

电控发动机构造 与维修

● 主 编 袁家旺 窦 捷



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

电控发动机构造与维修

主 编 袁家旺 窦捷
副主编 易坤仁 江巍
参 编 马寿设 陆日桃 彭荣富 卢 义
杨华明 韦 恩 金 冰 陆信光
黄安威 黄欲飘

内 容 简 介

本书主要介绍了汽油发动机电子控制系统的总体结构、部件结构及安装部位、基本原理和检测方法,介绍了发动机主要电子控制系统的故障诊断步骤与方法。内容主要包括汽油发动机电子控制系统基础知识,汽油发动机电子控制系统的总体结构及部件识别,汽油发动机电子控制系统部件检测,汽油发动机电子控制系统的结构与检修,汽油发动机主要电子控制系统的故障诊断等。

本书采用了大量的框图、实景图、示意图,图文并茂,内容通俗、实用、容易掌握,可作为高等院校汽车运用与维修专业的教学用书,也可供汽车维修企业技术人员、维修人员阅读参考。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

电控发动机构造与维修 / 袁家旺, 窦捷主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2017.8
ISBN978-7-5682-4463-3

I. ①电… II. ①袁… ②窦… III. ①汽车—电子控制—发动机—构造 ②汽车—电子控制—发动机—车辆修理 IV. ①U472.43

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 191560 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

(010) 82562903 (教材售后服务热线)

(010) 68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京市雅迪彩色印刷有限公司

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 10

字 数 / 235 千字

版 次 / 2017 年 8 月第 1 版 2017 年 8 月第 1 次印刷

定 价 / 59.80 元

责任编辑 / 赵 岩

文案编辑 / 邢 琛

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 李志强

图书出现印装质量问题, 请拨打售后服务热线, 本社负责调换

前言

近年来,随着汽车工业的飞速发展,汽车电子控制技术在汽车发动机上的应用越来越普遍,汽车的集成化、智能化程度越来越高。随着国内人们生活水平的提高,越来越多的普通居民拥有了自己的汽车,但汽车的使用、维护、维修给人们带来了不少困难。许多驾驶员朋友、有志从事汽车维修的学生朋友和资历浅的汽车维修人员,面对发动机上数量众多的电气部件、电缆,复杂的控制系统而束手无策,深感自己汽车电子基础知识的薄弱,从而激发了他们对汽车电子基础知识的渴求。为了满足汽车使用者、有志从事汽车维修的学生朋友和资历浅的维修人员的迫切需要,使其更好地了解、熟悉汽车发动机电子控制系统的构造、部件安装部位、检修,学会主要控制系统的检修与故障诊断,编者特编写了此书。

本书主要介绍了汽车发动机电子控制系统的总体结构、部件结构及安装部位、基本原理和检测方法,介绍了发动机主要电子控制系统的故障诊断步骤与方法。内容主要包括汽油发动机电子控制系统基础知识,汽油发动机电子控制系统的总体结构及部件识别,汽油发动机电子控制系统部件检测,汽油发动机电子控制系统的结构与检修,汽油发动机主要电子控制系统的故障诊断等。

本书由袁家旺、窦捷担任主编,由易坤仁、江巍担任副主编,马寿设、陆日桃、彭荣富、卢义、杨华明、韦恩、金冰、陆信光、黄安威、黄欲飘参与了编写。

由于编者水平有限,书中难免有不妥和疏漏之处,恳请广大读者批评、指正。

编 者

2016年5月

绪论 汽油发动机电子控制系统基础知识·····	001
项目一 汽油发动机电子控制系统的总体结构及部件识别·····	009
任务一 汽油发动机电子控制系统的结构认识·····	009
任务二 汽油发动机电子控制系统的部件识别·····	017
项目二 汽油发动机电子控制系统的部件检测·····	035
任务一 曲轴与凸轮轴位置传感器的检测·····	035
任务二 空气流量计的检测·····	044
任务三 进气压力传感器的检测·····	051
任务四 节气门位置传感器的检测·····	056
任务五 冷却液温度传感器与进气温度传感器的检测·····	064
任务六 氧传感器与爆燃传感器的检测·····	070
任务七 ECU 的检测·····	077
任务八 执行器的检测·····	084
项目三 汽油发动机电子控制系统的结构与检修·····	094
任务一 燃油喷射系统的结构与检修·····	094
任务二 电控点火系统的结构与检修·····	105
任务三 怠速控制系统的结构与检修·····	114
任务四 排放控制系统的结构与检修·····	123
项目四 汽油发动机主要电子控制系统的故障诊断·····	132
任务一 解码器的使用·····	132
任务二 点火系统的故障诊断·····	141
任务三 燃油供给系统的故障诊断·····	146
参考文献·····	150

绪论 汽油发动机电子控制系统基础知识



学习内容

- (1) 发动机电子控制系统的分类；
- (2) 发动机电子控制系统的组成及功能；
- (3) 汽油发动机燃油喷射系统的分类。



学习目标

- 1. 知识目标
 - (1) 熟悉发动机电子控制系统的组成及各组成部分的功能；
 - (2) 熟悉汽油发动机燃油喷射系统的分类。
- 2. 能力目标
 - (1) 能说出发动机电子控制系统的组成及各组成部分的功能；
 - (2) 能说出汽油发动机燃油喷射系统的种类。

一、发动机电子控制系统的分类

如图 0-1 所示，发动机电子控制系统分为主要电子控制系统和辅助电子控制系统两类。

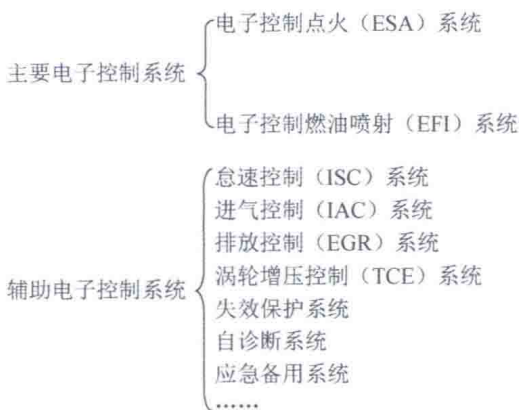


图 0-1 发动机电子控制系统的分类



1. 电子控制点火提前系统的功能

根据发动机相关传感器输入的信号，判断发动机的运行工况，选择并确定最佳的点火提前角，点燃气缸内的可燃混合气，从而改善发动机的燃烧性能，以提高发动机的动力性、经济性，降低排放污染。

该系统的主要控制内容：发动机的点火提前角、闭合角、爆燃。

2. 电子控制燃油喷射系统的功能

根据发动机相关传感器输入的信号，判断发动机的运行工况，对发动机的喷油量、喷油正时、减速及限速、超速断油进行控制，使发动机在运行工况下获得最佳浓度的混合气，从而改善发动机的燃烧性能，以提高发动机的动力性、经济性，降低排放污染，并防止发动机超速运转。

该系统的主要控制内容：喷油量、喷油正时、减速及限速、超速断油、电动油泵。

3. 怠速控制系统的功能

在发动机怠速工况下，根据发动机冷却液温度高低、空调是否开启、自动变速器是否入挡、车辆是否低速转向等情况，通过怠速电磁阀对发动机进气量进行控制，使发动机以最佳的怠速运转，并防止发动机熄火。

4. 进气控制系统的功能

根据发动机转速及负荷的变化，对发动机进气量进行控制，以提高发动机充气效率，改善发动机动力性。

5. 排放控制系统的功能

对发动机排放控制装置进行实时控制，以降低发动机的废气排放量。

6. 涡轮增压控制系统的功能

电子控制单元（ECU 或电控单元）根据压力传感器输入的进气压力信号，控制发动机的增压装置，对发动机进气压力的强度进行控制。

7. 失效保护系统的功能

当传感器或传感器线路发生故障时，控制系统自动按 ECU 预先设定的参考信号值工作，使发动机能继续运转。



8. 自诊断系统的功能

ECU 检测到控制系统产生故障时, 自动诊断故障部位, 并以代码的形式储存在存储器中, 以便检修人员借助专用仪器调取故障码, 快速确定发动机的故障范围。同时点亮仪表盘上的故障指示灯, 提示驾驶员发动机出现故障。

9. 应急备用系统的功能

当发动机控制系统的 ECU 产生故障时, 自动启用应急系统的备用集成电路, 按设定信号控制发动机转入强制运转状态, 便于驾驶员驾驶车辆靠边或进厂维修。

二、发动机电子控制系统的组成及功能

发动机电子控制系统的基本组成框图如图 0-2 所示。

发动机检测信号传感器类型框图如图 0-3 所示。其中主控信号传感器实物和修正信号传感器实物分别如图 0-4 和图 0-5 所示。



图 0-2 发动机电子控制系统的基本组成框图

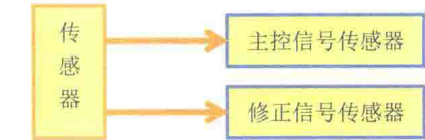


图 0-3 发动机检测信号传感器类型框图



图 0-4 主控信号传感器实物



图 0-5 修正信号传感器实物



1. 传感器

传感器用来检测发动机的运行工况，并把检测到的发动机运行工况信息转换成发动机 ECU 能识别的电信号，ECU 根据传感器输入的电信号控制发动机工作。

2. ECU

ECU（图 0-6）根据各种传感器和控制开关输入的信号，对发动机喷油量、喷油时间及点火时间进行实时控制。



图 0-6 ECU

3. 执行器

执行器（图 0-7）根据 ECU 输出的控制指令，完成具体的控制动作，使发动机处于最佳的工作状态。

常见的执行器有怠速阀、废弃再循环阀、电子点火模块、带电子点火模块的点火线圈、喷油器、电动燃油泵、炭罐电磁阀等。



图 0-7 执行器实物

三、汽油发动机电子控制燃油喷射系统的分类

1. 按汽油喷射部位分类

(1) 缸内喷射：如图 0-8 所示，将汽油直接喷射入气缸内。除柴油机外现在部分汽油



机也采用。

(2) 缸外喷射：如图 0-9 所示，通过喷油器将具有一定压力的汽油喷射到进气歧管内相应的部位。现在汽油车发动机多采用这种喷射形式。

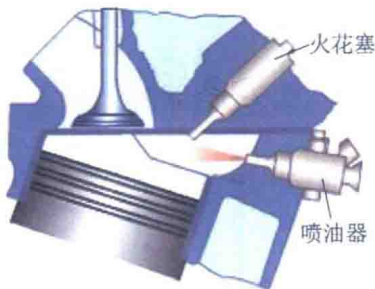


图 0-8 缸内喷射

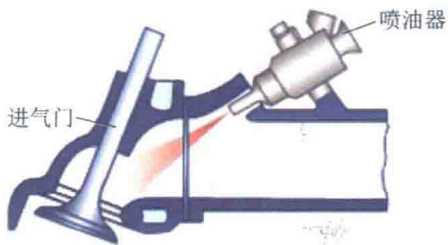


图 0-9 缸外喷射

2. 按喷油器安装部位分类

- (1) 电子控制单点汽油喷射（SPI）系统：已淘汰。
- (2) 电子控制多点汽油喷射（MPI）系统：该系统在每个缸前的进气歧管上安装一个喷油器，喷油器对各缸适时进行喷油。现在汽车普遍采用这种喷射形式。

3. 按汽油喷射方式分类

- (1) 连续喷射：已淘汰。
- (2) 间歇喷射：发动机运行期间，汽油适时地由喷油器喷射到进气管上，与进气管内的空气混合形成可燃混合气。现代汽油喷射系统普遍采用这种喷射形式。

4. 按汽油喷射时序分类

- (1) 同时喷射：如图 0-10 所示，已淘汰。

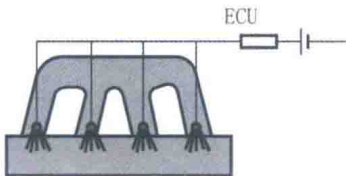


图 0-10 同时喷射

- (2) 分组喷射：如图 0-11 所示，已淘汰。
- (3) 顺序喷射：如图 0-12 所示，由 ECU 根据传感器输入的信号确定各缸喷油顺序，适时向各缸发出喷油指令，以实现顺序喷油。现代汽油喷射系统普遍采用这种喷射形式。

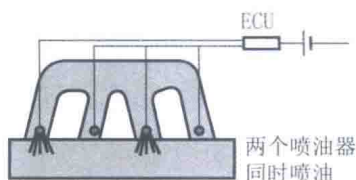


图 0-11 分组喷射

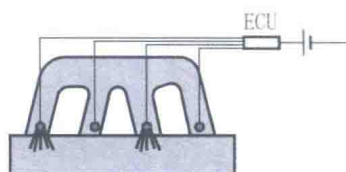


图 0-12 顺序喷射

5. 按汽油喷射控制方式分类

(1) 机械控制式 (K 型) 燃油喷射系统：已淘汰。

(2) 机电结合控制式 (KE 型) 燃油喷射系统：已淘汰。

(3) 电子控制式燃油喷射系统：由 ECU 控制燃油连续喷射，如图 0-13 所示。现代汽车普遍采用该形式。

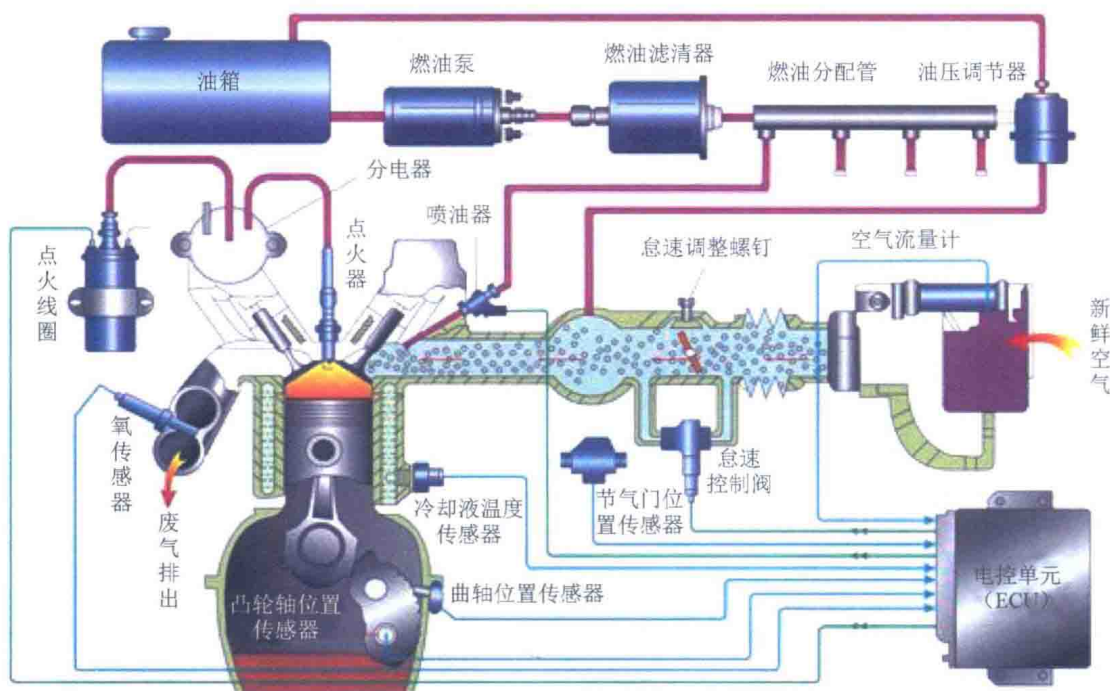


图 0-13 电子控制式燃油喷射系统

6. 按检测空气量的方式分类

(1) 歧管压力间接计量式燃油喷射系统 (D 型)：如图 0-14 所示，通过进气压力传感器检测进气歧管的真空度间接测量发动机的空气进气量。该计量式用压力传感器检测进气压力，测量精度稍差。

(2) 空气流量计直接计量式燃油喷射系统 (L 型)：如图 0-15 所示，用空气流量计直接检测进气歧管的空气进气量。该计量式用空气流量计检测空气进气量，测量精度较高。

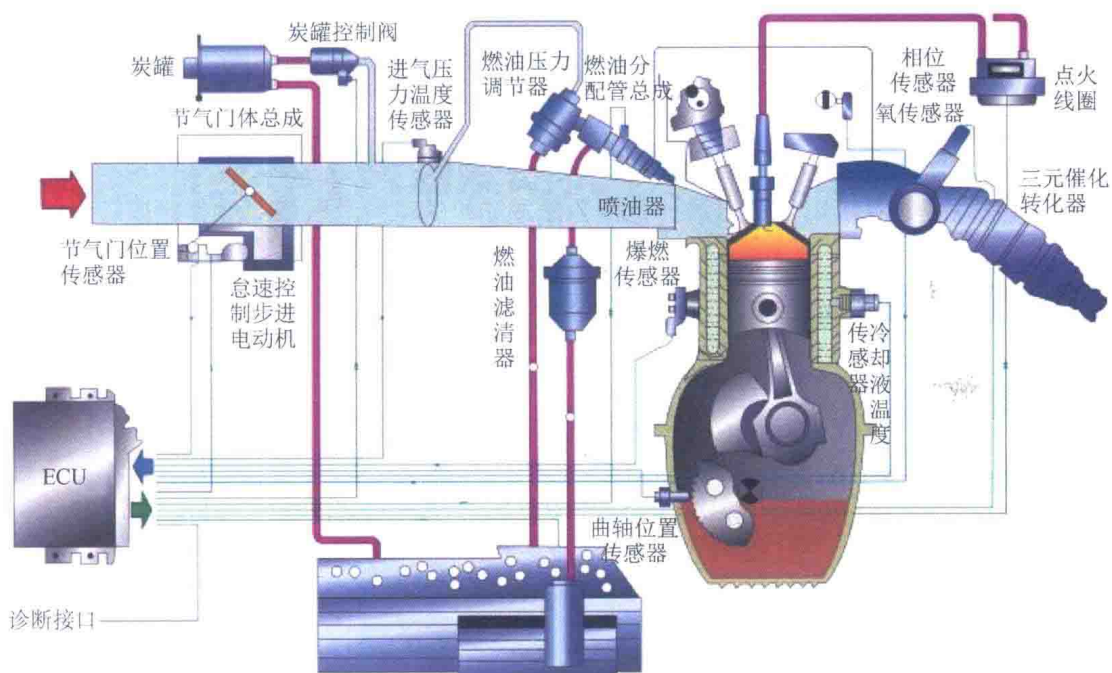


图 0-14 歧管压力间接计量式燃油喷射系统（D 型）

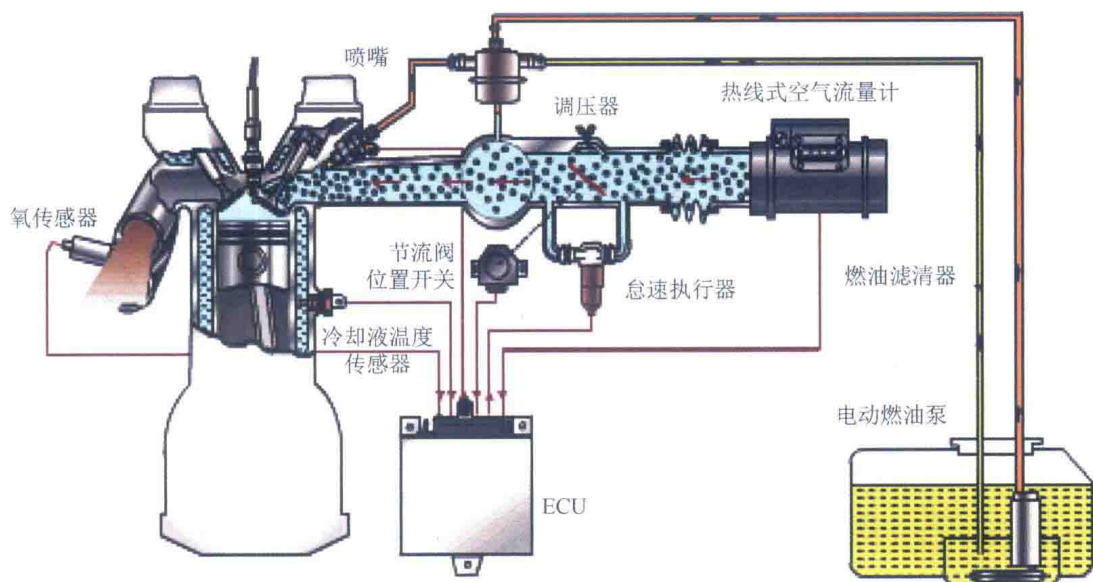


图 0-15 空气流量计直接计量式燃油喷射系统（L 型）



小 结

1. 发动机电子控制系统包括电子控制点火提前（ESA）系统、电子控制燃油喷射（EFI）系统、怠速控制（ISC）系统、进气控制（IAC）系统、排放控制（EGR）系统、涡轮增压控制（TCE）系统、失效保护和自诊断系统、应急备用系统等。
2. 发动机电子控制系统由信号输入装置（传感器）、电子控制单元（ECU）和执行器三



部分组成。

3. 现代汽油发动机燃油喷射系统普遍采用电子控制、缸外喷射、多点喷射、间歇喷射、顺序喷射。

4.D 型燃油喷射系统用压力传感器间接测量发动机的空气进气量,测量精度较低。

5.L 型燃油喷射系统用空气流量计直接测量发动机的空气进气量,测量精度较高。



练习题

一、填空题

1. 发动机主要电子控制系统包括_____和_____。
2. 发动机电子控制系统由_____、_____、_____组成。
3. 按检测空气量的方式不同,汽油发动机燃油喷射系统分为_____和_____两种。

二、简答题

1. 发动机传感器的作用是什么?
2. ECU 的作用是什么?
3. 执行器的作用是什么?
4. 发动机主控信号传感器有哪些?
5. 现代汽油发动机采用哪些燃油喷射系统?

项目一 汽油发动机电子控制系统的 总体结构及部件识别



任务一 汽油发动机电子控制系统的结构认识



学习内容

- (1) 认识汽油发动机电子控制系统的基本结构；
- (2) 认识汽油发动机主要电子控制系统和辅助电子控制系统的结构。



学习目标

1. 知识目标

- (1) 熟悉汽油发动机电子控制系统的基本结构；
- (2) 熟悉汽油发动机主要电子控制系统和辅助电子控制系统的结构。

2. 能力目标

- (1) 能说出汽油发动机电子控制系统的基本结构；
- (2) 能说出汽油发动机主要电子控制系统和辅助电子控制系统的结构。



任务导入

为了环保和提高发动机的输出功率，现代汽车普遍采用电子控制系统对发动机不同运行工况下的点火、喷油、废气排放等进行控制。作为汽车维修企业的管理人员、技术人员、维修人员，必须了解、熟悉汽车电子控制系统的结构才能更好地进行管理、技术指导或维修车辆。



收集资料

1. 发动机电子控制系统的结构

发动机电子控制系统主要由三部分构成：传感器、ECU、执行器，如图 1-1-1 所示。

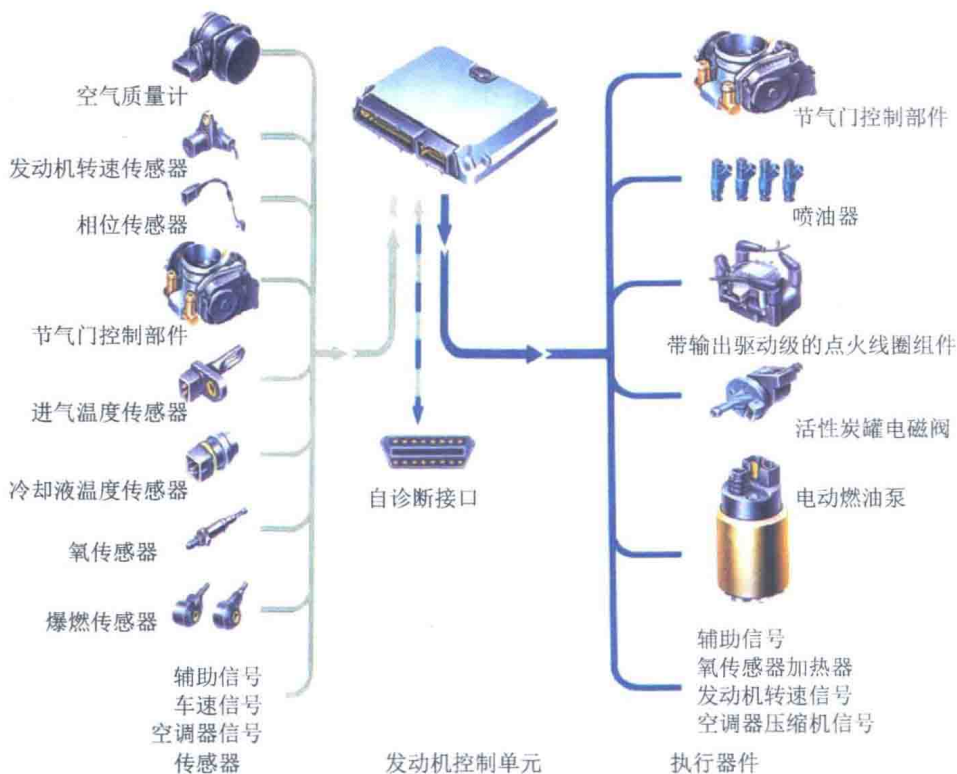


图 1-1-1 发动机电子控制系统的基本结构

2. 主要电子控制系统的结构

(1) 电子控制点火系统主要由传感器、ECU、分电器（配电器）、点火模块、点火线圈、火花塞等构成，如图 1-1-2 所示。其主要部件如图 1-1-3 所示。

电子控制燃油喷射系统主要由燃油供给系统和空气供给系统两部分构成，如图 1-1-4 所示。

① 燃油供给系统。

功用：向气缸内供给燃烧时所需的一定量的燃油。

结构：由电动燃油泵、燃油滤清器、燃油分配管、油压调节器、喷油器、油管等构成，如图 1-1-5 和图 1-1-6 所示。

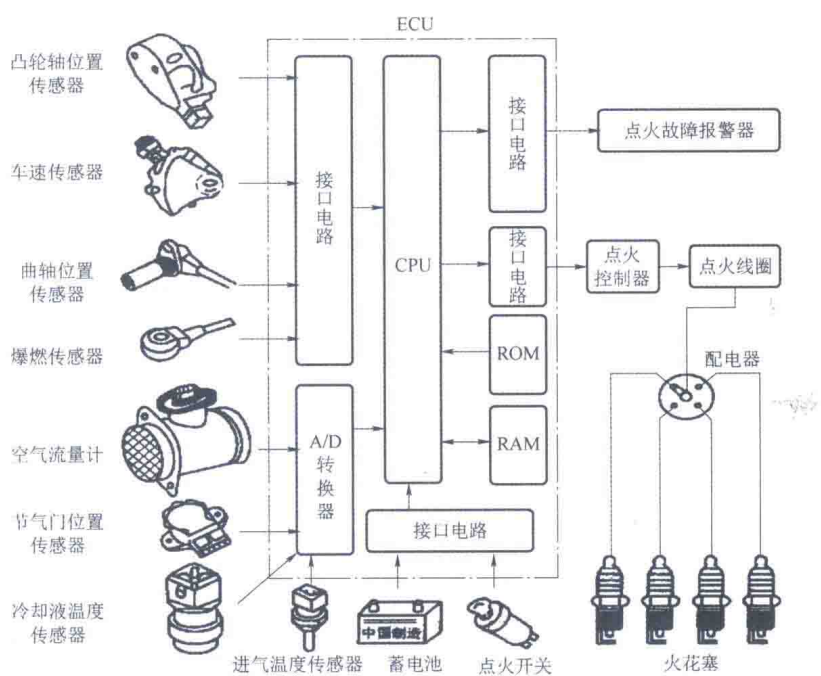


图 1-1-2 电子控制点火系统的结构



图 1-1-3 电子控制点火系统的主要部件

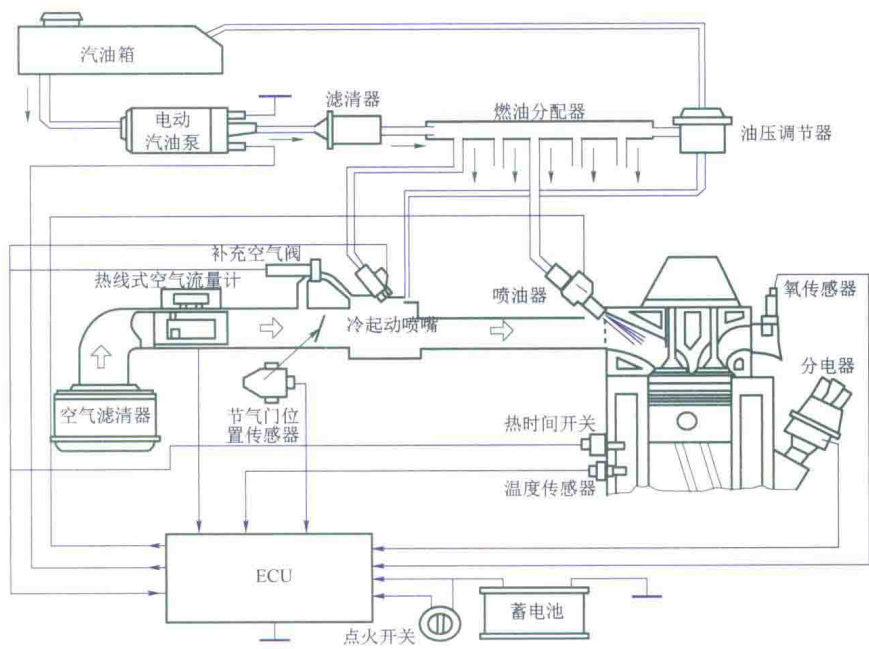


图 1-1-4 电子控制燃油喷射系统的结构

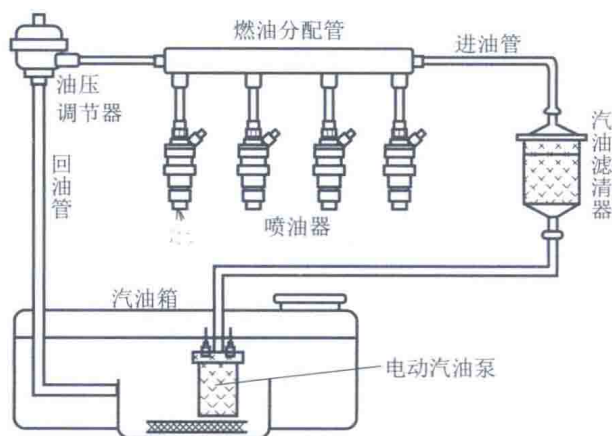


图 1-1-5 电子控制燃油供给系统的结构（一）



图 1-1-6 电子控制燃油供给系统的结构（二）

② 空气供给系统。

功用：为发动机可燃混合气的形成提供必要的新鲜、清洁空气，并测量和控制空气进气量。

结构：进气系统包括空气滤清器、节气门体、进气管及计量传感器等，如图 1-1-7 所示。

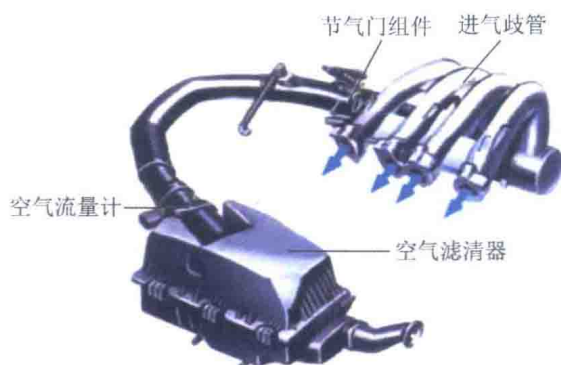


图 1-1-7 空气供给系统的结构

3. 辅助电子控制系统的结构

(1) 怠速控制系统有空气旁通道怠速控制系统和直动式怠速控制系统两种。

功用：ECU 根据传感器检测的发动机状态参数确定目标转速，计算出目标转速与实际