

9.3.5.1 发动机控制模块的说明

发动机控制模块 (ECM) 与各种排放部件和系统相互作用，并监测排放部件和系统的退化信息。如果系统性能下降，OBD II 诊断将监测系统性能和故障诊断码 (DTC) 组合。发动机控制模块是网络的一部分，与各种其他的车辆控制模块通信。

故障指示灯 (MIL) 的工作和故障诊断码的存储取决于故障诊断码的类型。如果故障诊断码与排放相关，则故障诊断码被分成A类或B类。C类是与排放无关的故障诊断码。

发动机控制模块是发动机控制系统的控制中心。查阅部件和接线图以确定受发动机控制模块控制的系统。

它不断监测来自各个传感器和其他输入的信息，并控制会影响发动机性能和排放的系统。发动机控制模块也对系统的各个部分执行诊断测试，并能在识别影响排放的运行问题时打开故障指示灯。当发动机控制模块检测到故障时，它会储存一个故障诊断码。通过设定的特殊故障诊断码可识别状况区。这有助于技术人员进行维修。

发动机控制模块的功能

发动机控制模块向传感器或开关提供5伏或12伏电压。这通过上拉电阻以稳定发动机控制模块的电源实现。在某些情况下，由于输入电阻太小，即使是普通的商店电压计，也无法提供精确的读数。因此，必须使用输入电阻为10欧的数字式万用表 (DMM) 才能获得精确的电压读数。

发动机控制模块通过控制搭铁来控制输出电路，或者通过晶体管或被称为输出驱动器模块的设备来控制电源电路。

电可擦可编程只读存储器 (EEPROM)

电可擦可编程只读存储器 (EEPROM) 是发动机控制模块的主要部分。电可擦可编程只读存储器含有发动机控制模块为控制发动机操作所需的编程和校准信息。

为了对发动机控制模块重新编程，需要专用设备和车辆的正确程序和校准信息。

数据链路连接器 (DLC)

数据链路连接器 (DLC) 为发动机控制模块的诊断提供串行数据。此连接器允许技术人员使用故障诊断仪，以监测各种串行数据参数，并显示故障诊断码信息。数据链路连接器位于驾驶室内、仪表板下面。

故障指示灯 (MIL)

故障指示灯 (MIL) 位于仪表板组合仪表 (IPC) 内部。故障指示灯由发动机控制模块控制，并在发动机控制模块检测到影响车辆排放的故障时点亮。

发动机控制模块维修注意事项

设计的发动机控制模块能够承受车辆运行产生的正常电流。但是，必须小心，避免任何电路过载。在测试开路或短路时，切勿在发动机控制模块任何电路上搭铁或施加电压，除非诊断程序指明这样做。此电路应只使用数字式万用表进行测试，除非诊断程序另有说明。

用于状态检查/保养程序的排放诊断

本车装备有OBD II（第二代车载诊断系统），其设计能够诊断任何可能导致以下排放过量的故障：

- 碳氢化合物 (HC)
- 一氧化碳 (CO)
- 氮氧化物 (NOx)
- 蒸发排放 (EVAP) 系统损耗

车载诊断系统检测到可能导致排放过量的故障，发动机控制模块点亮故障指示灯，并存储与故障相

售后（加装的）电气和真空设备

告诫：切勿给本车加装真空操作设备。使用加装的真空设备，可能导致车辆部件或系统的损坏。

告诫：将任何加装的电动设备连接至车辆电气系统的12伏的蓄电池（电源和搭铁），以防止车辆损坏。

售后加装的电气和真空设备定义为，在车辆离开生产厂后，安装至车辆上的与电气或真空系统连接的任何设备。车辆设计上不允许加装这种设备。

加装的电气设备，即使是严格按照说明安装，仍可能导致动力总成故障。这也包括那些没有连接至车辆电气系统的设备，例如便携式电话和无线电。因此，诊断任何动力总成故障的第一步，就是拆除车辆所有售后加装的电气设备。完成此步骤后，如果故障仍然存在，则按正常的方法诊断故障。

静电放电 (ESD) 损坏

注意：为了防止可能的静电放电损坏发动机控制模块，禁止触摸发动机控制模块的连接器针脚。

控制系统中使用的电子部件，通常在设计上只能承受很低的电压。此类电子部件容易被静电放电损坏。低于100伏的静电就可能导致某些电子部件损坏。通过比较，需要达到4,000伏时，人才能感到静电的存在。

人携带静电的途径有几种。最常见的带电方式是摩擦和感应。人在车辆座椅上滑动就是一个摩擦生电的例子。

当一个人穿着绝缘良好的鞋子站在高度带电物体的旁边并瞬时搭铁时，即产生感应电荷。极性相同电荷相互排斥，使人带上极性相反的高电荷。静电可能导致损坏，因此在处理和测试电子部件时必须特别谨慎。

排放控制信息标签

发动机舱盖下“车辆排放控制信息标签”包含重要的排放标准。此标签标有年份、以升为单位的发动机排量和车辆级别。

此标签位于每一辆通用汽车公司车辆的发动机舱内。如果此标签遗失，可以向通用汽车公司售后零件供应中心 (GMSPO) 订购。

9.3.5.2 燃油系统说明 (LLU)

燃油系统概述

当点火开关置于“ON（打开）”位置时，发动机控制模块 (ECM) 使燃油泵继电器通电。除非控制块检测到点火参考脉冲，否则发动机控制模块将在2秒钟内使燃油继电器泵断电。只要检测到点火参考脉冲，发动机控制模块就会使燃油泵继电器继续通电。如果检测到点火参考脉冲中断且点火开关保持在“ON（打开）”位置，发动机控制模块将在2秒钟内使燃油泵继电器断电。

涡轮式电动燃油泵连接至燃油箱内的燃油箱燃油泵模块。燃油泵通过燃油滤清器向燃油喷射系统提供高压燃油。燃油泵提供的燃油流量超过了燃油喷射系统的需求。燃油泵也向位于燃油箱燃油泵模块中的喷射泵提供燃油。喷射泵的功能是向燃油箱燃油泵模块储油罐加注燃油。油压调节器是燃油导轨的一部分，可保持燃油喷射系统有正确的燃油压力。回油管使未使用的燃油回流至燃油箱。燃油箱燃油泵模块包括一个逆流单向阀。单向阀和油压调节器保持供油管 and 燃油导轨内的燃油压力，防止启动时间过长。

燃油箱

燃油箱可储存燃油。燃油箱位于车辆的后侧。燃油箱用2根连接到车底的金属箍带固定。燃油箱采用密度聚乙烯材料模铸而成。

燃油加注口盖

燃油加注管有一个带系链的燃油加注口盖。扭矩限制装置防止加注口盖过度紧固。安装盖子时，顺时针旋转盖子直到听到咔嗒声。这表明盖子正确扭转并且完全密封。

燃油箱燃油泵模块

燃油箱燃油泵模块包括以下部件：

- 油位传感器
- 燃油泵
- 燃油滤网
- 喷射泵

油位传感器

油位传感器包含一个浮子、导线浮子臂和陶瓷电阻器卡。浮子臂的位置指示燃油油位。油位传感器包括一个可变电阻器，该电阻器可以根据浮子臂的位置改变电阻。发动机控制模块通过“高速CAN总线”信号将燃油油位信号发送给车身控制模块 (BCM)。然后车身控制模块通过“低速CAN总线”信号将该信息发送给组合仪表，显示燃油油位。当燃油油位降至低于11%时，组合仪表点亮燃油油位过低指示灯。发动机控制模块还监测各种诊断的油位输入。

燃油泵

燃油泵安装在燃油箱燃油泵模块储液罐内。燃油泵是电动高压泵。燃油以指定的流量和压力抽吸进燃油喷射系统。燃油喷射系统中的多余燃油通过燃油回油管回流至燃油箱。即使在燃油油位过低和车辆操作过猛的情况下，燃油泵仍可向发动机提供恒定流量的燃油。发动机控制模块通过燃油泵继电器控制电动燃油泵的工作。燃油泵挠性管用于减少燃油泵发出的燃油脉冲和噪声。

燃油滤网

燃油滤网固定在燃油箱燃油泵模块的下端。燃油滤网由编织塑料制成。燃油滤网的功能是过滤污染物并对燃油进行导流。燃油滤网通常不需要维护。燃油滞留在滤网上表明燃油箱中含有大量沉淀物或污染物。

喷射泵

喷射泵位于燃油箱燃油泵模块中，由喷射泵室中的蓄能器引起的燃油回流是提供通过喷射泵上的基

孔导入喷射泵。喷射泵加注燃油箱燃油泵模块储液罐。

燃油滤清器

燃油滤清器位于燃油箱燃油泵模块和燃油喷射系统之间的供油管上。电动燃油泵通过燃油串接式燃油滤清器向燃油喷射系统提供燃油。纸质滤芯捕获燃油中可能损坏燃油喷射系统的颗粒。滤清器壳体制作坚固，能够承受最大燃油系统压力，并能耐受燃油添加剂和温度变化。燃油滤清器的更换，没有规定的维护间隔。更换阻塞的燃油滤清器。

尼龙燃油管

警告：参见[有关燃油和蒸发排放管的警告](#)。

尼龙管制造坚固，能够承受最大的燃油系统压力，并耐受燃油添加剂的作用以及温度的变化。

耐热橡胶软管或波形塑料套管用于保护管承受磨损、高温或振动的部分。

尼龙管具有一定挠性，可平滑弯曲地排布在车辆底部。但是，如果尼龙燃油管受力突然弯曲，这些燃油管会扭结并限制燃油流动。此外，如果接触燃油，尼龙管会变硬并且如果弯曲过大则更可能扭结。在尼龙燃油管的车辆上操作时要特别小心。

连接接头

尼龙管具有一定挠性，可平滑弯曲地排布在车辆底部。但是，如果尼龙燃油管受力突然弯曲，这些燃油管会扭结并限制燃油流动。此外，如果接触燃油，尼龙管会变硬并且如果弯曲过大则更可能扭结。在尼龙燃油管的车辆上操作时要特别小心。

燃油导轨总成

燃油导轨总成连接至发动机进气歧管。燃油导轨总成执行以下功能：

- 定位进气歧管内的喷射器
- 向喷射器均匀分配燃油

燃油喷射器

喷油器总成是一个由发动机控制模块控制的电磁阀装置，该总成计量输送至发动机各气缸的压力燃油。发动机控制模块使高阻抗、12欧、喷射器电磁阀通电，以打开常闭的球阀。这使燃油能够流经球阀通过喷射器出口处的导流板流入喷射器的顶部。导流板上钻有孔，用于控制燃油流量，同时在喷射器喷嘴上产生细微的燃油喷雾。燃油从喷射器喷嘴引导到进气门，使燃油在进入燃烧室前进一步雾化和气化。细微的雾化过程可改善燃油经济性和排放性能。

油压调节器总成

油压调节器是膜片式泄压阀。膜片一侧存在燃油压力，而另一侧存在调节器弹簧压力。通过使调节器的压力达到平稳来控制燃油压力。燃油系统压力是恒定的。软件根据歧管绝对压力传感器的信号及时补偿喷射器偏差。

燃油计量工作模式

发动机控制模块监测来自多个传感器的电压信号，以确定提供给发动机的燃油量。发动机控制模块通过改变燃油喷射器脉宽以控制输送至发动机的燃油量。燃油输送有几个模式。

起动模式

当点火开关首次被转到“ON（打开）”位置时，发动机控制模块接通燃油泵继电器并持续2秒。这使燃油泵能够在燃油系统内建立压力。发动机控制模块根据发动机冷却液温度 (ECT)、大气压力 (BARO) 质量空气流量 (MAF) 和节气门位置传感器的输入信号，计算空燃比。在发动机转速达到预定转速之前，系统保持在起动模式。

清除溢油模式

如果发动机在起动期间溢油且无法起动，可手动启用清除溢油模式。为启用清除溢油模式，踩下油门直至节气门全开 (WOT)。当发动机控制模块检测到节气门全开故障且发动机转速低于预定值时，发动机控制模块将完全关闭喷油器并保持该模式。

运行模式

运行模式有两个状态，称为“开环”和“闭环”。当发动机刚起动且转速高于预定转速时，系统开始进行“开环”操作。发动机控制模块忽略来自加热型氧传感器 (HO2S) 的信号。发动机控制模块根据发动机冷却液温度 (ECT)、歧管绝对压力 (MAP)、质量空气流量 (MAF) 和节气门位置传感器的输入信号，计算空燃比。传感器将保持在“开环”模式中，直到满足如下条件：

- 加热型氧传感器的电压输出发生变化，表明该传感器达到足够高的温度以正常工作。
- 发动机冷却液温度传感器高于规定温度。
- 发动机起动后已经过一段规定的时间。

对上述条件，不同的发动机有其特定的值，这些特定值存储在电可擦可编程只读存储器 (EEPROM) 中。达到这些值后，系统进入“闭环”运行。“闭环”时，发动机控制模块将根据各个传感器的信号（要是加热型氧传感器）来计算空燃比、喷射器打开时间。这使空燃比基本保持在14.7:1。

加速模式

当驾驶员踩下加速踏板时，进入气缸的空气流量快速增加。为了防止可能的加速迟缓，发动机控制模块在加速过程中增加喷射器脉宽以提供更多的燃油。这也称为动力增强。发动机控制模块根据节气门位置、发动机冷却液温度 (ECT)、歧管绝对压力 (MAP)、质量空气流量 (MAF) 和发动机转速确定所需的油量。

减速模式

当驾驶员释放加速踏板时，进入发动机的空气流量将减少。发动机控制模块可监测节气门位置、质量空气流量 (MAF) 和歧管绝对压力 (MAP) 的相应变化。如果是迅速或长时间的减速，如长时间关闭节气门滑行减速，则发动机控制模块可完全关闭燃油。关闭燃油的目的是防止催化转换器损坏。

蓄电池电压校正模式

当蓄电池电压过低时，发动机控制模块利用如下方法补偿点火模块提供的弱火花：

- 增加供油量
- 提高怠速转速
- 增加点火持续时间

断油模式

当满足以下条件时，发动机控制模块将切断燃油喷射器的燃油供应以保护动力总成不受损坏并且改善动力性能：

- 将点火开关置于“OFF（关闭）”位置。这将防止发动机继续运行。
- 将点火开关置于“ON（打开）”位置但没有点火参考信号。这防止溢油或回火。
- 发动机转速过高，超过红线。
- 车速过高，超出轮胎额定速度。
- 处于长时间、高速、关闭节气门滑行减速 - 这将减少排放并增强发动机制动作用。
- 处于长时间减速过程中，以防止催化转化器损坏。

燃油调整

发动机控制模块控制空气/燃油计量系统，以提供可能最佳的动力性、燃油经济性和排放控制组合。发动机控制模块监测“闭环”状态下的加热型氧传感器电压信号，并且根据该信号通过调节喷射器的脉冲宽度来调节燃油供应。对于短期和长期燃油调节，理想的燃油调节值都接近0%。燃油调整值为正数表明发动机控制模块正在增加脉宽来增加燃油，从而补偿燃油过稀情况。负的燃油调整值表示控制模块正在减少脉宽来减少燃油量以补偿燃油偏浓状况。燃油供应的变化将改变长期和短期燃油调整值。短期燃油调节值快速地发生变化以响应加热型氧传感器信号电压的变化。这些变化将对发动机供油进行微调。长期燃油调节对供油进行粗调，以回到居中位置并恢复对短期燃油调节的控制。可使用故障诊断仪来监测短期和长期燃油调整值。长期燃油调整诊断以多个长期速度负荷读入单元的平均值作为基础。发动机控制模块根据发动机转速和发动机负荷选择所需的单元。如果发动机控制模块检测到燃油过稀或过浓情况，发动机控制模块将设置燃油调整故障诊断码 (DTC)。

9.3.5.3 燃油系统说明 (LDE)

燃油系统概述

燃油系统采用无回路请求式设计。燃油压力调节器是燃油箱燃油泵模块的一部分，不需要来自发动机的回油管。无回路燃油系统不使热燃油从发动机返回至油箱，以降低油箱的内部温度。油箱内部温度的降低导致较低的蒸发排放。

涡轮式电动燃油泵连接至燃油箱内的燃油箱燃油泵模块。燃油泵通过燃油滤清器和供油管向燃油喷射系统提供高压燃油。燃油泵提供的燃油流量超过了燃油喷射系统的需求。燃油压力调节器是燃油箱燃油泵模块的一部分，可保持燃油喷射系统有正确的燃油压力。燃油箱燃油泵模块包括一个逆流单向阀。单向阀和油压调节器保持供油管和燃油导轨内的燃油压力，防止起动时间过长。

燃油箱

燃油箱可储存燃油。燃油箱位于车辆的后侧。燃油箱用2根连接到车底的金属箍带固定。燃油箱采用密度聚乙烯材料模铸而成。

燃油加注口盖

燃油加注管有一个带系链的燃油加注口盖。扭矩限制装置防止加注口盖过度紧固。安装盖子时，顺时针旋转盖子直到听到咔嗒声。这表明盖子正确扭转并且完全密封。

燃油箱燃油泵模块

燃油箱燃油泵模块包括以下部件：

- 油位传感器
- 燃油泵
- 燃油滤网
- 油压调节器
- 喷射泵

油位传感器

油位传感器包含一个浮子、导线浮子臂和陶瓷电阻器卡。浮子臂的位置指示燃油油位。油位传感器包括一个可变电阻器，该电阻器可以根据浮子臂的位置改变电阻。发动机控制模块通过串行数据将燃油油位百分比发送至车身控制模块 (BCM)。然后，发动机控制模块再通过串行数据将燃油油位百分比传送到组合仪表，以控制燃油表。当燃油油位降至低于11%时，组合仪表点亮燃油油位过低指示灯。发动机控制模块还监测各种诊断的油位输入。

燃油泵

燃油泵安装在燃油箱燃油泵模块储液罐内。燃油泵是一种电动泵。燃油以指定的流量和压力抽吸进燃油喷射系统。即使在燃油油位过低和车辆操作过猛的情况下，燃油泵仍向发动机提供恒定流量的燃油。发动机控制模块通过燃油泵继电器控制电动燃油泵的工作。燃油泵挠性管用于减少燃油泵发出的燃油脉冲噪声。

燃油滤网

燃油滤网固定在燃油箱燃油泵模块的下端。燃油滤网由编织塑料制成。燃油滤网的功能是过滤污染物并对燃油进行导流。燃油滤网通常不需要维护。燃油滞留在滤网上表明燃油箱中含有大量沉淀物或污染物。

喷射泵

喷射泵位于燃油箱燃油泵模块内。由泵进油室中的蒸发排气引起的燃油泵流量损失通过泵盖上的节

燃油压力调节器

燃油压力调节器包含在燃油泵出口附近的燃油箱燃油泵模块中。油压调节器是膜片式泄压阀。膜片一侧存在燃油压力，而另一侧存在调节器弹簧压力。油压调节器并非真空型。通过使调节器的压力达到平衡来控制燃油压力。燃油系统压力是恒定的。

燃油滤清器

燃油滤清器位于燃油箱燃油泵模块和燃油喷射系统之间的供油管上。电动燃油泵通过燃油串接式燃油滤清器向燃油喷射系统提供燃油。纸质滤芯捕获燃油中可能损坏燃油喷射系统的颗粒。滤清器壳体制作坚固，能够承受最大燃油系统压力，并能耐受燃油添加剂和温度变化。燃油滤清器的更换，没有规定的维护间隔。更换阻塞的燃油滤清器。

尼龙燃油管

警告：参见[有关燃油和蒸发排放管的警告](#)。

尼龙管制造坚固，能够承受最大的燃油系统压力，并耐受燃油添加剂的作用以及温度的变化。

耐热橡胶软管或波形塑料套管用于保护管承受磨损、高温或振动的部分。

尼龙管具有一定挠性，可平滑弯曲地排布在车辆底部。但是，如果尼龙燃油管受力突然弯曲，这些燃油管会扭结并限制燃油流动。此外，如果接触燃油，尼龙管会变硬并且如果弯曲过大则更可能扭结。在尼龙燃油管的车辆上操作时要特别小心。

连接接头

尼龙管具有一定挠性，可平滑弯曲地排布在车辆底部。但是，如果尼龙燃油管受力突然弯曲，这些燃油管会扭结并限制燃油流动。此外，如果接触燃油，尼龙管会变硬并且如果弯曲过大则更可能扭结。在尼龙燃油管的车辆上操作时要特别小心。

燃油脉动衰减器

燃油脉动衰减器是供油前管的一部分。燃油脉动衰减器采用膜片式，一侧承受燃油泵压力，另一侧受弹簧压力。阻尼器的功能是缓冲燃油泵压力的脉动。

燃油导轨总成

燃油导轨总成连接至发动机进气歧管。燃油导轨总成执行以下功能：

- 定位进气歧管内的喷射器
- 向喷射器均匀分配燃油

燃油喷射器

喷油器总成是一个由发动机控制模块控制的电磁阀装置，该总成计量输送至发动机各气缸的压力燃油。发动机控制模块使高阻抗、12欧、喷射器电磁阀通电，以打开常闭的球阀。这使燃油能够流经球阀通过喷射器出口处的导流板流入喷射器的顶部。导流板上钻有孔，用于控制燃油流量，同时在喷射器喷嘴上产生细微的燃油喷雾。燃油从喷射器喷嘴引导到进气门，使燃油在进入燃烧室前进一步雾化和气化。细微的雾化过程可改善燃油经济性和排放性能。

燃油计量工作模式

发动机控制模块监测来自多个传感器的电压信号，以确定提供给发动机的燃油量。发动机控制模块通过改变燃油喷射器脉宽以控制输送至发动机的燃油量。燃油输送有几个模式。

起动模式

当点火开关首次被转到“ON（打开）”位置时，发动机控制模块接通燃油泵继电器并持续2秒。这使燃油能够在燃油系统中建立压力。发动机控制模块根据发动机冷却液温度（ECT）、进气压力（BARO）

质量空气流量 (MAF) 和节气门位置传感器的输入信号，计算空燃比。在发动机转速达到预定转速之前，系统保持在起动模式。

清除溢油模式

如果发动机在起动期间溢油且无法起动，可手动启用清除溢油模式。为启用清除溢油模式，踩下油门直至节气门全开 (WOT)。当发动机控制模块检测到节气门全开故障且发动机转速低于预定值时，发动机控制模块将完全关闭喷油器并保持该模式。

运行模式

运行模式有两个状态，称为“开环”和“闭环”。当发动机刚起动且转速高于预定转速时，系统开始进行“开环”操作。发动机控制模块忽略来自加热型氧传感器 (HO2S) 的信号。发动机控制模块根据发动机冷却液温度 (ECT)、歧管绝对压力 (MAP)、质量空气流量 (MAF) 和节气门位置传感器的输入信号，计算空燃比。传感器将保持在“开环”模式中，直到满足如下条件：

- 加热型氧传感器的电压输出发生变化，表明该传感器达到足够高的温度以正常工作。
- 发动机冷却液温度传感器高于规定温度。
- 发动机起动后已经过一段规定的时间。

对上述条件，不同的发动机有其特定的值，这些特定值存储在电可擦可编程只读存储器 (EEPROM) 中。达到这些值后，系统进入“闭环”运行。“闭环”时，发动机控制模块将根据各个传感器的信号（要是加热型氧传感器）来计算空燃比、喷射器打开时间。这使空燃比基本保持在14.7:1。

加速模式

当驾驶员踩下加速踏板时，进入气缸的空气流量快速增加。为了防止可能的加速迟缓，发动机控制模块在加速过程中增加喷射器脉宽以提供更多的燃油。这也称为动力增强。发动机控制模块根据节气门位置、发动机冷却液温度 (ECT)、歧管绝对压力 (MAP)、质量空气流量 (MAF) 和发动机转速确定所需的油量。

减速模式

当驾驶员释放加速踏板时，进入发动机的空气流量将减少。发动机控制模块可监测节气门位置、质量空气流量 (MAF) 和歧管绝对压力 (MAP) 的相应变化。如果是迅速或长时间的减速，如长时间关闭节气门滑行减速，则发动机控制模块可完全关闭燃油。关闭燃油的目的是防止催化转换器损坏。

蓄电池电压校正模式

当蓄电池电压过低时，发动机控制模块利用如下方法补偿点火模块提供的弱火花：

- 增加供油量
- 提高怠速转速
- 增加点火持续时间

断油模式

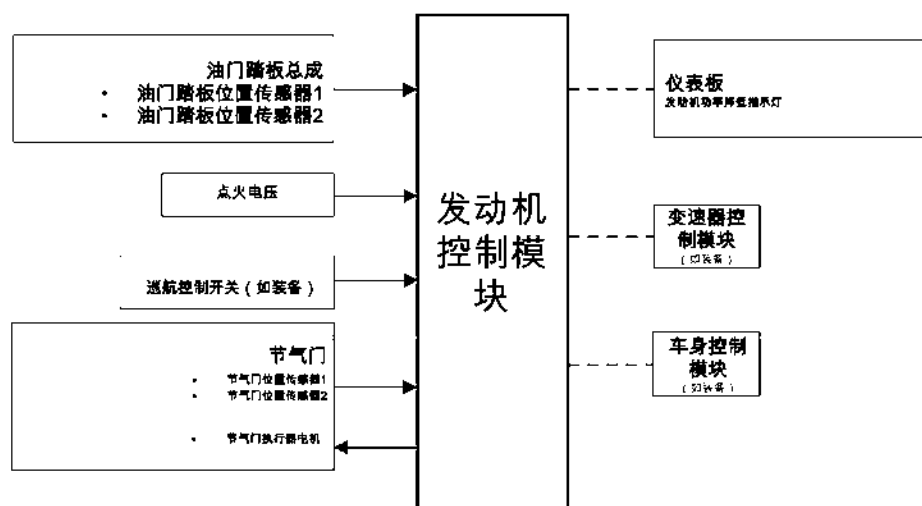
当满足以下条件时，发动机控制模块将切断燃油喷射器的燃油供应以保护动力总成不受损坏并且改善动力性能：

- 将点火开关置于“OFF（关闭）”位置。这将防止发动机继续运行。
- 将点火开关置于“ON（打开）”位置但没有点火参考信号。这防止溢油或回火。
- 发动机转速过高，超过红线。
- 车速过高，超出轮胎额定速度。
- 处于长时间、高速、关闭节气门滑行减速 - 这将减少排放并增强发动机制动作用。
- 处于长时间减速过程中，以防止催化转换器损坏。

燃油调整

发动机控制模块控制空气/燃油计量系统，以提供可能最佳的动力性、燃油经济性和排放控制组合。发动机控制模块监测“闭环”状态下的加热型氧传感器电压信号，并且根据该信号通过调节喷射器的脉冲宽度来调节燃油供应。对于短期和长期燃油调节，理想的燃油调节值都接近0%。燃油调整值为正数表明发动机控制模块正在增加脉宽来增加燃油，从而补偿燃油过稀情况。负的燃油调整值表示控制模块正在减少脉宽来减少燃油量以补偿燃油偏浓状况。燃油供应的变化将改变长期和短期燃油调整值。短期燃油调节值快速地发生变化以响应加热型氧传感器信号电压的变化。这些变化将对发动机供油进行微调。长期燃油调节对供油进行粗调，以回到居中位置并恢复对短期燃油调节的控制。可使用故障诊断仪来监测短期和长期燃油调整值。长期燃油调整诊断以多个长期速度负荷读入单元的平均值作为基础。发动机控制模块根据发动机转速和发动机负荷选择所需的单元。如果发动机控制模块检测到燃油过稀或过浓情况，发动机控制模块将设置燃油调整故障诊断码 (DTC)。

9.3.5.4 节气门执行器控制 (TAC) 系统的说明



发动机控制模块 (ECM) 是节气门执行器控制 (TAC) 系统的控制中心。发动机控制模块根据加速踏板位置传感器的输入确定驾驶员的意图，然后根据节气门位置传感器计算相应的节气门响应量。发动机控制模块通过节气门执行器电机提供脉宽调制电压，实现节气门定位。节气门在两个方向都受弹簧负载，默认位置为微开。

工作模式

正常模式

在节气门执行器控制系统工作期间，有几种模式或功能被认为是正常的。在正常操作期间可进入以下几种模式：

- 加速踏板最小值 - 用钥匙起动时，发动机控制模块更新已读入的加速踏板最小值。
- 节气门位置最小值 - 用钥匙起动时，发动机控制模块更新已读入的节气门位置最小值。为了读入节气门位置最小值，将节气门移至关闭位置。
- 破冰模式 - 如果节气门叶片不能达到预定的最小节气门位置，则进入破冰模式。在破冰模式期间，发动机控制模块指令向关闭方向的节气门执行器电机施加几次最大的脉宽。
- 加速踏板最小值 - 用钥匙起动时，发动机控制模块更新已读入的加速踏板最小值。
- 蓄电池节电模式 - 在发动机无转速持续预定时间后，发动机控制模块指令蓄电池节电模式。在“蓄电池节电”模式期间，节气门执行器控制模块卸去电机控制电路上的电压，以消除用于保持怠速位置的电流，并使节气门返回至默认的弹簧负载位置。

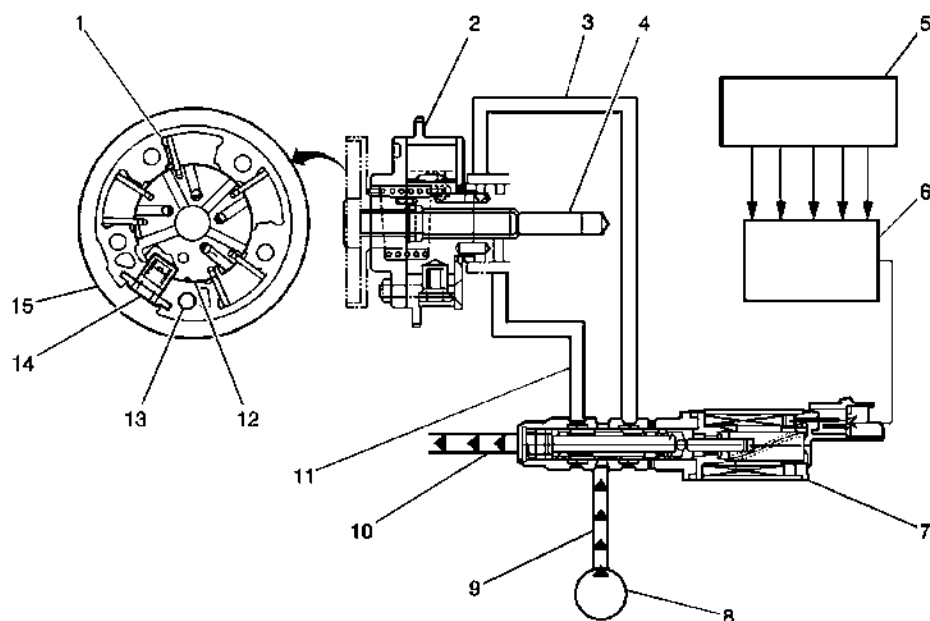
降低发动机功率模式

发动机控制模块检测到节气门执行器控制系统故障时，发动机控制模块可进入降低发动机功率模式。降低发动机功率可能导致以下一种或多种情况：

- 限制加速-发动机控制模块将继续使用加速踏板控制节气门，但车辆加速受限制。
- 限制节气门模式 - 发动机控制模块将继续使用加速踏板控制节气门，但节气门最大开度受限制。
- 节气门默认模式 - 发动机控制模块将关闭节气门执行器电机，节气门将返回至弹簧负载的默认位置。
- 强制怠速模式 - 发动机控制模块将执行以下操作：
 - 通过定位节气门位置将发动机转速限制在怠速，或者在节气门关闭时控制燃油和点火使发动机怠速。
 - 忽略加速踏板的输入。
- 发动机关闭模式 - 发动机控制模块将关闭燃油并使节气门执行器断电。

9.3.5.5 凸轮轴执行器系统的说明

凸轮轴执行器系统概述



图标

- (1) 凸轮轴执行器叶片
- (2) 正时链条链轮
- (3) 发动机机油压力 - 用于凸轮轴延迟
- (4) 凸轮轴
- (5) 来自发动机传感器的输入信号
- (6) 发动机控制模块 (ECM)
- (7) 凸轮轴执行器电磁阀
- (8) 发动机机油泵
- (9) 发动机机油压力提供
- (10) 发动机机油排出
- (11) 发动机机油压力 - 用于凸轮轴提前
- (12) 凸轮轴执行器转子
- (13) 凸轮轴位置传感器变磁阻
- (14) 凸轮轴执行器锁销
- (15) 凸轮轴执行器壳体

发动机运行时，凸轮轴执行器系统启用发动机控制模块 (ECM) 以改变4个凸轮轴的凸轮轴正时。凸轮轴位置 (CMP) 执行器总成 (15) 根据机油压力方向的变化改变凸轮轴位置。凸轮轴位置执行器电磁阀控制施加到提前或延迟凸轮轴的机油压力。改变发动机指令修正凸轮轴正时，可在以下有关性能之间提供更大的平衡：

- 发动机功率输出
- 燃油经济性
- 排气管排放

凸轮轴位置执行器电磁阀 (7) 受发动机控制模块的控制。曲轴位置 (CKP) 传感器和凸轮轴位置传感器可用于监测凸轮轴位置的变化。发动机控制模块利用以下信息，以计算期望的凸轮轴位置：

- 发动机冷却液温度
- 计算的发动机机油温度 (EOT)
- 质量空气质量 (MAF)
- 节气门位置(TP)
- 车速
- 容积效率

操作

凸轮轴位置执行器总成有一个由发动机正时链条驱动的外壳。总成内部是一个连接在凸轮轴上的带固定叶片的转子。提供给固定叶片的机油压力，将使特定的凸轮轴相对于曲轴转动。进气凸轮轴的运动将使进气门正时提前。排气凸轮轴的运动将使排气门正时延迟。当机油压力施加到叶片的返回侧时，凸轮轴返回到0度曲轴角度或上止点 (TDC)。凸轮轴位置执行器电磁阀引导机油流量来控制凸轮轴运动。发动机控制模块指令凸轮轴位置电磁阀移动电磁阀柱塞和伺服阀，直到机油从提前通道 (11) 中流出。机油从凸轮轴位置电磁阀提前通道流过凸轮轴位置执行器总成，向凸轮轴位置执行器总成中的叶片提前侧施加压力。当延迟凸轮轴位置时，凸轮轴位置执行器电磁阀引导机油从延迟通道 (3) 流进凸轮轴位置执行器总成。发动机控制模块也能指令凸轮轴位置执行器电磁阀停止来自两个通道的机油流动，以保持当前的凸轮轴位置。

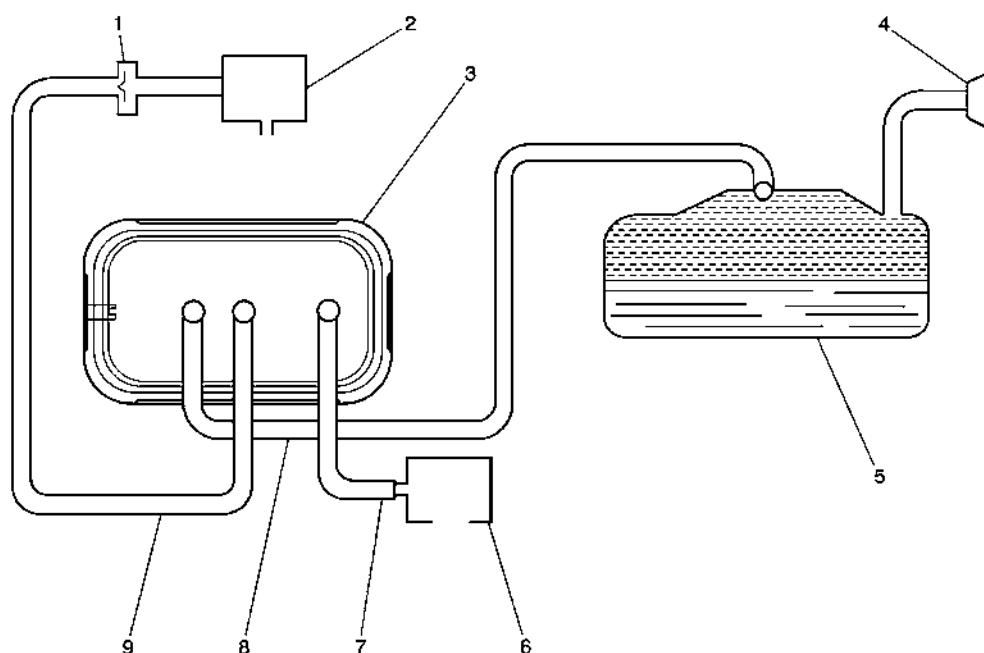
发动机控制模块通过电磁线圈的脉宽调制 (PWM)，操纵凸轮轴位置执行器电磁阀。脉宽调制占空比高，凸轮轴正时的改变越大。凸轮轴位置执行器总成还包括一个锁销 (14)，能够阻止外壳和转子叶片总之间的运动。在凸轮轴位置执行器总成中发生任何运动前，锁销通过机油压力释放。发动机控制模块持续地将凸轮轴位置传感器输入和曲轴位置传感器输入相比较，以监测凸轮轴位置并检测任何系统故障。如故障存在于进气或者排气凸轮轴执行器系统中，则相反缸组的进气或者排气凸轮轴执行器将默认为0度曲轴角度。

凸轮轴位置执行器系统的操作

驾驶条件	凸轮轴位置 的改变	目标	结果
怠速	无变化	最小气门重叠角	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	更高的燃油经济性和更低的排放
重载时，低转速到中等转速	气门正时提前	进气门提前关闭	提高低到中等档位扭矩
重载时，高转速	气门正时延迟	进气门延迟关闭	提高发动机输出

9.3.5.6 蒸发排放控制系统的说明

蒸发排放系统的操作



图标

- (1) 吹洗管单向阀，仅用于涡轮增压应用
- (2) 蒸发排放炭罐吹洗电磁阀
- (3) 蒸发排放炭罐
- (4) 燃油加注口盖/加注口颈部
- (5) 燃油箱
- (6) 蒸发排放进气口
- (7) 蒸发排放通风管
- (8) 蒸发排放蒸气管
- (9) 蒸发排放吹洗管

蒸发排放 (EVAP) 控制系统限制燃油蒸气逸出到大气中。由于燃油箱内的压力，燃油箱蒸气可从燃油箱经过燃油蒸气管流入蒸发排放炭罐。炭罐中的炭吸附并存储燃油蒸气。多余的压力从通风管和蒸发排放进气口排入大气环境中。蒸发排放炭罐贮存燃油蒸气，直到发动机能使用它们。控制模块将在适当时候令蒸发排放吹洗电磁阀打开，让发动机真空作用在蒸发排放炭罐。新鲜空气从蒸发排放进气口和通风管进入蒸发排放炭罐。吸入的新鲜空气从蒸发排放炭罐流过，带走炭中的燃油蒸气。空气/燃油蒸气混合物继续从蒸发排放吹洗管和蒸发排放吹洗电磁阀流入进气歧管，以在正常燃烧期间消耗掉。

蒸发排放系统部件

蒸发排放系统由以下部件组成：

- 吹洗管单向阀，仅限涡轮增压应用
- 蒸发排放炭罐吹洗电磁阀
- 蒸发排放炭罐
- 燃油加注口盖/加注口颈部
- 燃油箱
- 蒸发排放进气口

- 蒸发排放通风管
- 蒸发排放蒸气管
- 蒸发排放吹洗管

蒸发排放炭罐

蒸发排放炭罐是带有3个口的密封单元。

炭罐中装有炭粒，用来吸附和存储燃油蒸气。燃油蒸气贮存在炭罐中，直到控制模块决定燃油蒸气在正常燃烧过程中消耗掉。

蒸发排放吹洗电磁阀

蒸发排放吹洗电磁阀控制蒸气从蒸发排放系统到进气歧管的流动。该常闭电磁阀由控制模块进行脉宽调制 (PWM)，以精确控制流入发动机的燃油蒸气流量。

蒸发排放进气口

蒸发排放进气口对进入蒸发排放炭罐的空气进行过滤。

吹洗管单向阀

涡轮增压式车辆在蒸发排放吹洗电磁阀和蒸发排放炭罐之间的吹洗管中装有一个单向阀，用以防止蒸发排放系统在助力状态下增压。

9.3.5.7 电子点火系统说明（LDE带表面安装的发动机控制模块连接器）

电子点火系统的操作

电子点火系统产生并控制高能量的次级火花。该火花在准确的时间点燃压缩空气/燃油混合气，提供佳的性能、燃料经济性和尾气排放控制。发动机控制模块 (ECM) 收集来自曲轴位置传感器和进气/排气轮轴位置传感器的信息，确定每个气缸火花的点火顺序、闭合角和正时。发动机控制模块向独立的点火控制电路上的点火线圈模块发射一个频率信号，以对火花塞进行点火。

曲轴位置传感器

曲轴位置传感器是一种外部磁性偏差数字输出集成电路传感装置。传感器向曲轴编码器滚轮的每个极提供一个脉冲。传感器产生一个变频的开/关直流电压，曲轴每转动一圈输出58个脉冲。传感器输出信号的频率取决于曲轴的转速。发动机控制模块使用传感器信号脉冲确定曲轴转速和位置，以计算点火和燃油喷射的最佳正时。发动机控制模块还利用曲轴位置传感器信息来控制凸轮轴定相，并检测气缸缺火。

发动机控制模块带有专用复制曲轴位置传感器信号输出电路，可以用作其他模块的输入信号，用以检测发动机转速。

曲轴位置传感器通过下列电路连接至发动机控制模块：

- 一个5伏参考电压电路
- 一个低电平参考电压电路
- 信号电路

曲轴编码器轮

曲轴编码器轮是曲轴的一部分。编码器滚轮由58个轮齿和一个参考间隙组成。编码器滚轮上的每个齿相隔6°，其中留出12°空间作为参考间隙。来自参考间隙的脉冲也称为同步脉冲。同步脉冲可使点火模块的点火顺序与曲轴位置同步，而其他轮齿提供转动过程中的气缸位置。

凸轮轴位置传感器

进气和排气凸轮轴位置传感器各自由凸轮轴链轮上的带切槽的磁阻轮触发。凸轮轴每转动一圈，产生四个脉冲信号。各个切槽尺寸不一，用以识别每个气缸的压缩行程并启用顺序燃油喷射。凸轮轴位置传感器通过下列电路连接至发动机控制模块：

- 一个5伏参考电压电路
- 一个低电平参考电压电路
- 信号电路

爆震传感器

爆震传感器系统可使控制模块控制火花正时以尽可能获得最佳性能，同时保护发动机免受潜在的爆震损害，即火花爆震。爆震传感器系统使用1个或2个平面响应双线传感器。传感器使用压电晶体电动技术根据发动机振动或噪音水平产生一个振幅和频率变化的交流电压信号。振幅和频率取决于爆震传感器检测到的爆震水平。控制模块通过信号电路接收爆震传感器信号。爆震传感器搭铁由控制模块通过低电平参考电压电路提供。

怠速时，控制模块从爆震传感器读入最小噪声级或背景噪声，并在其余的发动机转速范围内使用标值。控制模块利用最小噪声级来计算噪声信道。正常的爆震传感器信号将在噪声信道中传送。随着发动机转速和载荷的变化，噪声信道的上下参数将会改变以适应正常的爆震传感器信号，使信号保持在信道中。为确定爆震气缸，当每个气缸接近点火行程的上止点 (TDC) 时，控制模块仅使用爆震传感器信号信息。果存在爆震，信号将在噪声信道外。

如果控制模块确定爆震存在，它将延迟点火正时以消除爆震。控制模块将努力返回至零补偿水平或火花延迟。异常的爆震传感器信号将在噪声信道外或不存在。爆震传感器诊断校准程序可用以检测控制

块内部的爆震传感器电路、爆震传感器线路或爆震传感器电压输出是否有故障。有些诊断校准可以检测由外部影响产生的持续性噪声，如松动/损坏的部件或过大的发动机机械噪声。

点火线圈模块

点火线圈模块在单个密封部件中集成了4个线圈和点火控制模块。

点火线圈模块具有以下电路：

- 一个点火电压电路
- 一个搭铁
- 一个低电平参考电压电路
- 4个点火线圈控制电路

发动机控制模块通过将点火线圈控制电路上的正时脉冲发送至各个点火线圈促发点火来控制各个线圈。

火花塞通过一个短护套与各个线圈相连。护套包含一个弹簧，此弹簧将点火能量从线圈传递到火花塞。火花塞电极顶部镀铂，以延长寿命并提高效率。

发动机控制模块 (ECM)

发动机控制模块控制所有点火系统功能，并持续调整点火正时。发动机控制模块监测来自各个传感器的输入信息，包括以下传感器：

- 曲轴位置传感器
- 加速踏板位置 (APP)
- 歧管绝对压力 (MAP) 传感器
- 进气温度 (IAT) 传感器
- 车速传感器 (VSS)
- 发动机爆震传感器
- 发动机冷却液温度 (ECT) 传感器
- 质量空气质量流量 (MAF) 传感器
- 凸轮轴位置传感器

9.3.5.8 电子点火系统说明 (LLU)

电子点火系统的操作

电子点火系统产生并控制高能量的次级火花。该火花在准确的时间点燃压缩空气/燃油混合气，提供佳的性能、燃料经济性和尾气排放控制。发动机控制模块 (ECM) 收集来自曲轴位置传感器和进气/排气轮轴位置传感器的信息，确定每个气缸火花的点火顺序、闭合角和正时。发动机控制模块向独立的点火控制电路上的点火线圈模块发射一个频率信号，以对火花塞进行点火。

曲轴位置传感器

曲轴位置传感器是一种外部磁性偏差数字输出集成电路传感装置。传感器向曲轴编码器滚轮的每个极提供一个脉冲。传感器产生一个变频的开/关直流电压，曲轴每转动一圈输出58个脉冲。传感器输出的频率取决于曲轴的转速。发动机控制模块使用传感器信号脉冲确定曲轴转速和位置，以计算点火和燃油喷射的最佳正时。发动机控制模块还利用曲轴位置传感器信息来控制凸轮轴定相，并检测气缸缺火。

发动机控制模块带有专用复制曲轴位置传感器信号输出电路，可以用作其他模块的输入信号，用以检测发动机转速。

曲轴位置传感器通过下列电路连接至发动机控制模块：

- 一个5伏参考电压电路
- 一个低电平参考电压电路
- 信号电路

曲轴编码器轮

曲轴编码器轮是曲轴的一部分。编码器滚轮由58个轮齿和一个参考间隙组成。编码器滚轮上的每个齿相隔6°，其中留出12°空间作为参考间隙。来自参考间隙的脉冲也称为同步脉冲。同步脉冲可使点火模块的点火顺序与曲轴位置同步，而其他轮齿提供转动过程中的气缸位置。

凸轮轴位置传感器

凸轮轴位置传感器由安装在凸轮轴链轮上带切槽的磁阻轮触发。凸轮轴每转动一圈，生成四个脉冲信号。各个切槽尺寸不一，用以识别每个气缸的压缩行程并启用顺序燃油喷射。凸轮轴位置传感器通过下列电路连接至发动机控制模块：

- 一个5伏参考电压电路
- 一个低电平参考电压电路
- 信号电路

点火线圈模块

点火线圈模块在单个密封部件中集成了4个线圈和点火控制模块。

点火线圈模块具有以下电路：

- 一个点火电压电路
- 一个搭铁
- 一个低电平参考电压电路
- 4个点火线圈控制电路

发动机控制模块通过将点火线圈控制电路上的正时脉冲发送至各个点火线圈促发点火来控制各个线圈。

火花塞通过一个短护套与各个线圈相连。护套包含一个弹簧，此弹簧将点火能量从线圈传递到火花塞。火花塞电极顶部镀铂，以延长寿命并提高效率。

发动机控制模块 (ECM)

发动机控制模块控制所有点火系统功能，并持续调整点火正时。发动机控制模块监测来自各个传感器的输入信息，包括以下传感器：

- 曲轴位置传感器
- 加速踏板位置 (APP)
- 歧管绝对压力 (MAP) 传感器
- 进气温度 (IAT) 传感器
- 车速传感器 (VSS)
- 发动机爆震传感器
- 发动机冷却液温度 (ECT) 传感器
- 质量空气流量 (MAF) 传感器
- 凸轮轴位置传感器

9.3.5.9 涡轮增压器系统的说明

涡轮增压器的说明与操作

涡轮增压器是通过增加氧质量来增加发动机功率输出的压缩机，从而使燃油进入发动机。该车上的涡轮增压器安装在排气歧管上，且轻质涡轮通过废气流产生的废气能量驱动。涡轮通过一条轴连接至压缩机，压缩机安装在发动机的进气系统中。压缩机叶片通过大幅提高进入发动机的空气密度，将进气压缩至大气压力以上。涡轮增压器能够使功率输出提高高达**137千帕（20磅力/平方英寸）或1.40巴**。

涡轮增压器含有一个废气阀门，由发动机控制模块 (ECM) 通过脉宽调制 (PWM) 电磁阀确定的压差行控制，以调节空压机的压力比。同样由ECM利用远程安装的电磁阀进行控制的增压空气旁通阀集成于通阀中，可在紧急关闭节气门的情况下打开，以防止压缩机喘振及因震动而损坏。当旁通阀在节气门关闭的减速情况下打开时，可使空气在涡轮增压器中进行再循环并维持压缩机转速。在节气门关闭时的校准范围内或当收到节气门全开指令时，旁通阀将关闭，以优化涡轮响应性。

涡轮增压器通过供油管和排油管连接至发动机供油系统，美孚1™合成油为出厂安装。采用合成油是其低摩擦和高温性能。涡轮增压器中有一个冷却系统电路，利用发动机冷却液进一步降低工作温度。

涡轮增压器压力传感器

涡轮增压器增压传感器安装在进气歧管上，并测量增压压力和空气温度。增压传感器还带有一个进气温度传感器2，该传感器集成在增压传感器中。

中冷器

涡轮增压器由空气 - 空气增压空气冷却器系统提供支持，该系统利用通过热量交换器吸入的新鲜空气降低强制通过进气系统的温度较高的压缩空气的温度。进气温度可降低高达**100°C (180°F)**，由于温度较低的空气浓缩于氧气中而使性能增强，并有利于实现最佳燃烧。中冷器通过柔性管连接至涡轮增压器和节气门体，需要使用专用的高扭矩紧固卡箍。在进行管道维修作业时，为了防止任何类型的空气泄漏，必须严格遵守紧固规格和正确的卡箍位置，这至关重要。

发动机控制模块 (ECM)

发动机控制模块 (ECM) 控制所有涡轮增压器控制功能。发动机控制模块监测来自各个传感器的输入信息，包括以下传感器：

- 油门踏板位置 (APP) 传感器
- 发动机冷却液温度 (ECT) 传感器
- 质量空气流量 (MAF) 传感器
- 进气温度 (IAT) 传感器2
- 车速传感器 (VSS)
- 增压传感器

推荐的维修

涡轮增压器采用无需任何专门维护的设计，只需少量周期性的检查。为确保涡轮增压器的寿命与发动机的寿命相当，必须严格遵守以下发动机制造商维修说明：

- 机油和机油滤清器定期更换
- 保持正确的机油压力
- 空气滤清器定期更换
- 发动机冷却液定期更换
- 保养点火系统
- 保养燃油喷射系统

90%的涡轮增压器故障由以下原因造成：

- 异物进入涡轮或压缩机
- 机油有污物或污染
- 机油供应和/或压力不足
- 以下系统的不工作导致排气温度高于正常值：
 - 点火系统
 - 燃油喷射系统
 - 排气系统

定期保养可避免此类故障。