



高职高专汽车类专业技能型教育规划教材

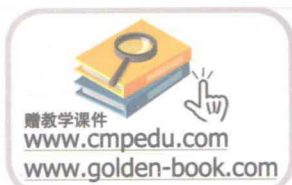
汽车发动机电控技术 原理与维修

QICHE FADONGJI DIANKONG
JISHU YUANLI YU WEIXIU

曹红兵 主编



附学习光盘



赠教学课件
www.cmpedu.com
www.golden-book.com



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



高职高专汽车类专业技能型教育规划教材

汽车发动机电控技术原理与维修

曹红兵 主编



机械工业出版社

本书系统地阐述了发动机电子控制系统的结构原理、故障诊断与检修方法。全书共分五章，主要内容包括：发动机电子控制系统的组成与工作原理、电子控制燃油喷射系统、电子控制点火系统、辅助控制系统、发动机电子控制系统的故障诊断与排除。在讲述一般结构原理的基础上，以大众桑塔纳 2000 型轿车为主线贯穿始终，同时兼顾丰田系列等其他车型。为突出实践技能的培养，每一章都附有同步实训项目，并配备有实训指导 VCD 光盘以规范实训操作。为了扩展思维，还安排有典型故障案例及分析点评，以进一步提升案例教学的实效性。另外，为了便于组织教学、进一步提高教学效果，每章均配有复习思考题。

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

汽车发动机电控技术原理与维修/曹红兵主编. —北京：机械工业出版社，2008.6

高职高专汽车类专业技能型教育规划教材

ISBN 978-7-111-24203-1

I. 汽… II. 曹… III. ①汽车-发动机-电子系统：控制系统-理论-高等学校：技术学校-教材 ②汽车-发动机-电子系统：控制系统-车辆修理-高等学校：技术学校-教材 IV. U472.43

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 084833 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)
策划编辑：徐 巍 责任编辑：杜凡如 版式设计：霍永明
责任校对：陈延翔 封面设计：王伟光 责任印制：邓 博
北京四季青印刷厂印刷 (三河市杨庄镇环伟装订厂装订)

2008 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 17.75 印张 · 435 千字

0001—4000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-24203-1

ISRC CN-M10-08-0090-0/V·T (光盘)

定价：45.00 元 (含 1VCD)

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换
销售服务热线电话：(010) 68326294
购书热线电话：(010) 88379639 88379641 88379643
编辑热线电话：(010) 88379368
封面无防伪标均为盗版

“高职高专汽车类专业技能型教育规划教材”

编 委 会

主 任 蔡兴旺（韶关大学）
副主任 胡光辉（湖南交通职业技术学院）
梁仁建（广东轻工职业技术学院）

编 委（按姓氏笔画排序）：

万 捷（北京计划劳动管理干部学院）
马 纲（江苏城市职业学院）
仇雅莉（湖南交通职业技术学院）
戈秀龙（嘉兴职业技术学院）
王 飞（广州城市职业学院）
王一斐（甘肃交通职业技术学院）
王海林（华南农业大学）
刘 威（北京计划劳动管理干部学院）
刘兴成（甘肃交通职业技术学院）
纪光兰（甘肃交通职业技术学院）
何南昌（广州科技职业技术学院）
吴 松（广东轻工职业技术学院）
张 涛（沈阳理工大学应用技术学院）
李幼慧（云南交通职业技术学院）
李庆军（黑龙江农业工程职业学院）
李建兴（宁波城市职业技术学院）
李泉胜（嘉兴职业技术学院）
陈 红（广州科技职业技术学院）
范爱民（顺德职业技术学院）
范梦吾（顺德职业技术学院）
贺大松（宜宾职业技术学院）
赵 彬（无锡商业职业技术学院）
赵海波（沈阳理工大学应用技术学院）
夏长明（广州金桥管理干部学院）
钱锦武（云南交通职业技术学院）
曹红兵（浙江师范大学职业技术学院）
黄红惠（江苏城市职业学院）
谭本忠（广州市凌凯汽车技术开发有限公司）

序 言

据统计,“十一五”期间中国汽车运用维修人才缺口 80 万。未来 5 年汽车人才全面紧缺,包括汽车研发人才、汽车营销人才、汽车维修人才和汽车管理人才等。2003 年,教育部启动了“国家技能型紧缺人才培养项目”,“汽车运用与维修”是其中的项目之一。2006 年,教育部和财政部又启动了国家示范性高等职业院校建设计划,其中的一个重要内涵就是以学生为主体,以就业为导向,建立新的职教课程体系、教育模式与教学内容,而教材建设是最最重要的一个环节。

为适应目前高等职业技术教育的形势,机械工业出版社汽车分社召集了全国 20 多所院校的骨干教师于 2007 年 6 月在广东省韶关大学组织召开“高职高专汽车类专业技能型教育规划教材”研讨会,确定了本套教材的编写指导思想和编写计划,并于 2007 年 8 月在湖南长沙召开“高职高专汽车类专业技能型教育规划教材”主编会,讨论并通过了本套教材的编写大纲。

本套教材紧紧围绕职业工作需求,以就业为导向,以技能训练为中心,以“更加实用、更加科学、更加新颖”为编写原则,旨在探索课堂与实训的一体化,具有如下特点:

1. 教材编写理念:融入课程教学设计新理念,以学生为主体,以老师为指导,以提高学生实践职业技能和创新能力为目标,理论紧密联系实际,思想性和学术性相统一。理论知识以够用为度,技能训练面向岗位需求,注重结合汽车后市场服务岗位群和维修岗位群的岗位知识和技能要求,使学生学完每一本教材后,都能获得该教材所对应的岗位知识和技能,反映教学改革和课程建设的新成果。

2. 教材结构体系:根据职业工作需求,采用任务驱动、项目导向的新模式构建新课程体系。理论教学与技能训练有机融合,系统性与模块化有机融合,方便不同学校、不同专业、不同实验条件剪裁选用。

3. 教材内容组织:精选学生终身有用的基础理论和基本知识,突出实用性、新颖性,以我国保有量较大的轿车为典型,注意介绍现代汽车新结构、新技术、新方法和新标准,加强“实训项目”内容的编写,引导学生在“做”中“学”。内容安排采用实例引导的方式,以激发学生的阅读兴趣,符合学生的认知规律。

4. 教材编排形式:图文并茂,通俗易懂,简明实用,由浅入深,深浅适度,符合高职学生的心理特点。每一章均结合人力资源和社会保障部职业资格考试要求,给出复习思考题,使教学与职业资格考试有机结合。

此外,为构建立体化教材,方便教师和学生学习,本套教材配备了实训指导光盘和



多媒体教学课件。实训指导光盘的内容为实训项目的规范性操作录像和相关资料，附在教材中；多媒体教学课件专供任课教师采用，可在中国科技金书网（www.golden-book.com）免费下载。

虽然本套教材的各参编院校在教、学、做一体化教学方面进行了有益的探索，但限于认识水平和工作经历，教材中难免仍有许多不足之处，恳请各位专家、同行给予批评指正。

高职高专汽车类专业技能型教育规划教材编委会

前 言

电喷发动机涉及较复杂的机械技术、电子技术及计算机控制技术，相关的知识多，技术要求高，实用性强，是汽车维修专业新的技能增长点，掌握电喷发动机的维修技能已成为汽车运用与维修专业（或相近专业）教学的一项重要内容，是培养学生汽车维修专业技能的核心。在此情况下，我们编写了《汽车发动机电控技术原理与维修》一书。

由于电控发动机的结构类型繁多，本书在讲述一般结构的基础上，突出了对目前国内保有量较大的国产及进口轿车发动机的讲解，以大众桑塔纳 2000 型轿车为主线并贯穿始终，同时兼顾丰田系列等其他车型。在编写体系上，将电控发动机各组成部分作为一个整体，按结构、原理、检测和故障诊断的顺序编写，深入浅出，循序渐进。对于每一个常见故障，书中都给出了详细、具体的诊断方法和步骤。

在编写过程中，我们充分考虑到职业教育的教学特点和维修企业对人才的需求，注重理论知识与实践技能的有机结合。为了突出实践技能的培养，在每一章内容之后都附有同步实训项目，并配备有实训指导 VCD 光盘以规范实训操作。为了扩展思维，还安排有典型故障案例及分析点评，以进一步提升案例教学的实效性。除此之外，为了便于组织教学，进一步提高教学效果，每章均配有复习思考题。

本书由曹红兵任主编并撰写所有章节。在编写过程中，得到了吴定宜、齐飞林等的大力支持和帮助，并提供了文字图片等有关资料，在此向他们表示感谢。

在本书的编写过程中，编者参考了大量的书籍、论文等文献资料，在此，谨向原作者表示感谢。

由于编者水平有限，书中难免存在错误或疏漏之处，欢迎广大读者批评指正。

编 者

目 录

序言

前言

第1章 发动机电子控制系统的组成与

工作原理 1

1.1 发动机电子控制系统的控制内容及
功能 1

1.2 发动机电子控制系统的基本组成与
控制原理 2

本章小结 8

复习思考题 8

实训项目1 发动机电子控制系统总体结构
认知 9

第2章 电子控制燃油喷射系统 12

2.1 电子控制燃油喷射系统的分类 12

2.2 电子控制燃油喷射系统的基本组成及
功能 16

2.3 空气供给系统 18

2.4 燃油供给系统 47

2.5 燃油喷射控制过程 68

本章小结 73

复习思考题 75

实训项目2 空气流量传感器的检测 80

实训项目3 进气歧管绝对压力传感器的
检测 83

实训项目4 节气门位置传感器的检测 85

实训项目5 温度传感器的检测 87

实训项目6 电动燃油泵及其控制电路的
检修 89

实训项目7 喷油器及其控制电路的检修 92

实训项目8 燃油供给系统压力的检测 95

第3章 电子控制点火系统 97

3.1 电子控制点火系统的组成及工作
原理 97

3.2 曲轴位置传感器与凸轮轴位置传
感器 101

3.3 点火电路分析与检测 115

3.4 点火提前角与闭合角的控制 123

3.5 爆燃传感器与爆燃控制 126

本章小结 130

复习思考题 131

实训项目9 桑塔纳2000GSi AJR 发动机曲轴
/凸轮轴位置传感器的检修 135

实训项目10 丰田皇冠3.0 2JZ-GE 发动机
曲轴/凸轮轴位置传感器的
检修 137

实训项目11 丰田皇冠3.0 2JZ-GE 发动机
点火控制电路的检修 139

实训项目12 桑塔纳2000GSi AJR 发动机
点火控制电路的检修 141

实训项目13 爆燃传感器的检修 143

第4章 辅助控制系统 145

4.1 进气控制系统 145

4.2 怠速控制系统 161

4.3 排放控制系统 170

4.4 故障自诊断系统 189

本章小结 206

复习思考题 208

实训项目14 丰田皇冠3.0 2JZ-GE 发动机
谐波进气增压系统的检修 215

实训项目15 怠速控制系统的检修 216

实训项目16 桑塔纳2000GSi AJR 发动机燃
油蒸发排放控制系统的检修 219

实训项目17 三元催化转化器的检修 220

实训项目18 氧传感器的检修 221

实训项目19 故障码的读取与清除 224

第5章 发动机电子控制系统的故障

诊断与排除 226

5.1 故障诊断的基本原则与方法 226

5.2 故障诊断的一般程序与注意事项 232

5.3 常见故障的诊断与排除 241

本章小结 261

复习思考题 262

实训项目20 “发动机不能起动且无着车
征兆”的故障诊断 266



实训项目 21 “发动机不能起动但有着车 征兆”的故障诊断	267	实训项目 25 “发动机怠速过高”的故障 诊断	270
实训项目 22 “发动机冷车怠速不稳、易 熄火”的故障诊断	268	实训项目 26 “发动机加速不良”的故障 诊断	271
实训项目 23 “发动机热车怠速不稳、易 熄火”的故障诊断	269	参考文献	272
实训项目 24 “发动机怠速不稳、易熄火” 的故障诊断	270		273

第 1 章

发动机电子控制系统的组成与工作原理



学习目标

- 掌握发动机电子控制系统的控制内容及功能。
- 掌握发动机电子控制系统的基本组成与控制原理。
- 了解发动机电子控制系统的控制方式。

安全、环保和节能是当今汽车技术发展的主要方向，采用电子技术是解决诸多技术难题的最佳方案，只有采用电子控制燃油喷射系统及电子控制点火系统等易于应用的电子控制新技术，才能有所突破。

1.1 发动机电子控制系统的控制内容及功能

目前，汽车发动机上主要的电子控制系统有：电子控制燃油喷射系统、电子控制点火系统、进气控制系统、怠速控制系统、排放控制系统和自诊断系统等，通常将电子控制燃油喷射系统、电子控制点火系统以外的其他控制系统统称为辅助控制系统。发动机电子控制系统的主要控制功能是燃油控制（控制喷油量和喷油正时）和点火控制（控制点火提前角、闭合角和爆燃控制）。早期的电控系统多采用一个 ECU 控制汽车的某一个系统，如果有多个系统就要采用多个 ECU 控制。现代汽车都采用集中控制系统，利用微处理器使控制功能集中化，将多种控制功能集中到一个 ECU 上，就可以不必设置多个传感器和 ECU。

1.1.1 电子控制燃油喷射系统

该系统主要包括喷油量控制和喷射正时控制。系统中 ECU 主要根据空气流量传感器提供的进气量信号确定基本的喷油量，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，能有效控制混合气空燃比，使发动机在各种工况下空燃比达到较佳值、在各种运行工况下均能获得最佳浓度的混合气，从而实现提高功率、降低油耗、减少排气污染等功效。当采用与发动机转动同步的顺序独立喷射方式时，ECU 还要根据发动机各缸的点火顺序，将燃油喷射时间控制在一个最佳的时刻。另外，系统还能进行断油控制和燃油泵控制。

1. 空气供给系统

空气供给系统的功用是为发动机可燃混合气的形成提供必需的空气，并测量出进入气缸的空气量。



2. 燃油供给系统

燃油供给系统的功用是向发动机各个气缸供给混合气燃烧所需的燃油量。

1.1.2 电子控制点火系统

该系统的主要功能是点火提前角控制、通电时间（闭角）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初级电路的通电时间，从而改善发动机的燃烧过程，使发动机输出最大的功率和转矩，而将油耗和排放降低到最低程度。此外，系统还能进行爆燃控制。

1.1.3 辅助控制系统

1. 进气控制系统

该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增压系统（ACIS）、废气涡轮增压系统、可变气门正时系统、电子控制节气门系统（ETCS）等。

2. 怠速控制系统

怠速控制（ISC）系统能在发动机怠速工况下，根据发动机冷却液温度、空调压缩机是否工作、变速器是否挂入档位等状态，通过怠速控制阀对发动机的进气量进行控制，使发动机随时以最佳怠速转速运转。

3. 排放控制系统

该系统主要对发动机排放控制装置的工作实行电子控制，主要包括燃油蒸发排放控制系统（EVAP）、废气再循环控制系统（EGR）、三元催化转化器（TWC）与空燃比反馈控制系统、二次空气喷射控制系统等。

4. 故障自诊断系统

故障自诊断系统利用电子控制单元 ECU 监视电子控制系统各组成部分的工作情况，发现故障后，自动启动故障运行程序，不仅保证汽车在有故障的情况下可以继续行驶，同时还将在存储器中的故障信息（故障码）以一定的方式显示出来，或以数据流的形式通过汽车上配置的诊断插座输出，以便于驾驶员和维修人员发现和排除故障。

需要指出的是，电控燃油喷射系统在 20 世纪六、七十年代大多只控制燃油喷射，20 世纪八十年代开始与点火控制系统一起构成发动机电子集中控制系统。此外，根据发动机的要求，通过对控制部件进行不同的组合，便可组成如怠速控制系统、废气再循环系统和故障自诊断系统等其他系统，实现了多种功能的控制。

1.2 发动机电子控制系统的基本组成与控制原理

1.2.1 发动机电子控制系统的基本组成

从控制原理来看，发动机电子控制系统可以简化为传感器、电子控制单元（ECU）和执行器三大组成部分。传感器是感知信息的部件，功用是采集控制系统的信号并转换成电信



号输送给 ECU，以提供汽车运行状况和发动机工况等相关信息。ECU 接收来自传感器的信息，进行存储、计算和分析处理后发出相应的控制指令给执行器。执行器即执行元件，其功用是执行 ECU 的专项指令，从而完成控制目的。传感器、ECU 和执行器三部分相互间的工作关系如图 1-1 所示，图 1-2 为大众桑塔纳 2000GSi AJR 发动机 M3.8.2 电子控制系统组成示意图。

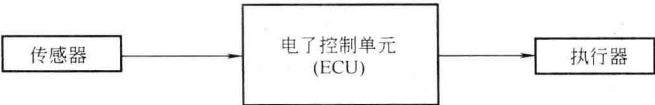


图 1-1 传感器、ECU 和执行器之间的工作关系

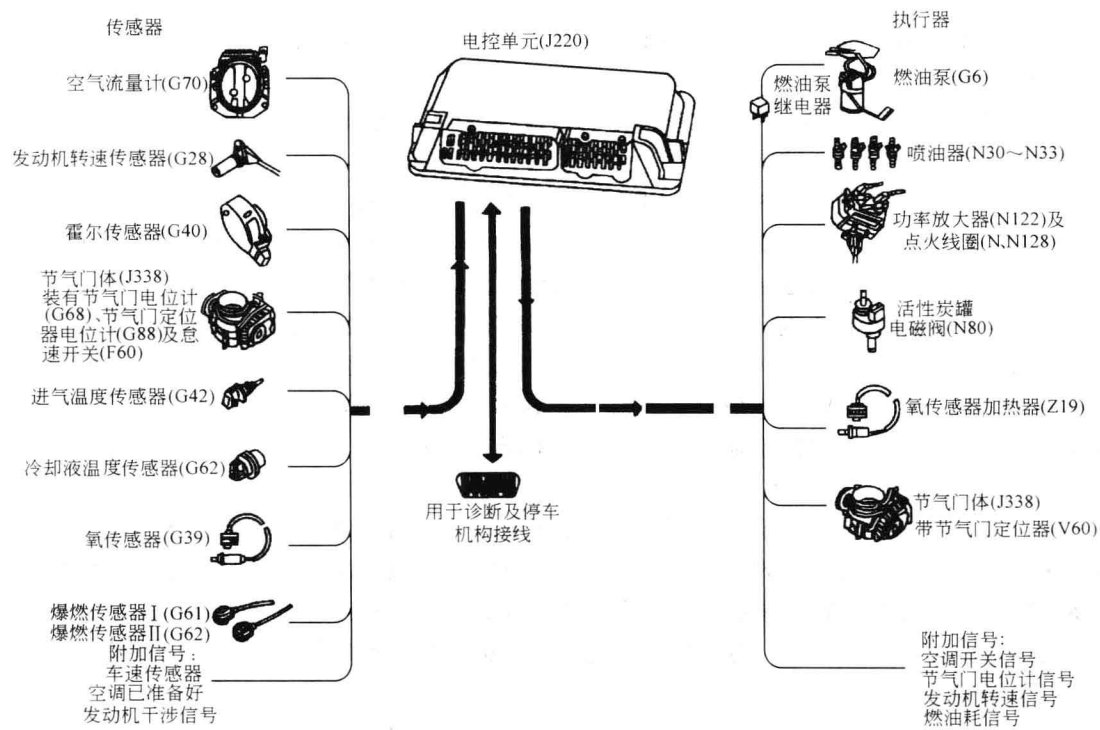


图 1-2 大众桑塔纳 2000GSi AJR 发动机 M3.8.2 电子控制系统组成

1. 传感器

传感器是一种信号转换装置，安装在发动机的各个部位，其功用是检测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控单元（ECU）。发动机电子控制系统常用的传感器有以下几种：

（1）空气流量传感器 测量发动机的进气量，并将信号输入 ECU，作为燃油喷射和点火控制的主控制信号。

（2）进气（歧管绝对）压力传感器 通过测量进气管压力间接检测进气量，并将信号输入 ECU，作为燃油喷射和点火控制的主控制信号。



(3) 节气门位置传感器 检测节气门的开度（如节气门全开、全闭和部分开启等）及开度变化情况，并将信号输入 ECU，ECU 以此对燃油喷射及 EGR 废气再循环等其他系统进行控制。

(4) 曲轴位置传感器和凸轮轴位置传感器 曲轴位置传感器的功用是检测曲轴位置信号和曲轴转角信号，凸轮轴位置传感器的功用是检测活塞上止点位置信号（又称为气缸识别传感器），是点火控制的主控制信号。在相当一部分汽车上，曲轴位置传感器与凸轮轴位置传感器是制作在一体的，统称为曲轴/凸轮轴位置传感器。

(5) 冷却液温度传感器 给 ECU 提供冷却液温度信号，作为燃油喷射和点火控制的修正信号。

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

(7) 氧传感器 检测废气中氧离子的含量，向 ECU 输入反馈信号，进行喷油量（空燃比）的闭环控制。

(8) 爆燃传感器 检测汽油机是否爆燃及爆燃强度，向 ECU 输入反馈信号，用于对电子控制点火系统进行闭环控制。

(9) 大气压力传感器 检测大气压力，修正喷油和点火控制。

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

除以上传感器向 ECU 输入控制信号之外，还有点火开关信号、发电机负荷信号、空调开关信号（A/C）、档位开关信号和空档位置开关信号、蓄电池电压信号、离合器开关信号、制动开关信号、动力转向开关信号、巡航（定速）控制开关信号等输入 ECU，以更好地对喷油量、点火提前角等进行控制，适应汽车的不同运行工况。

2. 电子控制单元（ECU）

(1) 电子控制单元的功能 给传感器提供参考（基准）电压（2V、5V、9V、12V）；接收传感器或其他装置输入的信息，将输入的信息转变为微机所能接受的信号；存储分析计算所用的程序、车型的特点参数、运算中的数据及故障信息；运算分析，即根据信息参数求出执行命令并输出给执行器；将输出的信息与标准值对比，查出故障并输出故障信息；自我修正（自适应功能）。

在发动机控制系统中，ECU 不仅用来控制汽油喷射系统，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项控制功用。

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，因此，就可以实现多功能的高精度集中控制。

(2) 电子控制单元的硬件 如图 1-3 所示，ECU 主要由输入回路、A/D 转换器、微机和输出回路四部分组成。

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。对于微机不能直接处理的模拟信号，A/D 转换器将其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。微型计算机是发动机电控系统的核心，由中央处理器 CPU、存储器、输入/输出口和总线等部分组成。它能根据需要，把各种传感器送

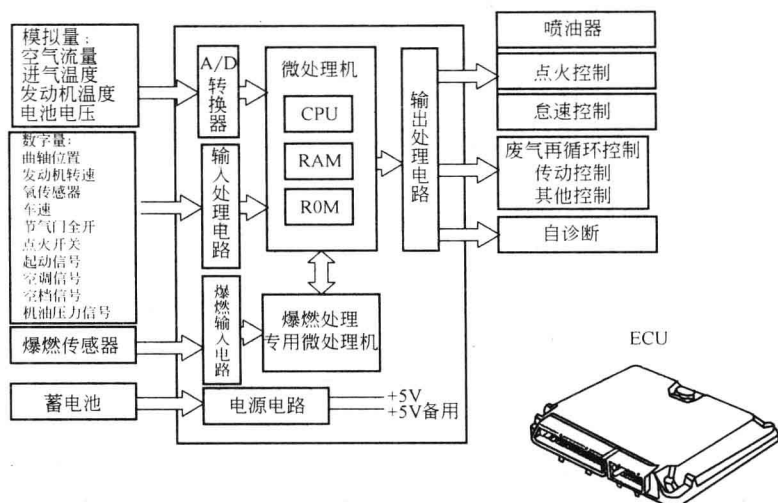


图 1-3 发动机电子控制系统电子控制单元 (ECU)

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。输出回路将微机发出的指令,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功能。

为实现发动机各种工况及运行条件下最佳的综合性能,电子控制系统必须以最佳的相应控制参数(如最佳喷油脉宽和最佳点火提前角)控制发动机在最佳运行状况下运转,这些控制参数的最佳数据预先全部存储在只读存储器中(ROM)。

(3) 电子控制单元的软件 ECU 中的软件起着控制决策的作用,还可完成部分硬件的功能,它是控制系统中必不可少的部分。

软件包括控制程序和数据两部分。控制软件大多数采用模块化结构,将整个控制系统的程序分成若干个功能相对独立的程序模块,每个模块分别进行设计、编程和调试,最后将调试好的程序模块连接起来。这种结构方式可使程序设计和调试容易,修改变动方便且可按需要进行取舍。

软件中最主要的是主控程序。主控程序可根据使用和控制要求设定内容。主控程序的主要任务是整个系统初始化,实现系统的工作时序、控制模式的设定,常用工况及其他各工况模式下喷油信号和点火信号输出程序。软件中还有转速和负荷的处理程序、中断处理程序、查表及插值程序等。

为了能对发动机进行最优控制,应在发动机台架、排放转鼓试验台和道路上进行匹配试验,得到基本喷油量和基本点火提前角的三维图,以及其他为匹配各种运行工况而确定的修正系数、修正函数和常数等,都以离散数据的形式存在存储器中,作为控制的依据。

(4) 工作过程 发动机起动时,ECU 进入工作状态,某些程序从 ROM 中取出进入 CPU。这些程序可以用来控制点火时刻、燃油喷射和怠速等。通过 CPU 的控制,一个个指令逐个地进行循环执行。执行程序中所需要的发动机信息,来自各个传感器。从传感器来的信号,首先进入输入回路进行处理。如果是数字信号直接经 I/O 接口进入微机;如果是模拟信号经 A/D 转换器转换成数字信号后才经 I/O 接口进入微机。大多数信息暂时存储在 RAM



内,根据指令再从 RAM 送到 CPU。有时需将存储在 ROM 中的参考数据引入 CPU,使输入传感器的信息与之进行对比。对来自有关传感器的每一个信息依次取样,并与参考数据进行比较。CPU 对这些数据进行比较运算后,做出决定并发出输出指令信号,经 I/O 接口,必要的信号还要经 D/A 转换器变成模拟信号,最后经输出回路去控制执行器动作。

3. 执行器

执行器是接受电子控制单元 ECU 的控制指令来完成具体的控制动作、具体执行某项控制功能的装置。在发动机控制系统中主要的执行器及其功能如下:

- (1) 电动燃油泵 其功用是供给燃油喷射系统规定压力的燃油。
- (2) 电磁喷油器 其功用是根据 ECU 的喷油脉冲信号,精确计量燃油喷射量。
- (3) 点火控制器 点火控制器又称为点火模块,是微机控制点火系统的功率输出级;它接受 ECU 输出的点火控制信号并进行功率放大,以便驱动点火线圈工作。
- (4) 怠速控制阀 其功用是根据发动机的负荷情况,控制发动机的怠速转速。
- (5) 活性炭罐及其电磁阀 根据电控单元的控制指令信号,回收发动机内部的燃油蒸汽,以便减少排气污染。

其他的执行器还有进气控制阀、EGR 阀、二次空气喷射阀、燃油泵继电器、冷却风扇继电器、空调压缩机继电器和自诊断显示与报警装置等。随着控制功能的增加,执行器也将相应增加。

桑塔纳 2000GSi AJR 型发动机 M3.8.2 电子控制系统的组成及位置布置如图 1-4 所示。

1.2.2 发动机电子控制系统的工作原理

在发动机运转过程中,ECU 根据发动机控制系统的各传感器送来的信号,判断发动机当前所处的运行工况和运行条件,并从 ROM 中查取相应的控制参数数据,经中央处理器(CPU)的计算和必要的修正后,输出相应的控制信号,控制发动机运转。

1.2.3 发动机电子控制系统的控制方式

发动机电子控制系统的控制方式主要有两种:开环控制和闭环控制。

1. 开环控制

发动机工作时,ECU 根据传感器的信号对执行器进行控制,而控制的结果(如燃烧是否完全、怠速是否稳定、是否有爆燃发生等)是否达到预期目标无法做出分析,控制的结果对控制过程没有影响,这种控制方式称为开环控制。开环控制的特点是在控制器与被控对象之间只有正向控制作用而没有反馈控制作用。

这种开环控制方式要达到精确控制,其控制系统 ROM 中必须预先存储发动机可能遇到的各种工况及运行条件所需控制参数的精确调整数据,这样才能保证输出的控制信号能产生预期的发动机响应。而控制数据一旦存入 ECU 的 ROM 中,就不再变动。

2. 闭环控制

由上述可知,开环控制系统调整空燃比和点火提前角的准确程度受到发动机技术状况和控制程序及数据的限制。另外,开环控制系统无法将影响空燃比和点火提前角的其他控制参数一一兼顾,因此很难达到精确的控制。

闭环控制实质上就是反馈控制。在开环控制的基础上,控制系统根据实际检测到的开环

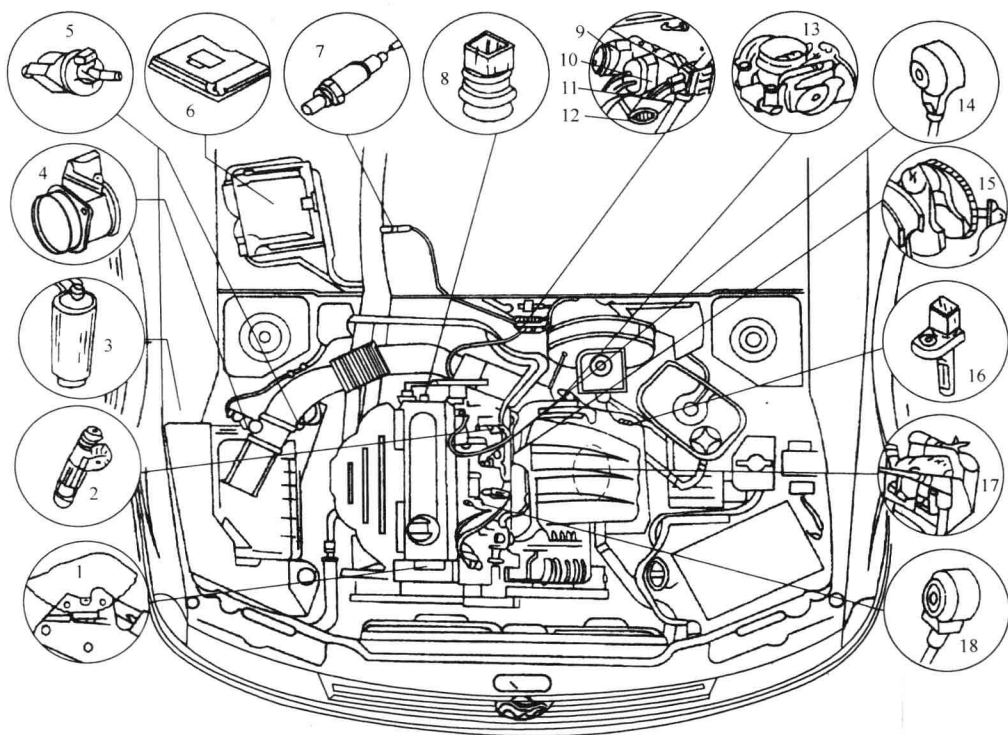


图 1-4 桑塔纳 2000GSi AJR 型发动机 M3.8.2 电子控制系统的组成及位置布置图

- 1—霍尔传感器 (G40) 2—喷油器 (N30 ~ N33) 3—活性炭罐 4—热膜式空气流量计 (G70)
 5—活性炭罐电磁阀 (N80) 6—ECU (J220) 7—氧传感器 (G39) 8—冷却液温度传感器 (G62)
 9—转速传感器插接器 (灰色) 10—1 号爆燃传感器插接器 (白色) 11—氧传感器插接器 (黑色)
 12—2 号爆燃传感器插接器 (黑色) 13—节气门控制组件 (J338) 14—2 号爆燃传感器 (G66)
 15—转速传感器 (G28) 16—进气温度传感器 (G72) 17—点火线圈 (N152) 18—1 号爆燃传感器 (G61)

控制结果的反馈信号来决定增减输出控制量的大小，而此时不再根据其他输入信号进行控制。闭环控制的特点是在控制器与被控对象之间，不仅存在着正向作用，而且存在着反馈作用，即系统的输出量对控制量有直接影响。

如图 1-5 所示，喷油量控制由计算机根据氧传感器输出的氧浓度信号来判断进入气缸中的可燃混合气的浓度（空燃比）是否合适，从而修正燃油供给量，使混合气空燃比保持在理想状态下。

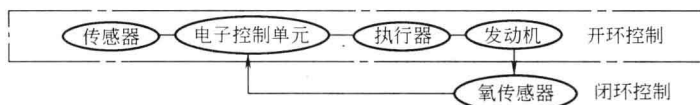


图 1-5 开环控制与闭环控制示意图

点火时刻的闭环控制是采用爆燃传感器检测发动机是否产生爆燃作为反馈信号，从而决定点火时刻是应提前还是推迟，使实际点火时刻能贴近爆燃界限曲线变化。

由于开环和闭环控制各有其特点，现代发动机电控系统大多同时采用开环和闭环两种控



制方式。开环控制作为基本控制手段，而闭环控制作为精确控制手段，根据发动机工作需要，相互转换，协调工作。

本章小结

- 发动机电子控制系统有：电子控制燃油喷射系统、电子控制点火系统、进气控制系统、怠速控制系统、排放控制系统和自诊断系统等。
- 发动机电子控制系统可以简化为传感器、电子控制单元（ECU）和执行器三大组成部分。
- 发动机电子控制系统的控制方式主要有两种：开环控制和闭环控制。

复习思考题

一、填空题

1. 电子控制燃油喷射系统主要包括_____控制和_____控制。
2. 电子控制单元主要是根据_____确定基本的喷油量。
3. 电子控制点火系统的主要功能是_____、_____、_____。
4. 排放控制的项目主要包括_____、_____、_____和二次空气喷射控制系统等。
5. 发动机电子控制系统由_____、_____、_____三大部分组成。
6. _____是采集信息并向 ECU 输送的装置。
7. _____是发动机控制系统的核心。
8. 执行器受_____控制，其作用是_____。
9. 电子控制系统的控制方式有_____、_____两种基本类型。

二、判断题

1. 电子控制系统中的信号输入装置是各种传感器。（ ）
2. 在电控燃油喷射系统中，喷油量控制是最基本也是最重要的控制内容。（ ）
3. 点火控制系统还具有通电时间控制和爆燃控制功能。（ ）
4. 发动机集中控制系统将多种控制功能集中到一个控制单元上。（ ）
5. 在发动机集中控制系统中，同一传感器信号可应用于不同子控制系统中。（ ）
6. 发动机集中控制系统中，各子控制系统所需要的信息是不相同的。（ ）
7. 在发动机集中控制系统中，一个传感器信号可以作为几个子控制系统的控制信号。（ ）
8. 发动机在任何工况下均采用闭环控制。（ ）
9. 闭环控制系统的控制方式比开环控制系统要简单。（ ）
10. 开环控制的控制结果是否达到预期的目标对其控制的过程没有影响。（ ）

三、问答题

1. 发动机上有哪些主要的电子控制系统？各有何功能？
2. 简述发动机电子控制系统各传感器的作用。
3. 发动机电子控制系统主要的执行器有哪些？各自的作用是什么？