

5.说明与操作

5.1 发动机控制模块说明（LDK 带涡轮增压器）

发动机控制模块和许多与排放相关的部件及系统相互联系，并且监测与排放相关的部件和系统是否损坏。

OBD II 诊断监测系统性能，并在系统性能下降时设置故障诊断码(DTC)。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。

发动机控制模块位于发动机舱内。发动机控制模块是发动机控制系统的控制中心。发动机控制模块控制以下部件：

- 燃油喷射系统
- 点火系统
- 排放控制系统
- 车载诊断系统
- 空调和风扇系统
- 节气门执行器控制(TAC) 系统

发动机控制模块持续监测各个传感器的信息和其它输入，并控制影响车辆性能和排放的系统。发动机控制模块也对系统的各个部分执行诊断测试。发动机控制模块可以识别运行故障并通过故障指示灯警告驾驶员。当发动机控制模块检测到故障时，发动机控制模块存储故障诊断码。通过特定故障诊断码的设置，可以识别故障部位。这有助于技术人员进行维修。

发动机控制模块功能

发动机控制模块(ECM) 可以向各种传感器或开关提供5 伏或12 伏电压。这通过调节发动机控制模块电源的电阻来实现。在某些情况下，由于电阻太小，车间中使用的普通电压表不能指示精确的读数。因此，需要使用输入阻抗至少10 兆欧 Ω 的数字式电压表，才能确保电压读数的精度。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。EEPROM电可擦可编程只读存储器(EEPROM) 是固结在发动机控制模块上的一种永久性存储器。电可擦可编程只读存储器包含发动机控制模块用以控制动力系统运行的程序和校准信息。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)

数据连接器(DLC) 是一个16 针连接器，它有助于技师在诊断过程中接收串行数据。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。故障指示灯由发动机控制模块(ECM) 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

发动机控制模块(ECM) 在设计上, 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。只能用数字式万用表测试这些电路。

用于状态检查/保养程序的排放诊断

本车配有OBD II , 设计成能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(NO_x)
- 蒸发排放(EVAP) 系统损失

车载诊断系统(ECM) 检测到导致排放过量的故障, 发动机控制模块点亮故障指示灯(MIL), 并存储与故障相关的故障诊断码。

售后(加装)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: 将任何加装的电气操作设备连接至车辆电气系统的蓄电池(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, 安装到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, 仍可能导致动力系统故障。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, 诊断任何动力系统故障的第一步, 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(ECM), 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。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。人有几种途径携带静电。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。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和设置程序。右上

角是废气排放信息。标签排量、车辆级别和燃油计量系统类型。同时给出排放部件和真空软管示意图。此标签位于每一辆通用汽车公司车辆的发动机舱内。如果此标签不见了，可以向通用汽车公司售后零件供应中心(GMSPO) 订购。

发动机舱盖下检查

注意：此检查非常重要，所以必须仔细彻底地完成。在执行任何诊断程序或诊断排放测试失败的原因时，仔细执行发动机舱盖下检查。这样常常可以在不作进一步检查的情况下，完成故障维修。在执行检查时，遵循以下指南：

- 检查所有真空软管布局是否正确，是否卡紧、割裂或断开。
- 检查难以看到的软管。
- 检查发动机舱内所有的导线是否有以下情况：

烧损或擦破点

导线夹紧

接触到锋利边缘

接触到热的排气歧管

5.2 发动机控制模块说明（LTD 不带涡轮增压器）

发动机控制模块(ECM) 和许多与排放相关的部件及系统相互联系，并且监测与排放相关的部件和系统是否损坏。OBD II 诊断监测系统性能，并在系统性能下降时设置故障诊断码(DTC)。

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。

发动机控制模块位于发动机舱内。发动机控制模块是发动机控制系统的控制中心。发动机控制模块控制以下部件：

- 燃油喷射系统
- 点火系统
- 排放控制系统
- 车载诊断系统
- 空调和风扇系统
- 节气门执行器控制(TAC) 系统

发动机控制模块持续监测各个传感器的信息和其它输入，并控制影响车辆性能和排放的系统。发动机控制模块也对系统的各个部分执行诊断测试。发动机控制模块可以识别运行故障并通过故障指示灯警告驾驶员。

当发动机控制模块检测到故障时，发动机控制模块存储故障诊断码。通过特定故障诊断码的设置，可以识别故障部位。这有助于技术人员进行维修。

发动机控制模块功能

发动机控制模块(ECM)可以向各种传感器或开关提供5 伏或12 伏电压。这通过调节发动机控制模块电源的电阻来实现。在某些情况下,由于电阻太小,车间中使用的普通电压表不能指示精确的读数。因此,需要使用输入阻抗至少10 兆欧 Ω 的数字式电压表,才能确保电压读数的精度。

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。

EEPROM

电可擦可编程只读存储器(EEPROM)是固结在发动机控制模块上的一种永久性存储器。电可擦可编程只读存储器包含发动机控制模块用以控制动力系统运行的程序和校准信息。

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)数据连接器(DLC)是一个16 针连接器,它有助于技师在诊断过程中接收串行数据。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。故障指示灯由发动机控制模块(ECM)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发动机控制模块(ECM)在设计上,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。只能用数字式万用表测试这些电路。

用于状态检查/保养程序的排放诊断

本车配有OBD II,设计成能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(NO_x)
- 蒸发排放(EVAP)系统损失

车载诊断系统(ECM)检测到导致排放过量的故障,发动机控制模块点亮故障指示灯(MIL),并存储与故障相关的故障诊断码。

售后(加装)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:将任何加装的电气操作设备连接至车辆电气系统的蓄电池(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，安装到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，仍可能导致动力系统故障。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，诊断任何动力系统故障的第一步，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(ECM)，禁止触摸发动机控制模块的连接针脚。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。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。

人有几种途径携带静电。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。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和设置程序。右上角是废气排放信息。标签上标记年份、发动机制造分类、以升为单位的发动机排量、车辆级别和燃油计量系统类型。同时给出排放部件和真空软管示意图。

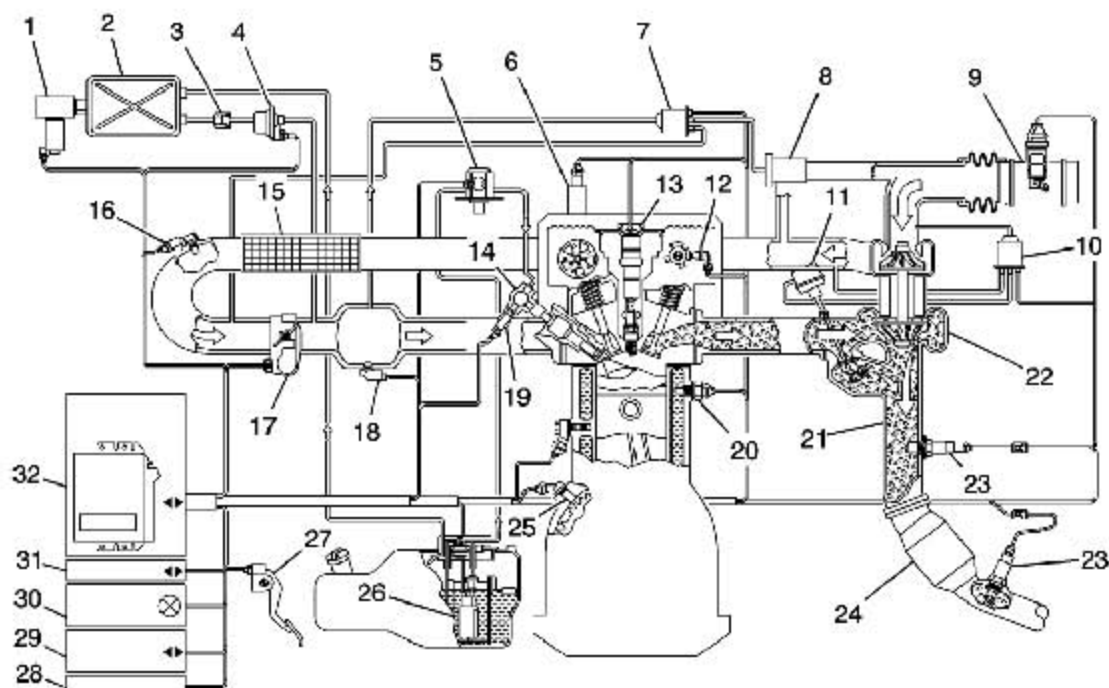
此标签位于每一辆通用汽车公司车辆的发动机舱内。如果此标签不见了，可以向通用汽车公司售后零件供应中心(GMSPO) 订购。

发动机舱盖下检查

注意：此检查非常重要，所以必须仔细彻底地完成。在执行任何诊断程序或诊断排放测试失败的原因时，仔细执行发动机舱盖下检查。这样常常可以在不作进一步检查的情况下，完成故障维修。在执行检查时，遵循以下指南：

- 检查所有真空软管布局是否正确，是否卡紧、割裂或断开。
- 检查难以看到的软管。
- 检查发动机舱内所有的导线是否有以下情况：
 - 烧损或擦破点
 - 导线夹紧
 - 接触到锋利边缘
 - 接触到热的排气歧管

5.3 涡轮增压器系统说明 (LDK 带涡轮增压器)



图标

- (1) 蒸发排放(EVAP) 炭罐通风电磁阀
- (2) 蒸发排放炭罐
- (3) 非回流阀
- (4) 蒸发排放炭罐吹洗电磁阀
- (5) 高压燃油泵
- (6) 凸轮轴位置(CMP) 执行器电磁阀
- (7) 增压空气旁通电磁阀
- (8) 增压空气旁通阀
- (9) 空气流量(MAF)/ 进气温度(IAT) 传感器
- (10) 涡轮增压器废气门执行器电磁阀
- (11) 涡轮增压器废气门膜片阀
- (12) 凸轮轴位置(CMP) 传感器
- (13) 点火线圈/模块和火花塞
- (14) 喷油器
- (15) 增压空气冷却器(CAC)
- (16) 进气压力和温度传感器
- (17) 节气门体(TB)
- (18) 进气歧管绝对压力(MAP) 传感器
- (19) 燃油分配管压力(FRP) 传感器
- (20) 发动机冷却液温度(ECT) 传感器
- (21) 发动机排气歧管

- (22) 涡轮增压器
- (23) 加热型氧传感器(HO2S) 1 和 2
- (24) 催化剂
- (25) 曲轴位置(CKP) 传感器
- (26) 燃油泵模块
- (27) 加速踏板
- (28) 防盗系统
- (29) 数据链路连接器(DLC)
- (30) 故障指示灯(MIL)
- (31) GMLAN 串行数据
- (32) 发动机控制模块(ECM)

涡轮增压器说明与操作

涡轮增压器(TC) 是一个压缩机, 用于通过增加氧气量, 从而增加进入发动机的燃油量, 达到增加发动机功率输出的效果。BorgWarner™双涡旋式涡轮增压器安装在排气歧管上, 废气排出时的气流能量驱动轻质涡轮。涡轮通过一个轴连接到安装在发动机进气系统的压缩机上。压缩机叶片压缩进气使其高于大气压力, 因此大大增加了进入发动机的空气密度。涡轮增压器能产生高达20 磅力/平方英寸或者1.40 巴的压力, 形成动力增压。

涡轮增压器带有一个压差控制的废气门, 由发动机控制模块(ECM) 通过脉宽调制(PWM) 电磁阀进行确定, 用于调节压缩机的压力比。单元内集成了一个增压空气旁通阀, 由发动机控制模块通过使用分置安装的电磁阀进行控制, 以免在节气门从打开到突然关闭时, 振动将冲击和损坏压缩机。在关闭节气门减速条件下, 当旁通阀打开时, 旁通阀允许空气在涡轮增压器内进行循环且保持压缩机转速。在关闭节气门期间若处于标定范围内, 或指令节气门全开, 则旁通阀关闭以优化涡轮增压响应。

涡轮增压器通过供油和排油管连接到发动机机油系统, 并且Mobil 1™合成机油在工厂时已安装。合成机油的作用是可以减少摩擦且高温性能良好。涡轮增压器中有一个冷却系统回路, 通过使用发动机冷却液进一步降低工作温度。

增压空气冷却器说明

涡轮增压器由空气对空气增压空气冷却器(CAC) 系统支撑, 通过热交换器使用吸入的新鲜空气, 以降低强制通过进气系统的较热压缩空气的温度。进气温度可以降低至100° C (180° F), 由于冷却器空气中氧气的密度加大而改善了燃烧状况。通过使用特殊大扭矩固定卡箍的挠性管件, 将增压空气冷却器(CAC) 连接至涡轮增压器和节气门体。维修管件时, 为了防止任何类型的漏气, 卡箍的紧固规格和正确定位至关重要且必须严格遵守。

双凸轮定相的优点是

废气油耗最优化技术(Ecotec) 2.0 升涡轮增压器发动机的凸轮轴包含了凸轮轴位置(CMP) 传感器和凸轮轴位置执行器, 发动机控制模块用以准确连续地控制可变进气门和排气门正时。这使燃烧过程由发动机控制模块优化以增加涡轮增压器

的响应，向驾驶员提供更敏捷的动力感觉。

汽油直接喷射系统的优点

废气油耗最优化技术(Ecotec) 2.0 升涡轮增压器发动机，在进气行程中燃油直接喷射到燃烧室。当活塞到达曲轴上止点时，混合气由火花塞点燃，从而得名火花点火直接喷射(SIDI)。SIDI 使混合气更稀，以较少燃料和较多的空气达到完全的功率。SIDI 也产生一个稍高的压缩比，从而在节气门部分打开和节气门全开时改善燃油消耗。

实际上燃油是在排气阀关闭之后注入，从而允许在特定的发动机工作范围时气门重叠角特别高。这增加涡轮增压器的响应时间。由于未燃烧的燃油会通过打开的排气阀溢出，这在多点燃油喷射(PFI) 发动机中是不可能的直接喷射，精确供油能够实现更完整的燃烧，这可减少排放，特别是在冷起动的时候。

机械式真空泵

排气凸轮轴驱动的机械式真空泵，其作用是在各种工况下将制动助力器的真空度保持在可接受的水平。发动机控制模块监视来自制动助力器压力传感器的输入信号。

维修推荐

涡轮增压器设计成不需要任何特殊维护，并且检查仅限制在少数的定期保养程序。为确保涡轮增压器的寿命能与发动机相对应，必须严格遵守以下的发动机故障维修说明：

- 机油和滤清器的更换周期
- 保持正确的机油压力
- 空气滤清器更换周期
- 发动机冷却液更换周期
- 点火系统维护
- 喷射系统维护

百分之90 的所有涡轮增压器的故障是由以下原因引起的

- 异物渗透进入涡轮或压缩机体
- 机油中的污垢或者污染物
- 供油和/或压力不当
- 高于正常排气温度，是由于以下运行不正常引起的：
 - 点火系统
 - 燃油喷射系统
 - 排放系统

这些故障能够由常规维护来避免。

5.4 燃油系统说明（LTD 不带涡轮增压器）

燃油系统概述

燃油箱储存燃油。电涡轮型燃油泵连接至燃油箱内的燃油泵模块。燃油泵通过燃油滤清器和燃油供油管路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泵模块底部的文丘里泵提供燃油。文丘里泵的功能是填充燃油泵模块储液罐。燃油压力升降器，燃油泵模块的一部分，为燃油喷射系统保持正确的燃油压力。燃油泵模块包括一个逆流单向阀。单向阀和燃油压力调节器保持燃油供油管和燃油分配管内的燃油压力，以防止启动时间过长。

燃油箱

燃油箱储存燃油。燃油箱安装在车辆后部。燃油箱由2个连接在车辆车身底部的金属箍带固定就位。燃油箱采用高密度聚乙烯材料模铸而成。

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

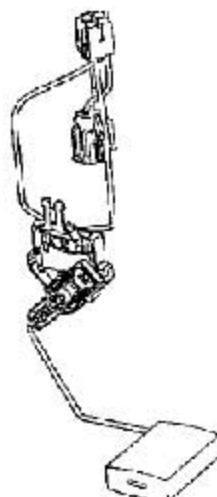
燃油加注管有一个带系链的燃油加注口盖。扭矩限制装置防止加注口盖过度紧固。要安装盖子，顺时针旋转盖子直到听到咔嚓声。这表明盖子正确扭转并且完全密封。

燃油泵模块

燃油泵模块由以下主要部件组成：

- 燃油油位传感器
- 燃油泵
- 燃油滤网
- 燃油压力调节器

燃油油位传感器



燃油油位传感器包含一个浮子、导线浮子臂和陶瓷电阻卡。浮子臂的位置指示燃油油位。燃油油位传感器包括一个可变电阻器，该电阻可以根据浮子臂的位置改变电阻值。发动机控制模块通过高速CAN 总线将燃油油位信息发送至车身控制模块。车身控制模块通过低速CAN 总线将燃油油位百分比传送到组合仪表，以控制燃油表。

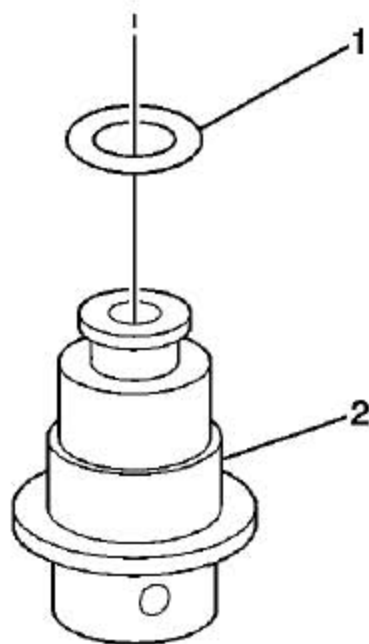
燃油泵

燃油泵安装在燃油泵模块储液罐中。燃油泵是一种电动高压泵。燃油以指定的流量和压力被泵入燃油喷射系统。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。该控制模块通过燃油泵继电器控制电动燃油泵的运行。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

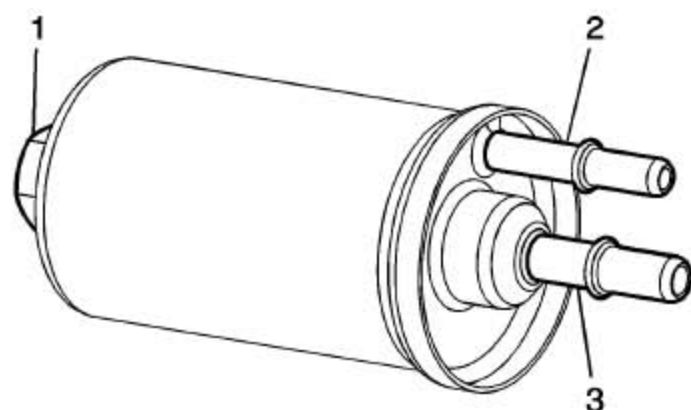
燃油滤网粘贴到燃油泵模块的下端。燃油滤网由编织塑料制成。燃油滤网的功能是过滤污染物并对燃油进行导流。燃油滤网通常不需要维护。燃油滞留在滤网上表明燃油箱中含有大量沉淀物或污染物。

燃油压力调节器



燃油压力调节器(2) 是包含在燃油泵模块中的。燃油压力调节器是一个膜片式限压阀。膜片一侧承受燃油压力，而另一侧承受调节器弹簧压力。燃油压力调节器不是基于真空的。燃油压力是由调节器两端的压力进行平衡控制。燃油系统压力是恒定的。

燃油滤清器



燃油滤清器(1) 安装在燃油泵和燃油喷射器之间的燃油供油管上。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，能够承受燃油系统最大压力，并能耐受燃油添加剂和温度变化。

燃油供油管和回油管

燃油供油管从燃油箱中传送燃油至燃油喷射系统。燃油回油管将燃油从燃油滤清器送回到燃油箱。燃油管包括2 个部分：

- 后燃油管位于燃油箱顶部安装至燃油滤清器之间。后燃油管由尼龙制成。
- 底盘燃油管安装在车辆下部并将后燃油管连接至燃油分配管。底盘燃油管由钢制成并带有一部分橡胶软管。

尼龙燃油管

警告：为降低失火和人身伤害的风险，请遵守以下几点：

- 应更换所有在安装过程中刻伤、划伤或损坏的尼龙燃油管，切勿试图修理尼龙燃油管。
- 安装新燃油管时，切勿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。
- 在尼龙蒸汽管附近使用焊枪操作时，务必用湿毛巾覆盖尼龙蒸汽管。此外，切勿使车辆暴露在 115°C (239°F) 以上的温度下超过1 小时，也不能在 90°C (194°F) 以上的温度下长时间停留。
- 在连接燃油管接头前，务必在阳管接头上涂抹数滴清洁的发动机机油。这样可以保证正确地重新连接，并防止燃油泄漏。（在正常操作中，阴接头中的O 形密封圈会膨胀，因此如果不进行润滑，就不能正确地重新连接。）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。

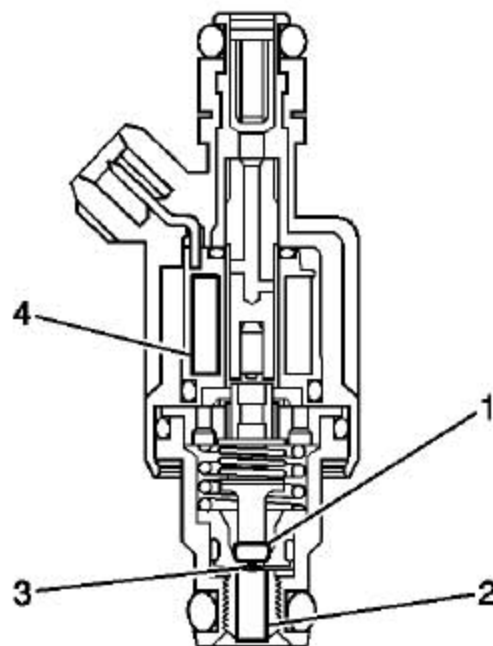
连接接头

快接接头简化了燃油系统部件的安装和连接。该接头由一个独特的阴性接头和兼容式阳性管端头组成。位于阴性接头内的O 形密封圈提供燃油密封功能。位于阴性接头内的整体式锁止凸舌将接头固定在一起。

燃油分配管总成

燃油分配管总成固定至发动机气缸盖。燃油分配管总成执行以下功能：

- 将喷油器定位在气缸盖的进气口
- 将燃油均匀分配到喷油器



喷油器总成是一个由控制模块控制的电磁阀装置，将测定数量的高压燃油输送至发动机各个气缸。控制模块使高阻抗、 $12\ \Omega$ 、喷油器电磁阀(4) 通电，以打开常闭的球阀(1)。这使燃油能够流经球阀和通过喷油器出口处的导流板(3) 流入喷油器的上部。导流板上钻有孔，用于控制燃油流量，同时在喷油器喷嘴(2) 上产生细微的燃油喷雾。来自喷油器喷嘴的燃油被引导到进气门，使燃油在进入燃烧室前进一步雾化和气化。这一细微的雾化过程改善了燃油经济性和排放性能。

燃油计量工作模式

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。控制模块改变喷油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

点火开关首次置于ON 位置时，控制模块使燃油泵继电器通电2 秒钟。这使燃油泵在燃油系统中建立压力。控制模块根据发动机冷却液温度(ECT)、进气歧管绝对压力(MAP)、空气流量(MAF) 和节气门位置(TP) 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

如果发动机溢油，将加速踏板踩到底，然后起动发动机，以清理发动机。当节气门位置传感器(TP)处于节气门全开(WOT)位置时，控制模块减小喷油器脉宽以增加空燃比。只要节气门停留在全开位置并且发动机转速低于预定转速，控制模块将保持该喷油器比率。如果节气门不停留在全开位置，则控制模块返回至起动模式。

运行模式

运行模式有两种状态，称为“开环”和“闭环”。当发动机首次起动且发动机转速高于预定转速时，系统进入开环运行。控制模块忽略来自加热型氧传感器(HO2S)的信号。控制模块根据发动机冷却液温度(ECT)、进气歧管绝对压力(MAP)、空气流量(MAF)和节气门位置(TP)传感器的输入信号，计算空燃比。系统将保持“开环”状态，直到满足下列条件：

- HO2S 电压输出有变化，表明HO2S 有足够高的温度可以正常运行。
- 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除可编程只读存储器(EEPROM)中。达到这些值后，系统进入“闭环”运行。在“闭环”状态下，控制模块根据各传感器的信号（主要是来自加热型氧传感器的信号），计算空燃比和喷油器通电时间。这使空燃比保持非常接近于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。为了防止可能的延迟，控制模块在加速过程中增加喷油器脉宽以提供更多的燃油。这也称为动力增强。控制模块根据节气门位置、发动机冷却液温度(ECT)、进气歧管绝对压力(MAP)、空气流量(MAF)和发动机转速确定所需的燃油量。

减速模式

当驾驶员松开加速踏板时，进入发动机的空气流量将减少。控制模块监测节气门位置、空气流量(MAF)和进气歧管绝对压力(MAP)的相应变化。如果非常快地减速或者长时间减速，比如节气门长时间关闭、滑行减速，则控制模块将完全切断燃油供应。切断燃油供应是为了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，控制模块使用以下方式补偿点火系统提供的弱火花：

- 增加燃油输送量
- 增加怠速转速
- 增加点火持续时间

燃油切断模式

当满足以下条件时，控制模块切断来自喷油器的燃油，以保护动力系统不受损坏并提高动力性：

- 点火开关置于OFF 位置。这将防止发动机继续运行。
- 点火开关置于ON 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

燃油调节

控制模块控制空气/燃油计量系统，以提供一个动力性、燃油经济性和排放控制的最好可能组合。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油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 %。正的燃油调节值表明控制模块正在增加脉宽来增加燃油以补偿燃油过稀情况。负的燃油调节值表明控制模块正在减小脉宽来减少燃油量以补偿燃油过浓情况。燃油供应的变化将改变长期和短期燃油调节值。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。可使用故障诊断仪监测短期和长期燃油调节值。长期燃油调节诊断以多个长期速度负荷读入单元的平均值作为基础。控制模块根据发动机转速和发动机负荷来选择读入单元。如果控制模块检测到燃油过稀或过浓情况，控制模块将设置燃油调节故障诊断码。

5.5 燃油系统说明（LDK 带涡轮增压器）

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燃油箱，以降低燃油箱的内部温度。燃油箱内部温度的降低导致较低的蒸发排放。电涡轮型燃油泵连接至燃油箱内的燃油泵模块。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分配管提供燃油。燃油通过精密的多孔喷油器进入燃烧室。发动机控制模块(ECM) 控制高压燃油泵、燃油分配管压力、喷油器正时和喷射持续时间。

无回路电子燃油系统(ERFS)

无回路电子燃油系统是一个微处理器控制燃油输送系统，将燃油从燃油箱输送到燃油分配管。它是传统的机械燃油压力升降器的电子替代品。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) 指令期望燃油压力，并且通过一个GMLAN 串行数据信息传输给燃油泵控制模块(FPCM)。液态燃油压力传感器提供一个闭环燃油压力控制所需的燃油泵控制模块的反馈。燃油泵流量控制模块(FPCM) 燃油泵流量控制模块(FPCM) 是一个可检修的GMLAN模块。燃油泵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。燃油泵控制模块向燃油泵输送一个25 千赫脉宽调制信号，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。液态燃油压力传感器向燃油泵控制模块提供燃油反馈压力。

燃油压力传感器

燃油压力传感器是一个可检修的5 伏、3 针脚的装置。它位于油箱前的燃油进给管上，并且通过车辆线束从燃油泵流量控制模块(FPCM) 接收能量和搭铁。传感器向燃油泵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

燃油箱储存燃油。燃油箱安装在车辆后部。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。

燃油加注口盖

告诫：如果需要更换燃油箱加注口盖，只能使用具有相同性能的燃油箱加注口盖。若使用不正确的燃油箱加注口盖，可能导致燃油和蒸发排放系统严重故障。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。要安装盖子，顺时针旋转盖子直到听到咔嚓声。这表明盖子正确扭转并且完全密封。未完全就位的燃油加注盖可能引发排放系统故障。

燃油泵模块

电涡轮型燃油泵连接至燃油箱内的燃油泵模块。燃油泵通过燃油滤清器和燃油供油管路向高压燃油泵提供燃油。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，以防止起动时间过长。燃油泵模块由以下主要部件组成：

- 燃油油位传感器
- 燃油泵和储液罐总成
- 限压调节器

燃油油位传感器

燃油油位传感器包含一个浮子、导线浮子臂和陶瓷电阻卡。浮子臂的位置指示燃油油位。燃油油位传感器包括一个可变电阻器，该电阻可以根据浮子臂的位置改变电阻值。发动机控制模块(ECM) 通过高速CAN总线将燃油油位信息发送至车身控制模块。车身控制模块通过低速CAN 总线将燃油油位百分比传送到组合仪表，以控制燃油表。

燃油泵

燃油泵安装在燃油泵模块储液罐中。燃油泵是一种电动泵。基于来自燃油压力传感器的反馈，燃油以一定的压力泵输至高压燃油泵。在燃油油位过低和车辆操作过猛的情况下，燃油泵仍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。

限压调节阀

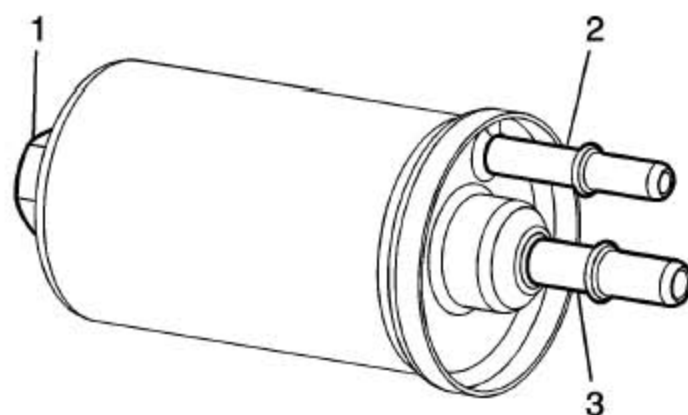
限压调节阀取代了机械无回路燃油系统上使用的典型燃油压力调节器。在车辆正常运行时限压调节阀关闭。限压调节阀在高温时用于卸压，一旦燃油泵控制模块

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。

燃油供油管

低压燃油供油管将燃油从燃油箱传送至高压燃油泵。安装在发动机舱内的燃油供油管总成将底盘燃油管连接到高压燃油泵。管包括燃油脉动阻尼器和燃油压力检修阀, 由不锈钢制成。

燃油供油中间管路是一个将燃油从高压燃油泵输送至燃油分配管的高压管路。燃油供油中间管路是由不锈钢制成的。



燃油滤清器(1) 位于燃油泵和燃油喷射器之间的燃油供油管上。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, 能够承受燃油系统最大压力, 并能耐受燃油添加剂和温度变化。

尼龙燃油管

警告: 为降低失火和人身伤害的风险, 请遵守以下几点:

- 应更换所有在安装过程中刻伤、划伤或损坏的尼龙燃油管, 切勿试图修理尼龙燃油管。
- 安装新燃油管时, 切勿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。
- 在尼龙蒸汽管附近使用焊枪操作时, 务必用湿毛巾覆盖尼龙蒸汽管。此外, 切勿使车辆暴露在115° C (239° F) 以上的温度下超过1 小时, 也不能在90° C (194° F) 以上的温度下长时间停留。
- 在连接燃油管接头前, 务必在阳管接头上涂抹数滴清洁的发动机机油。这样可以保证正确地重新连接, 并防止燃油泄漏。(在正常操作中, 阴接头中的O 形密封圈会膨胀, 因此如果不进行润滑, 就不能正确地重新连接。) 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。

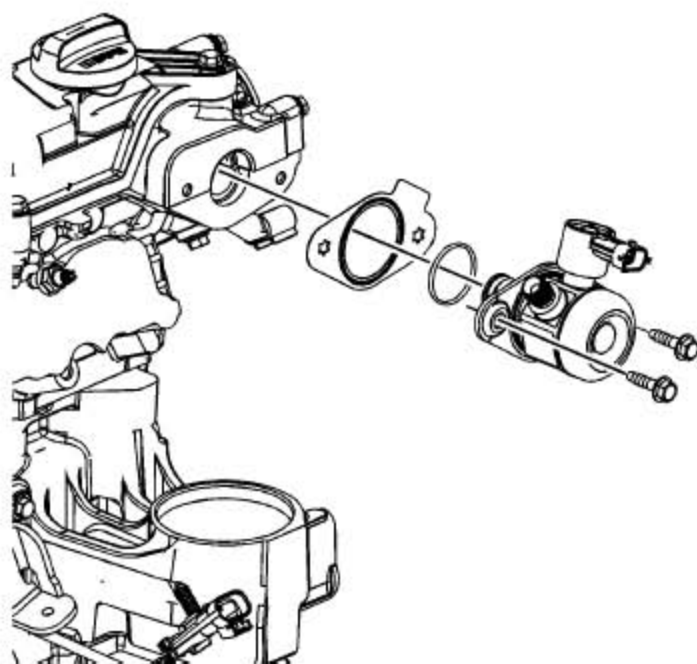
尼龙管具有一定挠性, 可平滑弯曲地排布在车辆底部。但是, 如果尼龙燃油管受

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

快接头简化了燃油系统部件的安装和连接。该接头由一个独特的阴性接头和兼容式阳性管端头组成。位于阴性接头内的O 形密封圈提供燃油密封功能。位于阴性接头内的整体式锁止凸舌将接头固定在一起。

高压燃油泵



高压燃油泵是一个机械单缸设计，由凸轮轴上附加的三个凸轮驱动。燃油分配管压力(FRP) 调节器调节燃油压力过高，调节器是高压燃油泵的一部分。燃油分配管压力调节器是一个磁力执行器，它控制着高压燃油泵的进口阀。发动机控制模块向执行器高电平电路提供蓄电池电压，向执行器低电平电压电路提供搭铁。两个电路都由发动机控制模块中的输出驱动器控制。当停止时，两个驱动器停用并且用弹簧压力使进口阀保持打开。当启动时，执行器低电平电路驱动器将低电平电路连接至搭铁，且执行器高电平电路驱动器向高电平电路提供脉宽调制。发动机控制模块使用凸轮轴和曲轴位置传感器输入使燃油分配管压力调节器和三个凸轮凸角每个位置同步。发动机控制模块通过调整向分配管提供燃油的各泵行程部分调节燃油压力。高压燃油泵还含有一个内置的减压阀。

燃油分配管总成

燃油分配管总成固定至气缸盖。燃油分配管向喷油器分配高压燃油。燃油分配管总成包括以下部件：

- 直接燃油喷射器
- 燃油分配管压力(FRP) 传感器

燃油喷射器

燃油喷射器系统是一个高压的、直接喷射的无回路请求式设计。喷油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。由于喷油器位于燃烧室中，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，喷油器还需要更多电源。发动机控制模块向每一个喷油器提供单独的高电压电源电路和高电压控制电路。喷油器高电压电源电路和高电压控制电路都是由发动机控制模块控制的。发动机控制模块通过向控制电路提供搭铁使每个喷油器通电。发动机控制模块以65 伏控制每个喷油器。这由发动机控制模块中的一个增压电容器控制。在65 伏增压阶段，电容器通过喷油器放电，允许初始喷油器打开。之后喷油器在12 伏下保持开启。喷油器总成是一个内开电磁喷油器。喷油器钻有六个精密的孔，形成一个锥体形状的椭圆锥形。喷油器有一个长时细端头以便让气缸盖中有足够的冷却套管。

燃油喷射系统燃油分配管压力传感器

燃油分配管压力(FRP) 传感器在燃油分配管中检测燃油压力。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，并向参考搭铁电路提供搭铁。发动机控制模块在信号电路上接收到变化的电压信号。发动机控制模块监测燃油分配管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。

燃油脉动阻尼器

燃油脉动阻尼器是低压燃油供油管总成的一部分。燃油脉动阻尼器采用膜片式，一侧是燃油泵压力，另一侧是弹簧压力。阻尼器的功能是缓冲燃油泵压力的脉动。

燃油计量工作模式

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。控制模块改变喷油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

点火开关首次置于ON 位置时，控制模块使燃油泵通电2 秒钟。这使燃油泵在燃油系统中建立压力。控制模块根据发动机冷却液温度(ECT)、进气歧管绝对压力(MAP)、空气流量(MAF) 和节气门位置(TP) 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

如果发动机溢油，将加速踏板踩到底，然后起动发动机，以清理发动机。当节气门位置传感器(TP) 处于节气门全开(WOT) 位置时，控制模块减小喷油器脉宽以增加空燃比。只要节气门停留在全开位置并且发动机转速低于预定转速，控制模块将保持该喷油器比率。如果节气门不停留在全开位置，则控制模块返回至起动模式。

运行模式

运行模式有2 种状态，称为“开环”和“闭环”。当发动机首次起动且发动机转速高于预定转速时，系统进入开环运行。控制模块忽略来自加热型氧传感器(HO2S)

的信号。控制模块根据发动机冷却液温度(ECT)、进气歧管绝对压力(MAP)、空气流量(MAF)和节气门位置(TP)传感器的输入信号,计算空燃比。系统将保持“开环”状态,直到满足下列条件:

- HO₂S 电压输出有变化,表明HO₂S 有足够高的温度可以正常运行。
- 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除可编程只读存储器(EEPROM)中。达到这些值后,系统进入“闭环”运行。在“闭环”状态下,控制模块根据各传感器的信号(主要是来自加热型氧传感器的信号),计算空燃比和喷油器通电时间。这使空燃比保持非常接近于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。为了防止可能的延迟,控制模块在加速过程中增加喷油器脉宽以提供更多的燃油。这也称为动力增强。控制模块根据节气门位置(TP)、发动机冷却液温度(ECT)、进气歧管绝对压力(MAP)、空气流量(MAF)和发动机转速确定所需的燃油量。

减速模式

当驾驶员松开加速踏板时,进入发动机的空气流量将减少。控制模块监测节气门位置(TP)、空气流量(MAF)和进气歧管绝对压力(MAP)的相应变化。如果非常快地减速或者长时间减速,比如节气门长时间关闭、滑行减速,则控制模块将完全切断燃油供应。切断燃油供应是为了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,控制模块使用以下方式补偿点火系统提供的弱火花:

- 增加燃油输送量
- 增加怠速转速
- 增加点火持续时间

燃油切断模式

当满足以下条件时,控制模块切断来自喷油器的燃油,以保护动力系统不受损坏并提高动力性:

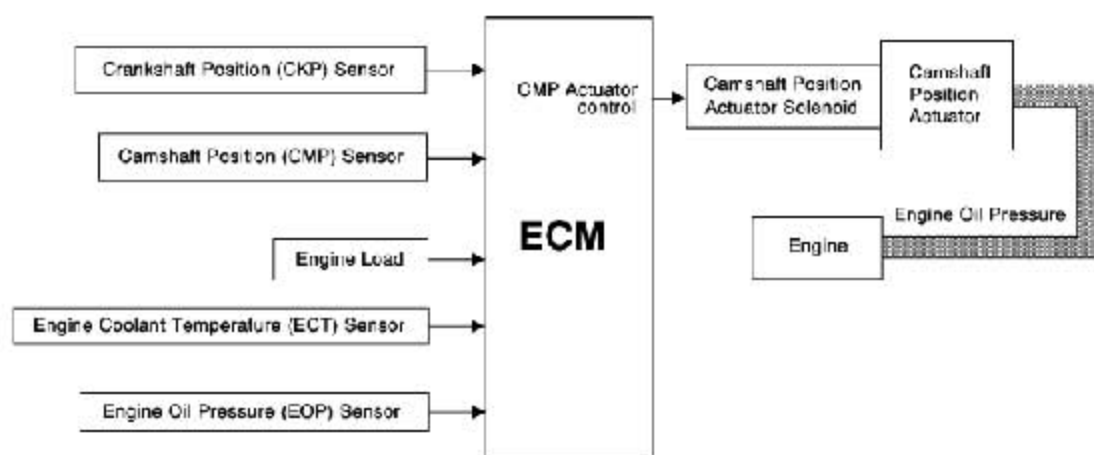
- 点火开关置于OFF 位置。这将防止发动机继续运行。
- 点火开关置于ON 位置但没有点火参考信号。这防止溢油或回火。
- 发动机转速过高,超过红线。
- 车速过高,超出轮胎额定速度。
- 处于长时间、高速、关闭节气门滑行减速—这将减少排放并增强发动机制动作用。
- 处于长时间减速过程中,以防止催化转换器损坏

燃油调节

控制模块控制空气/燃油计量系统,以提供一个动力性、燃油经济性和排放控制的最好可能组合。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油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 %。正的燃油调节值表明控制模块正在增加脉宽来增加燃油以补偿燃油过稀情况。负的燃油调节值表明控制模块正在减小脉宽来减少燃油量以补偿燃油过浓情况。燃油供应的变化将改变长期和短期燃油调节值。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。可使用故障诊断仪监测短期和长期燃油调节值。长期燃油调节诊断以多个长期速度负荷读入单元的平均值作为基础。控制模块根据发动机转速和发动机负荷来选择读入单元。如果控制模块检测到燃油过稀或过浓情况，控制模块将设置燃油调节故障诊断码(DTC)。

5.6 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) 执行器系统是一种电控液压运行装置，用于增强各种发动机性能和运行能力。这些增强包括通过燃烧室中进气增压排气稀释以降低排放输出、更大的发动机扭矩范围和提高的燃油经济性。凸轮轴位置执行器系统通过改变相对于曲轴位置的凸轮轴角度或正时来达到此目的。在4 冲程发动机循环期间，凸轮轴位置执行器仅使进气和排气门更早或更迟打开。凸轮轴位置执行器无法改变气门打开的持续

时间或气门升程。

在发动机关闭、发动机怠速条件和发动机停止期间，凸轮轴执行器保持在停止位置。凸轮轴位置执行器总成的内部有一个回位弹簧和锁销。凸轮轴非定相模式期间，回位弹簧将凸轮轴转回停止位置，且锁销将把凸轮轴位置执行器链轮固定至凸轮轴。

凸轮轴位置执行器系统的工作

凸轮轴位置(CMP) 执行器系统由发动机控制模块(ECM) 控制。发动机控制模块发送一个信号到凸轮轴位置执行器电磁阀，以便控制流到凸轮执行器通道的发动机

机油流量。加压的发动机机油会传输至锁销，使其松开，并传输至凸轮轴位置执行器的叶片和转子总成处。机油流经2个不同的通道，一个通道用于凸轮提前，一个通道用于凸轮延迟。凸轮执行器固定在凸轮轴上且是液压驱动动的，以改变凸轮轴相对于曲轴位置(CKP)的角度。发动机机油压力(EOP)、粘度、温度和发动机机油油位可能对凸轮执行器的性能有不利影响。

5.7 蒸发排放控制系统的说明

蒸发排放系统的工作

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气管路进入蒸发排放炭罐。炭罐中的炭吸附并存储燃油蒸气。过大的压力通过通风管进入大气。蒸发排放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，控制模块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炭罐中。新鲜空气将通过通风管路被吸入蒸发排放炭罐。从炭中排出燃油蒸气。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。

控制模块利用多项测试以确定蒸发排放系统是否泄漏。

蒸发排放系统部件

蒸发排放(EVAP)系统包括以下部件：

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，直到控制模块确定蒸气可以在正常的燃烧过程中消耗掉。

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。当控制模块指令通电时，吹洗电磁阀开启。此常闭阀由控制模块进行脉宽调制(PWM)，以精确控制燃油蒸气至发动机的流动。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。

燃油箱压力传感器

燃油箱压力(FTP)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。控制模块向燃油箱压力传感器提供5伏参考电压和搭铁。燃油箱压力传感器向控制模块提供0.1 - 4.9 - 伏的信号电压反馈。燃油箱压力传感器的高电压表示燃油箱中的压力较低或有真空度。燃油箱压力传感器的低电压表示燃油箱压力较高。

5.8 电子点火(EI)系统的说明(LDK带涡轮增压器)

电子点火(EI)系统的工作电子点火(EI)系统产生并控制高能火花。该火花在准确的时刻点燃已压缩的空气/燃油混合气，提供最佳的性能、燃料经济性和废气排放控制。发动机控制模块(ECM)主要采集来自曲轴位置(CKP)和凸轮轴位置(CMP)传感器的信息，以控制点火顺序、停止和火花正时。

曲轴位置(CKP) 传感器

通过以下电路将曲轴位置传感器连接至发动机控制模块:

- 5 伏参考电压
- 低电平参考电压
- 信号

曲轴位置传感器是一种内磁性偏差数字输出集成电路传感装置。传感器检测曲轴上58 齿变磁阻转子的轮齿和槽之间的磁通量变化。变磁阻转子上的每个齿按总数60 齿间隔分布, 缺失的2 个齿被用作参考间隙。曲轴位置传感器产生一个频率变化的开/关直流电压, 曲轴每转动一圈输出58 个脉冲。曲轴位置传感器输出信号的频率取决于曲轴的转速。当变磁阻转子上的每个齿转过曲轴位置传感器时, 曲轴位置传感器向发动机控制模块发送一个数字信号, 该信号描绘了曲轴变磁阻转子的图像。发动机控制模块使用每个曲轴位置信号脉冲以确定曲轴转速, 并对曲轴变磁阻转子参考间隙进行解码, 以识别曲轴位置。该信息以及来自凸轮轴位置传感器信息, 之后被用于确定发动机的最佳点火和燃油喷射点。发动机控制模块还利用曲轴位置传感器输出信息来确定凸轮轴相对于曲轴的位置, 以控制凸轮轴相位并检测气缸缺火。

曲轴变磁阻转子

曲轴变磁阻转子是曲轴的一部分。变磁阻转子由58 个齿和一个参考间隙组成。变磁阻转子上的每个齿相隔6 度, 其中留出12 度空间作为参考间隙。来自参考间隙的脉冲也称为同步脉冲。同步脉冲可使线圈点火的顺序与曲轴位置同步, 而其它齿提供转动过程中的气缸位置。

凸轮轴位置(CMP) 传感器

凸轮轴位置传感器由进气和排气凸轮轴链轮上带切口的变磁阻转子触发。凸轮轴每转动一圈, 两个凸轮轴位置传感器提供四个脉冲信号。切槽或变磁阻转子的特征具有不同的尺寸, 用以识别每个气缸的压缩行程并启用顺序燃油喷射。两个凸轮轴位置(CMP) 传感器由以下电路连接至发动机控制模块:

- 5 伏参考电压
- 低电平电压
- 信号

点火线圈/模块

每个点火线圈/模块包含以下电路:

- 点火电压
- 搭铁
- 点火控制(IC)
- 低电平参考电压

发动机控制模块控制各独立线圈, 通过发送正时脉冲到每个点火线圈/模块上的点火控制电路, 以启动点火事件。

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点火系统所有功能，并持续校正火花正时。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：

- 节气门位置(TP) 传感器
- 发动机冷却液温度(ECT) 传感器
- 空气流量(MAF) 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(KS)
- 进气歧管绝对压力(MAP) 传感器
- 进气压力和温度传感器

工作模式

在正常工作过程中，发动机控制模块控制所有点火系统功能。如果曲轴位置(CKP) 传感器或凸轮轴位置(CMP) 传感器的信号丢失，发动机将继续运行，因为发动机控制模块将利用其余传感器的输入，默认为应急模式。每个点火线圈/模块都带内部保护功能，防止过电压损坏。如果一个或者多个点火线圈/模块失效，将导致缺火故障。通过故障诊断仪，可使用故障诊断码精确地诊断点火系统。

5.9 电子点火(EI) 系统的说明(LTD 不带涡轮增压器)

电子点火(EI) 系统的工作

电子点火(EI) 系统产生并控制高能辅助火花。该火花在准确的时刻点燃已压缩的空气/燃油混合气，提供最佳的性能、燃料经济性和废气排放控制。发动机控制模块(ECM) 主要采集来自曲轴位置(CKP) 和凸轮轴位置(CMP) 传感器的信息，以控制点火顺序、停止和火花正时。

曲轴位置(CKP) 传感器

曲轴位置(CKP) 传感器电路由一个发动机控制模块(ECM) 提供的5 伏参考电压电路、低电平参考电压电路、以及一个输出信号电路组成。曲轴位置传感器是一种内部磁性偏差数字输出集成电路传感装置。传感器检测曲轴上58 齿变磁阻转子的轮齿和槽之间的磁通量变化。变磁阻转子上的每个齿按总数60 齿间隔分布，缺失的2 个齿被用作参考间隙。曲轴位置传感器产生一个频率变化的开/关直流电压，曲轴每转动一圈输出58 个脉冲。曲轴位置传感器输出信号的频率取决于曲轴的转速。当变磁阻转子上的每个齿转过曲轴位置传感器时，曲轴位置传感器向发动机控制模块发送一个数字信号，该信号描绘了曲轴变磁阻转子的图像。发动机控制模块使用每个曲轴位置信号脉冲以确定曲轴转速，并对曲轴变磁阻转子参考间隙进行解码，以识别曲轴位置。然后，此信息被用来确定发动机的最佳点火和喷油时刻。发动机控制模块还利用曲轴位置传感器输出信息来确定凸轮轴相对于曲轴的位置，并检测气缸缺火。

曲轴变磁阻转子

曲轴变磁阻转子是曲轴的一部分。变磁阻转子由58个齿和一个参考间隙组成。变磁阻转子上的每个齿相隔6度，其中留出12度空间作为参考间隙。来自参考间隙的脉冲也称为同步脉冲。同步脉冲可使线圈点火的顺序与曲轴位置同步，而其它齿提供转动过程中的气缸位置。

凸轮轴位置(CMP) 传感器

凸轮轴位置(CMP) 传感器由进气凸轮轴链轮上带切口的变磁阻转子触发。凸轮轴每转动一圈，凸轮轴位置传感器提供四个脉冲信号。切槽或变磁阻转子的特征具有不同的尺寸，用以识别每个气缸的压缩行程并启用顺序燃油喷射。凸轮轴位置传感器由以下电路连接至发动机控制模块(ECM)：

- 5 伏参考电压
- 低电平参考电压
- 信号

点火线圈/模块

每个点火线圈/模块包含以下电路：

- 点火电压
- 搭铁
- 点火控制(IC)
- 低电平参考电压

发动机控制模块(ECM) 控制各独立的线圈，通过发送正时脉冲到每个点火线圈/模块上的点火控制电路，以起动点火事件。

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点火系统所有功能，并持续校正火花正时。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：

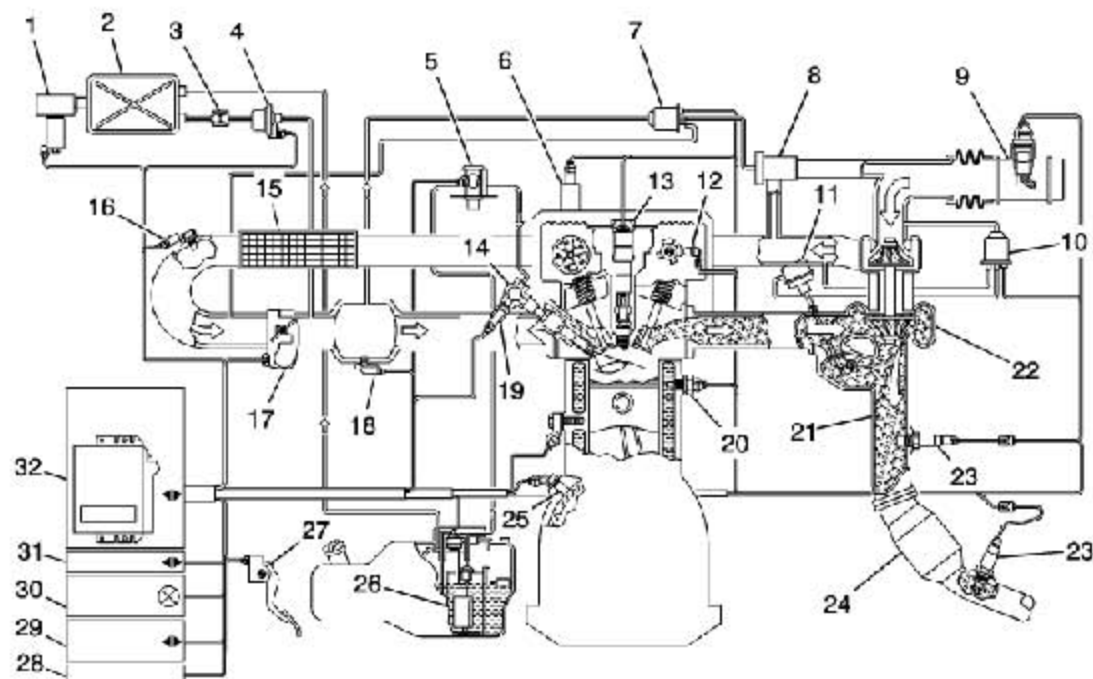
- 节气门位置(TP) 传感器
- 发动机冷却液温度(ECT) 传感器
- 空气流量(MAF) 传感器
- 进气温度(IAT) 传感器
- 车速传感器(VSS)
- 发动机爆震传感器(KS)
- 进气歧管绝对压力(MAP) 传感器

工作模式

在正常工作过程中，发动机控制模块控制所有的点火功能。如果曲轴位置(CKP) 传感器或凸轮轴位置(CMP) 传感器的信号丢失，发动机将继续运行，因为发动机控制模块将利用其余传感器的输入，默认为应急模式。每个线圈都带内部保护功

能，防止过电压损坏。在这种情况下，如果有一个或多个线圈失效将导致缺火故障，通过故障诊断仪，可使用故障诊断码精确地诊断点火系统。

5.10 增压控制系统说明（LDK 带涡轮增压器）



图标

- (1) 蒸发排放(EVAP) 炭罐通风电磁阀
- (2) 蒸发排放炭罐
- (3) 非回流阀
- (4) 蒸发排放炭罐吹洗电磁阀
- (5) 高压燃油泵
- (6) 凸轮轴位置(CMP) 执行器电磁阀螺栓
- (7) 增压空气旁通电磁阀
- (8) 增压空气旁通阀
- (9) 空气流量(MAF)/进气温度(IAT) 传感器
- (10) 涡轮增压器废气门执行器电磁阀
- (11) 涡轮增压器废气门膜片阀
- (12) 凸轮轴位置(CMP) 传感器
- (13) 点火线圈/模块和火花塞
- (14) 喷油器
- (15) 增压空气冷却器(CAC)
- (16) 进气压力和温度传感器
- (17) 节气门体(TB)
- (18) 进气歧管绝对压力(MAP) 传感器
- (19) 燃油分配管压力(FRP) 传感器

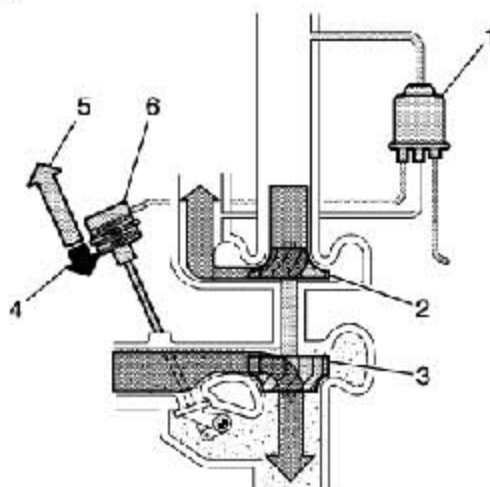
- (20) 发动机冷却液温度(ECT) 传感器
- (21) 发动机排气歧管
- (22) 涡轮增压器
- (23) 加热型氧传感器(HO2S) 1 和2
- (24) 催化剂
- (25) 曲轴位置(CKP) 传感器
- (26) 燃油泵模块
- (27) 加速踏板
- (28) 防盗系统
- (29) 数据链路连接器(DLC)
- (30) 故障指示灯(MIL)
- (31) GMLAN 串行数据
- (32) 发动机控制模块(ECM)

增压控制说明和操作

涡轮增压器(TC) 是一个压缩机, 用于通过增加氧气量, 从而增加进入发动机的燃油量, 达到增加发动机功率输出的效果。BorgWarner™双涡旋式涡轮增压器安装在排气歧管上, 废气排出时的气流能量驱动轻质涡轮。涡轮通过一个轴连接到安装在发动机进气系统的压缩机上。压缩机叶片压缩进气使其高于大气压力, 因此大大增加了进入发动机的空气密度。涡轮增压器能产生高达20 磅力/平方英寸或者1.40 巴的压力, 形成动力增压。

涡轮增压器带有一个压差控制的废气门, 由发动机控制模块(ECM) 通过脉宽调制(PWM) 电磁阀进行确定, 用于调节压缩机的压力比。增压空气旁通阀集成在单元内, 同时由发动机控制模块通过使用分置安装的电磁阀进行控制, 以免在节气门从打开到突然关闭时, 振动将冲击和损坏压缩机。在关闭节气门减速情况期间, 当旁通阀指令打开时, 旁通阀允许空气在涡轮增压器内进行循环并保持压缩机转速。在关闭节气门期间若处于标定范围内, 或指令节气门全开, 则旁通阀关闭以优化涡轮增压响应。

涡轮增压器废气门关闭



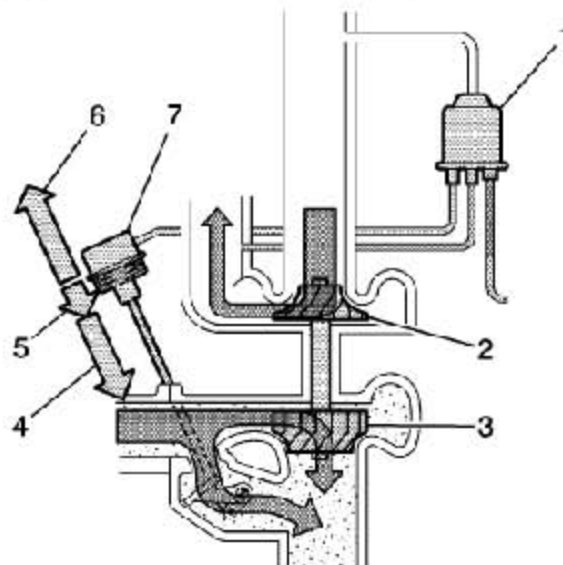
图标

- (1) 涡轮增压器废气门执行器电磁阀用占空比100 %
- (2) 压缩机
- (3) 涡轮
- (4) 废气压力
- (5) 弹簧张力
- (6) 涡轮增压器废气门膜片阀

废气门在怠速状态下完全关闭。所有的废气能量都通过涡轮。废气门保持关闭有三个原因：

- 没有压缩机出口压力。通过气动连接至膜片阀，下压缩机出口压力倾向于关闭废气门。
- 膜片阀中的回位弹簧帮助保持废气门的关闭。
- 废气气流的能量太低，不足以克服回位弹簧的张力。

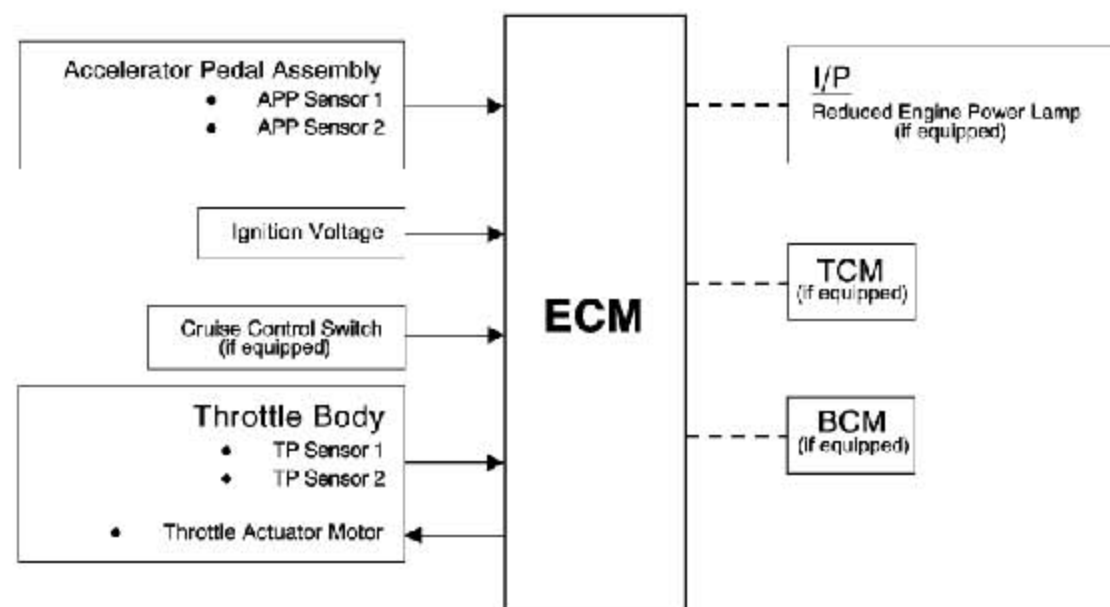
正常操作期间，如果在发动机低速时请求节气门全开，则发动机控制模块将以占空比100 % 指令增压控制电磁阀，以使涡轮增压延迟最小。中等发动机负载且高转速时，发动机控制模块将指令增压控制电磁阀，占空比为65 - 80 % 。歧管压力高至240 千帕是可能的。

涡轮增压器废气门打开**图标**

- (1) 占空比为0 % 时的涡轮增压器废气门执行器电磁阀
- (2) 压缩机
- (3) 涡轮
- (4) 调节压力
- (5) 废气压力
- (6) 弹簧张力
- (7) 涡轮增压器废气门膜片阀

当设置特定的故障诊断码，发动机控制模块将限制可用增压压力的大小。限制增压压力是通过发动机控制模块控制涡轮增压器废气门执行器电磁阀并保持占空比为0% 而实现的。这意味着发动机控制模块在较大的发动机负载时不能有效关闭废气门。此时系统限制为机械增压。机械增压意味着废气门将仍然移动，但是运动量被膜片阀中的回位弹簧的机械属性、执行器的气动属性和排气系统中排气气流的物理特性所限制。在这种操作模式下，歧管压力将达到的最大压力为140千帕。涡轮增压器废气门膜片阀总成有一个将阀膜片连接至废气门的螺纹杆和螺母。螺纹杆被调节到BorgWarner™原厂规格并为不可调。

5.11 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的输入计算相应的节气门响应量。发动机控制模块通过向节气门执行器电机提供脉宽调制电压，以实现节气门定位。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，有几种模式或功能视为正常。在正常工作时可能进入以下模式：

- 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，节气门将返回至默认的弹簧负载位置。
- 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，将发动机转速限制为怠速，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。

5.12 爆震传感器（KS）系统的说明（LDK 带涡轮增压器）

作用

爆震传感器(KS) 系统可使控制模块控制点火正时以取得可能的最佳性能，同时保护发动机免受潜在的爆震损坏。控制模块使用爆震传感器系统对异常的发动机噪声进行测试，而发动机噪声异常可能表示出现爆燃，也即点火爆震。

传感器的说明

爆震传感器系统使用1 或2 个平面响应2 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。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2 个独立的信号电路接收爆震传感器信号。

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。控制模块能以一个单独气缸为基础控制火花延迟。控制模块将一直尽力返回至零补偿水平或无火花延迟。爆震传感器诊断会进行校准，以检测控制模块内爆震传感器的电路故障，爆震传感器线束故障，或爆震传感器电压输出故障。一些诊断也会进行校准，以

检测由外部影响产生的持续性噪音，如松动/损坏的部件，或过大的发动机机械噪声。

5.13 爆震传感器 (KS) 系统的说明 (LTD 不带涡轮增压器)

作用

爆震传感器(KS) 系统可使控制模块控制点火正时以取得可能的最佳性能，同时保护发动机免受潜在的爆震损坏。控制模块使用爆震传感器系统对异常的发动机噪声进行测试，而发动机噪声异常可能表示出现爆燃，也即点火爆震。

传感器的说明

爆震传感器(KS) 系统使用1 个平面响应2 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。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2 个独立的信号电路接收爆震传感器信号。怠速时，控制模块从爆震传感器读入噪音最低水平，或背景噪音，对其余转速使用标定值。控制模块利用最小噪音水平计算噪音信道。正常的爆震传感器信号将行驶在噪音信道内。随着发动机转速和载荷的变化，噪音通道上和下参数将会改变以适应爆震传感器信号，使信号保持在通道内。为确定爆震气缸，当每个气缸接近点火行程的上止点时，控制模块仅使用爆震传感器信号信息。如果存在爆震，信号将在噪音通道外。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。控制模块将一直尽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音通道外，或不存在。爆震传感器诊断会进行校准，以检测控制模块内爆震传感器的电路故障、爆震传感器线束故障、爆震传感器电压输出故障或外部干扰产生的持续噪音，如松动、损坏的部件或过大的发动机机械噪音。

5.14 进气系统的说明 (LDK 带涡轮增压器)

进气系统的主要功能是为发动机提供经过过滤的空气。系统使用安装在一个壳体上的滤清器滤芯。滤清器壳体分置安装，并使用进气管以便将进气引入节气门体。进气系统的辅助功能是消除进气噪音。通过使用连接在进气管上的谐振器可以实现这一目的。谐振器按特定的动力系统而调校。空气流量(MAF)/进气温度(IAT) 传感器用于测量进入发动机的空气温度和体积。