



用于国家职业技能鉴定
国家职业资格培训教程

YONGYU GUOJIA ZHIYE JINENG JIANDING • GUOJIA ZHIYE ZIGE PEIXUN JIAOCHENG

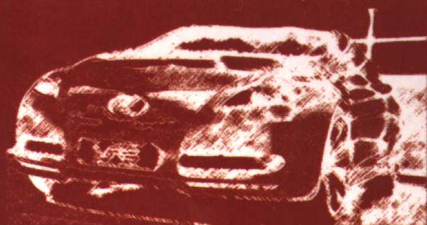
汽车

■ 修理工 第2版

（技师 高级技师）

中国就业培训技术指导中心组织编写

QICHEXIULIGONG



中国劳动社会保障出版社



用于国家职业技能鉴定
国家职业资格培训教程

YONGYU GUOJIA ZHIYE JINENG JIANDING • GUOJIA ZHIYE ZIGE PEIXUN JIAOCHENG

汽车修理工

第2版
(技师 高级技师)

编审委员会

主任 刘康

副主任 陈李翔 原淑炜

委员 张吉国 张凯良 刘凤林 王林 王延峰 郝文直

张金码 陈蕾 张伟 李克

本书编审人员

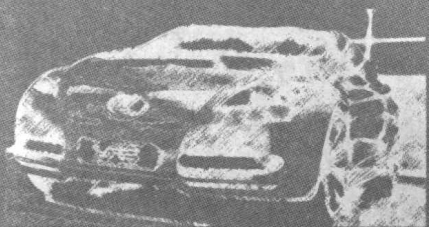
主编 张吉国

副主编 隋礼辉

编者 陶艳花 李艳琴 王士刚 赵舒 郝世文

主审 关文达

QICHEXIULIGONG



 中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

汽车修理工：技师 高级技师/隋礼辉编著. —2 版. —北京：中国劳动社会保障出版社，2007

国家职业资格培训教程

ISBN 978 - 7 - 5045 - 5932 - 6

I . 汽… II . 隋… III . 汽车 - 车辆修理 - 技术培训 - 教材 IV . U472.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第038408 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码：100029)

出 版 人：张梦欣

*

北京北苑印刷有限责任公司印刷装订 新华书店经销

787 毫米×1092 毫米 16 开本 32 印张 616 千字

2007 年 6 月第 2 版 2007 年 6 月第 1 次印刷

定价：58.00 元

读者服务部电话：010 - 64929211

发行部电话：010 - 64927085

出版社网址：<http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话：010 - 64954652

前 言

为推动汽车修理工职业培训和职业技能鉴定工作的开展，在汽车修理从业人员中推行国家职业资格证书制度，中国就业培训技术指导中心在完成《国家职业标准——汽车修理工（2005年版）》（以下简称《标准》）制定工作的基础上，组织参加《标准》编写和审定的专家及其他有关专家，编写了《国家职业资格培训教程——汽车修理工（第2版）》（以下简称《教程》）。

《教程》紧贴《标准》，内容上，力求体现“以职业活动为导向，以职业能力为核心”的指导思想，突出职业培训特色；结构上，针对职业活动的领域，按照模块化的方式，分级别进行编写。《教程》的基础知识部分内容涵盖《标准》的“基本要求”；技能部分的章对应于《标准》的“职业功能”，节对应于《标准》的“工作内容”，节中阐述的内容对应于《标准》的“技能要求”和“相关知识”。

《国家职业资格培训教程——汽车修理工（第2版）（技师 高级技师）》适用于对汽车修理工技师、高级技师的知识和技能的培训，是职业技能鉴定的推荐辅导用书。

本书在编写过程中得到了内蒙古交通职业技术学院等单位的大力支持与协助，在此一并表示衷心的感谢。

由于时间仓促，不足之处在所难免，欢迎读者提出宝贵意见和建议。

中国就业培训技术指导中心

目 录

CONTENTS

《国家职业资格培训教程》

第一部分 汽车修理工技师

第一章 汽车修理	(3)
第一节 发动机修理	(3)
第二节 汽车底盘及车身的修理	(25)
第三节 电气设备的修理	(129)
第四节 汽车维修作业组织与质量监控	(172)
第二章 诊断与排除疑难故障	(195)
第一节 诊断与排除发动机故障	(195)
第二节 诊断与排除汽车底盘与车身故障	(218)
第三章 培训与管理	(237)
第一节 培训	(237)
第二节 生产管理	(243)
第三节 技术管理	(269)

第二部分 汽车修理工高级技师

第四章 汽车修理	(279)
第一节 编制汽车维修工艺规程	(279)
第二节 发动机修理	(307)
第三节 汽车底盘修理	(332)
第五章 诊断与排除疑难故障	(394)
第一节 诊断与排除发动机故障	(394)
第二节 诊断与排除汽车底盘及车身故障	(417)

第六章 培训与管理	(438)
第一节 维修质量管理	(438)
第二节 组织实施维修作业	(468)
第七章 技术改造与试验、研究	(489)
第一节 设备、车辆、工艺的改进	(489)
第二节 试验和研究	(496)
 附录	 (503)
参考文献	(505)

第一部分

汽车修理工技师

第一章

汽车修理

第一节 发动机修理

学习目标

- 发动机电子控制系统的组成、工作原理
- 本田发动机可变配气机构的结构
- 丰田发动机进气增压装置的增压原理
- 检修本田发动机可变配气正时系统
- 检修进气增压系统
- 检修风扇控制装置
- 检修电控发动机点火系统
- 检修发动机的排放控制系统

一、相关知识

1. 可变配气机构的结构与工作原理

本田汽车公司 20 世纪 80 年代推出的 VTEC (Variable Valve Timing & Valve Lift Electronic Control) 可变气门正时和升程电子控制系统, 可使发动机在高速状态时, 改变气门正时和升

程,并由 ECM 电控组件控制,同时也可改变发动机在高速状态时进排气门开启的“重叠时间”,使发动机在高速范围时输出更大的功率。

(1) VTEC 结构组成

VTEC 机构主要由气门(每缸 2 进 2 排)、凸轮、摇臂、同步活塞(A、B)和正时活塞等组成。本田 ACCORD F22B1 发动机 VTEC 结构如图 1—1 所示。

(2) VTEC 工作原理

VTEC 机构中的凸轮有三个,它们的线型不同。高速凸轮位于中央,叫中间凸轮,它的升程最大;另两个低速凸轮,凸轮较高的一个叫主凸轮,较低的一个叫次凸轮。与这三个凸轮相对应的摇臂分别为中间摇臂、主摇臂和次摇臂,两个气门分别安装在主、次摇臂上。在三个摇臂内有一孔道,内装有正时活塞,同步活塞(A、B)和定位活塞。每个汽缸的两个进气门上都装有一套 VTEC 机构。VTEC 工作过程如图 1—2 所示。

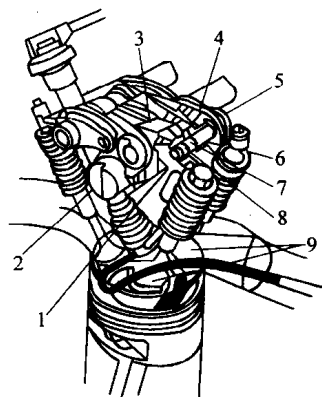


图 1—1 本田 ACCORD F22B1

发动机 VTEC 结构

- 1—主摇臂 2—凸轮轴 3—正时板
4—中间摇臂 5—次摇臂 6—同步活塞 B
7—同步活塞 A 8—正时活塞 9—进气门

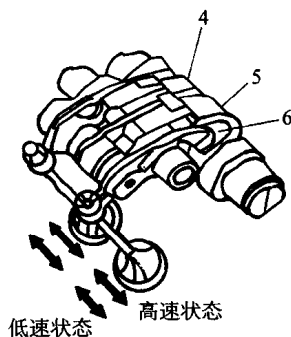
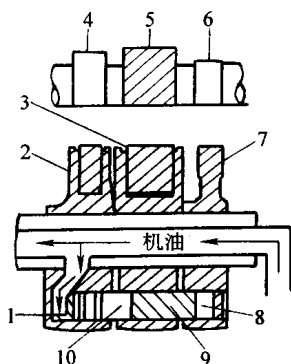


图 1—2 VTEC 工作过程

- 1—正时活塞 2—主摇臂 3—中间摇臂 4—主凸轮 5—中间凸轮
6—次凸轮 7—次摇臂 8—定位活塞 9—同步活塞 B 10—同步活塞 A

VTEC 控制系统的组成,如图 1—3 所示,可分为执行系统、传感器和控制系统三部分。

执行系统由 VTEC 机构中的凸轮、摇臂和同步活塞等组成。控制系统由发动机 ECM 电控组件、VTEC 电磁阀、VTEC 压力开关等组成。在发动机运转过程中,各传感器不断地向 ECM 输入转速、负荷、车速以及水温信号。由 ECM 判

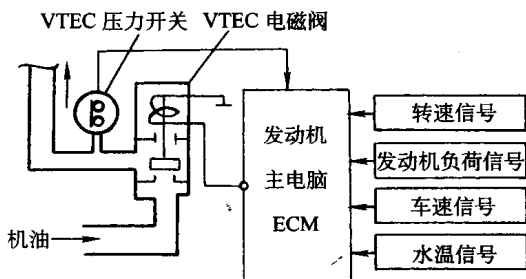


图 1—3 VTEC 控制系统

断何时改变气门正时和升程。当符合转换条件后,ECM 操纵 VTEC 电磁阀打开油路,使从机油泵输出的压力油推动同步活塞,将三个摇臂连锁起来,实行 VTEC 气门正时和升程变动,以改变进气量,增加发动机功率。如果不符合转换条件,ECM 将 VTEC 电磁阀断电,切断油路,不实行 VTEC 控制。

(3) VTEC 控制系统的工作过程

1) 低速状态。发动机在低速运转时,凸轮轴油道内没有机油压力,活塞在回位弹簧的作用下处于左端,这时,A、B 两个同步活塞正好处于主摇臂和中间摇臂内,三个摇臂各自独立运动,互不干涉。这时的两个进气门分别由主、次凸轮驱动,主摇臂驱动主气门,次摇臂驱动副气门。由于主凸轮升程长,因而气门开度大,次凸轮升程短而使副气门开启很小,导致进入发动机汽缸的混合气也相对少。中间摇臂虽然受中间凸轮驱动,但对气门动作无影响。因此,发动机在低速时,VTEC 不起作用。

2) 高速状态。在图 1—1 中,主摇臂上装有一正时板,当正时板卡入正时活塞时,活塞无法移动,随着发动机转速的升高,当达到转换条件时,压力油注入凸轮轴油道内,正时板移出,在气门关闭时使摇臂正时,油压便推动正时活塞移动,也推动 A、B 同步活塞克服回位弹簧弹力逐渐贯穿三个摇臂。当正时板卡入正时活塞的第二道环后,发动机进入 VTEC 工作状态。这时,活塞贯穿三个摇臂使三个摇臂同时动作。由于高速凸轮升程高,所以由高速凸轮驱动的两个进气门的开启时间及升程均增加。VTEC 作用的结果是发动机在高速状态下,延长进、排气门同时开启的“气门重叠”时间,使发动机功率和扭矩得到提高。

当发动机转速下降时,油压降低,凸轮轴孔内的机油开始卸荷,正时活塞在回位弹簧作用下回位,三个摇臂又脱离连接而各自独立运动。

2. 发动机电子控制系统和汽油机电子控制系统

(1) 发动机电子控制系统的组成及工作原理

电子控制系统由各种传感器、执行器、发动机电脑(ECU)组成,如图 1—4 所示。

电子控制系统以电子控制装置(又称电脑或 ECU)为控制中心,利用安装在发动机不同部位上的各种传感器,测得发动机的各种工作参数,按照在电脑中设定的控制程序,控制执行机构动作,使发动机在各种工况下都能稳定工作。

(2) 汽油机电子控制系统的功能

1) 电控燃油喷射(EFI)。电控燃油喷射主要包括喷油量、喷射正时、燃油停供及燃油泵的控制。

① 喷油量控制。主 ECU 将发动机转速和负荷信号作为主控信号,确定基本喷油量(喷油电磁阀开启的时间长短),并根据其他有关输入信号加以修正,最后确定总喷油量。

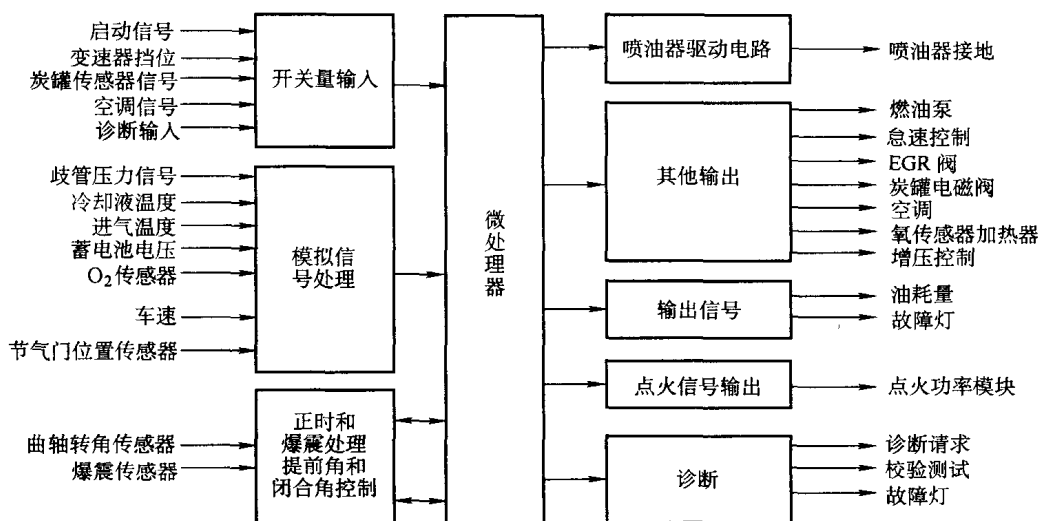


图 1—4 电子控制系统框图

②喷油正时控制。在电控间歇喷射系统中，当采用与发动机转动同步的顺序独立喷射方式时，主 ECU 不仅要控制喷油量，还要根据发动机各缸的发火顺序，将喷射时间控制在一个最佳的时刻。

③减速断油及限速断油控制。

减速断油控制：汽车行驶中，驾驶员快收加速踏板时，ECU 将会切断燃油喷射控制电路，停止喷油，以降低减速时 HC 及 CO 的排放量。当发动机转速降至特定转速时，又恢复供油。

限速断油控制：发动机加速时，发动机转速超过安全转速或汽车车速超过设定的最高车速，ECU 将会在发动机转速达到临界转速时切断燃油喷射控制电路，停止喷油，防止超速。

④燃油泵控制。当点火开关打开后，ECU 将控制燃油泵工作 2~3 s，以建立必须的油压。此时若不启动发动机，ECU 将切断燃油泵控制电路，燃油泵停止工作。在发动机启动过程和运转过程中，ECU 控制燃油泵保持正常运转。

2) 电控点火装置 (ESA)。点火装置的控制主要包括点火提前角、通电时间及爆震控制等方面。

①点火提前角控制。在主 ECU 中，可先存储发动机在各种工况及运行条件下最理想的点火提前角。发动机运转时，主 ECU 根据发动机的转速和负荷信号，确定基本点火提前角，并根据其他有关信号进行修正，最后确定点火提前角，并向电子点火控制器输出点火指示信号，以控制点火系的工作。

②通电时间（闭角）控制与恒流控制。为保证点火线圈一级电路有足够大的断开电流，以产生足够高的二级电压，同时也要防止通电时间过长使点火线圈过热而损坏，主 ECU 可

根据蓄电池电压及转速等信号,控制点火线圈一级电路的通电时间。

在高能点火装置中,还增加了恒流控制电路,以使一级电流在极短时间内迅速增长到额定值,减小转速对二级电压的影响,改善点火特性。

③爆震控制。当主 ECU 收到爆震传感器输出的信号后,ECU 对信号进行滤波处理并判定有无爆震,在检测到爆震时,立即把点火时刻变成滞后角,在无爆震时,则采用提前角反馈控制形式。此项控制是点火时刻控制中的追加功能,在装有废气涡轮增压器的发动机上常采用此种控制。

3) 怠速控制 (ISC)。汽车在发动机运转、空调压缩机工作、变速器由空挡挂入其他挡位、发动机负荷加大等不同怠速运转工况下,由 ECU 控制怠速控制阀,使发动机都能处在最佳怠速转速下运转。

4) 排放控制。排放控制项目主要有:排气再循环控制 (EGR),氧传感器及三元催化转化器开环、闭环控制,二次空气喷射控制,活性炭罐电磁阀控制等。

①排气再循环控制。当发动机温度达到一定温度时,根据发动机负荷和转速,ECU 控制 EGR 阀作用,排气进行再循环,以降低 NO_x 排放量。

②开环与闭环控制。在装有氧传感器及三元催化转化器的发动机中,主 ECU 根据发动机的工况及氧传感器反馈的空燃比信号,确定开环控制与闭环控制方式。

③二次空气喷射控制。主 ECU 根据发动机的工作温度,控制新鲜空气喷入排气歧管或三元催化转化器中,以减少排气污染。

④活性炭罐电磁阀控制。主 ECU 根据发动机工作温度、转速、负荷等信号,控制活性炭罐电磁阀的工作,以降低蒸发污染。

5) 进气控制

①可变进气道控制。发动机在不同负荷下,主 ECU 控制真空电磁阀,以控制动力阀的开闭来改变进气流量,从而改善发动机的输出扭矩与转速。

②涡流增压控制。主 ECU 根据发动机的负荷和转速信号,控制真空电磁阀,以控制涡流控制阀的开闭,改善发动机在大负荷下的充气效率,提高输出扭矩和功率。

6) 警告提示。主 ECU 控制各种指示和警告装置,显示有关控制系统的工作状况,当控制系统出现故障时能及时发出警告信号,如氧传感器失效、催化剂过热、油箱油温过高等。

7) 自我诊断与报警系统。当控制系统出现故障时,主 ECU 将会点亮仪表板上的“检查发动机”(CHECK ENGINE)灯,提醒驾驶员注意,发动机已出现故障,并将故障信息储存在 ECU 中,通过一定程序,能将故障码及有关信息资料调出,以供检修用。

8) 失效保护。当主 ECU 检测到传感器或线路故障时,即会自动按 ECU 预设的程序提供预设值,以便发动机仍能保持运转,但性能将有所下降。

9) 主电脑故障备用控制系统。当主 ECU 发生故障时,则会自动启动备用系统,使发动机转入强制运转状态,以便驾驶员将车辆开到检修厂修理。

3. 进气增压装置分类、结构工作原理

(1) 声控进气系统的结构分析

1) 进气系统。经过空气滤清器的空气进入谐振器,按照节气阀的开启大小与发动机的转速所决定的工况进到进气室中。节气阀体内有节气阀,控制进入发动机的空气量,从进气室分配到每个汽缸的燃烧室中,在燃烧时消耗掉。

在低温时,怠速控制阀开启,空气流经怠速控制阀与节气阀体进入进气室;在发动机升温后,即使节气阀完全关闭,空气也能通过怠速控制阀进入进气道,达到较快怠速运转,如图 1—5 所示。

为防止进气的脉冲(压力波动),增加发动机在高速时的进气量,同时也预防进气对每个汽缸的干扰,在进气道上装有进气控制阀。

2) 声音控制导入系统。进气室上的进气控制阀位于节气阀下游、各缸进气歧管的上游处,由执行器来启闭。真空开关阀与执行器、真空罐及发动机电控装置相联系。声音控制导入系统的一部分,是电子控制器(ECU)向真空开关阀发出开或关信号,通过执行器来启闭进气控制阀,而进气控制阀是为改善进气歧管的波动效应(长途效应)而设计的,以增大汽车在行驶中的功率。

3) 改善进气歧管波动效应的分析。由间断进气而引起的进气压力波动对发动机进气量影响很大,进气管长度、转速、音速等进气系统参数会改变进气压力波,因而适当调整这些参数,可以有效地利用进气管的压力波,以增加充气效率,改善扭矩特性。

声控进气系统中,当电控装置在启闭进气控制阀的过程中,同时改变了进气管内气体压力,从而改变进气管内音速,与发动机转速配合,调整波动次数。声音控制导入(进气)系统即由此命名,它的工作原理是利用波动效应增大汽车功率。

(2) 奥迪 A6 可变进气道控制

如图 1—6 所示为奥迪 A6 的可变进气道,其工作原理如下:

1) 长进气道。发动机在低转速时,空气经过长的进气道,使汽缸充气最佳,且扭矩增大,如图 1—7 所示。

2) 短进气道。发动机在高转速时,空气流经短进气道,可提高效率,如图 1—8 所示。

(3) 涡轮增压控制

1) 构造。涡轮增压器由涡轮室和增压器组成。涡轮室进气口与排气歧管相连,排气口接在排气管上;增压器进气口与空气滤清器管道相连,排气口接在进气歧管上。涡轮和叶轮分别装在涡轮室和增压器内,二者同轴刚性连接,如图 1—9 所示。

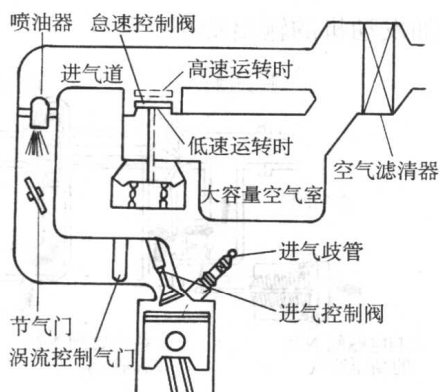


图 1—5 声控进气系统的结构原理

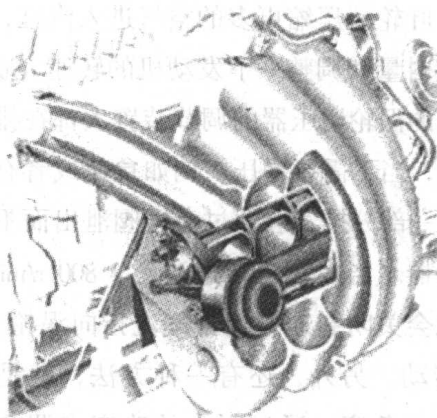


图 1—6 奥迪 A6 进气控制

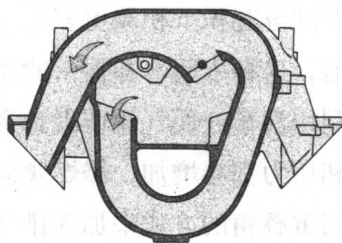


图 1—7 长进气道

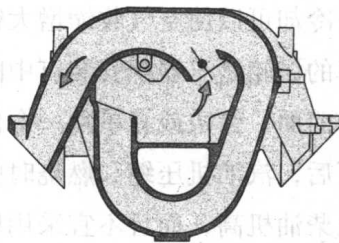


图 1—8 短进气道

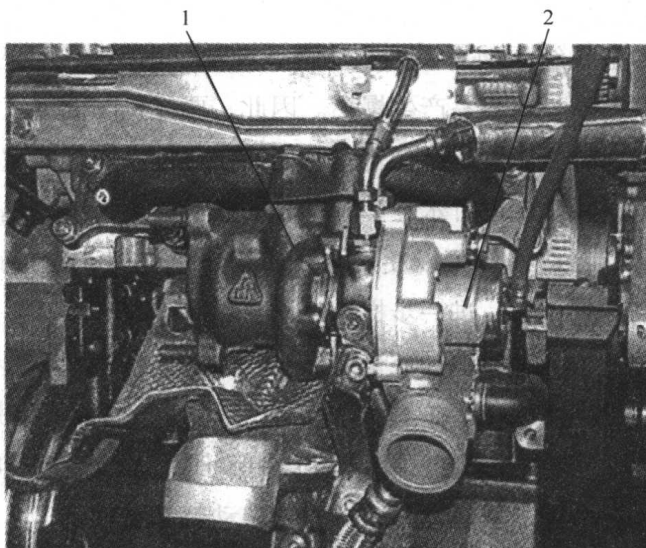


图 1—9 涡轮增压装置

1—涡轮室 2—增压器

2) 原理。涡轮增压器通过压缩空气来增加进气量。它利用发动机排出的废气惯性冲力来推动涡轮室内的涡轮，涡轮又带动同轴的叶轮，叶轮压送由空气滤清器管道送来的空气，使之增压进入汽缸，如图 1—10 所示。当发动机转速增快时，废气排出速度与涡轮转速也同

步增快, 叶轮就压缩更多的空气进入汽缸, 空气的压力和密度增大可以燃烧更多的燃料, 相应增加燃料量和调整一下发动机的转速, 就可以增加发动机的输出功率。

目前的涡轮增压器的调节装置大都在排气侧进行调节, 当不需要增压, 例如怠速或者有爆燃先兆时, 一部分排气会通过旁通阀泄出而不进入涡轮增压器。当发动机转速达到 $1\ 800\ \text{r/min}$ 时, 电磁阀就会关闭旁通阀让排气流指向涡轮一侧, 使涡轮转动。另外, 还有一种方法, 就是调节涡轮叶片的角度, 通过阻力的改变来调节涡轮的转速, 从而改变增压量。

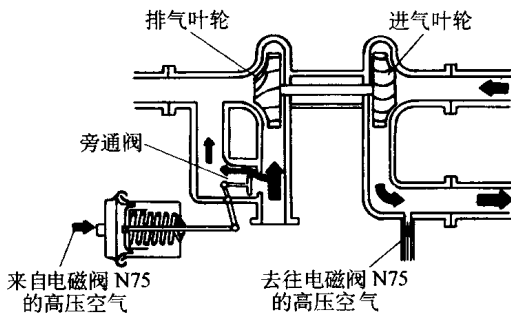


图 1-10 涡轮增压原理

对空气进行冷却可以使空气收缩增大密度, 在同等容积下积聚更多空气, 还可以防止爆燃。因此, 轿车的涡轮增压器都安装有中间冷却器, 这种中间冷却器一般用空气冷却, 安装在发动机散热器前面、旁边或者单独一个位置, 利用汽车迎面气流或者自身风扇冷却。

强制性增压后, 汽油机压缩和燃烧时的温度和压力都会增加, 爆燃倾向增加。另外, 汽油机排气温度比柴油机高, 而且不宜采用增大气门重叠角的方式来加强排气的降温, 降低压缩比又会造成燃烧不充分。还有, 汽油机的转速比柴油机高, 空气流量变化大, 很容易造成涡轮增压器反应滞后。

涡轮增压器吸进的空气经压缩后温度会增高, 在流动时与进气管壁摩擦还会进一步增高, 这样不仅影响充气效率, 还容易产生爆燃。因此, 要装置降低进气温度的设备, 这就是中间冷却器。它安装在涡轮增压器出口与进气管之间, 对进入汽缸的空气进行冷却。中间冷却器就像散热器一样, 用风冷却或者水冷却, 空气的热量通过冷却而逸散到大气中去。据测试, 性能良好的中间冷却器, 不但可以使发动机压缩比能保持一定值而不会产生爆燃, 同时, 降低温度也可提高进气压力, 进一步提高发动机的有效功率。

由于汽油发动机转速范围宽, 空气流量变化大, 因此, 涡轮增压器的压缩叶轮外形是复杂的三元曲面超薄壁叶轮片, 一般有 $12 \sim 30$ 片叶, 呈放射线状曲线排列, 叶片厚度在 $0.5\ \text{mm}$ 以下, 采用铝材, 用特殊铸造法制作。叶片形状的优劣直接影响到涡轮增压发动机的性能。叶轮形状角度越合理, 质量越轻, 叶轮的启动就越灵敏。

除了降低温度来减少爆燃的可能外, 还要采用爆燃传感器, 它的作用就是在将产生爆燃时, 传感器感到不正常的振动后会立即将信息反馈至发动机 ECU (电子控制单元) 控制系统, 将点火定时稍推迟一点, 不产生爆燃的时候再恢复正常点火正时。

4. 数字电路基本知识

人们把用来传输、控制或变换数字信号的电子电路称为数字电路。数字电路工作时通常

只有两种状态：高电位（又称高电平）或低电位（又称低电平）。通常把高电位用代码“1”表示，称为逻辑“1”；低电位用代码“0”表示，称为逻辑“0”（按正逻辑定义的）。讨论数字电路问题时，也常用代码“0”和“1”表示某些器件工作时的两种状态，例如开关断开代表“0”状态，接通代表“1”状态。

二、操作技能

1. 检修可变配气正时系统

(1) 操作内容

- 1) VTEC 电磁阀的检查。
- 2) VTEC 压力开关的检查。

(2) 操作准备

- 1) 装备 F23A 发动机的本田车。
- 2) 万用表、诊断仪、机油压力表、空气压缩机、机油、常用工具。

(3) 操作步骤

- 1) 如读取故障码显示 21，则表示 VTEC 电磁阀及其线路不良，应进行如下检查：

- ①从 VTEC 电磁阀上拆下连接器，测量电磁阀电阻应为 $14 \sim 30 \Omega$ 。
- ②测量电磁阀连接导线与 ECM A4 端子应导通。
- ③把电磁阀从缸盖上拆下，检查滤网是否堵塞，若堵塞应进行清洁并更换机油。
- ④用手指推动电磁阀柱塞，应能自由运动。

- 2) 如读取故障码显示 22，则表示压力开关线路不良，应进行如下检查：

- ①检查机油压力。当发动机转速超过 $3\,000 \text{ r/min}$ 时，机油压力最低值为 250 kPa 。
- ②从压力开关上拆下连接器，测量压力开关两接线端子之间的电阻。在发动机熄火时，压力开关应导通；发动机在 $3\,000 \text{ r/min}$ 转速运转时，将压力开关的两接线端子分别接蓄电池正、负极时，压力开关应断开。

- ③测量连接器棕/黑线与搭铁之间应导通，蓝/黑线与 ECM D6 端子之间也应导通。

3) 摇臂检查步骤如下：

- ①拆下气门室盖，在压缩上止点时，用手推动 3 个摇臂应能独立自由动作。
- ②用 400 kPa 压力的压缩空气从检查油孔处注入，并堵住泄油孔，然后把正时板推高 $2 \sim 3 \text{ mm}$ ，这时同步活塞应能把 3 个摇臂连锁；不注入压缩空气，3 个摇臂又分开独立动作。VTEC 摇臂的检查，如图 1—11 所示。

(4) 注意事项

小心不要破坏正时板，不可用硬物撬动摇臂。