



汽车维修技工培训丛书

● 强大专家阵容 以读者就业为导向

● 实用维修案例 以服务市场为基础

● 成功模块教学 以能力培养为目标

汽车维修电工

——电控技术（第2版）

舒 华 杨 华 编著
姚国平 何松柏 主审



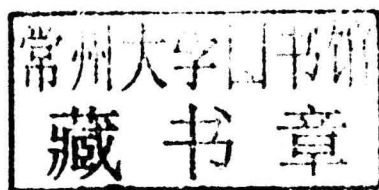
国防工业出版社

National Defense Industry Press

汽车维修技工培训丛书

汽车维修电工 ——电控技术 (第2版)

舒 华 杨 华 编著
姚国平 何松柏 主审



国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书以现代汽车电子技术为核心,主要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系统,发动机辅助控制系统,计算机控制发动机点火系统,防抱死制动系统,电子控制制动力分配系统,电子控制制动辅助系统,驱动轮防滑转控制系统,车身稳定性控制系统,安全气囊系统,安全带收紧系统,汽车巡航控制系统,电子控制自动变速系统的组成、类型、功用、结构原理与控制过程,重点介绍了零部件检测与维修、故障自诊断测试、故障诊断与排除方法。

本书可作为汽车维修电工培训教材,也可供汽车专业师生和从事汽车设计制造、运输管理、维修管理的工程技术人员以及汽车修理工与驾驶员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车维修电工:电控技术/舒华,杨华编著. —2版.
—北京:国防工业出版社,2010.1
(汽车维修技工培训丛书)
ISBN 978-7-118-06581-7

I. ①汽… II. ①舒… ②杨… III. ①汽车—电气设
备—维修—技术培训—教材②汽车—电子系统;控制系统
—车辆修理—技术培训—教材 IV. ①U472.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 004329 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)
天利华印刷装订有限公司印刷
新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 21 字数 522 千字
2010 年 1 月第 2 版第 2 次印刷 印数 4001—9000 册 定价 38.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422
发行传真:(010)68411535

发行邮购:(010)68414474
发行业务:(010)68472764

序

汽车技术是衡量一个国家工业化水平高低的重要标志之一。自 1886 年 1 月 29 日发明汽车至今,已有 120 多年的历史。近几年来,世界知名汽车企业进入国内汽车市场,大大促进了国内汽车技术的进步与发展,随着国民经济综合实力的提高,我国汽车生产量和销售量都在迅速增大,汽车拥有量大幅度上升。随着汽车越来越普及,作为汽车售后服务的重要环节之一,修理市场也进一步扩大,需要大量懂汽车的实用性维修人才。全国汽车维修行业每年需要新增近 30 万从业人员,而目前汽车修理行业中,汽车修理人才仍处于紧缺状态,尤其是有一定理论基础且技术过硬的高级技工供不应求。

目前我国汽车维修人员的培养主要依靠的是高职院校和技校,汽车维修作为教育部将实施的技能紧缺人才培养工程的重点之一,汽车维修专业人才已被列为我国“四大紧缺人才”之首。为了贯彻国务院《关于大力推进职业教育改革与发展的决定》和教育部、劳动保障部、国防科工委、信息产业部、交通部、卫生部等六部委《关于实施职业院校制造业和现代服务业技能型紧缺人才培养培训工程的通知》精神,配合中等职业学校实施紧缺人才培养计划,适应国家“十一五”规划提出的大力发展职业教育和部队军地两用人才培训的要求,国防工业出版社与军事交通学院合作组织了一批专家教授,根据他们多年的教学经验和实践经验,并结合教育部等六部委颁布的《中等职业学校汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养培训指导方案》以及劳动和社会保障部培训就业司颁发的《技工学校汽车类专业教学计划与教学大纲》的要求精心编写了本套丛书。

丛书严格按照本专业教学计划 and 教学大纲的要求编写。在编写过程中,按照技能型、应用型人才培养的模式进行设计构思;坚持以读者就业为向导,以服务市场为基础,以能力培养为目标,培养读者的职业技能和就业能力;合理控制理论知识,注重实用性,突出新技术、新工艺、新知识和新方法;既注重符合汽车专业教育教学改革的要求,又注重职业教育的特点;既能满足当前汽车维修的实际需要,又能体现教学内容的先进性和前瞻性。

本套丛书可作为中高等职业院校和交通技工学校汽车运用与维修专业及相关专业教材,也可供汽车维修技工和汽车管理、维修技术人员培训与参考学习使用。

丛书编委会

2007.1

前 言

本书从提高汽车维修电工的专业技术水平和实际动手能力出发,主要以国产汽车为例,全面系统地介绍了各种汽车电子控制系统的组成、类型、功用、结构原理与控制过程,重点介绍了零部件检测与维修、故障自诊断测试、故障诊断与排除方法。在修订过程中,对汽车电子控制技术概论、汽车发动机故障诊断与检修、汽车电子控制主动安全系统等章节的内容进行了较大调整与修改,规范了汽车电子控制系统的分类方法,增加了电子控制制动辅助系统和车身稳定性控制系统等内容,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,每章后面还附有思考题,以便读者掌握学习重点。

全书分九章编写。第一章为汽车电子控制技术概论,第二章为发动机燃油喷射系统,第三章为发动机辅助控制系统,第四章为发动机点火控制系统,第五章为发动机故障诊断与检修,第六章为主动安全电子控制系统,第七章为被动安全电子控制系统,第八章为巡航控制系统,第九章为电子控制自动变速系统。

本书由舒华教授和杨华编著,姚国平和何松柏主审,舒展和赵劲松任副主编。参加编写的还有许江枫、李文杰、范卫新、白雪峰、门君、张万刚、刘磊、张绪鹏、高斐、刘凯、陈适、裴庆银、巴威、张芳凌、许玉新、余和、李龙云、于波、陈建勤、唐亮文、代旭、方正清等。全书由舒华教授统稿。

在编写过程中,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、湖南长丰汽车制造股份有限公司、天津市优耐特汽车电控技术有限公司和总后军事交通学院图书馆的大力支持,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

2009年10月于天津

目 录

第一章 汽车电子控制技术概论	1	第七节 发动机控制系统故障诊断与排除	168
第一节 电子技术在汽车上的应用	1	思考题	175
第二节 汽车电子控制系统的分类	4	第六章 主动安全电子控制系统	176
第三节 汽车电子控制系统的组成	5	第一节 电子控制防抱死制动系统	176
思考题	11	第二节 电子控制制动力分配系统	200
第二章 发动机燃油喷射系统	12	第三节 电子控制制动辅助系统	202
第一节 燃油喷射系统的组成与分类	12	第四节 驱动轮防滑转调节系统	203
第二节 燃油喷射系统的结构与原理	25	第五节 车身稳定性控制系统	211
第三节 燃油喷射系统的控制过程	69	第六节 防抱死制动系统故障诊断与检修	217
思考题	79	思考题	226
第三章 发动机辅助控制系统	81	第七章 被动安全电子控制系统	228
第一节 发动机空燃比反馈控制系统	81	第一节 安全气囊系统	228
第二节 发动机断油控制系统	88	第二节 安全带收紧系统	242
第三节 发动机怠速控制系统	90	第三节 安全气囊系统故障自诊断测试	245
思考题	99	第四节 安全气囊系统检查与报废处理	252
第四章 发动机点火控制系统	100	第五节 安全气囊系统故障诊断与排除	256
第一节 计算机控制点火系统	100	思考题	261
第二节 发动机爆震控制系统	108	第八章 巡航控制系统	262
思考题	114	第一节 巡航控制系统的基本组成	262
第五章 发动机控制系统故障诊断与检修	115	第二节 巡航控制系统的结构特点	265
第一节 汽车故障自诊断系统	115	第三节 巡航控制系统的控制过程	271
第二节 发动机故障自诊断测试	122	第四节 巡航控制系统的正确使用	274
第三节 发动机供油系统的检修	135	第五节 巡航控制系统故障诊断与检修	275
第四节 发动机传感器的使用与检修	138		
第五节 发动机执行器的使用与检修	152		
第六节 发动机电控单元的检修	162		

思考题	279	控制过程	310
第九章 电子控制自动变速系统	280	第六节 自动变速系统故障诊断与	
第一节 电子控制自动变速系统的		排除	316
组成	280	第七节 自动变速系统控制部件的	
第二节 变速系统的结构原理	282	检修	324
第三节 液压控制系统的结构原理	292	思考题	326
第四节 电子控制系统的结构原理	305	参考文献	328
第五节 电子控制自动变速系统的			

第一章 汽车电子控制技术概论

汽车电子控制技术简称汽车电控技术,又称汽车电子技术,是以电器技术、微电子技术、新材料和新工艺技术为基础,以解决汽车能源紧缺、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

汽车是指由自身动力装置驱动,具有四个或四个以上车轮,不依靠轨道或架线,在陆地上行驶的车辆。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汽车。1769 年,法国人尼古拉·约瑟夫·库格诺(Nicholas Joseph Cugnot)利用蒸汽作动力发明了蒸汽动力汽车。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。

汽车由发动机、底盘、车身和电气设备四部分组成。汽车电气设备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、电控单元(ECU)和执行器三部分组成,并能提高汽车性能的机电一体化控制系统,主要有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。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计算机控制点火技术,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 年代电子控制在汽车上的应用概况。

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的发展水平,而且代表着科学技术发展水平。20 世纪 80 年代以来,提

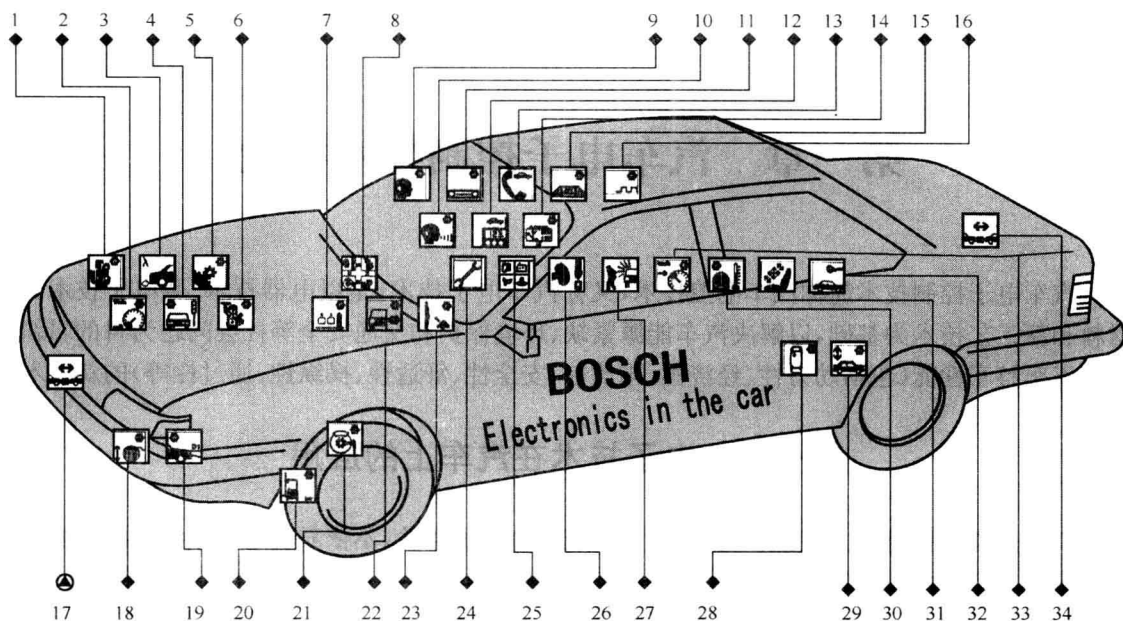


图 1-1 电子控制技术在汽车上的应用概况

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—计算机控制点火;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。

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(Engine Fuel Injection System,EFI);
- (2)计算机控制发动机点火系统(Microcomputer Control Ignition System,MCIS);
- (3)发动机空燃比反馈控制系统(Air Fuel Ratio Feedback Control System,AFC);
- (4)发动机怠速控制系统(Idle Speed Control System,ISCS);
- (5)发动机断油控制系统(Sever Fuel Injection System,SFIS);
- (6)发动机爆震控制系统(Engine Detonation Control System,EDCS);
- (7)加速踏板控制系统(Electronic Control Accelerator Pedal System,EAP);
- (8)发动机进气控制系统(Engine Intake Air Control System,IACS);
- (9)燃油蒸汽回收系统(Fuel Evaporative Emission Control System,FECS);
- (10)废气再循环控制系统(Exhaust Gas Recirculation Control System,EGR);
- (11)可变气门定时控制系统(Volatile Valve Timing Control System,VVT);
- (12)汽车巡航控制系统(Vehicle Cruise Control System,CCS);

(13)车载故障自诊断系统(On Board Self-Diagnosis System,OBD)。

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

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(Supplemental Restraint System Air Bag,SRS)；
- (2)安全带紧急收缩触发系统(Seat-Belt Emergency Retracting Triggering System,SRTS)；
- (3)座椅位置调节系统(Seat Adjustment Position Memory System,SAMS)；
- (4)雷达车距报警系统(Radar Proximity Warning System,RPW)；
- (5)倒车报警系统(Reverse Vehicle Alarm System,RVAS)；
- (6)防盗报警系统(Guard Against Theft and Alarm System,GATA)；
- (7)中央门锁控制系统(Central Locking Control System,CLCS)；
- (8)前照灯控制与清洗系统(Headlamp Adjustment and Wash System,HAW)；
- (9)挡风玻璃刮水与清洗控制系统(Wash/Wipe Control System,WWCS)；
- (10)自动采暖通风与空气调节系统(Automatic Heating Ventilating Air-Conditioning System,AHVC)；
- (11)车载局域网(Local Area Network,LAN)；
- (12)车载计算机(On-Board Computer,OBC)；
- (13)车载电话(Car Telephone,CT)；
- (14)交通控制与通信系统(Traffic Control and Information System,TCIS)；
- (15)信息显示系统(Information Display System,IDS)；
- (16)声音复制系统(Electronic Speech Reproduction System,ESR)；
- (17)液面与磨损监控系统(Fluids and Wear Parts Monitoring Systems,FWMS)；

(18)维修周期显示系统(Load-Dependent Service Interval Display System,LSID)。

第二节 汽车电子控制系统的分类

汽车电子控制系统种类繁多、形式各异,分类方法也不相同。一般可按控制系统的控制对象和控制目标进行分类。

一、按控制对象分类

根据控制对象不同,汽车电子控制系统可分为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三大类。具体分类情况如第一节电子技术在汽车上的应用所述。

二、按控制目标分类

根据控制目标不同,汽车电子控制系统可分为动力性、经济性与排放性、安全性、舒适性、操纵性和通过性控制系统六种类型,主要控制项目和控制功能如表 1-1 所列。其中,经济性与排放性控制系统具有双重功能,既能降低燃油消耗量,又能降低有害气体的排放量。

表 1-1 汽车电子控制系统的控制目标与控制项目

类型	控制目标	系 统 名 称	主 要 控 制 项 目
汽车电子控制系统	动力性	发动机燃油喷射系统(EFI)	喷油时刻(喷油提前角);喷油量(喷油持续时间);喷油顺序;喷油器;燃油泵
		计算机控制点火系统(MCI)	点火时刻(点火提前角);点火导通角
		爆震控制系统(EDCS)	点火提前角
		怠速控制系统(ISCS)	怠速转速
		电子控制变速系统(ECT)	发动机输出转矩;液力变矩器锁止时机
		发动机进气控制系统(IACS)	切换进气通路提高充气效率;可变气门定时
		涡轮增压控制系统(ETC)	泄压阀控制;废气涡轮增压器控制
		控制器局域网(CAN)	发动机电控单元 EEC、自动变速电控单元 ECT ECU、防抱死制动电控单元 ABS ECU 等
	经济性与排放性	空燃比反馈控制系统(AFC)	空燃比
		断油控制系统(SFIS)	超速断油;减速断油;清除溢流
		废气再循环控制系统(EGR)	排气再循环率
		燃油蒸汽回收系统(FECS)	活性炭罐电磁阀控制
	安全性	防抱死制动系统(ABS)	车轮滑移率;车轮制动力
		电子控制制动力分配系统(EBD)	车轮制动力
		电子控制制动辅助系统(EBA)	车轮制动力
		动态稳定控制系统(DSC)	车轮制动力;车身偏转角度
		驱动轮防滑转调节系统 ASR	发动机输出转矩;驱动轮制动力;防滑转差速器锁止程度
		安全气囊控制系统(SRS)	气囊点火器点火时机;系统故障报警控制
		座椅安全带收紧系统(SRTS)	安全带收紧器点火时机
		雷达车距报警系统(RPW)	车辆距离;报警;制动
		前照灯光束控制系统(HBAC)	焦距;光线角度

(续)

类型	控制目标	系统名称	主要控制项目
汽车电子控制系统	安全性	安全驾驶监控系统	驾驶时间;方向盘状态;驾驶员脑电图、体温和心率
		防盗报警系统(GATA)	报警;遥控门锁;数字密码点火开关;数字编码门锁;方向盘自锁
		电子仪表系统	汽车状态信息显示与报警
		故障自诊断测试系统(OBD)	故障报警;故障代码存储;部件失效保护;故障应急运行
	舒适性	电子调节悬架系统(EMS)	车身高度;悬架刚度;悬架阻力;车身姿态(点头、侧倾、俯仰)
		座椅位置调节系统(SAMS)	向前、向后方向控制;向上、向下高低控制
		自动空调系统(AHVC)	通风;制冷;取暖
		CD 音响、DVD 播放机	娱乐欣赏
		信息显示系统(IDS)	交通信息;电子地图
		车载电话(CT)	通信联络
		车载计算机(OBC)	车内办公
	操纵性	电子控制动力转向系统(EPS)	助力油压、气压或电动机电流控制
		巡航控制系统(CCS)	恒定车速设定;安全(解除巡航状态)
		中央门锁控制系统(C LCS)	门锁遥控;门锁自锁;玻璃升降
	通过性	驱动防滑控制系统(ASR)	发动机输出转矩;驱动轮制动力;防滑转差速器锁止程度
		轮胎中央充放气系统(CIDC)	轮胎气压
		自动驱动管理系统(ADM)	驱动轮驱动力控制
		差速器锁止控制系统(VDLS)	防滑转差速器锁止程度控制

第三节 汽车电子控制系统的组成

汽车电子控制系统的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。在同一辆汽车上,配装有若干个电子控制系统。每一个电子控制系统,都能实现不同的控制功能。

一、汽车电子控制系统的基本组成

汽车车型不同、档次不同,采用电子控制系统的多少也不尽相同。但是,汽车上每一个电子控制系统的基本结构都是由传感器(传感元件)与开关信号、电控单元(Electronic Control Unit, ECU)和执行器(执行元件)三部分组成,如图 1-2 所示,这是汽车电子控制系统的共同特点。

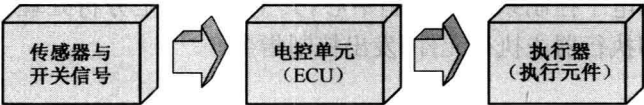


图 1-2 汽车电子控制系统的基本组成

(一)传感器

传感器是将各种非电量(物理量、化学量、生物量等)按一定规律转换成便于传输和处理的另一种物理量(一般为电量)的装置。

传感器相当于人的耳、目、口、鼻、舌这五官。在汽车电子控制系统中,传感器的功用是将汽车各部件运行的状态参数(各种非电量信号)转换成电量信号并输送到各种电控单元。

车用传感器安装在汽车上的不同部位。汽车型号和档次不同,装备传感器的多少也不相同。有的汽车只有几只传感器(如发动机控制系统只有6只~8只),有的汽车装备有50多只传感器。一般来说,汽车装备传感器越多,则其档次就越高。按检测项目不同,汽车电子控制系统采用的传感器可分为以下几种类型:

(1)流量传感器。如发动机燃油喷射系统采用的翼片式、量芯式、涡流式、热丝式与热膜式空气流量传感器等。

(2)位置传感器。如发动机燃油喷射和计算机控制点火系统采用的曲轴位置传感器(又称为发动机转速与曲轴转角传感器)、凸轮轴位置传感器、节气门位置传感器;电子调节悬架系统采用的车身位置(又称为车身高度)传感器;信息显示系统和液面监控系统采用的各种液面位置(或高度)传感器;自动变速系统采用的换挡操纵手柄位置传感器;巡航控制系统采用的节气门拉线位置传感器;电子控制动力转向系统采用的方向盘转角传感器等。

(3)压力传感器。如发动机控制系统采用的进气歧管压力传感器、大气压力传感器、排气压力传感器、汽缸压力传感器;自动变速系统采用的燃油压力传感器;发动机爆震控制系统采用的爆震传感器等。

(4)温度传感器。如发动机冷却液温度传感器、进气温度传感器、排气温度传感器、燃油温度传感器;自动变速系统采用的自动传动液温度传感器;空调控制系统采用的车内温度传感器等。

(5)浓度传感器。如发动机控制系统采用的氧传感器;安全控制系统采用的酒精浓度传感器等。

(6)速度传感器。如防抱死制动系统采用的车轮速度传感器、车身纵向和横向加(减)速度传感器;发动机控制系统采用的转速传感器;发动机、自动变速以及巡航控制系统采用的车速传感器;变速器输入轴转速传感器以及输出轴转速传感器等。

(7)碰撞传感器。如辅助防护系统采用的滚球式、滚轴式、偏心锤式、压电式和水银式碰撞传感器等。

(二)电控单元

汽车电子控制单元简称电控单元,又称为汽车电子控制器或汽车电子控制组件,俗称“汽车计算机”。

电控单元是以单片微型计算机(即单片机)为核心所组成的电子控制装置,具有强大的数学运算、逻辑判断、数据处理与数据管理等功能。

电控单元是汽车电子控制系统的控制中心,其主要功用是分析处理传感器采集的各种信息,并向受控装置(即执行器或执行元件)发出控制指令。

(三)执行器

执行器又称为执行元件,是电子控制系统的执行机构。执行器的功用是接受电控单元发出的指令,完成具体的执行动作。

汽车电子控制系统不同,采用执行器的数量和种类也不相同。发动机燃油喷射系统的执行器有电动燃油泵和电磁喷油器;发动机怠速控制系统的执行器是怠速控制阀;燃油蒸气回收系统的执行器是活性炭罐电磁阀;计算机控制点火系统的执行器有点火控制器和点火线圈;防抱死制动系统的执行器有两位两通电磁阀或三位三通电磁阀、制动液回液泵电动机;安全气囊系统的执行器是气囊点火器;座椅安全带收紧系统的执行器是收紧器点火器;自动变速系统的执行器有自动传动液液压油泵、换挡电磁阀和锁止电磁阀;汽车巡航控制系统的执行器有巡航控制电动机或巡航控制电磁阀等。

二、汽车发动机电子控制系统的组成

汽车发动机电子控制系统的主要功能是提高汽车的动力性、经济性和排放性能。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发动机电子控制系统千差万别。控制系统的功能、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。下面以上海桑塔纳 2000GSi、3000 型轿车发动机电子控制系统为例说明。

发动机电子控制系统(Engine Electronic Control System,EEC 或 EECS)又称为发动机管理系统(Engine Management System,EMS)。桑塔纳 2000GSi、3000 型轿车采用了莫特朗尼克(Motronic)M3. 8. 2 型发动机电子控制系统的结构简图,如图 1-3 所示(图注中代号 G70、G28 等为原厂维修资料代号),系统采用的控制部件及其安装位置分别如图 1-4 和图 1-5 所示。

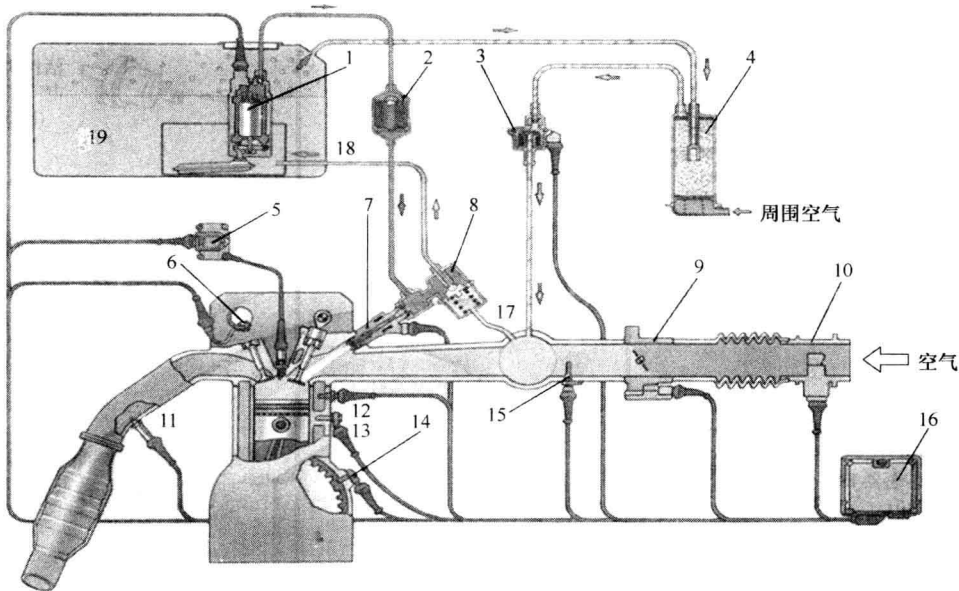


图 1-3 桑塔纳轿车用 M3. 8. 2 型发动机电子控制系统结构简图

1—电动燃油泵;2—燃油滤清器;3—活性炭罐电磁阀 N80;4—活性炭罐;5—点火线圈及点火控制器总成 N152;6—霍耳式凸轮轴位置传感器 G40;7—喷油器 N30、N31、N32、N33;8—燃油压力调节器;9—节气门控制组件(节流阀体)J338;10—热膜式空气流量传感器 G70;11—氧传感器 G39;12—冷却液温度传感器 G62;13—1 号爆震传感器 G61 及 2 号爆震传感器 G66;14—发动机转速与曲轴转角传感器 G28;15—进气温度传感器 G72;16—多点喷射电控单元 J220;17—真空管;18—回油管;19—燃油箱。

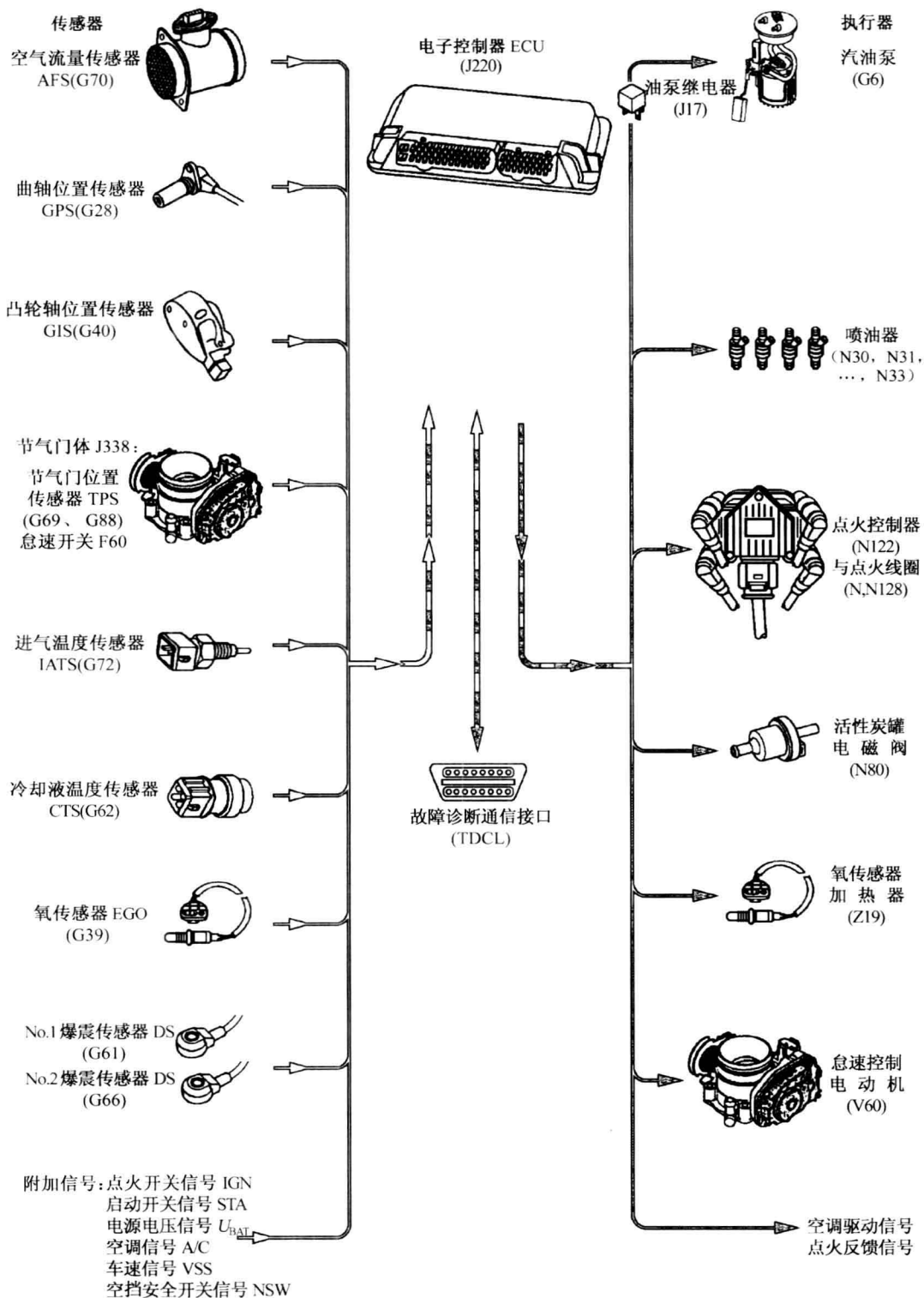


图 1-4 桑塔纳 2000GSi、3000 型轿车发动机电子控制系统控制部件的组成

(注: 图中括号内代号 G70、G28 等为原厂维修资料代号)

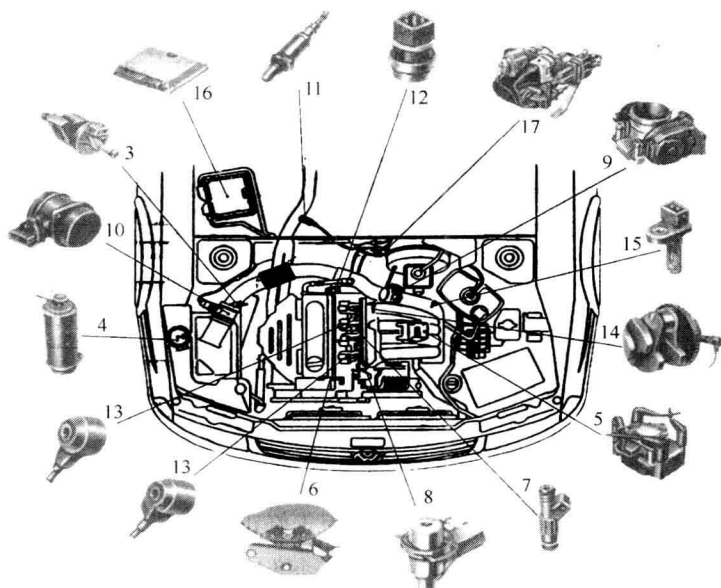


图 1-5 桑塔纳 2000GSi、3000 型轿车发动机电子控制系统控制部件的安装位置(参照图 1-3)
 3—活性炭罐电磁阀 N80;4—活性炭罐;5—点火线圈及点火控制器总成 N152;6—霍耳式凸轮轴位置传感器 G40;7—喷油器 N30、N31、N32、N33;8—燃油压力调节器;9—节气门控制组件(节流阀体)J338;
 10—热膜式空气流量传感器 G70;11—氧传感器 G39;12—冷却液温度传感器 G62;13—1 号爆震传感器 G61 及 2 号爆震传感器 G66;14—发动机转速与曲轴转角传感器 G28;15—进气温度传感器 G72;16—多点喷射电控单元 J220;17—传感器线束支架。

(一)发动机传感器与开关信号

1. 传感器

桑塔纳 2000GSi、3000 型轿车发动机电子控制系统采用的传感器有空气流量传感器、曲轴位置传感器、凸轮轴位置传感器、怠速节气门位置传感器和节气门位置传感器(两只传感器与节气门控制组件 J338 制作成一体)、冷却液温度传感器、进气温度传感器、氧传感器、爆震传感器和车速传感器。节气门控制组件 J338 又称为节流阀体,由怠速节气门位置传感器 G88、节气门位置传感器 G69、怠速控制电机 V60 和怠速开关 F60 组成。怠速节气门位置传感器 G88 安装在节流阀体内并与怠速控制电机 V60 连接在一起;节气门位置传感器 G69 安装在节气门轴上。两只节气门位置传感器的功用都是检测节气门开度信号并输入电控单元 J220。在 M3.8.2 型发动机电子控制系统中,发动机怠速时的进气量采用了直接控制节气门开度的方式进行控制,所以当发动机在怠速范围内工作时,电控单元 J220 将根据怠速节气门位置传感器 G88 提供的信号调节怠速时的节气门开度;当发动机工作在怠速以外的工况时,电控单元 J220 将根据节气门位置传感器 G69 提供的信号进行控制。

(1)热膜式空气流量传感器(Air Flow Sensor, AFS),安装在发动机空气滤清器与节气门之间的进气管上,直接检测吸入发动机汽缸的进气量,以便计算确定喷油量的大小。

(2)磁感应式曲轴位置传感器(Crankshaft Position Sensor, CPS),安装在发动机靠近离合器一侧的缸体侧面,直接检测发动机曲轴的转速和转角,以便控制喷油提前角和点火提前角的大小。

(3)霍耳式凸轮轴位置传感器(Camshaft Position Sensor, CPS),安装在发动机凸轮轴的前

端,直接检测第一缸活塞相对于压缩冲程上止点和排气冲程上止点的位置,以便确定开始喷油时刻和开始点火时刻,故又称为汽缸判别传感器(Cylinder Identification Sensor,CIS)。需要特别说明的是,曲轴位置传感器和凸轮轴位置传感器的英文缩写字母均为 CPS,为了便于区别和阅读,本书一律采用 CIS 来表示凸轮轴位置传感器。此外,在部分汽车发动机电子控制系统中,曲轴位置传感器与凸轮轴位置传感器制作成一体,统称为曲轴位置传感器,并用 CPS 表示。

(4)可变电阻式节气门位置传感器(Throttle Position Sensor,TPS),安装在发动机进气道上节气门轴的一端,检测节气门开度(发动机负荷)的大小,如节气门关闭、部分开启和全开等。此外,电控单元通过计算节气门位置传感器信号的变化率,便可得到汽车加速或减速信号。

(5)热敏电阻式冷却液温度传感器(Coolant Temperature Sensor,CTS),又称为水温传感器,安装在发动机缸体上,检测发动机水套内冷却液温度的高低,用于修正喷油量和点火提前时间。

(6)热敏电阻式进气温度传感器(Intake Air Temperature Sensor,IATS),安装在发动机进气歧管上,直接检测吸入发动机汽缸空气的温度,用于修正喷油量。

(7)氧化钛式氧传感器或 O_2 传感器(Exhaust Gas Oxygen Sensor,EGO),安装在发动机排气管上距离排气歧管不超过 1m 的位置,检测排气管排出废气中氧离子的含量来反映可燃混合气空燃比的大小,以便修正喷油量并实现空燃比闭环控制。

(8)压电式爆震传感器(Engine Detonation Sensor,EDS),两只传感器均安装在发动机排气管一侧的缸体上,第 1 缸与第 2 缸的缸体之间安装一只,第 3 缸与第 4 缸的缸体之间安装一只,分别检测各汽缸是否产生爆震现象,以便修正点火提前角并实现点火提前角闭环控制。

(9)舌簧开关式车速传感器(Vehicle Speed Sensor,VSS),安装在变速器输出轴上,检测汽车行驶速度,用于判定汽车的状态,以便实现怠速控制等。

在上述传感器中,空气流量传感器 G70、曲轴位置传感器 G28、凸轮轴位置传感器 G40 和节气门位置传感器 G69 四种传感器是控制燃油喷射与点火时刻最重要的传感器,其结构性能与工作状况直接影响控制系统的控制精度和控制效果。

发动机电控单元除了采集上述传感器的信号之外,还要采集点火启动开关、空调开关、怠速开关 F60、电源电压以及空挡安全开关(对自动变速汽车而言)信号,以便判断汽车运行状态并采取相应的控制措施。

2. 开关信号

在汽车电子控制系统中,不仅采用了传感器信号,而且采用了开关信号。桑塔纳 2000GSi、3000 型轿车发动机电子控制系统采用的开关信号有以下几种:

(1)点火开关信号(Ignition Switch,IGN)。当点火开关接通“点火(IG)”挡位时,向电控单元输入一个高电平信号。

(2)启动开关信号(Start Switch,STA)。当点火开关接通“启动(ST)”挡位时,向电控单元输入一个高电平信号。

(3)空调开关信号(Air Conditioning,A/C)。当空调开关接通时,向电控单元提供接通空调系统的信号。

(4)电源电压信号 U_{BAT} 。向电控单元提供蓄电池端电压信号。

(5)空挡安全开关信号(Neutral Security Switch,NSW)。在装备自动变速器的汽车上,用于检测自动变速器的挡位选择开关是否处于空挡位置。