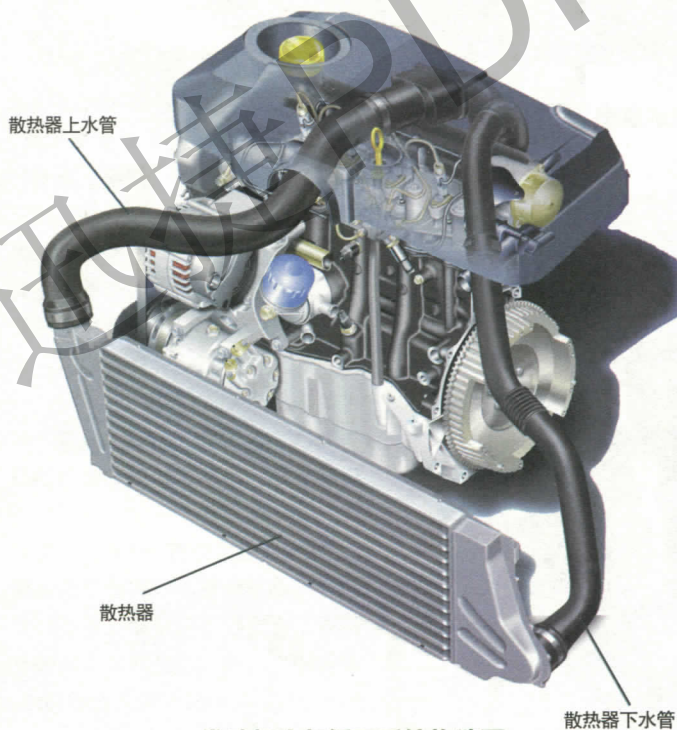


发动机冷却流程示意图

## 25 发动机如何冷却?

发动机冷却分水冷及风冷两种。水冷是指利用冷却液来降低发动机的温度，而风冷则是利用自然风或风扇来吹散发动机热气，达到降低发动机温度的目的。一般车用发动机为水冷式。

水冷式发动机是通过水泵使环绕在气缸周围水套中的冷却液加速流动，并把水套中的冷却液引入散热器中，再利用行驶中吹进的自然风和风扇的吹风，使冷却液在散热器中进行冷却，然后再将它们引入水套中，进行周而复始的循环冷却。这些冷却液可以不断循环利用，也可以供汽车的暖气系统使用。



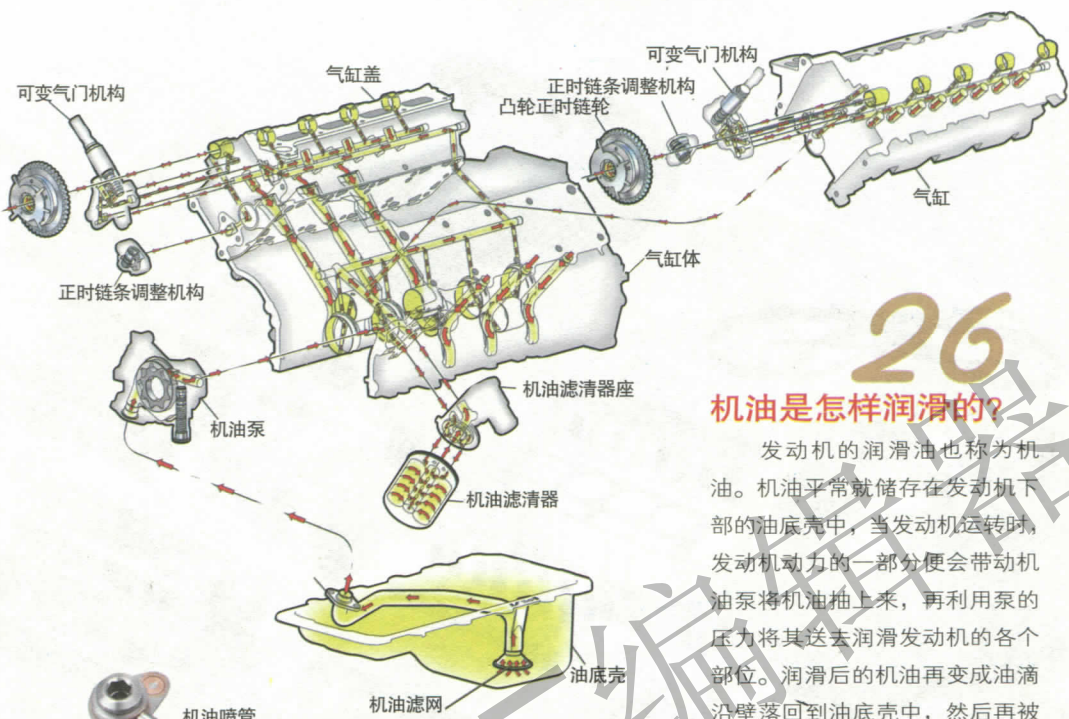
发动机冷却循环系统构造图

## 26

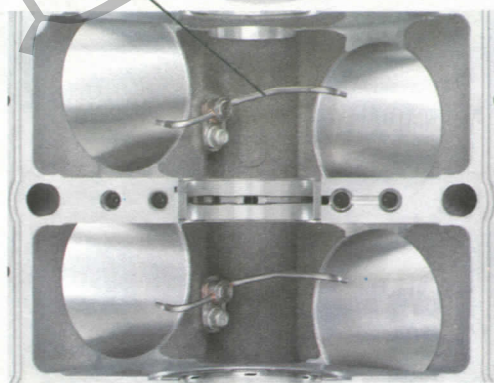
## 机油是怎样润滑的？

发动机的润滑油也称为机油。机油平常就储存在发动机下部的油底壳中，当发动机运转时，发动机动力的一部分便会带动机油泵将机油抽上来，再利用泵的压力将其送去润滑发动机的各个部位。润滑后的机油再变成油滴沿壁落回到油底壳中，然后再被抽上来继续润滑各部件。

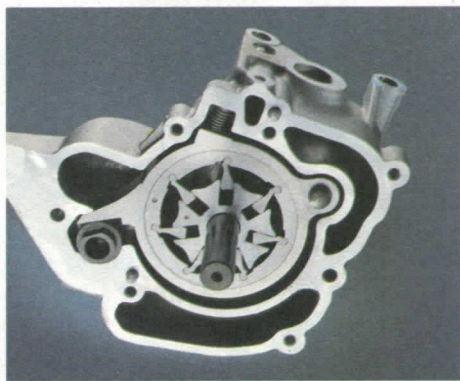
在反复润滑后，磨损的金属末或灰尘就会混入机油中，这样反而会加速滑动面的磨损，因此，在机油的油路上必须安装机油滤清器，时刻对机油进行过滤。即使如此，时间长了机油也会变脏，因此行驶一定里程后必须更换机油。机油在润滑的同时，还能起到一定的冷却作用。



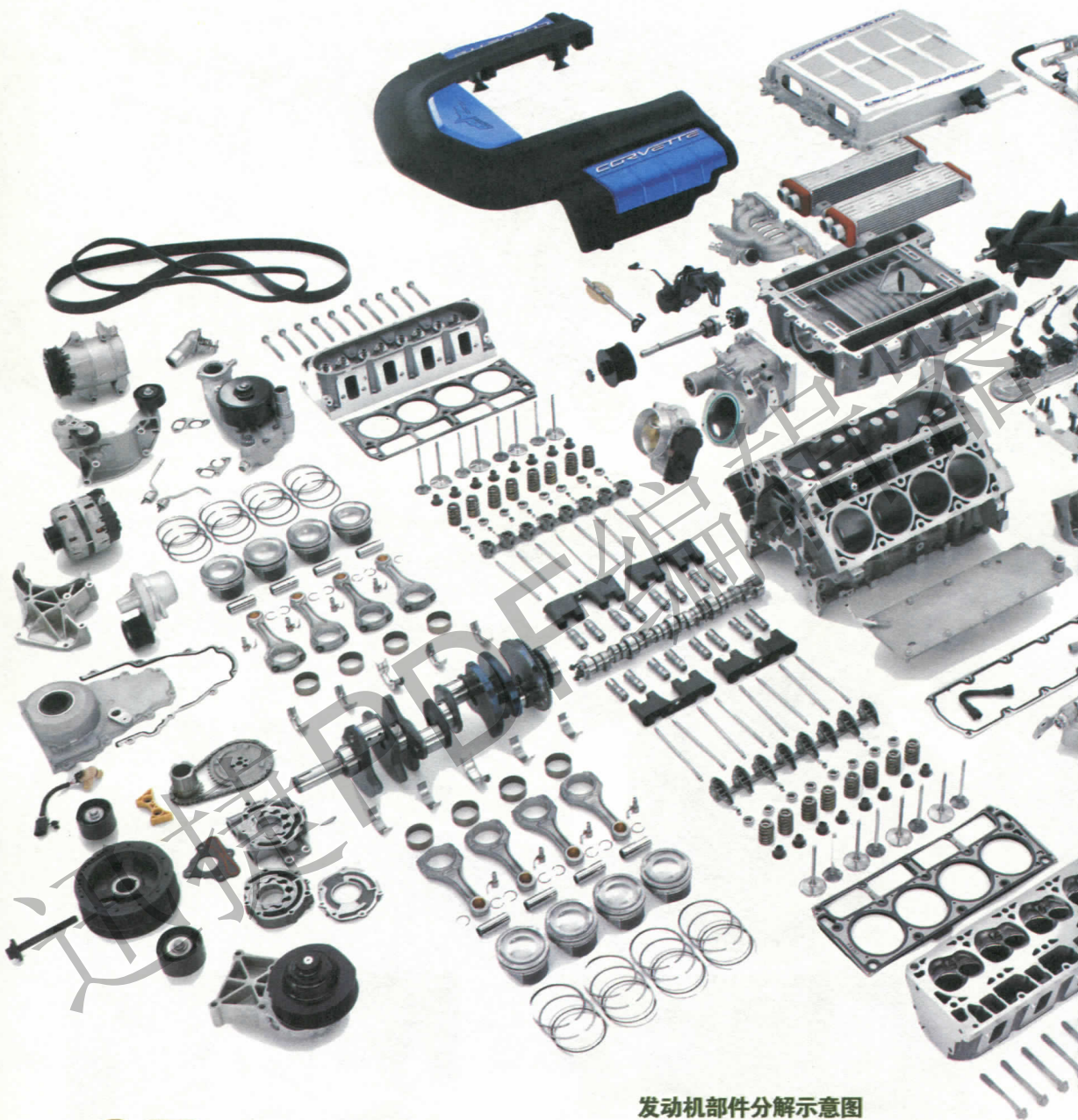
发动机润滑流程示意图



机油润滑气缸和活塞示意图



机油泵剖面图

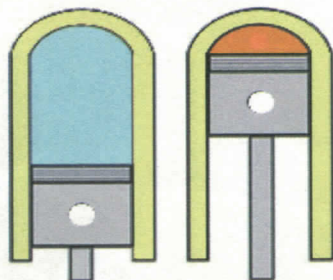


发动机部件分解示意图

# 27

## 发动机共有多少个部件？

一台发动机不可拆解的零部件总数，根据构造复杂程度不同，大概在 300 ~ 600 个之间。据称一台法拉利跑车的发动机约有 800 个独立的零部件。图为一台 V8 发动机的部件展示。



容积 : 容积 = 压缩比

容积 - 容积 = 排量

气缸排量及压缩比计算示意图

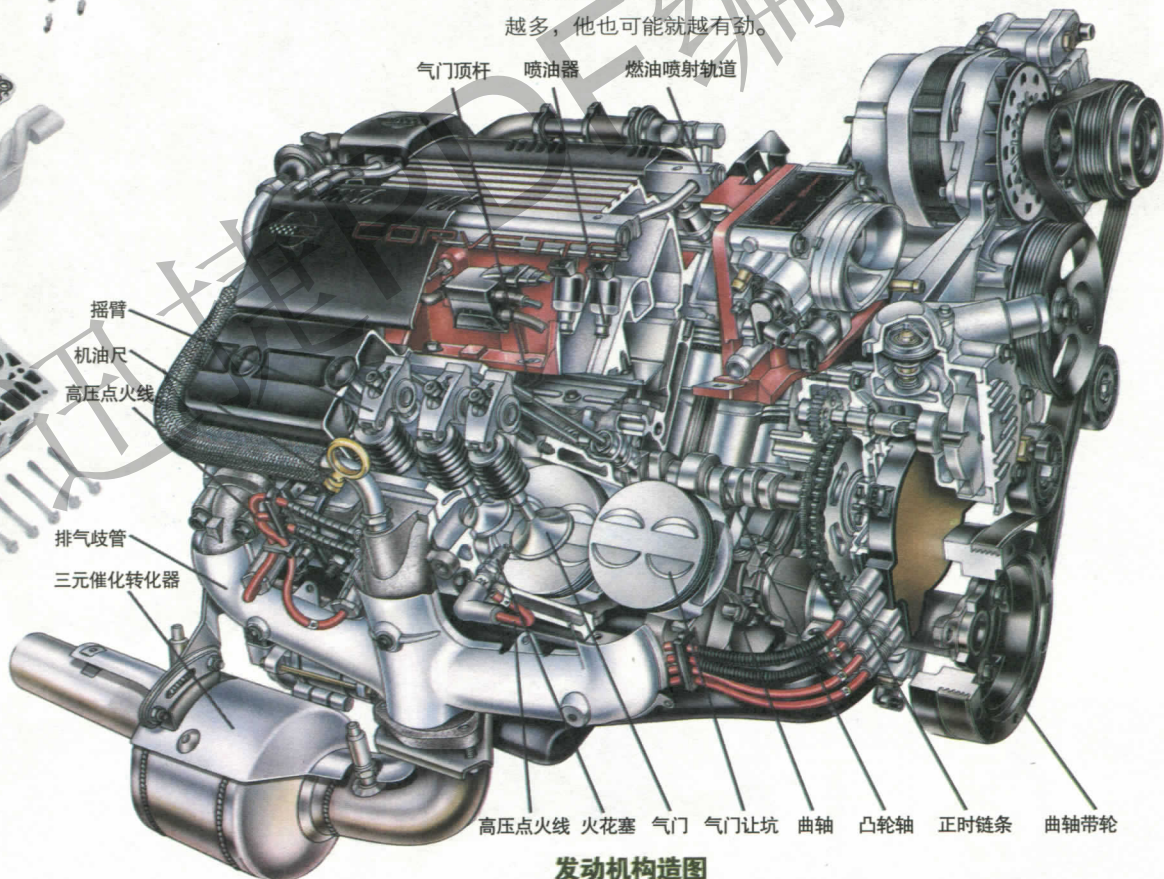
28

## 为何大排量发动机动力更强?

气缸排量是指活塞从下止点到上止点所扫过的气体容积，它取决于缸径和活塞行程。发动机排量是各气缸排量的总和，一般用 mL (毫升) 或 L (升) 来表示。由于气缸体是圆柱体，它的容积不太可能正好是整升数，因此才会出现 1998mL、2397mL 等数字，它们可近似标示为 2.0L、2.4L。

发动机的排量越大，它每次吸入的可燃混合气就越多，燃烧时产生的动力就越强。这相当于人的胃口越大，吃的就越多，他也可能就越有劲。

气门顶杆 喷油器 燃油喷射轨道

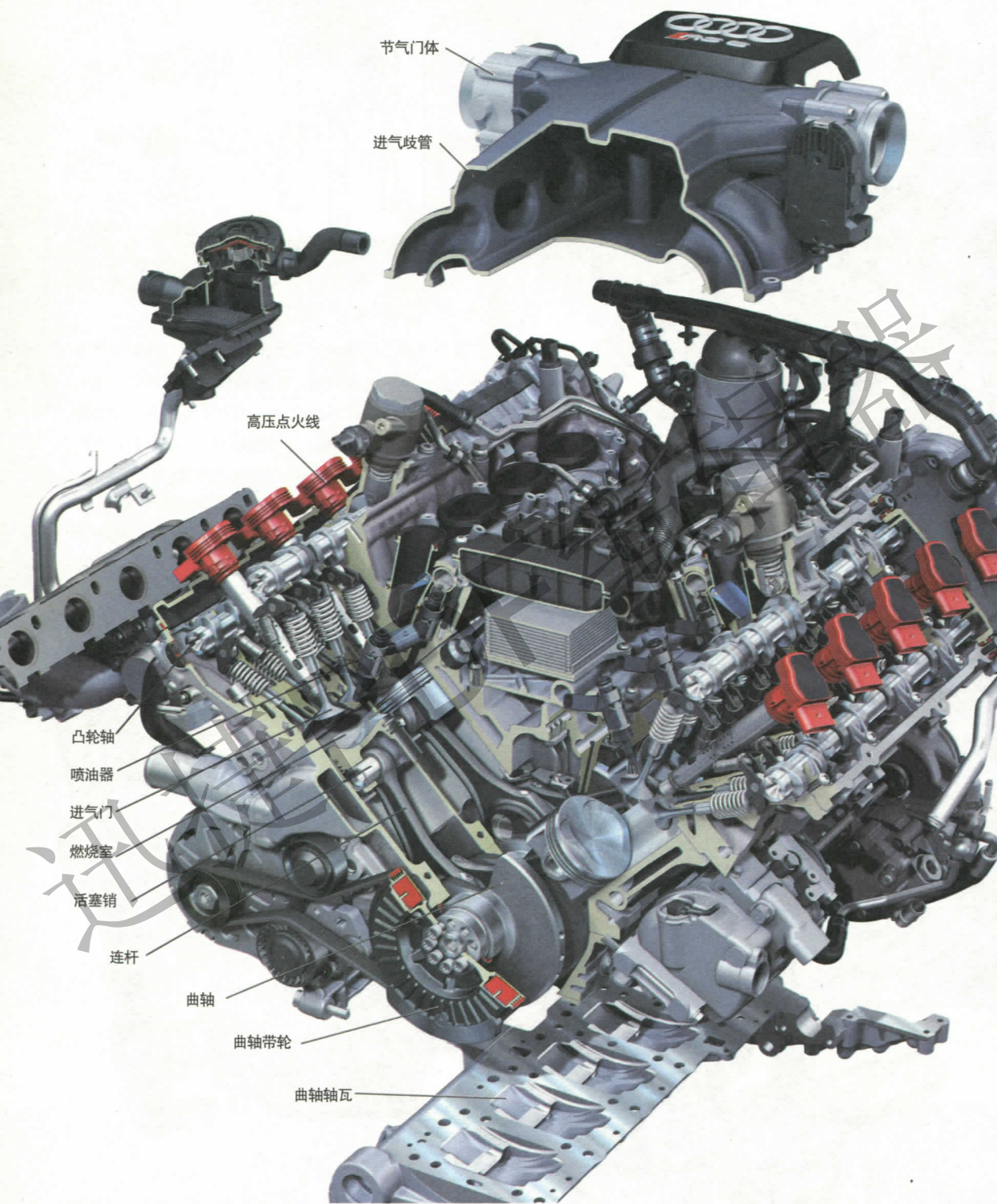


摇臂  
机油尺  
高压点火线

排气歧管  
三元催化转化器

高压点火线 火花塞 气门 气门让坑 曲轴 凸轮轴 正时链条 曲轴带轮

发动机构造图



燃油缸内直喷发动机构造图

## 29

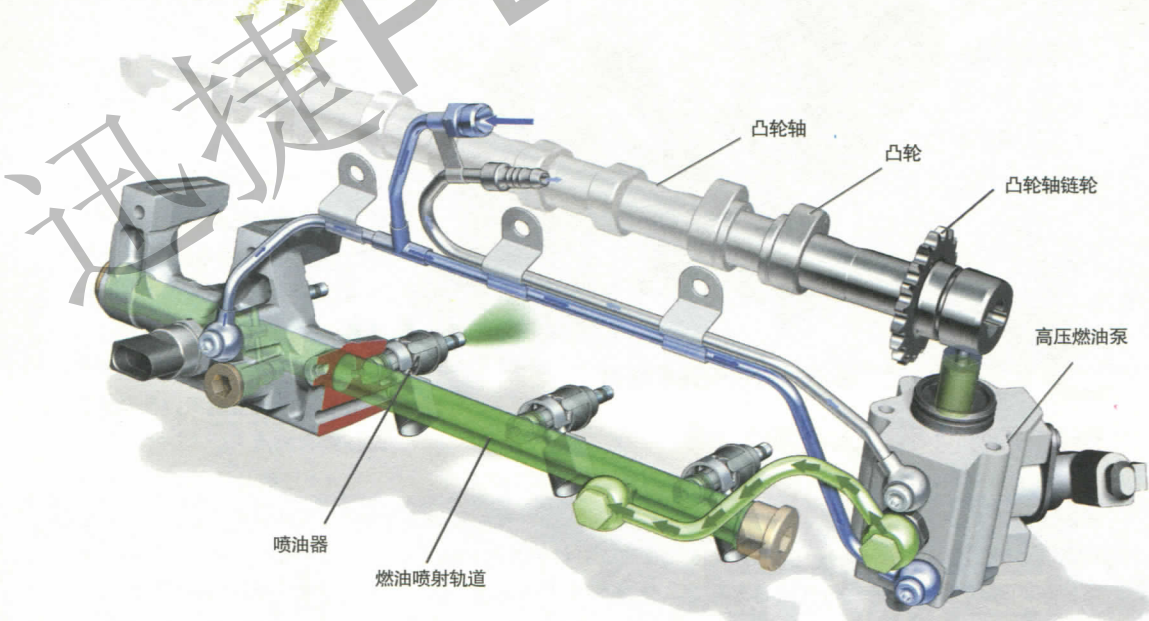
## 燃油缸内直喷优势何在？

传统的发动机采用的是将燃油喷入进气道中，和空气在进气道中混合后，以可燃混合气的形式被吸入燃烧室。而燃油缸内直喷技术则是将汽油直接喷射入燃烧室，通过均匀燃烧和分层燃烧，使燃烧更完全、更充分、更准确，可降低燃油消耗，提高动力性，从而达到了提高发动机整体效率的效果。

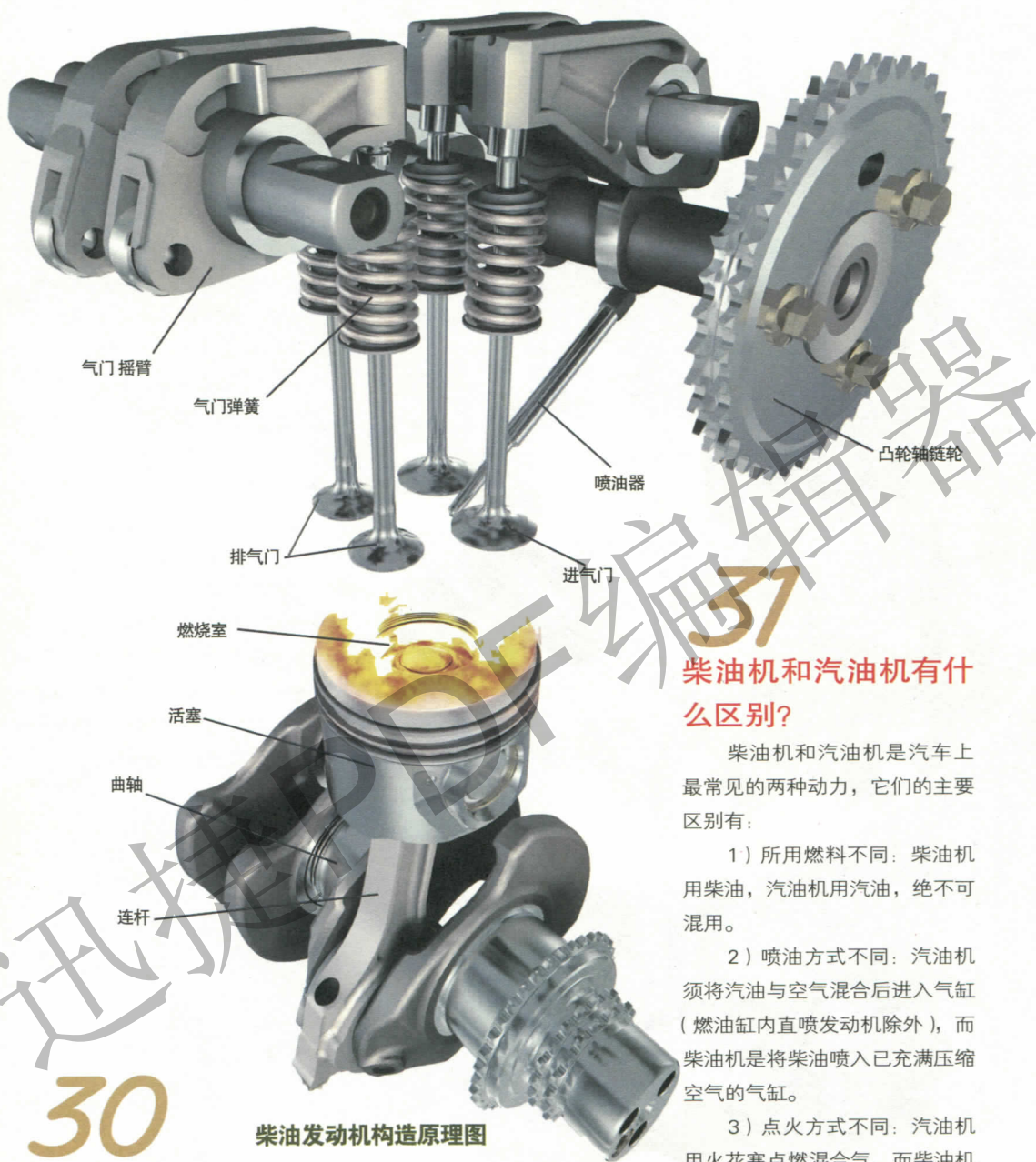
燃油缸内直喷的优势是可以根据吸入空气量精确地控制燃油的喷射量，使燃油与空气同步进入气缸并充分雾化混合，使符合理论空燃比的混合气均匀地充满燃烧室。充分的燃烧可使发动机动力得到淋漓尽致的发挥，在获得高动力输出的同时，保持较低的燃油消耗。



燃油缸内直喷原理示意图



燃油缸内直喷发动机喷射系统构造图



柴油发动机构造原理图

## 柴油机为何不用火花塞？

柴油发动机也称“压燃式内燃机”，它是以柴油为燃料的内燃机。进入柴油发动机气缸内的空气，被活塞压缩后温度便会上升，如果其温度上升到柴油的燃点时，用喷油器将柴油喷成雾状射入气缸中，柴油与灼热的空气相遇，即自行着火燃烧。燃烧所产生的高温高压燃气，在气缸内膨胀，推动活塞做功。因此，柴油机没有点火线圈，没有火花塞，也没有分电器等点火系统部件。

## 柴油机和汽油机有什么区别？

柴油机和汽油机是汽车上最常见的两种动力，它们的主要区别有：

- 1) 所用燃料不同：柴油机用柴油，汽油机用汽油，绝不可混用。
- 2) 喷油方式不同：汽油机须将汽油与空气混合后进入气缸（燃油缸内直喷发动机除外），而柴油机是将柴油喷入已充满压缩空气的气缸。
- 3) 点火方式不同：汽油机用火花塞点燃混合气，而柴油机是压缩自燃点火。
- 4) 压缩比不同：汽油机压缩比没有柴油机大。
- 5) 燃油消耗不同：由于柴油机可实现高压压缩比，它的膨胀比和热效率高，因此柴油机的燃油消耗比汽油机要低。

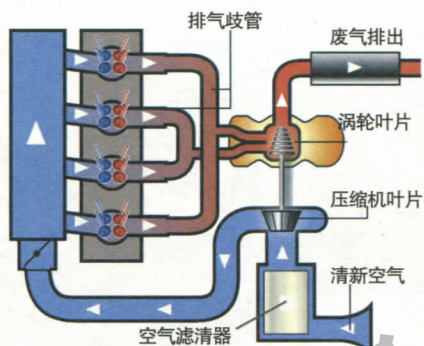
## 32

## 涡轮增压如何增压？

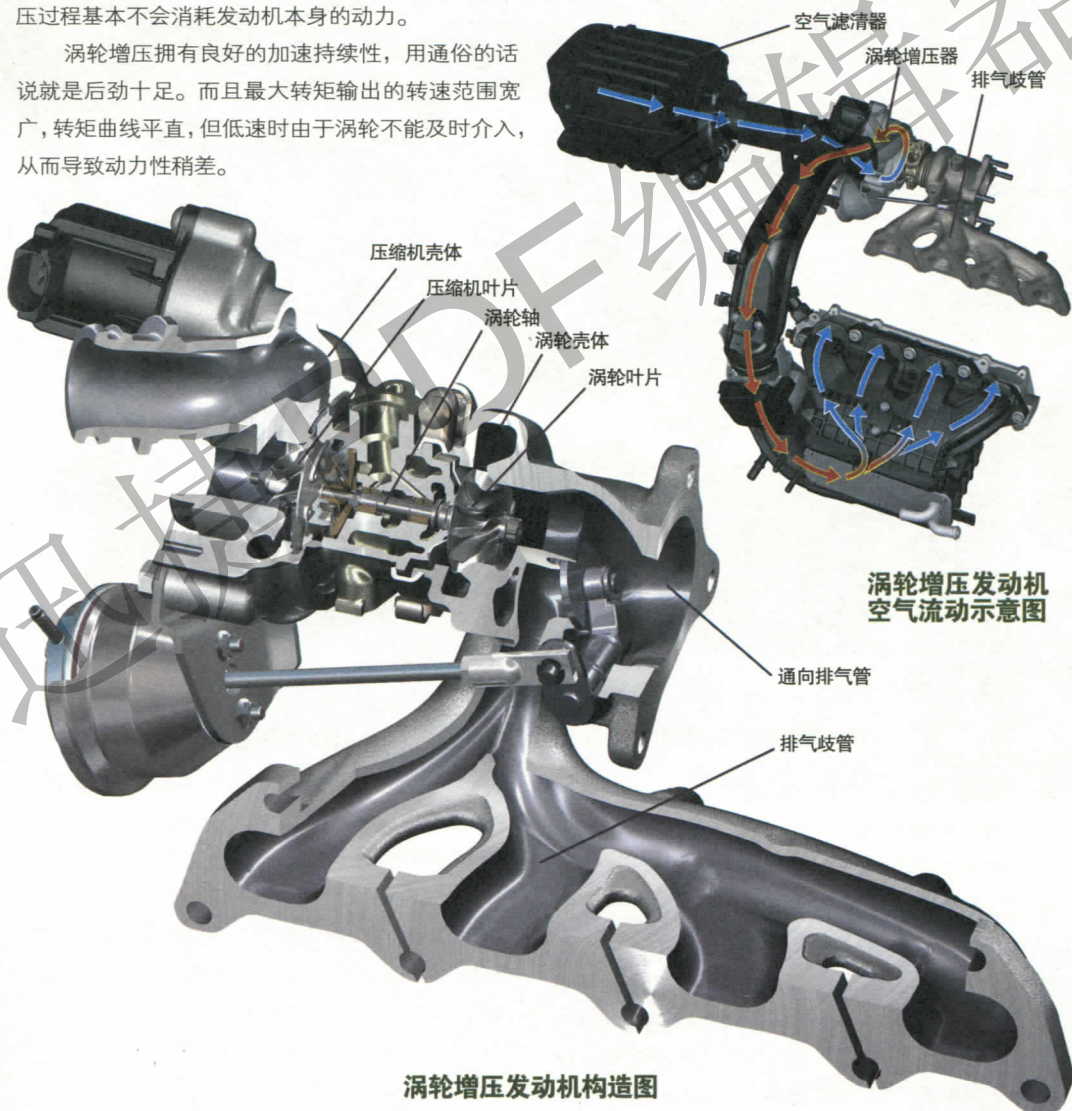
涡轮增压（Turbocharger）发动机是指利用废气冲击涡轮来压缩进气的增压发动机，简称 Turbo 或 T。如在一些轿车尾部看到 Turbo 或 T，即表明该车采用涡轮增压发动机。

这种发动机是利用发动机排出废气的能量，冲击装在排气系统中的涡轮，使之高速旋转，通过一根转轴带动进气涡轮以同样的速度高速旋转使之压缩进气，并强制地将增压后的进气压送到气缸中。由于发动机功率与进气量成正比，因此可提高发动机功率。它利用的是发动机排出的废气，所以，整个增压过程基本不会消耗发动机本身的动力。

涡轮增压拥有良好的加速持续性，用通俗的话说就是后劲十足。而且最大扭矩输出的转速范围宽广，转矩曲线平直，但低速时由于涡轮不能及时介入，从而导致动力性稍差。

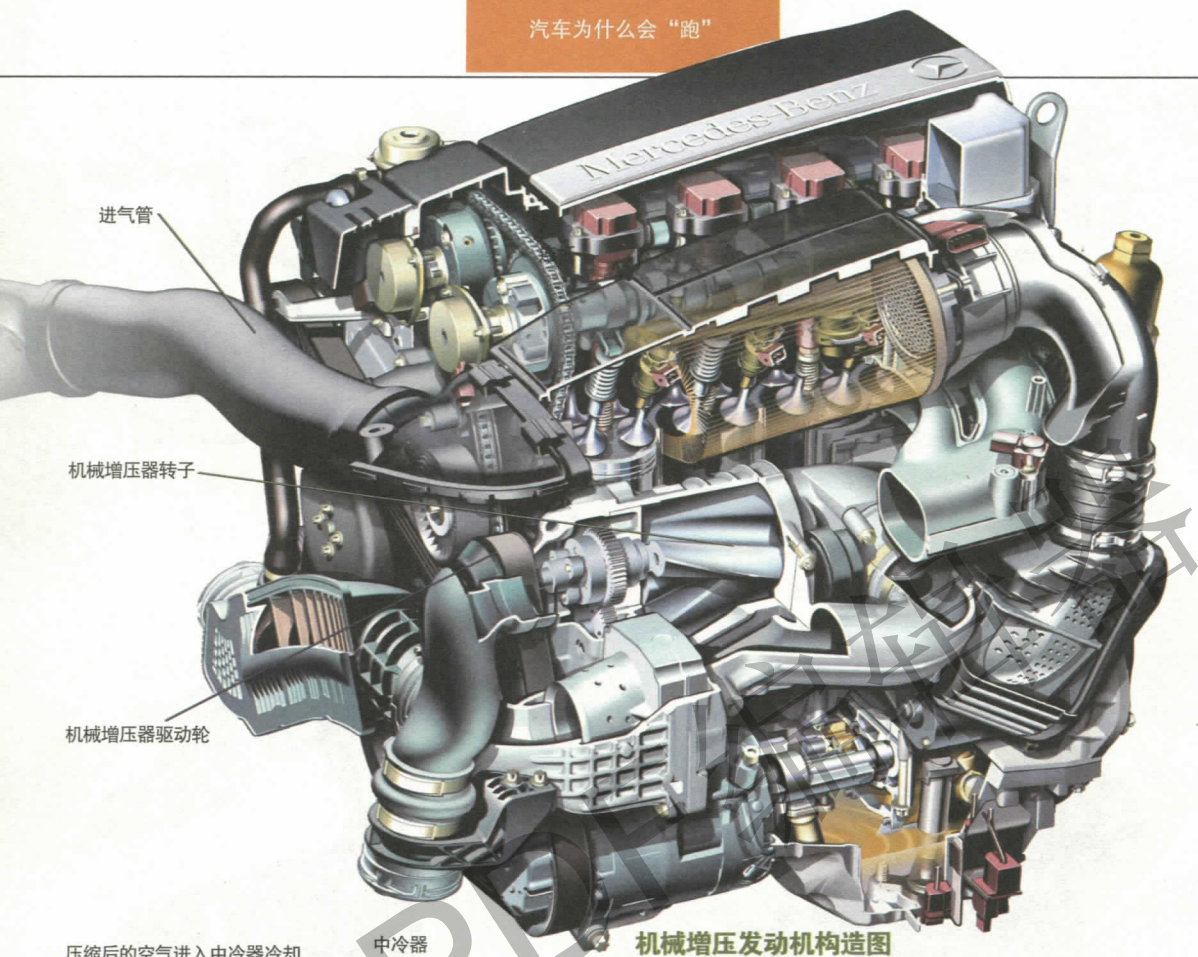


涡轮增压发动机原理示意图

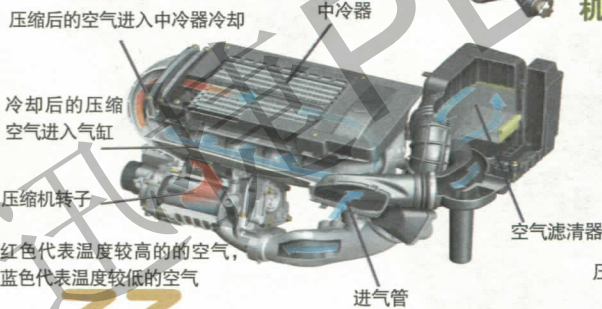


涡轮增压发动机空气流动示意图

涡轮增压发动机构造图



机械增压发动机构造图



机械增压发动机进气示意图

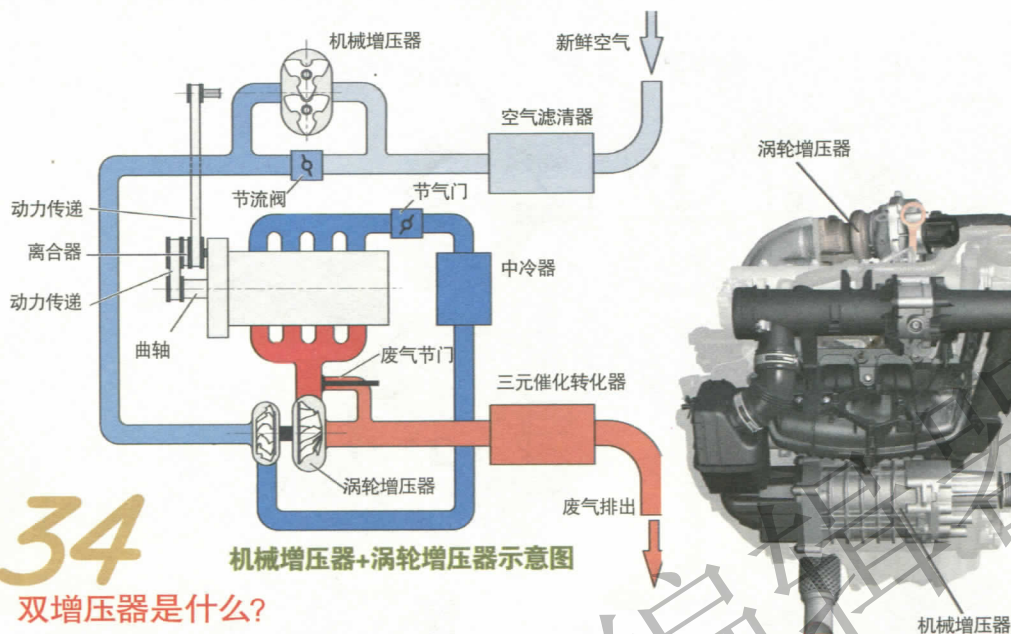


机械增压器构造图

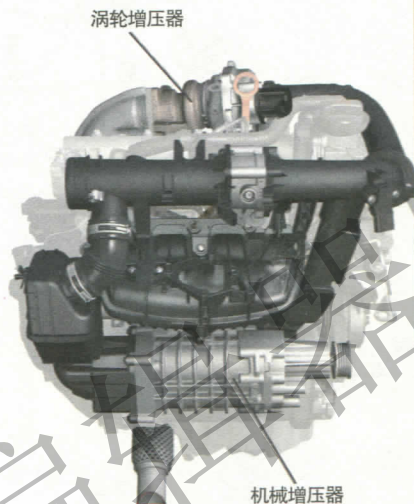
## 33 机械增压是什么原理?

与涡轮增压相比，机械增压（Supercharger）的原理则完全不同。它并不是依靠排出的废气能量来压缩空气，而是通过一个机械式的空气压缩机与曲轴相连，通过发动机曲轴的动力带动空气压缩机旋转来压缩空气。压缩机是通过两个转子的相对旋转来压缩空气的。正因为需要通过曲轴转动的能量来压缩空气，机械增压会对发动机输出的动力造成一定程度的损耗。

机械增压器的特性刚好与涡轮增压相反，由于机械增压器始终在“增压”，因此在发动机低转速时，其转矩输出就十分出色。另外，由于空气压缩量完全是按照发动机转速线性上升的，整个发动机运转过程与自然吸气发动机极为相似，加速十分线性，没有涡轮增压发动机在涡轮介入那一刻的唐突，也没有涡轮增压发动机的低速迟滞。但由于高转速时机械增压器对发动机动力的损耗巨大，因此在高转速时，其作用就不太明显。



机械增压器+涡轮增压器示意图



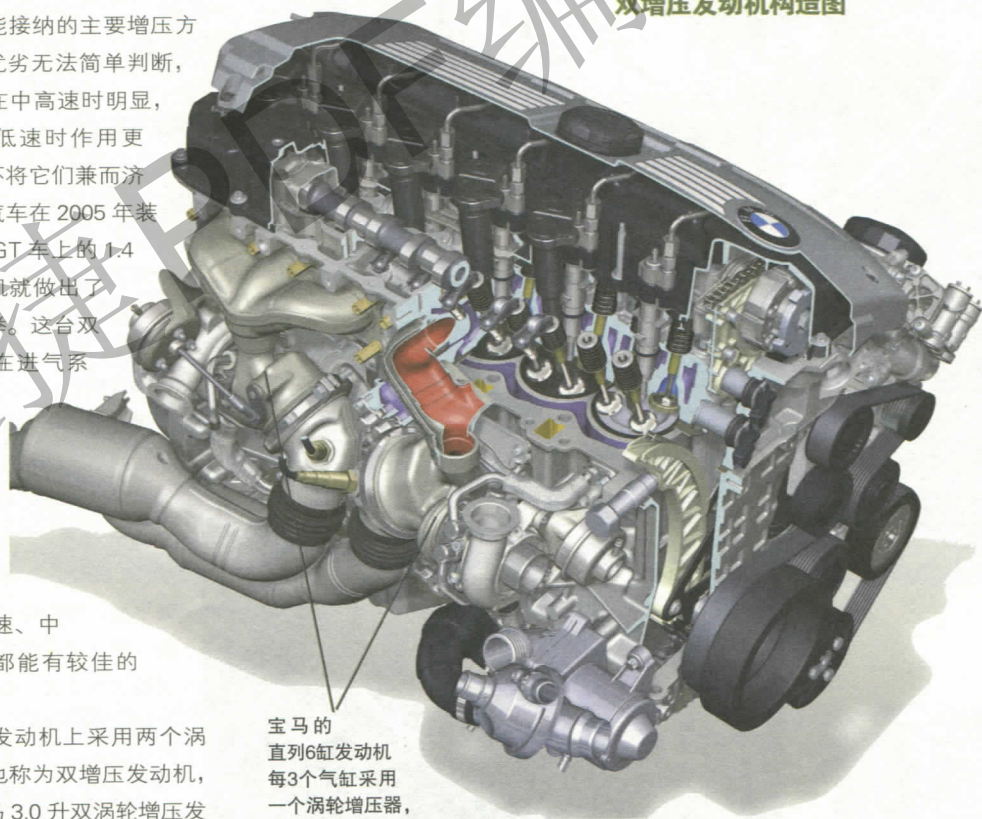
双增压发动机构造图

## 34

## 双增压器是什么？

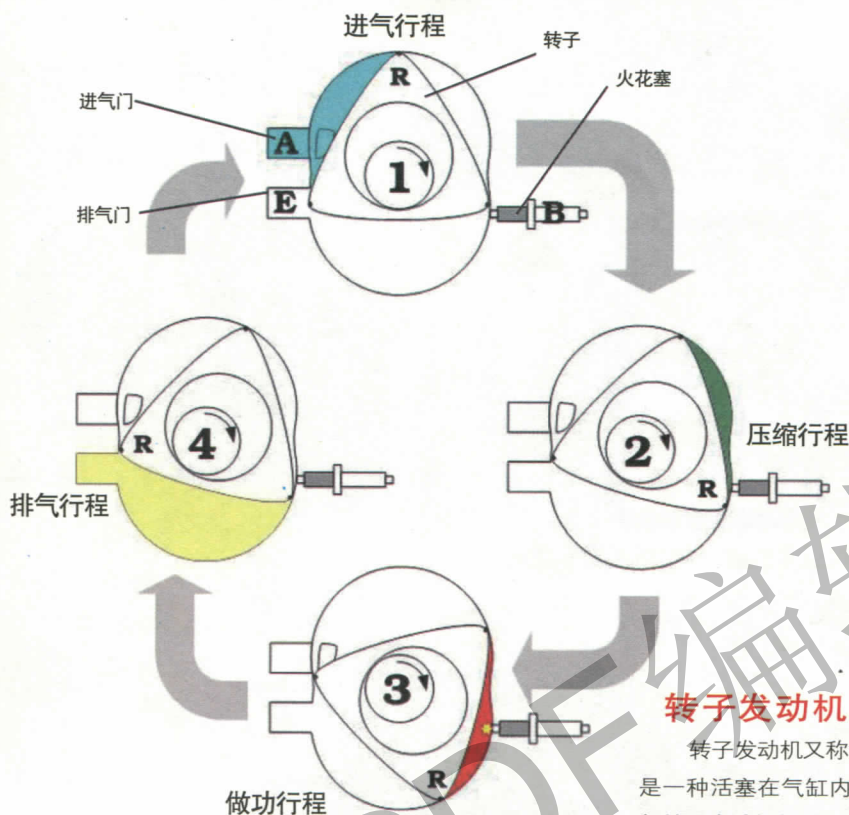
涡轮增压与机械增压一直是汽车厂家所能接纳的主要增压方案，两者的优劣无法简单判断，前者的作用在中高速时明显，而后者在中低速时作用更大。那么何不将它们兼而济之呢？大众汽车在2005年装备在高尔夫GT车上的1.4升TSI发动机就做出了这个惊人之举。这台双增压发动机在进气系统上安装一个机械增压器，而在排气系统上安装一个涡轮增压器，从而保证在低速、中速和高速时都能有较佳的增压效果。

在一台发动机上采用两个涡轮增压器，也称为双增压发动机，如右图的宝马3.0升双涡轮增压发动机，就是采用两个涡轮增压器。



宝马的直列6缸发动机每3个气缸采用一个涡轮增压器，使排气管错综复杂

双涡轮增压发动机构造图



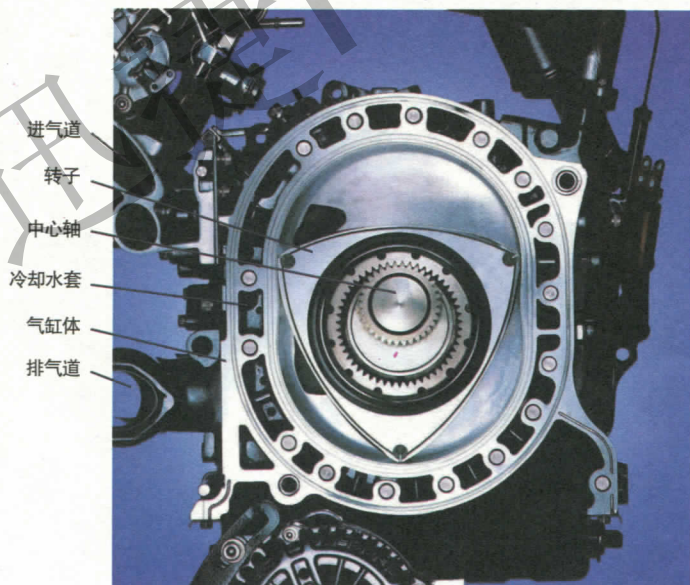
转子发动机工作原理图

### 转子发动机是什么原理？

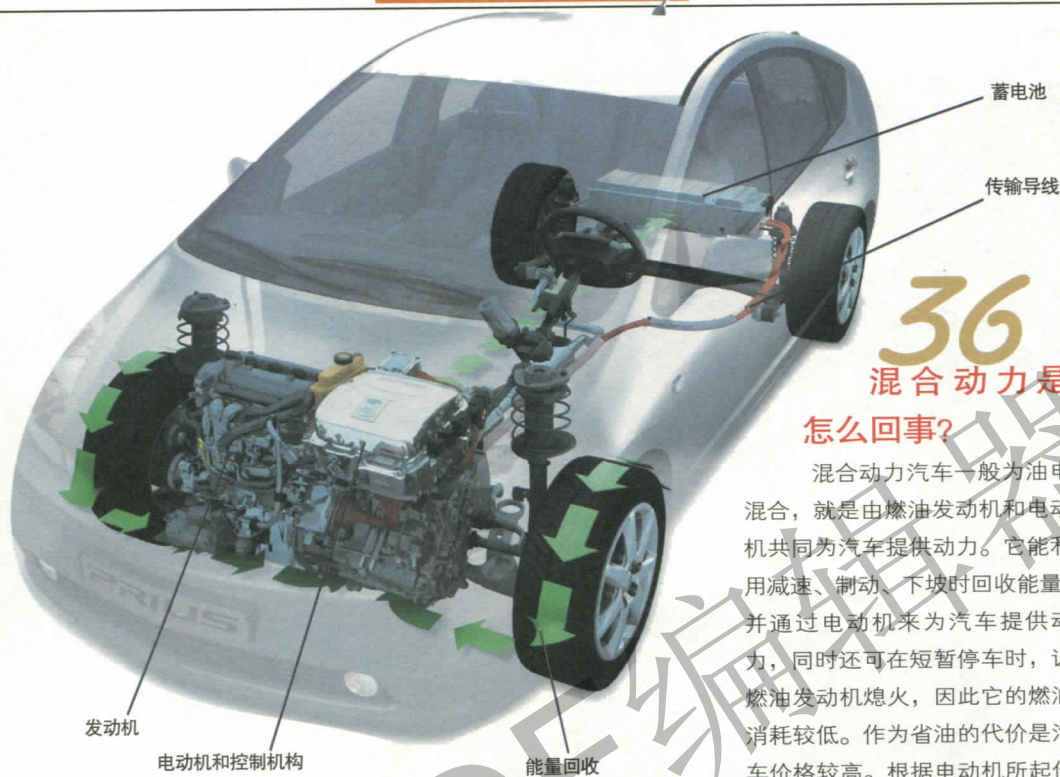
转子发动机又称活塞旋转式发动机。它是一种活塞在气缸内作旋转运动的内燃机。与转子发动机相对的就是我们常见的活塞往复式发动机，活塞作往复运动。转子发动机的

活塞呈扁三角形，气缸是一个扁盒子，活塞偏心地置于空腔中。当活塞在气缸内作行星运动时，工作室的容积随活塞转动作周期性的变化，从而完成进气—压缩—做功—排气四个行程。活塞每转一次，完成一次四行程工作循环。

转子发动机主要部件构造简单、体积小、功率大、高速时运转平稳、性能较好，曾引起汽车行业的注意，许多汽车厂家纷纷进行研制试验。但经过几十年的实验，证明这种机型尚无法与传统活塞往复式发动机相匹敌，原因是燃油消耗极高。现在只有马自达 RX-8 在采用转子发动机。



转子发动机构造图



# 36

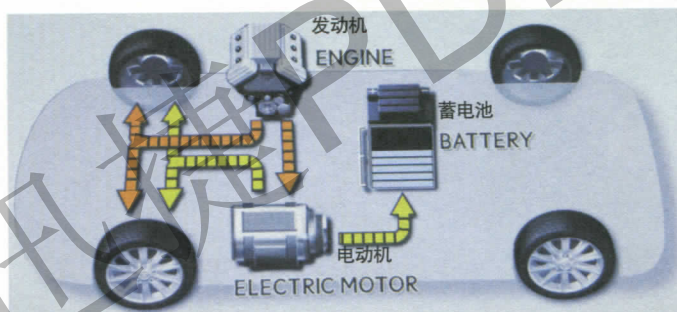
## 混合动力是怎么回事?

混合动力汽车一般为油电混合，就是由燃油发动机和电动机共同为汽车提供动力。它能利用减速、制动、下坡时回收能量，并通过电动机来为汽车提供动力，同时还可在短暂停车时，让燃油发动机熄火，因此它的燃油消耗较低。作为省油的代价是汽车价格较高。根据电动机所起作用大小，可分为强混合动力和轻混合动力。

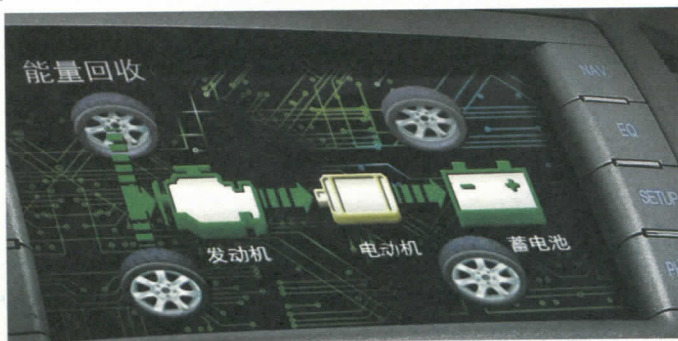
**强混合动力车**采用大功率电动机，尽量缩小发动机的排量，在起步或低速时，可以单纯依靠电力行驶，但在路况、车辆载重、加速踏板深度等综合因素的影响下，发动机会随时介入工作。电动机除提供车轮所需的动力，也兼备动能回收功能，当制动或减速时，就会自动将动能转为电能，储存到蓄电池中。

**轻混合动力车**的主动力是燃油发动机，电动机只作为辅助动力起作用，不能单独驱动车辆。最大的特点就是发动机能够在车辆停止时自动停止运转，并能在减速、制动时进行能量再生和回收，可用最低成本实现混合动力的最大效率。

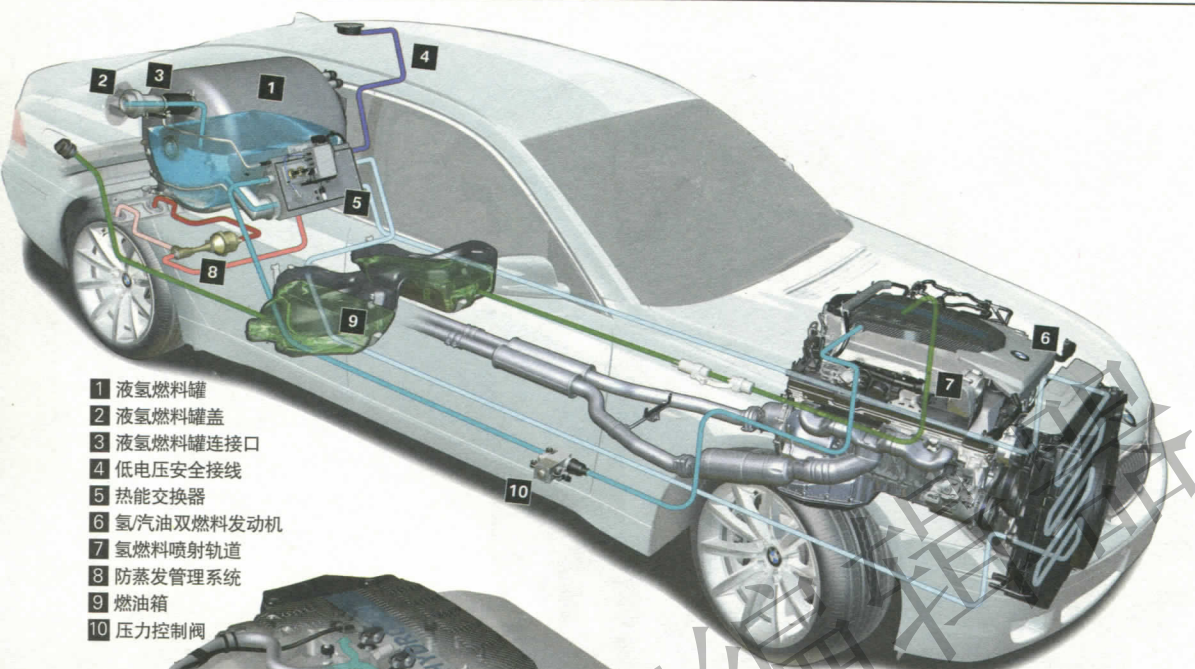
油电混合动力汽车原理图



强混合动力汽车

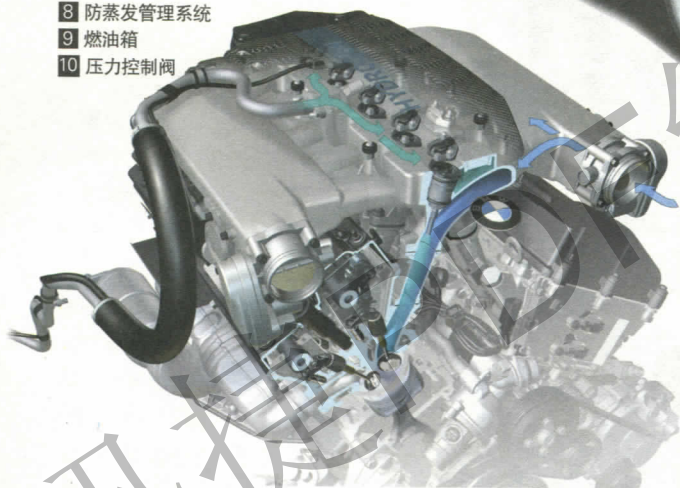


轻混合动力汽车



- 1 液氢燃料罐
- 2 液氢燃料罐盖
- 3 液氢燃料罐连接口
- 4 低电压安全接线
- 5 热能交换器
- 6 氢/汽油双燃料发动机
- 7 氢燃料喷射轨道
- 8 防蒸发管理系统
- 9 燃油箱
- 10 压力控制阀

宝马氢动力汽车构造图



双燃料发动机

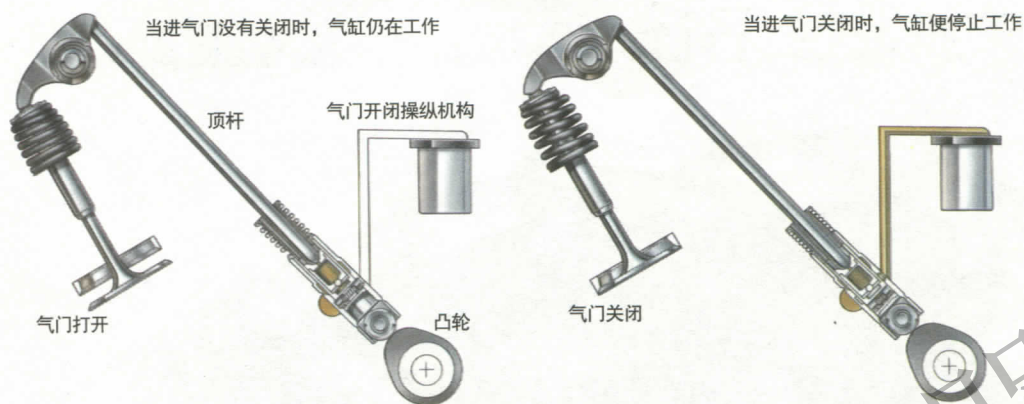
## 37 氢动力汽车如何工作?

宝马氢动力 7 系轿车装备了一台特别设计的 6.0 升 V12 发动机，既能使用汽油，也能使用液氢。它配有一个容量为 74 升的普通燃油箱外，还配有一个额外的燃料罐，可容纳约 8 千克的液态氢。双模驱动为氢动力 7 系提供了超过 700 公里的总行驶里程：氢驱动 200 公里以上；汽油驱动 500 公里。驾驶人可以通过多功能转向盘上一个单独的按钮，手动完成从氢动力到汽油动力模式的转换。如果一种燃料用尽，系统将会自动切换到另一种燃料形式，保证燃料的供应持续而可靠。

## 38

### 插电式混合动力是什么？

对于混合动力车型来说，发动机一直是处于强势地位，即使是强混合动力车上，相匹配的电动机只是起到辅助作用。车上的动力来源只能是到加油站去加油。能不能让电动机反客为主呢？不再依赖于加油站与汽柴油燃料，而是主要靠电来完成能源补充，从而让电能成为车型的主要动力，这是插电式混合动力的研发思路。这种插电式混合动力汽车，甚至可以使用家用电源为其充电。虽然它仍是混合动力，但电能已占主导地位。

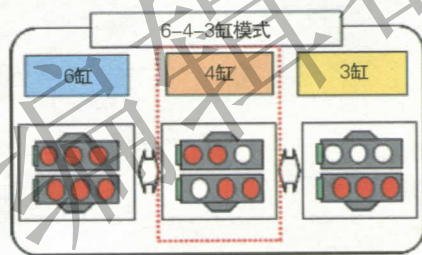


可变排量发动机原理示意图

## 39

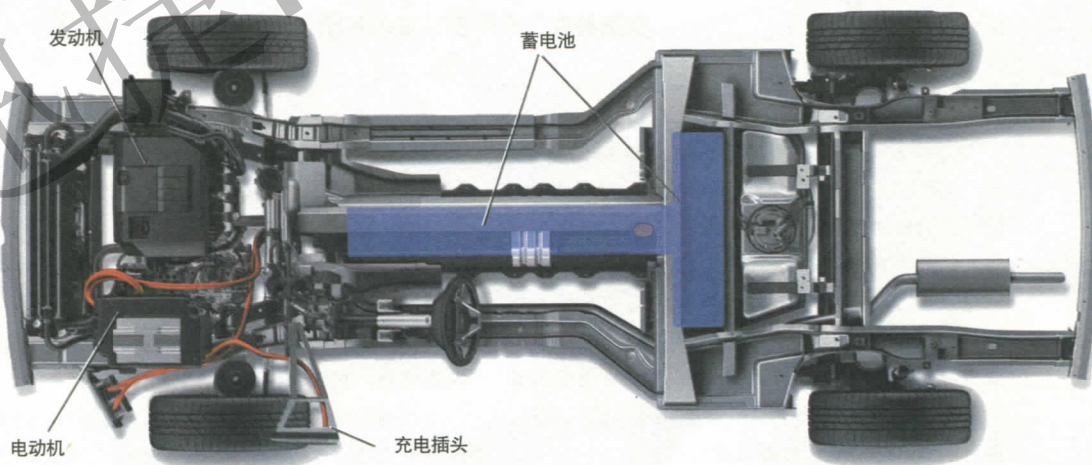
## 排量可变是怎么回事？

为了获得较大的动力，就得将发动机排量设计得非常大。然而这样做的后果则是燃油消耗也增加许多，尤其是在不需要这么大的动力时，其油耗浪费较为严重。排量可变技术则可解决这个问题。在不需要强大动力时，如在低速行驶、怠速停车等情况下，可将部分气缸停止工作，具体办法是关闭它的进气门和油路。当需要较大动力时，再恢复原来正常工作状态，而且这一切都是在驾驶人觉察不到的状态下自动完成的。



一台6缸可变排量发动机，根据行驶情况可以变为4缸或3缸发动机

可变排量发动机气缸变化示意图



插电式混合动力汽车构造图