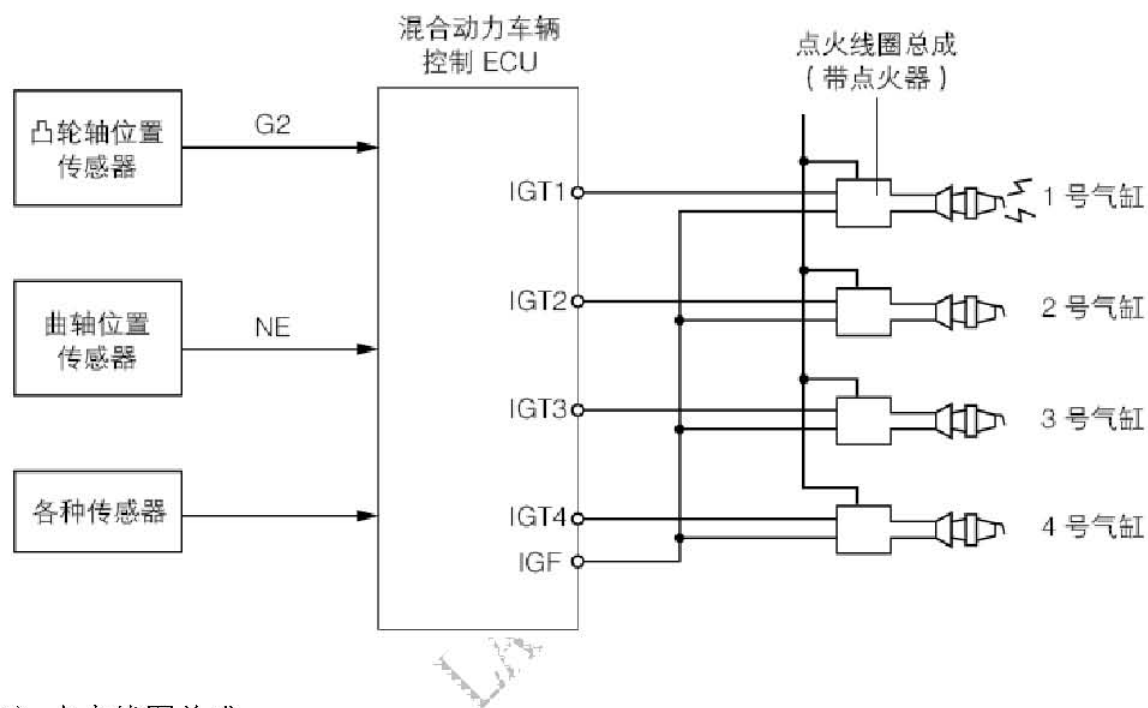


## 1. 8点火系统

### 1). 概述

A). 采用直接点火系统(DIS)。DIS可提高点火正时的精确度、消除点火正时的调节需求及降低高压损耗,并通过取消分电器来提高点火系统的整体可靠性。DIS是一个独立的点火系统,各气缸都带有一个点火线圈总成(带点火器)。

B). 采用铱尖火花塞。

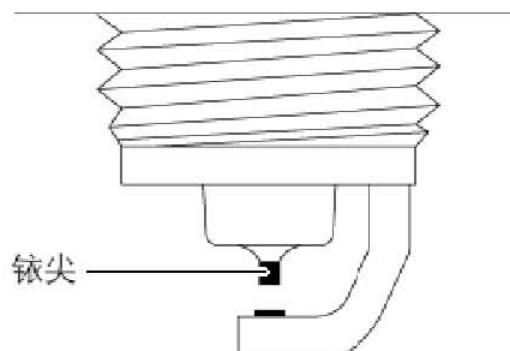


### 2). 点火线圈总成

DIS共有4个点火线圈总成,每个气缸各有1个。同火花塞接触的火花塞帽与点火线圈总成集成于一体。并且各点火线圈总成内都包含点火器,从而简化了系统。

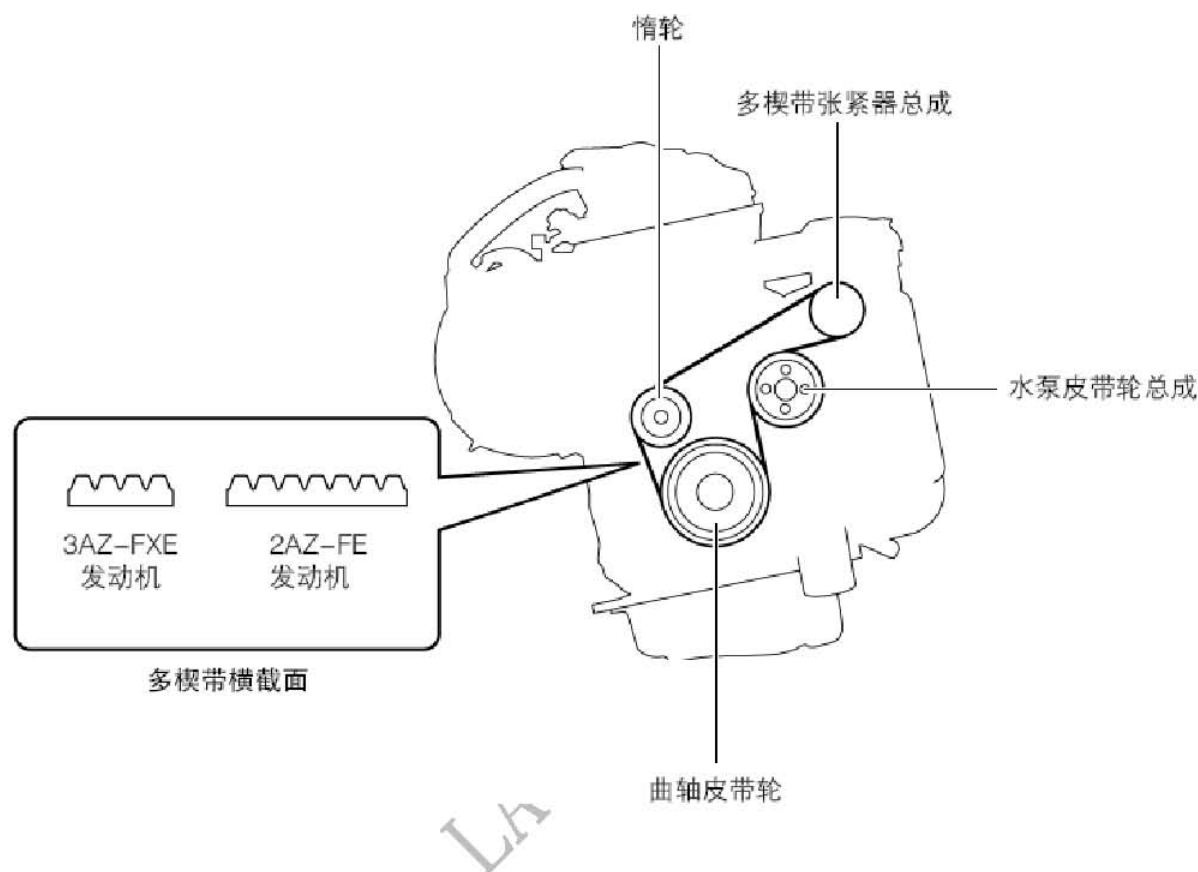
### 3). 火花塞

采用铱尖火花塞,保养间隔达到100,000 km。采用铱金中心电极,可以达到优于铂尖火花塞的点火性能,提高了耐久性。



## 多楔带

- A). 发动机水泵由多楔带驱动。
- B). 与2AZ-FE发动机相比, 3AZ-FXE发动机使用的多楔带的棱数减少, 从而减少了摩擦损失并提高了燃油经济性。



## 1. 9发动机控制系统

### 1). 概述

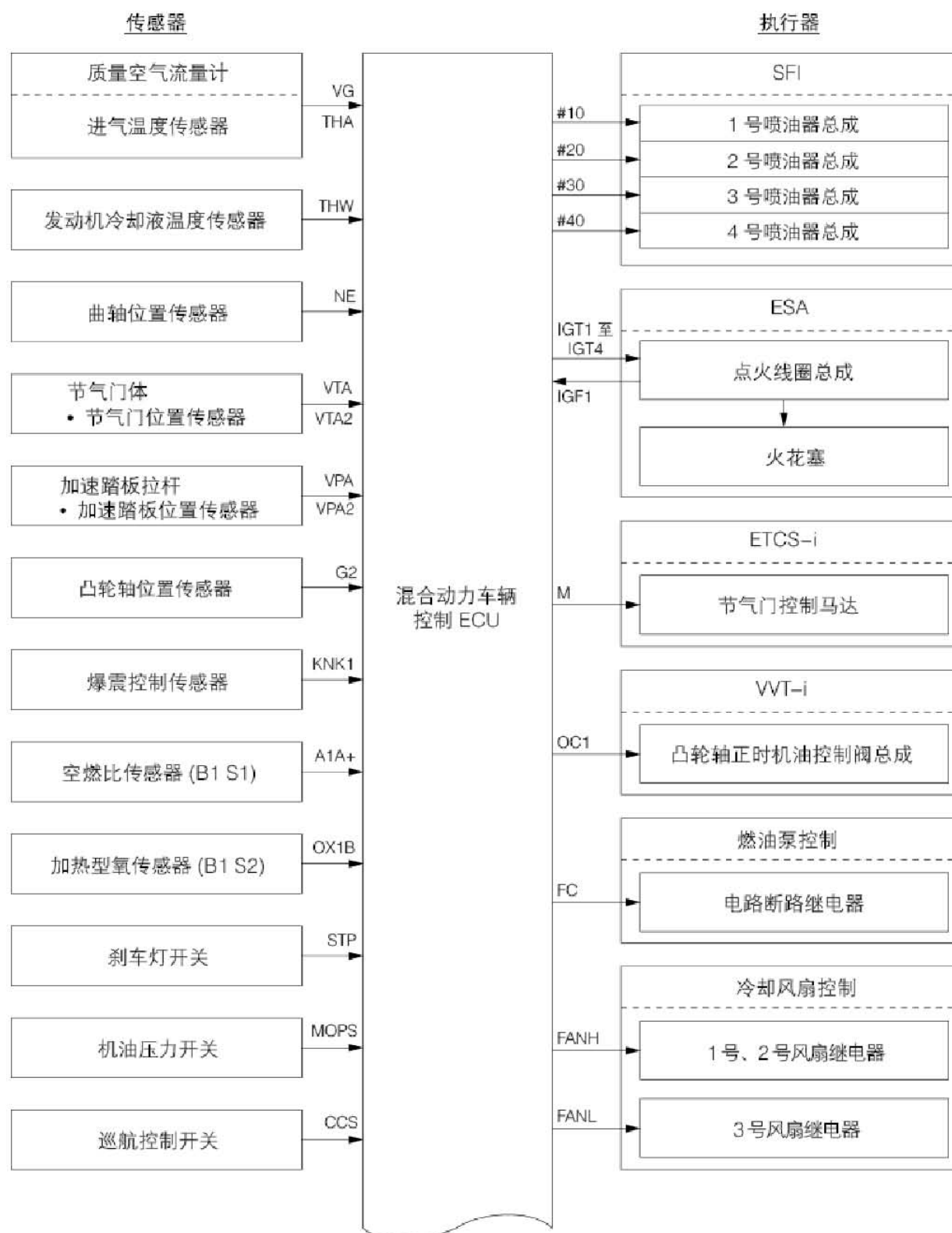
3AZ-FXE发动机的发动机控制系统具有以下特征。控制该系统的混合动力车辆控制ECU由DENSO制造。

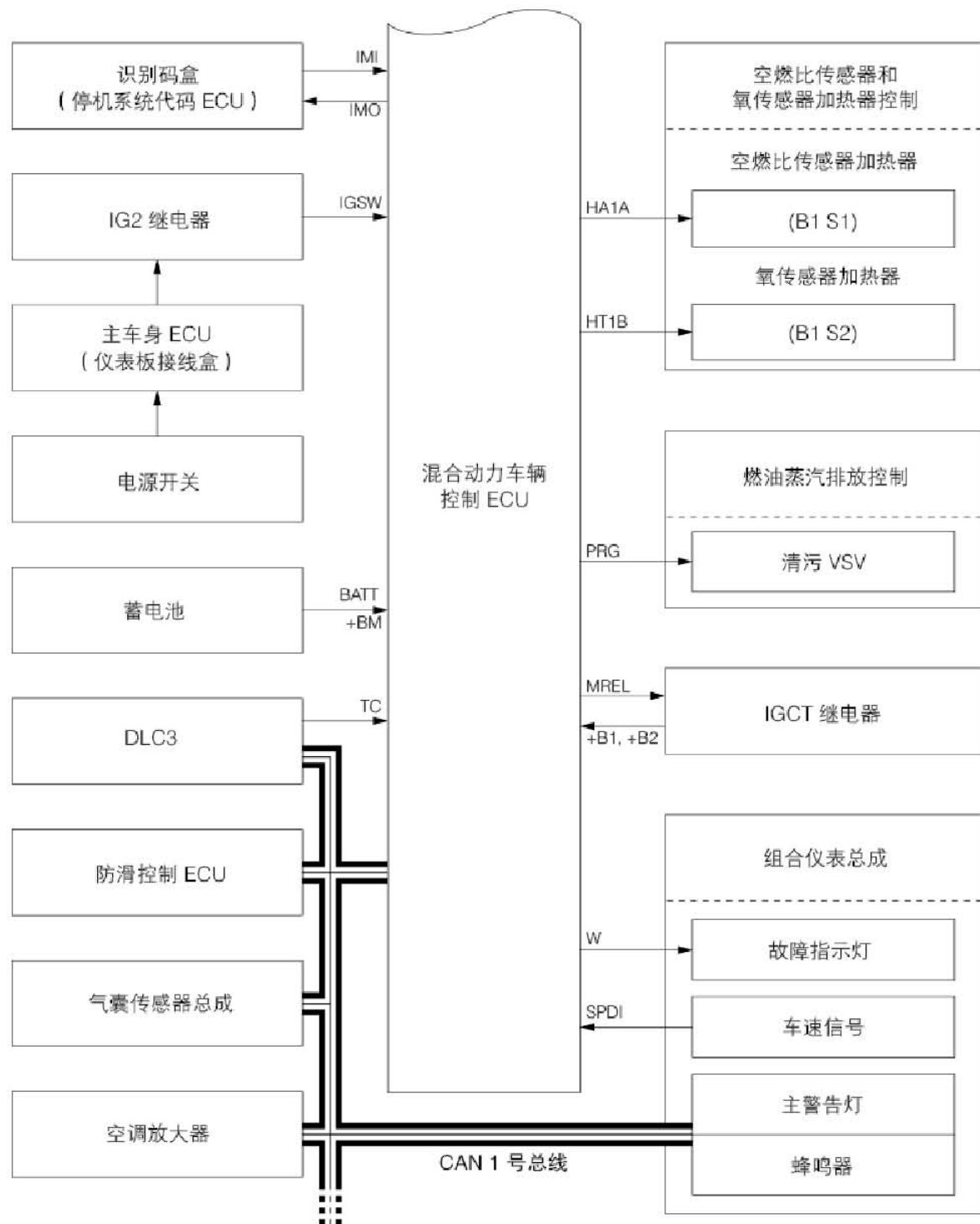
| 系统             | 概要                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 顺序多点燃油喷射 (SFI) | <ul style="list-style-type: none"><li>• L型SFI系统采用热丝型质量空气流量计直接检测进气量。</li><li>• 燃油喷射系统为顺序多点燃油喷射系统。</li><li>• 燃油喷射采用2种形式:<br/>同步喷射, 即根据基于传感器所提供信号而得的基本喷油持续时间和附加校正进行同时喷射。非同步喷射, 即不考虑曲轴位置, 根据检测到的传感器提供的信号, 在要求喷射的时间进行喷射。</li><li>• 同步喷射进一步分为冷机起动时的分组喷射和发动机起动后的独立喷射。</li></ul> |
| 电子点火提前 (ESA)   | <ul style="list-style-type: none"><li>• 由混合动力车辆控制ECU根据各种传感器提供的信号确定点火正时。混合动力车辆控制ECU校正点火正时, 以响应发动机爆震。</li><li>• 该系统根据来自传感器的信号选择最佳点火正时, 并将 (IGT) 点火信号发送至点火器。</li></ul>                                                                                                      |

|                      |                                                                                                                              |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 智能电子节气门控制系统 (ETCS-i) | 根据加速踏板输入以及发动机和车辆状况,将节气门开度控制为最佳状态。                                                                                            |
| 智能可变气门正时 (VVT-i)     | 根据发动机工作状态,对进气凸轮轴进行最佳气门正时控制。                                                                                                  |
| 燃油泵控制                | <ul style="list-style-type: none"><li>•根据来自混合动力车辆控制ECU的信号控制燃油泵的运行。</li><li>•当发生正面碰撞、侧面碰撞或后侧碰撞而导致SRS气囊展开时,燃油泵将停止工作。</li></ul> |
| 冷却风扇控制               | 混合动力车辆控制ECU根据发动机冷却液温度、空调工作状态以及混合动力系统冷却液温度的信号来控制冷却风扇工作。                                                                       |
| 空燃比传感器和加热型氧传感器加热器控制  | 将空燃比传感器和加热型氧传感器的温度维持在适当水平,以提高检测废气氧浓度的精确度。                                                                                    |
| 燃油蒸汽排放控制             | 混合动力车辆控制ECU根据发动机的状态,控制从炭罐排出的燃油蒸汽排放 (HC) 的清污气流。                                                                               |
| 发动机停机系统              | 在试图用无效钥匙起动混合动力控制系统时,禁止燃油输送、点火以及起动混合动力控制系统。                                                                                   |
| 失效保护                 | 混合动力车辆控制ECU检测到故障时,会根据已经存储在存储器中的数据停止或控制发动机。                                                                                   |
| 诊断                   | 混合动力车辆控制ECU检测到故障时,将记录故障并存储与故障相关的信息。                                                                                          |

## 2). 构造

发动机控制系统配置情况如下表所示。

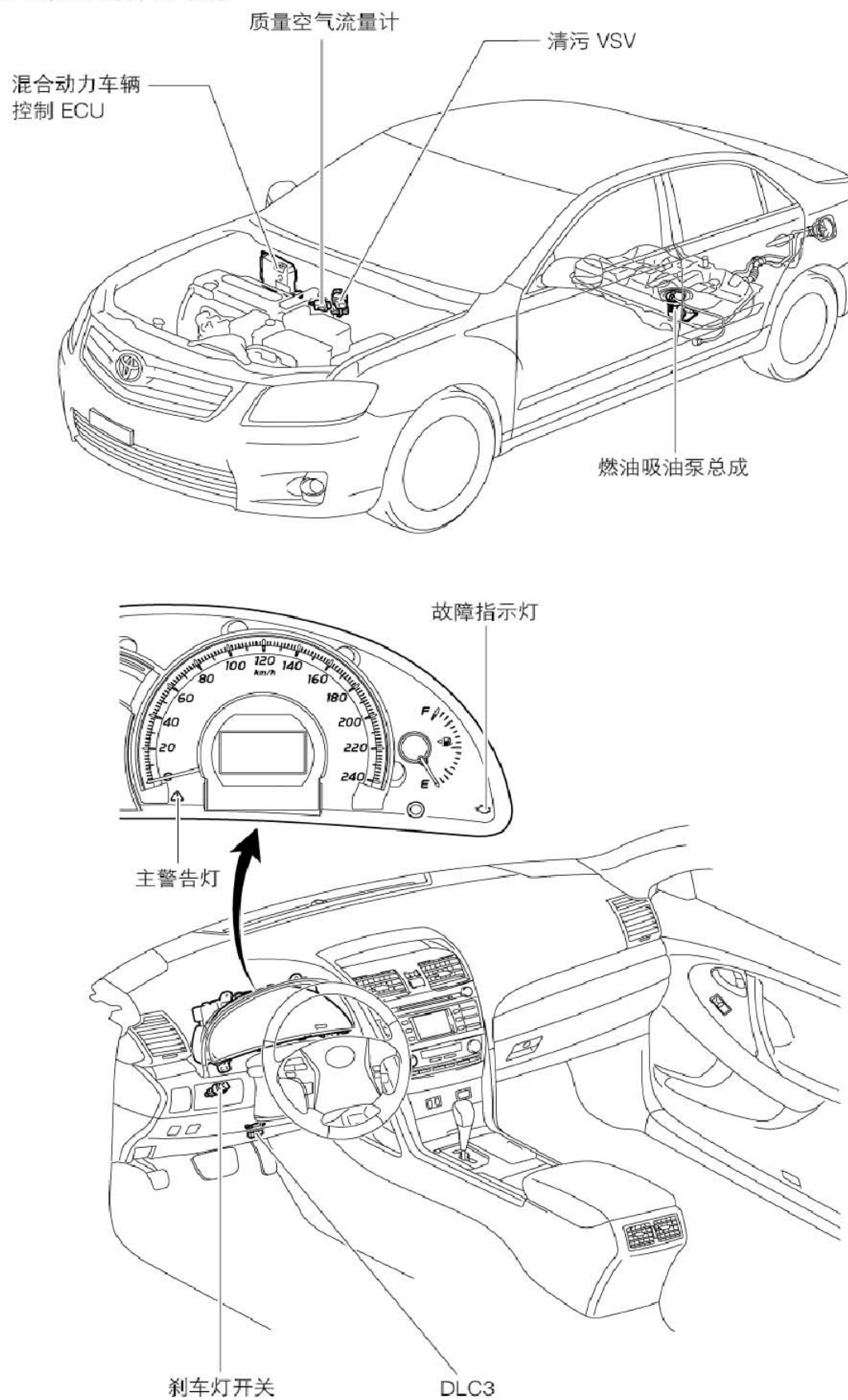


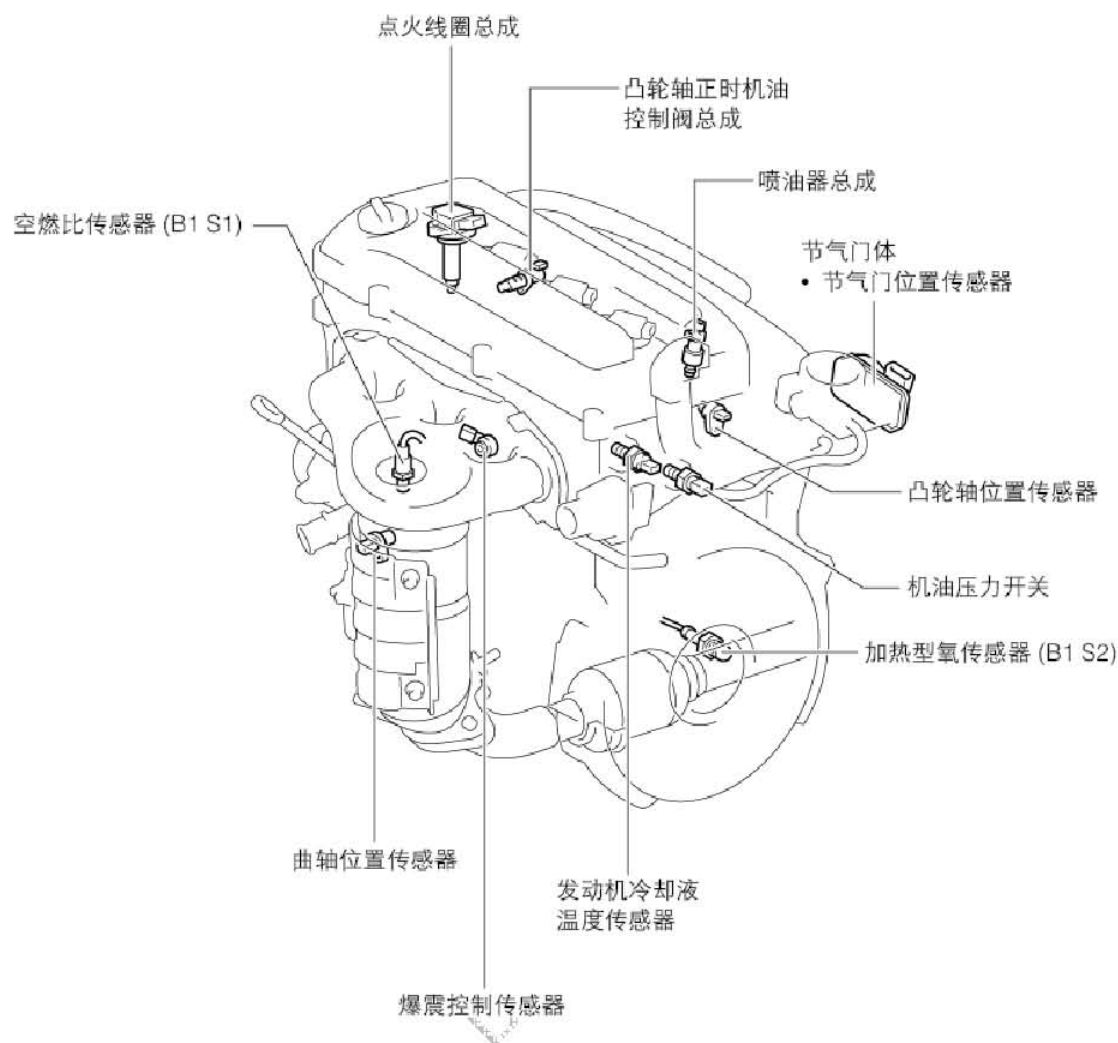




第 28 页 共 44 页

## 4). 主要零部件的布局





#### 5). 发动机控制系统的主要零部件

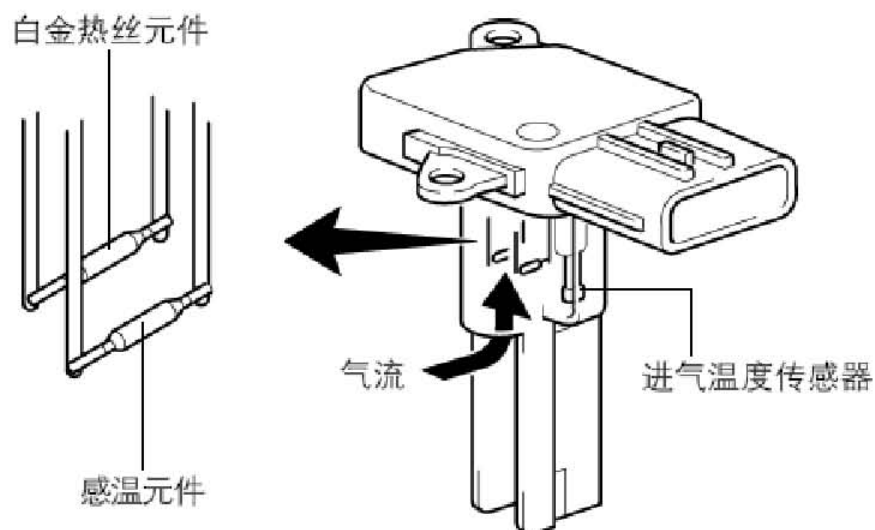
概述:3AZ-FXE 发动机控制系统的主要零部件如下:

| 零部件               | 概要               | 数量 |
|-------------------|------------------|----|
| 混合动力车辆控制ECU (供应商) | 32位CPU (DENSO)   | 1  |
| 质量空气流量计           | 热丝型 (内置于进气温度传感器) | 1  |
| 曲轴位置传感器 (转子齿)     | 拾波线圈型 (36-2)     | 1  |
| 凸轮轴位置传感器 (转子齿)    | 拾波线圈型 (3)        | 1  |
| 节气门位置传感器          | 线性 (非接触) 型       | 1  |
| 爆震控制传感器           | 内置压电型 (非谐振型/平面型) | 1  |
| 空燃比传感器 (B1 S1)    | 加热型 (平面型)        | 1  |
| 加热型氧传感器 (B1 S2)   | 加热型 (杯型)         | 1  |
| 发动机冷却液温度传感器       | 热敏电阻型            | 1  |
| 喷油器总成             | 12孔型             | 4  |



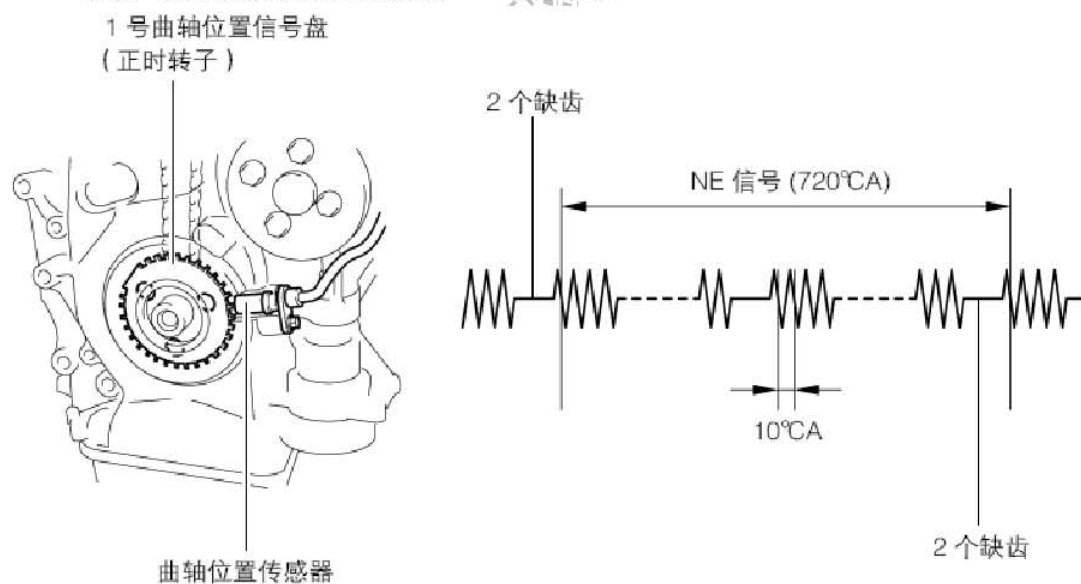
## A). 质量空气流量计

- (a). 该质量空气流量计为插槽式, 可以使部分进气流经检测区域。通过直接测量进气质量和流率, 可提高检测精度, 降低进气阻力。
- (b). 该质量空气流量计具有内置进气温度传感器。



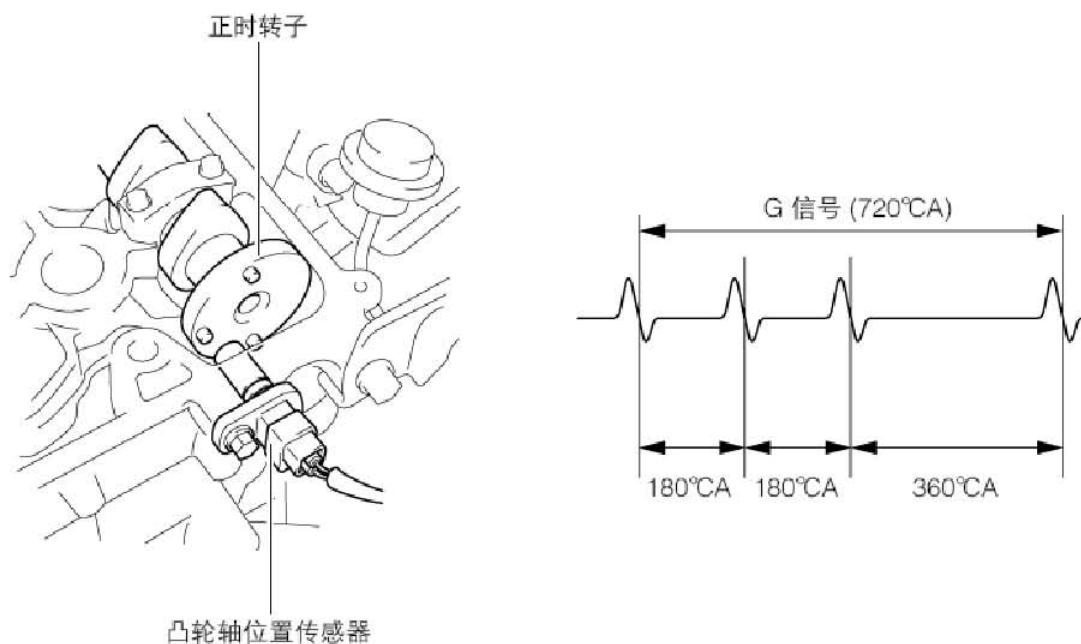
## B). 曲轴位置传感器

曲轴的1号曲轴位置信号盘(正时转子)由34个齿组成, 带有2个缺齿。曲轴每旋转 $10^{\circ}$ , 曲轴位置传感器输出曲轴旋转信号, 同时利用缺齿而产生的信号变化来确定上止点。



### C). 凸轮轴位置传感器

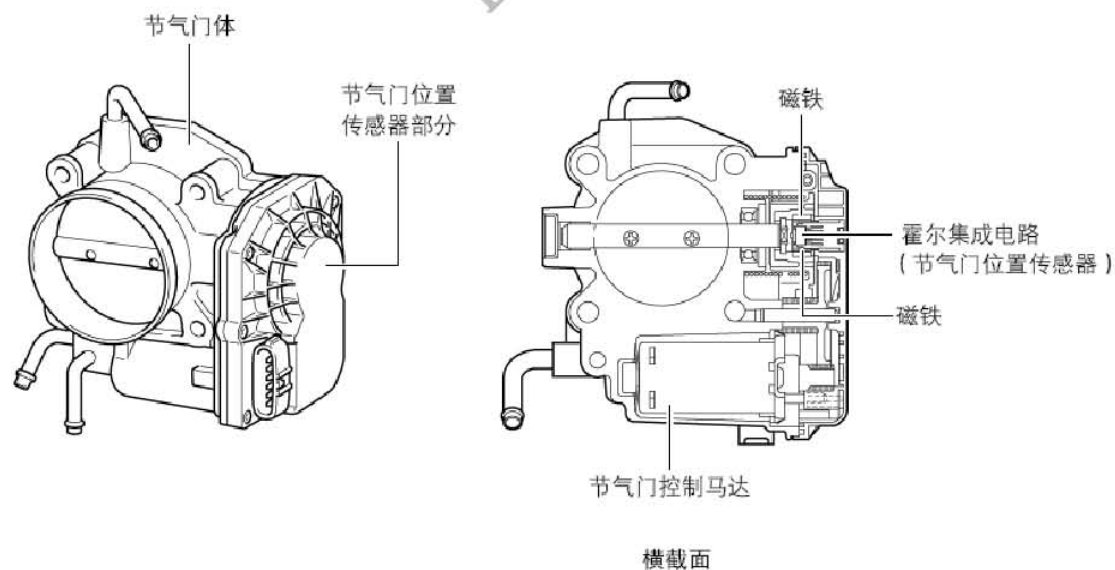
为检测凸轮轴的位置，曲轴每旋转2周，进气凸轮轴上的正时转子可产生3个脉冲。

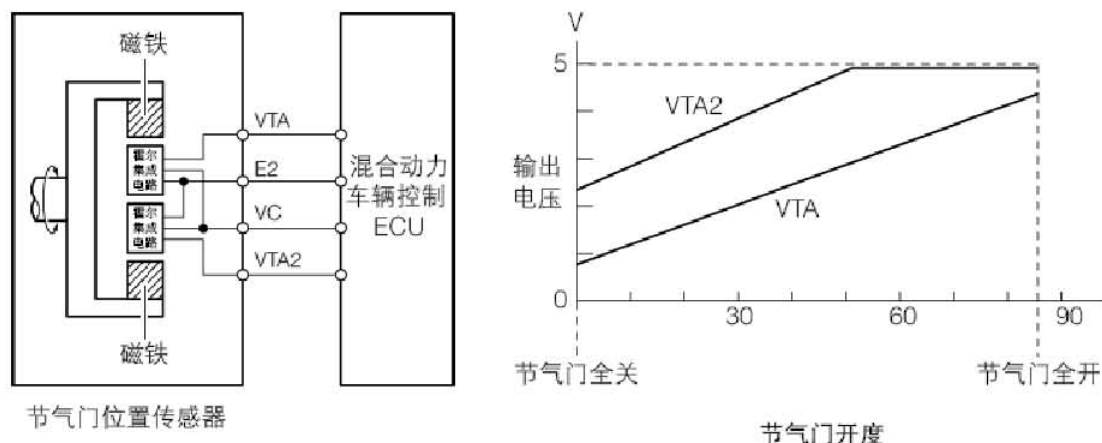


### D). 节气门位置传感器

该非接触型节气门位置传感器采用了安装在节气门体上的霍尔集成电路。

- (a). 霍尔集成电路由磁轭环绕。霍尔集成电路将磁通量产生的变化转换为电信号，并将其作为节气门位置信号输出至混合动力车辆控制 ECU。
- (b). 霍尔集成电路包含主信号电路和副信号电路。它将节气门开度转变为具有不同特性的电信号，并将其输出至混合动力车辆控制ECU。





### E). 爆震控制传感器（平面型）

#### (a). 概述

振动片内置于常规型爆震控制传感器（谐振型）中。该振动片的谐振点同发动机缸体爆震\*频率的谐振点相同。该传感器只能检测到该波段范围内的振动。另一类型的爆震控制传感器，即平面型爆震控制传感器（非谐振型）能够检测到较宽波段（从约6kHz至15 kHz）内的振动。具有以下功能：

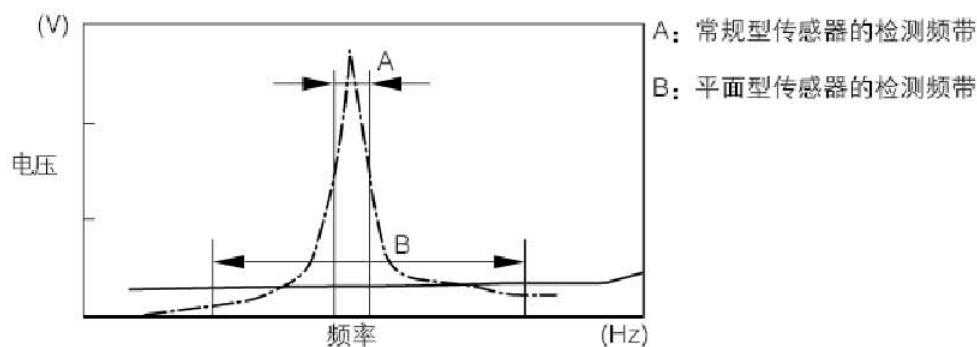
- 发动机爆震频率会随发动机转速而产生轻微变化。即使发动机爆震频率发生变化，平面型爆震控制传感器也能检测振动。由于采用了平面型爆震控制传感器，与常规型爆震控制传感器相比，振动检测能力增强，点火正时控制也更精确。

\*：此处术语“爆震”或“敲缸”指燃烧室内的空气燃油混合气早燃或爆燃现象。早燃或爆燃指空气燃油混合气被提前点燃。

这里“爆震”或“敲缸”并不是主要指发动机产生的很大机械噪声。

---：常规型传感器的谐振特性

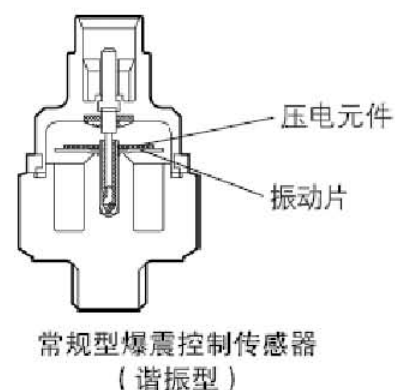
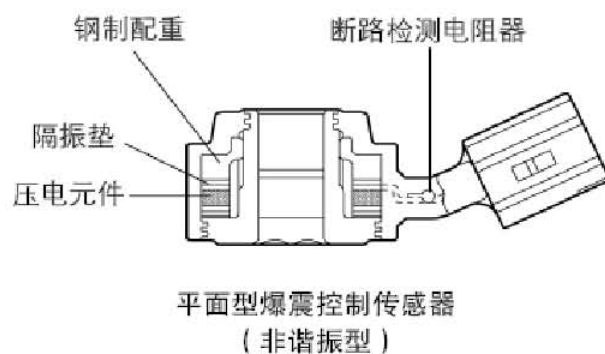
——：平面型传感器的谐振特性



爆震控制传感器的特性

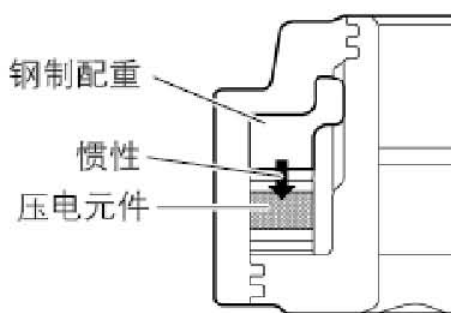
#### (b). 结构

- 通过安装在气缸体的双头螺栓，将平面型爆震控制传感器安装在发动机上。因此，在传感器中心有一个用于双头螺栓的孔。
- 在传感器内的上部有一个钢制配重。在配重和压电元件之间有一块隔振垫。
- 断路/短路检测电阻器集成于传感器内。



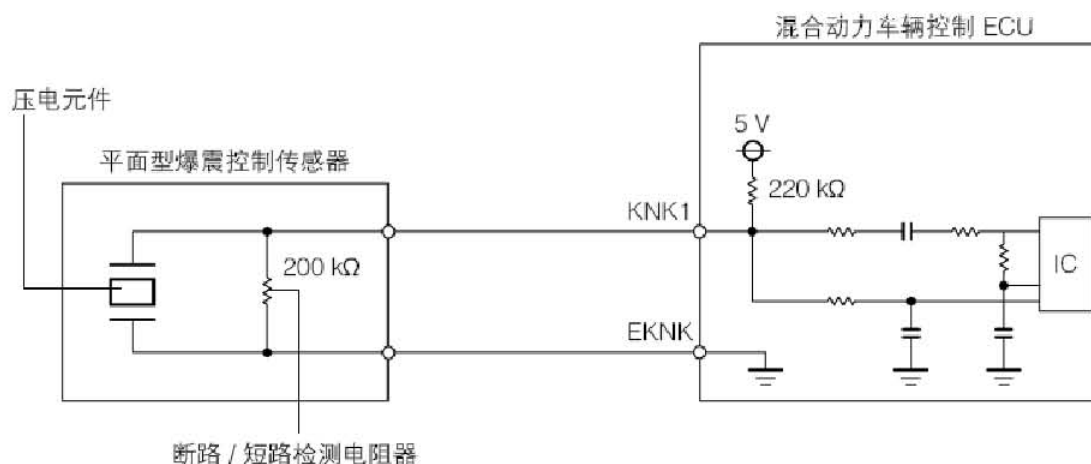
### (c). 工作情况

爆震振动传输至钢制配重，其惯性将压力施加到压电元件上。该动作产生电动势（电压）。



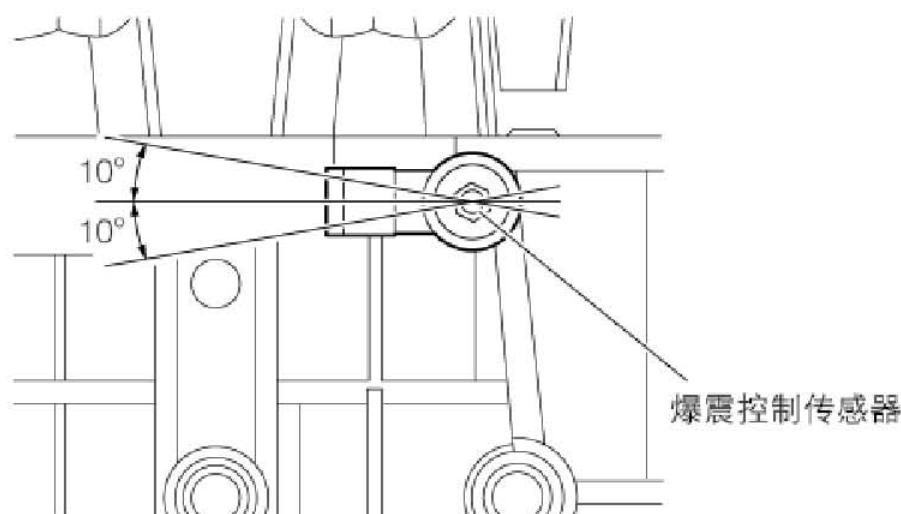
### (d). 断路/短路检测电阻器

将电源开关置于ON (IG)位置时，爆震控制传感器内的断路/短路检测电阻器和混合动力车辆控制ECU内的电阻器保持端子KNK1的电压恒定。混合动力车辆控制ECU中的集成电路 (IC) 持续监视端子KNK1的电压。如果爆震控制传感器和混合动力车辆控制 ECU 之间出现断路/短路，则端子KNK1的电压将改变，使混合动力车辆控制ECU检测到断路/短路并存储诊断故障码 (DTC)。



**保养要领:**为防止连接器内积水，确保将平面型爆震控制传感器安装在下图所示位置。

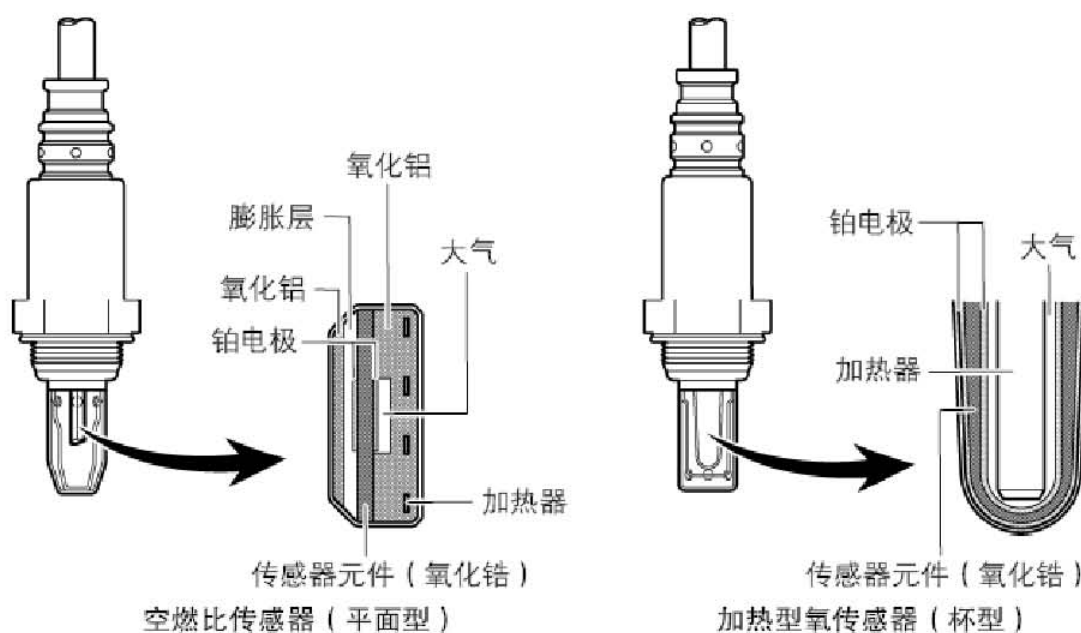




## F). 空燃比传感器（平面型）

### (a). 概述

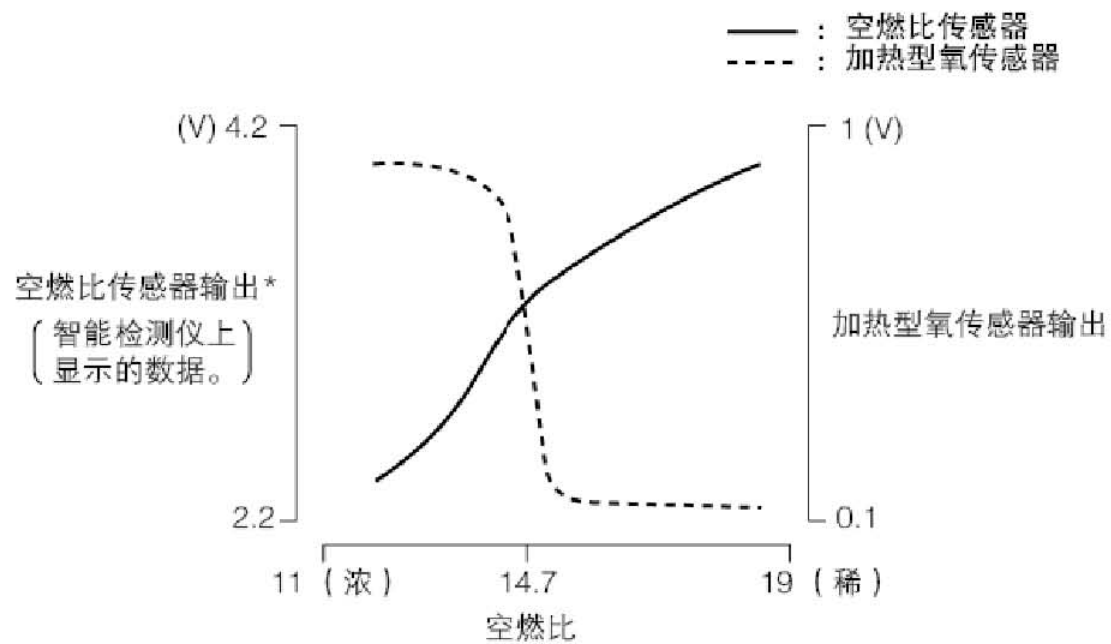
- 采用平面型空燃比传感器和加热型氧传感器（杯型）。
- 氧传感器与空燃比传感器的基本结构相同。但是，根据所用加热器结构类型的不同，将其分为杯型和平面型。
- 平面型空燃比传感器采用具有出色导热和电绝缘性能的氧化铝，将传感器元件和加热器集成，从而改善了传感器的预热性能。
- 加热型氧传感器（杯型）内有一个包住加热器的传感器元件。



### (b). 特性

如下图所示，在理论空燃比阈值(14.7:1)附近，传统的加热型氧传感器输出电压会发生突变。相反，空燃比传感器输出数值则与现有的空燃比大致成比例。空燃比传感器将氧浓度转换成电流，发送至混合动力车辆控制ECU。从而提高了空燃比的检测精确度。可通过汽车故障诊断仪读取空燃比传感器数据。





\*: 该值在混合动力车辆控制ECU内部计算, 并非混合动力车辆控制ECU端子电压。

LAUNCH

## 1. 10智能电子节气门控制系统(ETCS-i)

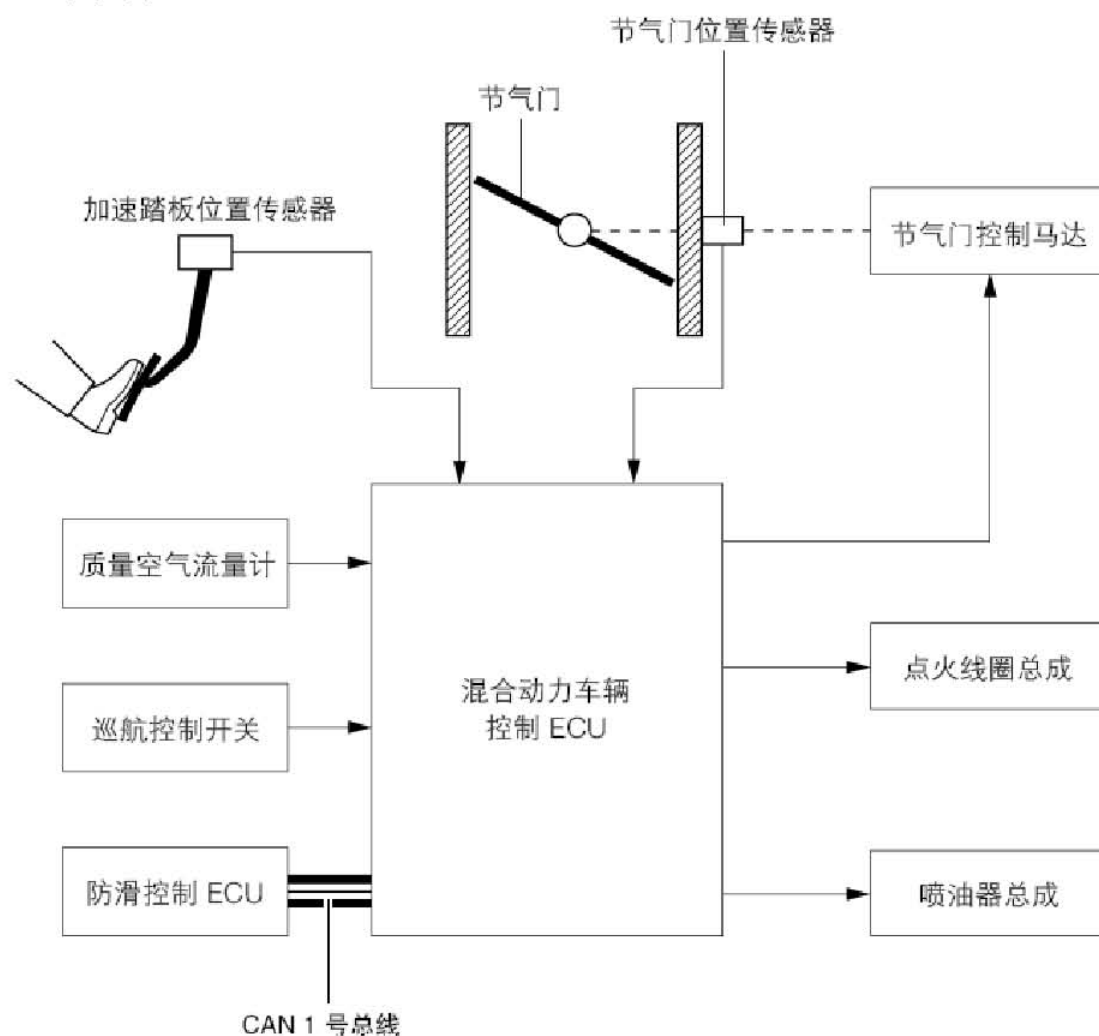
### 1). 概述

ETCS-i采用混合动力车辆控制 ECU 以计算适合各驾驶条件的最优节气门开度，并使用节气门控制马达控制开度。

ETCS-i包括以下四项功能：

- A). 怠速控制 (ISC)
- B). 牵引力控制 (TRC)
- C). 车辆稳定性控制 (VSC) 协同控制
- D). 巡航控制

### 系统图



### 2). 怠速控制

混合动力车辆控制ECU控制节气门，以保持理想怠速。

### 3). TRC

作为TRC的一部分，通过从防滑控制ECU发送至混合动力车辆控制ECU的指令信号来减小节气门开度。如果驱动轮过于打滑，则将发送该指令信号，从而确保车辆的稳定并向路面施加适量动力。

#### 4). VSC协同控制

为将VSC系统控制的效能发挥到极致，通过与防滑控制ECU的协同控制来控制节气门开度。

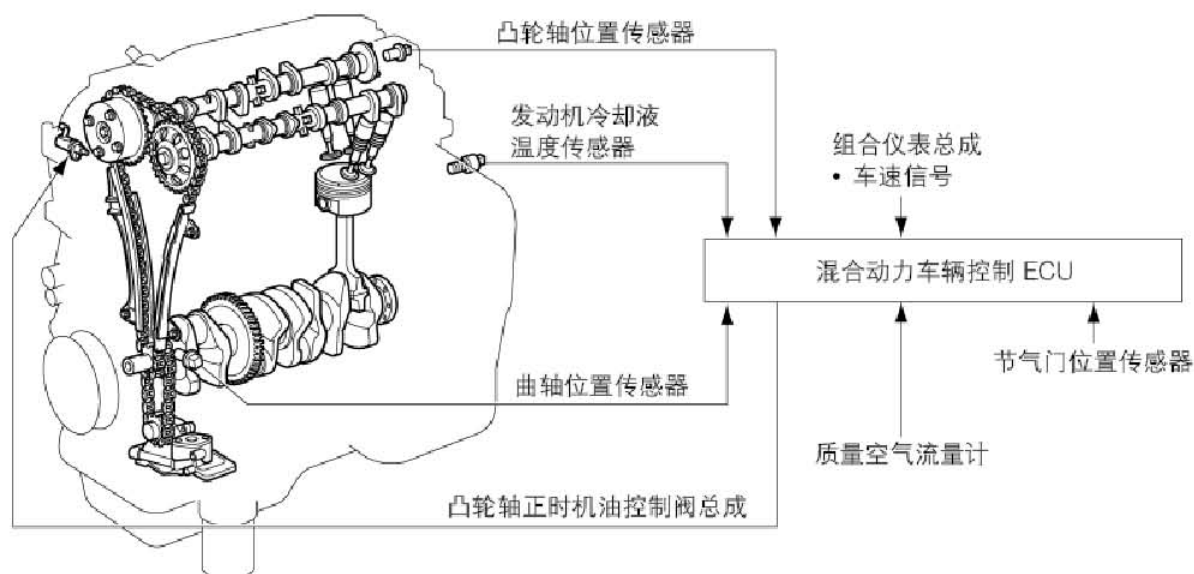
#### 5). 巡航控制

混合动力车辆控制ECU直接操作巡航控制的节气门。

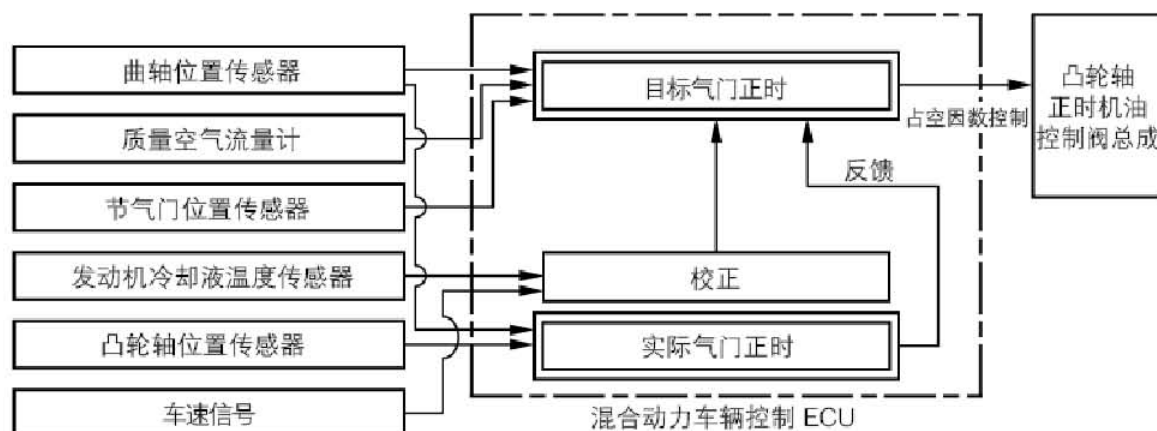
## 1.11 VVT-i（智能可变气门正时）系统

### 1). 概述

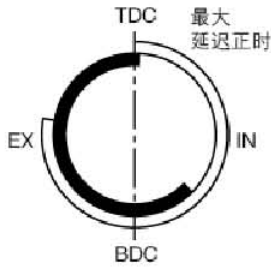
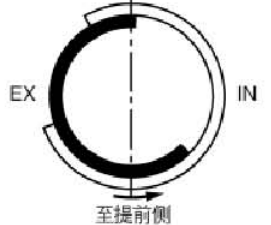
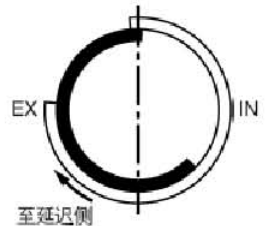
A). VVT-i系统用于将进气凸轮轴控制在（曲轴角度） $30^{\circ}$  的范围内，以提供最适合发动机工作状态的气门正时。这提高了所有发动机转速范围内的扭矩，改善了燃油经济性，并减少了废气排放。



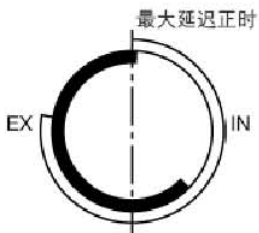
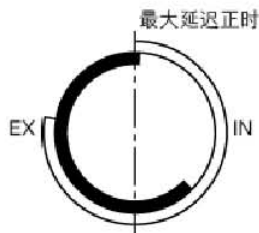
B). 混合动力车辆控制ECU根据发动机转速、进气量、节气门位置和发动机冷却液温度来计算所有驾驶条件下的最佳气门正时。混合动力车辆控制 ECU 也控制凸轮轴正时机油控制阀总成。此外，混合动力车辆控制 ECU 使用来自凸轮轴位置传感器和曲轴位置传感器的信号来检测实际气门正时，从而提供反馈控制以达到目标气门正时。



### 1.11.1 VVT-i系统的效能

| 工作状态                                                                | 目标                                                                                                              | 效果                                                                           |
|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>怠速时</li> <li>轻负载时</li> </ul> |  <p>消除重叠，以减少进气侧回火。</p>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>保持稳定的怠速转速</li> <li>提高燃油经济性</li> </ul> |
| 中等负载时                                                               |  <p>增加重叠，以增加内部EGR，从而降低泵损耗。</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>提高燃油经济性</li> <li>改善排放控制</li> </ul>    |
| 重负载时的中低转速范围                                                         |  <p>提前进气门关闭正时，以改善容积效率。</p>    | 改善中低转速范围内的扭矩                                                                 |
| 重负载时的高转速范围                                                          |  <p>延迟进气门关闭正时，以改善容积效率。</p>   | 提高输出功率                                                                       |



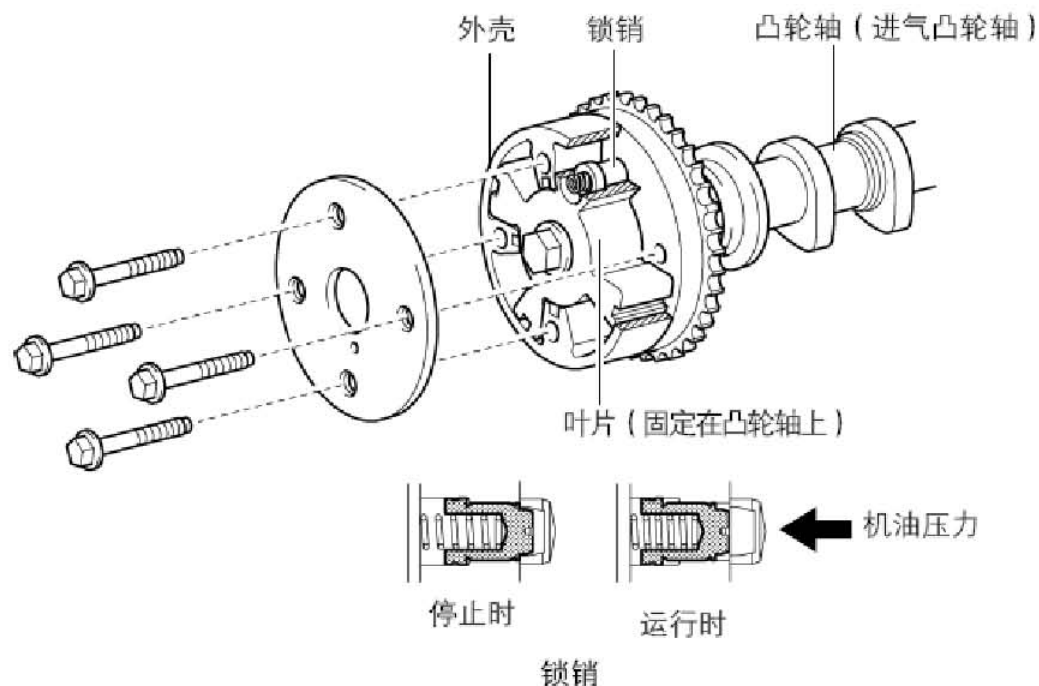
| 工作状态                                                                 | 目标                                                                                |                                    | 效果                                                                            |
|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 低温时                                                                  |  | 消除重叠，以防止进气侧的回火，从而使快怠速状态下的怠速转速保持稳定。 | <ul style="list-style-type: none"> <li>保持稳定的快怠速转速</li> <li>提高燃油经济性</li> </ul> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>起动时</li> <li>停止发动机</li> </ul> |  | 消除重叠，以减少进气侧回火。                     | 改善起动性                                                                         |

### 1). 结构

#### A). 凸轮轴正时齿轮总成 (VVT-i控制器)

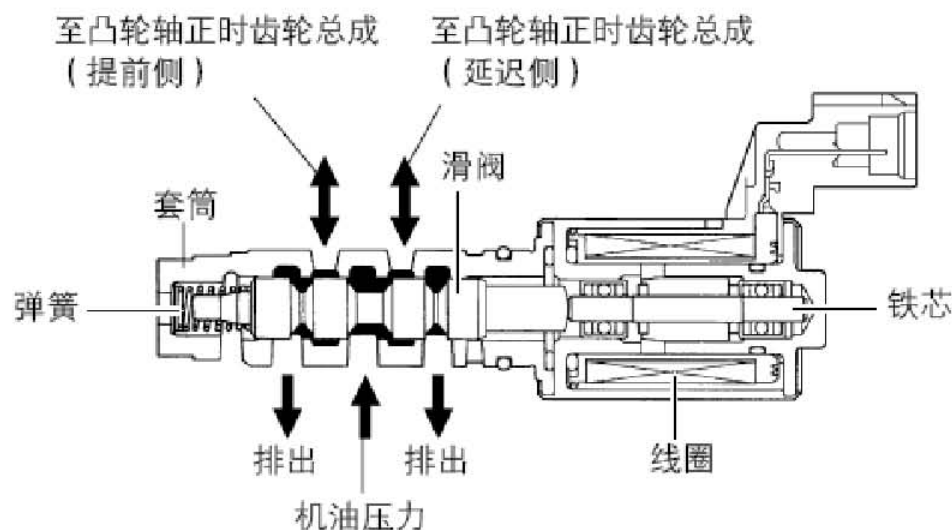
凸轮轴正时齿轮总成由被正时链条链轮驱动的外壳和与进气凸轮轴耦合在一起的叶片组成。

- 从进气凸轮轴的提前或延迟侧通道传递过来机油压力会使凸轮轴正时齿轮叶片相对于正时链条链轮旋转从而持续改变气门正时(无级)。
- 发动机停止时，凸轮轴正时齿轮总成被其锁销锁止在最大延迟位置。这样就可以确保发动机起动性。
- 发动机起动后如未立即施加液压至凸轮轴正时齿轮总成，则锁销将锁止凸轮轴正时齿轮总成的运动，以防爆震噪音。



## B). 凸轮轴正时机油控制阀总成

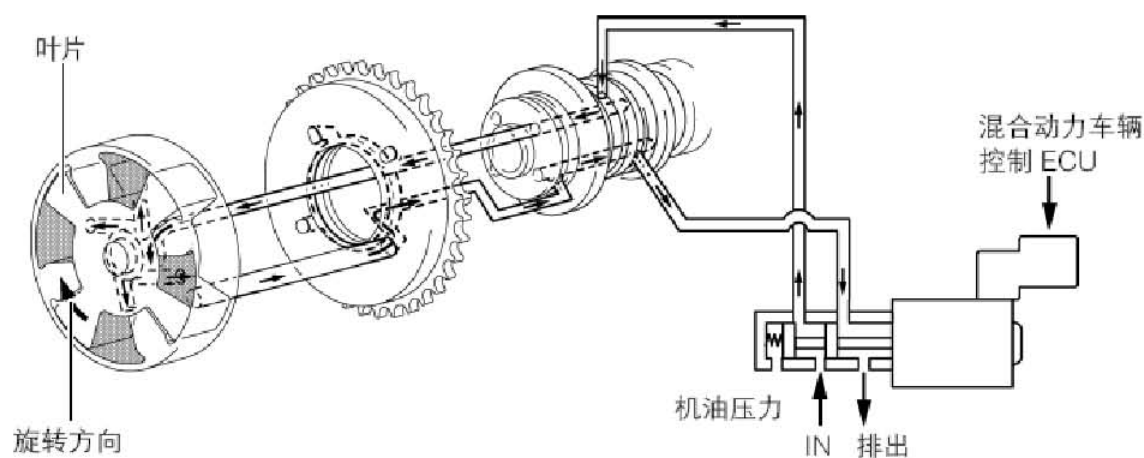
凸轮轴正时机油控制阀总成使用来自混合动力车辆控制ECU的占空因数控制对其滑阀进行控制。这样可施加液压到凸轮轴正时齿轮总成的提前侧或延迟侧。发动机停止时,凸轮轴正时机油控制阀总成将移至最大延迟位置。



## 2). 工作情况

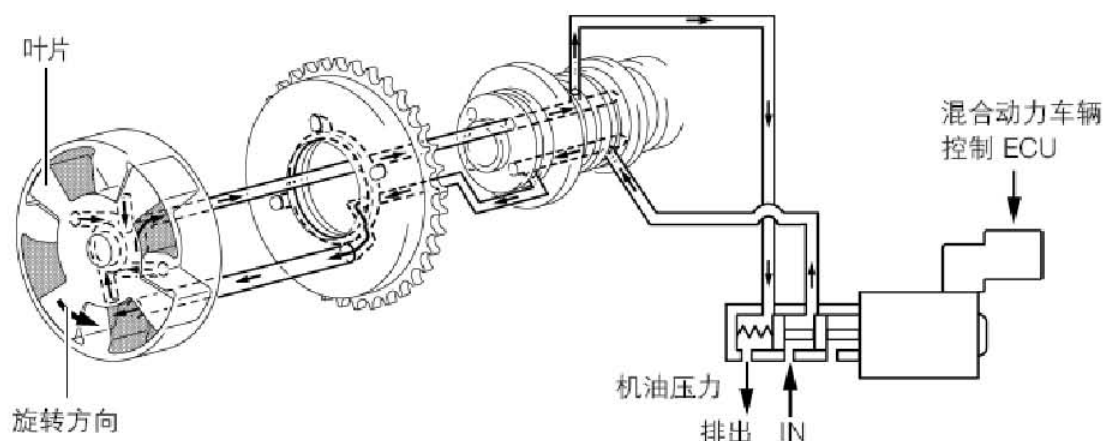
### A). 提前

当凸轮轴正时机油控制阀总成根据混合动力车辆控制 ECU 发出的提前信号位于如下图所示的位置时,合成机油压力将被施加到正时提前侧叶片室,使凸轮轴沿着正时提前角一侧旋转。



### B). 延迟

当凸轮轴正时机油控制阀总成根据混合动力车辆控制 ECU 发出的延迟信号位于如下图所示的位置时,合成机油压力将被施加到正时延迟侧叶片室,使凸轮轴沿着正时延迟角一侧旋转。



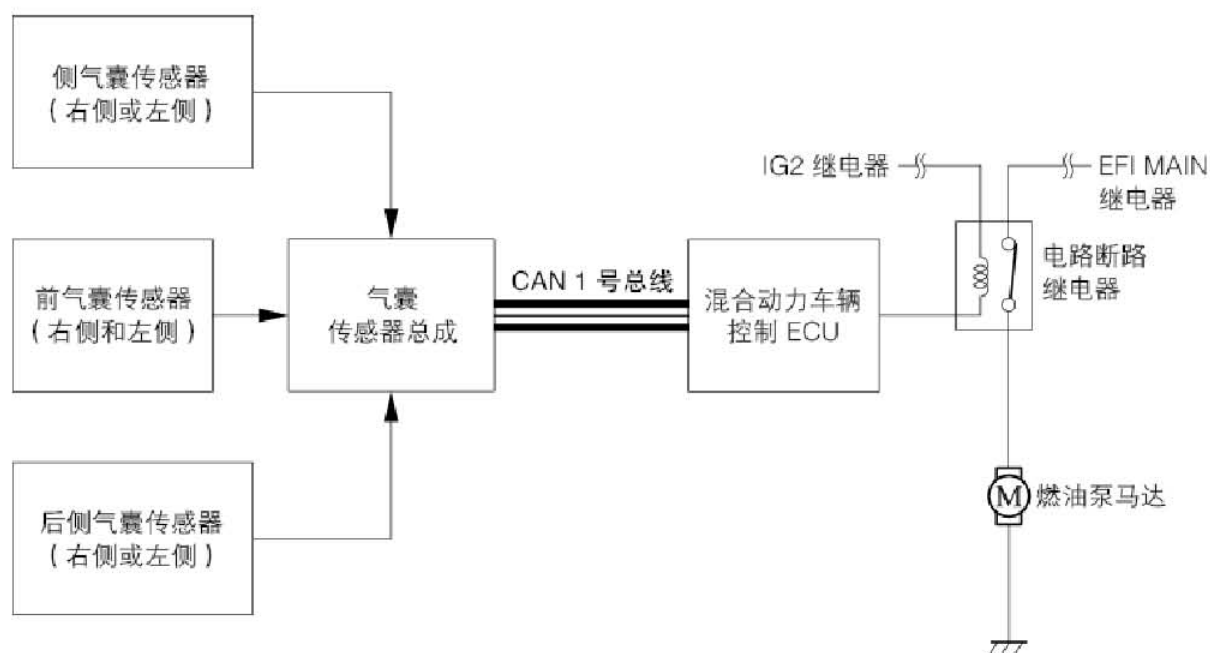
### C). 保持

达到目标正时后，将凸轮轴正时机油控制阀总成保持在中立位置来保持发动机气门正时，直至发动机工作状态发生变化。这样就可以通过防止发动机机油从凸轮轴正时机油控制阀总成流出，将发动机气门正时保持在所需目标位置。

## 1. 12燃油泵控制

- 1). 根据来自混合动力车辆控制ECU的信号控制燃油泵的运行。
- 2). 在任一 SRS气囊展开时，使用燃油切断控制系统停止燃油泵工作。使用该系统，在混合动力车辆控制ECU检测到气囊传感器总成发出的气囊展开信号时，混合动力车辆控制ECU将切断电路断路继电器。激活燃油切断控制后，将电源开关从OFF位置切换至ON(IG)位置可取消燃油切断控制，并重新起动发动机。

### 系统图

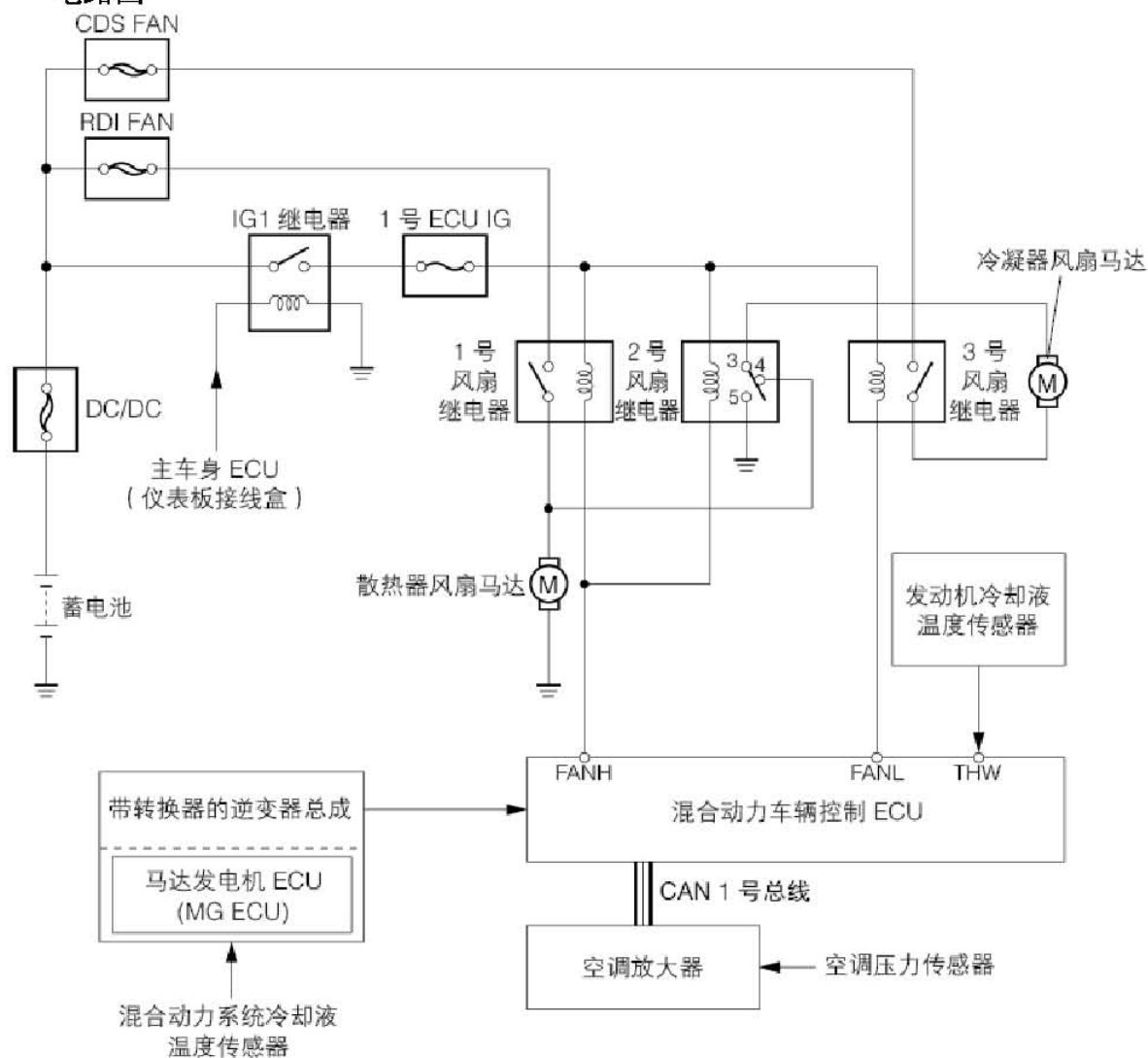


## 1. 13冷却风扇控制

采用冷却风扇控制系统，该系统使用混合动力车辆控制ECU控制冷却风扇转速。根据发动机冷却液温度、混合动力系统冷却液温度和空调工作状态，控制冷却风扇转速。

- 1). 根据发动机冷却液温度传感器、混合动力系统冷却液温度和空调放大器信号，混合动力车辆控制ECU控制冷却风扇转速。此控制通过在低速（串联）和高速（并联）分2级操作2个风扇马达完成。

电路图





## 冷却风扇工作情况

| 空调工作情况  | 发动机冷却液温度 | 混合动力系统冷却液温度 | 继电器工作情况 |       |     | 冷却风扇马达连接 | 冷却风扇工作情况 |
|---------|----------|-------------|---------|-------|-----|----------|----------|
|         |          |             | 1 号     | 2 号   | 3 号 |          |          |
| 关闭      | 低        | 低           | 断开      | 3 至 4 | 断开  | 断开       | 断开       |
|         | 高        | 低           | 接通      | 3 至 5 | 接通  | 并联       | 高        |
|         | 低        | 高           |         |       |     |          |          |
|         | 高        | 高           |         |       |     |          |          |
| 空调压力“低” | 低        | 低           | 断开      | 3 至 4 | 接通  | 串联       | 低        |
|         | 高        | 低           | 接通      | 3 至 5 | 接通  | 并联       | 高        |
|         | 低        | 高           |         |       |     |          |          |
|         | 高        | 高           |         |       |     |          |          |
| 空调压力“高” | 高        | 低           | 接通      | 3 至 5 | 接通  | 并联       | 高        |
|         | 低        | 高           |         |       |     |          |          |
|         | 高        | 高           |         |       |     |          |          |

## 1. 14失效保护与诊断

- 1). 当检测到任一传感器故障时，如果混合动力车辆控制ECU继续正常控制，则有可能造成发动机故障或其他故障发生。为了防止这种问题发生，混合动力车辆控制ECU的失效保护功能可以根据存储器中存储的数据，使发动机控制系统继续运行，或在预计将有故障发生时使发动机停止。
- 2). 混合动力车辆控制ECU检测到故障时，将存储与故障相关的信息。此外，组合仪表总成中的故障指示灯(MIL)会点亮或闪烁，以通知驾驶员。
- 3). 混合动力车辆控制ECU也将存储故障的诊断故障码(DTC)。使用汽车故障诊断仪可以读取DTC。

保养要领: 要清除混合动力车辆控制ECU中存储的DTC，可使用汽车故障诊断仪，从蓄电池负极(-)端子上断开电缆，或拆下IGCT保险丝和ETCS保险丝1分钟或更长时间。