发动机控制系统

注意事项

- 只允许使用数字万用表或诊断仪对控制系统进行检查工作。
- 请使用指定的零部件，否则可能造成控制系统工作异常。
- 请遵守规范的维修诊断流程进行维修作业。
- 禁止对控制系统的零部件进行分解。
- 不能用刺穿导线表皮的方法来检测零部件输入输出的电信号。
- 拆装电子元件(电子控制单元、传感器等)时，避免磕碰或掉落到地面上。
- 不要随意将控制系统的任何零部件或其接插件从其安装位置上拆下，以免造成损坏或使异物进入接插件内，影响控制系统的正常工作。
- 当断开和接上接插件时，必须关闭点火开关，否则会损坏电器元件。 在有可能使温度上升的维修作业时，禁止使电子控制单元的温度超过 80°C。
- 依据当地法规，对维修过程中产生的废弃物进行妥善处理。
- 跳火花检测前必须对燃油系统泄压，并且跳火花检测时间要尽可能短，否则会导致大量未燃烧的燃油进入排气管，损坏三元催化器。
- 怠速的调节完全由控制系统完成，不需要人工调节。
- 连接蓄电池时，蓄电池的正负极不能接错，以免损坏电子元件。
- 发动机运转时，不允许断开蓄电池线束。

系统描述

系统的基本功能有：启动控制、暖机和三元催化器的加热控制、加速/减速和倒拖断油控制、怠速控制、λ 闭环控制、混合气控制功能、蒸发排放控制、爆震控制、OBD 诊断控制等。此外，附加功能还有发动机控制防盗功能、启停控制、风扇控制、空调控制、VVT 控制，涡轮增压控制等。

启动控制

在启动过程的开始阶段，进气歧管内的空气是静止的，进气歧管内部压力即为周围大气压力。电子节气门根据当时启动温度调整开度参数。燃油喷射模式和喷射量随发动机温度而变化，以促使油气在缸内更好的混合。同时，为了在火花塞附近形成可靠的可燃混合气，当发动机达到一定转速前，需加浓混合气。一旦发动机开始运行，系统立即开始逐步减少喷油量，直到启动工况结束时完全取消启动加浓。在启动工况下，点火提前角也随着发动机温度、进气温度和发动机转速而不断调整。

暖机和三元催化器的加热控制

发动机在低温启动后的一段时间内仍需供给附加喷油量，根据工况可能会多次喷射，气缸充量和点火角都被调整以补偿发动机更高的扭矩要求；该过程继续进行直到升到适当的温度阈值。因为达到一定温度后，三元催化器才能开始工作。因此，在该阶段，还需实现三元催化器的快速加热，以减少废气排放。在此工况下，采用适当的燃油喷射模式(多次喷射)和适度推迟点火提前角的方法，利用废气实现三元催化器的快速加热。

加速/减速和倒拖断油控制

实际情况下喷射到缸内中的燃油有一小部分不会及时参与燃烧过程。相反，它在缸壁或者活塞上形成一层油膜。当节气门开度增加，小部分喷射的燃油被该油膜吸收。所以，必须喷射相应的补充燃油量对其补偿并防止混合气在加速时变稀。一旦负荷系数降低，燃油膜中包含的附加燃油会重新释放，那么在减速过程中，必须减少相应的喷射持续时间。倒拖或牵引工况指发动机在飞轮处提供的功率是负值的情况。在这种情况下，发动机的摩擦和泵气损失可用来使车辆减速。当发动机处于倒拖或牵引工况时，喷油被切断以减少燃油消耗和废气排放，更重要的是保护三元催化器。一旦转速下降到怠速以上设定的恢复供油转速时，喷油系统重新供油。实际上，ECU 的程序中有一个恢复转速的范围，它们根据发动机温度、所处挡位，发动机转速动态变化等参数的变化而不同，并且通过计算防止转速下降到规定的最低阈值。一旦喷射系统重新供油，系统开始使用初次喷射脉冲供给补充燃油。恢复喷油后，扭矩为主的控制系统使发动机扭矩的增加缓慢而平稳(平缓过渡)。

怠速控制

怠速时，发动机不给飞轮提供扭矩。为保证发动机在尽可能低的怠速下稳定运行，闭环怠速控制系统必须维持产生的扭矩与发动机“功率消耗”之间的平衡。怠速时需要产生一定的功率，以满足各方面的负荷要求，如发动机曲轴和配气机构以及辅助部件(如水泵)的内部摩擦。系统以扭矩为主控制策略依据闭环怠速控制来确定在任何工况下维持要求的怠速转速所需的发动机输出扭矩。该输出扭矩随着发动机转速的降低而升高，随发动机转速的升高而降低。系统通过要求更大扭矩以响应新的“干扰因素”，如空调压缩机的开停或自动变速器换挡。在发动机温度较低时，为了补偿更大的内部磨擦损失和/或维持更高的怠速转速，也需要增加扭矩。所有这些输出扭矩要求的总和被传递到扭矩协调器，扭矩协调器进行处理计算，得出相应的充量密度、混合气成分和点火正时。

闭环控制

三元催化器的排气后处理是降低废气中有害物质浓度的有效方法。三元催化器可降低废气中 98%或更多的碳氢(HC)，一氧化碳(CO)和氮氧化物(NO_X)，并把它们转化为水(H_2O)、二氧化碳(CO_2)和氮(N_2)。但只有在发动机过量空气系数 λ=1 附近很狭窄的范围内才能达到这样高的效率，λ 闭环控制的目标就是保证混合气浓度在此范围内。λ 闭环控制系统需配备氧传感器才能起作用。氧传感器在三元催化器侧的位置监测废气中的氧含量，稀混合气(λ ＞ 1)产生约 100mV 的传感器电压，浓混合气(λ ＜ 1)产生约 800mV 的传感器电压。当 λ=1 时，传感器电压有一个跃变。λ 闭环控制对输入信号作出响应(λ ＞ 1=混合气过稀，λ ＜ 1=混合气过浓)修改控制变量，产生修正因子作为乘数以修正喷油持续时间。

蒸发排放控制

由于外部辐射热量和回油热量传递的原因，油箱内的燃油被加热，并形成燃油蒸汽。为满足排放法规的

要求，这些燃油蒸汽通过管路暂时收集在活性碳罐中，并在适当的时候通过吹洗进入发动机参与燃烧。吹洗气流的流量是由 ECU 控制碳罐电磁阀来实现的，且该控制仅在 λ 闭环控制系统闭环工作情况下才工作。

爆震控制

系统通过安装在发动机机体上的爆震传感器检测发动机工作时的振动情况，并转化成电子信号传输到发动机 ECU 中并进行处理。ECU 根据这些信号检测各气缸在燃烧循环中是否有爆震发生。一旦检测到爆震则触发爆震闭环控制。当爆震消除后，受影响气缸的点火会逐步调整到预定的点火提前角。

OBD 诊断控制

发动机 ECU 不断地监测着相关的传感器、执行器、电路、故障指示灯和蓄电池电压，以及电子控制单元本身，并对传感器输出信号、执行器驱动信号和内部信号(如 λ 闭环控制、冷却液温度、爆震控制、怠速控制和蓄电池电压控制等)进行合理性检测。一旦发现某个环节出现故障，或者某个信号值不合理，电子控制单元立即在故障存储器中设置故障信息记录。故障信息记录以故障码的形式储存，并按故障出现的先后顺序显示。

TMM(智能热管理模块)

智能热管理模块是一种新型的发动机热管理系统控制策略，其核心零部件是由电机驱动用以控制多路冷却液流量的电子球阀。智能热管理模块主要目的是通过单独控制缸盖、缸体的冷却水循环开启时刻，加快发动机热机过程，以及更精确的控制热机状态的发动机温度，实现降低整车油耗的目标。同时，将变速箱油冷器也纳入冷却系统，可以有效缩短变速箱油温升高过程。

暖机工况：电子球阀关闭散热器大循环，加快冷却液升温速度；随冷却液温度上升，可以提前加热机油。实现缩短暖机时间、改善燃烧、减少摩擦、减少冷却损失、降低油耗的目的。

热机工况：电子球阀根据需要控制经过散热器的冷却液流量，以达到不同的冷却效果，尽可能使发动机在经济水温区域运行，以降低整车油耗。

定速巡航控制功能

巡航控制主要功能在于保持车辆按照驾驶员设定的目标车速行驶，系统闭环调节可以确保车辆行驶阻力发生变化的过程中实时调整电子节气门开度等以维持车辆等速行驶，或者在驾驶员重新调整目标车速后，及时响应并跟随新的目标车速。巡航控制功能可以不通过驾驶员控制油门踏板而实现车辆匀速、点加/减速、持续加/减速行驶，并在功能退出时记忆目标车速，之后一键恢复原目标车速。

巡航控制的车速实时动态调整并不需要驾驶员通过电子油门踏板予以控制，大大减轻了长途高速行驶过程中驾驶员的劳动强度，提高了行驶的稳定性和舒适性。

进入条件(以下条件需同时满足)：

- 打开主开关。
- 车速(30~150)km/h。
- 发动机转速小于 5600rpm。
- 挡位 2 挡及以上。
- 无巡航相关故障。
- 驾驶模式处于标准，运动，经济模式下。
- HDC 功能未开启。

退出条件(以下条件只要满足其一就退出巡航)：

- 关闭主开关。
- 车速低于 25km/h 或高于 155km/h。
- 发动机转速大于 5600rpm。
- 挡位小于 2 挡或处于 P/R/N 挡。

› 有巡航相关故障。
› 驾驶模式切换到非运动，标准，经济模式以外的模式下(针对巡航状态允许切换驾驶模式的车型)。
› 踩下刹车踏板。
› 按下 cancel 键。
› 手动挡车型踩离合踏板(高位开关置位)。
› TCS、ESP 或者 EPB 干预。
› 系统电压低于 9V。
› 制动主缸压力信号大于 10mpa 或制动主缸压力信号无效。

怠速自动启停功能

怠速自动启停功能可以实现在车辆行驶过程中短暂停车(如红灯)时的自动启停功能。系统可以根据车速、发动机转速、传动链状态、车身状态等信息判断驾驶员是否有停车、行驶意图，自动控制发动机的起动、停机。达到节油减排、降低终端用户燃油消耗支出的目的。

自动停机使能条件：

› 无启停系统相关故障。
› 车速记录已经超过 10km/h。
› 安全带已经系上。
› 车门已关闭。
› 发动机舱盖处于关闭状态。
› 环境温度在(-15~35)°C。
› ACC 自适应巡航未激活。
› APA 自动泊车辅助系未激活。
› 处在允许停机的驾驶模式：运动、经济、标准。
› HDC 功能关闭或 HDC 存在故障。
› 停车位置坡度小于一定值(坡度要求±10%)。
› 方向盘绝对转角小于 90°。
› 挡杆位置为 D 挡或 N 挡。
› 不踩油门。
› 制动真空条件满足。
› 海拔低于 4200 米。
› 各部件状态允许停机。

自动停机触发条件：

› 当前车速小于或等于 0.5km/h。

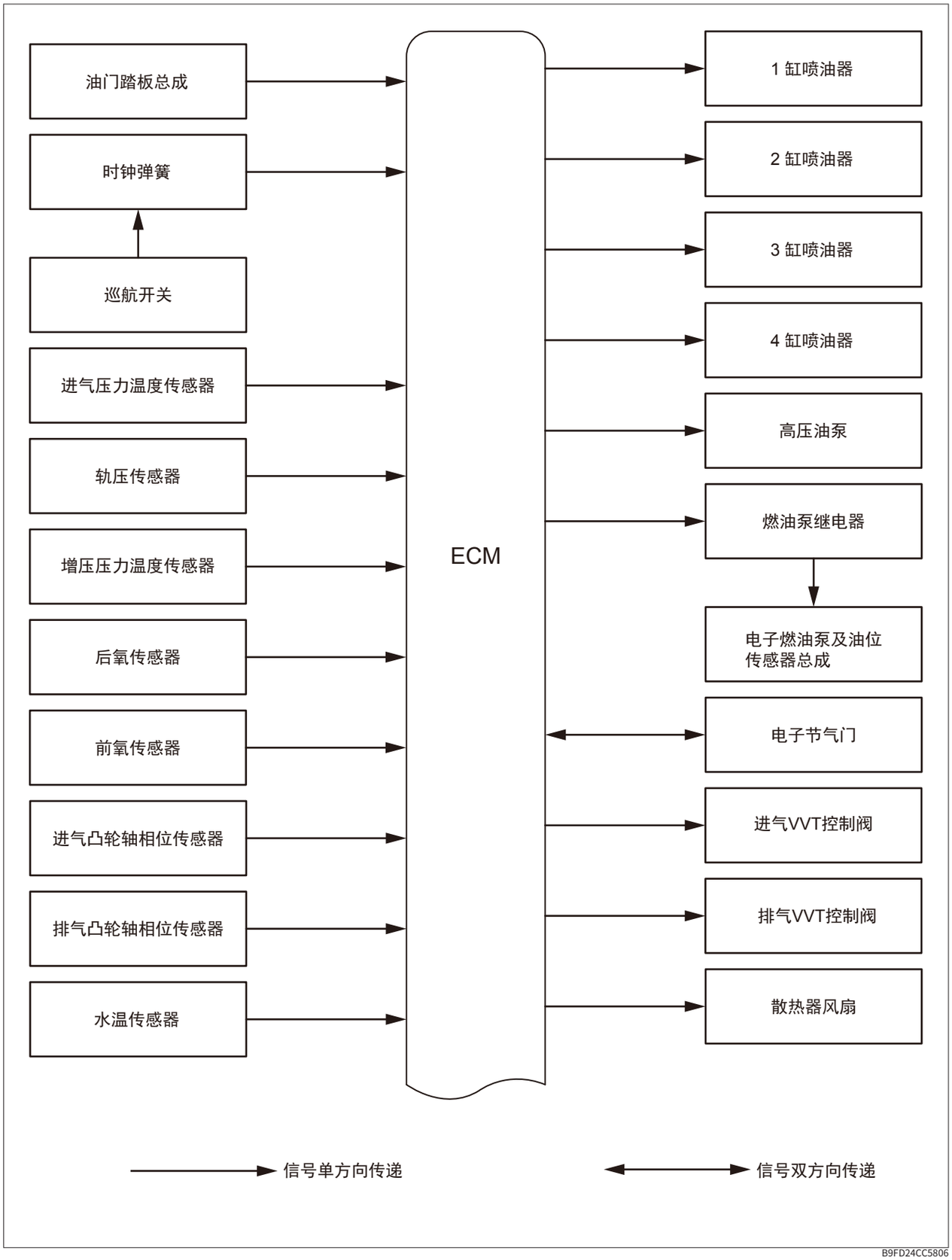
自动启动使能条件:

› 无启停系统相关故障。
› 安全带已经系上。
› 车门已关闭。
› 发动机舱盖处于关闭状态。

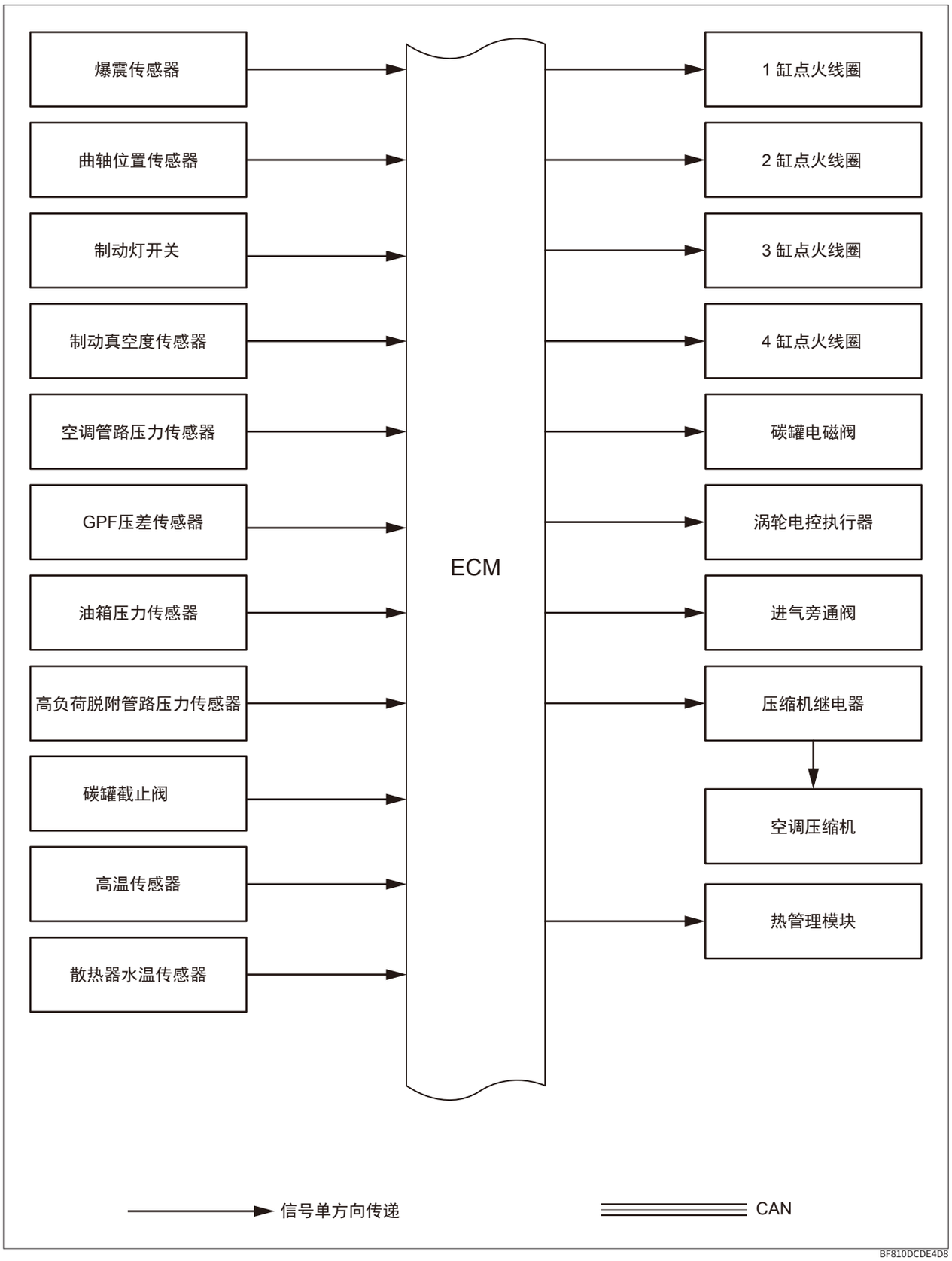
自动启动触发条件：

- 若挡杆位置处于“D”或“N”，松开制动踏板则启动。
- 若挡杆位置处于“D”或“N”，当踩制动踏板或“EPB 起作用”或“自动驻车起作用”时，打转向相对转角变化＞ 10°启动。
- 若挡杆位置处于“D”或“N”，当踩制动踏板或“EPB 起作用”或“自动驻车起作用”时，踩加速踏板启动。
- 若挡杆位置处于“D”，当踩制动踏板或 “EPB 起作用”或“自动驻车起作用”时，拨动换挡拨片启动。
- 若挡杆位置处于“D”或“N”，当踩制动踏板或“EPB 起作用”或“自动驻车起作用”时，挡位切换至 R、M/S 时起动(注：从 D 挡切换到 P 或 N 挡不启动，从 N 挡切换到 P 挡时不启动，从 N 挡切换到 D 挡时启动)。
- 若挡杆位置处于“P”，打转向相对转角变化＞ 10°启动。
- 若挡杆位置处于“P”，踩加速踏板启动。
- 若挡杆位置处于“P”，挡位切换至 D、R、N、M/S 时启动。
- 全地形或驾驶模式切换至不允许启停的模式(切换到运动、经济、标准以外的模式)。
- 启停主开关由开起转换至关闭(启停功能同时关闭)。
- 车速超过 3km/h 启动。
- 制动真空度不足触发启动。

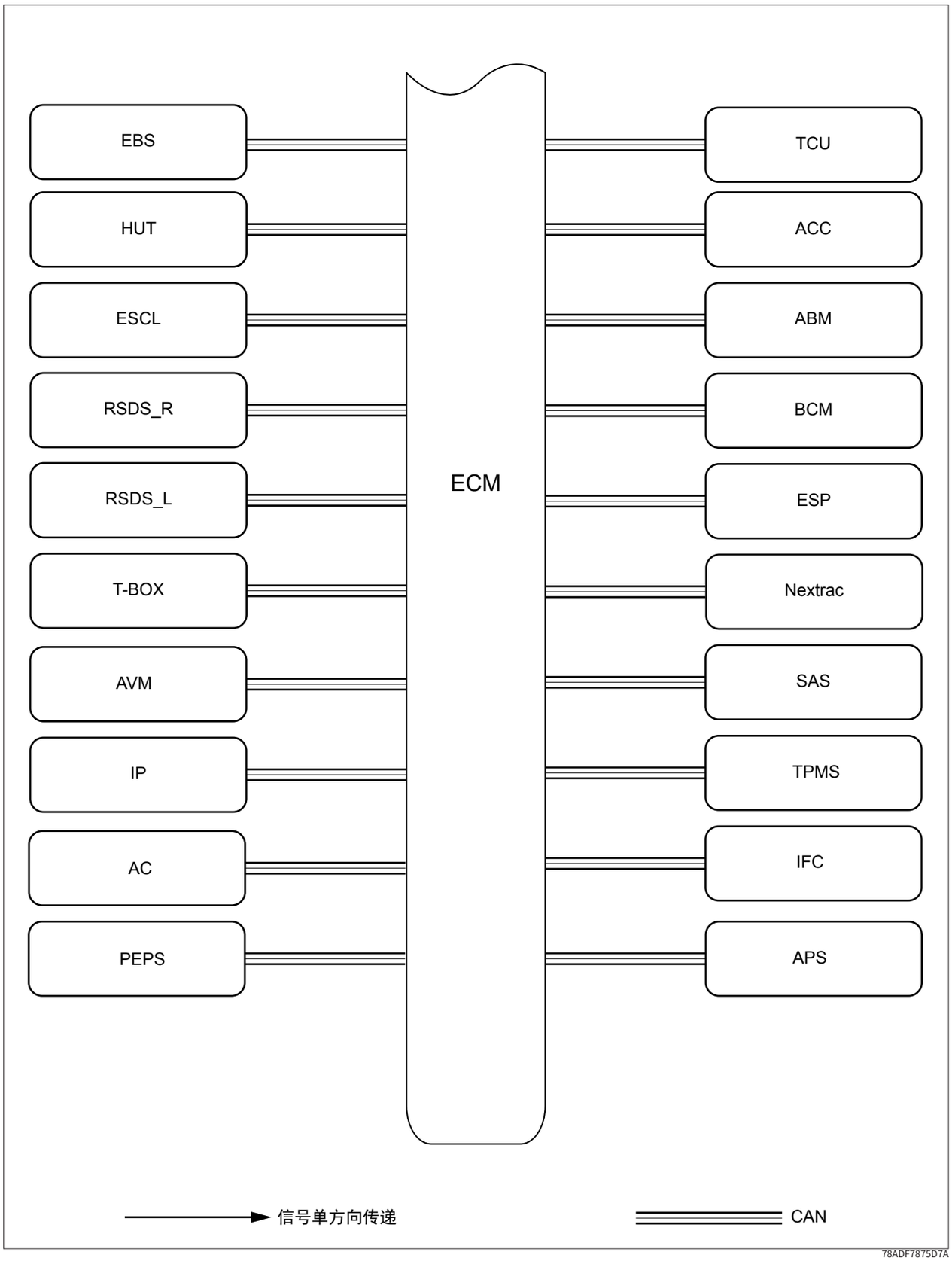
系统图



B9FD24CC5806



BF810DCDE4D8


EBS
HUT
ESCL
RSDS_R
RSDS_L
T-BOX
AVM
IP
AC
PEPS
ECM
TCU
ACC
ABM
BCM
ESP
Nextrac
SAS
TPMS
IFC
APS
信号单方向传递
CAN
78ADF7875D7A

规定力矩

名称	紧固零件	拧紧力矩 (N·m)	数量	备注
螺栓	点火线圈总成×气缸盖罩组件	10±1	4	—
火花塞总成	火花塞总成×气缸盖	22±2	4	—
螺栓	VVT 控制阀×凸轮轴承盖	5±1	2	—
螺栓	凸轮轴相位传感器×凸轮轴承盖、油泵安装座	10±1	2	—
螺栓	曲轴位置传感器×气缸体	10±1	1	—
螺栓	爆震传感器×气缸体	22±2	1	—
螺栓	发动机控制单元×发动机控制单元支架	9±1	4	—
螺栓	发动机控制单元支架×车身	9±1	4	—
高温传感器	高温传感器×后催化转化器	45±5	1	—
螺母	高温传感器支架×车身	9±1	1	—

CVO 自学习

需要触发 CVO 自学习情况：

› 更换喷油器。

› 更换发动机 ECU 。

操作步骤

1. 发动机启动，怠速工况下通过诊断仪发送 1031 指令。
2. 怠速维持 120s。
3. 下电等待 12 分钟。
4. 结束。

VVT 自学习

⚠ 注意

› 任何可能更改凸轮轴位置传感器与曲轴位置传感器相位关系的操作，都要进行 VVT 首次自学习。

需进行 VVT 首次自学习情况：

› 拆装/更换凸轮轴位置传感器或者曲轴位置传感器。

› 拆装凸轮轴/凸轮轴位置传感器信号轮/VVT 相位器。

› 拆装曲轴位置传感器信号轮。

› 拆装曲轴/飞轮。

› 更换正时链条。

› 重新调整正时。

› 更换发动机 ECU。

操作步骤

1. 热机状态，钥匙上电，通过诊断仪发出 AE09 指令，持续 1s 以上。
2. 钥匙下电，等待时间 720s。
3. 钥匙上电再启动，怠速 15s。
4. 钥匙下电，等待时间 720s。

⚠ 注意

› 如果没有在售后进行过初次安装自学习，则 VVT 计算的角度可能会和实际角度偏差过大，影响充气和空燃比控制精度。

› 可能因为安装偏差过大而误报凸轮轴老化偏移故障。

GPF 信息写入

如下情况 GPF 需要信息写入：

更换 GPF

1. 车辆停放在安全的地方。
2. 发动机停止，待 GPF 温度冷却到室温后，更换新的 GPF。
3. 车辆上电，不启动发动机状态下，通过诊断仪的 UDS 服务发送指令。
4. 车辆下电，等待时间 720s，上电读取当前碳量值≤0.6，灰分对应的燃油累计值为 0，即写入 EEPROM 成功。
5. 更换 GPF 完成。

更换压差传感器

1. 车辆停放在安全的地方。
2. 发动机停止，待 GPF 温度冷却到室温后，更换新的压差传感器，并确保高低压管路安装正确。
3. 车辆上电，不启动发动机状态下，通过诊断仪的 UDS 服务发送指令。
4. 车辆下电，等待时间 720s，上电读取压差传感器学习值为 0，即写入 EEPROM 成功。
5. 更换压差传感器完成。

更换发动机 ECU

1. 车辆停放在安全的地方。
2. 发动机停止，车辆上电使用诊断仪的 UDS 服务读出期望重新写入的量(如果诊断仪有存储功能，存储在诊断仪中；如果没有，需要先手动记录下各个 EEP 值)。
3. 车辆下电，待发动机 ECU 冷却到室温，更换新的发动机 ECU。
4. 车辆上电，不启动发动机状态下，通过 UDS 服务发送指令，逐个发送(标志位+值)字段给新的发动机 ECU。
5. 车辆下电，等待时间 720s，上电读取当前碳量值≥0.6，灰分对应的燃油累计值不为 0，即写入 EEPROM 成功。
6. 更换发动机 ECU 完成。

驻车服务再生

1. 车辆停放在安全的地方，避免暴晒及周边存在易燃物，确保发动机舱盖关闭，如有鼓风机可以放在进气格栅前吹拂。
2. 车辆上电，启动发动机，怠速至水温超过 60°C，关闭空调，打开车辆暖风，目标温度最大，风速开到最大。
3. 通过诊断仪的 UDS 服务发送指令，发动机转速到 3900 转，则驻车再生触发成功。
4. 触发再生后 1 小时以内发动机自动回到正常怠速。
5. 使用诊断仪读取当前碳量值≤1.5g，距离上次完全成功再生的行驶里程值为 0，则再生成 功。
6. 如果再生没有成功，则发动机熄火、下电。重新启动发动机，按照上述步骤再次触发驻车再生。
7. 服务再生完成。

⚠ 注意

› 做驻车再生前，应按规程修复车辆发动机所有故障码。

› 非相关人员勿靠近再生车辆。

- 再生过程中有以下打断进程的可能：
  - GPF 温度过高。
  - 再生时间过长。
  - 剩余汽油量过低。
  - 车辆移动。
  - 发动机爆震。
  - 有空燃比加浓。
  - 有换挡。
  - 踩油门。
  - 踩刹车。
  - 水温过高或过低。
  - 误操作诊断仪。