

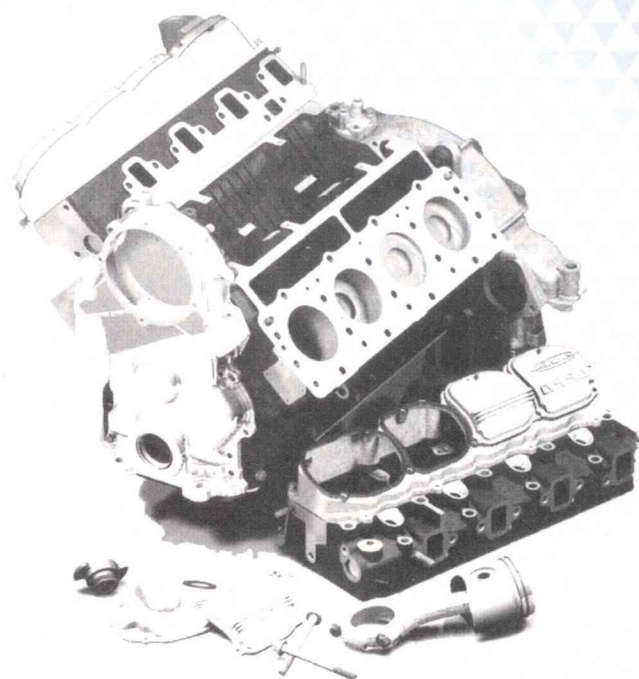


普通高等教育“十一五”国家级规划教材

电控发动机维修

DIAN KONG FA DONG JI WEI XIU

李雷 主编



配电子课件



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

电控发动机维修

主 编 李 雷
参 编 赵计平 宋麓明 江 洪
袁苗达 袁子成 李红欣
主 审 刘建勋



机械工业出版社

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

本书借鉴了国际职业教育的先进教学理念,突出了“以行业需求为导向、以能力为本位、以学生为中心”的原则,把行业能力标准作为专业课程教学目标和鉴定标准,根据行业能力要求组织教学内容;着重介绍了电控发动机的组成系统、维护程序、故障诊断与排除的方法。本书针对初学者的特点设计教学活动,在教材开发中贯穿“工作过程系统化”的课程开发理念,将教学活动与模拟或真实的工作场所相融合,在学习中采用灵活的考核鉴定方法,并提供了教学评估工具,以满足学习者学习需求。

本书内容详实新颖、浅显易懂、图文并茂,重在实践技能的培养,可作为高等职业院校汽车检测与维修及相关专业的教材,也可以作为汽车维修服务人员的自学用书和汽车维修企业的员工培训材料。

图书在版编目(CIP)数据

电控发动机维修/李雷主编. —北京:机械工业出版社,2009.1

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

ISBN 978-7-111-25478-2

I. 电… II. 李… III. 汽车—电子控制—发动机—车辆修理—高等学校—教材 IV. U472.43

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第167880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:王海峰 责任编辑:张双国

版式设计:霍永明 责任校对:申春香

封面设计:陈沛 责任印制:杨曦

三河市国英印务有限公司印刷

2009年1月第1版第1次印刷

184mm×260mm·22.25印张·434千字

0001—4000册

标准书号:ISBN 978-7-111-25478-2

定价:35.00元

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) 88379756

封面无防伪标均为盗版

前 言

本书是在进行广泛的行业调研的基础上,根据《汽车维修技术人员培训能力标准》中的核心能力标准《QTPBE137 维护和维修电子点火发动机控制系统》、《QTPBE148 检测、诊断发动机控制系统的电气和电子故障》等进行编写的。

本书借鉴了德国、澳大利亚等国际职业教育的先进教学理念,按照“以行业需求为导向,以能力为本位,以学生为中心”的原则,把行业能力标准作为专业课程教学目标和鉴定标准,按照行业能力要求组织教学内容,在教材开发中贯穿“工作过程系统化”的课程开发理念,针对高职学生的学习特征设计教学活动。本书设计的教学活动环境主要设置在模拟或真实的工作场所,学生通过完成教师布置的任务掌握必须的理论知识与实践技能;通过实际案例分析、实际故障的排除等活动来培养分析解决问题的能力等;在学习中培养维修规范,形成学生的职业道德;通过小组活动培养学生与人交流、团队合作等社会能力。

本书提供了鉴定计划和鉴定工具,有利于教学中学生进行自我鉴定或教师进行鉴定并收集证据;同时,开发了教学评估工具,形成教与学的互动,利于教师及时调整教学计划和教学方法,满足学习者需求。为了查阅方便,书中采用了部分原厂资料。

本书共分为3个单元,按照学习者循序渐进的认知规律进行编写。单元一是认识电控发动机系统的组成和工作过程,帮助学习者认识汽车电控发动机工作的有关知识。单元二是维护和检查电控发动机系统,帮助学习者形成维护和检查电控发动机各个系统的能力。单元三是实施电控发动机系统故障诊断与排除,帮助学习者形成诊断与排除电控发动机故障的能力。

本书可作为高等职业院校汽车维修及相关专业的教材,也可以作为汽车维修服务人员的自学用书和汽车维修企业的员工培训材料。本书的建议学时为120学时。

本书由重庆工业职业技术学院李雷主编。其中,单元一中任务2由赵计平编写,任务3由江洪编写,任务4由袁苗达编写,单元三中任务3由袁子成编写,任务4由宋麓明编写,任务5由李红欣编写,其余部分均由李雷编写。本书由重庆交通大学刘建勋教授主审。

本书在编写过程中参考了大量国内外有关书籍并借鉴了行业汽车维修手册和培训资料,谨在此向其作者及资料提供者表示深切的谢意。特别感谢姜大源教授和吴全全女士对于工作过程系统化课程开发理念上的指导,感谢德国艾尔福特 Berufsbildungszentrum 中心、澳大利亚 SWAM TAFE 学院给予的帮助,感谢德方专家 Katrin Schulz、Dr. Roth、Warmuth、Enrico Göpfert 和澳方专家 Allen Medley、Siegfried Munninger、Ian Crazer、Warren Wilkinson 等的指导,感谢重庆市汽车维修行业技术专家们的大力支持。

由于编者水平有限,书中不妥之处,恳请读者和专家批评、指正。

编 者

目 录

前言

绪论	1
单元一 认识电控发动机系统	5
任务 1 认识汽油发动机电控系统	7
任务 2 认识电子控制系统的工作过程	14
任务 3 认识电控发动机的传感器系统	23
任务 4 认识电控发动机的进气系统	40
任务 5 认识电控发动机的燃油供给系统	55
任务 6 认识电控发动机的点火系统	70
任务 7 认识电控发动机的排放系统	80
任务 8 认识控制系统的工作模式和自诊断	91
任务 9 认识柴油发动机电控系统	102
单元学习鉴定与反馈	117
单元二 维护和检查电控发动机系统	123
任务 1 电控发动机维护前的准备工作	125
任务 2 维护电子控制单元和系统部件	140
任务 3 维护电控发动机的进气系统	161
任务 4 维护电控发动机的燃油喷射系统	169
任务 5 维护电控发动机的点火系统	190
任务 6 维护电控发动机的排放控制系统	208
单元学习鉴定与反馈	223
单元三 诊断与排除电控发动机故障	229
任务 1 电控发动机故障诊断与排除的流程	231
任务 2 诊断与排除电控系统电源电路故障	252
任务 3 根据故障码诊断与排除传感器电路故障	263
任务 4 根据故障码诊断与排除综合故障	287
任务 5 诊断与排除电控发动机的常见故障	310
单元学习鉴定与反馈	319

附录	325
附录 A 汽车发动机电控技术常用缩略语	325
附录 B 丰田 3SZ—FE 发动机控制系统电路图	327
附录 C 丰田 3SZ—FE 发动机 ECM 端子及电压检测	331
附录 D 丰田 3SZ—FE 发动机故障码表	339
附录 E 丰田 3SZ—FE 发动机数据表	343
附录 F 丰田 3SZ—FE 发动机故障症状表	346
参考文献	350

绪 论

1. 课程学习目标

本课程的学习目标是：认识常见汽车发动机电控系统的组成和基本工作原理；了解维护汽车发动机电控系统的注意事项；能正确使用和维护汽车发动机电控系统维修中常用的工具、设备、仪器、仪表；能使用维修资料进行发动机电控系统的故障诊断与排除。

在学习与教学实施过程中，要重视以下方法能力和社会能力的培养：

(1) 收集、分析和组织信息能力

① 收集电控发动机维修信息和资料，解释制造商、零件供应商提供的说明书和维修工作程序。

② 对维修技术信息进行判断。

(2) 交流想法和信息能力

① 应用简明的语言和交流技巧与顾客和团队成员进行交流。

② 应用询问和主动倾听顾客需求的方式，从顾客处获得信息。

③ 应用口头交流向顾客说明维修方案。

(3) 计划和组织活动能力 计划维修工作，充分利用时间和资源，区分重点和监督自己工作。

(4) 团队工作能力 在团队工作中，理解和响应顾客需求，与他人有效互动，共同完成工作目标。

(5) 解决问题能力 诊断故障的判断力和解决问题的灵活方法。

(6) 应用数学思想和方法能力 根据测量计算误差，建立质量检验的基本概念。

(7) 应用技术能力 在维修电控发动机的过程中，应用工具、测量仪器、数字显示测量技术，填写维修作业记录、检查清单等作业文件。

2. 单元学习内容和学习方法建议

单元学习内容和学习方法建议见表 0-1。



表 0-1 单元学习内容和学习方法建议

单元名称	学习内容	学习方法建议						
		叙述式	互动式	小组讨论	案例分析	角色扮演	实作演示	现实模拟
单元一 认识 电 控 发 动 机 系 统	任务 1 认识汽油发动机电控系统	√						
	任务 2 认识电子控制系统的工作过程	√	√	√				
	任务 3 认识电控发动机的传感器系统	√	√	√				
	任务 4 认识电控发动机的进气系统	√	√	√				
	任务 5 认识电控发动机的燃油供给系统	√	√	√				
	任务 6 认识电控发动机的点火系统	√	√	√				
	任务 7 认识电控发动机的排放系统	√	√	√				
	任务 8 认识控制系统的工作模式和自诊断	√	√	√				
	任务 9 认识柴油发动机电控系统	√	√	√				
单元二 维护和检查电控发动机系统	任务 1 电控发动机维护前的准备工作		√	√			√	√
	任务 2 维护电子控制单元和系统部件		√	√			√	√
	任务 3 维护电控发动机的进气系统		√	√			√	√
	任务 4 维护电控发动机的燃油喷射系统		√	√			√	√
	任务 5 维护电控发动机的点火系统		√	√			√	√
	任务 6 维护电控发动机的排放控制系统		√	√			√	√
单元三 诊断与排除电控发动机故障	任务 1 电控发动机故障诊断与排除的流程	√	√	√			√	√
	任务 2 诊断与排除电控系统电源电路故障	√	√	√	√	√	√	√
	任务 3 根据故障码诊断与排除传感器电路故障	√	√	√	√	√	√	√
	任务 4 根据故障码诊断与排除综合故障	√	√	√	√	√	√	√
	任务 5 诊断与排除电控发动机的常见故障	√	√	√	√	√	√	√

3. 图标介绍

在学习过程中，教师和学习者根据书中图标提示的学习步骤及要求进行教学。图标的含义见表 0-2。

表 0-2 图标的含义

图 标	图 标 含 义
	学习目标
	学习资源和学习信息
	可提供学习的环境和使用的设备
	安全警告、注意事项
	问题
	实作任务
	学习鉴定
	学习评估

4. 成绩鉴定和信息反馈说明

本书中每一单元都提供了鉴定计划、鉴定成绩单、鉴定工具和信息反馈单。

(1) 小组鉴定计划 小组鉴定计划供教师使用，是教师组织实施鉴定的必要工具，并应得到相关教学管理部门的确定认可。

(2) 鉴定成绩单和鉴定工具 鉴定成绩单和鉴定工具应该在实施教学或学习之前告知学生，每个学生都应该得到鉴定信息，并确认签字。如果学生有不同的意见，应及时告知教师。如果学生第一次鉴定没有通过，应该有第二次鉴定的机会。只有在鉴定通过后，才能进行下一单元的学习。

学生完成了3个单元的鉴定后，才能认为已经获得本课程所涉及的能力，才能获得合格的成绩。

(3) 信息反馈单 在每一单元完成后，应由学生填写信息反馈单。信息反馈单的内容分为3部分：回顾单元、回顾授课、回顾鉴定，分别对单元的内容和要求、授课中的学习条件和过程、鉴定是否合理公平等内容进行信息反馈。教师得到反馈信息后，应及时做出调整，以促进教学。

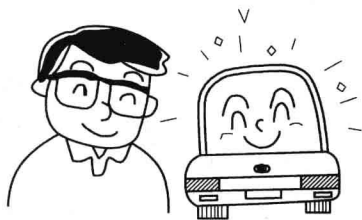
单元一 认识电控发动机系统



学习情境

汽车新技术的发展日新月异,各汽车公司不断推出新款车型,这些车型装备了电控发动机,还使用了一些提高发动机性能、促进环保的新技术,这使得汽车维修工作的技术难度不断提高。

为了对电控发动机进行维修,必须先认识电控发动机的组成和工作过程。



单元学习目标

通过本单元的学习,应获得认识电控发动机各系统及其工作过程的能力。其具体表现如下:

- 1) 认识电控汽油发动机的组成、作用和工作过程。
- 2) 认识电控汽油发动机的传感器系统、进气系统、燃油喷射系统、点火系统、排放控制系统、控制单元及自诊断系统。
- 3) 认识柴油发动机电控系统。



学习信息资源

- 1) 各汽车生产公司的网页
- 2) 电控发动机的生产、使用说明书
- 3) 有关职场健康与安全的法律、法规
- 4) 有关危险化学物质和危险商品的相关信息
- 5) 汽车维修设备的使用说明书和安全操作规定
- 6) 各种汽车电控发动机和电控燃油喷射系统的维护手册
- 7) 提供各类维修知识和维修资料的网站



学习场所和设备

- 1) 车间或模拟车间
- 2) 个人防护用品、用具
- 3) 汽车维修设备和工具
- 4) 安全的工作环境和工作场所
- 5) 电控发动机总成
- 6) 装备有电控发动机的车辆



单元学习任务

为了认识电控发动机各系统及其工作过程，本单元安排的学习任务如下：

- 任务 1 认识汽油发动机电控系统
- 任务 2 认识电子控制系统的工作过程
- 任务 3 认识电控发动机的传感器系统
- 任务 4 认识电控发动机的进气系统
- 任务 5 认识电控发动机的燃油供给系统
- 任务 6 认识电控发动机的点火系统
- 任务 7 认识电控发动机的排放系统
- 任务 8 认识控制系统的工作模式和自诊断
- 任务 9 认识柴油发动机电控系统



单元学习鉴定与反馈

◎ 任务1 认识汽油发动机电控系统



学习目标

目前所说的车用电控发动机包括电控汽油发动机和电控柴油发动机。汽油发动机的电控系统相对成熟，应用也比较广泛。本书大部分内容介绍汽油发动机的电控系统。

本次任务是对电控汽油发动机完成一个初步的认识。完成任务后回答以下问题：

- 汽油发动机电控系统的功能有哪些？
- 汽油发动机电控系统的优点是什么？
- 电控汽油发动机系统由哪些分系统组成？



学习信息

汽车的安全、环保和节能是当今汽车技术发展的主要方向，而解决环保和节能两大难题是现代发动机的主要目标。传统的化油器等发动机部件虽然有了很大的改进，仍然不能满足排放和油耗两大法规的要求。在发动机上采用了电子控制汽油喷射及电子点火等新技术的电控发动机可以在较稀薄的混合气下工作，减少 HC、CO、NO_x 的排放，节省汽油消耗。

1.1 汽油发动机电控系统的功能

现代汽车的汽油发动机电控系统包括汽油喷射、点火控制、排放控制、辅助控制等，所以又常被称为发动机集中控制系统。如博世（Bosch）公司的 Motronic 系统，美国 GM 公司的 DEFi 系统、FORD 公司的 EEC 系统，日本丰田公司的 TCCS 系统、日产公司的 ECCS 系统等，其控制功能越来越完善。典型的汽油发动机电控系统如图 1-1 所示。汽油发动机电控系统的主要功能如下。

1. 电控汽油喷射

电控汽油喷射系统根据各传感器输送来的信号，控制喷油器的喷油量，使发动机在各种工况下的空燃比达到最佳值，从而实现提高功率、降低油耗、减少排气污染、改善驱动性等功能。

2. 电控点火

在发动机各种运行工况下，电控点火系统选择最理想的点火提前角点

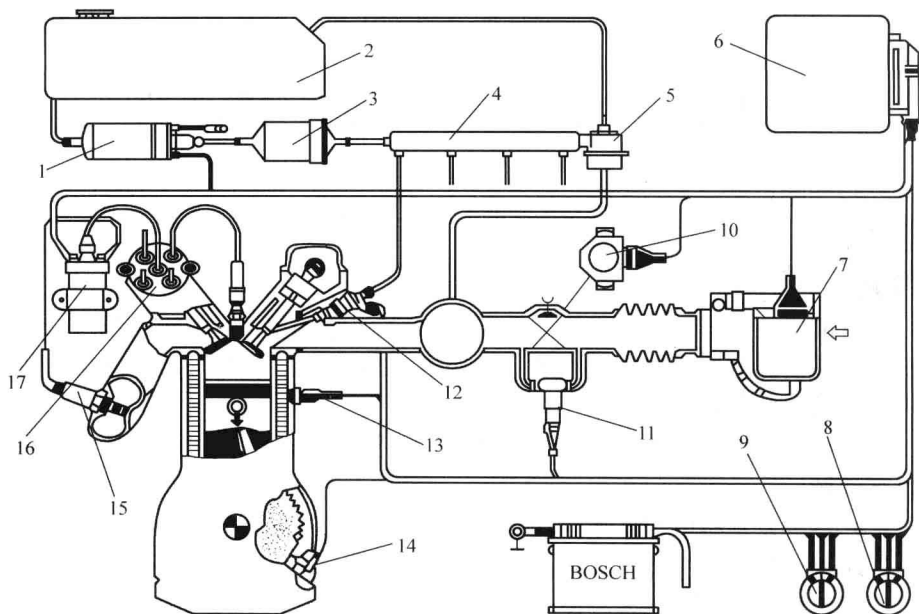


图 1-1 典型的汽油发动机电控系统

- 1—电动汽油泵 2—燃油箱 3—燃油滤清器 4—燃油分配管 5—压力调节器 6—控制单元
7—空气流量计 8—空调开关 9—点火开关 10—节气门位置传感器 11—怠速空气调节器
12—喷油器 13—温度传感器 14—曲轴位置传感器 15—氧传感器 16—分电器 17—点火线圈

燃混合气，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限度。

3. 发动机排放控制

环保是发动机电子控制的一个重要发展方向。发动机排放控制系统主要包括二次空气喷射系统、燃油蒸发排放（EVAP）控制、三元催化转化器、废气再循环（EGR）和曲轴箱强制通风（PCV）等。它可以将排气中的有害成分降到最低。

4. 发动机辅助控制

发动机辅助控制包括怠速控制、冷却风扇控制、发动机排量控制、气门正时控制、发动机增压控制、系统自诊断等。它们在不同类型的汽车上被采用。

1.2 汽油发动机电控系统的优点

电子控制技术在汽油机上的应用全面提高了汽油机的综合性能。与化油器式汽油机相比，电控汽油喷射在以下几个方面有明显的改善和提高。

1) 喷油器可以安装在进气门附近，可以使进气管的设计更合理，改善了各缸混合气的均匀性。

2) 电控汽油机采用压力喷射方式，汽油的雾化质量好。

3) 进气管中不需要设置喉管, 通常不采用进气预热, 减少了进气阻力, 提高了进气密度、发动机的动力性和经济性。

4) 通过精确控制空燃比和采用排放净化措施使有害物的排放量显著减少。

5) 电控系统根据传感器的输入信号随时判断发动机运行工况的变化, 并调整喷油量, 改善了汽油机过渡工况的响应特性。

6) 在各种环境条件下可以准确地计算进气量, 改善了汽油机对地理及气候环境的适应性。

7) 电控系统根据起动时发动机冷却液的温度, 提供与起动条件相适应的喷油量, 提高了汽油机高、低温起动性能和暖机性能。

1.3 汽油发动机电控系统的组成

汽油发动机电控系统通常包括传感器系统、进气系统、汽油供给系统、点火系统、排放控制系统、发动机电子控制单元及诊断系统等几部分组成。

例如, 捷达轿车发动机采用德国博世公司的 Motronic 电控系统, 如图 1-2 所示。

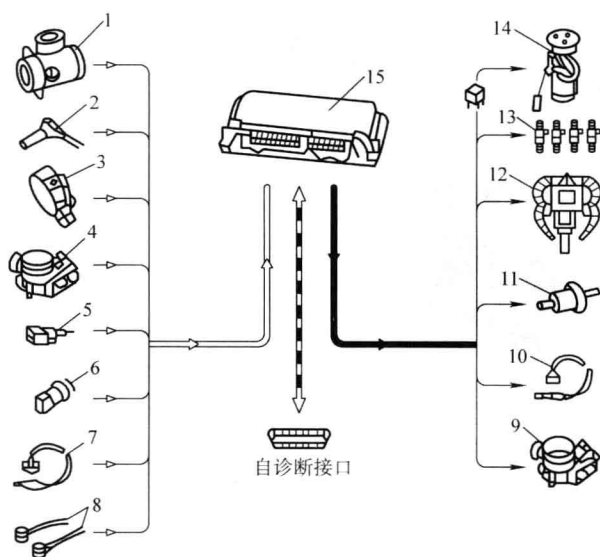


图 1-2 捷达轿车发动机的 Motronic 电控系统

- 1—空气流量计 2—转速传感器 3—霍尔传感器 4—节气门电位计、
怠速节气门电位计、怠速开关 5—进气温度传感器 6—冷却液温度传感器
7—氧传感器 8—爆燃传感器 9—怠速电动机和节流阀体
10—氧传感器加热器 11—活性炭罐电磁阀 12—带点火器的
点火线圈 13—喷油器 14—汽油泵 15—ECU

1. 传感器系统

传感器系统又称信号采集系统，它向控制单元反映发动机的工作状态以及驾驶员对动力及辅助功能的要求。电控发动机上常见的传感器有：

空气流量计（MAF）——测量发动机的进气量。

进气压力传感器（MAP）——测量进气管内气体的绝对压力。

节气门位置传感器（TPS）——检测节气门的开度及开度变化。

凸轮轴位置传感器（CMP）——提供凸轮轴转角基准位置信号。

曲轴位置传感器（CKP）——提供发动机转速信号和曲轴转角信号。

进气温度传感器（IAT）——检测进气温度信号。

冷却液温度传感器（ECT）——提供发动机冷却液温度信号。

车速传感器（VSS）——检测汽车的行驶速度。

氧传感器（O₂S）——检测排气中的氧含量。

爆燃传感器（KNK）——检测汽油机是否爆燃及爆燃强度。

2. 进气系统

进气系统为发动机可燃混合气的形成提供必需的空气。空气经空气滤清器、空气流量计、节气门、进气总管、进气支管进入各缸（图 1-3）。

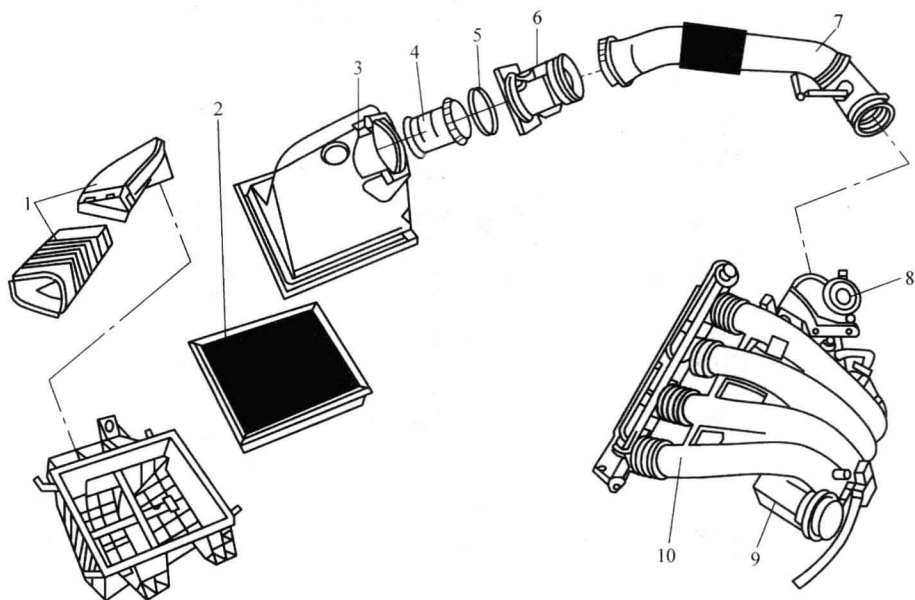


图 1-3 进气系统的组成

1—进气口 2—空气滤清器 3—空气滤清器盖 4—接口 5—密封圈 6—空气流量计
7—进气软管 8—节气门体 9—进气管 10—进气支管

3. 汽油供给系统

汽油供给系统由汽油泵、汽油滤清器、汽油压力脉动减振器、喷油器、汽油压力调节器及油轨等组成，如图 1-4 所示。

电动燃油泵将汽油自油箱内吸出，经滤清器过滤后，由压力调节器调

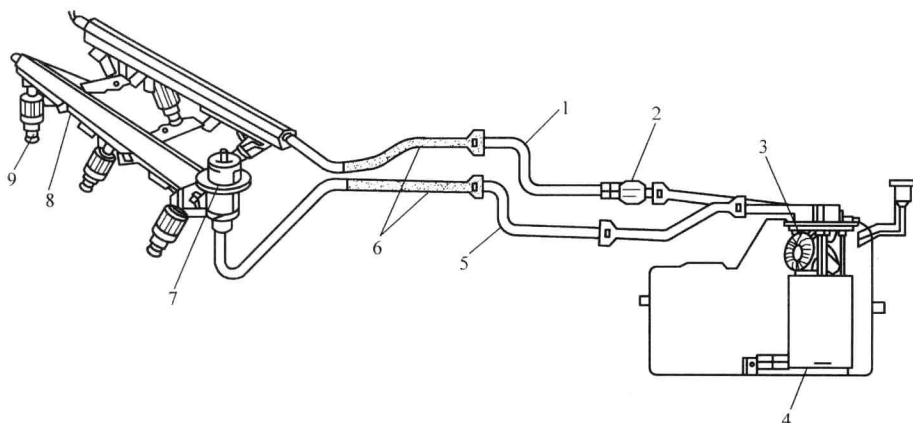


图 1-4 汽油供给系统零件图

1—进油管 2—汽油滤清器 3—汽油泵 4—滤网 5—回油管 6—软管
7—油压调节器 8—油轨 9—喷油器

压，通过油管输送给喷油器。喷油器根据发动机控制单元指令向进气管喷油。

4. 电控点火系统

点火系统产生高压电，按点火顺序使火花塞跳火，点燃混合气。电控点火系统可以控制发动机各工况的点火提前角，使发动机在动力性、经济性、加速性和排放等方面性能优化。电控点火系统主要部件包括点火线圈、高压导线、火花塞、分电器、点火控制器等。

桑塔纳 2000GLi 型轿车采用的是带分电器的电子控制点火系统。它与汽油喷射系统一起由同一个 ECU 来控制，其结构如图 1-5 所示。

5. 排放控制系统

排放控制系统用于减少废气中有害气体（CO、HC 和 NO_x）排入大气。排放控制系统常见的有曲轴箱强制通风（PCV）系统、蒸发排放（EVAP）系统、三元催化转化（TWC）系统以及废气再循环（EGR）系统等。

曲轴箱强制通风系统用于防止曲轴箱内的窜气进入大气中，使漏入曲轴箱内的窜缸混合气经专门通道，流回进气支管进行燃烧。

蒸发排放系统用于收集油箱和燃油系统中逸出的燃油蒸气并将之导入进气支管，引入燃烧室，从而防止燃油蒸气对大气的污染。

三元催化转化系统可通过三元催化转化器将发动机排气中的有害物质转换成无害物质。三元催化转化器装在排气管中。

废气再循环系统将一部分废气引入进气管，以降低燃烧室的最高燃烧温度，减少 NO_x 的生成。

6. 发动机电子控制单元及诊断通信系统

发动机电子控制单元又称为发动机电脑、发动机计算机，是发动机控制系