



高职高专“十一·五”规划教材

汽车类

汽车发动机电控系统结构与维修

QICHE





汽车类

高职高专“十一五”规划教材



策划编辑：祁 慧
责任编辑：刘 源
封面设计：王姝文

ISBN 978-7-5024-5059-5



9 787502 450595 >

定价：29.00元

高职高专“十一五”规划教材·汽车类

汽车发动机电控系统 结构与维修

主 编 王洪章 赵 春
副主编 常 青
主 审 许 康

北 京
冶金工业出版社
2009

内 容 简 介

本书系统阐述了汽车发动机电控系统的结构原理、故障诊断与检修方法,全书共分6个模块,主要包括:汽车发动机电控技术概述、汽油机电控燃油喷射系统、汽油机电控点火控制系统、汽油机辅助控制系统、汽油机电控系统常见故障诊断与检修、柴油机电控技术简介。为突出高技能人才的培养教学理念,在编写过程中,编者充分考虑了目前高职高专教育的特点,力求从生产一线对该专业人才知识、能力的需要出发,注重理论知识和实践技能的有机结合,在结构和内容安排上突出知识先进性、操作技能性和主流针对性。为了便于进一步提高教学效果,在每章内容后均有实训、本章小结与讨论及复习思考题。

本书既可作为高等职业教育汽车运用与维修专业的教学用书,又可作为其他相关专业的辅助教材,还可供汽车维修技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

汽车发动机电控系统结构与维修/王洪章,赵春主编. —北京:
冶金工业出版社, 2009.8
ISBN 978-7-5024-5059-5

I. 汽… II. ①王…②赵… III. ①汽车—发动机—电子系
统:控制系统—结构②汽车—发动机—电子系统:控制系统—车辆
修理 IV. U464.03 U472.43

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 140105 号

出 版 人 曹胜利

地 址 北京北河沿大街嵩祝院北巷 39 号, 邮编 100009

电 话 (010)64027926 电子信箱 postmaster@cnmip.com.cn

责任编辑 刘 源

ISBN 978-7-5024-5059-5

北京天正元印务有限公司印刷; 冶金工业出版社发行; 各地新华书店经销

2009 年 8 月第 1 版, 2009 年 8 月第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16; 17 印张; 402 千字; 264 页; 1-3000 册

29.00 元

(本书如有印装质量问题, 本社发行部负责退换)

前 言

随着世界范围内汽车技术,尤其是汽车电子控制技术的迅速发展,我国汽车工业的进步很快,进口汽车增幅很大,以电喷发动机为代表的电控装备的维修已成为汽车检测维修行业的重点和难点。为了使高职高专汽车专业的学生及有关人员能更全面、系统的掌握和理解有关汽车发动机电控系统的结构原理与维修的知识和技能,特编写了本教材。

在编写过程中,编者充分考虑了目前高职高专教育的特点,力求从生产一线对该专业人才知识、能力的需要出发,注重理论知识和实践技能的有机结合,在结构和内容安排上力求体现以下几个特点:

(1) 突出知识先进性。在介绍电控发动机结构和基本工作原理的基础上,力求反映出近年来汽车发动机电控技术及维修领域的最新成果,如对可变气门正时系统、电控节气门系统和第二代故障自诊断系统(OBD-II)等新技术都做了全面而详细的介绍,知识新、信息量大。

(2) 突出操作技能性。在编写体例上,将电控发动机各组成部分作为一个整体,按结构、原理、检测、故障诊断的顺序编写,深入浅出,循序渐进。每模块之后均设有实训,各实训均包括实训目的,实训内容,相关知识,设备、工具和材料准备,技术标准及要求,操作步骤和考核。通过实训提高学生的实践操作技能、现场操作及故障诊断与排除能力。

(3) 突出主流针对性。汽车电控技术发展迅速,且电控发动机结构类型繁多,内容方面在讲述一般结构的基础上,突出了对国内保有量较大的国产及进口轿车发动机的讲解,以日本丰田系列、德国大众桑塔纳系列这两个主流车型为主。主流车型具有代表性,便于学生在学习过程中触类旁通、举一反三,掌握其他车型的检测维修及其他服务业务。

本书王洪章、赵春任主编,常青任副主编,魏炜、张雪文、曹江参加编写。全书由许康统稿。

由于编者水平所限,书中如有不足之处敬请使用本书的师生与读者批评指正,以便修订时改进。如读者在使用本书的过程中有其他意见或建议,恳请向编者(bjzhangxf@126.com)踊跃提出宝贵意见。

编 者

目 录

模块 1 汽车发动机电控技术概述..... 1

项目 1.1 汽车电子控制技术的现状 与发展..... 1

- 1.1.1 汽车电子控制系统的分类..... 1
- 1.1.2 汽车电子的产业现状..... 2
- 1.1.3 汽车电子控制的关键技术..... 2
- 1.1.4 汽车电子的现有产品..... 3
- 1.1.5 汽车电子技术应用的发展
趋势..... 4

项目 1.2 发动机电控系统的基本组成 与工作原理..... 4

- 1.2.1 发动机电控系统的控制
内容及功能..... 4
- 1.2.2 发动机电控系统的组成..... 6
- 1.2.3 发动机电控系统的工作
原理..... 9
- 1.2.4 发动机电控系统的控制
方式..... 10

实训 1 电控汽油发动机总体结构认识..... 11

- 一、实训目的..... 11
- 二、实训内容..... 11
- 三、相关知识..... 11
- 四、设备、工具 and 材料准备..... 11
- 五、技术标准及要求..... 11
- 六、操作步骤..... 12
- 七、考核..... 12

本章小结..... 13

复习思考题..... 13

模块 2 汽油机电控燃油喷射系统..... 14

项目 2.1 电控燃油喷射系统概述..... 14

- 2.1.1 电控燃油喷射系统的分类..... 14
- 2.1.2 电控汽油机燃油喷射
系统的优点..... 17

项目 2.2 电控燃油喷射系统的功能、 组成与基本原理..... 18

- 2.2.1 电控燃油喷射系统的组成..... 18
- 2.2.2 EFI 系统的工作原理..... 19
- 2.2.3 燃油喷射控制..... 20

项目 2.3 空气供给系统主要元件的 构造与检修..... 26

- 2.3.1 主要部件及工作原理..... 26
- 2.3.2 主要部件的检修..... 26

项目 2.4 燃油供给系统主要元件的 构造与检修..... 28

- 2.4.1 电动燃油泵..... 28
- 2.4.2 燃油滤清器..... 33
- 2.4.3 燃油脉动阻尼器..... 33
- 2.4.4 燃油压力调节器..... 34
- 2.4.5 喷油器..... 35

项目 2.5 控制系统主要元件的构造 与检修..... 39

- 2.5.1 空气流量计..... 39
- 2.5.2 进气压力传感器..... 44
- 2.5.3 节气门位置传感器..... 46
- 2.5.4 发动机转速与曲轴位置
传感器..... 49
- 2.5.5 温度传感器..... 52
- 2.5.6 起动与空挡起动开关信号..... 53
- 2.5.7 车速传感器..... 54
- 2.5.8 空调信号..... 55
- 2.5.9 可变电阻器型传感器..... 55
- 2.5.10 电控单元..... 55

实训 2 燃油供给系统的检修..... 56

- 一、实训目的..... 56
- 二、实训内容..... 56
- 三、相关知识..... 56
- 四、设备、工具 and 材料准备..... 56

五、技术标准及要求	57
六、操作步骤	57
七、考核	59
实训3 控制系统主要元件的检测	60
一、实训目的	60
二、实训内容	60
三、相关知识	60
四、设备、工具和材料准备	62
五、技术标准及要求	62
六、操作步骤	64
七、考核	67
本章小结	68
复习思考题	69

模块3 汽油机电控点火控制系统 70

项目3.1 概述	70
3.1.1 点火系的作用	70
3.1.2 点火系的要求	70
3.1.3 点火系的类型	73
3.1.4 电控点火系的类型	73
项目3.2 电控点火系的功能、组成 与工作原理	74
3.2.1 电控点火系的功能	75
3.2.2 电控点火系的组成	79
3.2.3 电控点火系的工作原理	89
项目3.3 电控点火系主要元件的 构造与检修	93
3.3.1 点火系的检修注意事项	93
3.3.2 点火系主要部件的检修	94
实训4 电控点火系主要元件的检测	96
一、实训目的	96
二、实训内容	96
三、相关知识	96
四、设备、工具和材料准备	98
五、技术标准及要求	98
六、操作步骤	98
七、考核	100
本章小结	101
复习思考题	101

模块4 汽油机辅助控制系统 102

项目4.1 概述	102
项目4.2 进气增压控制系统	103
4.2.1 谐波进气增压控制系统	103
4.2.2 共振增压可变进气系统	105
4.2.3 可变配气相位控制系统	106
4.2.4 废气涡轮增压可变进气 系统	109
项目4.3 怠速控制系统	111
4.3.1 怠速控制系统的组成	111
4.3.2 怠速转速控制过程	113
4.3.3 怠速控制系统的控制特性	115
4.3.4 怠速控制系统的检修	116
项目4.4 排放控制系统	118
4.4.1 汽油蒸汽排放控制系统	119
4.4.2 废气再循环控制系统	120
4.4.3 三元催化转化器与空燃比 反馈控制系统	123
4.4.4 二次空气供给系统	128
项目4.5 巡航控制及电控节气门系统	130
4.5.1 汽车巡航控制系统的 组成及优点	130
4.5.2 汽车巡航控制系统的 控制原理	131
4.5.3 汽车巡航控制系统的 结构特点	133
4.5.4 汽车巡航控制系统的 控制过程	141
4.5.5 汽车巡航控制系统的检修	144
4.5.6 电控节气门系统	144
项目4.6 冷却风扇及发电机控制系统	146
4.6.1 冷却风扇控制系统	146
4.6.2 发电机控制系统	147
项目4.7 故障自诊断系统	147
4.7.1 故障自诊断系统的组成	147
4.7.2 故障自诊断系统的功能	148
4.7.3 故障监测与诊断原理	151
4.7.4 自诊断测试方式	154

4.7.5 自诊断测试内容	154	5.1.2 故障诊断与检修常用工具	187
4.7.6 自诊断测试工具	155	5.1.3 故障诊断与检修常用仪器	190
4.7.7 自诊断测试方法	157	项目 5.2 汽油机电控系统故障诊断的 原则及方法	194
项目 4.8 其他辅助控制系统	166	5.2.1 汽油机电控系统故障诊断 的原则和一般程序	194
4.8.1 驱动防滑转控制系统	166	5.2.2 汽油机电控系统故障诊断 的基本方法	196
4.8.2 发动机断油控制系统	170	项目 5.3 汽油机电控系统常见故障的 诊断与排除	198
4.8.3 失效保护系统	172	5.3.1 故障诊断推理	198
4.8.4 应急备用系统	173	5.3.2 电路及电控元件故障诊断	208
实训 5 怠速控制阀的检测	174	5.3.3 发动机故障码诊断方法	217
一、实训目的	174	5.3.4 电控发动机故障实例排除	221
二、实训内容	174	实训 8 常见车型故障码的调取和 清除	223
三、相关知识	174	一、实训目的	223
四、设备、工具和材料准备	175	二、实训内容	223
五、技术标准及要求	175	三、相关知识	223
六、操作步骤	175	四、设备、工具和材料准备	224
七、考核	176	五、技术标准及要求	224
实训 6 进气控制系统的检测	176	六、操作步骤	224
一、实训目的	176	七、考核	226
二、实训内容	177	实训 9 常见故障诊断分析	227
三、相关知识	177	一、实训目的	227
四、设备、工具和材料准备	177	二、实训内容	227
五、技术标准及要求	177	三、相关知识	227
六、操作步骤	178	四、设备、工具和材料准备	228
七、考核	181	五、技术标准及要求	228
实训 7 排放控制系统的检测	181	六、操作步骤	228
一、实训目的	181	七、考核	228
二、实训内容	182	本章小结	229
三、相关知识	182	复习思考题	230
四、设备、工具和材料准备	182	模块 5 汽油机电控系统常见故障诊断 与检修	186
五、技术标准及要求	182	项目 5.1 概述	186
六、操作步骤	182	5.1.1 汽油机电控系统使用、检修 注意事项	186
七、考核	183	5.1.2 故障诊断与检修常用工具	187
本章小结	183	5.1.3 故障诊断与检修常用仪器	190
复习思考题	184	项目 5.2 汽油机电控系统故障诊断的 原则及方法	194
模块 5 汽油机电控系统常见故障诊断 与检修	186	5.2.1 汽油机电控系统故障诊断 的原则和一般程序	194
项目 5.1 概述	186	5.2.2 汽油机电控系统故障诊断 的基本方法	196
5.1.1 汽油机电控系统使用、检修 注意事项	186	项目 5.3 汽油机电控系统常见故障的 诊断与排除	198
5.1.2 故障诊断与检修常用工具	187	5.3.1 故障诊断推理	198
5.1.3 故障诊断与检修常用仪器	190	5.3.2 电路及电控元件故障诊断	208
项目 5.2 汽油机电控系统故障诊断的 原则及方法	194	5.3.3 发动机故障码诊断方法	217
5.2.1 汽油机电控系统故障诊断 的原则和一般程序	194	5.3.4 电控发动机故障实例排除	221
5.2.2 汽油机电控系统故障诊断 的基本方法	196	实训 8 常见车型故障码的调取和 清除	223
项目 5.3 汽油机电控系统常见故障的 诊断与排除	198	一、实训目的	223
5.3.1 故障诊断推理	198	二、实训内容	223
5.3.2 电路及电控元件故障诊断	208	三、相关知识	223
5.3.3 发动机故障码诊断方法	217	四、设备、工具和材料准备	224
5.3.4 电控发动机故障实例排除	221	五、技术标准及要求	224
实训 8 常见车型故障码的调取和 清除	223	六、操作步骤	224
一、实训目的	223	七、考核	226
二、实训内容	223	实训 9 常见故障诊断分析	227
三、相关知识	223	一、实训目的	227
四、设备、工具和材料准备	224	二、实训内容	227
五、技术标准及要求	224	三、相关知识	227
六、操作步骤	224	四、设备、工具和材料准备	228
七、考核	226	五、技术标准及要求	228
实训 9 常见故障诊断分析	227	六、操作步骤	228
一、实训目的	227	七、考核	228
二、实训内容	227	本章小结	229
三、相关知识	227	复习思考题	230
四、设备、工具和材料准备	228	模块 6 柴油机电控技术简介	231
五、技术标准及要求	228	项目 6.1 概述	231
六、操作步骤	228	6.1.1 柴油机电控技术的发展	231
七、考核	228	6.1.2 柴油机电控燃油喷射系统 的优点	232
本章小结	229		
复习思考题	230		
模块 5 汽油机电控系统常见故障诊断 与检修	186		
项目 5.1 概述	186		
5.1.1 汽油机电控系统使用、检修 注意事项	186		
5.1.2 故障诊断与检修常用工具	187		
5.1.3 故障诊断与检修常用仪器	190		
项目 5.2 汽油机电控系统故障诊断的 原则及方法	194		
5.2.1 汽油机电控系统故障诊断 的原则和一般程序	194		
5.2.2 汽油机电控系统故障诊断 的基本方法	196		
项目 5.3 汽油机电控系统常见故障的 诊断与排除	198		
5.3.1 故障诊断推理	198		
5.3.2 电路及电控元件故障诊断	208		
5.3.3 发动机故障码诊断方法	217		
5.3.4 电控发动机故障实例排除	221		
实训 8 常见车型故障码的调取和 清除	223		
一、实训目的	223		
二、实训内容	223		
三、相关知识	223		
四、设备、工具和材料准备	224		
五、技术标准及要求	224		
六、操作步骤	224		
七、考核	226		
实训 9 常见故障诊断分析	227		
一、实训目的	227		
二、实训内容	227		
三、相关知识	227		
四、设备、工具和材料准备	228		
五、技术标准及要求	228		
六、操作步骤	228		
七、考核	228		
本章小结	229		
复习思考题	230		
模块 5 汽油机电控系统常见故障诊断 与检修	186		
项目 5.1 概述	186		
5.1.1 汽油机电控系统使用、检修 注意事项	186		
5.1.2 故障诊断与检修常用工具	187		
5.1.3 故障诊断与检修常用仪器	190		
项目 5.2 汽油机电控系统故障诊断的 原则及方法	194		
5.2.1 汽油机电控系统故障诊断 的原则和一般程序	194		
5.2.2 汽油机电控系统故障诊断 的基本方法	196		
项目 5.3 汽油机电控系统常见故障的 诊断与排除	198		
5.3.1 故障诊断推理	198		
5.3.2 电路及电控元件故障诊断	208		
5.3.3 发动机故障码诊断方法	217		
5.3.4 电控发动机故障实例排除	221		
实训 8 常见车型故障码的调取和 清除	223		
一、实训目的	223		
二、实训内容	223		
三、相关知识	223		
四、设备、工具和材料准备	224		
五、技术标准及要求	224		
六、操作步骤	224		
七、考核	226		
实训 9 常见故障诊断分析	227		
一、实训目的	227		
二、实训内容	227		
三、相关知识	227		
四、设备、工具和材料准备	228		
五、技术标准及要求	228		
六、操作步骤	228		
七、考核	228		
本章小结	229		
复习思考题	230		
模块 6 柴油机电控技术简介	231		
项目 6.1 概述	231		
6.1.1 柴油机电控技术的发展	231		
6.1.2 柴油机电控燃油喷射系统 的优点	232		

项目 6.2 共轨式柴油喷射系统	232	6.3.3 读取故障码	251
6.2.1 概述	232	6.3.4 柴油机电控系统常见故障	255
6.2.2 Bosch 共轨式柴油喷射 系统的优点	233	6.3.5 柴油机电控系统常见 故障现象	256
6.2.3 基本构造与功用	233	实训 10 柴油机电控技术	260
6.2.4 喷射特性	234	一、实训目的	260
6.2.5 Bosch 共轨式柴油喷射 系统的构造与功用	236	二、实训内容	260
6.2.6 柴油机电子控制系统	244	三、相关知识	260
6.2.7 Bosch 新型共轨式柴油 喷射系统	249	四、设备、工具和材料准备	260
项目 6.3 柴油机电控系统常见故障的 诊断与检修	250	五、技术标准及要求	260
6.3.1 诊断测试基本原则和 注意事项	250	六、操作步骤	261
6.3.2 故障自诊断系统	250	七、考核	261
		本章小结	262
		复习思考题	262
		参考文献	264

模块 1 汽车发动机电控技术概述

【教学目标】

- (1) 熟悉发动机电控技术的发展历程。
- (2) 掌握发动机电控系统的控制内容及功能。
- (3) 掌握发动机电控系统的基本组成与控制原理。
- (4) 掌握发动机电控系统的控制方式。

【重点】

发动机电控系统的控制内容及基本组成与控制原理。

【难点】

发动机电控系统的控制内容与控制原理。

汽车电子控制技术是汽车的重要组成部分，其性能的好坏直接影响到汽车的动力性、经济性、可靠性、安全性、排气净化及舒适性。

例如，为使汽车发动机获得最高的经济性，需靠点火系才能在最适当的时间点火；为使汽车在制动过程中有良好的操纵性能，需采用电子控制防抱死制动装置；为保证汽车工作可靠、行驶安全，则有赖于各种电子控制系统的正常工作。

项目 1.1 汽车电子控制技术的现状与发展

1.1.1 汽车电子控制系统的分类

第一类是整车电子控制系统。整车电子控制系统要和车上机械系统进行配合使用，即所谓“机电结合”的汽车电子系统，它们包括发动机、底盘和车身电子控制。该技术与汽车的行驶动力性、燃油经济性、整车安全性及操纵稳定性密切相关，包括动力控制和底盘控制。底盘控制在整车的乘坐安全性控制上有很大的功能。随着人们对汽车安全性的要求越来越高，底盘控制的功能将会有很大的提高。

第二类是车身电子控制系统。车身汽车电子系统是在汽车环境下能够独立使用的电子系统，它和汽车本身的性能并无直接关系，以节约能源、改善乘坐舒适性、提高汽车档次和增加享受性功能等为目的，多属辅助性功能。车身电子控制系统包括电子控制安全带、安全气囊、主动式膝垫、车内气候控制、电子防盗系统、遥控门锁、电动座椅、电动后视镜、电子仪表板、灯光控制、轮胎压力监测和车载防撞雷达控制等。

第三类是车载信息系统。车载信息系统是把 IT 技术应用到汽车上的产物，会衍生出很多产品，包括音响、自身信息和车载通信等，和地面系统联系后就会形成导航、智能运输系统、不停车收费系统和车辆识别系统。它具有信息处理、在线故障诊断、通信、导航、防盗、语音识别、图像显示、安全和娱乐等功能。该系统包括：数字式收音机、音响、冰箱、电视和 CD/DAT 等；汽车信息系统(包括汽车行驶的自身信息系统、车载通信系统、语

音信息系统和上网设备等); 导航系统和智能运输系统的辅助设备等等。

由于轿车在舒适性和附加功能上的要求更高, 故汽车电子在轿车上的应用越来越广泛。随着时间的发展, 各种电子产品的市场需求将越来越大。

1.1.2 汽车电子的产业现状

国际上, 对乘用车和商用车, 汽车电子产品占整车成本的比例分别为 30%~50%和 15%~20%。截至 2005 年, 国产汽车中电子和半导体产品的成本比例也达到 40%左右。我国的汽车电子得到了越来越多的关注, 发展也越来越快。发动机电子和车身电子的企业很多都是合资企业, 我国自主品牌非常少。相对于电子产品和汽车产业来说, 我国的汽车电子产业发展还比较薄弱。

2008 年, 全球汽车电子产业的规模为 1 500 亿美金, 而我国为 1 400~1 500 亿人民币, 即约占全球比重的 1/8。而与此形成类比, 中国的市场也有很大的规模。目前国内已经吸引了相当多的国外汽车电子产品公司的投资, 国外公司在中国的工厂和研究所主要集中在东部沿海城市。

1.1.3 汽车电子控制的关键技术

1.1.3.1 汽车电子控制系统的发展历史及所处阶段

国外汽车运用电子技术从 20 世纪 60 年代开始, 而大规模的运用则在 20 世纪 90 年代以后。

从汽车电子化发展进程来看, 可分为 3 个阶段。

第一阶段, 从 20 世纪 60 年代中期到 20 世纪 70 年代末期, 汽车上运用电子技术主要是对汽车电器产品进行电子技术改造, 以改善其部分性能。车载收音机、发电机硅整流器和晶体管无触点点火等技术是当时的代表技术。进入 20 世纪 70 年代, 随着汽车工业的快速发展, 汽车需求数量呈直线增长, 汽车排放公害日益严重, 能源危机问题日益突出以及汽车的安全问题迫使各国政府出台相应的法规, 使各国汽车生产厂家无不感到巨大压力。

20 世纪 70 年代末期到 20 世纪 90 年代中期, 由于电子工业的长足发展, 特别是集成电路、大规模集成电路和超大规模集成电路技术的飞速发展, 为人们在汽车上广泛采用电子技术提供了可能, 形成了汽车电子技术发展的第二阶段。

这一阶段的主要特征是, 广泛采用机电一体化装置, 解决机械系统无法解决的复杂的自动控制问题, 强调解决汽车的安全、环保及节能 3 大问题, 从而引发了世界范围内的汽车技术革命, 给汽车工业带来了划时代的变革。在这一阶段, 发动机电子管理系统、自动变速系统、制动防抱死系统得到了很大发展。

第三阶段, 从 20 世纪 90 年代中期至今, 预计可延续到 2010 年, 其特征是强调以人一车—环境为主线的系统工程整体优化, 主要体现在智能化上。随着人工智能技术的飞速发展, 将人工智能用于汽车系统控制已成为不争的事实。

随着科技的飞速发展, 汽车装备日趋完善, 汽车内部配备越来越多的电子控制系统, 要求大批的数据信息能够在不同的子系统中共享, 汽车综合控制系统中大量的控制信号也需要实时交换, 以提高信号的利用率, 传统的线束已远远不能满足这种需求。

为实现汽车内部的数据通信, 人们开发和组建了以 CAN 为代表的车载网络系统。车

载网络系统在各个汽车公司的高端产品中均有应用。例如,德国宝马(BMW)汽车公司在其3系、5系、7系中广泛使用K-CAN、F-CAN、PT-CAN、byteflight和MOST等网络技术,极大地提高了车辆的技术水准。

1.1.3.2 汽车电子新技术及其发展方向

当前汽车电子技术主要向着功能多样化、技术一体化、系统集成化和通信网络化发展。其发展重点是动力总成控制、底盘控制、车身控制、主/被动安全、汽车网络、通信系统和安全与防盗技术。汽车电子领域主要的新热点技术包括新能源汽车动力系统及其控制技术、总线与网络控制技术、车载42V供电控制技术、车载信息系统和线传操控等技术。

1.1.3.3 目前需要解决的关键问题

在目前汽车电子产业的发展中需要解决的关键问题主要有4类,分别为系统结构设计、定义与集成能力;核心的汽车电子系统产品技术(包括动力传动电控系统,制动和转向等安全电控系统,智能空调、车载娱乐和车身附件等舒适性电子系统,车载信息服务系统等);产品开发的支撑平台及其技术(包括CAD/CAE/CAN等汽车设计、测试、开发技术,硬件在回路仿真(HIL)、嵌入式多任务实时操作系统(RTOS)和总线通信等的设计开发技术);基础件及其产品(如芯片和传感器等)。

1.1.4 汽车电子的现有产品

汽车要满足安全、节能、环保、舒适及各种个性化的要求,汽车电子零部件必须性能稳定、经久耐用、重量轻、精度高、响应速度快、易于安装,性能指标要求高。汽车的发动机控制系统、底盘控制系统、车身控制系统在技术上涉及“汽车”和“电子”两个专业,资金投入大,开发难度大,也给整车的研究、开发和生产,带来了开发费用、生产成本和面市时间等多方面的压力。同时,汽车电子产品具有系统开发周期长、产品寿命长的特殊性。一般情况下,普通消费类电子产品开发周期为3个月,产品寿命为6个月;而汽车电子产品的开发周期则长达3年,产品寿命则长达10年。

第一类是汽车电器、电气电子控制系统。这类产品主要包括混合动力汽车电子控制系统,如整车控制系统、电驱动及其控制系统、动力总成控制系统、制动安全控制系统和车用总线系统等。当前汽车电控系统主要向着电子化、软件化的方向发展。摩托罗拉公司预计,未来该产业的革新90%将来源于电子和软件两大技术。

第二类是车载信息系统。从广义上来看,车载信息系统指能为驾乘者带来安全、方便、舒适、娱乐服务的相关车载电子、通信及计算机系统。从狭义上来看,则是指为驾乘者提供无线通信和基于定位信息(如GPS)自动导航的通信和计算机系统。车载信息系统被认为是汽车工业的又一场革命,目前该产业还处于起步阶段,但发展非常迅速,预计在5~8年内将形成超千亿美元的全球市场。车载信息系统提高了清洁能源汽车的市场竞争力。

第三类是基础器件(专用芯片、传感器与执行器)。由于汽车控制变得越来越复杂,汽车电子芯片的应用也越来越广泛。为简化汽车控制单元,芯片功能的集成化程度日益提高,出现了大量用于控制的SOC芯片(片上系统)。汽车电子中大量采用了电子芯片和传感器等器件。这些器件也是汽车电子发展的重要推动力量。为了简化和整合汽车控制单元,片上系统(SOC)大量应用,而在车身控制和视音频接收等方面,微控制器、DSP芯片、RF芯片

与数/模(D/A)、模/数(A/D)转换芯片也有大量的需求。

随着舒适性和安全性要求的提高,汽车电子产品越来越多。目前的趋势是汽车产品创新主要集中在汽车电子上。混合动力的电子控制系统包括能量管理、电力控制。混合动力传统车原有的电子控制系统在原有程度上不断被改进,模块化程度越来越高。

如何进一步提高娱乐性与便利性将是汽车电子技术的发展趋势,为此,智能汽车的概念被提出并具体化。相对于传统汽车,智能汽车将大幅增强其智能控制系统。这些设计中的智能控制系统包括:基于传感器的警示系统、乘坐处理的辅助控制系统、基于反应的控制系统、预测反应的控制系统、减撞系统、防撞系统、高速巡航系统和预测控制系统等。

1.1.5 汽车电子技术应用的发展趋势

随着集成控制技术、计算机技术和网络技术的发展,汽车电子技术已明显向集成化、智能化和网络化3个主要方向发展。

1.1.5.1 集成化

近年来嵌入式系统、局域网控制 and 数据总线技术的成熟,使汽车电子控制系统的集成成为汽车技术发展的必然趋势。将发动机管理系统和自动变速器控制系统,集成为动力传动系统的综合控制;将制动防抱死控制系统、牵引力控制系统和驱动防滑控制系统综合在一起进行制动控制;通过中央底盘控制器,将制动、悬架、转向和动力传动等控制系统通过总线进行连接,控制器通过复杂的控制运算,对各子系统进行协调,将车辆行驶性能控制到最佳水平,形成一体化底盘控制系统。

1.1.5.2 智能化

智能化传感技术和计算机技术的发展,加快了汽车的智能化进程。汽车智能化相关的技术问题已受到汽车制造商的高度重视。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)的开发将与电子、卫星定位(GPS)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、交通事故和交通堵塞等情况,自动筛选出最佳行车路线。

1.1.5.3 网络化

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十分必要的。大量数据的快速交换、高可靠性及低成本是对汽车电子网络系统的要求。在该系统中,各子处理机独立运行,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子处理机的数据,并生成车况显示。

项目 1.2 发动机电控系统的基本组成与工作原理

1.2.1 发动机电控系统的控制内容及功能

汽车发动机电子控制系统(Engine Electronic Control System, 简称 EECS)通过电子控制

手段对发动机点火、喷油、空气与燃油的比率及排放废气等进行优化控制,使发动机工作在最佳工况,达到提高性能、安全、节能、降低废气排放的目的。汽车发动机电子控制系统主要包括:燃油喷射控制,点火系统控制,辅助系统(怠速控制、尾气排放控制、进气控制、增压控制、失效保护、后备系统)和诊断系统等功能。

另外,随着网络、集成控制技术的广泛应用,作为汽车控制主要单元的 EMS 系统通过 CAN(Controllors Area Network)总线与其他控制系统,例如安全系统(如 ABS、牵引力电子稳定装置 ESP(Electronic Stability Program))、底盘系统(如主动悬挂 ABC(Active Body Control))、巡航控制系统(Speed Control System 或 Cruse Control System)以及空调、防盗和音响等系统实现网络互联,实现信息共享并实施集成优化统一控制。在不久的将来,车载通信平台将利用现有无线通信网络为汽车驾驶提供更广泛的咨询、娱乐等增值服务(如 GPS 全球定位系统的应用)。

1.2.1.1 电控燃油喷射系统

电控燃油喷射系统主要包括喷油量控制、喷射正时控制。ECU 主要根据进气量确定基本的喷油量,再根据其他传感器(如冷却液温度传感器、节气门位置传感器)信号对喷油量进行修正,使发动机在各种运行工况下均能获得最佳浓度的混合气,同时还包括喷油正时控制、断油控制和燃油泵控制。

1.2.1.2 电子控制点火系

电子控制点火系的主要功能是点火提前角控制和通电时间控制与恒流控制。系统可使发动机在不同转速、不同负荷条件下,根据各相关传感器信号,判断发动机的运行工况和运行条件,选择最理想的点火提前角点燃混合气,并根据蓄电池电压及转速等信号控制点火线圈触及电路的通电时间,从而改善发动机的燃烧过程,使发动机输出最大功率和转矩,而将油耗和排放降低到最低限度。该系统还可进行爆震控制。

1.2.1.3 辅助控制系统

1. 进气控制系统

进气控制系统主要根据发动机转速和负荷的变化,对发动机的进气进行控制,以提高发动机的充气效率,从而改善发动机的动力性。其主要包括谐波进气惯性增压控制系统(ACIS)、废气涡轮增压控制系统、可变气门正时系统和电子控制节气门系统(ETCS)等。

2. 怠速控制(ISC)系统

燃油喷射发动机怠速时,节气门处于全关闭状态,空气通过节气门缝隙及旁通节气门的怠速调节通路进入发动机,由空气流量计(或进气歧管压力传感器)检测该进气量,并根据转速及其他修正信号控制喷油量,使输出扭矩与发动机本身内部阻力矩相平衡,保证发动机在怠速下稳定运转。发动机控制系统怠速控制装置的功能就是由 ECU 自动维持发动机怠速稳定运转。怠速控制(ISC)是通过调节空气通路面积以控制空气流量的方法来实现的发动机随时以最佳怠速转速运转。

3. 排放控制系统

排放控制系统主要对发动机排放控制装置的工作实行电子控制。排放控制主要包括燃油蒸发排放(EVAP)控制系统、废气再循环(EGR)控制系统、氧传感器及其三元催化器(TWC)控制系统和二次空气喷射控制系统等。

废气再循环(EGR)控制系统是一种排气净化的有效手段。EGR 系统将一部分排气中的废气引入进气侧的新鲜混合气中,并能根据发动机的工况适时的调节参与废气再循环率,以抑制有害气体氮氧化合物的生成。

1.2.1.4 自诊断系统

自诊断系统用来提示驾驶员发动机有故障,同时系统将故障以设定的代码(故障码)形式储存在存储器中,以便帮助维修人员确定故障类型和范围。当传感器或传感器线路发生故障时,控制系统自动按 ECU 中预先设定的参考值工作,使发动机能继续运转,以便能尽快送到维修站检修,但发动机性能有所下降。

1.2.2 发动机电控系统的组成

发动机电控系统由信号输入装置(传感器)、电子控制单元和执行器 3 部分组成。传感器是一种信号检测与转换装置,安装在发动机的各个部位,其功能是:采集发动机运行状态的各种电量参数、物理量和化学量等,并将这些参量转换成计算机能够识别的电量信号输入电子控制单元。电子控制单元(Electronic Control Unit, ECU)又称为电子控制器,俗称电脑,是发动机电控系统的核心部件。其功能是:根据各种传感器和控制开关输入的信号参数,对喷油量、喷油时刻和点火时刻等进行实时控制。执行器是控制系统的执行机构,其功能是:接受电子控制单元的控制指令,完成具体的控制动作,从而使发动机处于最佳的运行状态。传感器、ECU、执行器 3 部分相互之间的关系如图 1-1 所示。

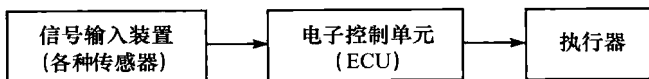


图 1-1 传感器、ECU、执行器之间的关系

信号输入装置——各种传感器,采集控制系统的信号,并转换成电信号输送给 ECU。

执行器——由 ECU 控制,执行某项控制功能的装置。

电子控制单元——ECU,给各传感器提供参考电压,接受传感器信号,进行存储、计算和分析处理后向执行器发出指令。

1.2.2.1 信号输入装置及输入信号

发动机控制系统的信号输入主要是通过各种传感器或其他控制装置将各种控制信号输入 ECU。发动机控制系统用的传感器和输入信号主要有以下类型:

(1) 空气流量计传感器(MAF)。在 L 型 EFI 中,由 MAF 测量发动机进气量,并将信号输入 ECU,作为燃油喷射和点火控制的主要控制信号。

(2) 进气(歧管绝对)压力传感器(MAP)。在 D 型 EFI 中,由进气压力传感器测量进气管压力(真空度),间接检测进气量,并将信号输入 ECU,作为燃油喷射和点火控制的主要控制信号。

(3) 节气门位置传感器。测量节气门打开的角度及变化情况,并将信号提供给 ECU,ECU 依次对燃油喷射(断油、控制燃油/空气比)及废气再循环(EGR)等其他系统进行控制。

(4) 进气温度传感器。检测供给发动机空气温度信号,提供给 ECU 作为燃油喷射和点火控制的修正信号。

(5) 冷却液温度传感器。检测供给发动机冷却液的温度信号, 提供给 ECU 作为燃油喷射和点火控制的修正信号。

(6) 曲轴位置传感器。曲轴位置传感器也称曲轴转角传感器, 检测曲轴及发动机转速, 提供给 ECU 作为确定点火正时及工作顺序的基准信号, 是计算机控制的点火系统中最重要传感器, 其作用是检测上止点信号、曲轴转角信号和发动机转速信号, 并将其输入计算机, 从而使计算机能按气缸的点火顺序发出最佳点火时刻指令。

(7) 爆震传感器。安装在缸体上专门检测发动机的爆震状况, 将其提供给 ECU, 使 ECU 可以根据信号调整点火提前角。

(8) 氧传感器。检测排气中的氧浓度, 提供给 ECU 作为控制燃油/空气比在最佳值(理论值)附近的基准信号, 进行闭环控制。

(9) 大气压力传感器。检测大气压力, 向 ECU 输入大气压力信号, 修正喷油和点火控制。

(10) 车速信号传感器。检测车速, 向 ECU 输入车速信号, 控制发动机转速, 实现发动机超速断油控制。在发动机和自动变速器共同控制时, 它也是自动变速器的主控信号。

(11) 空调开关(A/C)。当空调开关打开, 空调压缩机工作, 发动机负荷加大时, 由空调开关向 ECU 输入信号。

(12) 挡位开关信号和空挡位置开关信号。自动变速器由 P/N 挡挂入其他挡时, 发动机负荷增加, 向 ECU 输入信号。当挂入 P/N 挡时, 向 ECU 提供 P/N 挡信号才能起动发动机。

(13) 起动信号。发动机起动时, 给 ECU 提供一个起动信号, 作为喷油量和点火提前角的修正信号。

(14) 制动灯开关。制动时, 向 ECU 提供制动信号。

(15) 动力转向开关。当方向盘由中间位置向左右转动时, 由于动力转向油泵工作而使发动机负荷加大, 此时向 ECU 输入信号。

(16) 巡航(定速)控制开关。当进入巡航控制状态时, 向 ECU 输入巡航控制状态信号。

(17) 发动机负荷信号。发动机负荷增大时, 作为喷油量和点火提前角的修正信号。

除以上传感器向 ECU 传递信号外, 还有点火开关信号、蓄电池电压信号、离合器开关信号和制动开关信号等输入 ECU, 以更好的对喷油量、点火提前角等进行控制, 适应发动机的不同工况。

1.2.2.2 电子控制单元(ECU)

1. ECU 的功能

(1) 接收传感器或其他装置输入的信息; 给传感器提供参考(基准)电压(2V、5V、9V、12V); 将输入的信息转变为微机所能接受的信号。

(2) 存储、计算、分析处理信息; 计算输出值所用的程序; 存储该车型的特点参数; 存储运算中的数据、故障信息。

(3) 运算分析。根据信息参数求出执行命令数值; 将输出的信息与标准值对比, 查出故障。

(4) 输出执行命令。把弱信号变成强的执行命令信号; 输出故障信息。

(5) 自我修正功能(自适应功能)。

在发动机控制系统中, ECU 不仅用来控制燃油喷射系统, 同时还具有点火提前角控制、怠速控制、进气控制、排放控制、自诊断失效保护和备用控制系统等多相控制功能。

在发动机控制系统中, 由于使用微型计算机, 与以往的模拟电路控制相比, 信号处理的速度和容量大大提高, 故可以实现多功能高精度集中控制。

2. ECU 的硬件构成

ECU 主要由输入回路、模/数(A/D)转换器、微机和输出回路 4 部分组成, 如图 1-2 所示。

(1) 输入回路。

从传感器来的信号, 首先进入输入回路。在输入回路里, 对输入信号进行预处理, 一般是在去除杂波和把正弦波变为矩形波后, 再转换成输入电平。

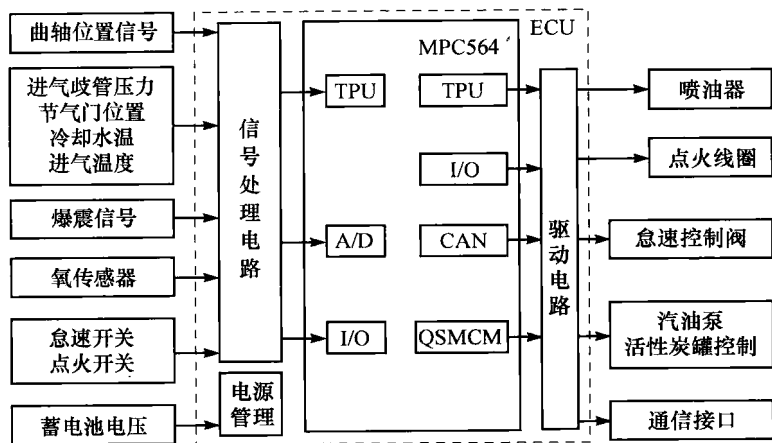


图 1-2 发动机电控单元(ECU)

(2) A/D 转换器。

微机不能直接处理模拟信号, A/D 转换器是将模拟信号转换为数字信号后再输入微机。如果传感器输出的是脉冲(数字)信号, 经过输入回路处理后可以直接进入微机。

(3) 微型计算机。

微型计算机是发动机电控系统的核心。它能根据需要, 把各种传感器送来的信号, 按内存的程序对数据进行运算处理, 并把处理结果送往输出回路。微型计算机由以下几部分组成:

1) 中央处理器。中央处理器常叫 CPU, 主要由运算器、寄存器和控制器等构成。

2) 存储器。存储器的主要功能是存储信息资料。存储器一般分为随机存储器和只读存储器。

3) 输入/输出口。输入/输出口是 CPU 与输入装置(传感器)、输出装置(执行器)间进行信息交流的控制电路。

4) 总线。总线是一束传递信息的内部连线, 按传递信息的类别可分为数据总线、地址总线和控制总线。

(4) 输出回路。

输出回路的作用是将微机发出的指令, 转变成控制信号来驱动执行器工作。输出回路一般起着控制信号的生成和放大等作用。