

# 工作原理

## 1. 起动控制原理。

- (a). 电源状态由“OFF”转至“ON”后，燃油泵将运转约 2s 后停止。
- (b). 发动机开始转动，ECM 检测到 2 个有效的 58X 信号后，燃油泵开始运转。
- (c). 转速信号消失（模拟信号易受干扰）后 0.6s，燃油泵停止运转。
- (d). 预喷只在正常起动过程中喷一次，四个缸喷油嘴同时进行（如果燃油被积碳吸收，混合气变稀，不易起动）。
- (e). 起动初期：进气歧管内部压力显示为周围大气压力。节气门关闭，ECM 指定为一个根据起动温度（水温）而定的固定参数。
- (f). 起动过程中：燃油喷射量根据发动机的冷却液温度的变化而变化，点火角也不断调整并随着发动机冷却液温度、进气温度和发动机转速而变化。
- (g). 起动过程结束：发动机转速超过 600~700r/min，结束起动工况。

## 2. 燃油喷射控制原理。

- (a). ECM 控制喷油器驱动时间和喷油正时，使发动机在各种工况下都能获得最佳空燃比的混合气。
- (b). 燃油分配管内，燃油压力调节器使喷油压力保持稳定，喷油器将燃油直接喷射到每个气缸的气道内。在发动机的每个工作循环中（曲轴每转两圈），各缸喷油一次（喷油顺序为 1-3-4-2），这种喷射方式称为顺序喷射。
- (c). 当发动机在冷车或高负荷状态下运转时，为保持良好的性能，ECM 进行开环控制，提供较浓的混合气；当发动机在正常工作状态下（中小负荷），ECM 通过前氧传感器反馈的信号，进行闭环控制，以得到最佳的空燃比，使三元催化转换器达到最佳的净化效率。
- (d). 发动机混合气的修正
  - 发动机在正常工作温度下，其部分负荷控制为闭环燃油控制。此时，系统根据氧传感器反馈的电压信号，通过 ECM 对喷油量进行实时修正来达到调整混合气浓度在理论空燃比附近，以保证三元催化转化器对排气中有害气体转换效率达到最佳状态，同时可以保证较好的燃油经济性。
  - 发动机在其正常工作温度范围内，全负荷运转时为开环燃油控制。此时，为保证发动机的最佳动力输出，系统将会以较浓的空燃比来控制喷油量，并在发动机不产生爆震的前提下适度增加点火提前角。系统还将利用标定时建立的排气温度数学模型来控制排气温度，以保护发动机本身和三元催化转化器。
  - 系统判定发动机全负荷的条件是根据电子节气门所提供的信号作出的，通常节气门开度达到 80%~90% 以上时，系统即认为发动机进入全负荷状态。当驾驶员踩下加速踏板使汽车加速时，系统会适当增加喷油量，以保证发动机在加速时对动力的需要。增加的喷油量与节气门开度的变化速率成正比。加速时，ECM 首先会适当推迟点火提前角，然后再逐渐恢复，目的是避免发动机在急加速时所产生的扭矩增加过快对传动系造成的冲击。

- 当加速工况接近发动机全负荷时，系统会暂时自动断开汽车空调系统，以保证加速时发动机的动力输出。无论何种情况，当发动机的转速超过系统中设定的最高转速时，系统将切断供油，来抑制转速无限制地上升，以保护发动机，防止“飞车”；当转速回到系统规定的最高转速限制以下后，系统立即恢复供油。

### 3. 点火控制原理。

#### (a). 起动。

- 发动机起动时，采用一个固定的点火提前角，使气缸内气体被点燃，并提供正扭矩。
- 当发动机转速上升到一定速度后，ECM 根据输入信号计算点火提前角。

#### (b). 点火提前角的控制。

修正信号	ECM	控制输出
冷却液温度修正	计算点火提前角	点火提前角
进气温度修正		
怠速修正		
主点火角		
减速断油修正		
加速修正		
动力加浓修正		
空调修正		

#### (c). 主点火提前角。

发动机温度达到正常值后，通常节气门打开时的主点火角即最佳扭矩点时的最小点火角。节气门关闭时，点火角应该减小以获得怠速稳定性。

#### (d). 点火提前角的修正。

- 加速修正：车辆加速时，ECM 检测到爆震信号，修正点火角到不发生爆震为止。并且用于减轻传动系统扭震造成的发动机转速波动。
- 动力加浓修正：在外特性点附近，为了获得更好的功率和扭矩，加浓空燃比到最佳扭矩最稀空燃比值。
- 减速断油修正：当退出减速断油时，进行点火提前角的修正，使过渡平稳。
- 空调控制修正：发动机怠速时关闭空调，进行点火提前角的修正，使转速过渡平稳。

### 4. 怠速控制原理。

#### (a). 怠速控制。

根据怠速状况和怠速时发动机负荷的变化控制电子节气门开度的大小，使怠速速度保持在最佳的转速上。根据发动机冷却液温度和空调负荷，ECM 驱动电子节气门，使发动机在预设的目标怠速转速下运转。另外，当发动机在怠速运转时，将空调开关打开或关闭，电子节气门将根据发动机的负荷状况调整进气量，避免怠速不稳。

(b). 计算目标怠速。

修正信号	ECM	控制输出
基本目标怠速	计算目标怠速	目标怠速
电压补偿		
车速补偿		
大灯补偿		
风扇补偿		
空调补偿		
减速调节		

- 电压补偿: 当电压小于 12V 时, 系统会自动升高目标怠速, 以增加发电机的发电量。
- 空调补偿: 停车怠速时打开空调, 压缩机运转, 为补偿压缩机的动力消耗, 目标怠速提升 100r/min。
- 大灯补偿: 大灯打开后, 为补偿其电力消耗, 目标怠速提升 50r/min 左右。
- 风扇补偿: 当冷却液温度升高, 风扇运转, 为补偿风扇运转的电力消耗, 目标怠速提升 50r/min。

(c). 怠速控制参数。

- 怠速空气量
- 燃油喷射量
- 点火正时

(d). 怠速设计控制时机。

- 怠速稳定性标定
- 加速工况标定
- 减速工况标定
- 减速断油
- 发动机瞬态过渡工况供油标定
- 匀速行驶标定
- 机械及电力负载加 / 减载标定

(e). 目标怠速的决定因素。

- 当发动机冷却液温度较低时, 系统给出较高的目标怠速以加速暖车。
- 外加负载(如: 大灯, 空调, 冷却风扇等各种用电器负载)开启时, 系统将提高怠速, 以补偿增加的负荷, 保持怠速的稳定。

## 5. 爆震控制原理。

(a). 爆震传感器是一种震动加速度传感器, 安装在二、三缸之间的缸体上, 有利于发动机爆震平衡。ECM 利用传感器输出的震动频率信号, 通过 ECM 内部滤波进而判断发动机是否发生了爆震。当检测到爆震信号时, ECM 修正点火角到不发生爆震为止。

(b). 爆震控制条件。

- 车辆装有爆震传感器。
- 发动机转速大于 800r/min。
- 进气压力大于 40kPa。

(c). 爆震控制模式。

- 稳态控制：在发动机正常运转时，ECM 通过爆震传感器收集和分析发动机燃烧过程中的振动频率信号，经过过滤，检出爆震。一旦爆震的频率超过阀值限制，系统将快速推迟点火提前角，使爆震低于阀值。
- 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，以避免超限（强烈）的爆震发生。
- 快速推迟点火角：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，并在后来的 2~3s 内恢复至正常。
- 适应性调整点火角：由于制造误差和长期使用后的磨损（皮带、齿带轮、凸轮等影响相位角的关系），发动机存在差异或发生变化。在系统和发动机初始使用或 ECM 重新通电工作，发动机工作时可能发生爆震，系统将其记录下来。经过一段时间的磨合后，系统将自动生成一适应性的点火调整修正值（自学习值）。当发动机运行到相同工况时，系统将自动地对点火提前角进行适应性调整。避免强烈爆震的发生。系统适应性学习在发动机运转过程中不断更新。

6. 碳罐控制阀控制原理。

(a). 控制碳罐清洗气流的流量。

碳罐控制阀由 ECM 根据发动机负荷、发动机冷却液温度、转速等一系列信号，通过综合计算后，发出电脉冲的持续时间和频率（即占空比）来控制。活性碳罐中的汽油蒸气，积聚过量后会导致汽油外泄，造成环境污染，因此碳罐控制阀的作用就是在合适的时候打开，让过量的汽油蒸气在碳罐内和空气充分混合后进入进气歧管，参与燃烧。

(b). 如下情况碳罐将不参与工作。

- 发动机冷起动后一段时间。
- 发动机冷却液温度较低。
- 发动机怠速运行阶段。
- 发动机大负荷阶段。
- 系统重要传感器有故障。

7. OCV 阀控制原理。

(a). OCV 阀工作原理。

根据 ECM 提供的控制信号，使 OCV 阀中的线圈产生磁场，在磁场的作用下，铁芯顶着阀芯向磁场强的方向移动；当磁场强度变弱时，回位弹簧反方向推动阀芯移动。

(b). OCV 阀控制原理。

- ECM 根据发动机的曲轴位置传感器、进气歧管压力温度传感器、冷却液温度传感器和凸轮轴位置传感器等反馈信息与预定存储在 ECM 内部的参数值进行比较计算。

- 比较计算出的修正参数信号发送给 OCV，OCV 根据 ECM 信号调节 OCV 阀阀芯的位置，从而改变液压流量，把提前、滞后保持不变等信号以油压的方式反馈到相位控制器上的不同油道上。
- 相位控制器在油压的作用下，调整凸轮轴的转动角度，达到调整进气的量和气门的开合时间、角度，使进入的空气量达到最佳，提高燃油的燃烧效率。

## 8. 废气再循环控制原理。

- (a). 废气再循环系统 (Exhaust Gas Recirculation) 简称 EGR，是将内燃机产生的废气的一小部分再送回气缸。再循环废气由于具有惰性将会延缓燃烧过程，也就是说燃烧速度将会放慢从而导致燃烧室中的压力形成过程放慢，从而减少尾气排放  $\text{NO}_x$  的排放量，达到优化尾气排放的目的。