

6.4 运作

ECM 运作

- 1). ECM 通过发动机周围各点上的传感器，监控缸内燃油最佳燃烧所需的条件。通过这些传感器输入，ECM 可以控制并调节燃油量，调整正在向每缸输送燃油的时间。
- 2). ECM 包括一个电可擦可编程只读存储器 (EEPROM)，该存储器使用起动发动机所需的数据编程。制造过程中，ECM 从锁止模块中接收并存储车辆特定安全代码。除非 ECM 以同一代码连接到锁止模块，否则 ECM 将无法工作。
- 3). 维修过程中，更换 ECM 时，提供的新模块是“空白”的，必须使用诊断仪编程。新模块必须从锁止模块获取安全代码。
- 4). ECM 控制以下各项：
 - A). 主继电器
 - B). 燃油泵操作
 - C). 闭环供油
 - D). 开环供油
 - E). 点火正时
 - F). 怠速控制
 - G). EVAP 控制
 - H). 发动机锁止（配合锁止模块）
 - I). 发动机冷却风扇继电器
 - J). A/C 压缩机离合器控制
 - K). 涡轮增压器增压控制
- 5). ECM 从控制图和下列输入和输出表中所示的部件和信号发送和接收信息：

输入	处理器	输出
蓄电池电压	ECM	EOT 信号
点火钥匙位置		喷油器
CKP 传感器		点火线圈
CMP 传感器		电子控制节气门
HFM		ECT 信号
爆震传感器		A/C 压缩机离合器继电器
ECT 传感器		炭罐控制阀
HO2S		HO2S
电子控制节气门		HFM
A/C 压力传感器		燃油泵继电器
PAS 压力传感器		主继电器
交流发电机负载		冷却风扇继电器
燃油箱油量传感器		MIL

从DSC (ABS) ECU接收的车辆速度和路面起伏信号		CAN 总线
锁止模块		诊断-CAN 总线
CAN 总线		进、排气凸轮轴机油控制阀
诊断-CAN 总线		

- 6). 所有系统输入均为模拟或数字电压信号形式, 所有系统输出均为向外部部件提供接地通路的驱动电路。输出为脉宽调节 (PWM) 信号, 输出可以由此被调节。
- 7). ECM 接口:
- 通过与诊断仪连接的诊断
 - A/C
 - PAS
 - 锁止模块
 - TCM
 - 组合仪表
 - BCM
 - DSC (ABS) ECU
- 8). 点火钥匙位于点火开启位置时, ECM 通过起动燃油泵运行2 秒钟灌注燃油系统。这是通过接通燃油泵继电器线圈完成接地通路的方式实现的。起动前ECM 会参考传感器。
- 9). 点火钥匙移到CRANK (起动) 位置时, ECM 与锁止模块通信。当其接收到起动命令, 并检测到CKP 和CMP传感器信号后ECM开始点火和供油。接收到有效的CKP传感器信号后, ECM 将连续操纵燃油泵。
- 10). 取下点火钥匙后, ECM 关闭点火和供油, 发动机停机。ECM 继续使主继电器保持通电位置, 直到完成断电功能。断电功能包括发动机冷却及为下次起动参考的节气门蝶阀位置。完成断电操作后, ECM 关闭主继电器, 进入低能耗模式。低能耗模式状态下, ECM 消耗量不超过1mA。
- 11). 如果ECM 发生内部故障, 如处理器或驱动电路停止工作, 没有后备系统或故障行驶功能。如果传感器电路未能提供输入, 将采用代替值或默认值。这使车辆可以继续运行, 但性能会降低。
- 12). ECM 通过5 根线与车辆接地连接。ECM 连接器EM028针脚 3, 51, 53, 61 和 80 与车身接地连接。点火钥匙取下后, ECM 由蓄电池电压供电, 保持存储器通电。电压由发动机舱熔断丝1 和保险丝5 从蓄电池正极供给到ECM 连接器EM028 的针脚12。
- 13). 点火钥匙插入后, ECM 在连接器EM028 针脚13 接收蓄电池电压。ECM 通过

接通主继电器, 起动“唤醒”。通过完成在连接器EM028 针脚14 连接到ECM 的继电器线圈接地通路进行起动“唤醒”。

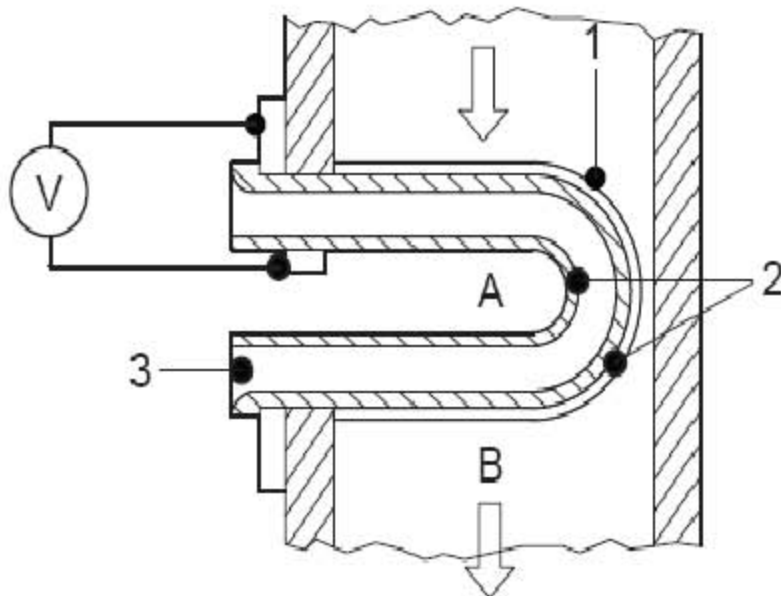
燃油量

- 1). ECM通过向进气歧管提供定时连续的燃油喷射来控制燃油量。CMP 传感器和磁力环使ECM 可以以发动机起动转速同步喷射。精确的燃油量通过调节喷油器开启时间来控制。为了获得最佳性能, ECM 可以“学习”发动机各个特性, 适应合适的供油策略。这种能力被称为适应性供油策略。
- 2). 在所有节气门位置下必须保持适应性供油策略, 除了:
 - A). 冷起动
 - B). 热起动
 - C). 节气门全开 (WOT)
- 3). 以上所有节气门位置称为“开环”。开环供油不使用来自HO2S 的信号, 是根据ECM 中存储的数据, 或“供油图”, 设置空燃比 (AFR)。冷起动过程中, ECM 参考ECT 传感器, 计算支持燃烧所需要的合适的燃油量, 并调节怠速到正确的“快速怠速”值。保持此策略, 直到HO2S 达到可以提供准确反馈信号的温度。所列出的其他开环条件的特性表示HO2S 反馈不适合作为供油控制值。适应性策略还可以使ECM补偿对发动机部件的磨损以及传感器的生产公差。
- 4). 为了计算喷射进每个缸内的燃油量, ECM 必须确定缸内的可用氧气量。通过处理来自以下传感器的信息, 可以进行计算:
 - A). HFM
 - B). CKP 传感器
 - C). ECT 传感器
 - D). 电子控制节气门
- 5). 进气歧管内的空气压力随以下因素的变化而变化:
 - A). 加速踏板位置 (驾驶员输入)
 - B). 大气压力 (海拔和气候条件)
 - C). 发动机机械状态 (容积有效性)
- 6). 位于节气门下游, 进气歧管内的压力, 表示进入缸内的空气量。海拔较高时, 空气量变少, 因为空气密度开始稀薄。这还意味着没有足够的可用氧气用于燃油燃烧。
- 7). 通过以上信息, ECM 可以计算导入缸内的空气量。氧气含量可由增加到公式中的进气温度决定。通过比较存储在ECM存储器中的供油图的数值, 可以计算导入缸内的氧气量。从ECT 传感器, 和节气门获得的数值, 为计算提供“微调”。

- 8). 为了向发动机供油，ECM 使喷油器线圈接地通路，把喷油器打开由供油量决定的一段精确时间。在起动机过程中，通过参考CMP 传感器确定正确的气缸顺序，并使其与CKP 传感器信号同步。燃油喷入进气歧管的进气口，以燃油混合气吸入缸内。
- 9). ECM 参考蓄电池电压来调节喷油器开启时间，适应蓄电池充电状态。这一点是必须的，因为低蓄电池电压意味着喷油器反应缓慢，提供的AFR 低于要求的值。

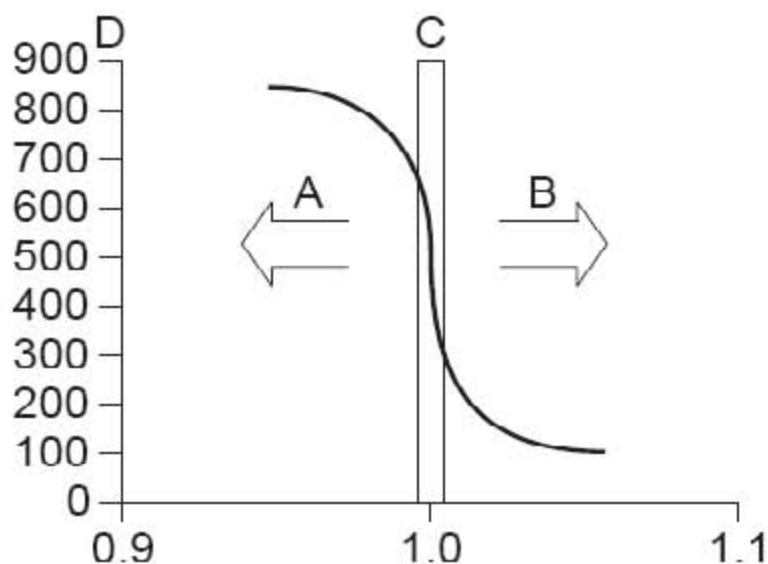
热氧传感器 (HO2S)

- 1). 传感元件使用的材料只有在 300°C (572°F) 左右的温度被激活，因此有必要通过电阻元件给予额外的加热。此元件使用12V 电源，由ECM 控制。这样可以缩短预热时间，将起动机排放保持在最低程度。加热装置的阻值可以用万用表测量， 20°C (68°F) 条件下应为 $6\ \Omega$ 。如果HO2S 出现故障，ECM 采用开环供油策略，并存储故障编码，这些故障编码可以使用诊断仪获取。
- 2). 环境空气和排出废气的氧气含量差在传感元件上产生电势差。ECM 可以利用HO2S 传感元件产生的电压计算AFR，并由此将供油控制在高精度水平。周围空气中的氧气量保持在20% 恒定，但是排气废气中的氧气含量随AFR 的不同而不同，一般情况下排气废气中的氧气含量大约为3 - 4%。ECM 使用后HO2S 信号监控经过TWC排气废气中的氧气含量，由此确定其效率。



- A 环境空气
- B 排气废气
- 1 保护性陶瓷涂层
- 2 电极
- 3 氧化锆

- 3). 蓄电池通过主继电器给加热装置提供12V 电源。电源通过发动机舱保险丝盒中的保险丝3 供电给前HO2S, 通过保险丝1供电给后HO2S。加热装置的接地通路由ECM供电。点火钥匙位于点火开启位置时, ECM 为HO2S 加热器提供接地通路。供应PWM 电流应避免突然加热, 突然加热可能导致陶瓷传感器损坏。
- 4). 每个传感器均由两根电线连接到ECM, 电线为屏蔽电线以避免信号受到干扰。前HO2S通过连接器EM028 的针脚18 和连接器EM054 的针脚86 与ECM 连接。此传感器的输出可以通过在连接器EM018针脚1 和针脚2 之间连接万用表进行测量。后HO2S通过连接器EM028 的针脚55 和连接器EM054 的针脚96 与ECM 连接。此传感器的输出可以通过在连接器EM057针脚1 和针脚2 之间连接万用表进行测量。
- 5). 发动机暖机后以及ECM处于闭环供油策略时, 传感器电压应在低于0.3V 和高于0.5V 间切换。电压每1-2 秒在极限值间切换一次。这个切换过程表示ECM 在Lambda框公差范围内改变AFR, 将TWC 的效率最大化。如果加热装置不工作或发动机为冷机, HO2S 电压将默认为0.45 - 0.5V。如果发动机由于故障, 始终以稀AFR 值运转, HO2S 将产生持续的低电压 (0.1V)。如果发动机由于故障, 始终以浓AFR 值运转, HO2S 将产生持续的高电压 (>0.8V)。处于理想AFR (完全空燃比) 时, 传感器产生约为0.45V 的电压。
- 6). 为了检测传感器内是否存在故障, 人为将AFR 变浓或变稀来使电压变换。如果传感器电压不变, 则表示传感器故障; 如果传感器电压变化, 则其它地方存在故障。



- A 浓 AFR
 B 稀 AFR
 C Lambda 框
 D HO2
 S 输出, 单位 mV

故障

1). HO2S 可能会由于下列情况出现故障, 或提供不正确的信号:

- A). 被加铅燃料污染
- B). 被碳或硅沉淀污染
- C). 碰撞损坏/ 机械碰撞
- D). 外部线束断路
- E). 外部线束连接 12 V 电源短路
- F). 外部线束接地短路
- G). 外部线束高电阻
- H). 加热装置断路
- I). 加热装置短路
- J). ECM 未向加热装置提供接地通路
- K). 线束屏蔽未接地连接

闭环供油

1). ECM 使用闭环供油系统作为整个策略的一部分。TWC 是否可以进行有效工作在于 ECM 能否在 Lambda 框内将 AFR 从浓变稀进行调节。Lambda 框为 1.00 ± 0.03 。值为 14.7: 1 (以重量计算) 的 AFR, 相当于 Lambda 为 1.00。AFR 变浓时, Lambda 值减小, 如, Lambda 为 0.97 比 Lambda 为 1.00 浓。AFR 变稀时, Lambda 值增大, 如, Lambda 为 1.03 比 Lambda 为 1.00 稀。

2). 为了获得闭环供油, ECM 使用以下部件:

- A). 前 HO2S
- B). 喷油器

3). 闭环供油是由 ECM 控制的滚动过程。ECM 利用来自 CKP, ECT, HFM 和电子控制节气门, 以及路面速度信号, 计算在以下条件下, 在 Lambda 框内达到 AFR 所需的燃油量:

- A). 怠速
- B). 发动机低负荷
- C). 巡航 (若有该功能)

4). 当发动机在以上条件下运转时, ECM 执行闭环供油策略。排气废气中存有的残余氧气作为 AFR 的一项指标。HO2S 对排气废气中存在的氧气的量 (经过传感器探头) 与环境空气比较后, 产生一个反比例的电压。ECM 处理从传感器获得的电压, 计算相应的 AFR。如果 ECM 接收到 Lambda 框稀薄极限值的 AFR 相应的电压, 供给的燃油量增加。达到浓极限值时, 燃油量减少, 直到达到稀薄极限值。可以看到, 这个过程是在 Lambda 框极限值范围内, 由浓变稀的连续转换的, 这使得 TWC 可以吸收或释放氧气以达到最佳效率。

5). 为进行闭环功能的快速试验:

- A). 起动运行发动机, 直到达到正常的操作温度
- B). 以 2500 rpm 转速运行发动机, 保证 HO2S 处于正常工作温度
- C). 电压应每 1-2 秒在极限值间切换。

D). 信号振幅应在浓时至少达到550 mA, 稀时低于400 mA。

6). HO₂S 将仅在其达到约300 °C (572 °F) 的温度时提供可靠读取。

开环供油

- 1). ECM在不可能或不适合使用来自HO₂S的反馈控制AFR时, 会应用开环供油。这种情况下, ECM 必须应用来自其它传感器的信息以及存储在存储器中的供油图, 来设置供油参数。在以下条件执行开环供油策略:
 - A). 冷起动
 - B). 暖机 (直到HO₂S 可以工作)
 - C). 节气门全开 (WOT)
 - D). 部分节气门开度情况下加速 (超过 85° 节气门开度)
 - E). 热起动 (直到HO₂S 可以工作)
 - F). 超速燃油切断
 - G). HO₂S 故障
- 2). 冷起动过程中, 发动机的温度足够低, 会以促使燃油在歧管和缸壁的冷表面凝结。这将使AFR 稀薄, 很难在充气过程中提供理想的燃油混合气。为了克服这个问题, ECM 必须增加喷射的燃油参考。
- 3). 一旦发动机运行, ECM 将参考ECT, HFM, 节气门和CMP 传感器, 在发动机暖机时改变供油量。发动机温度提高时, AFR 可以变稀, 直到HO₂S 可以工作后, ECM可以控制残余的氧气含量。
- 4). 最大功率所需的AFR (12:1) 比TWC 最有效时所需的AFR (14.7:1) 浓。因此, 当发动机因加速踏板突然被踩下或连续在WOT 状况下运转时, 需要产生更大功率, ECM 必须使AFR 可以超越Lambda 框的限制。
- 5). 当热的发动机熄火时, 喷油器和燃油轨中的燃油会吸收热量, 这可以导致燃烧特性改变。由于达到正确的AFR以及混合气的分配比出现困难, 进行热起动的要求更高。为了克服这些问题, ECM 使用存储在供油图中的必要信息, 参考ECT 传感器, 增大AFR 值。
- 6). 当车辆处于关闭节气门减速时, 喷油器可以短时关闭。这个过程中, ECM 关注以下输入来决定是否激活超速燃油切断:
 - A). CKP 传感器
 - B). 电子控制节气门
 - C). DSC (ABS) ECU
 - D). ECT 传感器
- 7). 超速燃油切断过程中, 不使用HO₂S 输出的信号。如果HO₂S 输出信号丢失或超出ECM 公差外, 将执行开环供油策略。

点火正时

- 1). 点火正时是ECM适应性策略中的重要部分。点火正时将影响燃烧质量以及产生的功率。ECM 将参考所有相关的传感器以在任何条件下达到理想点火时间。点火火花持续时间决定于电流流过初级线圈绕组的时间（闭合角）。发动机转速快时，充电时间较短，且相应的火花持续时间缩短。持续的动力系统通过电控延长充电时间以及提高发动机转速，从而在各种发动机转速都保持强烈的点火火花，来克服这个问题。
- 2). ECM 利用以下输入计算点火的时间：
 - A). CKP 传感器
 - B). HFM
 - C). 电子控制节气门
 - D). ECT 传感器
- 3). ECM 利用以下输入计算充电时间（闭合角）：
 - A). 蓄电池电压（主继电器）
 - B). CKP 传感器
- 4). 起动和怠速阶段，ECM 通过参考ECT 和CKP 传感器，设置点火正时。一旦超出怠速转速，点火正时将根据存储在存储器中的控制图来控制，根据额外传感器输入调整。选择点火点对于将发动机功率输出及维持在低排放水平是非常关键的。点火提前可能在某些条件下增大功率输出，但同样增大了燃烧室内产生的氧化氮和碳氢化合物量。
- 5). 所有发动机运行条件下，点火点之间都存在一条狭带，为功率输出和排放控制之间提供合适的折衷。ECM 存储器内包括的点火控制图能在此狭带内保持点火正时。

怠速控制

- 1). ECM 利用以下调节控制发动机怠速转速：
 - A). 点火正时调节
 - B). 电子控制节气门开度。
- 2). 发动机怠速波动时，且发动机上无额外负载，ECM 将改变点火正时来调节怠速转速。这使超出公差范围的怠速转速得到快速校正。发动机上有额外负载时，如转向转到完全锁止时，ECM 利用电子控制节气门蝶阀调整，将怠速转速增加到规定值。
- 3). 通过CKP传感器来确定怠速转速，以下各项同样向ECM提供输入：
 - A). PAS 压力传感器
 - B). 交流发电机负载
 - C). 驻车/空档开关（仅自动变速器）
 - D). A/C 压缩机负载
 - E). 冷却风扇状态

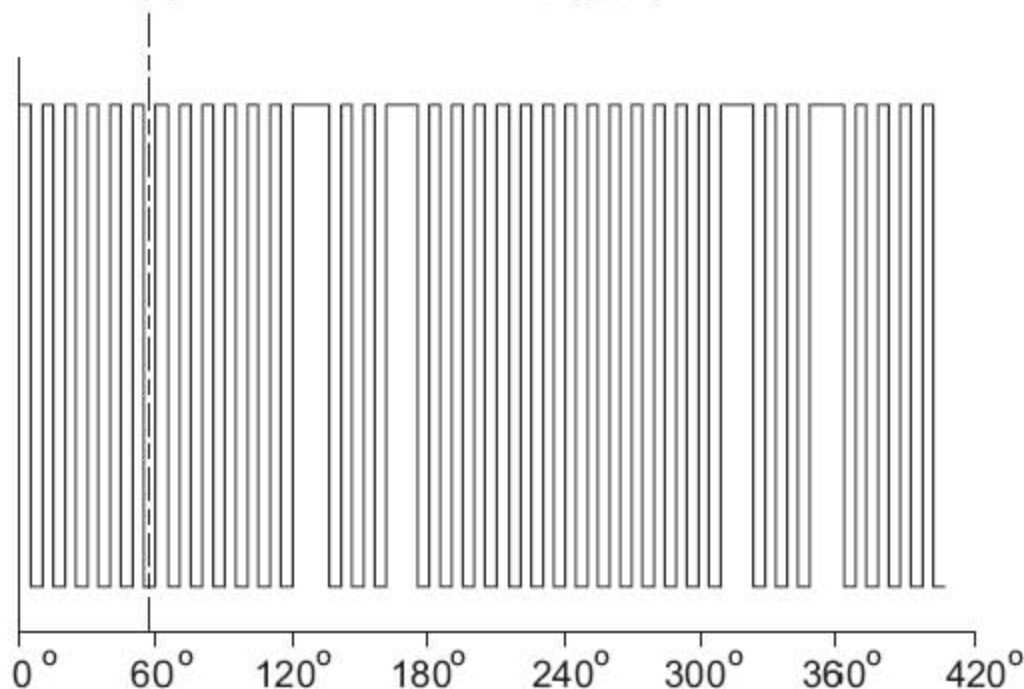
- 4). 如果ECM 从以上输入接收到发动机上存在额外负载信息，ECM 可以立即补偿，避免发动机停机。

可变凸轮正时 (VCT)

- 1). VCT 系统可以在发动机低速情况下，减少燃油消耗和尾气排放过程中提高发动机性能，特别是扭矩特性。
- 2). ECM 从CKP 传感器和CMP 传感器接收信号。通过这些信号，ECM 参考控制图确定阀门正时。然后ECM 操作安装在缸盖一侧的VCT 机油控制阀。这些电磁阀控制油流入调相器，改变调相器相对于凸轮轴的位置，从而调节阀门正时。

曲轴位置 (CKP) 传感器

- 1). CKP 利用霍尔效应原理进行工作。传感器内的永久磁铁对一个半导体施加磁通量。这样产生ECM可读的输出电压。当磁力环磁极之间的间隙经过传感器探头时，磁通量发生变化，从而输出电压也随之改变。仅依靠CKP 传感器，ECM 无法在发动机四个行程周期内确定发动机准确的位置，还必须同时参考CMP 传感器，以提供足够的信息来确定点火正时和喷射顺序。
- 2). 当小齿的位置邻近传感器探头时，电压输出将变“低”。当发动机运转时，信号将在高压 (>90% 的蓄电池电压) 和低压 (<0.5V) 间切换。如果CKP 传感器邻近缺失的小齿 (延展区)，电压将维持在低电压。



- 3). 传感器探头和磁力环地带之间的距离决定传感器信号质量。这被称为气隙，且不可调。
- 4). CKP 传感器产生的信号使ECM 可以计算曲轴转速以及角度。发动机起动或运行过程中的任何条件下，ECM 均需要用此信息来计算点火正时以及燃油喷射时间。如果CKP 传感器信号丢失，在CMP 传感器信号没有丢失的情况下，发

动机仍可继续运行。

故障

- 1). CKP 传感器或磁力环可能会由于下列情况出现故障，或提供不正确的信号：
 - A). CKP 传感器气隙不符合规格
 - B). CKP 传感器被灰尘污染
 - C). CKP 传感器霍尔效应半导体损坏
 - D). CKP 传感器磁场太弱
 - E). CKP 传感器线束断路
 - F). CKP 传感器线束短路
 - G). CKP 传感器线束电阻高
 - H). 磁力环被灰尘污染
 - I). 由于侵蚀或机械故障，磁力环精度差
 - J). 由于飞轮或驱动盘失圆导致CKP传感器信号失真
 - K). 由于曲柄径向移动，CKP 传感器信号变化

- 2). 为了检查ECM 是否接收到CKP 传感器信号，可以进行以下操作：
 - A). 发动机起动过程中检查燃油泵运行，如果在起动过程中，当点火开启但未运转时，油泵供油，则表示ECM 未接收到CKP 传感器信号。
 - B). 涡轮增压发动机上，使用连接器EM055 的针脚H2 连接示波器。将显示设置为一个扫描基线内显示12V数字模式，以识别每个小孔。起动发动机，观察显示的模式。

凸轮轴位置 (CMP) 传感器 — 仅 VCT 发动机

当磁力环经过传感器探头时，传感器内产生电压。这使ECM 可以确定凸轮轴相对于曲轴的位置，从而使ECM可以在起动或运行条件下同步进行燃油喷射，以及控制VCT 移相器单元。磁力环四“齿”为不对称设计，为凸轮轴提供90°，180°，270°和360° 间隔的位置信息。

故障

- 1). CMP 传感器或磁力环可能会由于下列情况出现故障，或提供不正确的信号：
 - A). CMP 传感器气隙不符合规格
 - B). CMP 传感器受到金属碎片污染
 - C). CMP 传感器霍尔效应半导体损坏
 - D). CMP 传感器磁场太弱
 - E). CMP 传感器线束断路
 - F). CMP 传感器线束短路
 - G). CMP 传感器线束电阻高
 - H). 磁力环受到金属碎片污染
 - I). 磁力环由于机械损坏导致精度差
 - J). 排气凸轮轴正时错误
 - K). 进气凸轮轴正时错误

- 2). CMP 传感器的信号输出可以通过使用示波器进行检查。将示波器与ECM用于进气CMP传感器的连接器EM028针脚79 连接,或与ECM 用于排气CMP 传感器的连接器EM028 针脚72 连接。
- 3). 将显示设置为显示12V 数字模式。起动发动机,观察产生的模式。如果可以 使用双轨示波器,可以同时观察CKP 和CMP 传感器模式,以检查相关的正时。

爆震传感器

- 1). 爆震传感器用来检测产生的最佳燃烧点超过燃烧室内压力前,点燃燃油混合 气时发生的碰撞或“爆裂”。这可能由于处于高速档,高进气温度或点火正 时提前时产生的高AFR,发动机高负载而导致发生。
- 2). 爆震传感器的检测元件是一个压电陶瓷晶体,正常情况下无电压经过。当传 感器遭受爆震频率约15 kHz 的机械压力时,晶体的电结构将被破坏,产生电 压输出。电压输出与爆震度直接成比例。经过ECM处理的信号将使点火正时延 缓 3° 。如果停止爆震,ECM 将使点火正时恢复到初始值,以 0.75° 为增量。 如果爆震仍然持续,ECM 将使点火再延缓 3° ,一直达到 -15° 为止。当爆震 消失后,ECM 将使点火正时恢复到初始值,以 0.75° 为增量。
- 3). 爆震传感器可能会由于下列情况出现故障,或提供不正确的信号:
 - A). 传感器断路
 - B). 传感器接地短路
 - C). 传感器间歇断路
 - D). 爆震传感器安装不正确
- 4). 如果爆震传感器信号出现故障,可能出现以下症状:
 - A). 存储故障编码
 - B). ECM 无法检测发动机燃烧爆震
 - C). ECM 恢复默认设置

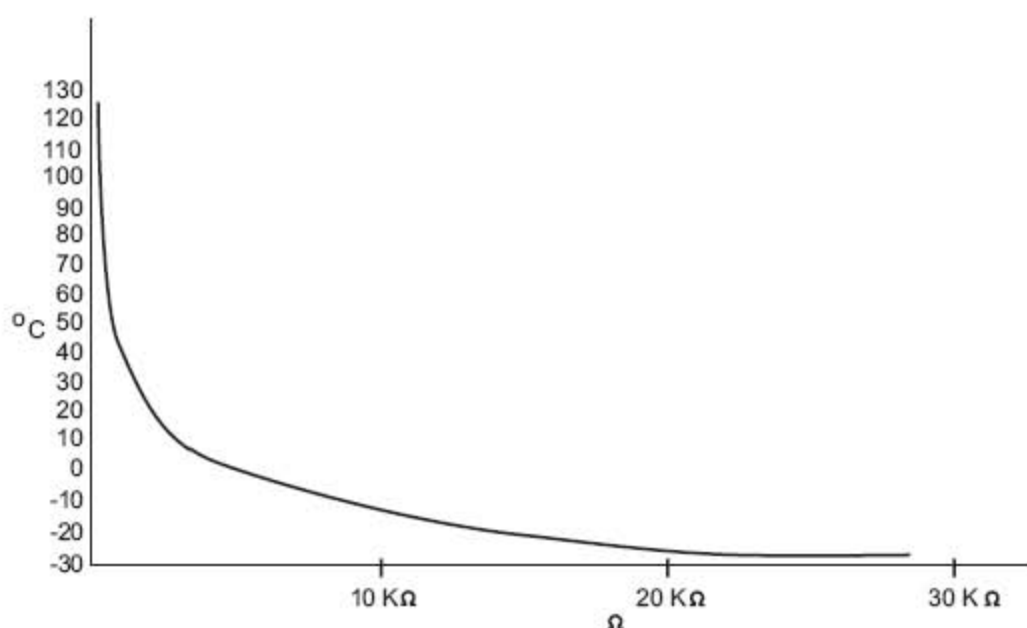
空气流量计 (HFM)

- 1). HFM 根据热膜原理工作。HFM 在一个膜内有两个传感元件。一个元件处于周 围温度,如 25°C (77°F),而另一个元件加热 200°C (392°F), 超过 225°C (437°F) 的温度。当空气经过HFM 时,对膜产生制冷效应。 将差速器温度保持在 200°C (392°F) 的气流提供精确的,但非线性的空 气吸入进发动机的信号。
- 2). HFM 在电流分压电路中与NTC 热敏电阻结合。随着进气温度升高,热敏电阻 内阻值减小。因为热敏电阻使更多的电流导入接地,所以ECM 感应到电压减 小。电压的变化与进气温度的变化成比例。通过获取传感器的电压输出,ECM 可以更正进气温度的供油图。此项更正是必要步骤,因为与同量冷气相比, 热气的密度比较小,且含较少的燃烧可用氧气。

- 3). HFM 的输入是发动机舱保险丝盒供应的12V 电源，以及一个接地通路连接。HFM 有两个输出，以信号和数字形式返回与ECM 连接。NTC 热敏电阻利用ECM 5V 的参考输入，分享HFM 的接地通路。NTC 热敏电阻的输出在ECM 内，通过控制供应给NTC 热敏电阻电流分压电路的参考电压的变化来计算。
- 4). 如果HFM 出现故障，ECM 执行基于发动机速度的后备策略。如果 HFM 信号出现故障，可能出现以下症状：
 - A). 起动困难
 - B). 发动机起动后停机
 - C). 排放控制不起作用
 - D). 怠速控制不起作用
 - E). 发动机性能降低
- 5). 如果NTC 热敏电阻出现故障，ECM 默认为设定空气温度为 -5°C (23°F)。如果NTC 热敏电阻信号出现故障，可能观察到以下其中一项症状：
 - A). 供油过量导致黑烟
 - B). 怠速控制不起作用

发动机油温 (EOT) 传感器

- 1). 由于发动负载以及周围条件导致油温变化时，油粘度发生变化。EOT 传感器检测到温度变化，提供与油温成反比的信号。这使ECM可以通过调节供油策略补偿这些变化。VCT 系统在 125°C (257°F) 或更高的温度条件下无法工作，因为由于油的粘度降低，油控电磁阀无法以要求的速度进行工作。
- 2). 当点火钥匙位于点火开启位置时，EOT 传感器从ECM接收到整流5V 参考电源。接地通路经过ECM。信号电压可以通过将万用表连接在连接器EM028 针脚 56 与电压参考电路间进行测量，比较测量得到的电压与下表中的预计读数。



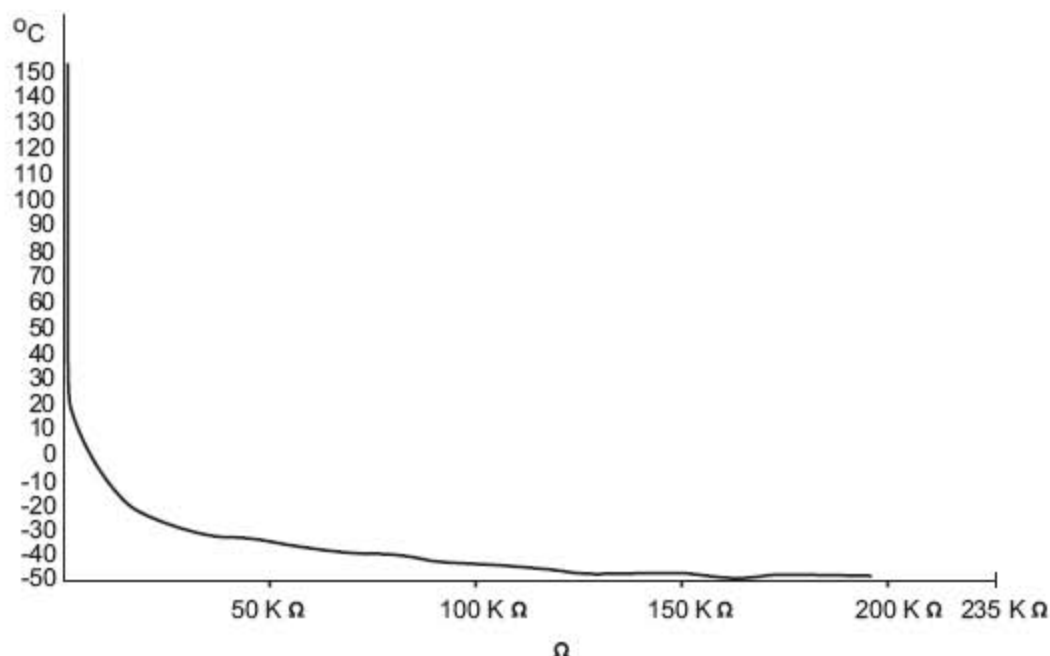
- A 温度 ($^{\circ}\text{C}$)
B 电阻值 (Ω)

故障

- EOT 传感器可能会由于下列情况出现故障，或提供不正确的信号：
 - 系统缺油
 - 外部线束断路
 - 外部线束接地短路
 - 外部线束连接5V 电源短路
 - 外部线束高电阻
 - ECM 无法提供5V 参考电源
 - ECM 无法提供接地通路
 - EOT 传感器热敏电阻损坏
- 如果EOT 传感器出现故障，ECM 将更换一个默认值。驾驶员不会觉察到这种情况。发动机继续运转，但发动机性能降低，排放增加，并无法进行适应性供油。ECM将保存故障编码，故障编码可以通过诊断仪重新获取。

发动机冷却液温度 (ECT) 传感器

- 当点火钥匙位于点火开启位置时，ECT 传感器从ECM接收到整流5V 参考电压。ECM 为车身提供接地通路。信号电压可以通过将万用表连接在连接器EM028 针脚39 与电压参考电路间进行测量，比较测量得到的电压与下表中的预计读数。



- A 温度 ($^{\circ}\text{C}$)
B 电阻值 (Ω)

- 2). ECT 包括一个与发动机冷却液接触的NTC 热敏电阻。ECT 传感器是电流分压电路的一部分。电流分压电路包括一整流5V 电源，一个固定阻值电阻（ECM 内）和一个随温度变化电阻器（EOT 传感器）。
- 3). 正因NTC 热敏电阻拥有这些元件，所以当冷却液温度升高时，经过ECT 的电阻将减小。当更多的电流通过ECM，经ECT 导入接地时，信号电压降低。
- 4). 传感器为ECM 提供信号，使得可以确定发动机温度。ECM 利用发动机温度，在起动阶段计算供油和点火正时参数，并在发动机暖机、正常运行或过热时，为供油和点火正时的温度提供校正。ECM 在控制发动机冷却风扇时使用ECT 信号，ECT 信号转换为信息，通过温度计使组合仪表可以为驾驶员显示发动机温度。
- 5). 如果ECT 信号丢失，或超出可接受范围，ECM 将根据来自EOT 传感器的初始信息更换默认值，EOT 传感器随后增温到80 °C（176 °F）。这使发动机可以工作，但性能降低，排放增加，无法进行适应性供油，炭罐控制阀无法工作。任何时候当点火钥匙位于点火开启位置时，ECM 都将以快速模式打开冷却风扇，可以提供保护避免发动机过热。驾驶员可能无法立即觉察这种状况，但ECM将保存故障编码，此故障编码可以通过使用诊断仪重新获取。温度计将显示“冷”，发动机温度警示灯将亮起。
- 6). 如果ECT 检测到高于118 °C（244 °F）的温度，A/C 压缩机离合器将被禁用，直到温度降低到114 °C（237 °F）以下才可以重新使用。

故障

- 1). ECT 传感器可能会由于下列情况出现故障，或提供不正确的信号：
 - A). 由于泄漏，系统缺少冷却液
 - B). 外部线束断路
 - C). 外部线束接地短路
 - D). 外部线束连接5V 电源短路
 - E). 外部线束高电阻
 - F). ECM 无法提供5V 参考电源
 - G). ECM 无法提供接地通路
 - H). ECT 热敏电阻损坏

电子控制节气门

- 1). 电子控制节气门利用来自节气门踏板内PPS的信号确定蝶阀的位置，这是由节气门内的TP 传感器监控的。这样确保发动机可以接收到任何发动机负载条件下正确的空气和燃油量，驾驶性能提高，排放减少。这个系统还可以保证可好的怠速控制和巡航控制（如有该功能）。
- 2). 电子控制节气门信号需要被用来控制以下发动机功能：
 - A). 怠速控制
 - B). 节气门减振

3). TCM 使用电子控制节气门信号来确定换档点。

点火线圈

- 1). 点火线圈利用“无效”火花原理进行工作。火花塞与次级线圈绕组串联，所以在两气缸同时产生火花。当处于压缩行程的气缸产生火花，燃油混合气被点燃。当处于排气行程的气缸产生火花，火花无效，因此产生“无效”火花。
- 2). 每个线圈通过发动机舱保险丝盒内保险丝2，由主继电器供应12V电源。ECM 通过提供接地通路控制初级绕组电流。线圈1 通过连接器EM028 针脚2 与ECM 连接，线圈2 通过连接器EM028 针脚5 与ECM 连接。
- 3). 线圈初级电压可以通过使用示波器检测。用12V 电源将12V 测试灯泡和线圈连接器上针脚2 连接，简单检测线圈是否被ECM 触发。发动机启动时，测试灯泡应点亮。如果点火线圈失效，由于点火电压不足，两气缸可能无法点火，或点不着火。驾驶员会注意到该状况，并在OBD 策略内通过不点火监控器检测到。ECM 将保存故障编码，故障编码可以通过使用诊断仪重新获取。如果始终无法点火，ECM 将关闭向受影响的气缸供油，从而避免TWC 受排气脉冲损坏。

故障

- 1). 点火线圈可能会由于下列情况出现故障：
 - A). 初级绕组断路
 - B). 初级绕组短路
 - C). 初级绕组电阻超出公差
 - D). 次级绕组断路
 - E). 次级绕组短路
 - F). 次级绕组连接初级绕组短路
 - G). 次级绕组电阻超出公差
 - H). 线圈顶端绝缘受到机械损坏

喷油器

- 1). 喷油器在压力作用下从燃油轨接收燃油，并通过发动机舱保险丝盒保险丝2，从主继电器接收12V 并联电源。喷油器在3.8 bar 的压力下工作。为了将燃油输送到发动机，ECM 必须接通电磁绕组，将阀针提升，离开喷油器座。ECM 向喷油器绕组提供接地通路，接通电磁绕组。在气缸提供的进气行程过程中，各喷油器打开。喷油器将雾化燃油输送给发动机，使进气歧管和气缸盖口内获得最大程度的涡流。涡轮增压发动机上，ECM 利用TMAP 传感器信号计算进气歧管压力和燃油压力之差，并根据相应的计算结果调节喷油器开启时间。这使ECM可以始终完全控制AFR。如果喷油器出现故障，发动机可能失去动力以及驾驶性能。ECM 将保存故障编码，故障编码可以通过使用诊断仪重新获取。
- 2). ECM 驱动电路可以使用示波器进行监控，测量喷油器开启时间。喷油器的开启时间（负载循环）根据发动机的燃油要求的不同而变化。因为各发动机可

能不同，所以负载循环没有统一规格，但如果您改变以下条件，应注意负载循环的变化：

- A). 发动机转速
- B). 发动机负载
- C). 发动机温度
- D). 节气门位置

3). 进行路面测试，当超速燃油切断情况发生时，喷油器负载循环应为0%。

故障

1). 喷油器可能会由于下列情况出现故障：

- A). 喷嘴被灰尘或蜡污染（减少流量）
- B). 喷嘴偏移（喷射未正确定位）
- C). 燃油滤清器堵塞
- D). 绕组断路
- E). 绕组接地短路
- F). 绕组连接12V 电源短路
- G). 绕组电阻超出公差
- H). 外部线束断路
- I). 外部线束接地短路
- J). 外部线束连接12V 电源短路

制动开关

操作制动踏板时，激活制动开关。更多详细内容参见“制动”部分。

离合器开关— 仅手动变速器

操作离合器踏板时，激活离合器开关。更多详细内容参见“离合器”部分。

车辆速度信号

- 1). 考虑到发动机的控制策略时，车辆速度是一项重要输入。ECM 在利用速度信号进行计算之后控制怠速，超速燃油切断和适应性供油。
- 2). 点火钥匙位于点火开启位置时，该信号由DSC（ABS）ECU 根据来自4 个车轮传感器的车辆路面车轮滚动信号计算后产生。更多详细内容参见“制动”部分。

起伏路信号

当车辆在起伏路面行使时，曲轴可能受到路面通过变速器引起的机械反馈信号而导致扭转振动。OBD 不点火监控器可能对此误认为无法点火。为了避免这种情况，检测到起伏路面信息时，关闭OBD 不点火监控器。更多详细内容参见“制动”部分。

低油位信号

- 1). 当燃油箱接近无油时，空气可能被吸入燃油系统，导致燃油不足，引起无法点火。车辆转弯、加速或快速刹车时，由于油箱内燃油的晃动，使这种情况十分明显。
- 2). 燃油箱油位由油量传感器确定，并由组合仪表分析后，在油量表上显示。油量传感器，包括由浮标控制的可变电阻器，安装在油箱内。组合仪表通过CAN总线从传感器接收到信号，利用传感器的电阻值确定油位。燃油箱油位低于满箱的15%时，ECM无法分析信号。

主继电器

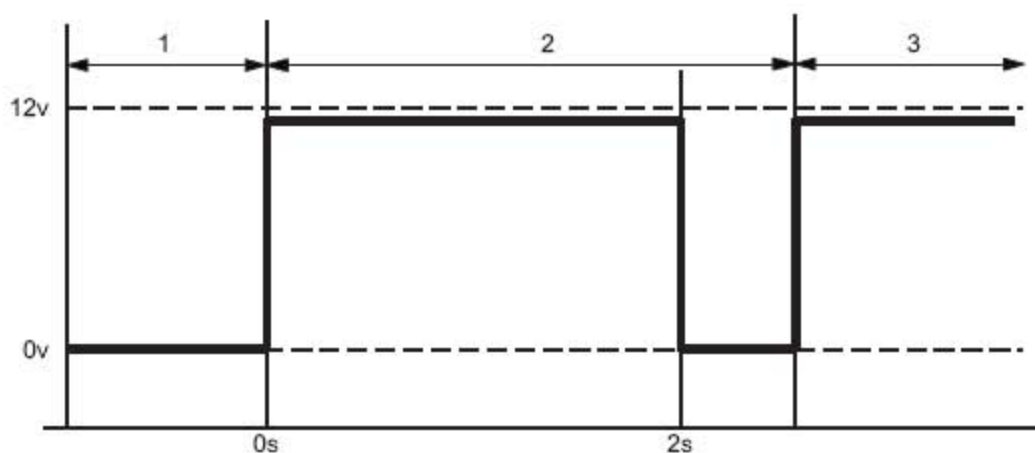
- 1). 针脚85和针脚86连接继电器绕组，动触点连接到针脚30。常开接点连接到针脚87。针脚30通过发动机舱保险丝盒（没有保险丝保护）与蓄电池正极连接，且永久通电。针脚86通过发动机舱保险丝盒（没有保险丝保护）与蓄电池正极连接，且永久通电。针脚85连接连接器EM028针脚14。针脚87连接发动机舱保险丝盒“输出”，并提供以下保险丝和部件：
 - 2). 保险丝 1
 - A). 炭罐控制阀
 - B). CKP 传感器
 - C). 后HO2S
 - 3). 保险丝 2
 - A). 喷油器（全部并联）
 - B). 点火线圈（两个并联）初级绕组
 - 4). 保险丝 3
 - A). HO2S 加速器电路
 - B). CMP 传感器
 - 5). 保险丝 4
 - A). 制冷扇继电器单元
 - B). EAT 和换档电磁阀
- 6). 主继电器可能会由于下列情况出现故障：
 - A). 继电器绕组短路
 - B). 继电器绕组断路
 - C). 继电器绕组电阻高
 - D). 继电器触点常开
 - E). 继电器触点常闭
 - F). 继电器触点电阻高
 - G). 继电器线束断路
 - H). 继电器线束电阻高
 - I). 继电器线束连接12V电源短路

- J). 继电器线束接地短路
- K). ECM 不提供接地通路

7). 为了确定主继电器是否工作正常，可以进行以下检查：

- A). 声音检查- 将点火钥匙置于点火开启位置时，燃油泵是否工作2 秒钟？
（通过在燃油泵附近听是否有燃油流动的“哗哗”声来检查）
- B). 喷油器或点火线圈是否有动力支持？（使用万用表检测蓄电池电压）
如果检测到以上各项，表示主继电器工作正常。

燃油泵继电器



- 1 取下点火钥匙
- 2 点火开启
- 3 发动机起动

- 1). 继电器绕组通过BCM 上的35 号保险丝，由点火开关输出供应12V 电源，并在点火打开后始终通电。继电器绕组接地通路由ECM 控制。ECM 在点火钥匙位于点火开启位置时提供接地通路，为时2 秒，起动燃油系统，且当ECM 接收到曲轴转动的信号时，持续通电。继电器触点的电压输入经过与BCM连接的惯性开关燃油切断，同样。
- 2). 惯性开关向燃油泵提供12V 电源，与BCM 的连接提供燃油泵电路状态信息。如果燃油泵继电器出现故障，将出现以下症状：
- 3). 起动时
 - A). 如果燃油系统压力降至零，发动机将无法点火。
 - B). 如果燃油系统压力低于正常操作压力（3.8bar），发动机可能尝试点火，但不能正常工作。
 - C). 如果燃油系统压力处于正常水平，发动机将点火运行，但随着燃油压力下，将最终熄火，且无法再次起动。

4). 行使中

如果燃油泵继电器在行使过程中出现故障，发动机将失去动力，最终由于燃油不足而熄火。

5). 燃油泵继电器可能会由于下列情况出现故障：

- A). 继电器线圈短路
- B). 继电器线圈断路
- C). 继电器线圈电阻高
- D). 继电器触点常开
- E). 继电器触点常闭
- F). 继电器触点电阻高
- G). 继电器线束断路
- H). 继电器线束电阻高
- I). 继电器线束连接12V 电源短路
- J). 继电器线束接地短路
- K). ECM 无法提供接地通路

6). 进行以下检查确定燃油泵继电器是否工作正常：

- A). 声音检查- 将点火钥匙置于点火开启位置时，燃油泵是否工作2 秒钟？
(通过在燃油泵附近听是否有燃油流动的“哗哗”声来检查)
- B). 如果无响应，检查惯性开关，确保无意外触发。

7). 如果燃油泵未显示工作，但惯性开关处于“ON”（打开）位置，取下燃油泵继电器并进行检查。

8). 在点火钥匙位于点火开启位置（为时2 秒）和起动过程中检查ECM是否向燃油泵继电器绕组提供接地通路。取下燃油泵继电器，在车辆提供的12V 电源、与燃油泵针脚85 和连接的保险丝盒针脚之间连接万用表，点火开启后，根据一下控制图检查输出。

9). 由于ECM内部驱动电路会消耗电压量，测量的电压可能比蓄电池电压低。

A/C 离合器继电器

继电器线圈通过发动机舱保险丝盒内保险丝9 提供12V电源，并在主继电器通电情况下，始终保持通电。继电器线圈接地通路由ECM 控制，ECM 在接收到A/C 打开要求信息时，完成接地通路。更多详细内容，参见“空调”部分。

冷却风扇继电器

冷却风扇控制继电器单元由两根导线连接到 ECM 上，可作为内部继电器绕组的接地线。冷却风扇继电器经由发动机舱保险丝盒中的 4 号保险丝，提供 12 V 电源供电。并由 4 号保险丝输出来驱动风扇电机。要慢速转动风扇，ECM 为继电器上的 EB037 连接器的 1 号针脚提供接地线。要快速转动风扇，ECM 为继电器上的 EB036连接器的 2 号针脚提供接地线。

炭罐控制阀

- 1). 炭罐控制阀通过发动机舱保险丝盒保险丝1, 从主继电器接收到12V 电源。ECM 通过提供PWM 接地通路, 控制经过阀的流量, 以适应主要工况。车辆在驾驶过程中, ECM 通过打开炭罐控制阀, 将炭罐净化, 这使存在于进气歧管的真空从炭罐中将燃油蒸汽吸入气缸内, 并进行燃烧。
- 2). 进入气缸内的蒸汽量会影响整个AFR, 因此ECM 必须在其可以通过缩短喷油器开启时间进行补偿时, 才打开炭罐控制阀。炭罐控制阀将在以下条件进行工作:
 - A). ECT 传感器读数超过60 °C (140 °F)
 - B). 执行闭环供油策略
- 3). HC 蒸汽通过燃烧处理和TWC 转换为二氧化碳 (CO₂) 和 (H₂O) 。
- 4). 当燃油蒸汽从炭罐被吸出后, 新鲜的空气可以通过自动单向阀进入, 这使炭罐准备进入下次“吸收”阶段。一般情况下, 数值在车辆静止或怠速时的0% 负载循环和车辆在WOT 下, 高速行驶的100% 负载循环之间变化。阀门的机械功能可以使用真空泵进行检测。
- 5). 如果炭罐控制阀出现故障, 由于无后备系统, EVAP 炭罐将不能净化, 所以当达到饱和点后, 可能释放燃油蒸汽。停车时, 当燃油蒸汽从车辆排放出, 并散发气味时, 驾驶员会注意到这种情况。
- 6). EVAP 系统性能在OBD 法规下, 不受ECM 监控, 因此只能检测到电气故障。如果ECM在炭罐控制阀驱动电路检测到电气故障, ECM 将保存故障编码, 故障编码可以通过使用诊断仪重新获取。

故障

- 1). 炭罐控制阀可能会由于下列情况出现故障:
 - A). 电磁绕组断路
 - B). 电磁绕组短路
 - C). 外部线束连接12V 电源短路
 - D). 外部线束接地短路
 - E). 外部线束高电阻
 - F). ECM 不提供PWM 信号
 - G). 阀中出现机械问题