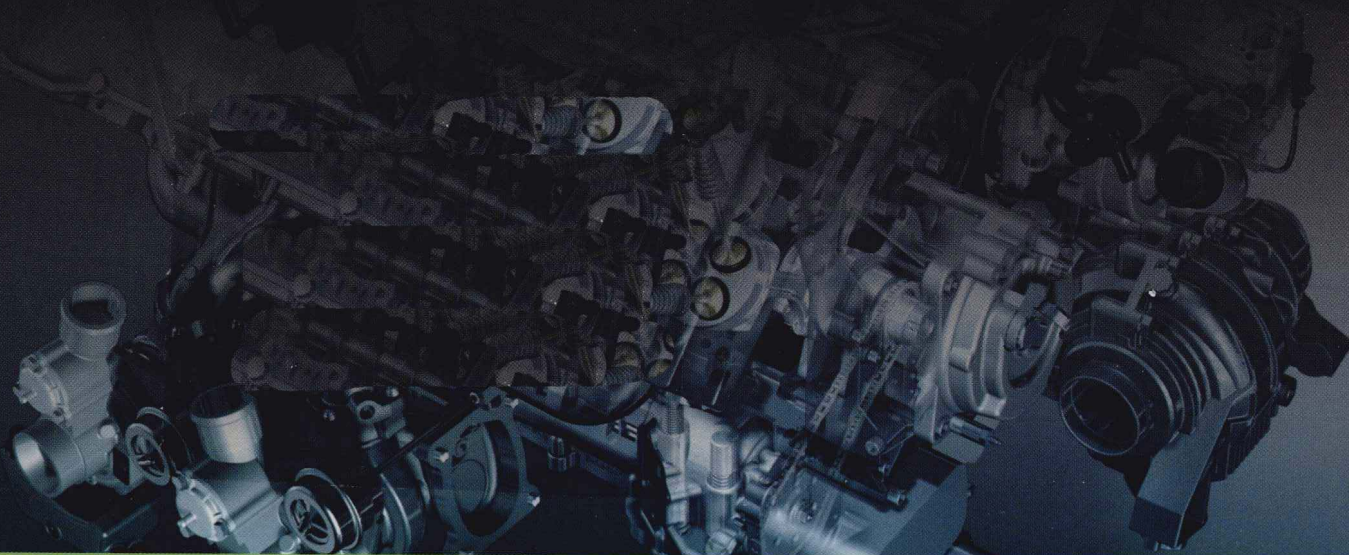


汽车维修实用技术图册

汽车发动机电控系统维修图册

QICHE FADONGJI DIANKONG XITONG WEIXIU TUCE

石家庄创业汽车技术研究中心 组织编写
周晓飞 陈晓霞 主编



人民交通出版社
China Communications Press

汽车维修实用技术图册

汽车发动机电控系统维修图册

石家庄创业汽车技术研究中心 组织编写

周晓飞 陈晓霞 主编

人民交通出版社

内 容 提 要

本书分汽车电控技术基础知识、发动机燃油系统、发动机进气系统、发动机排气系统、发动机点火系统、电子控制系统传感器、自诊断系统及防盗系统七个部分，讲述了车间维修中遇到的一些重点、难点及维修过程中容易疏忽的问题。做到了故障诊断过程思路清晰、故障排除结果明确；大件拆装、拆解规范；必要参数准确；举例说明问题的车型典型。

本书适用于汽车维修人员阅读，同时适用于汽车维修及相关企业的培训用书，也可作为专业院校师生的参考用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车发动机电控系统维修图册/周晓飞, 陈晓霞主编. —北京: 人民交通出版社, 2011.7
ISBN 978-7-114-09199-5

I. ①汽… II. ①周… ②陈… III. ①汽车-发动机-电子系统: 控制系统-车辆修理-图集 IV. ①U472.43-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 114971 号

书 名: 汽车发动机电控系统维修图册

著 者: 周晓飞 陈晓霞

责任编辑: 张 兵

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011) 北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010) 59757969, 59757973

总 经 销: 人民交通出版社发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司

开 本: 880×1230 1/16

印 张: 7.5

版 次: 2011 年 8 月 第 1 版

印 次: 2011 年 8 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-09199-5

印 数: 0001 - 3000 册

定 价: 18.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

汽车维修实用技术图册编委会

主任 周晓飞

副主任 陈晓霞

编委 万建才 宋东兴 边先锋 刘振友 郝建庄

前 言

本书理论介绍简明、扼要、易懂，通过图表的形式介绍理论在维修应用中的重要性，结合实际应用，便于维修工接受理解。

本书内容共分七个部分：汽车电控技术基础知识、发动机燃油系统、发动机进气系统、发动机排气系统、发动机点火系、电子控制系统传感器、自诊断系统及防盗系统。在内容安排上以实际维修应用为宗旨，以短期掌握实际技能为突出目标，符合读者学习提升需求。

本书由石家庄创业汽车技术研究中心组织编写，周晓飞、陈晓霞主编，同时参加本书编写的工作人员还有：万建才、宋东兴、郝建庄、刘振友、张亚涛、江珍旺、赵鹏、李飞霞。

在本书的编写过程中参考了大量的技术文献及原车维修手册，在此谨向这些为本书编写出版给予帮助的同志们及参考文献的作者表示衷心的感谢！

由于作者水平有限，书中难免有不妥之处，敬请广大读者批评指正。

编 者

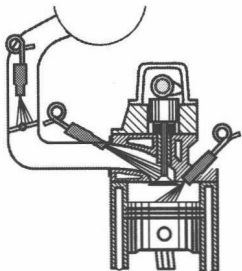
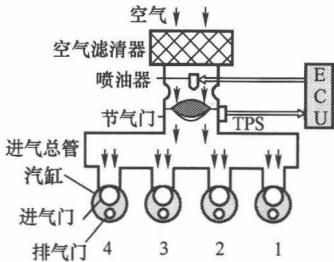
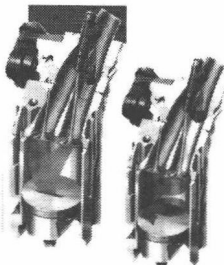
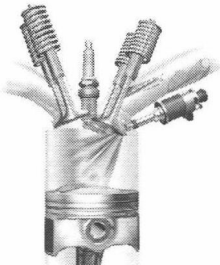
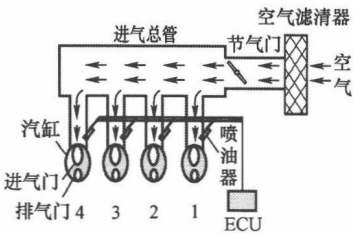
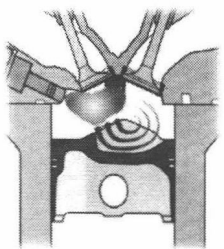
2011年5月

目 录

第1章 汽车电控技术基础	1	第5章 发动机点火系统维修	70
1.1 汽油喷射系统分类	1	5.1 电控点火系统的功能	70
1.2 发动机电控系统基本结构原理	2	5.2 点火系统的组成与工作原理	71
第2章 发动机燃油系统维修	11	5.3 点火线圈	74
2.1 燃油系统概述	11	5.4 火花塞	77
2.2 电动燃油泵	13	第6章 电子控制系统传感器维修	79
2.3 喷油器	20	6.1 空气流量传感器	79
2.4 燃油箱及燃油滤清器	28	6.2 进气压力传感器	83
2.5 燃油调节器	32	6.3 曲轴位置传感器	85
第3章 发动机进气系统维修	35	6.4 进气温度传感器	89
3.1 进气管道系统	35	6.5 爆震传感器	92
3.2 节气门	43	6.6 氧传感器	94
3.3 涡轮增压器	48	第7章 自诊断系统及防盗系统	101
3.4 可变气门升程及配气相位	56	7.1 第二代随车诊断系统 OBD- II	101
第4章 发动机排气系统维修	61	7.2 电控单元自诊断系统	103
4.1 废气再循环	61	7.3 防盗系统	105
4.2 三元催化器	65	参考文献	111
4.3 二次空气系统	69		

第 1 章 汽车电控技术基础

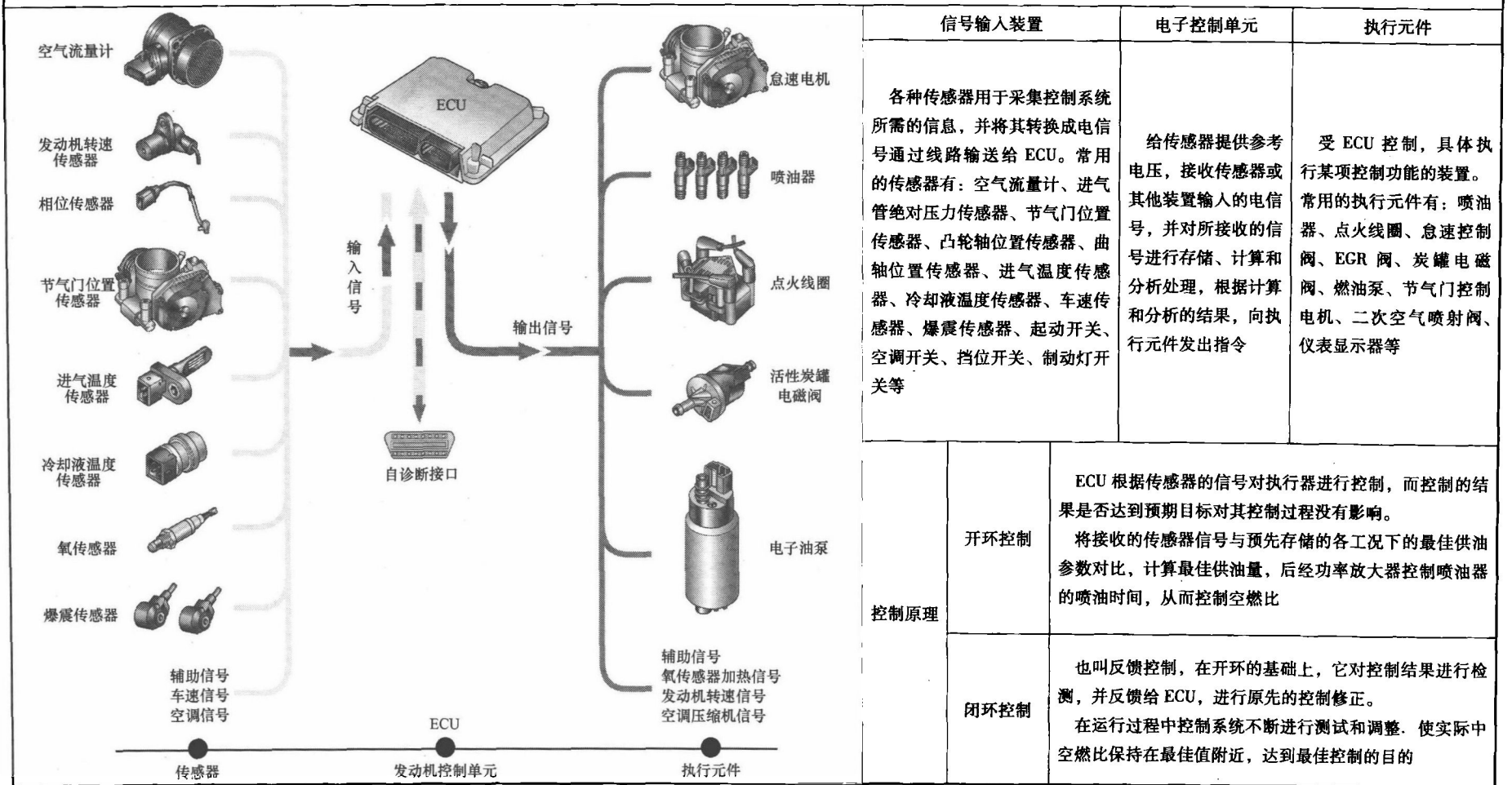
1.1 汽油喷射系统分类

<p>汽油喷射：在恒定压力下，用喷油器把一定数量的汽油喷入节气门体处的进气管或进气道，或者直接喷入汽缸</p>		<p>SPI 单点喷射（节气门体喷射）：在多缸发动机上，布置一个或两个并列的喷油器，喷出的汽油与空气混合，经进气歧管分配给各汽缸</p>		
<p>由于技术的进步，现在很多车型也采用缸内直接喷射技术，如：大众迈腾、明锐搭载的 1.8TSI 增压直接喷射技术的发动机</p>		<p>MPI 多点喷射：每个汽缸布置一个喷油器，汽油喷入进气道，是目前汽油喷射系统主流</p>		

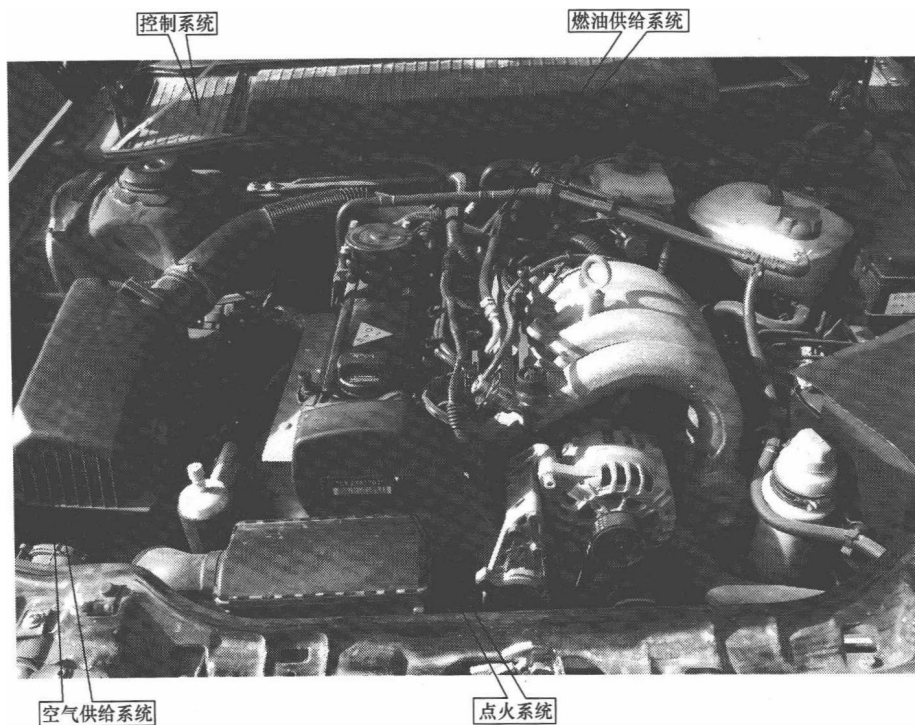
1.2 发动机电控系统基本结构原理

1.2.1 发动机电控系统基本组成及控制

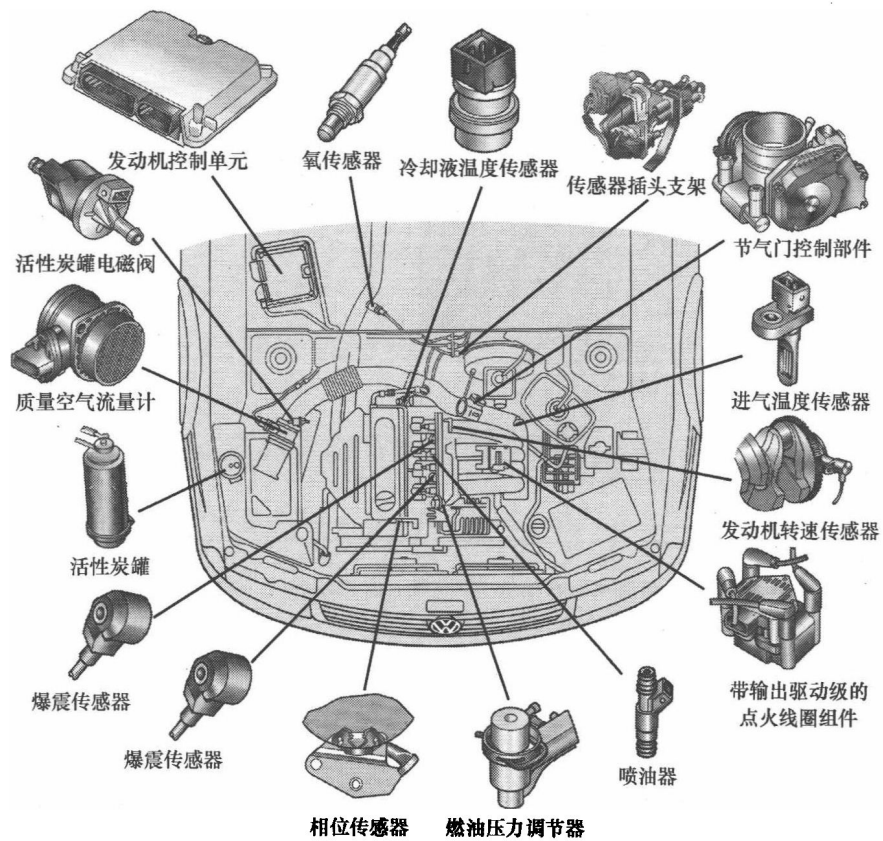
发动机电控系统，又称发动机管理系统 EMS (Engine Management System)、发动机集中控制系统，就是将多项目控制集中在一个动力控制模块 PCM (Power Control Module) 或发动机控制单元 ECU (Engine Control Unit) 上完成，共用传感器。其主要组成都可分为信号输入装置、电子控制单元 (ECU) 和执行元件三部分



1) 上海大众 3000 发动机电控系统布置



2) 上海大众 3000 发动机管理系统电控组件位置



1.2.2 喷油控制原理

1) 喷油控制方式

燃油喷射系统按喷油器控制方式又可以分为同时喷射、分组喷射和顺序喷射。ECU以曲轴转角传感器的信号为依据进行喷油控制		
同时喷射	分组喷射	顺序喷射
<p>发动机运转期间，各缸喷油器同时开启且同时关闭，由电脑同一个喷油指令控制所有的喷油器同时动作</p>	<p>将喷油器分成两组或三组交替喷射，电脑发出两路或三路喷油指令，每一路指令控制一组喷油器</p>	<p>喷油器按发动机各缸进气行程的顺序轮流喷油。这种喷油方式使各缸的混合气最均匀，是目前采用方式最多的喷油方式</p>

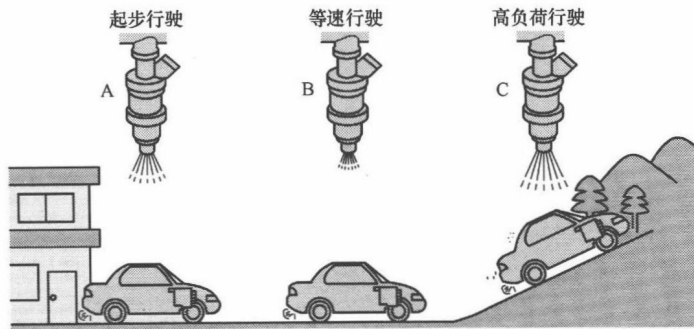
2) 喷油量控制

喷油量控制	起动喷油量控制	基本喷油持续时间控制（根据冷却液温度）	
		进气温度和电压修正	
	起动后喷油量控制	基本喷油持续时间控制	
		修正	起步加浓、起步后加浓、暖机加浓、进气温度修正、过度工况空燃比修正、大负荷加浓、怠速修正、氧传感器修正、蓄电池电压修正、断油
起动喷油量控制（固定持续时间）			
加速喷油量控制			

喷油量控制目的

使发动机在各种运行工况下，都能获得最佳的喷油量，以提高发动机的经济性并降低排放污染。

喷油量的控制是通过控制对喷油器喷油时间的控制来实现的



起动后的同步喷油量控制

喷油持续时间 = 基本喷油持续时间 × 喷油修正系数 + 电压修正
 基本喷油持续时间：根据传感器信号，由电脑查表确定。
 D型：根据发动机转速信号和进气管绝对压力信号确定基本喷油时间；
 L型：根据发动机转速信号和空气流量计信号确定基本喷油时间。
 喷油修正系数：包括起动后加浓修正、暖机加浓修正、进气温度修正、大负荷工况喷油量修正、过渡工况喷油量修正、怠速稳定性修正等。
 电压修正：考虑蓄电池电压变化的修正

异步喷油量控制

发动机起动和加速时的异步喷油量是固定的，各汽缸喷油器以一个固定的喷油持续时间同时向各汽缸增加一次喷油

燃油停供控制

减速断油控制

当驾驶员快速松开加速踏板使汽车减速时，ECU 控制喷油器停止喷油，以降低 HC 和 CO 含量。当转速降至规定值时又恢复正常

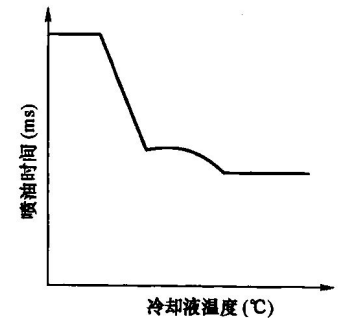
限速断油控制

发动机转速超过安全转速或汽车超过设定的最高车速时，ECU 控制喷油器停止喷油，以防超速

起动时的同步喷油量控制

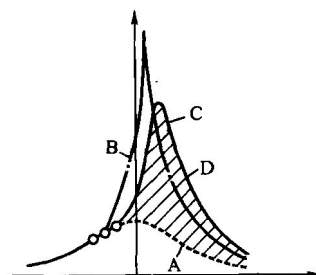
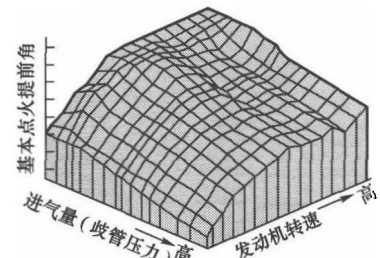
在发动机转速低于规定值或点火开关接通位于 STA（起动）挡时，ECU 根据冷却液温度确定基本喷油时间，再根据进气温度和蓄电池电压进行修正，得到起动时的喷油持续时间。

起动时的基本喷油时间见右图



1.2.3 点火控制原理

1) 点火提前角的控制

点火提前角对发动机性能的影响	控制点火提前角的基本方法
<p>①点火提前角是从火花塞发出电火花，到该缸活塞运行至压缩上止点时曲轴转过的角度。</p> <p>②当汽油机保持节气门开度、转速以及混合气浓度一定时，汽油机功率和耗油率随点火提前角的变化而变化。对应于发动机每一工况都存在一个最佳点火提前角。</p> <p>③适当点火提前角，可使发动机每循环所做的机械功最多（曲线阴影部分）。</p> <p>④点火提前角过大，易爆震。</p> <p>⑤点火提前角过小，排气温度升高，功率降低</p>	<p>①启动：按 ECU 内存储的初始点火提前角对点火提前角进行控制。启动时的点火提前角一般是固定的，为 10° 左右。</p> <p>②正常运转：ECU 根据发动机的转速和负荷信号，确定基本点火提前角，并根据其他信号修正，以确定实际的点火提前角，并向电子点火控制器输出点火信号</p>
<div style="text-align: center;">  <p>A-不点火；B-点火过早；C-点火适当；D-点火过迟</p> </div>	<div style="text-align: center;">  <p>电控点火数据图</p> </div>

最佳点火提前角与下述因素有关：

发动机转速——转速升高，点火提前角增大。采用电控点火系统，更接近理想的点火提前角。

发动机负荷——歧管压力高（真空度小、负荷大），点火提前角小，反之点火提前角大。采用电控点火系统（ESA）时，可以使发动机的实际点火提前角接近于理想的点火提前角。

燃料性质——汽油辛烷值越高，抗爆性越好，点火提前角可增大。

其他因素——燃烧室形状、燃烧室内温度、空燃比、大气压力、冷却液温度。

点火提前角控制状态

启动时点火提前角的控制		启动后基本点火提前角的确定	
发动机启动过程中	发动机启动过程中，进气管绝对压力传感器信号或空气流量计信号不稳定，ECU无法正确计算点火提前角，一般将点火时刻固定在设定的初始点火提前角	怠速运转	ECU根据节气门位置传感器信号（IDL信号）、发动机转速传感器信号（Ne信号）和空调开关信号（A/C信号）确定基本点火提前角
控制信号	控制信号，发动机转速信号（Ne信号）和启动开关信号（STA信号）	怠速以外工况	ECU根据发动机的转速和负荷（单位转数的进气量或基本喷油量）确定基本点火提前角

点火提前角的主要修正项目：冷却液温度修正

冷却液温度修正	暖机修正示意图	过热修正示意图
<p>①冷却液温度修正又可分为暖机修正和过热修正。</p> <p>②暖机修正：暖机过程中，随冷却液温度的提高，点火提前角应适当减小。</p> <p>③暖机修正控制信号：冷却液温度传感器信号、进气管绝对压力传感器信号或空气流量计信号、节气门位置传感器信号（IDL信号）。</p> <p>④过热修正：冷却液温度过高时，点火提前角应适当增大。</p> <p>⑤过热修正控制信号：冷却液温度传感器信号、节气门位置传感器信号（IDL信号）</p>		

点火提前角的主要修正项目：怠速稳定修正及空燃比反馈修正。

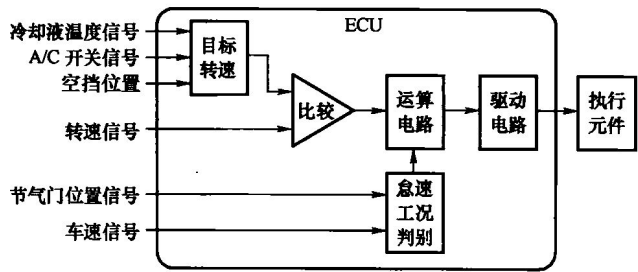
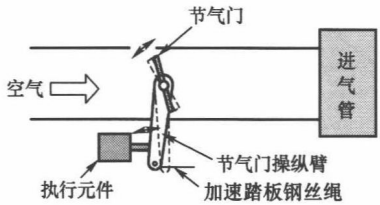
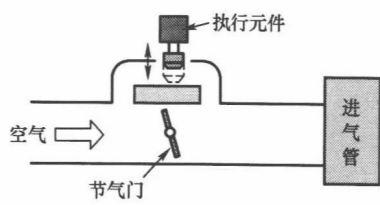
怠速稳定修正	怠速稳定修正示意图	空燃比反馈修正	空燃比反馈修正图
<p>①ECU根据实际转速与目标转速的差来修正点火提前角。低于目标转速，应增大点火提前角。反之，减小点火提前角。</p> <p>②怠速稳定修正控制信号：发动机转速信号（Ne信号）、节气门位置传感器信号（IDL信号）、车速传感器信号（SPD信号）、空调开关信号（A/C信号）</p>		<p>由于空燃比反馈控制系统是根据氧传感器的反馈信号调整喷油量的多少来达到最佳空燃比控制的，所以，这种喷油量的变化，必然带来发动机转速的变化。为了稳定发动机转速，点火提前角需根据喷油量的变化进行修正</p>	

2) 通电时间控制

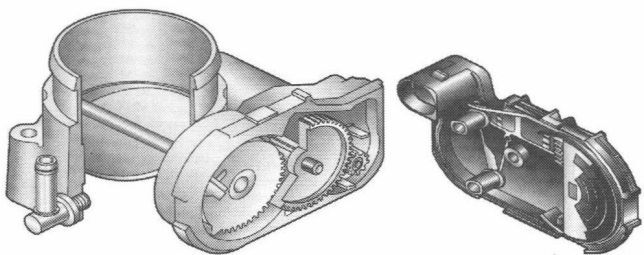
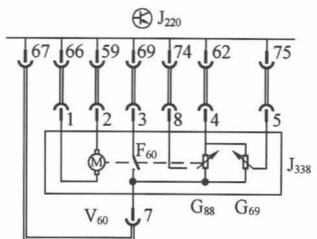
通电时间对发动机工作的影响	通电时间的控制方法	点火线圈的恒流控制
<p>①在发动机工作时，必须保证点火线圈的初级电路有足够的通电时间。</p> <p>②但如果通电时间过长，点火线圈又会发热并增大电能消耗。</p> <p>③要兼顾上述两方面的要求，就必须对点火线圈初级电路的通电时间进行控制。</p> <p>④另外还须根据蓄电池电压对通电时间进行修正</p>	<p>现代点火线圈初级电路的通电时间由 ECU 控制，根据发动机的转速信号和电源电压信号确定最佳的闭合角（通电时间），并控制点火器输出指令信号（IGT 信号），以控制点火器中晶体管的导通时间</p>	<p>①为了防止初级电流过大烧坏点火线圈，在部分电控点火系统的点火控制电路中增加了恒流控制电路。</p> <p>②恒流的基本方法：在点火器功率晶体管的输出回路中增设一个电流检测电阻，用电流在该电阻上形成的电压降反馈控制晶体管的基极电流，只要这种反馈为负反馈，就可使晶体管的集电极电流稳定，从而实现恒流控制</p>

1.2.4 怠速控制原理

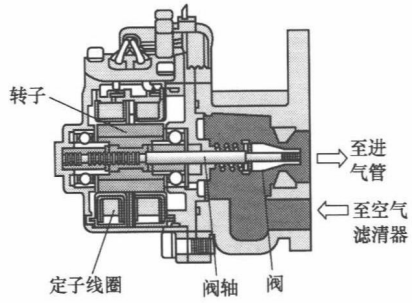
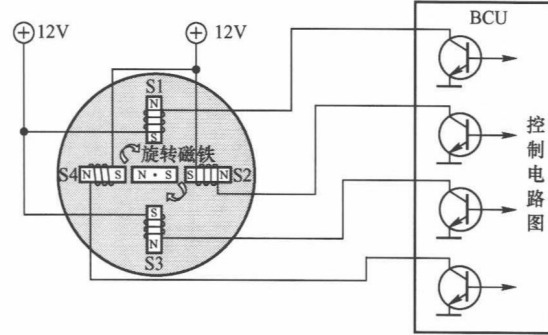
1) 怠速控制系统的功能与组成

内容说明		图示
<p>功能：用高怠速实现发动机起动后的快速暖机过程；自动维持发动机怠速在目标转速下稳定运转。</p> <p>组成：传感器、ECU 和执行元件</p>		 <p>该流程图展示了 ECU 的怠速控制逻辑。输入信号包括冷却液温度信号、A/C 开关信号、空挡位置、转速信号、节气门位置信号和车速信号。其中，冷却液温度信号、A/C 开关信号和空挡位置信号输入到“目标转速”模块。转速信号输入到“比较”模块。节气门位置信号和车速信号输入到“怠速工况判别”模块。比较模块的输出和怠速工况判别模块的输出共同输入到“运算电路”。运算电路的输出驱动“驱动电路”，驱动电路最终控制“执行元件”。</p>
怠速控制方法	节气门直动式	通过执行元件改变节气门的最小开度来控制怠速进气量
	旁通空气式	通过执行元件控制怠速旁通气道的空气量来控制怠速进气量
		<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>节气门直动式示意图</p>  <p>该示意图显示了节气门直动式怠速控制。空气从左侧进入，通过节气门进入进气管。节气门由节气门操纵臂控制，该操纵臂通过加速踏板钢丝绳与执行元件相连。</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>旁通空气式示意图</p>  <p>该示意图显示了旁通空气式怠速控制。空气从左侧进入，可以通过旁通气道绕过节气门直接进入进气管。旁通气道的开度由执行元件控制。</p> </div> </div>

2) 节气门直动式怠速控制器

大众汽车节气门直动式怠速控制器	大众汽车节气门直动式怠速控制器电路图
	

3) 步进电机型怠速控制阀

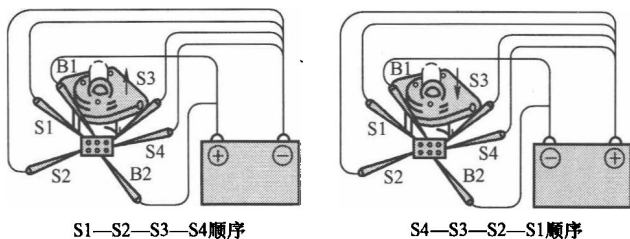
丰田汽车步进电动机型怠速控制阀	步进电动机型控制阀构造及工作原理
<p>①实际的步进电动机并非只有4个定子，而是有很多。</p> <p>②图中的步进电动机转子每转一步一般为1/32圈。步进电动机的工作范围为0~125个步进阶</p> 	<p>①ECU 控制 S1 通电，转子顺时针转动 90°；ECU 继续给 S2 通电，转子再顺时针转动 90°；依此类推。当 ECU 按照 S4—S3—S2—S1 的顺序通电时，转子逆时针转动。</p> <p>②线圈通电一次，转子转动一次的角度称为步进阶</p> 

步进电机型怠速控制阀的检修

- ①拆下控制阀线束连接器，检测 B1 和 B2 与搭铁间的电压，为蓄电池电压。
- ②熄火后，2~3s 内在怠速控制阀附近应能听到内部发出的“嗡嗡”响声。

③B1 与 S1 和 S3、B2 与 S2 和 S4 之间的电阻，应为 10 ~ 30Ω。

④蓄电池正极接 B1 和 B2 端子，负极按顺序依次接通 S1—S2—S3—S4 端子，控制阀应向外伸出；若负极按反方向接通 S4—S3—S2—S1 端子，则控制阀应向内缩回。



4) 旋转电磁阀型怠速控制阀

旋转电磁阀型怠速控制阀结构	旋转电磁阀型怠速控制阀工作原理
<p>旋转电磁阀型怠速控制阀主要由旁通空气阀和永磁步进电机组成。</p> <p>步进电机的磁极用永久磁铁制成，两块磁极用 U 型钢丝弹性固定在电机壳体的壁上。电枢由电枢铁芯、线圈、换向器及电枢轴组成。换向器由 3 块铜片组成，分别与三只电刷接触，电刷引线连接到控制阀的接线座上，三线插座通过优化线束与发动机模块 ECU 连接</p> <p style="text-align: center;">自空气滤清器 ↓ 双金属片 线圈 永久磁铁 阀 ↓ 至进气总管</p>	<p>当给线圈通电时，产生磁场使旋转电磁阀转动，通过改变旁通空气道开启的面积大小来增加进气量。</p> <p>旋转电磁阀根据控制脉冲信号的空占比偏转，空占比的范围大约为 18% 旋转电磁阀关闭，到 82% 时旋转电磁阀打开。电磁阀的偏转角度在 90° 内</p> <p style="text-align: center;">A 线圈 RSO +B RSC B 线圈 4ms 关闭方向 双金属片 打开方向 阀 转动 RSC ECU 占空比信号</p>

第2章 发动机燃油系统维修

2.1 燃油系统概述

燃油系统基本组成

燃油供给系统由油箱、电动汽油泵、燃油滤清器、燃油分配器、压力调节器、燃油管等组成。

