

5. 控制系统

5.1 燃油喷射控制

1). 概述

该系统比传统型喷射泵上使用的机械式调速器或正时器能更好地控制燃油喷射量和喷射正时。发动机 ECU 根据位于发动机和车辆上的传感器发出的信号进行必要的计算。然后，ECU 控制施加到喷射器上电流的正时和持续时间，从而获得最佳喷射正时和喷射量。

2). 各种燃油喷射控制类型

控制	功能
燃油喷射量控制	该控制可取代传统型喷射泵中的调速器。它根据发动机转速和加速踏板开度信号实施控制，从而获得最佳喷射量。
燃油喷射正时控制	该控制可取代传统型喷射泵中的正时器的功能。它根据发动机转速和喷射量进行控制，从而获得最佳喷射正时。
燃油喷射率控制（先导喷射控制）	该功能用来控制一定单位时间内喷射器量孔喷射的燃油量的速度。
燃油喷射压力控制	该控制使用油轨压力传感器来测量燃油压力，并将数据提供给发动机 ECU，从而实现对泵排放量的控制。

3). 燃油喷射量控制

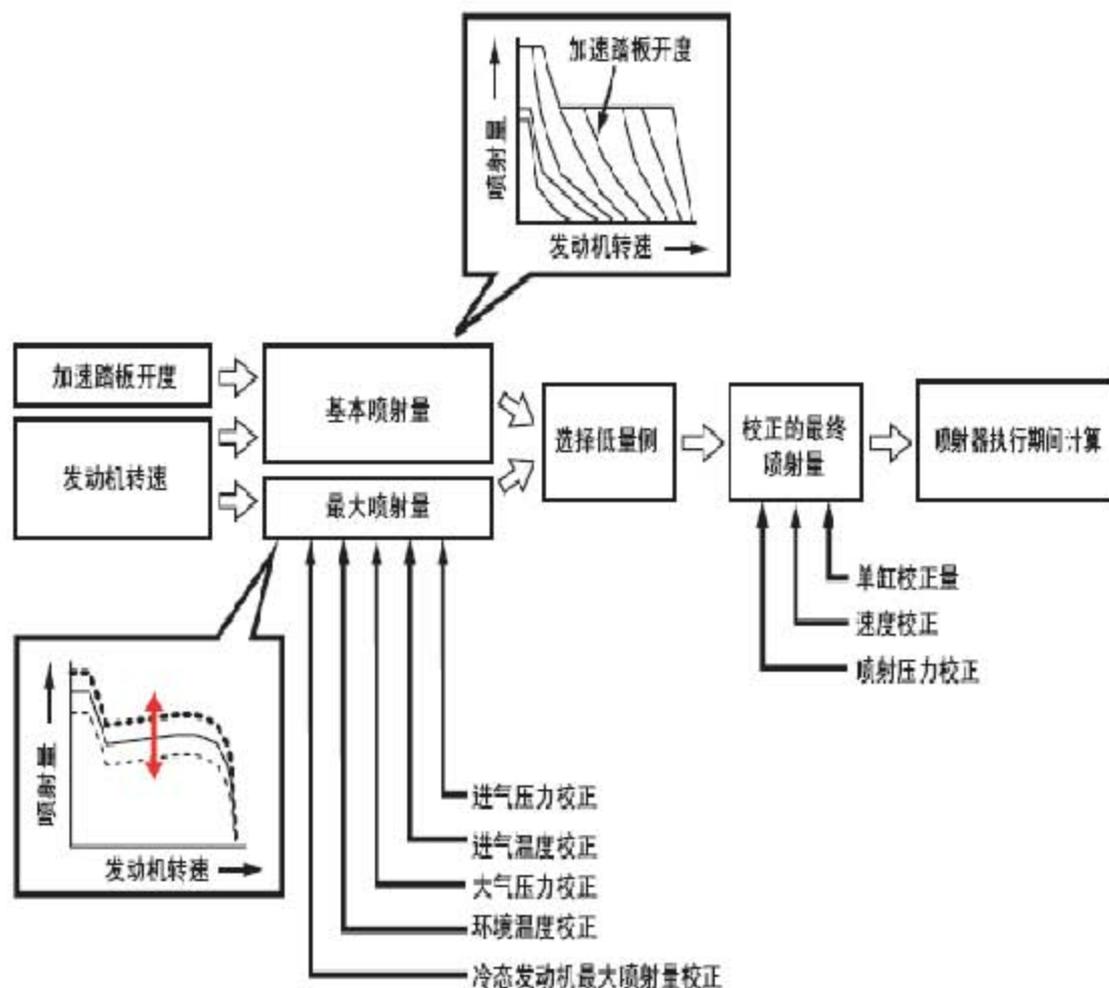
A). 概述

该控制通过在基本喷射量上添加冷却液温度、燃油温度、进气温度和进气压力校正来确定燃油喷射量。发动机 ECU 根据发动机工作条件和驾驶情况计算基本喷射量。

B). 喷射量计算方法

计算包括将以下两个值进行比较：

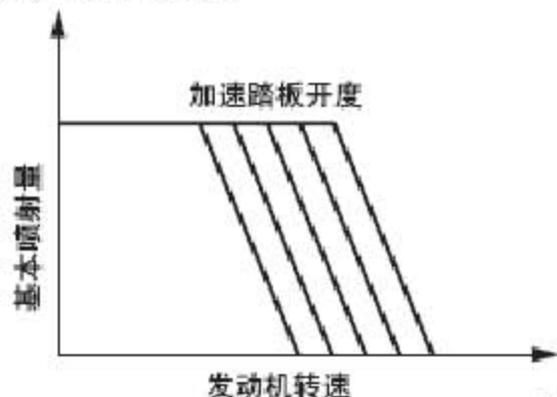
- a). 调速器模式下由加速器位置和发动机转速计算得出的基本喷射量。
 - b). 通过向最大喷射量添加不同类型校正，由发动机转速得出的喷射量。
- 两个喷射量中较小的用作计算最终喷射量的基数。



C). 设置喷射量

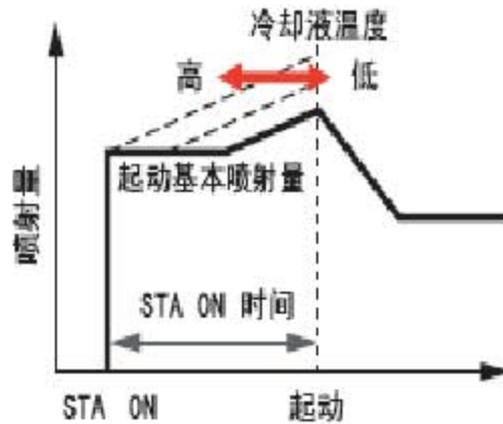
a). 基本喷射量

该数量由发动机转速和加速踏板开度决定。当发动机转速恒定时，如果加速踏板开度增加，喷射量增加；加速踏板开度恒定时，如果发动机转速增加，喷射量降低。



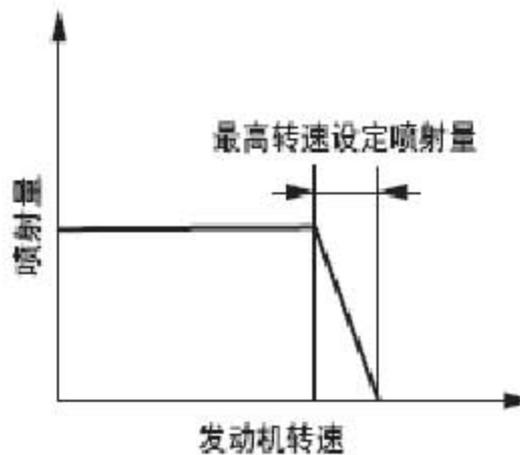
b). 起动喷射量

该数量根据发动机起动时的基本喷射量和为起动机开关 ON 时间、发动机转速和冷却液温度增加的校正来决定。如果冷却液温度低，则喷射量增加。当发动机完全起动时，该模式被取消。



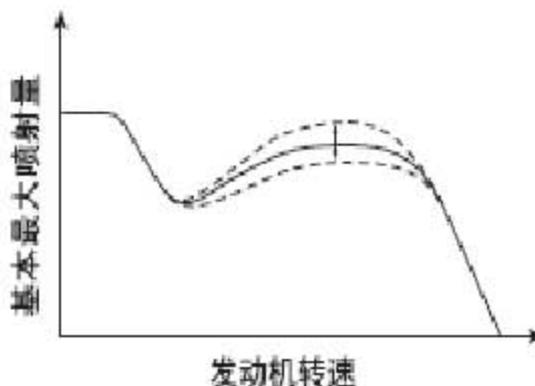
c). 最高转速设定喷射量

由发动机转速决定。限制喷射量，以便防止发动机转速过度增加（超速）。



d). 最大喷射量

这根据发动机转速和为冷却液温度、燃油温度、进气温度、大气温度、进气压力、大气压力和全 Q 调整电阻（仅用于第 1 代 HP0 系统）增加的校正所确定的基本最大喷射量来决定。

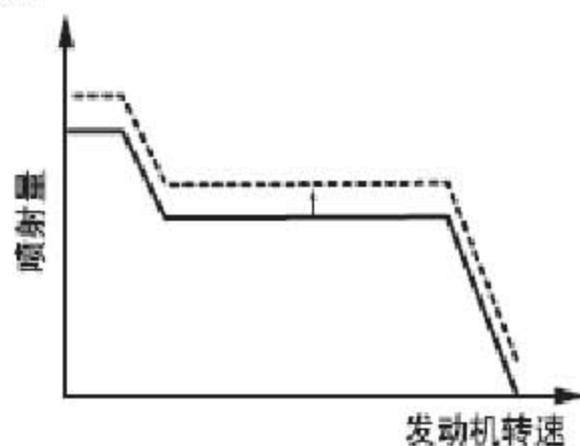


D). 校正

a). 冷态发动机最大喷射量校正

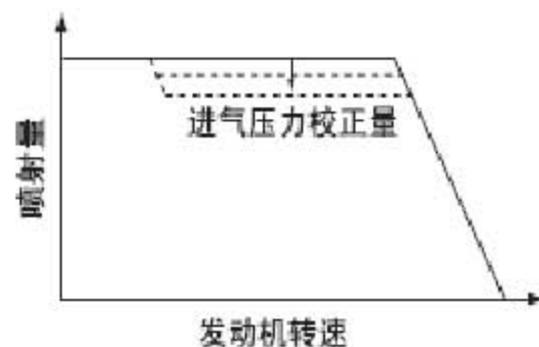
当冷却液温度低时，不管是否在起动期间或正常工作期间，该校正将

增加喷射量。



b). 进气压力校正

当进气压力低时，最大喷射量得到限制，从而减少了黑烟的排放。



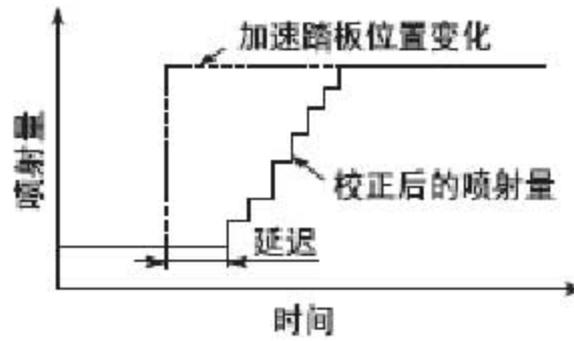
c). 大气压力校正

最大喷射量根据大气压力的不同而增加和降低。当大气压力高时，最大喷射量增加。



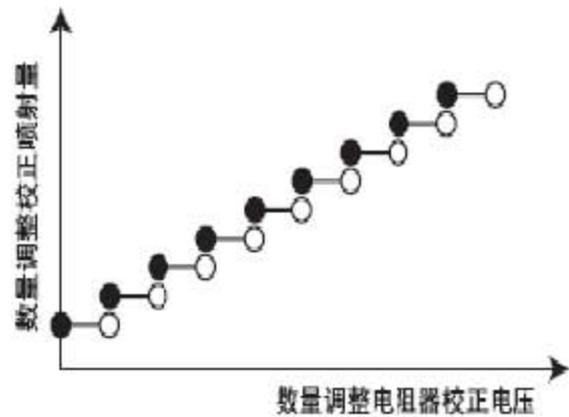
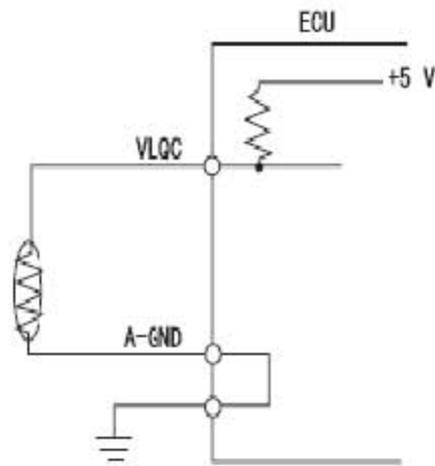
d). 用于加速喷射量延迟校正

加速时，如果加速踏板开度有很大变化，则喷射量将延迟增加，以便防止黑烟排放。



e). 全 Q 调整电阻 (仅用于第 1 代 HP0 系统)

全 Q 电阻用来校正全负荷时的喷射量。为了符合标准要求，汽车制造商对最大喷射量进行了增加或减少。全 Q 调整电阻有 15 种。其中选择并使用了合适的一种。

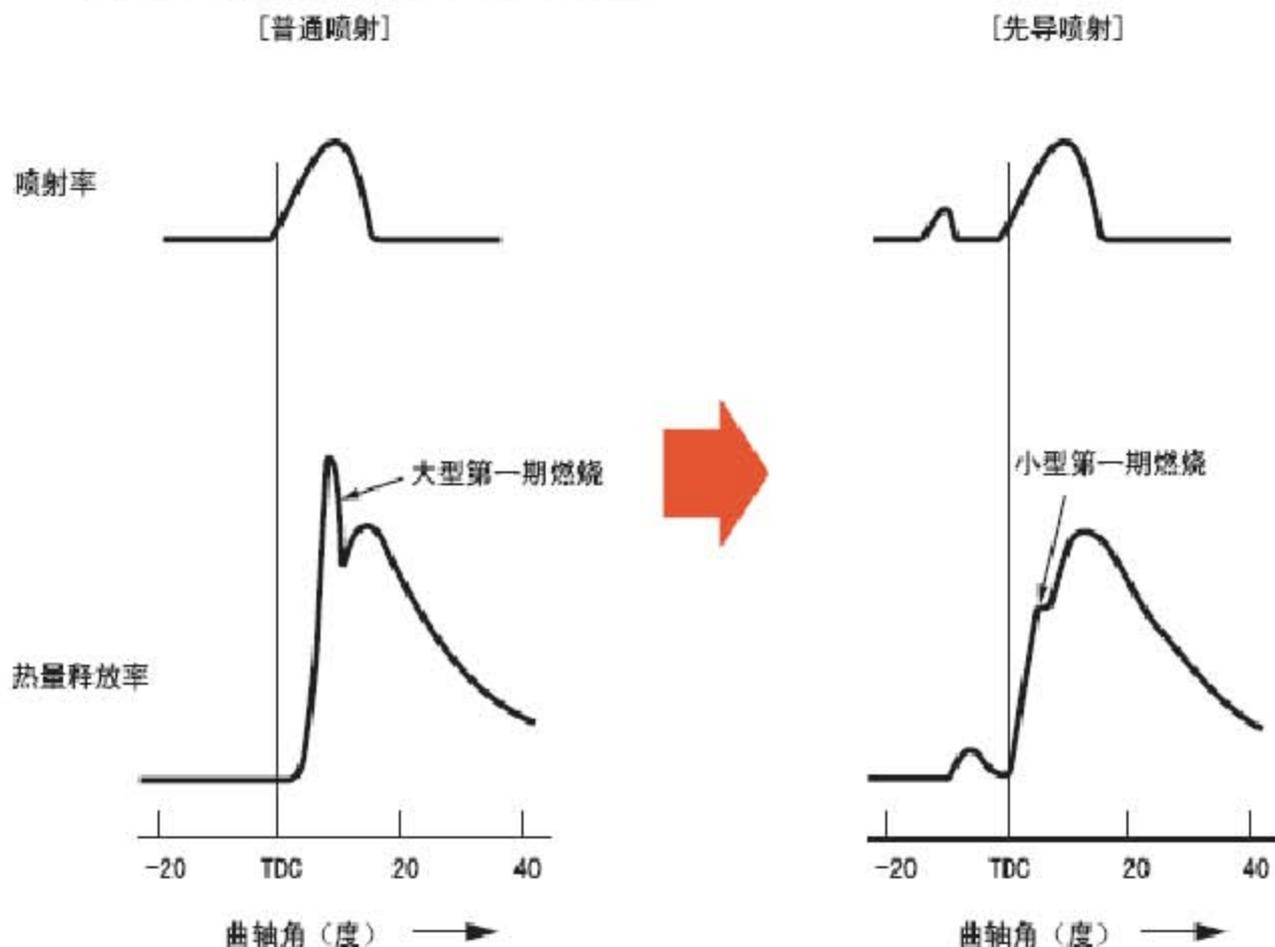


4). 燃油喷射率控制

A). 概述

尽管采用高压燃油喷射之后，喷射率得到提高，但是点火延迟后（从喷射开始到燃烧开始的延迟）无法缩短到低于一定时间。因此，点火发生之前燃油喷射量增加（初期喷射率太高），致使爆炸燃烧与点火同时发生，并使 NO_x 和噪音增加。

要阻止这种情况，可采用先导喷射使初期喷射保持在最小的需求速率，从而缓解初级爆炸燃烧以及降低 NO_x 和噪音。



附注：

- 对于燃烧室的内部图像，本手册最后一部分有基本的先导喷射量的图谱。

5). 燃油喷射正时控制

A). 概述

燃油喷射正时由向喷射器施加电流的正时来控制。决定主喷射时间周期之后，也就明确了先导喷射和其他喷射正时。

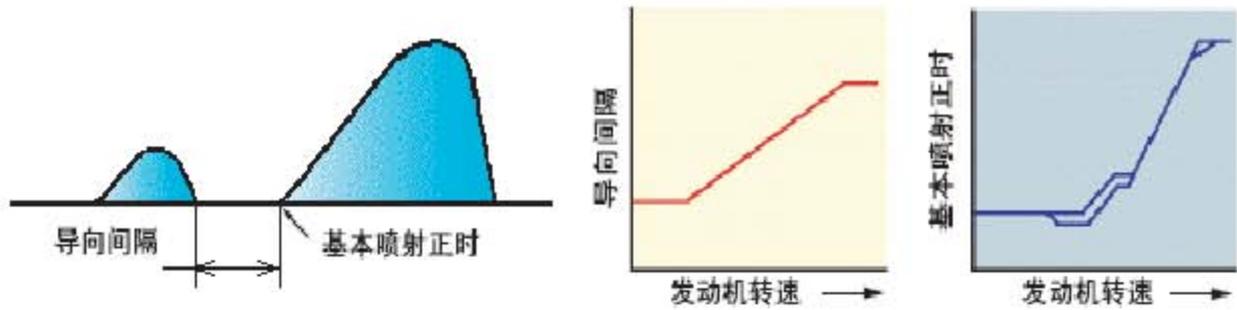
B). 主喷射和先导喷射正时控制

a). 主喷射正时

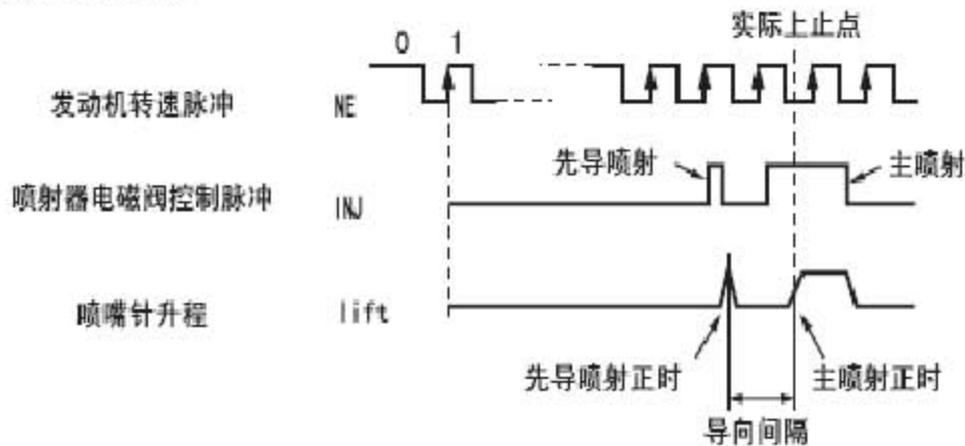
基本喷射正时由发动机转速（发动机转速脉冲）和最终喷射量（添加了各种校正）计算，以确定最佳主喷射正时。

b). 先导喷射正时（导向间隔）

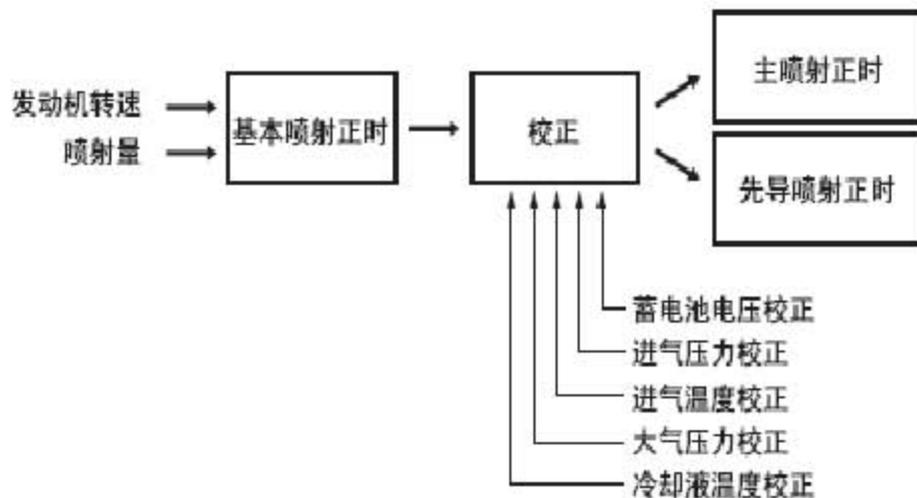
先导喷射正时是通过为主喷射添加导向间隔值来进行控制。导向间隔根据最终喷射量、发动机转速、冷却液温度、大气温度和大气压力(MAP校正)计算。发动机起动时的导向间隔通过冷却液温度和发动机转速来计算。



1. 喷射正时控制概要

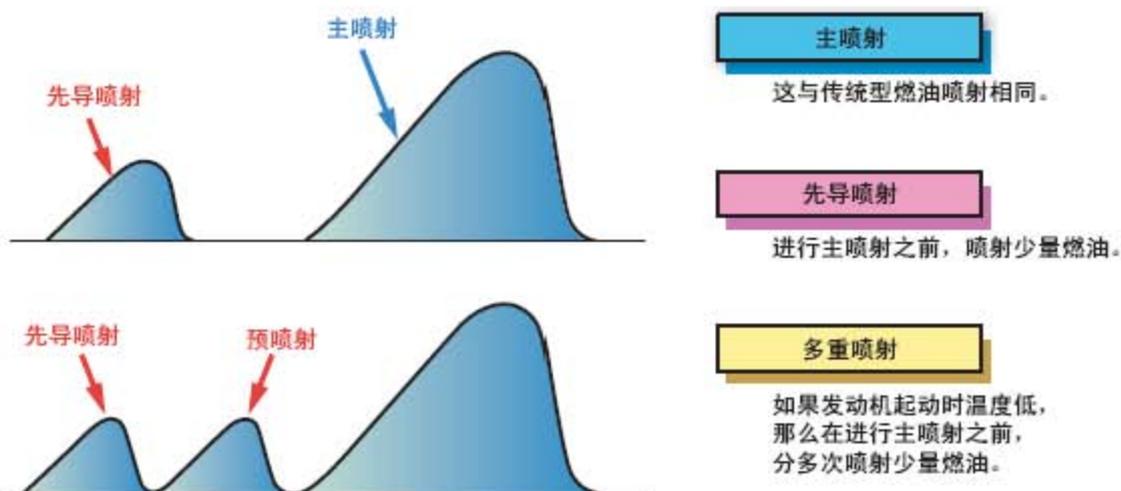


2. 喷射正时计算方法



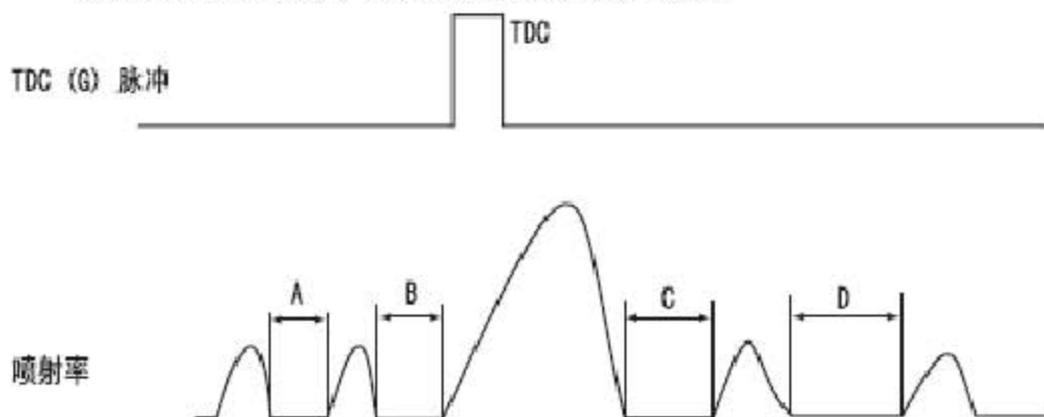
C). 分离喷射

分离喷射的目的是提高发动机冷态起动性。在传统的主喷射发生之前，该功能可进行两次或更多次非常少的燃油喷射。



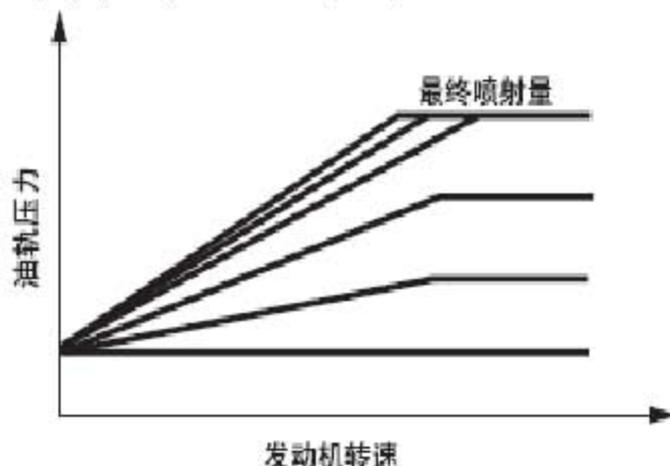
D). 多重喷射控制（仅用于某些车型）

多重喷射控制就是根据主喷射和发动机工作的状况确定在主喷射之前和之后进行少量喷射（最多四次）的时间。此间隔（下图 A 到 D 的时间）根据最终喷射量、发动机转速、冷却液温度和大气压力（MAP 校正）计算。起动期间的间隔基于冷却液温度和发动机转速。



6). 燃油喷射压力控制

发动机 ECU 计算燃油喷射压力，这由最终喷射量和发动机转速决定。这根据冷却液温度和发动机起动时的转速来计算。



7). 其他燃油喷射量控制

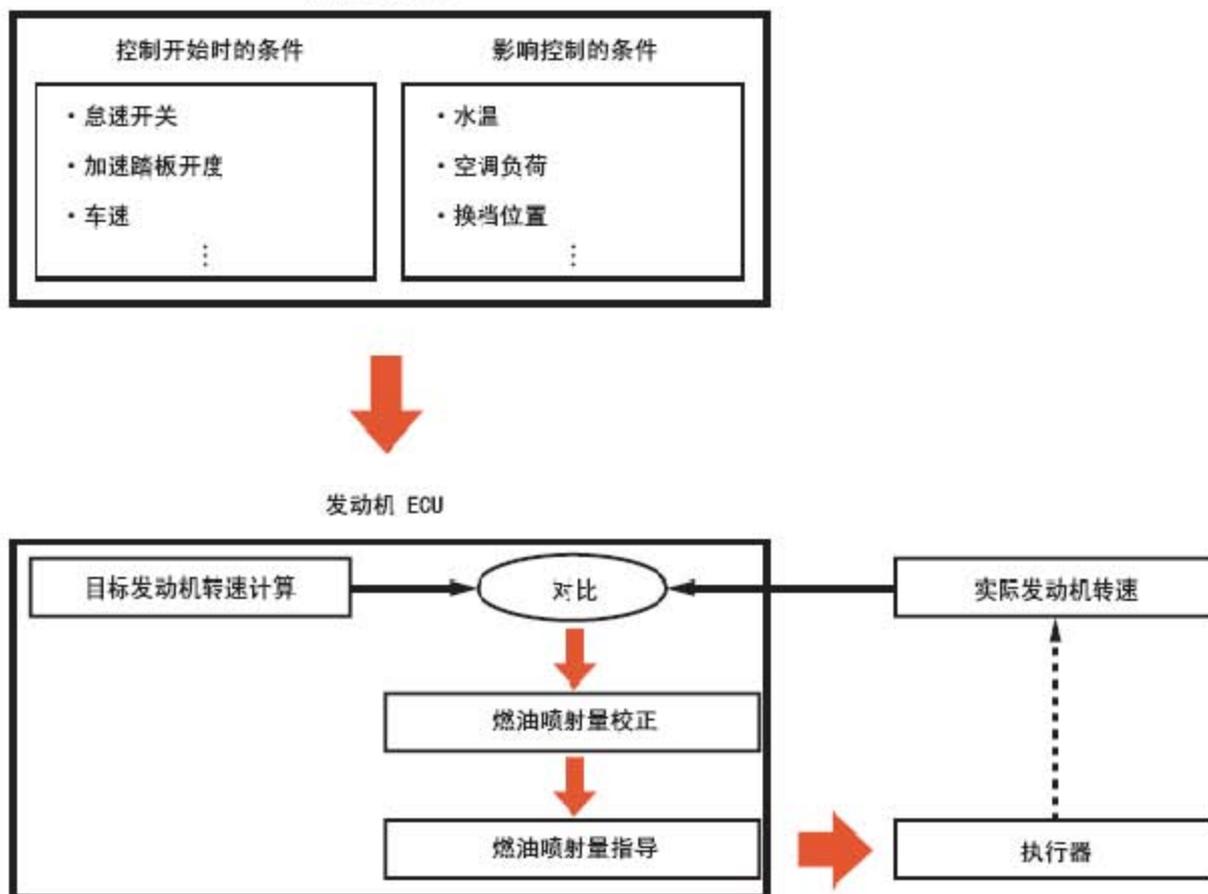
A). 怠速控制 (ISC) 系统

怠速控制系统通过调节喷射量来控制怠速, 从而使实际转速与电脑计算出的目标转速相匹配。ISC 可以是自动 ISC 或手动 ISC。

a). 自动 ISC

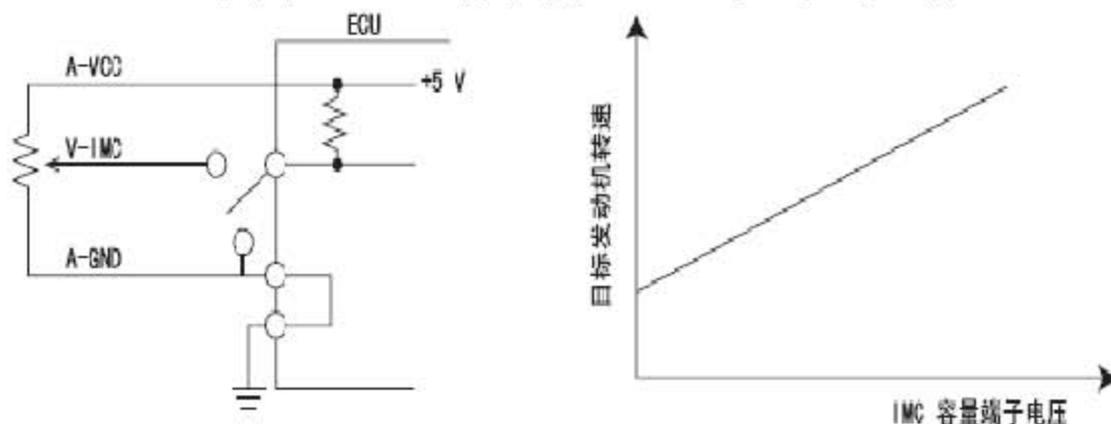
凭借自动 ISC, 发动机 ECU 可设置目标转速。发动机目标转速随变速器类型的不同 (自动或手动) 而改变, 而不管空调是否打开或关闭, 换档位置和冷却液温度如何。

怠速控制条件



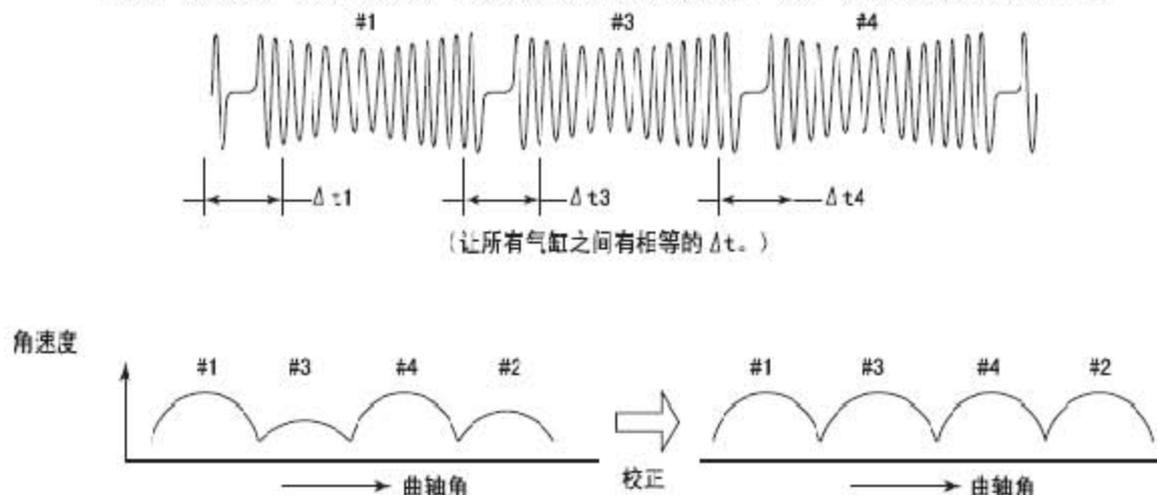
b). 手动 ISC

怠速发动机转速通过驾驶员座椅处的怠速设置按钮来控制。



B). 怠速减振控制

该控制可降低怠速期间的发动机振动。要使发动机工作平稳，将气缸的角速度（次数）进行对比，而且在差别较大情况下对单缸喷射量进行调节。



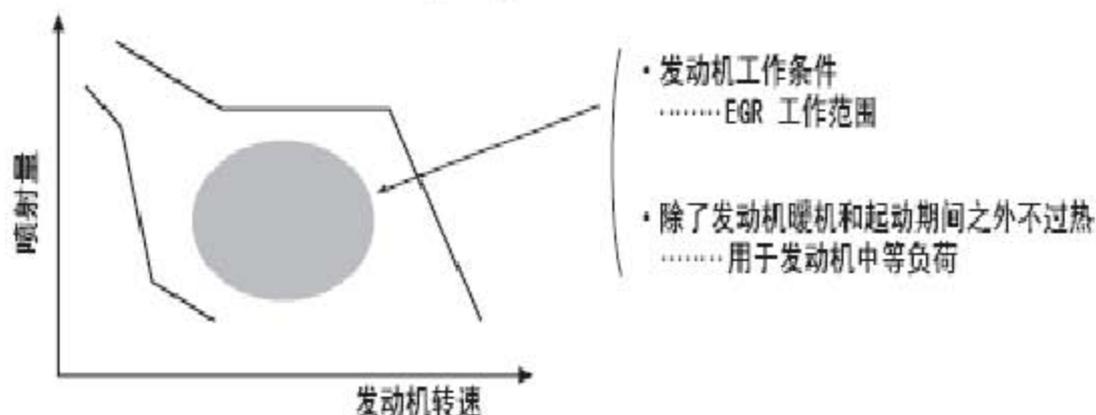
5.2 E-EGR 系统（电子废气再循环）

1). 概述

E-EGR 系统是一个电子控制的 EGR 系统。EGR 系统将进入进气歧管的部分废气进行再循环，来降低燃烧室温度和 NO_x 排放。然而，操作 EGR 系统可能会降低发动机功率输出并影响驾驶性能。为此，在 E-EGR 系统中，发动机 ECU 控制 EGR 以实现最佳的 EGR 容量。

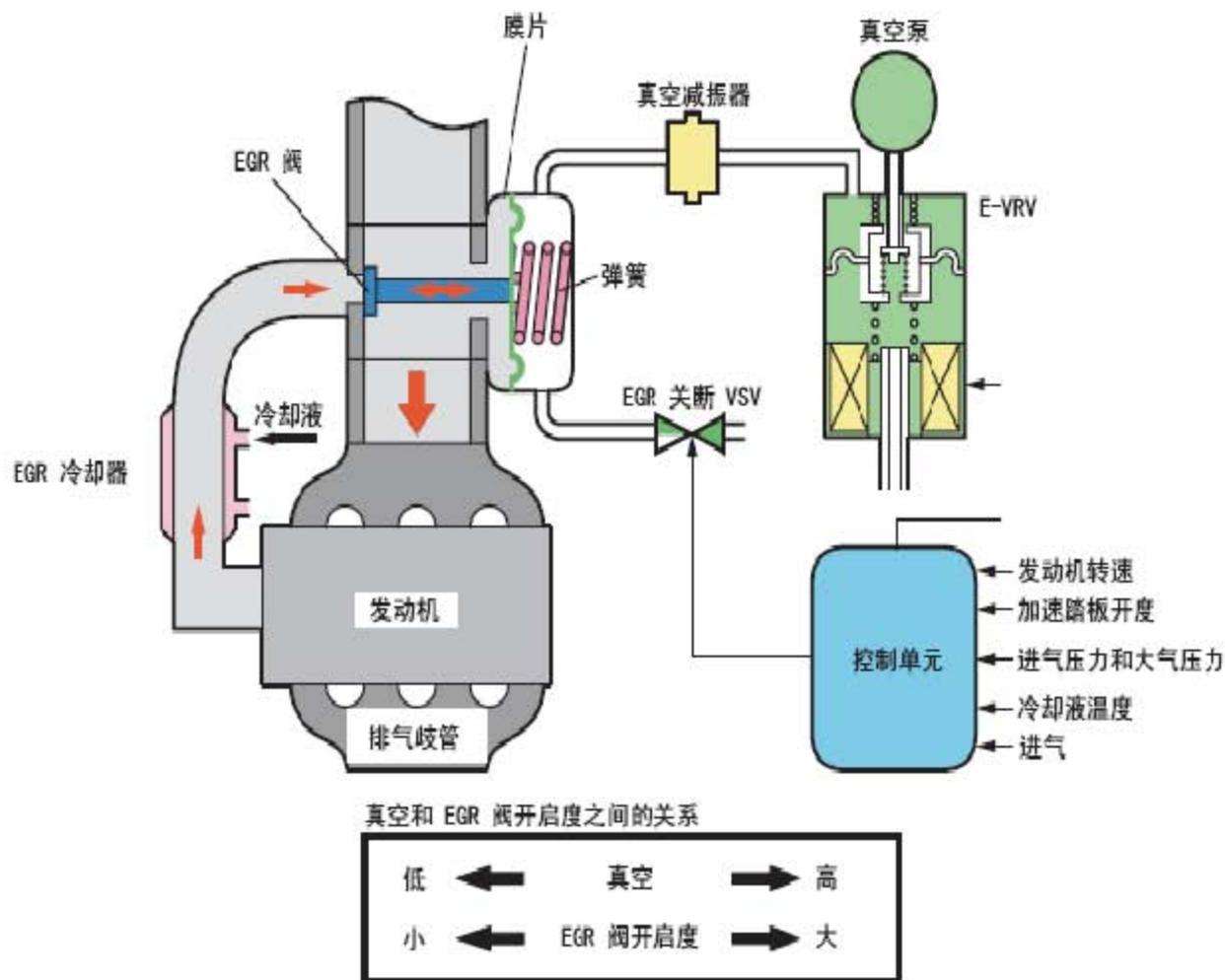
A). 工作条件示例

这在满足下列起动条件（其中一个例子）的操作区进行操作。



2). 工作原理

- 真空泵产生真空之后，E-VRV（电子真空调节阀）对真空进行调节，并将其导入 EGR 阀的膜片室。响应此真空，膜片向下推动弹簧，从而确定 EGR 阀的开度并控制 EGR 容量。
- EGR 冷却器位于气缸盖和进气通道之间，它可冷却 EGR，从而增加 EGR 容量。
- EGR 切断 VSV，这会在 EGR 关闭时打开膜片室与大气相通，从而有助于提高响应。



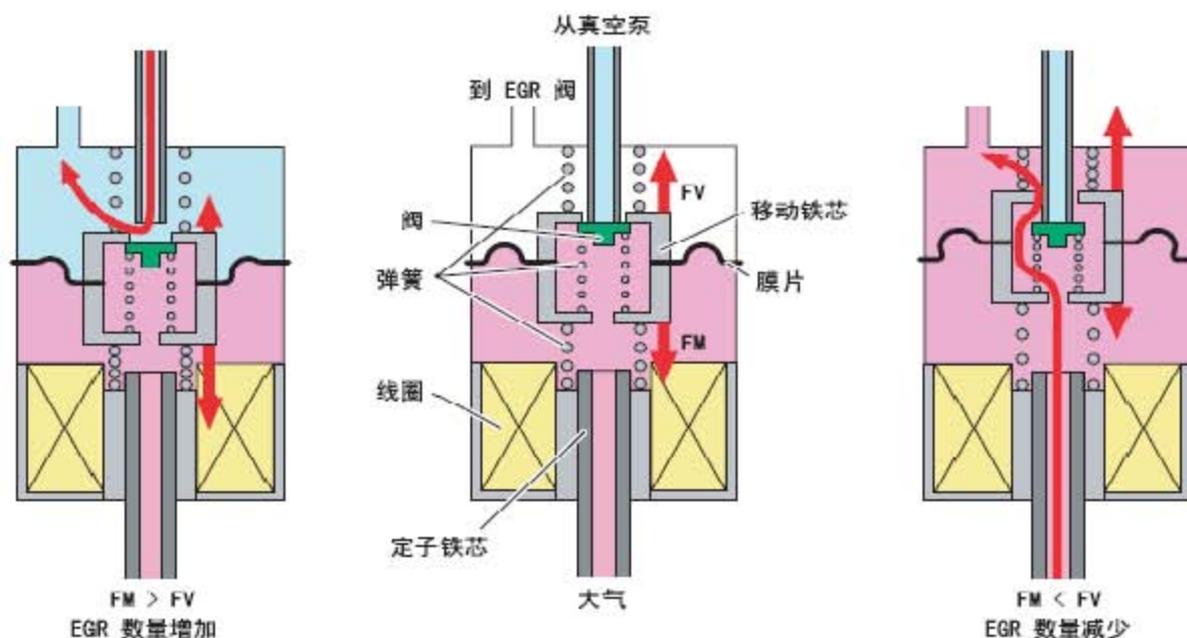
A). 要增加 EGR 数量

必须对 E-VRV 占空比进行控制*1。在稳定条件下（下面中间图所示），施加到线圈中电流的增加可导致线圈中的吸引力 F_M 增加。当此力大于作用在膜片上的真空力 F_V 时，移动铁芯向下移动。伴随该运动，从真空泵到膜片上室的接口打开。从而，输出真空增加，这将导致 EGR 阀打开且 EGR 容量增加。同时，由于“增加的输出真空等于增加的 F_V ”，所以移动铁芯随 F_V 的增加而向上移动。当 F_M 等于 F_V 时，接口关闭且吸引力变稳定。因为 EGR 的真空电路是一个闭合回路，所以它可使真空保持在一个稳定状态（假设安培值没有变化）。

*1: 发动机 ECU 以恒定频率输出锯齿波信号。电流值是这些信号的有效值（平均）。有关详情，请参见 HP3 输油泵和 SCV 的说明。

B). 要减少 EGR 容量:

施加到线圈的电流的增加导致 F_V 大于 F_M ，结果膜片向上移动。移动铁芯也随膜片的运动而向上移动，致使密封上部和下部膜片室的阀打开。从而，下部室中的大气压力进入上部室，致使输出真空量减少。这会使 EGR 阀关闭，同时 EGR 容量减少。由于“减少的输出真空等于减少的 F_V ”，所以移动铁芯随 F_V 的减少而向下移动。当 F_M 等于 F_V 时，接口关闭且吸引力变稳定。



5.3 电子控制节气门（非 DENSO 制造）

1). 概述

电子控制节气门位于进气歧管中 EGR 阀的上游。它以最佳角度控制节气门，从而调节 EGR 气并减少噪音和有害废气。

2). 工作原理

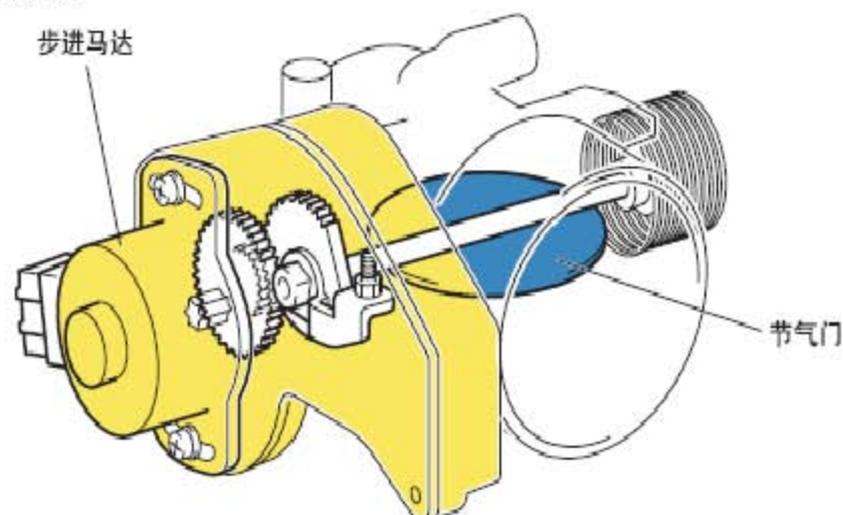
发动机 ECU 发出的信号启动步进马达，从而调节节气门开度。

A). EGR 控制

要在 EGR 阀全开时进一步增加 EGR 的容量，可通过减少节气门开度来增加进气歧管中的真空，从而限制进气流。

B). 减少噪音和废气

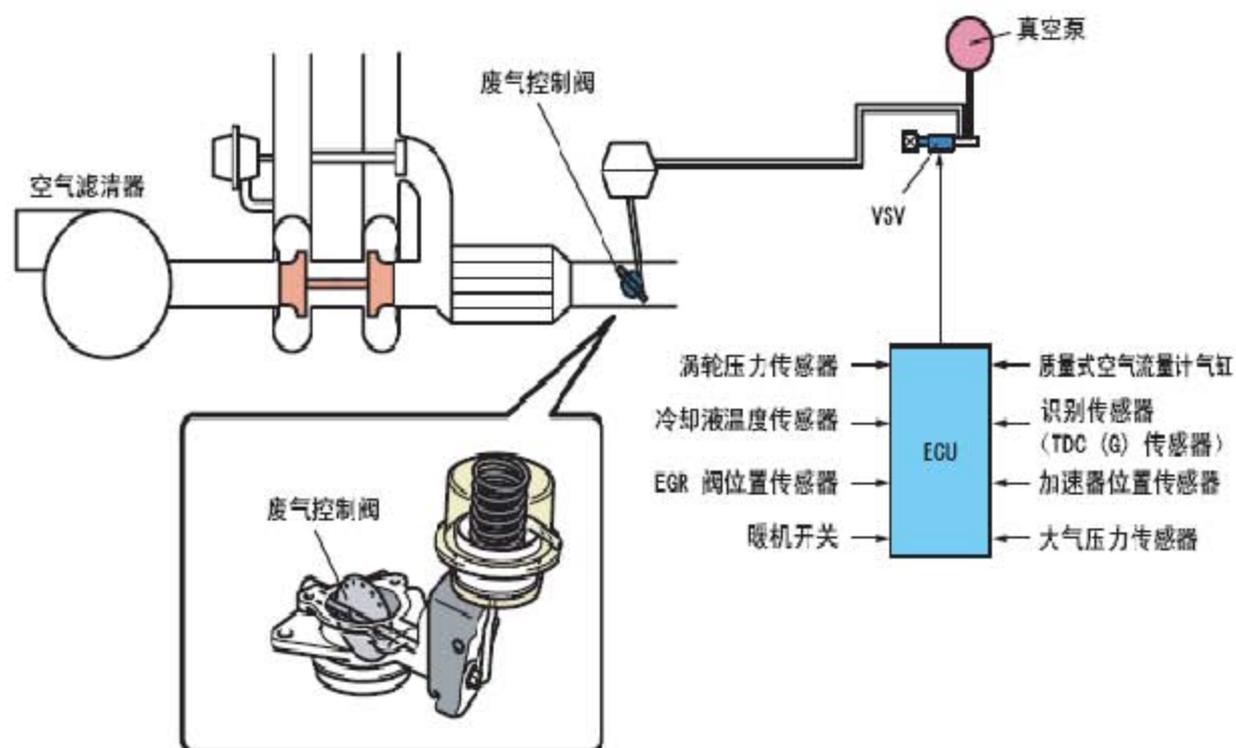
- 发动机起动时，节气门全开以减少白烟和黑烟的排放。
- 当发动机停止转动时，节气门全闭以减少振动和噪音。
- 在正常驾驶期间，节气门开度可根据发动机状况、冷却液温度和大气压力来控制。



5.4 废气控制系统

1). 概述

废气控制系统用来改善暖机和加热器的性能。该系统驱动附在排气歧管上的废气控制阀 VSV。它增加废气压力以提升废气温度和发动机负荷，从而改善暖机和加热器的性能。

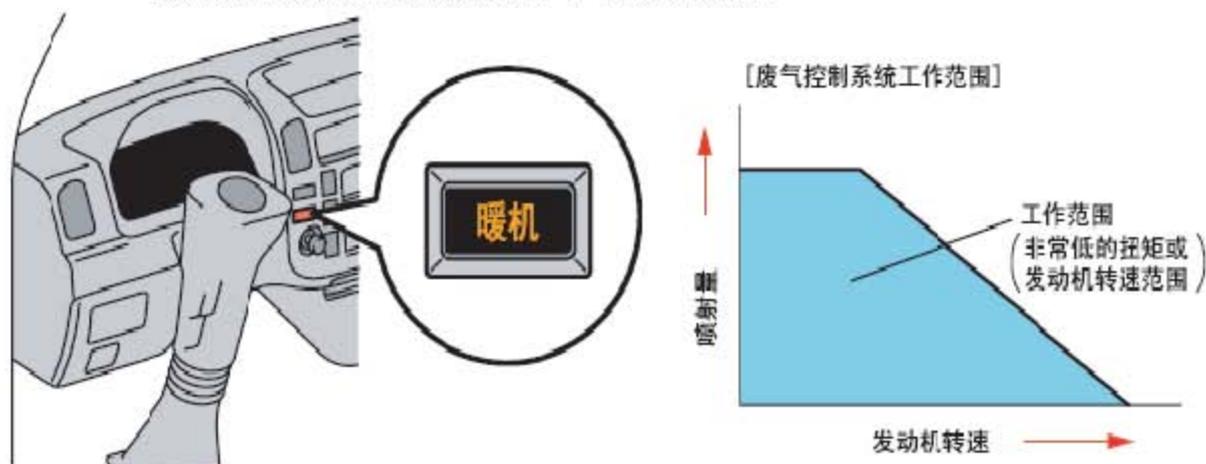


2). 工作原理

在暖机开关位于 ON 且下列所有条件都满足时，废气控制系统工作。

A). 工作条件

- EGR 在工作。
- 冷却液温度低于 70°C 。
- 环境温度低于 5°C 。
- 发动机起动之后至少经过了 10 秒。
- 发动机转速和燃油喷射量处于下图所示状态。

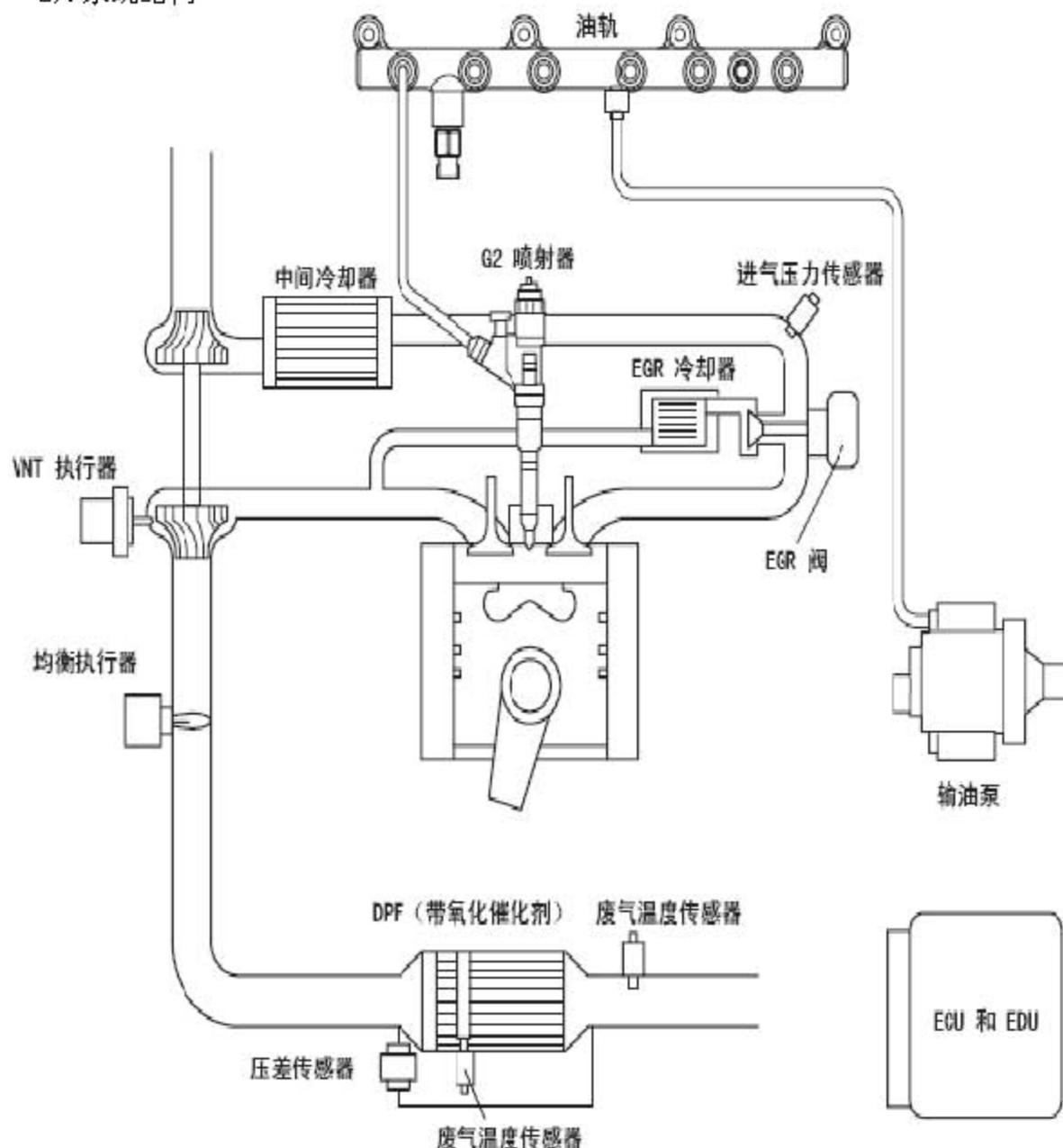


5.5 DPF 系统（柴油粒子滤清器）

1). 概述

该系统可减少 PM（粒子状物质）的排放。为了控制 PM，中央管上装有一个带内置催化滤芯的 DPF 滤清器。工作期间，收集到的 PM 通过燃烧得到处理。

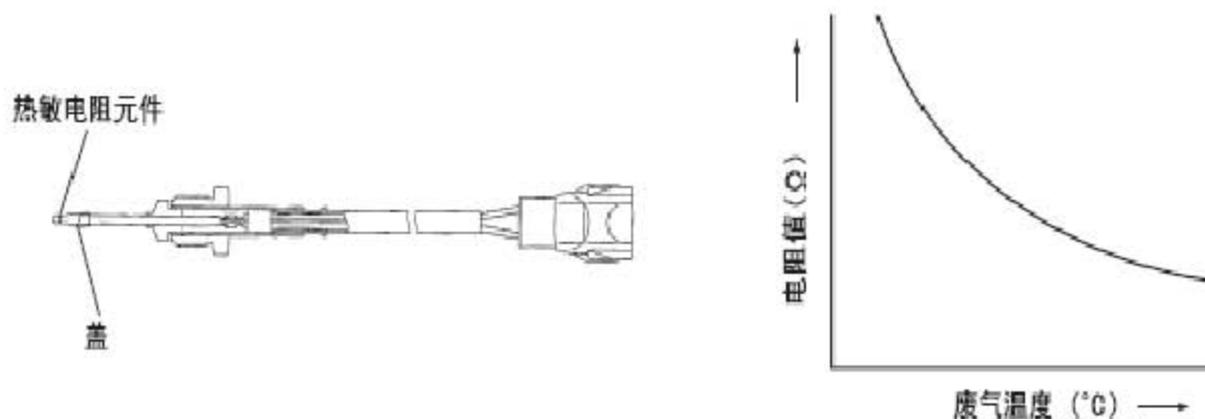
2). 系统结构



3). 各种传感器

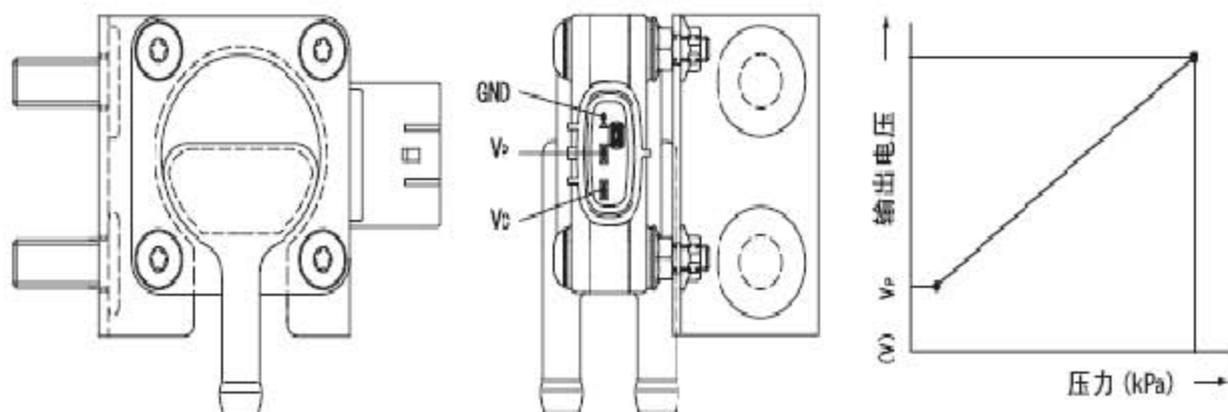
A). 废气温度传感器

废气温度传感器安装在 DPF 的前部和后部，用来监测这些位置处的温度。发动机 ECU 根据该传感器发出的信号控制用于 PM 燃烧的废气温度。该传感器元件使用一个热敏电阻。



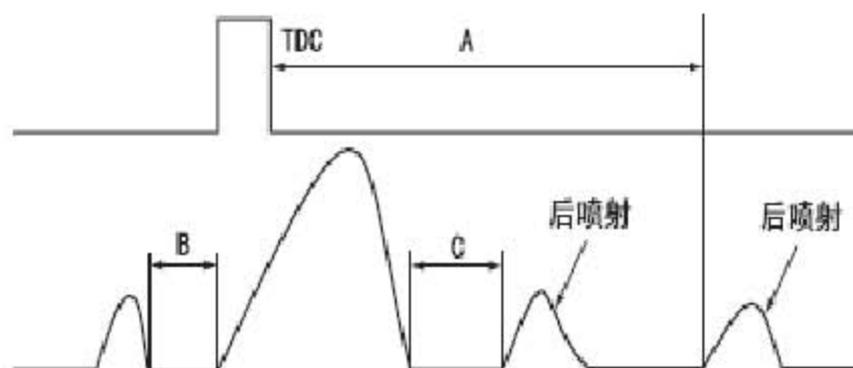
B). 压差传感器

压差传感器监测 DPF 前后压差，并向发动机 ECU 输出信号。该传感器是一个半导体型压力传感器，它通过一个硅元件利用压电效应，由 IC 电路使电流放大，并输入电压。当 PM 被收集并在 DPF 中积蓄时，滤清器堵塞，并且 DPF 的前后压差增加。因此，根据该传感器发出的信号，发动机 ECU 判断是否对 PM 进行燃烧处理。



4). 工作原理

根据废气温度和 DPF 的前后压差优化喷射模式和控制废气温度，PM 可被收集、氧化和自燃。当废气温度低时，在主喷射之后添加后喷射可将废气温度提高到大约 250°C ，并且可促使 PM 发生氧化。当 PM 被收集和积蓄时，添加后喷射以及向催化剂添加 HC，以使催化剂温度提高到 600°C ，这是 PM 的自燃温度。这在很短时间燃烧积蓄的 PM。发动机 ECU 控制 A、B 和 C 次数以及喷射次数。



5.6 DPNR 系统（柴油粒子 NO_x 减少）

1). 概述

该系统可减少 PM（粒子状物质）和 NO_x 的排放。DPNR 催化剂安装在中央管中，它收集和再生 PM，同时减少所有 NO_x。工作期间，收集到的 PM 经过燃烧处理。

2). 系统结构

