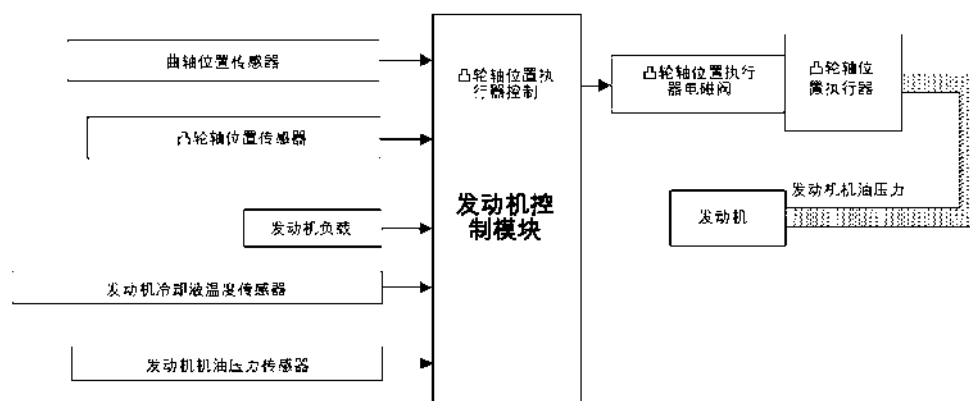


9.3.5.1 凸轮轴执行器系统的说明



凸轮轴位置 (CMP) 执行器系统

凸轮轴位置 (CMP) 执行器系统是一个电液操作装置，用于实现多种发动机性能和运行改善。这些改善包括通过废气稀释燃烧室进气来降低排放量、更大的发动机扭矩范围以及更佳的燃油经济性。凸轮轴执行器系统通过改变凸轮轴相对于曲轴位置的角度或正时来实现这点。四冲程发动机循环期间，凸轮轴位置执行器让进、排气阀提前或滞后打开。凸轮轴位置执行器不能改变进阀的打开持续时间或阀升程。

发动机关闭、发动机怠速运转以及发动机熄火时，凸轮轴执行器保持在“驻车”位置。凸轮轴位置执行器总成内部有一个回位弹簧和一个锁销。非凸轮轴位置模式时，回位弹簧使凸轮轴转回到“驻车”位置，锁销将凸轮轴执行器链轮保持在凸轮轴上。

凸轮轴位置执行器系统的操作

凸轮轴位置执行器系统由发动机控制模块 (ECM) 控制。发动机控制模块向凸轮轴位置执行器电磁阀发送信号，以控制流入“凸轮执行器”油道的发动机机油量。增压的发动机机油使锁销移动，并输送到凸轮轴位置执行器的叶片和转子总成。有2个不同油道供机油流过，一个油道用于凸轮提前，一个油道用于凸轮滞后。凸轮执行器固定在凸轮轴上，并以液压方式工作，以改变凸轮轴相对于曲轴位置 (CKP) 的角度。不当的发动机机油压力 (EOP)、粘度、温度和发动机机油油位，可能会对凸轮执行器性能产生不利影响。

9.3.5.2 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，并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来实现。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。此类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，并存储与故障相关的故障诊断码。

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，就是拆除车辆上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，人才能感到静电放电的存在。

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。极性相同的电荷相互排斥，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。

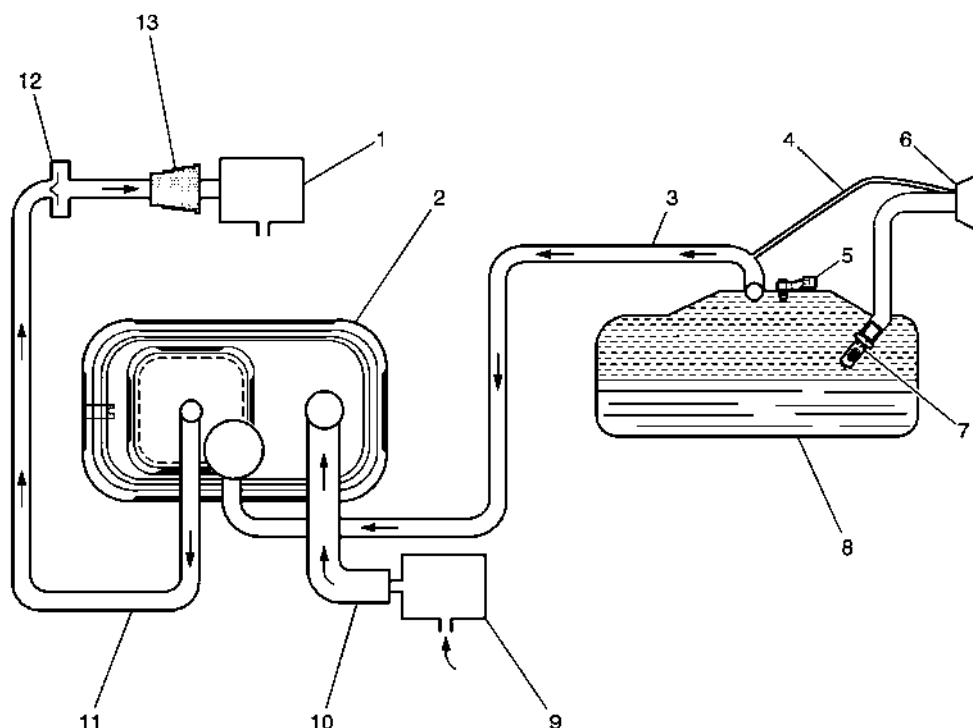
排放控制信息标签

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。

9.3.5.3 蒸发排放控制系统的说明

标准蒸发排放 (EVAP) 系统软管布置图



图标

- (1) 蒸发排放吹洗电磁阀
- (2) 蒸发排放炭罐
- (3) 蒸发排放蒸汽管
- (4) 蒸汽再循环管
- (5) 油箱压力传感器
- (6) 燃油加注口盖（有些汽车可能没有盖子）
- (7) 燃油加注管进口单向阀
- (8) 燃油箱
- (9) 蒸发排放 (EVAP) 炭罐通风电磁阀
- (10) 通风软管
- (11) 蒸发排放吹洗管
- (12) 吹洗管单向阀，仅用于涡轮增压应用
- (13) 蒸发排放 (EVAP) 炭罐吹洗管连接器

蒸发排放系统的操作

蒸发排放 (EVAP) 控制系统限制燃油蒸气逸出到大气中。因为油箱中存在压力，燃油箱蒸气可以从燃油箱通过蒸发排放 (EVAP) 蒸汽管路进入蒸发排放 (EVAP) 炭罐。炭罐中的炭吸附并存储燃油蒸气。过大的压力通过通风软管和蒸发排放通风电磁阀进入大气。蒸发排放 (EVAP) 炭罐储存燃油蒸气直到发动机能够使用这些蒸气。在适当的时间，发动机控制模块 (ECM) 将指令蒸发排放吹洗电磁阀打开，使发动机真

空施加到蒸发排放 (EVAP) 炭罐中。当常开蒸发排放 (EVAP) 通风电磁阀断电时，新鲜空气通过通风电磁阀和通风软管吸入蒸发排放 (EVAP) 炭罐。吸入的新鲜空气流经炭罐，使炭中的燃油蒸气排出。空气/燃油蒸气混合气继续通过蒸发排放吹洗管和蒸发排放吹洗电磁阀进入进气歧管，然后在正常燃烧中消耗掉。发动机控制模块利用多项测试以确定蒸发排放系统是否泄漏或堵塞。

吹洗电磁阀泄漏测试

如果蒸发排放吹洗电磁阀密封不当，燃油蒸气可能在非期望的时刻进入发动机，导致动力性能故障。发动机控制模块通过指令蒸发排放吹洗电磁阀断电和通风电磁阀接通以密封该系统的方法，来测试是否存在该故障。在发动机运行时，发动机控制模块监测燃油箱压力 (FTP) 传感器真空是否增加。如果在这些测试条件下燃油箱内的真空增加，发动机控制模块将出现故障。

严重泄漏测试

该诊断在蒸发排放系统中产生一个真空故障。满足启用标准时，发动机控制模块指令常开蒸发排放通风电磁阀断开，且蒸发排放吹洗电磁阀接通，在蒸发排放系统中形成真空。然后，发动机控制模块监测油箱压力传感器电压，以确认系统能够在设定的时间内达到预定的真空度。真空未达到预定水平表明蒸发排放系统中存在严重泄漏或吹洗通道阻塞。如果发动机控制在这些测试条件下检测到真空低于预期水平，发动机控制模块将出现故障。

炭罐通风堵塞测试

如果蒸发排放 (EVAP) 通风系统堵塞，将不能正常地从蒸发排放 (EVAP) 炭罐中吹洗燃油蒸气。执行这项测试时，控制模块指令蒸发排放吹洗电磁阀接通，并指令通信蒸发排放通风电磁阀断电，并监测燃油箱压力传感器真空是否增加。如果在一定时间内，真空增加到超过预期量，发动机控制模块将出现故障。

轻微泄漏测试

发动机关闭时的固有真空诊断是在蒸发排放系统中检测轻微泄漏的诊断。点火开关置于“OFF（关闭）”位置时，发动机关闭时的固有真空诊断监测到蒸发排放系统压力。因此，在点火开关置于“OFF（关闭）”位置后，发动机控制模块仍保持启动长达40分钟可视为正常。对装备有发动机关闭时的固有真空诊断功能的车辆，执行寄生电流测试时，必须注意这一点。

当车辆行驶时，因排气系统传热而使燃油箱内的温度升高。停车后，燃油箱内的温度在一段时间内继续升高，然后开始降低。发动机关闭时的固有真空诊断，根据这一温度变化和在封闭系统内的相应压力变化，确定蒸发排放系统是否泄漏。

发动机关闭时的固有真空诊断能检测到小到只有0.51毫米（0.020英寸）的泄漏点。

蒸发排放系统部件

蒸发排放系统由下列部件组成：

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。当发动机控制模块指令打开时，吹洗电磁阀将打开。此常闭阀门由发动机控制模块调制脉宽 (PWM)，可精确控制燃油蒸气至发动机的流动。当发动机运行时，在蒸发排放测试的某些部分中，此阀也将开启，以使发动机真空进入蒸发排放系统。

吹洗管单向阀

涡轮增压式车辆有一个单向阀在蒸发排放吹洗电磁阀和蒸发排放 (EVAP) 炭罐之间的吹洗管中，以防止蒸发排放 (EVAP) 系统在助力状态下增压。注意1路单向阀是防止在蒸发排放 (EVAP) 炭罐吹洗管连接器处进行压力测试时蒸发排放 (EVAP) 系统泄露。

蒸发排放炭罐

炭罐中装有炭粒，用来吸附和存储燃油蒸气。燃油蒸气存储在炭罐中，直到发动机控制模块确定蒸气可以在正常的燃烧过程中消耗掉。

蒸汽再循环管

对于完全诊断蒸发排放系统的“车载诊断”，需要蒸汽管和炭罐的燃油加注管之间的蒸汽管路。也可通过诊断整个蒸发排放系统的任一端来调节维修诊断程序。

油箱压力传感器

燃油箱压力传感器测量燃油箱中的压力或真空和与外部空气压力之差。发动机控制模块向燃油箱压力传感器提供5伏参考电压和搭铁。根据车辆，传感器可能位于燃油箱顶部的蒸汽空间内、炭罐和燃油箱之间的蒸汽管中或蒸发排放（EVAP）炭罐上。燃油箱压力传感器向发动机控制模块反馈一个在0.1 - 4.9伏之间变化的信号电压。燃油箱压力传感器的高电压表示燃油箱压力较低或真空。燃油箱压力传感器的低电压表示燃油箱压力较高。

燃油加注管单向阀

加注燃油时，燃油加注管上的单向阀防止燃油回流。

蒸发排放通风电磁阀

蒸发排放（EVAP）通风电磁阀控制新鲜空气流入蒸发排放（EVAP）炭罐。此阀是常开阀。在发动机控制模块执行蒸发排放系统测试期间，仅关闭炭罐通风电磁阀。

燃油加注盖

燃油加注盖配备一个密封件和一个真空限压阀。

无盖燃油加注

有些车辆在锁定的燃料门后可能有无盖燃油加注设计。没有可移动的燃油加注盖。只需将燃油喷嘴完全插入加注口颈部，确保其在重新注油前锁上即可。拆下加注喷嘴后，挡板阀将闭合以密封该接触面。

9.3.5.4 电子点火系统的说明

电子点火系统产生并控制高能量的次级火花。在精确的时刻，此火花可点燃压缩的空气/燃油混合气。提供最佳的性能、燃油经济性和废气排放控制。此点火系统为每个气缸使用单独的线圈。点火线圈安装在每个凸轮轴盖的中心，用短的整体护罩将线圈连接到火花塞上。发动机控制模块 (ECM) 可命令每个点火线圈中的驱动器模块接通/断开。发动机控制模块主要使用发动机转速、质量空气质量流量 (MAF) 传感器信号以及来自曲轴位置和凸轮轴位置传感器的位置信息。它可控制火花的顺序、停止和正时。电子点火系统由下列部件组成：

曲轴位置传感器

曲轴位置传感器与曲轴上的磁阻轮（前部安装曲轴位置传感器）或飞轮上的磁阻轮（后部安装曲轴位置传感器）一起工作。发动机控制模块 (ECM) 监测曲轴位置传感器信号电路的电压频率。当每个磁阻轮齿转过传感器时，传感器产生一个数字开/关脉冲。该数字信号由发动机控制模块进行处理。这将创建一个信号模式，使发动机控制模块能够确定曲轴的位置。仅根据曲轴位置信号，发动机控制模块就可以确定哪一对气缸正在接近上止点。使用凸轮轴位置传感器信号，确定这2个气缸中的哪个处于点火行程，哪个处于排气行程。发动机控制模块以此使点火系统、燃油喷射器和爆震控制正确地同步。此传感器也用来检测熄火。

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，用以监测发动机转速。

凸轮轴位置传感器

本发动机为每个凸轮轴使用1个凸轮轴位置传感器。凸轮轴位置传感器信号是数字开/关脉冲，凸轮轴每转一圈输出4次。凸轮轴位置传感器不直接影响点火系统的运行。发动机控制模块 (ECM) 使用凸轮轴位置传感器信息，确定凸轮轴相对于曲轴的位置。通过监测凸轮轴位置和曲轴位置信号，发动机控制模块可以使燃油喷射器的工作精确正时。发动机控制模块向凸轮轴位置传感器提供5伏参考电压电路和低电平参考电压电路。凸轮轴位置传感器信号可输入发动机控制模块。这些信号还可用于监测凸轮轴与曲轴的对齐情况。

发动机控制模块带有专用复制凸轮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，用以监测发动机转速。

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定值。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。如果存在爆震，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无火花延迟。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模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

每个点火线圈包含一个固态驱动器模块作为主元件。发动机控制模块 (ECM) 给线圈驱动器发送信号，在适当的时刻向点火控制 (IC) 电路施加电压以启动点火，其相反的状态被称为停止。当电压被去除后，线

圈使火花塞点火。

发动机控制模块 (ECM)

发动机控制模块 (ECM) 控制所有点火系统功能，并持续校正点火正时。发动机控制模块监测来自各种传感器的输入信息，可能包括如下部件（如适用）：

- 节气门位置传感器
- 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
- 车速传感器 (VSS)
- 变速器档位或档位信息传感器
- 发动机爆震传感器
- 大气压力传感器 (BARO)

9.3.5.5 燃油系统的说明

燃油系统概述

燃油系统采用电子无回路请求式设计。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油箱内的主油箱燃油泵模块。燃油泵通过燃油供油管向高压燃油泵提供燃油。高压燃油泵向可变压力燃油导轨提供燃油。燃油通过精密的多孔燃油喷射器进入燃烧室。发动机控制模块 (ECM) 控制高压燃油泵、燃油导轨压力、喷射器正时和喷射持续时间。

主油箱燃油泵模块也包括主喷射泵和二次喷射泵。由泵进气室中的蒸发排气引起的燃油泵流量损失通过泵盖上的限制孔口转入主喷射泵和辅助喷射泵。主喷射泵加注主油箱燃油泵模块储液罐。辅助喷射泵进行文丘里流量计操作，导致从油箱辅助侧吸取燃油，并通过燃油传送管进入燃料箱的主侧。

无回路电子燃油系统

无回路电子燃油系统是一个微处理器控制燃油输送系统，将燃油从油箱运送到燃油导轨。它是传统的机械油压调节器的电子替代品。燃油箱内的限压调节阀提供一个附加的过压保护措施。通过发动机控制模块 (ECM) 指令期望的燃油压力，并且通过一个GMLAN串行数据信息传输给底盘控制模块。液态油压传感器为“闭环”燃油压力控制提供底盘控制模块所需的反馈。

底盘控制模块

底盘控制模块是一个可维修的GMLAN模块。底盘控制模块从发动机控制模块 (ECM) 接收到期望的燃油压力信息，同时控制位于油箱内的燃油泵，以达到期望的燃油压力。底盘控制模块向燃油泵输送一个25千赫的脉宽调制信号，同时泵速根据该信号变化的占空比而改变。燃油泵最大供应电流为15安。液态油压传感器向底盘控制模块提供燃油反馈压力。

油压传感器

油压传感器是一个可维修的5伏、3针脚的装置。它位于燃油箱前的燃油供给管线上，并且通过车辆线束从底盘控制模块接收电能和搭铁。传感器向底盘控制模块提供一个燃油压力信号，用于提供“闭环”燃油压力控制。

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个连接到车架的金属箍带分别固定。燃油箱采用高密度聚乙烯材料模铸而成。

燃油箱是一个车座配置，其目的是通过燃油箱中央区域给驱动轴提供空间。因为箱体为鞍形，因此需要两个燃油泵模块。

燃油加注管

燃油加注管有一个内置的限制器以防止加注含铅燃油。

燃油箱燃油泵模块

涡轮式电动燃油泵连接至油箱内的主油箱燃油泵模块。燃油泵通过燃油供油管向高压燃油泵提供燃油。燃油箱燃油泵模块包括一个逆流单向阀。单向阀保持燃油供油管中的燃油压力，以防止启动时间过长。

主燃油箱燃油泵模块

主燃油箱燃油泵模块位于燃油箱内部右侧。主燃油箱燃油泵模块包括以下主要部件：

- 油位传感器
- 燃油泵和储液罐总成
- 燃油滤清器

- 限压调节阀
- 燃油滤网
- 主喷射泵
- 辅助喷射泵

辅助燃油箱燃油泵模块

辅助燃油箱燃油泵模块位于燃油箱内部左侧。辅助燃油箱燃油泵模块包括以下主要部件：

- 油位传感器
- 燃油吸油管

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 (ECM) 通过串行数据电路将燃油油位信息传送到仪表板组合仪表 (IPC)，以控制燃油表。控制模块可监视主、辅油位传感器的信号电路，以确定燃油油位。

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。根据来自油压传感器的反馈，燃油以一定的压力传输至高压燃油泵。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。燃油泵挠性管用于减少燃油泵发出的燃油脉冲和噪声。

燃油滤清器

燃油滤清器安装在主燃油箱燃油泵模块内。纸质滤芯捕获燃油中可能损坏燃油喷射系统的颗粒。

限压调节阀

限压调节阀取代了机械无回路燃油系统上使用的典型燃油压力调节器。在车辆正常运行时限压调节阀关闭。限压调节阀在高温时用于卸压，一旦底盘控制模块默认为100%的燃油泵脉宽调制 (PWM) 时，它也起到燃油压力调节器的作用。由于燃油系统压力的偏差，限压调节阀的开启压力设置高于机械无回路燃油系统压力调节器的压力。

燃油滤网

燃油滤网粘贴到主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。

主喷射泵和辅助喷射泵

主喷射泵位于主燃油箱燃油泵模块内。由泵进气室中的蒸发排气引起的燃油泵流量损失通过泵盖上的限制孔口转入主喷射泵和辅助喷射泵。主喷射泵加注主油箱模块储液罐。

辅助喷射泵进行文丘里流量计操作，导致从油箱二次侧吸取燃油，并通过传送管进入燃料箱的主侧。

尼龙燃油管

警告：为降低失火和人身伤害的危险，请遵守以下几点：

- 在安装过程中应更换所有开裂、划伤或损坏的尼龙燃油管，不得试图修理尼龙燃油管段。
- 安装新燃油管时，不得用锤子直接敲击燃油管束卡夹。尼龙管损坏会导致燃油泄漏。
- 在尼龙蒸气管附近使用加热枪时，务必用湿毛巾盖住尼龙蒸气管。同时，切勿将车辆暴露于温度高于115°C (239°F) 的环境下超过1小时或长期暴露于温度高于90°C (194°F) 的环境下。
- 在连接燃油管接头前，务必在外螺纹管接头上滴数滴清洁的发动机机油。这样可保证重新连接正确并防止可能出现的燃油泄漏。（在正常运行中，位于插座连接器的O形密封圈会出现膨胀，如果不

进行润滑，就无法重新正确连接。）

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，则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。在带尼龙燃油管的车辆上操作时要特别小心。

连接接头

连接接头简化了燃油系统部件的安装和连接。这些接头包括一个独特的插座连接器和一个兼容的外螺纹管接头。位于插座连接器内的O形密封圈可密封燃油。位于插座连接器内的整体式锁紧凸舌将接头固定在一起。

高压燃油泵

直接喷射系统所需的高燃油压力由高压燃油泵提供。燃油泵安装在发动机后部，由凸轮轴上的一个3凸角凸轮驱动。该泵还将执行器用作内部电磁阀来调节燃油压力。为保持发动机在任何工作条件下都可以高效运行，发动机控制模块 (ECM) 根据发动机转速和负载的不同，请求2到15兆帕（290到2,176磅/平方英寸）的压力。发动机控制模块的输出驱动器为泵控制模块提供一个12伏脉宽调制 (PWM) 信号，该信号通过在泵行程期间的特定时段关闭和打开控制阀来调节燃油压力。这可有效调节泵的每一次行程中传送到燃油导轨的部分。当控制电磁阀未通电时，泵将以最大流量工作。如果泵控制出现故障，泵内的泄压阀能够保护高压系统。

燃油导轨总成

燃油导轨总成连接于气缸盖，向燃油喷射器分配高压燃油。燃油导轨总成由以下部件组成：

- 直接燃油喷射器
- 燃油导轨压力传感器

燃油喷射器

燃油喷射系统采用高压、直接喷油、无回路请求式设计。喷射器安装在气缸盖的吸气和进气口，且直接把燃油喷洒进燃烧室。由于燃油喷射器位于燃烧室中，直接喷油需要高的燃油压力。燃油压力必须高于压缩压力，需要一个高压燃油泵。由于高的燃油压力，燃油喷射器还需要更多电源。发动机控制模块向每一个燃油喷射器提供单独的高电压电源电路和高电压控制电路。喷射器高压电源电路和高压控制电路都由发动机控制模块控制。发动机控制模块通过搭铁控制电路为各燃油喷射器通电。发动机控制模块使用65伏电压控制各燃油喷射器。发动机控制模块中的升压电容控制此操作。在65伏升压电容下，电容器通过喷射器放电，使喷射器初步打开。之后喷射器在12伏下保持开启。

燃油喷射器总成是一个内开电磁喷射器。喷射器钻有六个精密的孔，形成一个锥体形状的圆锥形。燃油喷射器有一个长细端头以便让气缸盖中有足够的冷却套管。

燃油喷射燃油导轨油压传感器

燃油导轨压力传感器可检测燃油导轨中的燃油压力。发动机控制模块 (ECM) 向5伏参考电压电路提供5伏参考电压，并向低电平参考电压电路提供搭铁。发动机控制模块接收信号电路上变化的信号电压。发动机控制模块检测到燃油导轨压力传感器电路上的电压。当燃油压力变高时信号电压变高。当燃油压力变低时，信号电压变低。

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

当发动机控制模块检测到点火开关打开时，发动机控制模块向底盘控制模块提供电压。除非发动机在

起动或运转，否则发动机控制模块将向底盘控制模块提供2秒钟电压。收到该电压时，底盘控制模块使燃油箱燃油泵模块的搭铁开关闭合，同时向燃油箱燃油泵模块提供变化的电压，以维持需要的燃油管路压力。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。在发动机转速达到预定转速之前，系统保持在起动模式。

冷起动期间，发动机控制模块 (ECM) 在开环运行期间指令双脉冲模式，以改善冷起动排放。在双脉冲模式下，在每个喷油事件过程中喷射器通电2次。

清除溢油模式

如果发动机溢油，可以将加速踏板踩到底，然后起动发动机，从而清理发动机。当节气门位置传感器处于节气门全开 (WOT) 位置时，发动机控制模块会减小燃油喷射器脉宽以增加空燃比。发动机控制模块将保持该喷油速率，直到节气门完全打开且发动机转速低于预定转速为止。如果节气门没有完全打开，发动机控制模块将返回起动模式。

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（主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燃油量。

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。短期燃油调节值将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)。

9.3.5.7 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。双涡旋式涡轮增压器安装在排气歧管上或直接安装至气缸盖。涡轮通过排气流产生的能量进行驱动。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。离心压缩机叶片将进气压缩至大气压力以上，从而增加了进入发动机的空气密度。

涡轮增压器包括一个由发动机控制模块通过脉宽调制 (PWM) 电磁阀控制的废气阀门，用于控制增压压力。涡轮增压器旁通阀（压缩机再循环阀）由发动机控制模块进行控制，用于避免由于节气门突然关闭而造成压缩机喘振或损坏。旁通阀在节气门关闭的减速情况下打开，使空气再循环至涡轮增压器压缩机入口。在节气门全开指令期间，旁通阀关闭以优化涡轮增压响应。

涡轮增压器通过供油排油管连接到发动机加油系统。机油用于维持轴承系统功能，也用于带走涡轮增压器产生的部分热量。涡轮增压器内具有冷却系统电路，能够进一步降低运行温度，并在停机时被动耗散涡轮增压器的轴承壳热量。

废气门电磁阀

排气泄压阀打开和关闭涡轮盘侧的旁通通道。螺旋弹簧向关闭方向作用，同时膜片中的压力向打开方向作用。发动机控制模块向电磁阀发送脉宽调制信号，从而允许涡轮的压力穿过。当压力克服了弹簧力后，执行器杆开始移动，打开排气泄压阀到相应角度。发动机控制模块通过改变脉宽调制信号来改变排气泄压阀的开度，从而调节涡轮转速。

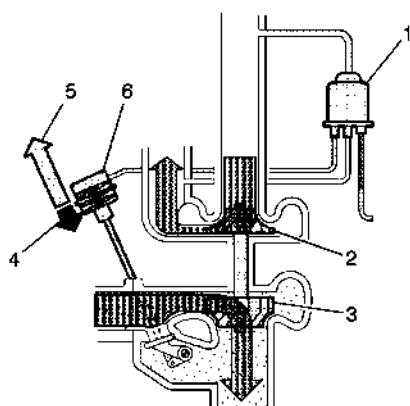
在低负载时，排气泄压阀关闭。然后，所有废气通过涡轮。在高负载时，废气量更大，使涡轮盘旋转更快。这就向发动机提供了更大的空气位移。

当空气位移变得如此之大，而无法只使用节气门控制每次燃烧的当前空气质量时，必须调节涡轮。这可通过打开排气泄压阀使一些废气通过排气泄压阀来实现。因此，该气体不会驱动涡轮，涡轮速度将被调节从而使涡轮空气位移正确。

当设置了某些故障诊断码时，发动机控制模块将限制增压程度。发动机控制模块通过控制排气泄压阀执行器电磁阀并将占空比维持在0%来限制增压。这意味着在更大的发动机负荷期间，发动机控制模块不会主动关闭排气泄压阀。此时系统限制为机械增压。机械增压意味着排气泄压阀仍会移动，但运动量由隔膜阀内的复位弹簧机的械特性、执行器的气动特性以及排气系统中废气流的物理特性所限制。

下图示出了涡轮增压器排气泄压阀关闭和打开的情况：

涡轮增压器排气泄压阀关闭



图标

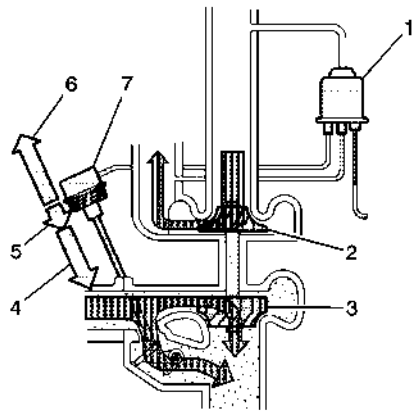
(1) 占空比为100%时的涡轮增压器排气泄压阀执行器电磁阀

(2) 压缩机

(3) 涡轮

- (4) 排气压力
 - (5) 弹簧弹力
 - (6) 涡轮增压器排气泄压阀膜片阀
-

涡轮增压器排气泄压阀打开



图标

- (1) 占空比为0%时的涡轮增压器排气泄压阀执行器电磁阀
 - (2) 压缩机
 - (3) 涡轮
 - (4) 调节压力
 - (5) 排气压力
 - (6) 弹簧弹力
 - (7) 涡轮增压器排气泄压阀膜片阀
-

排气泄压阀在怠速时完全关闭。所有排气能量通过涡轮。

正常工作期间，如果在发动机低速运转时要求节气门全开，发动机控制模块将以100%的占空比指令废气门电磁阀最大程度地减轻涡轮迟滞。发动机在中速和高速范围内负载转速时，发动机控制模块以占空比为65-80%指令电磁阀。

旁通电磁阀（压缩机再循环阀）

涡轮增压器旁通阀用于避免涡轮在低流量和高压时超出压缩机喘振限制。这种情况会在发动机带负载运行，同时节气门突然关闭时发生。在这种情况下，流量几乎为零，同时压力非常高。这不仅会损坏涡轮增压器，而且还会产生噪音并减慢涡轮速度。发动机控制模块向电磁阀输出驱动器提供电压信号来调节打开或关闭阀门的位置。

加速踏板压下

旁通阀闭合。安装在阀门中的回位弹簧力挤压阀锥，将阀座压入涡轮壳体中。阀门关闭。

加速踏板释放

为了避免进气歧管中的压力峰值并使涡轮卸荷或超限，发动机控制模块将发送电压信号给旁通阀，然后该阀门将打开。涡轮压力侧的压缩空气通过打开的阀门进入进气管。当压力下降时，涡轮速度可以保持相对较高，同时防止涡轮增压器超出压缩机喘振限制。

增压空气冷却器

涡轮增压器进气系统由空气-空气增压空气冷却器系统提供支持，该系统使用通过热交换器吸入的新鲜空气来降低涡轮压缩机排出的热压缩空气的温度，然后再输送给发动机燃烧系统。进气温度可以降低达100°C (180°F)，从而提高性能。这是由于冷却器空气中氧气的密度加大所致，从而改善了燃烧状况。增压

空气冷却器由需要使用专用高扭矩固定卡箍的柔性管件连接至涡轮增压器和节气门体上。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、清洁度和正确的卡箍定位，这至关重要。