

用户资料

汽油发动机基础知识



T004-4998

提示：

用户资料中包含的信息规定只可用于该售后服务培训研究班的参加者。

技术数据的更改 / 补充可查阅 BMW 售后服务的相应信息。

信息版本 2005 年 7 月

WWW.BMW-Service.com

© 2005 BMW China

售后服务培训，北京，中国。翻印包括摘录翻印，必然征得 BMW China，北京的书面许可。

用户资料

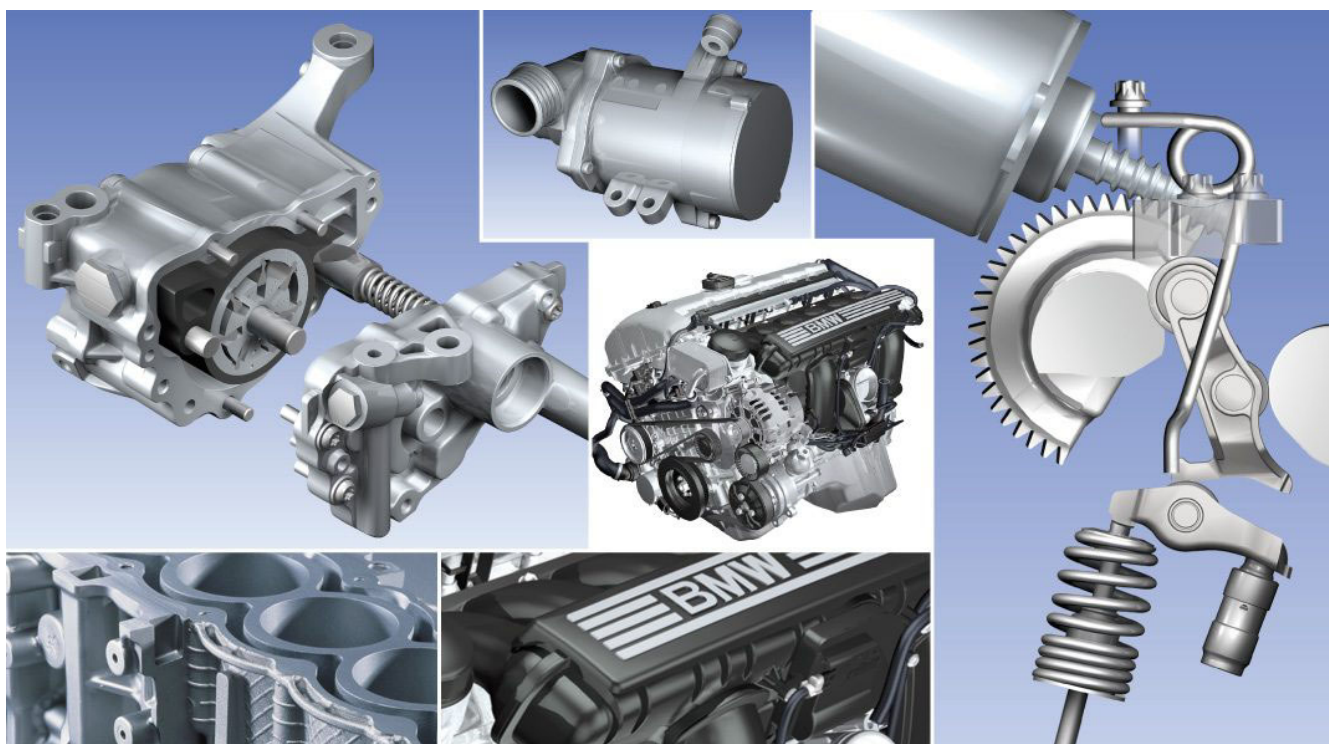
汽油发动机基础知识

结构

发动机控制

润滑

冷却



对本用户资料的提示

使用的符号

在本用户资料中为便于理解和突出重要信息而使用下列符号：



包含与描述的系统及其功能联系可促进理解的信息。



标明一个提示结束。

用户资料的现实性

由于 BMW 车辆在结构和装备上的不断发展，本用户资料和在培训中使用的车辆之间可能产生偏差。

在公布时仅收录了左座驾驶型车辆的资料。在右座驾驶型车辆上部分操作元件的布局与用户资料中插图上显示的布局不同。

附加信息源

有关各个车辆主题的其他信息可在 BMW 诊断和维修系统中或在因特网上从 www.bmw.com.cn 中找到。

目标

汽油发动机基础知识

培训伴侣，实践参考

资料按培训进度设计，且适合用作参考工具。

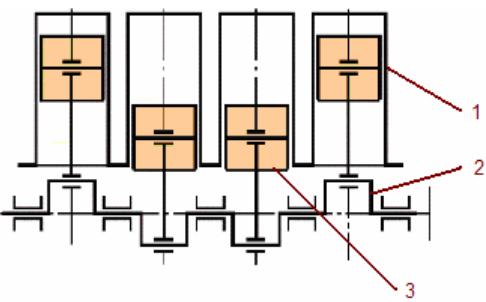
参加培训者将简要了解四冲程汽油发动机的结构和功能方式。他们将认识到，在运行时冷却和润滑很重要。
他们将知道进气管喷射装置和直接喷射系统的基本功能方式。

系统概览

汽油发动机基础知识

引言

发动机的工作原理



索引	说明
1	气缸
2	曲轴
3	活塞

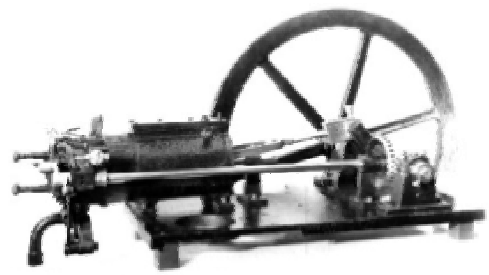
一台发动机就是一部热机，在其中通过燃油的周期性燃烧产生有效功。气缸中的活塞运动产生可调式燃烧室。空气燃油混合气在燃烧室内燃烧时产生压力，压力通过活塞和连杆转动曲轴并因此可用于驱动车辆。可燃的空气燃油混合气可通过一个混合气形成装置产生。在汽油发动机(奥托发动机)中，混合气的点火通过外源点火(火花塞)进行。在柴油发动机中，供给的燃油在被喷射到燃烧室内的热空气中时自动点火。人们称之为自行点火。通过点火爆发释放出的热量被转换成活塞上的一种力的运动。而活塞又驱动曲轴。曲轴最后通过驱动系驱动车辆的车轮。

四冲程工作原理的发明者是 Nicolaus August Otto (奥托)，他在 1862 年就已经开始了最初的四冲程发动机实验。

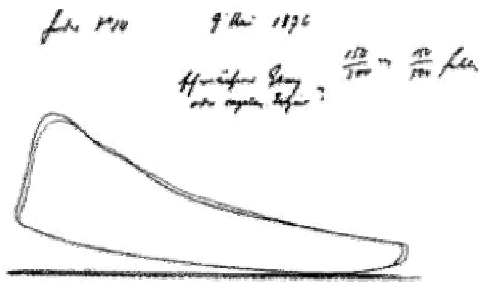


Nicolaus August Otto

1876 年奥托在其试验发动机上测绘了一幅示功图，该示功图与今天的发动机在极高的程度上一致。四冲程汽油发动机也被按照其发明者的姓名称为奥托发动机。



Nicolaus August Otto 的试验发动机



Nicolaus August Otto 1876 年测绘的示功图

发动机原则上可通过由系统决定的差别按工作方法、气缸数和控制方法、混合气形成和点火装置及吸入空气的状态进行分类。

在发动机上，在气缸中的每个燃烧过程后必须更换气缸的内容。也就是说，必须排去废气并吸入新鲜气体。人们也把这个过程称为换气。有两种常用的换气方法：

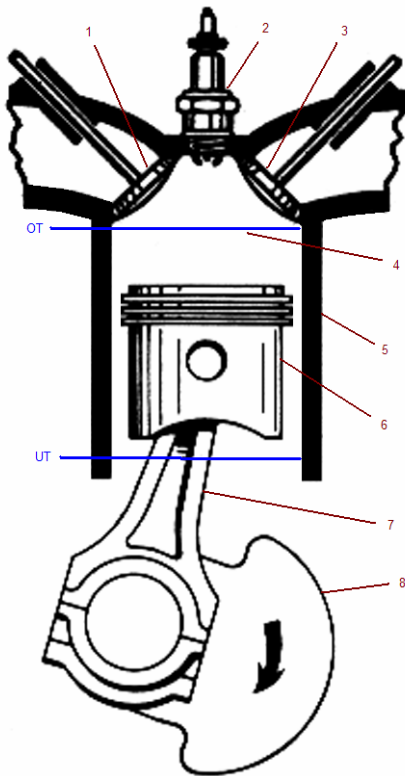
- 四冲程法，
- 二冲程法。

两种方法既可在汽油发动机上使用，也可在柴油发动机上使用。

在汽油发动机基础知识培训中，将更详细地观察汽油发动机(奥托发动机)的四冲程法。

四冲程法

从插图中可看出四冲程汽油发动机的基本结构。主要部件有气缸、进气门、排气门、活塞、燃烧室、连杆、曲轴和火花塞。



四冲程汽油发动机的工作原理

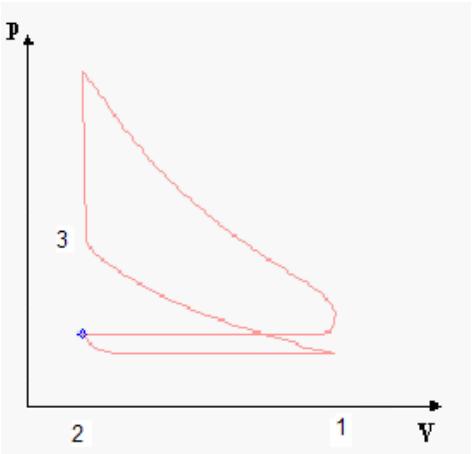
索引	说明
1	进气门
2	火花塞
3	排气门
4	燃烧室
5	气缸
6	活塞
7	连杆
8	曲轴
OT	上死点
UT	下死点

4 个冲程分别是：

- 第 1 冲程：吸气，
- 第 2 冲程：压缩，
- 第 3 冲程：做功，
- 第 4 冲程：排气。

在第一冲程(吸气)中，进气门打开，活塞朝曲轴方向运动。通过燃烧室中存在的真空吸入空气燃油混合气(或在直接喷射汽油发动机上吸入新鲜空气)并在冲程结束时完全充满燃烧室。进气门自动关闭且活塞离开曲轴(第 2 冲程：压缩)。这时空气燃油混合气被猛烈压缩。快要到达上死点(OT)前通过火花塞上的一个火花点燃混合气(点火时刻)。燃烧室内的温度和压力急剧升高。活塞被很高的压力重新压向曲轴方向(第 3 冲程：做功)。在下死点(UT)上排气门打开，燃烧气体被从燃烧室中排出(第 4 冲程：排气)。曲轴在 4 个冲程后总共旋转了 720° (2 整圈)。

一台热机所有可能的状态点的数量可以用一幅 p - V 状态图显示。

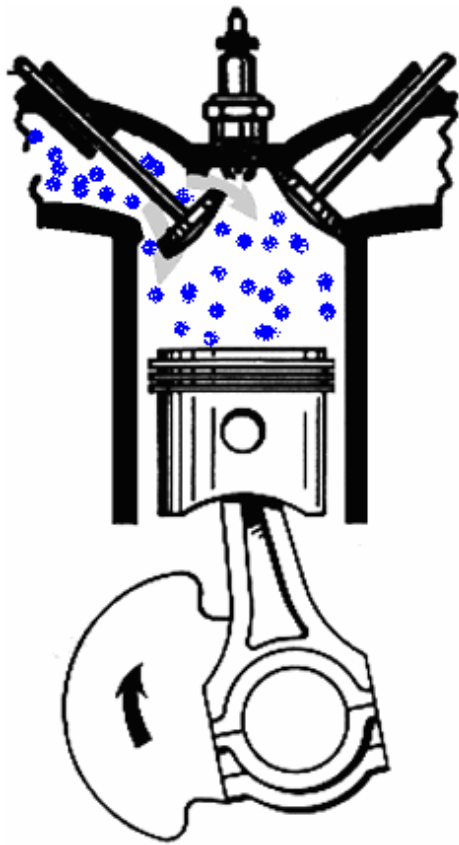
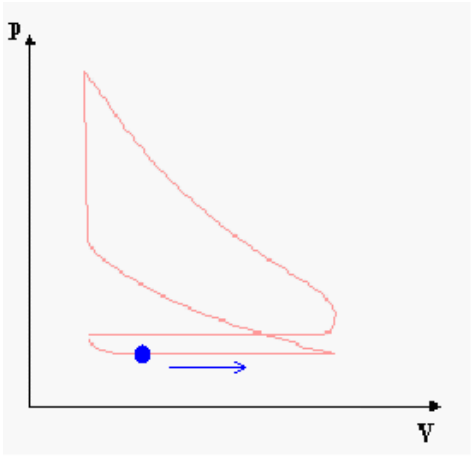


一台理想四冲程汽油发动机的 p - V 图

索引	说明
1	下死点
2	上死点
3	点火时刻

第 1 冲程

活塞朝曲轴方向运动。进气门打开。活塞通过向下运行产生一个真空，并吸入空气燃油混合气。进气过程在下死点 (UT) 上结束。

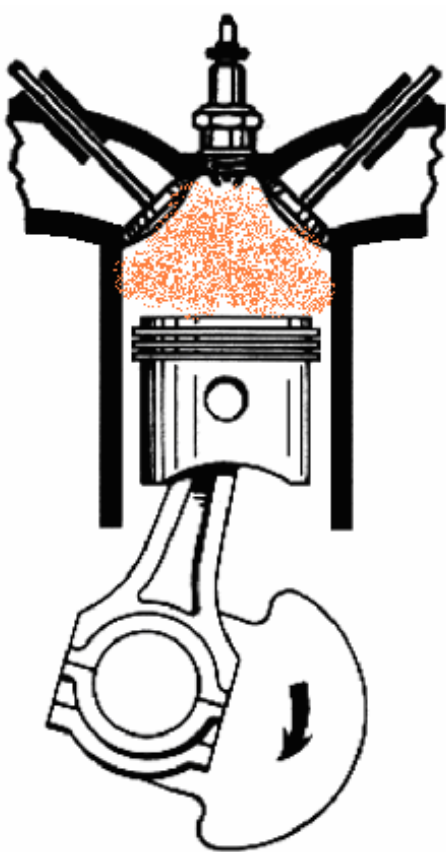
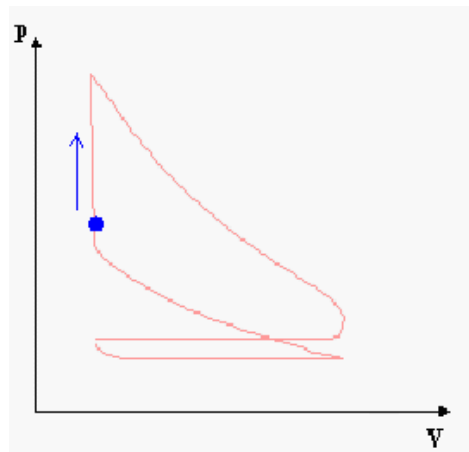
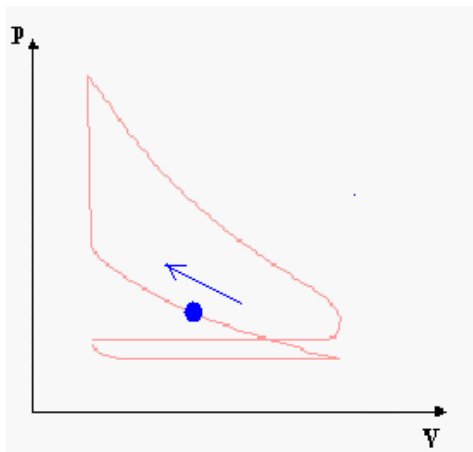


吸气

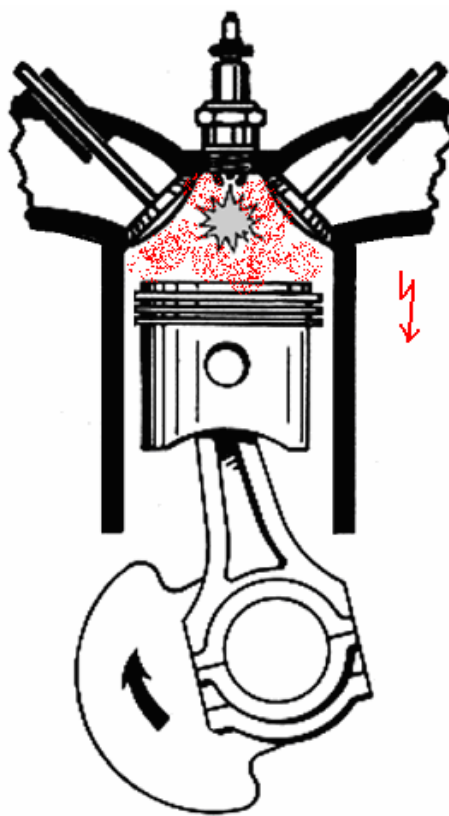
第 2 冲程

进气门被关闭，活塞朝上死点方向运动。因为这时容积减小，混合气的压力升高。压缩所需要的功提高了混合气的内能，温度升高。因为压缩进行得很快，所以仅很小一部分热释放到环境中。

快要到达上死点前通过火花塞上的一个火花点燃混合气(点火时刻: ZZ)。混合气燃烧并同时放出热。这些热量提高了混合气的内能和温度。燃烧室内的压力急剧升高。因此作用在活塞上的很大的力驱动活塞重新朝曲轴方向运动(过渡到第 3 冲程)。



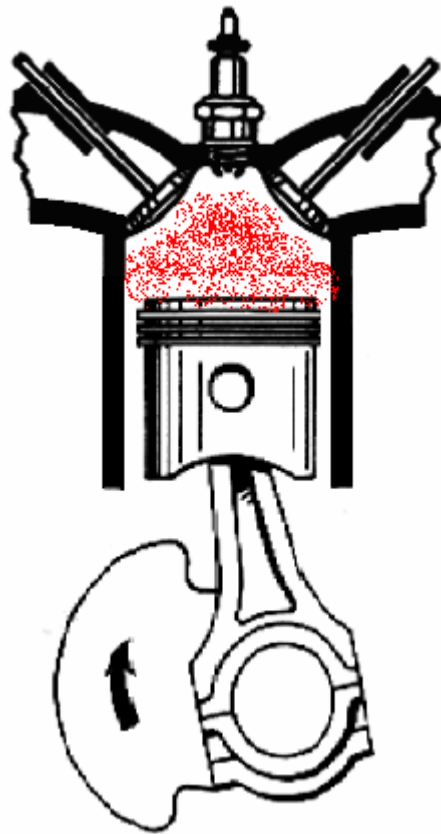
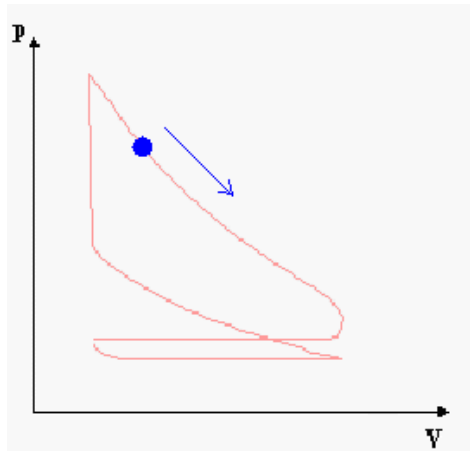
压缩



点火

第 3 冲程

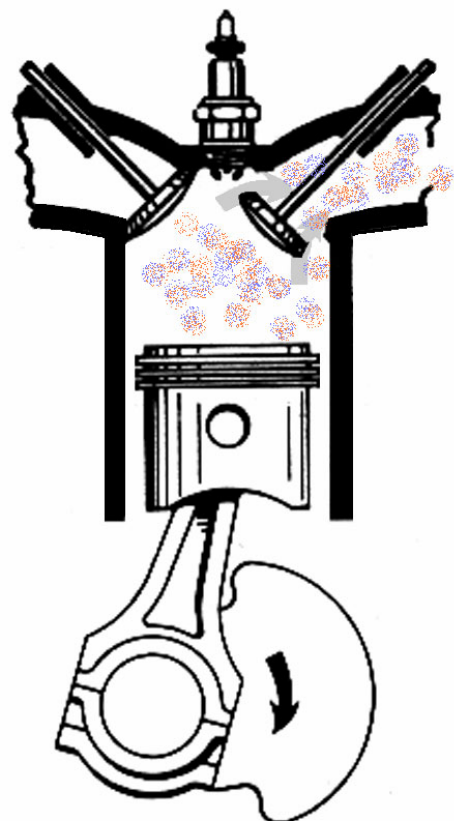
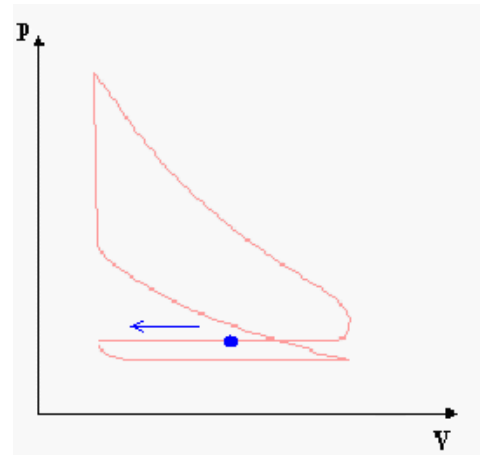
活塞在气门关闭时朝曲轴方向运动。容积增大且压力降低。膨胀的气体做功。因为没有新的热量加入，内能减少且温度降低。



做功

第 4 冲程

在到达下死点 (UT) 时排气门打开。活塞朝上死点 (OT) 方向运动。通过打开排气门，压力降低到一个接近外部空气压力的值。在第 4 冲程结束时排气门关闭，进气门打开。开始一个新的四冲程循环。



排气



这些冲程与曲轴转角有关，因此与活塞位置和气门位置有关。曲轴转角以度为单位相对于两个参考点说明：

- 上死点 (OT) 是活塞在气缸中最上部的位置。此处与气门的距离最小。
- 下死点 (UT) 与此相应是活塞在气缸中最下部的位置。此处与气门的距离最大。

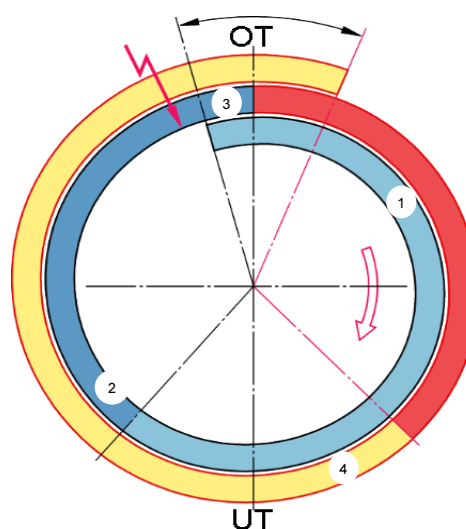
曲轴转角以上死点 / 下死点前 / 后的度数进行说明。即以活塞到达或通过上死点 / 下死点之前或之后的度数说明。

因为一个冲程需要 180° 的曲轴旋转，因此一个四冲程循环产生两圈曲轴旋转 (720° 曲轴旋转)。换气需要换气控制。此换气控制通常通过气门实现。气门开启和关闭时间根据曲轴转角以度为单位说明。

参考值有：

- 进气门打开：上死点前 $10-15^\circ$
- 进气门关闭：下死点后 $40-60^\circ$
- 排气门打开：下死点前 $45-60^\circ$
- 排气门关闭：上死点后 $5-20^\circ$

带开启和关闭时间的四冲程法在所谓的配气相位图 (示功图) 中显示。



配气相位图中显示的换气质量影响

- 最大功率,
- 最大扭矩,
- 废气质量,
- 耗油量和
- 运转性能。

发动机按照气缸角度和控制方法的分类

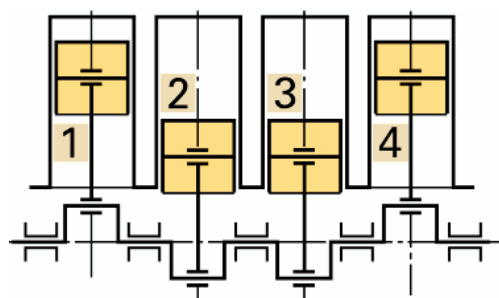
与工作方法无关，发动机也可根据气缸中心线的位置、气缸布置及凸轮轴和气门的布置和位置进行分类。

气缸中心线的位置

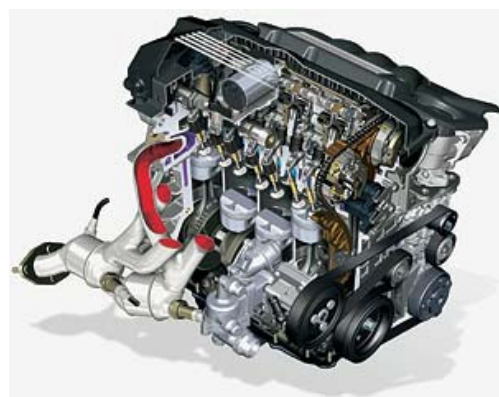
可以区分为立式、卧式和悬挂式发动机布置。

气缸布置

可以区分为直列式发动机、V型发动机、卧式对置气缸发动机和星形发动机。



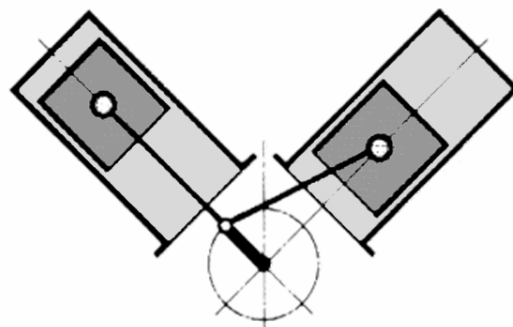
直列式发动机



4缸直列式发动机



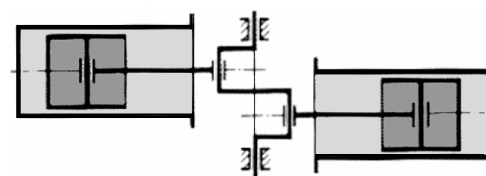
6缸直列式发动机



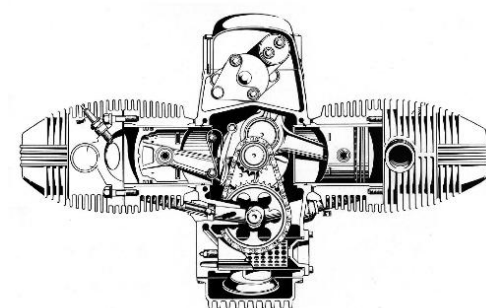
V型发动机



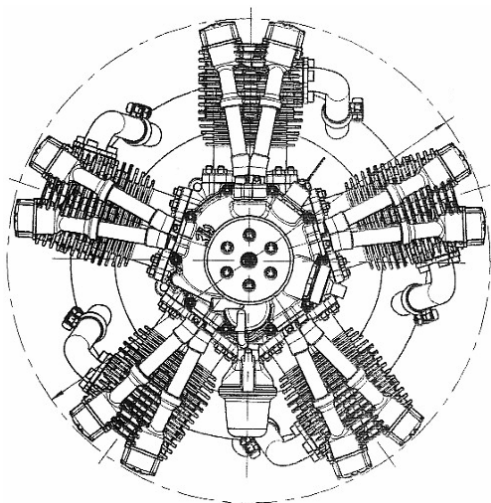
12缸V型发动机



卧式对置气缸发动机



2缸卧式对置气缸发动机



星形发动机



5 缸星形发动机

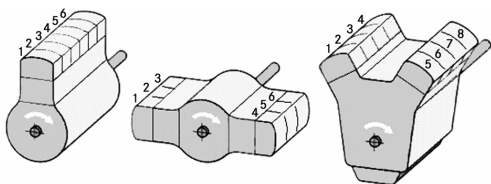
气缸的名称

因为发动机中不是每个气缸都能同时在点火上死点，因此点火时就产生了一个顺序。这个顺序被称为点火顺序。为了能够说明点火顺序，必须首先给气缸命名。

各个气缸的命名方法对于所有气缸布置都按照共同的基本原则进行：视图对准动力输出的对置侧。我们设想一个穿过曲轴纵向轴线的水平平面。

对于直列式发动机，气缸 1 在动力输出侧对面。对于 V 型发动机和卧式对置气缸发动机，气缸 1 同样在动力输出侧对面。

首先点数左侧气缸，然后点数右侧气缸。

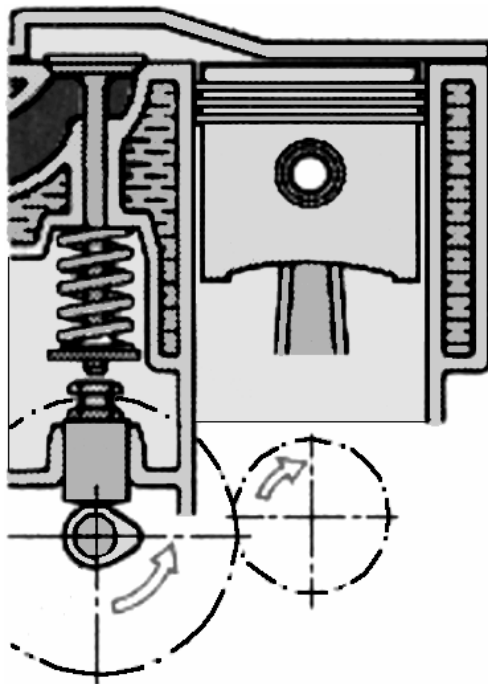


气缸名称

凸轮轴和气门的布置和位置

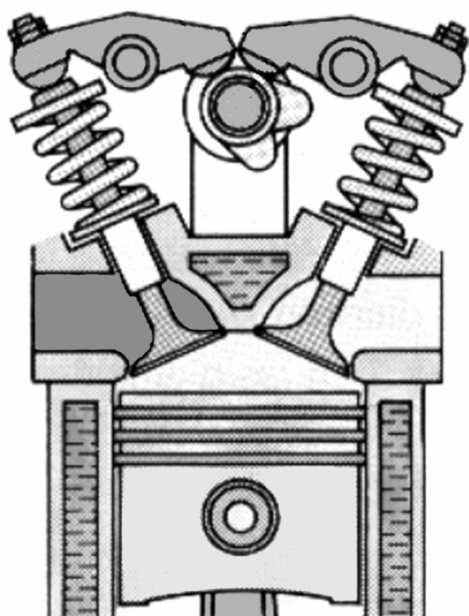
可区分为侧置气门和顶置气门发动机。

侧置气门发动机是所谓的 side valve 发动机 (侧置气门发动机)。气门的关闭运动与活塞运动同向朝下死点方向进行。侧置气门发动机带固定式气门。

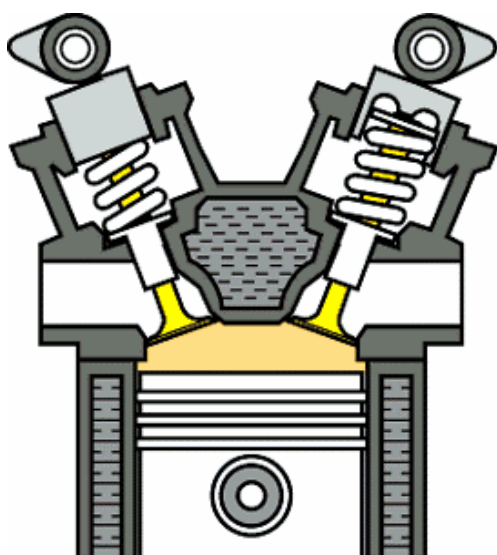


侧置气门发动机

对于顶置气门发动机，气门的关闭运动与活塞运动同时朝上死点方向进行。凸轮轴的位置无须考虑。顶置气门发动机带悬式气门。可区分为 ohv 发动机 (overhead valves = 顶置气门)、ohc 发动机 (overhead camshaft = 顶置凸轮轴) 和 dohc 发动机 (double overhead camshaft = 双顶置凸轮轴)。



ohc 发动机



dohc 发动机

发动机按照点火和混合气形成的分类

为了能够燃烧并在活塞上产生力的作用，需要可点燃的混合气。此种混合气由燃油（汽油或柴油）和空气混合构成。发动机混合气形成装置的任务是，产生可点燃的混合气。该混合气在一个规定的曲轴转角时在汽油发动机上通过外源点火点燃，在柴油发动机上通过自行点火点燃。

此外，汽油发动机和柴油发动机之间的混合气形成存在原则区别。

除直喷式汽油发动机外，汽油发动机的混合气形成都在燃烧室外实现（外部混合气形成）。由空气和燃油形成的大致均匀的混合气被压缩。在最大压缩范围内，混合气的点火和燃烧通过一个受控制的电火花进行。

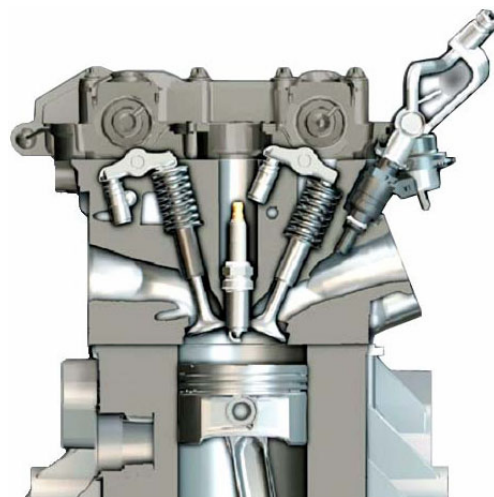
可区分：

化油器汽油发动机

液态燃油在工作室外借助一个化油器与空气混合。

汽油喷射发动机（进气管喷射发动机）

液态燃油被喷射到进气管中。在进气管中吸入的空气形成涡流并存在高的空气速度。这是燃油与空气可靠混合的最佳条件。产生一个充分混合的混合气，也被称为均匀混合气。



汽油喷射发动机

稀混合气发动机

稀混合气发动机用一种极稀的混合气驱动。这就是说，此种混合气具有高的空气过量。优点是相对于常规汽油喷射发动机来说耗油量较低。然而问题是有害物质值较高和空气不足时可靠燃烧过程的保证。

直接喷射发动机

对于直接喷射发动机，空气燃油混合气在燃烧室内才产生。即只吸入空气，而燃油被直接以 50 至 120 bar 的压力单独喷射到燃烧室中。

柴油发动机

柴油机方法是一种内部混合气形成，这时工作室在压缩过程中只充有空气。这些空气被强力压缩，并因此被加热，在压缩快结束时喷射的燃油自动点火并燃烧(自行点火)。

点火

在发动机上，通过火花塞上的一个高压电火花点燃气缸燃烧室内的压缩动力燃料 / 空气混合气的过程被称为点火。

在现代化的大功率发动机上存在可变要求。点火时刻的确定原则是，在所有转速和负荷情况下燃烧最高压力迅速出现在上死点后(之后约 10° 至 20°)。即燃油空气混合气必须在上死点前已经点火。点火时刻始终参考上死点并以 $^\circ$ 曲轴转角为单位说明。

为了确保燃烧最高压力在所有转速下始终在上死点后迅速出现，点火时刻必须随着发动机转速的提高而越来越提前(越来越远离上死点)。

如果点火时刻设置得过分提前，则会产生不受控的燃烧过程与高的压力和温度峰值。同时还会出现爆震燃烧，导致废气成分恶化和功率损耗，此外可能损坏发动机。

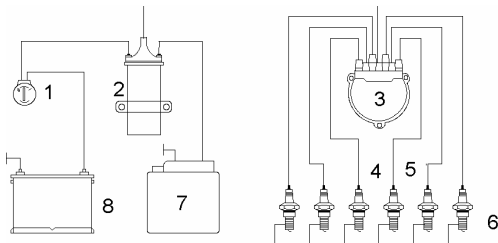
如果点火时刻选择得过于滞后，则在燃油空气混合气完全燃烧之前活塞已经朝下死点方向运动过大。发动机功率较低。后果是耗油量更多，产生过热问题，可能损坏发动机。通过一条规定的点火特性线与电子部件，可将点火时刻与发动机的运行状态最佳匹配。

起初电磁点火装置曾是车辆中的标准装备。线圈中产生的电流被中断，这时通过击穿磁场产生一个自感，此自感产生一个高压，该高压被导通到火花塞上。此高压在火花塞上产生一个火花放电，点燃此前压缩的燃油混合气。线圈电流的中断通过一个与发动机的旋转耦合的断路器触头实现。

晶体管点火装置的工作原理上与电磁点火装置相同，然而断路器被一个晶体管代替。点火信号大多来自一个霍尔传感器或一个感应式传感器。

电子点火装置与晶体管点火装置的区别在于，电子点火装置对点火时刻进行电子计算并与存储在微机中的点火特性线的值相比较。

带单点火线圈的全电子点火装置是最现代化的点火装置。它不再有旋转高压分配装置，而是有一个静态高压分配装置。每个气缸都有自己专用的点火线圈，由控制单元或 ECM (电子控制模块) 控制和调节。如果外部影响因素 (例如发动机温度、进气温度、蓄电池电压等) 需要，在所有运行状态 (例如起动、满负荷、部分负荷、滑行运行) 下都可进行点火角度修正。控制单元集成在 Motronic 中。Motronic 会考虑汽油喷射和点火之间的相互影响。它把怠速、混合气形成和点火的调节集中到一个控制单元中。



全电子点火装置

索引	说明
1	点火开关
2	点火线圈
3	高压分电器
4	点火导线
5	插头连接
6	火花塞
7	控制单元
8	蓄电池

发动机按照进气状态的分类

在汽油发动机和柴油发动机上都存在两种不同类型的进气状态：

自吸式发动机：

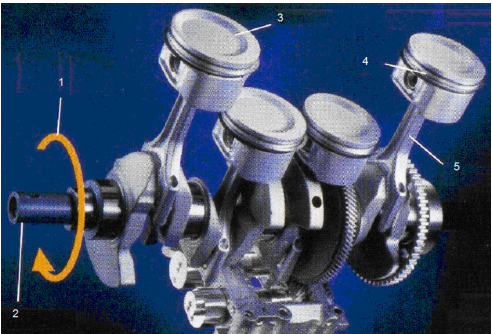
对于自吸式发动机，新充气直接从外界状态抽吸，而废气被排出到外界状态。

增压发动机：

对于增压发动机，抽吸前先对新充气进行压缩，以便提高充气量以及功率和扭矩。

曲柄连杆机构

曲柄连杆机构把燃烧产生的力传递到驱动装置上。它把活塞的提升运动转换成曲轴的旋转运动。



曲柄连杆机构

索引	说明
1	扭矩
2	曲轴
3	活塞
4	活塞环
5	连杆

活塞

活塞是一台发动机的传力部件链中的第一个链节。它是发动机中承受最高热和机械负荷的部件之一。在燃烧室内出现 1800-2600 °C 的最高温度和最高 17 吨的作用力。

在做功冲程中活塞头吸收的热大部分通过活塞环区和气缸壁流出到冷却液中。此时总热中通过活塞环流出的部分达 40-70%。一小部分热在换气过程中被传递到新鲜混合气中。到达活塞内壁上的润滑油或冷却油吸收其余散热。用于活塞辅助冷却的结构装置是喷油冷却装置和专门安装的冷却通道。

活塞冷态时的间隙和形状可能导致严重的活塞倾斜，从而引起噪音和磨损。因此为了改进运行性能，给摩擦面涂上很薄的涂层，例如石墨。



活塞

索引	说明
1	活塞头
2	活塞环区、压缩环
3	活塞销座
4	挡油环
5	摩擦面

活塞销座是活塞销在活塞中的支座。它是活塞承受应力最高的部件之一。

最上面的活塞环被称为“顶环”或第一压缩环。中间的活塞环是第二压缩环，而最下面的活塞环是挡油环。

活塞环的功能有：

- 密封燃烧室
- 散发燃烧热量
- 调节润滑油消耗

活塞环首先仅被其内应力压到气缸壁上。这个压紧力然后由燃烧室内的气压支持。在活塞运动过程中，活塞环将贴紧从下部切换到上部环槽侧面，然后再反向切换。因为活塞环由于装配原因必须在一个位置(活塞环开口)脱开，所以这里始终是一个泄漏位置。这个泄漏位置必须足够小，以免导致热燃烧气体“漏气”。但也要足够大，以免由于热膨胀而导致活塞环卡住。

连杆

连杆连接活塞与曲轴，并把导入活塞的力传递到曲轴的曲柄销上。为了润滑活塞销或冷却活塞，连杆带有纵向孔。

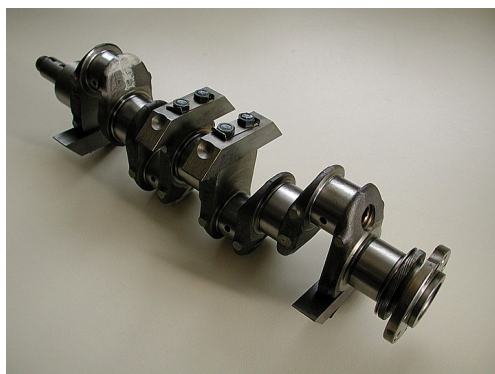


连杆与活塞

曲轴

曲轴是曲柄连杆机构和发动机控制的连接元件。在多缸发动机上，曲轴由各个气缸的曲柄连接排列构成。在自由的轴端有三角皮带传动装置。在另一个轴端有飞轮。其功能是：

- 接收连杆力，
- 把扭矩传递到驱动装置或飞轮，
- 承载用于质量平衡的配重，
- 驱动发动机控制和辅助驱动装置（水泵、发电机、油泵、伺服泵等）。



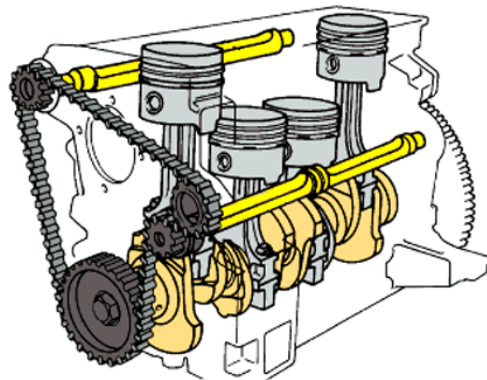
曲轴

低负荷发动机在每两个曲柄后带有一个曲轴轴承。较高负荷的发动机在每个曲柄后都带有轴承。在 V 型发动机上常常两根连杆支承在一个曲柄销上，所以这个曲柄销相应地较长。通过曲轴上的孔从曲轴轴承中保证连杆的润滑油供应。

由于点火顺序，曲轴会产生一个冲击式旋转。

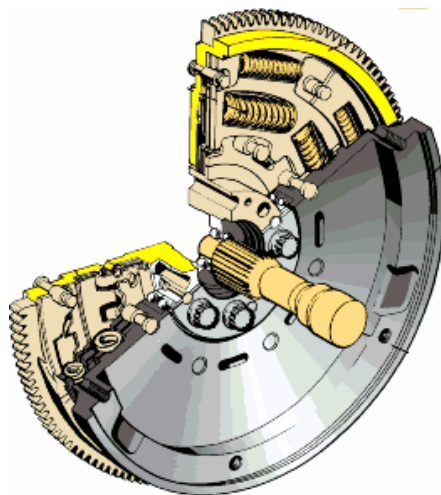
在 4 缸发动机上曲轴每旋转 180° 产生一个点火脉冲和一个旋转脉冲。这会导致曲轴的严重偏心转动和严重扭转振动。

因此需要质量平衡。对此使用预锻的或用膨胀螺栓拧紧的配重、橡胶减震器或以两倍曲轴转速旋转的平衡轴。



平衡轴

在运转不稳定的机组上，飞轮具有两个相互独立的系统。我们称其为双质飞轮。



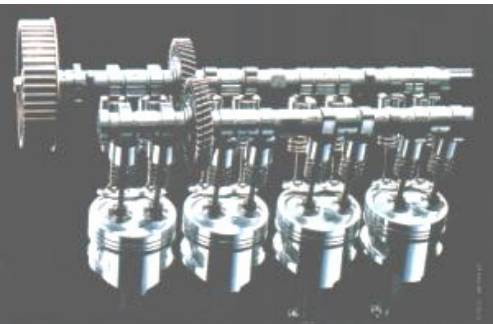
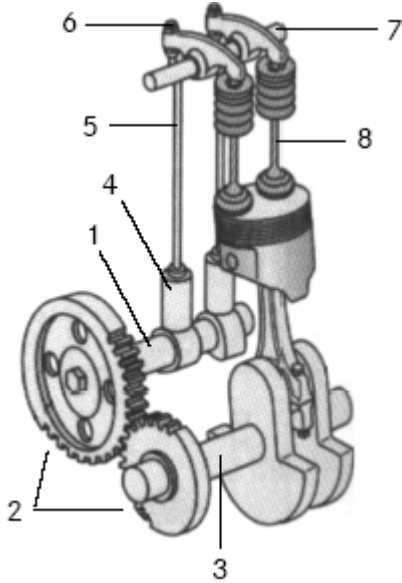
双质飞轮

直列式发动机的气缸数量越多，每圈出现的点火脉冲和旋转脉冲就越多。这可提高驱动舒适性。

发动机控制 (气门机构)

四冲程发动机上用于控制换气的控制机构也称作气门机构。该机构包括凸轮轴、气门、连接元件和驱动装置。

气门机构的任务是快速打开和关闭进气门和排气门。原则上凸轮轴通过曲轴驱动。在凸轮轴上有打开和关闭气门的凸轮。



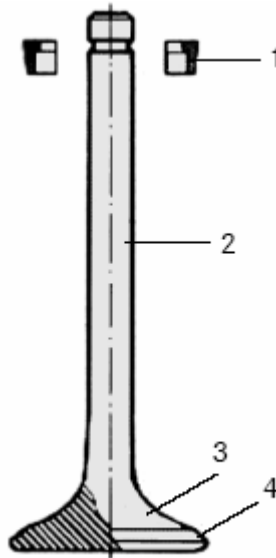
气门机构

索引	说明
1	凸轮轴
2	驱动装置
3	曲轴
4	挺杆
5	推杆
6	摇臂
7	摇臂轴
8	气门

气门

气门是热负荷和机械负荷高的部件。机械高负荷由燃烧压力产生。这会导致气门顶弯曲和在关闭时硬碰撞(冲击)。热高负荷由于气门的大表面吸收来自燃烧室的热而产生。在气门中热首先流向气门座，一小部分通过气门杆流向气门导管。

进气门温度可达到 300 至 500°C，排气门 600 至 800°C。

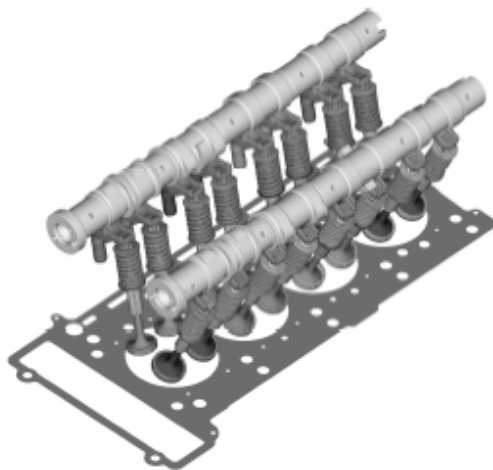


气门

索引	说明
1	气门锁片
2	气门杆
3	气门顶
4	气门座

多气门技术

在今天的发动机上多气门技术是技术标准。如果在每个气缸上使用多于一个进气门或排气门，则称其为多气门技术。多气门技术能够在较高转速时较快换气。优点是在相同耗油量时功率输出更大。



多气门技术

发动机壳体

发动机壳体分为 3 个组件：

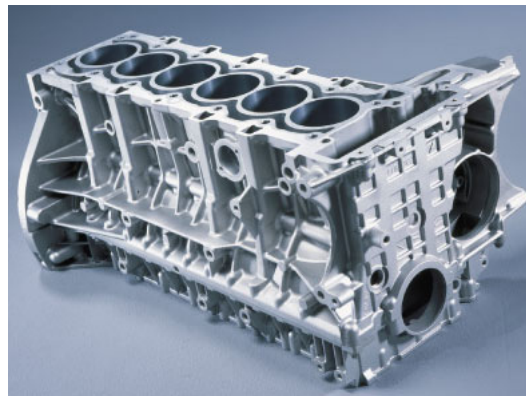
- 曲轴箱与油底壳，
- 气缸套，
- 气缸盖与密封件。

曲轴箱

曲轴箱的基本形状由用于传动机构（活塞、连杆、配重、曲轴）运动过程的自由空间规定。另外由用于冷却液循环和润滑油循环的水孔和油孔决定。

小型和中型曲轴箱为一体式结构。在较大发动机上由于铸造问题，曲轴箱被分成两个或多个部件，用螺栓相互连接。曲轴箱要完成下列功能：

- 支承曲轴，
- 气缸定位，
- 与油底壳一起封闭传动机构室，
- 将发动机支座连接到车身上和用于辅助机组，
- 支承用于冷却液和机油循环的空腔和通道，
- 连接到气缸盖。



曲轴箱

气缸

气缸的主要功能是：

- 活塞导向。
- 为活塞运动提供一个导轨：为了实现尽可能最佳的滑动面，特别对气缸工作表面进行珩磨。珩磨槽纹与气缸中心线保持规定的角度（约 60° ）。为了输送油膜，必须这样做。
- 通过活塞环用于密封的导轨。
- 限制燃烧室（燃烧室壁）。

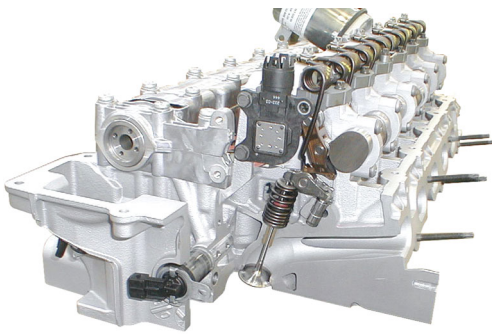
气缸盖

气缸盖将气缸朝上封闭并具有下列主要任务：

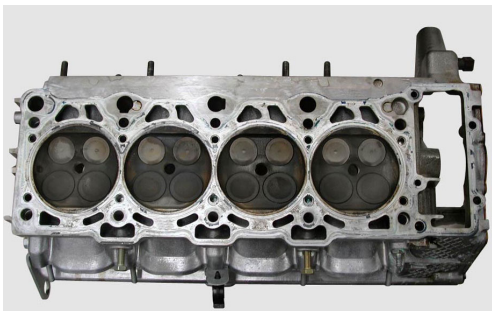
- 与活塞和气缸套一起限制燃烧室，
- 密封气缸套，
- 机油和冷却液通道及换气控制机构的定位，
- 火花塞和喷嘴定位。

一个气缸盖通常由以下部分组成：

- 底板，
- 盖板，
- 侧围，
- 气道，
- 用于气门导管、喷油阀、火花塞、预热的孔，
- 用于固定到曲轴箱上的拉钩。



气缸盖



气缸盖底视图

气缸盖密封件

为了对燃烧气体进行密封，在气缸套和气缸盖之间布置密封垫和密封圈。这就是所谓的气缸盖密封件。它通常由一种软材料和一个金属支撑衬垫组成。因为气缸盖密封件要承受高的热力和压力，进行安装工作时要采取特别的安全措施(参见 TIS 中的维修说明)。



气缸盖密封件

润滑

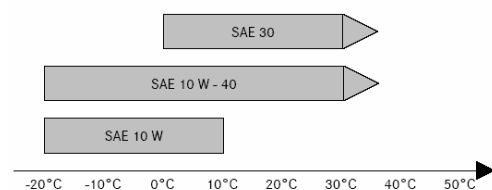
发动机中机油的任务是：

- 润滑和防磨损及防腐蚀，
- 把力传送到流体动力学滑动轴承中，
- 活塞环、气缸套之间的
- 和气门导管中的密封任务，
- 所有轴承位置上和部件上通过专用装置(喷油冷却)的冷却功能，
- 接收和运走碎屑和燃烧残留物。

为了完成这些种类繁多的任务，有各种专用机油供使用，可满足这些不同的要求。根据机油的任务，能够直接推断出对机油的要求：

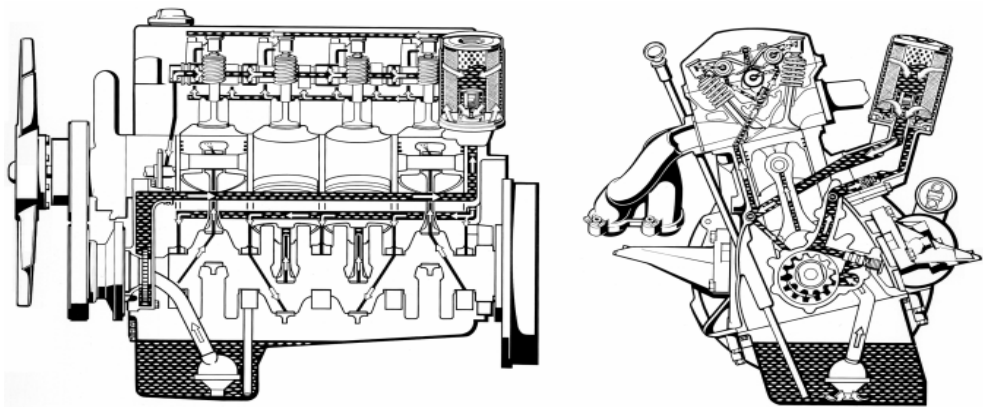
- 应足够稀薄，以便在发动机起动后快速润滑轴承位置。但不允许过于稀薄，以免润滑膜在高压下破裂。
- 因此综合起来，机油在低温时不允许过于粘稠，而在高温时不允许过于稀薄。
- 机油必须抑制腐蚀。这随着机油的不断老化变得越来越困难，因为燃烧过程中产生的腐蚀性酸在机油中增多。
- 必须可靠地保证悬浮颗粒的运走和收集。机油必须保持这些颗粒处于悬浮状态，直到其被机油滤清器清除为止。

这就要求开发先进的高效机油。这类机油由一种基础油和为了完成任务(防腐蚀等，见上文)所需要的添加剂混合组成。人们把基础油按生产方式划分为矿物油、加氢裂化油和合成基础油。添加剂如今在机油中最多占 25%。机油的基本性能(粘稠性和稀薄性)通过 SAE 粘度等级说明。粘度是液体的一种材料性能。其绝对值及其根据温度和压力的变化由分子结构确定。SAE 粘度等级区分为单粘度机油和多粘度机油。它说明一种机油在低温时和高温时的性能。对于单粘度机油，只包含一种温度信息。例如，一种名称为 20W 的机油是一种具有冬季温度识别(W)的单粘度机油，一种名称为 10W-40 的机油是一种多粘度机油，规定可全年使用。粘度等级 10W 表明其可在冬季可靠使用，而 40 表明其可在高温下使用。

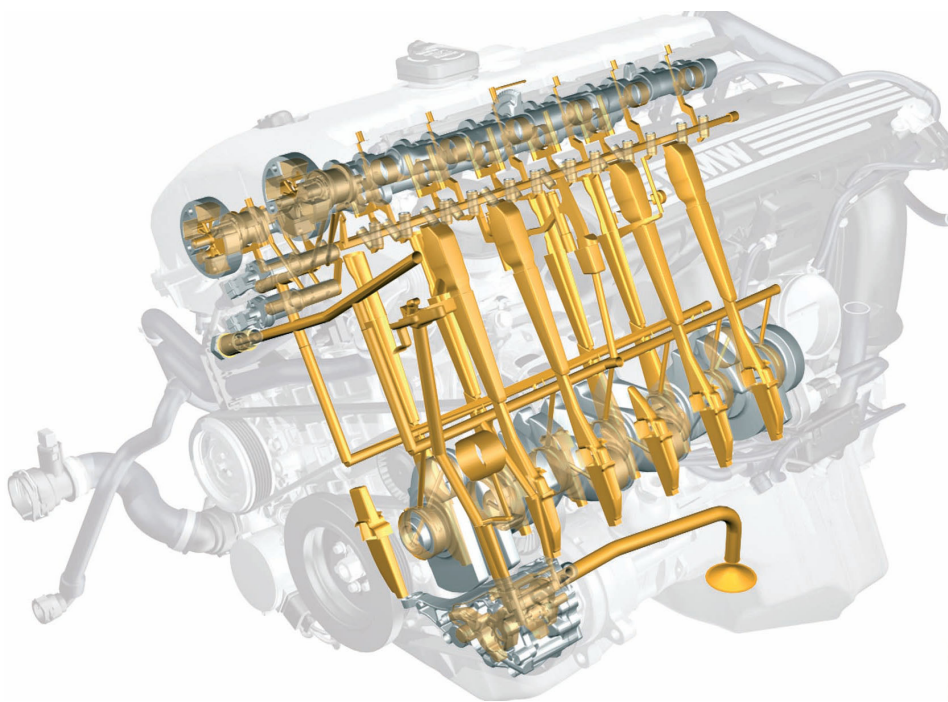


建议的发动机油温度范围举例

压力循环润滑是当今发动机上典型的润滑油循环方式。一个泵把机油从油底壳中的储备中通过高压管路和机油滤清器输送到润滑位置。机油通过发动机缸体中单独的回流孔回流到油底壳。机油在流过传动机构下面的轴承位置和滑动部位后汇集到油底壳中。油底壳用于冷却、消除泡沫并用作储油罐。在高负荷发动机上附加使用一个油冷却器。该图显示压力循环润滑的机油循环。从中可清楚看出，都向发动机中的哪些轴承位置供应机油。



压力循环润滑



N52 发动机的机油循环

机油的清洁对发动机的寿命具有决定性影响。因此必须定期更换机油和用于清洁的机油滤清器。

为了确定必要的保养检查工作和必要的换油，BMW 使用创新的电子系统。当许多制造商还在根据行驶里程规定换油周期时，BMW 已在进行与组件和消耗材料的运行状态有关的保养。这样驾驶员可通过自己的驾车方式在很大程度上自行决定，何时需要进行换油和保养检查工作。BMW 车况保养 (CBS) 使用现有的车辆系统，根据发明的算法不断测定不同磨损组件和工作液体的状态。通过最先进的传感器测定消耗材料的质量。在尽可能低的转速下小心翼翼地驾驶可以显著延长保养周期

冷却

发动机冷却的任务是：

- 冷却发动机以便遵守允许的部件温度。目标是，在小的极限范围内获得恒定的冷却液温度和发动机温度。
- 发动机油和齿轮油的恒温处理。
- 为车厢内部暖风提供热量。

冷却循环由冷却系统管路、冷却液、水箱、冷却液热膨胀平衡罐、冷风风扇和节温器构成。

BMW 车辆中安装有带皮带驱动的冷却液泵和电动冷却液泵的冷却系统。

冷却系统管路

冷却系统管路由主循环和小循环组成。小循环由发动机缸体中的冷却系统管路、车厢内部暖风的热交换器和可能连接到发电机、废气涡轮增压器等的冷却液管路组成。主循环由小循环和冷却液冷却器连同冷却液热膨胀平衡罐组成。

冷却液

使用可饮用质量的水和防冻剂 (Ethylenalkohol) 的混合液作为冷却液。冷却液中防冻剂的含量在 30 至多于 50% 之间。防冻剂可提高混合液的沸点并提供可靠的防冻保护。

水箱

水箱由铝制成，并通过隔板分成一个高温部分和一个低温部分。两个部分串联。冷却液首先流入高温部分，在那里冷却后返回发动机。一部分冷却液在经过高温部分后通过水箱隔板上一个开口进入低温部分，并在那里被进一步冷却。从低温部分出来，冷却液 (在打开 ÖWT 节温器时) 进入油-水热交换器。

冷却液热膨胀平衡罐

温度差和压力差会导致冷却液的膨胀和收缩。热膨胀平衡罐用于平衡冷却液液位在运行中的波动。这是可靠运行所不可缺少的。

齿轮油-水热交换器 (ÖWT)

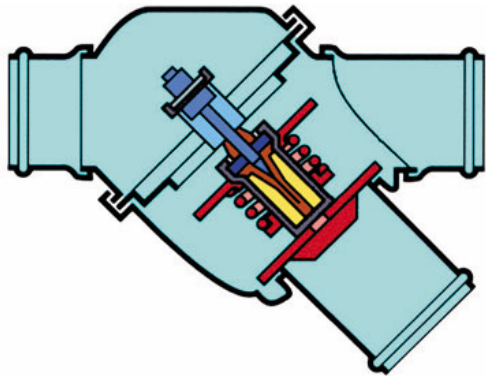
齿轮油-水热交换器负责快速加热齿轮油，并随后保证齿轮油的足够冷却。在发动机处于冷态时，齿轮油-水热交换器 (ÖWT) 的节温器把齿轮油-水热交换器接入发动机的小循环。于是齿轮油能够尽快加热。自 ÖWT 节温器回流管路上的水温达到 82 °C 起，ÖWT 节温器把齿轮油-水热交换器接入冷却液冷却器的低温回路。于是对齿轮油进行冷却。

冷风风扇

因为车辆中即使在低速时也必须提供高的冷却功率，所以要对水箱辅助通风。水箱和发动机之间的一个冷风风扇用于此目的。该风扇的驱动以电动方式实现，或者由发动机通过三角皮带传动装置以机械方式实现。根据冷却液速度控制该风扇。有时还根据行驶速度通过发动机电子控制系统附加控制。使用电动驱动装置时，电动温度开关或发动机电子控制系统接通风扇，使用机械驱动装置时一个粘液离合器负责接通。

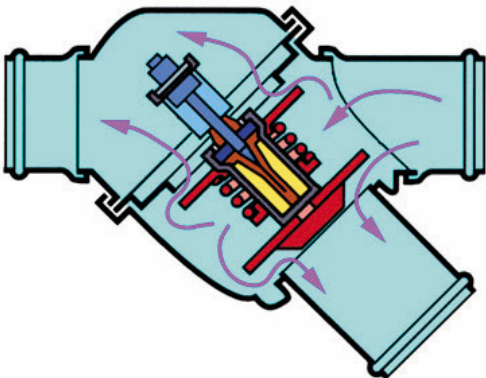
在气缸盖壁和发动机缸体壁上分布着大量冷却通道，冷却液就在这些通道中。冷却液必须持续运动，以便将热的冷却液与冷的混合。一个冷却液泵用于此目的，它通过一根三角带由曲轴的自由轴端驱动或电动驱动。不需要的热量在流过水箱时散发到空气中。然后冷却液在回路中流回冷却通道。发动机中的温度调节机构是节温器。此节温器设计成石蜡膨胀材料节温器或电子节温器。仔细观察原则上可区分两种不同的水箱运行状态。

一种运行状态是，发动机在冷机起动后尚未达到其运行温度或在运行中冷却。这时节温器关闭且由水泵驱动的冷却液仅在小循环中循环。这种运行状态用于快速加热发动机(更低磨损、更低噪声、更少废气等)和用于在冬季快速达到希望的车内温度。

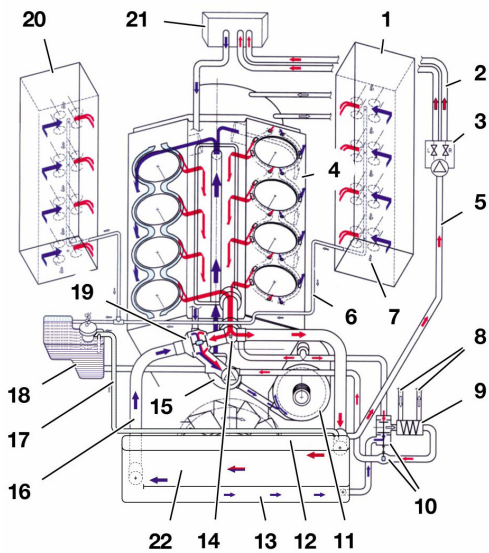


节温器已关闭

另一种运行状态是，发动机已达到其运行温度或运行温度过高。自一个规定的冷却液温度(参考点)起，节温器中的石蜡变为液态并且节温器开始打开。自这个时刻开始，冷却液另外还通过水箱循环。因此可实现冷却液温度的降低。一旦冷却液温度重新接近参考点，节温器就重新开始关闭。这个调节过程在运行中不断重复。



节温器已打开



N62 冷却系统管路

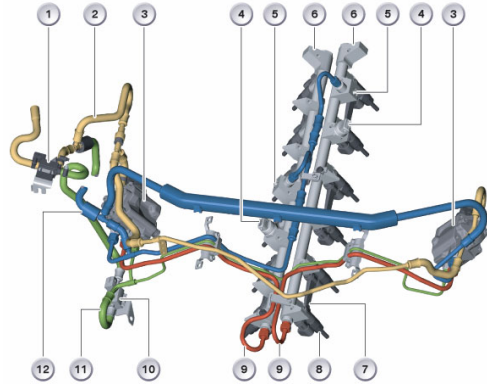
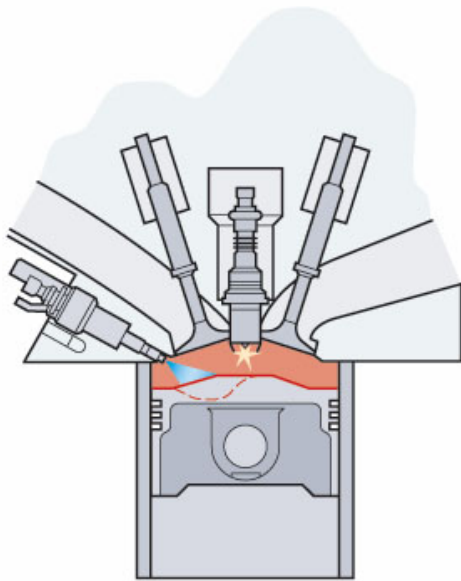
索引	说明
1	气缸列 5-8 气缸盖
2	暖风装置进水管 (右侧和左侧热交换器)
3	带电动水泵的暖水阀
4	气缸盖密封件
5	暖风装置进水管
6	气缸盖排气管
7	曲轴箱通风孔
8	齿轮油管路
9	自动变速箱的油-水热交换器
10	齿轮油热交换器的节温器
11	发电机壳体
12	水箱
13	水箱低温部分
14	温度传感器
15	水泵
16	水箱出水管
17	水箱排气管
18	热膨胀平衡罐
19	节温器
20	气缸列 1-4 气缸盖
21	汽车暖风装置
22	水箱高温部分

汽油喷射

汽油喷射是一种现代化的技术，为发动机产生可点燃的汽油空气混合气，代替以前使用的化油器。这种技术在 70 年代获得突破，随着原油价格的疯涨，必须开发新的低油耗发动机。与此同时电子装置也产生了决定性的突破。两个系统的组合改善了油耗值并同时减少了排放值。

可区分为直接喷射系统和进气管喷射系统，而这又区分为单点喷射系统和多点喷射系统 (Singlepoint /Multipoint Injection)。

直接喷射系统



直接喷射系统

索引	说明
1	压力减震器通风阀
2	通风管路
3	高压泵
4	油轨压力传感器
5	限压阀
6	油轨
7	双位压紧装置
8	高压喷射阀
9	高压管路
10	回流截止阀
11	燃油回流管路
12	进油管路

直接喷射系统由下列部件组成：

- 数字式发动机电子控制系统 DME
2 个 DME 控制发动机的各个气缸侧。
- 电动燃油泵
电动燃油泵为两个高压泵供应燃油。
- 带压力调节器和泄漏滤清器的燃油滤清器
带压力调节器的燃油滤清器调节进油管路中的燃油压力。
- 高压泵
2 个高压泵对燃油进行压缩并将其输送到油轨。
- 压力减震器通风阀
压力减震器通风阀使燃油回流到燃油回流管路中，并为燃油压力调节器通风。
- 回流截止阀
回流截止阀防止喷油系统中出现压力损失。
- 带限压阀的油轨
2 个油轨临时存储压缩的燃油并将其分配到高压喷射阀。
- 油轨压力传感器
2 个油轨压力传感器测量油轨中的当前燃油压力并报告 DME。

- 高压喷射阀
高压喷射阀把燃油在高压下直接喷射到燃烧室中。
- HDEV 控制单元
2 个 HDEV 控制单元控制高压喷射阀。

对于直接喷射系统，燃油在第二个做功冲程（压缩冲程）结束时通过一个外部高压泵和一个安装在火花塞附近的喷嘴喷入燃烧室内的压缩空气中。因此汽油发动机通过直接喷射法突破了外部混合气形成以及混合气数量调节的定义，并转为内部混合气形成与混合气质量调节。通过汽油直接喷射法，在部分负荷时只在火花塞周围产生可点燃的汽油空气混合气，而在燃烧室的其余部分存在一个（很）稀薄的混合气（燃烧室内不均匀的混合气分配）。在满负荷时通过在吸气冲程中喷射燃油形成混合气，因此在燃烧室内形成均匀的空气燃油混合气。

在公司历史上，BMW 首次随新款 12 缸发动机把一个带直接喷射系统的传动机构推上市场。这里，每个气缸各有一个高压喷嘴把精确计量的燃油直接喷射到燃烧室中，而不是进气管中。发动机以均匀的混合气驱动。在压缩冲程中原来的液态燃油汽化，并同时从周围由于压缩而加热的空气中吸收热量。发动机工程师把这种效应称为“内部冷却”。这样做的好处是，可以选择较高的压缩比。较高的压缩比又允许发动机的热效率升高；结果是功率更高。

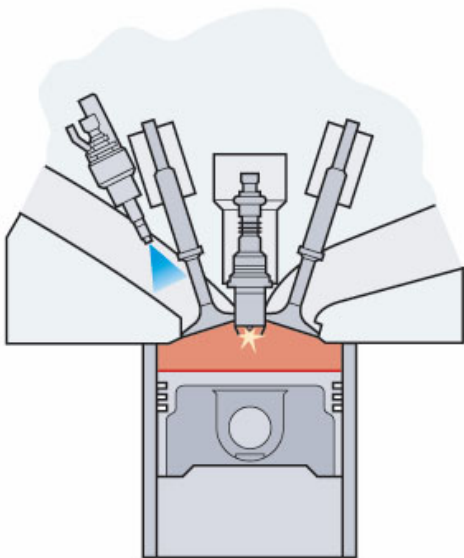
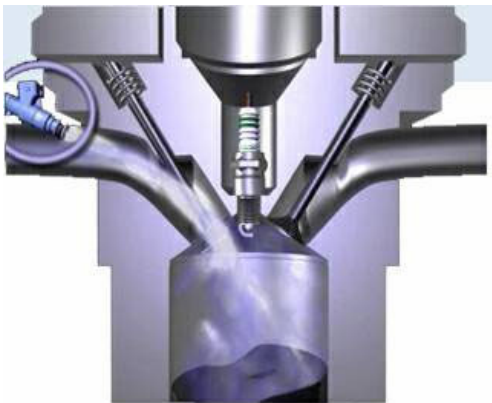
此外，六个固体声传感器监控每个气缸的燃烧过程，并能够准确调节没有爆震的燃烧过程。燃油无用的自燃被看作爆震。喷嘴定位在燃油室内的进气道下面。燃烧室形状与活塞中一个优化的槽为可靠点火和随后的最佳燃烧过程提供了最佳前提。这个几何形状保证了稳定的燃烧品质，而燃烧品质不仅直接影响废气质量，还影响功率和噪音。为了限制容积公差，燃烧室是完全切削加工的。BMW V12 不需要任何国家专用的匹配，在全球所有市场中都可使用。

每个气缸列的六个喷嘴由一个公共油轨供油，油轨根据发动机负荷和转速把燃油保持在 30 到 100 bar 的压力水平。用来喷射汽油的压力越高，油滴雾化得就越细，燃烧越好。结果意味着更高的功率、更低的油耗和废气。压力由每个气缸列的各一个喷射泵产生。这些泵安装在排气凸轮轴上方，并由第四缸和第五缸之间的一个附加凸轮驱动。BMW 在汽油直接喷射系统的应用上与竞争对手有原则性区别。他们原来使用直接喷射系统作为降低低负荷范围内的油耗的手段，直接喷射系统使发动机能够在稀混合气模式或分层进气模式下工作。然而为了开发其全部的油耗潜力，需要使用能耗高、价格昂贵且如今仍然很少长期稳定的 De-Nox 废气触媒转换器技术。

因此 BMW 为降低油耗使用另一种提供相同油耗优势的技术，不需要专用的废气触媒转换器且没有无硫燃油也行，这就是电子气门控制系统。

使用电子气门控制系统后，不再需要节气门，这是自汽油发动机发明以来在大量范围内防止其自由吸气的部件。只需要记住：节气门调节发动机功率。没有节气门必须持久油门全开驾驶。如果节气门不完全打开，它就产生损耗功率并浪费燃油。对于电子气门控制系统，节气门的任务现在由进气门的无级可调打开时间执行。它首先能够在部分负荷区节省燃油。原则上，在低负荷和低转速下行驶得越频繁，电子气门控制系统较常规节气门控制系统节省的燃油就越多。基本上在城市中就是这种情况。只要驾驶员不调用发动机可能的有效功率，在公路和高速公路上上就也能节省燃油。

进气管喷射系统



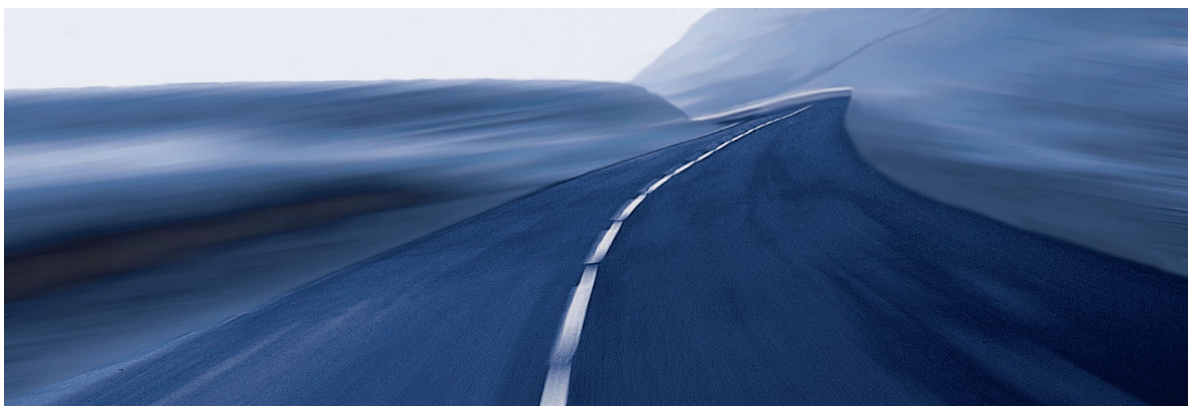
进气管喷射系统

对于进气管喷射系统，空气燃油混合气在燃烧室外面的进气管中形成。喷射阀把燃油喷射到进气门前。在进气行程中混合气通过打开的进气门流入燃烧室中。喷射阀的选择原则是，可随时满足发动机的燃油需要量，即使在满负荷和高转速时也一样。

对于高水准的驾驶理念，带电子控制节气门 (EGAS) 的发动机控制 Motronic 代表了带进气管喷射系统的汽油发动机的技术水平。其基本思想是，按照优先顺序集中控制先进发动机管理系统必须执行的许多不同功能。系统用扭矩作为中央参考量自主调节所需的空气燃油混合气。

[illegible]

[illegible]



BMW 售后服务
售后服务培训

100027 北京

传真: +86 10 8453 9976