

★评分:

EA888 发动机

发动机构造拆装实习报告

小组成员	:	张文瑞 (2020010488, 车 03)
报告总编	:	张文瑞 (2020010488, 车 03)
指导教师	:	黄 锦 川
实习时间	:	2 0 2 2 . 7 . 2 9

实 习 时 间：2022.7.25—2020.7.31

实 习 地 点：线上

小 组 成 员：张文瑞 2020010488

1 基本参数（完成人：张文瑞）

表 1 EA888 发动机基本参数

项目名称	内容
型号	1.8TSI
冲程	四冲程
进气形式	涡轮增压
气缸排列形式	直列四缸
每气缸气门数	4
配气机构	DOHC（顶置双凸轮轴）
缸径	82.5mm
行程	84.1mm
排量	1798mL
汽缸中心距	88mm
机体高度	220mm
连杆中心距	148mm
压缩比	9.8~0.4
最大功率	118kW（160PS） @5000~6200rpm
最大扭矩	250Nm @1500~4500rpm
发动机质量（按 DIN70020A 标准）	144kg
燃油标号	97（京 95 号）
机油类型	5W30 全合成机油（原厂标准）

*必要时配图说明，允许使用网络图片



图 1 EA888 发动机

2 构造分解分析

2.1 机体

机体是构成发动机的骨架，是发动机各机构和各系统的安装基础，其内、外安装着发动机的所有主要零件和附件，承受各种载荷。因此，机体必须要有足够的强度和刚度。机体组主要由气缸体、曲轴箱、气缸盖和气缸垫等零件组成。

2.1.1 气缸体

气缸体为发动机的主体部件之一，是发动机各个机构和系统的装配基体。其将各个气缸和曲轴组合成一体，从而成为了用来支撑活塞、曲轴和其他的零部件的发动机骨架。气缸体一般用灰铸铁铸成，气缸体上部的圆柱形空腔称为气缸，下半部为支承曲轴的曲轴箱，其内腔为曲轴运动的空间。在气缸体内部铸有许多加强筋，冷却水套

和润滑油道等。

气缸体有直列、V 形和水平对置三种形式，在汽车上常用直列和 V 形两种由下图 EA888 的气缸体可以看出其为四冲程直列四缸。

气缸体的工作条件十分恶劣。它要承受燃烧过程中压力和温度的急剧变化以及活塞运动的强烈摩擦，EA888 的气缸由灰铸铁铸成，铸铁缸体坚固耐用、耐压能力大，热变形小，铸造成本低。当然现在发动机缸体大部分使用铝合金铸造，性能更加优越。但是 EA888 为兼顾体积小、强度高、成本低等维度，最终采用灰铸铁铸造缸体。

1.8T 机型的铸铁缸体的壁厚主要为 3mm（相较于上一代的机型具有提升散热效率的功能），四个气缸的直径均为 82.5mm。为了实现两种排量，其主要通过改变活塞的行程，当中 1.8T 的活塞行程为 84.1mm。由于气缸壁在制造和加工的过程中，其内壁必定会出现一些纹路。虽然这些纹路可能通过接触或者观察不太明显，但是在工作的过程中，仍有部分的机油滴会进入燃烧室被消耗掉。

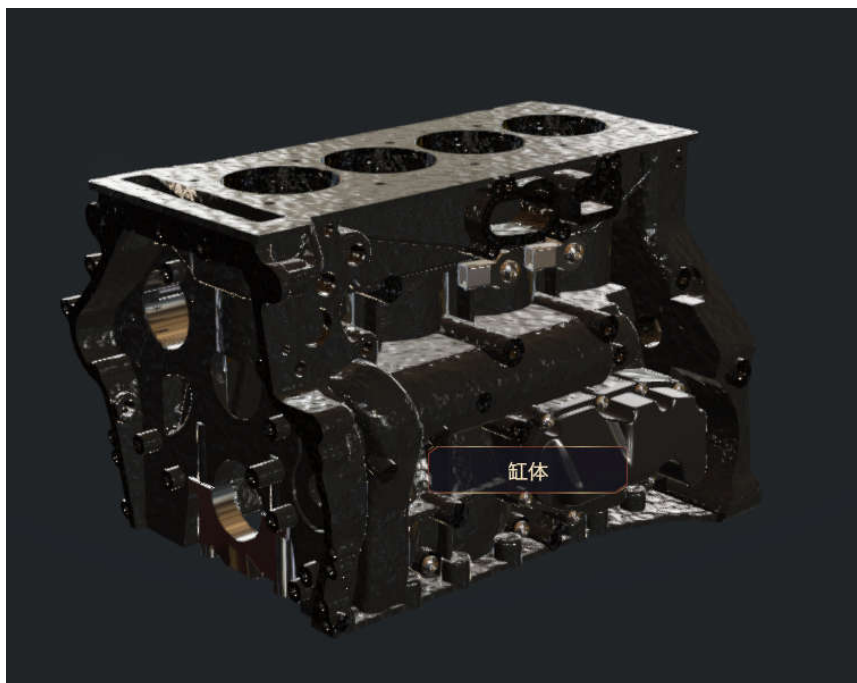


图 2 EA888 气缸体

2.1.2 气缸盖



图 3 EA888 气缸盖（左）和缸盖罩/气缸盖（右）

气缸盖由两部分组成，分别为缸盖罩和气缸盖主体，如图 3 所示。气缸盖是由铸铁或铝合金铸制，是气门机构的安装基体，也是气缸的密封盖，与气缸及活塞顶部组成燃烧室。许多已采用把凸轮轴支撑座及挺杆导向孔座与气缸盖铸成一体的结构。

由于气缸盖不仅需要在高温高压的环境下工作，而且也得承受气体力和紧固汽缸盖螺栓的负荷，因此其密封与散热性能要求均较高。一般来说缸盖是整体式的一个，但是当大缸径机一盖难以压紧是通常会采用分块式，由图可知 EA888 采用的是分块式的汽缸盖。

EA888 发动机的汽缸盖，将排气歧管集成到汽缸盖中，这样废气再循环冷却可在汽缸盖内流动。排气和进气凸轮轴有可变气门正时功能。排气凸轮轴还有气门升程切换功能，可使气门在两个不同的凸轮轮廓上打开和关闭。

2.1.3 缸垫

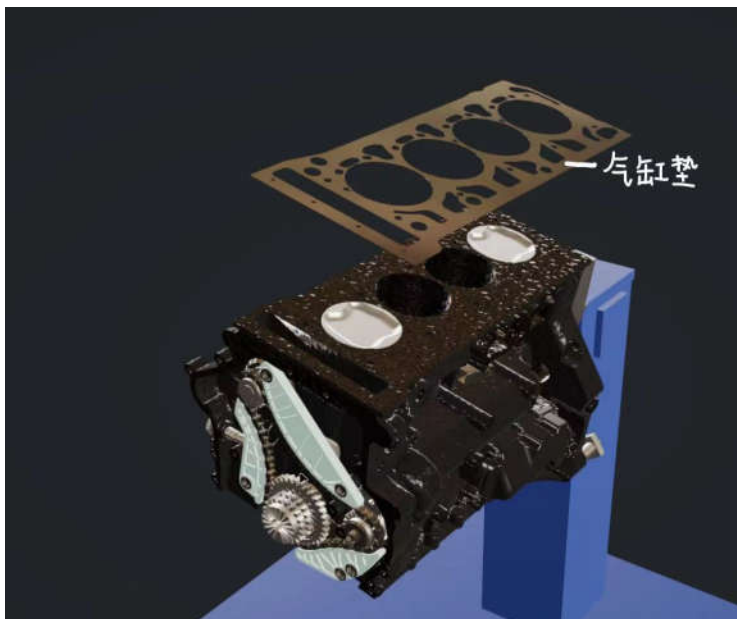


图 4 EA888 气缸垫

气缸垫位于气缸盖与气缸体之间又称气缸床。其功用是填补气缸体和气缸盖之间

的微观孔隙,保证结合面处有良好的密封性,进而保证燃烧室的密封 防止气缸漏气和水套漏水。随着内燃机的不断强化,热负荷和机械负荷均不断增加,气缸垫的密封性愈来愈重要.对结构和材料的要求是:在高温高压和高腐蚀的燃气作用条件下具有足够的强度,耐热;不少损或变质,耐腐蚀;具有一定的弹性,能补偿结合面的不平度,以保证密封、使用寿命长。

通过观察 EA888 发动机,可知气缸垫采用全金属衬垫,采用橡胶环密封冷却液孔。

2.1.4 气缸底

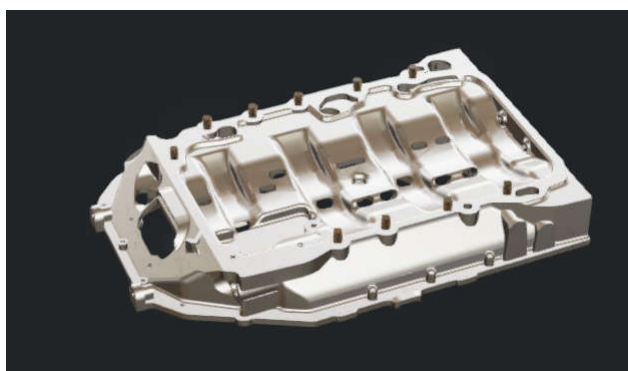


图 5 EA888 气缸底

气缸底作为气缸机体的底座,起到支撑、承受载荷作用,支撑发动机的机体。

2.2 曲柄连杆机构

曲柄连杆机构发动机的主要运动机构。其功用是将活塞的往复运动转变为曲轴的旋转运动,同时将作用于活塞上的力转变为曲轴对外输出的转矩,以驱动汽车车轮转动。曲柄连杆机构由活塞组、连杆组和曲轴、飞轮组等零部件组成。曲柄连杆机构的作用是提供燃烧场所,把燃料燃烧后产生的气体作用在活塞顶上的膨胀压力转变为曲轴旋转的转矩,不断输出动力。

通过观察 EA888 的发动机发现其曲轴采用的是全支撑形式,采用 5 道钢质主轴支撑,8 块平衡块配重,使得 EA888 发动机曲轴连杆机构的强度和刚度都比较好,不容易磨损过度。同时,为了强化轴瓦在水平方向上固定刚体的能力, EA888 与传统的发动机不同在于除了通过两个螺栓实现轴瓦在垂直方向上固定刚体的能力,而且也增加了额外的六个螺栓在水平方向上固定缸体。

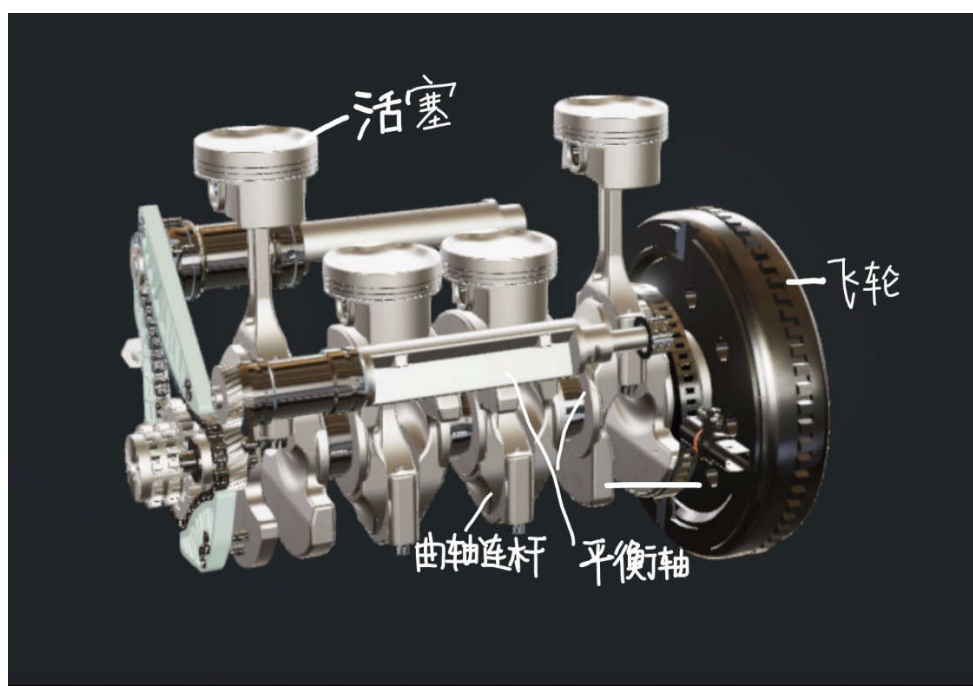


图 6 EA888 曲柄连杆机构

2.2.1 活塞（及燃烧室）



图 7 活塞及其内部结构

活塞的作用是与气缸盖、气缸壁等共同组成燃烧室，并承受气缸中气体压力，通过活塞销将作用力传给连杆，以推动曲轴旋转。

活塞可分为头部、环槽部和裙部三部分。

活塞头部：活塞是燃烧室的组成部分，其形状取决于燃烧室的形式。常见的活塞头部形状有平顶式、凹顶式和凸顶式。

活塞环槽部：活塞环安装在活塞环槽内。汽油机一般由 2~3 道环槽,上面 1~2 道用来安装气环,实现气缸的密封;最下面的一道用来安装油环.在油环槽底面上钻有

许多径向回油孔,当活塞向下运动时,油环把气缸壁上多余的机油刮下来经回油孔流回油底壳。若温度过高,第一道环容易产生积碳,出现过热卡死现象。

活塞裙部: 活塞裙部起导向作用。



图 8 活塞具体机构及顶部结构

具体的, 分析 EA888 的活塞部分:

首先 EA888 的活塞顶部是凹顶式, 由上图可以看出, 其活塞顶部不是平整的而是凹进去的。其主要的原因是除了可以避让气门机构, 而且也可以促进燃烧室内的气流运动。

在活塞环槽部分, EA888 发动机的活塞一共有三道活塞环, 其中两道为气环, 一道为油环。在第一道和第二道的气环上的端口改造成 L 型的结构, 从而防止废气进入曲轴箱, 提升曲轴箱的压力, 从而减少机油的损耗。

2.2.2 连杆

连杆实例图可见活塞部分图 8。

连杆的作用是将活塞承受的力传给曲轴, 并使活塞的往复运动转变为曲轴的旋转运动。连杆由连杆体、连杆盖、连杆螺栓和连杆轴瓦等零件组成, 连杆体与连杆盖分为连杆小头、杆身和连杆大头。

连杆小头用来安装活塞销, 以连接活塞。杆身通常做成“工”或“H”形断面, 以求在满足强度和刚度要求的前提下减少质量。连杆大头与曲轴的连杆轴颈相连。一般做成分开式, 与杆身切开的一半称为连杆盖, 二者靠连杆螺栓连接为一体。连杆轴瓦安装在连杆大头孔座中, 与曲轴上的连杆轴颈装和在一起, 是发动机中最重要的配合副之一。常用的减磨合金主要有白合金、铜铅合金和铝基合金。EA888 发动机的连

杆为典型的涨断式梯形连杆。

2.2.3 曲轴飞轮

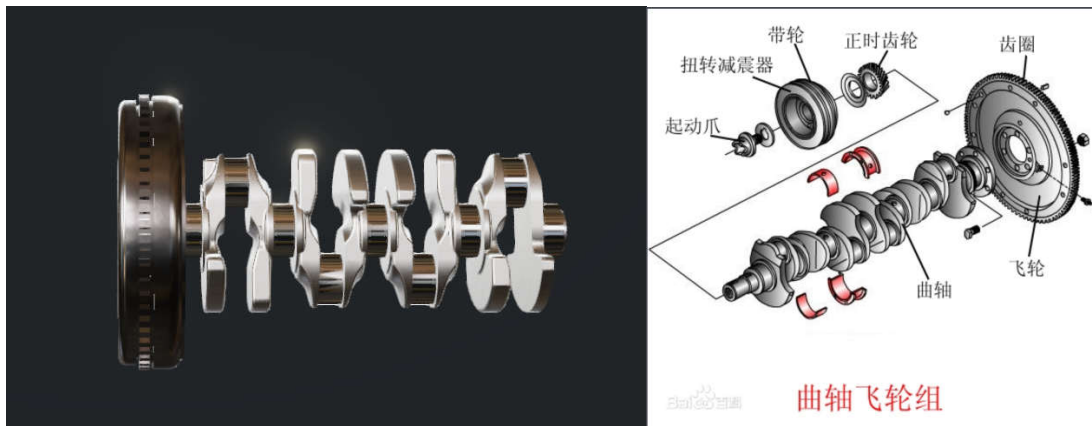


图 9 曲轴飞轮

曲轴飞轮组主要由曲轴、飞轮和一些附件组成。

曲轴：曲轴是发动机最重要的机件之一。其作用是将活塞连杆组传来的气体作用力转变成曲轴的旋转力矩对外输出，并驱动发动机的配气机构及其他辅助装置工作。曲轴一般选用强度高、耐冲击韧度和耐磨性能好的优质中碳结构钢、优质中碳合金钢或高强度球墨铸铁来锻造或铸造。曲轴的轴向定位一般采用止推片或翻边轴瓦，定位装置装在前端第一道主轴承处或中部某轴承处。

2.3 配气机构

发动机配气机构是按照发动机每一气缸内所进行的工作循环和点火顺序的要求，定时开启和关闭各气缸的进、排气门，使新鲜的可燃混合气或空气得以及时进入气缸，废气得以及时从气缸排出。在压缩与作功行程中，关闭气门保证燃烧室的密封。

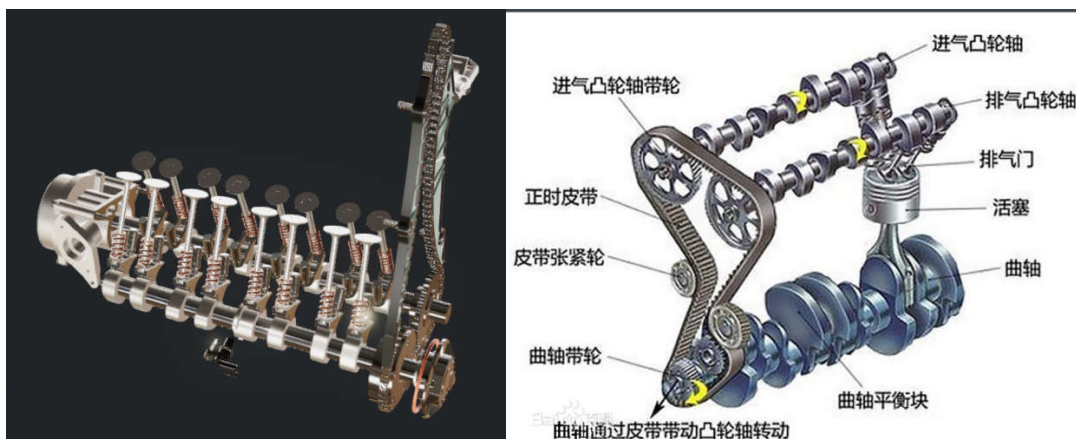


图 10 配气机构

2.3.1 气门



图 11 EA888 气门

气门组包括气门、气门导管、气门座及气门弹簧等零件

气门是由气门头部和杆部组成。气门头部温度很高，而且还承受气体的压力、气门弹簧的作用力和传动组件惯性力，其润滑、冷却条件差，要求气门必须有一定强度、刚度、耐热和耐磨性能。气门头部的形状有平顶、球面顶和喇叭顶等。由图中可知，EA888 使用的是平顶的。平顶气门头部结构简单、制造方便、吸热面积小、质量较小、进排气门都可以使用。

气门导管的作用是起导向作用，保证气门做直线运动。使气门与气门座能正确贴合。此外，气门导管还在气门杆与汽缸体之间起导热作用。

气门弹簧的功用是克服在气门关闭过程中气门及传动件的惯性力，防止各传动件之间的惯性的作用产生间隙。保证气门及时坐落并紧密接触，防止气门在发动机震动时发生跳动，破坏其密封性。

2.3.2 气门驱动（DOHC）



图 12 EA888 双凸轮轴机构

EA888 发动机采用 DOHC 气门驱动方式，DOHC 缩写自 Double Over Head Camshaft（双凸轮轴），即使用 2 根凸轮轴分别驱动进气与排气门的设计。此设计减轻了凸轮轴的负担，不仅能更加确实地执行开关气门的动作，同时可以降低气门结构体附件的往复运动质量（即惯性），以获得高转速表现。该配置也容易取得高输出功率，因此几乎所有的高性能引擎都采用这种设计

2.3.3 配气定时及 VVT

可变气门正时（VVT, Variable Valve Timing），是一种用于汽车活塞式发动机中的技术。VVT 技术可以调节发动机进气排气系统的重叠时间与正时，降低油耗并提升效率。具体的可见下图

驱动条件	凸轮轴位置的改变	目标	结果
怠速	无变化	最小化气门重叠	怠速转速稳定
发动机轻载	气门正时延迟	气门重叠角减少	发动机输出稳定
发动机中等负载	气门正时提前	气门重叠角增加	高燃油经济性和低排放
重载时，低转速到中等转速	气门正时提前	进气门提前关闭 提前开-提前关	提高低到中等档位扭矩
高转速和重载	气门正时延迟	进气门延迟关闭 延迟开-延迟关	提高发动机输出

进气提前开—排气迟后关
重叠角增大 进气提前开---排气不变
 进气不变---排气迟后关

EA888 发动机采用了进气可变气门正时技术，能有效提高进排气效率。主要是通过位于进气凸轮轴的叶片式液压调节器来实现气门正时可变。叶片式调节器由外壳体、内部叶片转子以及位于叶片转子内部的锁销组成。外壳体与外部的正时齿轮固定，由曲轴带动。而内部的叶片则直接与进气门凸轮轴固定，并与之一同旋转。

工作原理主要是通过凸轮轴调节阀控制相应管道中的液压油，来驱动调节器中

的叶片，进而带动凸轮轴旋转，实现气门开闭的提前或延迟，可调范围达到 60° 的曲轴转角。

2.4 燃油供给系统

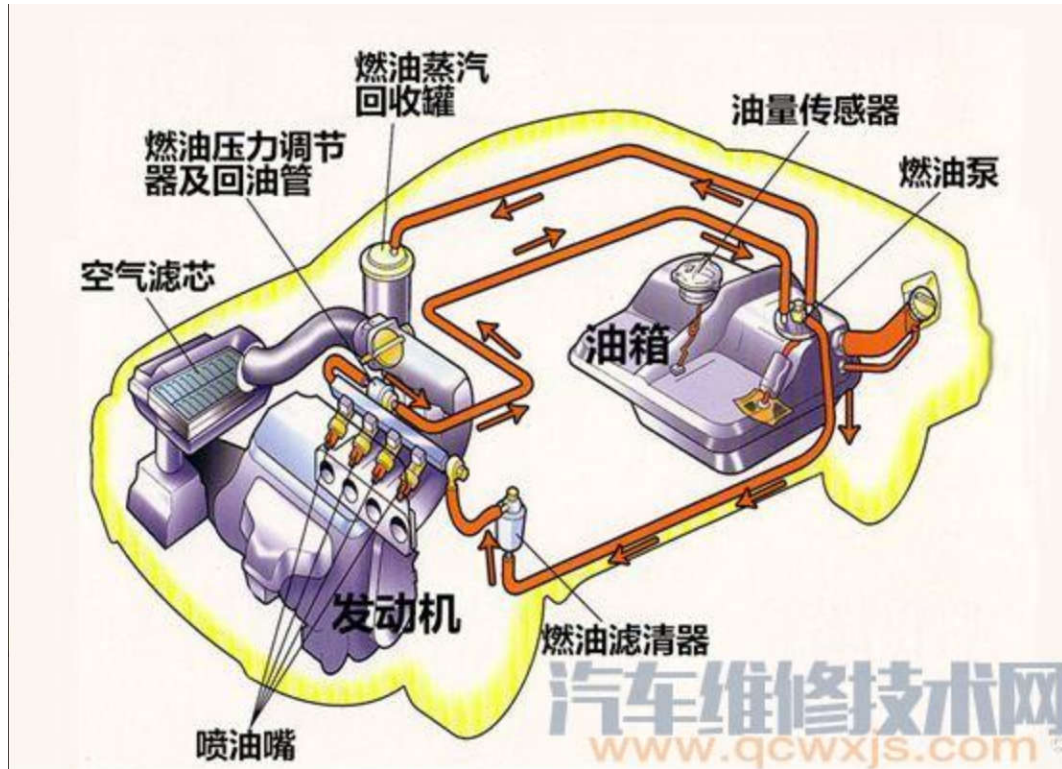


图 13 燃油供给系统图

燃油供给系统主要由燃油箱、燃油泵、燃油滤清器、燃油压力调节阀、高压油泵、油轨、输油管和回油管组成。发动机中主要包括高压油泵、高压油管、高压油轨、喷油器、压力传感器



图 14 EA888 燃油供给系统

2.4.1 喷油泵

EA888 喷油泵如图 12 所示。喷油泵主要由泵油机构、供油量调节机构、驱动机构、喷油泵体四大部分构成。其工作主要分为三个过程：

吸油过程：柱塞由凸轮轴的凸轮驱动，当凸轮的凸起部分离开柱塞时，柱塞在柱塞弹簧的作用下下移，油腔容积增大，压力减小；当柱塞套上的径向进油孔露出时，低压油腔中的燃油便顺着进油孔流入泵腔。

泵油过程：当凸轮的凸起部分将柱塞顶起时，泵腔内的容积减小，压力增大，燃油顺着柱塞套上的径向油孔流回低压油腔；当柱塞上行到将柱塞套上的径向油孔完全堵上时，泵腔上的压力迅速增加；当此压力克服出油阀弹簧的预紧力时，出油阀上移；当出油阀上的减压环带离开阀座时，高压柴油便泵到高压油管中，经喷油器喷入气缸中。

回油过程：随着柱塞的继续上移，当柱塞上的斜槽与柱塞套上的径向油孔相通时，泵腔中的燃油便通过柱塞上的轴向油道，斜油道及柱塞套上的油孔流回到低压油腔，泵油停止。

2.4.2 油轨

EA888 油轨如图 12 所示。高压油轨，用来存贮燃油，同时抑制由于高压泵供油和喷油器喷油产生的压力波动，确保系统压力稳定。高压油轨为各缸共同所有，其为共轨系统的标志。油轨压力传感器的作用是以足够的精度、在较短的时间内测定油轨中燃油的实时压力，并将压力信号转换为电压信号同时传递给 ECU,实现对喷油精度和喷油时机的控制。

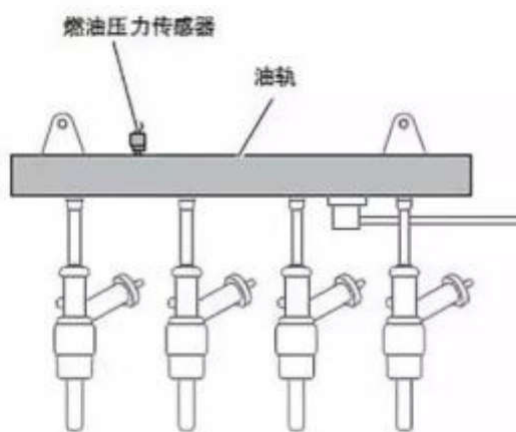


图 13 油轨示意图

2.4.3 喷油器

喷油器的工作原理是：高压油通过喷油器供油口泵进入，喷油器体内产生高压作用到喷油嘴锥面上，当油压超过调定值时喷油嘴阀芯开启，高压油从喷嘴小孔喷出，呈雾状到发动机缸筒内燃烧，使活塞往复运行。喷油器是一种加工精度非常高的精密器件，要求其动态流量范围大，抗堵塞和抗污染能力强以及雾化性能好。喷油器接受 ECU 送来的喷油脉冲信号，精确地控制燃油喷射量。喷油器的喷雾特性包括雾化粒度、油雾分布、油束方向、射程和扩散锥角等。



图 14 EA888 喷油器

2.5 进排气及增压系统

2.5.1 进气道及进气调节

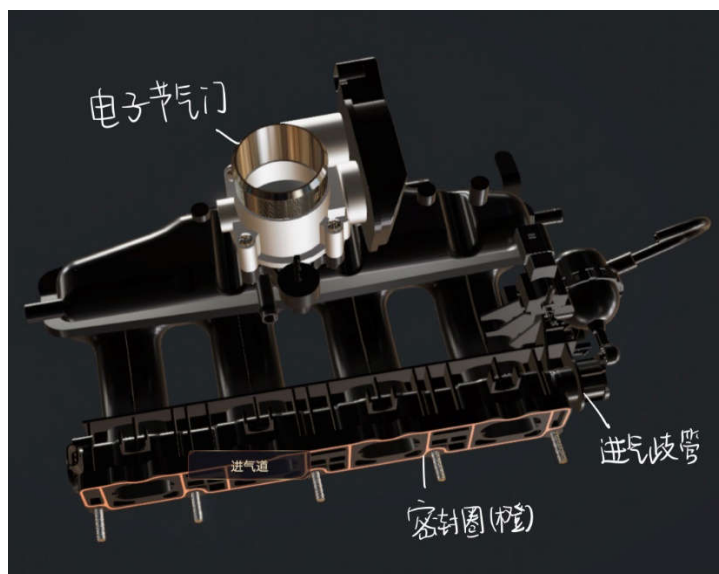


图 15 EA888 进气机构

进气系统的主要功用是为发动机输送清洁、干燥、充足而稳定的空气以满足发动机的需求，避免空气中杂质及大颗粒粉尘进入发动机燃烧室造成发动机异常磨损。通过观察 EA888 发动机的节气门可知其采用的是电子节气门，安装在进气歧管的前端，

节气门的开度主要是由步进电机 G186 来驱动的，它主要是通过节气门在高功率下的全开位置以及怠速位置之间的无极定位。发动机工作时，通过操纵节气门的开度，以此来改变进气量，控制发动机的运转。进入发动机的空气经空气滤清器滤去尘埃等杂质后，流经空气流量计，沿节气门通道进入动力腔，再经进气歧管送入汽缸内点火燃烧，产生动力。发动机冷车怠速运转时，部份空气经附加空气阀或急速控制阀绕过节气门进入气缸。

2.5.2 排气道



图 16 EA888 排气机构

排气歧管，是与发动机气缸体相连的，将各缸的排气集中起来导入排气总管，带有分歧的管路。对它的要求主要是，尽量减少排气阻力，并避免各缸之间相互干扰。排气过分集中时，各缸之间会产生相互干扰，也就是某缸排气时，正好碰到别的缸窜来的没有排净的废气。这样，就会增加排气的阻力，进而降低发动机的输出功率。解决的办法是，使各缸的排气尽量分开，每缸一个分支，或者两缸一个分支，并使每个分支尽量加长并独立成型以减少不同管内的气体相互影响。

由图可以看出，由于 EA888 是直列四缸，因此排气歧管共有四个，即每缸都有一个排气歧管。由图中也可以看出在排气歧管前段有一层排气密封片，保证机构气密性良好，防止废气泄露，防止漏气导致发动机输出功率的降低及防止漏气带来的危害。

2.5.3 增压器

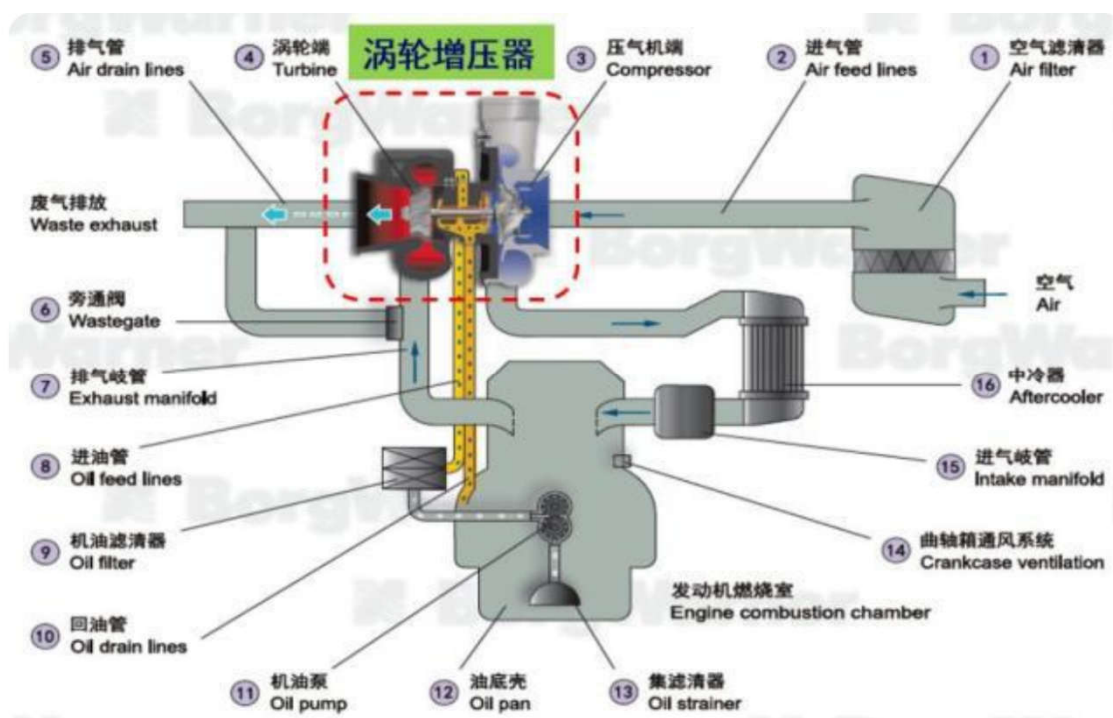


图 17 EA888 中涡轮增压器位置

涡轮增压器工作原理：

通过排出废气时产生的动力转变成进气管的压力，排气管和进气管内有风叶片，当发动机工作时产生废气，排气管的叶片转动，从而增加进气压力，加大油门时排气也会随之增加，进气会随排气增加而增加。

具体的过程是发动机排气推动涡轮旋转，涡轮带动同一根轴上的压叶轮旋转，外界新鲜空气在压叶轮旋转的离心力作用下被加压，即密度增加。

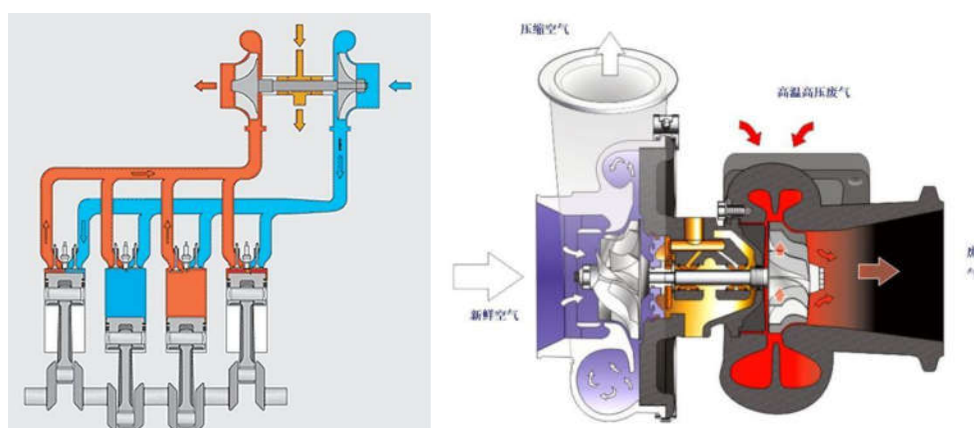


图 18 涡轮增压器的原理图

2.6 冷却系统

冷却系统的主要工作是将热量散发到空气中以防止发动机过热，但冷却系统还有其他重要作用。汽车中的发动机在适当的高温状态下运行状况最好。如果发动机变冷，就会加快组件的磨损，从而使发动机效率降低并且排放出更多污染物。因此，冷却系统的另一重要作用是使发动机尽快升温，并使其保持恒温。

2.6.1 冷却系统总图

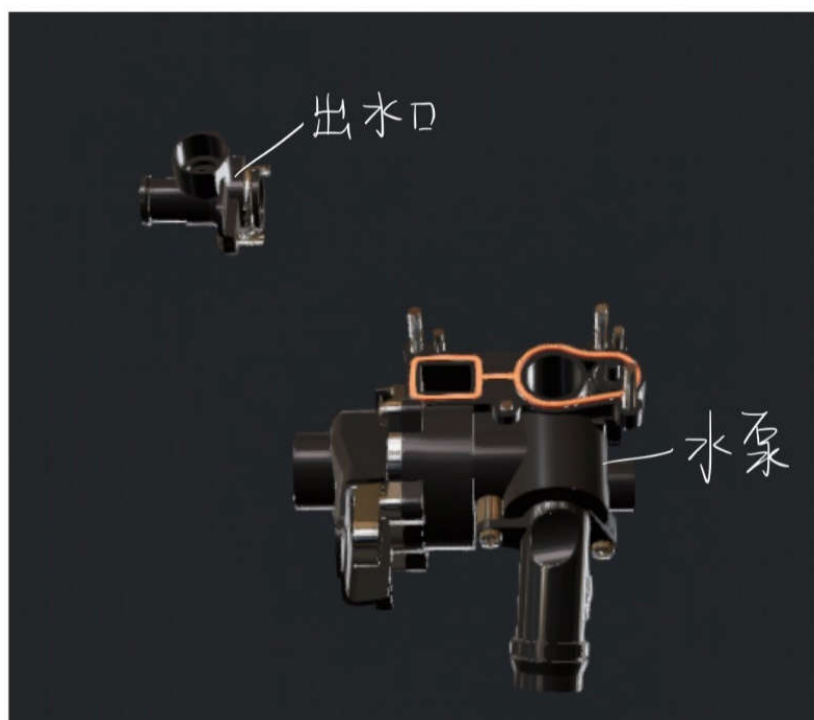


图 19 EA888 冷却系统

2.6.2 冷却系统部件

由图可以得出 EA888 采用以水冷方式为主的冷却系统。



图 20 冷却系统示意图(左)和旋转阀组件（右）

热管理系统的两个主要部件是集成式废气冷却系统，以及用于实现全电子冷却液控制的模块。

全电子冷却液控制模块部件：

冷却液泵、水泵。水泵由进气侧的平衡轴通过皮带驱动装置来驱动。由两个传动齿轮产生的变速比使得水泵的转速与曲轴大致相同。冷却液泵的传动轴上使用了一个直径较大的驱动轮。冷却液泵的传动轴上还有一个和传动轴焊接在一起的翼型齿轮，能给皮带装置引入空气和冷却。

旋转阀组件。旋转阀组件主要包含冷却液泵、两个旋转阀、恒温器、带转向角度传感器的齿轮和用于控制冷却液流的发动机温度调节执行器等。

执行器电机通过一个齿轮驱动旋转阀 1。它控制冷却液在机油冷却器、发动机和主水冷却器之间流动。旋转阀 2 通过一个中间齿轮由旋转阀 1 上的齿形门驱动。控制板上的转向角传感器（霍尔传感器）将旋转阀位置发送至发动机控制单元。

集成式废气冷却系统：

具体如图 20 左所示，集成式废气冷却系统主要是通过汽车在高速度行驶下，将少量的废气重新循环进入进气门。集成式废气冷却系统除了能够降低气缸的废气温度，而且也能够减少汽车尾气 NOx 的排放

2.7 润滑系统

2.7.1 润滑系统总图

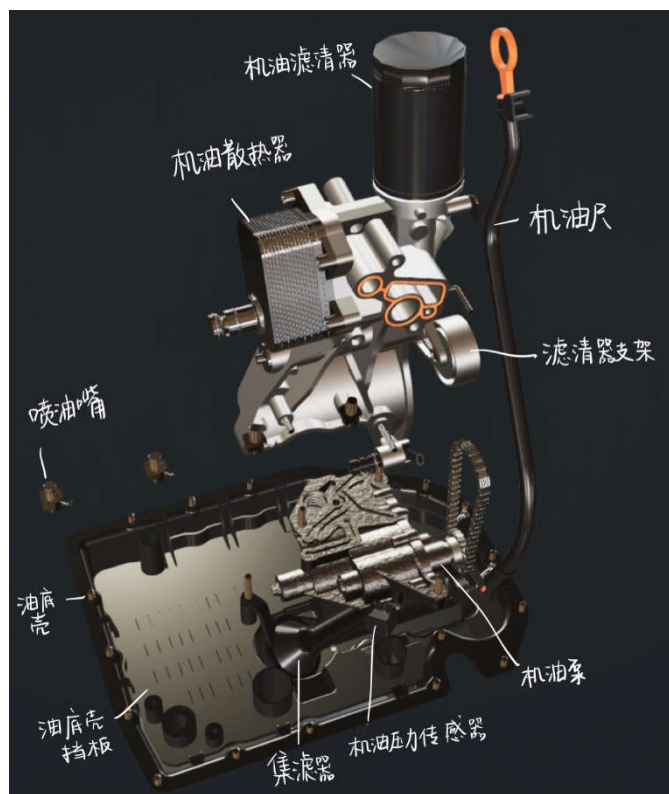


图 21 EA888 润滑系统总图

润滑系统是由机油散热器、机油滤清器、机油尺及机油压力传感器、滤清器支架、机油泵、集滤器、油底壳、油底壳挡板等构成。其主要的功能是向需要润滑部位不断地提供足够及温度适当的的润滑剂（机油），并且在润滑表面之间形成油膜，以实现液体摩擦从而减小摩擦阻力，使得发动机降低功率消耗、减轻机件磨损，此外还有对零件表面进行清洗和冷却的作用，最终达到提高发动机工作可靠性和耐久性的目的。

2.7.2 润滑系统部件

机油泵：

EA888 采用两段式外部机油泵，两段式外部机油泵通过单独的链条由曲轴驱动。安装于两段式外部齿轮机油泵中的滑动装置,能够让两个泵齿轮沿纵向移动,实现两段式泵动力控制。如果两个齿轮的高度完全相等,泵以最大的动力运行;如果两个齿轮一起被推动,则泵以更小的动力运行。

此外，EA888 发动机采用可变排量机油泵，主要是通过调节泵齿轮的供油量来实

现机油压力的调节。

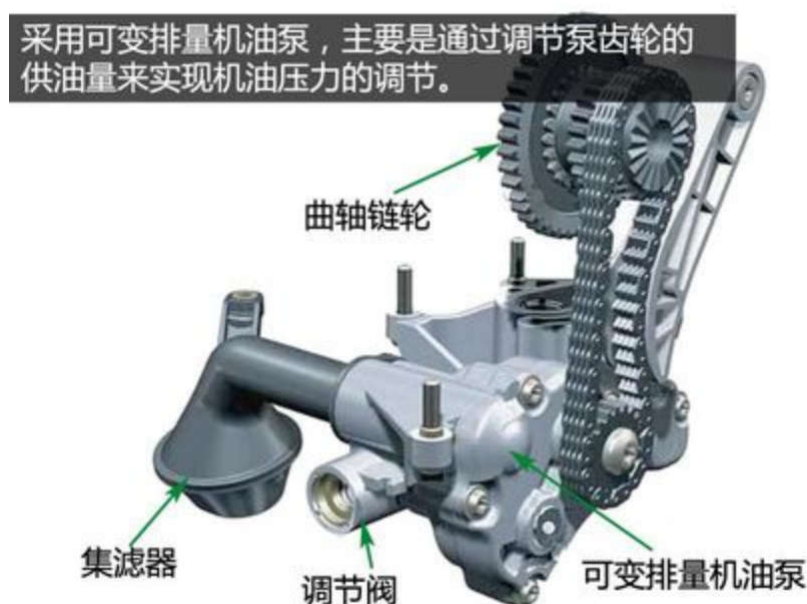


图 22 可变排量机油泵

机油滤清器、集滤器：

机油滤清器，又称机油格。发动机工作过程中，金属磨屑、尘土、高温下被氧化的积碳和胶状沉淀物、水等不断混入润滑油。机油滤清器的作用就是滤掉这些机械杂质和胶质，保持润滑油的清洁，延长其使用期限。

油底壳：

EA888 油底壳分为三层，最上层是气缸底，有铝合金制造，和缸体固定在一起，并由密封胶将四周进行密封。上层油底壳主要用来安装机油泵，同时也可以加强缸体。中层油底壳由塑料制成，主要是为了防止汽车在颠簸路面上机油过度晃动。下层油底壳有钢板冲压而成，他主要用于存放机油。机油的放油螺栓固定在其下部。



图 23 油底壳上、中、下三层

2.8 汽油机点火系统



图 24 EA888 汽油点火系统（左）及其组成（中、右）

点火系统是汽油发动机中用以引燃气缸中可燃混合气体的装置，它的功用是按气缸点火次序定时地向火花塞提供足够能量的高压电，使火花塞电极间产生火花，从而点燃气缸内被压缩的可燃混合气。点火的基本机理，是在火花塞的两个电极之间加上直流电压，使电极之间的气体发生电离现象，随着电极间的电压升高，气体电离程度不断增强，当电压增长到一定值时，火花塞两电极间的间隙被击穿而产生电火花。

有图可知，EA888 的点火系统由点火线圈和火花塞组成另外还有蓄电池、发电机、分电器等组件。其工作原理为，发动机工作时，ECU 根据接收到的来自各种传感器的信号以及存储在存储器中的相关程序和数据，确定最佳点火提前角和通电时间，并据此向点火器发出指令。根据指令，点火器控制点火线圈初级电路的通断。当电路接通时，电流流过点火线圈中的初级电路，点火线圈以磁场的形式储存点火能量。当一次回路切断时，在二次线圈中产生高感应电动势(15 至 20KV)，通过分电器或直接送到工作缸的火花塞。

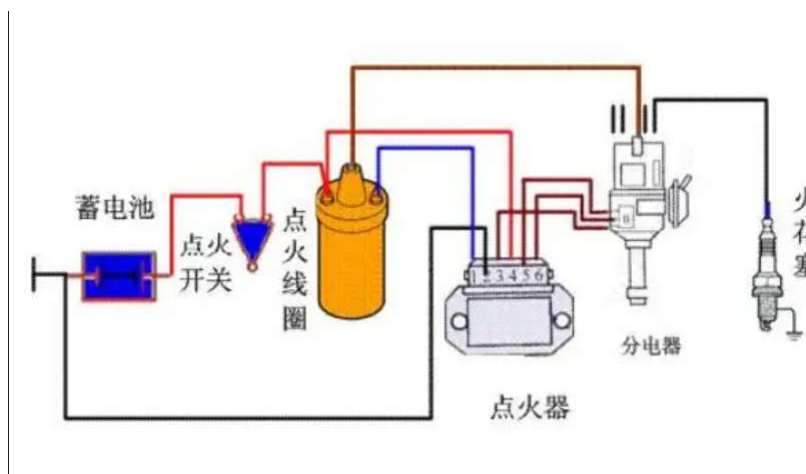


图 25 点火系统电路简图

3 分析、总结

3.1 编写配气正时拆装简明指南

未找到相关资料。

3.2 编写电控发动机传感器、执行器清单

（1）电控发动机传感器

氧传感器

进气温度传感器

空气流量传感器

水温传感器

进气歧管温度压力传感器

保证传感器

机油压力传感器

凸轮轴位置传感器

曲轴位置传感器

（2）电控发动机执行

点火线圈

燃油泵

燃油泵继电器

喷油器

进气控制阀

怠速控制阀

活性炭罐电磁阀

废气再循环控制电磁阀

二次空气泵

3.3 简要总评本机型发动机结构技术特征

1.4 气门技术

2.灰铸铁气缸体

3.内置双平衡轴的发动机缸体

EA888 发动机采用了双平衡轴，位于气缸体的下端两侧，由曲轴和链条驱动。利用两根平衡轴自身的旋转产生的离心力正好与曲轴产生的离心力方向相反，可以抵消

掉大部分的振动，从而增强发动机动平衡状态特性，降低噪音。

大众 EA888 发动机同样集合了缸内直喷、水冷涡轮增压、可变气门正时等先进技术，拥有更低的油耗、排放以及更强劲的动力输出，与 EA111 1.4TSI 发动机相比，EA888 发动机采用了双平衡轴、气门滚珠摇臂与发电启动一体机等技术，使发动机运转更为平顺、噪音进一步降低。

4.连续可调进气门正时系统

EA888 发动机采用了进气可变气门正时技术，能有效提高进排气效率。主要是通过位于进气凸轮轴的叶片式液压调节器来实现气门正时可变。

叶片式调节器由外壳体、内部叶片转子以及位于叶片转子内部的锁销组成。外壳体与外部的正时齿轮固定，由曲轴带动。而内部的叶片则直接与进气门凸轮轴固定，并与之一同旋转。工作原理主要是通过凸轮轴调节阀控制相应管道中的液压油，来驱动调节器中的叶片，进而带动凸轮轴旋转，实现气门开闭的提前或延迟，可调范围达到 60° 的曲轴转角。

5.进气可调的进气歧管

通过控制进气歧管翻板的开闭，可以满足发动机在不同工况下的充气需求。如发动机在低速工况时，通过进气歧管翻板关闭下进气通道，可以减少气流通过的横截面，来增加气流流速，结合活塞顶的特殊设计，有效形成强烈的进气涡流，有利于混合气的形成与雾化。

6.多点高压喷射单元

燃油供给系统是实现缸内直喷最为关键的一部分，燃油要喷入压力非常高的气缸内，就必须具备足够的喷射压力。

高压燃油泵是燃油加压的关键环节，EA888 发动机的燃油泵是一个结构简单的单柱塞泵，靠进气凸轮轴上的四方(四点式)凸轮来驱动。四点式凸轮可使油泵供油行程和各缸相应喷油过程同步，各缸喷油均匀性和重复性比较好。高压燃油泵产生最大的油压为 150bar，根据发动机工况需要，通过对油压控制阀的调节，燃油压力可在 50bar-150bar 之间调节。采用 6 喷孔喷油器，喷嘴锥角为 50° ，更有利于汽油与空气的充分混合。

7.带有废气涡轮增压器的排气歧管

8.内置电控旁通阀的涡轮增压器

9.均质进气模式

10.可变排量机油泵

传统的机油泵工作中，随着发动机转速的增加，机油压力也不断增大，机油的压

力主要是通过机油泵内部的限压阀限制，但是这时的机油泵仍然运行在最大输出量，不仅消耗发动机的动力，而且输入的能量转化为热能，加速了机油的老化。

EA888 发动机采用可变排量机油泵，主要是通过调节泵齿轮的供油量来实现机油压力的调节。怎样来实现的?主要是通过机油泵内部两个泵齿轮相对移动来实现的。两个泵齿轮无位移(正对着)，供油能力最大;两个泵齿轮最大轴向位移(偏移)，供油量最小。

参考文献

- [1]气缸体结构形式, <https://www.qinxue365.com/qcwxxz/256647.html>
- [2]大众 EA888 1.8L 发动机机体设计与分析,
<https://max.book118.com/html/2019/0622/7113200104002034.shtm>
- [3]百度百科.气缸盖,
<https://baike.baidu.com/item/%E6%B1%BD%E7%BC%B8%E7%9B%96/4290841?fr=aladdin>
- [4]汽车之声.大众 EA888 发动机参数及技术特点,
<https://www.qches.com/news/201905/25737.html>
- [5]百度百科.气缸垫,
<https://baike.baidu.com/item/%E6%B1%BD%E7%BC%B8%E5%9E%AB/559803?fr=aladdin>
- [6]百度百科.曲柄连杆机构,
<https://baike.baidu.com/item/%E6%9B%B2%E6%9F%84%E8%BF%9E%E6%9D%86%E6%9C%BA%E6%9E%84/5703799?fr=aladdin>
- [7]知乎.气门驱动方式, <https://zhuanlan.zhihu.com/p/297945814>
- [8]百度百科.配气机构,
<https://baike.baidu.com/item/%E9%85%8D%E6%B0%94%E6%9C%BA%E6%9E%84/5705730?fr=aladdin>
- [9]豆丁网.配气正时与 VVT 原理, <https://www.docin.com/p-2045681446.html>
- [10]百度百科.喷油泵,
<https://baike.baidu.com/item/%E5%96%B7%E6%B2%B9%E6%B3%B5/10788937?fr=aladdin>
- [11] 传感器工作原理及检修---油轨压力传感器,
<https://b2b.baidu.com/m/q/alandle?q=%E6%B2%B9%E8%BD%A8&id=qid5fdf2ecd3618b62a5b6baa8dc7b20c7f&answer=11966723176086777746&fid=84606976,1659168926328&pi=b2b.qland....7250387225919950>
- [12]懂车帝. 大众 EA888 发动机的解析（十六）,
<https://www.dongchedi.com/article/7079297508207313422>
- [13]汽车维修技术网.汽车进气系统作用的介绍,
<https://www.qcwxs.com/yongchezhihi/11504.html>
- [14]百度百科.排气歧管,

<https://baike.baidu.com/item/%E6%8E%92%E6%B0%94%E6%AD%A7%E7%AE%A1/7960590?fr=aladdin>

[15] 百度知道. EA888—涡轮增压器详细介绍及故障分析,

<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1641801434540630632&wfr=spider&for=pc>

[16] 知乎. 大众第 3 代 EA888 发动机设计开发深度解密②——冷却热管理双喷射系统,

<https://zhuanlan.zhihu.com/p/54695964>

[17] 百度百科. 机油滤清器,

<https://baike.baidu.com/item/%E6%9C%BA%E6%B2%B9%E6%BB%A4%E6%B8%85%E5%99%A8/4291690?fr=aladdin>

[18] 汽修宝典. 大众 EA888 发动机润滑系统图解, 大众 EA888 发动机润滑系统图解 - 汽修宝典 (goviewtech.com)

[19] 百度百科. 汽油机点火系统,

<https://baike.baidu.com/item/%E6%B1%BD%E6%B2%B9%E6%9C%BA%E7%82%B9%E7%81%AB%E7%B3%BB%E7%BB%9F/12600091?fr=aladdin#2>

[20] 太平洋汽车. EA888 发动机的技术特性, <http://baike.pcauto.com.cn/75/112.html>

[21] 百度百科. 大众 EA888 发动机,

https://baike.baidu.com/item/%E5%A4%A7%E4%BC%97EA888%E5%8F%91%E5%8A%A8%E6%9C%BA/833782?fromtitle=EA888&fromid=10566803&fr=aladdin#1_1

[22] 个人图书馆. EA888 发动机结构讲解,

http://www.360doc.com/content/22/0513/10/79560009_1031122763.shtml

[23] 常保利. 一汽大众第三代 EA888 发动机详解[J]. 汽车维修与保养, 2010(09):30-33. DOI:10.13825/j.cnki.motorchina.2010.09.014.

附 A 报告要求

1 报告格式与排版

- ✧ 本模板已经包含主要的文本样式，具体信息可在“样式”工具栏查询使用。文本样式引自《清华大学硕士学位论文写作指南》，可自行下载详细阅读。
- ✧ “样式”工具栏中可用的标准样式包括：1 章标题、2 一级节标题、3 二级节标题，4 三级节标题，5 正文，6 有表达式的段落，7 公式表达式，8 表名表序，9 表格内容，A 图名图序，B 插图，C 页眉，D 页脚。
- ✧ 报告附图有以下 3 种方法：电子版报告内直接附照片/CAD 图、报告纸预留空白手工作图、手工作图后裁剪粘贴至留白处。尽量控制报告中图片尺寸一致，图片宽度不宜大于 15cm，大型复杂图形可独占一页，插图与图片标注应尽量在同一页上。
- ✧ 附图还应满足以下要求：图片清晰、标注清楚、与正文叙述一致、机械制图必须规范；不能堆砌图片代替描述分析；分析类作业不能直接使用实验指导书附图、资料扫描图、网络图片，应采用实物图片或自行绘图。