



看图学修车系列丛书

KANTU XUEXIUCHE XILIE CONGSHU

看图学修

汽车发动机电控系统

广州市凌凯汽车技术开发有限公司 组编

谭本忠 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



配视频光盘

看图学修车系列丛书

看图学修汽车发动机电控系统

广州市凌凯汽车技术开发有限公司 组编

主 编 谭本忠

参 编 胡欢贵 宁海忠 于海东 蔡永红
廖远强 张文耀 王永贵 钟利兰
韦立彪 丘益辉 许宝祥 徐明敏
李丽娟 冷艳晖 辛小梅



机械工业出版社

本书以汽车上常见的电子控制系统为例,讲述汽油发动机电子控制系统的组成及工作过程,主要包括电控燃油控制系统、点火控制系统、怠速控制系统及排放控制系统(曲轴箱通风系统/EGR 系统/二次空气系统)等。内容包括各主要电控元件的作用、工作原理及常见故障的基本检修思路。

本书最大的特点就是以图为主,以文字为辅助,使汽车发动机的电控原理讲述得更加形象,更加通俗易懂。因此,本书特别适用于汽车专业的学生自学辅助用书,也可作为汽车爱好者了解汽车知识入门之用。

图书在版编目(CIP)数据

看图学修汽车发动机电控系统/谭本忠主编. —北京:
机械工业出版社, 2009. 10
(看图学修车系列丛书)
ISBN 978-7-111-28329-4

I. 看… II. 谭… III. 汽车—发动机—电子系统:
控制系统—车辆修理—图解 IV. U472. 43-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 166004 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:徐 巍 责任校对:申春香

封面设计:张 静 责任印制:李 妍

北京铭成印刷有限公司印刷

2010 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

285mm×210mm·7 印张·225 千字

0001—3000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-28329-4

ISBN 978-7-88709-762-0(光盘)

定价:29.80 元(含 1VCD)

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

读者服务部:(010)68993821

封面无防伪标均为盗版

丛书序

当前,正值国家大力推行职业教育及农村劳动力转移培训工程,一套入门级的汽车维修自学教材的开发就变得尤为重要。而看图学修车系列丛书正是基于此社会背景下开发出来的汽车维修培训的入门级教材。

看图学修车系列丛书主要有以下几个特点:

1. 简单易学,适用。本丛书摆脱了冗长的理论知识讲解,以图解为主,强调以图说话,简化技术理论,将抽象深奥的知识简单化、形象化和感性化。图解方式教学简单,易于接受并帮助记忆。使学生一看就懂,一看就明。解决了部分自学人员由于基础知识的薄弱,在成套的理论面前无所适从的问题。同时,也增强了读者的自学兴趣。

2. 内容实用,联系实际。在技能操作部分围绕厂家实际操作规范,强调了理论与实际的结合,在学中做,在做中学。使读者更易掌握有用的知识。

看图学修车系列丛书的分册按汽车的系统划分,如看图学修发动机、看图学修变速器、看图学修制动系统、看图学修转向系统、看图学修汽车空调等。同时各分册内容将一般的机械系统与电子控制系统分开讲解。这样既可以根据自身技术程度选学,也方便由浅入深地学习。

本套丛书作为自学读本,紧紧围绕从原理的为什么到技能的怎么做。重点突出了内容的适用性、可读性及实操性。丛书主要以图解、概念式词解的方式讲述各系统构造及原理,技能操作部分参考了厂家规范,简单实用,读者易学易懂,可作为汽车专业学生学习的辅导教材,也可作为入行人员的自学书籍。

该系列丛书还配套开发了围绕相关分册的VCD视频教学光盘。

囿于编者水平,本丛书疏漏与不足之处自是难免,恳望业界专家、同仁和广大读者多多指正。

目 录 CONTENTS

丛书序

一、发动机电控系统简介.....1

- (一) 现代发动机电控系统分类.....1
- (二) 现代发动机电子控制原理.....2
- (三) 发动机电控系统的组成.....3

二、电控燃油喷射系统.....4

- (一) 燃油喷射系统的分类及控制原理图解.....4
- (二) 燃油喷射控制.....5
- (三) 燃油喷射类型.....7

三、传感器.....16

- (一) 传感器概述.....16
- (二) 空气流量传感器解析.....17
- (三) 凸轮轴/曲轴位置传感器解析.....27
- (四) 节气门位置传感器解析.....32
- (五) 氧传感器解析.....36
- (六) 爆燃传感器解析.....40
- (七) 冷却液温度传感器解析.....45
- (八) 进气温度传感器解析.....48
- (九) 进气歧管绝对压力传感器解析.....51
- (十) 传感器维修案例.....54

四、电控点火系统.....64

- (一) 电控点火系统工作原理.....64
- (二) 点火提前角修正过程.....65
- (三) 电控点火系统分类及检修.....66
- (四) 电控点火系统维修案例.....69

五、怠速控制系统.....71

- (一) 怠速控制系统组成.....71
- (二) 怠速控制过程.....72
- (三) 怠速控制系统分类.....72
- (四) 常见怠速故障检修思路及故障排除.....78

六、废气排放控制系统.....84

- (一) 曲轴箱通风系统.....84
- (二) 废气再循环(EGR)系统.....86
- (三) 二次空气喷射系统.....89
- (四) 废气排放控制系统维修案例.....90

七、汽车电控系统诊断及检修.....92

- (一) 一般检测工具.....92
- (二) 电控系统诊断及检修.....96
- (三) 示例车型故障诊断分析.....98

一、发动机电控系统简介

· · · (一) 现代发动机电控系统分类 · · ·

1. 按控制功能分类

目前,汽车上广泛应用的是集中控制系统,应用在发动机上的子控制系统主要包括电控燃油喷射系统、电控点火系统和其他辅助控制系统,其功能如下图所示。
除图中所列控制系统外,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。应当说明的是,图中各控制系统在不同的汽车发动机上,只是或多或少地被采用。此外,随着汽车技术和电子技术的发展,发动机控制系统的功能必将日益增加。

电控点火系统

电控点火系统(ESA)最基本的功能是点火提前控制。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和爆燃控制功能。

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,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。

排放控制系统

其功能主要是对发动机排放控制装置的工作实行电子控制。排放控制的项目主要包括: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。

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,从而改善发动机动力性。

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。

电控燃油喷射系统

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。

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(俗称故障指示灯),以提示驾驶员发动机有故障;同时,系统将故障信息以设定的数码(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。对车辆进行维修时,维修人员可通过特定的操作程序(有些需借助专用设备)调取故障码。故障排除后,必须通过特定的操作程序清除故障码,以免与新的故障信息混杂,给故障诊断带来困难。



应急备用系统

应急备用系统的功能是当控制系统电脑发生故障时,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,但不能保证发动机性能。

警告提示

由ECU控制各种指示和报警装置,一旦控制系统出现故障,该系统能及时发出信号以警告提示,如氧传感器失效、油箱油温过高等。

巡航控制系统

驾驶员设定巡航控制模式后,ECU根据汽车运行工况和运行环境信息,自动控制发动机工作,使汽车自动维持一定车速行驶。

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,控制系统自动按电脑中预先设定的参考信号值工作,以便发动机能继续运转。如:冷却液温度传感器电路有故障时,可能会向ECU输入低于-50℃或高于139℃的冷却液温度信号,失效保护系统将自动按设定的标准冷却液温度信号(80℃)控制发动机工作,否则会引起混合气过浓或过稀,导致发动机不能工作。

此外,当对发动机工作影响较大的传感器或电路发生故障时,失效保护系统则会自动停止发动机工作。如:ECU收不到点火控制器返回的点火确认信号时,失效保护系统则立即停止燃油喷射,以防大量燃油进入气缸而不能点火工作。

2. 按控制方式分类

(1) 开环控制

在控制系统中,如果输出端与输入端之间不存在反馈回路,输出量对系统的控制作用没有影响,该系统就称为开环控制系统。



在任何开环控制系统中,既不需要对输出量进行测量,也不需要将输出量反馈到系统输入端与输入量进行比较。对应于每一个输入量,相应的就有一种工作状态与之对应。因此,开环控制系统的控制精度主要取决于系统的校准精度、工作过程中保持校准值的程度以及系统组成元件性能参数的稳定程度。在系统不存在内部扰动和外界扰动,并且元件性能参数又比较稳定的条件下,开环控制系统是比较简单并可保证足够控制精度的。

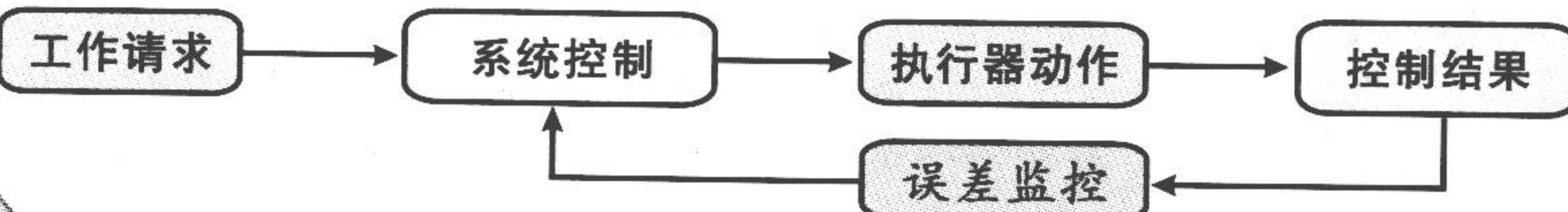
在汽车电子控制系统中,燃油喷射式发动机的起动工况、加速工况和汽车前照灯光束的控制就采用了开环控制方式。

(2) 闭环控制

凡是系统的输出端与输入端之间存在反馈回路,即输出量对控制作用有直接影响的系统,就称为闭环控制系统。

它的控制精度较高,无论什么干扰,只要被控制量的实际值偏离给定值,由于采用了反馈,对外界扰动和系统内部参数变化引起的偏差,系统都会产生调节作用来减少这一偏差。

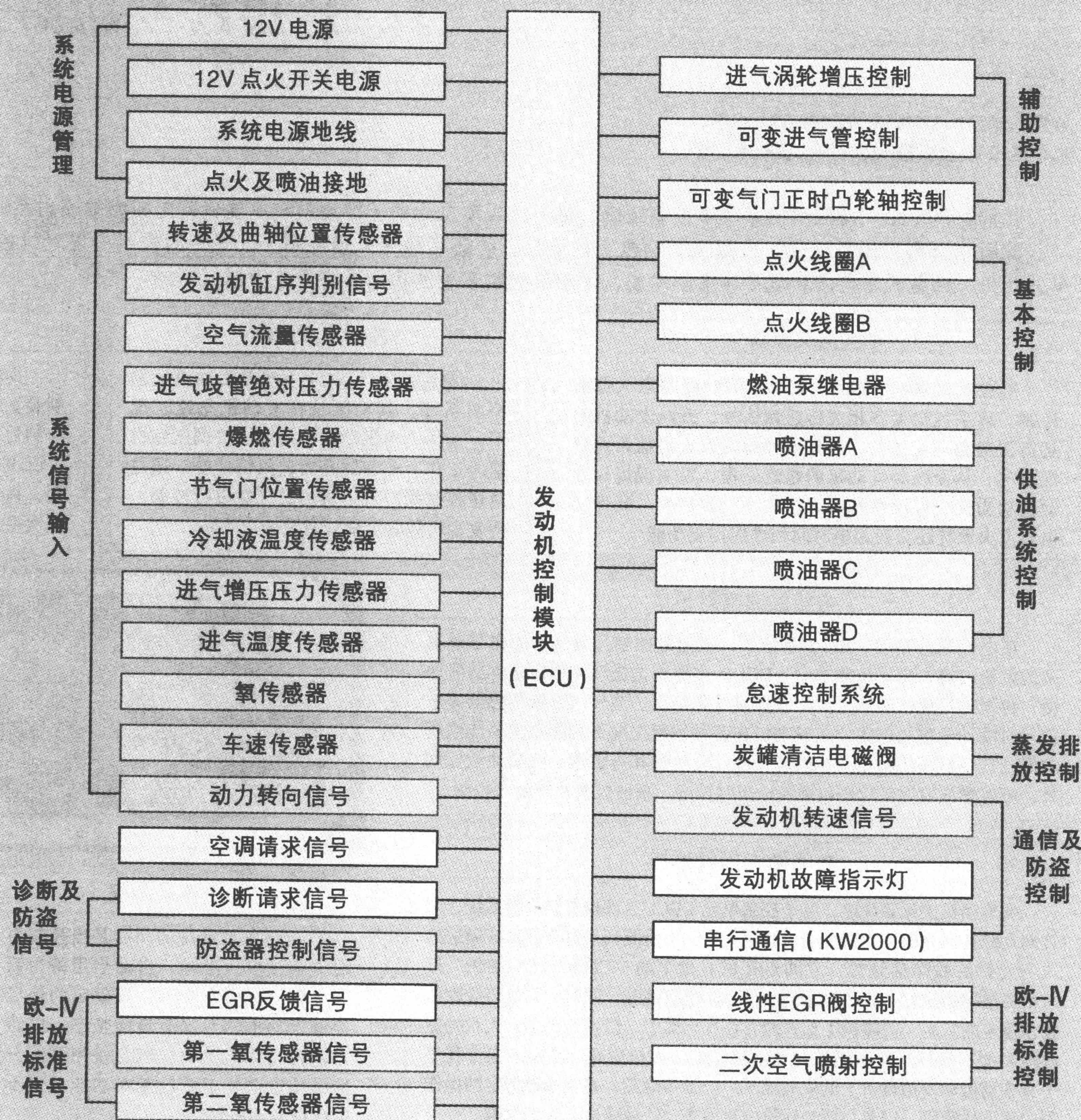
在汽车电子控制系统中,空燃比反馈控制、发动机爆燃控制、废气再循环(EGR)控制、防抱死制动控制等都采用了闭环控制方式。



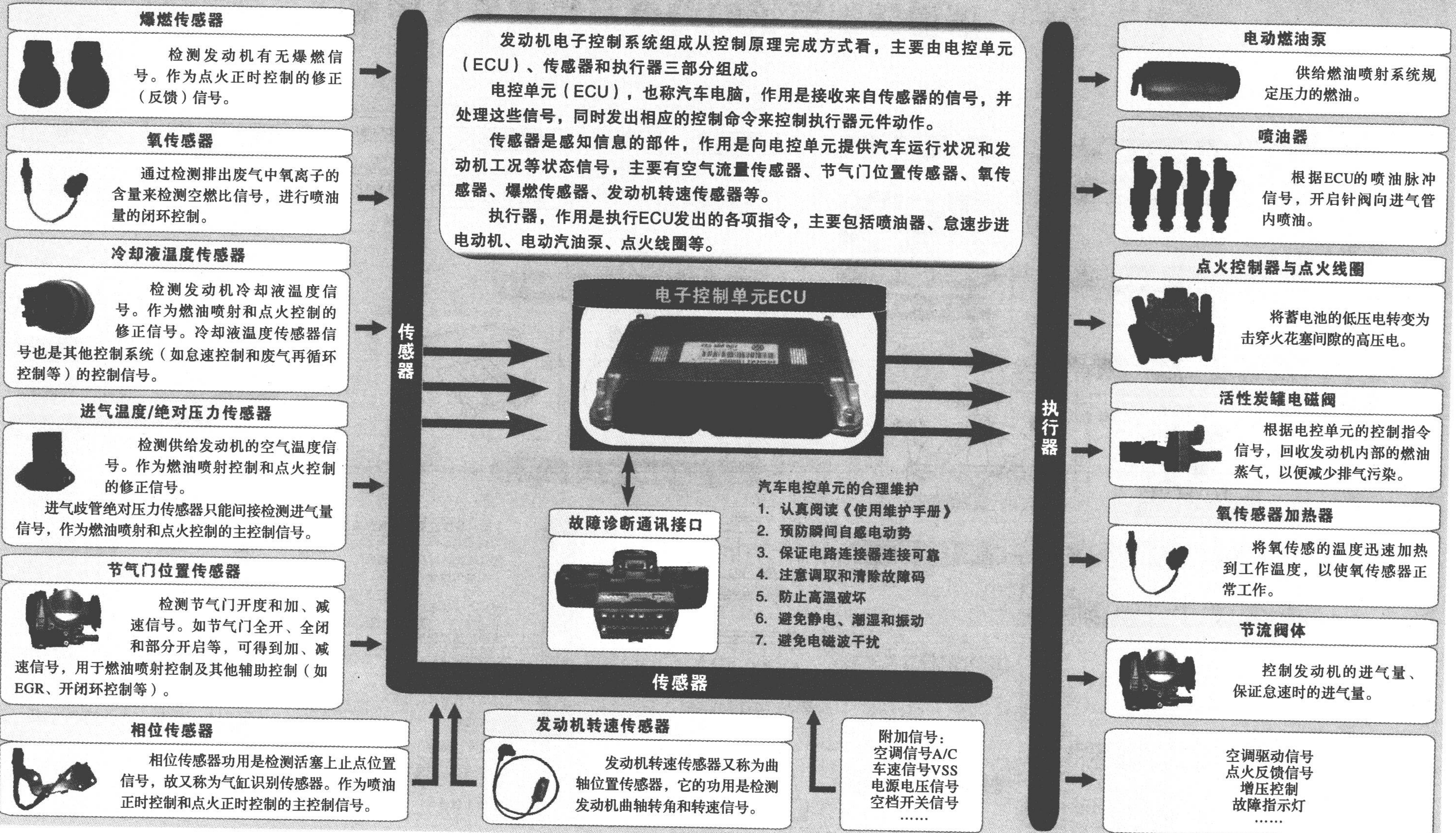
(3) 自适应控制

自适应控制系统就是随着环境条件或结构参数产生不可预计的变化时,系统本身能够自行调整或修改系统的参数值,使系统在任何环境条件下都保持有满意的性能的控制系统。换句话说,自适应控制系统是一种“自身具有适应能力”的控制系统。在汽车电子控制系统中,自适应控制得到了广泛地应用,点火时刻、喷油时间以及空燃比等的控制都采用了自适应控制方式。

(二) 现代发动机电子控制原理

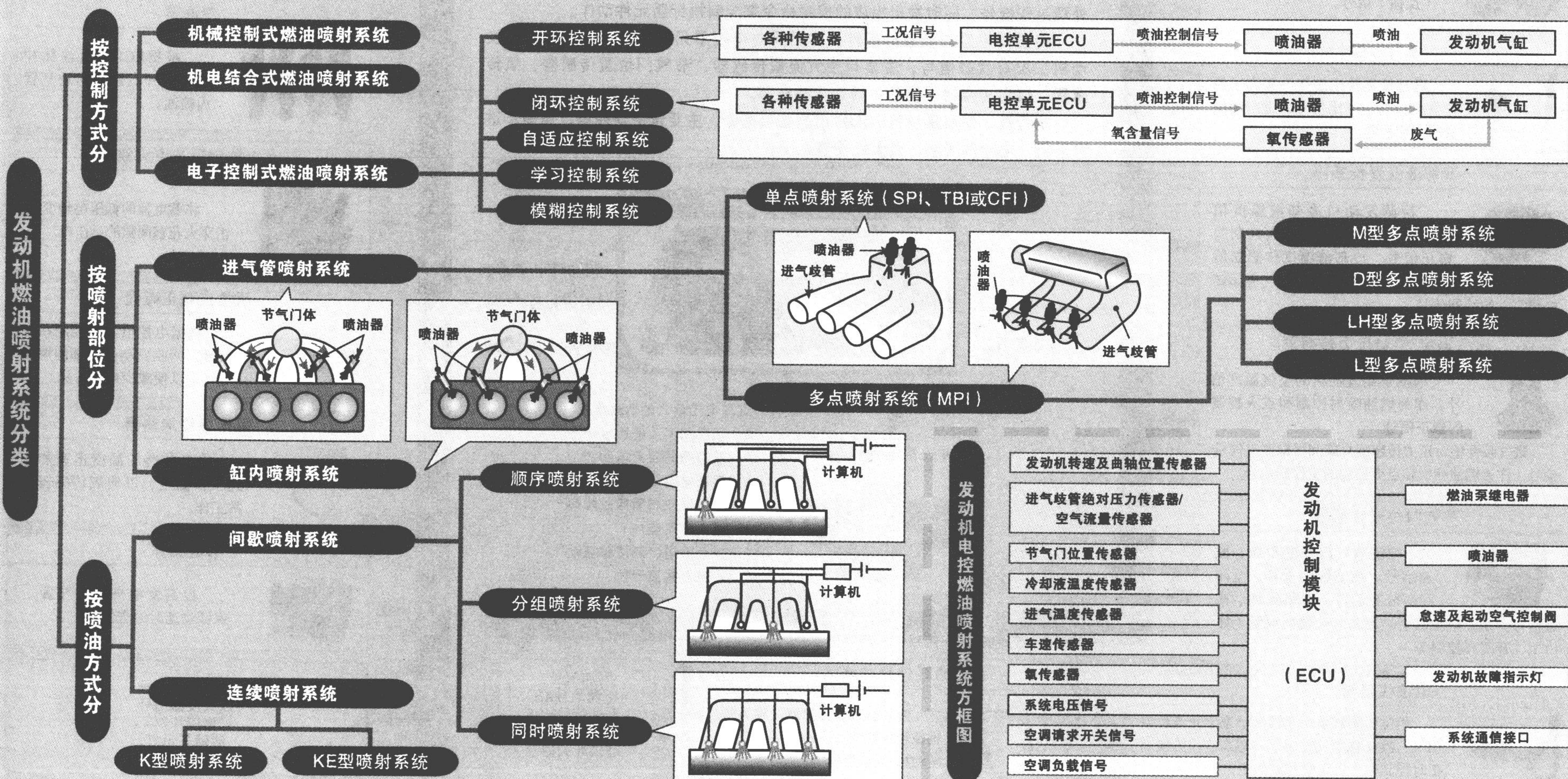


· · · (三) 发动机电控系统的组成 · · ·



二、电控燃油喷射系统

· · · (一) 燃油喷射系统的分类及控制原理图解 · · ·



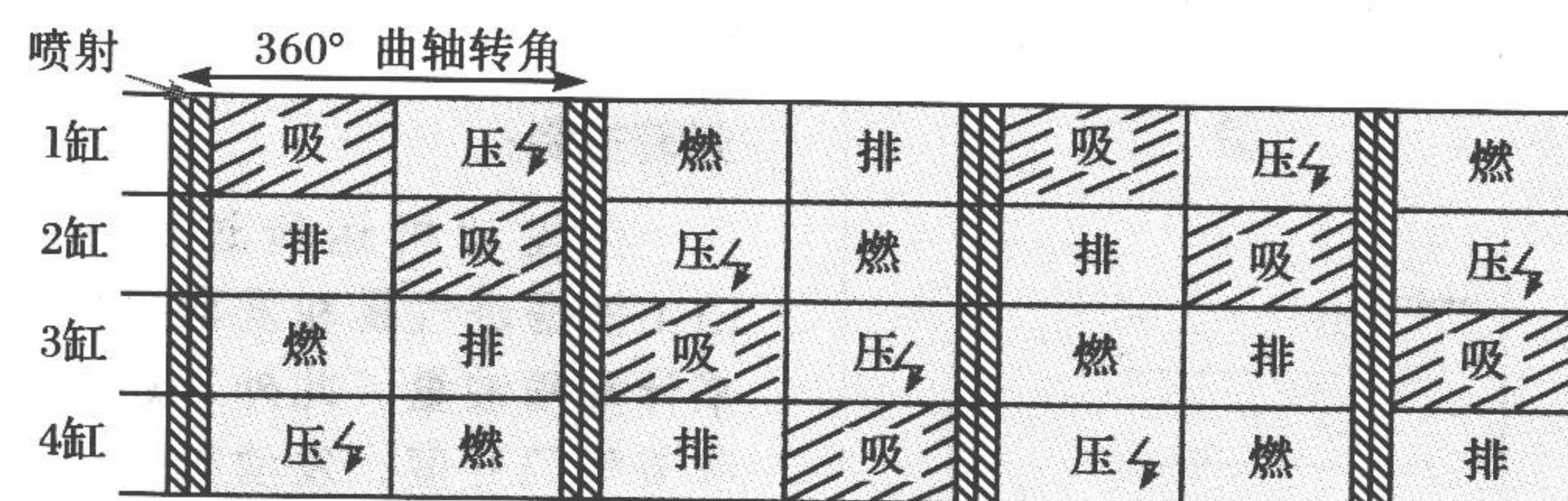
• • • (二) 燃油喷射控制 • • •

燃油喷射控制是ECU的主要控制功能，它包括喷油时刻的控制和喷油量的控制。

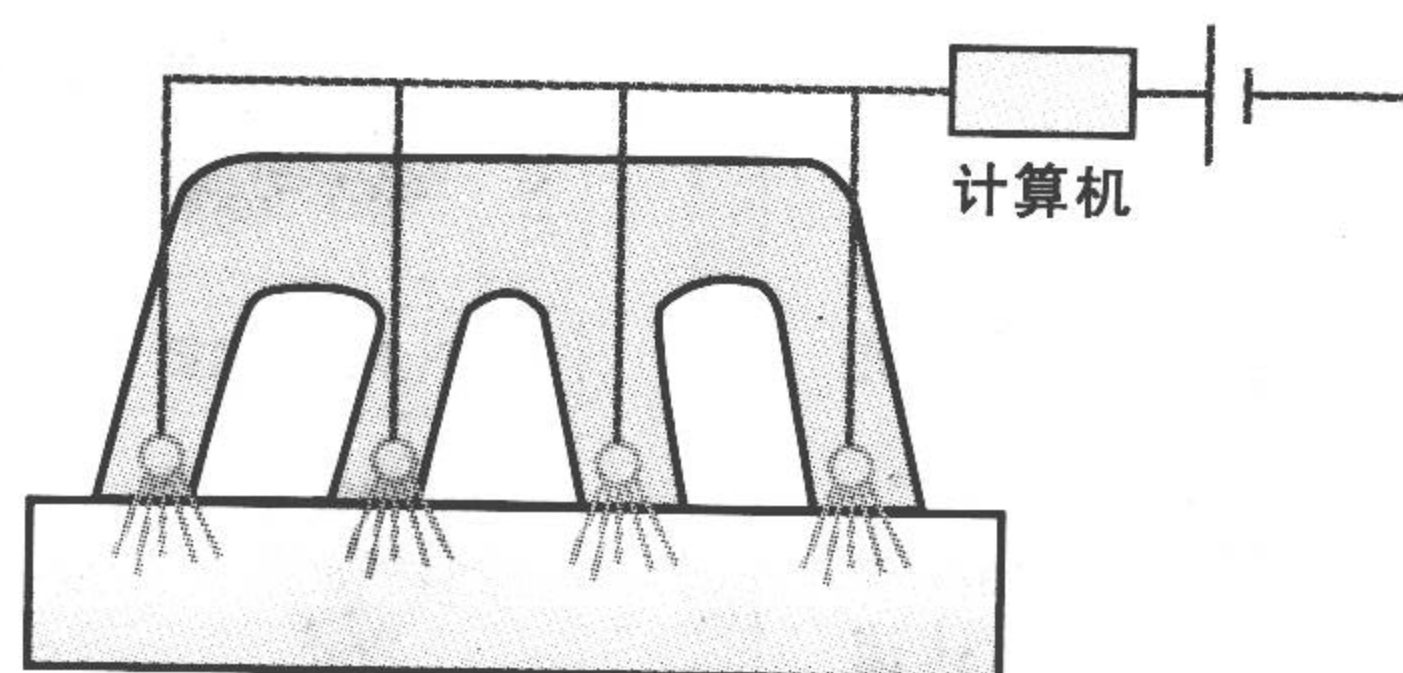
1. 喷油时刻控制

ECU以曲轴转角传感器的信号为依据进行喷油时刻的控制，使各缸喷油器能在设定的时刻喷油。喷油时刻控制方式有同时喷射、分组喷射和顺序喷射三种。

(1) 同时喷射



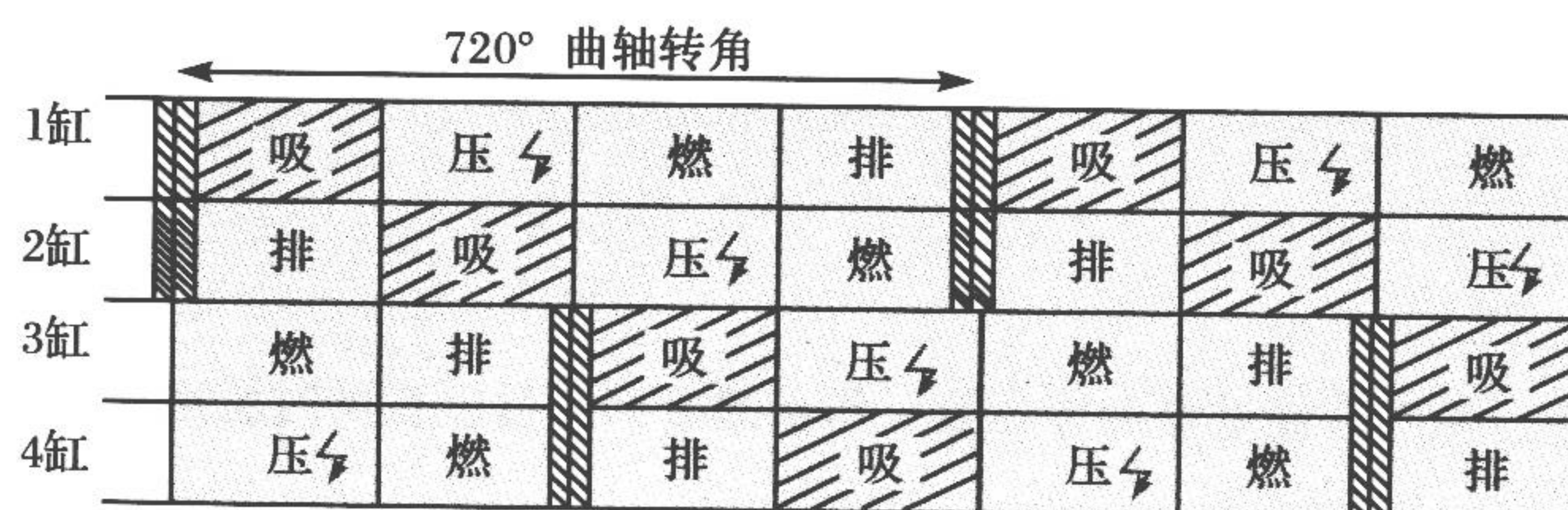
同时喷射



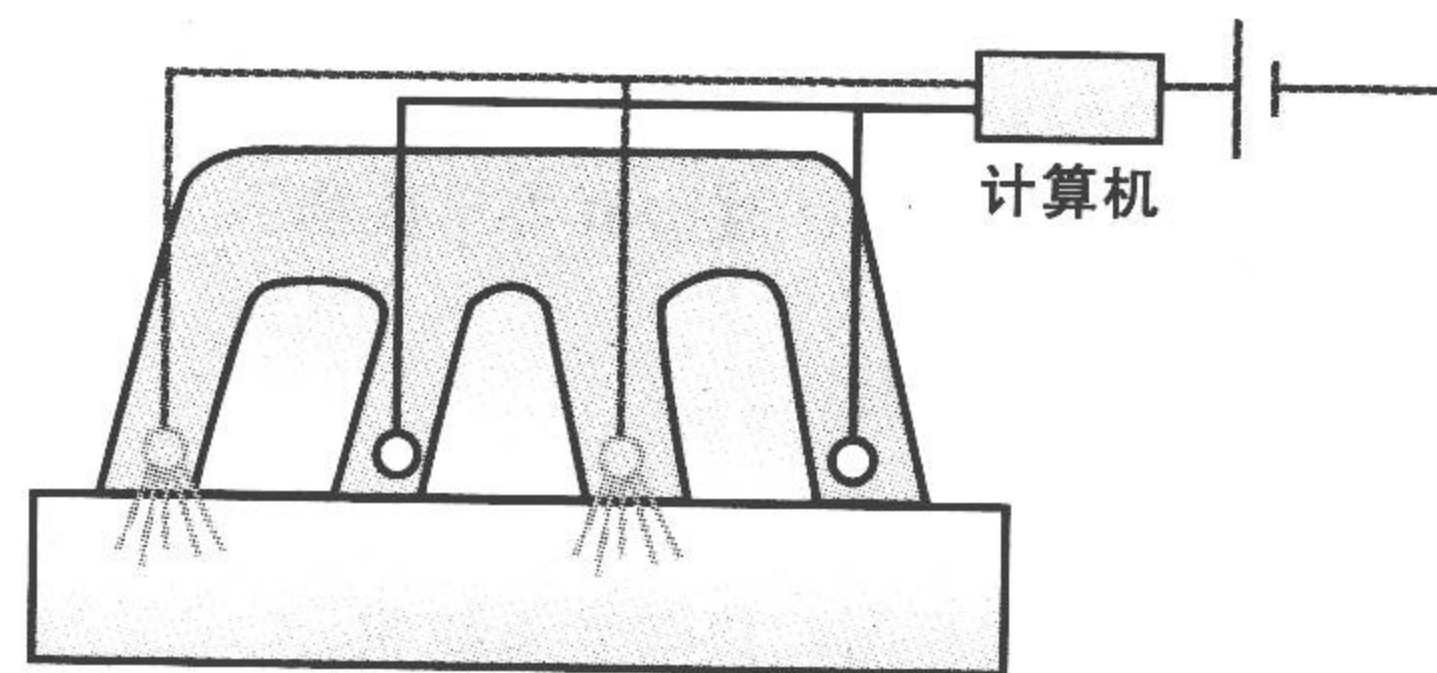
同时喷射：

这种喷射方式将各缸喷油器的控制电路连接在一起，通过一条共同的控制电路与ECU连接。在发动机的每个工作循环中（四冲程内燃机曲轴转两转），各缸喷油器同时喷油一次或两次，如图所示。这种方式的缺点是各缸喷油时刻距进气行程开始的时间间隔差别大，喷入的燃油在进气道内停留的时间不同，导致各缸混合气品质不一，影响了各缸工作的均匀性。

(2) 分组喷射



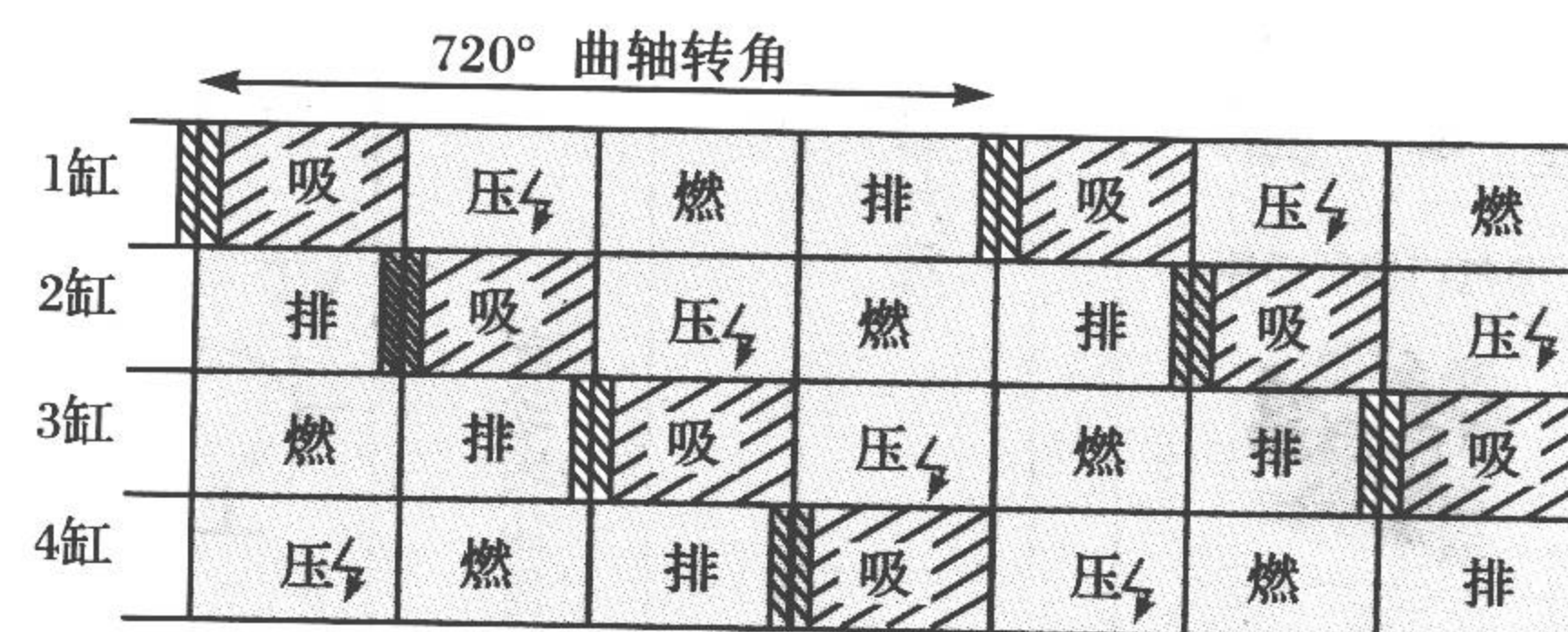
分组喷射



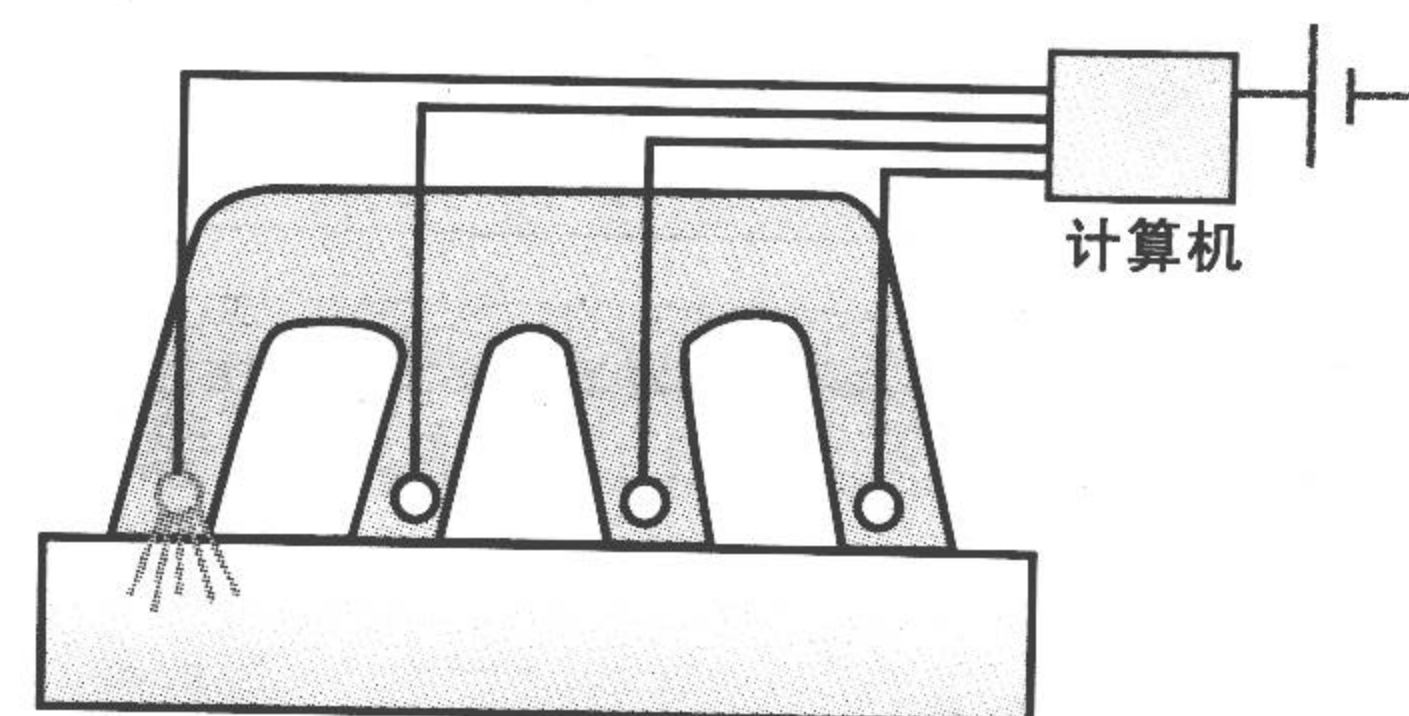
分组喷射：

这种喷射方式是将多缸发动机的喷油器分成2~3组，每组2~4个喷油器，分别通过控制电路与ECU连接。在发动机每个工作循环中，各组喷油器各自同时喷油一次，如图所示。在每组的几个喷油器中，有一个喷油器是在该气缸正好处于排气行程上止点时喷油，其余喷油器是在各自的气缸接近进气行程开始的时刻喷油。这样既可简化控制电路，又可提高各缸混合气品质。

(3) 顺序喷射



顺序喷射



顺序喷射：

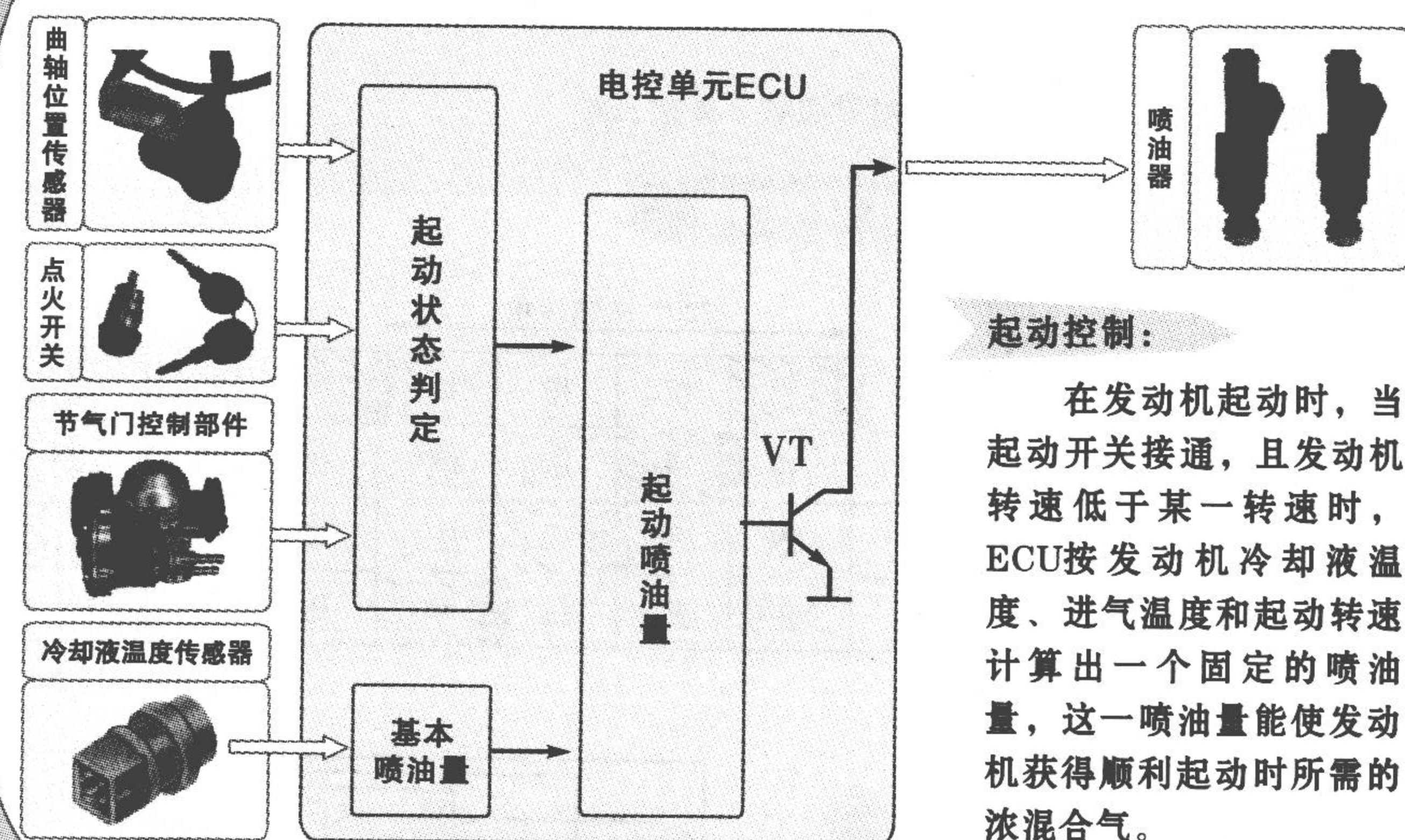
这种喷射方式的各缸喷油器分别由各自的控制电路与ECU连接，ECU分别控制各喷油器在各自的气缸接近进气行程开始的时刻喷油，如图所示。由于每增加一个喷油器，在ECU内部就要相应增加一套喷油器控制线路。因此，顺序喷射方式的控制电路最为复杂，但各缸混合气品质最均匀。目前，这种喷射方式的应用越来越广泛。

2. 喷油量的控制

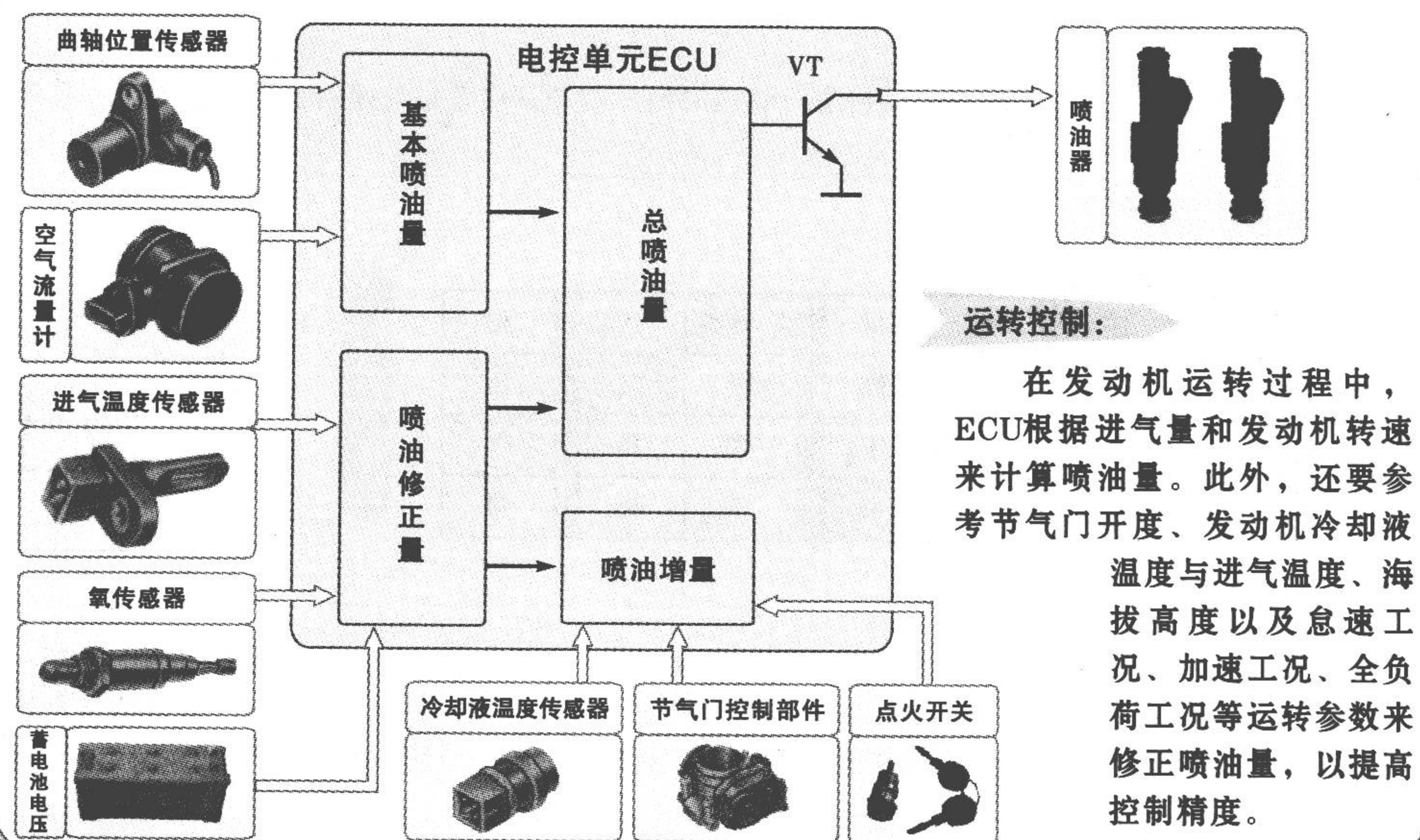
ECU根据各种传感器测得的发动机进气量、转速、节气门开度、冷却液温度与进气温度等多项运行参数，按设定的算法进行计算，并按计算结果向喷油器发出电脉冲，通过改变每个电脉冲的宽度来控制各喷油器每次喷油的持续时间，从而达到控制喷油量的目的。电脉冲的宽度越大，喷油持续时间越长，喷油量也越大。

发动机在不同工况下运转时，对混合气浓度的要求也不同。喷油量的控制方式有起动控制、运转控制、断油控制和反馈控制等几种。

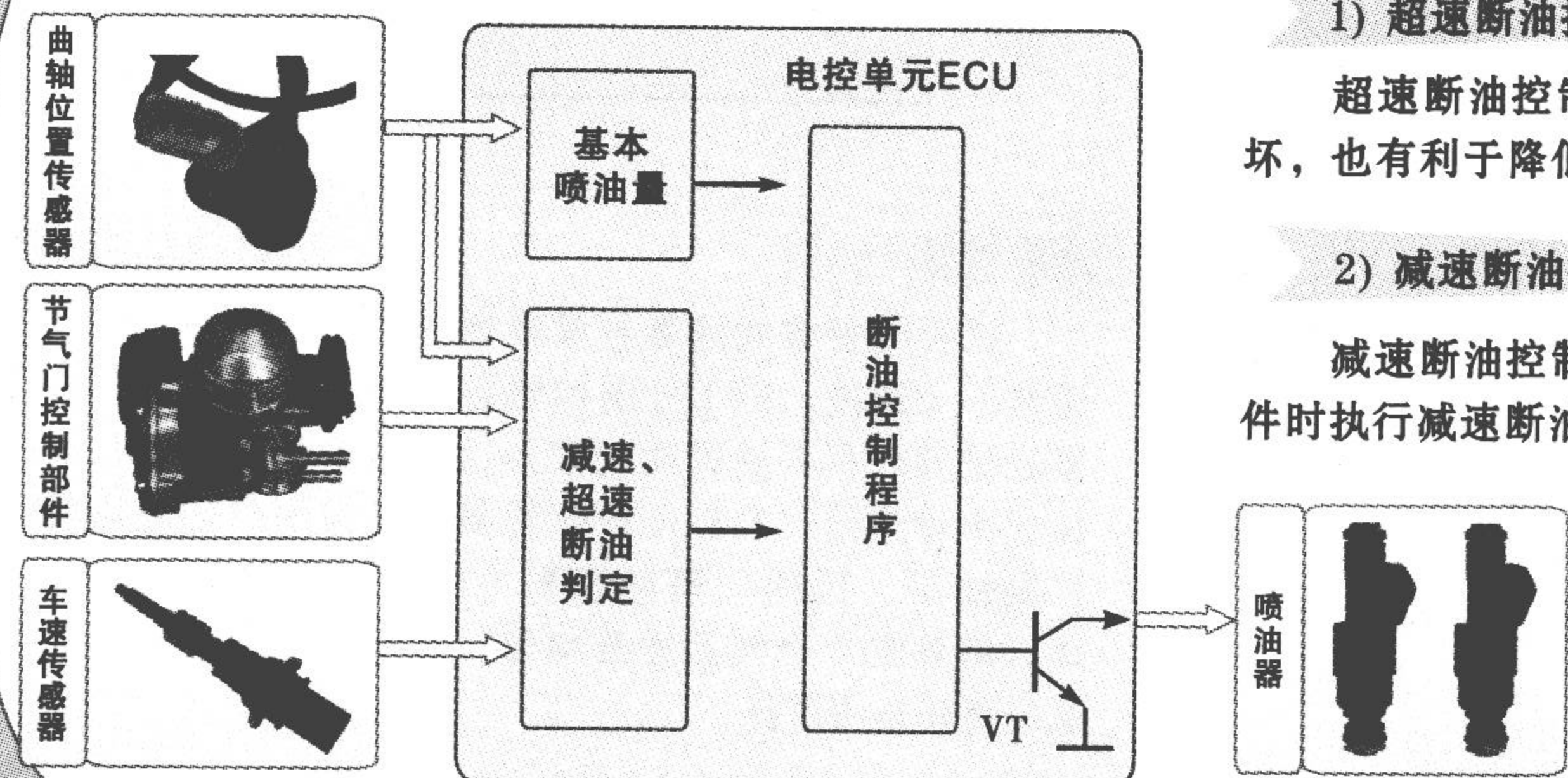
(1) 起动时喷油量控制示意图



(2) 起动后喷油量控制示意图



(3) 超速断油与减速断油控制示意图



1) 超速断油控制

超速断油控制是当发动机转速超过允许的最高转速时，由ECU控制自动中止喷油，以防止发动机超速运转，造成机件损坏，也有利于降低油耗，减少有害排放物。

2) 减速断油控制

减速断油控制过程是由ECU根据节气门位置、发动机转速、冷却液温度等运转参数，作出综合判断后，在同时满足以下条件时执行减速断油控制，切断喷油脉冲。

①节气门位置传感器中的怠速开关接通；②发动机冷却液温度已达正常工作温度；③发动机转速高于某一数值，该转速称为减速断油转速，其值根据发动机冷却液温度、负荷等参数确定。通常，冷却液温度越低，发动机负荷越大（如使用空调时），该转速越高。

当上述三个条件只要有一个不满足（如发动机转速已下降至低于减速断油转速）时，ECU就立即停止减速断油而恢复喷油。

· · · (三) 燃油喷射类型 · · ·

1. K-Jetronic燃油喷射系统 (机械式)

(1) K型喷射系统工作原理

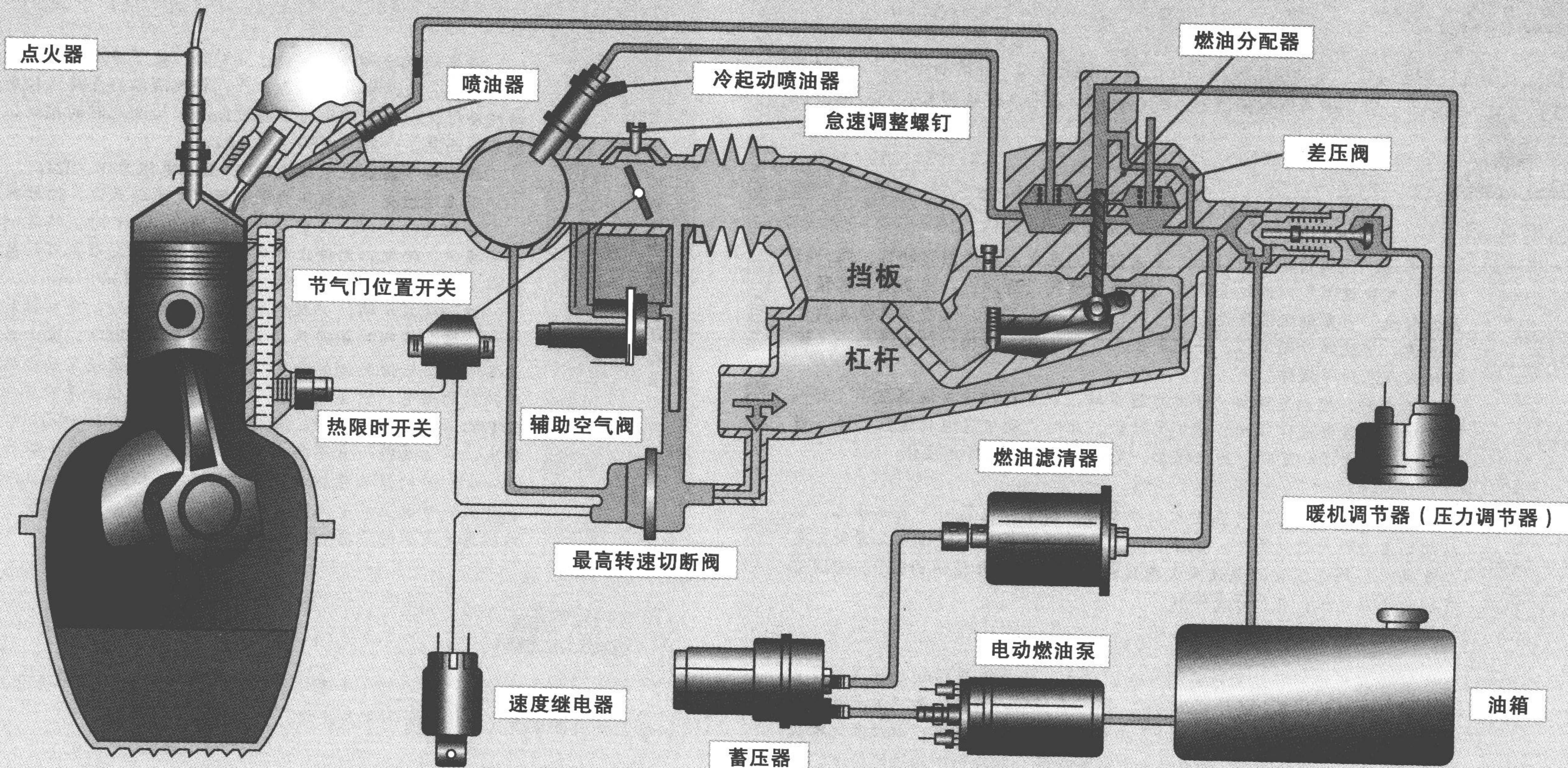
K型喷射是一种无外驱动的机械式汽油喷射系统，直接测量空气流量，其燃油连续地与发动机吸入的空气量成比例地计量，需要使用精确计量吸入空气量的排气控制装置。K型喷射在现代汽车上已停止使用。

空气供给过程：发动机工作时，空气经空气滤清器过滤，沿进气管道，推开挡板至节气门体，节气门体设有节气门，控制进入进气歧管的空气量，最后与燃油混合进入气缸燃烧。

燃油供给过程：燃油泵将油从油箱泵出，经蓄压器到燃油滤清器过滤，进气流推开挡板，带动杠杆向上运动，杠杆往上推动燃油分配器柱塞向上运动，使燃油进入各缸喷油器。

差压阀作用是保持差压阀上室与下室的压力差恒定，保证喷油压力的稳定。

压力调节器保持系统压力的恒定，同时，可实现冷机加浓及暖机由浓变稀的调节过程。



K型喷射工作原理示意图

(2) K型喷射系统故障维修

奥迪100型轿车无怠速。

故障现象

奥迪100型轿车发动机装有K型机械喷射系统，该发动机调不出怠速，只好用铁丝将节气门挂在发动机上，怠速大约在1200r/min时，发动机才能稳定住，否则熄火。在发动机走热后，将控制压力调节器上的电插头拔下，松开铁丝使节气门恢复正常，发动机能在怠速下运转。但当温度继续升高后，发动机的怠速转速将提升到1300r/min左右。

故障分析

因该发动机只是无怠速，发动机增减速一切正常。由此可知，系统油压正常，点火系统正常，喷油系统正常，应集中考虑机械喷射系统在低速区段有关的装置是否有故障。

故障维修

① 旁通空气阀的检查

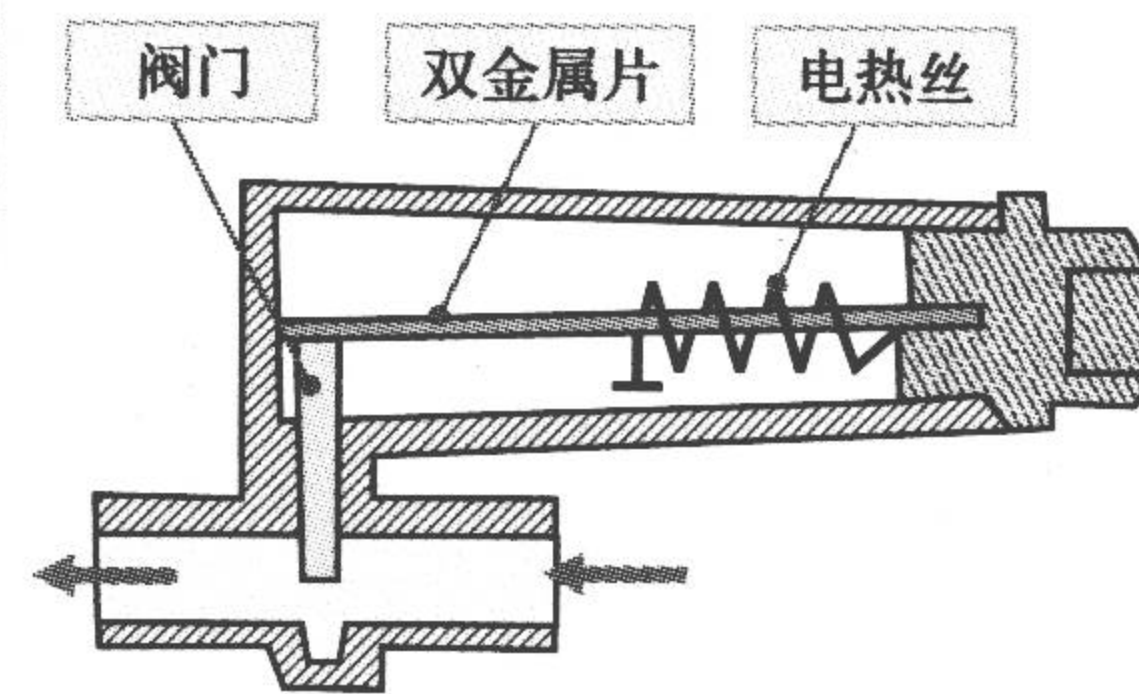
旁通空气阀结构如图所示。旁通空气阀在发动机低温起动时，阀门打开，空气绕过节气门通过旁通空气阀进入节气门后方，以提高发动机预热期的转速。当发动机温度逐渐升高后，阀门逐渐关闭，使发动机恢复到正常怠速。若此阀开闭不当，一定会发生发动机怠速不稳、怠速过高、怠速过低或无怠速等故障。

检查时，起动发动机，使其怠速运转，在发动机冷却液温度低于25~30℃时，夹住旁通空气阀任意端的软管，此时发动机怠速转速应下降。当发动机温度大于40℃时，夹住软管，发动机怠速应无任何变化。

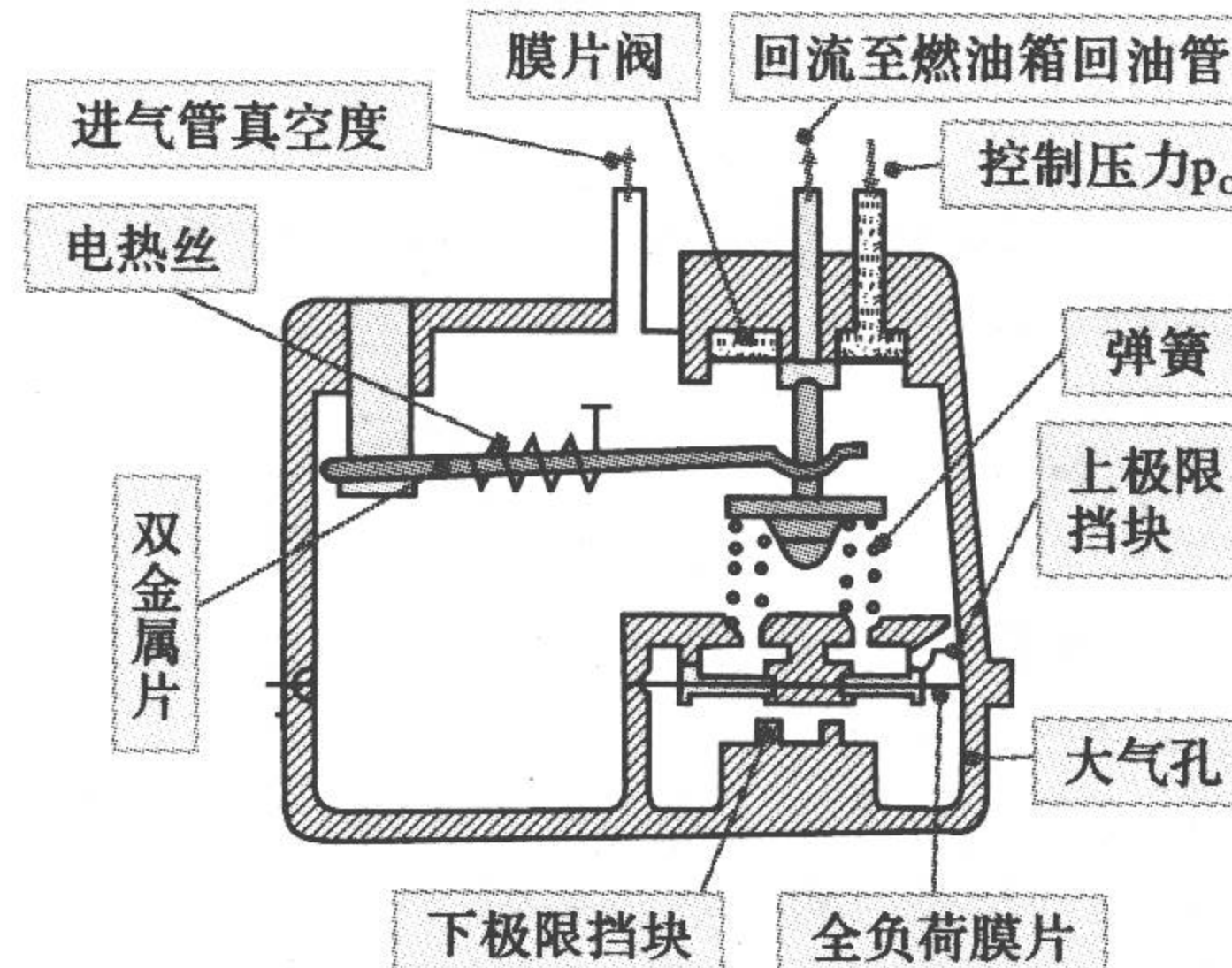
② 检查控制压力调节器

如不符上述要求，可在发动机冷态时，拔下分电器的中央高压线，以防起动发动机时起动着火。拔下旁通空气阀上的插头，接通点火开关，起动发动机，用电压表测量插头上两接脚的电压值，此值应为12V。旁通空气阀的热丝电阻，也应符合标准。

控制压力调节器结构示意图，如图所示。从系统图可知，该调节器主要是调整作用在柱塞上的控制压力 p_c ，即用真空吸力的变化和双金属片受热程度的变化来调节控制压力 p_c ，以求在相同的进气量的情况，通过改变电热丝电阻来改变柱塞的行程，调整喷油器的喷油量，以改变发动机的转速。



旁通空气阀结构示意图



控制压力调节器结构示意图

③ 控制压力调节器的检查

在发动机冷却液温度低于30℃时，拔下旁通空气阀及控制压力调节器的电插头，使两者均不参与工作，将燃油压力表接入控制压力回路中，起动发动机，使之怠速运转不超过1min，检测此时的控制压力值。此值因车型不同而异，一般应在80~240kPa。

压力调节器热丝电源为12V，热丝电阻为18~22Ω。

经上述检查，控制压力调节器的电参数无误，但控制压力高。

在检查中发现，当发动机温度为50~60℃时，将控制压力调节器的电插头拔下，使电热丝停止对双金属片加热，发动机可维持正常怠速运转。但当温度升高至80~90℃后，怠速转速超过1300r/min。

这一现象说明，若双金属片正常工作，起动发动机后，双金属片向上弯曲，增加了膜片阀的开启压力，逐渐使 p_c 增加，减小供油量。而这种供油量的减小恰恰无法维持发动机的冷怠速，致使发动机熄火。因此，切断对热丝的供电，使其不起调节作用，此时的供油量恰能维持发动机在50~60℃的温度下怠速运转，但到发动机温度升至80~90℃时，由于解除热丝供电，双金属片一直不向上弯曲，不起增大 p_c 以减小供油量的作用，仍按50~60℃时的供油量供油，所以发动机转速上升至1300r/min。若装上控制压力调节器上的电插头，使调节器正常工作，又出现冷机、热机均无法维持怠速运转的矛盾。

故障排除

采取折中的办法。将控制压力调节器弹簧下的阀杆缩短适当长度，使发动机冷起动时的喷油量增加，热车时由于双金属片的作用减小喷油量。

2. KE-Jetronic燃油喷射系统（机电混合式）

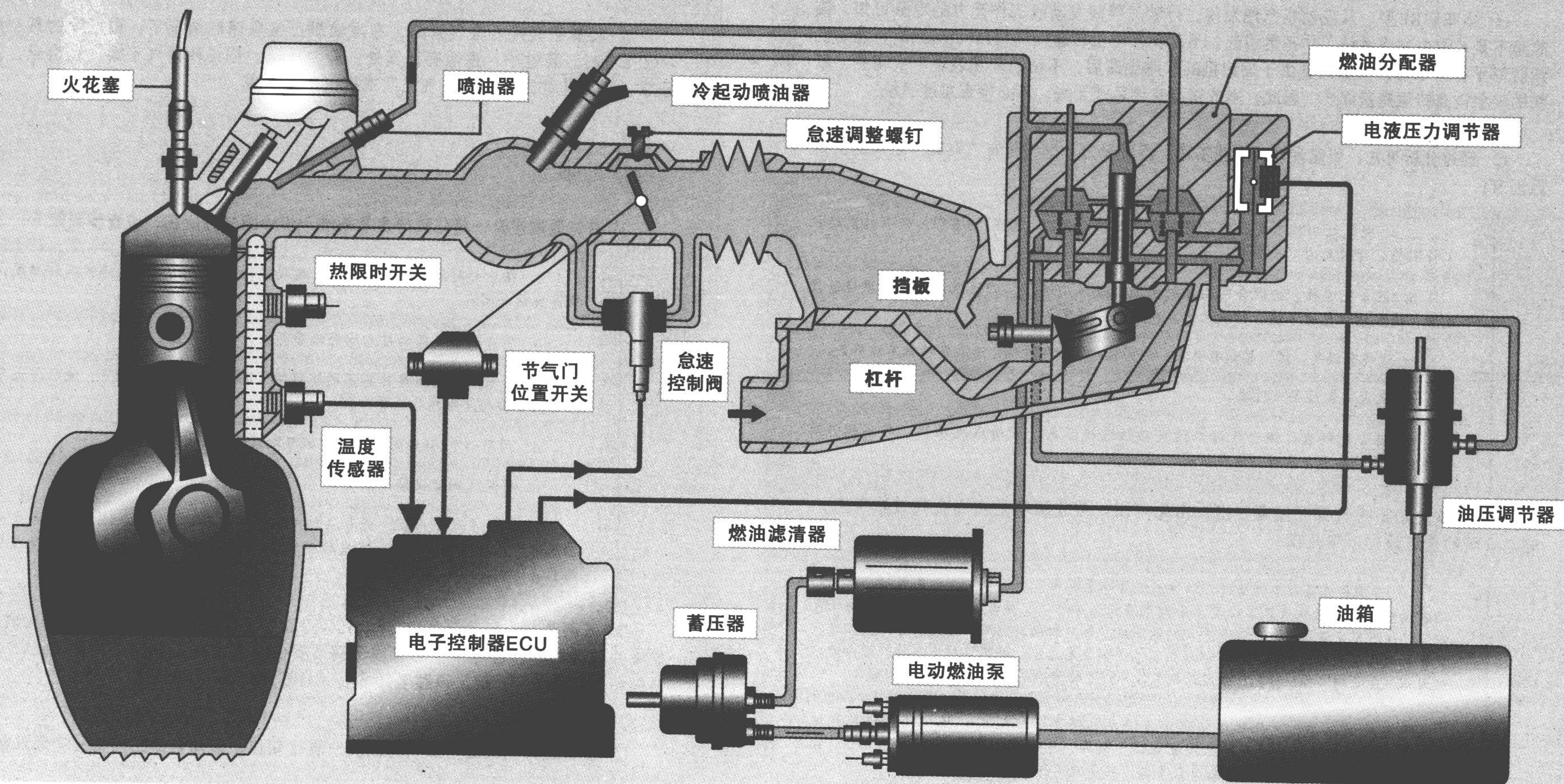
(1) KE型喷射系统工作原理

KE型喷射是机电混合式汽油喷射系统，与K型的区别在于安装了计算机，用电液压力调节器代替了暖机调节器，用膜片式燃油压力调节器代替K型中的活塞式压力调节器。在现代汽车上已停止使用。

空气供给过程：发动机工作时，空气经空气滤清器过滤，沿进气管道，推开挡板至节气门体，节气门体设有节气门，控制进入进气歧管的空气量，最后与燃油混合进入气缸燃烧。

燃油供给过程：燃油泵将油从油箱泵出，到蓄压器，经燃油滤清器过滤，进气流推开挡板，带动杠杆向上运动，杠杆往上推动燃油分配器柱塞向上运动，使燃油进入各缸喷油器。喷油量的多少取决于柱塞上升的高度及差压阀下室的压力。

电液压力调节器由计算机根据冷却液温度传感器、节气门位置开关、空气流量计等传感器信号调节差压阀下室的压力。



KE型喷射工作原理示意图



(2) KE型喷射系统故障维修

奥迪轿车发动机怠速不稳，运转无力。

故障现象

一台奥迪轿车，怠速时发动机抖动，行驶无力，排气管有“突突”声。

故障分析

① 本车属KE型。从发动机怠速发抖、行驶时伴随发动机工作无力的现象可知，该故障不是单纯由怠速系统工作不良引起。虽然将发动机转速提高到1100r/min后，发动机运转似乎有些平稳，但那只是由于发动机的转速提高后，不稳的外观表现不太明显，不稳的现象被高转速掩盖而已。因此，本故障与怠速系统无关，不必检查怠速系统。

② 经过分析可知，引起发动机怠速不稳，行驶无力，排气管有“突突”之声的主要原因有：

- a. 个别气缸工作不良。若个别气缸工作不良，有“缺火”现象，必引起发动机工作不稳，行驶无力。
- b. 混合气过稀。若混合气因某种原因造成浓度过稀，必使燃烧不良，燃烧速度缓慢，使发动机怠速不稳，行驶无力，排气有“突突”声。
- c. 进气管漏气。进气管如有泄漏，也将引起混合气过稀，造成发动机工作不良。
- d. 点火时间过早或过晚。
- e. 混合气过浓。混合气过浓使发动机燃烧不良，必造成发动机工作不稳并有“突突”声，甚至会导致排气管放炮。

③ 因该发动机排气管无黑烟冒出，由此可知，该故障不是由混合气过浓引起，应把诊断的重点放在以下几项：

- a. 分别检查各缸工作情况，以确定该故障是否由个别气缸工作不良引起。首先启动发动机，使之运转至正常温度（冷却风扇开始工作），然后逐缸短暂地切断高压火花，迅速观察发动机在切断高压火花时的反应，如某缸切断高压火花使该缸停止工作，发动机运转有明显变化时，说明该缸在工作；如毫无反应，说明该缸不工作。经检查，该发动机各缸均工作，可见，该发动机工作不良的故障不是由单缸工作不良引起。
- b. 启动发动机，使之运转到正常温度。将发动机熄火，接好正时灯及转速表，重新启动发动机，使发动机怠速运转片刻后，检查正时是否在规定范围内。奥迪轿车点火正时检查孔设在变速器壳体上，其点火正时角度如表所示。

④ 若点火正时角度不对，应松开分电器固定螺栓予以调整。经检查，本机点火正时角度正确。故障与点火正时无关。

奥迪轿车点火正时角度

发动机排量	发动机运转 / (r/min)	正确角度 / (°)
1.8L	2250~2350	5~7
2.0L	770~830	5~7
2.1L	2250~2350	5~7

⑤ 经过以上的分析和检查，根据发动机的结构及工作原理，最后应把重点放在混合气失调上。混合气失调的主要原因有：

- a. 进气管路泄漏或堵塞。
- b. 空燃比配合失调。
- c. 排气管有堵塞，排气不畅。

⑥ 将真空表接入进气管路，在发动机正常怠速的情况下，进气管的真空度应为60kPa左右。若过小，说明有漏气处；若为正压，则说明排气不畅。经检查，真空度正常，说明此故障不是由进气泄漏或排气不畅造成。

故障排除

① 首先通过检查一氧化碳的含量来进一步诊断故障所在，检查步骤如下：

- a. 在点火时间正确的情况下，启动发动机，使之运转至正常工作温度，将全车电器负荷关闭。
- b. 将旁通空气阀的任意端的软管夹住，使旁通空气断路。
- c. 拆下冷却液温度传感器的接线脚，将PCV阀通风口拆下，使之与大气相通，并将进气管与炭罐阀的软管夹住。
- d. 利用一个15kΩ的电阻，模拟温度信号送给计算机。
- e. 将尾气测试仪接入排气管。
- f. 装数字式万用表，将表调到200mA档，并将其接入电液混合气成分调节器的回路中，然后启动发动机，在发动机怠速的情况下，分别读取电液混合气成分调节器的电流值和尾气测试仪的值。

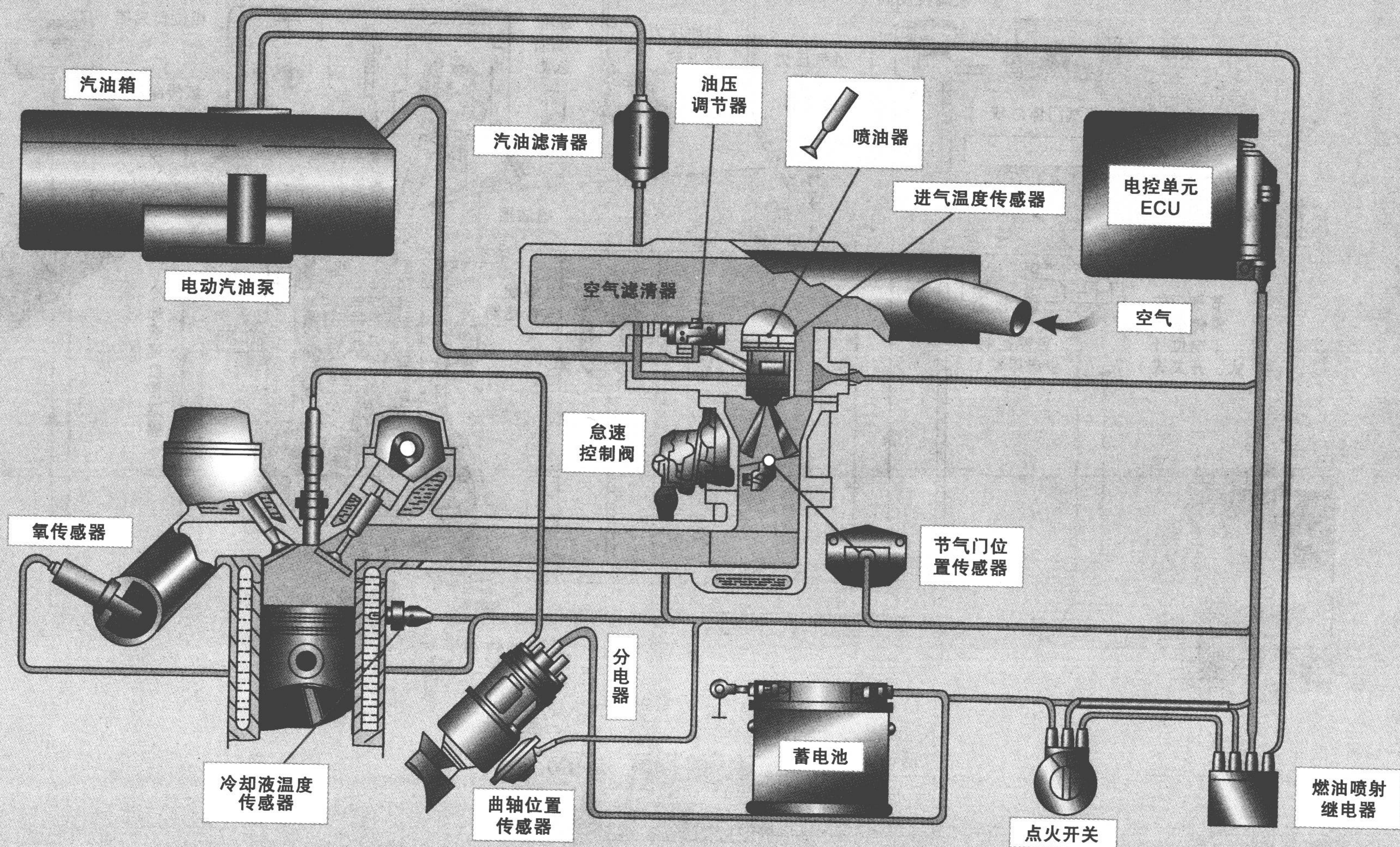
② 若调节器的电流值为4~16mA而CO值大于1.2%，其主要原因是点火时间过早或喷油器漏油等；若电液混合气成分调节器的电流值低于4mA或大于16mA，则应调整混合气调整螺钉，使之调整至10mA，CO值为0.3%~1.2%。

③ 按上述方法调整了点火时间和一氧化碳值，发动机的工作情况完全正常了。

3. 单点 (SPI) 电控燃油喷射系统

单点燃油喷射系统是指在多缸发动机的节流阀体上节气门的上方, 安装一只或并列安装两只喷油器对多缸进行喷油的喷射系统。燃油喷入到节气门前方的进气管中与进气气流混合形成可燃混合气, 然后通过进气歧管分配到各个气缸。与多点燃油喷射相比, 单点喷射系统采用节气门的开启角度和发动机转速来控制空燃比, 结构和控制方式更加简单。在早期国产奇瑞、尼桑蓝鸟、大宇王等车型上均有采用。

SPI系统输入信号包括有曲轴位置传感器 (检测发动机转速) 和节气门位置传感器 (检测节气门开启的角度), 此两信号作为空燃比控制的基准信号。冷却液温度传感器 (检测冷却液温度) 作为空燃比修正信号, 氧传感器 (检测废气中氧含量) 用于反馈空燃比信息, 使空燃比保持在经济空燃比14.7:1左右。

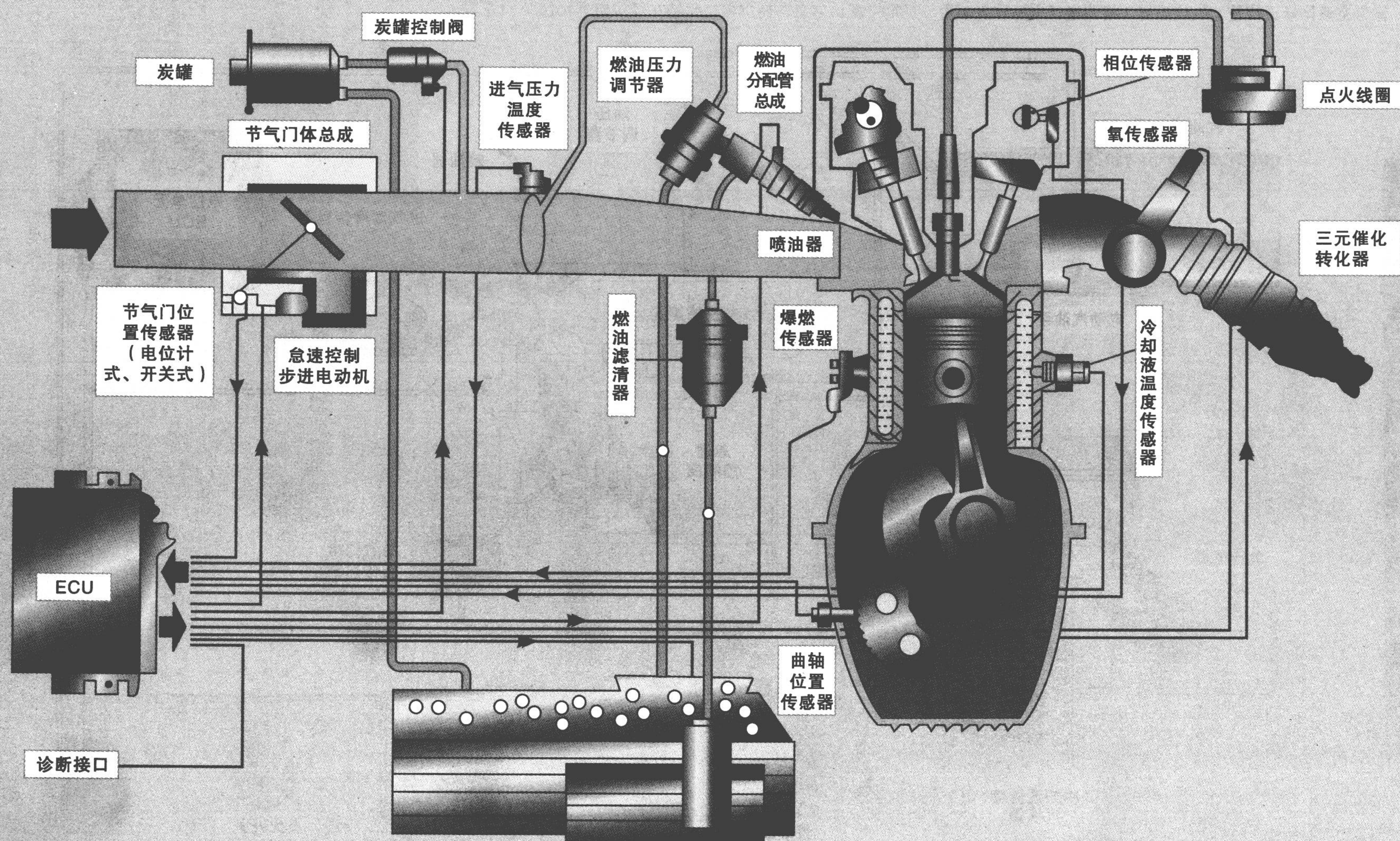


单点 (SPI) 喷射工作原理示意图

4. 博世D型MPI电控燃油喷射系统

该系统是速度-密度型电子燃油喷射系统，它将进气歧管绝对压力信号和转速信号输送到发动机控制模块（ECU），由发动机控制模块根据该信号计算出进气量，再输出与之相对应的喷油脉冲宽度信号，控制电磁喷油器喷射出适量的燃油。在国产桑塔纳2000GLi、切诺基、富康、威驰以及丰田皇冠车型均有采用。

系统输入信号有曲轴位置传感器、相位传感器、进气压力温度传感器、节气门位置传感器、爆燃传感器、冷却液温度传感器和氧传感器。



博世D型MPI喷射工作原理示意图