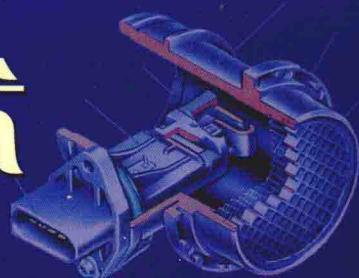




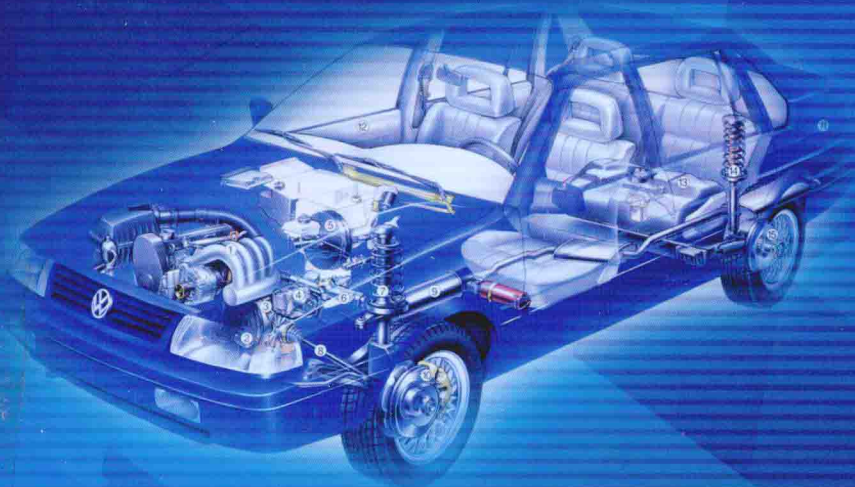
普通高等教育土木与交通类“十二五”规划教材

现代汽车 电子控制技术

XIANDAI QICHE
DIANZI KONGZHI JISHU



主编 张彦会 伍松



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn



普通高等教育土木与交通类“十二五”规划教材

现代汽车 电子控制技术

主 编 张彦会 伍 松
副主编 金晓萍 张 露 姜 峰
张成涛 叶燕帅



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 简 介

本书以现代汽车电子控制技术为主要内容,系统地介绍了各种与现代汽车相关的电子技术、控制技术以及网络技术。全书共3篇分为10章,包括:绪论,汽油机电子控制系统,柴油机电子控制系统,电控自动变速器,汽车防滑与安全性控制系统,电控悬架系统,电控动力转向系统,汽车巡航控制与无人驾驶,车联网及汽车导航定位系统,汽车总线系统。

本书可作为高等院校汽车类专业(车辆工程、汽车运用工程、交通运输、交通工程、汽车服务工程等专业)的教材,同时也可作为汽车电子技术维修、应用与研究的工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

现代汽车电子控制技术 / 张彦会, 伍松主编. — 北京: 中国水利水电出版社, 2013.2
普通高等教育土木与交通类“十二五”规划教材
ISBN 978-7-5170-0655-8

I. ①现… II. ①张… ②伍… III. ①汽车—电子控制—高等学校—教材 IV. ①U463.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第032037号

书 名	普通高等教育土木与交通类“十二五”规划教材 现代汽车电子控制技术
作 者	主编 张彦会 伍松
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (发行部)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市北中印刷厂
规 格	184mm×260mm 16开本 17印张 403千字
版 次	2013年2月第1版 2013年2月第1次印刷
印 数	0001—3000册
定 价	32.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

汽车电子控制技术是汽车技术和电子技术相结合的产物,随着计算机技术、电子技术和信息技术的快速发展,汽车上的电子新技术也不断涌现。当前,某些汽车上安装的 ECU 处理器达 30 多个,汽车电子在中高档汽车中占整车成本达到 30%~40%,因此现代的汽车已经进入电子控制时代。汽车电子控制技术是现代汽车技术发展的重要趋势与标志,也是衡量汽车性能以及汽车产业、制造水平的重要指标。

编者经过多年的教学和科研实践,对汽车电子控制技术有了更深入的了解,在此基础上编写本书。在编写过程中,参阅了大量文献、资料和专著,并结合多年教学和科研经验及教训,力求整体、全面、系统地介绍现代汽车电子控制技术的基本原理、基本组成、基本方法和工作过程以及相关的结构与配置,力求符合当前相关技术及发展趋势。

本书主要分三大篇对现代汽车电子控制技术进行介绍。第一篇为动力总成控制部分:汽油机电子控制系统(包括燃油喷射电子控制、点火系统电子控制、发动机辅助控制),柴油机电子控制系统(包括电子控制直列泵喷射系统、电子控制分配泵喷射系统、电子控制泵喷嘴系统等)和电控自动变速器。第二篇为汽车底盘控制部分:汽车防滑与安全性控制系统(包括制动防抱死系统、驱动防滑转控制系统、电控汽车稳定行驶系统、电控制动力分配系统、汽车安全气囊与防撞预警系统),电控悬架系统和电控动力转向系统(包括电动式 EPS、四轮转向系统)。第三篇为智能驾驶与车联网总线部分:汽车巡航控制与无人驾驶(包括汽车巡航控制系统、无人驾驶汽车),车联网及汽车导航定位系统(包括汽车全球定位系统、车联网与智能交通),汽车总线系统(包括 CAN、FlexRay 总线)。本书在内容安排上追求风格一致,这样易于理解和掌握,因此使教学或自学相对容易一些。

本书由广西科技大学汽车与交通学院的张彦会主编并统稿,广西科技大学汽车与交通学院的伍松作为主编参与了部分章节的编著,中国农业大学工学院汽车系的金晓萍,内蒙古大学交通学院汽车工程系的张露,广西科技大学汽车与交通学院的姜峰、张成涛、叶燕帅作为副主编参与了部分章节的编著。此外,研究生曹强荣、杨丹丹、张斌、史维玮、何维也为本书做了大量

的工作。在本书的编写过程中，编者参考了大量国内外的论文及论著的研究内容，在此对这些论文及论著的作者表示衷心的感谢。

鉴于现代汽车电子控制技术的飞速发展，不断有新的理论和技术诞生，加之编者掌握的资料不足及水平有限，书中内容难免有疏漏和不足之处，欢迎读者提出宝贵意见和建议，以便丰富、完善和补充本书。

编者

2012 年 10 月

前言

第一章 绪论	1
1.1 汽车电子技术的发展过程	1
1.1.1 简单电气控制阶段	1
1.1.2 机电结合控制阶段	2
1.1.3 集中系统控制阶段	3
1.1.4 发动机电控技术发展过程	4
1.2 现代汽车电子控制技术简介	5
1.2.1 现代汽车电子控制技术的内容	5
1.2.2 现代汽车电子控制的关键技术	7

第一篇 动力总成控制部分

第二章 汽油机电控系统	8
2.1 汽油机电控系统概述	8
2.1.1 燃油喷射系统的概念和分类	8
2.1.2 燃油喷射系统的组成	15
2.1.3 燃油喷射控制系统的主要元件及其工作原理	20
2.2 燃油喷射电子控制	42
2.2.1 喷油正时控制	42
2.2.2 发动机喷油量控制	45
2.2.3 发动机断油控制	46
2.3 点火系统电子控制	48
2.3.1 电子控制点火系统的组成	48
2.3.2 电子控制点火系统的主要元件及其工作原理	49
2.3.3 电子控制点火系统的控制内容	53
2.4 发动机辅助控制	60
2.4.1 排放控制	60
2.4.2 怠速控制	65
2.4.3 可变配气相位控制	71
2.4.4 谐波进气与增压控制	76

第三章 柴油机电子控制系统	79
3.1 柴油机电子控制系统概述	79
3.1.1 柴油机电子控制系统的特点	79
3.1.2 柴油机电子控制系统的组成	79
3.2 电子控制直列泵喷射系统	80
3.2.1 电子控制直列泵喷射系统的组成	80
3.2.2 主要电子部件	80
3.3 电子控制分配泵喷射系统	82
3.3.1 电子控制分配泵喷射系统的组成	82
3.3.2 位置控制式电子控制分配泵喷射系统	83
3.3.3 时间控制式电子控制分配泵喷射系统	84
3.4 电子控制泵喷嘴系统	85
3.4.1 电子控制泵喷嘴系统的组成	85
3.4.2 泵喷器的结构与工作原理	86
3.5 电子控制共轨系统	87
3.5.1 电子控制共轨系统的组成	87
3.5.2 电子控制喷油器	88
3.5.3 电子控制共轨系统的工作原理与控制功能	89
3.6 柴油喷射电子控制	91
3.6.1 喷油量控制	91
3.6.2 喷油时间控制	93
3.6.3 喷油压力控制	94
3.6.4 喷油率控制	94
第四章 电控自动变速器	96
4.1 电控自动变速器概述	96
4.1.1 电控自动变速器的特点	96
4.1.2 电控自动变速器的分类	97
4.1.3 电控自动变速器的组成	97
4.1.4 电控自动变速器典型齿轮的变速机构	97
4.2 电控液力自动变速器的控制系统	106
4.2.1 自动变速器控制系统的主要件	106
4.2.2 自动变速器控制系统的分类	108
4.2.3 自动变速器控制系统的基本原理	108
4.2.4 自动变速器电子控制单元的功能	109
4.3 AMT-电控机械式自动变速箱	110
4.3.1 AMT 及其特点	110
4.3.2 AMT 的组成及基本结构	110

4.3.3	AMT 的工作原理	110
4.3.4	AMT 的电子控制单元	110
4.3.5	AMT 的典型执行机构	112
4.4	无级变速器	113
4.4.1	带式无级变速器的变速原理	113
4.4.2	无级变速器传动带的结构	114
4.4.3	无级变速器的组成与结构	115
4.5	双离合自动变速器	121
4.5.1	双离合组成	121
4.5.2	双离合工作原理	121
4.5.3	双离合系统的控制	123
4.5.4	双离合电控液动换挡系统的原理	123

第二篇 汽车底盘控制部分

第五章	汽车防滑与安全性控制系统	133
5.1	汽车防滑与安全性控制系统概述	133
5.2	制动防抱死系统	134
5.2.1	制动防抱死系统的优点	134
5.2.2	制动防抱死系统的分类	134
5.2.3	制动防抱死的基础理论	136
5.2.4	制动防抱死系统主要零部件的结构和工作原理	138
5.2.5	典型液压制动防抱死系统	143
5.2.6	气压 ABS 简介	149
5.3	驱动防滑转控制系统	151
5.3.1	驱动轮滑转分析	151
5.3.2	防滑控制方式	152
5.3.3	液压驱动防滑系统组成	153
5.3.4	工作原理	155
5.3.5	气压制动驱动防滑控制系统 (ASR)	157
5.4	电控汽车稳定行驶系统	158
5.4.1	电控汽车稳定行驶系统电控元件的组成	159
5.4.2	电控汽车稳定行驶系统传感器	160
5.4.3	电控汽车稳定行驶系统的工作原理	160
5.5	电控制动力分配系统	161
5.6	汽车安全气囊与防撞预警系统	163
5.6.1	汽车安全气囊系统	163
5.6.2	汽车防撞预警系统	169

第六章 电控悬架系统	174
6.1 电控悬架系统概述	174
6.2 电控悬架的结构与工作原理	176
6.2.1 减振器阻尼控制系统	176
6.2.2 车身高度控制系统	183
6.2.3 电子调节空气悬架	187
6.2.4 油气弹簧悬架	195
6.2.5 带路况预测传感器的主动悬架系统	196
第七章 电控动力转向系统	199
7.1 电控动力转向系统概述	199
7.2 电动式 EPS	199
7.2.1 转向轴助力式 EPS	199
7.2.2 齿条助力式 EPS	199
7.2.3 齿轮助力式 EPS	200
7.3 四轮转向系统	203
7.3.1 转向角比例控制 4WS 系统	203
7.3.2 车速前馈控制 4WS 系统	206
7.3.3 横摆角速度比例控制 4WS 系统	209

第三篇 智能驾驶与车联网总线部分

第八章 汽车巡航控制与无人驾驶	214
8.1 汽车巡航控制与无人驾驶概述	214
8.2 汽车巡航控制系统	215
8.2.1 巡航控制系统的优点	215
8.2.2 巡航控制系统的组成	215
8.2.3 巡航控制系统的工作原理	215
8.2.4 巡航控制系统的 ECU	216
8.2.5 巡航控制系统的传感器	217
8.2.6 巡航控制系统的执行器	217
8.3 无人驾驶汽车	220
8.3.1 无人驾驶汽车的发展现状	221
8.3.2 无人驾驶汽车的原理	223
8.3.3 无人驾驶汽车的发展方向	226
第九章 车联网及汽车导航定位系统	228
9.1 车联网及汽车导航定位系统概论	228
9.2 汽车全球定位系统	228
9.2.1 汽车全球定位系统的功能	228

9.2.2	汽车全球定位系统的组成与技术	229
9.2.3	事故自动报警系统	233
9.3	车联网与智能交通	235
9.3.1	车联网与智能交通的发展状况	235
9.3.2	车联网通信系统的设计	237
9.3.3	车联网应用系统	242
9.3.4	车联网在智能交通的应用展望	243
第十章	汽车总线系统	246
10.1	汽车总线系统概述	246
10.1.1	总线系统和协议的应用划分	247
10.1.2	车辆总线系统协议和标准	248
10.2	基于 ISO 11898 的控制器局域网 CAN	249
10.2.1	CAN 的发展历程	249
10.2.2	总线拓扑和物理层	250
10.2.3	CAN 数据链路层	252
10.2.4	CAN 总线的错误诊断	254
10.2.5	时间触发 CAN (TTCAN)	254
10.3	FlexRay 总线	256
10.3.1	FlexRay 简介	256
10.3.2	总线拓扑和物理层	256
10.3.3	数据链路层	257
10.3.4	网络启动和时钟同步	260
参考文献		262

第一章 绪 论

1.1 汽车电子技术的发展过程

现代汽车电子技术是一个多学科多领域的综合性技术。现代的汽车已经不仅仅是一个热能转换机构以及相应传动与操纵装置的简单合成，而是充分运用现代高新技术最新成果综合合成的集中控制系统。

汽车技术的进步得益于汽车系统控制技术的飞速发展，特别是随着电子技术的不断进步汽车控制技术也逐渐由机械控制技术发展到电子集中控制技术。其历程大致可分为三个阶段，如图 1-1 所示各个阶段电子技术在汽车上的应用。

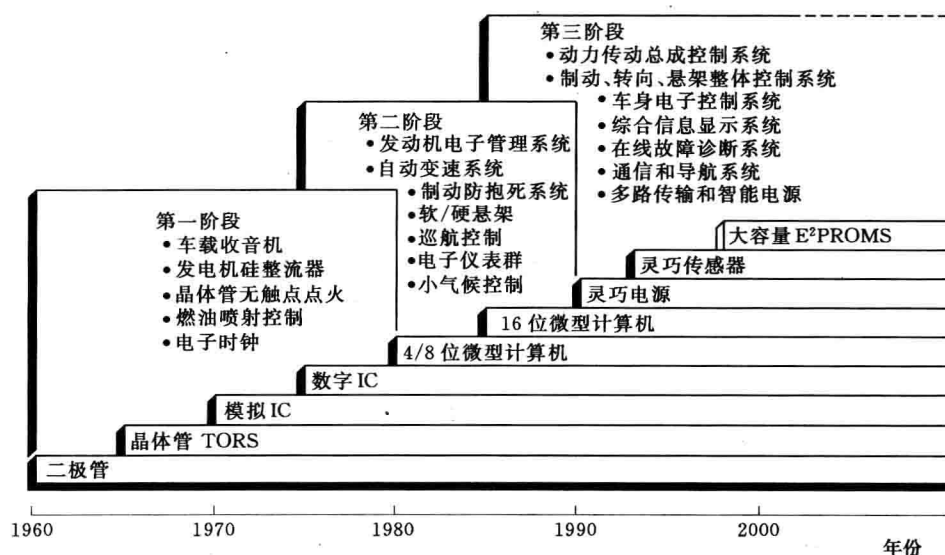


图 1-1 各个阶段电子技术在汽车上的应用

1.1.1 简单电气控制阶段

早期阶段：20 世纪 60 年代中期至 70 年代末期——应用电子装置改善部分机械装置的性能。由于汽车产品处于不断完善和成熟的阶段，可挖掘的潜力很大，因此该阶段汽车产业追求的是产品数量和质量的不断提高，以及汽车性能的逐步完善。此时的汽车控制技术仅仅建立在简单机械控制（例如化油器各个系统随发动机工况的自动调节与运行，车辆转向轮定位系统对车辆转向性能的控制等）和简单电气系统控制（例如发电机输出电压的调节和蓄电池充电电流的调节等）的基础上，控制的目的仅仅是实现不同工作状况和环境条件下发动机的正常、稳定工作和性能的基本发挥。



产业的发展使汽车产品质量和数量日益提高,成本日益降低。千百万辆汽车进入家庭,使之成为一种大众化消费品。现代社会汽车产品大众化后所面临的重大问题是:高速、安全、可靠、舒适和防污染。经过多年的发展,传统机械装置,如曲柄连杆机构、定轴轮传动机构等,其功能已经相当完善,性能成熟,潜力基本挖尽。如果不在原理和结构上产生根本性的重大变化,仅仅在提高机械系统性能上做文章则已经走到尽头。特别是对于某些装置而言,如触点式点火机构、触点式发电机电压调节装置和机械式仪表显示装置等,由于原理和结构的限制,性能已不可能获得根本的改善,在现有基础上挖潜力只能是事倍功半。如果选择大规模地从根本上改变机械系统传统结构,将会造成车辆结构复杂化以及可靠性降低,使得调整与维护困难。旋转活塞发动机发展多年,至今仍未能代替往复活塞发动机,以及机械式汽油喷射系统的探索过程等,都充分证明了这一点。另外,对于某些特殊要求与性能来说,诸如减少车辆有害物质排放,提高安全性能,提高乘坐舒适性和操作方便性,节约燃料以及采用新型燃料等,仅靠机械系统控制是无法实现的。

1.1.2 机电结合控制阶段

中期阶段:20世纪70年代末期至90年代中期——重视“机电一体化”的思想与技术,应用电子装置解决机械无法解决的复杂自动控制问题。为了追求车辆性能大幅度、突破性地提高与完善,必须由提高控制系统的性能来实现。控制系统的作用实质上就是使各个机构与总成(子系统),在任何时候均能与车辆整体以及环境变化相适应,随时处于最佳工况和匹配状况。通过提高控制系统性能来改善汽车的性能可以收到事半功倍的效果。

汽车控制系统的最初发展是从改进汽油机点火系统性能开始的。晶体管的发明,使采用无触点点火装置来增强点火初级电流的稳定性成为可能,极大地提高点火能量并改善燃烧状况,以及可以采用电源系统晶体管调节装置和先进的仪表等。这些局部技术改进可提高控制质量并获得相当的成果。但从总体上来说,该阶段仍然是在机械系统的基础上,采用电子控制技术改进系统运行性能,并没有本质上的变化。可以认为,该阶段控制技术仍然是“为机械系统服务的”。

具有试验性质控制技术的初期标志性发展是:第二次世界大战期间问世的机械式汽油喷射技术,运用于战斗机发动机上,其目的仅仅为了替代化油器并取消浮子室,以改善战斗机空中翻滚、格斗时发动机工作的可靠性。

随着基础科学技术的发展,特别是集成电路与大规模集成电路技术、计算机数字化技术的运用,以及基础控制学理论和方法的发展,汽车电子控制技术取得一系列突破性的进展。如电子汽油喷射控制(EFI)、制动防抱死控制、怠速控制、自动变速器控制以及排气污染物吸附与消除控制等。现在EFI技术的发展已日臻成熟,该技术使汽油机由传统的量调节工作状态变为部分质调节,从根本上改变了燃烧的品质,使发动机动力性、经济性和排放特性大大提高。就燃料供给系统本身而言,基本达到理想的工作状态。

该阶段面临的问题是:如何使汽车各个子系统的工作均衡和协调。在采用晶体管技术改造点火系统的早期,曾发生过:由于点火系统性能的改进,使发动机功率提高而各个机械部分所受到的负荷也随之增大,于是造成原有结构零部件磨损强度增大,子系统的工作匹配出现不协调现象,并最终导致发动机的可靠性、维修性以及使用寿命的下降。另外,子系统实施互相独立的所谓“并行”控制方式,必然造成部分功能的重复,从而引起资源



的浪费和系统的日益复杂化。

随着技术与性能提高的需要，过去认为是高档设备与装置现已成为普通的标准配备，并不断出新。如果仍然延续传统的控制方式，将导致车辆系统的日益复杂化。主要弊病表现为：分系统各自配备独立硬件组成和控制通道，形成对独立目标的“一对一”约束；20世纪70~80年代生产的某些车辆上竟然装有30多个ECU处理器，传感器和执行器数量也不断增加，控制功能的重复与叠加导致系统干涉现象的产生，功能扩展余地狭窄，过程繁杂；软、硬件等系统资源利用效率下降；复杂性增加，可靠性下降，成本增加。

1.1.3 集中系统控制阶段

现代阶段：从20世纪90年代中期至今——汽车电子控制技术逐渐成熟，形成汽车电子控制技术群，并导致“汽车电子学”集机电一体化、多学科综合、特色鲜明的新兴学科的诞生。传统的汽车控制技术是对每个局部系统进行独立控制，使其本身工作性能达到理想状况。但对于整车而言，现代汽车追求的目的并不是简单控制单个因素，或若干因素控制的简单叠加就可以实现的。例如：排放控制就涉及到空气供给、燃料供给、点火系统，并影响车辆的动力性、经济性；传动系统控制则直接涉及到发动机的工作状况，辅助系统工作状况以及环境和车辆操纵目的等。显然，局部或个体最佳并不能获得整体最佳的效果，片面追求某些局部功能（比如排放控制），势必引起其他功能（比如发动机动力性、经济性）的下降。

系统控制工程、人机工程学等基础理论的发展，以及计算机中央处理技术、网络技术与新材料、新能源的发展与运用，为汽车控制技术集成化提供了雄厚的技术基础，现代汽车集中控制技术在此基础上应运而生。

所谓现代汽车集中控制系统，就是采用信息—系统—控制模式，将整体系统的多个控制功能集中由一个功能强大的ECU实行控制，将局部最佳转化为系统最佳，使车辆系统响应随动于外界环境的变化，寻求系统整体的最佳对外反映以及系统资源的最佳利用效率。

车辆集中控制系统在设计阶段，就严格按照人、车、环境整体最佳效应的原则与目标进行整体规划与设计，运用系统—信息—控制模式，按照整体性、动态性和开放性的控制原则，并采用计算机网络信息技术，实现控制的集成化。

传统汽车是一个实现热能转换的机械系统。传统控制技术和装置则是“添加式”的，仅为了提高某些局部性能，比如促进完全燃烧，自动变换传动比，单独控制排放和提高制动性能等，而在此基础上采用控制手段。从系统的观点出发，可以将现代汽车看作是一个典型意义上的智能化、信息化和具备良好的人—机—环境效应的大系统。该系统由信息传感、信息处理、执行和数据传输等分系统组成，形成以中央信息处理为核心的、由网络和总线技术提供信息传输的、资源共享、互为冗余的有机整体。该系统首先监控并搜集车辆所处的环境变化、车辆本身状况和驾驶员的操纵意志等信息，并通过网络数据总线传递至计算机处理系统，按照预编程序进行处理，再由计算机发出控制指令并传递至执行系统实现预期的功能。对于功能与要求相同或相近的控制功能，例如发动机与传动系统，点火与怠速系统，驱动与制动系统以及各种辅助系统与总系统等，实现集中控制，使系统更为简化与集中，可靠性也大大提高。从这种意义上说：现代车辆本身是一个控制系统、传统的曲柄连杆机构、燃料供给系统、点火系统、配气机构、传动机构、制动装置、制动系



统、操纵系统和悬挂系统等，都可看做是为了完成中央计算机发出的指令，而实现预定的终端功能的执行机构。

现代车辆集中控制系统与传统控制系统的最大区别在于：集中控制系统不再是仅仅为了提高机械系统的功能而“添加”、设置的；而是以控制系统为主，通过信息与指令的传感与传输，通过执行机构（传统机械装置）而实现预期功能的智能化、网络化信息系统。

汽车技术的每一个跨越式发展均与社会经济和技术的发展同步实现。评价汽车性能的一个重要参数就是：控制系统消耗的资源在整车成本中所占比例，该数据在 20 世纪末达到 20%~30%，今后还将进一步提高。相信随着高技术的进一步发展与普及，各种科技发展的最新成果也会日益增多地运用于汽车控制系统中。

1.1.4 发动机电控技术发展过程

由于发动机电子控制技术是汽车最复杂最具代表性的技术，很有必要了解发动机的电子控制系统发展过程，发动机发动机的电子控制系统又包括汽油机电子控制系统和柴油机电子控制系统。

1. 汽油机电子控制技术发展过程

为适应降低汽油机燃油消耗和有害物排放量的要求，汽油机燃油供给技术经历了从机械控制汽油喷射到现在的发动机集中管理系统，以及目前正在迅猛发展的缸内直喷技术。

1934 年，德国怀特（Wright）兄弟发明了向发动机进气管内连续喷射汽油来配制混合气的技术。

1952 年，德国 Bosch（博世）公司研制成功了第一台机械控制缸内喷射汽油机。

1953 年，美国本迪克斯公司（Bendix）开始研制由真空管电子控制系统控制的汽油喷射装置，并在 1957 年研制成功。

1958 年，Bosch 公司研制成功了机械控制进气管喷射汽油机。

1967 年，德国博世（Bosch）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）。

1973 年，德国 Bosch 公司在 D 型燃油喷射系统（D-Jetronic）的基础上，改进发展成为 L 型燃油喷射系统（L-Jetronic）。

1973~1974 年，美国通用（General）汽车公司生产的汽车装上了集成电路 IC 点火控制器。

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”。

1977 年，美国通用汽车公司研制成功了数字式点火控制系统。

1979 年，德国 Bosch 公司开发出了 M-Motronic 系统，即发动机集中管理系统。

1979 年，日本日产（Nissan）汽车公司研制成功了集点火时刻控制、空燃比控制、废气再循环控制和怠速转速控制与一体的发动机集中控制系统 ECCS。

1980 年，日本丰田（TOYOTA）公司开发出了具有汽油喷射控制、点火控制、怠速转速和故障自诊断功能的丰田计算机控制系统 TCCS。

1981 年，Bosch 公司开发出了 LH-Jetronic 系统。



1987~1989 年, Bosch 公司开发出电控单点汽油喷射系统。

1994 年, 上海大众推出采用 D-Jetronic 电控汽油喷射系统的桑塔纳 2000 型轿车。

1995 年, 日本三菱 (MITSUBISHI) 汽车公司公布了电控缸内直喷汽油机 (即 GDI 系统)。

2000 年, 我国政府规定: 5 人座以下的化油器式发动机汽车自 2001 年 1 月 1 日起停止生产。

2001 年, Volkswagen/Audi 集团研制出独有的 FSI (Fuel Stratified Injection) 缸内直喷系统。

2. 柴油机电子控制技术发展历史

20 世纪 70 年代典型的产品有德国 Bosch 公司电控 VE 分配泵, 日本 Zexel 公司的电控系统。20 世纪 80 年代基于时间控制方式的新型电控喷油泵和高压喷射系统的开发取得了巨大成功。典型产品有第二代电控 VE 分配泵的 ECD-II; 德国 Bosch 公司可变预行程直列柱塞式电控喷油泵。

1.2 现代汽车电子控制技术简介

目前汽车电子系统由多种传感器、ECU 处理器、执行机构、显示器、数据总线 and 相应软件集合而成。系统采用复杂的多元过程控制, 使车辆系统工作于适时的最佳状况。典型的汽车控制系统, 如图 1-2 所示。

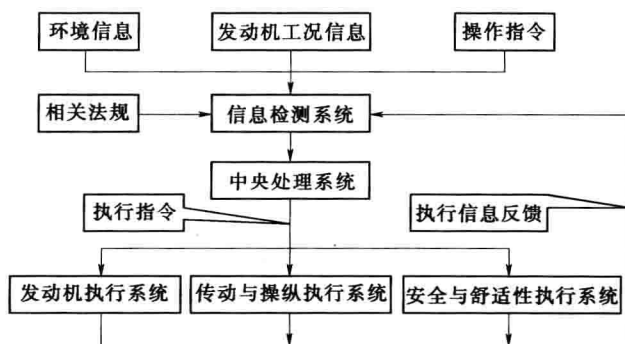


图 1-2 汽车电子集中控制系统的组成。

现代汽车发动机的运动分别受到驾驶员的操纵意图、发动机的适时工况和环境变化等因素的制约。发动机实际工况, 驾驶员操纵指令和环境状况及其变化等因素由多种传感器将有关信息传输至 ECU 为其识别, 强大的中央处理系统通过数据处理得出最佳控制指令, 并将其传输给诸如燃料供给装置、点火装置等执行机构, 使发动机内的燃料得以正常燃烧, 如冷启动或怠速等特殊工况的需求得以满足。

1.2.1 现代汽车电子控制技术的内容

1. 发动机电子控制系统

发动机电子控制系统是通过控制发动机点火、喷油、空气与燃油的比率、排放废气等进



行电子控制,使发动机在最佳工况状态下工作,以达到提高其整车性能、节约能源、降低废气排放的目的。

最佳点火提前角控制:使发动机在不同转速,进气量等因素下实现最佳点火提前角,使发动机能发出最大功率或转矩,而油耗和排放量降到最低程度。

最佳空燃比控制:有效控制可燃混合气空燃比,使发动机在各种工况及有关因素影响下,空燃比达到最佳值。

废气再循环:将一部分排气废气引入到进气侧的新鲜混合气中,以抑制发动机有害气体生成。

怠速控制:根据发动机冷却水温及其他有关参数,使发动机怠速转速处于最佳状态。

2. 底盘的电子控制系统

制动防抱死系统:在各种路面上防止汽车制动导致的车辆抱死。

电控自动变速器: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。

电控动力转向:根据驾驶工况,调整转向角的大小,达到提高转向特性和转向响应性,以及改善高速行驶稳定性的目的。

电控悬架系统:根据不同路面状况和驾驶工况,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,操纵性和乘坐的舒适性。

巡航控制系统:恒速行驶系统。根据行车阻力自动增减节气门开度,使汽车行驶速度保持一致。

3. 汽车安全及总线系统

作为高速交通工具,对安全系统性能的要求主要包括:动态性、敏捷性、快速性、可靠性和有效保护性,具体而言就是对制动、转向、爆胎以及安全防撞系统的自动控制。

随着汽车电子化、信息化的深入,替代传统线束装置的、以网络通信为基础的线控技术(Control By Wire, CBW),和以控制器局域网(Controller Area Network)为标志的车辆线控网络通信技术在车上普遍应用。由于现代车辆网络实际上是一个车载信息传输系统。由于其数据传输速度快、时间特性好(通信事件发生时间是确定的)、高容量、高可靠性和高冗余度等优良特性,使得车辆控制系统集成功能日益强大,结构日益简化,控制速度、精度和可靠性明显提高,并具备足够的功能扩展余地,为车辆性能和功能的不断扩展和完善提供了广阔的发展空间。

现代汽车电子技术将汽车、人与环境融合为一体,随动于环境的变化,始终使三者处于最佳匹配。汽车不仅在高速公路上行驶,而且也奔驰在信息高速公路上:各种全球定位与地理信息系统将车辆的适时位置清楚地显示出来;各种传感装置将环境与系统信息输入车内处理系统;高速处理计算机对瞬间环境状况与车辆状况进行适时对比并给出调节指令;数据链与数据总线将各种信息、指令及时传递;传统的机械装置在高技术信息系统的支撑下随时以最佳状况运行;驾驶员可以通过网络随时掌握所需的信息并依此给出操纵指令。先进的科学技术将人、车和环境集成为一个完美、和谐的整体。



1.2.2 现代汽车电子控制的关键技术

1. 新能源汽车电控技术

(1) 电动汽车技术是指以车载电源为动力，用电机驱动车轮行驶，符合道路交通、安全法规各项要求的电动汽车控制技术。

(2) 醇类燃料汽车技术利用甲醇(CH_3OH)和乙醇($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)等醇类燃料做能源驱动的技术。以甲醇为燃料的汽车称为甲醇汽车，以乙醇为燃料的汽车称为乙醇汽车。

(3) 燃料电池汽车技术是电池的能量通过氢气和氧气的化学作用，而不是经过燃烧，直接变成电能，然后再把电能转换为汽车的动能。甲醇、天然气和汽油也可以替代氢，从这些物质里间接地提取氢。燃料电池的化学反应过程不会产生有害产物，因此燃料电池车辆是无污染汽车。

(4) 混合动力汽车亦称复合动力汽车是指车上装有两个以上动力源：蓄电池、燃料电池、太阳能电池、内燃机车的发电机组。使用其中一种或多种动力源提供部分或者全部动力的车辆。目前混合动力汽车多半采用传统的内燃机和电动机作为动力源，通过混合使用热能和电力两套系统驱动汽车。

2. 发动机电控关键技术

(1) 可变气门结构也叫连续可变气门正时系统，当今高性能发动机普遍配备该系统。该系统通过配备的控制及执行系统，对发动机凸轮的相位或者气门升程进行调节，从而达到优化发动机配气过程的目的。

(2) 发动机稀燃技术是指通过把燃油直接喷射到汽缸中，从而避免微小的油颗粒吸附在管道壁上，使汽油与空气之比可达1:25以上的发动机。

(3) 汽油机的气波充气和可变进气管道系统：汽油机的气波充气是指由于各缸进气过程具有间歇性和周期性，导致进气管内产生一定幅度的气流压力波动，这个压力波会沿着进气管以音速传播，并在管内往复反射，而进气管的形状有利于这一压力波的反射并产生一定的共振，利用共振后的压力波从而提高了进气量，利用这一原理在系统中设置一个或一组阀片，该阀片可将动力腔隔成两个部分，当阀片开启或关闭时，可使动力腔的两个部分相通或隔开，从而改变了动力腔的形状或者改变了进气管的长度，使进气管有两种不同的空气动力效应。

(4) 增压和可变压缩比是指随着负荷的变化连续调节压缩比，以便能够从低负荷到高负荷的整个工况范围内提高热效率，从而达到提高增压发动机的燃油经济性的目的。

3. 汽车安全与智能驾驶技术

(1) 主动防撞技术是指车辆在发生碰撞之前便做出动作，通过降低车速、减少发动机喷油量、紧急制动或者不喷油使发动机熄火来降低相对速度，减少能量以避免或减小汽车碰撞程度的技术。

(2) 智能安全气囊技术就是在普通型的安全气囊上增加传感器，以探测出座椅上的乘员是儿童还是成年人，他们所处的位置是怎样的高度，通过采集这些数据，由电子计算机软件分析和处理控制安全气囊的膨胀，使其发挥最佳作用，避免安全气囊出现无必要的膨胀，从而极大地提高其安全作用的技术。

(3) 无人驾驶技术是指利用自动控制、体系结构、人工智能、视觉计算等理论实现无人驾驶的技术。