



应用技术型高等教育“十三五”规划教材 >>>>

汽车类专业改革创新系列

汽车电控技术 | (第二版)



王林超 徐刚 ◆ 主 编
王 霞 冯增雷 ◆ 副主编



QICHE DIANKONG
JI SHU



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

应用技术型高等教育“十三五”规划教材
(汽车类专业改革创新系列)

汽车电控技术

(第二版)

主 编 王林超 徐 刚

副主编 王 霞 冯增雷

内 容 提 要

本书从汽车使用和维修的观点出发,介绍目前汽车上采用的电子控制技术,包括电子控制汽油喷射系统、电子控制点火系统、电子控制柴油喷射系统、可变配气相位机构、发动机进气增压控制系统、电控磁粉式电磁离合器、电控自动变速器、电控四轮驱动、电子控制空气悬架系统(ASC)、电子控制动力转向系统(EPS)、汽车防滑控制系统、汽车自适应巡航控制系统、安全带与安全气囊系统、车载网络通信系统、混合动力汽车等的基本概念、组成与工作原理及汽车电控系统故障自诊断技术。

本书可作为高等院校汽车类(汽车服务工程、交通运输等)专业教材,也可供汽车制造、汽车维修等行业工程技术人员参考。

本书配有免费电子教案,读者可以从中国水利水电出版社网站以及万水书苑下载,网址为: <http://www.waterpub.com.cn/softdown/>或 <http://www.wsbookshow.com>。

图书在版编目(CIP)数据

汽车电控技术 / 王林超, 徐刚主编. -- 2版. -- 北京: 中国水利水电出版社, 2016. 10

应用技术型高等教育“十三五”规划教材. 汽车类专业改革创新系列

ISBN 978-7-5170-4779-7

I. ①汽… II. ①王… ②徐… III. ①汽车—电子系
统一控制系统—高等学校—教材 IV. ①U463.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第241871号

策划编辑: 宋俊娥 责任编辑: 李 炎 加工编辑: 高双春 封面设计: 梁 燕

书 名	应用技术型高等教育“十三五”规划教材(汽车类专业改革创新系列) 汽车电控技术(第二版) QICHE DIANKONG JISHU
作 者	主 编 王林超 徐 刚 副主编 王 霞 冯增雷
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: mchannel@263.net (万水) sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658(营销中心)、82562819(万水)
经 售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	三河市铭浩彩色印装有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 22.5印张 556千字
版 次	2010年6月第1版 2010年6月第1次印刷 2016年10月第2版 2016年10月第1次印刷
印 数	0001—3000册
定 价	45.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

第二版前言

随着电子技术的发展,各种基于提高和改善汽车动力性、经济性、节能环保、安全性、舒适性等的电子控制技术在汽车上得到广泛应用。汽车上的新技术不断涌现,现有的汽车专业教材显得陈旧,急需改革、更新。

在多年的教学实践中,我们已经从不同角度对汽车运用专业的教学体制进行改革。在本教材编写过程中,编者参阅了大量文献、资料和专著,结合多年教学、生产和科研经验及教训,力求全面、整体、系统地介绍有关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,力求符合当今相关科技发展趋势。

本教材的编写注重了以下环节:

时效性——尽可能多地反映目前汽车的各种电子控制技术,在第一版的基础上对内容进行删减,如删掉了“怠速控制系统”“有分电器的点火系统”等;增加了“发动机智能启停系统”“宽带氧传感器”“智能电子气门”“机械增压器”“直接换挡变速器”“自适应巡航控制系统”“车载网络通信系统”等。

通俗易懂——全书按汽车控制系统的控制原理、构造、工作原理和诊断维修组织编写,深入浅出并配有大量图表,便于阅读和自学。

应用性——图例以典型系统分析为主,理论联系实际,有较强的实用性。

本书内容新颖、图文并茂、通俗易懂,可作为高等工科大学、高等职业学校、中等职业学校等汽车专业的教材,也可供汽车行业工程技术人员和维修人员阅读。

本书由王林超、徐刚任主编,王霞、冯增雷任副主编,编写组成员(分工)有:山东交通学院王林超(绪论、第1章、第2章、第7章、第11章),山东凯文科技职业学院冯增雷(第3章、第5章、第6章),山东交通学院徐刚(第4章、第9章、第12章),山东润通汽车销售公司马志庆(第8章、第10章)、济南华飞汽车服务有限公司许建(第13章、第14章),山东凯文科技职业学院王霞(第15章、第16章)。另外陈继玲、王晓哲、王万毅等也参与了部分编写工作。

本书在编写的过程中,得到了许多相关企业单位、专家和工程技术人员的大力支持与帮助,援引了有关技术资料,在此表示由衷的感谢。

由于水平有限,书中难免有疏漏之处,诚恳期望得到同行专家和广大读者的批评指正。

编者

2016年7月

II

第一版前言

近年来,我国汽车工业获得了突飞猛进的发展,尤其是以电子控制为先导,汽车上的新技术不断涌现。现有的汽车专业教材显得陈旧,急需改革、更新。

在多年的教学实践中,我们已经从不同角度对汽车运用技术专业的教学体制进行改革。在本教材编写过程中,编者参阅了大量文献、资料和专著,结合多年教学、生产和科研经验及教训,力求全面、整体、系统地介绍有关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,力求符合当今相关科技发展趋势。

本教材的编写注重了以下环节:

时效性 尽可能多地反映目前汽车的各种电子控制技术。

通俗易懂 全书按汽车控制系统的控制原理、构造、工作原理和诊断维修组织编写,深入浅出并配有大量图表,以便于阅读和自学。

应用性 图例以典型系统分析为主,理论联系实际,有较强的实用性。

本书内容新颖、图文并茂、通俗易懂,可作为高等工科学校、高等职业学校、中等职业学校等汽车专业的教材,也可供汽车行业工程技术人员和维修人员阅读。

本书由王林超任主编,张竹林任副主编,编写组成员(分工)是:王林超(绪论、第1章、第2章、第3章、第7章、第11章);潍坊职业学院王锐(第4章、第5章、第6章);山东交通学院张竹林(第8章、第9章、第10章、第12章);山东凯文科技职业学院王霞(第13章、第14章);山东交通学院刘春光(第15章、第16章)。陈继玲、许建、王厚乾、于磷、宋鲁伟、李竹芳、皮绍辉、王晓哲等同志也参与了本书的编审工作。

本书在编写的过程中,得到了许多相关企业单位、专家和工程技术人员的大力支持与帮助,援引了有关技术资料,在此表示由衷的感谢。

由于水平有限,书中难免有疏漏之处,诚恳期望得到同行专家和广大读者批评指正。

编 者

2010年3月

III

目 录

第二版前言

第一版前言

绪论 1

第1章 电子控制汽油喷射系统 5

1.1 概述 5

1.1.1 电控汽油喷射系统的分类 6

1.1.2 电控汽油喷射系统的组成 7

1.2 电控汽油喷射的空气供给系统 8

1.2.1 空气计量装置 9

1.2.2 节气门体 13

1.3 电控汽油喷射的燃油供给系统 15

1.3.1 汽油箱 16

1.3.2 电动汽油泵 16

1.3.3 汽油滤清器 17

1.3.4 脉动衰减器 18

1.3.5 油压调节器 18

1.3.6 喷油器 19

1.4 电控汽油喷射的控制系统 21

1.4.1 检测发动机运行状况的传感器 21

1.4.2 开关信号 32

1.4.3 电子控制单元 32

1.5 汽油机缸内直喷系统 40

1.5.1 缸内直喷主要结构 40

1.5.2 缸内直喷汽油机燃烧模式 41

1.6 Start-stop 发动机智能启停系统 43

本章小结 45

思考与练习题 46

第2章 电子控制点火系统 48

2.1 概述 48

2.1.1 电子控制点火系统的组成 49

2.1.2 电子控制点火系统的工作原理 51

2.2 电子控制点火系统 52

2.2.1 同时点火方式 52

2.2.2 独立点火方式 54

2.3 点火提前角与闭合角的控制 55

2.3.1 点火提前角的控制 55

2.3.2 闭合角控制 57

2.4 爆振控制与爆振传感器 58

2.4.1 爆振控制 58

2.4.2 爆振传感器 59

本章小结 61

思考与练习题 62

第3章 电子控制柴油喷射系统 63

3.1 概述 63

3.1.1 柴油机电子控制技术的特点 63

3.1.2 电子控制柴油喷射系统的组成 64

3.1.3 电子控制柴油喷射系统的分类 64

3.1.4 电子控制柴油喷射系统的功能 65

3.2 电子控制分配泵喷射系统 66

3.2.1 位置控制式电控分配泵系统 66

3.2.2 时间控制式电控分配泵系统 67

3.3 电子控制高压共轨喷射系统 68

3.3.1 供油系统组成与功能 69

3.3.2 电子控制系统 76

3.4 电子控制泵喷嘴喷射系统 82

3.4.1 泵喷嘴原理 83

3.4.2 宝来轿车电控泵喷嘴系统 83

本章小结 87

思考与练习题 88

第4章 可变配气相位机构 89

4.1 概述	89	7.2.2 液力变矩器的组成	126
4.2 可变气门升程与相位电子控制机构	91	7.2.3 液力变矩器的工作原理	127
4.2.1 本田车系可变气门升程和可变配气 相位机构 (VTEC)	91	7.2.4 液力变矩器的特性	130
4.2.2 奥迪车系可变气门升程和可变配气 相位机构	92	7.2.5 单向离合器	131
4.2.3 宝马可变气门升程机构	95	7.2.6 锁止离合器	133
4.2.4 英菲尼迪 VVEL	96	7.3 自动变速器的齿轮变速机构	134
4.3 可变气门正时机构 VVT	97	7.3.1 自动变速器的选挡手柄	134
4.3.1 大众车系可变气门正时机构 VVT 原理	97	7.3.2 行星齿轮传动基本原理	135
4.3.2 丰田车系智能可变气门正时 系统 VVT-i	99	7.3.3 离合器与制动器	137
4.4 电子控制的气门机构 (E-Valve)	104	7.3.4 典型齿轮变速机构	139
本章小结	105	7.4 自动变速器的控制系统	147
思考与练习题	106	7.4.1 控制系统的主要件	147
第 5 章 发动机进气增压控制系统	107	7.4.2 控制系统的分类	151
5.1 谐波式增压控制系统	107	7.4.3 控制系统基本原理	151
5.1.1 谐波增压装置的分类	108	7.4.4 自动变速器电子控制单元 的功能	152
5.1.2 可变进气管长度式谐波增压装置	109	7.5 手动/自动一体化自动变速器	152
5.1.3 可变进气管容积式谐波增压装置	109	7.5.1 手动/自动 M 模式控制的优点	152
5.2 废气涡轮增压控制系统	110	7.5.2 手动控制原理与使用方法	153
5.2.1 废气涡轮增压控制系统	111	7.6 无级变速器	154
5.2.2 进气管内真空度 ΔP_x 的变化规律	113	7.6.1 带式无级变速器基本结构与 工作原理	154
5.2.3 废气涡轮增压器的汽油机 正确使用	113	7.6.2 传动带	155
5.3 机械增压	114	7.6.3 无级变速器	156
5.3.1 机械增压原理	114	7.7 直接换挡变速器	162
5.3.2 机械增压系统	114	7.7.1 DSG 组成	162
5.3.3 双增压系统	117	7.7.2 工作原理	162
本章小结	118	7.7.3 DSG 电控液动换挡系统的原理	164
思考与练习题	119	7.7.4 干式双离合器	168
第 6 章 电控磁粉式电磁离合器	120	本章小结	169
本章小结	122	思考与练习题	170
思考与练习题	123	第 8 章 电控四轮驱动	172
第 7 章 电控自动变速器	124	8.1 非常接合式四轮驱动系统	173
7.1 概述	124	8.2 常接合式四轮驱动系统	174
7.1.1 自动变速器的特点	125	8.3 典型的四轮驱动系统	176
7.1.2 自动变速器的分类	125	8.3.1 组成	176
7.1.3 自动变速器的组成	126	8.3.2 工作原理	178
7.2 液力变矩器	126	本章小结	178
7.2.1 液力变矩器的作用	126	思考与练习题	178
		第 9 章 电子控制空气悬架系统 (ASC)	179
		9.1 概述	179
		9.1.1 减振力和弹簧刚度的控制	180

9.1.2 汽车高度控制	180	10.3.2 电控电动转向助力系统 EPS 的组成	199
9.2 电控空气悬架的组成	180	10.3.3 电控电动转向助力系统 EPS 的 工作原理	200
9.3 空气悬架刚度及阻尼力调节	183	10.3.4 三种转矩传感器的工作原理	201
9.3.1 空气悬架刚度的调节	183	10.3.5 EPS 系统的电路原理图	202
9.3.2 悬架阻尼的调节	184	10.4 汽车的电控四轮转向系统 (4WS)	203
9.3.3 车身高度的调节	186	10.4.1 机械传动电子控制方式四轮 转向系统	204
9.4 空气悬架系统主要组成部件结构和 工作原理	186	10.4.2 液压传动电子控制方式四轮 转向系统	205
9.4.1 悬架控制开关	186	本章小结	207
9.4.2 高度控制 ON/OFF 开关	186	思考与练习题	207
9.4.3 转向角度传感器	187	第 11 章 汽车防滑控制系统	208
9.4.4 高度控制传感器	187	11.1 概述	208
9.4.5 高度控制用空气压缩机	187	11.2 制动防抱死系统	209
9.4.6 高度控制干燥器和排气阀	188	11.2.1 制动防抱死系统的优点	209
9.4.7 第 1 和第 2 高度控制阀	188	11.2.2 制动防抱死系统的分类	210
9.4.8 悬架控制执行器	188	11.2.3 制动防抱死的基础理论	210
9.4.9 可充气气缸	188	11.2.4 制动防抱死系统主要零部件的 结构和工作原理	213
9.4.10 悬架 ECU	189	11.2.5 典型液压制动防抱死系统	218
9.4.11 失效保护	189	11.2.6 气压 ABS 简介	225
9.4.12 高度控制连接器	189	11.3 电控制动力分配系统 (EBD)	227
9.5 电控空气悬架的功能检查	190	11.4 驱动防滑控制系统 (ASR)	228
9.5.1 汽车高度调节功能的检查	190	11.4.1 驱动轮滑转分析	229
9.5.2 溢流阀的检查	190	11.4.2 防滑控制方式	230
9.5.3 漏气检查	190	11.4.3 液压驱动防滑系统组成	230
本章小结	191	11.4.4 工作原理	233
思考与练习题	191	11.4.5 气压制动驱动防滑控制系统	235
第 10 章 电子控制动力转向系统 (EPS)	192	11.5 电控汽车稳定行驶系统 (ESP)	237
10.1 概述	192	11.5.1 电控汽车稳定行驶系统电控元件 的组成	237
10.1.1 电控动力转向系统的优点	192	11.5.2 电控汽车稳定行驶系统传感器	238
10.1.2 电控动力转向系统的具体功能 和要求	193	11.5.3 电控汽车稳定行驶系统的 工作原理	238
10.1.3 电控动力转向系统的分类	193	11.6 制动辅助系统	240
10.2 电动油泵电控液压动力转向系统	194	本章小结	241
10.2.1 大众 POLO 车电动油泵液压助力 转向系统的组成	194	思考与练习题	242
10.2.2 大众 POLO 车电动油泵电控液压 动力转向系统的特点	196	第 12 章 汽车自适应巡航控制系统	243
10.2.3 大众 POLO 车电动油泵电控液压 动力转向系统的故障与检修	197	12.1 汽车巡航控制系统	243
10.3 电控电动转向助力系统	198	12.1.1 巡航控制系统的优点	243
10.3.1 电控电动转向助力系统 EPS 的优点	198		

12.1.2 巡航控制系统的组成	244	14.4.3 汽车 MOST 技术	304
12.1.3 巡航控制系统的工作原理	244	14.4.4 诊断总线	307
12.1.4 CCS ECU	245	14.5 车载局域网故障诊断与排除	309
12.1.5 巡航控制系统的传感器	246	14.5.1 车载局域网故障的状态	309
12.1.6 巡航控制系统的执行器	246	14.5.2 车载局域网故障的原因	310
12.2 汽车自适应巡航控制系统	249	14.5.3 车载局域网故障诊断与排除	310
本章小结	252	本章小结	315
思考与练习题	253	思考与练习题	316
第 13 章 安全带与安全气囊系统	254	第 15 章 混合动力汽车	317
13.1 安全带	255	15.1 概述	317
13.1.1 安全带及其作用	255	15.1.1 混合动力汽车 (HEV) 的优点	318
13.1.2 安全带的种类	255	15.1.2 混合动力汽车的主要组成	319
13.1.3 安全带的结构	256	15.1.3 混合动力汽车的分类	320
13.1.4 预紧式安全带	256	15.2 丰田普锐斯混合动力汽车	322
13.1.5 预警式安全带	260	15.2.1 丰田普锐斯混合动力汽车的组成	323
13.1.6 气囊式安全带	261	15.2.2 混联式混合动力汽车的五种 工作模式	327
13.2 安全气囊系统	261	15.2.3 变速驱动挡位转换开关说明	329
13.2.1 安全气囊的作用与类型	261	本章小结	330
13.2.2 安全气囊的组成与工作原理	262	思考与练习题	331
13.2.3 主要部件	264	第 16 章 汽车电控系统故障自诊断技术	332
13.2.4 安全气囊系统的检修	273	16.1 故障自诊断系统的组成与功能	332
本章小结	274	16.1.1 故障自诊断系统的组成	332
思考与练习题	275	16.1.2 故障自诊断系统的功能	333
第 14 章 车载网络通信系统	276	16.2 汽车电控系统故障自诊断原理	336
14.1 概述	276	16.2.1 监测点位于被监测部位正极的 自诊断原理	336
14.1.1 汽车数据传输总线简介	276	16.2.2 监测点位于被监测部位负极的 自诊断原理	338
14.1.2 技术术语	278	16.3 汽车电控系统故障自诊断测试	339
14.1.3 车载网络结构	280	16.3.1 故障自诊断测试方式	339
14.2 车载网络基本原理	282	16.3.2 故障自诊断测试内容	339
14.2.1 信息交换	282	16.3.3 故障自诊断测试工具	341
14.2.2 功能元件	284	16.3.4 故障自诊断测试方法	343
14.2.3 数据传递过程	286	16.3.5 汽车电控系统故障诊断与排除	347
14.3 网关	289	本章小结	350
14.3.1 网关的概念	289	思考与练习题	351
14.3.2 网关的实质	290	参考文献	352
14.3.3 网关“处理”内容	291		
14.4 典型车载网络原理	291		
14.4.1 CAN 数据总线	291		
14.4.2 局部连接网络 LIN	300		

绪 论

随着现代电子技术的飞速发展,微机技术在汽车上的应用越来越广泛,使得汽车的内涵和功能不断拓展和延伸,汽车机电一体化——汽车电子化正逐渐成为现代汽车的基本特征。汽车电子化的程度被看作是衡量现代汽车水平的重要标志,是用来开发新车型、改进汽车性能最重要的技术措施。国外专家预测未来 3~5 年内汽车上装用的电子装置成本将占整车成本的 30%以上。

一、现代汽车电子技术应用状况

1. 在发动机上的应用

(1) 电子控制喷油装置 (EFI)

在现代汽车上,汽油发动机普遍采用电控汽油喷射系统,其突出优点在于空燃比的控制更为精确,可实现最佳空燃比;且电喷技术提高了汽油的雾化、蒸发性能,汽车加速性能更好,发动机功率和转矩得以显著提高。

电喷系统采用闭环控制方式,通过排气管中设置的氧传感器,测量实际空燃比来进行反馈控制。该系统主要是根据各传感器测得的空气流量、排气管中含氧量、进气温度、发动机转速及工作温度等参数,按预先编好的运算程序进行运算,然后和内存中的最佳工况的参数进行比较和判断再调整供油量。这样就能使发动机一直处于最优工作条件下运行,从而使发动机的综合性能得到提高。

汽油机缸内直喷系统因为燃油是分层燃烧,又称 FSI 系统。采用直立式进气管,能有效提高缸内充气系数,采用 5MPa 的高压在压缩行程后期将燃油直接喷入汽缸内,降低爆振极限,可使压缩比提高到 12:1~13:1,改善发动机性能,使其燃油经济性提高 25%左右,动力输出比缸外喷射的汽油机增加了将近 10%。

(2) 电控点火系统 (ESA)

在发动机的点火系统中,同样采用了开环和闭环相结合的控制形式。起动阶段的点火时刻由 ECU 中的专门信号进行开环控制;正常运行期间,则通过增设爆振传感器进行爆振反馈控制,根据爆振传感器的反馈信号调整点火时刻,使发动机在临界爆振状态点火。

在微机控制点火系统中,广泛采用无分电器点火系统 (DLI),它取消了普通微机控制点火系统中的分电器,改由 ECU 内部控制各缸配电。这样点火线圈产生的高压电,不需经过分电器分配,直接就送到火花塞发生点火。无分电器点火系统可消除分火头与分电器盖边电极的

火花放电现象，减少电磁干扰。

（3）怠速控制系统（ISC）

怠速性能的好坏是评价发动机性能优越与否的重要指标，怠速性能差将导致油耗增加，污染严重，因此需进行必要的控制。怠速控制系统的基本原理是：ECU 根据冷却水温、空调负荷、空挡信号等计算目标转速，并与实际转速相比较，同时检测怠速开关信号及车速信号，判断是否处于怠速状态，确认后则按目标转速与实际转速之间的差值来驱动执行器，调整、控制进气量。

目前，除了怠速转速的稳定性控制之外，怠速控制还可以实现起动控制、暖机控制以及负荷变化控制等功能，这样多种功能的集中，不仅简化了机构，而且也提高了怠速控制的精确性。

（4）电控柴油喷射系统

与汽油机电控汽油喷射系统相似，很多柴油机采用电控柴油喷射系统。柴油机燃油喷射压力高达 60~150MPa，甚至 200MPa。可以精确实现喷油量控制、喷油时间控制和怠速转速控制，提高柴油机的动力性、经济性和净化性。

除此之外，在发动机部分利用电子技术的内容还有废气再循环（EGR）、发动机进气增压、可变配气相位、智能型电子节气门、发电机输出、冷却风扇、二次空气喷射、汽油蒸发回收装置及系统自我诊断功能等。

2. 电子技术在底盘上的应用

（1）电控自动变速器（ECT）

ECT 可以根据发动机的负荷、转速、车速、制动器工作状态及驾驶员所控制的各种参数，经过计算机的计算、判断后自动地通过电控液动实现变速器换挡的最佳控制，即可得到最佳挡位和最佳换挡时间。它们的优点是加速性能好、灵敏度高、能准确地反映行驶负荷和道路条件等。

电控无级变速器、直接换挡变速器等应用越来越多。

（2）电子转向助力系统

电子转向助力系统是用一部直流电机代替传统的液压助力缸、用蓄电池和电动机提供动力的系统。这种微机控制的转向系统和传统的液压系统比起来具有部件少、体积小、重量轻的特点，以及最优化的转向作用力、转向回正特性，它大大提高了汽车的转向能力和转向响应特性，增加了汽车低速时的机动性以及调整行驶时的稳定性，可逐渐实现自动泊车和自动驾驶。

（3）汽车防滑控制系统

汽车防滑控制系统主要包括防抱死制动系统（ABS）、电子制动力分配系统（EBD）、驱动防滑系统（ASR）和电控行驶稳定系统（ESP）等。

防抱死制动系统（ABS）是一种开发时间最长、推广应用最为迅速的重要的安全性部件。它通过控制防止汽车制动时车轮的抱死来保证车轮与地面达到最佳滑动率（15%~20%），从而使汽车在各种路面上制动时，车轮与地面都能达到纵向的峰值附着系数和较大的侧向附着系数，以保证车辆制动时不发生抱死拖滑、失去转向能力等不安全的工况，提高汽车的操纵稳定性和安全性，减少制动距离。

电子制动力分配系统（EBD）的功能就是在汽车制动的瞬间，由传感器检测前后轮的转动状态，并由电子控制单元计算出各轮胎与路面间的附着力大小，然后分别调节各个车轮制动器的制动转矩，使之达到与路面附着力的理想匹配，以进一步缩短制动距离，同时保证车辆制



动时的稳定性。EBD 与 ABS 结合,可大大提高 ABS 的功效。

驱动防滑系统(ASR)也叫做牵引力控制系统(TCS 或 TRC),是 ABS 的完善和补充,它可以防止起步和加速时的驱动轮打滑,既有助于提高汽车加速时的牵引性能,又能改善其操作稳定性。

电控行驶稳定系统(ESP)整合了 ABS 和 ASR 的功能,起到了一种综合控制系统的作用。当车辆转弯受侧向力时,ESP 能降低车辆打滑的危险,使汽车安全稳定行驶。

(4) 适时调节的自适应悬挂系统

自适应悬挂系统能根据悬挂装置的瞬时负荷,自动地适时调节悬架弹簧的刚度和减振器的阻尼特性,以适应当时的负荷,保持悬挂的既定高度,这样就能够极大地改进车辆行驶的稳定性、操作性和乘坐的舒适性。

(5) 自适应巡航控制系统

汽车自适应巡航控制系统(ACC)属于主动安全技术,是一种智能化的自动控制系统,在传统的巡航控制技术基础上发展起来的,因此既具有定速巡航的能力,又具有应用车载传感器信息自动调整车辆行驶速度,保持本车与前行驶车辆安全间距的功能。

二、汽车电子技术应用的发展趋势

当前,汽车电子技术进入了优化人—汽车—环境的整体关系的阶段。它向着超微型磁体、超高效电机以及集成电路的微型化方向发展,并为汽车上的集中控制提供了基础(例如制动、转向和悬架的集中控制以及发动机和变速器的集中控制)。汽车电子技术成就汽车工业的未来,未来汽车电子技术应在以下几方面进行突破。

1. 微处理机技术

由于汽车电子设备的不断增多,致使汽车电控系统中的微处理器、传感器和执行器的数量也随之大幅度增加。自 20 世纪 90 年代中期以来,汽车电子综合集成控制技术得到了迅速发展。它以大规模集成电路和控制器局域网(CAN, Controller Area Network)为特征,主要产品包括灵巧电源、智能传感器、16 位和 32 位微处理器等。汽车电子综合集成控制技术的设计思想是应用计算机网络和通信技术,一方面将原来有限的综合性电子控制系统扩大为汽车整体综合集成控制系统;另一方面与汽车外部道路、交通、通信等联接起来,使汽车的功能更为强大,向高度自动化、智能化方向发展,并成为智能化交通系统(ITS)的一个主要组成部分。

2. 传感器技术

由于汽车电子控制系统的多样化,使其所需要的传感器种类不断增加。为此,研制新型、高精度、高可靠性和低成本的传感器是十分必要的。未来的智能化集成传感器,不仅要能提供用于模拟和处理的信号,而且还能对信号进行放大和处理。同时,它还能自动进行时漂、温漂和非线性的自校正,具有较强的抵抗外部电磁干扰的能力,保证传感器信号的质量不受影响,即使在特别严酷的使用条件下仍能保持较高的精度。它还具有结构紧凑、安装方便的优点,从而免受机械特性的影响。现代汽车传感器总的发展趋势是多功能化、集成化、智能化、微型化。

3. 软件新技术应用

随着汽车电子技术应用的增加,对有关控制软件的需求也将会增加,要求使用多种软件,并开发出来通用的高水平语言,以满足多种硬件的要求。轿车上多通道传输网络将大大地依赖于软件,软件总数的增加及其功能的提高,将使计算机能完成越来越复杂的任务。

4. 智能汽车及智能交通系统（ITS）的研究及应用

汽车智能化相关的技术问题已受到汽车制造商们的高度重视。其主要技术中“自动驾驶仪”的构想必将依赖于电子技术实现。智能交通系统（ITS）是现代交通发展的目标，它的开发将与电子、卫星定位等多个交叉学科相结合，它能根据驾驶员提供的目标资料，向驾驶员提供距离最短而且能绕开车辆密度相对集中处的最佳行驶路线。它装有电子地图，可以显示出前方道路，并采用卫星导航，从全球定位卫星获取沿途天气、车流量、交通事故、交通堵塞等各种情况，自动筛选出最佳行车路线。未来的某天，路上行驶的都会是由计算机控制的智能汽车，自动驾驶的愿望也将实现。

5. 数据传输载体方面的新电子技术应用

汽车电子技术未来将实现整车控制系统。这一系统要求有一个庞大而复杂的信息交换与控制系统，车用计算机的容量要求更大，计算机速度则要求更高。由于汽车用计算机控制系统的数量日益增多，采用高速数据传输网络日益显得必要。光导纤维可为此传输网络提供传输介质，以解决电子控制系统防电磁干扰的问题。

6. 汽车车载电子网络

随着电控器件在汽车上越来越多的应用，车载电子设备间的数据通信变得越来越重要。以分布式控制系统为基础构造汽车车载电子网络系统是很有必要的。大量数据的快速交换，高可靠性及价廉是对汽车电子网络系统提出的要求。在该系统中，各从处理机独立运行，控制改善汽车某一方面的性能，同时在其他处理机需要时提供数据服务。主处理机收集整理各从处理机的数据，并生成车况显示。通信控制器保证数据的正常流动。

此外，电子技术中的集成化制造技术等（如纳米技术）在未来几年内也将会有大的突破。纵观近十年来汽车技术的重大成就，大都是在应用电子技术上进行的突破，电子技术已成为汽车工业发展的重要动力源泉。

电子控制汽油喷射系统



本章导读

本章介绍了电子控制汽油喷射系统的分类、组成（空气供给系统、燃油供给系统、电子控制系统）、结构、工作原理。按控制方式不同可分为流量型喷射系统和压力型喷射系统；按喷射位置分为进气管喷射系统也称为多点喷射系统（MPI）、汽油机缸内直喷系统。空气供给系统包括空气滤清器、空气流量计（进气压力传感器）、节气门体、怠速控制阀、进气支管等；燃油供给系统主要包括汽油箱、电动汽油泵、汽油滤清器、压力调节器、分配管、喷油器、油管等。电子控制系统包括传感器、执行器、ECU 等。分析了目前在轿车发动机上开始采用的智能型电子节气门、汽油机缸内直喷系统。



本章要点

- 电控汽油喷射系统的分类与组成
- 电控汽油喷射发动机空气供给系统的组成、结构、工作原理
- 电控汽油喷射发动机燃油供给系统的组成、结构、工作原理
- 电控汽油喷射发动机电子控制系统的组成、结构、工作原理
- 智能型电子节气门的结构、工作原理
- 汽油机缸内直喷系统的结构、工作原理

1.1 概述

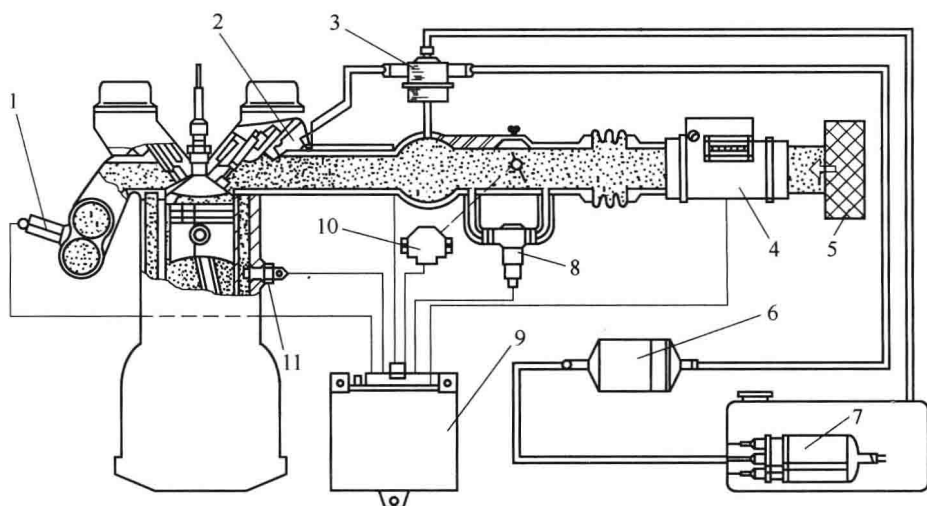
电子控制汽油喷射系统简称电控汽油喷射系统或 EFI（Electronic Fuel Injection），利用安装在发动机不同部位上的各种传感器所测得的信号，按电子控制单元（电控单元 ECU）中设

定的控制程序，通过对汽油喷射时间的控制，调节喷入进气管或气缸中的喷油量，从而改变混合气浓度，使发动机在各种工况下都能获得与所处工况相匹配的最佳混合气，发动机功率得到提高，燃油消耗降低，废气排放量减少，使汽车冷车起动更容易，暖机更迅速，应用广泛。

1.1.1 电控汽油喷射系统的分类

1. 按控制方式分

(1) 流量型喷射系统(L-Jetronic)是指在空气滤清器与节气门体之间装有计量空气量的空气流量计，通过它将空气量的物理量转变成电信号输送到电子控制单元，电子控制单元依此信号控制喷油量。L型汽油喷射系统的空气流量计有热线式、热膜式、卡门涡流式，如图1-1所示。



1—氧传感器；2—喷油器；3—油压调节器；4—热线式空气流量计；5—空气滤清器；
6—汽油滤清器；7—电动汽油泵；8—怠速空气调节器；9—电子控制单元；
10—节气门位置传感器；11—冷却液温度传感器

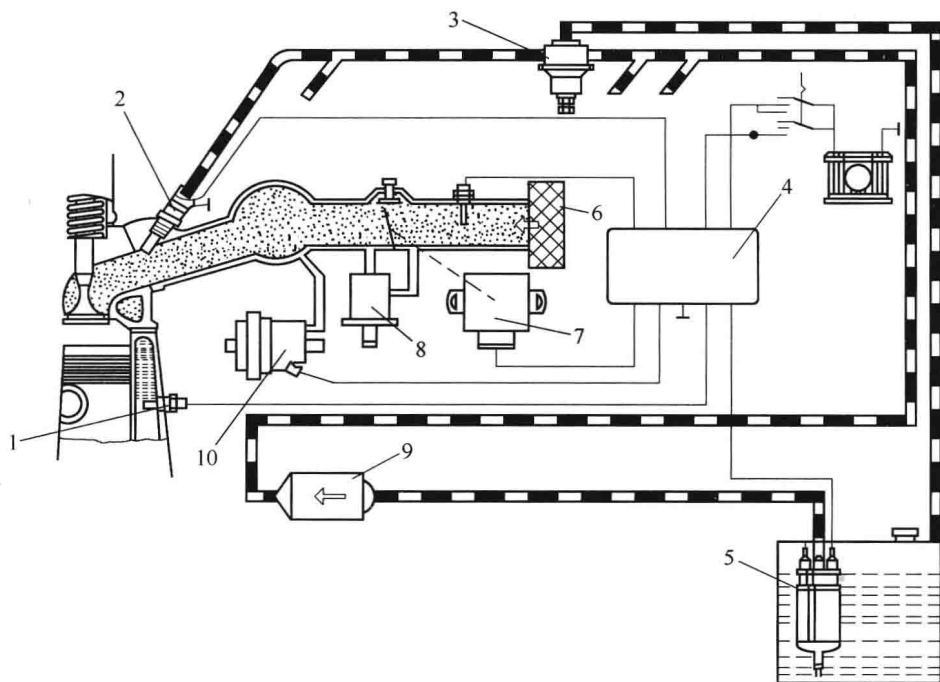
图 1-1 L 型电控汽油喷射系统

(2) 压力型喷射系统(D-Jetronic, “D”来源于德文“Druck(压力)”的第一个字母)是电子控制单元根据进气管压力和发动机转速计算出每一循环的进气空气量，并由此计算出循环基本喷油量。这种方式测量方法简单，喷油量调整精度容易控制，如图1-2所示。

2. 按喷射位置分

(1) 进气管喷射系统，也称为多点喷射系统(MPI)，是指在每一个气缸的进气门前都安装一个喷油器，各缸喷油器按照发动机点火顺序在一定的曲轴转角内分别进行喷油（也称为顺序喷射），燃油喷射在进气门外侧，形成可燃混合气，如图1-1、图1-2所示。这种喷射系统能较好地保证各缸混合气均匀。

(2) 缸内直喷系统：在压缩行程后期将汽油直接喷入气缸内。这项技术用于稀薄燃烧的汽油机。喷射压力较高(3~5MPa)，因此对供油装置要求较高。



1—冷却液温度传感器；2—喷油器；3—油压调节器；4—电子控制单元；5—电动汽油泵；6—空气滤清器；7—节气门位置传感器；8—怠速空气调节器；9—汽油滤清器；10—进气压力传感器

图 1-2 D 型电控汽油喷射系统

1.1.2 电控汽油喷射系统的组成

电控汽油喷射尽管形式多样，但它们都具有相同的控制原则，即以电子控制单元（ECU）为控制核心，以空气流量和发动机转速为控制基础，以喷油器为控制对象，保证发动机在各种工况下获得最佳的混合气浓度，以满足发动机动力性、经济性和排放要求。相同的控制原则决定了各类电控汽油喷射系统具有相同的组成和类似的结构。电控汽油喷射系统都由以下 3 个子系统组成：空气供给系统、燃油供给系统和电子控制系统。

1. 空气供给系统

空气供给系统的作用是向发动机提供与负荷相适应的清洁空气，同时测量和控制进入发动机气缸的空气量，使它们在系统中与喷油器喷出的汽油形成符合要求的可燃混合气。主要包括空气滤清器、空气流量计（进气压力传感器）、节气门体、怠速控制阀、进气支管等。在节气门体中有一正圆形的节气门，由驾驶员直接或间接控制其开度大小，改变进入发动机空气量的多少，达到改变发动机动力性的目的。

2. 燃油供给系统

燃油供给系统的功用是用电动汽油泵向喷油器提供足够压力的汽油，喷油器根据来自 ECU 的控制信号，向进气支管内进气门上方喷射定量的汽油。主要包括汽油箱、电动汽油泵、汽油滤清器、压力调节器、分配管、喷油器、油管等。

3. 电子控制系统

电子控制系统的主要作用是根据发动机和汽车不同的运行工况，对喷油时刻、喷油量以

及点火时刻等进行确定和修正,检测各传感器的工作,并将工作参数存储和输出。主要包括传感器、开关信号、电子控制单元和执行器等,如图 1-3 所示。

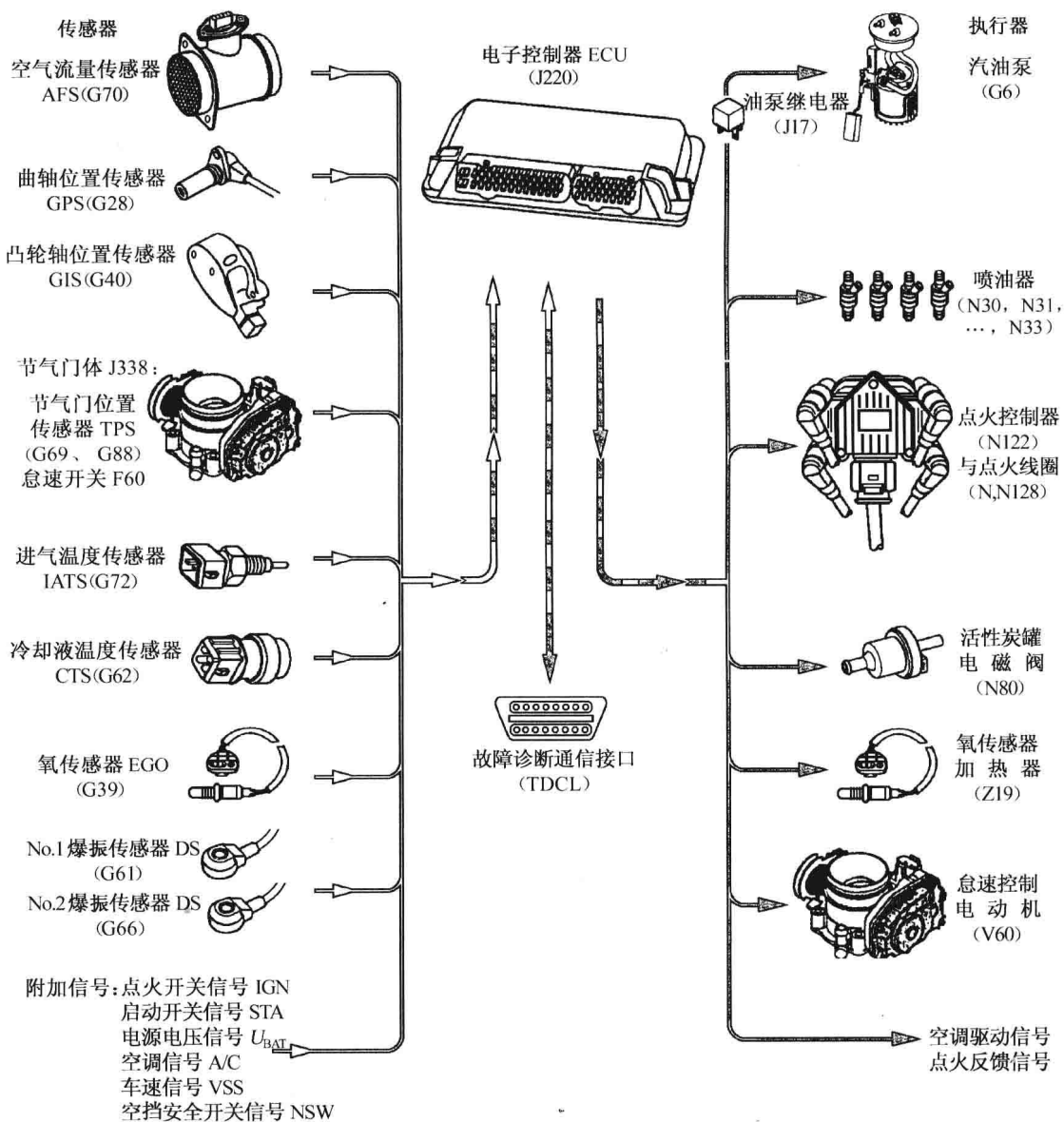


图 1-3 电子控制系统的组成

1.2 电控汽油喷射的空气供给系统

空气供给系统是由空气滤清器、空气流量计(压力型是进气压力传感器)、节气门体、怠速控制阀、进气支管等组成。发动机工作时,驾驶员通过操作加速踏板控制节气门的开度,以此来改变进气量,控制发动机的转速。空气供给系统结构如图 1-4 所示。