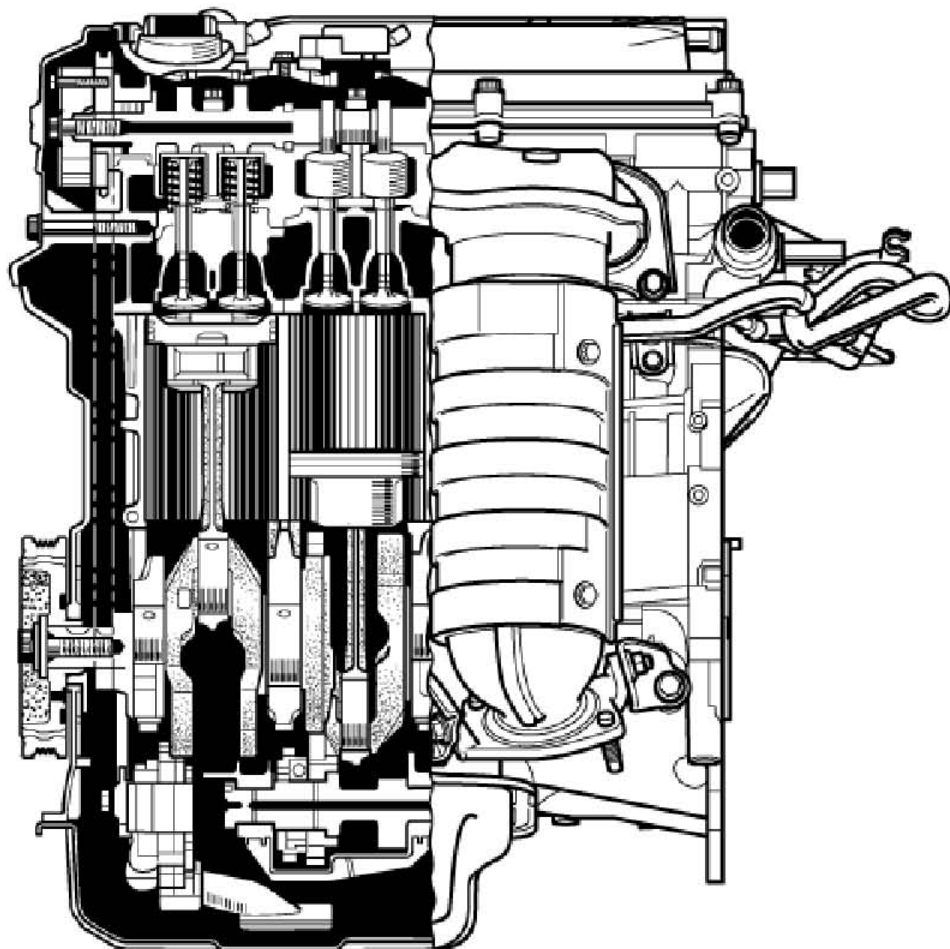
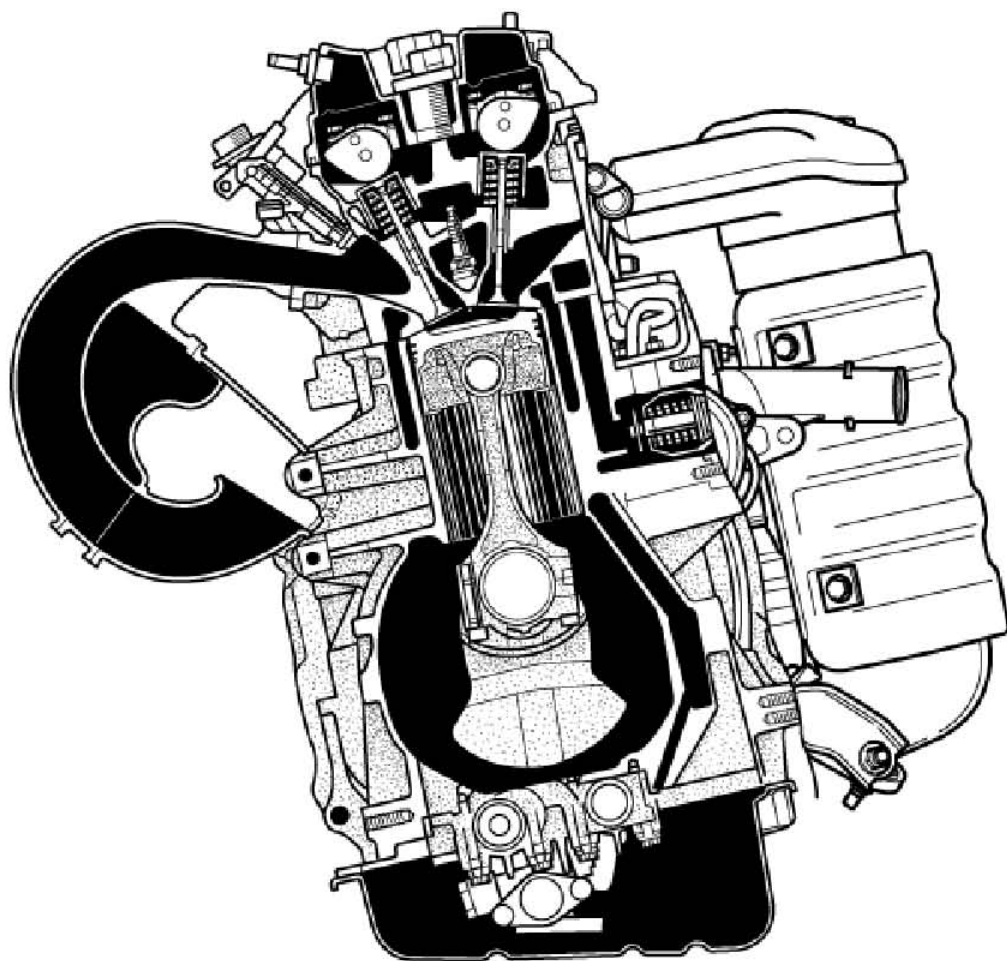


1. (3AZ-FXE) 发动机

1.1 描述

- 1). 3AZ-FXE发动机是一款直列式4缸2.4升16气门DOHC发动机。该发动机采用智能可变气门正时 (VVT-i) 系统、直接点火系统 (DIS) 和智能电子节气门控制系统 (ETCS-i)。这些控制功能可以提高发动机性能、改善燃油经济性并实现清洁排放。
- 2). 3AZ-FXE发动机采用了阿特金森循环高膨胀比发动机, 提高了热效率并能改善燃油经济性。





发动机规格

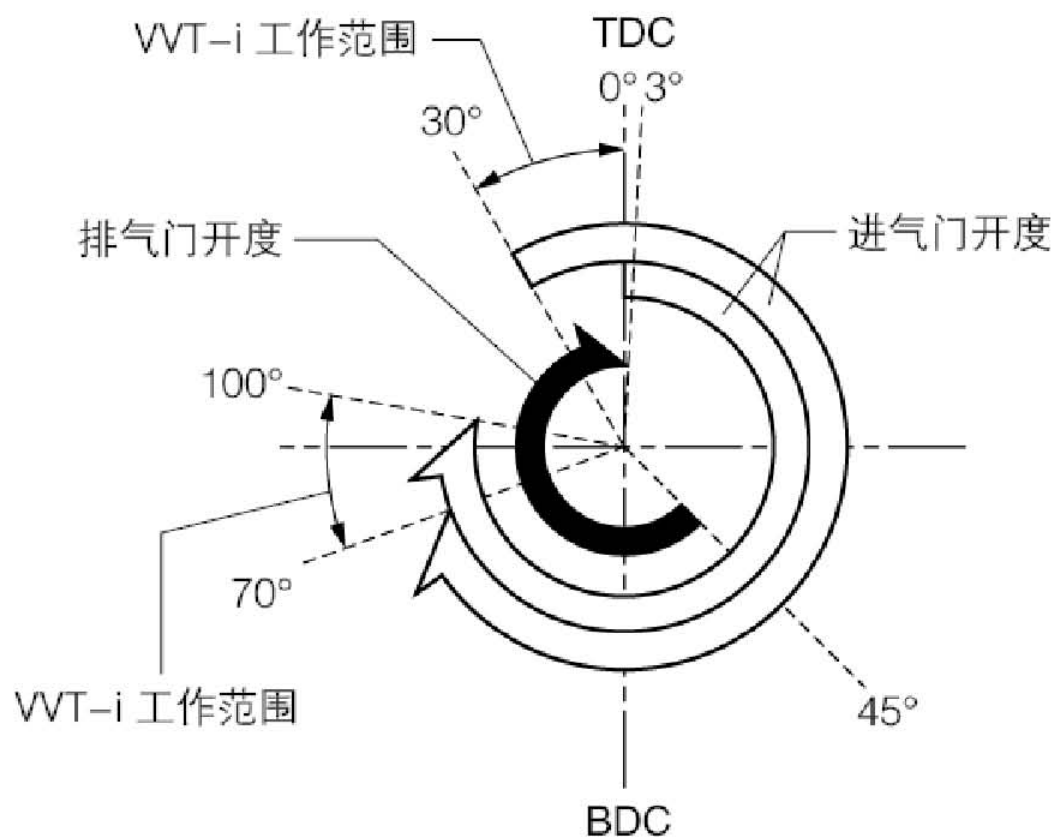
发动机型号		3AZ-FXE
气缸数和排列形式		4 缸，直列式
气门机构		16 气门DOHC、链条传动（带VVT-i）
燃烧室		屋脊式
进气和排气气流		横流式
燃油系统		SFI
排量cm ³ (cu. in.)		2,362 (144.1)
缸径×行程mm(in.)		88.5×96.0 (3.48×3.78)
压缩比		12.5:1
最大输出功率 (SAE-NET)		110kW @ 6,000rpm
最大扭矩 (SAE-NET)		187N·m @4,400rpm
油液容量	净注入量	5.0升 (5.3US qts, 4.4Imp. qts)
	带机油滤清器	4.3升 (4.5US qts, 3.8Imp. qts)
	不带机油滤清器	4.1升 (4.3US qts, 3.6Imp. qts)
机油等级		API级SL “节能型”、SM “节能型” 或ILSAC

发动机冷却液	类型		丰田原厂超级长效冷却液或以下产品 * 1
	容量		6.2升(6.6USqts, 5.5Imp. qts)
火花塞	类型	电装	SK20R11（铱金）
		NGK	IFR6A11（铱金）
	火花塞盖mm(in.)		1.0至1.1（0.0394至0.0433）
点火次序			1—3—4—2
研究法辛烷值			91或更高
排放法规			欧IV
发动机使用质量 * 2（参考） kg(1b)			126(278)

*1: 类似的不含硅酸盐、胺、亚硝酸盐和硼酸盐, 由长效复合有机酸技术 (采用长效复合有机酸技术制成且由低磷酸盐和低有机酸混合组成的冷却液) 制成的优质乙二醇基冷却液。

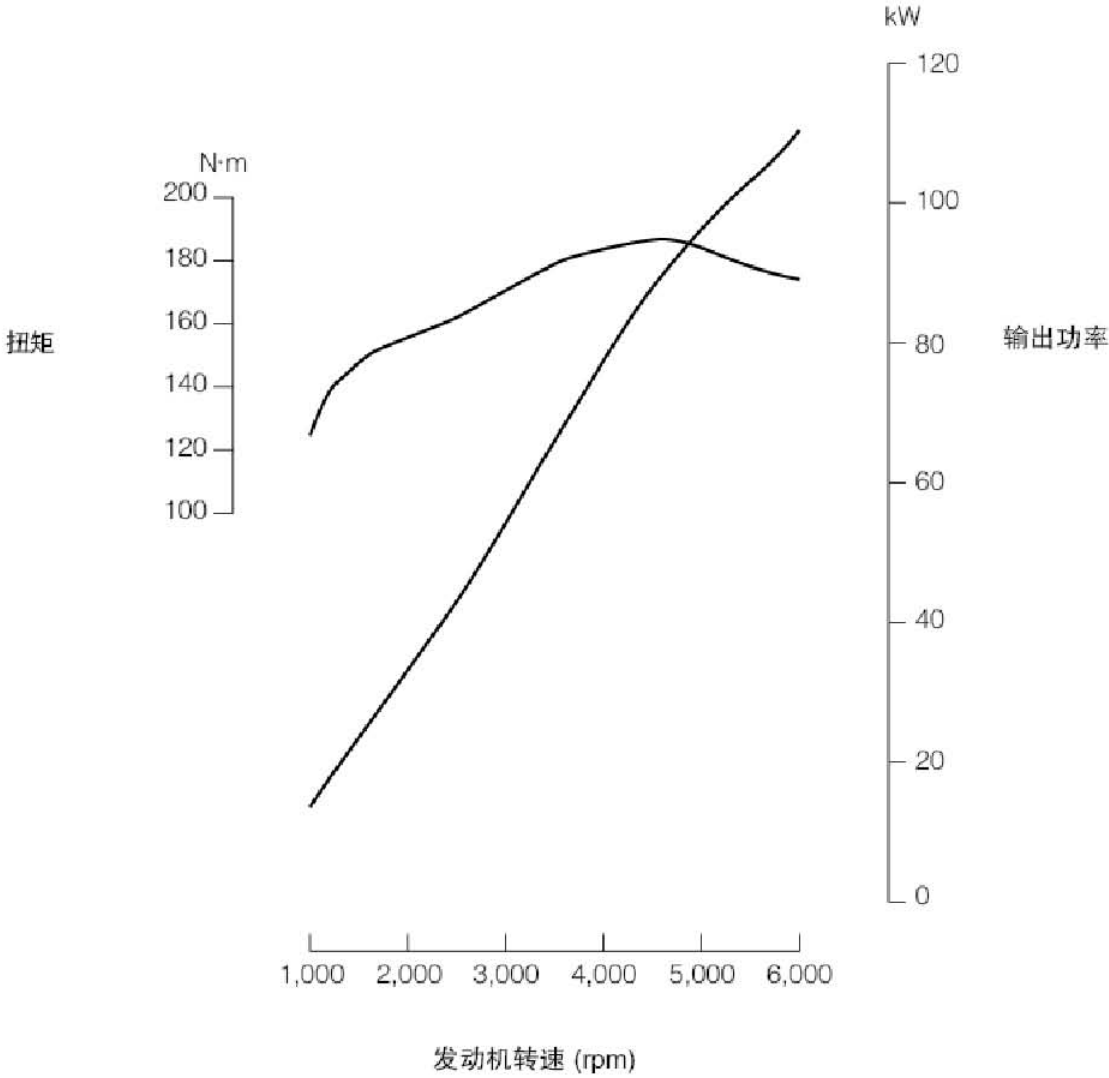
*2: 所示数字是零件注满冷却液和机油时的重量。

气门正时



进气	打开	0° 至 30° BTDC
	关闭	100° 至 70° ABDC
排气	打开	45° BBDC
	关闭	3° ATDC

外特性曲线



1.2 (3AZ-FXE) 发动机特征

3AZ-FXE发动机具有下列特征，实现了下列性能。

- (1) 高性能和高可靠性
- (2) 低噪音和低振动
- (3) 轻质和紧凑设计
- (4) 便于维修保养
- (5) 清洁排放和燃油经济性

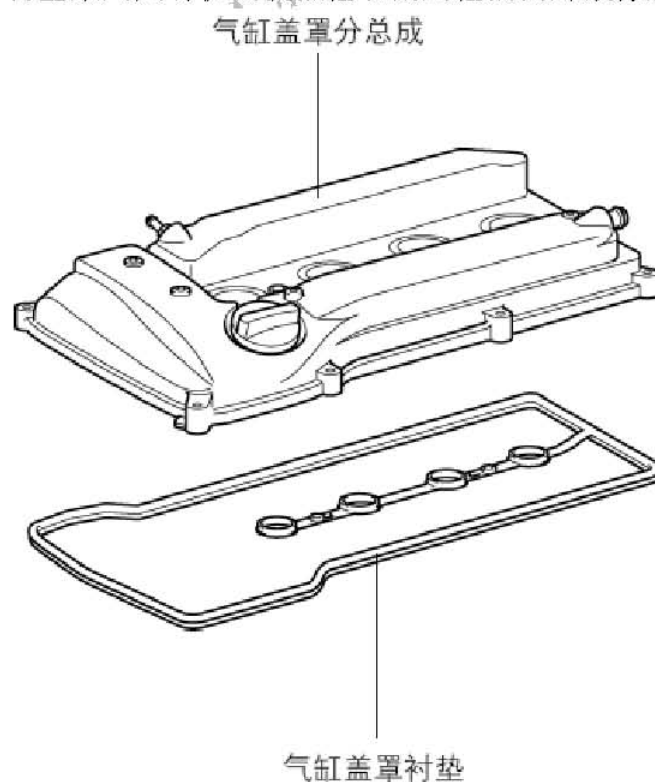
项目		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
采用高膨胀比的阿特金森循环。						○
发动机特性	采用垂直型进气口。	○				
	采用铝合金制成的气缸体分总成。			○		
	活塞头为锥形挤压式。	○				○
	连杆总成和连杆盖由高强度钢板制成。			○		
	采用带树脂齿轮的1号和2号平衡轴。		○	○		

气门机构	采用智能可变气门正时 (VVT-i) 系统。	○				○
	采用正时链条分总成和多楔带张紧器总成。		○	○	○	
冷却系统	使用丰田原厂超级长效冷却液 (SLLC)。				○	
进气和排气系统	空气滤清器盖分总成采用碳滤清器。					○
	进气歧管由塑料制成。			○		
	采用紧凑、双壁结构排气歧管。					○
	采用双路排气控制系统。	○	○			
	采用陶瓷型三元催化转化器 (TWC)。					○
燃油系统	采用无回流燃油系统。			○	○	○
	采用12孔型喷油器。	○				○
	采用快速连接器来连接燃油软管和燃油管。				○	
点火系统	采用直接点火系统 (DIS)。	○			○	○
	采用铱尖火花塞。	○			○	
发动机控制系统	采用智能电子节气门控制系统 (ETCS-i)。	○				○

1.2.1 发动机特性

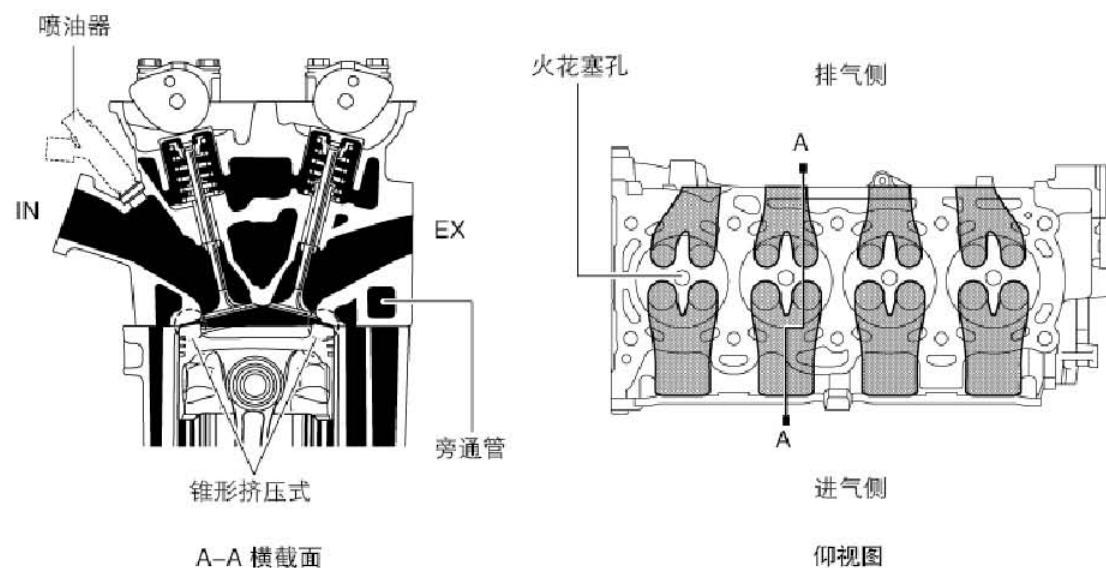
1). 气缸盖罩分总成

- A). 气缸盖罩衬垫与火花塞衬垫集成一体，以减少零件数量。
- B). 气缸盖罩衬垫采用具有优良抗热性和耐用性的丙烯酸橡胶。

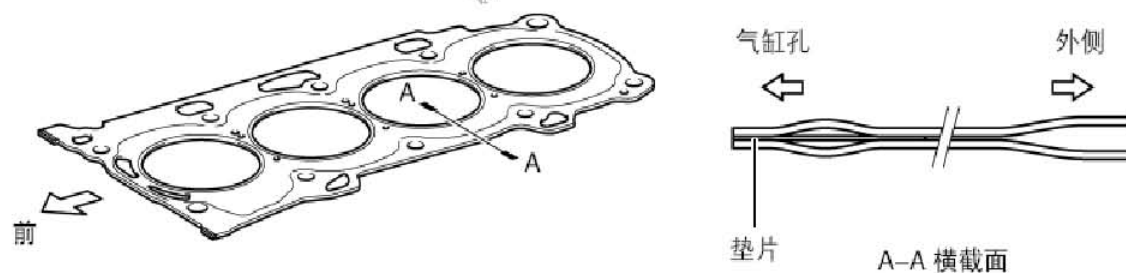


2). 气缸盖分总成和气缸盖衬垫

- A). 铝制气缸盖内有一个屋脊式燃烧室。火花塞位于燃烧室中心，以提高发动机的抗爆震性能。
- B). 通过采用锥形挤压式燃烧室可提高发动机抗爆震性能并确保燃油经济性。
- C). 垂直进气口用于提高进气效率。
- D). 将喷油器安装在气缸盖内，使喷油器尽可能靠近燃烧室喷射燃油。这可以防止燃油黏附在进气口壁上，从而减少HC废气排放量。
- E). 优化气缸盖分总成内的水套路径，以确保冷却性能。此外，在排气口下安装了水旁通管，以减少零件数量并减轻重量。

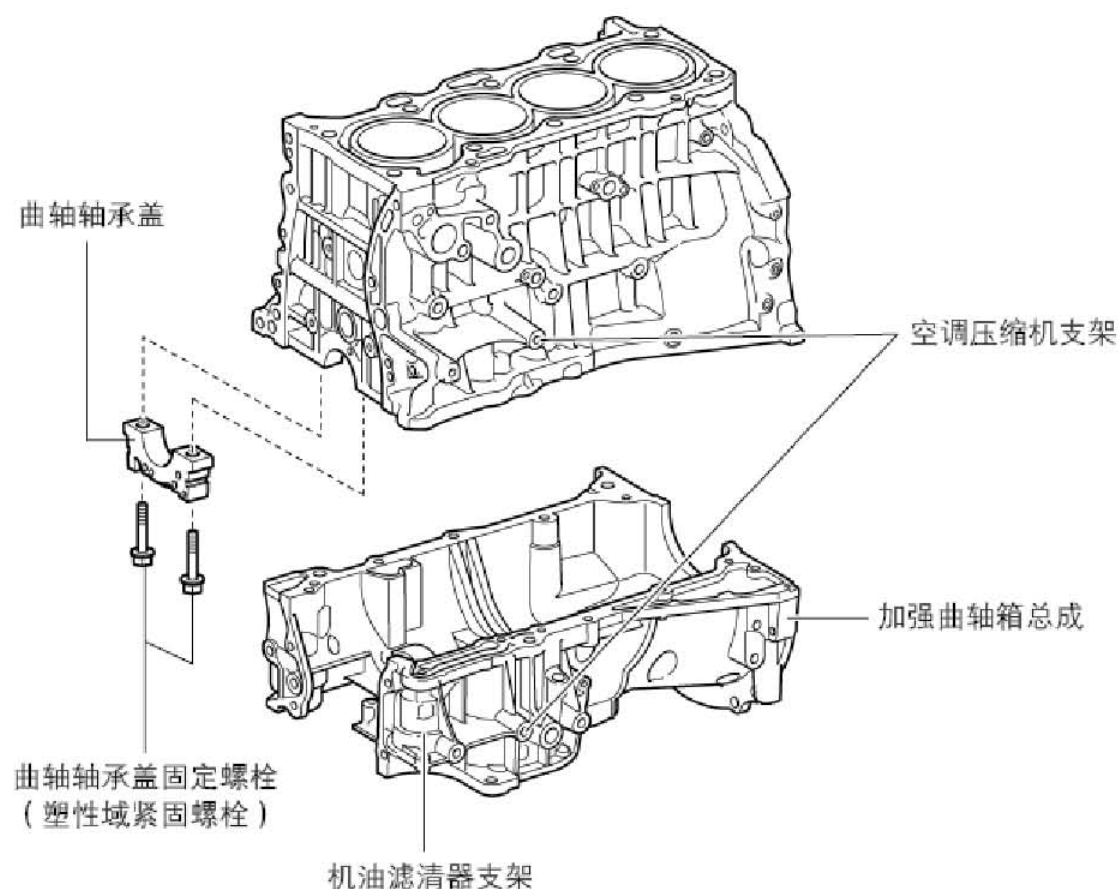


- F). 采用钢层压型气缸盖衬垫。在衬垫的气缸孔周围使用垫片，以增加密封性和耐久性。

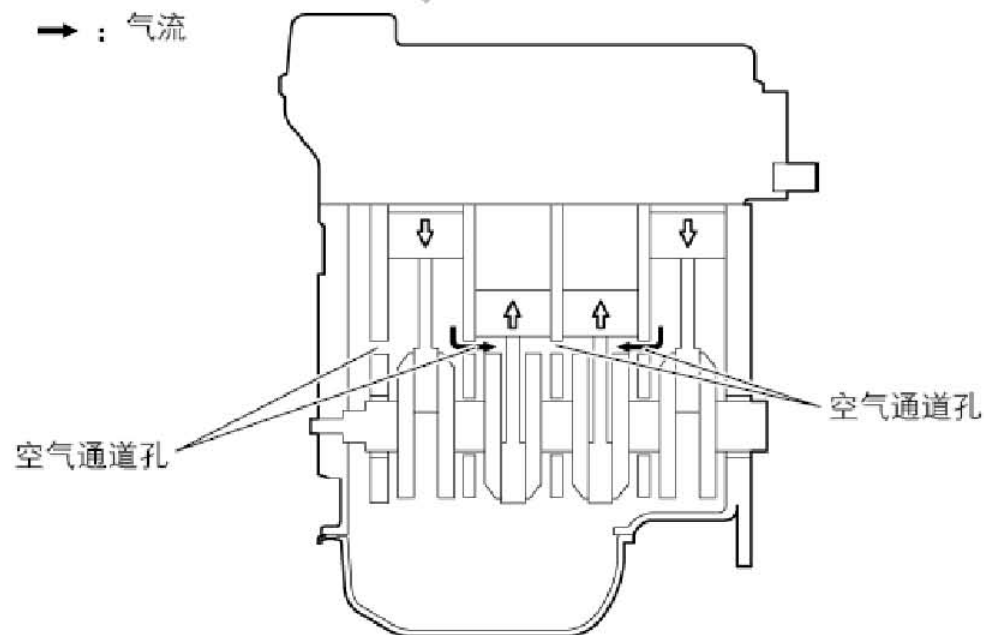


3). 气缸体分总成

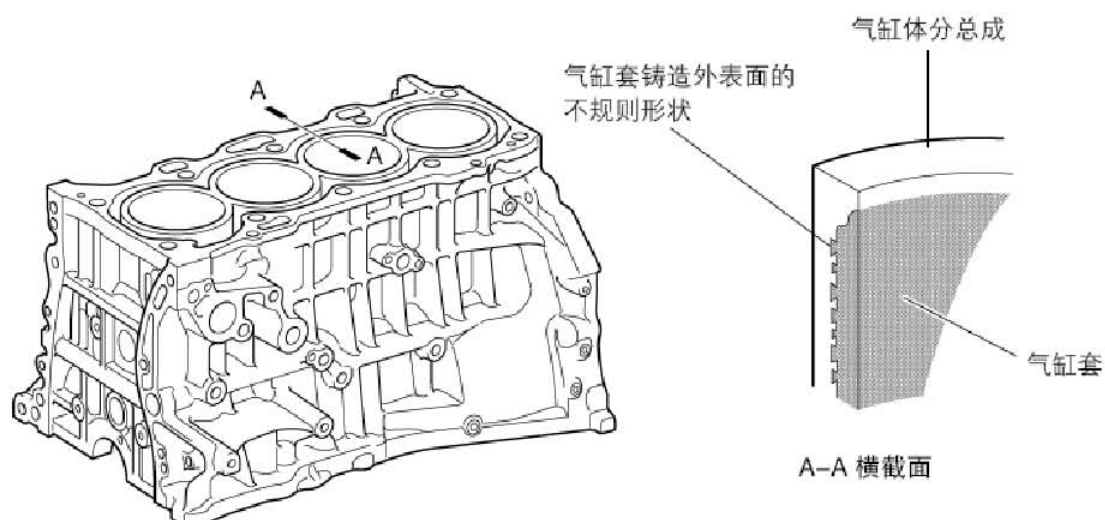
- A). 气缸体分总成由铝合金制成。
- B). 将薄型铸铁气缸套和铝合金气缸体分总成制造成一个整体，使设计更加紧凑。气缸套很薄，不能重镗。
- C). 空调压缩机支架与气缸体分总成和加强曲轴箱总成集成一体。
- D). 机油滤清器支架与加强曲轴箱总成集成一体。



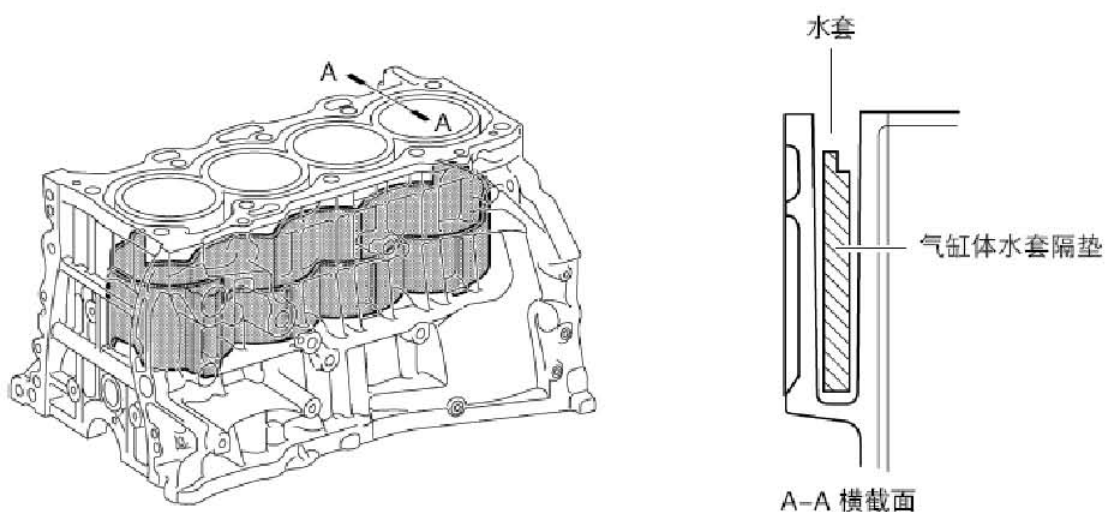
E). 气缸体分总成的横隔板内安装了空气通道孔。因此，气缸底部的空气流动更顺畅，且泵损耗（活塞往复运动产生的活塞底部的背压）降低，可提高发动机的输出功率。



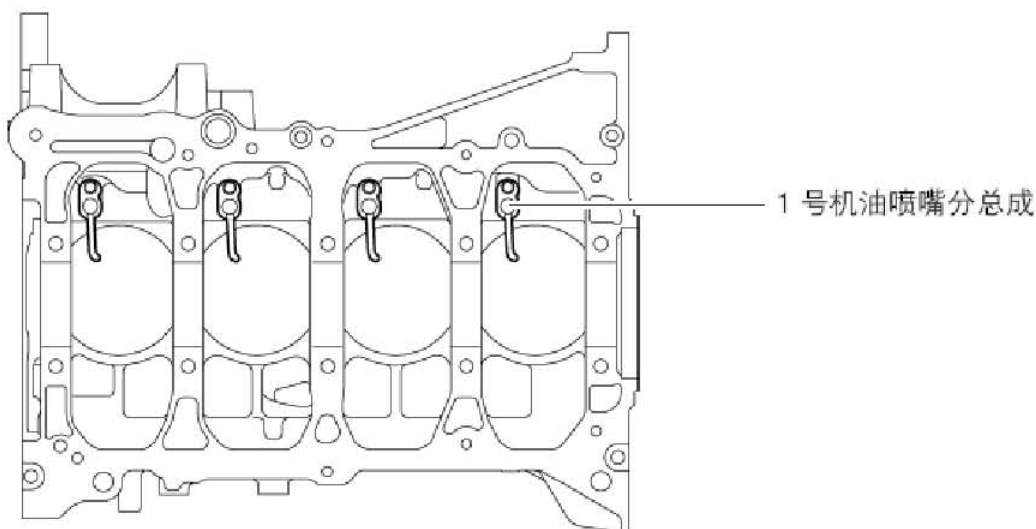
F). 刺型气缸套，其铸造外部形成一个不规则的大型表面，从而增强了气缸套和铝制气缸体之间的结合性。结合性增强有助于提高散热性，从而降低整体温度，抑制气缸孔发生热变形。



- G). 气缸体分总成的水套内安装了气缸体水套隔垫。
 H). 气缸体水套隔垫抑制水套中央的水流，并引导气缸孔上方和下方的冷却液，确保均匀的温度分布。因此，作为气缸孔壁和活塞之间润滑油的发动机机油粘度会降低，从而减小了摩擦。

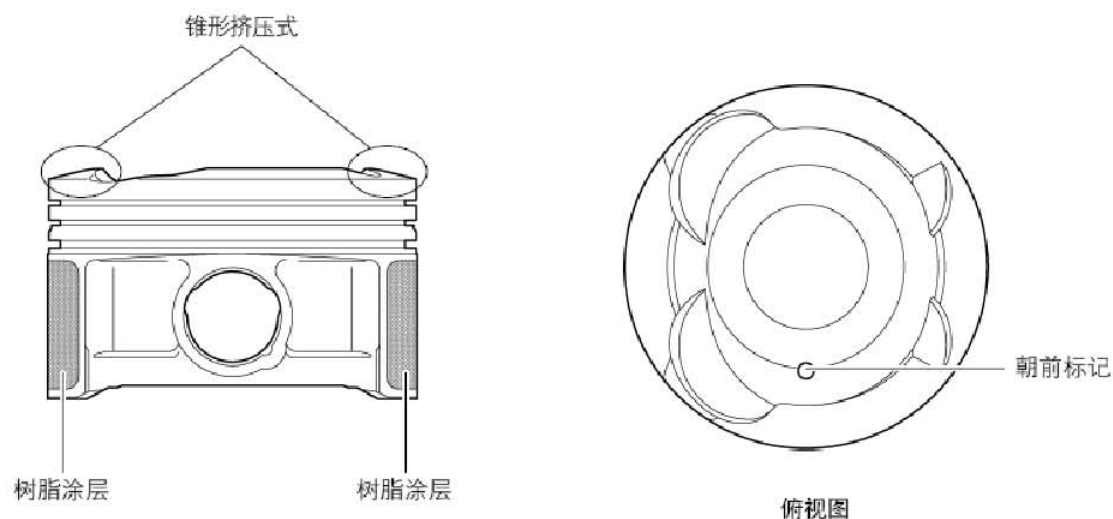


- I). 采用四个1号机油喷嘴分总成增强活塞的润滑和冷却性能。



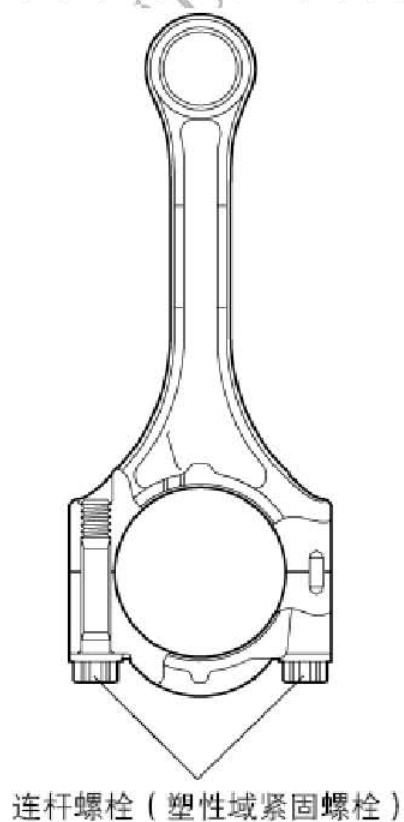
4). 活塞

- A). 活塞由铝合金制成。
- B). 活塞头为锥形挤压式，可使燃油有效燃烧。
- C). 活塞裙部涂有树脂，以减少摩擦损失。
- D). 采用全浮式活塞销。
- E). 由于提高了气缸体内气缸缸径的机械加工精度，因此仅需一种活塞尺寸。



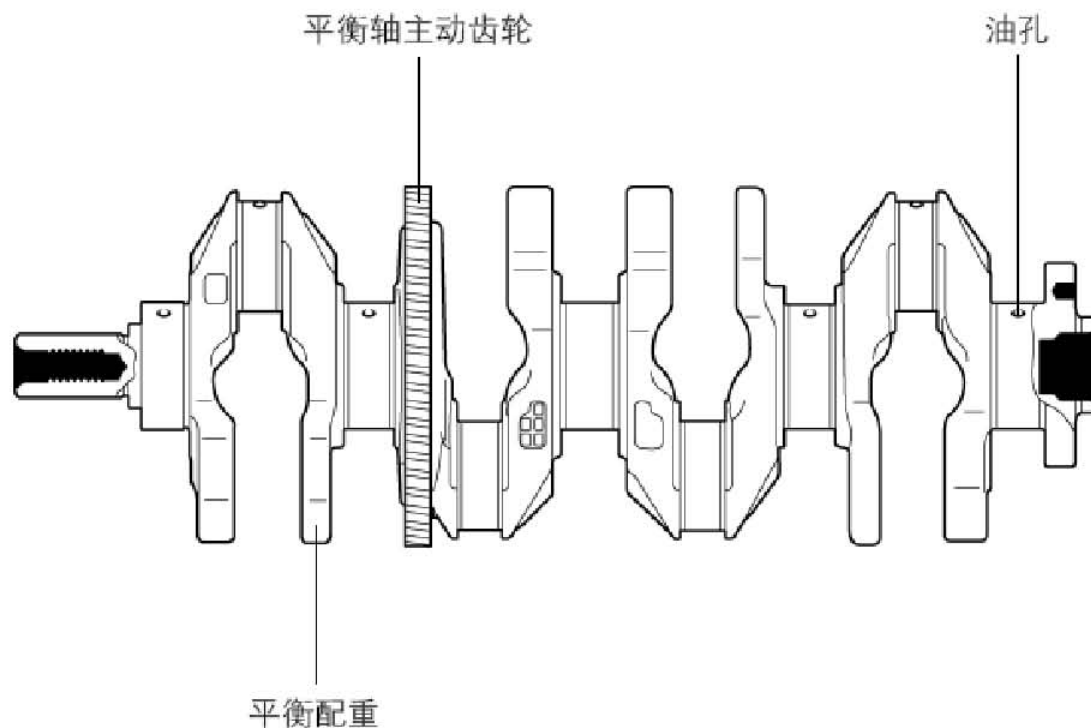
5). 连杆分总成

- A). 连杆分总成和连杆盖由高强度钢板制成，可减轻重量。
- B). 连杆分总成采用无螺母式连杆螺栓（塑性域紧固螺栓），可减轻重量。



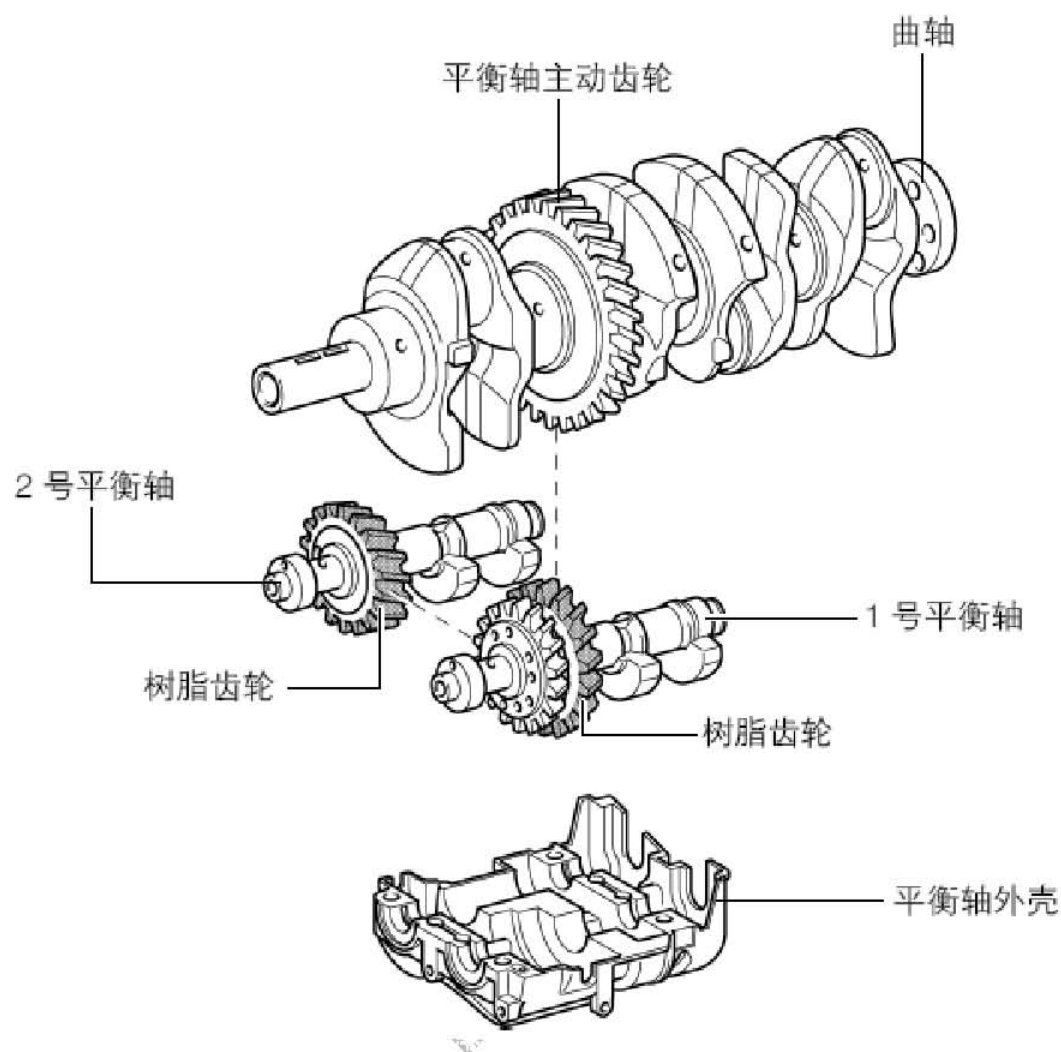
6). 曲轴

- A). 曲轴有5个轴颈和8个平衡配重。
- B). 曲轴由锻钢制成。
- C). 改善了销和轴颈的表面粗糙程度，以减少摩擦。
- D). 曲轴上安装了平衡轴主动齿轮。



7). 平衡轴

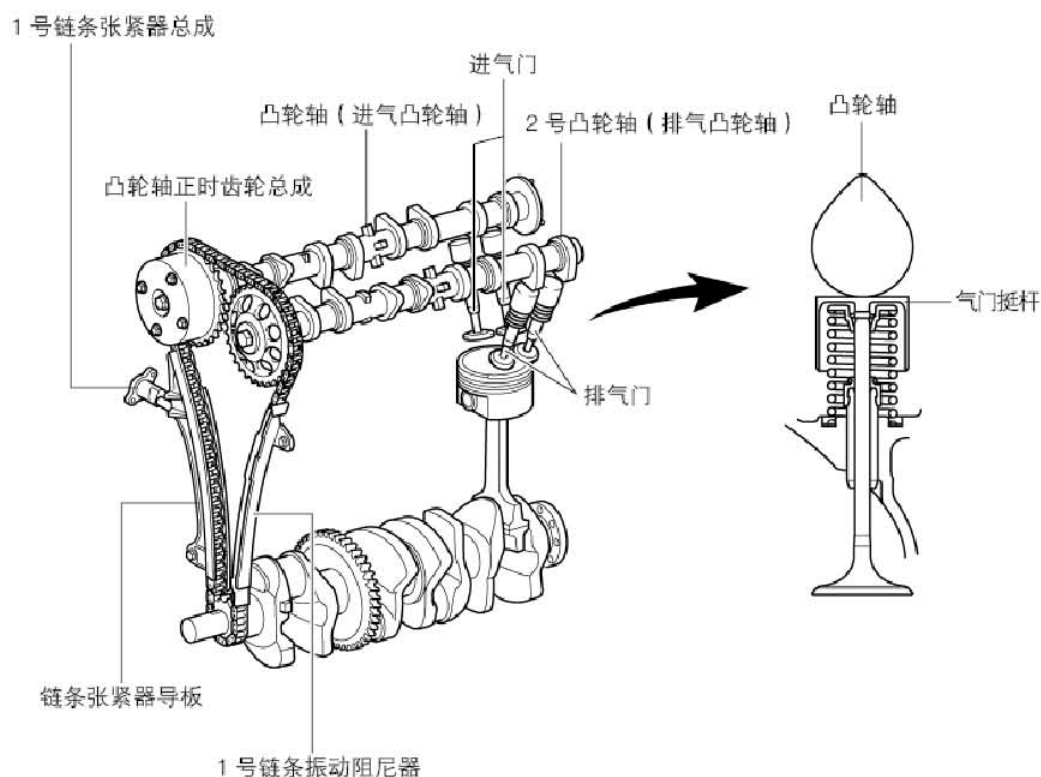
- A). 平衡轴用来减小振动。
- B). 曲轴上安装的直接主动齿轮也可作为配重。
- C). 此外，在从动侧采用树脂齿轮，以抑制噪音并减轻重量。



1.3 气门机构

1). 概述

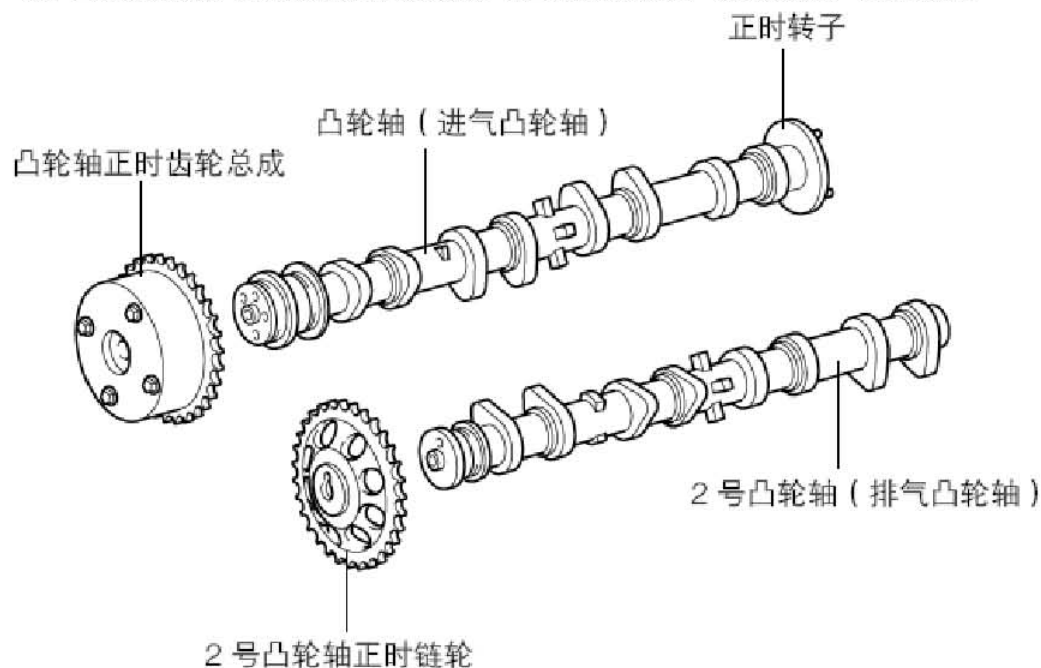
- A). 3AZ-FXE 发动机采用了高膨胀比阿特金森循环发动机，通过将VVT-i控制器和进气凸轮轴设定在延迟侧，进气门关闭正时显著延迟。
- B). 气门机构采用智能可变气门正时（VVT-i）系统，以实现低油耗、高发动机性能，并减少废气排放。
- C). 每个气缸都配备有 2 个进气门和 2 个排气门。由于总端口面积增大，从而提高了进气和排气的效率。
- D). 由2个凸轮轴直接打开和关闭气门。
- E). 凸轮轴（进气凸轮轴）和 2 号凸轮轴（排气凸轮轴）由正时链条驱动。
- F). 随着气门升程量的增加，将采用无垫片式气门挺杆。该气门挺杆可升高凸轮接触面。



保养要领:通过选择并更换合适的气门挺杆来调节气门间隙。可用的挺杆有35个,从5.060 mm (0.199 in.) 至5.740 mm (0.226 in.),以0.020 mm (0.0008 in.)的增幅递增。

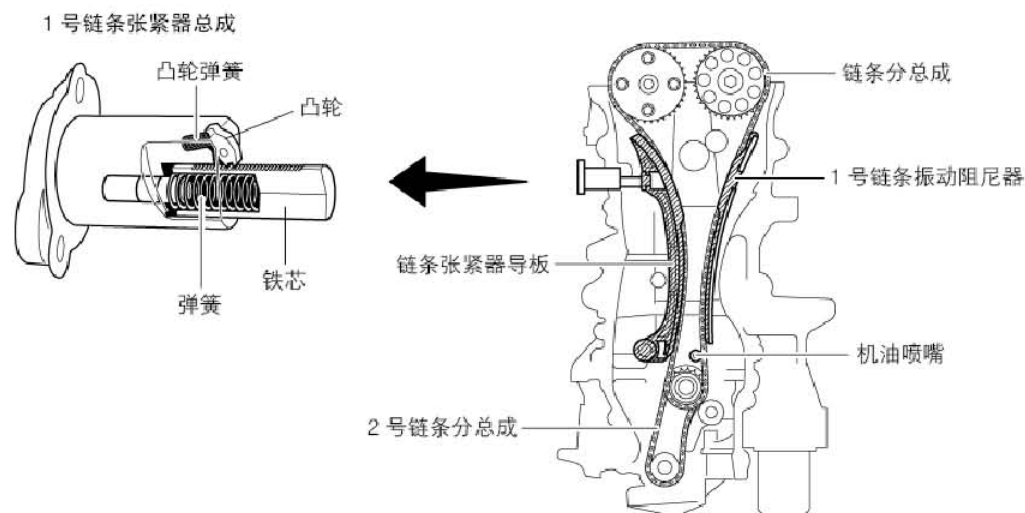
2). 凸轮轴

- A). 进气凸轮轴带有正时转子,可触发凸轮轴位置传感器。
- B). 凸轮轴(进气凸轮轴)内设有油道,配合 VVT-i 系统向 VVT-i 系统提供发动机机油。
- C). 凸轮轴正时齿轮总成安装在进气凸轮轴前部,以改变进气门正时。



3). 链条分总成（正时链条）和1号链条张紧器总成

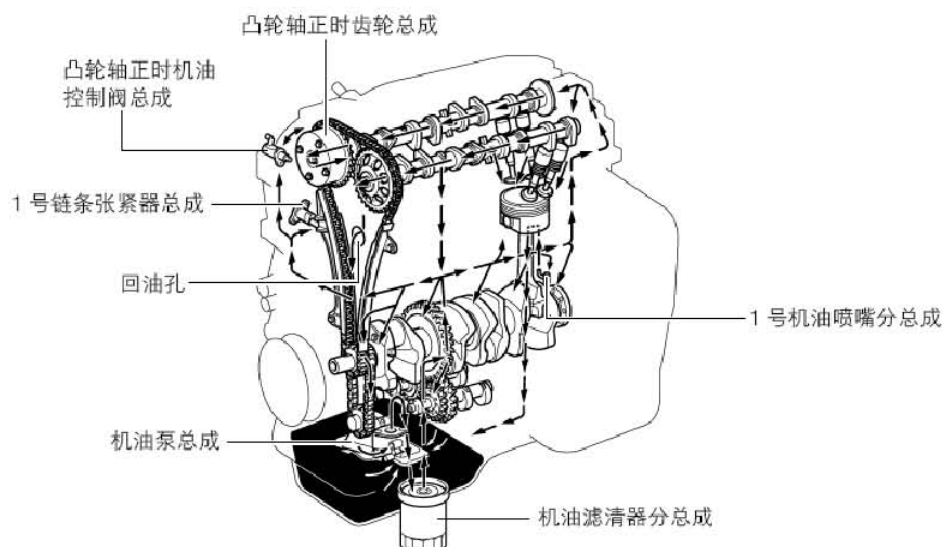
- A). 链条分总成（正时链条）采用节距为 8.0 mm (0.315 in.) 的滚子链，以确保发动机更紧凑。
- B). 链条分总成（正时链条）通过机油喷嘴润滑。
- C). 1号链条张紧器总成始终通过弹簧和机油压力保持适当的链条张力。1 号链条张紧器总成抑制链条分总成（正时链条）产生的噪音。
- D). 1号链条张紧器总成为带止回机构的棘轮型。
- E). 为了便于维修保养，1号链条张紧器总成的结构使其可以在正时链条盖分总成的外部拆卸和安装。

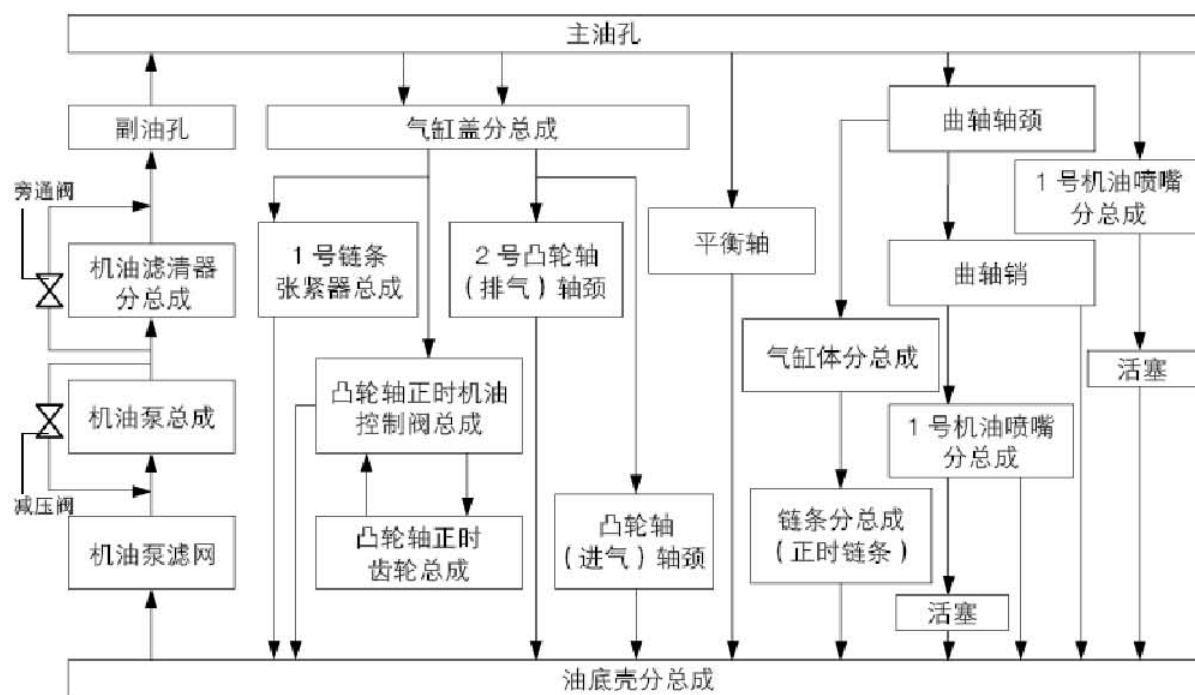


1.4 润滑系统

1). 概述

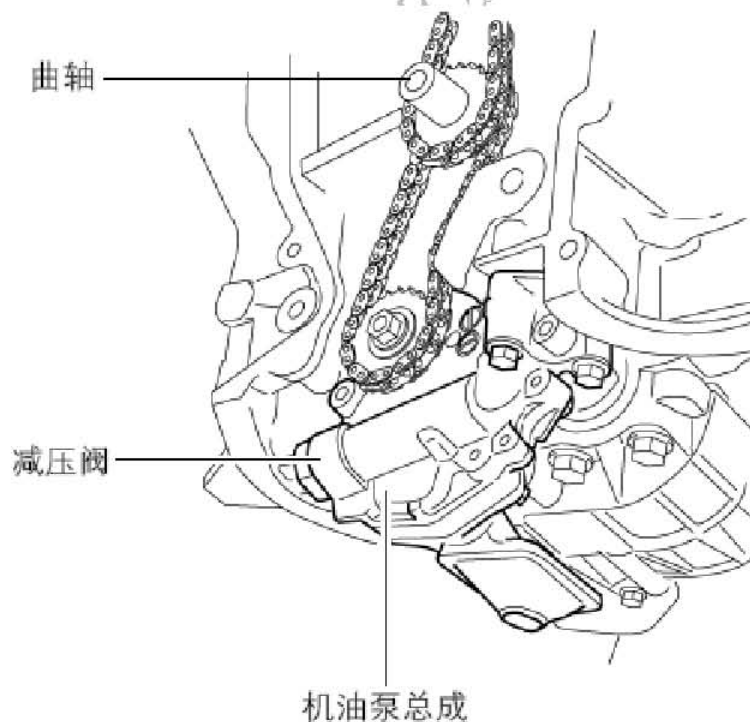
- A). 采用全压润滑油路且润滑油经过滤清器分总成（泵送）。
- B). 余摆线型机油泵总成由曲轴通过链条驱动。
- C). 为了便于维修保养，机油滤清器分总成朝下安装在曲轴箱上。
- D). 采用 VVT-i 系统的同时，气缸盖上安装了凸轮轴正时齿轮总成和凸轮轴正时机油控制阀总成，该系统由发动机机油操控。





2). 机油泵总成

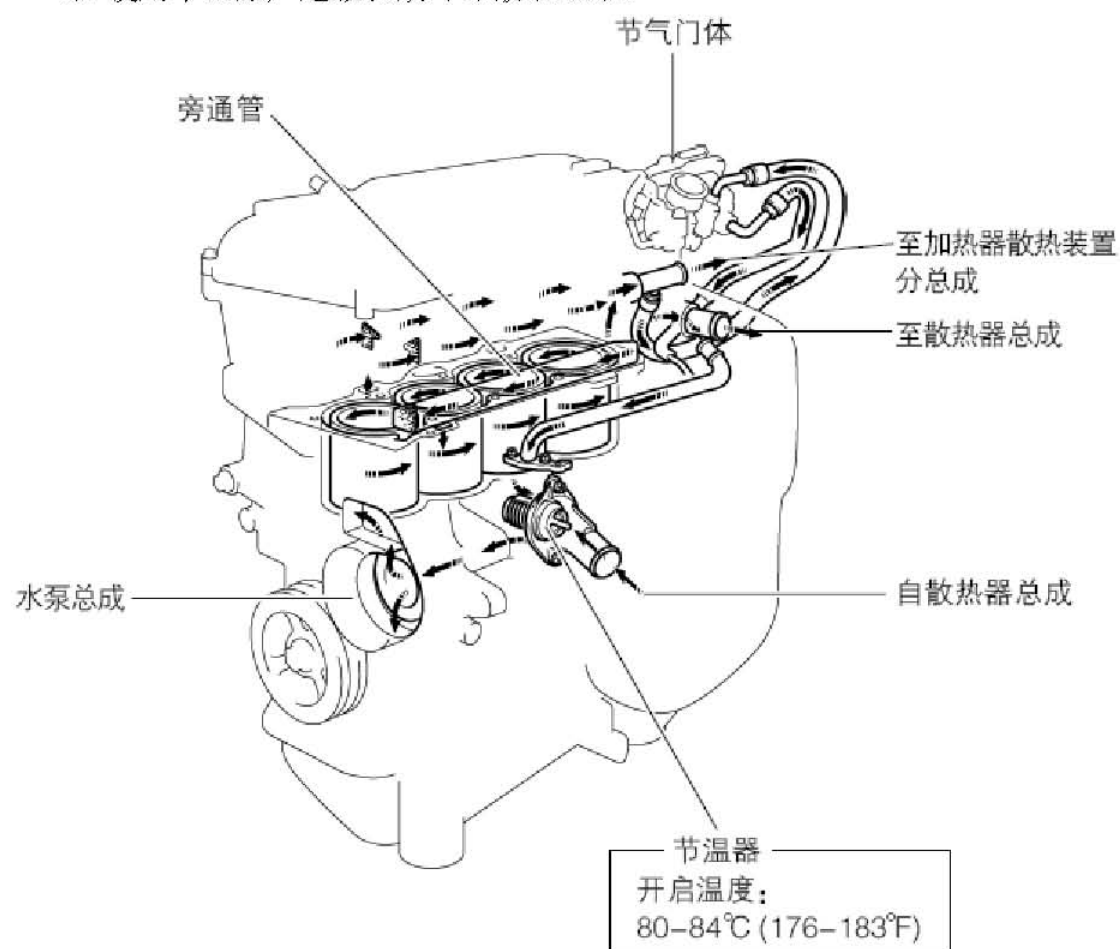
- A). 余摆线型机油泵总成由曲轴通过链条驱动且安装在正时链条盖分总成内。
- B). 可通过内部减压系统内的2个减压孔来减少机油泵总成操作消耗的能量。



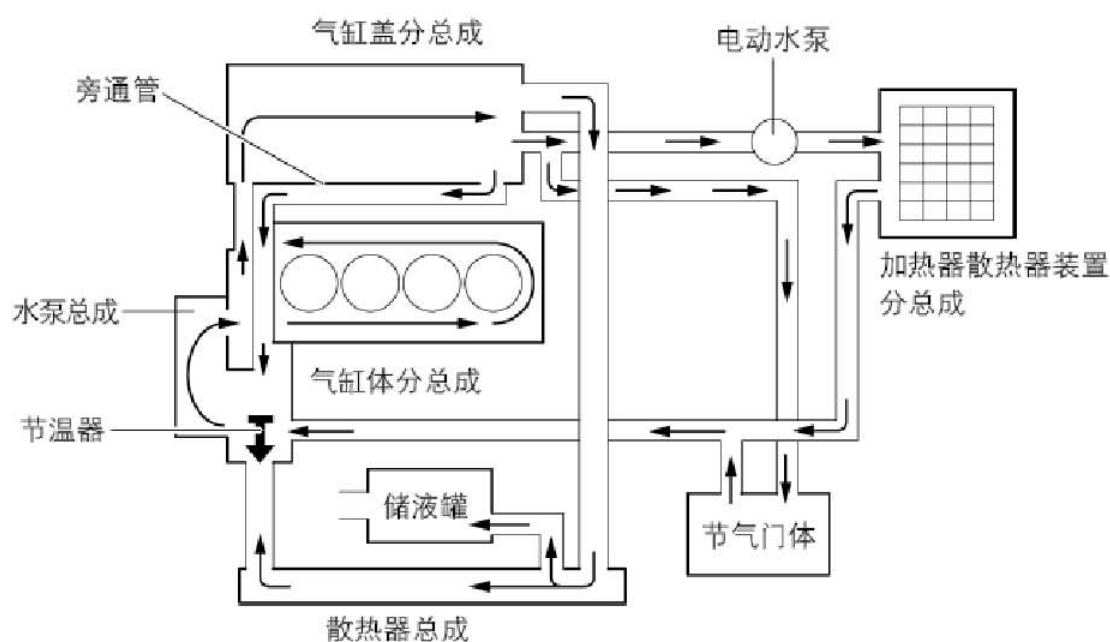
1. 5冷却系统

1). 概述

- A). 冷却系统采用带开口型储液罐的加压强制循环型系统。
- B). 空调系统采用电动水泵。
- C). 带旁通阀的节温器位于进水口壳上, 以保持冷却系统的温度均匀分布。旁通阀可防止在发动机暖机时冷却液温度突然升高。
- D). 发动机冷却液在气缸体分总成内的流动为U形, 可确保发动机冷却液流动顺畅。此外, 气缸盖分总成和气缸体分总成内都安装有旁通管。
- E). 将来自发动机的热水送至节气门体, 以防节气门体冻结。
- F). 采用冷却风扇控制系统, 该系统采用混合动力车辆控制 ECU 优化控制冷却风扇转速。
- G). 使用丰田原厂超级长效冷却液 (SLLC)。



水循环



2). 丰田原厂SLLC

使用丰田原厂SLLC。保养间隔如下表所示：

类型		丰田原厂 SLLC 或同等产品 *
保养间隔	第一次	160,000 km (100,000 miles)
	随后	每 80,000 km (50,000 miles)
颜色		粉红色

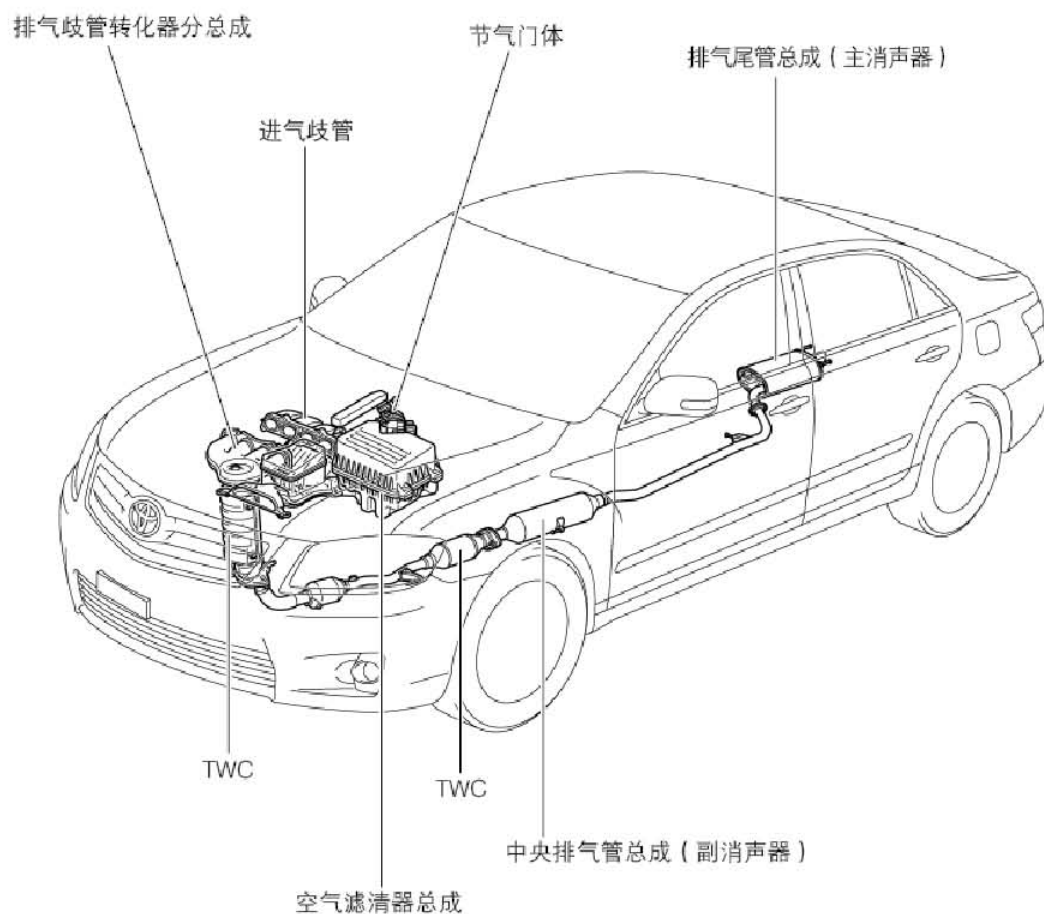
*：类似的不含硅酸盐、胺、亚硝酸盐和硼酸盐，由长效复合有机酸技术（采用长效复合有机酸技术制成且由低磷酸盐和低有机酸混合组成的冷却液）制成的优质乙二醇基冷却液。

A). SLLC是预混合的溶液（50% 冷却液及 50%去离子水），因此在为车辆添加或更换SLLC时无需稀释。

1. 6进气和排气系统

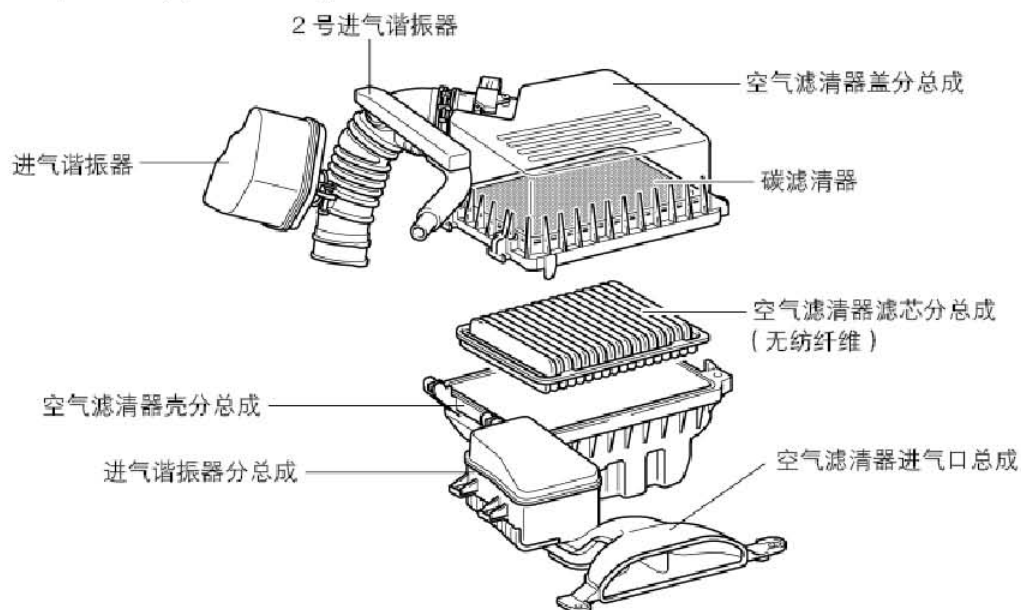
1). 概述

- A). 采用无拉索型节气门体。
- B). 进气歧管由塑料制成，可减轻重量。
- C). 采用智能电子节气门控制系统（ETCS-i），以确保在所有运行范围内对节气门进行有效控制。
- D). 采用双壁结构紧凑型排气歧管转化器分总成。
- E). 安装了双路排气控制系统以降低噪音和主消声器的振动。
- F). 排气歧管转化器分总成和前排气管总成内安装的陶瓷型三元催化转化器（TWC）合理采用了陶瓷基板形状和贵金属，适用于3AZ-FXE发动机。这些TWC可提高发动机的废气排放性能。



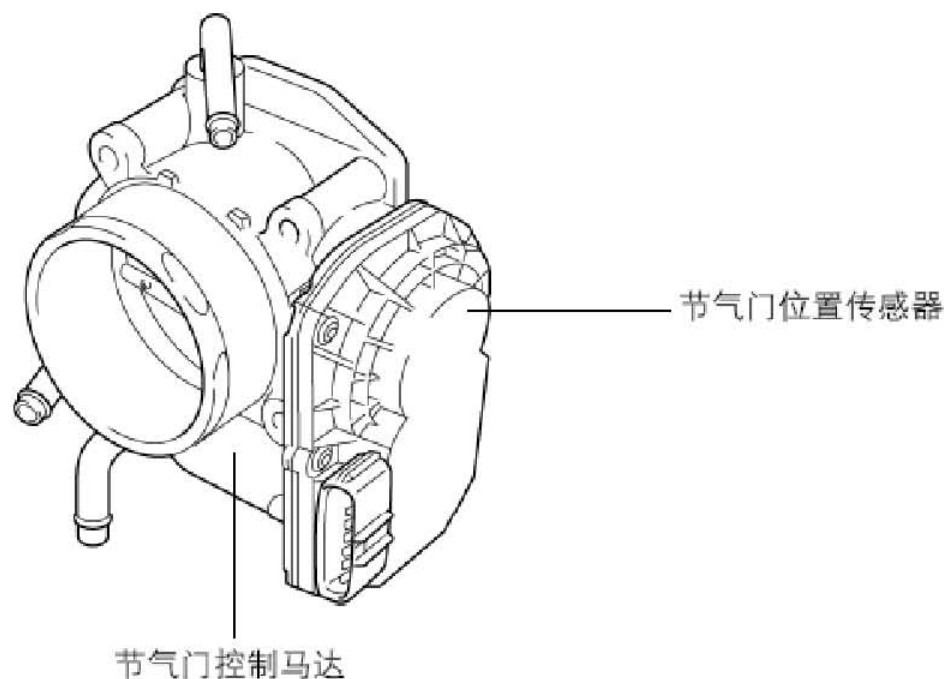
2). 空气滤清器总成

- A). 采用无框架、无纺、全纤维型空气滤清器滤芯分总成，以减轻重量并简化报废处理。
- B). 空气滤清器盖分总成采用碳滤清器，可在发动机停止时吸收沉积在进气系统内的HC，以减少燃油蒸汽排放。该滤清器免维护。
- C). 安装了谐振器，以降低进气音量。



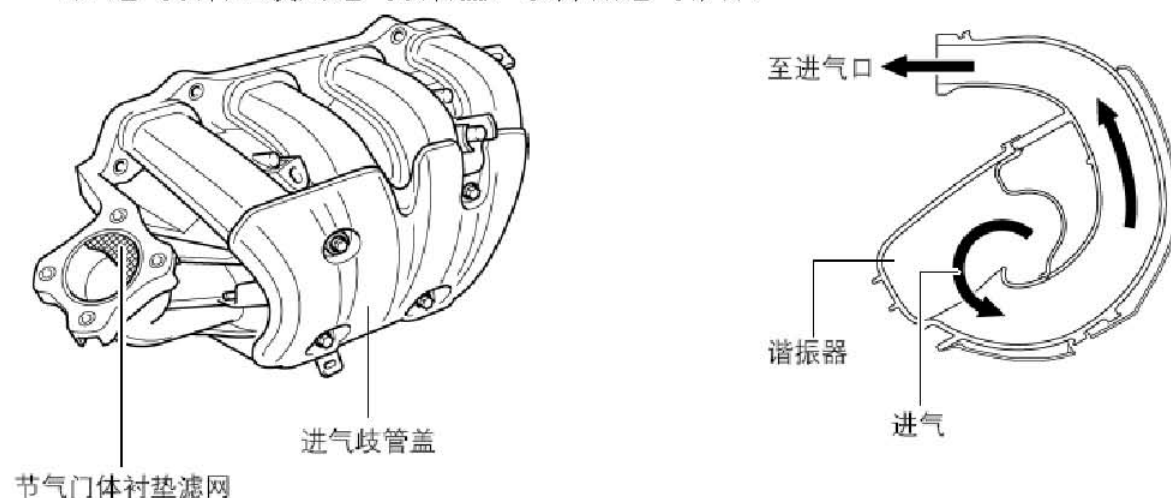
3). 节气门体

- A). 采用集成节气门位置传感器和节气门控制马达的无拉索型节气门体。具有出色的节气门控制性能。
- B). 节气门控制马达采用具有出色响应性能和最小功率消耗的直流马达。混合动力车辆控制ECU对流经节气门控制马达的电流方向和电流值进行占空比控制，以调节节气门开度。



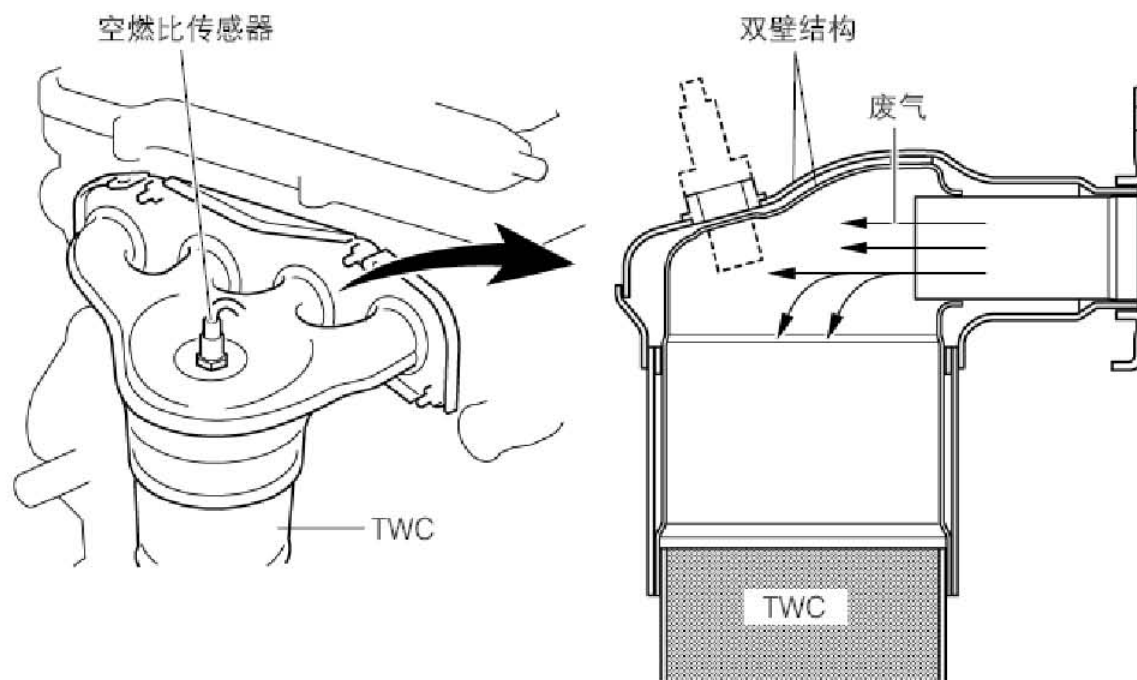
4). 进气歧管

- A). 进气歧管由塑料制成，以减轻重量和减少来自气缸盖分总成的热量。从而可以降低进气温度，提高进气容积效率。
- B). 进气室内安装有谐振器，以提高中速范围的扭矩。
- C). 节气门体和进气歧管之间使用节气门体滤网，以改善进气歧管内空气流动。
- D). 进气歧管上使用进气歧管盖，以降低进气噪音。



5). 排气歧管转化器分总成

- A). 采用带双壁结构的紧凑型排气歧管转化器分总成。歧管的形状有助于防止废气从排气口传送至TWC时温度下降。这将加快激活TWC。
- B). 此外，歧管的形状有助于将空燃比传感器安装在检测废气的最有效位置。

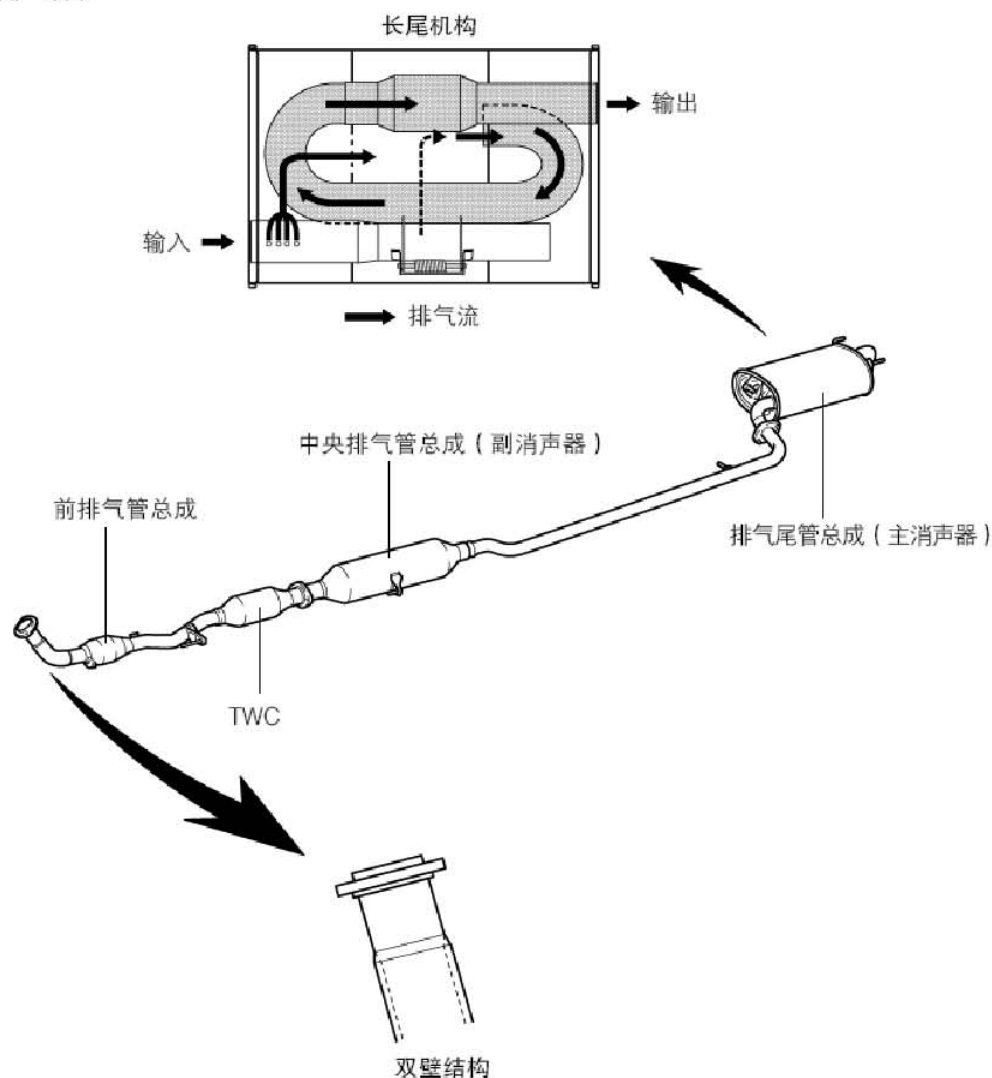


6). 排气管

概述

- A). 安装了双路排气控制系统以降低噪音和主消声器的振动。
- B). 在主消声器中采用长尾机构，以降低发动机低速运转时的排气噪音。
- C). 前排气管总成内安装了陶瓷型 TWC。

排气管



1.6.1 双路排气控制系统

- 1). 采用双路排气控制系统。该系统通过打开和闭合主消声器内的可变气门降低背压，从而改变废气压力。
- 2). 气门根据发动机的工作状态无级打开，从而在发动机转速低时实现更安静的操作，在发动机转速高时降低背压。

A). 结构

控制阀安装在主消声器内。废气压力超过弹簧压力时，控制阀根据废气压力无级打开。

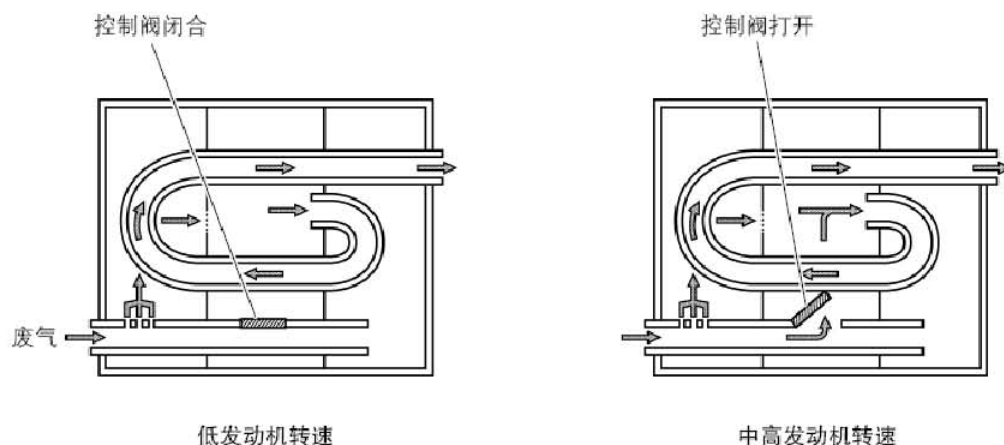
B). 工作情况

(a). 控制阀闭合时 (低发动机转速)

由于主消声器内的压力低，控制阀闭合。因此废气不通过旁通管，主消声器内的废气噪音降低。

(b). 控制阀打开时 (中高发动机转速)

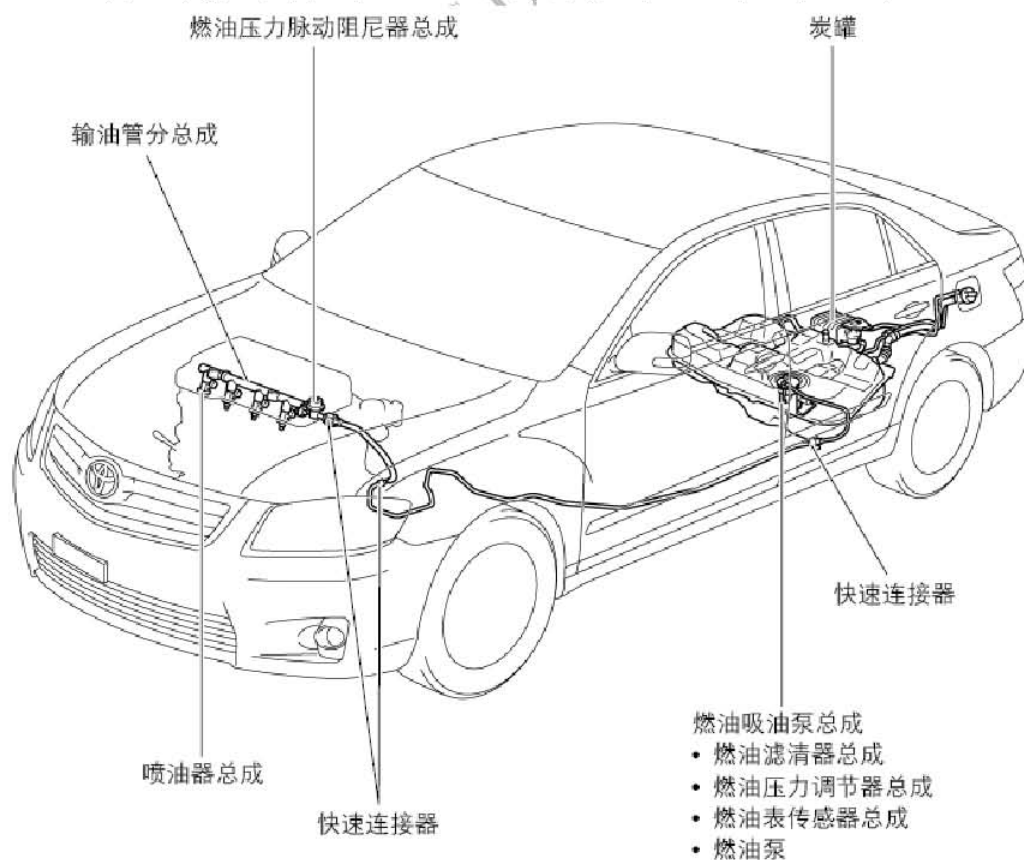
发动机转速和消声器内的背压增加时，阀门打开。这使得大量废气通过旁通管，背压显著降低。



1.7 燃油系统

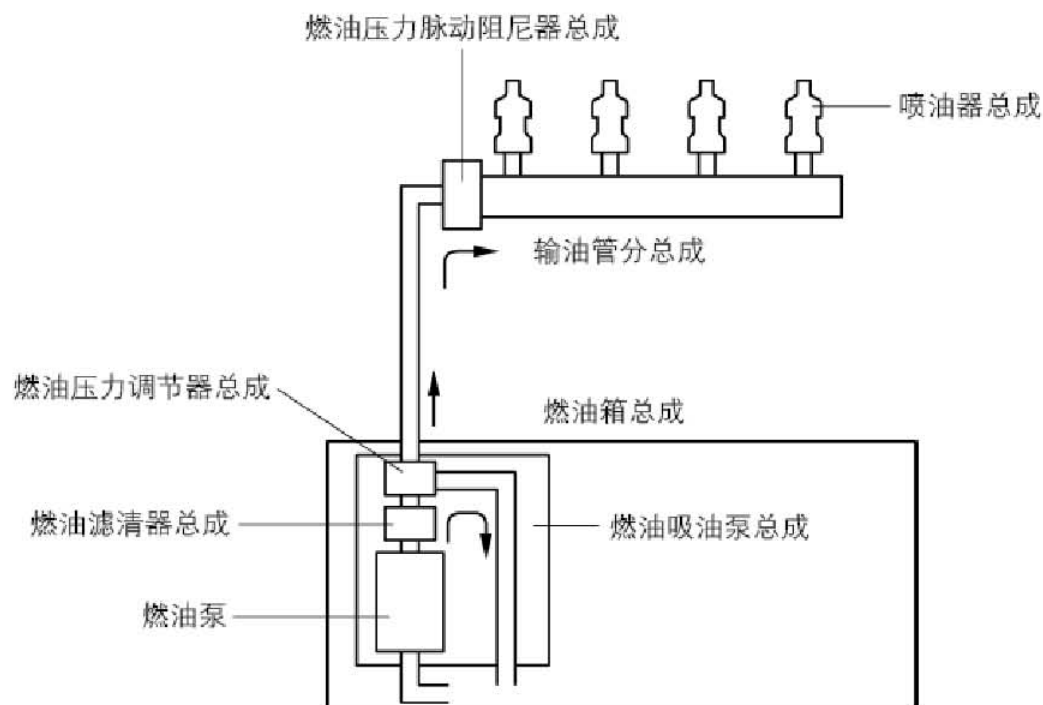
1). 概述

- 采用无回流燃油系统以减少燃油蒸汽排放。
- 当发生正面碰撞或侧面碰撞而导致SRS气囊展开时，可以使用燃油切断控制以停止燃油泵运行。
- 为了便于维修保养，采用快速连接器将燃油管连接至燃油软管。
- 采用紧凑的12孔型喷油器总成，以提高燃油的雾化性能。
- 采用紧凑型燃油吸油泵总成，其燃油滤清器总成、燃油压力调节器总成、燃油表传感器总成和燃油泵集成在燃油吸油泵总成中。
- 铝制压铸输油管分总成与燃油压力脉动阻尼器总成集成一体。



2). 无回流燃油系统

采用该系统可以减少燃油蒸汽排放。如下图所示，将燃油滤清器总成、燃油压力调节器总成和燃油泵集成一体，可以阻止来自发动机区域的燃油回流，从而可防止燃油箱总成内部温度上升。这样可以减少燃油箱总成内产生的燃油蒸汽排放。



3). 喷油器总成

- A). 采用紧凑的12孔型喷油器总成，包含轻质材料制成的运动零件和具有最佳性能的磁路。
- B). 通过将喷油器安装在燃烧室附近的气缸盖进气口内，降低了粘附在进气口的燃油量。这实现了燃油效率和排放性能的有效结合。

