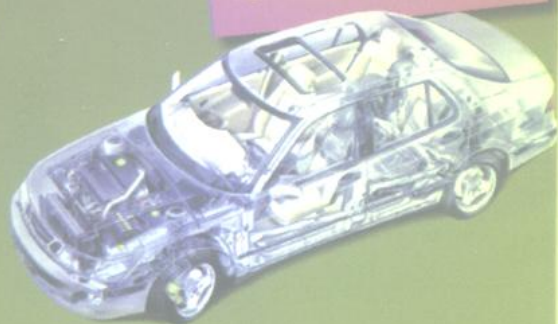


汽车电子技术与维修

汽车实用
维修技术丛书

张宝诚 徐让书 佟刚 编



国防工业出版社

汽车实用维修技术丛书

汽车电子技术与维修

张宝诚 徐让书 佟刚 编

国防工业出版社

·北京·

图书在版编目(CIP)数据

汽车电子技术与维修/张宝诚等编. —北京: 国防工业出版社, 1998(1999.7 重印)

(汽车实用维修技术丛书)

ISBN 7-118-01924-0

I. 汽… II. 张… III. ①汽车-电子技术②汽车-电气设备-维修 IV. U463.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 12839 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 100044)

河北三河市腾飞胶印厂印刷

新华书店经售

开本 850×1168 1/32 印张 11 张 292 千字

1998 年 10 月第 1 版 1999 年 7 月北京第 2 次印刷

印数: 4001—8000 册 定价: 16.00 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

出版者的话

汽车是现代社会的主要交通运输工具之一。随着我国经济的高速发展和人民生活水平的日益提高，汽车的作用越来越重要，无论是公车还是私车的市场保有量都在大幅度上升，而且上升的趋势还在不断继续。

为了促进汽车工业更好地为经济建设和人民生活服务，保证汽车的正常运行，减少事故的发生，如何正确使用、检查、保养、维护汽车，诊断、排除故障、维修汽车，已成为驾驶人员、保修人员的当务之急，特别是一大批汽车驾驶员只会开车，对汽车结构、常见故障的现象与排除等非常陌生，是汽车安全运行的极大隐患。为解决这一问题，我们策划出版“汽车实用维修技术丛书”。

为此，我们拜读了市场上目前已有的多种汽车类书籍，吸取其精华，易除其不足，对本丛书的分类、写法做了一些包括读者、作者、新华书店在内的社会调查，力求使本丛书能够贴近读者，解决实际问题。确定编写原则后，我们聘请了多位工作在汽车工业第一线的专家、教授来编写本丛书。

本丛书按汽车部件分为 15 册，书目详见每本书的前勒口。

本丛书略去了诸多的汽车理论，内容侧重实践，强调针对性和实用性，图文并茂，语言通俗易懂，具有初中以上文化程度的汽车驾驶人员、汽车维修人员都可阅读。

我们期望，本丛书将成为驾驶人员、维修人员的良师益友，为我国汽车的安全运行做出贡献。

前 言

90年代以来,由于对高性能汽车和排放的更高要求,汽车工业中广泛地采用了电子技术的研究成果,并且世界上发达国家把汽车电子化的程度视为市场竞争的关键技术之一。截至1994年,美国、日本、德国在排量2L以上的发动机几乎100%采用了电控汽油喷射系统,诸如燃油喷射、点火装置、怠速装置、进气控制、废气排放、故障诊断等。汽车的底盘传动系统、行驶系、转向制动系和车身及辅助装置也普遍采用了电子控制系统,机电一体化是现代汽车的显著特点。电子控制系统在汽车上的广泛应用,显著地改善和提高了汽车的动力性、经济性、安全性、可靠性及舒适性,从根本上控制了汽车对环境的排放污染。

为了适应汽车技术发展的需要,帮助汽车使用、维修人员及从事汽车专业的技术人员较详细地掌握现代汽车电子控制系统的结构、原理和使用维修,编者编写了这部汽车电子技术和维修一书,它是这一专业丛书的一部。本书较适用于维修技术人员、驾驶员、中专和大专院校教师及工程技术人员使用,并不深入地论述理论方面的内容,而是注重简明地概述电子控制系统的工作原理和维修技术,具有侧重性、实用性、通俗性、理论联系实际的特点。由于汽车上应用电子技术的范围很广泛,不能面面俱到,因此,本书侧重于论述汽车电子技术的现状和发展;发动机电子控制系统、驾驶信息电子系统、汽车安全性电控系统和舒适性电控系统的工作原理和维修,并给出了典型维修实例。

根据丛书的统一安排,本书不论及防抱死制动电控系统和暖风空调电控系统,而仅在第一章简介了电控防抱死制动系统和电控防滑系统。读者欲了解这方面内容,可参阅本丛书的其他专

册。

本书共包括五章。第一章由张宝诚教授编写，第二章由徐让书副教授编写，第三至第五章由佟刚副教授编写，全书由张宝诚教授主编。

由于编者的水平有限，书中可能还存在一些不妥或错误之处，敬请读者和专家批评指正。

编 者

1998.4

内 容 简 介

本书根据汽车电子技术的发展和维修的实际需要,深入浅出地介绍了主要的汽车电子控制系统的工作原理和维修技术。全书共分五章,包括汽车电子技术的现状及发展、汽车发动机电子控制技术与维修、驾驶信息电子技术与维修、汽车安全性电子技术与维修,以及提高汽车舒适性的电子技术与维修。

本书可供从事汽车和发动机设计、维修、运输管理的工程技术人员、维修技工使用,也可供大专院校相关专业师生参考。

目 录

第一章 汽车电子技术的现状及发展	(1)
第一节 概述	(1)
第二节 汽车采用的主要电子控制系统	(5)
第三节 未来的汽车电子控制系统	(37)
第四节 汽车电控装置的故障诊断与维修	(51)
第二章 汽车发动机的电子控制技术	(59)
第一节 发动机电子控制系统	(59)
第二节 汽油机燃油喷射系统	(60)
第三节 电子控制点火系统	(116)
第四节 怠速及起动控制系统	(127)
第五节 排气净化与排放控制	(136)
第六节 进气及增压控制	(145)
第七节 电子控制燃油喷射系统的实例及故障诊断 与维修	(147)
第八节 电子控制发动机的故障诊断与维修	(172)
第三章 增加驾驶信息的电子技术	(182)
第一节 驾驶员向导信息系统	(182)
第二节 新型仪表指示	(190)
第三节 车载电话装置	(202)
第四节 汽车音响装置	(214)
第四章 提高汽车安全性的电子技术	(225)
第一节 现代电控汽车的使用与故障诊断	(225)
第二节 汽车照明与灯光信号电子控制	(242)
第三节 安全气囊与安全带电子控制	(259)

第五章 提高汽车舒适性的电子技术·····	(274)
第一节 电子控制自动变速器·····	(274)
第二节 汽车动力转向的电子控制技术·····	(295)
第三节 行驶速度自动控制系统·····	(306)
第四节 电动座椅·····	(314)
第五节 悬架的电子控制·····	(318)
附表 1 OBD - II 标准故障代码·····	(341)
附表 2 美国通用车系电控汽油喷射发动机和电控液力 自动变速器的故障代码·····	(342)
附表 3 美国福特车系电控汽油喷射发动机和电控液力 自动变速器的故障代码 (MECS)·····	(344)
附表 4 美国通用车系电控防抱死制动系统 (BOSCH ABS) 故障代码·····	(345)
附表 5 日本本田车系电控汽油喷射发动机和电控液力 自动变速器的故障代码·····	(345)
附表 6 德国奥迪车系电控汽油喷射发动机的故障代码···	(346)

第一章 汽车电子技术的现状及发展

第一节 概 述

将电子技术引进汽车,用电脑代替人脑以精确判断车辆及路面状况,用电控系统取代繁重的机械控制元件是现代汽车研究发展的重要目标。

先进国家认为,汽车技术、建筑水平和环境保护是衡量一个国家工业化水平高低的三大标志。由于汽车在路面上行驶,它的排放物是污染大气环境的主要来源,因此,节约能源,保护环境,提高汽车性能,保证行驶安全性和舒适性,这都取决于电子技术在汽车上的应用。因此,从汽车设计、制造、检测至运输管理,以及汽车故障诊断都已采用了电子技术,开创了当今的汽车电子时代,并出现了电子化汽车、机电一体化汽车及汽车电子学等新科学和技术。

追溯汽车电子技术的发展,汽车上最初采用的电子仪器应该是收音机。50年代初,装用电子管收音机。50年代中开始采用晶体管收音机。到60年代初,美国通用汽车公司推出了晶体管式点火器,用于发动机点火系统。该公司采用了IC调节器,这是一种集成电路,即是把晶体管、电阻和电容封装在一起,把固体电路集聚在半导体硅切片上制成,这种电路结构紧凑、可靠性高、成本低、耗电少、不需冷却、响应敏捷。

在汽车零部件中,最初采用的电子装置是交流发电机的整流器。交流发电机结构紧凑、故障少、成本低。1960年,美国克莱斯勒汽车公司和日本日产汽车公司开始采用硅二极管整流的交流发电机。此后不久,发电机的交流化迅速推广到全世界。

1967年,德国波许(Bosch)公司开发了D型电子控制的燃油喷射装置,随后又研制了L型电子控制喷射系统,显著地提高了发动机的性能。60年代后半期,金属氧半导体集成电路(MOS-IC)和金属氧半导体大规模集成电路(MOS-LSI)在汽车上的应用,奠定了汽车电子化的基础。从60年代到70年代初,相继又研制了电子控制自动匀速行驶装置(即巡航行驶装置)和电子控制自动变速器。由于使用模拟电路,控制复杂,成本高,故未能在汽车上得到进一步推广应用。美国福特公司,于1970年开始应用电子控制防滑(防抱死)装置,随后又开发了电控变速器。

在迅速发展的大规模集成电路技术的推动下所产生的微型计算机,已成为各行各业都可利用的装置。以半导体材料为主的多功能材料的开发,结合大规模集成电路技术的应用,又研制成功了高性能、多功能的传感器,从而加速了微机在汽车工业中的应用。这种以微电脑和传感器为基础的电子化潮流极大地推动了汽车工业的发展,比较成功地解决了汽车节能、环保、安全和舒适性方面的高标准要求。

1963年,美国制定了排放法规,西欧和日本等国也相继制定了排放限制法,并且其限制指标逐年严格化。1978年,日本政府颁布了被称为世界上最严厉的“汽车废气排放管理条例”后,日本汽车行业一致认为“这只有依赖于电子产品”。

1974年,美国通用汽车公司开始装备加大火花塞电极间隙、增强点火能量的HEI高能点火系统,并在分电器内装上点火线圈和电子控制电路,使点火系统构成一体。

1976年,美国克莱斯勒汽车公司首创电子控制点火系统,使用模拟计算机,根据输入的空气温度、进气温度、水温、转速和负荷,计算出最佳点火时刻。1977年,通用公司开始使用数字式点火时刻控制系统。同年,福特公司将这种发动机的电子控制系统扩展到同时控制废气再循环和二次空气喷射上。

70年代后半期,随着排放限制的不断强化和当时能源危机的爆发,人们对汽车的排放性能和燃油经济性提出了越来越高的要

求,而大规模集成电路与微型计算机的迅猛发展,为协调发动机各性能间的矛盾,为耗油率、动力性和排放性能等综合性能的提高提供了重要条件。

1979年,德国波许公司开始生产电子点火和电控汽油喷射集于一体的 Motronic 数字式发动机综合控制系统,对空燃比、点火时刻、怠速转速、废气再循环和排放等进行了全面控制,取得了显著效果。同年,美国福特公司也制成新式电控燃油喷射系统,并于1982年率先推出第四代发动机电子控制系统。随着电控汽油喷射技术的逐步完善,显示出电控汽油喷射系统的强大优越性,促使该装置从70年代末开始得到迅猛发展。

1979年,日立公司开始系统研制和生产汽车电子装置,如电子点火微机发动机控制、雷达防抱、电子显示、微机空调控制。1983年,日立公司研制由微机控制的四速自动变速装置,目前已达到月产40万台自动变速器的水平。美国通用汽车公司的三个电子分部也在这一时期研制并批生产电子点火系统、车用调幅立体声、电视伴音收音机、激光唱盘、高清晰电视机和高保真音响系统。

目前,电脑控制汽车喷射系统的装车率,在美国已接近100%,在德国已超过85%,在日本已超过70%。在国外,发动机电控装置的装用率一般每年以7%的速度增加。

1985年,美国通用、福特、克莱斯勒三家汽车公司指出:“电子技术已成为80年代汽车设计研究部门优先考虑的革新手段,而90年代对汽车电子技术的依赖将进一步加强”。德国汽车工业厂商认为:“促进汽车电子化是夺取未来汽车市场的有效手段。”

日本汽车工业协会预测,汽车电子产品是90年代初发展最快的领域。1995年,日本汽车电子产品的销售额占汽车销售额的30%。

美国汽车工业协会预测,到本世纪末50%以上的汽车发动机将实现全电子化控制。目前许多电子和计算机行业都极为重视汽车电子技术的发展。如美国最大的电子元件厂家之一摩托罗拉公

公司于1987年成立了“汽车电子产品公司”和“汽车系统工程公司”，专门从事开发汽车用电子元器件。德国西门子公司、荷兰飞利浦公司等也都成立了专门研制和生产汽车电子产品的分部。

据统计,1987年,美、日、西欧三大市场汽车电子设备的销售总额为110亿美元,1995年达440亿美元,2000年可突破600亿美元。德国大众汽车公司宣布,到1998年生产单车费用中电子设备费用占8%,个别高级轿车已达到10%,到2000年将增加到14%。瑞士专家估计,在未来的10~15年中,电子零件的费用将从占汽车费用的15%提高到25%。

综上,国外汽车电子技术的发展可大致分为四个阶段。

第一阶段为1974年以前,主要生产交流发电机、电压调节器、电子闪光器、电子喇叭、间歇刮水装置、汽车收音机、电子点火装置、数字钟等。

第二阶段为1974年至1982年,在汽车上广泛应用集成电路和16位以下的微处理器。其主要产品有电子燃油喷射装置、防抱死系统(ABS),其他还有自动门锁、程控驾驶、高速警告系统、自动灯光系统、自动除霜控制、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、实车故障诊断、车高自动控制、数字车速计、数字转速计、电子自动计程仪、往返里程计、目的地里程计、电子油耗计、数字式水温计、电压表、数字式换档器等。

第三阶段为1982年至1990年,这是微型计算机在汽车上应用日趋成熟并向智能化发展阶段。其主要开发产品有:胎压控制、数字式油压计、防睡器、牵引力控制、全轮转向控制、直视仪表盘、声音合成与识别器、电子负荷调节器、电子道路监视器、蜂窝式电话、可热式挡风玻璃、倒车示警、高速限制器、自动后视镜系统、道路状态指示器、电子冷却控制和寄生功率控制等。

第四阶段是向智能化汽车发展,主要有微波系统、多路传输系统、32位微处理器、通信与导向协调系统、自动防撞系统、动力最优化系统、自动驾驶系统和电子地图技术的发展。

第二节 汽车采用的主要电子控制系统

一、由微型计算机控制的汽车电子系统

在现代汽车中,由微型计算机控制的汽车电子系统主要可分为 6 组:

- (1)发动机电子控制系统;
- (2)传动系控制系统;
- (3)行驶、制动转向系控制系统;
- (4)安全保证及仪表警报;
- (5)电源系统;
- (6)舒适性系统和娱乐通讯系统。

图 1-1 形象地示出现代汽车中主要电控系统。

二、发动机电控系统

表 1-1 列出了发动机电控系统的控制项目。

表 1-1 发动机电控系统的控制项目

序号	电控系统名称	控 制 项 目
1	电控燃油喷射(EFI)	喷油量、喷射定时、燃油供停、燃油泵
2	电控点火装置(ESA)	点火时刻、通电时间、爆震防止
3	怠速控制(ISC)	汽车运转、变速器挂入档位、负荷加大、空调压气机工作
4	排放控制	废气再循环、氧传感器及三元催化、CO 控制、二次空气喷射活性碳罐电磁阀控制
5	进气控制	空气引导通路切换、旋涡控制阀
6	增压控制	释压电磁阀、废气涡轮增压器
7	警告提示	涡轮指示灯、催化剂过热警报
8	自我诊断	故障信息储存在 ECU,并能调出、供维修用
9	备用功能与失效保护	自动启动备用系统

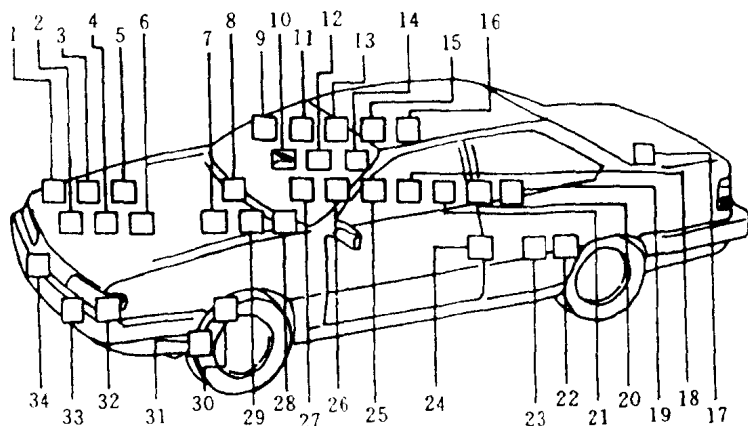


图 1-1 电子技术在汽车上的应用

- 1-电子增压控制系统;2-怠速控制系统;3-排放净化控制系统;
 4-驻车/起动系统;5-变速器、差速器及四轮驱动控制系统;
 6-汽油机集中控制系统(点火、喷油);7-微型计算机;
 8-电子组合仪表;9-电子语音输出系统;10-风窗玻璃显示器;
 11-音响系统;12-动力转向控制系统;13-车载电话;14-导航系统;
 15-车内自动防眩目后视镜;16-多路传输系统;17-后风窗防雾装置;
 18-巡航行驶控制系统;19-中央门锁、遥控车门;20-驾驶位置存储系统;
 21-空调系统;22-悬架与车身高度控制系统;23-四轮转向控制系统;
 24-防盗系统;25-安全气囊、自动安全带;26-零部件磨损检测系统;
 27-维修间隔指示器;28-风窗洗涤器;29-故障自诊断系统;
 30-制动防抱死系统、驱动防滑转系统;31-轮胎压力监视系统;
 32-大灯洗涤器;33-自动变光前照灯;34-防碰撞系统。

1. 电控燃油喷射

电控燃油喷射主要包括:

(1)喷油量控制:电控燃油喷射控制喷油量是主电子控制单元(ECU)取发动机转速和负荷信号为主控信号来确定基本喷油量,即喷油电磁阀开启时间长短并加以修正,最后确定总喷油量。

(2)喷油定时控制:在电控间歇喷射系统中,主控制单元能够

根据发动机各缸的发火顺序,控制喷射时间在一个最佳时刻。

(3)减速断油及限速断油控制:汽车行驶中,驾驶员快收油门踏板时,ECU(电子控制装置)将能切断燃油喷射控制电路,停止喷油,以降低减速时 HC 及 CO 的排放量。当发动机转速降至一特定转速时,又恢复供油。当发动机加速时,ECU 能在临界转速时切断燃油喷射控制电路,停止喷油,防止超速。

(4)燃油泵控制:在发动机起动和运转过程中,ECU 控制汽油泵保持正常运转。

2. 电控点火装置

电控点火装置主要控制点火提前角、通电时间及爆震控制。

发动机运转时,主 ECU 根据发动机的转速和负荷信号,确定基本点火提前角,并根据其他有关信号进行修正,最后确定点火提前角,并向电子点火控制器输出点火指示信号,以控制点火系统的工作。

在爆震控制中,当爆震传感器输出信号传给主 ECU 后,ECU 对信号进行滤波并判断有无爆震。在检测到爆震时,立即把点火时刻变成滞后角,在无爆震时,采用提前角反馈控制形式。

3. 怠速控制(ISC)

在汽车运转、空调压缩机工作、变速器挂入档位、加大负荷等不同怠速运转工况下,由 ECU 控制怠速控制阀,使发动机均能处在最佳怠速转速下运转。

4. 排放控制

(1)废气再循环控制是当发动机温度一定时,根据发动机负荷和转速,由 ECU 控制废气再循环调节阀动作,以降低 NO_x 排放量。

(2)开环与闭环控制是在装有氧传感器及三元催化器的发动机中,主 ECU 根据发动机工况及氧传感器反馈的空燃比信号,确定开环控制与闭环控制方式。

(3)二次空气喷射控制是主 ECU 根据发动机的工作温度,控制新鲜空气喷入排气歧管或三元催化剂器中,以减少排气污

染。

(4)活性碳罐排泄电磁阀控制是主 ECU 根据发动机工作温度、转速、负荷等信号,控制活性碳罐排泄电磁阀的工作,以降低蒸发污染。

5. 进气控制

(1)动力阀控制是发动机在不同负荷下,主 ECU 控制真空电磁阀,以控制动力阀的开闭来改变进气流量,从而改善发动机的输出扭矩与动力。

(2)涡流控制阀是主 ECU 根据发动机负荷和转速信号控制真空电磁阀,以控制涡流控制阀的开闭,改善发动机高负荷下的充进效率,提高输出扭矩和动力。

6. 增压控制

主 ECU 根据进气压力传感器检测的进气压力信号控制释压电磁阀,以控制排气通路切换阀,改变排气通路的走向,从而控制废气涡轮增压器进入工作或停止工作。

7. 警告提示

主 ECU 控制各种指示和警告装置,显示有关控制系统的工作状况。当控制系统出现故障时能及时发出警告信号,如氧传感器失效、催化剂过热、油箱油温过高等。

8. 自我诊断和报警系统

当控制系统出现故障时,主 ECU 将点亮仪表板上的“检查发动机(CHECK ENGINE)”灯,提醒驾驶员注意,发动机已出现故障,并将故障信息储存到 ECU 中,通过一定程序调出故障码及有关信息资料,以供检修用。

9. 备用控制系统与失效保护

当主 ECU 发生故障时,则会自动启动备用系统,使发动机转入强烈运转状态,以便驾驶员将车辆开到维修厂进行修理。

若主 ECU 检测到传感器或线路故障时,传感器故障预诊参考系统能自动按 ECU 预先的程序提供预设定值,以保持发动机仍能运转,但性能将有所下降。