



汽车专业高技能职业教育“十二五”规划教材

QICHE ZHUANYE GAOJINENG ZHIYE JIAOYU SHIERWU GUIHUA JIAOCAI

汽车发动机电控系统

原理与检修



QICHE FADONGJI DIANKONG XITONG
YUANLI YU JIANXIU

张蕾 主编



专业培养汽车诊断维修高级人才——“汽车医生”

- ★ 突出故障诊断方法、步骤，培养故障诊断能力、知识的应用能力



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

汽车专业高技能职业教育“十二五”规划教材

汽车发动机电控系统 原理与检修

张 蕾 主 编



机械工业出版社

本书以现代汽车发动机的理论基础为重点, 主要内容包括汽油发动机电子控制基础、电子控制燃油喷射系统、电控点火系统、辅助控制系统(进气控制系统、汽油机增压控制系统、排放控制系统、电子节气门系统等)、汽油机燃烧新技术(稀薄燃烧控制、缸内直喷汽油机)、柴油机电控技术及发动机电控系统常见故障诊断等。

本书可作为汽车设计与制造、车辆工程、汽车运用、汽车服务工程和交通运输等相关专业的教材, 也适于汽车相关行业工程技术人员及汽车检测人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车发动机电控系统原理与检修/张蕾主编. —北京: 机械工业出版社, 2012. 2

汽车专业高技能职业教育“十二五”规划教材
ISBN 978-7-111-36927-1

I. ①汽… II. ①张… III. ①汽车—发动机—电子系统: 控制系统—理论—高等职业教育—教材②汽车—发动机—电子系统: 控制系统—车辆修理—高等职业教育—教材 IV. ①U472. 43

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 278107 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: 齐福江 责任编辑: 齐福江

版式设计: 常天培 责任校对: 张晓蓉

封面设计: 饶 薇 责任印制: 乔 宇

三河市宏达印刷有限公司印刷

2012 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 12.5 印张 · 4 插页 · 306 千字

0001—3000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-36927-1

定价: 33.80 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心: (010)88361066

门户网: <http://www.cmpbook.com>

销售一部: (010)68326294

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售二部: (010)88379649

读者购书热线: (010)88379203

封面无防伪标均为盗版

前 言

随着电子工业的迅速发展,使现代汽车发动机发生了巨大的变革,这一进步提高了汽车动力性和经济性,减少了汽车尾气排放污染。汽车制造业和汽车维修行业等许多相关行业都需要大量的熟练掌握汽车发动机电控技术的人才,因此,各大专学校、职业院校都积极开设了汽车及其相关专业,培养学生学习先进的汽车发动机电控技术知识,以满足汽车科技飞速发展的需要。

我们根据多年的教学实践和科学研究,并参阅了大量的文献、资料和专著,编写了《汽车发动机电控系统原理与检修》这本书,以满足教学需要。本书较为全面、系统地介绍了汽车发动机电控技术的基本原理、基本组成和工作过程以及相关部件的结构。

本书具有如下特征:

(1) 全面性。本书内容广泛,涉及汽车发动机电子控制技术的各个方面,重点放在对汽车发动机电子控制技术的学习和应用方面,摒弃不必要的理论和繁琐的控制软件技术。

(2) 新颖性。本书编写内容包括最新的发动机电子控制技术,注重与时代发展同步。对于落后的电子控制技术,不再进行讲解。

(3) 形象化。本书采用了多种图形,对电控系统的组成、部件结构、工作原理等进行解释,方便读者的理解和记忆。

(4) 实用至上。本书注重知识的实际应用能力,每章都包括本系统故障诊断的基本方法、故障诊断步骤等,培养学生的故障诊断能力,也就是对知识的应用能力。

本书由天津职业技术师范大学张蕾担任主编。其中第1章、第2章、第3章由张蕾编写,第4章由董恩国编写,第5章由包丕利编写,第6章由刘臣富编写,第7章由王凤忠编写,第8章由石传龙编写。参加本书编写的人员还有:魏健、李健、宋建峰、徐湜清、张希通等。

由于编者水平所限,书中难免有缺点和错误,诚望读者批评和指正。

编 者

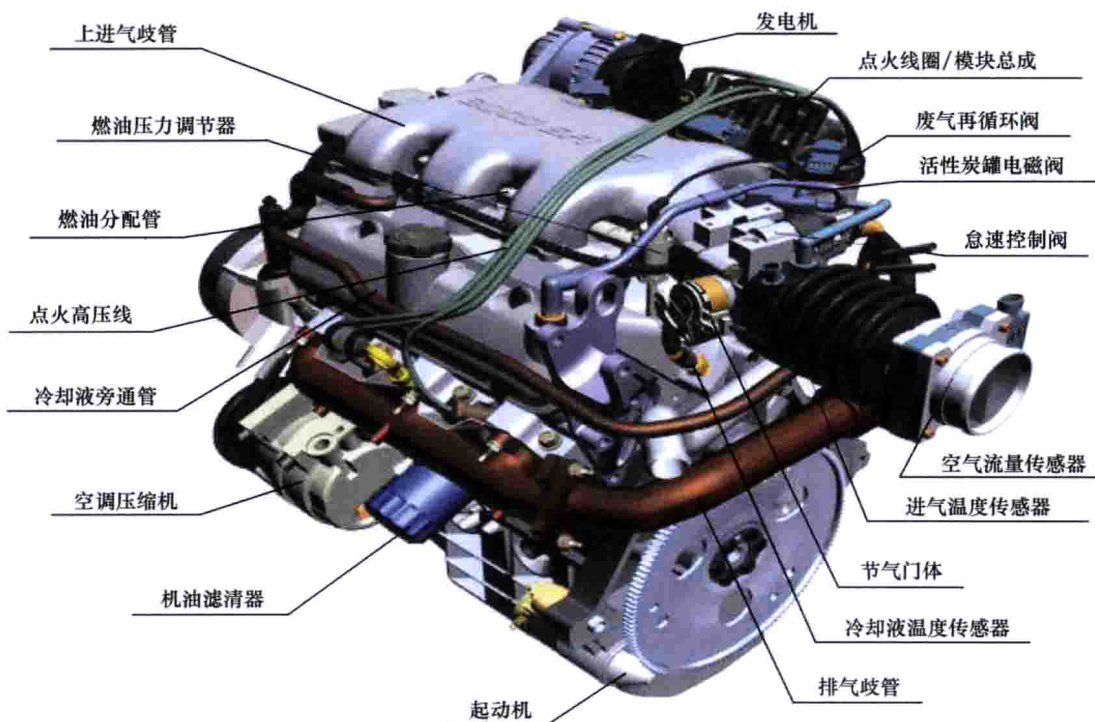


图1 电控系统元件在发动机的位置分布(左侧)

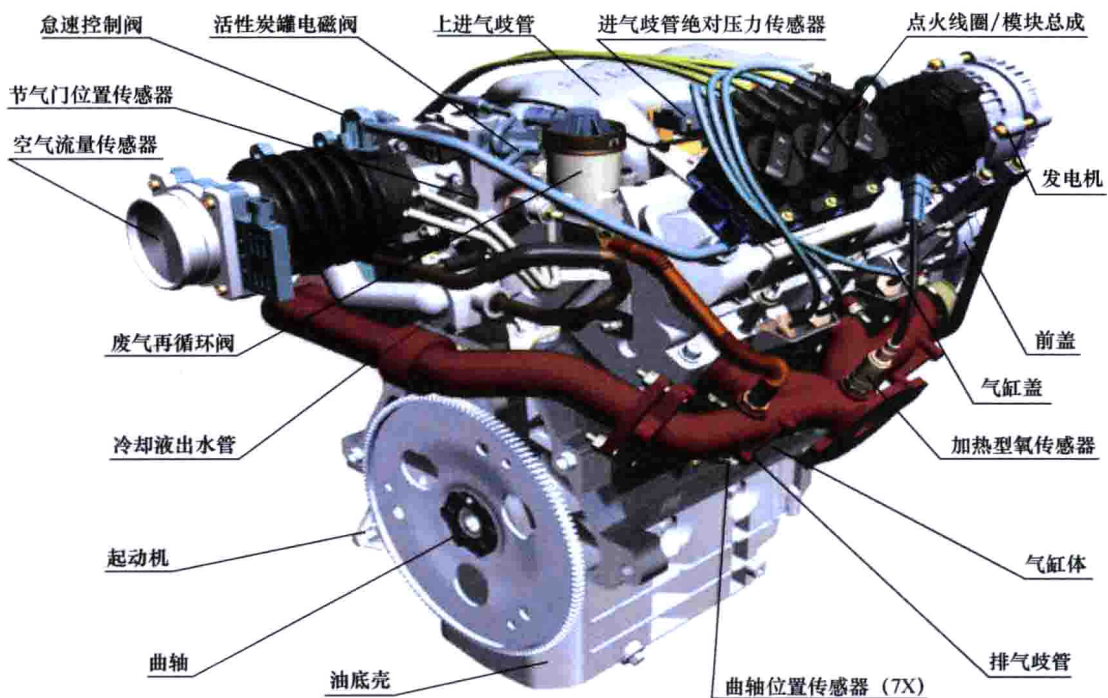


图2 电控系统元件在发动机上的位置分布(右侧)

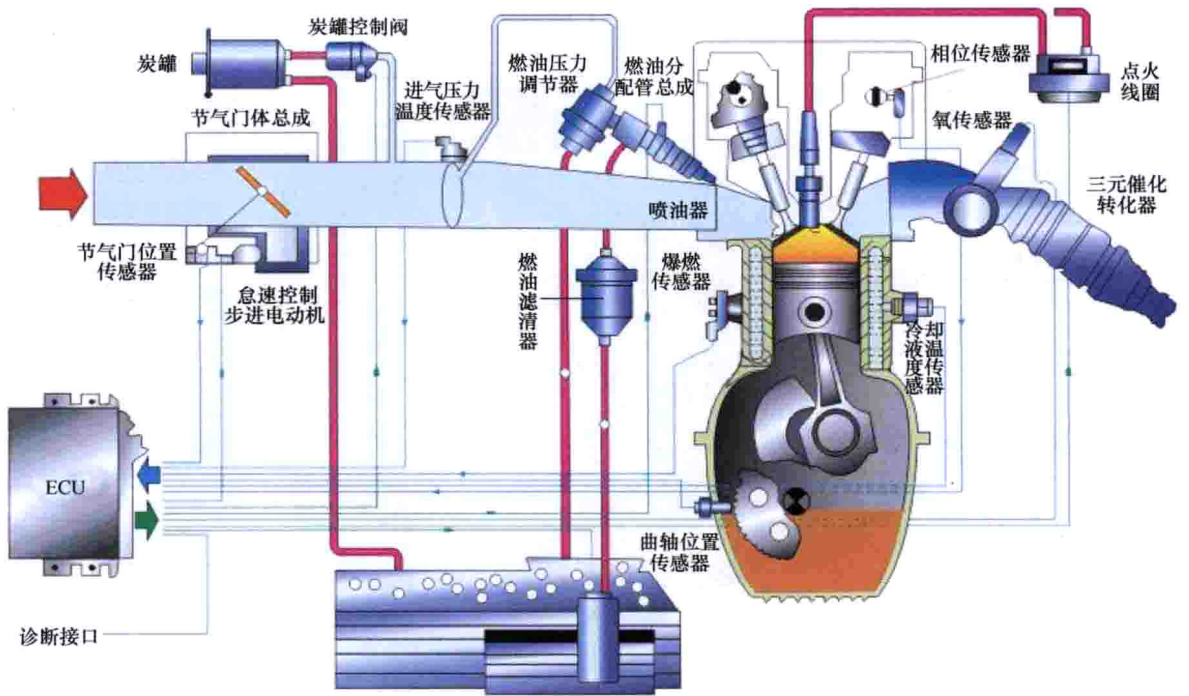


图3 电控汽油喷射系统

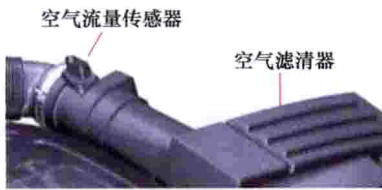


图4 空气流量传感器装配位置



图5 热线式空气流量传感器



图6 热膜式空气流量传感器的结构



图7 曲轴位置传感器及其安装位置



图 8 霍尔式传感器



图 9 节气门位置传感器



图 10 进气压力传感器



图 11 爆燃传感器



图 12 进气温度传感器



图 13 冷却液温度传感器

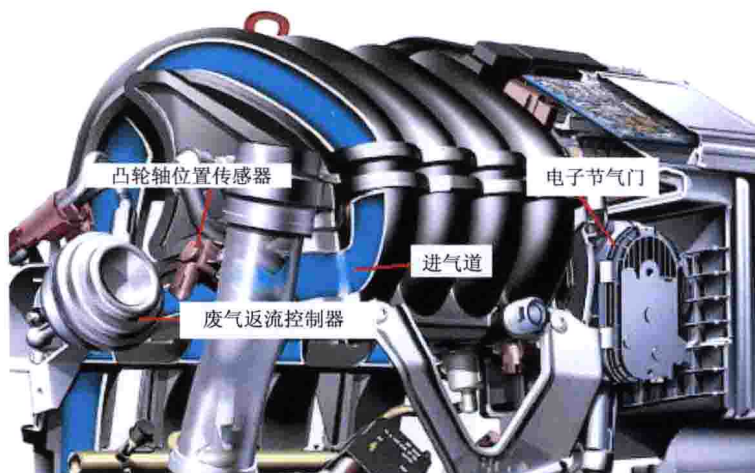


图 14 发动机进气系统

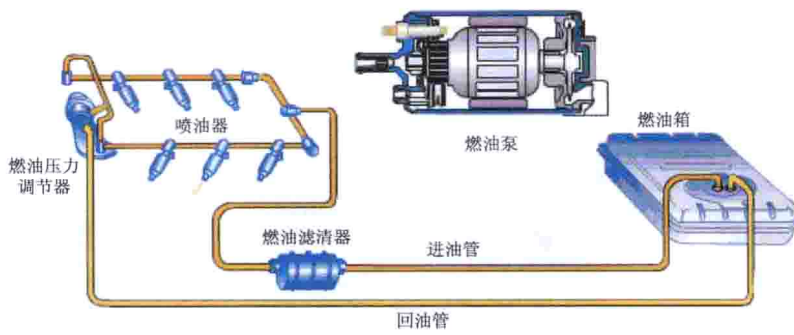


图 15 燃油泵和燃油系统

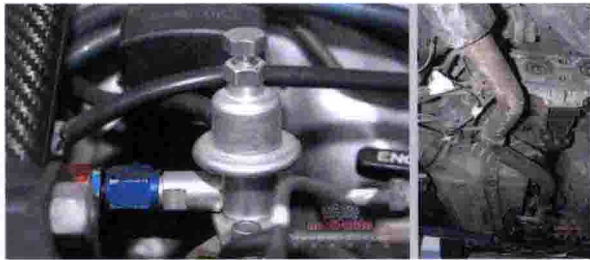


图 16 油压调节器及其安装



图 17 怠速控制阀



图 18 怠速控制步进电动机



图 19 电子点火线圈

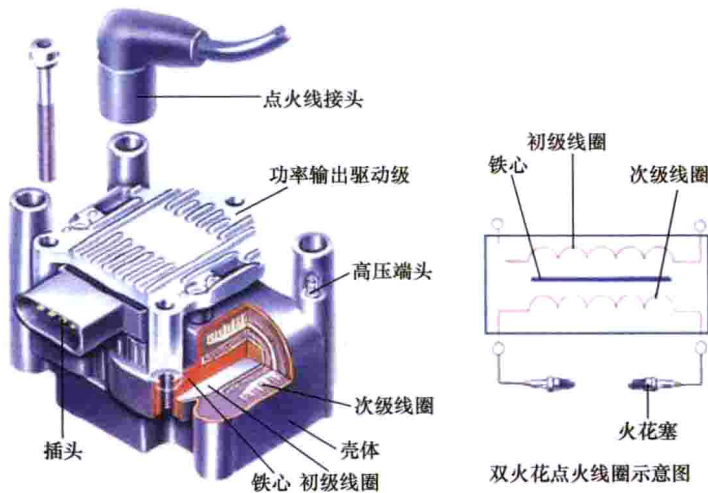


图 20 两个同步缸共用 1 个点火线圈



图 21 点火模块



图 22 燃油压力调节器和喷油器

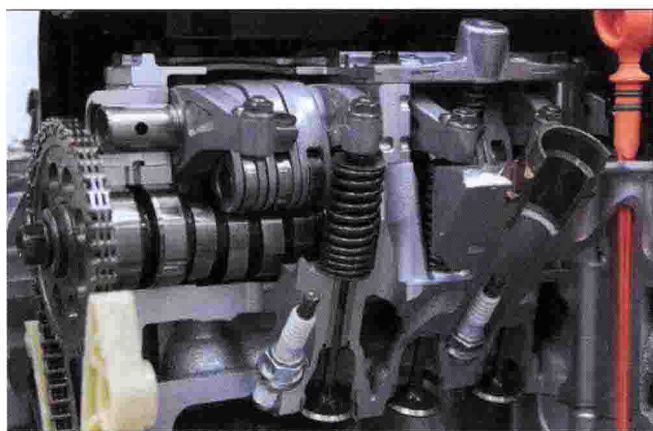
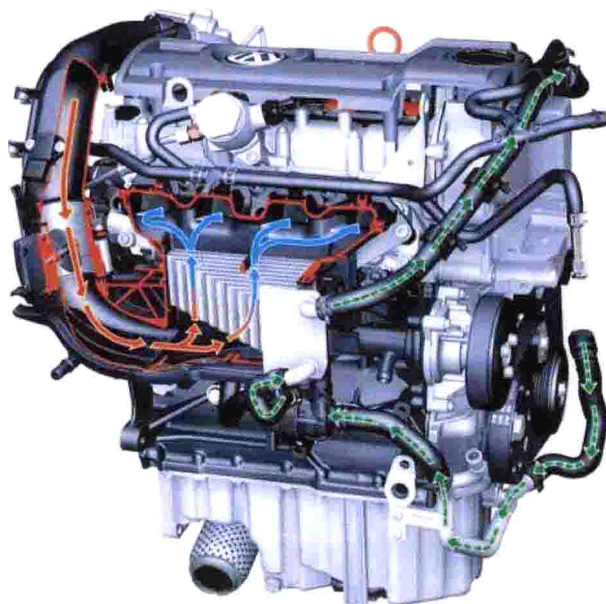


图 23 VTEC 气门机构



图 24 废气涡轮增压系统组成



红色标识为进气通道
 绿色标识为增压通道
 蓝色标识为形成增压后的通道

图 25 涡轮增压系统的增压和进气通道

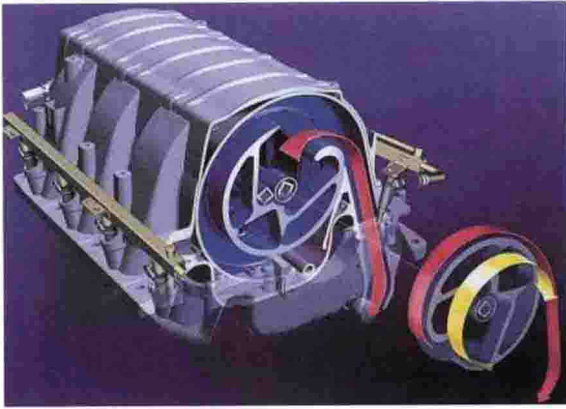


图 26 进气谐波增压系统

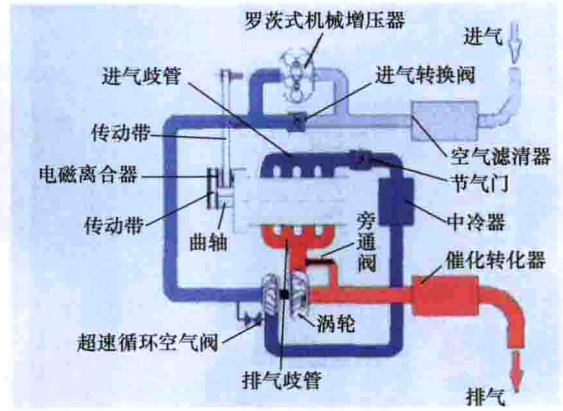


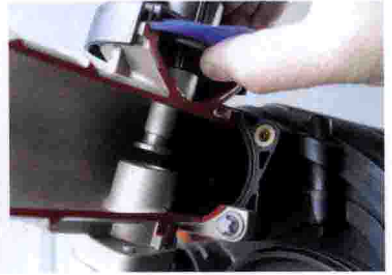
图 27 增压系统的总体布置



图 28 废气再循环电磁阀



a) EGR 阀关闭



b) EGR 阀开启

图 29 EGR 阀的工作状态

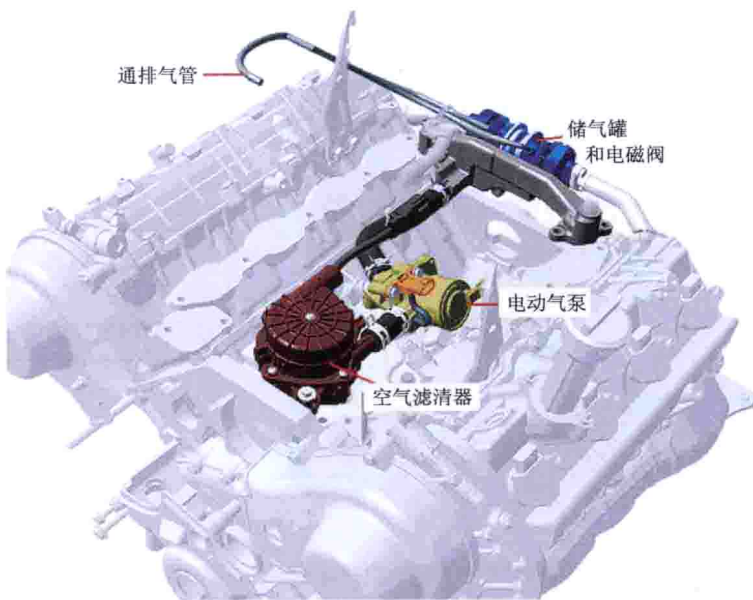


图 30 V 型发动机上的二次空气喷射系统

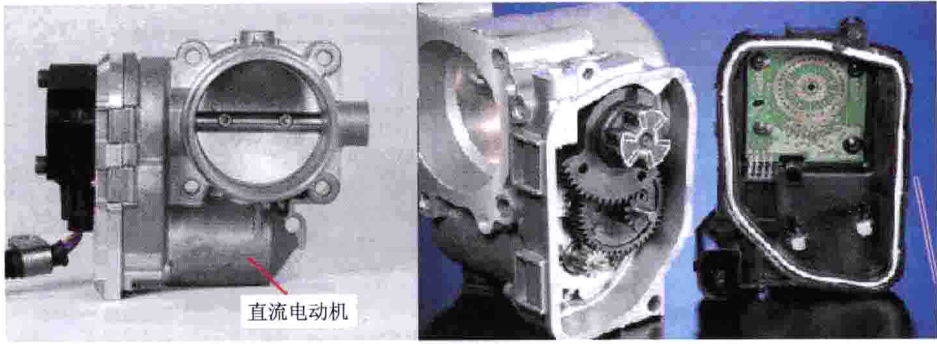
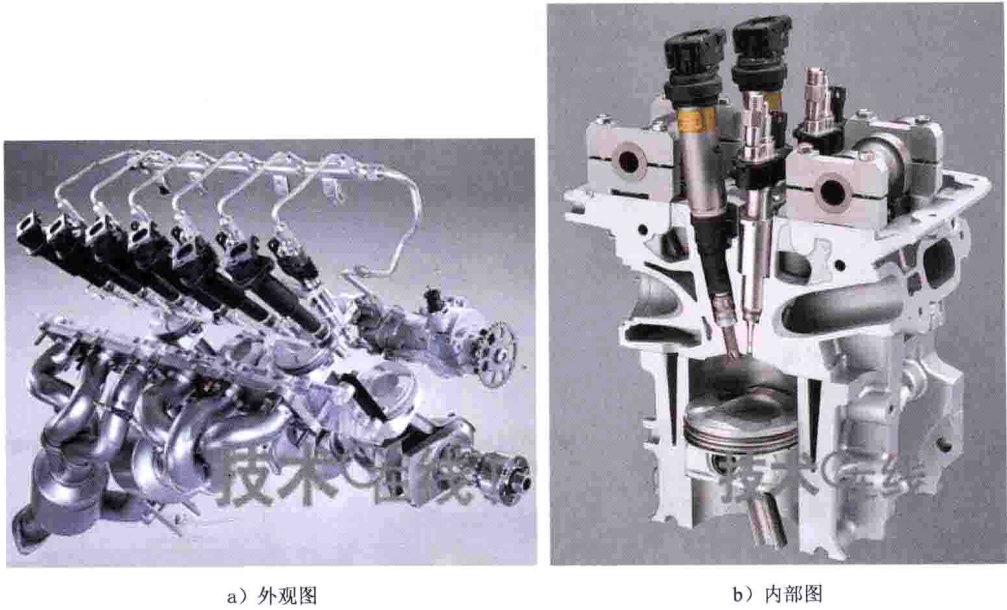


图 31 电子节气门及其控制电动机



a) 外观图

b) 内部图

图 32 稀薄燃烧系统

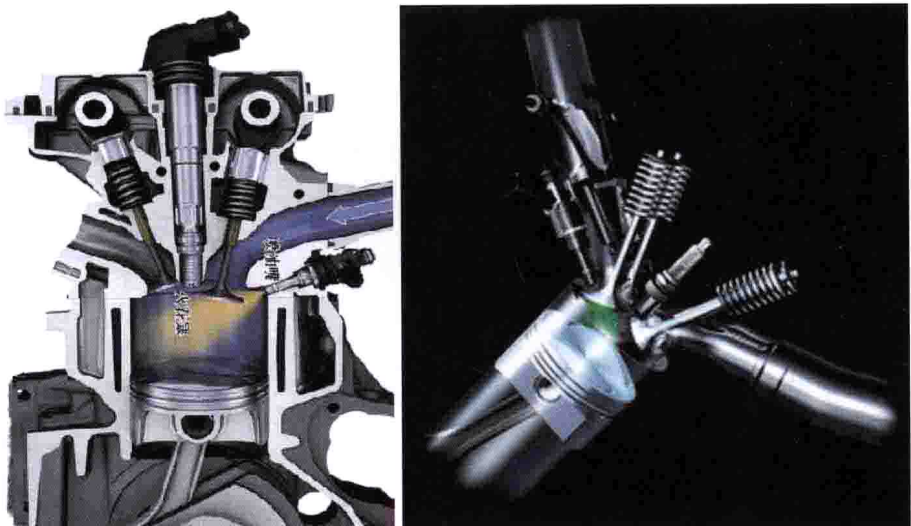


图 33 缸内直喷技术

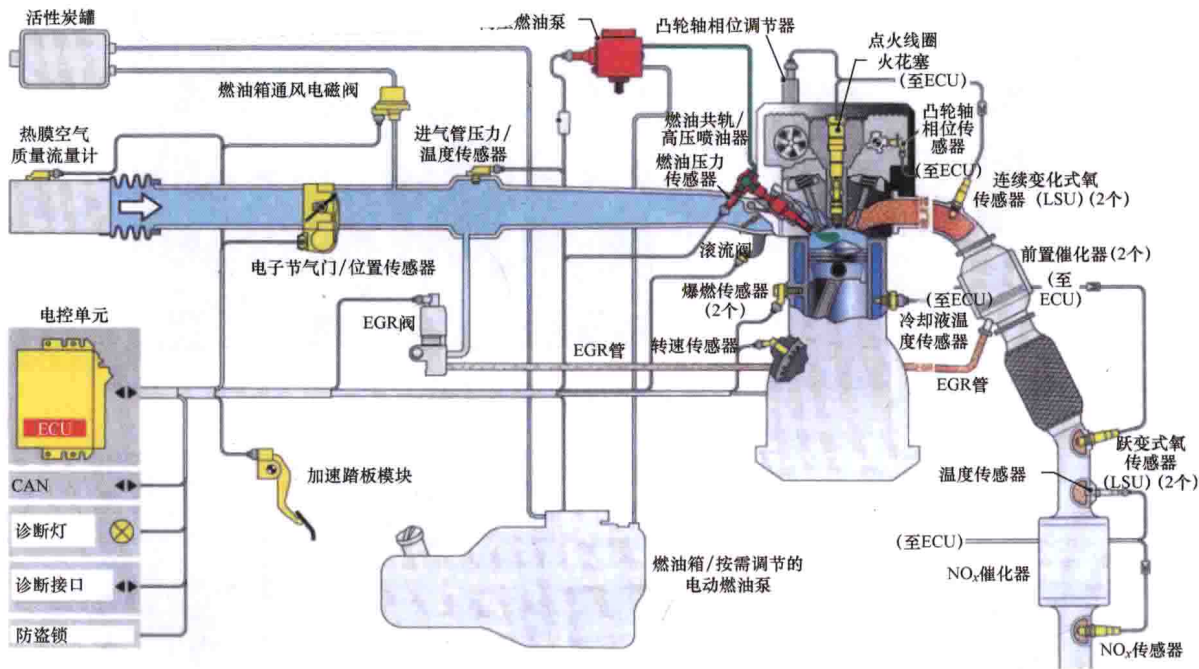


图 34 缸内直喷式汽油机系统布置图

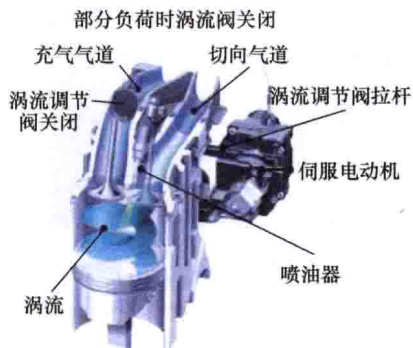


图 35 进气涡流及其涡流调节阀

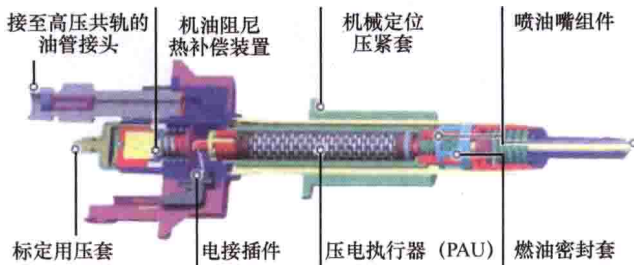


图 36 压电喷油器结构

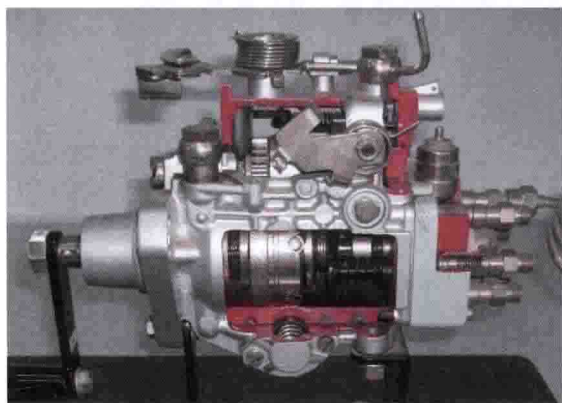


图 37 时间控制型电子控制分配式喷油泵

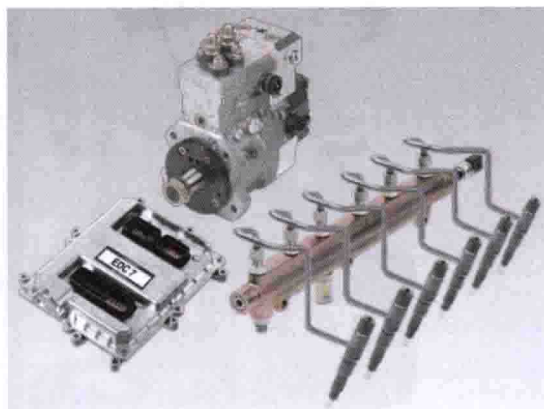


图 38 电子控制共轨系统的组成

目 录

前言

第1章 发动机电子控制系统概述	1
1.1 发动机电子控制技术的基本内容	1
1.2 发动机电子控制系统的基本组成	3
思考题.....	5
练习题.....	5
第2章 汽油发动机电子控制基础	7
2.1 电子控制系统的组成	8
2.2 传感器的结构与工作原理	9
2.2.1 空气流量传感器	9
2.2.2 曲轴与凸轮轴位置传感器.....	16
2.2.3 节气门位置传感器.....	21
2.2.4 进气支管压力传感器.....	22
2.2.5 氧传感器.....	24
2.2.6 温度传感器.....	27
2.2.7 爆燃传感器.....	28
2.3 执行器的结构与工作原理.....	31
2.4 电子控制单元的结构与工作原理.....	41
思考题	44
练习题	44
第3章 电子控制燃油喷射系统	46
3.1 电子控制燃油喷射系统的分类.....	47
3.2 电子控制燃油喷射系统的组成.....	53
3.3 电子控制燃油喷射系统的控制.....	55
3.4 电子控制燃油喷射系统故障诊断.....	62
思考题	64
练习题	64
第4章 汽油发动机电控点火系统	67
4.1 电控点火系统的分类.....	67
4.2 有分电器式电控点火系统.....	72
4.3 无分电器式电控点火系统.....	74
4.4 典型电控点火系统.....	76

4.5	电控点火系统的控制	80
4.5.1	点火提前角控制	80
4.5.2	闭合角(通电时间)的控制	85
4.5.3	爆燃控制	86
4.6	电控点火系统故障诊断	88
	思考题	93
	练习题	93
第5章	电控发动机辅助控制系统	96
5.1	进气控制系统	97
5.1.1	可变气门系统	97
5.1.2	可变进气系统	103
5.2	汽油机增压控制系统	106
5.2.1	废气涡轮增压系统	106
5.2.2	谐波进气增压控制系统(ACIS)	110
5.2.3	双增压系统(TSI)	112
5.3	排放控制系统	114
5.3.1	汽油蒸气排放控制系统EVAP	114
5.3.2	废气再循环控制	116
5.3.3	二次空气喷射系统	119
5.4	电子节气门系统	122
5.5	冷却风扇控制系统	125
5.6	自诊断系统	127
5.7	失效保护及应急备用系统	131
5.7.1	失效保护功能	131
5.7.2	应急备用系统	133
	思考题	134
	练习题	134
第6章	汽油发动机燃烧新技术	136
6.1	稀薄燃烧控制	136
6.2	缸内直喷汽油机(GDI)	146
	思考题	154
	练习题	154
第7章	柴油机电子控制技术	157
7.1	柴油机电控系统的组成及功能	157
7.1.1	柴油机电控系统组成	158
7.1.2	柴油机电控系统的工作原理	159
7.2	电子控制柴油机喷射系统	160
7.2.1	电子控制式喷油泵	160
7.2.2	电子控制泵喷嘴系统	163

7.2.3 共轨式电控喷射系统	166
7.3 柴油机电控系统的检修	170
思考题	173
练习题	173
第8章 发动机电控系统常见故障诊断	175
8.1 故障诊断方法	175
8.1.1 故障诊断的基本原则、方法和步骤	175
8.1.2 故障诊断常用方法	179
8.1.3 发动机电控系统常用参数分析	183
8.2 汽车自诊系统——OBD-II	186
8.3 电控发动机常见故障诊断	188
思考题	191
练习题	191
参考文献	192

第 1 章 发动机电子控制系统概述

◎基本理论

- 发动机电子控制系统的组成
- 发动机电子控制系统的功能

★ 案例导入

当前,世界汽车科技发展日新月异,以电子和信息技术为核心的技术革新、技术发明大量涌现,汽车工业正处于创新时代。桑塔纳 2000GLi 型轿车采用了电子控制式 AFE 型发动机,其形式为 D 型集中控制式,称为 Motronic 系统,全称为闭路电子控制多点燃油顺序喷射系统,其突出特点是将点火系统与燃油喷射系统复合在一起。桑塔纳 2000GLi 型轿车发动机电子控制燃油喷射系统的核心部件是电控单元 ECU,它将燃油喷射及点火的控制互相联系起来;另外,传感器可为燃油喷射和点火共用,简化了结构,降低了制造成本。因此,电子控制系统有助于进一步提高发动机的经济性,降低环境污染,改善汽车的舒适性。

从上述论述中思考如下问题:

- (1) 什么是电子控制式发动机?
- (2) 什么是 Motronic 系统?
- (3) 电控发动机上安装了哪些传感器? 都有什么作用?

1.1 发动机电子控制技术的基本内容

汽车发动机电子控制系统的英文名称是 Engine Electronic Control System, 简称为 EECS 或 EEC 系统。该控制系统主要由电子控制单元 (ECU)、传感器和执行器等组成。它在发动机上的应用主要在电控燃油喷射系统、电控点火系统和其他辅助控制系统。

1. 电控燃油喷射系统

电控喷油装置可以自动地保证发动机始终工作在最佳状态,使其在输出一定功率的条件下最大限度地节油和净化空气。

在电控燃油喷射 (EFI) 系统中,喷油量控制是最基本的也是最重要的控制内容,电子控制单元 (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、节气门位置传感器等) 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,从而提高发动机的动力性、经济性和排放性。除喷油量控制外,电控燃油喷射系统还包括喷油正时控制、断油控制和燃油泵控制。

2. 电控点火系统

电控点火系统可以根据传感器送来的发动机各种参数进行运算和判断, 然后进行点火时刻的调节, 这样可以节约燃料, 减少空气污染。

电控点火系统 (ESA) 最基本的功能是点火提前角的控制。该系统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, 从而改善发动机的燃烧过程, 以实现提高发动机动力性、经济性和降低排放污染的目的。此外, 电控点火系统还具有通电时间控制和爆燃控制功能。

3. 其他辅助控制系统

(1) 怠速控制系统

怠速控制 (ISC) 系统是发动机辅助控制系统, 其功能是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信息, 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。

(2) 排放控制系统

排放控制系统的功能主要是对发动机排放控制装置的工作实行电子控制。排放控制项目主要包括: 废气再循环 (EGR) 控制、活性炭罐电磁阀控制、氧传感器和空燃比闭环控制、二次空气喷射控制等。

(3) 进气控制系统

进气控制系统的功能是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, 改善发动机的动力性能。

(4) 增压控制系统

增压控制系统的功能是对发动机进气增压装置的工作进行控制。在装有废气涡轮增压装置的汽车上, ECU 根据检测到的进气管压力, 对增压装置进行控制, 从而控制增压装置对进气增压的强度。

(5) 失效保护系统

失效保护系统的功能主要是当传感器或传感器线路发生故障时, 控制系统自动按 ECU 中预先设定的参考信号值工作, 以便发动机能继续运转。如: 进气温度传感器电路有故障时, 失效保护系统将自动按设定的标准进气温度信号 (20℃) 控制发动机工作。

(6) 应急备用系统

应急备用系统功能是当控制系统 ECU 发生故障时, 自动启用备用系统 (备用集成电路), 按设定的信号控制发动机转入强制运转状态, 以防车辆停驶在路途中。应急备用系统只能维持发动机运转的基本功能, 不能保证发动机性能。

除上述控制系统外, 应用在发动机上的电控系统还有冷却风扇控制、配气正时控制、发电机控制等。

(7) 自诊断与报警系统

在发动机控制系统中, 电子控制单元 (ECU) 都设有自诊断系统, 对控制系统各部分的工作情况进行监测。当 ECU 检测到来自传感器或输送给执行元件的故障信号时, 立即点亮仪表盘上的 “CHECK ENGINE” 灯 (称故障指示灯), 以提示驾驶人发动机有故障; 同时, 系统将故障信息以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。对车辆进行维修时, 维修人员可以通过特定的操作程序 (或借助专用设备) 调取故障