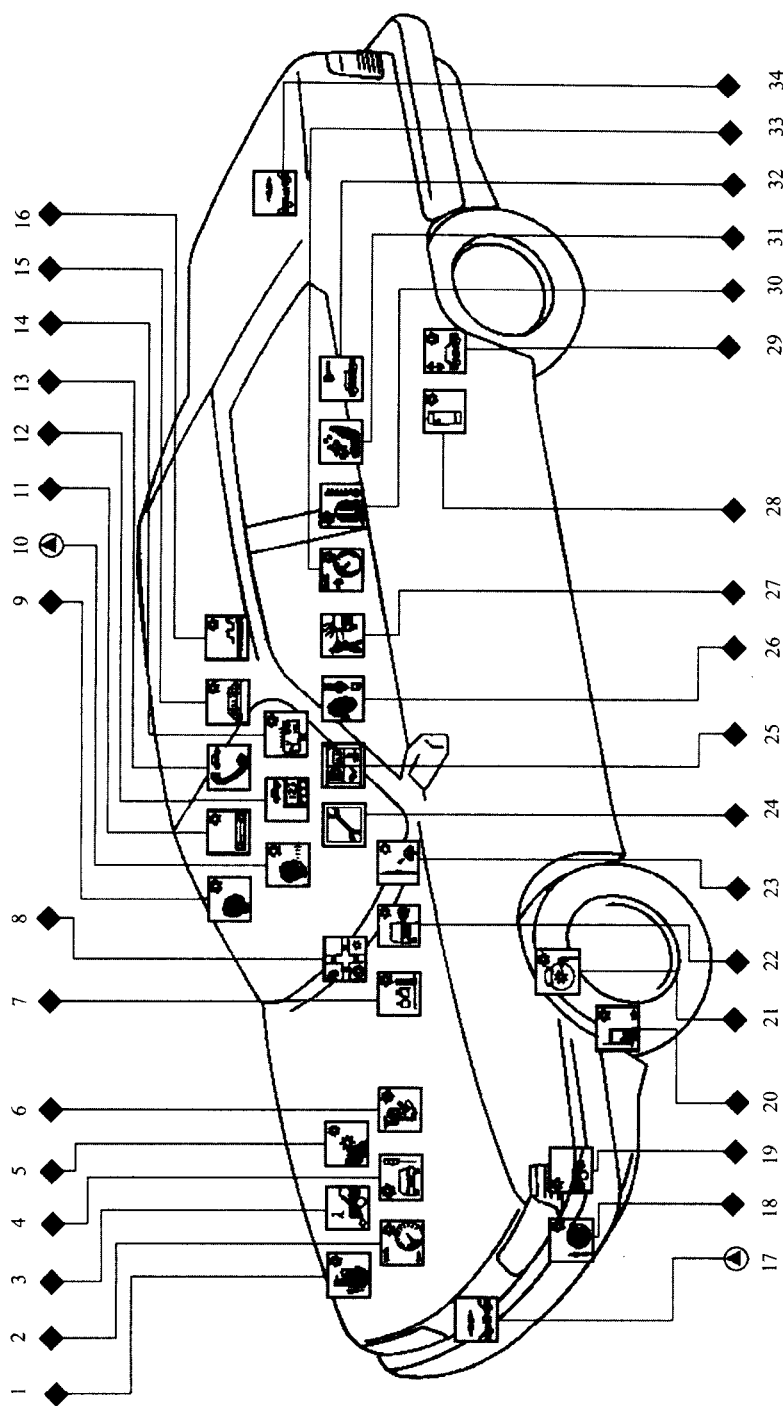


图 1-2 电子控制技术在汽车上的应用概况

- 1—燃油喷射系统;2—怠速控制系统;3—空燃比反馈控制系统;4—发动机故障诊断;5—自动变速;6—微机控制点火;7—加速踏板控制;8—控制器区域网络;
 9—声音复制;10—声控操作(将来采用);11—音响系统;12—车载计算机;13—车载电话;14—交通控制与通讯;15—信息显示;16—线束复用;
 17—雷达车距控制与报警(将来采用);18—前照灯控制与清洗;19—气体放电车灯;20—轮胎气压控制;21—防抱死与防滑转控制;
 22—底盘故障诊断;23—刮水器与清洗器控制;24—维修周期显示;25—液面与磨损监控;26—安全气囊与安全带控制;27—车辆保安;
 28—前/后轮转向控制;29—电子悬架;30—自动空调;31—座椅调节;32—中央门锁;33—巡航控制;34—车距报警

EBD、电子控制制动辅助系统 EBA、动态稳定控制系统 DSC、辅助防护安全气囊系统 SRS、安全带张紧控制系统 STTS、车辆保安系统 VESS、巡航控制系统 CCS、电子控制动力转向控制系统 EPS、防盗报警系统 GATA、中央门锁控制系统 CLCS、前照灯控制与清洗系统 HAW、气体放电车灯 GDL、轮胎气压控制系统 TQC、刮水器与清洗器控制系统 WWCS、维修周期显示系统 LSID、液面与磨损监控系统 FWMS 等。

到目前为止,国产汽车采用的电子控制系统主要有:发动机燃油喷射系统 EFI、怠速控制系统 ISC、空燃比反馈控制系统 AFC、微机控制点火系统 MCI、发动机爆震控制系统 EDCS、电子控制自动变速系统 ECT、防抱死制动系统 ABS、电子控制制动力分配系统 EBD、驱动防滑控制系统 ASR、辅助防护(安全气囊)系统 SRS、安全带张紧控制系统 STTS、巡航控制系统 CCS、中央门锁控制系统 CLCS 和汽车防盗报警系统 GATA 等等。

二、汽车电子控制技术的发展趋势

汽车电子控制技术是汽车技术与电子技术结合的产物,并伴随着汽车油耗法规、排放法规、安全法规要求的提高和电子技术的进步而逐步发展到当今水平。

汽车发动机电子控制技术是借鉴飞机发动机汽油喷射技术而诞生的。进入 21 世纪以来,无论汽油发动机汽车,还是柴油发动机汽车,都已广泛采用电子控制燃油喷射技术。近半个世纪以来,汽车发动机电子控制技术飞速发展的根本原因有两个方面:一方面是全球性的能源危机与环境保护促使汽车油耗法规和排放法规的要求逐步提高;另一方面是电子技术的发展水平逐步提高。

自动变速器是在机械式变速器、液力变矩器等液力传动技术和电子控制技术的基础上发展而成的。液力传动技术于 19 世纪初发明于欧洲,早在 1912 年就将液力变矩器应用在船舶上。由于液力变矩器不仅具有防止发动机过载的作用,而且还能无级地改变转速比和转矩比。因此,迅速在其他领域得到应用。目前,液力自动变速器的变速齿轮机构已由单行星排发展到多行星排,使变速器的挡位数量由两个前进挡增加到三个或四个前进挡。

由于液力自动变速器具有许多优点,因此在汽车上应用越来越广泛。到 1982 年,美国三大汽车公司液力自动变速器的装车率分别为通用:91.7%,福特:71.5%,克莱斯勒:83.%;1983 年分别为通用:93.9%,福特:74.4%,克莱斯勒:86.4%。美国轿车 1992 年装车率为 80%(其中城市轿车为 100%)。日本生产轿车上液力自动变速器的装车率 1982 年为 26%、1986 年为 41%、1992 年为 60%、1993 年为 75%。

最早应用 ABS 技术的交通工具是铁路机车。早在 20 世纪初,由于铁路机车制动时车轮抱死在铁轨上滑行使车轮外圆磨损出一些小平面,因此,车轮不能平稳旋转而产生振动和噪声。为了减小振动和噪声,1908 年, J. E. Francis(弗朗西斯)设计了一种装置,安装在机车上之后,意外地发现制动距离也缩短了,这就是防抱死制动系统 ABS 的雏形。

汽车上最早采用 ABS 的是美国 Ford(福特)汽车公司。1954 年,该公司率先把法国生产的民航飞机用 ABS 应用在 Lincoln(林肯)牌轿车上。到 1995 年,美国汽车 ABS 的装车率已经达到 90%。在安全法规的推动下,ABS 已成为汽车的标准装备。我国研究 ABS 始于 20 世纪 80 年代初,国家“九五”科技攻关计划也列入了 ABS 研究项目。

在安全技术方面,国产轿车已经达到较高水平。例如,一汽轿车股份有限公司 2003 年生产的 Mazda 6(马自达)轿车不仅装备了由防抱死制动系统 ABS、电子控制制动力分配系统

EBD、牵引力控制系统 TCS、动态稳定控制系统 DSC 和电子控制制动辅助系统 EBA 组成的整合型主动安全系统,而且装备了由前排双气囊、侧面双气囊、侧面双气帘组成的辅助防护系统 SRS 和安全带张紧控制系统 STTS 等被动安全系统。

纵观汽车电子控制技术的发展过程,大致可分为分立电子元件控制、集成电路控制、微型计算机控制和车载局域网控制四个阶段。就目前发展局势来看,汽车采用车载局域网 LAN 技术是汽车电子控制技术发展的必然趋势。

第一阶段(1953—1980):即分立电子元件控制阶段。汽车电子设备主要采用分立电子元件组成电子控制器,从而揭开了汽车电子时代的序幕,并由分立电子元件产品向集成电路 IC 产品过渡。主要产品有二极管整流式交流发电机、电子式电压调节器、电子式点火控制器、电子式闪光器、电子式间歇刮水控制器、晶体管收音机、数字时钟等等。

第二阶段(1981—1990):即集成电路控制阶段。汽车电子设备广泛采用集成电路 IC 和 8 位微处理器进行控制,主要开发研究专用的独立控制系统。主要产品有电子燃油喷射系统、空燃比反馈控制系统、电子控制自动变速系统、防抱死制动系统、安全气囊系统、座椅安全带收紧系统、车辆防盗系统、巡航控制系统、电子控制门锁系统、车辆导航系统、超速报警系统、前照灯光束自动控制系统、自动除霜系统、车身高度自动控制系统、故障自诊断系统等等。

第三阶段(1991—2000):即微型计算机控制阶段。汽车电子设备广泛应用 16 位或 32 位字长的微处理器进行控制,控制技术向智能化方向发展。主要产品有发动机燃油喷射与点火综合控制系统、牵引力控制系统、四轮转向控制系统、轮胎气压控制系统、声音合成与识别系统、道路状态指示系统、动力最优化控制系统、通信与导航协调系统、安全驾驶监测与警告系统、自动防追尾碰撞系统和自动驾驶系统等等。

第四阶段(2001—):即车载局域网控制阶段。汽车车载局域网 LAN(Local Area Network)又称为汽车车载局域网通讯网,是指分布在汽车上的电器与电子设备在物理上互相连接,并按照网络协议相互进行通讯,以共享硬件、软件和信息等资源为目的电器与电子控制系统。

车载局域网技术实际上是指一种网络的通讯协议以及达到协议规定目的所采取的各种措施和方法。如控制器局域网 CAN 通讯协议(CAN 协议)、汽车局部互联网 LIN(Local Interconnect Network)通讯协议(LIN 协议)、汽车局域网 VAN(Vehicle Area Network)通讯协议(VAN 协议)、多媒体定向系统传输网 MOST(Media Oriented System Transport)通讯协议(MOST 协议)等等。

20 世纪 80 年代中期开始,汽车采用了车载局域网 LAN 技术,利用计算机总线技术进行数据通讯和数据传输,使汽车电器与电子控制系统各控制器实现信息共享和多路集中控制,从而改变了汽车电气系统传统的布线方式和单线制控制模式。最有代表性的有博世(Bosch)公司制定的控制器局域网络 CAN(Controller Area Network)通讯协议,国际标准化组织 ISO 于 1999 年将该通讯协议确认为 ISO11898-1 串行通讯协议标准,标志着汽车控制技术步入了网络通讯时代。

汽车采用网络技术的根本目的:一是减少汽车线束;二是实现快速通讯。随着汽车上安装的电子设备的不断增多,这就给汽车采用计算机网络技术创造了条件。近 50 年来,汽车电器线束如果仍然采用传统的布线方式连接,不仅线束变得更加粗大、质量大大增加(与

1990 年相比将增加 80 ~ 120 kg, 约占整车质量的 4% ~ 10% 左右)、车内可利用空间变小, 而且由于线路复杂, 故障率增加, 还会给维修带来难度和不便。采用计算机网络技术, 将汽车上的电子控制系统组成网络, 利用计算机的总线结构和数据传输方式来传输信息, 实现分布式多路传输, 使汽车电器与电子控制系统各控制器实现信息共享和多路集中控制, 从而可以大大“减少汽车线束”和“实现大容量数据的快速通讯”, 减轻线束质量, 提高电器系统的工作可靠性, 使维修工作变得简便快捷。新增加的电子装置, 几乎不需要对原有网络的软件和硬件作任何改动, 就可以方便地接入网络。因此, 国内外汽车业内人士越来越关注汽车网络技术的研究与应用。

国内外中高档轿车目前都已开始采用车载局域网 LAN 技术。采用 LAN 技术的国外轿车有奔驰、宝马、保时捷、美洲豹、劳斯莱斯等。在宝马公司(BMW AG)新推出的 BMW 7 系列轿车上, 设置了 70 多个电控单元, 利用了 8 种网络分别按这些电控单元的作用连接起来。其中, 连接多媒体装置的网络就选用了 MOST。MOST 协议是 21 世纪车载多媒体设备不可缺少的高速网络协议。采用 LAN 技术的国内轿车有一汽宝来、奥迪 A6、上海帕萨特 B5、波罗、广州本田、东风雪铁龙等等。

电子控制器网络化的多路集中控制系统不仅是汽车电器线束分布方式和电子控制系统控制技术的发展方向, 而且也是火车、船舶、机器人、机械制造、医疗器械以及电力自动化等领域控制技术的发展方向。

第三节 汽车电子控制系统的组成

汽车电子控制系统的功用是提高汽车的整体性能, 包括动力性、经济性、安全性、舒适性、操纵性、通过性以及排放性能等。虽然汽车车型不同、档次不同, 采用电子控制系统的功能和多少也不尽相同, 但是, 汽车电子控制系统基本结构如图 1-3 所示, 都是由传感器(传感元件)与开关信号、电控单元 ECU(Electronic Control Unit)和执行器(执行元件)三部分组成, 这是电子控制系统的共同特点。

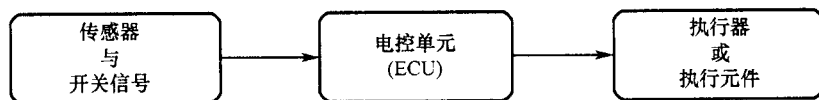


图 1-3 汽车电子控制系统的基本结构

汽车整车电子控制系统包含有若干个电子控制子系统。随着汽车电子控制技术的发展与进步, 世界各大汽车公司或电子技术公司开发研制的电子控制系统千差万别。电子控制系统的控制功能、控制参数和控制精度不同, 采用控制部件(传感器、电控单元和执行器)的类型或数量也不尽相同。通过对各种控制部件进行不同的组合, 便可组成若干个子控制系统。图 1-4 所示为上海桑塔纳采用的 Motronic(莫特朗尼克)3.8.2 型发动机电子控制系统(简称 M3.8.2 系统)组成简图。

M3.8.2 型发动机电子控制系统控制部件的组成如图 1-5 所示, 控制部件的安装位置如图 1-6 所示。M3.8.2 型发动机电子控制系统不仅具有闭环控制多点燃油喷射与点火正时