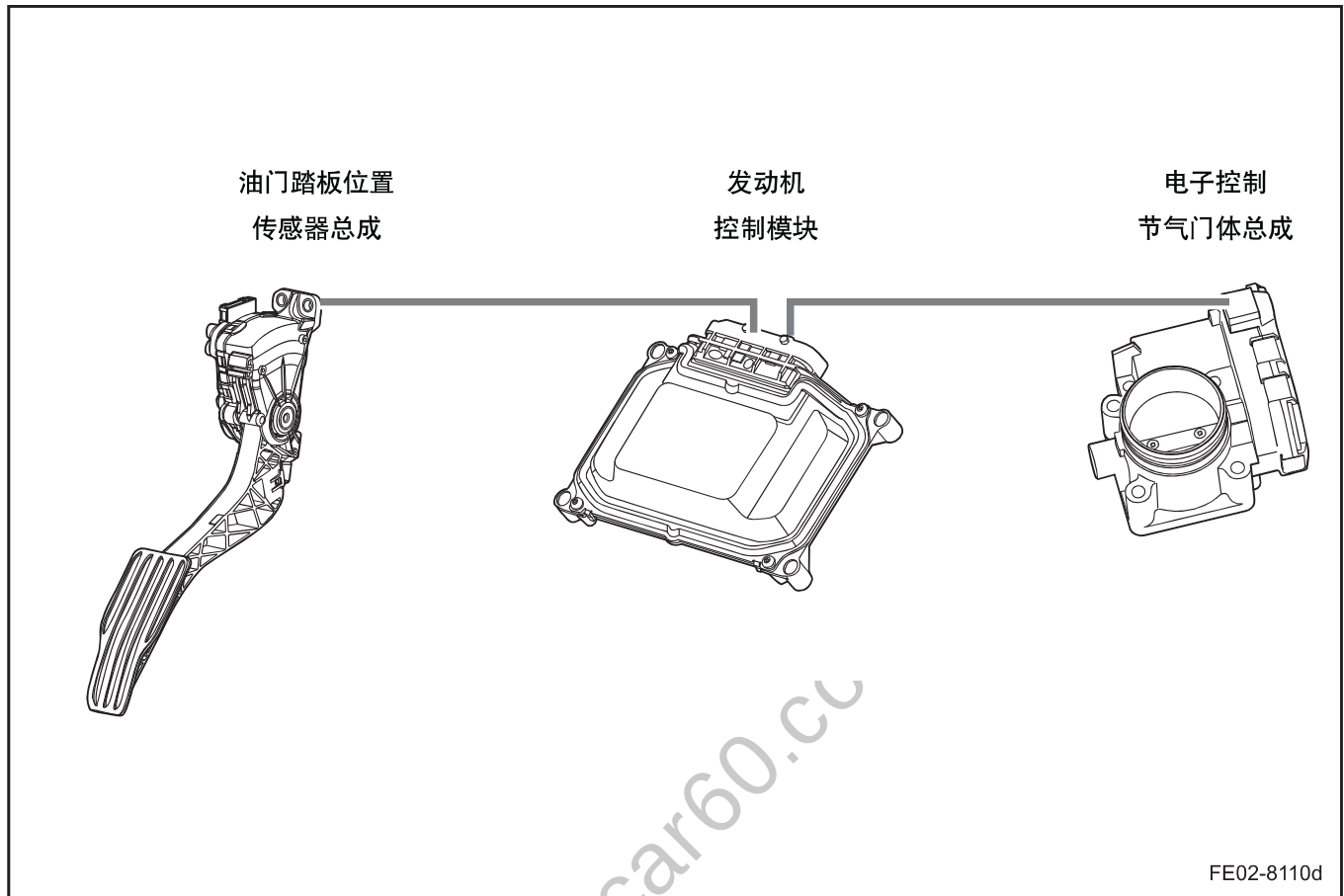


2.2.3 系统工作原理

2.2.3.1 电子节气门体(ETC) 工作原理



电子控制电子节气门体总成必须采用具有ETC 系统驱动功能的专用发动机电子控制模块(EMS) 硬件作为核心控制元件。系统的控软件通常采用以发动机扭矩输出控制为基础的计算机算法模式。同时，由于取消了传统的机械式节气门阀体的机械式控制拉线机构，ETC 配置有以电阻式电位器装置为重要附件的电子油门踏板位置传感器(APP)，以便向发动机电子控制模块(EMS) 提供车辆操纵需求信息和便于车辆驾驶人员操纵控制车辆的工作状态。

电子控制电子节气门体总成的节气门开度大小由EMS 根据驾驶人员脚下控制的电子油门踏板控制输入信号。以及其它发动机及车辆输入的各种传感器输入信号，预先分析驾驶员的实时驾驶意图，计算出车辆在该时刻和该状态下所需要的发动机输出功率并据此控制发动机的节气门开度调整和相应的燃料供给(喷射)量；与此同时，电子控制电子节气门体总成上配置的节气门位置传感器可及时检测出节气门当时的实际开度，并反馈给EMS；EMS 再根据此反馈信号，再次对车辆的控制参数进行优化修正，此控制过程可确保发动机及车辆工作在最佳理想控制状态。

由于现代科学技术的飞速发展，高速运行的EMS 可迅速根据节气门踏板信号、信号变化量及其信号变化率来分析驾驶员的当时的实际驾驶意图，计算得出基本节气门开度的基础参数值；同时，又根据车辆各种传感器的输入信号现状，对此基础

节气门开度数值进行进一步修正和快速优化，以便系统进一步计算得出最佳节气门开度控制参数并实施节气门的实际控制；EMS 根据修正后的节气门开度值，按照事先确定的控制软件规定的控制策略输出控制信号给ETC 驱动电路以驱动马达适度开启节气门，并将节气门控制在系统运算结果规定的目标开度。由于系统的高速运算结果，可使发动机的过渡过程工况的发动机的转速变化十分平滑，且整个控制操作的执行过程只需要在若干毫秒之内就可以完成，使得车辆更容易获得优良的驾驶性。

由于汽车电子技术的应用使得电子驱动控制节气门体总成的故障诊断变得难以采用传统方法直接利用目测进行直观判定，所以系统需要在电子驱动控制电子节气门体总成自身出现故障时，提供“跛行”控制功能。使用户能够驾驶车辆到维修站进行维护修复。

“跛行”控制功能有以下两种控制模式：

- 1 系统无法控制发动机动力时的“跛行”控制EMS 将限制发动机动力输出，此时系统将不能控制节气门的开启和关闭状态，节气门开度自动调整到系统标定的预设位置上。EMS 将关闭发动机点火输出，此时EMS 出现内部故障，系统将不能控制发动机的输出扭矩，节气门开度自动调整到期(零位)关闭状态，系统将全面关闭点火控制功能。

2 系统无法监测驾驶员的意图时的“跛行”控制EMS 将限制发动机动力输出，此时，系统失去辅助的驾驶者意向讯息判断和监测能力，因此为防止发动机损坏将采用限制发动机动力的方式控制发动机的动力输出，降低发动机动力增量和速度增量，并在车辆制动时，自动将发动机调整到怠速工作状态，节气门开度自动调整到系统预设位置上。

EMS 将强迫发动机进入怠速运行工作状态，当系统失去有效的驾驶者意向讯息自时，EMS 将强迫发动机进入怠速运行工作状态，系统进入到怠速控制预设位置上。

2.2.3.2 EMS 对供油系统的控制

1. 燃油泵的控制

点火开关打开后，油泵将运转2 s，此时如果EMS 没有发动机转速信号，油泵停止运转。一旦发动机转动，EMS 检测到发动机转速信号后，控制燃油泵运转。

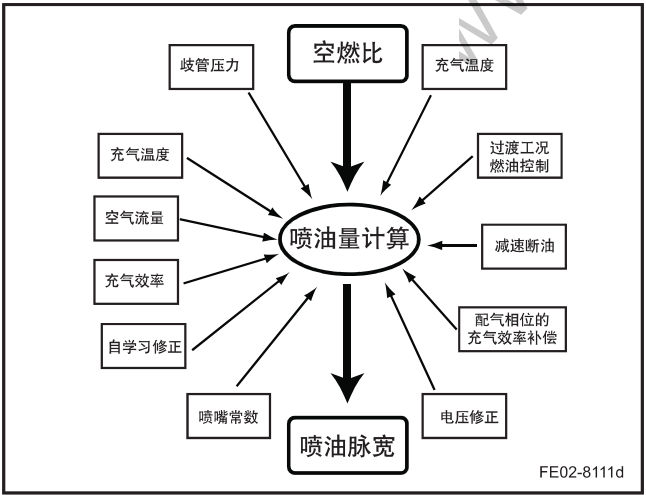
如果转速信号丢失后0.6 s 或防盗器要求关闭油泵，油泵停止运转。

2. 启动喷油控制

启动喷油控制时的预喷只在正常启动过程中喷一次，启动预喷必须满足以下条件：

- 发动机开始转动(EMS 至少检测到有效的发动机转速信号)。
- 油泵继电器吸合。
- 油泵运转时间超过蓄压延迟的时间。
- 启动预喷还没有进行过。
- 一旦上述条件满足，启动预喷将在所有的气缸同时进行。

3. 喷油脉宽的控制



A. 空燃比

启动空燃比、正常启动空燃比、清除淹缸空燃比、发动机运转时空燃比、冷却状态空燃比、暖机状态空燃比、理论空燃比、功率加浓空燃比、催化器过热保护空燃比、发动机过热保护空燃比。

B. 进气歧管绝对压力

歧管压力是通过安装在进气管上的MAP 传感器直接读取的。

C. 充气效率

充气效率是实际进入气缸内的空气流量与根据理想状态方程推算的空气流量的比值。

D. 配气相位的充气效率

配气相位的改变影响发动机的充气效率。基本的充气效率表格是在配气相位控制系统没有作动，凸轮轴和曲轴的相对位置处于初始位置时标定的。当配气相位控制机构动作后，系统会进行相应的充气效率补偿，保证进气量计算准确。

E. 自学习

自学习用不修正发动机因运转时间增长而产生的缓慢变化及发动机和整车的生产差异。

F. 闭环反馈修正

闭环反馈修正就是通过氧传感器的反馈信号控制实际的空燃比在理论空燃比附近。

G. 过渡工况燃油控制

系统采用较为复杂的算法，建立燃油油膜蒸发模型对所喷射的燃油空气混合情况进行计算，综合考虑发动机水温，进气温度和发动机的工作状态，喷射最佳的燃油量，极大的提高了各种过渡工况的燃油控制性能，包括(急)加/减速等工况。

H. 保护性断油控制

以下条件任何一个满足，系统将停止喷油：

- 当动机转速高于6,500 rpm 时断油，当转速低于6,000rpm 时恢复供油；
- 当系统检测到点火系统故障时断油；
- 当系统电压大于18 V 时，将进入电子节气门体功能限制模式(强制怠速模式)。

I. 基本喷油常数

基本喷油常数是否为系统提供发动机的排量与喷嘴流量的关系。

J. 电瓶电压修正

当电瓶电压变化时，电压修正保证喷射正确的燃油量。

2.2.3.3 EMS 对点火系统的控制

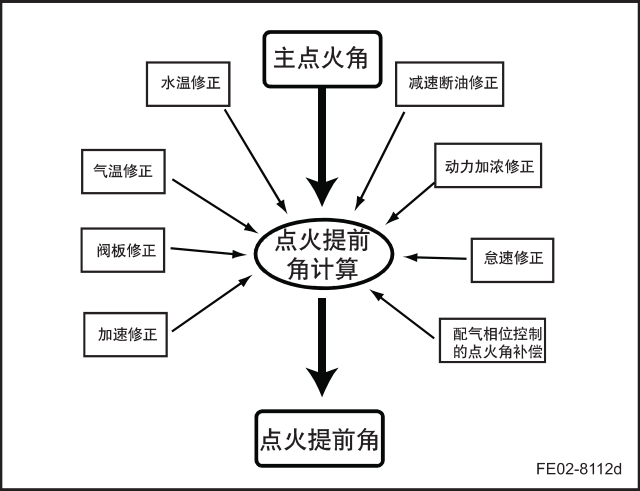
1. 点火闭合角的控制

点火闭合角长短决定了火花塞点火能量。点火线圈太长的充磁时间会损害线圈或EMS 内部的点火线圈驱动电路，太短会导致点火失败(失火)。

2. 启动模式

在启动模式下，系统采用一个固定的点火角，以保证缸内混合气被点燃，并提供正扭矩，发动机着车后，转速上升，并且能够自运运转后，点火角退出启动模式。

3. 点火提前角的计算及控制



A. 主点火提前角

发动机水温正常后，通常节气门开启时的主点火角是最佳扭矩点时的最小点火角或是爆震临界点。节气门关才时，点火角应该小于最佳扭矩点以获得怠速稳定性。在不影响冷态驾驶性的前提下，为让催化器尽可能地达到正常工作温度，在加热催化器过程中，基本点火角可以不是最佳扭矩点或者是爆震临界点，而且在不影响驾驶性的情况下应该尽可能延迟。

B. 点火提前角的修正

水温修正、进气温度修正、海拔高度被偿修正、怠速修正、加速修正、动力加浓修正、减速断油修正。

C. 加速修正

点火提前角加速修正用于减轻传动系统扭震造成的发动机转速波动，也可消除加速过程中可能产生的爆震，使加速过程平顺。

D. 配气相位控制的点火角补偿

为了获得更好的功率和扭矩，会加浓空燃比至最佳扭矩最稀空燃比点，由此可以进行点火提前角的修正以获得最佳扭矩点。

E. 配气相位控制的点火角补偿

当配气相位控制机构作动后，发动机进、排气重叠角发生变化，会影响内部废气再循环率和缸内温度。针对不同的配气相位，需要进行点火提前角的修正，以保证在当前的配气相位下，实际运行点火提前角最佳。

F. 减速断油修正

在退出减速断油时，可以进行点火角的修正，以使节气门关闭退出时过渡平顺。

2.2.3.4 电子节气门体功能限制

1. 强制熄火模式

当EMS 报出故障、进气系统或节气门阀体对进气量的控制发生问题，控制策略是关闭燃油、点火和节气门，发动机熄火。

2. 强制怠速的功率管理模式

当发动机怠速时，ETC 系统不能可靠地使用节气门控制发动机功率，此时ETC 取消对节气门的控制，其开度回到机械默认状态，发动机功率由开关某缸的喷油和推迟点火角来控制。

3. 强制怠速模式

当不能可靠地获得驾驶员意图时，比如所有的踏板信号失效，发动机只在怠速状态工作以维持车辆的电力供应以及灯光等功能。踩下加速踏板发动机没有任何响应，所以该模式下车子将无法驾驶。

4. 受限制的功率管理模式

ETC 系统不能使用节气门正当地控制发动机功率，在该模式下系统根据踏板信号判断怠速或是加速，发动机靠关闭或开启某缸喷油，及推迟点火角来控制发动机的功率输出，所以发动机输出波动比较明显，且长时间在该模式工作会对发动机排放系统有害。该模式保证车辆勉强可以驾驶，但难以控制在正常的车流中驾驶或陡坡。

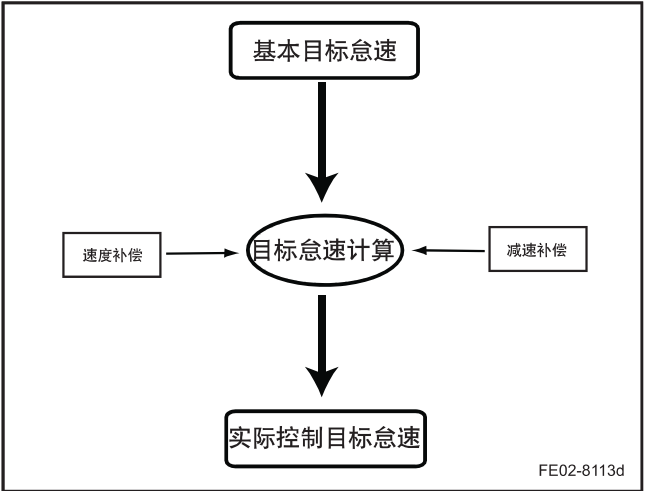
5. 当确定驾驶意图的可靠性下降时或无法输出大功率时模式

当两路电子油门踏板位置传感器输入信号差异过大时，发动机的输出扭矩受到限制，发动机随踏板变化的响应也迟缓许多，驾驶员会明显觉得发动机动力输出变弱，但仍能够在正常的车流中驾驶。

2.2.3.5 怠速控制

怠速空气流量控制是发动机控制系统能够维持节气门体全闭时的目标怠速，出入节气门体全闭状态时平顺过渡，防止失速，当怠速时发动机负荷变化时，维持稳定转速。

1. 目标怠速的计算



2. 基本目标怠速

不同冷却液温度时，基本目标怠速的设定值如下：

水温 /大气压	45	55	65	75	85	95	105
-40	1,250	1,250	1,240	1,230	1,220	1,200	1,200
-30	1,250	1,250	1,240	1,230	1,220	1,200	1,200
-20	1,250	1,250	1,240	1,230	1,220	1,200	1,200
-10	1,220	1,220	1,210	1,200	1,190	1,170	1,170
0	1,150	1,150	1,140	1,130	1,120	1,100	1,100
10	1,100	1,100	1,090	1,080	1,070	1,050	1,050
20	1050	1,050	1,040	1,030	1,020	1,000	1,000
30	1,050	1,050	1,040	1,030	1,020	1,000	1,000
40	1,000	1,000	990	980	970	950	950
50	950	950	940	930	920	900	900
60	900	900	890	880	870	850	850
70	850	850	840	830	820	800	800
80	800	800	790	780	770	760	760
90	800	800	790	780	770	760	760
100	820	820	820	820	820	800	800
110	850	850	840	830	820	800	800

3. 车速补偿及减速调节

为改善收油及停车时的驾驶性能，车辆在行驶时，目标怠速较停车时提高50 rpm，在减速及停车时，逐步递减至停车状态。

2.2.3.6 爆震控制

爆震控制功能用于消除发动机燃烧时可能发生的爆震，优化发动机动力性和燃油经济性。系统可以对发动机不同的气缸进行独立的爆震控制。

1. 爆震控制启用条件

- 发动机运行时间超过2 s
- 发动机冷却液温度高于70 °C /158 °F
- 发动机转速大于600 rpm

2. 爆震控制模式

系统在爆震发生后或爆震可能发生的情况下，迅速适当的推迟点火提前角。系统基础点火提前角有正常点火提前角和安全点火提前角，爆震控制的调速就是在这两者之间进行。

- 稳态控制

在发动机正常动转时，EMS 通过爆震传感器收集和分析发动机燃烧过程中的信号，经过过滤检出爆震，一旦爆震的强度超过允许的限制，系统将快速推迟爆震所发生气缸的点火提前角，在后续的燃烧循环中消除爆震，点火提前角将逐渐恢复至正常角度。

- 瞬态控制

在急加速或发动机转速急剧变化时，爆震容易发生，系统预测到爆震发生的可能性后，会自动推迟点火提前角，以避免强烈的爆震产生。

- 快速推迟点火提前角

系统检测出爆震后，依据发动机转速的不同，快速推迟点火提前角3 - 5 度，并在后续的2 - 3 s 内恢复至正常控制。

- 适应性调速点火提前角

由于长期使用后的磨损，发动机之间存在差异。在系统和发动机使用初始或EMS 重新上电后，发动机工作时可能会有爆震发生，而系统将其记录，经过一段时间的磨合后，系统将自动生成一敌适应性的点火调整修正值(自学习值)，当发动机运行到相同的工况时，系统将自动地对点火提前角进行适应性调整，杜绝强烈爆震的发生。系统的适应性学习是在发动机运转过程中不断地更新。

2.2.3.7 碳罐电磁阀控制

碳罐电磁阀通过控制活性碳罐与进气管之间通道的开关时间和时机，进而控制燃油蒸汽进入气缸的量和时间，从而最大限度的降低车辆的蒸发排放，同时尽量减少对发动机性能的影响。

1. 碳罐电磁阀工作条件

为减少燃油蒸汽进入气缸对发动机正常燃烧做功的影响，碳罐电磁阀开启前必须满足如下条件：

- 系统电压低于18 V，高于8 V
- 发动机冷却液温度高于0 °C (32°F)

- 发动机进气温度高于0 °C (32 °F)
- 无相关的系统故障
- 燃油系统故障
- 油泵故障
- 怠速偏高/ 偏低故障
- 进气压力传感器故障
- 发动机失火故障
- 前氧传感器加热故障
- 前氧传感器信号故障
- 系统电压偏低/ 偏高故障
- 曲轴位置传感器故障
- 点火线圈故障
- 喷油嘴故障
- 碳罐电磁阀输出故障

2. 工作模式

碳罐电磁阀的开度由EMS 根据发动机状态确定的占空比(PWM) 信号来决定。在非怠速情况下，最大碳罐电磁阀开度由闭环空气流量确定，最大值为100%。

2.2.3.8 故障自诊断与保护功能

当系统进入工作状态和发动机运转后，EMS 控制着系统全部零部件的工作，并实时地对其直接相连接的零部件进行监测，当系统中的一个或几个零部件工作异常时，系统会自动报警。每个故障状态都有一个对应且唯一的故障代码，一旦故障出现，系统会通过诊断接口输出此代码，同时点亮发动机故障指示灯以提醒车辆驾驶人员及时维修，故障代码指示出故障可能的部位。在故障发生时，系统还可采用临时应急方案控制发动机工作，以保证用户将车辆驾驶到维修站维修。

2.2.3.9 混合动力控制

本车型是深度混合动力系统，车辆启动时，有电机带动车辆行驶，达到一定速度后，发动机启动，车辆同时由发动机和电机来驱动，提升了动力，并且还配备有RBS能量回收系统，能够回收制动能量，储存为电能，给动力电池充电。