



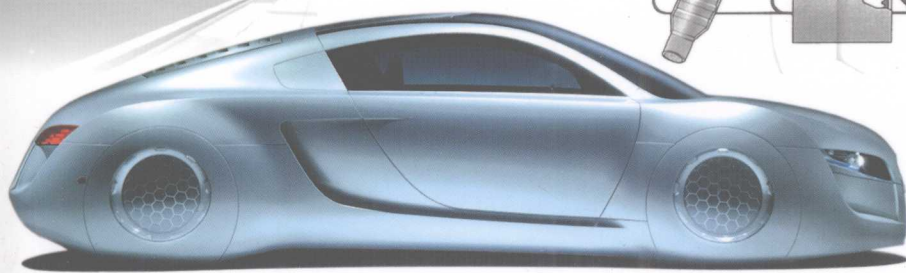
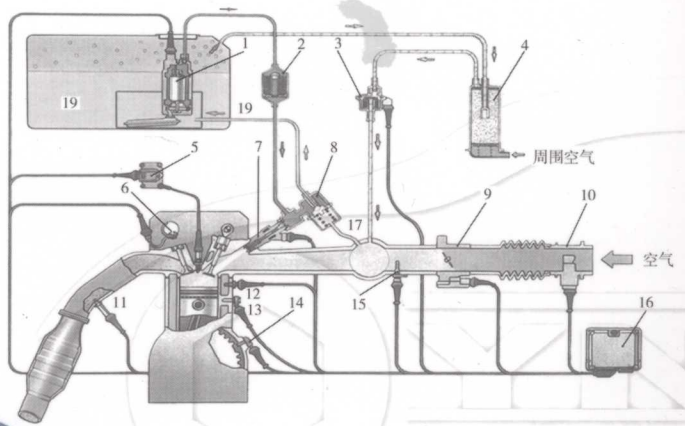
普通高等教育“十一五”国家级规划教材

普通高等教育规划教材

汽车电子控制技术

(第二版)

舒 华 姚国平 主编
韦见民 薛乃恩 主审



QICHE DIANZI KONGZHI JISHU



人民交通出版社
China Communications Press



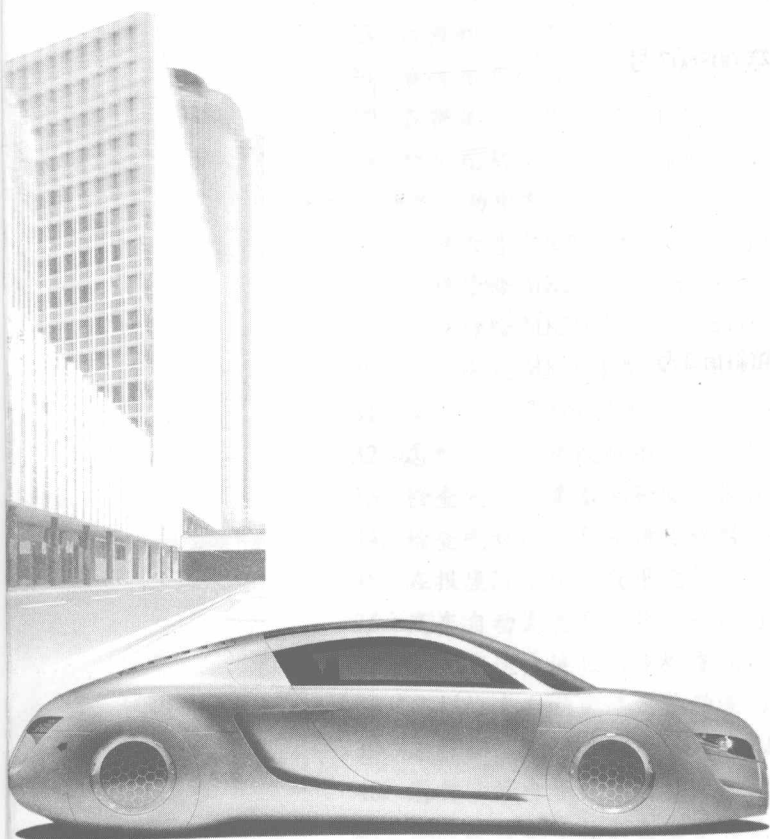
普通高等教育“十一五”国家级规划教材

普通高等教育规划教材

汽车电子控制技术

(第二版)

舒 华 姚国平 主编
韦见民 薛乃恩 主审



人民交通出版社

内 容 提 要

本书为普通高等教育“十一五”国家规划教材。全书共分九章,主要介绍了汽车电子控制技术的应用与发展、汽车发动机燃油喷射、点火控制与辅助控制技术,汽车行驶安全、自动变速、巡航行驶与悬架调节等电子控制技术以及电子控制系统故障诊断与维修技术。本书可作为高等院校汽车运用工程专业教材,还可供有关汽车专业的师生和从事汽车运输管理、汽车设计制造、汽车维修管理的工程技术人员以及汽车修理工、电工与驾驶员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车电子控制技术/舒华,姚国平主编. —2版. —北京:
人民交通出版社, 2008.1
ISBN 978-7-114-06943-7

I. 汽... II. ①舒... ②姚... 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 (2008) 第 008607 号

书 名: 汽车电子控制技术(第二版)

著 作 者: 舒 华 姚国平

责任编辑: 智景安

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010)85285838, 85285995

总 经 销: 北京中交盛世书刊有限公司

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 24

字 数: 604 千

版 次: 2002 年 2 月第 1 版

2008 年 1 月第 2 版

印 次: 2008 年 1 月第 2 版第 1 次印刷 总计第 8 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-06943-7

印 数: 0001—3000 册

定 价: 45.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)



编委会名单

BIANWEI HUIMINGDAN

主 编:	舒 华	姚国平			
主 审:	韦见民	薛乃恩			
编 委:	黄昭祥	李振兴	陈建勤	周增华	唐亮文
	李文杰	马洪文	范卫新	白雪峰	门 君
	张万刚	张 宪	董宏国	王守朝	杨广荣
	邱忠民	代 旭	王家林	余 伟	陈房山
	魏仲文	赵劲松	朱 峰	王连玉	刘 磊
	张绪鹏	高 斐	刘 凯	陈 适	裴庆银
	邹 乐				



前言

本书是普通高等教育“十一五”国家规划教材,根据汽车运用工程专业教学指导委员会会议精神,并参照军事交通学院 2007 年新编“车辆运用工程专业教学大纲”组织编写。

本书从提高汽车运用工程专业学生的专业技术水平和实际动手能力出发,以国产汽车为蓝本,主要介绍了汽车电子控制技术的应用与发展、电子控制发动机燃油喷射系统、微机控制点火系统、爆震控制系统、空燃比反馈控制系统、怠速控制系统、防抱死制动系统、制动力分配系统、制动辅助系统、防滑转控制系统、车身稳定性控制系统、自动变速系统、巡航控制系统、悬架调节系统和故障自诊断系统等汽车电子控制技术以及电子控制系统故障诊断与维修技术。在编写过程中,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具体测量和试验验证。全书共分九章编写,内容新颖、图文并茂,附图近 400 幅全部采用计算机描绘,每章后面还附有思考题供读者学习参考。

本书由军事交通学院舒华教授和姚国平高级工程师主编,总装备部通用装备保障部韦见民参谋和海军 92076 部队薛乃恩高级工程师主审。参加编写的还有黄昭祥、李振兴、陈建勤、周增华、唐亮文、李文杰、马洪文、范卫新、白雪峰、门君、张万刚、张宪、董宏国、王守朝、杨广荣、邱忠民、代旭、王家林、余伟、陈房山、魏仲文、赵劲松、朱峰、王连玉、刘磊、张绪鹏、高斐、刘凯、陈适、裴庆银、邹乐等。全国由舒华教授统稿。

编写过程中得到了沈阳军区汽车检测维修中心、上海大众汽车有限公司、一汽大众汽车有限公司、天津市优耐特汽车电控技术有限公司、湖南长丰汽车制造股份有限公司、军事交通学院图书馆以及总后军交运输研究所等单位的大力支持,在此一并表示感谢!

由于编者水平有限,书中不妥或错误之处在所难免,恳请读者批评指正。

作者

2007 年 11 月于天津

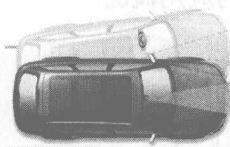


目 录

第一章 汽车电子控制技术概论	1
第一节 电子技术在汽车上的应用	1
第二节 汽车电子控制技术的发展	4
第三节 汽车电子控制系统的分类	16
第四节 汽车电子控制系统的组成	18
思考题	23
第二章 汽车发动机燃油喷射技术	25
第一节 汽车发动机燃油喷射系统的组成	25
第二节 汽车发动机燃油喷射系统的分类	29
第三节 燃油喷射电子控制系统的结构原理	38
第四节 燃油喷射电子控制系统的控制过程	89
思考题	104
第三章 汽车发动机电子控制点火技术	106
第一节 微机控制点火系统	106
第二节 发动机爆震控制系统	114
思考题	121
第四章 汽车发动机电子辅助控制技术	122
第一节 发动机空燃比反馈控制系统	122
第二节 发动机断油控制系统	129
第三节 发动机怠速控制系统	131
第四节 燃油蒸发排放控制系统	140
思考题	142
第五章 汽车行驶安全电子控制技术	143
第一节 防抱死制动系统	143
第二节 制动力分配系统	166

第三节	制动辅助系统	168
第四节	防滑转调节系统	170
第五节	车身稳定性控制系统	177
第六节	安全气囊系统	183
第七节	安全带收紧系统	197
	思考题	200
第六章 汽车自动变速电子控制技术		202
第一节	自动变速系统的组成	202
第二节	变速系统的结构原理	204
第三节	液压控制系统的结构原理	214
第四节	电子控制系统的结构原理	226
第五节	自动变速系统的控制过程	234
	思考题	241
第七章 汽车巡航行驶电子控制技术		243
第一节	汽车巡航控制系统的组成	243
第二节	汽车巡航控制系统的结构特点	246
第三节	汽车巡航控制系统的控制过程	252
	思考题	256
第八章 汽车悬架电子控制系统		257
第一节	电子控制悬架系统的组成	257
第二节	车身高度电子控制系统	259
第三节	悬架刚度电子控制系统	263
第四节	悬架阻尼电子控制系统	265
第五节	电子控制悬架系统实例	270
	思考题	274
第九章 汽车电控系统故障诊断与维修技术		275
第一节	汽车故障自诊断系统	275
第二节	发动机电子控制系统故障自诊断测试	285
第三节	发动机电子控制系统故障诊断与排除	296
第四节	发动机燃油喷射系统的检修	303
第五节	发动机电子点火系统的检修	327
第六节	防抱死制动系统故障诊断与排除	332
第七节	防抱死制动电子控制系统的检修	337
第八节	安全气囊系统故障自诊断测试	341

第九节 安全气囊系统故障检查与报废处理·····	349
第十节 自动变速系统故障诊断与排除·····	358
第十一节 自动变速系统控制部件的检修·····	366
第十二节 汽车巡航控制系统故障诊断与检修·····	368
思考题·····	372
参考文献·····	374



第一章 汽车电子技术概论

汽车电子技术又称为汽车电子技术,是以电器技术、微电子技术、新材料和新工艺技术为基础,以解决汽车能源不足、环境保护和交通安全等社会问题为目的,旨在提高汽车整车性能(包括动力性、经济性、排放性、安全性、舒适性、操纵性、通过性等)的新技术。

第一节 电子技术在汽车上的应用

18 世纪 60 年代至 19 世纪 80 年代,聪明的人类利用各种动力先后发明了各种机动车辆。

1769 年,法国人尼古拉·约瑟夫·库格诺(Nicholas Joseph Cugnot)利用蒸气作动力发明了蒸气动力汽车。

1881 年法国电气工程师古斯塔夫·特鲁夫(Gustave Trouve)利用电力作动力发明了电动汽车。

1886 年 1 月 29 日(发明专利申请日,1885 年完成汽车样品),在法国工作的德国工程师卡尔·奔驰(Karl Benz)利用内燃机作动力发明了至今仍广泛使用的内燃机汽车。

汽车是由发动机、底盘、车身和电气设备 4 部分组成。汽车电气设备是由汽车电器系统与汽车电子控制系统两部分组成,每一部分又由若干个子系统组成。

汽车电器系统是指由电器装置或电子装置、电器开关和导线等组成,并具有特定功能的有机整体,如电源系统、起动系统、点火系统、仪表与报警系统、照明与信号系统、辅助电器系统等子系统。汽车电器系统的主要功能是保证汽车正常行驶。

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子系统。如果系统采用了微处理器作为电子控制器,该系统则称为微机控制系统或计算机控制系统。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。

近半个世纪以来,汽车技术的发展主要是汽车电气技术和车身技术的发展,汽车电子化(即自动化、智能化)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,汽车装备的传统电气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地涌现,特别是大规模集成电路和微电子技术的应用,给汽车控制装置带来了划时代的变革。在解决汽车油耗、排放和安全等问题方面,汽车电子控制技术具有举足轻重的作用。例如:采用电子控制燃油喷射技术和微机控制点火技术,不仅能够节油 5%~10%,而且还能大大提高动力性和排气净化性能;采用电子控制防抱死制动技术,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;采用安全气囊技术,每年可以挽救成千上万人的生命。在实现汽车操纵自动化,提高舒适性和通过性等方面,电子控制技术也扮演着重要角色。图 1-1 所示为 20 世纪 90 年代,电子控制技术在汽车上的应用概况。

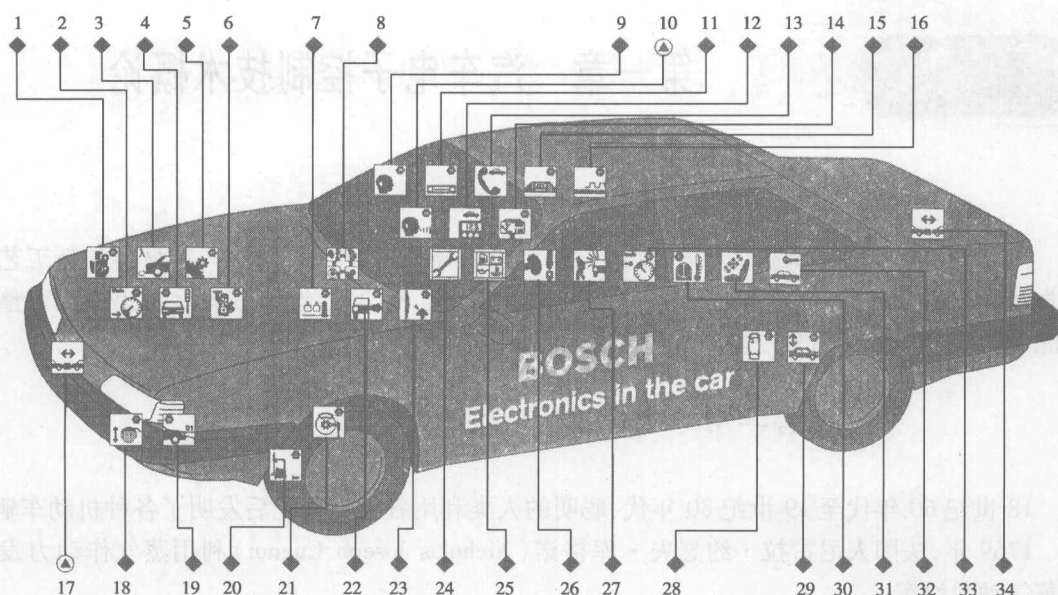


图 1-1 电子控制技术在汽车上的应用概况

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-交通控制与通信;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-防抱死与防滑转调节;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

汽车技术、建筑技术与环境保护是衡量一个国家工业化水平高低的三大标志。汽车技术不仅代表着社会物质生活发展水平,而且代表着科学技术发展水平。20 世纪 80 年代以来,提高汽车性能,节约能源和保护环境,主要取决于电子控制技术。目前,汽车电子技术已广泛应用于汽车发动机控制、底盘控制、车身控制和故障诊断等技术领域。

一、电子控制技术在汽车发动机上的应用

为了提高汽车的动力性、经济性和排放性能,汽车发动机率先采用了电子控制系统。目前,汽车发动机普遍采用的电子控制系统主要有以下几种。

- (1) 电子控制发动机燃油喷射系统 EFI(Engine Fuel Injection System);
- (2) 微机控制发动机点火系统 MCIS(Microcomputer Control Ignition System);
- (3) 发动机空燃比反馈控制系统 AFC(Air/Fuel Ratio Feedback Control System);
- (4) 发动机怠速控制系统 ISCS(Idle Speed Control System);
- (5) 发动机断油控制系统 SFIS(Sever Fuel Injection System);
- (6) 发动机爆震控制系统 EDCS(Engine Detonation Control System);
- (7) 加速踏板控制系统 EAP(Electronic Control Accelerator Pedal System);
- (8) 发动机进气控制系统 IACS(Engine Intake Air Control System);

- (9)燃油蒸气回收系统 FECS(Fuel Evaporative Emission Control System);
- (10)废气再循环控制系统 EGR(Exhaust Gas Recirculation Control System);
- (11)可变气门定时控制系统 VVT(Volatile Valve Timing Control System);
- (12)汽车巡航控制系统 CCS(Vehicle Cruise Control System);
- (13)车载故障自诊断系统 OBD(On Board Self-Diagnosis System)。

二、电子控制技术在汽车底盘上的应用

在汽车底盘上采用的电子控制系统主要有以下几种。

- (1)电子控制自动变速系统 ECT(Electronic Controlled Transmission System);
- (2)防抱死制动系统 ABS(Anti-lock Braking System 或 Anti-Skid Braking System);
- (3)电子控制制动力分配系统 EBD(Electronic Brakeforce Distributing System);
- (4)电子控制制动辅助系统 EBA(Electronic Brake Assist System);
- (5)车身稳定性控制系统 VSC(Vehicle Stability Control)或车身动态稳定性控制系统 DSC(Dynamic Stability Control System)或电子控制稳定性程序 ESP(Electronically Controlled Stability Program);
- (6)驱动轮防滑转调节系统 ASR(Acceleration Slip Regulation System)或牵引力控制系统 TCS/TRC(Traction Force Control System);
- (7)电子调节悬架系统 EMS(Electronic Modulated Suspension System);
- (8)电子控制动力转向系统 EPS(Electronically Controlled Power Steering System);
- (9)轮胎中央充放气系统 CIDC(Central Inflate and Deflate Control System);
- (10)自动驱动管理系统 ADM(Automatic Drive-train Management System);
- (11)差速器锁止控制系统 VDLS(Vehicle Differential Lock Control System)。

三、电子控制技术在汽车车身上的应用

在汽车车身上采用的电子控制系统主要有以下几种。

- (1)辅助防护安全气囊系统 SRS(Supplemental Restraint System Air Bag);
- (2)安全带紧急收缩触发系统 SRTS(Seat-Belt Emergency Retracting Triggering System);
- (3)座椅位置调节系统 SAMS(Seat Adjustment Position Memory System);
- (4)雷达车距报警系统 RPW(Radar Proximity Warning System);
- (5)倒车报警系统 RVAS(Reverse Vehicle Alarm System);
- (6)防盗报警系统 GATA(Guard Against Theft and Alarm System);
- (7)中央门锁控制系统 CLCS(Central Locking Control System);
- (8)前照灯控制与清洗系统 HAW(Headlamp Adjustment and Wash System);
- (9)挡风玻璃刮水与清洗控制系统 WWCS(Wash/Wipe Control System);
- (10)自动采暖通风与空气调节系统 AHVC(Automatic Heating Ventilating Air-Conditioning System);
- (11)车载局域网 LAN(Local Area Network);
- (12)车载计算机 OBC(On-Board Computer);
- (13)车载电话 CT(Car Telephone);
- (14)交通控制与通信系统 TCIS(Traffic Control and Information System);

- (15) 信息显示系统 IDS (Information Display System);
- (16) 声音复制系统 ESR (Electronic Speech Reproduction System);
- (17) 液面与磨损监控系统 FWMS (Fluids and wear parts Monitoring Systems);
- (18) 维修周期显示系统 LSID (Load-Dependent Service Interval Display System)。

第二节 汽车电子控制技术的发展

当今世界衡量汽车先进水平和档次高低的重要标志主要是汽车品牌、汽车外观和汽车电子化程度的高低。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%。目前,在国内生产的中高档轿车上,每辆轿车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。

一、汽车电子控制技术发展历程

汽车电子控制技术是汽车技术与电子技术结合的产物。近半个世纪以来,汽车电子控制技术飞速发展的根本原因包括两个方面:一方面是全球能源紧缺、环境保护和交通安全问题,促使汽车油耗法规、排放法规和安全法规的要求不断提高;另一方面是电子技术水平不断提高。汽车油耗法规和排放法规促进了汽车发动机电子控制技术的发展,汽车安全法规促进了汽车底盘和车身电子控制技术的发展。

汽车电子控制技术的发展过程经历了机械控制或液压—机械控制、电子电路(即分立电子元件电路与集成电路)控制、微型计算机(即模拟计算机和数字计算机)控制和车载局域网控制等过程。下面就发动机、变速器、防抱死制动、安全气囊和车载局域网控制技术的发展情况进行说明。

(一) 发动机电子控制技术的发展

汽车发动机电子控制系统的英文名称是 Engine Electronic Control System,缩写为 EEC 或 EECS。世界主要汽车公司发动机电子控制系统的控制功能及其主要特征如表 1-1 所示。

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,并伴随电子控制技术的发展 and 汽车油耗法规、排放法规要求的逐步提高而发展到当今水平的,其发展经历大致如下。

1934 年,德国怀特(Wright)兄弟发明向发动机进气管内连续喷射汽油来配制混合气的技术,并研制成功第一架采用燃油喷射式发动机的军用战斗机。

1952 年,德国博世(Bosch)公司研制成功第一台机械控制汽油喷射式发动机,汽油直接喷入汽缸内,利用气动式混合气调节器调节空燃比,配装在戴姆勒-奔驰(Daimler-Benz)300L 型赛车。

1953 年,前苏联率先在汽车上采用了二极管整流的交流发电机,从此揭开了汽车电子技术发展的序幕。自 1948 年发明晶体管之后,到 20 世纪 70 年代中期为止,利用分立电子元件或集成电路组成的电子产品逐步在汽车上得到应用。这些电子产品主要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。

世界主要汽车公司发动机电子控制系统 (EECS) 应用情况 表 1-1

年份	系统名称	主要控制功能	汽车公司	主要特征
1967	D-Jetronic	燃油喷射	博世 Bosch	压力传感器检测空气流量
1973	L-Jetronic	燃油喷射	博世 Bosch	翼片式传感器检测空气流量
1976	ELBS	点火时刻	克莱斯勒 Chrysler	微机控制点火
1977	MISAR	点火时刻	通用 General	微机控制点火
1977	EEC	点火时刻、废气再循环	福特 Ford	微机控制系统
1978	EEC-II	燃油喷射、点火时刻	福特 Ford	微机控制系统
1979	ECCS	燃油喷射、点火时刻	日产 NISSAN	微机控制系统、系统自诊断
1979	EEC-III	燃油喷射、点火时刻	福特 Ford	微机控制系统、系统自诊断
1979	DEFI	燃油喷射、点火时刻	通用 General	微机控制系统、系统自诊断
1979	Motronic	燃油喷射、点火时刻	博世 Bosch	热膜式传感器检测空气流量
1980	TCCS	燃油喷射、点火时刻	丰田 TOYOTA	涡流式传感器检测空气流量
1981	I-TEC	燃油喷射、点火时刻	五十铃 ISUZU	微机控制系统、系统自诊断
1981	LH-Jetronic	燃油喷射	博世 Bosch	热丝式传感器检测空气流量
1982	EEC-IV	燃油喷射、点火时刻	福特 Ford	微机控制系统、系统自诊断
1982	KE-Jetronic	燃油喷射	博世 Bosch	机电结合控制燃油喷射
1982	EMS	燃油喷射、点火时刻	卢卡斯 Lucas	微机控制系统、系统自诊断

1958 年,博世公司研制成功向进气管内喷射汽油的机械控制汽油喷射式发动机,空燃比采用机械式油量分配器进行调节,配装在梅赛德斯-奔驰 (Mercedes-Benz) 220S 型轿车上。

1967 年,博世公司研制成功 K 型机械控制式汽油喷射系统 K-Jetronic,电动燃油泵提供压力为 360 kPa 的低压燃油,由燃油分配器分配到各缸进气管上的机械式喷油器,汽油连续喷向进气口,空燃比由挡流板式空气流量计操纵油量分配器中的计量槽进行调节。1982 年,在 K 型系统的基础上增设了一个压差调节器、部分传感器和电子控制单元 ECU,改进研制成功了 KE 型机电结合式汽油连续喷射系统 KE-Jetronic。1993 年以前出厂的奔驰和奥迪轿车,大多采用了这种 KE 型燃油喷射系统。

最早研制汽车电子燃油喷射装置的是美国本迪克斯 (Bendix) 公司。该公司于 1957 年开始试用真空管电子控制系统,根据进气压力,由设在各个进气门前的喷油器与进气行程同步喷油。遗憾的是该专利技术并未付诸实用。

1967 年,德国博世公司根据美国本迪克斯公司的专利技术,开始批量生产利用进气歧管绝对压力信号和模拟式计算机来控制发动机空燃比 A/F 的 D 型燃油喷射系统 D-Jetronic,装备在德国大众 (Volkswagen) 汽车公司生产的 VW-1600 型和奔驰 280SE 型轿车上,率先达到了当时美国加利福尼亚州的排放法规要求,开创了电子控制汽油发动机燃油喷射技术的新时代。D 型燃油喷射系统是用了电子电路控制喷油器阀门的开启时刻与开启时间。

1973 年,随着排放法规的要求逐年提高,要求进一步提高控制精度,进一步完善控制功能。博世 (Bosch) 公司便在 D 型燃油喷射系统的基础上,改进研制成功了 L 型燃油喷射系统

L-Jetronic。L 型燃油喷射系统利用了翼片式空气流量传感器直接测量进入发动机汽缸内空气的体积流量,与利用进气歧管绝对压力传感器来间接测量进气量的 D 型燃油喷射系统相比,检测精度和控制精度大大提高。

1973 年,美国通用(General)汽车公司开始在其生产的汽车上,将分立元件式电子点火控制器改用集成电路 IC 式点火控制器。

1974 年,美国通用(General)汽车公司开始加大火花塞的电极间隙,同时采用高能点火装置,并将点火线圈与集成电路式点火控制器安放在分电器壳体内。

1976 年,美国克莱斯勒(Chrysler)汽车公司研制成功微机控制点火系统,取名为“电子式稀混合气燃烧系统 ELBS”。该微机控制点火系统采用模拟计算机控制,根据大气压力、进气温度、发动机冷却液温度、发动机负荷与转速等信号计算最佳点火时刻,控制 200 多个参数。从此开辟了汽车发动机微机控制技术的新时代。

1977 年,美国通用(General)汽车公司开始采用微机控制点火系统,取名为 MISAR 系统。该控制系统由 CPU、RAM、ROM、A/D 等组成,装备在奥兹莫比尔(Oldsmobile)牌“特罗纳德”轿车上。

1977 年,美国福特(Ford)汽车公司与日本东芝(TOSHIBA)公司合作开发研制出了同时控制点火时刻、废气再循环、二次空气的发动机电子控制系统(EEC 系统),并于同年装备在林肯(Lincoln)牌“凡尔赛”轿车上。

1978 年,福特公司在 EEC 微机控制系统的基础上,增加了空燃比反馈控制和怠速控制等控制内容,控制系统取名为 EEC-II 系统。1979 年,福特公司进一步完善控制功能,发展成为 EEC-III 系统,80 年代又进一步改进发展成为 EEC-IV 系统。

1978 年,美国通用(General)汽车公司也研制成功了同时控制点火时刻、空燃比、废气再循环和怠速转速的微机控制系统,取名为 C-4 型系统。该系统还具有故障自诊断功能和故障应急功能。

1979 年,德国博世(Bosch)公司在 L 型燃油喷射系统的基础上,将点火控制与燃油喷射控制组合在一起,并采用数字式计算机进行控制,从而构成了当今汽车广泛采用的 M 型控制系统 Motronic。

1979 年,日本日产(Nissan)汽车公司也开发研制成功了能综合控制点火时刻、空燃比、废气再循环和怠速转速的发动机计算机控制系统 ECCS,该系统具有自诊断功能,装备在公子(Cedric)牌和光荣(Gloria)牌轿车上。

1980 年,日本丰田(Toyota)汽车公司开发成功了能综合控制点火时刻、爆震、空燃比、怠速转速,且具有故障自诊断功能的丰田计算机控制系统 TCCS。同年,三菱(Mitsubishi)汽车公司也研制成功了采用卡尔曼涡流式空气流量传感器的电子控制燃油喷射系统 ECI。

1981 年,德国博世(Bosch)公司在 L 型燃油喷射系统 L-Jetronic 的基础上,用新颖的热丝式空气流量传感器直接测量进入发动机汽缸的空气流量,从而取代翼片式空气流量传感器,该系统取名为 LH 型燃油喷射系统 LH-Jetronic。

我国轿车工业虽然起步较晚,但是全球经济一体化的国际环境大大促进了国产汽车电子技术的跨越式发展。为了节约能源、保护环境,我国政府和有关部门已经采取了一系列措施。

1995 年底,上海大众汽车有限公司与德国博世(Bosch)公司合资成立了上海联合汽车电子有限公司,并已生产汽车发动机电子控制燃油喷射系统零部件投放市场使用。

1998 年北京市地方法规规定:从 1999 年 1 月 1 日开始,只允许销售装备电子控制燃油喷

射系统,并带有三元催化转换器的轿车和轻型汽车。

2000 年我国政府规定:5 人座以下化油器式发动机汽车自 2001 年 1 月 1 日起不准生产,5 月 1 日起在全国二十几个主要大中城市不准上牌,9 月 1 日起不准销售,取而代之的就是电控燃油喷射式发动机汽车。

到 2002 年底为止,上海桑塔纳、别克、帕萨特,一汽捷达、红旗、奥迪,天津夏利、威驰(VIOS),天津丰田,神龙富康,广州本田等国产轿车都已装备电子控制燃油喷射系统。

目前,无论汽油发动机汽车,还是柴油发动机汽车;无论进口汽车,还是国产汽车,都已广泛采用发动机电子控制技术。美国、俄罗斯、德国、法国和瑞典等工业发达国家军队装备的越野汽车,都已采用柴油发动机电子控制技术。

(二) 电子控制防抱死制动技术的发展

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,弗朗西斯(J. E. Francis)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 ABS 的雏形。

1920 年,英国人霍纳摩尔研制成功了 ABS 技术,并于 1932 年申请了第一个防滑专利 U. K382241。

1936 年,德国罗伯特·博世(Robert Bosch)公司获得了 ABS 专利权。该专利技术由安装在车轮上的电磁式车轮速度传感器和控制制动液压力的电磁阀组成。20 世纪 40 年代末期,为了缩短飞机着陆时的滑行距离,防止机轮在制动时跑偏、甩尾和轮胎剧烈磨耗,飞机制动系统开始采用 ABS,并很快成为飞机的标准装备。

汽车上最早采用 ABS 技术的是美国福特(Ford)汽车公司。1954 年,该公司率先把法国生产的民航飞机采用的 ABS 技术应用在林肯(Lincoln)牌轿车上。

1958 年,杜尔(Dunlop)公司利用飞机采用的 ABS 技术原理,开发成功了目前称为四轮两通道低选控制式 Maxa-ret ABS,安装在载货汽车上。该 ABS 技术的前轮速度传感器采用机械式,后轮速度传感器采用电磁式。

1960 年,哈理·福格森·雷斯(Harry Ferguson Reserch)公司将 Maxa-ret ABS 改造成四通道控制式 ABS,并装车试验。1965 年该公司向英国杰森(Jensen)公司提供四通道四轮控制式 ABS 样机。1966 年,该公司将其四轮控制 ABS 安装于野马 V-8 型汽车上,并在美国著名的汽车城底特律举行了试车仪式,试坐人员无不为其制动性能良好而惊叹。

1960~1970 年间,梅赛德斯—奔驰(Mercedes-Benz)公司与由德律丰根(Telefunken)公司和本迪克斯(Bendix)公司合并而成的德律克斯(Teldix)公司联合开发四轮控制式 ABS 样机。1970 年,罗伯特·博世(Robert Bosch)公司购买了本迪克斯(Bendix)公司在德律克斯(Teldix)公司的股份,并继续开发 ABS。

1978 年,梅赛德斯—奔驰(Mercedes-Benz)公司生产的 450SEL 型轿车开始批量选装 Robert Bosch 公司生产的四轮控制式 ABS。与此同时,宝马(BMW)公司生产的 BMW7 系列轿车也开始批量选装 Robert Bosch 公司生产的四轮控制式 ABS。Bosch 公司一直在进行 ABS 技术的研制工作,并获得多项专利,是目前世界上最大的 ABS 生产公司。该公司不仅给本国的奔驰(Benz)、宝马(BMW)、奥迪(Audi)轿车配套安装 ABS,而且还为国外 30 多个汽车厂的 50 余种汽车提供 ABS。到 1995 年底,安装 Bosch ABS 的汽车已达 300 多万辆。德国生产 ABS 的公司还有瓦布克(WABCO)公司(该公司从 1986 年开始在北京设立办事处,并开始在中国推广

ABS)、戴维斯(Teves)公司(目前国产桑塔纳 2000 GSi 型等轿车采用的 MK20 型 ABS 就是上海汽车制动系统有限公司引进 Teves 公司技术合资生产的)。

日本在 ABS 技术方面不甘落后。1971 年,日本化油器机械公司开发研制成功后轮控制式 ABS,称为电子滑移控制系统 ESC(Electronic Skid Controlled System),装备在丰田(Toyota)公司 1971 款皇冠(Crown)、科罗纳(Corona)、马克 II(Mark II)型轿车和日产(Nissan)公司 1971 年款总统(President)、光荣(Gloria)、地平线(Skyline)等轿车上。

1976 年,日本三菱(Mitsubishi)公司与日本纳布克(NABCO)公司联合开发成功后轮控制式 ABS,安装在三菱公司生产的快乐(Debonair)牌轿车上。

1983 年,日本本田(Honda)公司开发成功了两通道四轮控制式 ABS,安装在本田序曲(Prelude)牌轿车上。

1984 年,日本纳布克(NABCO)公司获得德国 Robert Bosch 公司四轮控制式 ABS 的生产许可证,生产的 ABS 安装在 1984 年款华丽(Galant)、马自达 RX-7 和贵夫人(Fairlady)牌轿车上。

1984 年后,Robert Bosch 公司和阿尔弗雷德(Alfred)公司开始开发将电子控制器、液压调节器以及制动总泵组合成一体式的 ABS。1985 年 Robert Bosch 公司正式生产这种综合系统,其突出优点是占用空间大大缩小。

美国生产 ABS 的公司主要有德尔科(Delco)公司和本迪克斯(Bendix)公司。Delco 公司 1991 年研制成功 Delco Moraine VI 型低成本 ABS,在通用公司的别克(Buick)、雪佛莱(Chevrolet)、庞蒂克(Pontiac)等车系上得到广泛应用。到 1995 年,美国汽车 ABS 的装车率已经达到 90%。

目前 ABS 技术的发展与更新很快,型式与牌号也很多,比较流行的有博世 2(Bosch 2)型、戴维斯·马克 4(Teves MK IV)型和德尔科 6(Delco Moraine VI)系列。美国汽车大都采用戴维斯、德尔科以及本迪克斯公司的 ABS,中国、欧洲和日本大多采用博世 2 的改进型 ABS。

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,目前仅有个别厂家投入小批量生产。装备 ABS 的国产车型有一汽奥迪、捷达,上海别克、桑塔纳,广州本田和神龙富康等轿车。国内从事 ABS 研究与生产的单位有上海汽车制动系统有限公司、东风汽车公司、重庆公路研究所、重庆宏安 ABS 有限公司、陕西兴平 514 厂、清华大学、长安大学和吉林大学等。在一汽轿车股份有限公司 2003 年生产的马自达 Mazda 6 轿车上,就装备了具有防抱死制动系统 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 的整合型主动安全系统。在安全法规的推动下,ABS 已经成为国内外轿车的标准装备。

(三) 电子控制安全气囊技术的发展

汽车安全气囊是美国机械工程师约翰·赫里克(John W. Hertrick)1953 年发明的。约翰·赫里克发明安全气囊之后,曾分别致函美国通用、福特和克莱斯勒三大汽车公司,介绍自己的发明。在 20 世纪 60 年代,由于汽车行业认为所有被动安全装置都形同虚设,在任何车速下都不能起到保险作用。因此,三大汽车公司对约翰·赫里克的发明反应都不积极。与此同时,航空公司着眼于保证飞机和宇宙飞船等碰撞事故中乘员的安全,对安全气囊技术较为重视,并进行了一些试验。其中,在 DC-7 型客机上的试验结果十分令人振奋。当以接近 260 km/h 的速度进行碰撞试验时,试验结果表明:装备安全气囊的模拟人都完好无损,而未装安全气囊的模拟人都毁坏了。随后,日本本田、美国福特与通用等汽车公司开始组织力量,改进研制和完善安全气囊系统。

1971年,日本本田汽车公司开始引进安全气囊技术进行研制开发和实车应用。

1973年,美国通用汽车公司在1 000辆雪佛兰非洲羚羊(Impalas)牌轿车上安装了安全气囊,并以销售价格低于成本价格的优惠条件,将安全气囊系统作为1974年所有高级轿车的选装件。到1977年的3年内,总共销售了10 321套。虽然因成本高、质量大、可靠性低和充气噪声大等原因而停止生产。但是,这一举措为安全气囊在汽车上推广和发展起到了不可估量的作用。

1984年,戴姆勒—奔驰公司在其1984年款梅赛德斯—奔驰(Mercedes-Benz)190型和S级轿车上安装了安全气囊系统。从此安全气囊系统逐步被汽车消费者认可和接受,制造商也尽力改进和发展安全气囊技术,用以满足消费者的要求。同年美国联邦车辆安全标准(FMVSS)208款规定:1987年开始逐步采用安全气囊系统。其实施时间和配装率1987年为10%;1988年为25%;1989年为40%;1990年达到100%。

1987年,日本本田汽车公司经过16年艰苦努力,终于开发研制成功了当今普遍采用的价格低、质量轻、可靠性高、充气噪声小的燃药式安全气囊系统。同年9月开始作为本田传奇(Legend)牌轿车的选装件。从此开辟了大量使用安全气囊系统的新局面。

1992年,美国联邦政府法律规定:1994年以后出厂的新车必须配装驾驶席安全气囊或安全带收紧系统。到1994年,美国拥有配装安全气囊的汽车约3 300万辆。根据实际应用情况,FMVSS 208款又修改规定,要求从1997年9月1日起,美国所有客车都必须装备保护驾驶员和前排乘员(副驾驶员)的双安全气囊系统。美国是世界上最大的汽车消费市场,这一法规促使世界各国汽车公司出口美国的汽车必须将安全气囊系统作为汽车的标准装备,从而大大促进了安全气囊技术的发展和提高。

从20世纪70年代开始采用座椅安全带和驾驶员正面安全气囊以来,已经挽救了成千上万人的生命。据专家估计,汽车普及安全气囊技术以后,仅在美国每年就可挽救15 000人的生命;另据德国敏感法律研究中心CSRL(Center for Study of Responsive Law)1995年提供的资料表明,如果安全气囊系统与安全带一起装备德国所有汽车,那么每年能够挽救12 000人的生命。

正面安全气囊只能避免或减轻来自前方的伤害,即只有在汽车遭受正面碰撞时才能起到保护作用,对侧面碰撞无能为力。据美国国家公路交通安全管理局统计,在美国1993年的车祸中,由于迎面碰撞而死亡和受伤的人数分别为11 524人和1 011 000人,由于侧面碰撞而死亡和受伤的人数分别为6 922人和666 000人,侧面碰撞导致死亡和受伤的人数分别为迎面碰撞导致死亡和受伤人数的60%和66%。由此可见,加强侧面碰撞的防护能力是不容忽视的重要问题。实践证明,装备侧面辅助防护安全气囊(Side Supplemental Restraint Safe Air Bag-SSRS气囊)是行之有效的措施之一。

瑞典沃尔沃(VOLVO)汽车公司是侧面安全气囊系统的先驱者。该公司将侧面安全气囊安装在座椅靠背边缘上,并装备在1995新款VOLVO 850型轿车上,1996年秋季开始在VOLVO 960型轿车上装备,1997年推出的新款VOLVO S70型轿车在后排驾驶席与乘员席均安装了侧面安全气囊。

丰田汽车公司开发研制的侧面安全气囊的体积比沃尔沃公司侧面安全气囊的体积大一些。由于安全气囊体积较大,因此,既能保护头部、颈部,也能保护腰部,并将其安装在车门上而不是安装在座椅上。

德国宝马(BMW)公司1995年在宝马BMW5系列轿车上采用了侧面安全气囊,并将其安